



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

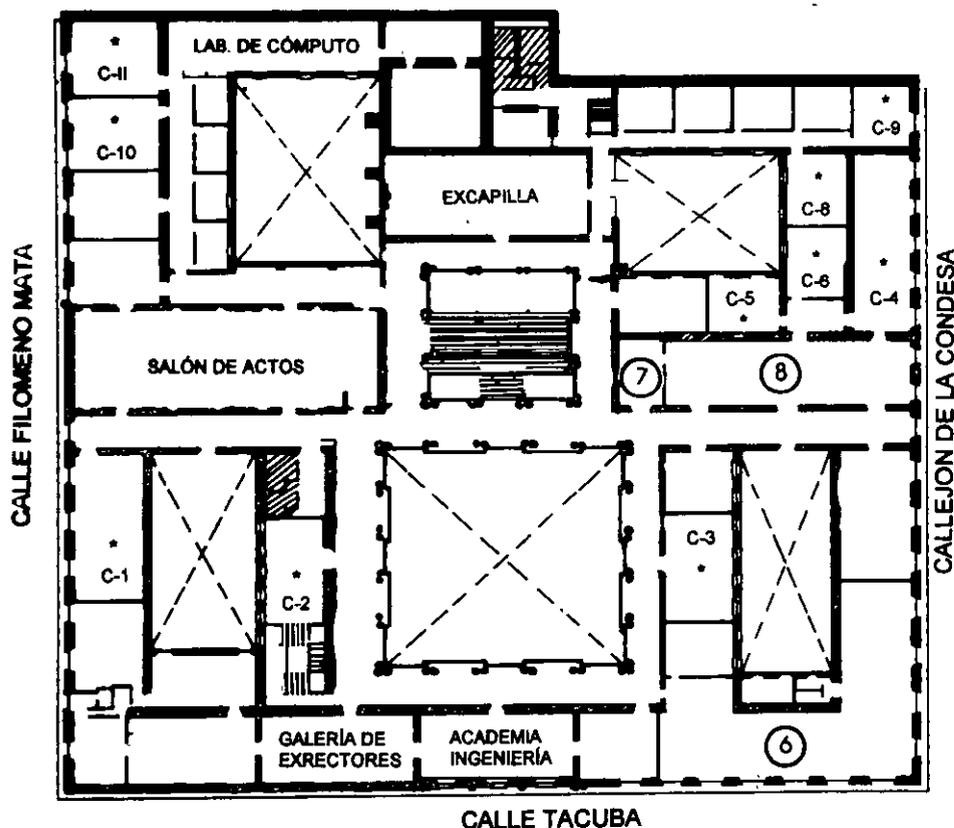
Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

Atentamente

División de Educación Continua.

PALACIO DE MINERÍA



1er. PISO

GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
3. LIBRERÍA UNAM
4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
6. OFICINAS GENERALES
7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
8. SALA DE DESCANSO

SANITARIOS

* AULAS

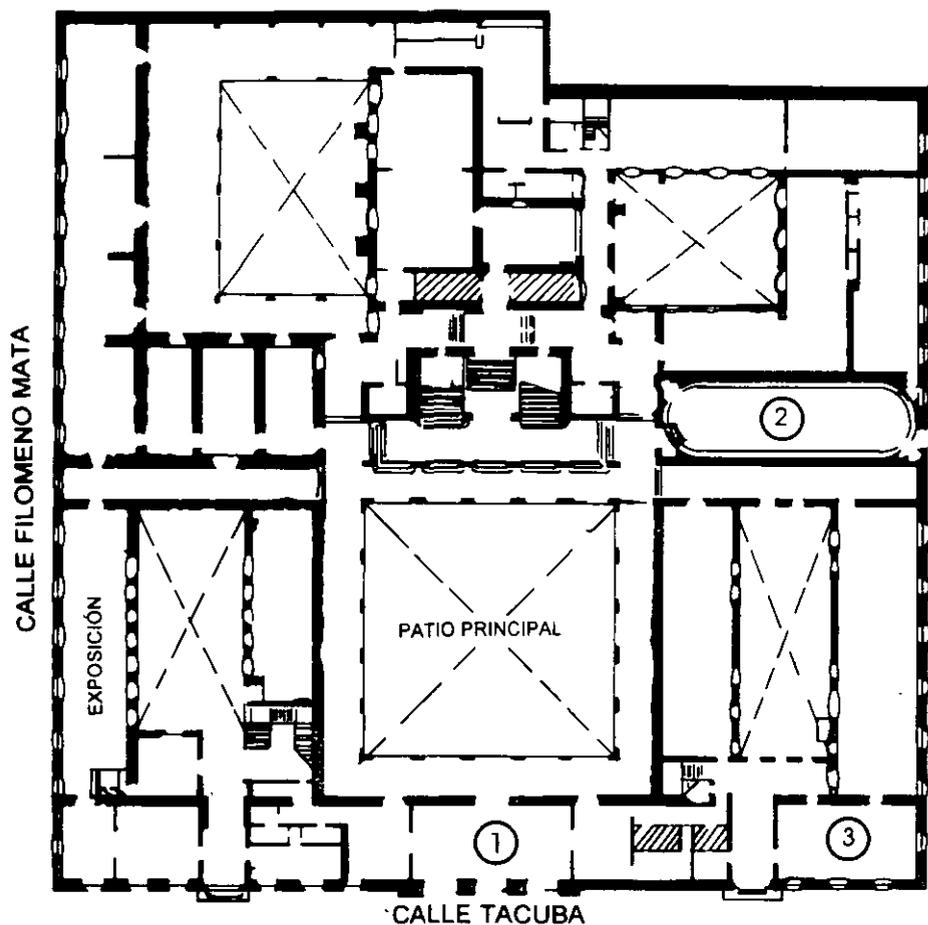


DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.
CURSOS ABIERTOS

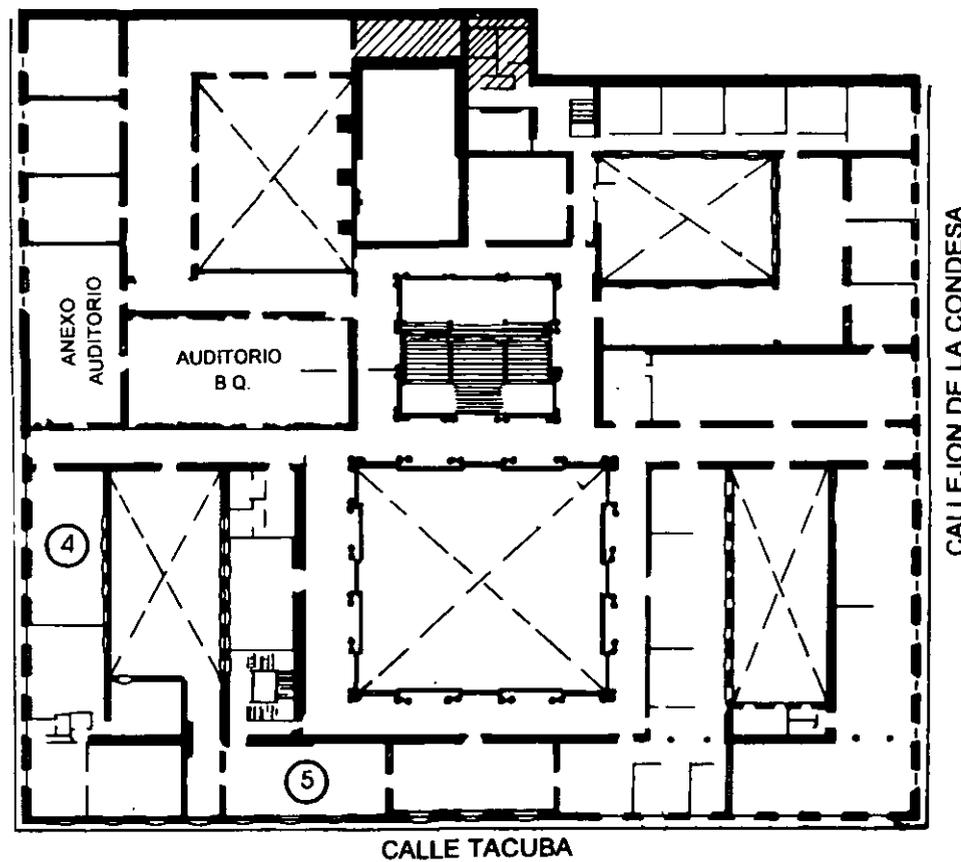
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



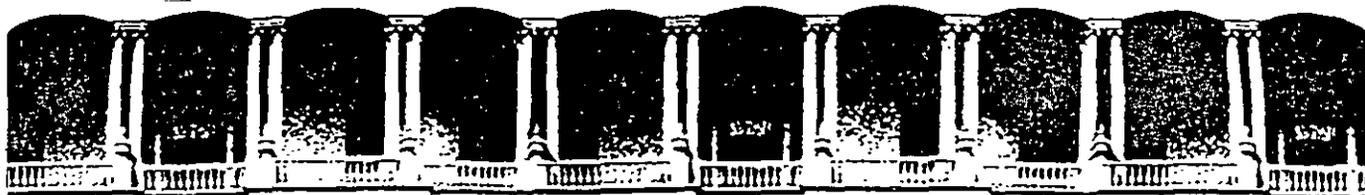
PALACIO DE MINERIA



PLANTA BAJA



MEZZANINNE



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN
DE CARRETERAS**

MÓDULO IV:

**SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD
DE CARRETERAS**

TEMA :

LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PÚBLICAS : REGLAMENTO

**M.I. HERBERTH CÓRDOVA CEBALLOS
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE 1999**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

INTRODUCCION

M.I. RAUL VICENTE OROZCO SANTOYO

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

NOVIEMBRE, 1999

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

**MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL
DE CALIDAD**

NOVIEMBRE, 1999

División de Educación Continua-Facultad de Ingeniería-UNAM
DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE CARRETERAS
 (200 horas)

Módulo IV. SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD
 (50 horas)

COORDINADOR: M.I. RAUL VICENTE OROZCO SANTOYO

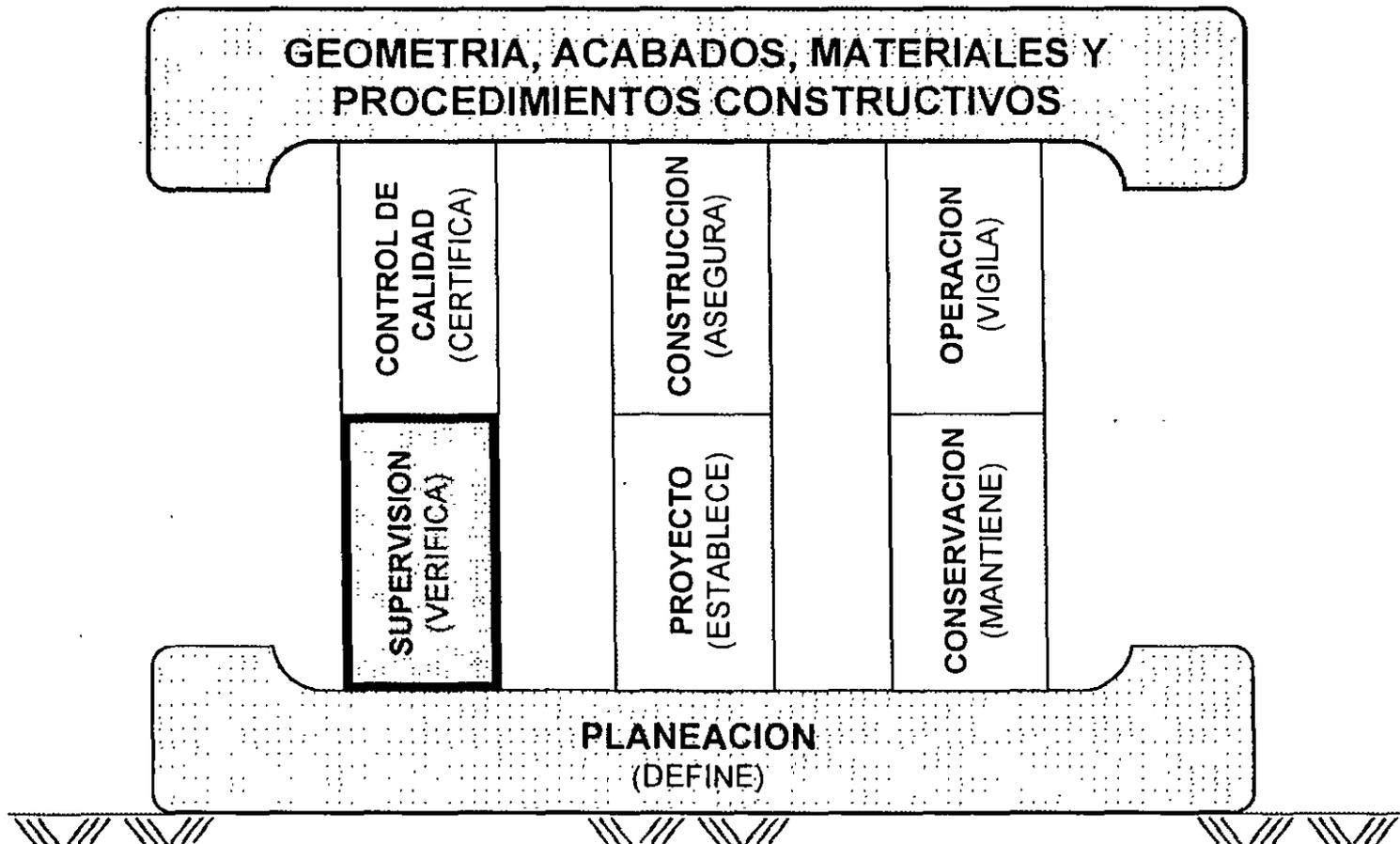
1) SUPERVISION (10 h)

PROFESOR	TEMA	FECHA (1999)	HORARIO
Raúl Vicente Orozco Santoyo	Introducción Actividades de los responsables. Verificación detallada de niveles de calidad para cada concepto de obra. Estipulación del sistema ágil y oportuno de supervisión y control de calidad	Lunes 8 de noviembre (10 horas)	8:00 a 8:30
Herberth Córdova Ceballos	Ley de adquisiciones y obras públicas; reglamento. Concursos de obra. Ejemplos		8:30 a 10:30
Arturo Benítez Morales	Análisis de precios unitarios. Programas de computadora. Ejemplos		10:30 a 13:00
Erie Quezada Rivas	Ajuste de costos en la obra pública; normatividad. Índices de precios publicados. Procedimientos de ajuste y revisión de costos		15:00 a 17:00
Héctor Pérez Medrano	Manuales de supervisión. Casos de aplicación		17:00 a 19:30
Raúl Vicente Orozco Santoyo	Conclusiones y recomendaciones		19:30 a 20:00

2) CONTROL DE CALIDAD (40 h)

Raúl Vicente Orozco Santoyo	Introducción. Actividades de los responsables; secuencia. Certificación ágil y oportuna de los niveles de calidad estipulados en geometría, acabados, materiales y procedimientos constructivos. Finalidad de la obra. Propiedades fundamentales	Martes 9 de noviembre (10 horas)	8:00 a 9:00
	Calidad: nivel y control. Etapas de control. Caracterización de materiales. Curvas isocaracterísticas Criterios de aceptación y rechazo. Casos de aplicación: suelos, concretos hidráulico y asfáltico		9:00 a 13:00
Octavio Rascón Chávez	Métodos estadísticos para el control de calidad. Muestreo y procesamiento de datos. Probabilidad. Estimaciones y pruebas estadísticas.		15:00 a 20:00
	Cartas de control de calidad. Inspección y análisis de la calidad en materias primas y productos	Miércoles 10 de noviembre (10 horas)	8:00 a 13:00
José Francisco Fernández Romero	Propiedades y pruebas de aceptación de materiales: Macizos rocosos y fragmentos de roca compactados. Suelos en estado natural y compactado (Labs. CFE, México, D.F.)		15:00 a 20:00
Carlos Gómez Toledo	Concretos de cemento Portland: simple, reforzado, presforzado, compactado, lanzado, ciclópeo, etc. (Labs. CTC, Toluca, Edo. de Méx)	Jueves 11 de noviembre (10 horas)	8:00 a 13:00
Luis Guillermo Limón Garduño	Asfaltos: cementos, rebajados, emulsiones, modificados (polímeros, hules, etc) Programa SHRP-Strategic Highway Research Program (Labs PACCSA, Atizapán de Zaragoza, Edo de Méx)		15:00 a 20:00
Pedro Gómez Colio	Concretos asfálticos. Mezclas frías Morteros Pruebas Marshall, Hveem, etc Suelos compactados para terracerías y pavimentos (Labs Servicios Técnicos, SCT, Méx D.F.)	Viernes 12 de noviembre (10 horas)	8:00 a 13:00
Jorge López Vicente	Otros materiales. acero, madera, geotextil, neopreno, pintura, escoria de fundición, alquitrán de hulla (Labs. Servicios Técnicos, SCT, Méx. D.F.)		15:00, a 19.30
Raúl Vicente Orozco Santoyo	Conclusiones y recomendaciones		19:30 a 20:00

RESPONSABLES DEL NIVEL DE CALIDAD EN CARRETERAS



DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PUBLICAS; REGLAMENTO

M.I. HERBERTH CORDOVA CEBALLOS

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

NOVIEMBRE, 1999

LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PÚBLICAS

TÍTULO PRIMERO

DISPOSICIONES GENERALES

CAPÍTULO ÚNICO

ARTÍCULO 1 - La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto regular las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, gasto, ejecución, conservación, mantenimiento y control de las adquisiciones y arrendamientos de bienes muebles, la prestación de servicios de cualquier naturaleza, así como de la obra pública y los servicios relacionados con la misma, que contraten

- I. Las unidades administrativas de la Presidencia de la República;
- II. Las secretarías de Estado y departamentos administrativos;
- III. Las Procuradurías Generales de la República, y de Justicia del Distrito Federal,
- IV. El gobierno del Distrito Federal,
- V. Los organismos descentralizados, y
- VI. Las empresas de participación estatal mayoritaria y los fideicomisos públicos que, de conformidad con las disposiciones legales aplicables, sean considerados entidades paraestatales

Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades emitirán, bajo su responsabilidad y de conformidad con este mismo ordenamiento, las políticas, bases y lineamientos para las materias que se refieren en este artículo

Las dependencias y entidades señaladas en las fracciones anteriores, se abstendrán de crear fideicomisos, otorgar mandatos o celebrar actos o cualquier tipo de contratos, cuya finalidad sea evadir lo previsto en este ordenamiento.

No estarán dentro del ámbito de aplicación de esta Ley, los contratos que celebren las dependencias con las entidades, o entre entidades

ARTÍCULO 2.- Para los efectos de la presente Ley, se entenderá por:

- I. Secretaria: la Secretaría de Hacienda y Crédito Público;
- II. Contraloría: la Secretaría de la Contraloría General de la Federación,
- III. Dependencias: las señaladas en las fracciones I a IV del artículo 1;
- IV. Entidades: las mencionadas en las fracciones V y VI del artículo 1;
- V. Sector: el agrupamiento de entidades coordinado por la dependencia que, en cada caso, designe el Ejecutivo Federal,
- VI. Tratados: los definidos como tales en la fracción I del artículo 2 de la Ley sobre la Celebración de Tratados,
- VII. Proveedor: la persona que celebre contratos de adquisiciones, arrendamientos o servicios, y
- VIII. Contratista: la persona que celebre contratos de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas.

ARTÍCULO 3 - Para los efectos de esta Ley, entre las adquisiciones, arrendamientos y servicios, quedan comprendidos

I. Las adquisiciones de bienes muebles que deban incorporarse, adherirse o destinarse a un inmueble, que sean necesarios para la realización de las obras públicas por administración directa, o los que suministren las dependencias y entidades de acuerdo a lo pactado en los contratos de obras,

II. Las adquisiciones de bienes muebles que incluyan la instalación, por parte del proveedor, en inmuebles de las dependencias y entidades, cuando su precio sea superior al de su instalación,

III. La contratación de los servicios relacionados con bienes muebles que se encuentren incorporados o adheridos a inmuebles, cuya conservación, mantenimiento o reparación no impliquen modificación alguna al propio inmueble,

IV La reconstrucción, reparación y mantenimiento de bienes muebles; maquila, seguros, transportación de bienes muebles, contratación de servicios de limpieza y vigilancia, así como los estudios técnicos que se vinculen con la adquisición o uso de bienes muebles;

V los contratos de arrendamiento financiero de bienes muebles, y

VI En general, los servicios de cualquier naturaleza cuya prestación genere una obligación de pago para las dependencias y entidades, que no se encuentren regulados en forma específica por otras disposiciones legales

En todos los casos en que esta Ley haga referencia a las adquisiciones, arrendamientos y servicios, se entenderá que se trata, respectivamente, de adquisiciones de bienes muebles, arrendamientos de bienes muebles y de prestación de servicios de cualquier naturaleza; salvo, en este último caso, de los servicios relacionados con la obra pública.

ARTÍCULO 4 - Para los efectos de esta Ley se considera obra pública:

I La construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de bienes inmuebles;

II Los servicios relacionados con la misma, incluidos los trabajos que tengan por objeto concebir, diseñar, proyectar y calcular los elementos que integran un proyecto de obra pública, así como los relativos a las investigaciones, asesorías y consultorías especializadas, la dirección o supervisión de la ejecución de las obras, los estudios que tengan por objeto rehabilitar, corregir o incrementar la eficiencia de las instalaciones cuando el costo de éstas sea superior al de los bienes muebles que deban adquirirse, y, los trabajos de exploración, localización y perforación que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos petroleros que se encuentren en el subsuelo;

III. Los proyectos integrales, que comprenderán desde el diseño de la obra hasta su terminación total,

IV Los trabajos de exploración, localización y perforación distintos a los de extracción de petróleo y gas, mejoramiento del suelo, subsuelo, desmontes; extracción; y, aquellos similares, que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos naturales que se encuentren en el suelo o en el subsuelo;

V Instalación de islas artificiales y plataformas utilizadas directa o indirectamente en la explotación de recursos,

VI Los trabajos de infraestructura agropecuaria, y

VII Todos aquellos de naturaleza análoga

ARTÍCULO 5 - La aplicación de esta Ley será sin perjuicio de lo dispuesto en los Tratados

ARTÍCULO 6 - Solamente estarán sujetas a las disposiciones de esta Ley las adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como la obra pública, que contraten las entidades federativas, cuando se realicen con cargo total o parcial a fondos federales, conforme a los convenios que celebren con el Ejecutivo Federal, con la participación que en su caso, corresponda a los municipios interesados

ARTÍCULO 7 - El gasto de las adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de obra pública, se sujetará, en su caso, a las disposiciones específicas de los presupuestos anuales de egresos de la Federación y del gobierno del Distrito Federal, así como a lo previsto en la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal y demás disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 8 - La Secretaría, la Contraloría y la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, en el ámbito de sus respectivas competencias, estarán facultadas para interpretar esta Ley a efectos administrativos

La Secretaría y la Contraloría dictarán las disposiciones administrativas que sean estrictamente necesarias para el adecuado cumplimiento de esta Ley, tomando en cuenta la opinión de la otra secretaría, así como, cuando corresponda, de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Tales disposiciones se publicarán en el Diario Oficial de la Federación.

ARTÍCULO 9 - Atendiendo a las disposiciones de esta Ley y a las demás que de ella emanen, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial dictará las reglas que, derivadas de programas que tengan por objeto promover la participación de las empresas micro, pequeñas y medianas, deban observar las dependencias y entidades

Para la expedición de las reglas a que se refiere el párrafo anterior, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial tomará en cuenta la opinión de la Secretaría y de la Contraloría

ARTÍCULO 10 - Los titulares de las dependencias, los órganos de gobierno de las entidades y los directores de estas últimas, serán los responsables de que, en la adopción e instrumentación de las acciones que deban llevar a cabo en cumplimiento de esta Ley, se observen criterios que promuevan la simplificación administrativa, la descentralización de funciones y la efectiva delegación de facultades

ARTÍCULO 11.- La Secretaría, la Contraloría y la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, en el ámbito de sus respectivas competencias, podrán contratar asesoría técnica para la realización de investigaciones de mercado; el mejoramiento del sistema de adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública; la verificación de precios, pruebas de calidad, y otras actividades vinculadas con el objeto de esta Ley

Para los efectos del párrafo anterior, las citadas dependencias pondrán a disposición entre sí los resultados de los trabajos objeto de los respectivos contratos de asesoría técnica.

ARTÍCULO 12.- Será responsabilidad de las dependencias y entidades mantener adecuada y satisfactoriamente asegurados los bienes con que cuenten

ARTÍCULO 13.- En lo no previsto por esta Ley, serán aplicables el Código Civil para el Distrito Federal en Materia Común y para toda la República en Materia Federal; y, el Código Federal de Procedimientos Civiles

ARTÍCULO 14 - Cuando por las condiciones especiales de la obra pública se requiera la intervención de dos o más dependencias o entidades, quedará a cargo de cada una de ellas la responsabilidad sobre la ejecución de la parte de la obra que le corresponda, sin perjuicio de la responsabilidad que, en razón de sus respectivas atribuciones, tenga la encargada de la planeación y programación del conjunto.

En los convenios a que se refiere el artículo 6, se establecerán los términos para la coordinación de las acciones entre las entidades federativas que correspondan y las dependencias y entidades.

ARTÍCULO 15 - Las controversias que se susciten con motivo de la interpretación o aplicación de esta Ley o de los contratos celebrados con base en ella, salvo aquéllas en que sean parte empresas de participación estatal mayoritaria o fideicomisos públicos, serán resueltas por los tribunales federales

Lo dispuesto por este artículo se aplicará a los organismos descentralizados sólo cuando sus leyes no regulen esta materia de manera expresa

Lo anterior, sin perjuicio de lo establecido en los Tratados de que México sea parte o de que la Contraloría conozca, en la esfera administrativa, de las inconformidades que presenten los particulares en relación con los contratos antes referidos, en los términos del Título Sexto de esta Ley

Sólo podrá pactarse cláusula arbitral en contratos respecto de aquellas controversias que determine la Secretaría, mediante reglas de carácter general, previa opinión de la Contraloría y de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial

Los actos, contratos y convenios que las dependencias y entidades realicen en contravención a lo dispuesto por esta Ley, serán nulos de pleno derecho.

ARTÍCULO 16 - Los contratos que celebren las dependencias y entidades fuera del territorio nacional, se regirán, en lo conducente, por esta Ley, sin perjuicio de lo dispuesto por la legislación del lugar donde se formalice el acto

TÍTULO SEGUNDO

DE LA PLANEACIÓN PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN

CAPÍTULO ÚNICO

ARTÍCULO 17 - En la planeación de las adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de la obra pública, las dependencias y entidades deberán ajustarse a

I Los objetivos y prioridades del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que correspondan, así como a las previsiones contenidas en sus programas anuales, y

II Los objetivos, metas y previsiones de recursos establecidos en los presupuestos de egresos de la Federación y del gobierno del Distrito Federal, o de las entidades respectivas

ARTÍCULO 18.- Las dependencias y entidades formularán sus programas anuales de adquisiciones, arrendamientos y servicios, y sus respectivos presupuestos, considerando

- I Las acciones previas, durante y posteriores a la realización de dichas operaciones; los objetivos y metas a corto y mediano plazo,
- II La calendarización física y financiera de los recursos necesarios,
- III Las unidades responsables de su instrumentación,
- IV. Sus programas sustantivos, de apoyo administrativo y de inversiones, así como, en su caso, aquéllos relativos a la adquisición de bienes para su posterior comercialización, incluyendo los que habrán de sujetarse a procesos productivos,
- V La existencia en cantidad suficiente de los bienes; en su caso, las normas aplicables conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las que servirán de referencia para exigir la misma especificación técnica a los bienes de procedencia extranjera, los plazos estimados de suministro, y los avances tecnológicos incorporados en los bienes;
- VI En su caso, los planos, proyectos, especificaciones y programas de ejecución,
- VII Los requerimientos de conservación y mantenimiento preventivo y correctivo de los bienes muebles a su cargo, y
- VIII. Las demás previsiones que deban tomarse en cuenta según la naturaleza y características de las adquisiciones, arrendamientos o servicios

ARTÍCULO 19 - Las dependencias y entidades elaborarán los programas de obra pública y sus respectivos presupuestos considerando

- I Los estudios de preinversión que se requieran para definir la factibilidad técnica, económica y ecológica en la realización de la obra;
- II. Los objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo
- III Las acciones previas, durante y posteriores a su ejecución, incluyendo las obras principales, las de infraestructura, las complementarias y accesorias, así como las acciones para poner aquéllas en servicio,
- IV Las características ambientales, climáticas y geográficas de la región donde deba realizarse la obra,
- V Los resultados previsibles,
- VI La calendarización física y financiera de los recursos necesarios para su ejecución, así como los gastos de operación,
- VII Las unidades responsables de su ejecución, así como las fechas previstas de iniciación y terminación de cada obra.
- VIII Las investigaciones, asesorías, consultorías y estudios que se requieran, incluyendo los proyectos arquitectónicos y de ingeniería necesarios,
- IX La regularización y adquisición de la tenencia de la tierra, así como la obtención de los permisos de construcción necesarios,
- X La ejecución, que deberá incluir el costo estimado de la obra que se realice por contrato y, en caso de realizarse por administración directa, los costos de los recursos necesarios, las condiciones de suministro de materiales, de maquinaria, de equipos o de cualquier otro accesorio relacionado con la obra, los cargos para pruebas y funcionamiento, así como los indirectos de la obra,
- XI Los trabajos de conservación y mantenimiento preventivo y correctivo de los bienes inmuebles a su cargo, y
- XII Las instalaciones para que las personas discapacitadas puedan acceder y transitar por los inmuebles que sean construidos, las que, según la naturaleza de la obra, podrán consistir en rampas, puertas, elevadores, pasamanos, asideras y otras instalaciones análogas a las anteriores que coadyuven al cumplimiento de tales fines, y
- XIII Las demás previsiones que deban tomarse en cuenta según la naturaleza y características de la obra.

NOTA Artículo reformado y adicionado por decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 5 de agosto de 1994.

Texto anterior XII Las demás previsiones que deban tomarse en cuenta según la naturaleza y características de la obra

Artículo Segundo Transitorio del decreto que contiene esta reforma: Las dependencias y entidades estarán obligadas a contratar las obras públicas considerando las instalaciones que prevé la fracción XII del artículo 19 de esta Ley, a partir del 1o de enero de 1995

ARTÍCULO 20 - Las dependencias y entidades estarán obligadas a prever los efectos sobre el medio ambiente que pueda causar la ejecución de la obra pública, con sustento en los estudios de impacto ambiental previstos por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente. Los proyectos deberán incluir las obras necesarias para que se preserven o restauren las condiciones ambientales cuando éstas pudieren deteriorarse, y se dará la intervención que corresponda a la Secretaría de Desarrollo Social y, en su caso, a las dependencias y entidades que tengan atribuciones en la materia

ARTÍCULO 21.- Las dependencias o entidades que requieran contratar o realizar estudios o proyectos, primero verificarán si en sus archivos o en los de las entidades o dependencias afines existen estudios o proyectos sobre la materia. De resultar positiva la verificación y de comprobarse que el estudio o proyecto localizado satisface los requerimientos de la entidad o dependencia, no procederá la contratación

ARTÍCULO 22 - Las entidades que sean apoyadas presupuestalmente o que reciban transferencias de recursos federales, remitirán sus programas y presupuestos de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de obra pública, a la dependencia coordinadora de Sector en la fecha que ésta señale

Las dependencias coordinadoras de sector y, en su caso, las entidades que no se encuentren agrupadas en sector alguno, enviarán a la Secretaría los programas y presupuestos mencionados en la fecha que ésta determine, para su examen, aprobación e inclusión, en lo conducente, en el proyecto de Presupuesto de Egresos correspondiente

ARTÍCULO 23 - Las dependencias y entidades, a más tardar el 31 de marzo de cada año, pondrán a disposición de los interesados, por escrito, sus programas anuales de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de obra pública, salvo que medie causa debidamente justificada para no hacerlo en dicho plazo

El documento que contenga los programas será de carácter informativo; no implicará compromiso alguno de contratación y podrá ser adicionado, modificado, suspendido o cancelado, sin responsabilidad alguna para la dependencia o entidad de que se trate

Las dependencias y entidades remitirán sus programas a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, quien, también para efectos informativos, podrá llevar a cabo la integración correspondiente

ARTÍCULO 24 - Las dependencias deberán establecer comités de adquisiciones, arrendamientos y servicios que tendrán las siguientes funciones

I. Revisar los programas y presupuestos de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como formular las observaciones y recomendaciones convenientes,

II. Dictaminar sobre la procedencia de celebrar licitaciones públicas, así como los casos en que no se celebren por encontrarse en alguno de los supuestos de excepción previstos en el artículo 81, salvo en los casos de la fracción VI del inciso A, y en el artículo 82

III. Proponer las políticas internas, bases y lineamientos en materia de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como autorizar los supuestos no previstos en estos, debiendo informar al titular de la dependencia o al órgano de gobierno en el caso de las entidades,

IV. Analizar trimestralmente el informe de la conclusión de los casos dictaminados conforme a la fracción II anterior, así como los resultados generales de las adquisiciones, arrendamientos y servicios y, en su caso, disponer las medidas necesarias;

V. Analizar exclusivamente para su opinión, cuando se le solicite, los dictámenes y fallos emitidos por los servidores públicos responsables de ello,

VI. Elaborar y aprobar el manual de integración y funcionamiento del comité, conforme a las bases que expida la Secretaría, y

VII. Coadyuvar al cumplimiento de esta Ley y demás disposiciones aplicables

La Secretaría podrá autorizar la creación de comités en órganos desconcentrados cuando las características de sus funciones así lo justifiquen

Los órganos de gobierno de las entidades deberán establecer dichos comités salvo que, por la naturaleza de sus funciones o por la magnitud de sus operaciones, no se justifique su instalación a juicio de la Secretaría

ARTÍCULO 25 - El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, determinará las dependencias y entidades que deberán instalar Comisiones Consultivas Mixtas de Abastecimiento, en función del volumen, características e importancia de las adquisiciones, arrendamientos y servicios que contraten. Dichas Comisiones tendrán por objeto

- I. Propiciar y fortalecer la comunicación de las propias dependencias y entidades con la industria, a fin de lograr una mejor planeación de las adquisiciones, arrendamientos y servicios;
- II Promover y acordar la simplificación interna de trámites administrativos que realicen las dependencias o entidades relacionados con las adquisiciones, arrendamientos y servicios;
- III Difundir y fomentar la utilización de los diversos estímulos del Gobierno Federal y de los programas de financiamiento para apoyar la fabricación de bienes, y
- IV Elaborar y aprobar el manual de integración y funcionamiento de la Comisión, conforme a las bases que expida la Secretaría

ARTÍCULO 26 - La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, mediante disposiciones de carácter general, oyendo la opinión de la Secretaría, determinará, en su caso, los bienes y servicios de uso generalizado que, en forma consolidada, podrán adquirir, arrendar o contratar las dependencias y entidades, ya sea de manera conjunta o separada, con objeto de obtener las mejores condiciones en cuanto a precio y oportunidad, y apoyar en condiciones de competencia a las áreas prioritarias del desarrollo

ARTÍCULO 27.- En la obra pública cuya ejecución rebase un ejercicio presupuestal, deberá determinarse tanto el presupuesto total como el relativo a los ejercicios de que se trate, en la formulación de los presupuestos de los ejercicios subsecuentes se atenderá a los costos que, en su momento, se encuentren vigentes. Igual obligación será aplicable, en lo conducente, tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios

Para los efectos de este artículo, las dependencias y entidades observarán lo dispuesto en el artículo 30 de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal

TÍTULO TERCERO

DE LOS PROCEDIMIENTOS Y LOS CONTRATOS

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

ARTÍCULO 28.- Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como obra pública mediante los procedimientos que a continuación se señalan:

A. Por licitación pública, y

B. Por invitación restringida, la que comprenderá

I. La invitación a cuando menos tres proveedores o contratistas, según sea el caso, y

II. La adjudicación directa

ARTÍCULO 29 - Las dependencias y entidades podrán convocar, adjudicar o llevar a cabo adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como obra pública, solamente cuando se cuente con saldo disponible, dentro de su presupuesto aprobado, en la partida correspondiente

En casos excepcionales y previa autorización de la Secretaría, las dependencias y entidades podrán convocar sin contar con saldo disponible en su presupuesto.

Tratándose de obra pública, además se requerirá contar con los estudios y proyectos, las normas y especificaciones de construcción, el programa de ejecución y, en su caso, el programa de suministro

Los servidores públicos que autoricen actos en contravención a lo dispuesto en este artículo, se harán acreedores a las sanciones que resulten aplicables

ARTÍCULO 30 - Las adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como la obra pública, por regla general, se adjudicarán a través de licitaciones públicas, mediante convocatoria pública, para que libremente se presenten proposiciones solventes en

sobre cerrado, que serán abiertos públicamente, a fin de asegurar al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes, de acuerdo a lo que establece la presente Ley

ARTÍCULO 31 - Las licitaciones públicas podrán ser.

A. Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios:

I. Nacionales, cuando únicamente puedan participar personas de nacionalidad mexicana y los bienes a adquirir cuenten por lo menos con un cincuenta por ciento de contenido nacional. La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, mediante reglas de carácter general, establecerá los casos en que no será exigible el porcentaje mencionado, así como un procedimiento expedito para determinar el grado de integración nacional de los bienes que se oferten, para lo cual tomará en cuenta la opinión de la Secretaría y de la Contraloría, o

II. Internacionales, cuando puedan participar tanto personas de nacionalidad mexicana como extranjeras y los bienes a adquirir sean de origen nacional o extranjero

B. Tratándose de obras públicas nacionales, cuando únicamente puedan participar personas de nacionalidad mexicana, o internacionales, cuando puedan participar tanto personas de nacionalidad mexicana como extranjeras.

Solamente se realizarán licitaciones de carácter internacional, cuando ello resulte obligatorio conforme a lo establecido en Tratados, cuando, previa investigación de mercado que realice la dependencia o entidad convocante, no exista oferta en cantidad o calidad de proveedores nacionales o los contratistas nacionales no cuenten con la capacidad para la ejecución de la obra de que se trate, cuando sea conveniente en términos de precio; o bien, cuando ello sea obligatorio en adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública financiados con créditos externos otorgados al Gobierno Federal o con su aval

Podrá negarse la participación de proveedores o contratistas extranjeros en licitaciones internacionales, cuando con el país del cual sean nacionales no se tenga celebrado un Tratado o ese país no conceda un trato recíproco a los proveedores o contratistas o a los bienes y servicios mexicanos

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, tomando en cuenta la opinión de la Secretaría, determinará los casos en que las licitaciones sean de carácter nacional en razón de las reservas, medidas de transición u otros supuestos establecidos en los Tratados

ARTÍCULO 32 - Las convocatorias, que podrán referirse a uno o más bienes, servicios u obras, se publicarán, simultáneamente, en la sección especializada del Diario Oficial de la Federación, en un diario de circulación nacional, y en un diario de la entidad federativa donde haya de ser utilizado el bien, prestado el servicio o ejecutada la obra, y contendrán

I El nombre denominación o razón social de la dependencia o entidad convocante

II La indicación de los lugares, fechas y horarios en que los interesados podrán obtener las bases y especificaciones de la licitación y, en su caso, el costo y forma de pago de las mismas. Cuando el documento que tenga las bases, implique un costo, éste será fijado sólo en razón de la recuperación de las erogaciones por publicación de la convocatoria y de los documentos que se entreguen, los interesados podrán revisar tales documentos previamente al pago de dicho costo, el cual será requisito para participar en la licitación

III La fecha, hora y lugar de celebración del acto de presentación y apertura de proposiciones, y

IV La indicación de si la licitación es nacional o internacional, si se realizará bajo la cobertura de algún Tratado, y el idioma o idiomas en que podrán presentarse las proposiciones

A. Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios, además contendrán

I La descripción general, cantidad y unidad de medida de los bienes o servicios que sean objeto de la licitación, así como la correspondiente a, por lo menos, cinco de las partidas o conceptos de mayor monto.

II Lugar, plazo de entrega y condiciones de pago, y

III En el caso de arrendamiento, la indicación de si éste es con o sin opción a compra

B. En materia de obra pública, además contendrán

I La descripción general de la obra y el lugar en donde se llevarán a cabo los trabajos, así como, en su caso, la indicación de que podrán subcontratarse partes de la obra,

II Fecha estimada de inicio y terminación de los trabajos.

- III La experiencia o capacidad técnica y financiera que se requiera para participar en la licitación, de acuerdo con las características de la obra, y demás requisitos generales que deberán cumplir los interesados;
- IV La información sobre los porcentajes a otorgar por concepto de anticipos, y
- V Los criterios generales conforme a los cuales se adjudicará el contrato.

ARTÍCULO 33 - Las bases que emitan las dependencias y entidades para las licitaciones públicas se pondrán a disposición de los interesados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria y hasta siete días naturales previos al acto de presentación y apertura de proposiciones, y contendrán, como mínimo, lo siguiente:

- I Nombre, denominación o razón social de la dependencia o entidad convocante,
 - II Poderes que deberán acreditarse, fecha, hora y lugar de la junta de aclaraciones a las bases de la licitación, siendo optativa la asistencia a las reuniones que, en su caso, se realicen; fecha, hora y lugar para la presentación y apertura de las proposiciones, garantías, comunicación del fallo y firma del contrato,
 - III Señalamiento de que será causa de descalificación, el incumplimiento de alguno de los requisitos establecidos en las bases de la licitación,
 - IV El idioma o idiomas en que podrán presentarse las proposiciones;
 - V La indicación de que ninguna de las condiciones contenidas en las bases de la licitación, así como en las proposiciones presentadas por los proveedores o contratistas, podrán ser negociadas, y
 - VI Criterios claros y detallados para la adjudicación de los contratos y la indicación de que en la evaluación de las proposiciones en ningún caso podrán utilizarse mecanismos de puntos o porcentajes
- A Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios, además contendrán:
- I Descripción completa de los bienes o servicios; información específica sobre el mantenimiento, asistencia técnica y capacitación; relación de refacciones que deberán cotizarse cuando sean parte integrante del contrato; especificaciones y normas que, en su caso, sean aplicables; dibujos; cantidades, muestras; pruebas que se realizarán y, de ser posible, método para ejecutarlas, periodo de garantía y, en su caso, otras opciones adicionales de cotización,
 - II Plazo, lugar y condiciones de entrega;
 - III Requisitos que deberán cumplir quienes deseen participar,
 - IV Condiciones de precio y pago,
 - V La indicación de si se otorgará anticipo, en cuyo caso deberá señalarse el porcentaje respectivo, el que no podrá exceder del cincuenta por ciento del monto total del contrato,
 - VI La indicación de si la totalidad de los bienes o servicios objeto de la licitación, o bien, de cada partida o concepto de los mismos, serán adjudicados a un solo proveedor, o si la adjudicación se hará mediante el procedimiento de abastecimiento simultáneo a que se refiere el artículo 49, en cuyo caso deberá precisarse el número de fuentes de abastecimiento requeridas, los porcentajes que se asignarán a cada una, y el porcentaje diferencial en precio que se considerará,
 - VII En el caso de los contratos abiertos, la información que corresponda del artículo 48,
 - VIII. Señalamiento de que será causa de descalificación la comprobación de que algún proveedor ha acordado con otro u otros elevar los precios de los bienes y servicios,
 - IX Penas convencionales por atraso en las entregas,
 - X Instrucciones para elaborar y entregar las proposiciones y garantías, y
 - XI La indicación de que, en los casos de licitación internacional en que la convocante determine que los pagos se harán en moneda extranjera, los proveedores nacionales, exclusivamente para fines de comparación, podrán presentar la parte del contenido importado de sus proposiciones, en la moneda extranjera que determine la convocante, pero el pago se efectuará en moneda nacional al tipo de cambio vigente en la fecha en que se haga el pago de los bienes,
- B En materia de obra pública, además contendrán
- I Proyectos arquitectónicos y de ingeniería que se requieran para preparar la proposición; normas de calidad de los materiales y especificaciones de construcción aplicables; catálogo de conceptos, cantidades y unidades de trabajo; y, relación de conceptos

de trabajo, de los cuales deberán presentar análisis y relación de los costos básicos de materiales, mano de obra y maquinaria de construcción que intervienen en los análisis anteriores;

II Relación de materiales y equipo de instalación permanente, que en su caso, proporcione la convocante.

III. Origen de los fondos para realizar los trabajos y el importe autorizado para el primer ejercicio, en el caso de obras que rebasen un ejercicio presupuestal,

IV Experiencia, capacidad técnica y financiera y demás requisitos que deberán cumplir los interesados;

V. Forma y términos de pago de los trabajos objeto del contrato.

VI. Datos sobre la garantía de seriedad en la proposición, porcentajes, forma y términos del o los anticipos que se concedan; y, procedimiento de ajuste de costos,

VII Lugar, fecha y hora para la visita al sitio de realización de los trabajos, la que se deberá llevar a cabo dentro de un plazo no menor de diez días naturales contados a partir de la publicación de la convocatoria, ni menor de siete días naturales anteriores a la fecha y hora del acto de presentación y apertura de proposiciones,

VIII. Información específica sobre las partes de la obra que podrán subcontratarse;

IX. Cuando proceda, registro actualizado en la Cámara que le corresponda;

X Fecha de inicio de los trabajos y fecha estimada de terminación;

XI Modelo de contrato, y

XII Condiciones de precio y, tratándose de contratos celebrados a precio alzado, las condiciones de pago

Tanto en licitaciones nacionales como internacionales, los requisitos y condiciones que contengan las bases de la licitación, deberán ser los mismos para todos los participantes, especialmente por lo que se refiere a tiempo y lugar de entrega; plazos para la ejecución de los trabajos, normalización; forma y plazo de pago, penas convencionales, anticipos, y garantías

Tratándose de adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública financiados con créditos externos otorgados al Gobierno Federal o con su aval, los requisitos para la licitación serán establecidos por la Secretaría

En el ejercicio de sus atribuciones; la Contraloría podrá intervenir en cualquier acto que contravenga las disposiciones que rigen las materias objeto de esta Ley. Si la Contraloría determina la cancelación del proceso de adjudicación, la dependencia o entidad reembolsará a los participantes los gastos no recuperables en que hayan incurrido, siempre que éstos sean razonables estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con la operación correspondiente.

ARTÍCULO 34.- Todo interesado que satisfaga los requisitos de la convocatoria y las bases de la licitación tendrá derecho a presentar su proposición. Para tal efecto, las dependencias y entidades no podrán exigir requisitos adicionales a los previstos por esta Ley. Asimismo, proporcionarán a todos los interesados igual acceso a la información relacionada con la licitación, a fin de evitar favorecer a algún participante

El plazo para la presentación y apertura de proposiciones no podrá ser inferior a cuarenta días naturales contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria, salvo que, por razones de urgencia justificadas y siempre que ello no tenga por objeto limitar el número de participantes, no pueda observarse dicho plazo, en cuyo caso éste no podrá ser menor a diez días naturales contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria. En materia de adquisiciones, arrendamientos y servicios, la reducción del plazo será autorizada por el comité de adquisiciones, arrendamientos y servicios

En licitaciones nacionales de adquisiciones, arrendamientos y servicios, el plazo para la presentación y apertura de proposiciones será, cuando menos, de quince días naturales contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria

ARTÍCULO 35.- Las dependencias y entidades, siempre que ello no tenga por objeto limitar el número de participantes, podrán modificar los plazos u otros aspectos establecidos en la convocatoria o en las bases de la licitación, cuando menos con siete días naturales de anticipación a la fecha señalada para la presentación y apertura de proposiciones, siempre que:

I. Tratándose de la convocatoria, las modificaciones se hagan del conocimiento de los interesados a través de los mismos medios utilizados para su publicación, y

II. En el caso de las bases de la licitación, se publique un aviso a través de la sección especializada del Diario Oficial de la Federación a que se refiere el artículo 32, a fin de que los interesados concurren, en su caso, ante la propia dependencia o entidad para conocer, de manera específica, la o las modificaciones respectivas

No será necesario hacer la publicación del aviso a que se refiere esta fracción, cuando las modificaciones deriven de las juntas de aclaraciones, siempre que, a más tardar en el plazo señalado en este artículo, se entregue copia del acta respectiva a cada uno de los participantes que hayan adquirido las bases de la correspondiente licitación

Las modificaciones de que trata este artículo no podrán consistir en la sustitución o variación sustancial de los bienes, obras o servicios convocados originalmente, o bien, en la adición de otros distintos

ARTÍCULO 36.- En las licitaciones públicas, la entrega de proposiciones se hará por escrito, mediante dos sobres cerrados que contendrán, por separado, la propuesta técnica y la propuesta económica, incluyendo en esta última la garantía de seriedad de las ofertas

ARTÍCULO 37 - Las dependencias y entidades, a través de la sección especializada del Diario Oficial de la Federación a que se refiere el artículo 32, harán del conocimiento general la identidad del participante ganador de cada licitación pública. Esta publicación contendrá los requisitos que determine la Secretaría

ARTÍCULO 38.- Quienes participen en las licitaciones o celebren los contratos a que se refiere esta Ley, deberán garantizar

I La seriedad de las proposiciones en los procedimientos de licitación pública

La convocante conservará en custodia las garantías de que se trate hasta la fecha del fallo, en que serán devueltas a los licitantes salvo la de aquél a quien se hubiere adjudicado el contrato, la que se retendrá hasta el momento en que el proveedor o contratista constituya la garantía de cumplimiento del contrato correspondiente;

II. Los anticipos que, en su caso, reciban. Esta garantía deberá constituirse por la totalidad del monto del anticipo, y

III El cumplimiento de los contratos

Para los efectos de las fracciones I y III, los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades, fijarán las bases, forma y porcentajes a los que deberán sujetarse las garantías que deban constituirse a su favor.

Cuando las dependencias y entidades celebren contratos en los casos señalados en los artículos 81, fracción V del inciso A y III del inciso B, y 82, bajo su responsabilidad, podrán exceptuar al proveedor o contratista, según corresponda, de presentar la garantía de cumplimiento del contrato respectivo

Tratándose de obra pública, las garantías previstas en las fracciones II y III de este artículo, deberán presentarse dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha en que el contratista reciba copia del fallo de adjudicación; y el o los anticipos correspondientes se entregarán, a más tardar, dentro de los quince días naturales siguientes a la presentación de la garantía

ARTÍCULO 39 - Las garantías que deban otorgarse conforme a esta Ley, se constituirán en favor de:

I La Tesorería de la Federación, por actos o contratos que se celebren con las dependencias a que se refieren las fracciones I y II del artículo 1, y con la Procuraduría General de la República,

II La Tesorería del Distrito Federal, por actos o contratos que se celebren con el gobierno del Distrito Federal y la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal;

III Las entidades, cuando los actos o contratos se celebren con ellas, y

IV Las Tesorerías de los Estados y Municipios, en los casos de los contratos a que se refiere el artículo 6

ARTÍCULO 40 - Las dependencias y entidades podrán rescindir administrativamente los contratos en caso de incumplimiento de las obligaciones a cargo del proveedor o contratista

Asimismo, las dependencias y entidades podrán dar por terminados anticipadamente los contratos cuando concurren razones de interés general

ARTÍCULO 41 - Las dependencias y entidades se abstendrán de recibir propuestas o celebrar contrato alguno en las materias a que se refiere esta Ley, con las personas físicas o morales siguientes:

I Aquéllas en que el servidor público que intervenga en cualquier forma en la adjudicación del contrato tenga interés personal, familiar o de negocios, incluyendo aquéllas de las que pueda resultar algún beneficio para él, su cónyuge o sus parientes consanguíneos hasta el cuarto grado, por afinidad o civiles, o para terceros con los que tenga relaciones profesionales, laborales

o de negocios, o para socios o sociedades de las que el servidor público o las personas antes referidas formen o hayan formado parte,

II. Las que desempeñen un empleo, cargo o comisión en el servicio público, o bien, las sociedades de las que dichas personas formen parte, sin la autorización previa y específica de la Contraloría conforme a la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos; así como las inhabilitadas para desempeñar un empleo, cargo o comisión en el servicio público.

III. Aquellos proveedores o contratistas que, por causas imputables a ellos mismos, la dependencia o entidad convocante les hubiere rescindido administrativamente un contrato, en más de una ocasión, dentro de un lapso de dos años calendario contado a partir de la primera rescisión. Dicho impedimento prevalecerá ante la propia dependencia o entidad convocante durante dos años calendario contados a partir de la fecha de rescisión del segundo contrato,

IV. Los proveedores y contratistas que se encuentren en el supuesto de la fracción anterior respecto de dos o más dependencias o entidades, durante un año calendario contado a partir de la fecha en que la Secretaría lo haga del conocimiento de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal;

V. las que no hubieren cumplido sus obligaciones contractuales respecto de las materias de esta Ley, por causas imputables a ellas y que, como consecuencia de ello, haya sido perjudicada gravemente la dependencia o entidad respectiva,

VI. Aquéllas que hubieren proporcionado información que resulte falsa, o que hayan actuado con dolo o mala fe, en algún proceso para la adjudicación de un contrato, en su celebración, durante su vigencia o bien en la presentación o desahogo de una inconformidad,

VII. Las que, en virtud de la información con que cuente la Contraloría, hayan celebrado contratos en contravención a lo dispuesto por esta Ley,

VIII. Los proveedores que se encuentren en situación de atraso en las entregas de los bienes o servicios por causas imputables a ellos mismos, respecto al cumplimiento de otro u otros contratos y hayan afectado con ello a la dependencia o entidad convocante,

IX. Aquéllas a las que se les declare en estado de quiebra o, en su caso, sujetas a concurso de acreedores,

X. Respecto de las adquisiciones y arrendamientos, así como para la ejecución de la obra pública correspondiente, las que realicen o vayan a realizar por sí o a través de empresas que formen parte del mismo grupo empresarial, trabajos de coordinación, supervisión y control de obra e instalaciones, laboratorio de análisis y control de calidad, laboratorio de mecánica de suelos y de resistencia de materiales y radiografías industriales, preparación de especificaciones de construcción, presupuesto o la elaboración de cualquier otro documento para la licitación de la adjudicación del contrato de la misma obra;

XI. Las que por sí o a través de empresas que formen parte del mismo grupo empresarial, elaboren dictámenes, peritajes y avalúos, cuando se requiera dirimir controversias entre tales personas y la dependencia o entidad, y

XII. Las demás que por cualquier causa se encuentren impedidas para ello por disposición de ley

ARTÍCULO 42.- El Presidente de la República podrá autorizar la contratación directa de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de obra pública, incluido el gasto correspondiente, y establecerá los medios de control que estime pertinentes, cuando se realicen con fines exclusivamente militares o para la Armada, o sean necesarias para salvaguardar la integridad, la independencia y la soberanía de la Nación y garantizar su seguridad interior

ARTÍCULO 43 - En los procedimientos para la contratación de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como de obra pública, las dependencias y entidades optarán, en igualdad de condiciones, por el empleo de los recursos humanos del país y por la utilización de los bienes o servicios de procedencia nacional y los propios de la región, sin perjuicio de lo dispuesto en los Tratados

ARTÍCULO 44 - Las dependencias o entidades no podrán financiar a proveedores la adquisición o arrendamiento de bienes o la prestación de servicios, cuando estos vayan a ser objeto de contratación por parte de las propias dependencias o entidades, salvo que, de manera excepcional y por tratarse de proyectos de infraestructura, se obtenga la autorización previa y específica de la Secretaría y de la Contraloría. No se considerará como operación de financiamiento, el otorgamiento de anticipos, los cuales en todo caso, deberán garantizarse en los términos del artículo 38.

CAPÍTULO II

DE LOS PROCEDIMIENTOS Y CONTRATOS DE ADQUISICIONES, ARRENDAMIENTOS Y SERVICIOS

ARTÍCULO 45.- El acto de presentación y apertura de proposiciones, en el que podrán participar los licitantes que hayan cubierto el costo de las bases de la licitación, se llevará a cabo en dos etapas, conforme a lo siguiente:

I En la primera etapa, los licitantes entregarán sus proposiciones en sobres cerrados en forma inviolable, se procederá a la apertura de la propuesta técnica exclusivamente y se desearán las que hubieren omitido alguno de los requisitos exigidos, las que serán devueltas por la dependencia o entidad, transcurridos quince días naturales contados a partir de la fecha en que se dé a conocer el fallo de la licitación;

II Los participantes rubricarán todas las propuestas técnicas presentadas. En caso de que la apertura de las proposiciones económicas no se realice en la misma fecha, los sobres que las contengan serán firmados por los licitantes y los servidores públicos de la dependencia o entidad presentes, y quedarán en custodia de ésta, quien informará la fecha, lugar y hora en que se llevará a cabo la segunda etapa. En su caso, durante este periodo, la dependencia o entidad hará el análisis detallado de las propuestas técnicas aceptadas.

III En la segunda etapa, se procederá a la apertura de las propuestas económicas de los licitantes cuyas propuestas técnicas no hubieren sido desechadas en la primera etapa o en el análisis detallado de las mismas, y se dará lectura en voz alta al importe de las propuestas que contengan los documentos y cubran los requisitos exigidos,

IV En caso de que el fallo de la licitación no se realice en la misma fecha, dos proveedores, por lo menos, y los servidores públicos de la convocante presentes, firmarán las proposiciones económicas aceptadas. La dependencia o entidad señalará fecha, lugar y hora en que se dará a conocer el fallo de la licitación, el que deberá quedar comprendido dentro de los cuarenta días naturales contados a partir de la fecha de inicio de la primera etapa, y podrá diferirse por una sola vez, siempre que el nuevo plazo fijado no exceda de veinte días naturales contados a partir del plazo establecido originalmente,

V. En junta pública se dará a conocer el fallo de la licitación, a la que libremente podrán asistir los licitantes que hubieren participado en las etapas de presentación y apertura de proposiciones. En sustitución de esta junta, las dependencias y entidades podrán optar por comunicar por escrito el fallo de la licitación a cada uno de los licitantes;

VI En el mismo acto de fallo o adjunta a la comunicación referida en la fracción anterior, las dependencias y entidades proporcionarán por escrito a los licitantes, la información acerca de las razones por las cuales su propuesta, en su caso, no fue elegida, asimismo, se levantará el acta del fallo de la licitación, que firmarán los participantes, a quienes se entregará copia de la misma. El fallo de la licitación, de ser el caso, se hará constar en el acta a que se refiere la fracción siguiente, y

VII La dependencia o entidad levantará acta de las dos etapas del acto de presentación y apertura de proposiciones, en la que se hará constar las propuestas aceptadas, sus importes, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron, el acta será firmada por los participantes y se les entregará copia de la misma.

ARTÍCULO 46 - Las dependencias y entidades, para hacer la evaluación de las proposiciones, deberán verificar que las mismas incluyan la información, documentos y requisitos solicitados en las bases de la licitación.

Una vez hecha la evaluación de las proposiciones, el contrato se adjudicará a la persona que, de entre los licitantes, reúna las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante, y garantice satisfactoriamente el cumplimiento de las obligaciones respectivas.

Si resultare que dos o más proposiciones son solventes y, por tanto, satisfacen la totalidad de los requerimientos de la convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición cuyo precio sea el más bajo.

La dependencia o entidad convocante emitirá un dictamen que sirva como fundamento para el fallo, en el que hará constar el análisis de las proposiciones admitidas, y se hará mención de las proposiciones desechadas.

Contra la resolución que contenga el fallo no procederá recurso alguno, pero los licitantes podrán inconformarse en los términos del artículo 95.

ARTÍCULO 47 - Las dependencias y entidades procederán a declarar desierta una licitación cuando las posturas presentadas no reúnan los requisitos de las bases de la licitación o sus precios no fueren aceptables, y volverán a expedir una nueva convocatoria.

Tratándose de licitaciones en las que una o varias partidas se declaren desiertas por no haberse recibido posturas satisfactorias, la dependencia o entidad podrá proceder, sólo por esas partidas, en los términos del párrafo anterior, o bien, cuando proceda, en los términos del artículo 82.

ARTÍCULO 48 - Las dependencias y entidades podrán celebrar contratos abiertos conforme a lo siguiente:

i Se establecerá la cantidad mínima y máxima de bienes por adquirir o arrendar, o bien, el presupuesto mínimo y máximo que podrá ejercerse en la adquisición o el arrendamiento,

En el caso de servicios, se establecerá el plazo mínimo y máximo para la prestación, o bien, el presupuesto mínimo y máximo que podrá ejercerse.

II Se hará una descripción completa de los bienes o servicios relacionada con sus correspondientes precios unitarios.

III. En la solicitud y entrega de los bienes se hará referencia al contrato celebrado;

IV. Su vigencia, no excederá del ejercicio fiscal correspondiente a aquél en que se suscriban, salvo que se obtenga previamente autorización para afectar recursos presupuestales de años posteriores, en términos de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal y su Reglamento,

V Como máximo, cada treinta días naturales se hará el pago de los bienes entregados o de los servicios prestados en tal periodo, y

VI En ningún caso, su vigencia excederá de tres ejercicios fiscales

ARTÍCULO 49 - Las dependencias y entidades, previa justificación de la conveniencia de distribuir la adjudicación de los requerimientos de un mismo bien a dos o más proveedores, podrán hacerlo siempre que así se haya establecido en las bases de la licitación

En este caso, el porcentaje diferencial en precio que se considerará para determinar los proveedores susceptibles de adjudicación, no podrá ser superior al cinco por ciento respecto de la proposición solvente más baja.

ARTÍCULO 50 - Los contratos que deban formalizarse como resultado de su adjudicación, deberán suscribirse en un término no mayor de veinte días naturales contados a partir de la fecha en que se hubiere notificado al proveedor el fallo correspondiente.

El proveedor a quien se hubiere adjudicado el contrato como resultado de una licitación, perderá en favor de la convocante la garantía que hubiere otorgado si, por causas imputables a él, la operación no se formaliza dentro del plazo a que se refiere este artículo, pudiendo la dependencia o entidad adjudicar el contrato al participante que haya presentado la segunda proposición solvente más baja, de conformidad con lo asentado en el dictamen a que se refiere el artículo 46, y así sucesivamente en caso de que este último no acepte la adjudicación, siempre que la diferencia en precio con respecto a la postura que inicialmente hubiere resultado ganadora, en todo caso, no sea superior al diez por ciento.

El proveedor a quien se hubiere adjudicado el contrato no estará obligado a suministrar los bienes o prestar el servicio, si la dependencia o entidad, por causas no imputables al mismo proveedor, no firmare el contrato dentro del plazo establecido en este artículo, en cuyo caso se le reembolsarán los gastos no recuperables en que hubiere incurrido, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con la licitación de que se trate.

El atraso de la dependencia o entidad en la formalización de los contratos respectivos, prorrogará en igual plazo la fecha de cumplimiento de las obligaciones asumidas por ambas partes

Los derechos y obligaciones que se deriven de los contratos de adquisiciones, arrendamientos o servicios no podrán cederse en forma parcial ni total en favor de cualesquiera otra persona física o moral, con excepción de los derechos de cobro, en cuyo caso se deberá contar con la conformidad previa de la dependencia o entidad de que se trate.

ARTÍCULO 51 - En las adquisiciones, arrendamientos y servicios, deberá pactarse preferentemente la condición de precio fijo

En casos justificados se podrán pactar en el contrato decrementos o incrementos a los precios, de acuerdo con la fórmula que determine previamente la convocante en las bases de la licitación. En ningún caso procederán ajustes que no hubieren sido considerados en las propias bases de la licitación

Tratándose de bienes o servicios sujetos a precios oficiales, se reconocerán los incrementos autorizados

ARTÍCULO 52 - Las dependencias y entidades deberán pagar al proveedor el precio estipulado en el contrato, a más tardar dentro de los veinte días naturales siguientes contados a partir de la fecha en que se haga exigible la obligación a cargo de la propia dependencia o entidad.

En caso de incumplimiento en los pagos a que se refiere el párrafo anterior y sin perjuicio de la responsabilidad del servidor público que corresponda de la dependencia o entidad, ésta deberá pagar gastos financieros conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de créditos fiscales. Dichos gastos se calcularán sobre las cantidades no pagadas y se computarán por días calendario desde que se venció el plazo pactado, hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición del proveedor.

ARTÍCULO 53.- Dentro de su presupuesto aprobado y disponible, las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad y por razones fundadas, podrán acordar el incremento en la cantidad de bienes solicitados mediante modificaciones a sus contratos vigentes, dentro de los seis meses posteriores a su firma, siempre que el monto total de las modificaciones no rebase, en conjunto, el quince por ciento de los conceptos y volúmenes establecidos originalmente en los mismos y el precio de los bienes sea igual al pactado originalmente.

Igual porcentaje se aplicará a las modificaciones o prórrogas que se hagan respecto de la vigencia de los contratos de arrendamientos o servicios.

Tratándose de contratos en los que se incluyan bienes o servicios de diferentes características, el porcentaje se aplicará para cada partida o concepto de los bienes o servicios de que se trate.

Cualquier modificación a los contratos deberá formalizarse por escrito; por parte de las dependencias y entidades, los instrumentos legales respectivos serán suscritos por el servidor público que lo haya hecho en el contrato o quien lo sustituya.

Las dependencias y entidades se abstendrán de hacer modificaciones que se refieran a precios, anticipos, pagos progresivos, especificaciones y, en general, cualquier cambio que implique otorgar condiciones más ventajosas a un proveedor comparadas con las establecidas originalmente.

ARTÍCULO 54 - Las dependencias y entidades podrán pactar penas convencionales a cargo del proveedor por atraso en el cumplimiento de los contratos. En las operaciones en que se pactare ajuste de precios, la penalización se calculará sobre el precio ajustado.

Tratándose de incumplimiento del proveedor por la no entrega de los bienes o de la prestación del servicio, éste deberá reintegrar los anticipos más los intereses correspondientes, conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de créditos fiscales. Los cargos se calcularán sobre el monto del anticipo no amortizado y se computarán por días calendario desde la fecha de su entrega hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición de la dependencia o entidad.

Los proveedores quedarán obligados ante la dependencia o entidad a responder de los defectos y vicios ocultos de los bienes y de la calidad de los servicios, así como de cualquier otra responsabilidad en que hubieren incurrido, en los términos señalados en el contrato respectivo y en el Código Civil para el Distrito Federal en Materia Común y para toda la República en Materia Federal.

Los proveedores cubrirán las cuotas compensatorias a que, conforme a la ley de la materia, pudiere estar sujeta la importación de bienes objeto de un contrato, y en estos casos no procederán incrementos a los precios pactados, ni cualquier otra modificación al contrato.

ARTÍCULO 55.- Las dependencias y entidades estarán obligadas a mantener los bienes adquiridos o arrendados en condiciones apropiadas de operación, mantenimiento y conservación, así como vigilar que los mismos se destinen al cumplimiento de los programas y acciones previamente determinados.

Para los efectos del párrafo anterior, las dependencias y entidades, en los actos o contratos de adquisiciones, arrendamientos o servicios, deberán estipular las condiciones que garanticen su correcta operación y funcionamiento, el aseguramiento del bien o bienes de que se trate para garantizar su integridad hasta el momento de su entrega y, en caso de ser necesario, la capacitación del personal que operara los equipos.

CAPÍTULO III

DE LOS PROCEDIMIENTOS Y CONTRATOS DE OBRA PÚBLICA

ARTÍCULO 56 - Las dependencias y entidades podrán realizar obra pública por contrato o por administración directa.

ARTÍCULO 57 - Para los efectos de esta Ley, los contratos de obra pública podrán ser de dos tipos:

I. Sobre la base de precios unitarios, en cuyo caso el importe de la remuneración o pago total que deba cubrirse al contratista se hará por unidad de concepto de trabajo terminado, o

II. A precio alzado, en cuyo caso el importe de la remuneración o pago total fijo que deba cubrirse al contratista será por la obra totalmente terminada y ejecutada en el plazo establecido. Las proposiciones que presenten los contratistas para la celebración de estos contratos, tanto en sus aspectos técnicos como económicos, deberán estar desglosadas por actividades principales.

Los contratos de este tipo no podrán ser modificados en monto o plazo, ni estarán sujetos a ajuste de costos.

Los contratos que contemplen proyectos integrales se celebrarán a precio alzado.

Las dependencias y entidades podrán incorporar las modalidades de contratación que tiendan a garantizar al Estado las mejores condiciones en la ejecución de la obra, siempre que con ello no se desvirtúe el tipo de contrato con que se haya licitado

ARTÍCULO 58 - El acto de presentación y apertura de proposiciones, en el que podrán participar los licitantes que hayan cubierto el costo de las bases de la licitación, se llevará a cabo en dos etapas, conforme a lo siguiente

I. En la primera etapa, los licitantes entregarán sus proposiciones en sobres cerrados en forma inviolable, se procederá a la apertura de la propuesta técnica exclusivamente y se desecharán las que hubieren omitido alguno de los requisitos exigidos, las que serán devueltas por la dependencia o entidad, transcurridos quince días naturales contados a partir de la fecha en que se dé a conocer el fallo de la licitación,

II. Los licitantes y los servidores públicos de la dependencia o entidad presentes rubricarán todas las propuestas técnicas presentadas, así como los correspondientes sobres cerrados que contengan las propuestas económicas de aquellos licitantes cuyas propuestas técnicas no hubieren sido desechadas, y quedarán en custodia de la propia dependencia o entidad, quien informara la fecha, lugar y hora en que se llevará a cabo la segunda etapa. Durante este periodo, la dependencia o entidad hará el análisis detallado de las propuestas técnicas aceptadas,

III. Se levantará acta de la primera etapa, en la que se harán constar las propuestas técnicas aceptadas, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron; el acta será firmada por los participantes y se les entregará copia de la misma,

IV. En la segunda etapa, se procederá a la apertura de las propuestas económicas de los licitantes cuyas propuestas técnicas no hubieren sido desechadas en la primera etapa o en el análisis detallado de las mismas, y se dará lectura en voz alta al importe total de las propuestas que cubran los requisitos exigidos. Los participantes rubricarán el catálogo de conceptos, en que se consignen los precios y el importe total de los trabajos objeto de la licitación;

V. Se señalarán fecha, lugar y hora en que se dará a conocer el fallo de la licitación; esta fecha deberá quedar comprendida dentro de los cuarenta días naturales contados a partir de la fecha de inicio de la primera etapa, y podrá diferirse por una sola vez, siempre que el nuevo plazo fijado no exceda de cuarenta días naturales contados a partir del plazo establecido originalmente,

VI. Se levantará acta de la segunda etapa en la que se hará constar las propuestas aceptadas, sus importes, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron; el acta será firmada por los participantes y se les entregará copia de la misma,

VII. En junta pública se dará a conocer el fallo de la licitación, a la que libremente podrán asistir los licitantes que hubieren participado en las etapas de presentación y apertura de proposiciones. En sustitución de esta junta, las dependencias y entidades podrán optar por comunicar el fallo de la licitación por escrito a cada uno de los licitantes, y

VIII. En el mismo acto de fallo o adjunta a la comunicación referida en la fracción anterior, las dependencias y entidades proporcionaran por escrito a los licitantes, la información acerca de las razones por las cuales su propuesta, en su caso, no fue elegida, asimismo, se levantará el acta del fallo de la licitación, que firmarán los participantes, a quienes se entregará copia de la misma

ARTÍCULO 59 - Las dependencias y entidades, para hacer la evaluación de las proposiciones, deberán verificar que las mismas incluyan la información, documentos y requisitos solicitados en las bases de la licitación, que el programa de ejecución sea factible de realizar, dentro del plazo solicitado, con los recursos considerados por el licitante, y, que las características, especificaciones y calidad de los materiales sean de las requeridas por la convocante

Las dependencias y entidades también verificarán el debido análisis, cálculo e integración de los precios unitarios, conforme a las disposiciones que expida la Secretaría

Una vez hecha la evaluación de las proposiciones, el contrato se adjudicará a la persona que, de entre los licitantes, reúna las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante, y garantice satisfactoriamente el cumplimiento de las obligaciones respectivas

Si resultare que dos o más proposiciones son solventes y, por tanto, satisfacen la totalidad de los requerimientos de la convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición cuyo precio sea el más bajo.

La dependencia o entidad convocante emitirá un dictamen que servirá como fundamento para el fallo, en el que hará constar el análisis de las proposiciones admitidas, y se hará mención de las proposiciones desechadas

Contra la resolución que contenga el fallo no procederá recurso alguno, pero los licitantes podrán inconformarse en los términos del artículo 95.

ARTÍCULO 60 - Las dependencias y entidades no adjudicarán el contrato cuando a su juicio las posturas presentadas no reúnan los requisitos de las bases de la licitación o sus precios no fueren aceptables, y volverán a expedir una convocatoria

ARTÍCULO 61.- Los contratos de obra pública contendrán, como mínimo, las declaraciones y estipulaciones referentes a

- I. La autorización de la inversión para cubrir el compromiso derivado del contrato;
- II El precio a pagar por los trabajos objeto del contrato,
- III La fecha de iniciación y terminación de los trabajos;
- IV Porcentajes, número y fechas de las exhibiciones y amortización de los anticipos para inicio de los trabajos y para compra o producción de los materiales,
- V Forma y términos de garantizar la correcta inversión de los anticipos y el cumplimiento del contrato,
- VI. Plazos, forma y lugar de pago de las estimaciones de trabajos ejecutados, así como de los ajustes de costos;
- VII Montos de las penas convencionales,
- VIII. Forma en que el contratista, en su caso, reintegrará las cantidades que, en cualquier forma, hubiere recibido en exceso para la contratación o durante la ejecución de la obra, para lo cual se utilizará el procedimiento establecido en el segundo párrafo del artículo 69;
- IX Procedimiento de ajuste de costos que deberá ser determinado desde las bases de la licitación por la dependencia o entidad, el cual deberá regir durante la vigencia del contrato;
- X. La descripción pormenorizada de la obra que se deba ejecutar, debiendo acompañar, como parte integrante del contrato, los proyectos, planos, especificaciones, programas y presupuestos correspondientes, y
- XI En su caso, los procedimientos mediante los cuales las partes, entre sí, resolverán controversias futuras y previsibles que pudieren versar sobre problemas específicos de carácter técnico y administrativo

ARTÍCULO 62 - La adjudicación del contrato obligará a la dependencia o entidad y a la persona en quien hubiere recaído dicha adjudicación a formalizar el documento relativo, dentro de los treinta días naturales siguientes al de la adjudicación.

Si el interesado no firmare el contrato perderá en favor de la convocante la garantía que hubiere otorgado y la dependencia o entidad podrá, sin necesidad de un nuevo procedimiento, adjudicar el contrato al participante que haya presentado la siguiente proposición solvente más baja, de conformidad con lo asentado en el dictamen a que se refiere el artículo 59, y así sucesivamente en caso de que este último no acepte la adjudicación, siempre que la diferencia en precio con respecto a la postura que inicialmente hubiere resultado ganadora, en todo caso, no sea superior al diez por ciento.

Si la dependencia o entidad no firmare el contrato respectivo, el contratista, sin incurrir en responsabilidad, podrá determinar no ejecutar la obra. En este supuesto, la dependencia o entidad liberará la garantía otorgada para el sostenimiento de su proposición y cubrirá los gastos no recuperables en que hubiere incurrido el contratista para preparar y elaborar su propuesta, siempre que éstos sean razonables estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con la licitación de que se trate

El contratista a quien se adjudique el contrato, no podrá hacer ejecutar la obra por otro; pero, con autorización previa de la dependencia o entidad de que se trate, podrá hacerlo respecto de partes de la obra o cuando adquiera materiales o equipos que incluyan su instalación en la obra. Esta autorización previa no se requerirá cuando la dependencia o entidad señale específicamente en las bases de la licitación, las partes de la obra que podrán ser objeto de subcontratación. En todo caso, el contratista seguirá siendo el único responsable de la ejecución de la obra ante la dependencia o entidad

Las empresas con quienes se contrate la realización de obras públicas, adquisiciones y servicios, podrán presentar conjuntamente proposiciones en las correspondientes licitaciones, sin necesidad de constituir una nueva sociedad, siempre que, para tales efectos, al celebrar el contrato respectivo, se establezcan con precisión a satisfacción de la dependencia o entidad, las partes de la obra que cada empresa se obligará a ejecutar, así como la manera en que, en su caso, se exigirá el cumplimiento de las obligaciones

Los derechos y obligaciones que se deriven de los contratos de obra pública no podrán cederse en forma parcial o total en favor de cualesquiera otra persona física o moral, con excepción de los derechos de cobro sobre las estimaciones por trabajos ejecutados, en cuyo supuesto se deberá contar con la conformidad previa de la dependencia o entidad de que se trate

ARTÍCULO 63 - El otorgamiento de los anticipos se deberá pactar en los contratos de obra pública conforme a lo siguiente

- I. Los importes de los anticipos concedidos serán puestos a disposición del contratista con antelación a la fecha pactada para el inicio de los trabajos, el atraso en la entrega del anticipo, será motivo para diferir en igual plazo el programa de ejecución pactado.

Cuando el contratista no entregue la garantía de los anticipos dentro del plazo señalado en el artículo 38, no procederá el diferimiento y por lo tanto deberá iniciar la obra en la fecha establecida originalmente.

Los contratistas, en su proposición, deberán considerar para la determinación del costo financiero de los trabajos, el importe de los anticipos;

II. No se otorgarán anticipos para los convenios que se celebren en términos del artículo 70, salvo los que se celebren conforme al último párrafo del mismo, ni para los importes resultantes de los ajustes de costos del contrato o convenios, que se generen durante el ejercicio presupuestal de que se trate, y

III. Para la amortización de los anticipos en los casos de rescisión de contrato, el saldo por amortizar se reintegrará a la dependencia o entidad en un plazo no mayor de veinte días naturales contados a partir de la fecha en que le sea comunicada la rescisión al contratista

El contratista que no reintegre el saldo por amortizar en el plazo señalado en esta fracción, cubrirá los cargos que resulten conforme a la tasa y el procedimiento de cálculo establecidos en el segundo párrafo del artículo 69.

ARTÍCULO 64 - Las dependencias y entidades establecerán la residencia de supervisión con anterioridad a la iniciación de la obra, y será la responsable directa de la supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos, incluyendo la aprobación de las estimaciones presentadas por los contratistas

ARTÍCULO 65 - La ejecución de la obra contratada deberá iniciarse en la fecha señalada, y para ese efecto, la dependencia o entidad contratante oportunamente pondrá a disposición del contratista el o los inmuebles en que deba llevarse a cabo. El incumplimiento de la dependencia o entidad, prorrogará en igual plazo la fecha originalmente pactada de terminación de los trabajos

ARTÍCULO 66 - Las estimaciones de trabajos ejecutados, a más tardar, se presentarán por el contratista a la dependencia o entidad por periodos mensuales, acompañadas de la documentación que acredite la procedencia de su pago

Las estimaciones por trabajos ejecutados deberán pagarse por parte de la dependencia o entidad, bajo su responsabilidad, dentro de un plazo no mayor a treinta días naturales, contados a partir de la fecha en que las hubiere recibido el residente de supervisión de la obra de que se trate.

Las diferencias técnicas o numéricas pendientes de pago se resolverán y, en su caso, incorporarán en la siguiente estimación

ARTÍCULO 67 - Cuando ocurran circunstancias de orden económico no previstas en el contrato, que determinen un aumento o reducción de los costos de los trabajos aún no ejecutados conforme al programa pactado, dichos costos podrán ser revisados, atendiendo a lo acordado por las partes en el respectivo contrato. El aumento o reducción correspondiente deberá constar por escrito

No dará lugar a ajuste de costos, las cuotas compensatorias a que, conforme a la ley de la materia, pudiere estar sujeta la importación de bienes contemplados en la realización de una obra

ARTÍCULO 68 - El procedimiento de ajuste de costos deberá pactarse en el contrato y se sujetará a lo siguiente

I. Los ajustes se calcularán a partir de la fecha en que se haya producido el incremento o decremento en el costo de los insumos respecto de la obra faltante de ejecutar, conforme al programa de ejecución pactado en el contrato o, en caso de existir atraso no imputable al contratista, con respecto al programa vigente.

Cuando el atraso sea por causa imputable al contratista, procederá el ajuste de costos exclusivamente para la obra que debiera estar pendiente de ejecutar conforme al programa originalmente pactado.

II. Los incrementos o decrementos de los costos de los insumos, serán calculados con base en los relativos o el índice que determine la Secretaría. Cuando los relativos que requiera el contratista o la contratante no se encuentren dentro de los publicados por la Secretaría, las dependencias y entidades procederán a calcularlos conforme a los precios que investiguen, utilizando los lineamientos y metodología que expida la Secretaría.

III. Los precios del contrato permanecerán fijos hasta la terminación de los trabajos contratados. El ajuste se aplicará a los costos directos, conservando constantes los porcentajes de indirectos y utilidad originales durante el ejercicio del contrato; el costo por financiamiento estará sujeto a las variaciones de la tasa de interés propuesta, y

IV. A los demás lineamientos que para tal efecto emita la Secretaría

El ajuste de costos que corresponda a los trabajos ejecutados conforme a las estimaciones correspondientes, deberá cubrirse por parte de la dependencia o entidad, a solicitud del contratista, a más tardar dentro de los treinta días naturales siguientes a la fecha en que la dependencia o entidad resuelva por escrito el aumento o reducción respectivo.

ARTÍCULO 69 - En caso de incumplimiento en los pagos de estimaciones y de ajustes de costos, la dependencia o entidad, a solicitud del contratista, deberá pagar gastos financieros conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de créditos fiscales. Dichos gastos se calcularán sobre las cantidades no pagadas y se computarán por días calendario desde que se venció el plazo, hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición del contratista.

Tratándose de pagos en exceso que haya recibido el contratista, éste deberá reintegrar las cantidades pagadas en exceso, más los intereses correspondientes, conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de créditos fiscales. Los cargos se calcularán sobre las cantidades pagadas en exceso en cada caso y se computarán por días calendario desde la fecha del pago hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición de la dependencia o entidad.

Lo previsto en este artículo deberá pactarse en los contratos respectivos.

ARTÍCULO 70 - Las dependencias y entidades podrán, dentro del programa de inversiones aprobado, bajo su responsabilidad y por razones fundadas y explícitas, modificar los contratos de obra pública mediante convenios, siempre y cuando éstos, considerados conjunta o separadamente, no rebasen el veinticinco por ciento del monto o del plazo pactados en el contrato, ni impliquen variaciones sustanciales al proyecto original.

Si las modificaciones exceden el porcentaje indicado o varían sustancialmente el proyecto, se deberá celebrar, por una sola vez, un convenio adicional entre las partes respecto de las nuevas condiciones, en los términos del artículo 29. Este convenio adicional deberá ser autorizado bajo la responsabilidad del titular de la dependencia o entidad o por el oficial mayor o su equivalente en entidades. Dichas modificaciones no podrán, en modo alguno, afectar las condiciones que se refieran a la naturaleza y características esenciales de la obra objeto del contrato original, ni convenirse para eludir en cualquier forma el cumplimiento de la Ley de los Tratados.

De las autorizaciones a que se refiere el párrafo anterior, el titular de la dependencia o entidad, de manera indelegable, informará a la Secretaría, a la Contraloría y, en su caso, al órgano de gobierno. Al efecto, a más tardar el último día hábil de cada mes, deberá presentarse un informe que se referirá a las autorizaciones otorgadas en el mes calendario inmediato anterior.

No serán aplicables los límites que se establecen en este artículo cuando se trate de contratos cuyos trabajos se refieran a la conservación, mantenimiento o restauración de los inmuebles a que se refiere el artículo 5o de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, en los que no sea posible determinar el catálogo de conceptos, las cantidades de trabajo, las especificaciones correspondientes o el programa de ejecución.

ARTÍCULO 71.- Las dependencias y entidades podrán suspender temporalmente en todo o en parte la obra contratada, por cualquier causa justificada. Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades designarán a los servidores públicos que podrán ordenar la suspensión.

ARTÍCULO 72.- En la suspensión, rescisión administrativa o terminación anticipada de los contratos de obra pública, deberá observarse lo siguiente:

I Cuando se determine la suspensión de la obra o se rescinda el contrato por causas imputables a la dependencia o entidad, esta pagará los trabajos ejecutados, así como los gastos no recuperables, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con el contrato de que se trate,

II En caso de rescisión del contrato por causas imputables al contratista, la dependencia o entidad procederá a hacer efectivas las garantías y se abstendrá de cubrir los importes resultantes de trabajos ejecutados aún no liquidados, hasta que se otorgue el finiquito correspondiente. Lo que deberá efectuarse dentro de los cuarenta días naturales siguientes a la fecha de notificación de la rescisión. En dicho finiquito deberá preverse el sobrecosto de los trabajos aún no ejecutados que se encuentren atrasados conforme al programa vigente, así como lo relativo a la recuperación de los materiales y equipos que, en su caso, le hayan sido entregados;

III Cuando concurren razones de interés general que den origen a la terminación anticipada del contrato, la dependencia o entidad pagará al contratista los trabajos ejecutados, así como los gastos no recuperables, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con el contrato de que se trate, y

IV Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se imposibilite la continuación de los trabajos, el contratista podrá suspender la obra. En este supuesto, si opta por la terminación anticipada del contrato, deberá presentar su solicitud a la dependencia o entidad, quien resolverá dentro de los veinte días naturales siguientes a la recepción de la misma, en caso de negativa, será necesario que el contratista obtenga de la autoridad judicial la declaratoria correspondiente.

ARTÍCULO 73.- De ocurrir los supuestos establecidos en el artículo 72, las dependencias y entidades comunicarán la suspensión, rescisión o terminación anticipada del contrato al contratista, posteriormente, lo harán del conocimiento de la Secretaría y de la Contraloría, a más tardar el último día hábil de cada mes, mediante un informe que se referirá a los actos llevados a cabo en el mes calendario inmediato anterior

ARTÍCULO 74 - El contratista comunicará a la dependencia o entidad la terminación de los trabajos que le fueron encomendados y ésta verificará que los trabajos estén debidamente concluidos dentro del plazo que se pacte expresamente en el contrato

Una vez que se haya constatado la terminación de los trabajos en los términos del párrafo anterior, la dependencia o entidad procederá a su recepción dentro del plazo que para tal efecto se haya establecido en el propio contrato. Al concluir dicho plazo, sin que la dependencia o entidad haya recibido los trabajos, éstos se tendrán por recibidos.

La dependencia o entidad, si esta última es de aquéllas cuyos presupuestos se encuentren incluidos en el Presupuesto de Egresos de la Federación o en el del gobierno del Distrito Federal o de las que reciban transferencias con cargo a dichos presupuestos, comunicará a la Contraloría la terminación de los trabajos e informará la fecha señalada para su recepción a fin de que, si lo estima conveniente, nombre representantes que asistan al acto

En la fecha señalada, la dependencia o entidad, bajo su responsabilidad, recibirá los trabajos y levantará el acta correspondiente

ARTÍCULO 75 - Concluida la obra, no obstante su recepción formal, el contratista quedará obligado a responder de los defectos que resultaren en la misma, de los vicios ocultos, y de cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido, en los términos señalados en el contrato respectivo y en el Código Civil para el Distrito Federal en Materia Común y para toda la República en Materia Federal

Para garantizar durante un plazo de doce meses el cumplimiento de las obligaciones a que se refiere el párrafo anterior, previamente a la recepción de los trabajos, los contratistas, a su elección, podrán constituir fianza por el equivalente al diez por ciento del monto total ejercido de la obra, presentar una carta de crédito irrevocable por el equivalente al cinco por ciento del monto total ejercido de la obra, o bien, aportar recursos líquidos por una cantidad equivalente al cinco por ciento del mismo monto en fideicomisos especialmente constituidos para ello.

Los recursos aportados en fideicomiso deberán invertirse en instrumentos de renta fija.

Los contratistas, en su caso, podrán retirar sus aportaciones en fideicomiso y los respectivos rendimientos, transcurridos doce meses a partir de la fecha de recepción de los trabajos.

Quedarán a salvo los derechos de las dependencias y entidades para exigir el pago de las cantidades no cubiertas de la indemnización que a su juicio corresponda, una vez que se hagan efectivas las garantías constituidas conforme a este artículo

ARTÍCULO 76 - El contratista será el único responsable de la ejecución de los trabajos y deberá sujetarse a todos los reglamentos y ordenamientos de las autoridades competentes en materia de construcción, seguridad y uso de la vía pública, así como a las disposiciones establecidas al efecto por la dependencia o entidad contratante. Las responsabilidades, y los daños y perjuicios que resultaren por su inobservancia, serán a cargo del contratista.

ARTÍCULO 77.- Cumplidos los requisitos establecidos en el artículo 29, las dependencias y entidades podrán realizar obra pública por administración directa, siempre que posean la capacidad técnica y los elementos necesarios para tal efecto, consistentes en maquinaria, equipo de construcción y personal técnico que se requieran para el desarrollo de los trabajos respectivos, y podrán según el caso:

I Utilizar la mano de obra local complementaria que se requiera, lo que invariablemente deberá llevarse a cabo por obra determinada;

II Alquilar el equipo y maquinaria de construcción complementario, y

III Utilizar los servicios de fletes y acarreos complementarios que se requieran

En la ejecución de obra por administración directa no podrán participar terceros como contratistas, independientemente de las modalidades que estos adopten

Los órganos internos de control de las dependencias y entidades, previamente a la ejecución de las obras por administración directa, verificarán que se cuente con los programas de ejecución, de utilización de recursos humanos y de utilización de maquinaria y equipo de construcción

Previamente a la ejecución de la obra, el titular de la dependencia o entidad o el oficial mayor o su equivalente en las entidades, emitirá el acuerdo respectivo, del cual formarán parte: La descripción pormenorizada de la obra que se deba ejecutar, los proyectos, planos, especificaciones, programas de ejecución y suministro, y el presupuesto correspondiente

En la ejecución de obras por administración directa serán aplicables, en lo conducente, las disposiciones de esta Ley

ARTÍCULO 78.- No quedan comprendidos dentro de los servicios relacionados con la obra pública, los que tengan como fin la contratación y ejecución de la obra de que se trate por cuenta y orden de las dependencias o entidades, por lo que no podrán celebrarse contratos de servicios para tal objeto

ARTÍCULO 79 - Las dependencias y entidades que realicen obra pública por administración directa o mediante contrato y los contratistas con quienes aquéllas contraten, observarán, en su caso, las disposiciones que en materia de construcción rijan en el ámbito estatal y municipal

CAPÍTULO IV

DE LAS EXCEPCIONES A LA LICITACIÓN PÚBLICA

ARTÍCULO 80.- En los supuestos y con sujeción a las formalidades que prevén los artículos 81 y 82, las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán optar por no llevar a cabo el procedimiento de licitación pública y celebrar contratos de adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública, a través de un procedimiento de invitación restringida

La opción que las dependencias y entidades ejerzan, deberá fundarse, según las circunstancias que concurran en cada caso, en criterios de economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez que aseguren las mejores condiciones para el Estado. En el dictamen a que se refieren los artículos 46 y 59, según corresponda, deberán acreditar, de entre los criterios mencionados, aquéllos en que se funda el ejercicio de la opción, y contendrá además:

I El valor del contrato,

II Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios, una descripción general de los bienes o servicios correspondientes y, tratándose de obra pública, una descripción general de la obra correspondiente,

III La nacionalidad del proveedor o contratista, según corresponda, y

IV Tratándose de adquisiciones y arrendamientos, el origen de los bienes

En estos casos, el titular de la dependencia o entidad, a más tardar el último día hábil de cada mes, enviará a la Secretaría, a la Contraloría y, en su caso, al órgano de gobierno, un informe que se referirá a las operaciones autorizadas en el mes calendario inmediato anterior, acompañando copia del dictamen aludido en el segundo párrafo de este artículo

En adquisiciones, arrendamientos y servicios, el informe podrá ser enviado por el presidente del comité de adquisiciones a que se refiere el artículo 24, en caso de que así lo autorice el titular de la dependencia o entidad. En materia de obras públicas, esta obligación será indelegable.

No será necesario rendir este informe en las operaciones que se realicen al amparo de los artículos 81, fracción VI del inciso A, y 83.

ARTÍCULO 81 - Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública, a través de un procedimiento de invitación restringida, cuando:

I EL contrato sólo pueda celebrarse con una determinada persona por tratarse de obras de arte, titularidad de patentes, derechos de autor u otros derechos exclusivos.

II. Peligro o se altere el orden social, la economía, los servicios públicos, la salubridad, la seguridad o el ambiente de alguna zona o región del país, como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales, por casos fortuitos o de fuerza mayor, o existan circunstancias que puedan provocar pérdidas o costos adicionales importantes,

III Se hubiere rescindido el contrato respectivo por causas imputables al proveedor o contratista. En estos casos la dependencia o entidad podrá adjudicar el contrato al licitante que haya presentado la siguiente proposición solvente más baja, siempre que la diferencia en precio con respecto a la postura que inicialmente hubiere resultado ganadora no sea superior al diez por ciento, y

IV. Se realicen dos licitaciones públicas sin que en ambas se hubiesen recibido proposiciones solventes

A. Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios, además podrá seguirse un procedimiento de invitación restringida cuando

I. Existan razones justificadas para la adquisición y arrendamiento de bienes de marca determinada.

II Se trate de adquisiciones de bienes perecederos, granos y productos alimenticios básicos o semiprocesados y, bienes usados. Tratándose de estos últimos, el precio de adquisición no podrá ser mayor al que se determine mediante avalúo que practicarán las instituciones de banca y crédito u otros terceros legitimados para ello conforme a las disposiciones aplicables;

III Se trate de servicios de consultoría cuya difusión pudiera afectar al interés público o comprometer información de naturaleza confidencial para el Gobierno Federal;

IV Se trate de adquisiciones, arrendamientos o servicios cuya contratación se realice con campesinos o grupos urbanos marginados y que la dependencia o entidad contrate directamente con los mismos o con las personas morales constituidas por ellos.

V. se trate de adquisiciones de bienes que realicen las dependencias y entidades para su comercialización o para someterlos a procesos productivos en cumplimiento de su objeto o fines propios;

VI. Se trate de servicios de mantenimiento, conservación, restauración y reparación de bienes en los que no sea posible precisar su alcance, establecer el catálogo de conceptos y cantidades de trabajo o determinar las especificaciones correspondientes.

VII. Se trate de adquisiciones provenientes de personas físicas o morales que, sin ser proveedores habituales y en razón de encontrarse en estado de liquidación o disolución, o bien, bajo intervención judicial, ofrezcan bienes en condiciones excepcionalmente favorables, y

VIII Se trate de servicios profesionales prestados por personas físicas

B En materia de obra pública, además podrá seguirse un procedimiento de invitación restringida cuando

I Se trate de trabajos de conservación, mantenimiento, restauración, reparación y demolición de los inmuebles, en los que no sea posible precisar su alcance, establecer el catálogo de conceptos, cantidades de trabajo, determinar las especificaciones correspondientes o elaborar el programa de ejecución,

II Se trate de trabajos que requieran fundamentalmente de mano de obra campesina o urbana marginada y, que la dependencia o entidad contrate directamente con los habitantes beneficiarios de la localidad o del lugar donde deba ejecutarse la obra o con las personas morales o agrupaciones legalmente establecidas y constituidas por los propios habitantes beneficiarios, y

III Se trate de obras que, de realizarse bajo un procedimiento de licitación pública, pudieran afectar la seguridad de la Nación o comprometer información de naturaleza confidencial para el Gobierno Federal

Las dependencias y entidades, preferentemente, invitarán a cuando menos tres proveedores o contratistas, según corresponda, salvo que ello, a su juicio, no resulte conveniente, en cuyo caso utilizarán el procedimiento de adjudicación directa. En cualquier supuesto se convocará a la o las personas que cuenten con capacidad de respuesta inmediata, así como con los recursos técnicos, financieros y demás que sean necesarios.

En materia de adquisiciones, arrendamientos y servicios, se invitará a personas cuyas actividades comerciales estén relacionadas con los bienes o servicios objeto del contrato a celebrarse

ARTÍCULO 82 - Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán llevar a cabo adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública, a través del procedimiento de invitación a cuando menos tres proveedores o contratistas, según corresponda, o por adjudicación directa, cuando el importe de cada operación no exceda de los montos máximos que al efecto se establecieron en los Presupuestos de Egresos de la Federación y del gobierno del Distrito Federal, siempre que las operaciones no se fraccionen para quedar comprendidas en este supuesto de excepción a la licitación pública

En materia de adquisiciones, arrendamientos y servicios, se invitará a personas cuyas actividades comerciales estén relacionadas con los bienes o servicios objeto del contrato a celebrarse

La suma de las operaciones que se realicen al amparo de este artículo no podrán exceder del veinte por ciento de su volumen anual de adquisiciones, arrendamientos y servicios autorizado o, tratándose de obra pública, del veinte por ciento de la inversión total física autorizada para cada ejercicio fiscal.

En casos excepcionales, las operaciones previstas en este artículo podrán exceder el porcentaje indicado, siempre que las mismas sean aprobadas previamente, de manera indelegable y bajo su estricta responsabilidad, por el titular de la dependencia o por el órgano de gobierno de la entidad, y que sean registradas detalladamente en el informe a que se refiere el artículo 80.

En materia de obra pública, la autorización del titular de la dependencia o entidad será específica para cada obra.

Los montos previstos en los Presupuestos de Egresos de la Federación y en el del gobierno del Distrito Federal para adquisiciones, arrendamientos y servicios, serán aplicables a los contratos de servicios relacionados con la obra pública.

ARTÍCULO 83 - Los procedimientos de invitación a cuando menos tres proveedores o contratistas, según sea el caso, a que se refieren los artículos 81 y 82, se sujetarán a lo siguiente

I. La apertura de los sobres podrá hacerse sin la presencia de los correspondientes licitantes, pero invariablemente se invitará a un representante del órgano de control de la dependencia o entidad,

II Para llevar a cabo la evaluación, se deberá contar con un mínimo de tres propuestas, y

III. A las demás disposiciones de la licitación pública de este Capítulo que, en lo conducente, resulten aplicables.

A Tratándose de adquisiciones, arrendamientos y servicios, los procedimientos se ajustarán además a lo siguiente

I En las solicitudes de cotización, se indicarán, como mínimo, la cantidad y descripción de los bienes o servicios requeridos y los aspectos que correspondan del artículo 33, y

II Los plazos para la presentación de las proposiciones se fijarán en cada operación atendiendo al tipo de bienes o servicios requeridos, así como a la complejidad para elaborar la propuesta y llevar a cabo su evaluación

B En materia de obra pública, los procedimientos se ajustarán además a lo siguiente:

I En las bases o invitaciones se indicarán, como mínimo, los aspectos que correspondan del artículo 33,

II Los interesados que acepten participar, lo manifestarán por escrito y quedarán obligados a presentar su proposición, y

III Los plazos para la presentación de las proposiciones se fijarán para cada operación atendiendo al monto, características, especialidad, condiciones y complejidad de los trabajos.

TÍTULO CUARTO

CAPÍTULO ÚNICO

DE LA INFORMACIÓN Y VERIFICACIÓN

ARTÍCULO 84 - La forma y términos en que las dependencias deberán remitir a la Secretaría, a la Contraloría y a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, la información relativa a los actos y contratos materia de esta Ley, serán establecidos de manera sistemática y coordinada por dichas Secretarías, en el ámbito de sus respectivas atribuciones; las entidades, además, informarán a su coordinadora de sector en los términos de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales

Para tal efecto, las dependencias y entidades conservarán en forma ordenada y sistemática toda la documentación comprobatoria de dichos actos y contratos, cuando menos por un lapso de cinco años, contados a partir de la fecha de su recepción

ARTÍCULO 85 - La Secretaría, la Contraloría y las dependencias coordinadoras de sector, en el ejercicio de sus respectivas facultades, podrán verificar, en cualquier tiempo, que las adquisiciones, los arrendamientos, los servicios y la obra pública, se realicen conforme a lo establecido en esta Ley o en otras disposiciones aplicables y a los programas y presupuestos autorizados.

La Secretaría y la Contraloría, en el ejercicio de sus respectivas facultades, podrán realizar las visitas e inspecciones que estimen pertinentes a las dependencias y entidades que realicen adquisiciones, arrendamientos, servicios y obra pública, e igualmente podrán solicitar de los servidores públicos y de los proveedores y contratistas que participen en ellas, todos los datos e informes relacionados con los actos de que se trate

ARTÍCULO 86 - La comprobación de la calidad de las especificaciones de los bienes muebles se hará en los laboratorios que determine la Contraloría y que podrán ser aquellos con los que cuente la dependencia o entidad adquirente o cualquier tercero con la capacidad necesaria para practicar la comprobación a que se refiere este artículo

El resultado de las comprobaciones se hará constar en un dictamen que será firmado por quien haya hecho la comprobación, así como por el proveedor y el representante de la dependencia o entidad adquirente, si hubieren intervenido

TÍTULO QUINTO

CAPÍTULO ÚNICO

DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES

ARTÍCULO 87 - Quienes infrinjan las disposiciones contenidas en esta Ley, serán sancionados por la Secretaría con multa equivalente a la cantidad de cincuenta a trescientas veces el salario mínimo general vigente en el Distrito Federal elevado al mes, en la fecha de la infracción

ARTÍCULO 88.- Los proveedores y contratistas que se encuentren en el supuesto de las fracciones V a VII del artículo 41, no podrán presentar propuestas ni celebrar contratos sobre las materias objeto de esta Ley, durante el plazo que establezca la Secretaría, el cual no será menor de seis meses ni mayor de dos años, contado a partir de la fecha en que la Secretaría lo haga del conocimiento de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal

Las dependencias y entidades informarán y, en su caso, remitirán la documentación comprobatoria, a la Secretaría y a la Contraloría, sobre el nombre del proveedor o contratista que se encuentre en el supuesto previsto en la fracción IV del artículo 41, a más tardar dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha en que le notifiquen la segunda rescisión al propio proveedor o contratista

ARTÍCULO 89 - La Contraloría podrá proponer a la Secretaría la imposición de las sanciones a que se refiere este Capítulo y, a la dependencia o entidad contratante, la suspensión del suministro, de la prestación del servicio o de la ejecución de la obra en que incida la infracción.

Sin perjuicio de lo anterior, a los servidores públicos que infrinjan las disposiciones de esta Ley, la Contraloría aplicará, conforme a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos, las sanciones que procedan

ARTÍCULO 90 - La Secretaría impondrá las sanciones o multas conforme a los siguientes criterios

I Se tomará en cuenta la importancia de la infracción, las condiciones del infractor y la conveniencia de eliminar prácticas tendientes a infringir, en cualquier forma, las disposiciones de esta Ley o las que se dicten con base en ella;

II Cuando sean varios los responsables, cada uno será sancionado con el total de la sanción o multa que se imponga;

III Tratándose de reincidencia, se impondrá otra sanción o multa mayor dentro de los límites señalados en el artículo 87, y

IV En el caso de que persista la infracción, se impondrán multas por cada día que transcurra

ARTÍCULO 91 - No se impondrán sanciones o multas cuando se haya incurrido en la infracción por causa de fuerza mayor o de caso fortuito, o cuando se observe en forma espontánea el precepto que se hubiese dejado de cumplir. No se considerará que el cumplimiento es espontáneo cuando la omisión sea descubierta por las autoridades o medie requerimiento, visita, excitativa o cualquier otra gestión efectuada por las mismas

ARTÍCULO 92 - En el procedimiento para la aplicación de las sanciones o multas a que se refiere este Capítulo, se observarán las siguientes reglas

I Se comunicarán por escrito al presunto infractor los hechos constitutivos de la infracción, para que dentro del término que para tal efecto se señale y que no podrá ser menor de diez días hábiles exponga lo que a su derecho convenga y aporte las pruebas que estime pertinentes.

II Transcurrido el término a que se refiere la fracción anterior, se resolverá considerando los argumentos y pruebas que se hubieren hecho valer, y

III La resolución será debidamente fundada y motivada, y se comunicará por escrito al afectado

En lo conducente, este artículo será aplicable en las rescisiones administrativas que lleven a cabo las dependencias y entidades por causas imputables a los proveedores o contratistas

ARTÍCULO 93.- Los servidores públicos de las dependencias y entidades que en el ejercicio de sus funciones tengan conocimiento de infracciones a esta Ley o a las disposiciones que de ella deriven, deberán comunicarlo a las autoridades que resulten competentes conforme a la ley.

La omisión a lo dispuesto en el párrafo anterior será sancionada administrativamente

ARTÍCULO 94 - Las responsabilidades a que se refiere la presente Ley son independientes de las de orden civil o penal, que puedan derivar de la comisión de los mismos hechos.

TÍTULO SEXTO

DE LAS INCONFORMIDADES Y EL RECURSO

CAPÍTULO I

DE LAS INCONFORMIDADES

ARTÍCULO 95 - Las personas interesadas podrán inconformarse por escrito ante la Contraloría, por los actos que contravengan las disposiciones que rigen las materias objeto de esta Ley, dentro de los diez días hábiles siguientes a aquél en que éste ocurra o el inconforme tenga conocimiento del acto impugnado

Lo anterior, sin perjuicio de que las personas interesadas previamente manifiesten al órgano de control de la convocante, las irregularidades que a su juicio se hayan cometido en el procedimiento de adjudicación del contrato respectivo, a fin de que las mismas se corrijan

Al escrito de inconformidad podrá acompañarse, en su caso, la manifestación aludida en el párrafo precedente, la cual será valorada por la Contraloría durante el periodo de investigación

Transcurridos los plazos establecidos en este artículo, precluye para los interesados el derecho a inconformarse, sin perjuicio de que la Contraloría pueda actuar en cualquier tiempo en términos de ley

ARTÍCULO 96 - La Contraloría, de oficio o en atención a las inconformidades a que se refiere el artículo 95, realizarán las investigaciones correspondientes dentro de un plazo que no excederá de 45 días naturales contados a partir de la fecha en que se inicien, y resolverá lo conducente

Las dependencias y entidades proporcionarán a la Contraloría la información requerida para sus investigaciones, dentro de los ocho días naturales siguientes contados a partir de la recepción de la respectiva solicitud

Durante la investigación de los hechos a que se refiere el párrafo anterior, podrá suspenderse el proceso de adjudicación cuando:

- I. Se advierta que existan o pudieren existir actos contrarios a las disposiciones de esta Ley o de las disposiciones que de ella deriven, y
- II. Con la suspensión no se cause perjuicio al interés público y no se contravengan disposiciones de orden público, o bien, si de continuarse el procedimiento de contratación, pudieran producirse daños o perjuicios a la dependencia o entidad de que se trate

ARTÍCULO 97 - La resolución que emita la Contraloría, sin perjuicio de la responsabilidad que proceda respecto de los servidores públicos que hayan intervenido, tendrá por consecuencia

- I. La nulidad del procedimiento a partir del acto o actos irregulares, estableciendo las directrices necesarias para que el mismo se realice conforme a la Ley,
- II. La nulidad total del procedimiento, o
- III. La declaración de improcedencia de la inconformidad

ARTÍCULO 98 - El inconforme, en el escrito a que se refiere el primer párrafo del artículo 95, deberá manifestar, bajo protesta de decir verdad, los hechos que le consten relativos al acto o actos impugnados y acompañar la documentación que sustente su petición. La falta de protesta indicada será causa de desechamiento de la inconformidad

La manifestación de hechos falsos se sancionará conforme a las disposiciones legales aplicables

CAPÍTULO II

DEL RECURSO DE REVOCACIÓN

ARTÍCULO 99.- En contra de las resoluciones que dicten la Secretaría o la Contraloría en los términos de esta Ley, el interesado podrá interponer ante la que la hubiere emitido, recurso de revocación dentro del término de diez días naturales, contados a partir del día siguiente al de la notificación, el que se tramitará conforme a las normas siguientes

I Se interpondrá por el recurrente mediante escrito en el que se expresarán los agravios que el acto impugnado le cause, ofreciendo las pruebas que se proponga rendir y acompañando copia de la resolución impugnada, así como la constancia de la notificación de esta última, excepto si la notificación se hizo por correo.

II. Si el recurrente así lo solicita en su escrito, se suspenderá el acto que reclama, siempre y cuando garantice mediante fianza los daños y perjuicios que le pudiera ocasionar al Estado o a tercero, cuyo monto será fijado por la Contraloría, el cual nunca será inferior al equivalente al 20%, ni superior al 50% del valor del objeto del acto impugnado. Sin embargo, el tercero perjudicado podrá dar contrafianza equivalente a la que corresponda a la fianza, en cuyo caso quedará sin efectos la suspensión.

No procederá la suspensión cuando se ponga en peligro la Seguridad Nacional, el orden social o los servicios públicos.

Si la resolución que se impugna consiste en la imposición de multas, la suspensión se otorgará siempre y cuando se garantice el interés fiscal en cualesquiera de las formas previstas en el Código Fiscal de la Federación.

III En el recurso no será admisible la prueba de confesión de las autoridades. Si dentro del trámite que haya dado origen a la resolución recurrida, el interesado tuvo oportunidad razonable de rendir pruebas, sólo se admitirán en el recurso las que hubiere allegado en tal oportunidad.

IV Las pruebas que ofrezca el recurrente deberá relacionarlas con cada uno de los hechos controvertidos y sin el cumplimiento de este requisito serán desechadas.

V se tendrán por no ofrecidas las pruebas de documentos, si éstas no se acompañan al escrito en que se interponga el recurso y en ningún caso serán recabadas por la autoridad, salvo que obren en el expediente en que se haya originado la resolución recurrida;

VI La prueba pericial se desahogará con la presentación del dictamen a cargo del perito designado por la recurrente. De no presentarse el dictamen dentro del plazo de ley, la prueba será declarada desierta.

VII La Secretaría o la Contraloría, según el caso, podrá pedir que se le rindan los informes que estimen pertinentes por parte de quienes hayan intervenido en el acto reclamado.

VIII La Secretaría o la Contraloría, según el caso, acordará lo que proceda sobre la admisión del recurso y de las pruebas que el recurrente hubiere ofrecido, que deberán ser pertinentes e idóneas para dilucidar las cuestiones controvertidas. La Secretaría ordenará el desahogo de las mismas dentro del plazo de quince días hábiles, el que será improrrogable, y

IX Vencido el plazo para la rendición de las pruebas, la Secretaría o la Contraloría, según el caso, dictará resolución, en un término que no excederá de veinte días hábiles. Si no se dicta resolución en el plazo señalado, se entenderá denegada.

TRANSITORIOS

PRIMERO - La presente Ley entrará en vigor el 1o de enero de 1994.

SEGUNDO - Se abroga la Ley de Obras Públicas publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 30 de diciembre de 1980, y sus reformas del 28 de diciembre de 1983, 31 de diciembre de 1984, 7 de febrero de 1985, 13 de enero de 1986, 7 de enero de 1988 y 18 de julio de 1991; así como la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Prestación de Servicios relacionados con Bienes Muebles publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 8 de febrero de 1985, y sus reformas del 30 de noviembre de 1987, 7 de enero de 1988 y 18 de julio de 1991, y, se derogan todas las disposiciones que se opongan a la presente Ley.

TERCERO.- Los reglamentos de las leyes de Obras Públicas y de Adquisiciones, Arrendamientos y Prestación de Servicios relacionados con Bienes Muebles, así como las disposiciones administrativas expedidas en estas materias, se seguirán aplicando, en todo lo que no se opongan a la presente Ley, en tanto se expiden los manuales de procedimientos y demás disposiciones relativas a adquisiciones, arrendamientos, servicios y obras públicas.

CUARTO - A partir del 1o de enero de 1995, las convocatorias a que se refiere el artículo 32 de esta Ley, serán publicadas, exclusivamente, en la sección especializada del Diario Oficial de la Federación y en un diario de la entidad federativa donde haya de ser utilizado el bien, prestado el servicio o ejecutada la obra.

México, D.F., a 18 de diciembre de 1993.- Dip. Cuauhtémoc López Sánchez, Presidente.- Sen. Eduardo Robledo Rincón, Presidente - Dip. Sergio González Santa Cruz, Secretario - Sen. Antonio Melgar Aranda, Secretario.- Rúbricas"

(Ley Publicada en el Diario Oficial de la Federación, el día 30 de Diciembre de 1993.)

**LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PUBLICAS
ENTORNO ADMINISTRATIVO DE LA OBRA PUBLICA**

**PRESENTADO POR
HERBERTH ROLANDO CORDOVA CEBALLOS
INGENIERO CIVIL**

LA EJECUCIÓN DE TODO TRABAJO U OBRA DE INGENIERÍA, REQUIERE ADEMÁS DE UN AMBITO DE ESPECIFICACIONES Y PLANOS DE CONSTRUCCIÓN QUE COMPRENDEN EL ENTORNO TECNICO, DE UN MARCO ADMINISTRATIVO QUE NORME DE MANERA EFICAZ LA ACTUACIÓN Y RESPONSABILIDADES DE TODOS Y CADA UNO DE LOS ACTORES QUE INTERVIENEN EN SU EJECUCIÓN.

VISTO DE ESTA MANERA LOS ASPECTOS TÉCNICOS SON NECESARIOS PERO NO SUFICIENTES PARA GARANTIZAR EL ADECUADO DESARROLLO DE UNA TRABAJO DE INGENIERÍA, SEA ESTE DE CONSERVACIÓN O DE CONSTRUCCIÓN. SI LOS RECURSOS NECESARIOS PARA SU DESARROLLO FUESEN DE ORIGEN PROPIO, NO HABRÍA RAZÓN DE LIMITAR LAS FUNCIONES Y ATRIBUCIONES DEL CONSTRUCTOR, PERO AL UTILIZAR RECURSOS DE ORIGEN PUBLICO, PROVENIENTES DE IMPUESTOS O DE PRESTAMOS EXTERNOS, CUYO FIN ES PROPORCIONAR UN BENEFICIO A LA COMUNIDAD QUE LO APORTA, EL USO DE DICHS RECURSOS RESULTA EN CONSECUENCIA SUJETO DE SEGUIMIENTO Y DE AUDITORIA POR PARTE DE LA PROPIA COMUNIDAD.

LAS LEYES, REGLAMENTOS Y CÓDIGOS SON EN CONSECUENCIA EL MARCO ADMINISTRATIVO QUE DEFINE CADA UNO DE LOS ACTOS QUE REPRESENTAN LA OBRA PUBLICA, POR LO TANTO SU CONOCIMIENTO POR PARTE DE LOS INVOLUCRADOS RESULTA OBLIGATORIA, PUES ANTE LA LEY EL DESCONOCIMIENTO POR OMISIÓN O NEGLIGENCIA SE TIENE COMO CONSECUENCIA EL FINCAR RESPONSABILIDADES Y SANCIONES HACIA LOS SERVIDORES QUE INCURREN EN ELLO.

CADA DÍA SON MAS LAS PERSONAS QUE SE ATRIBUYEN MAS CARGAS DE TRABAJO EN EL ASPECTO ADMINISTRATIVO QUE A LA PARTE TÉCNICA DE LA EJECUCIÓN DE UNA OBRA, ELLO DEBIDO A QUE LAS PERSONAS QUE LLEVAN A CABO LAS AUDITORÍAS Y REVISIONES ADMINISTRATIVAS RARA VEZ SON INGENIEROS, EN SU MAYORÍA SON CONTADORES PÚBLICOS, ACTUARIOS, Y ABOGADOS, PERSONAS QUE CARECEN DE CONOCIMIENTO DE INGENIERÍA Y DE COMPETENCIA PARA OPINAR EN DETALLES QUE REQUIEREN DE ESTUDIOS, QUE AUN PARA LOS

INGENIEROS RESULTAN COMPLICADOS, SI ELLO ES ASÍ, PORQUE LOS INGENIEROS SE VEN REBASADOS EN LOS ASPECTOS ADMINISTRATIVOS?

LA RESPONSABILIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS, SERÁ SIEMPRE DE LOS INGENIEROS, NO DE LOS ADMINISTRATIVOS, NI DE LOS REPRESENTANTES DEL ÁREA JURÍDICA, TODOS ELLOS PARTICIPARÁN EN LA MEDIDA QUE LOS RESPONSABLES LE PIDAN Y HAGAN INTERVENIR, PERO NO NECESARIAMENTE PARTICIPARÁN A MENOS QUE SE LES REQUIERA DE MANERA DETERMINADA, EL RESIDENTE DE LA OBRA ES EL UNICO RESPONSABLE EN CONJUNTO CON EL CONTRATISTA.

QUE ES ENTONCES LO QUE UN INGENIERO DEBE CONOCER Y APLICAR DE LA LEY?

HABRÁN SIN DUDA PERSONAS QUE CONOZCAN AL DERECHO Y AL REVÉS LA LEY Y SU REGLAMENTO, RECITAR AL DETALLE CADA UNO DE SUS ARTÍCULOS Y PRECEPTOS, LOS CUALES TENDRÁ SEÑALADOS A DETALLE EN UN EJEMPLAR DE ESTOS DOCUMENTOS QUE SIEMPRE TENDRÁN A LA MANO, Y SIN EMBARGO NO ESTÁN EXENTOS DE OBSERVACIONES E IMPLICACIONES POR PARTE DE LAS AUDITORIAS.

EL OBJETIVO PRINCIPAL DE LAS AUDITORIAS, VISTO DESDE SU APLICACION, ES EL VIGILAR EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD EXISTENTE Y FORTALECER EL MARCO JURÍDICO - FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y PROCEDIMIENTOS - QUE GARANTICEN EL MÁXIMO APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS PÚBLICOS.

RARA VEZ LAS AUDITORIAS, OBJETAN EL PROPÓSITO DE LAS OBRAS, SENCILLAMENTE LA AGILIDAD ADMINISTRATIVA CON QUE SE RESUELVEN LAS CONTINGENCIAS RESULTAN EN OCASIONES OSCURAS Y NO JUSTIFICABLES ANTE LOS REQUERIMIENTOS Y PROCEDIMIENTOS QUE LA PROPIA LEY MARCA, PARECIERA QUE NO EXISTE UNA PROGRAMACIÓN Y CONTROL SOBRE LA OBRA EN EJECUCIÓN Y QUE LOS PROYECTOS SON LETRA MUERTA QUE RESULTAN EN TRABAJOS SIN PROPÓSITO QUE LOS JUSTIFIQUE, LO CUAL SIN DUDA DEBIERA RESULTAR FALSO.

NO SE PRETENDE TAMPOCO COMPLICAR LOS PROCEDIMIENTOS, EN TERMINOS ADMINISTRATIVOS O BUROCRATIZAR TODOS LOS ACTOS REALIZADOS POR LOS RESPONSABLES, SENCILLAMENTE CADA TRAMITE DEBE ESTAR DEBIDAMENTE MOTIVADO Y FUNDAMENTADO, POR LO QUE LAS OBSERVACIONES QUE SE APLICAN RESULTAN EN LA MAYORIA DE LOS CASOS POR LA OMISIÓN DE ESTE REQUERIMIENTO.

LA LEY DE OBRAS PUBLICAS, NO ES UN CASO ASILADO DE NORMATIVIDAD JURÍDICA, TIENE SU ORIGEN EN LA PROPIA CONSTITUCIÓN Y SU OBSERVANCIA EN COMPLEMENTARIA A OTRAS LEYES TALES COMO LA LEY DE RESPONSABILIDADES DE LOS SERVIDORES PÚBLICOS Y LA LEY DE PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS POR CITAR LAS QUE EN AUDITORIAS REPERCUTEN EN MAYORES OMISIONES.

LAS LEYES SON DE OBSERVANCIA GENERAL, Y SU SOLA PUBLICACIÓN EN EL DIARIO OFICIAL, RESULTA DE CONOCIMIENTO GENERAL. POR LO QUE NINGUNA PERSONA PUEDE ALEGAR DESCONOCIMIENTO DE DICHA NORMATIVIDAD Y RECAE EN CONSECUENCIA EN CADA UNO DE LOS INVOLUCRADOS EL CONOCER DE LAS FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE AQUELLO EN LO QUE PARTICIPA.

EN ESTA PRESENTACIÓN SIN CAER EN LA REVISIÓN A DETALLE DE CADA ARTICULO, REVISARA LOS ALCANCES Y REPERCUSIONES QUE REPRESENTAN EN EL DESARROLLO DEL PROCESO DE UNA OBRA PUBLICA LAS LEYES Y REGLAMENTOS QUE CON MAYOR USO SE MENCIONAN EN LAS OBSERVACIONES DE LAS AUDITORIAS.

SI PARTIÉRAMOS DEL PUNTO EN QUE LA LEY NO ES NECESARIA PARA EL DESARROLLO DE LA OBRA, Y QUE ÚNICAMENTE SE REQUIERE DE PROCEDIMIENTOS, LA DISCUSIÓN INICIARÍA AL MOMENTO EN QUE EXISTEN INCONFORMIDADES POR PARTE DE LOS CONCURSANTES O DEL CONTRATISTA, FUNDADO EN LO QUE LOS PROCEDIMIENTOS DE LA LEY NO SE CUMPLEN. ES CLARO QUE EXISTEN REGLAS EN CUANTO A LA FORMA DE PRESENTACIÓN Y EL ALCANCE DE LAS MISMAS, A SABER:

ESTA JUSTIFICADA O NO DICHA RECLAMACIÓN? EL INCONFORMANTE DEBE PRESENTAR POR ESCRITO ANTE LA CONTRALORÍA , PRIMERO TODOS LOS HECHOS DEBE EXPRESARLOS BAJO PROTESTA DE DECIR LA VERDAD. LOS PODERES POR LOS CUALES EXPRESA DICHA INCONFORMIDAD, MANIFESTAR SU DOMICILIO EN EL CUAL PUEDE SER LOCALIZADO Y NOTIFICADO, EXPRESAR EL O LOS ACTOS IMPUGNADOS OFRECIENDO PRUEBAS DOCUMENTALES COMO EVIDENCIA, Y EL OBJETO A QUE CONLLEVA DICHA IMPUGNACIÓN.

NO TODA INCONFORMIDAD RESULTA PROCEDENTE, NI REQUIERE LA SANCIÓN O SUSPENSIÓN DE LOS FUNCIONARIOS PARTICIPANTES, BASTE EXPLICAR QUE LA SUSPENSIÓN DEL PROCESO DE OBRA NO PUDE SER DETERMINADO POR LA CONTRALORÍA SI DICHA SUSPENSIÓN RESULTA EN DAÑOS MAYORES HACIA LOS INTERESES DEL ESTADO, SI EL IMPUGNANTE NO SOLICITA LA SUSPENSIÓN, LA CONTRALORÍA NO PUEDE ORDENAR LA SUSPENSIÓN DEL MISMO, REBASARÍA EL PROPIO

ÁMBITO DE SU COMPETENCIA, LA UNICA PRUEBA QUE SE TIENE EN PRESENTACIÓN SON LAS DOCUMENTALES, POR LO TANTO LOS RECURSOS PERICIALES, TESTIMONIALES Y AUN DE CONFESIÓN, NO RESULTAN VALIDOS EN RESTE PROCEDIMIENTO DE LEY, DEBEN POR TANTO CUIDARSE LA FORMA Y PRESENTACIÓN DE LAS RAZONES EXPUESTAS POR LA AUTORIDAD.

TRATÁNDOSE DE CONCURSOS, DEBE ESPECIFICARSE LA CLÁUSULA QUE DETERMINA LA CAUSA DE DESECHAMIENTO, LA OMISIÓN EN LA CUAL INCURRE, ASÍ COMO LA DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA DE DESECHAMIENTO Y EL DICTAMEN QUE AL RESPECTO SE EMITE, ESTO DEBE ASENTARSE EN EL ACTA CORRESPONDIENTE INDEPENDIENTE DE LA COMUNICACIÓN ESCRITA QUE LA LEY DETERMINE EXPRESAR AL CONCURSANTE DESECHADO, DEBE EXISTIR CONGRUENCIA ENTRE TODOS LOS DOCUMENTOS.

DEBE EVITARSE LA CAUSA DE DESECHAMIENTO GENÉRICA, EL ALCANCE TECNICO DEL TRABAJO DEBE ESPECIFICAR PUNTUALMENTE CUALES SON LAS OMISIONES QUE REPRESENTAN CAUSA DE DESECHAMIENTO.

PRUEBA QUE NO SE APORTA, ES PRUEBA QUE NO SE TIENE POR PRESENTADA, Y EN DICHO SENTIDO LAS ACTAS CIRCUNSTANCIADAS QUE AL RESPECTO SE REQUIERAN A LOS RESPONSABLES DEBEN HACER VALER ESTE RECURSO EN SU DEFENSA, DOCUMENTANDO CON LAS PROPIAS BASES DE LICITACIÓN Y LOS DOCUMENTOS PRESENTADOS POR EL LICITANTE INCÓNFORME LAS OMISIONES INCURRIDAS MOTIVO DE SU DESECHAMIENTO.

LA LEY HABLA DE UN DICTAMEN TECNICO, MAS NO REQUIERE NI PRECISA DE SU PRESENTACIÓN, DICHO DICTAMEN AUN PARA TRAMITES INTERNOS REQUIERE DE SU ELABORACIÓN.

TRATANDOSE DE OBRA PUBLICA EN PROCESO, ESTAS INCONFORMIDADES DAN LUGAR A SUSPENSIONES DE LOS TRABAJOS Y AUN A RESCISIONES DE LOS CONTRATOS, SITUACIÓN QUE EN MUCHOS CASOS SE EVITA EN PERJUICIO DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA Y DEL CUMPLIMIENTO DE LOS TRABAJOS EN EJECUCIÓN.

QUE PARTE DEL CONTRATO OBLIGA A LA EJECUCIÓN CONFORME LA PROPUESTA PRESENTADA?

EXISTE ALGUNA PARTE DE LAS ESPECIFICACIONES QUE OBLIGUEN A SU CUMPLIMIENTO?

CIERTAMENTE, LOS ABOGADOS DENTRO DEL CONTRATO DE OBRA PUBLICA NO HACEN REFERENCIA A DICHA SITUACIÓN, HACEN MENCIÓN EN LOS CONSIDERANDOS DE LOS TÉRMINOS DEL CONCURSO Y DE LA INCLUSIÓN COMO SI A LA LETRA SE INSERTASE DE LAS PROPUESTAS TÉCNICA Y ECONÓMICA, SIN QUE ELLO OBLIGUE DE MANERA EFICAZ A SU EJECUCIÓN, RECAE EN CONSECUENCIA DENTRO DEL ALCANCE TECNICO LA MENCIÓN DE EJECUTAR LA OBRA CONFORME LO OFERTADO Y APLICAR LA CLÁUSULA DE NO NEGOCIACIÓN DE LOS TÉRMINOS PACTADOS.

AUN CUANDO LAS FIANZAS, REQUIEREN DE LA MANIFESTACIÓN ESCRITA DEL SOLICITANTE PARA SU CANCELACIÓN, LOS DOCUMENTOS EXPRESAN : QUE SU APLICACIÓN MAS QUE SUPEDITADA A LOS REQUERIMIENTOS DEL CONTRATANTE, SE RIGEN POR LEYES DISTINTAS, DANDO POR TERMINADA SU VIGENCIA 180 DÍAS DESPUÉS DEL INCUMPLIMIENTO POR ALGUNA DE LAS PARTES, EN OBVIA PROTECCIÓN DE LA PROPIA ASEGURADORA Y SEGUNDA INSTANCIA DEL ASEGURADO. POR LO TANTO SI NO SE RECLAMA EN SU DEBIDO TIEMPO EL INCUMPLIMIENTO LA FIANZA PIERDE SU VALIDEZ AUN Y CUANDO ESTE DENTRO DEL PLAZO DE VIGENCIA, Y EN CASO DE OMISIONES DE LA AUTORIDAD CANCELA EN CUMPLIMIENTO DE LA MISMA AL REBASAR EL PLAZO DE VIGENCIA, UN DOCUMENTO QUE SIRVE PARA GARANTIZAR UN CUMPLIMIENTO PUEDE SER INUTIL SI NO SE UTILIZA A TIEMPO.

QUIENES RESGUARDAN LAS FIANZAS, NO TIENEN QUE VELAR POR SU RECLAMACIÓN, CORRESPONDE NUEVAMENTE A LOS INGENIEROS EL SOLICITAR SU APLICACIÓN COMO PENA CONVENCIONAL, Y COMO TAL NO SIGNIFICA EL RESARCIMIENTO DE LOS RECURSOS. DE AHÍ QUE RESULTEN DAÑOS PATRIMONIALES DEBIDAMENTE JUSTIFICADOS EN CONTRA DE LOS SERVIDORES QUE TIENE U OMITEN SU PARTICIPACIÓN Y ACTUACION.

NUEVAMENTE SE REQUIERE DE UN DICTAMEN MOTIVADO Y FUNDAMENTADO EN EL CUAL SE EXPONGAN LAS CAUSA DE INCUMPLIMIENTO, LAS CIRCUNSTANCIAS Y DOCUMENTOS QUE OBLIGAN A LA RESCISIÓN A EFECTO QUE EL CONTRATISTA EXPONGA LO QUE A SU DERECHO CONVenga. SIEMPRE DEBE DARSE DERECHO DE RECLAMACIÓN PUES EL NO HACERLO NULIFICA TODOS LOS ACTOS CONTRATOS A LA LEY, ESCUCHADA DICHA RECLAMACIÓN DEBE DICTARSE LA RESOLUCIÓN CORRESPONDIENTE HACIENDO MENCIÓN AL DICTAMEN Y RESPUESTA, HACIENDO MENCIÓN DE MANERA CRONOLÓGICA A LAS CIRCUNSTANCIAS DE MODO TIEMPO Y LUGAR QUE DAN COMO RESULTADO, CON BASE EN LAS CLÁUSULAS DEL CONTRATO, A LA RESCISIÓN DEL MISMO.

EL REGLAMENTO OBLIGA A LA ELABORACIÓN DE UN ACTA CIRCUNSTANCIADA EN EL CUAL SE HAGAN CONSTAR EL ESTADO QUE GUARDA LA OBRA, NUEVAMENTE LA RESPONSABILIDAD DE ELABORAR DICHAS ACTAS NO ES DEL ÁREA JURÍDICA, ES DEL ÁREA TÉCNICA POR SER LA QUE TIENE COMPETENCIA PARA ELABORAR DICHO PERITAJE, Y ES QUE ESTE DOCUMENTO SERÁ EL ÚNICO EN EL CUAL PODRÁ HACERSE MENCIÓN DE TODOS LOS TRABAJOS EJECUTADOS, RECLAMACIÓN DE TRABAJOS, AJUSTES DE COSTOS, APLICACIÓN O DEVOLUCIÓN DE SANCIONES O PAGOS EN EXCESO PENDIENTES DE APLICAR, ESTIMACIONES EN REVISIÓN O EN PROCESO DE TRAMITE. EL FINIQUITO DE LA OBRA RESULTA DE DICHA ACTA.

ESTA ACTA TIENE QUE LEVANTARSE DE CONFORMIDAD CON EL CONTRATISTA, NO SE REQUIERE DE SU CONCILIACIÓN, NI QUIENES LO LEVANTAN TIENEN COMPETENCIA PARA DETERMINAR LA PROCEDENCIA DE SU PAGO, SI EL CONTRATISTA NO SE PRESENTA, DEBE HACERSE MENCIÓN EN LA MISMA DESCRIBIENDO LA NOTIFICACIÓN QUE AL RESPECTO SE HAYA HECHO A LOS INTERESADOS.

PARA TODOS LOS CASOS DEBE TENERSE EN CUENTA QUE LA LEY Y EL CONTRATO CELEBRADO RECONOCEN A LA BITÁCORA COMO ÚNICO DOCUMENTO DE SEGUIMIENTO DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, LOS OFICIOS, ESCRITOS Y DEMÁS RECURSOS QUE SE LEVANTEN, CARECEN DE VALIDEZ SI NO SON DEBIDAMENTE ACREDITADOS DE RECIBIDOS POR EL REPRESENTANTE DE LA EMPRESA, DEBE HACERSE MENCIÓN EN TODOS LOS CASOS DENTRO DE LA BITÁCORA LA EXISTENCIA DE DICHOS DOCUMENTOS Y EL SEGUIMIENTO DADO A LOS MISMOS.

LA ELABORACIÓN OPORTUNA DE ESTAS OBSERVACIONES, PERMITIRÁ SALVAR MUCHAS OBSERVACIONES DE SANCIÓN, YA QUE REPRESENTAN DE MANERA ESPECIFICA UNA OMISION Y UN DAÑO PATRIMONIAL AL ESTADO.

TRATÁNDOSE DE OBRAS EN PROCESO, LAS RECLAMACIONES MAS FRECUENTES SE REFIEREN A LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS EXTRAORDINARIOS O A VOLÚMENES EXCEDENTES, AL RESPECTO, NUEVAMENTE LAS ESPECIFICACIONES DEBEN DETERMINAR LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA INCLUYENDO A MANERA ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVA EL ALCANCE DE LOS TRABAJOS QUE DEBEN REALIZARSE, LA OBRA NO PUEDE REALIZARSE A CUENTA Y ORDEN DE LOS RESPONSABLES, TODA VEZ QUE NO PUEDE CONTRATARSE OBRA SIN DISPONER DE LOS RECURSOS CORRESPONDIENTES, ELLO REPRESENTARÍA DESVIÓ DE RECURSOS Y/O FINANCIAMIENTO DE TRABAJOS NO CONTEMPLADOS EN EL CONTRATO ORIGINAL, SE REQUIERE DE LA ELABORACIÓN DE

DICTÁMENES QUE EN TIEMPO OPORTUNO PERMITAN LA DEBIDA JUSTIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS O VOLÚMENES, ASÍ MISMO EL CONTRATISTA NO ESTA OBLIGADO A SU EJECUCIÓN O BIEN PUEDE OBJETARSE QUE NO SE GARANTIZAN LAS MEJORES CONDICIONES AL NO ESTAR SUJETO DE LICITACIÓN EL TRABAJO EXTRAORDINARIO.

LOS AUDITORES, EN MUCHOS DE LOS CASOS NO TIENEN CAPACIDAD PARA DETERMINAR LA PROCEDENCIA O NO DE LOS TRABAJOS. PERO CIERTAMENTE LA EFICIENCIA EN EL CUMPLIMIENTO DE LAS METAS FISICAS Y FINANCIERAS SE VEN AFECTADAS EN PERJUICIO DE LA ENTIDAD, LOS AUDITORES PERSIGUEN METAS MAS QUE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS, DE AHÍ LA IMPORTANCIA DE APEGARSE A LA NORMATIVIDAD PARA EVITAR LAS OBSERVACIONES.

SI LAS METAS POR SI SOLAS MARCARAN LA EFICIENCIA DE LA OBRA REALIZADA, LAS OBSERVACIONES QUE AL RESPECTO SE REALIZAN SERIAN VALIDAS POR SI SOLAS, TRABAJOS CON PERIODOS DE EJECUCIÓN DE SEIS MESES, PASAN A SER OBRAS MULTIANUALES, DEBIDO A SU MALA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN, SITUACIÓN QUE ABSORVEN LOS INGENIEROS AUN EN CASOS ATRIBUIBLES A LOS ADMINISTRATIVOS, LA SECRETARIA DE HACIENDA HA MEJORADO EN MUCHO LOS TIEMPOS EN LOS CUALES PONE A DISPOSICIÓN LOS RECURSOS NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DE LA OBRA, PERO LA FALTA OPORTUNA DE LOS PROYECTOS, DE LA INTEGRACIÓN DE LOS CONCURSOS O LA ESPERA INNECESARIA EN TRAMITES PARA LA FIRMA DE LOS CONTRATOS Y PUESTA A DISPOSICIÓN DEL ANTICIPO CORRESPONDIENTE INFLUYEN EN INICIOS TARDÍOS Y LA CANCELACIÓN DE RECURSOS NO EROGADOS DURANTE EL EJERCICIO FISCAL.

LA LEY DE OBRAS PUBLICAS ES DE INTERES GENERAL, DE SANCION POR PARTE DE TRIBUNALES FEDERALES, SE PERSIGUE POR LO GENERAL A LOS SERVIDORES PUBLICOS Y EN CONTADAS OCASIONES A LOS CONTRATISTAS. LAS EMPRESAS QUE RESULTAN AFECTADAS CAMBIAN DE INMEDIATO SU RAZON SOCIAL SIN QUE ELLO IMPLIQUE MAYOR RESPONSABILIDAD PARA QUIENES LA FORMAN.

LA OBRA PUBLICA COMO TAL SE CONSIDERA SUJETA DE PROGRAMACION . DE PLANEACION, DE ELABORACION DE PROYECTOS, DE LA VERIFICACION EN LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS Y EN EL BENEFICIO QUE ELLO CONLLEVA A LA COMUNIDAD, TODO REPRESENTA METAS FISICAS Y FINANCIERAS, EFICIENCIA Y EFICACIA EN EL MANEJO DEL GASTO PUBLICO, NO EXISTEN EN CONSECUENCIA SINO MALOS ADMINISTRADORES Y MALAS INTERPRETACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS (JURIDICOS) QUE LA SOCIEDAD

OBLIGA A LLEVAR PARA GARANTIZAR LA HONRADEZ DE QUIENES APLICAN DICHS RECURSOS.

ELLO ES LO QUE HA LLEVADO A LA SUSTITUCIÓN DE LOS INGENIEROS POR CONTADORES O ADMINISTRADORES, EL 90% DE LOS TRABAJOS DE LA OBRA PUBLICA CIERTAMENTE SON DE CARÁCTER TECNICO, LA OTRA MITAD LO SON ADMINISTRATIVAS, POR LO TANTO EL INGENIERO NECESARIAMENTE REQUIERE DE CONVERTIRSE EN EL ADMINISTRADOR DE LA OBRA EN TODOS LOS ASPECTOS, UTILIZANDO PARA ELLO LOS RECURSOS QUE AL RESPECTO LA LEY LE PERMITE, DESDE CONTAR CON ASESORIAS , ELABORACIÓN DE PROYECTOS PREVIOS, DISPONER DE SUPERVISIONES Y DE EFECTUAR MODIFICACIONES AL PROYECTO ORIGINAL.

TODA OMISIÓN ESTA SANCIONADA EN LA LEY DE RESPONSABILIDADES DE LOS SERVIDORES PÚBLICOS, TODO PROCEDIMIENTO ESTA DESCRITO EN LA LEY DE PROCEDIMIENTOS DE TRAMITES ADMINISTRATIVOS FEDERALES, TODA RESPONSABILIDAD APLICADA EN INDEPENDIENTE DE LAS SANCIONES ADMINISTRATIVAS, CIVILES O PENALES QUE CORRESPONDAN, POR LO TANTO SE REQUIERE QUE TODOS LOS INGENIEROS CONOZCAN Y APLIQUEN DEBIDAMENTE LAS LEYES QUE CORRESPONDAN.

CD. DE MÉXICO 5 DE NOVIEMBRE DE 1999.

REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-Presidencia de la República.

MIGUEL DE LA MADRID H., Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y

CONSIDERANDO

Que dentro de los objetivos permanentes asumidos por el Gobierno a mi cargo, destaca el fortalecimiento del marco jurídico que regula las actividades públicas, a fin de propiciar los cambios que impone la tesis de renovación moral de la sociedad que se traduce en la práctica en el perfeccionamiento de los mecanismos a través de los cuales el Estado promueve la satisfacción de las necesidades de la sociedad;

Que para el logro de tales objetivos, en el Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988 se consigna como estrategia para hacer frente a los grandes retos del país, revisar a fondo el sistema normativo nacional y simplificar los procedimientos administrativos, proponiendo y, en su caso, auspiciando las reformas legales y reglamentarias que se estimen necesarias;

Que en este sentido, en su oportunidad, el Ejecutivo a mi cargo propuso reformas al marco jurídico vigente que tienden a reforzar las normas que aseguren disciplina, adecuada programación, eficiencia y escrupulosa honradez en la ejecución del gasto público federal, que se concretaron en el actual Artículo 134 Constitucional, cuyos principios persiguen la mejor aplicación de los recursos de que dispone el Estado y que 108 servidores públicos se ajusten estrictamente a las disposiciones que regulan su manejo;

Que de igual manera, los cambios introducidos al precepto Constitucional citado, dieron origen a la necesidad de reglamentar integralmente sus principios en cada una de las materias de que se ocupa, motivo por el cual, con fecha 28 de diciembre de 1983 y 31 de diciembre de 1984, se publicaron en el *Diario Oficial* de la Federación los correspondientes Decretos de Reformas y Adiciones a la Ley de Obras Públicas, estableciendo las normas, mecanismos y procedimientos a que se debe sujetar la administración de los recursos destinados a la ejecución de obra pública, de manera consecuente con el mandamiento Constitucional.

Que al quedar definido el marco jurídico-normativo que reglamenta al ya citado Artículo 134 Constitucional, en materia de obra pública, la responsabilidad de su adecuada interpretación y cumplimiento compete al Ejecutivo a mi cargo, a través de la emisión de las normas reglamentarias conducentes.

Que las normas a que se ha hecho referencia deben estar incorporadas en un ordenamiento de observancia general para los sujetos de la Ley y recoger las opiniones de los sectores involucrados, así como la experiencia de las dependencias encargadas de su aplicación y la propia de las dependencias y entidades a quienes va dirigido y ejecutan obra pública, motivo por el cual el presente Reglamento es el resultado de un proceso exhaustivo de consulta, análisis de opiniones y propuestas que responden cabal y congruentemente a las disposiciones de la Ley que reglamente y pretende ser el instrumento que apoye la evolución de la Administración Pública Federal hacia un gestión más responsable y oportuna, acorde con los principios del Programa de Simplificación Administrativa, y

Que por ello, su contenido pretende en su conjunto dar continuidad a los principios que orientan la Ley de Obras Públicas, al establecer los mecanismos y procedimientos administrativos de regulación para dar agilidad y oportunidad a la realización de las obras con las mejores condiciones para el Estado, en un plano de equidad cuando éstas son realizadas por particulares, he tenido a bien expedir el siguiente

REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS

CAPÍTULO I

Disposiciones Generales

ARTÍCULO 1o - En todos los casos en que este Reglamento haga referencia a la Ley, se entenderá que se trata de la Ley de Obras Públicas Cuando aluda a la Secretaría, Contraloría, dependencias, entidades, dependencia coordinadora de sector y Sector, serán las que se consideran como tales en la Ley.

ARTÍCULO 2o - Las dependencias y entidades en la realización de obras públicas y en la contratación de servicios relacionados con las mismas, se sujetarán a lo establecido en la Ley, este Reglamento y las demás disposiciones administrativas que sobre la materia expida la Secretaría

Los órganos de gobierno de las entidades emitirán, de conformidad con su legislación específica, las políticas, bases y lineamientos a que se refiere el artículo 1o de la Ley, las cuales contendrán:

I. Los procedimientos que permitan la adecuada planeación, programación y presupuestación de cada obra pública, estableciéndose los criterios que habrán de adoptarse para la realización de las acciones, actos y contratos que lleven a cabo, a fin de racionalizar los recursos disponibles;

II. Las directrices que habrán de establecer y observar los directores generales o sus equivalentes, a fin de que los criterios a que se refiere el artículo 6o bis de la Ley, se adopten e instrumenten en la administración de la entidad bajo las modalidades que al efecto determinen,

III. La forma, términos, porcentajes, vigencia y cancelación a los que deberán sujetarse las garantías que deban constituir las personas físicas o morales que contraten la ejecución de obra pública o presten servicios relacionados con la misma en lo referente a la seriedad de las proposiciones, para la correcta inversión de los anticipos que en su caso reciban y para el cumplimiento de los contratos;

IV. Las circunstancias en que se podrá diferir el fallo de adjudicación del contrato respectivo y los procedimientos y condiciones al efecto;

V. Los procedimientos que se observarán para la aplicación de penas convencionales a los contratistas en los contratos de obras y de servicios,

VI. Los procedimientos que se aplicarán para fundamentar y elaborar el dictamen respectivo en los casos de adjudicación de contratos, que de conformidad con la Ley puedan estar exceptuados de licitación pública, y

VII. Las directrices conforme a las cuales llevaron a cabo el control de cada una de sus obras en los términos del artículo 61 de la Ley."

"ARTÍCULO 3o.- Las disposiciones administrativas que con fundamento en la Ley expida la Secretaría, las hará del conocimiento de las dependencias y, cuando corresponda, de los órganos de gobierno de las entidades para su aplicación

Cuando dichas disposiciones se refieran a las condiciones que deberán observar en la contratación y ejecución de las obras y servicios relacionados con éstas, se publicarán en el *Diario Oficial* de la Federación

Para efectos de lo dispuesto en el último párrafo del artículo 6o de la Ley, la Secretaría expedirá disposiciones administrativas para los contratos de obras y servicios relacionados con las mismas, así como para los acuerdos para la ejecución de obras y servicios por administración directa en los siguientes aspectos.

I. Normas y reglas administrativas para que las dependencias y entidades, lleven a cabo la planeación, programación y presupuestación de obras públicas que realicen, así como de las acciones para efectuar los procesos de adjudicación, contratación y finiquito de las mismas;

II. Criterios para efectuar los procesos referentes a licitación, evaluación de proposiciones, ejecución, recepción y finiquito de las obras públicas;

III. Procedimientos para el análisis, cálculo e integración de los precios unitarios de los conceptos de obra;

IV. Procedimientos para efectuar los ajustes de los costos de los insumos que intervienen en los precios unitarios.

V. Procedimientos para efectuar las modificaciones a los contratos, en monto o plazo para absorber las imprecisiones de la programación y presupuestación de las obras que se presenten durante su ejecución, y

VI. Procedimientos para la suspensión de las obras o rescisión de los contratos "

ARTÍCULO 4o -Entre los trabajos que tiendan a mejorar y utilizar los recursos agropecuarios y explotar y desarrollar los recursos naturales del país, que la Ley considera obra pública, quedan comprendidos

I. Desmontes, subsuelos, nivelación de tierras, desazolve y deshierbe de canales y presas, lavado de tierras,

II. Instalaciones para la cría y desarrollo pecuario,

III. Obras para la conservación del suelo, agua y aire,

IV. Instalación de islas artificiales y plataformas localizadas en zonas lacustres, plataforma continental o zócalos submarinos de las islas, utilizadas directa o indirectamente en la explotación de recursos,

V. Instalaciones para recuperación, conducción, producción, procesamiento o almacenamiento, necesarias para la explotación y desarrollo de los recursos naturales que se encuentren en el suelo o subsuelo, y

VI. Los demás de infraestructura agropecuaria o para la explotación de los recursos naturales que señalen las leyes de la materia

ARTÍCULO 5o -Se sujetarán a las disposiciones de la Ley y este Reglamento

I. La instalación, montaje, colocación o aplicación de bienes muebles que deban incorporarse, adherirse o destinarse a un inmueble,

II La contratación de la instalación, montaje, colocación o aplicación de los bienes a que se refiere la fracción anterior, cuando incluya la adquisición o fabricación de los mismos;

III La conservación, mantenimiento y restauración de los bienes a que se refiere este artículo

CAPÍTULO II

De la Planeación, Programación y Presupuestación de la Obra Pública

"ARTÍCULO 6o - Las dependencias y entidades en la planeación de las obras públicas, realizarán los estudios de preinversión que se requieran para definir la factibilidad técnica, económica y social de la realización de la obra."

"ARTÍCULO 7o - En la planeación de las obras o servicios relacionados con las mismas por administración directa, las dependencias y entidades deberán considerar la disponibilidad real del personal adscrito a las áreas de proyecto y construcción de que dispongan, así como los recursos de maquinaria y equipo de construcción de su propiedad

Esta disposición deberá establecerse en los convenios que se celebren con las entidades federativas conforme al artículo 7o. de la Ley "

"ARTÍCULO 8o - La dependencia encargada de la planeación de un conjunto de obras en cuyo estudio, proyecto o construcción intervengan dos o más dependencias o entidades será responsable de proponer y promover ante éstas, la adecuada coordinación de las diversas intervenciones de las propias ejecutoras "

"ARTÍCULO 9o - Las dependencias al determinar el programa de realización de cada obra deberán prever los periodos o plazos necesarios para la elaboración de los estudios y proyectos específicos así como los requeridos para llevar a cabo las acciones de convocar, licitar, contratar y ejecutar los trabajos conforme a lo dispuesto en la Ley y este Reglamento."

ARTÍCULO 10.-Las dependencias y entidades deberán elaborar su programa y presupuesto anual de obras, incluyendo

I Las obras, estudios técnicos y proyectos de diseño, que se encuentran en proceso de ejecución o las que deban iniciarse,

II. Los trabajos de conservación y mantenimiento de bienes inmuebles, y

III Las obras que deban realizarse, por requerimiento de otras dependencias o entidades así como las de desarrollo regional a través de los convenios que celebren los Ejecutivos Federal y Estatal, cuando sea el caso

ARTÍCULO 11 - Las dependencias y entidades en la formulación de su programa y presupuesto anual de obras deberán considerar los objetivos, metas, prioridades y estrategias derivadas de las políticas y directrices contenidas en el Plan Nacional de Desarrollo y en los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales.

Sin perjuicio de lo establecido en la Ley, en este Reglamento, y en otras disposiciones legales aplicables, las dependencias y entidades observarán las disposiciones administrativas que dicte la Secretaría respecto del ejercicio del gasto en las obras públicas

"ARTÍCULO 12 - Para que las dependencias o entidades puedan realizar obras y servicios relacionados con las mismas en los términos del artículo 29 de la Ley es indispensable que los servidores públicos responsables de la adjudicación, contratación y ejecución verifiquen que se cuente con la disponibilidad presupuestal correspondiente

En dichas obras se deberán prever los impactos económicos, sociales y ecológicos que se originen con su ejecución y de realizarse cerca de o en un centro de población deberán ser acordes con los programas de desarrollo urbano que determine la ley de la materia contando para ello con las autorizaciones correspondientes "

ARTÍCULO 13.-En el caso de obras y servicios cuya ejecución rebase un ejercicio, el presupuesto de inversión de cada uno de los años subsecuentes, cuando proceda, se ajustara a las condiciones de costos que rijan en el momento de la formulación del proyecto de presupuesto anual correspondiente.

La asignación presupuestal que resulte para cada contrato, servirá como base para aplicar, en su caso, el porcentaje pactado por concepto de anticipo "

ARTÍCULO 14 - Las dependencias y entidades, previamente a la realización de la obra pública deberán tramitar y obtener de las autoridades competentes los dictámenes, permisos, licencias y demás autorizaciones que se requieran para su realización. Las autoridades competentes deberán otorgar a las dependencias y entidades que realicen obras públicas las facilidades necesarias para su ejecución.

ARTÍCULO 15 - En los términos de la Ley dependencias y entidades sólo podrán realizar las obras públicas por administración directa o por contrato. Para tal efecto dentro de su programa, elaborarán los presupuestos de cada una de las obras públicas que deban realizar, distinguiendo las que se han de ejecutar por contrato o por administración directa

CAPÍTULO III

Del Padrón de Contratistas

ARTÍCULO 16 - Las personas interesadas en inscribirse en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, deberán solicitarlo por escrito, acompañando, según su naturaleza jurídica y característica, la siguiente información y documentos:

- I Datos generales de la interesada,
- II Capacidad legal de la solicitante;
- III Experiencia y especialidad,
- IV Capacidad y recursos técnicos, económicos y financieros;
- V. Relación de maquinaria y equipo propio o de otras empresas filiales,
- VI. Ultima declaración del Impuesto Sobre la Renta,
- VII Testimonio de la Escritura Constitutiva y reformas,
- VIII Inscripción en el Registro Federal de Contribuyentes y de acuerdo con las disposiciones legales aplicables en la Cámara que le corresponda,
- IX Cédula Profesional de responsable técnico, para el caso de prestación de servicios,
- X. Registro en el Instituto Mexicano del Seguro Social, en el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, y
- XI Los demás documentos e información que la Secretaría o el propio interesado considere pertinentes.

ARTÍCULO 17 - Quienes conforme a la Ley estén obligados a inscribirse en el Padrón a que se refiere el artículo anterior, adquirirán el carácter de contratista al quedar inscritos en el mismo, quienes contraten con las dependencias y entidades y estén exentos de inscripción en el Padrón conforme a la Ley, serán considerados de para efectos de la propia ley y este Reglamento como contratistas, en consecuencia las dependencias y entidades no podrán exigir ni a los contratistas obligados ni a los exentos el que estos se encuentren inscritos en otro registro distinto, para concursar o contratar

Las dependencias y entidades deberán solicitar a la Secretaría de suspensión o cancelación del registro de los contratistas, cuando tengan conocimiento que éstos se encuentran dentro de alguno de los supuestos de suspensión o cancelación que establece Ley, fundando y motivando dicha solicitud

ARTÍCULO 18 -En el mes de agosto de cada a año, la Secretaría publicará en el *Diano Oficial* de la Federación, la relación de personas físicas o morales registradas en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas e informará, bimestralmente a las dependencias y entidades de las inscripciones, suspensiones y cancelaciones que se lleven a cabo con posterioridad a la publicación mencionada

ARTÍCULO 19.-Los contratistas que deseen participar en concursos de su especialidad y cuya solicitud de inscripción en el Padrón hubiere sido presentada dentro del plazo de veinte días que establece el artículo 22 de la Ley, podrán hacerlo, presentando ante la dependencia o entidad contratante

I. Declaración por escrito señalando que su registro se encuentra en trámite, la fecha presentación de la solicitud y la especialidad que manifestó, y

II Copia de la solicitud de inscripción, con sello o acuse de recibo de la Secretaría.

Para la firma del contrato el adjudicatario deberá cuando proceda, en términos de la Ley, tener vigente su registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas

ARTÍCULO 20 -Transcurrido el plazo que establece la Ley sin que la Secretaría haya resuelto sobre la solicitud de inscripción en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, el interesado podrá participar en concursos y contratar en su especialidad

Al efecto, el contratista interesado deberá presentar ante la dependencia o entidad contratante:

I Declaración por escrito señalando que se encuentra en el supuesto a que se refiere el artículo 22 de la Ley, indicando la especialidad que manifestó al solicitar su registro. De este escrito se le asignará copia a la Secretaría

II Copia del escrito a que se refiere la fracción anterior, con sello acuse de recibo de la Secretaría, y

III Copia de la solicitud de inscripción, con sello o acuse de recibo de la Secretaría

ARTÍCULO 21.- Los contratistas comunicarán por escrito a la Secretaría, las modificaciones relativas a su capacidad técnica y económica y a su especialidad, cuando a su juicio consideren que ello implica un cambio en la clasificación. La Secretaría resolverá lo conducente en un plazo que no excedera de veinte días hábiles contados a partir de la fecha en que se presente la comunicación.

ARTÍCULO 22.-En el procedimiento para negar la inscripción o para suspender o cancelar el registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, la Secretaría observará las siguientes reglas.

I. Se comunicarán por escrito al contratista los hechos que ameriten la negativa de inscripción, suspensión o cancelación del registro según, sea el caso, para que dentro del término que a tal efecto se le señale que no podrá ser menor de diez días hábiles, exponga lo que a su derecho convenga y aporte las pruebas que estime pertinentes.

II Transcurrido el término a que se refiere la fracción anterior, la Secretaría resolverá considerando los argumentos y pruebas que hubieren hecho valer, y

III La Secretaría fundará y motivará debidamente la resolución que proceda y la comunicará por escrito al afectado

Cuando desaparezcan las causas que originaron la negativa de inscripción, el interesado podrá iniciar nuevamente los trámites de solicitud de inscripción "

ARTÍCULO 23 - Las personas físicas o morales que participen en la contratación de obras públicas lo harán siempre y cuando posean plena capacidad para celebrar los contratos respectivos de conformidad con las disposiciones legales que regulan su objeto social o constitución, se encuentren inscritas en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas pudiendo en los casos del artículo 5o de este ordenamiento estar inscritos solamente en el de Proveedores del Gobierno Federal; hayan cubierto la cuota anual que al efecto establezca la Ley Federal de Derechos y satisfagan los demás requisitos que disponen la Ley y este Reglamento

En ningún caso podrán presentar propuesta ni celebrar contrato alguno de obra pública o de servicios relacionados con las mismas, por sí o por interpósita persona, quienes se encuentren en cualesquiera de los supuestos del artículo 37 de la Ley

CAPÍTULO IV

De la Contratación y Ejecución de las Obras

ARTÍCULO 24 - Para asegurar la seriedad de las proposiciones en los concursos que celebren las dependencias el proponente deberá entregar

I Cheque cruzado expedido por él mismo con cargo a cualquier institución de crédito o

II Fianza otorgada por institución de fianzas debidamente autorizada.

La garantía por la que el proponente opte será a favor de la Tesorería que le corresponda en los términos del artículo 35 de la Ley. La convocante conservará en custodia la garantía hasta la fecha en que se de a conocer el fallo, en que serán devueltas a los concursantes, excepto aquella que corresponda a quien se le haya adjudicado el contrato, la que se retendrá hasta el momento en que el contratista constituya la garantía de cumplimiento del contrato correspondiente.

El monto de la garantía será del cinco por ciento del importe de la proposición "

"ARTÍCULO 25 - Los contratistas garantizarán a las dependencias el o los importes que por concepto de anticipos les otorguen de conformidad con lo pactado en el contrato respectivo, y se ajustarán a lo siguiente

I. La garantía será por la totalidad del monto concedido y se constituirá mediante fianza otorgada por institución de fianzas debidamente autorizada a favor de la Tesorería que corresponda, conforme a lo dispuesto en el artículo 35 de la Ley, que será presentada previamente a la entrega del anticipo, dentro de los quince días hábiles, contados a partir de que el contratista reciba copia del contrato o del acta de fallo de adjudicación y para los ejercicios subsecuentes de la fecha de notificación señalada en la siguiente fracción,

II. Para el trámite de la garantía de la primera exhibición, la convocante proporcionará al contratista copia del contrato suscrito por éste o copia del acta de fallo de adjudicación, para los ejercicios subsecuentes, se notificará por escrito, el monto del anticipo concedido para la compra y producción de materiales, equipos de instalación permanente y demás insumos, conforme a la inversión autorizada, y

III La garantía subsistirá hasta la total amortización del anticipo correspondiente, en cuyo caso, la contratante, dando conocimiento a la Tesorería que le corresponda en los términos de Ley, lo notificará por escrito a la institución afianzadora para su cancelación "

"ARTÍCULO 26 - La garantía que se otorgue a la dependencia para el cumplimiento del contrato se ajustará a lo siguiente

I. Se constituirá fianza por el diez por ciento del importe de la obra contratada, mediante póliza de institución autorizada expedida a favor de la Tesorería que corresponda, conforme a lo previsto en el artículo 35 de la Ley; cuando ésta se realice en más de un ejercicio presupuestal, la fianza se substituirá por otra equivalente al diez por ciento del importe de los trabajos aun no ejecutados, incluyendo en dicho importe los montos relativos a los ajustes de costos y convenios, si los hubiere,

II La fianza deberá ser presentada dentro de los quince días hábiles siguientes, contados a partir de la fecha en que el contratista hubiere recibido copia del fallo de adjudicación o del contrato suscrito por éste; para ejercicios subsecuentes, el mismo plazo contara a partir de la fecha en que la inversión autorizada se notifique por escrito al contratista. Si transcurrido el plazo respectivo no se hubiera otorgado la fianza, la dependencia podrá determinar la rescisión administrativa del contrato,

III Para los efectos del artículo 48 de la Ley, el contratista garantizará los trabajos dentro de los quince días hábiles siguientes a la recepción formal de los mismos, substituyendo la fianza vigente por otra equivalente al diez por ciento del monto total ejercido para responder de los defectos que resulten de la realización de los mismos, de vicios ocultos o de cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido en su ejecución. La vigencia de esta garantía será de un año contado a partir de la fecha de terminación de los trabajos, la que se hará constar en el acta de recepción formal de los mismos, al término del cual, de no haber inconformidad de la dependencia, la institución afianzadora procederá a su cancelación automáticamente. En caso de presentarse vicios ocultos, la dependencia deberá comunicarlo de inmediato y por escrito a la contratista y a la afianzadora, y

IV Cuando las obras o los servicios relacionados con las mismas, en los términos previstos en el contrato relativo, consten de partes que puedan considerarse terminadas y cada una de ellas completa o utilizable a juicio de la dependencia y se haya pactado su recepción en el propio contrato, la fianza se sujetará en lo conducente, a lo dispuesto en la fracción anterior y deberá otorgarse para cada una de las partes de los trabajos recibidos."

"ARTÍCULO 27.- El otorgamiento de los anticipos se deberá pactar en los contratos de obra y en los de servicios relacionados con las mismas conforme a las siguientes bases

I Los importes de los anticipos concedidos, deberán ser puestos a disposición del contratista con antelación a la fecha que para inicio de los trabajos se señale en la convocatoria y en las bases de la licitación, misma que se estipulará en el contrato respectivo; el atraso en la entrega del anticipo, será motivo para diferir sin modificar, en igual plazo, el programa de ejecución pactado y formalizar mediante convenio la nueva fecha de iniciación de los trabajos. Cuando el contratista no entregue la garantía de los anticipos dentro del plazo señalado en la fracción I del artículo 25 de este Reglamento, no procederá el diferimiento y por lo tanto deberá iniciar la obra en la fecha establecida

Los contratistas, en su proposición, deberán considerar para el análisis de financiamiento de los trabajos, el importe de los anticipos;

II Para que el contratista realice en el sitio de los trabajos la construcción de sus oficinas, almacenes, bodegas e instalaciones y, en su caso, para los gastos de traslado de la maquinaria y equipo de construcción e inicie los trabajos la contratante deberá otorgar hasta un diez por ciento de la asignación presupuestal aprobada en el primer ejercicio para el contrato.

Cuando los trabajos se inicien en el último trimestre del primer ejercicio y el anticipo resulte insuficiente la dependencia o entidad podrá por única vez y bajo su responsabilidad complementar, en el segundo ejercicio los gastos para el inicio de los trabajos, hasta por el diez por ciento del importe de la asignación aprobado para dicho ejercicio, en este caso el concursante deberá anexar a su proposición el importe desglosado por los conceptos a que se refiere esta fracción;

III Para la compra y producción de materiales de construcción la adquisición de equipos que se instalen permanentemente y demás insumos se deberá otorgar además del anticipo para inicio de los trabajos hasta un veinte por ciento de la asignación aprobada al contrato en el ejercicio de que se trate; cuando las condiciones de la obra lo requieran, el porcentaje podrá ser mayor en cuyo caso será necesaria la autorización escrita del titular de la dependencia o entidad o de la persona en quien este haya delegado por escrito tal facultad

Los pagos podrán efectuarse en una o varias exhibiciones de acuerdo con lo pactado en el contrato,

IV En las convocatorias para la adjudicación de los contratos de obras públicas y en la invitación para presentar proposición para los servicios relacionados con las mismas se deberán indicar los porcentajes que se otorgarán por concepto de anticipos,

V No se otorgarán anticipos para el o los convenios que se celebren en los términos del artículo 41 de la Ley ni para los importes resultantes de los ajustes de costos del contrato o convenios que se generen durante el ejercicio presupuestal de que se trate,

VI La amortización deberá efectuarse proporcionalmente con cargo a cada una de las estimaciones por trabajos ejecutados que se formulen debiéndose liquidar el faltante por amortizar en la estimación final

El porcentaje inicial de amortización será el resultado de dividir la o las cantidades recibidas por concepto de anticipos entre el importe de la obra, para la amortización de exhibiciones subsecuentes, deberá adicionarse al porcentaje anterior el que resulte de dividir el monto de la o las cantidades recibidas entre el importe de la obra aún no ejecutada, en la fecha en que las mismas sean entregadas al contratista,

VII En el supuesto señalado en la fracción III y para los efectos de la aplicación del artículo 46 de la Ley, el importe del o los ajustes resultantes deberá afectarse en un porcentaje igual o al de los anticipos concedidos, y

VIII Para la amortización de los anticipos en los casos de rescisión de contrato, el saldo por amortizar se reintegrará a la dependencia o entidad en un plazo no mayor de quince días hábiles contados a partir de la fecha en que le sea comunicada la rescisión al contratista, para lo cual se le reconocerán los materiales que tenga en obra o en proceso de adquisición debidamente comprobado mediante la exhibición correspondiente, conforme a los datos básicos de precios del concurso, considerando los ajustes de costos autorizados a la fecha de rescisión, siempre y cuando sean de la calidad requerida, puedan utilizarse en la obra y el contratista se comprometa por escrito a entregarlos en el sitio de los trabajos

En los contratos respectivos se deberá pactar que en caso de que el contratista no reintegre el saldo por amortizar, deberá pagar gastos financieros conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación, en los casos de prórroga para el pago de crédito fiscal. Los gastos financieros se calcularán sobre el saldo no amortizado y se computarán por días calendario desde que se venció el plazo hasta la fecha en que se ponga la cantidad a disposición de la contratante

"ARTÍCULO 28 - Para los efectos de las fracciones III y VII del artículo 31 de la Ley, las dependencias y entidades exigirán exclusivamente a los interesados que cumplan con los requisitos siguientes

I. Capital contable mínimo requerido con base en los últimos estados financieros auditados o en su última declaración fiscal;

II Registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas que contenga la o las especialidades para ejecutar la obra específica de que se trate o cuando sea el caso, la documentación a que se refieren los artículos 19 y 20 de este ordenamiento. La exigencia de especialidades genéricas solo procederá para la realización de trabajos que requieran de la aplicación de todas las claves en ellas contenidas

III Testimonio del Acta Constitutiva y modificaciones en su cargo, según su naturaleza jurídica;

IV De acuerdo con las disposiciones legales aplicables, registro actualizado en la Cámara que le corresponda,

V Relación de los contratos de obras en vigor que tengan celebrados tanto con la Administración Públicas así como con los particulares, señalando el importe total contratado y el importe por ejercer desglosado por anualidades;

VI Capacidad técnica, y

VII Declaración escrita y bajo protesta de decir verdad de no encontrarse en los supuestos del artículo 37 de la Ley.

Tratándose de obras financiadas con créditos externos otorgados al Gobierno Federal o con su aval, las bases, lineamientos y requisitos para la inscripción serán establecidos en cada caso por la Secretaría, atendiendo a las condiciones, circunstancias, montos y complejidad de los trabajos.

Habiéndose satisfecho los requisitos señalados y según el caso pagado a la dependencia o entidad, el costo de la documentación e información necesaria para preparar su proposición, el interesado quedará inscrito y tendrá derecho a presentarla "

"**ARTÍCULO 29** - Para los efectos del tercer párrafo del artículo 57 de la Ley, los plazos para la inscripción, preparación de proposiciones y acto de apertura de ofertas, serán fijados por la convocante de acuerdo al monto, características, especialidad, condiciones y complejidad de los trabajos

Se deberá convocar por escrito a cuando menos tres personas y comprobar que éstas cuentan con la especialidad requerida para el concurso, de conformidad con el Padrón de Contratistas de Obras Públicas. Los interesados que acepten participar quedaran obligados a presentar propuesta, la cual deberá ser admitida por la convocante y deberán ser apercibidos de que el incumplimiento de esta obligación será motivo para que la dependencia o entidad solicite a la Secretaría la aplicación del artículo 24 de la Ley

Para llevar a cabo la adjudicación se deberá contar con un mínimo de tres propuestas, en caso de no contar con estas, se declarará desierto el concurso y se convocará nuevamente.

La adjudicación del contrato, invariablemente deberá ser a favor de la persona cuya proposición solvente resulte la económicamente más baja en los términos del artículo 34 del presente ordenamiento "

"**ARTÍCULO 30** - La información y documentación mínima que las dependencias y entidades proporcionaran a interesados para preparar su proposición será

I Origen de los fondos para realizar los trabajos y el importe estimado para el primer ejercicio, en caso de obras que rebasen un ejercicio presupuestal,

II. Porcentajes, forma y términos del o los anticipos que se concedan y tratándose de entidades, datos sobre la garantía de seriedad en la proposición;

III.- Lugar, fecha y hora para la visita al sitio de realización de los trabajos la que se deberá llevar a cabo dentro de un plazo no menor de tres días hábiles contados a partir de la fecha límite para la inscripción , ni menor de siete días hábiles anteriores a la fecha y hora del acto de apertura de proposiciones;

IV - Fecha de inicio de los trabajos y fecha estimada de terminación,

V - Proyectos arquitectónicos y de ingeniería que se requieran para preparar la proposición ; normas de calidad de los materiales y especificaciones de construcción aplicables; catálogos de conceptos, cantidades y unidades de trabajo, relación de conceptos de trabajo, de los cuales deberán presentar análisis y relación de los costos básicos de materiales, mano de obra y maquinaria de construcción que intervienen en los análisis anteriores;

VI - Relación de materiales y equipo de instalación permanente, que en su caso, proporcione la convocante, y

VII.- Modelo de contrato.

VIII - Los criterios detallados para la adjudicación que dispone la fracción VIII del artículo 31 de la Ley "

" **ARTICULO 31** - La proposición que el concursante deberá entregar en el acto de presentación y apertura, contendrá según las características de la obra

I Garantía de seriedad y carta de compromiso de la proposición;

II Manifestación escrita de conocer el sitio de los trabajos;

III Catalogo de concepto, unidades de medición, cantidades de trabajo precios unitarios propuestos e importes parciales y el total de la proposición,

IV Datos básicos de costos de materiales puestos en el sitio de los trabajos, de la mano de obra y del uso de la maquinaria de construcción;

V Análisis de precios unitarios de los conceptos solicitados, estructurados con costos directos, costos indirectos, costos de financiamiento de los trabajos y cargo por utilidad. El procedimiento de análisis de los precios unitarios, podrá ser por asignación de recursos calendarizados o por el rendimiento por hora o turno.

Los costos directos incluirán los cargos por concepto de materiales, mano de obra, herramientas, maquinaria y equipo de construcción

Los costos indirectos estarán representados como un porcentaje del costo directo, dichos costos se desglosarán en los correspondientes a la administración de oficinas centrales, de la obra y seguros y fianzas.

El costo de financiamiento de los trabajos, estará representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos; para la determinación de este costo deberán considerarse los gastos que realizará el contratista en la ejecución de los trabajos, los pagos por anticipos y estimaciones que recibirá y la tasa de interés que aplicará, debiendo adjuntarse el análisis correspondiente.

El cargo por utilidad, será fijado por el contratista mediante un porcentaje sobre la suma de los costos directos, indirectos y de financiamiento.

VI Programas de ejecución de los trabajos, utilización de la maquinaria y equipo de construcción, adquisición de materiales y equipos de instalación permanente, así como utilización del personal técnico, administrativo y de servicios encargado de la dirección, supervisión y administración de los trabajos, en la forma y términos solicitados, y

VII Relacion de maquinaria y equipo de construcción indicando si es de su propiedad, y su ubicación física.

VIII (Derogada)

IX (Derogada)

Tratándose de propuestas que presenten concursantes extranjeros, estos deberán acreditar que la integración de las mismas partió de iguales condiciones en cuanto a precio, costo, financiamiento, oportunidad y demás que resulten pertinentes, de las que hubieren servido a los nacionales para integrar las suyas

"ARTÍCULO 32 - La dependencia o entidad invitará al acto de apertura de proposiciones a la Cámara que corresponda y a las dependencias que conforme a sus atribuciones deban asistir, así como a otros servidores públicos o representantes del sector privado que considere conveniente, con una anticipación no menor de cinco días hábiles a la fecha del acto".

ARTÍCULO 33 - El acto de presentación y apertura de proposiciones será presidido por el servidor público que designe la convocante, quien será la única autoridad facultada para aceptar o desechar cualquier proposición de las que se hubieren presentado, en los términos de la Ley y este Reglamento, y se llevará a cabo en la forma siguiente.

I Se iniciara en la fecha, lugar y hora señalados. Los concursantes al ser nombrados entregarán su proposición y demás documentación requerida en sobre cerrado en forma inviolable;

II Se procederá a la apertura de los sobres y no se dará lectura a la postura económica de aquellas proposiciones que no contengan todos los documentos o hayan omitido algún requisito, las que serán desechadas.

III El servidor público que presida el acto leera en voz alta, cuando menos, el importe total de cada una de las proposiciones admitidas.

IV Los participantes en el acto Rubricaran todos los documentos de las proposiciones en que se consignen los precios y el importe total de los trabajos motivo del concurso;

V Se entregara a todos los concursantes un recibo por la garantía otorgada.

VI Se levantará el acta correspondiente en la que se hará constar las proposiciones recibidas, sus importes, así como las que hubieren sido rechazadas y las causas que motivaron el rechazo, el acta será firmada por todos los participantes y se entregará a cada uno copia de la misma. Se informará a los presentes la fecha, lugar y hora en que se dará a conocer el fallo, esta fecha deberá quedar comprendida dentro de un plazo que no excedera de veinte días hábiles contados a partir de la fecha de apertura de proposiciones. La omisión de firma por parte de los concursantes no invalidará el contenido y efectos del acta, y

VII Si no se recibe proposición alguna o todas las presentadas fueren desechadas se declarará desierto el concurso, situación que quedará asentada en el acta

"ARTÍCULO 34 - La dependencia o entidad convocante para determinar la solvencia de las proposiciones y efectuar el análisis comparativo y dictamen a que se refiere el artículo 36 de la Ley, deberá considerar

A - En los aspectos preparatorios para el análisis comparativo de las proposiciones

I. Constatar que las proposiciones recibidas en el acto de apertura, incluyan la información, documentos y requisitos solicitados en las bases de la licitación, la falta de alguno de ellos o que algún rubro en lo individual esté incompleto, será motivo para desechar la propuesta.

II Comprobar que el contratista cuente, en su registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, con la especialidad para la obra específica de que se trate; que esté al corriente en el pago de los derechos correspondientes y que cumpla con los demás aspectos de carácter legal que se hayan establecido en las bases de la licitación;

III Verificar, en el aspecto técnico, que el programa de ejecución sea factible de realizar con los recursos considerados por el contratista en el plazo solicitado y, que las características, especificaciones y calidad de los materiales que deban suministrar, considerados en el listado correspondiente, sean de las requeridas por la dependencia o entidad, y

IV Revisar, en el aspecto económico, que se hayan considerado para el análisis, cálculo e integración de los precios unitarios, los salarios y precios vigentes de los materiales y demás insumos en la zona o región de que se trate, que el cargo por maquinaria y equipo de construcción, se haya determinado con base en el precio y rendimiento de éstos considerados como nuevos y acorde con las condiciones de ejecución del concepto de trabajo correspondiente, que el monto del costo indirecto incluya los cargos por instalaciones, servicios, sueldos y prestaciones del personal técnico y administrativo y demás cargos de naturaleza análoga y, que en el costo por financiamiento se haya considerado la repercusión de los anticipos

Las proposiciones que satisfagan todos los aspectos señalados en las fracciones anteriores, se calificarán como solventes y, por tanto, sólo éstas serán consideradas para el análisis comparativo, debiéndose desechar las restantes

B - En los aspectos preparatorios para la emisión del fallo

I - Elaborar un dictamen, con base en el resultado del análisis comparativo, que servirá como fundamento para que el titular o el servidor público en quien haya delegado esta facultad, emita el fallo correspondiente, y

II, Señalar en el dictamen mencionado, los criterios utilizados para la evaluación de las proposiciones, los lugares correspondientes a los participantes cuyas propuestas sean solventes, indicando el monto de cada una de ellas y las proposiciones desechadas con las causas que originaron su exclusión

El contrato respectivo deberá asignarse a la persona que de entre los proponentes haya presentado la postura solvente mas baja En caso de que todas las proposiciones fueran desechadas, se declarará desierto el concurso " "

ARTÍCULO 35 - La dependencia o entidad dará a conocer el fallo del concurso de que se trate, en el lugar, fecha y hora señalados para tal efecto, declarando cuál concursante fue seleccionado para ejecutar los trabajos objeto del concurso y le adjudicará el contrato correspondiente; acto al que serán invitadas todas las personas que hayan participado en la presentación y apertura de proposiciones. Para constancia de fallo se levantará acta, la cual firmaran los asistentes, a quienes se les entregará copia de la misma, conteniendo además de la declaración anterior, los datos de identificación del concurso y de los trabajos objeto del mismo. lugar, fecha y hora en que se firmará el contrato respectivo en los términos de la Ley, y la fecha de iniciación de los trabajos La omisión de firma por parte de los concursantes no invalidará el contenido y efectos del acta

En el supuesto de que el postor a quien se haya adjudicado el contrato no se encuentre presente, se le notificará por escrito anexando copia del acta de fallo

" ARTÍCULO 36.- El concursante a quien se adjudique el contrato deberá entregar según el caso

I Los analisis de precios que complementen la totalidad de los conceptos del catálogo proporcionado, en un plazo no mayor de diez días hábiles contados a partir de la fecha del fallo, y

II El programa de ejecución de los trabajos, detallado por conceptos, consignando por periodos las cantidades por ejecutar e importes correspondientes; una vez considerado según el caso el programa de suministros que la dependencia o entidad haya entregado a la contratista referente a materiales, maquinaria, equipos, aparatos, instrumentos y accesorios de instalación permanente

Los programas anteriormente señalados deberán convenirse con la dependencia o entidad y se entregarán a la firma del contrato o dentro de los veinte días hábiles siguientes al de la fecha del fallo de adjudicación "

"ARTÍCULO 37 - Cuando por circunstancias imprevisibles la dependencia se encuentre imposibilitada para dictar el fallo en la fecha prevista en el acto de presentación de proposiciones, podrá diferir por una sola vez su celebración debiendo comunicar previamente por escrito a los interesados e invitados la nueva fecha que hubiere fijado La que en todo caso quedará comprendida dentro de los veinte días hábiles siguientes contados a partir de la fecha fijada en primer término "

ARTÍCULO 38.- Si la dependencia o entidad no firmare el contrato respectivo dentro de los veinte días hábiles siguiente al de la adjudicación, el contratista favorecido sin incurrir en responsabilidad podrá determinar no ejecutar la obra

En este supuesto, la dependencia o entidad deberá regresarle la garantía otorgada para el sostenimiento de su proposición, e indemnizarle de los gastos no recuperables en que hubiere incurrido el contratista para preparar y elaborar su propuesta

ARTÍCULO 39 - Cuando el contratista a quien se hubiere adjudicado el contrato no firmare éste o si habiéndolo firmado no constituye la garantía de cumplimiento en el plazo establecido, perderá en favor de la convocante la garantía de seriedad de su proposición

ARTÍCULO 40 - Sin perjuicio de las modalidades que se convengan en función de las particularidades de cada contrato, cuyos modelos dará a conocer la Secretaría, formará parte de las estipulaciones del propio contrato lo referente a

I. La autorización de la inversión para cubrir el compromiso derivado del contrato y la partida presupuestal que se afectará, así como la fecha de iniciación y terminación de los trabajos,

II. Porcentajes número y fechas de las exhibiciones y amortización de los anticipos para inicio de los trabajos y para compra o producción de los materiales,

III. Forma y términos de garantizar la correcta inversión de los anticipos, el cumplimiento del contrato y en su caso, convenios.

IV. Plazos, forma y lugar de pago de las estimaciones de trabajos ejecutados, así como de los ajustes de costos;

V. Montos de las penas convencionales que se aplicarán por día de atraso imputable al contratista en la entrega de partes o elementos estructurales o de instalaciones definidas e identificables de la obra para el uso de terceros o para iniciar los trabajos en que intervengan otros contratistas en la misma área de trabajo o por incumplimiento en la fecha pactada en el contrato para la terminación de la obra.

Los días de atraso se determinarán a partir de las fechas de terminación fijadas en el programa de ejecución a que se refiere el artículo 36 fracción II de este Reglamento con los ajustes acordados por las partes.

Las penas señaladas son independientes de las que se convengan para asegurar el interés general respecto de las obligaciones específicas de cada contrato y será sin perjuicio de la facultad que tienen las dependencias y entidades para exigir el cumplimiento del contrato o rescindirlo, y

VI. Procedimiento de ajuste de costos que deberá ser propuesto desde las bases del concurso por la dependencia o entidad, de entre alguno de los señalados en el artículo 50 de este Reglamento, el cual deberá permanecer vigente durante el ejercicio del contrato

ARTÍCULO 41 - En ningún caso los derechos y obligaciones derivados de los contratos para realización de las obras públicas, podrán ser cedidos en todo o en partes a otras personas físicas o morales distintas de aquella a la que se le hubiere adjudicado el contrato, con excepción de los derechos de cobro sobre las estimaciones por trabajos ejecutados que cuenten con la aprobación previa y por escrito de la contratante

Tampoco podrán ser objeto de subcontratación las obras, salvo en los supuestos y con arreglo a los requisitos previstos en el último párrafo del artículo 38 de la Ley.

ARTÍCULO 42 - Para los efectos del artículo 39 de la Ley, se entenderá por

I. Precio unitario, el importe de la remuneración o pago total que debe cubrirse al contratista por unidad de concepto de trabajo terminado, ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad, y

II. Precio alzado, el importe de la remuneración o pago total fijo que deba cubrirse al contratista por la obra totalmente terminada y ejecutada en el plazo establecido conforme al proyecto, especificaciones y normas de calidad requeridas y cuando sea el caso, probada y operando sus instalaciones

Los contratos que se celebren bajo esta modalidad, no serán susceptibles de modificarse en monto o plazo ni estarán sujetos a ajustes de costos "

ARTÍCULO 43 - La dependencia o entidad proveerá lo necesario para que se cubran al contratista

I. El o los anticipos dentro de un plazo no mayor de quince días hábiles contados a partir de la fecha en que hubiere entregado en forma satisfactoria la o las fianzas correspondientes

II. Las estimaciones por trabajos ejecutados dentro de un plazo no mayor de treinta días hábiles, contados a partir de la fecha en que se hubieren aceptado y firmado las estimaciones por las partes, fecha que se hará constar en la bitácora y en las propias estimaciones, y

III. El ajuste de costos que corresponda a los trabajos ejecutados conforme a las estimaciones correspondientes, dentro de un plazo no mayor de treinta días hábiles, contados a partir de que la dependencia o entidad emita el oficio de resolución que acuerde el aumento o reducción respectivo

Para efectos del pago oportuno las dependencias radicarán los documentos de Pago en la Tesorería de la Federación con siete días hábiles de antelación al vencimiento del plazo y con cuatro días hábiles respecto de las que se radiquen en lo foráneo

Los servidores públicos de las áreas técnicas y administrativas que prevean, autoricen o efectúen los pagos en las dependencias y entidades, serán responsables en su ámbito de competencia del estricto cumplimiento de este artículo y deberán establecer y observar los procedimientos, forma y términos previstos para los trámites correspondientes."

"ARTÍCULO 44.- En el caso de incumplimiento en los pagos de estimaciones y de ajustes de costos, la dependencia o entidad, a solicitud del contratista, deberá pagar gastos financieros conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de crédito fiscal. Los cargos financieros se calcularán sobre las cantidades no pagadas y se computarán por días calendario desde que se venció el plazo, hasta la fecha en que se pongan las cantidades a disposición del contratista.

Tratándose de pagos en exceso que haya recibido el contratista, éste deberá reintegrar las cantidades pagadas en exceso, más los intereses correspondientes, conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de crédito fiscal. Los cargos se calcularán sobre las cantidades pagadas en exceso en cada caso y se computarán por días calendario desde la fecha del pago hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición del organismo ejecutor. Lo previsto en este párrafo se deberá pactar en los contratos respectivos"

ARTÍCULO 45.- Las estimaciones se deberán formular con una periodicidad no mayor de un mes en la fecha de corte que fije la dependencia o entidad. Para tal efecto:

I. El contratista deberá entregar a la residencia de supervisión, la estimación acompañada de la documentación de soporte correspondiente dentro de los cuatro días hábiles siguientes a la fecha de corte, la residencia de supervisión dentro de los ocho días hábiles siguientes deberá revisar, y en su caso, autorizar la estimación;

II. En el supuesto de que surjan diferencias técnicas o numéricas, las partes tendrán dos días hábiles contados a partir del vencimiento del plazo señalado para la revisión, para conciliar dichas diferencias, y en su caso, autorizar la estimación correspondiente.

De no ser posible conciliar todas las diferencias, las pendientes deberán resolverse e incorporarse en la siguiente estimación

ARTÍCULO 46 - Las Dependencias y entidades establecerán anticipadamente a la iniciación de las obras, la residencia de supervisión, la que será responsable directa de la supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos

" ARTÍCULO 47 - La residencia de supervisión representará directamente a la dependencia o entidad ante el o los contratistas y terceros en asuntos relacionados con la ejecución de los trabajos o derivados de ellos, en el lugar donde se ejecutan las obras.

Para los efectos del párrafo anterior, la dependencia o entidad designará al residente de supervisión que tendrá a su cargo cuando menos

I. Llevar la bitácora de la o las obras,

II. Verificar que los trabajos se realicen conforme a lo pactado en los contratos correspondientes, o en el Acuerdo a que se refiere el artículo 51 de la Ley si como a las ordenes de la dependencia o entidad a través de la residencia de supervisión,

III. Revisar las estimaciones de trabajos ejecutados y conjuntamente con la superintendencia de construcción del contratista, aprobarlas y firmarlas para su trámite de pago,

IV. Mantener los planos debidamente actualizados,

V. Constatar la terminación de los trabajos, y

VI. Rendir informes periódicos y final del cumplimiento del contratista en los aspectos legales, técnicos, económicos, financieros y administrativos "

ARTÍCULO 48 - El contratista será el único responsable de la ejecución de los trabajos y deberá sujetarse a todos los reglamentos y ordenamientos de las autoridades competentes en materia de construcción, seguridad y uso de la vía pública, así como a las disposiciones establecidas al efecto por la dependencia o entidad contratante. Las responsabilidades y los daños y perjuicios que resultaren por su inobservancia, serán a cargo del contratista.

ARTÍCULO 49.- La dependencia o entidad, si esta última es de aquellas que se encuentren bajo el supuesto señalado en el penúltimo párrafo del artículo 47 de la Ley, dentro de los plazos establecidos en el mismo artículo, constatará la terminación de los trabajos realizados por contrato o por administración directa y deberá levantar acta de recepción en lo que conste este hecho, que contendrá como mínimo:

- I Nombre de los asistentes y el carácter con que intervengan en el acto;
- II Nombre del técnico responsable por parte de la dependencia o entidad y, en su caso, el del contratista;
- III. Breve descripción de las obras o servicios que se reciben,
- IV Fecha real de terminación de los trabajos,
- V. Relación de las estimaciones o de gastos aprobados, monto ejercido, créditos a favor o en contra y saldos, y
- VI En caso de trabajos por contratos, las garantías que continuarán vigentes y la fecha de su cancelación.

Con una anticipación no menor de diez días hábiles a la fecha en la que se levante el acta de recepción lo comunicaran a la Contraloría, a fin de que si lo estiman conveniente, nombren representantes que asistan al acto.

La recepción de las obras correspondientes a la dependencia o entidad contratante y se hará bajo su exclusiva responsabilidad.

En la fecha señalada, se levantará el acta con o sin la comparecencia de los representantes a que se refiere este artículo "

ARTÍCULO 50 - En el supuesto que establece el artículo 46 de la Ley, la revisión de los costos se hará según el caso, mediante cualesquiera de los siguientes procedimientos.

- I. Revisar cada uno de los precios de cada contrato para obtener el ajuste.
- II Revisar un grupo de precios, que multiplicado por sus correspondientes cantidades de trabajo por ejecutar, representen cuando menos el 80% del importe total faltante del contrato.

En los procedimientos anteriores, la revisión será promovida por la dependencia o entidad o a solicitud escrita del contratista, la que se deberá acompañar de la documentación comprobatoria necesaria dentro de un plazo que no exceda de veinte días hábiles siguientes a la fecha de publicación de los relativos de precios aplicables al ajuste de costos que solicite, la dependencia o entidad dentro de los veinte días hábiles siguientes, con base en la documentación aportada por el contratista, resolverá sobre la procedencia de la petición, y

- III En el caso de las obras en las que se tenga establecida la proporción en que intervienen los insumos en el total del costo directo de las obras, el ajuste respectivo podrá determinarse mediante la actualización de los costos de los insumos que intervienen en dichas proporciones, oyendo a la Cámara Nacional de la Industria que corresponda.

En este supuesto, las dependencias y entidades podrán optar por el procedimiento anterior cuando así convenga, para lo cual, deberán agrupar aquellas obras o contratos que por sus características contengan conceptos de trabajo similares y consecuentemente sea aplicable al procedimiento mencionado.

Los ajustes se determinarán para cada grupo de obras o contratos y se aplicarán exclusivamente para los que se hubieren determinado, y no se requerirá que el contratista presente la documentación justificatoria.

ARTÍCULO 51 - La aplicación de los procedimientos a que se refiere el artículo anterior, deberá pactarse en el contrato correspondiente y se sujetará a lo siguiente:

I los ajustes se calcularán a partir de la fecha en que se haya producido el incremento o decremento en el costo de los insumos, respecto de la obra faltante de ejecutar conforme al programa de ejecución pactado en el contrato o en caso de existir atraso no imputable al contratista, con respecto al programa que se hubiese convenido.

Cuando el atraso sea por causa imputable al contratista, procederá el ajuste de costos exclusivamente para la obra pendiente de ejecutar conforme al programa que se encuentre en vigor.

II Los incrementos o decrementos de los costos de los insumos, serán calculados con base en los relativos o índices que determine la Secretaría.

Cuando los relativos que requiera el contratista o la contratante no se encuentren dentro de los publicados por la Secretaría, las dependencias y entidades procederán a calcularlos conforme a los precios que investiguen, utilizando los lineamientos y metodología que expida la Secretaría;

III Los precios originales del contrato permanecerán fijos hasta la terminación de los trabajos contratados. El ajuste se aplicará a los costos directos, conservando constantes los porcentajes de indirectos y utilidad originales durante el ejercicio del contrato, el costo por financiamiento estará sujeto a las variaciones de la tasa de interés propuesta a que se refiere la Fracción V del artículo 31 de este Reglamento;

IV La formalización del ajuste de costos deberá efectuarse mediante el oficio de resolución que acuerde el aumento o reducción correspondiente, en consecuencia no se requiere de convenio alguno, y

V. Los demás lineamientos que para tal efecto emita la Secretaría.

"ARTÍCULO 52.- Para los efectos de los artículos 42 y 43 de la Ley, las dependencias y entidades podrán suspender o rescindir los contratos de obras o de servicios ajustándose a lo siguiente:

I Cuando se determine la suspensión de la obra o rescisión del contrato, por causa no imputable al contratista, la dependencia o entidad pagará, a solicitud del contratista los trabajos ejecutados, así como los gastos no recuperables. El contratista dentro de los veinte días hábiles siguientes contados a partir de la fecha de la notificación escrita de la contratante sobre la suspensión o rescisión deberá presentar estudio que justifique su solicitud, dentro de igual plazo la dependencia o entidad deberá resolver sobre la procedencia de la petición para lo cual se deberá celebrar convenio entre las partes, y

II En caso de rescisión del contrato por causa imputables al contratista la dependencia o entidad procederá a hacer efectivas las garantías y se abstendrá de cubrir los importes resultantes de trabajo ejecutados aun no liquidados hasta que se otorgue el finiquito correspondiente, lo que deberá efectuarse dentro de los treinta días hábiles siguientes a la fecha de notificación de la rescisión. En dicho finiquito deberá preverse el sobrecosto de los trabajos aun no ejecutados o como lo relativo a la recuperación de los materiales y equipos que en su caso le hayan sido entregados

Lo anterior es sin perjuicio de las responsabilidades que pudieran existir

La dependencia o entidad procederá a la rescisión del contrato cuando el contratista no inicie los trabajos en la fecha pactada suspenda injustificadamente los trabajos o incumpla con el programa de ejecución por falta de materiales trabajadores o equipo de construcción y no repare o reponga alguna parte de la obra rechazada que no cumpla con las especificaciones de construcción o normas de calidad, así como cualquier otra causa que implique contravención a los términos del contrato

No implicará retraso en el programa de ejecución de la obra y por tanto no se considerará como incumplimiento del contrato y causa de su rescisión cuando el atraso tenga lugar por la falta de pago de estimaciones y del ajuste de costos dentro de los plazos establecidos en el artículo 43 de este Reglamento de información referente a planos especificaciones o normas de calidad de entrega física de las áreas de trabajo y de entrega oportuna de materiales y equipos que deba suministrar al contratante, así como cuando la dependencia o entidad hubiere ordenado por escrito la suspensión de los trabajos

Las propias dependencias y las entidades cuyos presupuestos se encuentren incluidos en el Presupuesto de Egresos de la Federación o del Departamento del Distrito Federal o reciban transferencias con cargo a dichos presupuestos darán cuenta a la Secretaría y a la Contraloría dentro de los diez días hábiles siguientes a la suspensión o rescisión sobre las causas que la motivaron

En los contratos se deberá estipular que las partes convienen que cuando la dependencia o entidad determine justificadamente la rescisión administrativa del contrato la decisión correspondiente se comunicará por escrito al contratista exponiendo las razones que al efecto se tuvieren para que este dentro del término de veinte días hábiles contados a partir de la fecha en que reciba la notificación de rescisión, manifieste lo que a su derecho convenga en cuyo caso la dependencia o entidad resolverá lo procedente dentro del plazo de veinte días hábiles siguientes a la fecha en que hubiere recibido el escrito de contestación del contratista.

Lo previsto en este artículo es sin perjuicio de que los contratistas se inconformen por escrito ante la autoridad correspondiente dentro de los diez días hábiles siguientes al del acto motivo de dicha inconformidad para lo cual deberán acompañar a su inconformidad las pruebas documentales necesarias "

"ARTÍCULO 53 - En todos los casos de rescisión de contrato o de suspensión definitiva de los trabajos que se efectúen por administración directa la dependencia o entidad deberá levantar acta circunstanciada donde se haga constar el estado que éstos guardan, en dicha acta se asentaran las causas que motivaron la rescisión o suspensión definitiva. En caso de suspensiones temporales no se requerirá levantar acta circunstanciada

Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se imposibilite la continuación de los trabajos, el contratista podrá suspender la obra. En este supuesto si opta por rescindir el contrato lo solicitará a la dependencia o entidad la cual decidirá dentro de los veinte días

hábilles siguientes al de la solicitud; en caso de negativa será necesario que el contratista obtenga de la autoridad judicial la declaratoria correspondiente".

"**ARTÍCULO 54** - Las dependencias y entidades, por sí o a petición de la Secretaría o de la Contraloría podrán suspender las obras contratadas o que se realicen por administración directa o rescindir los contratos cuando no se hayan atendido las observaciones que estas dependencias hubieren formulado con motivo del incumplimiento de las disposiciones de la Ley y demás aplicables."

CAPÍTULO V

De las Obras por Administración Directa

"**ARTÍCULO 55** - Las dependencias y entidades podrán realizar obras por administración directa siempre que posean la capacidad técnica y los elementos necesarios para tal efecto, consistentes en maquinaria y equipo de construcción, personal técnico, trabajadores y materiales que se requieran para el desarrollo de los trabajos respectivos y podrán según el caso.

I. Utilizar la mano de obra local complementaria que se requiera lo que invariablemente deberá llevarse a cabo por obra determinada,

II Alquilar el equipo y maquinaria de construcción complementario,

III Utilizar los materiales de la región;

IV Contratar instalados, montados, colocados o aplicados los equipos, instrumentos, elementos prefabricados terminados y materiales que se requieran; y

V Utilizar los servicios de fletes y acarreos complementarios que se requieran.

En la ejecución de las obras por administración directa bajo ninguna circunstancia podrán participar terceros como contratistas sean cuales fueren las condiciones particulares naturaleza jurídica o modalidades que éstos adopten incluidos los sindicatos, asociaciones y sociedades civiles y demás organizaciones o instituciones similares; exceptuándose lo señalado en la fracción IV que antecede

El acuerdo para la ejecución de las obras por administración directa deberá contener como mínimo la mención de los datos relativos a la autorización de la inversión respectiva, el importe total de la obra y monto a disponer para el ejercicio correspondiente, la descripción general de la obra y las fechas de iniciación y terminación de los trabajos "

"**ARTÍCULO 56** - Los programas de ejecución de utilización de recursos humanos y de utilización de maquinaria y equipo de construcción de cada una de las obras que se realicen por administración directa deberán elaborarse conforme a lo siguiente.

I El programa de ejecución se desagregará en etapas conceptos y actividades señalando fechas de iniciación y terminación de cada una de ellas, las cantidades de obra que se ejecutarán mensualmente así como sus importes correspondientes y el importe total de la producción mensual.

II El programa de utilización de recursos humanos deberá consignar la especialidad, categoría, número requerido y percepciones totales por día semana o mes. El programa incluirá al personal técnico, administrativo y obrero encargado directamente de la ejecución de los trabajos; y

III El programa de utilización de la maquinaria y equipo de construcción deberá consignar las características del equipo, capacidad número de unidades y total de horas efectivas de utilización calendarizadas por semana o mes. La residencia de supervisión a que se refiere el artículo 47 de este Reglamento será responsable directamente de la ejecución, supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos y tendrá las mismas obligaciones a que se refiere el artículo mencionado.

Los órganos de control interno de las dependencias y entidades verificarán que se dé estricto cumplimiento a la realización de las acciones señaladas para las obras por administración directa "

"**ARTÍCULO 57** - El presupuesto de cada una de las obras que se realice por administración directa, será el que resulte de aplicar a las cantidades de trabajo del catálogo de conceptos, los costos unitarios analizados y calculados con base en las especificaciones de ejecución, normas de calidad de los materiales y procedimientos de construcción previstos. Dicho presupuesto se integrará además con los siguientes importes.

I De los equipos, mecanismos y accesorios de instalación permanente, los cuales incluirán los fletes, maniobras, almacenaje y todos aquellos cargos que se requieran para transportarlos al sitio de los trabajos,

II De las instalaciones de construcción necesarias para la ejecución de los trabajos y en su caso, de su desmantelamiento, así como los fletes y acarrees de la maquinaria y equipo de construcción y los seguros correspondientes;

III De las construcciones e instalaciones provisionales destinadas a servicios administrativos, médicos, recreativos, sanitarios y de capacitación, campamento y comedores que se construyan en el sitio de la obra, así como del mobiliario y equipo necesario para éstas;

IV De los sueldos, salarios, viáticos o cualquier otra remuneración que reciba el personal técnico, administrativo y de servicios encargados directamente en la ejecución de los trabajos, de conformidad con el programa de utilización de recursos humanos, y

V De los equipos de transporte aéreo, marítimo o terrestre, con sus respectivos cargos por combustibles y lubricantes así como de los materiales de consumo en oficinas, calendarizados por mes.

En el presupuesto a que se refiere este artículo no podrán incluirse cargos por imprevistos, erogaciones adicionales o de índole similar

Se entenderá por costo unitario, el correspondiente a la suma de cargos por concepto de materiales, mano de obra y utilización de maquinaria y equipo de construcción, sea propio o rentado."

CAPÍTULO VI

De los Servicios Relacionados con la Obra Pública

"**ARTÍCULO 58.**- Los contratos de servicios relacionados con la obra pública a que se refiere el artículo 26 de la Ley, sólo se podrán celebrar cuando en las unidades responsables no se disponga cuantitativa o cualitativamente de los elementos instalaciones y personal para llevarlos a cabo

Se consideran servicios relacionados con la obra pública todo el trabajo que tenga por objeto concebir, diseñar, proyectar y calcular los elementos que integran un proyecto de obra pública, así como los relativos a las investigaciones, asesorías y consultorías especializadas, la supervisión de la ejecución de las obras y de los estudios que tengan por objeto rehabilitar, corregir o incrementar la eficiencia de las instalaciones

Quedan comprendidos como servicios relacionados con las obras públicas

I La planeación, anteproyecto y diseño de ingeniería civil, industrial y electromecánica;

II La planeación, anteproyecto y diseños arquitectónicos y artísticos,

III Los estudios técnicos de agrología y desarrollo pecuario, hidrología, mecánica de suelos, topografía, geología, geotecnia, geofísica, geotermia, oceanografía, meteorología, aerofotogrametría, ambientales, ecológicos y de ingeniería de tránsito,

IV Los estudios económicos y de planeación de preinversión, factibilidad técnico-económica, evaluación, adaptación, tenencia de la tierra, financieros, de desarrollo y restitución de la eficiencia de las instalaciones,

V. Los trabajos de coordinación, supervisión y control de obra e instalaciones, laboratorio de análisis y control de calidad, laboratorio de mecánica de suelos y de resistencia de materiales y radiografías industriales, preparación de especificaciones de construcción, presupuesto base o la elaboración de cualquier otro documento para la licitación de la adjudicación del contrato de obra correspondiente,

VI Los trabajos de organización informática y sistemas,

VII Los dictámenes, peritajes y avalúos, y

VIII. Todos aquéllos de naturaleza análoga

Los contratistas que hayan realizado, o vayan a realizar por sí o a través de empresas que forman parte del mismo grupo los servicios señalados en la fracción V de este artículo, no podrán participar en el concurso correspondiente. Esta disposición deberá establecerse en la convocatoria o en la invitación que se extienda a las personas seleccionadas y se pactará en el contrato respectivo

Igual restricción es aplicable para los contratistas que presten servicios de los señalados en la fracción VII de este artículo, en los casos en que se requiera dirimir diferencias entre el contratista y la contratante.

Esta restricción no será aplicable cuando la licitación comprenda la ejecución de la obra incluido el proyecto

"ARTÍCULO 59 - Los contratos de servicios relacionados con la obra pública, además de las estipulaciones que se mencionan en el artículo 40 de este Reglamento, deberán incluir como anexos integrantes del contrato, según la complejidad y características, lo siguiente

I Los términos de referencia que deberán precisar entre otros, el objetivo del servicio, descripción y alcance, las especificaciones generales y particulares así como los servicios y suministros proporcionados por la contratante producto esperado, forma de presentación y los servicios y suministros proporcionados por el contratista,

II Programa de ejecución de los trabajos desagregados en fases o etapas conceptos y actividades, señalando fechas de iniciación y terminación, así como las interrupciones programadas cuando sea el caso,

III. Programa de utilización de recursos humanos indispensables para el desarrollo del servicio anotando especialidad, categoría y número requerido, así como las horas-hombre necesarias para su realización por semana o mes y los totales y sus respectivos importes,

IV Programa de utilización del equipo científico y en general del requerido para la ejecución del servicio, anotando características, número de unidades y total de horas efectivas de utilización calendarizadas por semana o mes,

V Presupuesto del servicio desagregado en conceptos de trabajo, unidades de medición y forma de pago, precios unitarios, importes parciales y total de la proposición y

VI. La metodología que se aplicará y las fuentes de información a que recurrirán para determinar los índices o relativos que servirán de base para la revisión de los costos de los trabajos aún no ejecutados a que se refiere el artículo 46 de la Ley

Las dependencias y entidades cuando adjudiquen directamente un contrato de servicios relacionados con la obra pública, deberán elaborar un dictamen en el que manifiesten las causas que motivaron la adjudicación a favor del seleccionado "

TRANSITORIOS

PRIMERO - El presente Decreto entrará en vigor a partir del día siguiente de su publicación en el *Diario Oficial* de la Federación, salvo lo dispuesto en el Artículo Cuarto Transitorio.

SEGUNDO.- Se abroga el Reglamento de la Ley de Obras Públicas de fecha 3 de septiembre de 1981, publicado en el *Diario Oficial* de la Federación del día 11 del mismo mes y año, y se derogan todas las disposiciones que se opongan al presente ordenamiento

TERCERO - En tanto se expidan las demás disposiciones administrativas que para la aplicación de la Ley y de este Reglamento deberán observarse en la contratación y ejecución de las obras, se continuaran aplicando las normas administrativas expedidas con anterioridad en todo en lo que no se opongan al presente Reglamento

CUARTO.- Las disposiciones de los artículos 43, 44 y 45 del presente Reglamento entrarán en vigor noventa días calendario posteriores contados a partir de la fecha de su publicación en el *Diario Oficial* de la Federación, y sólo serán aplicables a los contratos que se celebren a partir de la misma fecha de la publicación

Dado en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los doce días del mes de febrero de mil novecientos ochenta y cinco - El Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, Miguel de la Madrid H - Rúbrica - El Secretario de Hacienda y Crédito Público, Jesús Silva Herzog - Rúbrica - El Secretario de Programación y Presupuesto, Carlos Salinas de G - Rúbrica - El Secretario de la Contraloría General de la Federación, Francisco J Rojas Gutierrez - Rúbrica - El Secretario de Energía, Minas e Industria Paraestatal, Francisco Labastida Ochoa.- Rúbrica - El Secretario de Comercio y Fomento Industrial Héctor Hernández Cervantes - Rúbrica - El Secretario de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Eduardo Pesqueira Olea - Rúbrica - El Secretario de Comunicaciones y Transportes, Daniel Díaz Díaz - Rúbrica - El Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, Marcelo Javelly Girard - Rúbrica - El Jefe del Departamento del Distrito Federal, Ramon Aguirre Velazquez - Rúbrica

Se abroga el Acuerdo que establece las normas que deberán observarse en la ejecución de obras públicas publicado en el *Diario Oficial* de la Federación el 30 de enero de 1984, se abrogan las "Bases y normas generales para la contratación y ejecución de obras públicas, aplicables a todos los proyectos y obras que realicen las dependencias a que se refiere la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas", se deroga la sección 3 7 denominada "De los trabajos menores de conservación y mantenimiento" de las "Reglas generales para la contratación y ejecución de las obras públicas y de servicios relacionados con las mismas", publicadas en el *Diario Oficial* de la Federación de fechas 26 de enero de 1970 y 10 de junio de 1982, respectivamente.

**LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDADES
DE LOS SERVIDORES PÚBLICOS**

TÍTULO I

CAPÍTULO ÚNICO

DISPOSICIONES GENERALES

ARTÍCULO 1º - Esta ley tiene por objeto reglamentar el Título Cuarto Constitucional en materia de:

- I. Los sujetos de responsabilidad en el servicio público;
- II. Las obligaciones en el servicio público,
- III. Las responsabilidades y sanciones administrativas en el servicio público, así como las que se deban resolver mediante juicio político,
- IV. Las autoridades competentes y los procedimientos para aplicar dichas sanciones;
- V. Las autoridades competentes y los procedimientos para declarar la procedencia del procesamiento penal de los servidores públicos que gozan de fuero y,
- VI. El registro patrimonial de los servidores públicos,

ARTÍCULO 2º.- Son sujetos de esta Ley, los servidores públicos mencionados en el párrafo primero y tercero del artículo 108 Constitucional y todas aquellas personas que manejen o apliquen recursos económicos federales.

ARTÍCULO 3º - Las autoridades competentes para aplicar la presente Ley serán.

- I.- Las Cámaras de Senadores y Diputados al Congreso de la Unión,
- I Bis - La Asamblea de Representantes del Distrito Federal,
- II - La Secretaría de la Contraloría General de la Federación,
- III - Las dependencias del Ejecutivo Federal,
- IV - El Departamento del Distrito Federal,
- V - La Suprema Corte de Justicia de la Nación,
- VI - El Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal,
- VII - El Tribunal Fiscal de la Federación,
- VIII - Los Tribunales de Trabajo, en los términos de la legislación respectiva;
- IX - Los demás órganos jurisdiccionales que determinen las leyes

ARTÍCULO 4º - Cuando los actos u omisiones materia de las acusaciones queden comprendidos en más de uno de los casos sujetos a sanción y previstos en el artículo 109 Constitucional, los procedimientos respectivos se desarrollarán en forma autónoma e independiente según su naturaleza y por la vía procesal que corresponda, debiendo las autoridades a que alude el artículo anterior turnar las denuncias a quien deba conocer de ellas. No podrán imponerse dos veces por una sola conducta, sanciones de la misma naturaleza

TÍTULO II

**PROCEDIMIENTOS ANTE EL CONGRESO DE LA UNIÓN EN
MATERIA DE JUICIO POLÍTICO Y DECLARACIÓN DE PROCEDENCIA**

CAPÍTULO I

SUJETOS, CAUSAS DE JUICIO POLÍTICO Y SANCIONES

ARTÍCULO 5º - En los términos del primer párrafo del artículo 110 de la Constitución General de la República, son sujetos de juicio político los servidores públicos que en él se mencionan. Los gobernadores de los Estados, los Diputados a las Legislaturas Locales y los Magistrados de los Tribunales Superiores de Justicia Locales podrán ser sujetos de juicio político por violaciones graves a la Constitución General de la República, a las Leyes Federales que de ella emanen, así como por el manejo indebido de fondos y recursos federales

ARTÍCULO 6º - Es procedente el juicio político cuando los actos u omisiones de los servidores públicos a que se refiere el artículo anterior, redunden en perjuicio de los intereses públicos fundamentales y de su buen despacho.

ARTÍCULO 7º - Redundan en perjuicio de los intereses públicos fundamentales y de su buen despacho;

- I - El ataque a las instituciones democráticas,
- II - El ataque a la forma de gobierno republicano, representativo, federal,
- III - Las violaciones graves y sistemáticas a las garantías individuales o sociales,
- IV - El ataque a la libertad de sufragio;
- V - La usurpación de atribuciones,
- VI - Cualquier infracción a la Constitución o a las leyes federales cuando cause perjuicios graves a la Federación, a uno o varios Estados de la misma o de la sociedad, o motive algún trastorno en el funcionamiento normal de las instituciones,
- VII - Las omisiones de carácter grave, en los términos de la fracción anterior; y
- VIII - Las violaciones sistemáticas o graves a los planes, programas y presupuestos de la Administración Pública Federal o del Distrito Federal y a las leyes que determinan el manejo de los recursos económicos federales y del Distrito Federal.

No podrá darse el juicio político por la mera expresión de ideas.

El Congreso de la Unión valorará la existencia y gravedad de los actos u omisiones a que se refiere este artículo. Cuando aquellos tengan carácter delictivo se formulará la declaración de procedencia a la que alude la presente ley y se estará a lo dispuesto por la legislación penal.

ARTÍCULO 8º - Si la resolución que se dicte en el juicio político es condenatoria, se sancionará al servidor público con destitución

Podrá también imponerse inhabilitación para el ejercicio de empleos, cargos o comisiones en el servicio público desde un año hasta veinte años

CAPÍTULO II

PROCEDIMIENTO EN EL JUICIO POLÍTICO.

ARTÍCULO 9º - Cualquier ciudadano, bajo su más estricta responsabilidad podrá formular por escrito, denuncia contra un servidor público ante la Cámara de Diputados por las conductas a las que se refiere el artículo 7º., de esta propia Ley y por las conductas que determina el párrafo segundo del artículo 5º de esta misma Ley, por lo que toca a los Gobernadores de los Estados, Diputados a las Legislaturas Locales y Magistrados de los Tribunales de Justicia Locales.

La denuncia deberá estar apoyada en pruebas documentales o elementos probatorios suficientes para establecer la existencia de la infracción y estar en condiciones de presumir la responsabilidad del denunciado. En caso de que el denunciante no pudiera aportar dichas pruebas por encontrarse éstas en posesión de una autoridad, la Subcomisión de Examen Previo, ante el señalamiento del denunciante, podrá solicitarlas para los efectos conducentes

Las denuncias anónimas no producirán ningún efecto

El juicio político sólo podrá iniciarse durante el tiempo en que el servidor público desempeñe su empleo, cargo o comisión, y dentro de un año después de la conclusión de sus funciones

Las sanciones respectivas se aplicarán en un plazo no mayor de un año, a partir de iniciado el procedimiento

ARTÍCULO 10 - Corresponde a la Cámara de Diputados sustanciar el procedimiento relativo al juicio político, actuando como órgano instructor y de acusación, y a la Cámara de Senadores fungir como Jurado de Sentencia

La Cámara de Diputados sustanciará el procedimiento de juicio político por conducto de las Comisiones Unidas de Gobernación y Puntos Constitucionales y de Justicia, quienes al momento de su instalación designarán a cinco miembros de cada una de ellas para que en unión de sus Presidentes y un Secretario por cada Comisión, integren la Subcomisión de Examen Previo de denuncias de juicios políticos que tendrá competencia exclusiva para los propósitos contenidos en el Capítulo II de esta Ley

ARTÍCULO 11 - Al proponer la Gran Comisión de cada una de las Cámaras del Congreso de la Unión, la constitución de Comisiones para el despacho de los asuntos, propondrá la integración de una Comisión para sustanciar los procedimientos consignados en la presente Ley y en los términos de la Ley Orgánica del Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos

Aprobada la propuesta a que hace referencia el párrafo anterior, por cada Cámara se designarán de cada una de las Comisiones, cuatro integrantes para que formen la Sección instructora en la Cámara de Diputados y la de Enjuiciamiento en la de Senadores

Las vacantes que ocurran en la Sección correspondiente de cada Cámara, serán cubiertas por designación que haga la Gran Comisión, de entre los miembros de las Comisiones respectivas

ARTÍCULO 12 - La determinación del juicio político se sujetará al siguiente procedimiento:

a) El escrito de denuncia se deberá presentar ante la Oficialía Mayor de la Cámara de Diputados y ratificarse ante ella dentro de los tres días naturales siguientes a su presentación.

b) Una vez ratificado el escrito, la Oficialía Mayor de la Cámara de Diputados lo turnará a la Subcomisión de Examen Previo de las Comisiones Unidas de Gobernación y Puntos Constitucionales y de Justicia, para la tramitación correspondiente. La Oficialía Mayor deberá dar cuenta de dicho turno a cada una de las coordinaciones de los grupos partidistas representados en la Cámara de Diputados

c) La Subcomisión de Examen Previo procederá, en un plazo no mayor a treinta días hábiles, a determinar si el denunciado se encuentra entre los servidores públicos a que se refiere el artículo 2o. de esta Ley, así como si la denuncia contiene elementos de prueba que justifiquen que la conducta atribuida corresponde a las enumeradas en el artículo 7o de la propia Ley, y si los propios elementos de prueba permiten presumir la existencia de la infracción y la probable responsabilidad del denunciado y por tanto, amerita la incoación del procedimiento. En caso contrario la Subcomisión desechará de plano la denuncia presentada

En caso de la presentación de pruebas supervenientes, la Subcomisión de Examen Previo podrá volver a analizar la denuncia que ya hubiese desechado por insuficiencia de pruebas;

d) La resolución que dicte la Subcomisión de Examen Previo, desechando una denuncia, podrá revisarse por el pleno de las Comisiones Unidas a petición de cualquiera de los Presidentes de las Comisiones o a solicitud, de cuando menos, el diez por ciento de los diputados integrantes de ambas Comisiones, y

e) La resolución que dicte la Subcomisión de Examen Previo declarando procedente la denuncia, será remitida al pleno de las Comisiones Unidas de Gobernación y Puntos Constitucionales y de Justicia para efecto de formular la resolución correspondiente y ordenar se turne a la Sección Instructora de la Cámara.

ARTÍCULO 13 - La Sección Instructora practicará todas las diligencias necesarias para la comprobación de la conducta o hecho materia de aquella; estableciendo las características y circunstancias del caso y precisando la intervención que haya tenido el servidor público denunciado

Dentro de los tres días naturales siguientes a la ratificación de la denuncia, la Sección informará al denunciado sobre la materia de la denuncia haciéndole saber su garantía de defensa y que deberá a su elección, comparecer o informar por escrito, dentro de los siete días naturales siguientes a la notificación

ARTÍCULO 14 - La Sección Instructora abrirá un periodo de prueba de 30 días naturales dentro del cual recibirá las pruebas, que ofrezcan el denunciante y el servidor público, así como las que la propia Sección estime necesarias

Si al concluir el plazo señalado no hubiese sido posible recibir las pruebas ofrecidas oportunamente, o es preciso allegarse otras, la Sección Instructora podrá ampliarlo en la medida que resulte estrictamente necesaria

En todo caso, la Sección Instructora calificará la pertinencia de las pruebas, desechándose las que a su juicio sean improcedentes.

ARTÍCULO 15 - Terminada la instrucción del procedimiento, se pondrá el expediente a la vista del denunciante, por un plazo de tres días naturales, y por otros tantos a la del servidor público y sus defensores, fin de que tomen los datos que requieran para formular alegatos, que deberán presentar por escrito dentro de los seis días naturales siguientes a la conclusión del segundo plazo mencionado

ARTÍCULO 16 - Transcurrido el plazo para la presentación de alegatos, se hayan o no entregado éstos, la Sección Instructora formulará sus conclusiones en vista de las constancias del procedimiento. Para este efecto analizará clara y metódicamente la conducta o los hechos imputados y hará las consideraciones jurídicas que procedan para justificar, en su caso, la conclusión o la continuación del procedimiento

ARTÍCULO 17 - Si de las constancias del procedimiento se desprende la inocencia del encausado, las conclusiones de la Sección Instructora terminarán proponiendo que se declare que no ha lugar a proceder en su contra por la conducta o el hecho materia de denuncia, que dio origen al procedimiento

Si de las constancias se desprende la responsabilidad del servidor público, las conclusiones terminarán proponiendo la aprobación de lo siguiente

I - Que esta legalmente comprobada la conducta o el hecho materia de la denuncia;

II - Que se encuentra acreditada la responsabilidad del encausado;

III - La sanción que deba imponerse de acuerdo con el artículo 8o de esta Ley, y

IV - Que en caso de ser aprobadas las conclusiones, se envíe la declaración correspondiente a la Cámara de Senadores, en concepto de acusación, para efectos legales respectivos

De igual manera deberán asentarse en las conclusiones las circunstancias que hubieren concurrido en los hechos

ARTÍCULO 18 - Una vez emitidas las conclusiones a que se refieren los artículos precedentes, la sección instructora las entregará a los secretarios de la Cámara de Diputados para que den cuenta al Presidente de la misma, quien anunciará que dicha Cámara debe reunirse y resolver sobre la imputación, dentro de los tres días naturales siguientes, lo que harán saber los secretarios al denunciante y al servidor público denunciado, para que aquél se presente por sí y éste lo haga personalmente, asistido de su defensor, a fin de que aleguen lo que convenga a sus derechos.

ARTÍCULO 19 - La Sección Instructora deberá practicar todas las diligencias y formular sus conclusiones hasta entregarlas a los secretarios de la Cámara, conforme a los artículos anteriores, dentro del plazo de sesenta días naturales, contado desde el día siguiente a la fecha en que se le haya turnado la denuncia, a no ser que por causa razonable y fundada se encuentre impedida para hacerlo. En este caso podrá solicitar de la Cámara que se amplíe el plazo por el tiempo indispensable para perfeccionar la instrucción. El nuevo plazo que se conceda no excederá de quince días.

Los plazos a que se refiere este artículo se entienden comprendidos dentro del período ordinario de sesiones de la Cámara o bien dentro del siguiente ordinario o extraordinario que se convoque.

ARTÍCULO 20 - El día señalado, conforme al Artículo 18, la Cámara de Diputados se erigirá en órgano de acusación, previa declaración de su Presidente. En seguida la Secretaría dará lectura a las constancias procedimentales o a una síntesis que contenga los puntos sustanciales de éstas, así como a las conclusiones de la Sección Instructora. Acto continuo se concederá la palabra al denunciante y en seguida al servidor público o a su defensor, o a ambos si alguno de éstos lo solicitare, para que aleguen lo que convenga a sus derechos.

El denunciante podrá replicar y, si lo hiciere, el imputado y su defensor podrán hacer uso de la palabra en último término.

Retirados el denunciante y el servidor público y su defensor, se procederá a discutir y a votar las conclusiones propuestas por la Sección Instructora.

ARTÍCULO 21 - Si la Cámara resolviese que no procede acusar al servidor público, éste continuará en el ejercicio de su cargo. En caso contrario, se le pondrá a disposición de la Cámara de Senadores, a la que se remitirá la acusación, designándose una comisión de tres diputados para que sostengan aquélla ante el Senado.

ARTÍCULO 22 - Recibida la acusación en la Cámara de Senadores, ésta la turnará a la Sección de Enjuiciamiento, la que emplazará a la Comisión de Diputados encargada de la acusación, al acusado y a su defensor, para que presenten por escrito sus alegatos dentro de los cinco días naturales siguientes al emplazamiento.

ARTÍCULO 23 - Transcurrido el plazo que se señala en el artículo anterior, con alegatos o si ellos, la Sección de Enjuiciamiento de la Cámara de Senadores formulará sus conclusiones en vista de las consideraciones hechas en la acusación y en los alegatos formulados, en su caso proponiendo la sanción que en su concepto deba imponerse, al servidor público y expresando los preceptos legales en que se funde.

La Sección podrá escuchar directamente a la Comisión de Diputados que sostienen la acusación y al acusado y su defensor, si así lo estima conveniente la misma Sección o si lo solicitan los interesados.

Asimismo la Sección podrá disponer la práctica de otras diligencias que considere necesarias para integrar sus propias conclusiones.

Emitidas las conclusiones, la Sección las entregará a la Secretaría de la Cámara de Senadores.

ARTÍCULO 24 - Recibidas las conclusiones por la Secretaría de la Cámara, su Presidente anunciará que debe erigirse ésta en Jurado de Sentencia dentro de las 24 horas siguientes a la entrega de dichas conclusiones, precediendo la Secretaría a citar a la Comisión a que se refiere el artículo 21 de esta Ley, al acusado y a su defensor.

A la hora señalada para la audiencia, el Presidente de la Cámara de Senadores la declarará erigida en Jurado de Sentencia y procederá de conformidad con las siguientes normas:

1.- La Secretaría dará lectura a las conclusiones formuladas por la Sección de Enjuiciamiento,

2 - Acto continuo, se concederá la palabra a la Comisión de Diputados, al servidor público y su defensor, o a ambos;

3 - Retirados el servidor público y su defensor, y permaneciendo los diputados en la sesión se procederá a discutir y a votar las conclusiones y aprobar los que sean los puntos de acuerdo, que en ellas se contengan, el Presidente hará la declaratoria que corresponda.

Por lo que toca a gobernadores, diputados a las Legislaturas Locales y Magistrados de Tribunales Superiores de Justicia de los Estados, la Cámara de Senadores se erigirá en Jurado de Sentencia dentro de los tres días naturales siguientes a las recepciones de las conclusiones. En este caso, la sentencia que se dicte tendrá efectos declarativos y la misma se comunicará a la Legislatura Local respectiva, para que en ejercicio de sus atribuciones proceda como corresponda.

CAPITULO III

PROCEDIMIENTO PARA LA DECLARACIÓN DE PROCEDENCIA

ARTÍCULO 25 - Cuando se presente denuncia o querrela por particulares o requerimiento del Ministerio Público cumplidos los requisitos procedimentales respectivos para el ejercicio de la acción penal, a fin de que pueda procederse penalmente en contra de algunos de los servidores públicos a que se refiere el primer párrafo del artículo 111 de la Constitución General de la República, se actuará en lo pertinente, de acuerdo con el procedimiento previsto en el capítulo anterior en materia de juicio político ante la Cámara de Diputados. En este caso, la Sección Instructora practicará todas las diligencias conducentes a establecer la existencia del delito y la probable responsabilidad del imputado, así como la subsistencia del fuero constitucional cuya remoción se solicita. Concluida esta averiguación, la Sección dictaminará si ha lugar a proceder penalmente en contra del inculpado.

Si a juicio de la Sección, la imputación fuese notoriamente improcedente, lo hará saber de inmediato a la Cámara, para que ésta resuelva si se continúa o desecha, sin perjuicio de reanudar el procedimiento si posteriormente aparecen motivos que lo justifiquen.

Para los efectos del primer párrafo de este artículo, la Sección deberá rendir su dictamen en un plazo de sesenta días hábiles, salvo que fuese necesario disponer de más tiempo, a criterio de la Sección.

En este caso se observarán las normas acerca de ampliación de plazos para la recepción de pruebas en el procedimiento referente al juicio político.

ARTÍCULO 26 - Dada cuenta del dictamen correspondiente, el Presidente de la Cámara anunciará a ésta que debe erigirse en Jurado de Procedencia al día siguiente a la fecha en que se hubiese depositado el dictamen, haciéndolo saber al inculpado y a su defensor, así como al denunciante, al querellante o al Ministerio Público, en su caso.

ARTÍCULO 27 - El día designado, previa declaración al Presidente de la Cámara, ésta conocerá en Asamblea del dictamen que la Sección le presente y actuará en los mismos términos previstos por el artículo 20 en materia de juicio político.

ARTÍCULO 28 - Si la Cámara de Diputados declara que ha lugar a proceder contra el inculpado, éste quedará inmediatamente separado de su empleo, cargo o comisión y sujeto a la jurisdicción de los tribunales competentes. En caso negativo, no habrá lugar a procedimiento ulterior mientras subsista el fuero, pero tal declaración no será obstáculo para que el procedimiento continúe su curso cuando el servidor público haya concluido el desempeño de su empleo, cargo o comisión.

Por lo que toca a gobernadores, Diputados a las Legislaturas Locales y Magistrados de los Tribunales Superiores de Justicia de los Estados a quienes se les hubiere atribuido la comisión de delitos federales la declaración de procedencia que al efecto dicte la Cámara de Diputados, se remitirá a la Legislatura Local respectiva, para que en ejercicio de sus atribuciones proceda como corresponda y, en su caso ponga al inculpado a disposición del Ministerio Público Federal o del Órgano Jurisdiccional respectivo.

ARTÍCULO 29 - Cuando se siga proceso penal a un servidor público de los mencionados en el artículo 111 Constitucional, sin haberse satisfecho el procedimiento al que se refieren los artículos anteriores, la Secretaría de la misma Cámara o de la Comisión Permanente librará oficio al Juez o Tribunal que conozca de la causa, a fin de que suspenda el procedimiento en tanto se plantea y resuelve si ha lugar a proceder.

CAPÍTULO IV

DISPOSICIONES COMUNES PARA LOS CAPÍTULOS II Y III DEL TÍTULO SEGUNDO

ARTÍCULO 30 - Las declaraciones y resoluciones definitivas de las Cámaras de Diputados y Senadores son inatacables

ARTÍCULO 31.- Las Cámaras enviarán por riguroso turno a las Secciones Instructoras las denuncias, querellas, requerimientos del Ministerio Público o acusaciones que se les presenten.

ARTÍCULO 32.- En ningún caso podrá dispensarse un trámite de los establecidos en los Capítulos Segundo y Tercero de este Título.

ARTÍCULO 33 - Cuando alguna de las secciones o de las Cámaras deba realizar una diligencia en la que se requiera la presencia del inculcado, se emplazará a éste para que comparezca o conteste por escrito a los requerimientos que se le hagan, si el inculcado se abstiene de comparecer o de informar por escrito se entenderá que contesta en sentido negativo.

La Sección respectiva practicará las diligencias que no requieran la presencia del denunciado, encomendando al Juez de Distrito que corresponda las que deban practicarse dentro de su respectiva jurisdicción y fuera del lugar de residencia de las Cámaras, por medio de despacho firmado por el Presidente y el Secretario de la Sección al que se acompañará testimonio de las constancias conducentes

El Juez de Distrito practicará las diligencias que le encomiende la Sección respectiva, con estricta sujeción a las determinaciones que aquélla le comunique

Todas las comunicaciones oficiales que deban girarse para la práctica de las diligencias a que se refiere este artículo, se entregarán personalmente o se enviarán por correo, en pieza certificada y con acuse de recibo, libres de cualquier gasto

ARTÍCULO 34 - Los miembros de las Secciones y, en general, los Diputados y Senadores que hayan de intervenir en algún acto del procedimiento, podrán excusarse o ser recusados por alguna de las causas de impedimento que señala la Ley Orgánica del Poder Judicial de la Federación

Únicamente con expresión de causa podrá el inculcado recusar a miembros de las Secciones Instructoras que conozcan de la imputación presentada en su contra, o a Diputados y Senadores que deban participar en actos del procedimiento

El propio servidor público sólo podrá hacer valer la recusación desde que se le requiera para el nombramiento de defensor hasta la fecha en que se cite a las Cámaras para que actúen colegiadamente, en sus casos respectivos.

ARTÍCULO 35 - Presentada la excusa o la recusación, se calificará dentro de los tres días naturales siguientes en un incidente que se sustanciará ante la Sección a cuyos miembros no se hubiese señalado impedimento para actuar. Si hay excusa o recusación de integrantes de ambas secciones, se llamará a los suplentes. En el incidente se escucharán al promovente y al recusado y se recibirán las pruebas correspondientes. Las Cámaras calificarán en los demás casos de excusa o recusación.

ARTÍCULO 36 - Tanto el inculcado como el denunciante o querellante podrán solicitar de las oficinas o establecimientos públicos las copias certificadas de documentos que pretendan ofrecer como prueba ante la Sección respectiva o ante las Cámaras

Las autoridades estarán obligadas a expedir dichas copias certificadas, sin demora, y si no lo hicieren la Sección, o las Cámaras a instancia del interesado, señalará a la autoridad omisa un plazo razonable para que las expida, bajo apercibimiento de imponerle una multa de diez a cien veces el salario mínimo diario vigente en el Distrito Federal sanción que se hará efectiva si la autoridad no las expidiere. Si resultase falso que el interesado hubiera solicitado las constancias, la multa se hará efectiva en su contra

Por su parte, la Sección o las Cámaras solicitarán las copias certificadas de constancias que estimen necesarias para el procedimiento, y si la autoridad de quien las solicitase no las remite dentro del plazo discrecional que se le señale, se impondrá la multa a que se refiere el párrafo anterior

ARTÍCULO 37 - Las Secciones o las Cámaras podrán solicitar, por sí o a instancia de los interesados, los documentos o expedientes originales ya concluidos, y la autoridad de quien se soliciten tendrá la obligación de remitirlos. En caso de incumplimiento, se aplicará la corrección dispuesta en el artículo anterior

Dictada la resolución definitiva en el procedimiento, los documentos y expedientes mencionados deberán ser devueltos a la oficina de su procedencia, pudiendo dejarse copia certificada de las constancias que las Secciones o Cámaras estimen pertinentes

ARTÍCULO 38. - Las Cámaras no podrán erigirse en órgano de acusación o Jurado de Sentencia, sin que antes se compruebe fehacientemente que el servidor público, su defensor, el denunciante o el querellante y en su caso el Ministerio Público han sido debidamente citados

ARTÍCULO 39. - No podrán votar en ningún caso los Diputados o Senadores que hubiesen presentado la imputación contra el servidor público. Tampoco podrán hacerlo los Diputados o Senadores que hayan aceptado el cargo de defensor, aun cuando lo renuncien después de haber comenzado a ejercer el cargo.

ARTÍCULO 40. - En todo lo no previsto por esta Ley, en las discusiones y votaciones se observarán, en lo aplicable, las reglas que establecen la Constitución, la Ley Orgánica y el Reglamento Interior del Congreso General para discusión y votación de las leyes

En todo caso, las votaciones deberán ser nominales, para formular, aprobar o reprobar las conclusiones o dictámenes de las Secciones y para resolver incidental o definitivamente en el procedimiento

ARTÍCULO 41. - En el juicio político al que se refiere esta Ley, los acuerdos y determinaciones de las Cámaras se tomarán en sesión pública, excepto en la que se presenta la acusación o cuando las buenas costumbres o el interés en general exijan que la audiencia sea secreta.

ARTÍCULO 42. - Cuando en el curso del procedimiento a un servidor público de los mencionados en los artículos 110 y 111 de la constitución, se presentare nueva denuncia en su contra, se procederá respecto de ella con arreglo a esta Ley, hasta agotar la instrucción de los diversos procedimientos, procurando, de ser posible, la acumulación procesal

Si la acumulación fuese procedente, la Sección formulará en un solo documento sus conclusiones, que comprenderán el resultado de los diversos procedimientos

ARTÍCULO 43. - Las Secciones y las Cámaras podrán disponer las medidas de apercibimiento que fueren procedentes, mediante acuerdo de la mayoría de sus miembros presentes en la sesión respectiva

ARTÍCULO 44. - Las declaraciones o resoluciones aprobadas por las Cámaras con arreglo a esta Ley, se comunicarán a la Cámara a la que pertenezca el acusado, salvo que fuere la misma que hubiese dictado la declaración o resolución, a la Suprema Corte de Justicia de la Nación si se tratase de alguno de los integrantes del Poder Judicial Federal a que alude esta Ley, y en todo caso al Ejecutivo para su conocimiento y efectos legales, y para su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

En el caso de que la declaratoria de las Cámaras se refiera a gobernadores, diputados locales y Magistrados de los Tribunales Superiores de Justicia Locales, se hará la notificación a la Legislatura Local respectiva

ARTÍCULO 45. - En todas las cuestiones relativas al procedimiento no previstas en esta Ley, así como en la apreciación de las pruebas, se observarán las disposiciones del Código Federal de Procedimientos Penales. Asimismo, se atenderán, en lo conducente, las del Código Penal

TÍTULO TERCERO

RESPONSABILIDAD ADMINISTRATIVA

CAPÍTULO I

SUJETOS Y OBLIGACIONES DEL SERVIDOR PÚBLICO

ARTÍCULO 46. - Incurren en responsabilidad administrativa los servidores públicos a que se refiere el artículo 2o de esta ley.

ARTÍCULO 47. - Todo servidor público tendrá las siguientes obligaciones, para salvaguardar la legalidad, honradez, lealtad, imparcialidad y eficiencia que deben ser observadas en el desempeño de su empleo, cargo o comisión, y cuyo incumplimiento dará lugar al procedimiento y a las sanciones que correspondan, sin perjuicio de sus derechos laborales, así como de las normas específicas que al respecto rijan en el servicio de las fuerzas armadas

I.- Cumplir con la máxima diligencia el servicio que le sea encomendado y abstenerse de cualquier acto u omisión que cause la suspensión o deficiencia de dicho servicio o implique abuso o ejercicio indebido de un empleo, cargo o comisión.

- II - Formular y ejecutar legalmente, en su caso, los planes, programas y presupuestos correspondientes a su competencia, y cumplir las leyes y otras normas que determinen el manejo de recursos económicos públicos,
- III.- Utilizar los recursos que tengan asignados para el desempeño de su empleo, cargo o comisión, las facultades que le sean atribuidas o la información reservada a que tenga acceso por su función exclusivamente para los fines a que están afectos,
- IV - Custodiar y cuidar la documentación e información que por razón de su empleo, cargo o comisión, conserve bajo su cuidado o a la cual tenga acceso, impidiendo o evitando el uso, la sustracción, destrucción, ocultamiento o inutilización indebidas de aquéllas.
- V - Observar buena conducta en su empleo, cargo o comisión, tratando con respeto, diligencia imparcialidad y rectitud a las personas con las que tenga relación con motivo de éste;
- VI - Observar en la dirección de sus inferiores jerárquicos las debidas reglas del trato y abstenerse de incurrir en agravio, desviación o abuso de autoridad
- VII - Observar respeto y subordinación legítimas con respeto a sus superiores jerárquicos inmediatos o mediatos, cumpliendo las disposiciones que éstos dicten en el ejercicio de sus atribuciones,
- VIII - Comunicar por escrito al titular de la dependencia o entidad en la que presten sus servicios, las dudas fundadas que le suscite la procedencia de las órdenes que reciba,
- IX - Abstenerse de ejercer las funciones de un empleo, cargo o comisión después de concluido el período para el cual se le designó o de haber cesado, por cualquier otra causa, en el ejercicio de sus funciones;
- X - Abstenerse de disponer o autorizar a un subordinado a no asistir sin causa justificada a sus labores por más de quince días continuos o treinta discontinuos en un año, así como de otorgar indebidamente licencias, permisos o comisiones con goce parcial o total de sueldo y otras percepciones, cuando las necesidades del servicio público no lo exijan,
- XI - Abstenerse de desempeñar algún otro empleo, cargo o comisión oficial o particular que la Ley le prohíba,
- XII.- Abstenerse de autorizar la selección, contratación, nombramiento o designación de quien se encuentre inhabilitado por resolución firme de la autoridad competente para ocupar un empleo, cargo o comisión en el servicio público;
- XIII.- Excusarse de intervenir en cualquier forma en la atención tramitación o resolución de asuntos en los que tenga interés personal, familiar o de negocios, incluyendo aquéllos de los que pueda, resultar algún beneficio para él, su cónyuge o parientes consanguíneos hasta el cuarto grado, por afinidad o civiles, o para terceros con los que tenga relaciones profesionales, laborales o de negocios, o para socios o sociedades de las que el servidor público referidas formen o hayan formado parte,
- XIV.- Informar por escrito al jefe inmediato y en su caso, al superior jerárquico, sobre la atención trámite o resolución de los asuntos a que hace referencia la fracción anterior y que sean de su conocimiento, y observar sus instrucciones por escrito sobre su atención, tramitación y resolución, cuando el servidor público no pueda abstenerse de intervenir en ellos,
- XV - Abstenerse, durante el ejercicio de sus funciones de solicitar, aceptar o recibir, por sí o por interpósita persona, dinero, objetos mediante enajenación a su favor en precio notoriamente inferior al que el bien de que se trate y que tenga en el mercado ordinario, o cualquier donación, empleo, cargo o comisión para sí, o para las personas a que se refiere la fracción XIII, y que procedan de cualquier persona física o moral cuyas actividades profesionales, comerciales o industriales se encuentren directamente vinculadas, reguladas o supervisadas por el servidor público de que se trate en el desempeño de su empleo, cargo o comisión y que implique intereses en conflicto. Esta prevención es aplicable hasta un año después de que se haya retirado del empleo, cargo o comisión.
- XVI - Desempeñar su empleo, cargo o comisión sin obtener o pretender obtener beneficios adicionales a las contraprestaciones comprobables que el Estado le otorga por el desempeño de su función, sean para él o para las personas a las que se refiere la fracción XIII,
- XVII - Abstenerse de intervenir o participar indebidamente en la selección, nombramiento, designación, contratación, promoción, suspensión, remoción, cese o sanción de cualquier servidor público, cuando tenga interés personal, familiar o de negocios en el caso o pueda derivar alguna ventaja o beneficio para él o para las personas a las que se refiere la fracción XIII,
- XVIII - Presentar con oportunidad y veracidad, las declaraciones de situación patrimonial, en los términos establecidos por esta ley,
- XIX - Atender con diligencia las instrucciones, requerimientos y resoluciones que reciba de la Secretaría de la Contraloría, conforme a la competencia de esta,
- XX - Supervisar que los servidores públicos sujetos a su dirección, cumplan con las disposiciones de este artículo, y denunciar por escrito, ante el superior jerárquico o la contraloría interna, los actos u omisiones que en ejercicio de sus funciones llegare a advertir respecto de cualquier servidor público que pueda ser causa de responsabilidad administrativa en los términos de esta ley, y de las normas que al efecto se expidan,

XXI.- Proporcionar en forma oportuna y veraz, toda la información y datos solicitados por la institución a la que legalmente le compete la vigilancia y defensa de los derechos humanos, a efecto de que aquélla pueda cumplir con las facultades y atribuciones que le correspondan

XXII - Abstenerse de cualquier acto u omisión que implique incumplimiento de cualquier disposición jurídica relacionada con el servicio público, y

XXIII - Abstenerse, en ejercicio de sus funciones o con motivo de ellas, de celebrar o autorizar la celebración de pedidos o contratos relacionados con adquisiciones, arrendamientos y enajenación de todo tipo de bienes, prestación de servicios de cualquier naturaleza y la contratación de obra pública, con quien desempeñe un empleo, cargo o comisión en el servicio público, o bien con las sociedades de las que dichas personas formen parte, sin la autorización previa y específica de la Secretaría a propuesta razonada, conforme a las disposiciones legales aplicables, del titular de la dependencia o entidad de que se trate. Por ningún motivo podrá celebrarse pedido o contrato alguno con quien se encuentre inhabilitado para desempeñar un empleo, cargo o comisión en el servicio público, y

XXIV.- La demás que le impongan las leyes y reglamentos

Cuando el planteamiento que formule el servidor público a su superior jerárquico deba ser comunicado a la Secretaría de la Contraloría General, el superior procederá a hacerlo sin demora, bajo su estricta responsabilidad, poniendo el trámite en conocimiento del subalterno interesado. Si el superior jerárquico omite la comunicación a la Secretaría de la Contraloría General, el subalterno podrá practicarla directamente informado a su superior acerca de este acto

ARTÍCULO 48 - Para los efectos de esta Ley se entenderá por Secretaría a la Secretaría de la Contraloría General de la Federación

Para los mismos efectos, se entenderá por superior jerárquico al titular de la dependencia y, en el caso de las entidades, al coordinador del sector correspondiente, el cual aplicará las sanciones cuya imposición se le atribuya a través de la contraloría interna de su dependencia

CAPÍTULO II

SANCIONES ADMINISTRATIVAS Y PROCEDIMIENTOS PARA APLICARLAS

ARTÍCULO 49 - En las dependencias y entidades de la Administración Pública se establecerán unidades específicas, a las que el público tenga fácil acceso, para que cualquier interesado pueda presentar quejas y denuncias por incumplimiento de las obligaciones de los servidores públicos, con las que se iniciará, en su caso, el procedimiento disciplinario correspondiente.

La Secretaría establecerá las normas y procedimientos para que las instancias del público sean atendidas y resueltas con eficiencia

ARTÍCULO 50 - La Secretaría, el superior jerárquico y todos los servidores públicos tienen la obligación de respetar y hacer respetar el derecho a la formulación de las quejas y denuncias a las que se refiere el artículo anterior y de evitar que con motivo de estas se causen molestias indebidas al quejoso

Incorre en responsabilidad el servidor público que por sí o por interpósita persona, utilizando cualquier medio, inhíba al quejoso para evitar la formulación o presentación de quejas y denuncias, o que con motivo de ello realice cualquier conducta injusta u, omita una justa y debida que lesione los intereses de quienes las formulen o presenten

ARTÍCULO 51 - La Suprema Corte de Justicia de la Nación y el Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal establecerán los órganos y sistemas para identificar, investigar y determinar las responsabilidades derivadas del incumplimiento de las obligaciones establecidas en el Artículo 47, así como para aplicar las sanciones establecidas en el presente Capítulo, en los términos de las correspondientes leyes orgánicas del Poder Judicial

Lo propio harán, conforme a la legislación respectiva y por lo que hace a su competencia, las Cámaras de Senadores y Diputados del Congreso de la Unión, así como la Asamblea de Representantes del Distrito Federal.

Asimismo, y por lo que hace a su competencia, las autoridades jurisdiccionales a que se refieren las fracciones VII a IX del artículo 3o determinarán los órganos y sistemas para los efectos a que se refiere el párrafo primero, en los términos de su legislación respectiva.

ARTÍCULO 52 - Los servidores públicos de la Secretaría que incurran en responsabilidad por incumplimiento de las obligaciones establecidas en el artículo 47 serán sancionados conforme al presente Capítulo por la contraloría interna de dicha

Secretaría El titular de esta contraloría será designado por el Presidente de la República y sólo será responsable administrativamente ante él.

ARTÍCULO 53.- Las sanciones por falta administrativa consistirán en:

- I. Apercibimiento privado o público;
- II. Amonestación privada o pública
- III. Suspensión,
- IV. Destitución del puesto,
- V. Sanción económica, e
- VI. Inhabilitación temporal para desempeñar empleos, cargos o comisiones en el servicio público

Cuando la inhabilitación se imponga como consecuencia de un acto u omisión que implique lucro o cause daños y perjuicios, será de un año hasta diez años si el monto de aquéllos no excede de doscientas veces el salario mínimo mensual vigente en el Distrito Federal, y de diez a veinte años si excede de dicho límite. Este último plazo de inhabilitación también será aplicable por conductas graves de los servidores públicos

Para que una persona que hubiere sido inhabilitada en los términos de ley por un plazo mayor de diez años, pueda volver a desempeñar un empleo, cargo o comisión en el servicio público una vez transcurrido el plazo de la inhabilitación impuesta, se requerirá que el titular de la dependencia o entidad a la que pretenda ingresar, dé aviso a la Secretaría, en forma razonada y justificada, de tal circunstancia.

La contravención a lo dispuesto por el párrafo que antecede será causa de responsabilidad administrativa en los términos de esta ley, quedando sin efectos el nombramiento o contrato que en su caso se haya realizado

ARTÍCULO 54 - Las sanciones administrativas se impondrán tomando en cuenta los siguientes elementos:

- I. La gravedad de la responsabilidad en que se incurra y la conveniencia de suprimir prácticas que infrinjan, en cualquier forma, las disposiciones de esta Ley o las que se dicten con base en ella,
- II. Las circunstancias socioeconómicas del servidor público,
- III. El nivel jerárquico, los antecedentes y las condiciones del infractor,
- IV. Las condiciones exteriores y los medios de ejecución,
- V. La antigüedad del servicio,
- VI. La reincidencia en el incumplimiento de obligaciones, y
- VII. El monto del beneficio, daño o perjuicio económicos derivado del incumplimiento de obligaciones

ARTÍCULO 55 - En caso de aplicación de sanciones económicas por beneficios obtenidos y daños y perjuicios causados por incumplimiento de las obligaciones establecidas en el Artículo 47, se aplicarán dos tantos del lucro obtenido y de los daños y perjuicios causados

Las sanciones económicas establecidas en este artículo se pagarán una vez determinadas en cantidad líquida, en su equivalencia en salarios mínimos vigentes al día de su pago, conforme al siguiente procedimiento

- I - La sanción económica impuesta se dividirá entre la cantidad líquida que corresponda y el salario mínimo mensual vigente en el Distrito Federal al día de su imposición, y
- II - El cociente se multiplicará por el salario mínimo mensual, vigente en el Distrito Federal al día del pago de la sanción

Para los efectos de esta Ley se entenderá por salario mínimo mensual, el equivalente a treinta veces el salario mínimo diario vigente en el Distrito Federal.

ARTÍCULO 56 - Para la aplicación de las sanciones a que hace referencia el artículo 53 se observarán las siguientes reglas

I.- El apercibimiento, la amonestación y la suspensión del empleo, cargo o comisión por un período no menor de tres días ni mayor de tres meses, serán aplicables por el superior jerárquico;

II.- La destitución del empleo, cargo o comisión de los servidores públicos, se demandará por el superior jerárquico de acuerdo con los procedimientos consecuentes con la naturaleza de la relación y en los términos de las leyes respectivas;

III.- La suspensión del empleo, cargo o comisión durante el período al que se refiere la fracción I, y la destitución de los servidores públicos de confianza, se aplicarán por el superior jerárquico,

IV - La Secretaría promoverá los procedimientos a que hacen referencia las fracciones II y III, demandando la destitución del servidor público responsable o procediendo a la suspensión de éste cuando el superior jerárquico no lo haga. En este caso, la Secretaría desahogará el procedimiento y exhibirá las constancias respectivas al superior jerárquico,

V.- La inhabilitación para desempeñar un empleo, cargo o comisión en el servicio público, será aplicable por resolución que dicte la autoridad competente, y

VI.- Las sanciones económicas serán aplicadas por el superior jerárquico cuando el monto del lucro obtenido o del daño o perjuicio causado, no exceda de cien veces el salario mínimo mensual vigente en el Distrito Federal, y por la Secretaría cuando sean superiores a dicho monto.

ARTÍCULO 57 - Todo servidor público deberá denunciar por escrito a la contraloría interna de su dependencia los hechos que, a su juicio, sean causa de responsabilidad administrativa imputables a servidores públicos sujetos a su dirección

La contraloría interna de la dependencia determinará si existe o no responsabilidad administrativa por el incumplimiento de las obligaciones de los servidores públicos, y aplicará, por acuerdo del superior jerárquico, las sanciones disciplinarias correspondientes

En lo que respecta a las entidades, la denuncia a que se refiere el primer párrafo de este artículo será recibida por el coordinador sectorial correspondiente

El superior jerárquico enviará a la Secretaría copia de las denuncias cuando se trate de infracciones graves o cuando, en su concepto y habida cuenta de la naturaleza de los hechos denunciados, la Secretaría deba conocer el caso o participar en las investigaciones

ARTÍCULO 58 - La Secretaría aplicará las sanciones correspondientes a los contralores internos de las dependencias cuando éstos incurran en actos u omisiones que impliquen responsabilidad administrativa.

ARTÍCULO 59 - Incurrirán en responsabilidad administrativa los servidores públicos de las contralorías internas que se abstengan injustificadamente de sancionar a los infractores o que, al hacerlo, no se ajusten a lo previsto por esta Ley. La Secretaría informará de ello al Titular de la dependencia y aplicará las sanciones correspondientes

ARTÍCULO 60 - La contraloría interna de cada dependencia será competente para imponer, por acuerdo del superior jerárquico, sanciones disciplinarias, excepto las económicas cuyo monto sea superior a doscientas veces el salario mínimo mensual vigente en el Distrito Federal, las que están reservadas exclusivamente a la Secretaría, que comunicará los resultados del procedimiento al titular de la dependencia o entidad. En estos casos, la contraloría interna, previo informe al superior jerárquico, turnará el asunto a la Secretaría

ARTÍCULO 61 - Si la contraloría interna de la dependencia o el coordinador de sector en las entidades tuvieran conocimiento de hechos que impliquen responsabilidad penal, darán vista de ellos a la Secretaría y a la autoridad competente para conocer del ilícito

ARTÍCULO 62 - Si de las investigaciones y auditorías que realice la Secretaría apareciera la responsabilidad de los servidores públicos, informará a la contraloría interna de la dependencia correspondiente o al coordinador sectorial de las entidades para que proceda a la investigación y sanción disciplinaria por dicha responsabilidad, si fuera de su competencia. Si se trata de responsabilidad mayores cuyo conocimiento sólo compete a la Secretaría, ésta se avocará directamente al asunto, informando de ello al Titular de la dependencia y a la contraloría interna de la misma para que participe o coadyuve en el procedimiento de determinación de responsabilidades

ARTÍCULO 63 - La dependencia y la Secretaría, en los ámbitos de sus respectivas competencias, podrán abstenerse de sancionar al infractor, por una sola vez, cuando lo estimen pertinente, justificando la causa de la abstención, siempre que se trate de hechos que no revistan gravedad ni constituyan delito, cuando lo ameriten los antecedentes y circunstancias del infractor y el daño causado por éste no exceda de cien veces el salario mínimo diario vigente en el Distrito Federal

ARTÍCULO 64 - La Secretaría impondrá las sanciones administrativas a que se refiere este Capítulo mediante el siguiente procedimiento:

I.- Citará al presunto responsable a una audiencia, haciéndole saber la responsabilidad o responsabilidades que se le imputen, el lugar, día y hora en que tendrá verificativo dicha audiencia y su derecho a ofrecer pruebas y alegar en la misma lo que a su derecho convenga, por sí o por medio de un defensor.

También asistirá a la audiencia el representante de la dependencia para que tal efecto se designe

Entre la fecha de la citación y la de la audiencia deberá mediar un plazo no menor de cinco ni mayor de quince días hábiles;

II.- Desahogadas las pruebas, si las hubiere, la Secretaría resolverá dentro de los treinta días hábiles siguientes, sobre la inexistencia de responsabilidad o imponiendo al infractor las sanciones administrativas correspondientes y notificará la resolución al interesado dentro de las setenta y dos horas, a su jefe inmediato, al representante designado por la dependencia y al superior jerárquico;

III - Si en la audiencia la Secretaría encontrara que no cuenta con elementos suficientes para resolver o advierta elementos que impliquen nueva responsabilidad administrativa a cargo del presunto responsable o de otras personas, podrá disponer la práctica de investigaciones y citar para otra u otras audiencias; y

IV - En cualquier momento, previa o posteriormente al citatorio al que se refiere la fracción I del presente artículo, la Secretaría podrá determinar la suspensión temporal de los presuntos responsables de sus cargos, empleos o comisiones, si a su juicio así conviene para la conducción o continuación de las investigaciones. La suspensión temporal no prejuzga sobre la responsabilidad que se impute. La determinación de la Secretaría hará constar expresamente esta salvedad

La suspensión temporal a que se refiere el párrafo anterior suspenderá los efectos del acto que haya dado origen a la ocupación del empleo, cargo o comisión, y regirá desde el momento en que sea notificada al interesado o éste quede enterado de la resolución por cualquier medio. La suspensión cesará cuando así lo resuelva la Secretaría, independientemente de la iniciación, continuación o conclusión del procedimiento a que se refiere el presente artículo en relación con la presunta responsabilidad de los servidores públicos

Si los servidores suspendidos temporalmente no resultaren responsables de la falta que se les imputa, serán restituidos en el goce de sus derechos y se les cubrirán las percepciones que debieran percibir durante el tiempo en que se hallaron suspendidos

Se requerirá autorización del Presidente de la República para dicha suspensión si el nombramiento del servidor público de que se trate incumbe al titular del Poder Ejecutivo. Igualmente, se requerirá autorización de la Cámara de Senadores, o en su caso de la Comisión Permanente, si dicho nombramiento requirió ratificación de éste en los términos de la Constitución General de la República.

ARTÍCULO 65 - En los procedimientos que se sigan para investigación y aplicación de sanciones ante las contralorías internas de las dependencias, se observarán, en todo cuanto sea aplicable a las reglas contenidas en el artículo anterior

ARTÍCULO 66 - Se levantará acta circunstanciada de todas las diligencias que se practiquen, que suscribirán quienes intervengan en ellas, apercibidos de las sanciones en que incurran quienes falten a la verdad.

ARTÍCULO 67 - El Titular de la dependencia o entidad podrá designar un representante que participe en las diligencias. Se dará vista de todas las actuaciones a la dependencia o entidad en la que el presunto responsable presta sus servicios

ARTÍCULO 68 - Las resoluciones y acuerdos de la Secretaría y de las dependencias durante el procedimiento al que se refiere este Capítulo constarán por escrito, y se asentarán en el registro respectivo, que comprenderá las secciones correspondientes a los procedimientos disciplinarios y a las sanciones impuestas, entre ellas, en todo caso, las de inhabilitación

ARTÍCULO 69 - La Secretaría expedirá constancias que acrediten la no existencia de registro de inhabilitación, que serán exhibidas, para los efectos pertinentes, por las personas que sean requeridas para desempeñar un empleo, cargo o comisión en el servicio público.

ARTÍCULO 70 - Los servidores públicos sancionados podrán impugnar ante el Tribunal Fiscal de la Federación las resoluciones administrativas por las que se les impongan las sanciones a que se refiere este Capítulo. Las resoluciones anulatorias firmes dictadas por ese Tribunal, tendrán el efecto de que la dependencia o entidad en la que el servidor público preste o haya prestado sus servicios, lo restituya en el goce de los derechos de que hubiese sido privado por la ejecución de las sanciones anuladas, sin perjuicio de lo que establecen otras leyes

ARTÍCULO 71 - Las resoluciones por las que se impongan sanciones administrativas, podrán ser impugnadas por el servidor público ante la propia autoridad, mediante el recurso de revocación que se interpondrá dentro de los quince días siguientes a la fecha en que surta efectos la notificación de la resolución recurrida.

La tramitación del recurso se sujetará a las normas siguientes:

I - Se iniciará mediante escrito en el que deberán expresarse los agravios que a juicio del servidor público le cause la resolución, acompañando copia de ésta y constancia de la notificación de la misma, así como la proposición de las pruebas que considere necesario rendir,

II - La autoridad acordará sobre la admisibilidad del recurso y de las pruebas ofrecidas, desechando de plano las que no fuesen idóneas para desvirtuar los hechos en que se base la resolución, y

III - Desahogadas las pruebas, si las hubiere, la autoridad emitirá resolución dentro de los treinta días hábiles siguientes, notificándolo al interesado en un plazo no mayor de setenta y dos horas.

ARTÍCULO 72 - La interposición del recurso suspenderá la ejecución de la resolución recurrida, si lo solicita el promovente, conforme a estas reglas

I - Tratándose de sanciones económicas, si el pago de éstas se garantiza en los términos que prevenga el Código Fiscal de la Federación, y

II - Tratándose de otras sanciones, se concederá la suspensión si concurren los siguientes requisitos

- a) Que se admita el recurso,
- b) Que la ejecución de la resolución recurrida produzca daños o perjuicios de imposible reparación en contra del recurrente, y
- c) Que la suspensión no traiga como consecuencia la consumación o continuación de actos u omisiones que impliquen perjuicios al interés social o al servicio público

ARTÍCULO 73 - El servidor público afectado por las resoluciones administrativas que se dicten conforme a esta Ley, podrá optar entre interponer el recurso de revocación o impugnarlas directamente ante el Tribunal Fiscal de la Federación

La resolución que se dicte en el recurso de revocación será también impugnable ante el Tribunal Fiscal de la Federación

ARTÍCULO 74 - Las resoluciones absolutorias que dicte el Tribunal Fiscal de la Federación podrán ser impugnadas por la Secretaría o por el superior jerárquico

ARTÍCULO 75 - La ejecución de las sanciones administrativas impuestas en resolución firme se llevará a cabo de inmediato en los términos que disponga la resolución. La suspensión, destitución o inhabilitación que se impongan a los servidores públicos de confianza surtirán efectos al notificarse la resolución y se considerarán de orden público.

Tratándose de los servidores públicos de base, la suspensión y la destitución se sujetarán a lo previsto en la ley correspondiente

Las sanciones económicas que se impongan constituirán créditos fiscales a favor del Erario Federal, se harán efectivas mediante el procedimiento económico-coactivo de ejecución, tendrán la prelación prevista para dichos créditos y se sujetarán en todo a las disposiciones fiscales aplicables a esta materia

ARTÍCULO 76 - Si el servidor público, presunto responsable confesare su responsabilidad por el incumplimiento de las obligaciones a que hace referencia la presente Ley, se procederá de inmediato a dictar resolución, a no ser que quien conoce del procedimiento disponga la recepción de pruebas para acreditar la veracidad de la confesión. En caso de que se acepte la plena validez probatoria de la confesión, se impondrá al interesado dos tercios de la sanción aplicable, si es de naturaleza económica, pero en lo que respecta a indemnización esta en todo caso deberá ser suficiente para cubrir los daños y perjuicios causados, y siempre deberá restituirse cualquier bien o producto que se hubiese percibido con motivo de la infracción

Quedará a juicio de quien resuelve disponer o no la suspensión, separación o inhabilitación.

ARTÍCULO 77 - Para el cumplimiento de las atribuciones que les confiere esta Ley, la Secretaría y el superior jerárquico podrán emplear los siguientes medios de apremio

I - Sanción económica de hasta veinte veces el salario mínimo diario vigente en el Distrito Federal;

II - Auxilio de la fuerza pública

Si existe resistencia al mandamiento legítimo de autoridad, se estará a lo que prevenga la legislación penal.

ARTÍCULO 77 bis - Cuando en el procedimiento administrativo disciplinario se haya determinado la responsabilidad del servidor público y que la falta administrativa haya causado daños y perjuicios a particulares, éstos podrán acudir a las dependencias, entidades o a la Secretaría de la Contraloría General de la Federación para que ellas directamente reconozcan la responsabilidad de indemnizar la reparación del daño en cantidad líquida y, en consecuencia, ordenar el pago correspondiente, sin necesidad de que los particulares acudan a la instancia judicial o a cualquiera otra.

El Estado podrá repetir de los servidores públicos el pago de la indemnización hecha a los particulares

Si el órgano del Estado niega la indemnización, o si el monto no satisface al reclamante, se tendrán expeditas, a su elección, la vía administrativa o judicial

Cuando se haya aceptado una recomendación de la Comisión de Derechos Humanos en la que se proponga la reparación de daños y perjuicios, la autoridad competente se limitará a su determinación en cantidad líquida y la orden de pago respectiva

ARTÍCULO 78 - Las facultades del superior jerárquico y de la Secretaría para imponer las sanciones que esta ley prevé se sujetarán a lo siguiente

I.- Prescribirán en un año si el beneficio obtenido o el daño causado por el infractor no excede de diez veces el salario mínimo mensual vigente en el Distrito Federal, y

II - En los demás casos prescribirán en tres años.

III.- El derecho de los particulares a solicitar la indemnización de daños y perjuicios, prescribirá en un año, a partir de la notificación de la resolución administrativa que haya declarado cometido la falta administrativa

El plazo de prescripción se contará a partir del día siguiente a aquél en que se hubiera incurrido en la responsabilidad o a partir del momento en que hubiese cesado, si fue de carácter continuo.

En todos los casos la prescripción a que alude este precepto se interrumpirá al iniciarse el procedimiento administrativo previsto por el artículo 64

TÍTULO CUARTO

CAPÍTULO ÚNICO

REGISTRO PATRIMONIAL DE LOS SERVIDORES PÚBLICOS

ARTÍCULO 79 - La Secretaría llevará el registro y seguimiento de la evolución de la situación patrimonial de los servidores públicos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, así como de los órganos jurisdiccionales a que se refieren las fracciones VII a IX del artículo 3o., en los términos de esta Ley y demás disposiciones aplicables

Las atribuciones que este Título otorga a la Secretaría, se confieren en el ámbito de sus respectivas competencias, tanto a la Suprema Corte de Justicia de la Nación y Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal, como a las Cámaras de Senadores y Diputados del Congreso de la Unión y Asamblea de Representantes del Distrito Federal

Para los efectos del párrafo que antecede, las citadas autoridades conforme a la legislación respectiva, determinarán los órganos encargados de ejercer dichas atribuciones, así como los sistemas que se requieran para tal propósito

ARTÍCULO 80 - Tienen la obligación de presentar declaraciones de situación patrimonial, ante la autoridad competente, conforme a lo dispuesto por el artículo 79, bajo protesta de decir verdad, en los términos que esta Ley señala.

I - En el Congreso de la Unión: Diputados y Senadores, Oficiales Mayores, Tesoreros y Directores de las Cámaras y Contador Mayor de Hacienda.

I Bis - En la Asamblea de Representantes del Distrito Federal: Los Representantes, Oficial Mayor, Tesorero y Directores de la misma;

II - En el Poder Ejecutivo Federal. Todos los funcionarios, desde el nivel de jefes de departamentos hasta el de Presidente de la República, además de los previstos en las fracciones IV, V y IX de este artículo;

III - En la Administración Pública Paraestatal: Directores Generales, gerentes generales, subdirectores generales, subgerentes generales, directores, gerentes, subdirectores y servidores públicos equivalentes de los órganos descentralizados, empresas de participación estatal mayoritaria y sociedades y asociaciones asimiladas y fideicomisos públicos,

IV.- En el Departamento del Distrito Federal: Todos los funcionarios, desde el nivel al que se refiere la fracción II hasta el de Jefe de Departamento del Distrito Federal, incluyendo Delegados Políticos, Subdelegados y jefes de departamento de las Delegaciones

V - En la Procuraduría General de la República y en la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal Todos los funcionarios, desde el nivel mencionado en la fracción II hasta los de Procurador General de la República y Procurador General de Justicia del Distrito Federal, incluyendo a Agentes del Ministerio Público y policías judiciales;

VI - En el Poder Judicial Federal, Ministros de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, Magistrados de Circuito, Jueces de Distrito, secretarios judiciales y actuarios de cualquier categoría o designación,

VII - En el Poder Judicial del Distrito Federal Magistrados del Tribunal Superior de Justicia, Jueces, secretarios judiciales y actuarios de cualquier categoría o designación,

VIII.- En el Tribunal Fiscal de la Federación, en los tribunales de trabajo y en los demás órganos jurisdiccionales que determinen las leyes: Magistrados, miembros de junta y secretarios, o sus equivalentes, y

IX - En la Secretaría de la Contraloría General: Todos los servidores públicos de confianza.

El servidor público que en su declaración de situación patrimonial faltare a la verdad en relación con lo que es obligatorio manifestar en términos de esta Ley, será suspendido, y cuando por su importancia lo amerite, destituido e inhabilitado de tres meses a tres años

Asimismo, deberán presentar las declaraciones a que se refiere este artículo, los demás servidores públicos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y de los órganos jurisdiccionales a que se refieren las fracciones VII a IX del artículo 3o, que determine el Secretario de la Contraloría General de la Federación, mediante disposiciones generales debidamente motivadas y fundadas

ARTÍCULO 81. - La declaración de situación patrimonial deberá presentarse en los siguientes plazos:

I - Dentro de los sesenta días naturales siguientes a la toma de posesión,

II.- Dentro de los treinta días naturales siguientes a la conclusión del encargo; y

III - Durante el mes de mayo de cada año deberá presentarse la declaración de situación patrimonial, acompañada de una copia de la declaración anual presentada por personas físicas para los efectos de la Ley del Impuesto Sobre la Renta, salvo que en ese mismo año se hubiese presentado la declaración a que se refiere la fracción I

Si transcurrido el plazo a que hace referencia la fracción I, no se hubiese presentado la declaración correspondiente, sin causa justificada, quedará sin efectos el nombramiento respectivo previa declaración de la Secretaría. Lo mismo ocurrirá cuando se omita la declaración contemplada en la fracción III

Para el caso de omisión, sin causa justificada, en la presentación de la declaración a que alude la fracción II, se inhabilitará al infractor por un año

ARTÍCULO 82 - La Secretaría expedirá las normas y los formatos bajo los cuales el servidor público deberá presentar la declaración de situación patrimonial, así como los manuales e instructivos que indicarán lo que es obligatorio declarar

ARTÍCULO 83 - En la declaración inicial y final de situación patrimonial se manifestarán los bienes inmuebles, con la fecha y valor de adquisición

En las declaraciones anuales se manifestarán sólo las modificaciones al patrimonio, con fecha y valor de adquisición. En todo caso se indicará el medio por el que se hizo la adquisición

Tratándose de bienes muebles, la Secretaría decidirá, mediante acuerdo general, las características que deba tener la declaración

ARTÍCULO 84 - Cuando los signos exteriores de riqueza sean ostensibles y notoriamente superiores a los ingresos lícitos que pudiera tener un servidor público, la Secretaría podrá ordenar, fundando y motivando su acuerdo, la práctica de visitas de inspección y auditorías. Cuando estos actos requieran orden de autoridad judicial, la Secretaría hará ante ésta la solicitud correspondiente.

Previamente a la inspección o al inicio de la auditoría, se dará cuenta al servidor público de los hechos que motivan estas actuaciones y se le presentarán las actas en que aquéllos consten, para que exponga lo que en derecho le convenga

ARTÍCULO 85 - El servidor público a quien se practique visita de investigación o auditoría podrá interponer inconformidad ante la Secretaría contra los hechos contenidos en las actas, mediante escrito que deberá presentar dentro de los cinco días siguientes a la conclusión de aquéllas, en el que se expresará los motivos de inconformidad y ofrecerá las pruebas que considere necesario acompañar o rendir dentro de los treinta días siguientes a la presentación del recurso

Todas las actas que se levanten con motivo de la visita deberán ir firmadas por el servidor público y los testigos que para tal efecto designe. Si el servidor público o los testigos se negaren a firmar, el visitador lo hará constar, sin que estas circunstancias afecten el valor probatorio que, en su caso, posea el documento

ARTÍCULO 86 - Serán sancionados en los términos que disponga el Código Penal los servidores públicos que incurran en enriquecimiento ilícito.

ARTÍCULO 87.- Para los efectos de esta Ley y del Código Penal, se computarán entre los bienes que adquieran los servidores públicos o con respecto de los cuales se conduzcan como dueños, los que reciban o de los que dispongan su cónyuge y sus dependencias económicas directos, salvo que se acredite que éstos los obtuvieron por sí mismos y por motivos ajenos al servidor público

ARTÍCULO 88 - Durante el desempeño, de su empleo, cargo o comisión, y un año después, los servidores públicos no podrán solicitar, aceptar o recibir por sí o por interpósita persona, dinero o cualquier otra donación, servicio, empleo, cargo o comisión para sí, o para las personas a que se refiere la fracción XIII del artículo 47 y que procedan de cualquier persona cuyas actividades profesionales, comerciales o industriales se encuentren directamente vinculadas, reguladas o supervisadas por el servidor público en el desempeño de su empleo, cargo o comisión, que determinen conflicto de intereses

Para los efectos del párrafo anterior, no se considerarán los que reciba el servidor público en una o más ocasiones, de una misma persona física o moral de las mencionadas en el párrafo precedente, durante, un año, cuando el valor acumulando durante ese año no sea superior a diez veces el salario mínimo diario vigente en el Distrito Federal en el momento de su recepción

En ningún caso se podrán recibir de dichas personas títulos, valor, bienes inmuebles o cesiones de derechos sobre juicios o controversias en las que se dirima la titularidad de los derechos de posesión o de propiedad sobre bienes de cualquier clase.

Se castigará como cohecho las conductas de los servidores públicos que violen lo dispuesto en este artículo y serán sancionados en términos de la legislación penal

ARTÍCULO 89.- Cuando los servidores públicos reciban obsequios, donativos o beneficios en general de los que se mencionan en el artículo anterior y cuyo monto sean superior al que en él se establece o sean de los estrictamente prohibidos, deberán informar de ello a la autoridad que la Secretaría determine a fin de ponerlos a su disposición. La autoridad correspondiente llevará un registro de dichos bienes

ARTÍCULO 90 - La Secretaría de la Contraloría General de la Federación hará al Ministerio Público, en su caso, declaratoria de que el funcionario sujeto a la investigación respectiva, en los términos de la presente Ley, no justificó la procedencia lícita del incremento sustancial de su patrimonio de los bienes adquiridos o de aquéllos sobre los que conduzca como dueño, durante el tiempo de su encargo o por motivos del mismo

TRANSITORIOS

ARTÍCULO PRIMERO - Esta Ley aboga la Ley de Responsabilidades de los Funcionarios y Empleados de la Federación del Distrito Federal y de los Altos Funcionarios de los Estados, de fecha 27 de diciembre de 1979 y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 4 de enero de 1980, y se derogan todas aquellas disposiciones que se opongan a la presente Ley. Independientemente de las disposiciones que establece la presente Ley, quedan preservados los derechos sindicales de los trabajadores

ARTÍCULO SEGUNDO - Todas las dependencias de la Administración Pública Federal, establecerán dentro de su estructura orgánica, en un plazo no mayor de seis meses el órgano competente a que se refiere el artículo 49 de esta Ley. La Suprema Corte de Justicia de la Nación, el Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal y las Cámaras de Senadores y Diputados del Congreso de la Unión, establecerán los órganos y sistemas a que hace referencia el artículo 51 en un plazo no mayor de seis meses.

ARTÍCULO TERCERO.- Por lo que respecta a las declaraciones sobre situación patrimonial efectuadas con anterioridad a la vigencia de la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos, se estará a lo dispuesto en las normas vigentes en el momento de formularse dicha declaración.

ARTÍCULO CUARTO.- La presente Ley entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

México, D.F., a 30 diciembre de 1982 - Antonio Riva Palacio López, S.P.- Mariano Piña Olaya, D.P - Silvia Hernández de Galindo, S.S.- Everardo Gámiz Fernández, D.S - Rúbricas".

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y para su debida publicación y observancia, expido el presente decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la ciudad de México, Distrito Federal, a los treinta días del mes de diciembre de mil novecientos ochenta y dos.- "Año del General Vicente Guerrero" - Miguel de la Madrid Hurtado.- Rúbrica - El Secretario de Relaciones Exteriores, Bernardo Sepúlveda Amor.- Rúbrica - El Secretario de la Defensa Nacional, Juan Arévalo Gardoqui - Rúbrica.- El Secretario de Marina, Miguel Ángel Gómez Ortega - Rúbrica.- El Secretario de Hacienda y Crédito Público, Jesús Silva Herzog - Rúbrica.- El Secretario de Programación y Presupuesto, Carlos Salinas de Gortari - Rúbrica - El Secretario de Patrimonio y Fomento Industrial, Francisco Labastida Ochoa - Rúbrica - El Secretario de Comercio, Héctor Hernández Cervantes.- Rúbrica - El Secretario de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Horacio García Aguilar.- Rúbrica.-El Secretario de Comunicaciones y Transportes, Rodolfo Félix Valdez - Rúbrica - El Secretario de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, Marcelo Javelly Girard - Rúbrica - El Secretario de Educación Pública, Jesús Reyes Heróles - Rúbrica - El Secretario de Salubridad y Asistencia, Guillermo Soberón Acevedo - Rúbrica.- El Secretario del Trabajo y Previsión Social, Arsenio Farell Cubillas - Rúbrica.- El Secretario de la Reforma Agraria, Luis Martínez Villicaña.- Rúbrica - El Secretario de Turismo, Antonio Enríquez Savignac -Rúbrica -El Secretario de Pesca, Pedro Ojeda Paullada - Rúbrica.- El Jefe del Departamento del Distrito Federal, Ramón Aguirre Velazquez,- Rúbrica - El Secretario de Gobernación, Manuel Bartlett Díaz.- Rúbrica.

(Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 1982).

LEY FEDERAL DE PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO

TÍTULO PRIMERO

DEL ÁMBITO DE APLICACIÓN Y PRINCIPIOS GENERALES

CAPÍTULO ÚNICO

ARTÍCULO 1.- Las disposiciones de esta ley son de orden e interés públicos, y se aplicarán a los actos, procedimientos y resoluciones de la Administración Pública Federal centralizada, sin perjuicio de lo dispuesto en los Tratados Internacionales de los que México sea parte.

El presente ordenamiento no será aplicable a las materias de carácter fiscal, financiero, responsabilidades de los servidores públicos, electoral, competencia económica, justicias agraria y laboral, así como al Ministerio Público en ejercicio de sus funciones constitucionales.

Para los efectos de esta Ley sólo queda excluida la materia fiscal tratándose de las contribuciones y los accesorios que deriven directamente de aquéllas.

ARTÍCULO 2.- Esta Ley se aplicará supletoriamente a las diversas leyes administrativas reguladas por la misma. El Código Federal de Procedimientos Civiles se aplicará, a su vez, supletoriamente a esta Ley en lo conducente

TÍTULO SEGUNDO

DEL RÉGIMEN JURÍDICO DE LOS ACTOS ADMINISTRATIVOS

CAPÍTULO PRIMERO

DEL ACTO ADMINISTRATIVO

ARTÍCULO 3 - Son elementos y requisitos del acto administrativo.

- I Ser expedido por órgano competente, a través de servidor público, y en caso de que dicho órgano fuere colegiado, reúna las formalidades de la ley o decreto para emitirlo.
- II Tener objeto que pueda ser materia del mismo, determinado o determinable, preciso en cuanto a las circunstancias de tiempo y lugar, y previsto por la ley.
- III Cumplir con la finalidad de interés público regulado por las normas en que se concreta, sin que puedan perseguirse otros fines distintos.
- IV Hacer constar por escrito y con la firma autógrafa de la autoridad que lo expida, salvo en aquellos casos en que la ley autorice otra forma de expedición.
- V Estar fundado y motivado.
- VI Estar fundado y motivado debidamente.
- VII Ser expedido sujetandose a las disposiciones relativas al procedimiento administrativo previstas en esta Ley.
- VIII Ser expedido sin que medie error sobre el objeto, causa o motivo, ó sobre el fin del acto.
- IX Ser expedido sin que medie dolo o violencia en su emisión.
- X Mencionar el órgano del cual emana.
- XI. Ser expedido, en su caso, por órgano colegiado habiéndose satisfecho los requisitos exigidos por la ley o decreto, según sea el caso, para la expedición del acto.
- XII. Ser expedido sin que medie error respecto a la referencia específica de identificación del expediente, documentos o nombre completo de las personas.
- XIII. Ser expedido señalando lugar y fecha de emisión.

XIV. Tratándose de actos administrativos que deban notificarse deberá hacerse mención de la oficina en que se encuentra y puede ser consultado el expediente respectivo;

XV. Tratándose de actos administrativos recurribles deberá hacerse mención de los recursos que procedan, y

XVI. Ser expedido decidiendo expresamente todos los puntos propuestos por las partes, o establecidos por la ley

ARTÍCULO 4 - Los actos administrativos de carácter general, tales como decretos, acuerdos, circulares y cualesquiera otros de la misma naturaleza, deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación para que produzcan efectos jurídicos, y los de carácter individual deberán publicarse en dicho órgano informativo cuando así lo establezcan las leyes

Cuando así lo establezcan las leyes, los proyectos de reglamentos, decretos, acuerdos y demás actos administrativos de carácter general, cuando afecten el interés público deberán ser publicados previamente en el Diario Oficial de la Federación, para dar oportunidad a los interesados de formular observaciones sobre las medidas propuestas, dentro del plazo que las leyes señalen para tales efectos y, en su defecto, dentro del plazo de sesenta días siguientes a la publicación.

Los instructivos, manuales y formatos que expidan las dependencias de la Administración Pública Federal deberán publicarse previamente a su aplicación, en el Diario Oficial de la Federación

CAPÍTULO SEGUNDO

DE LA NULIDAD Y ANULABILIDAD DEL ACTO ADMINISTRATIVO

ARTÍCULO 5 - La omisión o irregularidad de los elementos y requisitos exigidos por el Artículo 3 de esta Ley, o por las leyes administrativas de las materias de que se trate, producirán, según sea el caso, nulidad o anulabilidad del acto administrativo

ARTÍCULO 6 - La omisión o irregularidad de cualesquiera de los elementos y requisitos establecidos en las Fracciones I a XI del Artículo 3 de la presente Ley, producirá la nulidad del acto administrativo

El acto administrativo que se declare jurídicamente nulo será inválido, no se presumirá legítimo ni ejecutable, será subsanable, sin perjuicio de que pueda expedirse un nuevo acto. Los particulares no tendrán obligación de cumplirlo y los servidores públicos deberán hacer constar su oposición a ejecutar el acto, fundando y motivando tal negativa. La declaración de nulidad producirá efectos retroactivos

En caso de que el acto se hubiera consumado, o bien, sea imposible de hecho o de derecho retrotraer sus efectos, sólo dará lugar a la responsabilidad del servidor público que la hubiere emitido u ordenado.

ARTÍCULO 7 - La omisión o irregularidad en los elementos y requisitos señalados en las Fracciones XIII a XVI del Artículo 3 de esta Ley, producirá la anulabilidad del acto administrativo

El acto declarado anulable se considerará válido, gozará de presunción de legitimidad y ejecutividad, y será subsanable por los órganos administrativos mediante el pleno cumplimiento de los requisitos exigidos por el ordenamiento jurídico para la plena validez y eficacia del acto. Tanto los servidores públicos como los particulares tendrán obligación de cumplirlo.

El saneamiento del acto anulable producirá efectos retroactivos y el acto se considerará como si siempre hubiere sido válido

CAPÍTULO TERCERO

DE LA EFICACIA DEL ACTO ADMINISTRATIVO

ARTÍCULO 8 - El acto administrativo será válido hasta en tanto su invalidez no haya sido declarada por autoridad administrativa o jurisdiccional, según sea el caso

ARTÍCULO 9.- El acto administrativo válido será eficaz y exigible a partir de que surta efectos la notificación legalmente efectuada

Se exceptúa de lo dispuesto en el párrafo anterior, el acto administrativo por el cual se otorgue un beneficio al particular, caso en el cual su cumplimiento será exigible por este al órgano administrativo que lo emitió desde la fecha en que se dictó o aquella que tenga señalada para iniciar su vigencia, así como los casos en virtud de los cuales se realicen actos de inspección, investigación o vigilancia conforme a las disposiciones de ésta u otras leyes, los cuales son exigibles a partir de la fecha en que la Administración Pública Federal los efectúe

ARTÍCULO 10 - Si el acto administrativo requiere aprobación de órganos o autoridades distintos del que lo emita, de conformidad a las disposiciones legales aplicables, no tendrá eficacia sino hasta en tanto aquélla se produzca

CAPÍTULO CUARTO

DE LA EXTINCIÓN DEL ACTO ADMINISTRATIVO

ARTÍCULO 11.- El acto administrativo de carácter individual se extingue de pleno derecho, por las siguientes causas

- I Cumplimiento de su finalidad,
- II Expiración del plazo,
- III. Cuando la formación del acto administrativo esté sujeto a una condición o término suspensivo y éste no se realiza dentro del plazo señalado en el propio acto;
- IV. Acaecimiento de una condición resolutoria,
- V Renuncia del interesado, cuando el acto hubiere sido dictado en exclusivo beneficio de éste y no sea en perjuicio del interés público, y
- VI Por revocación, cuando así lo exija el interés público, de acuerdo con la ley de la materia

TÍTULO TERCERO

DEL PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO

CAPÍTULO PRIMERO

DISPOSICIONES GENERALES

ARTÍCULO 12 - Las disposiciones de este Título son aplicables a la actuación de los particulares ante la Administración Pública Federal, así como a los actos a través de los cuales se desenvuelve la función administrativa.

ARTÍCULO 13 - La actuación administrativa en el procedimiento se desarrollará con arreglo a los principios de economía, celeridad, eficacia, legalidad, publicidad y buena fe.

ARTÍCULO 14 - El procedimiento administrativo podrá iniciarse de oficio o a petición de parte interesada

ARTÍCULO 15 - La Administración Pública Federal no podrá exigir más formalidades que las expresamente previstas en la ley.

Las promociones deberán hacerse por escrito en el que se precisará el nombre, denominación o razón social de quién o quiénes promuevan, en su caso de su representante legal, domicilio para recibir notificaciones, así como nombre de la persona o personas autorizadas para recibirlas, la petición que se formula, los hechos o razones que dan motivo a la petición, el órgano administrativo a que se dirigen y lugar y fecha de su emisión. El escrito deberá estar firmado por el interesado o su representante legal, a menos que no sepa o no pueda firmar, caso en el cual, se imprimirá su huella digital

El promovente deberá adjuntar a su escrito los documentos que acrediten su personalidad, así como los que en cada caso sean requeridos en los ordenamientos respectivos.

ARTÍCULO 16 - La Administración Pública Federal, en sus relaciones con los particulares, tendrá las siguientes obligaciones.

I Solicitar la comparecencia de éstos, sólo cuando así esté previsto en la ley, previa citación en la que se hará constar expresamente el lugar, fecha, hora y objeto de la comparecencia, así como los efectos de no atenderla;

II Requerir informes, documentos y otros datos durante la realización de visitas de verificación, sólo en aquellos casos previstos en ésta u otras leyes,

- III Hacer del conocimiento de éstos, en cualquier momento, del estado de la tramitación de los procedimientos en los que tengan interés jurídico, y a proporcionar copia de los documentos contenidos en ellos;
- IV Hacer constar en las copias de los documentos que se presenten junto con los originales, la presentación de los mismos.
- V. Admitir las pruebas permitidas por la ley y recibir alegatos, los que deberán ser tomados en cuenta por el órgano competente al dictar resolución,
- VI. Abstenerse de requerir documentos o solicitar información que no sean exigidos por las normas aplicables al procedimiento, o que ya se encuentren en el expediente que se está tramitando,
- VII Proporcionar información y orientar acerca de los requisitos jurídicos o técnicos que las disposiciones legales vigentes impongan a los proyectos, actuaciones o solicitudes que se propongan realizar;
- VIII. Permitir el acceso a sus registros y archivos en los terminos previstos en ésta u otras leyes,
- IX. Tratar con respeto a los particulares y a facilitar el ejercicio de sus derechos y el cumplimiento de sus obligaciones, y
- X. Dictar resolución expresa sobre cuantas peticiones le formulen; así como en los procedimientos iniciados de oficio, cuya instrucción y resolución afecte a terceros, debiendo dictarla dentro del plazo fijado por la ley.

ARTÍCULO 17 - Salvo que las leyes específicas establezcan lo contrario u otro plazo, no podrá exceder de cuatro meses el tiempo para que la autoridad administrativa resuelva lo que corresponda, transcurrido el cual se entenderán las resoluciones en sentido negativo al promovente. La autoridad, a solicitud del interesado, deberá expedir constancia de tal circunstancia, en cuyo defecto, se fincará responsabilidad al encontrario responsable. Igual constancia deberá expedirse cuando las leyes específicas prevean la resolución en sentido favorable

En el caso de que se recurra la negativa por falta de resolución, y ésta a su vez no se resuelva dentro del mismo término, se entenderá confirmada en sentido negativo.

ARTÍCULO 18 - El procedimiento administrativo continuará de oficio, sin perjuicio del impulso que puedan darle los interesados. En caso de corresponderles a estos últimos y no lo hicieren, operará la caducidad en los términos previstos en esta Ley

CAPÍTULO SEGUNDO

DE LOS INTERESADOS

ARTÍCULO 19 - Los promoventes con capacidad de ejercicio podrán actuar por sí o por medio de representante o apoderado.

La representación de las personas físicas o morales ante la Administración Pública Federal para formular solicitudes, participar en el procedimiento administrativo, interponer recursos, desistirse y renunciar a derechos, deberá acreditarse mediante instrumento público, y en el caso de personas físicas, también mediante carta poder firmada ante dos testigos y ratificadas las firmas del otorgante y testigos ante las propias autoridades o fedatario público, o declaración en comparecencia personal del interesado

Sin perjuicio de lo anterior, el interesado o su representante legal mediante escrito firmado podrá autorizar a la persona o personas que estime pertinente para oír y recibir notificaciones, realizar trámites, gestiones y comparecencias que fueren necesarios para la tramitación de tal procedimiento, incluyendo la interposición de recursos administrativos

ARTÍCULO 20 - Cuando en una solicitud, escrito o comunicación fungieren varios interesados, las actuaciones a que den lugar se efectuarán con el representante común o interesado que expresamente hayan señalado y, en su defecto, con el que figure en primer termino

CAPÍTULO TERCERO

IMPEDIMENTOS, EXCUSAS Y RECUSACIONES

ARTÍCULO 21 - Todo servidor público estará impedido para intervenir o conocer de un procedimiento administrativo cuando

I Tenga interes directo o indirecto en el asunto de que se trate o en otro semejante, cuya resolución pudiera influir en la de aquél, sea administrador de sociedad o entidad interesada, o tenga litigio pendiente con algún interesado;

II. Tengan interés su cónyuge, sus parentes consanguíneos en línea recta sin limitación de grados, colaterales dentro del cuarto grado o los afines dentro del segundo;

III. Hubiere parentesco de consanguinidad dentro del cuarto grado o de afinidad dentro del segundo, con cualquiera de los interesados, con los administradores de entidades o sociedades interesadas o con los asesores, representantes legales o mandatarios que intervengan en el procedimiento,

IV. Exista amistad o enemistad manifiesta que se hagan patentes mediante hechos o actitudes evidentes del servidor público que la demuestre objetivamente o con alguna de las personas mencionadas en el apartado anterior,

V. Intervenga como perito o como testigo en el asunto de que se trata;

VI. Tenga relación de servicio, sea cual fuera su naturaleza, con las personas físicas o morales interesadas directamente en el asunto, y

VII. Por cualquier otra causa prevista en ley.

ARTÍCULO 22. - El servidor público que se encuentre en alguna de las circunstancias señaladas en el artículo anterior, tan pronto tenga conocimiento de la misma, se excusará de intervenir en el procedimiento y lo comunicará a su superior inmediato, quien resolverá lo conducente dentro de los tres días siguientes

Cuando hubiere otro servidor público con competencia, el superior jerárquico turnará el asunto a éste; en su defecto, dispondrá que el servidor público que se hubiere excusado resuelva, bajo la supervisión de su superior jerárquico

ARTÍCULO 23. - La intervención del servidor público en el que concurra cualquiera de los impedimentos a que se refiere el Artículo 21 de esta Ley, no implicará necesariamente la invalidez de los actos administrativos en que haya intervenido, pero dará lugar a responsabilidad administrativa

ARTÍCULO 24 - El superior jerárquico cuando tenga conocimiento de que alguno de sus subalternos se encuentra en alguna de las causales de impedimento a que se refiere el Artículo 21 de la presente Ley, ordenará que se inhiba de todo conocimiento

ARTÍCULO 25 - Cuando el servidor público no se inhiere a pesar de existir alguno de los impedimentos expresados, en cualquier momento de la tramitación del procedimiento, el interesado podrá promover la recusación.

ARTÍCULO 26 - La recusación se planteará por escrito ante el superior jerárquico del recusado, expresando la causa o causas en que se funda, acompañando al mismo las pruebas pertinentes

Al día siguiente de integrado el expediente con la documentación a que se refiere el párrafo anterior, el recusado manifestará lo que considere pertinente. El superior resolverá en el plazo de tres días, lo procedente

A falta de informe rendido por el recusado, se tendrá por cierto el impedimento interpuesto

ARTÍCULO 27 - Contra las resoluciones adoptadas en materia de impedimentos, excusas y recusaciones no cabrá recurso, sin perjuicio de la posibilidad de alegar la recusación al interponer el recurso que proceda contra la resolución que dé por concluido el procedimiento

CAPÍTULO CUARTO

DE LOS TÉRMINOS Y PLAZOS

ARTÍCULO 28 - Las actuaciones y diligencias administrativas se practicarán en días y horas hábiles

En los plazos fijados en días no se contarán los inhábiles, salvo disposición en contrario. No se considerarán días hábiles los sábados, los domingos, el 1o de enero, 5 de febrero, 21 de marzo, 1o de mayo, 5 de mayo, 1o. y 16 de septiembre; 20 de noviembre 1o de diciembre de cada seis años, cuando corresponda a la transmisión del Poder Ejecutivo Federal, y el 25 de diciembre, así como los días en que tengan vacaciones generales las autoridades competentes o aquellos en que se suspendan las labores, los que se harán del conocimiento público mediante acuerdo del titular de la Dependencia respectiva, que se publicara en el Diario Oficial de la Federación

Los términos podrán suspenderse por causa de fuerza mayor o caso fortuito, debidamente fundada y motivada por la autoridad competente

La autoridad podrá, de oficio o a petición de parte interesada, habilitar días inhábiles, cuando así lo requiera el asunto.

ARTÍCULO 29 - En los plazos establecidos por periodos se computarán todos los días; cuando se fijen por mes o por año se entenderá que el plazo concluye el mismo número de día del mes o año de calendario que corresponda, respectivamente, cuando no exista el mismo número de día en el mes de calendario correspondiente, el término será el primer día hábil del siguiente mes de calendario

Si el último día del plazo o la fecha determinada son inhábiles o las oficinas ante las que se vaya a hacer el trámite permanecen cerradas durante el horario normal de labores, se prorrogará el plazo hasta el siguiente día hábil.

Cuando el último día del plazo sea inhábil, se entenderá prorrogado hasta el día siguiente hábil

ARTÍCULO 30 - Las diligencias o actuaciones del procedimiento administrativo se efectuarán conforme a los horarios que cada dependencia o entidad de la Administración Pública Federal previamente establezca y publique en el Diario Oficial de la Federación, y en su defecto, las comprendidas entre las 8:00 y las 18:00 horas. Una diligencia iniciada en horas hábiles podrá concluirse en hora inhábil sin afectar su validez.

Las autoridades administrativas, en caso de urgencia o de existir causa justificada, podrán habilitar horas inhábiles cuando la persona con quien se vaya a practicar la diligencia realice actividades objeto de investigación en tales horas

ARTÍCULO 31 - Sin perjuicio de lo establecido en otras leyes administrativas, la Administración Pública Federal, de oficio o a petición de parte interesada, podrá ampliar los términos y plazos establecidos, sin que dicha ampliación exceda en ningún caso de la mitad del plazo previsto originalmente, cuando así lo exija el asunto y no se perjudiquen los derechos de los interesados o de terceros.

ARTÍCULO 32 - Para efectos de las notificaciones, citaciones, emplazamientos, requerimientos, visitas e informes, a falta de términos o plazos establecidos en las leyes administrativas para la realización de trámites, aquéllos no excederán de diez días. El órgano administrativo deberá hacer del conocimiento del interesado dicho plazo

CAPÍTULO QUINTO

DEL ACCESO A LA DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN

ARTÍCULO 33 - Los interesados en un procedimiento administrativo tendrán derecho de conocer, en cualquier momento, el estado de su tramitación, recabando la oportuna información en las oficinas correspondientes, salvo cuando contengan información sobre la defensa y seguridad nacional, sean relativos a materias protegidas por el secreto comercial o industrial, en los que el interesado no sea titular o causahabiente, o se trate de asuntos en que exista disposición legal que lo prohíba

ARTÍCULO 34 - Los interesados podrán solicitar les sea expedida a su costa, copia certificada de los documentos contenidos en el expediente administrativo en el que se actúa, salvo en los casos a que se refiere el artículo anterior

CAPÍTULO SEXTO

DE LAS NOTIFICACIONES

ARTÍCULO 35 - Las notificaciones, citatorios, emplazamientos, requerimientos, solicitud de informes o documentos y las resoluciones administrativas definitivas podrán realizarse

I. Personalmente con quien deba entenderse la diligencia, en el domicilio del interesado,

II. Mediante oficio entregado por mensajero o correo certificado, con acuse de recibo, telefax o cualquier otro medio por el que se pueda comprobar fehacientemente la recepción de los mismos, y

III. Por edicto, cuando se desconozca el domicilio del interesado o en su caso de que la persona a quien deba notificarse haya desaparecido, se ignore su domicilio o se encuentre en el extranjero sin haber dejado representante legal

Tratándose de actos distintos a los señalados anteriormente, las notificaciones podrán realizarse por correo ordinario, mensajería, telegrama o telefax

ARTÍCULO 36 - Las notificaciones personales se harán en el domicilio del interesado o en el último domicilio que la persona a quien se deba notificar haya señalado ante los órganos administrativos en el procedimiento administrativo de que se trate. En todo caso, el notificador deberá cerciorarse del domicilio del interesado y deberá entregar copia del acto que se notifique y señalar la fecha y hora en que la notificación se efectúa, recabando el nombre y firma de la persona con quien se entienda la diligencia. Si ésta se niega, se hará constar en el acta de notificación, sin que ello afecte su validez.

Las notificaciones personales, se entenderán con la persona que deba ser notificada o su representante legal, a falta de ambos, el notificador dejará citatorio con cualquier persona que se encuentre en el domicilio, para que el interesado espere a una hora fija del día hábil siguiente. Si el domicilio se encontrare cerrado, el citatorio se dejará con el vecino más inmediato.

Si la persona a quien haya de notificarse no atendiere el citatorio, la notificación se entenderá con cualquier persona que se encuentre en el domicilio en que se realice la diligencia y, de negarse ésta a recibirla o en su caso de encontrarse cerrado el domicilio, se realizará por instructivo que se fijará en un lugar visible del domicilio.

De las diligencias en que conste la notificación, el notificador tomará razón por escrito.

Cuando las leyes respectivas así lo determinen, y se desconozca el domicilio de los titulares de los derechos afectados, tendrá efectos de notificación personal la segunda publicación del acto respectivo en el Diario Oficial de la Federación.

ARTÍCULO 37 - Las notificaciones por edictos se realizarán haciendo publicaciones que contendrán un resumen de las resoluciones por notificar. Dichas publicaciones deberán efectuarse por tres días consecutivos en el Diario Oficial de la Federación y en uno de los periódicos diarios de mayor circulación en el territorio nacional.

ARTÍCULO 38 - Las notificaciones personales surtirán sus efectos el día en que hubieren sido realizadas. Los plazos empezarán a correr a partir del día siguiente a aquel en que haya surtido efectos la notificación.

Se tendrá como fecha de notificación por correo certificado la que conste en el acuse de recibo.

En las notificaciones por edictos se tendrá como fecha de notificación la de la última publicación en el Diario Oficial de la Federación y en uno de los periódicos diarios de mayor circulación en el territorio nacional.

ARTÍCULO 39 - Toda notificación deberá efectuarse en el plazo máximo de diez días, a partir de la emisión de la resolución o acto que se notifique, y deberá contener el texto íntegro del acto, así como el fundamento legal en que se apoye con la indicación si es o no definitivo en la vía administrativa, y en su caso, la expresión del recurso administrativo que contra la misma proceda, órgano ante el cual hubiera de presentarse y plazo para su interposición.

CAPÍTULO SÉPTIMO

DE LA IMPUGNACIÓN DE NOTIFICACIONES

ARTÍCULO 40 - Las notificaciones irregularmente practicadas surtirán efectos a partir de la fecha en que se haga la manifestación expresa por el interesado o su representante legal de conocer su contenido o se interponga el recurso correspondiente.

ARTÍCULO 41 - El afectado podrá impugnar los actos administrativos recurribles que no hayan sido notificados o no se hubieren apegado a lo dispuesto en esta ley, conforme a las siguientes reglas:

I. Si el particular afirma conocer el acto administrativo materia de la notificación, la impugnación contra la misma se hará valer mediante la interposición del recurso administrativo correspondiente, en el que manifestará la fecha en que lo conoció.

En caso de que también impugna el acto administrativo, los agravios se expresarán en el citado recurso, conjuntamente con los que se acumulen contra la notificación.

II. Si el particular niega conocer el acto, manifestará tal desconocimiento interponiendo el recurso administrativo correspondiente ante la autoridad competente para notificar dicho acto. La citada autoridad le dará a conocer el acto junto con la notificación que del mismo se hubiere practicado, para lo cual el particular señalará en el escrito del propio recurso, el domicilio en el que se le deba dar a conocer y el nombre de la persona autorizada para recibirlo, en su caso. Si no se señalare domicilio, la autoridad dará a conocer el acto mediante notificación por edictos, si no se señalare persona autorizada, se hará mediante notificación personal.

El particular tendrá un plazo de quince días a partir del día siguiente a aquel en que la autoridad se los haya dado a conocer, para ampliar el recurso administrativo, impugnando el acto y su notificación, o cualquiera de ellos según sea el caso.

III. La autoridad competente para resolver el recurso administrativo estudiará los agravios expresados contra la notificación, previamente al examen de la impugnación que, en su caso, se haya hecho del acto administrativo, y

IV. Si se resuelve que no hubo notificación o que ésta no fue efectuada conforme a lo dispuesto por la presente Ley, se tendrá al recurrente como sabedor del acto administrativo desde la fecha en que manifestó conocerlo o en que se le dio a conocer en los términos de la Fracción II del presente artículo, quedando sin efectos todo lo actuado con base en aquélla, y procederá al estudio de la impugnación que, en su caso, hubiese formulado en contra de dicho acto.

Si resuelve que la notificación fue legalmente practicada y, como consecuencia de ello, la impugnación contra el acto se interpuso extemporáneamente, desechará dicho recurso

CAPÍTULO OCTAVO DE LA INICIACIÓN

ARTÍCULO 42 - Los escritos dirigidos a la Administración Pública Federal deberán presentarse directamente en sus oficinas autorizadas para tales efectos, en las oficinas de correos, mediante mensajería o telefax, salvo el caso del escrito inicial de impugnación, el cual deberá presentarse precisamente en las oficinas administrativas correspondientes.

Cuando un escrito sea presentado ante un órgano incompetente, dicho órgano remitirá la promoción al que sea competente en el plazo de cinco días. En tal caso, se tendrá como fecha de presentación la del acuse de recibo del órgano incompetente, salvo que éste aperciba al particular en el sentido de que su recurso se recibe sólo para el efecto de ser turnado a la autoridad competente, de esta circunstancia deberá dejarse constancia por escrito en el propio documento y en la copia sellada que al efecto se exhiba

Los escritos recibidos por correo certificado con acuse de recibo se considerarán presentados en las fechas que indique el sello fechador de la oficina de correos, excepto en los casos en que hubieren sido dirigidos a una autoridad que resulte incompetente. Para tal efecto, se agregará al expediente el sobre sin destruir en donde aparezca el sello fechador, y cuando así proceda se estará a lo dispuesto en el párrafo anterior

ARTÍCULO 43 - En ningún caso se podrán rechazar los escritos en las unidades de recepción de documentos

Cuando en cualquier estado se considere que alguno de los actos no reúne los requisitos necesarios, el órgano administrativo lo pondrá en conocimiento de la parte interesada, concediéndole un plazo de cinco días para su cumplimiento. Los interesados que no cumplan con lo dispuesto en este artículo, se les podrá declarar la caducidad del ejercicio de su derecho, en los términos previstos en la presente Ley

ARTÍCULO 44 - Iniciado el procedimiento, el órgano administrativo podrá adoptar las medidas provisionales establecidas en las leyes administrativas de la materia, y en su caso, en la presente ley para asegurar la eficacia de la resolución que pudiera recaer, si existen suficientes elementos de juicio para ello

ARTÍCULO 45 - Los titulares de los órganos administrativos ante quienes se inicie o se tramite cualquier procedimiento administrativo, de oficio o a petición de parte interesada, podrán disponer su acumulación. Contra el acuerdo de acumulación no procederá recurso alguno

CAPÍTULO NOVENO DE LA TRAMITACIÓN

ARTÍCULO 46.- En el despacho de los expedientes se guardará y respetará el orden riguroso de tramitación en los asuntos de la misma naturaleza, la alteración del orden sólo podrá realizarse cuando exista causa debidamente motivada de la que quede constancia

El incumplimiento a lo dispuesto en el párrafo anterior, será causa de responsabilidad del servidor público infractor

ARTÍCULO 47.- Las cuestiones incidentales que se susciten durante el procedimiento no suspenderán la tramitación del mismo, incluyendo la recusación, en la inteligencia que de existir un procedimiento incidental de recusación, éste deberá resolverse antes de dictarse resolución definitiva o en la misma resolución.

ARTÍCULO 48 - Los incidentes se tramitarán por escrito dentro de los cinco días siguientes a la notificación del acto que lo motive, en el que expresará lo que a su derecho conviniere, así como las pruebas que estime pertinentes fijando los puntos sobre los que versen; una vez desahogadas, en su caso, las pruebas que hubiere ofrecido, en el término que se fije y que no excederá de diez días, el órgano administrativo resolverá el incidente planteado.

ARTÍCULO 49 - Los actos necesarios para la determinación, conocimiento y comprobación de los hechos en virtud de los cuales deba pronunciarse resolución, se realizarán de oficio por el órgano que tramite el procedimiento

ARTÍCULO 50 - En los procedimientos administrativos se admitirán toda clase de pruebas, excepto la confesional de las autoridades. No se considerará comprendida en esta prohibición la petición de informes a las autoridades administrativas, respecto de hechos que consten en sus expedientes o de documentos agregados a ellos.

La autoridad podrá allegarse de los medios de prueba que considere necesarios, sin más limitación que las establecidas en la ley

El órgano o autoridad de la Administración Pública Federal ante quien se tramite un procedimiento administrativo, acordara sobre la admisibilidad de las pruebas ofrecidas. Sólo podrá rechazar las pruebas propuestas por los interesados cuando no fuesen ofrecidas conforme a derecho, no tengan relación con el fondo del asunto, sean improcedentes e innecesarias o contrarias a la moral o al derecho. Tal resolución deberá estar debidamente fundada y motivada

ARTÍCULO 51 - El desahogo de las pruebas ofrecidas y admitidas se realizará dentro de un plazo no menor a tres ni mayor de quince días, contado a partir de su admisión

Si se ofreciesen pruebas que ameriten ulterior desahogo, se concederá al interesado un plazo no menor de ocho ni mayor de quince días para tal efecto.

Las pruebas supervenientes podrán presentarse siempre que no se haya emitido la resolución definitiva

ARTÍCULO 52 - El órgano administrativo notificará a los interesados, con una anticipación de tres días, el inicio de las actuaciones necesarias para el desahogo de las pruebas que hayan sido admitidas

ARTÍCULO 53 - Cuando las disposiciones legales así lo establezcan o se juzgue necesario, se solicitarán los informes u opiniones necesarios para resolver el asunto, citándose el precepto que lo exija o motivando, en su caso, la conveniencia de solicitarlos.

ARTÍCULO 54 - Los informes u opiniones solicitados a otros órganos administrativos podrán ser obligatorios o facultativos, vinculantes o no. Salvo disposición legal en contrario, los informes y opiniones serán facultativos y no vinculantes al órgano que los solicitó y deberán incorporarse al expediente

ARTÍCULO 55 - A quien se le solicite un informe u opinión, deberá emitirlo dentro del plazo de quince días, salvo disposición que establezca otro plazo

Si transcurrido el plazo a que se refiere el párrafo anterior, no se recibiese el informe u opinión, cuando se trate de informes u opiniones obligatorios o vinculantes se entenderá que no existe objeción a las pretensiones del interesado

ARTÍCULO 56 - Concluida la tramitación del procedimiento administrativo y antes de dictar resolución se pondrán las actuaciones a disposición de los interesados, para que en su caso, formulen alegatos, los que serán tomados en cuenta por el órgano competente al dictar la resolución

Los interesados en un plazo no inferior a cinco días ni superior a diez podrán presentar por escrito sus alegatos

Si antes del vencimiento del plazo los interesados manifestaran su decisión de no presentar alegatos, se tendrá por concluido el trámite.

CAPÍTULO DÉCIMO

DE LA TERMINACIÓN

ARTÍCULO 57.- Ponen fin al procedimiento administrativo

- I La resolución del mismo;
- II. El desistimiento;
- III La renuncia al derecho en que se funde la solicitud, cuando tal renuncia no esté prohibida por el ordenamiento jurídico,
- IV La declaración de caducidad,
- V. la imposibilidad material de continuarlo por causas sobrevenidas, y
- VI El convenio de las partes, siempre y cuando no sea contrario al ordenamiento jurídico ni verse sobre materias que no sean susceptibles de transacción, y tengan por objeto satisfacer el interés público, con el alcance, efectos y régimen jurídico específico que en cada caso prevea la disposición que lo regula

ARTÍCULO 58 - Todo interesado podrá desistirse de su solicitud o renunciar a sus derechos, cuando éstos no sean de orden e interés públicos. Si el escrito de iniciación se hubiere formulado por dos o más interesados, el desistimiento o la renuncia sólo afectará a aquél que lo hubiese formulado.

ARTÍCULO 59 - La resolución que ponga fin al procedimiento decidirá todas las cuestiones planteadas por los interesados y de oficio las derivadas del mismo; en su caso, el órgano administrativo competente podrá decidir sobre las mismas, poniéndolo, previamente, en conocimiento de los interesados por un plazo no superior de diez días, para que manifiesten lo que a su derecho convenga y aporten las pruebas que estimen convenientes

En los procedimientos tramitados a solicitud del interesado la resolución será congruente con las peticiones formuladas por éste, sin perjuicio de la potestad de la Administración Pública Federal de iniciar de oficio un nuevo procedimiento

ARTÍCULO 60.- En los procedimientos iniciados a instancia del interesado, cuando se produzca su paralización por causas imputables al mismo, la Administración Pública Federal le advertirá que, transcurridos tres meses, se producirá la caducidad del mismo. Expirado dicho plazo sin que el interesado requerido realice las actividades necesarias para reanudar la tramitación, la Administración Pública Federal acordará el archivo de las actuaciones, notificándose al interesado. Contra la resolución que declare la caducidad procederá el recurso previsto en la presente Ley

La caducidad no producirá por sí misma la prescripción de las acciones del particular, de la Administración Pública Federal, pero los procedimientos caducados no interrumpen ni suspenden el plazo de prescripción

Cuando se trate de procedimientos iniciados de oficio se entenderán caducados, y se procederá al archivo de las actuaciones, a solicitud de parte interesada o de oficio, en el plazo de 30 días contados a partir de la expiración del plazo para dictar resolución

ARTÍCULO 61 - En aquellos casos en que medie una situación de emergencia o urgencia, debidamente fundada y motivada, la autoridad competente podrá emitir el acto administrativo sin sujetarse a los requisitos y formalidades del procedimiento administrativo previstos en esta Ley, respetando en todo caso las garantías individuales

CAPÍTULO DÉCIMO PRIMERO

DE LAS VISITAS DE VERIFICACIÓN

ARTÍCULO 62 - Las autoridades administrativas, para comprobar el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias podrán llevar a cabo visitas de verificación, mismas que podrán ser ordinarias y extraordinarias; las primeras se efectuarán en días y horas hábiles, y las segundas en cualquier tiempo.

ARTÍCULO 63.- Los verificadores, para practicar visitas, deberán estar provistos de orden escrita con firma autógrafa expedida por la autoridad competente, en la que deba precisarse el lugar o zona que ha de verificarse, el objeto de la visita, el alcance que deba tener y las disposiciones legales que lo fundamenten

ARTÍCULO 64 - Los propietarios, responsables, encargados u ocupantes de establecimientos objeto de verificación estarán obligados a permitir el acceso y dar facilidades e informes a los verificadores para el desarrollo de su labor,

ARTÍCULO 65.- Al iniciar la visita, el verificador deberá exhibir credencial vigente con fotografía, expedida por la autoridad competente que lo acredite para desempeñar dicha función, así como la orden expresa a la que se refiere el artículo 63 de la presente Ley, de la que deberá dejar copia al propietario, responsable, encargado u ocupante del establecimiento.

ARTÍCULO 66.- De toda visita de verificación se levantará acta circunstanciada, en presencia de dos testigos propuestos por la persona con quien se hubiere entendido la diligencia o por quien la practique si aquella se hubiere negado a proponerlos

De toda acta se dejará copia a la persona con quien se entendió la diligencia, aunque se hubiere negado a firmar, lo que no afectará la validez de la diligencia ni del documento de que se trate, siempre y cuando el verificador haga constar tal circunstancia en la propia acta

ARTÍCULO 67 - En las actas se hará constar

I. Nombre, denominación o razón social del visitado,

II Hora, día, mes y año en que se inicie y concluya la diligencia,

III Calle, número, población o colonia, teléfono u otra forma de comunicación disponible, municipio o delegación, código postal y entidad federativa en que se encuentre ubicado el lugar en que se practique la visita,

IV Número y fecha del oficio de comisión que la motivó;

V Nombre y cargo de la persona con quien se entendió la diligencia;

VI Nombre y domicilio de las personas que fungieron como testigos;

VII Datos relativos a la actuación,

VIII Declaración del visitado, si quisiera hacerla, y

IX. Nombre y firma de quienes intervinieron en la diligencia incluyendo los de quien la hubiere llevado a cabo. Si se negaren a firmar el visitado o su representante legal, ello no afectará la validez del acta, debiendo el verificador asentar la razón relativa

ARTÍCULO 68 - Los visitados a quienes se haya levantado acta de verificación podrán formular observaciones en el acto de la diligencia y ofrecer pruebas en relación a los hechos contenidos en ella, o bien, por escrito, hacer uso de tal derecho dentro del término de cinco días siguientes a la fecha en que se hubiere levantado.

ARTÍCULO 69 - Las dependencias podrán, de conformidad con las disposiciones aplicables, verificar bienes, personas y vehículos de transporte con el objeto de comprobar el cumplimiento de las disposiciones legales, para lo cual se deberán cumplir, en lo conducente, las formalidades previstas para las visitas de verificación

TÍTULO CUARTO

DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES ADMINISTRATIVAS

CAPÍTULO ÚNICO

ARTICULO 70 - Las sanciones administrativas deberán estar previstas en las leyes respectivas y podrán consistir en

I Amonestación con apercibimiento,

II Multa,

III Multa adicional por cada día que persista la infracción;

IV Arresto hasta por 36 horas,

V Clausura temporal o permanente, parcial o total, y

VI Las demás que señalen las leyes o reglamentos

ARTÍCULO 71 - Sin perjuicio de lo establecido en las leyes administrativas, en caso de reincidencia se duplicará la multa impuesta por la infracción anterior, sin que su monto exceda del doble del máximo

ARTÍCULO 72.- Para imponer una sanción, la autoridad administrativa deberá notificar previamente al infractor del inicio del procedimiento, para que este dentro de los quince días siguientes exponga lo que a su derecho convenga y, en su caso aporte las pruebas con que cuente

ARTÍCULO 73 - La autoridad administrativa fundará y motivará su resolución, considerando

- I Los daños que se hubieren producido o puedan producirse;
- II El carácter intencional o no de la acción u omisión constitutiva de la infracción;
- III La gravedad de la infracción, y
- IV La reincidencia del infractor

ARTÍCULO 74 - Una vez oído al infractor y desahogadas las pruebas ofrecidas y admitidas, se procederá, dentro de los diez días siguientes, a dictar por escrito la resolución que proceda, la cual será notificada en forma personal o por correo certificado

ARTÍCULO 75.- Las autoridades competentes harán uso de las medidas legales necesarias, incluyendo el auxilio de la fuerza pública, para lograr la ejecución de las sanciones y medidas de seguridad que procedan

ARTÍCULO 76 - Las sanciones administrativas podrán imponerse en más de una de las modalidades previstas en el Artículo 70 de esta Ley, salvo el arresto.

ARTÍCULO 77.- Cuando en una misma acta se hagan constar diversas infracciones, en la resolución respectiva, las multas se determinarán separadamente así como el monto total de todas ellas

Cuando en una misma acta se comprenda a dos o más infractores, a cada uno de ellos se le impondrá la sanción que corresponda

ARTÍCULO 78 - Las sanciones por infracciones administrativas se impondrán sin perjuicio de las penas que correspondan a los delitos en que, en su caso, incurran los infractores

ARTÍCULO 79 - La facultad de la autoridad para imponer sanciones administrativas prescribe en cinco años. Los términos de la prescripción serán continuos y se contarán desde el día en que se cometió la falta o infracción administrativa si fuere consumada o, desde que cesó si fuere continua

ARTÍCULO 80 - Cuando el infractor impugne los actos de la autoridad administrativa se interrumpirá la prescripción hasta en tanto la resolución definitiva que se dicte no admita ulterior recurso

Los interesados podrán hacer valer la prescripción por vía de excepción y la autoridad deberá declararla de oficio

TÍTULO QUINTO

MEDIDAS DE SEGURIDAD

CAPÍTULO ÚNICO

ARTÍCULO 81 - Se consideran medidas de seguridad las disposiciones que dicte la autoridad competente para proteger la salud y la seguridad públicas. Las medidas de seguridad se establecerán en cada caso por las leyes administrativas

ARTÍCULO 82 - Las autoridades administrativas con base en los resultados de la visita de verificación o del informe de la misma, podrán dictar medidas de seguridad para corregir las irregularidades que se hubiesen encontrado, notificándolas al interesado y otorgándole un plazo adecuado para su realización. Dichas medidas tendrán la duración estrictamente necesaria para la corrección de las irregularidades respectivas

TÍTULO SEXTO

DEL RECURSO DE REVISIÓN

CAPÍTULO PRIMERO

DISPOSICIONES GENERALES

ARTÍCULO 83 - Los interesados afectados por los actos y resoluciones de las autoridades administrativas que pongan fin al procedimiento administrativo, a una instancia o resuelvan un expediente, podrán interponer recurso de revisión o intentar las vías judiciales correspondientes

ARTÍCULO 84.- La oposición a los actos de trámite en un procedimiento administrativo deberá alegarse por los interesados durante dicho procedimiento, para su consideración, en la resolución que ponga fin al mismo. La oposición a tales actos de trámite se hará valer en todo caso al impugnar la resolución definitiva

ARTÍCULO 85.- El plazo para interponer el recurso de revisión será de quince días contado a partir del día siguiente a aquél en que hubiere surtido efectos la notificación de la resolución que se recurra.

ARTÍCULO 86 - El escrito de interposición del recurso de revisión deberá presentarse ante la autoridad que emitió el acto impugnado y será resuelto por el superior jerárquico cuyo escrito deberá expresar:

- I El órgano administrativo a quien se dirige;
- II El nombre del recurrente, y del tercero perjudicado si lo hubiere, así como el lugar que señale para efectos de notificaciones,
- III El acto que se recurre y fecha en que se le notificó o tuvo conocimiento del mismo,
- IV Los agravios que se le causan;
- V En su caso, copia de la resolución o acto que se impugna y de la notificación correspondiente

Tratándose de actos que por no haberse resuelto en tiempo se entiendan negados, deberá acompañarse el escrito de iniciación del procedimiento, o el documento sobre el cual no hubiere recaído resolución alguna; y

VI Las pruebas que ofrezca, que tengan relación inmediata y directa con la resolución o acto impugnado debiendo acompañar las documentales con que cuente, incluidas las que acrediten su personalidad cuando actúen en nombre de otro o de personas morales

ARTÍCULO 87 - La interposición del recurso suspenderá la ejecución del acto impugnado, siempre y cuando

- I Lo solicite expresamente el recurrente,
- II Sea procedente el recurso,
- III No se siga perjuicio al interés social o se contravengan disposiciones de orden público,
- IV No se ocasionen daños o perjuicios a terceros, a menos que se garanticen éstos para el caso de no obtener resolución favorable, y
- V Tratándose de multas, el recurrente garantice el crédito fiscal en cualesquiera de las formas prevista en el Código Fiscal de la Federación

La autoridad deberá acordar, en su caso, la suspensión o la denegación de la suspensión dentro de los cinco días siguientes a su interposición, en cuyo defecto se entenderá otorgada la suspensión

ARTÍCULO 88 - El recurso se tendrá por no interpuesto y se desechará cuando

- I Se presente fuera de plazo,
- II No se haya acompañado la documentación que acredite la personalidad del recurrente, y
- III No aparezca suscrito por quien deba hacerlo, a menos que se firme antes del vencimiento del plazo para interponerlo.

ARTÍCULO 89.- Se desechará por improcedente el recurso

I Contra actos que sean materia de otro recurso y que se encuentre pendiente de resolución, promovido por el mismo recurrente y por el propio acto impugnado;

II Contra actos que no afecten los intereses jurídicos del promovente,

III Contra actos consumados de un modo irreparable;

IV Contra actos consentidos expresamente, y

V. Cuando se esté tramitando ante los tribunales algún recurso o defensa legal interpuesto por el promovente, que pueda tener por efecto modificar, revocar o nulificar el acto respectivo

ARTÍCULO 90 - Será sobreseído el recurso cuando

I El promovente se desista expresamente del recurso,

II El agraviado fallezca durante el procedimiento, si el acto respectivo sólo afecta su persona;

III Durante el procedimiento sobrevenga alguna de las causas de improcedencia a que se refiere el artículo anterior:

IV Cuando hayan cesado los efectos del acto respectivo,

V Por falta de objeto o materia del acto respectivo; y

VI No se probare la existencia del acto respectivo.

ARTÍCULO 91 - La autoridad encargada de resolver el recurso podrá

I. Desecharlo por improcedente o sobreseerlo,

II Confirmar el acto impugnado,

III Declarar la inexistencia, nulidad o anulabilidad del acto impugnado o revocarlo total o parcialmente, y

IV Modificar u ordenar la modificación del acto impugnado o dictar u ordenar expedir uno nuevo que lo sustituya, cuando el recurso interpuesto sea total o parcialmente resuelto a favor del recurrente.

ARTÍCULO 92.- La resolución del recurso se fundará en derecho y examinará todos y cada uno de los agravios hechos valer por el recurrente teniendo la autoridad la facultad de invocar hechos notorios, pero, cuando uno de los agravios sea suficiente para desvirtuar la validez del acto impugnado bastará con el examen de dicho punto.

La autoridad, en beneficio del recurrente, podrá corregir los errores que advierta en la cita de los preceptos que se consideren violados y examinar en su conjunto los agravios, así como los demás razonamientos del recurrente, a fin de resolver la cuestión efectivamente planteada, pero sin cambiar los hechos expuestos en el recurso

Igualmente, deberá dejar sin efectos legales los actos administrativos cuando advierta una ilegalidad manifiesta y los agravios sean insuficientes, pero deberá fundar cuidadosamente los motivos por los que consideró ilegal el acto y precisar el alcance en la resolución

Si la resolución ordena realizar un determinado acto o iniciar la reposición del procedimiento, deberá cumplirse en un plazo de cuatro meses

ARTÍCULO 93 - No se podrán revocar o modificar los actos administrativos en la parte no impugnada por el recurrente

La resolución expresará con claridad los actos que se modifiquen y si la modificación es parcial, se precisará ésta

ARTÍCULO 94 - El recurrente podrá esperar la resolución expresa o impugnar en cualquier tiempo la presunta confirmación del acto impugnado

ARTÍCULO 95 - La autoridad podrá dejar sin efectos un requerimiento o una sanción, de oficio o a petición de parte interesada, cuando se trate de un error manifiesto o el particular demuestre que ya había dado cumplimiento con anterioridad

La tramitación de la declaración no constituirá recurso, ni suspenderá el plazo para la interposición de éste, y tampoco suspenderá la ejecución del acto.

ARTÍCULO 96 - Cuando hayan de tenerse en cuenta nuevos hechos o documentos que no obren en el expediente original derivado del acto impugnado, se pondrá de manifiesto a los interesados para que, en un plazo no inferior a cinco días ni superior a diez, formulen sus alegatos y presenten los documentos que estime procedentes

No se tomarán en cuenta en la resolución del recurso, hechos, documentos o alegatos del recurrente, cuando habiendo podido aportarlos durante el procedimiento administrativo no lo haya hecho

TRANSITORIOS

PRIMERO Esta ley entrará en vigor el 1o. de junio de 1995.

SEGUNDO Se derogan todas las disposiciones que se opongan a lo establecido en esta Ley, en particular los diversos recursos administrativos de las diferentes leyes administrativas en las materias reguladas por este ordenamiento. Los recursos administrativos en trámite a la entrada en vigor de esta Ley, se resolverán conforme a la ley de la materia

TERCERO. En los procedimientos administrativos que se encuentren en trámite, el interesado podrá optar por su continuación conforme al procedimiento vigente durante su iniciación o por la aplicación de esta Ley.

CUARTO Los procedimientos de conciliación y arbitraje previstos en los ordenamientos materia de la presente Ley, se seguirán substanciendo conforme a lo dispuesto en dichos ordenamientos legales.

México, D.F., a 14 de julio de 1994.- Dip. Manuel Huerta Ladrón de Guevara, Presidente - Sen Ricardo Monreal Avila, Presidente.- Dip José Raúl Hernández Ávila, Secretario.- Sen Antonio Melgar Aranda, Secretario.- Rúbricas"

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintinueve días del mes de julio de mil novecientos noventa y cuatro - Carlos Salinas de Gortari - Rúbrica - El Secretario de Gobernación, Jorge Carpizo - Rúbrica



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN
DE CARRETERAS**

MÓDULO IV:

**SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD
DE CARRETERAS**

TEMA :

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**ING. ARTURO BENÍTEZ MORALES
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE 1999**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ING. ARTURO BENITEZ MORALES

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

NOVIEMBRE, 1999

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM

DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

Módulo IV. SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD
Coordinador: M. I. RAÚL VICENTE OROZCO SANTOYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS. PROGRAMAS DE COMPUTADORAS. EJEMPLOS

ING ARTURO BENÍTEZ MORALES

Noviembre de 1999

CONTENIDO

- INTRODUCCIÓN
- CONFIGURACIÓN MÍNIMA DE EQUIPO DE COMPUTO
- CONECTIVIDAD E INTEGRACIÓN CON OTROS PROGRAMAS Y BASES DE DATOS
- SOPORTE TÉCNICO
- TRABAJO EN RED
- MODULOS ADICIONALES
- ADMINISTRACIÓN DE REPORTE
- PRECIOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS. PROGRAMAS DE COMPUTADORAS. EJEMPLOS

f/sofPUJ2

INTRODUCCIÓN

La evolución que han tenido los equipos de computo y sus programas día a día son sorprendentes, ya que hace unos 20 años para poder manejar un rudimentario y limitado programa de computo para hacer los primeros análisis de precios unitarios, era necesario tener los conocimientos básicos de un analista o programador en sistemas de computo, en la actualidad el requisito indispensable es saber manejar los análisis de precios unitarios, ya que unas cuantas horas son necesarias para conocer y manejar la mayoría de los programas que hay en el mercado nacional.

En la actualidad con un equipo 486, como mínimo, se tiene una capacidad que es limitada por el tamaño del disco duro de la computadora, con el equipo citado se pueden manejar 9000 o más análisis de precios unitarios, con sus respectivos precios de insumos, que constituye una importante base de información que permite preparar presupuestos en forma muy rápida y precisa, siempre y cuando esta base este debidamente actualizada.

Tener un equipo de computo con su respectivo programa de precios unitarios en la empresa constructora no es un lujo, es una necesidad de primer orden, ya que con ellos se tendrán oportunamente los presupuestos necesarios para poder contratar obras, pues como ya es sabido en las licitaciones de obra pública por la situación que esta experimentando la oferta y demanda de la construcción mexicana, reflejo de la permanente crisis económica, a veces es necesario presentarse a 15 o hasta 25 concursos de Obra Pública para poder ganar uno, lo que exige trabajar con un alto grado de eficiencia en la preparación de los presupuestos.

Hemos hecho un análisis de 5 programas de precios unitarios que tienen una presencia a nivel nacional, los cuales son bastante confiables y efectivos, por su número de usuarios y de acuerdo a la opinión de varios asociados a esta Cámara Industrial, por lo que no tomamos en cuenta aquellos que tiene una presencia regional, ya que este medio de difusión de CMIC es leído por todos sus asociados a nivel nacional. Los programas analizados son los siguientes, en sus últimas versiones:

- OPUS 99, Ecosoft, S. de R. L. de C. V.
- MEGA, Centro de precios unitarios Prisma, S. A. de C. V.
- CAMPEON VI PLUS, Grupo Softpak
- SAICIC Ddemesis, S. A. de C. V.
- NEODATA, Sistemas integrados de Construcción

CONFIGURACION MINIMA DE EQUIPO DE COMPUTO

Es importante señalar, aunque nos desviemos un poco del tema, que cuando se van escoger uno o varios programas de computo para diversas aplicaciones dentro de la Empresa Constructora y todavía no se ha comprado la computadora, es recomendable que esta cumpla con los mínimos solicitados por los respectivos programas que se desean adquirir. De los cinco programas analizados todos ellos recomiendan:

PC microprocesador 486 o superior
8 MB de memoria ram como mínimo
unidad de disco de 3 ½"
monitor a color
Windows 3.1 o superior

Pero para el programa Campeón este puede operar también con el sistema operativo MS-DOS 5.0 y el programa Mega con la versión 3.3 lo que le permite trabajar con microprocesadores 286 y 386

CONECTIVIDAD E INTEGRACIÓN CON OTROS PROGRAMAS Y BASES DE DATOS

Ante la globalización de la tecnología y la economía, los desarrolladores de programas no se podían quedar atrás, ofreciendo todos ellos el poderse conectar a otros programas o bases de datos, ya que además muchas compañías constructoras por diversas razones son usuarias de dos o mas marcas de programas de precios unitarios. En este aspecto los desarrolladores ofrecen lo siguiente:

SAICIC.

conectividad a las bases de datos de Bimsa y Prisma que compren una gran información de análisis de precios unitarios actualizados y precios de insumos y también es posible tener acceso a bases de datos, en especial de hojas de calculo como Excel y Lotus y con su modulo de AutoCuanto permite obtener cuantificaciones de los proyectos desarrollados en Autocad

OPUS:

se puede acceder a los catálogos de matrices y costos de Bimsa, Prisma y Cypres, al programa DaNTE que es un cuantificador de volumetria que trabaja desde Autocad, también hay conexión a Primavera Project Planner, a bases de datos o textos en Excel, Lotus Quattro, Word, Wordperfect, Foxpro, dBase y formatos EPU.

NEODATA:

puede recibir información de programas como Campeón, Opus y Saicic, de los catálogos de Bimsa y Prisma, del cuantificador DaNte de Autocad, de AEC-Q para IntelliCAD98, de MS Office Access, Excel y Word, Primavera Project Planner, Microsoft Project 98 y sistemas ERP.

CAMPEON:

se enlaza a Excel, Quattro Pro, Lotus, Fox-Pro, dBase, Paradox, Ms-Project, Primavera Project Planner, Word, Word Perfect, R&R, y Crystal Reports y a su propia base de datos que actualiza precios de insumos, via internet de 4 ciudades

MEGA:

accesa a sus catálogos de 5000 precios de insumos de la ciudad de México y algunos precios de insumos de 43 ciudades y sus 6000 matrices Prisma, a hojas de calculo de Excel y al cuantificador DaNte de Autocad,

SOPORTE TECNICO

En la actualidad el que uno trabaje en un ambiente Windows ha facilitado mucho las cosas, siendo muy necesario que para operar cualquier programa de precios unitarios sepa uno de los precios unitarios, ya que la capacitación para operar dichos programas, sin saber nada de ellos, nos lleva de 8 a 20 hrs.

Todos los desarrolladores ofrecen esta capacitación para la correcta operación del programa, ya sea en sus propias oficinas, las instalaciones del Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción (ICIC) o en las oficinas del Constructor, ofreciendo también apoyo a través de internet, catálogos de operación del programa, de la ayuda del programa que opera a través del icono que aparece en las pantallas y de las oficinas de representación que tiene el desarrollador en varias ciudades, teniendo las siguientes:

OPUS:

Ciudad de México, Tijuana B. C., La Paz B. C. S., ciudad del Carmen Camp., Chihuahua Chih., Tapachula y Tuxtla Gutiérrez Chis., Saltillo y Torreón Coah., Durango Dgo., Toluca Méx., Acapulco Gro., León Gto. Guadalajara Jal, Morelia Mich., Monterrey N. L. Oaxaca Oax., Puebla Pue., Chetumal Q. R., Querétaro Qro., Culiacán y Los Mochis Sin, ciudad Obregón y Hermosillo Son, Villahermosa Tab., ciudad Madero, Reynosa, Matamoros y Nuevo Laredo Tamps., Poza Rica, Veracruz y Xalapa Ver., Mérida Yuc. y Zacatecas Zac.

CAMPEON

ciudad de México, Guadalajara Jal., Monterrey N. L. y Colima Col.

NEODATA

ciudad de México, Monterrey N. L., Guadalajara Jal., Tuxtla Gutiérrez Chis., Villahermosa Tab., León Gto., Querétaro Qro., Chilpancingo Gro., Culiacán Sin., Córdoba y Coahuila Ver.

SAICIC

ciudad de México, Chihuahua Chih, Puebla Pue, León Gto, San Luis Potosí S. L. P., Culiacán Sin, Córdoba Ver., Tepic Nay., Tuxtla Gutiérrez Chis., La Paz B. C., Hermosillo Son., Morelia Mich. y Pachuca Hgo.

Todos los programas citados exigen a sus representantes una certificación o validación con el fin de dar un buen servicio a sus usuarios. El programa **Mega lamentablemente** no tiene representantes en el interior de la República, pero su aceptación en el ámbito nacional esta apoyada por la importante base de datos que actualiza mensualmente, que además contiene algunos precios de insumos de 43 ciudades.

TRABAJO EN RED

Con todos los programas es posible trabajar en red, con el correspondiente pago de licencias adicionales, ya sea que se trabaje simultáneamente o se intercambie información.

MODULOS ADICIONALES

Las partes básicas de un programa de precios unitarios, lo constituyen armar y calcular las matrices de precios unitarios, los costos horarios, factor costo mano de obra con los cálculos y solicitudes de las obligaciones patronales ante el IMSS, catálogo de conceptos y costos indirectos que permiten formular un presupuesto. Adicionalmente cada programa ofrece lo siguiente:

CAMPEON:

Subcontratos, programa de obra y ruta crítica, avance real de obra, programa de suministros, control de suministros, destajo máximo a pagar con desglose de conceptos, estimaciones, control de inventarios, contabilidad de la obra con catálogo de cuentas y pólizas y análisis del costo financiero, explosión de insumos y consumos, programa financiero, conexión vía internet para tener acceso a la actualización de los precios de insumos, para socios de CMIC, de 4 ciudades.

OPUS

Programa de obra con ruta crítica, control de avances y pagos a subcontratistas y destajistas con activación de alertas al rebasar cantidades tope, programa de suministros, propuesta combinada de pesos y dólares, estimaciones, escalatorias o ajustes de costo con la justificación del factor de ajuste, explosión de insumos, reportes de propuestas técnica y económica, cálculo del financiamiento, control de estimaciones con conceptos ordinarios, extraordinarios y fuera de catálogo, compras, subcontratos, destajos y almacén.

SAICIC

Programa de obra por volumen y egresos mediante diagrama de Gantt, ruta crítica, calculo de escalatorias, registro de estimaciones, control de obra, explosión de insumos y otros reportes para el control de los mismos, reportes para las propuestas técnica y económica. cálculo del financiamiento, base de datos de Prisma con mas de 6000 matrices de precios unitarios.

MEGA

Estimaciones ordinarias y extraordinarias, escalatorias, avance de obra, programación de obra, reportes para concursos que incluyen las propuestas técnica y económica, control de obra, subcontratos, suministros, programas de personal y equipo. flujo de efectivo. control de almacén. explosión de insumos y su base de datos que comprende 6000 matrices de precios unitarios y 5000 insumos.

NEODATA

Inventarios, destajos, subcontratos, programa y avance de obra, con las desviaciones de monto y volumen, compras, requisiciones, cotizaciones, pedidos, reportes para las propuestas técnica y económica, ajuste del monto total deseado a nivel precio o todo el presupuesto, programa de suministros, estimaciones, escalatorias, base de datos con 1600 análisis de precios.

ADMINISTRACIÓN DE REPORTES:

Dentro de este concepto también queda comprendido lo que se conoce como formato libre, lo que permite hacer ajustes a la presentación o diseño de los reportes, que por requerimiento del cliente es necesario hacer, en especial cuando se participa en concursos de Obra Pública.

Los 5 desarrolladores de los programas aquí analizados ofrecen una variedad de diseños que permiten cumplir con los requerimientos de las licitaciones de Obra Pública y su desarrollo.

PRECIOS:

El precio es parte importante en la toma de decisiones, pero no del todo definitivo para la compra de un paquete, pero también hay que considerar que ofrece cada uno y el soporte técnico que tiene. Los precios de los programas incluyen el impuesto al valor agregado (iva) y son para 1999, los siguientes:

NEODATA

\$ 4 025.00 y en red con licencia para 3 usuarios \$ 7 245.00.

OPUS

\$ 6 440.00 y cada licencia adicional para multiusuario tiene un precio de \$ 3 220.00

MEGA

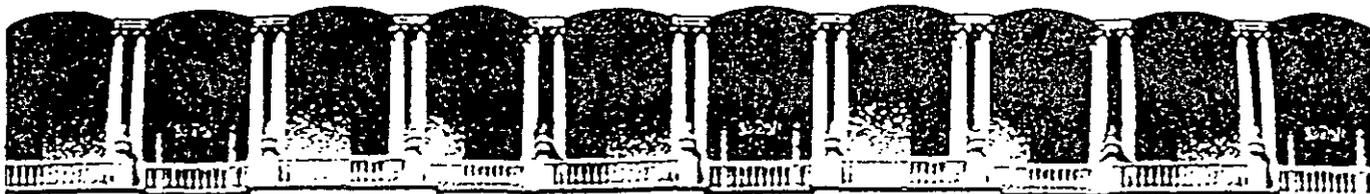
\$ 5 400 00, con sus módulos de reportes de concursos y control de obra

CAMPEON

\$ 6 325.00⁴ publico en general y para trabajar en red, la "llave" para cada usuario tiene un precio de \$ 1 495.00

SAICIC

\$ 5 289.68



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN
DE CARRETERAS**

MÓDULO IV:

**SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD
DE CARRETERAS**

TEMA :

AJUSTE DE COSTOS EN LA OBRA PÚBLICA : NORMATIVIDAD

**ING. ERIE QUEZADA RIVAS
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE 1999**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

AJUSTE DE COSTOS EN LA OBRA PUBLICA; NORMATIVIDAD

ING. ERIE QUEZADA RIVAS

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

NOVIEMBRE, 1999

División de Educación Continua - Facultad de Ingeniería - UNAM

DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

MODULO IV. SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE CARRETERAS

SUPERVISIÓN

AJUSTE DE COSTOS EN LA OBRA PÚBLICA

MARCO NORMATIVO

**MARCO NORMATIVO
AJUSTE DE COSTOS**

LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PÚBLICAS

**ARTICULO 33
BASES DE LICITACIÓN**

**B.- EN MATERIA DE OBRA PUBLICA Y
SERVICIOS DE OBRA PÚBLICA,
ADEMÁS CONTENDRÁN:**

- B.VI. DATOS SOBRE LA GARANTÍA DE SERIEDAD;
PORCENTAJE FORMA Y TÉRMINOS DE LOS
ANTICIPOS Y PROCEDIMIENTO DE AJUSTE
DE COSTOS;**

**MARCO NORMATIVO
AJUSTE DE COSTOS**

LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PÚBLICAS

ARTICULO 57

PARA LOS EFECTOS DE ESTA LEY
LOS CONTRATOS DE OBRA PÚBLICA
PODRAN SER DE DOS TIPOS:

I. **SOBRE LA BASE DE PRECIOS UNITARIOS,**
EN CUYO CASO EL IMPORTE DE LA REMU-
NERACIÓN O PAGO TOTAL QUE DEBA CU-
BRIRSE AL CONTRATISTA SE HARÁ POR
UNIDAD DE CONCEPTO DE TRABAJO
TERMINADO.

II **A PRECIO ALZADO,** EN CUYO CASO EL
IMPORTE DE LA REMUNERACIÓN O PAGO
TOTAL FIJO QUE DEBA CUBRIRSE AL CON-
TRATISTA SERÁ POR LA OBRA TOTALMENTE
TERMINADA Y EJECUTADA EN EL PLAZO
ESTABLECIDO.

LAS PROPOSICIONES QUE PRESENTEN LOS
CONTRATISTAS PARA LA CELEBRACIÓN DE
ESTOS CONTRATOS, DEBERÁN ESTAR DES-
GLOSADAS POR ACTIVIDADES PRINCIPALES.

LOS CONTRATOS DE ESTE TIPO NO PODRÁN
SER MODIFICADOS EN MONTO O PLAZO, NI
ESTARÁN SUJETOS A AJUSTE DE COSTOS.

LOS CONTRATOS QUE CONTEMPLAN PRO-
YECTOS INTEGRALES SE CELEBRARÁN A
PRECIO ALZADO.

MARCO NORMATIVO
AJUSTE DE COSTOS

LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PÚBLICAS

ARTICULO 61

LOS CONTRATOS DE OBRA PÚBLICA CONTENDRÁN, COMO MÍNIMO, LAS DECLARACIONES Y ESTIPULACIONES REFERENTES A:

- I. LA AUTORIZACIÓN DE LA INVERSIÓN PARA CUBRIR EL COMPROMISO DERIVADO DEL CONTRATO;
- II. EL PRECIO A PAGAR POR LOS TRABAJOS OBJETO DEL CONTRATO;
- III. LA FECHA DE INICIACIÓN Y TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS;
- IV. PORCENTAJES, NÚMERO Y FECHAS DE LAS EXHIBICIONES Y AMORTIZACIÓN DE LOS ANTICIPOS PARA INICIO DE LOS TRABAJOS Y PARA COMPRA O PRODUCCIÓN DE LOS MATERIALES;
- V. FORMA Y TÉRMINOS DE GARANTIZAR LA CORRECTA INVERSIÓN DE LOS ANTICIPOS Y EL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO;
- VI. PLAZOS, FORMA Y LUGAR DE PAGO DE LAS ESTIMACIONES DE TRABAJOS EJECUTADOS, ASÍ COMO DE LOS AJUSTES DE COSTOS;
- VII. MONTO DE LAS PENAS CONVENCIONALES;
- VIII. FORMA EN QUE EL CONTRATISTA REINTEGRARÁ LAS CANTIDADES QUE HUBIERE RECIBIDO EN EXCESO PARA LA CONTRATACIÓN O DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, PARA LO CUAL SE UTILIZARÁ EL PROCEDIMIENTO ESTABLECIDO EN EL SEGUNDO PÁRRAFO DEL ARTÍCULO 69;
- IX. PROCEDIMIENTO DE AJUSTE DE COSTOS QUE DEBERÁ SER DETERMINADO DESDE LAS BASES DE LA LICITACIÓN, POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD, EL CUAL DEBERÁ REGIR DURANTE LA VIGENCIA DEL CONTRATO;
- X. LA DESCRIPCIÓN PORMENORIZADA DE LA OBRA QUE SE DEBA EJECUTAR, DEBIENDO ACOMPAÑAR, COMO PARTE INTEGRANTE DEL CONTRATO, LOS PROYECTOS, PLANOS, ESPECIFICACIONES, PROGRAMAS Y PRESUPUESTOS CORRESPONDIENTES;
- XI. LOS PROCEDIMIENTOS MEDIANTE LOS CUALES LAS PARTES, ENTRE SÍ, RESOLVERÁN CONTROVERSIAS FUTURAS Y PREVISIBLES QUE PUDIERAN VERSAR SOBRE PROBLEMAS ESPECÍFICOS DE CARACTER TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO.

MARCO NORMATIVO
AJUSTE DE COSTOS

LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PÚBLICAS

ARTICULO 67

CUANDO OCURRAN CIRCUNSTANCIAS DE ORDEN ECONÓMICO NO PREVISTAS EN EL CONTRATO, QUE DETERMINEN UN AUMENTO O REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE LOS TRABAJOS AÚN NO EJECUTADOS CONFORME AL PROGRAMA PACTADO, DICHS COSTOS PODRÁN SER REVISADOS, ATENDIENDO A LO ACORDADO POR LAS PARTES EN EL RESPECTIVO CONTRATO. EL AUMENTO O REDUCCIÓN CORRESPONDIENTE DEBERÁ CONSTAR POR ESCRITO.

NO DARA LUGAR A AJUSTE DE COSTOS, LAS CUOTAS COMPENSATORIAS A QUE, CONFORME A LA LEY DE LA MATERIA, PUDIERE ESTAR SUJETA LA IMPORTACIÓN DE BIENES CONTEMPLADOS EN LA REALIZACIÓN DE UNA OBRA.

**MARCO NORMATIVO
AJUSTE DE COSTOS**

REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS

**PROCEDIMIENTOS PARA REVISIÓN DE COSTOS
QUE DEBERÁN SER INCLUIDOS EN LOS CONTRATOS DE OBRA**

ARTÍCULO 50

EN EL SUPUESTO QUE ESTABLECE EL ARTÍCULO 46 DE LA LEY, LA REVISIÓN DE LOS COSTOS SE HARÁ SEGÚN EL CASO, MEDIANTE CUALESQUIERA DE LOS SIGUIENTES PROCEDIMIENTOS:

I.- REVISAR CADA UNO DE LOS PRECIOS DE CADA CONTRATO PARA OBTENER EL AJUSTE;

II.- REVISAR UN GRUPO DE PRECIOS, QUE MULTIPLICADOS POR SUS CORRESPONDIENTES CANTIDADES DE TRABAJO POR EJECUTAR, REPRESENTEN CUANDO MENOS EL 80% DEL IMPORTE TOTAL FALTANTE DEL CONTRATO.

EN LOS PROCEDIMIENTOS ANTERIORES, LA REVISIÓN SERÁ PROMOVIDA POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD A SOLICITUD ESCRITA DEL CONTRATISTA, LA QUE SE DEBERÁ ACOMPAÑAR DE LA DOCUMENTACIÓN COMPROBATORIA NECESARIA DENTRO DE UN PLAZO QUE NO EXCEDERÁ DE VEINTE DÍAS HÁBILES SIGUIENTES A LA FECHA DE PUBLICACIÓN DE LOS RELATIVOS DE PRECIOS APPLICABLES AL AJUSTE DE COSTOS QUE SOLICITE; LA DEPENDENCIA O ENTIDAD DENTRO DE LOS VEINTE DÍAS HÁBILES SIGUIENTES, CON BASE EN LA DOCUMENTACIÓN APORTADA POR EL CONTRATISTA, RESOLVERÁ SOBRE LA PROCEDENCIA DE LA PETICIÓN, Y

III.- EN EL CASO DE LAS OBRAS EN LAS QUE SE TENGA ESTABLECIDA LA PROPORCIÓN EN QUE INTERVIENEN LOS INSUMOS EN EL TOTAL DEL COSTO DIRECTO DE LAS OBRAS, EL AJUSTE RESPECTIVO PODRÁ DETERMINARSE MEDIANTE LA ACTUALIZACIÓN DE LOS COSTOS DE LOS INSUMOS QUE INTERVIENEN EN DICHAS PROPORCIONES, OYENDO A LA CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUE CORRESPONDA.

EN ESTE SUPUESTO, LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PODRÁN OPTAR POR EL PROCEDIMIENTO ANTERIOR CUANDO ASÍ CONVENTA, PARA LO CUAL, DEBERÁN AGRUPAR AQUELLAS OBRAS O CONTRATOS QUE POR SUS CARACTERÍSTICAS CONTENGAN CONCEPTOS DE TRABAJO SIMILARES Y CONSECUENTEMENTE SEA APLICABLE EL PROCEDIMIENTO MENCIONADO. LOS AJUSTES SE DETERMINARÁN PARA CADA GRUPO DE OBRAS O CONTRATOS Y SE APLICARÁN EXCLUSIVAMENTE PARA LOS QUE SE HUBIEREN DETERMINADO, Y NO SE REQUERIRÁ QUE EL CONTRATISTA PRESENTE LA DOCUMENTACIÓN JUSTIFICATORIA.

**MARCO NORMATIVO
AJUSTE DE COSTOS**

LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PÚBLICAS

ARTÍCULO 68

EL PROCEDIMIENTO DE AJUSTE DE COSTOS DEBERÁ PACTARSE EN EL CONTRATO Y SE SUJETARÁ A LO SIGUIENTE:

- I. LOS AJUSTES SE CALCULARÁN A PARTIR DE LA FECHA EN QUE SE HAYA PRODUCIDO EL INCREMENTO O DECREMENTO EN EL COSTO DE LOS INSUMOS RESPECTO DE LA OBRA FALTANTE DE EJECUTAR, CONFORME AL PROGRAMA DE EJECUCIÓN PACTADO EN EL CONTRATO O, EN CASO DE EXISTIR ATRASO NO IMPUTABLE AL CONTRATISTA, CON RESPECTO AL PROGRAMA VIGENTE; CUANDO EL ATRASO SEA POR CAUSA IMPUTABLE AL CONTRATISTA, PROCEDERÁ EL AJUSTE DE COSTOS EXCLUSIVAMENTE PARA LA OBRA QUE DEBIERA ESTAR PENDIENTE DE EJECUTAR CONFORME AL PROGRAMA ORIGINALMENTE PACTADO;
- II. LOS INCREMENTOS O DECREMENTOS DE LOS COSTOS DE LOS INSUMOS, SERÁN CALCULADOS CON BASE EN LOS RELATIVOS O EL ÍNDICE QUE DETERMINE LA SECRETARÍA. CUANDO LOS RELATIVOS QUE REQUIERA EL CONTRATISTA O LA CONTRATANTE NO SE ENCUENTREN DENTRO DE LOS PUBLICADOS POR LA SECRETARÍA, LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PROCEDERÁN A CALCULARLOS CONFORME A LOS PRECIOS QUE INVESTIGUEN, UTILIZANDO LOS LINEAMIENTOS Y METODOLOGÍA QUE EXPIDA LA SECRETARÍA;
- III. LOS PRECIOS DEL CONTRATO PERMANECERÁN FIJOS HASTA LA TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS CONTRATADOS. EL AJUSTE SE APLICARÁ A LOS COSTOS DIRECTOS, CONSERVANDO CONSTANTES LOS PORCENTAJES DE INDIRECTOS Y UTILIDAD ORIGINALES DURANTE EL EJERCICIO DEL CONTRATO; EL COSTO POR FINANCIAMIENTO ESTARÁ SUJETO A LAS VARIACIONES DE LA TASA DE INTERÉS PROPUESTA;
- IV. A LOS DEMÁS LINEAMIENTOS QUE PARA TAL EFECTO EMITA LA SECRETARÍA.

EL AJUSTE DE COSTOS QUE CORRESPONDA A LOS TRABAJOS EJECUTADOS CONFORME A LAS ESTIMACIONES CORRESPONDIENTES, DEBERÁ CUBRIRSE POR PARTE DE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD, A SOLICITUD DEL CONTRATISTA, A MÁS TARDAR DENTRO DE LOS TREINTA DÍAS NATURALES SIGUIENTES A LA FECHA EN QUE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD RESUELVAN POR ESCRITO EL AUMENTO O REDUCCIÓN RESPECTIVO.

**MARCO NORMATIVO
AJUSTE DE COSTOS**

LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PÚBLICAS

ARTÍCULO 69

EN CASO DE INCUMPLIMIENTO EN LOS PAGOS DE ESTIMACIONES Y DE AJUSTES DE COSTOS, LA DEPENDENCIA O ENTIDAD, A SOLICITUD DEL CONTRATISTA, DEBERÁ PAGAR GASTOS FINANCIEROS CONFORME A UNA TASA QUE SERÁ IGUAL A LA ESTABLECIDA POR LA LEY DE INGRESOS DE LA FEDERACIÓN EN LOS CASOS DE PRÓRROGA PARA EL PAGO DE CRÉDITOS FISCALES. DICHOS GASTOS SE CALCULARÁN SOBRE LAS CANTIDADES NO PAGADAS Y SE COMPUTARÁN POR DIAS CALENDARIO DESDE QUE SE VENCÍÓ EL PLAZO, HASTA LA FECHA EN QUE SE PONGAN EFECTIVAMENTE LAS CANTIDADES A DISPOSICIÓN DEL CONTRATISTA.

TRATÁNDOSE DE PAGOS EN EXCESO QUE HAYA RECIBIDO EL CONTRATISTA, ESTE DEBERÁ REINTEGRAR LAS CANTIDADES PAGADAS EN EXCESO, MÁS LOS INTERESES CORRESPONDIENTES, CONFORME A UNA TASA QUE SERÁ IGUAL A LA ESTABLECIDA POR LA LEY DE INGRESOS DE LA FEDERACIÓN EN LOS CASOS DE PRÓRROGA PARA EL PAGO DE CRÉDITOS FISCALES. LOS CARGOS SE CALCULARÁN SOBRE LAS CANTIDADES PAGADAS EN EXCESO EN CADA CASO Y SE COMPUTARÁN POR DIAS CALENDARIO DESDE LA FECHA DEL PAGO HASTA LA FECHA EN QUE SE PONGAN EFECTIVAMENTE LAS CANTIDADES A DISPOSICIÓN DE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD.

LO PREVISTO EN ESTE ARTÍCULO DEBERA PACTARSE EN LOS CONTRATOS RESPECTIVOS.

**MARCO NORMATIVO
AJUSTE DE COSTOS**

OFICIO CIRCULAR SHCP 15-MARZO-1996

LINEAMIENTOS PARA EL OPORTUNO Y ESTRICTO CUMPLIMIENTO DEL RÉGIMEN JURÍDICO DE LAS ADQUISICIONES, ARRENDAMIENTOS, PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE CUALQUIER NATURALEZA, OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON ESTAS.

3. OBRA PÚBLICA Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LA MISMA

...
3.5 LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES CALCULARÁN LOS AJUSTES DE COSTOS, ...
CON BASE EN LOS RELATIVOS DE PRECIOS DE INSUMOS PARA LA CONSTRUCCIÓN QUE MENSUALMENTE PUBLICA LA SECRETARÍA DE LA CONTRALORÍA Y...
DESARROLLO ADMINISTRATIVO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. ...
CUANDO SE REQUIERA DE RELATIVOS DE INSUMOS NO INCLUIDOS EN DICHA...
PUBLICACIÓN, SE PROCEDERÁ A CALCULARLOS CON BASE EN LOS PRECIOS...
QUE INVESTIGUEN DIRECTAMENTE LAS PROPIAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES...
CONFORME A LOS LINEAMIENTOS Y METODOLOGÍA QUE EXPIDA DICHA SECRE...
TARÍA. LO ANTERIOR, CON EL PROPÓSITO DE GARANTIZAR QUE LOS PRECIOS...
DE LOS CONTRATOS PERMANEZCAN FIJOS HASTA LA TERMINACIÓN DE LOS...
TRABAJOS, DE CONFORMIDAD CON LO DISPUESTO EN EL ARTÍCULO 68 DE LA...
LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PÚBLICAS.
...

MARCO NORMATIVO AJUSTE DE COSTOS

OFICIO CIRCULAR SHCP 02-OCTUBRE-1996

LINEAMIENTOS Y CRITERIOS PARA QUE EN LO RELACIONADO CON LA EJECUCIÓN Y CUMPLIMIENTOS DE LOS CONTRATOS DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS DE CUALQUIER NATURALEZA SE OBSERVE Estrictamente lo dispuesto por la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas.

2. EN MATERIA DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS

- 2.1 NO ESTARÁN SUJETAS A LAS DISPOSICIONES DE LA LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PÚBLICAS, AQUELLAS OBRAS QUE DEBAN EJECUTARSE PARA LA INFRAESTRUCTURA NECESARIA EN LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS QUE LOS PARTICULARES TENGAN CONCESIONADOS.
- 2.2 INDEPENDIENTEMENTE DE LO ESTABLECIDO EN LOS TRATADOS, Y DE QUE LOS RECURSOS DESTINADOS PARA LA CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INMUEBLES SE CLASIFIQUEN COMO SERVICIOS PARA FINES PRESUPUESTALES, CONFORME AL CLASIFICADOR POR OBJETO DEL GASTO, EN LOS TÉRMINOS DE LA LEY DE LA MATERIA DICHOS TRABAJOS SE CONSIDERAN OBRA PÚBLICA.
- 2.3 EN EL CASO DE CONTRATOS CELEBRADOS SOBRE LA BASE DE PRECIOS UNITARIOS, LA FECHA DE ORIGEN DE LOS PRECIOS QUE DEBERÁ CONSIDERARSE PARA EFECTO DE LOS AJUSTES DE COSTOS QUE PROCEDAN SERÁ LA DEL ACTO DE PRESENTACIÓN DE PROPOSICIONES Y APERTURA DE LAS PROPUESTAS TÉCNICAS.
- 2.4 EL RETRASO EN LA ENTREGA DE LOS ANTICIPOS, SALVO QUE ELLO SE DEBA A LA FALTA DE PRESENTACIÓN DE LAS GARANTÍAS RESPECTIVAS, SERÁ MOTIVO PARA DIFERIR AL INICIO DE LOS TRABAJOS, EN IGUAL PLAZO, EL PROGRAMA DE EJECUCIÓN PACTADO.
EN EJERCICIOS SUBSECUENTES NO PROCEDERÁ TAL DIFERIMIENTO, PUESTO QUE DICHOS TRABAJOS SE ENCUENTRAN YA EN EJECUCIÓN.
- 2.5 LA BITÁCORA QUE REGISTRA EL CUMPLIMIENTO DE LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES CONCERTADOS POR LAS PARTES EN EL CONTRATO, CONSTITUYE EL INSTRUMENTO QUE PERMITE A LOS ÓRGANOS DE CONTROL VERIFICAR LOS AVANCES Y MODIFICACIONES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS, MOTIVO POR EL CUAL SE DEBE CONSIDERAR QUE DICHA BITÁCORA FORMA PARTE DEL CONTRATO.

**MARCO NORMATIVO
AJUSTE DE COSTOS**

1

**OFICIO CIRCULAR SHCP 02-OCTUBRE-1996
(CONTINUACIÓN)**

LINEAMIENTOS Y CRITERIOS PARA QUE EN LO RELACIONADO CON LA EJECUCIÓN Y CUMPLIMIENTOS DE LOS CONTRATOS DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS DE CUALQUIER NATURALEZA SE OBSERVE ESTRICTAMENTE LO DISPUESTO POR LA LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PÚBLICAS.

2. EN MATERIA DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS

- 2.6** LAS RETENCIONES QUE CON BASE EN LOS CONVENIOS, SI ES EL CASO QUE SE TENGAN CELEBRADOS CON LAS CÁMARAS INDUSTRIALES O COMERCIALES HAGAN LAS DEPENDENCIAS O ENTIDADES SOBRE LOS MONTOS DE LAS ESTIMACIONES POR TRABAJOS EJECUTADOS, PARA TRANSFERIRSE A LAS PROPIAS CÁMARAS EN CALIDAD DE APORTACIÓN DE SUS AGREMIADOS, POR CUALQUIERA QUE SEA SU CONCEPTO, NO DEBERÁN REPERCUTIRSE EN EL IMPORTE DE LAS PROPUESTAS QUE SE PRESENTEN EN LOS PROCESOS DE ADJUDICACIÓN DE CONTRATOS.
- 2.7** EN LOS CONTRATOS QUE CELEBREN LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES, NO DEBERÁ INCORPORARSE CLÁUSULA ALGUNA QUE DISPONGA APORTACIONES DE LOS CONTRATISTAS PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS O LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE BENEFICIO SOCIAL.
- 2.8** ESTANDO VIGENTE EL CONTRATO DE OBRA, EL PAGO DE AJUSTE DE COSTOS QUE CORRESPONDA A LOS PAGOS EJECUTADOS, DEBERÁ CUBRIRSE A LOS CONTRATISTAS EN LOS TÉRMINOS DEL ÚLTIMO PÁRRAFO DEL ARTÍCULO 68 DE LA LEY, POR LO QUE LOS PLAZOS PREVISTOS EN EL ARTÍCULO 50 DEL AÚN VIGENTE REGLAMENTO DE LA ABROGADA LEY DE OBRAS PÚBLICAS, NO RESULTAN APLICABLES.
LOS GASTOS FINANCIEROS A QUE SE REFIERE EL ARTÍCULO 69 DE LA LEY SOLO PROCEDERÁN UNA VEZ TRANSCURRIDO EL TÉRMINO PARA EL PAGO DE LOS AJUSTES DE COSTOS, CONTADO A PARTIR DE QUE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD HAYA RESUELTO SOBRE SU PROCEDENCIA.
- 2.9** SERÁN APLICABLES PARA LOS CASOS DE CONTRATACIÓN DE OBRA PÚBLICA Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LA MISMA, LOS LINEAMIENTOS MENCIONADOS EN LOS PUNTOS 1.5 Y 1.6 PRECEDENTES.

**MARCO NORMATIVO
AJUSTE DE COSTOS**

SECUENCIA DE ACTIVIDADES

REFERENCIA NORMATIVA	ACTIVIDAD	PLAZOS
LAOP ART. 68-II	PUBLICACIÓN DE LOS RELATIVOS O EL ÍNDICE QUE DETERMINE LA SECRETARÍA (SHCP)	MENSUAL EN EL D.O.F.
LAOP ART. 68 RLOP ART. 50-II	<p>ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LA SOLICITUD DE AJUSTE DE COSTOS EN LA CUAL SE DEBE ACOMPAÑAR LA SIGUIENTE DOCUMENTACIÓN:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. PROGRAMA DE EJECUCIÓN PACTADO EN EL CONTRATO O PROGRAMA QUE SE ENCUENTRE EN VIGOR, VALORIZADO MENSUALMENTE INDICANDO LO FALTANTE POR EJECUTAR Y LO EJECUTADO. 2. RELATIVOS O ÍNDICES EMITIDOS POR LA SECODAM O, CUANDO ESTA NO LOS EMITA, LOS INVESTIGADOS POR LAS DEPENDENCIAS O ENTIDADES CONFORME A LA METODOLOGÍA QUE LA MISMA AUTORICE. 3. MATRICES DE LOS PRECIOS UNITARIOS DE LA OBRA PENDIENTE DE EJECUTAR, QUE CONSIDEREN LA APLICACIÓN DE LOS RELATIVOS QUE CORRESPONDAN A CADA UNO DE LOS INSUMOS QUE INTEGRAN EL COSTO DIRECTO DE CADA PRECIO UNITARIO. 4. IMPORTE DE LA OBRA PENDIENTE DE EJECUTAR UNA VEZ APLICADOS LOS RELATIVOS DE ACTUALIZACIÓN CORRESPONDIENTES. 5. IMPORTE DE LA OBRA PENDIENTE DE EJECUTAR CON PRECIOS UNITARIOS DE CONCURSO. 	VARIABLE
RLOP ART. 50-II	LA DEPENDENCIA O ENTIDAD REVISARÁ LA SOLICITUD ESCRITA DEL CONTRATISTA, LA CUAL RESOLVERÁ SOBRE LA PROCEDENCIA DE LA PETICIÓN.	<20 DÍAS HAB (NO OFICIAL)
LAOP ART. 68	LA DEPENDENCIA O ENTIDAD DEBERÁ CUBRIR EL IMPORTE EL AJUSTE DE COSTOS QUE CORRESPONDA A LOS TRABAJOS EJECUTADOS CONFORME A LAS ESTIMACIONES CORRESPONDIENTES UNA VEZ RESUELTA POR ESCRITO EL AUMENTO O REDUCCIÓN RESPECTIVO.	<30 DÍAS NATURALES
LAOP ART. 69	<p>EN CASO DE INCUMPLIMIENTO EN EL PAGO DE AJUSTES DE COSTOS, LA DEPENDENCIA O ENTIDAD, A SOLICITUD DEL CONTRATISTA, DEBERÁ PAGAR GASTOS FINANCIEROS.</p> <p>TRATÁNDOSE DE PAGOS EN EXCESO QUE HAYA RECIBIDO EL CONTRATISTA, ESTE DEBERÁ REINTEGRAR LAS CANTIDADES PAGADAS EN EXCESO MAS LOS INTERESES CORRESPONDIENTES.</p>	VARIABLE (INDEFINIDO)

División de Educación Continua - Facultad de Ingeniería - UNAM

DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

MODULO IV. SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE CARRETERAS

SUPERVISIÓN

AJUSTE DE COSTOS EN LA OBRA PÚBLICA

SECODAM:

- RELATIVOS

BANCO DE MÉXICO:

- ÍNDICES

- TIPOS DE CAMBIO

RELATIVOS DE PRECIOS DE INSUMOS PARA LA CONSTRUCCION

Con fundamento en el artículo 37, fracción XIX, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, y en el artículo 12, fracción I, del Reglamento Interior de la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo, para dar cumplimiento a lo establecido en los artículos 8 y 68, fracción II de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo, publica el siguiente:

BOLETIN No. 164

Se hace del conocimiento de los usuarios que:

- I. Para los ajustes de costos de los trabajos pendientes de ejecutar de acuerdo al contrato o convenio vigente, los relativos de precios que aparecen en la presente publicación, serán aplicables para el mes de julio de 1999.
- II. Para los efectos de lo dispuesto en el artículo 68, fracción II, de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, las dependencias y entidades procederán a calcular los relativos de precios de insumos que no se encuentren dentro de los publicados en este Boletín, conforme los precios, investigados o que investiguen, prevaecientes durante los diez últimos días del mes de julio de 1999 con respecto a los diez últimos días de junio de 1999, los cuales se aplicarán a partir del 1º de julio del mismo año.
- III. La fluctuación en los costos de los insumos, consignada en la columna denominada "Incremento Porcentual", se refiere a la obtenida de junio de 1999 a julio del mismo año.
- IV. Los ajustes se llevarán a cabo con la periodicidad y vigencia de los relativos de precios de insumos para la construcción que sean publicados por esta Secretaría en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección

El Titular de la Unidad de Normatividad de Adquisiciones, Obras Públicas, Servicios y Patrimonio Federal, Antonio G. Schleske Farah

INSUMOS

Materiales para la Construcción

Arena
Piedra

Combustibles Automotores

Grava
Tabique

Maquinaria Mayor

Ladrillo
Equipo Menor

RELATIVOS DE PRECIOS DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION

ANEXO-1

BASE NOV-DIC 1992 = 100

ENTIDAD FEDERATIVA: TODA LA REPUBLICA

CONCEPTO	1999					INCREMENTO PORCENTUAL
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	
ACERO DE REFUERZO	265.36	268.07	264.53	271.38	298.93	10.15
ACERO ESTRUCTURAL	250.20	249.95	249.88	274.27	274.13	-0.05
ACETILENO	362.23	362.23	362.23	362.23	362.23	0.00
ALAMBRE RECOCIDO	331.84	331.77	337.28	340.92	348.49	2.22
ALAMBRON	265.89	260.38	258.17	269.71	270.60	0.33
ASFALTO	492.59	479.14	474.11	475.35	512.33	7.78
AZULEJOS	295.99	296.52	296.52	296.52	296.52	0.00
BARNICES	338.87	346.26	346.26	346.26	346.26	0.00
BLOCKS DE CONCRETO	279.34	290.87	292.33	294.38	295.11	0.25
CAL HIDRATADA	299.91	301.26	300.93	319.95	336.43	5.15
CALENTADOR DE GAS PARA AGUA	373.66	373.66	373.66	373.66	373.66	0.00
CEMENTO PORTLAND	394.58	395.53	395.49	398.97	398.89	-0.02
CLAVOS	370.29	377.22	415.28	436.04	436.04	0.00
CONCRETOS PREMEZCLADOS	376.55	378.66	379.08	380.33	380.33	0.00
CONDUCTOR ALAMBRE DE COBRE	413.17	407.51	405.10	409.76	405.37	-1.07
CONDUCTOR CABLE DE COBRE	384.27	379.00	376.77	381.10	377.02	-1.07
CRISTALES FLOTADOS LISOS	490.80	488.99	488.45	489.48	488.50	-0.20
DINAMITAS Y ACCES. EXPLO.	260.11	276.94	276.94	276.94	295.41	6.67
ESMALTES	371.50	378.86	378.86	378.86	378.86	0.00
FIBRACEL	289.99	285.76	285.16	286.90	284.86	-0.71
FIERRO ESTRUCTURAL	407.91	408.80	409.95	406.05	407.52	0.36
LADRILLO REFRACTARIO	363.68	363.46	363.39	363.53	363.42	-0.03
LAMINA DE PLASTICO	356.83	354.62	353.95	355.22	354.01	-0.34
LAMINAS DE ACERO GALV.	338.08	354.31	352.96	343.96	333.09	-3.16
LAMINAS DE ACERO NEGRO	326.43	327.64	328.95	334.94	339.29	1.30
LAMINAS DE ASBESTO-CEMENTO	388.92	387.32	386.86	387.78	397.98	2.63
LAVABOS	325.55	322.85	323.62	325.18	323.71	-0.45
LLAVES PARA AGUA	326.64	324.62	329.91	331.10	330.00	-0.33
LOSETAS VINILICAS	212.90	212.90	212.90	212.90	212.90	0.00
MADERA DE PINO	262.47	262.36	262.34	262.42	262.36	-0.02
MALLAS DE ACERO	295.32	298.33	294.39	302.02	332.67	10.15
MORTERO DE CEMENTO	399.83	400.99	400.87	409.65	414.85	1.27
MOSAICO Y TERRAZO	311.45	316.81	320.92	322.79	326.43	1.13
OXIGENO INDUSTRIAL	286.53	286.53	286.53	304.50	304.50	0.00
PERFILES DE ACERO	281.33	281.30	281.30	300.85	300.85	0.00
PERFILES DE ALUMINIO	388.53	375.75	371.91	379.32	358.04	-5.61
PINTURAS	323.36	329.76	329.76	329.76	329.76	0.00
SOLDADURAS	255.52	259.94	259.94	259.94	259.94	0.00

TABLEROS AGLOMERADOS	222.25	221.45	221.36	221.67	221.29	-0.17
TELAS DE ALAMBRE	280.99	280.94	285.60	288.69	295.09	2.22
TINACO DE ASBESTO-CEMENTO	245.86	245.86	245.86	245.86	263.26	7.08
TRIPLAY DE PINO, CEDRO O CAOBA	346.01	345.39	345.32	345.56	345.25	-0.09
TUBOS CONDUIT GALVANIZADOS	382.90	376.89	375.83	384.78	385.47	0.18
TUBOS DE ACERO	456.66	449.49	448.23	458.90	459.73	0.18
TUBOS DE ASBESTO-CEMENTO	394.37	394.25	394.21	394.29	394.25	-0.01
TUBOS DE COBRE	287.11	282.05	280.53	294.44	291.71	-0.93
TUBOS DE CONCRETO	308.35	314.61	316.68	317.29	318.21	0.29
TUBOS DE FIERRO FUNDIDO	372.39	372.39	388.81	388.81	412.33	6.05
TUBOS DE FIERRO GALVANIZADOS	241.21	238.34	237.15	238.19	236.24	-0.82
TUBOS DE PVC	416.82	416.82	435.20	435.20	461.53	6.05
VALVULAS	333.50	333.47	333.47	342.91	345.44	0.74
VIDRIOS PLANOS	425.27	423.70	423.23	424.12	423.27	-0.20
W.C., TAZA Y TANQUE	319.66	317.00	317.77	319.29	317.85	-0.45
YESO	283.13	288.17	293.55	292.76	305.15	4.23

RELATIVOS DE PRECIOS DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION

ANEXO-2 MATERIALES PETREOS

BASE NOV-DIC 1992 = 100

INSUMO: ARENA

ENTIDAD FEDERATIVA	1999					INCREMENTO PORCENTUAL
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	
AGUASCALIENTES	345.14	352.49	369.67	367.48	367.48	0.00
BAJA CALIFORNIA	319.81	322.95	331.38	339.79	352.30	3.68
BAJA CALIFORNIA SUR	455.57	467.97	480.37	480.37	480.37	0.00
CAMPECHE	334.51	337.55	337.25	337.25	341.72	1.33
COAHUILA	275.05	275.05	294.20	304.41	325.29	6.86
COLIMA	299.19	305.56	320.45	318.56	318.56	0.00
CHIAPAS	346.04	346.04	346.04	346.04	355.14	2.63
CHIHUAHUA	280.08	288.68	288.68	288.68	289.45	0.27
DISTRITO FEDERAL	224.62	229.23	234.23	238.28	239.40	0.47
DURANGO	317.45	322.50	335.76	339.12	349.27	2.99
GUANAJUATO	201.73	217.61	237.21	237.21	237.21	0.00
GUERRERO	275.12	275.88	279.52	293.32	303.57	3.50
HIDALGO	226.33	227.09	227.84	232.64	243.96	4.87
JALISCO	493.12	496.33	496.33	496.33	496.33	0.00
MEXICO	205.32	205.32	205.32	212.48	230.37	8.42
MICHOACAN	271.57	271.57	271.57	271.57	271.57	0.00
MORELOS	221.72	222.46	223.20	227.90	238.99	4.87
NAYARIT	282.89	282.89	282.89	282.89	282.89	0.00
NUEVO LEON	332.01	332.45	373.80	373.80	373.80	0.00
OAXACA	328.33	331.32	331.02	331.02	335.42	1.33

PUEBLA	204.26	204.26	204.26	204.26	204.26	0.00
QUERETARO	260.13	265.67	278.62	276.97	276.97	0.00
QUINTANA-ROO	334.51	337.55	337.25	337.25	341.72	1.33
SAN LUIS POTOSI	396.32	396.32	437.89	427.51	427.51	0.00
SINALOA	260.66	260.66	260.66	260.66	260.66	0.00
SONORA	219.64	219.64	219.64	219.64	219.64	0.00
TABASCO	343.13	343.13	343.13	343.13	343.13	0.00
TAMAULIPAS	280.07	287.47	287.47	287.47	308.01	7.15
TLAXCALA	223.68	224.43	225.17	229.91	241.11	4.87
VERACRUZ	234.97	237.47	237.47	237.47	255.42	7.56
YUCATAN	269.14	276.49	275.74	275.74	279.47	1.35
ZACATECAS	317.46	322.51	335.76	339.12	349.27	2.99

RELATIVOS DE PRECIOS DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION

ANEXO-2 MATERIALES PETREOS

BASE NOV-DIC 1992 = 100

INSUMO: GRAVA

ENTIDAD FEDERATIVA	1999					INCREMENTO PORCENTUAL
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	
AGUASCALIENTES	295.03	298.89	312.97	314.93	316.47	0.49
BAJA CALIFORNIA	259.40	263.45	267.77	272.08	284.21	4.46
BAJA CALIFORNIA SUR	1,000.07	1,050.88	1,050.88	1,125.81	1,125.81	0.00
CAMPECHE	277.59	277.49	277.24	277.24	279.85	0.94
COAHUILA	289.50	289.50	301.92	316.02	331.79	4.99
COLIMA	277.74	281.37	294.63	296.47	297.92	0.49
CHIAPAS	297.58	297.58	297.58	297.58	301.90	1.45
CHIHUAHUA	309.97	319.52	319.52	319.52	320.35	0.26
DISTRITO FEDERAL	214.51	220.05	225.35	229.75	230.67	0.40
DURANGO	339.11	346.95	352.79	360.67	369.07	2.33
GUANAJUATO	304.84	320.78	357.45	364.60	371.74	1.96
GUERRERO	276.04	285.06	287.29	285.03	278.28	-2.37
HIDALGO	282.05	289.42	289.98	292.79	297.58	1.64
JALISCO	244.94	244.94	244.94	244.94	244.94	0.00
MEXICO	191.58	198.84	198.84	206.12	217.02	5.29
MICHOACAN	336.96	336.96	336.96	336.96	336.96	0.00
MORELOS	217.07	222.74	223.18	225.34	229.02	1.64
NAYARIT	225.01	225.01	225.01	225.01	225.01	0.00
NUEVO LEON	400.74	412.84	430.01	430.01	430.01	0.00
OAXACA	292.46	292.35	292.09	292.09	294.84	0.94
PUEBLA	190.35	190.35	190.35	190.35	190.35	0.00
QUERETARO	296.25	300.13	314.27	316.23	317.78	0.49
QUINTANA ROO	279.48	279.38	279.12	279.12	281.75	0.94
SAN LUIS POTOSI	251.81	251.81	270.49	271.84	271.84	0.00

SINALOA	248.10	248.10	248.10	248.10	248.10	0.00
SONORA	227.17	227.17	227.17	227.17	227.17	0.00
TABASCO	311.16	302.35	302.35	302.35	302.35	0.00
TAMAULIPAS	243.42	246.20	246.20	246.20	256.67	4.25
TLAXCALA	229.42	235.42	235.88	238.16	242.06	1.64
VERACRUZ	299.79	309.95	309.95	313.05	324.38	3.62
YUCATAN	269.94	277.28	276.54	276.54	280.32	1.37
ZACATECAS	339.08	346.93	352.77	360.65	369.04	2.33

RELATIVOS DE PRECIOS DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION

ANEXO-2 MATERIALES PETREOS

BASE NOV-DIC 1992 = 100

INSUMO: LADRILLO

ENTIDAD FEDERATIVA	1999					INCREMENTO PORCENTUAL
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	
AGUASCALIENTES	286.66	288.12	290.00	292.88	300.16	2.49
BAJA CALIFORNIA	434.80	434.80	434.80	471.11	471.11	0.00
BAJA CALIFORNIA SUR	206.20	206.20	206.20	214.18	214.18	0.00
CAMPECHE	320.03	325.39	333.18	334.25	333.37	-0.26
COAHUILA	301.46	301.46	301.46	301.46	312.91	3.80
COLIMA	239.88	241.11	242.67	245.09	251.18	2.49
CHIAPAS	311.69	327.33	342.98	342.98	342.98	0.00
CHIHUAHUA	240.04	241.41	254.83	258.74	260.40	0.64
DISTRITO FEDERAL	268.11	269.74	270.93	271.77	273.70	0.71
DURANGO	277.31	284.82	291.14	298.52	300.86	0.78
GUANAJUATO	302.02	302.02	302.02	302.02	302.02	0.00
GUERRERO	254.75	255.99	253.17	258.88	258.88	0.00
HIDALGO	387.30	391.51	394.13	421.83	442.77	4.97
JALISCO	250.41	255.52	255.52	255.52	255.52	0.00
MEXICO	277.93	282.27	286.59	290.68	316.85	9.00
MICHOACAN	304.26	304.26	307.82	311.39	316.84	1.75
MORELOS	292.12	295.29	297.27	318.16	333.96	4.97
NAYARIT	202.14	202.14	202.14	202.14	202.14	0.00
NUEVO LEON	232.34	245.86	246.18	249.78	250.43	0.26
OAXACA	344.44	350.21	358.60	359.75	358.80	-0.26
PUEBLA	328.73	328.73	328.73	328.73	328.73	0.00
QUERETARO	346.05	347.81	350.07	353.56	362.34	2.49
QUINTANA ROO	320.03	325.39	333.19	334.25	333.37	-0.26
SAN LUIS POTOSI	190.29	190.29	193.01	198.45	214.70	8.19
SINALOA	237.13	237.13	237.13	237.13	237.13	0.00
SONORA	219.62	219.62	219.62	219.62	219.62	0.00
TABASCO	327.43	327.43	327.43	327.43	327.43	0.00
TAMAULIPAS	280.47	308.13	331.58	331.58	331.58	0.00

TLAXCALA	300.70	303.97	306.01	327.52	343.78	4.97
VERACRUZ	270.29	276.51	282.73	351.80	390.01	10.86
YUCATAN	282.92	282.92	289.74	292.52	290.21	-0.79
ZACATECAS	277.32	284.83	291.14	298.52	300.86	0.78

RELATIVOS DE PRECIOS DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION

ANEXO-2 MATERIALES PETREOS

BASE NOV-DIC 1992 = 100

INSUMO: PIEDRA

ENTIDAD FEDERATIVA	1999					INCREMENTO PORCENTUAL
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	
AGUASCALIENTES	230.26	234.22	245.44	245.48	246.09	0.25
BAJA CALIFORNIA	224.88	227.74	232.58	237.41	247.07	4.07
BAJA CALIFORNIA SUR	256.82	266.83	270.37	280.01	280.01	0.00
CAMPECHE	245.19	246.26	246.03	246.03	248.82	1.13
COAHUILA	228.55	228.55	241.41	251.23	266.12	5.93
COLIMA	224.98	228.85	239.82	239.86	240.45	0.25
CHIAPAS	236.02	236.02	236.02	236.02	240.84	2.04
CHIHUAHUA	227.45	234.45	234.45	234.45	235.06	0.26
DISTRITO FEDERAL	400.94	400.94	400.94	400.94	400.94	0.00
DURANGO	236.38	240.99	247.97	251.99	258.69	2.66
GUANAJUATO	215.29	229.39	252.83	255.36	257.86	0.98
GUERRERO	223.45	227.42	229.80	234.57	235.89	0.56
HIDALGO	214.94	218.10	218.67	222.04	229.26	3.25
JALISCO	293.58	294.53	294.53	294.53	294.53	0.00
MEXICO	158.80	161.81	161.81	167.60	179.08	6.86
MICHOACAN	211.08	211.08	211.08	211.08	211.08	0.00
MORELOS	205.07	208.09	208.64	211.85	218.74	3.25
NAYARIT	216.07	216.07	216.07	216.07	216.07	0.00
NUEVO LEON	300.50	305.23	330.57	330.57	330.57	0.00
OAXACA	228.74	229.74	229.53	229.53	232.13	1.13
PUEBLA	189.67	189.67	189.67	189.67	189.67	0.00
QUERETARO	237.28	241.35	252.92	252.96	253.58	0.25
QUINTANA ROO	245.19	246.26	246.04	246.04	248.83	1.13
SAN LUIS POTOSI	264.70	264.70	288.41	285.71	285.71	0.00
SINALOA	183.08	183.08	183.08	183.08	183.08	0.00
SONORA	176.46	176.46	176.46	176.46	176.46	0.00
TABASCO	276.66	272.74	272.74	272.74	272.74	0.00
TAMAULIPAS	223.86	228.10	228.10	228.10	241.10	5.70
TLAXCALA	205.11	208.13	208.68	211.89	218.78	3.25
VERACRUZ	243.57	248.99	248.99	250.24	264.23	5.59
YUCATAN	216.49	222.39	221.79	221.79	224.80	1.36
ZACATECAS	236.38	240.99	247.97	251.98	258.68	2.66

RELATIVOS DE PRECIOS DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION

ANEXO-2 MATERIALES PETREOS

BASE NOV-DIC 1992 = 100

INSUMO: TABIQUE

ENTIDAD FEDERATIVA	1999					INCREMENTO PORCENTUAL
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	
AGUASCALIENTES	285.84	287.30	289.17	292.05	299.30	2.49
BAJA CALIFORNIA	414.54	414.54	414.54	449.16	449.16	0.00
BAJA CALIFORNIA SUR	191.87	191.87	191.87	199.29	199.29	0.00
CAMPECHE	333.39	338.97	347.10	348.21	347.29	-0.26
COAHUILA	254.12	254.12	254.12	254.12	263.77	3.80
COLIMA	249.89	251.16	252.80	255.31	261.65	2.49
CHIAPAS	319.75	335.81	351.86	351.86	351.86	0.00
CHIHUAHUA	223.78	225.06	237.57	241.21	242.76	0.64
DISTRITO FEDERAL	276.76	278.45	279.67	280.54	282.53	0.71
DURANGO	277.35	284.87	291.18	298.57	300.90	0.78
GUANAJUATO	334.03	334.03	334.03	334.03	334.03	0.00
GUERRERO	273.53	274.86	271.84	277.97	277.97	0.00
HIDALGO	416.78	421.31	424.13	453.94	476.48	4.97
JALISCO	247.21	252.25	252.25	252.25	252.25	0.00
MEXICO	257.04	261.05	265.04	268.83	293.03	9.00
MICHOACAN	314.94	314.94	318.62	322.32	327.96	1.75
MORELOS	288.78	291.92	293.88	314.53	330.15	4.97
NAYARIT	196.88	196.88	196.88	196.88	196.88	0.00
NUEVO LEON	229.92	243.30	243.62	247.18	247.82	0.26
OAXACA	347.75	353.57	362.04	363.20	362.24	-0.26
PUEBLA	328.90	328.90	328.90	328.90	328.90	0.00
QUERETARO	353.35	355.15	357.46	361.01	369.99	2.49
QUINTANA ROO	333.39	338.97	347.10	348.21	347.29	-0.26
SAN LUIS POTOSI	187.27	187.27	189.95	195.30	211.30	8.19
SINALOA	231.58	231.58	231.58	231.58	231.58	0.00
SONORA	191.55	191.55	191.55	191.55	191.55	0.00
TABASCO	351.86	351.86	351.86	351.86	351.86	0.00
TAMAULIPAS	283.76	311.74	335.46	335.46	335.46	0.00
TLAXCALA	303.49	306.79	308.84	330.55	346.96	4.97
VERACRUZ	335.53	343.25	350.97	436.71	484.14	10.86
YUCATAN	295.78	295.78	302.91	305.82	303.40	-0.79
ZACATECAS	277.37	284.88	291.20	298.58	300.92	0.78

RELATIVOS DE PRECIOS DE MAQUINARIA MAYOR PARA LA CONSTRUCCION

ANEXO-3

BASE NOV-DIC 1992 = 100

ENTIDAD FEDERATIVA: TODA LA REPUBLICA

CONCEPTO	1999					INCREMENTO PORCENTUAL
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	
CAMIONES FUERA CARRET.	293.86	284.19	298.91	305.88	300.28	-1.83
CARGADORES	352.98	352.13	349.07	355.00	349.43	-1.57
COMPACTADORES	370.58	369.69	366.48	372.71	366.85	-1.57
COMPRESORES	365.35	359.25	361.73	364.15	361.24	-0.80
DOSIFICADORAS	339.46	338.64	335.70	341.40	336.04	-1.57
DRAGAS	338.02	336.77	333.34	339.97	333.75	-1.83
DUOS PACTOR	410.80	409.81	406.25	413.15	406.67	-1.57
EXCAVADORAS	377.45	376.54	373.26	379.61	373.65	-1.57
GRUAS	343.60	342.33	338.84	345.58	339.25	-1.83
MAQ. P/IND.PET Y CONST.	352.89	349.01	346.18	352.00	346.30	-1.62
MAQ. Y EQUIPO ELECTRICO	253.21	248.62	247.16	249.95	246.88	-1.23
MONTACARGAS	322.47	312.48	310.26	315.22	310.08	-1.63
MOTO CONFORMADORAS	329.14	328.35	325.50	331.03	325.83	-1.57
MOTO ESCREPAS	346.53	345.70	342.69	348.52	343.05	-1.57
PAVIMENTADORAS	339.74	338.92	335.97	341.69	336.32	-1.57
PERFORADORAS	317.67	316.90	314.15	319.49	314.47	-1.57
PETROLIZADORAS	400.88	395.10	419.13	424.53	420.54	-0.94
TANQUES METALICOS	283.11	289.20	289.20	289.20	289.20	0.00
TRACTORES	319.17	318.40	315.63	320.99	315.96	-1.57
TRITURADORAS	350.55	349.71	346.67	352.56	347.03	-1.57

RELATIVOS DE PRECIOS DE EQUIPO MENOR PARA LA CONSTRUCCION

ANEXO-4

BASE NOV-DIC 1992 = 100

ENTIDAD FEDERATIVA: TODA LA REPUBLICA

CONCEPTO	1999					INCREMENTO PORCENTUAL
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	
BOMBAS PARA AGUA	212.37	208.82	210.26	211.67	209.98	-0.80
CAMIONES DE VOLTEO	352.19	347.12	368.22	372.97	369.47	-0.94
COMPACTADORES	206.92	206.42	204.63	208.10	204.84	-1.57
MALACATES	235.91	229.07	228.20	230.91	227.66	-1.41
MOTORES ELECTRICOS	276.91	275.55	285.97	290.77	290.04	-0.25
REVOLVEDORAS	210.41	209.91	208.08	211.62	208.29	-1.57
TRACTORES AGRICOLAS	326.60	326.60	326.60	327.98	327.98	0.00
TRASHMASTERS	214.93	211.34	212.80	214.22	212.51	-0.80
VIBRADORES	218.32	214.37	213.10	215.51	212.86	-1.23

RELATIVOS DE PRECIOS DE COMBUSTIBLES AUTOMOTORES

ANEXO-5

BASE NOVIEMBRE 1995 = 100

ENTIDAD FEDERATIVA: TODA LA REPUBLICA

CONCEPTO	VIGENCIA					INCREMENTO PORCENTUAL ENTRE LAS DOS ULTIMAS VIGENCIAS
	1999					
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	
GASOLINA NOVA	209.73	211.83	213.95	216.09	218.25	1.00
GASOLINA EXTRA MAGNA SIN	209.73	211.83	213.95	216.09	218.25	1.00
GASOLINA PREMIUM	129.21	130.51	131.81	133.13	134.46	1.00
DIESEL DESULFURADO	214.01	216.15	218.31	220.49	222.70	1.00
DIESEL DESULFURADO USO AUTOMOTRIZ	214.01	216.15	218.31	220.49	222.70	1.00
DIESEL SIN	214.01	216.15	218.31	220.49	222.70	1.00

INDICES DE PRECIOS

BANCO DE MEXICO



DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION ECONOMICA

CUADERNO
MENSUAL

255

Julio
1999

SECTOR MONETARIO Y FINANCIERO

Información mensual

1 Tipo de cambio para solventar obligaciones en moneda extranjera, venta, cotización promedio del mes, en pesos por dólar
 periodo: 01/1976 - 09/1999 cifra: TIPO DE CAMBIO unidad: PESOS POR DOLAR

NOTA: Las cifras son valores al final del mes expresadas en pesos por dólar.

A partir del primero de enero de 1993 entró en vigor una nueva unidad monetaria que es igual al milésimo de la anterior.

1 TIPO DE CAMBIO PARA SOLVENTAR												
OBLIGACIONES EN MONEDA EXTRANJERA, Venta	Enc	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1976	12.4900	12.4900	12.4900	12.4900	12.4900	12.4900	12.4900	12.4900	19.3800	20.7500	24.3100	20.3300
1977	20.8500	22.5300	22.6100	22.5700	22.6500	22.8000	22.8500	22.8000	22.7800	22.7500	22.7400	22.7400
1978	22.7400	22.7400	22.7400	22.7400	22.7300	22.7300	22.7400	22.7400	22.7100	22.7100	22.7100	22.7100
1979	22.7100	22.7100	22.7400	22.7500	22.7500	22.7500	22.7500	22.7500	22.7500	22.7600	22.7400	22.7700
1980	22.7700	22.7700	22.7800	22.8100	22.8600	22.9000	22.9500	22.9800	22.9700	23.0300	23.1200	23.2100
1981	23.3300	23.4700	23.6400	23.8500	24.0500	24.2700	24.5100	24.7000	25.0100	25.3100	25.6200	25.9800
1982	26.3500	32.1500	45.4500	45.6500	46.4600	47.3300	48.2000	69.5000	70.0000	70.0000	70.0000	80.5100
1983	96.5600	102.3900	106.2300	110.1900	114.1600	118.1200	122.0900	126.1200	130.0800	134.0500	138.0100	141.9800
1984	146.0100	149.9100	153.8100	157.7700	161.7400	165.7000	169.6700	173.7000	177.6600	181.6300	185.5900	190.0200
1985	195.2800	200.2900	205.7600	212.1600	218.5600	224.9700	241.8400	285.2800	297.1900	312.0400	328.9200	354.9400
1986	385.8200	418.0100	456.5400	487.3200	517.4500	553.7200	598.8700	660.8200	720.1900	776.1300	830.6000	889.7500
1987	950.7500	1016.9600	1087.7300	1156.9400	1230.6000	1311.5300	1384.3600	1454.1700	1529.1400	1605.2500	1697.8800	2007.3900
1988	2212.4300	2247.8700	2280.9200	2281.0000	2281.0000	2281.0000	2281.0000	2281.0000	2281.0000	2281.0000	2281.0000	2281.0000
1989	2295.3900	2324.9300	2354.6500	2385.0700	2415.5200	2445.9000	2476.4800	2507.3900	2537.9700	2568.4500	2599.1000	2629.8400
1990	2660.4200	2690.0400	2719.4800	2750.1700	2780.3700	2807.3700	2831.7400	2856.5100	2881.0000	2905.3900	2927.8000	2940.9000
1991	2953.1700	2964.9900	2976.9000	2988.9600	3001.1700	3013.4000	3025.5500	3037.9800	3050.2100	3062.3500	3069.8100	3070.0200
1992	3068.4600	3063.6400	3066.3600	3068.0100	3097.9500	3118.5200	3116.5300	3091.2600	3086.2200	3118.5300	3119.7500	3118.1700
1993	3.1100	3.0989	3.1083	3.0955	3.1227	3.1213	3.1236	3.1126	3.1127	3.1142	3.1553	3.1077
1994	3.1075	3.1115	3.2841	3.3536	3.3120	3.3607	3.4009	3.3821	3.3998	3.4158	3.4426	3.9308
1995	5.5133	5.6854	6.7019	6.2996	5.9627	6.2232	6.1394	6.1909	6.3025	6.6911	7.6584	7.6597
1996	7.5048	7.5042	7.5736	7.4713	7.4345	7.5425	7.6229	7.5141	7.5447	7.6851	7.9189	7.8767
1997	7.8299	7.7926	7.9628	7.9037	7.9057	7.9465	7.8857	7.7843	7.7792	7.8114	8.2837	8.1360
1998	8.1798	8.4932	8.5689	8.4996	8.5612	8.8948	8.9040	9.2596	10.2154	10.1523	9.9874	9.9117
1999	10.1104	10.0150	9.7694	9.4461	9.3623	9.5418	9.3671	9.3981	9.3403			

División de Educación Continua - Facultad de Ingeniería - UNAM

DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

MODULO IV. SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE CARRETERAS

SUPERVISIÓN

AJUSTE DE COSTOS EN LA OBRA PÚBLICA

PROCEDIMIENTO DE AJUSTE (EJEMPLO)

PROPUESTA DE CONCURSO

P R O P U E S T A E C O N O M I C A

O B R A				P R E C I O U N I T A R I O		CONCURSO Nº	
C O N C E P T O S			CANTIDAD				
No	ESPECIFICACION GENERAL O COMPLEMENTARIA	DESCRIPCION	DE OBRA	UNIDAD	CON LETRA	CON NUMERO	IMPORTE EN N\$
	Región las Normas de Calidad de Materiales, libro 4, parte 4 01, título: 4.01 03 (Materiales para pavimentos); las Normas para Construcción e Instalaciones,	I. PAVIMENTOS					
1		Reciclado del pavimento existente en un espesor de veinticinco (25) centímetros incorporando seis por ciento (6%) en peso de cemento Portland disgregando, homogenizando y compactando a su máxima compactación realizando estos trabajos en una sola operación mediante el empleo de equipo especializado. Precio por unidad de obra terminada.	29,500	m²	VEINTISEIS PESOS 21/100 M N	26 21	773,195 00
2	libro: 3, parte 3 01, título: 3 01.03 (Pavimentos) y el	Cemento Portland para la estabilización del pavimento existente Incluye suministro, acarreo y aplicación. Precio por unidad de obra terminada	3,300,000	kg	UN PESO 18/100 M.N	1.18	3,894,000 00
3	Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, Capítulo	Riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido Incluye limpieza con chiflón de aire y acarreo. Precio por unidad de obra terminada	186,200	l	DOS PESOS 99/100 M N	2 99	556,738 00
4	VI (Dispositivos para protección de obras) Así como las especificaciones complementarias	Carpeta asfáltica empleando material pétreo de tamaño máximo de diecinueve (19) milímetros y cemento asfáltico AC-20. Espesor cinco (5) centímetros compactados el noventa y cinco por ciento (95%) de su peso volumétrico máximo Marshall, incluye tendido, compactación y acarreo del material. Precio por unidad de obra terminada	8,300	m²	TRESCIENTOS CINCUENTA Y SIETE PESOS 23/100 M.N.	357 23	2,965,009 00
5		Cemento asfáltico AC-20 para mezcla asfáltica, incluye acarreo. Precio por unidad de obra terminada.	1,200,000	kg	UN PESO 85/100 M N	1.85	2,220,000 00
6		Carpeta asfáltica delgada de graduación abierta (open graded) de dos (2) centímetros de espesor construida con mezcla asfáltica en caliente empleando material pétreo de nueve punto cinco (9.5) milímetros de tamaño máximo y cemento asfáltico AC-20, compactada al cien por ciento (100%) de su peso volumétrico máximo Marshall, incluye cemento asfáltico AC-20 y acarreos. Precio por unidad de obra terminada.	2,800	m²	CUATROCIENTOS SEIS PESOS 02/100 M N	406 02	1,136,856 00
						\$	11,545,798 00

25 DE OCTUBRE DE 1999

FECHA DE TERMINACIÓN TOTAL

QC Ingeniería, S.A. de C.V

NOMBRE DE LA EMPRESA O PERSONA FISICA

NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE QUE FIRMA

Hoja 1 de 1

Forma F-7

P R O P U E S T A T E C N I C A

O B R A				PROGRAMA MENSUAL DE EJECUCION DE TRABAJOS											OBSERVACIONES
C O N C E P T O S			CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	Año 1999	Año 1999	Año 1999	Año 1999	Año 1999	Año	Año	Año	Año	Año	
No.	ESPECIFICACION GENERAL O COMPLEMENTARIA	DESCRIPCION			Mes: JUN	Mes JUL	Mes: AGO	Mes: SEP	Mes: OCT	Mes	Mes	Mes	Mes	Mes	
	Según las Normas de Calidad de Materiales, Libro 4, parte 401, título 401.03 (Materiales para pavimentos); las Normas para Construcción e Instalaciones,	PAVIMENTOS													
1	Reciclado del pavimento existente en un espesor de veinticinco (25) centímetros incorporando seis por ciento (6%) en peso de cemento Portland disgregando, homogenizando y compactando a su máxima capacidad realizando estos trabajos en una sola operación mediante el empleo de equipo especializado. Precio por unidad de obra terminada.		29,500	m ²		7,375	14,750	7,375							= Instalación de la planta de asfalto.
2	Cemento Portland para la estabilización del pavimento existente. Incluye suministro, acarreo y aplicación. Precio por unidad de obra terminada.		3,300,000	kg		825,000	1,650,000	825,000							
3	Piego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido. Incluye limpieza con chifón de aire y acarreo. Precio por unidad de obra terminada.		186,200	l		29,050	58,100	56,550	42,500						
4	Carpeta asfáltica empleando material pétreo de tamaño máximo de diecinueve (19) milímetros y cemento asfáltico AC-20. Espesor cinco (5) centímetros compactados al noventa y cinco por ciento (95%) de su peso volumétrico máximo Marshall, incluye tendido, compactación y acarreo del material. Precio por unidad de obra terminada.		8,300	m ²		2,075	4,150	2,075							
5	Cemento asfáltico AC-20 para mezcla asfáltica, incluye acarreo. Precio por unidad de obra terminada.		1,200,000	kg		300,000	600,000	300,000							
6	Carpeta asfáltica delgada de graduación abierta (open graded) de dos (2) centímetros de espesor construida con mezcla asfáltica en caliente empleando material pétreo de nueve punto cinco (9.5) milímetros de tamaño máximo y cemento asfáltico AC-20, compactada al cien por ciento (100%) de su peso volumétrico máximo Marshall, incluye cemento asfáltico AC-20 y acarreos. Precio por unidad de obra terminada.		2,800	m ²				1,100	1,700						
25 DE OCTUBRE DE 1999															
FECHA DE TERMINACION TOTAL															
QC Ingeniería, S.A. de C.V. NOMBRE DE LA EMPRESA O PERSONA FISICA					NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE QUE FIRMA										Hoja 1 de 1 Forma 16a

P R O P U E S T A E C O N O M I C A

O B R A				PROGRAMA MENSUAL DE EROGACIONES											TOTAL PRESUPUESTADO
C O N C E P T O S		CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	Año 1999	Año 1999	Año 1999	Año 1999	Año 1999	Año	Año	Año	Año	Año		
No	ESPECIFICACION GENERAL O COMPLEMENTARIA			D E S C R I P C I O N	Mes JUN	Mes JUL	Mes AGO	Mes SEP	Mes OCT	Mes	Mes	Mes	Mes	Mes	
	Región las Normas de Calidad de Materiales, libro 4, parte 4.01, título: 4.01.03 (Materiales para pavimentos); las Normas para Construcción e Instalaciones,	I PAVIMENTOS													
1	Reciclado del pavimento existente en un espesor de veinticinco (25) centímetros incorporando seis por ciento (6%) en peso de cemento Portland desgregando, homogenizando y compactando a su máxima compacidad realizando estos trabajos en una sola operación mediante el empleo de equipo especializado. Precio por unidad de obra terminada.	29,500	m ²		193,298.75	386,597.50	193,298.75								
2	Cemento Portland para la estabilización del pavimento existente. Incluye suministro, acarreo y aplicación. Precio por unidad de obra terminada.	3,300,000	kg		973,500.00	1,947,000.00	973,500.00								
3	Riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido. Incluye limpieza con chifón de aire y acarreo. Precio por unidad de obra terminada.	186,200	l		86,859.50	173,719.00	169,084.50	127,075.00							
4	Carpeta asfáltica empleando material pétreo de tamaño máximo de diecinueve (19) milímetros y cemento asfáltico AC-20. Espesor cinco (5) centímetros compactados al noventa y cinco por ciento (95%) de su peso volumétrico máximo Marshall, incluye tendido, compactación y acarreo del material. Precio por unidad de obra terminada.	8,300	m ²		741,252.25	1,482,504.50	741,252.25								
5	Cemento asfáltico AC-20 para mezcla asfáltica, incluye acarreo. Precio por unidad de obra terminada.	1,200,000	kg		555,000.00	1,110,000.00	555,000.00								
6	Carpeta asfáltica delgada de graduación abierta (open graded) de dos (2) centímetros de espesor construida con mezcla asfáltica en caliente empleando material pétreo de nueve punto cinco (9.5) milímetros de tamaño máximo y cemento asfáltico AC-20, compactada al cien por ciento (100%) de su peso volumétrico máximo Marshall, incluye cemento asfáltico AC-20 y acarreo. Precio por unidad de obra terminada.	2,800	m ²				446,622.00	690,234.00							
25 DE OCTUBRE DE 1999				MONTOS PARCIALES	0.00	2,549,310.50	5,099,621.00	3,078,757.50	817,309.00						
FECHA DE TERMINACION TOTAL				MONTOS ACUMULADOS	0.00	2,549,310.50	7,649,731.50	10,728,489.00	11,545,798.00						
QC Ingeniería, S.A. de C.V.															
NOMBRE DE LA EMPRESA O PERSONA FISICA				NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE QUE FIRMA									Hoja 1 de 1 Firma: 16		

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS
 No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99
 OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO
 UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B" Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: PU01

Reciclado del pavimento existente en un espesor de 25 cm incorporando 6% en peso de cemento Portland; disgregado, homogenizado y compactado a su máxima compacidad realizando estos trabajos en una sola operación, mediante el empleo de equipo especializado. Precio por unidad de obra terminada.

Unidad : m3
 Cantidad : 29,500
 Precio U. : 26.21
 Total : 773,195.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MC052.00	Regalías agua	m3	0.13000	5.00	0.65
Total de Materiales						0.65
Equipo						
	H EC0006.00	Recuperadora CMI-RS-500	h	0.01429	790.15	11.29
	H EC0009.00	Compactador Vibratorio DYNAPAC CA-25	h	0.01429	237.42	3.39
	H EC0040.00	Torre de iluminación de 4,000 watts	h	0.02857	81.03	2.32
	H EC0016.00	Pipa para agua FAMSA de 10 m3	h	0.01250	170.59	2.13
Total de Equipo						19.13
Total Salarios Base				2.08		
Mano de Obra en Indirectos				0.00		
Total Salario Gravable de SAR e INF				2.68		

Costo Directo	19.78
Indirectos (20.00%)	3.96
Subtotal	23.74
Financiamiento (1.00%)	0.24
Subtotal	23.98
Utilidad (8.00%)	1.92
SAR (2.00%)	0.05
INFONAVIT (5.00%)	0.13
Subtotal	26.08
0.5% SECODAM (0.50%)	0.13
Precio Unitario	26.21

**** VEINTISEIS PESOS 21/100 M.N. ****

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS
 No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99
 OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO
 UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B" Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: PU02

Cemento Portland para la estabilización del pavimento existente, incluye suministro, acarreo y aplicación. Precio por unidad de obra terminada.

Unidad : kg
 Cantidad : 3'300,000
 Precio U. : 1.18
 Total : 3'894,000.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MC051.00	Cemento Portland tipo I	ton	0.00103	850.00	0.88
Total de Materiales						0.88
Mano de Obra						
	MO002.00	Cabo	jor	0.00001	187.10	0.00
	MO003.00	Ayudante general	jor	0.00011	112.07	0.01
Total de Mano de Obra						0.01
Herramienta						
	HE%MO	Herramienta menor como % de la mano de obra	(%)mo	0.05000	0.01	0.00
Total de Herramienta						0.00
Total Salarios Base				0.01		
Mano de Obra en Indirectos				0.00		
Total Salario Gravable de SAR e INF				0.01		

Costo Directo	0.89
Indirectos (20.00%)	0.18
Subtotal	1.07
Financiamiento (1.00%)	0.01
Subtotal	1.08
Utilidad (8.00%)	0.09
SAR (2.00%)	0.00
INFONAVIT (5.00%)	0.00
Subtotal	1.17
0.5% SECODAM (0.50%)	0.01
Precio Unitario	1.18

** UN PESOS 18/100 M.N. **

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Análisis de Precio Unitario

Descripción		Unidad :	I
Clave: PU03		Cantidad :	186,200
Riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido, incluye limpieza con chiflón de aire y acarreo. Precio por unidad de obra terminada.		Precio U. :	2.99
		Total :	556,738.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MC002.00	Emulsión asfáltica de rompimiento rápido	I	1.05000	1.00	1.05
	MC003.00	Acarreo de asfaltos	I	1.05000	0.26	0.27
Total de Materiales						1.32
Mano de Obra						
	MO002.00	Cabo	jor	0.00020	187.10	0.04
	MO003.00	Ayudante general	jor	0.00200	112.07	0.22
Total de Mano de Obra						0.26
Herramienta						
	HE%MO	Herramienta menor como % de la mano de obra	(%)mo	0.05000	0.26	0.01
Total de Herramienta						0.01
Equipo						
	H EC0035 00	Compresor de aire 750 PCM	h	0.00208	157.94	0.33
	H EC0017 00	Petrolizadora Seaman-Gunnison 9000 I	h	0.00125	260.03	0.33
Total de Equipo						0.66
Total Salarios Base				0.24		
Mano de Obra en Indirectos				0.00		
Total Salario Gravable de SAR e INF				0.31		

Costo Directo	2.25
Indirectos (20.00%)	0.45
Subtotal	2.70
Financiamiento (1.00%)	0.03
Subtotal	2.73
Utilidad (8.00%)	0.22
SAR (2.00%)	0.01
INFONAVIT (5.00%)	0.02
Subtotal	2.98
0.5% SECODAM (0.50%)	0.01
Precio Unitario	2.99

** DOS PESOS 99/100 M.N. **

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS
 No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99
 OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO
 UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B" Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: PU04
 Carpeta asfáltica empleando material pétreo de tamaño máximo de 19 mm y cemento asfáltico AC-20. Espesor de 5 cm compactados al 95% de su P.V.M.M., incluye tendido, compactación y acarreo del material. Precio por unidad de obra terminada.
 Unidad: m3
 Cantidad: 8,300
 Precio U.: 357.23
 Total: 2'965,009.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MC052.00	Regalías agua	m3	0.02500	5.00	0.12
	MC021.00	Acarreo de concreto asfáltico	tkm	41.80000	1.91	79.84
Total de Materiales						79.98
Mano de Obra						
	MO002.00	Cabo	jor	0.00714	187.10	1.34
	MO003.00	Ayudante general	jor	0.02857	112.07	3.20
	MO008.00	Rastrillero	jor	0.02143	127.47	2.73
Total de Mano de Obra						7.27
Herramienta						
	HE%MO	Herramienta menor como % de la mano de obra	(%)mo	0.05000	7.27	0.36
Total de Herramienta						0.36
Equipo						
H	EC0016.00	Pipa para agua FAMSA de 10 m3	h	0.00313	170.59	0.53
H	EC0010.00	Compactador vibratorio CC-43-AA	h	0.02500	195.85	4.90
H	EC0012.00	Compactador Neumático. Modelo AP-23	h	0.02500	197.72	4.94
H	EC0013.00	Finisher autopropulsada PF-180	h	0.02500	417.67	10.44
H	EC0040.00	Torre de iluminación de 4,000 watts	h	0.05000	81.03	4.05
Total de Equipo						24.86
Auxiliares						
+	AB051.00	Fabricación de concreto asfáltico de T.M.A. 3/4"	m3	1.00000	158.08	158.08
Total de Auxiliares						158.08
Total Salarios Base				14.71		
Mano de Obra en Indirectos				0.00		
Total Salario Gravable de SAR e INF				18.98		

Costo Directo	270.53
Indirectos (20.00%)	54.11
Subtotal	324.64
Financiamiento (1.00%)	3.25
Subtotal	327.89
Utilidad (8.00%)	26.23
SAR (2.00%)	0.38
INFONAVIT (5.00%)	0.95
Subtotal	355.45
0.5% SECODAM (0.50%)	1.78
Precio Unitario	357.23

**** TRESCIENTOS CINCUENTA Y SIETE PESOS 23/100 M.N. ****

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: PU05
 Cemento asfáltico AC-20 para mezcla asfáltica, incluye acarreo. Precio por unidad de obra terminada.

	Unidad :	kg
	Cantidad :	1'200,000
	Precio U. :	1.85
	Total :	2'220,000.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MC001.00	Cemento Asfáltico AC-20	kg	1.03000	1.05	1.08
	MC003.00	Acarreo de asfaltos	l	1.03000	0.26	0.27
Total de Materiales						1.35
Auxiliares						
	+ AB702.00	Almacenamiento, calentamiento y bombeo	kg	1.03000	0.05	0.05
Total de Auxiliares						0.05
Total Salarios Base					0.00	
Mano de Obra en indirectos					0.00	
Total Salario Gravable de SAR e INF					0.00	

	Costo Directo	1.40
	Indirectos (20.00%)	0.28
	Subtotal	1.68
	Financiamiento (1.00%)	0.02
	Subtotal	1.70
	Utilidad (8.00%)	0.14
	SAR (2.00%)	0.00
	INFONAVIT (5.00%)	0.00
	Subtotal	1.84
	0.5% SECODAM (0.50%)	0.01

Precio Unitario 1.85

**** UN PESOS 85/100 M.N. ****

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS
 No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99
 OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO
 UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B" Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Análisis de Precio Unitario

Clave: PU06
 Carpeta asfáltica delgada de graduación abierta (open graded) de 2 cm de espesor construida con mezcla asfáltica en caliente, empleando material pétreo de 9.5 mm de tamaño máximo y cemento asfáltico AC-20, compactada al 100% de su P.V.M.M., incluye cemento asfáltico AC-20 y acarreo. Precio por unidad de obra terminada.

Unidad : m3
 Cantidad : 2,800
 Precio U. : 406.02
 Total : 1'136,856.00

C Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales					
MC052.00	Regalías agua	m3	0.03250	5.00	0.16
MC021.00	Acarreo de concreto asfáltico	tkm	38.00000	1.91	72.58
Total de Materiales					72.74
Mano de Obra					
MO002.00	Cabo	jor	0.00816	187.10	1.53
MO003.00	Ayudante general	jor	0.03266	112.07	3.66
MO008.00	Rastrillero	jor	0.02449	127.47	3.12
Total de Mano de Obra					8.31
Herramienta					
HE%MO	Herramienta menor como % de la mano de obra	(%)mo	0.05000	8.31	0.42
Total de Herramienta					0.42
Equipo					
H EC0016.00	Pipa para agua FAMSA de 10 m3	h	0.00313	170.59	0.53
H EC0010.00	Compactador vibratorio CC-43-AA	h	0.02857	195.85	5.60
H EC0012.00	Compactador Neumático. Modelo AP-23	h	0.02857	197.72	5.65
H EC0013.00	Finisher autopropulsada PF-180	h	0.02857	417.67	11.93
H EC0040.00	Torre de iluminación de 4,000 watts	h	0.05714	81.03	4.63
Total de Equipo					28.34
Auxiliares					
+ AB052.00	Fabricación de concreto asfáltico de T.M.A. 3/8"	m3	1.00000	197.73	197.73
Total de Auxiliares					197.73
Total Salarios Base					15.92
Mano de Obra en Indirectos					0.00
Total Salario Gravable de SAR e INF					20.54

Costo Directo	307.54
Indirectos (20.00%)	61.51
Subtotal	369.05
Financiamiento (1.00%)	3.89
Subtotal	372.74
Utilidad (8.00%)	29.82
SAR (2.00%)	0.41
INFONAVIT (5.00%)	1.03
Subtotal	404.00
0.5% SECODAM (0.50%)	2.02

Precio Unitario 406.02

** CUATROCIENTOS SEIS PESOS 02/100 M.N. **

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Catálogo de Auxiliares						
C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
+	AB051.00	Fabricación de concreto asfáltico de T.M.A. 3/4"	m3			
	MC011.00	Arena de mina banco "Temixco"	m3	0.78750	26.00	20.47
	MC022.00	Acarreo de materiales pétreos 1er km	m3	0.78750	5.28	4.16
	MC023.00	Acarreo de materiales pétreos km's subsecuentes	m3km	7.87500	2.36	18.58
	MC100.00	Instalación de planta de asfalto.	pza.	0.00009	60,000.00	5.40
	MC004.00	Diesel	l	19.00000	3.23	61.37
H	EC0002.00	Planta de asfalto Allis Chalmers 628	h	0.03333	859.58	28.65
H	EC0007.00	Cargador frontal. s/neumáticos 75-III-A	h	0.03333	328.74	10.96
H	EC0025.00	Conjunto Electrógeno Caterpillar 3408	h	0.03333	254.81	8.49
					Suma	158.08
+	AB052.00	Fabricación de concreto asfáltico de T.M.A. 3/8"	m3			
	MC011.00	Arena de mina banco "Temixco"	m3	0.39375	26.00	10.24
	MC022.00	Acarreo de materiales pétreos 1er km	m3	0.39375	5.28	2.08
	MC023.00	Acarreo de materiales pétreos km's subsecuentes	m3km	3.93750	2.36	9.29
	MC100.00	Instalación de planta de asfalto.	pza.	0.00009	60,000.00	5.40
	MC004.00	Diesel	l	19.00000	3.23	61.37
H	EC0002.00	Planta de asfalto Allis Chalmers 628	h	0.03333	859.58	28.65
H	EC0007.00	Cargador frontal. s/neumáticos 75-III-A	h	0.03333	328.74	10.96
H	EC0025.00	Conjunto Electrógeno Caterpillar 3408	h	0.03333	254.81	8.49
	MC017.00	Triturado de 3/8" banco "Milmor"	m3	0.87500	70.00	61.25
					Suma	197.73
+	AB702.00	Almacenamiento, calentamiento y bombeo	kg			
	MC001.00	Cemento Asfáltico AC-20	kg	0.05000	1.05	0.05
					Suma	0.05

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Catálogo de Materiales

Clave	Descripción	Unidad	Precio U.
MC001.00	Cemento Asfáltico AC-20	kg	1.05
MC002.00	Emulsión asfáltica de rompimiento rápido	l	1.00
MC003.00	Acarreo de asfaltos	l	0.26
MC004.00	Diesel	l	3.23
MC005.00	Gasolina Magna	l	3.89
MC006.00	Aceite para motor diesel	l	17.50
MC011.00	Arena de mina banco "Temixco"	m3	26.00
MC017.00	Triturado de 3/8" banco "Milmor"	m3	70.00
MC021.00	Acarreo de concreto asfáltico	tkm	1.91
MC022.00	Acarreo de materiales pétreos 1er km	m3	5.28
MC023.00	Acarreo de materiales pétreos km's subsecuentes	m3km	2.36
MC051.00	Cemento Portland tipo I	ton	850.00
MC052.00	Regalfas agua	m3	5.00
MC100.00	Instalación de planta de asfalto.	pza.	60,000.00
MC200.00	Llantas compactador CA25	jgo	9,000.00
MC201.00	Llantas neumático AP-23	jgo	8,000.00
MC202.00	Llantas CMI RS-500	jgo	33,000.00
MC203.00	Llantas cargador 75-III-A	jgo	14,000.00
MC204.00	Llantas finisher CMI AP-1100	jgo	12,000.00
MC205.00	Llantas camión	jgo	7,200.00
MC206.00	Llantas compresor 750 pcm	jgo	1,200.00
MC207.00	Llantas planta de luz	jgo	550.00

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Catálogo de Mano de Obra

Clave	Descripción	Unidad	Salario Base	FSR	Salario Real
MO001.00	Peón	jor	50.00	1.62860	81.43
MO002.00	Cabo	jor	117.00	1.59915	187.10
MO003.00	Ayudante general	jor	70.00	1.60100	112.07
MO007.00	Tornillero o sensorista	jor	80.00	1.59338	127.47
MO008.00	Rastrillero	jor	80.00	1.59338	127.47
MO021.00	Chofer de camión	jor	96.00	1.59646	153.26
MO032.00	Operador Compactador	jor	183.00	1.60339	293.42
MO033.00	Operador Cargador	jor	183.00	1.60339	293.42
MO037.00	Operador Finisher	jor	240.00	1.60521	385.25
MO038.00	Operador Recicladora	jor	250.00	1.60552	401.38
MO039.00	Operador Planta de Luz	jor	96.00	1.59646	153.26
MO040.00	Operador Petrolizadora	jor	183.00	1.60339	293.42
MO041.00	Operador Planta de Asfalto	jor	240.00	1.60521	385.25
MO042.00	Operador Planta de Asfalto "A"	jor	250.00	1.60552	401.38
MO045.00	Operador Compresor	jor	96.00	1.59646	153.26

QC Ingeniería, S.A. de C.V.

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No. DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Fecha de presentación: 28/mayo/99

Catálogo de Maquinaria

Clave	Descripción	Unidad	Precio U.
EC0002.00	Planta de asfalto Allis Chalmers 628	Eqpo.	4,475,000.00
EC0006.00	Recuperadora CMI-RS-500	Eqpo.	2,864,000.00
EC0007.00	Cargador frontal s/neumáticos 75-III-A	Eqpo.	1,276,000.00
EC0009.00	Compactador vibratorio DYNAPAC CA-25	Eqpo.	882,000.00
EC0010.00	Compactador vibratorio CC-43-AA	Eqpo.	745,000.00
EC0012.00	Compactador Neumático. Modelo AP-23	Eqpo.	608,000.00
EC0013.00	Finisher autopropulsada PF-180	Eqpo.	1,326,000.00
EC0016.00	Pipa para agua FAMSA de 10 m3	Eqpo.	300,000.00
EC0017.00	Petrolizadora Seaman-Gunnison 9000 I	Eqpo.	579,000.00
EC0025.00	Conjunto Electrónico Caterpillar 3408	Eqpo.	451,000.00
EC0035.00	Compresor de aire 750 PCM	Eqpo.	512,000.00
EC0040.00	Torre de iluminación de 4,000 watts	Eqpo.	100,000.00

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Costo Horario de Equipo

Clave	Descripción	Unidad	Precio U.
EC0002.00	Planta de asfalto Allis Chalmers 628	h	859.58
EC0006.00	Recuperadora CMI-RS-500	h	790.15
EC0007.00	Cargador frontal. s/neumáticos 75-III-A	h	328.74
EC0009.00	Compactador Vibratorio DYNAPAC CA-25	h	237.42
EC0010.00	Compactador vibratorio CC-43-AA	h	195.85
EC0012.00	Compactador Neumático. Modelo AP-23	h	197.72
EC0013.00	Finisher autopropulsada PF-180	h	417.67
EC0016.00	Pipa para agua FAMSA de 10 m3	h	170.59
EC0017.00	Petrolizadora Seaman-Gunnison 9000 I	h	260.03
EC0025.00	Conjunto Electrónico Caterpillar 3408	h	254.81
EC0035.00	Compresor de aire 750 PCM	h	157.94
EC0040.00	Torre de iluminación de 4,000 watts	h	81.03

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS
 No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99
 OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO
 UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B" Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Costo Horario de Equipo			
Descripción			
Clave: EC0002.00			
Planta de asfalto Allis Chalmers 628		Unidad :	h
Datos Generales			
Potencia (p) :	0.00 hp	Años de vida útil (V):	7.00
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	2000.00
Costo base (Cb):	4475000.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	14000.00
Valor de llantas (VLL):	0.00 \$	Tasa interés anual (i):	0.14
Adquisición (Va=Cb- VLL):	4475000.00 \$	Prima de seguro anual (s):	0.02
Porcentaje rescate (r):	0.20	Coefficiente de mantenimiento (Q):	0.60
Valor de rescate (Vr = Va*r):	895000.00	Vida eco. llantas (Hv):	0.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	0.0000 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.0000 lts/h
Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Inversión:	$I=i(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.14(4475000.00+895000.00)/2 * 2000.00$	187.95
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(4475000.00-895000.00)/14000.00$	255.71
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.02(4475000.00+895000.00)/2 * 2000.00$	26.85
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.60*255.71$	153.43
Otros :			0.00
Total de Cargos Fijos \$			623.94
Operación			
MO041.00	$O=So/H$	$O=385.25/3.20$	120.39
MO042.00	$O=So/H$	$O=401.38/6.40$	62.72
MO003.00	$O=So/H$	$O=112.07/2.13$	52.53
Total de Operación			235.64
Costo Horario			859.58

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Costo Horario de Equipo			
Descripción			
Clave: EC0006.00			
Recuperadora CMI-RS-500			Unidad : h
Datos Generales			
Potencia (p) :	525.00 hp	Años de vida útil (V):	6.00
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	2000.00
Costo base (Cb):	2864000.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	12000.00
Valor de llantas (VLL):	33000.00 \$	Tasa interés anual (i):	0.14
Adquisición (Va=Cb- VLL):	2831000.00 \$	Prima de seguro anual (s):	0.02
Porcentaje rescate (r):	0.20	Coefficiente de mantenimiento (Q):	0.60
Valor de rescate (Vr = Va*r):	566200.00	Vida eco. llantas (Hv):	1500.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	63.5880 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	1.2707 lts/h
Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Inversión:	$I=i(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.14(2831000.00+566200.00)/2 * 2000.00$	118.90
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(2831000.00-566200.00)/12000.00$	188.73
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.02(2831000.00+566200.00)/2 * 2000.00$	16.99
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.60*188.73$	113.24
Otros .			0.00
Total de Cargos Fijos \$.			437.86
Consumos			
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=63.5880*3.23$	205.39
LUBRICANTES	$L=a*Pl$	$L=1.2707*17.50$	22.24
LLANTAS	$LI=VLL/Hv$	$LI=33000.00/1500.00$	22.11
Total de Consumos			249.74
Operación			
MO038.00	$O=So/H$	$O=401.38/6.40$	62.72
MO007.00	$O=So/H$	$O=127.47/3.20$	39.83
Total de Operación			102.55
Costo Horario			790.15

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS
 No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99
 OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO
 UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B" Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Costo Horario de Equipo			
Descripción			
Clave: EC0007.00			
Cargador frontal. s/neumáticos 75-III-A			Unidad : h
Datos Generales			
Potencia (p) :	140.00 hp	Años de vida útil (V):	6.00
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	2000.00
Costo base (Cb):	1276000.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	12000.00
Valor de llantas (VLL):	14000.00 \$	Tasa interés anual (i):	0.14
Adquisición (Va=Cb- VLL):	1262000.00 \$	Prima de seguro anual (s):	0.02
Porcentaje rescate (r):	0.20	Coefficiente de mantenimiento (Q):	0.60
Valor de rescate (Vr = Va*r):	252400.00	Vida eco. llantas (Hv):	2000.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	21.1960 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.7000 lts/h
Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Inversión:	$I=i(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.14(1262000.00+252400.00)/2 * 2000.00$	53.00
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(1262000.00-252400.00)/12000.00$	84.13
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.02(1262000.00+252400.00)/2 * 2000.00$	7.57
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.60*84.13$	50.48
Otros :			0.00
		Total de Cargos Fijos \$	195.18
Consumos			
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=21.1960*3.23$	68.46
LUBRICANTES	$L=a*Pl$	$L=0.7000*17.50$	12.25
LLANTAS	$LI=VLL/Hv$	$LI=14000.00/2000.00$	7.00
		Total de Consumos	87.71
Operación			
MO033.00	$O=So/H$	$O=293.42/6.40$	45.85
		Total de Operación	45.85
		Costo Horario	328.74

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS
 No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99
 OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO
 UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B" Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Costo Horario de Equipo

Descripción	
Clave: EC0009.00 Compactador Vibratorio DYNAPAC CA-25	Unidad : h

Datos Generales			
Potencia (p) :	120.00 hp	Años de vida útil (V):	6.00
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	2000.00
Costo base (Cb):	882000.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	12000.00
Valor de llantas (VLL):	9000.00 \$	Tasa interés anual (i):	0.14
Adquisición (Va=Cb- VLL):	873000.00 \$	Prima de seguro anual (s):	0.02
Porcentaje rescate (r):	0.20	Coefficiente de mantenimiento (Q):	0.60
Valor de rescate (Vr = Va*r):	174600.00	Vida eco. llantas (Hv):	2000.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	14.5344 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.2910 lts/h

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Inversión:	$I=i(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.14(873000.00+174600.00)/2 * 2000.00$	36.67
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(873000.00-174600.00)/12000.00$	58.20
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.02(873000.00+174600.00)/2 * 2000.00$	5.24
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.60*58.20$	34.92
Otros :			0.00
		Total de Cargos Fijos \$	135.03
Consumos			
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=14.5344*3.23$	46.95
LUBRICANTES	$L=a*Pl$	$L=0.2910*17.50$	5.09
LLANTAS	$Ll=VLL/Hv$	$Ll=9000.00/2000.00$	4.50
		Total de Consumos	56.54
Operación	$O=So/H$	$O=293.42/6.40$	45.85
MO032.00			Total de Operación
			45.85
		Costo Horario	237.42

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

lo DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Costo Horario de Equipo

Descripción	
Clave: EC0010.00	
Compactador vibratorio CC-43-AA	Unidad : h

Datos Generales

Potencia (p) :	80.00 hp	Años de vida útil (V):	6.00
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	2000.00
Costo base (Cb):	745000.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	12000.00
Valor de llantas (VLL):	0.00 \$	Tasa interés anual (i):	0.14
Adquisición (Va=Cb- VLL):	745000.00 \$	Prima de seguro anual (s):	0.02
Porcentaje rescate (r):	0.20	Coefficiente de mantenimiento (Q):	0.60
Valor de rescate (Vr = Va*r):	149000.00	Vida eco. llantas (Hv):	0.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	9.6896 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.1980 lts/h

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Inversión:	$I=(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.14(745000.00+149000.00)/2 * 2000.00$	31.29
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(745000.00-149000.00)/12000.00$	49.67
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.02(745000.00+149000.00)/2 * 2000.00$	4.47
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.60*49.67$	29.80
Otros :			0.00
		Total de Cargos Fijos \$	115.23
Consumos			
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=9.6896*3.23$	31.30
LUBRICANTES	$L=a*PI$	$L=0.1980*17.50$	3.47
		Total de Consumos	34.77
Operación	$O=So/H$	$O=293.42/6.40$	45.85
MO032.00			Total de Operación
			45.85
		Costo Horario	195.85

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS
 No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99
 OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO
 UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B" Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Costo Horario de Equipo

Descripción			
Clave: EC0012.00 Compactador Neumático. Modelo AP-23			Unidad : h
Datos Generales			
Potencia (p) :	127.00 hp	Años de vida útil (V):	6.00
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	2000.00
Costo base (Cb):	608000.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	12000.00
Valor de llantas (VLL):	8000.00 \$	Tasa interés anual (i):	0.14
Adquisición (Va=Cb- VLL):	600000.00 \$	Prima de seguro anual (s):	0.02
Porcentaje rescate (r):	0.20	Coefficiente de mantenimiento (Q):	0.60
Valor de rescate (Vr = Va*r):	120000.00	Vida eco. llantas (Hv):	2000.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	15.3822 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.3078 lts/h
Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Inversión:	$I=i(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.14(600000.00+120000.00)/2 * 2000.00$	25.20
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(600000.00-120000.00)/12000.00$	40.00
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.02(600000.00+120000.00)/2 * 2000.00$	3.60
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.60*40.00$	24.00
Otros .			0.00
Total de Cargos Fijos \$			92.80
Consumos			
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=15.3822*3.23$	49.68
LUBRICANTES	$L=a*Pl$	$L=0.3078*17.50$	5.39
LLANTAS	$LI=VLL/Hv$	$LI=8000.00/2000.00$	4.00
Total de Consumos			59.07
Operación			
MO032.00	$O=So/H$	$O=293.42/6.40$	45.85
Total de Operación			45.85
Costo Horario			197.72

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

lco DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Costo Horario de Equipo

Descripción

Clave: EC0013.00

Finisher autopropulsada PF-180

Unidad: h

Datos Generales

Potencia (p):	250.00 hp	Años de vida útil (V):	6.00
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	2000.00
Costo base (Cb):	1326000.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	12000.00
Valor de llantas (VLL):	12000.00 \$	Tasa interés anual (i):	0.14
Adquisición (Va=Cb- VLL):	1314000.00 \$	Prima de seguro anual (s):	0.02
Porcentaje rescate (r):	0.20	Coefficiente de mantenimiento (Q):	0.60
Valor de rescate (Vr = Va*r):	262800.00	Vida eco. llantas (Hv):	2000.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	30.2800 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.6060 lts/h

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Inversión:	$I=i(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.14(1314000.00+262800.00)/2 * 2000.00$	55.19
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(1314000.00-262800.00)/12000.00$	87.60
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.02(1314000.00+262800.00)/2 * 2000.00$	7.88
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.60*87.60$	52.56
Otros :			0.00
Total de Cargos Fijos \$			203.23
Consumos			
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=30.2800*3.23$	97.80
LUBRICANTES	$L=a*Pl$	$L=0.6060*17.50$	10.61
LANTAS	$Li=VLL/Hv$	$Li=12000.00/2000.00$	6.00
Total de Consumos			114.41
Operación			
MO037.00	$O=So/H$	$O=385.25/6.40$	60.20
MO007.00	$O=So/H$	$O=127.47/3.20$	39.83
Total de Operación			100.03
Costo Horario			417.67

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS
 No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99
 OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO
 UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B" Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Costo Horario de Equipo

Descripción		Unidad :	h
Clave: EC0016.00 Pipa para agua FAMSA de 10 m3			

Datos Generales			
Potencia (p) :	185.00 hp	Años de vida útil (V):	6.00
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	2000.00
Costo base (Cb):	300000.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	12000.00
Valor de llantas (VLL):	7200.00 \$	Tasa interés anual (i):	0.14
Adquisición (Va=Cb- VLL):	292800.00 \$	Prima de seguro anual (s):	0.02
Porcentaje rescate (r):	0.20	Coefficiente de mantenimiento (Q):	0.60
Valor de rescate (Vr = Va*r):	58560.00	Vida eco. llantas (Hv):	2000.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	22.4072 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.4490 lts/h

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Inversión:	$I=i(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.14(292800.00+58560.00)/2 * 2000.00$	12.30
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(292800.00-58560.00)/12000.00$	19.52
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.02(292800.00+58560.00)/2 * 2000.00$	1.76
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.60*19.52$	11.71
Otros :			0.00
		Total de Cargos Fijos \$	45.29
Consumos			
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=22.4072*3.23$	72.38
LUBRICANTES	$L=a*Pl$	$L=0.4490*17.50$	7.86
LLANTAS	$Ll=VLL/Hv$	$Ll=7200.00/2000.00$	3.60
		Total de Consumos	83.84
Operación			
MO003.00	$O=So/H$	$O=112.07/6.40$	17.51
MO021.00	$O=So/H$	$O=153.26/6.40$	23.95
		Total de Operación	41.46
		Costo Horario	170.59

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

o DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Costo Horario de Equipo			
Descripción			
Clave: EC0017.00			
Petrolizadora Seaman-Gunnison 9000 l			Unidad : h
Datos Generales			
Potencia (p) :	180.00 hp	Años de vida útil (V):	5.00
Motor:	Gasolina	Horas al año (Ha):	2000.00
Costo base (Cb):	579000.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	10000.00
Valor de llantas (VLL):	7200.00 \$	Tasa interés anual (i):	0.14
Adquisición (Va=Cb- VLL):	571800.00 \$	Prima de seguro anual (s):	0.02
Porcentaje rescate (r):	0.20	Coefficiente de mantenimiento (Q):	0.60
Valor de rescate (Vr = Va*r):	114360.00	Vida eco. llantas (Hv):	2000.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	21.8016 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.4360 lts/h
Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Inversión:	$I=i(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.14(571800.00+114360.00)/2 * 2000.00$	24.02
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(571800.00-114360.00)/10000.00$	45.74
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.02(571800.00+114360.00)/2 * 2000.00$	3.43
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.60*45.74$	27.44
Otros :			0.00
Total de Cargos Fijos \$			100.63
Consumos			
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=21.8016*3.89$	84.81
UBRICANTES	$L=a*Pl$	$L=0.4360*17.50$	7.63
LANTAS	$LI=VLL/Hv$	$LI=7200.00/2000.00$	3.60
Total de Consumos			96.04
Operación			
MO040.00	$O=So/H$	$O=293.42/6.40$	45.85
MO003.00	$O=So/H$	$O=112.07/6.40$	17.51
Total de Operación			63.36
Costo Horario			260.03

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Costo Horario de Equipo

Descripción			
Clave: EC0025.00 Conjunto Electrónico Caterpillar 3408			Unidad : h
Datos Generales			
Potencia (p) :	370.00 hp	Años de vida útil (V):	6.00
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	2000.00
Costo base (Cb):	451000.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	12000.00
Valor de llantas (VLL):	0.00 \$	Tasa interés anual (i):	0.14
Adquisición (Va=Cb- VLL):	451000.00 \$	Prima de seguro anual (s):	0.02
Porcentaje rescate (r):	0.20	Coefficiente de mantenimiento (Q):	0.60
Valor de rescate (Vr = Va*r):	90200.00	Vida eco. llantas (Hv):	0.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	45.0000 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.9000 lts/h
Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Inversión:	$I=i(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.14(451000.00+90200.00)/2 * 2000.00$	18.94
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(451000.00-90200.00)/12000.00$	30.07
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.02(451000.00+90200.00)/2 * 2000.00$	2.71
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.60*30.07$	18.04
Otros :			0.00
Total de Cargos Fijos \$			69.76
Consumos			
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=45.0000*3.23$	145.35
LUBRICANTES	$L=a*PI$	$L=0.9000*17.50$	15.75
Total de Consumos			161.10
Operación			
MO039.00	$O=So/H$	$O=153.26/6.40$	23.95
Total de Operación			23.95
Costo Horario			254.81

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

o DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Costo Horario de Equipo			
Descripción			
Clave: EC0035.00			
Compresor de aire 750 PCM		Unidad :	h
Datos Generales			
Potencia (p) :	125.00 hp	Años de vida útil (V):	6.00
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	2000.00
Costo base (Cb):	512000.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	12000.00
Valor de llantas (VLL):	1200.00 \$	Tasa interés anual (i):	0.14
Adquisición (Va=Cb- VLL):	510800.00 \$	Prima de seguro anual (s):	0.02
Porcentaje rescate (r):	0.20	Coefficiente de mantenimiento (Q):	0.60
Valor de rescate (Vr = Va*r):	102160.00	Vida eco. llantas (Hv):	1500.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	15.1400 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.3030 lts/h
Clave	Fórmula	Operaciones	Total
Cargos Fijos			
Inversión:	$I=i(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.14(510800.00+102160.00)/2 * 2000.00$	21.45
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(510800.00-102160.00)/12000.00$	34.05
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.02(510800.00+102160.00)/2 * 2000.00$	3.06
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.60*34.05$	20.43
Otros :			0.00
Total de Cargos Fijos \$			78.99
Consumos			
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=15.1400*3.23$	48.90
LUBRICANTES	$L=a*PI$	$L=0.3030*17.50$	5.30
LANTAS	$LI=VLL/Hv$	$LI=1200.00/1500.00$	0.80
Total de Consumos			55.00
Operación			
MO045.00	$O=So/H$	$O=153.26/6.40$	23.95
Total de Operación			23.95
Costo Horario			157.94

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Fecha de Presentación: 28/mayo/1999

Costo Horario de Equipo

Descripción

Clave: EC0040.00
Torre de iluminación de 4,000 watts Unidad : h

Datos Generales

Potencia (p) :	125.00 hp	Años de vida útil (V):	5.00
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	2000.00
Costo base (Cb):	100000.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	10000.00
Valor de llantas (VLL):	550.00 \$	Tasa interés anual (i):	0.14
Adquisición (Va=Cb- VLL):	99450.00 \$	Prima de seguro anual (s):	0.02
Porcentaje rescate (r):	0.20	Coefficiente de mantenimiento (Q):	0.80
Valor de rescate (Vr = Va*r):	19890.00	Vida eco. llantas (Hv):	1500.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	10.0000 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.3030 lts/h

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
-------	---------	-------------	-------

Cargos Fijos

Inversión:	$I=i(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.14(99450.00+19890.00)/2 * 2000.00$	4.18
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(99450.00-19890.00)/10000.00$	7.96
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.02(99450.00+19890.00)/2 * 2000.00$	0.60
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.80*7.96$	6.37
Otros :			0.00

Total de Cargos Fijos \$ 19.11

Consumos

COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=10.0000*3.23$	32.30
LUBRICANTES	$L=a*Pl$	$L=0.3030*17.50$	5.30
LLANTAS	$LI=VLL/Hv$	$LI=550.00/1500.00$	0.37

Total de Consumos 37.97

Operación

MO039.00	$O=So/H$	$O=153.26/6.40$	23.95
----------	----------	-----------------	-------

Total de Operación 23.95

Costo Horario 81.03

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS
 No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99
 OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO
 UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B" Fecha de Presentación: 28 de mayo de 1999

PROPUESTA ECONÓMICA					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
I	PAVIMENTOS				
PU01	Reciclado del pavimento existente en un espesor de 25 cm incorporando 6% en peso de cemento Portland; disgregado, homogenizado y compactado a su máxima compacidad realizando estos trabajos en una sola operación, mediante el empleo de equipo especializado. Precio por unidad de obra terminada.	m3	29,500	26.21	773,195.00
PU02	Cemento Portland para la estabilización del pavimento existente, incluye suministro, acarreo y aplicación. Precio por unidad de obra terminada.	kg	3'300,000	1.18	3'894,000.00
PU03	Riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido, incluye limpieza con chiflón de aire y acarreo. Precio por unidad de obra terminada.	l	186,200	2.99	556,738.00
PU04	Carpeta asfáltica empleando material pétreo de tamaño máximo de 19 mm y cemento asfáltico AC-20. Espesor de 5 cm compactados al 95% de su P.V.M.M., incluye tendido, compactación y acarreo del material. Precio por unidad de obra terminada.	m3	8,300	357.23	2'965,009.00
PU05	Cemento asfáltico AC-20 para mezcla asfáltica, incluye acarreo. Precio por unidad de obra terminada.	kg	1'200,000	1.85	2'220,000.00
PU06	Carpeta asfáltica delgada de graduación abierta (open graded) de 2 cm de espesor construida con mezcla asfáltica en caliente, empleando material pétreo de 9.5 mm de tamaño máximo y cemento asfáltico AC-20, compactada al 100% de su P.V. M.M., incluye cemento asfáltico AC-20 y acarreos. Precio por unidad de obra terminada.	m3	2,800	406.02	1'136,856.00
Total de capítulo					11'545,798.00
				Total	11'545,798.00

División de Educación Continua - Facultad de Ingeniería - UNAM

DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

MODULO IV. SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE CARRETERAS

SUPERVISIÓN

AJUSTE DE COSTOS EN LA OBRA PÚBLICA

PROCEDIMIENTO DE AJUSTE (EJEMPLO)

ESTUDIO DE AJUSTE DE COSTOS

ACTUALIZACION DE INSUMOS

OBRA: REHABILITACION DEL PAVIMENTO
 UBICACION: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"
 FECHA DE CONCURSO (APERTURA TECNICA): 28 DE MAYO DE 1999
 FECHA DE ACTUALIZACION: JULIO DE 1999

INSUMO	UNIDAD	COSTO DE CONCURSO	CONCEPTO SECODAM EQUIVALENTE	RELATIVO DE FECHA DE CONCURSO	RELATIVO DE FECHA DE ACTUALIZACION	FACTOR DE VARIACION	COSTO ACTUALIZADO
MATERIALES							
LLANTA COMPRESOR 750 PCM	JGO	1,200.00	B DE M.- LLANTAS Y CAMARAS	272.729	272.743	1.0001	1,200.06
LLANTAS PLANTA DE LUZ	JGO	550.00	B. DE M - LLANTAS Y CAMARAS	272.729	272.743	1.0001	550.03
LLANTAS NEUMATICO AP-23	JGO	8,000.00	B. DE M.- LLANTAS Y CAMARAS	272.729	272.743	1.0001	8,000.41
LLANTAS FINISHER CMI AP-1100	JGO	12,000.00	B. DE M.- LLANTAS Y CAMARAS	272.729	272.743	1.0001	12,000.62
LLANTAS COMPACTADOR CA25	JGO	9,000.00	B. DE M.- LLANTAS Y CAMARAS	272.729	272.743	1.0001	9,000.46
LLANTAS CAMION	JGO	7,200.00	B DE M.- LLANTAS Y CAMARAS	272.729	272.743	1.0001	7,200.37
LLANTAS CARGADOR 75-III-A	JGO	14,000.00	B. DE M.- LLANTAS Y CAMARAS	272.729	272.743	1.0001	14,000.72
LLANTAS CMI RS-500	JGO	33,000.00	B DE M.- LLANTAS Y CAMARAS	272.729	272.743	1.0001	33,001.69
REGALIAS AGUA	M3	5.00	-	-	-	1.0000	5.00
ACARREO DE MATERIALES PETREOS 1er KM	M3	5.28	SCT ESCALAT. ACARREOS	-	-	1.0097	5.33
GASOLINA MAGNA	L	3.89	GASOLINA MAGNA SIN	213.95	218.25	1.0201	3.97
ACEITE PARA MOTOR DIESEL	L	17.50	DIESEL SIN	218.31	222.70	1.0201	17.85
INSTALACION DE PLANTA DE ASFALTO	PZA	60,000.00	MAQ P/IND PET Y CONST	348.18	346.30	1.0003	60,020.60
ACARREO DE MAT. PETREOS KMS SUBS.	M3KM	2.36	SCT ESCALAT. ACARREOS	-	-	1.0097	2.38
ARENA DE MINA BANCO "TEMIXCO"	M3	26.00	ARENA (MORELOS)	223.20	238.99	1.0707	27.84
ACARREO DE ASFALTOS	L	0.28	SCT ESCALAT. ACARREOS	-	-	1.0097	0.26
EMULSION ASFALTICA DE ROMPIMIENTO RAPIDO	L	1.00	ASFALTO	474.11	512.33	1.0806	1.08
TURADO DE 3/8" BANCO "MILMOR"	M3	70.00	GRAVA (MORELOS)	223.18	229.02	1.0262	71.83
ACARREO DE CONCRETO ASFALTICO	TKM	1.91	SCT ESCALAT. ACARREOS	-	-	1.0097	1.93
DIESEL	L	3.23	DIESEL SIN	218.31	222.70	1.0201	3.29
CEMENTO ASFALTICO AC-20	KG	1.05	ASFALTO	474.11	512.33	1.0806	1.13
CEMENTO PORTLAND TIPO I	TON	850.00	CEMENTO PORTLAND	395.49	398.89	1.0088	857.31
MANO DE OBRA							
OPERADOR PETROLIZADORA	JOR	293.42	-	-	-	1.0000	293.42
CHÓFER DE CAMION	JOR	153.26	-	-	-	1.0000	153.26
OPERADOR CARGADOR	JOR	293.42	-	-	-	1.0000	293.42
OPERADOR COMPRESOR	JOR	153.26	-	-	-	1.0000	153.26
OPERADOR FINISHER	JOR	385.25	-	-	-	1.0000	385.25
TORNILLERO O SENSORISTA	JOR	127.47	-	-	-	1.0000	127.47
RASTRILLERO	JOR	127.47	-	-	-	1.0000	127.47
OPERADOR PLANTA DE ASFALTO "A"	JOR	401.38	-	-	-	1.0000	401.38
OPERADOR RECICLADORA	JOR	401.38	-	-	-	1.0000	401.38
OPERADOR COMPACTADOR	JOR	293.42	-	-	-	1.0000	293.42
CABO	JOR	187.10	-	-	-	1.0000	187.10
OPERADOR PLANTA DE ASFALTO	JOR	385.25	-	-	-	1.0000	385.25
OPERADOR PLANTA DE LUZ	JOR	153.26	-	-	-	1.0000	153.26
AYUDANTE GENERAL	JOR	112.07	-	-	-	1.0000	112.07
EQUIPO Y MAQUINARIA							
PLANTA DE ASFALTO ALLIS CHALMERS 628	EQPO.	4,475,000.00	DOSIFICADORAS	335.70	336.04	1.0010	4,479,532.32
RECUPERADORA CMI-RS-500	EQPO.	2,864,000.00	MAQ P/IND PET Y CONST	346.18	346.30	1.0003	2,864,992.78
CARGADOR FRONTAL S/NEUMATICOS 75-III-A	EQPO.	1,276,000.00	CARGADORES	349.07	349.43	1.0010	1,277,315.95
COMPACTADOR VIBRATORIO DYNAPAC CA-25	EQPO.	882,000.00	COMPACTADORES	366.48	366.85	1.0010	882,890.47
COMPACTADOR VIBRATORIO CC-43-AA	EQPO.	745,000.00	COMPACTADORES	366.48	366.85	1.0010	745,752.16
COMPACTADOR NEUMATICO MOD. AP-23	EQPO.	608,000.00	COMPACTADORES	366.48	366.85	1.0010	608,613.84
FINISHER AUTOPROPULSADA PF-180	EQPO.	1,326,000.00	PAVIMENTADORAS	335.97	336.32	1.0010	1,327,381.37
PIPA PARA AGUA FAMS DE 10 M3	EQPO.	300,000.00	CAMIONES DE VOLTEO	368.22	369.47	1.0034	301,018.41
PETROLIZADORA SEAMAN-GUNNISON 6,000 L	EQPO.	579,000.00	PETROLIZADORAS	419.13	420.54	1.0034	580,947.82
CONJUNTO ELECTROGENO CAT 3408	EQPO.	451,000.00	MAQ. Y EQUIPO ELECTRICO	247.16	248.88	0.9989	450,489.08
COMPRESOR DE AIRE 750 PCM	EQPO.	512,000.00	COMPRESORES	361.73	361.24	0.9986	511,306.44
TORRE DE ILUMINACION 4,000 WATTS	EQPO.	100,000.00	MAQ. Y EQUIPO ELECTRICO	247.16	246.88	0.9989	99,886.71

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

Nº DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Actualización a JULIO de 1999

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: PU01

Reciclado del pavimento existente en un espesor de 25 cm incorporando 6% en peso de cemento Portland; disgregado, homogenizado y compactado a su máxima compacidad realizando estos trabajos en una sola operación, mediante el empleo de equipo especializado. Precio por unidad de obra terminada.

Unidad : m3
 Cantidad : 29,500
 Precio U. : 26.35
 Total : 777,325 00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MC052.00	Regalías agua	m3	0.13000	5.00	0.65
Total de Materiales						0.65
Equipo						
H	EC0006.00	Recuperadora CMI-RS-500	h	0.01429	794.55	11.35
H	EC0009.00	Compactador Vibratorio DYNAPAC CA-25	h	0.01429	238.52	3.41
H	EC0040.00	Torre de iluminación de 4,000 watts	h	0.02857	81.71	2.33
H	EC0016.00	Pipa para agua FAMSA de 10 m3	h	0.01250	172.23	2.15
Total de Equipo						19.24
Total Salarios Base					2.08	
Mano de Obra en Indirectos					0.00	
Total Salario Gravable de SAR e INF					2.68	

Costo Directo	19.89
Indirectos (20.00%)	3.98
Subtotal	23.87
Financiamiento (1.00%)	0.24
Subtotal	24.11
Utilidad (8.00%)	1.93
SAR (2.00%)	0.05
INFONAVIT (5.00%)	0.13
Subtotal	26.22
0.5% SECODAM (0.50%)	0.13
Precio Unitario	26.35

**** VEINTISEIS PESOS 35/100 M.N. ****

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

Nº DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Actualización a JULIO de 1999

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: PU02

Cemento Portland para la estabilización del pavimento existente, incluye suministro, acarreo y aplicación. Precio por unidad de obra terminada.

Unidad : kg
 Cantidad : 3'300,000
 Precio U. : 1.18
 Total : 3'894,000.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MC051.00	Cemento Portland tipo I	ton	0.00103	857.31	0.88
Total de Materiales						0.88
Mano de Obra						
	MO002.00	Cabo	jor	0.00001	187.10	0.00
	MO003.00	Ayudante general	jor	0.00011	112.07	0.01
Total de Mano de Obra						0.01
Herramienta						
	HE%MO	Herramienta menor como % de la mano de obra	(%)mo	0.05000	0.01	0.00
Total de Herramienta						0.00
Total Salarios Base						0.01
Mano de Obra en Indirectos						0.00
Total Salario Gravable de SAR e INF						0.01

Costo Directo	0.89
indirectos (20.00%)	0.18
Subtotal	1.07
Financiamiento (1.00%)	0.01
Subtotal	1.08
Utilidad (8.00%)	0.09
SAR (2.00%)	0.00
INFONAVIT (5.00%)	0.00
Subtotal	1.17
0.5% SECODAM (0.50%)	0.01
Precio Unitario	1.18

**** UN PESOS 18/100 M.N. ****

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Actualización a JULIO de 1999

Análisis de Precio Unitario

Descripción					
Clave: PU03					
Riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido, incluye limpieza con chiflón de aire y acarreo. Precio por unidad de obra terminada.					
Unidad :					I
Cantidad :					186,200
Precio U. :					3.11
Total :					579,082.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MC002.00	Emulsión asfáltica de rompimiento rápido	I	1.05000	1.08	1.13
	MC003.00	Acarreo de asfaltos	I	1.05000	0.26	0.27
Total de Materiales						1.40
Mano de Obra						
	MO002.00	Cabo	jor	0.00020	187.10	0.04
	MO003.00	Ayudante general	jor	0.00200	112.07	0.22
Total de Mano de Obra						0.26
Herramienta						
	HE%MO	Herramienta menor como % de la mano de obra	(%)mo	0.05000	0.26	0.01
Total de Herramienta						0.01
Equipo						
	H EC0035.00	Compresor de aire 750 PCM	h	0.00208	156.87	0.33
	H EC0017.00	Petrolizadora Seaman-Gunnison 9000 l	h	0.00125	262.27	0.33
Total de Equipo						0.66
Total Salarios Base				0.24		
Mano de Obra en Indirectos				0.00		
Total Salario Gravable de SAR e INF				0.31		

Costo Directo	2.33
Indirectos (20.00%)	0.47
Subtotal	2.80
Financiamiento (1.00%)	0.03
Subtotal	2.83
Utilidad (8.00%)	0.23
SAR (2.00%)	0.01
INFONAVIT (5.00%)	0.02
Subtotal	3.09
0.5% SECODAM (0.50%)	0.02
Precio Unitario	3.11

**** TRES PESOS 11/100 M.N. ****

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Actualización a JULIO de 1999

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: PU04

Carpeta asfáltica empleando material pétreo de tamaño máximo de 19 mm y cemento asfáltico AC-20. Espesor de 5 cm compactados al 95% de su P.V.M.M., incluye tendido, compactación y acarreo del material. Precio por unidad de obra terminada.

Unidad : m3
 Cantidad : 8,300
 Precio U. : 362.41
 Total : 3'008,003.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MC052.00	Regalías agua	m3	0.02500	5.00	0.12
	MC021.00	Acarreo de concreto asfáltico	tkm	41.80000	1.93	80.67
Total de Materiales						80.79
Mano de Obra						
	MO002.00	Cabo	jor	0.00714	187.10	1.34
	MO003.00	Ayudante general	jor	0.02857	112.07	3.20
	MO008.00	Rastrillero	jor	0.02143	127.47	2.73
Total de Mano de Obra						7.27
Herramienta						
	HE%MO	Herramienta menor como % de la mano de obra	(%)mo	0.05000	7.27	0.36
Total de Herramienta						0.36
Equipo						
	H EC0016.00	Pipa para agua FAMSA de 10 m3	h	0.00313	172.23	0.54
	H EC0010.00	Compactador vibratono CC-43-AA	h	0.02500	196.60	4.92
	H EC0012.00	Compactador Neumático. Modelo AP-23	h	0.02500	198.84	4.97
	H EC0013.00	Finisher autopropulsada PF-180	h	0.02500	419.91	10.50
	H EC0040.00	Torre de iluminación de 4,000 watts	h	0.05000	81.71	4.08
Total de Equipo						25.02
Auxiliares						
	+ AB051.00	Fabricación de concreto asfáltico de T.M.A. 3/4"	m3	1.00000	161.04	161.04
Total de Auxiliares						161.04
Total Salarios Base				14.71		
Mano de Obra en indirectos				0.00		
Total Salario Gravable de SAR e INF				18.98		

Costo Directo	274.48
Indirectos (20.00%)	54.90
Subtotal	329.38
Financiamiento (1.00%)	3.29
Subtotal	332.67
Utilidad (8.00%)	26.61
SAR (2.00%)	0.38
INFONAVIT (5.00%)	0.95
Subtotal	360.61
0.5% SECODAM (0.50%)	1.80

Precio Unitario **362.41**

** TRESCIENTOS SESENTA Y DOS PESOS 41/100 M.N. **

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Actualización a JULIO de 1999

Análisis de Precio Unitario

Descripción		Unidad :	kg
Clave: PU05		Cantidad :	1'200,000
Cemento asfáltico AC-20 para mezcla asfáltica, incluye acarreo. Precio por unidad de obra terminada.		Precio U. :	1.96
		Total :	2'352,000.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MC001.00	Cemento Asfáltico AC-20	kg	1.03000	1.13	1.16
	MC003.00	Acarreo de asfaltos	l	1.03000	0.26	0.27
Total de Materiales						1.43
Auxiliares						
	+ AB702.00	Almacenamiento, calentamiento y bombeo	kg	1.03000	0.06	0.06
Total de Auxiliares						0.06
Total Salarios Base						0.00
Mano de Obra en Indirectos						0.00
Total Salario Gravable de SAR e INF						0.00

Costo Directo	1.49
Indirectos (20.00%)	0.30
Subtotal	1.79
Financiamiento (1.00%)	0.02
Subtotal	1.81
Utilidad (8.00%)	0.14
SAR (2.00%)	0.00
INFONAVIT (5.00%)	0.00
Subtotal	1.95
0.5% SECODAM (0.50%)	0.01
Precio Unitario	1.96

**** UN PESOS 96/100 M.N. ****

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Actualización a JULIO de 1999

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: PU06

Carpeta asfáltica delgada de graduación abierta (open graded) de 2 cm de espesor construida con mezcla asfáltica en caliente, empleando material pétreo de 9.5 mm de tamaño máximo y cemento asfáltico AC-20, compactada al 100% de su P.V.M.M., incluye cemento asfáltico AC-20 y acarreo. Precio por unidad de obra terminada.

Unidad : m3
 Cantidad : 2,800
 Precio U. : 412.15
 Total : 1'154,020.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MC052.00	Regalías agua	m3	0.03250	5.00	0.16
	MC021.00	Acarreo de concreto asfáltico	tkm	38.00000	1.93	73.34
Total de Materiales						73.50
Mano de Obra						
	MO002.00	Cabo	jor	0.00816	187.10	1.53
	MO003.00	Ayudante general	jor	0.03266	112.07	3.66
	MO008.00	Rastrillero	jor	0.02449	127.47	3.12
Total de Mano de Obra						8.31
Herramienta						
	HE%MO	Herramienta menor como % de la mano de obra	(%)mo	0.05000	8.31	0.42
Total de Herramienta						0.42
Equipo						
H	EC0016.00	Pipa para agua FAMSA de 10 m3	h	0.00313	172.23	0.54
H	EC0010.00	Compactador vibratorio CC-43-AA	h	0.02857	196.60	5.62
H	EC0012.00	Compactador Neumático. Modelo AP-23	h	0.02857	198.84	5.68
H	EC0013.00	Finisher autopropulsada PF-180	h	0.02857	419.91	12.00
H	EC0040.00	Torre de iluminación de 4,000 watts	h	0.05714	81.71	4.67
Total de Equipo						28.51
Auxiliares						
+	AB052.00	Fabricación de concreto asfáltico de T.M.A. 3/8"	m3	1.00000	201.46	201.46
Total de Auxiliares						201.46
Total Salarios Base				15.92		
Mano de Obra en Indirectos				0.00		
Total Salario Gravable de SAR e INF				20.54		

Costo Directo	312.20
Indirectos (20.00%)	62.44
Subtotal	374.64
Financiamiento (1.00%)	3.75
Subtotal	378.39
Utilidad (8.00%)	30.27
SAR (2.00%)	0.41
INFONAVIT (5.00%)	1.03
Subtotal	410.10
0.5% SECODAM (0.50%)	2.05
Precio Unitario	412.15

** CUATROCIENTOS DOCE PESOS 15/100 M.N. **

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Actualización a JULIO de 1999

Catálogo de Auxiliares						
C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
+	AB051.00	Fabricación de concreto asfáltico de T.M.A. 3/4"	m3			
	MC011.00	Arena de mina banco "Temixco"	m3	0.78750	27.84	21.92
	MC022.00	Acarreo de materiales pétreos 1er km	m3	0.78750	5.33	4.20
	MC023.00	Acarreo de materiales pétreos km's subsecuentes	m3km	7.87500	2.38	18.74
	MC100.00	Instalación de planta de asfalto.	pza.	0.00009	60,020.80	5.40
	MC004.00	Diesel	l	19.00000	3.29	62.51
H	EC0002.00	Planta de asfalto Allis Chalmers 628	h	0.03333	860.21	28.67
H	EC0007.00	Cargador frontal. s/neumáticos 75-III-A	h	0.03333	330.47	11.01
H	EC0025.00	Conjunto Electrónico Caterpillar 3408	h	0.03333	257.74	8.59
					Suma	161.04
+	AB052.00	Fabricación de concreto asfáltico de T.M.A. 3/8"	m3			
	MC011.00	Arena de mina banco "Temixco"	m3	0.39375	27.84	10.96
	MC022.00	Acarreo de materiales pétreos 1er km	m3	0.39375	5.33	2.10
	MC023.00	Acarreo de materiales pétreos km's subsecuentes	m3km	3.93750	2.38	9.37
	MC100.00	Instalación de planta de asfalto.	pza.	0.00009	60,020.80	5.40
	MC004.00	Diesel	l	19.00000	3.29	62.51
H	EC0002.00	Planta de asfalto Allis Chalmers 628	h	0.03333	860.21	28.67
H	EC0007.00	Cargador frontal. s/neumáticos 75-III-A	h	0.03333	330.47	11.01
H	EC0025.00	Conjunto Electrónico Caterpillar 3408	h	0.03333	257.74	8.59
	MC017.00	Triturado de 3/8" banco "Milmor"	m3	0.87500	71.83	62.85
					Suma	201.48
+	AB702.00	Almacenamiento, calentamiento y bombeo	kg			
	MC001.00	Cemento Asfáltico AC-20	kg	0.05000	1.13	0.06
					Suma	0.06

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Actualización a JULIO de 1999

Costo Horario de Equipo			
Clave	Descripción	Unidad	Precio U.
EC0002.00	Planta de asfalto Allis Chalmers 628	h	860.21
EC0006.00	Recuperadora CMI-RS-500	h	794.55
EC0007.00	Cargador frontal. s/neumáticos 75-III-A	h	330.47
EC0009.00	Compactador Vibratorio DYNAPAC CA-25	h	238.52
EC0010.00	Compactador vibratorio CC-43-AA	h	196.60
EC0012.00	Compactador Neumático. Modelo AP-23	h	198.84
EC0013.00	Finisher autopropulsada PF-180	h	419.91
EC0016.00	Pipa para agua FAMSA de 10 m3	h	172.23
EC0017.00	Petrolizadora Seaman-Gunnison 9000 I	h	262.27
EC0025.00	Conjunto Electrógeno Caterpillar 3408	h	257.74
EC0035.00	Compresor de aire 750 PCM	h	158.87
EC0040.00	Torre de iluminación de 4,000 watts	h	81.71

CONVOCA: CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

No DE LICITACIÓN: CPF-DT-02-02/99

OBRA: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

UBICACIÓN: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

Actualización a JULIO de 1999

PROPUESTA ECONÓMICA					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
I	PAVIMENTOS				
PU01	Reciclado del pavimento existente en un espesor de 25 cm incorporando 6% en peso de cemento Portland; disgregado, homogenizado y compactado a su máxima compacidad realizando estos trabajos en una sola operación, mediante el empleo de equipo especializado. Precio por unidad de obra terminada.	m3	29,500	26.35	777,325.00
PU02	Cemento Portland para la estabilización del pavimento existente, incluye suministro, acarreo y aplicación. Precio por unidad de obra terminada.	kg	3'300,000	1.18	3'894,000.00
PU03	Riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido, incluye limpieza con chiflón de aire y acarreo. Precio por unidad de obra terminada.	l	186,200	3.11	579,082.00
PU04	Carpeta asfáltica empleando material pétreo de tamaño máximo de 19 mm y cemento asfáltico AC-20. Espesor de 5 cm compactados al 95% de su P.V.M.M., incluye tendido, compactación y acarreo del material. Precio por unidad de obra terminada.	m3	8,300	362.41	3'008,003.00
PU05	Cemento asfáltico AC-20 para mezcla asfáltica, incluye acarreo. Precio por unidad de obra terminada.	kg	1'200,000	1.96	2'352,000.00
PU06	Carpeta asfáltica delgada de graduación abierta (open graded) de 2 cm de espesor construida con mezcla asfáltica en caliente, empleando material pétreo de 9.5 mm de tamaño máximo y cemento asfáltico AC-20, compactada al 100% de su P.V.M.M., incluye cemento asfáltico AC-20 y acarreo. Precio por unidad de obra terminada.	m3	2,800	412.15	1'154,020.00
Total de capítulo					11'764,430.00
				Total	11'764,430.00

RESUMEN DEL CALCULO DEL FACTOR DE AJUSTE

OBRA: REHABILITACION DEL PAVIMENTO

UBICACION: LIBRAMIENTO CUERNAVACA, km 80 a km 95 Cpo. "B"

FECHA DE CONCURSO (APERTURA TECNICA): 28 DE MAYO DE 1999

FECHA DE ACTUALIZACION: JULIO DE 1999

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD CONCURSO	CANTIDAD EJECUTADA	PENDIENTE POR EJECUTAR	PRECIO UNITARIO DEL CONCURSO (\$)	PRECIO UNITARIO ACTUALIZADO (\$)	IMPORTE CON P.U. DE CONCURSO	IMPORTE CON EL P.U. ACTUALIZADO
1	RECICLADO DEL PAVIMENTO EXISTENTE	m ³	29,500.00	0.00	29,500.00	26.21	26.35	773,195.00	777,325.00
2	CEMENTO PORTLAND PARA ESTABILIZACIÓN	kg	3,300,000.00	0.00	3,300,000.00	1.18	1.18	3,894,000.00	3,894,000.00
3	RIEGO DE LIGA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA	l	186,200.00	0.00	186,200.00	2.99	3.11	556,738.00	579,082.00
4	CARPETA ASFÁLTICA TMA 19 MM	m ³	8,300.00	0.00	8,300.00	357.23	362.41	2,965,009.00	3,008,003.00
5	CEMENTO ASFÁLTICO AC-20	kg	1,200,000.00	0.00	1,200,000.00	1.85	1.96	2,220,000.00	2,352,000.00
6	CARPETA ASFÁLTICA DELGADA (OPEN GRADED)	m ³	2,800.00	0.00	2,800.00	406.02	412.15	1,136,856.00	1,154,020.00

SUMAS: **\$11,545,798.00** **\$11,764,430.00**

FACTOR DE AJUSTE: $\frac{11,764,430.00}{11,545,798.00} = 1.01893607$

CÁLCULO DEL AJUSTE REAL

- AJUSTE POR VARIACION EN COSTO DE FINANCIAMIENTO

Costo Porcentual Promedio en la fecha de actualización: 18.08% (CPPact.) jul-99
 Costo Porcentual Promedio en la fecha de concurso: 17.82% (CPPconc.) may-99

Estructura del P.U. hasta financiamiento: Costo directo 1.0000
 Indirectos 20.0% 1.2000
 Financiamiento 1.0% 1.2120

Varación en la tasa de interés = $\frac{CPPact.}{CPPconc.}$
 = $\frac{0.1808}{0.1782}$
 = 1.0146

Ajuste del financiamiento: en porciento 1.0% x 1.0146 = 1.01%
 en factor 1.2000 x 1.0101 = 1.2122

Ajuste por variación en costo de financiamiento = (financiamiento ajustado / financiamiento de concurso). (factores)

= $\frac{1.2122}{1.2120}$
 (factor) = 1.00014

- AJUSTE POR ANTICIPO OTORGADO PARA LA COMPRA DE INSUMOS

Factor de ajuste sin modificar: 1.01893607
 Anticipo otorgado para la compra de insumos: 20.00%

Ajuste por anticipo = $((\text{Factor de ajuste sin modificar} - 1) \times (1 - \text{Anticipo})) + 1$
 = $((1.01893607 - 1) \times (1 - 0.20)) + 1$
 (factor modificado) = 1.01515

IMPORTE ACTUALIZADO AJUSTADO = IMPORTE A PRECIOS DE CONCURSO x FACTORES DE AJUSTE
 = 11,545,798.00 x 1.00014 x 1.01515

IMPORTE ACTUALIZADO AJUSTADO = **\$11,722,357.74**



CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y S.C.

SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

JUNIO 99

SECRETARIA DE COMUNICACIONES

'99 AGO 11 AM 9 01

3.- 1849

TRANSPORTES

RECIBIDO SECRETARIA PARTICULAR DE LA DIRECCION GENERAL

Cludad de México, a 3 de agosto de 1999.

LIC. GUSTAVO CARVAJAL MORENO Director General de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos Adolfo Prieto No. 1525 Col. del Valle 03100 México, D.F.

CORRESPONDENCIA ARCHIVO OFICINA ENVIADO J.F.

'99 AGO 10 PM 12 38

CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

001713

De acuerdo a la normatividad vigente, según los artículos 67 y 68 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, comunico a usted los porcentajes de incremento resultantes por actualización de costos de insumos para las obras otorgadas mediante concursos celebrados a partir del 19 de julio de 1991, fecha del Decreto antecedente de la normatividad vigente al ajusto de costos.

PARA APLICARSE A LOS TRABAJOS EJECUTADOS A PARTIR DEL 1o. DE JUNIO DE 1999.

(ANTECEDENTE MES DE MAYO DE 1999)

Terracerías, excluyendo acarreos	1.23 %
Puentes y Obras de Drenaje	0.56 %
Pavimentación, excluyendo productos asfálticos y acarreos	1.44 %
Pavimentos de Concreto Hidráulico	1.21 %
Acarreos para terracerías y Pavimentación	1.31 %



SECRETARIA DE COMUNICACIONES
Y
TRANSPORTES

SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

3.- 2104

Ciudad de México, a 1 de septiembre de 1999.

LIC. GUSTAVO CARVAJAL MORENO
Director General de
Caminos y Puentes Federales de
Ingresos y Servicios Conexos
Adolfo Prieto No. 1525
Col. del Valle
03100 México, D.F.

CORRESPONDENCIA
ADMINISTRATIVA
EJECUTIVA

1999 SEP 14 PM 12 30

CAMINOS Y PUENTES
FEDERALES DE INGRESOS
Y SERVICIOS CONEXOS

002032

De acuerdo a la normatividad vigente, según los artículos 67 y 68 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, comunico a usted los porcentajes de incremento resultantes por actualización de costos de insumos para las obras otorgadas mediante concursos celebrados a partir del 19 de julio de 1991, fecha del Decreto antecedente de la normatividad vigente al ajuste de costos.

PARA APLICARSE A LOS TRABAJOS EJECUTADOS A PARTIR DEL 16. DE JULIO DE 1999.

(ANTECEDENTE MES DE JUNIO DE 1999)

Terracerías, excluyendo acarreo (decremento)	-0.20 %
Puentes y Obras de Drenaje	0.25 %
Pavimentación, excluyendo productos asfálticos y acarreo (decremento)	0.95 %
Pavimentos de Concreto Hidráulico	0.58 %
Acarreo para terracerías y Pavimentación (decremento)	-0.34 %

CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

RECIBIDO

14 1999

DEPTO. DE ARCHIVO Y CORRESPONDENCIA
DIRECCION GENERAL



SECRETARIA DE COMUNICACIONES

Y

TRANSPORTES

- 2 -

Los porcentajes de incremento anteriores han sido calculados observando la fracción III . del artículo 68 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas que textualmente dice:

“Los precios del contrato permanecerán fijos hasta la terminación de los trabajos contratados. El ajuste se aplicará a los costos directos, conservando constantes los porcentajes de indirectos y utilidad originales durante el ejercicio del contrato, el costo por financiamiento estará sujeto a las variaciones de la tasa de interés propuesta”.

Los porcentajes de incremento señalados deberán afectarse de acuerdo con las disposiciones contenidas en el artículo 27 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas que se reproducen textualmente:

Normatividad vigente a partir del 10 de enero de 1990.

“VII. En el supuesto señalado en la fracción III y para los efectos de la aplicación del artículo 46, el importe del o los ajustes resultantes deberá afectarse en un porcentaje igual al del o los anticipos concedidos”.

Por lo que se refiere a los porcentajes de ajuste para los productos asfálticos, para trabajos de construcción de puentes especiales y conceptos especiales, éstos se deberán analizar para cada obra en particular por la Dirección General correspondiente y bajo la responsabilidad de la misma, tomando como base los datos básicos de concurso y los incrementos relativos de precios de insumos registrados en los materiales, salarios, maquinaria y equipo.

...3



SECRETARIA DE COMUNICACIONES
Y
TRANSPORTES

Finalmente, cabe mencionar lo señalado en el último párrafo del artículo 68 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas:

“ El ajuste de costos que corresponda a los trabajos ejecutados conforme a las estimaciones correspondientes , deberá cubrirse por parte de la dependencia o entidad, a solicitud del contratista, a más tardar dentro de los treinta días naturales siguientes a la fecha en que la dependencia o entidad resuelva por escrito el aumento o reducción respectivo”.

Atentamente
El Subsecretario



MANUEL RODRIGUEZ MORALES

C.c.p.- Secretario del Ramo.- Presente
Coordinador General de Planeación y Centros S.C.T.- Presente
Secretario Técnico de la Comisión de Normas, Especificaciones y Precios
Unitarios .- Presente

DGST

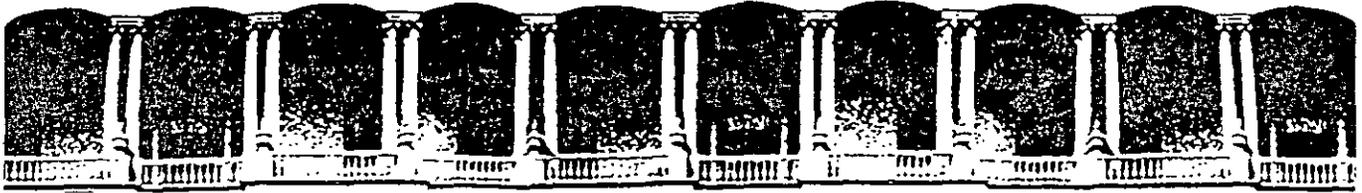
AJUSTES DE COSTOS
DIVERSOS CASOS DE APLICACION RESPECTO AL PROGRAMA VIGENTE (ART. 68-I LAOP)

INFORMACION RESULTANTE DE LOS ANALISIS DE AJUSTE DE COSTOS							
MES >>	concurso ▼ may	jun	jul	ago	sep	oct	nov
AJUSTE PARA EL MES (%) >>		0.90	1.90	3.00	4.20	5.40	6.70
(RESPECTO FECHA CONCURSO)							

1er CASO. OBRA EJECUTADA = OBRA PROGRAMADA						
PROGRAMA VIGENTE		2,500.00	5,100.00	3,100.00	800.00	
OBRA EJECUTADA:		2,500.00	5,100.00	3,100.00	800.00	
CALCULO DEL AJUSTE	jul	0.019x2500				
	ago		0.030x5100			
	sep			0.042x3100		
	oct				0.054x800	
	IMPORTE:	47.50	153.00	130.20	43.20	
	ACUMULADO:	47.50	200.50	330.70	373.90	

2do. CASO. OBRA ATRASADA						
PROGRAMA VIGENTE		2,500.00	5,100.00	3,100.00	800.00	
OBRA EJECUTADA:		2,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	500.00
CALCULO DEL AJUSTE	jul	0.019x2000	0.019x500			
	ago		0.030x2500	0.030x2600		
	sep			0.042x400	0.042x2700	
	oct				0.054x300	0.054x500
	IMPORTE:	38.00	84.50	94.80	129.60	27.00
	ACUMULADO:	38.00	122.50	217.30	346.90	373.90

3er. CASO. OBRA ADELANTADA						
PROGRAMA VIGENTE		2,500.00	5,100.00	3,100.00	800.00	
OBRA EJECUTADA:		3,000.00	5,000.00	3,000.00	500.00	
CALCULO DEL AJUSTE	jul	0.019x2500				
	ago	0.030x500	0.030x4600			
	sep		0.042x400	0.042x2700		
	oct			0.054x300	0.054x500	
	IMPORTE:	62.50	154.80	129.60	27.00	
	ACUMULADO:	62.50	217.30	346.90	373.90	



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN
DE CARRETERAS**

MÓDULO IV:

**SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD
DE CARRETERAS**

TEMA :

MANUALES DE SUPERVISIÓN

**ING. HÉCTOR PÉREZ MEDRANO
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE 1999**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

MANUALES DE SUPERVISION

ING. HECTOR PEREZ MEDRANO

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

NOVIEMBRE, 1999

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U.N.A.M.**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACION DE
CARRETERAS**

**MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD DE CARRETERAS.**

TEMA: Supervisión, casos de aplicación.

A Cargo: Ing. Héctor Pérez Medrano

OBJETIVO:

Analizar interactivamente con los alumnos el contenido de los conceptos del tema, ampliar y aclarar el contenido de las partes A y B:

A. DEFINICIONES

SUPERVISIÓN. Actividad que consiste en VER y dar FE de que un objeto material se realiza en el tiempo, calidad, costo y seguridad, previstas en el proyecto.

CALIDAD. Es el conjunto de características de un elemento de un objeto que satisface plenamente las necesidades del usuario.

CONTROL DE CALIDAD. Es el conjunto de actividades que permiten al ejecutante de la acción informarse del resultado de su actuación. Para ello requiere de sistemas, equipos y aparatos que rinden una información objetiva de parámetros que han de ser comparados con los previstos en el proyecto y establecidos en las características específicas del objeto (ESPECIFICACIONES).

PROYECTO. La expresión gráfica, numérica, literaria, arreglo, forma, materiales, resistencias, dimensiones y acabados, de todos los elementos que componen el objeto de materialización.

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD. Es el conjunto de actividades sistemáticas y planeadas, que proporcionan la confianza de que un objeto cualquiera satisface la calidad fijada.

CALIDAD TOTAL. Es el sistema que engloba los subsistemas de aseguramiento de la calidad de todos y cada uno de los elementos que componen un objeto material, adecuadamente ejecutados bajo el control de calidad y que aseguran que el producto final satisfaga las expectativas del usuario o consumidor.

REINGENIERIA. No se preocupen, todo está equivocado.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO. Términos que están en la siguiente relación:

“La conservación es a los medios, como el mantenimiento a los fines”

OBJETO. La acepción convencional se refiere a un ente material. La cultura digital a impuestos nuevos conceptos tendientes a generalizarse. Se dice que hay objetos virtuales. En la filosofía hay objetos eidéticos (ideales).

EFICIENCIA. Todo muy bien.

EFICACIA. Se cumple con los objetivos para los que fue concebido un objeto. No Implica que tenga deficiencias.

B. ANTECEDENTES DE LA SUPERVISIÓN.

La supervisión de la obra pública en México, hasta antes de los 60's fue una actividad **ULTERIOR** de los ramos del ejecutivo responsables de la aplicación de los recursos asignados para este objeto del gasto.

Durante la misma década (Años 60's) el gobierno adoptó progresivamente el otorgamiento de los contratos de obra por concurso, derivados de las condiciones que establecían las fuentes crediticias externas, como el Banco Mundial, el BIRF y el BID, entre otros importantes.

En paralelo, desde los principios de los 60's y finales de los 70's, la legislación mexicana introdujo progresivamente, la modalidad del otorgamiento de contratos de obra pública mediante procesos de licitación, siendo la más importante, la Licitación Pública.

La ley de la obra pública hasta nuestros días se ha venido adecuando con cierta periodicidad (Cada 5 años aproximadamente) y en ella se ha perfilado la figura de los servicios relacionados con la obra pública, entre ellos la supervisión por encargo a terceros.

En la supervisión de las obras de Infraestructura , especialmente en las Vías Terrestres, las obras tienen características muy específicas, casuísticas, que emanan en teoría de "un proyecto" que comprende la ejecución de actividades y conceptos diversos, que ofrecen una problemática en su dirección y control.

Desde los principios de los 90's la supervisión por encargo a terceros se viene generalizando en los organismos del sector oficial y aún en el privado.

En este proceso han tenido influencia muy importante diversos factores:

EXTERNOS:

Las fuentes crediticias externas han ""recomendado"" a los países con economías en desarrollo, que adelgacen su gasto público.

Condicionan, aún en materia de servicios, que los recursos provenientes de los prestamos, se apliquen a **PRODUCTOS TERMINADOS**, mas que al sostenimiento de una **CAPACIDAD INSTALADA**

INTERNOS

Situación de crisis económica, la necesidad de bienes y servicios o puede satisfacerse con los recursos disponibles.

EFFECTOS

Los organismos oficiales al adelgazar su gasto, afrontan la descapitalización de recursos humanos y materiales. Conduce a recurrir a terceros para obtener servicios transitorios de terceros (mientras dura la obra), y no en forma permanente.

Se da oportunidad a la especialización empresas prestadoras de servicios hacia una eficiencia.

Se está cambiando el criterio de la administración de todo tipo de recursos, ahora los servicios relacionados con la obra pública forman parte de los proyectos de inversión.

ALCANCES

Los alcances de la supervisión por encargo a terceros, adquieren diversas características, según los objetivos que persiguen los diversos organismos oficiales, la materia de la obra y la procedencia de recursos, razones por las que hasta ahora no hay lineamientos específicos como para elaborar manuales con los que se pueda hacer paso a paso la supervisión.

Así cada organismo de conformidad con las premisas de los programas a su cargo, formula **TERMINOS DE REFERENCIA**, que hasta ahora funcionan a manera de "manual".

Se ha venido avanzando en sistemas que persiguen el Aseguramiento de la Calidad Total.

Los criterios para el enfoque y alcances de la supervisión por encargo a terceros se distinguen por el objetivo que persiguen los responsables de la aplicación del gasto, por el grado de en que se delegan las funciones y el trámite, por ejemplo:

Supervisión Ejecutiva Integral. La delegación es amplia y abarca control de obra y de calidad.

Supervisión Verificativa. Tiene como finalidad, el seguimiento de programas desconcentrados.

Supervisión Operativa. La delegación de responsabilidades es limitada, al prestador de los servicios se le delega trámite, no responsabilidad. Actúa como complemento transitorio de la capacidad instalada de las dependencias.

Formas Parciales. Cuando se encomienda por separado el control de la obra o el Control de Calidad.

DOCUMENTOS Y REFERENCIAS

Entre los documentos relevantes formulados a la fecha, puede citarse a:

El Manual del Residente. Editado por la Extinta S.O.P., en los 60's. Contiene la esencia de la supervisión en general. Ha servido como una buena referencia en la elaboración de **TERMINOS DE REFERENCIA**

Norma CAPUFE. Es un documento que pretende llenar la necesidad de un manual. Contiene Lineamientos y Referencias relacionados con la función de supervisión.

C. TERMINOS DE REFERENCIA

En lo que sigue a este curso destinaremos el tiempo restante al Análisis de una compilación de los tópicos relacionados con una supervisión ficticia, pero con la intención de analizar con ustedes un caso de aplicación general.

Material: Copias y juegos de acetatos.

Dispositivos: Proyector Digital y Proyector de acetatos.

VERSIÓN: 2.0 En revisión por DECFI.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

TERMINOS DE REFERENCIA.

Para los Servicios de Supervisión y Control de Calidad de la construcción y rehabilitación del pavimento en la XXXXXXXXXXXX, del Tramo: XXXXXXXXXXXX - XXXXXXXXXXXX, del km XXX+XXXXX al km XXX+XXXXX, Cuerpo: X, en el Estado de: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.

A.- ANTECEDENTES.

A.1.- Objetivos.

A.2.- Delegación de Funciones.

A.3.- Requerimientos de las Empresas.

B.1.- Descripción del Proyecto.

B.- GENERALIDADES.

B.1.- Descripción del Proyecto.

B.2.- Programa de Ejecución de la Obra.

B.3.- Plazo de los Servicios Relacionados con la Obra.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

B.5.- Comunicación y Coordinación.

C.- SUPERVISION.

C.1.- Topografía.

C.2.- Verificaciones.

C.3.- Vigilancia.

C.4.- Controles.

C.5.- Ejercicio del Contrato.

C.6.- Reuniones de Coordinación.

C.7.- Bitácoras: De Obra, y de la Supervisión.

C.9.- Modificaciones del Proyecto, y deficiencias NO correg

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

D.- CONTROL DE CALIDAD.

D.1.- Programa de Pruebas.

D.2.- Verificación de Bancos de Materiales.

D.3.- Verificación de Diseños de Mezclas Asfálticas.

D.4.- Verificación de Laboratorios de la Contratista.

D.5.- Verificación y Supervisión del Control de Calidad.

D.6.- Vigilancia de Procesos de Elaboración y Tratamientos.

E.- INFORMES.

E.1.- Semanales de Avance de Obra.

E.2.- Quincenales.

E.3.- Mensuales.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

E.4.- Para los Niveles Directivo y Ejecutivo.

E.5.- Informe Final.

E.6.- Informes Diversos.

F.- NORMAS.

F.1.- Normas Generales de Construcción e Instalaciones.

F.2.- Especificaciones Técnicas Particulares del Proyecto.

F.3.- Especificaciones Particulares de la Obra.

G.- TERMINACION.

G.1.- Expediente Técnico Administrativo.

G.2.- Finiquito de Obra.

G.3.- Entrega-Recepción.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

TERMINOS DE REFERENCIA.

Para los Servicios de Supervisión y Control de Calidad de la construcción y rehabilitación del pavimento en la XXXXXXXXXXXX, del Tramo: XXXXXXXXXXXX - XXXXXXXXXXXX, del km XXX+XXXXX al km XXX+XXXX, Cuerpo: X, en el Estado de: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.

A.- ANTECEDENTES.

A.1.- Objetivos.

Objeto del Contrato Servicios.

Contar con una empresa con la capacidad técnica, administrativa, para vigilar, por encargo del organismo, que la obra contratada se ejecute de acuerdo al proyecto ejecutivo y cumpla con las normas generales y sus especificaciones técnicas particulares y complementarias, en el costo y tiempo establecidos en el contrato respectivo.

Lo anterior enmarcado dentro del mas amplio apego a las normas de legalidad, seguridad, protección al medio ambiente y política social vigentes, que permitan seguir brindar al usuario el mejor nivel de servicio.

Alcances.

Los presentes alcances tienen como proposito puntualizar los aspectos relevantes de los servicios de Supervisión y Control de Calidad aplicables a los trabajos de la obra objeto de esta licitación.

La Supervisión verificará que la obra se ejecute de acuerdo con el proyecto y sus especificaciones Técnicas Particulares, y lo estipulado en las Normas de Construcción e Instalaciones de la S.C.T., en lo que corresponda a Materiales, Ejecución, y Base de Pago.

Para ello la empresa Supervisora, deberá realizar, en campo los trabajos de topografía, para la cuantificación de volúmenes de obra y las pruebas de laboratorio que servirán para soportar las estimaciones de obra.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

Plazo.

Para los servicios de Supervisión y Control de Calidad, se tomarán en cuenta el período de ejecución de los trabajos relacionados con la obra objeto de esta licitación, incluyendo el tiempo para el finiquito de la obra ejecutada.

Los licitantes deberán entregar para ello un cronograma de las actividades a realizar indicando los lugares de realización y los importes de las mismas, con el propósito de hacer revisiones quincenales de avance de los trabajos de la Supervisión y Control de Calidad.

A.2.- Delegación de Funciones.

Delegación de Funciones.

El contrato de Supervisión y Control de Calidad tendrá por encargo, representar los intereses del organismo en el sitio de la obra, ante el contratista y terceros, en asuntos relacionados con la ejecución de los trabajos objeto del contrato de obra o derivados de ellos, para: llevar la bitácora de obra; verificar que los trabajos se realicen conforme lo pactado en el contrato, así como las órdenes del organismo; revisar los generadores y estimaciones de obra y conjuntamente con la delegación que corresponde, aprobarlas y firmarlas para su trámite de pago; mantener los planos actualizados; verificar el control de calidad; constatar la terminación de los trabajos; rendir los informes periódicos y el informe final del cumplimiento del contratista en aspectos legales, técnicos, económicos, financieros y administrativos.

Representaciones.

Auxiliar al organismo en su representación en reuniones que convoquen otras entidades para asuntos relacionados con la ejecución de los trabajos, de las cuales presentará de inmediato un informe de los asuntos tratados.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

A.3.- Requerimientos de las Empresas.

Acreditación

Los licitantes acreditarán previamente su solvencia técnica, legal y administrativa para realizar las obligaciones y responsabilidades implícitas en el manual de Supervisión de Obra Pública del organismo Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos.

Para ello los licitantes deberán haber cumplido los requisitos establecidos en la Convocatoria de esta Licitación.

Estructura de Servicios.

La Supervisora establecerá y operará eficientemente un sistema de información que permita la integración y funcionalidad de un adecuado archivo de documentos relacionados con los diferentes aspectos y etapas de la obra, así como la generación oportuna, veraz y completa de los registros, formatos, informes y reportes autorizados por el Manual de Supervisión de Obra Pública del organismo.

Laboratorios.

La supervisora deberá contar con un laboratorio propio en el sitio de la obra, independiente del que instale la contratista, debiendo especificar el equipo que considere básico a utilizar en cada área de trabajo.

Será rescindido el contrato de la supervisora cuando se compruebe que hace suyos los resultados obtenidos por la empresa contratista.

Licencias.

Los licitantes tendrán la responsabilidad de trabajar con programas de cómputo que cuenten con licencia autorizada de uso, y reconocen la titularidad del derecho de autor y los alcances de la legislación correspondiente.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

B.1.- Descripción del Proyecto.

Manual de Supervisión

La Dirección General de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos, autorizó la actualización y complementación del Manual de Supervisión de Obra Pública, atendiendo a los lineamientos generales que en la materia establece la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, así como lo que al respecto dispone la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, y su reglamento, así como el del propio organismo,

B.- GENERALIDADES.

B.1.- Descripción del Proyecto.

Descripción del Proyecto.

Para la elaboración de la propuesta se anexan a los presentes Términos de Referencia los documentos siguientes:

Descripción del Proyecto; Trabajos Por Ejecutar; Planos Constructivos; Especificaciones Técnicas Particulares y /o complementarias; Anexo Económico No 3, Resumen del Presupuesto; Anexo Económico No 5 A, Programa de Montos Mensuales de Ejecución de los Trabajos; Anexo Económico No 6 A, Programa Calendarizado de Ejecución de los Trabajos.

B.2.- Programa de Ejecución de la Obra.

Programa de Obra.

El programa de la prestación de los Servicios de Supervisión y Control de Calidad corresponderá al período de ejecución de la obra, del XX de XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX al XX de XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX de XXXX, considerándose adicionalmente 15 días para el finiquito de la obra y la entrega del informe final, tomándose como fecha de terminación para efectos de este contrato, el XX de

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX de XXXX.

B.3.- Plazo de los Servicios Relacionados con la Obra.

Plazo de Prestación de los Servicios.

Los licitantes presentarán un cronograma de las actividades de la Supervisión y el Control de Calidad, indicando los lugares de realización y los importes de las mismas, con el propósito de hacer revisiones quincenales de avance de estos servicios. Cubrirán el plazo de la ejecución de la obra, el finiquito de la obra y la presentación del informe final.

B.5.- Comunicación y Coordinación.

Canales de Comunicación.

La supervisora, para establecer la comunicación y coordinación de los trabajos empleará:

La bitácora de obra; las reuniones de trabajo para la coordinación y seguimiento de los asuntos relacionados con la obra; la correspondencia oficial; los informes periódicos, y los especiales que le sean requeridos.

C.- SUPERVISION.

C.1.- Topografía.

Volumetría.

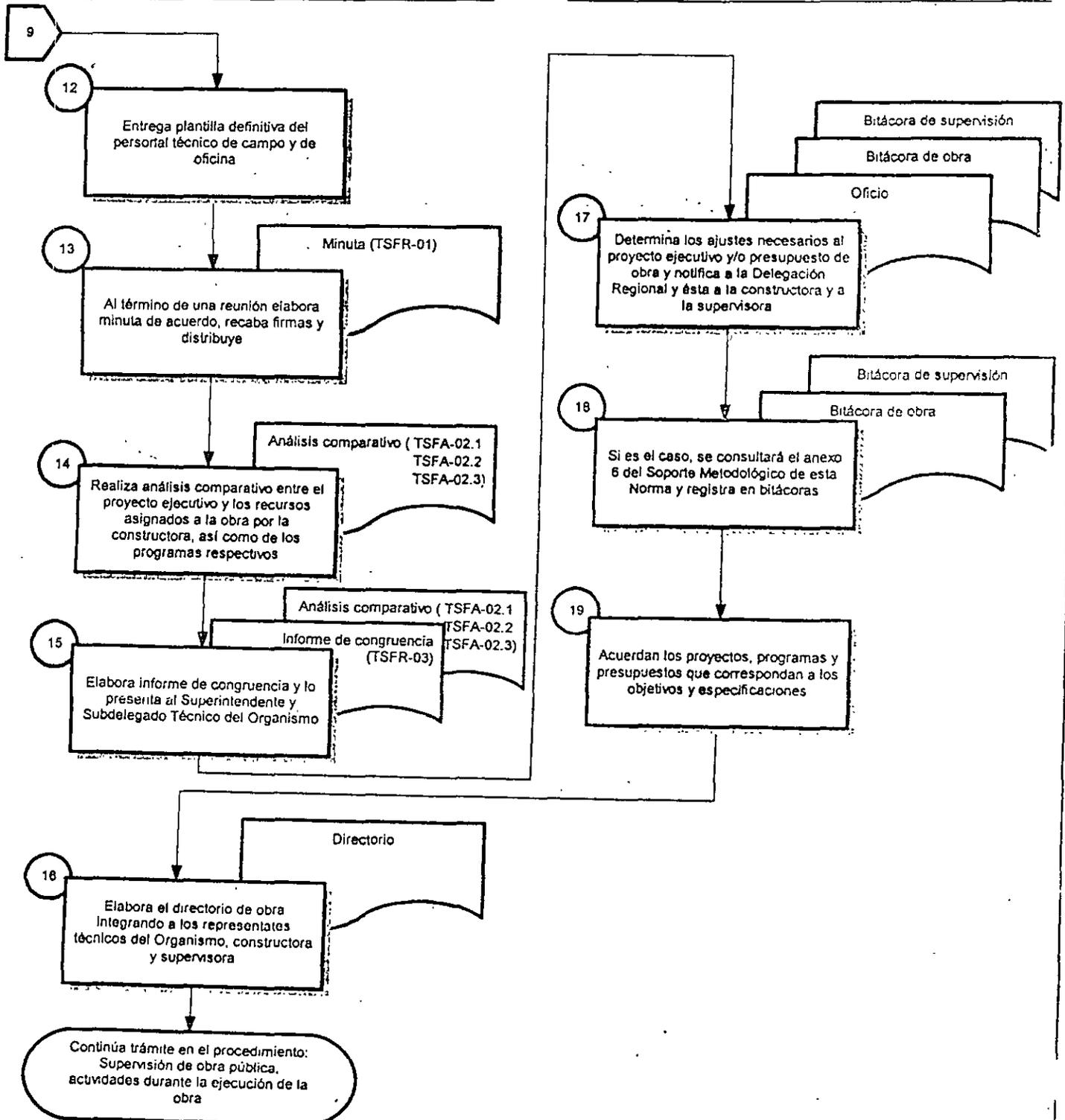
Se llevará a cabo la verificación del levantamiento topográfico que sirvió de base para la elaboración del proyecto, conciliando con la contratista, la nivelación que servirá para el control de avances y la cuantificación de volúmenes para estimación, así como para determinar los nuevos volúmenes y su comparación respecto a los volúmenes del proyecto original.

TITULO		ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCION DE LA OBRA	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	III.1

SUSTITUYE	
PAG. DE	
FECHA	
PAG. 10 DE 1	
FECHA ABRIL 1997	

SUPERVISORA

DIRECCIÓN TÉCNICA





Carreteras y
puentes

TITULO SINOPSIS DEL MARCO ORGANIZACIONAL (ANEXO 2)	
SISTEMA SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
AREA GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV

SUSTITUYE	
PAG.	DE
FECHA	
PAG. 1	DE 3
FECHA ABRIL 1997	

ETAPA	TRÁMITE	AREA
Después del concurso de supervisión	Recibe proyecto general de la obra	<ul style="list-style-type: none"> Gerencia de Conservación
Visita al sitio de la obra	Realiza verificación física	<ul style="list-style-type: none"> Superintendencia
Análisis de factibilidad del proyecto general de la obra	Entrega informe de factibilidad del proyecto general	<ul style="list-style-type: none"> Gerencia de Conservación Subdirección Técnica
Después del fallo del concurso de la obra	Asiste a la reunión inicial	<ul style="list-style-type: none"> Subdelegación Técnica Gerencia de Normas y Estudios Técnicos
Reunión inicial	a) Presentación de la constructora designada b) Recibe proyecto ejecutivo de la obra c) Recibe información de la constructora d) Nombramiento de representantes técnicos e) Entrega plantilla de personal técnico en campo f) Elabora minuta y recaba firmas g) Apertura de bitácoras	<ul style="list-style-type: none"> Gerencia de Conservación Gerencia de Supervisión de Obra Pública Subdelegado Técnico Superintendencia
Análisis de congruencia	Entrega informe de congruencia del proyecto ejecutivo	<ul style="list-style-type: none"> Subdelegado Técnico Representante Técnico del Organismo
Propuesta de modificaciones al proyecto ejecutivo	Elaboran y soportan solicitud de modificación contractual	<ul style="list-style-type: none"> Representantes Técnicos del Organismo, constructora y supervisora

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

C.4.- Controles.

Fuerza Hombre, Vehículos, Equipo y Maquinaria.

Personal.

Llevará el registro de la fuerza hombre por frente de trabajo, clasificado por especialidades.

Vehículos, Equipo y Maquinaria.

Llevará el control de los Vehículos, Equipo y Maquinaria que el contratista tiene en la obra, indicando su estado de actividad.

Apoyo Gráfico.

Elaborará y mantendrá actualizadas las gráficas de avances para ser presentadas en las reuniones de coordinación y cada vez que se requieran para la información de funcionarios superiores.

C.5.- Ejercicio del Contrato.

Administración de la Obra.

La supervisora, dentro de las disposiciones legales y normativas en vigor, tendrá a su cargo:

La elaboración de Dictámenes, Control técnico y administrativo de la obra, Diferimientos y Reprogramaciones de Obra, Escalatorias.

Volúmenes de Obra y Programa de Ejecución.

Llevará a cabo la cuantificación y conciliación con el contratista de los volúmenes ejecutados, revisión y aprobación de estimaciones en períodos máximos de 10 días.

Llevará el control del programa de obra y del ejercicio del presupuesto.

Llevará a cabo el control de volúmenes de obra hasta el finiquito de la obra.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

Análisis de Precios Unitarios.

Opinión sobre conceptos fuera de Catálogo, Revisión de Análisis de Precios Unitarios, y en su caso formulación de los mismos, Registro de Incidencias, Verificación de Rendimientos.

C.6.- Reuniones de Coordinación.

Reuniones de Trabajo.

La supervisora deberá promover, organizar y participar en las reuniones de trabajo para la coordinación de la ejecución de la obra, de las cuales se responsabilizará de formular las minutas respectivas.

C.7.- Bitácoras: De Obra, y de la Supervisión.

Bitácora de Obra.

La supervisora, abrirá la bitácora de obra de acuerdo con las formalidades establecidas, y se responsabilizará del Registro de actividades e incidencias de obra.

C.9.- Modificaciones del Proyecto, y deficiencias NO corregidas.

Modificaciones del Proyecto.

Revisión del proyecto. Modificación o adecuación en forma preventiva, revisión de conceptos fuera de catálogo.

Deficiencias NO corregidas.

La empresa mantendrá actualizado un registro donde se asienten las deficiencias observadas no corregidas, del cual presentará un informe en cada una de las reuniones de coordinación. El informe final formará parte del expediente Técnico-Administrativo de la obra, que entregará al concluir su encargo.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

D.- CONTROL DE CALIDAD.

D.1.- Programa de Pruebas.

Programa de Control de Calidad.

Los licitantes presentarán el programa de pruebas de Control de calidad indicando en número, tipo y frecuencia, de congruente con el Catálogo de Conceptos y Cantidades de Obra, a las Normas de Construcción e Instalaciones de la S.C.T., así como de las pruebas especiales para los asfaltos solos y modificados.

Pruebas Especiales.

Se llevarán a cabo pruebas especiales y estudios reológicos de los asfaltos solos o modificados, para lo cual representará el programa respectivo, indicando el o los laboratorios en que se apoye.

Laboratorios de Campo.

Los licitantes deberán considerar en su propuesta contarán con un laboratorio de campo en la obra, independiente de la empresa contratista, el cual podrá instalarse en los bancos de materiales, o en las plantas de asfalto.

Equipo Básico de Laboratorio.

Los licitantes presentarán su relación de equipo de laboratorio que consideren básico o para las pruebas que requieren los conceptos de obra.

D.2.- Verificación de Bancos de Materiales.

Verificación de Bancos de Materiales.

Antes de iniciar la construcción deberá verificarse la calidad de los bancos de materiales.

D.3.- Verificación de Diseños de Mezclas Asfálticas.

Verificaciones del Diseño de Mezclas Asfálticas.

La empresa supervisora verificará el diseño de las mezclas asfálticas presentadas por el contratista, previamente al inicio de los trabajos.

D.4.- Verificación de Laboratorios de la Contratista.

Verificación de Laboratorios del Contratista.

La supervisora verificará la existencia y funcionamiento de los laboratorios de la empresa contratista.

D.5.- Verificación y Supervisión del Control de Calidad.

Verificación del Control de Calidad.

Se verificará el control de calidad de los materiales empleados, y la elaboración de las mezclas asfálticas. Para ello se muestrearán los materiales de banco después del tratamiento a que sean sometidos para su utilización y en el proceso de elaboración de las mezclas asfálticas.

SUPERVISIÓN PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO :

CONSTRUCTORA :

FECHA _____

CÉDULA INFORMATIVA

LICITACIÓN No. _____	CONTRATO No. _____
DE FECHA : _____	DE FECHA _____
PERIODO DE EJECUCIÓN _____	IMPORTE \$ _____
	PERIODO DE EJECUCIÓN _____

ASIGNACIONES

REVALIDACIONES				
AÑO	No.	IMPORTE (\$)	PERIODO	
Inicial				
CONVENIOS ADICIONALES				
AÑO	No.	IMPORTE (\$)	PERIODO	
Inicial				

ASIGNACIONES A LA FECHA A
P.U. DE CONCURSO

ESTADO DE LA ULTIMA ASIGNACIÓN

REVALIDACIÓN O CONVENIO	AVANCE FINANCIERO					
	PROGRAMADO		EJECUTADO		DIFERENCIA	
	IMPORTE (\$)	%	IMPORTE (\$)	%	IMPORTE (\$)	%
AVANCE FÍSICO %						
PROGRAMADO		EJECUTADO		DIFERENCIA		

INCIDENCIAS IMPORTANTES

CONTROL DE CALIDAD PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA: _____

TRAMO: _____

CONSTRUCTORA: _____

CALIDAD DE MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

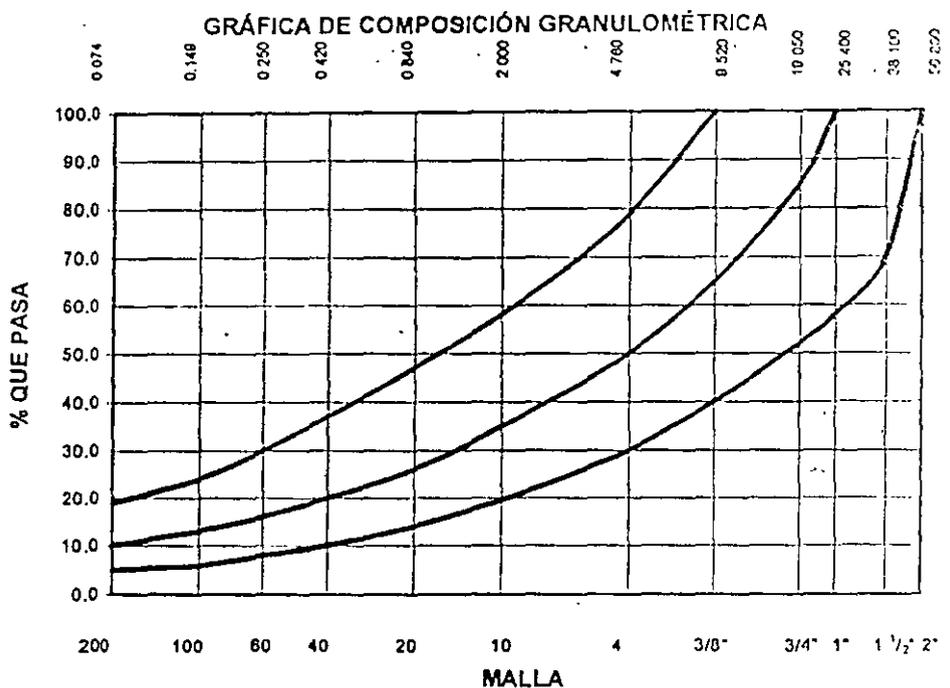
MATERIAL PARA: _____	EXPEDIENTE: _____
ENSAYE NÚM: _____ MUESTRA NÚM.: _____	FECHA DE RECIBO: _____
ENVIADA POR: _____	FECHA DE INFORME: _____
PROCEDENCIA: _____	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PÉTREO

PESO VOL. SUELTO, kg/m³ _____

PESO VOL. MÁXIMO, kg/m³ _____

HUMEDAD ÓPTIMA % _____



GRANULOMETRÍA	
MALLA	% QUE PASA
2"	_____
1 1/2"	_____
1"	_____
3/4"	_____
3/8"	_____
Nº. 4	_____
Nº. 10	_____
Nº. 20	_____
Nº. 40	_____
Nº. 60	_____
Nº. 100	_____
Nº. 200	_____

DESPERDICIO EN LA MUESTRA % _____

V.R.S. ESTANDAR % _____

EXPANSIÓN % _____

EQUIVALENTE DE ARENA % _____

AFINIDAD CON EL ASFALTO _____

PRUEBAS EN MAT. MAYOR DE 9.520 mm	PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA DE 0.420 mm	
ABSORCIÓN % _____	LÍMITE LÍQUIDO % _____	CONTRACCIÓN LINEAL % _____
DENSIDAD _____	LÍMITE PLÁSTICO % _____	
DURABILIDAD _____	ÍNDICE PLÁSTICO % _____	

AGENTE ESTABILIZADOR _____	CLASIFICACIÓN SUCS _____
TIPO _____	
DISIFICACIÓN _____	

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES: _____

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ

**CONTROL DE CALIDAD PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS**

OBRA: _____

TRAMO: _____

CONSTRUCTORA: _____

INFORME DE COMPACTACIÓN DE SUB-BASE Y BASES

DATOS DEL MUESTREO	DESCIPCIÓN DEL MATERIAL: _____	ENSAYES NOS.: _____
	A UTILIZARSE EN: _____ km	FECHA DE MUESTREO: _____
	PROCEDENCIA DEL AGREGADO: _____	FECHA DE INFORME: _____
	MUESTRA OBTENIDA EN: _____	

SUB-BASE <input type="text"/>	BASE <input type="text"/>
-------------------------------	---------------------------

ENSAYE Nº	ESTACIÓN	LADO	ESPESOR DE LA CAPA ENSAYADA	HUMEDAD, %		PESO VOLUMÉTRICO SECO kg / m ³		% DE COMPACTACIÓN	
				DEL LUGAR	ÓPTIMA	DEL LUGAR	MÁXIMO	DEL LUGAR	DEL PROYECTO

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:

FORMULÓ	REVISÓ	APROBO
---------	--------	--------

CONTROL DE CALIDAD PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA: _____

TRAMO: _____

CONSTRUCTORA: _____

ENSAYE DE CEMENTO ASFÁLTICO

TIPO DE ASFALTO: _____	FECHA DE RECIBO: _____
PARA EMPLEARSE EN: _____	ENSAYE No.: _____
MUESTREO EN: _____	PROCEDENCIA: _____

MUESTRA No.:	ESPECIFICACIÓN	
	NORMA	VALOR

PRUEBA AL ASFALTO ORIGINAL

PESO ESPECÍFICO A 25°C				
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO (%)				
PUNTO DE INFLAMACIÓN (°C)				
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO ANILLO Y ESFERA (°C)				
PENETRACIÓN A 25°C, 100 Gms, 5 seg. (0.1 mm)				
PENETRACIÓN A 4°C, 200 Gms, 60 seg. (0.1 mm)				
DUCTILIDAD A 25°C, 5 cms p.m. (cm)				
* DUCTILIDAD A 4°C, 5 cms p.m. (cm)				
VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL 135°C (seg)				
VISCOSIDAD ABSOLUTA 60°C (Poises)				
VISCOSIDAD CINEMÁTICA 135°C (Centistokes)				
PÉRDIDA POR CALENTAMIENTO TFO (%)				
** ÍNDICE DE PENETRACIÓN				
RECUPERACIÓN ELÁSTICA POR TORSIÓN A 25°C, %				
RESILENCIA A 25°C				

PRUEBAS EN EL RESIDUO DE PELÍCULA DELGADA TFO

PUNTO DE REBLANDECIMIENTO ANILLO Y ESFERA (°C)				
PENETRACIÓN A 25°C, 100 Gms, 5 seg. (0.1 mm)				
* PENETRACIÓN A 4°C, 200 Gms, 60, seg. (0.1 mm)				
DUCTILIDAD A 25°C, 5 cms p.m. (cm)				
DUCTILIDAD A 4°C, 5 cms p.m. (cm)				
* VISCOSIDAD ABSOLUTA 60°C (Poises)				
* VISCOSIDAD CINEMÁTICA 135°C (Centistokes)				
** PENETRACIÓN RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 25°C				
** PENETRACIÓN RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 4°C				
** DUCTILIDAD RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 25°C				
** DUCTILIDAD RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 4°C				
** ÍNDICE DE PENETRACIÓN				
** RELACIÓN DE VISCOSIDAD				
** ÍNDICE DE ENVEJECIMIENTO				
** RELACIÓN DE PENETRACIÓN (%)				

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:

FORMULO	REVISO	APROBO

* VALORES DE REFERENCIA

CONTROL DE CALIDAD PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA: _____

TRAMO: _____

CONSTRUCTORA: _____

CALIDAD DE MATERIALES PARA CONCRETO ASFÁLTICO

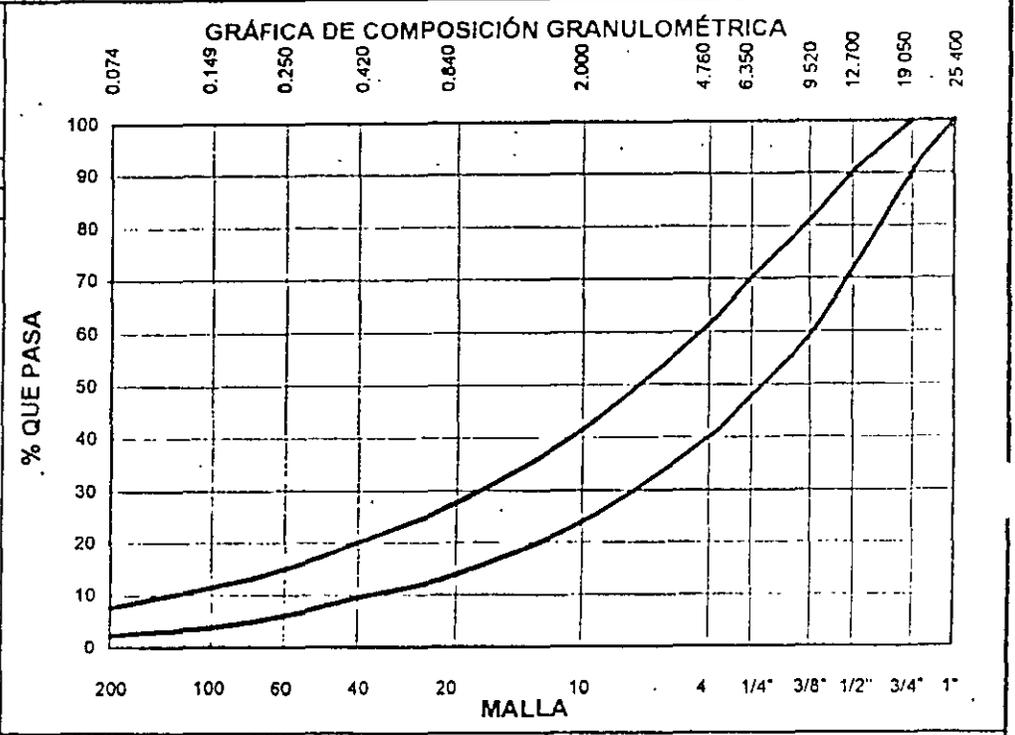
MATERIAL: _____	EXPEDIENTE: _____
ENSAYE NÚM.: _____	MUESTRA NÚM.: _____
ENVIADA POR: _____	FECHA DE RECIBO: _____
PROCEDENCIA: _____	FECHA DE INFORME: _____

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PÉTREO

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA: _____

PESO VOL. SUELTO, kg/m³: _____

GRANULOMETRÍA		
MALLA	% QUE PASA	PROYECTO
1"		
3/4"		
1/2"		
3/8"		
1/4"		
Nº. 4		
Nº. 10		
Nº. 20		
Nº. 40		
Nº. 60		
Nº. 100		
Nº. 200		



CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO

DENSIDAD: _____

ABSORCIÓN %: _____

DESGASTE %: _____

PARTÍCULAS ALARGADAS %: _____

PARTÍCULAS EN FORMA DE LAJA %: _____

PARTÍCULAS DELEZNABLES %: _____

EQUIVALENTE DE ARENA %: _____

AFINIDAD CON EL ASFALTO: _____

CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO

CEMENTO ASFÁLTICO TIPO: _____	ADITIVO MARCA: _____
CON. ÓPT. DE ASFALTO (%): _____	DOSIFICACIÓN: % (C A) _____
PROCEDENCIA: _____	PROCEDENCIA DEL ADITIVO: _____

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

ENSAYE	VALORES	ESPECIFICACIÓN
ESTABILIDAD, kg		
FLUJO, mm		
VACÍOS EN LA MEZCLA, %		
VACÍOS AGREGADO MINERAL (V.A.M.), %		
CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO, %		
TENSIÓN INDIRECTA km/cm ² °C		
DEFORMACIÓN A LA TENSIÓN % °C		
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD POR INMERSIÓN EN AGUA, %		

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES: _____

FORMULÓ	REVISÓ	APROBO

CONTROL DE CALIDAD PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA: _____

TRAMO: _____

CONSTRUCTORA: _____

CALIDAD DE MATERIALES PARA CONCRETO ASFÁLTICO DE GRADUACIÓN ABIERTA

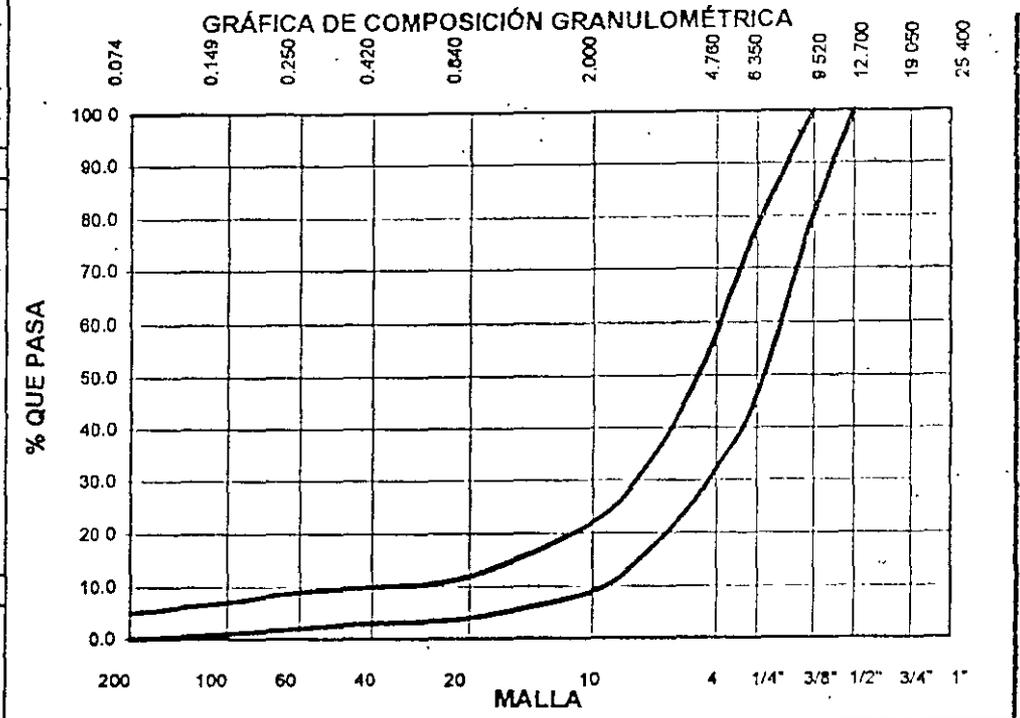
MATERIAL: _____	EXPEDIENTE: _____
ENSAYE NÚM.: _____	MUESTRA NÚM.: _____
ENVIADA POR: _____	FECHA DE RECIBO: _____
PROCEDENCIA: _____	FECHA DE INFORME: _____

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PÉTREO

CLASIFICACION PETROGRÁFICA: _____

PESO VOL. SUELTO, kg/m³: _____

GRANULOMETRÍA		
MALLA	% QUE PASA	PROYECTO
1"		
3/4"		
1/2"		
3/8"		
1/4"		
Nº. 4		
Nº. 10		
Nº. 20		
40		
60		
Nº. 100		
Nº. 200		



CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO

DENSIDAD: _____

ABSORCIÓN %: _____

DESGASTE %: _____

PARTÍCULAS ALARGADAS %: _____

PARTÍCULAS EN FORMA DE LAJA %: _____

PARTÍCULAS DELEZNABLES %: _____

EQUIVALENTE DE ARENA %: _____

AFINIDAD CON EL ASFALTO: _____

CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO

CEMENTO ASFÁLTICO TIPO: _____	ADITIVO MARCA: _____
CON. ÓPT. DE ASFALTO (%): _____	DOSIFICACIÓN. % I(CA): _____
PROCEDENCIA: _____	PROCEDENCIA DEL ADITIVO: _____

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

ENSAYE	VALORES	ESPECIFICACIÓN
ESTABILIDAD, kg		
FLUJO, mm		
VACÍOS EN LA MEZCLA, %		
VACÍOS AGREGADO MINERAL (V.A.M.), %		
CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO, %		
TENSIÓN INDIRECTA km/cm ² °C		
DEFORMACIÓN A LA TENSIÓN % °C		
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD POR INMERSIÓN EN AGUA, %		

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES: _____

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ

CONTROL DE CALIDAD PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA:
TRAMO:
CONSTRUCTORA.

TEMPERATURA DE LA MEZCLA ASFÁLTICA AL COMPACTARSE

HOJA: _____

FECHA	ENSAYE	TEMPERATURA MEDIA AL COMPACTARSE, °C																5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO	COEFICIENTE DE VARIACIÓN MEDIO, %																5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO
		70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	PROM.	SUMA	PROM.	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	PROM.	SUMA	PROM.					
	1																																						
	2																																						
	3																																						
	4																																						
	5																																						
	6																																						
	7																																						
	8																																						
	9																																						
	10																																						
	11																																						
	12																																						
	13																																						
	14																																						
	15																																						
	16																																						
	17																																						
	18																																						
	19																																						
	20																																						
	21																																						
	22																																						
	23																																						
	24																																						
	25																																						
	26																																						
	27																																						
	28																																						
	29																																						
	30																																						
		X̄ = °C		σ = ± °C		V = %		X̄ = %		σ = ± %		V = %																											
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES																																							
FORMULO										REVISO										APROBO																			

CONTROL DE CALIDAD PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA:

TRAMO:

CONSTRUCTORA:

ESTABILIDAD MARSHALL DEL CONCRETO ASFÁLTICO

HOJA: _____

FECHA	ENSAYE	ESTABILIDAD MARSHALL, kg											5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO			
		500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	PROMEDIO	SUMA	PROMEDIO					
	1																	
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	
	6																	
	7																	
	8																	
	9																	
	10																	
	11																	
	12																	
	13																	
	14																	
	15																	
	16																	
	17																	
	18																	
	19																	
	20																	
	21																	
	22																	
	23																	
	24																	
	25																	
	26																	
	27																	
	28																	
	29																	
	30																	
													$\bar{X} =$	%	$\sigma = \pm$	%	$V =$	%

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ

Cada punto de la gráfica de tendencias representa el promedio de 5 valores consecutivos

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

D.6.- Vigilancia de Procesos de Elaboración y Tratamientos.

Vigilancia de Procesos Constructivos.

La supervisora vigilará los procesos constructivos, el muestreo y ensaye de los materiales empleados, y verificará que se cumpla con los requisitos de calidad de los materiales, grados de compactación, temperaturas, contenidos de asfaltos, agentes estabilizadores y modificadores, en su caso.

E.- INFORMES.

E.1.- Semanales de Avance de Obra.

Contenido.

La supervisora entregará semanalmente al superintendente del organismo que corresponda un informe conteniendo, como mínimo:

- 1.- Datos Generales.
- 2.- Resumen Ejecutivo.
- 3.- Avance Físico y Financiero de la obra.
- 4.- Control de Calidad.
- 5.- Informe Fotográfico.
- 6.- Incidencias.
- 7.- Larguillo de avances, cuadros estadísticos de la obra.
- 8.- Videos y/o Filmaciones.

E.2.- Quincenales.

Contenido.

La supervisora quincenalmente entregará al superintendente del organismo que corresponda, un informe conteniendo:

- 1.- Datos Generales.
- 2.- Avance Físico Financiero.
- 3.- Incidencias.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

- 4.- Volúmenes Ejecutados.
- 5.- Solicitudes.
- 6.- Generales.

E.3.- Mensuales.

Contenido.

La supervisora entregará mensualmente a la gerencia de obras (o a las insancias que se determinen de antemano), un informe abarcando los capítulos que a continuación se mencionan en forma no limitativa, mismos que en su estructura se apegarán a lo dispuesto en la Norma o Manual de Supervisión:

INFORME EJECUTIVO.
INTRODUCCION.
COMENTARIOS.
INFORMACION GENERAL DE LA OBRA.
SUPERVISION.
CONTROL DE AVANCES.
CONTROL DE ESTIMACIONES.
CONTROL DE CALIDAD.

E.4.- Para los Niveles Directivo y Ejecutivo..

Periodicidad.

La supervisora, cuando se le requiera formulará la información para los niveles ejecutivo y directivo, de acuerdo con los formatos contenidos en el Manual de Supervisión de Obra Pública del organismo.

E.5.- Informe Final.

Informe Final.

La supervisora, al concluir la obra y dentro del plazo fijado para el finiquito, presentará un informe final.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

E.6.- Informes Diversos.

Periodicidad.

La supervisora atenderá los requerimientos de información que se requieran en el desarrollo de la obra, ya sea para los niveles superiores del organismo, como para los niveles operativos.

F.- NORMAS.

F.1.- Normas Generales de Construcción e Instalaciones.

Normas Generales.

Regirán en lo que corresponda a la ejecución medición y pago, lo dispuesto en las Normas de Construcción e Instalaciones, y las Normas de Materiales, de la S.C.T., en lo que no se opongan a las Especificaciones del Proyecto, y las Especificaciones Técnicas Particulares y Complementarias.

F.2.- Especificaciones Técnicas Particulares del Proyecto.

Especificaciones Técnicas Particulares.

La supervisora vigilará y verificará que se cumplan las Especificaciones Técnicas Particulares, las cuales prevalecerán aún cuando se opongan a lo dispuesto en las Normas Generales.

F.3.- Especificaciones Particulares de la Obra.

Especificaciones Particulares de la Obra.

La supervisora vigilará y verificará que se cumplan las Especificaciones Técnicas Particulares y Complementarias relacionadas con los aspectos de seguridad y protección del medio ambiente estipuladas en el contrato y las normas y

CONTROL DE CALIDAD PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA: _____
TRAMO: _____
CONSTRUCTORA: _____

INFORME DE COMPACTACIÓN DE TERRACERÍAS

DATOS DEL MUESTREO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: _____	ENSAYES NOS. _____
	A UTILIZARSE EN: _____ km	FECHA DE MUESTREO _____
	PROCEDENCIA DEL AGREGADO: _____	FECHA DE INFORME. _____
	MUESTRA OBTENIDA EN: _____	

TERRENO NATURAL
 CUERPO DE TERRAPLÉN
 SUB-YACENTE
 SUB-RASANTE

ENSAYE Nº	ESTACIÓN	LADO	ELEVACIÓN	ESPESOR DE LA CAPA ENSAYADA	HUMEDAD, %		PESO VOLUMÉTRICO SECO kg / m ³		% DE COMPACTACIÓN	
					DEL LUGAR	ÓPTIMA	DEL LUGAR	MÁXIMO	DEL LUGAR	DEL PROYECTO
					DEL LUGAR	ÓPTIMA	DEL LUGAR	MÁXIMO	DEL LUGAR	DEL PROYECTO

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ

TSFC-02

OBRA:

TRAMO:

CONSTRUCTORA:

AVANCE GENERAL DE OBRA

CONTRATO: _____

PERIODO: _____

HOJA No. _____

CONCEPTO		ASIGNACIÓN	A V A N C E S				
No.	DESCRIPCIÓN SIMPLIFICADA	IMPORTE	PROGRAMADO		EJECUTADO		ESTIMADO
			DEL PERIODO	ACUMULADO	DEL PERIODO	ACUMULADO	ACUMULADO
SUMAS DE ESTA HOJA:							
T O T A L E S :							
OBSERVACIONES				A) AVANCE PROGRAMADO \$ _____ B) AVANCE EJECUTADO \$ _____ C) AVANCE $\frac{B - A}{A}$ _____			

• IMPORTE EN MILES DE PESOS

TSFS-02

SUPERVISIÓN PARA :
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO :

CONSTRUCTORA :

AVANCE FINANCIERO

CONTRATO _____

ASIGNACIÓN : _____

AL : _____

HOJA _____

CONCEPTO		ASIGNACIÓN IMPORTE \$	FACTOR DE INTERVENCIÓN	PROGRAMADO		EJECUTADO		AVANCE%	
No.	DESCRIPCIÓN SIMPLIFICADA			IMPORTE \$	%	IMPORTE \$	%	PROGRAMADO	EJECUTADO
SUMAS DE ESTA HOJA									
T O T A L E S									
OBSERVACIONES									

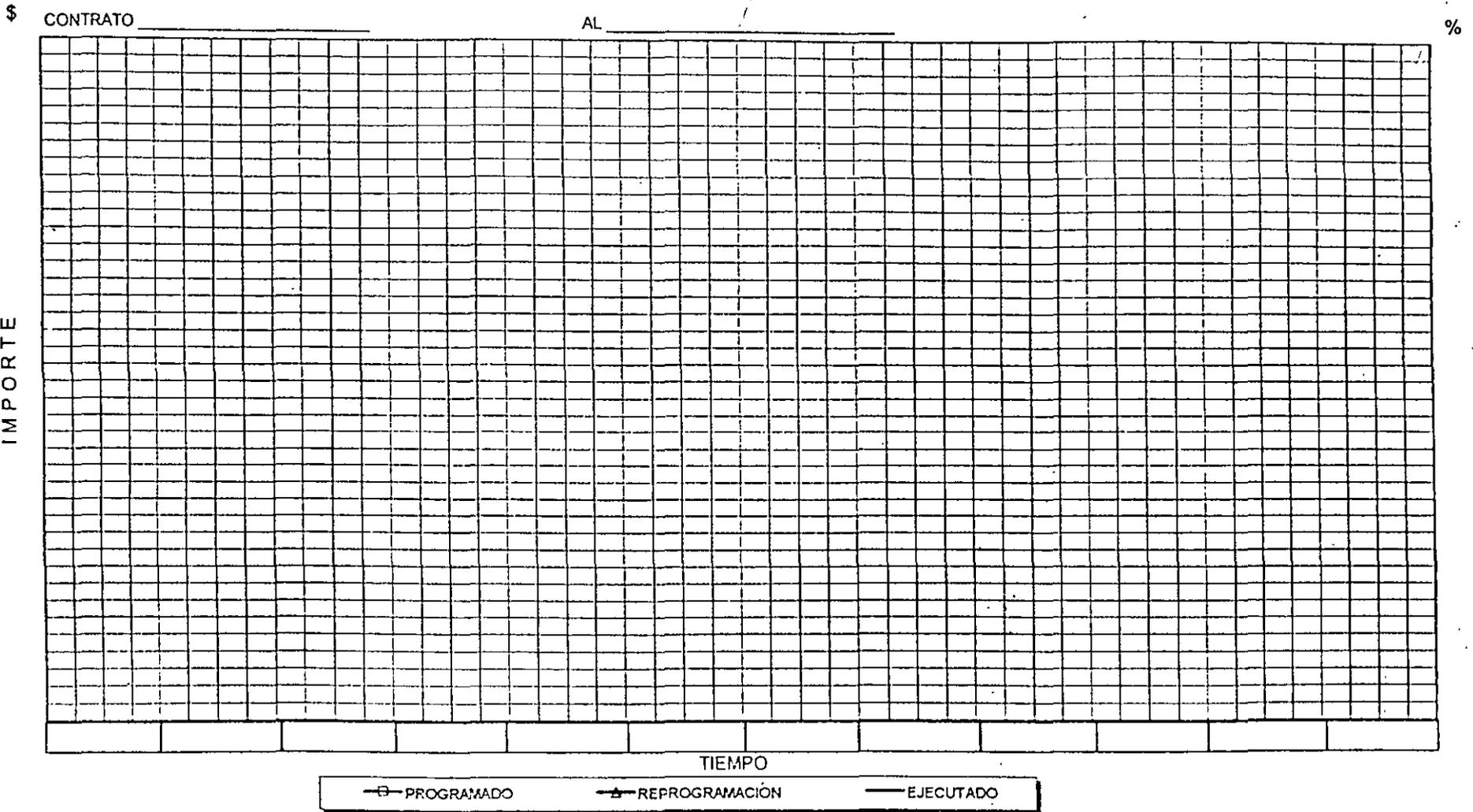
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO :

CONSTRUCTORA :

GRÁFICA DE AVANCE FINANCIERO



OBSERVACIONES

SUPERVISIÓN PARA :
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO :

CONSTRUCTORA :

AVANCE FÍSICO

CONTRATO _____

AL : _____

HOJA No. _____

CONCEPTO		UNI- DAD	CANTIDADES Y PORCENTAJES				FACTOR DE PONDE- RACIÓN	AVANCE %		
No.	DESCRIPCIÓN SIMPLIFICADA		CANTIDAD TOTAL DE OBRA	PROGRAMADO		EJECUTADO		PROGRA- MADO	EJECU- TADO	
				CANTIDAD	%	CANTIDAD				%
OBSERVACIONES							SUMA			

TSFS-05

SUPERVISIÓN PARA :
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO :

CONSTRUCTORA :

PROGRAMA DE OBRA

CONTRATO No. _____

(CANTIDADES E IMPORTES)

HOJA No. _____

CONCEPTO		UNIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	ASIGNACIÓN	
No	DESCRIPCIÓN SIMPLIFICADA			CANTIDAD	IMPORTE (\$)
SUMA DE IMPORTES DE ESTA HOJA					
IMPORTES TOTALES POR MES					
IMPORTES TOTALES ACUMULADOS					

CANT.
GRÁF.
IMP.
CANT.
GRÁF.
IMP.
CANT.
GRÁF.
IMP.
CANT.
GRÁF.
IMP.
CANT.
GRÁF.
IMP.
CANT.
GRÁF.
IMP.
CANT.
GRÁF.
IMP.

AÑO															
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

FECHA DE INICIO _____ FECHA DE TERMINACIÓN : _____

36

SUPERVISIÓN PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO :

CONSTRUCTORA :

REPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO

CONTRATO _____

PERIODO QUINCENAL _____

HOJA _____

MAQUINARIA Y/O EQUIPO	No. ECONÓMICO	MODELO	DÍAS DEL PERÍODO																	DÍAS ACTIVOS	
			1 16	2 17	3 18	4 19	5 20	6 21	7 22	8 23	9 24	10 25	11 26	12 27	13 28	14 29	15 30	31			

SIMBOLOGÍA: A: ACTIVO, I: INACTIVO, R: EN REPARACIÓN O MANTENIMIENTO

OBSERVACIONES _____

TSFS-08

SUPERVISIÓN PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO :

CONSTRUCTORA :

CONCENTRADO DE ESTIMACIONES

CONTRATO _____

AL : _____

HOJA No. _____

No.	CONCEPTO DESCRIPCIÓN SIMPLIFICADA	UNI- DAD	P.U.	ESTIMACIÓN No.		ESTIMACIÓN No.				ESTIMACIÓN No.			
				CANTIDAD	IMPORTE	PERIODO		PERIODO		PERIODO		PERIODO	
						PARCIAL		ACUMULADO		PARCIAL		ACUMULADO	
						CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE
SUMAS													
OBSERVACIONES													

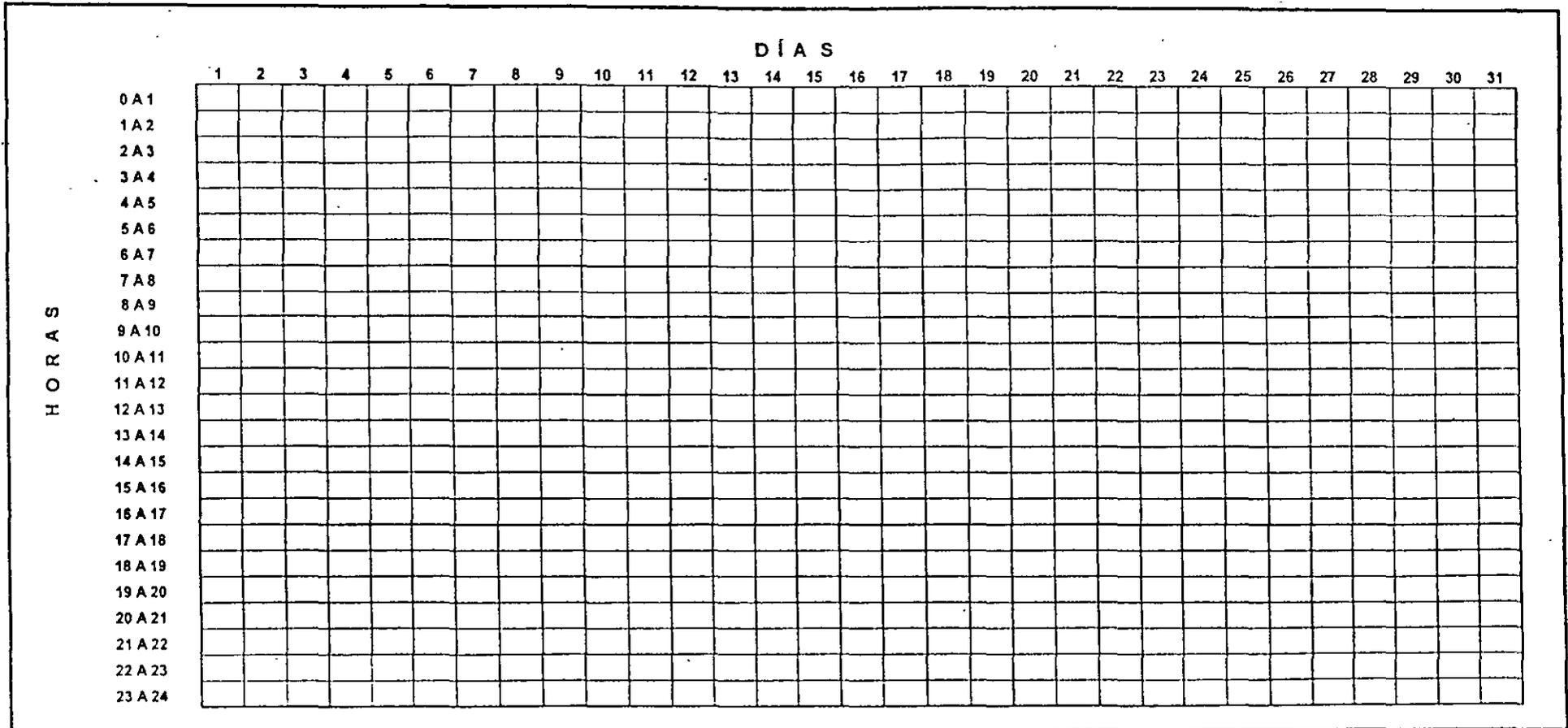
SUPERVISIÓN PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA:

TRAMO:

CONSTRUCTORA:

GRÁFICA DE LLUVIAS



DATOS REGISTRADOS EN : _____

LUGAR: _____

SIMBOLOGÍA

LIGERA

MEDIA

INTENSA

MES _____

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

disposiciones legales en vigor.

G.- TERMINACION.

G.1.- Expediente Técnico Administrativo.

Expediente Técnico Administrativo.

La supervisora, desde el inicio de la obra abrirá el expediente Técnico-Administrativo, de acuerdo a lo dispuesto en el Manual de Supervisión de Obra Pública del organismo, el cual mantendrá actualizado, y entregará a la conclusión de su encargo.

G.2.- Finiquito de Obra.

Finiquito de Obra.

La supervisora efectuará el finiquito de la obra conjuntamente con la empresa contratista, el cual será sancionado y suscrito por el superintendente del organismo que corresponda.

G.3.- Entrega-Recepción.

Entrega-Recepción.

La supervisora intervendrá en la elaboración del acta de Entrega-Recepción objeto del contrato de obra.

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS

INSTRUCTIVOS TECNICOS

INSTRUCTIVO DE FUNCIONES PARA RESIDENTES

I - 1

MEXICO
1969

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
INSTRUCTIVOS TECNICOS

INSTRUCTIVO DE FUNCIONES PARA RESIDENTES

CONTENIDO	PAGINA
100.- GENERALIDADES	6
200.- LABORES PREVIAS A LA EJECUCION DE LA OBRA	7
1.- Conocimiento completo del proyecto y condiciones de contratación.	7
2.- Conocimiento del terreno y de la región	7
3.- Organización de la Residencia	8
4.- Instalación de los locales de la Residencia	9
5.- Trazo de la Obra	10
6.- Derecho de Vía	10
7.- Relaciones con las autoridades locales y con representantes de otras Dependencias	11
8.- Programa detallado	13
9.- Libreta de Obra	13
300.- FUNCIONES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	15
1.- Entrega de datos	15
2.- Entrega de materiales	15
3.- Vigilancia	15
4.- Modificaciones	19
5.- Precios Unitarios	19
6.- Estimaciones	20
7.- Ajustes al Presupuesto de la Obra	21
8.- Relaciones directas con Subdependencias de otras Direcciones Generales de la Secretaría	22
9.- Actuación con los Funcionarios de la Secretaría y con los de otras dependencias	24
10.- Informes	26
400.- FUNCIONES POSTERIORES A LA EJECUCION DE LA OBRA	27
1.- Recepciones parciales	27
2.- Liquidación	27
3.- Recepción final	27
4.- Actualización del proyecto	28
5.- Entrega de la obra	28
6.- Clausura de la Residencia	29

100.- GENERALIDADES

El objeto del presente Instructivo es dar a conocer las normas principales que debe observar un Residente de la Secretaría de Obras Públicas, para cumplir eficientemente sus funciones.

En las obras a su cargo es el representante de la Secretaría y como tal deberá cuidar que todos sus actos vayan de acuerdo con la autoridad que se le ha conferido, observando en todo las normas establecidas o que se establezcan en los reglamentos, instructivos y otras disposiciones de carácter general, propios de la Secretaría, debiendo ser atento y cortés al tratar con el contratista, el personal, las autoridades locales, otras dependencias y los particulares.

Unicamente el Residente podrá dar órdenes al contratista y al personal de la Residencia.

Es el responsable ante la Secretaría de la correcta dirección, buena ejecución y vigilancia de las obras que tiene encomendadas y del funcionamiento satisfactorio de su Residencia.

Deberá residir en la población o campamento donde está instalada la Residencia y no deberá ausentarse de su zona de trabajo sin previa autorización de sus superiores, salvo causa de fuerza mayor. En todos los casos de ausencia justificada deberá dejar a cargo de la Residencia a una persona responsable, quien asumirá sus funciones.

Adiestrará al personal a sus órdenes en todos los aspectos de las obras a su cargo, tomando en cuenta los instructivos que al efecto estén en vigor.

200.- LABORES PREVIAS A LA EJECUCION DE LA OBRA

Son aquéllas que deben efectuarse para iniciar los trabajos, con una idea clara y segura acerca de la obra por realizar.

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
1.- Conocimiento completo del proyecto y condiciones de contratación.	Deberá estudiar el proyecto hasta - compenetrarse perfectamente de sus ca - racterísticas y requerimientos, para lo - cual analizará detenidamente los pla - n - rios; especificaciones generales de pro - yecto y complementarias; las condicio - nes que fije el contrato; el programa; y en caso de ser obra otorgada por con - curso, los análisis de precios unitarios - que el contratista elaboró para justifi - car su proposición.
2.- Conocimiento del terreno y - de la región.	Deberá verificar, en el terreno, - los datos consignados en el proyecto y - solicitar aclaración sobre aquéllos que - parezcan dudosos o sean poco precisos.
a).- Referencias y bancos de nivel.	Deberá cerciorarse, físicamente, - de que en el terreno en que se construi - rá la obra se encuentran las referencias y bancos de nivel indicados en el pro - yecto.
b).- Bancos de materiales.	Deberá verificar la ubicación y fa - cilidades de acceso a los bancos de ma - teriales señalados en el proyecto, así - como sus posibilidades de explotación y su potencialidad probable, basándose - en los estudios que para este objeto rea - lice el laboratorio de campo de la Secre - taría.
c).- Mano de obra.	En su caso, deberá investigar la dis -

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES.
d).- Materiales y sus precios.	ponibilidad, especialidades y calificación de la mano de obra en la región, así como los salarios correspondientes. En su caso, deberá obtener información, con los comerciantes de la región, sobre la disponibilidad de materiales, así como de los precios de venta respectivos.
e).- Medios de comunicación y servicios públicos.	Deberá obtener datos relativos a los servicios públicos de transporte de pasajeros y carga que sirvan a la región, así como de las tarifas correspondientes.
f).- Condiciones climáticas y meteorológicas de la región.	Deberá obtener datos relativos a correos, telégrafos, teléfonos y cualquier otro servicio público que se preste en la región.
3.- Organización de la Residencia.	Recabará la información correspondiente a las condiciones climáticas y meteorológicas de la región y en su caso, el régimen de las corrientes fluviales. Para cumplir las funciones técnicas y administrativas deberá organizar la Residencia, programando, de acuerdo con las necesidades de la misma, el personal, mobiliario y equipo que se requiera, haciendo oportunamente las solicitudes correspondientes. En su forma más amplia, una Residencia deberá estar integrada de la manera siguiente:
a).- Personal Directivo.	Residente.

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
b).- Personal Técnico.	Auxiliares, que podrán ser titulados o pasantes, calculistas, curvamoseros, drenajistas y dibujantes.
c).- Personal de Campo.	Trazadores, niveladores, seccionadores, cadeneros, estadaleros, checedores, revisores, mecánicos, choferes, peones y demás personal que sea necesario.
d).- Personal de Oficina.	Los que integren la delegación administrativa.
e).- Personal de Campamento.	Veladores, cocineras, galopinas, lavanderas y mozos.
f).- Mobiliario y Equipo.	Mobiliario; equipos de oficina, de topografía, de dibujo, de comedor, de cocina y de dormitorio; así como los vehículos, equipo de taller, bombas y plantas de luz que requiera. Además, solicitará a su Departamento de Obras, cuando sea necesario, le gestione la instalación de una estación de radio.
4.- Instalación de los locales de la Residencia.	Hará las adaptaciones necesarias a los locales alquilados y en su caso, los construirá.
a).- Requisitos.	Deberá ubicar los locales para la Residencia lo más cerca posible de la obra o dentro de ella, sin interferir con las zonas de trabajo, independientes de las instalaciones del contratista. Los locales deberán ser funcionales y estar limpios y presentables dentro de su carácter provisional, de acuerdo con las necesidades y duración de la obra.

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
b).- Aviso de Ubicación.	<p>Procurará que las instalaciones sean suficientes para el personal y el equipo requeridos.</p> <p>Deberá dar aviso a su jefe inmediato superior, al Departamento de Obras, a la Oficina de Administración SOP respectiva y a las autoridades locales, indicando el domicilio y en su caso, el apartado postal y el número telefónico.</p>
5.- Trazo de la Obra.	<p>Deberá comprobar, una vez que haya localizado las referencias y los bancos de nivel, que éstos corresponden al proyecto, para que los datos que se proporcionen sean correctos.</p>
a).- Referencias y bancos de nivel.	<p>Si las condiciones del trazo lo requieren, colocará nuevas referencias y bancos de nivel fuera del área de construcción.</p>
b).- Trazo o retrazo de los ejes.	<p>Deberá proceder al trazo o retrazo de los ejes, una vez verificadas las referencias, apoyándose en los puntos que se encuentren del trazo original, en los relocalizados por medio de referencias o en los de las poligonales de apoyo.</p>
6.- Derecho de vía.	<p>Deberá situar los límites del derecho de vía, de acuerdo con el proyecto y las necesidades de la obra.</p>
a).- Avisos a los afectados.	<p>Independientemente de la intervención del representante del Departamento de Derecho de Vía de la Di-</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
b).- Referencias de afectaciones.	<p>rección General de Asuntos Jurídicos - deberá informar verbalmente, a cada uno de los afectados por la construcción, de la fecha probable en que se trabajará dentro de sus propiedades.</p> <p>Deberá referir a los ejes de la obra las propiedades afectadas, para localizarlas fácilmente, indicando los tramos en los que los terrenos son particulares, ejidales, comunales o nacionales.</p>
c).- Planos de detalle.	<p>Elaborará, en su caso, un plano detallado de cada una de las propiedades comprendidas dentro del derecho de vía, especificando en él las afectaciones a cultivos, a instalaciones y a construcciones.</p>
d).- Bancos para materiales.	<p>Recabará con toda oportunidad los datos necesarios cuando, para la explotación de los bancos de materiales, sea necesario proceder a su expropiación.</p>
e).- Información.	<p>Deberá enviar, en su caso, toda la información relacionada con el derecho de vía, a la Dirección General de Asuntos Jurídicos, con copia para el Departamento Técnico.</p>
7.- Relaciones con las autoridades locales y con representantes de otras dependencias.	<p>Deberá investigar quienes son los representantes de las diversas dependencias del Gobierno Federal, Estatal, Municipal y de los organismos descentralizados, para tratar los asuntos que a cada uno correspondan, dentro de lo que las leyes y demás disposiciones en vigor</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
<p>a).- Autoridades y Dependencias.</p>	<p>señalen, en todo lo relacionado con las obras que tiene encomendadas.</p> <p>A título enunciativo pero no limitativo, las autoridades y dependencias a que se refiere el párrafo anterior son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Gobierno de los Estados Presidencias Municipales Comisariados Ejidales Jefaturas de Zonas Militares (SDN) Residencias de Obras Marítimas (SM) Oficinas Federales de Hacienda (SHCP) Juntas Federales de Mejoras Materiales (SPN) Agencias de Agricultura y Ganadería (SAG) Delegaciones de Tránsito Federal (SCT) Comandancias de Aeropuertos (SCT) Gerencias de Recursos Hídricos (SRH) Juntas Federales de Conciliación y Arbitraje (STPS) Delegaciones de Asuntos Agrarios y Colonización (DAAC) Juntas Federales de Electrificación (CFE) Superintendencias y Agencias Regionales (PEMEX) Divisiones de Conservación de Vía. (SCT) (FN de M)

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
<p>8.- Programa detallado.</p> <p>9.- Libreta de Obra.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) Oficinas Regionales o Locales de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CYPFISC) Hospitales Regionales (ISSSTE) <p>Formulará, con el contratista, el programa detallado que corresponda a la asignación otorgada en el contrato y a las condiciones que prevén en el lugar, para la ejecución lógica de la obra.</p> <p>Este programa deberá someterlo a la aprobación de su jefe inmediato superior.</p> <p>Deberá preparar una libreta de obra, de acuerdo con lo que, en cada caso, le indique el Departamento de Obras, para registrar, en su oportunidad, los aspectos sobresalientes durante la ejecución de la obra, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> Registro de Ordenes. Iniciación de las distintas etapas de la obra. Modificaciones propuestas y autorizadas. Entradas de equipo del contratista. Cambios de bancos de nivel. Cambios de bancos de materiales. Apertura de nuevos frentes de trabajo.

CONCEPTOS

INSTRUCCIONES

Suspensiones de la obra y sus causas.
 Visitas de funcionarios y representantes de Direcciones Generales de la Secretaría.

Asuntos tratados con autoridades locales.
 Otros que considere necesario.

En la libreta de obra se consignarán también todas las órdenes giradas por él al contratista, incluyendo las que le den directamente su jefe inmediato superior u otros funcionarios autorizados para ello.

300.- FUNCIONES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA

Son aquéllas que deben efectuarse para llevar la obra durante su etapa de construcción, en forma adecuada, así como ejercer los controles debidos y producir la información necesaria.

CONCEPTOS

INSTRUCCIONES

1.- Entrega de datos.

Deberá entregar los datos siempre por medio de un oficio, cuya copia firmará de recibido el contratista, indicando además la fecha de su recepción.

En su caso se anotará esta entrega en la libreta de obra, recabando la firma del contratista.

a).- De los planos.

Entregará los planos en forma oportuna de acuerdo con el programa. Deberá solicitar por escrito, a su jefe inmediato superior aquellos que le falten, con la debida anticipación.

b).- Del trazo.

Entregará al contratista, por una sola vez, el trazo en el terreno de acuerdo con lo fijado en el proyecto, mediante un recorrido para identificar las estacas, las referencias y los bancos de nivel.

c).- De los bancos de materiales.

Mostrará físicamente al contratista la ubicación de los bancos de materiales que indique el proyecto, cuidando que la explotación sea adecuada.

2.- Entrega de materiales.

Ordenará la entrega de los materiales que la Secretaría suministre al contratista.

3.- Vigilancia.

Deberá tener presente que la parte medular de sus funciones es la vigilancia de la ejecución de la obra de acuerdo

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
<p>a).- Cumplimiento del proyecto.</p>	<p>do con el proyecto, las especificaciones y el programa que formen parte integrante de cada contrato.</p> <p>Cuidará que la obra se ejecute de acuerdo con el proyecto verificando, tantas veces como sea necesario, que la ubicación, dimensiones y demás características de la obra, sean las señaladas. Las dudas que se le presenten en la interpretación del proyecto, deberá aclararlos con su jefe inmediato superior.</p>
<p>b).- Cumplimiento de las Especificaciones.</p>	<p>Vigilará el debido cumplimiento de las Especificaciones Generales de Construcción, así como las complementarias de la obra a su cargo, para lo cual deberá consultarlas frecuentemente y cuantas veces lo juzgue necesario.</p> <p>Las dudas que se le presenten en la interpretación de las Especificaciones, deberá aclararlos con su jefe inmediato superior.</p> <p>Cuidará que el contratista ejecute la obra cumpliendo con los requisitos de calidad que establecen las especificaciones y/o el proyecto; de no ser así, ordenará al contratista no continuar con la etapa correspondiente de la obra, hasta que no corrija las deficiencias que se tengan.</p> <p>Verificará en su caso, que el contratista instale oportunamente su pro-</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
<p>c).- Cumplimiento del programa.</p> <p>d).- Costo de la obra.</p> <p>e).- Control de erogaciones de obra.</p>	<p>pio laboratorio.</p> <p>Solicitará, las veces que sea necesario, los servicios del laboratorio de campo de la Secretaría, para verificar las características de los materiales y de la obra.</p> <p>En casos de discrepancias entre los resultados de las pruebas del laboratorio del contratista con respecto a las del laboratorio de campo de la Secretaría, informará de ellas a este último y actuará de acuerdo con las aclaraciones que sobre el particular haga el mismo; en caso de prevalecer las discrepancias, informará de ellas a sus superiores.</p> <p>Vigilará que la obra se ejecute de acuerdo con el programa. De no ser así, hará al contratista, por escrito, con copia a su jefe inmediato superior, las observaciones necesarias con la debida oportunidad.</p> <p>Cuidará que la obra debidamente ejecutada, no resulte de inferior calidad a lo establecido en el proyecto y sea lo más económica posible, tomando en cuenta para ello, el citado proyecto, los materiales, los precios unitarios y demás factores involucrados.</p> <p>Llevará el control de las erogaciones en la obra con base en las estimaciones mensuales y en la obra ejecutada y no estimado, informando de los</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
	<p>resultados al Departamento de Obras, precisamente en las fechas que se señalen.</p> <p>Deberá elaborar una gráfica en la cual se indique: en el eje vertical cantidades en pesos, tomando en cuenta la asignación total del contrato y en el eje horizontal los meses que correspondan, tomando en cuenta el período comprendido entre la iniciación y la terminación de la obra. En esta gráfica vaciará los siguientes datos: el programa detallado en pesos, el calendario de pagos autorizado en el contrato, la curva correspondiente al límite de rescisión y periódicamente el monto de las estimaciones autorizadas. Para el manejo e interpretación de esta gráfica, se sujetará al instructivo correspondiente.</p> <p>Deberá entregar copia de la mencionada gráfica al contratista, haciéndole la indicación de que en ella se anotará el importe de las estimaciones aprobadas, de acuerdo con los conceptos de obra programados. Asimismo le comunicará las retenciones que procedan y cuando rebase el límite para la rescisión.</p>
f).- Control de materiales suministrados por la Secretaría.	Cuidará que el contratista emplee los materiales suministrados, precisamente en la obra, en forma adecuada y en las cantidades señaladas.
g).- Control administrativo	Deberá conocer en todo momento

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
de la Residencia.	el estado que guardan los gastos de administración propios de la Residencia, para lo cual solicitará la información necesaria al delegado administrativo.
h).- Derecho de Vía.	Cuidará que durante el tiempo que dure la construcción, no sea invadido el derecho de vía. En su caso, solicitará el auxilio de la autoridad competente.
4.- Modificaciones.	Propondrá a su jefe inmediato superiores las modificaciones que juzgue pertinentes y en beneficio de la obra, tomando en cuenta la función, economía, conveniencia y rapidez en la ejecución de la misma. A este respecto sólo entregará al contratista los datos correspondientes a las modificaciones que autorice el Departamento de Obras.
5.- Precios Unitarios.	<p>Valorizará cuidadosamente las modificaciones autorizadas y consignará la afectación resultante en el presupuesto de la obra, para mantenerlo al día.</p> <p>Procederá a entregar al contratista, por escrito, los datos correspondientes a las modificaciones autorizadas, las cuales hará también del conocimiento del laboratorio de campo de la Secretaría, en su parte relativa.</p>
	Solicitará al contratista los análisis

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
6.- Estimaciones.	<p>sis de precios unitarios correspondientes a aquellos conceptos de obra no previstos o por cambio de especificaciones.</p> <p>Elaborará, adicional e independientemente de los solicitados al contratista, los análisis de precios correspondientes.</p> <p>Entregará a la brevedad posible los análisis, a que se refieren los dos párrafos anteriores, a su Jefe inmediato superior para su revisión y trámite que corresponda.</p> <p>Formulará las estimaciones y las remitirá por el medio más rápido al Departamento de Obras, precisamente en las fechas fijadas por dicho departamento. Esta remisión podrá hacerse por conducto del propio contratista.</p> <p>Informará por escrito al Departamento de Obras, utilizando la vía más rápida, el día en que haya enviado la estimación, indicando el conducto y el importe.</p> <p>Por ningún motivo formulará estimaciones de trabajos que no hayan sido ejecutados o no cumplan con las especificaciones Generales de Construcción, especiales del proyecto y complementarias en su caso.</p>
o).- Medición.	<p>Cuantificará la obra por pagar se</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
b).- Formulación.	<p>gún lo dispuesto en las especificaciones.</p> <p>Formulará las estimaciones de acuerdo con las formas y lineamientos que le marque el "Instructivo para llenar formas de Datos para Estimación".</p> <p>Formulará las relaciones de obra ejecutada y no estimada, de acuerdo con las formas y lineamientos que le marque el Departamento de Obras.</p> <p>Formará un archivo de planos, libretas de campo, informes de los auxiliares y de todos los documentos que sean necesarios para verificar, en cualquier momento, los datos asentados en las estimaciones.</p> <p>Deberá informar mensualmente a su jefe inmediato superior, del estado que guarda la gráfica Programa-Estimaciones-Rescisión.</p>
c).- Archivo.	
d).- Gráfica Programa -Estimaciones-Rescisión.	
7.- Ajustes al Presupuesto de la Obra.	<p>Deberá hacer con la debida oportunidad los ajustes al presupuesto que sean necesarios, motivados por la variación de las cantidades de obra y la inclusión de nuevos conceptos, en tal forma que se precise el costo de la obra a medida que se va ejecutando, manteniendo informado de lo anterior a su jefe inmediato superior.</p> <p>Enviará al Departamento de Obras, tanto los ajustes parciales como los totales al presupuesto de la obra, en las</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES	CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
<p>8 - Relaciones directas con Sub dependencias de otras Direcciones Generales de la Secretaría.</p> <p>a).-De la Dirección General de Laboratorios y Control de Calidad.</p> <p>b) - Con la Oficina de Administración SOP</p>	<p>fechas que le fije dicho departamento.</p> <p>Deberá hacer oportunamente las solicitudes de servicios que se requieran para la correcta ejecución de la obra y proporcionará los informes que se le soliciten.</p> <p>Solicitará con la anticipación debida y en forma programada, al Jefe del Laboratorio de Campo, los servicios técnicos que se requieran para la vigilancia de la calidad de los obras a su cargo, informando a su Jefe inmediato superior de los servicios y de los resultados obtenidos.</p> <p>Deberá comunicar oportunamente al Jefe del Laboratorio de Campo, la fecha de iniciación de las obras, el programa de trabajo, apertura de nuevos frentes de trabajo, iniciación de la obra y todos aquellos datos relacionados con las funciones del citado laboratorio</p> <p>Requerirá del delegado administrativo los servicios y la información periódica necesaria para la buena marcha de los asuntos administrativos de la Residencia, informando a su jefe inmediato superior de los servicios requeridos y del resultado obtenido.</p> <p>Reportará al Jefe de la Oficina</p>	<p>c).- Con el Taller SOP.</p> <p>d).- De la Dirección General de Asuntos Jurídicos</p>	<p>de Administración SOP correspondiente, cualquier anomalía que se produzca por incumplimiento o retraso en los trámites administrativos que realice el delegado administrativo, informando a su jefe inmediato superior de lo anterior.</p> <p>Solicitará al Jefe del Taller SOP correspondiente, asesoramiento y supervisión para los servicios de mantenimiento y reparación que requiera el equipo asignado a la Residencia, programando con base en el presupuesto que tiene asignado, la prioridad de estos servicios e informando a su jefe inmediato superior el resultado de los mismos.</p> <p>Oportunamente proporcionará al Taller SOP correspondiente los informes de localización del equipo, las lecturas de odómetros y horómetros, así como los cambios de operadores y choferes.</p> <p>En relación con el equipo de transporte que tiene asignada la Residencia, exigirá que los usuarios del mismo, atiendan a su mantenimiento preventivo, especialmente lo relacionado con lubricación</p> <p>Proporcionará a los representantes de la Dirección General de Asuntos Jurídicos, la información que se soliciten con relación a las afectacio</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
e). - De otras Direcciones Generales.	<p>nes a propiedades y en general, lo necesario para la tramitación de asuntos de carácter legal, comunicando a su jefe inmediato superior la información proporcionada.</p> <p>Proporcionará a los representantes de otras Direcciones Generales la información que le soliciten con relación a las características generales de la obra y de los elementos disponibles en la región para su ejecución, comunicando a su jefe inmediato superior la información proporcionada.</p>
9. - Actuación con los Funcionarios de la Secretaría y con los representantes de otras dependencias.	<p>Durante las visitas que practiquen a la Residencia los funcionarios de la Secretaría, deberá prestarles la atención debida. En forma similar, prestar la atención que proceda a los funcionarios de dependencias ajenas a la Secretaría, que visiten y/o inspeccionen la obra.</p>
a). - Con los CC. Secretario, Subsecretario y Oficial Mayor del Ramo.	<p>Deberá proporcionarles toda la información que soliciten, relacionada con la obra a su cargo. Tomará debida nota en la libreta de obra, de las órdenes que giren, cuidando de que éstas se cumplan debidamente, e informará a su jefe inmediato superior.</p>
b) - Con los funcionarios de	<p>Deberá proporcionar, el Director</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
su Dirección General	<p>General y al Jefe del Departamento de Obras, la información que soliciten y cumplir oportunamente con los órdenes que le giren, tomando nota de ellas en la libreta de obra, dando aviso a su jefe inmediato superior. Asimismo deberá proporcionar la información que le soliciten los Auxiliares, los otros Jefes de Departamento y el Jefe de la Oficina Administrativa.</p>
c). - Con la Dirección General de Control.	<p>Proporcionará a los representantes de la Dirección General de Control, debidamente identificados y con el oficio de comisión correspondiente, sin necesidad de instrucciones previas, toda la información que soliciten relacionada con la obra a su cargo, dándoles las facilidades para el desempeño de sus funciones, comunicando a su jefe inmediato superior la visita de esos representantes y la información proporcionada.</p>
d). - Con la Dirección General de Proyectos de Vías Terrestres y de Laboratorios y Control de Calidad.	<p>Proporcionará a los funcionarios de la Dirección General de Proyectos de Vías Terrestres y la de Laboratorios y Control de Calidad, la información que le soliciten en relación a la obra, informando a su jefe inmediato superior los servicios solicitados.</p>
e). - Secretaría de la Presidencia.	<p>Deberá proporcionar, a los representantes de la Secretaría de la Presidencia, debidamente identificados, en las visitas que hagan a la obra, la información que soliciten y les dará las</p>

CONCEPTOS

INSTRUCCIONES

f).- Secretario del Patrimonio Nacional.

10.- Informes.

facilidades necesarias para el desempeño de su comisión, comunicando a su jefe inmediato superior lo que haya informado.

Deberá proporcionar, a los representantes de la Secretaría del Patrimonio Nacional, debidamente identificados, en las visitas que hagan a la obra, la información que soliciten y les dará las facilidades necesarias para el desempeño de su comisión, comunicando a su jefe inmediato superior lo que haya informado.

Elaborará los informes escritos, gráficos y fotográficos que le solicite el Departamento de Obras y los remitirá en las formas y fechas que le fijen

400 - FUNCIONES POSTERIORES A LA EJECUCION DE LA OBRA.

CONCEPTOS

INSTRUCCIONES

1.- Recepciones parciales

Las hará por orden del Departamento de Obras, por terminación de tramos continuos o partes definidas de la obra.

Elaborará los actos de recepción parcial de obra que correspondan, de acuerdo con lo indicado en los incisos 2-10.1 - y 2-10.2 de la Parte Primera de las Especificaciones Generales de Construcción.

2.- Liquidación

Deberá cerciorarse, mediante una revisión cuidadosa de la obra ejecutada así como de las estimaciones formuladas, para verificar los siguientes puntos:

Que no quede algún concepto pagado en exceso, ya sea por precio o por cantidad de obra.

Que no exista duplicidad de pago en alguna cantidad de obra.

Que no quede pendiente de ajuste algún concepto pagado con precio provisional.

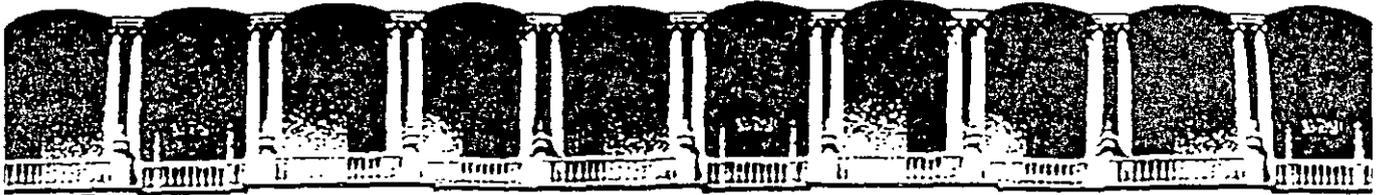
Que no queden conceptos sin pagar.

.- Recepción final

La hará por orden expresa del Depar

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
4 - Actualización del proyecto.	<p>tamento de Obras, cuando se haya terminado totalmente la obra o se haya agotado el importe del contrato, convenio o convenio adicional.</p> <p>Elaborará el acta de recepción final de obra correspondiente; de acuerdo con lo indicado en los incisos 2-10.1 y 2-10.2 de la Parte Primera de las Especificaciones Generales de Construcción.</p> <p>Deberá cuidar que no quede pendiente de elaborar algún informe o plano de las modificaciones efectuadas a la obra, los que remitirá a su Dirección General dentro del plazo que para tal fin le señale el Departamento de Obras.</p>
5. - Entrega de la obra.	<p>Deberá informar oportunamente la fecha en que podrá ser entregada la obra a la dependencia que corresponda.</p> <p>Hará la entrega en la fecha y a la dependencia que se le indique, levantando una acta en la que se haga constar el estado físico y de avance en que se encuentren las distintas partes de la obra, detallando los faltantes, si los hubiere.</p> <p>Deberá entregar, conjuntamente con la obra, los documentos correspondientes, de acuerdo con el Instructivo respectivo.</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
6. - Clausura de la Residencia.	<p>Deberá informar a su jefe inmediato superior y al Departamento de Obras, oportunamente, del personal, del equipo y demás efectos que queden disponibles al terminarse la obra.</p> <p>Vigilará, cuando se ordene la movilización del personal y equipo disponibles, que ésta se haga en forma expedita.</p> <p>Comunicará al delegado administrativo, con la debida anticipación, de la suspensión de los servicios de radio y teléfono, así como de la entrega del local alquilado para la Residencia, en su caso.</p> <p>Permanecerá en la obra hasta la terminación total de estos últimos trámites, salvo que se le ordene entregar la Jefatura de la misma a otra persona.</p> <p>El hecho de clausurar una Residencia, no implica que cesen las responsabilidades del Residente o Residentes que estuvieron al frente de ella.</p>



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN
DE CARRETERAS**

MÓDULO IV:

**SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD
DE CARRETERAS**

TEMA :

PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE MATERIALES

**ING. JOSÉ FRANCISCO FERNÁNDEZ ROMERO
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE 1999**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACION DE MATERIALES

ING. JOSE FRANCISCO FERNANDEZ ROMERO

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

NOVIEMBRE, 1999

CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

(DIPLOMADO DE CALIDAD DE LA CONSTRUCCION)

PROPIEDADES Y PRUEBAS PARA ACEPTACIÓN DE MATERIALES

**MACIZOS ROCOSOS Y FRAGMENTOS DE ROCA COMPACTADOS
SUELOS NATURALES Y COMPACTADOS**

**Jorge E. Castilla Camacho
José Fco. Fernández Romero
Noviembre 10, 1999**

CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES (DIPLOMADO DE CALIDAD DE LA CONSTRUCCION)

PROPIEDADES Y PRUEBAS PARA ACEPTACION DE MATERIALES

MACIZOS ROCOSOS Y FRAGMENTOS DE ROCA COMPACTADOS SUELOS NATURALES Y COMPACTADOS

INTRODUCCION

Toca en este capítulo exponer las acciones que es necesario ejercer durante la construcción de un proyecto, para asegurar la calidad de los materiales involucrados, particularmente de los macizos rocosos, los suelos naturales, los fragmentos de roca compactados (enrocamientos) y de los suelos compactados en general.

La calidad requerida de estos materiales o de cualquier otro, dependerá del papel que juegue dentro del proyecto con el que esté involucrado, es decir de las expectativas que el proyectista le consideró y que deben por lo tanto de cumplirse, como mínimo, para lograr congruencia con el diseño de que se trate.

Los requerimientos de calidad pueden estar expresados en las especificaciones de construcción mediante la indicación de características o condiciones que deben de presentar o lograrse con los materiales, o bien de las propiedades o parámetros que estos deben de cumplir para satisfacer congruentemente al diseño.

El cumplimiento durante la construcción de esta calidad debe ser responsabilidad del constructor, quien debe de cerciorarse de lograrla y controlarla, tocando al supervisor la verificación de los sistemas y procesos aplicados, de los resultados logrados y de su compatibilidad con las exigencias del proyecto.

Siendo los materiales a los que nos estamos refiriendo, y en general los materiales involucrados con la geotecnia (suelos y rocas), materiales que pueden presentar heterogeneidades y anisotropías en el entorno de las obras de que se trate, y considerando las limitaciones que ofrecen, por necesidad, los métodos de exploración utilizados para la caracterización y determinación de propiedades de los materiales antes mencionados, es muy importante, yo diría fundamental, el acompañamiento por el diseñador, de las actividades del constructor y del supervisor, para no dejar como una función de "Check List" el cumplimiento o no de los requisitos incluidos en las especificaciones.

Por lo antes mencionado, existe la posibilidad, sobre todo en cierto tipo de proyectos de gran envergadura, de que las condiciones o características del medio (macizo rocoso, suelo natural, bancos de préstamo para materiales para compactarse), difieran de aquellas que pudieron preverse al ejecutar el diseño, y deban ajustarse las condiciones del proyecto a éstas, para cumplir con seguridad las funciones para las cuales se concibió la obra. Estos ajustes o adaptaciones serán al fin de cuentas acciones para cumplir con la calidad integral del proyecto, y deben ser realizadas por el diseñador para conservar la coherencia del proyecto

Sea cual sea la vía que se aplique para aceptar la calidad de los materiales (pruebas de campo o laboratorio, inspección visual de características y condiciones, etc.), debe de constituir una acción expedita, tanto como sea posible, en su aplicación y aporte de resultados, para poder juzgar "sobre la marcha" del proceso constructivo la calidad de los materiales y tomar oportunamente las medidas correctivas, en su caso.

PROPIEDADES

Para fines de diseño las propiedades que interesan en prácticamente cualquier obra de ingeniería civil son: la resistencia, la deformabilidad y la permeabilidad. Podría adicionarse la durabilidad o permanencia de los materiales sin cambios importantes de sus características físicas en el periodo de vida útil de la obra..

Para los materiales de los que nos estamos ocupando en este capítulo, las propiedades anteriores están regidas por otras propiedades físicas o características existentes en ellos, que les confieren y condicionan las propiedades que nos son de interés para fines de diseño.

Agruparemos, para desarrollar el tema, a los macizos rocosos y a los suelos naturales por un lado, y a los enrocamientos y a los suelos compactados por otro, en virtud de que los primeros se refieren a materiales que se utilizan permaneciendo en su lugar de origen, y los segundos después de extraerlos de algún banco, aplicarles algún proceso y de colocarlos en el lugar que se les ha asignado dentro del proyecto en construcción.

Los macizos rocosos y el suelo natural, por su naturaleza, ofrecen posibilidades limitadas para modificar sus propiedades naturales. Aunque hay métodos para lograr su mejoramiento (inyecciones, anclajes, drenajes, densificaciones, consolidación, etc.), los proyectos deben de adaptarse a las propiedades y características que estos ofrecen en forma natural o después de su modificación. En ambos casos, en etapas del proyecto anteriores a la de construcción (planeación y proyecto), se han caracterizado y conocido las propiedades que ofrecen los materiales en forma natural, se ha determinado la posibilidad técnica y conveniencia económica de modificarlas, y definido el método para lograrlo. Esto, a través de exploración, muestreo y pruebas de campo y/o laboratorio, incluyendo tal vez la ejecución de tramos de prueba a escala natural para verificar la aplicabilidad y bondad del método de mejoramiento considerado, y establecer las especificaciones para su aplicación.

Durante la construcción, incluida en ella la etapa de aplicación del método de mejoramiento, se hace necesario ejercer controles propios para garantizar la correcta aplicación del método de mejoramiento elegido y cumplir con las especificaciones y propósito del mismo, así como para

verificar las propiedades resultantes después del mejoramiento, y ver su compatibilidad con las que se consideraron en la concepción del proyecto o bien para adaptarlo a las propiedades posibles de lograr realmente, con objeto de tener un proyecto que cumpla con la seguridad y funcionalidad adecuadas.

Por lo que respecta a los enrocamientos y suelos compactados, que como se dijo, corresponden con materiales extraídos de algún banco, también existen actividades previas a las de la etapa de construcción que permitieron caracterizarlos, juzgar sobre su calidad y posibilidades de uso y determinar los procedimientos más adecuados, técnica y económicamente, para su explotación, procesamiento, colocación y compactación, así como para determinar las propiedades que es posible lograr después de las acciones anteriores, para considerarlas en la etapa de diseño del proyecto.

Toca durante la etapa de construcción establecer y aplicar los controles necesarios para verificar el logro de las propiedades que se establecieron previamente y garantizar así el cumplimiento de los requerimientos del proyecto.

ACEPTACION DE MATERIALES

Una vez establecidas las necesidades de características, condiciones y propiedades que deben de tener los materiales, toca durante la construcción el cumplirlas, verificarlas y medirlas, si es posible, para aceptarlos como adecuados para cumplir con el proyecto. A continuación trataremos aspectos relacionados con cada uno de los materiales a los que hemos estado refiriéndonos.

Macizos Rocosos

Los macizos rocosos tendrán sus propiedades condicionadas por diversos factores: el tipo de roca que los constituya, la alteración e intemperismo que presente, el grado de fracturamiento que lo afecte (frecuencia, espesor, longitud, relleno existente en el mismo, condiciones de las paredes de las fracturas, etc.), la presencia de accidentes geológicos en la masa de roca, las propiedades propias de la roca intacta que constituye los fragmentos entre fracturas y/o diaclasas, así como del relleno que se encuentre entre ellos, las características geométricas de los accidentes anteriores dentro de la masa de roca y su relación con la superficie libre del macizo, la topografía del macizo rocoso, y varios otros que a fin de cuentas conferirán al macizo rocoso propiedades particulares que deberemos conocer para considerarlas en el diseño que nos ocupe, la bibliografía al final de estas notas contiene mayor información para estos fines (ver del 1 al 6, 26 y 27).

Conocidas las características y propiedades del macizo rocoso, podrá realizarse el diseño del proyecto de que se trate. Generalmente los macizos de roca se ven asociados a obras de gran envergadura como presas, túneles, grandes excavaciones, etc. Para cumplir con las necesidades del proyecto, muy frecuentemente hay que hacer mejoramientos del macizo de roca como parte del procedimiento constructivo de la obra, que permitan homogeneizar las

condiciones del mismo y proporcionar un mínimo de control de las propiedades de éste, al menos localmente, en el entorno inmediato del macizo asociado a la obra.

Durante la construcción, la aceptación o no de las características y propiedades de los macizos rocosos, dependerá de los controles y resultados mismos de las acciones para el mejoramiento que se hayan aplicado, pudiéndose, desde luego, verificar las propiedades resultantes mediante las mismas técnicas y procedimientos con los que se exploró originalmente el macizo rocoso. Pero, sobre todo, la vigilancia por observación directa de las condiciones del macizo rocoso en la parte más expuesta del mismo, y que es en general la más involucrada con el proyecto de ingeniería de que se trate, juega un papel de la mayor importancia y constituye la mejor "prueba" para la aceptación o no del macizo de roca, permitiendo además decidir sobre las acciones que deben de aplicarse para lograr los objetivos del proyecto.

Como se ha dicho, las propiedades de los macizos rocosos pueden modificarse en algunas ocasiones, dentro de ciertos límites. Por ejemplo, puede modificarse su permeabilidad mediante la inyección de productos en el interior de su masa, de sus fracturas y otras diaclasas; o introduciendo drenaje mediante perforaciones para aumentar su permeabilidad, si esto es lo que por condiciones de proyecto se requiere.

La inyección de productos en el interior del macizo de roca además de reducir su permeabilidad, aumentará, bajo ciertas condiciones, su resistencia y disminuirá su deformabilidad. El diseño, aplicación y control de los métodos para lograrlo constituyen en si toda una especialidad. Los resultados de aplicar esta tecnología de mejoramiento del macizo de roca se evalúan de la misma forma en que pudieron determinarse las propiedades originales del macizo, es decir pruebas de permeabilidad (Lugeon) o bien determinación de la deformabilidad de la masa con ayuda de prospección geofísica (geosísmica), sin embargo, la mejor garantía del mejoramiento se obtiene durante la ejecución misma del tratamiento, controlando el producto(s) que se inyecta (mezclas agua/cemento, en ocasiones con bentonita, arena, o aditivos para diversos propósitos), los volúmenes que es posible inyectar y las presiones que se desarrollan durante la inyección, y la distribución de las "tomas" del producto inyectado en el medio, etc.

El drenaje puede constituir un procedimiento para el mejoramiento de la resistencia del macizo rocoso, al eliminar o controlar los efectos dañinos que en él pudiera ocasionar la subpresión que pudiera generarse entre bloques de roca por agua acumulada en las fracturas que los limitan. El control de su ejecución es muy importante y puede limitarse, en primera instancia, a la verificación, por geometría, de que éste se realice en la zona en que se proyectó y alcance las profundidades consideradas en el proyecto, cruzando los planos o zonas en las que se quiere evitar o controlar la generación de presiones hidráulicas.

A largo plazo, el conocer la eficiencia y efectividad de los drenes es muy importante, pues en general tienden a obturarse por el taponamiento que pueden sufrir debido a la depositación de minerales en sus paredes (carbonatos, óxidos, etc.), o al arrastre de partículas. La instalación adecuada de piezómetros en el entorno de la zona que se pretende drenar es una medida necesaria, así como lo es el diseño adecuado de los drenes, incluyéndoles filtros o aditamentos que eviten la depositación de minerales en sus paredes o extremos en contacto con aire, para aumentar su tiempo de vida útil efectiva. Los resultados que arroja la

piezometría pueden indicar la necesidad de realizar limpieza de mantenimiento en los piezómetros o de ejecutar drenes adicionales.

Mediante la instalación de anclajes u otros medios de soporte se mejoran las características de resistencia locales de la masa de roca; como puede ser el entorno de excavaciones subterráneas o de taludes en excavaciones a cielo abierto. El mejoramiento es en un volumen reducido del macizo de roca, pero es en aquel que juega un papel importante dentro del proyecto al que nos enfrentamos. La verificación y aceptación de los resultados de este mejoramiento mediante la aplicación de soporte al macizo de roca reside en los controles que se hayan ejercido durante la instalación de los elementos de soporte mismos. Por ejemplo: si se trata de anclajes, y estos son de fricción, el control residirá en las características del producto utilizado para inyectar al ancla, en el grado de retaque que se haya logrado entre el ancla y la pared de la perforación para transmitir por fricción la carga de una a otra; si el anclaje es de tensión, en el agarre que tenga el elemento mecánico con la roca dentro de la perforación. Al final de la instalación siempre podrán realizarse pruebas de extracción de anclas para verificar si la carga que éstas aportan al macizo de roca es adecuada con el proyecto considerado. Un aspecto muy importante a considerar es el diseño particular del elemento de soporte y el cuidado en su instalación, incluyendo protecciones contra corrosión, con la finalidad de lograr sistemas de soporte duraderos a lo largo de la vida útil del proyecto de que forman parte.

Al principio se mencionó la durabilidad como una propiedad adicional importante para el diseño. En realidad esta depende de diversos factores como es la propia resistencia del medio, las características que éste presente (alteración, intemperismo, fracturamiento, homogeneidad, etc.), las acciones a que vaya a estar expuesto (flujo, cambio de condiciones de humedad, carga, etc.), que pueden provocar su deterioro progresivo por erosión, desgaste, rotura, etc. La durabilidad puede mejorarse mediante tratamientos que eviten las condiciones dañinas, aislando al medio de que se trate de los factores que pueden deteriorarlo, mediante tratamientos superficiales (p.ej. concreto o mortero lanzado).

Como hemos visto, la calidad y propiedades de los macizos rocosos se determinan y juzgan desde la etapa de estudios. Si se decide su mejoramiento, al aplicarlo, se deben ejercer controles, y pueden, durante la aplicación del mejoramiento o al final del mismo, verificarse las propiedades logradas para considerarlas en el diseño de que se trate, mediante las mismas pruebas de laboratorio y/o campo aplicadas en la etapa de exploración y caracterización del medio. Sin embargo, no termina ahí la acción de juicio sobre la calidad de los macizos rocosos. Una parte muy importante se debe de ejercer durante el proceso constructivo mismo.

Esté el macizo rocoso ligado a cualquier obra de ingeniería civil, como puede ser la cimentación de cualquier estructura incluyendo una presa, la excavación de un túnel, la construcción de una vía de comunicación. Durante la construcción misma será el momento en que pueda verse realmente al material de que estamos hablando, que estará íntimamente involucrado con la obra, y que tendremos que apreciar para aceptarlo o no con relación al proyecto. Antes podemos haber juzgado la masa de roca en conjunto, ahora tendremos que juzgar a la superficie de roca sobre la que se desplantará la estructura, o se apoyará un revestimiento o un muro, a que quedará expuesta al medio ambiente.

En general no habrá pruebas físicas que nos permitan evaluarlo y medir cualitativamente alguna propiedad para proceder a su aceptación. Será la observación visual, el entendimiento del papel que juega el macizo de roca, o la porción involucrada de él, en el proyecto; y el mejor juicio basado en conocimientos, sentido común y experiencia, lo que permita o no aceptar al material como se presenta y, en su caso aplicar las medidas correctivas locales para satisfacer el objetivo del proyecto en seguridad, funcionalidad y durabilidad.

Estas medidas pueden ser, por ejemplo, la remoción de roca alterada, intemperizada o fracturada mediante medios mecánicos enérgicos (rompedoras neumáticas), la remoción de promontorios de roca firme, aun con explosivos, que ofrecen geometría indeseable para el apoyo de estructuras, la reposición con concreto de depresiones sobre la superficie de roca, el retiro de fragmentos sanos pero algo desprendidos de la masa de roca, la limpieza y relleno con concreto o mortero de fracturas para protección de los rellenos que hubiera en ellos (concreto dental), y cualquier otra que se justifique para lograr el objetivo del proyecto.

Suelo Natural

Este material tiene implicaciones semejantes a la de los macizos rocosos en lo que se refiere a que será utilizado permaneciendo en su lugar de origen. Lo veremos involucrado en cimentaciones de estructuras, túneles y excavaciones a cielo abierto. En el proceso de estudios del proyecto de que se trate debió de haber sido explorado y caracterizado mediante pruebas de campo y de laboratorio para determinar sus propiedades índice, mecánicas e hidráulicas, aplicando las técnicas propias de la mecánica de suelos (ver referencias 1 a 3, 10 a 14 y 26), y determinando su distribución horizontalmente y a profundidad. Del conocimiento de sus propiedades y de la demanda a la que estará sometido por las sollicitaciones del proyecto, podrá juzgarse si sus propiedades, características y condiciones son aceptables o se requiere su modificación mejorándolas. Se diseñará y aplicará el método de mejoramiento y, como en los macizos rocosos, se controlará, y podrán determinarse nuevamente las propiedades del medio para verificación de los resultados y ejecución del diseño considerando las nuevas propiedades. Durante la construcción podrán verificarse algunas características y condiciones del suelo natural para su aceptación o modificación en orden de cumplir con las expectativas del proyecto.

Durante la etapa de estudios la determinación de propiedades debe de realizarse de la manera más confiable para representar las condiciones de trabajo del suelo, y con la mayor precisión posible. Existen técnicas de campo y de laboratorio para ello que incluyen desde la exploración para toma de muestras según sea el tipo de suelo, ensayos de campo para determinar resistencia, deformabilidad y permeabilidad; y ensayos de laboratorio para identificación y clasificación del suelo y para determinación de propiedades mecánicas y representar comportamientos esperados para poder, cuantitativamente, involucrar en el análisis y diseño el comportamiento esperado del suelo.

Del conocimiento de las propiedades en esta etapa y de las implicaciones de éstas en el comportamiento de las estructuras del proyecto, se decidirá sobre la necesidad de mejorar el suelo por alguna de las técnicas aplicables. Estas técnicas pueden ser por medios mecánicos hidráulicos y químicos, o por inclusión de elementos o sustancias en la masa de suelo (ver

referencias (24 y 25). De cualquier forma se procurará mejorar la resistencia, deformabilidad y/o permeabilidad del suelo, básicamente mediante su densificación por compactación, consolidación o relleno de vacíos por inyección; aumento de fuerzas de liga entre partículas por efectos eléctricos, químicos o físicos; inclusión de elementos resistentes en la masa de suelo, como pilotes, columnas de materiales rígidos, etc.

La aplicación de los métodos para mejoramiento de suelos es ya parte de la etapa de construcción del proyecto y deben de aplicarse procedimientos de verificación del beneficio causado por el método y para determinar propiedades del suelo modificado. Las propiedades pueden determinarse con las mismas técnicas con que se determinaron en la etapa de estudio, pero se requieren pruebas que permitan el control en cuanto a homogeneidad y calidad del procedimiento de mejoramiento del suelo, que sean aplicables y proporcionen resultados de manera expedita, para poder tomar decisiones oportunas durante el mismo proceso y que permitan a su vez la aplicación, relativamente profusa, en el medio involucrado para poder tener evaluación confiable y completa de los resultados del mejoramiento. Estas pruebas que llamaremos de control, puede que no midan en forma directa las propiedades utilizadas explícitamente en el análisis y diseño del proyecto, sino otras que se relacionen con ellas. Es por ello que deben de calibrarse las pruebas de control y establecerse correlaciones particulares para los materiales, procesos y condiciones de trabajo del sitio, entre los resultados de las pruebas de control y las propiedades de interés para el diseño, ejecutando secciones de prueba del método de modificación del suelo. A partir de estas correlaciones se establecerán cartas de control y criterios de aceptación acordes con el proyecto.

Las pruebas de control pueden ser de aplicación en superficie o a profundidad, pero deben siempre abarcar el volumen de suelo involucrado. Entre las de aplicación de superficie, además de controlarse mediante las pruebas índice de mecánica de suelos (granulometría, contenido de agua, límites de consistencia líquido y plástico, clasificación de suelos, etc;), según se indica en las referencias 12 a 14, pueden incluirse las de placa, la geosísmica, los penetrómetros ligeros, las calas para determinación de peso volumétrico, y los métodos nucleares para determinación de peso volumétrico. Para el control de propiedades a profundidad, existen los conos dinámico y estático, la prueba de penetración estándar, los presurómetros y algunos métodos geofísicos.

Debe mencionarse que los pruebas aportan resultados numéricos que permiten establecer estadísticamente las condiciones del suelo y usar los valores para un mejor control documentado, pero no debe de olvidarse que la vigilancia y supervisión durante la construcción, por personal entrenado y experto es la primera fuente de juicio de los logros de un proceso constructivo.

En el anexo se incluyen copias de procedimientos de pruebas de control extraídas del Manual de Procedimientos de la Gerencia de Ingeniería Experimental y Control de la Comisión Federal de Electricidad.

La prueba de placa permite la medición de las características de deformabilidad y resistencia del terreno sobre el que se realiza. Su ejecución es relativamente sencilla y aporta resultados inmediatamente al final de su terminación. Su resultado dependerá del tamaño, rigidez y forma de la placa utilizada para la aplicación de la carga y no representa una propiedad intrínseca del material (ver referencia 26). Es una prueba de carácter estático que nos proporciona la

relación entre la deformación y la carga que se aplica al terreno a través de una placa (módulo de reacción), pudiendo proporcionar datos de la resistencia del terreno si se provoca una deformación tal que se produzca la falla del terreno por penetración de la placa en él.

Los métodos geofísicos (sísmicos) para determinación de propiedades del terreno tienen la ventaja de ser de aplicación relativamente rápida y de proporcionar resultados inmediatamente al final de su aplicación. La profundidad y volumen involucrado en prueba dependen del equipo que se utilice y de la energía que se introduzca en el terreno para efectuar la medición. La prueba consiste en generar una perturbación en el terreno mediante la aplicación de un impacto (por golpeo con un martillo o por una explosión), generando así ondas de corte y de compresión en el terreno, que viajan a través de él y pueden ser registradas por geófonos colocados a diferentes distancias del punto en que generaron. La medición del tiempo entre la generación y arribo de las ondas al punto de medición y la distancia entre ellos, permiten la medición de transmisión de las ondas en el medio de que se trate y el cálculo de las propiedades elásticas dinámicas del material (ver referencia 1,2 y 26).

Los penetrómetros ligeros son equipos que permiten medir en forma rápida y con mucha frecuencia características puntuales de la resistencia del terreno a ser penetrado por un elemento que consiste básicamente en una varilla ligada a un dinamómetro que mide esa resistencia. Los equipos permiten, en forma indirecta, la medición del peso volumétrico y del contenido de agua en el campo, al haber sido previamente calibrado el penetrómetro en el laboratorio directamente contra suelos compactados en moldes. Una de estas pruebas es la denominada de valor relativo de soporte (VRS), que puede ser aplicada a los materiales en el campo o en laboratorio (ver referencias 10 a 12 y 30).

La determinación del peso volumétrico o compacidad relativa del material en su lugar es uno de los procedimientos más socorridos para el control de características físicas y mecánicas de materiales térreos en el campo, teniendo el inconveniente de que los resultados se obtienen después de secar al material, lo cual puede llevar algún tiempo después de la aplicación del método dependiendo del procedimiento que se aplique (estufa u horno), para solventar ésta circunstancia existe un método, indirecto también, pero de rápida aplicación y presentación de resultados, que consiste en la obtención del contenido de agua y peso volumétrico del material con ayuda de equipo nuclear (ver referencias 10 a 14, 29 y 30).

Para la determinación de propiedades a profundidad en forma rápida existen los llamados conos y el método de penetración estándar (SPT). Los conos pueden ser introducidos en el terreno en forma estática o dinámica y medir la resistencia a la penetración en el terreno, de un elemento longitudinal (barra), en la punta o en el fuste de la misma. Los hay instrumentados eléctricamente lo que permite contar con registros continuos de la resistencia o bien aquellos en los que se lleva solo el registro de una presión de hincado, cuando es estático, o un conteo de golpes para hacerlo penetrar, cuando es dinámica (ver referencias 28 y 30).

Enrocamiento

El enrocamiento es un material que se extrae en banco, generalmente con explosivos, puede ser procesado o no, se coloca y se compacta en el lugar que le corresponde según el proyecto. Está constituido por fragmentos de roca de tamaño variable, mayores a las 3" y hasta varias decenas, Se utiliza para formar terraplenes de piedra (pedraplenes) para cimentar caminos u otras estructuras, obras de protección o respaldos de presas.

Su calidad depende desde del tipo de roca que lo constituye, de las características y condiciones de la masa de roca de la cual se extrajo, de la manera en que se aplicaron los explosivos para su explotación, del proceso sufrido, de la forma en que se colocó y de la forma en que se compactó.

Por el tamaño de sus los fragmentos que lo constituyen, tanto por dificultad de maniobras como por el volumen involucrado en las pruebas que tendrían que hacerse para lograr representatividad de los resultados, las pruebas que se hacen para su control, generalmente son escasas, pues son tardadas e interfieren con el proceso constructivo. Sin embargo sí se realizan y éstas son del mismo tipo que las ejecutadas para otro tipo de suelos pero con mayor volumen. Consisten básicamente en la determinación de pesos volumétricos mediante calas y granulometrías.

Por las restricciones anteriores, juega un papel muy importante la supervisión de las operaciones en el manejo de los enrocamientos. Desde la elección del banco para explotarlo, hasta su colocación y compactación.

Los bancos que se elijan deben de ser de roca sana y explotarse en forma tal que produzcan (hasta donde sea posible) la variación de tamaños que interese. Aunque los tamaños que se logren dependerán principalmente del fracturamiento que exista en el banco, la forma de explotarlo puede modificar o influir también este parámetro (ver referencias 7 y 8).

Generalmente se pretende que los enrocamientos sean resistentes y poco compresibles para lo cual se requiere que estén constituidos por partículas sanas, que presenten granulometrías bien graduadas (la mayoría de tamaños en proporción adecuada), y sean no contaminados por suelos cohesivos (arcillas), Sin embargo, en ciertas obras se requiere que presenten principalmente resistencia y permeabilidad (escolleras, obras de protección), por lo que las granulometrías adecuadas serán más bien las uniformes, pero con capacidad de retener a los materiales que estén abajo o atrás de ellas, para evitar su fuga a través de los vacíos entre las partículas que constituyen a las capas sobre o enfrente de ellos.

Desde la operación de carga en la cantera puede iniciarse u proceso de selección de los materiales para su utilización, realizando una operación de peinado, con el equipo de acercamiento y/o carga, para separar materiales por tamaño, o puede recurrirse a rejas de apertura predeterminada. La manera de "tirar" el material en el sitio de utilización condiciona la homogeneidad del mismo. Ya sea por balconeo desde capas superiores o por colocación de montones y extendido con tractores, se logran materiales diferentes en cuanto a la distribución de tamaños pudiendo haber segregación de tamaños en la masa de enrocamiento en conformación.

La compactación generalmente se determina con base en pedraplenes de prueba realizados previamente a las operaciones de construcción, con la finalidad de establecer el número de veces que el equipo deberá pasar por un mismo lugar para lograr una compacidad adecuada del enrocamiento. El control puede establecerse por mediciones topográficas de la superficie expuesta de éste, por calas volumétricas grandes (diámetro del agujero para hacer la cala de cuando menos 5 veces el diámetro nominal de la partícula que constituye al enrocamiento), mediante pruebas de placa, o por medición de las vibraciones producidas al transitar el equipo mismo de compactación sobre el enrocamiento. Estas mediciones pueden hacerse sobre el terreno o bien el propio equipo de compactación tener integrado un medidor de vibraciones que indica la variación de la rigidez del material sobre el cual transita al irlo compactando (ver referencias 17 a 23 y 26).

De hacerse calas volumétricas siguiendo el procedimiento usual, como el indicado en el anexo para suelos con partículas de menor tamaño. Se debe de tener cuidado al medir el volumen de la excavación de la cual que extrajo el material compactado. Esta medición se hace colocando una membrana de plástico (polietileno) en el fondo de la excavación y rellenando con agua la excavación. Para hacer esta determinación se deben de realizar calibraciones del método para determinar el volumen.

Suelos Compactados

Los suelos compactados pueden dividirse en materiales cohesivos (arcillas y algunos limos) y no cohesivos (gravas, arenas y algunos limos). Desde luego existen las mezclas de los dos que tienen que compactarse como tales. En este caso si la porción de material cohesivo está alrededor del 15 %, ésta regirá el comportamiento de la mezcla.

Como todos los materiales que se han tratado en este capítulo, su calidad dependerá de las características de los mismos. El control de estas características empieza en el propio banco de explotación, mediante la clasificación de campo, o apoyada en laboratorio, del suelo de que se trate

Las pruebas que para aceptación de los materiales se realicen una vez colocados son principalmente para determinar pesos volumétricos, granulometrías y contenidos de agua, en forma directa o indirecta, mediante calas o mediciones con equipo nuclear o para verificar resistencias mediante la medición de la resistencia a la penetración de elementos al terreno (ver referencias 10 a 14, 17, 18 22 y 26).

En los anexos se han incluido algunos procedimientos de prueba como referencias. El manejo del acervo de datos que se obtienen como resultado de la aplicación de estas pruebas de control ha sido objeto de otros capítulos de este mismo curso.

REFERENCIAS

1. DOBRIN, M.B. (1960) "Introduction to Geophysical Prospecting" Second Edition. International Student Edition. McGraw-Hill Book Company, Inc. Tokyo, Japan.
2. GRIFFITS, D.H. y KING, R.F. (1972) "Geofísica Aplicada para Ingenieros y Geólogos" Traducido por Río de la Cruz, A. Paraninfo. Madrid, España.
3. HALL, W.J., NEWMARK, N.M. y HENDRON, A.J. (?) "Classification, Engineering Properties and Field Exploration of Soils, Intact Rock and In Situ Rock Masses. U.S. Atomic Energy Commission. Washington, D.C. U.S.A.
4. BROWN, E.T. (1981) "Rock Characterization, Testing and Monitoring" ISRM Suggested Methods. International Society for Rock Mechanics. Pergamon Press. Great Britain.
5. LNEC (1983) "Desenvolvimentos Recentes no Dominio da Mecânica das Rochas" Laboratorio Nacional de Engenharia Civil. Lisboa, Portugal.
6. ALBERRO, J. (1974) "Apuntes del Curso de Mecánica de Rocas" División de Estudios de Posgrado. Facultad de Ingeniería. UNAM. México, D.F.
7. GUSTAFSSON, R. (1977) "Técnica Sueca de Voladuras" Traducido por Bravo, B Nora Boktryckeri, AB. Suecia.
8. OLOFSSON, S.O. (?) "Applied Explosives Technology for Construction and Mining" APPLEPLEX, Arla, Sweden.
9. AVITIA, R.C. (1971) "Suelo Cemento" Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. México, D.F.
10. RICO, A. y DEL CASTILLO, H. (1974) "La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres" Octava Reimpresión. Vol. I y II. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D.F.
11. JUAREZ, E. y RICO, A. (1963) "Mecánica de Suelos" Segunda Edición. Vol. I, II y III. Talleres Larios. México, D.F.
12. SRH (1970) "Manual de Mecánica de Suelos" Secretaria de Recursos Hidráulicos. México, D.F.
13. LAMBE, T.W. (1951) "Soil Testing For Engineers" Twelfth Printing. John Wiley & Sons, Inc. N.Y. U.S.A.
14. AKROYD, T.N.W. (1954) "Laboratory Testing in Soil Engineering" Soil Mechanics Limited. London, England.
15. SOCIEDAD MEXICANA DE MECANICA DE SUELOS (1979) "Mejoramiento Masivo de Suelos" SMMS No. 017. México, D.F.

16. CFE (1985) "Comportamiento de Presas Construidas en México. 1974-1984" SMMS No. 060. México, D.F.
17. USBR (1960) "Design of Small Dams" U.S. Department of the Interior. Bureau of Reclamation. Washington, D.C. U.S.A.
18. MARSAL, R.J. y RESENDIZ, D. (1968) "Compactación de Suelos Arcillosos. Propiedades Mecánicas de Suelos Arcillosos Compactados" Instituto de Ingeniería, UNAM. No 187. México, D.F.
19. MARSAL, R.J. y RESENDIZ, D. (1968) "Problemas de Construcción y Control de Materiales en Presas de Tierra y Enrocamiento" Instituto de Ingeniería, UNAM. No. 193. México, D.F.
20. MARSAL, R.J. y RESENDIZ, D. (1975) "Presas de Tierra y Enrocamiento" Limusa, México, D.F.
21. MARSAL, R.J. (1980) " Contribuciones a la Mecánica de Medios Granulares. Selección de Trabajos de Raúl J. Marsal" CFE, México. D.F.
22. SHERARD, J.L., WOODWARD, R.J., GIZIENSKI, S.F. y CLEVENGER, W.A. (1967) "Earth and Earth-Rock Dams" John Wiley and Sons, Inc., New York, USA
23. FORSSBLAD, L. (1981) "Vibratory Soil and Rock fill Compaction" Dynapac Maskin AB Dolna, Sweden.
24. STAMATOPOULOS. A.C. y KOTZIAS, P.C. (1990) "Mejoramiento de Suelos por Precarga" Traducido por Navarro, R. Noriega Limusa, México, D.F.
25. HAUSMANN, M.R. (1990) "Engineering Principles of Ground Modification" Mc. Graw-Hill Publishing Co., New York. U.S.A.
26. CFE (1981) "Manual de Diseño de Obras Civiles. Sección B. Geotecnia". Comisión Federal de Electricidad. México, D.F.
27. INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS SUGGESTED METHODS. (Colección de publicaciones sobre métodos de prueba en roca intacta y macizos rocosos). Secretariat of the ISRM. Lisboa, Portugal.
28. SANTOYO, E., LIN XUE, R. y OVANDO, E. (1989) "El Cono en la Exploración Geotécnica" TGC Geotecnia, México, D.F.
29. TERZAGHI, K. y PECK, R.B. (1967) "Soil Mechanics in Engineering Practice" Second Edition. John Wiley and Sons, New York. USA.
30. INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA (1990). " Mecánica de Suelos Instructivo para ensaye de Suelos" IMTA, México, D.F.

A N E X O

Es conveniente dibujar, al mismo tiempo, la curva de saturación completa, cuya ecuación es la siguiente:

$$\gamma_d = \frac{S_s}{1 + wS_s}$$

donde:

w contenido de agua
S_s densidad de sólidos del material
γ_d densidad seca

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADA

1. PROPOSITO

Este procedimiento tiene como propósito establecer una guía para determinar la relación contenidos de agua-densidades secas del suelo compactado, para aplicarlos en los procedimientos constructivos y el control de la compactación de campo.

2. ALCANCE

El método es aplicable a los suelos finos plásticos y, en general, a mezclas suelo-agregados cuya fracción fina es cohesiva, y en los que con este procedimiento se logra definir bien la curva de compactación y la densidad seca máxima. La prueba se emplea en suelos que pasan la malla No. 4.

3. REFERENCIAS

- 3.1 Norma ASTM D 698
- 3.2 Norma ASTM D 2168

4. DEFINICIONES

Contenido de agua óptimo. Es aquel contenido de agua con el que se obtiene la densidad seca máxima del suelo compactado.

Densidad seca máxima. Es la densidad seca que corresponde con el valor máximo obtenido de la curva de compactación del suelo y corresponde al punto en que la tangente trazada a dicha curva es horizontal.

5. INSTRUCCIONES

5.1 Equipo mínimo requerido

- Molde Proctor de 10,2 cm de diámetro y 11,7 cm de altura, con extensión de 5 cm de altura (ref 3.1).

PRUEBA DE COMPACTACIÓN PORTER

1. PROPOSITO

Determinar el contenido de agua óptimo y la densidad seca máxima del suelo compactado para aplicarlos en las especificaciones de construcción y en el control de la compactación de campo. Los resultados de la prueba son necesarios para el control de la compactación de terracerías, sub-bases y bases de pavimentos.

2. ALCANCE

La prueba está limitada a la fracción de suelos que pasan la malla de 1". Deberá efectuarse también en los suelos finos en que la prueba de compactación por impactos no pueda llevarse a cabo, como son las arenas de río o de mina, arenas producto de trituración y en general, en todos los materiales que carezcan de cohesión o cementación.

3. REFERENCIAS

3.1 SCT Normas de construcción. Muestreo y pruebas de materiales, Tomo IX, Parte primera. Capítulo 2. Edición 1981.

4. DEFINICIONES

Contenido de agua óptimo. Es la humedad mínima con la que al aplicar la carga para compactar al suelo, como se indica en las instrucciones que se describen adelante, se humedece la base del molde de compactación.

Densidad seca máxima. Es la densidad seca que se obtiene al compactar el suelo con su contenido de agua óptimo.

5. INSTRUCCIONES

5.1 Equipo mínimo requerido

- Molde Porter de 15,7 cm de diámetro y 20,3 cm de altura.
- Máquina de compresión con capacidad mínima de 300 kN y aproximación de 10 N para cargas bajas.
- Varilla metálica con punta de bala de 1,9 cm de diámetro y 30 cm de longitud.

determinaciones, dos con contenidos de agua inferiores al óptimo y dos con contenidos de agua superiores.

2. Se mezcla cada fracción de suelo (masa aproximada igual a 2,5 kg) con suficiente agua para obtener el contenido de agua deseado; debe tomarse en cuenta el contenido de agua inicial del material. Esta operación puede hacerse con un atomizador.

3. Se almacena cada una de las mezclas en un recipiente de vidrio con tapa hermética, para permitir que el contenido de agua sea uniforme en toda la mezcla. Si el material tiene baja plasticidad, deberá almacenarse durante doce horas y si la plasticidad es alta, uno o dos días.

4. Se pesa el molde Proctor con su placa de base.

5. Se acomoda el collarín de extensión sobre el molde.

6. Se coloca en el molde la quinta parte de una de las fracciones de suelo, aproximadamente. Se empareja la superficie con los dedos.

7. Se compacta esta capa con 25 golpes de martillo de 4,54 kg de masa, con altura de caída libre de 46 cm. Los golpes deberán distribuirse uniformemente sobre la superficie de la capa.

8. Se repiten los pasos 6 y 7 con una segunda, tercera y hasta la quinta capa. La superficie de la quinta capa deberá sobresalir 6 a 13 mm del borde del molde, dentro del collarín de extensión.

9. Se quita, con cuidado, el collarín de extensión y se enrasa el suelo con una regla metálica. En caso de materiales plásticos, es conveniente aflojar el material en contacto con el collarín antes de quitar éste, para evitar que se desprendan trozos de suelo.

10. Después de limpiar el cilindro exteriormente, se pesan el molde (incluyendo la placa base) y el suelo, con una precisión de 1 g. El valor obtenido se anota en el registro de cálculo.

11. Se desarma el molde para extraer fácilmente el material. Conviene emplear, para esta operación, un extractor.

Se hacen dos determinaciones de contenido de agua en dos muestras representativas, cada una con peso aproximado de 100 g, una tomada de la parte superior del molde y otra del fondo.

12. Se repiten los pasos 5 a 11 para las cuatro fracciones restantes de suelo, preparadas como se indica en los pasos 2 y 3.

13. Se dibuja la gráfica de densidad seca contra contenido de agua de compactación.

Es conveniente dibujar, al mismo tiempo, la curva de saturación completa, cuya ecuación es la siguiente.

$$\gamma_d = \frac{S_s}{1 + wS_s}$$

donde:

w contenido de agua
S_s densidad de sólidos del material
γ_d densidad seca

CFE

estudios
experimentales

PRUEBA DE COMPACTACION

Foja _____ de _____

- Próctor estándar
- Próctor tipo CFE
- Harvard miniatura

Proyecto: _____ Prueba No. _____ Fecha de prueba: _____
 Banco o estructura: _____ Operador: _____
 Sondeo: _____ Muestra No. _____ Localización: _____ Cálculo: _____
 Profundidad: _____ m Descripción del suelo: _____ $\omega_c =$ _____ % ; $\omega_p =$ _____ %

Diámetro molde No. _____ = _____ cm	Peso del martillo = _____ kg	No. de capas: _____
Altura molde = _____ cm	Diámetro del martillo = _____ cm	Energía de compactación = _____ kg-cm/cm ³
(1) Volumen molde = _____ cm ³	Altura de caída = _____ cm	
(2) Tara molde = _____ kg	No. de golpes/capa = _____	Cribado por malla No. _____

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA					DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO					
Cápsula No	Tara cápsula (3)	Peso suelo húmedo + cápsula (4)	Peso suelo seco + cápsula (5)	Peso agua (6) (4)-(5)	Peso suelo seco (7) (5)-(3)	Contenido de agua, w (8) $\frac{(6)}{(7)} \times 100$ (7) %	Peso suelo húmedo + molde (9)	Peso suelo húmedo en el molde (10) (9)-(2)	Peso suelo seco en el molde (11) $\frac{(10)}{1+(8)/100}$	Peso volumétrico seco, δ_d (12) $\frac{(11) \times 10^3}{(1)}$ kg/m ³
	gramos					kilogramos			kg/m ³	

Peso volumétrico seco δ_d , en kg/m³



TRAZO DE LA PARABOLA

Peso volumétrico seco máximo (δ_d)_{max} = _____ kg/m³

Contenido de agua óptimo, $\omega_o =$ _____ %

Densidad de sólidos suelo < malla 4, $S_s =$ _____

Relación de vacíos, $e_o = \frac{S_s}{\delta_p} - 1 =$ _____

Grado de saturación, $G_w = \frac{\omega_o S_s}{e_o} \times 100 =$ _____ %

Para dibujar las curvas de saturación total y parcial:

$\delta_d = \frac{S_s G_w}{S_s \omega + G_w}$, para $\delta_w = 1 \text{ g/cm}^3$

(G_w expresado en forma decimal)

PARA CADA PUNTO:

Peso necesario de suelo = W_c

$W_c = W_s(1 + \omega_i/100)$, en gramos

Cantidad de agua para agregar = W_ω

$W_\omega = W_s(\omega_c - \omega_i)/100$, en cm³

donde:

W_s = Peso suelo seco preñado, g

ω_i = Contenido de agua inicial, %

ω_c = Contenido de agua de compactación, %

† Aprox. 2500 g < Malla 4

Contenido de agua ω , en porcentaje del peso seco

PRUEBA DE COMPACTACIÓN PORTER

1. PROPOSITO

Determinar el contenido de agua óptimo y la densidad seca máxima del suelo compactado para aplicarlos en las especificaciones de construcción y en el control de la compactación de campo. Los resultados de la prueba son necesarios para el control de la compactación de terracerías, sub-bases y bases de pavimentos.

2. ALCANCE

La prueba está limitada a la fracción de suelos que pasan la malla de 1". Deberá efectuarse también en los suelos finos en que la prueba de compactación por impactos no pueda llevarse a cabo, como son las arenas de río o de mina, arenas producto de trituración y en general, en todos los materiales que carezcan de cohesión o cementación.

3. REFERENCIAS

3.1 SCT Normas de construcción. Muestreo y pruebas de materiales, Tomo IX, Parte primera. Capítulo 2. Edición 1981.

4. DEFINICIONES

Contenido de agua óptimo. Es la humedad mínima con la que al aplicar la carga para compactar al suelo, como se indica en las instrucciones que se describen adelante, se humedece la base del molde de compactación.

Densidad seca máxima. Es la densidad seca que se obtiene al compactar el suelo con su contenido de agua óptimo.

5. INSTRUCCIONES

5.1 Equipo mínimo requerido

- Molde Porter de 15,7 cm de diámetro y 20,3 cm de altura.
- Máquina de compresión con capacidad mínima de 300 kN y aproximación de 10 N para cargas bajas.
- Varilla metálica con punta de bala de 1,9 cm de diámetro y 30 cm de longitud.

- Placa circular para compactar de 15,5 cm de diámetro.
- Balanza con capacidad mínima de 10 kg y precisión mínima de 1 g.
- Varios: charolas de lámina, malla de 1" (25,4 mm), malla No.4, probeta graduada de 500 cc, probeta graduada de 1000 cc, regla de 15 cm graduada en milímetros, horno de secado, desecador, recipientes para determinar el contenido de agua, espátulas y recipientes de vidrio con tapa hermética.

5.2 Preparación de la muestra

Consiste en seleccionar una porción representativa del material por ensayar, de manera que se obtengan alrededor de 16 kg de suelo que pasa la malla de 1". Previamente a su cribado, se disgrega el suelo con una mano de mortero cubierta de hule, cuidando de no romper los granos individuales.

Para la preparación de la muestra existen dos procedimientos: en húmedo y en seco. Es preferible, siempre que sea posible, que los materiales cuya fracción fina se clasifique como: ML, CL, OL, MH, CH, OH y PT, se preparen por vía húmeda.

La preparación por vía húmeda se hace cribando por la malla de 1" la muestra seleccionada con su contenido de agua original. El material retenido se desecha.

En el método seco se deja secar el suelo al aire, o en el horno a una temperatura inferior a 60°C. El suelo seco se criba por la malla de 1" y se desecha el material retenido.

En caso de requerirse compactar el suelo para utilizarlo en la prueba de Valor Relativo de Soporte (VRS), deberá procederse como sigue:

Si la muestra original contiene menos de 15% en peso de material que se retiene en la malla de 1", debe utilizarse para la prueba el material que pasó la malla. Cuando el retenido en la malla 1" exceda de 15% en peso, será necesario sustituir este retenido por una cantidad igual en peso de material pétreo que pase la malla de 1" y se retenga en la No. 4, el cual deberá tomarse de otra muestra del mismo material.

5.3 Ejecución de la prueba

1. A la muestra ya preparada (16 kg aprox.), que ha pasado por la malla de 1", se le agrega suficiente agua para obtener un contenido de agua un poco menor que el óptimo esperado. Debe tomarse en cuenta el contenido de agua inicial del material.

2. Para realizar la prueba, se toman de la muestra por cuarteo cuatro porciones representativas del suelo de por lo menos 4 kg cada una, cada porción deberá mezclarse con el agua requerida para la compactación. La primera porción tendrá el contenido de agua de la

CALAS VOLUMETRICAS CON CONO DE ARENA

1. PROPOSITO

El procedimiento del cono de arena permite determinar el peso volumétrico seco de un suelo en el sitio.

La prueba consiste en excavar una cala (pozo) en el suelo y obtener el peso de los sólidos secos contenidos en ella, determinándose al mismo tiempo el contenido de agua del material.

2. ALCANCE

Con el ensaye se podrá determinar en campo el peso volumétrico seco de suelos compactados artificialmente, de depósitos de suelos naturales, de mezclas de suelos y de otros materiales similares.

Los materiales deberán tener suficiente cohesión o atracción entre partículas de manera que se mantengan estables las paredes de la cala. Esta prueba se utiliza generalmente en suelos no saturados.

3. REFERENCIAS

- SARH, "Manual de Mecánica de Suelos", Ed. Gráfica Panamericana, 3a. ed., 1978.
- ASTM, "Parte 19, Soil and Rock; Building Stones", ASTM, 1982, Easton, Md., USA.

4. DEFINICIONES

Se denomina peso volumétrico seco al peso de las partículas sólidas y secas por unidad de volumen.

El peso volumétrico seco se calcula dividiendo el peso de los sólidos secos contenidos en la cala, entre el volumen de la misma.

Frecuentemente el peso volumétrico obtenido se utiliza como base de aceptación respecto a un peso volumétrico especificado. Este último se determina conforme a un ensaye estándar de laboratorio.

5. PROCEDIMIENTO

5.1 Equipo y materiales

1. Ochenta N de arena estándar de Ottawa (que pasa la malla No. 20 y es retenida en la malla No. 30), o cualquiera arena uniforme de granos redondeados, cuya granulometría sea parecida a la arena de Ottawa.
2. Dispositivo para determinación de volúmenes con el procedimiento del cono de arena que consiste de lo siguiente:
 - Cono, molde cilíndrico
 - Recipiente, con capacidad aproximada de 4 litros, al que se adapta el cono
 - Placa base perforada

Los detalles del dispositivo se muestran en la fig 1. Las dimensiones indicadas en ella son las mínimas aceptables para materiales que tienen un tamaño máximo de partículas de 50 mm y para una cala de 3000 cm³ de volumen, aproximadamente.

Cuando el tamaño de las partículas es mayor a 50 mm se necesitan dispositivos y volúmenes de cala más grandes.

3. Balanza con capacidad mínima de 100 N y 0,050 N de precisión.
4. Balanza con capacidad de 20 N y 0,010 N de precisión.
5. Recipiente de 3 litros de capacidad, con tapa hermética.
6. Horno y desecador.
7. Molde metálico para la calibración de la arena.
8. Varios: papel de envoltura grueso, cápsulas grandes, charola de lámina, regla metálica para enrasar la superficie del suelo, cincel, martillo, espátula de cuchillo, nivel de burbuja, pico y pala.

5.2 Calibración

5.2.1 Calibración del cono y de la placa base

1. Se secan al horno 80 N de arena limpia.
2. Se llena el recipiente de vidrio con la arena seca y se pesa el conjunto con precisión mínima de 0,05 N. Se atornilla el cono al recipiente.

3. Se coloca el papel de envoltura sobre una superficie horizontal, plana y fija, y se pone la placa-base en el centro del mismo.
4. Se invierte el recipiente, y se coloca el cono en la escotadura de la placa-base.
5. Se abre rápidamente la válvula del cono y se espera a que la arena llene la perforación de la placa-base y el cono.
6. Se cierra la válvula. Aunque se abra o se cierre la válvula rápido, no se debe golpear el frasco ni el cono. Se invierte la posición del recipiente. Se desatornilla el cono y se pesan el recipiente y la arena que contengan.
7. Se calcula el peso de la arena utilizada para llenar el cono y la perforación de la placa-base.
8. Se repiten los pasos 2 a 7 las veces que sean necesarias hasta obtener resultados consistentes.

5.2.2 Calibración de la arena

1. Se llena el recipiente de 4 litros de capacidad con arena limpia y secada al horno. Se pesa el conjunto, con una precisión mínima de 0,05 N. Se atornilla el cono al recipiente.
2. Se coloca la placa-base sobre un molde metálico de calibración, aproximadamente del mismo tamaño y forma que las de la cala en el campo.
3. Se invierte el recipiente, y se coloca el cono en la escotadura de la placa-base. Se abre rápidamente la válvula del cono y se espera a que la arena llene el molde de calibración, la perforación de la placa-base y el cono.
4. Se cierra la válvula y se invierte la posición del recipiente. Se desatornilla el cono del recipiente.
5. Se pesa el recipiente y la arena que contenga.
6. Se calcula el peso de la arena requerido para llenar el molde de calibración, y el peso volumétrico seco de la arena, tal como se colocó en el molde de calibración.
7. Se repiten los pasos 1 al 6, el número de veces que sea necesario para verificar que la arena pueda ser colocada con el mismo peso volumétrico en calibraciones sucesivas.

Los resultados de la calibración se anotan en la Tabla 1.

5.3 Determinación del peso volumétrico en campo

1. Se llena el recipiente de 4 litros de capacidad con arena limpia y secada al horno, y se pesa con precisión mínima de 0,05 N. Se tapa el recipiente para evitar pérdidas de material durante el transporte.
2. Enrase a nivel la superficie del suelo en el sitio donde se va a hacer la determinación del peso volumétrico. Deberá cuidarse de remover la capa superficial de suelo, cuyo peso volumétrico no sea representativo del obtenido con el procedimiento de compactación.
3. Se coloca la placa-base sobre la superficie del suelo nivelada y enrasada
4. Se excava el suelo a través de la perforación de la placa-base. La cavidad debe tener, aproximadamente, las mismas dimensiones que el molde utilizado para calibrar la arena. El volumen de la cavidad debe ser tan grande como sea práctico para minimizar el efecto de los errores y en ningún caso deberá ser menor que el volumen indicado en la Tabla 2.

TABLA 2

Tamaño máximo de partículas	Volumen mínimo de la cala, cm ³	Muestra mínima para contenido de agua, N
Malla No. 4	710	1,00
1/2"	1420	3,00
1"	2120	5,00
2"	2830	10,00

5. El material que se va extrayendo de la cala se deposita con cuidado en un recipiente hermético, el cual se tapa enseguida para evitar pérdida de humedad.
6. Se desatornilla la cubierta del recipiente con la arena calibrada y se atornilla en su lugar el cono. Se invierte el recipiente y se coloca el cono en la escotadura de la placa-base.
7. Se abre rápidamente la válvula del cono y se deja que la arena llene la cavidad en el suelo, la perforación de la placa-base y el cono.
8. Se cierra la válvula y se invierte el recipiente. Se reemplaza el cono por la tapa roscada del recipiente.

9. Se extrae la arena de la cavidad, y se rellena ésta con el material probado. La porción de la arena que no se haya ensuciado puede recuperarse para usarla en otras pruebas.
10. En el laboratorio, se desatornilla la tapa del recipiente y se pesa con la arena que contenga. Por diferencia de pesos se obtiene el del material que llena la cavidad, la placa y el cono. Con los datos de calibración se calcula el volumen de la cavidad
11. Se pesa el suelo de la cala contenido en el recipiente hermético.
12. Se mezcla el material extraído y se separa una muestra para determinar su contenido de agua. El peso mínimo de la muestra para determinar su contenido de agua se indica en la Tabla 2.
13. Se calcula el peso volumétrico seco del material siguiendo la secuencia de la Tabla 3.

SUBGERENCIA DE GEOTECNIA Y MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS
 OFICINA DE CIMENTACIONES
 CALAS VOLUMETRICAS CON CONO DE ARENA
 TABLA 1
CALIBRACIÓN DE LA ARENA

Descripción de la arena por calibrar: _____

VOLUMEN CONO Y PERFORACION PLACA

DETERMINACIONES
 PRIMERA SEGUNDA

Peso del recipiente + arena antes de llenar:	_____	_____ N
Peso del recipiente + arena después	_____	_____ N
Peso arena en cono y perforación de placa:	_____	_____ N

PESO VOLUMETRICO SECO ARENA

Peso recipiente + arena	_____	_____ N
Peso recipiente + arena después de llenar:	_____	_____ N
Peso arena en cono, placa y molde:	_____	_____ N
Peso arena contenida en el molde:	_____	_____ N

DIMENSIONES DEL MOLDE

Altura: _____ m

Diámetro interior: _____ m

Volumen: _____ m³

PESO VOLUMETRICO SECO ARENA: _____ N/m³

SUBGERENCIA DE GEOTECNIA Y MATERIALES
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS
OFICINA DE CIMENTACIONES
CALAS VOLUMETRICAS CON CONO DE ARENA
TABLA 3
DETERMINACION EN CAMPO DEL PESO VOLUMETRICO

DATOS DE LOCALIZACION: _____

DESCRIPCION DEL MATERIAL: _____

VOLUMEN DE LA CAJA

Peso del recipiente + arena antes de llenar cala: _____ N
Peso del recipiente + arena después de llenar cala: _____ N
Peso arena en cala: _____ N
Volumen en cala: _____ m³

SUELO EXCAVADO

Peso suelo húmedo + tara: _____ N
Peso de la tara: _____ N
Peso suelo húmedo: _____ N

CONTENIDO DE AGUA

Peso suelo húmedo + tara: _____ N
Peso suelo seco: _____ N
Peso de la tara: _____ N
Contenido de agua: _____ N

RESULTADOS

Peso Volumétrico Seco: _____ N/m³
Peso Volumétrico Húmedo: _____ N/m³

OBSERVACIONES : _____

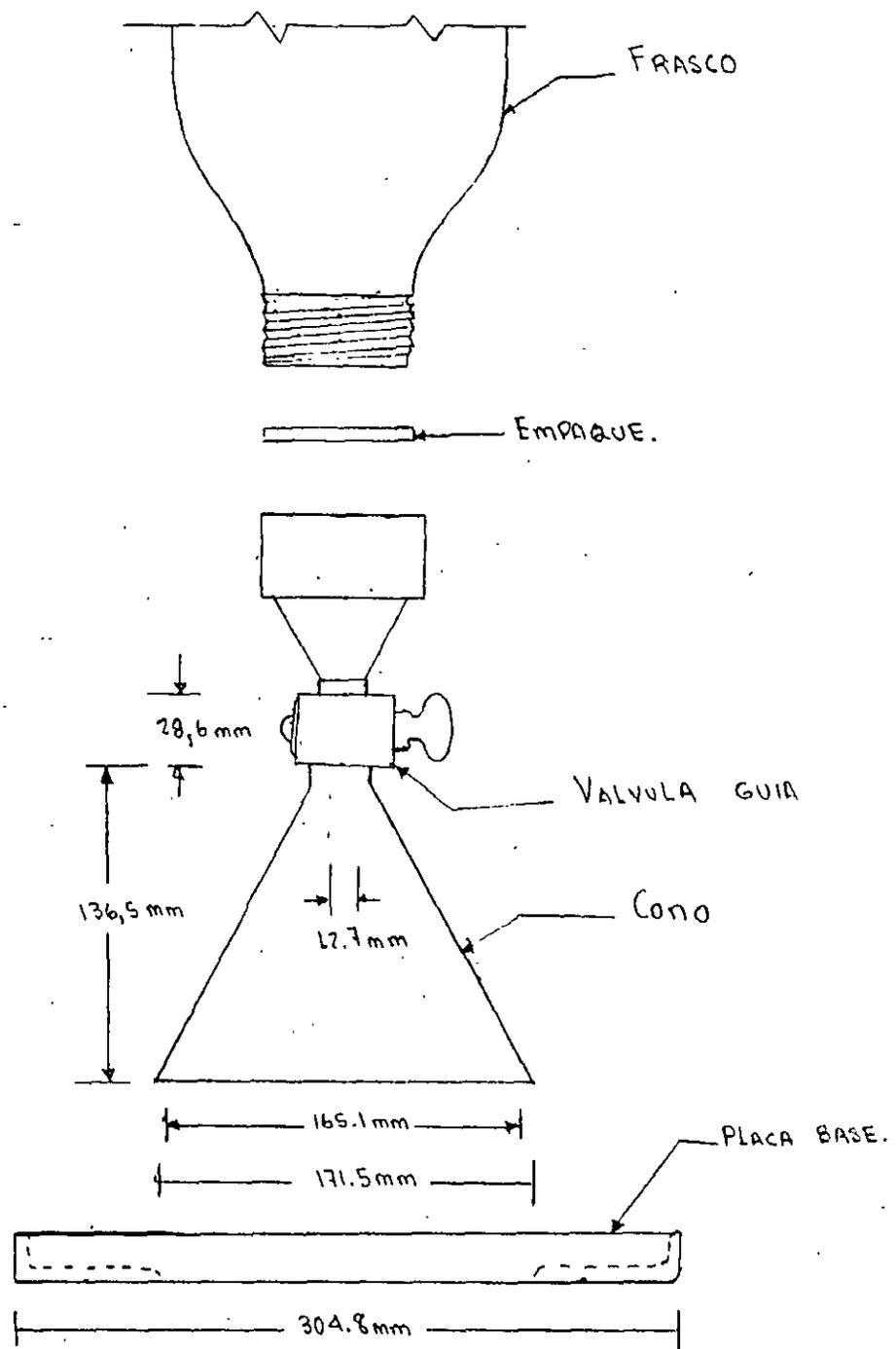


FIG. 1. DISPOSITIVO CONO DE ARENA.

PROCEDIMIENTO PARA EL USO Y MANEJO DEL DENSIMETRO NUCLEAR CPN, MC-S-24

1. PROPOSITO

Establecer los lineamientos para el uso y manejo seguro del densímetro nuclear marca CPN, modelo MC-S-24, de tal manera que se cumplan estrictamente las normas de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS).

2. ALCANCE

El método del densímetro nuclear permite determinar el peso volumétrico y el contenido de agua "in situ" a suelos y agregados de suelos de 5 a 60 cm de profundidad en incrementos de 5 cm.

3. REFERENCIAS

- 3.1 Manual de Aseguramiento de Calidad de la Gerencia de Ingeniería Experimental y Control
- 3.2 Procedimiento PGIE-001 "Procedimiento para la preparación, emisión y revisión de procedimientos e instructivos.
- 3.3 Notas de curso de "Seguridad radiológica en el uso de medidores industriales con fuente radiactiva a nivel de encargado", Capacitación Avanzada, S.C.
- 3.4 Campbell Pacific Nuclear (CPN) Corporation, 1988 "MC-3 Portaprobe Operating Manual", Martinez, California, USA.

4. DEFINICIONES

Para fines de este procedimiento se proporcionan las siguientes definiciones:

Densímetro nuclear: Equipo para medir peso volumétrico y contenido de agua de materiales téreos, utilizando para ello dos fuentes radiactivas.

Radiactividad: Emisión, por parte de un átomo, de partículas subnucleares o radiación electromagnética.

Ión: Electrones, átomos o grupos de átomos que tienen carga eléctrica.

Fuente Radiactiva: Todo aquel material que posee radiactividad, que emite radiaciones.

POE. Personal Ocupacionalmente Expuesto: Aquel personal que en razón de su trabajo está expuesto a las emisiones de una fuente radiactiva.

Peso volumétrico total (Dn wet): Peso del suelo total, incluye sólidos, agua y aire, contenido en una unidad de volumen, se expresa en g/cm^3 .

Peso volumétrico seco (Dn Dry): Peso del suelo una vez secado por 24 horas a $105^{\circ}C$, contenido en una unidad de volumen, en g/cm^3 .

Peso volumétrico seco máximo (Md): Peso volumétrico seco que se obtiene al aplicar al suelo una energía especificada de compactación con el contenido de agua óptimo.

Contenido de agua óptimo (OMC): Es el contenido de agua del suelo con el que se obtiene el peso volumétrico seco máximo del mismo.

5. EQUIPO

El equipo opera por la emisión de radiación de dos fuentes radiactivas protegidas con doble sello de seguridad: una fuente de Cesium-137, emite rayos gamma para medición del peso volumétrico y la otra de Americium-241:Berilium, emite neutrones para la medición del contenido de agua.

El densímetro tiene dos vástagos. El vástago izquierdo contiene un detector GM. En el fondo del vástago derecho están localizadas las dos fuentes radiactivas. Inmediatamente arriba de las fuentes está el detector de neutrones lentos para la medición de contenidos de agua.

A continuación se relacionan los datos técnicos del aparato:

Marca	CPN
Modelo	MC-S-24

Fuente Radiactiva:

Rayos gamma	Cesio-137, con intensidad de 10 mCi (370 Mbq)
Neutrones	Americio 241/Berilio, con una intensidad de 50 mCi (1,85GBq)

Encapsulación	Cápsula de doble sello
Embarque	Material radiactivo
	Forma especial, NOS, UN2974
	Índice de transporte 0,5
	Etiqueta amarilla II

Rango:

Densidad	0,96 a 2,88 t/m^3
----------	---------------------

Contenido de agua 0 a 40% en volumen (0 a 26% en peso)

Precisión:

Densidad	0,011 t/m ³
Contenido de agua	0,3% en peso
Temperatura de operación	0 a 70°C
Potencia	Paquete de ocho baterías AA recargables.
Vida de las baterías	500 a 1000 ciclos de carga-descarga
Tiempo de recarga	14 horas
Pantalla	160 caracteres
Almacenamiento de datos	128 registros de resultados
Microprocesador	Proporciona lectura y almacenamiento directo de los datos

6. SEGURIDAD

6.1 Almacenamiento

- a) El lugar para el almacenamiento del densímetro nuclear deberá estar dedicado exclusivamente para este fin.

Esto implica que no deberán almacenarse junto con el densímetro equipos y/o herramientas de otro tipo.

- b) El cuarto-almacén deberá contar con un sistema de seguridad apropiado que impida el acceso de personal no autorizado.

Únicamente el personal autorizado deberá tener la llave de acceso a este cuarto.

- c) En la puerta del cuarto-almacén deberá permanecer un rótulo con el símbolo internacional que indica la presencia de radiación y la siguiente leyenda:

"Prohibido el acceso a personal no autorizado"

Deberá explicarse al personal que labora en esa área las razones de las medidas de seguridad, de tal manera que se cree conciencia al respecto, pero sin que se llegue a una alarma infundada.

- d) El Encargado de Seguridad Radiológica deberá medir con el equipo portátil medidor de radiaciones los niveles de radiación radiológica en los alrededores del cuarto-almacén al menos cada tres meses. Estas mediciones se registrarán por escrito.

El nivel de radiación deberá ser menor que 2 mR/h. El medidor de radiaciones deberá calibrarse al menos cada doce meses. La calibración deberá hacerla una compañía autorizada por la CNSNS.

- e) Después de cada utilización del equipo, y antes de guardarlo en el almacén; el operador deberá medir las radiaciones alrededor del contenedor, para asegurarse de que no existen fugas de material radiactivo.

El resultado de estas mediciones deberá registrarse en una bitácora expreso.

6.2 Transporte

- a) El densímetro nuclear se deberá transportar dentro de un contenedor que cumpla con la categoría II amarilla.

El contenedor que viene de fábrica con el equipo cumple con esta norma. No deberá utilizarse otro tipo de contenedor. Deberá añadirse al contenedor un letrero que diga:

PELIGRO
"NO PERMANEZCA INNECESARIAMENTE CERCA DE ESTE EQUIPO"
"EL MANTENIMIENTO DE ESTE EQUIPO REQUIERE DE PERSONAL CALIFICADO Y PREVIAMENTE AUTORIZADO"

- b) Antes de subir el equipo al vehículo que lo transportará deberá verificarse lo siguiente:

- 1) Que en la superficie del contener no existan niveles de radiación superiores 50 mR/h.
- 2) Que el vehículo que lo transportará esté autorizado para hacerlo.
- 3) Que el vehículo tenga en un lugar visible el siguiente letrero:

"ESTE VEHICULO TRANSPORTA MATERIAL RADIATIVO"
"NO PERMANEZCA CERCA DEL VEHICULO INNECESARIAMENTE"

- 4) Que dentro del vehículo se encuentre la hoja con la lista de qué hacer en caso de accidente.
- 5) Que dentro del vehículo se encuentren las siguientes herramientas:

- Extinguidor
- Banderolas
- Señales luminosas
- Seis postes porta-cordón de 1,1 m de altura
- Cordón rojo para delimitar áreas
- Dos letreros con la leyenda "PELIGRO, RADIACION"
- Herramientas y llantas de refacción

- c) El contenedor deberá asegurarse perfectamente dentro del vehículo de tal manera que no exista riesgo de que se mueva por los movimientos de éste.

- d) Verifique, antes de que se vaya a iniciar el transporte, que en la cabina del vehículo no existan niveles de radiación superiores a 2 mR/h.
- e) El transporte del equipo sólo podrá ser hecho por personal autorizado por la CNSNS.

6.3 Uso del equipo

- a) El densímetro nuclear sólo podrá ser utilizado, manejado y transportado por personal debidamente autorizado por la CNSNS. Este personal deberá haber recibido un curso de seguridad radiológica.
- b) El operador deberá evitar el estar innecesariamente cerca del equipo. Cuando no requiera manipular al equipo deberá alejarse al menos a 1 m.
- c) Todo operador deberá portar un dosímetro termoluminiscente personal cada vez que vaya a manejar, almacenar o transportar el equipo.

El operador contará con dos dosímetros. Mensualmente enviará al encargado de seguridad radiológica (ESR) el dosímetro que haya utilizado durante el mes. Este se ocupará de enviarlo a un laboratorio autorizado para que se obtenga la dosis recibida en el periodo.

Llevará un registro con las dosis parciales y acumuladas de cada operario.

- d) El ESR vigilará que ningún operario sobrepase las dosis equivalentes admisibles (LDE), estas son:

- 50 mSv (5 rem) por año
- 4 mSv (400 mrem) por mes
- 0,2 mSv (20 mrem) por día
- 2,5 mSv (2,5 mrem) por hora

En caso de que en un mes se supere el LDE, el operario deberá dejar de trabajar con el equipo hasta que su dosis equivalente acumulada promediada al mes esté dentro de los límites.

7. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

7.1 Funciones de tecla

En la fig 1 se muestra el teclado de densímetro nuclear. En lo que sigue se explican las funciones de la diferentes teclas:

Fig. 1

	ID	RECALL	CLEAR	
ENTER	--	7 D	8 E	9 F
	%COMP	MAX	D BIAS	M BIAS
CLEAR	STEP			
	4	5	6	
	TIME	UNIT	STD	CALIB
START	0	1	2	3

Tecla	Función
START	Inicia un conteo
STEP	Actúa como tecla de cambio. Da el siguiente parámetro o pantalla.
CLEAR	Borra la entrada de datos si se presiona antes que ENTER. Detiene las mediciones en proceso. Muestra la pantalla anterior o las más recientes mediciones.
ENTER	Almacena los datos en la memoria. Da la exposición siguiente.
ID	Proporciona identificación de archivo a los datos registrados.
RECALL	Muestra los registros almacenados en memoria.
PRINT	Muestra el menú PRINT.
% COMP	Selecciona % de compactación para los cálculos de: Mw: Peso volumétrico máximo total Md: Peso volumétrico seco máximo
MAX	Pregunta los valores máximos de compactación en g/cm ³

D BIAS	Pregunta el valor de la desviación del peso volumétrico (\pm , en g/cm^3)
M BIAS	Pregunta el valor de la desviación del peso del agua por unidad de volumen (\pm , en g/cm^3)
TIME	Pregunta el ambiente de conteo: - Modo de tiempo fijo o de precisión constante - Nuevos valores de tiempo o precisión
STD	Muestra conteos estándares de peso volumétrico y peso del agua y pregunta por los nuevos conteos. Toma los nuevos conteos estándares.
CALIB	Una vez seleccionado el modo Profundidad Fija, pregunta la profundidad de prueba.

Las siguientes funciones se inician presionando la tecla STEP y sosteniendo la presión mientras se presiona la segunda tecla:

STEP+TIME	Pregunta la hora y fecha.
STEP+UNIT	Muestra el menú para seleccionar las unidades de medición y seccionar entre la pantalla de pesos volumétricos y la de conteos por minuto.
STEP+CALIB	Muestra el menú para seleccionar los coeficientes de autocalibración, o ambiente fijo o profundidad automática de las mediciones.
STEP+CLEAR	Limpieza maestra. Restituye directamente la pantalla principal.
ID, luego STEP+ID	Borra los registros de los datos almacenados

6.2 Configuración del aparato

El densímetro nuclear muestra las siguientes mediciones después de cada prueba:

1. **Dn wet** Peso volumétrico total, g/cm^3
2. **Dn H20** Peso del agua por unidad de volumen, g/cm^3
3. **Dn dry** $\text{Dn wet} - \text{Dn H20}$, g/cm^3

- 4. %H2O $(Dn\ H20/Dn\ dry)*100$
- 5. Mw Peso volumétrico máximo total
- 6. Md Peso volumétrico seco máximo, g/cm^3

El densímetro calculará ahora el % de compactación:

- 7. %Mw $(Dn\ wet/Mw)*100$
- 8. %Md $(Dn\ dry/Md)*100$

El operador puede meter desviaciones de peso volumétrico y peso del agua si es necesario.

- 9. +/- Valores de peso volumétrico, g/cm^3
- 10. +/- Valor de peso del agua, g/cm^3

Los parámetros siguientes se pueden configurar en el densímetro según la necesidad.

Parámetro	Rango
Unidades	pcf, g/cm^3 , o cpm.
precisión	Tiempo o precisión, y el valor: +/- g/cm^3 Seleccione modo a usar: Tiempo o
% compactación	Md o Mw
Md	
Mw	0 a 999,9
Desviación	
Peso volumétrico	
Peso del agua	+99,9 a -99,9

La entrada de los parámetros al densímetro se realizarán conforme a las instrucciones que siguen.

Acción	Resultado
1. Presione STEP+UNIT	Muestra el menú de unidades
2. Presione ENTER	Escoja unidades entre g/cm^3 o pcf
3. Presione CLEAR	Muestra las unidades seleccionadas
4. Presione ENTER	Escoja entre la pantalla de pesos volumétricos o conteos por minuto
5. Presione CLEAR	Exhibe la opción seleccionada

Parámetros de tiempo y precisión

1. Apriete TIME Se mueve el cursor al campo de tiempo en la pantalla.
2. Presione STEP Modo de tiempo o precisión se muestra en la pantalla.
3. Tecleé el nuevo valor Se almacena y muestra el nuevo valor.

Parámetros de % compactación y máximos.

1. Presione %COMP Se mueve en los campos de compactación Mw o Md.
- 2 Presione MAX Pregunta el nuevo máximo
- 3 Tecleé el valor y presione ENTER Muestra el valor y lo almacena.

Parámetros de desviación de peso volumétrico y peso del agua.

1. Presione D BIAS Mueve el cursor al campo de desviación de PV
2. Tecleé la desviación del PV y ENTER Muestra el valor y lo almacena.
3. Presione M BIAS El cursor se mueve al campo de desviación de peso del agua
4. Tecleé el nuevo valor y ENTER Muestra el nuevo valor y lo almacena.

7.3 Conteo estándar

Un conteo estándar se deberá realizar diariamente antes de iniciar las mediciones.

Para realizar un conteo estándar coloque el bloque de calibración en una esquina del contenedor cuidando de que queden perfectamente horizontales. Siente el densímetro en el bloque de calibración y verifique que sus cuatro patas entren en las guías del bloque. Ahora proceda como sigue:

Acción	Resultado
1. Presione STD	Muestra en pantalla los últimos datos de conteos estándar.
2. Presione la tecla START	El densímetro inicia un conteo de 256 muestras de un segundo. Un conteo toma aproximadamente 4,4 minutos.

Al finalizar el conteo, el medidor muestra y almacena los datos del conteo estándar. Verifique que los valores X_i del conteo estén entre 0,75 y 1,25 y que los cambios entre los valores anteriores y los actuales sean pequeños. Si los valores X_i están fuera de los límites antes señalados, repita el conteo hasta que estos valores sean aceptables.

7.4 Tomando una prueba

Antes de iniciar una prueba se deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) Acordone el sitio donde se vaya a trabajar en un área de al menos 3 x 3 y coloque los letreros de advertencia.

Esto evitará que personal ajeno se acerque innecesariamente al equipo. Además lo protegerá del tránsito de camiones y demás equipo pesado.

- b) Con el contador **geiger** verifique que en la superficie del equipo no haya niveles de radiaciones por arriba de los 2 mR/h. En caso contrario, se llevará el equipo a su almacén y se avisará de inmediato al Encargado de Seguridad Radiológica

- c) En caso de que los niveles de radiación estén por debajo de los admisibles se procederá a realizar las pruebas.

Para tomar una prueba haga lo siguiente:

Acción	Resultado
1. Configure el medidor	Densímetro configurado.
2. Haga los dos agujeros en el sitio a probar.	Sitio preparado para la prueba.
3. Coloque el aparato en el sitio y baje los vástagos a la profundidad deseada.	Densímetro preparado para la prueba.
4. Presione START	Muestra la última profundidad de calibración.

5. Tecleé la nueva profundidad y ENTER

Inicia el conteo de la prueba

Pantalla típica de una prueba

R1	1	225	1327
SF	ET 00:30		T0 1:00
gcc	wet	H20	dry
Dn	2,100	0,100	2,000
Pr	0,008	0,006	0,005
%		5,00	95,00
Md			2,105
Bi	0,0	0,0	

7.5 Almacenamiento y revisión de resultados

El aparato puede almacenar 128 registros de pruebas. La información puede ser revisada posteriormente o transferida a una computadora o impresora. Para almacenar los resultados de las pruebas proceda como se indica a continuación:

Acción

Resultado

1. Seleccione el número de registro entre 0 y 65535

2. Presione ID, introduzca el número de registro.

3. Al finalizar la prueba presione ENTER

4. Para limpiar el espacio de almacenamiento presione ID y luego sosteniendo abajo STEP, presione ID.

Queda registrado el número.

Los resultados son almacenados en un nuevo registro o agregados al registro

El espacio del registro es completamente borrado.

Para revisar los resultados:

Acción

1. Presione RECALL. Con STEP puede moverse al siguiente registro.
2. Introduzca el número de registro deseado y presione ENTER.
3. Con STEP va de prueba en prueba dentro del registro.
4. Para moverse al siguiente registro presione CLEAR.

Resultado

Está en el registro deseado y muestra el resultado de la primera prueba.

Los resultados de las pruebas se muestran en el orden que fueron tomadas.

Ahora puede cambiarse al siguiente registro con STEP.

PROCEDIMIENTO DE CONO HOLANDES

1. OBJETIVO

- 1.1 Este procedimiento describe cómo determinar la resistencia de punta y fricción lateral que son componentes de la resistencia a la penetración que desarrolla una barra con punta al ser hincada en el suelo.
- 1.2 Este procedimiento es aplicable en penetrómetros de punta y de punta-fricción del tipo mecánico y eléctrico. No se incluye la interpretación de resultados.
- 1.3 Los penetrómetros mecánicos que se describen en este procedimiento operan de manera incremental utilizando un penetrómetro telescópico lo cual resulta en una medición de la resistencia en una posición estática. Las restricciones de diseño de los penetrómetros mecánicos impiden una completa separación de la resistencia de punta y la fricción lateral. Los penetrómetros eléctricos avanzan continuamente y se puede medir por separado la resistencia de punta y lateral.

Las diferencias en forma y método de avance entre distintos tipos de cono influyen de manera significativa en los resultados obtenidos.

2. ALCANCE

- 2.1 Este procedimiento proporciona información sobre las propiedades ingenieriles del suelo que ayudarán en el diseño y construcción de obras de tierra y cimentaciones de estructuras.
- 2.2 Este procedimiento prueba al suelo *in situ* y no obtiene muestras. La interpretación de resultados de este procedimiento requiere conocimiento previo del tipo de suelo penetrado. Generalmente, los ingenieros obtienen esta información de perforaciones paralelas con muestreo y a veces la información o experiencia local evitan hacer sondeos con recuperación.
- 2.2 Los ingenieros frecuentemente correlacionan los resultados de esta prueba con resultados de laboratorio u otro tipo de pruebas de campo, o directamente con el comportamiento de la estructura. La exactitud de las correlaciones dependerán del tipo de suelo involucrado.
- 2.4 La mayoría de los ingenieros con experiencia en trabajos fuera de costa encuentran este procedimiento adecuado para la exploración en el fondo marino.

3. REFERENCIAS

- 3.1 **ASTM 3441-86.** Standar Test Method for Deep, Quasi-Static, cone and friction-cone penetration test of soil.

4. DEFINICIONES

- 4.1 **Cono.** La punta en forma de cono de penetrómetro, sobre la cual se desarrolla la resistencia por punta.
- 4.2 **Penetrómetro de punta.** Instrumento en forma de barra cilíndrica con punta cónica diseñada para penetrar suelo y roca suave y medir la resistencia de punta.
- 4.3 **Resistencia de punta- q_c .** La resistencia a la penetración desarrollada por el cono, igual a la fuerza vertical aplicada al cono dividida entre el área horizontal proyectada.
- 4.4 **Sondeo de cono.** La serie entera de penetraciones del cono en un sitio cuando se usa un penetrómetro.
- 4.5 **Penetrómetro eléctrico.** Un penetrómetro que utiliza transductores de fuerza eléctricos dentro de la punta no telescópica del penetrómetro.
- 4.6 **Penetrómetro de punta y fricción.** Un penetrómetro de punta con la capacidad adicional de poder medir fricción lateral.
- 4.7 **Relación de fricción R_f .** El cociente entre la resistencia lateral y la resistencia de punta expresada en por ciento.
- 4.8 **Resistencia por fricción f_s .** La resistencia a la penetración desarrollada por la funda de fricción, igual a la fuerza vertical aplicada a la funda entre su área.
- 4.9 **Funda de fricción.** Una sección de la punta del penetrómetro sobre la cual se desarrolla la fricción local.
- 4.10 **Barras interiores.** Barras que deslizan dentro de las barras de hincado para extender la punta de los penetrómetros mecánicos.
- 4.11 **Penetrómetro mecánico.** Un penetrómetro que utiliza un juego de barras interiores para operar la punta telescópica y transmitir la fuerza a la superficie para ser medida.
- 4.12 **Punta de penetrómetro.** La sección final del penetrómetro que contiene los elementos activos que miden la resistencia del suelo de punta y fricción.

4.12.1 Punta de penetrómetro. La sección final del penetrómetro que contiene los elementos activos que miden la resistencia del suelo de punta y fricción.

4.13 Barras de hincado. Los tubos de pared gruesa que se usan para avanzar el penetrómetro a la profundidad requerida.

5. INSTRUCCIONES

5.1 Equipo

5.1.1 Generalidades

5.1.1.1 Cono. El cono debe tener un ángulo en la punta de $60^{\circ} (\pm 5^{\circ})$ y un diámetro en la base de $33,7 \pm 0,4$ mm, lo que resulta en un área horizontal proyectada de 10 cm^2 . La punta del cono debe tener un radio menor que 3 mm.

Nota: Se pueden usar conos con áreas más grande para incrementar la sensibilidad en suelos blandos. La experiencia con conos eléctricos de 5 cm^2 y 20 cm^2 muestra que se obtienen datos similares que los conos de 10 cm^2 cuando se tiene la misma geometría.

5.1.1.2 Funda de fricción. Tiene el mismo diámetro exterior ($\pm 0,5$ a $-0,0$ mm) que la base del cono. Ninguna parte de la punta del cono debe proyectarse fuera del área del diámetro de la funda. La superficie de la funda será de $150 \text{ cm}^2 \pm 2\%$.

5.1.1.3 Acero. La punta y la funda de fricción del cono deben ser hechas con un acero de tipo y dureza adecuados para resistir la abrasión del suelo. La funda de fricción debe tener y mantener en uso una rugosidad de $0,5 \mu\text{m}, \text{AA}, \pm 50\%$.

5.1.1.4 Barras de hincado. Hechas de acero adecuado, estas barras deben tener una sección adecuada para sostener sin pandearse la carga requerida para hincar el penetrómetro. Estas deben tener un diámetro exterior no mayor que el diámetro de la base del cono en una longitud de al menos 0,4 m arriba de la base, o, en el caso del penetrómetro de punta y fricción al menos 0,3 m arriba de la parte superior de la funda de fricción. Cada una de las barras de hincado debe tener el diámetro interior constante. Deben acoplarse una a otra de modo de formar una sarta rígida de varillaje con un eje recto continuo.

5.1.1.5 Barras interiores. Los penetrómetros mecánicos requieren una sarta de barras adicional, de acero u otra aleación dentro de las barras de hincado. Las barras interiores debe tener un diámetro exterior constante con una rugosidad, excluyendo ondulamiento,

menor de 0,25 μm AA. Deben tener la misma longitud que las barras de hincado ($\pm 0,1$ mm) y una sección adecuada para transmitir la resistencia del cono sin pandearse o algún otro daño. El espacio entre las barras interiores y las barras de hincado debe estar entre 0,5 y 1,0 mm.

5.1.1.6 Exactitud de las mediciones. Es necesario tener la instrumentación de medición de fuerza adecuada para obtener medidas dentro del 5% de valores correctos

Nota: En trabajos fuera de costa es recomendable tener sistemas adicionales de instrumentación para asegurar la exactitud mencionada y el buen funcionamiento de los sistemas remotos involucrados.

5.1.2 Penetrómetros mecánicos

5.1.2.1 El mecanismo deslizante en la punta del penetrómetro mecánico debe permitir un movimiento descendente del cono en relación con las barras de hincado al menos de 30,5 mm.

Nota: A ciertas combinaciones de profundidad y resistencia de punta, la compresión elástica de las barras interiores puede exceder la carrera descendente que la máquina puede aplicar a las mismas.

En este caso, la punta no se extenderá y la lectura de cargas aumentará elásticamente hasta el final de la carrera del gato y tendrá un salto abrupto cuando se haga el contacto con las barras de hincado.

5.1.2.2 El diseño de la punta del penetrómetro mecánico debe incluir alguna protección contra la penetración del suelo al mecanismo deslizante y afectar los componentes de la resistencia.

5.1.2.3 Penetrómetro de punta. En la fig 1 se muestra el diseño y accionamiento de una punta de penetrómetro mecánico. Arriba de la punta se añade una capa de diámetro reducido para evitar la intrusión de suelo.

NOTA. Se puede desarrollar una cantidad importante de fricción lateral en esa capa e inclinarse en la resistencia de punta.

5.1.2.4 Penetrómetro de fricción y punta. En la fig 2 se muestra el diseño y accionamiento de la punta de un penetrómetro de fricción y punta. La parte inferior de la punta incluye una capa a la cual se pega el cono, avanza primero hasta que el flanco embona en la funda de fricción y entonces ambos avanzan.

5.1.2.5 Equipo de medición. Mida la resistencia a la penetración en la superficie con un aparato adecuado tal como una celda hidráulica o eléctrica o un anillo de carga.

5.1.1 Penetrómetros eléctricos

5.1.3.1 Penetrómetro de punta. La fig 3 muestra un diseño para la punta de un penetrómetro eléctrico. La resistencia en la punta se mide a través de un transductor de fuerza colocado en la misma. Un cable eléctrico u otro sistema adecuado transmite las señales del transductor al sistema de almacenamiento de datos. Los penetrómetros eléctricos permiten el avance continuo y almacenamiento de datos en cada intervalo de hincado de las barras.

5.1.3.2 Penetrómetro de fricción y punta. La funda de fricción no debe estar más de 10 mm arriba de la base del cono. En la fig 4 se muestra un diseño de este tipo de penetrómetros.

5.1.3 Otros penetrómetros. Los penetrómetros eléctricos pueden incluir otros transductores además de los de medición de la fricción en la funda. De los más comunes son los inclinómetros para ayudar en la determinación de la verticalidad del cono y piezómetros para proporcionar información adicional sobre el comportamiento del subsuelo.

5.1.4 Máquina de hincado. La máquina debe proveer una carrera continua, de preferencia con una longitud mayor a la de una barra de hincado. La máquina debe avanzar la barra a una velocidad constante mientras la magnitud de la fuerza requerida fluctúa.

NOTA. Los sondeos profundos requieren una capacidad de al menos 5 toneladas. Las máquinas modernas tienen capacidades hasta de 20 toneladas.

NOTA: El tipo de reacción que se utilice puede afectar la resistencia a la penetración medida, particularmente en la superficie o en estratos cercanos a ésta.

5.2 Ejecución

5.2.1 Coloque la máquina en posición vertical lo más prácticamente posible.

5.2.2 Velocidad de penetración. Mantenga una velocidad de penetración de 10 a 20 mm/s \pm 25% cuando se obtengan datos de resistencia. Entre las pruebas se pueden utilizar otras velocidades.

NOTA. La velocidad de 10 mm/s permite al operador leer correctamente los valores de resistencia cuando se utiliza el penetrómetro mecánico de fricción-punta, la velocidad de 20 mm/s es adecuada cuando se utiliza el penetrómetro mecánico de punta y permite una correcta operación del cono eléctrico. El estándar europeo requiere 20 mm/s.

NOTA: Velocidades de penetración mayores o menores que la estándar se pueden utilizar en circunstancias especiales, tales como cuando se mide la presión de poro. En estos casos debe anotarse en el registro de la prueba.

NOTA: Las presiones de poro que se generan adelante o alrededor de la punta pueden influir de manera importante en la medición de q_c y f_s . El piezocono con capacidad de hacer ambas mediciones ha mostrado ser útil en estos casos.

5.2.3 Penetrómetro mecánico

5.2.3.1 Penetrómetro mecánico de punta. (1) Avance la punta del penetrómetro hasta la profundidad de prueba requerida aplicando la suficiente carga sobre las barras de hincado; y (2) aplique la carga en las barras interiores para extender la punta del penetrómetro. Obtenga la resistencia de punta en un punto especí-

fico durante el movimiento descendente relativo de las barras interiores respecto a las barras de hincado estacionarias. Repita el paso 1. Aplique suficiente carga en las barras de hincado para retraer la punta extendida y avance hasta la nueva profundidad de prueba. Repitiendo este ciclo de dos pasos obtenga la resistencia a distintas profundidades. Los incrementos en la profundidad no deben exceder en general 203 mm.

5.2.3.2 Penetrómetro de punta y fricción. Utilice este penetrómetro como se describió anteriormente, pero obtenga dos valores de resistencia durante el paso (2) (figs 2 y 5). Primero obtenga la resistencia durante la fase inicial de extensión. Cuando la parte inferior de la punta alcance y sale la funda de fricción, obtenga una segunda medida de la resistencia total de la punta más la funda de fricción. Al restar se tiene la resistencia de la funda.

NOTA. Debido a la estratificación del subsuelo, la resistencia de la punta puede variar durante el movimiento adicional descendente de la misma para obtener la resistencia de la funda.

NOTA. La fricción del suelo a lo largo de la funda proporciona una carga adicional arriba del cono y puede incrementar la resistencia por arriba de la medida durante la fase inicial de extensión de la punta de una cantidad desconocida, pero probablemente en pequeña cantidad. Ignore este efecto.

5.2.3.3 Recopilación de datos. Para obtener resultados reproducibles en pruebas de cono, deben utilizarse sólo las lecturas que se realicen en un punto definido durante el movimiento descendente de la parte superior de las barras interiores respecto a la parte superior de las barras de hincado. Debido a la compresión elástica de las barras interiores, este punto, comúnmente, no debe encontrarse a menos de 25 mm del movimiento aparente de las barras interiores. Cuando se utilicen penetrómetros de punta y fricción, el punto debe ser justo antes de que la punta enganche la funda de fricción.

Nota. En la fig 5 se muestra cómo la carga en la celda hidráulica puede variar durante la extensión de la punta del penetrómetro de punta y fricción.

5.2.3.4 Obtenga las lecturas de punta y fricción tan rápido como sea posible después del brinco que se muestra en la fig 5. El operador no debe reportar datos de punta y fricción cuando sospeche que la resistencia de la punta está cambiando abrupta o erráticamente.

5.2.4 Penetrómetros eléctricos. Cuando se utilicen penetrómetros eléctricos, inserte el cable eléctrico a través de la barras de hincado.

5.2.4.1 Obtenga las primeras lecturas del cono con la punta del penetrómetro colgando libremente en aire o agua y a la sombra y después de una pequeña penetración inicial. Pruebe que la temperatura en el fondo de la perforación sea la misma que la de la punta del cono.

5.2.4.2 Obtenga la resistencia de la punta y fricción continuamente o a intervalos no mayores de 203 mm.

5.2.4.3 Al final del sondeo, obtenga una serie de datos como se menciona en 6.2.4.1 para verificar con las lecturas iniciales. Si esta verificación no es correcta, deseche los resultados del sondeo.

5.3 Reporte de Resultados

5.3.1 Gráfica de la resistencia de punta q_c . Todos los sondeos de cono deben presentarse con la gráfica de variación de resistencia con las distintas profundidades, estos puntos pueden unirse con líneas rectas como una aproximación para una gráfica continua.

5.3.2 Gráfica de la resistencia por fricción f_s . Además de la gráfica de la resistencia por punta, el reporte puede incluir una gráfica adyacente o superpuesta de la resistencia por fricción o la relación de fracción o ambas con la profundidad. Utilice la misma escala para todas las gráficas.

5.3.3 Gráfica de la relación de fricción. Si el reporte incluye descripción del subsuelo estimada a partir de la relación de fricción la gráfica de esta relación necesariamente tendrá que presentarse.

5.3.4 Si se utilizan piezoconos también deberá incluirse la gráfica de la variación de presión de poro con la profundidad.

5.3.5 El operador debe incluir dentro de su reporte, su nombre, localización y nombre del trabajo, fecha del sondeo, número del sondeo, coordenadas de localización, y

elevación del piso y nivel de agua (si se tiene). El reporte también debe incluir notas respecto al tipo de máquina utilizada, tipo de penetrómetro utilizando información de la calibración, verificación del cero, el método utilizado para proporcionar la reacción, si se utilizó un reductor de fricción, condiciones de las barras y punta antes y después de la prueba. Asimismo si por alguna razón la prueba se ejecuta de manera diferente a lo descrito en este procedimiento también deberá reportarse.

Personal familiarizado con este tipo de prueba estima su precisión de la siguiente manera:

Penetrómetros mecánicos. Desviación estándar de 10% en q_c y 20% en f_s

Penetrómetros eléctricos. Desviación estándar de 5% en q_c y 10% f_s .

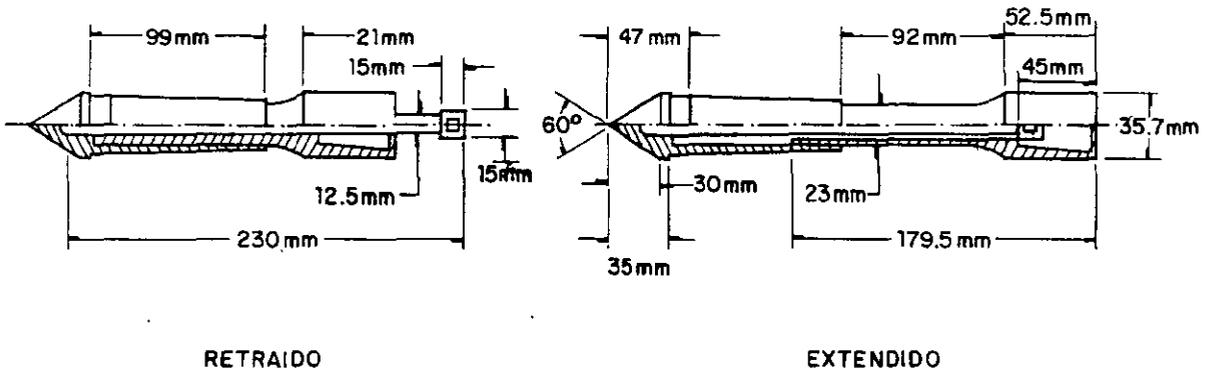


FIG. 1.- EJEMPLO DE UN PENETROMETRO MECANICO DE PUNTA.

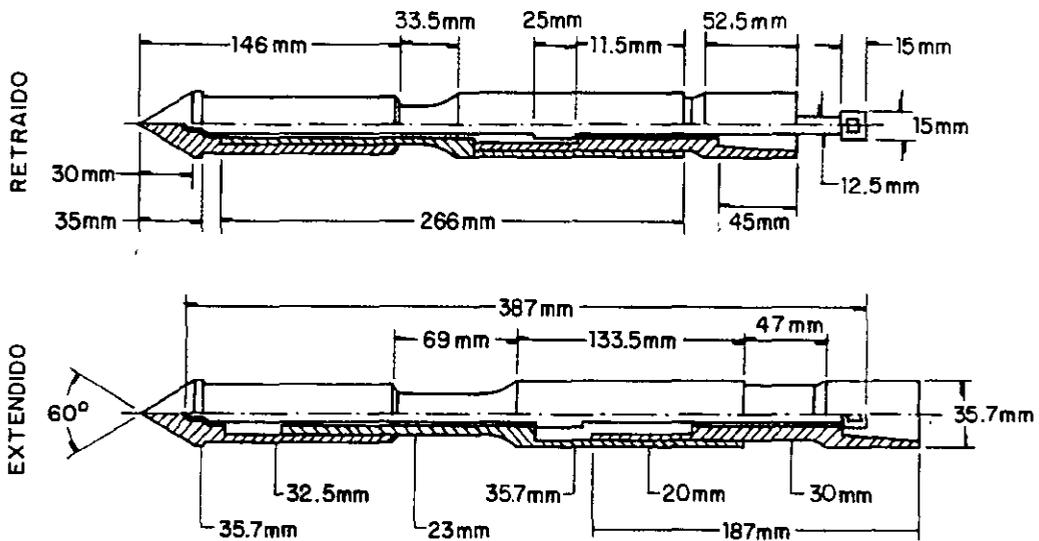
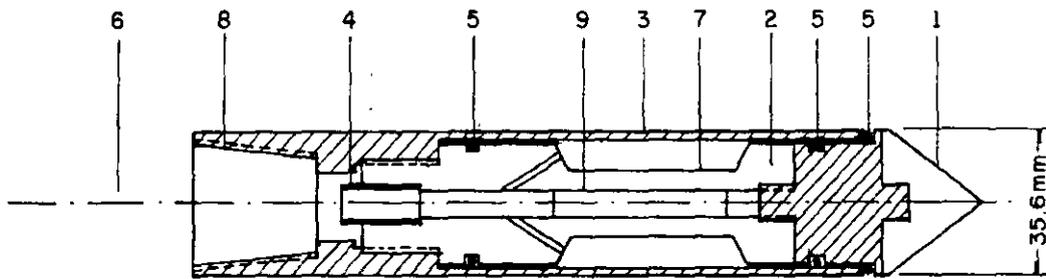
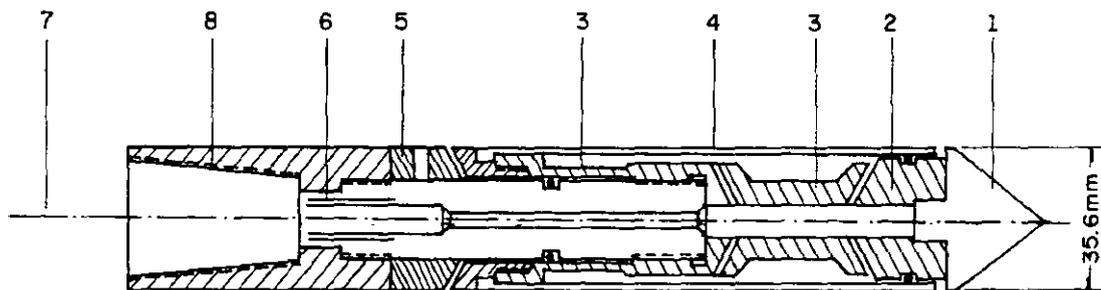


FIG. 2.- EJEMPLO DE UN PENETROMETRO MECANICO DE PUNTA Y FRICCION



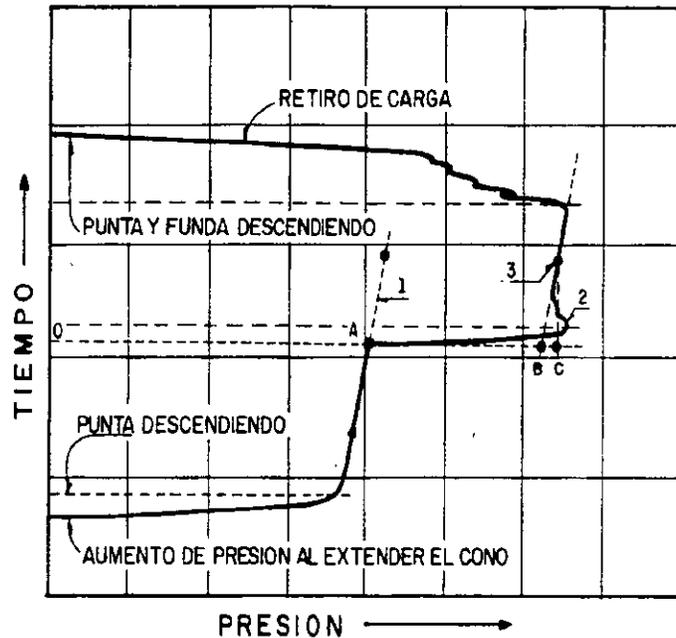
- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1 PUNTA CONICA | 5 AROSELLO |
| 2 CELDA DE CARGA | 6 CABLE |
| 3 CAPA PROTECTORA | 7 TRANSDUCTORES |
| 4 EMPAQUE A PRUEBA DE AGUA | 8 CONECCION CON LAS BARRAS |
| | 9 INCLINOMETRO |

FIG. 3.- PENETROMETRO ELECTRICO DE PUNTA



- | | |
|---------------------|----------------------------|
| 1 PUNTA CONICA | 5 AROSELLO |
| 2 CELDA DE CARGA | 6 EMPAQUE A PRUEBA DE AGUA |
| 3 TRANSDUCTORES | 7 CABLE |
| 4 FUNDA DE FRICCION | 8 CONECCION CON LAS BARRAS |

FIG. 4.- PENETROMETRO ELECTRONICO DE PUNTA Y FRICCION



- 1.- PROBABLE CAMBIO EN LA RESISTENCIA DE PUNTA PASANDO EL PUNTO A
- 2.- BRINCO TEMPORAL EN LA PRESION DEBIDO A LA ACELERACION DE LA FUNDA DE FRICCION Y LA CONVERSION DE FRICCION ESTATICA A FRICCION CINEMATICA
- 3.- PRIMER PUNTO DONDE EL OPERADOR PUEDE OBTENER LECTURAS

NOTA: "0-A" REPRESENTA LA LECTURA CONCRETA DE LA PUNTA ANTES DEL BRINCO EN LA PRESION ASOCIADA CON EL ENGANCHE DE LA FUNDA DE FRICCION DURANTE LA EXTENSION CONTINUA DESCENDENTE DE LA MISMA. "A-B" ES RESISTENCIA DE FRICCION CORRECTA SI LA FUNDA PUDIERA ENGANCHAR INSTANTANEAMENTE. SIN EMBARGO, EL OPERADOR NO PUEDE LEER NINGUNA LECTURA HASTA EL PUNTO "C". DEBIDO A ESTA ESPERA FORZADA, EL OPERADOR INTRODUCE UN ERROR DE "B-C". EL OPERADOR DEBE TOMAR LECTURA TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE DESPUES DEL BRINCO PARA MINIMIZAR ESTE ERROR. CAMBIOS ABRUPTOS EN LA RESISTENCIA DE PUNTA PUEDEN HACER ESTE ERROR INACEPTABLE.

FIG. 5.- CAMBIOS DE PRESION EN CELDA DE CARGA HIDRAULICA EN LA PARTE SUPERIOR DE LAS BARRAS INTERIORES DURANTE UN EJEMPLO DE EXTENSION DE UN PENETROMETRO MECANICO DE PUNTA Y FRICCION.

PRUEBA DE PENETRACION UTILIZANDO EL CONO DINAMICO

1. OBJETIVO

Se describe aquí el procedimiento general de hincado dinámico de un cono de acero no recuperable con objeto de medir resistencia a la penetración del suelo.

2. ALCANCE

- 2.1 Este método de exploración no proporciona muestras de suelo para ensayos de laboratorio.
- 2.2 Este método de exploración se utiliza conjuntamente con el método de penetración estándar y ha mostrado ser de gran utilidad sobre todo en materiales granulares por su buena correlación con el valor N de penetración estándar.

3. REFERENCIAS

- 3.1 ASTM D 1586. Prueba de penetración estándar y muestreo de suelos con tubo partido.

4. DEFINICIONES

- 4.1 **Yunque.** Parte del sistema de hincado a través de la cual el martinete golpea y transmite su energía a las barras de perforación.
- 4.2 **Malacate.** Tambor rotatorio en el sistema cuerda-malacate alrededor del cual el operador enrolla una cuerda Para levantar y dejar caer el martinete apretando o aflojando alrededor del mismo.
- 4.3 **Barras de perforación.** Barras que se usan para transmitir la fuerza hacia abajo y la torsión a la broca de perforación durante la ejecución de sondeos.
- 4.4 **Sistema de hincado.** Compuesto por el martinete, guía de caída del martinete, yunque y sistema de caída del martinete.
- 4.5 **Martinete.** Parte del sistema de hincado que consiste en una masa golpeadora de $64,7 \pm 1$ kg que continuamente es levantada y soltada para proporcionar la energía que lleva a cabo el muestreo y la penetración.

- 4.6 **Sistema de caída del martinete.** Parte del sistema de hincado con el cual el operador lleva a cabo el levantamiento y la caída del martinete para producir el golpe.
- 4.7 **Guía de caída del martinete.** Parte del sistema de hincado usada para guiar el martinete.
- 4.8 **NC.** El número de golpes obtenidos en cada intervalo de 15 cm.
- 4.9 **Valor de NC.** El número de golpes representando la resistencia del suelo a la penetración. Este valor se reporta en número de golpes necesario para hincar el cono cada 30 cm.
- 4.10 **Número de vueltas del cable.** El ángulo de contacto total ente el cable y el malacate cuando el operador suelta el cable, dividido entre 360° .

5. INSTRUCCIONES

5.1 Equipo

- 5.1.1 **Barras de perforación.** Se deben utilizar barras de acero machimbradas ras a ras para conectar el cono al sistema de hincado. La barra deberá tener una rigidez (momento de inercia) igual o mayor que una barra de acero, la cual tiene un diámetro exterior de 41,2 mm y un diámetro interior de 28,5 mm).
- 5.1.2 **Cono de acero no recuperable.** El cono que se hinca es de acero y se pierde después de cada perforación. Sus dimensiones y geometría se muestran en la fig 1.
- 5.1.3 **Martinete y yunque.** El martinete debe pesar 635 ± 10 N, y debe ser de una masa rígida y sólida. El martinete golpeará el yunque y hará contacto de acero con acero cuando éste se suelte. Se debe usar una guía para la caída libre del martinete. Por razones de seguridad se recomienda el uso de martinetes con el yunque interno, fig 1.

5.2 Ejecución

- 5.2.1 Se conectará el cono de acero a las barras de perforación firmemente previo al hincado. Deberá contarse con la información previa de sondeos de penetración estándar para realizar las correlaciones.
- 5.2.2 El sondeo se avanzará gradualmente para permitir el ensaye continuo o intermitente. Se contará el número de golpes requerido para avanzar cada tramo de 15 cm y se reportará el valor NC y NC similar al valor N y N de la prueba de penetración estándar.

5.2.3 Hincar el cono con golpes del martinete con una altura de caída de $0,76 \text{ m} \pm 25 \text{ mm}$.
Conviene tener marcada de manera permanente la altura de caída.

5.2.4 La prueba se suspende hasta que ocurra cualquiera de las siguientes situaciones:

5.2.4.1 Se han aplicado 50 golpes en cualquiera de los 3 tramos de 15 cm.

5.2.4.2 Se han aplicado un total de 100 golpes sin penetrar 45 cm.

5.2.4.3 El cono no se hinca apreciablemente con la aplicación de 10 golpes consecutivos.

5.2.5 El malacate debe estar libre de óxido, aceite o grasa, tener un diámetro en el rango de 150 a 250 mm. Este debe operarse a una velocidad mínima de rotación de 100 rpm.

5.2.6 No se pueden utilizar más de $2 \frac{1}{4}$ vueltas de cable durante la ejecución de la prueba.

5.2.7 Al terminar el sondeo retirar las barras de perforación y proceder a realizar un nuevo sondeo. El cono queda perdido en el subsuelo.

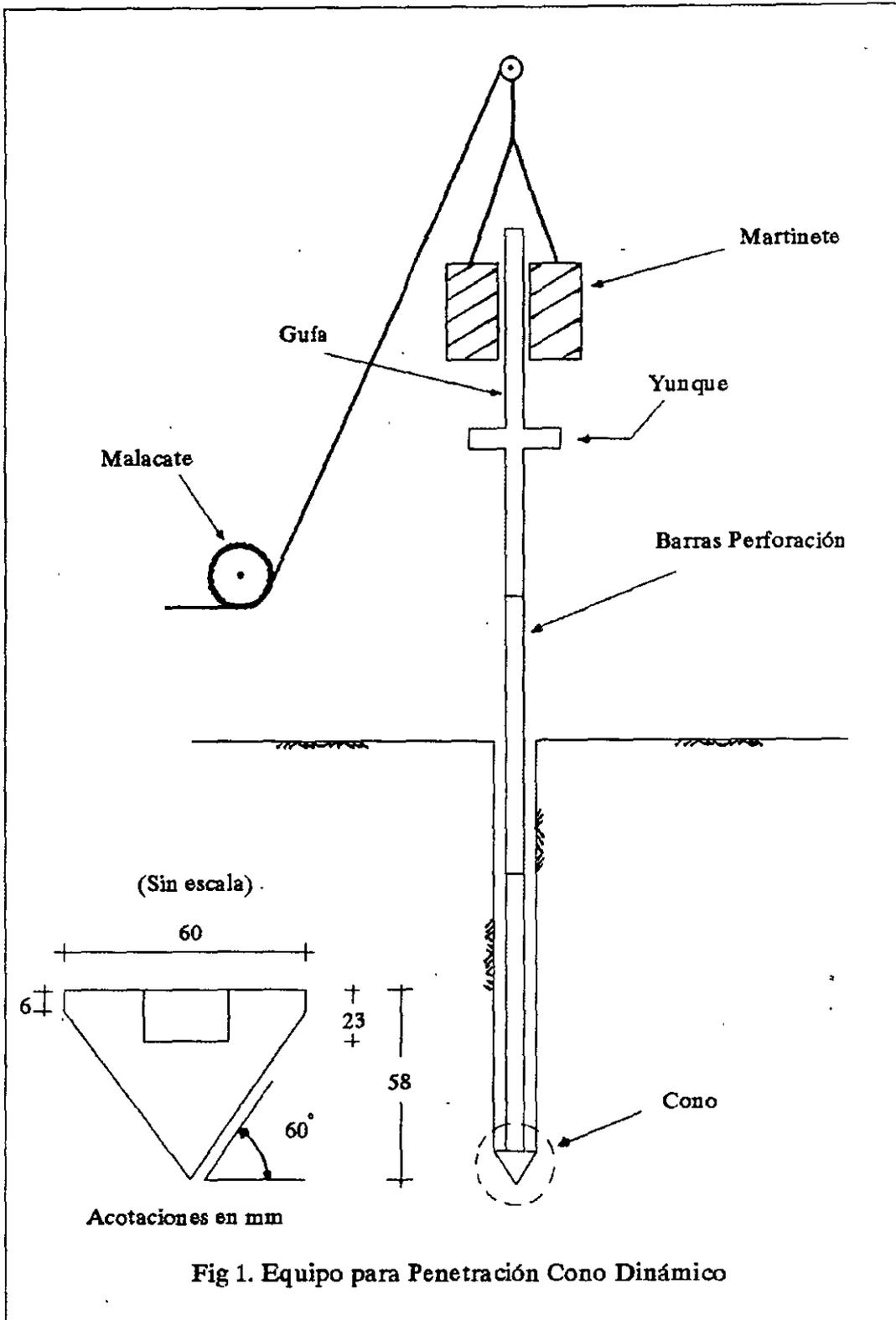
5.3 Presentación

5.3.1 En general la información en el registro de campo debe incluir lo siguiente:

- nombre y localización del trabajo
- condiciones ambientales
- fecha y hora de inicio y terminación del sondeo
- localización y número del sondeo
- elevación de la superficie
- tamaño, tipo y longitud de la barras de perforación.

Se anexa hoja de registro.

5.3.2 Cabe señalar que este procedimiento es recomendable cuando ya se tienen establecidas las condiciones generales del subsuelo mediante otros métodos (SPT específicamente) y se quiere dar rapidez a la exploración en otras partes del predio y/o ampliación del proyecto, por ello los resultados de la prueba de cono dinámico se pueden extrapolar a otros sitios sólo después de haber hecho una correlación con resultados de sondeos SPT realizados en el mismo sitio y se considera que el tipo de suelo no cambia apreciablemente.



Obj:	Proyec
Lugar:	Sondeo:
Fecha:	x:
Operador:	y:
Supervisor:	z:
Equipo:	N.A.F.:



Profundidad (m)		Número de golpes, N		
De	a	15 cm	15 cm	15 cm

Profundidad (m)		Número de golpes, N		
De	a	15 cm	15 cm	15 cm



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN
DE CARRETERAS**

MÓDULO IV:

**SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD
DE CARRETERAS**

TEMA :

MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD

**DR. OCTAVIO AGUSTIN RASCÓN CHÁVEZ
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE 1999**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

METODOS ESTADISTICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD

DR. OCTAVIO AGUSTIN RASCON CHAVEZ

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

NOVIEMBRE, 1999

METODOS ESTADISTICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD

Dr. Octavio A. Rascón Chávez*

Para realizar el control de calidad de algún material mediante métodos estadísticos, se requiere determinar qué característica del mismo es la que se revisará para evaluar si se encuentra con valores aceptables. Para esta revisión es entonces necesario obtener, mediante pruebas o experimentación, los valores que tiene dicha característica del material en algunos momentos o lugares de colocación seleccionados adecuadamente.

Al hacer las pruebas se encontrará que los resultados o valores que se obtienen con diferentes especímenes varían entre sí, por lo que la característica bajo análisis es, en sí misma, una VARIABLE.

El análisis estadístico de los distintos valores o datos que se obtienen de las pruebas, permite determinar, con determinados niveles de confianza, si éstos se encuentran dentro de rangos aceptables o si cumplen ciertas especificaciones.

DEFINICION DE CONCEPTOS

EXPERIMENTO

Para fines de este curso, se entenderá por experimento a todo proceso de observación de un fenómeno o variable de interés. Así, un experimento puede ser planeado y realizado por el hombre, o puede ser efectuado por la naturaleza, en caso de un fenómeno natural.

* Coordinador de Desarrollo Tecnológico, Instituto Mexicano del Transporte, y Profesor en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM.

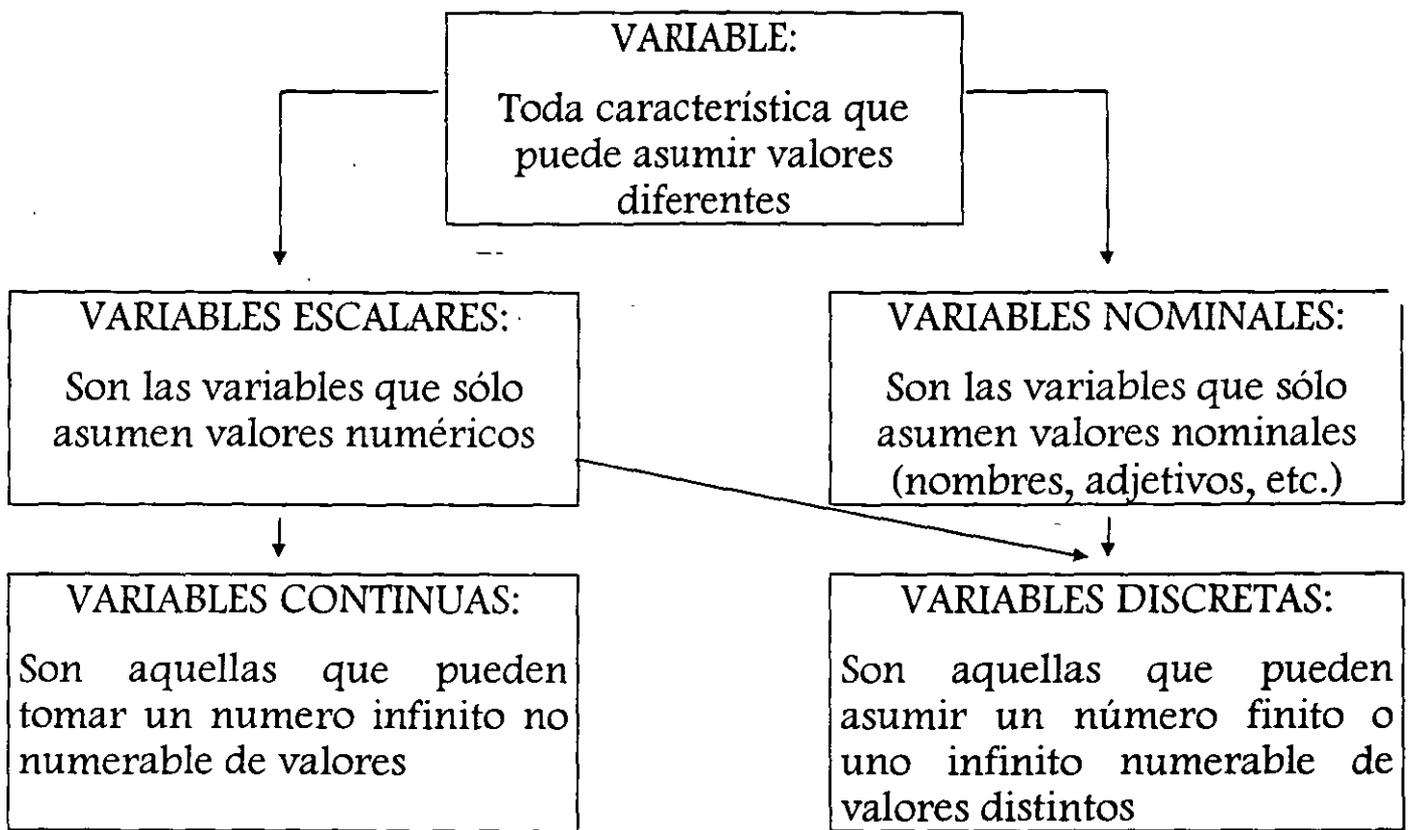
Por ejemplo, el lanzar una moneda o un dado y observar la cara que queda hacia arriba, es un experimento planeado y realizado por el hombre. El observar la cantidad de agua que llueve anualmente en una localidad, es un experimento asociado a un fenómeno natural.

DATO: Es el resultado de la realización de un experimento.

MUESTRA: Es un grupo o colección de datos.

VARIABLES ALEATORIAS

De acuerdo con ciertas características, las de variables se clasifican de la siguiente manera:



Una variable aleatoria es una variable tal que no puede predecirse con certeza el valor que asumirá al realizarse un experimento. Por ejemplo, la resistencia o carga de falla de unas vigas es una variable aleatoria, ya que antes de romper una viga tomada al azar no se puede precisar cuál será su resistencia. En la siguiente tabla se presentan los resultados experimentales

con 15 vigas de concreto reforzado, observándose que éstos varían de unas a otras de manera aleatoria.

Pruebas de Vigas de Concreto Reforzado

Número de la Viga	Carga de Agrietamiento, en Kg, X	Carga de Falla en Kg, Y
1	4 700	4 790
2	3 840	4 220
3	3 270	4 360
4	2 310	4 680
5	2 950	4 270
6	4 810	4 810
7	2 720	4 590
8	2 720	4 490
9	4 310	4 310
10	2 950	4 630
11	4 220	4 920
12	2 720	4 340
13	2 720	4 340
14	2 630	4 770
15	2 950	4 630

A todo experimento se le puede asociar al menos una variable aleatoria, dependiendo ésta del problema que se tenga planteado; por ejemplo, en el caso de la resistencia de las vigas, la variable aleatoria puede ser directamente dicha resistencia, en cuyo caso su espacio de valores sería:

$$S1 = (X : 0 < X < \infty)$$

La variable también pudo haber sido una cuyo espacio de valores fuera:

$$S2 = (Exitos, Fracaso)$$

en donde el éxito ocurriría si la viga cumpliera alguna especificación de que resistiera más de cierta cantidad, por ejemplo 4600 Kg, y el fracaso ocurriera si resistiera menos, es decir:

Exito: si $X \geq 4600$ Kg

Fracaso: si $X < 4600$ Kg

PROBABILIDAD.- Es una medida de la certidumbre que se le asocia a la ocurrencia u observación de un resultado determinado, al realizarse el experimento correspondiente a un fenómeno o variable.

La teoría de probabilidades es una rama de las matemáticas aplicadas que trata lo concerniente a la asignación y manejo de probabilidades.

ESTADISTICA: Es la rama de las matemáticas que se encarga de enseñar las reglas para coleccionar, organizar, presentar y procesar los datos obtenidos al realizar varias veces el experimento asociado a un fenómeno de interés, y para inferir conclusiones acerca de este último. Proporciona, además, los métodos para el diseño de experimentos y para tomar decisiones cuando aparecen situaciones de incertidumbre.

ESTADISTICA <

* DESCRIPTIVA.- Trata lo concerniente a la obtención, organización, procesamiento y presentación de datos.

* INFERENCIAL.- Trata lo concerniente a los métodos para inferir conclusiones acerca del fenómeno del cual provienen los datos

MUESTREO: Es el proceso de adquisición de una muestra.

MUESTREO <

*CON REEMPLAZO.- Cuando cada elemento observado se reintegra al lote del cual fue extraído, antes de extraer el siguiente.

*SIN REEMPLAZO.- Cuando cada elemento observado no se reintegra al lote.

POBLACION: Total de datos que se pueden obtener al realizar una secuencia exhaustiva de experimentos sobre el fenómeno de interés.

POBLACION < {
 *DISCRETA.- Tiene un número finito o un número infinito numerable de datos posibles.
 *CONTINUA.- Tiene un número infinito no numerable de datos posibles.

Ejemplos:

1. Experimento: - Lanzamiento de una moneda diez veces.
 Población: - Sucesión infinita numerable de "caras" y "cruces": discreta.
 Muestra: - Grupo de 10 observaciones.
2. Experimento: - Medición de la resistencia a compresión simple del concreto hidráulico utilizado en una carretera, al probar 87 corazones extraídos de la carpeta.
 Población: - Sucesión infinita de valores no numerables: continua.
 Muestra: - Grupo de 87 observaciones.

MUESTRA ALEATORIA: Es una muestra obtenida de tal manera que *todos* los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser observados y, además, la observación de un elemento *no afecta* la probabilidad de observar cualquier otro, es decir, si son independientes.

MUESTREO Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Cuando se obtiene una muestra, ésta debe ser ALEATORIA para que represente adecuadamente a la población de procedencia.

TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS: Es una tabla como la que se presenta en la siguiente hoja, que contiene números que constituyen una muestra aleatoria.

Las tablas que se usen para obtener una muestra aleatoria deben contener números con mayor número de dígitos que los que tiene el total de elementos de la población que se va a muestrear. Por ejemplo, si se va a obtener una muestra aleatoria de un lote de varillas que tiene 10,000 elementos, la tabla que se use deberá tener números aleatorios con cinco o más dígitos.

Método de Muestreo Aleatorio

- 1.- Se enumeran los elementos de la población.
- 2.- Se fija el criterio de selección de los números aleatorios (por ejemplo, se define qué renglones y qué columnas se van a leer).
- 3.- Se indica qué dígitos se van a eliminar en caso de que los números de la tabla tengan más dígitos que los necesarios.
- 4.- Se leen los números, de acuerdo con lo fijado en los puntos 2 y 3, y se extraen del lote los elementos que tienen los números leídos. Estos constituyen la muestra física con la cual realizar los experimentos; las observaciones constituirán la muestra aleatoria deseada.

NOTA: Todos los números que se repitan se consideran sólo una vez.
También se eliminan los números mayores que el tamaño del lote.

TABLA A
TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS

Columna Renglón	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	16408	81899	04153	53381	79401	21438	83035	92350	36693	31238	59649
2	18629	81053	05520	91962	04739	13092	37662	94822	94730	06496	35090
3	73115	47498	47498	87637	99016	00060	88824	71013	18735	20286	23153
4	57491	16703	23167	49323	45021	33132	12544	41035	80780	45393	44812
5	30405	03946	23792	14422	15059	45799	22716	19792	09983	74353	68668
6	16631	35006	85900	32388	52390	52390	16815	69298	38732	38480	73817
7	96773	20206	42559	78985	05300	22164	24369	54224	35083	19687	11052
8	38935	64202	14349	82674	66523	44133	00697	235552	35970	19124	63318
9	31624	76384	17403	03941	44167	64486	64758	75366	76554	01601	12614
10	78919	19474	23632	27889	47914	02584	37680	20801	72152	39339	34806

Ejemplo:

Se tiene un lote de 1,000 pernos cuya calidad se va a verificar estadísticamente, para lo cual se decide tomar una muestra representativa de 40 elementos, usando la tabla de números aleatorios anexa, para medir su resistencia al esfuerzo cortante .

Se decide el criterio de tomar todos los renglones impares eliminando el último dígito.

Para esto, se identifican todos los pernos con números del uno al mil; la muestra física quedaría integrada por los pernos correspondientes a los números 0415, 0006, 0394, 0998, 0530, 0394, 0160, etc. La muestra estadística sería el grupo de las 40 resistencias que se obtengan al probar los pernos.

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR PUNTOS DE MUESTREO EN UN TRAMO CARRETERO.

Para obtener muestras o realizar pruebas en un segmento carretero, se puede utilizar la Tabla I de Números Aleatorios, con el fin de seleccionar los sitios donde se colectarán los datos. El procedimiento es el siguiente:

1. Definir la longitud del o de los tramos a muestrear.
2. Determinar el número de datos que se colectarán de cada tramo o señalar el espaciamiento "promedio" de los sitios correspondientes.
3. De una tabla de números aleatorios común, leer números del 1 al 28, para seleccionar las subcolumnas A de la Tabla I que se emplearán para cada tramo.
4. En cada columna seleccionada, localizar los números iguales o menores que el número de datos requeridos para cada tramo.
5. Multiplicar la longitud de cada tramo por los valores decimales correspondientes que se ubican en la subcolumna B, y adicionar este resultado al cadenamiento del inicio del tramo para obtener el cadenamiento de la sección a muestrear.
6. Multiplicar el ancho del tramo por los valores decimales de la subcolumna C correspondientes, para obtener la distancia medida a partir del lado izquierdo del camino, donde se ubicará el sitio de muestreo.

TABLA I - NÚMEROS ALEATORIOS PARA PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Columna No. 1			Columna No. 2			Columna.No.3			Columna No. 4			Columna No. 5			Columna No. 6			Columna No. 7		
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	.033	.576	05	.048	.879	21	.013	.220	18	.089	.716	17	.024	.863	30	.030	.901	12	.029	.386
21	.101	.300	17	.074	.156	30	.036	.853	10	.102	.330	24	.060	.032	21	.096	.198	18	.112	.284
23	.129	.916	18	.102	.191	10	.052	.746	14	.111	.925	26	.074	.639	10	.100	.161	20	.114	.848
30	.158	.434	06	.105	.257	25	.061	.954	28	.127	.840	07	.167	.512	29	.133	.388	03	.121	.656
24	.177	.397	28	.179	.447	29	.062	.507	24	.132	.271	28	.194	.776	24	.138	.062	13	.178	.640
11	.202	.271	26	.187	.844	18	.087	.887	19	.285	.899	03	.219	.166	20	.168	.564	22	.209	.421
16	.204	.012	04	.188	.482	24	.105	.849	01	.326	.037	29	.264	.284	22	.232	.953	16	.221	.311
08	.208	.418	02	.208	.577	07	.139	.159	30	.334	.938	11	.282	.262	14	.259	.217	29	.235	.356
19	.211	.798	03	.214	.402	01	.175	.641	22	.405	.295	14	.379	.994	01	.275	.195	28	.264	.941
29	.233	.070	07	.245	.080	23	.196	.873	05	.421	.282	13	.394	.405	06	.277	.475	11	.287	.199
07	.260	.073	15	.248	.831	26	.240	.981	13	.451	.212	06	.410	.157	02	.296	.497	02	.336	.992
17	.262	.308	29	.261	.087	14	.255	.374	02	.461	.023	15	.438	.700	26	.311	.144	15	.393	.488
25	.271	.180	30	.302	.883	06	.310	.043	06	.487	.539	22	.453	.635	05	.351	.141	19	.437	.655
06	.302	.672	21	.318	.088	11	.316	.653	08	.497	.396	21	.472	.824	17	.370	.811	24	.466	.773
01	.409	.406	11	.376	.936	13	.324	.585	25	.503	.893	05	.488	.118	09	.388	.484	14	.531	.014
13	.507	.693	14	.430	.814	12	.351	.275	15	.594	.603	01	.525	.222	04	.410	.073	09	.562	.678
02	.575	.654	27	.438	.676	20	.371	.535	27	.620	.894	12	.561	.980	25	.471	.530	06	.601	.675
18	.591	.318	08	.467	.205	08	.409	.495	21	.629	.841	08	.652	.508	13	.486	.779	10	.612	.859
20	.610	.821	09	.474	.138	16	.445	.740	17	.691	.583	18	.668	.271	15	.515	.867	26	.673	.112
12	.631	.597	10	.492	.474	03	.494	.929	09	.708	.689	30	.736	.634	23	.567	.798	23	.738	.770
27	.651	.281	13	.499	.892	27	.543	.387	07	.709	.012	02	.763	.253	11	.618	.502	21	.753	.614
04	.661	.953	19	.511	.520	17	.625	.171	11	.714	.049	23	.804	.140	28	.636	.148	30	.758	.851
22	.692	.089	23	.591	.770	02	.699	.073	23	.720	.695	25	.828	.425	27	.650	.741	27	.765	.563
05	.779	.346	20	.604	.730	19	.702	.934	03	.748	.413	10	.843	.627	16	.711	.508	07	.780	.534
09	.787	.173	24	.654	.330	22	.816	.802	20	.781	.603	16	.858	.849	19	.778	.812	04	.818	.187
10	.818	.837	12	.728	.523	04	.838	.166	26	.830	.384	04	.903	.327	07	.804	.675	17	.837	.353
14	.895	.631	16	.753	.344	15	.904	.116	04	.843	.002	09	.912	.382	08	.806	.952	05	.854	.818
26	.912	.376	01	.806	.134	28	.969	.742	12	.884	.582	27	.935	.162	18	.841	.414	01	.867	.133
28	.920	.163	22	.878	.884	09	.974	.046	29	.926	.700	20	.970	.582	12	.918	.114	08	.915	.538
03	.945	.140	25	.939	.162	05	.977	.494	16	.951	.601	19	.975	.327	03	.992	.399	25	.975	.584

TABLA I - NÚMEROS ALEATORIOS PARA PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Columna No. 8			Columna No. 9			Columna.No.10			Columna No. 11			Columna No. 12			Columna No. 13			Columna No. 14		
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
09	.042	.071	14	.061	.935	26	.038	.023	27	.074	.779	16	.073	.987	03	.033	.091	26	.035	.175
17	.141	.411	02	.065	.097	30	.066	.371	06	.084	.396	23	.078	.056	07	.047	.391	17	.089	.363
02	.143	.221	03	.094	.228	27	.073	.876	24	.098	.524	17	.096	.076	28	.064	.113	10	.149	.681
05	.162	.899	16	.122	.945	09	.095	.568	10	.133	.919	04	.153	.163	12	.066	.360	28	.238	.075
03	.285	.016	18	.158	.430	05	.180	.741	15	.187	.079	10	.254	.834	26	.076	.552	13	.244	.767
28	.291	.034	25	.193	.469	12	.200	.851	17	.227	.767	06	.284	.628	30	.087	.101	24	.262	.366
08	.369	.557	24	.224	.572	13	.259	.327	20	.276	.571	12	.305	.616	02	.127	.187	08	.264	.651
01	.436	.386	10	.225	.223	21	.264	.681	01	.245	.988	25	.319	.901	06	.144	.068	18	.285	.311
20	.450	.289	09	.233	.838	17	.283	.645	04	.317	.291	01	.320	.212	25	.202	.674	02	.340	.131
18	.455	.789	20	.290	.120	23	.363	.063	29	.350	.911	08	.416	.372	01	.247	.025	29	.353	.478
23	.488	.715	01	.297	.242	20	.364	.366	26	.380	.104	13	.432	.556	23	.253	.323	06	.309	.270
14	.496	.276	11	.337	.760	16	.395	.363	28	.425	.864	02	.489	.827	24	.320	.651	20	.387	.248
15	.503	.342	19	.389	.064	02	.423	.540	22	.487	.526	29	.503	.787	10	.328	.365	14	.392	.694
04	.515	.693	13	.411	.474	08	.432	.736	05	.552	.511	15	.518	.717	27	.338	.412	03	.408	.077
16	.532	.112	20	.447	.893	10	.476	.468	14	.564	.357	28	.524	.998	13	.356	.991	27	.440	.280
22	.557	.357	22	.478	.321	03	.508	.774	11	.572	.306	03	.542	.352	16	.401	.792	22	.461	.830
11	.559	.620	29	.481	.993	01	.601	.417	21	.594	.197	19	.585	.462	17	.423	.117	16	.527	.003
12	.650	.216	27	.562	.403	22	.687	.917	09	.607	.524	05	.695	.111	21	.481	.838	30	.531	.486
21	.672	.320	04	.566	.179	29	.697	.862	19	.650	.572	07	.733	.838	08	.560	.401	25	.678	.360
13	.709	.273	08	.603	.758	11	.701	.605	18	.664	.101	11	.744	.948	19	.564	.190	21	.725	.014
07	.745	.687	15	.632	.927	07	.728	.498	25	.674	.428	18	.793	.748	05	.571	.054	05	.797	.595
30	.780	.285	06	.707	.107	14	.745	.679	02	.697	.674	27	.802	.967	18	.587	.584	15	.801	.927
19	.845	.097	28	.737	.161	24	.819	.444	03	.767	.928	21	.826	.487	15	.604	.145	12	.836	.294
26	.846	.366	17	.846	.130	15	.840	.823	16	.809	.529	24	.835	.832	11	.641	.298	04	.854	.982
29	.861	.307	07	.874	.491	25	.863	.568	30	.838	.294	26	.855	.142	22	.672	.156	11	.884	.928
25	.906	.874	05	.880	.828	06	.878	.215	13	.845	.470	14	.861	.462	20	.674	.887	19	.886	.832
24	.919	.809	23	.931	.659	18	.930	.601	08	.855	.524	20	.874	.625	14	.752	.881	07	.929	.932
10	.952	.555	26	.960	.365	04	.954	.827	07	.867	.718	30	.929	.056	09	.774	.560	09	.932	.206
06	.961	.504	21	.978	.194	28	.963	.004	12	.881	.722	09	.935	.582	29	.921	.752	01	.970	.692
27	.969	.811	12	.982	.183	19	.988	.020	23	.937	.872	22	.947	.797	04	.959	.099	23	.973	.082

TABLA I - NÚMEROS ALEATORIOS PARA PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Columna No. 15			Columna No. 16			Columna.No.17			Columna No. 18			Columna No. 19			Columna No. 20			Columna No. 21		
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	.023	.979	19	.062	.588	13	.045	.004	25	.027	.290	12	.052	.075	20	.030	.881	01	.010	.946
11	.118	.465	25	.080	.218	18	.086	.878	06	.057	.571	30	.075	.493	12	.034	.291	10	.014	.939
07	.134	.172	09	.131	.295	26	.126	.990	26	.059	.026	28	.120	.341	22	.043	.893	09	.032	.346
01	.139	.230	18	.136	.381	12	.128	.661	07	.105	.176	27	.145	.689	28	.143	.073	06	.093	.180
16	.145	.122	05	.147	.864	30	.146	.337	18	.107	.358	02	.209	.957	03	.150	.937	15	.151	.012
20	.165	.520	12	.158	.365	05	.169	.470	22	.128	.827	26	.272	.818	04	.154	.867	16	.185	.455
06	.185	.481	28	.214	.184	21	.244	.433	23	.156	.440	22	.299	.317	19	.158	.359	07	.227	.277
09	.211	.316	14	.215	.757	23	.270	.849	15	.171	.157	18	.306	.475	29	.304	.615	02	.304	.400
14	.248	.348	13	.224	.840	25	.274	.407	08	.220	.097	20	.311	.653	06	.369	.633	30	.316	.074
25	.249	.890	15	.227	.809	10	.290	.925	20	.252	.066	15	.348	.156	18	.390	.536	18	.328	.799
13	.252	.577	11	.280	.898	01	.323	.490	04	.268	.576	16	.381	.710	17	.403	.392	20	.352	.288
30	.273	.088	01	.331	.925	24	.352	.291	14	.275	.302	01	.411	.607	23	.404	.182	26	.371	.216
18	.277	.689	10	.399	.992	15	.361	.155	11	.207	.589	13	.417	.715	01	.415	.457	19	.448	.754
22	.372	.958	30	.417	.787	29	.374	.882	01	.358	.305	21	.472	.484	07	.437	.696	13	.487	.598
10	.461	.075	08	.439	.921	08	.432	.139	09	.412	.089	04	.478	.885	24	.446	.546	12	.546	.640
28	.519	.536	20	.472	.484	04	.467	.266	16	.429	.834	25	.479	.080	26	.485	.768	24	.550	.038
17	.520	.090	24	.498	.712	22	.508	.880	10	.491	.203	11	.566	.104	15	.511	.313	03	.604	.780
03	.523	.519	04	.516	.396	27	.632	.191	28	.542	.306	10	.576	.659	10	.517	.290	22	.621	.930
26	.573	.502	03	.548	.688	16	.661	.836	12	.563	.091	29	.665	.397	30	.556	.853	21	.629	.154
19	.634	.206	23	.597	.508	19	.675	.629	02	.593	.321	19	.739	.298	25	.561	.837	11	.634	.908
24	.635	.810	21	.681	.114	14	.680	.890	30	.692	.198	14	.749	.759	09	.574	.599	05	.696	.459
21	.679	.841	02	.739	.298	28	.714	.508	19	.705	.445	08	.756	.919	13	.613	.762	23	.710	.078
27	.712	.366	29	.792	.038	06	.719	.441	24	.709	.717	07	.798	.183	11	.698	.783	29	.726	.585
05	.780	.497	22	.829	.324	09	.735	.040	13	.820	.739	23	.834	.647	14	.715	.179	17	.749	.916
23	.861	.106	17	.834	.647	17	.741	.906	05	.848	.866	06	.837	.978	16	.770	.128	04	.802	.186
12	.865	.377	16	.909	.608	11	.747	.205	27	.867	.633	03	.849	.964	08	.815	.385	14	.835	.319
29	.882	.635	06	.914	.420	20	.850	.047	03	.883	.333	24	.851	.109	05	.872	.490	08	.870	.546
08	.902	.020	27	.958	.856	02	.859	.356	17	.900	.443	05	.859	.935	21	.885	.999	28	.871	.539
04	.951	.482	26	.981	.976	07	.870	.612	21	.914	.483	17	.863	.220	02	.958	.177	25	.971	.369
02	.977	.172	07	.983	.624	03	.916	.463	29	.950	.753	09	.863	.147	27	.961	.980	27	.984	.252

TABLA I - NÚMEROS ALEATORIOS PARA PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Columna No. 22			Columna No. 23			Columna.No.24			Columna No. 25			Columna No. 26			Columna No. 27			Columna No. 28		
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
12	.051	.032	26	.051	.187	08	.015	.521	02	.039	.005	16	.026	.102	21	.050	.952	29	.042	.039
11	.068	.980	03	.053	.256	16	.068	.994	16	.061	.599	01	.033	.886	17	.085	.403	07	.105	.293
17	.089	.309	29	.100	.159	11	.118	.400	26	.068	.054	04	.088	.686	10	.141	.624	25	.115	.420
01	.091	.371	13	.102	.465	21	.124	.565	11	.073	.812	22	.090	.602	05	.154	.157	09	.126	.612
10	.100	.709	24	.110	.316	18	.153	.158	07	.123	.649	13	.114	.614	06	.164	.841	10	.205	.144
30	.121	.744	18	.114	.300	17	.190	.t59	05	.126	.658	20	.136	.576	07	.197	.013	03	.210	.054
02	.166	.056	11	.123	.208	26	.192	.676	14	.161	.189	05	.138	.228	16	.215	.363	23	.234	.533
23	.179	.529	09	.138	.182	01	.237	.030	18	.166	.040	10	.216	.565	08	.222	.520	13	.266	.799
21	.187	.051	06	.194	.115	12	.283	.077	28	.248	.171	02	.233	.610	13	.269	.477	20	.305	.603
22	.205	.543	22	.234	.480	03	.286	.318	06	.255	.117	07	.278	.357	02	.288	.012	05	.372	.223
28	.230	.688	20	.274	.107	10	.317	.734	15	.261	.928	30	.405	.273	25	.333	.633	26	.385	.111
19	.243	.001	21	.331	.292	05	.337	.844	10	.301	.811	06	.421	.807	28	.348	.710	30	.422	.315
27	.267	.990	08	.346	.085	25	.441	.336	24	.363	.025	12	.426	.583	20	.362	.961	17	.453	.783
15	.283	.440	27	.382	.979	27	.469	.786	22	.378	.792	08	.471	.708	14	.511	.989	02	.460	.916
16	.352	.089	07	.387	.865	24	.473	.237	27	.379	.959	18	.473	.738	26	.540	.903	27	.461	.841
03	.377	.648	28	.411	.776	20	.475	.761	19	.420	.557	19	.510	.207	27	.587	.643	14	.483	.095
06	.397	.769	16	.444	.999	06	.557	.001	21	.467	.943	03	.512	.329	12	.603	.745	12	.507	.375
09	.409	.428	04	.515	.993	07	.610	.238	17	.494	.225	15	.640	.329	29	.619	.895	28	.509	.748
14	.465	.406	17	.518	.827	09	.617	.041	09	.620	.081	09	.665	.354	23	.623	.333	21	.583	.804
13	.499	.651	05	.539	.620	13	.641	.648	30	.623	.106	14	.680	.884	22	.624	.076	22	.587	.993
04	.539	.972	02	.623	.271	22	.664	.291	03	.625	.777	26	.703	.622	18	.670	.904	16	.689	.339
18	.560	.747	30	.637	.374	04	.668	.856	08	.651	.790	29	.739	.394	11	.711	.253	06	.727	.298
26	.575	.892	14	.714	.364	19	.717	.232	12	.715	.599	25	.759	.386	01	.790	.392	04	.731	.814
29	.756	.712	15	.730	.107	02	.776	.504	23	.782	.093	24	.803	.602	04	.813	.611	08	.807	.983
20	.760	.920	19	.771	.552	29	.777	.548	20	.810	.371	27	.842	.491	19	.843	.732	15	.833	.757
05	.847	.925	23	.780	.662	14	.823	.223	01	.841	.726	21	.870	.435	03	.844	.511	19	.896	.454
25	.872	.891	10	.924	.888	23	.848	.264	29	.862	.009	28	.906	.367	30	.858	.299	18	.916	.384
24	.874	.135	12	.929	.204	30	.892	.817	25	.891	.873	23	.948	.367	09	.929	.199	01	.948	.610
08	.911	.215	01	.937	.714	28	.943	.190	04	.917	.264	11	.956	.142	24	.931	.263	11	.976	.799
07	.940	.065	25	.974	.398	15	.975	.962	13	.958	.990	17	.993	.989	15	.939	.947	24	.978	.633

Ejemplo:

Para evaluar la calidad del pavimento, se obtendrán muestras de un camino con ancho de 6m y longitud de 5030m, que va del cadenamamiento 10 + 00 al 60 + 30. Un análisis visual del camino indica que éste puede dividirse en los tres tramos siguientes, con diferentes condiciones de la superficie de rodamiento:

1. Longitud de cada tramo:

Tramo 1: 10 + 00 a 28 + 90 (1890m)

Tramo 2: 28 + 90 a 42 + 62 (1372m)

Tramo 3: 42 + 62 a 60 + 30 (1768m)

Tomado de: The Asphalt Institute. "Asphalt Overlays and Pavement Rehabilitation". Manual Series No. 17 (MS-17). U.S.A.. November 1977.

2. Número de datos para cada tramo.

Se desean obtener muestras de la estructura del camino a intervalos promedio de 500 m en los tramos 1 y 3, y de 300 m en el tramo 2. El número de datos de cada tramo sería:

Tramo 1: $n = 1890/500 = 3.8 = 4$ sitios

Tramo 2: $n = 1372/300 = 4.5 = 5$ sitios

Tramo 3: $n = 1768/500 = 3.5 = 4$ sitios

3. Determinación de las columnas de la Tabla I para el muestreo.

De una tabla de números aleatorios se sacan, para seleccionar las columnas A de la Tabla I, 3 números del 1 al 28, y éstos resultan ser: 23, 16 y 15.

4. Números aleatorios obtenidos.

Para el tramo 1, se usa la columna 23 y se encuentra que:

Columna A	Columna B	Columna C
4	.515	.993
3	.053	.256
2	.623	.271
1	.937	.714

Para el tramo 2, con la columna 16 se tiene:

Columna A	Columna B	Columna C
5	.147	.864
4	.516	.396
3	.548	.688
2	.739	.298
1	.331	.925

Para el tramo 3, se usa la columna 15:

Columna A	Columna B	Columna C
4	.951	.482
3	.523	.519
2	.977	.172
1	.139	.230

5. Determinación de las posiciones longitudinales (cadenamientos) de los sitios de muestreo.

Con los números de la columna B de los cuadros anteriores se tienen que:

Para el tramo 1, de 1890 m:

Longitud del x tramo	Columna B	= Distancia	+Cadenamiento inicial	=Cadenamiento de muestreo
1890	0.515	973	10+00	19+73
1890	0.053	100	10+00	11 +00
1890	0.623	1177	10+00	21 +77
1890	0.937	1771	10+00	27+71

Para el tramo 2, de 1372 m:

Longitud del x tramo	Columna B	= Distancia	+Cadenamiento inicial	=Cadenamiento de muestreo
1372	0.147	202	28+90	30+92
1372	0.516	708	28 +90	35 +98
1372	0.548	752	28+90	36+42
1372	0.739	1014	28+90	39+04
1372	0.331	454	28+90	33+44

Para el tramo 3, de 1768m:

Longitud del x tramo	Columna B	= Distancia+	+Cadenamiento inicial	=Cadenamiento de muestreo
1768	0.951	1681	42+62	59+43
1768	0.523	925	42+62	51 +87
1768	0.977	1727	42+62	59+89
1768	0.139	246	42+62	45+08

6. Determinación de las posiciones transversales de muestreo.

Puesto que el ancho del camino es de 6m, se tiene que:

Para el tramo 1:

Ancho del x camino	Columna C	=Distancia del borde izquierdo, m
6	0.993	5.9
6	0.256	1.5
6	0.271	1.6
6	0.714	4.3

Para el tramo 2:

Ancho del x camino	Columna C	=Distancia del borde izquierdo, m
6	0.864	5.2
6	0.396	2.4
6	0.688	4.1
6	0.298	1.8
6	0.925	5.6

Para el tramo 3:

Ancho del x camino	Columna C	=Distancia del borde izquierdo, m
6	0.482	2.9
6	0.519	3.1
6	0.172	1.0
6	0.230	1.4

7. Puntos de muestreo.

Tramo	Cadenamiento	Distancia del borde izquierdo, m
Sección 1	11 +00	1.5
	19+73	5.9
	21 +77	1.6
	27+71	4.3
Sección 2	30+92	5.2
	33+44	5.6
	35+98	2.4
	36+42	4.1
	39+04	1.8
Sección 3	45 +08	1.4
	51+ 87	3.1
	59+43	2.9
	59+89	1.0

Estos puntos de muestreo se presentan en la Figura 1.

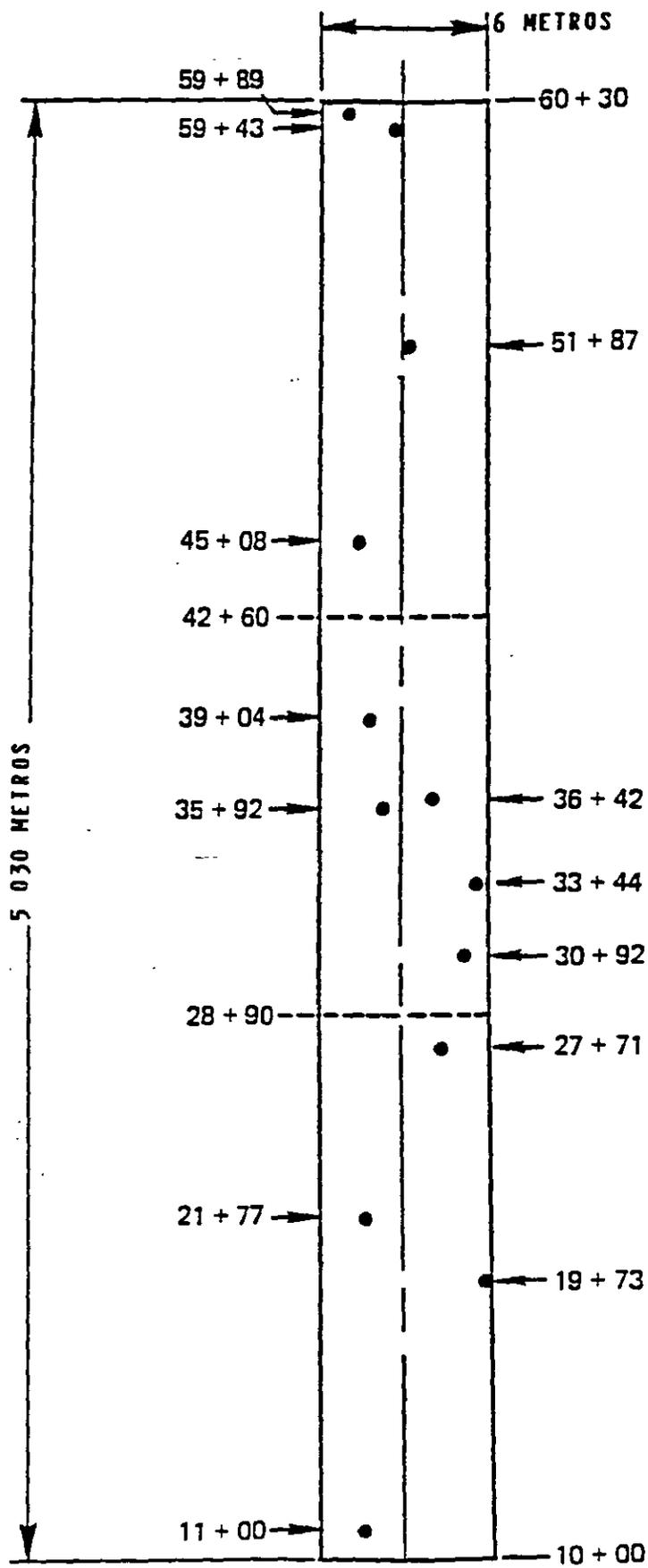


FIGURA 1 PUNTOS DE MUESTREO

DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS

FRECUENCIA DE UN EVENTO.- Es el número de veces que ocurre el evento al obtener una muestra de la población correspondiente.

FRECUENCIA RELATIVA DE UN EVENTO.- Es el cociente de su frecuencia entre el total de elementos (tamaño) de la muestra.

FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA.- Es la acumulación (suma) de las frecuencias relativas hasta un valor dado, partiendo del valor (o del intervalo) más pequeño. En otras palabras, es la frecuencia de valores menores o iguales que un valor dado.

FRECUENCIA COMPLEMENTARIA.- Es la frecuencia de valores mayores que un valor dado = número de datos – frecuencia acumulada.

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS.- Con objeto de facilitar la interpretación de los datos que se tienen en una muestra, es conveniente agruparlos por valores o por intervalos de valores, formando así una tabla de distribución de frecuencias.

Para facilitar el cálculo de las frecuencias, se ordenan los datos en forma creciente o decreciente de valores, formando así una tabla de datos ordenados.

El cálculo de las frecuencias se ilustrará con el siguiente ejemplo:

Ejemplo:

En un tramo carretero se determinó la compacidad relativa de la sub-base, seleccionando al azar 30 sitios para obtener la muestra correspondiente. Los datos, redondeados a las unidades y ordenados en forma creciente, fueron:

57, 59,	65, 67, 67, 67, 69,	72, 73, 73, 77, 78, 78,
A	B	C
81, 81, 83, 83, 83, 84, 84, 87, 88, 89, 89,		
D		
91, 91, 93, 95, 97, 99		
E		

Determinar las distribuciones de frecuencias de los valores individuales obtenidos y de un agrupamiento por intervalos de los mismos.

En la Tabla A se muestra la distribución de frecuencias por valores individuales.

TABLA A

Distribuciones de Frecuencias por Valores

Compacidad Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
57	1	1/30	1/30
59	1	1/30	2/30
65	1	1/30	3/30
67	3	3/30	6/30
69	1	1/30	7/30
72	1	1/30	8/30
73	2	2/30	10/30
77	1	1/30	11/30
78	2	2/30	13/30
81	2	2/30	15/30
83	3	3/30	18/30
84	2	2/30	20/30
87	1	1/30	21/30
88	1	1/30	22/30
89	2	2/30	24/30
91	2	2/30	26/30
93	1	1/30	27/30
95	1	1/30	28/30
97	1	1/30	29/30
99	1	1/30	30/30

¿Cuál es la frecuencia relativa de valores menores o iguales que 84? : 20/30

¿Cuál es la frecuencia relativa de 83? : $3/30 = 1/10 = 10\%$

¿Cuál es la frecuencia del valor 67? : 3

DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS POR INTERVALOS

Para la distribución de frecuencias por intervalos se requieren los siguientes conceptos:

Límites de clase: Son los valores mínimo y máximo de cada intervalo

Marcas de clase: Son los valores medios de cada intervalo de clase

Límites reales de clase: Son los valores mínimo y máximo que son frontera entre los intervalos. Estos deben tener una cifra decimal más que los datos.

Para el ejemplo en cuestión se tienen los siguientes resultados:

Evento	Límites de Clase		Límites Reales de Clase		Marcas de Clase
	Inferior	Superior	Inferior	Superior	
A	51	60	50.5	60.5	55.5
B	61	70	60.5	70.5	65.5
C	71	80	70.5	80.5	75.5
D	81	90	80.5	90.5	85.5
E	91	100	90.5	100.5	95.5

Las distribuciones de frecuencias correspondientes se muestran en la Tabla B.

TABLA B
DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS POR INTERVALOS

Evento	Elementos en los intervalos	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa acumulada
A: 51-60	59, 57	2	$2/30=0.067(6.7\%)$	2	0.067
B: 61-70	67, 65, 69, 67, 67	5	$5/30=0.166(16.6\%)$	$2+5=7$	$0.067+0.166=0.233$
C: 71-80	72, 73, 73, 77, 78, 78	6	$6/30=0.200(20\%)$	$13+11=24$	$0.233+0.200=0.433$
D: 81-90	83, 88, 84, 89, 83, 84, 89, 87, 81, 83, 81	11	$11/30=0.367(36.7\%)$	$13+11=24$	$0.433+0.367=0.800$
E: 91-100	99, 91, 97, 95, 91, 93	6	$6/30=0.200(20\%)$	$24+6=30$	$0.800+0.200=1.000$
		30	<u>1.000</u>		

PROCEDIMIENTO DE AGRUPAMIENTO

A mayor número de datos se requiere mayor número de intervalos. Pero se recomienda que este número esté entre 5 y 20, suponiendo que en promedio caigan 5 o más elementos en cada intervalo. Así, si se tienen 30 datos, se recomienda usar $30/5 = 6$ intervalos.

Ejemplo:

El proceso de agrupamiento se indicará al mismo tiempo que se realiza el siguiente ejemplo.

En el proceso de control de calidad del concreto utilizado en la cimentación de un puente, se obtuvieron 30 datos de resistencia a compresión correspondientes a otros tantos cilindros elaborados con muestras del material. Los datos redondeados a las unidades y ordenados en forma creciente de valores, fueron los siguientes:

159, 161, 163, 163, 163, 167, 167, 167, 167, 168, 168, 168, 169, 169, 170, 171, 171, 173, 174, 175, 175, 175, 178, 179, 181, 181, 183, 184, 187, 191 Kg/cm². Obtener la tabla de distribución de frecuencias.

Solución:

1.- Determinación del rango de la muestra

$$\text{Rango} = \text{valor máximo} - \text{valor mínimo} = 191 - 159 = 32$$

2.- Determinación del número de intervalos

$$\text{Número de intervalos} = 30/5 = 6$$

3.- Determinación de los límites de clase

$$\text{Ancho de los intervalos} = \text{Rango/número} = 32/6 = 5.3$$

Tomaremos un ancho de 6 cm, con lo cual el rango del agrupamiento es $6 \times 6 = 36$ cm. La diferencia de rangos es $36 - 32 = 4$, que se reparte en los dos intervalos extremos equitativamente. Por lo tanto, los intervalos resultan ser:

157-162, 163-168, 169-174, 175-180, 181-186, 187-192.

4. Integración de la tabla:

Intervalo	Límites Reales		Frec.	Frecuencia Relativa	Frec. Acum.	Frecuencia Relativa Acumulada
	Inferior	Superior				
157-162	156.5	162.5	2	$2/30=0.067$	2	0.067
163-168	162.5	168.5	10	$10/30=0.333$	12	0.400
169-174	168.5	174.5	7	$7/30=0.233$	19	0.533
175-180	174.5	180.5	5	$5/30=0.167$	24	0.800
181-186	180.5	192.5	4	$4/30=0.133$	28	0.933
187-192	185.5	192.5	2	$2/30=0.067$	30	1.000
			$\Sigma = 30$	$\Sigma = 1.000$		

PRESENTACION GRAFICA DE LAS DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS

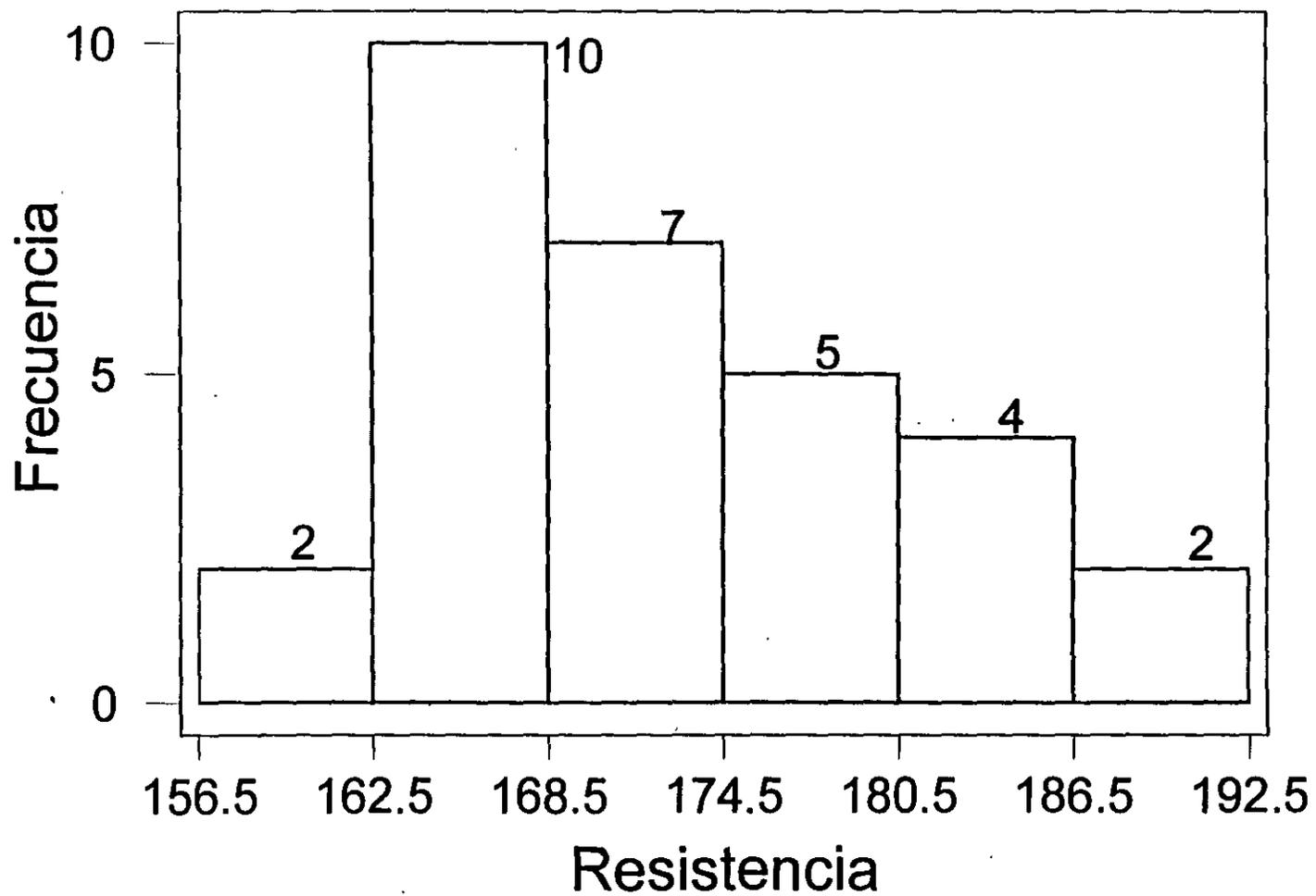
Las distribuciones de frecuencias y de frecuencias relativas, se pueden presentar en forma gráfica mediante el HISTOGRAMA, que es una gráfica de barras en la que la altura de cada barra corresponde a la frecuencia asociada a cada intervalo a valor.

Otra opción consiste en unir con rectas los puertos definidos por las marcas de clase, tomadas como abscisas, y las frecuencias correspondientes, tomadas como ordenadas, formando así la gráfica denominada POLIGONO DE FRECUENCIAS.

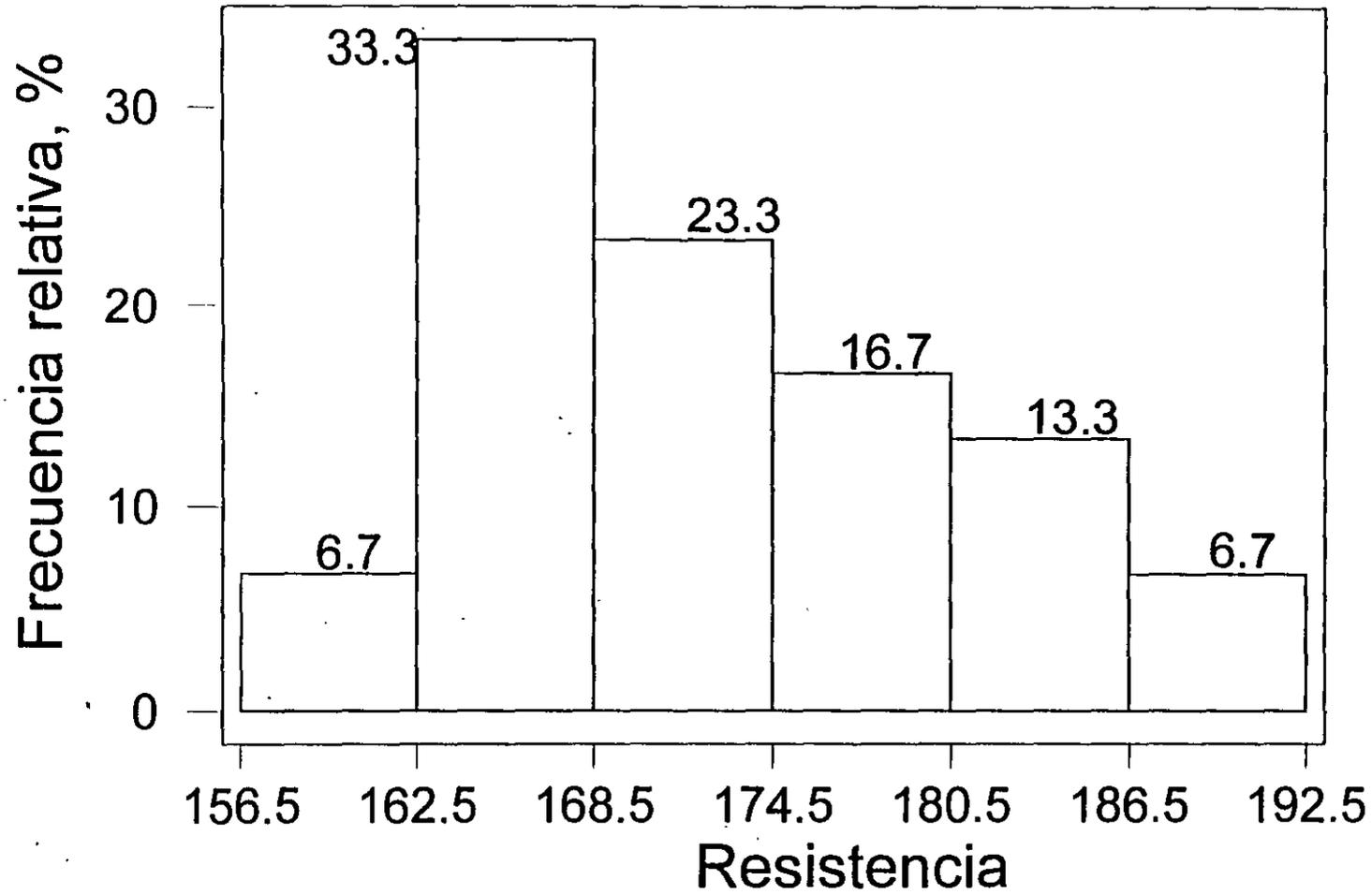
Por otra parte, las distribuciones de frecuencias acumuladas, relativas acumuladas y complementarias, se pueden representar mediante gráficas denominadas POLIGONOS DE FRECUENCIAS ACUMULADAS. En las dos primeras, las abscisas de los puntos son los límites reales superiores de clase de cada intervalo, y las ordenadas son las frecuencias acumuladas hasta el intervalo correspondiente.

En las siguientes cinco figuras se muestran las gráficas asociadas al ejemplo que se está presentando.

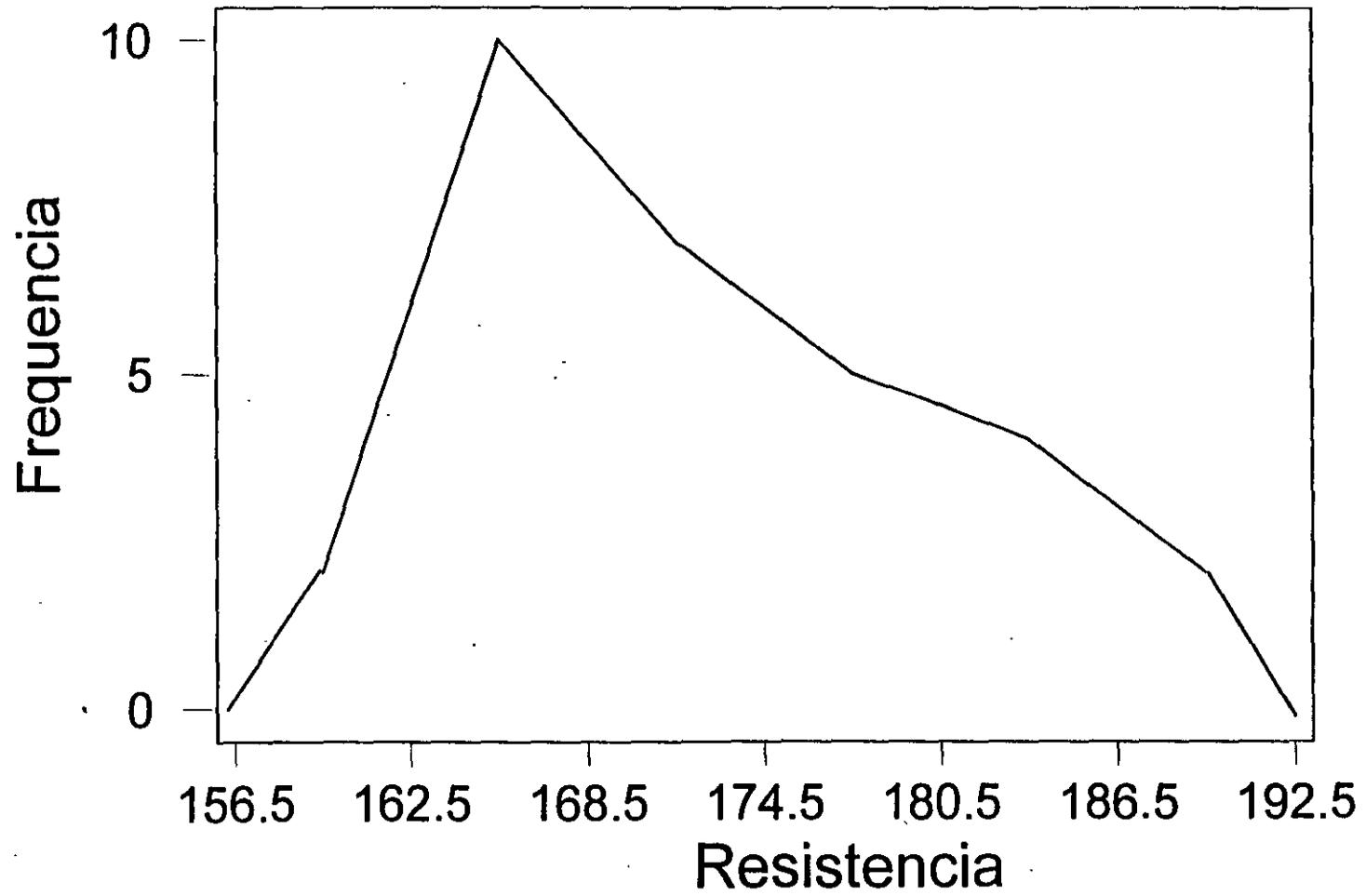
HISTOGRAMA



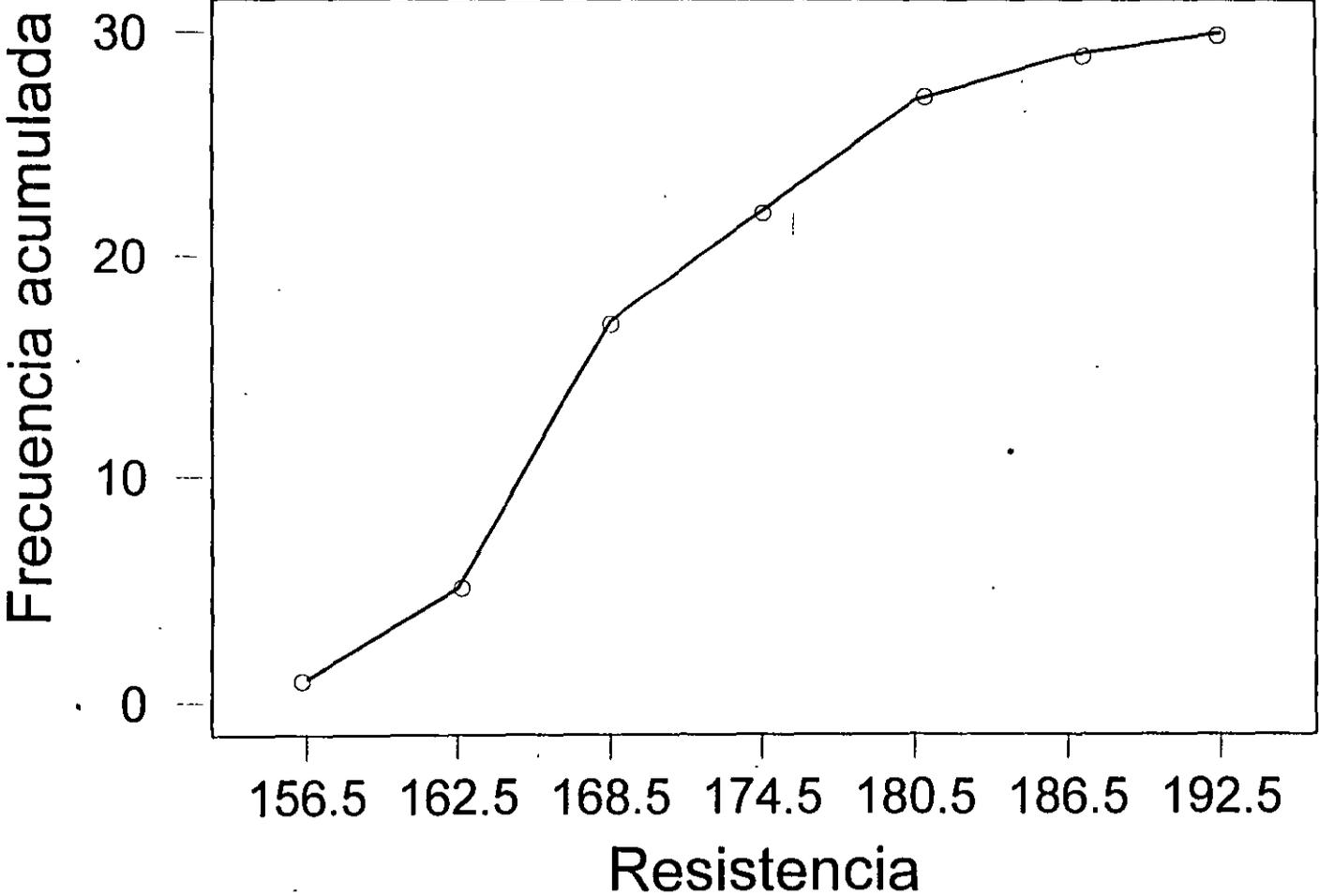
HISTOGRAMA



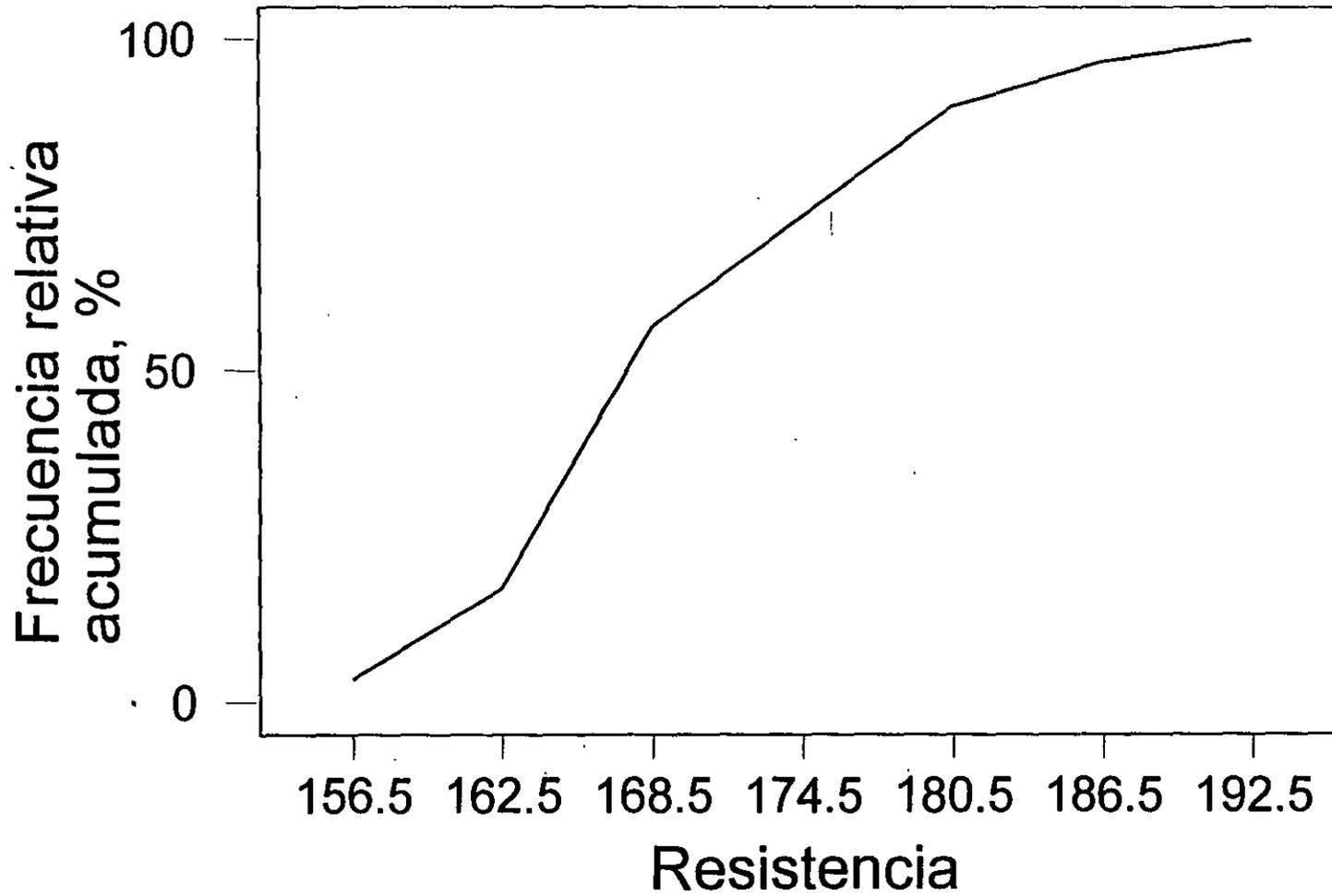
POLIGONO DE FRECUENCIAS



POLIGONO DE FRECUENCIAS ACUMULADAS



POLIGONO DE FRECUENCIAS RELATIVAS ACUMULADAS



Ejemplo:

En un estudio sobre la calidad de las soldaduras ejecutadas en el proceso de ensamble de elementos de acero, se obtuvo una muestra aleatoria de 100 secciones, a las cuales se les contó el número de defectos de la soldadura colocada.

La distribución de frecuencias que se obtuvo fue la siguiente:

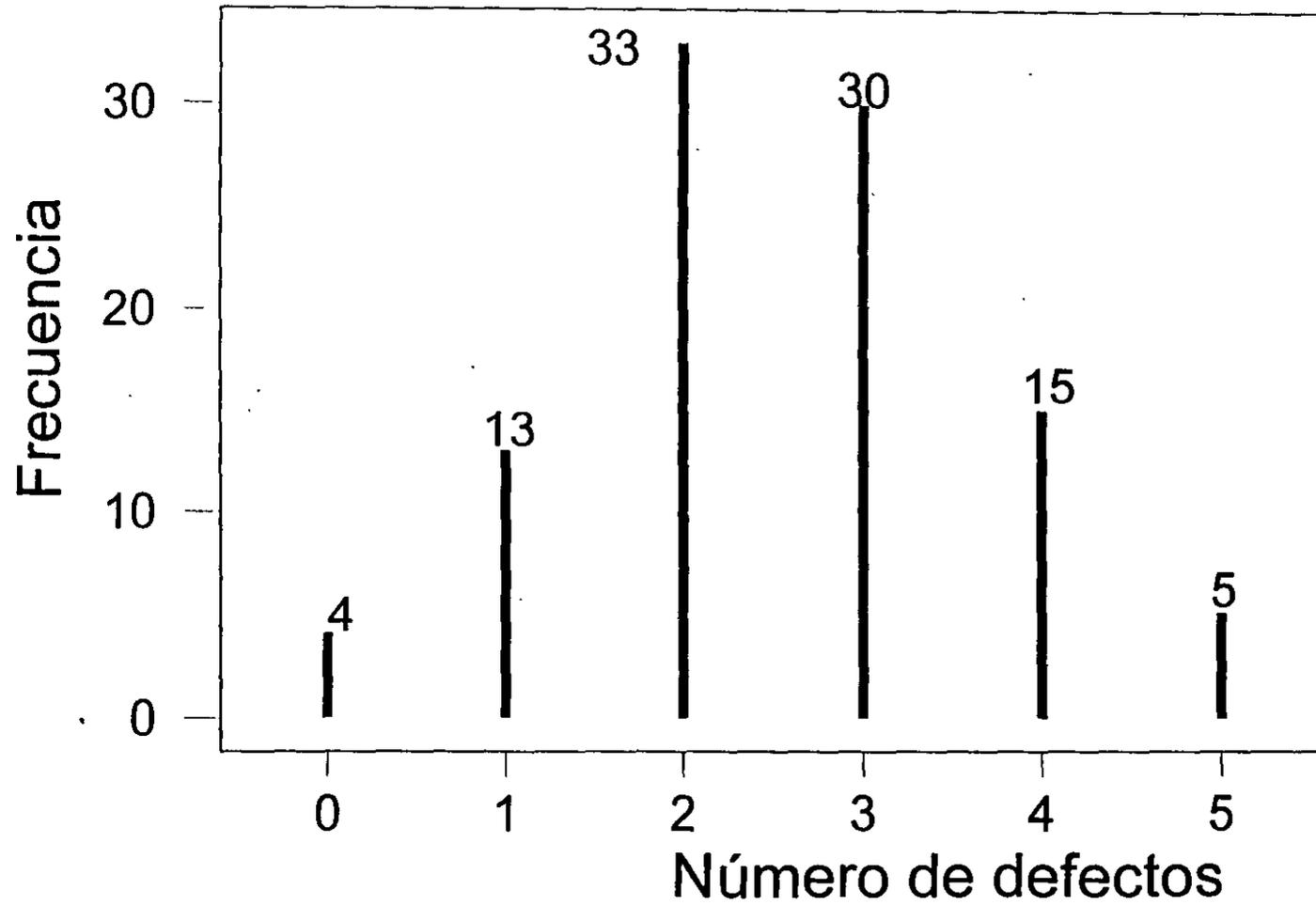
Número de defectos	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Acumulada Complementaria
0	4	4	96 (100 - 4)
1	13	17	83 (100 - 17)
2	33	50	50 (100 - 50)
3	30	80	20 (100 - 80)
4	15	95	5 (100 - 95)
5	5	100	0 (100 - 100)
	<hr/> 100		

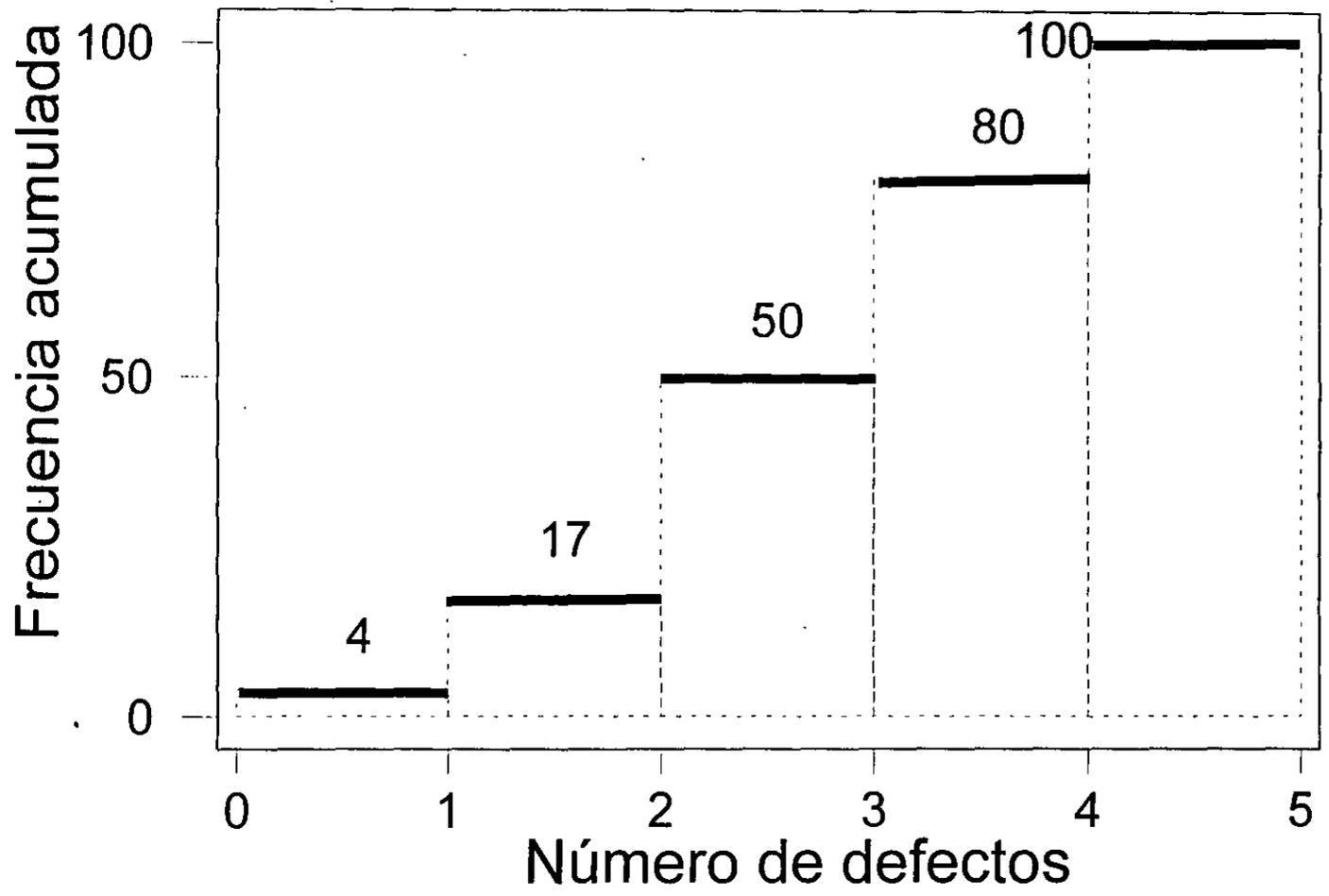
El histograma, en este caso, no se forma con barras rectangulares sino con líneas verticales que parten de las marcas de clase, en el eje horizontal, y tienen altura igual a la frecuencia correspondiente.

Por su parte, el polígono de frecuencias se dibuja ahora como una “escalera”, en la que cada peldaño tiene una altura igual a la frecuencia acumulada asociada a cada intervalo de clase.

En las siguientes dos figuras se presentan estas dos gráficas.

HISTOGRAMA





VALORES CARACTERISTICOS DE POSICION CENTRAL
Y DE DISPERSION

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

VALOR MEDIO O PROMEDIO ARITMÉTICO

Para datos no agrupados

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Donde X_i son los valores de los datos y n es el tamaño de la muestra.

Si los datos están agrupados, f_j es la frecuencia del j -ésimo intervalo y x_j es la marca de clase correspondiente, entonces.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^K f_j x_j \quad K = \text{número de intervalos}$$

Ejemplo:

Sea el ejemplo enunciado anteriormente de los defectos en secciones de soldadura. Calcular el promedio aritmético.

j	Número de defectos x	Frecuencia	f x
1	0	4	4 x 0 = 0
2	1	13	13 x 1 = 13
3	2	33	33 x 2 = 66
4	3	30	30 x 3 = 90
5	4	15	15 x 4 = 60
K=6	5	5	5 x 5 = 25
		100	254

$$\bar{x} = 254/100 = 2.54 \text{ defectos por monoblock}$$

MODOS.- Es el valor de la variable que aparece con mayor frecuencia en una muestra. Si los datos están agrupados, el modo es la marca de clase del intervalo que tiene la mayor frecuencia.

MEDIANA.- Es el valor de la variable que corresponde al 50% de las frecuencias relativas acumuladas.

Ejemplo:

En el problema de los defectos de secciones de soldadura el modo y la mediana valen 2. En el problema de las resistencias del concreto el modo es 165.5 kg/cm².

MEDIDAS DE DISPERSION

RANGO = Máximo valor observado – mínimo valor observado

VARIANCIA.- Si los datos no están agrupados:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = (1/n) \sum_{i=1}^n x_i^2 - \bar{x}^2 = \overline{x^2} - \bar{x}^2$$

Si los datos están agrupados:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k f_j(x_j - \bar{x})^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k f_j x_j^2 - \bar{x}^2 = \overline{x^2} - \bar{x}^2$$

Donde las x_j son los valores de las marcas de clase de los intervalos o son los valores de agrupamiento, según corresponda.

DESVIACION ESTANDAR

$$S = \sqrt{S^2}$$

COEFICIENTE DE VARIACION

$$V = S/\bar{x}$$

Ejemplo:

En un proceso de control de calidad, se obtuvo una muestra de 30 datos de la compacidad relativa de un suelo compactado, de los cuales se obtuvo la distribución de frecuencias indicada en la siguiente tabla. Calcular las medidas de dispersión.

j	Compacidad Relativa	Marca de Clase	Frecuencia	xf	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	$(x - \bar{x})^2 f$
1	55 - 63	59	2	118	-21.3	453.7	907.4
2	64 - 72	68	6	408	-12.3	151.3	907.8
3	73 - 81	77	7	539	- 3.3	10.9	76.3
4	82 - 90	86	9	774	5.7	32.5	292.5
5	91 - 99	95	6	570	14.7	216.1	1296.6
			30	2409			3480.6

$$\bar{x} = 2409/30 = 80.3$$

$$S^2 = 3480.6/30 = 116$$

$$S = \sqrt{116} = 10.8$$

$$V = 10.8/80.3 = 0.134 \text{ (13.4\%)}$$

LEYES DE PROBABILIDADES

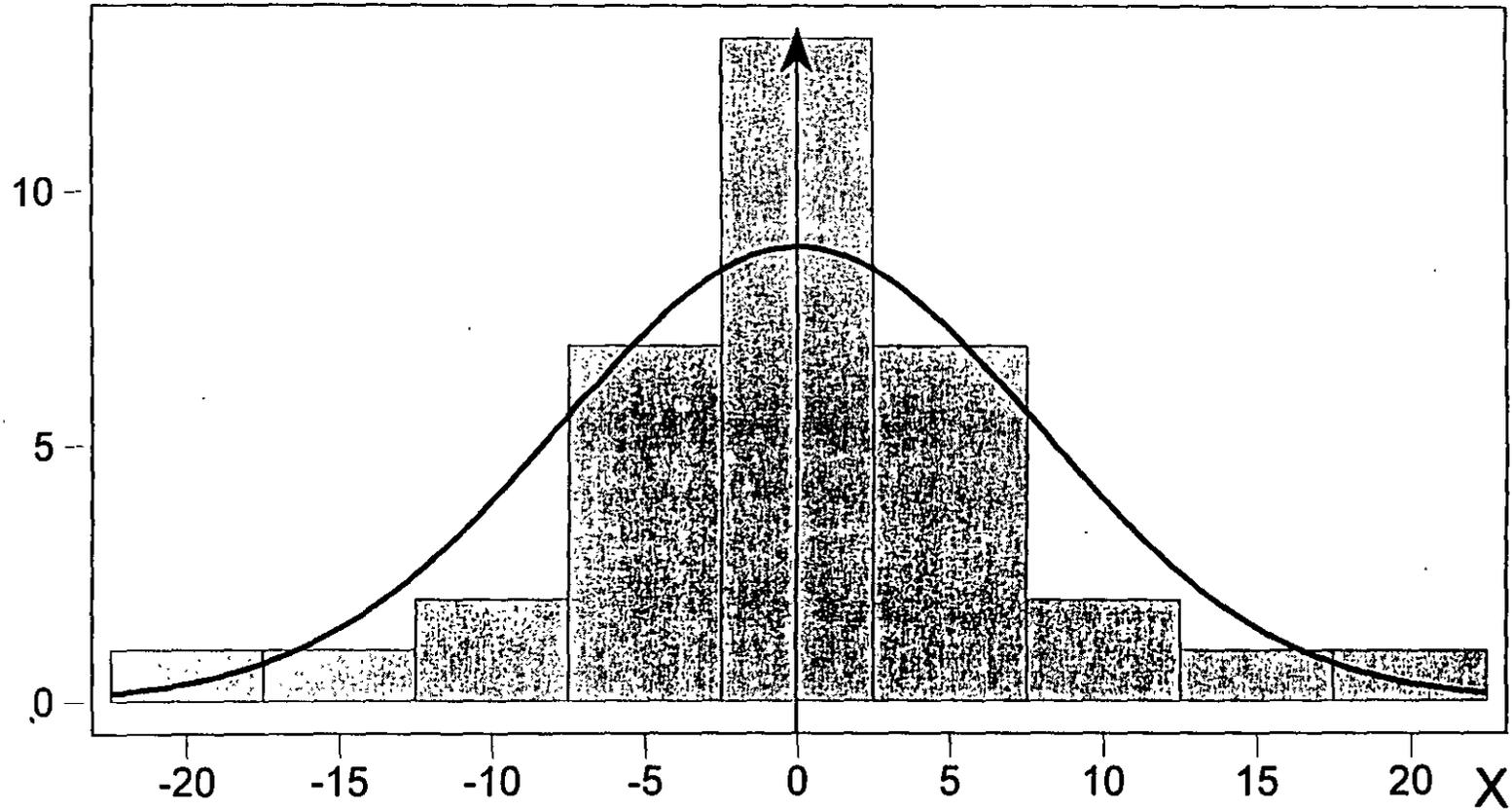
El comportamiento de una variable aleatoria se describe mediante su ley de probabilidades, la cual puede especificarse de diferentes formas. La manera más común de hacerlo es mediante su DISTRIBUCION O DENSIDAD DE PROBABILIDADES. A fin de evitar confusión, se empleará una letra mayúscula para denotar una variable aleatoria, y la minúscula correspondiente para los valores que puede asumir.

Por ejemplo, en la figura que aparece en la siguiente hoja, se muestra el histograma asociado al muestreo realizado a una variable aleatoria continua X y, superpuesta, se presenta una curva que corresponde a una función analítica, que se asocia a una ley de probabilidades, que sigue aproximadamente la forma del histograma y puede servir para “modelar” matemáticamente el comportamiento aleatorio de la variable X.

Existen varias leyes de probabilidades de carácter teórico; en la práctica, para cada variable aleatoria se escoge una que modele adecuadamente su comportamiento aleatorio, lo cual se establece al compararla con el histograma de los datos correspondientes a un muestreo.

Es importante mencionar que cada distribución de probabilidades tiene parámetros que caracterizan su posición central y su dispersión. De los primeros se tiene a la media, la mediana y el modo; de los segundos se tiene a la variancia, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Los valores que se asignan a estos parámetros en cada caso particular, se estiman con base en una muestra aleatoria de la variable que se trate; la

HISTOGRAMA CON CURVA DE DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES



media se estima con el promedio aritmético, y la desviación estándar con la desviación estándar de la muestra

LEYES DE PROBABILIDADES PARA VARIABLES ALEATORIAS DISCRETAS.

Si la variable aleatoria X es discreta y puede asumir los valores x_i , su distribución de probabilidades, $f(x)$, será el conjunto de todas las probabilidades:

$$P(x_i) = P(x = x_i); \quad i = 1, 2, \dots, n$$

La cual se lee “probabilidad de que $x = x_i$ ”. Esto es

$$f(x) = \{P(x = x_i)\} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Para que una distribución de probabilidades satisfaga los tres axiomas de la teoría de probabilidades, se deben cumplir los siguientes requisitos:

- A) $0 \leq P(x_i) \leq 1$ para toda x_i
- B) $\sum_{i=1}^n P(x_i) = 1; \quad i = 1, 2, \dots, n$

donde n es el número total de valores que puede asumir X

$$C) \quad P(x_m \leq X_r) = \sum_{i=m}^{i=r} P(x_i); \quad m < r,$$

donde las x_i están ordenadas en forma creciente, es decir

$$x_1 < x_2 < x_3 < \dots < x_n$$

Otra forma de especificar la ley de probabilidades de una variable aleatoria es mediante la DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES ACUMULADAS, $F(x)$, que se define como el conjunto de las sumas parciales de las probabilidades $P(x_i)$, correspondientes a todos los valores de X menores o iguales que x_i . Por lo tanto, esta función da las probabilidades de que la variable aleatoria

tome valores menores o iguales que x_m para cualquier m , es decir:

$$F(x) = \{F(x_m)\}; m = 1, 2, \dots, n$$

En donde

$$F(x_m) = \sum_{i=1}^{i=m} P(x_i) = P(X \leq x_m); m = 1, 2, \dots, n$$

Ejemplo:

Sea X la variable aleatoria discreta "número total de carros que se detienen en una esquina debido a la luz roja de un semáforo". Si las probabilidades asociadas a cada valor, son:

$$P(x) = \begin{cases} 0.1 & \text{SI } x = 0 \\ 0.2 & \text{SI } x = 1 \\ 0.3 & \text{SI } x = 2 \\ 0.2 & \text{SI } x = 3 \\ 0.1 & \text{SI } x = 4 \\ 0.1 & \text{SI } x = 5 \\ 0 & \text{SI } x = 6 \end{cases}$$

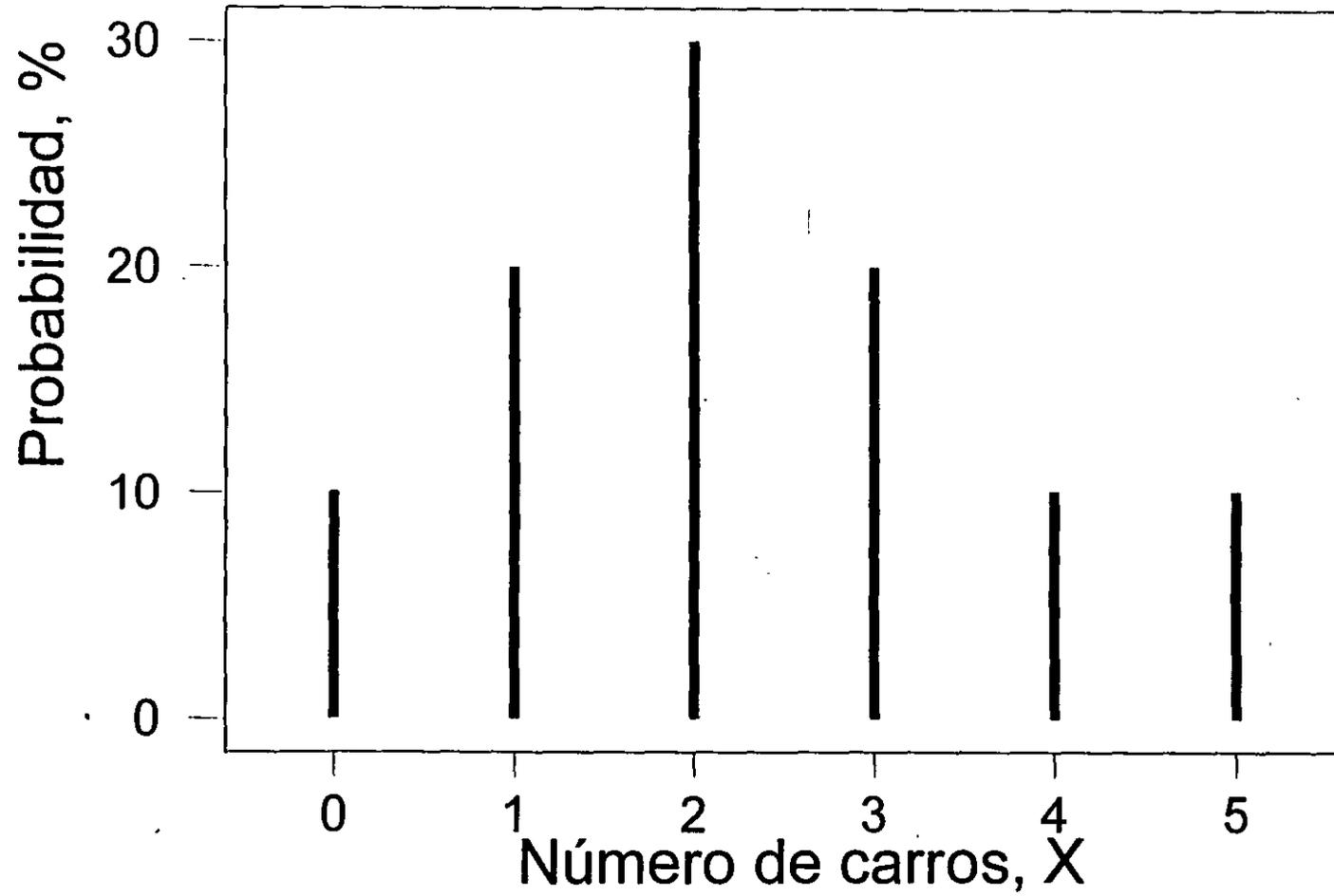
Las distribuciones de probabilidades y la de probabilidades acumuladas correspondientes serán:

x	f(x)	F(x)
<0	0	0
0	0.1	0.1
1	0.2	0.3
2	0.3	0.6
3	0.2	0.8
4	0.1	0.9
5	0.1	1.0
>6	0	1.0

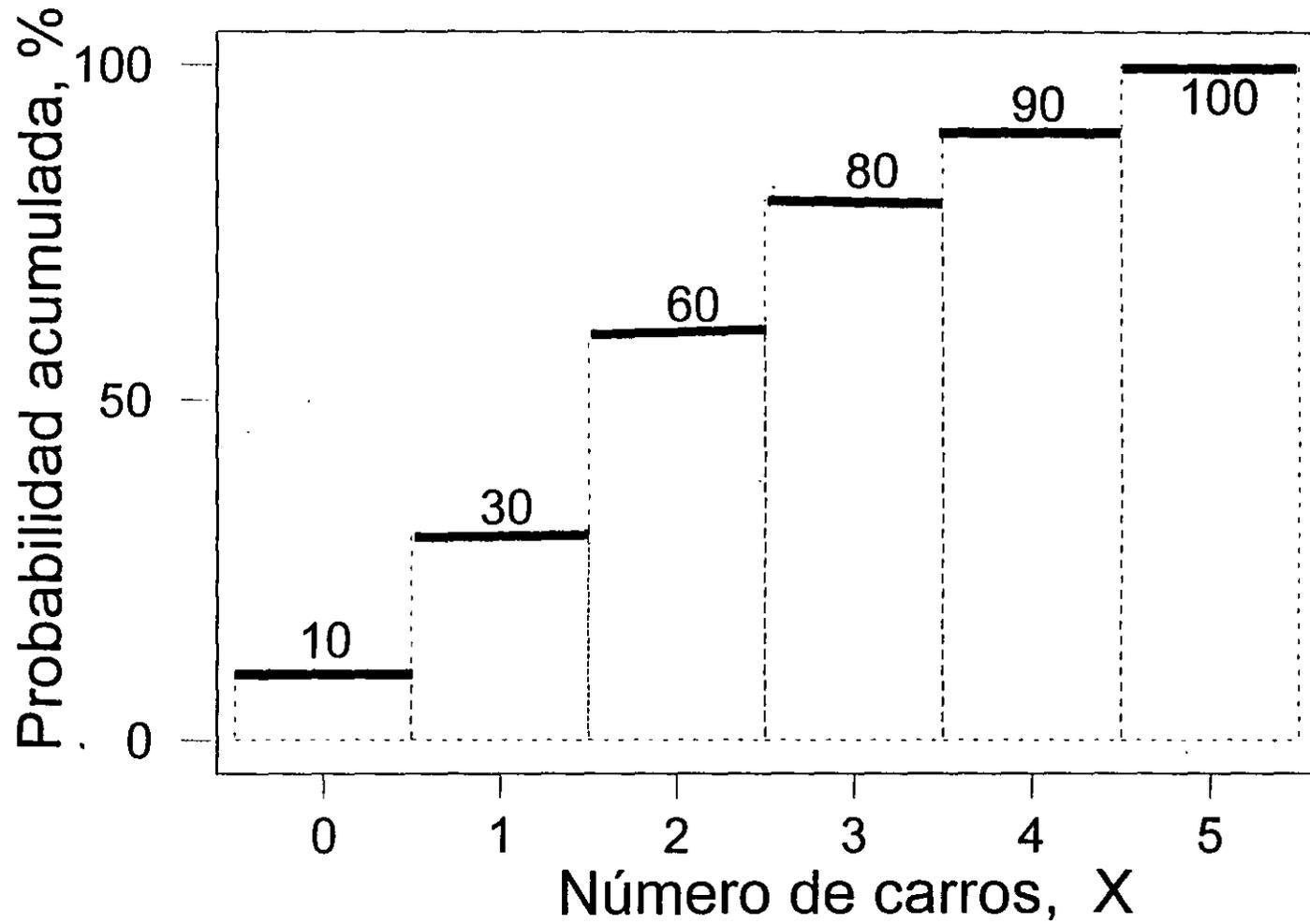
$$\text{o sea } F(x) = \begin{cases} 0, & \text{SI } x < 0 \\ 0.1, & \text{SI } 0 < x \leq 1 \\ 0.3, & \text{SI } 1 < x \leq 2 \\ 0.6, & \text{SI } 2 < x \leq 3 \\ 0.8, & \text{SI } 3 < x \leq 4 \\ 0.9, & \text{SI } 4 < x \leq 5 \\ 1.0, & \text{SI } 5 < x \end{cases}$$

Las gráficas de estas distribuciones se presentan en las figuras de las siguientes dos páginas.

DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES



DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES ACUMULADAS



LEYES DE PROBABILIDADES PARA VARIABLES ALEATORIAS CONTINUAS

En el caso de una variable aleatoria continua, X , la probabilidad de que ésta tome un valor comprendido entre x y $x + dx$ está dada por $f(x)dx$, donde $f(x)$ es la densidad de probabilidades de x . Por lo tanto, la probabilidad de que X asuma valores comprendidos en el intervalo $x_1 \leq X \leq x_2$ es:

$$P(x_1 \leq X \leq x_2) = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx$$

La interpretación gráfica de esta probabilidad es que corresponde al área bajo la curva de $f(x)$ comprendida entre x_1 y x_2 , como se muestra en la figura de la siguiente hoja.

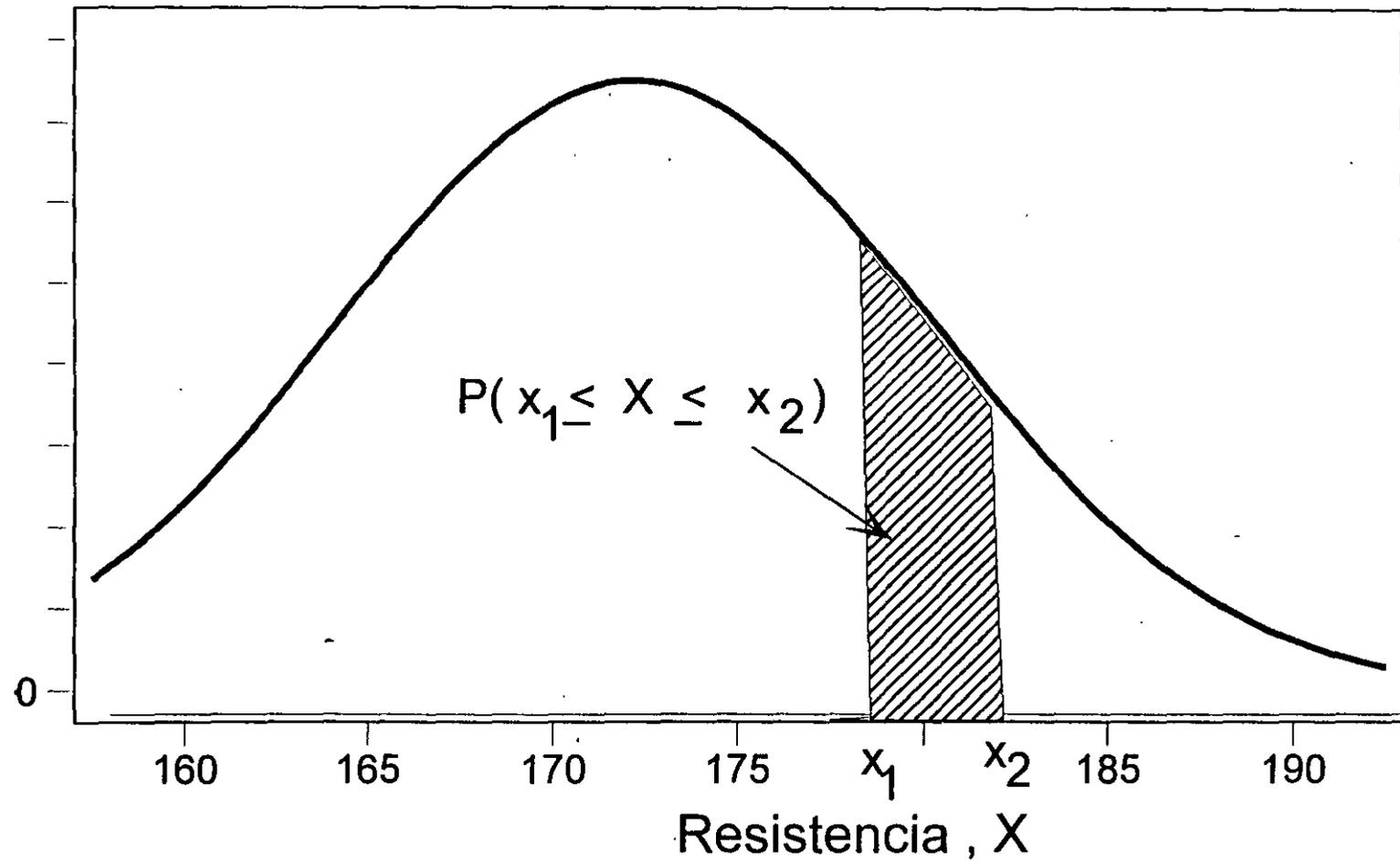
Puesto que $F(x) = P(X \leq x) = P(-\infty < X \leq x)$ y en virtud de la ecuación anterior, se tiene que la distribución de probabilidades acumuladas es:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(U) dU$$

donde U es sólo una variable muda de integración. El valor de esta integral es igual al área bajo la curva de $f(x)$ a la izquierda de x . De esta ecuación se concluye que:

$$\frac{dF(x)}{dx} = \frac{d}{dx} \left(\int_{-\infty}^x f(U) dU \right) = f(x)$$

DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES



Algunas propiedades de $F(x)$ son:

$$0 \leq F(x) \leq 1$$

$$F(-\infty) = 0$$

$$F(\infty) = 1$$

$$F(x_2) - F(x_1) = P(x_1 \leq X \leq x_2)$$

Para satisfacer los axiomas de la teoría de probabilidades se necesita que:

$$F(x) \geq 0 \text{ para toda } x$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$$

DISTRIBUCION NORMAL

Una de las distribuciones de variables aleatorias continuas más útil, porque su forma se asemeja bastante a los histogramas de algunas variables aleatorias, como se muestra en la figura de la siguiente hoja, es la *distribución normal o de Gauss*, definida por la ecuación.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

donde μ es la media y σ la desviación estándar de X.

Si se hace la transformación: $Z = (X-\mu)/\sigma$

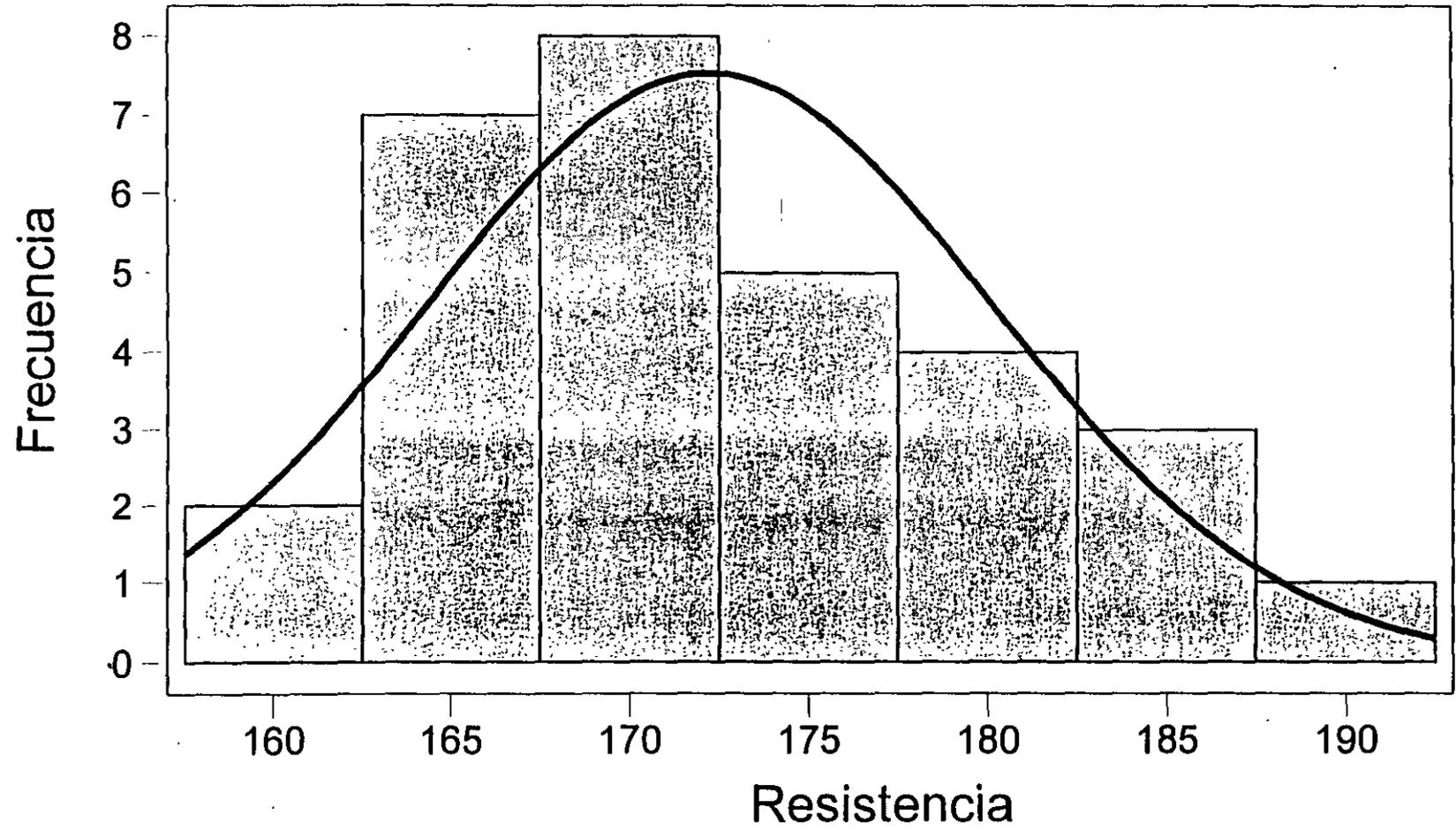
entonces la ecuación anterior se reduce a la llamada forma estándar, cuya ecuación es:

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} ; \quad F(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2} du$$

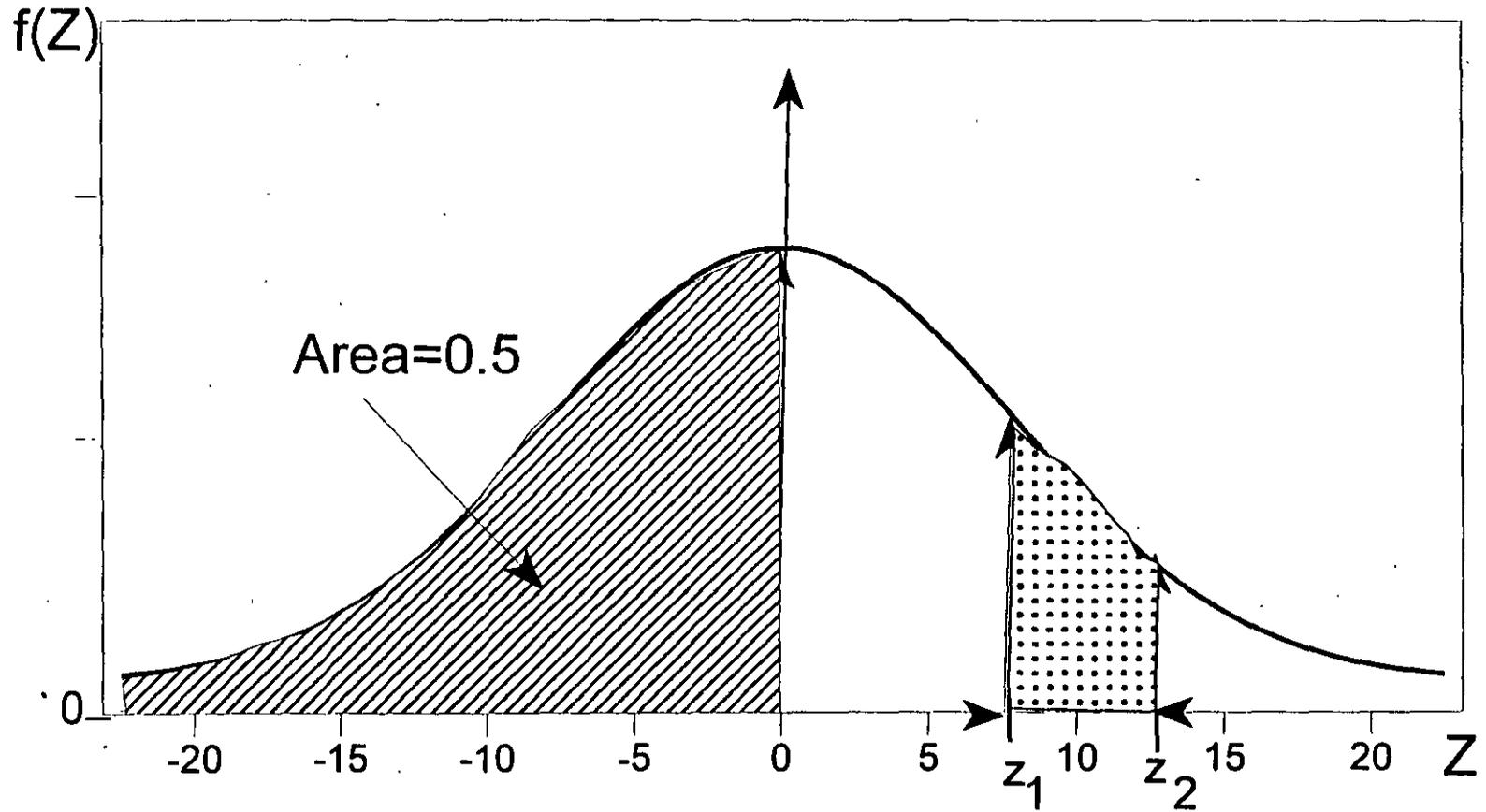
En este caso la variable aleatoria Z tiene distribución normal con media igual a cero y variancia igual a uno.

Existen tablas para calcular las probabilidades de una variable asociada a una distribución normal estándar semejantes a la Tabla A. En las figuras de las siguientes tres páginas se muestra la forma de campana de esta distribución; en las dos últimas se observa la simetría respecto a $Z=0$, que es asintótica al eje Z y algunas áreas cuantificadas. En el caso de la variable X, la simetría se da respecto al valor de μ .

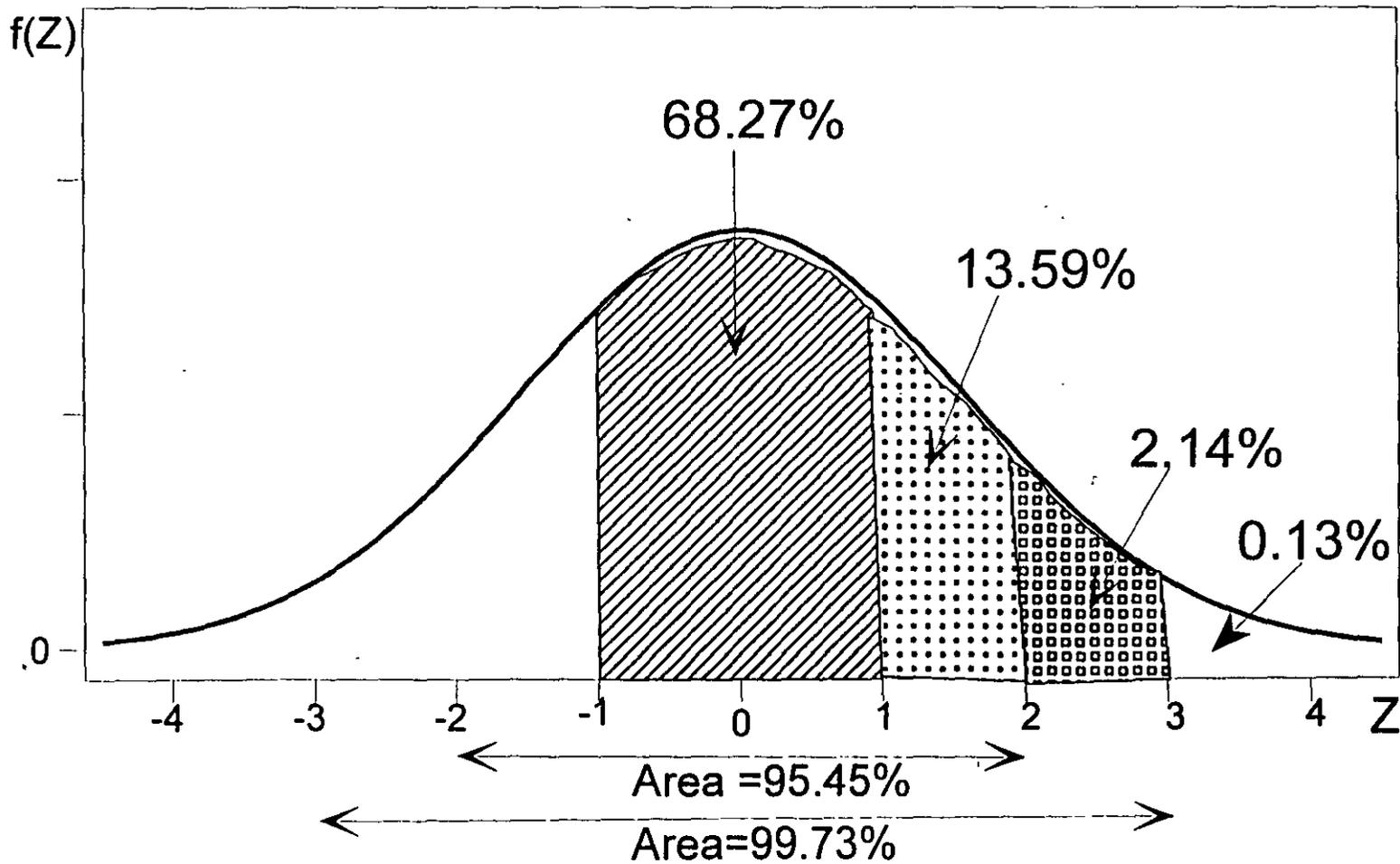
HISTOGRAMA CON DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES



DISTRIBUCION NORMAL



DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES NORMAL ESTANDAR



La utilidad de la distribución normal estándar radica en que

$$P [x_1 \leq X \leq x_2] = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx = P [z_1 \leq Z \leq z_2] = \int_{z_1}^{z_2} f(z) dz$$

Donde

$$z_1 = (x_1 - \mu) / \sigma \quad \text{y} \quad z_2 = (x_2 - \mu) / \sigma$$

Ejemplo:

Como resultado de una larga serie de experimentos probando a compresión cilindros de concreto, se ha estimado que la media de la resistencia es de 240 kg/cm² y la desviación estándar de 30 kg/cm².

Suponiendo que la distribución de probabilidades es normal,

- A) ¿Cuál es la probabilidad de que otro cilindro tomado al azar resista menos de 240 kg/cm²?
- B) ¿Cuál es la probabilidad de que resista más de 330 kg/cm²?
- C) ¿Cuál es la probabilidad de que su resistencia esté en el intervalo de 210 a 240 kg/cm²?

Solución:

A) Para emplear las tablas de la distribución normal es necesario estandarizar la variable X, empleando $\mu=240$ y $\sigma=30$, con $X = 240$:

$$Z = \frac{240 - 240}{30} = 0$$

Recurriendo a la tabla de la distribución normal se obtiene:

$$P [X \leq 240] = p [Z \leq 0] = 0.5$$

B) El valor estandarizado de la variable, para $x = 330 \text{ kg/cm}^2$, es

$$z_1 = \frac{330 - 240}{30} = 3$$

Por lo que

$$P [X \geq 330] = p [Z \geq 3] = 1 - 0.9987 = 0.0013$$

C) Los valores estandarizados de la variable, para $x_1 = 210$ y $x_2 = 240$ son:

$$z_1 = \frac{210 - 240}{30} = -1$$

$$z_2 = \frac{240 - 240}{30} = 0$$

Por lo que

$$P [210 \leq X \leq 240] = P [-1 \leq Z \leq 0] = 0.3413$$

Ejemplo:

Se ha encontrado que la variable aleatoria “error en la medición de las distancias entre dos puntos” tiene distribución normal con media cero. Si se sabe que el tamaño verdadero de una línea es de 2m y que la variancia de su medición es de 9 cm^2 , calcular la probabilidad de que en una medición la longitud que se registre sea

- Menor de 195 cm.
- Mayor de 203 cm.
- Comprendida entre 198 y 202 cm.

Solución

- a. $P (X < 195) = ?$ con $\mu = 200 \text{ cm}$ y $\sigma = \sqrt{9} = 3 \text{ cm}$.

$$Z = \frac{195 - 200}{3} = \frac{-5}{3} = -1.67$$

$$P(X < 195) = P(Z < -1.67) = 0.0475 = 4.75\%$$

$$b. \quad Z = \frac{203 - 200}{3} = 1$$

$$P(X > 203) = 1 - P(X < 203) = 1 - P(Z < 1) = 1 - 0.8413 = 0.1587 = 15.87\%$$

$$c. \quad P(198 \leq X \leq 202) = ?$$

$$Z_1 = \frac{198 - 200}{3} = -0.67, \quad Z_2 = \frac{202 - 200}{3} = 0.67$$

$$P(198 \leq X \leq 202) = P(-0.67 < Z < 0.67) = 2 \times 0.2486 = 0.4972 = 49.72\%$$

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE UNA DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES.

A menudo resulta necesario inferir información acerca de una población mediante el uso de muestras extraídas de ella; una parte básica de dicha inferencia consiste en estimar los valores de los parámetros de la población (media, variancia, etc.) a partir de las estadísticas correspondientes de la muestra.

Una estadística es una variable aleatoria que se obtiene mediante una función que se calcula con los datos de las muestras: por ejemplo, el promedio aritmético y la desviación estándar son dos estadísticas.

Si el estimador de un parámetro de la población consiste en un solo valor de una estadística, se le conoce como *estimador puntual* del parámetro.

La estimación de un parámetro de una población mediante un par de números entre los cuales se encuentra, con cierta probabilidad, el valor de dicho parámetro, se llama estimación por intervalos del mismo.

Una estadística es una variable aleatoria que se obtiene mediante una función que se calcula con los datos de las muestras: por ejemplo, el promedio aritmético y la desviación estándar son dos estadísticas.

Sea S una estadística obtenida de una muestra de tamaño n para estimar el valor del parámetro θ , y sea σ_s la desviación estándar (conocida o estimada) de su distribución muestral. La probabilidad, $1-\alpha$, de que el valor de θ se localice en el intervalo de $S - z_c \sigma_s$ a $S + z_c \sigma_s$, donde z_c es una constante, se escribe en la forma:

$$P [S - z_c \sigma_s \leq \theta \leq S + z_c \sigma_s] = 1 - \alpha$$

Si se fija el valor de $1-\alpha$, se puede obtener el valor de z_c necesario para que se satisfaga la ecuación anterior, con lo cual queda definido el *intervalo de confianza* del parámetro θ , $(S \pm z_c \sigma_s)$, correspondiente al nivel de *confianza* $1-\alpha$.

La constante z_c que fija el intervalo de confianza se conoce como valor crítico. Si la distribución de S es normal, el valor de z_c correspondiente a uno de α se obtiene de la tabla de áreas bajo la curva normal o de la tabla siguiente:

Valores de z_c para distintos niveles de confianza

Nivel de confianza, en porcentaje	z_c
99.73	3.00
99.00	2.58
98.00	2.33
96.00	2.05
95.45	2.00
95.00	1.96
90.00	1.64
80.00	1.28
68.27	1.00
50.00	0.674

Ejemplo:

Sea el promedio aritmético \bar{X} una estadística con distribución normal. Las probabilidades o niveles de confianza de que $\mu_{\bar{X}}$ (o μ de la población) se encuentre localizada entre los límites $\bar{X} \pm \sigma_{\bar{X}}$, $\bar{X} \pm 2\sigma_{\bar{X}}$ y $\bar{X} \pm 3\sigma_{\bar{X}}$ son 68.26, 95.44 y 99.73%, respectivamente, obteniéndose dichos valores de la tabla de áreas bajo la curva normal. Lo anterior significa que el intervalo

$\bar{X} \pm 3 \sigma_{\bar{X}}$ contendrá a $\mu_{\bar{X}}$ en el 99.73 por ciento de las muestras de tamaño n , por lo que los intervalos de confianza de 68.26, 95.44 y 99.73 por ciento para estimar a μ son:

$$(\bar{X} - \sigma_{\bar{X}}, \bar{X} + \sigma_{\bar{X}}), (\bar{X} - 2 \sigma_{\bar{X}}, \bar{X} + 2 \sigma_{\bar{X}}) \text{ y } (\bar{X} - 3 \sigma_{\bar{X}}, \bar{X} + 3 \sigma_{\bar{X}})$$

lo cual se aprecia en la figura inmediata anterior:

ESTIMACIÓN DE INTERVALOS DE CONFIANZA PARA LA MEDIA.

Los límites de confianza para la media de una población con variable aleatoria X asociada están dados por

$$\bar{X} \pm z_c \sigma_{\bar{X}}$$

en donde z_c depende del nivel de confianza deseado. Si X tiene distribución normal, z_c puede obtenerse en forma directa de la tabla anterior. Por ejemplo, los límites de confianza de 95 y 99 por ciento para estimar la media, μ , de la población son: $\bar{X} \pm 1.96 \sigma_{\bar{X}}$ y $\bar{X} \pm 2.58 \sigma_{\bar{X}}$, respectivamente. Al obtener estos límites hay que usar el valor calculado de X para la muestra correspondiente.

Entonces, los límites de confianza para la media de la población quedan dados por: $\bar{X} \pm z_c \sigma / \sqrt{n}$.

Ejemplo:

Las mediciones de los diámetros de una muestra aleatoria de 100 tubos de albañal mostraron una media de 32 cm y una desviación estándar de 2 cm.

Obténganse los límites de confianza de : a. 95 por ciento

b. 97 por ciento

para el diámetro medio de todos los tubos.

Solución

a. De la tabla anterior los límites de confianza del 95 por ciento son:

$$\bar{X} \pm 1.96 \sigma / \sqrt{n} = 32 \pm 1.96 (2 / \sqrt{100}) = 32 \pm 0.392 \text{ cm.}$$

o sea 31.608 y 32.392, en donde se ha empleado el valor de la desviación estándar de la muestra para estimar el de σ de la población, puesto que la muestra es suficientemente grande (mayor de 30 elementos). Esto significa que con una probabilidad de 95 por ciento, el valor de μ se encuentra entre 31.608 y 32.392 cms.

b. Si $Z = z_c$ es tal que el área bajo la curva normal a la derecha de z_c es el 1.5 por ciento del área total, entonces el área entre 0 y z_c es $0.5 - 0.015 = 0.485$, por lo que de la tabla de áreas bajo la curva normal se obtiene $z_c = 2.17$. Por tanto, los límites de confianza del 97 por ciento son:

$$\bar{X} \pm 2.17 \sigma / \sqrt{n} = 32 \pm 2.17 (2 / \sqrt{100}) = 32 \pm 0.434 \text{ cm}$$

y el intervalo de confianza respectivo es (31.566 cm, 32.434 cm).

Ejemplo:

Una muestra aleatoria de 50 valores de compacidad relativa tiene un promedio aritmético de 72 puntos, con desviación estándar igual a 10.

Calcular:

- a. El intervalo de confianza del 95% para la media del total de calificaciones.
- b. El tamaño de muestra necesario para que el error en la estimación de la media no exceda de 2 puntos, considerando el mismo nivel de confianza.

Solución:

a. Si se estima a σ de la población con la desviación estándar S_x de la muestra y se considera que la población es finita, los límites de confianza son, puesto que

$$\bar{X} = 72, Z_c = 1.96, S_x = 10 \text{ y } n = 50,$$

$$72 \pm 1.96 (10/\sqrt{50})$$

$$72 \pm 1.96 (1.4142)$$

$$72 \pm 2.77$$

y el intervalo de confianza respectivo es: (69.23, 74.77)

b. Puesto que el error en la estimación de la media es

$$\text{Error en la estimación} = Z_c \sigma/\sqrt{n}$$

$$\text{en este caso se tendría} = Z_c \sigma/\sqrt{n} < 2$$

o sea, para un nivel de confianza de 95%,

$$1.96 (10/\sqrt{n}) < 2$$

$$19.6/\sqrt{n} < 2$$

Elevando al cuadrado la desigualdad, queda

$$394.16/n < 4$$

$$\text{o sea } 96 < n$$

Por lo cual, se requieren al menos 96 elementos en la muestra para que el error en la estimación no exceda de 2 puntos, para

$$1-\alpha = 0.95.$$

PRUEBA ESTADÍSTICA DE QUE LA MEDIA DE UNA VARIABLE VALE μ

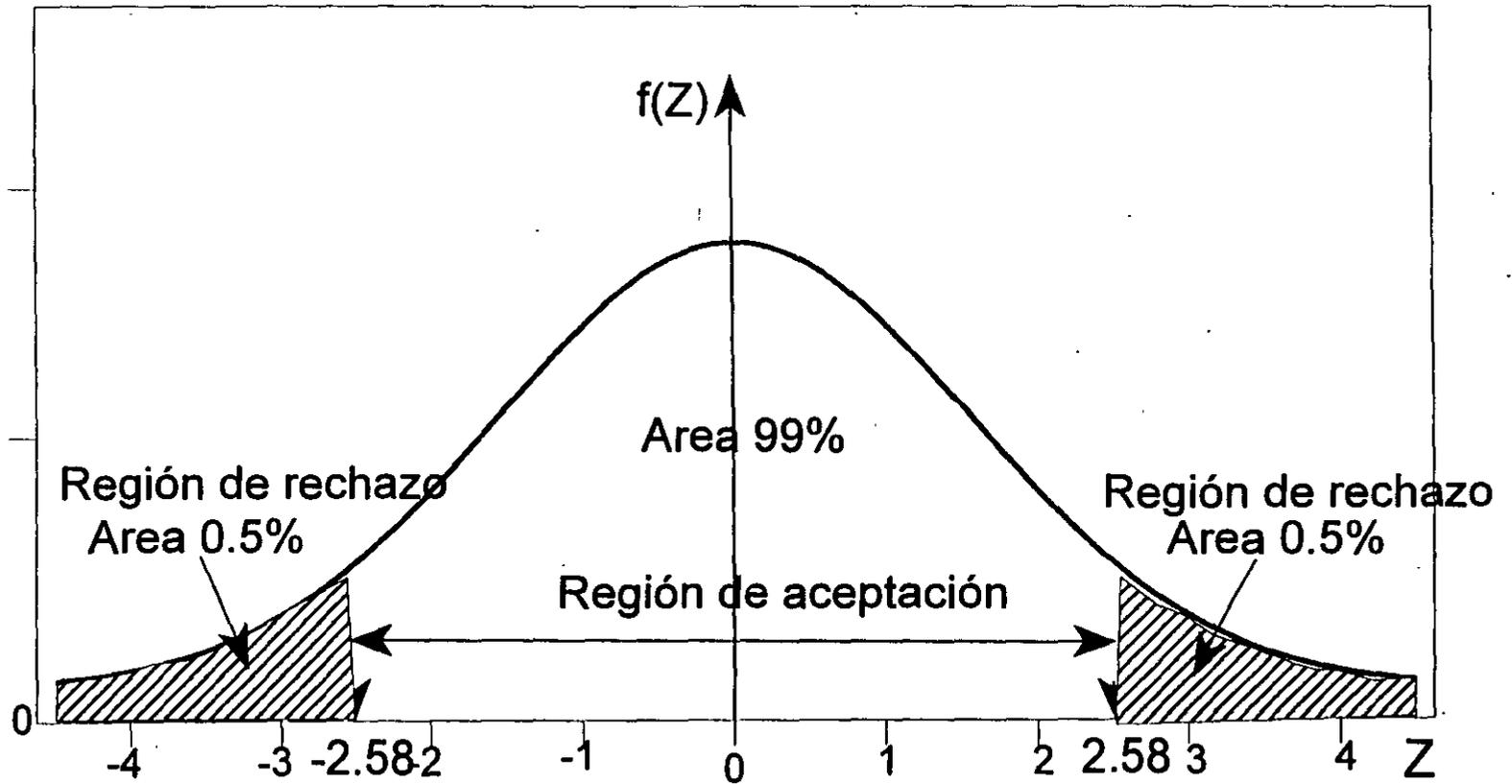
Al intervalo de los valores de una estadística en el que se rechaza una hipótesis bajo prueba se le denomina *región crítica o de rechazo*. Por el contrario, al conjunto de los valores de la estadística en que se acepta la hipótesis, se le llama *región de aceptación*.

Considérese que la distribución probabilidades de la estadística \bar{X} es normal con desviación estándar $\sigma_{\bar{X}}$ y que la variable Z resulta de estandarizar a X. La hipótesis *bajo prueba* es que la media de X vale μ , y la hipótesis alternativa es que dicha media es diferente de μ . Bajo la hipótesis por probar, $Z = (X - \mu) / \sigma_{\bar{X}}$.

Por ejemplo, si se adopta la regla de decisión de aceptar la hipótesis *bajo prueba*, si el valor de Z cae dentro del intervalo central que encierra al 99 por ciento del área de la distribución de probabilidades, entonces ésta se aceptará en el caso en que: $-2.58 \leq Z \leq 2.58$.

Pero si el valor estandarizado de la estadística se encuentra fuera de dicho intervalo, se concluye que esto puede ocurrir con probabilidad de 0.01 si la hipótesis *bajo prueba* es verdadera (área rayada total de la siguiente figura). En tal caso, se concluye que el valor Z de la variable estándar difiere *significativamente* del que se podría esperar de acuerdo con la hipótesis bajo prueba, lo cual inclina a rechazarla a un nivel de confianza del 99 por ciento. En este caso se tendrían las regiones de aceptación y de rechazo mostradas en la siguiente figura.

DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES NORMAL ESTANDAR



En la siguiente tabla se presentan los valores de la variable estandarizada, Z , que limitan las regiones de aceptación y de rechazo para el caso en el que la estadística involucrada en la prueba tenga distribución de probabilidades normal. Cuando en alguna prueba de hipótesis se consideren niveles de significancia diferentes a los que aparecen en la tabla mencionada, resulta necesario emplear la de áreas bajo la curva normal estándar.

Nivel de significancia, α	Valores de Z para pruebas de una cola	Valores de Z para pruebas de dos colas
0.1	-1.281 o 1.281	-1.645 y 1.645
0.05	-1.645 o 1.645	-1.960 y 1.960
0.01	-2.326 o 2.326	-2.575 y 2.575
0.005	-2.575 o 2.575	-2.810 y 2.810

Para el caso de una población infinita (o finita en que se muestree con remplazo), cuya desviación estándar σ se conoce o se puede estimar adecuadamente, entonces la desviación estándar es $\sigma_{\bar{X}} = \sigma/\sqrt{n}$, en donde μ y σ son, respectivamente, la media y la desviación estándar de la variable aleatoria X asociada a la población, y n es el tamaño de la muestra. En tal caso, si X tiene distribución normal, la variable estandarizada correspondiente será: $Z = (\bar{X} - \mu)/(\sigma/\sqrt{n})$.

Ejemplo:

Se sabe que el promedio de una muestra aleatoria de 100 espesores de una placa de acero es de 7.6 mm con una desviación estándar de 0.2 mm. Si μ denota la media de la población de esa variable, X , y si se supone que X tiene distribución normal, probar la hipótesis $\mu = 7.65$ en contra de la hipótesis alternativa $\mu \neq 7.65$ usando un nivel de significancia de:

a. 0.05

c. 0.01

Solución:

Para la solución se deben considerar las hipótesis

por probar $\mu = 7.65$

alternativa $\mu \neq 7.65$

La estadística bajo consideración es el promedio aritmético, \bar{X} , de la muestra, que se supone extraída de una población infinita. La distribución muestral de \bar{X} tiene media $\mu_{\bar{X}} = \mu$, y desviación estándar σ/\sqrt{n} .

Considerando la hipótesis *bajo prueba* como verdadera, se tiene que:

$$\mu_{\bar{X}} = 7.65$$

y utilizando la desviación estándar de la muestra como una estimación de σ , lo cual se supone razonable por tratarse de una muestra grande,

$$\sigma_{\bar{X}} = \sigma/\sqrt{n} = 0.2/\sqrt{100} = 0.2/10 = 0.02$$

a. Para la prueba de dos colas a un nivel de significancia de 0.05 se establece la siguiente regla de decisión:

Aceptar la hipótesis bajo prueba si el valor Z correspondiente al valor del promedio de la muestra se encuentra dentro del intervalo de -1.96 a 1.96 (de la tabla anterior). En caso contrario, rechazarla.

En este caso se tiene que:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma/\sqrt{n}} = \frac{7.6 - 7.65}{0.02} = -2.5$$

Valor que se encuentra fuera del rango de -1.96 a 1.96 , por lo que se rechaza la hipótesis *bajo prueba* a un nivel de significancia de 0.05 .

b. Si el nivel de significancia es 0.01 , el intervalo de -1.96 a 1.96 de la regla de decisión del inciso, α se remplaza por el de -2.58 a 2.58 (ver figura). Entonces, puesto que el valor muestral $Z = -2.5$ se encuentra dentro del intervalo, se acepta la hipótesis H_0 a un nivel de significancia de 0.01 .

Ejemplo:

Mediante una larga serie de pruebas, se ha determinado que la resistencia media a la ruptura de ciertos cables de acero fabricados por una empresa X es de 905 kg. En un momento dado se sospechaba que el proceso de fabricación sufrió alguna alteración, por lo que, para confirmarlo se extrae una muestra aleatoria de 50 cables, obteniéndose para ellos una resistencia promedio de 926 kg, con desviación estándar igual a 42 kg. ¿Se puede considerar que este resultado es congruente con la resistencia media del proceso con un nivel de confianza de 99% ?

En este caso, se debe plantear una prueba de hipótesis en que:

Hipótesis por probar $\mu = 905$ kg.

Hipótesis alternativa $\mu \neq 905$ kg.

Considerando a la población infinita con distribución normal y suponiendo como verdadera la hipótesis *por probar*, se tiene que:

$$\mu_{\bar{x}} = \mu = 905 \text{ kg.}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{42}{\sqrt{50}} = 5.94$$

Para la prueba con un nivel de confianza de 99%, la regla de decisión es:

Aceptar hipótesis bajo prueba si el valor estandarizado de \bar{X} de la muestra está entre $Z_c = \pm 2.810$ (tabla); en caso contrario, rechazarla.

En este caso se tiene que:

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu_{\bar{x}}}{\sigma_{\bar{x}}} = \frac{926 - 905}{5.94} = 3.535$$

que es mayor de 2.810, por lo que se rechaza la hipótesis bajo prueba a un nivel de significancia de 1%, concluyéndose que en realidad el proceso sí se ha alterado.

CARTAS DE CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD

Cualquier proceso de manufactura, aun cuando sea muy bueno, se encuentra siempre caracterizado por una cierta variación que es de naturaleza aleatoria, y que no puede ser eliminada.

Cuando la variabilidad que está presente en un proceso de producción es únicamente variación aleatoria se dice que el proceso se encuentra en un estado de control estadístico.

Tal estado se puede alcanzar cuando se eliminan aquellos problemas que ocasionan otro tipo de variación, llamada variación sistemática, y que se puede deber, por ejemplo, a operadores mal entrenados, materia prima de baja calidad, máquinas en mal estado, etc.

Ya que los procesos de manufactura rara vez se encuentran libres de estos problemas, conviene contar con algún método para detectar desviaciones serias de un estado de control estadístico cuando ocurren o, inclusive, antes de que sucedan tales desviaciones.

Un método confiable para detectar dichas desviaciones consiste en el empleo de una herramienta estadística denominada Carta de Control.

TIPOS DE CARTAS DE CONTROL

En lo que sigue distinguiremos entre las cartas de control para variables y las cartas de control para atributos, dependiendo de que las cantidades que estamos analizando sean mediciones numéricas de variables continuas o datos que resulten de observaciones cualitativas, respectivamente.

Un ejemplo del primer caso sería la resutencia de las varillas de acero de una muestra. Como ejemplo del segundo, tendríamos el número de pernos defectuosos en una muestra de tamaño dado.

CONFIGURACION DE LAS CARTAS DE CONTROL

En cualquiera de los casos mencionados, una carta de control consiste de 1 Línea Central, correspondiente a la calidad media a la que el proceso debe funcionar, y dos líneas que corresponden al Límite Superior de Control (LSC) y al Límite Inferior de Control (LIC), respectivamente, tal como se muestra en la Figura 1.

Estos límites se escogen en forma tal que las diferencias entre los valores que se encuentren dentro de ellos se puedan atribuir al azar, en tanto que los valores que caigan fuera de ellos se puedan considerar como indicaciones de falta de control.

No obstante la idea anterior, conviene mencionar que en la Figura 2, se pueden considerar otras situaciones de “tendencia a la falta de control” q ameritan investigarse.

FIGURA 1

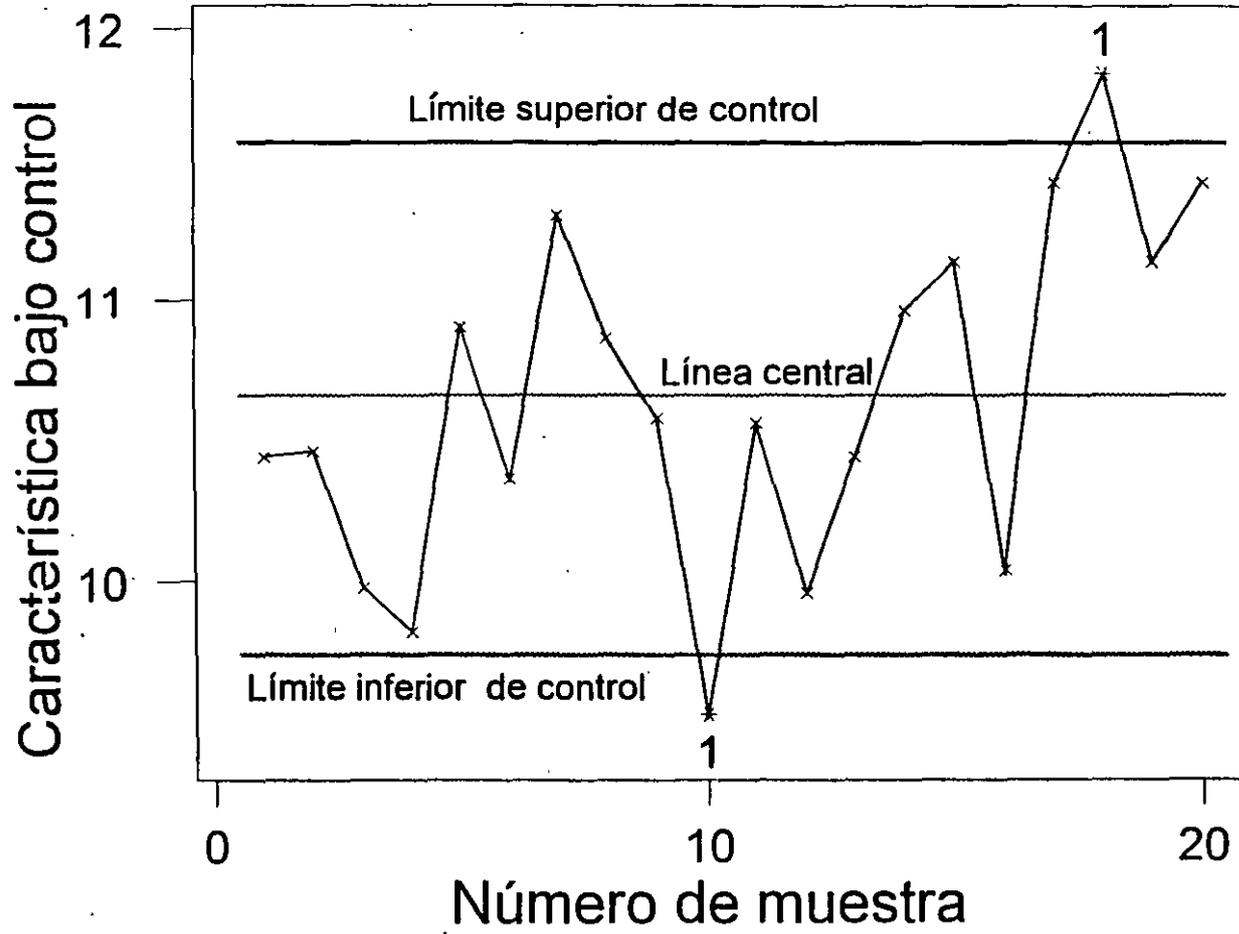
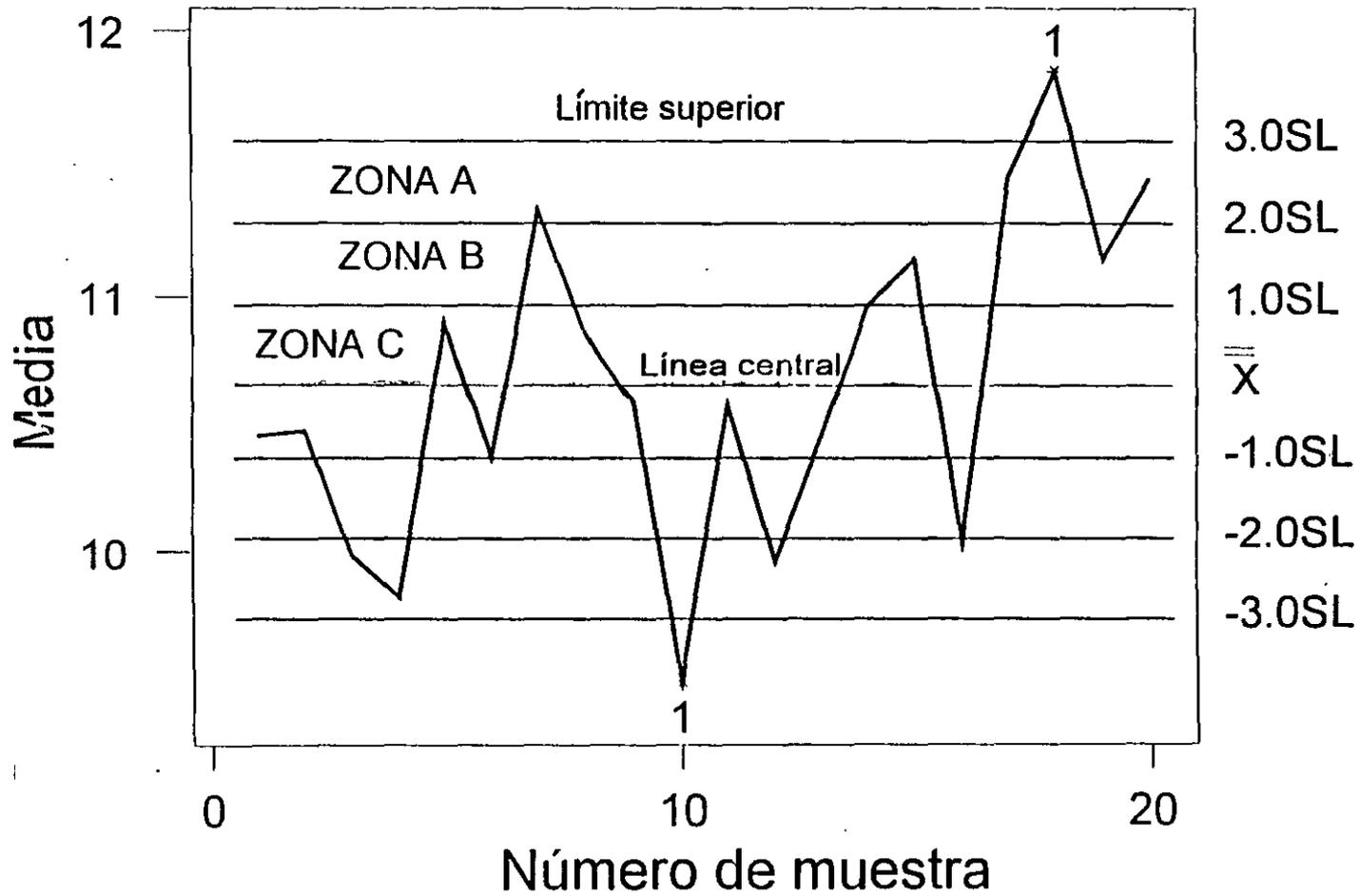


FIGURA 2
CARTA DE CONTROL PARA LA MEDIA



- 1.- Cuando dos de tres puntos sucesivos caen en la zona A.
- 2.- Cuando cuatro de cinco puntos sucesivos caen en la zona B o más allá.
- 3.- Cuando ocho puntos sucesivos caen en la zona C o más allá.

Debe hacerse notar que cada una de las zonas A, B y C constituye la tercera parte del área entre la línea central y un límite de control, y que las pruebas mencionadas se aplican a ambas mitades de la carta de control, pero se aplican separadamente para cada mitad, y nunca a las dos mitades en combinación.

EXPLICACION DEL EMPLEO DE LAS CARTAS DE CONTROL

Si se grafican en una carta los resultados obtenidos a partir de muestras tomadas periódicamente a intervalos frecuentes, es posible verificar estadísticamente, por medio de ella, si el proceso se encuentra bajo control, o si se encuentra presente la variación sistemática del tipo descrito anteriormente.

Cuando un punto graficado cae fuera de los límites de control, es necesario encontrar el problema que causó tal evento dentro del proceso. Pero aún si los puntos caen dentro de los límites mencionados, alguna tendencia, o cierto patrón de los mismos, puede indicar que se debe llevar a cabo alguna acción para prevenir y así evitar algún problema serio.

La habilidad para interpretar las cartas de control y para determinar a partir de ellas cuál acción correctiva debe llevarse a cabo, se obtiene a partir de la experiencia y del juicio altamente desarrollado. Un practicante del control

estadístico de la calidad debe no sólo comprender los fundamentos estadísticos de la materia, sino también encontrarse identificado plenamente con los procesos que desea controlar.

CARTAS DE CONTROL PARA VARIABLES

Cuando se requiere establecer control estadístico de la calidad de algún producto en términos de variables, es costumbre ejercer tal control sobre la calidad media del proceso, al igual que sobre su variabilidad.

La primera meta se logra al graficar los promedios de muestras extraídas periódicamente en la llamada Carta de Control para los Promedios, o simplemente Carta \bar{X}

La variabilidad se puede controlar de igual forma si se grafican los rangos o las desviaciones estándar de las muestras, en las llamadas Cartas R o Cartas σ , respectivamente, dependiendo de cuál estadística se emplee para estimar la desviación estándar de la población.

Si se conocen la media μ y la desviación estándar σ de la población (proceso), y es razonable suponer las mediciones obtenidas como muestras extraídas de una población normal, se puede probar la hipótesis, con probabilidad $1 - \alpha$, que el promedio aritmético de una muestra aleatoria de tamaño n se encontrará entre

$$\mu_{\bar{X}} - z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{X}} \quad \text{y} \quad \mu_{\bar{X}} + z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{X}}$$

$$\mu_{\bar{X}} - z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{y} \quad \mu_{\bar{X}} + z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

puesto que $\sigma_{\bar{X}} = \sigma/\sqrt{n}$ para el caso de la distribución de probabilidades del promedio aritmético, cuando se muestrea de una población infinita. La suposición de que la extracción de muestras aleatorias se hace de una población infinita es válida en el caso presente, puesto que, por ejemplo, la producción de cierto producto en una fábrica tiende a infinito conforme pasa el tiempo.

Los dos límites anteriores $(\mu \pm z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{X}})$ proporcionan, entonces, límites inferiores y superiores de control y, bajo las suposiciones anteriores, permiten al practicante del control de calidad determinar si se debe o no llevar a cabo algún ajuste en el proceso, al graficar los promedios aritméticos obtenidos de muestras de tamaño n en una carta como la que se muestra en la Figura 1.

Conviene resaltar que al emplear una carta de control para los promedios, lo que se hace realmente es probar la hipótesis de que, a un cierto nivel de confianza $1-\alpha$, el valor de la media de distribución de probabilidades de los promedios es igual al valor de la calidad nominal del proceso, o al de la calidad media calculada para el mismo, μ_0 . Para estas pruebas secuenciales de hipótesis, se emplean como estadísticas de prueba los valores de los promedios aritméticos que se obtienen de muestras aleatorias extraídas

durante el proceso; es decir, se realizan pruebas de hipótesis para las cuales

hipótesis por probar: $\mu = \mu_0$

hipótesis alternativa: $\mu \neq \mu_0$

en donde μ es la media de la distribución de probabilidades del promedio aritmético, μ_0 es la calidad nominal o calidad media calculada del proceso, y \bar{x}_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) es el promedio aritmético obtenido de la i -ésima muestra aleatoria.

La forma secuencial de estas pruebas de hipótesis se muestra en la Figura 3.

Si se consideran problemas prácticos, los valores de μ y σ del proceso se desconocen, y es entonces necesario estimar sus valores a partir de muestras tomadas mientras el proceso se encuentra “bajo control”, tal como se explica más adelante.

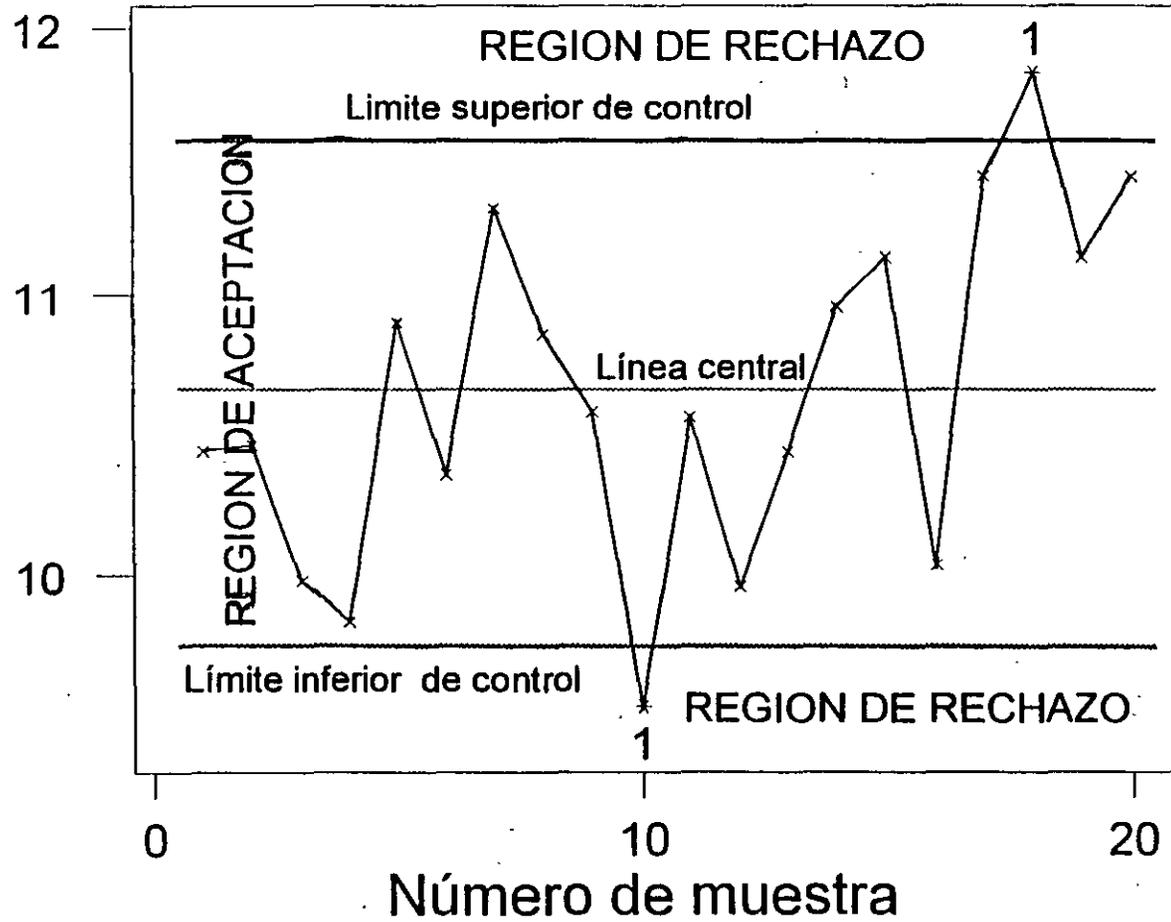
Un caso usual es considerar los límites de control de “tres desviaciones estándar”, que se obtienen al sustituir a $z_{\alpha/2}$ por un 3, al calcular los límites de control.

Conforme a lo anterior, con los límites de control

$$\mu_{\bar{x}} \pm 3\sigma_{\bar{x}} \quad \text{o} \quad \mu \pm 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

se puede confiar en que en el 99.73% de los casos el proceso no será declarado “fuera de control”, cuando de hecho se encuentra “bajo control”.

FIGURA 3



ELABORACION DE LA CARTA DE CONTROL PARA LOS PROMEDIOS \bar{X}

I.- Caso en que se conocen la media μ y la desviación estándar σ de la población.

$$\begin{aligned} \text{Línea central} & \text{ ————— } \mu \\ \text{Límites de control} & \text{ ————— } \mu \pm 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \\ & \text{ o } \mu \pm A\sigma, \text{ siendo } A = \frac{3}{\sqrt{n}} \end{aligned}$$

en donde los valores de A se obtienen de la Tabla I, en función del tamaño de la muestra.

Ejemplo:

Sea el proceso de elaboración de varillas de acero para las cuales se sabe que el diámetro medio es de 2.5 cm, con una desviación estándar de 0.01. Se desea efectuar control del diámetro de las mismas, para lo cual se extraen periódicamente muestras de cinco varillas. Se pide

establecer la línea central y los límites de control para una carta \bar{X} .

Solución:

Siendo $\mu = 2.5$ cm, $\sigma = 0.01$ y $n = 5$, se tiene que:

$$\begin{aligned} \text{Línea central:} & = \mu = 2.5 \\ \text{Límites de control:} & \\ & 2.5 \pm 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{3(0.01)}{\sqrt{5}} = 2.5 \pm 0.0134 \Rightarrow (2.51342, 2.4866) \end{aligned}$$

o, de la tabla I, con $A = 1.342$:

$$2.5 \pm A\sigma = 2.5 \pm 1.342(0.01) = 2.5 \pm 0.01342 \Rightarrow (2.51342, 2.48658)$$

II.- Caso en que se desconocen μ y σ .

Para este caso, que es el más común, es necesario estimar a μ y σ con base en muestras de 4 o 5 elementos, obtenidas consecutivamente cuando el proceso está "bajo control".

Sin embargo, como veremos más adelante, se pueden emplear procedimientos estadísticos más formales para determinar el número de muestras y de elementos en las mismas más adecuado para las cartas \bar{X} .

Entonces, si se utilizan k muestras preliminares, cada una de tamaño n , se puede estimar con adecuada precisión el valor de μ mediante

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{x}_i$$

donde \bar{x}_i denota al promedio aritmético de la i ésima muestra, y $\bar{\bar{x}}$ es el promedio de los promedios de las muestras (también se suele denotar con el símbolo $\bar{\bar{x}}$).

El valor de σ puede ser estimado a partir de las desviaciones estándar o de los rangos de las muestras. Si el tamaño de las mismas es pequeño, usualmente el rango proporciona un estimador eficiente de σ , además de que el proceso de cálculo del mismo es bastante más simple que el de la desviación estándar.

Sin embargo, es conveniente, cuando se requiere bastante precisión en el cálculo de los límites de control, estimar a σ mediante las desviaciones estándar de las muestras. Tal es el caso, por ejemplo, de muestras de productos que son caros y que necesitan destruirse para poder tomar las mediciones.

II.1.- Estimación de σ mediante los rangos de las muestras

Hay que obtener primero el valor de \bar{R} , que es el rango promedio de los rangos de las k muestras, es decir,

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i$$

De acuerdo con lo anterior, se pueden emplear las siguientes expresiones en la elaboración de la carta de control para los promedios:

Línea Central — \bar{x}

Límites de control — $\bar{x} \pm 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ o $\bar{x} \pm A_2 \bar{R}$

donde A_2 se ofrece en la Tabla I.

II.2 Estimación de σ mediante las desviaciones estándar de las muestras.

Se debe obtener primero el valor de $\bar{\sigma}$, que es el promedio de las desviaciones estándar de las muestras, es decir:

$$\bar{\sigma} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k S_i$$

en donde S_i denota la desviación estándar de la i ésima muestra. En tal caso:

$$\text{Estimador de } \sigma = \frac{\bar{\sigma}}{c_2}$$

Los valores de c_2 se reportan en la Tabla I en función del tamaño de la muestra, por lo que

$$\frac{3\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{3}{c_2 \sqrt{n}} \bar{\sigma} = A_1 \bar{\sigma}$$

Con base en lo anterior, los parámetros de la carta de control para los promedios son los siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Línea Central} & \text{--- } \bar{\bar{x}} \\ \text{Límites de Control} & \text{--- } \bar{\bar{x}} \pm 3 \frac{\bar{\sigma}}{\sqrt{n}} \quad \text{o} \quad \bar{\bar{x}} \pm A_1 \bar{\sigma} \end{aligned}$$

donde A_1 se obtiene de la Tabla I, con lo cual los límites de control quedan como $\bar{\bar{x}} \pm A_1 \bar{\sigma}$.

NUMERO MINIMO DE MUESTRAS REQUERIDO PARA LA ELABORACION DE CARTAS \bar{X}

En este momento conviene establecer el número mínimo de muestras preliminares, m , así como el tamaño de las mismas, n , que es necesario considerar para estimar adecuadamente los parámetros de una carta de control para los promedios.

El asegurar que un mínimo de 20 o 25 muestras con 4 o 5 elementos cada una son necesarias para obtener los valores de $\bar{\bar{x}}$, \bar{R} o $\bar{\sigma}$, frecuentemente choca con el argumento de que por razones de costo, tiempo, etc., se debe emplear un número menor de ellas. Por ello, se han preparado tablas como las II y III, que permiten obtener una solución práctica para este problema.

Cuando se emplea el rango \bar{R} como estimador de σ para la elaboración de una carta \bar{x} , y como se verá más adelante, para una carta R , la Tabla II permite determinar el número mínimo, m , de muestras de tamaño n que se deben emplear, para tener poco más de un 98% de nivel de confianza de que los promedios aritméticos obtenidos de las muestras se encuentren dentro de los límites de control que se calculen para la carta \bar{x} , suponiendo únicamente la presencia de variación aleatoria.

De la misma manera, se establecen en la Tabla III los valores óptimos de m y n , cuando se emplean las desviaciones estándar de las muestras, para obtener el estimador $\bar{\sigma}$ de la desviación estándar de la población.

Ejemplo:

Sea una fábrica que produce varillas de acero, en la cual se desea ejercer control sobre el paso de las mismas. Para ello, se seleccionan veinte muestras aleatorias de cinco varillas cada una, obteniéndose los valores que se reportan en la Tabla siguiente.

	X1	X2	X3	X4	X5	Promedio	Rango	L. N. Est.
1	11.1	9.4	11.2	10.4	10.1	10.44	1.8	0.6651
2	9.6	10.8	10.1	10.8	11.0	10.46	1.4	0.5276
3	9.7	10.0	10.0	9.8	10.4	9.98	0.7	0.2400
4	10.1	8.4	10.2	9.4	11.0	9.82	2.6	0.8727
5	12.4	10.0	10.7	10.1	11.3	10.90	2.4	0.8831
6	10.1	10.2	10.2	11.2	10.1	10.36	1.1	0.4224
7	11.0	11.5	11.8	11.0	11.3	11.32	0.8	0.3059
8	11.2	10.0	10.9	11.2	11.0	10.86	1.2	0.4454
9	10.6	10.4	10.5	10.5	10.9	10.58	0.5	0.1720
10	8.3	10.2	9.8	9.5	9.8	9.52	1.9	0.6493
11	10.6	9.9	10.7	10.2	11.4	10.56	1.5	0.5083
12	10.8	10.2	10.5	8.4	9.9	9.96	2.4	0.8357
13	10.7	10.7	10.8	8.6	11.4	10.44	2.8	0.9562
14	11.3	11.4	10.4	10.6	11.1	10.96	1.0	0.3929
15	11.4	11.2	11.4	10.1	11.6	11.14	1.5	0.5351
16	10.1	10.1	9.7	9.8	10.5	10.04	0.8	0.2800
17	10.7	12.8	11.2	11.2	11.3	11.44	2.1	0.7116
18	11.9	11.9	11.6	12.4	11.4	11.84	1.0	0.3382
19	10.8	12.1	11.8	9.4	11.6	11.14	2.7	0.9707
20	12.4	11.1	10.8	11.0	11.9	11.44	1.6	0.6086

$\Sigma=213.20$

$\Sigma=31.8$

$\Sigma=113.211$

Solución

Puesto que se desconoce la media del proceso, ésta se puede estimar mediante el promedio:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} \bar{x}_i$$

Los valores de los promedios aritméticos \bar{x}_i ($i = 1, 2, \dots, 20$) de las muestras se reportan en la tabla anterior, por lo cual la línea central es

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{20} (213.20) = 10.66$$

Se obtendrán ahora los límites inferior y superior de control estimando primero a σ mediante los rangos de las muestras y después mediante las desviaciones estándar correspondientes.

a. Estimando a $\bar{\sigma}$ mediante los rangos de las muestras.

El valor de \bar{R} es:

$$\bar{R} = \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} R_i$$

Los valores R_i para $i=1, 2, \dots, 20$ se encuentran en la tabla anterior, por lo que

$$\bar{R} = \frac{1}{20} (31.80) = 1.59$$

Los límites de control para la carta de los promedios son

$$\bar{\bar{x}} \pm A_2 \bar{R}$$

Y, de la Tabla I, para $n=5$, se obtiene $A_2 = 0.577$, quedando

$$10.66 \pm \underbrace{0.577 (1.59)}_{0.92}$$

O sea

Línea Central — 10.66

Límites de Control — $10.66 \pm 0.92 \Rightarrow (11.58, 9.74)$

b. Estimación de σ mediante las desviaciones estándar de las muestras.

El valor de $\bar{\sigma}$ es

$$\bar{\sigma} = \frac{1}{20} (11.3211) = 0.5665$$

Los límites de control son ahora

$$\bar{X} = \pm A_1 \bar{\sigma}$$

De la Tabla I, para $n=5$, se obtiene

$A_1 = 1.596$, quedando

$$10.66 \pm 1.596 (0.5665) = 10.66 \pm 0.90$$

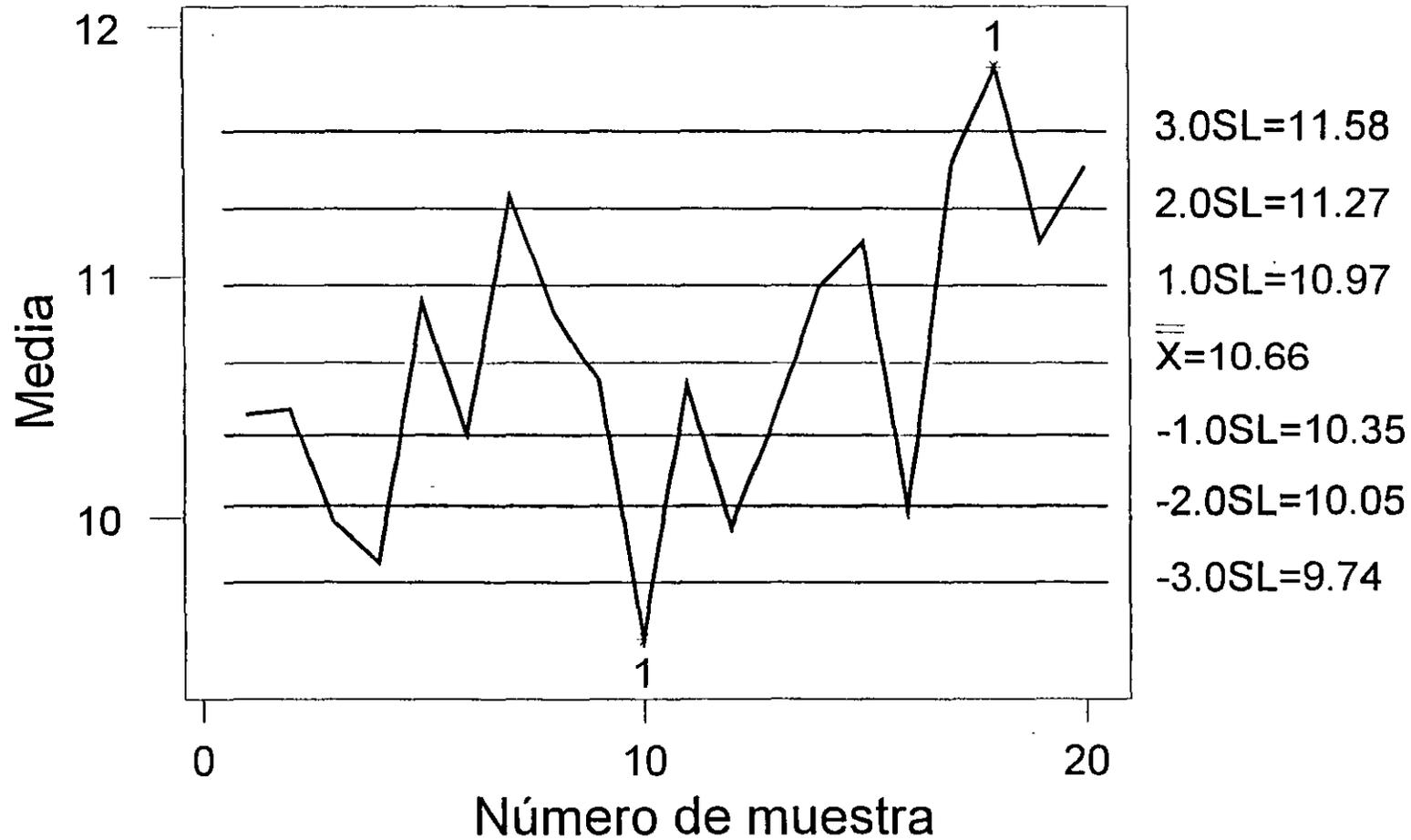
O sea

Línea Central — 10.66

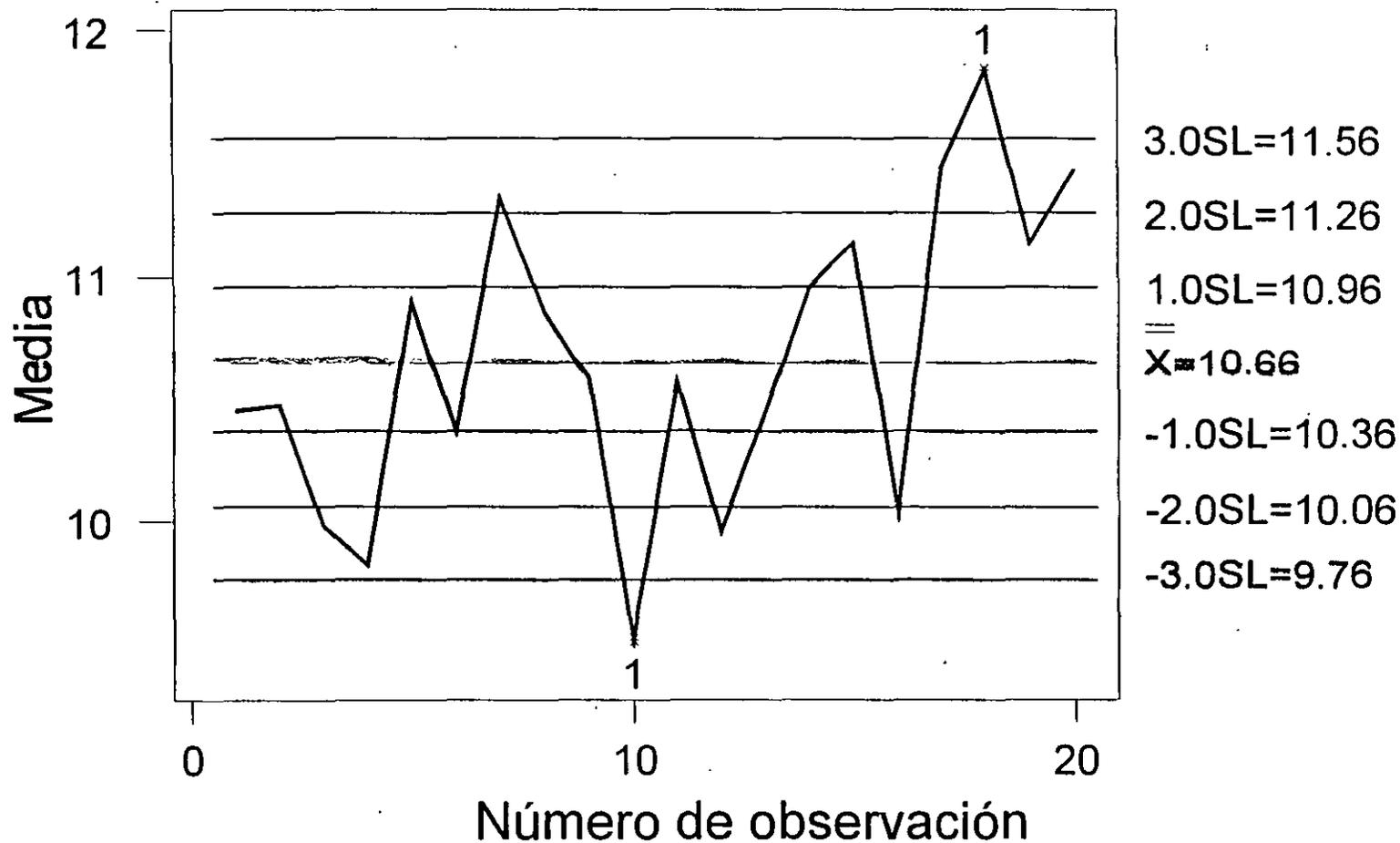
Límites de Control — $10.66 \pm 0.90 \Rightarrow (11.56, 9.76)$

En las siguientes figuras se muestran las cartas de control obtenidas empleando ambos procedimientos.

CARTA DE CONTROL PARA LA MEDIA (USANDO R)



CARTA DE CONTROL PARA LA MEDIA (USANDO S)



CARTAS PARA CONTROLAR LA VARIABILIDAD DE UN PROCESO

Al controlar estadísticamente la calidad con que se produce un material o un componente, puede no ser suficiente fijar la atención en su “calidad media”, sino también se debe monitorear la variabilidad del mismo. Aun cuando es razonable suponer que un incremento en las fluctuaciones de los valores de los promedios aritméticos graficados en una carta \bar{X} se relaciona con un incremento en la variabilidad del proceso, es posible determinar con mayor objetividad y precisión los cambios que experimenta ésta mediante el empleo de las llamadas Cartas R y σ , que se elaboran a partir de los rangos y las desviaciones estándar de las muestras, respectivamente.

Conviene mencionar que aun cuando cualquiera de las dos cartas mencionadas permite ejercer control estadístico sobre la variabilidad de un proceso, usualmente se prefiere la carta para los rangos, R, ya que su elaboración es más sencilla que la de σ , que corresponde a las desviaciones estándar. Por otra parte, la carta R conduce a resultados altamente confiables, a la vez que muestra con claridad ciertas tendencias de los valores de las muestras que deben investigarse.

IMPORTANCIA DEL CONTROL DE LA VARIABILIDAD DE UN PROCESO

La importancia del control sobre la variabilidad de un proceso se hace evidente al considerar que un cambio brusco en esta característica es de consecuencias más serias que un cambio similar en la “calidad media”. Si el proceso experimenta un cambio en ésta última, normalmente se puede regresar a la situación bajo control efectuando ajustes simples en los

dispositivos de producción (por ejemplo, recalibración de herramientas de corte, dosificadoras, etc.).

Sin embargo, si el proceso sufre un cambio brusco en su variabilidad, para afinar el proceso son a menudo necesarios ajustes más costosos y tardados, tales como reparaciones mayores en los dispositivos de producción, o inclusive la compra de un nuevo dispositivo de procesamiento.

Los cambios efectivos en la variabilidad de un proceso afectan necesariamente el desempeño de una carta \bar{X} , ya que, como se recordará, los límites de control para la carta de los promedios se amplían si los valores de rango y la desviación estándar de las muestras aumentan, por lo que se hace evidente que la carta \bar{X} no operará correctamente.

En contraste con lo anterior, los cambios significativos que se verifican en la carta \bar{X} no necesariamente provocan efectos similares en las cartas R y σ , ya que en la elaboración de ellas no intervienen los promedios aritméticos de las muestras, tal como se verá a continuación.

Por lo anteriormente expuesto, es conveniente ejercer, cuando así sea posible, control simultáneo sobre la “calidad media” y la “variabilidad” de un proceso.

CARTA DE CONTROL PARA LOS RANGOS (CARTA R)

Al igual que para la carta \bar{X} , se pueden considerar dos casos distintos en la elaboración de la Carta R, para los rangos: cuando se conoce la desviación estándar σ del proceso y cuando esto no sucede. En cualquiera de los casos anteriores, se debe observar siempre que el procedimiento de obtención de la

línea central y de los límites de control para la carta R, se basa en la distribución de probabilidades de los rangos de muestras aleatorias de tamaño n , extraídas de una población normal.

a. Caso en el que se conoce la desviación estándar σ de la población.

De acuerdo con lo anterior, es fácil comprender que los parámetros de la carta de control para los rangos son:

$$\text{Línea Central} — \mu_R$$

$$\text{Límites de Control} — \mu_R \pm 3\sigma_R$$

$$\text{Línea Central} — d_2 \sigma$$

$$\text{Límite Inferior de Control} — D_1 \sigma$$

$$\text{Límite Superior de Control} — D_2 \sigma$$

b. Caso en el que se desconoce la desviación estándar σ de la población.

En este caso es necesario estimar a μ_R de la distribución de probabilidades de los rangos mediante \bar{R} , empleando un número adecuado de muestras preliminares, normalmente el mismo que se emplea para la elaboración de una carta \bar{X} .

$$\text{Línea Central} — \bar{R}$$

$$\text{Límite Inferior de Control} — D_3 \bar{R}$$

$$\text{Límite Superior de Control} — D_4 \bar{R}$$

donde D_3 y D_4 se obtienen en la Tabla 1.

CARTA DE CONTROL PARA LAS DESVIACIONES ESTANDAR (CARTA σ)

En la elaboración de la Carta σ para las desviaciones estándar también se deben considerar los dos casos posibles: cuando se conoce la desviación estándar de la población y cuando esto no es así. De igual manera, el procedimiento para obtener los parámetros de la carta se fundamenta en la distribución de probabilidades de las desviaciones estándar de muestras aleatorias de tamaño n , extraídas de una población normal.

a. Caso en el que se conoce la desviación estándar σ de la población.

Con base en la distribución de probabilidades de las desviaciones estándar de la muestral, se pueden establecer los parámetros de la carta σ , a saber

Línea Central — $c_2 \sigma$

Límite Inferior de Control — $B_1 \sigma$

Límite Superior de Control — $B_2 \sigma$

donde B_1 y B_2 se obtienen en la Tabla I.

b. Caso en el que se desconoce la desviación estándar σ de la población.

En este caso es necesario estimar a σ mediante $\bar{\sigma}$, empleando un número suficiente de muestras aleatorias preliminares.

De acuerdo con lo anterior :

Línea Central — $\bar{\sigma}$

Límite Inferior de Control — $B_3 \bar{\sigma}$

Límite Superior de Control — $B_4 \bar{\sigma}$

donde B_3 y B_4 se obtienen en la Tabla I.

Ejemplo:

Sea el proceso de elaboración de varillas de acero mencionado anteriormente. En él se informa que el diámetro medio de las varillas es igual a 2.5 cm, con desviación estándar de 0.01 cm. En este caso se pide establecer los parámetros de las cartas de control R y σ , considerando que se extraen periódicamente muestras de cinco varillas.

Solución:**a. Carta R**

Puesto que se conoce el valor de la desviación estándar de la población, y en virtud de que $n=5$, se obtiene, empleando la Tabla I :

$$\text{Línea Central} \text{ — } d_2 \sigma = 2.326 (0.01) = 0.02326$$

$$\text{Límite Inferior de Control} \text{ — } D_1 \sigma = 0(0.01) = 0.0000$$

$$\text{Límite Superior de Control} \text{ — } D_2 \sigma = 4.918(0.01) = 0.04918$$

b. Carta σ

En este caso, puesto que $\sigma=0.01$ y $n=5$, se obtiene, con el uso de la Tabla I :

$$\text{Línea Central} \text{ — } c_2 \sigma = 0.8407(0.01) = 0.008407$$

$$\text{Límite Inferior de Control} \text{ — } B_1 \sigma = 0(0.01) = 0.0000$$

$$\text{Límite Superior de Control} \text{ — } B_2 \sigma = 1.756(0.01) = 0.01756$$

Ejemplo:

Con el fin de investigar la variabilidad en el proceso de producción de varillas de acero mencionado anteriormente, se desea elaborar las cartas de control.

y σ correspondientes, considerando la información contenida en la tabla correspondiente.

Solución:

En este caso se desconoce la desviación estándar de la población, por lo cual es indispensable emplear los valores de \bar{R} y $\bar{\sigma}$, considerando que el tamaño de la muestra es 5.

a. Carta R

El valor de \bar{R} , obtenido durante el proceso de elaboración de la carta \bar{X} correspondiente, es $\bar{R} = 1.59$. Considerando este valor, y empleando la Tabla I, los parámetros de la carta de control R resultan

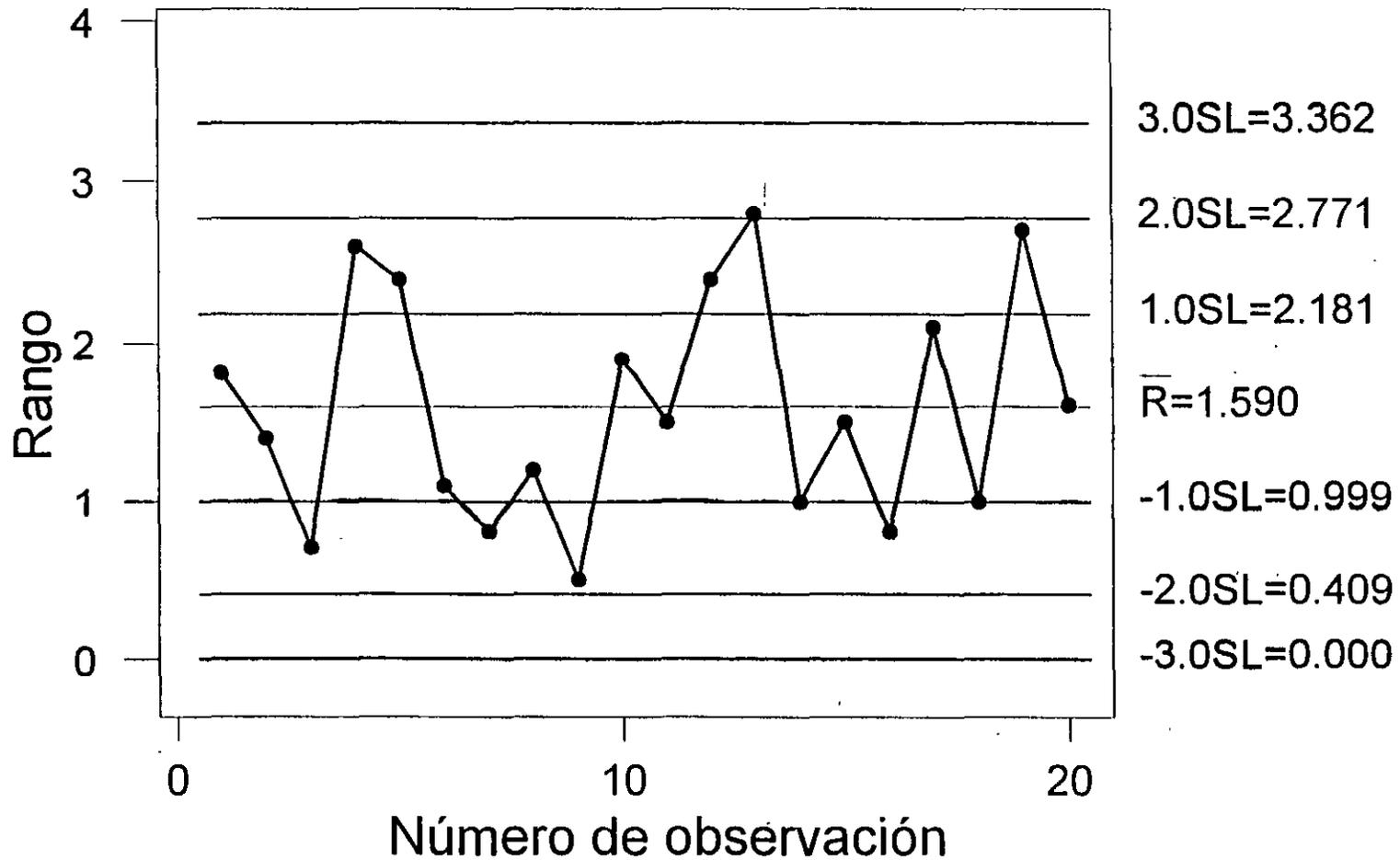
$$\text{Línea Central} - \bar{R} = 1.590$$

$$\text{Límite Inferior de Control} - D_3 \bar{R} = 0(1.59) = 0$$

$$\text{Límite Superior de Control} - D_4 \bar{R} = 2.115(1.59) = 3.362$$

En la Figura 4 se presenta la carta R para este problema.

FIGURA 4
CARTA DE CONTROL PARA EL RANGO



b. Carta σ

Considerando que al calcular, para este problema, los parámetros de la carta \bar{X} se obtuvo $\bar{\sigma} = 0.57$, la carta σ queda definida con

Línea Central — $\bar{\sigma} = 0.57$

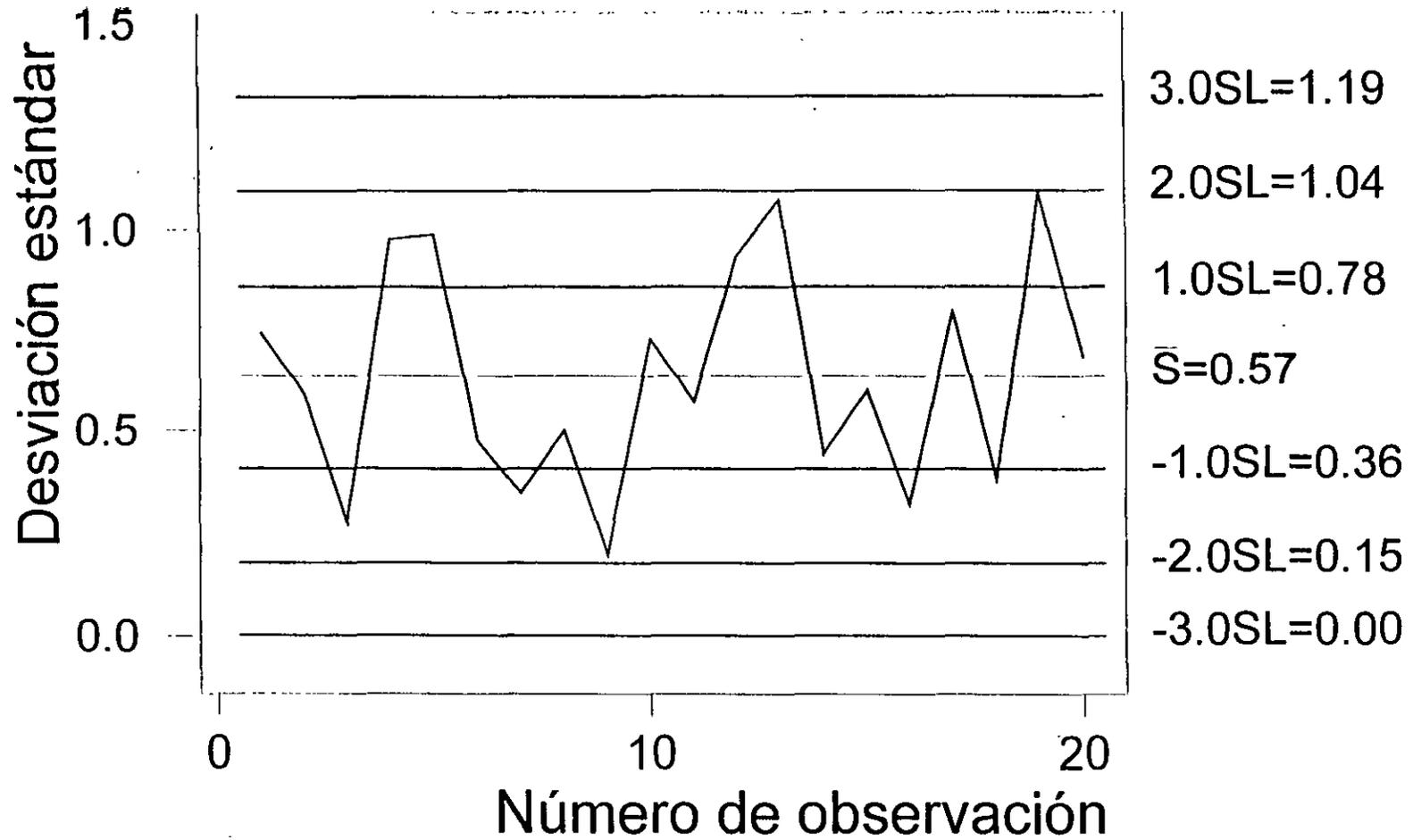
Límite Inferior de Control — $B_3 \bar{\sigma} = 0(0.57) = 0$

Límite Superior de Control — $B_4 \bar{\sigma} = 2.089(0.57) = 1.19$

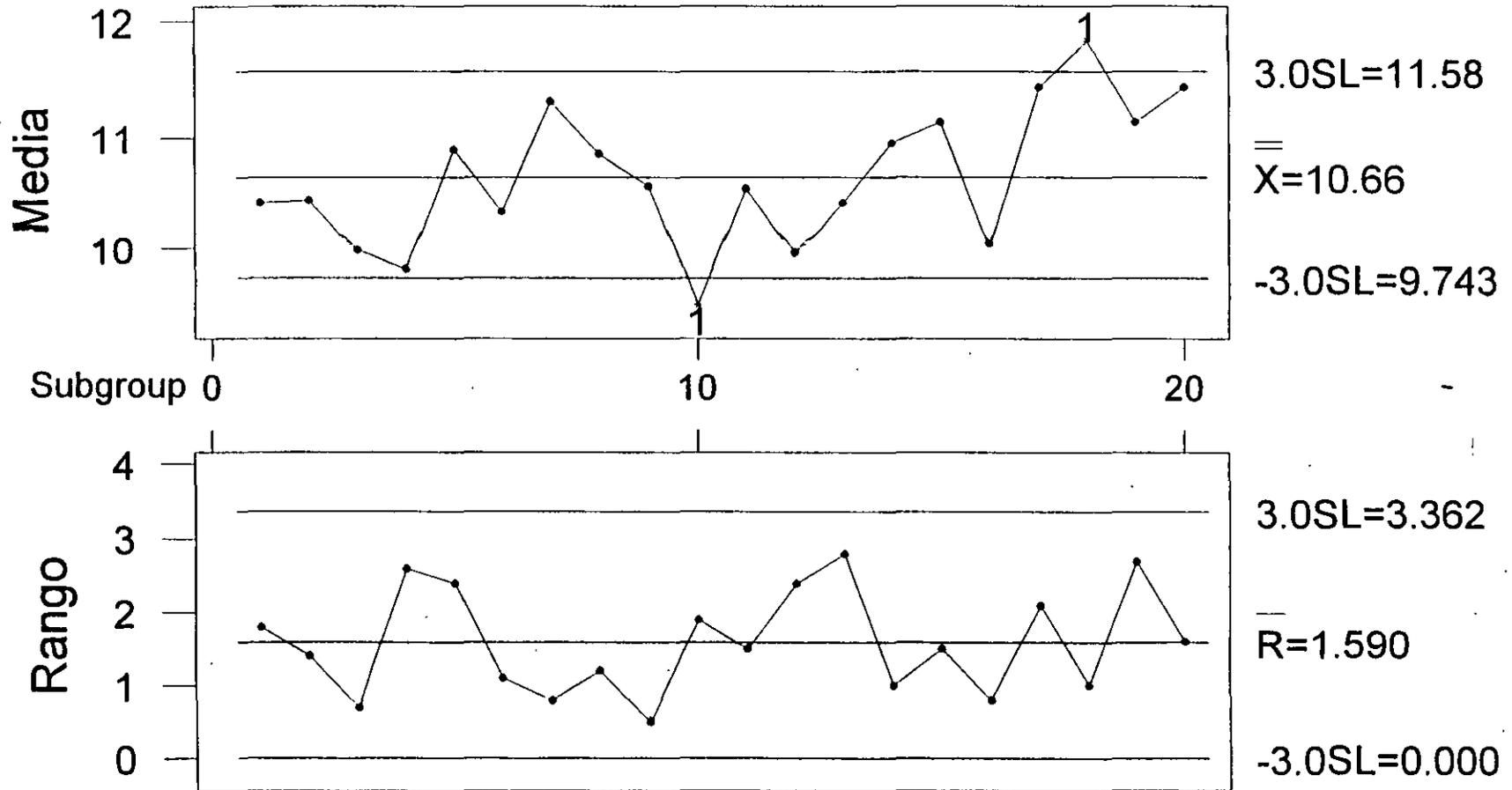
En la siguiente figura se muestra la carta de control σ correspondiente.

Es también conveniente, para interpretación más fácil de las cartas de control, dibujar en una sola hoja la correspondiente a la media con alguna de las de variabilidad, como se muestra en dos de las siguientes figuras:

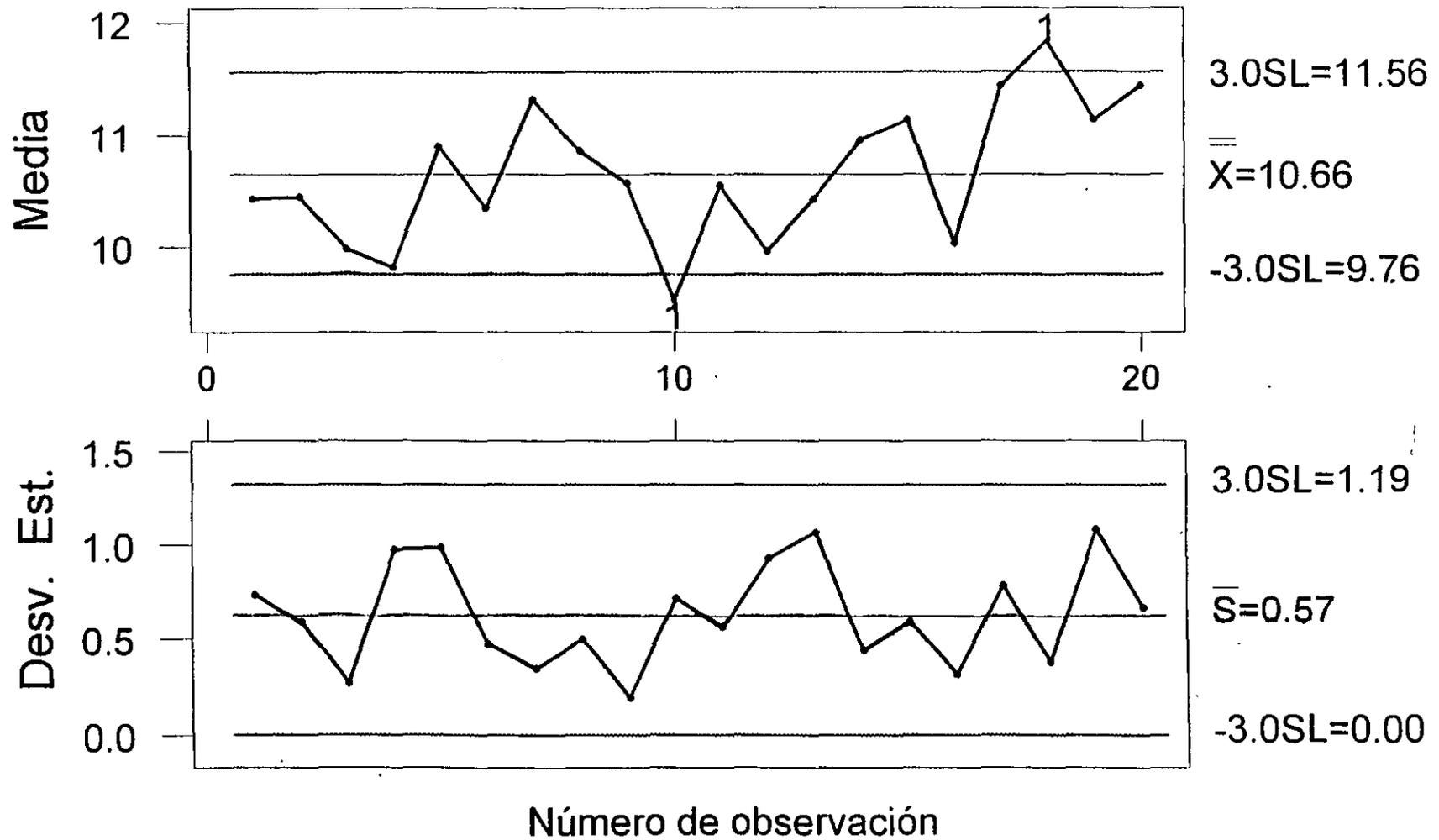
CARTA DE CONTROL



CARTAS DE CONTROL PARA LA MEDIA Y EL RANGO



CARTAS DE CONTROL PARA LA MEDIA Y LA DESVIACION ESTANDAR



CARTAS DE CONTROL PARA ELEMENTOS INDIVIDUALES

En diversas ocasiones no se conocen los parámetros del proceso, y únicamente es posible contar con muestras de tamaño uno, es decir, muestras con un solo elemento. Cuando esto sucede, la técnica para calcular los límites de control en las cartas para mediciones se fundamenta en el empleo de los llamados rangos móviles, que se explican a continuación.

Si, por ejemplo, se cuenta con el conjunto de datos x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) registrados en orden, se definen los rangos móviles de orden dos como los valores absolutos:

$$|x_i - x_{i+1}|; \quad 1 \leq i \leq n - 1$$

es decir

$$|x_1 - x_2|, |x_2 - x_3|, \dots, |x_{n-1} - x_n|$$

Si se trata de rangos móviles de orden tres, éstos se definen como

$$|x_i - x_{i+2}|; \quad 1 \leq i \leq n - 2$$

es decir

$$|x_1 - x_3|, |x_2 - x_4|, \dots, |x_{n-2} - x_n|$$

La obtención de los rangos móviles de orden superior al tres se hace siguiendo las ideas anteriores.

Por ejemplo, si se tienen los datos consecutivos 4, 6, 4, 3 y 7, los rangos móviles de orden dos son:

$$|4 - 6| = 2, \quad |6 - 4| = 2, \quad |4 - 3| = 1, \quad |3 - 7| = 4$$

Y los de orden tres son:

$$\left| 4 - 4 \right| = 0, \quad \left| 6 - 3 \right| = 3, \quad \left| 4 - 7 \right| = 3$$

El empleo de los rangos móviles para la obtención de los límites de control es importante en este caso, ya que el calcular un rango móvil de orden dos equivale a formular una muestra "ficticia" de tamaño dos. En la misma forma, un rango móvil de orden tres tiene que obtenerse a partir de tres elementos individuales, lo cual permite "crear" muestras de tamaño tres.

De acuerdo con lo anterior, es factible establecer los límites de control para las cartas de control, en el caso de elementos individuales, empleando los factores de la Tabla I, que se encuentran tabulados a partir de muestras de tamaño dos.

a. Elaboración de la carta \bar{X} (elementos individuales)

En este caso, la línea central está dada por

$$\bar{X} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_i$$

En donde x_i ($i=1,2,\dots,K$) denota a los valores de los datos individuales.

En este caso la carta de control se formula con

Línea Central ——— \bar{X}

Límite Inferior de Control ——— $\bar{X} - E_2 \bar{R}$

Límite Superior de Control ——— $\bar{X} + E_2 \bar{R}$

donde E_2 se obtiene en la Tabla 1.

b. Elaboración de la carta R^* (rangos móviles)

En este caso, la línea central está dada por el valor del promedio de los rangos móviles, es decir.

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i$$

Los parámetros de la carta de control R^* para los rangos móviles son:

Línea Central — \bar{R}

Límite Inferior de Control — $D_3 \bar{R}$

Límite Superior de Control — $D_4 \bar{R}$

en donde los valores de D_3 y D_4 se obtienen de la Tabla I en función de n , el tamaño “ficticio” de la muestra, u orden de los rangos móviles.

Ejemplo:

Considérese un proceso de control de calidad del espesor de las placas de neopreno para apoyo de puentes. A lo largo de cierto tiempo se mide cada vez el espesor de una placa tomada al azar. Los valores se presentan en la tabla siguiente y se pide construir cartas X y R^* , considerando rangos móviles de orden dos.

Lote	Espesor	Rango móvil, R	Lote	Espesor	Rango móvil, R
1	4.6	---	14	5.5	0.1
2	4.7	0.1	15	5.2	0.3
3	4.3	0.4	16	4.6	0.6
4	4.7	0.4	17	5.5	0.9
5	4.7	0	18	5.6	0.1
6	4.6	0.1	19	5.2	0.4
7	4.8	0.2	20	4.9	0.3
8	4.8	0	21	4.9	0
9	5.2	0.4	22	5.3	0.4
10	5.0	0.2	23	5.0	0.3
11	5.2	0.2	24	4.3	0.7
12	5.0	0.2	25	4.5	0.2
13	5.6	0.6	26	4.4	0.1
			SUMA	128.1	7.2

Solución

El valor del promedio de los rangos móviles de orden dos es

$$\bar{R} = \frac{1}{25} \sum_{i=1}^{25} R_i = \frac{1}{25} (7.2) = 0.288$$

a. Carta X

La línea central de esta carta es \bar{X} , cuyo valor es

$$\bar{X} = \frac{1}{26} \sum_{i=1}^{26} X_i = \frac{1}{26} (128.1) = 4.927$$

De la Tabla I se obtiene $E_2 = 2.66$ para $n=2$, siendo los límites de control

$$\begin{aligned}\bar{X} \pm E_2 \bar{R} &= 4.927 \pm 2.66 (0.288) \\ &= 4.927 \pm 0.766\end{aligned}$$

Finalmente, los parámetros de la carta X quedan como

$$\text{Línea Central} \text{ ——— } 4.927$$

$$\text{Límite Inferior de Control} \text{ ——— } 4.927 - 0.766 = 4.161$$

$$\text{Límite Superior de Control} \text{ ——— } 4.927 + 0.766 = 5.693$$

En la Figura 5 se presenta la gráfica correspondiente.

b. Carta R*

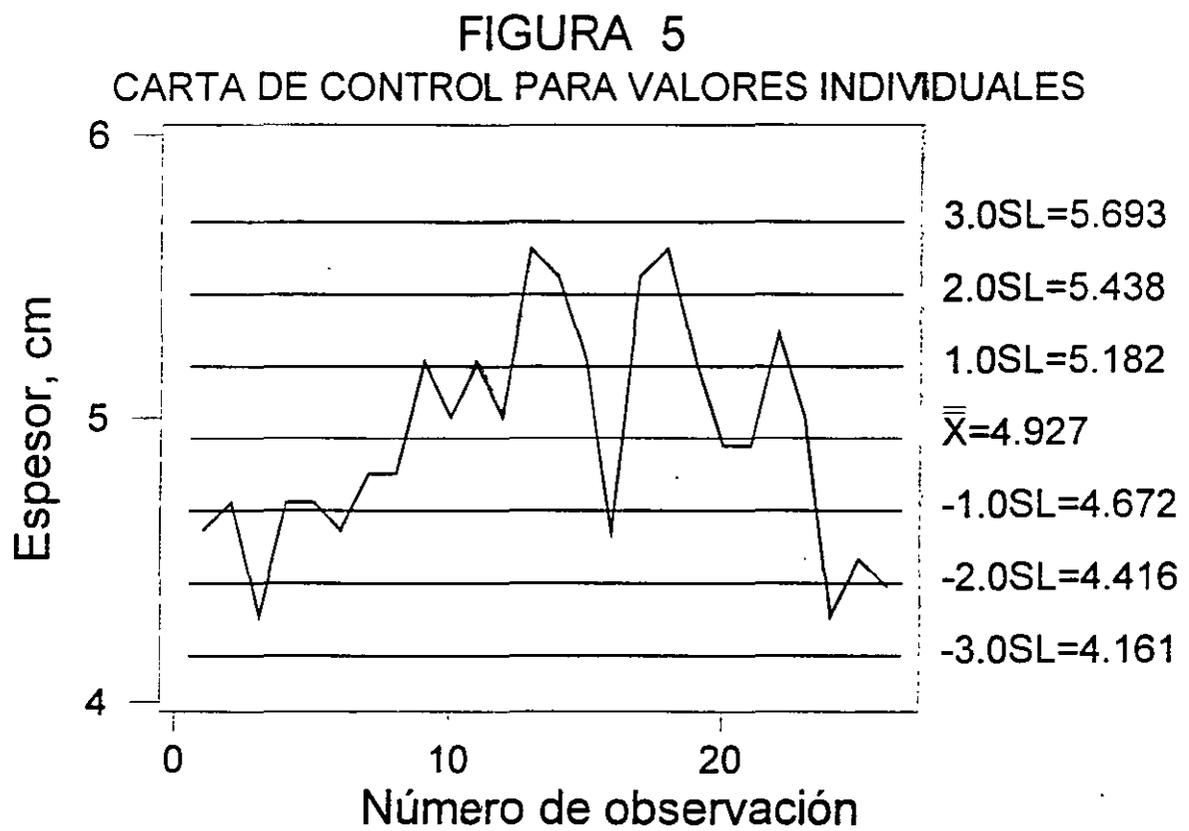
La línea central para esta carta es $\bar{R} = 0.288$, y los límites de control se obtienen empleando la Tabla I; considerando que $n=2$. De ahí que

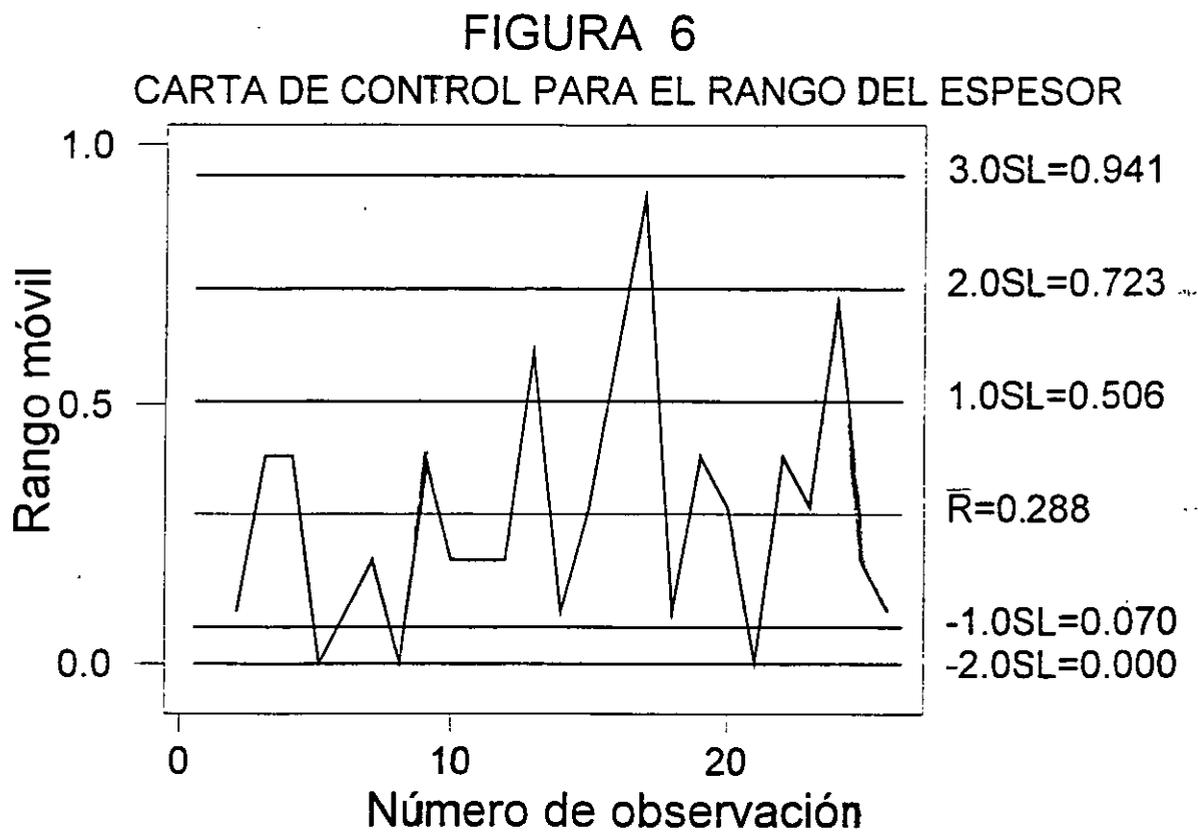
$$\text{Línea Central} \text{ ——— } 0.288$$

$$\text{Límite Inferior de Control} \text{ ——— } D_3 \bar{R} = 0(0.288) = 0.000$$

$$\text{Límite Superior de Control} \text{ ——— } D_4 \bar{R} = 3.276 (0.288) = 0.943$$

La Figura 6 muestra la carta R* para este problema.





CARTAS DE CONTROL PARA ATRIBUTOS

El término atributo, tal como se emplea en el control de calidad, indica generalmente la propiedad que tiene un producto de ser bueno o malo, es decir, permite reconocer si la característica de calidad del mismo se encuentra dentro de ciertos requerimientos o especificaciones. Aunque generalmente se puede obtener información más completa de las mediciones hechas a productos terminados, a menudo consume menos tiempo y dinero el comparar la calidad de un producto en contra de ciertas especificaciones mínimas, sobre la base, por ejemplo, de considerar que pasa o no, o que es bueno o malo.

Por ejemplo, al ejercer control sobre el diámetro de un balín de acero, es más simple y rápido el determinar si éste pasa por un agujero hecho en una placa de acero templado con el diámetro adecuado, que realizar la medición del diámetro con un micrómetro.

Se establecerán ahora los dos tipos fundamentales de cartas de control que se utilizan en conexión con el muestreo por atributos: la carta para la proporción de elementos defectuosos, o Carta p, y la carta para el número de defectos, o Carta c.

Considérese, por ejemplo, una muestra de 50 pernos en la cual se encontró, después de probar a todos ellos, que contiene dos elementos defectuosos. En este caso, la proporción de pernos defectuosos en la muestra es de $2/50 = 0.04$.

Por otra parte, debe observarse que si se prueba una sola unidad producida, esta puede tener varios defectos pero, sin embargo, puede o no ser una unidad defectuosa. Tal es el caso, por ejemplo, de rollos (unidades) de lámina de acero de determinada longitud, que pueden tener hasta un cierto número de imperfecciones, pero no necesariamente ser considerados como defectuosos. No obstante, en muchas aplicaciones prácticas, una unidad producida se considera defectuosa si tiene cuando menos un defecto.

CARTA DE CONTROL p PARA LA PROPORCION DE DEFECTUOSOS

Los límites de control que se requieren para la Carta p son :

$$\mu_p \pm 3\sigma_p$$

En donde μ_p es la media de la distribución de probabilidades de las proporciones y σ_p la desviación estándar correspondiente. Como μ_p de esta distribución es igual al parámetro P de la población, la estadística p de la muestra sirve de estimador de este último.

Si no se conoce el valor de P de la población, lo cual en la práctica es frecuente, se debe disponer de K muestras de tamaño n constante para obtener el valor del estimador correspondiente.

Los parámetros de la carta de control p quedan como

Línea Central — \bar{p}

Límite Inferior de Control — $\bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$

Límite Superior de Control — $\bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$

CARTA DE CONTROL PARA EL NUMERO DE DEFECTUOSOS

A partir de los parámetros anteriores se pueden derivar los de la llamada Carta np, o sea, para el número de defectuosos. Para ello, es necesario multiplicar dichos parámetros por n para obtener:

$$\text{Línea Central} \text{ — } n\bar{p}$$

$$\text{Límite Inferior de Control} \text{ — } n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$\text{Límite Superior de Control} \text{ — } n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

Ejemplo:

Para un proceso de colocación de soldadura se desea ejercer control sobre la proporción de casos defectuosos, así como sobre el número de ellos. Para ello, se seleccionan 40 muestras aleatorias de 50 elementos soldados cada una y se obtienen los valores reportados en la tabla siguiente.

Se desea construir las cartas p y np correspondientes.

Número de la muestra	Número de defectuosos np	Proporción de defectuosos p	Número de la muestra	Número de defectuosos np	Proporción de defectuosos p
1	2	0.04	21	1	0.02
2	1	0.02	22	1	0.02
3	2	0.04	23	4	0.03
4	0	0.00	24	2	0.04
5	2	0.04	25	2	0.04
6	3	0.06	26	4	0.08
7	4	0.08	27	1	0.02
8	2	0.04	28	3	0.06
9	0	0.00	29	3	0.06
10	3	0.06	30	2	0.04
11	0	0.00	31	3	0.06
12	1	0.02	32	6	0.12
13	2	0.04	33	2	0.04
14	2	0.04	34	3	0.06
15	3	0.06	35	2	0.04
16	5	0.10	36	3	0.06
17	1	0.02	37	1	0.02
18	2	0.04	38	0	0.00
19	3	0.06	39	2	0.04
20	1	0.02	40	0	0.00
			SUMA.....1.68		

Solución

El Valor de \bar{p} es

$$\bar{p} = \frac{1}{40} \sum_{i=1}^{40} P_i = \frac{1}{40} (1.68) = 0.042$$

a. Carta p

Los límites de control son, para $n=50$

$$0.042 \pm 3 \sqrt{\frac{(0.042)(1-0.042)}{50}} = 0.042 \pm 0.0851$$

por lo cual:

Línea Central ——— 0.0420

Límite Inferior de Control ——— $0.042 - 0.0851 = -0.0431 \Rightarrow 0.000$

Límite Superior de Control ——— $0.042 + 0.0851 = 0.1271$

En este caso, y como se verá a continuación para la Carta np, la expresión para el cálculo del límite inferior de control conduce a un valor negativo del mismo. Puesto que no tiene sentido físico hablar de una proporción menor de cero o de un número de defectuosos negativo, en forma convencional se asigna a ese límite el valor cero.

En la Figura 7 se presenta la carta de control p correspondiente.

b. Carta np

Puesto que $n\bar{p} = 50(0.042) = 2.1$ los límites de control son ahora

$$2.1 \pm 3\sqrt{50(0.042)(1-0.042)} = 2.1 \pm 4.255$$

o sea:

Línea Central — 2.1

Límite Inferior de Control — $2.1 - 4.255 = -2.155 \Rightarrow 0.000$

Límite Superior de Control — $2.1 + 4.255 = 6.355$

En la Figura 8 se presenta la carta np para este problema.

FIGURA 7
CARTA DE CONTROL PARA P

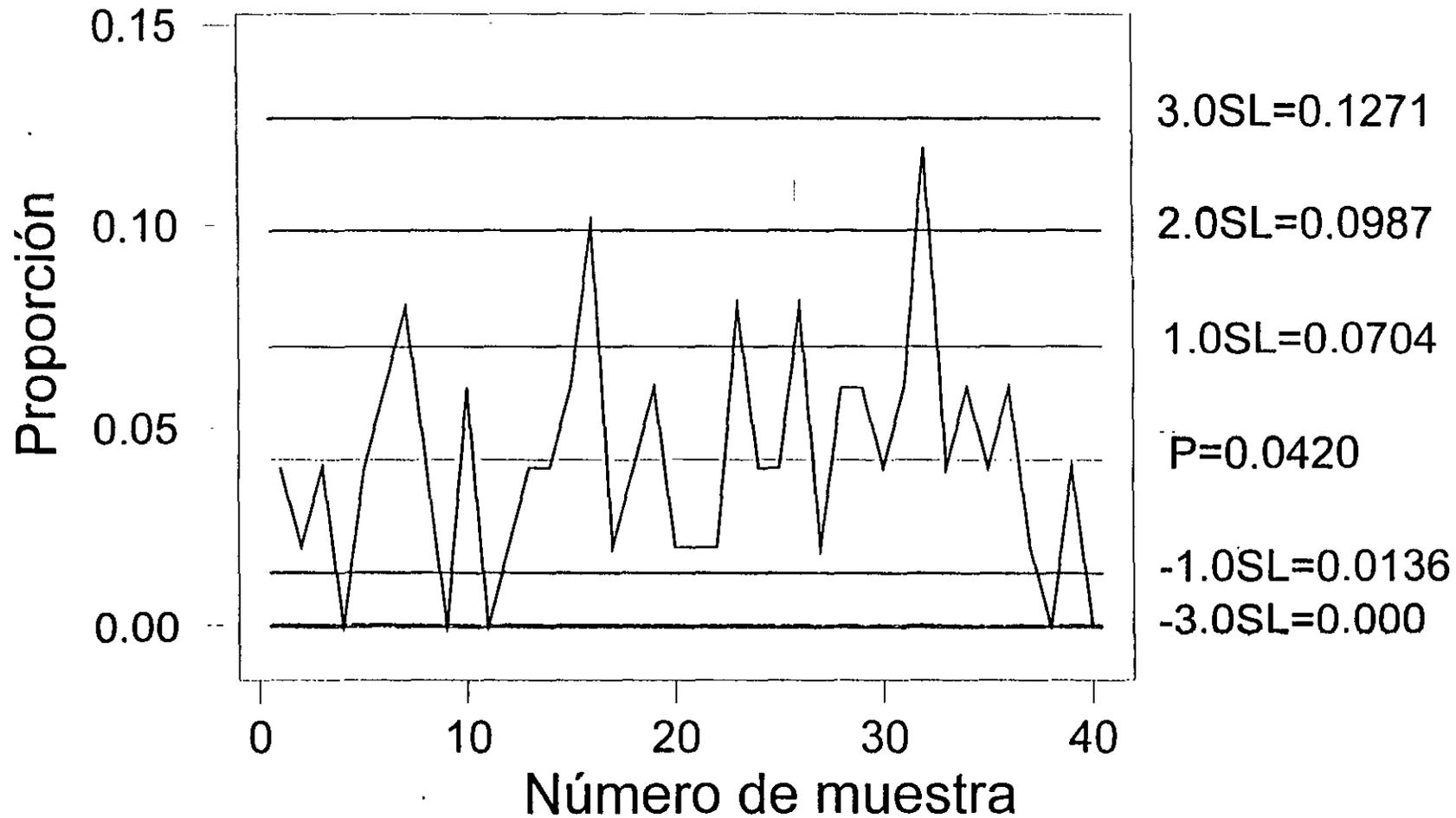
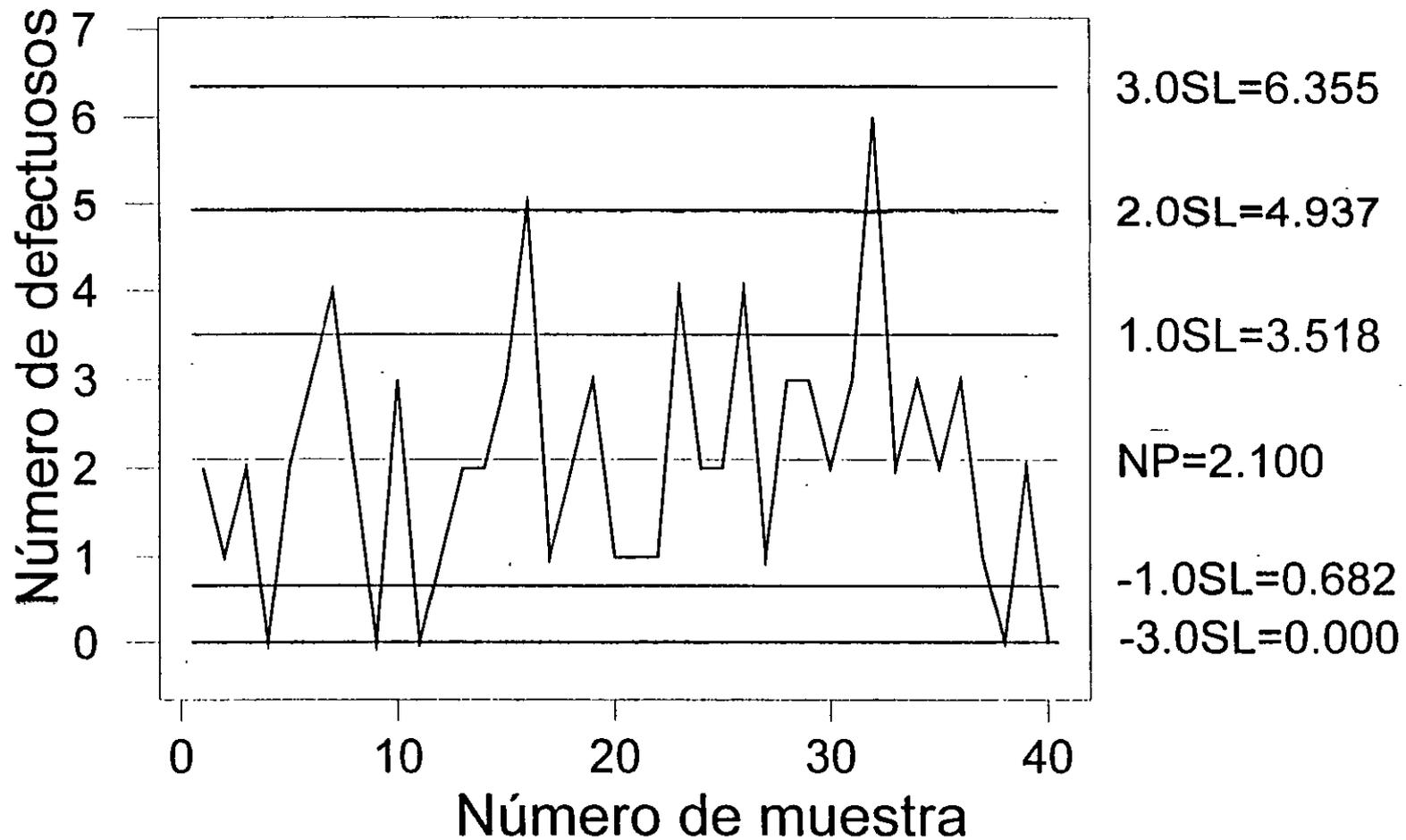


FIGURA 8
CARTA DE CONTROL PARA NP



CARTA DE CONTROL c PARA EL NUMERO DE DEFECTOS

Existen ocasiones en las que es necesario controlar la calidad mediante el número de defectos, c , por unidad en un material o componente. Por ejemplo, en la supervisión de la calidad producción de láminas de acero es importante controlar el número de defectos por metro cuadrado.

En este caso, los parámetros de la Carta c , para controlar el número de defectos son:

Línea Central — \bar{c}

Límite Inferior de Control — $\bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$

Límite Superior de Control — $\bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$

$$\text{donde } \bar{c} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k c_i$$

es el promedio de los c_i obtenidos en al menos 20 valores de c determinados en unidades previamente producidas con el proceso bajo control.

Ejemplo:

Considérese el proceso de soldadura de dos placas de acero en una planta de montaje. Diariamente se alcanzan a soldar 8 juntas, y en cada una de ellas se observa el número de defectos existente. Con la información correspondiente a tres días de labor, que se presenta en la tabla siguiente, se desea elaborar una carta de control para el número de defectos por junta soldada.

Número de la junta soldada	Fecha	Número de defectos
1	Julio 18	2
2		4
3		7
4		3
5		1
6		4
7		8
8		9
9	Julio 19	5
10		3
11		7
12		11
13		6
14		4
15	Julio 20	9
16		9
17		6
18		4
19		3
20		9
21		7
22		4
23	7	
24	12	
SUMA.....	144

Solución:

Empleando los valores reportados en la tabla anterior, el valor de \bar{c} resulta

$$\bar{c} = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} c_i = \frac{1}{24} (144) = 6$$

Siendo $\bar{c} = 6$, los límites de control quedan como

$$6 \pm 3 \sqrt{6} = 6 \pm 7.35$$

Finalmente, los parámetros de la Carta c son :

Línea Central — 6

Límite Inferior de Control — $6 - 7.35 = -1.35 \Rightarrow 0.00$

Límite Superior de Control — $6 + 7.35 = 13.35$

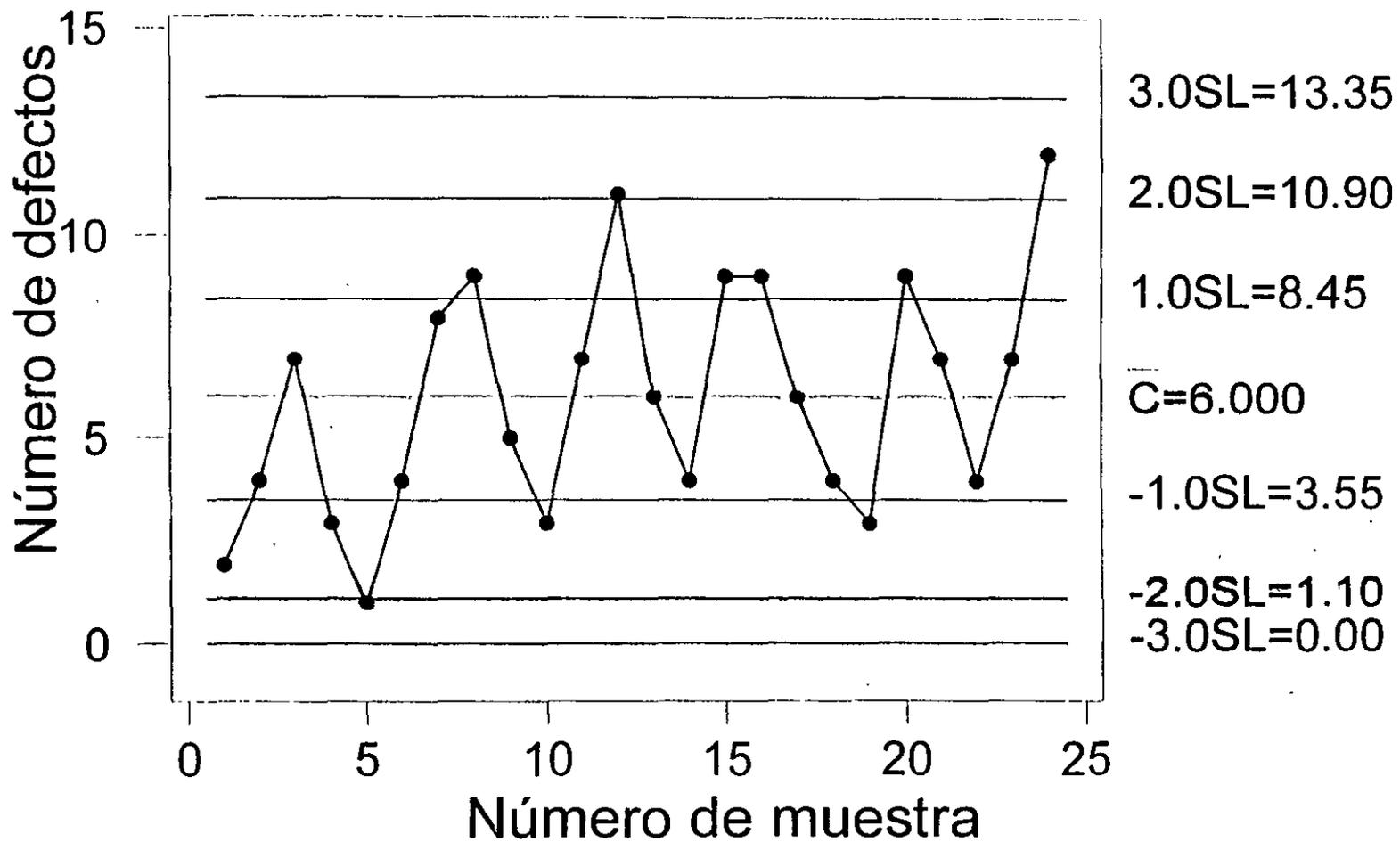
Puesto que el número de defectos no puede ser negativo, se fija el valor del límite inferior de control igual a cero.

En la Figura 9 se presenta la carta de control c que corresponde al ejemplo.

Para resumir los resultados hasta ahora obtenidos, en el Cuadro I se presentan las fórmulas para calcular las líneas centrales y los límites de control.

FIGURA 9

CARTA DE CONTROL PARA EL NUMERO DE DEFECTOS



VERIFICACION ESTADISTICA DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS Y ESPECIFICACIONES

En Muchas ocasiones el control de la calidad de un material o producto terminado culmina con la verificación del cumplimiento de ciertas normas o especificaciones que se han establecido.

Las normas y especificaciones se formulan tomando en cuenta, por un lado, la factibilidad tecnológica que se tiene o se puede adquirir y, por otro, las necesidades y conveniencias de los usuarios potenciales, de manera que haya congruencia entre unos y otros.

Una vez establecida una norma o especificación, tanto el productor como el usuario deben verificar sistemáticamente que ésta se cumpla, lo cual se hace mediante métodos estadísticos.

Una forma de hacerlo es elaborando cartas de control en las que los límites control quedan establecidos por la propia norma.

Ejemplo

En la siguiente figura se muestran los resultados de las pruebas realizadas para determinar la calidad del Cemento Asfáltico mediante el análisis de las variables aleatorias Penetración, Punto de Reblandecimiento, Pérdida por Calentamiento y Penetración Retenida.

Los datos corresponden a las refinerías de Pemex ubicadas en Ciudad Madero, Tamps. , Salamanca, Gto., Cadereyta, N.L. y Salina Cruz, Oax.

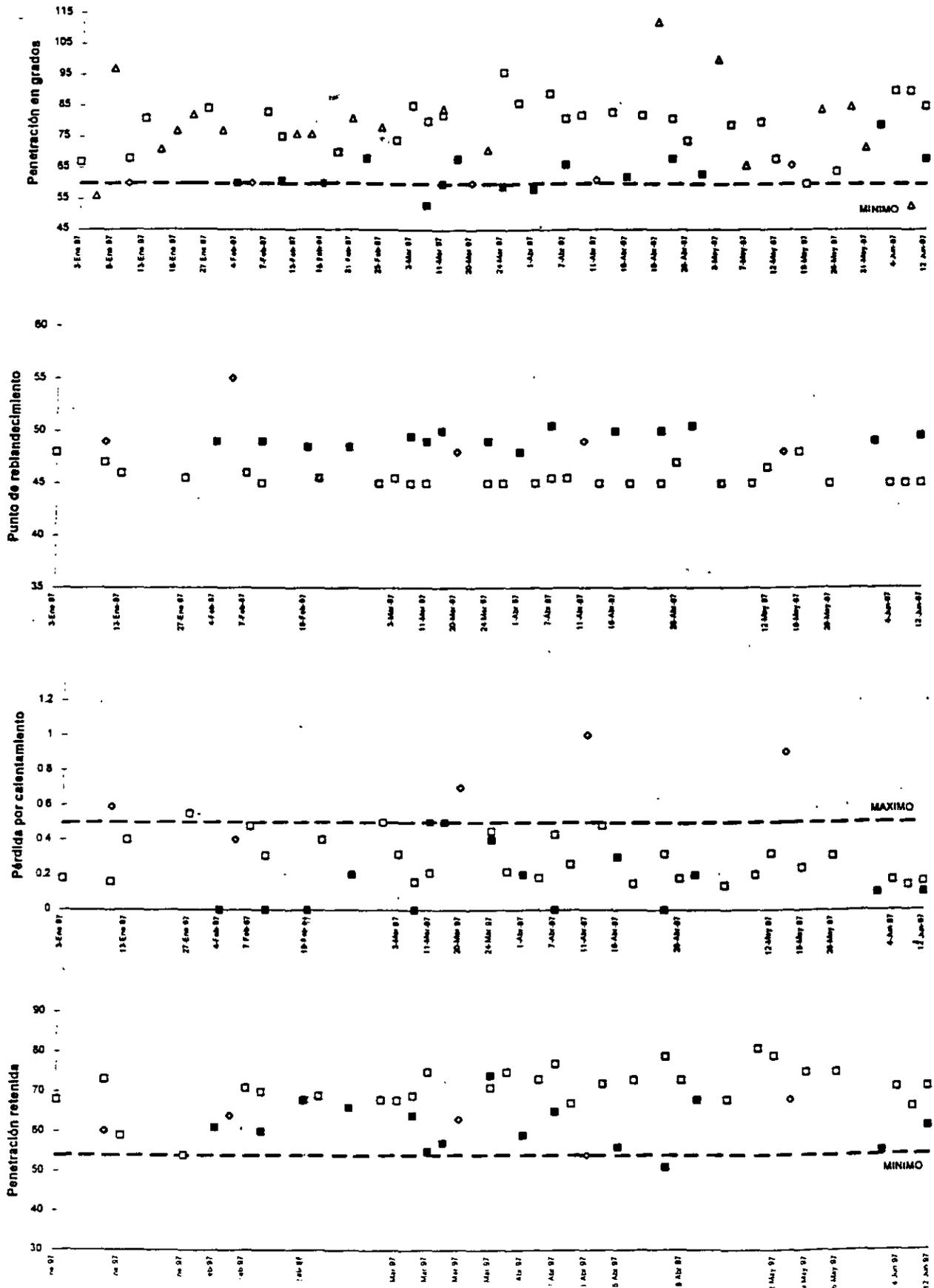
En las gráficas que conforman la figura, se han trazado las líneas que marcan los límites que señalan las normas correspondientes a cada variable. Los puntos que rebasan dichas líneas corresponden a resultados que no cumplieron con la norma respectiva.



SECRETARIA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

CALIDAD DEL CEMENTO ASFALTICO AC-20,
PRODUCIDO POR LAS REFINERIAS DE PEMEX

SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS



Ejemplo:

En el proceso de control de calidad del concreto utilizado en la construcción de un puente, se obtuvieron datos de la variable aleatoria "Resistencia a la Compresión", de cilindros estándar que se probaron a los 28 días de edad. Los resultados de las pruebas y de algunos pasos de su procesamiento se muestran en la siguiente tabla (la fuente de los datos es la referencia 9 de la bibliografía).

- f_c DE PROYECTO: 250 KG/CM²
- NUMERO DE MUESTRAS EN ESTUDIO: 105
- NUMERO DE CILINDROS POR MUESTRA: 2

MUESTRA No.	RESISTENCIA (KG/CM ²)		PROMEDIO (KG/CM ²)	RANGO (KG/CM ²)	PROMEDIO DE 3 MUESTRAS CONSECUTIVAS
	CIL. 1	CIL. 2			
1	253	253	253.0	0	287.3
2	318	315	316.5	3	296.3
3	291	294	292.5	3	261.5
4	280	280	280.0	0	264.3
5	211	213	212.0 *	2	251.0
6	301	301	301.0	0	280.7
7	240	240	240.0	0	268.3
8	302	300	301.0	2	275.5
9	264	264	264.0	0	266.5
10	259	264	261.5	5	268.2
11	274	274	274.0	0	283.8
12	270	268	269.0	2	292.2
13	311	306	308.5	5	302.8
14	300	298	299.0	2	302.5
15	301	301	301.0	0	299.3
16	304	311	307.5	7	298.8
17	290	289	289.5	1	284.8
18	301	298	299.5	3	282.5
19	265	266	265.5	1	266.7
20	284	281	282.5	3	261.7

21	249	255	252.0	6	246.8 **
22	249	252	250.5	3	233.3 **
23	238	238	238.0	0	231.7 **
24	207	216	211.5 *	9	230.0 **
25	244	247	245.5	3	245.8 **
26	234	232	233.0	2	242.7 **
27	260	258	259.0	2	261.0
28	234	238	236.0	4	256.0
29	287	289	288.0	9	246.3 **
30	244	244	244.0	0	233.3 **
31	204	210	207.0 *	6	244.0 **
32	248	250	249.0	2	261.7
33	276	276	276.0	0	250.0
34	260	260	260.0	0	237.5 **
35	214	214	214.0 *	0	224.7 **
36	236	241	238.5	5	233.7 **
37	217	226	221.5	9	244.2 **
38	240	242	241.0	2	251.3
39	271	269	270.0	2	259.3
40	239	247	243.0	8	260.5
41	265	265	265.0	0	261.5
42	274	273	273.5	1	264.5
43	246	246	246.0	0	256.8
44	275	273	274.0	2	252.7
45	250	251	250.5	1	259.8
46	232	235	233.5	3	273.8
47	294	297	295.5	3	295.3
48	294	291	292.5	3	309.8
49	297	299	298.0	2	315.7
50	337	341	339.0	4	303.2
51	309	311	310.0	2	270.8
52	260	261	260.5	1	250.8
53	240	244	242.0	4	240.0 **
54	250	250	250.0	0	243.7 **
55	227	229	228.0	2	238.5 **
56	252	254	253.0	2	247.0 **
57	232	237	234.5	5	254.7
58	256	251	253.5	5	258.8
59	276	276	276.0	0	261.0
60	249	245	247.0	4	264.7

61	260	260	260.0	0	300.2
62	287	287	287.0	0	301.8
63	356	351	353.5	5	292.0
64	260	270	265.0	10	258.0
65	260	255	257.5	5	259.2
66	255	248	251.5	7	281.5
67	270	267	268.5	3	279.8
68	326	323	324.5	3	277.3
69	245	248	246.5	3	247.3 **
70	261	261	261.0	0	241.3 **
71	236	233	234.5	3	228.2 **
72	226	231	228.5	5	223.3 **
73	224	219	221.5	5	217.8 **
74	219	221	220.0	2	213.0 **
75	211	213	212.0 *	2	226.3 **
76	205	209	207.0 *	4	239.0 **
77	260	260	260.0	0	251.0
78	250	250	250.0	0	240.7 **
79	241	245	243.0	4	227.7 **
80	226	232	229.0	6	228.8 **
81	211	211	211.0 *	0	232.0 **
82	249	244	246.5	5	240.5 **
83	236	241	238.5	5	241.8 **
84	238	235	236.5	3	245.7 **
85	252	249	250.5	3	249.5 **
86	248	252	250.0	4	245.7 **
87	252	244	248.0	8	248.5 **
88	257	241	239.0	4	246.3 **
89	261	256	258.5	5	258.3
90	245	238	241.5	7	246.8 **
91	273	277	275.0	4	237.3 **
92	227	221	224.0	6	219.0 **
93	211	215	213.0 *	4	214.3 **
94	219	221	220.0	2	215.3 **
95	210	210	210.0 *	0	205.5 **
96	215	217	216.0	2	204.0 **
97	189	192	190.5 *	3	199.8 **
98	204	207	205.5 *	3	202.2 **
99	208	199	203.5 *	9	209.5 **
100	196	199	197.5 *	1	218.8 **

101	225	230	227.5	5	228.5 **
102	233	230	231.5	3	233.2 **
103	226	227	226.5	1	224.8 **
104	238	245	241.5	7	
105	203	210	206.5 *	7	

* Indica aquellos promedios de los cilindros de las muestras cuya resistencia es de más de 35 kg/cm² por debajo de la f_c de proyecto (N O M - C - 155 - 1984, 5.1.1.2).

** Indica aquellos promedios de tres muestras consecutivas cuya resistencia es menor que la f_c de proyecto (N O M - C - 155 - 1984, 5.1.1.2).

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

Para interpretar los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión del concreto, se requiere conocer las normas al respecto.

Grado de uniformidad de la fabricación del concreto.

La siguiente tabla, tomada del ACI-214-77, sirve como guía para evaluar el grado de control en la uniformidad de la fabricación del concreto, en función de la desviación estándar.

TABLA No. 1

EVALUACION PARA EL GRADO DE CONTROL DE LA UNIFORMIDAD DE LA FABRICACION DEL CONCRETO, EN TERMINOS DE LA DESVIACION ESTANDAR (kg/cm²)

EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	ACEPTABLE	POBRE
<u>Por debajo</u>	De	De	De	Sobre
de 25	25 a 35	35 a 40	40 a 50	50

NOTA: Esta evaluación representa el promedio de resultados de especímenes ensayados a la edad especificada.

Grado de control del laboratorio

Para evaluar la calidad del trabajo del laboratorio de prueba, se puede emplear el procedimiento que se describe a continuación.

Si \bar{R} es el promedio de los rangos de las pruebas en los especímenes de cada muestra, la desviación estándar, S_1 , y el coeficiente de variación, V_1 , de los ensayos se calculan con las fórmulas

$$S_1 = \frac{1}{d} \bar{R}$$

$$V_1 = \frac{S_1}{\bar{X}}$$

donde \bar{x} es el promedio de todas las muestras y d se obtiene de la siguiente tabla:

TABLA No. 2
FACTORES PARA CALCULAR LA DESVIACION ESTANDAR DE LOS ENSAYES

Número de Especímenes	d	$1/d$
2	1.128	0.8865
3	1.693	0.5907
4	2.059	0.4857
5	2.326	0.4299

La siguiente tabla, tomada del ACI 214-77, califica el grado de control del laboratorio en función de los valores del coeficiente de variación de los ensayos:

TABLA No. 3
EVALUACION DEL GRADO DE CONTROL DEL LABORATORIO EN FUNCION DEL COEFICIENTE DE VARIACION

EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	ACEPTABLE	POBRE
Por debajo de 3	De 3 a 4	De 4 a 5	De 5 a 6	Arriba de 6

GRADOS DE CALIDAD DEL CONCRETO, SEGUN LA NORMA
N.O.M. -C- 155 -1984.

Grados de calidad A (sólo para resistencia a compresión). El concreto debe cumplir con lo siguiente:

a) Se acepta que no más del 20% del número de pruebas de resistencia tengan valor inferior a la resistencia especificada f_c ; se requiere un mínimo de 30 pruebas.

b) No más del 1 % de los promedios de 7 pruebas de resistencia consecutiva será inferior a la resistencia especificada.

c) No más del 1 % de las pruebas de resistencia puede ser menor que la resistencia especificada menos 50 kg/cm^2 .

Grado de calidad B (resistencia a compresión y resistencia a flexión). El concreto debe cumplir con lo siguiente:

a) Se acepta que no más del 10% del número de pruebas de resistencia tengan valores inferiores a la resistencia especificada. Se requiere un mínimo de 30 pruebas.

b) No más del 1 % de los promedios de 3 pruebas de resistencia consecutiva puede ser igual o menor que la resistencia especificada.

c) No más del 1 % de las pruebas de resistencia puede ser menor que la resistencia especificada a compresión menos 35 kg/cm^2 , o resistencia especificada a la flexión "MR" menos 4 kg/cm^2 .

Interpretación de los Resultados

Promedio aritmético $\bar{x} = 253.4 \text{ kg/cm}^2$

Desviación estándar = $S = 32.1 \text{ kg/cm}^2$

$$\text{Coeficiente de variación} = \frac{32.1}{253.4} = 0.1266$$

Promedio de los rangos de los ensayos = $\bar{R} = 3.03$

$$\text{Desviación estándar de los ensayos} = \frac{1}{1.128} \times 3.03 = 2.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Coeficiente de variación de los ensayos} = V_1 = \frac{2.7}{253.4} \times 100 = 1.1 \%$$

Conclusiones

a) Como $S = 32.1$, de acuerdo con la tabla 1, el control de la uniformidad de la fabricación es "muy bueno". Esto se confirma al observar la Carta de Control para la media que se muestra en una de las figuras que se presentan más adelante

b) Como $V_1 = 1.1 \%$, de acuerdo con la tabla 3, el control del laboratorio se califica como "excelente".

c) El número de muestras con promedio de resistencias inferior a $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ es de 51, o sea, 48.6%. Como este valor es mayor que el tolerable, de 10%, se concluye que el concreto no cumple la norma N.O.M. -C- 155 - 1984, grado de calidad B.

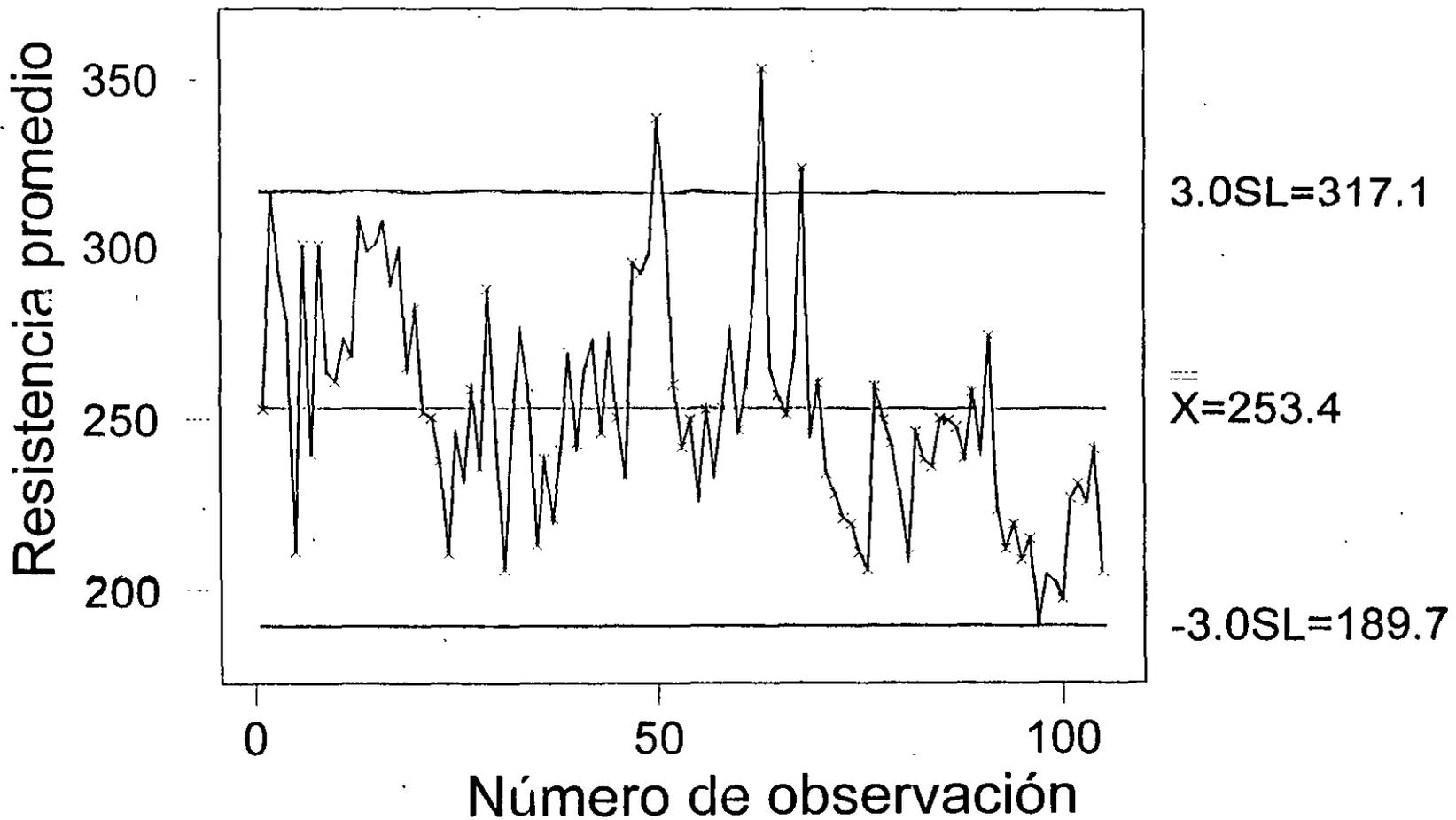
d) El número de promedios de 3 muestras consecutivas inferiores a $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, es de 50, o sea 47.6%.

Como este valor es superior al 1 % de la norma, se concluye que dicha norma no se cumple.

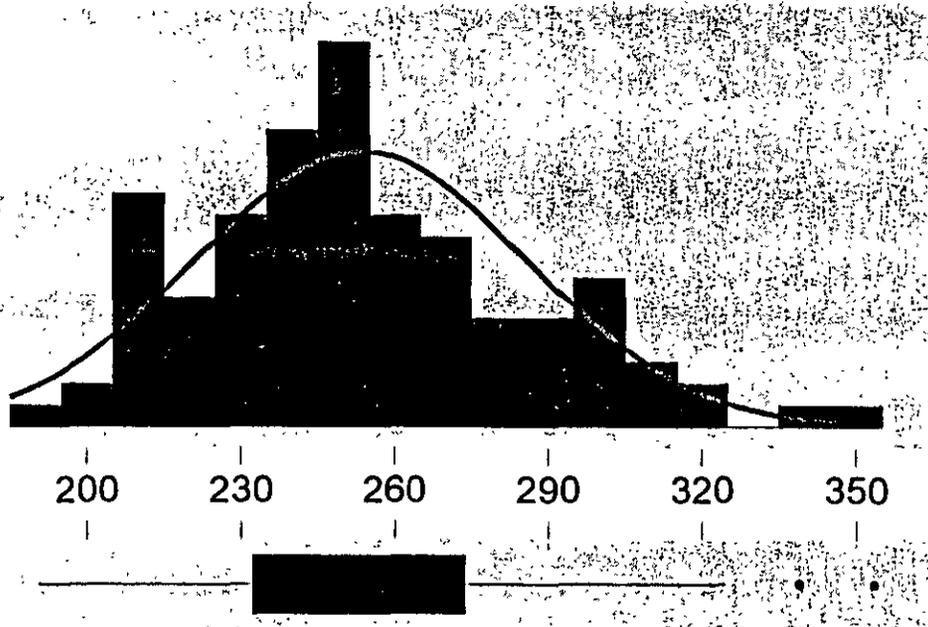
e) El número de promedios de muestras con deficiencia de más de 35 kg/cm² es de 14, o sea 13.3%. Como este valor es superior al 1% señalado como límite en la norma, se concluye que dicha norma no se cumple.

En las siguientes figuras se muestran los resultados del procesamiento de la información en términos de valores estadísticos y de cartas de control para la verificación del cumplimiento de las especificaciones correspondientes.

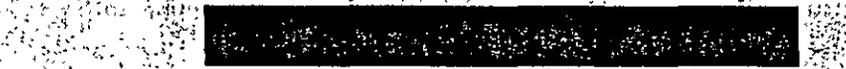
CARTA DE CONTROL PARA LA MEDIA



ESTADISTICA DESCRIPTIVA RESISTENCIA DEL CONCRETO



Intervalo de confianza para la media



245 250 255 260

Intervalo de confianza para la mediana



Anderson-Darling Normality Test

A-Squared: 0.748
P-Value: 0.050

Mean 253.390
StDev 32.234
Variance 1039.00
Skewness 0.557214
Kurtosis 8.19E-02
N 105

Minimum 190.500
1st Quartile 232.250
Median 250.000
3rd Quartile 273.750
Maximum 353.500

95% Confidence Interval for Mu

247.152 259.628

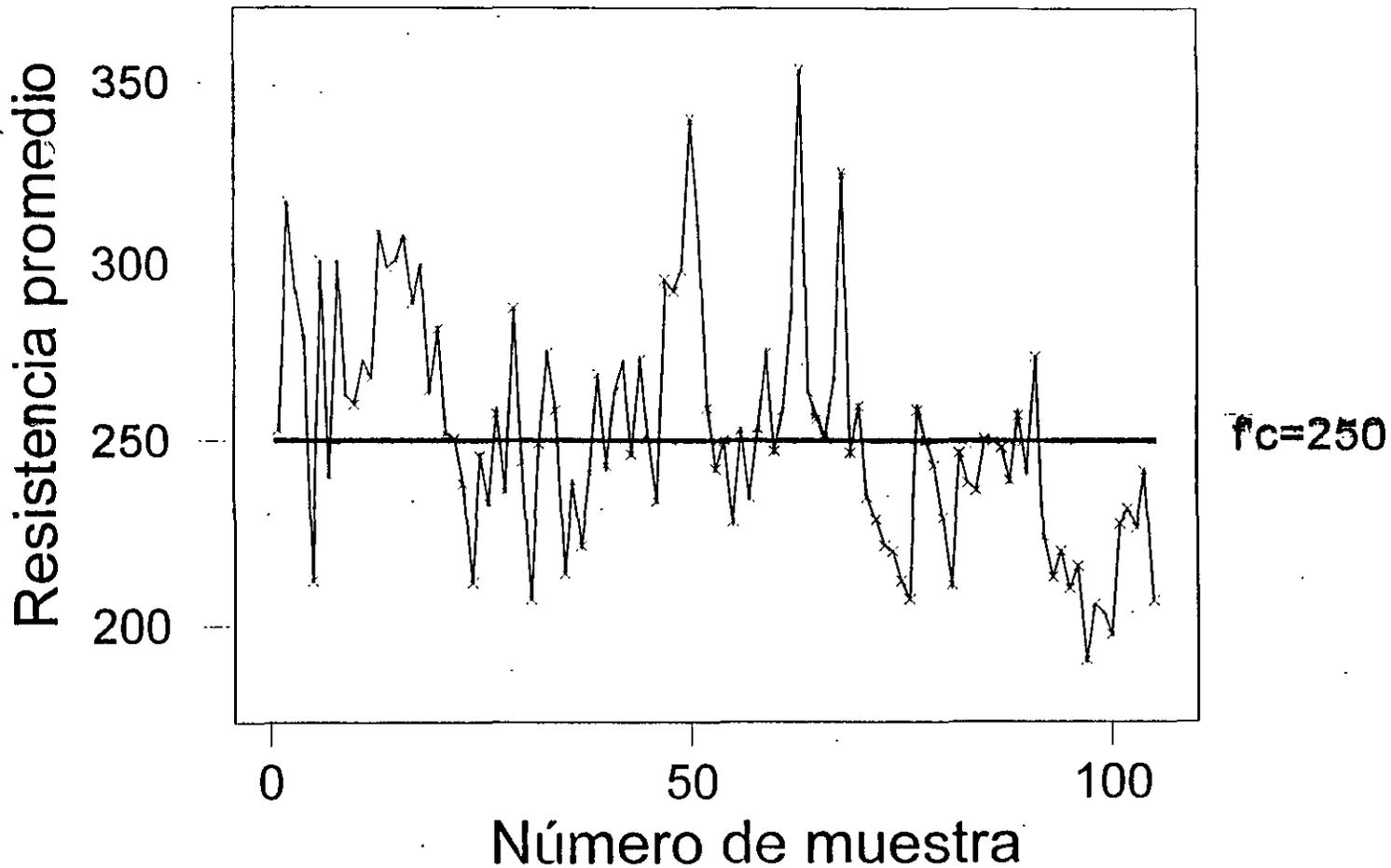
95% Confidence Interval for Sigma

28.385 37.299

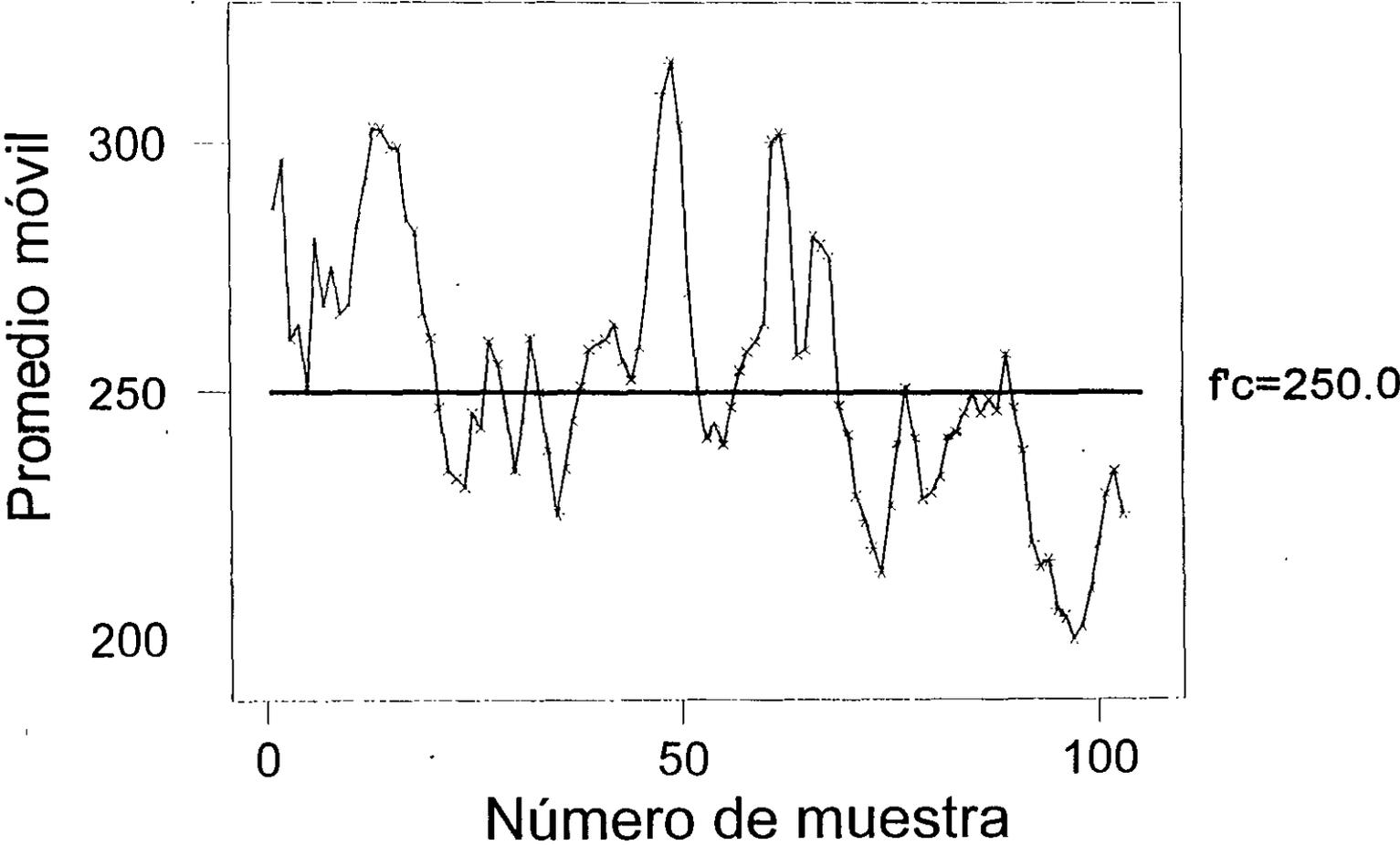
95% Confidence Interval for Median

243.000 257.534

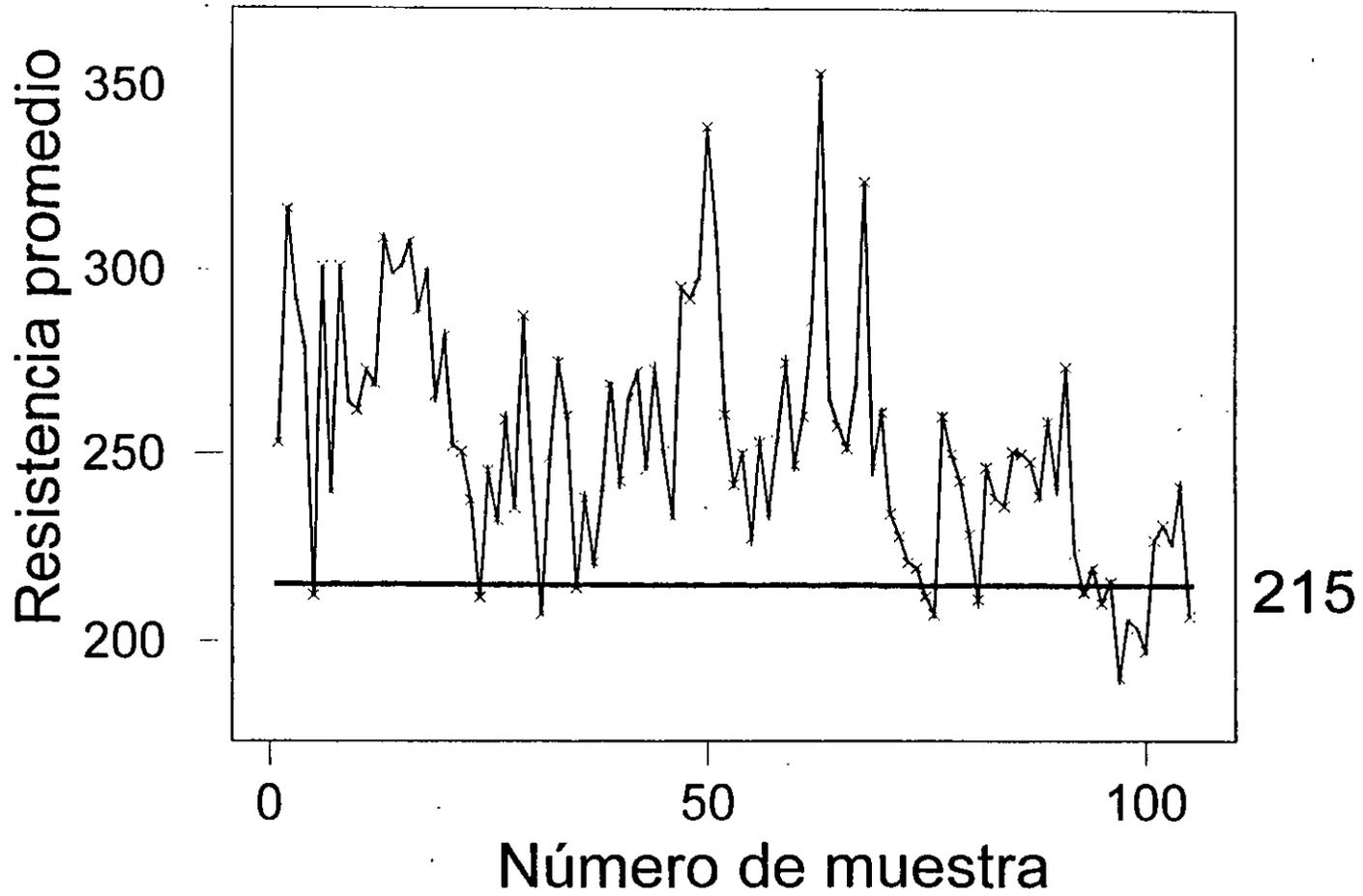
CARTA DE CONTROL PARA $f'_c=250 \text{ kg/cm}^2$



CARTA DE CONTROL PARA LOS PROMEDIOS MOVILES



CARTA DE CONTROL PARA RESISTENCIA - 35 kg/cm²



CUADRO I

Fórmulas para líneas centrales y límites de control

Estadística	Estándares dados		Análisis de datos históricos	
	Línea central	Límites	Línea central	Límites
Media, usando σ	μ	$\mu \pm A\sigma$	\bar{X}	$\bar{X} \pm A_1\bar{\sigma}$
Media, usando R			\bar{X}	$\bar{X} \pm A_2\bar{R}$
Desviación estándar	$c_2\sigma$	$B_1\sigma, B_2\sigma$	$\bar{\sigma}$	$B_3\bar{\sigma}, B_4\bar{\sigma}$
Rango	$d_2\sigma$	$D_1\sigma, D_2\sigma$	\bar{R}	\bar{D}_3R, \bar{D}_4R
Elementos individuales - X			\bar{X}	$\bar{X} \pm E_2\bar{R}$
Elementos individuales - R^*			\bar{R}	$D_3\bar{R}, D_4\bar{R}$
Proporción			\bar{p}	$\bar{p} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$
Número de defectuosos			\bar{np}	$\bar{np} \pm 3 \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}$
Número de defectos			\bar{c}	$\bar{c} \pm 3 \sqrt{\bar{c}}$

Tabla I Factores para calcula... neas de gráficas de control *

Número de observaciones en muestra, n	Gráfica para promedios			Gráficas para desviaciones estándar						Gráficas para rangos						Carta X	
	Factores para límites de control			Factores para línea central		Factores para límites de control				Factores para línea central		Factores para límites de control					
	A	A ₁	A ₂	C ₂	1/c ₂	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	d ₂	1/d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	E ₂
2	2,121	3,760	1,880	0,5642	1,7725	0,000	1,843	0,000	3,267	1,128	0,8865	0,853	0,000	3,686	0,000	3,276	2,660
3	1,732	2,394	1,023	0,7236	1,3820	0,000	1,858	0,000	2,568	1,693	0,5907	0,888	0,000	4,358	0,000	2,575	1,712
4	1,501	1,880	0,729	0,7979	1,2533	0,000	1,808	0,000	2,266	2,059	0,4857	0,880	0,000	4,698	0,000	2,282	1,457
5	1,342	1,596	0,577	0,8407	1,1894	0,000	1,756	0,000	2,089	2,326	0,4299	0,864	0,000	4,918	0,000	2,115	1,270
6	1,225	1,410	0,483	0,8686	1,1512	0,026	1,711	0,030	1,970	2,534	0,3946	0,848	0,000	5,078	0,000	2,004	1,184
7	1,134	1,277	0,419	0,8882	1,1259	0,105	1,672	0,118	1,882	2,704	0,3698	0,833	0,205	5,203	0,076	1,924	1,107
8	1,061	1,175	0,373	0,9027	1,1078	0,167	1,638	0,185	1,815	2,847	0,3512	0,820	0,387	5,307	0,136	1,864	1,054
9	1,000	1,094	0,337	0,9139	1,0942	0,219	1,609	0,239	1,761	2,970	0,3367	0,808	0,546	5,394	0,184	1,816	1,010
10	0,949	1,028	0,308	0,9227	1,0837	0,262	1,584	0,284	1,716	3,078	0,3249	0,797	0,687	5,469	0,223	1,777	0,975
11	0,905	0,973	0,285	0,9300	1,0753	0,299	1,561	0,321	1,679	3,173	0,3152	0,787	0,812	5,534	0,256	1,744	0,946
12	0,866	0,925	0,266	0,9359	1,0684	0,331	1,541	0,354	1,646	3,258	0,3069	0,778	0,924	5,592	0,284	1,719	0,921
13	0,832	0,884	0,249	0,9410	1,0627	0,359	1,523	0,382	1,618	3,336	0,2998	0,770	1,026	5,646	0,308	1,692	0,899
14	0,802	0,848	0,235	0,9453	1,0579	0,384	1,507	0,406	1,594	3,407	0,2935	0,762	1,121	5,693	0,329	1,671	0,861
15	0,775	0,816	0,223	0,9490	1,0537	0,406	1,492	0,428	1,572	3,472	0,2880	0,755	1,207	5,737	0,348	1,652	0,864
16	0,750	0,788	0,212	0,9523	1,0501	0,427	1,478	0,448	1,552	3,532	0,2831	0,749	1,285	5,779	0,364	1,636	0,849
17	0,728	0,762	0,203	0,9551	1,0470	0,445	1,465	0,466	1,534	3,588	0,2787	0,743	1,359	5,817	0,379	1,621	0,836
18	0,707	0,738	0,194	0,9576	1,0442	0,461	1,454	0,482	1,518	3,640	0,2747	0,738	1,426	5,854	0,392	1,608	0,824
19	0,688	0,717	0,187	0,9599	1,0418	0,477	1,443	0,497	1,503	3,689	0,2711	0,733	1,490	5,888	0,404	1,596	0,813
20	0,671	0,697	0,180	0,9619	1,0396	0,491	1,433	0,510	1,490	3,735	0,2677	0,729	1,548	5,922	0,414	1,586	0,803
21	0,655	0,679	0,173	0,9638	1,0376	0,504	1,424	0,523	1,477	3,778	0,2647	0,724	1,606	5,950	0,425	1,575	0,794
22	0,640	0,662	0,167	0,9655	1,0358	0,516	1,415	0,534	1,466	3,819	0,2618	0,720	1,659	5,979	0,434	1,566	0,785
23	0,626	0,647	0,162	0,9670	1,0342	0,527	1,407	0,545	1,455	3,858	0,2592	0,716	1,710	6,006	0,443	1,557	0,778
24	0,612	0,632	0,157	0,9684	1,0327	0,538	1,399	0,555	1,445	3,895	0,2567	0,712	1,759	6,031	0,452	1,548	0,770
25	0,600	0,619	0,153	0,9696	1,0313	0,548	1,392	0,565	1,435	3,931	0,2544	0,709	1,804	6,058	0,459	1,541	0,763
Mayor que 25	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	—	—	—	‡	§	§	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{3}{d_2}$

*Reproducido con permiso de ASTM Manual on Quality Control of Materials, American Society for Testing Materials, Philadelphia, Pa., 1951.

‡ $1 - \frac{3}{\sqrt{2n}}$ § $1 + \frac{3}{\sqrt{2n}}$

TABLA II

Número mínimo \underline{m} de muestras de tamaño \underline{n} requerido para elaborar una carta \bar{x} con una confianza de 98%, cuando se emplean los rangos.

\underline{n}	\underline{m}
2	15
3	9
4	7
5	6
6	5
7	5
8	4
9	4
10	4
12	4
14	4
16	3
18	3
20	3

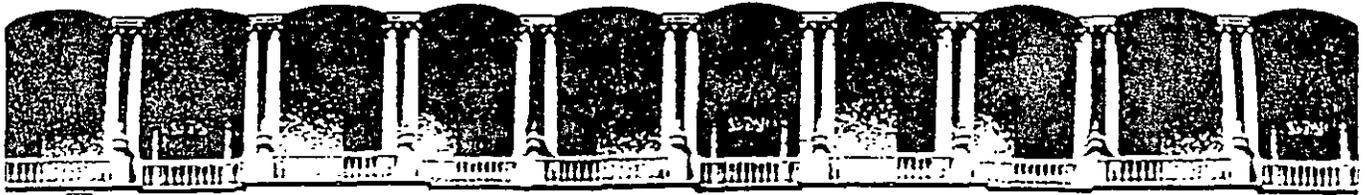
TABLA III

Número mínimo m de muestras de tamaño n requerido para elaborar una carta \bar{x} con una confianza de 98%, cuando se emplean las desviaciones estándar.

n	m
2	16
3	9
4	7
5	6
6	5
7	5
8	4
9	4
10	4
12	4
14	3
16	3
18	3
20	3

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Villarreal, A., "Cartas de Control", Apuntes, División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, UNAM.
- 2.- Hansen, B., "Quality Control: Times and Applications", Prentice Hall, Inc. (1964).
- 3.- Grant, E.L., "Statistical Quality Control", McGraw Hill Book Co. (1971).
- 4.- Ostle B. "Estadística Aplicada", Limusa-Wiley (1973).
- 5.- Miller, I. y Freund, J., "Probability and Statistics for Engineers", Prentice Hall, Inc. (1965).
- 6.- Bouker, A.H. y Lieberman, G.J., "Estadística para Ingenieros", Prentice Hall, Inc. (1984).
- 7.- Rascón, O.A., "Introducción a la Estadística Descriptiva", Vols. I y II, SITESA.
- 8.- Rascón, O.A., "Introducción a la Teoría de Probabilidades", UNAM
- 9.- Ortiz, A., "Control de Calidad del Concreto", FUNDEC, A.C.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN
DE CARRETERAS**

MÓDULO IV:

**SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD
DE CARRETERAS**

TEMA :

CALIDAD: NIVEL Y CONTROL

**M.I RAÚL VICENTE OROZCO SANTOYO
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE 1999**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

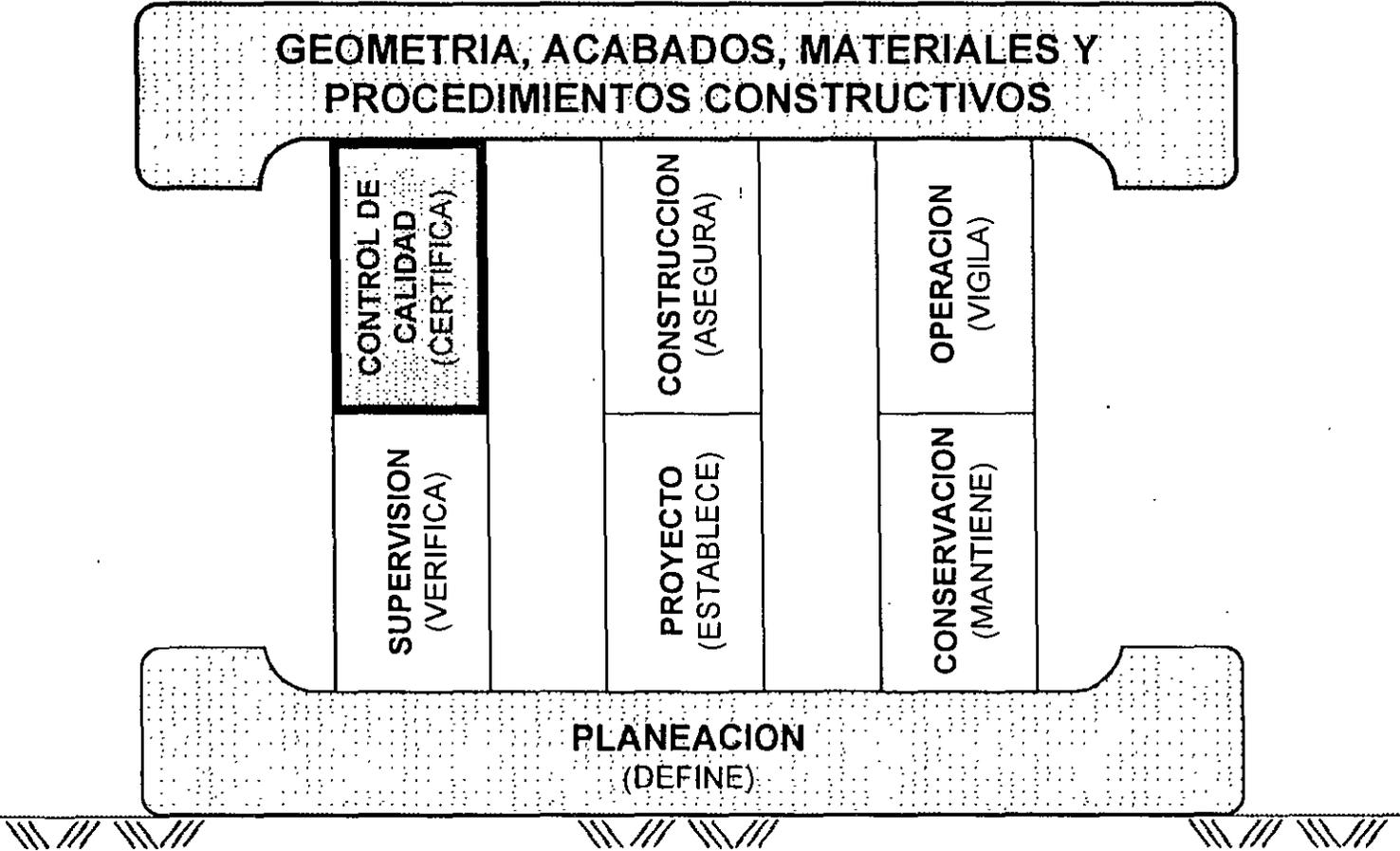
INTRODUCCION

M.I. RAUL VICENTE OROZCO SANTOYO

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

NOVIEMBRE, 1999

RESPONSABLES DEL NIVEL DE CALIDAD EN CARRETERAS



DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

CALIDAD: NIVEL Y CONTROL

M.I. RAUL VICENTE OROZCO SANTOYO

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

NOVIEMBRE, 1999

**División de Educación Continua-Facultad de
Ingeniería-UNAM**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCION Y
CONSERVACION DE CARRETERAS**

**“CONTROL DE CALIDAD
DE OBRAS”**

M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo

**México, D.F.
9 de Noviembre de 1999**

DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE CARRETERAS

“CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS”

M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
1.1 Finalidad de las obras	1
1.2 Propiedades fundamentales de los materiales constitutivos	2
1.3 Interrelación entre las actividades de una obra	2
2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES	3
2.1 Calidad	3
2.2 Nivel de calidad	3
2.3 Control de calidad durante la construcción	4
2.4 Etapas de control de calidad	4
2.4.1 Etapa de previsión	4
2.4.2 Etapa de acción	5
2.4.3 Etapa de historia	6
2.4.4 Caso del concreto hidráulico	6
A) Previsión	7
B) Acción	8
C) Historia	9
D) Conclusión básica	10
E) Recomendación general	10

3. CARACTERIZACION DE MATERIALES	10
3.1 Relación entre compacidad, contenido de líquido y grado de saturación	10
3.1.1 Generalidades	10
3.1.2 Definiciones	11
A) Mezcla de ingredientes	11
a) Caso de un suelo	11
b) Caso de un concreto asfáltico	11
c) Caso de un concreto hidráulico	11
B) Compacidad de la mezcla (C)	11
C) Porosidad de la mezcla (n)	12
D) Relación de vacíos (e)	12
E) Peso específico (o densidad) del líquido (γ_L)	12
F) Contenido de líquido (C_L)	12
G) Grado de saturación con líquido (S_r)	12
H) Peso volumétrico seco (γ_d)	12
I) Peso volumétrico total (γ_T)	13
J) Peso volumétrico (o específico) del sólido (γ_s)	13
K) Densidad relativa (o peso específico relativo) del sólido (G_s)	13
3.1.3 Relaciones	13
3.2 Propiedades fundamentales y curvas isocaracterísticas	14
3.2.1 Diagrama CAS	14
3.2.2 Correlación con parámetros fácilmente medibles	14
3.3 Criterios de aceptación, corrección y rechazo	14
3.3.1 Caso de un suelo fino compactado	14
3.3.2 Caso de una mezcla asfáltica	15
3.3.3 Comentario general	15
4. SECUENCIA DE ACTIVIDADES PARA LOS RESPONSABLES DE LA REALIZACION DE UNA OBRA CIVIL	16
5. BIBLIOGRAFIA	16

CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS

Raúl Vicente Orozco Santoyo

1. INTRODUCCION

1.1 Finalidad de las obras

Lo más importante para el ingeniero civil es descubrir cuál es la finalidad de una obra, desde su gestación hasta su terminación. Normalmente se construyen las obras sin disponer de toda la información relativa a su proyecto. Por esta razón es necesario hacer una "anatomía" cuidadosa de todas las "partes" que intervienen durante la planeación, el proyecto, la construcción, la supervisión, el control de calidad, la conservación y la operación de la obra, con el enfoque de la calidad global.

Cuando se trata de una presa almacenadora de agua, ya sea para generación hidroeléctrica, riego o prevención de inundaciones, su finalidad será disponer de una cortina contenedora y un vaso de almacenamiento que sean impermeables, para "guardar agua". Esto quiere decir que todos los conceptos de ingeniería deberán enfocarse hacia el logro de la máxima impermeabilidad, dentro de la seguridad y la economía.

En cambio, cuando se trata de una presa de jales, que son el producto final de las plantas concentradoras de mineral, la finalidad de esta obra consiste en disponer de una cortina contenedora permeable y un vaso de almacenamiento, para "guardar residuos sólidos" con el mínimo de agua requerida para el transporte de los mismos, también dentro de la seguridad y de la economía.

En el caso de los canales construidos para los sistemas de riego, al revestirlos deberá tenerse presente la finalidad de la obra, es decir, si se requiere una capa impermeable o permeable, según la posición del nivel freático y otras características específicas que se necesitan. Esto significa que si se trata de recargar el manto acuífero, los canales deben ser permeables en su revestimiento, el cual debe permitir el flujo libre del agua, además de tener otras características de resistencia durante la operación y la conservación de los mismos. Habrán casos en que se requiera la impermeabilidad del revestimiento, independientemente del tipo de material constitutivo, ya sea concreto hidráulico o asfáltico, suelo compactado, membrana sintética enterrada o no, etc.

En el caso de las escolleras marinas, la finalidad de la obra consiste en protegerlas contra la acción de las mareas y la agresividad de las aguas salinas. Esto implica la durabilidad de los elementos constitutivos de la coraza, que viene a ser la propiedad fundamental, independientemente de su resistencia estructural intrínseca para resistir los efectos de impactos, abrasión, etc.

En el caso de los pavimentos, ya sea para aeropistas, autopistas, calles, etc., la principal finalidad de la obra es la indeformabilidad, íntimamente ligada a la capacidad estructural de las capas constitutivas, para lo cual se requieren los estudios previos del terreno de cimentación y de las propiedades de resistencia y deformabilidad de los materiales constitutivos. En el caso de los pavimentos rígidos, la resistencia a la tensión por flexión de las losas de concreto hidráulico es la propiedad fundamental que domina a otras, como la durabilidad. En los pavimentos flexibles, la rigidez relativa de las capas constituye la propiedad fundamental, la cual gobierna a las otras, como la resistencia a la tensión y la durabilidad.

Otras obras, como los edificios habitacionales e instalaciones industriales, aparte de la seguridad de las mismas, tienen como finalidad fundamental la resistencia de los materiales constitutivos, principalmente a la compresión en el caso de concretos hidráulicos y a la tensión para el acero de refuerzo. Si las estructuras son completamente de acero, la compresión, la tensión y la resistencia al esfuerzo cortante son las más importantes.

1.2 Propiedades fundamentales de los materiales constitutivos

Para el control de calidad de los materiales, es fundamental distinguir bien entre las propiedades básicas y las subordinadas a éstas, como se ilustra a continuación:

- La resistencia a la compresión simple o a la tensión por flexión del concreto hidráulico, estimadas en probetas convencionales, es una propiedad básica.
- El coeficiente de permeabilidad de un suelo compactado o del concreto (hidráulico o asfáltico), obtenido de permeámetros diseñados ex profeso, es una propiedad básica.
- La resistencia a la erosión del concreto hidráulico o asfáltico, estimada a partir de una prueba de desgaste convenida, es una propiedad básica.
- El contenido de agua, el grado de saturación y la compacidad de un relleno estructural, por ejemplo, son propiedades subordinadas a su módulo de rigidez o elástico (capacidad de carga y deformabilidad), que es la básica.
- El contenido de asfalto (cemento asfáltico), el grado de saturación y la compacidad de una carpeta asfáltica, también son propiedades subordinadas a su módulo de rigidez o elástico (capacidad de carga y deformabilidad), que es la básica.
- El contenido de agua, el grado de saturación y la compacidad del concreto hidráulico, además de su consistencia y composición, son propiedades subordinadas a la resistencia compresiva o a la tensión, que son las básicas.

1.3 Interrelación entre las actividades de una obra

Para la construcción de las obras civiles de ingeniería, se requiere de una revisión minuciosa de los planos y las especificaciones de proyecto, una eficiente supervisión y un auténtico control de calidad que sea ágil y oportuno, con el fin de lograr que tales obras cumplan con su propósito.

Normalmente todas las actividades de una obra (planeación, proyecto, construcción, supervisión, control de calidad, conservación y operación) se desarrollan con cierta independencia, lo cual da motivo a deficiencias y conflictos innecesarios entre los responsables de esas actividades. Esto se evita con un sistema integrado de acciones de retroalimentación constante, con actitud siempre positiva, para que realmente se logre la "estabilidad" de una obra civil (Lámina 1).

2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

2.1 Calidad

El concepto de "calidad" tiene que estar presente en todas las actividades, desde que se gesta y concibe la idea (obra) hasta que se realiza, y aún después. Debe "infiltrarse" en todas las personas que de un modo u otro intervienen en el logro de una obra y "reflejarse" claramente en sus actitudes, durante el proyecto, la construcción, la supervisión, el control de calidad, la conservación y la operación de la misma.

De acuerdo con el diccionario de la Lengua Española (Real Academia Española XIX, edición 1970), el término calidad viene "Del latín Qualitas-atés: Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie".

2.2 Nivel de calidad

El nivel de calidad lo define el responsable de la planeación de la obra, para que el proyectista lo establezca y el constructor lo asegure, el supervisor lo verifique, y el controlador de calidad lo certifique, de manera que los responsables de la conservación y la operación mantengan y vigilen respectivamente ese nivel de calidad estipulado, tanto en geometría y acabados como en materiales y procedimientos constructivos (Lámina 2).

El nivel de calidad viene siendo el conjunto de características cualitativas y cuantitativas que deben satisfacer los materiales, las instalaciones y los componentes de la obra, en los aspectos de resistencia a las cargas por soportar, asentamientos totales y diferenciales, deformaciones, geometría, apariencia, durabilidad, capacidad de carga, etc.

En el caso de los materiales, el nivel de calidad implica el establecimiento del criterio (o los criterios) de aceptación, corrección y/o rechazo, mediante el valor medio de la característica a medir (compacidad, humedad, resistencia, permeabilidad, etc.) y su desviación estándar o coeficiente de variación (como medidas de dispersión de valores), así como la probabilidad de falla en los ensayos (cada ensayo es el promedio de 2 valores, como mínimo, de la propiedad o característica medida). El nivel de calidad deseado lo complementan en la práctica las variaciones permisibles, en más o en menos, con respecto al valor medio requerido de la característica a medir.

2.3 Control de calidad durante la construcción

El control de calidad consiste, en certificar que durante el proceso constructivo se vaya asegurando el nivel de calidad establecido, especialmente en el producto ya terminado.

El control de calidad debe incluir todas las operaciones inherentes al muestreo, el ensaye, la inspección y la selección de materiales, previamente a, y durante la ejecución de la obra, para asegurar que el procedimiento constructivo satisfaga las exigencias de la misma. En el transcurso de la construcción, el controlador de calidad (responsable del control de calidad) deberá realizar la inspección, el muestreo y los ensayos necesarios, en todas sus etapas, para que se logre el nivel de calidad deseado en los diversos conceptos de obra involucrados. Además, tiene que suministrar información oportuna al responsable de la construcción para que, con debido conocimiento, actúe en plan correctivo, oportuno y eficaz, a fin de evitar defectos en métodos constructivos.

De lo anteriormente expuesto, se puede establecer que el control de calidad es el sistema integrado de actividades, factores, influencias, procedimientos, equipos y materiales, que afectan al establecimiento y, posteriormente, al logro del nivel de calidad estipulado, para que la obra cumpla con su propósito.

2.4 Etapas de control de calidad

El control de calidad implica un mecanismo ágil y oportuno que permite satisfacer el nivel de calidad establecido. Para esto, es muy pertinente distinguir 3 etapas básicas de control (Previsión, Acción e Historia) que están implícitas, pero que conviene separarlas en secuencia, de acuerdo con los enfoques racionales del auténtico control de calidad.

El control de calidad debe llevarse en cada una de estas etapas y en todas las actividades de la obra, según se ilustra en la Tabla 1 y se explica a continuación:

2.4.1 Etapa de previsión

Se refiere a las actividades en que se pueden escoger los materiales antes de su explotación, transporte, mezcla, colocación, "bandeo" y/o compactación. En otras palabras, el control de calidad de los materiales antes de la construcción servirá para aceptarlos como ingredientes separados y es muy conveniente que esto ocurra precisamente en las fuentes de suministro, para evitar desperdicios en tiempo, dinero y energía. ¿Para qué aceptar un material al "pie de la obra", cuando se sabe que está "defectuoso" desde su origen? Si los materiales son aceptados antes de su transporte, también deben serlo en el sitio de construcción o en la planta de procesamiento o mezclado, a no ser que sean "contaminados" por descuido con otros materiales o materias extrañas. Es obvio que en esta etapa se presenta la única oportunidad de aceptar, desechar o mejorar los materiales previamente a la construcción.

Las cartas de control son magníficos auxiliares para satisfacer los niveles de calidad establecidos en el proyecto. Estas deberán actualizarse diariamente para cada parámetro básico que se estipule (contenidos de grava, arena y finos; humedades en el banco y en el sitio; índice plástico y límites de consistencia: líquido y plástico; contracción lineal y equivalente de are-

na; módulos de finura de la grava y la arena; tamaños máximos y mínimos de los fragmentos de roca; coeficientes de uniformidad y curvatura de la grava-arena; contenido de partículas deleznales o deletéreas; pesos volumétricos, densidades y absorciones; etc.).

Respecto a los estudios previos de los bancos, que incluyen su potencialidad y variabilidad, deberán incluirse por rutina los aspectos geológicos y los análisis petrográficos de los materiales para juzgar la durabilidad del concreto (hidráulico o asfáltico) o capas compactadas (balasto de ferrocarril, bases de pavimento, rellenos estructurales, enrocamientos en presas, revestimientos en canales, etc.). En las losas de concreto hidráulico, algunas veces ocurre que los agregados son reactivos con los álcalis del cemento Portland. En otros casos, la carpeta asfáltica se deteriora y desintegra paulatinamente porque confundimos los basaltos recientes con las andesitas o los basaltos muy antiguos que, a veces, contienen minerales expansivos (tipo zeolita), los cuales son muy ávidos de agua y rompen súbitamente a los agregados.

En esta etapa se deben conocer a fondo y mucho antes de la construcción, las dosificaciones básicas de los ingredientes, acordes con el equipo e instalaciones seleccionados.

2.4.2 Etapa de acción

Se refiere a la verdadera actividad de aceptación, corrección y/o rechazo durante la construcción. Una vez que se han aceptado los ingredientes separados en la etapa anterior (previsión), se procede al mezclado de los mismos, actividad que define el momento de inicio al proceso constructivo, el cual no debe interrumpirse sino terminarse. En esta etapa no se deben rechazar los materiales separados, es decir, los ingredientes ya pueden mezclarse. En el caso de capas compactadas, a partir de tramos de prueba, que incluyan correlaciones entre el número de pasadas del equipo compactador y las deflexiones con la viga Benkelman o el deformómetro por impacto, en esta etapa se decide si se logra el acomodo o la compacidad deseada, para proceder a los ajustes pertinentes durante la ejecución de la obra.

Las cartas de control deberán estar disponibles en el momento de la ejecución y tendrán que marcarse con claridad las zonas de aceptación, corrección y rechazo, para llevar continuamente las gráficas de tendencias de los últimos 5 valores consecutivos de cada parámetro. Todas las cartas de control deberán tenerse siempre en la obra y actualizarse diariamente, para que el control de calidad sea ágil y oportuno. Esto requiere el apoyo de equipos de medición avanzados en tecnología, para que proporcionen datos inmediatamente después del proceso constructivo, como los medidores nucleares de pesos volumétricos, humedades y contenidos de cemento asfáltico. En el caso del concreto hidráulico tradicional (plástico), el concreto compactado con rodillo (CCR) o las sub-bases rigidizadas con cemento Portland (SBR), se recomiendan las pruebas de "inmersión" para conocer rápidamente la composición de las mezclas, efectuadas además de los ensayos rutinarios convencionales, porque permite corregirlas casi de inmediato al compararlas con la "mezcla patrón".

2.4.3 Etapa de historia

Se refiere al registro histórico de la información requerida por el proyecto, después de que el proceso constructivo ha concluido. En la etapa anterior (acción), la aceptación y/o el rechazo deberán ocurrir precisamente en el momento de la construcción y no después.

Las cartas de control relativas a la etapa de historia se requieren para análisis estadísticos e informes y son útiles también para retroalimentar al proyecto.

2.4.4 Caso del concreto hidráulico

En la Lámina 3 se sugiere un sistema para satisfacer el nivel de calidad establecido por el proyectista, que debe asegurar el constructor mediante la certificación que el controlador de calidad le proporciona.

No basta que el proyectista fije sólo la resistencia de proyecto (f'_c), que es lo más usual, sino que es necesario fijar, además, la probabilidad de falla en los ensayos (P_f). Por ejemplo, si $f'_c=200 \text{ kg/cm}^2$, es necesario saber si de cada cinco ensayos (teoría elástica) o de cada diez (teoría plástica), puede fallar uno, o bien, según la importancia del elemento estructural, por ejemplo, en las losas de una banqueta se podría permitir que de cada tres ensayos fallara uno ($P_f=1/3$) o, si se trata de una trabe maestra de gran importancia, podría adoptarse un valor de $P_f=1/20$ a $1/100$, según lo considere el proyectista.

Ahora bien, el constructor de la obra debe asegurar una resistencia media requerida (f_{cr}) evidentemente mayor que la resistencia de proyecto (f'_c). Con el apoyo del controlador de calidad se fijará la mezcla de diseño (M_d), según el coeficiente de variación total (V_t) obtenido durante la construcción, que representa una medida de la dispersión de los resultados.

En la Lámina 4 se observa que, para una resistencia de proyecto dada ($f'_c=200 \text{ kg/cm}^2$) y una probabilidad de falla en los ensayos determinada ($P_f=1/5$), a mayor coeficiente de variación ($V_t=0.10$ a 0.20) se necesita una mayor resistencia media requerida ($f_{cr}=218$ a 240 kg/cm^2). En otras palabras, mientras menor control de calidad haya durante la construcción, mayor será el coeficiente de variación total (V_t), según se ilustra en la Lámina 5, donde puede observarse que el mayor grado de uniformidad del concreto se logra con el menor valor de V_t .

Para facilitar el cálculo de f_{cr} , en la Lámina 6 se presenta la relación gráfica entre los conceptos anteriormente mencionados. Como ejemplo, para $V_t=0.15$ y $P_f=1/5$, $f_{cr}/f'_c=1.15$. Si $f'_c=200 \text{ kg/cm}^2$, entonces $f_{cr} = 230 \text{ kg/cm}^2$. Por lo tanto la mezcla de diseño (M_d) será sugerida por el controlador de calidad al constructor, para lograr una resistencia media requerida (f_{cr}) de 230 kg/cm^2 .

Una vez que se tiene seleccionada la mezcla de diseño (M_d), el controlador de calidad debe proceder por "Etapas" y "Niveles", tal como se ilustra en la Lámina 7 y se explica a continuación:

A) Previsión

El primer nivel de control corresponde a la etapa de PREVISION de los ingredientes separados, para su aceptación o rechazo. Esto se logra mediante los indicadores o parámetros más relevantes, aplicados a las cartas de control, como los sugeridos en la Lámina 8.

Para el caso de la arena, en las Láminas 9 y 10 se presentan dos ejemplos de cartas de control, correspondientes al módulo de finura y al contenido de finos, respectivamente.

En la Lámina 9 se observa que la gráfica de tendencias está dentro de la zona de aceptación. Cada punto representa, no el valor individual, sino el promedio de los cinco últimos valores consecutivos de los ensayos durante el proceso continuo. En la Lámina 10 se nota que la gráfica de tendencias ha entrado prácticamente a la zona de aceptación.

Lo importante de la PREVISION del controlador de calidad estriba en tomar las medidas correctivas oportunas, para tratar de mantener el ingrediente dentro de la zona de aceptación. En caso de que la gráfica de tendencias entre a la zona de corrección, no debe suspenderse el proceso constructivo continuo (producción) hasta que entre marcadamente a la zona de rechazo.

Para el caso de la grava, en las Láminas 11 y 12 se presentan dos ejemplos de cartas de control correspondientes al módulo de finura y al contenido de arena, respectivamente. Este último indicador es importante porque es indeseable tener variaciones en la relación grava/arena que afecten la homogeneidad del concreto.

En la Lámina 11 se observa que la gráfica de tendencias ha entrado a la zona de aceptación. En cambio, en la Lámina 12 hubo interrupciones en el proceso constructivo continuo, debido a que la gráfica de tendencias entró a la zona de rechazo (muestra # 7) y se reinició el cribado, pero dentro de la zona de corrección, hasta que éste realmente se hizo efectivo a partir de la muestra # 27 en que la gráfica de tendencias entró a la zona de aceptación.

Se hace notar que los límites de aceptación, corrección y rechazo deben establecerse claramente en el proyecto. De no ser así, deben fijarse de común acuerdo entre el constructor y el propietario de la obra, a través de sus respectivos responsables de supervisión y control de calidad.

Para el caso del cementante (Lámina 8), que puede ser cemento, solo o mezclado con puzolana, ceniza, etc., se pueden llevar cartas de control similares a las expuestas y relativas a "indicadores" sensibles, como la resistencia compresiva en morteros convencionales, que sirve fundamentalmente para conocer indirectamente las variaciones en las propiedades mecánicas que el cementante imparte a la pasta aglutinante y juzgar indirectamente su sanidad o grado de deterioro.

Para el caso del agua y los aditivos, se aplican también cartas de control similares.

En esta etapa de PREVISION, que corresponde al primer nivel de control, deben satisfacerse los criterios de aceptación. Si no se satisfacen, no puede continuarse al segundo y tercer nivel de control en que los ingredientes ya están mezclados (Etapa de acción).

B) Acción

Tanto el segundo como el tercer nivel de control se refieren a la etapa de ACCION, cuando el concreto está tierno.

En el segundo nivel debe controlarse la consistencia del concreto mediante la prueba de revenimiento, u otra similar.

En cada colado se debe disponer de una carta de control para llevar la gráfica de tendencias dentro de la zona de aceptación. En la Lámina 13 se presenta una carta de control para el caso del revenimiento medido en la forma, en donde se muestran los valores medios para 30 ensayos consecutivos y el coeficiente de variación medio correspondiente. Se nota que la gráfica de tendencias está en la zona de aceptación y el coeficiente de variación medio en la de rechazo, aunque éste tiende a entrar a la zona de corrección, lo cual refleja una mejora gradual en la homogeneidad del concreto; estas cartas de control se deben llevar tanto en la revolvedora (planta) como en la forma (obra). Además, sirven para conocer la pérdida de agua durante el transporte y la colocación del concreto, a fin de hacer los ajustes pertinentes desde la revolvedora. El número de pruebas de revenimiento depende de los volúmenes por colar y de la distribución aleatoria de las mismas.

El tercer nivel se refiere a la composición del concreto, es decir, al balance de ingredientes en el concreto ya colocado y vibrado, que se puede conocer mediante la "prueba de inmersión".

A grandes rasgos, la "prueba de inmersión" consiste en lo siguiente:

Se toma una muestra representativa del concreto vibrado en el lugar y se pesa al aire. Luego se vacía la muestra en un recipiente cilíndrico y se agrega agua para separar los ingredientes. Se agita con una varilla hasta expulsar todo el aire atrapado. Se dejan reposar los ingredientes y se llena de agua el resto del recipiente hasta enrasarlo. Se pesa el concreto sumergido. Se separa la grava por la malla # 4 mediante lavado y se pesa sumergida. Se separa la arena por la malla # 100 y se pesa sumergida junto con la grava.

Aplicando el principio de Arquímedes y tomando en cuenta todos los datos obtenidos, más el contenido de finos de la arena (que son las partículas que pasan la malla # 100), es posible conocer la cantidad de grava, arena, cemento y agua que componen la unidad de volumen del concreto. En otras palabras, se puede conocer la composición real del concreto "in situ" y compararla con la dosificación de la mezcla de diseño (M_d).

Aquí es donde la etapa de ACCION juega el papel más importante en el control de calidad. Aunque en una planta se esté controlando por peso la dosificación de los ingredientes, durante el transporte, la colocación y el vibrado puede haber modificación o segregación de los mismos y "se presume que el concreto satisface el nivel de calidad estipulado . . ."

Si se efectúa la "prueba de inmersión", se podrá saber si el concreto ya vibrado en la forma satisface ese nivel de calidad para que, en caso contrario, se tomen a tiempo las medidas correctivas y se logre que los ingredientes del concreto ocupen el espacio que les corresponde.

La "prueba de inmersión" puede hacerse también con muestras tomadas de la revolvedora, para conocer principalmente la eficiencia del mezclado. En la Lámina 14 se muestran los principales indicadores que conviene controlar.

En la Lámina 15 se presentan los resultados de una "prueba de inmersión" del concreto tomado en la forma. Se observa que durante el colado se fueron tomando medidas correctivas para lograr el acomodo y el balance de los ingredientes dentro de la masa de concreto.

Ahora bien, cabe hacer la siguiente reflexión:

Si el concreto en la forma satisface la mezcla de diseño (M_d) y se toman las medidas necesarias para que el concreto tierno alcance su resistencia con el tiempo, mediante el correcto curado del concreto, ¿es necesario tomar muestras para conocer la resistencia del concreto endurecido?

Al finalizar un colado basta que el responsable del control de calidad constate que el trabajo fue exitoso y se anime a certificar de inmediato los resultados obtenidos, es decir, el nivel de calidad establecido por el proyectista. De esta manera el controlador de calidad se puede "ir a dormir tranquilo" después de un colado.

Aquí termina la etapa de ACCION, que viene a ser el auténtico Control de Calidad.

Para continuar con los demás niveles de control, que corresponden a los ingredientes mezclados, pero del concreto ya endurecido, es necesario entrar a la etapa de HISTORIA (niveles cuarto a séptimo).

C) Historia

El cuarto nivel de control se refiere a la resistencia del concreto a partir de probetas tomadas principalmente de la forma, ya sea a las 48 horas de edad, o menos (por medio del curado acelerado a vapor o el autógeno), con el fin de conocer anticipadamente la resistencia a 28 días de edad u otra (quinto nivel de control). En la Lámina 16 se presenta una correlación entre resistencias compresivas a 2 y 28 días que sirven de ejercicio "histórico", pero no es control de calidad oportuno, ni ágil. Conocer la resistencia anticipadamente después de un colado viene a ser HISTORIA, que es conveniente para la obra, pero no sirve para certificar el nivel de calidad.

El quinto nivel de control se refiere a la resistencia a 28 días de edad (u otra) de probetas de concreto curadas convencionalmente y tomadas principalmente de la forma. En la Lámina 17 se presenta la carta de control correspondiente a la resistencia compresiva a 28 días. En las Láminas 18 y 19 se presentan las cartas de control que corresponden, respectivamente, a la flexión (módulo de ruptura) a 7 y 28 días.

La terminación de un colado indica, que en los diversos "niveles", las cartas de control estuvieron bien aplicadas. Cuando se presenten problemas de resistencia, se acude a las pruebas indirectas (esclerómetro) o directas (corazones), que corresponden a los niveles de control sexto y séptimo indicados en la Lámina 7, para decidir si se demuele o no un elemento de concreto. ¿Para qué llegar a esto, si es fácil aceptar el elemento recién colado? (Prueba de Inmersión).

D) Conclusión básica

No es necesario tomar probetas cilíndricas del concreto hidráulico para ensayarse a la compresión simple, ni a los 28 días, ni a edades menores, ya que si el concreto vibrado en la forma tiene la dosificación de proyecto ("prueba de inmersión"), hay una probabilidad muy grande de que se logre la resistencia esperada.

E) Recomendación general

Para finalizar, conviene hacer hincapié en que cada uno de los que participan en el proceso constructivo del concreto hidráulico, deben desarrollar sus actividades con la mayor eficiencia posible, como la correcta ejecución de las pruebas de laboratorio y, principalmente, la observación de los resultados; el vibrado efectivo; la aplicación correcta y oportuna del agua y la membrana para el curado; el ranurado completo y oportuno de las losas de concreto para el control del agrietamiento; etc.

3. CARACTERIZACION DE MATERIALES

3.1 Relación entre compacidad, contenido de líquido y grado de saturación

3.1.1 Generalidades

Con un enfoque geotécnico puro, el ingeniero civil puede tratar con facilidad muchos materiales, como el suelo (natural o compactado), la roca (natural o en fragmentos compactados), el concreto (asfáltico o hidráulico), etc. Es posible unificar el comportamiento de estos materiales mediante la aplicación del concepto de compacidad, íntimamente relacionado con el contenido de líquido y el grado de saturación. Todos estos conceptos están inspirados en los esquemas gravimétricos de la mecánica de suelos.

Desde el punto de vista geotécnico, es muy conveniente unificar el concepto estructural de los materiales, de acuerdo con las definiciones siguientes:

3.1.2 Definiciones

A) Mezcla de ingredientes

Es la unión de partículas sólidas con o sin líquido (agua o asfalto) y gas, homogéneamente distribuidas por un proceso.

a) Caso de un suelo

La parte sólida se refiere a las partículas secas del suelo, incluyendo el agua molecular absorbida. La parte líquida corresponde al agua libre o la capilar. La parte gaseosa se refiere a los vacíos llenos de aire o cualquier otro gas.

b) Caso de un concreto asfáltico

La parte sólida corresponde a las partículas de agregado grueso y fino, totalmente secas. La parte líquida consiste en el cemento asfáltico puro. La parte gaseosa se refiere a los huecos llenos de aire o cualquier otro gas.

Téngase presente que, realmente, la parte líquida puede ser semilíquida, semisólida o sólida, según la "vida" del concreto asfáltico o las condiciones climatológicas actuantes.

c) Caso de un concreto hidráulico

La parte sólida está constituida por el cementante y por los agregados grueso y fino, totalmente saturados y superficialmente secos; el agua incluida dentro de las partículas es únicamente la de absorción. La parte líquida corresponde al agua de mezclado, la cual se combinará con el cementante (reacción química). Algunos aditivos pueden quedar incluidos en esta parte líquida. La parte gaseosa se refiere a las burbujas de aire incluidas ex profeso o generadas durante el mezclado.

Es importante considerar que la concepción de las partes sólida, líquida y gaseosa, en el concreto hidráulico, es válida solamente para el concreto tierno, ya que una vez que se han iniciado las reacciones de fraguado, la parte líquida se transformará gradualmente en sólida y gaseosa.

B) Compacidad de la mezcla (C)

Es la relación entre el volumen de la parte sólida (V_s) y el volumen de todas las partes (volumen total, V_T).

$$C = \frac{V_s}{V_T} \quad (1)$$

C) Porosidad de la mezcla (n)

Es la relación entre el volumen de la parte líquida más la gaseosa (volumen de vacíos, V_v) y el volumen total (V_T).

$$n = \frac{V_v}{V_T} \quad (2)$$

D) Relación de vacíos (e)

Es la relación entre el volumen de vacíos (V_v) y el volumen de sólidos (V_s)

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (3)$$

E) Peso específico (o densidad) del líquido (γ_L)

Es la relación entre el peso de la parte líquida (W_L) y el volumen correspondiente (V_L).

$$\gamma_L = \frac{W_L}{V_L} \quad (4)$$

F) Contenido de líquido (C_L)

Es la relación entre el peso de la parte líquida (W_L) y el peso de la parte sólida (W_s)

$$C_L = \frac{W_L}{W_s} \quad (5)$$

G) Grado de saturación con líquido (S_r)

Es la relación entre el volumen de la parte líquida (V_L) y el volumen de vacíos (V_v).

$$S_r = \frac{V_L}{V_v} \quad (6)$$

H) Peso volumétrico seco (γ_d)

Es la relación entre el peso de la parte sólida (W_s) y el volumen total (V_T).

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V_T} \quad (7)$$

I) Peso volumétrico total (γ_T)

Es la relación entre el peso de las partes sólida más la líquida (peso total, W_T) y el volumen total (V_T).

$$\gamma_T = \frac{W_T}{V_T} \quad (8)$$

J) Peso volumétrico (o específico) del sólido (γ_s)

Es la relación entre el peso de la parte sólida (W_s) y el volumen de sólidos (V_s).

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \quad (9)$$

K) Densidad relativa (o peso específico relativo) del sólido (G_s)

Es la relación entre el peso volumétrico del sólido (γ_s) y el peso específico del líquido (γ_L).

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_L} \quad (10)$$

Estas definiciones están representadas esquemáticamente en la Lámina 20.

3.1.3 Relaciones

Las relaciones principales entre "C", "n" y "e", son las siguientes:

$$C + n = 1 \quad (11)$$

$$C = \frac{1}{1 + e} \quad (12)$$

$$C = \frac{n}{e} \quad (13)$$

$$C = \frac{\gamma_d}{\gamma_s} = \frac{\gamma_d}{G_s \gamma_L} \quad (14)$$

$$C = \frac{1}{1 + \frac{C_L}{S_r} G_s} \quad (15)$$

3.2 Propiedades fundamentales y curvas isocaracterísticas

3.2.1 Diagrama CAS

La representación gráfica de la Ec. 15 se designa como el diagrama CAS [Compacidad-Contenido de Agua o Asfalto-Grado de Saturación]. En la Lámina 21 se presenta el caso para $G_s=2.55$.

El diagrama CAS tiene aplicaciones prácticas para muchos materiales, ya sean rocas, suelos con o sin cementantes hidráulicos, o bien, mezclas con agua o asfalto para aglutinar, etc., ya que en dicho diagrama se pueden ubicar los estados o condiciones iniciales o finales de esos materiales y, además, se pueden trazar las curvas de igual propiedad fundamental (isocaracterísticas)

3.2.2 Correlación con parámetros fácilmente medibles

Mediante el diagrama CAS es posible localizar con un punto la posición correspondiente a la condición inicial de un material, definido por sus propiedades índice (C , C_L , S_r), que son parámetros fácilmente medibles. Entonces, la propiedad básica de interés se anota a un lado del punto y se trazan las curvas de igual valor ("isocaracterísticas").

Esta representación conduce a un mejor entendimiento de las interrelaciones que hay entre las propiedades índice (C , C_L , S_r) y las fundamentales.

3.3 Criterios de aceptación, corrección y rechazo

Para ilustrarlos, a continuación se presentan dos ejemplos:

3.3.1 Caso de un suelo fino compactado

En este caso se puede establecer que los cambios volumétricos unitarios ($\Delta V/V_o$) sean menores de cierto valor (4 %) y la resistencia a la compresión simple (q_u) sea mayor que otro valor (9 t/m^2), para optimizar simultáneamente las propiedades de estabilidad volumétrica y resistencia al esfuerzo cortante del suelo; es decir, "sacarle jugo".

Para obtener la zona de aceptación combinada, se trazan las curvas de igual cambio volumétrico unitario en el diagrama CAS_1 y se delimita la zona de rechazo (Lámina 22); similarmente, también se delimita la zona de rechazo para las curvas de igual resistencia en el diagrama CAS_2 (Lámina 23). Después, se empalma el diagrama CAS_2 sobre el CAS_1 y se define la zona de aceptación combinada que satisface simultáneamente los dos criterios:

- a) $\Delta V / V_o < 4 \%$
- b) $q_u > 9 \text{ t/m}^2$

Finalmente, en un diagrama CAS se dibuja la zona de aceptación y se establecen los criterios correspondientes:

- a) $58.5 \% \leq C \leq 67.5 \%$
- b) $18 \% \leq C_L \leq 21 \%$

Lo anterior se ilustra en la Lámina 24, la cual constituye una carta de control bidimensional.

3.3.2 Caso de una mezcla asfáltica

En este caso interesa la rigidez de la mezcla asfáltica, estimada mediante el módulo Marshall, según se define enseguida:

$$M_M = \frac{S}{f t} \quad (16)$$

M_M	=	módulo Marshall, kg/cm ²
S	=	estabilidad Marshall, kg
f	=	flujo, cm
t	=	espesor del espécimen, cm

Las curvas de igual módulo Marshall ("isocaracterísticas") se han trazado en el diagrama CAS correspondiente (Lámina 25), para lo cual se efectuaron pruebas con diferentes contenidos de cemento asfáltico ($4\% < C_L < 8\%$) y energías de compactación ($25 \leq N \leq 150$); N representa el número de golpes / cara en los especímenes Marshall.

Los criterios de aceptación propuestos, fueron:

- a) $75 \% \leq S_r \leq 85 \%$
- b) $700 \text{ kg/cm}^2 \leq M_M \leq 1,000 \text{ kg/cm}^2$

Lo anterior corresponde a los criterios de aplicación práctica siguientes:

- a) $82 \% \leq C \leq 84 \%$
- b) $6.3 \% \leq C_L \leq 6.9 \%$

Esto conviene representarlo en una carta de control bidimensional, como la ilustrada en la Lámina 26.

3.3.3 Comentario general

Los criterios de aceptación y rechazo aquí esbozados para el concreto asfáltico, tienen un apoyo sólido de laboratorio, pero es conveniente insistir en la necesidad de obtener información experimental a escala natural, a fin de conocer el comportamiento de los materiales con la estructura real que resulta de utilizar los equipos de construcción habituales. Por ejemplo: un módulo Marshall de laboratorio (600 kg/cm^2) es superior al obtenido de un "corazón" en el campo (200 kg/cm^2).

Cuando se tengan datos suficientes, podrán establecerse los criterios de aceptación que se acerquen más a la realidad.

4. SECUENCIA DE ACTIVIDADES PARA LOS RESPONSABLES DE LA REALIZACION DE UNA OBRA CIVIL

Como ya se soslayó en el Capítulo 1, el fracaso de muchas obras civiles se debe básicamente a la falta total o parcial de conocimiento, observación, entendimiento y comunicación entre los responsables de las mismas (proyectista, supervisor, constructor, controlador de calidad, etc.). Por esta razón conviene resaltar las actividades inherentes a estos responsables, tomando en cuenta el orden lógico de su intervención y la importancia de su colaboración estrecha.

Por ejemplo, cuando de suelos finos se trata, el proyectista normalmente fija el nivel de calidad con el criterio del "mínimo" de compactación y, por desconocer el comportamiento de los suelos compactados, logra que el constructor fabrique y asegure, "sin querer" o por ignorancia, una estructura peligrosa; en otras palabras, transforma un suelo "noble" en "rebelde". Y lo que es más, el controlador de calidad y el supervisor se encargan, respectivamente, de certificar y verificar esta aberración.

En cambio, si el proyectista correlacionara las propiedades básicas del suelo compactado (estabilidad volumétrica y resistencia al esfuerzo cortante) con parámetros fácilmente medibles (compacidad y humedad), podrían establecerse racionalmente los criterios de aceptación, corrección y rechazo, tomando en cuenta la opinión del experto en construcción y efectuando tramos de prueba como el ilustrado en la Lámina 27. De esta manera se aprovecharía mejor el material y el equipo que proponga el constructor y, por otra parte, el control de calidad sí tendría entonces mayor razón de ser.

Para finalizar, conviene insistir en que, para cada caso particular, se establezca el sistema detallado de supervisión y control de calidad propio de la obra, donde deben intervenir también el proyectista y el constructor. Es importante definir las principales actividades de los responsables de la obra (Tabla 2), así como la secuencia más recomendable de las mismas (Tabla 3).

5. BIBLIOGRAFIA

Orozco y Orozco, José Vicente (1970-1986). Escritos inéditos y comunicaciones personales. México, D.F.

Orozco Santoyo, Raúl Vicente (1977). "Reflexiones sobre Control de Calidad". Revista Mexicana de Ingeniería y Arquitectura, Vol. LVI, N°. 2. Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México (AIAM). México, D.F.

Orozco S., R.V. (1978). "Compactación y Control de Calidad". IX Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, Tomo I. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos (SMMS). Mérida, Yuc.

Orozco S., R.V. (1979). "Comentarios en el..." Simposio Internacional de Mecánica de Suelos. Vol. 2 SMMS. Oaxaca, Oax.

Orozco S., R.V. (1980). "Criterios Básicos de Control de Calidad". Asociación Mexicana de Caminos (AMC). México, D.F.

R. V. Orozco y Cía., S.A. de C.V. (1986). "Control de Calidad en el Aeropuerto de Mazatlán, Sin." Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA). México, D.F.

Orozco Santoyo, Raúl Vicente (1986). "Construcción y Control de Calidad de Pavimentos." XIII Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, Vol. I, Mazatlán, Sin.

Orozco S., R.V. y Torres Verdín, Víctor (1986). "Criterios de Aceptación para Mezclas Asfálticas". XV Congreso Panamericano de Carreteras (PIARC), Tomo II, México, DF.

Orozco S., R.V. (1996). El Concepto "Calidad en las Vías Terrestres", XII Reunión Nacional de Vías Terrestres (AMIVTAC), San Luis Potosí, S.L.P.

Orozco S., R.V. (1996). "Control de Calidad Geotécnico y Diseño de Normas", Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, Qro.

Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (1997). Lineamientos de Supervisión de Obra Pública.

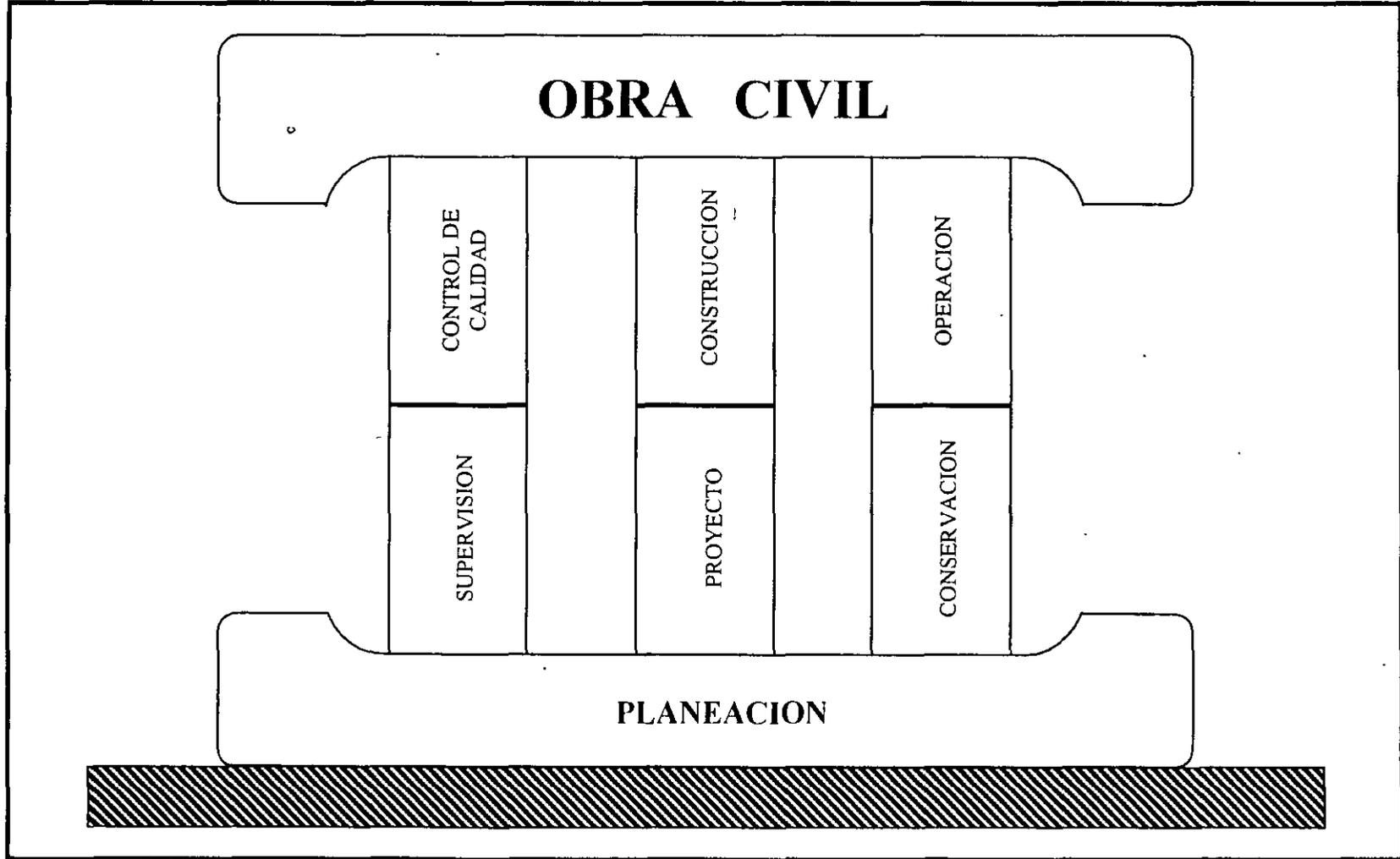
Orozco S., R.V. (1997). "Supervisión y Control de Calidad de Obras", Diplomado en Ingeniería de Sistemas Carreteros (CENTRO SCT, N.L. E ITESM, CAMPUS MONTERREY), Monterrey, N.L.

Orozco S., R.V. (1998). Diplomado en "Proyecto, Construcción y Conservación de Carreteras", División de Educación Continua-Facultad de Ingeniería-UNAM, México, D.F.

Orozco S., R.V. (1999). "Control de Calidad de Obras", Maestría en Construcción y Geotecnia, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Pue.

Orozco S., R.V. (1999). "Control de Calidad Aplicado a las Vías Terrestres", Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Carreteras Federales, Zacatecas, Zac.

ESTABILIDAD DE UNA OBRA CIVIL



NIVEL DE CALIDAD

(GEOMETRIA, ACABADOS, MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS)

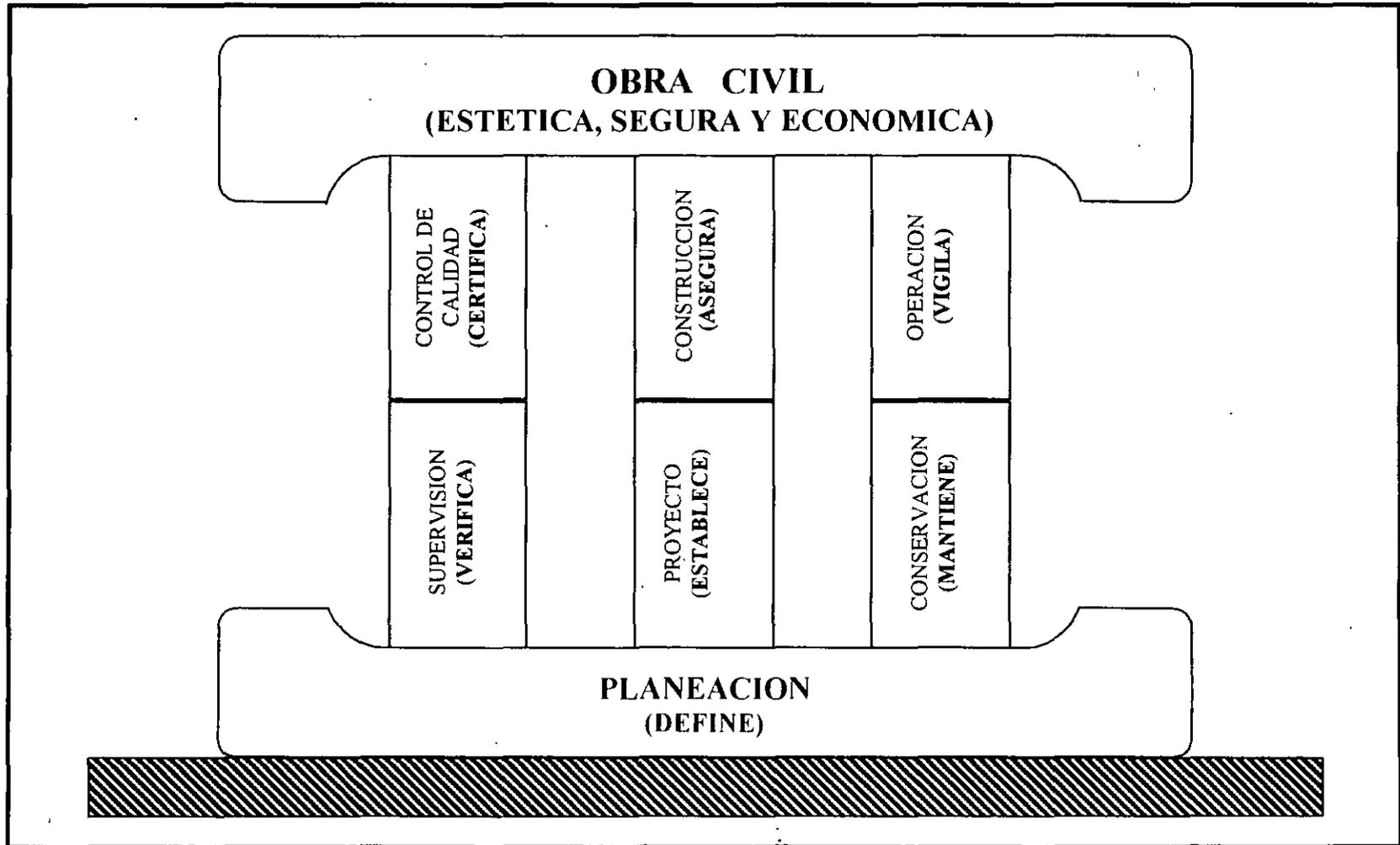
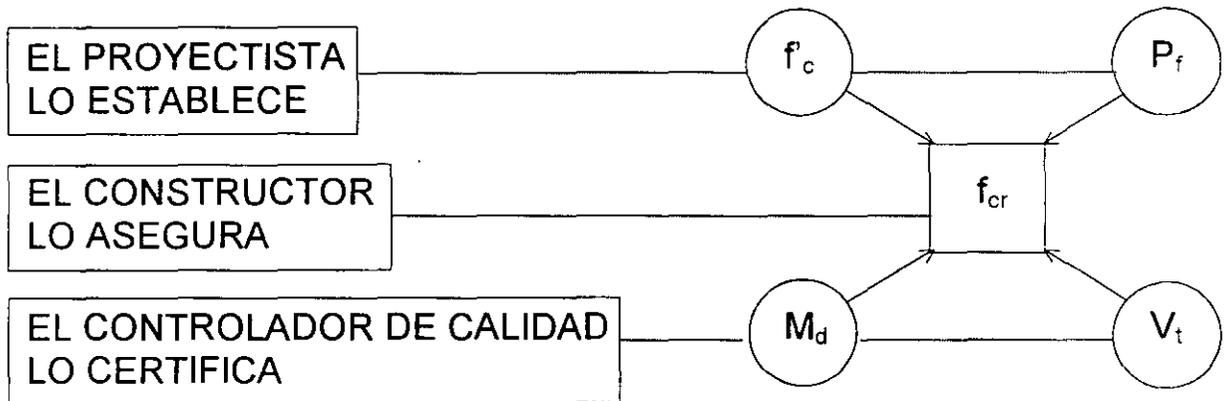


Lámina 3

SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD
EN EL CASO DEL CONCRETO HIDRAULICO

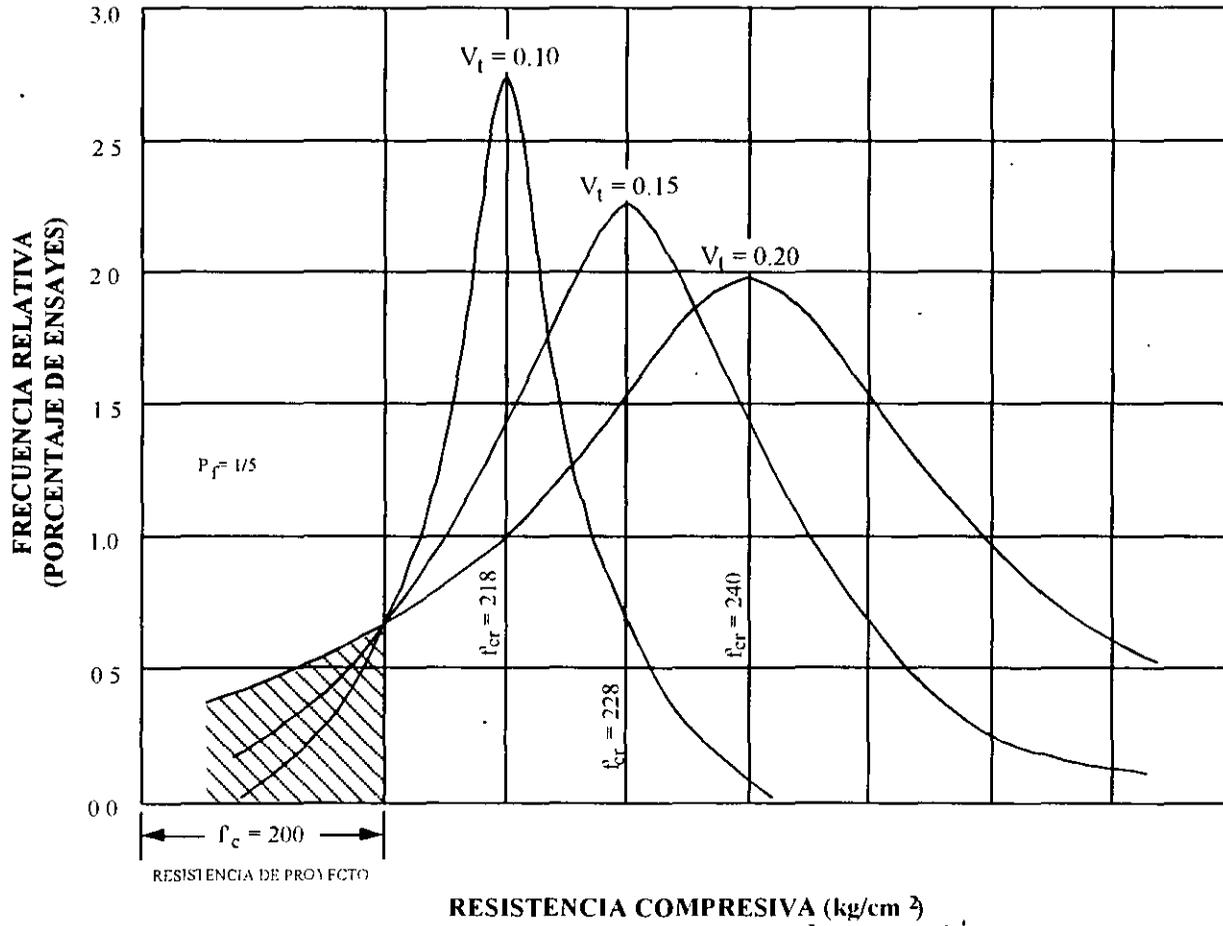
NIVEL DE CALIDAD



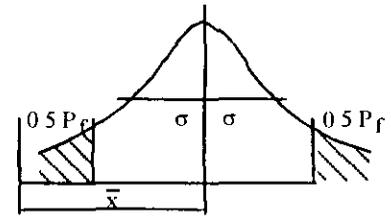
- f_c = resistencia de proyecto
- f_{cr} = resistencia media requerida
- P_f = probabilidad de falla en los ensayos
- M_d = mezcla de diseño
- V_t = coeficiente de variacion total

Lámina 4

CURVAS NORMALES DE FRECUENCIA



$$V_t = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$



- \bar{x} = valor medio = f_{cr}
- σ = desviación estándar
- V_t = coeficiente de variación total
- P_f = probabilidad de falla en los ensayos
- f_{cr} = resistencia media requerida
- f_c = resistencia de proyecto

Lámina 5

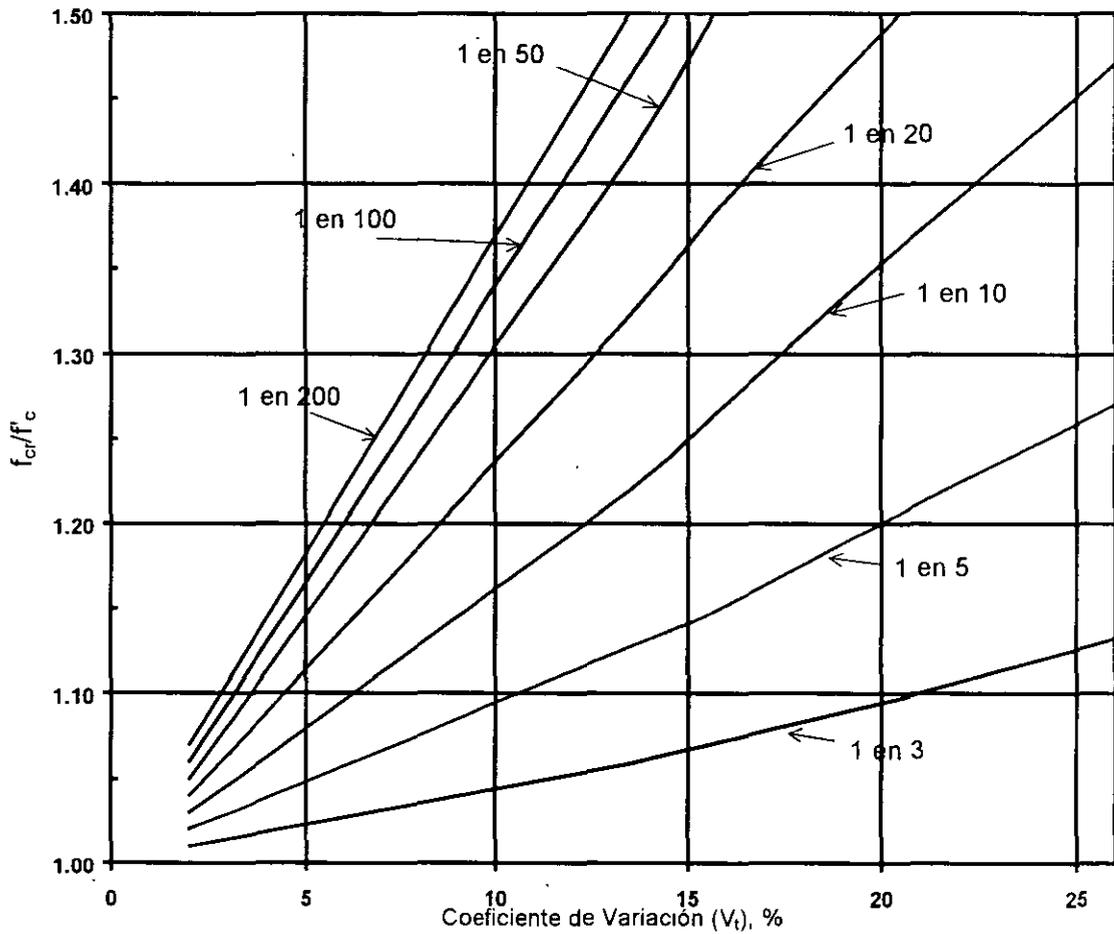
GRADO DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO

COEFICIENTE DE VARIACION TOTAL(V_t)	CALIFICACION	CONDICION
0 a 0.05	EXCELENTE	LABORATORIO
0.05 a 0.10	MUY BUENO	<u>PRECISO</u> CONTROL DE LOS MATERIALES Y DOSIFICACION POR PESO
0.10 a 0.15	BUENO	<u>BUEN</u> CONTROL DE LOS MATERIALES Y DOSIFICACION POR PESO
0.15 a 0.20	MEDIANO	<u>ALGUN</u> CONTROL DE LOS MATERIALES Y DOSIFICACION POR PESO
0.20 a 0.25	MALO	<u>ALGUN</u> CONTROL DE LOS MATERIALES Y DOSIFICACION POR VOLUMEN
> 0.25	MUY MALO	<u>NINGUN</u> CONTROL DE LOS MATERIALES Y DOSIFICACION POR VOLUMEN

Lámina 6

SELECCION DE LA MEZCLA DE DISEÑO

PROBABILIDAD DE FALLA EN LOS ENSAYES (P_f)



$$\frac{f_{cr}}{f'_c} = \frac{\text{Resistencia Media Requerida}}{\text{Resistencia de Proyecto}}$$

Lámina 7

ETAPAS Y NIVELES DE CONTROL

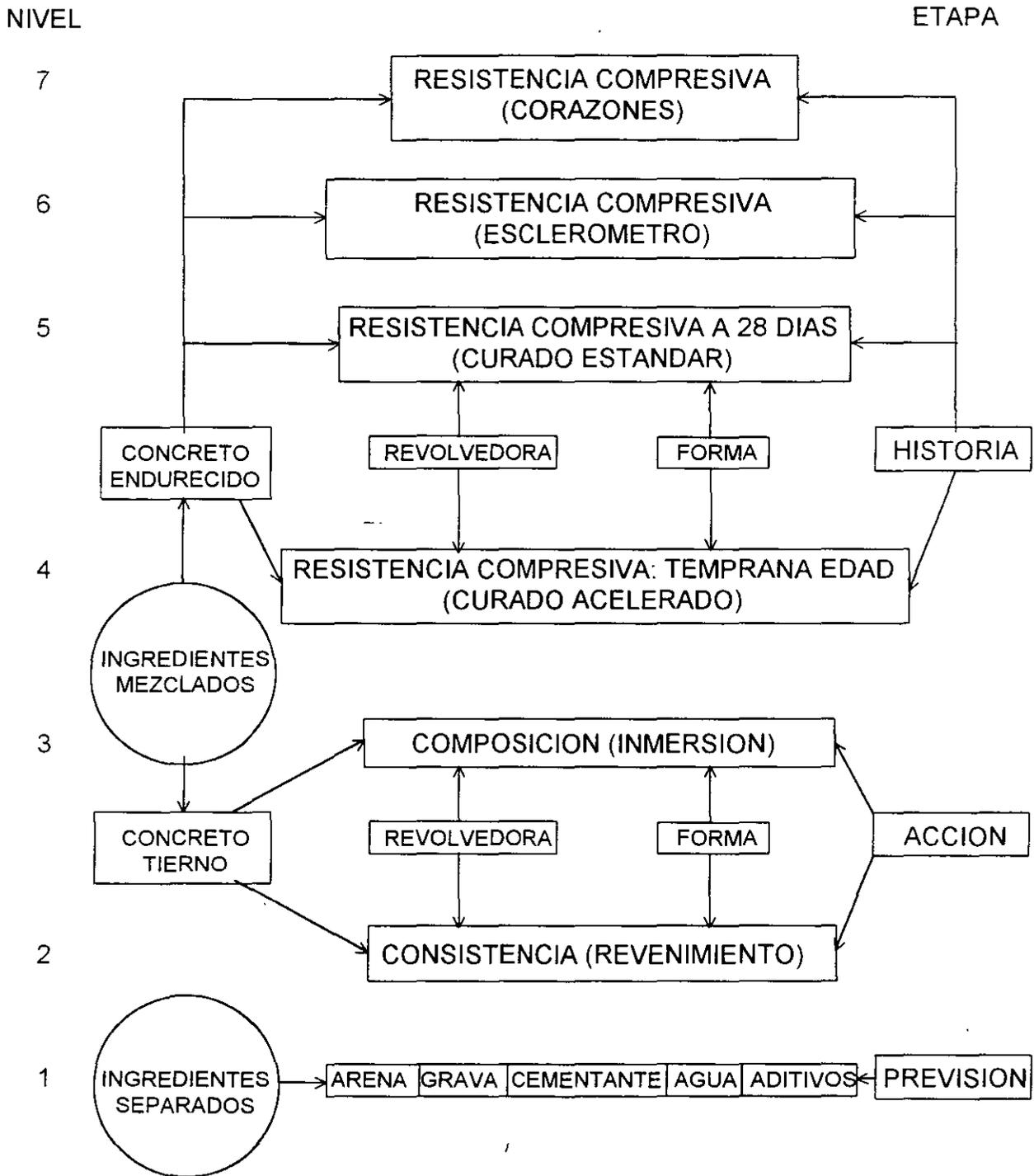


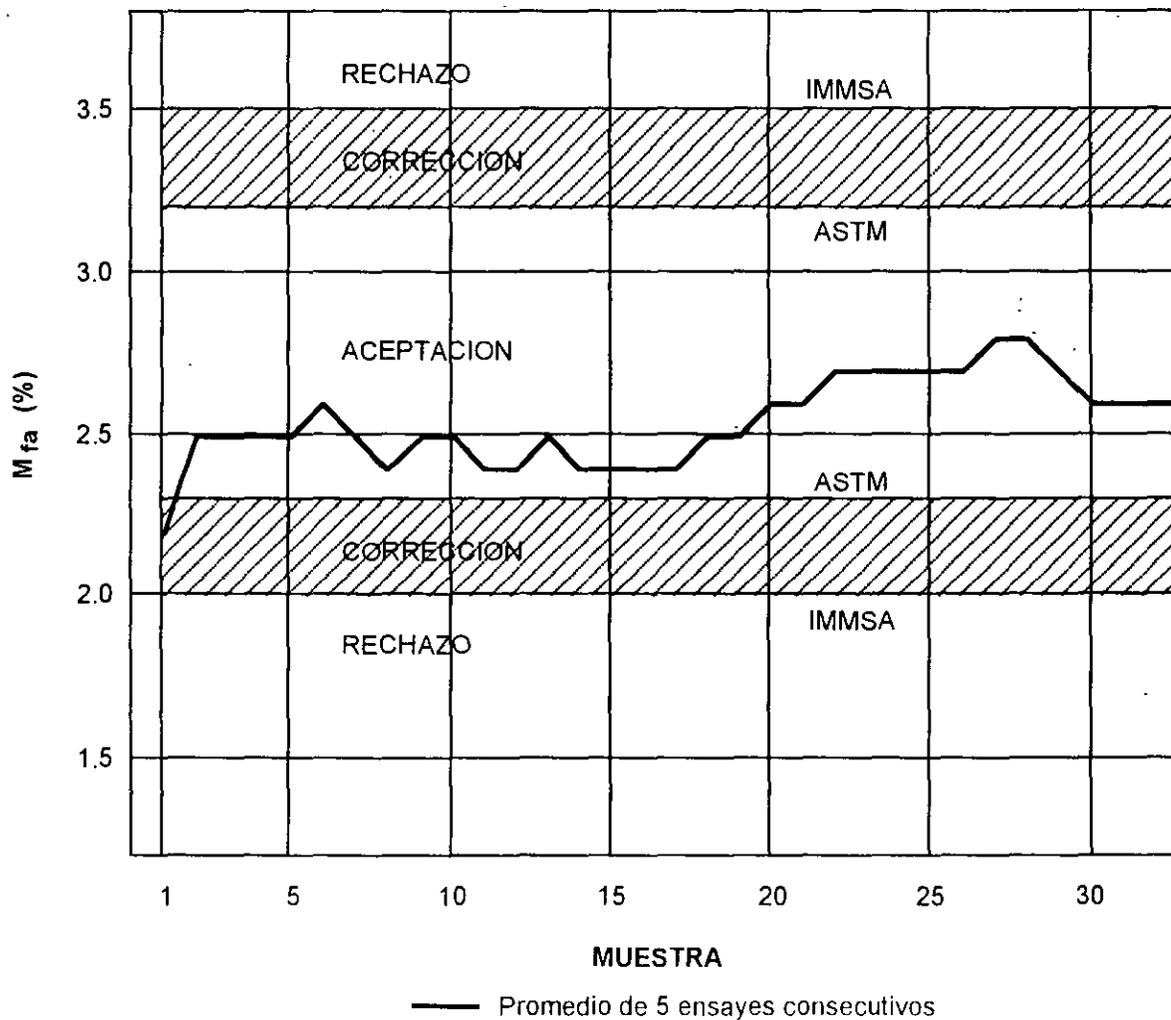
Lámina 8

REVISION DE INGREDIENTES SEPARADOS

ARENA	MODULO DE FINURA
	CONTENIDO DE FINOS
	CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA
	CONTENIDO DE GRAVA
GRAVA	MODULO DE FINURA
	CONTENIDO DE ARENA
	CONTENIDO DE FINOS
CEMENTANTE	PROPIEDADES FISICAS
	PROPIEDADES QUIMICAS
	RESISTENCIA COMPRESIVA
AGUA	PROPIEDADES FISICAS
	PROPIEDADES QUIMICAS
ADITIVOS	PROPIEDADES ESPECIFICAS

Lámina 9

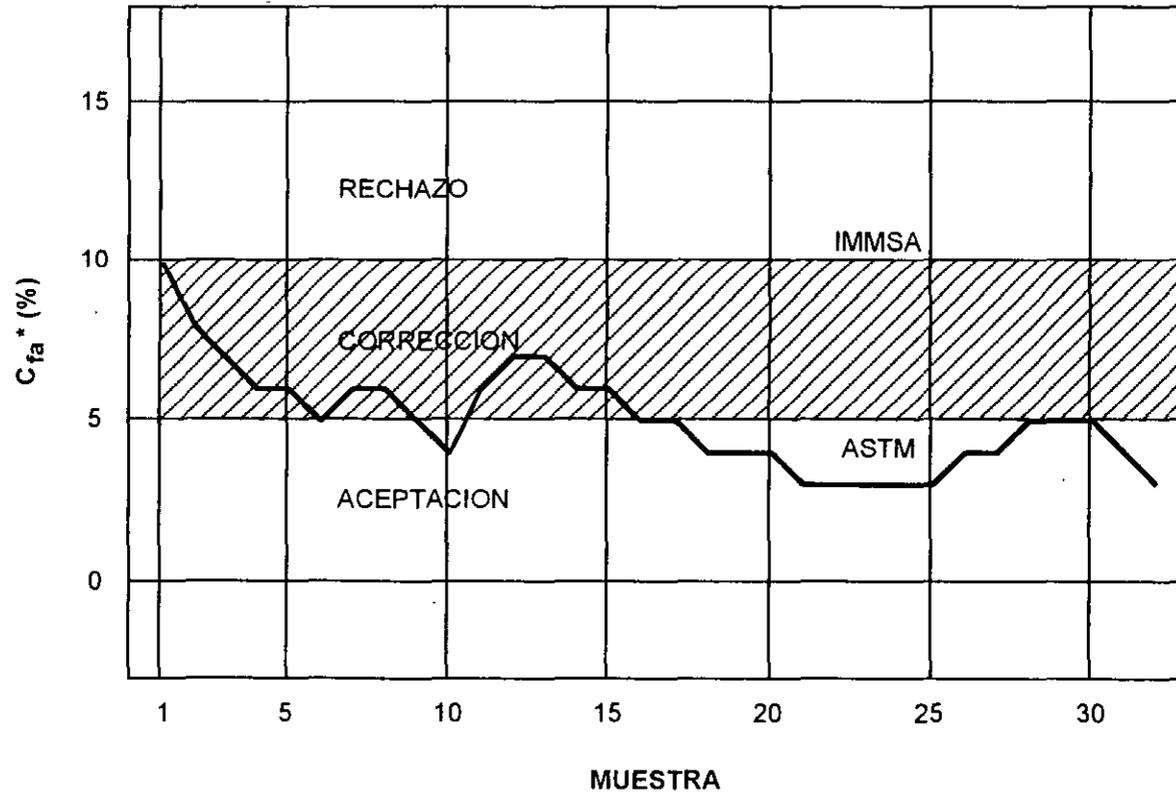
CARTA DE CONTROL:
MODULO DE FINURA DE LA ARENA (M_{fa})



Industria Minera México, S.A de C V (IMMSA)
American Society of Testing Materials (ASTM)

Lámina 10

CARTA DE CONTROL:
CONTENIDO DE FINOS EN LA ARENA (C_{fa})



— Promedio de 5 ensayos consecutivos

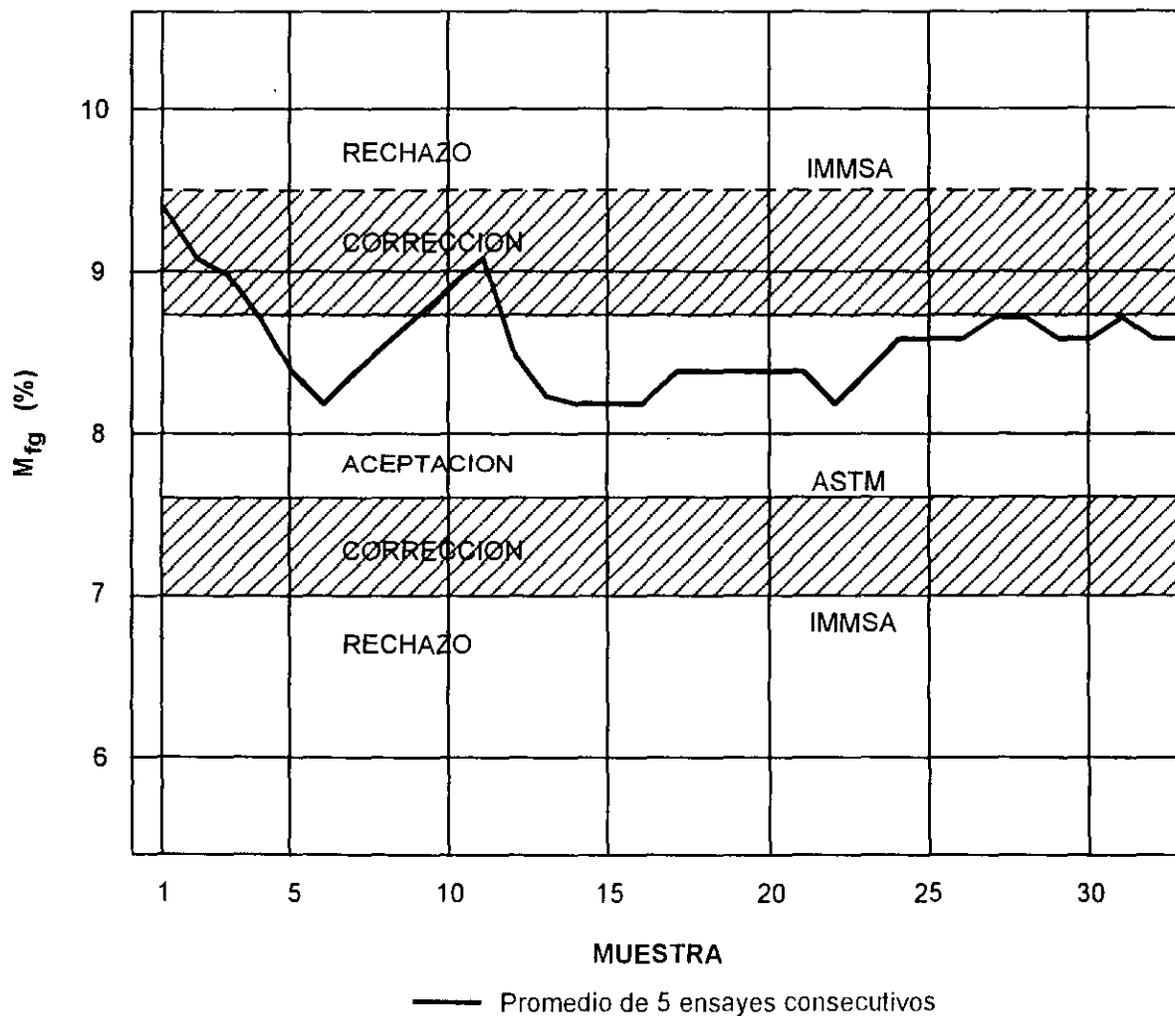
* Pasan malla # 100

Industria Minera México, S.A. de C.V. (IMMSA)

American Society of Testing Materials (ASTM)

Lámina 11

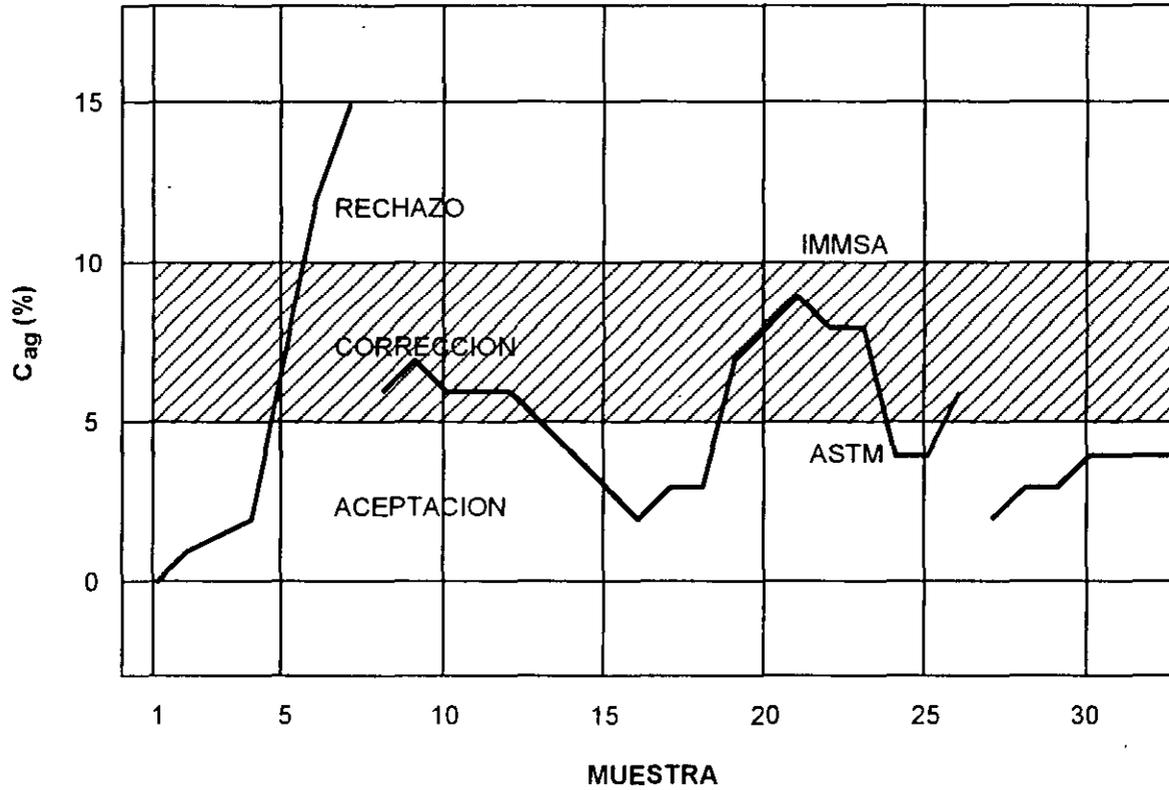
CARTA DE CONTROL: MODULO DE FINURA DE LA GRAVA (M_{fg})



Industria Minera México, S A de C.V (IMMSA)
American Society of Testing Materials (ASTM)

Lámina 12

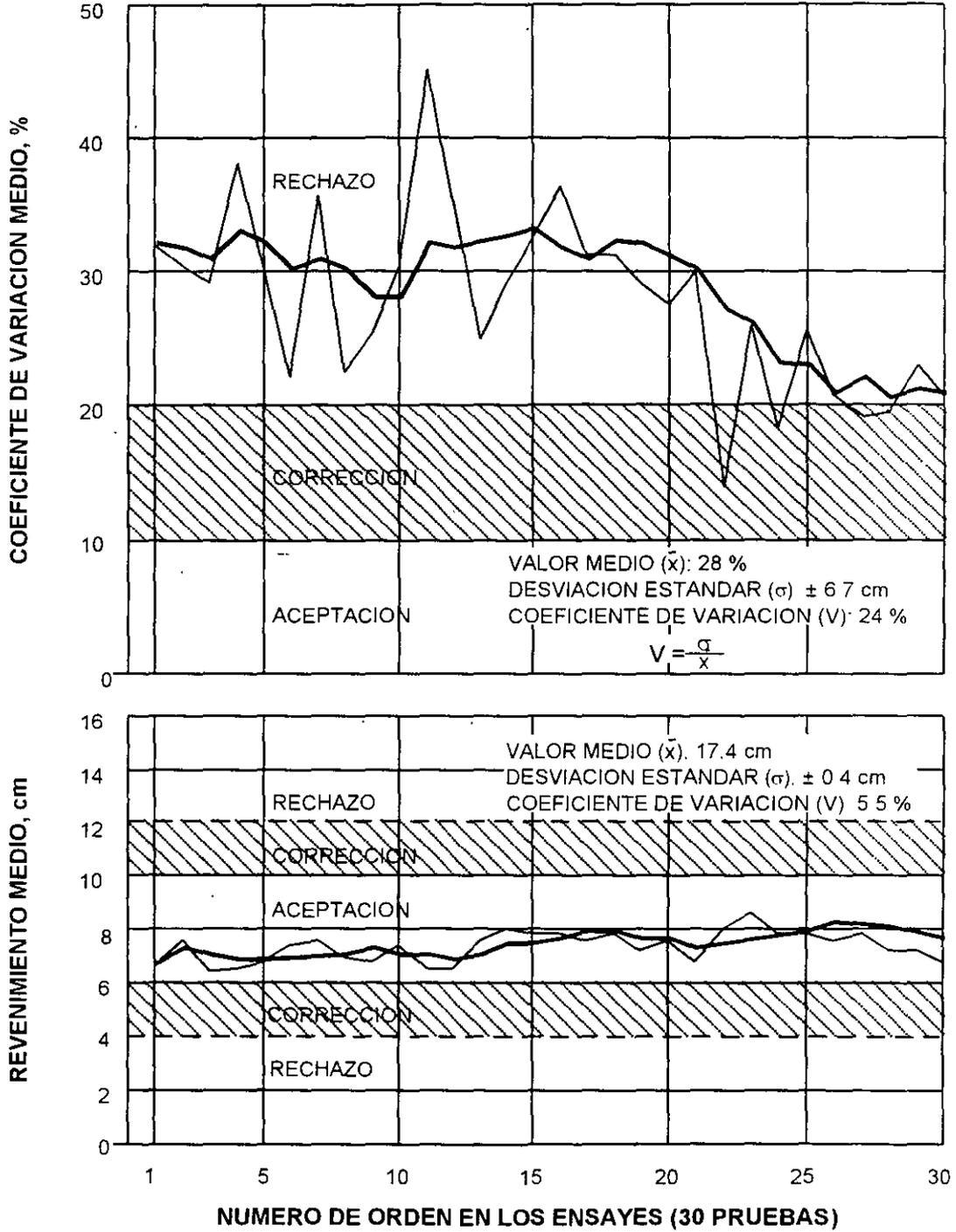
CARTA DE CONTROL: CONTENIDO DE ARENA EN LA GRAVA (C_{ag})



— Promedio de 5 ensayos consecutivos

Lámina 13

**CARTA DE CONTROL:
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE REVENIMIENTOS EN LA FORMA**



— Promedio de 5 valores consecutivos
 — Promedio de 2 valores individuales

Lámina 14

**CONTROL DE INGREDIENTES MEZCLADOS
(COMPOSICION DEL CONCRETO TIERNO)**

RELACIONES

AGUA / CEMENTANTE

AGREGADOS / CEMENTANTE

GRAVA / ARENA

CONTENIDOS

**CONSUMO UNITARIO DE
CEMENTANTE**

PORCENTAJE DE AIRE INCLUIDO

Lámina 15

CARTA DE CONTROL:
COMPOSICION DEL CONCRETO TIERNO

PRUEBA DE INMERSION EN MUESTRAS TOMADAS DE LA FORMA

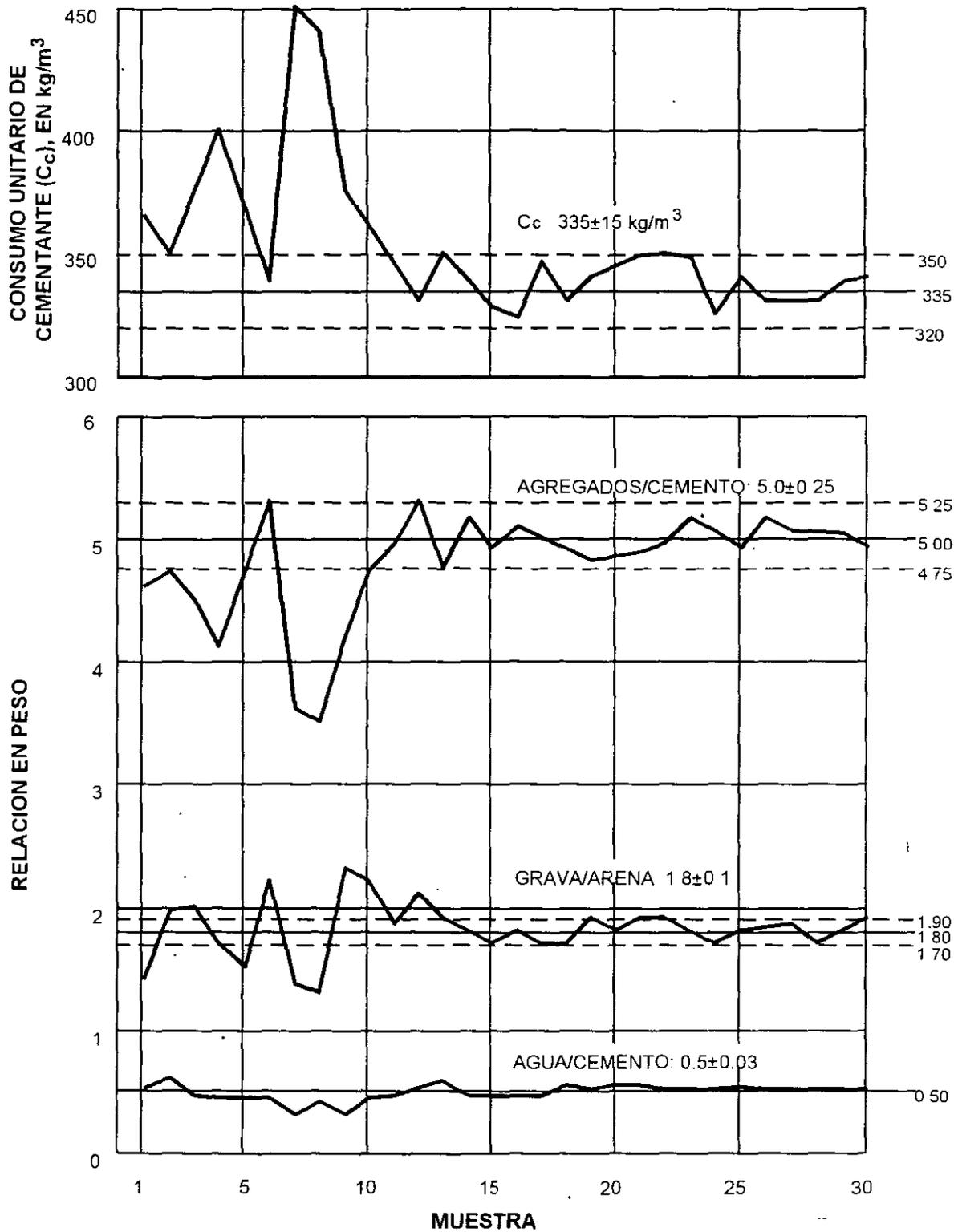
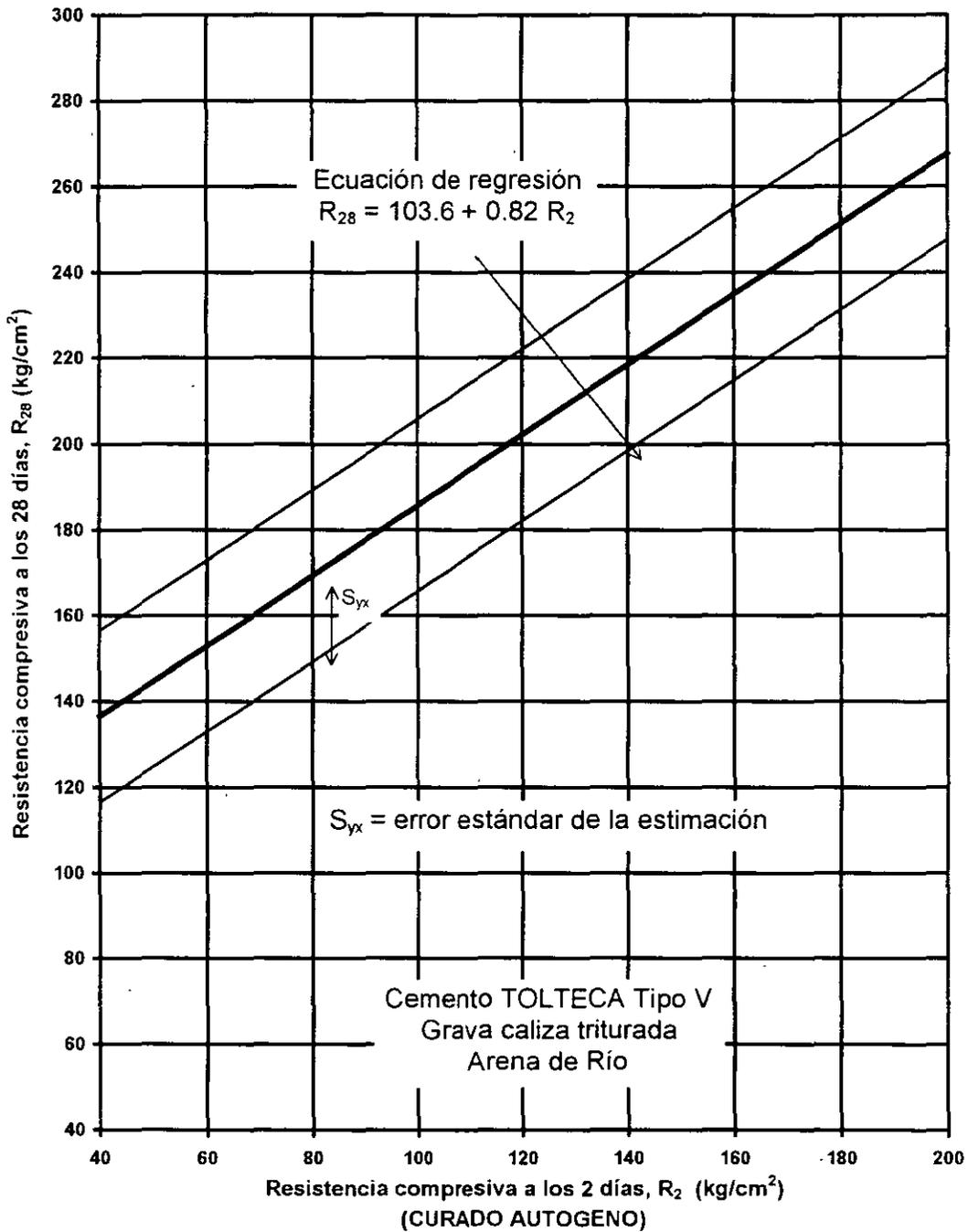


Lámina 16

CORRELACION ENTRE RESISTENCIAS COMPRESIVAS $R_{28} \rightarrow R_2$



**CARTA DE CONTROL
ANALISIS DE RESISTENCIAS COMPRESIVAS A 28 DIAS**

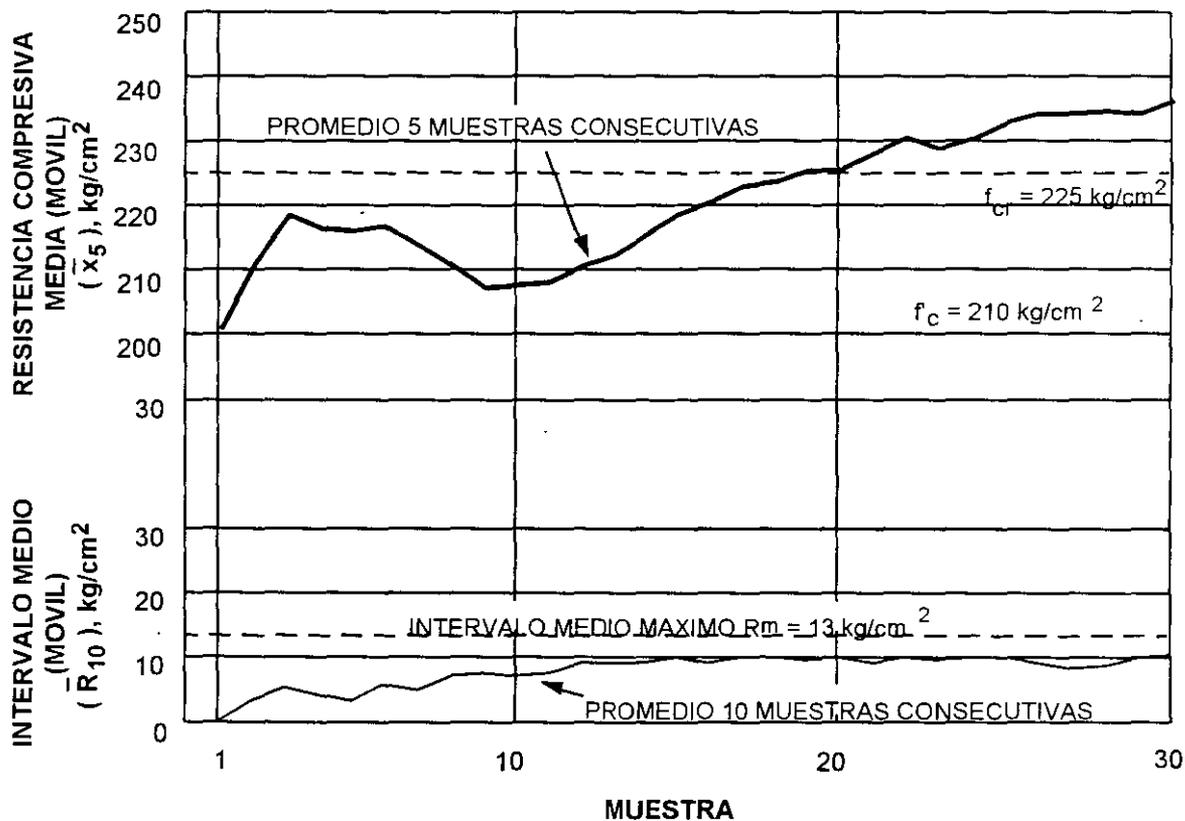
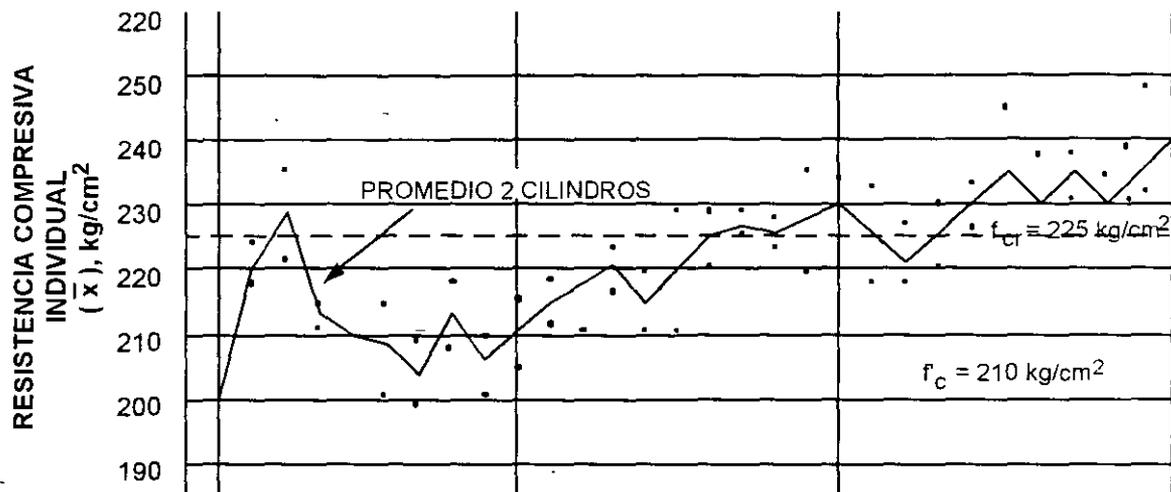
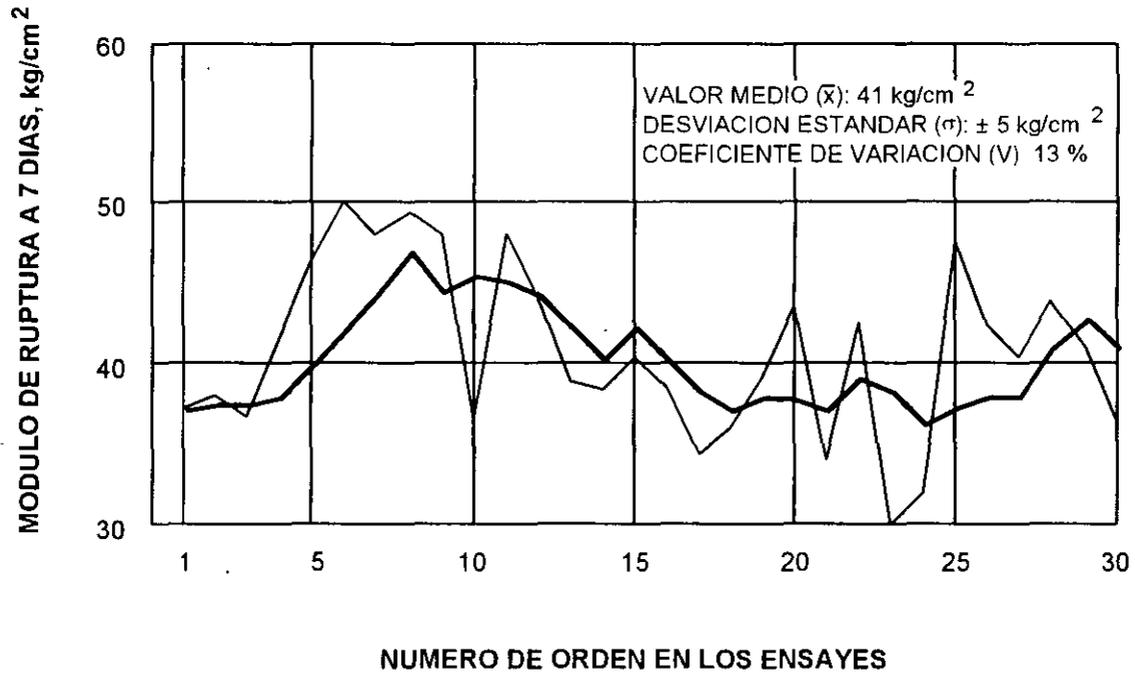


Lámina 18

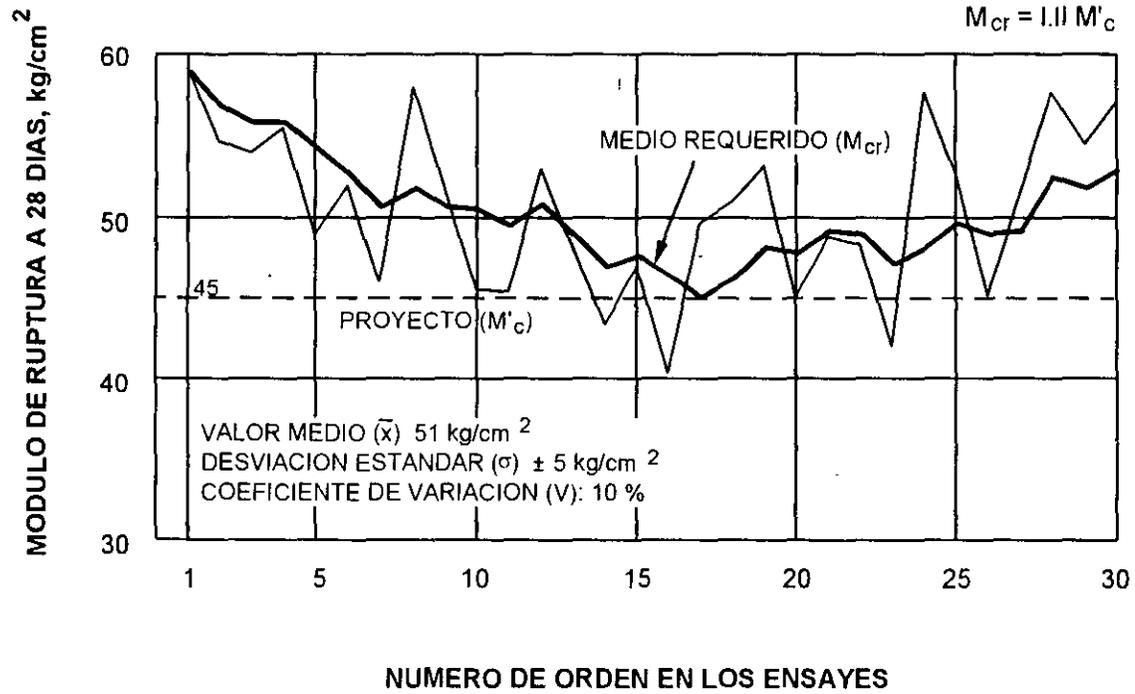
CARTA DE CONTROL:
RESISTENCIA EN LOSAS



— Promedio de 5 valores consecutivos
— Promedio de 2 valores individuales

Lámina 19

CARTA DE CONTROL:
RESISTENCIA EN LOSAS



- Promedio de 5 valores consecutivos
- Promedio de 2 valores individuales

DEFINICIONES GRAVIMETRICAS FUNDAMENTALES EN UNA MEZCLA

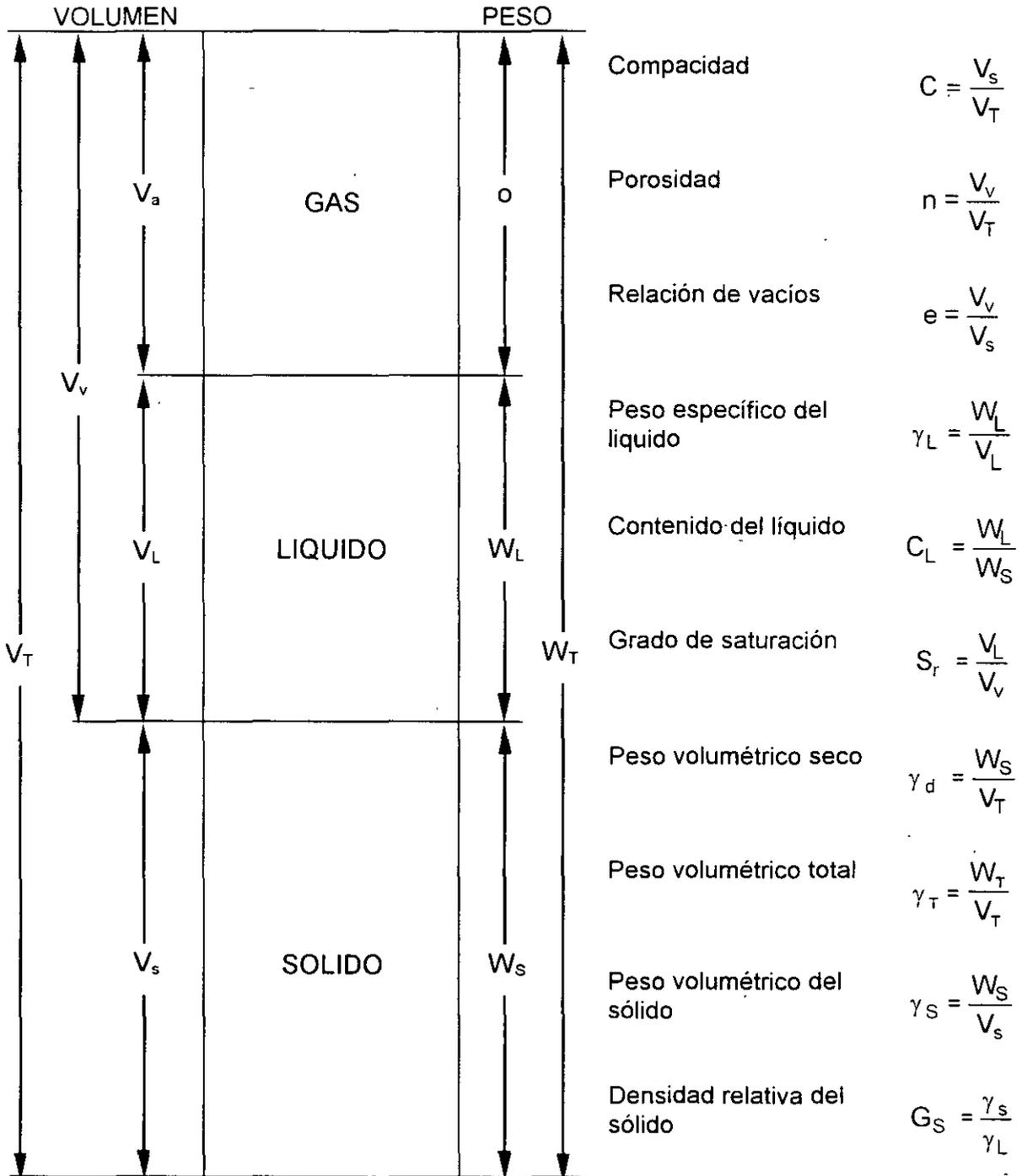
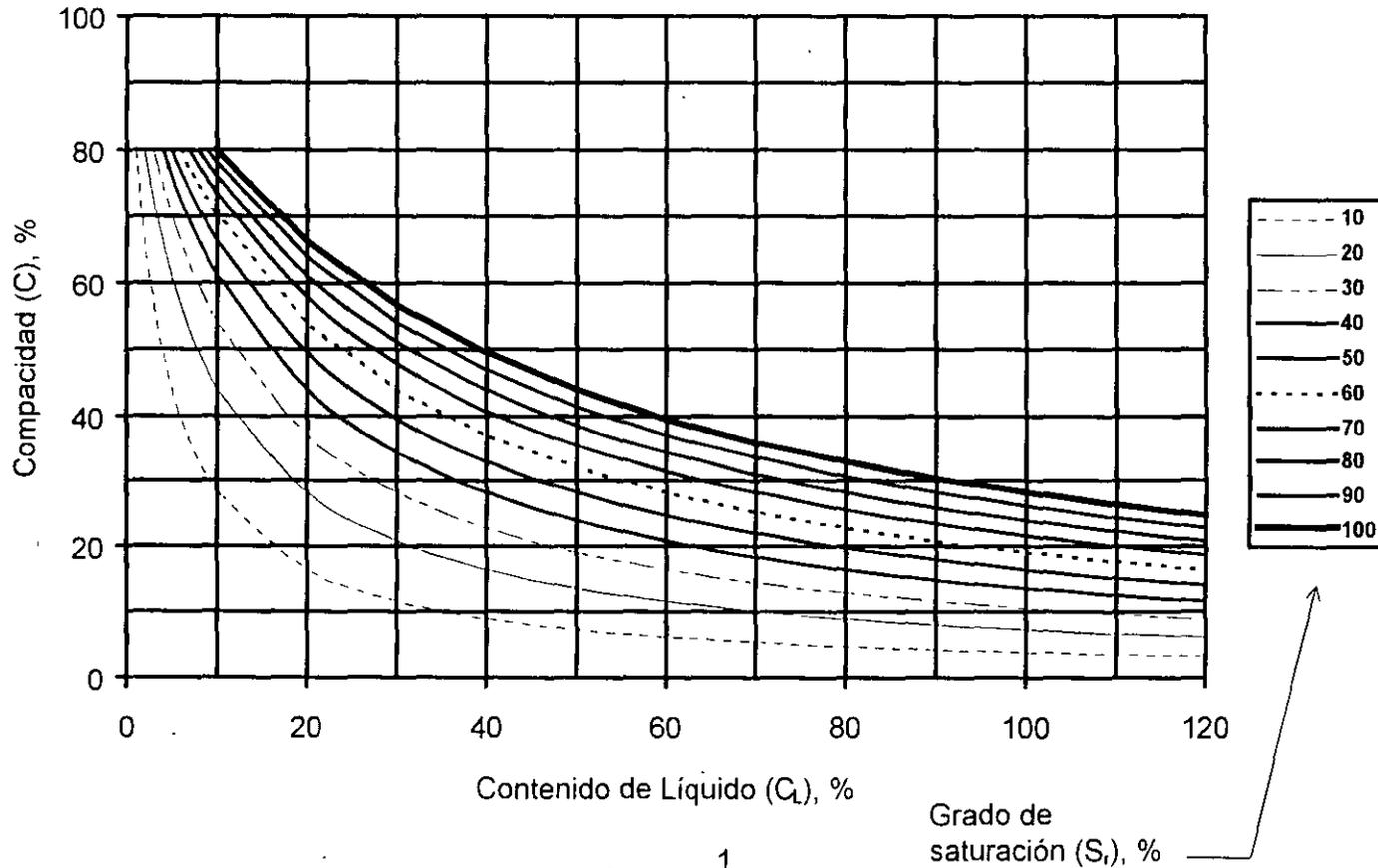


Lámina 21

DIAGRAMA CAS (COMPACIDAD-AGUA O ASFALTO-SATURACION)

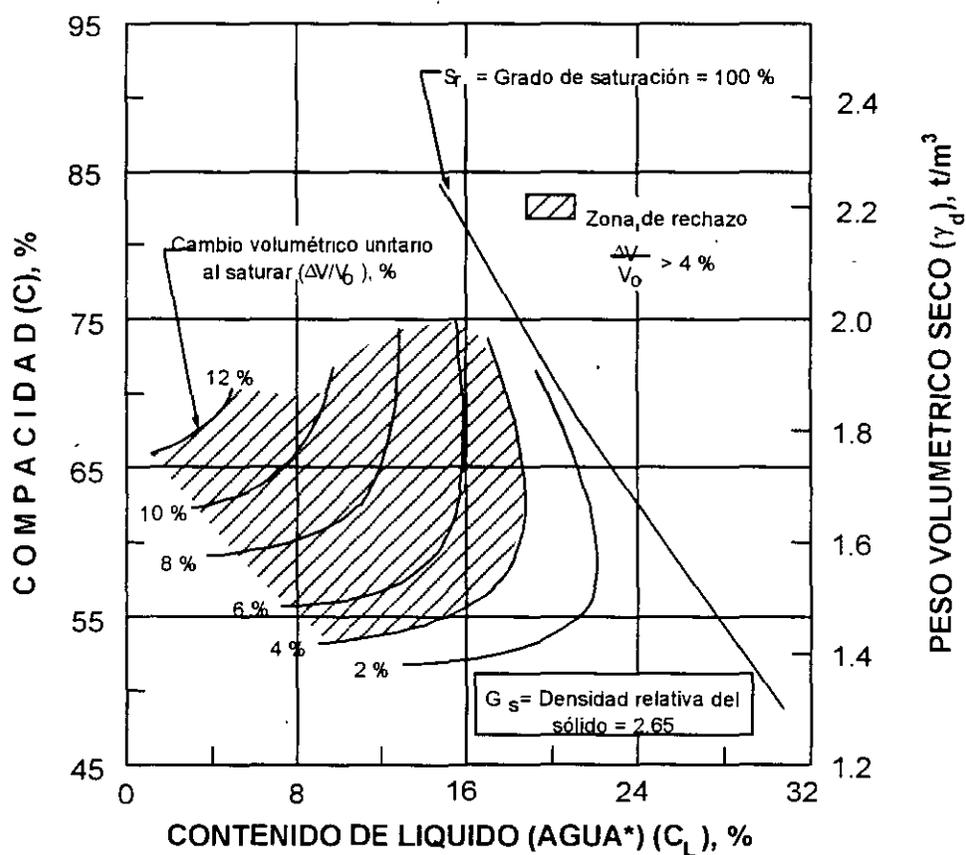


$$C = \frac{1}{1 + \frac{C_L}{S_r} G_s}$$

G_s = Densidad relativa del Sólido = 2.55

Lámina 22

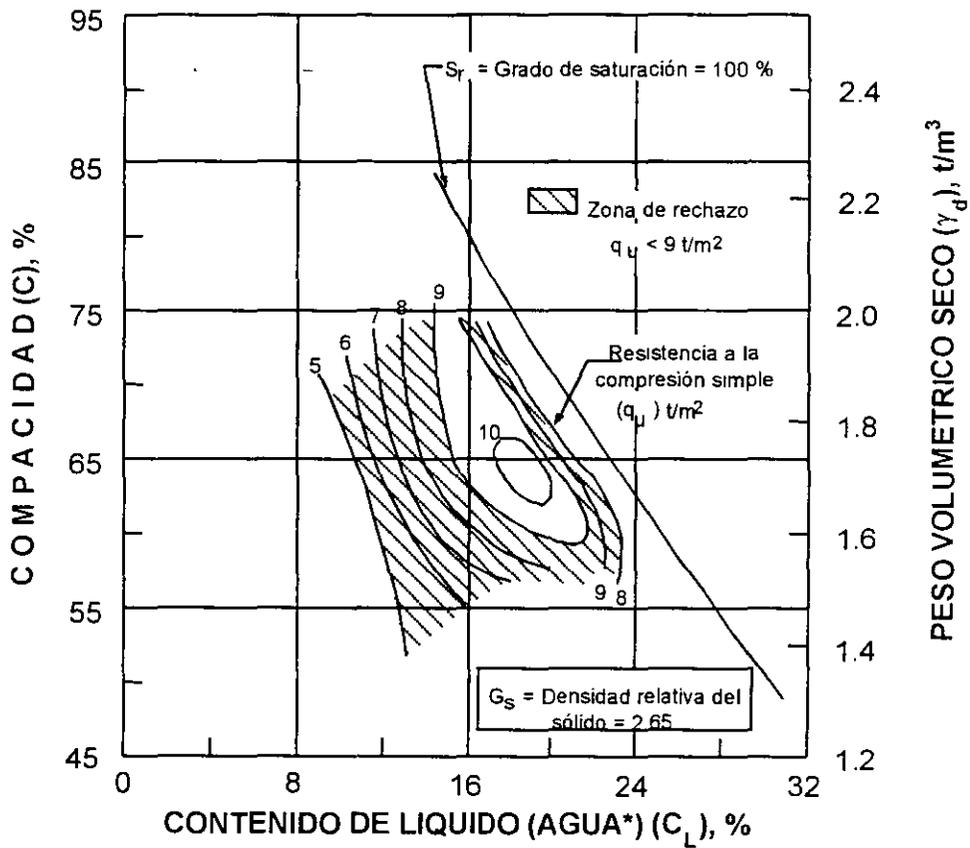
DIAGRAMA CAS₁ .- CURVAS DE IGUAL CAMBIO VOLUMETRICO AL SATURAR UN SUELO COMPACTADO



* En mecánica de suelos, el contenido de agua o humedad se designa con el símbolo w

Lámina 23

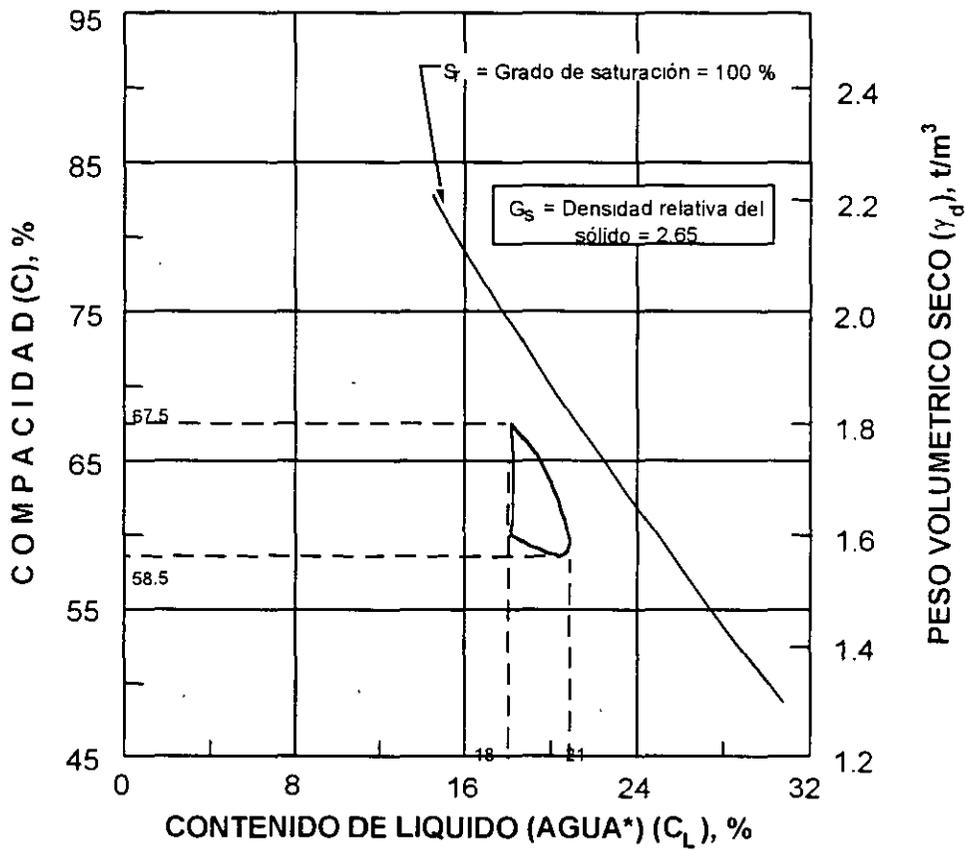
DIAGRAMA CAS₂ - CURVAS DE IGUAL RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE EN UN SUELO COMPACTADO



* En mecánica de suelos, el contenido de agua o humedad se designa con el símbolo w

Lámina 24

DIAGRAMA CAS PARA CARTA DE CONTROL.- ZONA DE ACEPTACION PARA EL SUELO COMPACTADO DE LAS LAMINAS 22 Y 23



* En mecánica de suelos, el contenido de agua o humedad se designa con el símbolo w

DIAGRAMA CAS.- CURVAS DE IGUAL
MODULO MARSHALL

M_M = Módulo Marshall
 S_r = Grado de Saturación
 con asfalto
 G_s = Densidad relativa
 del Sólido = 2.54

Criterios de Aceptación Propuestos

1. 75 % \checkmark S_r \checkmark 85 %
2. 700 kg/cm² \checkmark M_M \checkmark 1000 kg/cm²

Recomendaciones:

1. 82 % \checkmark C \checkmark 84 %
2. 6.3 % \checkmark C_a \checkmark 6.9 %

SIMBOLOGIA	
N = No. de golpes por cara en los especímenes Marshall	
□	150
△	125
●	100
○	75
+	50
x	25
▨	Zona de rechazo

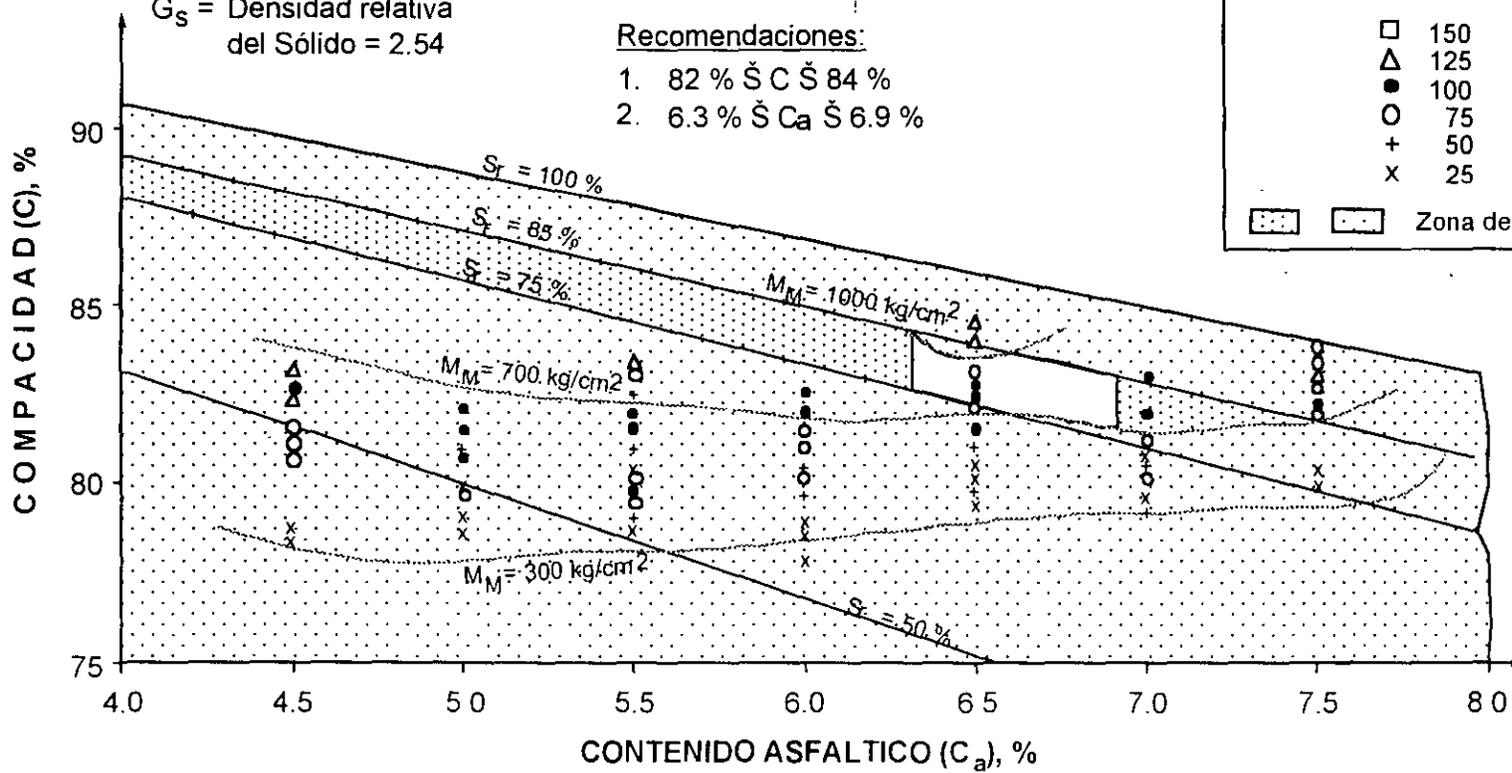


Lámina 26

DIAGRAMA CAS PARA CARTA DE CONTROL.- ZONA DE ACEPTACION PARA EL CONCRETO ASFALTICO DE LA LAMINA 25

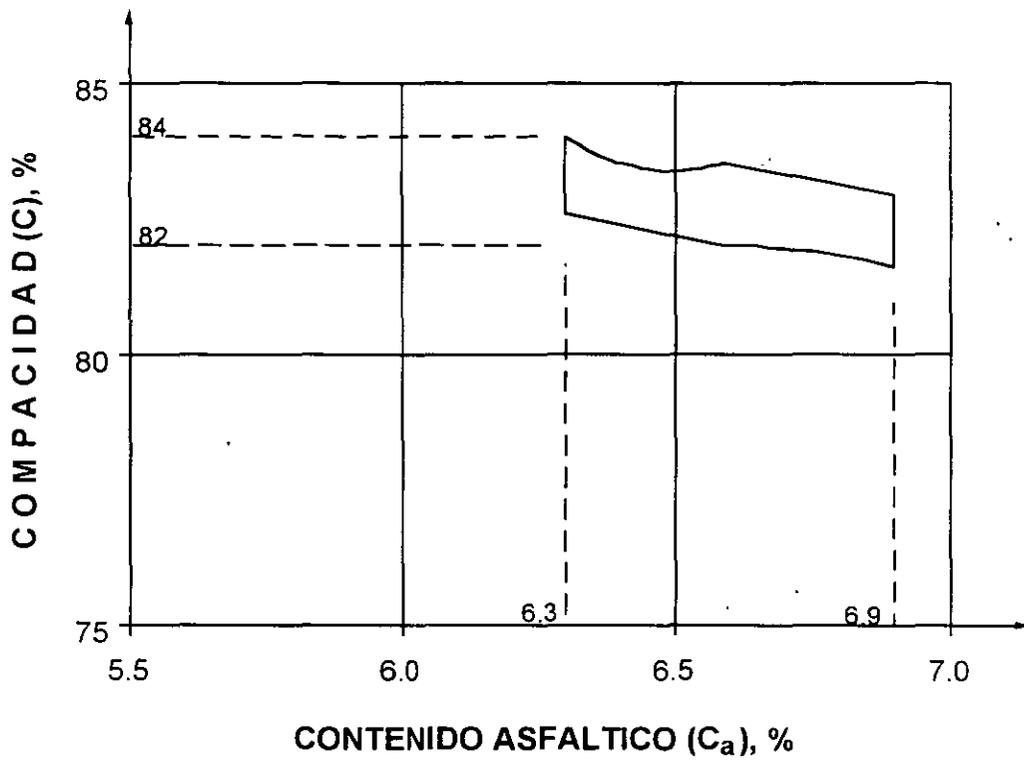


Lámina 27

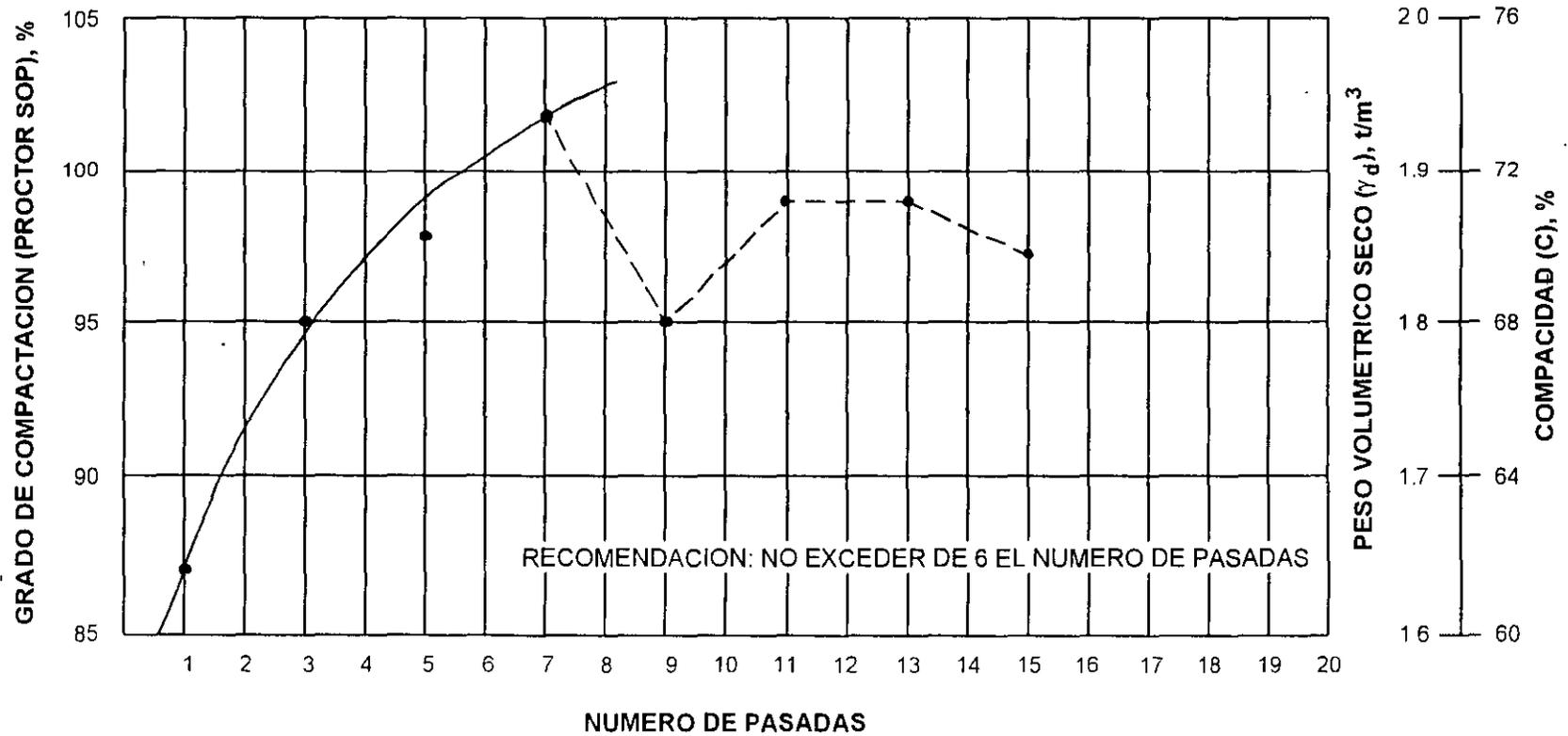
TRAMO DE PRUEBA EN CAPA SUBRASANTE
AEROPUERTO "DOS MONTES" VILLAHERMOSA, TAB. (SEPTIEMBRE, 1976)

CAPA COMPACTA DE 25 cm
ARCILLA ARENOSA (CL)

RODILLO VIBRATORIO CA-25; 1500 vpm

HUMEDAD INICIAL: 15.5 ± 1.5 %
HUMEDAD OPTIMA: 18.5 %

RELACION DE HUMEDAD = $\frac{15.5}{18.5} = 0.84$



**División de Educación Continua-Facultad de
Ingeniería-UNAM**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCION Y
CONSERVACION DE CARRETERAS**

**“CERTIFICACION DE NIVELES DE
CALIDAD CARACTERISTICOS”**

M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo

**México, D.F.
9 de Noviembre de 1999**

“CERTIFICACION DE NIVELES DE CALIDAD CARACTERISTICOS”

M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo

INDICE

	Pág.
1. CONCEPTOS BÁSICOS	1
2. ACCIONES DE LOS RESPONSABLES DE LA OBRA	1
3. RESPONSABILIDAD DEL CONTROLADOR DE CALIDAD	2
4. UN ENFOQUE DEL CONTROL DE CALIDAD	3
5. RECOMENDACIONES	4
6. REFERENCIAS	4

“CERTIFICACION DE NIVELES DE CALIDAD CARACTERISTICOS”

M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo

1. CONCEPTOS BASICOS

Según el diccionario de la Lengua Española (Ref. 1), la expresión calidad proviene del latín: *Qualitas-atés* y se define como: "Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie". Esto lo debemos asociar con un "rasero" o "patrón" de comparación, que denominaremos nivel de calidad característico, es decir, el valor medio de la propiedad o característica a medir o valorar, como se ilustra en la Lámina 1 (carta de control típica).

El nivel de calidad característico implica el establecimiento de los criterios de aceptación, corrección y rechazo, mediante el valor medio de la característica a medir o valorar y su desviación estándar o coeficiente de variación (como medidas de dispersión de valores), tomando en cuenta la probabilidad de falla en las pruebas de aceptación. El nivel de calidad característico que se desea, lo complementan en la práctica las variaciones permisibles, en más o en menos, con respecto al valor medio requerido de la característica a medir o valorar (Ref. 2).

El nivel de calidad característico viene siendo el conjunto de características cualitativas y cuantitativas, que deben satisfacer los materiales, las instalaciones y los componentes de la obra, en los aspectos de resistencia a las cargas por soportar, asentamientos totales y diferenciales, deformaciones, geometría, apariencia, durabilidad, capacidad de carga, etc. (Ref. 2).

2. ACCIONES DE LOS RESPONSABLES DE LA OBRA

Con el fin de satisfacer todos los niveles de calidad característicos (mediante sus indicadores correspondientes) para cada componente de la obra, es necesario estipular con mucha claridad la acción de los responsables involucrados, como se sugiere a continuación:

NIVELES E INDICADORES DE CALIDAD CARACTERISTICOS		
RESPONSABLE	ACCION	CUALIDAD PRINCIPAL
Planeación	Definir	Criterios básicos de ingeniería
Proyecto	Establecer	Planos, especificaciones y manuales
Construcción	Asegurar	Personal, maquinaria y equipo
Conservación	Mantener	
Operación	Vigilar	
Supervisión	Verificar	Personal y equipos (topografía, laboratorio y campo, no destructivos. ...)
Control de Calidad	Certificar	

Por lo tanto, el responsable de la planeación define dichos niveles e indicadores de calidad en un documento fundamental que se puede denominar "Criterios básicos de ingeniería", para que el proyectista los establezca en los planos, las especificaciones y los manuales.

De esta manera, el constructor sería el único responsable de asegurar dichos niveles e indicadores de calidad característicos, cuya verificación es competencia exclusiva del supervisor, con el apoyo del controlador de calidad, quien los certifica de manera ágil y oportuna.

Finalmente, los responsables de la conservación y operación de la carretera deberán dedicarse exclusivamente a mantener y vigilar el cumplimiento de los niveles de calidad estipulados.

3. RESPONSABILIDAD DEL CONTROLADOR DE CALIDAD

Para apoyar a la supervisión en la verificación del proyecto, es necesario que el controlador de calidad fije conjuntamente con el supervisor las propiedades fundamentales y su correlación con las subordinadas y los parámetros o indicadores de control, que sean fácilmente medibles, para que se puedan certificar de manera ágil y oportuna todos los niveles de calidad característicos de cada componente de la obra.

La auténtica certificación de los niveles de calidad característicos, a través de los indicadores asignados a cada propiedad geométrica, de acabados, materiales o procedimientos constructivos, implica constatar (por escrito) que se están cumpliendo dichos niveles e indicadores durante las etapas del control de calidad.

Para ilustrar lo anterior, tomaremos el caso específico de una carpeta drenante ahulada, como se ilustra en la Lámina 2 (Ref. 3). La secuencia de actividades constructivas son las siguientes:

- La fabricación de los elementos constitutivos (cemento asfáltico, hule molido y agregados pétreos)
- El mezclado de los ingredientes del asfalto ahulado (cemento asfáltico y hule molido)
- La reacción del asfalto ahulado
- El mezclado del concreto asfáltico ahulado
- El tendido del concreto asfáltico ahulado
- El compactado del concreto asfáltico ahulado

Los indicadores de calidad para la primera etapa de control, la de previsión, se refieren a las características específicas (físicas y químicas) de los elementos constitutivos

En la segunda etapa, la de acción, los indicadores de calidad característicos para el asfalto ahulado corresponden a la dosificación de los ingredientes (D), los tiempos de mezclado y reacción (t), las temperaturas de mezclado y reacción (T), las viscosidades cinemáticas (ν), etc. En cambio, los indicadores característicos para el concreto asfáltico ahulado se refieren a las temperaturas (T), compacidades (C), tiempos (t), módulos elásticos (E), etc., durante las actividades de tendido y compactado.

Para la tercera etapa, la de historia, los indicadores característicos del concreto asfáltico ahulado ya terminado corresponden a los coeficientes de permeabilidad (k), los espesores (e), los módulos elásticos (E), etc., obtenidos de los "corazones" extraídos *ex profeso*, así como los coeficientes de permeabilidad (k), los coeficientes de fricción (μ), los índices internacionales de rugosidad (IRI), etc., obtenidos *in situ* de la carpeta asfáltica ahulada.

4. UN ENFOQUE DEL CONTROL DE CALIDAD

Para certificar o confirmar los niveles de calidad característicos, es imperioso conocer a fondo la finalidad y los alcances del control de calidad, para fijar el nivel de calidad relativo en la escala correspondiente (excelente, alto, medio y bajo), como se ilustra en la Lámina 3.

Una vez que se fije el nivel de calidad relativo entre el supervisor y el controlador de calidad, se procede a establecer el tipo y la frecuencia de los indicadores de calidad característicos, de acuerdo con los niveles de confianza preestablecidos para cada elemento o componente de la obra, las pruebas de aceptación convenidas, los muestreos aleatorios resultantes, acordes con las características geométricas y de acabados, así como las correspondiente a los materiales y los procedimientos constructivos (Lámina 3).

De acuerdo con lo expresado anteriormente, será posible instalar en la obra al grupo de control de calidad con su estructura técnica idónea (plantilla de personal, organización, bienes y servicios, cronogramas, flujos financieros y de información, métodos y sistemas, etc), cuyos servicios pueden ser por administración directa o contratados, como se indica en la Lámina 3.

5. RECOMENDACIONES

PRIMERA. Considero que con este enfoque esquemático para la certificación ágil y oportuna de los niveles de calidad característicos, realizada por el controlador de calidad, coadyuvará enormemente en la verificación que el supervisor realiza para que, con el debido conocimiento, el constructor actúe en plan correctivo, oportuno y eficaz a fin de evitar defectos en métodos constructivos.

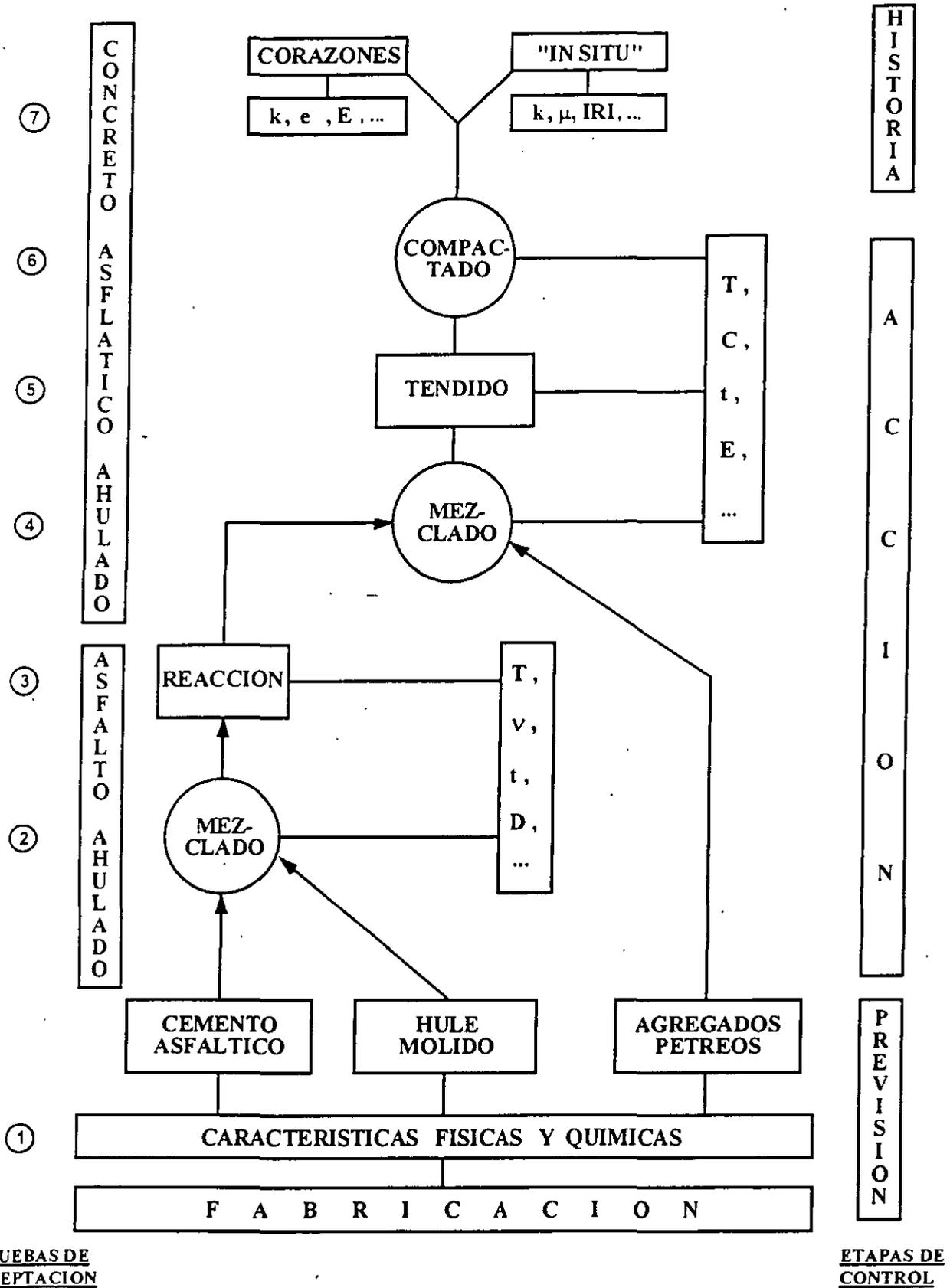
SEGUNDA. Lo expresado anteriormente es lo que el supervisor espera del controlador de calidad, quienes deben trabajar íntimamente para lograr el éxito del control de calidad integral que merecen nuestras carreteras.

6. REFERENCIAS

- 1) Diccionario de la Real Academia Española XIX, edición 1970
- 2) Orozco S., R.V. (1996). El Concepto "Calidad en las Vías Terrestres", XII Reunión Nacional de Vías Terrestres (AMIVTAC), San Luis Potosí, S.L.P.
- 3) Orozco S., R.V. (1998). Conceptos Fundamentales, Seminario: Carpetas Drenantes Ahuladas (AMIVTAC, AMAAC, CITEA y CAPUFE), Cuernavaca, Mor.
- 4) Orozco S., R.V. (1998). Certificación de Niveles de Calidad Característicos, XIII Reunión Nacional de Vías Terrestres (AMIVTAC), Oaxtepec, Mor.

Nota: Este trabajo está tomado de la Ref. 4.

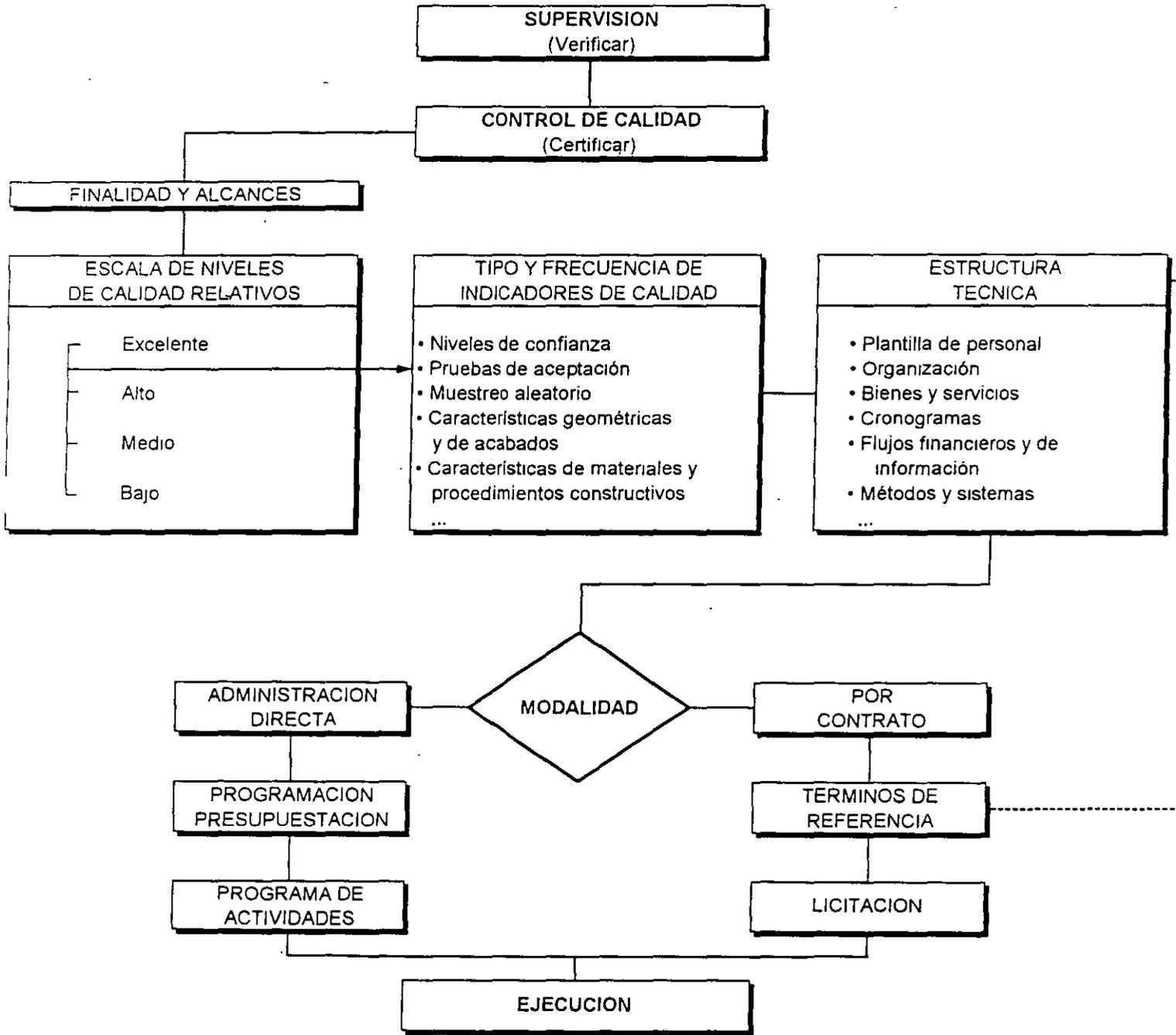
ETAPAS DE CONTROL DE CALIDAD PARA UNA CARPETA DRENANTE AHULADA



PRUEBAS DE ACEPTACION

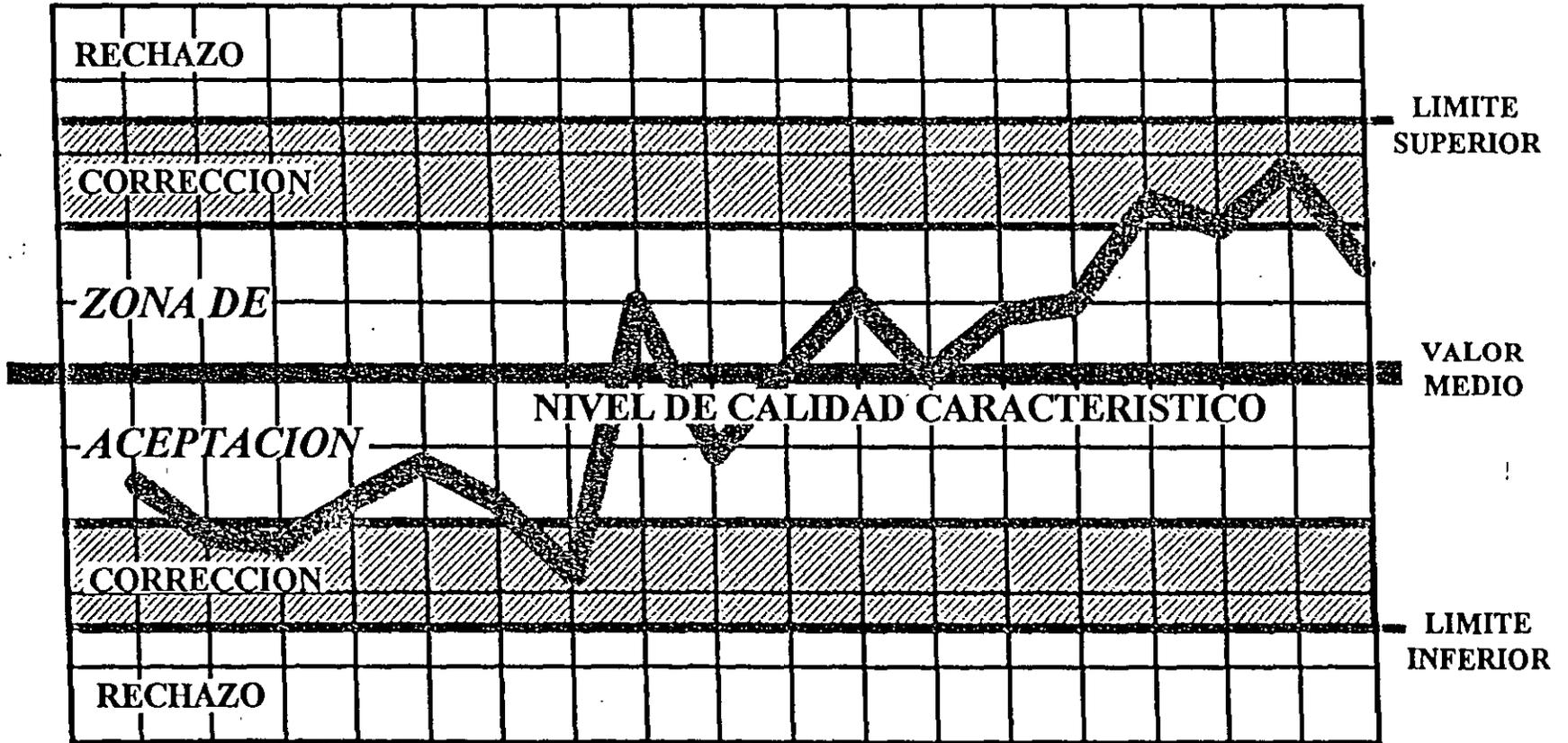
ETAPAS DE CONTROL

UN ENFOQUE DEL CONTROL DE CALIDAD



CARTA DE CONTROL DE CALIDAD

PROPIEDAD A MEDIR O VALORAR



NUMERO DE MUESTRA

CONTROL DE CALIDAD APLICADO
A LAS VIAS TERRESTRES

GRANULOMETRIAS
DISCONTINUAS

GRANULOMETRIAS DISCONTINUAS*

SEGUNDA REFLEXION

¿Qué ocurre si se rompe la continuidad en la granulometría de un agregado para concreto hidráulico? ¿Qué pasa si la curva granulométrica se sale de los límites tradicionales?

Normalmente los Laboratorios rechazan las gravas cuyo granulometría esté fuera de los límites especificados, como los de la Lámina 18, "porque solamente deben aceptarse agregados cuya graduación siga una cierta ley de continuidad" aceptada por la costumbre. Sin embargo, es muy conveniente pensar en que la sucesión de tamaños más adecuada para lograr un mejor acomodo entre las partículas del agregado, no es la de la ley parabólica o similar, sino el de los cambios bruscos en tamaños, como se explica a continuación:

Si se tienen tres esferas de radio R_1 sobre un plano horizontal y se trata de formar un tetraedro con una cuarta esfera también de radio R_1 , el espacio comprendido entre las cuatro esferas sólo puede ser llenado con otra de radio menor R_2 , como se ilustra en la Lámina 19. El espacio dejado entre las esferas de radios R_1 y R_2 puede llenarse con una esfera de radio menor R_3 , como se muestra en la Lámina 20. De la misma manera se puede ir obteniendo teóricamente la ley de variación, como la indicada en la Lámina 21.

Los límites recomendables para una granulometría discontinua se sugieren en la Lámina 22.

Es importante hacer notar que el concreto más compacto se logra con el mínimo de arena y de agua. Un concreto compacto tendrá menor agrietamiento y, por consiguiente, será más impermeable y resistente, manteniendo otros factores constantes.

Supóngase que en el tetraedro de la Lámina 19 se coloca una esfera intermedia entre las de radio R_1 y R_2 . ¿Qué pasará? Pues simplemente esa esfera desplazará a las demás. Si se continúan llenando huecos con esferas de graduación continua, siempre se seguirán desacomodando las demás esferas.

Precisamente la granulometría que da la mayor permeabilidad es la continua, como la de las arenas o gravas que en especial se recomienda en los subdrenes o capas filtrantes; es decir, la graduación continua da la máxima permeabilidad.

La graduación discontinua rompe esa continuidad y permite un mejor acomodo entre las partículas del agregado pétreo.

Existen muchas experiencias sobre las ventajas de los concretos con agregados de granulometría discontinua, en relación a los que tienen agregados con graduación continua convencional. Por ejemplo, en la Lámina 23 se puede observar que para una relación agua/cemento y revenimiento dados, la resistencia compresiva a 28 días de edad resulta mayor para un concreto con graduación discontinua que si ésta fuera continua y, además, con un consumo de cemento menor. El incremento en resistencia es de $270 - 220 = 50 \text{ kg/cm}^2$, que representa un 23%.

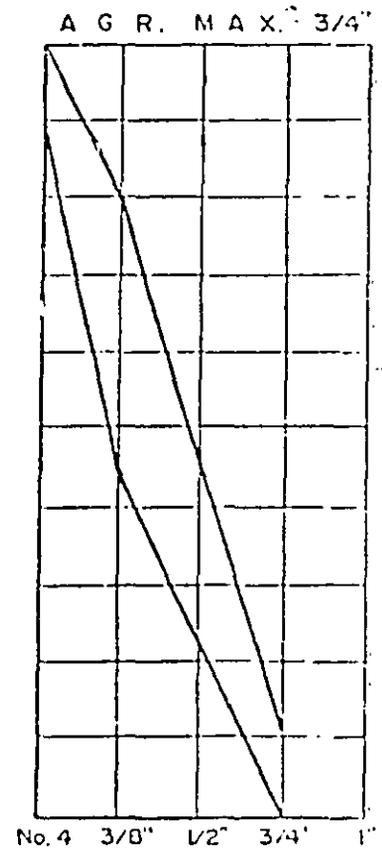
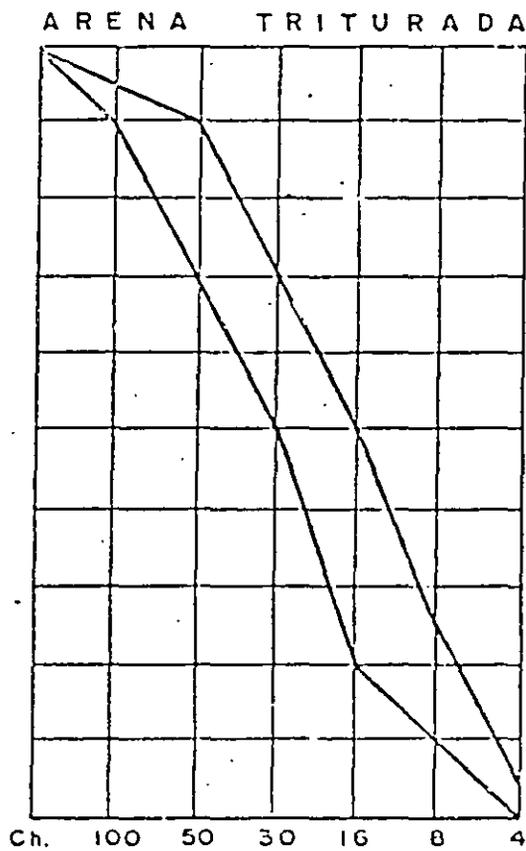
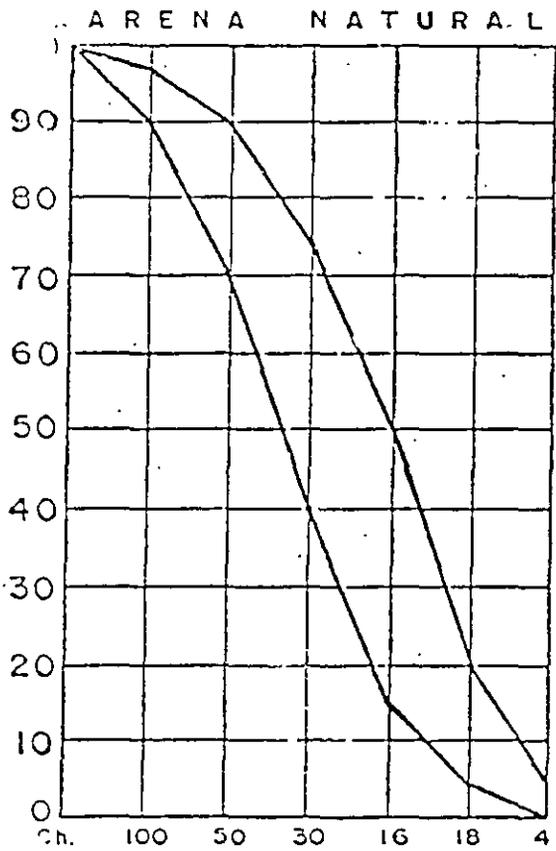
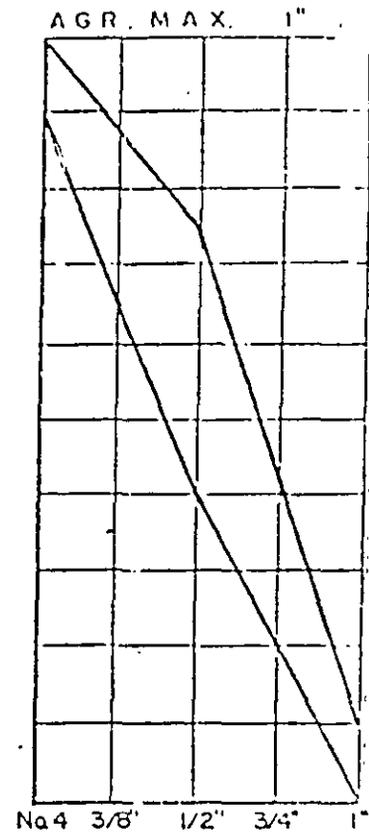
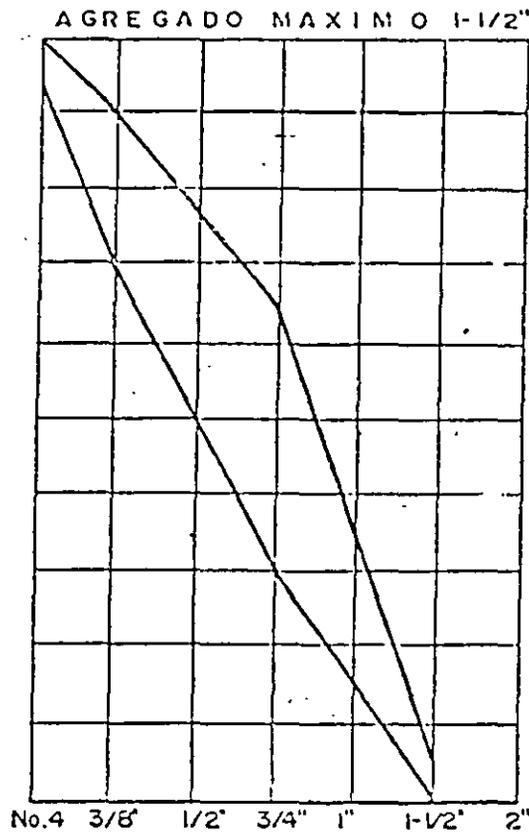
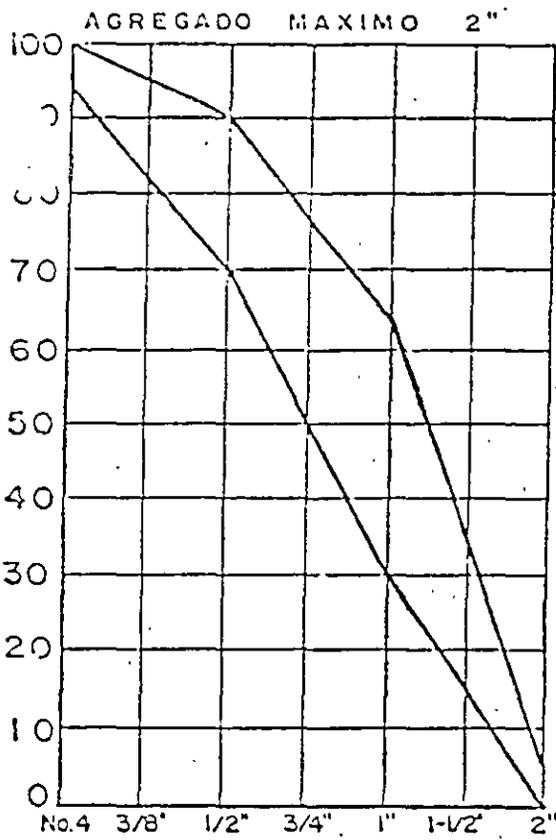
Hay un caso palpable que actualmente se está

* Orozco Santoyo, Raúl Vicente (1977). "Reflexiones sobre Control de Calidad". Revista Mexicana de Ingeniería y Arquitectura, Vol. LVI, N°. 2. Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México. 10 -

presentando en los concretos de los puentes y obras auxiliares del camino Salina Cruz - Pochutla. Para una Resistencia de Proyecto dada ($f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$), con granulometría continua se obtenían consumos de cementos de unos 380 kg/m^3 y, al provocar una discontinuidad en el agregado grueso (quitando los tamaños menores de $1/2"$ para usarlos como material de sello), el consumo de cemento se redujo a 300 kg/m^3 , aproximadamente. Esto representa un ahorro del 21%.

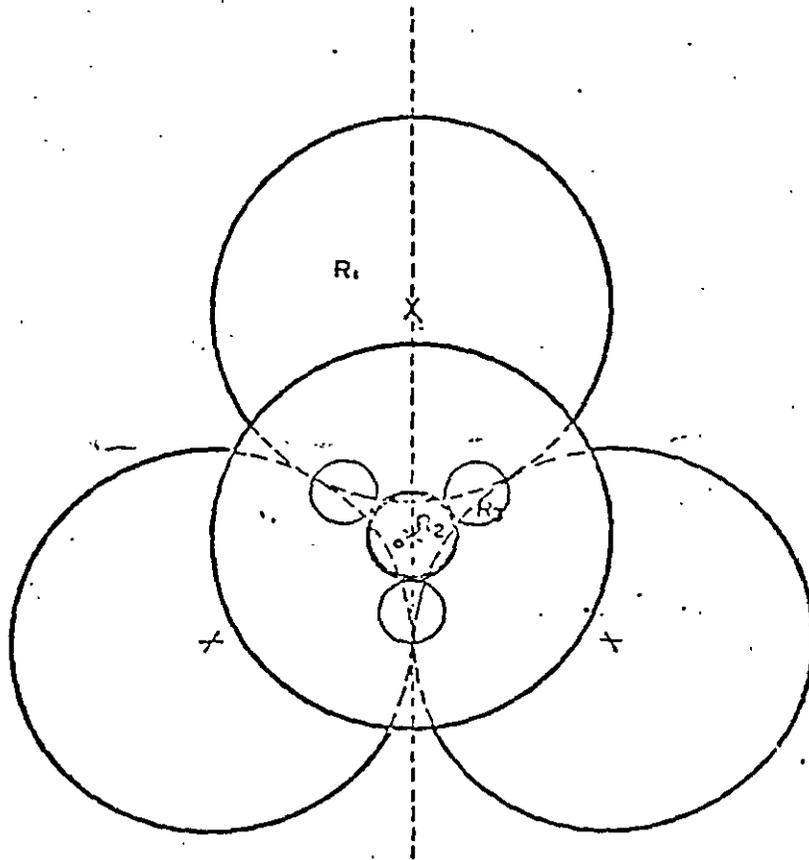
En resumen, si la curva granulométrica "se sale" de las normas tradicionales o son aparentemente defectuosas, es posible lograr mejores concretos, siempre y cuando se diseñen las mezclas adecuadas y se evite la segregación con el empleo de aditivos apropiados.

Es importante hacer notar que los concretos con agregados de graduación discontinua han tenido buena aceptación por parte de las autoridades (SARH y SAHOP).



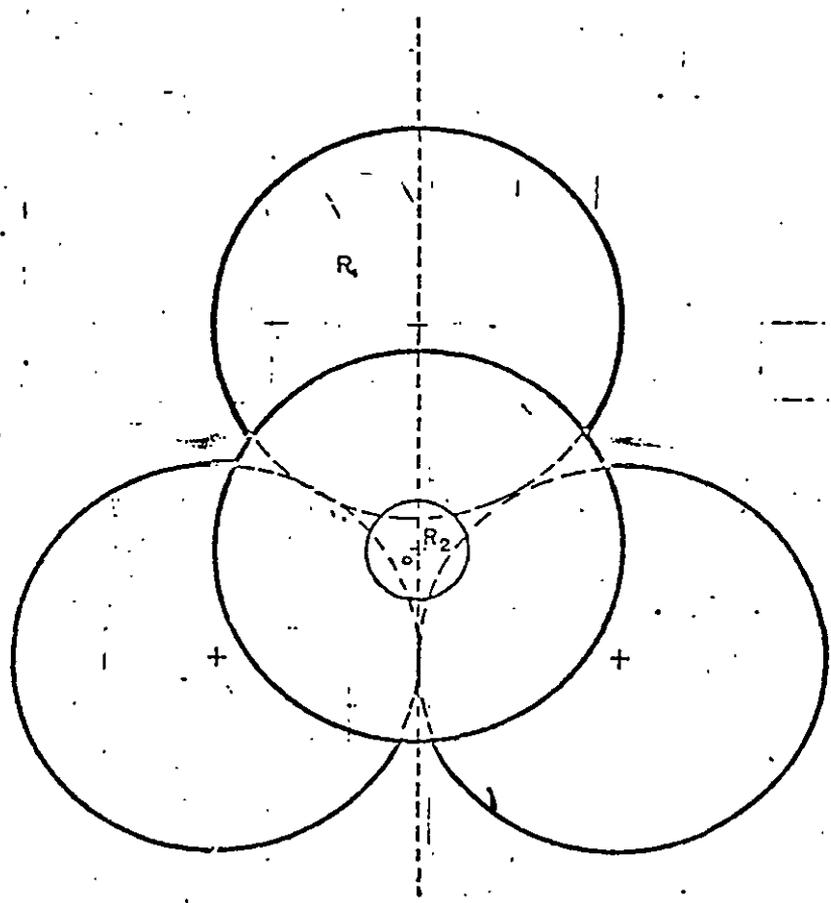
LIMITES GRANULOMETRICOS DE AGREGADOS

PLANTA R₁, R₂ y R₃



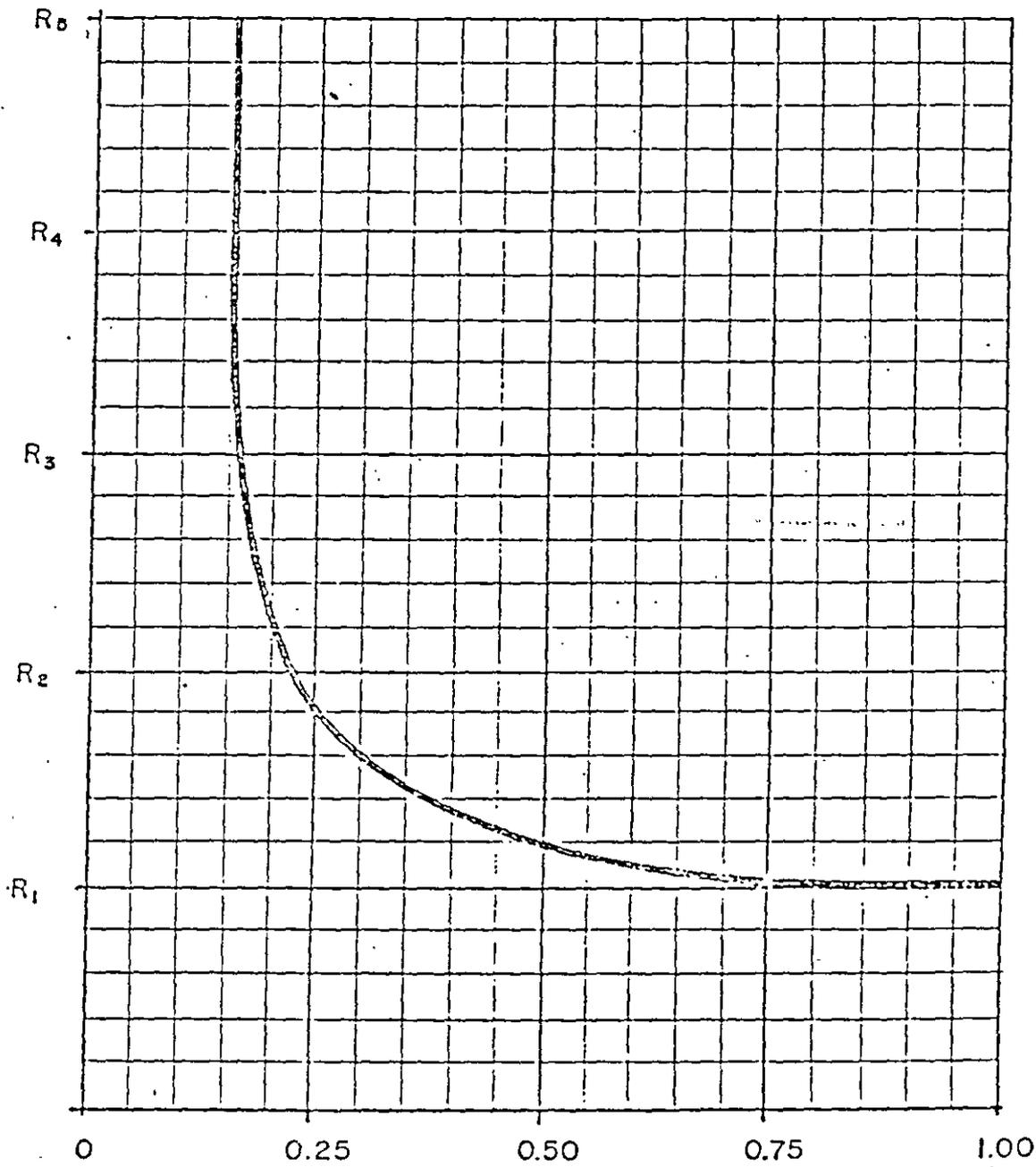
R. A. O. S.

PLANTA R₁ y R₂



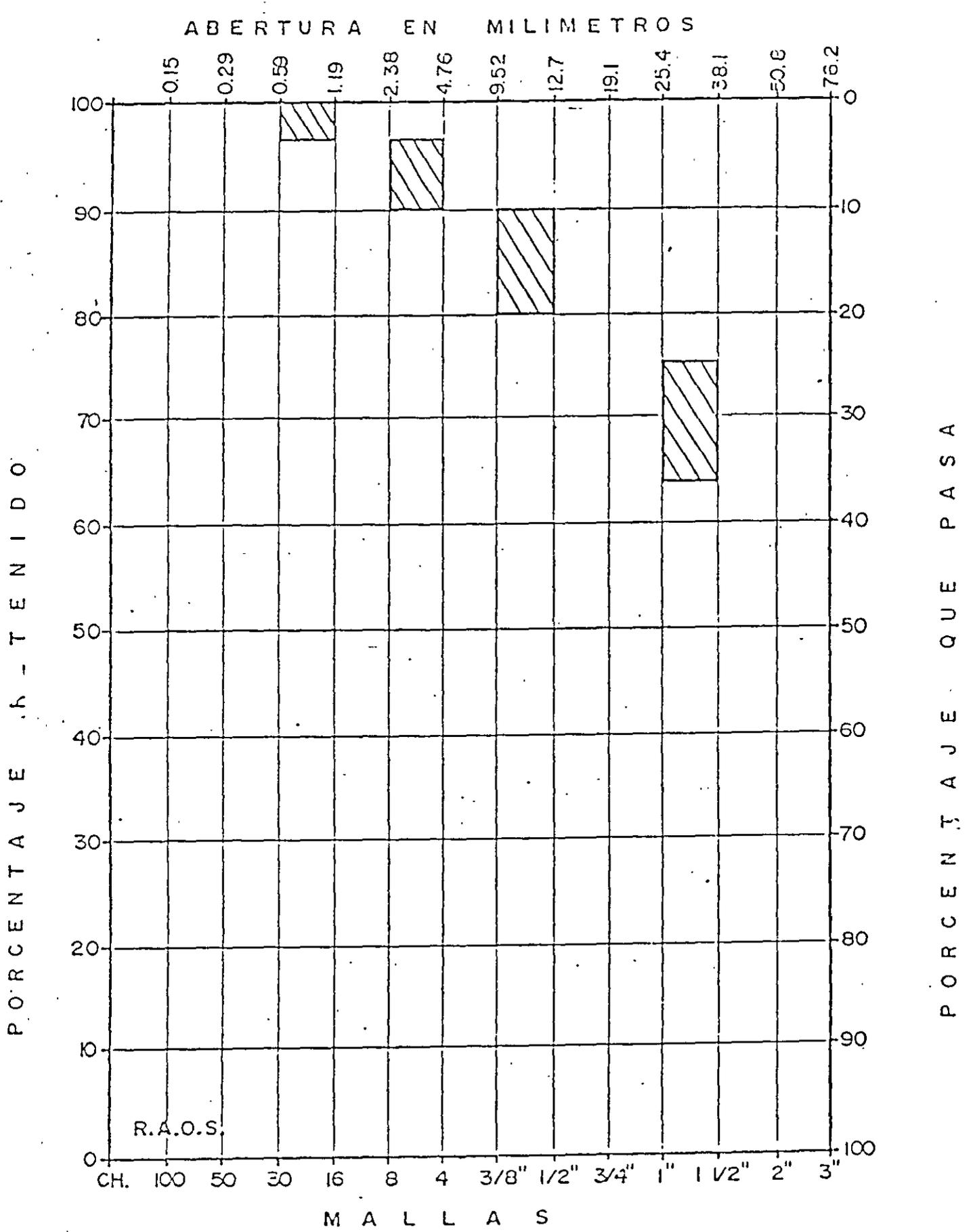
R.A.O.S.

RELACION ENTRE RADIOS



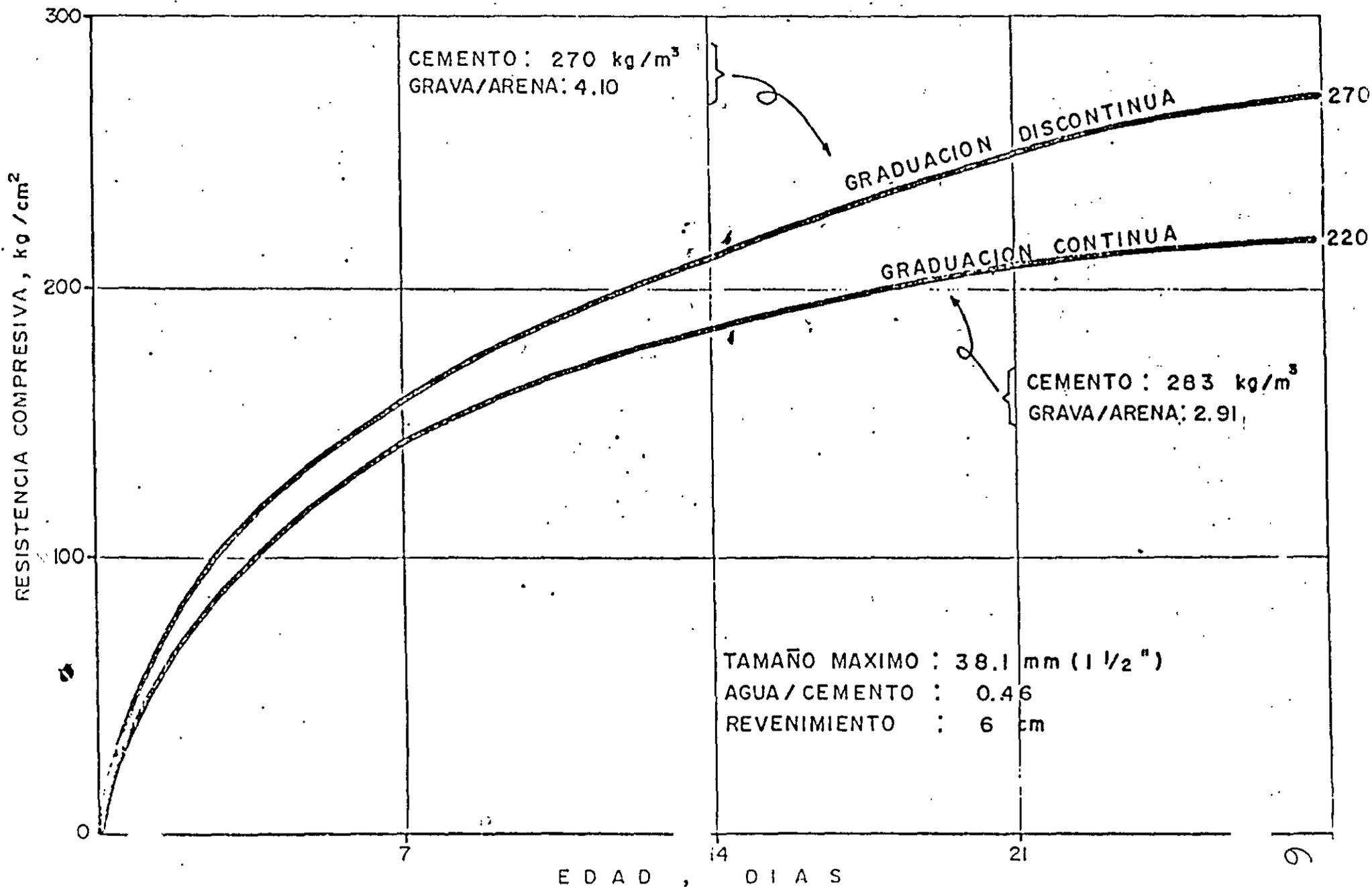
R.A.O.S.

R_1 / R_1
 $i = 1, 2, 3$



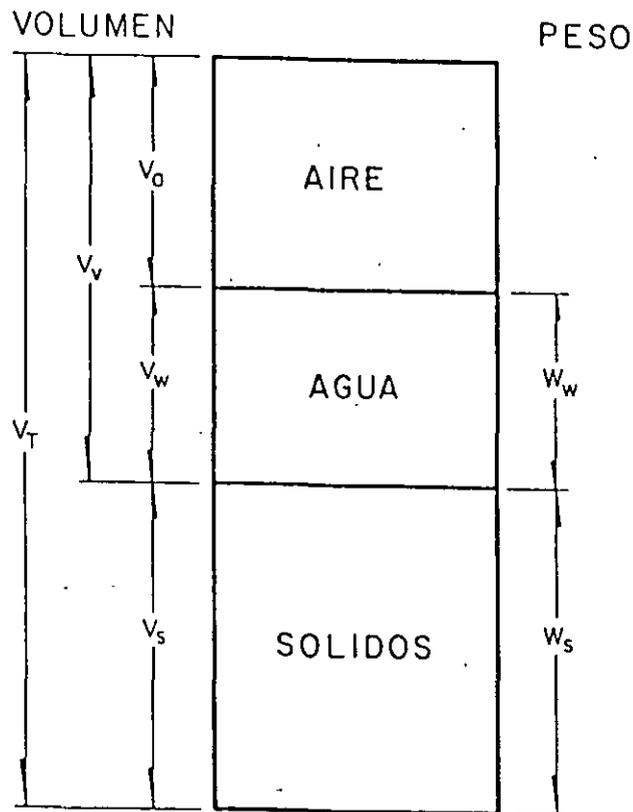
ZONAS GRANULOMETRICAS RECOMENDABLES PARA AGREGADOS CON GRANULOMETRIA DISCONTINUA

RESISTENCIAS COMPARATIVAS EN CONCRETOS



CONTROL DE CALIDAD APLICADO
A LAS VIAS TERRESTRES

Láminas tomadas de la ponencia
"Compactación y Control de Calidad",
presentada por el M.I. Raúl Vicente Orozco
Santoyo en el Tomo I de las memorias de la
IX Reunión Nacional de Mecánica de Suelos.
Mérida, Yuc. 1978



HUMEDAD o CONTENIDO DE AGUA

$$w = \frac{W_w}{W_s}$$

GRADO DE SATURACION

$$G_w = \frac{V_w}{V_v}$$

PESO VOLUMETRICO SECO

$$\gamma_d = \frac{W_s}{W_T}$$

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LOS SOLIDOS

$$S_s = \frac{W_s/V_s}{\gamma_o} ; \gamma_o = \text{p.e.r. del agua (4°C)}$$

RELACION DE VACIOS

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

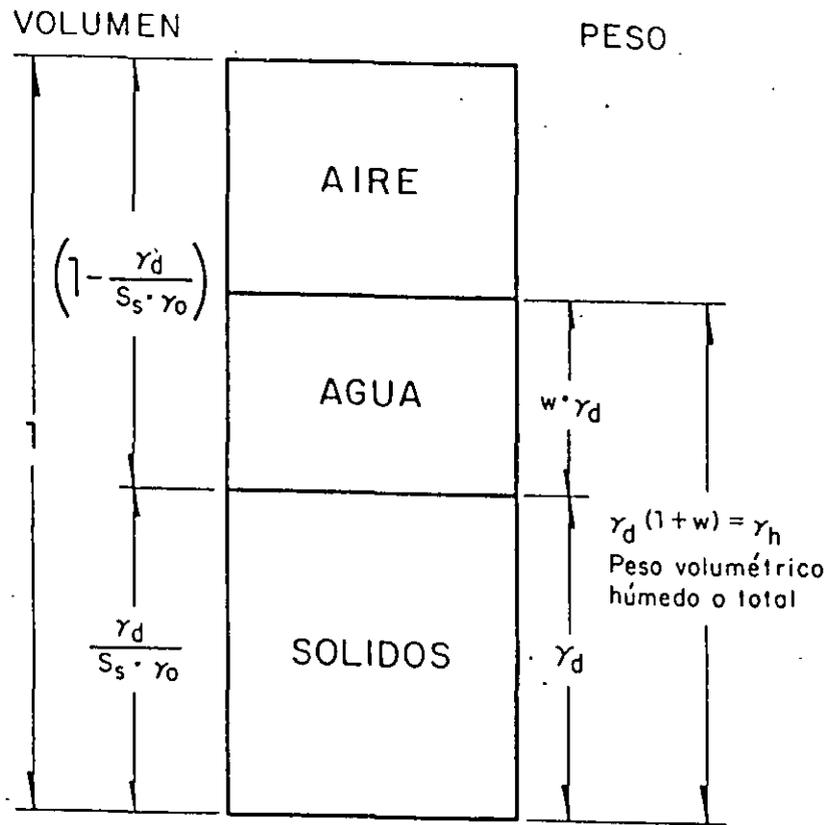
POROSIDAD

$$n = \frac{V_v}{V_T}$$

COMPACIDAD

$$c = \frac{V_s}{V_T}$$

LAMINA 5.-DEFINICIONES FUNDAMENTALES (Ref.14)



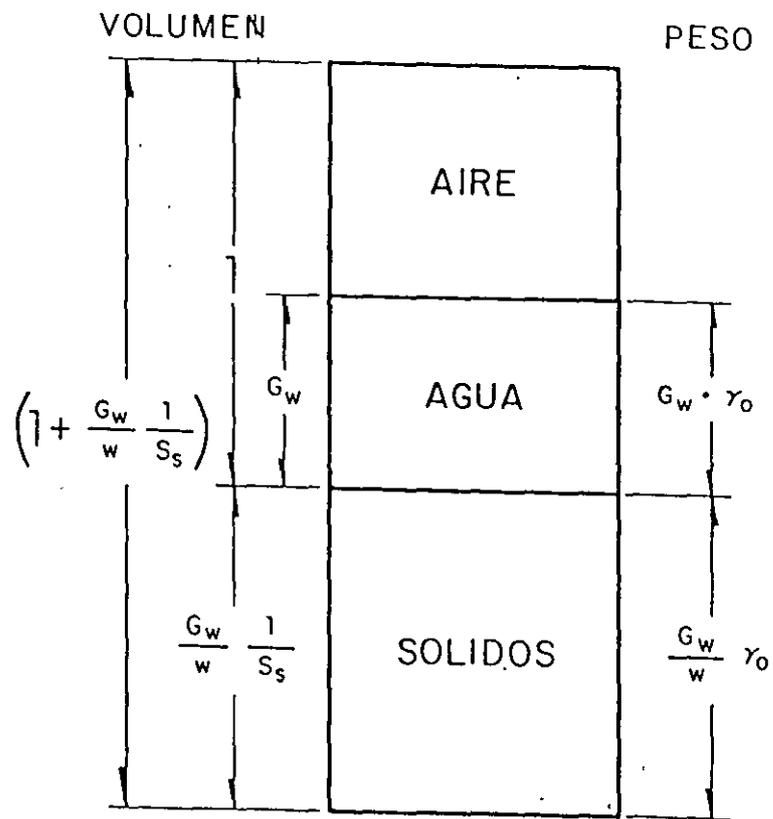
$$C = \frac{V_s}{V_T} = \frac{\gamma_d}{S_s \cdot \gamma_0}$$

$$e = \frac{1 - \frac{\gamma_d}{S_s \cdot \gamma_0}}{\frac{\gamma_d}{S_s \cdot \gamma_0}}$$

$$n = \frac{V_v}{V_T} = 1 - \frac{\gamma_d}{S_s \cdot \gamma_0}$$

$$e = \frac{n}{C}$$

LAMINA 6-RELACION ENTRE "C", "n" Y "e" (Ref.14)

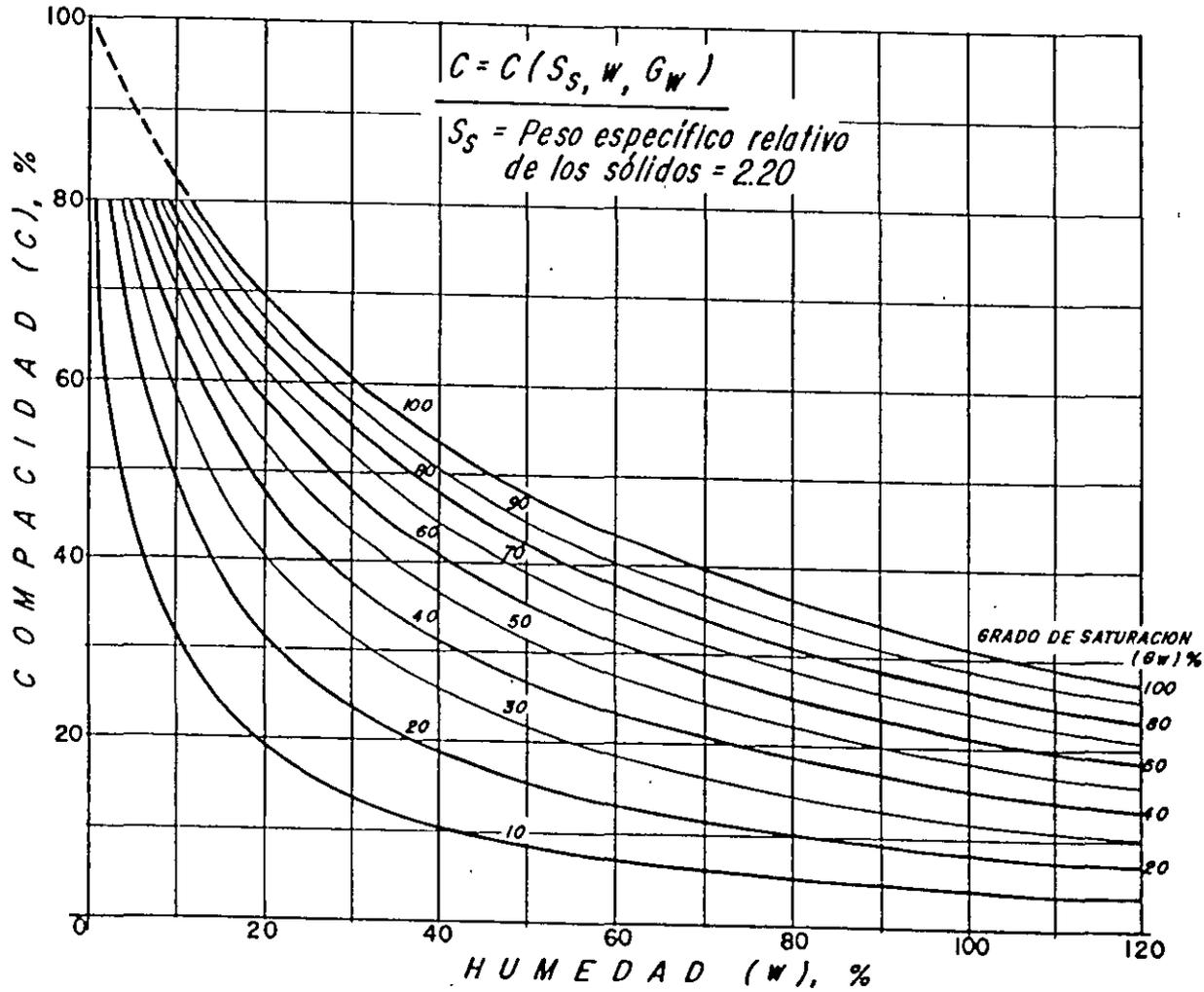


$$C = \frac{V_s}{V_T} = \frac{\frac{G_w}{w} \frac{1}{S_s}}{1 + \frac{G_w}{w} \frac{1}{S_s}} = \frac{1}{\frac{w}{G_w} S_s + 1} ;$$

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{1}{\frac{G_w}{w} \frac{1}{S_s}} = \frac{w}{G_w} S_s$$

$$C = \frac{1}{1 + \frac{w}{G_w} S_s} = \frac{1}{1 + e}$$

LAMINA 7.-COMPACIDAD DE UN SUELO (Ref. 14)



LAMINA 8.- DIAGRAMA GRAVIMETRICO C-G_w-W-S_s (Ref. 14)

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{\text{Volumen total final} - \text{Volumen total inicial}}{\text{Volumen total inicial}}$$

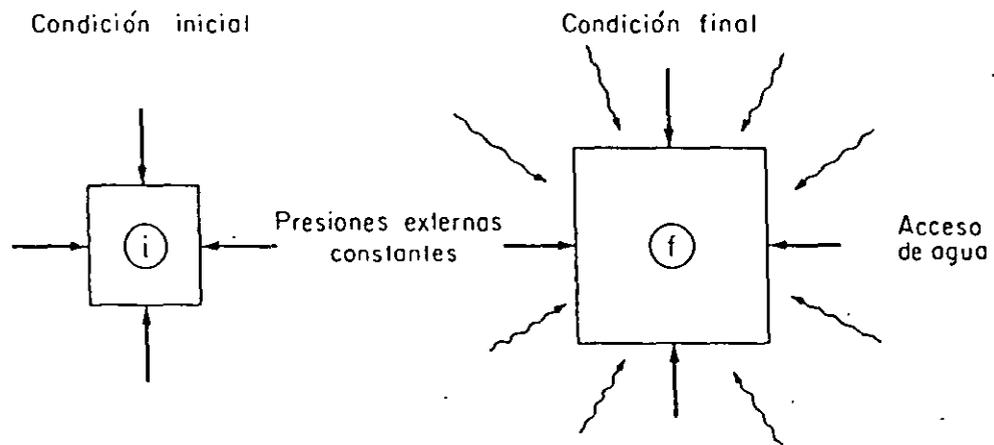
$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{\frac{V_s}{C_f} - \frac{V_s}{C_i}}{\frac{V_s}{C_i}} = \frac{\frac{C_i - C_f}{C_f C_i}}{\frac{1}{C_i}}$$

$$\boxed{\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{C_i - C_f}{C_f} = \frac{C_i}{C_f} - 1 = \frac{\Delta C}{C_f}}$$

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{V_s(1+e_f) - V_s(1+e_i)}{V_s(1+e_i)} = \frac{e_f - e_i}{1+e_i}$$

$$\boxed{\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{\Delta e}{1+e_i}}$$

LAMINA 9-CAMBIO VOLUMETRICO ($\Delta V/V_0$) (Ref.14)



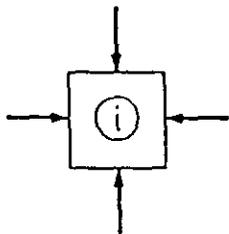
S_i	>	S_f
w_i	<	w_f
G_{wi}	<	G_{wf}
C_i	>	C_f

EXPANSION
LIBRE

$$\Delta V/V_0 = \frac{\Delta C}{C_f}$$

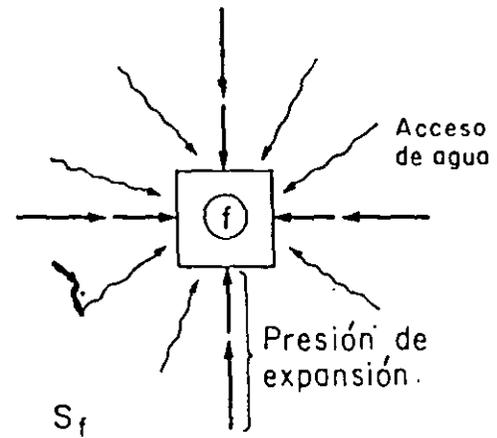
LAMINA 10.- (Ref. 14)

Condición inicial



S_i >
 w_i <
 G_{wi} <
 C_i =

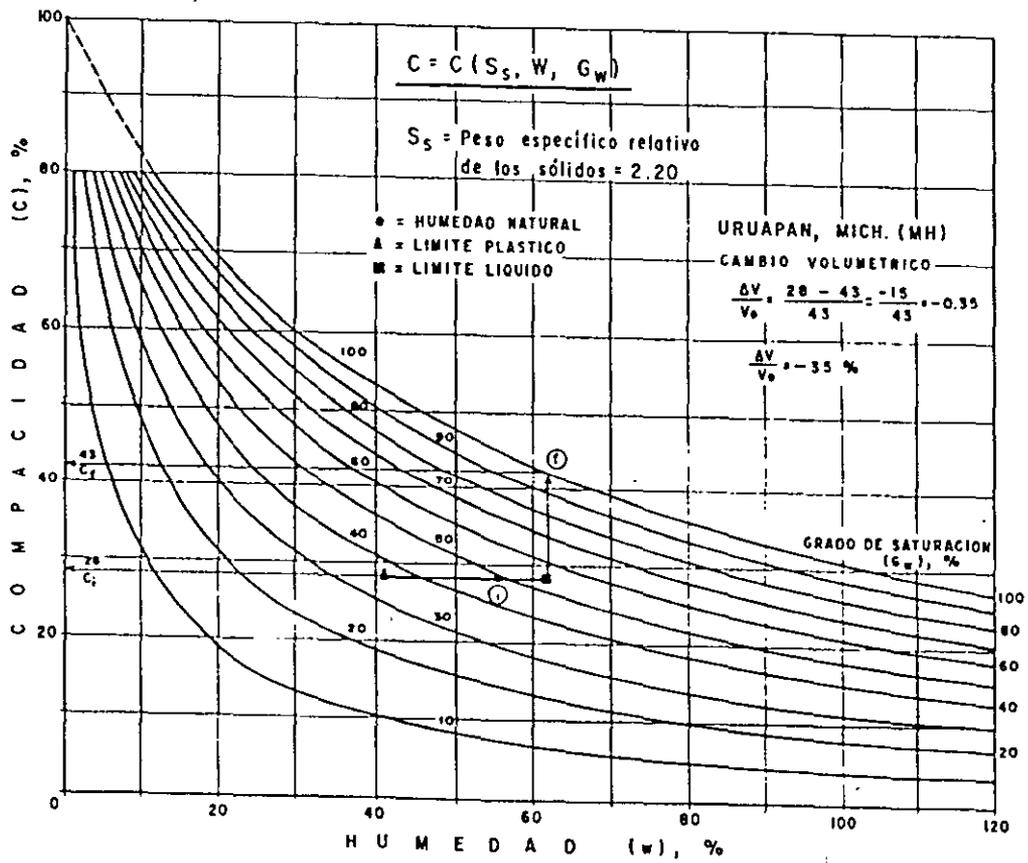
Condición final



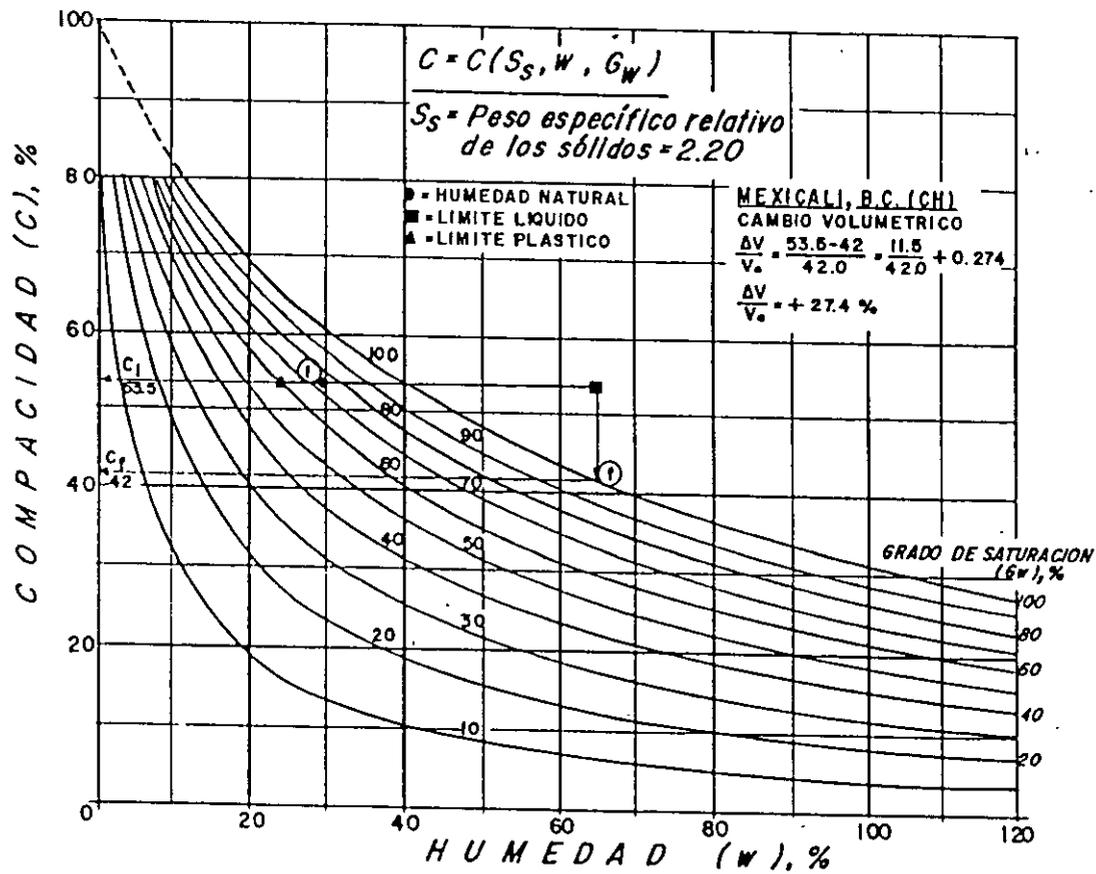
S_f
 w_f
 G_{wf}
 C_f

$\Delta V/V_0 = 0$

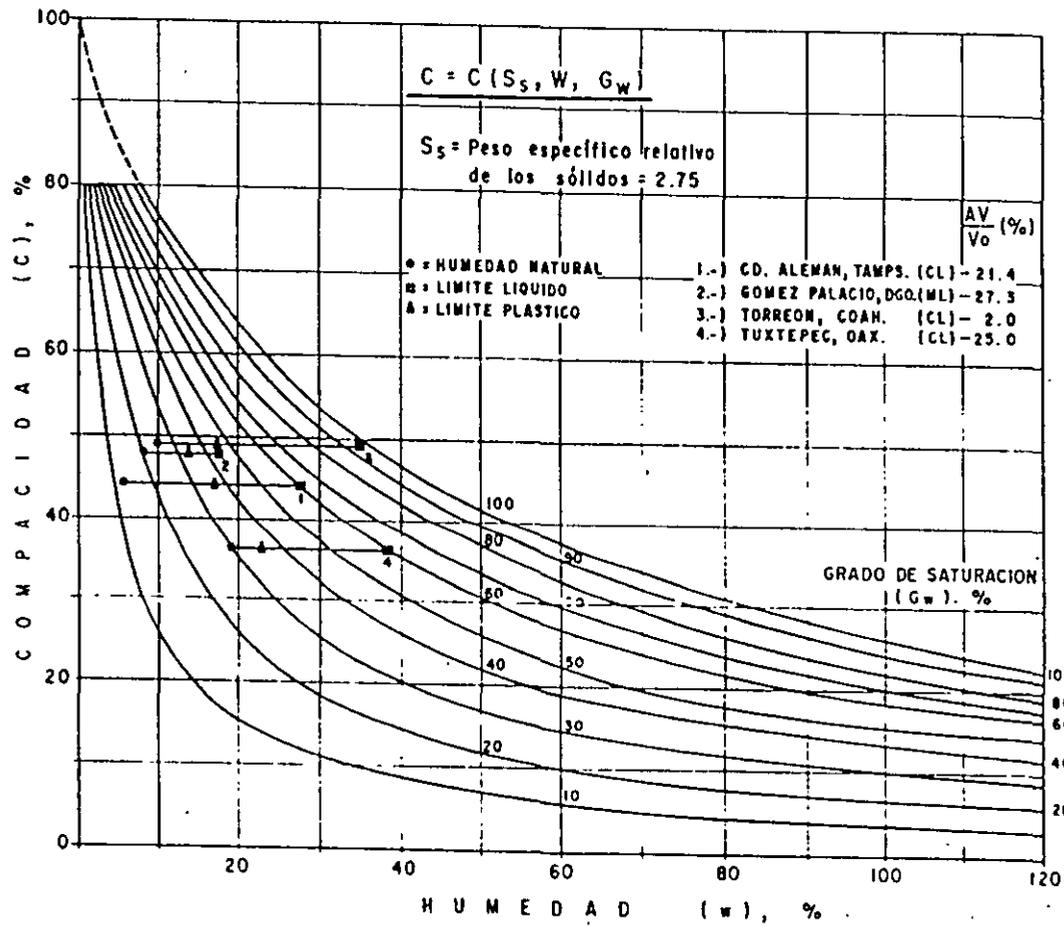
LAMINA II-(Ref. 14)



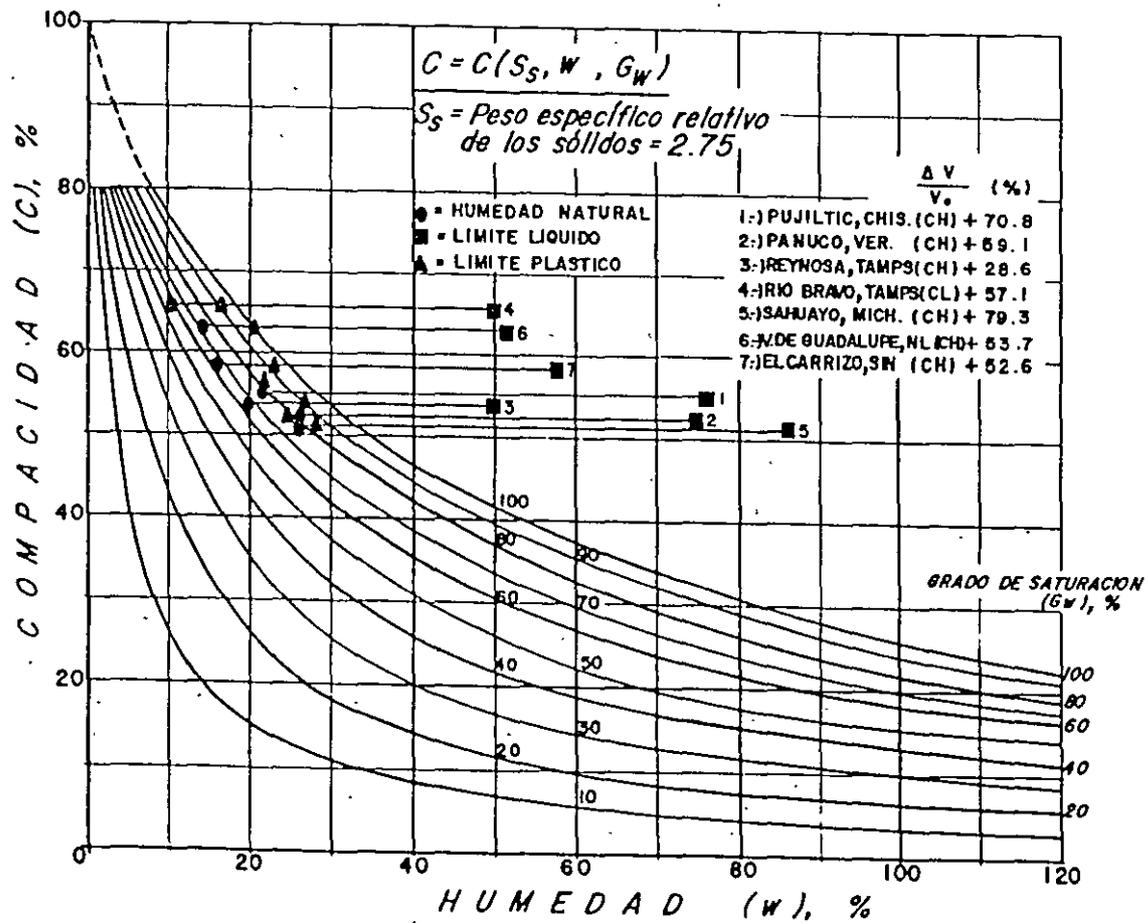
LAMINA 12 (Ref. II)



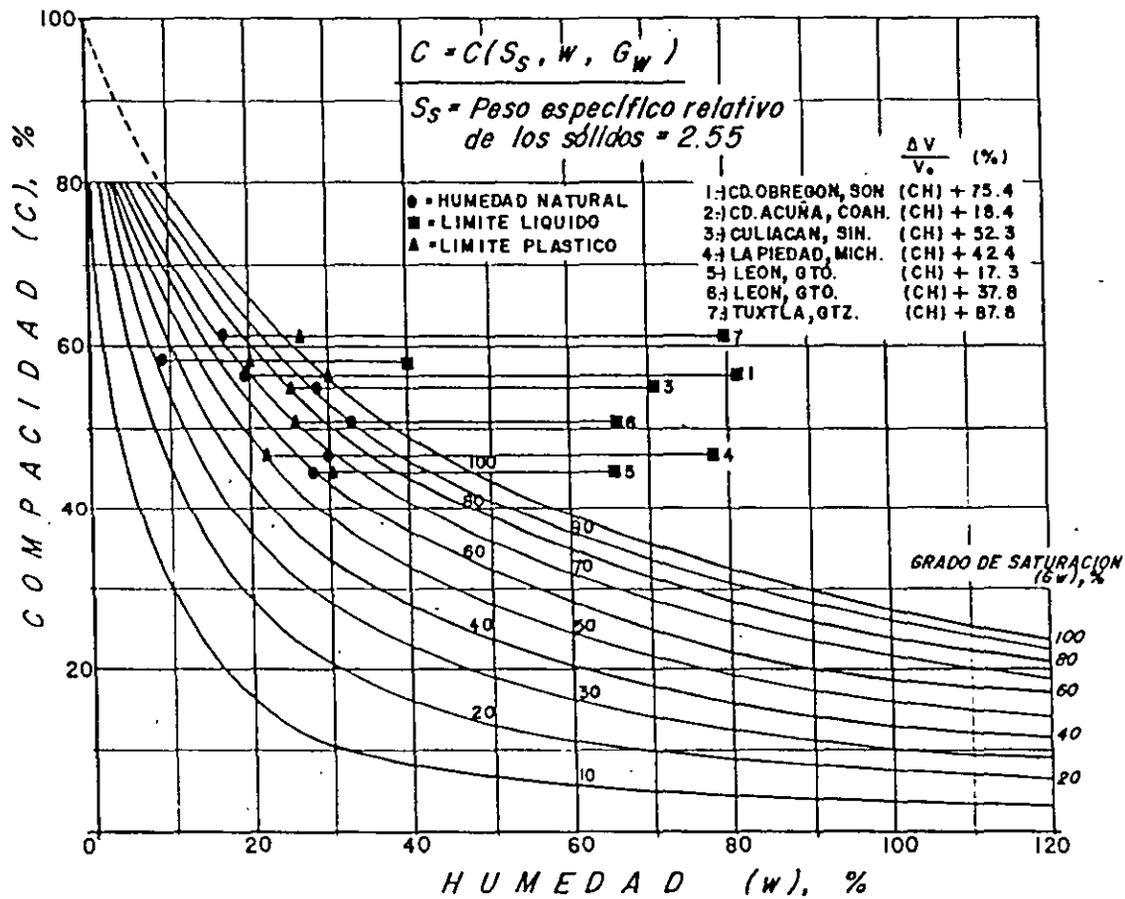
LAMINA 13 (Ref. 11)



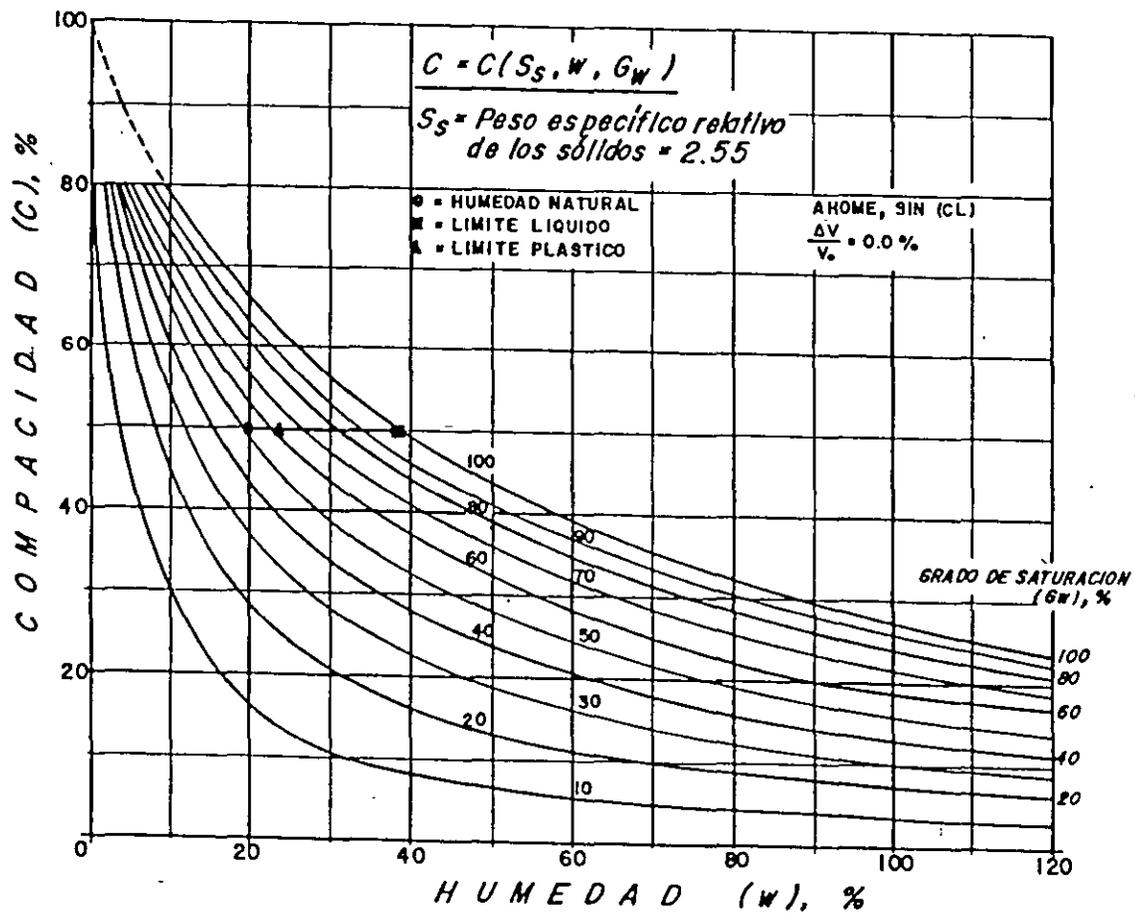
LAMINA 14 (Ref. 22)



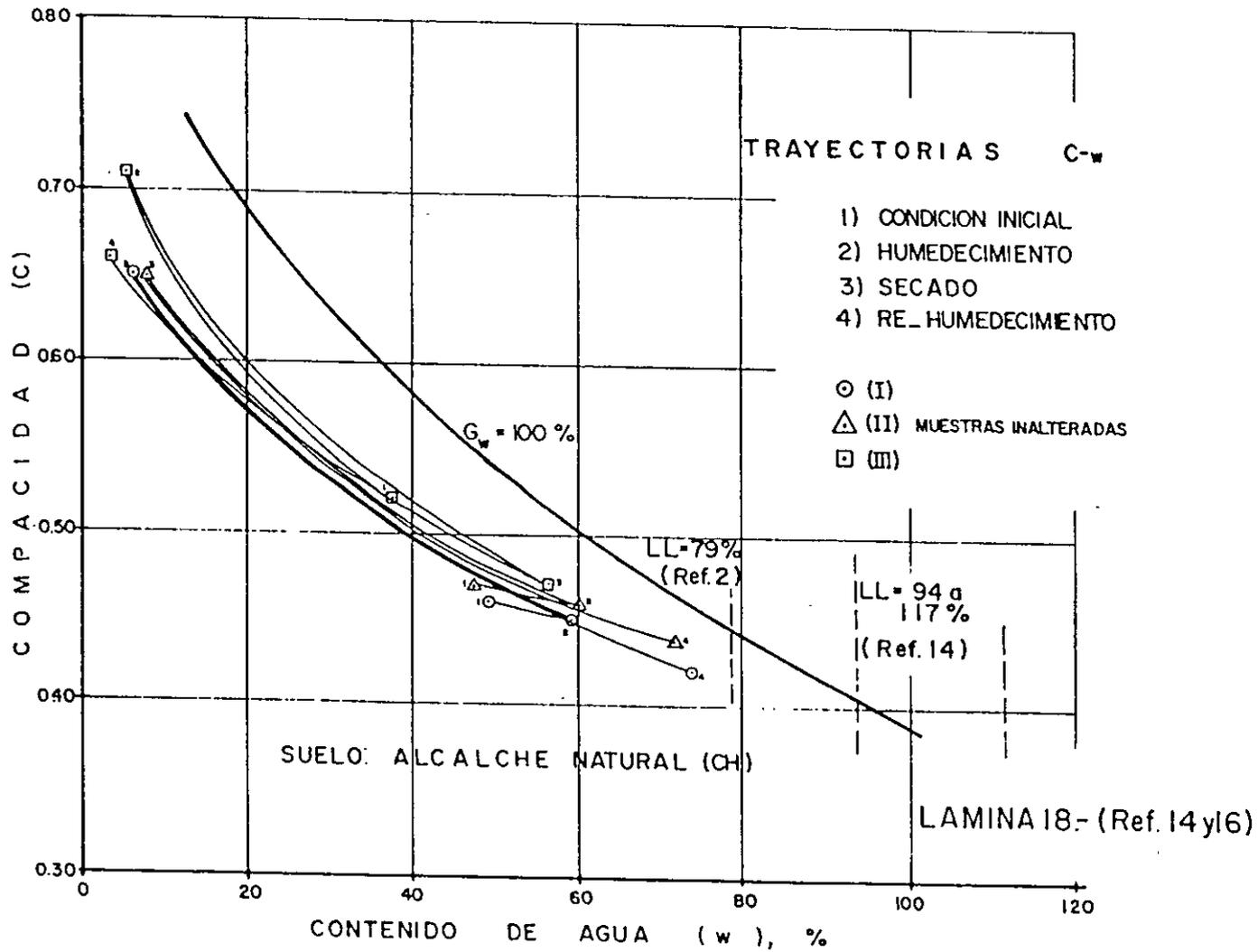
LAMINA 15 (Ref. 22)

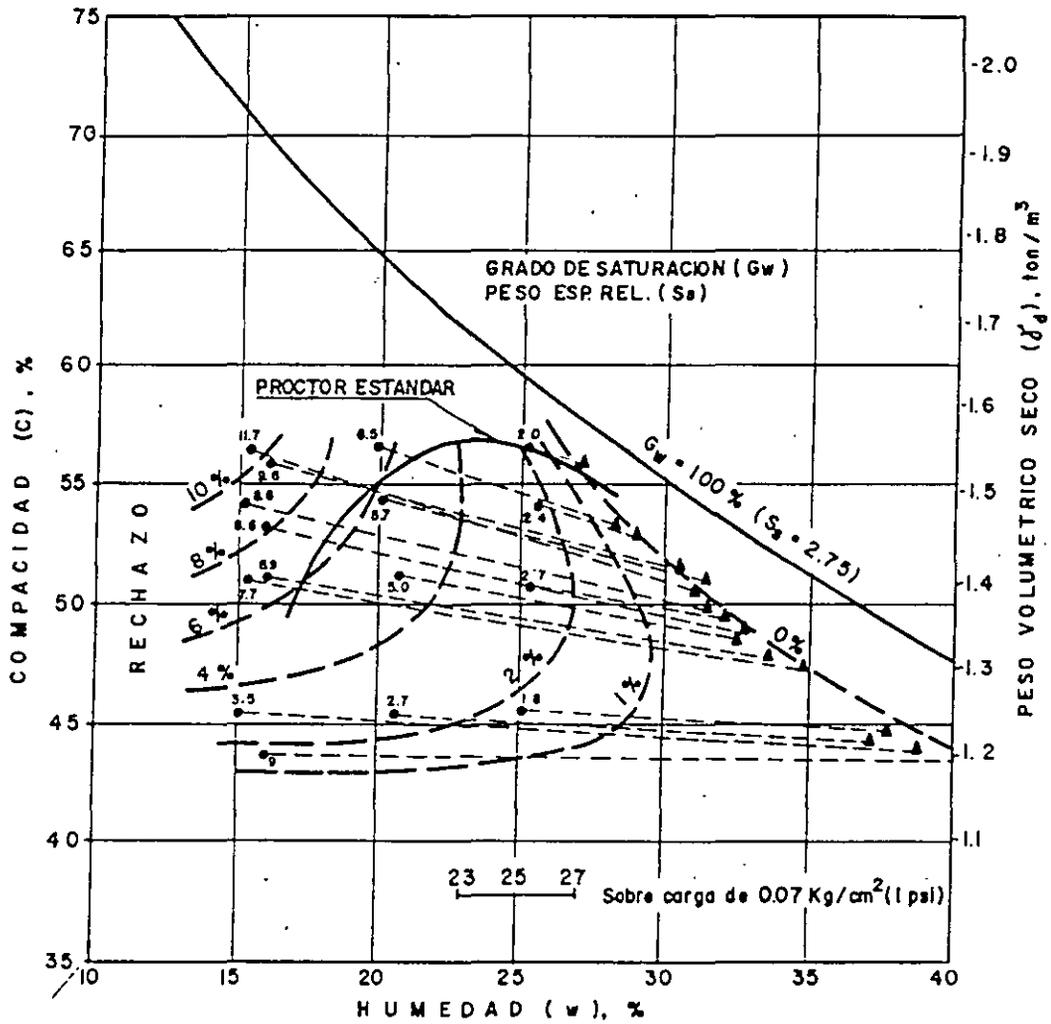


LAMINA 16 (Ref. 22)

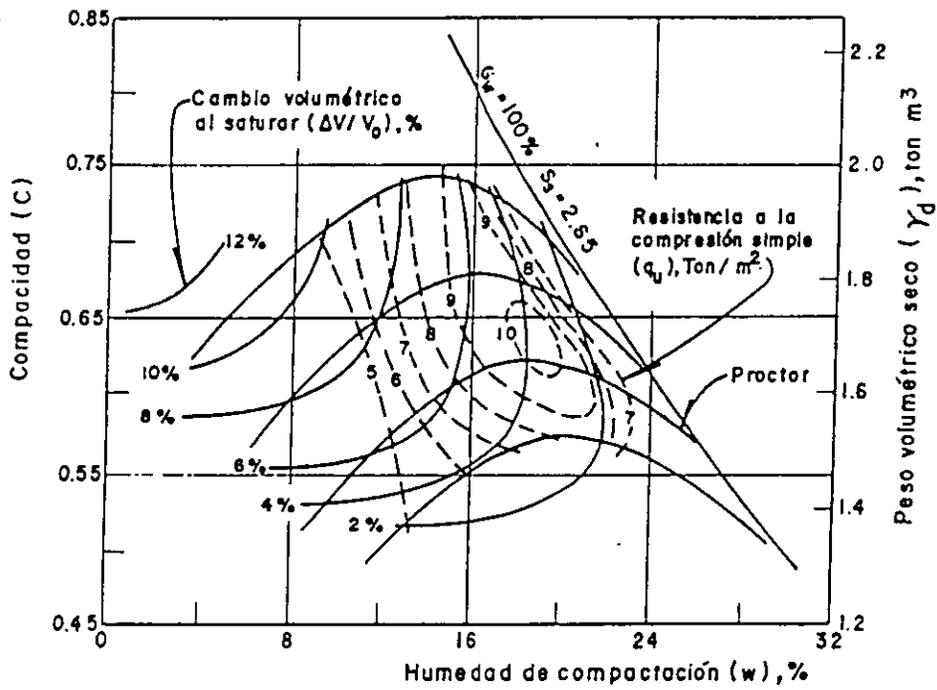


LAMINA 17 (Ref. 22)



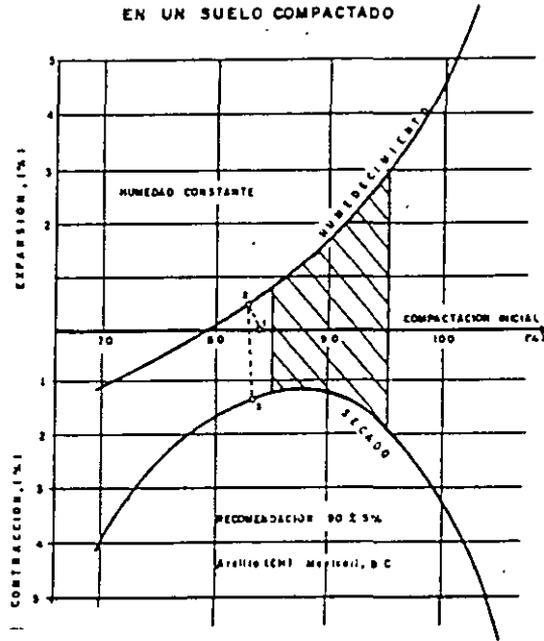


CAMBIOS VOLUMÉTRICOS EN UN SUELO COMPACTADO (SUELO A)
 LAMINA 25.- (Ref. 7)



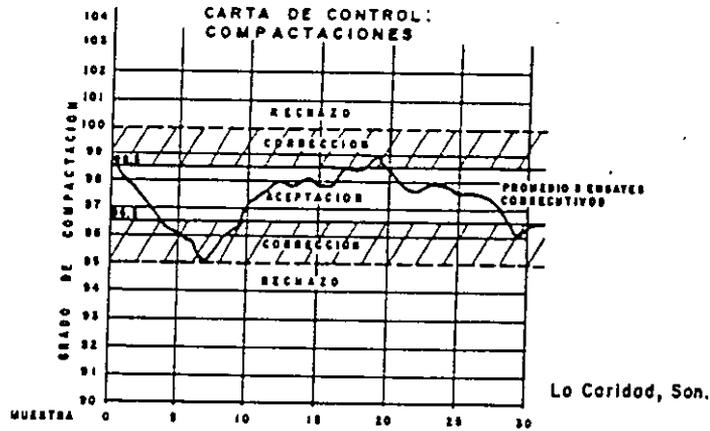
LAMINA 26: RELACION ENTRE C , w , $\Delta V/V_0$ Y q_u (Ref. 4)

CAMBIOS VOLUMETRICOS
EN UN SUELO COMPACTADO



LAMINA 27 (Ref. 12)

CARTA DE CONTROL:
COMPACTACIONES



LAMINA 28 (Ref. 12)

**División de Educación Continua-Facultad de
Ingeniería-UNAM**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCION Y
CONTRUCCION DE CARRETERAS**

**“CRITERIOS BASICOS PARA
REVESTIMIENTOS ASFALTICOS DE
CANALES EN MEXICO”**

M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo

**México, D.F.
9 de Noviembre de 1999**

CRITERIOS BASICOS PARA REVESTIMIENTOS ASFALTICOS DE CANALES EN MEXICO

INDICE

	PAG.
RESUMEN	1
1. DEFINICIONES MAS IMPORTANTES	1
2. PRINCIPAL FINALIDAD BUSCADA	2
3. REQUISITOS BASICOS POR SATISFACER	2
4. PROPIEDADES FUNDAMENTALES DEL REVESTIMIENTO ASFALTICO IMPERMEABLE	3
5. PRINCIPALES FACTORES QUE GOBIERNAN LAS PROPIEDADES DEL REVESTIMIENTO ASFALTICO IMPERMEABLE	4
6. EL PROYECTO DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO ASFALTICO PARA LA CAPA IMPERMEABLE	4
7. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	6
8. CARACTERISTICAS Y COMPORTAMIENTO DEL CANAL "INDEPENDENCIA"	7
9. REFERENCIAS	7
TABLAS	
LAMINAS	

CRITERIOS BASICOS PARA REVESTIMIENTOS ASFALTICOS DE CANALES EN MEXICO

M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo

RESUMEN (Refs. 1 a 13)

Se describen algunos conceptos fundamentales, a juicio del autor, referentes al proyecto y la construcción de los revestimientos impermeables de concreto asfáltico para canales y otras obras hidráulicas. También se hace referencia al Canal Alimentador del Norte en el Distrito de Riego # 14, Río Colorado, B.C. y Son., construido entre 1971 y 1973, y actualmente operado bajo la normatividad de la Comisión Nacional del Agua (CNA).

Los conceptos tratados se refieren a lo siguiente: definiciones más importantes, principal finalidad buscada, requisitos básicos por satisfacer, propiedades fundamentales del revestimiento impermeable, principales factores que gobiernan las propiedades del revestimiento impermeable, proyecto de las mezclas de concreto asfáltico para la capa impermeable, procedimiento constructivo, y características y comportamiento del Canal "Independencia".

Se propone una expresión para dimensionar racionalmente el revestimiento impermeable, en función de la pérdida unitaria por infiltración (R), el espesor de la capa impermeable (e) y el coeficiente de permeabilidad (k) de la misma. Se hace hincapié en la necesidad de "cimentar" las propiedades del revestimiento en una base de apoyo firme y homogénea, con un sistema eficiente de subdrenaje.

Se analizan los factores que controlan las propiedades del revestimiento, haciéndose énfasis en la importancia que tiene la ausencia de grietas y fisuras para asegurar la impermeabilidad del revestimiento. Se hace destacar la necesidad de balancear la plasticidad y la rigidez del concreto asfáltico para lograr la flexibilidad y la estabilidad en el talud respectivas, conforme a la economía gobernante, que también controla a la durabilidad.

Se hace una somera descripción sobre el proyecto de las mezclas y el procedimiento de construcción.

1. DEFINICIONES MAS IMPORTANTES (Refs. 6 y 11)

a) Concreto asfáltico. Es una mezcla controlada de cemento asfáltico y agregados minerales (grava-arena-finos). Esta mezcla se elabora, en caliente, en una planta central y debe tener la manejabilidad adecuada que permita su tendido para alcanzar la compacidad prevista.

b) Base. Es la capa de material friccionante (grava-arena) o concreto asfáltico (base asfáltica), colocada sobre las terracerías, para proporcionar un soporte firme y homogéneo a la capa impermeable. Asimismo, puede servir simultáneamente como capa filtrante o drenante, si se proyecta para tal función.

c) Capa impermeable. Es la capa de concreto asfáltico denso, colocada directamente sobre la base (granular o asfáltica, permeable o impermeable), para proporcionar un recubrimiento impermeable, durable, flexible, estable en el talud, resistente a la erosión y económico.

d) Revestimiento asfáltico impermeable. Está constituido por una base (generalmente asfáltica, permeable o impermeable) y una capa impermeable de concreto asfáltico.

e) Compacidad. Es la relación entre el volumen de sólidos y el volumen total de concreto asfáltico, o sea: la concentración de sólidos por unidad de volumen.

2. PRINCIPAL FINALIDAD BUSCADA (Ref. 6)

“LOGRAR UN REVESTIMIENTO DE CONCRETO ASFALTICO CON EL MAXIMO DE IMPERMEABILIDAD, DURABILIDAD, ESTABILIDAD EN EL TALUD, FLEXIBILIDAD, RESISTENCIA A LA EROSION Y ECONOMIA”.

Las propiedades directrices en el proyecto de las mezclas de concreto asfáltico son la impermeabilidad y la durabilidad, a las cuales se subordinan la flexibilidad, la estabilidad en el talud y la resistencia a la erosión. En el Capítulo 4 se describen con más amplitud estas propiedades, así como la interrelación que hay entre ellas y otras conexas.

3. REQUISITOS BASICOS POR SATISFACER (Refs. 2 y 6)

Primero. “ASEGURAR QUE LAS FILTRACIONES DEL CANAL SEAN MENORES QUE LAS ECONOMICAMENTE ADMISIBLES, CON EL ESPESOR Y EL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD REALES ESPERADOS DE LA CAPA IMPERMEABLE”.

Para relacionar estos conceptos, el autor propone la siguiente expresión:

$$k = R e \quad (1)$$

donde:

k = coeficiente de permeabilidad de la capa impermeable, en m/día

e = espesor de la capa impermeable, en m

R = pérdida unitaria por infiltración, en m/m/día (lámina de agua infiltrada/tirante del canal/día)

Para fines de proyecto se puede asignar a R un valor medio de 0.005 m/m/día.

Segundo: “EVITAR LA FORMACION DE GRIETAS Y FISURAS EN LA CAPA IMPERMEABLE, A FIN DE GARANTIZAR LA IMPERMEABILIDAD EXIGIDA POR EL REQUISITO PRIMERO”. Esto se logra mediante:

- Una base firme y homogénea, que absorba los movimientos diferenciales del terreno de sustentación.
- Un aumento en la fricción interna del concreto asfáltico, que reduzca al mínimo el flujo plástico en el talud, es decir: aumentar al máximo la estabilidad en el talud.
- Una mezcla suficientemente plástica y manejable durante su rodillado, para lograr la flexibilidad y la compacidad previstas, compatibles con la rigidez del concreto asfáltico exigida por la "estabilidad en el talud".

La experiencia ha demostrado que la correcta ejecución de un revestimiento asfáltico impermeable es función directa del nivel de calidad de la base, con un sistema eficiente de subdrenaje. El máximo nivel de calidad de esta base corresponde al de la asfáltica (con grava semitriturada).

Tercero: "ASEGURAR LA ADHERENCIA DE LOS AGREGADOS CON EL CEMENTO ASFALTICO, PARA QUE LA IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO ASFALTICO SE MANTENGA DURANTE LA VIDA ECONOMICA ASIGNADA AL REVESTIMIENTO".

Este requisito se refiere a la durabilidad del concreto asfáltico. Mientras mayor sea la basicidad de los agregados (B_a) y los contenidos de cal (C_c) y de triturado (C_t) en las mezclas, la adherencia con el cemento asfáltico se incrementa notablemente. Desde el punto de vista "durabilidad del concreto asfáltico", son preferibles los cementos asfálticos blandos (mayor penetración, v.gr. 85/100 grados) que los duros (menor penetración, v.gr. 40/50 grados), porque necesitan más tiempo para endurecerse (oxidarse). La dureza del cemento asfáltico (D_c) debe seleccionarse según la temperatura del medio ambiente (T_a) esperada, el contenido de triturado (C_t) máximo y por último, la relación beneficio/costo actualizado (B/C) que convenga a la economía de la obra (Tabla 1). En general, es más recomendable el cemento asfáltico de 60/70 grados en los taludes que el de 85/100 grados, principalmente por razones de estabilidad; en la plantilla pueden utilizarse cementos asfálticos más blandos.

En los Capítulos 4 y 5 se hace una descripción más amplia sobre las propiedades del revestimiento impermeable de concreto asfáltico y los factores que gobiernan su proyecto, respectivamente.

4. PROPIEDADES FUNDAMENTALES DEL REVESTIMIENTO ASFALTICO IMPERMEABLE (Ref. 2 y 6)

De acuerdo con lo descrito en los Capítulos 2 y 3, se ha preparado la Lámina 1 para representar e ilustrar esquemáticamente la relación que hay entre las propiedades que deben lograrse en un revestimiento impermeable de concreto asfáltico. Todo el conjunto de propiedades debe estar "cimentado" en una BASE FIRME Y HOMOGENEA; de no ser así, los párrafos que siguen "carecen de significado".

La propiedad fundamental es la IMPERMEABILIDAD, que se logra con una alta COMPACIDAD del concreto asfáltico, obtenida con la MANEJABILIDAD adecuada de la mezcla. No basta que el revestimiento sea impermeable, sino que debe estar ausente de

grietas y fisuras, causadas principalmente por la falta de FLEXIBILIDAD o de ESTABILIDAD EN EL TALUD.

La FLEXIBILIDAD del concreto asfáltico está íntimamente ligada a la PLASTICIDAD de la mezcla durante su rodillado; en cambio, la ESTABILIDAD EN EL TALUD depende fundamentalmente de la RIGIDEZ del concreto asfáltico "endurecido". Por lo tanto, la FLEXIBILIDAD y la ESTABILIDAD EN EL TALUD implican dos propiedades respectivamente contrarias: la PLASTICIDAD y la RIGIDEZ, cuyo balance debe definirse en función de la COMPACIDAD exigida y de la ECONOMIA limitante.

Íntimamente ligada a la IMPERMEABILIDAD se tiene la RESISTENCIA A LA EROSION, propiedad intrínseca generada por la RIGIDEZ del concreto asfáltico ya "endurecido".

La IMPERMEABILIDAD debe asegurarse (sin grietas ni fisuras) durante la vida considerada al revestimiento asfáltico en los estudios económicos, que traen consigo otra propiedad fundamental tan importante como la IMPERMEABILIDAD, o sea: la DURABILIDAD. Por consiguiente, la DURABILIDAD que se exija dependerá de las limitaciones impuestas por la ECONOMIA.

Cada una de estas propiedades se tratará en el Capítulo 5, a la luz de los principales factores que intervienen en su determinación.

5. PRINCIPALES FACTORES QUE GOBIERNAN LAS PROPIEDADES DEL REVESTIMIENTO ASFALTICO IMPERMEABLE (Ref. 6)

Estos factores están enlistados en la Tabla 1, y en la Tabla 2 se indica la manera como se afectan las propiedades con los factores dominantes. Por ejemplo: la mayor IMPERMEABILIDAD se obtiene básicamente aumentando " C_r ", " C_A ", " T_r ", " p_r " y " e ", y disminuyendo " k " y " n ". Cuando " T_a " es elevada, se propicia indirectamente el aumento en la IMPERMEABILIDAD. Mientras menor sea " R ", mayor IMPERMEABILIDAD se obtendrá también. La mayor COMPACIDAD se obtiene en forma similar a lo indicado para la IMPERMEABILIDAD. En otras palabras, a un grado de IMPERMEABILIDAD exigido corresponde una COMPACIDAD equivalente exigida. La mayor MANEJABILIDAD se logra esencialmente con menor " D_A ", " C_c " y " C_t ", y mayor " C_r ", " C_f ", " C_A ", " T_c ", " T_a " y " T_r ". Análogamente, se puede continuar el análisis para las demás propiedades.

6. EL PROYECTO DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO ASFALTICO PARA LA CAPA IMPERMEABLE (Ref. 6)

De acuerdo con el Capítulo 2, la impermeabilidad y la durabilidad son las propiedades directrices de proyecto, subordinándose la flexibilidad, la estabilidad en el talud y la resistencia a la erosión, propiedades ya tratadas en los Capítulos precedentes. Sin embargo, desde el punto de vista "proyecto de las mezclas", conviene insistir en ciertos conceptos importantes que se irán introduciendo en los párrafos subsecuentes.

Una vez que se ha fijado el valor de " R ", se dimensiona " e " y " k " teórico (fórmula 1), para proceder a la obtención de " k " real en función de las propiedades de la mezcla

asfáltica y de los factores “ T_r ” y “ p_r ”. Por consiguiente, el grado de impermeabilidad exigido es función directa de “ k ” y “ e ”, pero de nada sirve satisfacer esto si no se evitan las grietas y fisuras provocadas esencialmente por la heterogeneidad en la calidad de las terracerías. Para eso es la base: dar firmeza y homogeneidad de sustentación a la capa impermeable, a fin de reducir al mínimo su agrietamiento y fisuramiento. Otra causa importante de agrietamiento es la falta de fricción interna del concreto asfáltico en el talud, que trae como consecuencia el escurrimiento (fluencia o flujo plástico) del revestimiento, con grietas de magnitud creciente con el tiempo. La estabilidad en el talud es una propiedad subordinada, pero no desligada de la impermeabilidad.

La impermeabilidad se debe juzgar mediante correlaciones entre valores de “ R ” (obtenidos de estanques de prueba), “ k ” (medidos con un permeámetro en “corazones”) y “ e ” (medidos en “corazones”), así como entre “ k ” y “ n ” (porosidad = volumen de vacíos/volumen total), según se indica a continuación:

$$k = f_1 (C) = f_2 (n) \quad (2)$$

donde:

C = compacidad = volumen de sólidos/volumen total; $n = 1 - C$

Ahora bien, a un grado de impermeabilidad exigido, corresponde una compacidad equivalente exigida, según se ha establecido en el Capítulo 5. Por eso conviene tener las correlaciones entre “ k ” y “ n ” (ó “ C ”).

Una compacidad baja (o porosidad alta) propicia la formación de grietas y fisuras en el talud. También el agrietamiento en el talud es causado por la falta de plasticidad en la mezcla al rodillar, ya sea por la escasez de finos o de cemento asfáltico, o por temperatura demasiado baja. El exceso de peso de los rodillos también propicia el agrietamiento o fisuramiento del concreto asfáltico; otras causas de formación de grietas y fisuras se presentan en la Ref. 3. Por lo tanto, en el proyecto de las mezclas se deben ligar íntimamente los factores incluidos en la siguiente ecuación:

$$n = f (C_A, C_f, T_r, p_r) \quad (3)$$

donde:

- C_A = contenido de cemento asfáltico
- C_f = contenido de finos
- T_r = temperatura de rodillado de la mezcla
- p_r = presión de rodillado

Las fórmulas (2) y (3) tienen una representación gráfica similar a la mostrada en la Lámina 2. El éxito del buen proyecto de la mezcla con una granulometría dada depende del mejor balance entre los factores C_A , C_f , T_r , p_r , además del contenido de triturado (C_t) en la mezcla, que aumenta la resistencia al flujo plástico (estabilidad) en el talud. Los límites granulométricos recomendados para los agregados se ilustra en la Ref. 6.

La adherencia entre los agregados y el cemento asfáltico debe asegurarse en todos los casos. Se recomienda la prueba de inmersión-compresión (adherencia Duriez o pérdida de resistencia por saturación) descrita en la Ref. 5. Se acostumbra aceptar mezclas para capa impermeable cuando la pérdida de resistencia por saturación es menor de 10 %. En la Ref. 5 se describen también otras pruebas de laboratorio, como la flexibilidad y la estabilidad en el talud. Esta, por su importancia, conviene describirla a continuación:

Se reproducen en el laboratorio las condiciones aproximadas que tendrá el revestimiento, principalmente la composición del concreto asfáltico, el espesor de la capa impermeable (e), la inclinación del talud (θ) y la temperatura del medio ambiente (T_a). La evolución del flujo plástico (escurrimiento o fluencia, "f") con el tiempo ayuda a calificar la estabilidad en el talud (Lámina 3). Cuando la gráfica tiene a ser asintótica entre el segundo y el séptimo día (f_2^7), se acepta la mezcla propuesta. El criterio aceptado por la SARH es que $f_2^7 \leq 10/100$ mm.

7. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO (Ref. 10)

Haciendo referencia al Canal Alimentador del Norte ("Independencia"), construido entre 1971 y mediados de 1973 por la empresa Compañía Contratista Nacional, S.A. de C.V. (COCONAL), la secuencia de actividades para el revestimiento asfáltico se puede sintetizar en las siguientes:

- a) Recorte y afine de las terracerías.
- b) "Rodillado" de las terracerías. Su finalidad fue garantizar el apoyo homogéneo para el revestimiento asfáltico.
- c) Riego esterilizante. Consistió en la aplicación de clorato de poliboro, esparcido en seco, mediante un rodillo hueco perforado, a razón de 0.5 kg/m^2 .
- d) Tendido y compactación de la base asfáltica arenosa en la plantilla.
- e) Tendido y compactación de la base asfáltica. Se utilizó el procedimiento de tendido longitudinal con una máquina especial para taludes, sin juntas, salvo las "frías" de construcción. La compactación de la base se logró por medio de dos rodillos lisos, accionados eléctrica e hidráulicamente. El rodillo que pasaba primero tenía un peso de 1.2 t; posteriormente, se utilizaba un segundo rodillo (1 t), con el fin de borrar las huellas del primero.
- f) Tendido y compactación de la capa impermeable en el talud. El procedimiento seguido fue similar al del inciso e.
- g) Tendido y compactación de la capa impermeable en la plantilla. En este caso, se utilizaron equipos convencionales.

8. CARACTERISTICAS Y COMPORTAMIENTO DEL CANAL "INDEPENDENCIA" (Refs. 6 a 13)

El revestimiento asfáltico del Canal "Independencia" (denominado anteriormente "Alimentador del Norte") fue el primero de su tipo que se construyó en México. Este Canal, de 27 km de longitud, pertenece al Distrito de Riego # 14, el cual comprende los Valles de Mexicali, B.C.N., y San Luis Río Colorado, Son. Se decidió construir el revestimiento flexible (concreto asfáltico sin juntas), en comparación con el rígido (concreto hidráulico con juntas), por la naturaleza inestable de los suelos de cimentación (limos colapsables y arcillas expansivas, Ref. 1).

En 1968, por instrucciones del Ing. Francisco Mendoza von Borstel (entonces Ingeniero en Jefe de Irrigación y Control de Ríos de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. SRH), los Ings. Carlos Jesús Orozco y Orozco y Raúl Vicente Orozco Santoyo realizaron el proyecto del revestimiento asfáltico, tomando como base la experiencia adquirida en los Estados Unidos de América y Francia, principalmente (Refs. 1 a 3).

La construcción del Canal comenzó en 1971 y se concluyó a mediados de 1973. Esta obra fue adjudicada a COCONAL, con el apoyo de los Ings. Enrique Lona Valenzuela, Mario López de la Oliva y José Arias Dufourcq, y se realizó bajo la supervisión de la Gerencia de Obras del Distrito de Riego # 14 de la SRH, a cargo del Ing. Benjamín Granados Domínguez, siendo los Ings. Eugenio Laris Alanís y Jorge Cabezut Boo, los Directores de Proyectos y Construcción de Grande Irrigación, respectivamente. En el transcurso de la construcción, se contó con el apoyo técnico del Departamento de Ingeniería Experimental de la SRH, a través del Ing. Antonio Mosqueda Tinoco.

Las características generales del Canal "Independencia" son las siguientes (Ref. 3):

Caudal máximo:	40 m ³ /s
Superficie de riego:	35,000 Ha
Longitud:	27 km
Anchura de plantilla:	3.5 a 8.0 m
Tirante máximo:	2.6 m
Taludes internos:	2:1
Anchura de la corona en los bordos:	6 m

Cabe resaltar que este Canal se encuentra situado en una zona en donde las temperaturas máximas, durante el verano, suelen exceder los 45 °C.

9. REFERENCIAS

1) Orozco y Orozco, Carlos Jesús, y Orozco Santoyo, Raúl Vicente. "Informe Geotécnico Preliminar, Distrito de Riego # 14, Río Colorado, B.C.N", presentado a la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), Mexicali, B.C.N., 1968.

2) Orozco Santoyo, Raúl Vicente. "Revestimiento de Concreto Asfáltico para Canales", presentado en la Primera Reunión Nacional de Residentes de Zonas de Riego", Secretaría de Recursos Hidráulicos, Mexicali, B.C.N., 1971.

3) Orozco Santoyo, Raúl Vicente. "Primer Informe sobre el Revestimiento de Concreto Asfáltico en el Canal Alimentador del Norte, Distrito de Riego # 14, Río Colorado, B.C. y Son.", preparado para el Ing. Antonio Peter Veres, Director General de Irrigación y Control de Ríos-SRH. Junio, 1972.

4) Arias Dufourcq, José, y Orozco Santoyo, Raúl Vicente. "Utilización de Concreto Asfáltico como Revestimiento Impermeable para Canales y Estanques", presentado en la Primera Reunión Nacional de Obras Hidráulicas de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción (CNIC), México, D.F., 1972.

5) Orozco Santoyo, Raúl Vicente y Arias Dufourcq, José. "Proyecto y Construcción del Revestimiento de Concreto Asfáltico en el Canal Alimentador del Norte, B.C.", presentado en la Primera Reunión Nacional de Obras Hidráulicas de la CNIC, México, D.F., 1972

6) Orozco Santoyo, Raúl Vicente. "Algunos Aspectos sobre los Revestimientos Impermeables de Concreto Asfáltico para Canales", presentado en el Segundo Congreso Nacional de Hidráulica, Asociación Nacional de Hidráulica, Culiacán y Mazatlán, Sin., 1972.

7) SRH, Dirección General de Irrigación y Control de Ríos. "Revestimiento con Concreto Asfáltico del Canal Alimentador del Norte, Distrito de Riego # 14, Mexicali. B.C.". México, D.F., 1973.

8) Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C. (SMMS). "Experiencias en Dinámica de Suelos", Sesión V de la X Reunión Nacional de Mecánica de Suelos (Tomo II), Morelia, Mich., 1980.

9) Jaime Paredes, Alberto. "Comportamiento Dinámico de Suelos", X Reunión Nacional de Mecánica de Suelos (Tomo 1), SMMS, Morelia, Mich., 1980.

10) Orozco Santoyo, Raúl Vicente y Torres Verdín, Víctor. "Revestimiento Asfáltico del Canal "Independencia", B.C.N. y Sonora, México", IV Congreso Iberoamericano del Asfalto, Tomo I, 1987.

11) Orozco Santoyo, Raúl Vicente. "Revestimiento de Concreto Asfáltico para Canales", Artículo publicado en la Revista de la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, Número 12, Julio-Diciembre, 1996.

12) Orozco Santoyo, Raúl Vicente. Conferencia: "Revestimiento Asfáltico para Obras Hidráulicas", Asociación Mexicana del Asfalto, A.C. y Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, México, D.F., 1998.

13) Orozco Santoyo, Raúl Vicente. Conferencia: "Experiencias Mexicanas del Uso del Concreto Asfáltico en Obras Hidráulicas". Consultivo Técnico de la Comisión Nacional del Agua y Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). Asociación Mexicana del Asfalto, A.C. México, D.F., Noviembre, 1998.

14) Orozco Santoyo, Raúl Vicente. "Criterios Básicos para Revestimientos Asfálticos de Canales en México". Primer Congreso Nacional del Asfalto. Asociación Mexicana del Asfalto, A.C., México, D.F., Agosto, 1999.

**PRINCIPALES FACTORES QUE GOBIERNAN LAS PROPIEDADES
DEL REVESTIMIENTO ASFALTICO IMPERMEABLE**

No.	SIMBOLO	FACTOR
(1)	(2)	(3)
1	B _a	Basicidad de los agregados minerales
2	D _a	Dureza del cemento asfáltico (penetración)
3	C _c	Contenido de cal
4	C _t	Contenido de triturado (grava más arena)
5	C _g	Contenido de grava (redondeada más triturada)
6	C _a	Contenido de arena (redondeada más triturada)
7	C _r	Contenido de arena fina redondeada
8	C _f	Contenido de finos
9	C _A	Contenido de cemento asfáltico
10	T _e	Temperatura de elaboración de la mezcla
11	T _c	Temperatura de colocación de la mezcla
12	T _a	Temperatura del medio ambiente
13	T _r	Temperatura de rodillado de la mezcla
14	P _r	Presión de rodillado de la mezcla
15	R	Pérdida unitaria por infiltración
16	e	Espesor de la capa impermeable
17	k	Coefficiente de permeabilidad de la capa impermeable
18	n	Porosidad de la capa impermeable
19	B/C	Relación beneficio/costo actualizada
20	θ	Angulo de inclinación del talud

Tabla 1

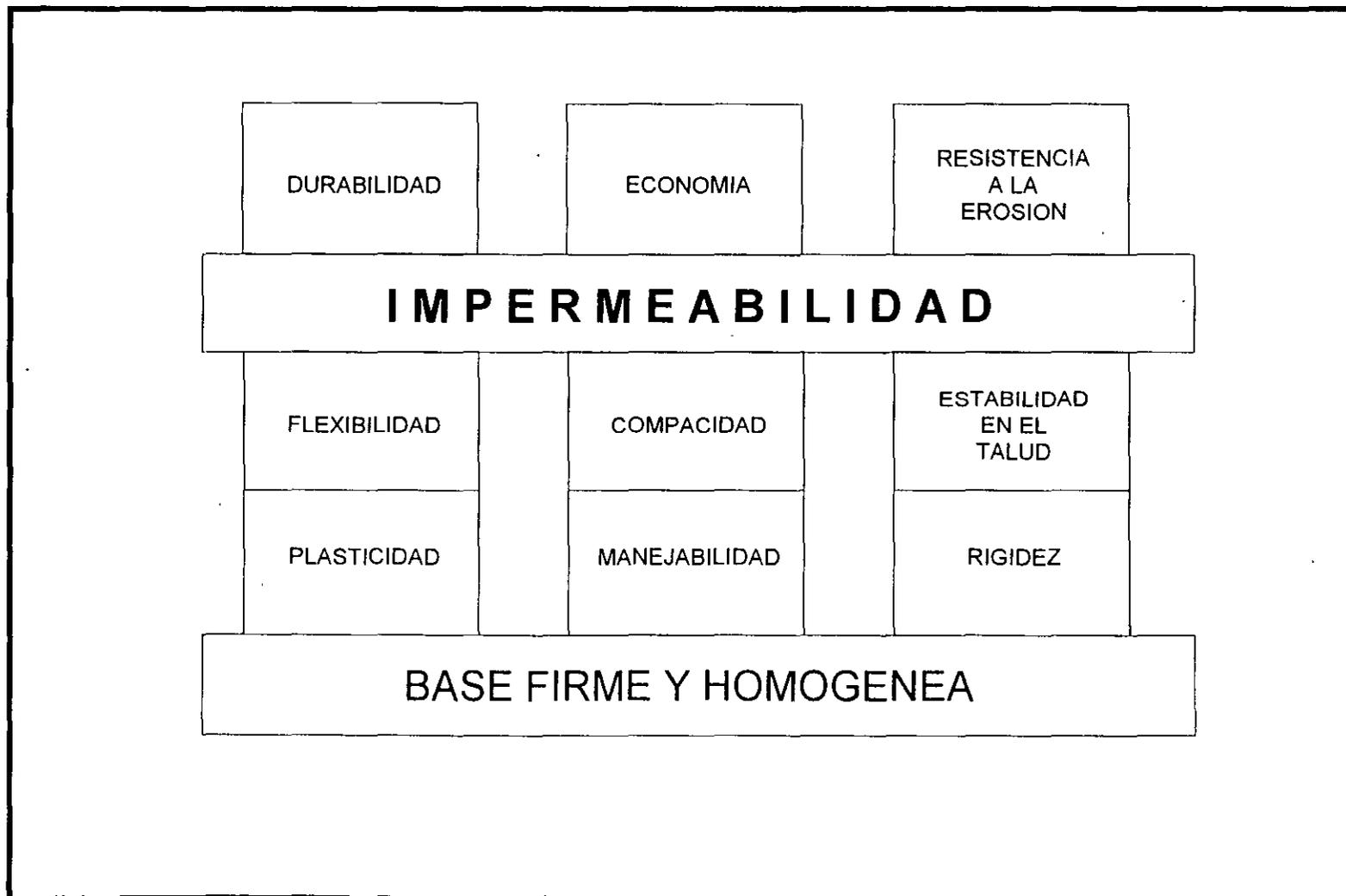
**INTERRELACION ENTRE LAS PROPIEDADES DEL REVESTIMIENTO IMPERMEABLE
Y LOS PRINCIPALES FACTORES QUE LAS GOBIERNAN**

FACTOR	B _a	D _a	C _c	C _t	C _g	C _a	C _r	C _f	C _A	T _e	T _c	T _a	T _r	p _r	R	e	k	n	B/C	θ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
> Impermeabilidad								>	>			>	>	>	<	>	<	<		
> Compacidad								>	>			>	>	>	<	>	<	<		
> Manejabilidad		<	<	<			>	>	>		>	>	>							
> Flexibilidad		<	<	<	<	>	>	>	>	<		>	>	<		>	>	>		
> Plasticidad		<	<	<	<	>	>	>	>	<		>	>	<						
> Est. en el talud		>	>	>	>	<	<	<	<	>		<		>		<	<	<	!	<
> Rigidez		>	>	>	>	<	<	<	<	>		<		>						
> Resist. a la erosión		>	>	>	>	<	<	<	<							>				
> Durabilidad	>	<	>	>				>	>	<										
> Economía																				>

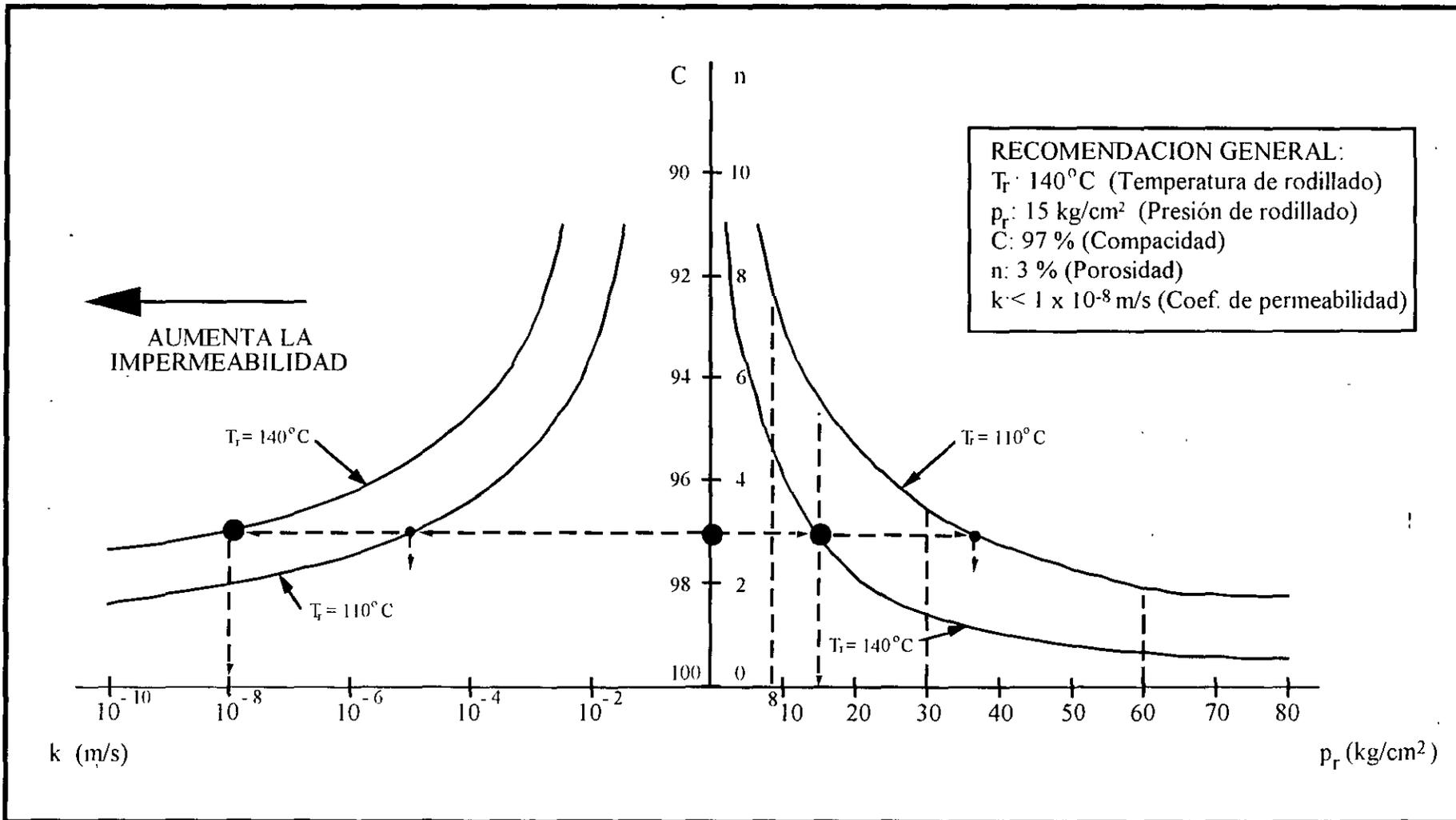
Tabla 2

OBSERVACION: Los simbolos > y < representan: a mayor... y a menor... Los simbolos de los factores están en la Tabla 1

PROPIEDADES FUNDAMENTALES DEL REVESTIMIENTO
IMPERMEABLE DE CONCRETO ASFALTICO



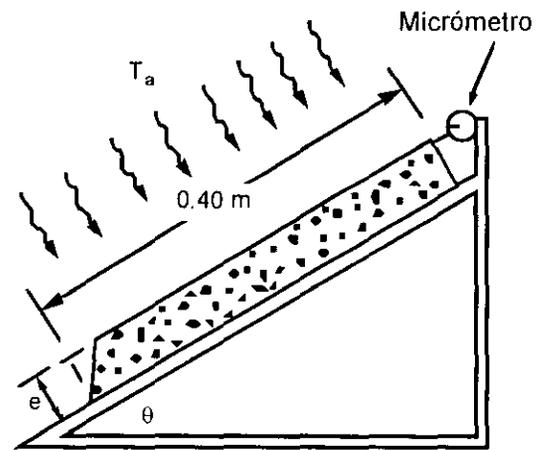
EFFECTO DE LA COMPACIDAD, LA TEMPERATURA Y LA PRESION DE RODILLADO EN LA IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO ASFALTICO



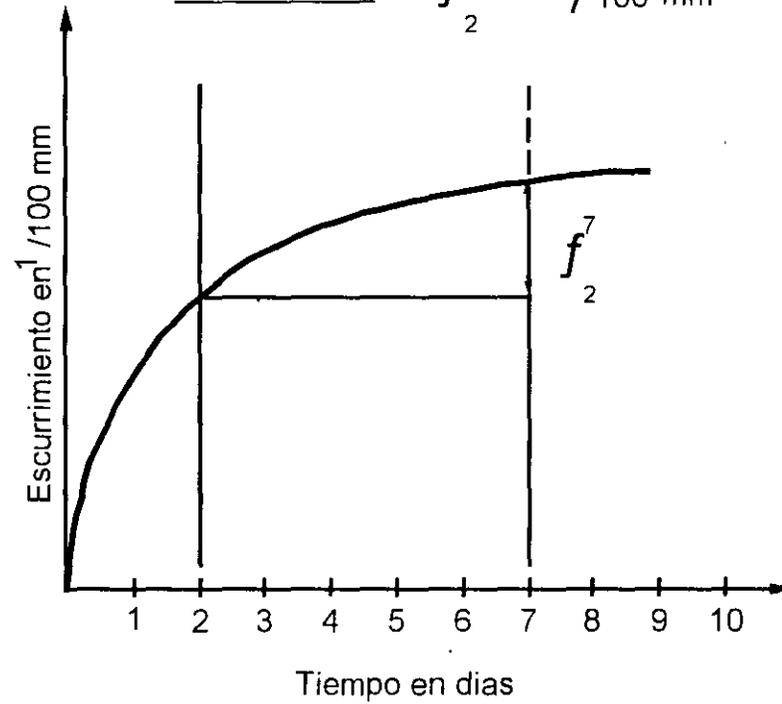
ESTABILIDAD EN EL TALUD

Placa cuadrada:
0.40 m lado

Temperatura:
60 a 70 °C



CONDICION: $f_2^7 \leq 10 / 100 \text{ mm}$



**División de Educación Continua-Facultad de
Ingeniería-UNAM**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCION Y
CONSERVACION DE CARRETERAS**

**“EVALUACION GEOTECNICA DE
PAVIMENTOS”**

M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo

**México, D.F.
9 de Noviembre de 1999**

EVALUACION GEOTECNICA DE PAVIMENTOS

INDICE

	PAG.
PROLOGO	1
INTRODUCCION	2
1. TENDENCIA MUNDIAL	3
2. CUALIDADES DEL PAVIMENTO	4
3. ESTRUCTURACIÓN DE PAVIMENTOS	4
4. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DETERIORO DEL PAVIMENTO	4
5. PRINCIPAL DETERIORO DEL PAVIMENTO	5
6. PREVENCIÓN DE LA FATIGA EN PAVIMENTOS	6
7. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES PARA PAVIMENTO	6
8. RECOMENDACIÓN GEOTÉCNICA FINAL	7
9. REFERENCIAS	8
LAMINAS	

EVALUACION GEOTECNICA DE PAVIMENTOS

PROLOGO

Me sentí muy halagado cuando me llamó el Ing. Javier Saborío Ulloa, para dictar la Conferencia que lleva su nombre en la tradicional Reunión Nacional instituida por él para los Laboratoristas Jefes de Grupo.

Acepté con todo cariño participar en la VIII Reunión Nacional que se llevará a cabo en la Cd. de Colima, Col., para honrar a mi gran amigo, Maestro en Ingeniería, profesor mío de Ferrocarriles y otras materias en la Universidad de Guadalajara, compañero de trabajo en los Laboratorios Regionales de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas en Guadalajara, Jal., y de estudios en la División del Doctorado en la UNAM durante el curso de especialización en Vías Terrestres, la maestría y el doctorado en Mecánica de Suelos, además de guía en la manera de entender el sentido de la vida.

Le sugerí varios temas para la Conferencia y quedamos en que se presentara la "Evaluación Geotécnica de Pavimentos", principalmente con métodos no destructivos, cuestión que siempre ha preocupado al Ing. Saborío en su carácter de investigador en diferentes ramas de la Ingeniería, como las estructuras, la mecánica de suelos, la topografía, la hidráulica, la ecología y muchísimas especialidades que él domina para el beneficio de las Vías Terrestres y otras obras de la Ingeniería Civil.

El tema que desarrollaré está enfocado a que los jóvenes conozcan lo que se está realizando en nuestro país sobre el apasionante tema del comportamiento de los pavimentos para carreteras, aeropistas y otras vialidades.

Espero que esta contribución sirva de homenaje a mi amigo Javier Saborío Ulloa, ejemplar ingeniero y amigo entrañable, pionero de la Geotecnia en México y promotor de los caminos sin importar su categoría: Federal, Estatal y rural o vecinal.

Desde antes de conocerlo en los Laboratorios y en la Universidad, ya tenía conocimiento de él a través de mi padre (Ing. Ernesto Orozco y Orozco), también pionero de los caminos mexicanos.

INTRODUCCION

Se entiende por evaluación geotécnica de pavimentos la valoración de su comportamiento tanto superficial como estructural, con un enfoque eminentemente geotécnico; es decir, considerar a todas las capas del pavimento, incluyendo su cimentación, como si fueran suelos.

De hecho, todas las fórmulas de la mecánica de suelos se aplican también a los concretos hidráulicos y a los asfálticos. Puede considerarse a un concreto asfáltico como un suelo que en lugar de agua contiene cemento asfáltico, cuyo peso específico relativo es similar al del agua; por otro lado, el conocimiento de los concretos asfálticos es mucho más complicado que el de los suelos, debido al efecto que la temperatura tiene en su comportamiento: Un concreto asfáltico frío es más rígido que si estuviera caliente. Los concretos asfálticos blandos generan roderas superficiales, las cuales algunas veces son de importancia, por ejemplo, cuando las roderas son muy profundas puede deberse a deficiencias estructurales en las capas inferiores del pavimento.

El concreto hidráulico también puede considerarse como un suelo que se endurece con el tiempo y su comportamiento también se explica con las fórmulas de la mecánica de suelos o la de rocas, es decir, de la geotecnia.

Debe recordarse que el vocablo *geotécnico* se refiere a la "técnica de la tierra" en su sentido más general, que abarca tanto la geología y las ciencias afines como a la mecánica de suelos, a la mecánica de rocas y a otras especialidades correlativas. Sin embargo, todo esto cae en el campo de la Ingeniería Civil.

La evaluación superficial de los pavimentos está íntimamente relacionada con la valoración de las irregularidades superficiales que existen desde el término de la construcción de las obras, para lo cual se recomienda utilizar un indicador que se denomina IRI (por sus siglas en inglés) que llamaremos Índice de Irregularidad Superficial, el cual expresa la suma acumulada de las microvariaciones en espesor por unidad de longitud. Cuando el IRI es nulo, significa que estamos sobre una mesa de billar cuya superficie es prácticamente lisa; en cambio, cuando el IRI tiene valores de 1 a 2 mm/m o m/km, como ocurre en las aeropistas o autopistas, quiere decir que la suma de irregularidades positivas y negativas por metro o por kilómetro permite transitar a los usuarios con seguridad y comodidad.

Los pilotos de aviación se quejan cuando hay brincos (valores altos de IRI) que causan alteraciones en los instrumentos o en algunas partes críticas de las aeronaves. Sabemos que las irregularidades provocan fuerzas dinámicas adicionales por vibraciones que reducen notablemente la vida de los pavimentos.

En la Lámina 1 (Orozco, 1999 a) se ilustra el efecto de la velocidad de operación de los vehículos en la vida útil del pavimento. Para una irregularidad superficial inicial dada (punto 1), si la velocidad de operación es baja (punto 2) resultará una vida útil determinada en el pavimento. Cuando la velocidad de operación aumenta (punto 3) habrá una reducción en la vida útil debido al efecto dinámico mencionado que reduce la capacidad estructural del pavimento. He ahí la importancia de la evaluación superficial de carácter geotécnico. Más adelante se ilustrará con transparencias el procedimiento para obtener el IRI y la profundidad de roderas, a partir de los perfiles o secciones continuas transversales del pavimento "deformadás", como si fuera una tomografía similar a la utilizada en las ciencias médicas.

Ahora bien, la evaluación estructural de los pavimentos implica la valoración de la capacidad de carga de las capas y su efecto a través del tiempo. En la Lámina 2 (Orozco, 1999a) se ilustra el efecto de la velocidad de operación de los vehículos en la vida útil del pavimento. Para una capacidad estructural inicial dada (punto 1), si la velocidad de operación es baja (punto 2) resultará una vida útil determinada en el pavimento. Pero, cuando la velocidad de operación aumenta (punto 3) también aumentará la vida útil como ocurre en los carriles de alta velocidad, es decir, el tiempo de aplicación de las cargas es menor y, por ende, la duración del pavimento será mayor. Esto se ilustrará con transparencias más adelante.

A continuación se presentan algunas reflexiones sobre el enfoque geotécnico que se considera debe regular todo lo concerniente al proyecto, la construcción y la conservación de pavimentos, tanto rígidos como flexibles (Orozco, 1998 c, 1999 a, b y c)

1. TENDENCIA MUNDIAL

El proyecto, la construcción y la conservación de los pavimentos implica tomar en cuenta los avances tecnológicos presentados en recientes congresos sobre esta materia (University of Texas y University of Washington, 1997), cuya tendencia se resume a continuación:

a) Modelación teórica más realista e innovadora del comportamiento de los pavimentos, que incorpore la caracterización de los materiales obtenida de pruebas no destructivas, como las resultantes del deformómetro de impacto (Orozco y Torres, 1994) y el perfilómetro láser (Torres, 1998). La aplicación de las redes neuronales artificiales debe tomarse en cuenta.

b) Disponibilidad de datos altamente confiables, de campo y laboratorio, obtenidos de organismos oficiales e instituciones de investigación asociadas con empresas de consultoría y construcción.

c) Incorporación más efectiva de los conceptos básicos de la mecánica de suelos en el proyecto y la evaluación de pavimentos, incluyendo su cimentación.

d) Aplicación necesaria de parámetros geotécnicos más significativos, para suprimir el uso generalizado de conceptos empíricos como el CBR (California Bearing Ratio).

2. CUALIDADES DEL PAVIMENTO

Las principales cualidades que conviene asignar al pavimento son la seguridad, la rigidez, la durabilidad, la economía, la rugosidad, la flexibilidad y la comodidad: todas ellas sobre un apoyo firme y homogéneo desplantado sobre un terreno de cimentación apropiado, como se ilustra en la Lámina 3.

Si se concibe al pavimento como una obra geotécnica, sobresalen dos cualidades fundamentales: la *rigidez* y la *flexibilidad*, que deben balancearse estratégicamente para lograr la comodidad y la seguridad que exige el usuario, para lo cual se requiere la rugosidad de la superficie de rodamiento y la durabilidad implícita, dentro de la economía siempre presente durante la vida de la obra.

Todas estas cualidades del pavimento deben cumplir con los niveles de calidad característicos (Orozco, 1998a), tanto en geometría y acabados como en materiales y procedimientos constructivos, con el fin de deslindar las acciones de los responsables de la obra, como se ilustra en la Lámina 4 (Orozco, 1996 y 1998b).

3. ESTRUCTURACIÓN DE PAVIMENTOS

Las capas que constituyen el pavimento son fundamentalmente la de *rodamiento* (de concreto asfáltico o hidráulico), la *base*, la *sub-base* y la *subrasante*, como se ilustra en la Lámina 5, junto con los materiales idóneos para asegurar la capacidad estructural de las capas del pavimento.

Conviene recordar que en la sección invertida (Lámina 6) se tiene implícito el enfoque geotécnico, ya que la sub-base rigidizada viene a ser la zapata de cimentación de la obra sobre la cual se coloca la capa de grava totalmente triturada (amortiguadora, friccionante, drenante, rompedora de capilaridad y antifisuras: evita la propagación de grietas y su reflexión hacia la capa de rodamiento). Los trabajos preliminares sobre el mecanismo teórico (Romo y Orozco, 1978) y sus aplicaciones con el método del elemento finito, han tenido buena correlación con los resultados prácticos (Orozco y Romo, 1990; Romo y Torres, 1993; Orozco y Torres, 1994).

4. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DETERIORO DEL PAVIMENTO

Estos factores corresponden fundamentalmente a las condiciones *ambientales* (sol, lluvia, viento, etc.), de *tránsito* (intensidad y frecuencia de cargas) y de *capacidad estructural* de las capas (repetición de esfuerzos y deformaciones, desplazamientos verticales, etc.), como se ilustra en la Lámina 7.

Todos estos factores deben considerarse en las diversas épocas del año, ya que, en algunos materiales, las propiedades interrelacionadas de resistencia-deformabilidad-permeabilidad-tiempo son susceptibles a los cambios de temperatura, humedad, etc. Por ejemplo, el módulo de resiliencia en suelos con finos disminuye para una misma compacidad (volumen de sólidos/volumen total) al aumentar el contenido de agua, según se ilustra en las isocaracterísticas del diagrama CAS (Orozco, 1986) de la Lámina 8.

5. PRINCIPAL DETERIORO DEL PAVIMENTO

En forma general puede establecerse que el principal deterioro del pavimento se divide en *primario* (deformaciones-ondulamientos-agrietamientos) y *secundario* (deficiencias superficiales), según se indica en la Lámina 9.

Para el deterioro *primario* deberán tomarse en cuenta aspectos como:

- a) La inestabilidad de taludes en terraplén.
- b) La propagación gradual ascendente de grietas o fisuras.
- c) El envejecimiento prematuro del asfalto.
- d) El enfriamiento brusco e intenso o calentamiento del concreto (asfáltico o hidráulico).
- e) La inestabilidad volumétrica de los suelos finos arcillosos (expansión/contracción).
- f) La consolidación irregular de las capas del pavimento que, en el caso de las capas rígidas, podría conducir al efecto del "bombeo".
- g) La incapacidad estructural de las capas del pavimento, que puede inducir a la formación de roderas.
- h) Los movimientos diferenciales exagerados.
- i) El corrimiento de la carpeta asfáltica.

En la Lámina 10 se indican con más detalle las causas de algunos deterioros al tomar en cuenta los efectos del clima, los materiales y el tránsito. Por ejemplo:

a) La inestabilidad volumétrica (Orozco, 1978) de los suelos finos arcillosos es generada por las variaciones cíclicas de humedad (fuertes lluvias e intensa evaporación), motivadas por los grandes cambios estacionales de temperatura de la región.

b) La consolidación irregular está íntimamente ligada a la heterogeneidad relativa al espesor, la compacidad y/o a la humedad iniciales de las capas; cuando se infiltra el agua por las fisuras y/o se tiene un subdrenaje ineficiente, se produce el reblandecimiento de los materiales subyacentes, con o sin pérdida de finos, lo cual da lugar al "bombeo" y la consiguiente ruptura progresiva de las capas rigidizadas superiores.

c) La incapacidad estructural del pavimento está relacionada con la insuficiencia en los espesores y en las rigideces relativas de las capas, lo cual da lugar al fenómeno de fatiga por la repetición de las cargas del tránsito, sobre todo cuando son de gran intensidad y/o frecuencia.

d) Los movimientos diferenciales exagerados son motivados por los cambios de rigideces en estructuras u obras inducidas.

e) El corrimiento de las carpetas asfálticas normalmente se debe al exceso de asfalto o a la falta de liga entre capas.

Lo más importante para el deterioro *secundario* (Lámina 9) es considerar el alisado y el desgranamiento de la superficie de rodamiento, así como el efecto de acuaplaneo durante las lluvias. En la Lámina 11 se clasifican las deficiencias superficiales con más detalle, como se indica a continuación:

a) El alisado se debe fundamentalmente al desgaste excesivo de los agregados o al alto grado de saturación del cemento asfáltico (Orozco, 1986).

b) El desgranamiento se puede deber a la escasa adherencia entre los agregados y el aglutinante o al bajo grado de saturación del cemento asfáltico (Orozco, 1986)

Conviene hacer notar que el mejor diseño de una mezcla asfáltica corresponde al que tiene un grado de saturación (S_r) comprendido entre 75 y 85 %, para un módulo Marshall de 400 a 600 kg/cm² en carreteras y de 700 a 1000 kg/cm² (Orozco y Torres, 1986).

6. PREVENCIÓN DE LA FATIGA EN PAVIMENTOS

La capacidad de carga (o estructural) en cada una de las capas del pavimento es función del número de repeticiones de carga en las mismas. Estas capas sufren un deterioro serio al no tomar en cuenta los niveles inadmisibles que requieren reconstrucción costosa cuando ocurre el "deterioro crítico por fatiga", según se ilustra en la Lámina 12 (Orozco, 1995). Es preferible proceder oportunamente a la etapa de rehabilitación para reforzar (mejorar) la capacidad estructural de las capas del pavimento, dentro del nivel admisible recomendado, a partir de las pruebas de campo y de laboratorio programadas ex profeso.

Es muy importante insistir en que debe conocerse bien el efecto de la repetición de las cargas en la disminución de la capacidad de carga de las capas, con el fin de tomar decisiones oportunas para la rehabilitación o la reconstrucción del pavimento, al mínimo costo.

7. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES PARA PAVIMENTO

Para prevenir la fatiga en las capas del pavimento, es muy importante conocer el comportamiento de los módulos elásticos absolutos y relativos de los materiales constitutivos, cuya caracterización se presenta en la Lámina 13.

A partir de mediciones con deformómetros de impacto (HWD-Dynatest y FWD-Kuab) se ha logrado obtener módulos elásticos en diferentes casos de la República Mexicana (cerca de 6 mil km). Los perfiles teóricos de desplazamiento vertical típicos se ilustran en la Lámina 14 y los obtenidos con deformómetro de impacto en la Lámina 15, en que se muestra la

importancia de los puntos de inflexión en la rigidez de las capas; a mayor rigidez mayor alejamiento de estos puntos con respecto al centro de carga.

8. RECOMENDACIÓN GEOTÉCNICA FINAL

Por la importancia de la geotecnia en el proyecto, la construcción y la conservación de los pavimentos, conviene que en los estudios geotécnicos correspondientes se incluya la siguiente información o actividad:

8.1 Terracerías

- a) Perfil geológico y/o de suelos.
- b) Clasificación geológica y/o de suelos.
- c) Identificación de suelos problemáticos (Blandos, expansivos, colapsables, corrosivos, orgánicos, etc.).
- d) Dificultad de extracción de materiales, incluyendo velocidades de propagación de ondas sísmicas.
- e) Coeficientes de variación volumétrica (corte a terraplén, banco a terraplén)
- f) Taludes recomendables en cortes y/o terraplenes.
- g) Alternativas de subdrenaje.
- h) Características de bancos de materiales.

8.2 Pavimentos

- a) Definición de la intensidad y la frecuencia de cargas actuales y futuras, que incluyan presiones y áreas de contacto, configuración y distribución de ejes, etc.
- b) Proposición de estructuraciones para proyecto nuevo, de rehabilitación o reconstrucción.
- c) Estimación de módulos elásticos y relaciones de Poisson en cada capa.
- d) Análisis de esfuerzos y deformaciones en las capas.
- e) Estimación de la vida útil a partir de los criterios de fatiga disponibles.
- f) Comparación económica entre alternativas.

- g) Evaluación permanente estructural (Orozco y Torres, 1994) y superficial (Torres: 1998).

9. REFERENCIAS

- Orozco S., R.V., 1978, *Compactación y Control de Calidad*, IX Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, Mérida, Yuc.
- Orozco S., R. V., 1986, *Construcción y Control de Calidad de Pavimentos*. XIII Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, Mazatlán, Sin.
- Orozco S., R.V. y Torres V., V., 1986, *Criterio de aceptación para mezclas asfálticas*, XV Congreso Panamericano de Carreteras, México, D.F.
- Orozco S., R.V. y Romo Organista, M.P., 1990, *Rigidización de sub-bases. Un nuevo enfoque en el diseño de pavimentos flexibles*, XV Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, San Luis Potosí, S.L.P.
- Orozco S., R.V. y Torres V. R., 1994, *Evaluación de la Capacidad Estructural de Pavimentos a partir de Mediciones de Desplazamientos Verticales con el Deformómetro de Impacto (KUAB)*, XI Reunión Nacional de Vías Terrestres, Morelia, Mich.
- Orozco S., R.V., 1995, *Prevención de la fatiga en pavimentos flexibles*, XXII Seminario de Ingeniería de Tránsito, Asociación Mexicana de Caminos, Querétaro, Qro.
- Orozco S., R.V., 1996, *El Concepto "Calidad en las Vías Terrestres"*, XII Reunión Nacional de Vías Terrestres, San Luis Potosí, S.L.P.
- Orozco S., R.V., 1998a, *Certificación de Niveles de Calidad Característicos*. XIII Reunión Nacional de Vías Terrestres. Oaxtepec, Mor.
- Orozco S., R.V., 1998b, *Supervisión y Control de Calidad de Materiales y Obras*. Diplomado en "Proyecto, Construcción y Conservación de Carreteras", División de Educación Continua-Facultad de Ingeniería-UNAM, México, D.F.
- Orozco S., R.V., 1998c, *Enfoque geotécnico de los pavimentos*. XIX Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, Puebla, Pue.
- Orozco S., R.V., 1999a, *Evaluación Geotécnica de Pavimentos*. -II Seminario sobre Construcción y Conservación de Pavimentos en la Ciudad de México. Planta de Asfalto del Gobierno del Distrito Federal – Secretaría de Obras y Servicios. Asociación Mexicana del Asfalto, A.C. CICM, México, D.F.
- Orozco S., R.V., 1999b, *Evaluación Geotécnica de Pavimentos*. Primer Congreso Nacional del Asfalto, AMAAC. CICM. México, D.F.

Orozco S., R.V., 1999c, Evaluación Geotécnica de Pavimentos. VIII Reunión Nacional de Laboratoristas Jefes de Grupo, A.C., IV Conferencia Ing. Javier Saborío Ulloa. Asociación Nacional de Laboratoristas Jefes de Grupo, A.C., Colima, Col.

Romo O. M.P. y Orozco S., R.V., 1978, *Aplicaciones del método del elemento finito al análisis de pavimentos*, IV Congreso de la Academia Nacional de Ingeniería, A.C., Mérida, Yuc.

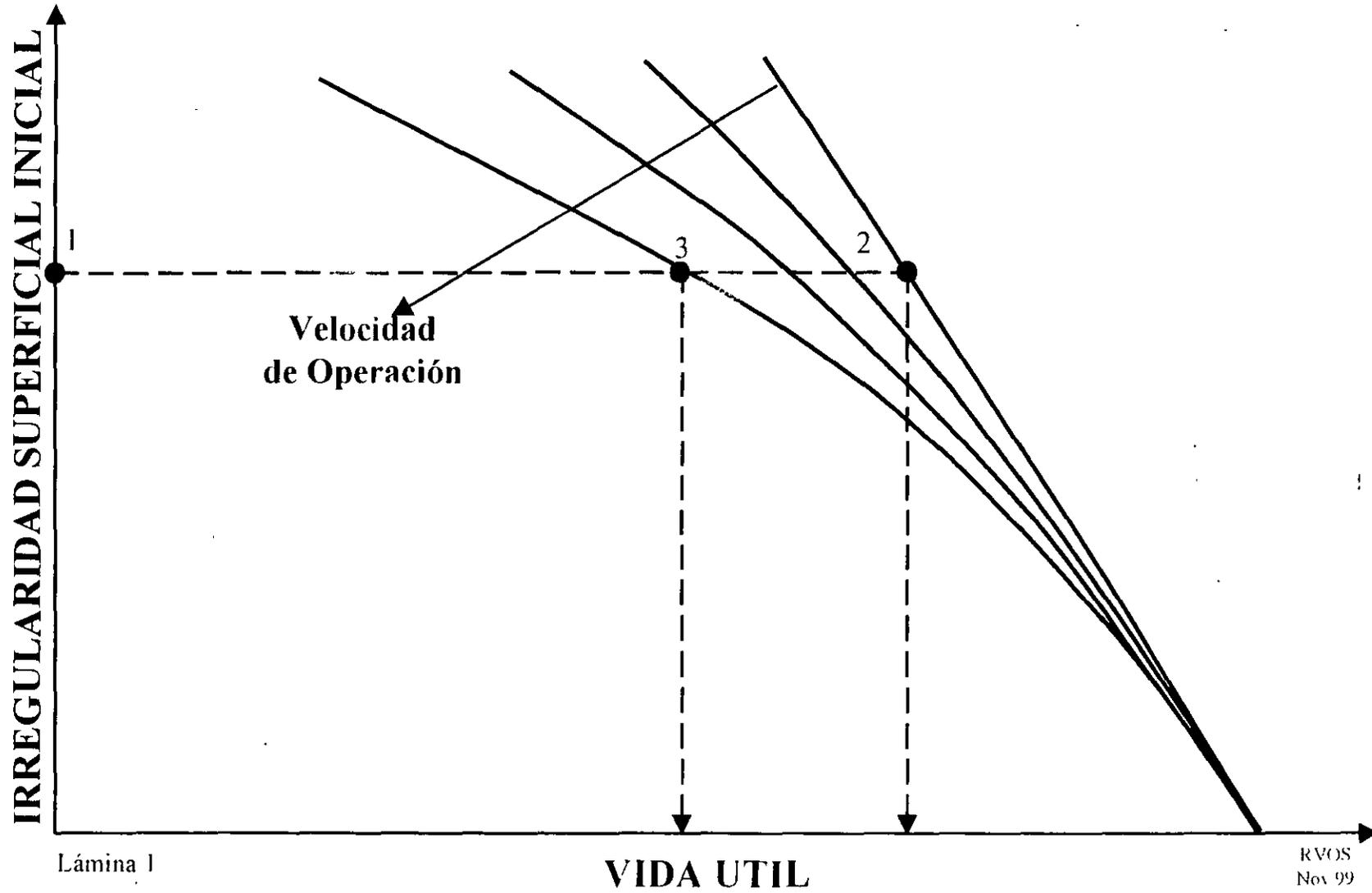
Romo O., M.P. y Torres V. R., 1993, *Procedimiento simplificado para el diseño geométrico de pavimentos flexibles*, Patrocinado por RVO y Cía. para el Instituto de Ingeniería. UNAM. México, D.F.

Torres V., R, 1998, *Evaluación superficial de pavimentos con perfilómetro LASER*, XIII Reunión Nacional de Vías Terrestres, Oaxtepec, Mor.

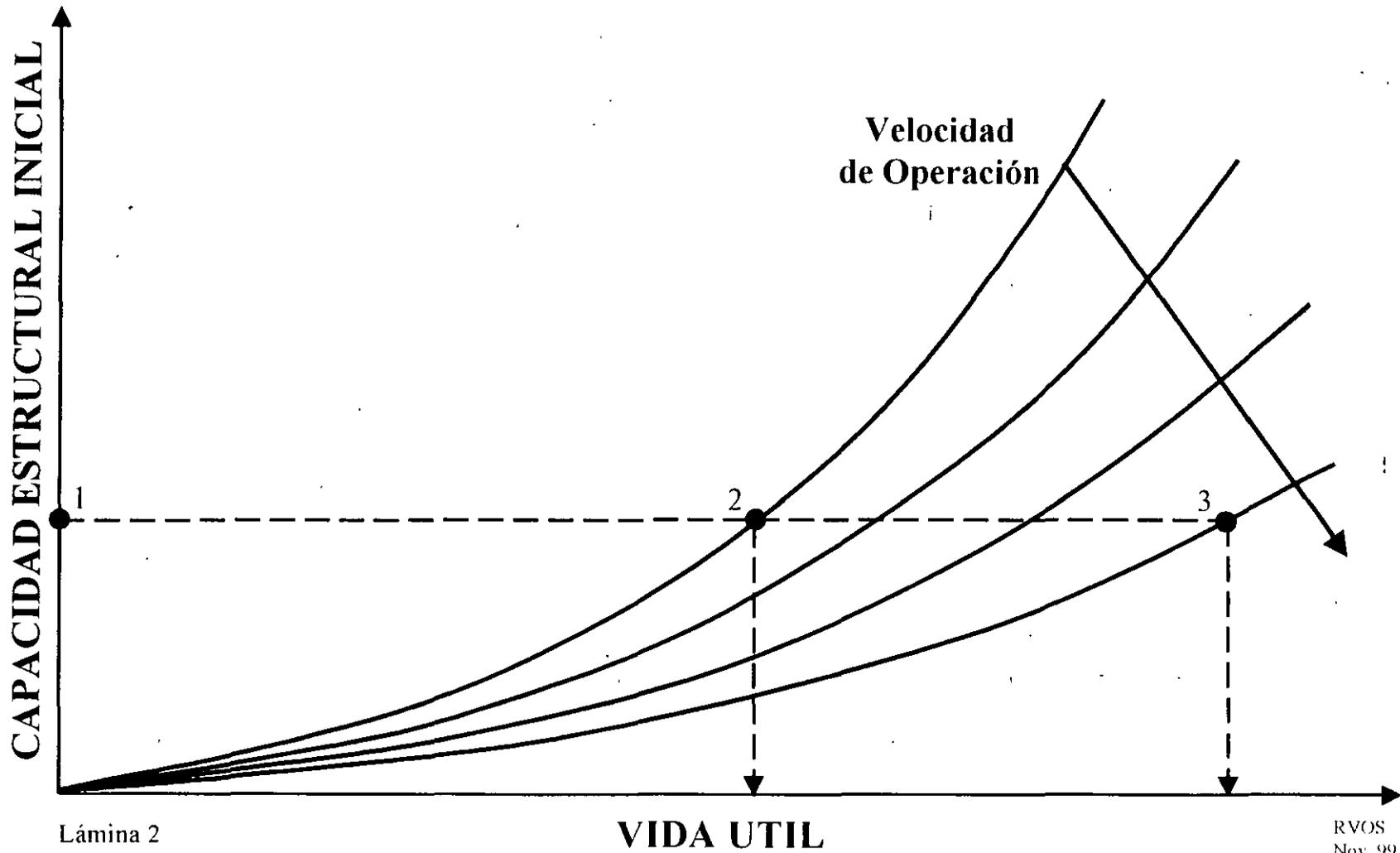
University of Texas, 1997, *Texas Regional Concrete Conference*, Austin, Texas.

University of Washington, 1997, International Society for Asphalt Pavements (ISAP), *8th Internacional Conference on Asphalt Pavements*, Seattle, Washington, USA.

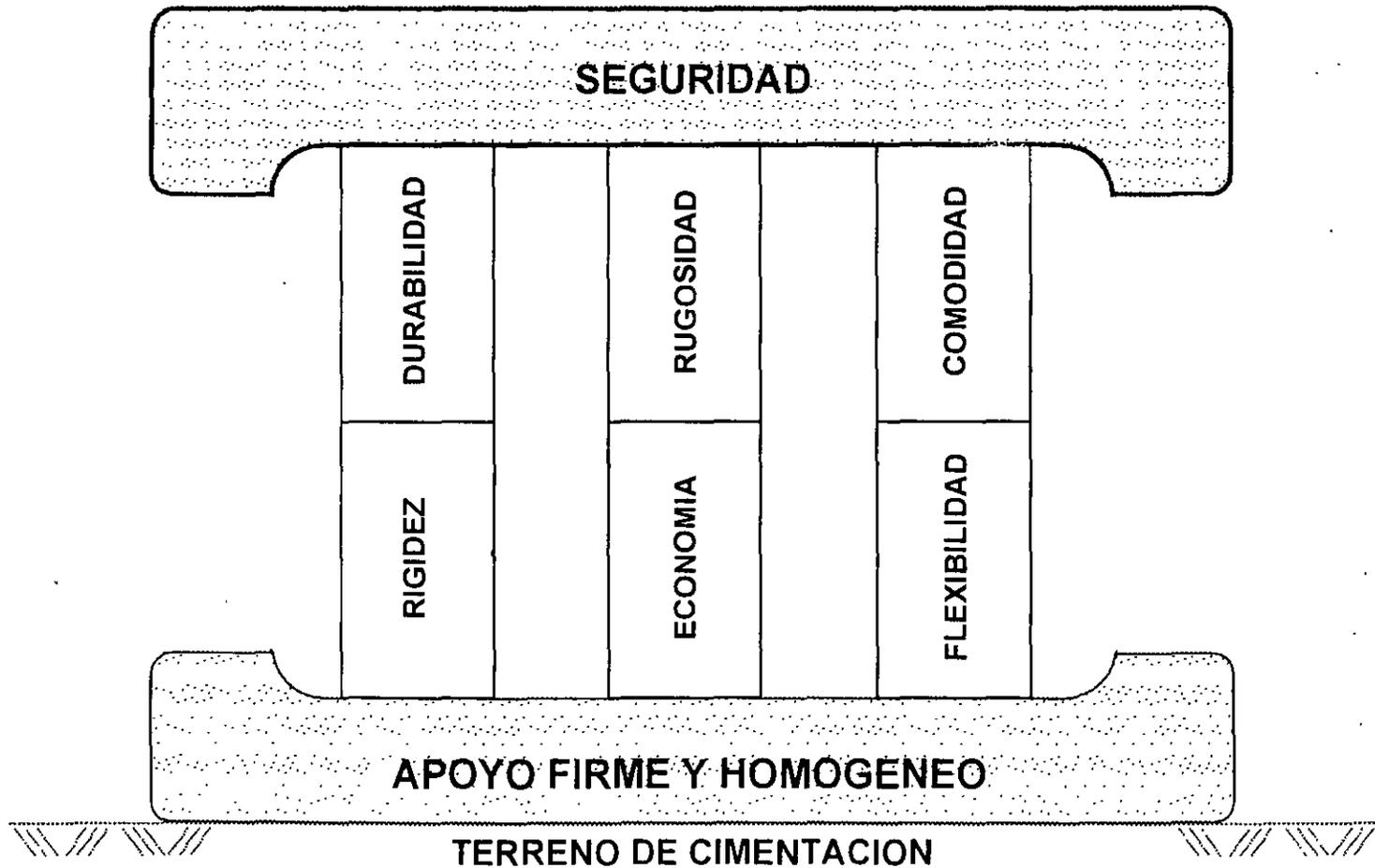
EFFECTO DE LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN EN LA VIDA DE UN PAVIMENTO (Evaluación Superficial)



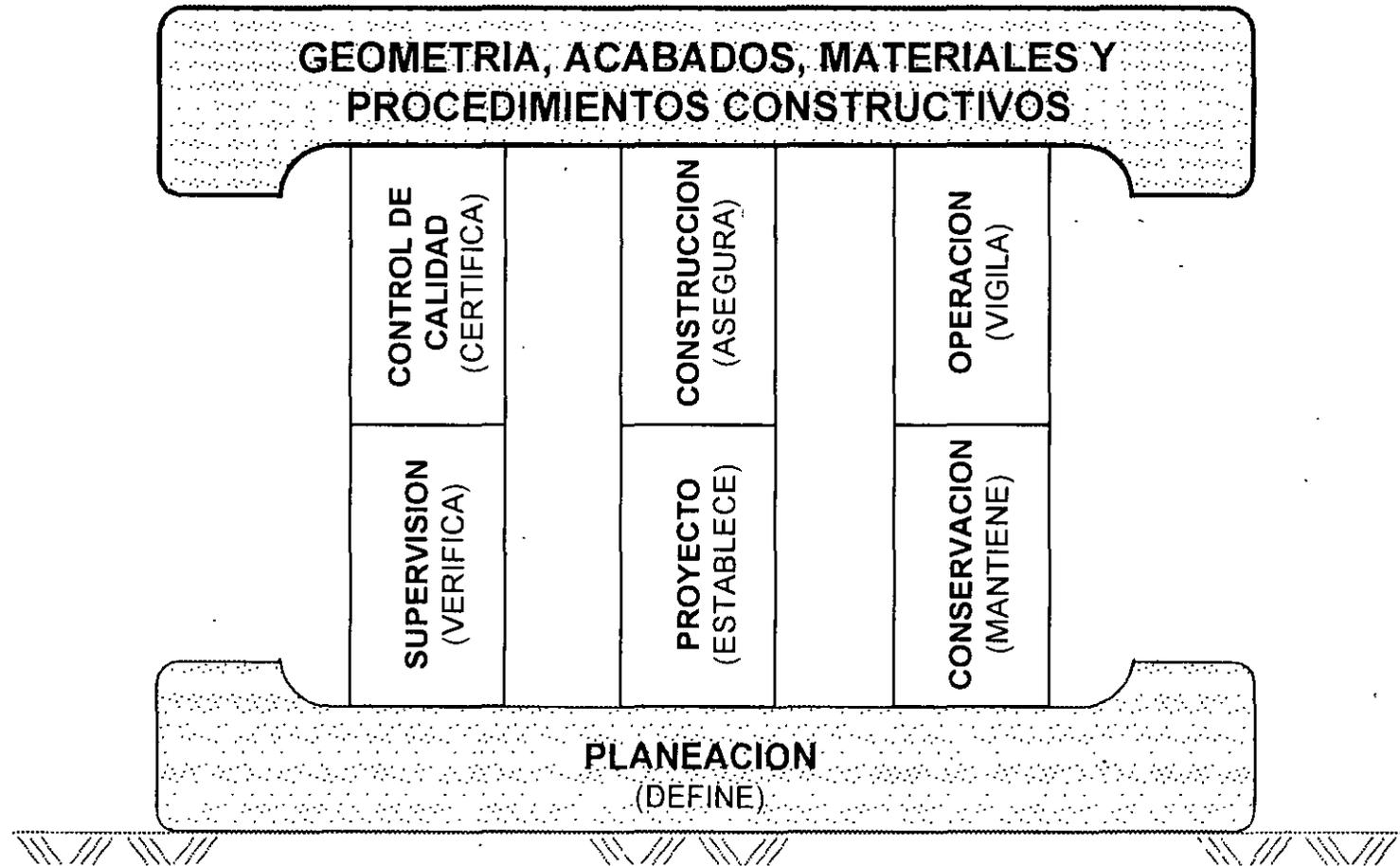
EFFECTO DE LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN EN LA VIDA DE UN PAVIMENTO (Evaluación Estructural)



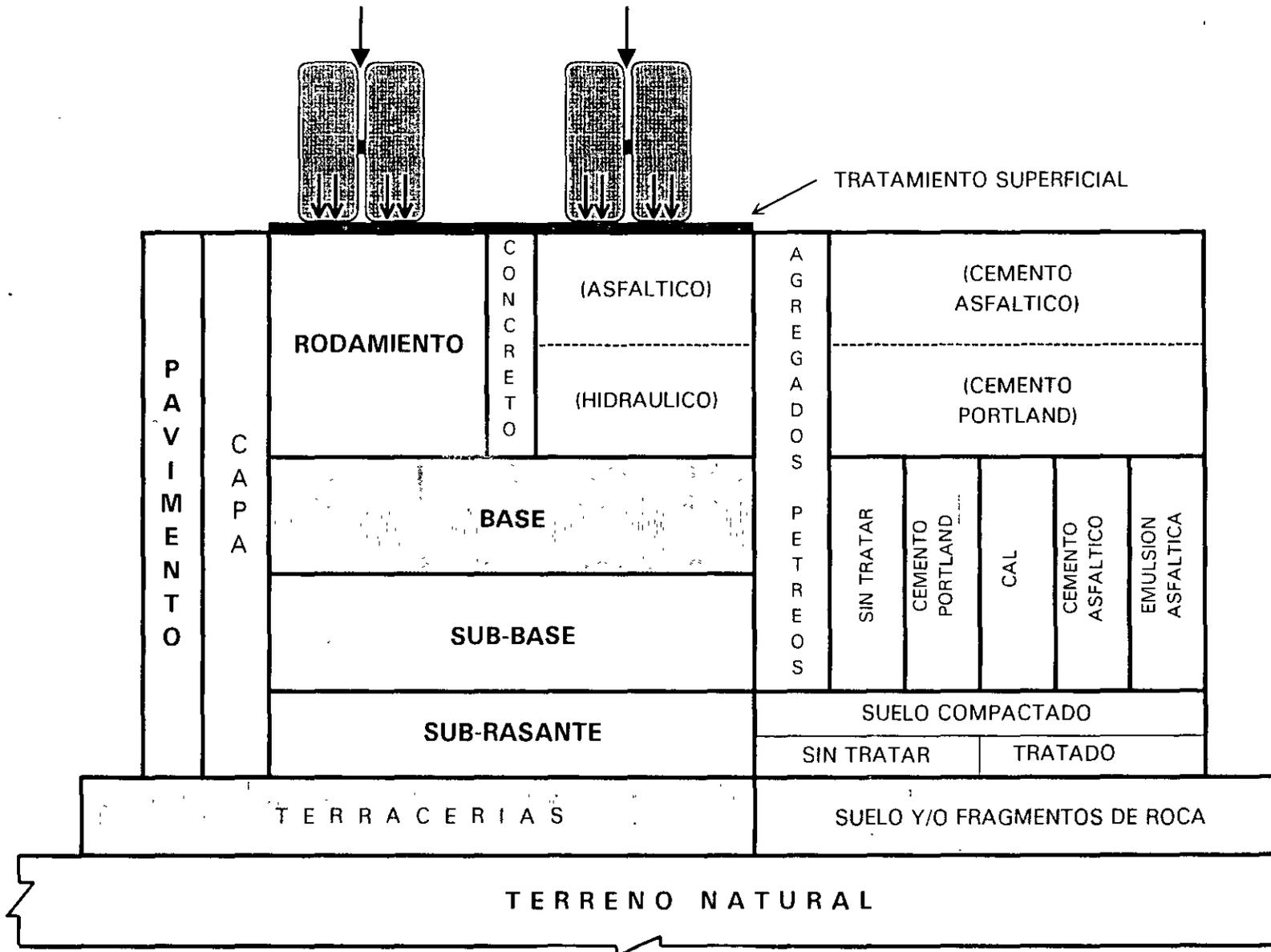
CUALIDADES DEL PAVIMENTO



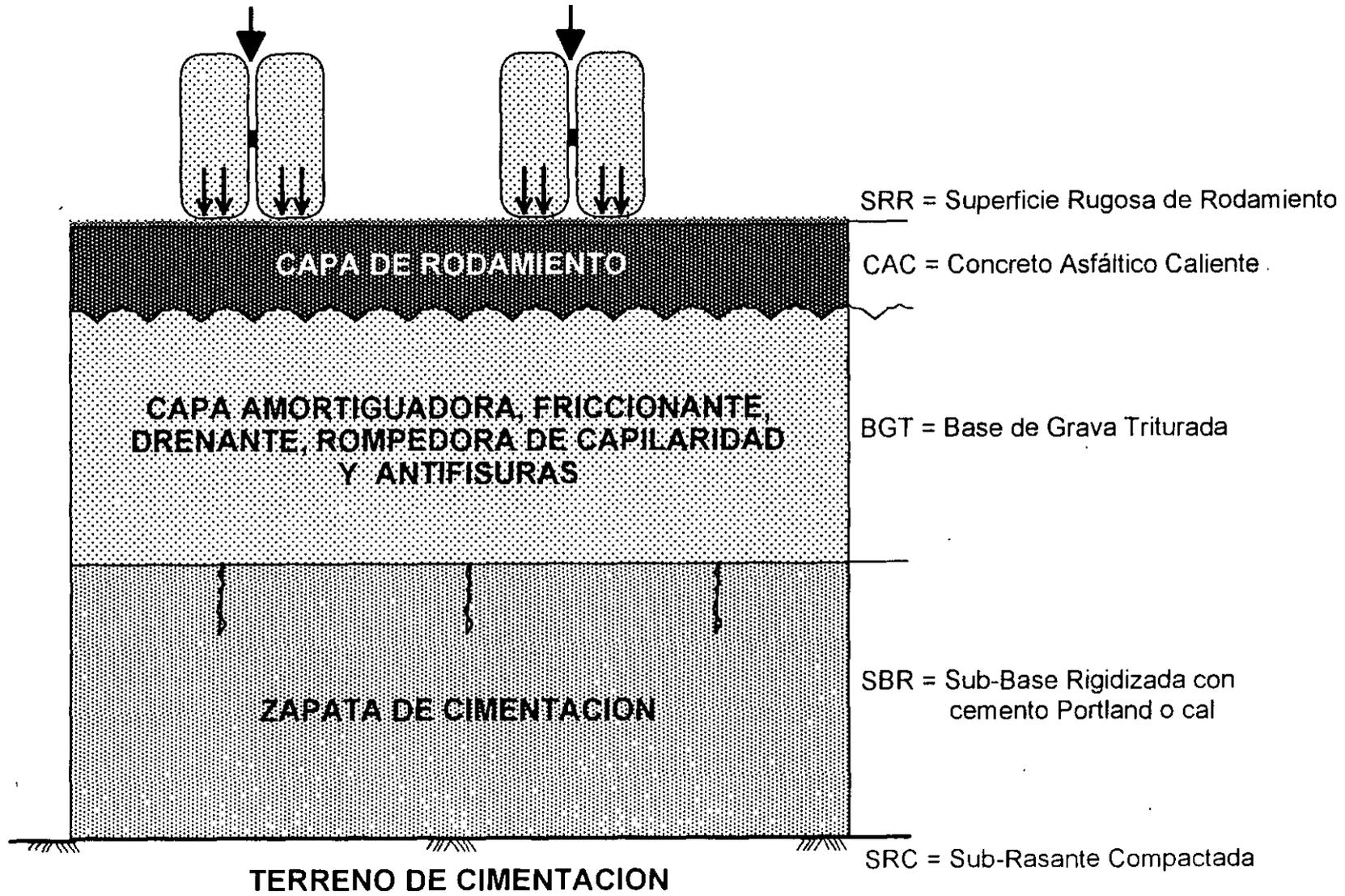
RESPONSABLES DEL NIVEL DE CALIDAD DEL PAVIMENTO



ESTRUCTURACION DE PAVIMENTOS



PAVIMENTO CON SECCION INVERTIDA (ENFOQUE GEOTECNICO)



FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DETERIORO DEL PAVIMENTO

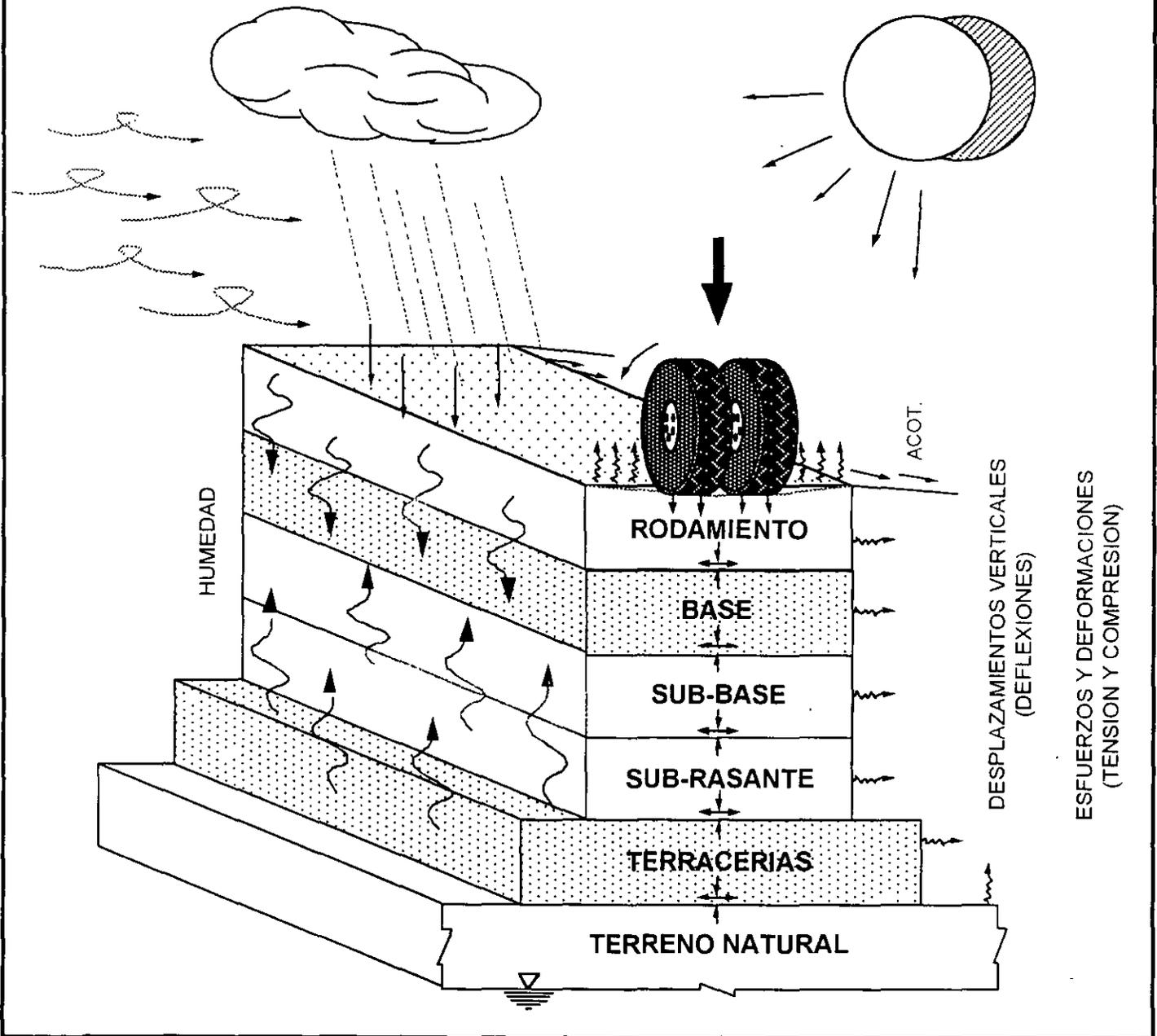
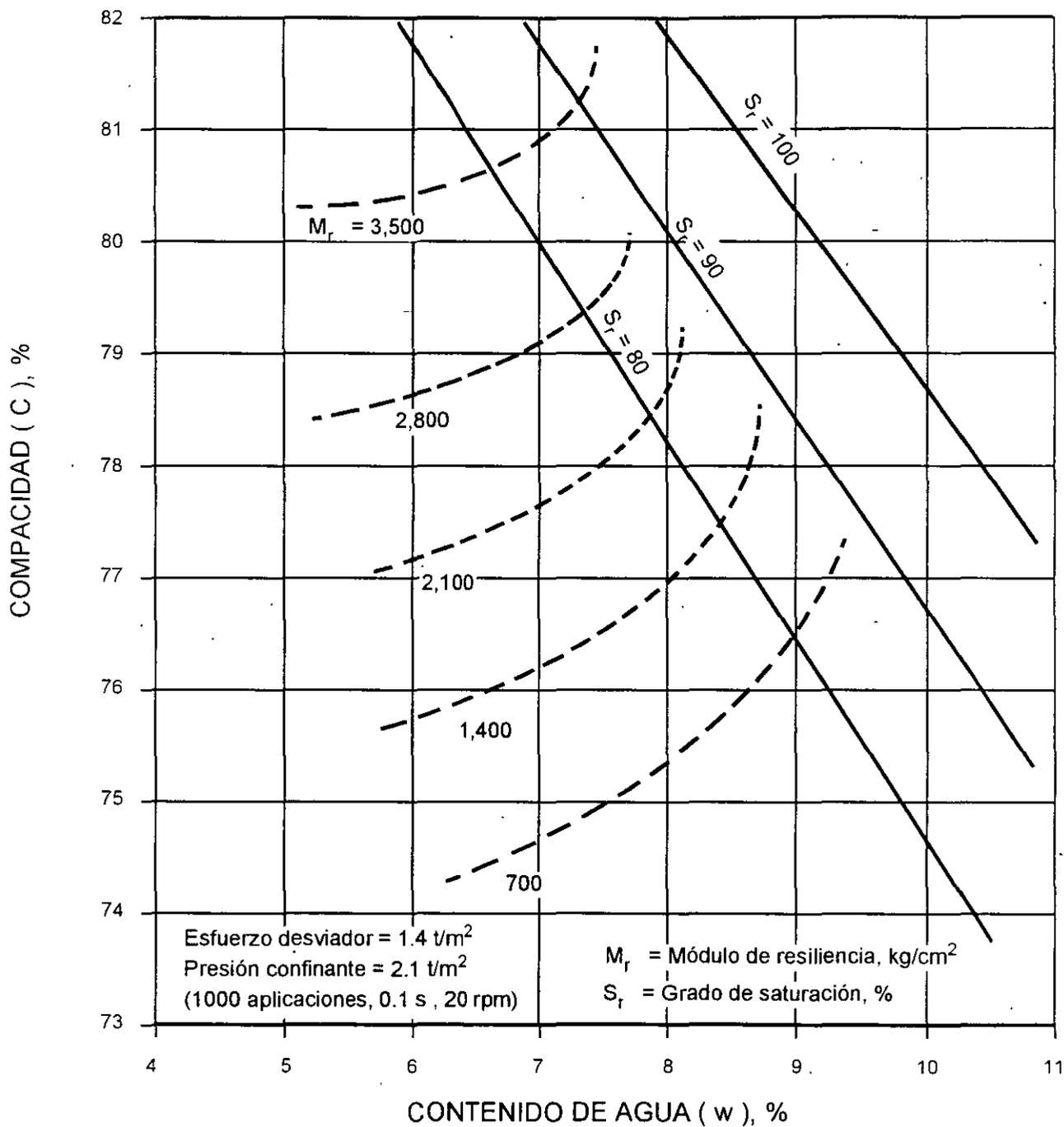
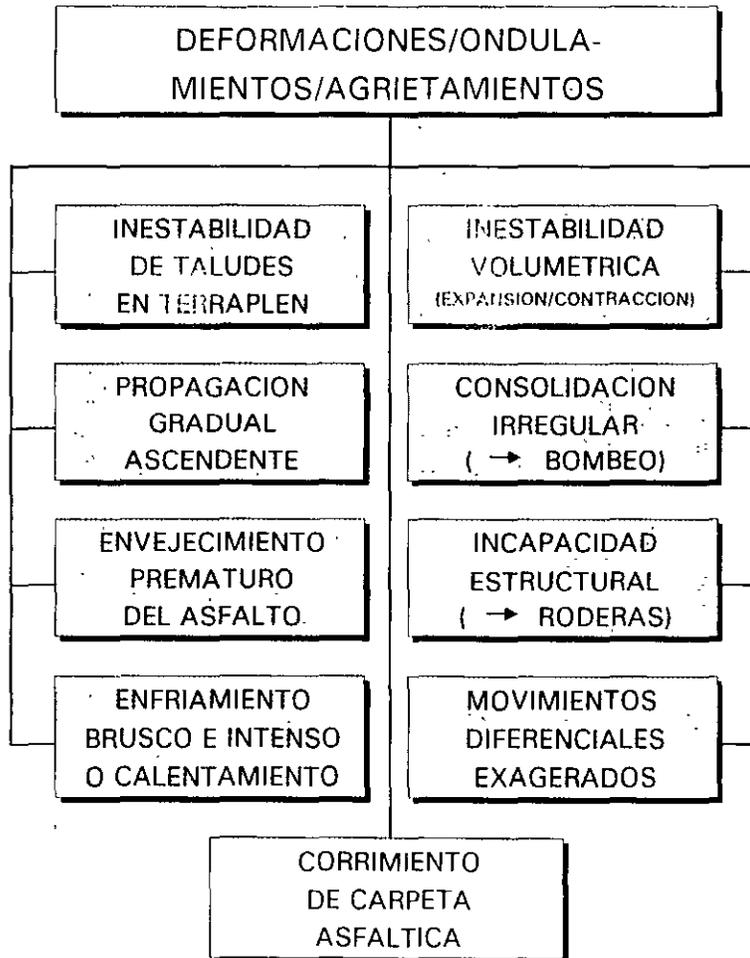


DIAGRAMA "CAS" - MODULO DE RESILIENCIA

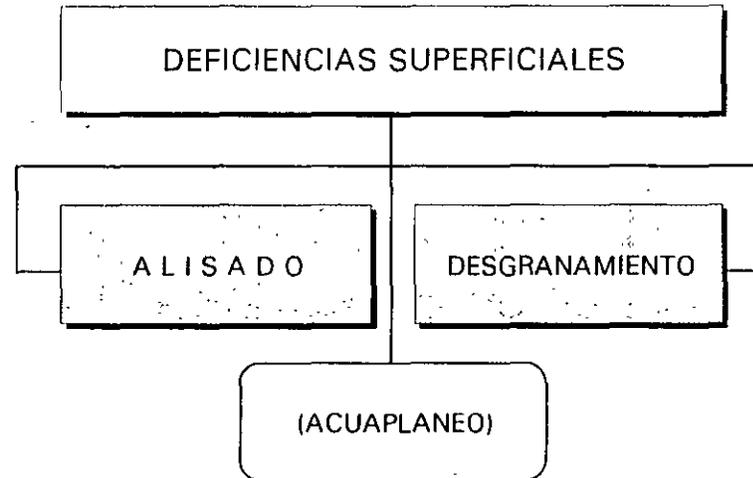


PRINCIPAL DETERIORO DEL PAVIMENTO

PRIMARIO:



SECUNDARIO:

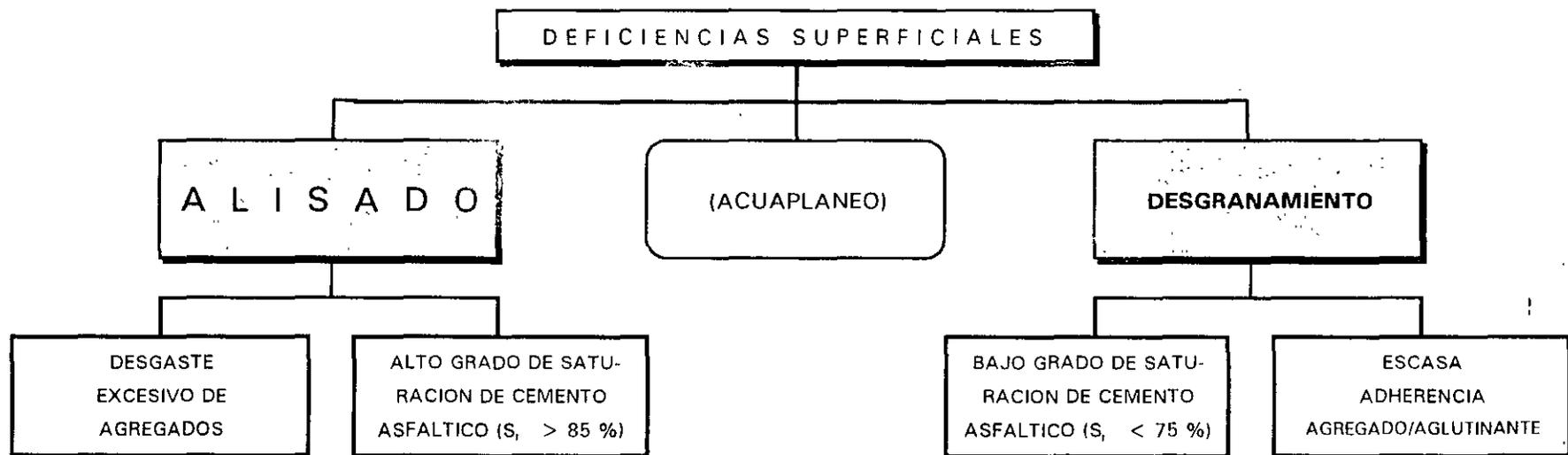


DETERIORO PRIMARIO DEL PAVIMENTO

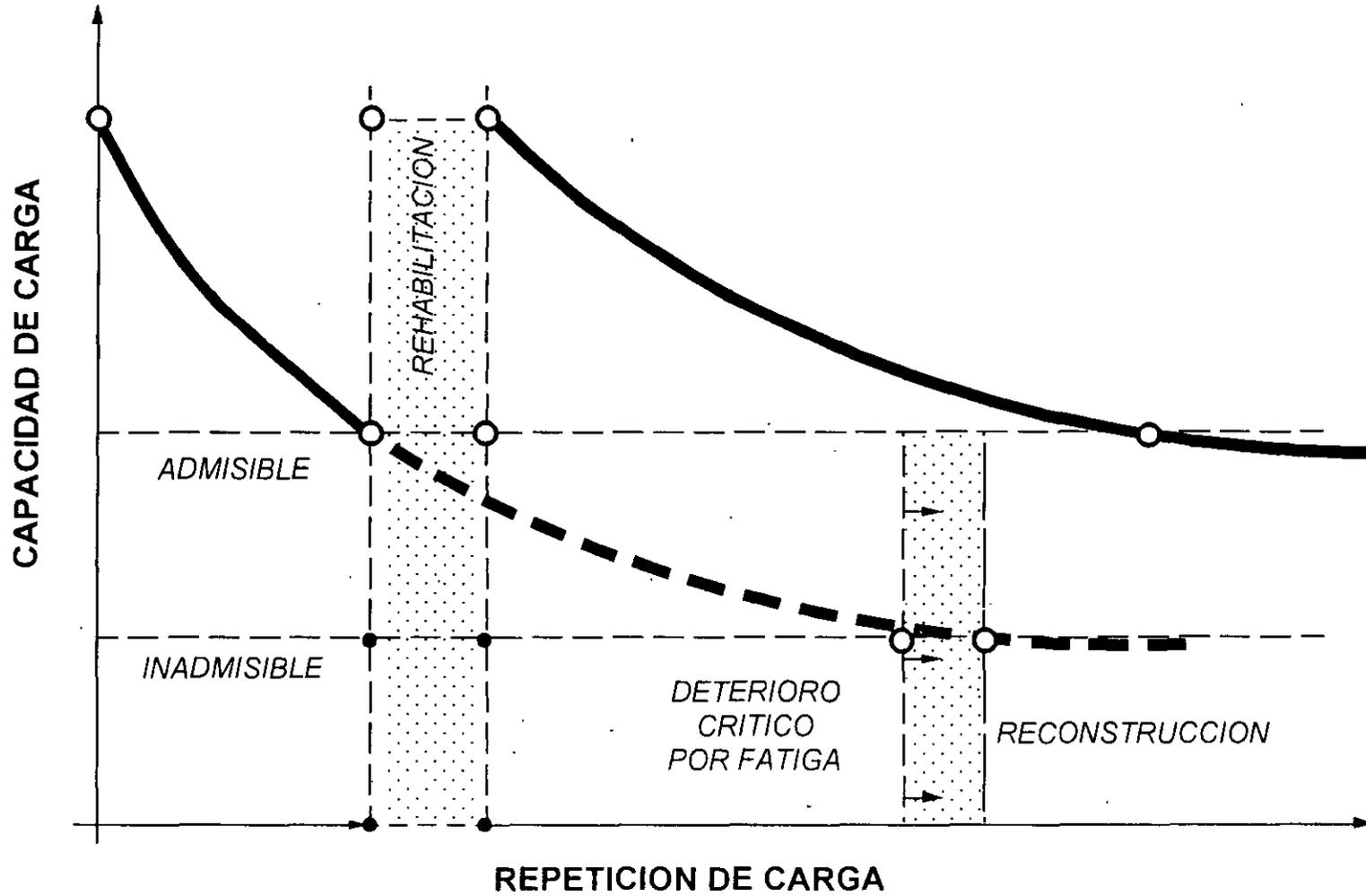
DEFORMACIONES/ONDULAMIENTOS/AGRIETAMIENTOS



DETERIORO SECUNDARIO DEL PAVIMENTO



PREVENCION DE LA FATIGA EN PAVIMENTOS

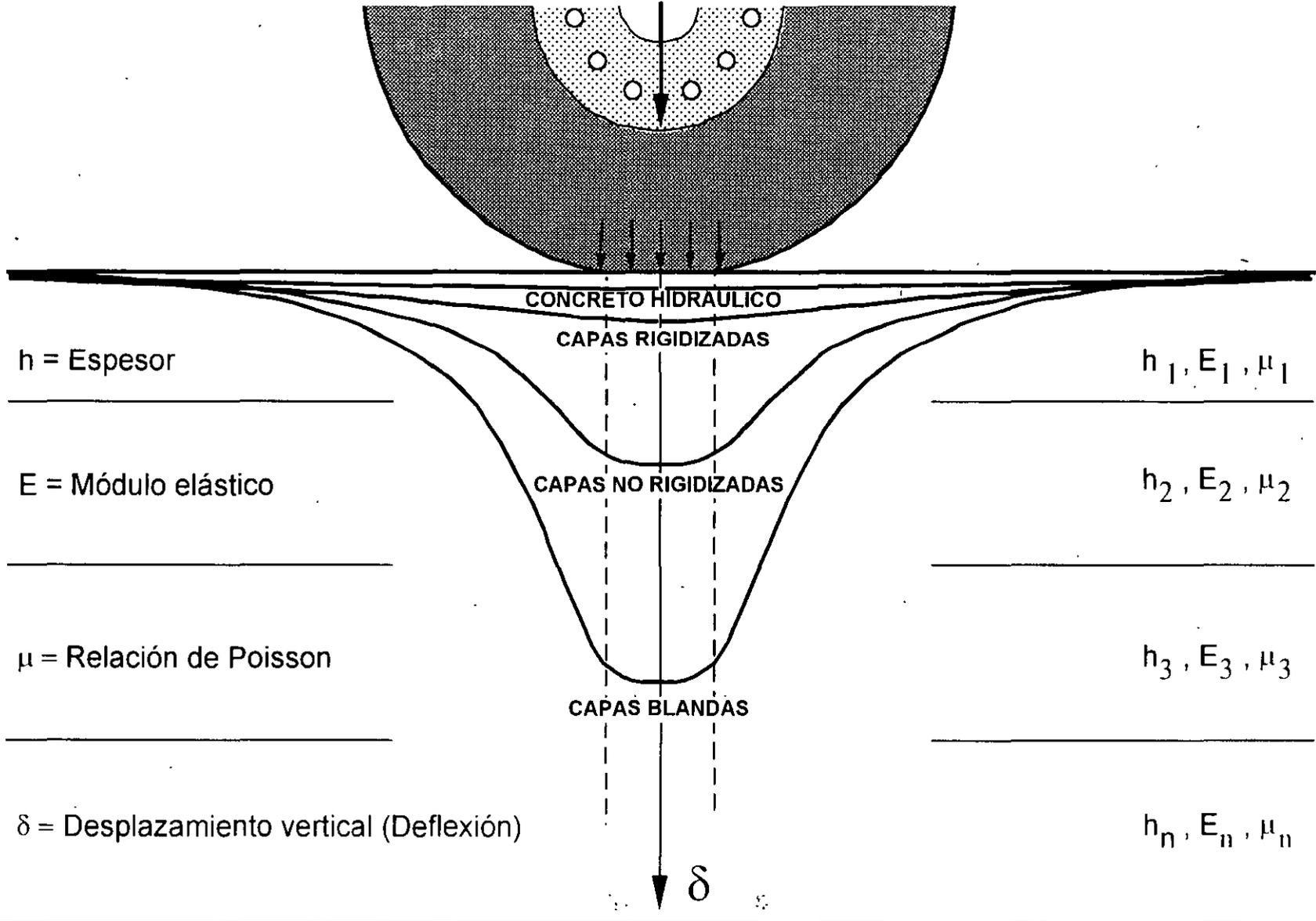


CARACTERIZACION DE MATERIALES PARA PAVIMENTO

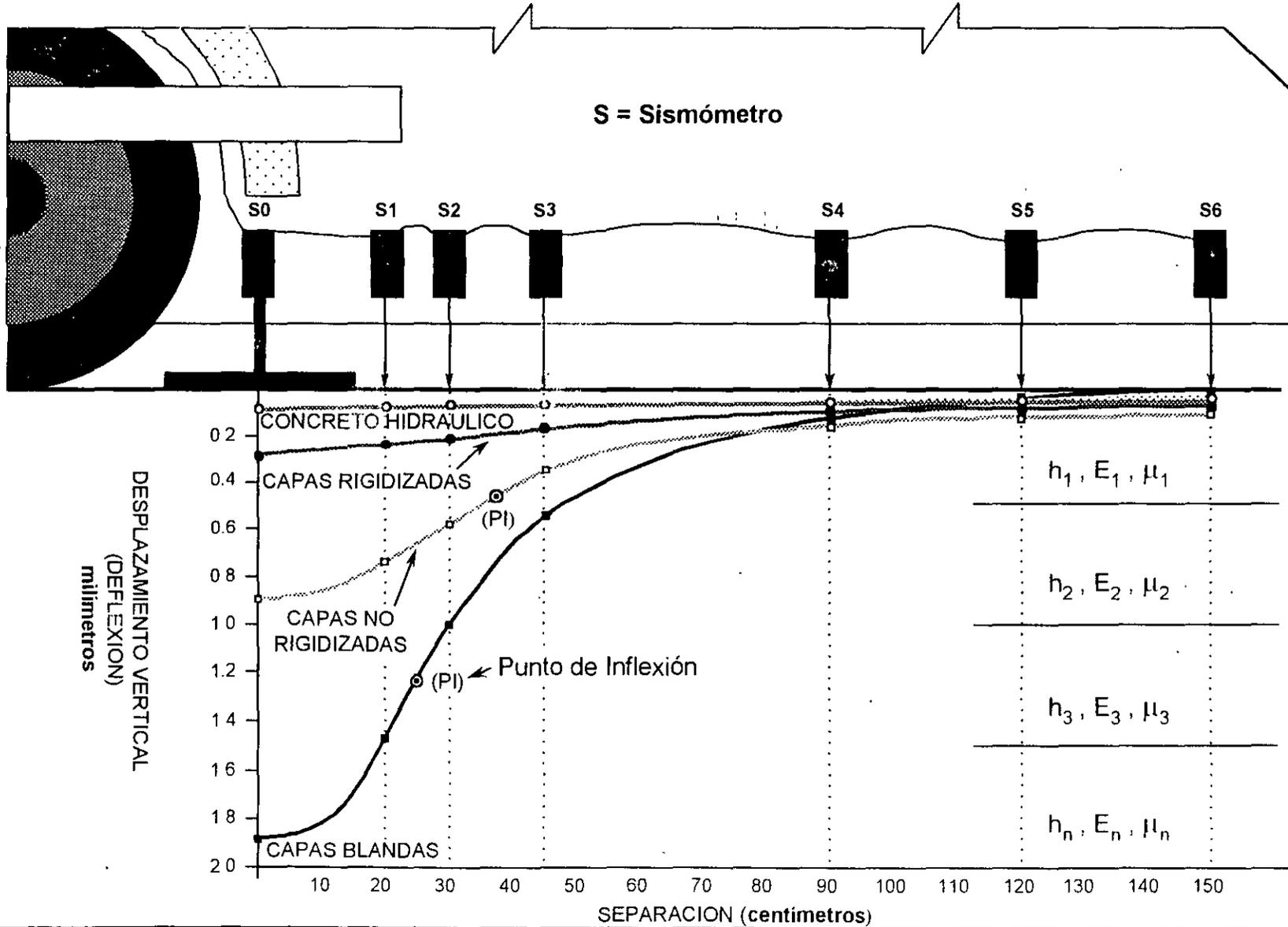
MATERIAL		MODULO ELASTICO (E), kg/cm ²		RELACION DE POISSON (μ)
		RECOMENDADO	OBTENIDO *	
CONCRETO	ASFALTICO	30,000 a 40,000	5,000 a 60,000	0.35
	HIDRAULICO	250,000 a 400,000	150,000 a 450,000	0.15 a 0.20
	COMPACTADO	70,000 a 120,000	40,000 a 100,000	0.25 a 0.35
SUELOS GRUESOS	BASES	3,000 a 5,000	1,500 a 4,000	0.40
	SUB-BASES	2,000 a 4,000	700 a 2,000	
SUELOS FINOS	SUB-RASANTE Y CAPAS INFERIORES	300 a 1,500	70 a 1,000	0.45

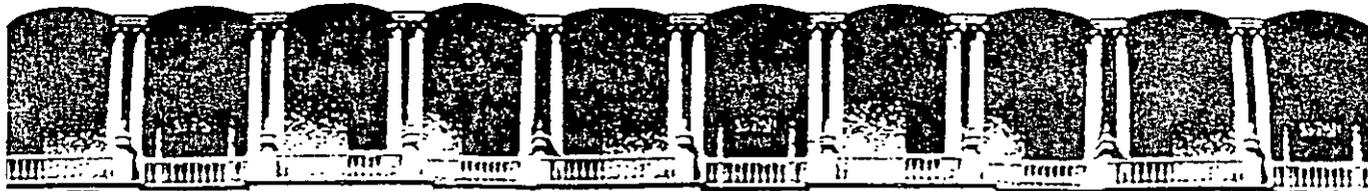
* A partir de mediciones con el "deformómetro de impacto" (FWD)

PERFILES DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL TÍPICOS



PERFILES DE DESPLAZAMIENTOS VERTICALES OBTENIDOS CON DEFORMOMETRO DE IMPACTO





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN
DE CARRETERAS**

MÓDULO IV

**SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD
DE CARRETERAS**

TEMA

**PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE MATERIALES:
CONCRETOS DE CEMENTO PORTLAND**

**M. I. CARLOS GÓMEZ TOLEDO
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE 1999**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACION DE MATERIALES: CONCRETOS DE CEMENTO PORTLAND

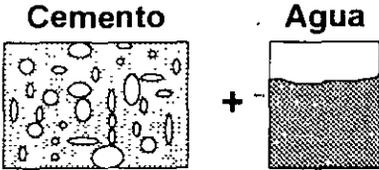
M.I. CARLOS GOMEZ TOLEDO

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

NOVIEMBRE, 1999.

Propiedades y Pruebas de Aceptación del Concreto

PASTA DE CEMENTO TIPICA



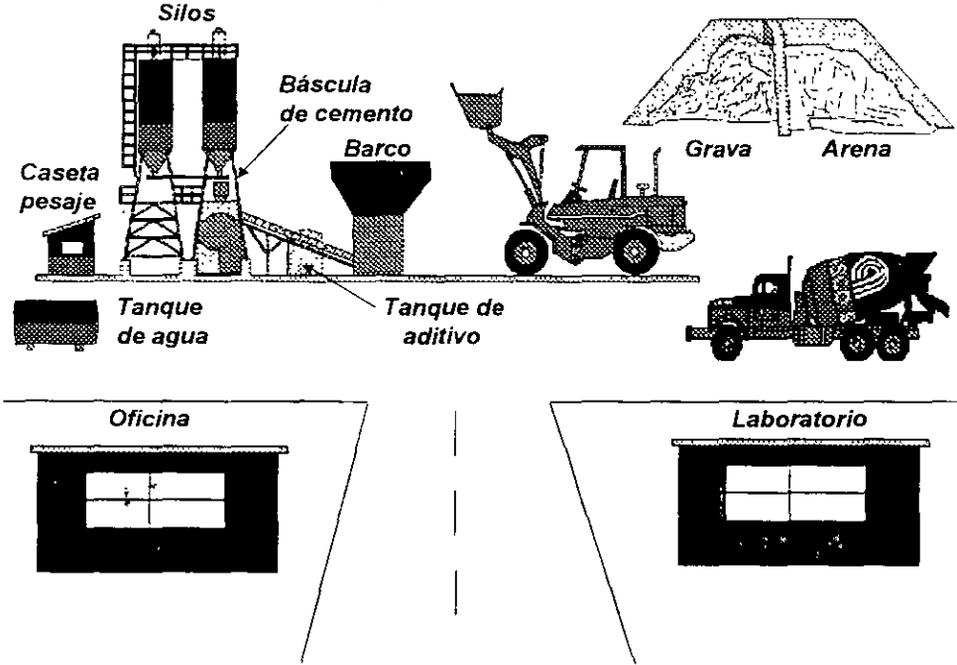
100g

50 - 70 g



- PROPIEDADES
- Fraguado
- Adherencia
- Resistencia
- Agrietamiento
- Durabilidad

PLANTA TIPICA



MEZCLADO DEL CONCRETO

OBJETIVO:

Producir una mezcla homogénea de los materiales ingredientes

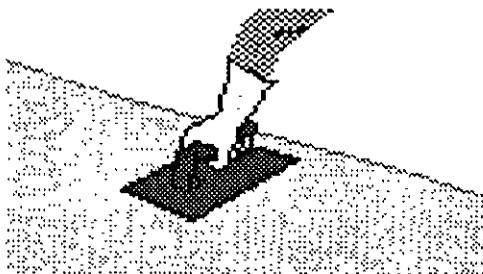
- ⊙ Cemento
 - ⊙ Agua
 - ⊙ Arena
 - ⊙ Grava
- ⊙ Otros



TRABAJABILIDAD

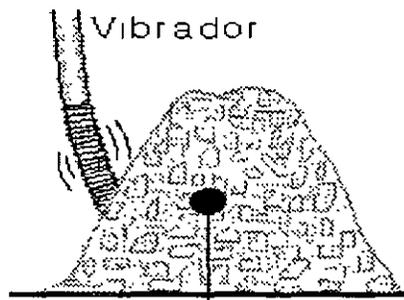
Parámetro que pretende describir la facilidad o dificultad que tiene el concreto tierno para ser transportado, compactado, acabado

Ejemplos: Bombeable, áspero, no cohesivo

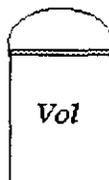


CONSOLIDACION

Acciones tendientes a lograr que el concreto colocado alcance la mayor densidad posible



PESO VOLUMETRICO

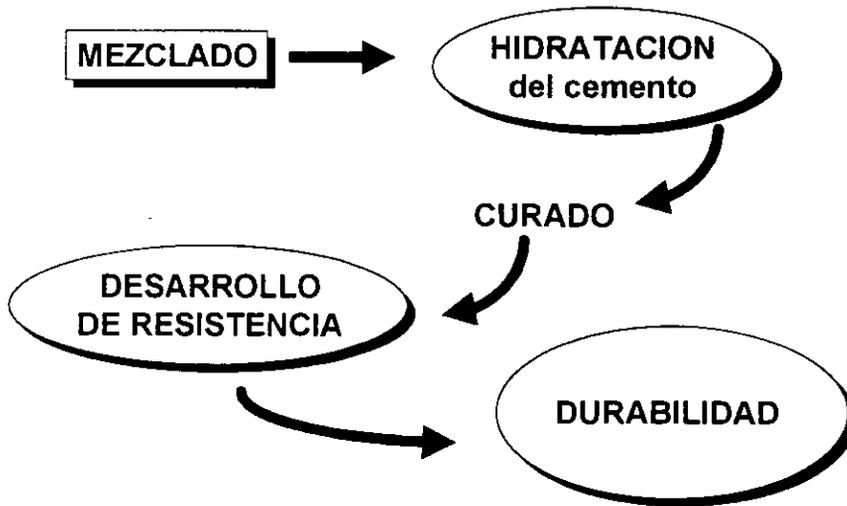


Peso Concreto = P

$$PV = \frac{P}{V}$$

Densidad
concreto
tierno

ENDURECIMIENTO DEL CONCRETO



PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO



- ⊙ Resistencia $f'c$
- ⊙ Módulo de elasticidad
- ⊙ Impermeabilidad
- ⊙ Resistencia a la abrasión
- ⊙ Durabilidad
- ⊙ \$\$

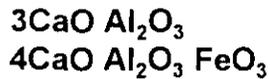
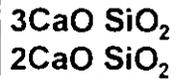
PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO



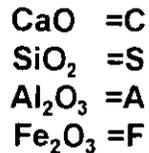
- Agrietamientos
- Desgaste
- Cacarizos
- Resistencia débil
- Filtraciones
- \$\$\$\$\$

COMPUESTOS QUIMICOS DE LOS CEMENTOS

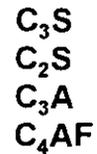
©BASICOS



ABREVIATURAS



BASICOS



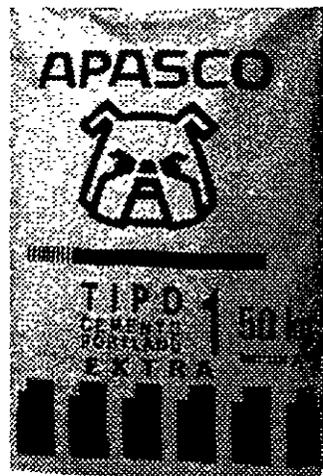
COMPUESTOS QUIMICOS DE LOS CEMENTOS

⊙ SECUNDARIOS

Alcalis de sodio y de potasio
MgO
SO₃
Residuo insoluble

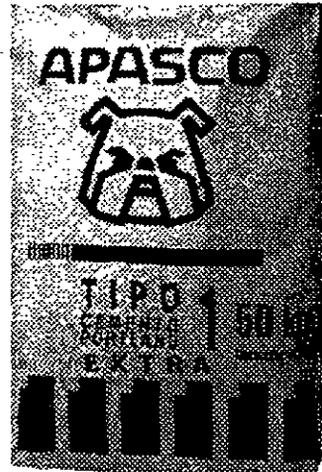
PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND

- ⊙ FINURA
- ⊙ SANIDAD
- ⊙ CONSISTENCIA
- ⊙ TIEMPO DE FRAGUADO
- ⊙ FRAGUADO FALSO



PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND

- ⊙ RESISTENCIA A COMPRESION
- ⊙ CALOR DE HIDRATAACION
- ⊙ PERDIDA POR IGNICION
- ⊙ RESIDUO INSOLUBLE
- ⊙ CONTENIDO DE ALCALIS



FINURA BLAINE (ASTM C 204)

Forma de medir la superficie específica. Determinando la cantidad de aire que pasa a través de una muestra de cemento compactada de manera estándar

FINURA
MALLA No. 325 (ASTM C 430)

Cantidad de cemento que pasa dicha malla; en % respecto al peso de la muestra valores: 85 - 95%

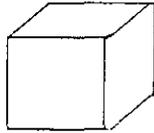
SUPERFICIE ESPECIFICA

Es la cantidad de área expuesta, por unidad de masa

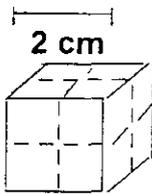
Cemento normal: 3600 cm²/g

Puzolánico: 4500 cm²/g

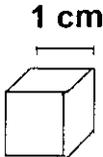
SUPERFICIE ESPECIFICA PARA MATERIAL CON DENSIDAD 3.0 g/cm³



$$\begin{aligned} \text{área exp.} &= 2 \times 2 \times 6 = 24 \text{ cm}^2 \\ \text{masa} &= 8 \times 3 = 24\text{g} \quad \text{SEsp} = 1\text{cm}^2/\text{g} \end{aligned}$$



2 cm



$$\begin{aligned} \text{área} &= 6 \times 8 = 48 \text{ cm}^2 \\ \text{SEsp} &= 48 / 24\text{g} = 2 \text{ cm}^2/\text{g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{masa} &= 3\text{g} \\ \text{área} &= 6 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{SEsp} = 2 \text{ cm}^2/\text{g}$$

SANIDAD (ASTM C 151)

Capacidad de una pasta para conservar su volumen después del fraguado

MgO

CaO
libre

valores: < 0.02%

CONSISTENCIA NORMAL

Mezcladora: mostrar

Aparato de Vicat (mostrar)

**Resistencia a la penetración del
vástago Vicat: 10 ± 1 mm en pasta
recién mezclada**

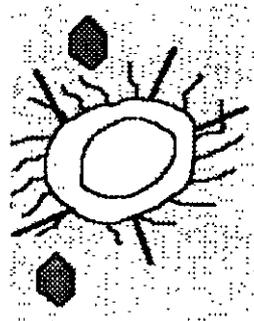
FRAGUADO DEL CEMENTO

**Pérdida de fluidez en la pasta
que se manifiesta como
endurecimiento. Causada por
las reacciones entre el agua y
el cemento (hidratación)**

PRODUCTOS DE HIDRATACION

Son los diversos productos que se forman al evolucionar la hidratación del cemento. Ejemplos:

C-S-H
Portandita
Ettringita



TIEMPOS DE FRAGUADO (ASTM C 191)

INICIAL: productos de hidratación desarrollaron suficientes contactos; granitos de cemento en posición

FINAL: desarrollo de suficiente resistencia para no dejar huellas fácilmente.

VALORES: FI: 150 min; FF: 360 min

CONCEPTO BASICO DE TIEMPO DE FRAGUADO DE CONCRETO

ES SIMILAR AL DE LA PASTA. El método de ensaye es diferente

FI 5:00 h

FF 7:00 h

FRAGUADO FALSO (ASTM C 359)



Considerable pérdida de fluidez en la pasta, poco después de mezclada.

Posible causa: deshidratación del yeso en la fabricación del cemento

Valor: $\leq 50\%$ respecto al original

RESISTENCIA A COMPRESION

MORTERO

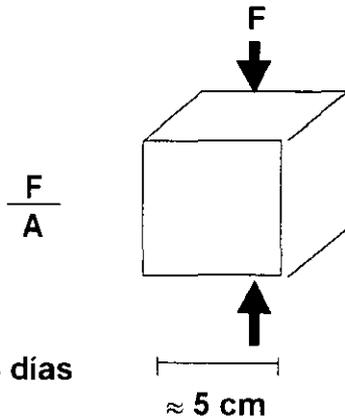
1: 2.75

A/C = 0.5

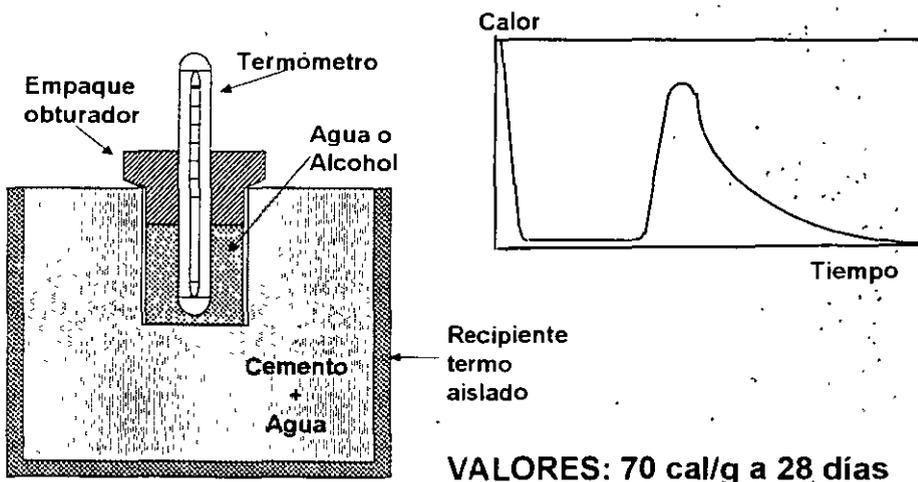
CURADO POR

INMERSION

VALORES: 390 kg/cm² a 28 días



CALOR DE HIDRATACION



PERDIDA POR IGNICION (ASTM C 114)

Material que se pierde al calentar el cemento a unos 1000° C

Indica prehidratación y/o carbonatación

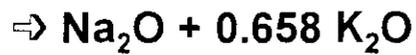


RESIDUO INSOLUBLE

Cantidad no soluble en ácido clorhídrico

Indica presencia de material silíceo en el cemento, p. ej. puzolánico

CONTENIDO DE ALCALIS (ASTM C 114)



VALOR REFERENCIA: 0.60%

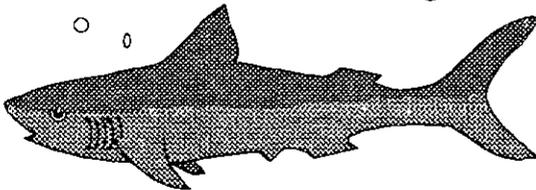
AGUA PARA CONCRETO (ASTM C 94)

Evaluación de la calidad

➤ ANALISIS QUIMICO

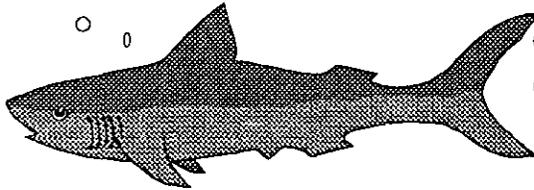
➤ ANALISIS FISICO

fc; t. fraguado; durabilidad



IMPUREZAS EN EL AGUA

- ⊙ Cloruros
- ⊙ Sulfatos
- ⊙ Carbonatos
- ⊙ Desperdicio industrial
- ⊙ Materia orgánica
- ⊙ Azúcar
- ⊙ Aceite
- ⊙ Sólidos



TIPOS DE CEMENTO

Tipo	Características distintivas	Usos Principales
I	$C_3S \approx 55\%$, $C_3A > 8\%$ Blaine $\gg 3600 \text{ cm}^2/\text{g}$	General; estructuras <u>no</u> requieren cuidados
II	Menor C_3S , $C_3A < 8\%$	Cimentaciones; estructuras semimasivas; vs presencia moderada de sulfatos
III	Mayor C_3S y Blaine	Acelerar desarrollo f'c

TIPOS DE CEMENTO

Tipo	Características distintivas	Usos Principales
IV V	Bajo C_3S y C_3A $C_3A < 5.0\%$	Concretos masivos Presencia de sulfatos: mar, cimentaciones
Blanco	C_4AF cerca de 0%; molienda especial	Concretos arquitectónicos
Adiciones	Puzolana, escoria, otros	General; en algunos casos, alternativa

CLASIFICACIÓN

Tabla 1

TIPOS DE CEMENTO	
TIPO	NOMBRE
CPO	Cemento Portland Ordinario
CPP	Cemento Portland Puzolánico
CPEG	Cemento Portland con Escoria Granulada de alto horno
CPC	Cemento Portland Compuesto
CPS	Cemento Portland con Humo de Silice
CEG	Cemento con Escoria Granulada de alto horno

COMPOSICIÓN ⁽¹⁾

Tabla 2

Tipo	Denominación	Componentes					Minortanos (2)
		Clinker Portland + Yeso	Principales			Caliza	
			Escoria de alto horno	Materiales puzolánicos (3)	Humo de sílice		
CPO	Cemento Portland Ordinario	95-100	-	-	-	-	0-5
CPP	Cemento Portland Puzolánico	50-94	-	6-50	-	-	0-5
CPEG	Cemento Portland con Escoria Granulada de alto horno	40-94	6-60	-	-	-	0-5
CPC	Cemento Portland Compuesto (4)	50-94	6-35	6-35	-	6-35	0-5
CPS	Cemento Portland con Humo de Sílice	90-99	-	-	1-10	-	0-5
CEG	Cemento con Escoria Granulada de alto horno	20-39	61-80	-	-	-	0-5

AGREGADOS PETREOS

Ocupan $\approx 70\%$ del volumen del concreto

Influyen mucho en la \$ economía

Propiedades físicas básicas

- Resistencia, densidad
- Forma y textura
- Limpieza

Requisitos mineralógicos

- Inertes o no negativos con pasta de cemento

ORIGEN DE LAS ROCAS... Y EJEMPLOS

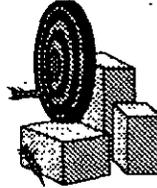
IGNEAS	SEDIMENTARIAS	METAMORFICAS
Basalto	Caliza	Mármol
Riolito	Arenisca	Esquisto
Andesita	Conglomerado	Pizarra
Toba	Argilita	Metacuarcita
Granito	Gravaca	Gneiss

MINERALES EN LAS ROCAS

- ⊙ SILICE
- ⊙ CARBONATO
- ⊙ SULFATO
- ⊙ OXIDO DE HIERRO
- ⊙ SILICATOS
- ⊙ ARCILLAS

LOCALIZACION DE BANCOS DE AGREGADOS

⇨ Localización del proyecto



⇨ Volúmenes requeridos

V=215,000m³

⇨ Estudios de planos:

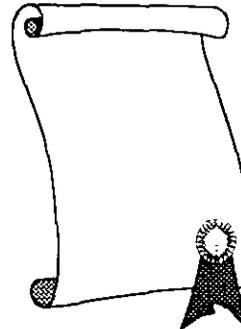
Detalle del
Territorio
Nacional



LOCALIZACION DE BANCOS DE AGREGADOS

⇨ Investigación de Bancos

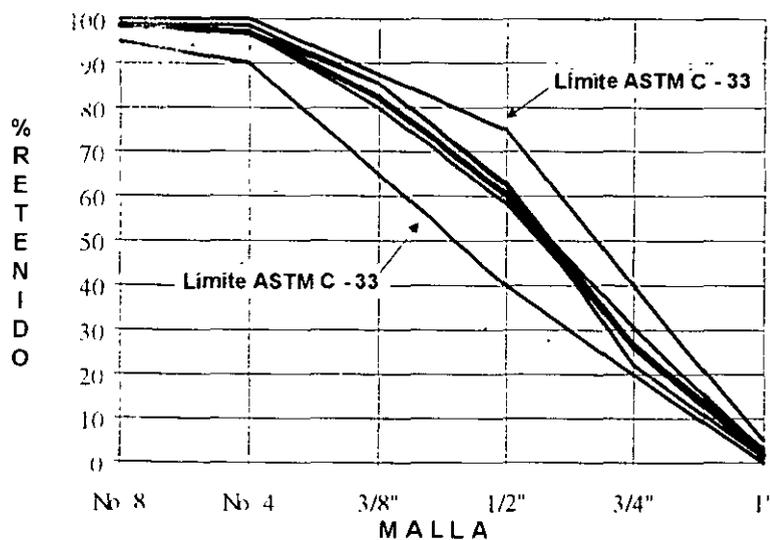
- planeación en gabinete
- localización de depósitos
- muestras y pozos
- determinación de volúmenes
- ensayos de laboratorio
- INFORME de RESULTADOS
 - ⊙ localización, accesos
 - ⊙ volúmenes
 - ⊙ calidad



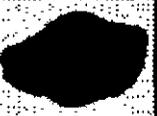
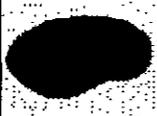
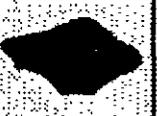
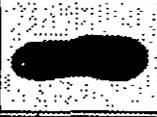
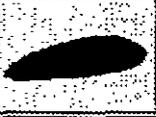
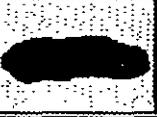
AGREGADOS PARA CONCRETO propiedades básicas

- ✓ granulometría y límites
- ✓ forma y textura
- ✓ resistencia
- ✓ reactividad álcali-agregado
- ✓ otras

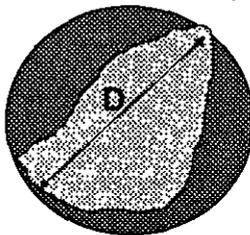
GRANULOMETRIAS



FORMA PARTICULA

Shape of Aggregate				
				
				
				
				

COEFICIENTE DE FORMA, EN GRAVAS



- 100 - 200 partículas diámetros
- Σ volúmenes esferas individuales volumen total

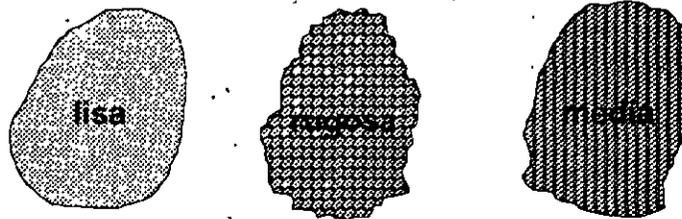
$$C.F. = \frac{\text{Vol. gravas}}{\text{Vol. esferas}} \times 100$$

valores típicos:

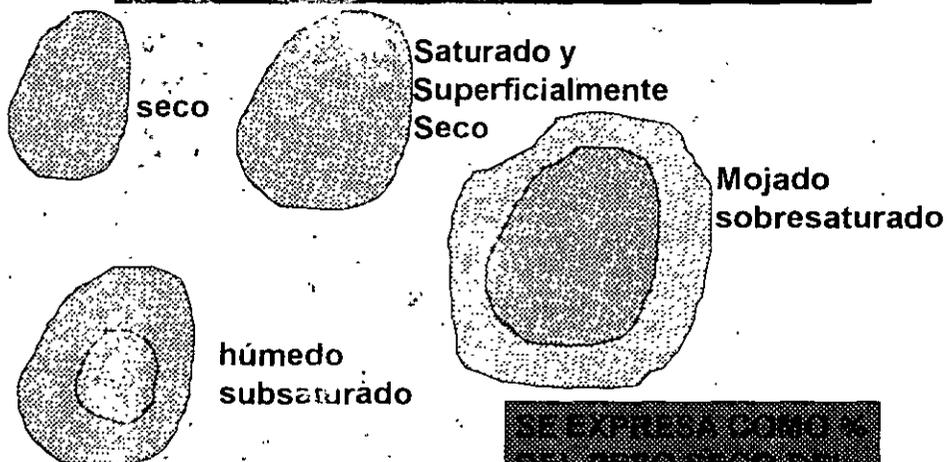
grava de río	0.34
grava triturada	0.22

TEXTURA DE AGREGADOS

Descripción cualitativa de la irregularidad superficial del agregado. Importante relación con la adherencia pasta-agregado



HUMEDAD EN LOS AGREGADOS



SE EXPRESA COMO %
DEL PESO SECO DEL
MATERIAL

DENSIDAD Y ABSORCION

Valores típicos

$$\text{Absorción} = \frac{\text{Peso agua agregado SSS}}{\text{Peso seco del agregado}} \times 100$$

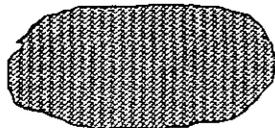
< 2% B
> 4% R,M

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa del agregado}}{\text{Volumen del agregado}}$$

> 2.5 g/cm³ B
< 2.4 g/cm³ R,M

RESISTENCIA A HUMEDECIMIENTO Y SECADO

Capacidad del agregado de permanecer inalterado al ser sometido a ciclos de humedecimiento -saturación- y secado en horno ... (y en campo)



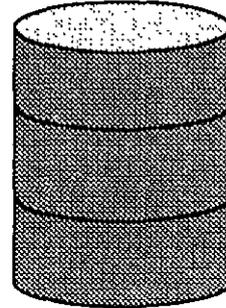
mat' l estratificado



ferrón

RESISTENCIA AL IMPACTO Y ABRASION (ASTM C 131)

- Gravas en cilindro metálico, girando, con bolas de acero golpeándolas
- 500 revoluciones
- Determinar mat'l pasa malla No. 12

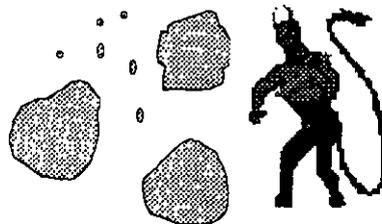


$$\text{Pérdida por abrasión} = \frac{\text{Pasa No. 12}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

VALOR TIPICO: < 40% B > 40% M

MATERIALES INDESEABLES EN AGREGADOS (ASTM C 33)

- IMPUREZAS ORGANICAS
 - POLVO (pasa malla No. 200)
- PARTICULAS LIGERAS
 - TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES



IMPUREZAS ORGANICAS (ASTM C 40)

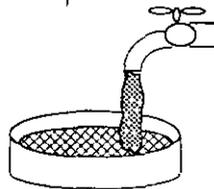
- DESECHOS DE PLANTAS Y ANIMALES
- AFECTAN: FRAGUADO
RESISTENCIA



SOLUCION: LAVAR; MEZCLAR CON ARENA BUENA

POLVO EN AGREGADOS

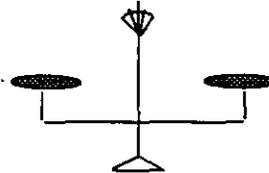
- ⊙ Incrementa demanda de agua
- ⊙ Efectos: aumenta agrietamiento
baja resistencia
disminuye durabilidad



SOLUCION: Reducir polvos en los áridos

PARTICULAS LIGERAS

- ⊙ Afectan durabilidad
- ⊙ Con frecuencia se refiere a material cuya DENSIDAD RELATIVA < 2.0



SOLUCION: Mezclar con agregado denso;
reducir % de ligeros; cambiar banco

TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES (ASTM C 142)

Efectos: trabajabilidad, erupciones, durabilidad

- ⊙ Partículas sensibles a la humedad y al secado



SOLUCION: lavar; disminuir %, combinarlo con otro agregado

REACTIVIDAD ALCALI-AGREGADO

Reacción entre la pasta de cemento y ciertos agregados cuya composición químico-mineralógica NO es inerte

Efecto: expansión interna en el concreto, que lo destruye paulatinamente

Ocurrencia: al coincidir agregados reactivos + altos álcalis en concreto + agua

REACTIVIDAD ALCALI-AGREGADO

Agregados y minerales potencialmente reactivos

- ⊙ Andesitas
- ⊙ Riolitas
- ⊙ Calizas dolomíticas
- ⊙ Dolomías con caliza
- ⊙ Calizas y dolomías silícicas
- ⊙ Cuarzo criptocristalino
- ⊙ Opalo
- ⊙ Obsidiana

REACTIVIDAD ALCALI-AGREGADO

Algunas posibles soluciones:

- Evitar uso de agregados reactivos/reducir % de árido nocivo
- Selección del cemento adecuado
- Reducir consumo de cemento (léase álcalis) por m³
- Ensayes lab para demostrar resultados
ASTM C 227, C 289, C 1057



ALGUNAS DE LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS Y SU RELACION CON EL CONCRETO

- Granulometría
- Forma de partícula
- Densidad
- Textura superficial

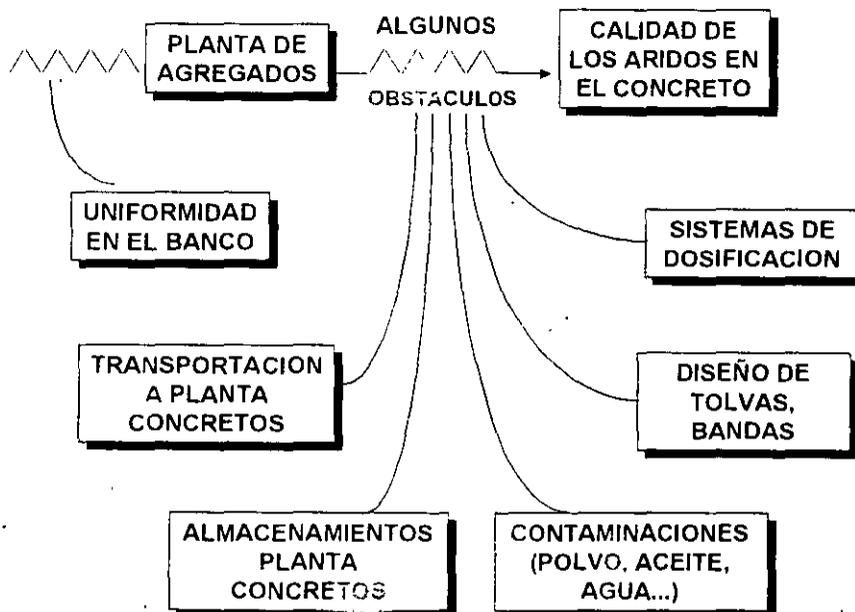
- Economía, durabilidad
- Demanda de agua, módulo de ruptura
- Peso volumétrico, módulo de elasticidad
- Adherencia

ALGUNAS DE LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS Y SU RELACION CON EL CONCRETO

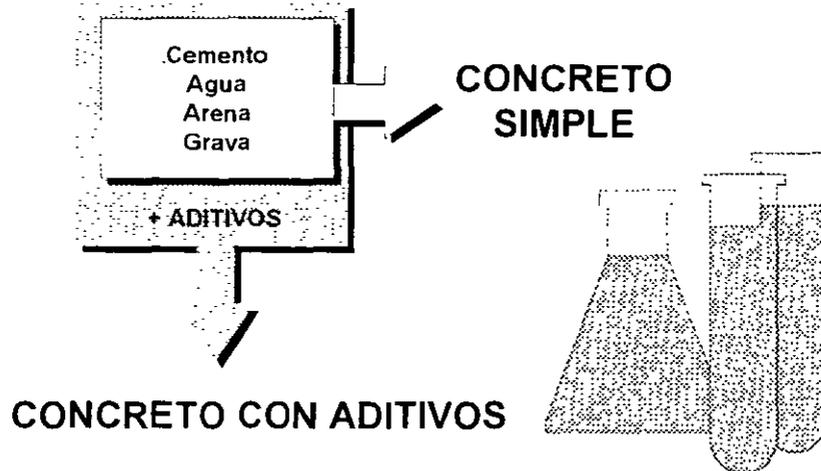
- Humedad
- Composición mineralógica
- Limpieza superficial
- Resistencia al impacto y la abrasión
- Resistencia, durabilidad
- Resistencia, durabilidad
- Economía, adherencia, durabilidad
- Durabilidad

MANEJO, ALMACENAMIENTO Y USO DE AGREGADOS

OBJETIVO: Conservar las características de los áridos, ya aceptadas para el proyecto, hasta elaborar los concretos



ADITIVOS PARA CONCRETO



OBJETIVO DEL USO DE ADITIVOS

- **Economía**
- **Solución técnica de requerimientos de desempeño del concreto, en estado fresco y endurecido**
- **Cumplir especificaciones**

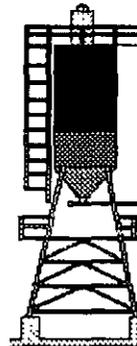
CLASIFICACION DE LOS ADITIVOS DE USO MAS COMUN EN LOS CONCRETOS

REDUCTORES DE AGUA	A
RETARDANTES DE FRAGUADO	B
ACELERANTES DE RESISTENCIA	C
REDUCTOR Y RETARDANTE	D
REDUCTOR Y ACELERANTE	E

SUPERREDUCTOR DE AGUA	F
SUPERREDUCTOR Y RETARDANTE	G

CLASIFICACION DE LOS ADITIVOS DE USO MAS COMUN EN LOS CONCRETOS

- ASTM C 494
- ADITIVOS MINERALES
 - ⊙ puzolana
 - ⊙ escoria
 - ⊙ ceniza volante
 - ⊙ humo de sílice
- INCLUSORES DE AIRE



DEFINICIONES BASICAS DE ADITIVOS

ASTM C 494 Define desempeño en función de AGUA, RESISTENCIA, FRAGUADO

ASTM C 260 establece los requisitos de desempeño en función de :

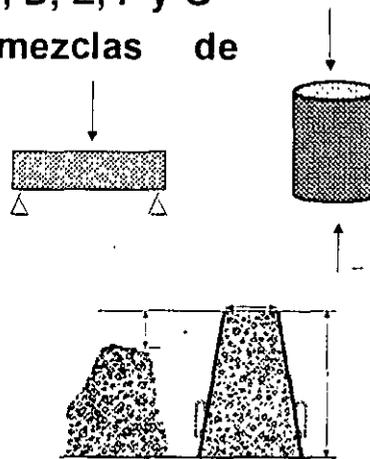
- ⊙ reducción del sangrado
- ⊙ "inerte" respecto a fraguado
- ⊙ resistencia mecánica, compresión/flexión, $\geq 90\%$
- ⊙ estabilidad dimensional

EVALUACION DE CALIDAD DE ADITIVOS

⊙ ASTM C 494, tipos A, B, C, D, E, F y G

⇒ Pruebas físicas en mezclas de concreto:

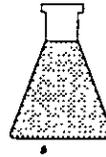
- demanda de agua
- tiempos de fraguado
- resistencia
- estabilidad volumétrica
- pérdida de revenimiento



EVALUACION DE CALIDAD DE ADITIVOS

⇨ Pruebas complementarias

- contenido de cloruros
- pH
- densidad
- sólidos en suspensión
- uniformidad entre partes de un lote



BREVE DESCRIPCION PRACTICA DE ADITIVOS DE USO COMUN PARA CONCRETO Y APLICACIONES

- ⇨ **Reductor con menor cantidad de agua alcanza el revenimiento objetivo. Permite reducir cemento en el concreto** Usos: general
- ⇨ **Retardante de fraguado. Su uso permite prolongar +1:30 á +3:30 h la ocurrencia del tiempo de fraguado** Aplicaciones: obras con áreas de colado grandes o de considerable volumen: losas de cimentación, concretos masivos en presas, etc.
- ⇨ **Fluidizante. Aditivo que con menor cantidad de agua permite obtener el revenimiento buscado** Usos: general

BREVE DESCRIPCION PRACTICA DE ADITIVOS DE USO COMUN PARA CONCRETO Y APLICACIONES

- ⇒ **Acelerante.** Aditivo cuyo objetivo principal es acelerar el desarrollo de las resistencias del concreto a temprana edad
Usos: obras con presión de tiempo en el programa de construcción. O para reuso económico de cimbras costosas
- ⇒ **Superfluidizante.** se obtienen altos revenimientos(>20 cm) al añadirlo a concretos "normales"
Usos: estructuras con alta densidad de armado y/o de difícil colocación

BREVE DESCRIPCION PRACTICA DE ADITIVOS DE USO COMUN PARA CONCRETO Y APLICACIONES

- ⇒ **Superreductor.** Permite alta reducción de agua para mezclado, y bajar de manera significativa el consumo unitario de cemento
Usos: edificios altos. Minimizar consumos de cemento. Concretos con baja relación A/C especificada
- ⇒ **Inclisor de aire.** Incluye gran número de burbujas ≤ 0.5 mm \varnothing , dispersas en toda la masa
Usos: Corregir deficiencias granulométricas en arena. Mejorar trabajabilidad y reducir sangrado de concretos

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

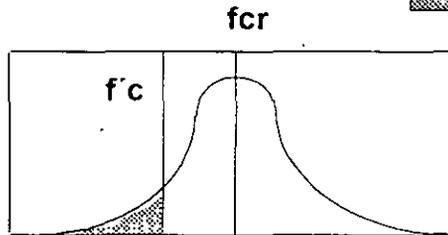
➤ relación $\frac{\text{agua}}{\text{cemento}}$ $\frac{A}{C}$

valores típicos: 0.45 - 0.75

➤ f'c, fcr



% de resultados inferiores a f'c



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

➤ GRADO DE CALIDAD

A= 80% / 20%

B= 90% / 10%

➤ REVENIMIENTO

(ASTM C 143)

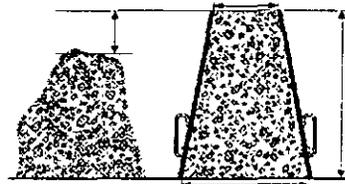
VALORES TÍPICOS 10, 14, 18 cm

➤ COLOCACION

➤ T.M.A.

➤ PROPORCION $\frac{\text{GRAVA}}{\text{ARENA}}$

VALORES TÍPICOS: 60/40, 55/45
65%/35%



➤ AGUA DE MEZCLADO

➤ AGUA DE ABSORCION

➤ ACABADO

➤ DURABILIDAD

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

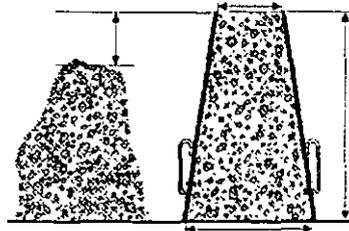
➤ METODO DE DISEÑO:
ACI - 211

➤ MEZCLA DE PRUEBA

➤ AJUSTES POR RESULTADOS

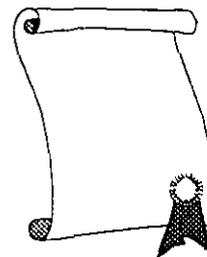
➤ PROPORCIONAMIENTO:

- cemento
- agua
- arena
- grava
- aditivos químicos
- aditivos minerales



Requisitos frecuentes incluidos en las ESPECIFICACIONES PARA CONCRETO

- Relación agua/cemento
- Tipo de cemento
- Contenido mínimo de cemento
- Bombeabilidad
- No segregación
- Módulo de elasticidad
- Peso volumétrico



DISEÑO DE MEZCLAS METODO ACI

• CEMENTO	ejemplo
– densidad	3.15 g/cm ³
• AGUA	
– densidad	1.0 g/cm ³
• ARENA NATURAL	
– densidad	2.64 g/cm ³
– módulo de finura (granul.)	2.8
– absorción	0.7%
– humedad	6.0%
• GRAVA TRITURADA	
– densidad	2.68 g/cm ³
– PVC	1602 kg/m ³
– TMA (granul.)	20 mm
– absorción	0.5%
– humedad	2.0%

EJEMPLO NUMERICO REAL DE DISEÑO DE MEZCLAS

Se pide:

- ⊙ $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$; G.C. B (90%)
- ⊙ revenimiento 10 cm
- ⊙ contenido mínimo de cemento 320 kg/m³
- ⊙ utilizar grava TMA 25 mm
- ⊙ uso: colado losas uso industrial; espesor 30 cm, concreto reforzado
- ⊙ no se permite el uso de aditivos
- ⊙ se utilizará cemento tipo I (CPO)

SECUENCIA DE DISEÑO ACI

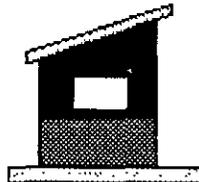
1. Elección de revenimiento
2. Cantidad de agua y contenido de aire
3. Elección TMA
4. Relación A/C
5. Cantidad de cemento
6. Contenido de grava
7. Arena
8. Ajustes por humedad
9. Ajustes a mezcla de prueba

DOSIFICACION DEL CONCRETO

BASE: diseños de mezclas

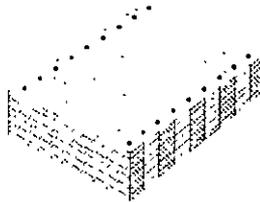
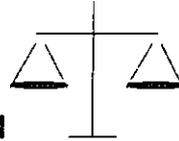
⇒ **Práctica:** TABLAS de proporcionamiento

DOSIFICACION: acción de pesar cada ingrediente, de acuerdo con el diseño



DOSIFICACION CONFIABLE

- ⇨ **CALIBRACION DE BASCULAS**
 - SATISFACER REQUISITOS DE TOLERANCIA ESPECIF.
- ⇨ **VERIFICACION DISPOSITIVOS DE MEDICION**
 - AGUA
 - ADITIVOS
- ⇨ **REGISTROS**
 - PESADAS
 - CALIBRACIONES
 - VERIFICACIONES



MEZCLADO DEL CONCRETO

OBJETIVO: uniformidad, \$ mín



Mezclado en planta central } premezclado
Mezclado en camión revolvedora }

Mezclado en obra

REQUISITOS PARA EL MEZCLADO DEL CONCRETO

	M	PC
VOLUMEN DE MEZCLADO	63%	80%
REVOLUCIONES: 70 - 100 vel. mezclado		
TROMPO: sin costras limpio		
PRUEBAS DE UNIFORMIDAD	NMX C 155	

REQUISITOS DE UNIFORMIDAD DE MEZCLADO (NMX C 155)

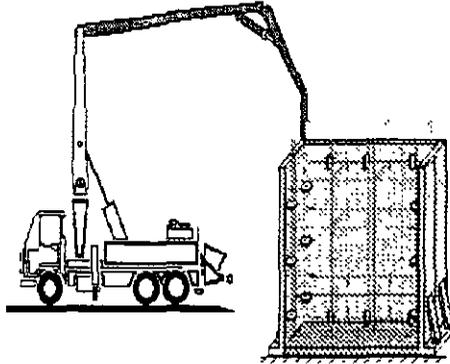
DIFERENCIAS ENTRE DOS MUESTRAS: \approx 15% Y 85% V

MASA:	< 15kg/m ³
CONT. AIRE:	< 1 %
REVENIMIENTO	< 2.5 cm para rev 6-12 cm
GRAVA	< 6%
fc a 7 días	< 10%

TRANSPORTE DEL CONCRETO

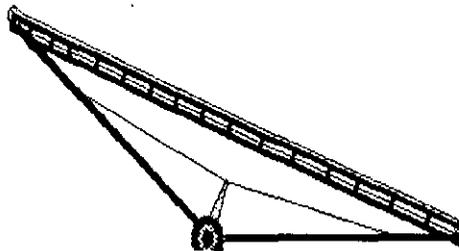
CONCEPTOS BASICOS:

- ⊙ Trabajabilidad
- ⊙ Segregación
- ⊙ Tiempo transcurrido
- ⊙ Temperatura en el concreto
- ⊙ Retemplado con agua
VS uso de aditivos



EQUIPO COMUN PARA TRANSPORTAR CONCRETO

- Ollas revolvedoras
- Canales
- Grúas y bachas
- Bandas transportadoras
- Camiones de volteo
- Carretillas, boogies



FACTORES PARA INFLUIR LA ELECCION:

\$, ESPECIFICACIÓN

DISPONIBILIDAD

ACCESOS

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO



COLOCACION Y ACABADO DEL CONCRETO

Conceptos básicos:

- **Importancia de las especificaciones**
- **Preservar calidad del concreto producido**
- **Preparación tramo de colado**
- **Planeación de colados**
- **Compactación - resistencia**
- **Acabado - durabilidad**



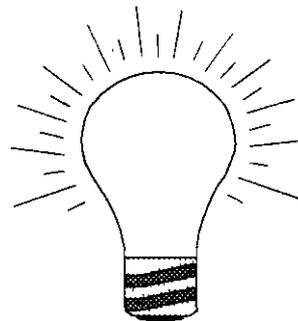
PREPARACION DE COLADOS

- DISEÑO DE UN FORMATO PARA AUTORIZACION DE COLADOS
- COMUNICACION AUTORIDADES
- IMPLANTACION
- SISTEMATIZACION

PLANEACION DE COLADOS

FACTORES RELEVANTES:

- Programa de construcción
- Volumen requerido
- Area de colocación
- Condiciones ambientales
- Especificaciones
- Equipo y accesorios
- Personal
- Necesidades de ensayos



COLOCACION Y ACABADO DEL CONCRETO

Conceptos básicos complementarios:

➤ Junta fría

- Sistema de juntas
- Acabado
- DURABILIDAD

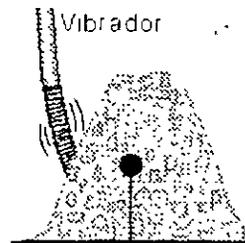


➤ Unión concreto viejo - nuevo

- Congruencia análisis estructural - obra real
- Embebidos
 - Limpieza de tramo
 - SUPERVISION

DISTRIBUCION Y COMPACTACION DEL CONCRETO

- Compactación
- Capas de colado
- Segregación / cohesión
 - ⇨ vibradores
 - ⇨ reglas
 - ⇨ vibr. forma
- Ventanas

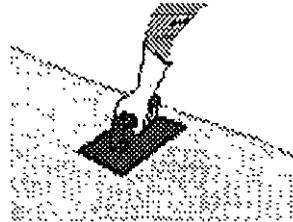


EJEMPLO ESPECIAL: clave túnel; tremie

ACABADO DEL CONCRETO

Conceptos fundamentales:

- Superficies
 - cimbradas
 - no cimbradas
- Uso de las superficies (estructuras)
- Las especificaciones
- Tiempos de fraguado
- Planeación de los acabados
 - tiempo
 - recursos
 - verificación
 - protección
- Acabados estéticos vs competentes



IMPORTANCIA DE LAS ESTRUCTURAS

- ⇨ Casa habitación concreto no arquitectónico
- ⇨ Muros fachada principal del banco, concreto arquitectónico
- ⇨ Losa piso industrial uso rudo
- ⇨ Pavimento carretera interestatal
- ⇨ Banquetas y andadores en importante zona comercial
- ⇨ Canal vertedor de concreto simple; alta velocidad del agua

EQUIPO Y HERRAMIENTAS DE USO COMUN PARA DISTRIBUCION Y ACABADO DEL CONCRETO

- CANALONES, BOMBAS, BACHAS, ETC.
- TORNILLOS SINFIN, REGLAS, POLINES,
PALAS, TRAXCAVOS
- planas madera
- llana metálica
- flota (llana de mango largo)
- bordeador
- helicóptero
- cepillo
- rastrillo
- moldes especiales

FORMACION DE JUNTAS

Congruencia con ingeniería de proyecto

➤ machihembradas
(molde)

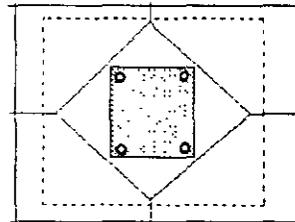


JUNTA DE CONTROL.

➤ aserradas

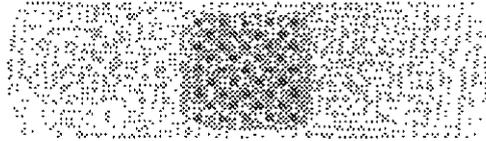
➤ preformadas: inserta material

➤ aislamiento estructural



RESANES

- Estético lo común
- Estructural
 - inspección
 - remoción defectos
 - restauración
 - verificación



CURADO DEL CONCRETO

Conceptos fundamentales:

- Hidratación del cemento
- Desarrollo de resistencia y de “impermeabilidad”
- Madurez

METODOS Y MATERIALES PARA CURADO

- ⇨ Inundación
- ⇨ Aspersión
- ⇨ Cubiertas húmedas
- ⇨ Rollos de plástico
- ⇨ Otros: atomización, membranas, etc.



CURADOS ESPECIALES PARA CONCRETO

- Curado a vapor T
- Curado en autoclave (T+P)
- Cubiertas aislantes (T)

- Otros: objetivo (T + tiempo)

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO

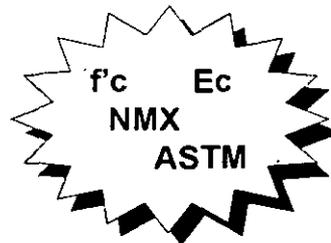
Conceptos fundamentales

- ☒ Definición de la calidad
- ☒ Administración de la calidad
 - ⇨ LABORATORIO
 - ⇨ PLANTA DE CONCRETO
 - ⇨ CAMPO
 - ⇨ INFORMES



LA CALIDAD EN LAS ESPECIFICACIONES

- Parámetros de calidad
- Frecuencia de ensayos
- Métodos de prueba
- Criterios de aceptación o rechazo



CONTROL DE CALIDAD VS VERIFICACION

CALIDAD DE LOS MATERIALES

CEMENTO: informes fábrica o específicos

AGUA: fraguado, resistencia

AGREGADOS: pr. físicas; en ocasiones,
mineralógicas / químicas

ADITIVOS: verificación, control

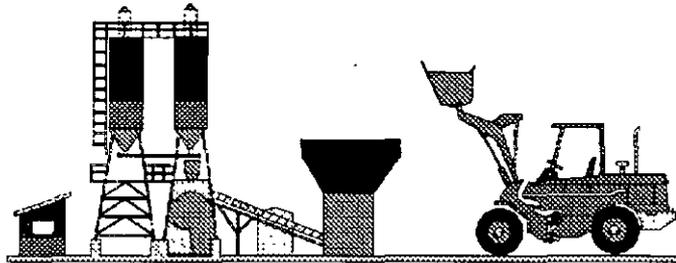
MEMBRANAS, juntas, resinas, etc.: verificación

CONCRETO: diseño de mezclas

CALIDAD EN LA PLANTA

Producción, Mezclado, Transporte:

- Recepción, almacenamiento y manejo de materiales
- Básculas
- Tablas
- Dosificación



CALIDAD EN LA PLANTA

- Preparativos olla
- Dosificación
- Mezclado
- Inspección / verificación
- Ajustes
- Aprobación / envío
- Registros



CALIDAD DEL CONCRETO EN CAMPO

➤ Supervisión antes de colados

- ✓ Recepción del concreto
- ✓ Aprobación de tramos
- ✓ Personal y Equipo
- ✓ Organización
- ✓ Especificaciones



CALIDAD DEL CONCRETO EN CAMPO

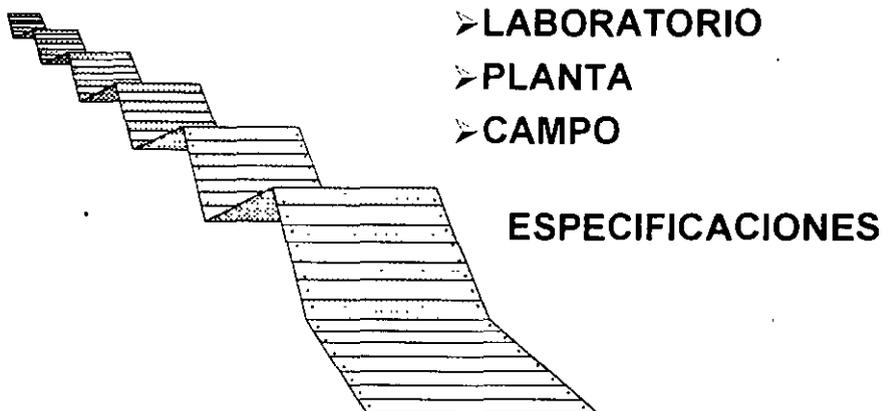
➤ Distribución, colocación y acabado

- ✓ Equipo y accesorios
- ✓ Personal
- ✓ Prácticas constructivas
- ✓ Registros
- ✓ Organización
- ✓ Especificaciones

CALIDAD DEL CONCRETO EN CAMPO

- Curado y Protección
 - ✓ Materiales. Calidad de membranas
 - ✓ Verificación de H.R. y temperaturas
 - ✓ Desarrollo de resistencia
 - ✓ Protección del concreto
 - ✓ Registros
 - ✓ Organización
 - ✓ Especificaciones

INFORMES DE CALIDAD DE CONCRETO

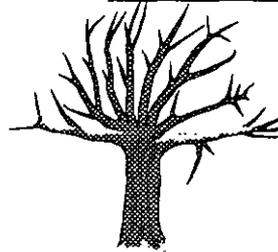


CONCRETO EN CLIMAS EXTREMOSOS

- **Clima cálido**
Definición y especificaciones



- **Clima frío**
Definición y especificaciones

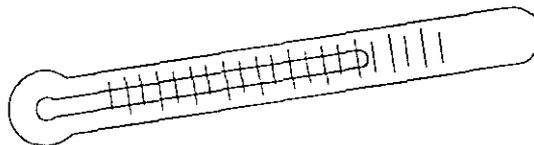


CONCRETO EN CLIMAS CALIDOS

CLIMA CALIDO



TEMPERATURA AMBIENTE
TEMPERATURA CONCRETO
HUMEDAD RELATIVA
VIENTO
NMX - C - 155

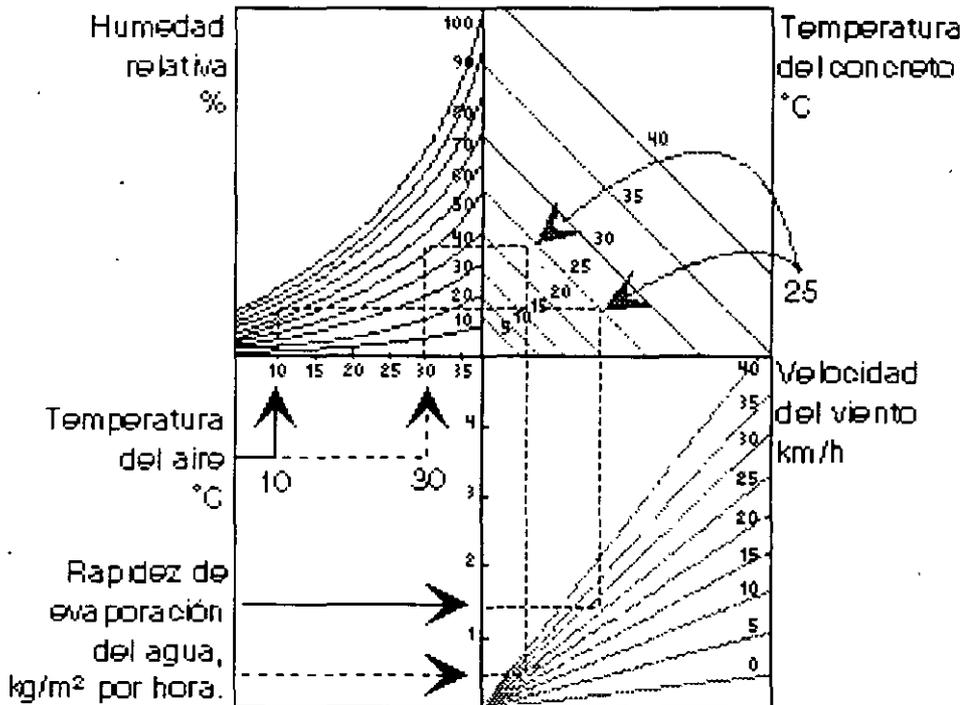
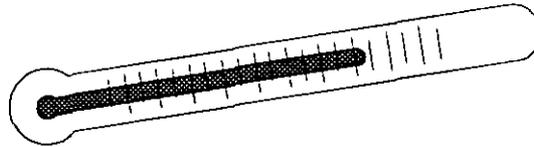


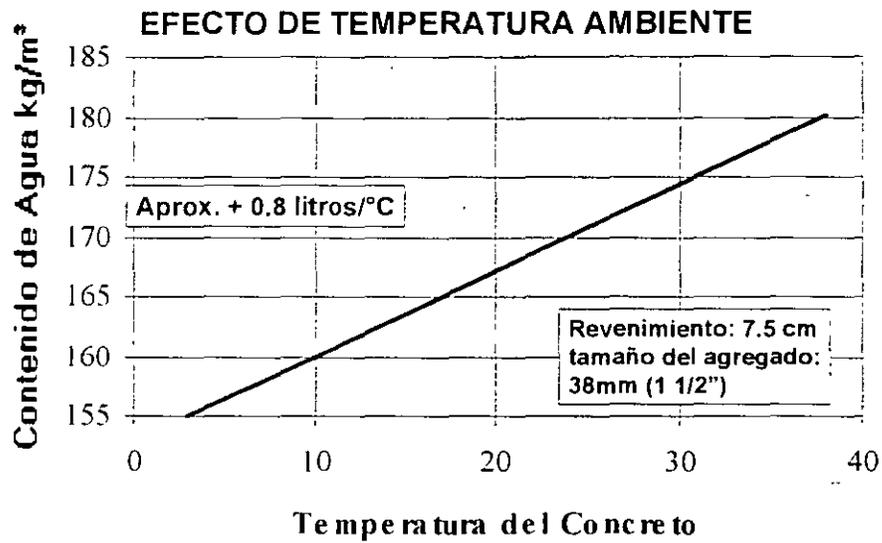
CONCRETO EN CLIMAS CALIDOS

CLIMA CALIDO



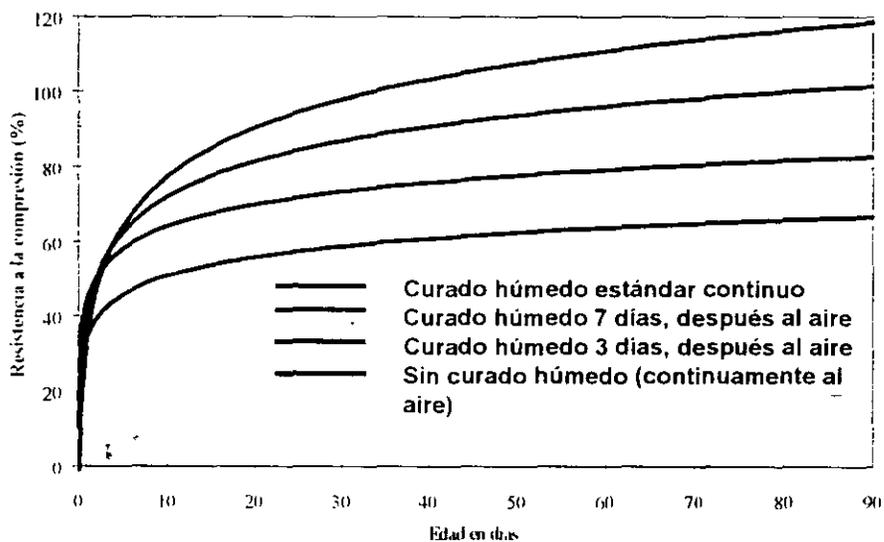
TEMPERATURA AMBIENTE
 TEMPERATURA CONCRETO
 HUMEDAD RELATIVA
 VIENTO
 NMX - C - 155





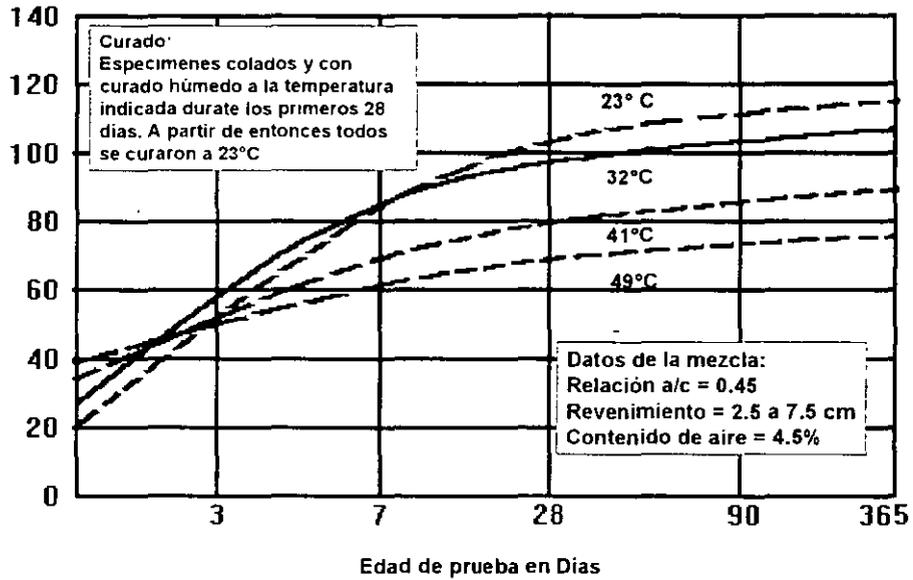
La cantidad necesaria de agua en una mezcla de concreto aumenta con el incremento en la temperatura del concreto

DESARROLLO DE RESISTENCIA



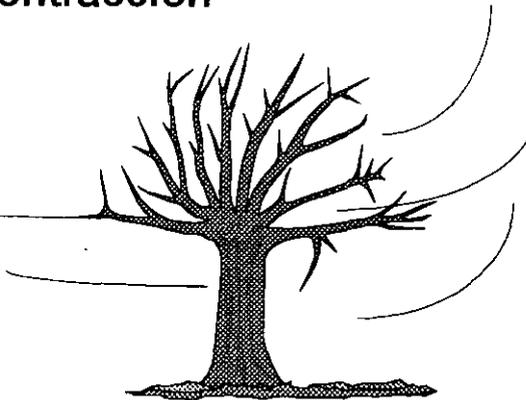
RESISTENCIA VS TEMPERATURA

Resistencia a la Compresión %



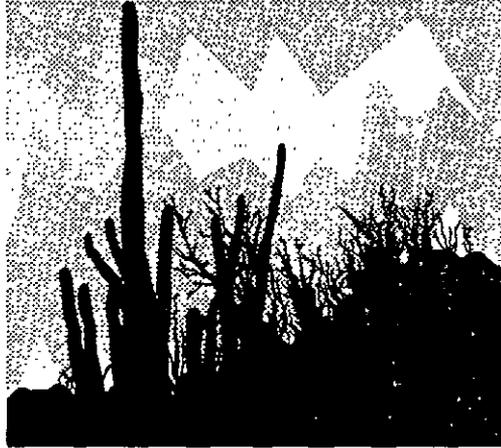
EFFECTOS DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO

- Mayor riesgo de contracción plástica



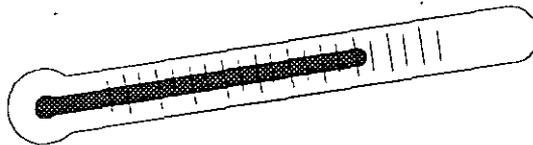
PROBLEMAS TÍPICOS DEL CONCRETO EN CLIMAS CALIDOS... Y SOLUCIONES

- Acelerada pérdida de (reventamiento) trabajabilidad
- Mayor demanda de agua
- Reducción del tiempo de fraguado
- Mayor tendencia al agrietamiento plástico y contracción por secado
- Riesgo de resistencias reducidas
- Disminución de la impermeabilidad y de la durabilidad



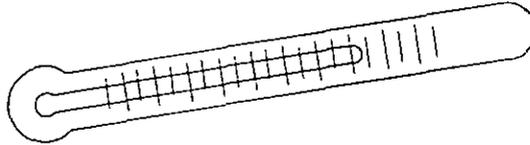
SOLUCIONES

- Minimizar cemento/m³ Resistencia de proyecto
Diseño de mezclas
- Precauciones en planta de producción de concretos
 - Bajar temperatura de agregados
 - Selección del tipo de cemento
 - Disminuir temperatura del agua de mezclado
 - Uso de aditivos



SOLUCIONES

- **Minimizar cemento/m³** **Resistencia de proyecto**
 Diseño de mezclas
- **Precauciones en planta de producción de concretos**
 - Bajar temperatura de agregados
 - Selección del tipo de cemento
 - Disminuir temperatura del agua de mezclado
 - Uso de aditivos



SOLUCIONES

- **Prácticas de construcción en obra:**
 - Decisión sobre días/horas de colado
 - Precauciones en el tramo vs resecamiento, aumento de temperatura, velocidad viento
 - Preparativos para colado eficiente, incl. acabado
 - Curado
 - Capacitación del personal

CONCRETO EN CLIMA FRIO

Conceptos fundamentales:

- Madurez = f (temperatura + tiempo)
 - < Temp => < f_c
 - > permeabilidad
- Agua al volverse hielo aumenta de volumen
- Es exotérmica la reacción cemento - agua
- La difusividad térmica del concreto es relativamente baja

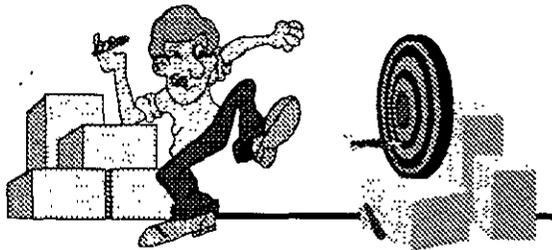
PROBLEMAS TIPICOS DEL CONCRETO ASOCIADOS A CLIMA FRIO

- ⊙ Retraso en el tiempo de fraguado del concreto. Afecta a las actividades de acabado
- ⊙ Menor desarrollo de resistencia y de "impermeabilidad" en el concreto. Afecta al descimbrado y otras características a temprana edad
- ⊙ Posibilidad de daño por congelamiento del agua interna/externa. Daño irreversible a la resistencia

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO PARA CLIMAS FRIOS

Objetivos:

- ✓ Evitar retrasos en tiempos de fraguado
- ✓ Proteger al concreto de sofreesfuerzos
- ✓ Generación de mayor cantidad de calor por efectos de hidratación del cemento



ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA DISEÑO DE MEZCLAS PARA CLIMA FRIO

- ⇨ Seleccionar el cemento que presente el mayor calor de hidratación, p. ej. tipo III
- ⇨ Acelerar la hidratación del cemento, utilizando un aditivo químico
- ⇨ Añadir un aditivo inclusor de aire

APOYOS ADICIONALES DURANTE LA PRODUCCION DE CONCRETO EN CLIMA FRIO

- ⇨ Calentar el agua de mezclado
- ⇨ Calentar agregados, evitando pesar hielo en vez de grava/arena
- ⇨ Secuencia de carga



COMPLEMENTOS UTILES EN OBRAS EN COLADOS BAJO CLIMA FRIO

- Calentar área de colado
- Construcción de recintos temporales
- Uso de materiales aislantes para retener el calor de hidratación del cemento
- Restrasar los colados hasta tener mejores condiciones de temperatura
- Precalentar cimbras
- Monitoreo de temperatura: concreto / ambiente
- Evitar shocks térmicos en el concreto



CAMBIOS DE VOLUMEN EN LOS CONCRETOS

➤ **Por temperatura**

- en el concreto ... límite 20° C
- en el ambiente c.d.t.=10 X 10⁻⁶° C

➤ **Por humedad**

interna { mojado
 seco

expansión
contracción

externa: humedad relativa
- alta
- baja



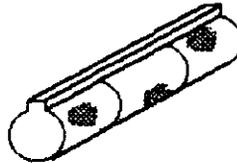
fisuras, grietas

CAMBIOS POR CARGAS AL CONCRETO

- ◆ **Módulo de elasticidad** 14000 √f_c
- ◆ **Relación de poisson** 0.17 - 0.22
- ◆ **Fluencia** 15x10⁻⁶

CAMBIOS POR EFECTOS QUIMICOS

- **Ataque por sulfatos presentes en**
 - suelo
 - aguas freáticas
- **Reactividad álcali-agregado**
 - agregados reactivos
 - cemento alto en álcalis
 - alta H.R. o agua
- **Corrosión del acero de refuerzo**
 - recubrimiento del acero y pH
 - presencia de cloruros en el concreto... y humedad



CONCRETOS ESPECIALES

Concepto básico:

Son aquellos concretos cuyos requerimientos de desempeño en estado fresco o endurecido NO pueden lograrse variando

- Tipo de cemento
- Cantidades de materiales
- O utilizando el equipo o métodos constructivos convencionales
- O simplemente se aplica el término a concretos "poco comunes"

CONCRETO AUTONIVELANTE

Tiene ≥ 20 cm de revenimiento. Se utiliza aditivo superfluidizante

Ventajas: trabajabilidad sin incrementar contenido de pasta; autonivelante o requiere poco esfuerzo p compactar

Desventajas: Tiende a segregación

Aplicación típica: colado de obras con mucho armado, elementos delgados y/o de difícil acceso al concreto

CONCRETO REVENIMIENTO CERO

Aquél cuyo revenimiento ≤ 0.5 cm; por disminución de contenido de agua

La consistencia se mide con otros métodos: Vebe, factor de compactación

Ventajas: menor consumo de cemento; menor calor de hidratación

Desventajas: Requiere equipo especial para distribución y compactación

Aplicación: Colado de grandes volúmenes, en áreas importantes, p. ej. presas, fabricación de tubos y otros productos prefabricados vibrocomprimidos, p. ej. blocks

CONCRETO PRESFORZADO/POSTENSADO

El que se produce para la fabricación de elementos estructurales

- presforzados
- postensados

Típicamente son concretos con rev. \approx 3-5 cm ya incluido el aditivo reductor; resistencia a compresión 350-400 kg/cm², T.M.A. 13 ó 19 mm. Utiliza curado a vapor para rápido reuso de cimbras.

CONCRETO MASIVO

Suele denominarse así a los concretos cuyo

- contenido y tipo de cemento
- espesor del elemento por colar
- condiciones ambientales locales
- contenido y características térmicas del agregado
- Procedimiento de fabricación

inducirían tal cantidad de calor en la masa, que de no adoptarse medidas preventivas, provocarían el agrietamiento y degradación del concreto.

CONCRETO MASIVO

Aplicaciones típicas: pilas de puentes, cimentaciones de grandes equipos, presas

Suele caracterizarse el concreto por utilizar:

- cemento con reducido calor de hidratación
- bajos consumos de cemento
- agregado T.M.A. 75 mm
- aditivo reductor y retardante
- hielo como sustituto de agua de mezclado
- bajos revenimientos

CONCRETO ALTA RESISTENCIA

Tipicamente concretos con $f'c \geq 500 \text{kg/cm}^2$

Requerimientos particulares del concreto:

- Agregados densos, resistentes, gravas trituradas o semitrituradas. Estricto control de la uniformidad
- Uso de aditivo superreductor
- Uso de humo de sílice
- Alto grado de control de calidad en producción y campo

Aplicaciones: edificios altos, estructuras marinas y otras con altos requerimientos de durabilidad, elementos prefabricados pretensados

CONCRETO BAJO AGUA (Tremie)

El que se utiliza para efectuar colados bajo agua.

Parámetros y aspectos relevantes:

- Alto revenimiento
- Uso de aditivos: superfluidizantes + antideslave
- Cemento resistente a sulfatos
- Requiere de tubería-embudo para ser colocado
- Control de profundidad del tubo (descarga)

OTROS CONCRETOS ESPECIALES

- Reforzado con fibras
- Con color
- Lanzado
- Arquitectónico; ej. estampado
- Poroso
- Celular
- C.C.R. (rodillos)
- Alto Desempeño

NORMATIVA APLICABLE A CONCRETOS

◆ Especificaciones

◆ Normas Mexicanas

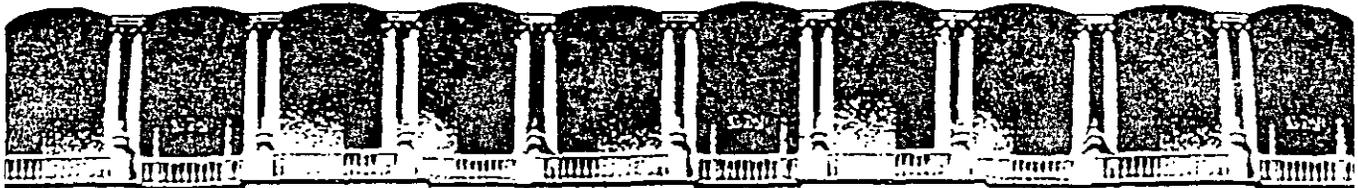
- NMX - C - 155

◆ Reglamentos de construcción

- Nacionales DDF

- Extranjeros ACI - 318

◆ SINALP / EMA - Laboratorios



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN
DE CARRETERAS**

MÓDULO IV

**SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD
DE CARRETERAS**

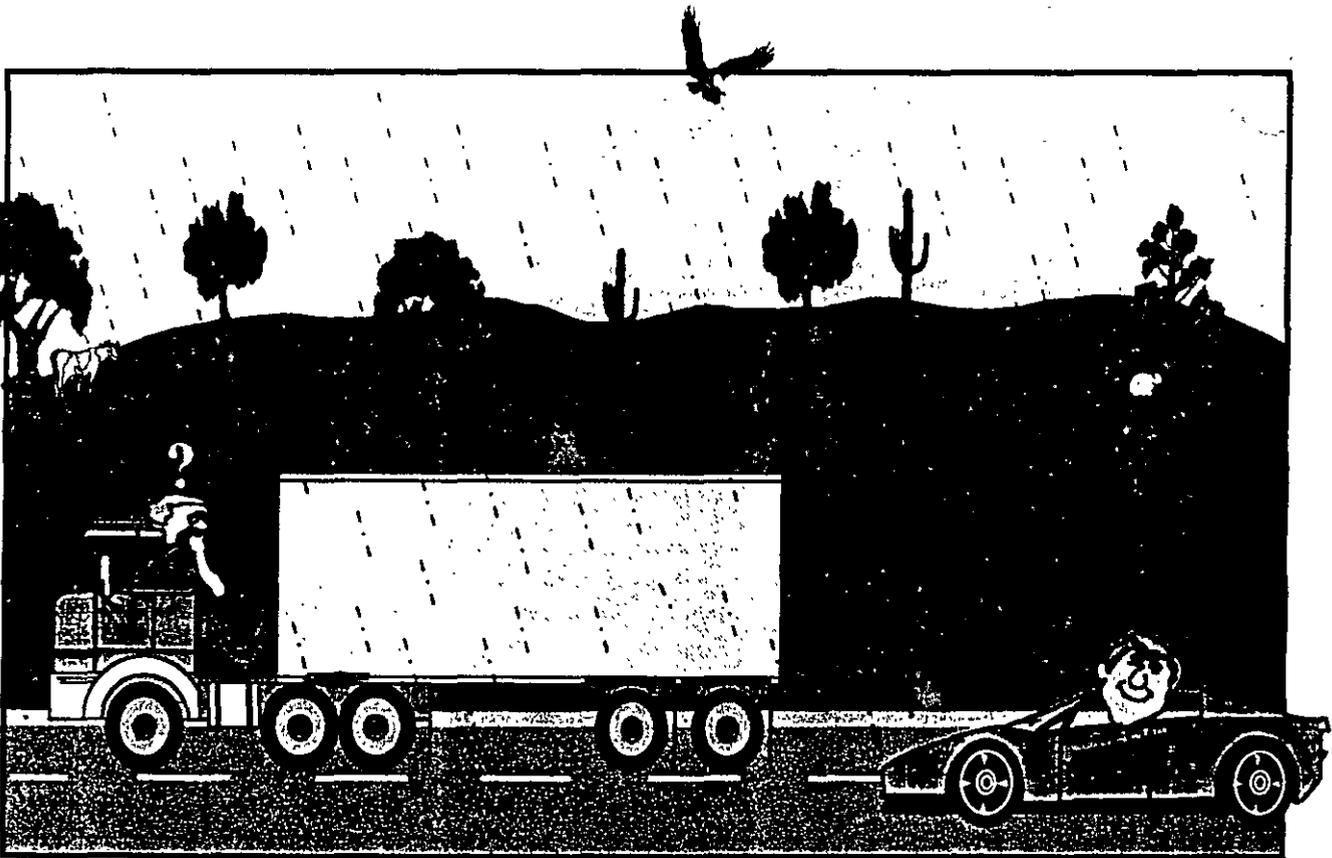
TEMA

**CALIDAD : NIVEL Y CONTROL
("CRITERIOS BASICOS PARA CARPETAS DRENANTES AHULADAS ")
(COMPLEMENTO)**

**M. I RAÚL VICENTE OROZCO SANTOYO
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE 1999**

*AVANCES TECNOLOGICOS EN LA CONSERVACION DE CAMINOS
Y PUENTES DE ALTAS ESPECIFICACIONES*

“CRITERIOS BASICOS PARA CARPETAS
DRENANTES AHULADAS”

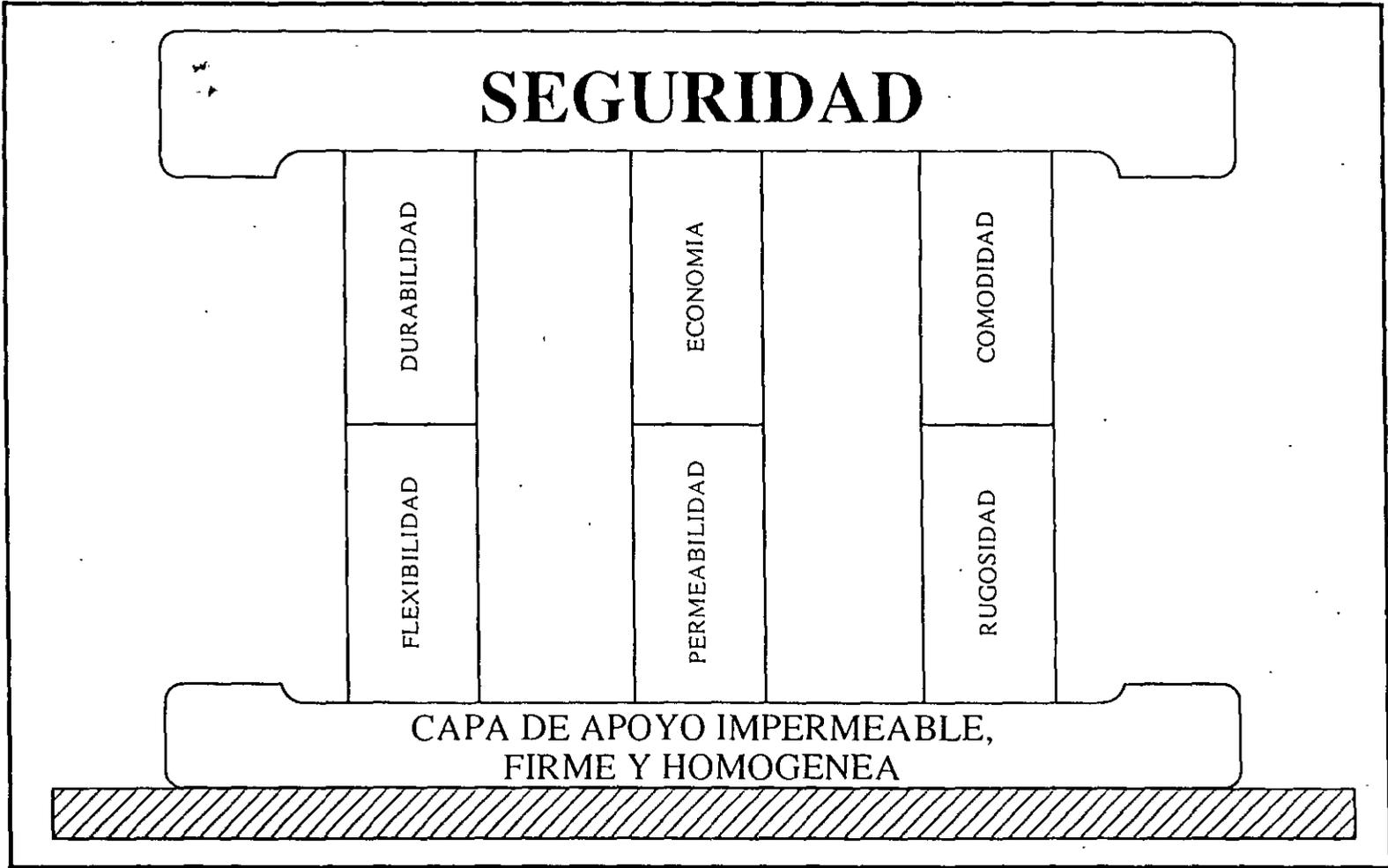


M. I. RAUL VICENTE OROZCO SANTOYO

Miércoles 19 de marzo de 1997

11:00 horas

CUALIDADES DE UNA CARPETA DRENANTE





CAMINOS Y PUENTES FEDERALES

CRITERIOS BASICOS PARA CARPETAS DRENANTES AHULADAS (En desarrollo)

1. OBJETIVO

Establecer los criterios básicos para el proyecto, la construcción, la supervisión y el control de calidad de las *carpetas drenantes ahuladas*, que permitan asegurar el nivel de calidad exigido por CAPUFE.

2. DEFINICIONES

2.1 CARPETA DRENANTE

Es la capa de rodamiento de un pavimento, constituida por agregados pétreos de granulometría abierta, aglutinados mediante cemento asfáltico puro o modificado con hule (neumático molido) y/o polímeros.

La finalidad de la carpeta drenante es aumentar la seguridad del usuario, y para conseguirlo se requiere que sea permeable, rugosa, flexible, durable, económica y agradable al usuario.

2.2 CARPETA DRENANTE AHULADA

Es aquella carpeta drenante en la que se utiliza *asfalto ahulado* como aglutinante.

2.3 ASFALTO AHULADO

Es el aglutinante utilizado en la fabricación de la carpeta drenante ahulada, constituido por cemento asfáltico modificado con hule molido.

3. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

3.1 AGREGADO PETREO

3.1.1 Mineralogía

Deberá ser duro, sano, limpio (sin finos plásticos) y sin partículas deleznable. El basalto es el más recomendable de todos, aunque también se podrán utilizar la andesita, la caliza y la riolita en algunos casos. Para su aceptación se requieren estudios petrográficos con la descripción detallada de los minerales constitutivos, para detectar aquellos arcillosos o en proceso de intemperización.

También es indispensable cumplir con los siguientes indicadores de calidad:

- Equivalente de arena: 70 % (mínimo).
- Contracción lineal: 0 %
- Límite líquido: 25 % (máximo).
- Desgaste: 30 % (máximo).
- Densidad relativa: 2.4 (mínimo).
- Absorción: 3 % (máximo).

3.1.2 Angulosidad

Deberá ser totalmente triturado, con el mínimo contenido de lascas (hasta 30 %) y de partículas alargadas (hasta 30 %).

3.1.3 Granulometría

Será la indicada en la Tabla 1 e ilustrada en las Láminas 1 a 3. Cuando el tamaño máximo del agregado pétreo sea de 1/2" (12.7 mm), el espesor mínimo de la carpeta drenante ahulada será de 3 cm. Cuando el tamaño máximo sea de 3/8" (9.525 mm), el espesor mínimo podrá reducirse a 2.5 cm.

3.2 HULE MOLIDO

3.2.1 Granulometría

Deberá ser la siguiente:

Designación	Malla cuadrada tipo Tyler Abertura (mm)	Porcentaje que pasa (en peso seco)
10	2.000	100
16	1.180	70 a 100
30	0.600	25 a 100
50	0.300	0 a 40
200	0.074	0 a 5

3.3 ASFALTO AHULADO

Se obtiene al reaccionar el hule molido con el cemento asfáltico (AC-20) durante 45 minutos, a las temperaturas indicadas en la Tabla 2.

3.3.1 Indicadores de calidad

Deberán cumplirse para cada una de las características indicadas en la Tabla 2.

4. EQUIPO DE PRODUCCION DE ASFALTO AHULADO

Se describe a continuación:

4.1 TANQUE DE CALENTAMIENTO PARA EL CEMENTO ASFALTICO

Deberá estar forrado con material aislante y dotado de un sistema de transferencia de calor a través de aceite caliente o un sistema de calentamiento con retorta. Deberá asegurar temperaturas hasta de 400 °F (205 °C) cuando se vaya a bombear el cemento asfáltico al tanque que lo mezcla con el hule molido. El tanque de almacenamiento deberá tener capacidad para calentar un mínimo de 2,500 galones (9,462.5 litros) de cemento asfáltico.

4.2 TANQUE MEZCLADOR

Será del tipo mecánico que asegure un proceso de mezclado continuo, capaz de producir una mezcla uniforme y homogénea de cemento asfáltico con hule molido, que cumpla con los indicadores de calidad estipulados en el Inciso 3.3 (véase la Tabla 2).

El tanque mezclador deberá estar equipado con un sistema mecánico para la adición del hule molido, cuya dosificación puede ser "por bachas" o continua. En el proceso de dosificación continua se requiere de un contador (medidor totalizador) de galones/minuto (o litros/segundo), con su respectivo sensor (lector) de flujo en galones/minuto (o litros/segundo). El tanque mezclador deberá tener capacidad para mezclar totalmente las partículas de hule molido con el cemento asfáltico. Se requieren bombas separadas de alimentación para el cemento asfáltico y para el producto terminado (asfalto ahulado). La capacidad máxima del tanque mezclador deberá ser de 500 galones (1,892.5 litros).

4.3 TANQUE DE ALMACENAMIENTO/ REACCION

Estará equipado con un sistema de calentamiento y agitación que mantenga temperaturas de 300 a 375 °F (149 a 191 °C), para la reacción y el bombeo (extracción y adición) del asfalto ahulado. El tanque de almacenamiento/reacción deberá estar separado de las mezcladoras y deberá tener un dispositivo interno de mezclado (tornillos "sin fin" completos), capaz de mantener una mezcla homogénea y uniforme del asfalto ahulado.

4.4 SISTEMA DE ALIMENTACION

Estará equipado con una bomba y un dispositivo de medición interconectado directamente, que permita dosificar el asfalto ahulado de acuerdo con los requerimientos de proyecto (véase la Tabla 2).

4.5 MEDIDOR DE TEMPERATURA

Se requiere un termómetro reforzado, que permita lecturas de temperatura comprendidas entre 212 y 392 °F (100 a 200 °C), el cual deberá estar fijo en un tramo recto de la línea de alimentación del asfalto ahulado, cerca de la bomba de inyección del tanque mezclador.

5. PROCEDIMIENTO DE MEZCLADO Y REACCION DEL ASFALTO AHULADO

5.1 TEMPERATURA DEL CEMENTO ASFALTICO

Deberá estar comprendida entre 350 y 400 °F (177 y 205 °C), en el momento de adicionarlo al hule molido.

5.2 MEZCLADO Y REACCION

El cemento asfáltico y el hule molido deberán combinarse y revolverse en el tanque mezclador durante el tiempo que indiquen las pruebas de laboratorio para que la mezcla cumpla con la viscosidad recomendada en la Tabla 2. A continuación el asfalto ahulado será bombeado hacia el tanque de almacenamiento/reacción, en el cual deberá permanecer durante 45 minutos (mínimo) a las temperaturas indicadas en la Tabla 2.

5.3 TRANSFERENCIA

Después de que los ingredientes han reaccionado durante 45 minutos (mínimo), el asfalto ahulado deberá medirse al ser enviado a la cámara de mezclado de la planta productora de concreto asfáltico, de acuerdo con los indicadores de calidad estipulados (véase la Tabla 2).

5.4 RETRASOS

Cuando ocurran retrasos en la utilización del asfalto ahulado después de su reacción completa, podrá enfriarse hasta las temperaturas estipuladas en la Tabla 2. El asfalto ahulado podrá recalentarse lentamente justo antes a su utilización a las temperaturas indicadas en la Tabla 2. Deberá mezclarse perfectamente bien antes de medirlo y bombearlo a la planta a la planta productora de concreto asfáltico, para combinarlo con el agregado pétreo.

Deberá verificarse en el sitio la viscosidad del asfalto ahulado. Si la viscosidad está fuera de lo indicado en la Tabla 2, deberá ajustarse mediante la adición de cemento asfáltico o hule molido.

6. EQUIPO MEZCLADOR DEL ASFALTO AHULADO CON EL AGREGADO PÉTREO

Deberá hacerse con alguno de los procedimientos indicados a continuación:

6.1 MEZCLADO POR CARGAS

Consiste en los sistemas de almacenamiento, alimentación y control automático por peso del agregado pétreo frío, el secador, los silos de almacenamiento y las tolvas para agregados pétreos calientes, así como el dispositivo mezclador de todos los ingredientes de doble flecha. También, la planta puede estar equipada con silos de almacenamiento o tolvas para la mezcla caliente, para conservarla por corto tiempo hasta que sea tendida y compactada, dentro de las temperaturas indicadas en la Tabla 2.

6.2 MEZCLADO EN TAMBOR/SECADOR

Consiste en los sistemas de almacenamiento, alimentación y control automático por peso del agregado pétreo frío, el mezclador tipo tambor/secador y los silos de almacenamiento o tolvas para mezcla caliente que la almacenen por corto tiempo hasta que sea tendida y compactada, dentro de las temperaturas indicadas en la Tabla 2.

**Tabla 1. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO PETREO PARA
CARPETAS DRENANTES AHULADAS**

A) TAMAÑO MAXIMO DE 1/2" (12.7 mm)

Malla cuadrada tipo Tyler		Porcentaje que pasa (en peso seco)					
Designación	Abertura (mm)	Intervalo recomendado	Zona de Aceptación	Zona de Corrección		Zona de Rechazo	
				Inferior	Superior	Inferior	Superior
1/2"	12.700	100 ± 0	100 ± 0	-	-	-	-
3/8"	9.525	75 ± 5	75 ± 3	70 a 72	78 a 80	< 70	> 80
1/4"	6.355	45 ± 10	45 ± 5	35 a 40	50 a 55	< 35	> 55
# 4	4.760	27 ± 8	27 ± 5	19 a 22	32 a 35	< 19	> 35
# 10	2.000	9 ± 5	9 ± 3	4 a 6	12 a 14	< 4	> 14
# 20	0.841	5 ± 3	5 ± 2	2 a 3	7 a 8	< 2	> 8
# 40	0.420	3 ± 2	3 ± 1	1 a 2	4 a 5	< 1	> 5
# 60	0.250	2 ± 2	2 ± 1	0 a 1	3 a 4	-	> 4
# 100	0.149	1.5 ± 1.5	1 ± 1	-	2 a 3	-	> 3
# 200	0.074	1 ± 1	0.5 ± 0.5	-	1 a 2	-	> 2

(Veáse la Lámina 1)

B) TAMAÑO MAXIMO DE 3/8" (9.525 mm)

Malla cuadrada tipo Tyler		Porcentaje que pasa (en peso seco)					
Designación	Abertura (mm)	Intervalo recomendado	Zona de Aceptación	Zona de Corrección		Zona de Rechazo	
				Inferior	Superior	Inferior	Superior
1/2"	12.700	100 ± 0	100 ± 0	-	-	-	-
3/8"	9.525	97 ± 3	97 ± 2	94 a 95	99 a 100	< 94	-
1/4"	6.355	60 ± 10	60 ± 5	50 a 55	65 a 70	< 50	> 70
# 4	4.760	25 ± 10	25 ± 5	15 a 20	30 a 35	< 15	> 35
# 10	2.000	9 ± 5	9 ± 3	4 a 6	12 a 14	< 4	> 14
# 20	0.841	5 ± 3	5 ± 2	2 a 3	7 a 8	< 2	> 8
# 40	0.420	3 ± 2	3 ± 1	1 a 2	4 a 5	< 1	> 5
# 60	0.250	2 ± 2	2 ± 1	0 a 1	3 a 4	-	> 4
# 100	0.149	1.5 ± 1.5	1 ± 1	-	2 a 3	-	> 3
# 200	0.074	1 ± 1	0.5 ± 0.5	-	1 a 2	-	> 2

(Veáse la Lámina 2)

Tabla 2. INDICADORES DE CALIDAD PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS DEL ASFALTO AHULADO Y LA MEZCLA CON HULE MOLIDO

Característica	Unidad	Indicadores de Calidad					
		Intervalo Recomendado	Zona de Aceptación	Zona de Corrección		Zona de Rechazo	
				Inferior	Superior	Inferior (<)	Superior (>)
Viscosidad Brookfield (Viscosímetro tipo Haake). 350 °F (177 °C)	Centipoise	3,750 ± 2,250	3,750 ± 1,250	1,500 a 2,500	5,000 a 6,000	1,500	6,000
Penetración (100 g, 5 s). 77 ° F (25 °C). ASTM-D 5.	1/10 mm	20 ± 25	50 ± 15	25 a 35	65 a 75	25	75
Punto de reblandecimiento (anillo y bola) ASTM-D 36	°F (°C)	-	> 135 (57)	-	-	135 (57)	-
Resiliencia. 77 °F (25 °C). ASTM-D 3407	%	-	> 20	-	-	20	-
Contenido de hule molido (neumáticos)*	%	20 ± 3	20 ± 2	17 a 18	22 a 23	17	23
Contenido de asfalto ahulado (obtenido con densímetro nuclear)*	%	7.5** ± 1.5	7.5** ± 0.5	6 a 7**	8 a 9**	6**	9**
Temperatura del cemento asfáltico al mezclarse con el hule molido	°F	375 ± 25	375 ± 15	350 a 360	390 a 400	350	400
	°C	190.5 ± 14	190.5 ± 8.5	176.5 a 182	199 a 204.5	176.5	204.5
Temperatura de almacenamiento/reacción de la mezcla	°F	337.5 ± 37.5	337.5 ± 30.5	300 a 307	368 a 375	300	375
	°C	169.7 ± 20.9	169.7 ± 15	148.8 a 154.7	184.7 a 191	148.8	190.6
Temperatura de elaboración de la mezcla	°F	-	302 ± 8	284 a 302	-	284	-
	°C	-	160 ± 10	140 a 150	-	140	-
Temperatura de tendido de la mezcla	°F	-	> 275	266 a 275	-	266	-
	°C	-	> 135	130 a 135	-	130	-
Temperatura de compactación de la mezcla	°F	-	> 266	257 a 266	-	257	-
	°C	-	> 130	125 a 130	-	125	-

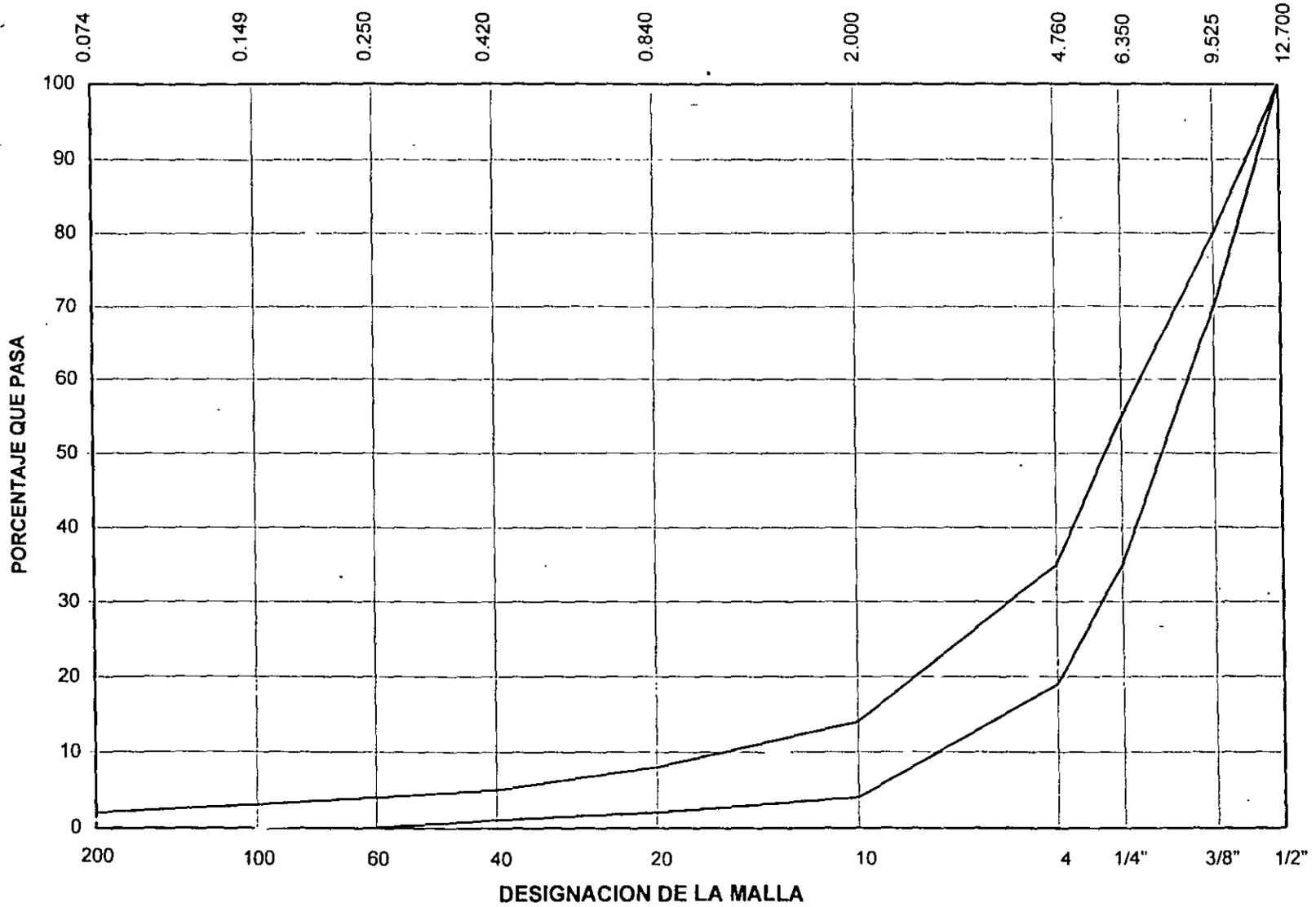
* Respecto al peso total de la mezcla: agregado pétreo + asfalto ahulado

** Valor óptimo, según el procedimiento de absorción de kerosina en el agregado pétreo (equivalente de kerosina centrifugada, EKC).

Este valor se podrá ajustar con los resultados de la prueba Marshall, para una estabilidad de 300 ± 50 kg, flujo de 3 ± 1 mm, vacíos de 16 ± 4 % y V.A.M. de 24 % (mínimo)

LAMINA 1. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO PETREO
PARA TAMAÑO MÁXIMO DE 1/2" (12.7 mm)

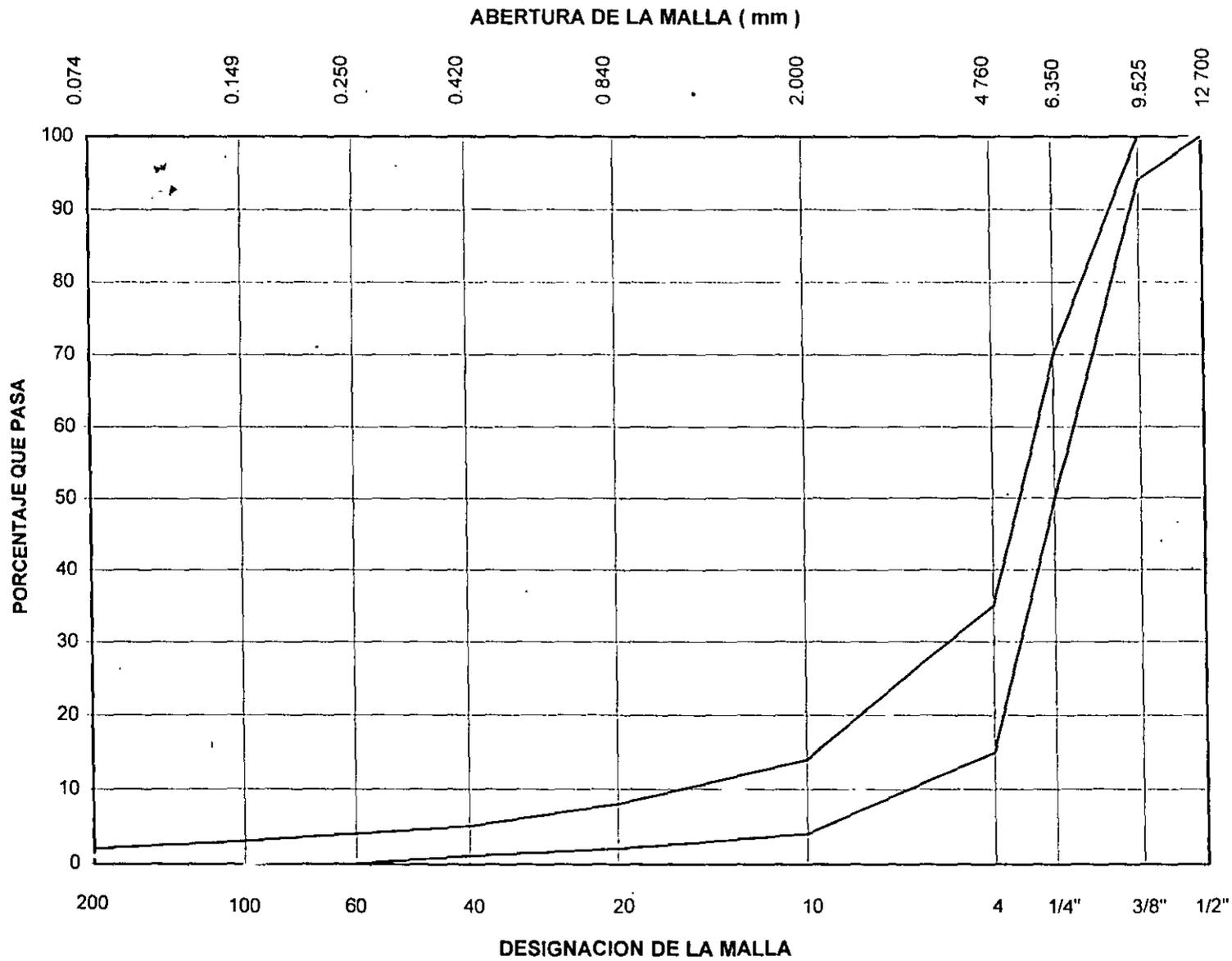
ABERTURA DE LA MALLA (mm)



ZONA DE CORRECCION

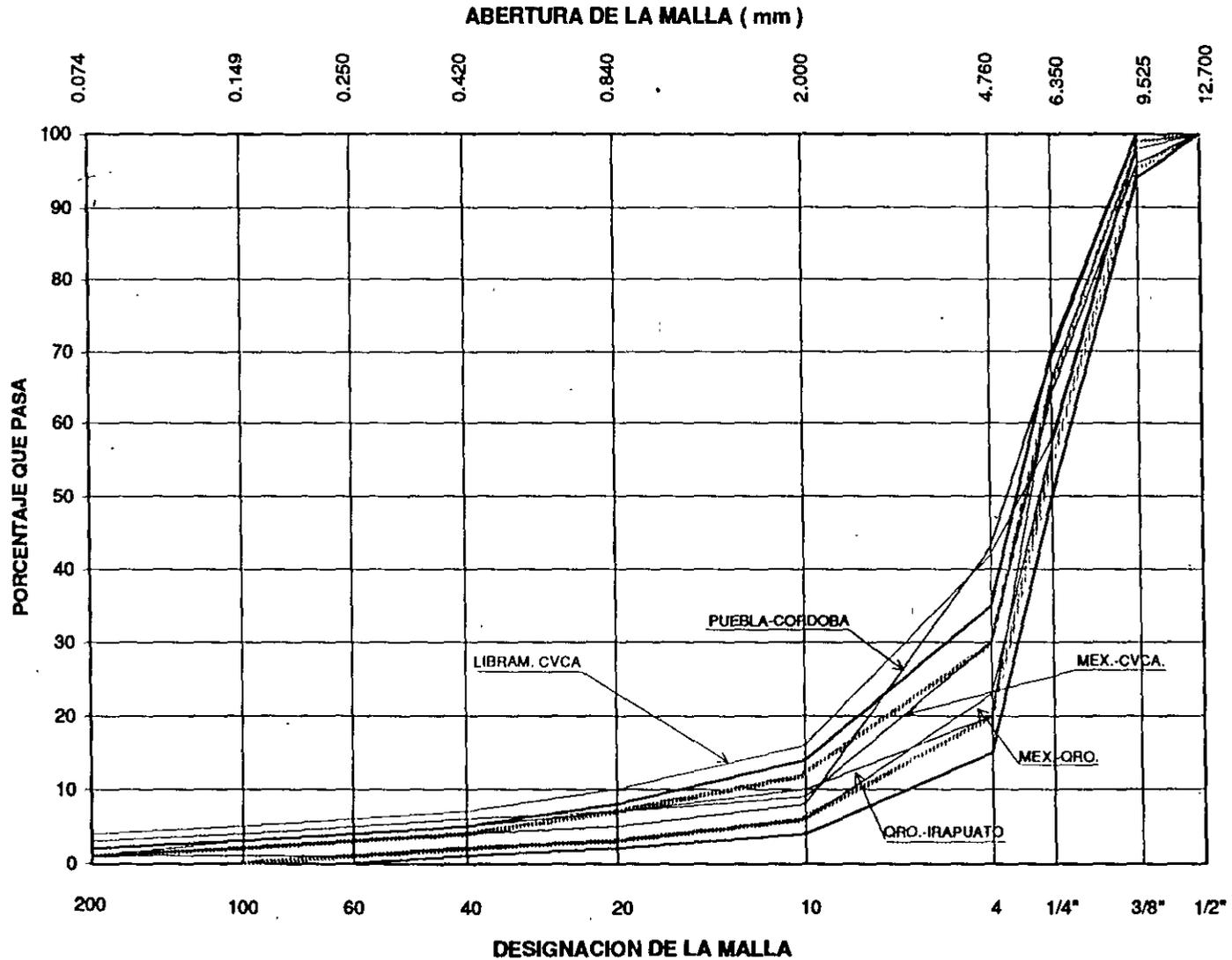
ZONA DE RECHAZO

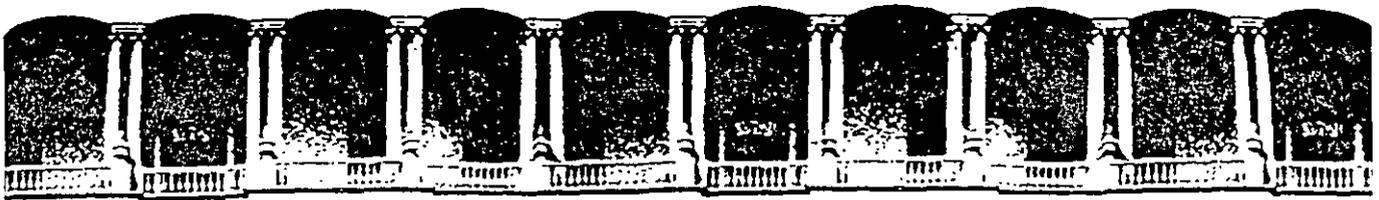
**LAMINA 2. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO PETREO
PARA TAMAÑO MAXIMO DE 3/8" (9.525 mm)**



——— ZONA DE CORRECCION
 - - - - ZONA DE RECHAZO

**LAMINA 3. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO PETREO (EJEMPLOS)
PARA TAMAÑO MAXIMO DE 3/8" (9.525 mm)**





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO EN PROYECTO CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE
CARRETERAS

MOD. IV

SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD EN CARRETERAS

TEMA

LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PUBLICAS REGLAMENTO

(COMPLEMENTO)

ING: HERBERTH CORDOVA
CEBALLOS

Dictámenes

- De la Comisión de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, por el que se expide la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
- De la Comisión de Relaciones Exteriores, con Proyecto de Decreto que concede permiso al Ciudadano Ernesto Zedillo Ponce de León, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, para ausentarse del territorio nacional del 26 al 29 de abril de 1999, a efecto de que realice una visita de Estado a la República Federativa del Brasil.
- De la Comisión de Salud, con Proyecto de Decreto que modifica la fracción II del artículo 188 de la Ley General de Salud.

Opiniones

- De la Comisión de Salud, en relación a la iniciativa de decreto que reforma los párrafos 1 y 2 del inciso H de la fracción I del artículo 2, adiciona un artículo 29 y deroga la fracción III y el último párrafo del artículo 28, todos de la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios.

Convocatorias

- De la Comisión de Población y Desarrollo, a su décimo tercera reunión de trabajo, que se llevará a cabo el miércoles 21 de abril, a las 9 horas.
- De la Comisión de Fortalecimiento Municipal, a su séptima reunión ordinaria, que se llevará a cabo el miércoles 21 de abril, a las 9 horas.
- De las Comisiones Unidas de Gobernación y Puntos Constitucionales y de Justicia, a su sesión de trabajo que se celebrará el miércoles 21 de abril, a las 10 horas.
- De la Comisión de Programación, Presupuesto y Cuenta Pública, a su segunda sesión ordinaria de trabajo de 1999, el miércoles 21 de abril de 1999, a las 11 horas.
- De la Comisión de Investigación sobre el Impacto Ecológico Ambiental por las Actividades de la Empresa de Participación Estatal Mayoritaria Exportadora de Sal SA de CV, a su reunión de comparecencias del miércoles 21 de abril de 1999 a las 11:30 horas.
- De la Comisión de Asuntos de la Juventud, a su reunión del miércoles 21 de abril de 1999, a las 11:15 horas.
- De la Comisión de Gobernación y Puntos Constitucionales, a su sesión de trabajo, que se llevará a cabo el miércoles 21, a las 13 horas.
- De la Comisión de Cultura, a su reunión de trabajo del miércoles 21 de abril de 1999, a las 13 horas.
- Del Comité de Administración, a su reunión del miércoles 21 de abril de 1999, a las 14:30 horas.

- De las Comisiones de Fomento Cooperativo y Desarrollo Social, a la reunión conjunta del Pleno de ambas comisiones, que se realizará el miércoles 21 de abril, a las 11 horas. Se pospone para el martes 27 de abril, a las 14:30 horas.
- De la Comisión de Pensionados y Jubilados, a su reunión de trabajo, a celebrarse el jueves 22 de abril, a las 8:45 horas.
- De la Comisión de Hacienda y Crédito Público, a su reunión del jueves 22 de abril de 1999, a las 10:30 horas.
- De la Comisión de Salud, a su reunión-desayuno de trabajo, el miércoles 28 de abril de 1999, a las 9 horas.

Fe de erratas

- De la Comisión de Comercio, relativo al dictamen por lo que reforma el artículo 13 de la Ley Federal de Metrología y Normalización, publicado en la *Gaceta Parlamentaria* el martes 20 de abril de 1999.

Dictámenes

DE LA COMISION DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS, POR EL QUE SE EXPIDE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS

Honorable Asamblea:

A la Comisión de Asentamientos Humanos y Obras Públicas el 22 de abril de 1997 le fue turnada, para su análisis, estudio y dictamen, la iniciativa de Ley General de Obras Públicas presentada por diversos Diputados a nombre de los Grupos Parlamentarios del Partido Acción Nacional y del Partido de la Revolución Democrática. Así mismo le fue turnada con el mismo fin; la iniciativa de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, presentada por el Ejecutivo Federal el 5 de noviembre de 1998.

Esta Comisión, con las facultades que le confieren los artículos 72 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; y 42, 43 fracción II, 48 y 56 de la Ley Orgánica del Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos y 56, 60, 87, 88 y 93 del Reglamento para el Gobierno Interior del Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos, recabó la información y documentación del caso y habiendo analizado el contenido de las iniciativas de referencia, así como la opinión de la Comisión de Programación, Presupuesto y Cuenta Pública, presenta a la consideración de los integrantes de esta Honorable Asamblea el presente dictamen de acuerdo con los siguientes:

I. ANTECEDENTES

1.- En los archivos de esta Comisión se encontraba pendiente de dictaminar, la iniciativa de Ley General de Obras Públicas presentada por diversos diputados de los Grupos Parlamentarios del Partido de la Revolución Democrática y del Partido Acción Nacional de la LVI Legislatura, turnada por la Mesa Directiva el día 22 de abril de 1997.

2.- La Mesa Directiva de la Cámara de Diputados, turnó a ésta Comisión, con la opinión de la Comisión de Programación, Presupuesto y Cuenta Pública la iniciativa por la que se expide la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, presentada por el Ejecutivo Federal el día 5 de noviembre de 1998.

3.- La Comisión de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, para ilustrar su juicio sobre los asuntos mencionados, realizó un amplio proceso de consulta y sostuvo diversas reuniones de trabajo con los sujetos

de la Ley: servidores públicos de diversas dependencias y entidades del Gobierno Federal, así como con representantes de cámaras empresariales relacionados con la industria de la construcción y de la industria nacional proveedores de insumos para la misma y representantes del sector servicios que agrupa a consultores, profesionistas y demás prestatarios de servicios vinculados a la industria de la construcción.

4.- De la misma forma, y a fin de allegarse elementos para la formulación del presente Dictamen solicitó y recibió de la Secretaría de la Contraloría y Desarrollo Administrativo, diversa información relacionada con los procedimientos de contratación y ejecución de las obras públicas y los servicios relacionados con las mismas.

5.- De las reuniones anteriores, así como del análisis de las iniciativas señaladas en los puntos 1 y 2 y de las propuestas de los legisladores integrantes de ésta Comisión, se redactó un texto de Ley, reestructurando las iniciativas señaladas, presentando una alternativa que perfecciona aspectos relacionados con la aplicación, alcance y legalidad de los procedimientos a los que se refiere el proyecto en mención, relacionándolos con las normas jurídicas que regulan otros aspectos relativos a la planeación, programación y presupuestación de las obras públicas y los servicios relacionados con las mismas.

6.- En consecuencia, el dictamen que ahora sometemos a su consideración, se basa esencialmente en el proyecto originalmente presentado por el Ejecutivo Federal; ello en atención a que éste presentó una iniciativa en materia de obras públicas y otra en materia de adquisiciones, utilizando una técnica común en ambas y con objeto de evitar una asimetría entre la legislación en ambas materias.

II. CONSIDERANDOS

La iniciativa a dictamen se encuentra comprendida en un proceso de restablecimiento paulatino de condiciones de oportunidad y certidumbre en el sector de la construcción y de la industria nacional, atendiendo al impacto de las circunstancias económicas prevaletentes en los últimos años.

El objetivo principal de la misma, es el de reglamentar, entre otros, los artículos 134, 25, y 26, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, para garantizar al Estado, las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, y oportunidad en la contratación de las obras públicas y la aplicación transparente y responsable del gasto público que las mismas requieren.

Los avances que se destacan en esta iniciativa, se sitúan en la necesidad de contar con un marco normativo moderno, de aliento y con visión de largo alcance en materia de obras públicas para incorporar aspectos de la realidad que vive nuestro país en el contexto de la globalización económica y que deben ser considerados en la aplicación de las mismas.

En este escenario, el concepto de obra pública adquiere otra dimensión, como instrumento a través del cual se orienta la inversión en la construcción de la infraestructura y equipamiento necesario para atender las demandas del desarrollo social y productivo de los mexicanos.

La creciente diversidad y complejidad de las obras y los servicios relacionados con las mismas, así como de las adquisiciones que realizan las dependencias, órganos y entidades del sector público, hacen necesaria la separación de las materias, atendiendo a la especialidad y especificidad de las contrataciones y por razones de tipo práctico y avance administrativo, tecnológico e informático, que permitan agilizar los procedimientos, simplificarlos, reducir sus costos e incrementar la oportunidad y la igualdad de condiciones para los participantes.

Para fomentar el desarrollo de la industria nacional, el avance tecnológico y el aumento de la productividad en la industria de la construcción y la competitividad de profesionistas y empresarios del ramo en el país y en relación con los extranjeros; la Comisión que dictamina, se encuentra plenamente convencida de que la Ley debe orientarse a la obtención de la mayor calidad en las obras públicas y los servicios ofrecidos. Ser promotora, no fiscalizadora o coercitiva.

Esta Dictaminadora, considera que la iniciativa, supera a la Ley vigente, sin embargo, dado el carácter

general de la Ley, algunos procedimientos derivados de la misma, requieren de definiciones puntuales, criterios y lineamientos específicos que deberán establecerse en otros ordenamientos de carácter administrativo, con objeto de aclararlos, pero sin que estos superen los alcances de la Ley y sin que la sustituyan.

III. ANALISIS DE LAS INICIATIVAS

Consultados los sujetos en materia de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, esta Comisión Dictaminadora revisó los proyectos citados en el capítulo de antecedentes resultando lo siguiente:

A. Del estudio conjunto de ambas iniciativas se encontró que:

- a) Las iniciativas presentan una estructura jurídica similar. Ambos proyectos coinciden con las diferentes etapas del procedimiento de contratación de las obras públicas, lo que representa un gran avance respecto de la vigente Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, ya que ésta no responde con la claridad necesaria a la secuencia que deben seguir las etapas del procedimiento de contratación.
- b) Las iniciativas atienden la necesidad de actualizar, transparentar y modernizar los procedimientos y disposiciones aplicables a la materia. Asimismo, norman de manera simplificada los procesos de planeación, programación, presupuestación, contratación, gasto, ejecución y control de las obras públicas y servicios relacionados con las mismas.
- c) Debe señalarse que las iniciativas son similares en los conceptos que cada una propone, y que los mismos resultan adecuados para una eficaz reglamentación de la materia.
- d).- Se verificó la necesidad de separar en dos cuerpos legales diferentes, las normas que regulan las materias de obra pública y adquisiciones y coincidió con el planteamiento de las dos iniciativas de separar por un lado la materia de obra pública, y por el otro, la de adquisiciones a fin de atender adecuadamente a las especificidades de cada materia.

Esta Comisión optó por elaborar el presente dictamen, a partir de la iniciativa presentada por el Ejecutivo Federal. Ello en atención a que éste presentó una iniciativa en materia de obras públicas y otra en materia de adquisiciones, utilizando una técnica común en ambas; y asume en lo sustancial las propuestas de la Iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura.

También se consideró que la iniciativa de los diputados de la LVI Legislatura, por una parte, no contiene conceptos que sí incorpora la iniciativa del Ejecutivo, y por la otra, repite algunos de los aspectos contenidos en la legislación vigente que, precisamente deben ser objeto de corrección.

B.- Del análisis particular a la iniciativa del Ejecutivo se desprende que:

Además de las razones prácticas para separar en dos ordenamientos las materias de obra pública y de adquisiciones, también resulta necesario actualizar diversas disposiciones de la Ley vigente, con el objeto de adecuarla conforme a las reformas a otras leyes, como por ejemplo, las hechas a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y a la Ley de las Entidades Paraestatales.

Uno de los aspectos relevantes es la armonización y clarificación de las atribuciones de las Secretarías de Contraloría y Desarrollo Administrativo; de Hacienda y Crédito Público, y de Comercio y Fomento Industrial en la materia de obra pública, que aún cuando en el caso de la primera son amplias también son específicas, evitando así duplicidad y confusión entre sus funciones.

Incorpora adecuaciones en aspectos que en la actual Ley de Adquisiciones y Obras Públicas obstaculizan el desempeño eficaz de los procesos de contratación de obras públicas y sus servicios.

Regula la aplicación de los avances tecnológicos, como los medios informáticos y de comunicación electrónica, que permitirán hacer más eficientes, eficaces y modernos, los procesos de contratación de obra pública, sin duda uno de los avances más importantes de la iniciativa.

IV. ANALISIS SOBRE ASPECTOS PARTICULARES DE LAS INICIATIVAS

Artículo 1

Se incluyen como objeto de la Ley a las obras realizadas a través de fideicomisos, en los cuales el Gobierno Federal o alguna Entidad Paraestatal sea el fideicomitente.

Se incluye a la Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal como sujeto de la Ley.

Se establece que no estarán sujetos a las disposiciones de la Ley, las obras que deban ejecutar los particulares con motivo de la concesión de un servicio público.

Se sujeta a las disposiciones de la Ley los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo, en lo que se refiere a los procedimientos de licitación, contratación y ejecución de las obras.

Se excluye de la aplicación de la Ley al Gobierno del Distrito Federal, de conformidad con lo establecido en el artículo 122 Constitucional.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en sus artículos 1 y 2.

Artículo 2

Se establece el glosario de los términos más utilizados en la Ley, el cual se podrá complementar con el que prevea el reglamento.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 3.

Artículo 3

Se define el concepto de obra pública y se señalan los diversos conceptos que deben ser considerados como tal.

Se definen los alcances de los proyectos integrales o "llave en mano" considerados como obra pública y, por lo tanto, sujetos a esta Ley.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 3, aunque algunas otras de sus disposiciones de éste se incorporan en el artículo 4 de la iniciativa del Ejecutivo.

Artículo 4

Se definen los servicios relacionados con la obra pública y se señalan los diversos conceptos que lo integran, lo cual permitirá realizar una reglamentación específica y adecuada de los procesos de licitación, contratación y ejecución en esta materia.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 4.

Artículo 10

Se establece que los titulares de los organismos desconcentrados pueden a través de acuerdo delegatorio, ejercer las funciones prevista en la Ley para los titulares de las dependencias o entidades, ello con el propósito de promover una desconcentración real de funciones, así como de agilizar los procedimientos de licitación.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI

Legislatura en sus artículos 9 y 10. Cabe aclarar que algunas de las disposiciones del artículo 9 del proyecto de los legisladores se incorporaron en el artículo 7 de la iniciativa del Ejecutivo.

Artículo 12

Se establece que la Ley Federal de Procedimiento Administrativo se aplicará, en su caso, como un instrumento supletorio de la Ley.

Cabe aclarar que esta disposición no tiene correlativo en la propuesta de los diputados de la LVI Legislatura.

Artículo 14

Se prevé la posibilidad de convenir cláusula arbitral dentro de los contratos.

Se establece que para que se surtan los efectos de la nulidad, es necesaria la determinación previa de la autoridad competente, ello con el fin de dar una mayor seguridad jurídica a los contratistas.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en sus artículos 14 y 15.

Artículo 15

Se estatuye que todas las licitaciones para la adjudicación de contratos de las obras o servicios que se vayan a realizar o prestar dentro del territorio nacional, deberán regirse bajo los preceptos de la Ley.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 16.

Artículo 16

Se establece que la planeación, programación y presupuestación de las obras y servicios, deben ajustarse al Plan Nacional de Desarrollo y a los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales, ello con el fin de materializar las disposiciones de la Ley de Planeación.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 17.

Artículo 17

Se establece que la planeación, programación y presupuestación de las obras se hará de acuerdo con las características, complejidad y magnitud de las mismas.

Se precisa que las obras deben estar soportadas en estudios de factibilidad social, técnica, ecológica y económica.

La redacción del artículo permitirá fijar los requisitos para que en las licitaciones de que se trate, desde las obras más simples hasta los proyectos más complicados, se adecuen conforme a la magnitud y complejidad de las mismas.

Se prevé que las dependencias y entidades deben evitar que las obras que realicen provoquen interrupciones o interfieran en los servicios públicos, así como la duplicidad de obras, exigiendo que sus proyectos estén sustentados en un adecuado estudio de las obras.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en sus artículos 18, 19, 24 y 25.

Artículo 20

Establece como regla general la obligación de dar preferencia ante la igualdad de condiciones, al empleo de recursos humanos nacionales y al uso de bienes y servicios de procedencia nacional y los propios de la región.

Este precepto, sin duda, servirá de manera general como un detonante del desarrollo económico de las regiones del país en las que se vaya a realizar una obra pública. Además, mostrará sus beneficios de manera particular en aquellos lugares en los que hubiere ocurrido algún desastre natural, ya que al favorecerse el empleo de los recursos humanos y materiales de la región en las obras públicas que deban reconstruirse, ello ayudará a la más rápida recuperación económica de quienes hubieren resultado afectados.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 42.

Artículo 21

Se adiciona el que las dependencias o entidades y cuando corresponda el contratista, previamente a la realización de obras públicas, deberán tramitar y obtener de las autoridades competentes, los dictámenes, permisos, licencias, derechos de vía, expropiación de inmuebles y cualquier otra autorización que se requiera.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 71.

Artículo 22

Se establece la normatividad necesaria para regular aquellas obras que rebasen un ejercicio presupuestal, con el objeto de que los programas de ejecución no se interrumpan por la falta de recursos económicos o que se generen pagos inoportunos que impliquen costos financieros adicionales.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 26.

Artículo 23

Se establece que la programación de las obras deberá contar con los estudios, proyectos, normas de calidad y especificaciones de construcción totalmente terminados o con un avance en su desarrollo, para hacer más ágil el proceso de licitación y ejecución de las obras. Con esta disposición se obliga a las dependencias y entidades a que, cuando convoquen a una licitación de obra pública, cuenten con una planeación real de las mismas, con el propósito de evitar modificaciones a los programas y a las propuestas preparadas por los contratistas para la ejecución de los trabajos, lo que será detallado en el Reglamento.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 28.

Artículo 24

Se adiciona la obligatoriedad de inscribir las obras públicas concluidas en el Registro Público de la Propiedad Federal, en su caso, y en el catálogo respectivo.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 76.

Artículo 25

Se establece que previa la contratación de servicios relacionados con la obra pública, se verifique si el área cuenta con los elementos, instalaciones y personal para realizarlos por sí misma. Lo anterior, con el objeto de evitar duplicidad de funciones y promover el aprovechamiento de los profesionales y técnicos con que cuenta la ejecutora.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 21.

Artículo 26

Se prohíbe la celebración de contratos que tengan como objeto la ejecución de obras por administración directa, a través de un contratista.

Esta disposición no tiene un correlativo en la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura.

Artículo 27

Se establece que las dependencias y entidades atendiendo a la cantidad de obras y servicios que realicen, puedan instaurar comités de obras públicas, con el objeto de que las dependencias y entidades cuenten con un órgano técnico especializado que les oriente y asesore sobre las acciones que realicen en materia de obra pública.

Esta disposición no tiene un correlativo en la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura.

Artículo 29

Se suprime el término genérico de invitación restringida, modificándolo a las modalidades específicas de invitación a cuando menos tres personas y adjudicación directa.

Con el objeto de dar una mayor apertura y difusión a las contrataciones gubernamentales se establece que la Contraloría pondrá a disposición de cualquier interesado las convocatorias, bases de licitación y fallos, utilizando para ello sistemas de computación.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 30.

Artículo 30

Se permitirá el envío de propuestas a través de medios electrónicos de comunicación, además de que también se pueda hacer por medio del servicio postal o de mensajería, atendiendo a los avances tecnológicos. En el reglamento se establecerán los procedimientos a seguir.

Se regula y se les da valor probatorio a los medios electrónicos de identificación. Esta disposición sin duda será una de las aportaciones más importantes que haga esta Ley, ya que está incorporando de lleno los medios electrónicos al ámbito jurídico nacional.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 31, sin embargo, en dicho precepto se incluye una definición de solvencia que resulta inoperante, lo que se corrige en la iniciativa del Ejecutivo.

Artículo 31

Se precisan los casos en que deberán llevarse a cabo licitaciones internacionales.

Se faculta a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial para autorizar aquellos casos donde se deberán

llevar a cabo licitaciones públicas internacionales, de acuerdo con los Tratados de Libre Comercio celebrados por México, así como para normar sobre los criterios a seguir para determinar el contenido nacional de los trabajos a ejecutar.

Se establece que las dependencias y entidades podrán requerir un porcentaje mínimo de integración nacional sobre el valor de la propuesta, con el objeto de fomentar a la industria nacional.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 32.

Artículo 33

Se especifica que deberán publicarse las convocatorias de acuerdo al lugar donde se realicen los trabajos, a efecto de disminuir el costo de la venta de las bases.

Esta disposición no tiene un correlativo en la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura.

Artículo 34

Se establece que tratándose de servicios relacionados con la obra pública, la evaluación de las propuestas puede realizarse mediante mecanismo de puntos y porcentajes.

Se prevé la forma adecuada de realizar la planeación de obra a nivel contrato, estableciendo los requisitos que las dependencias y entidades deberán cumplir para celebrar éstos, los cuales en todos los casos deben estar soportados en las especificaciones de construcción, normas de calidad, términos de referencia, etc.

Se prevé que las bases de licitación que preparen las dependencias y entidades, deberán elaborarse tomando en cuenta las características, complejidad y magnitud de las obras a concursar, procurando que éstas sean sencillas sin detrimento en la calidad de las propuestas.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 34.

Artículo 35

Se reducen los límites mínimos de los plazos en que podrá llevarse a cabo la presentación y apertura de las propuestas técnicas y económicas en los procedimientos de licitación, distinguiendo las nacionales de las internacionales.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 35, sin embargo, previa consulta con dependencias y entidades, se llegó a la conclusión de que dicho precepto contiene diversos plazos que no son aplicables en la práctica.

Artículo 36

Se precisa que el resultado de la junta de aclaraciones debe considerarse como parte de las bases de licitación cuando de ellas se derive cualquier modificación a las mismas, las cuales deberán ser cumplidas por todos los participantes para la presentación de las propuestas.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 36.

Artículos 38 y 39

Se establece con claridad el procedimiento general para determinar la solvencia de las propuestas, el cual será desarrollado a través del Reglamento.

Estas disposiciones, además, recogen las propuestas de la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en sus artículos 38, 39 y 40, sin embargo en el caso del artículo 38 último párrafo, no se considera que el procedimiento en el previsto sea viable en la práctica.

Artículo 41

Se establecen los supuestos bajo los cuales se podrán cancelar las licitaciones, lo cual no está previsto en la actual Ley.

Esta disposición no tiene correlativo en la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura.

Artículo 42

Se simplifica el procedimiento mediante el cual las dependencias y entidades podrán exceptuarse de llevar a cabo licitaciones públicas.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 43.

Artículo 43

Se agrega la posibilidad de adjudicar directamente, cuando los servicios profesionales sean prestados por una sola persona física, o bien, cuando se ejecuten trabajos a título de dación en pago, en los términos de la Ley del Servicio de Tesorería de la Federación.

Se limitan los casos en los que con motivo de casos fortuitos o de fuerza mayor se pueden adjudicar obras públicas de manera directa. Lo anterior, ya que se han detectado casos en los cuales después de mucho tiempo de haber ocurrido el evento de que se trate se continúan adjudicando directamente los contratos de obra basados en este supuesto.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en sus artículos 43, 44 y 45.

Artículo 44

Se establecen y precisan los supuestos en los que se podrá contratar obra pública o servicios relacionados con la misma, sin sujetarse al procedimiento de licitación pública, a través de los procedimientos de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 46.

Artículo 46

Se crea la figura de contratos mixtos, en los cuales, parte de la obra puede ser contratada a precio alzado y otra a precios unitarios, lo cual dará la posibilidad de contratar obras públicas bajo esquemas que la práctica internacional exige (Contratos B.L.T. y B.M.O., entre otros), esto dará como resultado que las propuestas de los licitantes sean más representativas con respecto de los costos reales de ejecución, eliminando conceptos especulativos, sobre todo en los contratos a precio alzado.

Se establece que los proyectos cuya ejecución abarque más de un ejercicio presupuestal se constituyan en un sólo contrato, y que éstos se regirán por lo establecido en el artículo 30 de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 48, sin embargo el texto de éste se considera impreciso, por lo que resulta pertinente mantener el texto propuesto por el Ejecutivo.

Artículo 47

Se estatuye que el contrato y bitácora de obra son los instrumentos que vinculan a las partes en sus derechos y obligaciones. Se establecen lineamientos generales para fijar las penas convencionales en los contratos de obra pública. Se establece que el periodo de la ejecución de los trabajos de contratación se deberá pactar en días naturales y ya no en fechas fijas. Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 49.

Artículo 49

Se elimina la garantía de sostenimiento de las propuestas, toda vez que en la práctica este requisito ha originado un gran número de descalificaciones; esta inclusión en la Ley se basa en el supuesto de que el licitante sea un sujeto digno de confianza para el Estado.

Se establece la posibilidad de exceptuar la presentación de garantías, las condiciones serán establecidas en el Reglamento, con el objeto de impulsar a la micro y pequeña industria.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 51, sin embargo la garantía de seriedad que propone dificulta el correcto desarrollo de las licitaciones, razón por la cual se da preferencia al texto propuesto por el Ejecutivo.

Artículo 51

Se establecen reglas claras para la entrega de los anticipos, con el objeto de que éstos brinden un apoyo real y efectivo a la realización de las obras, procurando que sean congruentes con la magnitud de los trabajos y los programas de ejecución que tengan las dependencias y entidades.

Por su importancia, cabe precisar que para que se presente el supuesto previsto en la fracción V de este artículo, es necesario que concurren al mismo tiempo los tres supuestos previstos en dicha fracción, es decir, que los trabajos rebasen un ejercicio presupuestal; que se inicien en el último trimestre del primer ejercicio, y que el anticipo resulte insuficiente.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 53.

Artículo 54

Se define a la residencia de obra como la responsable de la supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos, estableciendo que ésta será el representante de la dependencia o entidad ante la contratista.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 55.

Artículo 55

Se define en forma clara el procedimiento y los plazos para el pago de estimaciones. En el caso de proyectos de infraestructura productiva de largo plazo, se establece que la forma de pago deberá quedar asentada en las bases de licitación y en el contrato respectivo, lo cual será definido con precisión en el Reglamento.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 56.

Artículo 56

Se establece un nuevo procedimiento para el cálculo de los gastos financieros que resulten del incumplimiento en el pago de estimaciones o de pagos en exceso hechos al contratista.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 60.

Artículo 59

Se precisa la fecha a partir de la cual se puede reclamar el ajuste de costos.

Se establece con claridad el procedimiento para realizar el ajuste de costos, el cual va a ser desarrollado en forma explícita en el Reglamento, se incluye en este proceso que el cálculo del incremento o decremento en el costo de los insumos se hará con base en los índices nacionales de precios productor, determinados por el Banco de México y que en el caso de que los insumos no se encuentren dentro de los publicados por el propio Banco, se calcularán utilizando los lineamientos y metodología que expida el Banco de México.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 59.

Artículo 60

Se establece el procedimiento que las dependencias y entidades deberán seguir para realizar modificaciones a los contratos, abriéndose la posibilidad de celebrar más de un convenio adicional, con el objeto de que la realización de las obras, finiquito y cierre administrativo de los contratos sea en forma oportuna y de acuerdo con las condiciones reales de la obra.

Se establece que la oportuna celebración de los convenios será responsabilidad de las dependencias y entidades.

Se establece que las cantidades adicionales de obra podrán pagarse previamente a la celebración de los convenios respectivos.

Se establece la posibilidad de reconocer ampliaciones en monto y plazo para los contratos a precio alzado, cuando por causas supervenientes existan alteraciones económicas generales.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 61.

Artículo 61

Se precisa que la temporalidad de la suspensión, en ningún caso podrá prorrogarse o ser indefinida, con el objeto de evitar el abandono de las obras así como los cuantiosos gastos que ocasiona la reiniciación de los trabajos.

Se enuncian los únicos casos en los cuales se darán por terminados anticipadamente los contratos.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 62.

Artículo 62

Se establece el procedimiento general que deberán seguir las dependencias y entidades en la rescisión de contratos, lo cual permitirá fijar en el reglamento las acciones y procedimientos específicos que atiendan la complejidad de las rescisiones.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 63.

Artículo 63

Se establece la obligación de que en casos de rescisión administrativa o terminación anticipada, se deberá tomar posesión en forma inmediata de los trabajos contratados y hacerse cargo de los inmuebles e instalaciones respectivas.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 64.

Artículo 65

Se establece el procedimiento que se deberá seguir para la recepción de las obras, celebración de finiquitos y cierre administrativo de los contratos, el cual será detallado en el Reglamento.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 66.

Artículo 68

Se adiciona como una obligación ineludible que, una vez terminadas las obras, las dependencias y entidades vigilen que las unidades operativas cuenten con la memoria técnica, planos, normas y especificaciones actualizadas, así como con los manuales e instructivos de operación, conservación y mantenimiento de las mismas.

Se establece la posibilidad de realizar recepciones parciales de obras.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en su artículo 67.

Artículo 74

Se reduce el plazo para conservar la documentación comprobatoria de los actos y contratos que se realicen al amparo de la Ley.

Esta disposición, además, recoge lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en sus artículos 79 al 81.

Artículo 77 y 78

Se establece con claridad cuáles serán las multas que podrán imponerse a los licitantes o contratistas que infrinjan la Ley, así como las sanciones a que estarán sujetos los servidores públicos.

Se establecen los supuestos y plazos en que se podrá inhabilitar a los contratistas que no cumplan sus obligaciones.

Estas disposiciones, además, recogen lo propuesto por la iniciativa presentada por los diputados de la LVI Legislatura en sus artículos 98 y 99.

Artículo 85

Se establece la posibilidad de que las inconformidades se presenten a través de medios electrónicos de comunicación.

Artículo 88

Se establece la posibilidad de que las resoluciones que recaigan a las inconformidades sean impugnadas ante tribunales federales.

Artículos 89 a 91

Se adiciona el procedimiento de conciliación mediante el cual, una queja presentada ante la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo, se pueda desahogar en una audiencia de conciliación que pueda realizarse en diversas sesiones, a fin de avenir los intereses de las partes que pudieran haber tenido discrepancias en la aplicación de los términos estipulados en los contratos de obra pública; previendo que de llegar a un convenio, este sería obligatorio para las partes.

Cabe destacar el hecho de que el servidor público de la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo que actúe en el procedimiento de conciliación a que se refieren éstos preceptos deberá, en todo momento, conducirse con total imparcialidad; pues de lo contrario le serían aplicables las sanciones de la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos, ya que su artículo 47, fracción V, le obliga a conducirse de esa forma (imparcialidad) en el desempeño de sus funciones.

Además de los preceptos antes citados, también es de señalarse que existe correlación entre la iniciativa que hoy se dictamina y la presentada por los Diputados de la LVI Legislatura, en los artículos: 6 con 12; 13 con 22; 19 con 23; 26 con 73; 28 con 6; 32 con 33; 37 con 37; 45 con 47; 47 con 49; 48 con 50; 50 con 52; 53 con 54; 57 con 58; 64 con 65; 68 con 74; 69 con 75; 70 con 68; 71 con 69; 73 con 70; 72 con 72; 75 con 82 y 83 respectivamente

No obstante lo señalado en el párrafo anterior, esta Comisión considera necesario precisar las razones por las que algunas disposiciones que prevé la iniciativa de los legisladores, no deben ser incorporadas al dictamen que se presente a la consideración de esta Honorable Cámara de Diputados.

Como ejemplo, podemos citar a los artículos 85 a 97 de la iniciativa de los legisladores, los cuales incorporan diversas disposiciones que ya están reguladas por la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos, sin que representen ninguna innovación sobre el particular. En tal virtud, no se considera necesario incorporar a la iniciativa de Ley que se dictamina tales disposiciones, ya que desde un punto de vista de técnica legislativa ello sería incorrecto.

En el mismo sentido, es de apuntarse que los artículos 100 al 106 de la iniciativa de los legisladores prevén un recurso de revisión que igualmente se considera incorrecto, ya que la iniciativa omite considerar que con la expedición de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo se dispuso la unificación del trámite y resolución de tales recursos conforme a lo previsto en el citado ordenamiento.

Finalmente, los aspectos que se enunciaron en este capítulo y que fueron analizados por esta Comisión, se consideran adecuadamente regulados en el contexto general de la iniciativa. Para llegar a esta conclusión, se verificó que las aportaciones de la iniciativa del Ejecutivo corrigieran las imperfecciones de la Ley vigente, pero que se mantuvieran apegadas a los principios consignados en el artículo 134 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

V. MODIFICACIONES A LA INICIATIVA

1. Modificaciones al artículo 1 de la iniciativa.

1.1. En virtud de que todos los ordenamientos legales que emite el Poder Legislativo contienen disposiciones generales que los gobernados deben cumplir, esta Dictaminadora considera adecuado incluir que la iniciativa de Ley es de orden público.

1.2. En los últimos años, los poderes Legislativo y Ejecutivo han dado un impulso decisivo al federalismo, sobre todo, a través de la descentralización tanto de funciones como del ejercicio del gasto público.

De esta manera, hoy los Estados y los municipios reciben recursos presupuestales crecientes que les permiten hacer frente a las actividades, obras, y servicios públicos a su cargo.

En este contexto, en la Ley de Coordinación Fiscal se han establecido, además de las participaciones por

impuestos federales, los fondos de "aportaciones" que el Gobierno Federal transfiere a estados y municipios. En congruencia con dicha Ley, los recursos que aquéllos ejercen lo hacen de conformidad con las leyes locales aplicables según la materia de que se trate.

Por las razones expuestas, esta Comisión Dictaminadora considera necesario precisar en el artículo 1, fracción VI, de la iniciativa, que la Ley que se dictamina no es aplicable para las entidades federativas y los municipios tratándose de obras financiadas con los fondos previstos en el Capítulo V de la Ley de Coordinación Fiscal, puesto que, como ya se dijo, serían aplicables las leyes locales en materia de adquisiciones y obra pública.

Ello, es sin perjuicio de las facultades que la Federación conserva en las leyes específicas sobre fiscalización, para verificar que se cumple con el destino de cada uno de los fondos, como también lo prevé el Capítulo V de la Ley de Coordinación Fiscal.

1.3. La evolución de nuestro sistema constitucional y la consecuente creación de órganos autónomos ha propiciado una serie de interrogantes acerca de la aplicabilidad de la legislación en materia de adquisiciones y obra pública, tanto a los Poderes de la Unión, distintos al Ejecutivo, como a los órganos constitucionales autónomos (IFE, CNDH, etc.), y, en general, a toda persona de derecho público.

A juicio de esta Comisión no existe ninguna razón válida para excluir a los Poderes y entidades citadas de la aplicación de los criterios y procedimientos previstos en la legislación en materia de adquisiciones y obra pública. De sostenerse lo contrario, se establecería un régimen de privilegio o excepción a todas luces injustificado en detrimento de los principios de transparencia, calidad, eficiencia y honradez que deben regir las adquisiciones y obras públicas del Gobierno Federal.

Por ello, esta Comisión propone eliminar todo riesgo de laguna jurídica, agregando un segundo párrafo al artículo primero de la Ley que se dictamina para precisar que la misma es aplicable a los Poderes Legislativo y Judicial, así como a todas las demás personas de derecho público de carácter federal con autonomía por disposición constitucional o legal.

Con el objeto de no provocar interpretaciones erróneas, o conflictos de leyes, es preciso también aclarar que la aplicación de la citada Ley es en lo que no se oponga a los ordenamientos legales que rigen a dichos Poderes y entidades. Con ello se dejan a salvo las disposiciones constitucionales y legales, en las materias de que se trata, vigentes en los ordenamientos específicos correspondientes.

De igual manera, para salvaguardar la necesaria autonomía, corresponderá a los Poderes y entidades enunciados establecer los sistemas y órganos competentes para la debida aplicación y verificación del cumplimiento de la Ley.

1.4. Un punto que desde siempre ha sido cuestionado es si la obra pública relacionada con servicios concesionados debe o no ser objeto de la legislación en materia de obra pública.

Ahora bien, si consideramos que, en términos del artículo 134 de la Constitución Federal, el objeto de la legislación en materia de obra pública y de adquisiciones es precisamente el garantizar la eficiencia, eficacia y honradez en la administración de los recursos públicos, no hay razón para que esta legislación se aplique a personas ajenas a la estructura del Estado y que no utilizan recursos del erario en las obras que deben realizar para la prestación de los servicios públicos o bienes que tengan concesionados.

En ese sentido, esta Comisión Dictaminadora considera pertinente precisar, adicionar al quinto párrafo del artículo 1, el que no será aplicable la legislación de obra pública a aquéllas que realicen los particulares que sean titulares de concesiones. Asimismo, consideramos pertinente aclarar que tales concesiones se rigen por las disposiciones específicas que regulen la concesión de que se trate.

1.5. Por otra parte y con base en las adiciones expresadas, esta Dictaminadora, considera indispensable reordenar la redacción de los párrafos, con objeto de tener una mayor claridad y evitar, en la medida de lo posible, confusiones en su lectura, por tanto, los párrafos segundo y tercero de la iniciativa pasarían a ser

impuestos federales, los fondos de "aportaciones" que el Gobierno Federal aporta a los estados y municipios. En congruencia con dicha Ley, los recursos que aquellos ejercen lo hacen de conformidad con las leyes locales aplicables según la materia de que se trate. --

Por las razones expuestas, esta Comisión Dictaminadora considera necesario precisar en el artículo 1, fracción VI, de la iniciativa, que la Ley que se dictamina no es aplicable para las entidades federativas y los municipios tratándose de obras financiadas con los fondos previstos en el Capítulo V de la Ley de Coordinación Fiscal, puesto que, como ya se dijo, serían aplicables las leyes locales en materia de adquisiciones y obra pública.

Ello, es sin perjuicio de las facultades que la Federación conserva en las leyes específicas sobre fiscalización, para verificar que se cumple con el destino de cada uno de los fondos, como también lo prevé el Capítulo V de la Ley de Coordinación Fiscal.

1.3. La evolución de nuestro sistema constitucional y la consecuente creación de órganos autónomos ha propiciado una serie de interrogantes acerca de la aplicabilidad de la legislación en materia de adquisiciones y obra pública, tanto a los Poderes de la Unión, distintos al Ejecutivo, como a los órganos constitucionales autónomos (IFE, CNDH, etc.), y, en general, a toda persona de derecho público.

A juicio de esta Comisión no existe ninguna razón válida para excluir a los Poderes y entidades citadas de la aplicación de los criterios y procedimientos previstos en la legislación en materia de adquisiciones y obra pública. De sostenerse lo contrario, se establecería un régimen de privilegio o excepción a todas luces injustificado en detrimento de los principios de transparencia, calidad, eficiencia y honradez que deben regir las adquisiciones y obras públicas del Gobierno Federal.

Por ello, esta Comisión propone eliminar todo riesgo de laguna jurídica, agregando un segundo párrafo al artículo primero de la Ley que se dictamina para precisar que la misma es aplicable a los Poderes Legislativo y Judicial, así como a todas las demás personas de derecho público de carácter federal con autonomía por disposición constitucional o legal.

Con el objeto de no provocar interpretaciones erróneas, o conflictos de leyes, es preciso también aclarar que la aplicación de la citada Ley es en lo que no se oponga a los ordenamientos legales que rigen a dichos Poderes y entidades. Con ello se dejan a salvo las disposiciones constitucionales y legales, en las materias de que se trata, vigentes en los ordenamientos específicos correspondientes.

De igual manera, para salvaguardar la necesaria autonomía, corresponderá a los Poderes y entidades enunciados establecer los sistemas y órganos competentes para la debida aplicación y verificación del cumplimiento de la Ley.

1.4. Un punto que desde siempre ha sido cuestionado es si la obra pública relacionada con servicios concesionados debe o no ser objeto de la legislación en materia de obra pública.

Ahora bien, si consideramos que, en términos del artículo 134 de la Constitución Federal, el objeto de la legislación en materia de obra pública y de adquisiciones es precisamente el garantizar la eficiencia, eficacia y honradez en la administración de los recursos públicos, no hay razón para que esta legislación se aplique a personas ajenas a la estructura del Estado y que no utilizan recursos del erario en las obras que deben realizar para la prestación de los servicios públicos o bienes que tengan concesionados.

En ese sentido, esta Comisión Dictaminadora considera pertinente precisar, adicionar al quinto párrafo del artículo 1, el que no será aplicable la legislación de obra pública a aquéllas que realicen los particulares que sean titulares de concesiones. Asimismo, consideramos pertinente aclarar que tales concesiones se rigen por las disposiciones específicas que regulen la concesión de que se trate.

1.5. Por otra parte y con base en las adiciones expresadas, esta Dictaminadora, considera indispensable reordenar la redacción de los párrafos, con objeto de tener una mayor claridad y evitar, en la medida de lo posible, confusión en su lectura, por tanto, los párrafos segundo y tercero de la iniciativa pasarían a ser

sexto y séptimo, respectivamente.

En virtud de todo lo expuesto en este punto, se propone modificar la redacción del artículo 1 de la iniciativa, para quedar de la manera siguiente:

"ARTÍCULO 1.- La presente Ley es de orden público y tiene por objeto regular las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, contratación, gasto, ejecución y control de las obras públicas, así como de los servicios relacionados con las mismas, que realicen:

I a V...

... VI. Las entidades federativas, con cargo total o parcial a fondos federales, conforme a los convenios que celebren con el Ejecutivo Federal, con la participación que, en su caso, corresponda a los municipios interesados. No quedan comprendidos los fondos previstos en el Capítulo V de la Ley de Coordinación Fiscal.

Los Poderes Legislativo y Judicial, así como las demás personas de derecho público de carácter federal con autonomía derivada de la Constitución, adoptarán supletoriamente los criterios y procedimientos previstos en esta Ley, en lo que no se contraponga a los ordenamientos legales que los rige, sujetándose a sus propios órganos de Control.

Los contratos que celebren las dependencias con las entidades o entre entidades y los actos jurídicos que se celebren entre dependencias o bien, los que se lleven acabo entre alguna dependencia o entidad de la Administración Pública Federal con alguna perteneciente a la Administración Pública de una entidad Federativa, no estarán dentro del ámbito de aplicación de esta Ley. Cuando la dependencia o entidad obligada a realizar los trabajos no tenga la capacidad para hacerlos por si misma y contrate a un tercero para llevarlos acabo, este acto quedara sujeto a este ordenamiento.

No estarán sujetas a las disposiciones de esta Ley, las obras que deban ejecutarse para crear la infraestructura necesaria en la prestación de servicios públicos que los particulares tengan concesionados, en los términos de la legislación aplicable, cuando éstos las lleven a cabo.

...

Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades emitirán, bajo su responsabilidad y de conformidad con este mismo ordenamiento, las políticas, bases y lineamientos para las materias a que se refiere este artículo.

Las dependencias y entidades se abstendrán de crear fideicomisos, otorgar mandatos o celebrar actos o cualquier tipo de contratos, que evadan lo previsto en este ordenamiento."

2. Esta Comisión Dictaminadora, con el objeto de precisar en forma más clara los diversos conceptos que en forma específica la iniciativa define como obra pública en su artículo 3, considera necesario modificar el primer párrafo y tres de sus fracciones en virtud de lo siguiente:

2.1. Si bien el término de mantenimiento es un vocablo genérico que engloba a la conservación (mantenimiento correctivo), esta Comisión considera que la conservación debe tener una mención específica dentro del concepto obra pública, por lo cual se propone adicionar el vocablo "conservar" dentro del primer párrafo de este artículo.

2.2. Esta Comisión considera que los trabajos de exploración, geotécnica, localización y perforación que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos petroleros y gas a que hace referencia la fracción II de ese artículo, no sólo deben de referirse al subsuelo, tal como lo considera la iniciativa, sino que también debe de referirse a la plataforma marina, sobre todo que en nuestro país los grandes trabajos petroleros se realizan dentro de la plataforma en comento, que es un concepto distinto al del subsuelo.

2.3. También se consideró que es necesario precisar el concepto de Proyectos Integrales, también

denominados de Llave en Mano, para lo cual proponemos modificar la fracción III del artículo 3. Con ello se pretende especificar que tales proyectos serán aquellos en los cuales los contratistas se obligarán desde el diseño de la obra hasta la total terminación del proyecto, excluyendo a todas aquellas especificaciones que necesariamente tienen que ser otorgadas por las dependencias y entidades que requieran de los trabajos (Ingeniería Básica).

2.4. Esta Comisión Dictaminadora, después de escuchar a diversas personas que aplican y operan la Ley, consideró que los trabajos a que hace referencia la fracción VII del artículo 3, debían de complementarse con la inclusión de las pruebas de operación, a efecto de que la instalación, montaje, colocación o aplicación de bienes muebles que deban incorporarse, adherirse o destinarse a un inmueble, sea realizada con una mayor calidad por parte de los contratistas, y garantizar no sólo el que el trabajo se hubiere realizado sino que en realidad funcione en la práctica.

En virtud de todo lo anterior, se propone modificar el artículo 3 de la iniciativa, con el siguiente texto:

"ARTÍCULO 3.- Para los efectos de esta Ley, se consideran obras públicas los trabajos que tengan por objeto construir, instalar, ampliar, adecuar, remodelar, restaurar, conservar, mantener, modificar y demoler bienes inmuebles. Asimismo, quedan comprendidos dentro de las obras públicas los siguientes conceptos:

I ...

II. Los trabajos de exploración, geotécnica, localización y perforación que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos petroleros y gas que se encuentren en el subsuelo y la plataforma marina;

III. Los proyectos integrales o llave en mano, en los cuales el contratista se obliga desde el diseño de la obra hasta su terminación total, incluyéndose, cuando se requiera, la transferencia de tecnología;

IV a VI...

VII. La instalación, montaje, colocación o aplicación, incluyendo las pruebas de operación de bienes muebles que deban incorporarse, adherirse o destinarse a un inmueble, siempre y cuando dichos bienes sean proporcionados por la convocante al contratista; o bien, cuando incluyan la adquisición y su precio sea menor al de los trabajos que se contraten, y

VIII..."

3.- Con el propósito de precisar los servicios relacionados con las Obras Públicas esta Comisión Dictaminadora considera necesario definirlos por lo que se propone modificar el artículo 4 de la iniciativa original con el siguiente texto

"ARTÍCULO 4.- . . .

I. La planeación y el diseño, incluyendo los trabajos que tengan por objeto concebir, diseñar, proyectar y calcular los elementos que integran un proyecto de ingeniería básica, estructural, de instalaciones, de infraestructura, industrial, electromecánica y de cualquier otra especialidad de la ingeniería que se requiera para integrar un proyecto ejecutivo de obra pública;

II. La planeación y el diseño, incluyendo los trabajos que tengan por objeto concebir, diseñar, proyectar y calcular los elementos que integran un proyecto urbano, arquitectónico, de diseño gráfico o artístico y de cualquier otra especialidad del diseño, la arquitectura y el urbanismo, que se requiera para integrar un proyecto ejecutivo de obra pública;

III.;

IV

VI. Los trabajos de organización, informática, comunicaciones, electrónica y sistemas aplicados a las materias que regula esta Ley;

VII. Los dictámenes, peritajes, avalúos y auditorías técnico normativas, y estudios aplicables a las materias que regula esta Ley;

VIII. Los estudios que tengan por objeto rehabilitar, corregir, sustituir o incrementar la eficiencia de las instalaciones en un bien inmueble;

IX. Los estudios de apoyo tecnológico, incluyendo los de desarrollo y transferencia de tecnología entre otros;

X. Todos aquéllos de naturaleza análoga.

4.- Con el objeto de definir en forma clara la Legislación que será aplicable para mantener adecuada y satisfactoriamente asegurados los bienes con que cuentan las dependencias y entidades, esta Comisión Dictaminadora considera necesario que el artículo 6 de la iniciativa debe ser redactado de tal forma que se precise cuales son los alcances del aseguramiento a que se hace referencia, debiendo establecer que dicho aseguramiento debe referirse a las obras públicas a partir del momento de su recepción.

En virtud de todo lo anterior, se propone modificar el artículo 6 de la iniciativa original, con el siguiente texto:

"ARTÍCULO 6.- Será responsabilidad de las dependencias y entidades mantener adecuada y satisfactoriamente aseguradas las obras públicas a partir del momento de su recepción."

5.- Esta Comisión Dictaminadora considera que con el objeto de que la disposición contenida en el primer párrafo del artículo 10, sea congruente con los alcances de la Ley, deberá precisarse que dicho precepto se refiere a la materia de obras públicas y servicios relacionados con las mismas.

En virtud de todo lo anterior, se propone modificar el artículo 10 de la iniciativa original, con el siguiente texto:

"ARTÍCULO 10.- En materia de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades serán los responsables de que, en la adopción e instrumentación de las acciones que deban llevar a cabo en cumplimiento de esta Ley, se observen criterios que promuevan la modernización y desarrollo administrativo, la descentralización de funciones y la efectiva delegación de facultades."

6. Esta Comisión Dictaminadora considera adecuado que la iniciativa de Ley haga un tratamiento claro y específico de las obras públicas y servicios relacionados con las mismas financiados con créditos externos otorgados al Gobierno Federal, o con su aval.

Por otra parte, también considera adecuado que exista una instancia especializada que pueda negociar con los organismos internacionales los procedimientos, requisitos y demás disposiciones necesarios para la contratación de los créditos que se otorguen.

No obstante lo anterior, esta Comisión considera necesario hacer una modificación al artículo 11 de la iniciativa con el objeto de que los procedimientos, requisitos y demás disposiciones que sean negociados con los organismos internacionales, se hagan del conocimiento tanto de las dependencias y entidades como de los interesados en ejecutar obras públicas y servicios relacionados con las mismas, debiendo aplicar en lo procedente lo dispuesto en la iniciativa, lo cual dará una mayor certeza jurídica a los actos.

En virtud de todo lo anterior, se propone modificar el artículo 11 de la iniciativa con el siguiente texto:

"ARTÍCULO 11.- En los casos de obras públicas y servicios relacionados con las mismas financiados con créditos externos otorgados al Gobierno Federal, o con su aval, los procedimientos, requisitos y demás disposiciones para su contratación serán establecidos por la Contraloría aplicando en el procedimiento lo dispuesto por esta ley; y deberán precisarse en las convocatorias, invitaciones, bases y contratos correspondientes."

7. Se considera adecuado modificar el segundo párrafo del artículo 13 de la iniciativa, a efecto de referir el artículo 1, mencionado en su texto, al contenido de la Ley, por lo cual se propone la siguiente redacción:

"ARTÍCULO 13.- ...

En los convenios a que se refiere la fracción VI del artículo 1 de esta Ley, se establecerán los términos para la coordinación de las acciones entre las entidades federativas que correspondían y las dependencias y entidades."

8. Modificaciones al artículo 14 de la iniciativa.

8.1. El primer párrafo del artículo 14 de la iniciativa distribuye la competencia, entre el Poder Judicial de la Federación y el Tribunal Fiscal de la Federación, para resolver las controversias que se susciten con motivo de la aplicación de la Ley, así como de la interpretación de los contratos de obra pública, respectivamente.

La distribución de competencias de órganos jurisdiccionales en una Ley sustantiva es incorrecta desde el punto de vista de la técnica legislativa, pues la distribución de competencias entre los tribunales debe establecerse en las leyes orgánicas correspondientes. De lo contrario, de modificarse en un futuro en esta materia las leyes orgánicas, ello necesariamente implicaría también una reforma a la legislación sustantiva.

En este orden de ideas, a juicio de esta Comisión, resulta mejor utilizar la fórmula empleada para resolver esta cuestión en la iniciativa de Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, que es la que utiliza nuestra legislación positiva, en el sentido de hacer únicamente referencia a la competencia de los tribunales federales en contraposición de los tribunales del fuero común.

Lo anterior, permitirá que las leyes orgánicas continúen siendo los instrumentos para hacer la distribución de competencias entre los distintos órganos jurisdiccionales federales.

8.2. Esta Comisión Dictaminadora considera que con el objeto de hacer más clara la redacción propuesta en el segundo párrafo del artículo 14 de la iniciativa, se debe modificar para quedar como se propone.

8.3. Toda vez que el concepto de nulidad que maneja el quinto párrafo del artículo 14 requiere de la determinación previa de la autoridad competente, esta Comisión vio la posibilidad de manejar dentro del texto de la Ley la nulidad de pleno derecho, pero al analizar los alcances que ello conllevaría, así como la inexactitud del término, se consideró más adecuado dejar el texto que la iniciativa propone, pero acotando sus alcances.

Por lo anterior, esta Comisión considera adecuado que se supriman el párrafo comentado, los términos de "acuerdos, y cláusulas compromisorias", lo cual dará una mayor certeza jurídica a las personas que operen la Ley.

En virtud de todo lo anterior, se propone modificar el artículo 14 de la iniciativa, con el siguiente texto:

"ARTÍCULO 14.- Las controversias que se susciten con motivo de la interpretación o aplicación de esta Ley o de los contratos celebrados con base en ella, serán resueltas por los tribunales federales.

Sólo podrá convenirse compromiso arbitral respecto de aquellas controversias que determine la Contraloría mediante reglas de carácter general, previa opinión de la Secretaría y de la Secretaría de

Los actos, contratos y convenios que las dependencias y entidades realicen o celebren en contravención a lo dispuesto por esta Ley, serán nulos previa determinación de la autoridad competente."

9. Esta Comisión Dictaminadora considera que con el objeto de hacer más clara la redacción propuesta en el primer párrafo del artículo 15 de la iniciativa, se debe modificar para quedar como sigue:

"ARTÍCULO 15.- Los contratos celebrados en el extranjero respecto de obras públicas o servicios relacionados con las mismas que deban ser ejecutados o prestados fuera del territorio nacional, se regirán por la legislación del lugar donde se formalice el acto, aplicando en lo procedente lo dispuesto por esta Ley.

..."

10. Esta Comisión considera que dentro de Ley debe existir una remisión expresa a la legislación en materia de asentamientos humanos, con el objeto de promover un adecuado desarrollo urbanístico de las obras públicas a cargo del Erario Federal,

En virtud de todo lo anterior, se propone adicionar una primera fracción al artículo 16 de la iniciativa original, para quedar como sigue:

"ARTÍCULO 16.- ...

I.- Lo dispuesto por la Ley General de Asentamientos Humanos;

II. Los objetivos y prioridades del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que correspondan, así como a las previsiones contenidas en sus programas anuales, y

III. Los objetivos, metas y previsiones de recursos establecidos en los presupuestos de egresos de la Federación o de las entidades respectivas."

11. Modificaciones al artículo 17 de la iniciativa.

11.1. Esta Comisión Dictaminadora considera adecuado agregar en el primer párrafo del artículo 17, que para una adecuada formulación de los programas anuales de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, se deberá considerar en todos los casos aquellos trabajos que abarquen más de un ejercicio presupuestal.

11.2. Esta Comisión Dictaminadora si bien comparte la preocupación del Ejecutivo Federal en el sentido de que en la planeación de las obras públicas se deben tomar en cuenta las instalaciones necesarias para que puedan ser utilizadas por personas con discapacidad, también considera que la redacción de la fracción XIV del artículo 17 de la iniciativa, debe precisarse en forma más clara; pasando a ser la fracción XV, a efecto de adicionar una fracción que permita prever las autorizaciones y permisos que se requieran.

Por todo lo anterior, se considera necesario modificar el artículo 17 de la iniciativa, para quedar como sigue:

"ARTÍCULO 17.- Las dependencias y entidades según las características, complejidad y magnitud de los trabajos formularán sus programas anuales de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas y los que abarquen más de un ejercicio presupuestal, así como sus respectivos presupuestos, considerando:

Los trabajos de mantenimiento de los bienes inmuebles a su cargo,

Los permisos, autorizaciones y licencias que se requieran,

Toda instalación pública deberá asegurar la accesibilidad, evacuación, libre tránsito sin barreras arquitectónicas, para todas las personas; y deberán cumplir con las normas de diseño y de señalización que se emitan, en instalaciones, circulaciones, servicios sanitarios y demás instalaciones análogas para las personas con discapacidad, y

XVI. Las demás provisiones y características de los trabajos.

12. Esta Comisión Dictaminadora considera que con el objeto de hacer más clara la redacción propuesta en el artículo 18 de la iniciativa, así como precisar en forma correcta el término de "impacto ambiental", se debe modificar para quedar como sigue:

"ARTÍCULO 18.- Las dependencias y entidades estarán obligadas a considerar los efectos sobre el medio ambiente que pueda causar la ejecución de las obras públicas con sustento en la evaluación de impacto ambiental prevista por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Los proyectos deberán incluir las obras necesarias para que se preserven o restituyan en forma equivalente las condiciones ambientales cuando éstas pudieren deteriorarse y se dará la intervención que corresponda a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, y a las dependencias y entidades que tengan atribuciones en la materia."

13. Esta Comisión considera conveniente para la seguridad del país que aquella información sobre obras públicas o de servicios relacionados con las mismas, que por su naturaleza es reservada, como por ejemplo la generada por las dependencias o entidades que tengan actividades militares o de la armada, o bien que pueda comprometer la seguridad interior de la Nación, no sea objeto del informe a que obliga el texto del artículo 19 de la iniciativa. Ello en atención a que su publicidad podría poner en riesgo la seguridad del Estado.

En virtud de todo lo anterior, se propone modificar el artículo 19 de la iniciativa original, con el siguiente texto:

"ARTÍCULO 19.- Las dependencias y entidades pondrán a disposición de los interesados y remitirán a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, a más tardar el 31 de marzo de cada año, su programa anual de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, con excepción de aquella información que, de conformidad con las disposiciones aplicables, sea de naturaleza confidencial."

...

14. Modificaciones al artículo 21 de la iniciativa.

14.1. Esta Comisión Dictaminadora considera necesario que las dependencias y entidades que realicen obras públicas y servicios relacionados con las mismas, sea por contrato o por administración directa, así como los contratistas con quienes aquellas contraten, además de las disposiciones que se proponen en el primer párrafo del artículo, deben observar las relativas a los asentamientos humanos y al desarrollo urbano.

14.2. Esta Comisión Dictaminadora considera adecuado hacer un ajuste a la redacción del segundo párrafo del artículo 21 de la iniciativa, con el objeto de dar claridad a su concepto.

14.3. Esta Comisión Dictaminadora considera que la última parte del segundo párrafo del artículo 21, excede las facultades que las distintas leyes le otorgan a las dependencias y entidades, por lo cual si no se excluye del texto de la iniciativa, podría provocar que, mediante este ordenamiento jurídico, se vulnere la competencia, fuero e incluso soberanía de las personas que embisten autoridad pública.

En virtud de todo lo anterior se propone modificar el artículo 21 de la iniciativa original, con el siguiente texto:

"ARTÍCULO 21 - Las dependencias y entidades que realicen obras públicas y servicios relacionados con las mismas, sea por contrato o por administración directa, así como los contratistas con quienes aquellas contraten, observarán las disposiciones que en materia de asentamientos humanos, desarrollo urbano y construcción rijan en el ámbito federal, estatal y municipal.

Las dependencias y entidades, cuando sea el caso, previamente a la realización de los trabajos, deberán tramitar y obtener de las autoridades competentes los dictámenes, permisos, licencias, derechos de bancos de materiales, así como la propiedad o los derechos de propiedad incluyendo derechos de vía y expropiación de inmuebles sobre los cuales se ejecutarán las obras públicas. En las bases de licitación se precisarán, en su caso, aquellos trámites que corresponderá realizar al contratista.

15. Esta Comisión Dictaminadora considera que con el objeto de hacer más clara la redacción propuesta en el primer párrafo del artículo 22 de la iniciativa, se debe modificar para quedar como sigue:

"ARTÍCULO 22.- En las obras públicas y los servicios relacionados con las mismas, cuya ejecución rebase un ejercicio presupuestal, las dependencias o entidades deberán determinar tanto el presupuesto total, como el relativo a los ejercicios de que se trate; en la formulación de los presupuestos de los ejercicios subsecuentes, además de considerar los costos que, en su momento, se encuentren vigentes, se deberán tomar en cuenta las previsiones necesarias para los ajustes de costos y convenios que aseguren la continuidad de los trabajos.

16.- Esta Comisión considera conveniente que se den de alta las construcciones y se registren los títulos de propiedad en las oficinas catastrales y Registrales de las entidades federativas en donde estas se lleven a efecto además de remitirlas para su inscripción en el Registro Público de la Propiedad Federal. En virtud de anterior se propone modificar el artículo 24 de la iniciativa original, con el siguiente texto:

ARTICULO 24.- A la conclusión de las obras publicas, las dependencias y en su caso las entidades, deberán registrar en las oficinas de Catastro y del Registro Publico de la Propiedad de las entidades federativas, los títulos de propiedad correspondientes de aquellos inmuebles que se hayan adquirido con motivo de la construcción de las obras publicas; y en su caso deberán remitir a la Contraloría, los títulos de propiedad para su inscripción en el Registro Publico de la Propiedad Federal y su inclusión en el catalogo e inventario de los bienes y recursos de la nación.

17. En relación con lo enunciado en el primer párrafo del artículo 25 de la iniciativa, esta Comisión Dictaminadora consideró necesario precisar que si bien es válido que con el objeto de que las dependencias y entidades no realicen gastos innecesarios por estudios o proyectos que otras áreas del Gobierno Federal ya tuvieran elaborados; también considera válido que se haga una excepción, con la finalidad que una vez localizados se permita que éstos se puedan adecuar, actualizar o complementar, dado que la experiencia técnica demuestra que ningún proyecto o estudio de ingeniería es completamente idéntico uno de otro, por lo que es justificable que esa parte complementaria sí pueda contratarse en forma independiente.

En virtud de lo anterior, se propone modificar el artículo 25 de la iniciativa original, con el texto siguiente:

"ARTÍCULO 25.- Las dependencias o entidades que requieran contratar o realizar estudios o proyectos, previamente verificarán si en sus archivos o, en su caso, en los de la coordinadora del sector correspondiente, existen estudios o proyectos sobre la materia de que se trate. En el supuesto de que se advierta su existencia y se compruebe que los mismos satisfacen los requerimientos de la entidad o dependencia, no procederá la contratación, con excepción de aquellos trabajos que sean necesarios para su adecuación, actualización o complemento."

18. Esta Comisión Dictaminadora considera, que con el objeto de hacer más clara la redacción que está en el primer párrafo del artículo 26 de la iniciativa, se debe modificar para quedar como sigue:

"ARTÍCULO 26.- Corresponde a las dependencias y entidades llevar a cabo los procedimientos para contratar y ejecutar las obras públicas y servicios relacionados con las mismas; por lo que en ningún caso se podrán contratar servicios para que por su cuenta y orden se contraten las obras o servicios de que se trate.

19.- Esta Comisión Dictaminadora considera que las políticas, bases y lineamientos en materia de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, que emita el Comité, no debe informarse al titular de la dependencia o al órgano de gobierno en el caso de las entidades, sino que debe someterse a su consideración, por lo cual propone modificar la fracción III del artículo 27, para quedar como sigue:

"ARTÍCULO 27.-

I.- ...

II.- Proponer las políticas, bases y lineamientos en materia de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, así como autorizar los supuestos no previstos en éstos, sometiéndolas a consideración del titular de la dependencia o al órgano de gobierno en el caso de las entidades;

III a VI.-"

20.- Modificaciones al artículo 29 de la iniciativa.

20.1. En relación con lo propuesto en el tercer párrafo del artículo 29 de la iniciativa, esta Comisión consideró adecuado precisar que la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, para determinar el carácter, nacional o internacional, de los procedimientos de contratación, se deberá ajustar a lo establecido en el artículo 31 de la iniciativa propuesta, lo cual dará más certeza sobre el actuar de dicha dependencia.

20.2. Esta Dictaminadora considera relevante destacar los avances respecto de la incorporación de medios electrónicos en la iniciativa; así tenemos que:

Los medios de difusión electrónica a través de la red Internet se han constituido a nivel mundial como el mecanismo de mayor uso para dar a conocer de manera masiva todo tipo de información.

El uso de estos medios para difundir la información de las contrataciones del gobierno tiene tres grandes beneficios:

Dar transparencia a los procesos de contratación de la Administración Pública Federal,

Permitir a las dependencias y entidades contar con mecanismos ágiles para dar a conocer la información de las distintas etapas de los procesos de contratación, y facilitar al propio tiempo, que dispongan de sistemas de seguimiento y control.

Facilitar de participación de las empresas en las licitaciones públicas, y disminuir sus costos.

20.3. Desde 1996 la Contraloría inició la difusión electrónica de las convocatorias y fallos publicados en el Diario Oficial de la Federación mediante una página en Internet denominada "compranet".

En 11 de abril de 1997 la Contraloría publicó en el Diario Oficial de la Federación un Acuerdo Administrativo para definir la información que a partir de junio de ese año deben proporcionar las dependencias y entidades, para incorporar a compranet la información derivada de las distintas etapas de los procesos de licitación pública. Con ello, a partir de esa fecha está disponible en el medio de difusión electrónica la información de convocatorias, bases de licitación, actas de juntas de aclaraciones, notas aclaratorias, fallos

y datos relevantes de los contratos, de las licitaciones públicas que se realicen con recursos nacionales en todo el país.

Entre los beneficios obtenidos, de los cuales se pudo percatar esta Comisión Dictaminadora destaca la facilidad de participación para las empresas que ahora disponen de la información de las bases de licitación / un mecanismo para su pago en bancos desde el lugar donde radican, sin tener que acudir a las dependencias y entidades gubernamentales, bajando los costos y evitando desplazamientos.

Esta Comisión Dictaminadora considera, que con la incorporación en la Ley de este mecanismo de difusión electrónica, se consolidan las acciones realizadas y se garantiza su continuidad, además de fortalecerlo para poder incorporar la información de los casos de excepción a la licitación pública y, con ello, se facilite el cumplimiento de los preceptos del artículo 134 Constitucional respecto a que el gobierno adquiera los bienes, servicios y obra pública que requiera en las mejores condiciones de calidad y precio.

En virtud de todo lo anterior, se propone modificar el artículo 29 de la iniciativa original, con el siguiente texto:

"ARTÍCULO 29.- ...

*...
La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, tomando en cuenta la opinión de la Contraloría, determinará de acuerdo con lo establecido en el artículo 31 de esta Ley el carácter nacional o internacional de los procedimientos de contratación y los criterios para determinar el contenido nacional de los trabajos a contratar, en razón de las reservas, medidas de transición u otros supuestos establecidos en los tratados.*

La Contraloría pondrá a disposición pública, a través de los medios de difusión electrónica que establezca, la información que obre en su base de datos correspondiente a las convocatorias y bases de las licitaciones y, en su caso, sus modificaciones; las actas de las juntas de aclaraciones y de visita a instalaciones, los fallos de dichas licitaciones o las cancelaciones de éstas, y los datos relevantes de los contratos adjudicados.

21.- Modificaciones al artículo 30 de la iniciativa.

21.1 Esta Comisión, acorde lo dispuesto por el artículo 134 Constitucional, considera conveniente adicionar el artículo 30, a efecto de precisar la participación por medio remotos de comunicación electrónica y lo referente al sobre cerrado cuando se utilizan medios electrónicos, así tenemos que los avances tecnológicos disponibles hoy en día hacen posible el envío de todo tipo de documentos, por medios remotos de comunicación electrónica, utilizando la infraestructura de redes de datos, con total seguridad y confidencialidad.

Para tal efecto se consideran tres puntos principales:

Se cuenta con la tecnología para salvaguardar las proposiciones en forma electrónica, garantizando la seguridad, integridad y confidencialidad de la información, de tal forma que sea inviolable, y permite cumplir con el precepto constitucional de que se presenten libremente proposiciones en sobre cerrado para participar en las licitaciones públicas.

Para ello, se dispone de mecanismos tecnológicos sustentados en la criptografía, que permiten envolver los documentos de forma similar al sobre de papel, al transformarlos en una serie de caracteres ilegibles. De esta manera es imposible violarlos y la información resulta inaccesible para todos, excepto para el destinatario.

Se dispone de mecanismos de identificación electrónica en sustitución de la firma autógrafa que permiten identificar al autor de los documentos garantizando la autenticidad, confidencialidad y no

Estos mecanismos se sustentan en el uso de técnicas bajo estándares internacionales denominadas "bases de firma electrónica" que consisten en una llave pública y una llave privada que sólo conoce el emisor. La llave privada se asocia al documento, lo que permite determinar en forma plena quién es su autor y con ello su autenticidad. Adicionalmente, al asociar la llave a un documento, si el documento cambia en un sólo carácter se puede conocer que fue alterado.

Este mecanismo permite verificar la autenticidad de un documento de tal manera que, en caso de controversia se puede comprobar por medio de pruebas periciales quién es su autor, para que no pueda repudiarlo y, que ni el mismo autor lo haya alterado posteriormente a su firma.

Dentro de estos mecanismos destaca el concepto de bóveda electrónica donde se depositarían las proposiciones recibidas, de tal manera que sólo puede acceder a ellas la convocante de la licitación mediante el uso de llaves privadas, a partir de la fecha y hora señalada para los respectivos actos de apertura de propuestas.

21.2.- Esta Comisión Dictaminadora, tomando en cuenta la seguridad que brindan todos estos mecanismos, está de acuerdo en que es posible incorporar en la Ley las disposiciones normativas que permitan y den validez a la identificación electrónica y a las tecnologías para salvaguardar la confidencialidad de la información en sobre electrónico, por lo cual considera que la Contraloría no solo debe encargarse del sistema de certificación de los medios de identificación electrónica, sino también de operarlos, con el objeto de tener un adecuado control que asegure el carácter probatorio pleno a los documentos que se transmitan por esta vía.

Por lo anterior, se propone la adición de un tercer párrafo y modificación del último párrafo del artículo 30 de la iniciativa para quedar como sigue:

"ARTÍCULO 30.- ...

En el caso de las proposiciones presentadas por medios remotos de comunicación electrónica el sobre será generado mediante el uso de tecnologías que resguarden la confidencialidad de la información de tal forma que sea inviolable, conforme a las disposiciones técnicas que al efecto establezca la Contraloría.

...

La Contraloría operará y se encargará del sistema de certificación de los medios de identificación electrónica que utilicen los licitantes y será responsable de ejercer el control de estos medios, salvaguardando la confidencialidad de la información que se remita por esta vía."

22.- Modificaciones al artículo 32 de la iniciativa.

22.1- Con el objeto de tener congruencia dentro de la iniciativa con los cambios que propone esta Comisión Dictaminadora, se sugiere realizar una adición a la fracción III, del artículo 32, estableciendo la opción de que las bases puedan ser compradas y consultadas, a elección de los participantes e interesados, por medios remotos de comunicación electrónica.

22.2.- Por otra parte, esta Comisión considera adecuado adicionar dos fracciones que permita hacer del conocimiento de los interesados a través de la convocatoria, por una parte el contenido del artículo 52 de la iniciativa de Ley y por la otra, en el caso de proceder, el porcentaje de contenido nacional.

En virtud de lo anterior, se propone modificar el artículo 32 de la iniciativa original, con el texto siguiente:

"ARTÍCULO 32.-

I a II.-

III - La indicación de los lugares, fechas y horarios en que los interesados podrán consultar las bases de la licitación y, en su caso, el costo y forma de pago de las mismas. Cuando es caso, el costo, éste será fijado sólo en razón de la recuperación de las erogaciones por publicación de la convocatoria y de la reproducción de los documentos que se entreguen; los interesados podrán revisarlas previamente a su pago, el cual será requisito para participar en la licitación. Igualmente, los interesados podrán consultar y adquirir las bases de las licitaciones por los medios de difusión electrónica que establezca la Contraloría.

IV a IX.-

X. La indicación de que no podrán participar las personas que se encuentren en los supuestos del artículo 52 de esta Ley;

XI. Determinación, en su caso, del porcentaje de contenido nacional, y

XII.- Los demás requisitos generales que deberán cumplir los interesados, según las características, complejidad y magnitud de los trabajos."

23. Con la finalidad de que el Gobierno Federal tenga un significativo ahorro durante los procedimientos de licitación pública, esta Comisión Dictaminadora considera adecuado modificar el texto del artículo 33 de la iniciativa, con el objeto de que la publicación de las convocatorias se realice únicamente en el Diario Oficial de la Federación.

Esto repercutirá, además, en beneficios económicos directos para los licitantes, ya que el costo de las bases es fijado sólo en razón de la recuperación de las erogaciones por la publicación de la convocatoria y por la reproducción de los documentos que se entreguen; adicionalmente este costo puede ser reducido al mínimo si se generaliza el uso de medios electrónicos de consulta, pues cada licitante puede consultar en pantalla las bases y si no resulta de su interés no comprará las bases.

Lo anterior evitará que se realicen gastos excesivos como los que implica la publicación en diarios de circulación nacional o local de las licitaciones públicas. Además, de la consulta hecha por esta Comisión resalta el hecho de que el medio que se utiliza para conocer sobre las licitaciones por quienes están interesados en participar en las mismas, es precisamente el Diario Oficial de la Federación y no así los periódicos.

En virtud de todo lo anterior, se propone modificar el artículo 33 de la iniciativa original, con el siguiente texto:

"Artículo 33.- Las convocatorias se publicarán en el Diario Oficial de la Federación."

24. Modificaciones al artículo 34 de la iniciativa.

24.1. Esta Comisión Dictaminadora considera necesario adicionar y modificar el artículo 34 de la iniciativa; así como clarificar sus fracciones y recorrer su numeración romana, a efecto de que en los distintos supuestos exista mayor comprensión de lo prescrito por cada fracción quedando su número aumentado en 2, dando un total de 23.

24.2. Es necesario señalar, en el primer párrafo, que las bases estarán disponibles tanto en las dependencias y entidades que convoquen como en la forma electrónica de difusión señalada.

24.3 Esta Comisión Dictaminadora, considera conveniente dividir la fracción II con el objeto de dar una mayor claridad a los conceptos, por lo cual se divide en dos fracciones.

24.4 Esta Comisión Dictaminadora considera que el contenido de la fracción VII se debe de establecer como una regla general de evaluación y no únicamente como un requisito de bases.

24.5 De igual forma se divide la fracción VIII, (ahora IX) pasando su segundo párrafo a ser una fracción

independiente, con el numeral X.

24.6 Con el objeto de dar certeza y seguridad jurídica a los interesados en participar en una licitación relacionada con obras públicas o servicios relacionados con las mismas, se propone que la fracción IX de este artículo sea adicionada para que en el caso de que las dependencias y entidades otorguen materiales y equipo de instalación permanente, esta entrega sea perfectamente suministrada a través de un programa, lo cual permitirá que el cálculo de indirectos, financiamiento y utilidad sea más preciso.

24.7 También se consideró necesario modificar la fracción XIII de este artículo, toda vez que no en todas las obras o servicios resulta necesario llevar a cabo la visita al sitio de realización de los trabajos.

24.8 Resulta de la mayor importancia y trascendencia para esta Comisión Dictaminadora el señalar, como se hace en la fracción XX original de la iniciativa, (ahora, con las modificaciones propuestas, XXII) que la utilización de los medios remotos de comunicación electrónica resulta optativa y que su uso no cancela la vía tradicional, y que el licitante puede utilizar alternativamente los métodos disponibles para cada etapa del procedimiento de contratación a su conveniencia, es decir, no quedará sujeto a la utilización de una forma de participación, sino que puede, verbigracia, a) comprar las bases por medios electrónicos; b) enviar sus preguntas por medios electrónicos para la junta de aclaraciones; c) asistir personalmente a la junta de aclaraciones, d) revisar el resultado de la junta de aclaraciones por medios electrónicos; e) acudir personalmente al sitio de realización de los trabajos; f) Presentar personalmente sus propuestas; o cualquier otra que les resulten posibles y satisfagan sus necesidades.

24.9 De una adecuada interpretación del artículo 134 constitucional, que expresa que la Ley secundaria debe asegurar al Estado las mejores condiciones en cuanto a precio, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes, como son economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez; en esta disposición constitucional se norma la licitación pública, en los casos que ésta no resulte idónea de los procesos a seguir para asegurar al Estado un régimen transparente y honesto para realizar contrataciones con el dinero público; no menciona requisitos adicionales para contratar. Por tanto las leyes secundarias solo deben de desarrollar los requisitos que establece el 134 constitucional para su mejor aplicación, claridad y seguridad jurídicas, no otros que disponga cualquier ley secundaria.

El fin de este artículo constitucional es de oportunidades para participar en las contrataciones del Estado. En virtud de las anteriores consideraciones, resulta adecuado, a juicio de esta dictaminadora, el adicionar un último párrafo, prescribiendo que no se podrá limitar la participación ni contratación en los diversos procesos de contratación por requisitos diversos a los previstos por este ordenamiento.

En virtud de todo lo anterior, se propone modificar el artículo 34 de la iniciativa original, con el siguiente texto:

"ARTICULO 34.- Las bases que emitan las dependencias y entidades para las licitaciones públicas se pondrán a disposición de los interesados, tanto en el domicilio señalado por la convocante como en los medios de difusión electrónica que establezca la Contraloría, a partir del día en que se publique la convocatoria y hasta, inclusive, el sexto día natural previo al acto de presentación y apertura de proposiciones, siendo responsabilidad exclusiva de los interesados adquirirlas oportunamente durante este periodo, y contendrán en lo aplicable como mínimo, lo siguiente:

I. Nombre, denominación o razón social de la dependencia o entidad convocante;

II. Forma en que deberá acreditar la existencia y personalidad jurídica el licitante;

III.- Fecha, hora y lugar de la junta de aclaraciones a las bases de la licitación, siendo optativa la asistencia a las reuniones que, en su caso, se realicen; fecha, hora y lugar de celebración de las dos etapas del acto de la presentación y apertura de proposiciones; comunicación del fallo y firma del contrato;

IV. Señalamiento de que será causa de descalificación el incumplimiento de alguno de los requisitos

establecidos en las bases de la licitación, así como la comprobación de que algún licitante ha acordado con otro u otros elevar el costo de los trabajos, o cualquier otro acuerdo que tenga como fin obtener una ventaja sobre los demás licitantes;

V. Idioma o idiomas, además del español, en que podrán presentarse las proposiciones,

VI Moneda o monedas en que podrán presentarse las proposiciones. En los casos en que se permita hacer la cotización en moneda extranjera se deberá establecer que el pago que se realice en el territorio nacional se hará en moneda nacional y al tipo de cambio de la fecha en que se haga dicho pago;

VII. La indicación de que ninguna de las condiciones contenidas en las bases de la licitación, así como en las proposiciones presentadas por los licitantes podrán ser negociadas;

VIII. Criterios claros y detallados para la adjudicación de los contratos, de conformidad a lo establecido por el artículo 39 de esta Ley;

IX. Proyectos arquitectónicos y de ingeniería que se requieran para preparar la proposición; normas de calidad de los materiales y especificaciones generales y particulares de construcción aplicables, en el caso de las especificaciones particulares, deberán ser firmadas por el responsable del proyecto;

X Tratándose de servicios relacionados con las obras públicas, los términos de referencia que deberán precisar el objeto y alcances del servicio; las especificaciones generales y particulares; el producto, esperado, y la forma de presentación;

XI. Relación de materiales y equipo de instalación permanente que, en su caso, proporcione la convocante, debiendo acompañar los programas de suministro correspondientes;

XII. En su caso, el señalamiento del porcentaje de contenido nacional del valor de la obra que deberán cumplir los licitantes en materiales, maquinaria y equipo de instalación permanente, que serían utilizados en la ejecución de los trabajos;

XIII. Experiencia, capacidad técnica y financiera necesaria de acuerdo con las características, complejidad y magnitud de los trabajos;

XIV. Datos sobre las garantías; porcentajes, forma y términos de los anticipos que se concedan;

XV. Cuando proceda, lugar, fecha y hora para la visita al sitio de realización de los trabajos, la que deberá llevarse a cabo dentro del periodo comprendido entre el cuarto día natural siguiente a aquél en que se publique la convocatoria y el sexto día natural previo al acto de presentación y apertura de proposiciones;

XVI. Información específica sobre las partes de los trabajos que podrán subcontratarse;

XVII. Plazo de ejecución de los trabajos determinado en días naturales, indicando la fecha estimada de inicio de los mismos;

XVIII. Modelo de contrato al que se sujetarán las partes;

XIX. Tratándose de contratos a precio alzado o mixtos en su parte correspondiente, las condiciones de pago;

XX. Tratándose de contratos a precios unitarios o mixtos en su parte correspondiente, el procedimiento de ajuste de costos que deberá aplicarse, así como el catálogo de conceptos, cantidades y unidades de medición, debe ser firmado por el responsable del proyecto, y la relación de conceptos de trabajo más significativos, de los cuales deberán presentar análisis y relación de los costos básicos de materiales, mano de obra, maquinaria y equipo de construcción que intervienen en dichos análisis. En todos los

casos se deberá prever que cada concepto de trabajo esté debidamente intencional y soportado, preferentemente, en las especificaciones de construcción y normas de calidad solicitadas, procurando que estos conceptos sean congruentes con las cantidades de trabajo requeridos por el proyecto

XXI. La indicación de que el licitante que no firme el contrato por causas imputadas al mismo será sancionado en los términos del artículo 78 de esta Ley;

XXII. En su caso, términos y condiciones a que deberá ajustarse la participación de los licitantes cuando las proposiciones sean enviadas a través del servicio postal o de mensajería, o por medios remotos de comunicación electrónica. El que los licitantes opten por utilizar alguno de estos medios para enviar sus proposiciones no limita, en ningún caso, que asistan a los diferentes actos derivados de una licitación, y

XXIII. Los demás requisitos generales que, por las características, complejidad y magnitud de los trabajos, deberán cumplir los interesados, los que no deberán limitar la libre participación de éstos.

Para la participación, contratación o adjudicación en obras públicas o servicios relacionados con las mismas no se le podrá exigir al particular requisitos distintos a los señalados por esta Ley."

25. Después de estudiar las implicaciones de lo propuesto en el tercer párrafo del artículo 35 de la iniciativa, esta Comisión Dictaminadora considera adecuado acotar en una persona la responsabilidad de reducir los plazos para llevar a cabo las licitaciones públicas. No se considera adecuado que se deje tan abierto el concepto, por lo cual, con el objeto de dar seguridad a los participantes y a los propios servidores públicos, se propone que esa persona sea el titular del área responsable de la contratación.

Además, esta Comisión consideró que no solamente en los casos de urgencia justificada pudieran reducirse los plazos a que el artículo se refiere, sino que bastaría que existan razones justificadas del área solicitante de los trabajos para llevar a cabo tal reducción. Por ello, se propone eliminar el calificativo de "urgencia", para que únicamente quede el concepto de razones justificadas. Claro está que el servidor público del área solicitante deberá justificar plenamente los hechos que hubiere considerado para ello.

En virtud de lo anterior, se propone modificar el tercer párrafo del artículo 35 de la iniciativa original, con el siguiente texto:

"ARTÍCULO 35.- . . .

. . .

Cuando no puedan observarse los plazos indicados en este artículo porque existan razones justificadas del área solicitante de los trabajos, siempre que ello no tenga por objeto limitar el número de participantes, el titular del área responsable de la contratación podrá reducir los plazos a no menos de diez días naturales, contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria."

26. Toda vez que en opinión de esta Comisión Dictaminadora el término de empresa, que menciona el segundo párrafo del artículo 37 de la iniciativa, no es claro para definir los alcances que se buscan dentro del proyecto, se considera que dicho término debe ser sustituido por el de "persona" que tiene una acepción jurídica más clara, completa y precisa.

En virtud de todo lo anterior, se propone modificar el segundo párrafo del artículo 37 de la iniciativa original, con el siguiente texto:

"ARTÍCULO 37.- . . .

Dos o más personas podrán presentar conjuntamente proposiciones en las licitaciones sin necesidad de constituir una sociedad, o nueva sociedad en caso de personas morales, siempre que, para tales efectos, en la propuesta y en el contrato se establezcan con precisión y a satisfacción de la dependencia o entidad, las partes de los trabajos que cada persona se obligará a ejecutar, así como la manera en que se exigirá el cumplimiento de las obligaciones. En este supuesto la propuesta deberá

ser firmada por el representante común que para ese acto haya sido designado por el grupo de personas.

...

27.- Modificaciones al artículo 38 de la iniciativa.

27.1 Esta Comisión Dictaminadora considera que dentro del procedimiento para desarrollar el acto de presentación y apertura de proposiciones se debe prever la posibilidad de la no asistencia de licitantes en razón de la opción que significa el presentar las propuestas por medios electrónicos, por lo cual propone modificar las fracciones II y V del artículo 38.

27.2 Adicionalmente, se considera que dentro de la iniciativa no se contempla la forma de notificar a los licitantes que no hubieren asistido a los actos de la licitación, por lo que considera adecuado hacer las previsiones necesarias para tal efecto en las fracciones III y VI del artículo 38.

En virtud de lo anterior, se propone modificar las fracciones II, III, V y VI del artículo 38 de la iniciativa original, con el siguiente texto:

"ARTÍCULO 38.- . . .

I.....

II. Por lo menos un licitante, si asistiere alguno, y dos servidores públicos de la dependencia o entidad presentes, rubricarán las partes de las propuestas técnicas presentadas que previamente haya determinado la convocante en las bases de licitación, las que para estos efectos constarán documentalmente, así como los correspondientes sobres cerrados que contengan las propuestas económicas de los licitantes, incluidos los de aquéllos cuyas propuestas técnicas hubieren sido desechadas, quedando en custodia de la propia convocante, quien de estimarlo necesario podrá señalar nueva fecha, lugar y hora en que se dará apertura a las propuestas económicas;

III. Se levantará acta de la primera etapa, en la que se harán constar las propuestas técnicas aceptadas para su análisis, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron; el acta será firmada por los asistentes y se pondrá a su disposición o se les entregará copia de la misma, la falta de firma de algún licitante no invalidará su contenido y efectos, poniéndose a partir de esa fecha a disposición de los que no hayan asistido, para efecto de su notificación;

IV.

V. En la segunda etapa, una vez conocido el resultado técnico, se procederá a la apertura de las propuestas económicas de los licitantes cuyas propuestas técnicas no hubieren sido desechadas, y se dará lectura al importe total de las propuestas que cubran los requisitos exigidos. Por lo menos un licitante, si asistiere alguno, y dos servidores públicos presentes rubricarán el catálogo de conceptos, en el que se consignen los precios y el importe total de los trabajos objeto de la licitación;

Se señalarán lugar, fecha y hora en que se dará a conocer el fallo de la licitación; esta fecha deberá quedar comprendida dentro de los cuarenta días naturales siguientes a la fecha de inicio de la primera etapa, y podrá diferirse, siempre que el nuevo plazo fijado no exceda de veinte días naturales contados a partir del plazo establecido originalmente para el fallo, y

VI. Se levantará acta de la segunda etapa en la que se hará constar el resultado técnico, las propuestas económicas aceptadas para su análisis, sus importes, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron; el acta será firmada por los asistentes y se pondrá a su disposición o se les entregará copia de la misma, la falta de firma de algún licitante no invalidará su contenido y efectos, poniéndose a partir de esa fecha a disposición de los que no hayan asistido, para efecto de su notificación."

28. Esta Comisión Dictaminadora considera que la iniciativa debe contener algunos de los criterios más comunes de evaluación de las propuestas, que presentan los interesados en desarrollar una obra pública o servicio relacionado con las mismas, esto con el objeto de brindar los elementos necesarios que permitan realizar una correcta evaluación de la solvencia de las propuestas presentadas; por lo cual se propone complementar el primer párrafo y adicionar un segundo y tercer párrafos del artículo 39, con el objeto de prever lo anterior.

"ARTÍCULO 39.- Las dependencias y entidades para hacer la evaluación de las proposiciones, deberán verificar que las mismas cumplan con los requisitos solicitados en las bases de licitación, para tal efecto, la convocante deberá establecer los procedimientos y los criterios claros y detallados para determinar la solvencia de las propuestas, dependiendo de las características, complejidad y magnitud de los trabajos por realizar.

Tratándose de obras públicas, deberá verificar, entre otros aspectos, el cumplimiento de las condiciones legales exigidas al licitante; que los recursos propuestos por el licitante sean los necesarios para ejecutar satisfactoriamente, conforme al programa de ejecución, las cantidades de trabajo establecidas; que el análisis, cálculo e integración de los precios sean acordes con las condiciones de costos vigentes en la zona o región donde se ejecuten los trabajos. En ningún caso podrá utilizarse mecanismos de puntos y porcentajes en su evaluación.

Tratándose de servicios relacionados con las obras públicas, deberá verificar, entre otros aspectos, el cumplimiento de las condiciones legales exigidas al licitante; que el personal propuesto por el licitante cuente con la experiencia, capacidad y recursos necesarios para la realización de los trabajos solicitados por la convocante en los respectivos términos de referencia; que los tabuladores de sueldos, la integración de las plantillas y el tiempo de ejecución correspondan al servicio ofertado. Atendiendo a las características propias de cada servicio y siempre y cuando se demuestre su conveniencia se utilizarán mecanismos de puntos y porcentajes para evaluar las propuestas, salvo en los casos de asesorías y consultorías donde invariablemente deberán utilizarse estos mecanismos, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto emita la Contraloría.

.....

29. Se considera adecuado modificar el último párrafo del artículo 40 de la iniciativa, a efecto de hacer más clara su redacción y facilitar su comprensión; por lo cual se propone la siguiente redacción:

"Artículo 40.- . . .

Contra la resolución que contenga el fallo no procederá recurso alguno; sin embargo, procederá la inconformidad que se interponga por los licitantes en los términos del artículo 83 de esta Ley."

30. Se considera adecuado modificar el primer párrafo del artículo 42 de la iniciativa, a efecto de referir lo mencionado en su texto, al contenido del siguiente artículo de la Ley y no al 43, por lo cual se propone la siguiente redacción:

"ARTÍCULO 42.- En los supuestos que prevé el siguiente artículo, las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán optar por no llevar a cabo el procedimiento de licitación pública y celebrar contratos a través de los procedimientos de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa.

...

31. Esta Comisión Dictaminadora considera que con el objeto de hacer más clara la redacción de la iniciativa, se debe utilizar el término de "contrato" en lugar del de "operaciones", por ser el más acorde al concepto que desarrolla el artículo 44, por lo cual se propone el siguiente texto:

"ARTÍCULO 44.- Sin perjuicio de lo señalado en el artículo anterior, las dependencias y entidades, bajo

su responsabilidad, podrán contratar obras públicas o servicios relacionados con las mismas sin sujetarse al procedimiento de licitación pública, a través de los de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa, cuando el importe de cada contrato no exceda de los montos máximos que al efecto se establecerán en el Presupuesto de Egresos de la Federación siempre que los contratos no se fraccionen para quedar comprendidas en los supuestos de excepción a la licitación pública a que se refiere este artículo.

...

La suma de los montos de los contratos que se realicen al amparo de este artículo no podrá exceder del veinte por ciento del presupuesto autorizado a las dependencias y entidades para realizar obras públicas y servicios relacionados con las mismas en cada ejercicio presupuestal.

En casos excepcionales, el titular de la dependencia o el órgano de gobierno de la entidad, de manera indelegable y bajo su responsabilidad, podrá fijar un porcentaje mayor al indicado en este artículo, debiéndolo hacer del conocimiento del órgano interno de control.

..."

32. Se considera adecuado modificar la fracción IV del artículo 45 de la iniciativa, a efecto de sustituir el vocablo "operación" por el de "contrato", con el fin de hacerlo congruente con la modificación propuesta al contenido del artículo 44 de la propia iniciativa, por lo cual se propone la siguiente redacción:

"ARTÍCULO 45.- . . .

I a III.

IV. Los plazos para la presentación de las proposiciones se fijarán para cada contrato, atendiendo a las características complejidad y magnitud de los trabajos;

V a VI . . . "

33. Esta Comisión Dictaminadora considera la iniciativa debe señalar en forma específica que no podrá formalizarse contrato alguno que no tenga debidamente garantizado su cumplimiento, por lo cual propone una adición al primer párrafo del artículo 48 para quedar con el siguiente texto:

"ARTÍCULO 48.- La adjudicación del contrato obligará a la dependencia o entidad y a la persona en quien hubiere recaído, a formalizar el documento relativo dentro de los treinta días naturales siguientes al de la notificación del fallo. No podrá formalizarse contrato alguno que no se encuentre garantizado de acuerdo con lo dispuesto en la fracción II del artículo 49 de esta Ley.

.....

34. Modificaciones al artículo 49 de la iniciativa.

34.1 Toda vez que pueden existir varias entregas de anticipo se propone modificar la fracción I para quedar como se propone.

34.2.- Con el objeto de ser congruentes con la modificación propuesta para el artículo 48 de la iniciativa, esta Comisión considera adecuado modificar las fracciones II del artículo 49 a fin de establecer un plazo de presentación de la garantía de cumplimiento.

34.3 Esta comisión dictaminadora no considera adecuado que dentro de este artículo se regule la entrega del anticipo, toda vez que el tratamiento de ellos tiene un artículo en específico, por lo cual se propone eliminar el último párrafo, reubicando la primera parte de ese párrafo en el final de la fracción II.

En virtud de todo lo anterior, se propone modificar el artículo 49 de la iniciativa original, con el siguiente

texto.

"ARTÍCULO 49.- *Los contratistas que celebren los contratos a que se refiere esta Ley deberán garantizar:*

I. Los anticipos que, en su caso, reciban. Estas garantías deberán constituirse dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha de notificación del fallo y por la totalidad del monto de los anticipos, y

II. El cumplimiento de los contratos. Esta garantía deberá constituirse dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha de notificación del fallo.

Para los efectos de este artículo, los titulares de las dependencias o los órganos de gobierno de las entidades fijarán las bases, la forma y el porcentaje a los que deberán sujetarse las garantías que deban constituirse. En los casos señalados en los artículos 43, fracciones IX y X, y 44 de esta Ley, el servidor público facultado para firmar el contrato, bajo su responsabilidad, podrá exceptuar a los contratistas de presentar la garantía del cumplimiento."

35. Modificaciones al artículo 51 de la iniciativa.

35.1 Esta Comisión Dictaminadora considera que con el objeto de clarificar la redacción de la fracción V y del último párrafo del artículo 51 de la iniciativa, se debe agregar una letra "y" en la primera de ellas, mientras que en la segunda la proposición "en".

35.2 Esta Comisión Dictaminadora considera que con el objeto de hacer congruente con las disposiciones establecidas en la iniciativa, se propone agregar delante de los artículos mencionados en las fracciones I y VI, la frase "de esta Ley".

En virtud de todo lo anterior, se propone modificar el artículo 51 de la iniciativa original, con el siguiente texto:

"ARTÍCULO 51.- ...

I. El importe del anticipo concedido será puesto a disposición del contratista; con antelación a la fecha pactada para el inicio de los trabajos; el atraso en la entrega del anticipo será motivo para diferir en igual plazo el programa de ejecución pactado; Cuando el contratista no entregue la garantía de anticipo dentro del plazo señalado en el artículo 49 de esta Ley, no procederá el diferimiento y, por lo tanto, deberá iniciar los trabajos en la fecha establecida originalmente. La entrega deberá constar por escrito.

II a IV . . .

V. Cuando los trabajos rebasen más de un ejercicio presupuestal, y se inicien en el último trimestre del primer ejercicio y el anticipo resulte insuficiente, las dependencias o entidades podrán, bajo su responsabilidad, otorgar como anticipo hasta el monto total de la asignación autorizada al contrato respectivo durante el primer ejercicio, vigilando que se cuente con la suficiencia presupuestal para el pago de la obra por ejecutar en el ejercicio de que se trate.

En ejercicios subsecuentes, la entrega del anticipo deberá hacerse dentro de los tres meses siguientes al inicio de cada ejercicio, previa entrega de la garantía correspondiente. El atraso en la entrega de los anticipos será motivo para ajustar el costo financiero pactado en el contrato, y

VI. No se otorgarán anticipos para los convenios que se celebren en términos del artículo 60 de esta Ley, salvo para aquéllos que alude el último párrafo del mismo; ni para los importes resultantes de los ajustes de costos del contrato o convenios que se generen durante el ejercicio presupuestal de que se trate.

El contratista que no reintegre el saldo por amortizar en el plazo señalado cubrirá los cargos que resulten conforme a lo indicado en el párrafo primero del artículo 56 de esta Ley."

36. Modificaciones al artículo 52 de la iniciativa.

36.1 La fracción I del artículo 52 de la iniciativa establece como obligación para las dependencias y entidades, el abstenerse de recibir propuestas o celebrar contrato alguno en las materias a que se refiere esta iniciativa, con cualquier servidor público que estando en servicio activo, intervenga en cualquier forma en la adjudicación del contrato, tenga interés personal, familiar o de negocios, incluyendo aquellas de las que pueda resultar algún beneficio para él, su cónyuge o sus parientes consanguíneos hasta el cuarto grado, por afinidad o civiles, o para terceros con los que tenga relaciones profesionales, laborales o de negocios, o para socios o sociedades de las que el servidor público o las personas antes referidas formen o hayan formado parte.

Esa situación es independiente de la que enuncia la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos, en el sentido de que éstos deben de abstenerse de celebrar contratos con el Gobierno Federal un año después de haber dejado el cargo.

En este contexto, esta Comisión Dictaminadora considera adecuado que con el objeto de hacer más clara la redacción, se establezca que el impedimento está para todos aquellos servidores públicos en activo que intervengan en cualquier etapa del procedimiento de contratación.

36.2 Con el objeto de desalentar la participación de contratistas que frecuentemente incumplen con sus obligaciones, esta Comisión considera que en el caso de la fracción tercera, se debe reducir el número de incumplimientos a partir del cual un contratista es susceptible de sanción, por lo cual se propone reducir tanto el número de rescisiones como el periodo durante el cual la propia dependencia o entidad no podrá aceptar propuestas ni celebrar contratos con dichas personas.

36.3 Se agrega una "y" a la penúltima fracción, con el objeto de dar ilación a las fracciones.

En virtud de lo anterior, se propone modificar las fracciones I, III y VIII del artículo 52 de la iniciativa original, con el siguiente texto:

"ARTÍCULO 52.-

I.- Aquéllas en que el servidor público que intervenga en cualquier etapa del procedimiento de contratación tenga interés personal, familiar o de negocios, incluyendo aquellas de las que pueda resultar algún beneficio para él, su cónyuge o sus parientes consanguíneos hasta el cuarto grado, por afinidad o civiles, o para terceros con los que tenga relaciones profesionales, laborales o de negocios, o para socios o sociedades de las que el servidor público o las personas antes referidas formen o hayan formado parte;

II.-

III. Aquellos contratistas que, por causas imputables a ellos mismos, la dependencia o entidad convocante les hubiere rescindido administrativamente un contrato dentro de un lapso de un año calendario contado a partir de la notificación de la rescisión. Dicho impedimento prevalecerá ante la propia dependencia o entidad convocante durante un año calendario contado a partir de la notificación de la rescisión;

IV a VII

VIII. Aquéllas que por sí o a través de empresas que formen parte del mismo grupo empresarial, pretendan ser contratadas para la elaboración de dictámenes, peritajes y avalúos, cuando éstos hayan de ser utilizados para resolver discrepancias derivadas de los contratos en los que dichas personas o empresas sean partes, y

37. Esta Comisión Dictaminadora considera que los ajuste de costos a los contratos de precios unitarios deben de realizarse conforme a los procedimientos que establecidos en el artículo 58 de la Ley, por lo cual propone modificar el primer párrafo del artículo 57 de la iniciativa, para quedar como sigue:

"ARTÍCULO 57.- Cuando a partir de la presentación de propuestas ocurran circunstancias de orden económico no previstas en el contrato que determinen un aumento o reducción de los costos de los trabajos aún no ejecutados conforme al programa pactado, dichos costos, cuando procedan, deberán ser ajustados atendiendo al procedimiento de ajuste de costos acordado por las partes en el contrato, de acuerdo con lo establecido por el artículo 58 de esta Ley. El aumento o reducción correspondientes deberá constar por escrito."

38. Esta Comisión Dictaminadora considera que con el objeto de hacer más clara la redacción propuesta en el primer párrafo del artículo 60 de la iniciativa, se debe agregar la preposición "de" a la primera línea a efecto de dar la ilación correcta a la frase "dentro su presupuesto autorizado".

38.1 Por otra parte, este mismo artículo en su párrafo cuarto, establece una excepción especial a la característica de permanencia de precios y plazos del precio alzado, tanto en contratos de este tipo como en la parte correspondiente de los mixtos, sin embargo, atento a lo dispuesto por el artículo 134 Constitucional, esta Dictaminadora considera procedente la excepción, toda vez que resulta más idóneo en términos de precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes el reconocer incrementos ajenos al control de las partes y fuera de toda previsión posible a que el contratista prefiera absorber el costo de la rescisión administrativa por incumplimiento y abandone los trabajos; teniendo como consecuencia que la Convocante se vea obligada a realizar un nuevo proceso de contratación donde, necesariamente, tendrá que considerar costos actuales de todos los directos e indirectos, perdiendo la ventaja de la parte inamovible del contrato a precio alzado; resultando por ende, más oneroso el precio total de los trabajos. Sostener lo contrario resulta atentatorio a lo prescrito por el artículo 134 Constitucional, por lo tanto, a juicio de la Comisión de Dictamen, esta excepción se considera adecuada y pertinente. Es preciso señalar que no se trata de un régimen de privilegio para los contratistas, sino que se establece el mismo derecho para la convocante de requerir reducciones, logrando por tanto, el equilibrio necesario entre las partes.

Con base en lo anterior, esta Comisión de Dictamen, considera necesario cambiar la redacción del párrafo en comento, pues la actual resulta imprecisa y amplia; con el objeto de delimitar estas circunstancias a casos de devaluaciones o sobrevaluaciones significativas de nuestra moneda, o de cambios de los precios de insumos nacionales o internacionales que resulten también significativos. Al igual se adiciona la obligación a la Contraloría para que al dictar los lineamientos referidos no omita establecer los mecanismos a los cuales se sujetarán las partes cuando se presente el supuesto normativo señalado; por tanto se proponen los cambios y adiciones referidos para quedar como sigue:

"ARTÍCULO 60.- Las dependencias y entidades podrán, dentro de su presupuesto autorizado, bajo su responsabilidad y por razones fundadas y explícitas, modificar los contratos sobre la base de precios unitarios y mixtos en la parte correspondiente, mediante convenios, siempre y cuando éstos, considerados conjunta o separadamente, no rebasen el veinticinco por ciento del monto o del plazo pactados en el contrato, ni impliquen variaciones sustanciales al proyecto original, ni se celebren para eludir en cualquier forma el cumplimiento de la Ley o los tratados."

Los contratos a precio alzado o la parte de los mixtos de esta naturaleza no podrán ser modificados en monto o en plazo, ni estarán sujetos a ajustes de costos.

Sin embargo, cuando con posterioridad a la adjudicación de un contrato a precio alzado o la parte de los mixtos de esta naturaleza, se presenten circunstancias económicas de tipo general que sean ajenas a la responsabilidad de las partes y que por tal razón no pudieron haber sido objeto de consideración

en la propuesta que sirvió de base para la adjudicación del contrato correspondiente como son, entre otras: variaciones en la paridad cambiaria de la moneda o cambios en los precios nacionales o internacionales que provoquen directamente un aumento o reducción en los costos de los insumos de los trabajos no ejecutados conforme al programa originalmente pactado; las dependencias y entidades deberán reconocer incrementos o requerir reducciones.

Lo dispuesto en el párrafo anterior, se regirá por los lineamientos que expida la Contraloría; los cuales deberán considerar, entre otros aspectos, los mecanismos con que cuentan las partes para hacer frente a estas situaciones.

...

39. Esta Comisión Dictaminadora considera que con el objeto de hacer más clara la redacción y toda vez que es evidente un error en el segundo párrafo del artículo 61 de la iniciativa, se debe modificar para quedar como sigue:

"ARTÍCULO 61.- . . .

Asimismo, podrán dar por terminados anticipadamente los contratos cuando concurran razones de interés general; existan causas justificadas que le impidan la continuación de los trabajos, y se demuestre que de continuar con las obligaciones pactadas se ocasionaría un daño o perjuicio grave al Estado, o bien, no sea posible determinar la temporalidad de la suspensión de los trabajos a que se refiere este artículo."

40. Se considera adecuado modificar la fracción III del artículo 62 de la iniciativa, a efecto de establecer un plazo para fundar, motivar y comunicar la rescisión respectiva refiriéndola a la fracción I del mismo artículo, por lo cual se propone la siguiente redacción:

"ARTÍCULO 62.- . . .

...

I a II . . .

III. La determinación de dar o no por rescindido el contrato deberá ser debidamente fundada, motivada y comunicada al contratista dentro de los quince días hábiles siguientes a lo señalado por la fracción I de este artículo.

41. Modificaciones al artículo 63 de la iniciativa.

41.1. Esta Comisión Dictaminadora considera que con el objeto de hacer más clara la redacción propuesta en la fracción II del artículo 63 de la iniciativa y toda vez que no sería posible hacer efectiva una garantía hasta en tanto no tener perfectamente definido el finiquito de obra correspondiente, se debe modificar la citada fracción de la iniciativa.

41.2. Con el objeto de hacer más clara la redacción de la fracción IV, se hace una modificación para precisar que el contratista podrá optar por no ejecutar los trabajos cuando ocurra un caso fortuito o fuerza mayor.

41.3. También se considera necesario cambiar el término de "notario público" por el de "fedatario público" en el penúltimo párrafo del artículo 63 de la iniciativa. Ello en atención a que el término fedatario público es más amplio, lo que abre la posibilidad a los corredores públicos y a otros fedatarios para participar en los casos de actas circunstanciadas levantadas por las entidades, sin que se limite la participación a los notarios públicos.

En virtud de todo lo anterior, se propone modificar el artículo 63 de la iniciativa original, con el siguiente texto:

"ARTÍCULO 63.- ...

I...

II.- *En caso de rescisión del contrato por causas imputables al contratista, una vez emitida la determinación respectiva, la dependencia o entidad precautoriamente y desde el inicio de la misma, se abstendrá de cubrir los importes resultantes de trabajos ejecutados aún no liquidados, hasta que se otorgue el finiquito que proceda, lo que deberá efectuarse dentro de los treinta días naturales siguientes a la fecha de la comunicación de dicha determinación, a fin de proceder a hacer efectivas las garantías. En el finiquito deberá preverse el sobrecosto de los trabajos aún no ejecutados que se encuentren atrasados conforme al programa vigente, así como lo relativo a la recuperación de los materiales y equipos que, en su caso, le hayan sido entregados;*

III

IV. *Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se imposibilite la continuación de los trabajos, el contratista podrá optar por no ejecutarlos. En este supuesto, si opta por la terminación anticipada del contrato, deberá solicitarla a la dependencia o entidad, quien determinará lo conducente dentro de los quince días naturales siguientes a la presentación del escrito respectivo; en caso de negativa, será necesario que el contratista obtenga de la autoridad judicial la declaratoria correspondiente, pero si la dependencia o entidad no contesta en dicho plazo, se tendrá por aceptada la petición del contratista.*

IV...

Una vez comunicada por la dependencia o entidad la terminación anticipada de los contratos o el inicio del procedimiento de rescisión de los mismos, éstas procederán a tomar inmediata posesión de los trabajos ejecutados para hacerse cargo del inmueble y de las instalaciones respectivas, levantando, con o sin la comparecencia del contratista, acta circunstanciada del estado en que se encuentre la obra. En el caso de entidades, el acta circunstanciada se levantará ante la presencia de fedatario público.

..."

42. Esta Comisión Dictaminadora considera que con el objeto de hacer más clara la redacción propuesta en el artículo 68 de la iniciativa, se debe modificar para quedar como sigue:

"ARTÍCULO 68.- *Una vez concluida la obra o parte utilizable de la misma, las dependencias o entidades vigilarán que la unidad que debe operarla reciba oportunamente de la responsable de su realización, el inmueble en condiciones de operación, los planos correspondientes a la construcción final, las normas y especificaciones que fueron aplicadas durante su ejecución, así como los manuales e instructivos de operación y mantenimiento correspondientes y los certificados de garantía de calidad y funcionamiento de los bienes instalados.*

43. Se considera adecuado modificar el primer párrafo del artículo 70 de la iniciativa, a efecto de referir el artículo 29, mencionado en su texto, al contenido de la Ley, por lo cual se propone la siguiente redacción:

"ARTÍCULO 70.- *Cumplidos los requisitos establecidos en el artículo 23 de esta Ley, las dependencias y entidades podrán realizar trabajos por administración directa, siempre que posean la capacidad técnica y los elementos necesarios para tal efecto, consistentes en maquinaria y equipo de construcción y personal técnico, según el caso, que se requieran para el desarrollo de los trabajos respectivos y podrán:*

...

44. Con el objeto de homologar a la terminología que se utiliza para ejecutar trabajos por administración directa y en general en toda la iniciativa, esta Comisión considera adecuado modificar el primer párrafo del artículo 71 para sustituir los vocablos de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, por el

concepto genérico de "los trabajos", por lo cual se propone el texto que sigue:

"ARTÍCULO 71.- *Previamente a la realización de los trabajos por administración directa, el titular del área responsable de la ejecución de los trabajos emitirá el acuerdo respectivo, del cual formarán parte, entre otros aspectos, la descripción pormenorizada de los trabajos que se deban ejecutar, los proyectos, planos, especificaciones, programas de ejecución y suministro y el presupuesto correspondiente.*

....."

45. Esta Comisión Dictaminadora considera que con el objeto de hacer más clara la redacción propuesta en el artículo 73 de la iniciativa, se debe modificar para quedar como sigue:

"ARTÍCULO 73.-

En la ejecución de los trabajos por administración directa serán aplicables, en lo procedente, las disposiciones de esta Ley."

46. Resulta conveniente, a juicio de esta Comisión Dictaminadora, modificar el segundo párrafo del artículo 83 a efecto de precisar que las inconformidades presentadas por medios remotos de comunicación electrónica, deberán ser los medios que establezca la Contraloría para esos efectos y no de cualquier tipo, como puede interpretarse al leer el texto original de la iniciativa, con esto evitaremos confusiones y se precisa que se establecerá un sistema especial para estos casos y no será posible la utilización de cualquier medio remoto de comunicación electrónica. Para tal efecto se propone el siguiente texto del segundo párrafo:

"ARTÍCULO 83.-

La inconformidad será presentada, a elección del promovente, por escrito o a través de medios remotos de comunicación electrónica que al efecto establezca la Contraloría, dentro de los diez días hábiles siguientes a aquél en que ocurra el acto o el inconforme tenga conocimiento de éste.

.....

47. De las consultas hechas por esta Comisión Dictaminadora, se llegó a la conclusión de que existe un número importante de inconformidades que siendo notoriamente improcedentes se interponen con el único afán de entorpecer los procesos de contratación de obras públicas. Por tanto, esta Comisión consideró necesario sancionar tal conducta a fin de evitar que, por el ejercicio abusivo de un derecho, se lesione a terceros y al erario federal, al encarecerse las obras y servicios relacionados con las mismas por los retrasos que generan tales inconformidades.

Cabe aclarar que para que la conducta señalada en el párrafo anterior pueda ser sancionada deben concurrir dos elementos a) que la inconformidad no sea resuelta favorablemente al interesado por ser notoriamente improcedente y b) que su única finalidad al interponerse sea el retrasar y entorpecer la continuación del procedimiento de contratación.

Para ello, se propone redactar de la siguiente manera el artículo 84.

"ARTÍCULO 84.- ...

.....

Cuando una inconformidad se resuelva como no favorable al promovente por resultar notoriamente improcedente y se advierta que se hizo con el único propósito de retrasar y entorpecer la continuación del procedimiento de contratación; se le impondrá multa conforme lo establece el artículo 77 de esta Ley."

48. Por otra parte, esta Comisión Dictaminadora, considerando que se encuentra fuera de las Facultades

de la Contraloría y que del sistema mismo de identificación electrónica se desprende el cumplimiento de la sujeción a las disposiciones administrativas en esta materia se sugiere suprimir la última oración del segundo párrafo del artículo 85, para quedar redactado de la siguiente manera:

"ARTICULO 85.-

Dichas inconformidades, la documentación que las acompañe y la manera de acreditar la personalidad del promovente, se sujetarán a las disposiciones técnicas que para efectos de la transmisión expida la Contraloría, en cuyo caso producirán los mismos efectos que las leyes otorgan a los medios de identificación y documentos correspondientes."

49. Se considera adecuado modificar el primer párrafo del artículo 86 de la iniciativa, a efecto de referir el artículo 83, mencionado en su texto, al contenido de este mismo ordenamiento, por lo cual se propone la siguiente redacción:

"ARTÍCULO 86.- La Contraloría podrá de oficio o en atención a las inconformidades a que se refiere el artículo 83 del presente ordenamiento, realizar las investigaciones que resulten pertinentes, a fin de verificar que los actos de cualquier procedimiento de contratación se ajustan a las disposiciones de esta Ley, dentro de un plazo que no excederá de treinta días hábiles contados a partir de la fecha en que tenga conocimiento del acto irregular. Transcurrido dicho plazo, deberá emitir la resolución correspondiente dentro de los treinta días hábiles siguientes."

50. Esta Comisión Dictaminadora considera necesario adecuar el texto del primer párrafo del artículo 89 de la iniciativa, con el objeto de precisar que el término correcto de los sujetos que pueden presentar quejas ante la Contraloría, con motivo del incumplimiento de los términos y condiciones pactados en los contratos que tengan celebrados con las dependencias y entidades, es el de "contratista" y no el de "particulares".

En virtud de lo anterior, se propone modificar el primer párrafo del artículo 89 de la iniciativa original, para quedar de la manera siguiente:

"ARTÍCULO 89.- Los contratistas podrán presentar quejas ante la Contraloría, con motivo del incumplimiento de los términos y condiciones pactados en los contratos que tenga; celebrados con las dependencias y entidades."

...

51. Dentro de las consultas realizadas por esta Comisión Dictaminadora a los sujetos de la ley, éstos hicieron énfasis en dos aspectos primordiales de la Legislación vigente en esta materia: 1) La ausencia una reglamentación de la ley vigente subsanándose con la aplicación de los Reglamentos expedidos para la legislación anterior y que por tanto no son compatibles en sus extremos; y 2) El exceso de disposiciones administrativas que dificultan su conocimiento y por tanto complican la adecuada aplicación de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas.

Tomando en cuenta las anteriores consideraciones, ésta Dictaminadora estima conveniente adicionar el artículo tercero transitorio con un segundo párrafo, a efecto de prever una solución a este conflicto normativo, y otorgar certeza jurídica al expedirse una normatividad integral en las Obras Públicas: Ley, Reglamento y disposiciones administrativas que resulten necesarias para su adecuada aplicación; lo anterior sin dejar de reconocer que el Ejecutivo Federal, para expedir una adecuada reglamentación y otras disposiciones administrativas, se le debe dar un lapso suficiente para saber qué disposiciones reglamentar, cuales no requieren de un desarrollo normativo por ser claros en la Ley y no generan problemas de interpretación o de aplicación.

La materia que regula esta iniciativa resulta, por su propia naturaleza, compleja y específica, es por ello que, dentro de la Técnica Legislativa resulta inadecuado prever todas las posibilidades dentro de las obras, pues estaríamos legislando para casos concretos, perdiendo la iniciativa una de las características jurídicas de las leyes: su generalidad y abstracción.

Por ello y conscientes de que se requiere de una reglamentación y normas administrativas que desarrollen el marco normativo general de la iniciativa proponemos que el Ejecutivo Federal expida el Reglamento correspondientes a esta Ley en un plazo no mayor a 120 días naturales, contados a partir del día siguiente al en que entre en vigor el presente ordenamiento.

En razón de lo anterior, se propone adicionar un artículo Transitorio a la iniciativa, para quedar como se propone, ajustando la numeración del siguiente, para quedar los artículos transitorios como sigue:

PRIMERO . . .

SEGUNDO . . .

TERCERO . . .

CUARTO.- El Ejecutivo Federal expedirá el Reglamento de esta Ley en un plazo no mayor a 120 días naturales, contados a partir del día siguiente al en que entre en vigor el presente ordenamiento.

QUINTO.- Los procedimientos de contratación; de aplicación de sanciones y de inconformidades, así como los demás asuntos que se encuentren en trámite o pendiente de resolución se tramitarán y resolverán conforme a las disposiciones vigentes al momento en que se iniciaron.

Los contratos de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas que se encuentren vigentes al entrar en vigor esta Ley, continuarán rigiéndose por las disposiciones vigentes en el momento en que se celebraron.

Las rescisiones administrativas que por causas imputables al contratista se hayan determinado de acuerdo con lo dispuesto en la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, se continuarán considerando para los efectos de los artículos 52, fracción III, y 78, fracción II, de esta Ley.

52. Esta Comisión de Dictamen ha considerado que con objeto de clarificar la estructura de la iniciativa resulta conveniente modificar el orden del articulado, agrupándolos por su contenido y por tanto proponer una nueva numeración de artículos para quedar como sigue:

53. Como consecuencia del cambio en la estructura referida en el punto anterior, es procedente actualizar las referencias que tienen diversos artículos entre sí, con objeto de no perder su exacta relación y orden entre ellos. Así se realizan adecuaciones en sus referencias a los siguientes artículos:

En razón de lo expuesto, a juicio de esta Comisión y por las razones ya mencionadas, proponemos a esta Honorable Asamblea para su aprobación el siguiente proyecto de:

LEY DE OBRAS PUBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS

TITULO PRIMERO DISPOSICIONES GENERALES

CAPITULO UNICO

ARTÍCULO 1.- La presente Ley es de orden público y tiene por objeto regular las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, contratación, gasto, ejecución y control de las obras públicas, así como de los servicios relacionados con las mismas, que realicen:

I. Las unidades administrativas de la Presidencia de la República;

II. Las Secretarías de Estado, Departamentos Administrativos y la Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal;

III. La Procuraduría General de la República;

IV. Los organismos descentralizados;

V. Las empresas de participación estatal mayoritaria y los fideicomisos en los que el fideicomitente sea el Gobierno Federal o una entidad paraestatal, y

VI. Las entidades federativas, con cargo total o parcial a fondos federales, conforme a los convenios que celebren con el Ejecutivo Federal, con la participación que, en su caso, corresponda a los municipios interesados. No quedan comprendidos los fondos previstos en el capítulo V de la Ley de Coordinación Fiscal.

Los Poderes Legislativo y Judicial, así como las demás personas de derecho público de carácter federal con autonomía derivada de la Constitución, adoptarán supletoriamente los criterios y procedimientos previstos en esta Ley, en lo que no se contraponga a los ordenamientos legales que los rige, sujetándose a sus propios órganos de Control

Los contratos que celebren las dependencias con las entidades, o entre entidades y los actos jurídicos que se celebren entre dependencias, o bien, los que se lleven cabo entre alguna dependencia o entidad de la Administración Pública Federal con alguna perteneciente a la administración pública de una entidad federativa, no estarán dentro del ámbito de aplicación de esta Ley. Cuando la dependencia o entidad obligada a realizar los trabajos no tenga la capacidad para hacerlo por sí misma y contrate a un tercero para llevarlos a cabo, este acto quedará sujeto a este ordenamiento.

No estarán sujetas a las disposiciones de esta Ley, las obras que deban ejecutarse para crear la infraestructura necesaria en la prestación de servicios públicos que los particulares tengan concesionados, en los términos de la legislación aplicable, cuando éstos las lleven a cabo.

Los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo se realizarán conforme a lo dispuesto por los artículos 18 de la Ley General de Deuda Pública y 30 de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal, y estarán regidos por esta Ley únicamente en lo que se refiere a los procedimientos de contratación y ejecución de obra pública.

Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades emitirán, bajo su responsabilidad y de conformidad con este mismo ordenamiento, las políticas, bases y lineamientos para las materias a que se refiere este artículo.

Las dependencias y entidades se abstendrán de crear fideicomisos, otorgar mandatos o celebrar actos o cualquier tipo de contratos, que evadan lo previsto en este ordenamiento.

ARTÍCULO 2.- Para los efectos de la presente Ley, se entenderá por:

I. Secretaría: la Secretaría de Hacienda y Crédito Público;

II. Contraloría: la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo;

III. Dependencias: las señaladas en las fracciones I a III del artículo 1;

IV. Entidades: las mencionadas en las fracciones IV y V del artículo 1;

V. Tratados: los convenios regidos por el derecho internacional público, celebrados por escrito entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y uno o varios sujetos de Derecho Internacional Público, ya sea que para su aplicación requiera o no la celebración de acuerdos en materias específicas, cualquiera que sea su denominación, mediante los cuales los Estados Unidos Mexicanos asumen compromisos;

VI. Contratista: la persona que celebre contratos de obras públicas o de servicios relacionados con las mismas, y

VII. Licitante: La persona que participe en cualquier procedimiento de licitación pública, o bien de

invitación a cuando menos tres personas.

ARTÍCULO 3.- Para los efectos de esta Ley, se consideran obras públicas los trabajos que tengan por objeto construir, instalar, ampliar, adecuar, remodelar, restaurar, conservar, mantener, modificar y demoler bienes inmuebles. Asimismo, quedan comprendidos dentro de las obras públicas los siguientes conceptos:

I. El mantenimiento y la restauración de bienes muebles incorporados o adheridos a un inmueble, cuando implique modificación al propio inmueble;

II. Los trabajos de exploración, geotécnica, localización y perforación que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos petroleros y gas que se encuentren en el subsuelo y la plataforma marina;

III. Los proyectos integrales o llave en mano, en los cuales el contratista se obliga desde el diseño de la obra hasta su terminación total, incluyéndose, cuando se requiera, la transferencia de tecnología;

IV. Los trabajos de exploración, localización y perforación distintos a los de extracción de petróleo y gas; mejoramiento del suelo y subsuelo; desmontes; extracción y aquellos similares, que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos naturales que se encuentren en el suelo o en el subsuelo;

V. Instalación de islas artificiales y plataformas utilizadas directa o indirectamente en la explotación de recursos naturales;

VI. Los trabajos de infraestructura agropecuaria;

VII. La instalación, montaje, colocación o aplicación, incluyendo las pruebas de operación de bienes muebles que deban incorporarse, adherirse o destinarse a un inmueble, siempre y cuando dichos bienes sean proporcionados por la convocante al contratista; o bien, cuando incluyan la adquisición y su precio sea menor al de los trabajos que se contraten, y

VIII. Todos aquellos de naturaleza análoga.

ARTÍCULO 4.- Para los efectos de esta Ley, se consideran como servicios relacionados con las obras públicas, los trabajos que tengan por objeto concebir, diseñar y calcular los elementos que integran un proyecto de obra pública; las investigaciones, estudios, asesorías y consultorías que se vinculen con las acciones que regula esta Ley; la dirección o supervisión de la ejecución de las obras y los estudios que tengan por objeto rehabilitar, corregir o incrementar la eficiencia de las instalaciones. Asimismo, quedan comprendidos dentro de los servicios relacionados con las obras públicas los siguientes conceptos:

I. La planeación y el diseño, incluyendo los trabajos que tengan por objeto concebir, diseñar, proyectar y calcular los elementos que integran un proyecto de ingeniería básica, estructural, de instalaciones, de infraestructura, industrial, electromecánica y de cualquier otra especialidad de la ingeniería que se requiera para integrar un proyecto ejecutivo de obra pública;

La planeación y el diseño, incluyendo los trabajos que tengan por objeto concebir, diseñar, proyectar y calcular los elementos que integran un proyecto urbano, arquitectónico, de diseño gráfico o artístico y de cualquier otra especialidad del diseño, la arquitectura y el urbanismo, que se requiera para integrar un proyecto ejecutivo de obra pública;

III. Los estudios técnicos de agrología y desarrollo pecuario, hidrología, mecánica de suelos, sismología, topografía, geología, geodesia, geotécnica, geofísica, geotermia, oceanografía, meteorología, aerofotogrametría, ambientales, ecológicos y de ingeniería de tránsito;

IV. Los estudios económicos y de planeación de preinversión, factibilidad técnico económica, ecológica o social, de evaluación, adaptación, tenencia de la tierra, financieros, de desarrollo y restitución de la eficiencia de las instalaciones;

V. Los trabajos de coordinación, supervisión y control de obra, de laboratorio de análisis y control de calidad; de laboratorio de geotécnica, de resistencia de materiales y radiografías industriales; de preparación de especificaciones de construcción, presupuestación o la elaboración de cualquier otro documento o trabajo para la adjudicación del contrato de obra correspondiente;

VI. Los trabajos de organización, informática, comunicaciones, cibernética y sistemas aplicados a las materias que regula esta Ley;

VII. Los dictámenes, peritajes, avalúos y auditorías técnico normativas, y estudios aplicables a las materias que regula esta Ley;

VIII. Los estudios que tengan por objeto rehabilitar, corregir, sustituir o incrementar la eficiencia de las instalaciones en un bien inmueble;

IX. Los estudios de apoyo tecnológico, incluyendo los de desarrollo y transferencia de tecnología entre otros;

X. Todos aquéllos de naturaleza análoga.

ARTÍCULO 5.- La aplicación de esta Ley será sin perjuicio de lo dispuesto en los tratados.

ARTÍCULO 6.- Será responsabilidad de las dependencias y entidades mantener adecuada y satisfactoriamente aseguradas las obras públicas a partir del momento de su recepción.

ARTÍCULO 7.- El gasto para las obras públicas y servicios relacionados con las mismas se sujetará, en su caso, a las disposiciones específicas del Presupuesto de Egresos de la Federación, así como a lo previsto en la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal y demás disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 8.- La Secretaría, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y la Contraloría, en el ámbito de sus respectivas competencias, estarán facultadas para interpretar esta Ley para efectos administrativos.

La Contraloría dictará las disposiciones administrativas que sean estrictamente necesarias para el adecuado cumplimiento de esta Ley, tomando en cuenta la opinión de la Secretaría y, cuando corresponda, la de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Tales disposiciones se publicarán en el Diario Oficial de la Federación.

ARTÍCULO 9.- Atendiendo a las disposiciones de esta Ley y a las demás que de ella emanen, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial dictará las reglas que deban observar las dependencias y entidades, derivadas de programas que tengan por objeto promover la participación de las empresas nacionales, especialmente de las micro, pequeñas y medianas.

Para la expedición de las reglas a que se refiere el párrafo anterior, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial tomará en cuenta la opinión de la Secretaría y de la Contraloría.

ARTÍCULO 10.- En materia de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades serán los responsables de que, en la adopción e instrumentación de las acciones que deban llevar a cabo en cumplimiento de esta Ley, se observen criterios que promuevan la modernización y desarrollo administrativo, la descentralización de funciones y la efectiva delegación de facultades.

Las facultades conferidas por esta Ley a los titulares de las dependencias podrán ser ejercidas por los titulares de sus órganos desconcentrados, previo acuerdo delegatorio.

ARTÍCULO 11.- Corresponde a las dependencias y entidades llevar a cabo los procedimientos para contratar y ejecutar las obras públicas y servicios relacionados con las mismas, por lo que en ningún caso se podrán contratar servicios para que por su cuenta y orden se contraten las obras o servicios de que se trate.

ARTÍCULO 12.- En los casos de obras públicas y servicios relacionados con las mismas financiados con créditos externos otorgados al Gobierno Federal, o con su avat, los procedimientos, requisitos y demás disposiciones para su contratación serán establecidos por la Contraloría aplicando en lo procedente lo dispuesto por esta ley y deberán precisarse en las convocatorias, invitaciones, bases y contratos correspondientes.

ARTÍCULO 13.- En lo no previsto por esta Ley y demás disposiciones que de ella se deriven, serán aplicables supletoriamente el Código Civil para el Distrito Federal en materia común y para toda la República en materia federal, la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y el Código Federal de Procedimientos Civiles.

ARTÍCULO 14.- Cuando por las condiciones especiales de las obras públicas o de los servicios relacionados con las mismas se requiera la intervención de dos o más dependencias o entidades, cada una de ellas será responsable de la ejecución de la parte de los trabajos que le corresponda, sin perjuicio de la responsabilidad que, en razón de sus respectivas atribuciones, tenga la encargada de la planeación y programación del conjunto.

En los convenios a que se refiere la fracción VI del artículo 1 de esta Ley, se establecerán los términos para la coordinación de las acciones entre las entidades federativas que correspondan y las dependencias y entidades.

ARTÍCULO 15.- Las controversias que se susciten con motivo de la interpretación o aplicación de esta Ley o de los contratos celebrados con base en ella, serán resueltas por los tribunales federales.

Sólo podrá convenirse compromiso arbitral respecto de aquéllas controversias que determine la Contraloría mediante reglas de carácter general, previa opinión de la Secretaría y de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, ya sea en cláusula compromisoria incluida en el contrato o en convenio independiente.

Lo previsto en los dos párrafos anteriores es sin perjuicio de lo establecido en los tratados de que México sea parte, o de que en el ámbito administrativo la Contraloría conozca de las inconformidades que presenten los particulares en relación con los procedimientos de contratación, o bien, de las quejas que en audiencia de conciliación conozca sobre el incumplimiento de lo pactado en los contratos.

Lo dispuesto por este artículo se aplicará a los organismos descentralizados sólo cuando sus leyes no regulen de manera expresa la forma en que podrán resolver controversias.

Los actos, contratos y convenios que las dependencias y entidades realicen o celebren en contravención a lo dispuesto por esta Ley, serán nulos previa determinación de la autoridad competente.

ARTÍCULO 16.- Los contratos celebrados en el extranjero respecto de obras públicas o servicios relacionados con las mismas que deban ser ejecutados o prestados fuera del territorio nacional, se regirán por la legislación del lugar donde se formalice el acto, aplicando en lo procedente lo dispuesto por esta Ley.

Cuando las obras y servicios hubieren de ser ejecutados o prestados en el país, tratándose exclusivamente de licitaciones públicas, su procedimiento y los contratos que deriven de ellas deberán realizarse dentro del territorio nacional.

TITULO SEGUNDO DE LA PLANEACION, PROGRAMACION Y PRESUPUESTACION

CAPITULO UNICO

ARTÍCULO 17.- En la planeación de las obras públicas y de los servicios relacionados con las mismas, las dependencias y entidades deberán ajustarse a:

- I. Lo dispuesto por la Ley General de Asentamientos Humanos;
- II. Los objetivos y prioridades del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas sectoriales,

institucionales, regionales y especiales que correspondan, así como a las previsiones contenidas en sus programas anuales, y

III. Los objetivos, metas y previsiones de recursos establecidos en los presupuestos de egresos de la Federación o de las entidades respectivas

ARTÍCULO 18.- Las dependencias o entidades que requieran contratar o realizar estudios o proyectos, previamente verificarán si en sus archivos o, en su caso, en los de la coordinadora del sector correspondiente, existen estudios o proyectos sobre la materia de que se trate. En el supuesto de que se advierta su existencia y se compruebe que los mismos satisfacen los requerimientos de la entidad o dependencia, no procederá la contratación, con excepción de aquellos trabajos que sean necesarios para su adecuación, actualización o complemento.

A fin de complementar lo anterior, las entidades deberán remitir a su coordinadora de sector una descripción sucinta del objeto de los contratos que en estas materias celebren, así como de sus productos.

Los contratos de servicios relacionados con las obras públicas sólo se podrán celebrar cuando las áreas responsables de su ejecución no dispongan cuantitativa o cualitativamente de los elementos, instalaciones y personal para llevarlos a cabo, lo cual deberá justificarse a través del dictamen que para tal efecto emita el titular del área responsable de los trabajos.

ARTÍCULO 19.- Las dependencias y entidades que realicen obras públicas y servicios relacionados con las mismas, sea por contrato o por administración directa, así como los contratistas con quienes aquellas contraten, observarán las disposiciones que en materia de asentamientos humanos, desarrollo urbano y construcción rijan en el ámbito federal, estatal y municipal.

Las dependencias y entidades, cuando sea el caso, previamente a la realización de los trabajos, deberán tramitar y obtener de las autoridades competentes los dictámenes, permisos, licencias, derechos de bancos de materiales, así como la propiedad o los derechos de propiedad incluyendo derechos de vía y expropiación de inmuebles sobre los cuales se ejecutarán las obras públicas. En las bases de licitación se precisarán, en su caso, aquellos trámites que corresponderá realizar al contratista.

ARTÍCULO 20.- Las dependencias y entidades estarán obligadas a considerar los efectos sobre el medio ambiente que pueda causar la ejecución de las obras públicas con sustento en la evaluación de impacto ambiental prevista por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Los proyectos deberán incluir las obras necesarias para que se preserven o restituyan en forma equivalente las condiciones ambientales cuando éstas pudieren deteriorarse y se dará la intervención que corresponda a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, y a las dependencias y entidades que tengan atribuciones en la materia.

ARTÍCULO 21.- Las dependencias y entidades según las características, complejidad y magnitud de los trabajos formularán sus programas anuales de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas y los que abarquen más de un ejercicio presupuestal, así como sus respectivos presupuestos, considerando:

I. Los estudios de preinversión que se requieran para definir la factibilidad técnica, económica, ecológica y social de los trabajos;

II. Los objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo;

III. Las acciones previas, durante y posteriores a la ejecución de las obras públicas, incluyendo, cuando corresponda, las obras principales, las de infraestructura, las complementarias y accesorias, así como las acciones para poner aquéllas en servicio;

IV. Las características ambientales, climáticas y geográficas de la región donde deba realizarse la obra pública;

V. Las normas aplicables conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización o, a falta de éstas, las normas internacionales;

VI. Los resultados previsibles;

VII. La coordinación que sea necesaria para resolver posibles interferencias y evitar duplicidad de trabajos o interrupción de servicios públicos;

VIII. La calendarización física y financiera de los recursos necesarios para la realización de estudios y proyectos, la ejecución de los trabajos, así como los gastos de operación;

IX. Las unidades responsables de su ejecución, así como las fechas previstas de iniciación y terminación de los trabajos;

X. Las investigaciones, asesorías, consultorías y estudios que se requieran, incluyendo los proyectos arquitectónicos y de ingeniería necesarios;

XI. La adquisición y regularización de la tenencia de la tierra, así como la obtención de los permisos de construcción necesarios;

XII. La ejecución, que deberá incluir el costo estimado de las obras públicas y servicios relacionados con las mismas que se realicen por contrato y, en caso de realizarse por administración directa, los costos de los recursos necesarios; las condiciones de suministro de materiales, de maquinaria, de equipos o de cualquier otro accesorio relacionado con los trabajos; los cargos para pruebas y funcionamiento, así como los indirectos de los trabajos;

XIII. Los trabajos de mantenimiento de los bienes inmuebles a su cargo;

XIV. Los permisos, autorizaciones y licencias que se requieran;

XV. Toda instalación pública deberá asegurar la accesibilidad, evacuación, libre tránsito sin barreras arquitectónicas, para todas las personas; y deberán cumplir con las normas de diseño y de señalización que se emitan, en instalaciones, circulaciones, servicios sanitarios y demás instalaciones análogas para las personas con discapacidad, y

XVI. Las demás previsiones y características de los trabajos.

ARTÍCULO 22.- Las dependencias y entidades pondrán a disposición de los interesados y remitirán a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, a más tardar el 31 de marzo de cada año, su programa anual de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, con excepción de aquella información que, de conformidad con las disposiciones aplicables, sea de naturaleza confidencial.

El citado programa será de carácter informativo, no implicará compromiso alguno de contratación y podrá ser adicionado, modificado, suspendido o cancelado, sin responsabilidad alguna para la dependencia o entidad de que se trate.

Para efectos informativos, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial integrará y difundirá los programas anuales de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, para lo cual podrá requerir a las dependencias y entidades la información que sea necesaria respecto de las modificaciones a dichos programas.

ARTÍCULO 23.- En las obras públicas y los servicios relacionados con las mismas, cuya ejecución rebase un ejercicio presupuestal, las dependencias o entidades deberán determinar tanto el presupuesto total, como el relativo a los ejercicios de que se trate; en la formulación de los presupuestos de los ejercicios subsecuentes, además de considerar los costos que, en su momento, se encuentren vigentes, se deberán tomar en cuenta las previsiones necesarias para los ajustes de costos y convenios que aseguren la continuidad de los trabajos.

V. Las normas aplicables conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización o, a falta de estas, las normas internacionales;

VI. Los resultados previsibles;

VII. La coordinación que sea necesaria para resolver posibles interferencias y evitar duplicidad de trabajos o interrupción de servicios públicos;

VIII. La calendarización física y financiera de los recursos necesarios para la realización de estudios y proyectos, la ejecución de los trabajos, así como los gastos de operación;

IX. Las unidades responsables de su ejecución, así como las fechas previstas de iniciación y terminación de los trabajos;

X. Las investigaciones, asesorías, consultorías y estudios que se requieran, incluyendo los proyectos arquitectónicos y de ingeniería necesarios;

XI. La adquisición y regularización de la tenencia de la tierra, así como la obtención de los permisos de construcción necesarios;

XII. La ejecución, que deberá incluir el costo estimado de las obras públicas y servicios relacionados con las mismas que se realicen por contrato y, en caso de realizarse por administración directa, los costos de los recursos necesarios; las condiciones de suministro de materiales, de maquinaria, de equipos o de cualquier otro accesorio relacionado con los trabajos; los cargos para pruebas y funcionamiento, así como los indirectos de los trabajos;

XIII. Los trabajos de mantenimiento de los bienes inmuebles a su cargo;

XIV. Los permisos, autorizaciones y licencias que se requieran;

XV. Toda instalación pública deberá asegurar la accesibilidad, evacuación, libre tránsito sin barreras arquitectónicas, para todas las personas; y deberán cumplir con las normas de diseño y de señalización que se emitan, en instalaciones; circulaciones, servicios sanitarios y demás instalaciones análogas para las personas con discapacidad, y

XVI. Las demás previsiones y características de los trabajos.

ARTÍCULO 22.- Las dependencias y entidades pondrán a disposición de los interesados y remitirán a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, a más tardar el 31 de marzo de cada año, su programa anual de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, con excepción de aquella información que, de conformidad con las disposiciones aplicables, sea de naturaleza confidencial.

El citado programa será de carácter informativo, no implicará compromiso alguno de contratación y podrá ser adicionado, modificado, suspendido o cancelado, sin responsabilidad alguna para la dependencia o entidad de que se trate.

Para efectos informativos, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial integrará y difundirá los programas anuales de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, para lo cual podrá requerir a las dependencias y entidades la información que sea necesaria respecto de las modificaciones a dichos programas.

ARTÍCULO 23.- En las obras públicas y los servicios relacionados con las mismas, cuya ejecución rebase un ejercicio presupuestal, las dependencias o entidades deberán determinar tanto el presupuesto total, como el relativo a los ejercicios de que se trate; en la formulación de los presupuestos de los ejercicios subsecuentes, además de considerar los costos que, en su momento, se encuentren vigentes, se deberán tomar en cuenta las previsiones necesarias para los ajustes de costos y convenios que aseguren la continuidad de los trabajos.

El presupuesto actualizado será la base para solicitar la asignación de cada ejercicio presupuestal subsecuente.

La asignación presupuestal aprobada para cada contrato servirá de base para otorgar, en su caso, el porcentaje pactado por concepto de anticipo.

Para los efectos de este artículo, las dependencias y entidades observarán lo dispuesto en el artículo 30 de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal.

ARTÍCULO 24.- Las dependencias y entidades podrán convocar, adjudicar o contratar obras públicas servicios relacionados con las mismas, solamente cuando cuenten con la autorización global o específica, por parte de la Secretaría, del presupuesto de inversión y de gasto corriente, conforme a los cuales deberán elaborarse los programas de ejecución y pagos correspondientes.

En casos excepcionales y previa aprobación de la Secretaría, las dependencias y entidades podrán convocar sin contar con dicha autorización.

Para la realización de obras públicas se requerirá contar con los estudios y proyectos, especificaciones de construcción, normas de calidad y el programa de ejecución totalmente terminados, o bien, con un avance en su desarrollo que permita a los licitantes preparar una propuesta solvente y ejecutar ininterrumpidamente los trabajos hasta su conclusión.

ARTÍCULO 25.- Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades, atendiendo a la cantidad de obras públicas y servicios relacionados con las mismas que realicen, podrán establecer comités de obras públicas, los cuales tendrán como mínimo las siguientes funciones:

- I. Revisar los programas y presupuestos de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, así como formular las observaciones y recomendaciones convenientes;
- II. Proponer las políticas, bases y lineamientos en materia de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, así como autorizar los supuestos no previstos en éstos, sometiéndolos a consideración del titular de la dependencia o al órgano de gobierno en el caso de las entidades;
- III. Dictaminar, previamente a la iniciación del procedimiento, sobre la procedencia de no celebrar licitaciones públicas por encontrarse en alguno de los supuestos de excepción previstos en el artículo 42 de esta Ley;
- IV. Autorizar, cuando se justifique, la creación de subcomités de obras públicas, así como aprobar la integración y funcionamiento de los mismos;
- V. Elaborar y aprobar el manual de integración y funcionamiento del comité, conforme a las bases que expida la Contraloría, y
- VI. Coadyuvar al cumplimiento de esta Ley y demás disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 26.- Las dependencias y entidades podrán realizar las obras públicas y servicios relacionados con las mismas por alguna de las dos formas siguientes:

- I. Por contrato, o
- II. Por administración directa.

TITULO TERCERO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONTRATACION

CAPITULO PRIMERO GENERALIDADES

ARTÍCULO 27.- Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar obras públicas y servicios relacionados con las mismas, mediante los procedimientos de contratación que a

continuación se señalan:

- I. Licitación pública;
- II. Invitación a cuando menos tres personas, o
- III. Adjudicación directa.

En los procedimientos de contratación deberán establecerse los mismos requisitos y condiciones para todos los participantes, especialmente por lo que se refiere a tiempo y lugar de entrega, plazos de ejecución, normalización aplicable en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, forma y tiempo de pago, penas convencionales, anticipos y garantías; debiendo las dependencias y entidades proporcionar a todos los interesados igual acceso a la información relacionada con dichos procedimientos, a fin de evitar favorecer a algún participante.

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, tomando en cuenta la opinión de la Contraloría, determinará de acuerdo con lo establecido en el artículo 30 de esta Ley el carácter nacional o internacional de los procedimientos de contratación y los criterios para determinar el contenido nacional de los trabajos a contratar, en razón de las reservas, medidas de transición u otros supuestos establecidos en los tratados.

La Contraloría pondrá a disposición pública, a través de los medios de difusión electrónica que establezca, la información que obre en su base de datos correspondiente a las convocatorias y bases de las licitaciones y, en su caso, sus modificaciones; las actas de las juntas de aclaraciones y de visita a instalaciones, los fallos de dichas licitaciones o las cancelaciones de éstas, y los datos relevantes de los contratos adjudicados, sean por licitación, invitación o adjudicación directa.

ARTÍCULO 28.- Los contratos de obras públicas y los de servicios relacionados con las mismas se adjudicarán, por regla general, a través de licitaciones públicas, mediante convocatoria pública, para que libremente se presenten proposiciones solventes en sobre cerrado, que será abierto públicamente, a fin de asegurar al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes, de acuerdo con lo que establece la presente Ley.

El sobre a que hace referencia este artículo podrá entregarse, a elección del licitante, en el lugar de celebración del acto de presentación y apertura de proposiciones; o bien, si así lo establece la convocante, enviarlo a través del servicio postal o de mensajería, o por medios remotos de comunicación electrónica, conforme a las disposiciones administrativas que establezca la Contraloría.

En el caso de las proposiciones presentadas por medios remotos de comunicación electrónica el sobre será generado mediante el uso de tecnologías que resguarden la confidencialidad de la información de tal forma que sea inviolable, conforme a las disposiciones técnicas que al efecto establezca la Contraloría.

Las proposiciones presentadas deberán ser firmadas autógrafamente por los licitantes o sus apoderados; en el caso de que éstas sean enviadas a través de medios remotos de comunicación electrónica, en sustitución de la firma autógrafa, se emplearán medios de identificación electrónica, los cuales producirán los mismos efectos que las leyes otorgan a los documentos correspondientes y, en consecuencia, tendrán el mismo valor probatorio.

La Contraloría operará y se encargará del sistema de certificación de los medios de identificación electrónica que utilicen los licitantes y será responsable de ejercer el control de estos medios, salvaguardando la confidencialidad de la información que se remita por esta vía.

ARTÍCULO 29.- En los procedimientos de contratación de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas, las dependencias y entidades optarán, en igualdad de condiciones, por el empleo de los recursos humanos del país y por la utilización de bienes o servicios de procedencia nacional y los propios de la región, sin perjuicio de lo dispuesto en los tratados.

CAPITULO SEGUNDO DE LA LICITACION PUBLICA

ARTICULO 30.- Las licitaciones públicas podrán ser:

- I. Nacionales, cuando únicamente puedan participar personas de nacionalidad mexicana, o
- II. Internacionales, cuando puedan participar tanto personas de nacionalidad mexicana como extranjera.

Solamente se deberán llevar a cabo licitaciones internacionales en los siguientes casos:

- a. Cuando resulte obligatorio conforme a lo establecido en los tratados;
- b. Cuando, previa investigación que realice la dependencia o entidad convocante, los contratistas nacionales no cuenten con la capacidad para la ejecución de los trabajos o sea conveniente en términos de precio;
- c. Cuando habiéndose realizado una de carácter nacional, no se presenten propuestas, y
- d. d) Cuando así se estipule para las contrataciones financiadas con créditos externos otorgados al Gobierno Federal o con su aval.

Podrá negarse la participación a extranjeros en licitaciones internacionales, cuando con el país del cual sean nacionales no se tenga celebrado un tratado y ese país no conceda un trato recíproco a los licitantes, contratistas, bienes o servicios mexicanos.

En las licitaciones públicas, podrá requerirse la incorporación de materiales, maquinaria y equipo de instalación permanente, de fabricación nacional, por el porcentaje del valor de los trabajos que determine la convocante.

ARTÍCULO 31.- Las convocatorias podrán referirse a una o más obras públicas o servicios relacionados con las mismas, y contendrán:

- I. El nombre, denominación o razón social de la dependencia o entidad convocante;
- II. La forma en que los licitantes deberán acreditar su existencia legal, la experiencia y capacidad técnica y financiera que se requiera para participar en la licitación, de acuerdo con las características, complejidad y magnitud de los trabajos;
- III. La indicación de los lugares, fechas y horarios en que los interesados podrán obtener las bases de la licitación y, en su caso, el costo y forma de pago de las mismas. Cuando las bases impliquen un costo, éste será fijado sólo en razón de la recuperación de las erogaciones por publicación de la convocatoria y de la reproducción de los documentos que se entreguen; los interesados podrán revisarlas previamente a su pago, el cual será requisito para participar en la licitación. Igualmente, los interesados podrán consultar y adquirir las bases de las licitaciones por los medios de difusión electrónica que establezca la Contraloría;
- IV. La fecha, hora y lugar de celebración de las dos etapas del acto de presentación y apertura de proposiciones y de la visita al sitio de realización de los trabajos;
- V. La indicación de si la licitación es nacional o internacional; y en caso de ser internacional, si se realizará o no bajo la cobertura del capítulo de compras del sector público de algún tratado, y el idioma o idiomas, además del español, en que podrán presentarse las proposiciones;
- VI. La indicación de que ninguna de las condiciones contenidas en las bases de la licitación, así como

en las proposiciones presentadas por los licitantes, podrán ser negociadas;

VII. La descripción general de la obra o del servicio y el lugar en donde se llevarán a cabo los trabajos, así como, en su caso, la indicación de que podrán subcontratarse partes de los mismos;

VIII. Plazo de ejecución de los trabajos determinado en días naturales, indicando la fecha estimada de inicio de los mismos;

Los porcentajes de los anticipos que, en su caso, se otorgarían;

X. La indicación de que no podrán participar las personas que se encuentren en los supuestos del artículo 51 de esta Ley;

XI. Determinación, en su caso, del porcentaje de contenido nacional, y

XII. Los demás requisitos generales que deberán cumplir los interesados, según las características, complejidad y magnitud de los trabajos.

ARTÍCULO 32.- Las convocatorias se publicarán en el Diario Oficial de la Federación.

ARTÍCULO 33.- Las bases que emitan las dependencias y entidades para las licitaciones públicas se pondrán a disposición de los interesados, tanto en el domicilio señalado por la convocante como en los medios de difusión electrónica que establezca la Contraloría, a partir del día en que se publique la convocatoria y hasta, inclusive, el sexto día natural previo al acto de presentación y apertura de proposiciones, siendo responsabilidad exclusiva de los interesados adquirirlas oportunamente durante este periodo, y contendrán en lo aplicable como mínimo, lo siguiente:

I. Nombre, denominación o razón social de la dependencia o entidad convocante;

II. Forma en que deberá acreditar la existencia y personalidad jurídica el licitante;

III. Fecha, hora y lugar de la junta de aclaraciones a las bases de la licitación, siendo optativa la asistencia a las reuniones que, en su caso, se realicen; fecha, hora y lugar de celebración de las dos etapas del acto de la presentación y apertura de proposiciones; comunicación del fallo y firma del contrato;

IV. Señalamiento de que será causa de descalificación el incumplimiento de alguno de los requisitos establecidos en las bases de la licitación, así como la comprobación de que algún licitante ha acordado con otro u otros elevar el costo de los trabajos, o cualquier otro acuerdo que tenga como fin obtener una ventaja sobre los demás licitantes;

V. Idioma o idiomas, además del español, en que podrán presentarse las proposiciones;

VI. Moneda o monedas en que podrán presentarse las proposiciones. En los casos en que se permita hacer la cotización en moneda extranjera se deberá establecer que el pago que se realice en el territorio nacional se hará en moneda nacional y al tipo de cambio de la fecha en que se haga dicho pago;

VII. La indicación de que ninguna de las condiciones contenidas en las bases de la licitación, así como en las proposiciones presentadas por los licitantes podrán ser negociadas;

VIII. Criterios claros y detallados para la adjudicación de los contratos, de conformidad con lo establecido por el artículo 38 de esta Ley;

IX. Proyectos arquitectónicos y de ingeniería que se requieran para preparar la proposición; normas de calidad de los materiales y especificaciones generales y particulares de construcción aplicables, en el caso de las especificaciones particulares, deberán ser firmadas por el responsable del proyecto;

X. Tratándose de servicios relacionados con las obras públicas, los términos de referencia que deberán precisar el objeto y alcances del servicio; las especificaciones generales y particulares; el producto esperado; y la forma de presentación;

XI. Relación de materiales y equipo de instalación permanente que, en su caso, proporcione la convocante, debiendo acompañar los programas de suministro correspondientes;

XII. En su caso, el señalamiento del porcentaje de contenido nacional del valor de la obra que deberán cumplir los licitantes en materiales, maquinaria y equipo de instalación permanente, que serán utilizados en la ejecución de los trabajos;

XIII. Experiencia, capacidad técnica y financiera necesaria de acuerdo con las características, complejidad y magnitud de los trabajos;

XIV. Datos sobre las garantías; porcentajes, forma y términos de los anticipos que se concedan;

XV. Cuando proceda, lugar, fecha y hora para la visita al sitio de realización de los trabajos, la que deberá llevarse a cabo dentro del periodo comprendido entre el cuarto día natural siguiente a aquél en que se publique la convocatoria y el sexto día natural previo al acto de presentación y apertura de proposiciones;

XVI. Información específica sobre las partes de los trabajos que podrán subcontratarse;

XVII. Plazo de ejecución de los trabajos determinado en días naturales, indicando la fecha estimada de inicio de los mismos;

XVIII. Modelo de contrato al que se sujetarán las partes;

XIX. Tratándose de contratos a precio alzado o mixtos en su parte correspondiente, las condiciones de pago;

XX. Tratándose de contratos a precios unitarios o mixtos en su parte correspondiente, el procedimiento de ajuste de costos que deberá aplicarse, así como el catálogo de conceptos, cantidades y unidades de medición, debe ser firmado por el responsable del proyecto; y la relación de conceptos de trabajo más significativos, de los cuales deberán presentar análisis y relación de los costos básicos de materiales, mano de obra, maquinaria y equipo de construcción que intervienen en dichos análisis. En todos los casos se deberá prever que cada concepto de trabajo esté debidamente integrado y soportado, preferentemente, en las especificaciones de construcción y normas de calidad solicitadas, procurando que estos conceptos sean congruentes con las cantidades de trabajo requeridos por el proyecto;

XXI. La indicación de que el licitante que no firme el contrato por causas imputables al mismo será sancionado en los términos del artículo 78 de esta Ley;

XXII. En su caso, términos y condiciones a que deberá ajustarse la participación de los licitantes cuando las proposiciones sean enviadas a través del servicio postal o de mensajería, o por medios remotos de comunicación electrónica. El que los licitantes opten por utilizar alguno de estos medios para enviar sus proposiciones no limita, en ningún caso, que asistan a los diferentes actos derivados de una licitación, y

XXIII. Los demás requisitos generales que, por las características, complejidad y magnitud de los trabajos, deberán cumplir los interesados, los que no deberán limitar la libre participación de éstos.

Para la participación, contratación o adjudicación en obras públicas o servicios relacionados con las mismas no se le podrá exigir al particular requisitos distintos a los señalados por esta Ley.

ARTÍCULO 34.- El plazo para la presentación y apertura de proposiciones de las licitaciones internacionales no podrá ser inferior a veinte días naturales, contados a partir de la fecha de publicación de convocatoria.

En licitaciones nacionales, el plazo para la presentación y apertura de proposiciones será, cuando menos, de quince días naturales contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria.

Cuando no puedan observarse los plazos indicados en este artículo porque existan razones justificadas del área solicitante de los trabajos, siempre que ello no tenga por objeto limitar el número de participantes, el titular del área responsable de la contratación podrá reducir los plazos a no menos de diez días naturales, contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria.

ARTÍCULO 35.- Las dependencias y entidades, siempre que ello no tenga por objeto limitar el número de licitantes, podrán modificar los plazos u otros aspectos establecidos en la convocatoria o en las bases de licitación, a partir de la fecha en que sea publicada la convocatoria y hasta, inclusive, el sexto día natural previo al acto de presentación y apertura de proposiciones, siempre que:

I. Tratándose de la convocatoria, las modificaciones se hagan del conocimiento de los interesados a través de los mismos medios utilizados para su publicación, y

II. En el caso de las bases de la licitación, se publique un aviso en el Diario Oficial de la Federación, a fin de que los interesados concurren ante la propia dependencia o entidad para conocer, de manera específica, las modificaciones respectivas.

No será necesario hacer la publicación del aviso a que se refiere esta fracción, cuando las modificaciones deriven de las juntas de aclaraciones, siempre que a más tardar en el plazo señalado en este artículo, se entregue copia del acta respectiva a cada uno de los licitantes que hayan adquirido las bases de la correspondiente licitación.

Las modificaciones de que trata este artículo en ningún caso podrán consistir en la sustitución o variación sustancial de los trabajos convocados originalmente, o bien, en la adición de otros distintos.

Cualquier modificación a las bases de la licitación, derivada del resultado de la o las juntas de aclaraciones, será considerada como parte integrante de las propias bases de licitación.

ARTÍCULO 36.- La entrega de proposiciones se hará en dos sobres cerrados que contendrán, por separado, la propuesta técnica y la propuesta económica. La documentación distinta a las propuestas podrá entregarse, a elección del licitante, dentro o fuera del sobre que contenga la técnica.

Dos o más personas podrán presentar conjuntamente proposiciones en las licitaciones sin necesidad de constituir una sociedad, o nueva sociedad en caso de personas morales, siempre que, para tales efectos, en la propuesta y en el contrato se establezcan con precisión y a satisfacción de la dependencia o entidad, las partes de los trabajos que cada persona se obligará a ejecutar, así como la manera en que se exigirá el cumplimiento de las obligaciones. En este supuesto la propuesta deberá ser firmada por el representante común que para ese acto haya sido designado por el grupo de personas.

Previo al acto de presentación y apertura de proposiciones, las convocantes podrán efectuar el registro de participantes, así como realizar revisiones preliminares a la documentación distinta a la propuesta técnica y económica. Lo anterior será optativo para los licitantes, por lo que no se podrá impedir el acceso a quienes hayan cubierto el costo de las bases y decidan presentar su documentación y proposiciones durante el propio acto.

ARTÍCULO 37.- El acto de presentación y apertura de proposiciones se llevará a cabo en dos etapas, conforme a lo siguiente:

I. En la primera etapa, una vez recibidas las proposiciones en sobres cerrados; se procederá a la apertura de la propuesta técnica exclusivamente y se desecharán las que hubieren omitido alguno de los requisitos exigidos;

II. Por lo menos un licitante, si asistiere alguno, y dos servidores públicos de la dependencia o entidad

presentes, rubricaran las partes de las propuestas técnicas presentadas que brevemente haya determinado la convocante en las bases de licitación, las que para estos efectos constarán documentalmente, así como los correspondientes sobres cerrados que contengan las propuestas económicas de los licitantes, incluidos los de aquéllos cuyas propuestas técnicas hubieren sido desechadas, quedando en custodia de la propia convocante, quien de estimarlo necesario podrá señalar nueva fecha, lugar y hora en que se dará apertura a las propuestas económicas;

III. Se levantará acta de la primera etapa, en la que se harán constar las propuestas técnicas aceptadas para su análisis, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron; el acta será firmada por los asistentes y se pondrá a su disposición o se les entregará copia de la misma, la falta de firma de algún licitante no invalidará su contenido y efectos, poniéndose a partir de esa fecha a disposición de los que no hayan asistido, para efecto de su notificación;

IV. La convocante procederá a realizar el análisis de las propuestas técnicas aceptadas, debiendo dar a conocer el resultado a los licitantes en la segunda etapa, previo a la apertura de las propuestas económicas;

V. En la segunda etapa, una vez conocido el resultado técnico, se procederá a la apertura de las propuestas económicas de los licitantes cuyas propuestas técnicas no hubieren sido desechadas, y se dará lectura al importe total de las propuestas que cubran los requisitos exigidos. Por lo menos un licitante, si asistiere alguno, y dos servidores públicos presentes rubricarán el catálogo de conceptos, en el que se consignen los precios y el importe total de los trabajos objeto de la licitación;

Se señalarán lugar, fecha y hora en que se dará a conocer el fallo de la licitación; esta fecha deberá quedar comprendida dentro de los cuarenta días naturales siguientes a la fecha de inicio de la primera etapa, y podrá diferirse, siempre que el nuevo plazo fijado no exceda de veinte días naturales contados a partir del plazo establecido originalmente para el fallo, y

VI. Se levantará acta de la segunda etapa en la que se hará constar el resultado técnico, las propuestas económicas aceptadas para su análisis, sus importes, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron; el acta será firmada por los asistentes y se pondrá a su disposición o se les entregará copia de la misma, la falta de firma de algún licitante no invalidará su contenido y efectos, poniéndose a partir de esa fecha a disposición de los que no hayan asistido, para efecto de su notificación.

ARTÍCULO 38.- Las dependencias y entidades para hacer la evaluación de las proposiciones, deberán verificar que las mismas cumplan con los requisitos solicitados en las bases de licitación, para tal efecto, la convocante deberá establecer los procedimientos y los criterios claros y detallados para determinar la solvencia de las propuestas, dependiendo de las características, complejidad y magnitud de los trabajos por realizar.

Tratándose de obras públicas, deberá verificar, entre otros aspectos, el cumplimiento de las condiciones legales exigidas al licitante; que los recursos propuestos por el licitante sean los necesarios para ejecutar satisfactoriamente, conforme al programa de ejecución, las cantidades de trabajo establecidas; que el análisis, cálculo e integración de los precios sean acordes con las condiciones de costos vigentes en la zona o región donde se ejecuten los trabajos. En ningún caso podrán utilizarse mecanismos de puntos y porcentajes en su evaluación.

Tratándose de servicios relacionados con las obras públicas, deberá verificar, entre otros aspectos, el cumplimiento de las condiciones legales exigidas al licitante; que el personal propuesto por el licitante cuente con la experiencia, capacidad y recursos necesarios para la realización de los trabajos solicitados por la convocante en los respectivos términos de referencia; que los tabuladores de sueldos, la integración de las plantillas y el tiempo de ejecución correspondan al servicio ofertado. Atendiendo a las características propias de cada servicio y siempre y cuando se demuestre su conveniencia se utilizarán mecanismos de puntos y porcentajes para evaluar las propuestas, salvo en los casos de asesorías y consultorías donde invariablemente deberán utilizarse estos mecanismos, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto

emita la Contraloría

No serán objeto de evaluación las condiciones establecidas por las convocantes que tengan como propósito facilitar la presentación de las proposiciones y agilizar la conducción de los actos de la licitación, así como cualquier otro requisito, cuyo incumplimiento por sí mismo, no afecte la solvencia de las propuestas. La inobservancia por parte de los licitantes respecto a dichas condiciones o requisitos no será motivo para desechar sus propuestas

Una vez hecha la evaluación de las proposiciones, el contrato se adjudicará de entre los licitantes, a aquél cuya propuesta resulte solvente porque reúne, conforme a los criterios de adjudicación establecidos en las bases de licitación, las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante, y garantice satisfactoriamente el cumplimiento de las obligaciones respectivas.

Si resultare que dos o más proposiciones son solventes porque satisfacen la totalidad de los requerimientos solicitados por la convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición cuyo precio sea el más bajo.

La convocante emitirá un dictamen que servirá como base para el fallo, en el que se hará constar una reseña cronológica de los actos del procedimiento, el análisis de las proposiciones y las razones para admitirlas o desecharlas.

ARTÍCULO 39.- En junta pública se dará a conocer el fallo de la licitación, a la que libremente podrán asistir los licitantes que hubieren participado en el acto de presentación y apertura de proposiciones, levantándose el acta respectiva, que firmarán los asistentes, a quienes se entregará copia de la misma. La falta de firma de algún licitante no invalidará su contenido y efectos, poniéndose a partir de esa fecha a disposición de los que no hayan asistido, para efecto de su notificación. En sustitución de esa junta, las dependencias y entidades podrán optar por notificar el fallo de la licitación por escrito a cada uno de los licitantes, dentro de los cinco días naturales siguientes a su emisión.

En el mismo acto de fallo o adjunta a la comunicación referida, las dependencias y entidades proporcionarán por escrito a los licitantes la información acerca de las razones por las cuales su propuesta no resultó ganadora.

Contra la resolución que contenga el fallo no procederá recurso alguno; sin embargo, procederá la inconformidad que se interponga por los licitantes en los términos del artículo 83 de esta Ley.

ARTÍCULO 40.- Las dependencias y entidades procederán a declarar desierta una licitación cuando las propuestas presentadas no reúnan los requisitos de las bases de la licitación o sus precios no fueren aceptables, y expedirán una segunda convocatoria.

Las dependencias y entidades podrán cancelar una licitación por caso fortuito o fuerza mayor. De igual manera, podrán cancelar cuando existan circunstancias, debidamente justificadas, que provoquen la extinción de la necesidad de contratar los trabajos y que de continuarse con el procedimiento de contratación se pudiera ocasionar un daño o perjuicio a la propia dependencia o entidad.

CAPITULO TERCERO DE LAS EXCEPCIONES A LA LICITACION PUBLICA

ARTÍCULO 41.- En los supuestos que prevé el siguiente artículo, las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán optar por no llevar a cabo el procedimiento de licitación pública y celebrar contratos a través de los procedimientos de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa.

La selección que realicen las dependencias y entidades deberá fundarse y motivarse, según las circunstancias que concurren en cada caso, en criterios de economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez que aseguren las mejores condiciones para el Estado. El acreditamiento de los criterios mencionados y la justificación para el ejercicio de la opción, deberá constar por escrito y ser firmado por el

titular del área responsable de la ejecución de los trabajos.

En cualquier supuesto se invitará a personas que cuenten con capacidad de respuesta inmediata, así como con los recursos técnicos, financieros y demás que sean necesarios, de acuerdo con las características, complejidad y magnitud de los trabajos a ejecutar.

En estos casos, el titular del área responsable de la contratación de los trabajos, a más tardar el último día hábil de cada mes, enviará al órgano interno de control en la dependencia o entidad de que se trate, un informe relativo a los contratos formalizados durante el mes calendario inmediato anterior, acompañando copia del escrito aludido en este artículo y de un dictamen en el que se hará constar el análisis de la o las propuestas y las razones para la adjudicación del contrato. No será necesario rendir este informe en las operaciones que se realicen al amparo del artículo 42, fracción IV, de esta Ley.

ARTÍCULO 42.- Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar obras públicas o servicios relacionados con las mismas, sin sujetarse al procedimiento de licitación pública, a través de los procedimientos de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa, cuando:

- I. El contrato sólo pueda celebrarse con una determinada persona por tratarse de obras de arte, titularidad de patentes, derechos de autor u otros derechos exclusivos;
- II. Peligre o se altere el orden social, la economía, los servicios públicos, la salubridad, la seguridad o el ambiente de alguna zona o región del país como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales;
- III. Existan circunstancias que puedan provocar pérdidas o costos adicionales importantes, debidamente justificados;
- IV. Se realicen con fines exclusivamente militares o para la Armada, sean necesarios para garantizar la seguridad interior de la Nación o comprometan información de naturaleza confidencial para el Gobierno Federal;
- V. Derivado de caso fortuito o fuerza mayor, no sea posible ejecutar los trabajos mediante el procedimiento de licitación pública en el tiempo requerido para atender la eventualidad de que se trate, en este supuesto deberán limitarse a lo estrictamente necesario para afrontarla;
- VI. Se hubiere rescindido el contrato respectivo por causas imputables al contratista que hubiere resultado ganador en una licitación. En estos casos la dependencia o entidad podrá adjudicar el contrato al licitante que haya presentado la siguiente proposición solvente más baja, siempre que la diferencia en precio con respecto a la propuesta que inicialmente hubiere resultado ganadora no sea superior al diez por ciento;
- VII. Se realicen dos licitaciones públicas que hayan sido declaradas desiertas;
- VIII. Se trate de trabajos de mantenimiento, restauración, reparación y demolición de inmuebles, en los que no sea posible precisar su alcance, establecer el catálogo de conceptos, cantidades de trabajo, determinar las especificaciones correspondientes o elaborar el programa de ejecución;
- IX. Se trate de trabajos que requieran fundamentalmente de mano de obra campesina o urbana marginada, y que la dependencia o entidad contrate directamente con los habitantes beneficiarios de la localidad o del lugar donde deban realizarse los trabajos, ya sea como personas físicas o morales;
- X. Se trate de servicios relacionados con las obras públicas prestados por una persona física, siempre que éstos sean realizados por ella misma, sin requerir de la utilización de más de un especialista o técnico, o
- XI. Se acepte la ejecución de los trabajos a título de dación en pago, en los términos de la Ley del Servicio de Tesorería de la Federación.

ARTÍCULO 43.- Sin perjuicio de lo señalado en el artículo anterior, las dependencias o entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar obras públicas o servicios relacionados con las mismas, sin sujetarse al procedimiento de licitación pública, a través de los de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa, cuando el importe de cada contrato no exceda de los montos máximos que al efecto se establecerán en el Presupuesto de Egresos de la Federación, siempre que los contratos no se fraccionen para quedar comprendidas en los supuestos de excepción a la licitación pública a que se refiere este artículo.

Cuando diversas áreas de las dependencias o entidades sean las que por sí mismas realicen las contrataciones, los montos a que se refiere este artículo se calcularán de acuerdo con el presupuesto que a cada una de ellas le corresponda ejercer.

La suma de los montos de los contratos que se realicen al amparo de este artículo no podrá exceder del veinte por ciento del presupuesto autorizado a las dependencias y entidades para realizar obras públicas y servicios relacionados con las mismas en cada ejercicio presupuestal.

En casos excepcionales, el titular de la dependencia o el órgano de gobierno de la entidad, de manera indelegable y bajo su responsabilidad, podrá fijar un porcentaje mayor al indicado en este artículo, debiéndolo hacer del conocimiento del órgano interno de control.

En el supuesto de que dos procedimientos de invitación a cuando menos tres personas hayan sido declarados desiertos, el titular del área responsable de la contratación de los trabajos en la dependencia o entidad podrá adjudicar directamente el contrato.

ARTÍCULO 44.- El procedimiento de invitación a cuando menos tres personas se sujetará a lo siguiente:

I. El acto presentación y apertura de proposiciones se llevará a cabo en dos etapas, para lo cual la apertura de los sobres podrá hacerse sin la presencia de los correspondientes licitantes, pero invariablemente se invitará a un representante del órgano interno de control en la dependencia o entidad;

II. Para llevar a cabo la adjudicación correspondiente, se deberá contar con un mínimo de tres propuestas susceptibles de analizarse técnicamente;

III. En las bases se indicarán, según las características, complejidad y magnitud de los trabajos, aquellos aspectos que correspondan al artículo 33 de esta Ley;

IV. Los plazos para la presentación de las proposiciones se fijarán para cada contrato, atendiendo a las características complejidad y magnitud de los trabajos;

V. El carácter nacional o internacional en los términos del artículo 30 de esta Ley, y

VI. A las demás disposiciones de esta Ley que resulten aplicables.

TITULO CUARTO DE LOS CONTRATOS

CAPITULO PRIMERO DE LA CONTRATACION

ARTÍCULO 45.- Para los efectos de esta Ley, los contratos de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas podrán ser de tres tipos:

I. Sobre la base de precios unitarios, en cuyo caso el importe de la remuneración o pago total que deba cubrirse al contratista se hará por unidad de concepto de trabajo terminado;

II. A precio alzado, en cuyo caso el importe de la remuneración o pago total fijo que deba cubrirse al contratista será por los trabajos totalmente terminados y ejecutados en el plazo establecido.

Las proposiciones que presenten los contratistas para la celebración de estos contratos, tanto en sus aspectos técnicos como económicos, deberán estar desglosadas por lo menos en cinco actividades principales, y

III. Mixtos, cuando contengan una parte de los trabajos sobre la base de precios unitarios y otra, a precio alzado.

Las dependencias y entidades podrán incorporar en las bases de licitación las modalidades de contratación que tiendan a garantizar al Estado las mejores condiciones en la ejecución de los trabajos, siempre que con ello no desvirtúen el tipo de contrato que se haya licitado.

Los trabajos cuya ejecución comprendan más de un ejercicio presupuestal deberán formularse en un solo contrato, por la vigencia que resulte necesaria para la ejecución de los trabajos, quedando únicamente sujetos a la autorización presupuestal para cada ejercicio, en los términos del artículo 30 de la Ley de Presupuesto Contabilidad y Gasto Público Federal.

ARTÍCULO 46.- Los contratos de obras públicas y servicios relacionados con las mismas contendrán, como mínimo, lo siguiente:

- I. La autorización del presupuesto para cubrir el compromiso derivado del contrato y sus anexos;
- II. La indicación del procedimiento conforme al cual se llevó a cabo la adjudicación del contrato;
- III. El precio a pagar por los trabajos objeto del contrato. En el caso de contratos mixtos, la parte y su monto que será sobre la base de precios unitarios y la que corresponda a precio alzado;
- IV. El plazo de ejecución de los trabajos determinado en días naturales, indicando la fecha de inicio y conclusión de los mismos, así como los plazos para verificar la terminación de los trabajos y la elaboración del finiquito referido en el artículo 64 de esta Ley, los cuales deben ser establecidos de acuerdo con las características, complejidad y magnitud de los trabajos;
- V. Porcentajes, número y fechas de las exhibiciones y amortización de los anticipos que se otorguen;
- VI. Forma y términos de garantizar la correcta inversión de los anticipos y el cumplimiento del contrato;
- VII. Plazos, forma y lugar de pago de las estimaciones de trabajos ejecutados y, cuando corresponda, de los ajustes de costos;
- VIII. Penas convencionales por atraso en la ejecución de los trabajos por causas imputables a los contratistas, determinadas únicamente en función de los trabajos no ejecutados conforme al programa convenido, las que en ningún caso podrán ser superiores, en su conjunto, al monto de la garantía de cumplimiento. Las dependencias y entidades deberán fijar los términos, forma y porcentajes para aplicar las penas convencionales;
- IX. Términos en que el contratista, en su caso, reintegrará las cantidades que, en cualquier forma, hubiere recibido en exceso por la contratación o durante la ejecución de los trabajos, para lo cual se utilizará el procedimiento establecido en el artículo 55 de este ordenamiento;
- X. Procedimiento de ajuste de costos que deberá ser el determinado desde las bases de la licitación por la dependencia o entidad, el cual deberá regir durante la vigencia del contrato;
- XI. Causales y procedimiento mediante los cuales la dependencia o entidad podrá dar por rescindido el contrato en los términos del artículo 61 de esta Ley;
- XII. La descripción pormenorizada de los trabajos que se deban ejecutar, debiendo acompañar como parte integrante del contrato, en el caso de las obras, los proyectos, planos, especificaciones, programas y presupuestos; tratándose de servicios, los términos de referencia, y

XIII. Los procedimientos mediante los cuales las partes, entre sí, resolverán las discrepancias futuras y previsibles, exclusivamente sobre problemas específicos de carácter técnico y administrativo que, de ninguna manera, impliquen una audiencia de conciliación.

Para los efectos de esta Ley, el contrato, sus anexos y la bitácora de los trabajos son los instrumentos que vinculan a las partes en sus derechos y obligaciones.

ARTÍCULO 47.- La adjudicación del contrato obligará a la dependencia o entidad y a la persona en quien hubiere recaído, a formalizar el documento relativo dentro de los treinta días naturales siguientes al de la notificación del fallo. No podrá formalizarse contrato alguno que no se encuentre garantizado de acuerdo con lo dispuesto en la fracción II del artículo 48 de esta Ley.

Si el interesado no firmare el contrato por causas imputables al mismo, dentro del plazo a que se refiere el párrafo anterior, la dependencia o entidad podrá, sin necesidad de un nuevo procedimiento, adjudicar el contrato al participante que haya presentado la siguiente proposición solvente más baja, de conformidad con lo asentado en el dictamen a que se refiere el artículo 38 de esta Ley, y así sucesivamente en caso de que este último no acepte la adjudicación, siempre que la diferencia en precio con respecto a la propuesta que inicialmente hubiere resultado ganadora, no sea superior al diez por ciento.

Si la dependencia o entidad no firmare el contrato respectivo, el licitante ganador, sin incurrir en responsabilidad, no estará obligado a ejecutar los trabajos. En este supuesto, la dependencia o entidad, a solicitud escrita del licitante, cubrirá los gastos no recuperables en que hubiere incurrido para preparar y elaborar su propuesta, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con la licitación de que se trate.

El contratista a quien se adjudique el contrato, no podrá hacerlo ejecutar por otro; pero, con autorización previa del titular del área responsable de la ejecución de los trabajos en la dependencia o entidad de que se trate, podrá hacerlo respecto de partes del contrato o cuando adquiera materiales o equipos que incluyan su instalación en las obras. Esta autorización previa no se requerirá cuando la dependencia o entidad señale específicamente en las bases de la licitación, las partes de los trabajos que podrán ser objeto de subcontratación. En todo caso, el contratista seguirá siendo el único responsable de la ejecución de los trabajos ante la dependencia o entidad.

Los derechos y obligaciones que se deriven de los contratos no podrán cederse en forma parcial o total en favor de cualesquiera otra persona, con excepción de los derechos de cobro sobre las estimaciones por trabajos ejecutados, en cuyo caso se deberá contar con el consentimiento de la dependencia o entidad de que se trate.

ARTÍCULO 48.- Los contratistas que celebren los contratos a que se refiere esta Ley deberán garantizar:

- I. Los anticipos que, en su caso, reciban. Estas garantías deberán constituirse dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha de notificación del fallo y por la totalidad del monto de los anticipos, y
- II. El cumplimiento de los contratos. Esta garantía deberá constituirse dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha de notificación del fallo.

Para los efectos de este artículo, los titulares de las dependencias o los órganos de gobierno de las entidades fijarán las bases, la forma y el porcentaje a los que deberán sujetarse las garantías que deban constituirse. En los casos señalados en los artículos 42, fracciones IX y X, y 43 de esta Ley, el servidor público facultado para firmar el contrato, bajo su responsabilidad, podrá exceptuar a los contratistas de presentar la garantía del cumplimiento.

ARTÍCULO 49.- Las garantías que deban otorgarse conforme a esta Ley se constituirán en favor de:

- I. La Tesorería de la Federación, por actos o contratos que se celebren con las dependencias;

II. Las entidades, cuando los actos o contratos se celebren con ellas, y

III. Las Tesorerías de los Estados y Municipios, en los casos de los contratos celebrados al amparo de la fracción VI del artículo 1 de esta Ley.

ARTÍCULO 50.- El otorgamiento del anticipo se deberá pactar en los contratos y se sujetará a lo siguiente:

I. El importe del anticipo concedido será puesto a disposición del contratista con antelación a la fecha pactada para el inicio de los trabajos; el atraso en la entrega del anticipo será motivo para diferir en igual plazo el programa de ejecución pactado. Cuando el contratista no entregue la garantía de anticipo dentro del plazo señalado en el artículo 48 de esta Ley, no procederá el diferimiento y, por lo tanto, deberá iniciar los trabajos en la fecha establecida originalmente;

II. Las dependencias y entidades podrán otorgar hasta un treinta por ciento de la asignación presupuestal aprobada al contrato en el ejercicio de que se trate para que el contratista realice en el sitio de los trabajos la construcción de sus oficinas, almacenes, bodegas e instalaciones y, en su caso, para los gastos de traslado de la maquinaria y equipo de construcción e inicio de los trabajos; así como, para la compra y producción de materiales de construcción, la adquisición de equipos que se instalen permanentemente y demás insumos que deberán otorgar.

Tratándose de servicios relacionados con las obras públicas, el otorgamiento del anticipo será determinado por la convocante atendiendo a las características, complejidad y magnitud del servicio; en el supuesto de que la dependencia o entidad decida otorgarlo, deberá ajustarse a lo previsto en este artículo;

III. El importe del anticipo deberá ser considerado obligatoriamente por los licitantes para la determinación del costo financiero de su propuesta;

IV. Cuando las condiciones de los trabajos lo requieran, el porcentaje de anticipo podrá ser mayor, en cuyo caso será necesaria la autorización escrita del titular de la dependencia o entidad o de la persona en quien éste haya delegado tal facultad;

V. Cuando los trabajos rebasen más de un ejercicio presupuestal, y se inicien en el último trimestre del primer ejercicio y el anticipo resulte insuficiente, las dependencias o entidades podrán, bajo su responsabilidad, otorgar como anticipo hasta el monto total de la asignación autorizada al contrato respectivo durante el primer ejercicio, vigilando que se cuente con la suficiencia presupuestal para el pago de la obra por ejecutar en el ejercicio de que se trate.

En ejercicios subsecuentes, la entrega del anticipo deberá hacerse dentro de los tres meses siguientes al inicio de cada ejercicio, previa entrega de la garantía correspondiente. El atraso en la entrega de los anticipos será motivo para ajustar el costo financiero pactado en el contrato, y

VI. No se otorgarán anticipos para los convenios que se celebren en términos del artículo 59 de esta Ley, salvo para aquéllos que alude el último párrafo del mismo; ni para los importes resultantes de los ajustes de costos del contrato o convenios que se generen durante el ejercicio presupuestal de que se trate.

Para la amortización del anticipo en el supuesto de que sea rescindido el contrato, el saldo por amortizar se reintegrará a la dependencia o entidad en un plazo no mayor de diez días naturales, contados a partir de la fecha en que le sea comunicada al contratista la determinación de dar por rescindido el contrato.

El contratista que no reintegre el saldo por amortizar en el plazo señalado cubrirá los cargos que resulten conforme con lo indicado en el párrafo primero del artículo 55 de esta Ley.

TÍTULO 51.- Las dependencias y entidades se abstendrán de recibir propuestas o celebrar contrato

alguno en las materias a que se refiere esta Ley, con las personas siguientes:

- I. Aquéllas en que el servidor público que intervenga en cualquier etapa del procedimiento de contratación, tenga interés personal, familiar o de negocios, incluyendo aquellas de las que pueda resultar algún beneficio para él, su cónyuge o sus parientes consanguíneos hasta el cuarto grado, por afinidad o civiles, o para terceros con los que tenga relaciones profesionales, laborales o de negocios, o para socios o sociedades de las que el servidor público o las personas antes referidas formen o hayan formado parte;
- II. Las que desempeñen un empleo, cargo o comisión en el servicio público, o bien, las sociedades de las que dichas personas formen parte, sin la autorización previa y específica de la Contraloría conforme a la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos; así como las inhabilitadas para desempeñar un empleo, cargo o comisión en el servicio público;
- III. Aquellos contratistas que, por causas imputables a ellos mismos, la dependencia o entidad convocante les hubiere rescindido administrativamente un contrato dentro de un lapso de un año calendario contado a partir de la notificación de la rescisión. Dicho impedimento prevalecerá ante la propia dependencia o entidad convocante durante un año calendario contado a partir de la notificación de la rescisión;
- IV. Las que se encuentren inhabilitadas por resolución de la Contraloría, en los términos del Título Séptimo de este ordenamiento y Título Sexto de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público;
- V. Aquéllas que hayan sido declaradas en suspensión de pagos, estado de quiebra o sujetas a concurso de acreedores;
- VI. Los licitantes que participen en un mismo procedimiento de contratación, que se encuentren vinculados entre sí por algún socio o asociado común;
- VII. Las que pretendan participar en un procedimiento de contratación y previamente, hayan realizado o se encuentren realizando por sí o a través de empresas que formen parte del mismo grupo empresarial, en virtud de otro contrato, el proyecto; trabajos de dirección, coordinación, supervisión y control de obra e instalaciones; laboratorio de análisis y control de calidad, geotécnica, mecánica de suelos y de resistencia de materiales; radiografías industriales; preparación de especificaciones de construcción; presupuesto de los trabajos; selección o aprobación de materiales, equipos y procesos, o la elaboración de cualquier otro documento vinculado con el procedimiento, en que se encuentran interesadas en participar;
- VIII. Aquéllas que por sí o a través de empresas que formen parte del mismo grupo empresarial, pretendan ser contratadas para la elaboración de dictámenes, peritajes y avalúos, cuando éstos hayan de ser utilizados para resolver discrepancias derivadas de los contratos en los que dichas personas o empresas sean partes, y
- IX. Las demás que por cualquier causa se encuentren impedidas para ello por disposición de ley.

CAPITULO SEGUNDO DE LA EJECUCION

ARTÍCULO 52.- La ejecución de los trabajos deberá iniciarse en la fecha señalada en el contrato respectivo, y la dependencia o entidad contratante oportunamente pondrá a disposición del contratista el o los inmuebles en que deban llevarse a cabo. El incumplimiento de la dependencia o entidad prorrogará en igual plazo la fecha originalmente pactada para la conclusión de los trabajos. La entrega deberá constar por escrito.

ARTÍCULO 53.- Las dependencias y entidades establecerán la residencia de obra con anterioridad a la iniciación de las mismas, la cual deberá recaer en un servidor público designado por la dependencia o

entidad, quien fungirá como su representante ante el contratista y será el responsable directo de la supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos, incluyendo la aprobación de las estimaciones presentadas por los contratistas. La residencia de obra deberá estar ubicada en el sitio de ejecución de los trabajos.

Cuando la supervisión sea realizada por contrato, la aprobación de las estimaciones para efectos de pago deberá ser autorizada por la residencia de obra de la dependencia o entidad.

ARTÍCULO 54.- Las estimaciones de los trabajos ejecutados se deberán formular con una periodicidad no mayor de un mes. El contratista deberá presentarlas a la residencia de obra dentro de los seis días naturales siguientes a la fecha de corte para el pago de las estimaciones que hubiere fijado la dependencia o entidad en el contrato, acompañadas de la documentación que acredite la procedencia de su pago; la residencia de obra para realizar la revisión y autorización de las estimaciones contará con un plazo no mayor de quince días naturales siguientes a su presentación. En el supuesto de que surjan diferencias técnicas o numéricas que no puedan ser autorizadas dentro de dicho plazo, éstas se resolverán e incorporarán en la siguiente estimación.

Las estimaciones por trabajos ejecutados deberán pagarse por parte de la dependencia o entidad, bajo su responsabilidad, en un plazo no mayor a veinte días naturales, contados a partir de la fecha en que hayan sido autorizadas por la residencia de la obra de que se trate.

Los pagos de cada una de las estimaciones por trabajos ejecutados son independientes entre sí y, por lo tanto, cualquier tipo y secuencia será sólo para efecto de control administrativo.

En los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo, la forma de estimar los trabajos y los plazos para su pago deberán establecerse en las bases de licitación y en el contrato correspondiente.

ARTÍCULO 55.- En caso de incumplimiento en los pagos de estimaciones y de ajustes de costos, la dependencia o entidad, a solicitud del contratista, deberá pagar gastos financieros conforme al procedimiento establecido en el Código Fiscal de la Federación, como si se tratara del supuesto de prórroga para el pago de créditos fiscales. Dichos gastos se calcularán sobre las cantidades no pagadas y se computarán por días naturales desde que se venció el plazo hasta la fecha en que se ponga efectivamente las cantidades a disposición del contratista.

Tratándose de pagos en exceso que haya recibido el contratista, éste deberá reintegrar las cantidades pagadas en exceso más los intereses correspondientes, conforme a lo señalado en el párrafo anterior. Los cargos se calcularán sobre las cantidades pagadas en exceso en cada caso y se computarán por días naturales, desde la fecha del pago hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición de la dependencia o entidad.

No se considerará pago en exceso cuando las diferencias que resulten a cargo del contratista sean compensadas en la estimación siguiente.

ARTÍCULO 56.- Cuando a partir de la presentación de propuestas ocurran circunstancias de orden económico no previstas en el contrato que determinen un aumento o reducción de los costos de los trabajos aún no ejecutados conforme al programa pactado, dichos costos, cuando procedan, deberán ser ajustados atendiendo al procedimiento de ajuste de costos acordado por las partes en el contrato, de acuerdo con lo establecido por el artículo 57 de esta Ley. El aumento o reducción correspondientes deberá constar por escrito.

No darán lugar a ajuste de costos, las cuotas compensatorias a que, conforme a la ley de la materia, pudiera estar sujeta la importación de bienes contemplados en la realización de los trabajos.

ARTÍCULO 57.- El ajuste de costos podrá llevarse a cabo mediante cualesquiera de los siguientes procedimientos:

I. La revisión de cada uno de los precios del contrato para obtener el ajuste;

II. La revisión por grupo de precios, que multiplicados por sus correspondientes cantidades de trabajo por ejecutar, representen cuando menos el ochenta por ciento del importe total faltante del contrato, y

III. En el caso de trabajos en los que se tenga establecida la proporción en que intervienen los insumos en el total del costo directo de los mismos, el ajuste respectivo podrá determinarse mediante la actualización de los costos de los insumos que intervienen en dichas proporciones.

ARTÍCULO 58.- La aplicación de los procedimientos de ajuste de costos a que se refiere el artículo anterior se sujetará a lo siguiente:

I. Los ajustes se calcularán a partir de la fecha en que se haya producido el incremento o decremento en el costo de los insumos, respecto de los trabajos pendientes de ejecutar, conforme al programa de ejecución pactado en el contrato o, en caso de existir atraso no imputable al contratista, con respecto al programa que se hubiere convenido.

Cuando el atraso sea por causa imputable al contratista, procederá el ajuste de costos exclusivamente para los trabajos pendientes de ejecutar conforme al programa que se hubiere convenido.

Para efectos de la revisión y ajuste de los costos, la fecha de origen de los precios será la del acto de presentación y apertura de proposiciones;

II. Los incrementos o decrementos de los costos de los insumos serán calculados con base en los índices nacionales de precios productor con servicios que determine el Banco de México. Cuando los índices que requiera el contratista y la dependencia o entidad no se encuentren dentro de los publicados por el Banco de México, las dependencias y entidades procederán a calcularlos conforme a los precios que investiguen, utilizando los lineamientos y metodología que expida el Banco de México;

III. Los precios originales del contrato permanecerán fijos hasta la terminación de los trabajos contratados. El ajuste se aplicará a los costos directos, conservando constantes los porcentajes de indirectos y utilidad originales durante el ejercicio del contrato; el costo por financiamiento estará sujeto a las variaciones de la tasa de interés que el contratista haya considerado en su propuesta, y

IV. A los demás lineamientos que para tal efecto emita la Contraloría.

ARTÍCULO 59.- Las dependencias y entidades podrán, dentro de su presupuesto autorizado, bajo su responsabilidad y por razones fundadas y explícitas, modificar los contratos sobre la base de precios unitarios y mixtos en la parte correspondiente, mediante convenios, siempre y cuando éstos, considerados conjunta o separadamente, no rebasen el veinticinco por ciento del monto o del plazo pactados en el contrato, ni impliquen variaciones sustanciales al proyecto original, ni se celebren para eludir en cualquier forma el cumplimiento de la Ley o los tratados.

Si las modificaciones exceden el porcentaje indicado pero no varían el objeto del proyecto, se podrán celebrar convenios adicionales entre las partes respecto de las nuevas condiciones. Estos convenios deberán ser autorizados bajo la responsabilidad de titular del área responsable de la contratación de los trabajos. Dichas modificaciones no podrán, en modo alguno, afectar las condiciones que se refieran a la naturaleza y características esenciales del objeto del contrato original, ni convenirse para eludir en cualquier forma el cumplimiento de esta Ley o de los tratados.

Los contratos a precio alzado o la parte de los mixtos de esta naturaleza no podrán ser modificados en monto o en plazo, ni estarán sujetos a ajustes de costos.

Sin embargo, cuando con posterioridad a la adjudicación de un contrato a precio alzado o la parte de los mixtos de esta naturaleza, se presenten circunstancias económicas de tipo general que sean ajenas a la responsabilidad de las partes y que por tal razón no pudieron haber sido objeto de consideración en la

propuesta que sirvió de base para la adjudicación del contrato correspondiente; como son, entre otras: variaciones en la paridad cambiaria de la moneda o cambios en los precios nacionales o internacionales que provoquen directamente un aumento o reducción en los costos de los insumos de los trabajos no ejecutados conforme al programa originalmente pactado; las dependencias y entidades deberán reconocer incrementos o requerir reducciones.

Lo dispuesto en el párrafo anterior, se regirá por los lineamientos que expida la Contraloría; los cuales deberán considerar, entre otros aspectos, los mecanismos con que cuentan las partes para hacer frente a estas situaciones.

Una vez que se tengan determinadas las posibles modificaciones al contrato respectivo, la celebración oportuna de los convenios será responsabilidad de la dependencia o entidad de que se trate.

De las autorizaciones a que se refiere este artículo, el titular del área responsable de la contratación de los trabajos informará al órgano interno de control en la dependencia o entidad que se trate. Al efecto, a más tardar el último día hábil de cada mes, deberá presentarse un informe que se referirá a las autorizaciones otorgadas en el mes calendario inmediato anterior.

Cuando durante la ejecución de los trabajos se requiera la realización de cantidades o conceptos de trabajo adicionales a los previstos originalmente, las dependencias y entidades podrán autorizar el pago de las estimaciones de los trabajos ejecutados, previamente a la celebración de los convenios respectivos, vigilando que dichos incrementos no rebasen el presupuesto autorizado en el contrato. Tratándose de cantidades adicionales, éstas se pagarán a los precios unitarios pactados originalmente; tratándose de los conceptos no previstos en el catálogo de conceptos del contrato, sus precios unitarios deberán ser conciliados y autorizados, previamente a su pago.

No será aplicable el porcentaje que se establece en el primer párrafo de este artículo, cuando se trate de contratos cuyos trabajos se refieran al mantenimiento o restauración de los inmuebles a que hace mención el artículo 5o. de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, en los que no sea posible determinar el catálogo de conceptos, las cantidades de trabajo, las especificaciones correspondientes o el programa de ejecución.

ARTÍCULO 60.- Las dependencias y entidades podrán suspender temporalmente, en todo o en parte, los trabajos contratados por cualquier causa justificada. Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades designarán a los servidores públicos que podrán ordenar la suspensión y determinar, en su caso, la temporalidad de ésta, la que no podrá prorrogarse o ser indefinida.

Asimismo, podrán dar por terminados anticipadamente los contratos cuando concurren razones de interés general; existan causas justificadas que le impidan la continuación de los trabajos, y se demuestre que de continuar con las obligaciones pactadas se ocasionaría un daño o perjuicio grave al Estado, o bien, no sea posible determinar la temporalidad de la suspensión de los trabajos a que se refiere este artículo.

ARTÍCULO 61.- Las dependencias y entidades podrán rescindir administrativamente los contratos en caso de incumplimiento de las obligaciones a cargo del contratista.

El procedimiento de rescisión se llevará a cabo conforme a lo siguiente:

I. Se iniciará a partir de que al contratista le sea comunicado el incumplimiento en que haya incurrido, para que en un término de quince días hábiles exponga lo que a su derecho convenga y aporte, en su caso, las pruebas que estime pertinentes;

II. Transcurrido el término a que se refiere la fracción anterior, se resolverá considerando los argumentos y pruebas que hubiere hecho valer, y

III. La determinación de dar o no por rescindido el contrato deberá ser debidamente fundada, motivada y comunicada al contratista dentro de los quince días hábiles siguientes a lo señalado por la fracción I

de este artículo.

ARTÍCULO 62.- En la suspensión, rescisión administrativa o terminación anticipada de los contratos deberá observarse lo siguiente:

I. Cuando se determine la suspensión de los trabajos o se rescinda el contrato por causas imputables a la dependencia o entidad, ésta pagará los trabajos ejecutados, así como los gastos no recuperables, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con el contrato de que se trate;

II. En caso de rescisión del contrato por causas imputables al contratista, una vez emitida la determinación respectiva, la dependencia o entidad precautoriamente y desde el inicio de la misma, se abstendrá de cubrir los importes resultantes de trabajos ejecutados aún no liquidados, hasta que se otorgue el finiquito que proceda, lo que deberá efectuarse dentro de los treinta días naturales siguientes a la fecha de la comunicación de dicha determinación, a fin de proceder a hacer efectivas las garantías. En el finiquito deberá preverse el sobrecosto de los trabajos aún no ejecutados que se encuentren atrasados conforme al programa vigente, así como lo relativo a la recuperación de los materiales y equipos que, en su caso, le hayan sido entregados;

III. Cuando se den por terminados anticipadamente los contratos, la dependencia o entidad pagará al contratista los trabajos ejecutados, así como los gastos no recuperables, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con el contrato de que se trate, y

IV. Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se imposibilite la continuación de los trabajos, el contratista podrá optar por no ejecutarlos. En este supuesto, si opta por la terminación anticipada del contrato, deberá solicitarla a la dependencia o entidad, quien determinará lo conducente dentro de los quince días naturales siguientes a la presentación del escrito respectivo; en caso de negativa, será necesario que el contratista obtenga de la autoridad judicial la declaratoria correspondiente, pero si la dependencia o entidad no contesta en dicho plazo, se tendrá por aceptada la petición del contratista.

Una vez comunicada por la dependencia o entidad la terminación anticipada de los contratos o el inicio del procedimiento de rescisión de los mismos, éstas procederán a tomar inmediata posesión de los trabajos ejecutados para hacerse cargo del inmueble y de las instalaciones respectivas, levantando, con o sin la comparecencia del contratista, acta circunstanciada del estado en que se encuentre la obra. En el caso de entidades, el acta circunstanciada se levantará ante la presencia de fedatario público.

El contratista estará obligado a devolver a la dependencia o entidad, en un plazo de diez días naturales, contados a partir del inicio del procedimiento respectivo, toda la documentación que ésta le hubiere entregado para la realización de los trabajos.

ARTÍCULO 63.- De ocurrir los supuestos establecidos en el artículo anterior, las dependencias y entidades comunicarán la suspensión, rescisión o terminación anticipada del contrato al contratista; posteriormente, lo harán del conocimiento de su órgano interno de control, a más tardar el último día hábil de cada mes, mediante un informe en el que se referirá los supuestos ocurridos en el mes calendario inmediato anterior.

ARTÍCULO 64.- El contratista comunicará a la dependencia o entidad la conclusión de los trabajos que le fueron encomendados, para que ésta, dentro del plazo pactado, verifique la debida terminación de los mismos conforme a las condiciones establecidas en el contrato. Al finalizar la verificación de los trabajos, la dependencia o entidad contará con un plazo de quince días naturales para proceder a su recepción física, mediante el levantamiento del acta correspondiente, quedando los trabajos bajo su responsabilidad.

Recibidos físicamente los trabajos, las partes deberán elaborar dentro del término estipulado en el contrato, el finiquito de los trabajos, en el que se harán constar los créditos a favor y en contra que resulten para cada uno de ellos, describiendo el concepto general que les dio origen y el saldo resultante.

De existir desacuerdo entre las partes respecto al finiquito, o bien, el contratista no acuda con la dependencia o entidad para su elaboración dentro del plazo señalado en el contrato, ésta procederá a elaborarlo, debiendo comunicar su resultado al contratista dentro de un plazo de diez días naturales, contado a partir de su emisión; una vez notificado el resultado de dicho finiquito al contratista, éste tendrá un plazo de quince días naturales para alegar lo que a su derecho corresponda, si transcurrido este plazo no realiza alguna gestión, se dará por aceptado.

Determinado el saldo total, la dependencia o entidad pondrá a disposición del contratista el pago correspondiente, mediante su ofrecimiento o la consignación respectiva, o bien, solicitará el reintegro de los importes resultantes; debiendo, en forma simultánea, levantar el acta administrativa que dé por extinguidos los derechos y obligaciones asumidos por ambas partes en el contrato.

ARTÍCULO 65.- A la conclusión de las obras públicas, las dependencias y, en su caso, las entidades, deberán registrar en las oficinas de Catastro y del Registro Público de la Propiedad de las entidades federativas, los títulos de propiedad correspondientes de aquellos inmuebles que se hayan adquirido con motivo de la construcción de las obras públicas, y en su caso deberán remitir a la Contraloría los títulos de propiedad para su inscripción en el Registro Público de la Propiedad Federal y su inclusión en el Catálogo e Inventario de los Bienes y Recursos de la Nación.

ARTÍCULO 66.- Concluidos los trabajos, el contratista quedará obligado a responder de los defectos que resultaren en los mismos, de los vicios ocultos y de cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido, en los términos señalados en el contrato respectivo y en la legislación aplicable.

Los trabajos se garantizarán durante un plazo de doce meses por el cumplimiento de las obligaciones a que se refiere el párrafo anterior, por lo que previamente a la recepción de los trabajos, los contratistas, a su elección, deberán constituir fianza por el equivalente al diez por ciento del monto total ejercido de los trabajos; presentar una carta de crédito irrevocable por el equivalente al cinco por ciento del monto total ejercido de los trabajos, o bien, aportar recursos líquidos por una cantidad equivalente al cinco por ciento del mismo monto en fideicomisos especialmente constituidos para ello.

Los recursos aportados en fideicomiso deberán invertirse en instrumentos de renta fija.

Los contratistas, en su caso, podrán retirar sus aportaciones en fideicomiso y los respectivos rendimientos, transcurridos doce meses a partir de la fecha de recepción de los trabajos. En igual plazo quedará automáticamente cancelada la fianza o carta de crédito irrevocable, según sea el caso.

Quedarán a salvo los derechos de las dependencias y entidades para exigir el pago de las cantidades no cubiertas de la indemnización que a su juicio corresponda, una vez que se hagan efectivas las garantías constituidas conforme a este artículo.

En los casos señalados en los artículos 42, fracciones IX y X, y 43 de esta Ley, el servidor público que haya firmado el contrato, bajo su responsabilidad, podrá exceptuar a los contratistas de presentar la garantía a que se refiere este artículo.

ARTÍCULO 67.- El contratista será el único responsable de la ejecución de los trabajos y deberá sujetarse a todos los reglamentos y ordenamientos de las autoridades competentes en materia de construcción, seguridad, uso de la vía pública, protección ecológica y de medio ambiente que rijan en el ámbito federal, estatal o municipal, así como a las instrucciones que al efecto le señale la dependencia o entidad. Las responsabilidades y los daños y perjuicios que resultaren por su inobservancia serán a cargo del contratista.

ARTÍCULO 68.- Una vez concluida la obra o parte utilizable de la misma, las dependencias o entidades vigilarán que la unidad que debe operarla reciba oportunamente de la responsable de su realización, el inmueble en condiciones de operación, los planos correspondientes a la construcción final, las normas y especificaciones que fueron aplicadas durante su ejecución, así como los manuales e instructivos de operación y mantenimiento correspondientes y los certificados de garantía de calidad y funcionamiento de los bienes instalados.

ARTÍCULO 69.- Las dependencias y entidades bajo cuya responsabilidad quece una obra pública concluida, estarán obligadas, por conducto del área responsable de su operación, a mantenerla en niveles apropiados de funcionamiento. Los órganos internos de control vigilarán que su uso, operación y mantenimiento se realice conforme a los objetivos y acciones para las que fueron originalmente diseñadas.

TITULO QUINTO DE LA ADMINISTRACION DIRECTA

CAPITULO UNICO

ARTÍCULO 70.- Cumplidos los requisitos establecidos en el artículo 24 de esta Ley, las dependencias y entidades podrán realizar trabajos por administración directa, siempre que posean la capacidad técnica y los elementos necesarios para tal efecto, consistentes en maquinaria y equipo de construcción y personal técnico, según el caso, que se requieran para el desarrollo de los trabajos respectivos y podrán:

- I. Utilizar la mano de obra local que se requiera, lo que invariablemente deberá llevarse a cabo por obra determinada;
- II. Alquilar el equipo y maquinaria de construcción complementario;
- III. Utilizar preferentemente los materiales de la región, y
- IV. Utilizar los servicios de fletes y acarreos complementarios que se requieran.

En la ejecución de los trabajos por administración directa, bajo ninguna circunstancia podrán participar terceros como contratistas, sean cuales fueren las condiciones particulares, naturaleza jurídica o modalidades que éstos adopten.

Cuando se requieran equipos, instrumentos, elementos prefabricados terminados, materiales u otros bienes que deban ser instalados, montados, colocados o aplicados, su adquisición se regirá por las disposiciones correspondientes a tal materia.

ARTÍCULO 71.- Previamente a la realización de los trabajos por administración directa, el titular del área responsable de la ejecución de los trabajos emitirá el acuerdo respectivo, del cual formarán parte, entre otros aspectos, la descripción pormenorizada de los trabajos que se deban ejecutar, los proyectos, planos, especificaciones, programas de ejecución y suministro y el presupuesto correspondiente.

Los órganos internos de control en las dependencias y entidades, previamente a la ejecución de los trabajos por administración directa, verificarán que se cuente con el presupuesto correspondiente y los programas de ejecución, de utilización de recursos humanos y, en su caso, de utilización de maquinaria y equipo de construcción.

ARTÍCULO 72.- La ejecución de los trabajos estará a cargo de la dependencia o entidad a través de la residencia de obra; una vez concluidos los trabajos por administración directa, deberá entregarse al área responsable de su operación o mantenimiento. La entrega deberá constar por escrito.

ARTÍCULO 73.- La dependencia o entidad deberá prever y proveer todos los recursos humanos, técnicos, materiales y económicos necesarios para que la ejecución de los trabajos se realice de conformidad con lo previsto en los proyectos, planos y especificaciones técnicas; los programas de ejecución y suministro y los procedimientos para llevarlos a cabo.

En la ejecución de los trabajos por administración directa serán aplicables, en lo procedente, las disposiciones de esta Ley.

TITULO SEXTO DE LA INFORMACION Y VERIFICACION ..

CAPITULO UNICO

ARTÍCULO 74.- La forma y términos en que las dependencias y entidades deberán remitir a la Contraloría, a la Secretaría y a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial la información relativa a los actos y contratos materia de esta Ley, serán establecidos por dichas Secretarías, en el ámbito de sus respectivas atribuciones.

La información a que se refiere el último párrafo del artículo 27 de esta Ley deberá remitirse por las dependencias y entidades a la Contraloría, a través de medios magnéticos o remotos de comunicación electrónica, conforme a las disposiciones administrativas que para tal efecto establezca la propia Contraloría.

Las dependencias y entidades conservarán en forma ordenada y sistemática toda la documentación comprobatoria de los actos y contratos materia de este ordenamiento, cuando menos por un lapso de tres años, contados a partir de la fecha de su recepción; excepto la documentación contable, en cuyo caso se estará a lo previsto en las disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 75.- La Contraloría, en el ejercicio de sus facultades, podrá verificar, en cualquier tiempo, que las obras públicas y servicios relacionados con las mismas se realicen conforme a lo establecido en esta Ley o en otras disposiciones aplicables. Si la Contraloría determina la nulidad total del procedimiento de contratación por causas imputables a la convocante, la dependencia o entidad reembolsará a los licitantes los gastos no recuperables en que hayan incurrido, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con la operación correspondiente.

La Contraloría podrá realizar las visitas e inspecciones que estime pertinentes a las dependencias y entidades que realicen obras públicas y servicios relacionados con las mismas, e igualmente podrá solicitar a los servidores públicos y a los contratistas que participen en ellos todos los datos e informes relacionados con los actos de que se trate.

ARTÍCULO 76.- La Contraloría podrá verificar la calidad de los trabajos a través de los laboratorios, instituciones educativas y de investigación o con las personas que determine, en los términos que establece la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y que podrán ser aquéllos con los que cuente la dependencia o entidad de que se trate.

El resultado de las comprobaciones se hará constar en un dictamen que será firmado por quien haya hecho la comprobación, así como por el contratista y el representante de la dependencia o entidad respectiva, si hubieren intervenido. La falta de firma del contratista no invalidará dicho dictamen.

TITULO SEPTIMO DE LAS INFRACCIONES Y SANCCIONES

CAPITULO UNICO

ARTÍCULO 77.- Los licitantes o contratistas que infrinjan las disposiciones de esta Ley, serán sancionados por la Contraloría con multa equivalente a la cantidad de cincuenta hasta mil veces el salario mínimo general vigente en el Distrito Federal elevado al mes, en la fecha de la infracción.

ARTÍCULO 78.- La Contraloría, además de la sanción a que se refiere el artículo anterior, inhabilitará temporalmente para participar en procedimientos de contratación o celebrar contratos regulados por esta Ley, al licitante o contratista que se encuentre en alguno de los supuestos siguientes:

- I. Los licitantes que injustificadamente y por causas imputables a los mismos no formalicen el contrato adjudicado por la convocante;
- II. Los contratistas que se encuentren en la fracción III del artículo 51 de este ordenamiento, respecto de dos o mas dependencias o entidades;

III. Los contratistas que no cumplan con sus obligaciones contractuales por causas imputables a ellos y que, como consecuencia, causen daños o perjuicios graves a la dependencia o entidad de que se trate, y

IV. Los licitantes o contratistas que proporcionen información falsa, o que actúen con dolo o mala fe en algún procedimiento de contratación, en la celebración del contrato o durante su vigencia, o bien, en la presentación o desahogo de una queja en una audiencia de conciliación o de una inconformidad.

La inhabilitación que imponga no será menor de tres meses ni mayor de cinco años, plazo que comenzará a contarse a partir del día siguiente a la fecha en que la Contraloría la haga del conocimiento de las dependencias y entidades, mediante la publicación de la circular respectiva en el Diario Oficial de la Federación.

Las dependencias y entidades, dentro de los quince días siguientes a la fecha en que tengan conocimiento de alguna infracción a las disposiciones de esta Ley, remitirán a la Contraloría la documentación comprobatoria de los hechos presumiblemente constitutivos de la infracción,

ARTÍCULO 79.- La Contraloría impondrá las sanciones considerando:

- I. Los daños o perjuicios que se hubieren producido o puedan producirse;
- II. El carácter intencional o no de la acción u omisión constitutiva de la infracción;
- III. La gravedad de la infracción, y
- IV. Las condiciones del infractor.

La Contraloría impondrá las sanciones administrativas de que trata este Título, con base en las disposiciones relativas de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

ARTÍCULO 80.- La Contraloría aplicará las sanciones que procedan, conforme a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos, a los servidores públicos que infrinjan las disposiciones de este ordenamiento.

ARTÍCULO 81.- Las responsabilidades a que se refiere la presente Ley serán independientes de las de orden civil o penal que puedan derivar de la comisión de los mismos hechos.

ARTÍCULO 82.- Cuando se haya incurrido en infracción por causa de fuerza mayor o de caso fortuito, o cuando se observe en forma espontánea el precepto que se hubiese dejado de cumplir, no se impondrán sanciones. No se considerará que el cumplimiento es espontáneo cuando la omisión sea descubierta por las autoridades o medie requerimiento, visita, excitativa o cualquier otra gestión efectuada por las mismas.

TITULO OCTAVO DE LAS INCONFORMIDADES Y DEL PROCEDIMIENTO DE CONCILIACION

CAPITULO PRIMERO DE LAS INCONFORMIDADES

ARTÍCULO 83.- Las personas interesadas podrán inconformarse ante la Contraloría por cualquier acto del procedimiento de contratación que contravenga las disposiciones que rigen las materias objeto de esta Ley.

La inconformidad será presentada, a elección del promovente, por escrito o a través de medios remotos de comunicación electrónica que al efecto establezca la Contraloría, dentro de los diez días hábiles siguientes a aquél en que ocurra el acto o el inconforme tenga conocimiento de éste.

Transcurrido el plazo establecido en este artículo, precluye para los interesados el derecho a inconformarse, sin perjuicio de que la Contraloría pueda actuar en cualquier tiempo en términos de ley.

Lo anterior, sin perjuicio de que las personas interesadas previamente manifiesten a la Contraloría las

irregularidades que a su juicio se hayan cometido en el procedimiento de contratación, a fin de que las mismas se corrijan

La falta de acreditamiento de la personalidad del promovente será causa de desechamiento.

ARTÍCULO 84.- En la inconformidad que se presente en los términos a que se refiere este Capítulo, el promovente deberá manifestar, bajo protesta de decir verdad, los hechos que le consten relativos al acto o actos que aduce son irregulares y acompañar la documentación que sustente su petición. La falta de protesta indicada será causa de desechamiento de la inconformidad.

La manifestación de hechos falsos se sancionará conforme a las disposiciones de esta Ley y a las demás que resulten aplicables.

Cuando una inconformidad se resuelva como no favorable al promovente por resultar notoriamente improcedente y se advierta que se hizo con el único propósito de retrasar y entorpecer la continuación del procedimiento de contratación; se le impondrá multa conforme lo establece el artículo 77 de esta Ley.

ARTÍCULO 85.- En las inconformidades que se presenten a través de medios remotos de comunicación electrónica, deberán utilizarse medios de identificación electrónica en sustitución de la firma autógrafa.

Dichas inconformidades, la documentación que las acompañe y la manera de acreditar la personalidad del promovente, se sujetarán a las disposiciones técnicas que para efectos de la transmisión expida la Contraloría, en cuyo caso producirán los mismos efectos que las leyes otorgan a los medios de identificación y documentos correspondientes.

ARTÍCULO 86.- La Contraloría podrá de oficio o en atención a las inconformidades a que se refiere el artículo 83 del presente ordenamiento, realizar las investigaciones que resulten pertinentes, a fin de verificar que los actos de cualquier procedimiento de contratación se ajustan a las disposiciones de esta Ley, dentro de un plazo que no excederá de treinta días hábiles contados a partir de la fecha en que tenga conocimiento del acto irregular. Transcurrido dicho plazo, deberá emitir la resolución correspondiente dentro de los treinta días hábiles siguientes.

La Contraloría podrá requerir información a las dependencias o entidades correspondientes, quienes deberán remitirla dentro de los diez días naturales siguientes a la recepción del requerimiento respectivo.

Una vez admitida la inconformidad o iniciadas las investigaciones, la Contraloría deberá hacerlo del conocimiento de terceros que pudieran resultar perjudicados, para que dentro del término a que alude el párrafo anterior manifieste lo que a su interés convenga. Transcurrido dicho plazo sin que el tercero perjudicado haga manifestación alguna, se tendrá por precluido su derecho.

Durante la investigación de los hechos a que se refiere este artículo, la Contraloría podrá suspender el procedimiento de contratación, cuando:

I. Se advierta que existan o pudieren existir actos contrarios a las disposiciones de esta Ley o a las que de ella deriven, o bien, que de continuarse con el procedimiento de contratación pudiera producirse daños o perjuicios a la dependencia o entidad de que se trate, y

II. Con la suspensión no se cause perjuicio al interés social y no se contravengan disposiciones de orden público. La dependencia o entidad deberá informar dentro de los tres días hábiles siguientes a la notificación de la suspensión, aportando la justificación del caso, si con la misma no se causa perjuicio al interés social o bien, se contravienen disposiciones de orden público, para que la Contraloría resuelva lo que proceda.

Cuando sea el inconforme quien solicite la suspensión, éste deberá garantizar los daños y perjuicios que pudiera ocasionar, mediante fianza por el monto que fije la Contraloría, de conformidad con los lineamientos que al efecto expida; sin embargo, el tercero perjudicado podrá dar contrafianza equivalente a

la que corresponda a la fianza, en cuyo caso quedará sin efecto la suspensión.

ARTÍCULO 87.- La resolución que emita la Contraloría tendrá por consecuencia:

- I. La nulidad del acto o actos irregulares estableciendo, cuando proceda, las directrices necesarias para que el mismo se reponga conforme a esta Ley;
- II. La nulidad total del procedimiento, o
- III. La declaración relativa a lo infundado de la inconformidad.

ARTÍCULO 88.- En contra de la resolución de inconformidad que dicte la Contraloría, se podrá interponer el recurso que establece la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, o bien, impugnarla ante las instancias jurisdiccionales competentes.

CAPITULO SEGUNDO DEL PROCEDIMIENTO DE CONCILIACION

ARTÍCULO 89.- Los contratistas podrán presentar quejas ante la Contraloría, con motivo del incumplimiento de los términos y condiciones pactados en los contratos que tengan celebrados con las dependencias y entidades.

Una vez recibida la queja respectiva, la Contraloría señalará día y hora para que tenga verificativo la audiencia de conciliación y citará a las partes. Dicha audiencia se deberá celebrar dentro los quince días hábiles siguientes a la fecha de recepción de la queja.

La asistencia a la audiencia de conciliación será obligatoria para ambas partes, por lo que la inasistencia por parte del contratista traerá como consecuencia el tenerlo por desistido de su queja.

ARTÍCULO 90.- En la audiencia de conciliación, la Contraloría tomando en cuenta los hechos manifestados en la queja y los argumentos que hiciere valer la dependencia o entidad respectiva, determinará los elementos comunes y los puntos de controversia y exhortará a las partes para conciliar sus intereses, conforme a las disposiciones de esta Ley, sin prejuzgar sobre el conflicto planteado.

En caso de que sea necesario, la audiencia se podrá realizar en varias sesiones. Para ello, la Contraloría señalará los días y horas para que tengan verificativo. El procedimiento de conciliación deberá agotarse en un plazo no mayor de sesenta días hábiles contados a partir de la fecha en que se haya celebrado la primera sesión.

De toda diligencia deberá levantarse acta circunstanciada, en la que consten los resultados de las actuaciones.

ARTÍCULO 91.- En el supuesto de que las partes lleguen a una conciliación, el convenio respectivo obligará a las mismas, y su cumplimiento podrá ser demandado por la vía judicial correspondiente. En caso contrario, quedarán a salvo sus derechos, para que los hagan valer ante los tribunales federales.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- La presente Ley entrará en vigor sesenta días después al de su publicación en el *Diario Oficial* de la Federación.

SEGUNDO.- Se deroga la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, en lo relativo a las disposiciones en materia de obra pública.

TERCERO.- Las disposiciones administrativas expedidas en esta materia, vigentes al momento de la publicación de este ordenamiento, se seguirán aplicando en todo lo que no se opongan a la presente Ley, en tanto se expiden las que deban sustituirlas.

CUARTO.- El Ejecutivo Federal expedirá el Reglamento de esta Ley en un plazo no mayor a 120 días naturales, contados a partir del día siguiente al en que entre en vigor el presente ordenamiento.

QUINTO.- Los procedimientos de contratación; de aplicación de sanciones y de inconformidades, así como los demás asuntos que se encuentren en trámite o pendiente de resolución se tramitarán y resolverán conforme a las disposiciones vigentes al momento en que se iniciaron.

Los contratos de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas que se encuentren vigentes al entrar en vigor esta Ley, continuarán regidiéndose por las disposiciones vigentes en el momento en que se celebraron.

Las rescisiones administrativas que por causas imputables al contratista se hayan determinado de acuerdo con lo dispuesto en la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, se continuarán considerando para los efectos de los artículos 51, fracción III, y 78, fracción II, de esta Ley.

Integrantes de la Comisión con voto a favor

Reunión celebrada el día 20 de abril de 1999, a las 9 horas, salón *Presidentes*.

Dip. Angelina Muñoz Fernández PRI, (rúbrica); dip. Wilber H. Chi Góngora PRI (rúbrica); dip. Margarita Chávez Murguía PAN (rúbrica); dip. Rufino Contreras Velázquez PRD; dip Jaime Basañez Trevethan PRI; dip. Agapito Domínguez Lacroix PRI (rúbrica); dip. Antonio Esper Bujaidar PRI; dip. Francisco Fernández Arteaga PRI (rúbrica); dip. Antonia Mónica García Velázquez PRI (rúbrica); dip. Fernando Gómez Esparza PRI (rúbrica); dip. Luis Alejandro Guevara Cobos PRI (rúbrica); dip. Noemí Zoila Guzmán Lagunes PRI (rúbrica); dip. José E. Manrique Villareal PRI (rúbrica); dip. Raúl Martínez Almazán PRI (rúbrica); dip Martha Palafox Gutiérrez PRI; dip. Oscar González Rodríguez PRI; dip. Juan Ignacio Fuentes Larios PAN; dip. José Ricardo Ortiz Gutiérrez PAN (rúbrica); dip Manuel C. Peñuñuri Noriega PAN (rúbrica); dip. Jorge Humberto Zamarripa Díaz PAN (rúbrica); dip. Samuel G. Villanueva García PAN (rúbrica); dip. Fernando Covarrubias Zavala PAN (rúbrica); dip. Fernando Elías Hernández M. PRD; dip. Antonio Lagunas Angel PRD; dip. Anastacio Solís Lezo PRD; dip. Sergio Valdés Arias PRD; dip. Verónica Velasco Rodríguez PVEM; dip. David Ricardo Cervantes Peredo PRD (rúbrica).



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN
DE CARRETERAS**

MÓDULO IV

**SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD
DE CARRETERAS**

TEMA

PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE MATERIALES

(ACERO, MADERA, NEOPRENO, GEOTEXTILES)

**ING. JORGE LÓPEZ VICENTE
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE 1999**

CAPITULO V

1. EVALUACION DE LOS METODOS PROPUESTOS POR SHRP "STRATEGIC HIGHWAY RESEACH PROGRAM", PROGRAMA ESTRATEGICO DE DESARROLLO DE CARRETERAS.

Desde hace tiempo, se ha tenido el problema de definir y de tener una buena selección de métodos de ensaye. que aseguren la calidad de un ligante asfáltico para un pavimento que garantice durabilidad y resistencia a las cargas, temperaturas, tránsito y envejecimiento.

Considerando en tiempo, desarrollo así como en origen de las especificaciones de los asfaltos para pavimentos se tienen dos etapas en las cuales, en la primera de hace alrededor de 60 años se tenía un número pequeño de pruebas: penetración, punto de encendido, viscosidad Saybolt, ductilidad y el punto de reblandecimiento, se consideraba como suficiente para las condiciones de la época dado que se tenían asfaltos muy conocidos como eran los de Texas, California, México y Venezuela y su comportamiento en las condiciones de tránsito, envejecimiento, cargas, etc., era satisfactorio, pero posteriormente empezaron a tenerse más fuentes de abastecimiento de crudos, sistemas más sofisticados de refinación, así como un mayor requerimiento estructural de las capas de pavimentos asfálticos, lo que se tradujo en que aquellos métodos de laboratorio ya no eran los adecuados y se buscaron otros métodos de control de calidad para poder clasificarlos y tratar de adecuar su uso.

Los métodos de ensaye que se incorporaron fueron los de fragilidad FRASS, viscosidad absoluta, cinemática y brookfield, así como las de película delgada como fue primero el de TFOT y posteriormente el de RTFOT, que además de determinar una pérdida por calentamiento equivalente a los procesos de elaboración de los pavimentos, se pudieran efectuar ensayos después para compararlos.

Con lo anteriormente mencionado y las nuevas pruebas que se incorporaron, se hace más fácil la caracterización de un asfalto, pero se seguía adoleciendo de tener una compatibilidad entre los resultados de laboratorio y el comportamiento real del asfalto en la obra.

En el rango de altas temperaturas de servicio se tiene la viscosidad capilar absoluta a 60°C, la cual no es adecuada para algunos tipos de asfalto y no sirve para asfaltos envejecidos ni modificados con polímeros.

Actualmente no existen ensayos confiables que puedan fijar parámetros para clasificar el asfalto a bajas temperaturas.

El único método que se supone que evalúa las características internas del asfalto es el de la ductilidad, el cual tiene limitaciones ya que varía de un ensayo a otro, su valor es dudoso y no tiene relación con el comportamiento de una mezcla asfáltica a corto y largo plazo.

No existía una prueba que nos indicara el comportamiento a largo plazo del asfalto, sino únicamente en su etapa inicial, las únicas opciones para medir la susceptibilidad térmica de los asfaltos es mediante el índice de penetración o el coeficiente logarítmico de temperatura, pero no determinan el comportamiento a largo plazo

Por lo anterior y dado que los asfaltos cada vez tienen menor durabilidad, así como las mezclas asfálticas y otros materiales, se implementó el programa SHRP para seleccionar en el caso que nos ocupa, asfaltos idóneos para cada lugar de acuerdo a las condiciones y la disponibilidad de los mismos ya sean naturales o modificados. El programa sugerido es el siguiente:

- 1.1 Determinar las propiedades fundamentales de los asfaltos, las causas de falla de estos y de las mezclas asfálticas.
- 1.2 Identificar por regiones las temperaturas máximas y mínimas de diseño a las que estarán sujetos los pavimentos.
- 1.3 Correlacionar las fallas de los pavimentos y las propiedades de los asfaltos.
- 1.4 Determinar las cargas en peso, intensidad y los tiempos en que estas actúan en los pavimentos

1.5 Selección de los métodos de ensaye adecuados que midan realmente las propiedades al asfalto, así como su comportamiento en el campo.

1.6 Seleccionar pruebas que puedan sustituir a otros cuando sea necesario, por normas y disponibilidades de equipo.

1.7 Determinar que las nuevas especificaciones, puedan ser correlacionadas con las fallas de los pavimentos flexibles, medidos bajo las condiciones de tránsito y de lugar donde son colocados.

2. CUAL ES EL CONCEPTO DE LAS ESPECIFICACIONES PARA CEMENTOS ASFALTICOS DE SHRP.

2.1 Determinar mediante un estudio en el que se consideren todas las fallas de los pavimentos y su relación con las propiedades físicas de los asfaltos para poder tener un parámetro; y con este determinar que valores límite pueden ser fijados a dichas propiedades.

2.2 Los mecanismos de falla, que preocupan en las mezclas asfálticas de un pavimento están referidas a lo siguiente:

- a. Grietas o fisuras por contracciones de baja temperatura.
- b. Grietas por fatiga debido a las cargas dinámicas en intensidad y tipo de carga.
- c. Deformación plástica en las capas asfálticas "Roderas" por falta de capacidad estructural o altas temperaturas de pavimento.
- d. Envejecimiento prematuro del asfalto debido a la acción de los agentes atmosféricos junto con la calidad propia del asfalto.
- e. Daños por la presencia de humedad en el asfalto, debido a lluvias, congelamiento, humedad ambiente, etc.
Pero este concepto se dejó para su análisis en el capítulo de mezclas asfálticas, ya que estos daños son resultantes de la inter-relación del agregado-asfalto.

2.3 Climatología: Las condiciones ambientales y del lugar donde se coloca el pavimento, tiene una gran influencia en la temperatura a que van a trabajar los pavimentos asfálticos y esto redundo en la resistencia que ofrecen durante su vida de servicio por lo que se consideró que era necesario incorporarlo dentro de las normas SHRP.

Para esto se recomendó la temperatura mínima de un día de pavimento para seleccionar un asfalto que resista a la fractura o rigidez "Thermal Craking".

La temperatura máxima y el promedio de los siete días seguidos de máxima temperatura durante el año para evitar deformaciones permanentes; se determinó que era necesario contar con los datos meteorológicos que se tuvieron durante los últimos 50 años de las estaciones meteorológicas

El problema surgía en que se obtenía la temperatura del aire más no así la del pavimento; sin embargo puede ser transformado a temperaturas máximas y mínimas, mediante fórmulas matemáticas.

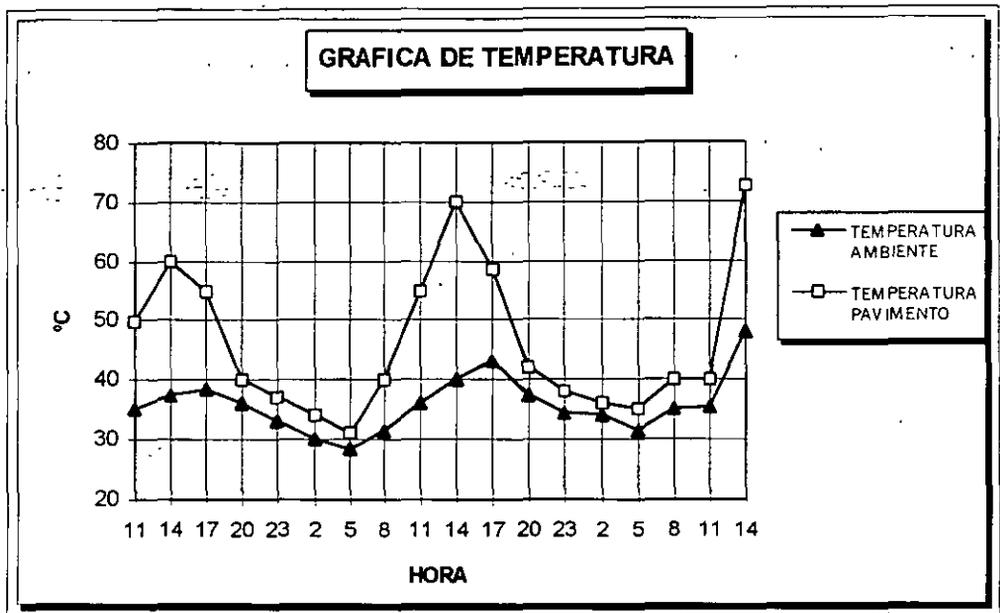


FIGURA 13

DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURA DEL PAVIMENTO Y TEMPERATURA DEL AIRE

El sistema que se siguió para esto fue el siguiente:

- a. Para el caso de la temperatura mínima, se tomó durante un promedio de 30 años de cada lugar, cada año la más baja y se determinó la media de todas las más bajas temperaturas, la desviación estándar de ellas y el número de años, con esto se llegó a la fórmula siguiente para determinar la temperatura más baja del pavimento en la superficie.

$$T_{\text{min.}} = 0.859 T_{\text{aire}} + 1.7$$

donde:

T min. = Temperatura mínima del pavimento en ° C.
 T aire = temperatura mínima del aire en los últimos 30 años en un día.

- b. Para la temperatura máxima del pavimento que esta inter-relacionada con las deformaciones permanentes del pavimento, se tomó el dato de cada año de los últimos 30 años o los disponibles, en los cuales se determinó los 7 días más calurosos de cada año, calculando en forma progresiva y el primer día puede ser cambiado por otro día de máxima temperatura y que se agrega al final y se selecciona el más alto promedio de los últimos 30 años de los registros existentes, para determinar la temperatura máxima del pavimento se considera a una profundidad de 20 mm. de la superficie del pavimento y se determina por la siguiente fórmula:

$$T_{20 \text{ mm}} = (T_{\text{aire}} - 0.0618 \text{ Lat}^2 + 0.2,289 \text{ lat} + 42.2) (0.9545) - 17.78$$

donde:

T 20 mm = Temperatura máxima de diseño a una profundidad de 20 mm.
 T aire = Promedio de 7 días de temperatura máxima del aire máximo.
 Lat = Latitud geográfica del lugar en grados

3. REOLOGIA.

La mayoría de las pruebas aceptadas y normadas por SHRP, están basadas en la reologia por lo que daremos una breve explicación de la misma.

Reología es la ciencia de la deformación y el flujo de la materia, por lo que cualquier material sometido a un esfuerzo cortante suficiente es capaz de deformarse y fluir.

La mecánica racional considera los cuerpos como indeformables y la mecánica elástica los asimila a sólidos elásticos, de acuerdo a la ley de Hooke.

La reología considera el caso en que las deformaciones producidas por un agente exterior están íntimamente ligadas al factor del tiempo.

Los asfaltos por ser sistemas coloidales tienen propiedades reológicas especiales, por lo que se adaptan a una gran variedad de usos. Al conocer dichas propiedades hace posible una correcta clasificación, así como poder elegir el material más adecuado.

El comportamiento reológico de un material está sujetos a las variables: **temperatura, presión, tiempo, esfuerzo cortante y velocidad de deformación.** Al determinar los índices reológicos, podemos tener las tres primeras como constantes y obtener unos diagramas denominados "Curvas de Consistencia", que representa el gradiente de velocidad en función del esfuerzo cortante, que hace fluir el material a la velocidad del gradiente.

Cuando un fluido se somete a la acción de una fuerza se deforma y fluye, una parte de la energía se transforma en energía cinemática "**almacenada**", y otra parte más o menos grande se disipa en forma de energía calorífica siendo esta la que determina la viscosidad, la cual varía de acuerdo a la energía disipada.

Newton definió el concepto de viscosidad y su hipótesis, en que un líquido en movimiento que se desliza a una velocidad constante ejerce una fuerza "f" sobre otro situado a una distancia "δy" cuya velocidad difiere en "δv", por lo que se tiene la ecuación:

$$f = \eta S \frac{\delta v}{\delta y}$$

siendo:

η = Constante de fluido en movimiento.

S = Superficie de las capas.

η = Constante de fluido en movimiento que es la fuerza necesaria por unidad de área para mantener la diferencia de velocidad.

La inversa de la η se llama fluidez y se representa por ϕ

$$\text{donde: } \phi = \frac{1}{\eta}$$

El incremento de la velocidad "δv" de un plano respecto a otro situado a la distancia "δy" medido perpendicularmente a la dirección de velocidad $\delta v / \delta y$ se le denomina "Gradiente de velocidad" y se le denomina y se le identifica como la velocidad de deformación angular de y/dt

Los fluidos donde existe una relación proporcional entre el esfuerzo cortante y el gradiente de velocidad D, se les denomina líquidos newtonianos, y se representa por una recta en el diagrama, este comportamiento es común en algunos asfaltos de la zona de Panuco en México.

Por lo general la mayoría de los asfaltos son líquidos no newtonianos que por no ser fluidos muestran variaciones en la viscosidad y su comportamiento entre un líquido y un sólido, requiriéndose un esfuerzo cortante-crítico para que empiece a fluir llamado límite de fluencia, por lo que abajo de este valor se comporta como sólido y arriba como líquido y su ecuación es la siguiente:

$$\sigma - \sigma_c = \mu \frac{\delta v}{\delta y}$$

Por lo que un material plástico tiene dos constantes independientes, la viscosidad que da propiedades newtonianas de líquidos y el límite de fluencia que nos determina la carga máxima que puede soportar sin que se produzcan deformaciones con velocidad constante y se denominan plásticos o bighanmianos.

Existen otros tipos de fluidos denominados pseudoplásticos al cual pertenecen los asfaltos modificados los cuales no tienen un límite de fluencia, no medible y su gradiente de velocidad no es directamente proporcional a la tensión aplicada, sino que crece más rápidamente y sus variables están regidas por una ecuación más compleja y dentro de este comportamiento se encuentran los asfaltos sopladados, modificados, recuperados y algunos asfaltos después de la prueba de envejecimiento en la película delgada, transformándose los comportamientos newtonianos en pseudoplásticos.

La realidad es que los materiales pseudoplásticos ocupan una posición intermedia entre los newtonianos y los plásticos.

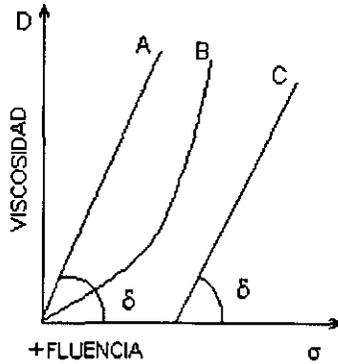


DIAGRAMA REOLOGICO
FIGURA 14

- A = Líquido Newtoniano
- B = Fluido Pseudoplástico
- C = Fluido Plástico

Por otra parte al tratar de representar la visco-elasticidad como una relación podemos tener las siguientes condiciones:

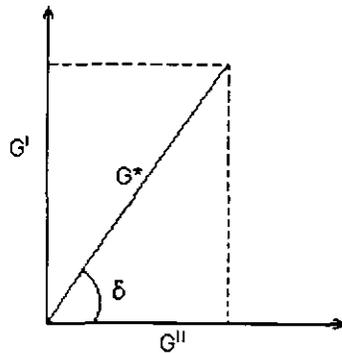


DIAGRAMA VISCOELASTICO
FIGURA 15

donde.

G' = Componente de viscosidad (energía disipada)

G'' = Componente Elástico (energía almacenada)

δ = Ángulo Fase

G^* = Módulo Complejo SHRP

$G^*/\sin \delta$ = Módulo Complejo SHRP entre seno δ

$G^*\sin \delta$ = Módulo Complejo por seno δ

Estos son los parámetros para la prueba de reología de corte directo.

4. ENSAYES SELECCIONADOS POR SHRP PARA CEMENTOS ASFALTICOS.

De acuerdo a lo anteriormente mencionado, el desarrollo de nuevas especificaciones, que estuvieran relacionadas con el comportamiento de los asfaltos en la obra, requiere de la selección de las propiedades físicas del asfalto que están estrechamente vinculadas con las formas de falla de un pavimento, de acuerdo a los principios de ingeniería.

Los ensayos seleccionados miden las propiedades reológicas a altas temperaturas como son las de elaboración de la mezcla asfáltica en las etapas de calentamiento, bombeo, mezclado, tendido y compactación, a altas temperaturas de servicio en la obra, como temperaturas intermedias y bajas temperaturas de servicio en la obra, para que pueda ser homologados a los requerimientos necesarios.

Estos ensayos y su designación y característica de norma se indican en la tabla siguiente:

ENSAYES UTILIZADOS POR SHRP PARA CEMENTOS ASFALTICOS

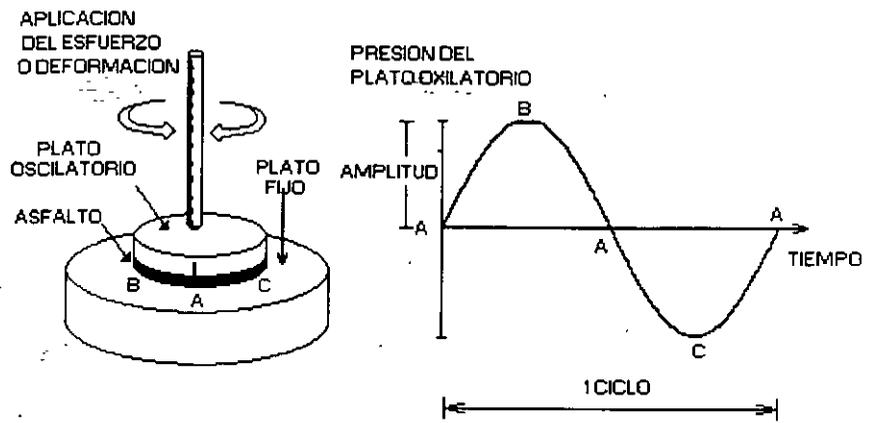
PRUEBA	DETERMINA	NORMA	
Punto de encendido "SP"	Temperatura de Riesgo	ASTM D-9290	AASHTO T-48
Viscosidad coaxial rotacional Coaxial Brookfield " V.B."	Viscosidad a altas temperaturas	ASTM D-4402	AASHTO TP-48
Reómetro de corte dinámico "DSR"	G^* y δ a altas y medias temperaturas	SHRP B-003	AASHTO TP-5
Envejecimiento en película delgada rolada "RTFOT"	Envejecimiento a corto plazo	ASTM D-2872	AASHTO T-240
Envejecimiento en el molde de presión "PAV"	Envejecimiento a largo plazo	SHRP D-005	AASHTO PP-1
Ensayo de tensión directa "DTT"	Deformación a la ruptura por tensión a baja temperatura	SHRP B-006	AASHTO TP-7
Reómetro de flexión por viga de apoyos "BBR"	$S(t)$ y m a baja temperatura	SHRP B-002	AASHTO TP-1

TABLA 1

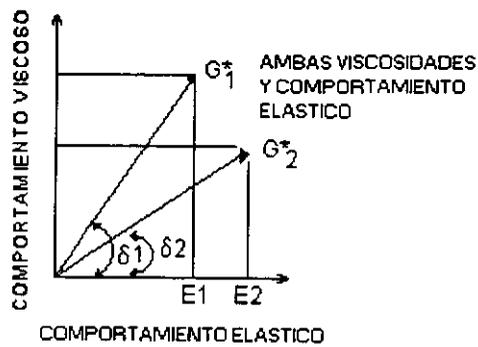
Los dos primeros ensayos son de todos conocidos y se anexan por razones de calidad y de seguridad, por lo que nos referiremos a los otros métodos de ensaye.

4.1 REOMETRO DE CORTE DINAMICO. DSR.

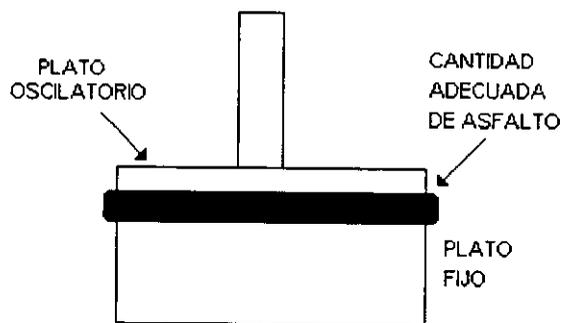
Este equipo permite medir el módulo complejo de corte (G^*) y el ángulo de fase (δ) a diferentes temperaturas y tiempos de esfuerzo, expresando a este último en radianes por segundo. Como los esfuerzos responsables de la deformación plástica del asfalto son los de corte, la reología en corte simple es la técnica más adecuada para prevenir deformaciones permanentes del ligante. La muestra de asfalto es colocada entre dos placas paralelas con espesor de 2 mm. y diámetro de 25 mm. para altas temperaturas, o espesor de 1 mm. y diámetro de 8 mm. para temperaturas intermedias. Se aplica una frecuencia de oscilación de 10 radianes/segundo (1.59 Hz.)



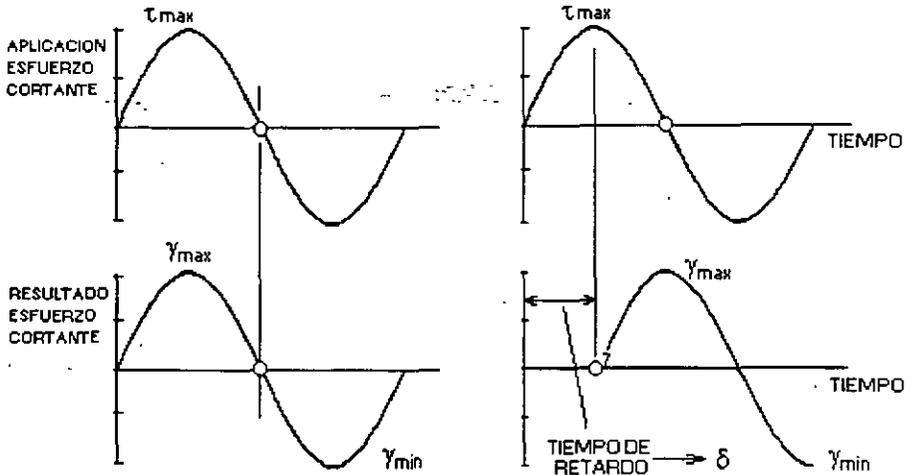
OPERACION DEL REOMETRO DINAMICO DE CORTE
FIGURA 16.1



COMPORTAMIENTO VISCOELASTICO
FIGURA 16.2

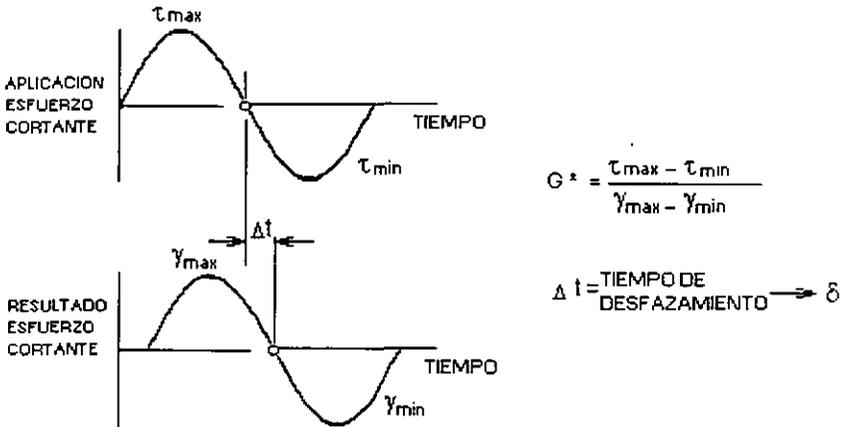


MUESTRA DE ASFALTO COLOCADA EN DRS
FIGURA 16.3



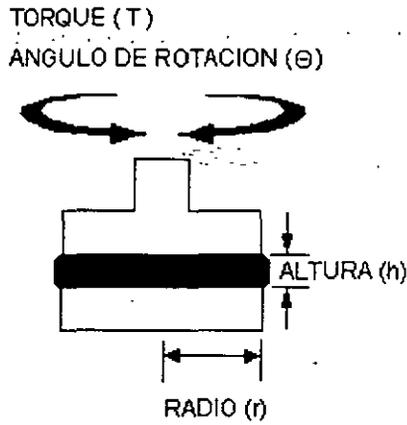
**ESFUERZO VARIABLE PARA UNA CONSTANTE DEFORMACION
FIGURA 16.4**

VISCOSIDAD: $0 < \delta < 90^\circ$



**ESFUERZO DEFORMACION RESPUESTA PARA UN MATERIAL VISCOELASTICO
FIGURA 16.5**

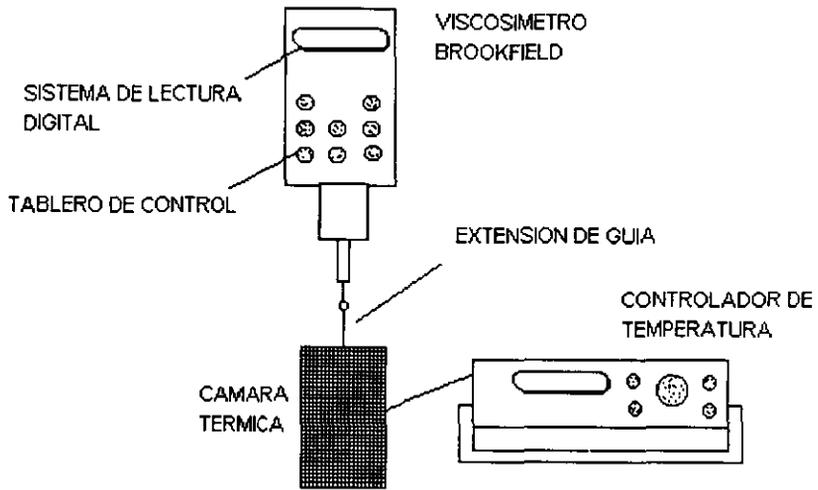
- T = Máxima aplicación del corte
- r = Radio de espécimen
- θ = Ángulo rotacional
- h = Altura del espécimen (1 ó 2 mm.)



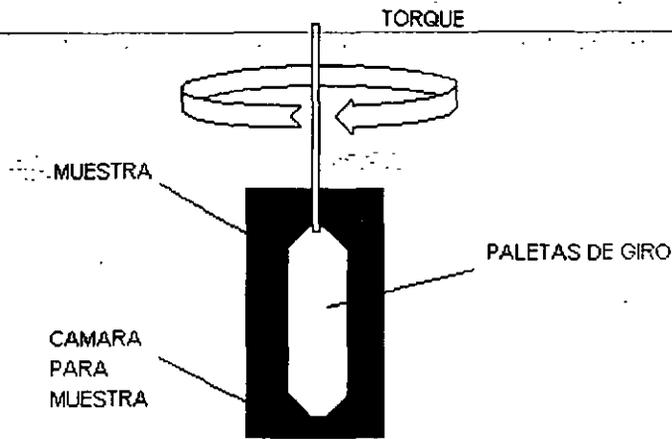
DSR CALCULOS DE ESPECIMEN DE ASFALTO
FIGURA 16.6

4.2 VISCOSIDAD COAXIAL ROTACIONAL. R.V.

Se utiliza para dos fines: asegurar que el ligante asfáltico es suficientemente fluido para ser transportado, bombeado y mezclado; y para construir la curva viscosidad-temperatura. Se ha especificado el viscosímetro rotacional Brookfield con sistema Thermosel de acuerdo con la norma ASTM D-4420. Se mide la viscosidad a temperaturas entre 80 y 180°C dependiendo del tipo de asfalto.



VISCOSIMETRO ROTACIONAL
FIGURA 17.1



OPERACION DEL VISCOSIMETRO ROTACIONAL
FIGURA 17.2

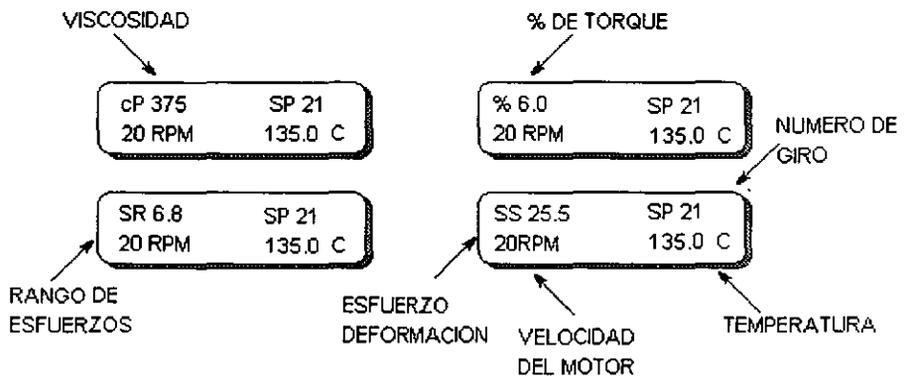
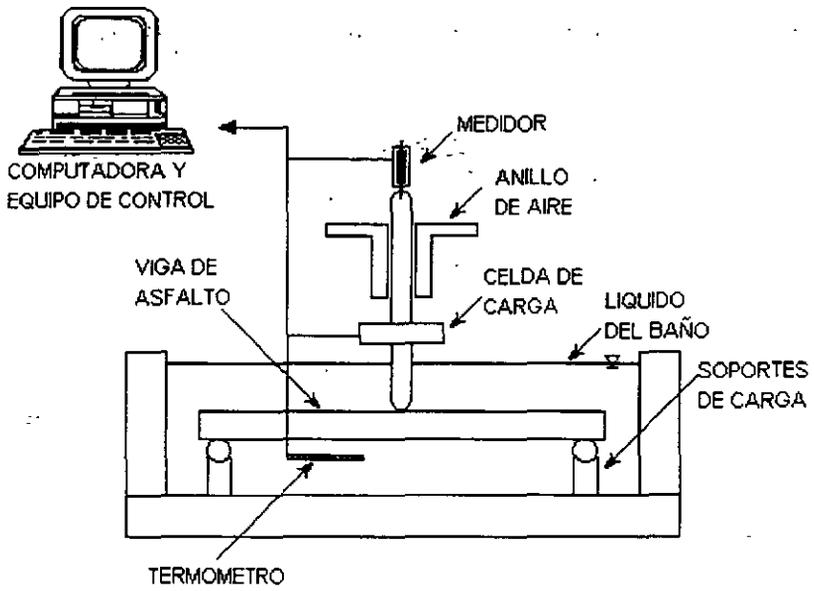


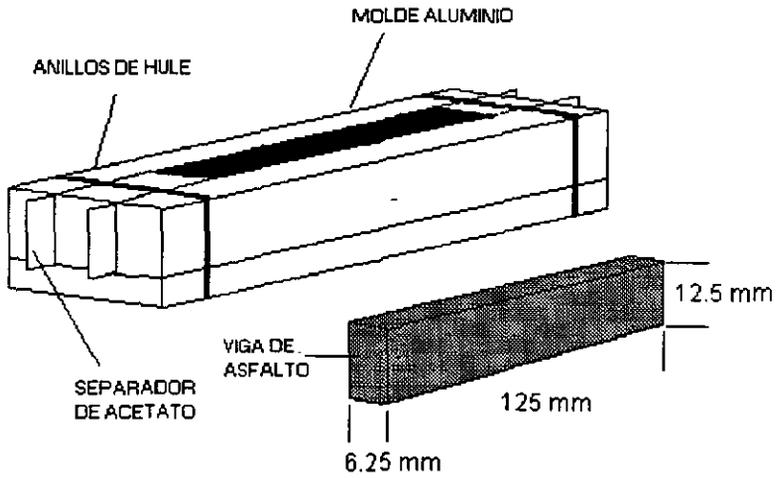
DIAGRAMA DEL VISCOSIMETRO ROTACIONAL
FIGURA 17.3

4.3 REOMETRO DE FLEXION. BBR

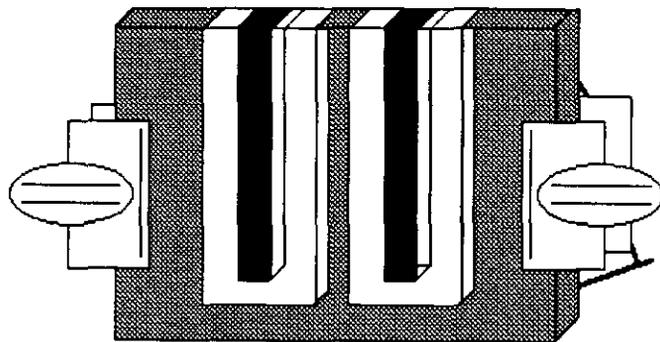
Por primera vez en la historia de las especificaciones de asfaltos se está en condiciones de medir las propiedades de los mismos a las temperaturas mínimas del pavimento. Este es un ensayo de deformación por flujo plástico a bajas temperaturas que muestra como el asfalto se deforma bajo una carga constante permitiendo medir la rigidez del mismo y el valor de la pendiente a los 60 segundos de carga. Esta rigidez en la deformación por flujo plástico a flexión, permitirá determinar si el asfalto puede resistir fisuramiento térmico a bajas temperaturas y está relacionado con el concepto de "límite de rigidez por temperatura", que es la temperatura del pavimento a la cual un dado valor de la rigidez, es alcanzada por el asfalto a un especificado tiempo carga.



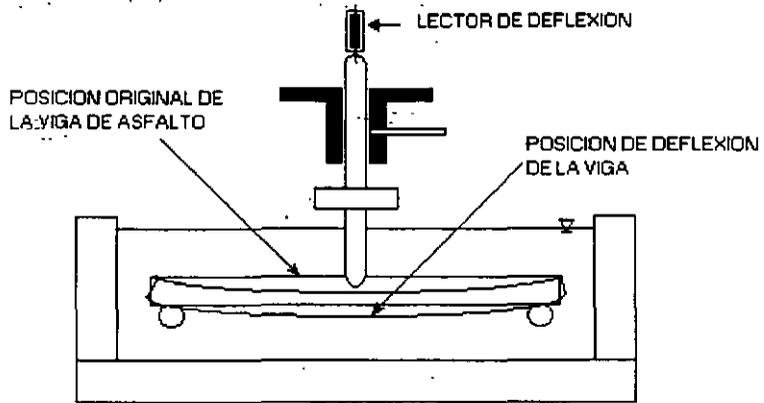
**REOMETRO DE FLEXION DE VIGA
FIGURA 18.1**



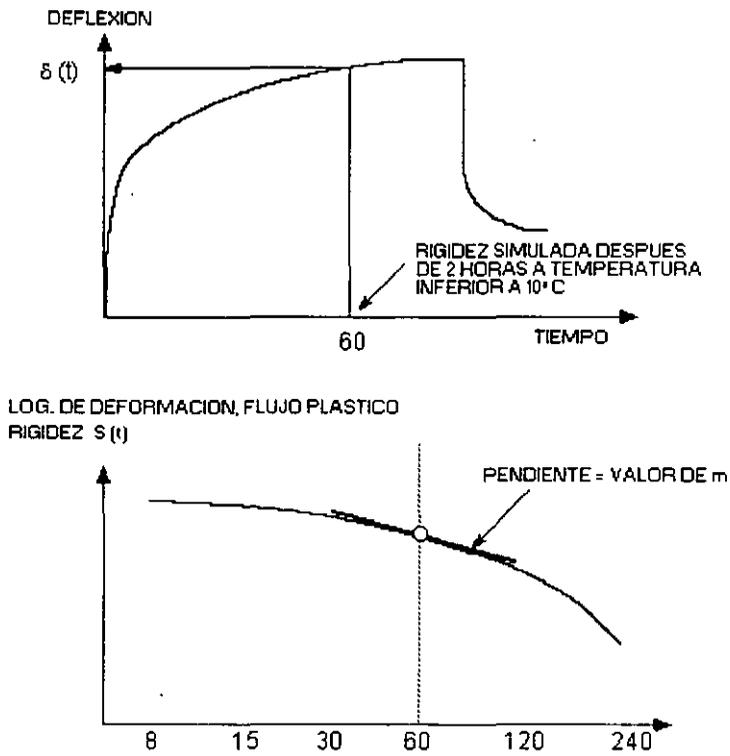
**ARMADO DEL MOLDE DE ALUMINIO
FIGURA 18.2**



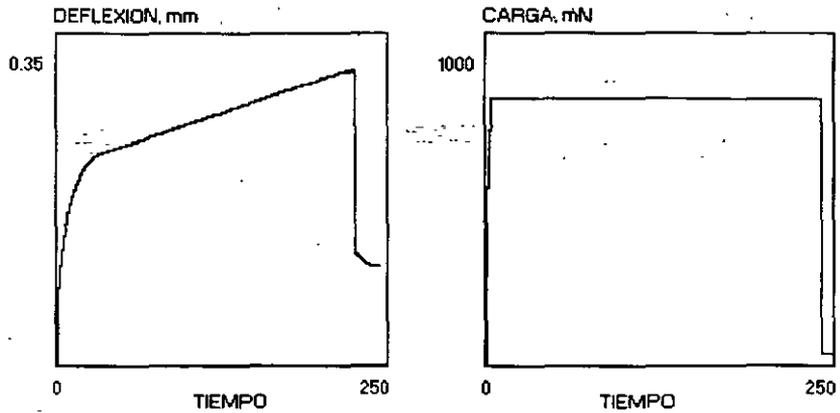
**MONTAJE DE MOLDES DE HULE SILICON
FIGURA 18.3**



ENSAYE DE FLEXION POR VIGA
FIGURA 18.4



DEFLEXION EN BBR Y VALOR DE LA PENDIENTE
FIGURA 18.5



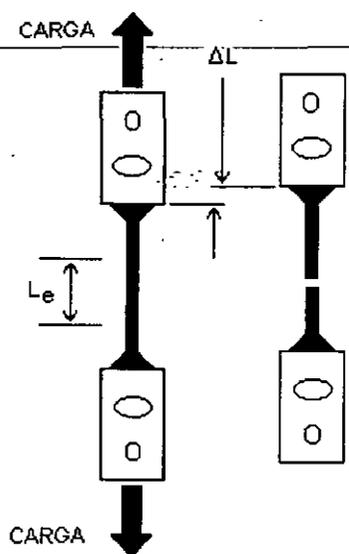
**TIPICA DEFLEXION BBR Y RETIRO DE CARGA
FIGURA 18.6**

$$S(t) = \frac{PL^3}{4bh^3d(t)}$$

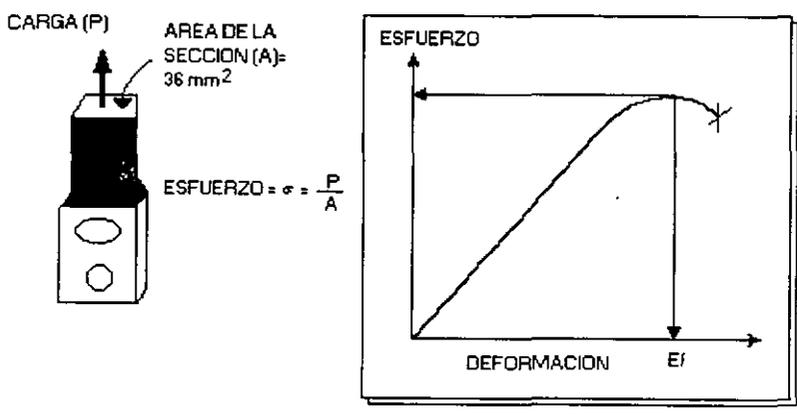
FORMULA A

4.4 ENSAYE DE TENSION DIRECTA.

El ensayo de tensión directa mide la deformación de rotura a temperaturas bajo cero donde el asfalto exhibe comportamiento frágil. El ensayo se realiza sobre muestras de asfalto que han sido sometidas a envejecimiento de corto y largo plazo. Este ensayo fue desarrollado como complemento del BBR dado que en algunos casos, particularmente con asfaltos modificados con polímeros, a pesar de tener un alto valor de rigidez, el ligante puede aún ser estirado o deformado sin rotura. Para estos casos SHRP diseñó DTT a fin de poder evaluar si el asfalto a pesar de tener un alto $S(t)$ muestra un comportamiento razonablemente dúctil a bajas temperaturas. El equipo posee algunas características particulares, dado que las deformaciones a medir son extremadamente pequeñas y el control de temperaturas bajo cero debe ser estricto.

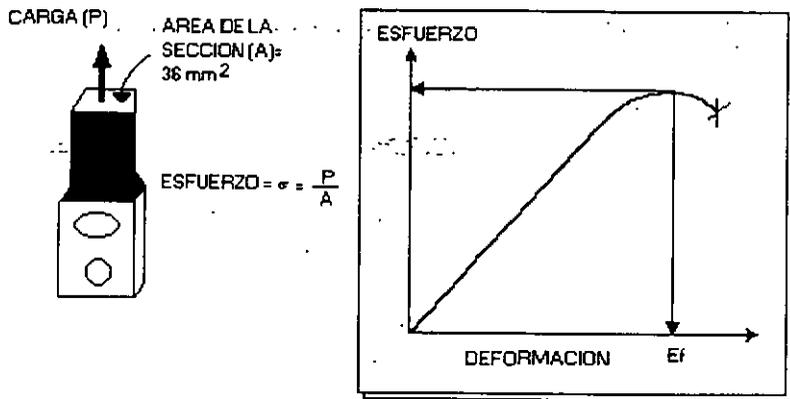


**ENSAYE DE TENSION INDIRECTA
FIGURA 19.1**

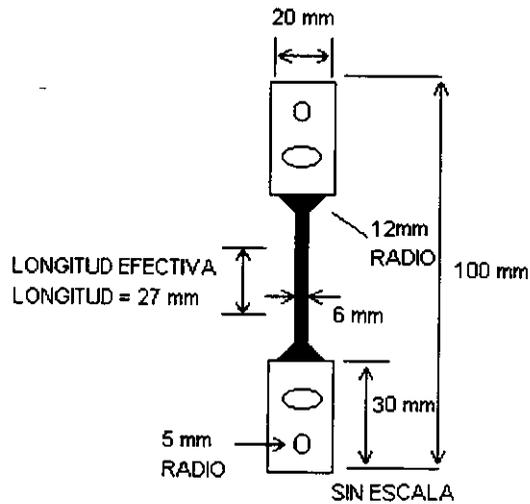


**ESFUERZO Y DEFORMACION A LA FALLA EN ENSAYE DE TENSION DIRECTA
FIGURA 19.2**

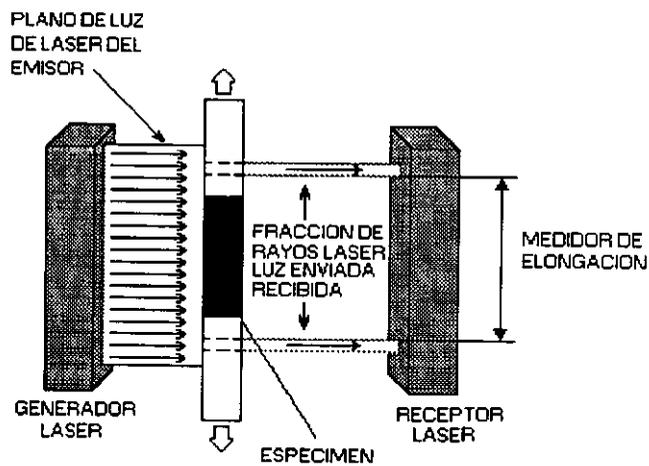
**MOLDES DE TENSION DIRECTA PREPARACION DE LOS ESPECIMENES
FIGURA 19.3**



DIMENSIONES DEL ESPECIMEN PARA TENSION DIRECTA
FIGURA 19.4



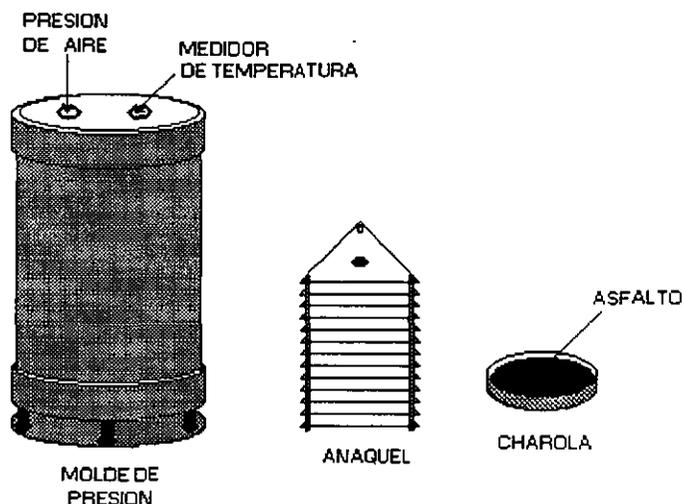
TENSION DIRECTA MORDAZAS DE ESPECIMEN
FIGURA 19.5



DTT MICROMETRO LASER VISTA DE LADO
FIGURA 19.6

4.5 ENVEJECIMIENTO A LARGO PLAZO A PRESION Y TEMPERATURA PAV.

El envejecimiento que sufre el asfalto durante su vida útil en el pavimento es tomado en cuenta por primera vez en una especificación de asfaltos. Este equipo utiliza aire comprimido a alta presión (2070 Kpa) y altas temperaturas (90, 100 o 110°C) de manera de poder simular el envejecimiento a largo plazo (5 años) en tan solo 20 hr de ensayo. Se utilizan muestras de asfalto previamente envejecidas con el RTFOT, las cuales se colocan en 10 recipientes que a su vez se colocan dentro de una vasija de acero inoxidable. La temperatura de ensayo varía según el clima de la región, la mayoría de las cuales admite 100°C. El ensayo simula entre 5 y 10 años de envejecimiento en el campo.



MOLDE DE PRESION, ENVEJECIMIENTO Y COMPONENTES
FIGURA 20

5. PARAMETROS ELEGIDOS Y LIMITES ESTABLECIDOS EN LA ESPECIFICACION SHRP (AASHTO MP1) PARA CEMENTOS ASFALTICOS.

La primera importante diferencia entre las nuevas especificaciones SHRP y las actuales, las propiedades de los asfaltos se miden a distintas temperaturas de acuerdo con el clima de la región considerada, mientras los valores límites permanecen constantes.

Por razones de seguridad se establece un valor mínimo del "punto de encendido" (AASHTO T48) de 230°C para todos los asfaltos en su condición original.

Para asegurar una adecuada trabajabilidad del ligante la especificación fija como máximo una viscosidad de 3 Pa s a 135°C en el ligante original y para todos los grados. Este requerimiento puede ser eliminado si el fabricante del ligante asegura que el mismo puede ser bombeado y mezclado a temperaturas adecuadas.

Para evitar un envejecimiento excesivo (volatilización) durante la etapa de mezclado y construcción se establece una pérdida de masa máxima del 1% en el residuo RTFOT.

Se han seleccionado parámetros que miden la viscosidad del asfalto, el módulo dinámico corte y el ángulo de fase, la rigidez y la pendiente de la curva rigidez vs. tiempo y las características de fractura a bajas temperaturas

5.1 DEFORMACIONES PERMANENTES

Este tipo de falla del pavimento es crítica a altas temperaturas de servicio y es causada por la acumulación de deformaciones plásticas en la mezcla que resulta de la aplicación repetida de cargas del tránsito. Las propiedades de ligante asfáltico junto con los agregados y las

características de las mezclas juegan un rol importante en la resistencia a la formación de roderas.

Basados a estas observaciones, en medidas de la deformación no recuperable del asfalto a altas temperaturas de servicio y para tiempos de carga correspondientes con el tránsito y la correlación de esta con la deformación permanente en mezclas asfálticas, se determinó un parámetro cuyo valor es el módulo complejo G^* y el denominador es el seno del ángulo de fase δ esto es $G^*/\sin \delta$ que es la inversa del componente perdido en la deformación ($1/G''$).

Este parámetro es medido a la temperatura máxima esperada del pavimento y a una frecuencia de 1.59 Hz, que corresponde a 10 radianes/segundo que se relaciona con el tiempo de carga que resulta de un camión viajando a la velocidad de 80 km/h (50mph).

$G^*/\sin \delta$ debe ser al menos 1.0 KPa para el asfalto original, esto es antes de someterlo a envejecimiento acelerado y un mínimo de 2.2 KPa para el residuo asfáltico después del RTFOT. El primer límite fue establecido a fin de evitar deformación permanente prematura debido a lo que se conoce como suavidad o ablandamiento que puede ser causado por un envejecimiento menor en planta que el obtenido por el RTFOT, agua en la mezcla o insuficiente temperatura de mezclado, etc. Este límite asegura que el asfalto no presentará ablandamiento durante las operaciones de mezclado y colocación.

5.2. FISURAMIENTO POR FATIGA DE LAS CAPAS ASFALTICAS.

La fatiga de las capas asfálticas generalmente se produce hacia el final de la vida útil del pavimento. Esto requiere que el asfalto a ensayar se haya sometido a envejecimiento de largo plazo. Esto se logra mediante el PAV antes mencionado, previamente envejecido por el RTFOT.

El parámetro elegido en este caso es el componente de G^* conocido como ENERGIA PERDIDA G'' VISCOSIDAD, que no es otra cosa que la energía disipada por ciclo de deformación. Esta energía disipada está directamente vinculada con la vida útil de una mezcla asfáltica sometida a fatiga y ha sido demostrado que el concreto asfáltico es válido tanto para condiciones de tensión como en deformación controlada.

G'' es igual a G^* multiplicado por seno de delta, esto es $G^* \cdot \sin \delta$ y es medido a 10 radianes por segundo y a una temperatura intermedia entre la máxima del pavimento y la mínima de ensayo. Este valor $G^* \cdot \sin \delta$ debe ser menor de 5 MPA medido a la temperatura media antes indicada, dado que los valores de G^* de un asfalto envejecido pueden ser tan altos que el producto $G^* \cdot \sin \delta$ se hace muy grande, lo que significa que la parte elástica del módulo es también grande y ello reduce la capacidad de disipación de tensiones.

5.3. FISURAMIENTO TERMICO POR CONTRACION A BAJAS TEMPERATURAS.

Este fenómeno que se manifiesta generalmente con la aparición de fisuras transversales en la superficie del pavimento es evaluado mediante el Réómetro de Flexión de viga de 3 Apoyos y el Ensayo de Tensión Directa. Las propiedades fractura - mecánica del asfalto se miden en términos de la rigidez en función del tiempo, la pendiente de la curva (m-value), y la deformación a la falla "Failure Strain". El asfalto a utilizar es sometido previamente al RTOFT y al PAV.

La temperatura de ensayo a la cual se mide la rigidez o temperatura crítica surgió de la siguiente consideración, se ha comprobado del análisis de los resultados reológicos que todos los asfaltos, aún los modificados, muestran igual dependencia con la temperatura debajo de la temperatura vítrea de transición. Por lo tanto en lugar de medir la rigidez a dos horas a la temperatura mínima del pavimento, se pueden obtener los mismos.

Resultados a 60 segundos y a la temperatura mínima + 10°C. La rigidez a dos horas y a la temperatura mínima es lo que se conoce como "límite de rigidez por temperatura" para predecir el fisuramiento térmico, este valor es simplemente la temperatura a la cual un cierto valor de la rigidez es alcanzado después de un cierto tiempo especificado; a temperaturas más bajas de este límite, el pavimento experimenta fractura. Basta una sola vez que la temperatura sea más baja

que la crítica para causar fractura. Por lo tanto en la especificación se establece un límite de rigidez o fragilidad medido a la temperatura mínima del pavimento más -10°C .

En esta parte de la especificación también se controla la velocidad a la cual la rigidez cambia con la carga del deslizamiento al flujo plástico a la temperatura de ensayo. Esto se logra estableciendo un valor mínimo de la pendiente m de la curva $S(t)$ vs. tiempo a los 60 segundos. Un valor alto de m es deseable dado que significa que mientras que la temperatura cambia y se acumulan tensiones térmicas, la rigidez también cambiará relativamente rápido. Esto significa que el ligante será capaz de aliviar tensiones. Se especifica un valor de m mayor o igual que 0.30.

A medida que la temperatura del pavimento decrece, el asfalto se contrae, se crean tensiones que se acumulan en el pavimento. Cuando estas tensiones exceden la resistencia del asfalto aparecen las fisuras. las investigaciones llevadas a cabo por el SHRP y otras instituciones han mostrado que si el asfalto se puede estirar más del 1% de su longitud original durante esta contracción, las fisuras es menos probable que se produzcan. De esta manera surgió la necesidad de establecer el ensayo de tensión directa y limitar la deformación a la rotura a un valor mínimo del 1% a la misma temperatura que el BBR y a una velocidad de deformación de 1mm/minuto. Con ello se asegura que el pavimento no entrará en el rango de rotura frágil dentro de sus temperaturas de servicio.

Este criterio se aplica solamente cuando el valor de la rigidez es entre 300 y 600 Mpa. Esto es particularmente cierto para el caso de asfaltos modificados con polímeros los cuales se han constatado, dependiendo del tipo y contenido, pueden mejorar substancialmente las propiedades de fractura mecánica a bajas temperaturas. Esto es, el asfalto puede tener una rigidez superior al límite y aún así poseer una deformación a rotura superior al 1%. por lo tanto se concluye, deben considerarse tanto la rigidez como la deformación a rotura con respecto a la resistencia a fisuramiento térmico de un ligante.

Tabla 1

ETAPAS DEL CONTROL DE CALIDAD

CONCEPTO ETAPA	CONSTRUCCION	INGREDIENTES	ACTIVIDAD	MATERIAL O CARACTERISTICA
PREVISION	ANTES	SEPARADOS (Dosificaciones básicas)	CONTROL Y ACEPTACION (Selección de equipo e instalaciones)	GRAVA; ARENA; AGUA; CEMENTO* Y ADITIVOS
ACCION	DURANTE	MEZCLADOS	AJUSTE, EJECUCION, CONTROL Y ACEPTACION	SUELO A COMPACTAR CON O SIN ADICIONANATES (AGUA O CEMENTO); MEZCLAS DE CONCRETO*
HISTORIA	DESPUES	TRANSFORMADOS (NUEVO MATERIAL)	INFORME Y ANALISIS ESTADISTICO	COMPACIDAD Y CONTENIDO DE LIQUIDO (AGUA O ASFALTO) DE LAS CAPAS; RESISTENCIAS O RIGIDECES DEL CONCRETO*

(*) HIDRAULICO O ASFALTICO

Tabla 2

ACTIVIDADES PRINCIPALES DE LOS RESPONSABLES DE LA OBRA

PROPIETARIO

Respaldo al proyectista y al supervisor. Financiamiento constructivo. Pago oportuno de estimaciones

REPRESENTANTE Y/O DIRECTOR

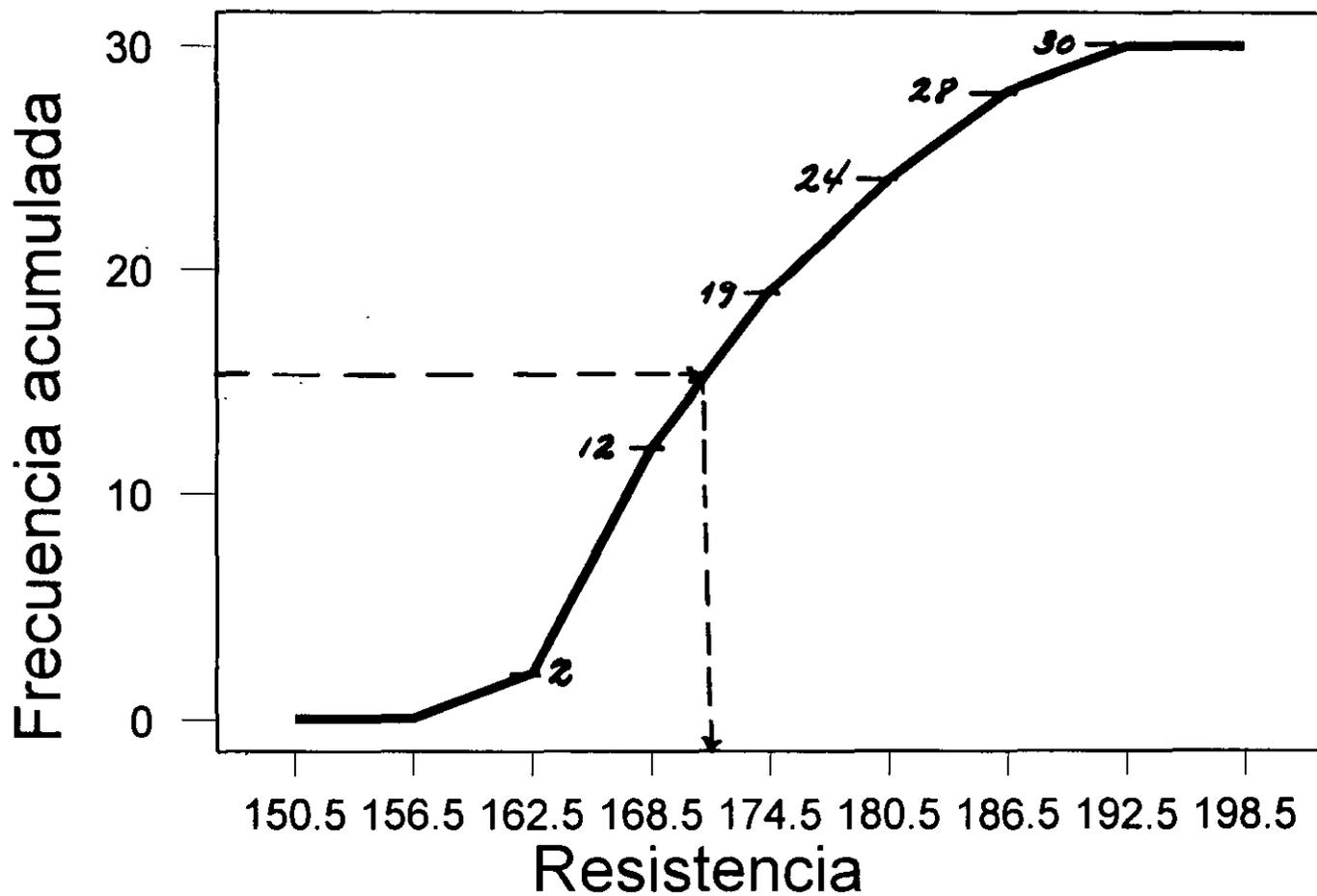
PLANEADOR	PROYECTISTA	SUPERVISOR	CONSTRUCTOR Y SU CONTROL DE CALIDAD	CONTROLADOR DE CALIDAD
<p>Definición de niveles de calidad y criterios básicos de proyecto, construcción, supervisión, control de calidad, conservación y operación</p>	<p>Establecimiento de niveles de calidad y cumplimiento de criterios básicos de proyecto</p> <p>Elaboración de planos constructivos y especificaciones con normas de calidad de materiales</p> <p>Especificaciones y normas de construcción</p> <p>Asesoramiento durante la construcción</p> <p>Retroalimentación de información</p> <p>Revisión del proyecto y modificación de normas, de requerirse</p>	<p>Verificación de los niveles de calidad</p> <p>Conocimiento detallado del proyecto, con métodos constructivos y programa de ejecución</p> <p>Aprobación de sistemas constructivos</p> <p>Seguimiento del control de calidad para su aceptación</p> <p>Verificación constructiva del proyecto. Medición de cantidades de obra</p> <p>Informes periódicos de avance, financieros y de calidad. Certificación de entrega de obra</p> <p>Retroalimentación continua al proyectista y al constructor</p>	<p>Aseguramiento de los niveles de calidad</p> <p>Conocimiento detallado del proyecto y su programa constructivo</p> <p>Conciliación de sistemas constructivos con la supervisión y el proyectista</p> <p>Suministro de recursos humanos, de equipo, de materiales y monetarios. Costos</p> <p>Ejecución de la obra, con aseguramiento continuo, ágil y oportuno de los niveles de calidad</p> <p>Presentación de estimaciones y acta de entrega</p> <p>Retroalimentación continua al proyectista y al supervisor</p>	<p>Certificación de los niveles de calidad en geometría, acabados, materiales y procedimientos constructivos</p> <p>Información sistemática al supervisor</p> <p>Retroalimentación continua al supervisor y al constructor</p>

Tabla 3

**SECUENCIA RECOMENDABLE DE ACTIVIDADES INHERENTES A LOS RESPONSABLES DE UNA OBRA.
CASO DE MATERIALES**

Nº	REPOSABLE	ACTIVIDAD
1	PROYECTISTA	Establecer niveles de calidad
2	PROYECTISTA	Correlacionar propiedades fundamentales con parámetros fácilmente medibles
3	PROYECTISTA	Definir y establecer zonas de aceptación, corrección y rechazo
4	CONSTRUCTOR	Proponer aprovechamiento de materiales y procedimientos constructivos
5	PROYECTISTA Y SUPERVISOR	Aprobar proposición del constructor
6	CONTROLADOR DE CALIDAD	Ajustar correlaciones y zonas de control a condiciones reales en la obra
7	CONTROLADOR DE CALIDAD	Determinar desviaciones durante la construcción e informar al supervisor
8	SUPERVISOR	Corregir desviaciones durante la construcción
9	SUPERVISOR	Retroalimentar al proyectista y al constructor
10	SUPERVISOR	Determinar cantidades de obra, formular estimaciones y controlar el programa de avances (físico y financiero)

POLIGONO DE FRECUENCIAS ACUMULADAS



POLIGONO DE FRECUENCIAS RELATIVAS ACUMULADAS

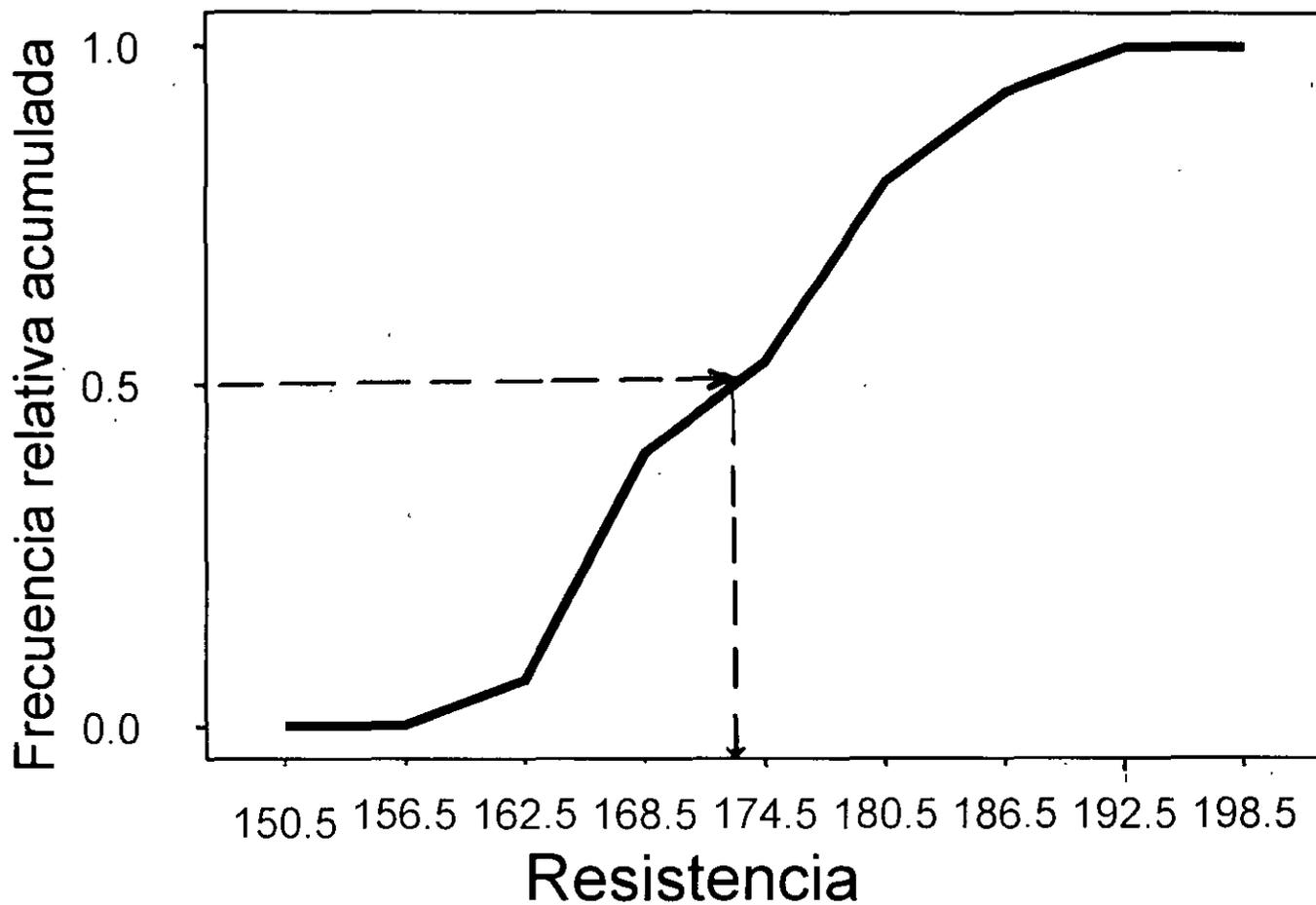
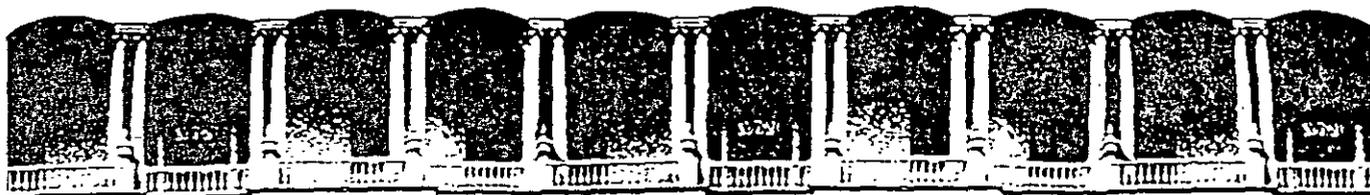


TABLA I. CLASIFICACION GENERAL DE LAS PRESAS DE JALES EN MEXICO

Grupo	Sub-grupo	Categoria	TOPOGRAFIA			HIDROLOGIA			SISMICIDAD			METODO CONSTRUCTIVO					ANALISIS ESTABILIDAD					INSTRUMENTACION				SISTEMA DE CANTONADOR DRENANTE							
			TERRENO			ZONA			REGION																								
			M	L	P	C	H	S	S	P	A	↑A _c	↓A _c	↓E	↓H _f	E _c	E _f	P _e	S _f	S _n	P	I	R	S	S _p	C _c	B _b	S					
I	1	1	x			x			x					-	3	1	1	1	4	1	4	1	2	1	2	1	1	1	2	-	-		
		2	x			x				x					5	2	1	1	1	3	1	3	1	2	1	4	1	2	1	2	4	-	
		3	x			x					x				4	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	1	2	3	4	
	2	4	x				x		x						5	2	1	1	1	4	1	4	1	2	1	2	1	1	1	1	2	4	-
		5	x				x			x					4	1	1	1	1	3	1	3	1	2	1	4	1	2	1	2	3	4	
		6	x				x				x				3	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	1	2	2	3	
	3	7	x					x	x						4	1	1	1	1	3	1	3	1	2	1	2	1	1	1	1	2	3	4
		8	x							x					3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	4	1	2	1	2	3	4	
		9	x								x				2	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	3	2	1	2	
II	4	10		x		x			x					5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	-	-	
		11		x		x				x					4	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	4	1	2	1	2	4	-	
		12		x		x					x				3	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	1	2	3	4	
	5	13		x			x		x						4	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	4	-
		14		x			x			x					3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	4	1	2	1	2	3	4	
		15		x			x				x				2	1	1	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	1	2	2	3	
	6	16		x				x	x						3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	3	4
		17		x						x					2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	4	1	2	1	2	3	4	
		18		x							x				1	1	1	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	3	2	1	2	
III	7	19			x	x			x					4	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	-	-	
		20			x	x				x					3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	4	1	2	1	2	4	-	
		21			x	x					x				2	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	1	2	3	4	
	8	22			x		x		x						3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	4	-
		23			x		x			x					2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	4	1	2	1	2	3	4	
		24			x		x				x				1	1	1	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	1	2	2	3	
	9	25			x			x	x						3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	3	4
		26			x					x					2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	4	1	2	1	2	3	4	
		27			x						x				1	1	1	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	3	2	1	2	
			Montañoso	Lomerio	Plano	Ciclónica	Húmeda (Hluviosa)	Seca	Sísmica	Petesismica	Asísmica	Aguas Arriba Arena (Ciclónica)	A. Abajo (Emporcamiento) A. Arriba (Ciclónico)	Aguas Abajo		Estático		Pseudostático		Sísmico		Piezómetros	Inclinómetros	Referencias Superficiales	Sismógrafos	Sección Portal	Conductor Circular o Cuadrado	Bombas en Balsa	Sifones				

Nota: El # 1 corresponde a la opción más recomendable, según sea el caso.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN
DE CARRETERAS**

MÓDULO IV

**SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD
DE CARRETERAS**

TEMA

**ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE EXPERIENCIAS MEXICANAS PARA
AUMENTAR LA SEGURIDAD DE LOS DEPÓSITOS DE RESIDUOS MINEROS
(PRESAS DE JALES)**

**M. EN I. RAÚL VICENTE OROZCO SANTOYO
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE 1999**

ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE EXPERIENCIAS MEXICANAS PARA AUMENTAR LA SEGURIDAD DE LOS DEPOSITOS DE RESIDUOS MINEROS (PRESAS DE JALES)

M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo*

1) GENERALIDADES

El término minero "presa de jales" se refiere a un depósito para almacenar sólidos provenientes de la molienda de material, la cual se efectúa en una planta concentradora de mineral. Los jales (relaves, colas o "tailings") vienen a ser la última parte (cola, "tail") del proceso de la planta, para constituir el depósito de residuos mineros o presa de jales ("tailings dams").

Se utiliza agua como medio de transporte de los sólidos de jales, la cual se recupera y se reutiliza en el proceso, aunque también pueden depositarse los jales en forma de pasta ("paste") con poca humedad ("water content").

2) ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

Estas obras tienen 4 elementos constitutivos, a saber:

- **Cortina contenedora:** Se construye con los métodos denominados "aguas arriba" ("upstream"), "aguas abajo" ("downstream") o combinados, según se explica en el Cap. 4 (véanse las Láminas 1 a 5).
- **Vaso de almacenamiento:** Se delimita con los parteaguas y las obras de encauzamiento y/o derivación. En todas las etapas de construcción y operación del depósito de jales, el estanque de agua libre (clarificada) debe localizarse lo más alejado posible de la cortina contenedora (playa extensa).
- **Sistema decantador drenante:** Se constituye por tuberías de concreto reforzado con o sin perforaciones, de sección cuadrada, circular o sección portal. Se recomiendan las alcantarillas de concreto reforzado, ciclópeo o de mampostería, con torres de decantación ("chinos"), aunque el bombeo en balsas y sifones puede emplearse en algunas ocasiones; pueden ser impermeables o permeables, según sea el caso.
- **Vertedor de excedencias:** Puede alojarse "en firme" (tajo en terreno natural). Es importante hacer notar que, además de formar parte del sistema decantador drenante, una alcantarilla tipo sección portal puede servir de vertedor de excedencias y constituir una galería de inspección que, si se desea, puede ser también filtrante.

3) PROPIEDADES FUNDAMENTALES

Las más importantes son las siguientes:

a) PERMEABILIDAD

En contraste con las presas para almacenar agua, que fundamentalmente son impermeables en su cortina y vaso de almacenamiento, las presas de jales deben ser permeables en su cortina, para lo cual se requiere respetar las leyes infalibles de la hidráulica, aplicadas al flujo de agua en suelos, como se indica a continuación:

* Coordinador del Comité Técnico de Presas de Jales, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C.

a) Caso del método constructivo "aguas arriba" ("upstream"), ilustrado en la Lámina 1.

$$k_L < k_{A_c} < k_{B_i}$$

donde:

k_L = Coeficiente de permeabilidad de las lamas o légamos (fracción fina de los jales obtenida por "cicloneo"; "slimes")

k_{A_c} = Coeficiente de permeabilidad de las arenas "cicloneadas" (fracción gruesa de los jales, obtenida por "cicloneo"; "cycloned sand"), Si no hay, se recurre a los préstamos de banco.

k_{B_i} = Coeficiente de permeabilidad del bordo iniciador

b) Caso del método constructivo "aguas abajo" ("downstream"), ilustrado en la Lámina 2

$$k_L < k_{A_c} < k_F < k_{E_{ch}} < k_{E_g}$$

donde:

k_F = Coeficiente de permeabilidad del material filtrante (grava-arena bien graduada)

$k_{E_{ch}}$ = Coeficiente de permeabilidad del enrocamiento con fragmentos chicos

k_{E_g} = Coeficiente de permeabilidad del enrocamiento con fragmentos grandes

Se puede establecer también que aquellas obras con un buen sistema de subdrenaje y drenaje en general, funcionarán perfectamente.

b) RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE

Conviene hacer notar que los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante, en jales mexicanos, se han estado estudiando desde 1975 (Ref. 1) hasta la fecha (Refs. 2 a 5), tomando en cuenta una gama muy amplia en las compacidades (concentración de sólidos = volumen de sólidos / volumen total de la masa de jal = peso volumétrico seco / peso específico relativo de los sólidos), contenidos de agua (humedades), grados de saturación y contenidos de finos. Todas las pruebas triaxiales estáticas y dinámicas han sido y están siendo realizadas en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), bajo la dirección de los Drs. Miguel Pedro Romo Organista y Efraín Ovando Shelley. En el laboratorio colaboró el M.I. Alberto Isaac Lagunas Torres y el M.I. Osvaldo Flores Castrellón continúa experimentando con jales mexicanos.

4) METODOS CONSTRUCTIVOS

Además de los ya descritos anteriormente (Láminas 1 y 2), también se han realizado proyectos en México con el método constructivo combinado "aguas abajo-aguas arriba", el cual se considera de alta seguridad (Lámina 3). Conceptualmente, este procedimiento viene a ser el método de "aguas arriba" con un magnífico bordo iniciador (permeable) y se aplican las mismas leyes presentadas anteriormente.

Otros casos del método constructivo "aguas abajo", como el de la arena "cicloneada" o de banco, así como el de la sección homogénea con "chimenea" central y delantal permeables, se explican en las Refs. 6 a 9 (véanse las Láminas 4 y 5).

5) SELECCIÓN DE SITIOS

Debe recordarse que en México se aplican modelos de investigación de operaciones que permiten tomar decisiones sobre el sitio más favorable o atractivo para almacenar jales, los cuales toman en cuenta simultáneamente varios aspectos sobre **riesgos** (estabilidad dinámica de la cortina contenedora durante un sismo o una explosión en la mina; deslizamientos de laderas del vaso de almacenamiento o de taludes de la cortina por saturación no controlada de suelos, con o sin tubificaciones; derramamiento de los lodos o del agua libre sobre la cortina, por incapacidad de almacenamiento; etc.), sobre **ingeniería económica** (transporte y colocación de materiales (de banco o jales) para la cortina o la playa dentro del vaso; tipo de alcantarilla; instalación de instrumentos para observación: piezómetros, inclinómetros, sismógrafos, etc.) o sobre **protección ambiental** en general (Ref. 6 y 8).

Habiendo decidido sobre el tipo más conveniente de presa de jales para cada sitio, se deberá determinar el tamaño, la altura, los procedimientos de construcción y de operación, la supervisión y el control de calidad, definidos por el proyecto (ingenierías básica y detallada), aunque una presa de jales puede construirse a nivel de anteproyecto. Recuérdese que estas obras se construyen y operan simultáneamente.

6) CLASIFICACION GENERAL

Los métodos constructivos anteriormente descritos (véase "4") y otros que pueden surgir, pueden ser aplicados en México, dependiendo de la disponibilidad de materiales y de la categoría a la que pertenece el sitio, de acuerdo con la clasificación propuesta por la Cámara Minera de México, A.C. (Ref. 7) e incluida en la norma provisional de la Ref. 8, como se ilustra en la Tabla 1, la cual ha sido actualizada por el autor de esta ponencia.

Desde el punto de vista geotécnico, los jales o residuos mineros se están considerando "inocuos", como si fueran materiales de construcción inertes. Los aspectos ecológico, químico, metalúrgico, geoquímico y otros, no se están considerando en este escrito.

En la Tabla 1 se observa que el método constructivo "aguas arriba" prácticamente no se recomienda en las categorías relativas a zonas sísmicas, principalmente. Desde luego que en cada caso particular, según la altura final de la obra y de sus dimensiones geométricas, topografía e hidrología, deberán tomarse en cuenta y efectuarse todos los estudios geotécnicos que marca la última tecnología en la materia (Comité Internacional de presas de jales de la ISSMGE; manuales y publicaciones de la ICOLD; etc.), sobre todo en lo referente a los análisis de estabilidad con flujo de agua y anisotropía en propiedades (como lo hace el M.I. Martín Ramírez Reynaga). El método de Morgenstern-Price, los tradicionales de Fellenius (programas del M.I. Carlos Díaz Mora), los de retrocálculo con el método del elemento finito (introducido por el Ing. Jesús Alberro Arámburu) y ahora con el de las redes neuronales, así como el estudio o análisis de las líneas de inestabilidad, en desarrollo por el M.I. O. Flores C. y bajo la

dirección del Dr. M. Romo O., son verdaderas investigaciones que se están realizando exitosamente, con apoyo del Instituto de Ingeniería y de entusiastas promotores de las empresas tanto mineras (Ing. Vidal Muhech Dip y otros) como consultoras.

Los criterios básicos para proyecto, construcción y operación de presas de jales están descritos en las Refs. 6 a 10, los cuales requieren actualización constante a la luz de lo aprendido de las recientes fallas ocurridas en otros países y algunas aquí en México.

7) GEOMETRIA DE LA CORTINA

La inclinación de los taludes de la cortina contenedora depende de los análisis de estabilidad aquí mencionados y de los criterios recomendados en las Refs. 6 a 10. Desde luego que influyen muchos factores, como las características geotécnicas de los materiales constitutivos y del terreno de cimentación, la altura máxima de la cortina y su método constructivo, la topografía y sismicidad del sitio, etc.

Respecto a la curvatura de las cortinas contenedoras, definitivamente no se presentan problemas cuando son arcos cóncavos hacia "aguas abajo", ya que es muy difícil que se presenten zonas de tensión que propicien las filtraciones, las tubificaciones, la erosión regresiva brusca y el colapso repentino. Cuando son arcos convexos hacia "aguas abajo", se tienen serios problemas. El límite de seguridad es la línea recta.

8) RECOMENDACIONES GENERALES

Son las siguientes (Refs. 6 a 10):

a) Antes de efectuar el proyecto de una presa de jales, es muy recomendable partir de los modelos conceptuales a nivel de "gran visión" y después descender a más detalle en los anteproyectos, con sus variantes normales, dentro del marco de referencia o guía general de los criterios básicos sugeridos en esta ponencia.

b) Debido a la complejidad "aparente" de las presas de jales, es muy conveniente que participen en el desarrollo de los criterios particulares de proyecto, los técnicos y especialistas involucrados en las diversas disciplinas: geología, geotecnia, hidrología, hidráulica, ecología, construcción, operación, economía, etc.

c) Conviene insistir en que durante la construcción de los bordos iniciadores, las tuberías decantadoras drenantes, las cortinas contenedoras, etc., se nombre en la obra a un solo responsable de la supervisión y el control de calidad, ya que es indispensable asegurar durante la construcción el cumplimiento de lo proyectado. Los ajustes o "adecuaciones" que vayan resultando deberán autorizarse por ese responsable único.

d) Es imperioso redactar y poner en práctica el instructivo de operación de la obra, para que cualquier persona siga las instrucciones fielmente y sin duda alguna. La Ref. 11 sirve de apoyo para desarrollar esta actividad, aunque hay muchas otras publicaciones recientes (ISSMGE, ICOLD) etc).

e) Es muy recomendable que las prácticas y manuales de presas de jales existentes (por ejemplo, la Ref. 11) sirvan de complemento a los criterios básicos de proyecto, construcción y operación propios de cada obra en particular, con un espíritu positivo y siempre saludable de ir tomando en cuenta todas las observaciones y sugerencias que hagan los usuarios, para llegar a tener documentos de utilidad práctica en esta disciplina.

f) Es necesario el seguimiento de los casos históricos sobre el comportamiento real de los depósitos de residuos mineros en México, para lo cual se requiere la participación estrecha de la Cámara Minera de México, A.C. (CAMIMEX), la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, A.C. (AIMMGM) y de las empresas mineras con la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C., a través de los Comités de presas de jales (Nacional e Internacional presidido por el Dr. Jorge H. Troncoso).

g) De acuerdo con los métodos constructivos recomendados en la Tabla I, conviene seleccionar el más aplicable al caso en estudio, a partir de la información disponible de índole topográfica, hidrológica, sismológica, geotécnica, ecológica, económica y sobre disponibilidad de materiales de construcción, más el balance de sólidos y agua durante la producción, etc.

h) En consonancia con los métodos de construcción sugeridos en la Tabla I, es conveniente efectuar los análisis de estabilidad estática y/o dinámica de la cortina contenedora, con el fin de obtener los **factores de seguridad** esperados durante la construcción y operación de la obra, así como para seleccionar el tipo de instrumentación más adecuado al caso en cuestión.

i) El vaso de almacenamiento debe tener la capacidad suficiente para alojar, **con seguridad** (sin derrames por la cortina), los efluentes enviados (sólidos y agua) tanto en la temporada de "secas" como en la de "lluvias", principalmente en las regiones ciclónicas.

j) Es muy recomendable evitar (derivar o desviar) la entrada de escurrimientos superficiales (dentro de la cuenca de captación) al vaso de almacenamiento de la presa de jales, mediante la construcción de bordos o canales perimetrales que desalojen el agua a otras zonas o cuencas, con el objeto de **reducir el riesgo de falla por derrame del agua sobre la cortina**.

k) En el vaso de almacenamiento, es indispensable mantener el agua libre (clarificada) del estanque alejada de la cortina contenedora, ya que los jales se reblandecen por saturación, reducen su resistencia al esfuerzo cortante y aumentan su deformabilidad, lo cual **disminuye el factor de seguridad contra el deslizamiento de taludes**.

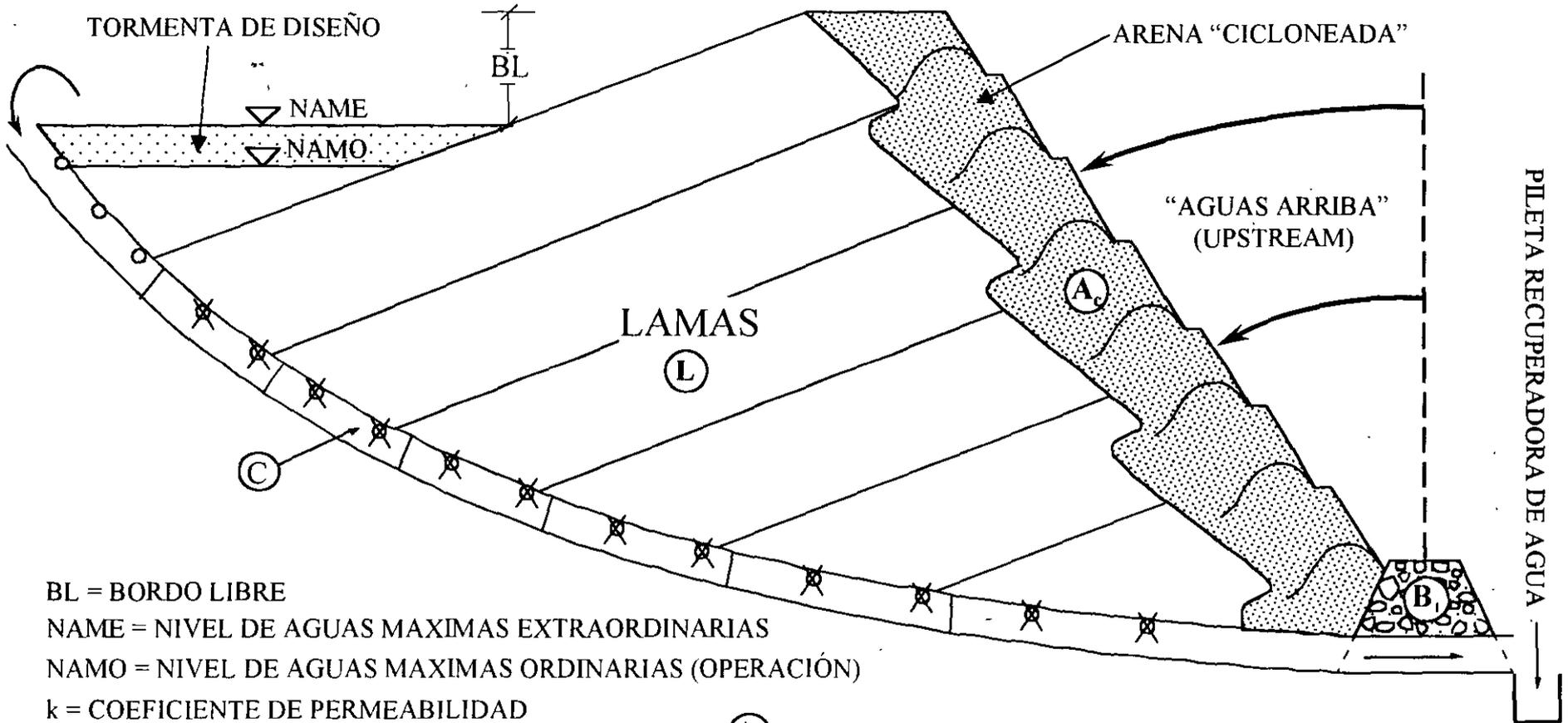
l) Es muy conveniente que la cortina contenedora se proyecte de tal manera que tenga forma cóncava hacia afuera (exterior o "aguas abajo"), para evitar las zonas de tensión que den lugar a agrietamientos y vías de agua por tubificación (con arrastre de lamas), lo cual conlleva a la rotura y a la falla progresiva de una presa de jales. Si se construyen en forma de arco (y como límite la línea recta), aumentan las probabilidades de presentarse esfuerzos de compresión que dan una **mayor seguridad a las cortinas contenedoras**.

m) Por el vertedor de demasías o la alcantarilla decantadora drenante (según lo recomendado en la Tabla I), deberá transitarse la "avenida de diseño" entre el NAMO (nivel de aguas máximas ordinarias) y el NAME (nivel de aguas máximas extraordinarias), según se ilustra en la Lámina 1, para todas las etapas de desarrollo de la presa de jales, con el fin de definir la elevación de la corona de la cortina contenedora, tomando en cuenta el **bordo libre (BL) que deberá mantenerse siempre durante la vida de la obra y aún después de colmada y abandonada**. BL representa la diferencia de elevaciones entre la corona de la cortina y el NAME. El BL mínimo se recomienda de 1 m para el caso de zonas secas, de 2 m en zonas húmedas y de 3 m en zonas ciclónicas (Ref. 8).

9) REFERENCIAS

- 1) **"Estudio Sísmico de la Presa de Jales El Fraile, Taxco, Gro."**. Exploración, muestreo, pruebas triaxiales estáticas y dinámicas y análisis con el método del elemento finito dinámico". Elaborado por el Instituto de Ingeniería-UNAM para Industrial Minera México/Orozco y Orozco, Ingenieros Civiles Consultores.- León Torres José Luis, Auvinet Guichard Gabriel y Santoyo Villa Enrique, 1975.
- 2) **"Estudio de los Jales de la Presa # 2 en la Unidad Minera El Baztán, Mich"** Elaborado por el Instituto de Ingeniería-UNAM, para Real del Monte/Raúl Vicente Orozco y Cía.- Ovando Shelley Efraín, Romo Organista Miguel Pedro y Lagunas Torres Alberto Isaac, 1991.
- 3) **"Comportamiento de los Jales de la Mina La Caridad"**. Elaborado por el Instituto de Ingeniería-UNAM, para Mexicana de Cobre-Raúl Vicente Orozco y Cía - Ovando Shelley E., Romo Organista M.P. y Lagunas Torres A. I., 1992.
- 4) **"Comportamiento Dinámico de los Jales de la Unidad Minera El Herrero"** Elaborado por el Instituto de Ingeniería – UNAM, para Cía. Minera Bacis – Raúl Vicente Orozco y Cía., - Flores Castellón O. y Romo Organista M. P. 1997.
- 5) **"Propiedades Dinámicas de Jales"**. Tesis de maestría en mecánica de suelos. División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería-UNAM.- Flores Castellón Osvaldo, 1997.
- 6) **"Criterios de Proyecto, Construcción y Operación para Presas de Jales en México"**, X Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería en Cimentaciones.- Orozco S., R.V. Guadalajara, Jal., 1995.
- 7) **"Criterios Básicos para el Proyecto, la Construcción y la Operación de Presas de Jales"**. Preparado para la Cámara Minera de México, A.C. (CAMIMEX) por Raúl Vicente Orozco y Cía., S.A. de C.V., México, D.F., 1991.
- 8) **"Norma Oficial Mexicana NOM-090-ECOL-1997, que Establece los Requisitos para Selección del Sitio, Proyecto, Construcción, Operación y Monitoreo de Presas de Jales"** (última versión del grupo técnico). Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naurales y Pesca (SEMARNAP), 1997.
- 9) **"Las Presas de Jales en México. Criterios Básicos para su Proyecto, Construcción y Operación"**. XVI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos (SMMS).- Orozco Santoyo, R. V. y Orozco Escoto, Irma Yolanda. Zacatecas, Zac., 1992.
- 10) **"Utilización de Residuos Mineros en la Construcción de Presas de Jales"**. Simposio sobre la Construcción y el Manejo de Residuos Sólidos (AMCRESP,AC).- Orozco S., R.V. México, D.F., 1996.
- 11) **"Manual de Presas y Depósitos de Jales"**. Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, A.C. (AIMMGM). Traducción del Boletín 45, Comité Internacional de Grandes Presas (ICOLD), Río de Janeiro, Brasil, 1982, efectuada por el Dr. Víctor Torres Verdín, con la supervisión del Ing. R. V. Orozco, 1990. La primera versión autorizada en español fue revisada por el Ing. R. V. Orozco.

LAMINA 1. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO "AGUAS ARRIBA" CON ARENA "CICLONEADA"

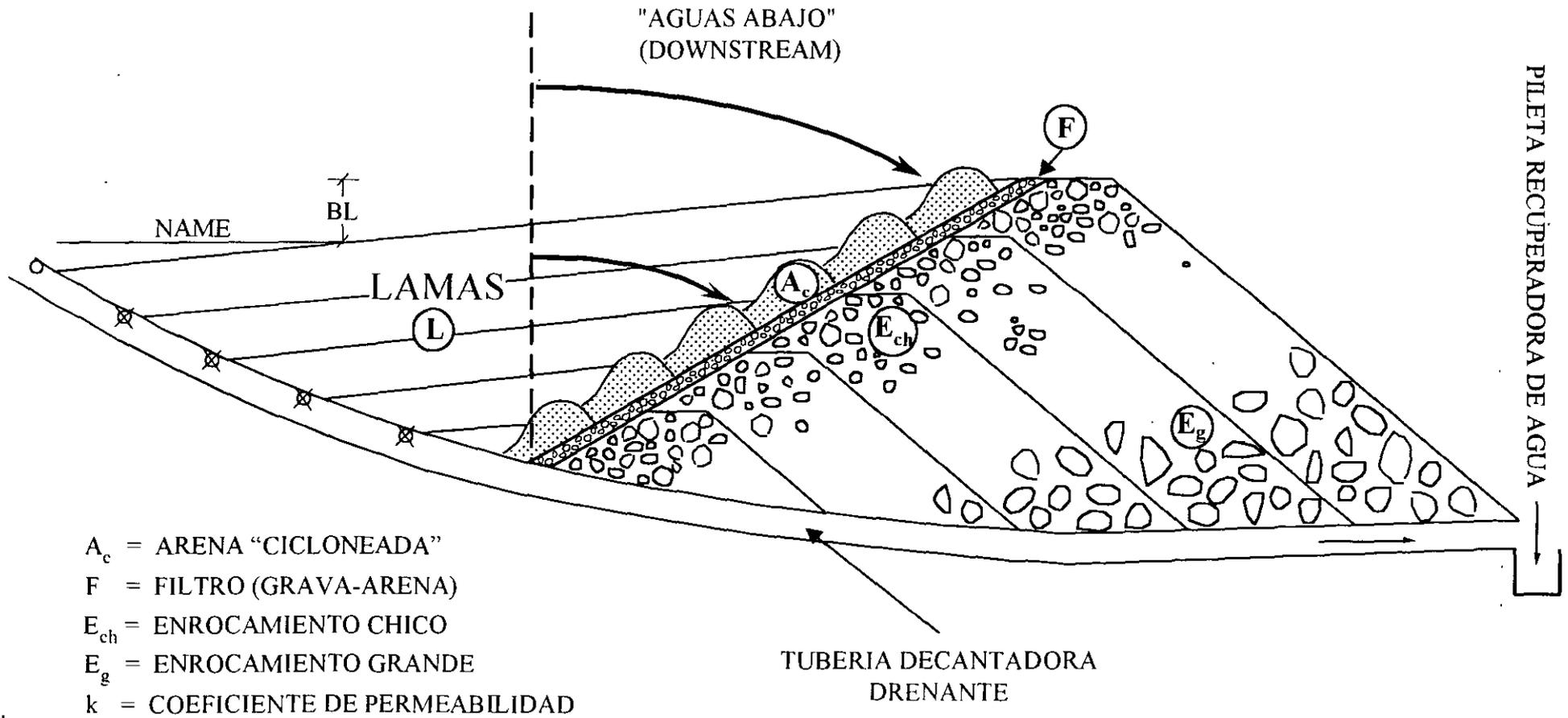


BL = BORDO LIBRE
 NAME = NIVEL DE AGUAS MAXIMAS EXTRAORDINARIAS
 NAMO = NIVEL DE AGUAS MAXIMAS ORDINARIAS (OPERACIÓN)
 k = COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

LEY: $k_L < k_{A_c} < k_{B_i}$

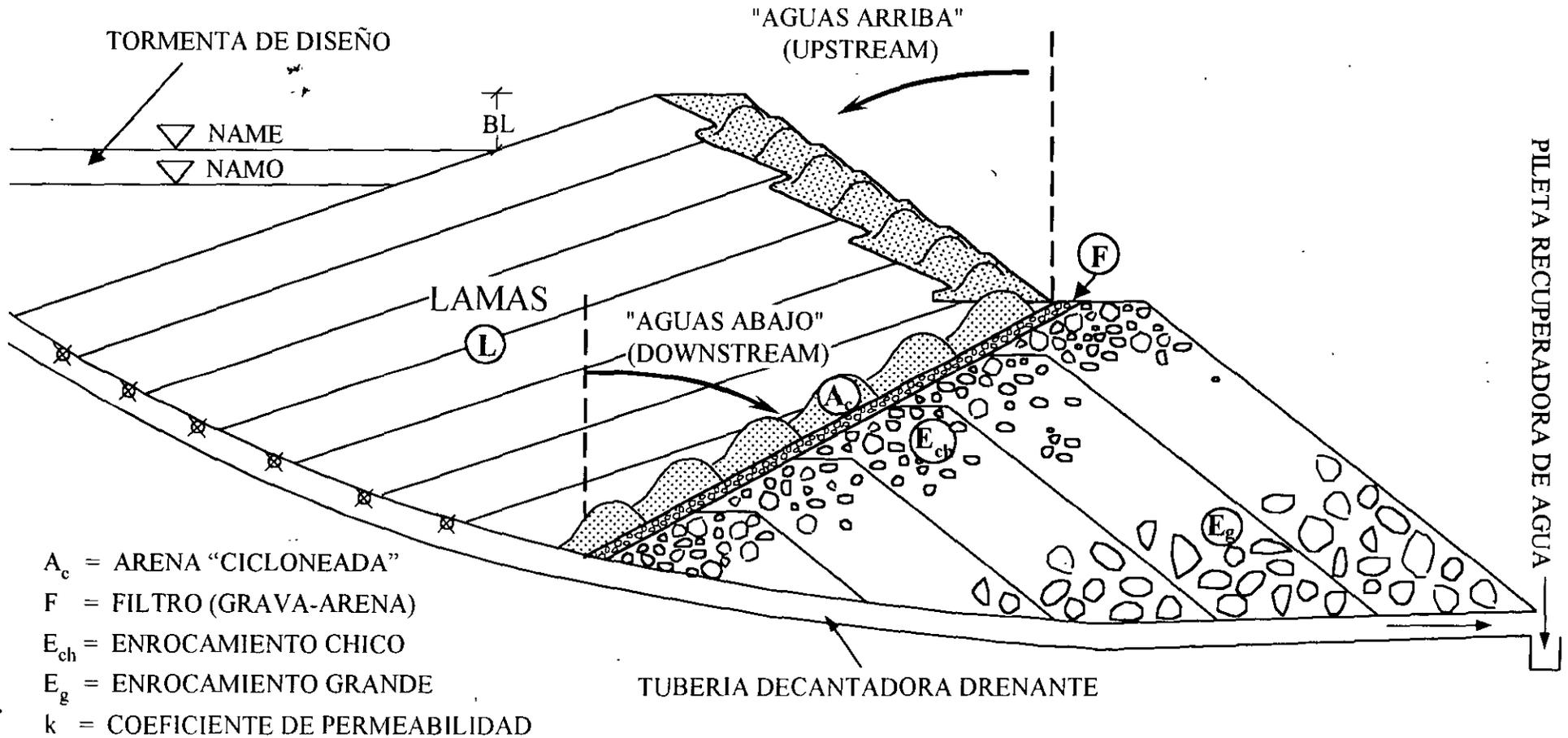
- (A_c) CORAZA ARENOSA RESISTENTE Y PERMEABLE
- (B_i) BORDO INICIADOR RESISTENTE Y PERMEABLE
- (C) TUBERIA DECANTADORA DRENANTE (ALCANTARILLA)

LAMINA 2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO "AGUAS ABAJO" CON ENROCAMIENTO



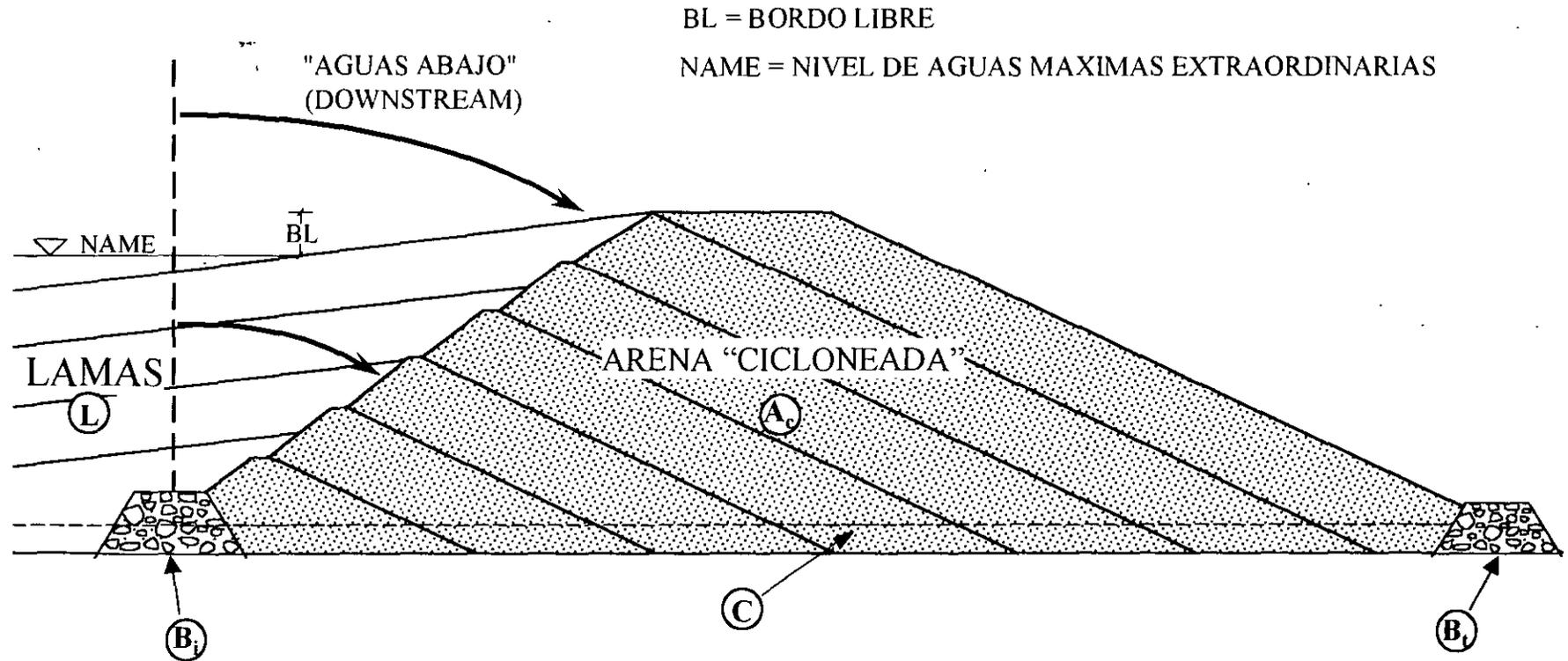
LEY: $k_L < k_{A_c} < k_F < k_{E_{ch}} < k_{E_g}$

LAMINA 3. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO COMBINADO CON ENROCAMIENTO Y ARENA "CICLONEADA" ("AGUAS ABAJO" Y "AGUAS ARRIBA")



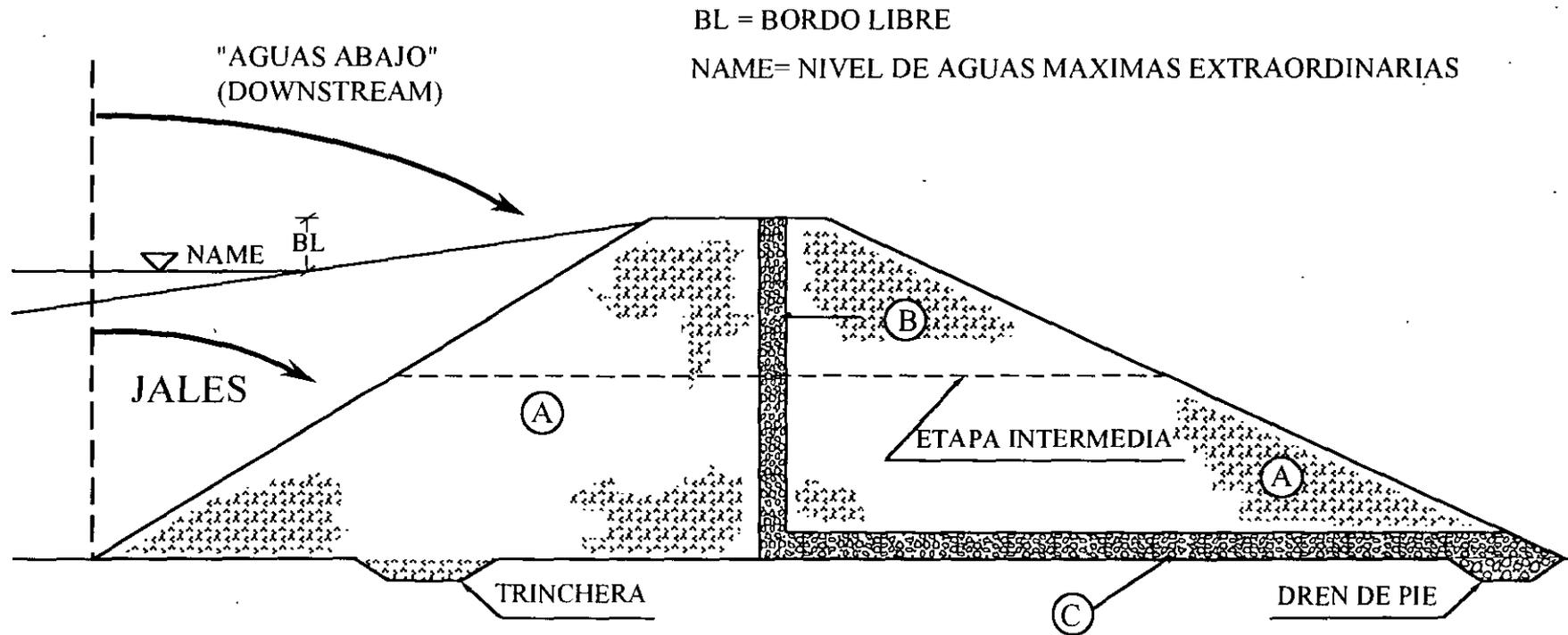
LEY: $k_L < k_{A_c} < k_F < k_{E_{ch}} < k_{E_g}$

LAMINA 4. METODO CONSTRUCTIVO "AGUAS ABAJO" CON ARENA "CICLONEADA"

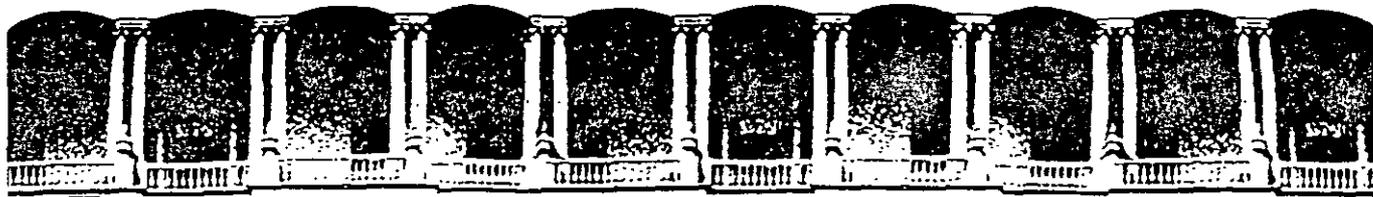


- (Ac) CORTINA ARENOSA RESISTENTE Y PERMEABLE
- (B₁) BORDO INICIADOR RESISTENTE Y PERMEABLE
- (B₂) BORDO TERMINAL RESISTENTE Y PERMEABLE
- (C) TUBERIA DECANTADORA DRENANTE

LAMINA 5. METODO CONSTRUCTIVO "AGUAS ABAJO" CON SECCION HOMOGENA Y FILTRO



- (A) CORTINA IMPERMEABLE DE SUELO COMPACTADO
- (B) "CHIMENEA" PERMEABLE DE GRAVA-ARENA
- (C) "DELANTAL" PERMEABLE DE GRAVA-ARENA



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN
DE CARRETERAS**

MÓDULO IV

**SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD
DE CARRETERAS**

TEMA

PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE MATERIALES

**ING. PEDRO GÓMEZ COLIO
PALACIO DE MINERÍA
NOVIEMBRE 1999**

DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

MÓDULO IV:

SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD:

TEMA:

**PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE
MATERIALES**

**ING. PEDRO GOMEZ COLIO
SCT**

México, D.F., noviembre de 1999.

PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE MATERIALES

- MEZCLAS ASFÁLTICAS:

MEZCLAS FRÍAS

MEZCLAS CALIENTES (CONCRETO ASFÁLTICO)

- MORTEROS ASFÁLTICOS:

- SUELOS COMPACTADOS PARA TERRACERÍAS Y PAVIMENTOS.

MEZCLAS ASFÁLTICAS

SON PRODUCTOS QUE SE OBTIENEN MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MATERIAL ASFÁLTICO (CEMENTO, REBAJADO O EMULSIÓN) A UN MATERIAL PÉTREO CON UNA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DETERMINADA.

DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

OBJETIVO.

ESTABLECER LAS PROPORCIONES DE LOS MATERIALES QUE INTERVIENEN EN LA MEZCLA, CON OBJETO DE OBTENER LAS PROPIEDADES DE FUNCIONAMIENTO Y DURACIÓN ADECUADAS AL USO QUE SE LE PRETENDA DAR.

PROPIEDADES.

ESTABILIDAD

RESISTENCIA AL INTEMPERISMO

RESISTENCIA AL DESGRANAMIENTO

FLEXIBILIDAD

INTEMPERISMO

TEXTURA

CLASIFICACIÓN DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS

LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EMPLEADAS EN TRABAJOS DE PAVIMENTACIÓN, DE ACUERDO CON LAS CARACTERÍSTICAS DE ELABORACIÓN, SE PUEDEN CLASIFICAR EN:

MEZCLAS ELABORADAS EN CALIENTE.

CONCRETOS ASFÁLTICOS.- SE HACEN EN CALIENTE, CON MATERIALES PÉTREOS BIEN GRADUADOS Y CEMENTO ASFÁLTICO, EN UNA PLANTA MEZCLADORA FIJA.

MEZCLAS ELABORADAS EN FRÍO.

MEZCLAS ELABORADAS EN EL LUGAR DE LA OBRA.- SE HACEN EN FRÍO, CON MATERIALES GRADUADOS Y UN ASFÁLTO REBAJADO O UNA EMULSIÓN ASFÁLTICA, EN UNA PLANTA MEZCLADORA MÓVIL (SEMI-PORTÁTIL) O CON UNA MOTOCONFORMADORA.

EN ESTA CATEGORÍA PODEMOS INCLUIR LOS MORTEROS ASFÁLTICOS QUE SE HACEN CON UN MATERIAL PÉTREO GRADUADO Y UNA EMULSIÓN ASFÁLTICA, MEZCLADOS Y TENDIDOS CON EQUIPO ESPECIAL.

UTILIZACIÓN DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN TRABAJOS DE PAVIMENTACIÓN.

CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO
Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.

CARPETAS

BASES ASFÁLTICAS

TRATAMIENTOS
SUPERFICIALES

CAPA RENIVELADORA

SOBRECARPETA

SELLO

CONTENIDOS MÍNIMO Y ÓPTIMO DE ASFALTO

EN LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ASFALTO PARA UNA MEZCLA ASFÁLTICA, SE ESTABLECEN DOS CONCEPTOS BÁSICOS: EL MÍNIMO REQUERIDO PARA CUBRIR LAS PARTÍCULAS DEL AGREGADO PÉTREO Y EL ÓPTIMO, QUE PERMITA LAS MEJORES POSIBILIDADES PARA EL USO DE LA MEZCLA.

MÉTODOS DE DISEÑO Y VERIFICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS.

- EQUIVALENTE DE QUEROSENO CENTRIFUGADO (CKE).
- COMPRESIÓN SIN CONFINAR
- MARSHALL
- HVEEM
- HUBBARD-FIELD
- ABRASIÓN EN HUMEDO (Morteros asfálticos)

MÉTODOS DE DISEÑO Y VERIFICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

El diseño de las mezclas asfálticas tiene por objeto establecer las proporciones de los materiales que intervienen en la elaboración de las mismas, a fin de lograr en ellas ciertas propiedades que propicien condiciones de uso, funcionamiento y duración adecuadas; dichas propiedades, en términos generales, tenderán a lograr que la mezcla cuente con la estabilidad necesaria para soportar las cargas impuestas por el tránsito, resistir el intemperismo y no presentar desgranamientos bajo el efecto de la circulación de vehículos. Además, la capa construida con la mezcla tendrá la flexibilidad adecuada para adaptarse sin sufrir daño a las deformaciones permisibles en las capas del pavimento; en ciertos casos, también se procurará lograr que la textura y rugosidad de la capa sean adecuadas para el tránsito de vehículos, considerando siempre tener capas suficientemente impermeables.

Como las propiedades mencionadas se logran seleccionando y adaptando las características del material pétreo, a la vez que incorporando la proporción y tipo de material asfáltico adecuado, el diseño de una mezcla asfáltica, contemplará fundamentalmente el manejo de estos conceptos para encontrar la mejor y más económica combinación de los materiales seleccionados, considerando como proporción óptima de asfalto, aquella con la que se logran las condiciones mencionadas.

CONSIDERACIONES GENERALES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

Para diseñar las mezclas asfálticas se debe establecer en forma preliminar la dosificación, tanto de los materiales pétreos como de éstos con los materiales asfálticos y preparar un mezcla inicial, con el fin de someterla a las pruebas correspondientes al criterio de diseño que se aplique.

En general el material pétreo para mezclas asfálticas está constituido en su mayor parte por grava, teniendo una menor proporción de arena y una cantidad mínima de finos no plásticos o "*filler*", cuyos porcentajes se hacen variar para obtener las propiedades requeridas en la mezcla asfáltica.

Aumentando el contenido de grava, se incrementa la estabilidad, necesitando un menor contenido de asfalto, lo cual reduce la flexibilidad de la mezcla, por el contrario, si lo que se busca es mayor flexibilidad en la mezcla, se aumentará la proporción de arena, necesiándose un mayor contenido de asfalto.

Ajustes semejantes se efectuarán inclusive durante la ejecución de la obra para conseguir que la mezcla se ajuste a los requisitos del proyecto.

PRUEBA DE EQUIVALENTE DE QUEROSENO CENTRIFUGADO (CKE)

Se lleva a cabo a partir del área superficial de las fracciones gruesa y fina del material pétreo o combinación de materiales seleccionados para la mezcla; así también, a partir de la obtención de un factor k que depende de la rugosidad y grado de porosidad de las partículas de material pétreo, evaluados mediante procedimientos de retención de queroseno y de aceite. Dichos parámetros se correlacionan gráficamente para obtener la proporción óptima de un asfalto rebajado con viscosidad especificada, pudiendo después ajustarse el resultado para otros materiales asfálticos.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

A una muestra de material pétreo, se le determina su composición granulométrica y se separan dos fracciones de mil quinientos (1,500 gr.) cada una; la que pasa la malla núm. 9.5 y retiene la 4.75 y la que pasa la malla últimamente mencionada, denominadas fracción gruesa y fracción fina respectivamente, se secan al horno a un temperatura de ciento cinco más menos cinco grados centígrados ($105 \pm 5^{\circ}\text{C}$), hasta peso constante. De cada una de estas fracciones se toman mil (1,000) gramos para determinar el correspondiente peso específico relativo aparente. La parte restante de la fracción fina se utiliza en la determinación del retenido de queroseno y la de la fracción gruesa en la del retenido de aceite.

A cada uno de los dos vasos de centrifugado se le coloca su malla y papel filtro, se tara y se anota su peso con aproximación de cero punto un (0.1) gramo; se pesa en cada uno de ellos cien (100) gramos de la fracción seca que pasa la malla núm. 4.75 y en esas condiciones se colocan en un recipiente que contenga queroseno con una cantidad suficiente para que cubra las muestras, permaneciendo así durante treinta (30) minutos para que se sature.

Después de la saturación se instalan los vasos en la centrífuga (Fig. 1) y se someten durante dos (2) minutos a una fuerza centrífuga de cuatrocientas (400) veces la fuerza de la gravedad, determinada con la siguiente fórmula:

$$RPM_C = \sqrt{\frac{35\ 600\ 000}{R}}$$

donde:

RPM_C es el número de revoluciones por minuto a que deben girar los vasos de centrifugado.

35 600 000 representa la aceleración a la que debe someterse la muestra para producir una aceleración de 400 veces la fuerza de la gravedad, en centímetros sobre segundo al cuadrado.

R radio de giro del centro de gravedad de la muestra, en cm.

Después del centrifugado se pesa cada uno de los vasos con su muestra y se determina el porcentaje de queroseno retenido, respecto al peso inicial y de no diferir significativamente los dos resultados, se reporta el promedio como equivalente de queroseno centrifugado (CKE), de lo contrario se repite el procedimiento.

A continuación se coloca una muestra de cien (100) gramos de la fracción gruesa seca, en cada uno de los dos embudos y en esas condiciones se sumergen en los vasos de precipitado con aceite lubricante tipo **SAE - 10**, con una cantidad suficiente para que el material quede cubierto, permaneciendo así durante cinco (5) minutos a temperatura ambiente.

Después de dicho lapso se sacan los embudos con el material y se dejan escurrir durante dos (2) minutos cuidando que no se pierda material; a continuación, se meten al horno con las muestras, procurando que el escurrimiento prosiga durante quince (15) minutos, a una temperatura de sesenta (60°C) grados centígrados.

Se sacan los vasos con las muestras del horno y se vacían en charolas previamente taradas, se dejan enfriar a la temperatura ambiente y se pesan con aproximación de cero punto un (0.1) gramo. Enseguida se determina el porcentaje de aceite retenido respecto al peso inicial de los agregados secos, de no existir discrepancia significativa se reporta

el promedio como porcentaje de aceite retenido AR, de lo contrario se repite el procedimiento.

Los cálculos y reportes son los siguientes:

Si el peso específico relativo aparente de la fracción fina es diferente de dos punto sesenta y cinco (2.65 ± 0.05) se corrige el valor promedio del equivalente de queroseno centrifugado CKE, mediante la siguiente fórmula:

$$EKC_c = EKC S_{df} / 2.65$$

donde.

EKC_c equivalente de queroseno centrifugado, corregido por el peso específico relativo aparente de la fracción fina.

EKC equivalente de queroseno centrifugado de la fracción fina.

S_{df} densidad o peso específico relativo aparente de la fracción fina.

2.65 peso específico relativo aparente considerado para la fracción fina.

Se calcula el área superficial del material pétreo a partir de su composición granulométrica, por medio de la siguiente fórmula:

$$A = \sum (P F_a)$$

donde:

A es el área superficial del material pétreo considerado, en metros cuadrados por kilogramo.

P es el porcentaje en peso de cada uno de los retenidos parciales del material pétreo, en sus respectivas mallas.

F_a es el área superficial que corresponde a cada fracción comprendida entre las mallas, como se indica a continuación:

MATERIAL		ÁREA SUPERFICIAL DE LOS RETENIDOS PARCIA- LES EN m ² /kg.
PASA MALLA NÚM.	RETIENE MALLA NÚM.	
19.000	9.500	00.20
09.500	4.750	00.41
04.750	2.360	00.82
02.360	1.180	01.64
01.180	0.600	03.28
00.600	0.300	06.15
00.300	0.150	12.30
00.150	0.075	24.58
00.075		53.30

Se determina la constante de superficie "Kf" para la fracción fina, utilizando la gráfica de la figura 2 a partir del equivalente de queroseno EKC corregido y en función del área superficial del material pétreo, así como del porcentaje de material que pasa la malla núm. 4.75

Si el peso específico relativo aparente de la fracción gruesa es diferente de dos punto sesenta y cinco más menos cero punto cero cinco (2.65 ± 0.05) se corrige el valor promedio del porcentaje de aceite retenido AR, mediante la siguiente fórmula:

$$AR_C = AR S_{dg} / 2.65$$

donde:

AR_c proporción de aceite retenido corregida por densidad de la fracción gruesa, en porcentaje.

AR proporción de aceite retenido por la fracción gruesa, en por ciento.

S_{dg} peso específico relativo aparente de la fracción gruesa.

2.65 peso específico relativo aparente considerado para la fracción gruesa.

Se obtiene la constante de superficie K_g para la fracción gruesa, utilizando la gráfica de la figura núm. 3 a partir del porcentaje de aceite retenido corregido.

Se calcula el peso específico relativo aparente promedio del material pétreo, mediante la siguiente fórmula.

$$S_{dp} = \frac{100}{\frac{G}{S_{dg}} + \frac{F}{S_{df}}}$$

donde:

S_{dp} peso específico relativo aparente promedio del material pétreo.

G es la proporción en peso de la fracción gruesa con respecto al material pétreo, en porcentaje.

S_{df} peso específico relativo aparente de la fracción gruesa.

F es la proporción en peso de la fracción fina con respecto al material pétreo, en porcentaje.

S_{dt} es el peso específico relativo aparente de la fracción fina.

Se obtiene la constante de superficie, K_m , para la combinación de las fracciones gruesa y fina mediante la siguiente fórmula:

$$K_m = K_f + K_{fc}$$

donde:

K_m es la constante de superficie del material pétreo integrado con sus fracciones fina y gruesa.

K_f es la constante de superficie para la fracción fina.

K_{fc} es la corrección a la constante de superficie de la fracción fina, determinada con la gráfica de la figura núm. 4

el valor de la constante K_{fc} se determina en función del área superficial del material, del porcentaje en peso de la fracción gruesa con respecto al material pétreo y de la diferencia $K_g - K_f$, siendo el signo de esta diferencia el mismo que se da en la corrección K_{fc} y cuando el valor de K_{fc} es inferior a 0.05 no se aplica ninguna corrección a K_f , siendo en este caso el valor de K_m igual al de K_f .

De la gráfica de la figura núm. 5 y a partir del área superficial del material pétreo y tomando en cuenta el peso específico relativo aparente promedio S_{dp} del material pétreo, así como en función de la constante de superficie K_m , se obtiene el contenido óptimo aproximado de asfalto rebajado de fraguado medio o rápido, del grado dos (2), en por ciento.

Cuando se trate de cemento asfáltico o algún otro rebajado diferente de los indicados, se corrige la proporción óptima de asfalto mediante la gráfica de la figura núm. 6. como sigue: a partir del área superficial del material pétreo y del grado del rebajado o de la penetración del cemento asfáltico que se utilice, se determina un punto en la escala auxiliar **C** que unido con el punto de la escala **D** correspondiente al contenido óptimo de

asfalto rebajado de grado dos (2), define en la escala E el contenido óptimo corregido para el material asfáltico seleccionado; esta será la que se aplique para elaborar la mezcla asfáltica.

Cuando se requiera determinar la proporción óptima aproximada de material asfáltico para una mezcla que se elabore con emulsión y no obstante que de acuerdo con el uso de dicha mezcla su proporción óptima de asfalto sea relativamente variada, se podrá aplicar el procedimiento de equivalente de queroseno centrifugado, excepto que la determinación de la proporción óptima corregida de emulsión asfáltica, se efectúa a partir del porcentaje de rebajado asfáltico tipo dos (2), obtenido con el EKC y multiplicando este valor por uno punto uno (1.1). Este resultado se ajustará de acuerdo con las restricciones que imponga el uso de la mezcla.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ÓPTIMO DE ASFALTO POR PRUEBAS DE COMPRESIÓN AXIAL Y DE COMPRESIÓN DIAMETRAL

Este método considera la elaboración de especímenes de prueba utilizando mezclas preparadas con diferentes contenidos de material pétreo y de producto asfáltico, las cuales se compactarán con carga estática, dándoles previamente un acomodo para disminuir la influencia de la forma de las partículas del material pétreo; un grupo de los especímenes se someterá a la acción de cargas axiales y otro a la de cargas diametrales, hasta alcanzar la falla, en ambos casos se harán determinaciones con especímenes en seco y saturados. Con los pesos específicos, resistencia a la compresión axial, deformación final, resistencia a la compresión diametral y en algunos casos por ciento de vacíos, se definirá gráficamente la proporción óptima de asfalto con la cual se logre en los especímenes la mejor combinación de dichas características

Este procedimiento no se aplicará a mezclas que contengan menos del 10% de partículas de material pétreo pasando la malla Núm. 2, consideradas de textura abierta, ni a las que se elaboren con cemento asfáltico, limitándose su aplicación al caso de mezclas con más de 12% de partículas retenidas en la malla Núm. 25 y que pasen la Núm. 37.5.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

En primer lugar, se determinan el peso específico relativo aparente del material pétreo por inmersión en cemento asfáltico y el peso específico relativo del residuo asfáltico. Se determina el peso del material pétreo que pasa la malla Núm. 25, necesario para elaborar cada una de las ocho mezclas de prueba que se preparan por cada contenido de asfalto, para lo cual se tomará en cuenta el peso volumétrico de la mezcla determinado con un espécimen preliminar, los especímenes se elaborarán con una relación altura/diámetro de 1.25.

La proporción de asfalto de cada uno de los contenidos que como mínimo se estudiarán son:

Contenido óptimo aproximado, - 1.0%.

Contenido óptimo aproximado, - 0.5%

Contenido óptimo aproximado.

Contenido óptimo aproximado, + 0.5%

Contenido óptimo aproximado, + 1.0%

Contenido óptimo aproximado, + 1.5%

Contenido óptimo aproximado, + 2.0%

Se elabora una de las ocho mezclas que corresponde a uno de los contenidos de material asfáltico y considerando solo la fracción de material que pasa la malla Núm. 25, se toma el peso del material pétreo y se calientan los materiales pétreos y asfálticos a 50°C, excepto cuando se utilizan emulsiones asfálticas.

Se revuelven las mezclas así preparadas, manteniéndolas a la temperatura indicada hasta completar su curado, el cual se controla verificando su peso a intervalos no mayores de 10 minutos debiendo ser más cortos a medida que la mezcla se acerca a su peso final P_f , o sea el que tiene cuando pierde la cantidad de solventes, P_{se} , previamente establecida; esta última se determina mediante la siguiente fórmula:

$$P_{se} = P_s - K P_c$$

donde.

P_{se} es el peso de los solventes que se eliminan de la mezcla durante su elaboración, previamente a su compactación, en gramos.

P_s es el peso de los solventes que inicialmente contiene el producto asfáltico, en gramos.

P_c es el peso del residuo asfáltico que contiene el producto utilizado, en gramos.

K es la relación en peso de solventes con respecto al residuo asfáltico en la mezcla fijada para su compactación; es adimensional y en general será de 0.08, debiendo establecerse para cada estudio.

A continuación se determina el peso final de la mezcla asfáltica curada más la tara P_{ft} , mediante la siguiente fórmula:

$$P_{ft} = P_p + P_t + P_a - P_{se}$$

donde:

P_{ft} es el peso final de la mezcla de prueba ya curada, más la tara, en gramos.

P_p es el peso de la muestra de material pétreo seco, en gramos

P_t es el peso de la tara, en gramos.

P_a es el peso del material asfáltico utilizado para elaborar la mezcla de prueba, en gramos.

P_{se} es el peso de los solventes que se eliminan de la mezcla durante su elaboración y curado, en gramos.

El curado de las mezclas elaboradas con emulsiones asfálticas se efectuará remezclándolas hasta que claramente se inicie el rompimiento de la emulsión sin provocar que se desprenda del agregado pétreo; al ocurrir el rompimiento se escurrirá el agua remanente, siendo este el punto en que se compactará la mezcla, seleccionando para ello la humedad y estado de rompimiento que proporcione los mayores pesos volumétricos.

Con la placa de base, la placa de compactación y el molde de prueba limpios y a la temperatura de 50°C, se arma el conjunto que debe quedar nivelado sobre una superficie firme, en el caso de mezclas con emulsión no será necesario calentar el equipo (Fig. 7).

Después de curada la mezcla se deposita en el molde en dos capas, dándole un acomodo inicial mediante 20 penetraciones con la varilla, repartidas simétricamente. A continuación, para formar el espécimen de prueba, se compacta la mezcla contenida en el molde, aplicándole por medio de la máquina de compresión una carga inicial de 25 kg/cm²; realizado lo anterior, se libera dicha carga y se remueven las calzas en que se apoya el molde; enseguida se aplica carga en forma lenta y uniforme hasta alcanzar en

5 minutos la carga de compactación correspondiente a la presión de 100 kg/cm^2 , que se sostiene durante dos minutos, después de lo cual se libera.

Se retira de la máquina de compresión el molde con el espécimen, se remueve la placa de base y se dejan a la temperatura ambiente hasta que el espécimen adquiera la consistencia que permita ser extraído sin que sufra daño; en el caso de mezclas con emulsión asfáltica el período será de 3 días manteniendo los moldes en posición horizontal para facilitar el drenado.

Después del período de reposo se extrae el espécimen del molde y se mide con aproximación de un milímetro y se anota el promedio en la hoja de registro, verificando su relación altura/diámetro que debe ser de 1.25, aproximadamente. Así se continúa la elaboración de especímenes hasta completar los 8 de cada contenido considerado en el estudio, cuidando de hacer los ajustes necesarios para que la altura de los especímenes sea uniforme; tratándose de mezclas del mismo estudio, en los diferentes contenidos de asfalto, respecto a la altura de todos no debe haber diferencias de más de 5 milímetros, los que no cumplan con este requisito se desecharán y se sustituirán por nuevos especímenes que si cumplan.

Se determina el peso volumétrico de cada uno de los especímenes de cada contenido de asfalto mediante el peso sumergido, separando los valores correspondientes a cada contenido de asfalto. Con los 8 especímenes de cada contenido de asfalto se forman 2 grupos, uno para mantenerlo de 16 a 24 horas a la temperatura ambiente y después se colocan en baño de aire o en ambiente a la temperatura de $25 \pm 0.5^\circ \text{ C}$, durante 2 horas antes de probarlos; el segundo grupo se conserva de 16 a 24 horas, a la temperatura ambiente y después durante 4 días inmersos en un baño de agua a $25 \pm 0.5^\circ \text{ C}$

Dos de los especímenes del primer grupo se prueban a la compresión simple aplicándole una carga inicial de 10 kg. ; se instala el extensómetro y se ajusta a cero, después se somete a la prueba de compresión axial, aplicándole carga a una velocidad uniforme para obtener una deformación vertical de 50.0 mm/min hasta alcanzar la mayor carga que resista el espécimen la que se registra como P_a , en kg. Al presentarse dicha carga se lee el extensómetro y se anota en la hoja de registro como valor del flujo d_a , en mm.

El tercero y cuarto de los especímenes del primer grupo se somete a la prueba brasileña o de compresión diametral con registro de flujo vertical, colocando el espécimen en la platina de la máquina de compresión y montando el extensómetro para la determinación del flujo; al espécimen así instalado se le aplica carga uniforme a lo largo de dos de sus generatrices unidas por un mismo diámetro y a una velocidad constante de deformación vertical de 50.0 mm/min hasta alcanzar la carga de ruptura que se registra como P_a , en kg; al alcanzar dicha carga se toma la lectura del extensómetro y se anota como valor de flujo "d", en mm, con aproximación de 0.1 mm. Se hace notar que en todos los casos se utiliza las cuatro placas para guiar y centrar la carga y las dos tiras de distribución de la misma. Al cuarto espécimen después de la prueba se le determina el contenido de cemento asfáltico.

Del segundo grupo de especímenes se toman sucesivamente dos y se dejan escurrir el tiempo indispensable para que no mojen el equipo, lapso que no será mayor de 5 minutos; después se someten sucesivamente a la prueba de compresión axial con medición del flujo vertical como ya se describió anteriormente. Los dos especímenes restantes de este segundo grupo se dejan escurrir y también se someten a la prueba de compresión diametral con medición de flujo como ya fue descrito.

CÁLCULO Y REPORTE

Los pesos volumétricos de todos los especímenes con un mismo contenido de asfalto se promedian, desechando aquellos que discrepen en forma significativa y el resultado se anota con aproximación de 10 kg/m^3 .

La resistencia a la compresión axial de cada uno de los especímenes de prueba de ambos grupos tanto los ensayados en húmedo como en seco de los diferentes contenidos de asfalto se calcula con la siguiente fórmula:

$$R_c = \frac{P_a}{A_s}$$

donde:

R_c es la resistencia a la compresión axial en kg/cm^2

P_a es la carga axial máxima que se registra al inicio de la falla, en kg

A_s es el área de la sección transversal del espécimen calculada con su diámetro promedio, con aproximación de 0.1 cm^2

Los valores de resistencia de los dos especímenes de cada grupo se promedian y registran, por una parte los ensayados en seco y por otra los probados en húmedo de cada contenido de asfalto.

El valor de resistencia a la tensión por compresión diametral de cada uno de los especímenes tanto de los probados en seco como de los probados en húmedo de los diferentes contenidos de asfalto se calcula con la siguiente fórmula:

$$R_d = \frac{P_d}{Dh}$$

donde:

R_d es el valor de la resistencia a la tensión por compresión diametral, en kg/cm^2

P_d es la carga máxima aplicada diametralmente, en kg

D es el diámetro promedio del espécimen en cm, con aproximación de 0.1 cm

h es la altura promedio del espécimen en cm, con aproximación de 0.1 cm

Se promedian y registran los valores de resistencia a la tensión por compresión diametral de los dos especímenes de prueba de cada grupo, por una parte los ensayados en seco y por la otra los probados en húmedo, de cada contenido de asfalto.

Se promedian y registran los valores de flujo d_a de los dos de cada grupo probados a la compresión axial, por una parte los ensayados en húmedo y por la otra los probados en seco, de cada contenido de asfalto.

Se promedian y registran los valores de flujo d , de los dos especímenes de cada grupo probados a la compresión diametral, por una parte los ensayados en húmedo y la otra los probados en seco, de cada contenido de asfalto.

Se calcula el porcentaje de vacíos de la mezcla compactada de todos los especímenes elaborados con un mismo contenido de asfalto, determinando los pesos volumétricos, el porcentaje de vacíos de la mezcla compactada correspondiente a cada contenido de asfalto y se anotan en la hoja de registro.

Con los datos de peso volumétrico, de resistencia, de flujo y porcentaje de vacíos y los correspondientes contenidos de asfalto expresados como por ciento en peso, con relación al del material pétreo de los especímenes respectivos, se dibujan las gráficas del por ciento de cemento asfáltico, contra cada uno de los siguientes conceptos: peso volumétrico, resistencia a la compresión axial en seco, resistencia a la compresión axial en húmedo, resistencia a la compresión diametral en seco, resistencia a la compresión diametral en húmedo; así como contra flujo de especímenes en seco, flujo de especímenes en húmedo y porcentaje de vacíos.

Del análisis de todas estas gráficas se deduce la proporción óptima de asfalto que permita el mayor peso volumétrico, las mayores resistencias y el flujo aceptable, siendo

en todo caso el por ciento de asfalto recomendado, aquél con el cual se logre más ventajas en todos los aspectos señalados.

PRECAUCIONES QUE SE DEBEN TOMAR EN ESTA PRUEBA

Extraer cuidadosamente los especímenes de los moldes para evitar que sufran distorsiones o disgregaciones.

Cuando no sea posible efectuar a los especímenes las pruebas en seco, durante las 24 horas siguientes a su elaboración, se colocarán en recipientes herméticos para protegerlos.

Verificar que los especímenes tengan la misma temperatura en el momento de ser sometidos a la prueba de carga.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ÓPTIMO DE ASFALTO POR EL MÉTODO DE MARSHALL

Este método se aplica para el proyecto y control de mezclas elaboradas utilizando materiales pétreos con tamaño máximo de 25 mm y cemento asfáltico en caliente; también se puede aplicar cuando se usen asfaltos rebajados o emulsiones asfálticas: el procedimiento consiste fundamentalmente en elaborar especímenes cilíndricos a los que se les determina su peso volumétrico, porcentaje de vacíos, estabilidad en sentido diametral y deformación al alcanzarse la máxima resistencia; estas dos últimas determinaciones se pueden hacer bajo condiciones de humedad y de temperatura desfavorables.

A las mezclas elaboradas con asfaltos rebajados o con emulsiones también se les determina la influencia del agua en su comportamiento.

El valor de estabilidad es un índice de la resistencia estructural de la mezcla asfáltica compactada y el flujo es un indicador de su flexibilidad y pérdida de resistencia a la deformación.

Para el diseño de mezclas asfálticas se elaboran especímenes con diferentes porcentajes de asfalto, a fin de conocer cuales son los que proporcionan condiciones favorables y de ellos seleccionar el contenido óptimo de asfalto o el más conveniente para el material pétreo estudiado.

Para verificar la mezcla asfáltica producida en la obra se comparan las características de granulometría, contenido de asfalto y peso volumétrico de la mezcla compactada y cuando haya discrepancias entre los datos mencionados se elaboran especímenes con la mezcla producida en la obra y se les determina su estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos para verificar esas características con las de proyecto.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

Se determina el peso específico relativo aparente del material pétreo por inmersión en cemento asfáltico; así también el del cemento asfáltico el cual será corregido tanto en el caso de rebajados como en el caso de emulsiones mediante las gráficas de peso específico - residuo asfáltico, tomando en cuenta los solventes y el agua que contenga el producto bajo las condiciones de compactación.

Deben obtenerse las temperaturas de mezclado del cemento asfáltico o rebajado y del material pétreo; para los primeros la temperatura mencionada es aquella a la que tengan una viscosidad Saybolt - Furol de 85 ± 10 segundos y para el material pétreo, es esta misma temperatura más 10°C . Cuando se utilicen emulsiones el material pétreo no se calentará y en cambio se le adicionará una humedad similar a la de absorción, de tal manera que se obtenga el mejor cubrimiento. También se determinará la temperatura de compactación de la mezcla que será aquella a la cual el material asfáltico tenga una viscosidad Saybolt - Furol de 140 ± 15 segundos; esta temperatura también se puede determinar de la gráfica viscosidad - temperatura del asfalto o producto utilizado.

La cantidad de material pétreo para cada mezcla será la necesaria para que el espécimen tenga una altura aproximada de 63.5 mm (aproximadamente 1,100 gramos de material pétreo) y las proporciones de asfalto se definirán con base en el contenido mínimo determinado mediante fórmulas empíricas variando los contenidos con incrementos de 0.5% desde el contenido mínimo - 1.0% hasta el contenido mínimo + 2.0%.

Durante la operación de mezclado se mantendrá la temperatura de compactación antes mencionada pudiendo aplicar calor durante esta etapa y en el caso de asfaltos rebajados se tendrá una relación de solvente a cemento asfáltico (valor de K) de 0.8 para rebajados de fraguado rápido y de 0.12 para rebajados de fraguado medio. Cuando se trate de mezclas elaboradas con emulsión, se mezclarán lo suficiente para homogeneizarlas, verificando el peso de la mezcla a fin de que por decantación y evaporación sucesiva se elimine el 80% aproximadamente del agua y solventes; la

humedad que conserve la mezcla será cercana a la óptima de compactación y se definirá dibujando la curva del peso volumétrico de la mezcla contra su humedad.

El conjunto de placa de compactación, pisón y los moldes completos, la espátula y placa de base se calientan a 90°C en un baño con agua a dicha temperatura (Figs. 8 y 9).

Con la mezcla de prueba preparada y a la temperatura de compactación (normalmente entre 120 y 150°C), se saca del baño un molde, se seca y arma poniendo en el fondo una hoja de papel filtro circular y se vacía la mezcla dentro del molde, acomodándola con la espátula (introduciéndola quince veces en la parte perimetral y diez en la parte central, para acomodarla sin que se clasifique); por último se acomoda la parte superior de la mezcla procurando una superficie ligeramente abombada y colocando otra hoja de papel filtro. A continuación se monta el molde sobre el pedestal y se compacta aplicando 50 golpes de pisón o bien 75 golpes dependiendo de lo que especifique el proyecto para el tipo de tránsito considerado. La altura de caída del martillo es de 457 mm.

Una vez aplicada esta compactación se invierte el molde con el espécimen y se vuelven a colocar sus dispositivos para aplicar a la otra cara del espécimen el mismo número de golpes que en la primera cara.

El espécimen dentro del molde se deja enfriar a la temperatura ambiente para que al ser extraído no sufra deformaciones y se mantiene en reposo a la temperatura ambiente durante aproximadamente 24 horas; después del periodo de enfriamiento se determina el peso volumétrico de cada espécimen y antes de la prueba todos los especímenes se sumergen de 30 a 40 minutos en un baño de agua a $60 \pm 1^\circ\text{C}$, excepto en el caso de las mezclas elaboradas con asfaltos rebajados o emulsiones, en que los especímenes antes de ser probados se mantienen a una temperatura ambiental de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 2 horas.

La determinación de estabilidad y de flujo se iniciará a los 30 minutos de inmersión debiendo sacar y probar el último de los especímenes a los 40 minutos de haber sido introducido en el baño (Figs. 10 y 11).

En el caso de mezclas elaboradas con cemento asfáltico, los cabezales de prueba deben mantenerse a una temperatura de $35 \pm 3^{\circ}\text{C}$ y en el caso de mezclas con rebajados o emulsiones a $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$.

La carga se aplica al espécimen con una velocidad de deformación constante de 50.8 mm/min hasta producir la falla del espécimen a la temperatura de prueba; dicha carga es el valor de estabilidad Marshall, en kg.

Mientras la carga se aplica, el extensómetro medidor de flujo colocado sobre la varilla guía de los cabezales de prueba registra las deformaciones, al presentarse la carga máxima la lectura registrada es el valor de flujo, en mm.

En esta prueba se calcula y reporta lo siguiente:

Peso específico teórico máximo de cada una de las mezclas consideradas en el estudio

Porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VAM) de cada uno de los especímenes.

Porcentaje de vacíos de la mezcla compactada.

Valores de estabilidad y de flujo.

Con los valores promedio anteriores se dibujan las gráficas que se analizarán para definir el contenido de asfalto que mejor satisface los requisitos de proyecto.

En esta prueba deben tenerse los siguientes cuidados:

Que en todas las etapas de la prueba las temperaturas se ajusten a los valores establecidos.

Que la superficie interior de los cabezales de prueba corresponda a un radio de 50.8 mm.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ÓPTIMO DE ASFALTO POR EL MÉTODO DE HVEEM

Este método se aplica para el proyecto y verificación de mezclas elaboradas, utilizando materiales pétreos con tamaño máximo de 25 mm y cemento asfáltico en caliente, rebajados o emulsiones asfálticas; el método consiste fundamentalmente en preparar dos series de especímenes con variaciones similares en sus contenidos de material asfáltico, utilizando el equipo de compactación de Hveem, que somete a la muestra a ciertas presiones repetidas, aplicadas en forma gradual mediante un pisón; a los especímenes de una serie se les determina su resistencia a la desintegración, alteración volumétrica y permeabilidad mediante la prueba de expansión; a los de la serie restante se les determina su resistencia a la deformación lateral, aplicándole a cada uno carga vertical en una celda de tipo triaxial o estabilómetro, bajo condiciones previas de humedad y temperatura; a los especímenes de ambas series se les determina su peso volumétrico y su resistencia a la tensión mediante el cohesiómetro de Hveem.

Con los resultados obtenidos se hace un análisis gráfico para seleccionar la proporción óptima de cemento asfáltico que permita las mejores características de la muestra; el procedimiento consiste fundamentalmente en la preparación de muestras y elaboración de especímenes para determinar sus características volumétricas, efectuar la prueba del estabilómetro, la del cohesiómetro, la de expansión y permeabilidad.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

Se determina el peso específico relativo aparente del material pétreo por inmersión en cemento asfáltico; así también el del cemento asfáltico el cual será corregido tanto en el caso de rebajados como en el caso de emulsiones mediante las gráficas de peso específico - residuo asfáltico, tomando en cuenta los solventes y el agua que contenga el producto bajo las condiciones de compactación.

Deben obtenerse las temperaturas de mezclado del cemento asfáltico o rebajado y del material pétreo; para los primeros la temperatura mencionada es aquella a la que tengan una viscosidad Saybolt - Furol de 85 ± 10 segundos y para el material pétreo, es esta misma temperatura más 10°C . Cuando se utilicen emulsiones el material pétreo no se calentará y en cambio se le adicionará una humedad similar a la de absorción, de tal manera que se obtenga el mejor cubrimiento. También se determinará la temperatura de compactación de la mezcla que será aquella a la cual el material asfáltico tenga una viscosidad Saybolt - Furol de 140 ± 15 segundos; esta temperatura también se puede determinar de la gráfica viscosidad - temperatura del asfalto o producto utilizado

La cantidad de material pétreo para cada mezcla será la necesaria para que el espécimen tenga una altura aproximada de 63.5 mm (aproximadamente 1,100 gramos de material pétreo) y las proporciones de asfalto se definirán con base en el contenido mínimo determinado mediante fórmulas empíricas variando los contenidos con incrementos de 0.5% desde el contenido mínimo - 1.0% hasta el contenido mínimo + 2.0%.

Durante la operación de mezclado se mantendrá la temperatura de compactación antes mencionada pudiendo aplicar calor durante esta etapa y en el caso de asfaltos rebajados se tendrá una relación de solvente a cemento asfáltico (valor de K) de 0.8 para rebajados de fraguado rápido y de 0.12 para rebajados de fraguado medio. Cuando se trate de mezclas elaboradas con emulsión, se mezclarán lo suficiente para homogeneizarlas, verificando el peso de la mezcla a fin de que por decantación y evaporación sucesiva se elimine el 80% aproximadamente del agua y solventes de la emulsión; la humedad que conserve la mezcla será la mayor que no origine exudación en el espécimen al compactarla, ni ocasione deformación excesiva bajo la acción del pisón.

Al terminar la preparación de la mezcla y el proceso de curado, cuando este se requiera, se procederá lo antes posible a moldear los especímenes de prueba utilizando el compactador mecánico de presiones repetidas de acuerdo con lo siguiente:

Se inicia con los especímenes de prueba del estabilómetro, calentando previamente los moldes a la temperatura de compactación de la mezcla y regulando la temperatura de la placa inferior del compactador para evitar que se le adhiera la mezcla. Se vierte al molde de compactación la mitad de la mezcla colocada en la canaleta y se acomoda picándola con la varilla 20 veces en la parte central y 20 veces en la parte perimetral, después de lo cual se vierte en el molde la mezcla restante y se repite el procedimiento de picado con la varilla.

Se pone a funcionar el compactador con una presión de 17.6 kg/cm^2 y se aplican de 10 a 50 golpes con objeto de dar una compactación preliminar a la mezcla (el número de golpes se determina observando que la mezcla no se deforme excesivamente al aplicar presiones de 35 kg/cm^2). Después de la compactación preliminar se remueven las calzas en que se apoya el molde con lo cual éste se libera y permite la compactación por las caras inferior y superior del espécimen. Se eleva la presión de compactación a 35 kg/cm^2 y se dan 150 aplicaciones con el pisón.

El molde conteniendo el espécimen se colocó en un horno a 60°C durante hora y media, excepto cuando se trate de mezclas con emulsiones asfálticas en las que no se calienta la mezcla. En estas condiciones de temperatura se coloca el molde con el espécimen en la máquina de compresión descansándolo en el cuerpo cilíndrico de menor tamaño y el de mayor tamaño se instala en la parte superior; a continuación se aplica por el método de doble pistón una carga para nivelación de 5,700 kg con una velocidad de desplazamiento de la platina de 1.3 mm/min; se desmonta el molde con el espécimen y se dejan enfriar a la temperatura ambiente y en estas condiciones se determina su peso en gramos y se mide la altura del espécimen en mm (Figs. 12 y 13).

Cuando se trate de una mezcla asfáltica con materiales arenosos o muy inestables la compactación del espécimen se hará aplicando una carga estática de 18,000 kg mediante el método de doble pistón dejando que se desplacen libremente los pistones de la máquina de prueba con una velocidad de desplazamiento de la platina de 1.3 mm/min y manteniendo la carga durante 30 ± 5 segundos.

Para la elaboración de los especímenes que se emplean en la prueba de expansión se sigue el método antes descrito excepto en lo siguiente: los moldes no se calientan y se acondicionan colocándoles alrededor de su parte inferior y a una altura de 15 a 20 mm una tira de papel impregnado de parafina, para evitar el escape del agua entre el molde y el espécimen durante el periodo de inmersión a que serán sometidos; en lo referente a la temperatura de compactación, ésta será de 110°C cuando se trate de cementos asfálticos y de 60°C cuando se utilicen rebajados; las excepciones en el tratamiento del espécimen después de aplicar la carga de compactación, consisten en que éste no se mete al horno y la carga de nivelación no se aplica por el sistema de doble pistón, sino que para ello se invierte el molde desplazando el espécimen dentro del mismo hasta que queda apoyado en la platina de la máquina y en estas condiciones se continúa con la aplicación de la carga de nivelación.

Después del periodo de enfriamiento se extraen los especímenes del molde y se les determina su peso volumétrico. En esta parte del procedimiento mediante el estabilómetro de Hveem se determina la resistencia a la deformación evaluada mediante la presión lateral que se desarrolla en los especímenes al aplicarles una carga vertical dentro del estabilómetro.

Los especímenes para la prueba del estabilómetro se meten al horno a una temperatura de 60°C por un periodo no menor de 2 horas después de lo cual dichos especímenes se introducen cuidadosamente en el estabilómetro, se le instala el seguidor en la parte superior y a continuación todo el sistema se instala en la máquina de compresión. Se aplica una presión lateral al espécimen de 0.35 kg/cm² operando la manivela del estabilómetro y en seguida se le aplica carga vertical a un velocidad de avance de 1.3 mm/min y se van anotando las lecturas de presión lateral producidas por el espécimen en el manómetro del estabilómetro, para las cargas de 225, 450, 910, 1360, 1815, 2270 y 2720 kg. Inmediatamente después de alcanzar la carga vertical mencionada se descarga hasta 450 kg y se mantiene en este valor y operando la manivela del estabilómetro se fija la presión horizontal en 0.35 kg/cm² lo cual suele originar normalmente una reducción de la carga vertical y por lo tanto no es necesario hacer ninguna corrección.

Se ajusta a cero el micrómetro que mide el desplazamiento de la bomba, se gira la manivela del estabilómetro a una velocidad de dos vueltas por segundo hasta alcanzar 7.03 kg/cm^2 en el manómetro del estabilómetro y se registra el desplazamiento indicado en el micrómetro. Durante esta operación la carga registrada en la máquina de compresión, que en algunos casos origina que se exceda la carga vertical de 450 kg lo cual es normal por lo que no se debe hacer ninguna corrección; se libera la carga vertical y se acciona la manivela del estabilómetro hasta dar tres vueltas más después de que el manómetro registró cero y se extrae el espécimen de dicho aparato (Fig. 14).

En esta prueba se calcula y reporta lo siguiente:

El valor de R de estabilidad para cada uno de los especímenes de los diferentes contenidos de asfalto, se determina mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{22.2 (P_v - P_H)}{P_H \cdot D_E + 0.222 (P_v - P_H)}$$

donde:

- R es el valor de estabilidad en la mezcla asfáltica determinado con el método de Hveem.
- P_v es la presión vertical de 28.2 kg/cm^2 , correspondiente a una carga total de 2270 kg.
- P_H es la presión horizontal medida en el manómetro del estabilómetro, correspondiente a P_v .
- D_E es el desplazamiento de la bomba al probar el espécimen en el estabilómetro, dado en número de vueltas de la manivela.

En caso de ser necesario estos valores se corregirán por variación de la altura de los especímenes utilizando la gráfica de la figura Núm. 15.

La medición de la cohesión se efectúa mediante el cohesiómetro del Hveem, en el que se registra la carga de falla al someter a doblado especímenes que se sujetan por uno de sus extremos y son los mismos que se someten a la prueba del estabilómetro.

El procedimiento consiste en calibrar el regulador del lastre del cohesiómetro para que las municiones fluyan a razón de $1,800 \pm 20$ gramos por minuto y se verifica que la longitud del brazo que produce el esfuerzo de flexión, sea de 76 cm.

Los especímenes se mantienen durante dos horas a $60 \pm 1^\circ\text{C}$, se ajusta el termostato para que la temperatura en el interior del cohesiómetro se mantenga a esa misma temperatura y en seguida se fije el brazo de carga con su seguro, se saca del horno el espécimen y se monta en el cohesiómetro sujetándolo firmemente sin dañarlo, se cierra la tapa, se espera para que la temperatura en el interior del gabinete se recupere y entonces se retira el seguro de fijación del brazo y se oprime el botón de descarga para liberar las municiones hasta que el espécimen falla, lo cual ocurre cuando el brazo de carga se desplaza 13 mm con lo que automáticamente se interrumpe el paso de municiones. Se pesan las municiones que pasaron y se registra el dato (Fig. 16).

El valor de cohesión se calcula con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{L}{W \cdot (0.02H + 0.0044H^2)}$$

donde:

- C es el valor de cohesión estimado por ancho de probeta de 25 mm, medidos sobre el diámetro de falla y corregido para alturas de probeta de 76 mm, en $\text{gramos}/\text{cm}^2$.
- L es el peso de las municiones, en gramos.
- W es el diámetro del espécimen, en cm.
- H es la altura del espécimen, en cm.

Se calcula y reporta el promedio de los valores del cohesiómetro para cada contenido de cemento asfáltico.

En esta prueba se calcula y reporta lo siguiente:

Peso específico teórico máximo de cada una de las mezclas consideradas en el estudio

Porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VAM) de cada uno de los especímenes.

Porcentaje de vacíos en la mezcla compactada.

Estabilidad relativa R y valor del cohesiómetro C.

Con los valores promedio se dibujan las gráficas que se analizarán para definir el contenido de asfalto que mejor satisface los requisitos de proyecto.

En esta prueba deben tenerse los siguientes cuidados:

Que en todas las etapas de la prueba las temperaturas se ajusten a los valores establecidos.

Vigilar y/o verificar la calibración del equipo de prueba.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ÓPTIMO DE ASFALTO POR EL MÉTODO DE HUBBARD - FIELD

Este método se aplica en el proyecto de mezclas elaboradas con cemento asfáltico en caliente y material pétreo cuyas partículas pasan la malla Núm. 4.75 y como mínimo, el 65% de las mismas pasa la malla Núm. 2.0.

La prueba consiste en elaborar especímenes con el agregado pétreo y diferentes proporciones de cemento asfáltico, en los que se definen mediante su resistencia a la extrusión y porcentaje de vacíos, las diferentes proporciones de asfalto que permiten satisfacer los requisitos de proyecto.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

Previamente a la preparación de las mezclas de prueba, al material pétreo se le determina su peso específico por el procedimiento de inmersión en cemento asfáltico y al cemento asfáltico su peso específico. También deben obtenerse las temperaturas de mezclado del cemento asfáltico y del material pétreo; para el primero la temperatura mencionada es aquella a la que tenga una viscosidad Saybolt - Furol de 85 ± 10 segundos y para el material pétreo, es esta misma temperatura más 10°C . También se determinará la temperatura de compactación de la mezcla que será aquella a la cual el cemento asfáltico tenga una viscosidad Saybolt - Furol de 140 ± 15 segundos; para fijar estas temperaturas se deben utilizar las gráficas de viscosidad - temperatura del cemento asfáltico empleado.

La cantidad de material pétreo requerida para cada mezcla es de 500 gramos y las proporciones de asfalto se definirán con base en el contenido óptimo aproximado determinado mediante fórmulas empíricas.

Se elaboran especímenes (dos por punto), variando los contenidos con incrementos de 0.5% desde el contenido mínimo - 1.0% hasta el contenido mínimo + 2.0%.

Antes de iniciar la elaboración de especímenes, se limpian y calientan dos moldes completos a una temperatura de 130°C en un horno durante 10 minutos como mínimo. La elaboración de especímenes se hace en los moldes previamente calentados colocando en ellos una cantidad aproximada de 100 gramos para obtener pastillas con una altura de 25.4 ± 0.5 mm, después de lo cual se regresan al horno los moldes con su contenido y se mantienen a la temperatura de compactación durante 10 minutos como mínimo.

Se saca del horno uno de los moldes con la mezcla y apoyándolo sobre las calzas se coloca el conjunto sobre la platina de la prensa y se introduce en el molde el pistón de compactación y se aplica una carga inicial de 230 kg; a continuación se retira la carga, se remueven las calzas y se compacta el espécimen hasta alcanzar en dos minutos una carga de 4,275 kg, equivalente a una presión de 211 kg/cm^2 , a continuación se llena el recipiente con agua fría hasta un tirante de 8 cm y se deja enfriar la muestra y se mantiene esa carga durante 5 minutos y después se libera, se invierte el molde, se retira la placa de base, se saca la pastilla del molde utilizando el pistón de extrusión y se marca con un crayón su parte superior para identificarla, se deja a temperatura ambiente por lo menos durante 12 horas antes de ser probada.

Transcurrido el periodo de reposo se determina el peso volumétrico de cada uno de los especímenes. La resistencia a la extrusión se determina colocando las pastillas y los moldes de prueba en un baño de agua a 60°C y se dejan en éste durante una hora como mínimo antes de la prueba; a continuación se introduce uno de los especímenes en el molde de prueba cuidando que su cara superior quede hacia arriba; se coloca el conjunto sobre la platina de la máquina de ensaye y se le aplica carga para que el espécimen se deforme a una velocidad constante de 60 mm/min. Se designa como resistencia a la extrusión el valor de la carga máxima obtenida en kg. (Figs. 17 y 18).

En esta prueba se calcula y se reporta lo siguiente:

Peso específico teórico máximo de cada una de las mezclas consideradas en el estudio.

Porcentaje de vacíos en el agregado mineral de cada uno de los especímenes

Porcentaje de vacíos de la mezcla compactada.

Utilizando los valores promedio obtenidos para cada contenido de asfalto se dibujan las gráficas correspondientes.

En cada gráfica se analizará cual es la proporción de asfalto que en mejor forma satisface los requerimientos del proyecto, fundamentalmente en cuanto a la resistencia a la extrusión y vacíos, con lo cual se definirá el contenido óptimo.

DISEÑO DE MORTEROS ASFÁLTICOS Y VERIFICACIÓN DE SU CALIDAD POR MEDIO DE LA PRUEBA DE ABRASIÓN EN HÚMEDO

Las determinaciones preliminares y procedimientos que se deben aplicar para el estudio de la dosificación y verificación de la calidad de los morteros asfálticos constituidos por mezclas de arena, emulsión asfáltica, agua y en algunos casos finos adicionales a base de cemento Portland o de cal hidratada; consiste fundamentalmente en efectuar la prueba de abrasión en húmedo a dichos especímenes para evaluar la eficiencia del ligante en el mortero endurecido.

El diseño contempla el análisis de varias proporciones de los materiales seleccionados, determinando en las mezclas frescas y previamente a la preparación de especímenes sus características de consistencia, tiempo de curado y tiempo de fraguado; con base en esos resultados se selecciona el mortero que mejor se ajusta a los requisitos del proyecto y/o al uso que se le destine.

PRUEBA DE ABRASIÓN EN HÚMEDO

Esta prueba es un buen instrumento de diseño si se logra correlacionar adecuadamente sus resultados con el comportamiento real de la mezcla; mide la resistencia de este tipo de capas delgadas en condiciones de inmersión en agua y da una buena idea. El procedimiento comienza después de haber obtenido las características físicas del material pétreo y haber establecido la granulometría de trabajo; el residuo teórico de asfalto que se empleará se determina mediante la siguiente fórmula:

$$SE = 1/100 (0.342G + 1.92g + 15.33K + 118F)$$

donde:

- SE es la superficie específica del material pétreo
- G es el porcentaje entre mallas 3/8" y Núm. 4
- g es el porcentaje entre mallas Núm. 4 y Núm. 50
- K es el porcentaje entre mallas Núm. 50 y Núm. 200.
- F es el porcentaje que pasa la malla Núm. 200

Con el valor de SE se entra a la gráfica para el porcentaje de residuo teórico donde existen tres curvas cuyos valores dependen del tipo de materiales y propiedades previamente determinadas (Fig. 19).

La cantidad de agua necesaria para la mezcla se determina por tanteos y el porcentaje inicial será aquel que, al incorporarse en la arena y mezclarse sin emulsión produzca una mezcla trabajable y suelta sin que exista agua libre.

Cuando se incorpore la emulsión al material pétreo con el cemento o la cal ya incluida se harán los ajustes necesarios pues esta humedad será la que se utilice para elaborar las mezclas que más tarde se probarán en la máquina de abrasión.

Las cantidades de emulsión que se emplearán se incrementarán en 0.5% desde el contenido teórico - 1.0% hasta el contenido teórico + 2.0%; en todos los casos, es recomendable mantener constante la cantidad de finos (cemento o cal), en un porcentaje de 1% con respecto al material pétreo, sin embargo, una vez determinada la cantidad de emulsión óptima, se verá el desgaste que puede tener variando de 0.5 a 2.0% a fin de garantizar el menor desgaste posible.

Las pastillas de prueba se formarán sobre losetas que pueden ser vinílicas o cualquier otro material no absorbente pero que permita una buena adherencia; el espesor de la pastilla será de acuerdo con el tamaño máximo del material pétreo que se utilice. Estos especímenes se secan a peso constante en horno a una temperatura de 60°C; se dejan enfriar a la temperatura ambiente y se les determina su peso; finalmente, este peso se comparará con el peso del espécimen seco y a la temperatura ambiente determinado después de la prueba de abrasión en húmedo.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

Elaboración de especímenes.

Evaporación del agua contenida en los especímenes y se le determina su peso P_{E1} .

Inmersión del espécimen en baño de agua a 25°C durante una hora antes de la prueba

Prueba del espécimen durante 5 minutos también en inmersión (método ASTM D 3910).

Después de haberse sometido al desgaste, el espécimen se seca hasta peso constante en horno a 60°C.

Se pesa el espécimen y se registra como P_{E2} .

La abrasión se calcula en kg/m^2 , con la siguiente fórmula:

$$F_a = \frac{(P_{E1} - P_{E2})}{A} = \frac{(P_{E1} - P_{E2})}{0.03038} = 32.9 (P_{E1} - P_{E2})$$

donde:

F_a es el factor de abrasión, en g/m^2 .

P_{E1} peso del conjunto de la base y el espécimen antes de la prueba.

P_{E2} peso del conjunto de la base y el espécimen después de la prueba.

A área de desgaste en el espécimen (0.03038 m^2). *NOTA: el área varía según la longitud del elemento de desgaste de la máquina utilizada.*

REFERENCIA :

NORMAS PARA MUESTREO Y PRUEBA DE LOS MATERIALES

LIBRO 6 PARTE 6.01 TOMO 2

CARRETERA Y AEROPISTAS

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

GRANULOMETRIA SUGERIDA POR A.S.T.M. PARA DIFERENTES TIPOS DE MORTEROS

MALLA	TIPO I	TIPO II	TIPO III
3/8"	% que pasa 100	% que pasa 100	% que pasa 100
NÚM. 4	100	90 - 100	70 - 90
NÚM. 8	90 - 100	65 - 90	45 - 70
NÚM. 16	65 - 90	45 - 70	28 - 50
NÚM. 30	40 - 65	30 - 50	19 - 34
NÚM. 50	25 - 42	18 - 30	12 - 25
NÚM. 100	15 - 30	10 - 21	7 - 18
NÚM. 200	10 - 20	5 - 15	5 - 15

En algunos países se acepta hasta un 45% como mínimo de equivalente de arena, sin embargo es recomendable tener un material limpio con 60% de equivalente de arena.

CONCEPTO	GRANULOMETRÍA A. S. T. M.		
	I	II	III
Espesor mínimo	3 mm	4 mm	6 mm
Cantidad de material pétreo promedio kg/m ²	2 - 6	7 - 12	10 - 15
% de asfalto con respecto a los agregados.	10 - 18	8 - 14	7 - 12
% de agua de mezclado.	10 - 20	10 - 20	10 - 20

COMPACTACIÓN

LA COMPACTACIÓN ES EL PROCESO MECÁNICO, POR MEDIO DEL CUAL SE REDUCE EL VOLUMEN DE LOS MATERIALES, EN UN TIEMPO RELATIVAMENTE CORTO, CON EL FIN DE QUE SEAN RESISTENTES A LAS CARGAS Y TENGAN UNA RELACIÓN ESFUERZO - DEFORMACIÓN CONVENIENTE DURANTE LA VIDA ÚTIL DE LA OBRA.

COMPACTACIÓN DE SUELOS

OBJETIVO.

EL OBJETIVO PRINCIPAL DE LA COMPACTACIÓN ES OBTENER UN SUELO DE TAL MANERA ESTRUCTURADO QUE POSEA Y MANTENGA UN COMPORTAMIENTO MECÁNICO ADECUADA A TRAVÉS DE TODA LA VIDA ÚTIL DE LA OBRA.

PROPIEDADES.

RESISTENCIA

COMPRESIBILIDAD

RELACION ESFUERZO-DEFORMACIÓN

PERMEABILIDAD

FLEXIBILIDAD

TIPOS DE PRUEBAS DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

LAS PRUEBAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO SON PRINCIPALMENTE DE DOS TIPOS:

COMPACTACIÓN ESTÁTICA.

SE COMPACTA EL ESPÉCIMEN CON UNA PRESIÓN QUE SE PROPORCIONA AL MATERIAL POR MEDIO DE UNA PLACA QUE CUBRE LA SUPERFICIE LIBRE DEL MÓLDE Y CUYO PRINCIPAL EXPONENTE ES LA PRUEBA DE PORTER ESTÁNDAR.

COMPACTACIÓN DINÁMICA.

EL ESPÉCIMEN SE ELABORA COMPACTANDO EL MATERIAL POR MEDIO DE PISONES, QUE TIENEN UN ÁREA DE CONTACTO MENOR A LA SECCIÓN LIBRE DEL MOLDE QUE SE USA. LA PRUEBA TÍPICA DE ESTE TIPO ES LA AASHTO ESTÁNDAR.

HUMEDAD ÓPTIMA Y PESO VOLUMÉTRICO SECO MÁXIMO

AL CONTENIDO DE AGUA CON EL QUE SE OBTIENE EL MENOR ACOMODO DE LAS PARTÍCULAS Y EL MAYOR PESO ESPECÍFICO O VOLUMÉTRICO DEL MATERIAL SECO, PARA UNA DETERMINADA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN, SE LE DENOMINA HUMEDAD ÓPTIMA Y AL PESO VOLUMÉTRICO CORRESPONDIENTE SE LE DESIGNA COMO PESO ESPECÍFICO SECO MÁXIMO O PESO VOLUMÉTRICO SECO MÁXIMO.

PROCEDIMIENTOS DE COMPACTACION DE LOS SUELOS EN EL LABORATORIO

- POR CARGA ESTÁTICA – PRUEBA DE COMPACTACIÓN PORTER.
- POR CARGA DINÁMICA – PRUEBA DE COMPACTACIÓN DINÁMICA AASHTO ESTÁNDAR.

PRUEBA DE COMPACTACIÓN POR CARGA ESTÁTICA (PORTER ESTÁNDAR)

Esta prueba sirve para determinar el peso específico seco máximo y la humedad óptima, en suelos con partículas gruesas que se emplean en la construcción de terracerías, pudiendo efectuarse también en arenas y en materiales finos cuyo índice plástico sea menor de 6. El método consiste en preparar especímenes con material que pasa la malla Núm. 25.0, agregándoles diferentes cantidades de agua y compactándolos con carga estática. La principal aplicación de este procedimiento es la elaboración de especímenes de suelo para determinar el valor relativo de soporte y también se utiliza en la determinación del grado de compactación en los casos en que el proyecto así lo indique.

Por cuarteo se toma y se criba una cantidad suficiente de material para obtener una porción de 16 kg de material que pasa la malla Núm. 25.0.

Se divide mediante cuarteos la porción indicada anteriormente, en 4 partes con pesos iguales.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

1. Se toma una de las 4 partes del material y se le incorpora la cantidad de agua necesaria, para que una vez repartida uniformemente, presente una consistencia tal que, de ser comprimida en la palma de la mano, la humedad sea muy ligeramente. Para favorecer lo anterior, en algunos casos, será necesario dejar el material húmedo en cierto tiempo de reposo, cubierto con una lona húmeda.
2. Se coloca el material humedecido, dentro del molde con su collarín instalado, en 3 capas del mismo espesor, aproximadamente, y se le da a cada una de ellas 25 golpes con la punta de la varilla, distribuyéndolas uniformemente (Fig. 20).
3. Se toma el molde que contiene el material, se coloca en la máquina de compresión y se compacta aplicando lentamente carga uniforme, hasta

7. Se pesa el molde de compactación que contiene el espécimen compactado.
8. Se saca el espécimen del cilindro, se corta longitudinalmente y de la parte central se obtiene una muestra representativa y se determina su contenido de agua.

En esta prueba se calcula y reporta lo siguiente:

- El volumen del espécimen compactado con la humedad óptima.
- Peso específico del material húmedo.

Se determina el peso específico seco máximo ($\gamma_{d_{max}}$) mediante la siguiente fórmula:

$$\gamma_{d_{max}} = \frac{\gamma_m}{100 + W_o} \times 100$$

donde: $\gamma_{d_{max}}$ es el peso específico máximo del espécimen en estado seco, en kg/m^3

γ_m es el peso específico del espécimen húmedo, en kg/m^3

W_o es la humedad óptima del espécimen, en porcentaje.

Es esta prueba se deben tener los siguientes cuidados:

- Que la distribución del agua en el material sea uniforme.
- Que la carga de la compactación se aplique en la forma especificada.
- Que para fines de estimación de la humedad óptima se considere como humedecimiento de la base del molde, un exceso de agua libre expulsada al aplicar la carga de compactación.

alcanzar en un lapso de 5 minutos la presión de 140.6 kg/cm^2 , equivalente a una carga de 26.5 toneladas, aproximadamente; se mantiene esta carga durante 1 minuto y se hace la descarga en el siguiente minuto. Al llegar a la carga máxima, se observa la base del molde y si está ligeramente humedecida, el material tiene la humedad óptima de compactación y ha alcanzado su peso específico o volumétrico máximo.

4. Si al llegar a la carga máxima, no se humedece la base del molde, la humedad con la que se preparó la muestra es inferior a la óptima y por lo tanto, se toma otra porción representativa del material y se le adiciona una cantidad de agua igual a la del espécimen anterior, más 80 cm^3 , se mezcla uniformemente y se repiten en ésta los pasos descritos en los párrafos 2 y 3. Se preparan los especímenes que sean necesarios siguiendo los pasos indicados en los párrafos anteriores, hasta lograr que uno de ellos se observe el inicio del humedecimiento de la base del molde con la carga máxima, lo cual generalmente se consigue con menos de 4 especímenes.
5. Si antes de llegar a la carga máxima se humedece la base del molde por haberse iniciado la expulsión de agua, la humedad con que se preparó la muestra es superior a la óptima y en este caso se procede como se indica en el párrafo 4, con la diferencia de que en el lugar de adicionar 80 cm^3 de agua, se disminuyen en cada nueva porción representativa del material, hasta lograr que en una de ellas, con la carga máxima, se observe el inicio del humedecimiento de la base del molde.
6. Terminada la compactación del espécimen preparado con la humedad óptima, se retira el molde de la máquina de compresión y se determina la altura del espécimen, restando de la altura del molde, la altura entre la cara superior del espécimen y el borde superior del molde.

PRUEBA DE COMPACTACIÓN DINÁMICA AASHTO ESTÁNDAR

Esta prueba sirve para determinar el peso específico seco máximo y la humedad óptima en suelos que se emplean en la construcción de terracerías. El método consiste esencialmente en preparar especímenes utilizando una misma muestra de material con diferentes contenidos de agua, compactándolos mediante impactos. La prueba tiene cuatro variantes:

Variante A: Materiales que pasan la malla Núm. 4.75 y se compactan en molde de 101.6 mm de diámetro interior.

Variante B: Materiales que pasan la Malla Núm. 4.75 y se compactan en molde de 152.4 mm de diámetro interior.

Variante C: Materiales con retenido en la malla Núm. 4.75; se efectúa en la fracción que pasa la malla Núm. 19.0 y se compactan en molde de 101.6 mm de diámetro interior.

Variante D: Materiales con retenido en la malla Núm. 4.75; se efectúa en la fracción que pasa la malla Núm. 19.0 y se compactan en molde de 152.4 mm de diámetro interior, (Fig. 21).

Por cuarteo se obtiene una muestra de prueba de 4 kg aproximadamente, para las variantes A y C y de 7.5 kg aproximadamente, para las variantes B y D.

Para las variantes A y B se verifica que la muestra de prueba pase la malla Núm. 4.75 y de existir alguna partícula retenida en dicha malla se elimina. Para el caso de las variantes C y D, se criba la muestra por la malla Núm. 19.0 y si existe retenido se elimina.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

1. Se le agrega agua a la muestra de prueba, la cantidad de agua necesaria para que al ser repartida uniformemente, se tenga una humedad inferior de 4 a 6% a la humedad óptima estimada, en el caso de suelos que pasan la malla Núm. 4.75, se considera que cumple lo anterior cuando presenten una consistencia tal que, al comprimir una porción de la muestra en la palma de la mano, no deje partículas adheridas en ésta, ni la humedezca y que a la vez, el material comprimido pueda tomarse con 2 dedos sin que se desmorone.
2. Se mezcla la muestra para homogeneizarla, se disgregan los grumos y se divide en 3 fracciones aproximadamente iguales; se coloca una de las fracciones en el cilindro de prueba seleccionado de acuerdo con la variante respectiva, se apoya sobre el molde de concreto y se compacta con 25 golpes del pisón, para el caso de las variantes A y C, o con 56 golpes para las variantes B y D, manteniendo la altura de la caída de 30.5 cm y repartiendo uniformemente los golpes en la superficie de la capa. Se escarifica ligeramente la superficie de la capa y se repiten estas operaciones con cada una de las 2 fracciones restantes.
3. Terminada la compactación, se retira la extensión del molde y se verifica que el material no sobresalga del cilindro en un espesor promedio de 1.5 cm; se enrasa cuidadosamente el espécimen con la regla metálica y se deposita en una charola el material excedente. A continuación, se pesa el cilindro con su contenido y se anota en la hoja de registro su valor W , en gramos.
4. Se saca el espécimen del cilindro, se corta longitudinalmente y de su parte central se obtiene una porción representativa, a la que se le determina su humedad, anotando los datos correspondientes a esta determinación en la hoja de registro.

5. Se incorporan las fracciones del espécimen al material que sobró al enrasarlo, se disgregan los grumos, se agrega 2% de agua, aproximadamente, con respecto al peso inicial de la muestra y se repiten los pasos descritos en los párrafos del 2 al 4.
6. Con la misma muestra de prueba se repite lo indicado en el párrafo 5, incrementando sucesivamente su contenido de agua, hasta que la muestra esté bien húmeda y el último espécimen elaborado presente una disminución apreciable en su peso con respecto al anterior. Para definir convenientemente la variación del peso específico de los especímenes elaborados, se requiere que las determinaciones sean 4 ó 5; así también, que en la segunda determinación el peso del cilindro con el espécimen húmedo, sea mayor que en la primera, y que en la penúltima determinación sea mayor que en la última.

En esta prueba se calcula y reporta lo siguiente:

- Contenido de agua en cada espécimen.
- Peso específico del material húmedo.
- Peso específico de cada espécimen en estado seco.

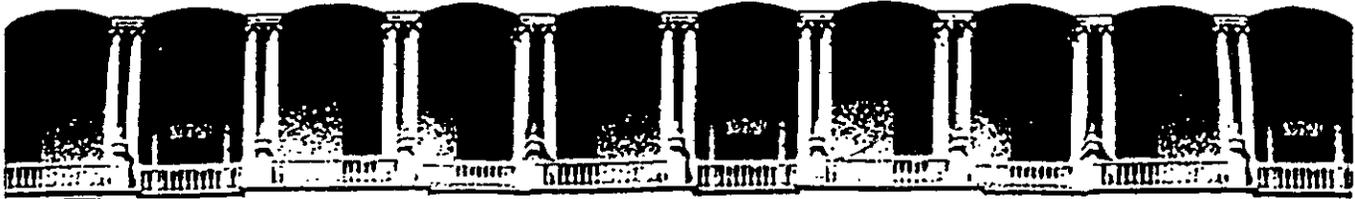
Se determina el peso específico máximo del material en estado seco, partiendo de una curva, en donde las ordenas representan los pesos específicos y las abscisas los contenidos de agua, de cada uno de los especímenes. El punto más alto de dicha curva es el que representa el peso específico seco máximo ($\gamma_{d_{max}}$) y la humedad correspondiente (W_o), es la óptima del material.

Se reporta el peso específico seco máximo ($\gamma_{d_{max}}$), en kilogramos por metro cúbico y la humedad óptima (W_o), en por ciento.

En esta prueba deben tenerse los siguientes cuidados:

Durante la compactación, los golpes del pisón se repartirán uniformemente en toda la superficie, manteniendo la guía en posición vertical, verificando que la caída del pisón sea libre y que la superficie del mismo se mantenga limpia.

La curva peso específico seco – humedad se obtendrá de una sola muestra de prueba y no se secará ésta para determinar puntos de la curva que correspondan a humedades menores de la que ya tiene el materia.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO EN PROYECTO , CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE
CARRETERAS.**

MODULO IV

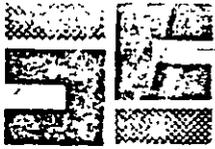
**SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD
DE CARRETERAS**

TEMA

CALIDAD : NIVEL Y CONTROL

**(PROYECTO DE DOS TIPOS DE PAVIMENTO REGIDOS POR LA CURVA
"LA PERA " EN LA AUTOPISTA MEXICO-CUERNAVACA)**

**M.I RAUL VICENTE OROZCO S.
PALACIO DE MINERIA
NOVIEMBRE DE 1999**



RAUL VICENTE OROZCO Y CIA., S. A. DE C. V.
INGENIEROS CONSULTORES Y PROYECTISTAS

**PROYECTO DE DOS TIPOS DE PAVIMENTO
RIGIDO PARA LA CURVA "LA PERA", EN
LA AUTOPISTA MEXICO-CUERNAVACA**

PARA: COCONAL, S.A.

FEBRERO DE 1986

SINOPSIS

En este informe se presentan los análisis detallados correspondientes a dos tipos de pavimento rígido para la curva "La Pera", en la Autopista México-Cuernavaca: (1) **pavimento de concreto hidráulico con refuerzo continuo (PCHRC)** y (2) **pavimento de concreto hidráulico con juntas transversales (PCHJT)**.

Un PCHRC no tiene juntas transversales; en su lugar, se permite la formación de grietas transversales, cuyas separación y abertura se controlan por medio de acero de refuerzo longitudinal. Por lo tanto, se pueden construir, en forma continua, franjas de pavimento de longitud significativa en un solo día.

En un PCHJT, también se proporciona acero de refuerzo longitudinal para reducir al mínimo la abertura de las grietas transversales que pudieran aparecer entre los extremos de una losa. Las juntas transversales de este tipo de pavimento deben ser mantenidas periódicamente. Además, es necesario colocar pasajuntas que atraviesen tales discontinuidades para garantizar la transferencia de cargas de una losa a otra.

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Objetivos del Proyecto	2
2. CALCULO DEL NUMÉRO DE EJES EQUIVALENTES	2
2.1. Estimación de CESE en el año de 1982	2
2.2. Estimación de CESE acumulado en el año 2006	2
3. CALCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA	4
4. CALCULO DEL REFUERZO LONGITUDINAL	7
4.1. Pavimento de Concreto Hidráulico con Juntas Transversales (PCHJT)	7
4.2. Pavimento de Concreto Hidráulico con Refuerzo Continuo (PCHRC)	9
5. CALCULO DEL REFUERZO TRANSVERSAL	12
6. CALCULO DE LAS VARILLAS DE LIGA	13
7. DISPOSITIVOS DE TRANSFERENCIA DE CARGAS (PCHJT)	14
8. RESUMEN	14
9. RECOMENDACIONES	15
REFERENCIAS	16

TABLAS

FIGURAS

PROYECTO DE DOS TIPOS DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CURVA "LA PERA", EN LA AUTOPISTA MEXICO-CUERNAYACA

1. Introducción

1.1. *Antecedentes*

La Autopista México-Cuernavaca es una de las carreteras con mayores volúmenes de tránsito en el país, desde que fue inaugurada hace aproximadamente 33 años. Su comportamiento general ha sido satisfactorio, aunque en algunos tramos se han observado continuamente manifestaciones de deterioro de diversa índole. Entre esas secciones se puede destacar la correspondiente a la curva denominada "La Pera", particularmente en el cuerpo por donde circulan los vehículos con destino a Cuernavaca, Morelos.

La alta pendiente longitudinal de la curva "La Pera" propicia que los vehículos alcancen velocidades considerables y que se registre un sinnúmero de accidentes de tránsito. Asimismo, a pesar del mantenimiento periódico que se le proporciona a este tramo, se ha presentado, invariablemente, el desgranamiento de la superficie de rodamiento. Entre los factores que ocasionan este fenómeno se pueden citar los siguientes: posibles derrames de combustible diesel de los camiones de carga y la combinación de una velocidad de circulación excesiva y una insuficiente sobreelevación de la curva.

Dado que este problema se ha presentado en la superficie de la carpeta original y de las sobrecarpetas asfálticas, que se han construido subsecuentemente, es conveniente adoptar medidas que tiendan a evitar definitivamente el desgranamiento. Una opción viable es la utilización de una capa de concreto hidráulico apoyada directamente en la superficie del pavimento existente.

Dentro de los pavimentos rígidos recomendados, se pueden considerar dos tipos básicamente: el de concreto hidráulico con refuerzo continuo (PCHRC) y el de concreto hidráulico con juntas transversales (PCHJT). Un PCHRC no requiere juntas transversales ni, por lo tanto, el mantenimiento frecuente de las mismas. En nuestro país no se han utilizado pavimentos de este tipo, por lo que su construcción constituiría una experiencia muy valiosa, de la cual se obtendrían datos sobre su comportamiento y aplicabilidad. El desempeño satisfactorio del pavimento rígido con refuerzo continuo en "La Pera", alentaría y promovería su empleo en otros lugares de la República Mexicana, tanto en carreteras como en el medio urbano.

1.2. *Objetivos del Proyecto*

Se pretenden presentar de una manera clara y extensa los principios básicos del proyecto de los pavimentos de concreto hidráulico con refuerzo continuo (PCHRC) y con juntas transversales (PCHJT), simultáneamente con el desarrollo del proyecto de estos dos tipos de pavimento para la curva "La Pera". El proyecto está basado en la utilización de los datos disponibles del pavimento existente y en la aplicación de los métodos de análisis utilizados convencionalmente en los Estados Unidos de América. Adicionalmente, se proporciona una lista completa de referencias para que el lector pueda profundizar sus conocimientos en los temas que más le atraigan.

2. **Cálculo del Número de Ejes Equivalentes**

El número acumulado de cargas de eje sencillo equivalente (CESE) se calculó a partir de los datos presentados en la Ref. 1, siguiendo el procedimiento que se describe a continuación.

2.1. *Estimación de CESE en el año de 1982*

Se utilizó el método AASHTO (Ref. 2) para estimar el valor de CESE, de 18,000 lb (8.2 t), correspondiente al año de 1982. Dado que el valor de este parámetro depende del espesor de la losa del pavimento y del nivel de servicio terminal, fue necesario suponer un valor inicial del espesor. Asimismo, se consideró un nivel de servicio terminal de 2.5. En la Tabla 1 se presenta un resumen de este análisis.

El cálculo del valor de CESE se efectuó bajo la hipótesis de que todos los ejes analizados correspondían a vehículos cargados totalmente, a partir de los datos de la Ref. 3.

2.2. *Estimación de CESE acumulado en el año 2006*

Para fines prácticos, se consideró que la distribución de cargas por eje se mantendrá constante durante el período de análisis. Se aplicó una tasa de crecimiento anual de 6.5 % (Ref. 1). Adicionalmente, se utilizó un factor de distribución direccional del tránsito de 0.5 y se supuso que el 80 % de las cargas vehiculares sería aplicado en el carril crítico de proyecto (el derecho, de baja velocidad).

De la Tabla 1, se tiene que fueron aplicadas 1,307,100 cargas de eje sencillo equivalente, de 18,000 lb (8.2 t), en la sección de proyecto durante el

año de 1982. Utilizando los factores de ajuste descritos en el párrafo anterior, se obtiene el valor de CESE final para ese año:

$$\text{CESE} = (1,307,100)(0.5)(0.8) = 522,840$$

El valor de CESE acumulado para un periodo de proyecto de 20 años, a partir de 1986, puede ser estimado por medio de la expresión siguiente (Ref. 4):

$$\sum_0^n \text{CESE} = \frac{\text{CESE}_0}{\log_e (1+i)} [(1+i)^n - 1] \quad (2.1)$$

en donde:

CESE_0 = valor inicial de CESE (en el primer año del periodo analizado);

n = número de años del periodo analizado;

i = tasa de crecimiento anual de CESE.

Substituyendo valores de las diferentes variables:

$$\sum_0^{23} \text{CESE} = \frac{522,840}{\log_e (1+0.065)} [(1+0.065)^{23} - 1]$$

$$\sum_0^{23} \text{CESE} = 29,332,690$$

Dado que el periodo de proyecto del pavimento rígido empieza en el año de 1986 y termina en el año 2006, es necesario restar el valor de CESE acumulado hasta el año de 1985, al obtenido anteriormente.

$$\sum_3^{23} \text{CESE} = \sum_0^{23} \text{CESE} - \sum_0^3 \text{CESE}$$

$$\sum_0^3 \text{CESE} = 1,726,474$$

$$\sum_3^{23} \text{CESE} = 29,332,690 - 1,726,474 = 27,606,216$$

3. Cálculo del Espesor de la Losa

El método utilizado para calcular el espesor de la losa, es el presentado en la Ref. 2. En la última revisión de la Guía Interina para el Proyecto de Estructuras de Pavimentos (*AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures*), se dispuso que el valor del coeficiente de transferencia de cargas (J) debería ser el mismo para todos los tipos de pavimento rígido. Anteriormente, se utilizaba un J de 2.2 para pavimentos de concreto hidráulico con refuerzo continuo y de 3.2 para pavimentos de concreto hidráulico con juntas transversales. De acuerdo con este criterio, si se consideraban los mismos datos de proyecto, se obtenía un espesor menor para el PCHRC que para el PCHJT (Ref. 5). Asimismo, la información del comportamiento de dichos pavimentos, confirma estos resultados; es decir, para un espesor dado y demás condiciones similares, un pavimento de refuerzo continuo tardará más tiempo en alcanzar el nivel de servicio terminal que un pavimento con juntas (Ref. 6).

A pesar de lo expuesto en el párrafo anterior, se usó el mismo valor del coeficiente de transferencia de cargas (3.2) para ambos tipos de pavimento. Con esto, el proyecto se apegará a los lineamientos más recientes establecidos por la AASHTO. Además, se contará con un factor de seguridad adicional en el cálculo del espesor del pavimento con refuerzo continuo.

La Ec. 3.1 (Ref. 7) permite estimar el espesor de losa requerido para la combinación de valores de los parámetros que corresponda a las condiciones del proyecto. En esta ecuación y en las siguientes se utiliza el sistema internacional de unidades (S.I.). Este cálculo debe ser realizado por medio de un procedimiento iterativo, ya que el término correspondiente al espesor de la losa aparece en ambos lados de la expresión siguiente.

$$D = \frac{1.019 \text{ CESE}_{t18}^{0.136}}{10^{0.136 G/\beta} \left[\frac{f_t}{690} \frac{D^{0.75} - 1.132}{D^{0.75} - 18.42} \right]^{\frac{4.22 - 0.52 p_t}{7.35}} Z^{0.25}} - 1 \quad (3.1)$$

$$G = \log \left[\frac{4.5 - p_t}{3} \right] \quad (3.2)$$

$$\beta = 1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}} \quad (3.3)$$

$$Z = \frac{E_c}{k_c} \quad (3.4)$$

en donde:

- D = espesor de la losa, in;
- p_t = índice de servicio terminal, al final del período de análisis;
- CESE_{t18} = número acumulado de cargas de eje sencillo equivalente de 18,000 lb (8.2 t), al final del período de análisis;
- f_t = esfuerzo de trabajo a la flexión del concreto hidráulico, lb/in²;
- E_c = módulo de elasticidad del concreto hidráulico, lb/in²;
- k_c = módulo de reacción compuesto de las capas inferiores del pavimento, en el nivel superior de la subbase (o base), lb/in³;

Dada la importancia de la autopista México-Cuernavaca, se decidió emplear un valor de p_t de 2.5.

El esfuerzo de trabajo a la flexión del concreto hidráulico se obtiene a partir del módulo de ruptura (M_r) especificado. Existen dos formas de determinar el valor de este esfuerzo. En el primer caso, se divide M_r por un factor de seguridad que se selecciona según el efecto que podría tener en el tránsito vehicular, durante la rehabilitación del pavimento, el cierre de uno o más carriles de circulación. Si se dispone de datos acerca de la prueba del módulo de ruptura, incluyendo su valor medio y desviación estándar, y se escoge un nivel de confianza, entonces es posible obtener f_t por medio de un análisis estadístico sencillo (Ref. 2).

Debido a la ausencia de datos estadísticos relativos al módulo de ruptura del concreto hidráulico, que sería utilizado en el lugar de la obra, fue necesario recurrir a la primera opción para establecer el valor de f_t .

$$f_t = \frac{M_r}{F_s} \quad (3.5)$$

en donde:

F_s = factor de seguridad, cuyo valor oscila entre 1 y 2.

La empresa R.V. Orozco y Cía., S.A. de C.V., ha establecido, generalmente, un valor de proyecto para M_r de 45 kg/cm^2 (640 lb/in^2). Por lo tanto, para un F_s de 1.5, se obtiene un valor de f_t de 30 kg/cm^2 (427 lb/in^2).

El módulo de elasticidad del concreto hidráulico depende de varios factores, entre ellos el tipo de agregado pétreo utilizado (Ref. 5). Si se parte de la hipótesis de que se usará grava basáltica, con un alto grado de trituración, en la construcción del pavimento rígido, se puede utilizar un valor promedio para E_c de $387,000 \text{ kg/cm}^2$ ($5,500,000 \text{ lb/in}^2$, Ref. 5). Obviamente, es necesario que se emplee un cemento de alta calidad y que se proyecte adecuadamente el proporcionamiento del concreto hidráulico.

El valor del módulo de reacción compuesto, en el nivel superior de la base (k_c), puede ser estimado por medio de la Fig. 1. Para ello es necesario conocer el espesor de la base y su módulo de elasticidad, así como el módulo de elasticidad, o el valor del módulo de reacción, de la subrasante. Desafortu-

nadamente, en este caso no se dispone de dichos datos; sin embargo, se pueden hacer algunas suposiciones prácticas. Dado que la losa se extenderá hasta el borde exterior del acotamiento, se propone utilizar el valor más bajo de k_c , correspondiente a la zona del acotamiento.

Antes de la construcción de la losa de concreto hidráulico, se deberá colocar una capa asfáltica niveladora, con características similares a la última sobrecarpeta, en el acotamiento. Esto permitirá que la losa descansa en una capa continua de propiedades relativamente uniformes. En resumen, un valor de k_c de 300 lb/in³ parece ser adecuado en este caso (ver Fig. 1), ya que su utilización constituirá un factor de seguridad adicional en el proyecto, dada la carencia de datos apropiados y definitivos.

Substituyendo valores de los diferentes parámetros en la Ec. 1, se obtiene el espesor de proyecto. Esta ecuación fue resuelta por medio de un programa de calculadora, el cual facilitó significativamente el proceso iterativo requerido. El espesor recomendado de la losa es de 31 cm (12.3 in). Si se presentara la oportunidad de conocer el valor de las variables que influyen en la estimación del k_c del pavimento existente, la Tabla 2 permitiría obtener el espesor, D, correspondiente.

El haber considerado, preliminarmente, un espesor de la losa de 25.4 cm (10.0 in), en el cálculo de CESE (Tabla 1), no afecta el espesor final, ya que los factores de equivalencia de carga, en la Ref. 2, son prácticamente los mismos para espesores de 25.4 a 30.5 cm (10.0 a 12.0 in).

4. Cálculo del Refuerzo Longitudinal

4.1. *Pavimento de Concreto Hidráulico con Juntas Transversales (PCHJT)*

La función del acero de refuerzo longitudinal en un PCHJT no es la de prevenir el agrietamiento del concreto, sino la de reducir al mínimo la abertura de las grietas transversales que pudieran aparecer. La teoría del "arrastre de la subrasante" (*subgrade drag theory*) se utiliza generalmente en el cálculo del acero de refuerzo requerido. La expresión recomendada para el análisis es la siguiente (Refs. 2 y 7):

$$P_s = \frac{LF}{2f_s} \times 100 \quad (4.1)$$

en donde:

P_s = acero de refuerzo longitudinal requerido, %;

L = espaciamiento entre juntas transversales (longitud de las losas),
ft;

F = factor de fricción de la subbase (o capa en la que descansa la losa);

f_s = esfuerzo permisible de trabajo en el acero, lb/in².

La Ec. 4.1 supone un peso volumétrico del concreto hidráulico de 2,309 kg/m³ (144 lb/in³). Debido a que el pavimento se encuentra en una sección en curva, es preferible limitar el valor de L , el cual se propone sea de 10 m (32.8 ft). El factor de fricción correspondiente al concreto asfáltico es 1.8 (Refs. 2 y 7). El esfuerzo permisible de trabajo para el acero, AR-40, es 2,111 kg/cm² (30,000 lb/in²). Substituyendo valores de los tres parámetros:

$$P_s = \frac{(32.8)(1.8)}{(2)(30,000)} \times 100 = 0.098 \%$$

La separación entre las varillas de refuerzo, se puede calcular mediante la siguiente expresión convencional:

$$Y = \frac{A_v}{D P_s} \times 100 \quad (4.2)$$

en donde:

Y = separación entre las varillas de refuerzo, cm;

A_v = área transversal de las varillas de refuerzo, cm².

Si se utiliza varilla # 4, $A_v = 1.27$ cm². Substituyendo valores en la Ec.

4.2:

$$Y = \frac{1.27}{(31)(0.098)} \times 100 = 41.8 \text{ cm}$$

Se puede considerar un valor de Y, para fines prácticos, de 40 cm.

4.2. *Pavimento de Concreto Hidráulico con Refuerzo Continuo (PCHRC)*

En un PCHRC no se utilizan juntas transversales, excepto en donde sean necesarias las de construcción. El proyecto y el análisis de este tipo de pavimento están basados en el principio de que los cambios volumétricos del concreto se controlan por medio de un patrón de grietas transversales, cuya separación varía aleatoriamente. Se permite que se formen dichas grietas, debidas a la acción de esfuerzos de contracción por cambios de humedad y temperatura, para que desempeñen el papel de las juntas transversales en un pavimento rígido convencional. El movimiento de las grietas transversales es muy pequeño, ya que el acero de refuerzo longitudinal limita significativamente la abertura de las mismas. Por lo tanto, el patrón de agrietamiento, que incluye el espaciamiento y la abertura de las grietas transversales, es el concepto más importante en el proyecto de un PCHRC (Refs. 5 y 8).

Debido a la abertura pequeña de las grietas transversales, la mayor parte de la transferencia de cargas, de una losa a la otra, se realiza por trabazón mecánica del agregado grueso.

El cálculo del refuerzo longitudinal está basado en el procedimiento descrito en la Ref. 9. Este método simplificado, mediante nomogramas, es el resultado de un análisis de sensibilidad del programa CRCP-2 (Ref. 10).

Se debe proporcionar acero de refuerzo en cantidad suficiente para garantizar que se cumpla con los requisitos correspondientes al espaciamiento promedio y a la abertura de las grietas transversales, así como al esfuerzo en el acero. Los límites recomendados para el valor de estos parámetros fueron fijados a partir de consideraciones teóricas y de estudios sobre el comportamiento real de los pavimentos rígidos con refuerzo continuo, para tratar de evitar la aparición de manifestaciones de deterioro (*distress manifestations*), durante el periodo de proyecto de la estructura.

Las principales variables que influyen en el comportamiento de un PCHRC son las siguientes (Refs. 9, 10, 11 y 12):

1. Porcentaje de acero de refuerzo longitudinal.
2. Diámetro de la varilla de refuerzo.
3. Coeficiente de contracción del concreto hidráulico.
4. Resistencia a la tensión del concreto hidráulico.
5. Esfuerzo máximo debido a la aplicación de carga de una rueda del vehículo de proyecto.
6. Caída de temperatura máxima, durante el primer año de servicio del pavimento.
7. Relación entre los coeficientes de variación volumétrica por temperatura del acero y del concreto hidráulico (α_s / α_c).

Los valores límite para el espaciamiento entre grietas transversales son: mínimo, 1.1 m (3.5 ft) y máximo, 2.4 m (8 ft). El valor límite para la abertura de las grietas transversales depende del valor de la caída máxima de temperatura, el cual se supondrá igual a 26.7 °C (80 °F) para la sección de proyecto. Por lo tanto, de la Ref. 9 se obtiene una abertura máxima permisible de las grietas transversales de 0.122 cm (0.048 in).

De acuerdo con los datos de los programas de evaluación de un sinnúmero de secciones de PCHRC en el Estado de Texas, E.U.A., se ha observado un comportamiento adecuado de este tipo de pavimento en casos a los que les correspondería un esfuerzo en el acero mayor que su límite de fluencia. Por lo tanto, el valor límite del esfuerzo en el acero alcanza valores mayores a los establecidos convencionalmente. Si se considera una varilla de refuerzo AR-40, de 1.91 cm (0.75 in, #6) de diámetro, se obtiene un esfuerzo máximo permisible en el acero de 3,329 kg/cm² (47,300 lb/in²), para un concreto hidráulico de una resistencia moderada (Ref. 12).

En la Tabla 3 se presentan los valores de los datos de proyecto utilizados en el cálculo del porcentaje de acero de refuerzo. El coeficiente de contracción del concreto hidráulico varía comúnmente entre 0.0002 y 0.0006 cm/cm. El principal factor que influye en su valor es el contenido de agua; en este proyecto se seleccionó un coeficiente de 0.0004 cm/cm.

La resistencia a la tensión del concreto hidráulico se puede obtener a partir de su módulo de ruptura, mediante la aplicación de un factor que varía entre 0.5 y 1.0, dependiendo del valor del dicho módulo. De la Ref. 9 se obtiene un factor aproximado de 0.75. Por consiguiente, resulta una resistencia a la tensión del concreto hidráulico (0.75 M_r) de 33.8 kg/cm² (640 lb/in²).

El coeficiente de variación volumétrica por temperatura del concreto hidráulico es función del agregado pétreo utilizado (Refs. 5 y 9). Al concreto elaborado con grava basáltica le corresponde un coeficiente aproximado de 4.6×10^{-6} in/in/°F. En el caso del acero de refuerzo, se puede considerar un coeficiente de variación volumétrica de 6.0×10^{-6} in/in/°F.

Generalmente, se utiliza la fórmula de Westergaard (Ref. 4), para el caso de carga interior, en el cálculo del esfuerzo debido a la aplicación de carga de una rueda del vehículo de proyecto. Dicha fórmula es la siguiente:

$$\sigma_i = \frac{0.316P}{D^2} \left[4 \log \left(\frac{l}{b} \right) + 1.069 \right] \quad (4.3)$$

$$l = \sqrt[4]{\frac{E_c D^3}{12(1 - \mu^2)k_c}} \quad (4.4)$$

$$b = \sqrt{1.6 a^2 + D^2} - 0.675 D \quad (4.5)$$

$$a = \sqrt{\frac{P}{\pi p}} \quad (4.6)$$

en donde:

σ_i = esfuerzo máximo debido a una carga interior, lb/in²;

P = carga aplicada, lb;

l = radio de rigidez relativa, in;

μ = relación de Poisson;

p = presión de contacto de la llanta, lb/in².

Se decidió utilizar un valor de P de 6,810 kg (15,000 lb) y una presión de contacto de 5.6 kg/cm² (80 lb/in²). Substituyendo valores de los diferentes parámetros en las Ecs. 4.3 a 4.6, se obtiene un esfuerzo máximo de 8.9 kg/cm² (127 lb/in²).

En la Ref. 9 se presentan tres nomogramas, y sus respectivas fórmulas,

para la predicción del espaciamiento y de la abertura de las grietas transversales, así como del esfuerzo en el acero. En el método de proyecto recomendado, los nomogramas se utilizan en sentido inverso para, de esta manera, encontrar el porcentaje de acero de refuerzo que corresponde al valor límite de cada uno de los tres parámetros de control. En el caso del espaciamiento entre grietas se consideraron los dos valores límite indicados anteriormente, mientras que para los otros dos parámetros se utilizó un solo valor límite.

Con el fin de eliminar posibles errores de lectura durante el empleo de los nomogramas, se utilizaron las tres fórmulas con los que éstos fueron elaborados. Asimismo, se modificaron dichas expresiones para obtener directamente los valores del porcentaje de acero de refuerzo, para cada uno de los valores límite. La preparación de un programa de calculadora, para resolver las fórmulas, facilitó considerablemente el análisis. No se consideró conveniente, por razones prácticas, incluir aquí dichas expresiones; sin embargo, las mismas se pueden consultar en la Ref. 9.

La Tabla 3 muestra los resultados del cálculo del porcentaje de refuerzo. El valor mínimo de este parámetro fue de 0.61 % y correspondió al valor límite del esfuerzo en el acero. Asimismo, se requiere un refuerzo máximo de 0.62 %, de acuerdo con uno de los valores límite del espaciamiento entre grietas transversales.

Aplicando la Ec. 4.2, para varilla # 6, se obtiene un espaciamiento práctico del acero de refuerzo longitudinal de 15 cm.

5. Cálculo del Refuerzo Transversal

El propósito del acero de refuerzo transversal es garantizar una abertura mínima de las grietas longitudinales que pudieran aparecer. El procedimiento de cálculo es similar al descrito en el Inciso 4.1 y se puede aplicar a cualquier tipo de pavimento de concreto hidráulico.

Dado que no se dispone de datos sobre la anchura del cuerpo de la autopista, donde se colocaría el pavimento rígido, será necesario suponer un valor de 11 m. En dicha anchura se consideran dos carriles de circulación, con su ampliación correspondiente por tratarse de una sección en curva, y un acotamiento.

El porcentaje de acero requerido se calcula a partir de una expresión similar a la Ec. 4.1:

$$P_s = \frac{WF}{f_s} \times 100 \quad (5.1)$$

en donde:

W = anchura de las franjas de pavimento rígido, (5.5 m en este caso), ft.

Substituyendo valores:

$$P_s = \frac{(18.05)(1.8)}{30,000} \times 100 = 0.108 \%$$

Si se utiliza varilla #4, se obtiene una separación aproximada del refuerzo de 37 cm.

6. Cálculo de las Varillas de Liga

Las varillas de liga (*tie bars*) no se consideran como dispositivos de transferencia de carga, sino como un medio para mantener estrechamente unidas a las franjas adyacentes de pavimento rígido. Asimismo, estas varillas evitan que existan desniveles entre las franjas de concreto hidráulico (*faulting*), a lo largo de la junta longitudinal.

El procedimiento de cálculo del espaciamiento de las varillas de liga es similar al del refuerzo transversal. En el caso de la sección de proyecto, se podrían prolongar las varillas transversales más allá del borde de la primera franja de pavimento colada. Por lo tanto, la separación de las varillas de liga (y de refuerzo transversal) sería de 37 cm (# 4).

La longitud mínima de las varillas de liga se puede calcular por medio de la Ec. 6.1 (Ref. 4), en la que se incluyen 7.6 cm (3 in) adicionales, en previsión de una posible alineación defectuosa de dichas varillas.

$$t = \frac{f_s d}{700} + 3 \quad (6.1)$$

en donde:

t = longitud mínima de las varillas de liga, in;

d = diámetro de las varillas de liga, in.

Substituyendo valores de los diversos parámetros:

$$t = \frac{(30,000)(0.5)}{700} + 3 = 24.4 \text{ in}$$

Se puede considerar un valor mínimo de t de 62 cm. Por lo que las varillas de refuerzo transversal se prolongarán 31 cm, cuando menos, a partir del borde de la primera franja de concreto hidráulico colada.

7. Dispositivos de Transferencia de Cargas (PCHJT)

Los pasajuntas (*dowel bars*) son el dispositivo de transferencia de cargas más comúnmente utilizado en las juntas transversales de un PCHJT. En general, un pasajuntas debe tener los atributos siguientes (Ref. 2):

1. Proyecto sencillo y facilidad de instalación.
2. Distribución adecuada de los esfuerzos sin dañar al concreto hidráulico en contacto con el dispositivo.
3. Resistencia insignificante, y permanente, al movimiento longitudinal de las juntas transversales.
4. Estabilidad mecánica ante la aplicación y frecuencia de las cargas vehiculares que prevalecerán durante la operación del pavimento.
5. Alta resistencia a la corrosión en aquellos lugares donde la acción corrosiva del ambiente represente un problema serio.

Con base en lo presentado en las Refs. 2, 4 y 13, se recomiendan pasajuntas con las características siguientes: 3.8 cm (1.5 in) de diámetro, 46 cm (18 in) de longitud y espaciadas a cada 30 cm (12 in). Se deberán utilizar varillas lisas con un esfuerzo de fluencia de 60,000 lb/in² (4,222 kg/cm²) o barras de acero "cold rolled" de alta resistencia.

8. Resumen

En este informe se han presentado los análisis detallados correspondientes al proyecto de dos tipos de pavimento rígido para la curva "La Pera", en la Autopista México-Cuernavaca. La utilización de un pavimento de concreto hidráulico con refuerzo continuo representaría una innovación trascendental en México. Por otra parte, el pavimento rígido con juntas transversales sería otra opción adecuada, aunque se requeriría el mantenimiento periódico de sus juntas.

Toda la información generada en los Capítulos 2 a 7, de este informe, se presenta gráficamente en las Figs. 2 a 5. Dado que no se cuenta con datos sobre la geometría de la sección de proyecto, será necesario hacer los ajustes correspondientes cuando se obtenga dicha información.

9. Recomendaciones

- a. Es necesario efectuar una revisión del funcionamiento del drenaje en la sección de proyecto, antes de la construcción del pavimento rígido seleccionado. Se deberá poner atención especial en el funcionamiento de las cunetas y sobre todo en el obstáculo que representa, al drenaje transversal, la barrera central de contención.
- b. Se recomienda verificar la sobreelevación de la curva, ya que ésta puede ser insuficiente para permitir la circulación segura de los vehículos, a las velocidades que se registran actualmente.
- c. La última sobrecarpeta asfáltica se deberá prolongar hasta el borde exterior del acotamiento, utilizando concreto asfáltico de alta calidad. Esta operación deberá ser completada antes de la construcción del pavimento de concreto hidráulico.
- d. El control de calidad de los diversos materiales a ser utilizados, jugará un papel extremadamente importante antes y durante la construcción del pavimento rígido. Se deberán realizar los estudios necesarios para garantizar las resistencias supuestas en el proyecto. Es necesario que se utilice agregado pétreo de un alto grado de trituración para obtener el módulo de ruptura especificado y proporcionar un valor adecuado de la resistencia al derrapamiento de la superficie de rodamiento.

REFERENCIAS

1. "Estudio de Evaluación del Pavimento de la Carretera de Cuota México-Cuernavaca, Tramo km 48 al 81, con Origen en México, D.F.", Informe Núm. 102-04-83, GEOSOL, S.A., México, D.F., diciembre de 1983.
2. "AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures, 1972 (Chapter III Revised, 1981)", American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., E.U.A., 1981.
3. Corro, Santiago y G. Prado, "Diseño Estructural de Carreteras con Pavimento Flexible", Publicación Núm. 325, Instituto de Ingeniería, UNAM, México, D.F., enero de 1974.
4. Yoder, E.J. y M. Witczak, "Principles of Pavement Design", Segunda Edición, John Wiley and Sons, Inc., Nueva York, E.U.A., 1975.
5. Torres Verdín, Víctor, B.F. McCullough y G.B. Peck, "The Effect of Coarse-Aggregate Type on CRCP Thickness", Reporte de Investigación Núm. 249-7, Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, E.U.A., noviembre de 1983.
6. McCullough, B. Frank, V. Torres Verdín y W.R. Hudson, "Summary and Recommendations for the Implementation of a Rigid Pavement Overlay and Design System", Reporte de Investigación Núm. 249-8F, Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, E.U.A., noviembre de 1983.
7. Van Til, C.J., B.F. McCullough, B.A. Vallergera y R.G. Hicks, "Evaluation of AASHTO Interim Guides for Design of Pavement Structures", Reporte Núm. 128, National Cooperative Highway Research Program, Highway Research Board, Washington, D.C., E.U.A., 1972.
8. Torres Verdín, Víctor, "Development of a Deflection Distress Index for Project-Level Evaluation of CRC Pavements", Tesis para Obtener el Grado de Doctor en Filosofía (Ph.D.), The University of Texas at Austin, Austin, Texas, E.U.A., diciembre de 1984.

9. McCullough, B. Frank, W.R. Hudson y C.S. Noble, "Summary and Recommendations for the Implementation of Rigid Pavement Design, Construction and Rehabilitation Techniques", Reporte de Investigación Núm. 177-22F, Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, E.U.A., marzo de 1981.
10. Ma, James y B. Frank McCullough, "CRCP-2, an Improved Computer Program for the Analysis of Continuously Reinforced Concrete Pavements", Reporte de Investigación Núm. 177-9, Center for Highway Research, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, E.U.A., agosto de 1977.
11. McCullough, B. Frank, A. Abou-Ayyash, W.R. Hudson y Jack P. Randall, "Design of Continuously Reinforced Concrete Pavements for Highways", Reporte Final del Proyecto de Investigación NCHRP 1-15 (Preparado para el Transportation Research Board), Center for Highway Research, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, E.U.A., agosto de 1975.
12. McCullough, B. Frank, J. Ma y C.S. Noble, "Limiting Criteria for the Design of CRCP", Reporte de Investigación Núm. 177-17, Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, E.U.A., agosto de 1979.
13. "Joint Design for Concrete Highway and Street Pavements", Portland Cement Association, Skokie, Illinois, E.U.A., 1980.

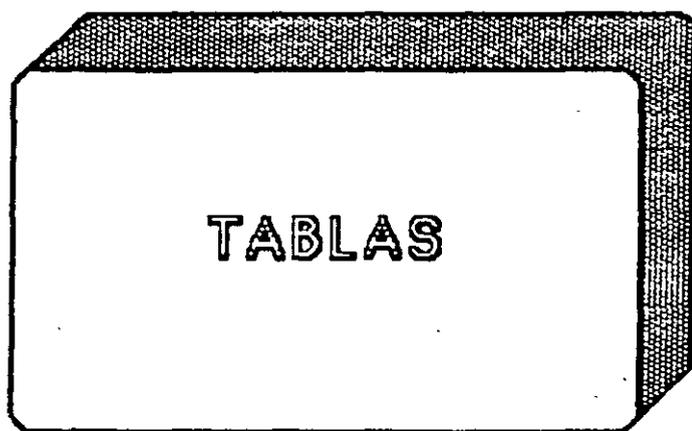


TABLA 1. ESTIMACION DE CESE*, 18,000 lb, EN EL AÑO DE 1982.

Tipo de Eje	Carga por Eje, t	Núm. de Ejes, x 10 ³	Factor de Equivalencia de Carga	Núm. de CESE (18,000 lb), x 10 ³
S	1.0	14,110.0	0.0004	5.6
E	2.5	390.1	0.008	3.1
N	2.6	107.9	0.009	1.0
C	3.9	141.1	0.04	5.6
I	4.0	8.3	0.05	0.4
L	4.2	597.6	0.06	35.9
L	6.8	390.1	0.47	183.3
O	8.3	597.6	1.09	651.4
	8.5	8.3	1.21	10.0
	12.1	8.3	0.76	6.3
TANDEM	13.0	282.2	0.94	265.3
	14.0	107.9	1.29	139.2

TOTAL = 1,307.1 x 10³

* CESE - carga de eje sencillo equivalente.

Nota: se supuso un espesor de la losa del pavimento de 25.4 cm (10 in).

TABLA 2. RELACION ENTRE EL MODULO DE REACCION COMPUESTO DE LAS CAPAS INFERIORES DEL PAVIMENTO (k_c) Y EL ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D).

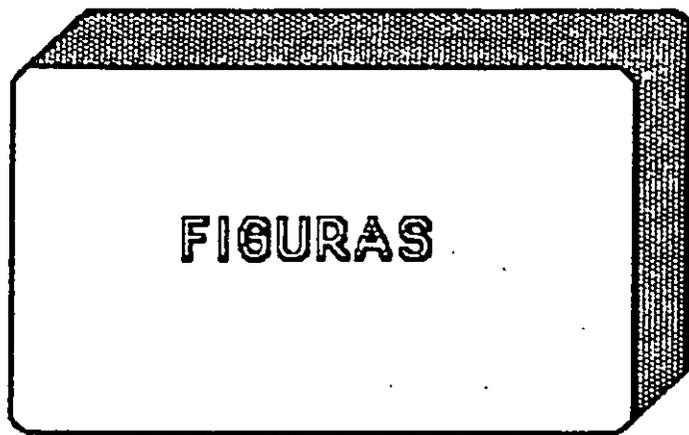
k_c , lb/in ³	D, in	D, cm
100	12.8	32.4
200	12.5	31.7
300	12.3	31.2
400	12.1	30.8
500	12.0	30.4
600	11.9	30.2
700	11.8	30.2
800	11.7	29.6
900	11.6	29.4
1000	11.5	29.2

TABLA 3. CALCULO DEL PORCENTAJE DE ACERO LONGITUDINAL DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO CON REFUERZO CONTINUO.

Dato de Entrada	Valor	Dato de Entrada	Valor
Diámetro de la Varilla	0.75 in	Esfuerzo por Aplicación de Carga Vehicular	127 lb/in ²
Coefficiente de Contracción del Concreto	0.0004 in/in	Caída de Temperatura Máxima	80 °F
Resistencia a la Tensión del Concreto	480 lb/in ²	Relación entre los Coeficientes Térmicos (α_s / α_c)	1.3

	Espaciamiento Entre Grietas Transversales	Abertura de las Grietas Transversales	Esfuerzo en el Acero	Intervalo de Proyecto del Acero
Valor Límite del Parámetro de Control:	Mín.: 3.5 ft Máx.: 8.0 ft	0.048 in	47,300 lb/in ²	
Porcentaje Mínimo de Acero Requerido:	0.356	0.411	0.614	$p_{\text{mín.}}^* = 0.61$
Porcentaje Máximo de Acero Requerido:	0.623			$p_{\text{máx.}} = 0.62$

* Anotar el valor más alto, del porcentaje de acero, del renglón.



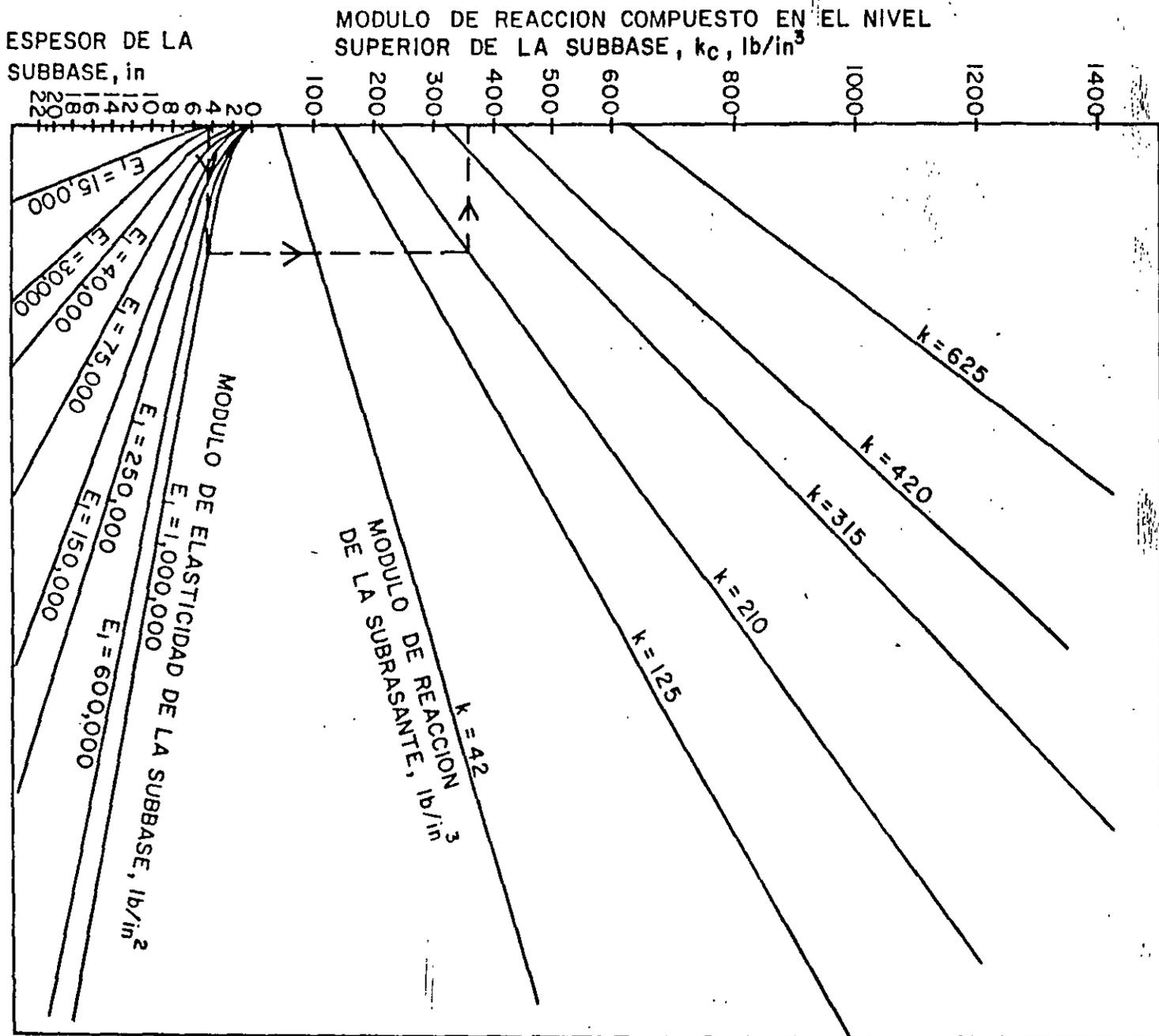
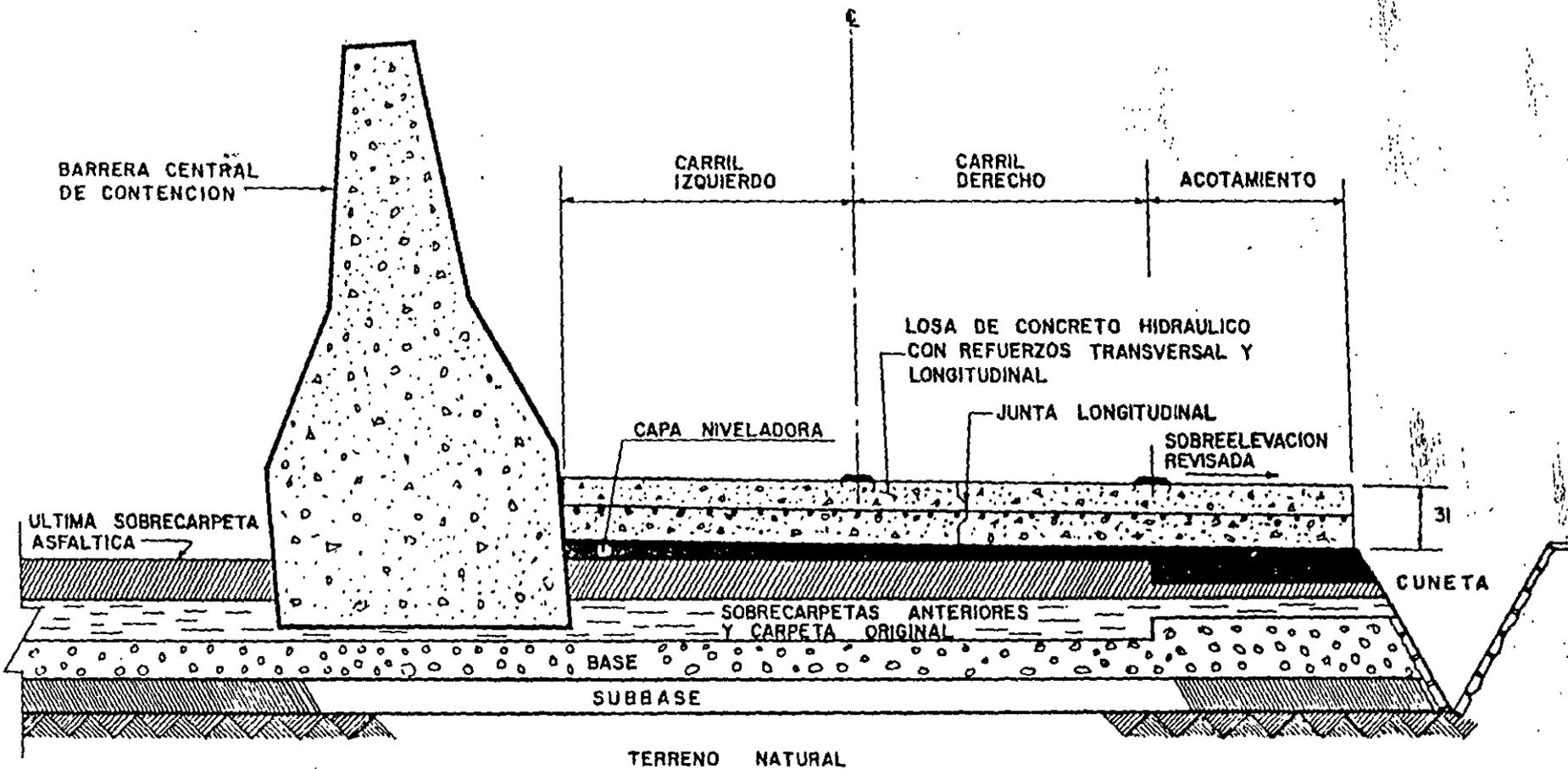


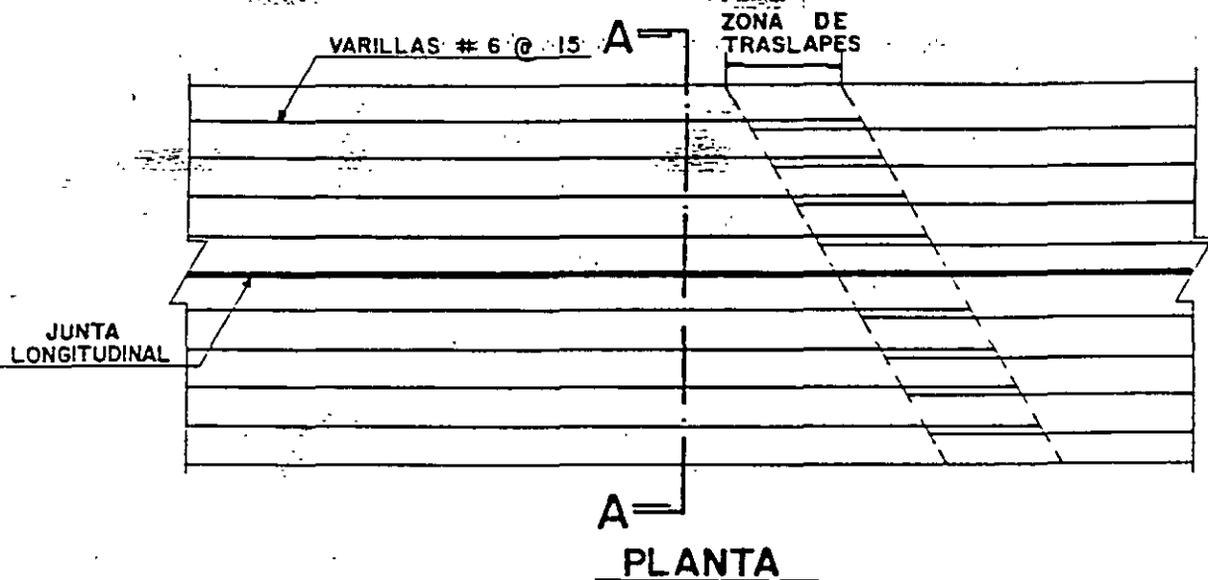
Fig. 1. Carta para estimar el valor del módulo de reacción compuesto, k_c .



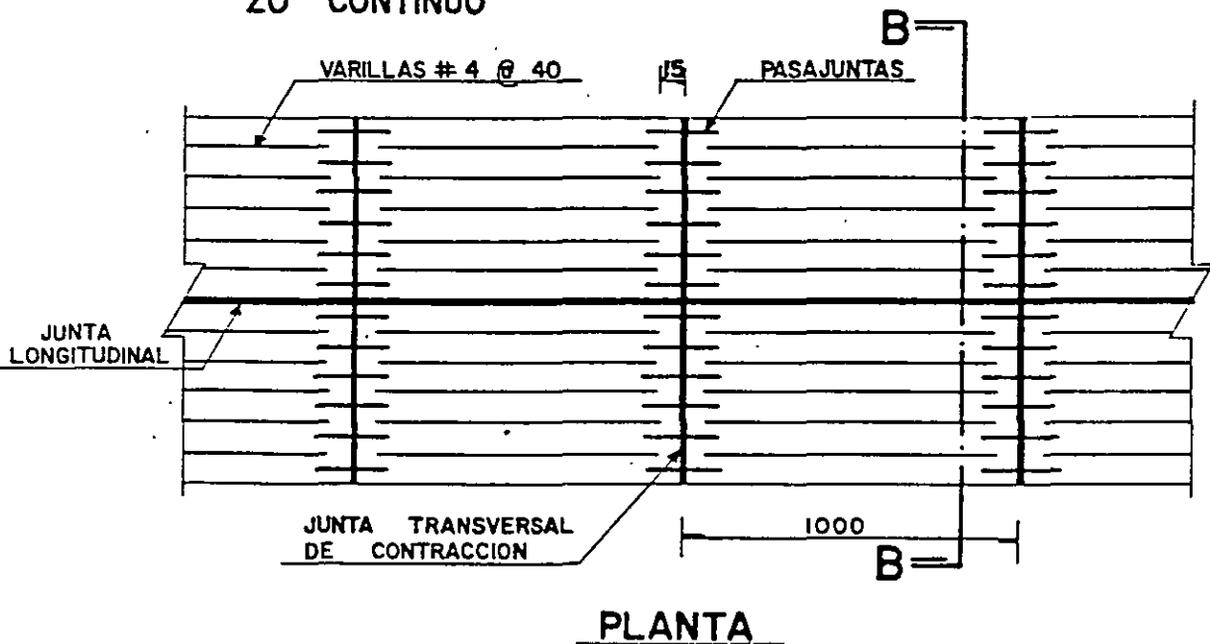
NOTAS

- DIBUJO FUERA DE ESCALA.
- ACOTACIONES EN cm
- LA CAPA NIVELADORA SERVIRA PARA DAR LA SOBREELEVACION REVISADA Y EXTENDER EL CONCRETO ASFALTICO HASTA EL BORDE EXTERIOR DEL ACOTAMIENTO

Fig. 2. Sección del pavimento de proyecto en la curva "la Pera", de la Autopista México-Cuernavaca.



A. PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO CON REFUERZO CONTINUO

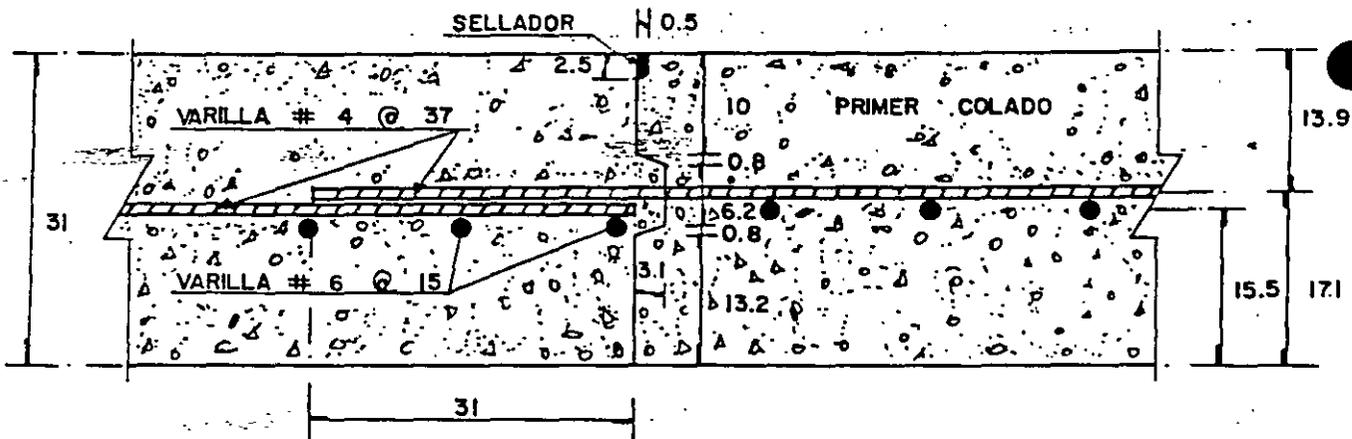


B. PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO CON JUNTAS TRANSVERSALES

NOTAS

- DIBUJO FUERA DE ESCALA
- ACOTACIONES EN cm
- SE UTILIZARA VARILLA AR-40
- LOS TRASLAPES TENDRAN UNA LONGITUD MINIMA DE 30 VECES EL DIAMETRO DE LA VARILLA
- EL EJE DE LA ZONA DE TRASLAPES FORMARA UN ANGULO APROXIMADO DE 60° CON EL EJE DEL CAMINO
- EL ARMADO LONGITUDINAL SE EXCLUYRA 15 cm ANTES O DESPUES DE LAS JUNTAS TRANSVERSALES DE CONTRACCION
- LOS CORTES A-A Y B-B APARECEN EN LA FIG. 4

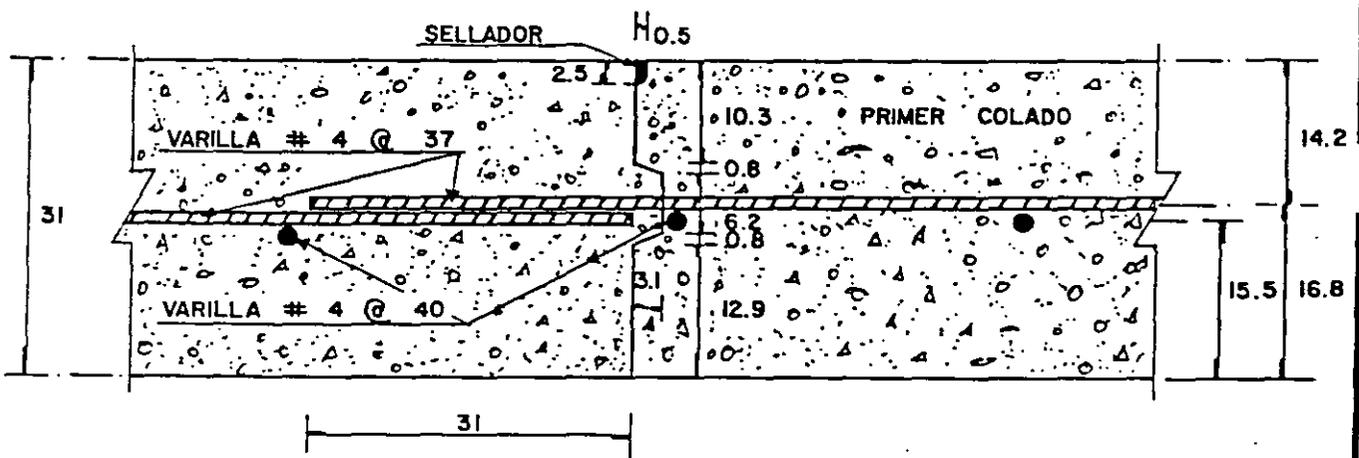
Fig. 3. Características del armado longitudinal para los dos tipos de pavimento rígido.



CORTE A - A

ESCALA 1: 7.5

A. PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO CON REFUERZO CONTINUO



CORTE A - A

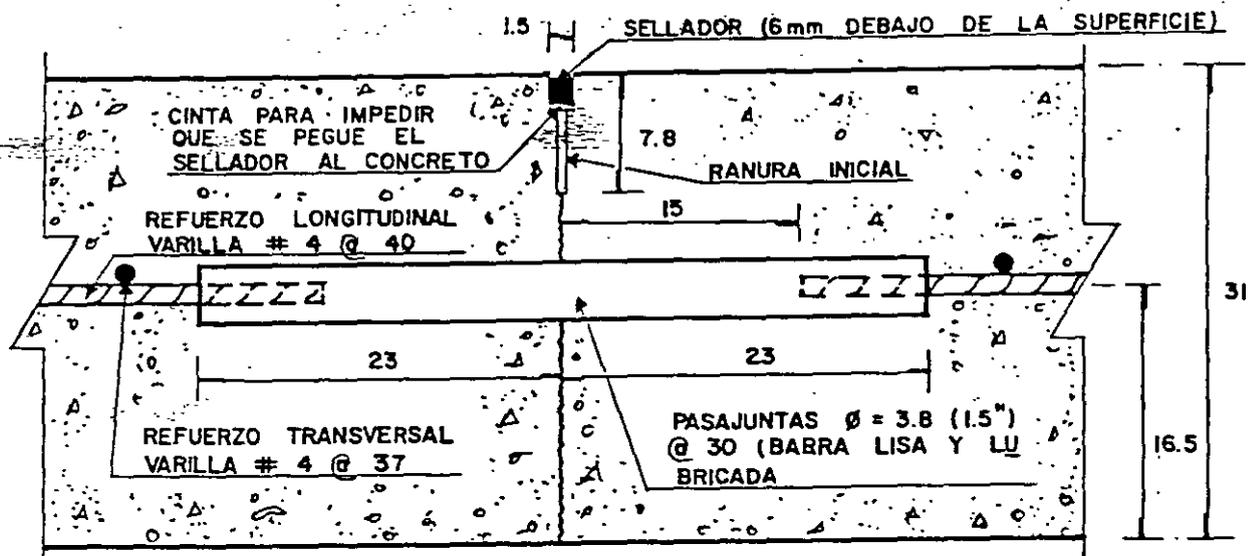
ESCALA 1: 7.5

B. PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO CON JUNTAS TRANSVERSALES

NOTAS

- ACOTACIONES EN cm
- SE UTILIZARA VARILLA AR-40
- LA UBICACION DE LOS CORTES APARECE EN LA FIG. 3

Fig. 4. Juntas longitudinales "machihembradas" de construcción y detalles de los armados transversal y longitudinal para los dos tipos de pavimento rígido.

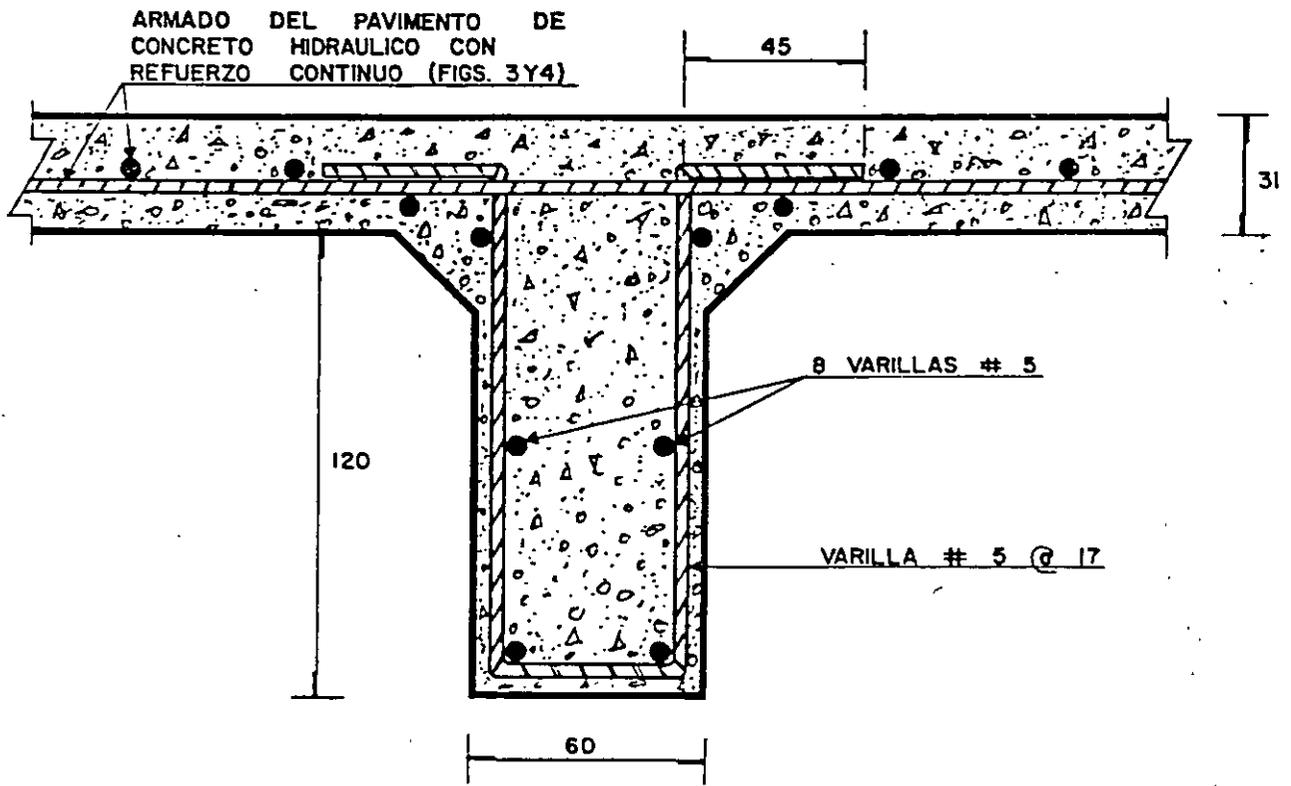
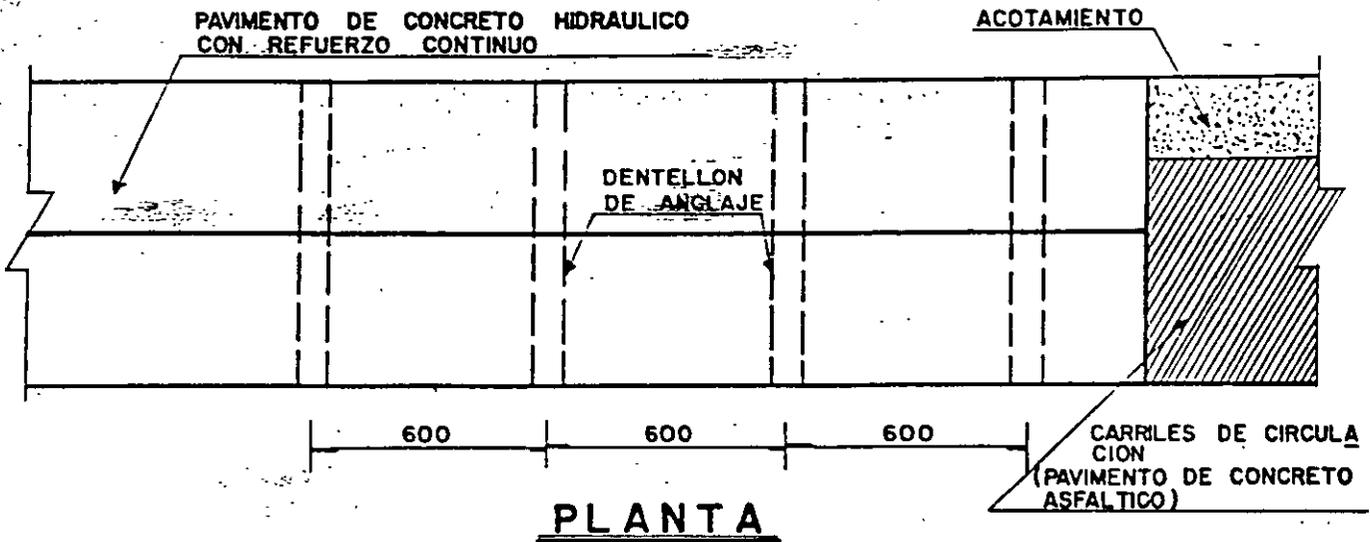


ESCALA 1:5

NOTAS

- ACOTACIONES EN cm
- LOS PASAJUNTAS PODRAN SER VARILLAS LISAS CON UN ESFUERZO DE FLUENCIA DE 60,000 lb/in² (4,222 kg/cm²) O BARRAS DE ACERO "COLD ROLLED" DE ALTA RESISTENCIA
- EL REFUERZO TRANSVERSAL SE COLOCARA FUERA DE LA ZONA DE INFLUENCIA DE LOS PASAJUNTAS

Fig. 5. Junta transversal, ranurada, de contracción con pasajuntas (pavimento de concreto hidráulico con juntas transversales).



NOTAS

- DIBUJO FUERA DE ESCALA
- ACOTACIONES EN cm
- SE UTILIZARA VARILLA AR-40

Fig. 6. Características de las zonas de anclaje, en los extremos del pavimento de concreto hidráulico con refuerzo continuo (Refs. 4 y 11).



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE
CARRETERAS.**

MODULO IV

**SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD
DE CARRETERAS.**

TEMA :

**PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACION DE
MATERIALES.**

(ACERO, MADERA, NEOPRENO, GEOTEXTILES)

**ING. JORGE LOPEZ VICENTE
PALACIO DE MINERIA
NOVIEMBRE DE 1999**

DIPLOMADO DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCION

MODULO IV. CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACION DE MATERIALES

- 1. ACERO**
- 2. MADERA**
- 3. APOYOS INTEGRALES DE NEOPRENO**
- 4. GEOTEXTILES**
- 5. BIBLIOGRAFIA**

1. ACERO

1.1 ACERO ESTRUCTURAL

- 1.1.1 Planchas
- 1.1.2 Perfiles estructurales
- 1.1.3 Tablaestacas
- 1.1.4 Barras
- 1.1.5 Perfiles-barras

1.2 ACERO ESTRUCTURAL AL CARBONO

- 1.2.1 Requisitos químicos
- 1.2.2 Requisitos mecánicos

1.3 ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA

- 1.3.1 Requisitos químicos
- 1.3.2 Requisitos mecánicos

1.4 ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACION

- 1.4.1 Requisitos químicos
- 1.4.2 Requisitos mecánicos

1.5 ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACIÓN AL MANGANESO/VANADIO

- 1.5.1 Requisitos químicos
- 1.5.2 Requisitos mecánicos

1.6 ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO HIDRÁULICO

1.7 ALAMBRE DE ACERO ESTIRADO EN FRÍO PARA REFUERZO DE CONCRETO

1.8 ALAMBRE DE ACERO PARA PRESFUERZO DE CONCRETO

1.9 ACERO DE PRESFUERZO PARA CONCRETO, TORON DE SIETE ALAMBRES SIN RECUBRIMIENTO RELEVADO DE ESFUERZOS

1.10 MUESTREO

- 1.10.1 Muestreo de materiales y productos de acero para análisis químico
- 1.10.2 Muestreo de productos de acero para pruebas físicas
 - 1.10.2.1 Muestreo de barras y perfiles estructurales
 - 1.10.2.2 Muestreo de planchas y láminas
 - 1.10.2.3 Muestreo de varilla de acero de refuerzo para concreto
 - 1.10.2.4 Muestreo de acero de presfuerzo para concreto

1.11 PRUEBAS FISICAS

- 1.11.1 Dimensiones de probetas
- 1.11.2 Determinación del área de la sección transversal y los pesos unitarios de perfiles, planchas, barras-perfil, rieles y tubos
- 1.11.3 Determinación de las corrugaciones en varillas de acero de refuerzo para concreto hidráulico
- 1.11.4 Prueba de tensión
- 1.11.5 Prueba de doblado
- 1.11.6 Prueba de inspección metalúrgica macróscopica.

2. MADERA

2.1 PILOTE DE MADERA

- 2.1.1 Clasificación de pilotes de acuerdo con su uso
- 2.1.2 Clasificación de pilotes de acuerdo con la cantidad de corteza que hay que retirarle.
- 2.1.3 Pilotes clases A y B
- 2.1.4 Pilotes clases C

2.2 MADERA ESTRUCTURAL

2.3 MUESTREO

2.4 PRUEBAS EN MADERA ESTRUCTURAL

- 2.4.1 Flexión estática
- 2.4.2 Compresión paralela a las fibras
- 2.4.3 Compresión perpendicular a las fibras
- 2.4.4 Dureza
- 2.4.5 Esfuerzo contante
- 2.4.6 Desgarramiento
- 2.4.7 Tensión paralela a las fibras
- 2.4.8 Tensión perpendicular a las fibras
- 2.4.9 Peso volumétrico
- 2.4.10 Contracción volumétrica

3. APOYO INTEGRAL DE NEOPRENO

3.1 REQUISITOS QUE DEBE SATISFACER EL NEOPRENO

3.2 REQUISITOS QUE DEBEN SATISFACER LAS PLACAS DE ACERO INTERCALADAS EN EL APOYO Y LAS PLACAS DE CARGA

3.3 REQUISITOS QUE DEBEN SATISFACER LOS APOYOS DE NEOPRENO

3.4 MUESTREO

- 3.4.1 Muestreo de materiales elastoméricos

3.4.2 Muestreo de apoyos de neopreno

3.5 PRUEBAS EN EL MATERIAL ELASTOMÉRICO

3.5.1 Tensión y alargamiento

3.5.1.1 Deformación permanente por tensión

3.5.2 Compresión

3.5.2.1 Deformación permanente por compresión

3.5.3 Desgarramiento

3.5.4 Envejecimiento acelerado

3.5.5 Pruebas de identificación

3.5.5.1 Reactivo número 1

3.5.5.2 Reactivo número 2

3.5.5.3 Reactivo número 3

3.5.5.4 Procedimiento

3.5.6 Resistencia al ozono

3.6 PRUEBAS EN APOYOS DE NEOPRENO

3.6.1 Verificación de la horizontalidad de las placas de acero en el apoyo de neopreno

3.6.2 Dureza

3.6.3 Compresibilidad

3.6.4 Resistencia máxima a la compresión

3.6.5 Compresión combinada con esfuerzo cortante. Módulo "G"

4. TELA GEOTEXTIL

4.1 CLASIFICACIÓN Y USO

4.1.1 Geotextiles Tejidos

4.1.2 Geotextiles no tejidos

4.2 REQUISITOS DE CALIDAD

4.3 MUESTREO

4.4 ENSAYES

5. BIBLIOGRAFIA

1. ACERO

Aleación de hierro y carbono en diferentes proporciones, a veces llega a contener hasta 2% de carbono; para mejorar algunas de sus propiedades se le adicionan otros elementos tales como :

Tungsteno	2.0 a 18.0 %
Cromo	3.0 a 6.0 %
Vanadio	1.0 a 3.0 %
Molibdeno	1.0 a 8.0 %
Cobalto	3.0 a 10.0 %

Con estos elementos y algunos otros se pueden modificar las características mecánicas del acero que prácticamente puede fabricarse cualquier tipo de acero para cada tipo de necesidad ; sin embargo, en este trabajo se tratará lo relativo al acero estructural, acero de refuerzo y de presfuerzo para concreto..

Los productos de acero estructural que se suministran para la construcción de puentes y edificios se clasifican en : acero estructural al carbono, acero estructural de alta resistencia, acero estructural de alta resistencia y baja aleación y acero estructural de alta resistencia y baja aleación, al manganeso / vanadio.

1.1 ACERO ESTRUCTURAL

Es un producto que se suministra en forma de planchas, perfiles estructurales, tablaestacas, barras y perfiles-barras.

1.1.1 Planchas

Producto de acero laminado en caliente, que debe reunir las siguientes características :

Ancho en mm	Espesor en mm
Más de 203	Más de 5.8
Más de 1219	Más de 4.5

1.1.2 Perfiles estructurales

Producto de acero laminado cuya sección transversal puede ser en forma de I, H, canal o ángulo, en donde la dimensión mayor debe ser como mínimo de 76mm.

1.1.3 Tablaestacas

Acero laminado fabricado en formas y tamaños que permite que se empalmen entre sí para formar una pared continua.

1.1.4 Barras

Acero laminado con sección transversal circular, cuadrada o hexagonal, en todos los tamaños ; soleras con espesor mayor o igual a 5.16mm y ancho de 152mm ; soleras con espesor de 5.84mm y ancho de 152mm hasta 203mm.

1.1.5 Perfiles-barras

Producto de acero laminado cuya sección transversal puede ser de la forma I, H, Z, canal o ángulo, en donde la dimensión mayor debe ser menor de 76mm.

Los productos de acero estructural que se suministran para la construcción de puentes y edificios se clasifican en : acero estructural al carbono, acero estructural de alta resistencia, acero estructural de alta resistencia y baja aleación y acero estructural de alta resistencia y baja aleación al manganeso / vanadio.

1.2 ACERO ESTRUCTURAL AL CARBONO

El acero estructural al carbono se suministra en la modalidad y formas de perfiles, planchas y barras, para construcciones remachadas, atomilladas o soldadas, en puentes y edificios y para usos estructurales en general.

1.2.1 Requisitos químicos

- a) El análisis de colada y de producto deberá cumplir con los requisitos indicados en la tabla LXIV.
- b) El análisis de producto no es aplicable a perfiles-barra ni a soleras, con espesores de 12.7mm o menores.
- c) Cuando se omitan las pruebas de tensión de acuerdo con el inciso c) de los requisitos mecánicos, el material deberá cumplir con los requisitos químicos de la tabla LXIV.

1.2.2 Requisitos mecánicos

El acero estructural al carbono deberá cumplir con los requisitos de la prueba de tensión indicada en la tabla LXV.

No será necesario someter a pruebas de tensión los perfiles con sección transversal menor de 6.45 cm² y las barras que no sean soleras, menores de 1.27 cm de espesor o de diámetro.

No se requieren pruebas mecánicas para planchas con espesores mayores de 38.1mm usadas como placas de apoyo en estructuras que no sean puentes, pero el acero deberá contener de 0.20 a 0.33% de carbono en análisis de colada.

Para materiales con espesor o diámetro menor de 7.9 mm deberá hacerse una deducción en el porcentaje de alargamiento, obtenido de probetas de 200 mm, de 1.25% por cada 0.8 mm de disminución en el espesor o diámetro especificado, respecto del espesor nominal de 7.9 mm. Para efectuar esta deducción puede emplear la ecuación del cuadro número 1.

La probeta para doblado deberá soportar un doblado en frío hasta de 180° sobre un mandril cuyo diámetro se indica en la tabla LXVI, sin que se agriete el exterior de la porción doblada.

1.3 ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA

El acero estructural de alta resistencia se presenta en las modalidades y forma de perfiles, planchas y barras en espesores hasta de 102 mm, para construcciones de puentes y edificios remachados o atornillados y para uso estructural en general.

1.3.1 Requisitos químicos

El acero estructural deberá cumplir con los requisitos de composición química indicados en la tabla número LXVII.

1.3.2 Requisitos mecánicos

También deberá cumplir con los requisitos mecánicos de las tablas LXVIII y LXIX.

Para materiales con espesor o diámetro menor de 7.9mm, deberá hacerse una deducción en el porcentaje de alargamiento, obtenido de probetas de 200mm, de 1.25% por cada 0.8mm de disminución en el espesor o diámetro especificado, respecto del espesor nominal de 7.9mm. La deducción se puede efectuar empleando la ecuación del cuadro número 1.

Las probetas para la prueba de doblado deberán soportar un doblado en frío hasta de 180° sobre un mandril, cuyo diámetro se especifica en la tabla LXIX, sin que se agriete el exterior de la porción doblada.

1.4 ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACIÓN

Bajo esta denominación se agrupan los perfiles, placas y barras de acero que se emplean en construcciones soldadas, remachadas o atornilladas, destinados principalmente a la construcción de miembros estructurales. Estos aceros tienen una resistencia a la corrosión atmosférica casi del doble que la de los aceros estructurales al carbono con cobre; deberá cumplir con los siguientes requisitos de composición química.

1.4.1 Requisitos químicos

Los resultados del análisis de colada deberá cumplir con los requisitos indicados en la tabla LXX.

El fabricante podrá usar los elementos de aleación, tales como cromo, níquel, silicio, vanadio, titanio y circonio, combinados con el carbono, manganeso, fósforo, azufre y cobre, dentro de los límites prescritos en la tabla LXX para obtener las propiedades mecánicas y la resistencia a la corrosión atmosférica requeridas.

1.4.2 Requisitos mecánicos

El acero deberá satisfacer los requisitos de tensión y doblado indicadas en las tablas LXXI y LXXII.

Para materiales con espesor o diámetro menor de 7.9mm deberá hacerse una deducción en el porcentaje de alargamiento, obtenido de probetas de 200mm, de 1.25% por cada 0.8mm de disminución en el espesor o diámetro especificado, respecto del espesor nominal de 7.9mm. Para efectuar la deducción puede emplear la ecuación del cuadro número 1.

Las probetas para la prueba de doblado deberán soportar un doblado en frío hasta de 180° sobre un mandril, cuyo diámetro se especifica en la tabla LXXII, sin que se agriete el exterior de la porción doblada.

1.5 ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACIÓN, AL MANGANESO/ VANADIO

Bajo esta denominación se agrupan los perfiles, planchas y barras de acero que se emplean en construcciones soldadas, remachadas o atornilladas; destinados principalmente a la construcción de puentes y edificios soldados miembros estructurales. Estos aceros tienen una resistencia a la corrosión atmosférica casi del doble que la de los aceros estructurales al carbono. Los requisitos que a continuación se indican se refiere a elementos hasta de 203mm de espesor.

1.5.1 Requisitos químicos

Este acero deberá satisfacer los requisitos de composición química de colada y de producto, indicada en la tabla LXXIII.

1.5.2 Requisitos mecánicos

Por otra parte, este acero deberá cumplir con los requisitos mecánicos de la tabla LXXIV y LXXV.

Para materiales con espesor o diámetro menor de 7.9mm deberá hacerse una deducción en el porcentaje de alargamiento, obtenido de probetas de 200mm, de 1.25% por cada 0.8mm de disminución en el espesor o diámetro especificado, respecto del espesor nominal de 7.9mm. Para efectuar la deducción puede emplear la ecuación del cuadro número 1.

El acero deberá soportar un doblado en frío hasta de 180°, ensayado sobre un mandril, cuyo diámetro se especifica en la tabla LXXV, sin que se agriete la parte exterior de la porción doblada.

CUADRO NUMERO 1.

ECUACIÓN :
$$a = A - \left[\frac{1.25(7.9 - e)}{0.8} \right]$$

a : porcentaje de alargamiento después de deducir el 1.25% por cada 0.8mm de disminución en el espesor o diámetro especificado, respecto del espesor de - 7.9mm.

A : porcentaje de alargamiento obtenido de la prueba.

e : espesor de la probeta, menor de 7.9 mm.

TABLA LXIV REQUISITOS QUIMICOS

Producto	Perfiles (a)	Planchas Espesores					Barras Espesores			
		Hasta 19.1 mm incl.	Más de 19.1 hasta 38.1 mm incl.	Más de 38.1 hasta 63.5 mm incl.	Más de 63.5 hasta 101.6 mm incl.	Más de 101.6 mm.	Hasta 19.1 mm incl.	Más de 19.1 hasta 38.1 mm incl.	Más de 38.1 hasta 101.6 mm incl.	Más de 101.6 mm.
Carbono, máximo, % Manganeso, %.....	0.25	0.25	0.25 0.80 a	0.26 0.80 a	0.27 0.85 a	0.29 0.85 a	0.26	0.27 0.60 a	0.28 0.60 a	0.29 0.60 a
Fósforo, máximo, %	0.04	0.04	1.20 0.04	1.20 0.04	1.20 0.04	1.20 0.04	0.04	0.90 0.04	0.90 0.04	0.90 0.04
Azufre, máximo, %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicio, %.....			0.15 a	0.15 a	0.15 a	0.15 a				
Cobre, mínimo, % cuando se especi- fique.....	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

a) En perfiles con peso mayor de 634 kg/m, se requiere un contenido de manganeso de 0.85 a 1.35%, y un contenido de silicio de 0.15 a 0.30%

TABLA LXV. REQUISITOS DE TENSION

Concepto	Requisitos
Planchas, perfiles (a) y barras:	
Esfuerzo máximo, kg/cm ²	4 060 a 5 600
Límite elástico aparente, kg/cm ² , mínimo	2 520 (b)
Planchas y barras:	
Alargamiento en 200 mm, por ciento, mínimo	20 (c)
Alargamiento en 50 mm, por ciento, mínimo	23
Perfiles:	
Alargamiento en 200 mm, por ciento, mínimo	20 (c)
Alargamiento en 50 mm, por ciento, mínimo	21 (a)

- a) Para perfiles de ala ancha, con peso mayor de 634 kg/m solamente se especifica el esfuerzo máximo de 4 060 kg/cm² como mínimo y alargamiento en 50 mm, de 19% mínimo.
- b) Para planchas con espesor mayor de 200 mm, el límite elástico será de 2 240 kg/cm², mínimo
- c) Ver párrafo (005-F.07.c) de este Capítulo.

TABLA LXVI REQUISITOS DE LA PRUEBA DE DOBLADO

Espesor del elemento en mm	Relación del diámetro del mandril al espesor de la probeta para planchas, perfiles y barras (a)
Hasta 19.1 incl.	0.5
Mayor de 19.1 hasta 25.4 incl.	1.0
Mayor de 25.4 hasta 38.1 incl.	1.5
Mayor de 38.1 hasta 50.8 incl.	2.5
Mayor de 50.8	3.0

- a) Estas relaciones se aplican únicamente para el comportamiento de un espécimen bajo la acción del doblado; dicho espécimen se toma siempre en dirección longitudinal y generalmente se le hace una preparación en sus aristas. Cuando las planchas se doblan para una operación de fábrica, se deben usar unos radios mayores, particularmente si el eje de doblado se encuentra en la dirección desfavorable (longitudinal)

TABLA LXVII. REQUISITOS DE COMPOSICION QUIMICA

ELEMENTOS	CONTENIDO EN %
Carbono, máximo.	0.28
Manganeso	1.10 a 1.60
Fósforo, máximo	0.04
Azufre, máximo	0.05
Silicio, máximo	0.30
Cobre, mínimo	0.20

TABLA LXVIII. REQUISITOS DE TENSION

Concepto	Planchas y Barras				Perfiles estructurales		
	Para espesores hasta de 19.1 mm . incl.	Para espesores de más de 19.1 hasta 38.1 mm. incl.	Para espesores de más de 38.1 hasta 101.6 mm. incl.	Para espesores de más de 101.6 hasta 203.2 mm. incl.	Grupos 1 y 2 (a)	Grupo 3 (a)	Grupos 4 y 5 (a)
Esfuerzo máximo, kg/cm ² , mínimo (b)	4920	4710	4430	4220	4920	4710	4430
Punto de fluencia, en kg/cm ² , mínimo (b)	3520	3230	2950	2810	3520	3230	2950
Alargamiento en 200 mm, en %, mínimo	18 (c)	18	18		18 (c)	18	18
Alargamiento en 50 mm, en %, mínimo		21	21	21			21 (d)

a) Ver Tabla XXIV-A

b) Cuando el material esté normalizado, el esfuerzo máximo y el límite elástico aparente, deberán reducirse en 350 kg/cm²

c) Véase párrafo (005-I 05.b) de este Capítulo. En perfiles de ala ancha, con peso mayor de 634 kg/m, el alargamiento - en 50 mm, deberá ser de 19% como mí

TABLA LXIX. REQUISITOS DE LA PRUEBA DE DOBLADO

Espesor del elemento	mm	Relación del diámetro del mandril al espesor de la probeta (a)
Hasta 19.1 inclusive		1.0
Mayor de 19.1 hasta 25.4 inclusive		1.5
Mayor de 25.4 hasta 38.1 inclusive		2.0
Mayor de 38.1 hasta 50.8 inclusive		2.5
Mayor de 50.8 hasta 101.6 inclusive		3.0

TABLA LXX. REQUISITOS QUIMICOS (ANALISIS DE COLADA)

ELEMENTO	CONTENIDO EN % TIPO I	CONTENIDO EN % TIPO II
Carbono, máximo	0.15	0.20
Manganeso, máximo	1.00	1.35
Fósforo, máximo	0.15	0.04
Azufre, máximo	0.05	0.05
Cobre, máximo	0.20	0.20 (a)

TABLA LXXI. REQUISITOS DE TENSIÓN, PLACAS Y BARRAS.

Concepto	Planchas y Barras				Perfiles estructurales		
	Para espesores hasta de 19.1mm incl.	Para espesores de más de 19.1 hasta 8.1mm incl.	Para espesores de más de 38.1 hasta 101.6mm incl.	Para espesores de más de 101.6 hasta 203.2mm incl.	Grupos 1 y 2 (a)	Grupo 3 (a)	Grupos 4 y 5 (a)
Esfuerzo máximo, kg/cm ² , mínimo (b)	4920	4710	4430	4220	4920	4710	4430
Punto de fluencia en kg/cm ² , mínimo (b)	3520	3230	2950	2810	3520	3230	2950
Alargamiento en 200mm, en %, mínimo	18 (c)	18	18		18 (c)	18	18
Alargamiento en 50mm, en %, mínimo.		21	21	21			21 (d)

TABLA LXXII. REQUISITOS DE DOBLADO

Espesor del elemento material mm	Relación del diámetro del mandril al espesor de la probeta
Hasta de 19.1, inclusive	1.0
Mayor de 19.1 hasta 25.4, incl.	1.5
Mayor de 25.4 hasta 38.1	2.0
Mayor de 38.1 hasta 50.8	2.5
Mayor de 50.8 hasta 101.6, inclusive	3.0

TABLA LXXIII. REQUISITOS DE COMPOSICION QUIMICA

ELEMENTOS	CONTENIDO EN %
Carbono, máximo.	0.22
Manganeso	0.85 a 1.25
Fósforo, máximo	0.04
Azufre, máximo	0.05
Silicio, máximo	0.30
Cobre, mínimo	0.20
Vanadio, mínimo	0.02

TABLA LXXIV. REQUISITOS DE TENSION

Concepto	Planchas y Barras				Perfiles estructurales		
	Para espesores hasta de 19.1 mm. incl.	Para espesores de más de 19.1 hasta 38.1 mm. incl.	Para espesores de más de 38.1 hasta 101.6 mm. incl.	Para espesores de más de 101.6 hasta 203.2 mm. incl.	Grupos 1 y 2 (a)	Grupo 3 (a)	Grupos 4 y 5 (a)
Esfuerzo máximo, kg/cm ² , mínimo (b)	4920	4710	4430	4220	4920	4710	4430
Punto de fluencia, en kg/cm ² , mínimo (b)	3520	3230	2950	2810	3520	3230	2950
Alargamiento en 200 mm, en %, mínimo	18 (c)	18	18		18 (c)	18	18
Alargamiento en 50 mm, en %, mínimo		21	21	21			21 (d)

a) Ver Tabla XXIV-A

b) Cuando el material esté normalizado, el esfuerzo máximo y el límite elástico aparente, deberán reducirse en 350 kg/cm². Véase párrafo (005-1.05.b) de este Capítulo. En perfiles de ala ancha, con peso mayor de 634 kg/m, el alargamiento en 50 mm, deberá ser de 19% como mínimo

· TABLA LXXV. REQUISITOS DE DOBLADO

Espesor del elemento material mm	Relación del diámetro del mandril al espesor de la probeta
Hasta de 19.1, inclusive	1.0
Mayor de 19.1 hasta 25.4, incl.	1.5
Mayor de 25.4 hasta 38.1, incl.	2.0
Mayor de 38.1 hasta 50.8, incl.	2.5
Mayor de 50.8 hasta 203.2, inclusive	3.0

a) Estas relaciones se aplican exclusivamente al comportamiento de un espécimen bajo la acción del doblado; dicho espécimen se toma siempre en dirección longitudinal y generalmente se le hace una preparación en sus aristas. Cuando las planchas se doblan para una operación de fabricación se deben usar radios mayores, particularmente si el eje de doblado se encuentra en la dirección desfavorable (longitudinal).

ACERO ESTRUCTURAL

ACERO ESTRUCTURAL	ACERO ESTRUCTURAL AL CARBONO (Perfiles, Planchas y Barras)	Usos Requisitos Generales Fabricación Requisitos Químicos Requisitos Mecánicos Muestreo	Estruct Soldada, remachada o atornillada Libro 4.01.02.005-E Hogar abierto, oxígeno básico y horno eléct. Análisis de Colada Tabla LXIV. 4.01.02.005-F.04 Análisis de Producto Tabla LXIV. 4.01.02.005-F.06.c y 4.01.02.005-E Tablas LXV y LXVI Libro 6.006
	ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA (Perfiles, Planchas y Barras)	Usos Requisitos Generales Fabricación Requisitos Químicos Requisitos Mecánicos Muestreo	Estruct. Soldada, remachada o atornillada Libro 4.01.02.005-E Hogar abierto, oxígeno básico y horno eléct. Análisis de Colada Tabla LXVII Análisis de Producto Tabla LXVII Tablas LXVIII y LXIX Libro 6.006
	ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACION (Perfiles, Planchas y Barras)	Usos Requisitos Generales Fabricación Requisitos Químicos Requisitos Mecánicos Muestreo	Estruct. Soldada, remachada o atornillada Libro 4.01.02.005-E Hogar abierto, oxígeno básico y horno eléct. Análisis de colada Tabla LXX Análisis de Producto Tabla LXX Tabla LXXI y LXXII Libro 6.006
	ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACION AL MANGANESO VANADIO(Perfiles, Planchas y Barras)	Usos Requisitos Generales Fabricación Requisitos Químicos Requisitos Mecánicos Muestreo	Estruct Soldada, remachada o atornillada Libro 4.01.02.005-E Hogar abierto, oxígeno básico y horno eléct Análisis de colada Tabla LXXIII Análisis de producto Tabla LXXIII Libro 4.01.02.005-E Tablas LXXIV y LXXV Libro 6.006

1.6 ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO

El acero, varillas corrugadas y varillas corrugadas torcidas en frío, empleado como refuerzo del concreto armado, se fabrica a partir de lingotes, rieles o ejes.

Las varillas se identifican con el grado y el número. El grado es el valor del límite de fluencia del acero en kg/mm^2 ; y el número, es el número de octavos de pulgada que indica el diámetro de la varilla. Los números de designación, pesos unitarios, dimensiones nominales y requisitos de corrugación se resumen en las tablas XII y XIII; asimismo, la clasificación de acuerdo con los distintos grados de la varilla se indica en la tabla XIV.

El acero de refuerzo fabricado a partir de lingotes no deberá contener más de 0.625% de fósforo.

Las varillas corrugadas de acero deberán someterse a una inspección metalúrgica macroscópica, cuyos resultados deben ser congruentes con lo que se indica en las figuras 3 a 7.

d = Diámetro de la varilla
P = Longitud total de los defectos perimetrales
L = Longitud total de las grietas o defectos (Σ l)
l = Dimension del defecto

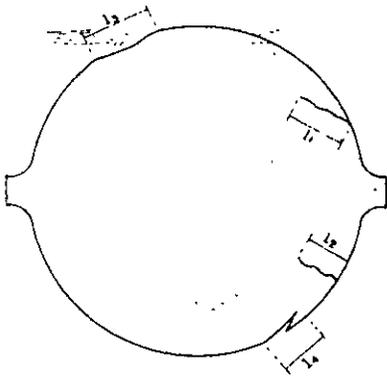


Figura Num 3

DEFECTO	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Grietas de laminación radiales o tangenciales (l1 y l2)	Ninguna de las grietas deberá tener longitud l mayor del 5% de "d". La longitud total de las grietas "L" no debe ser mayor del 10% de "d".
Traslape o lajeadura y defectos superficiales con reducción de área (l3 y l4)	Ninguno de los traslapes, lajeaduras o defectos superficiales será mayor del 5% de "d". La suma de las longitudes "L" no debe ser mayor del 10% de "d". El perímetro total dañado "P" no debe ser mayor del 30% de "d".

d = DIAMETRO DE LA VARILLA
A = AREA DE LA VARILLA
t = DIMENSION MAXIMA DEL DEFECTO

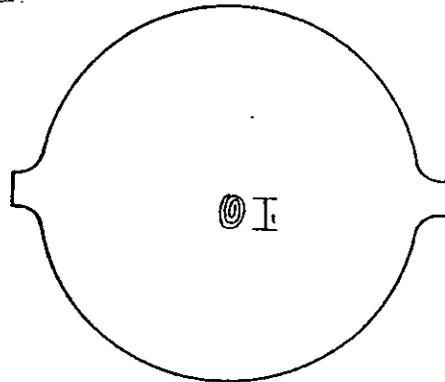


Figura Núm. 4

DEFECTO	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Tubo de laminación, o rechupado "t".	La dimensión máxima del defecto "t", no debe ser mayor del 10% de "d". El área máxima del defecto no debe ser mayor del 1% de "A".

d = DIAMETRO DE LA VARILLA
e = DIMENSION DEL DEFECTO
E = LONGITUD TOTAL DE LAS GRIETAS (Σ e)

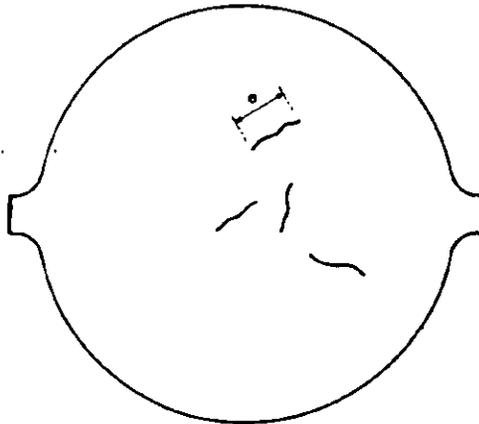


Figura Núm. 5

DEFECTO	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Grietas de enfriamiento "e" distribuidas en el interior de la sección transversal de la varilla	Ninguna de las grietas deberá tener una longitud "e" mayor del 4% de "d". La longitud total de las grietas "E" no será mayor del 8% de "d".

d = DIAMETRO DE LA VARILLA
 A = AREA DE LA VARILLA
 i = DIMENSION MAXIMA DEL DEFECTO
 s = DISTANCIA ENTRE DEFECTOS

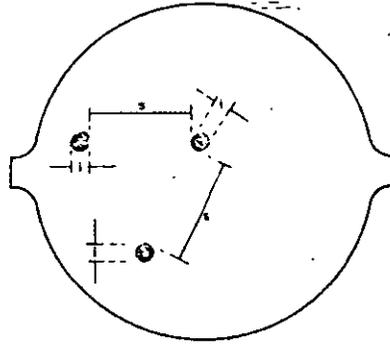


Figura Num. 6

DEFECTO	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Inclusiones de materia extraño "i"	La dimensión máxima "i" de cada inclusión, no debe ser mayor del 3% de "d" y la suma de estas no deberá exceder del 10% de "d" o la suma de las áreas de las inclusiones no será mayor del 1% de "A". La distancia "s" entre inclusiones no será menor del 30% de "d".

A = Area de la varilla
 d = Diámetro de la varilla
 p = Dimensión máxima del defecto
 s = Distancia entre defectos

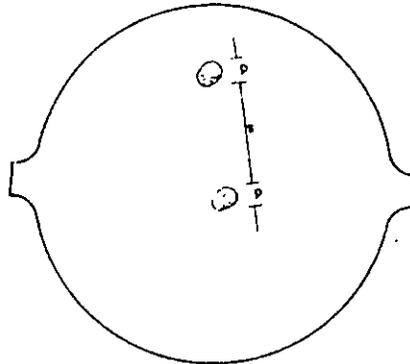


Figura Num 7

DEFECTO	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Porosidad "p"	La distancia máxima de cada zona porosa "p" no debe ser mayor del 5% de "d" y la suma de estos no excederá del 20% de "d" o la suma de las áreas de las zonas porosas no deberá ser mayor del 1% de "A". La distancia "s" entre zonas porosas no será mayor del 30% de "d".

El acero deberá tener buena apariencia, sin defectos exteriores perjudiciales como grietas, traslapos, quemaduras y oxidación excesiva.

Las varillas corrugadas deberán cumplir con los requisitos de tensión, alargamiento y doblado indicadas en las tablas XV, XVI, XVII

Las corrugaciones de las varillas estarán espaciadas uniformemente a lo largo de la misma. El promedio de las separaciones entre corrugaciones no deberá exceder de $\frac{7}{10}$ del diámetro de la varilla. Asimismo, las corrugaciones deben formar un ángulo con respecto al eje de la varilla, no menor de 45° . Cuando el ángulo formado está entre 70° y 45° , cada dos corrugaciones de ambos lados del eje de la varilla deben estar en dirección contraria; si el ángulo es mayor de 70° , no es necesario este cambio de dirección..

La separación entre los extremos de corrugaciones, sobre los lados opuestos de las varillas, no deberá ser mayor del 12.5% del perímetro nominal de la misma. Si los extremos terminan en una costilla longitudinal, el ancho de ésta se considera como la separación en cuestión. Cuando existan dos o más costillas longitudinales, el ancho total de todas ellas no debe ser mayor del 25% del perímetro nominal de la varilla.

El peso unitario y la sección transversal de las varillas, consideradas individualmente, no excederá del 6% en menos, con respecto a los valores nominales individuales indicados en las tablas XII y XIII.

Los requisitos de espaciamiento, altura, separación y demás dimensiones de las corrugaciones, se indican en las tablas XII y XIII.

TABLA XII.- NUMERO DE DESIGNACIÓN, PESOS UNITARIOS, DIMENSIONES NOMINALES Y REQUISITOS DE CORRUGACIÓN PARA LAS VARILLAS.

Número de Designación (b)	Peso unitario kg/m	Dimensiones nominales (a)			Requisitos de corrugación		
		Diámetro mm	Area de la sección transversal mm ²	Perímetro mm	Espaciamiento máximo promedio mm	Altura mínima promedio mm	Distancia máxima entre extremos de corrugaciones transversales (cuerda) mm
2	0.248	6.4	32	20	4.5	0.2	2.5
2.5	0.384	7.9	49	24.8	5.6	0.3	3.1
3	0.560	9.5	71	29.8	6.7	0.4	3.7
4	0.994	12.7	127	39.9	8.9	0.5	5.0
5	1.552	15.9	198	50	11.1	0.7	6.3
6	2.235	19.0	285	60.0	13.3	1.0	7.5
7	3.042	22.2	388	69.7	15.5	1.1	8.7
8	3.973	25.4	507	79.8	17.8	1.3	10.0
9	5.033	28.6	642	89.8	20.0	1.4	11.2
10	6.225	31.8	794	99.9	22.3	1.6	12.5
11	7.503	34.9	957	109.8	24.4	1.7	13.7
12	8.938	38.1	1140	119.7	26.7	1.9	15.0

a) El diámetro nominal de una varilla corrugada corresponde al diámetro de una varilla lisa que tenga el mismo peso unitario que la varilla corrugada

b) El número de designación de las varillas corresponde al número de octavos de pulgadas de su diámetro nominal

1

TABLA XIII. NUMERO DE DESIGNACION, PESO UNITARIO, DIMENSIONES NOMINALES Y REQUISITOS DE CORRUGACIÓN PARA LAS VARILLAS TORCIDAS EN FRIO.

Número de designación (b)	Dimensiones Nominales (a)				Requisitos para las corrugaciones						
					Transversales					Longitudinales	
	Peso unitario kg/m	Diámetro mm	Perímetro mm	Área de la sección transversal mm ²	Altura mínima a la mitad de la corrugación mm	Altura mínima a los tercios de la corrugación mm	Espaciamiento entre corrugaciones mm	Ancho mínimo mm	Longitud mínima mm	Altura mínima mm	Ancho mínimo mm
2	0.248	6.4	20	32	0.5	0.4	3.9 a 4.5	0.6	12.8	0.6	0.6
2.5	0.348	7.9	24.8	49	0.6	0.5	4.9 a 5.5	0.8	15.8	0.8	0.8
3	0.560	9.5	29.8	71	0.7	0.6	5.8 a 6.7	1.0	19.0	1.0	1.0
4	0.994	12.7	39.9	127	0.9	0.8	7.8 a 8.9	1.3	25.4	1.3	1.3
5	1.552	15.9	50.0	198	1.1	1.0	9.7 a 11.1	1.6	31.8	1.6	1.6
6	2.235	19.0	60.0	285	1.3	1.1	11.7 a 13.3	1.9	38.0	1.9	1.9
7	3.042	22.2	69.7	388	1.6	1.3	13.7 a 15.5	2.2	44.4	2.2	2.2
8	3.973	25.4	79.8	507	1.8	1.5	15.6 a 17.8	2.5	50.8	2.5	2.5
9	5.033	28.6	89.8	642	2.0	1.7	17.6 a 20.0	2.9	57.2	2.9	2.9
10	6.225	31.8	99.9	794	2.2	1.9	19.6 a 22.3	3.2	63.6	3.2	3.2
11	7.503	34.9	109.8	957	2.4	2.1	21.5 a 24.5	3.5	69.8	3.5	3.5
12	8.938	38.1	119.7	1140	2.7	2.2	23.4 a 26.7	3.8	76.2	3.8	3.8

a) El diámetro nominal de una varilla torcida corresponde al diámetro de una varilla lisa que tenga el mismo peso unitario que la varilla torcida

b) Los números de designación de las varillas torcidas en frío corresponden al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal.

TABLA XIV. GRADOS DE VARILLAS CORRUGADAS DE ACERO

PROCEDENCIA	GRADOS		
De lingotes	30	42	52
De rieles	35	42	
De ejes	30	42	
Torcidas en frío	42	50	60

TABLA XV. REQUISITOS A LA TENSION DE VARILLAS CORRUGADAS

Concepto	Varillas procedentes de lingotes			Varillas procedentes de rieles		Varillas procedentes de ejes		Varillas torcidas en frío		
	Grado 30	Grado 42	Grado 52	Grado 35	Grado 42	Grado 30	Grado 42	Grado 42	Grado 50	Grado 60
Límite de fluencia, en kg/cm ² , mínimo	3000	4200	5200	3500	4200	3000	4200	4200	5000	6000
Esfuerzo máximo, en kg/cm ² , mínimo	5000	6300	7000	5600	6300	5000	6300	5200	6000	7000

TABLA XVI. REQUISITOS DE ALARGAMIENTO MÍNIMO EN PORCIENTO, EN LA PRUEBA DE TENSIÓN DE VARILLAS CORRUGADAS (a).

Número de designación	Varillas procedentes de lingote			Varillas procedentes de rieles		Varillas procedentes de ejes		Varillas torcidas en frío		
	Grado 30	Grado 42	Grado 52	Grado 35	Grado 42	Grado 30	Grado 42	Grado 42	Grado 50	Grado 60
2	11	9	8	6	6	11	8	8	8	8
2.5	11	9	8	6	6	11	8	8	8	8
3	11	9	8	6	6	11	8	8	8	8
4	12	9	8	7	6	12	8	8	8	8
5	12	9	8	7	6	12	8	8	8	8
6	12	9	8	7	6	12	8	8	8	8
7	11	8	7	6	5	11	8	8	8	8
8	10	8	7	5	4.5	10	7	8	8	8
9	9	7	7	5	4.5	9	7	8	8	8
10	8	7	7	5	4.5	8	7	8	8	8
11	7	7	5	5	4.5	7	7	8	8	8
12	7	7	5	5	4.5	7	7	8	8	8

a) El porcentaje de alargamiento se refiere a una longitud calibrada de 200mm.

TABLA XVII. REQUISITOS PARA LA PRUEBA DE DOBLADO DE VARILLAS CORRUGADAS.

Número de designación	Varillas procedentes de lingotes Dobleza a:			Varillas procedentes de rieles Dobleza a:		Varillas procedentes de ejes Dobleza a:		Varillas torcidas en frío Dobleza a:		
	180°		90°	180°		180°		180°		
	Grado 30	Grado 42	Grado 52	Grado 35	Grado 42	Grado 30	Grado 42	Grado 42	Grado 50	Grado 60
2	D=4d	D=4d	D=5d	D=6d	D=6d	D=4d	D=4d	D=4d	D=6d	D=6d
2.5	D=4d	D=4d	D=5d	D=6d	D=6d	D=4d	D=4d	D=4d	D=6d	D=6d
3	D=4d	D=4d	D=5d	D=6d	D=6d	D=4d	D=4d	D=4d	D=6d	D=6d
4	D=4d	D=4d	D=5d	D=6d	D=6d	D=4d	D=4d	D=4d	D=6d	D=6d
5	D=4d	D=4d	D=5d	D=6d	D=6d	D=4d	D=4d	D=4d	D=6d	D=6d
6	D=5d	D=5d	D=6d	D=6d	D=6d	D=5d	D=5d	D=5d	D=7d	D=7d
7	D=5d	D=6d	D=7d	D=6d	D=6d	D=5d	D=6d	D=5d	D=7d	D=7d
8	D=5d	D=6d	D=7d	D=6d	D=6d	D=5d	D=6d	D=5d	D=7d	D=7d
9	D=5d	D=8d	D=8d	D=8d	D=8d	D=5d	D=8d	D=6d	D=8d	D=8d
10	D=5d	D=8d	D=8d	D=8d	D=8d	D=5d	D=8d	D=6d	D=8d	D=8d
11	D=5d	D=8d	D=8d	D=8d	D=8d	D=5d	D=8d	D=6d	D=8d	D=8d
12	D=5d	D=8d	D=8d	D=8d	D=8d	D=5d	D=8d	D=6d	D=8d	D=8d

D = Diámetro del mandril

d = Diámetro nominal de la varilla.

1.7 ALAMBRE DE ACERO ESTIRADO EN FRÍO PARA REFUERZO DE CONCRETO

El acero de refuerzo estirado en frío también se emplea en mallas para refuerzo de concreto, se identifica por un número de calibre, tal como se indica en la tabla XVIII.

El alambre estirado en frío se obtiene a partir de alambón laminado en caliente, procedente de lingote o palanquilla; debe cumplir con los siguientes requisitos de tensión determinados empleando su área nominal.

Límite de fluencia, mínimo	5 000 kg/cm ²
Esfuerzo máximo, mínimo	5 700 kg/cm ²
Reducción de área, mínima	30 %

Si el esfuerzo máximo del alambre es mayor de 7 000 kg/cm², la reducción de área no deberá ser menor de 25%.

La probeta para doblado deberá soportar un doblado en frío de 180° sobre un mandril, cuyo diámetro se indica en la tabla XIX.

El diámetro del alambre tendrá una tolerancia de $\pm 3\%$ y la diferencia entre los diámetros máximos y mínimos, medidos en cualquier sección transversal, no deberá ser menor de 5%.

El acero estructural, acero de refuerzo y el alambre deberán tener una buena apariencia, sin defectos perjudiciales y satisfacer los siguientes requisitos de la inspección metalúrgica macroscópica.

Grietas de laminación radiales o tangenciales.- ninguna de las grietas deberá tener a una longitud mayor del 5% con respecto al diámetro de la varilla, y la longitud total de las grietas no deberá ser mayor del 10%

Traslapes o lajeaduras y defectos superficiales con reducción de área.- ninguno de los traslapes, lajeaduras o defectos superficiales será mayor del 5% con respecto al diámetro de la varilla. La suma de las longitudes de estos defectos no deberá ser mayor del 10%. El perímetro total dañado no deberá ser mayor del 30% respecto del diámetro de la varilla.

Tubos de laminación o rechupe.- La dimensión máxima de este defecto no deberá ser mayor del 10% respecto del diámetro de la varilla. El área máxima del defecto no debe ser mayor del 1% respecto del área de la varilla.

Grietas de enfriamiento distribuidas en la sección transversal de la varilla.- ninguna de las grietas deberá tener una longitud mayor del 4% respecto del diámetro de la varilla y la longitud total de las mismas no será mayor del 8%.

Inclusiones de materias extrañas.- La dimensión máxima de cada inclusión no deberá ser mayor del 3% respecto del diámetro de la varilla y la suma de éstas no deberá exceder del 10% o la suma de las áreas de las inclusiones no será mayor del 1% respecto del área de la varilla. La distancia entre inclusiones no será menor del 30% del diámetro.

Porosidad.- La distancia máxima de cada zona porosa no debe ser mayor de 5% del diámetro de la varilla y la suma de éstas no excederá del 20%, o la suma de las áreas de las zonas porosas no deberá ser mayor del 1% del área de la varilla. La distancia entre zonas porosas no será mayor del 30% del diámetro.

TABLA XIX. MANDRILES PARA LA PRUEBA DE DOBLADO DEL ALAMBRE DE ACERO ESTIRADO EN FRÍO.

Diámetro del alambre en mm	Diámetro del mandril
Menor o igual a 8	d*
Mayor de 8	2 d*

1.8 ALAMBRE DE ACERO PARA PRESFUERZO DE CONCRETO

Alambre redondo de acero de alto carbono, sin recubrimiento y relevado de esfuerzo, obtenidos por el proceso de estirado en frío; se usa generalmente en la construcción de concreto presforzado.

Se obtiene mediante estiramiento en frío a partir de producto laminado en caliente hasta alcanzar su diámetro nominal, después se somete a un tratamiento térmico continuo para relevarlo de esfuerzos, a fin de obtener las características deseadas.

El acero deberá cumplir con los requisitos químicos, en el análisis de colada, indicadas en la tabla XX; asimismo, deberá cumplir con las tolerancias de la tabla XXI para análisis de producto con respecto del análisis de colada de la tabla XX.

Por otra parte, el alambre deberá cumplir con los requisitos mecánicos, tensión, alargamiento y doblado, señalados en las tablas XXII, XXIII y XXIV respectivamente.

El límite de fluencia debe determinarse por el método "offset" para una deformación unitaria de 0.2%. También puede determinarse mediante el método de extensión bajo carga para una deformación unitaria de 1.0%.

En la prueba de doblado, deberá resistir sin agrietarse ni romperse dos pruebas de doblado, en planos perpendiculares entre sí. Cada prueba consistirá de cinco doblados alternados a 90° sobre mandriles cilíndricos cuyos diámetros se indican en la tabla XXIV. Un doblado es la acción de llevar el alambre desde su posición inicial hasta formar un ángulo de 90° y retornar a su posición original.

Cada muestra de alambre deberá practicársele una inspección metalúrgica macroscópica, cuyos resultados deberán mostrar la estructura del acero con gran uniforme en toda el área, estar libre de grietas en cualquier dirección y de otros defectos perjudiciales.

El diámetro de cualquier sección del alambre no deberá variar en ± 0.05 mm con respecto al diámetro nominal; asimismo, la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo no deberá ser mayor de 0.05 mm.

El alambre deberá ser autodesenrollable. Cuando se coloque libremente sobre una superficie plana, deberá tener una flecha no mayor de 20 cm en una longitud de 5 m. Deberá presentar buen acabado, esto es, no deberá presentar dobleces ni torceduras, estar aceitado o engrasado, picaduras notables producto de la oxidación a simple vista y coloración no uniforme.

TABLA XX. REQUISITOS QUIMICOS

Elemento	Contenido en por ciento
Carbono	0.72 a 0.93
Manganeso	0.40 a 1.10
Fósforo	0.04, máximo
Azufre	0.05, máximo
Silicio	0.10 a 0.35

TABLA XXI. VARIACIONES PERMISIBLES EN ANÁLISIS DE PRODUCTO

Elemento	Tolerancias en más para límites máximos y en menos para límites mínimos, en por ciento
Carbono	0.04
Manganeso	0.06
Fósforo	0.008
Azufre	0.008
Silicio	0.02

TABLA XXII. REQUISITOS DE RESISTENCIA A TENSIÓN

Diámetro mm	Límite de fluencia, mínimo kg/cm ²	Resistencia máxima, mínimo kg/cm ²
2.0	17 600	22 000
5.0	14 000	17 500
7.0	13 200	16 500

TABLA XXIII. REQUISITOS DE ALARGAMIENTO

Diámetro mm	Longitud de calibración mm	Alargamiento mínimo (después de la ruptura) en por ciento
2.0	20	4.0
5.0	180	3.5
7.0	250	3.5

TABLA XXIV. REQUISITOS DE DOBLADO

Diámetro mm	Diámetro del mandril mm
2.0	10
5.0	30
7.0	40

1.9 ACERO DE PRESFUERZO PARA CONCRETO. TORON DE SIETE ALAMBRES SIN RECUBRIMIENTO, RELEVADO DE ESFUERZOS.

El torón está formado por seis alambres colocados en forma helicoidal sobre un alambre central con un paso uniforme no menor de 12 a 16 veces el diámetro nominal del torón

El torón para concreto presforzado se clasifica en dos grupos de acuerdo con resistencia.

Grado 176	(176 kg/mm ² = 1725 N/mm ²)
Grado 190	(190 kg/mm ² = 1860 N/mm ²)

Se fabrica con alambre redondo de acero de alto carbono, sin recubrimiento, obtenidos por el proceso de estirado en frío; el trenzado de los alambres se realiza exclusivamente por medios mecánicos y tratamiento térmico de relevado de esfuerzos.

La prueba de resistencia deberá realizarse mediante el método de deformación bajo carga, considerando una deformación del 1.0%, cuyos resultados estarán de acuerdo con los requisitos de resistencia a la ruptura y de fluencia indicados en la tabla 1. La resistencia de fluencia no deberá ser menor del 85% de la de ruptura mínima especificada.

El alargamiento total del torón bajo carga debe ser como mínimo de 3.5%

Se considera que una muestra satisface los requisitos de alargamiento si la probeta rompe fuera de la zona de ubicación del extensómetro o en las mordazas y que sin embargo, cumple con los valores mínimos de alargamiento.

Si cualquier probeta rompe dentro de las mordazas o del dispositivo de sujeción de la máquina de prueba y los valores de resistencia de ruptura, de fluencia o de alargamiento resultan ser menores a los especificados, deben invalidarse los resultados y repetirse la prueba.

El diámetro del torón debe expresarse como el diámetro, en mm y el diámetro del alambre central debe ser mayor que el de cualquier alambre exterior.

El diámetro nominal para torones del grado 176 debe tener una tolerancia de ± 0.40 mm y para el grado 190 de $+0.66$ a -0.15 mm, medido en la corona de los alambres.

Las variaciones en el área de la sección transversal y la variación en los esfuerzos, como consecuencia de lo anterior, no debe ser motivo de rechazo, siempre y cuando las diferencias en el diámetro de los alambres individuales y el del torón estén dentro de las tolerancias especificadas.

Los torones relevados de esfuerzos y de bajo relajamiento, de dimensiones especiales con diámetros nominales hasta 19.0 mm, pueden emplearse, siempre y cuando la resistencia de ruptura se defina y que la resistencia de fluencia no sea menor de 85% y 90% de la resistencia de ruptura mínima especificada para torones relevados de esfuerzos y de bajo relajamiento, respectivamente.

Los torones deben tener un diámetro uniforme, buen acabado y sin defectos perjudiciales. No se permiten juntas y traslapes en cualquier longitud.

Los torones no deben presentar los alambres fuera de posición después de un corte, cuando este se haga sin sujetadores. Si los alambres quedan fuera de posición y sin embargo pueden ser regresados manualmente, este hecho no deberá considerarse como defecto.

Los torones no deben estar aceitados o engrasados. Tampoco deben presentar picaduras visibles producto de la oxidación. Una oxidación ligera, no debe ser motivo de rechazo.

TABLA 1. CARACTERISTICAS Y REQUISITOS MECANICOS DE TORONES DE SIETE ALAMBRES

Diámetro nominal		Diferencia mínima entre los alambres central y exterior	Area nominal	Peso nominal aproximado	Carga inicial		Carga mínima al 1% (límite de fluencia)		Carga a la ruptura	
in	mm	mm	mm ²	kg/1 000m	N	kgf	N	kgf	N	kgf
Grado 176										
1/4	6.35	0.025	23.22	182	4 000	410	34 000	3 470	40 000	4 080
5/16	7.94	0.038	37.42	294	6 500	660	54 700	5 580	64 500	6 580
3/8	9.53	0.051	51.61	405	8 900	910	75 600	7 710	89 000	9 070
7/16	11.11	0.063	69.68	548	12 000	1 220	102 300	10 430	120 100	12 250
1/2	12.70	0.076	92.90	730	16 000	1 630	136 200	13 880	160 100	16 330
0.6	15.24	0.102	139.35	1 094	24 000	2 450	204 200	20 820	240 200	24 500
Grado 190										
3/8	9.53	0.051	54.84	432	10 200	1 040	87 000	8 870	102 300	10 430
7/16	11.11	0.063	74.19	582	13 800	1 410	117 200	11 950	137 900	14 060
1/2	12.70	0.076	98.71	775	18 400	1 870	156 100	15 920	183 700	18 730
0.6	15.24	0.102	140.00	1 102	26 100	2 660	221 500	22 590	260 700	26 580

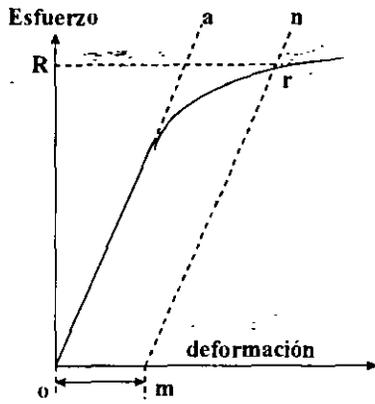


Fig. 20 diagrama esfuerzo-deformación para la determinación del límite de fluencia por el método de la deformación permanente

\overline{om} = deformación permanente especificada.

Fig. 21 diagrama esfuerzo-deformación mostrando la zona de fluencia - en el quiebre de la curva

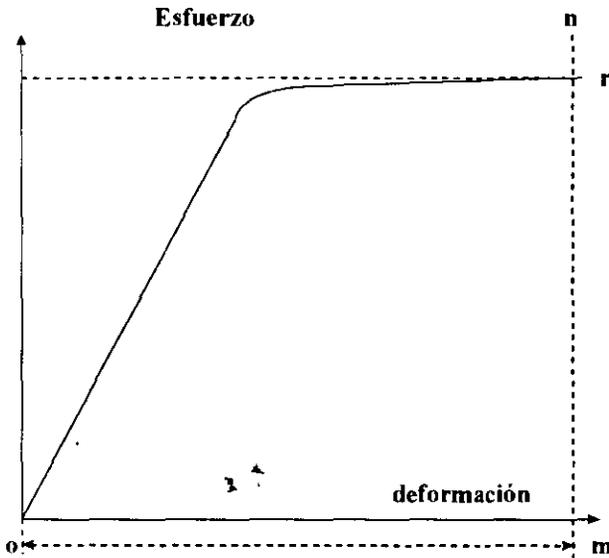
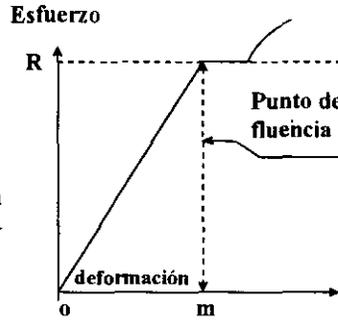


Fig. 22. diagrama esfuerzo-deformación mostrando el límite de fluencia o el límite elástico aparente por el método de alargamiento bajo carga

\overline{om} = alargamiento especificado bajo carga.

1.10 MUESTREO

1.10.1 MUESTREO DE MATERIALES Y PRODUCTOS DE ACERO PARA ANALISIS QUIMICO

Las muestras se obtendrán con algún tipo de herramienta sin el empleo de agua, aceite o algún otro lubricante y deberán estar libres de costras, metal superficial, grasa, polvo u otras sustancias extrañas. La muestra consistirá de rebaba o viruta ; deberán ser uniformes, bien mezcladas y libres de polvo. El tamaño de la viruta deberá ser aquel que se retenga en la malla número 16 y las rebabas no ser largas ni enroscadas. Para análisis de producto se suministrarán, cuando sea posible, las piezas con la sección original completa.

Las muestras en planchones, redondos, cuadrados y perfiles, deberán ser tomadas en cualquier punto medio, entre el exterior y el centro de la pieza, con taladros paralelos entre sí; si esto no es posible, la muestra deberá tomarse lateralmente hacia el centro.; cabe señalar que únicamente es aprovechable las rebabas que corresponden a la porción media entre el exterior y el centro. Para las planchas, perfiles y barras, si no es aplicable el procedimiento de muestreo descrito anteriormente, la muestra deberá tomarse maquinando la sección completa, o si esto no es posible, barrenando completamente a través del material en un punto medio entre dos aristas.

1.10.2 MUESTREO DE PRODUCTOS DE ACERO PARA PRUEBAS FISICAS

El muestreo de producto de acero para las pruebas físicas correspondientes, consiste en la obtención de muestras representativas de lotes de acero estructural, acero de refuerzo, alambres y barras de presfuerzo. El término lote se refiere a todos los productos de las mismas características y tamaño que corresponden a una colada o a un embarque.

1.10.2.1 Muestreo de barras y perfiles estructurales.

Por cada lote de 30 toneladas o menos, se tomarán dos muestras consistentes en tramos de 60cm. En caso de lotes mayores de 30 toneladas, deberá tomarse además una muestra por cada 30 toneladas adicionales o fracción. Las muestras se cortarán con segueta o equipo de oxiacetileno, eliminando de las piezas los extremos defectuosos.

1.10.2.2 Muestreo de planchas y láminas

Por cada lote de 30 toneladas o menos, se tomará una muestra. En el caso de lotes mayores de 30 toneladas, deberá tomarse una muestra por cada 30 toneladas adicionales o fracción. Las muestras deberán ser de 60cm de longitud en el sentido de la laminación, por el ancho completo de la pieza cuando éste sea de 20 a 30 cm. Para anchos menores deberá duplicarse la longitud de las muestras. Para anchos mayores de 30cm deberá limitarse la longitud de la muestra a 60 cm. El corte se hará con segueta o equipo de oxiacetileno.

1.10.2.3 Muestreo de varillas de acero de refuerzo para concreto.

Por cada lote de varillas, hasta de 10 toneladas, se tomarán 4 muestras. Para lotes mayores de 10 toneladas, deberán tomarse además de las 4 primeras muestras, una muestra por cada 10 toneladas o fracción. Las muestras se cortarán con segueta o equipo de oxiacetileno, con una longitud de 1.20m, procurando que sean de los extremos de las varillas.

1.10.2.4 Muestreo de acero de presfuerzo para concreto

Para cada rollo de alambre se deberá tomar una muestra de 120cm de longitud. Las muestras deberán cortarse con tijeras o cizalla, descartando 1m del extremo del rollo y para cada 20 toneladas de torón se deberá tomar una muestra, descartando cualquier probeta en donde se encuentre una junta de alambre.

1.11 PRUEBAS FISICAS

1.11.1 Dimensiones de probetas

Para ensayar muestras de barras, perfiles estructurales, planchas y láminas; es necesario efectuar algunas preparaciones para obtener los resultados confiables esperados. La longitud de calibración para determinar tensión y alargamiento, en ningún caso será menor de 25mm. Las probetas para ensayar materiales metálicos planos con espesores nominales iguales o mayores de 5mm, deberán tener una longitud total de 450mm, longitud de la zona de sección reducida de 225mm, longitud de cada zona de sujeción de 75mm y longitud calibrada de 200mm ± 0.2 mm ; el ancho de la zona de sujeción será de 50mm y el ancho de la sección reducida de 40mm ± 2 mm ; el espesor de la probeta deberá ser el espesor original del material y el radio de la zona de transición será de 25mm.

Consideraciones que deben tenerse en cuenta para la elaboración de probetas con una longitud total de 450mm :

- 1.-Deberán marcarse los punto para medir el alargamiento dentro de la zona de sección reducida.
- 2.-Es posible emplear una probeta más angosta. En tal caso deberá ser tan grande como lo permita el ancho del material bajo carga. Si el ancho del material es menor o igual de 40mm, los lados serán paralelos en toda la longitud de la probeta.
- 3 -Los anchos de los extremos de la sección reducida no diferirán entre sí en más de 0.10mm. Puede haber una reducción gradual del ancho desde los extremos al centro, pero el ancho en cualquiera de los extremos no será mayor en 0.4mm, que el ancho en el centro.
- 4.-El espesor mínimo de las probetas será de 5mm.
- 5.-Se permite un radio mínimo de 13mm en las zonas de transición para probetas de acero con una resistencia máxima menor de 7 000 kg/cm², siempre y cuando se utilice una fresadora para el maquinado de la zona de sección reducida.

6.-La zona de sujeción deberá tener una longitud mínima equivalente a las dos terceras partes de la longitud de las mordazas.

7.-Los extremos de la probeta serán simétricos en el eje de la zona de sección reducida con tolerancia de 2.5mm.

Las probetas para ensayar materiales metálicos planos tipo lámina, con espesores nominales desde 0.1mm hasta 16mm, deberán tener una longitud total de 200mm, longitud de la zona de sección reducida de 60mm, longitud de cada zona de sujeción de 50mm y longitud calibrada de 50mm \pm 0.1mm; el ancho de la zona de sujeción será de 20mm y el ancho de la sección reducida de 12.5mm \pm 2mm; el espesor de la probeta deberá ser el espesor original del material y el radio de la zona de transición será de 13mm.

Consideraciones que deben tenerse en cuenta para la elaboración de probetas con una longitud total de 200mm :

1.-Es posible emplear una probeta más angosta; en tal caso deberá ser tan grande como lo permita el ancho del material bajo carga. Si el ancho del material es menor o igual de 13mm, los lados serán paralelos en toda la longitud de la probeta.

2.-Los anchos de los extremos de la sección reducida no diferirán entre sí en más de 0.05mm. Puede haber una reducción gradual del ancho desde los extremos al centro, pero el ancho en cualquiera de los extremos no será mayor en 0.10mm, que el ancho en el centro.

3.-El espesor máximo de las probetas será de 16mm.

4.-La zona de sujeción deberá tener una longitud mínima equivalente a las dos terceras partes de la longitud de las mordazas. Si el espesor de la probeta es mayor de 10mm pueden necesitarse mordazas y zonas de sujeción más largas, para prevenir fallas en estas zonas.

5.-Los extremos de la probeta serán simétricos en el eje de la zona de sección reducida con tolerancia de 0.25mm; sin embargo, puede considerarse satisfactoria una tolerancia de 1mm en la simetría de las probetas de acero, excepto en pruebas de peritaje.

Las probetas de alambres y varillas redondas tendrán la sección original siempre que sea posible. La longitud de calibración para alambres con diámetro menor de 6 mm deberá apegarse a las especificaciones del producto. El ensaye de alambres con diámetros de 6 mm o mayor, deberá usarse una longitud de calibración de cuatro veces su diámetro. La longitud total de la probeta será como mínimo igual a la de calibración mas lo que se requiera par sujeción.

En alambres, varillas y barras de sección octagonal, hexagonal o cuadrada así como en varillas y barras de sección redonda cuando no se puedan obtener las probetas descritas en el párrafo anterior. Las probetas con la sección original del material pueden ser reducidas ligeramente en la zona de prueba con lija o maquinado, lo suficiente para provocar la fractura en las marcas de calibración. Para material que no exceda de 4.8 mm de diámetro o de distancia entre caras planas, el área de la sección transversal puede reducirse como máximo un 10% del

área original, sin cambiar la forma de la sección transversal. Para material mayor de 4.8 mm de diámetro o de distancia entre caras planas, el diámetro o la distancia entre caras planas del material puede reducirse como máximo 0.25 mm sin que cambie la forma de la sección transversal. Los alambres o varillas cuadradas, hexagonales o octagonales que no excedan de 4.8 mm entre caras planas, pueden tomarse a redondas, de manera que quedan con una área de sección transversal no menor del 90% del área del círculo inscrito. Las transiciones entre la zona de sección reducida y las zonas de sujeción, se harán preferiblemente con un radio de 10 mm pero no menor de 3 mm. Las varillas de sección cuadrada, hexagonal u octagonal de más de 4.8 mm entre caras planas pueden tomarse a redondas, de manera que queden con un diámetro no menor de 0.25 mm menos que la distancia original entre caras planas.

Las varillas y barras se pueden emplear en lugar de la probeta de sección original de fabricación, el mayor tamaño práctico de probeta redonda estándar.

1.11.2 Determinación del área de la sección transversal y los pesos unitarios de perfiles, planchas, barras-perfil y acero de refuerzo..

El área de la sección transversal se determina con las dimensiones obtenidas directamente, mediante los procedimientos geométricos adecuados; cuando no sea posible determinar el área mediante este procedimiento, se deberá emplear la siguiente fórmula.

$$A = \frac{P}{7.84L} = 0.1276 \frac{P}{L}$$

El peso unitario por metro cuadrado se calculará con la siguiente fórmula :

$$p = \frac{P}{A}$$

p : peso del producto de acero en kilogramos por metro cuadrado.

P : peso del tramo de producto considerado, en kg.

A : área de la sección transversal en cm²

Y el peso unitario por metro lineal, con la fórmula.

$$p = \frac{P}{L}$$

p : peso del producto de acero en kilogramos por metro.

P : peso del tramo de producto considerado, en kg.

L : área de la sección transversal en cm²

Para determinar el peso unitario de una varilla, corrugada, debe tomarse un tramo de aproximadamente un metro; para obtener resultados representativos. Se pesa el tramo de varilla en una balanza con aproximación de un gramo. El peso por metro lineal de varilla se calcula con la siguiente fórmula.

$$p = \frac{P}{L}$$

p: peso unitario de la varilla en kilogramos por metro lineal.

P: peso del tramo de varilla en kilogramos

L: longitud del tramo de varilla en metros.

Para obtener el área neta de las varillas corrugadas se utiliza un tramo de varilla de aproximadamente 10 cm de longitud con sus extremos paralelos entre sí y afinados con torno. Se imprime por algún método adecuado los contornos de los extremos de la varilla sobre papel milimétrico; se efectúa el conteo de los milímetros cuadrados en cada superficie impresa y su promedio se considera como el área neta de la varilla, la que debe reportarse en centímetros cuadrados con aproximación de dos decimales.

Por otra parte, por medición directa del volumen de un tramo de varilla de 10 cm de longitud por inmersión en agua; el volumen de agua desplazada corresponde al volumen del tramo de varilla sumergido. El área neta de la varilla se calcula con fórmula siguiente.

$$A = \frac{V}{L}$$

A: área neta de la varilla, en cm².

V: volumen obtenido por inmersión directa en agua, en cm³.

L: longitud de la varilla corrugada en cm.

También puede determinarse el volumen del tramo de varilla a partir de la fórmula de su peso específico.

$$V = \frac{P}{7.84}$$

$$V = A \cdot L$$

Igualando las dos ecuaciones se tiene : $\frac{P}{7.84} = A \cdot L$ y despejando A.

$$A = \frac{P}{7.84L} = \frac{0.1276P}{L} = 0.1276p$$

A: Area neta de la sección transversal de la varilla en cm²

L: Longitud de la barra igual a 1m

P: Peso del tramo de varilla en kilogramos.

p: Peso unitario en kilogramos por metro lineal.

7.84: Es el valor del peso específico del acero en g/cm³.

El peso unitario de alambres y alambrones para refuerzo de concreto y de alambres o cable de acero para presfuerzo deberá aplicarse el procedimiento para acero de refuerzo corrugado.

El área neta de los alambres de acero para presfuerzo se determinará midiendo el alambre en tres secciones diferentes con un calibrador con aproximación al décimo de milímetro, tomando por lo menos dos lecturas en cada lugar, a 90° entre sí, promediando estos valores para obtener el diámetro de los alambres de acero.

El área neta se obtendrá con la siguiente fórmula:

$$A = 6.2832 r^2$$

A: Area neta de la sección transversal en cm², que se reportará con cuatro decimales.

r: Es el radio del alambre en cm, que se reportará con dos decimales.

El área neta de los cables de acero para presfuerzo se deberá calcular el área de cada uno de los alambres que forman el cable mediante el procedimiento descrito en el párrafo anterior y la suma de las áreas de cada uno de los mismos se reportará como el área neta.

1.11.3 Medición de corrugaciones en varillas de acero de refuerzo para concreto hidráulico.

Las características de corrugación deberá ser determinado mediante la medición de la distancia entre éstas, su altura, el ancho de las corrugaciones transversales y longitudinales, la longitud de las corrugaciones transversales y su inclinación.

La distancia entre corrugaciones deberá determinarse en un tramo de varilla que comprenda por lo menos diez espacios entre corrugaciones. La distancia se medirá centro a centro de corrugaciones a lo largo de una línea paralela al eje de la varilla y se dividirá esa distancia entre el número de corrugaciones completas incluidas en la misma longitud. El valor de la medición se reportará en milímetros.

La altura de las corrugaciones se mide con un calibrador en tres lugares de una corrugación, al centro y en los tercios de su longitud. Esta determinación deberá hacerse por lo menos en tres tramos alternados y opuestos de la varilla reportando el promedio de estas lecturas como la altura de las corrugaciones en milímetros.

El ancho de las corrugaciones transversales se medirá en la parte superior de la corrugación con un calibrador en cinco corrugaciones diferentes, al centro y en los tercios de su longitud. El promedio de las mediciones efectuadas se reportará como el ancho de las corrugaciones longitudinales, en milímetros.

La longitud de la corrugación se medirá con un flexómetro sobreponiéndolo directamente a ésta. El valor de la longitud de corrugación deberá tomarse del promedio de cinco lecturas tomadas en cinco diferentes lugares, que se reportará en centímetros.

La inclinación de las corrugaciones, se medirá con un transportador de tamaño adecuado el ángulo que existe entre el eje de la varilla y una corrugación transversal. Deberán tomarse por lo menos cinco lecturas en diferentes corrugaciones y el valor promedio de éstas deberá reportarse como la inclinación de las corrugaciones en grados sexagesimales.

1.11.4 PRUEBA DE TENSION

La máquina de ensaye para la prueba de tensión deberá tener una estructura, capacidad y precisión adecuadas ; también deberá contar con los dispositivos de sujeción (mordazas de cuña, mordazas de rosca y de resalte, mordazas para lámina, mordazas para alambre y mordazas para torones) apropiados para cada tipo material. Por otra parte, deberá contar con el certificado de calibración vigente (un año de vigencia máximo).

Una vez instalada la muestra en las mordazas se inicia la aplicación de carga a una velocidad conveniente de prueba hasta la mitad del límite de fluencia especificado para cada producto o hasta la cuarta parte de la resistencia máxima, lo que sea menor. A partir de este punto, la carga deberá aplicarse a la velocidad especificada para cada producto o en caso de que no se especifique, deberá ser tal que permita registrar las cargas y las deformaciones correspondientes a los intervalos requeridos.

Durante la ejecución de la prueba, para determinar la resistencia de fluencia o el punto de fluencia, la velocidad de aplicación de esfuerzos no deberá de exceder de 7000 kg/cm² por minuto. Esta velocidad puede incrementarse después de quitar el extensómetro, pero no excederá de 0.5 mm/mm de calibración por cada minuto.

Los materiales que tengan un diagrama esfuerzo-deformación sin punto de fluencia definido, la resistencia de fluencia se determinará por cualquiera de los siguientes procedimientos.

Para materiales que tengan un diagrama esfuerzo-deformación con una zona de fluencia bien definida, el punto de fluencia se determinará por los métodos de detección directa del indicador de la máquina y por el método "Offset".

Deformación permanente especificada "Offset".- a partir gráficas esfuerzo-deformación generadas durante el ensayo de especímenes, las cuales son dibujadas a través de dispositivos instalados para este propósito en la máquina, se fija una abscisa, σ_0 , igual al valor especificado de la deformación permanente, después se dibuja una recta una recta mn paralela a la recta inicial oa del diagrama y así se localiza el punto r, que es la intersección de la recta mn con el diagrama esfuerzo-deformación. La ordenada del punto r dará el valor de la resistencia de fluencia.

Extensión bajo carga.- se aplica en pruebas de aceptación o rechazo de materiales cuyas características de esfuerzo-deformación son bien conocidas, a partir de pruebas anteriores en materiales semejantes, en las que se dibujaron los diagramas esfuerzo deformación para determinar la resistencia de fluencia según una deformación permanente especificada. En pruebas de comprobación deberá obtenerse los diagramas esfuerzo deformación, empleando el método "Offset", para determinar la resistencia de fluencia.

La resistencia máxima a tensión así como de la de fluencia se calculará dividiendo la carga correspondiente entre el área de su sección original.

El alargamiento se determina juntando entre sí los extremos de la probeta fracturada y midiendo la distancia entre las marcas de calibración, con una aproximación de 0.5%, se puede usar una escala graduada en porcentajes que aproximen hasta 0.5% de la longitud de calibración. El alargamiento se reportará como un porcentaje de aumento de la longitud de calibración original.

Si la fractura se localiza fuera de las dos cuartas partes centrales de la longitud de calibración o en una de las marcas dentro de la zona de la sección reducida, el valor del alargamiento obtenido puede no ser representativo del material. Si el alargamiento así medido está dentro del mínimo especificado, será aceptado, pero si el alargamiento es menor del mínimo requerido, la prueba deberá repetirse.

El alargamiento antes de la fractura puede determinarse mediante métodos autográficos o bien con extensómetros.

La estricción se determinará juntando entre sí los extremos de la probeta fracturada y midiendo el menor diámetro o el menor ancho y espesor en la parte de la sección transversal donde se ha obtenido la máxima reducción. La diferencia entre el área así determinada y el área de la sección transversal original, expresada en porcentaje del área original, es el porcentaje de reducción de área o estricción.

1.11.5 PRUEBAS DE DOBLADO

La prueba de doblado es un método para evaluar la ductilidad de los aceros, pero no puede considerarse como un índice para predecir las características de servicio en operaciones de doblado durante la construcción. La severidad de la prueba es función de los factores como el diámetro del mandril sobre el que se hace el doblado, sección transversal de la probeta y el ángulo de doblez. Las condiciones de prueba variarán de acuerdo con la localización y orientación de la probeta, la composición química del acero y sus propiedades físicas

La probeta deberá doblarse a temperatura ambiente y sin impactos, a un ángulo especificado y sobre un mandril cuyo diámetro también está fijado. Para pasar satisfactoriamente esta prueba,

la probeta no deberá presentar grietas en la parte exterior de la porción doblada. La velocidad de ejecución de esta prueba generalmente no es un factor importante.

En la preparación de las probetas para la prueba de doblado, redondearse sus aristas longitudinales, para evitar pequeñas grietas que desvirtúen el resultado de la prueba. También deberá tenerse cuidado de que la probeta tenga la longitud suficiente y que tenga libertad de movimiento en los puntos de apoyo.

Durante la operación de doblado deberá haber un contacto uniforme entre la probeta y el mandril. La prueba se desarrollará en forma continua y uniforme.

1.11.6 INSPECCIÓN METALÚRGICA MACROSCÓPICA.

Este método de prueba permite conocer la condición interna de los productos de acero, detectando y evaluando los defectos de fabricación, tales como tubos, grietas, inclusiones, porosidad y segregación, para lo cual se trata con un producto químico una sección del material para hacer resaltar dichos defectos y poderlos observar con instrumentos ópticos de bajo aumento ; se aplica principalmente a productos de acero estructural, acero de refuerzo, acero de presfuerzo y juntas soldadas.

La inspección metalúrgica macroscópica en productos de acero comprende el corte y preparación de probetas, su ataque químico, la observación microscópica y la evaluación de defectos.

Las probetas deberán tomarse de las muestras de los productos de acero cortándolas con una longitud aproximada de 12mm, con excepción del acero de presfuerzo en que requiere una longitud de aproximada de 50mm. El corte deberá efectuarse en frío usando medios mecánicos como son segueta, sierra, discos abrasivos o torno, procurando alejarse un mínimo de 10cm del extremo de la muestra cuando ésta se haya obtenido mediante el corte con soplete. La superficie del corte deberá quedar lo más plana posible eliminando las rebabas mediante limas o esmeril. En el caso de acero para presfuerzo, la superficie de corte deberá terminarse mediante torneado evitando esmerilar las aristas. Antes de someter las probetas al ataque químico, deberán limpiarse perfectamente con solventes, tales como gasolina o éter, con objeto de eliminar cualquier vestigio de grasa, aceite o pintura.

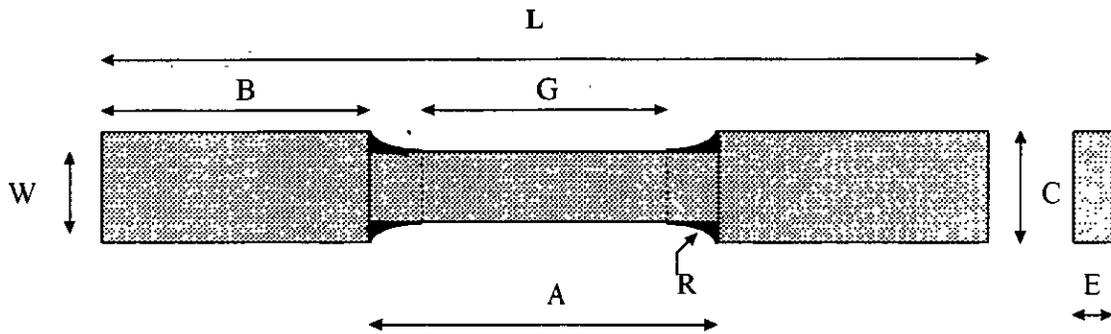
El ataque químico se iniciará colocando las probetas ya preparadas en un recipiente de vidrio resistente al calor y a los ácidos tales como vasos Pyrex o cápsulas de porcelana ; se agrega una solución de ácido clorhídrico rebajado con agua al 50% hasta cubrirlas completamente. La solución se llevará a una temperatura de entre 70 y 80 °C y se mantendrá en este rango durante 30 minutos para acero de refuerzo, acero estructural y juntas soldadas, o 10 minutos para acero de presfuerzo. Para aceros de medio y alto carbono, el tiempo podrá variar de acuerdo con su contenido de carbono.

En juntas soldadas el ataque químico también se puede efectuar puliendo finamente las superficies de las probetas por examinar hasta hacer desaparecer razonablemente las huellas del corte. Las superficies de las probetas se someterán al ataque de una solución compuesta de 15 gramos de persulfato de amonio en 100 mililitros de agua, la cual se aplicará frotando la superficie con mota de algodón impregnada en la solución, hasta que aparezcan bien diferenciados el metal base y el de aporte.

Después de realizar el ataque químico correspondiente, las probetas se lavarán con agua corriente y se frotan con un cepillo de cerdas duras, se humedecen con alcohol y secan con un paño absorbente o papel filtro para su observación.

-- Las superficies de las probetas tanto las de corte como las laterales, se observan ya sea simple vista, con lupa o con microscopio estereoscópico de 10 a 20 aumentos. Se tomará nota del tipo, número, tamaño y ubicación de los defectos detectados.

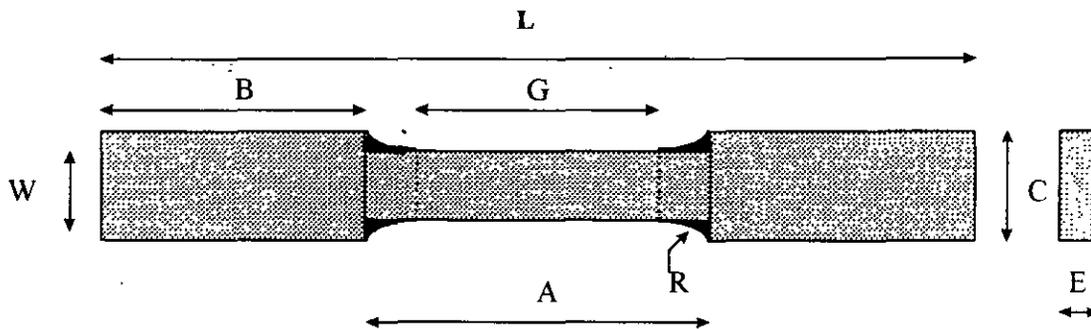
PROBETA ESTANDAR RECTANGULAR NUM. 6 PARA LA PRUEBA DE TENSION DE 200 mm DE LONGITUD DE CALIBRACION.



DIMENSIONES

G: Longitud de calibración	200.00 ± 0.2 mm
W: Ancho	40.00 ± 2.0 mm
E: Espesor	Espesor del material
R: Radio de la zona de transición	25.00 mm mínimo
L: longitud total	450.00 mm mínimo
A: Longitud de la zona de sección reducida	225 mm mínimo
B: Longitud de la zona de sujeción	75 mm mínimo
C: Ancho de la zona de sujeción	50 mm aprox.

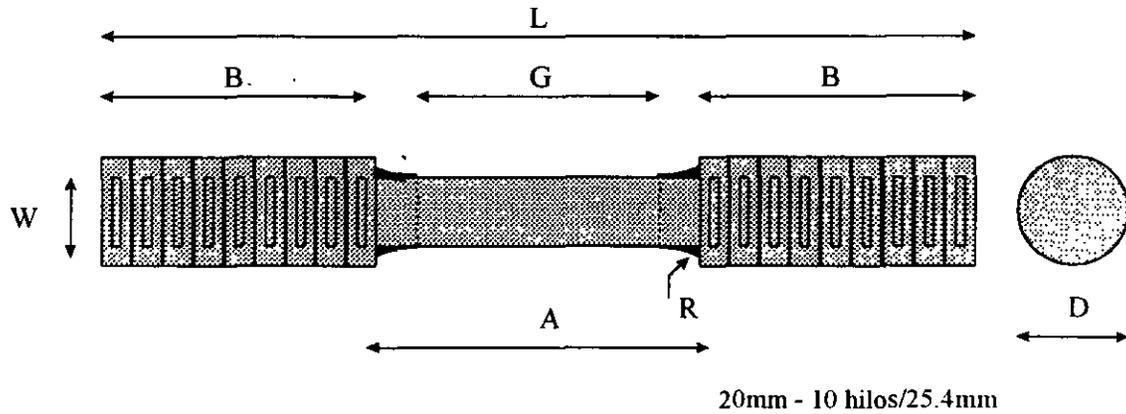
PROBETA ESTANDAR RECTANGULAR NUM. 7 PARA LA PRUEBA DE TENSION DE 50 mm DE LONGITUD DE CALIBRACION.



DIMENSIONES

G: Longitud de calibración	50.00 ± 0.1 mm
W: Ancho	12.50 ± 0.2 mm
E: Espesor	Espesor del material
R: Radio de la zona de transición	13.00 mm mínimo
L: longitud total	200.00 mm mínimo
A: Longitud de la zona de sección reducida	60.00 mm mínimo
B: Longitud de la zona de sujeción	50.00 mm mínimo
C: Ancho de la zona de sujeción	20.00 mm aprox.

PROBETA ESTANDAR RECTANGULAR NUM. 6 PARA LA PRUEBA DE TENSION DE 200 mm DE LONGITUD DE CALIBRACION.



DIMENSIONES

G: Longitud de calibración	50.00 ± 0.1 mm
W: Diámetro de la sección reducida	12.50 ± 0.25 mm
D: Diámetro de la zona de sujeción	Espesor del material
R: Radio de la zona de transición	10.00 mm mínimo
L: longitud total	125.00 mm aprox
A: Longitud de la zona de sección reducida	60.00 mm mínimo
B: Longitud de la zona de sujeción	35.00 mm mínimo

2.0 MADERA

Producto de origen natural que se emplea en pilotes, o como madera estructural que se utilice en obras falsas, tablaestacas, viaductos, puentes y edificios.

2.1 PILOTES

Los pilotes de madera.- son las piezas de madera o cruda o preservada, de forma aproximadamente cilíndrica o troncocónica, que se utiliza generalmente como apoyo en cimentaciones y que resisten satisfactoriamente su hincado y las cargas transmitidas al cimiento.

2.1.1 Clasificación de pilotes de acuerdo con su uso.

Los pilotes de madera se clasifican en tres clases, de acuerdo con el uso al que son destinados.

Pilote clase A.- son los que se usan en puentes u otras construcciones pesadas cuyo diámetro de la cabeza será como mínimo de 35cm.

Pilote clase B.- son los que se usan en muelles, atracaderos, puentes pequeños, cimentaciones de edificios y construcciones en general. El diámetro mínimo de la cabeza será de 30cm.

Pilote clase C.- son los que se usan en ataguías, obras falsas, construcciones ligeras y pilotes de apoyo de cimentaciones que vayan a estar permanentemente sumergidos. El diámetro mínimo de la cabeza será de 25cm, para longitudes de 6m o menores de 30cm para longitudes mayores.

Los pilotes deberán ser de madera sana, libre de indicios de putrefacción o de ataques por insectos, exceptuando los casos siguientes.

- a) En los pilotes de cedro y ciprés, el extremo correspondiente a la cabeza podrá tener tubo o huella del tocón, que no exceda de 40mm de diámetro.
- b) Los pilotes de ciprés podrán tener picaduras que en conjunto no excedan de 40mm de diámetro de la zona defectuosa.
- c) Los pilotes de pino podrán tener nudos no sano menores de la mitad del tamaño permitido de cualquier nudo sano, siempre y cuando la falta de sanidad no se extienda a más de 40mm de profundidad y no afecte las áreas adyacentes. En general, podrán aceptarse los pilotes que tengan cicatrices de trementina no atacadas por insectos.

Los árboles que se empleen para pilotes deberán cortarse arriba del nivel del suelo y deberán tener una disminución gradual en su diámetro desde la cabeza hasta la punta.

El tamaño de los nudos no deberá exceder al que se indica los párrafos subsecuentes y no deberá aceptarse agrupamientos de nudos. La distancia entre nudos deberá considerarse de centro a centro de los mismos.

TABLA LXXXI. LONGITUD DE PILOTES.

Longitud Especificada m	Múltiplos de variación de longitud m	Tolerancia en la longitud especificada m
De 4.80 a 12.00	0.60 inclusive	± 0.30
Más de 12.00	1.5	± 0.60

Nota : La longitud promedio de todos los pilotes de una remesa con longitud especificada, no deberá ser menor que la estipulada en el proyecto.

El agrupamiento de nudos es el conjunto de dos o más de ellos, siempre y cuando las fibras de la madera rodeen el grupo, ya que si éstas rodean a cada nudo independientemente, no se considerará como agrupamiento aunque éstos se encuentren próximos.

Todos los pilotes deberán cumplir con los requisitos indicados en la tabla LXXXI.

El perímetro de los pilotes, medidos sin considerar la corteza, deberá cumplir con los requisitos indicados en la tabla LXXXII, excepto que no más del 10% de los pilotes de una remesa dada, podrá tener un perímetro 5cm menor que los valores mínimos dados en la tabla anteriormente citada, y la relación entre los diámetros máximo y mínimo en la cabeza de cualquier pilote no deberá exceder de 1.2.

Si se requiere un alto contenido de madera de durámen en los pilotes sin tratamiento, el diámetro de la madera de durámen no deberá ser menor de 0.8 del diámetro de la cabeza del pilote.

Los pilotes con madera de albura que se vayan a tratar con preservativos, no deberán tener menos de 2.5cm de espesor de madera de albura en la cabeza.

Las cabezas y puntas de los pilotes se deberán aserrar perpendicularmente al eje del pilote y los nudos y ramas deberán cortarse al ras de la superficie de éste, excepto las ramas que puedan cortarse a mano al ras de la superficie del borde que rodea al nudo.

ABLA NUM. LXXXII. CIRCUNFERENCIAS Y DIÁMETROS DE PILOTES DE MADERA

Longitud m	Clase "A"						Clase "B"						Clase "C"					
	En la cabeza				En la punta		En la cabeza				En la punta		En la cabeza				En la punta	
	Mínimo		Máximo		Mínimo		Mínimo		Máximo		Mínimo		Mínimo		Máximo		Mínimo	
	C cm	D aprox cm	C cm	D aprox cm	C cm	D aprox cm	C cm	D aprox cm	C cm	D aprox cm	C cm	D aprox cm	C cm	D aprox cm	C cm	D aprox cm	C cm	D aprox cm
PINOS, ABETOS Y OYAMELES																		
Menos de 12	112	35	145	46	71	23	97	30	160	51	64	20	* 97	* 31	160	51	64	20
12 a 15 incl	112	35	145	46	71	23	97	30	160	51	56	18	97	31	160	51	48	15
15.5 a 21.5 incl	112	35	145	46	64	20	104	33	160	51	56	18	97	31	160	51	48	15
21.8 a 27.5 incl	112	35	160	51	56	18	104	33	160	51	48	15	97	31	160	51	48	15
Más de 27.5	112	35	160	51	48	15	104	33	160	51	41	13	97	31	160	51	41	13
ENCINOS, CIPRÉS Y OTRAS MADERAS DURAS																		
Menos de 9.20	112	35	145	46	71	23	97	30	145	46	64	20	* 97	* 31	160	51	64	20
9.20 a 12 incl	112	35	145	46	71	23	104	33	160	51	56	18	97	31	160	51	56	18
Más de 12.0	112	35	145	46	64	20	104	33	160	51	48	15	97	31	160	51	48	15
CEDRO																		
Menos de 9.20	112	35	175	56	71	23	97	30	175	56	64	20	* 97	* 31	175	56	64	20
9.20 a 12 incl	112	35	175	56	71	23	104	33	175	56	64	20	97	31	175	56	64	20
Más de 12.0	112	35	152	56	64	20	104	33	175	56	56	18	97	31	175	56	56	18

*En pilotes de clase C puede especificarse una circunferencia mínima de 79cm o un diámetro de 25cm en la cabeza para longitudes de 6m o menos

2.1.2 Clasificación de los pilotes de acuerdo con la corteza que hay que retirarles

De acuerdo con la cantidad de corteza que deberá ser retirado, los pilotes se clasifican de la siguiente manera.

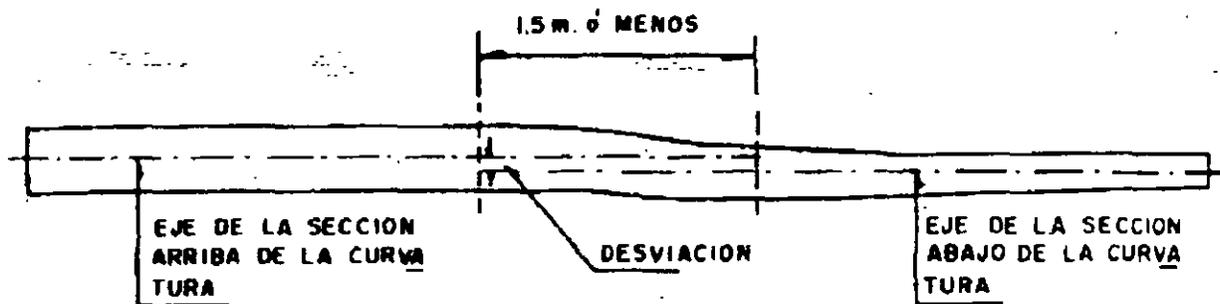
- a) Pilotes de descortezado completo.- son aquellos a los que se les quita toda la corteza exterior y además, en forma bien distribuida, por lo menos el 80% de la corteza interior. Para un tratamiento adecuado con preservativos, no deberán quedar fajas de corteza interior de más de 12mm de ancho.
- b) Pilotes de descortezado tosco.- son aquellos a los que se les elimina totalmente, sólo la corteza exterior.
- c) Pilotes sin descortezar.- son aquellos a los que no se les quita la corteza.

2.1.3 Pilotes clases A y B

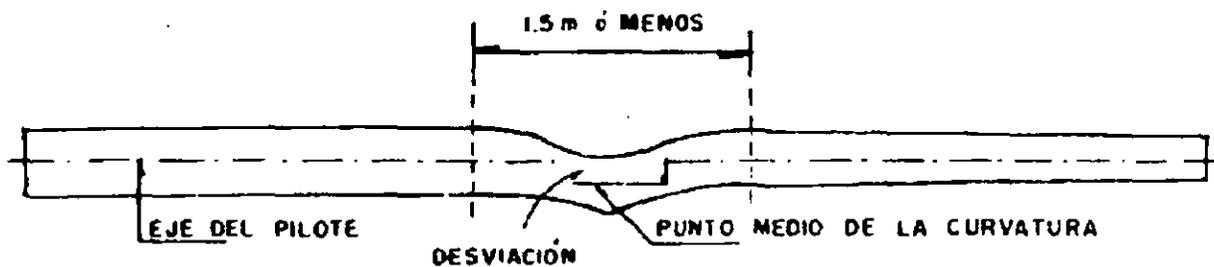
En los pilotes, la línea recta imaginaria que una el centro de la cabeza con el centro de la punta, deberá quedar íntegramente dentro del cuerpo del pilote.

Los pilotes largos sometidos a carga no muy alta, pueden aceptarse si la línea recta que una el centro de la cabeza con el centro de la punta, queda parcialmente fuera del cuerpo del pilote, siempre y cuando la distancia máxima entre dicha línea y el pilote, no exceda de 0.5% de la longitud de éste o de 7.5cm, lo que sea menor.

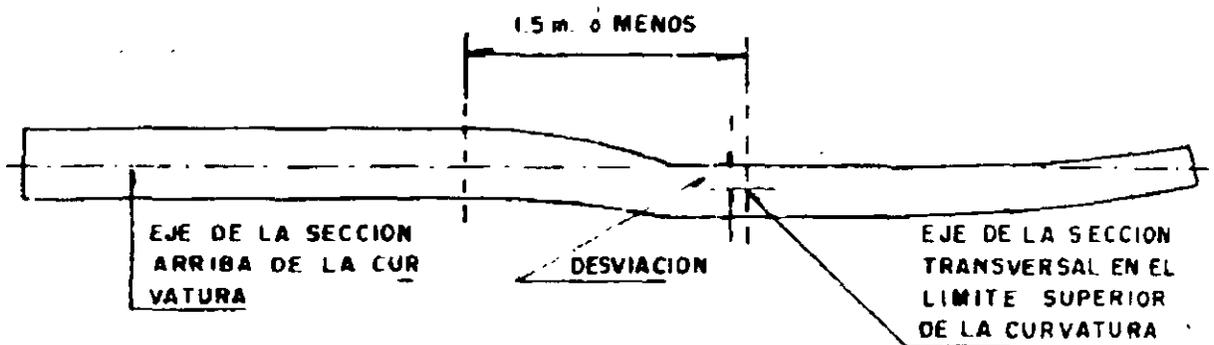
Los pilotes también deberán estar libres de curvaturas cortas en las que la desviación respecto a la condición recta, en cualquier tramo de 1.5m, como se indica en la figura número 26, exceda de 6cm. Los pilotes con curvaturas cortas deberán satisfacer la condición de que la línea recta imaginaria que una el centro de la cabeza con el centro de la punta, deberá quedar íntegramente dentro del cuerpo del pilote.



CASO 1.- LOS EJES DE LA SECCION ABAJO Y ARRIBA DE LA CURVATURA SON APROXIMADAMENTE PARALELOS



CASO 2.- LOS EJES DE LA SECCION ABAJO Y ARRIBA DE LA CURVATURA COINCIDE O SON PRACTICAMENTE COLINEALES



CASO 3.- LOS EJES DE LA SECCION ARRIBA DE LA CURVATURA NO SON PARALELOS NI COLINEALES CON EL EJE ABAJO DE LA CURVATURA

FIGURA 26

La curvatura de las fibras en espiral, en cualquier tramo de 6m de longitud, no deberá exceder de la mitad de la circunferencia.

Los pilotes con longitud hasta de 15m y en las tres cuartas partes de la longitud a partir de la cabeza, en pilotes que tengan longitudes mayores de 15m, los nudos sanos no deberán ser mayores de 10cm o de 1/3 del diámetro del pilote en la sección donde se presenten, lo que sea menor.

En la cuarta parte restante de los pilotes con longitudes mayores de 15m, los nudos sanos no deberán ser mayores de 12.5cm o de la mitad del diámetro del pilote en la sección donde se presenten, lo que sea menor.

No se permitirán nudos, no sanos, excepto en los casos que ya se describieron anteriormente.

No se aceptarán agrupamientos de nudos, en los cuales las fibras de la madera se curven rodeando toda la unidad. Un grupo de nudos sencillos, en donde las fibras se curven alrededor de cada uno por separado, no se considera agrupamiento aún cuando los nudos estén cerca uno de otro.

La suma de los tamaños de los nudos en cualquier tramo de 30cm de longitud del pilote, no deberá exceder del tamaño máximo de nudos que se permita.

Podrán permitirse agujeros que tengan un diámetro promedio menor de 13mm, siempre y cuando la suma de los diámetros promedio de todos los agujeros, en cualquier superficie de un 0.10m² del pilote, no exceda de 38mm.

La longitud de las rajaduras no deberá ser mayor que el diámetro de la cabeza de los pilotes. La abertura de cualquier grieta o la suma de las aberturas de un conjunto de grietas, medidas sobre el anillo de crecimiento anual, situado en la mitad del radio de la cabeza del pilote, tampoco deberá exceder del diámetro de la cabeza del pilote.

2.1.2.2 Pilotes clase C

En los pilotes, la línea imaginaria que una el centro de la cabeza con el centro de la punta, podrá quedar parcialmente fuera del cuerpo del pilote, pero la distancia máxima entre dicha línea y el pilote, no deberá exceder del 1% de la longitud del pilote o de 7.5cm, lo que sea menor.

Los pilotes deberán estar libres de curvaturas en las que la desviación de la condición recta en cualquier tramo de 1.5m, como se indica en la figura 26, en ningún caso excederá de 6cm.

Las curvaturas cortas podrán aceptarse siempre que el pilote cumpla los requisitos de rectitud descritos anteriormente para pilotes clase C.

Las fibras en espiral no deberán exceder de una vuelta completa en cualquier tramo de 6m.

Los nudos sanos no deberán tener un diámetro mayor de 12.5cm o de la mitad del diámetro del pilote en la sección en donde se encuentren, lo que sea menor.

La magnitud de un nudo es la dimensión medida perpendicularmente al eje del pilote.

No se permitirán nudos no sanos, excepto en los casos descritos en los requisitos generales.

No se aceptarán nudos agrupados ; la suma de los tamaños de todos los nudos, en cualquier tramo de 30cm de longitud del pilote, no deberá exceder del doble del tamaño del mayor nudo permitido.

Se podrán permitir agujeros que tengan un diámetro promedio menor de 13mm, siempre y cuando la suma de los diámetros promedio de todos los agujeros, en cualquier superficie de 0.1m² del pilote, no exceda de 75mm.

La longitud de las rajaduras no deberá ser mayor de 1.5 veces el diámetro de la cabeza del pilote.

La abertura de cualquier grieta o la suma de las aberturas de un conjunto de ellas, medidas sobre el anillo de crecimiento anual situado en la mitad del radio de la cabeza del pilote, tampoco deberá exceder de 1.5 veces el diámetro de la cabeza del pilote.

2.2 MADERA ESTRUCTURAL

La madera estructural es aquella empleada para la construcción de viaductos, puentes, edificios, tablaestacas, moldes, obras falsas, etc., para lo cual sus propiedades mecánicas y resistencia deben ser controladas.

La madera empleada podrá ser caoba, roble, oyamel, guapaque, sabino, pino, encino, abeto, nogal, ciprés, pinocote y cedro ; para determinar su calidad la madera estructural se clasificará en calidad A, B y C, de acuerdo con la tabla LXXXIII.

La madera deberá estar libre de daños por ataques biológicos que disminuyan su resistencia o durabilidad, tales como putrefacción y acción de hongos o de insectos. La mancha azul no se considera como deterioro y se permite en cualquier clase de madera.

No se aceptará ninguna pieza de madera con peso volumétrico menor de 300 kg/m³.

Cuando las piezas de madera tengan rebajo se removerá la corteza completamente y el rebajo se medirá donde éste tenga la mayor profundidad, para determinar la sección efectiva de la pieza.

Las piezas de madera aserrada podrán usarse sin preservativos, dependiendo del uso y ubicación de las piezas.

La inclinación de las fibras se determinará en una distancia suficientemente grande, para encontrar un valor general, sin tomar en cuenta las desviaciones cortas o locales.

Las maderas aserradas podrán tener un tercio o más de albura de verano, que es la porción más oscura y más dura del anillo anual, sobre una porción de 7.5cm de una línea radial situada como se describe en el párrafo siguiente. Las piezas que en promedio tengan menos de 12 anillos anuales en 5cm, se aceptarán si en promedio tiene 1/2 o más de albura de verano.

La velocidad decreciente del crecimiento se determinará en una línea radial que sea representativa del crecimiento promedio, en una sección transversal. Si la línea radial escogida no se considera representativa, se cambiará de sitio lo suficiente para obtener un promedio razonable, pero la distancia de la médula al principio de la porción de 7.5cm, sobre la que se cuentan los anillos, no se cambiará. En caso de duda se tomarán dos líneas radiales y el número de anillos y porcentaje de albura de verano será el promedio de estas líneas.

En la figura 27 se indican las zonas en que se divide un elemento estructural de madera sometida a flexión, para su clasificación y ubicación de defectos.

La ubicación y dimensiones máximas tolerables de nudos y agujeros que provengan de nudos o de otras causas, se indican en la tabla LXXXIV.

Las rajaduras anulares en polines, tablones, vigas y largueros, deberán medirse en los extremos de la pieza. Solamente se tendrán en cuenta aquellas rajaduras que queden en los dos cuartos centrales del peralte de la pieza.

El tamaño de rajadura anular es la distancia entre las líneas que la limiten paralelamente a las caras mayores de la pieza. El tamaño permisible será determinado en función de la cara menor de la pieza.

El tamaño de una rajadura anular en columnas o postes de sección rectangular, es la dimensión del menor rectángulo que contenga a la rajadura anular y que tenga sus lados paralelos a las aristas de la sección extrema de la pieza.

El tamaño de hendeduras y rajaduras radiales en columnas y postes, dentro de tres veces el ancho de la pieza a partir de cualquier extremo, será igual a su área estimada a lo largo de la sección longitudinal dividida entre tres veces el ancho de la pieza.

Se considera como tamaño de una fisura o grieta, la máxima profundidad de ésta medida con un alambre de 0.125mm de diámetro. Para elementos en compresión se permitirá incrementar los valores correspondientes dados en la tabla LXXXIII en un 50%.

Las dimensiones normales de las piezas de madera estructural aserrada, son las indicadas en la tabla LXXXV, considerándose como madera de corte especial en su aserrado, cuando el proyecto indique dimensiones diferentes a las aquí consignadas.

TABLA LXXXIII.- CARACTERISTICAS ADMISIBLES DE LA MADERA ESTRUCTURAL

Tipo de defecto	Calidad A	Calidad B	Calidad C
Velocidad de crecimiento máximo	16 anillos / 5cm	12 anillos / 5cm	8 anillos / 5cm
Fisuras o grietas, profundidad máxima	1/4 del espesor	3/8 del espesor	1/2 del espesor
Inclinación de la fibra, no mayor de	1 en 14	1 en 11	1 en 8
Aristas faltantes o gema, no mayor de	1/8 de cualquier superficie	1/8 de cualquier superficie	1/4 de cualquier superficie
Bolsas de resina de menos de 3mm de ancho, profundidad máxima de	1/4 del espesor	1/3 del espesor	1/2 del espesor

ZONAS EN LAS QUE QUEDA DIVIDIDO UN ELEMENTO ESTRUCTURAL DE MADERA PARA SU CLASIFICACION

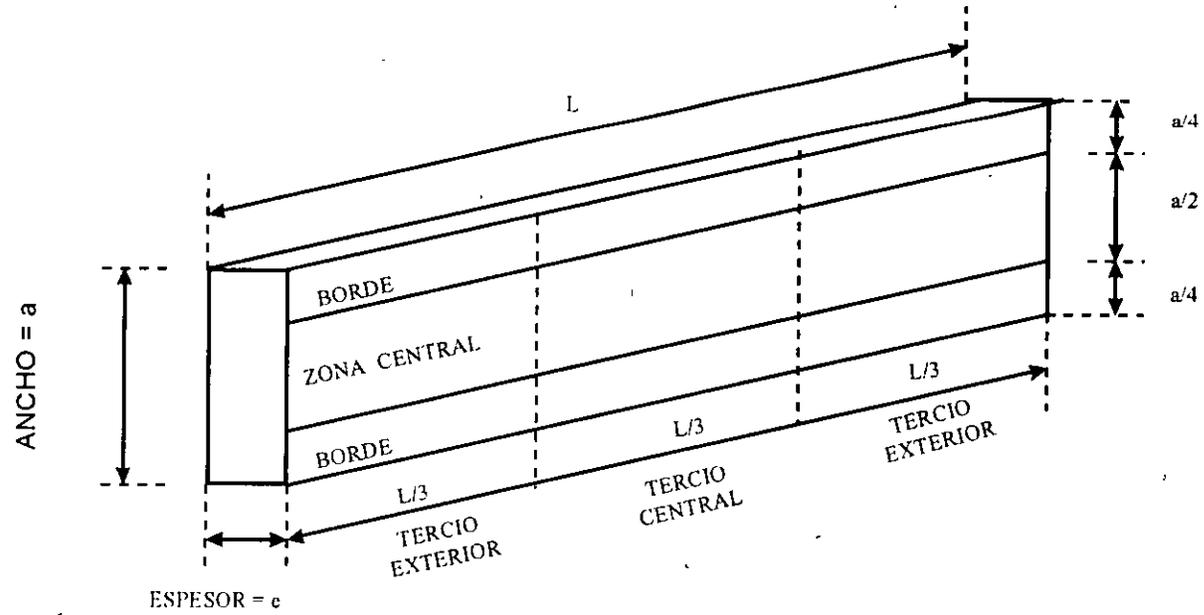


FIGURA 27.

TABLA NUM. LXXXIV DIMENSIONES MAXIMAS TOLERABLES DE NUDOS

Ancho nominal de la superficie de la pieza		CALIDAD A			CALIDAD B			CALIDAD C		
		Nudos en el canto dentro del tercio medio de un miembro en flexión	Nudos en la zona central de un miembro en flexión o en cualquier superficie de un miembro en compresión	Nudos en las aristas de un miembro en flexión o en cualquier superficie de un miembro en tensión	Nudos en el canto dentro del tercio medio de un miembro en flexión	Nudos en la zona central de un miembro en flexión o en cualquier superficie de un miembro en compresión	Nudos en las aristas de un miembro en flexión o en cualquier superficie de un miembro en tensión	Nudos en el canto dentro del tercio medio de un miembro en flexión	Nudos en la zona central de un miembro en flexión o en cualquier superficie de un miembro en compresión	Nudos en las aristas de un miembro en flexión o en cualquier superficie de un miembro en tensión
Pulg	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	25	6	6	-	10	10	3	13	13	6
1 ½	38	10	10	-	13	13	6	19	16	10
2	51	13	13	3	19	19	10	25	22	13
2 ½	64	16	16	6	22	22	13	32	29	19
3	76	19	19	10	29	25	16	38	32	22
4	102	25	25	13	38	35	19	51	44	29
5	127	32	32	16	48	44	25	64	57	38
6	152	38	38	19	57	51	29	76	61	44
7	178	41	44	22	60	60	32	83	76	50
8	203	44	51	29	67	67	38	89	86	60
9	220	48	54	32	70	73	44	92	92	67
10	254	51	60	35	73	79	51	98	102	76
11	279	56	64	38	76	86	54	102	108	83
12	305	64	70	41	79	92	60	108	114	89

No se permite la presencia de dos más nudos de dimensión máxima en un mismo tramo de 305mm. Para miembros sujetos a flexión, de un sólo claro, las dimensiones de nudos que aparecen en la tabla pueden aumentarse cuando éstos se localicen en los tercios exteriores de la pieza ; estas dimensiones podrán aumentarse hacia los extremos hasta valores por 25%

TABLA LXXXV. DIMENSIONES DE MADERA ESTRUCTURAL

Concepto	Polines y Tablones	Vigas y Largueros	Columnas y Postes
Espesor nominal en mm	De 25 a 102	de 51 o mayor	de 127 o mayor
Ancho nominal en mm	De 102 o mayor	De 102 o mayor	De 127 o mayor
Longitud nominal en cm	Múltiplos de 60	Múltiplos de 61	Múltiplos de 61

Las dimensiones reales de las piezas de madera estructural de sección rectangular, sin secado, deberán sujetarse a las tolerancias indicadas en la tabla LXXXVI.

No se aceptarán lotes de madera, si por concepto de dimensiones el 20% o más de las piezas que lo forman no cumplen con los requisitos fijados.

Todas las piezas de madera estructural de sección rectangular serán razonablemente rectas, bien aserradas, cortadas en sus extremos con sierra, o con las caras opuestas paralelas descortezadas completamente y sin médula, donde ésta se considera perjudicial.

La madera estructural sin cepillar será cortada con sierra hasta obtener las dimensiones nominales, permitiéndose en forma ocasional que haya ligeras variaciones al efectuar los cortes.

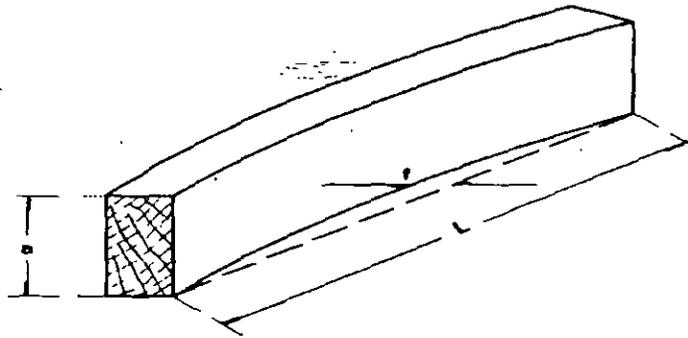
En ninguna parte de la longitud de cualquier pieza se permitirá que las variaciones causadas al efectuar los cortes con sierra, hagan que las dimensiones queden abajo de las nominales, en una cantidad mayor que la señalada en la tabla número LXXXV y en ningún lote se permitirá que haya más del 20% de piezas con dimensiones con tolerancias en menos de los anotados en la tabla número LXXXVI.

TABLA LXXXVI. TOLERANCIAS DE LAS DIMENSIONES EN PIEZAS DE MADERA

Concepto	Espesor nominal mm	En espesor sin cepillar mm	En espesor cepillado mm	Ancho nominal mm	En ancho sin cepillar mm	En ancho cepillado mm
Polines, tablonés y otros miembros para tablero con carga aplicada sobre cualquiera de sus caras	25	± 3	± 10	102	± 5	± 10
	76	± 5	± 10	152	± 5	± 10
	102	± 5	± 10	203	± 6*	± 13*
	o mayor			o mayor		
Vigas, largueros y otros miembros con carga aplicada sobre la cara menor.	51	± 5	± 13	102 o mayor	± 5*	± 10*
	152	± 6	± 13			
	203	± 8	± 13*			
	o mayor					
Columnas y postes de sección rectangular y otros miembros con cargas aplicadas sobre la cara menor	127	± 5	± 10	127	± 5	± 10
	152	± 5	± 13	152	± 5	± 13
	203	± 6	± 13*	203	± 6*	± 13*
	o mayor			o mayor		

* Según la dimensión nominal que le corresponda.

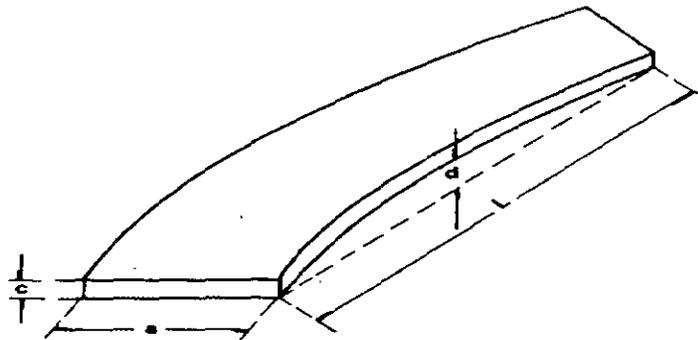
FIGURA 28



TOLERANCIAS PARA f , EN LA ENCORVADURA

Ancho "a"		Largo "L"		
		244 cm (8')	366 cm (12')	487 cm (16')
Pulg.	mm	Valores de f en mm		
3	76	11	25	44
4	102	9	19	33
5	127	6	16	25
6	152	6	13	22
7	178	5	11	19
8	203	5	9	17
10	254	3	8	14
12	305	3	6	11

FIGURA 29



TOLERANCIAS PARA d , EN LA ARQUEADA

Ancho "c"		LARGO "L"		
		244 cm (8')	366 cm (12')	487 cm (16')
Pulg.	mm	Valores de d en mm		
1	25	33	76	135
1 1/2	38	22	51	90
2	51	17	38	68
2 1/2	64	14	30	57
3	76	11	25	44
4	102	8	19	33

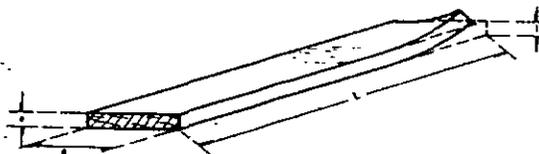


FIGURA 30

TORCEDURA

TOLERANCIAS PARA t. EN LA TORCEDURA

Tabla correspondiente a la Figura 30

Longitud "L"	Espesor "a"		Ancho "a"							
			6 mm (3")	102 mm (4")	127 mm (5")	152 mm (6")	187 mm (7")	203 mm (8")	254 mm (10")	305 mm (12")
	Pulg.	mm	Valores de t en mm							
244 cm (8')	1	25	9	13	16	19	22	25	32	38
	1 1/2	38	6	8	11	13	14	16	21	25
	2	51	5	5	8	9	11	13	16	19
	2 1/2	64	3	5	6	8	8	9	13	14
366 cm (12')	1	25	14	19	24	28	33	38	47	57
	1 1/2	38	8	11	13	16	19	21	27	32
	2	51	6	8	10	11	14	16	19	24
	2 1/2	64	5	6	8	10	11	13	16	19
487 cm (16')	1	25	19	25	32	38	44	51	64	76
	1 1/2	38	13	16	21	25	28	36	41	51
	2	51	10	13	16	19	22	25	32	38
	2 1/2	64	8	10	13	14	17	21	25	30
	3	76	6	8	11	13	14	17	21	25

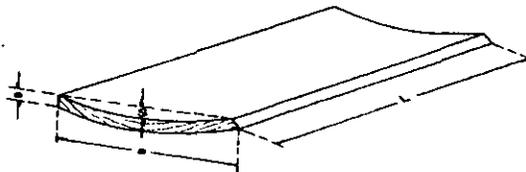


FIGURA 31

TOLERANCIAS PARA S. EN LA ACANALADURA

Pulg.	Ancho "a"		Valores de S
	Pulg.	mm	
3		76	3
4		102	4
5		127	5
6		152	6
7		178	7
8		203	8
10		254	10
12		305	12

2.3 MUESTREO

El muestreo de pilotes de madera y madera estructural se sujetará a los siguientes lineamientos

2.3.1 Muestreo de pilotes de madera.

Para efectos de muestreo, se entiende por lote de pilotes todas las piezas de las mismas dimensiones nominales, de la misma clase y que forman una orden de embarque.

La determinación de dimensiones, la derecha, las desviaciones y la presencia de defectos, se deberá hacer a la totalidad de los pilotes que forman el lote, ya que se trata de pruebas no destructivas.

La determinación de las dimensiones de los pilotes, así como del diámetro de la madera de duramen y de los defectos, se hará empleando un flexómetro o cinta métrica, aproximando al centímetro.

La derecha de los pilotes se podrá determinar uniendo con un cordel tenso los extremos de los diámetros de la cabeza y la punta y midiendo la distancia máxima entre el cordel y la superficie del pilote, aproximando a 0.5cm. Esta determinación deberá hacerse en dos planos a 90° entre sí. Las curvaturas locales deberán medirse haciendo mediciones similares dentro de una longitud de 1.5m.

Las desviaciones de fibras en pilotes, marcará en el pilote un tramo de 6m y a partir de un extremo de este tramo, se seguirá una fibra, la cual en general describirá una hélice y se determinará el ángulo central que quede comprendido entre los radios de los puntos de proyección de los extremos de esta fibra en la sección transversal del pilote.

La presencia de defectos en pilotes tales como madera esponjosa, putrefacción, manchas, plagas hongos, estalladuras, superficies desgarradas o no uniformes, rajaduras y nudos, se detectarán por inspección visual.

2.3.2 Muestreo de madera estructural

Para el muestreo de la madera estructural se deberá seguir el siguiente procedimiento.

- a) La selección del material de cada lote, que servirá para fabricar probetas que se requieran en las determinaciones y pruebas, se hará escogiendo tramos que estén libres de daños ocasionados por condiciones inadecuadas de almacenamiento o por intemperismo.
- b) Se escogerán tramos en que las fibras sean sensiblemente rectas y sanas, teniendo en cuenta que puede permitirse la presencia de nudos ubicados de manera que no afecten fundamentalmente la resistencia de la probeta o puedan constituir un principio de falla.
- c) De cada lote se obtendrán 12 tramos con dimensiones de 6 x 6 x 120 cm, que servirán para fabricar las probetas de flexión, compresión, tensión, dureza, cortante, desgarramiento y extracción de clavos, y para las determinaciones de peso volumétrico, contracciones y humedad.

- d) Por cada lote se obtendrán dos tramos con dimensiones de 2.5 x 2.5 x 10 cm, cortados transversalmente a las fibras, para determinación de la contracción tangencial.
- c) Cuando el tamaño de la sección de las piezas por muestrear sea mayor de 15 x 15 cm o de más de 20 cm de diámetro y muestren claramente los anillos de crecimiento, se fabricarán 2 probetas de 2.5 x 2.5 x 10 cm, cortándolas de tal modo que su longitud coincida con la dirección radial

2.4 PRUEBAS EN MADERA ESTRUCTURAL

De acuerdo con el uso al que será destinada la madera estructural, ésta deberá ser muestreada y sometida a las siguientes pruebas para conocer su calidad.

- Flexión estática
- Compresión paralela a las fibras
- Compresión perpendicular a las fibras
- Dureza
- Esfuerzo cortante
- Desgarramiento
- Tensión paralela a las fibras
- Tensión perpendicular a las fibras
- Peso volumétrico
- Contracción volumétrica
- Grado de humedad

2.4.1 Flexión estática

La prueba de flexión estática se inicia con la preparación de 6 probetas de aproximadamente 5 x 5 x 76 cm, las cuales se colocarán en dos apoyos con un claro de 70cm. La carga se aplica por medio de una cabeza de madera dura instalada en el cabezal de la máquina de ensaye. La velocidad de aplicación de carga será de 2.5mm por minuto.

Durante la prueba se deberá medir la flecha que en forma progresiva se teniendo durante la aplicación de carga hasta obtener la flecha máxima. Se traza la gráfica con las cargas y flechas registradas hasta la carga máxima o hasta una carga ligeramente menor a ésta en cada una de las probetas. Cuando no se alcance la ruptura, las mediciones de las flechas deben continuarse cuando menos en una tercera parte de las probetas, para que el trazo de la gráfica sea llevado hasta alcanzar una flecha de 15cm o hasta una carga de 90 kg. Las gráficas deben mostrar claramente la carga y deformación registrada al ocurrir la primera falla, los cambios bruscos observados en el comportamiento de las probetas y la carga máxima alcanzada.

Después de efectuada la prueba deberá ser clasificado el tipo de falla a través de una inspección visual

El reporte de los resultados de la prueba de flexión estática deberá contener los siguientes datos.

Módulo elástico.

$$E = (P / f) (L^3 / 48I)$$

E : módulo elástico de la madera, en kg/cm²

P : Carga correspondiente a la flecha f, dentro del rango elástico.

f : flecha medida en centímetros, producida por la carga P

L : claro de la viga en centímetros.

I : momento de inercia de la sección transversal, con relación al eje que pasa por su centroide, en centímetros a la cuarta potencia.

Módulo de ruptura.

$$MR = 3PL / 2bd^2$$

MR : módulo ruptura en kg/cm²

P : carga de ruptura de kg.

L : claro de la viga en centímetros.

b : ancho de la probeta en centímetros.

d : peralte de la probeta en centímetros

Debe reportarse el promedio, tanto del módulo elástico como del módulo de ruptura, determinados en cada una de las probetas que forman un lote. También deberá incluir el valor del grado de humedad.

2.4.2 Compresión paralela a las fibras

La prueba de compresión paralela a las fibras deberá efectuarse previa la elaboración de 6 probetas de 5 x 5 x 20cm, midiendo cuidadosamente sus dimensiones, para determinar la sección transversal y la longitud de las probetas terminadas. Se aplica la carga en dirección del eje longitudinal de la probeta empleando una máquina de ensaye con asiento de rótula. La carga se aplica de manera continua a una velocidad de 0.6mm por minuto.

Durante la prueba deberán registrarse las cargas y las deformaciones correspondientes a intervalos regulares y hasta que se sobrepase ampliamente el límite elástico de la madera, teniendo cuidado de registrar la carga máxima alcanzada.

En esta prueba deberá reportarse lo siguiente.

Resistencia máxima

$$R = P / A$$

R : resistencia a la compresión paralela a las fibras, en kg/cm²

P : carga máxima alcanzada en kg.

A : área de la sección transversal original de la probeta, en cm²

En caso de que se tenga la gráfica esfuerzo-deformación, podrá calcularse el módulo elástico de la madera en compresión, en kg/cm². Este módulo será la pendiente de esta

gráfica en su zona inicial ; cuando la zona inicial no sea recta, podrá usarse cualquier otro concepto de módulo como el secante o tangente, para una resistencia especificada.

Después de efectuada la prueba deberá ser clasificado el tipo de falla a través de una inspección visual. También se reportará el grado de humedad de la madera.

2.4.3 Compresión perpendicular a las fibras

La prueba de compresión perpendicular a las fibras deberá ser efectuado empleando probetas de 5 x 5 x 15cm, la cual se coloca horizontalmente, para recibir carga a través de una placa rígida de 5cm de ancho, colocado en el tercio medio de la cara mayor de la probeta. Esta carga de compresión debe aplicarse por medio de un sistema de rótula y procurando que la dirección de la carga se aplique normal a los anillos de crecimiento ; la velocidad de desplazamiento del cabezal de la máquina deberá ser continua y de 0.3mm por minuto.

Durante la ejecución de la prueba deberán registrarse las deformaciones y las cargas correspondientes desde el inicio de la prueba hasta que se alcance una deformación de 2.5mm, después de la cual la prueba debe interrumpirse.

La carga requerida para producir la deformación de 2.5mm se reportará como la resistencia a la compresión perpendicular a las fibras. También se debe reportar el peso volumétrico y el grado de humedad de la probeta.

2.4.4 Dureza

La prueba de dureza deberá efectuarse empleando probetas de 5 x 5 x 15cm y un penetrador de acero con punta esférica, con diámetro de 11.3mm.

La prueba consiste en hacer que el penetrador se introduzca a través de la superficie de la probeta hasta una profundidad de 5.65mm, el equivalente del radio de la esfera del penetrador ($r = 11.3/2 = 5.65\text{mm}$).

Se efectúan dos penetraciones sobre una superficie tangencial y dos sobre una superficie radial de los anillos de crecimiento. Estas penetraciones se harán alejándose de los bordes de cada superficie seleccionada, para prevenir desgarramiento o rajaduras. La carga se aplicará de manera continua, con velocidad de desplazamiento del cabezal de la máquina de 6mm por minuto.

La carga necesaria para alcanzar la penetración de 5.65mm, se considera como la dureza de la madera ; se debe reportar el promedio de los valores de dureza determinados en cada cara de la probeta, así como el grado de humedad.

2.4.5 Esfuerzo cortante

La prueba de esfuerzo cortante paralelo a las fibras, deberá efectuarse empleando probetas de 5 x 5 x 6cm. La probeta tiene un rebaje de 1cm para provocar la falla en una de las caras de 5 x 5cm. Se aplicará la carga empleando el dispositivo de corte. La superficie de falla y el borde de la superficie de apoyo más cercana a dicho plano, será de 3mm.

La carga se aplica sobre la cara que muestra los extremos de las fibras ; se tendrá cuidado de verificar que al colocar las probetas, el travesaño del dispositivo se sujete de tal modo que las aristas longitudinales de la probeta queden colocadas verticalmente.

Durante la prueba, la carga se aplica de manera continua, con una velocidad de desplazamiento del cabezal de la máquina, de 0.6mm por minuto ; no se tomarán en cuenta las pruebas en las que la falla localizada en la base de la probeta, se extienda dentro de la superficie de apoyo.

El reporte de resultados deberá consignar, además de las características dimensionales y de la humedad de la probeta, la carga máxima registrada en el ensaye y el esfuerzo cortante calculado con la siguiente fórmula

$$v = V / A$$

- v : esfuerzo cortante en kg/cm².
- V : carga máxima en kg.
- A : área de la sección resistente en cm²

2.4.6 Desgarramiento

La prueba de desgarramiento deberá efectuarse usando probetas elaboradas con las características específicas para esta prueba. Durante el ensaye la probeta se sujeta con mordazas y la carga se aplica de manera continua, con una velocidad de desplazamiento del cabezal de la máquina de 2.5mm por minuto.

En esta prueba, además de las características dimensionales y de humedad de la probeta, se reporta la carga máxima registrada en el ensaye y la resistencia unitaria al desgarramiento, calculada con la siguiente fórmula.

$$D = P / I$$

- D : resistencia unitaria al desgarramiento en kg/cm².
- P : carga máxima en kg.
- I : ancho del área de desgarramiento.

Deberá reportarse también el esquema descriptivo de la falla.

2.4.7 Tensión paralela a las fibras

La prueba de tensión paralela a las fibras deberá efectuarse usando probetas de sección reducida, elaboradas de tal manera que los anillos de crecimiento queden perpendicularmente al lado mayor de la sección transversal crítica de la probeta.

La carga se aplica a una velocidad de desplazamiento del cabezal de la máquina de ensaye, de 1 mm por minuto. La sujeción se hace preferentemente con mordazas especiales y en caso de requerirse la medición de las deformaciones éstas se tomarán en una longitud de 5cm en la porción central de la probeta. Las lecturas simultáneas de carga y deformación se suspenden cuando se rebase el límite de proporcionalidad.

En esta prueba debe reportarse lo siguiente.

- 1) Esfuerzo máximo, calculado con la carga máxima y el área de la sección crítica original de la probeta.
- 2) Gráfica carga-deformación, cuando se requiera.
- 3) Esfuerzo en el límite de proporcionalidad, cuando se requiera.
- 4) Características dimensionales y de identificación de la probeta.
- 5) Grado de humedad.
- 6) Diagrama del tipo de falla, cuando se requiera

2.4.8 Tensión perpendicular a las fibras

La prueba de tensión perpendicular a las fibras deberá efectuarse usando probetas elaboradas con las características específicas para esta prueba, las cuales se sujetarán con mordazas a la máquina de ensaye. La carga se aplica en forma continua a una velocidad de desplazamiento del cabezal de la máquina, de 2.5mm por minuto durante toda la prueba.

En esta prueba debe reportarse lo siguiente.

- 1) Características dimensionales y de identificación de la probeta.
- 2) Esfuerzo máximo, calculado con la carga máxima dividida entre el área de la sección crítica original de la probeta.
- 3) Diagrama del tipo de falla si se requiere.
- 4) Grado de humedad.

2.4.9 Peso volumétrico y contracción volumétrica.

La determinación del peso volumétrico y la contracción volumétrica, deberán efectuarse empleando una misma probeta, cuyas dimensiones nominales son de 5 x 5 x 15cm secados a un grado de humedad de 12% aproximadamente y en la condición de secado al horno.

Se pesan las probetas y se determina su volumen por el método de inmersión al recibirse la madera en el laboratorio. Se dejan secar a la temperatura ambiente, teniendo cuidado de que al dejarla reposar no estén en contacto entre sí para que el aire pueda circular libremente entre ellas, hasta que tenga un grado de humedad del 12% aproximadamente ; posteriormente se vuelven a pesar las probetas y se determina nuevamente su volumen por inmersión.

Después se secan las probetas en un horno, de tal modo que el aire circule libremente entre ellas, a una temperatura de 103 ± 2 °C hasta que alcancen un peso aproximadamente constante. Se pesan después del secado y mientras permanecen calientes, se sumergen en un baño de parafina fundida, extrayéndose rápidamente, para conseguir que queden recubiertas por una capa delgada.

El peso volumétrico y la contracción volumétrica se determinan a partir de la probeta secada al horno y con 12% de humedad, con la siguiente fórmula.

$$P_v = P / V$$

P_v : peso volumétrico en g/cm^3 .

P : peso de la probeta en gramos.

V : volumen de la probeta en cm^3

Se debe reportar 3 valores de peso valores de peso volumétrico, tomando el volumen de la probeta en condición de recepción, con 12% de humedad y secada en horno. La contracción volumétrica se calcula con la fórmula siguiente.

$$C_v = 100(V_i - V_f) / (V_i)$$

C_v : Contracción volumétrica en %.

V_i : Volumen de la probeta en condición de recepción en cm^3

V_f : Volumen de la probeta secada al horno, en cm^3

2.4.10 Grado de humedad

La determinación del grado de humedad debe efectuarse de acuerdo al siguiente procedimiento.

En cada prueba de resistencia mecánica se requiere determinar y reportar el grado de humedad, para lo cual, inmediatamente después de efectuar la prueba, se toma una muestra en la zona cercana a la ruptura, de aproximadamente $70cm^3$.

En cuanto se obtiene la muestra se eliminan las astillas y se determina el peso de la misma, con aproximación de $\pm 0.2\%$.

Las muestras se colocan en un horno de modo que el aire caliente circule libremente entre ellas y se secan a una temperatura de $103\pm 2^{\circ}\text{C}$, hasta que alcancen aproximadamente peso constante, después de lo cual se vuelve a determinar su peso con la misma aproximación.

El grado de humedad se calcula con la siguiente fórmula.

$$H = 100(P_h - P_s) / (P_s)$$

H : grado de humedad, en %.

P_h : peso de la muestra en estado húmedo, en g.

P_s : peso de la muestra secada al horno, en g.

3.0 APOYOS INTEGRALES DE NEOPRENO

Los apoyos integrales de neopreno son elementos de formas prismáticas constituidos por una o varias capas de elastómero denominado neopreno y placas de acero intercaladas; se fabrican a partir de la vulcanización del hule con placas de acero intercalado, en moldes bajo presión y calor, para obtener las dimensiones especificadas.

El componente elastomérico usado en la construcción de los apoyos deberá contener solo policloropreno (neopreno) virgen resistente a la cristalización, o polisopreno (hule natural) natural virgen como polímero crudo. Todos los materiales deberán ser nuevos; no se aceptará la incorporación de material reciclado para dar el acabado al producto.

3.1 REQUISITOS QUE DEBE SATISFACER EL NEOPRENO.

El neopreno debe ser resistente a los efectos nocivos del ozono atmosférico y a las temperaturas extremas; no deben aparecer grietas en el elastómero después de ser sometido a la acción del ozono a una concentración de 100 PPCM (partes por cien millones) en volumen, sometiendo el elastómero a un esfuerzo de tensión que produzca un alargamiento de 20% de su longitud inicial y a una temperatura de $38^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 100 horas.

Los apoyos podrán ser fabricados con tres distintos grados de dureza Shore "A": 50, 60 y 70 con una tolerancia de ± 5 , seleccionados de acuerdo con las condiciones climáticas reinantes en la zona donde será empleado; además, el neopreno deberá cumplir con los requisitos de desgarramiento, tensión y alargamiento indicados en la siguiente tabla.

DUREZA SHORE "A" Grado	DESGARRAMIENTO kg/cm ²	TENSION kg/cm ²	ALARGAMIENTO %
50±5	51 mínimo	178 mínima	400 mínimo
60±5	46 mínimo	178 mínima	350 mínimo
70±5	41 mínimo	178 mínima	300 mínimo

El elastómero, después de un envejecimiento acelerado durante 70 horas y a una temperatura de 100°C, no deberá sufrir alteraciones en sus características iniciales superiores a los indicados en la siguiente tabla.

PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO	
Tensión :	15% máximo 40% máximo
Pérdida de resistencia a la ruptura Pérdida de alargamiento a la ruptura	
Dureza :	0 a 15
Shore "A", en grados	

La deformación permanente del neopreno no debe ser mayor del 25% de la deformación original obtenida en la probeta ; el ensaye se realizará bajo una deformación constante y a una temperatura de 70°C, durante 22 horas.

3.2 REQUISITOS QUE DEBEN SATISFACER LAS PLACAS DE ACERO INTERCALADAS EN EL APOYO Y LAS PLACAS DE CARGA.

Las placas de acero intercaladas en el apoyo de neopreno deberán ser de acero suave que cumpla con la norma ASTM A 366 o A 569.

Las placas de acero denominadas de carga deberán satisfacer los requisitos de un acero estructural cuyos valores se indican a continuación.

Prueba de Tensión :	
Esfuerzo máximo.	4 060 a 5 600 kg/cm ²
Límite elástico, mínimo.	2 520 kg/cm ²
Alargamiento en 200mm, mínimo.	20 %
Alargamiento en 50mm, mínimo.	23 %
Doblado	Debe pasar

3.3 REQUISITOS QUE DEBEN SATISFACER LOS APOYOS DE NEOPRENO.

Los apoyos integrales de neopreno deberán cumplir con los requisitos mecánicos en las pruebas de compresibilidad, resistencia a la compresión y compresión combinada con esfuerzo cortante ; además también deberá cumplir con las tolerancias en dimensiones y acabado.

REQUISITOS MECANICOS DE APOYOS INTEGRALES DE NEOPRENO

PRUEBA	REQUISITO
Deformación bajo carga : Para 35 kg/cm ² Para 56 kg/cm ² ó mayor	5 % 8 %
Resistencia a la compresión	6 veces el esfuerzo de proyecto
Compresión combinada con esfuerzo cortante, módulo "G"	±15 % del valor de proyecto

REQUISITOS DIMENSIONALES DE APOYOS INTEGRALES DE NEOPRENO.

DIMENSIONES	TOLERANCIAS
Largo	$\pm 1\%$ dimensión nominal
Ancho	$\pm 1\%$ dimensión nominal
Espesor medio de las capas de neopreno	$\pm 7\%$ espesor nominal
Espesor medio de cada apoyo de neopreno :	
Hasta 13mm	de 0 a 0.8 mm
Mayor de 13 hasta 25mm	de 0 a 1.5 mm
Mayor de 25 hasta 70mm	de 0 a 2.0 mm
Mayor de 70mm	de 0 a 3.0 mm

El factor de forma de las placas de neopreno no deberá ser menor de 5 ni mayor de 12. Adicionalmente en ningún momento la relación de longitud a altura del apoyo deberá ser menor de 3, ni que la relación ancho altura del mismo sea menor que 2.

El espesor del elastómero de recubrimiento de las caras del apoyo no deberá ser mayor de 5mm ni menor de 3mm.

El espesor de las placas de acero no debe ser menor de 2.4mm

Los apoyos no deberán mostrar rajaduras, incrustaciones de material extraño o lajeaduras, ni tener grasa o cualquier otro material que altere sus propiedades mecánicas.

3.4 MUESTREO

3.4.1 MUESTREO DE MATERIAL ELASTOMÉRICO

Se deberán tomar dos muestras por cada lote y por colada de producción, cuyo tamaño debe estar definido de acuerdo con las pruebas que se vayan a realizar.

3.4.2 MUESTREO DE APOYOS DE NEOPRENO

El muestreo de apoyos integrales de neopreno se llevará a cabo de acuerdo con los siguientes criterios.

- 1.- Los apoyos de neopreno de un mismo tamaño y para una misma obra deberán identificarse por lote. Un lote debe contener como mínimo dos apoyos.

- 2.- Los apoyos deberán ser marcados en forma legible y clara, con la marca del fabricante y un número progresivo que identifique el apoyo y el lote.
- 3.- Para lotes con número de apoyo menor o igual a 4, deberá seleccionarse dos apoyos.
- 4.- Para lotes que contengan más de 4 apoyos, el número de muestras será la raíz cuadrada del número de apoyos en el lote.

3.5 PRUEBAS EN EL MATERIAL ELASTOMÉRICO

El elastómero empleado en la construcción de los apoyos de neopreno deberán someterse a las pruebas de tensión y alargamiento, compresión, desgarramiento y envejecimiento acelerado, así como la prueba de la flama y resistencia al ozono.

3.5.1 TENSION Y ALARGAMIENTO

Este procedimiento, se refiere a las determinaciones de resistencia a la tensión, alargamiento y deformación permanente del neopreno efectuadas a la temperatura ambiente.

Para la realización de esta prueba, deberán elaborarse probetas de sección reducida por troquelado. Las probetas troqueladas se prepararán a partir de placas planas y lisas, con espesores uniformes no menor de 1.5 mm ni mayor de 3 mm., las muestras se sujetarán con mordazas cilíndricas en la máquina de ensaye de tal manera que se eviten deslizamientos; previamente se marcará la zona de calibración en la probeta y se aplicará la carga observando el alargamiento y registrando los esfuerzos a la deformación especificada y en el momento de la ruptura. Inmediatamente antes de la ruptura, se determinará el alargamiento.

La determinación del esfuerzo de tensión para un alargamiento especificado, llamado módulo de tensión y del alargamiento a la ruptura, se hará colocando las probetas en las mordazas de la máquina de tal manera que la sujeción sea simétrica para que el esfuerzo sea uniforme en toda la sección transversal de la probeta; para comprobar que la aplicación de esfuerzo es uniforme en la zona de tensión de la probeta, se observa continuamente las marcas de la zona calibrada, en donde puede apreciarse el ensanchamiento uniforme de dichas marcas.

durante la aplicación de la carga deberán registrarse los esfuerzos a la deformación especificada y en el momento de la ruptura, si es posible. Inmediatamente antes de la ruptura, se hará la determinación del alargamiento redondeando al 0.1. El registro del esfuerzo desarrollado al alcanzar el alargamiento especificado y en el momento de la ruptura, deberá hacerse preferentemente con un graficador. En el momento de la ruptura se medirá la distancia entre los centros de los rodillos, con una aproximación de 2.5mm.

3.5.1.1 Deformación permanente por tensión.

Para la determinación de la deformación permanente después de la ruptura, se juntarán las dos partes de la probeta, 10 minutos después de ocurrida la falla. Se medirá la distancia entre las marcas de calibración calculando la deformación permanente con la siguiente formula.

$$D_p = 100 (L_f - L_i) / L_i$$

3.5.2 Compresión

Es el procedimiento para medir la deformación permanente por compresión del neopreno para conocer su capacidad de retener sus propiedades elásticas, después de ser sometidos a la acción prolongada de esfuerzos de compresión. Durante la realización de esta prueba la probeta es sometida a una deformación constante por un tiempo de 22 horas y a una temperatura de 100°C en un ambiente seco.

Se realiza esta prueba colocando las probetas cilíndricas de 12.5mm de diámetro, elaboradas previamente, en el dispositivo integrado por dos o más placas planas de acero con las caras paralelas, entre las que serán comprimidas las probetas. Las barras separadoras, que sirven para limitar el porcentaje de deformación se colocarán a cada lado de las probetas para controlar su espesor, dejando espacio suficiente para la expansión lateral al momento de ser comprimidas. Se aprietan las tuercas del dispositivo de tal modo que las placas se desplacen de manera uniforme, hasta entrar en contacto con los separadores. El porcentaje de deformación inicial será de aproximadamente el 25%.

Una vez colocadas las probetas en el dispositivo se introducen en un horno y se mantienen por un periodo de 22 horas a una temperatura de 100°C.

3.5.2.1 Deformación permanente por compresión.

Terminado el período de calentamiento se retira la probeta del dispositivo, dejándola enfriar sobre una superficie de madera durante 30 minutos.

Se mide el espesor final de la probeta en su parte central, con una aproximación de 0.02 y se calcula el porcentaje de deformación permanente por compresión empleando la siguiente expresión.

$$C = 100(e_o - e_f) / (e_o - e_b)$$

C : es la deformación permanente por compresión expresada como un porcentaje de la deformación original.

e_o : es el espesor orinal de la probeta en mm.

e_f : es el espesor final de la probeta en mm.

e_b : es el espesor de la barra separadora en mm.

El reporte de prueba debe incluir las dimensiones originales de la probeta, el porcentaje de deformación empleado, el espesor de la probeta después de los 30 minutos de haberla sacados del horno y la deformación permanente por compresión.

3.5.3 DESGARRAMIENTO

Este método de prueba mide la resistencia al desgarramiento del neopreno y debe ser empleado únicamente para fines comparativos.

La resistencia al desgarramiento puede ser determinado con cualquiera de los tipos de probetas cuyas características se indican a continuación, así como el tipo de dado que se requiere en cada caso, haciendo la aclaración de que no existe correlación entre los resultados obtenidos.

- a) Probeta de sección variable, con extremos redondeados, ranurada a una profundidad de 0.5mm con navaja y preparada según el dado "A".
- b) Probeta de sección variable, con extremos planos, ranurada con navaja a una profundidad de 0.5mm y preparada según el dado "B".
- c) Probeta con ángulo de 90°, sin ranurar, preparada según el dado "C".

La forma de las probetas deberá ser igual al perfil de los cortadores A, B y C, indicadas en la figura número 6 ; y su espesor será de 1.5 a 3mm.

Las probetas se colocarán en la máquina de ensaye con mordazas del tipo de levas ajustables o del tipo de pinza. Cuando se ensayen probetas del tipo A, deberá tenerse cuidado de que al aplicar la carga los ejes de la probeta, queden alineados en la dirección de aplicación de la carga ; y cuando se ensayen probetas tipo B o C, el agarre de las mordazas deberá coincidir con el centro de las partes planas y quedar alineado con la dirección de aplicación de la carga. La carga se aplicará a una velocidad de 50 cm/minuto.

La resistencia al desgarramiento se obtendrá mediante la siguiente fórmula.

$$R_d = F / e$$

R_d : resistencia al desgarramiento, en kg/cm.

F : carga máxima de desgarramiento, en kg.

e : espesor de la probeta, en cm.

El valor reportado será el promedio de tres probetas de cada muestra. Si cualquiera de los valores obtenidos excede en más del 20% del valor promedio, se ensayarán dos probetas adicionales y se reportará la media de los cinco valores.

3.5.4 ENVEJECIMIENTO ACELERADO

Es la resistencia al deterioro por envejecimiento del neopreno. Esta prueba acelerada se hace únicamente con fines comparativos, ya que no existe correlación exacta entre los resultados de esta prueba y la vida útil del neopreno.

Esta prueba consiste en someter las probetas a una temperatura de 100°C dentro de un horno con circulación de aire y a la presión atmosférica, sin exposición a fuentes de luz ; después se someten a las pruebas de tensión y alargamiento para finalmente calcular el la pérdida de tensión y alargamiento, en porcentaje, que sufren. No deberán someterse a esta prueba las probetas que tengan menos de 24 horas de haber sido vulcanizadas.

El procedimiento inicia colocando probetas para la prueba de tensión y alargamiento, previamente elaborados, dentro del horno con una temperatura de 100°C. Las probetas son mantenidas a esta temperatura durante 70 horas, contado a partir del momento que fueron introducidas las probetas en el horno.

Al cumplirse las 70 horas de envejecimiento, se retiran las probetas del horno y se dejan enfriar a la temperatura ambiente, dejándolas en reposo sobre una superficie plana, por no menos de 16 horas ni más de 96, antes de efectuar la prueba de tensión y alargamiento.

Los resultados de la prueba de tensión y alargamiento después del envejecimiento, será el promedio de los resultados de tres probetas como mínimo ; si cualquiera de los valores de las probetas no cumple con lo especificado, se repetirá la prueba en dos probetas más y el resultado final se considerará como el promedio de las cinco probetas ensayadas.

Todas las probetas ensayadas se someterán a un examen visual y al tacto, registrando sus condiciones de apariencia física.

La disminución de las propiedades elásticas del neopreno envejecido con respecto a las del neopreno original, se calculará, como un porcentaje del cambio sufrido en su resistencia a la tensión y alargamiento a la ruptura, con la fórmula siguiente.

$$P_e = 100 (E - N) / N$$

P_e : disminución del valor de tensión o de alargamiento, en %.

E : valor promedio de resistencia a la tensión o de alargamiento obtenido del neopreno envejecido.

N : valor promedio de resistencia a la tensión o de alargamiento obtenido del neopreno original.

El reporte deberá incluir el porcentaje de cambio a la tensión o al alargamiento a la ruptura, el tiempo de calentamiento y la temperatura de envejecimiento, y las dimensiones de las probetas.

3.5.5 PRUEBAS DE IDENTIFICACIÓN

La identificación del polímero son rápidos y seguros cuando se trata de vulcanizados que contienen un sólo polímero. La mezcla de diversos polímeros causa interferencias que requieren pruebas de confirmación.

La prueba de identificación se lleva a cabo mediante el empleo de reactivos, los cuales se prepararán de la siguiente manera.

3.5.5.1 Reactivo número 1

Disuelva 2 gramos de acetato cúprico y 0.25 gramos de amarillo metanil en 500ml de metanol absoluto. Impregne cuadros de papel filtro con la disolución, seque y corte en tiras. Para preparar la disolución humectante, disuelva 2.5 gramos de dihidrocloruro de benzidina en una mezcla de 500ml de metanol y 500ml de agua. Agregue 10ml de 0.1% solución acuosa de hidroquinona. Almacénese en un frasco oscuro. Puede llegar a formarse un precipitado que no afecta la eficiencia de la disolución. Si ésta se protege del aire y de la luz, puede usarse por varios meses

3.5.5.2 Reactivo número 2

Papeles de prueba de poliisobutileno y solución humectante. Use tiras de papel filtro incoloro. Para preparar la solución humectante agregue 5.0 gramos de óxido mercúrico amarillo a una mezcla de 15ml de ácido sulfúrico ($D = 1.84$) y 80ml de agua ; hierva hasta el punto de ebullición y continúese calentando hasta que se disuelva el óxido ; enfríe y diluya a 100ml con agua destilada.

3.5.5.3 Reactivo número 3

Solución humectante y papeles de prueba de hule estireno. Impréguese cuadros de papel filtro con una solución de 3 gramos de p-dimetilaminobenzaldehido y 0.5 gramos de hidroquinona en 100ml de éter etílico. Séquese y córtese en tiras, estas tiras almacenadas en frascos oscuros mantendrán su estabilidad por varias semanas, pero perderán eficiencia si se dejan en frascos transparentes. Para preparar la disolución humectante, disuelva 30 gramos de ácido tricloroacético en isopropanol y diluya a 100ml con isopropanol. Evítese el contacto con la piel.

3.5.5.4 Procedimiento

Moje una tira de papel de prueba con la solución humectante respectiva y manténgala en una posición paralela como a 5mm arriba de la superficie de un elemento de calentamiento el cual está en contacto con el hule sometido a prueba. El elemento de calentamiento debe estar lo suficientemente caliente para provocar humos de la pirólisis del producto pero no tanto como

para llegar a provocar la ignición del hule. Se debe tener cuidado de obtener un detalle del color en la superficie del papel impregnado que queda del lado de los humos, sin quemar el papel o los materiales impregnantes. Califíquese de acuerdo con la siguiente tabla.

TABLA DE COLORACIONES

Tipo de hule	Prueba número 1	Prueba número 2	Prueba número 3
Neopreno	Rojo-violeta	Incoloro*	Verde
Nitrilo	Verdegris-azul	Café pálido	Amarillo
Neopreno/Nitrilo	Rojo-verde	Café pálido	Verde
poliisobutileno	Incoloro*	Amarillo	Amarillo
		amarillo-verde	Pálido
Hule natural	Incoloro*	Café	Azul
Estireno	Incoloro*	Café	Verde-esmeralda

*Puede llegar a ser un café muy claro más que incoloro

3.5.6 RESISTENCIA AL OZONO

El procedimiento consiste en exponer, dentro de una cámara de acero inoxidable con un volumen de 0.160m³, especímenes de forma trapezoidal de 10cm de base inferior, 5cm de base superior, 13cm de altura, y espesor igual al del elastómero entre las placas de acero, en una cámara con aire ozonizado sometida a una atmósfera de presión y una concentración de 100 PPCM en volumen ; la muestra debe estar sometido a un esfuerzo de tensión o de doblado, que aumente en 20% su longitud, y a una temperatura de 38°C durante 100 horas.

La cámara de ozono debe contar con un generador de ozono localizado exteriormente, capaz de proporcionar y mantener la circulación y temperatura constantes dentro de ella ; además debe estar provisto del dispositivo para medir la concentración de ozono.

Se deben hacer observaciones frecuentes para detectar la aparición de las primeras grietas en la superficie de las muestras, se recomienda que estas observaciones se hagan con una lupa de 7 aumentos.

3.6 PRUEBAS EN APOYOS DE NEOPRENO

3.6.1 VERIFICACIÓN DE LA HORIZONTALIDAD DE LAS PLACAS DE NEOPRENO Y DE LAS DE ACERO

El paralelismo de las placas de acero de refuerzo interno de los apoyos se determina midiendo la base del apoyo hasta la base de cada placa en los 4 puntos correspondientes a las caras laterales del apoyo. La diferencia entre la medición mayor y la menor de las cuatro mediciones deberán ser registradas para cada placa de refuerzo. La suma de estas diferencias correspondiente a cada apoyo no deberá exceder de 25% del espesor efectivo de hule.

3.6.2 DUREZA

La prueba de dureza que se le practica a los apoyos de neopreno es la denominada Shore "A", la cual se realiza mediante la penetración de un punzón de dimensiones especificadas sobre la superficie de una capa de elastómero. El dispositivo de penetración se denomina durómetro, el cual antes de efectuar la prueba debe comprobarse su calibración mediante lecturas hechas sobre una placa patrón de dureza conocida. La superficie en la que se determine la dureza debe ser plana y lisa, sin ondulaciones o rugosidades.

La dureza se determina presionando el punzón del durómetro sobre la superficie del apoyo de neopreno, durante 5 segundos para obtener una lectura. Deben tomarse de entre 5 y 10 lecturas en cada muestra, distribuida uniformemente sobre la superficie, separadas de las orillas del apoyo 1.5 cm como mínimo. Se considera como el valor de dureza Shore "A", el promedio de 5 a 10 lecturas.

3.6.3 COMPRESIBILIDAD

Esta prueba consiste en la determinación de la deformación unitaria de un apoyo integral de neopreno al ser sometido a un esfuerzo unitario de compresión especificado.

Para la realización de esta prueba se requiere una máquina de ensaye de compresión con rótula, en donde se colocará el apoyo entre las platinas de carga ; la máquina debe garantizar la aplicación de carga lenta para el esfuerzo estático de compresión.

Se utilizan por lo menos dos micrómetros o indicadores de carátula, con sensibilidad de 0.01mm, para medir la deformación de proyecto. Se efectúan dos ciclos de carga, aplicando un esfuerzo igual al del proyecto y es en el segundo ciclo donde se deben registrar los datos de la deformación, como porcentaje del espesor efectivo del neopreno, el cual es igual al espesor total del apoyo menos el espesor de las placas de acero y de las placas de neopreno de recubrimiento.

Durante el segundo ciclo de carga, se aplica un esfuerzo inicial de 2 kg/cm² y a partir de este punto se ajustan los micrómetros a cero y se comienza el registro de los valores de deformación hasta alcanzar el valor de la carga de proyecto manteniéndola por espacio de tres segundos. La finalidad de aplicar el esfuerzo inicial es para compensar cualquier irregularidad de la superficie del apoyo.

La deformación unitaria del apoyo de neopreno, en por ciento, se calculará con la siguiente fórmula.

$$d = 100 D / E$$

d : deformación unitaria, en %.

D : deformación del apoyo, en mm.

E : espesor efectivo del neopreno, en mm.

Cuando hay dudas sobre los resultados de la deformación unitaria del apoyo, se trazará la curva completa esfuerzo-deformación para que a través de ésta se dé el dictamen del apoyo en cuestión.

3.6.4 RESISTENCIA MAXIMA A LA COMPRESIÓN

La resistencia máxima a la compresión se realiza aplicando carga al apoyo hasta llevarlo a la falla y si por el tamaño del apoyo o por la capacidad de la máquina esto no fuera posible, se deberá tomar una muestra de 100 x 100mm del mismo, la cual se llevará a la falla.

Los resultados deberán reportarse como resistencia máxima a la compresión, indicando también las dimensiones de la muestra y la carga máxima aplicada ; de preferencia deben elaborarse gráficas esfuerzo-deformación con los resultados obtenidos.

3.6.5 COMPRESION COMBINADA CON ESFUERZO CORTANTE. MODULO "G"

La prueba se realiza empleando dos apoyos y tres placas de acero, arreglados de tal manera que una placa de acero queda entre dos placas de neopreno y las dos placas de acero restantes se colocan en la parte inferior y superior del grupo de los dos apoyos.

Al conjunto de apoyos de neopreno y placas de acero arreglados en forma de emparedados se colocan en la máquina de ensaye y se les aplica una carga constante que genere un esfuerzo de 51 kg/cm² . Posteriormente se aplica por etapas una fuerza horizontal "H" a la placa de acero intermedia, registrando la deformación horizontal correspondiente. Se continúa el ensaye hasta obtener un ángulo de deslizamiento δ , de tal manera que $\delta = 0.9$. La velocidad de aplicación de la carga no deberá exceder de una tonelada por minuto.

En ensaye se efectuará dos veces y el módulo "G" se determinará a partir de la segunda aplicación de carga. Convencionalmente el módulo "G" se determina en el intervalo comprendido entre $\delta = 15^\circ$ y $\delta = 30^\circ$.

El módulo "G" se calculará con las siguientes fórmulas.

$$G = H/(ab \tan \delta)$$

En donde $\tan \delta = U/T$

a : ancho de la probeta, en cm.
b : longitud de la probeta, en cm
H : fuerza horizontal, en kg
U : deformación horizontal, en mm.
T : espesor efectivo del neopreno, en mm.
G : módulo "G", en kg/cm²

La prueba se considera satisfactoria si los valores obtenidos no difieren en más de 15% del valor de proyecto.

4.0 GEOTEXTILES

Los geotextiles son telas que se fabrican con fibras elaboradas a partir de los derivados del petróleo, tales como el polipropileno, poliéster, poliamida y polietileno.

4.1 CLASIFICACIÓN Y USOS

Los geotextiles son textiles en el sentido tradicional de la palabra, aunque en su fabricación se emplean fibras sintéticas, los cuales se clasifican en tejidos y no tejidos.

4.1.1 GEOTEXTILES TEJIDOS

Son aquellos geotextiles que presentan un patrón particular, determinado por la secuencia en la que las fibras se entrelazan en el telar y por la posición de las agujas, dando lugar a los nombres de dirección de máquina (warp direction) o dirección transversal (cross section), pie y trama, en ingeniería textil. Se emplean en cimentación, suelo, roca, tierra o cualquier material geotécnico, como parte integral del producto hecho por el hombre, estructura o sistema

4.1.2 GEOTEXTILES NO TEJIDOS

El proceso de fabricación de los geotextiles no tejidos incluyen cuatro pasos básicos: preparación de la fibra, formación del velo, ligado del velo y el punzonado.

A partir de la materia prima, la cual está compuesto por miles de filamentos con longitud que varía de una a cuatro pulgadas, se inicia el proceso de desgarrado para separar y orientar las fibras hasta alcanzar un aspecto esponjoso.

Una vez preparado el material, se colocan en forma continua sobre una banda transportadora el material de manera uniforme para formar el velo, el cual se realiza en varias capas, dependiendo del espesor del geotextil que desea fabricar.

Finalmente se da el proceso de ligado del velo ya sea por soldado o ligado mediante calor o medios químicos o mecánicos. Entre los procesos más empleados es el mecánico denominado punzonado, el cual se lleva a cabo haciendo pasar el velo a través de una máquina con un grupo de agujas que en la punta llevan un gancho hacia abajo, las cuales mediante el proceso de punzonado entrelazan las fibras.

La tela geotextil que se obtiene mediante este proceso es más fuerte que la que se obtiene con las telas tejidas

4.2 REQUISITOS DE CALIDAD

De acuerdo con el uso al que se destinan y con la finalidad de establecer los requisitos de calidad de los geotextiles, éstos se clasifican en geotextiles para pavimentos, para separar materiales con diferentes granulometrías, para estabilizar, para control de erosión, como barrera temporal en rellenos sanitarios y para drenaje subterráneo.

Los geotextiles deben ser telas elaboradas a base de fibras sintéticas no tejidas y termofijadas, que sean resistentes al ataque químico y al moho, debiendo reunir las siguientes características, de acuerdo con su uso.

Tabla 1.- Requisitos de Propiedades de Resistencia de los Geotextiles

Pruebas	Métodos	Unidades	Clase de Geotextiles ⁽¹⁾					
			Clase 1		Clase 2		Clase 3	
			Elongación <50% ⁽²⁾	Elongación ≥ 50% ⁽²⁾	Elongación <50% ⁽²⁾	Elongación ≥ 50% ⁽²⁾	Elongación <50% ⁽²⁾	Elongación ≥ 50% ⁽²⁾
Resistencia a la ruptura	ASTM D 4632	N	1400	900	1100	700	800	500
Resistencia de la costura	ASTM D 4632	N	1260	810	990	630	720	450
Resistencia al corte	ASTM D 4533	N	500	350	400 ⁽⁴⁾	250	300	180
Resistencia al punzón	ASTM D 4833	N	500	350	400	250	300	180
Resistencia al estallamiento	ASTM D 3786	KPa	3500	1700	2700	1300	2100	950
Permitividad	ASTM D 4491	sec ⁻¹	Requisitos de propiedades mínimas para Permitividad, AOS y – Estabilidad a los Rayos Ultravioletas, basados en el uso de geotextiles Para Drenaje Subterráneo, tabla, para Separación, Tabla 3; para Estabilización, Tabla 4 y para Control Permanente de la Erosión, Tabla 5					
Tamaño aparente de abertura	ASTM D 4751	mm						
Estabilidad a los rayos ultravioletas	ASTM D 4355	%						

Nota de las propiedades de la tabla 1.

1.- La clase requerida de geotextil está designada en las tablas 2, 3, 4 y 5 para la aplicación indicada. La severidad de las condiciones de instalación para la aplicación generalmente dictan la clase requerida de geotextil. La clase 1 está especificada para condiciones más severas o ásperas donde existe un mayor potencial de daño para el geotextil. Y las clases 2 y 3 están especificadas para condiciones menos severas.

2 - Medido de acuerdo con ASTM D-4632.

3 - Cuando se requieren uniones cosidas, consultar el apéndice XX para los requisitos de uniones traslapadas.

4 - La resistencia al corte "Marv" requerida para geotextiles de filamentos continuos tejidos, es de 250 N.

Tabla 2. Requisitos de Propiedades de Geotextiles para Refuerzo de Pavimento.

Pruebas	Método de Prueba	Unidades	Requerimientos
Resistencia a la Ruptura	ASTM d 4632	N	450
Masa por Area Unitaria	ASTM d 3776	gm/m ²	140
Elongacion Ultima	ASTM d 4632	%	≥ 50
Retención de Asfalto ⁽¹⁾	Texas D.O.T. item 3099	l/m ²	(1,2)
Punto de Fusión	ASTM d 276	°C	150

Notas a las Propiedades de la Tabla 7.

1. Asfalto requerido solo para saturar la fibra de pavimentado. La retención del asfalto debe proporcionarse en la certificación del fabricante (referirse a la sección 4). Los valores no indican la velocidad de aplicación del asfalto para la construcción. Refiérase al apéndice titulado guías de construcción/instalación para discusión de la velocidad de aplicación del asfalto.
- 2 la propiedad de retención del asfalto del producto debe reunir el MARV brindado por la certificación del fabricante (referirse a la sección 4).

Tabla 3 Requisitos de Propiedades de Geotextiles para Separación.

Pruebas	Métodos de Prueba	Unidades	Requerimientos
Geotextil Clase 2 de la Tabla 1 ⁽²⁾			
Permitividad	ASTM d 4491	seg ⁻¹	0.02 ⁽²⁾
Tamaño Aparente de Abertura AOS	ASTM d 4751	mm	0.60 del valor máximo promedio del rollo
Estabilidad Ultravioleta (Resistencia Retenida)	ASTM d 4355	%	50 % después de 500 hr de exposición.

Notas a las Propiedades de la Tabla 3.

- 1 Selección estándar del geotextil el ingeniero puede especificar un geotextil clase 3 de a partir de la Tabla 1 basado en uno o mas de los siguientes:
 - a) El ingeniero ha encontrado que la clase 3 de los geotextiles tiene suficiente supervivencia basado en experiencia de campo.
 - b) El ingeniero ha encontrado que los geotextiles clase 3 tienen suficiente supervivencia basado en pruebas de laboratorio e inspección visual de una muestra geotextil removida de una sección de prueba en campo construida bajo condiciones de campo anticipadas.
 - c) El espesor del recubrimiento del agregado de la primera carga sobre el geotextil excede los 300 mm y el diámetro del agregado es menor a 50 mm.
 - c) El espesor del recubrimiento del agregado de la primera carga sobre el geotextil excede los 150 mm y el diámetro del agregado es menor a 30 mm y la presión de contacto del equipo de construcción es menor a 550 kPa
- 2 Valor estándar La permitividad del geotextil debe ser mayor que aquella del suelo $(\Psi_g > \Psi_s)$ El ingeniero puede también requerir la permeabilidad del geotextil mayor que la del suelo $(k_g > k_s)$.

Tabla 4 Requisitos de Propiedades de Geotextiles para Estabilización.

Pruebas	Métodos de Prueba	Unidades	Requerimientos
Geotextil Clase 1 de la Tabla 1 ⁽¹⁾			
Permitividad	ASTM D 4491	seg ⁻¹	0.05 ⁽²⁾
Tamaño Aparente de Abertura AOS	ASTM D 4751	mm	0.43 del valor máximo promedio del rollo
Estabilidad Ultravioleta (Resistencia Retenida)	ASTM D 4355	%	50 % después de 500 hr de exposición.

Notas a las Propiedades de la Tabla 4.

1. Selección estándar del geotextil. el ingeniero puede especificar un geotextil clase 2 o 3 a partir de la tabla 1 basado en lo siguiente:
 - a) El ingeniero ha encontrado que la clase del geotextil tiene una supervivencia basado en la experiencia en campo.
 - b) el ingeniero ha encontrado que la clase del geotextil tiene suficiente supervivencia basado en las pruebas de laboratorio y en la inspección visual de una muestra de geotextil removida de la sección de prueba en campo construido bajo condiciones anticipadas de campo
2. valor estándar la permitividad del geotextil debe ser mayor que aquella del suelo $(\Psi_g > \Psi_s)$. el ingeniero puede también requerir la permeabilidad del geotextil mayor que la del suelo $(k_g > k_s)$

Tabla 5 Requisitos de Propiedades de Geotextiles para Control de Erosión Permanente.

pruebas	Métodos de Prueba	Unidades	Requerimientos		
			Porcentaje In-Situ de Suelo que Pasa la Malla .075 mm (1)		
			< 15	15 a 50	> 50
Geotextiles tejidos de un sólo filamento clase 2 de la tabla 1 ⁽²⁾ El resto de los geotextiles clase 1 de la tabla 1 ^(2,3)					
Permitividad	ASTM d 4491 ⁽⁴⁾	seg ⁻¹	0.7	0.2	0.1
Tamaño Aparente de Abertura AOS	ASTM d 4751 ⁽⁴⁾	mm	0.43 valor máximo promedio del rollo	0.25 valor máximo promedio del rollo	0.22 ⁽⁵⁾ valor máximo promedio del rollo
Estabilidad Ultravioleta (Resistencia Retenida)	ASTM d 4355	%	50 % después de 500 hr de exposición.		

Notas a las Propiedades de la Tabla 5.

- 1 Basado en el análisis del tamaño del grano del suelo in-situ de acuerdo con AASHTO T88.
- 2 Como una guía general la selección estándar del geotextil es apropiada para condiciones de severidad menor o igual que una de las siguientes
 - a) La capa ARMOR de piedra no pese en exceso de 100 kg, la altura de caída de la piedra sea menor a 1 m y que no se requiera de capa de bedding de agregado.
 - b) La capa ARMOR de piedra pese en exceso a 100 kg, la altura de caída de la piedra sea menor a 1 m y que el geotextil este protegido por una capa bedding de agregado de 150 mm de espesor diseñado ser compatible con la capa ARMOR. Aplicaciones más severas requieren un aseguramiento de la supervivencia del geotextil basado en una sección trial de campo y puede requerir un geotextil con propiedades de resistencia mayores.
- 3 El ingeniero puede especificar un geotextil clase 2 de la tabla 1 basado
 - a) el ingeniero ha encontrado que la clase 2 del geotextil de la tabla 1 tiene supervivencia suficiente basado en la experiencia en campo.
 - b) El ingeniero ha encontrado que los geotextiles de la clase 2 tienen suficiente supervivencia basado en las pruebas de laboratorio y en la inspección visual de una muestra de geotextil removida de la sección de prueba en campo construido bajo condiciones anticipadas de campo
 - c) Que la piedra de la capa ARMOR pesa menos de 100 kg, la altura de la caída de la piedra es menos a 1 m y que el geotextil esta protegido por una capa bedding de agregado de 150 mm diseñada para ser compatible con la capa ARMOR
 - d) La piedra de la capa ARMOR no exceda a 100 kg, la piedra este colocada con una altura de caída cero.
- 4 Estos valores de la propiedad de filtración están basados en los tamaños predominantes de partículas del suelo in-situ. Además del valor estándar de la permitividad, el ingeniero puede requerir pruebas de desempeño y/o permeabilidad del geotextil basado en el diseño de ingeniería para los sistemas del control de erosión sobre ambientes de suelos problemáticos.
- 5 El diseño del geotextil del sitio específico debe ser desarrollado especialmente si se encuentran uno o mas de los siguientes ambientes de suelos problemáticos suelos altamente erosionables tales como sedimentos no cohesivos, suelos gap graduado, suelos laminados alternos arena/sedimento, lodos?? dispersos y/o piedra flúor
- 6 para suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor a 7, el valor del rollo máximo promedio del geotextil para un tamaño aparente de abertura es 0.30 mm.

Tabla 6. Requisitos de Propiedades de Geotextiles para Barrera Temporal de Sedimento.

Pruebas	Métodos de Prueba	Unidades	Requerimientos		
			Barrera Sedimentada Soportada	Barrera Sedimentada No Soportada	
				Elongacion del Geotextil $\geq 50\%$ ⁽¹⁾	Elongacion del Geotextil $< 50\%$ ⁽¹⁾
Espaciamiento Máximo de Postes			1.2 m	1.2 m	2 m
Resistencia a la Ruptura en Dirección de Máquina Dirección Transversal de Máquina	ASTM d 4632	N	400	550	550
			400	450	450
Permitividad ⁽¹⁾	ASTM d 4491	seg ⁻¹	0.05	0.05	0.05
Tamaño Aparente de Abertura	ASTM d 4751	mm	0.60 del valor promedio máximo del rollo	0.60 del valor promedio máximo del rollo	0.60 del valor promedio máximo del rollo
Estabilidad ultravioleta (Resistencia Retenida)	ASTM d 4355	%	70% después de 500 hr de exposición	70% después de 500 hr de exposición	

Notas a las Propiedades de la Tabla 6.

- 1 Como se midió de acuerdo con el ASTM d 4632.
- 2 El soporte de la barrera de sedimento deberá consistir de alambre calibre 14 con un espaciamento de malla de 150 mm por 150 mm o malla prefabricada polimérica de longitud equivalente.
- 3 Estos valores estándar de la propiedad de filtración están basados en evidencia empírica con una variedad de sedimentos. Para las áreas ambientalmente sensibles, se debe efectuar una revisión de experiencias previas y/o en sitio o efectuar pruebas del geotextil específicos de la región por una agencia que confirme lo adecuado de estos requerimientos

Tabla 7.- Requerimientos de Geotextiles para Drenaje Subterráneo.

Pruebas	Métodos de Prueba	Unidades	Requerimientos		
			Porcentaje In-Situ de Suelo que Pasa la Malla 0.075 mm (1)		
			< 15	15 a 50	> 50
Geotextiles Clase 2 de la Tabla 1 (2)					
Permitividad (3)(4)	ASTM D 4491	seg ⁻¹	0.5	0.2	0.1
Tamaño de Abertura Aparente AOS (3)(4)	ASTM D 4751	mm	0.43 valor máximo promedio del rollo	0.25 valor máximo promedio del rollo	0.22(5) valor máximo promedio del rollo
Estabilidad Ultravioleta	ASTM D 4355	%	50 % después de 500 hr. de exposición.		

Notas a las Propiedades de la Tabla 2

- 1 Basado en el análisis del tamaño del grano del suelo en sitio de acuerdo con AASHTO t88
2. Selección estándar del geotextil. El ingeniero puede especificar un geotextil clase 3 de la Tabla 1 para usos de drenaje en trinchera basado en una o mas de las siguientes:
 - a) El ingeniero ha encontrado que la clase 3 de los geotextiles tiene suficiente supervivencia basado en experiencia de campo.
 - b) El ingeniero ha encontrado que los geotextiles clase 3 tienen suficiente supervivencia basado en pruebas de laboratorio e inspección visual de una muestra geotextil removida de una sección de prueba en campo construida bajo condiciones de campo anticipadas.
 - c) La profundidad del drenaje subterráneo es menos de 2 metros, el diámetro del agregado del drenaje es menor a 30 mm y el requerimiento de la compactación es igual o menor al 95% de AASHTO 7-99
3. Estos valores estándar de la propiedad de filtración están basados en los tamaños predominantes de partícula del suelo in-situ. Además del valor estándar de la permitividad, el ingeniero puede requerir pruebas de desempeño y/o permeabilidad del geotextil basado en el diseño de la ingeniería para sistemas de drenaje en ambientes de suelo problemáticos
- 4 El diseño del geotextil específico del sitio debe ser desarrollado especialmente si se encuentra uno o mas de los siguientes ambientes de suelo problemáticos, suelos inestables o altamente erosionables tales como sedimentos no cohesivos, suelos de gap graduado; suelos alternos arena/sedimentos laminados, arcillas dispersas y/o piedra flúor.
- 5 Para suelos cohesivos con un índice plástico mayor a 7, el valor del rollo máximo promedio del geotextil para un tamaño aparente de abertura es 0.30mm.

4.3 MUESTREO

4.3.1 Definición de conceptos

Para el muestreo de los geotextiles es necesario establecer la definición de los conceptos de unidad de producción, lote, muestra, muestra de laboratorio y espécimen.

4.3.1.2 Unidad de producción.-

Es la máxima porción de material, fabricada dentro de un período de tiempo determinado empleando materia prima de características similares dentro del proceso, que se prepara para el manejo, almacenamiento y transporte adecuados del mismo ; se le puede denominar, rollo, paquete, paca, etc.

4.3.1.3 Lote

El lote es la denominación que se le da a un grupo de una o más unidades de producción, con características similares tanto de producción como del material constituyente, seleccionadas con fines de almacenamiento, embarque o de muestreo para análisis estadístico.

4.3.1.4 Muestra

Es la porción de material (rollo, paquete, etc.) representativa del lote de procedencia para llevar registros de producción o para obtener muestras de laboratorio.

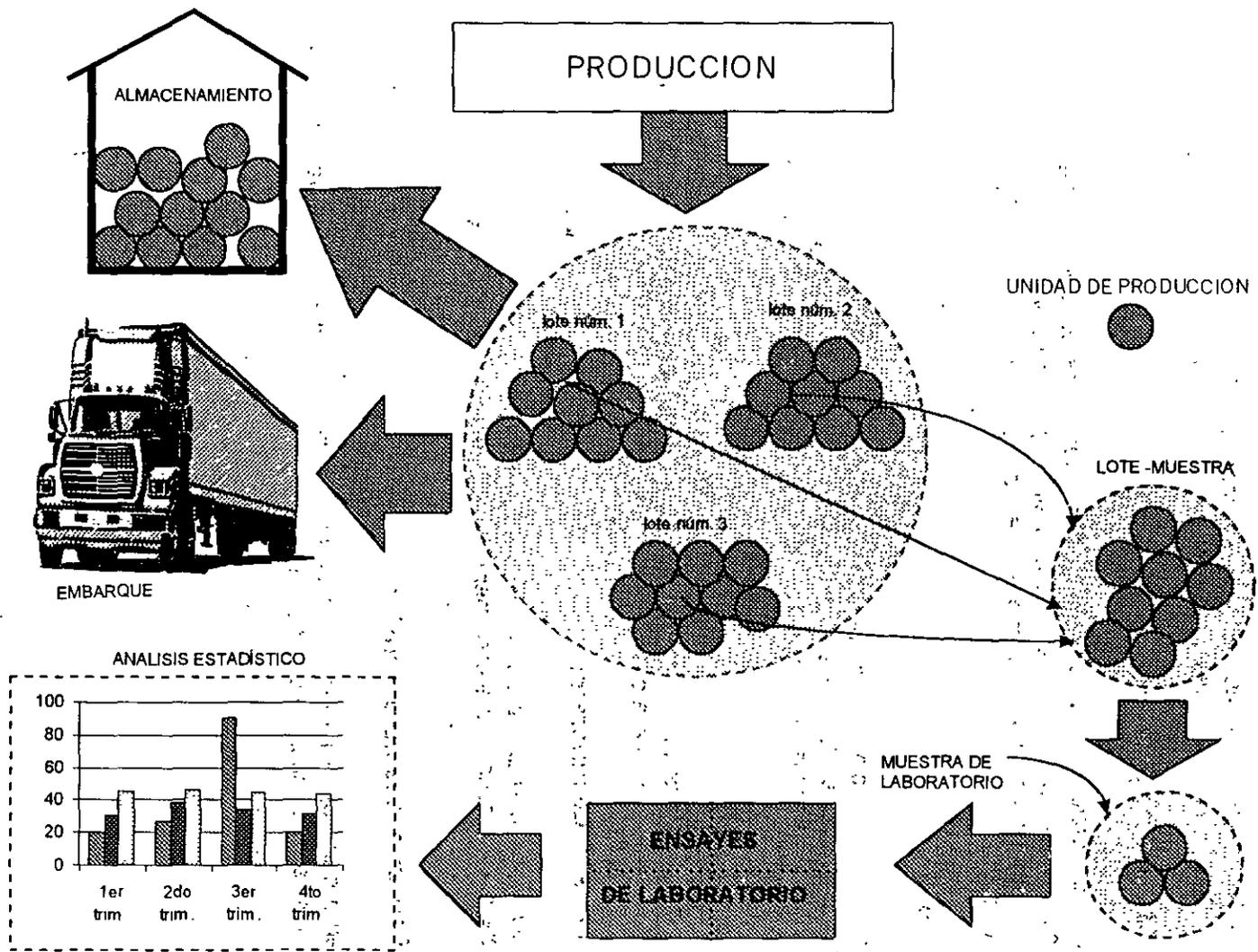
4.3.1.5 Muestra de laboratorio

Es la porción de material representativa de la unidad de producción, rollo, paquete, etc., de procedencia para obtener los especímenes necesarios para la realización de los ensayos de laboratorio.

4.3.1.6 Especímenes de prueba

Se obtienen a partir de la muestra de laboratorio, sobre las que se ejecutan las pruebas para determinar las características específicas del material.

ESQUEMA DE MUESTREO DE GEOTEXTILES



El muestreo del geotextil puede realizarse en diferentes lugares y condiciones, tales como durante la producción, en el almacén de la planta o de la obra y en el momento del embarque o desembarque, para lo cual las unidades de producción, rollos, paquetes, etc., deben estar perfectamente identificadas con la fecha de producción, período, materia prima, espesor, densidad y dimensiones de la unidad de producción.

Si el muestreo se realiza durante la producción, para formar los lotes es necesario conocer la longitud del geotextil que contiene cada rollo, tipo de materia prima empleado, espesor y densidad del producto.

Cuando el muestreo se realiza en el almacén, se debe emplear el registro que se tenga del material, verificando que las unidades de producción estén perfectamente identificados para proceder a formar el o los lotes. En caso de que algunos rollos no estén identificados de acuerdo con lo establecido, éstos deberán ser retirados y no formarán parte del o los lotes por muestrear.

Durante el embarque o recepción del geotextil el muestreo debe realizarse tomando en cuenta la nota de envío o la factura, verificando que físicamente las unidades de producción estén perfectamente identificados.

Independientemente del lugar de muestreo, una vez identificado y clasificado el geotextil, se formarán el o los lotes, con los cuales se formará un lote muestra que a su vez será la fuente para la obtención de las muestras de laboratorio, de donde finalmente se obtendrán los especímenes de prueba.

Para determinar el tamaño del lote muestra o el de muestra para laboratorio se empleará la siguiente tabla

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LOTE MUESTRA Y MUESTRAS DE LABORATORIO

NUMERO DE UNIDADES EN EL LOTE O EN EL LOTE MUESTRA	NÚMERO DE UNIDADES QUE DEBEN SELECCIONARSE
1 a 2	1
3 a 8	2
9 a 27	3
28 a 64	4
65 a 125	5
126 a 216	6
217 a 343	7
344 a 512	8
513 a 729	9
730 a 1000	10

4.4 ENSAYES

4.4.1 Resistencia a la tensión y alargamiento

La resistencia a la tensión se realiza en probetas rectangulares de 100 x 200mm; deben obtenerse dos grupos de probetas uno, con el lado más largo paralelo a la dirección de fabricación y el otro, con el lado más largo perpendicular a la dirección de fabricación. La aplicación de carga debe hacerse con una máquina de desplazamiento de platina constante o con una de deformación constante. El número de especímenes que debe ser ensayado en cada sentido dependerá de la experiencia que tenga el laboratorio que realiza la prueba, para lo cual deberá contar con un valor de coeficiente de variabilidad aceptable, y en caso contrario debe obtenerlo mediante la realización de un número de pruebas suficientes y emplear la siguiente ecuación.

4.4.2 Temperatura de fusión

4.4.3 Retención de asfalto

4.4.4 Resistencia al punzonamiento

4.4.5 Permeabilidad

4.4.6 Resistencia al estallamiento Mullen

4.4.7 Resistencia a la abrasión

4.4.8 Tamaño de abertura aparente, AOS

4.4.9 Resistencia al desgarre trapezoidal

4.4.10 Resistencia de la costura

4.4.11 Resistencia a la exposición de rayos ultravioleta

5.0 BIBLIOGRAFIA

**Especificaciones Generales de Construcción. Parte Novena, Libro Cuarto
Secretaría de Comunicaciones y Transportes. 2ª Edición. México 1977.**

**Normas de Calidad de Calidad de los Materiales. Libro 4.01.01.
Secretaría de Comunicaciones y Transportes. México 1995.**

**Norma Mexicana NMX-B-292-1988
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial**

Especificación Estándar para Geotextiles AASHTO M 288-96

Designación ASTM D 4354 - 84.

Designación ASTM D 4759 - 88.

Designación ASTM D 4873 - 88.