



**CURSO**

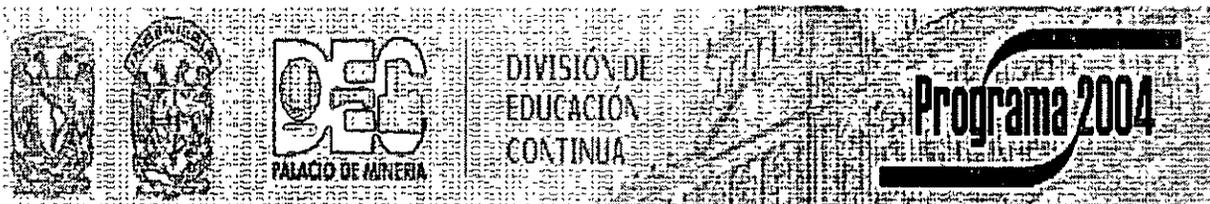
**CA040 RESIDENTE DE CONSTRUCCIÓN**

**TEMA:**

**BITÁCORA DE OBRA**

**EXPOSITOR: ING. ERNESTO MENDOZA SÁNCHEZ**

**PALACIO DE MINERÍA: JUNIO 2004**



# BITÁCORA

## BITÁCORA

Definición: *s.f.* En los buques, armario o caja cilíndrica en que se ponen la brújula, los fanales de alumbrado, etc.

# REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS

2004

## BITÁCORA

**Artículo 93.-** El uso de la bitácora es obligatorio en cada uno de los contratos de obras y servicios; debiendo permanecer en la residencia de obra, a fin de que las consultas requeridas se efectúen en el sitio, sin que la bitácora pueda ser extraída del lugar de los trabajos.

**Artículo 94.-** La bitácora se ajustará a las necesidades de cada dependencia o entidad, y deberá considerar como mínimo lo siguiente:

- I. Las hojas originales y sus copias deben estar siempre foliadas y estar referidas al contrato de que se trate;
- II. Se debe contar con un original para la dependencia o entidad y al menos dos copias, una para el contratista y otra para la residencia de obra o la supervisión;
- III. Las copias deberán ser desprendibles no así las originales, y
- III. El contenido de cada nota deberá precisar, según las circunstancias de cada caso: número, clasificación, fecha, descripción del asunto, y en forma adicional ubicación, causa, solución, prevención, consecuencia económica, responsabilidad si la hubiere, y fecha de atención, así como la referencia, en su caso, a la nota que se contesta.

**Artículo 95.-** Las dependencias y entidades así como el contratista deberán observar las siguientes reglas generales para el uso de la bitácora:

- I. Se deberá iniciar con una nota especial relacionando como mínimo la fecha de apertura, datos generales de las partes involucradas, nombre y firma del personal autorizado, domicilios y teléfonos, datos particulares del contrato y alcances descriptivos de los trabajos y de las características del sitio donde se desarrollarán, así como la inscripción de los documentos que identifiquen oficialmente al personal técnico que estará facultado como representante de la contratante y del contratista, para la utilización de la bitácora, indicando a quién o a quiénes se delega esa facultad;
- II. Todas las notas deberán numerarse en forma seriada y fecharse consecutivamente respetando, sin excepción, el orden establecido;
- III. Las notas o asientos deberán efectuarse claramente, con tinta indeleble, letra de molde legible y sin abreviaturas;
- IV. Cuando se cometa algún error de escritura, de intención o redacción, la nota deberá anularse por quien la emita, abriendo de inmediato otra nota con el número consecutivo que le corresponda y con la descripción correcta;
- V. La nota cuyo original y copias aparezcan con tachaduras y enmendaduras, será nula;
- VI. No se deberá sobreponer ni añadir texto alguno a las notas de bitácora, ni entre renglones, márgenes o cualquier otro sitio, de requerirse, se deberá abrir otra nota haciendo referencia a la de origen;
- VII. Se deberán cancelar los espacios sobrantes de una hoja al completarse el llenado de las mismas;
- VIII. Una vez firmadas las notas de la bitácora, los interesados podrán retirar sus respectivas copias;

- IX. Cuando se requiera, se podrán validar oficios, minutas, memoranda y circulares, refiriéndose al contenido de los mismos, o bien, anexando copias;
- X. El compromiso es de ambas partes y no puede evadirse esta responsabilidad. Asimismo, deberá utilizarse la bitácora para asuntos trascendentes que deriven del objeto de los trabajos en cuestión;
- XI. Todas las notas deberán quedar cerradas y resueltas, o especificarse que su solución será posterior, debiendo en este último caso; relacionar la nota de resolución con la que le dé origen, y
- XII. El cierre de la bitácora, se consignará en una nota que dé por terminados los trabajos.

**Artículo 96.-** Para cada una de las bitácoras se deberá especificar y validar el uso de este instrumento, precisando como mínimo los siguientes aspectos, los cuales deberán asentarse inmediatamente después de la nota de apertura.

- I. Horario en el que se podrá consultar y asentar notas, el que deberá coincidir con las jornadas de trabajo de campo;
- II. Establecer un plazo máximo para la firma de las notas, debiendo acordar las partes que se tendrán por aceptadas vencido el plazo;
- III. Prohibir la modificación de las notas ya firmadas, así sea por el responsable de la anotación original, y
- IV. Regular la autorización y revisión de estimaciones, números generadores, cantidades adicionales o conceptos no previstos en el contrato, así como lo relativo a las normas de seguridad, higiene y protección al ambiente que deban implementarse.

**Artículo 97.-** Por lo que se refiere a contratos de servicios, la bitácora deberá contener como mínimo las modificaciones autorizadas a los alcances del contrato, las ampliaciones o reducciones de los mismos y los resultados de las revisiones que efectúe la dependencia o entidad, así como las solicitudes de información que tenga que hacer el contratista para efectuar las labores encomendadas.

**Artículo 84.-** Las funciones de la residencia de obra serán las siguientes:

V. Dar apertura a la bitácora, la cual quedará bajo su resguardo, y por medio de ella dar las instrucciones pertinentes, y recibir las solicitudes que le formule el contratista.

**Artículo 86.-** Las funciones de la supervisión serán las que a continuación se señalan:

II. Integrar y mantener al corriente el archivo derivado de la realización de los trabajos, el que contendrá, entre otros:

d. Registro y control de la **bitácora**, y las minutas de las juntas de obra;

V. Registro diario **en la bitácora** de los avances y aspectos relevantes durante la obra;

**Artículo 87.-** El superintendente de construcción deberá conocer con amplitud los proyectos, normas de calidad y especificaciones de construcción, catálogo de conceptos o actividades de obra, programas de ejecución y de suministros, incluyendo los planos con sus modificaciones, especificaciones generales y particulares de construcción y normas de calidad, **bitácora**, convenios y demás documentos inherentes, que se generen con motivo de la ejecución de los trabajos.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



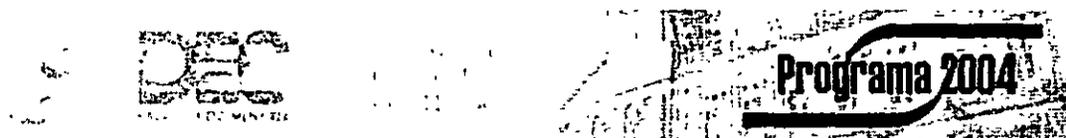
# CA040 RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN

TEMA:

GENERALIDADES IND. DE LA CONSTRUCCIÓN

COORDINADOR: M. EN I. OSCAR MARTÍNEZ JURADO

PALACIO DE MINERÍA: JUNIO 2004



---

**División de Educación Continua**  
**Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.**

**SUPERVISION DE OBRAS**

*Bitácora de Obra*

*Ing. Gilberto E. Hernández Gómez*

Palacio de Minería México, D.F.

Julio de 2003

---

1.-ELEMENTOS DE  
COMUNICACIÓN

OFICIALES

OFICIOS

MINUTAS

BITÁCORA

NO OFICIALES

DIARIO DE OBRA

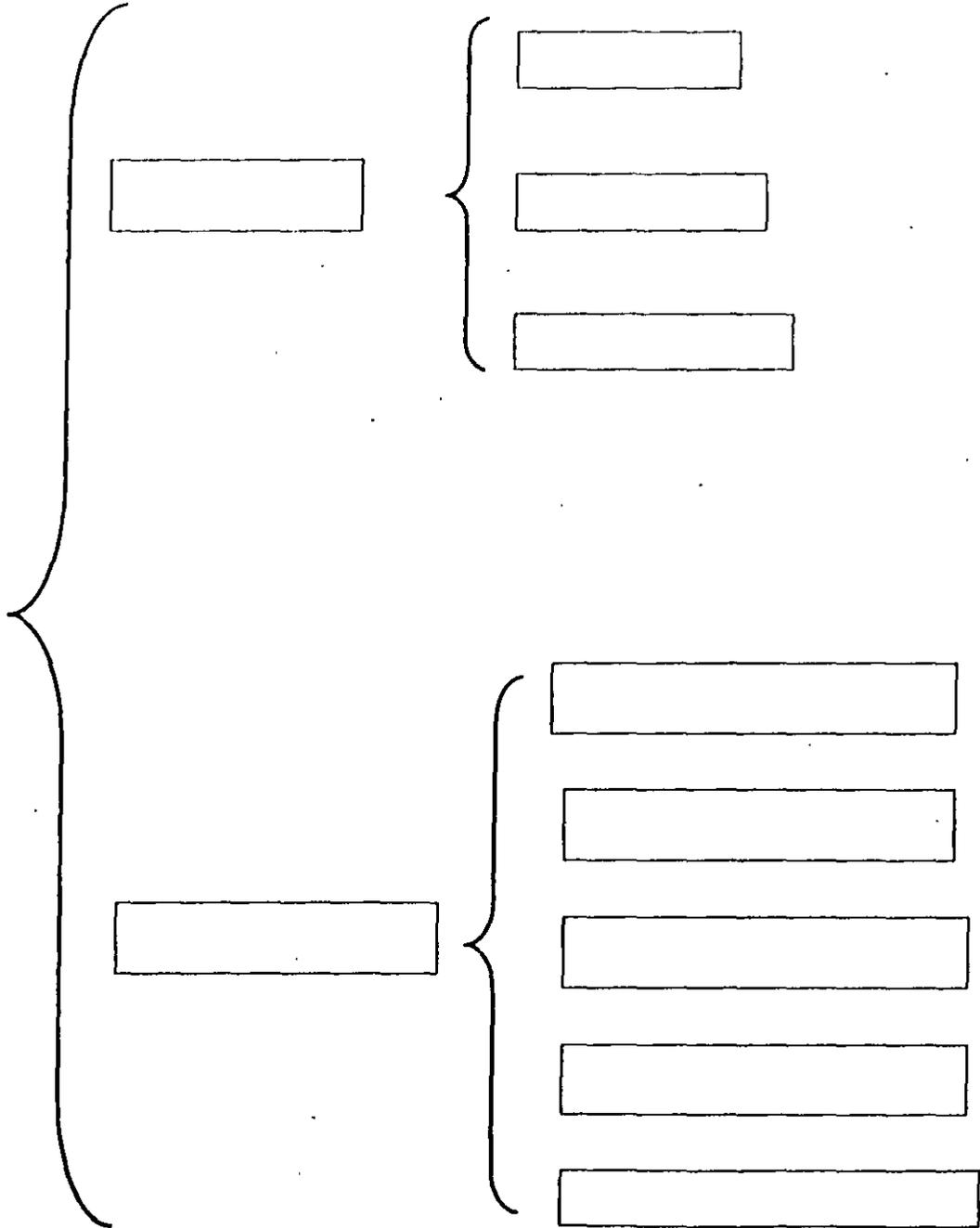
REPORTES

MEMORANDA

INFORMES

CIRCULARES

1.-ELEMENTOS DE COMUNICACIÓN



## 2.- BITÁCORA

FORMA PARTE DEL CONTRATO

FORMA PARTE DEL CONTROL

LA INFORMACIÓN ES HISTÓRICA

DA FE DEL CUMPLIMIENTO

ASIGNA RESPONSABILIDADES

FUNCIÓN DE COMUNICACIÓN

DESCRIBE LOS EVENTOS

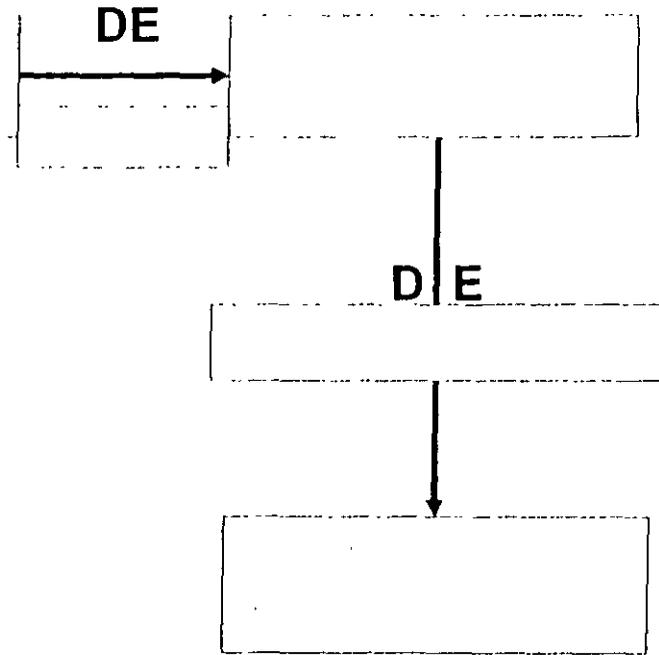
DEFINE CONTROVERSIAS

2.- BITÁCORA

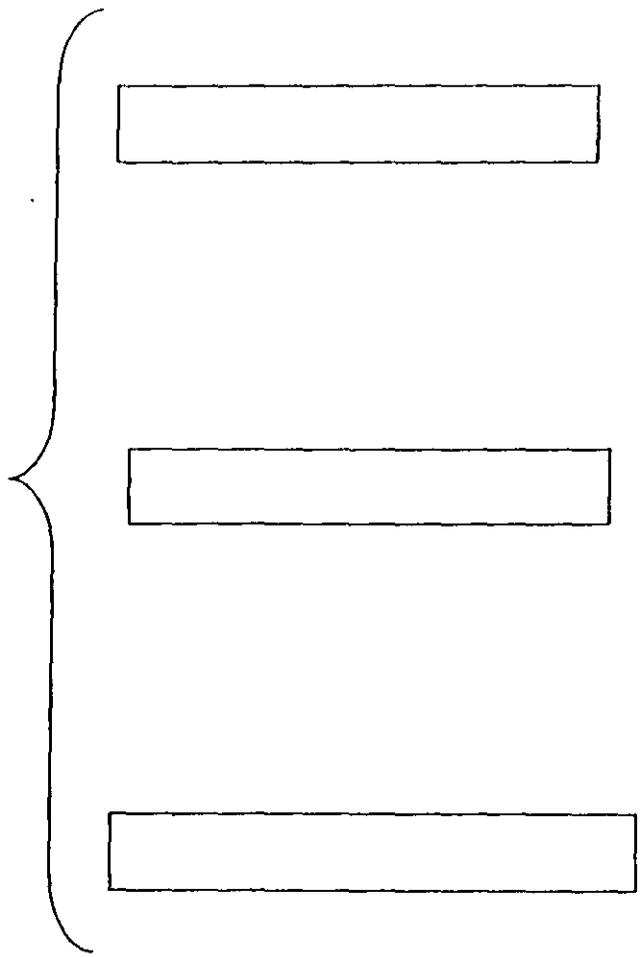
A vertical list of eight empty rectangular boxes, grouped by a large left-facing curly bracket. The boxes are arranged in a column and are intended for recording data or observations.

### **3.- DEFINICIÓN**

**ES EL DOCUMENTO QUE FORMA PARTE DEL SISTEMA DE CONTROL Y DEL DESARROLLO DE LAS OBRAS, SE TRATA DEL DOCUMENTO MÁS IMPORTANTE PARA LA BUENA MARCHA DE LOS TRABAJOS; TIENE EFECTOS TÉCNICOS COMO ADMINISTRATIVOS; POR SU CARACTER OFICIAL, TIENE LEGALIDAD EN CUALQUIER CONFLICTO.**



#### 4.- TIPOS DE BITÁCORAS



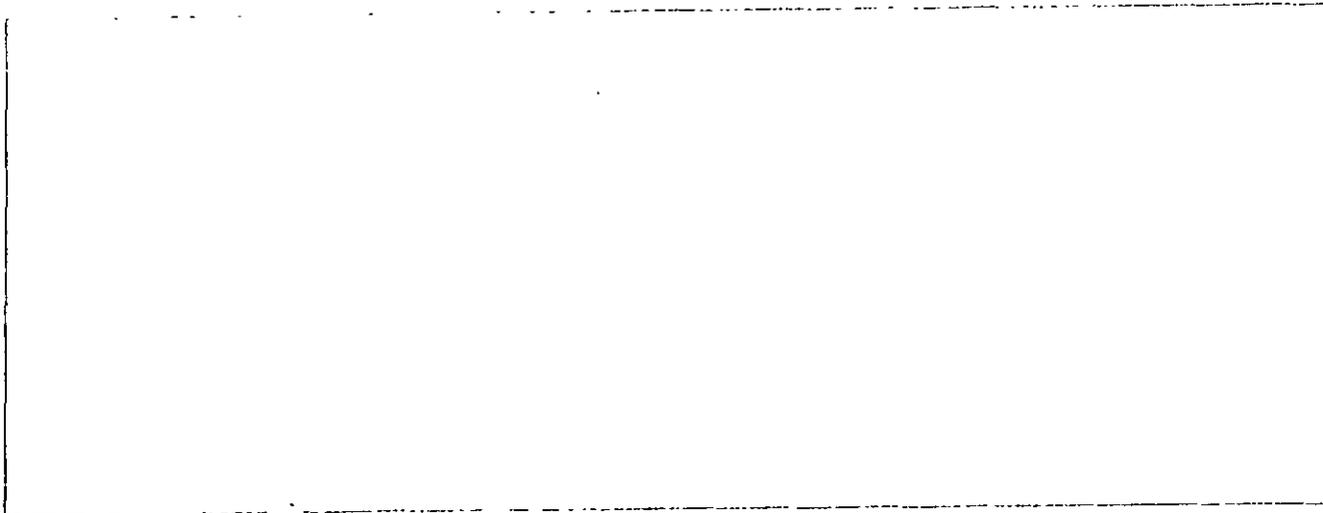
#### 4.- TIPOS DE BITÁCORA

DE DIRECCIÓN

DE OBRA

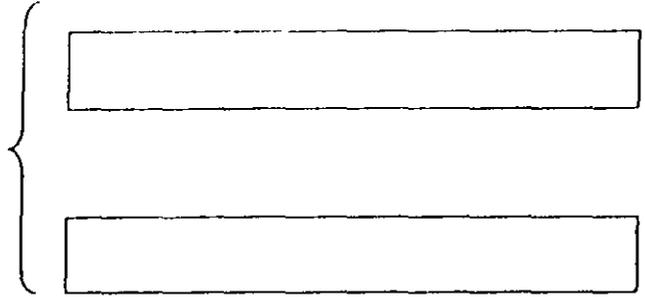
DE RESPONSABLES

### 3.- DEFINICIÓN

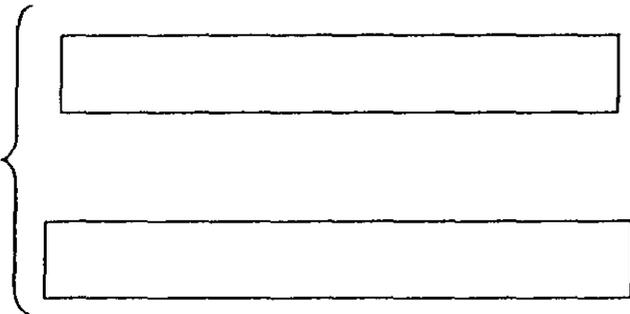




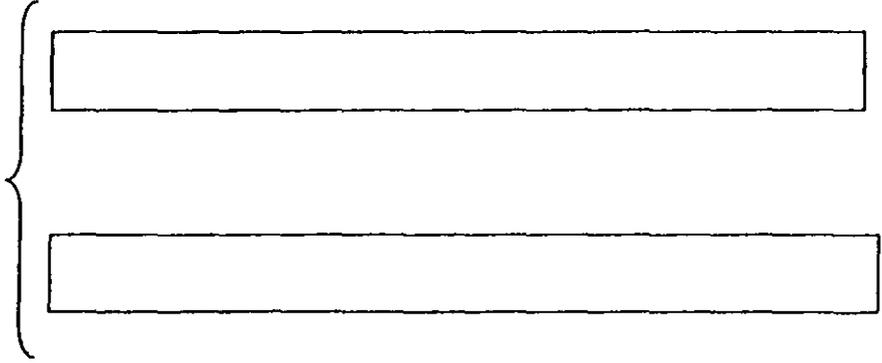
5.- OBJETIVO



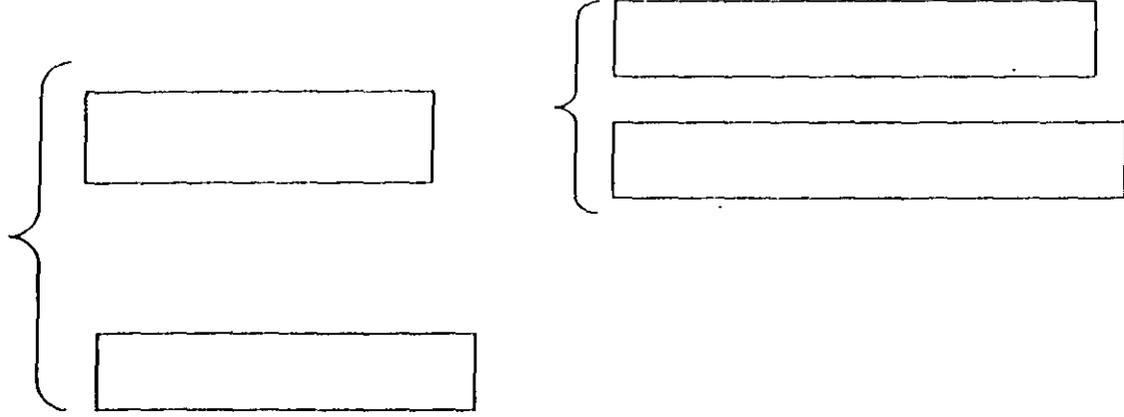
6.- ALCANCES



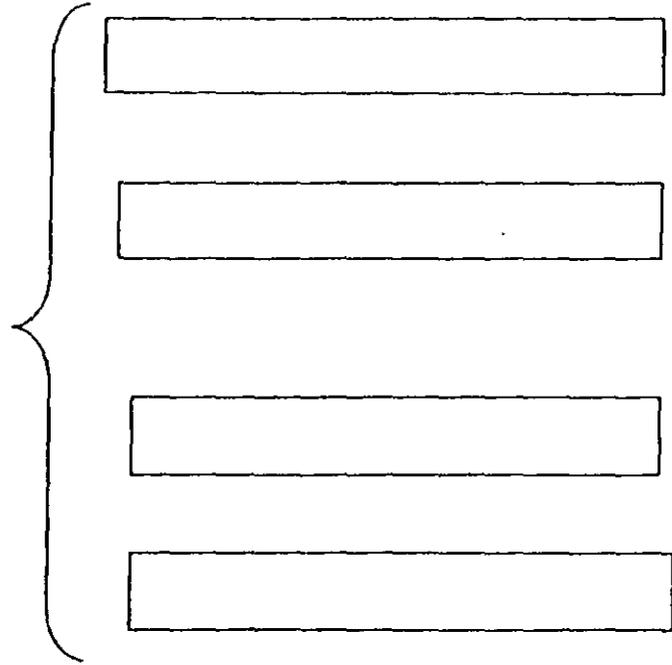
7.- VIGENCIA



8.- FORMATOS



9.-DESCRIPCIÓN



10.- CONDICIONES  
BÁSICAS

A vertical stack of seven empty rectangular boxes, grouped by a large left-facing curly bracket.

11.- INTERPRETACIÓN

A vertical stack of three empty rectangular boxes, grouped by a large left-facing curly bracket.

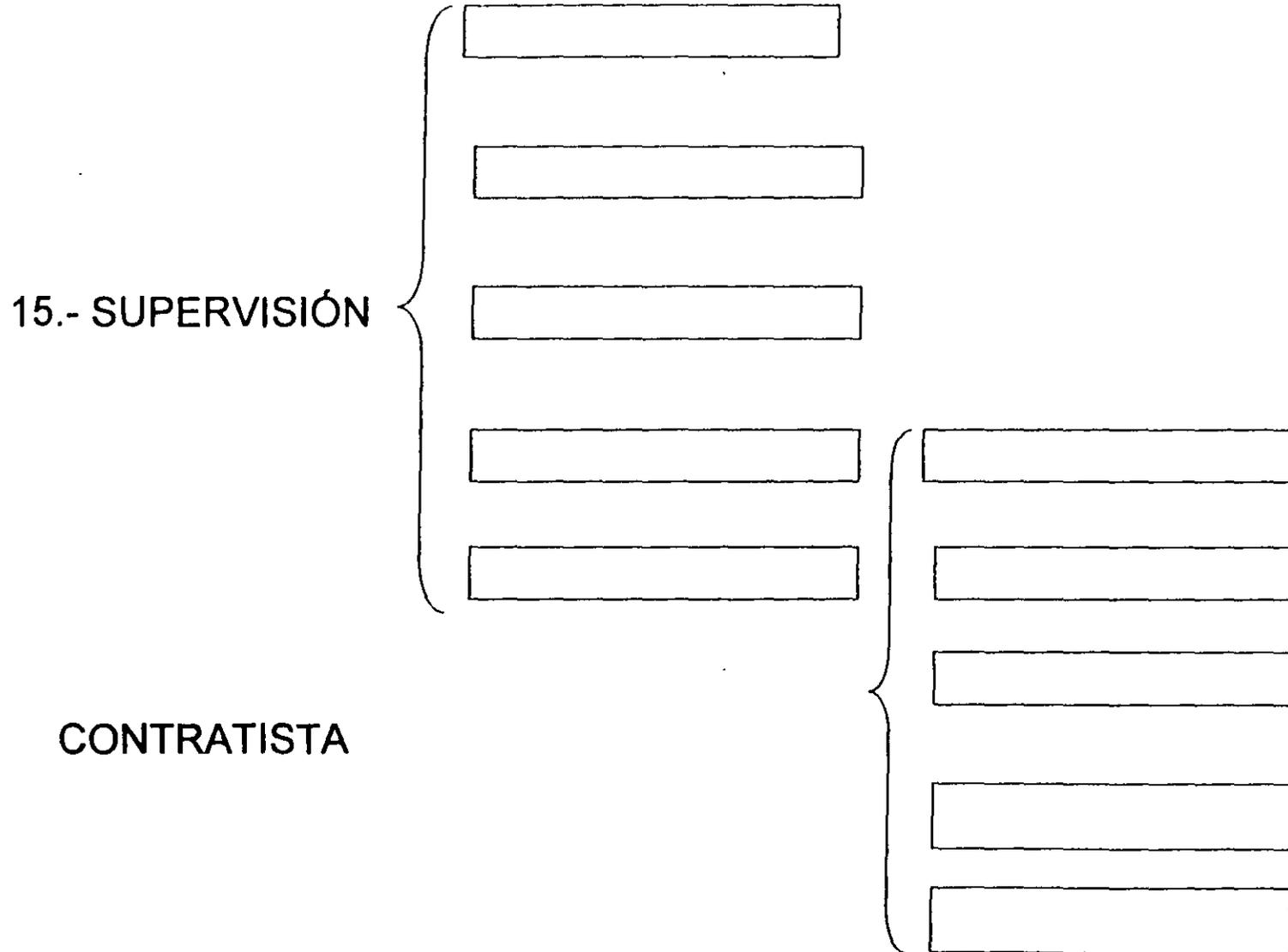
12.- ELEMENTOS

A vertical list of 12 empty rectangular boxes, grouped by a large curly brace on the left side. The boxes are arranged in a single column and are intended for listing 12 elements.

13.- REDACCIÓN

A vertical stack of seven empty rectangular boxes, grouped by a large left-facing curly bracket. The boxes are arranged in a column and are intended for handwritten text.





**Artículo 93.-** El uso de la bitácora es obligatorio en cada uno de los contratos de obra y servicios; debiendo permanecer en la residencia de obra, a fin que las consultas requeridas se efectúen en el sitio, sin que la bitácora pueda ser extraída del lugar de los trabajos.

**Artículo 94.-** La bitácora se ajustará a las necesidades de cada dependencia o entidad, y deberá considerarse como mínimo lo siguiente:

- I. Las hojas originales y sus copias deben estar siempre foliadas y estar referidas al contrato que se trate;
- II. Se debe contar con un original para la dependencia o entidad y al menos dos copias, una para el contratista y otra para la residencia de obra o supervisión;
- III. Las copias deberán ser desprendidas no así las originales, y
- IV. El contenido de cada nota deberá precisar, según las circunstancias de cada caso; Número, clasificación, fecha, descripción del asunto, y en forma adicional ubicación, causa, solución, prevención, consecuencia económica, responsabilidad si la hubiere, y fecha de atención, si como la referencia, en su caso, a la nota que se contesta.

**Artículo 95 -** Las dependencias y entidades así como el contratista deberán observar las siguientes reglas generales para el uso de la bitácora:

- I. Se deberá iniciar con una especial relacionando como mínimo la fecha de apertura, datos generales de las partes involucradas, nombre y firma del personal autorizado, domicilios y teléfonos, datos particulares del contrato y alcances descriptivos de los trabajos y de las características del sitio donde se desarrollarán, así como la inscripción de los documentos que identifiquen oficialmente al personal técnico que está facultado como representante de la contratante y del contratista, para la utilización de la bitácora, indicando a quién o a quienes se delega esa facultad.
- II. Todas las notas deberán numerarse en forma seriada y fechándose consecutivamente respetando, sin excepción, el orden establecido;
- III. Las notas o asientos deberán efectuarse claramente, con tinta indeleble, letra de molde legible y sin abreviaturas;
- IV. Cuando se cometa algún error de escritura, de intención o redacción, la nota deberá anularse por quien la emita, abriendo de inmediato otra nota con el número consecutivo que le corresponda y con la descripción correcta;
- V. La nota cuya original y copias aparezcan con tachaduras y enmendaduras, será nula;
- VI. No se deberá sobreponer ni añadir texto alguno a las notas de bitácora, ni entre renglones, márgenes o cualquier otro sitio, de requerirse deberá abrir otra nota haciendo referencia a la de origen;
- VII. Se deberán cancelar los espacios sobrantes de una hoja al completarse el llenado de las mismas;
- VIII. Una vez firmadas las notas de bitácora, los interesados podrán retirar sus respectivas copias;
- IX. Cuando se requiera, se podrán validar oficios, minutas, memoranda y circulares, refiriéndose al contenido de los mismos, o bien, anexando copias;
- X. El compromiso es de ambas partes y no puede evadirse esta responsabilidad. Asimismo, deberá utilizarse la bitácora para asuntos trascendentes que deriven del objeto de los trabajos en cuestión;
- XI. Todas las notas deberán quedar cerradas y resueltas, o especificarse que su solución será posterior, debiendo en este último caso, relacionar la nota de resolución con la que dé origen, y
- XII. El cierre de la bitácora, se consignará a una nota que dé por terminados los trabajos.

**Artículo 96.-** Para cada una de las bitácoras se deberá especificar y validar el uso de este instrumento, precisando como mínimo los siguientes aspectos, los cuales deberán asentarse inmediatamente después de la nota de apertura.

- I. Horario en el que se podrá consultar y asentar notas, al que deberá coincidir con las jornadas de trabajo de campo;
- II. Establecer un plazo máximo para las firmas de las notas, debiendo acordar las partes que se tendrán por aceptadas vencido el plazo.
- III. Prohibir la modificación de las notas ya firmadas, así sea por el responsable de la anotación original, y
- IV. Regular la autorización y revisión de estimaciones, números generadores, cantidades adicionales o conceptos no previstos en el contrato, así como lo relativo a la seguridad, higiene y protección al medio ambiente que deban implementarse.

**Artículo 97.-** Por lo que se refiere al contrato de servicios, la bitácora deberá contener como mínimo las modificaciones autorizadas a los alcances del contrato, las ampliaciones o reducciones de los mismos y los resultados de las revisiones que efectúe la dependencia o entidad, así como las solicitudes de información que tenga que hacer el contratista para efectuar las labores encomendadas.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



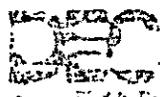
# CA040 RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN

TEMA:

PROCESOS DE CONTROL DE OBRA

COORDINADOR: M. EN I. OSCAR MARTÍNEZ JURADO

PALACIO DE MINERÍA: JUNIO 2004



Programa 2004

## PROCESO DE CONTROL

¿Cómo podemos estar seguros que nuestra planeación funciona y que las decisiones que vamos tomando, derivadas de esta planeación, nos van encaminando al objetivo u objetivos planeados?

Si tenemos que manejar un gran conjunto de variables, estudiar sus relaciones, analizar sus limitaciones y además, hemos hecho a un lado las variables no significativas escogidas a base de criterio, es fácil comprender que no podemos esperar al término de la obra para saber si nuestro objetivo se cumplió o no. Será necesario revisar, a lo largo del proceso, si el objetivo se va cumpliendo, esto puede realizarse comparando a lo largo de la construcción lo realizado con lo planeado, en función de dicho objetivo.

En la práctica, se aceptan tres parámetros básicos a controlar en las obras,

### CALIDAD, COSTO Y TIEMPO.

Estos tres parámetros están relacionados entre sí, de tal manera que la variación de alguno de ellos altera los dos restantes.

Cabe mencionar, por otra parte, que los parámetros enlistados no deben medirse únicamente durante el período de ejecución de la obra, sino planearse para la vida útil de las mismas

### El Proceso de Control contempla tres etapas básicas y una eventual:

a) Establecimiento de Estándares. Es la necesidad de contar con estándares de comparación a los que se refieran los resultados que se obtengan en obra.

No podemos afirmar que un material o un procedimiento constructivo son de mala calidad si no tenemos contra qué compararlos, no podemos concluir, que una obra se está realizando lentamente o aprisa si no tenemos una referencia y, finalmente, no estaremos en posibilidad de determinar si la obra en cuestión está resultando costosa o no, si carecemos de un punto de comparación.

En un marco amplio, podemos identificar los estándares de Calidad contenidos en las Especificaciones de Construcción, el estándar de Costo representado por un Presupuesto y

al estándar de Tiempo asociado a un Programa de Obra,

Al establecer los estándares, deben señalarse en ellos la periodicidad con la que serán comparados, así como las tolerancias o desviaciones que se permitirán para aceptar como buenos los resultados reales obtenidos

b) Verificación o Comparación de lo Real contra lo Estándar. Como el nombre lo dice, consiste en verificar, con datos de campo, que lo real se ajuste a los estándares fijados para la construcción de la obra. Ello implica el establecimiento de una organización que permita obtener, procesar e interpretar la información, y que sea capaz de ejecutar la tercera etapa del control.

c) Acción Correctiva cuando aparezcan Desviaciones. Tomar acciones correctivas cuando los resultados aporten más allá de las desviaciones permitidas.

La aplicación continua del Control, constituye un proceso retroalimentador del Proceso Constructivo, en donde acostumbramos diferenciar los controles que corresponden al tiempo y ejecución llamándolos Control Administrativo, de lo que es el Control de Calidad, en razón primordialmente del manejo que de ellos se lleva en las obras. Existe también una consideración adicional para hacerlo, que es en función del papel que desempeñan los estándares: en el caso de la Calidad, podemos afirmar que, una vez establecido el estándar con sus tolerancias, éste es inmóvil, pues no se podría pensar por ejemplo que si el estándar para la resistencia de un concreto se fijó en 250 kg/cm<sup>2</sup>, pudiera modificarse durante el desarrollo de la obra a 200 kg/cm<sup>2</sup>, por el hecho que de este último orden se están obteniendo las resistencias en campo, pues se pondría en peligro la estabilidad de la estructura donde se usará el material. En cambio, en los casos del Presupuesto y Programa de Obra por razón de la naturaleza de las variables que encierran y que se deben controlar, si es posible aceptar una o varias modificaciones del estándar original a lo largo de la ejecución de la obra.

d) Mejoramiento de los Estándares. De manera eventual puede darse esta etapa más en el mecanismo de Control.

En el caso de la Calidad, debido al desarrollo de nuevas tecnologías, equipos de construcción más evolucionados o mejor conocimiento del comportamiento de los materiales, y en el caso de Costo y Tiempo, debido sobre todo a la experiencia así como al desarrollo

de algoritmos y al empleo de la computadora en el análisis de mayor número de datos y alternativas

## CONTROL DE CALIDAD

Evidentemente, las normas más acuciosas de proyecto y de construcción más ambiciosas y costosas no bastan para garantizar la existencia de una obra de ingeniería útil, económica y duradera. Entre el proyecto y la obra o entre la construcción y la obra existen todo un conjunto de pasos y criterios que será preciso garantizar para llegar a un buen resultado. Un criterio simplista podría expresar este nexo como la simple necesidad de hacer las cosas "bien", pero naturalmente, esto no basta

Controlar idealmente cada paso conduce a un perfeccionamiento rígido, incompatible con las realidades de la construcción. Definir los puntos vitales y ejercer en ellos una vigilancia razonable y científica, ese parece ser el secreto de un control exitoso

El grado de perfección o cuidado con que se ejecute cada acción podrá y deberá ser diferente; en algunas, casi se admitirá el descuido o la improvisación, con tal de obtener en otras la plena garantía de una calidad que conduzca a la del conjunto

Un aspecto importante en la planeación de un programa de control es la definición previa del nivel de calidad requerido en la construcción. En su planteamiento más simple este nivel puede definirse formulando tres preguntas fundamentales:

- ¿Qué se desea?

- ¿Cómo puede ordenarse y programarse la actividad que conduzca al logro de tal deseo?

- ¿Cómo determinar que se ha alcanzado lo que se deseaba?

Otro aspecto importante al contemplar las características de un programa de control de calidad, es que en realidad no debe afectar sólo a la construcción, sino que debe contemplar muy de cerca la futura conservación. La institución responsable del control tiene que procurar perfeccionar continuamente los resultados de sus niveles y métodos de control, a la luz de los costos

y necesidades de la conservación de sus obras.

Un aspecto fundamental en la definición de un programa de control también es el conjunto de especificaciones de construcción que se manejen, pues ellas fijan de un modo u otro muchas de las metas por lograr, muchas de las ordenanzas y programas que conducen a la consecución de los logros deseados y muchos de los métodos para determinar si se ha alcanzado lo que se desea. Es decir, las especificaciones manejadas por una institución influyen y gobiernan en gran medida a las tres preguntas básicas que anteriormente se formularon como el fundamento último de la filosofía del control.

Una condición básica de un conjunto de especificaciones es contener tolerancias apropiadas, cuya fijación depende de un conocimiento completo de los factores que contribuyen a las variaciones de los diferentes conceptos. Debe existir una valuación de las consecuencias de exceder tales tolerancias. Puede ayudar el establecer una clasificación de lo crítico que pueden resultar las desviaciones y defectos que puedan presentarse; una clasificación de tales conceptos podría ser, por ejemplo, la que se menciona a continuación:

<u>Crítico:</u>	El defecto que puede hacer al concepto muy peligroso, de no corregirse.
<u>Importante:</u>	El defecto que puede afectar al comportamiento en forma seria.
<u>Poco importante:</u>	El defecto que puede afectar al comportamiento en forma poco seria.
<u>De contrato:</u>	La transgresión del contrato que no tendrá consecuencias de importancia.

En el caso de productos que son mezcla de otros, las especificaciones deben permitir reconocer con facilidad cual es el componente responsable de las principales características que puede exhibir la muestra.

Otro aspecto importante de todo programa de control de calidad lo constituye el conjunto de pruebas de laboratorio, que proporciona lo que pudiera considerarse la base metodológica y técnica del programa.

Las Pruebas de Laboratorio con fines de Control deben de cumplir algunas características, fáciles de comprender:

- Estar dirigidas a la comprobación de las características esenciales
- Ser sencillas y rigurosamente estandarizadas
- Ser rápidas en su realización
- Ser de fácil interpretación
- Requerir equipos económicos, fáciles de corregir, calibrar y de manejo simple.

Sólo así se podrán tener resultados confiables en los laboratorios de pie de obra, que son los que han de realizar el control, sin interferir o frenar los programas de construcción.

Un defecto común en los programas de control de calidad, tal como se aplican algunas veces, es el ejercer la actividad después de ejecutada la obra objeto del control. Este orden de realizaciones conduce al planteamiento de situaciones de hecho consumado, en las que el especialista de control no tiene ya disyuntiva que la aceptación de la obra defectuosa o su rechazo, que siempre produce trastornos de tiempo y dinero y contra el cual suelen coincidir fuertes presiones, no todas mal intencionadas.

Al contemplar las consideraciones anteriores deben tenerse en cuenta algunos hechos comunes, de los que difícilmente se descargará cualquier gran institución constructora. Parece inevitable un cierto enfrentamiento entre el personal de proyecto y el de construcción; aparentemente la actividad de ambos grupos tiene metas algo diversas en el fondo, pues mientras el grupo de proyecto busca calidad y puede caer en el perfeccionismo, el de construcción busca expeditividad, cumplimiento de programas y podrá caer en el apresuramiento. El grupo de conservación también tenderá a ser antagónico en algo a los otros dos, pues heredará los errores o deficiencias de ambos. Naturalmente que estos diversos puntos de vista no tienen porque derivar a conflictos personales; son simplemente énfasis de posición que resultan una consecuencia lógica, inevitable y probablemente no desfavorable de las respectivas responsabilidades de los diferentes grupos de trabajo. El control de calidad debe moverse en el medio de todos estos equipos de trabajo, sin ligarse a ninguno administrativa o jerárquicamente para conservar una posición que le permita ejercer un juicio independiente y, frecuentemente, un arbitraje de enorme utilidad para

orientar los criterios de quienes han de dirigir toda la labor desde las posiciones más altas

Parece fuera de duda que la más segura norma de conducta de un grupo de control que aspire al éxito a largo plazo es el espíritu de equipo y la conciencia del servicio común.

COMO RESUMEN DE TODAS LAS CONSIDERACIONES ANTERIORES, PARECE QUE EL CONJUNTO DE CAULIDADES QUE PUEDE EXIGIRSE AL CONTROL DE CALIDAD SON LAS SIGUIENTES.

- 1.- Ser capaz de distinguir las desviaciones y deficiencias significativas, separando las características esenciales de la obra de las accesorias. Esto obligará a un control flexible y diversificado, adaptado a cada obra
- 2.- Ser capaz de diferenciar las desviaciones o deficiencias inherentes a problemas de obra, de las emanantes de particularidades del muestreo o de la ejecución de pruebas de laboratorio.
- 3.- Ser capaz de ejercer oportuna vigilancia sobre los materiales que vayan a usarse, garantizando un comportamiento adecuado de los que se seleccionen para cierto fin. En una situación idónea, parece conveniente que este aspecto del control sea cubierto por la empresa contratista a cargo de la obra. Además, ser capaz de establecer normas claras y seguras para la aceptación o el rechazo de trabajos parciales correspondientes a diferentes etapas de la obra, quedando el ejercicio de estas facultades a la parte contratante de la misma.

### CONTROL ADMINISTRATIVO

El controlar adecuadamente el Costo y Tiempo de ejecución de una obra, permitirá corregir oportunamente desviaciones que, de no hacerlo, pondrían en riesgo el cumplir con las metas fijadas

#### a) Control de Tiempo.

Nuevamente, haciendo referencia a las etapas ya descritas, el establecimiento de los estándares de tiempo, provienen del análisis, tan detallado como sea posible, de cada una de las actividades que componen un Procedimiento Constructivo, su interrelación y el rendimiento de los

recursos: obra de mano y equipo, asignados para ejecutarlas. El procesamiento de esta información da como resultado lo que se conoce como Programa de Obra, en el cual se muestra gráficamente la duración de todas y cada una de las actividades en que convencionalmente se ha dividido la obra para su análisis. El medio más común para hacer esto es por medio de un diagrama de barras o de Gantt.

A partir del Programa de Obra, pueden seleccionarse los estándares de comparación pudiendo ser el propio Programa General de Obra un estándar contra el cual comparar el avance real registrado en campo.

En el caso particular de cada una de las actividades, su duración se calcula en función del volumen de obra por ejecutar de acuerdo al proyecto, y del rendimiento, entendido como cantidad de obra ejecutada entre la unidad de tiempo seleccionada, que el personal o el equipo encargado de determinada tarea es capaz de ejecutar. Otros estándares lo serían los rendimientos esperados en cada una de las actividades, ya sea que se ejecuten manual o mecánicamente.

Una vez establecidos los estándares, de acuerdo a la periodicidad requerida por los diferentes niveles jerárquicos de una organización, generaremos reportes conteniendo los rendimientos reales obtenidos en la obra, e importantemente, señalando las causas del retraso en las actividades que lo tengan.

La acción correctiva estará encaminada a corregir las Variables Controlables como pueden ser: incrementar el número de trabajadores en uno o varios frentes de trabajo, asignar personal mejor calificado, cambiar el tipo de maquinaria que se este empleando, modificar el Procedimiento Constructivo, etc.

El mejoramiento de los estándares de comparación en este caso, se logra en base a considerar las condiciones reales que se presentarán en campo, el clima, el grado real de dificultad en la obra, así como a un análisis meticoloso del proyecto por construir, entre otras medidas.

#### b) Control de Costos.

Un alto número de las obras que se ejecutan en nuestro país, se contratan bajo el sistema de precios unitarios, aplicados a los diversos conceptos y cantidades de obra para conformar un Presupuesto cuyos encabezados son: Concepto, Unidad, Cantidad, Precio Unitario e Importe.

El precio unitario a su vez, está integrado por los costos correspondientes a obra de mano,

materiales, herramienta y maquinaria, conformando en conjunto el Costo Directo; los costos de administración, fianzas, seguros e imprevistos conforman el Costo Indirecto, el Costo de Financiamiento y la Utilidad que el constructor percibe a cambio de su trabajo.

Los precios unitarios, y cada uno de los elementos que lo integran son, en los costos, estándares de comparación. Asimismo, los rendimientos que como ya se comentó sirven de base para controlar el tiempo de ejecución, tienen evidentemente una relación directa con el costo.

El Presupuesto en sí, asociado al Programa de Obra, puede hacer las veces de estándar global de comparación a través de su representación gráfica ó de un flujo de caja, también llamado relación egresos-ingresos o cash flow.

Por otra parte, si por medio del Control de Costos se detectan desviaciones importantes, habrá que buscar la causa y corregirla de inmediato: salarios del personal más altos que los supuestos, rendimientos más bajos, costos de adquisición de los materiales por encima de lo presupuestado, consumos o desperdicios mayores a los normales, rentas del equipo superiores a los previstos, rendimientos inferiores, costos de administración muy altos, costo de financiamiento elevado, etc.

En un ambiente inflacionario, el Control de Costos reviste especial importancia para el constructor, entre otras razones porque el poder adquisitivo de la moneda cambia rápidamente, lo cual ha hecho que se desarrollen disciplinas como la Ingeniería de Costos y la Ingeniería Financiera.

## COMPRESION DE REDES

La compresión de redes es el proceso de acortar el tiempo de duración de un proyecto, determinado por el método de la ruta crítica.

El costo directo se forma de la suma de los costos de materiales, mano de obra y de maquinaria y el costo indirecto es una función directa del tiempo de duración del proyecto.

Cuando la duración de un proyecto se acorta, el costo aumenta, si la parte del costo asociada a los recursos aumenta más que lo que se disminuye la asociada con el tiempo. Si la duración del proyecto aumenta, también puede ocurrir que el costo aumente, si la parte del costo asociada con el tiempo crece más que lo que se disminuye la parte asociada a los recursos. También, cuando el control del proyecto es deficiente pueden aumentarse los costos considerablemente por efecto de recursos que no se utilizan adecuadamente.

Cuando una actividad se ejecuta en un tiempo normal, se dice que dicha actividad tuvo una duración normal. En cambio, cuando la duración de una actividad se acorta hasta su duración límite, se dice que esa actividad tiene una duración de premura.

La duración de premura se obtiene de igual manera que la duración normal, o sea, volumen/rendimiento, pero con la utilización de un mayor número de recursos que aunque aumentan la producción, el rendimiento de cada máquina o el del personal, disminuye, por lo que aumenta el costo.

El gasto que nos cuesta reducir una actividad por cada unidad de tiempo, una vez conocidas las duraciones y costos normales y de premura, se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{Costo por unidad de tiempo acortada} = \frac{\text{Costo de premura} - \text{Costo normal}}{\text{Duración normal} - \text{Duración de premura}}$$

### Procedimiento para la compresión

Las compresiones las haremos directamente en nuestra red o diagrama, y si queremos acortar nuestro proyecto en un día o más, lo haremos en la ruta crítica y dentro de ésta escogeremos la actividad de menor costo por día acortado.

Para reducir el proceso se escogen actividades de la ruta crítica debido a que no tienen holgura y cualquier reducción de tiempo en alguna de esas actividades se refleja en la duración total del proyecto.

Hay que tener cuidado de que al comprimir una actividad no vaya a desaparecer la ruta crítica original. En el proceso de compresión pueden producirse varias rutas críticas.

Si queremos acortar más tiempo el proyecto y ya tenemos la ruta crítica original y otra más formada por la última compresión, la siguiente reducción deberá hacerse simultáneamente y por el mismo número de días en actividades de ambas rutas críticas.

Una actividad no se puede acortar más allá de su duración límite o de premura.

*Ing. Oscar E. Martínez Jurado*

Al comprimir una actividad, el nuevo costo del proyecto se determina:

$$\text{COSTO } n = \text{COSTO } n-1 + \text{COSTO/día } n \times \text{No. días acortados}$$

Cuando se desea realizar un proceso productivo en el menor tiempo posible, es común efectuar todas las actividades del proceso en el menor tiempo posible, es decir, en condiciones límites. Esta manera de proceder conduce a un incremento innecesario del costo del proceso; - pues como se ha visto deben acelerarse las actividades que producen acortamientos de tiempo. Hay actividades que no es útil acortar pero que de hacerlo incrementan el costo.

En base a lo anterior, podemos decir lo siguiente:

- La duración mínima de un proceso productivo, resulta cuando todas las actividades en la o las RUTA(S) CRITICA(S) tienen duraciones de premura.
- Existe una infinidad de combinaciones de las duraciones de las actividades de un proceso, para las cuales la duración de éste es la mínima.
- El costo máximo de ejecución de un proceso cuando la duración de éste es la mínima, resulta de efectuar todas las actividades en condiciones límites de premura.
- Las duraciones posibles de proceso se encuentran entre la duración mínima y la duración normal.

Para la explicación del proceso, proponemos el siguiente ejemplo. Supongamos que tenemos un proyecto representado por el siguiente diagrama:

DIAGRAMA DE FLECHAS

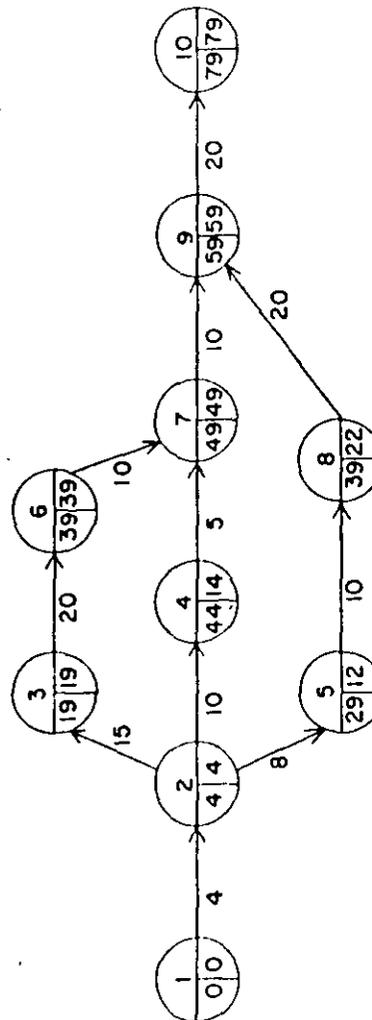


TABLA DE DURACIONES Y COSTOS

Actividad	Dn	Dp	Cn	Cp	Pesos/día
1-2	4	2	100	400	150
2-3	15	10	50	150	20
2-4	10	5	20	100	16
2-5	8	5	20	80	20
3-6	20	10	30	150	12
4-7	5	3	15	105	45
5-8	10	5	5	20	3
6-7	10	5	10	30	4
7-9	10	5	300	700	80
8-9	20	10	200	500	30
9-10	20	10	100	300	20
SUMAS			850	2535	

n=normal

p=premura

Costo para terminar la obra en condiciones normales de 79 días :

$$C_n = \$ 850.00$$

La suma de los costos de premura de todas las actividades constituye el costo de ruptura :

$$C_r = \$ 2 535.00$$

Necesitamos acortar nuestro proyecto 30 días por necesidades del cliente, por lo tanto escogemos una de las -

actividades críticas que salga más bajo su costo por acortar un día, por ejemplo la actividad 6-7.

Si acortamos la actividad 6-7 en un día nuestro costo aumentaría :

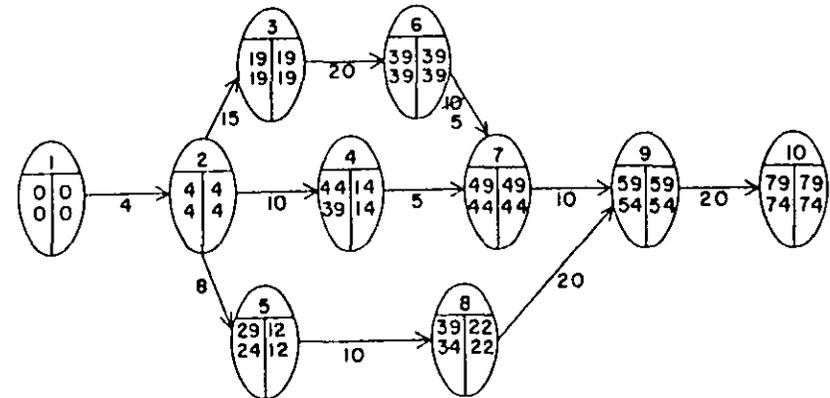
$$C = 850.00 + 4.00 \times 1 = \$ 854.00$$

la compresión.- Si la actividad 6-7 la acortamos a su límite, o sea, cinco días :

$$\text{Costo del proyecto} = 850.00 + 4.00 \times 5 = \$ 870.00$$

Esta actividad ya no podemos acortarla más pues ya llegó a su duración de premura.

La compresión la representaremos en el diagrama de flechas de la siguiente manera :



Por lo tanto, con cinco compresiones llegamos al tiempo que necesitábamos. La compresión de la red se ha terminado, según se ha pedido, y el diagrama final que ha quedado es :

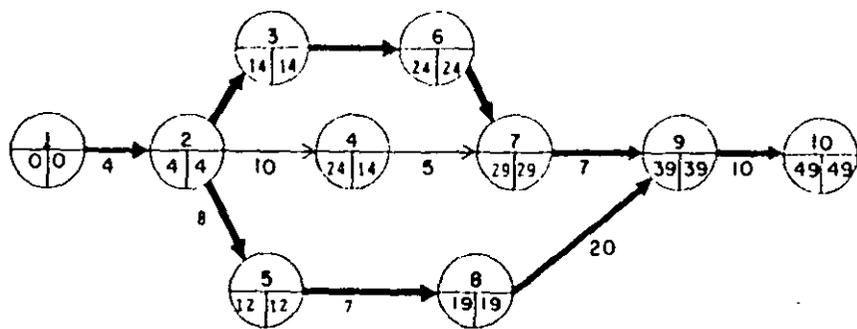


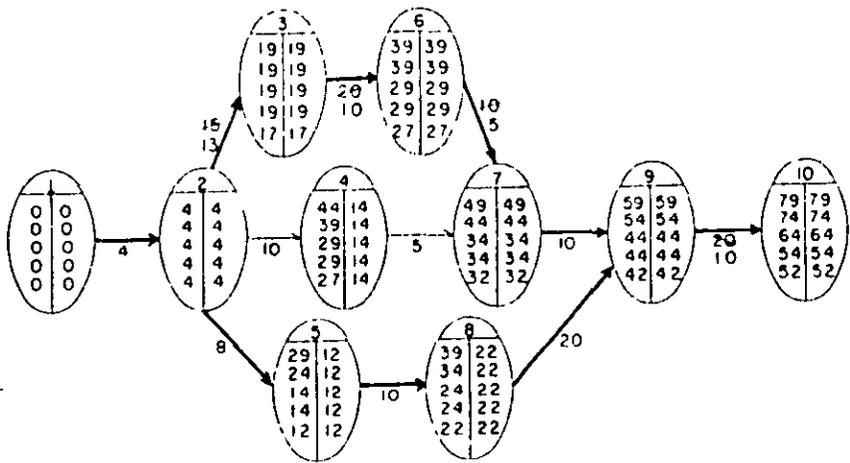
TABLA DE COMPRESIONES

Actividades	Compresiones	Operaciones	Costo Total	Duración acortada
6-7	1a. 5 días	$850+4 \times 5$	870	$79-5 = 74$
3-6	2a. 10 días	$870+12 \times 10$	990	$74-10 = 64$
9-10	3a. 10 días	$990+20 \times 10$	1190	$64-10 = 54$
2-3	4a. 2 días	$1190+20 \times 2$	1230	$54-2 = 52$
2-3 y 5-8	5a. 3 días	$1230+20 \times 3 + 3 \times 3$	1299	$52-3 = 49$

Para una duración de 49 días, obtenemos por medio de la compresión de redes un aumento en el costo de ----- \$ 850.00 hasta \$ 1,299.00

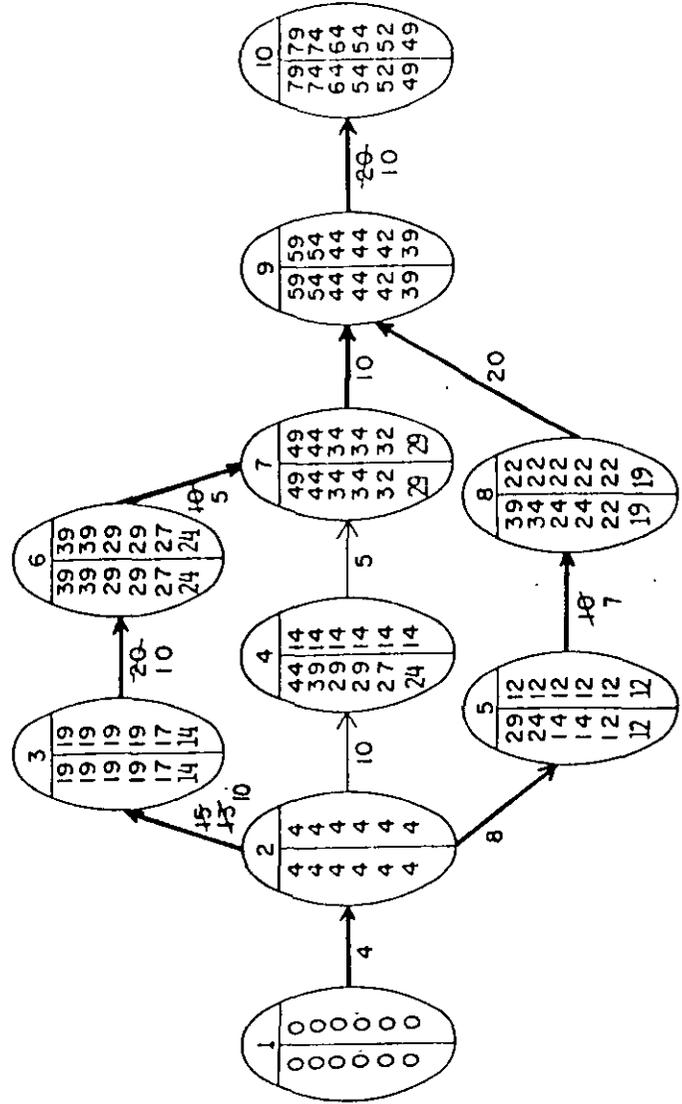
COSTO DE PREMURA = \$ 1,299.00

A este costo también se le llama costo de ruptura, porque aunque siguiéramos acortando la duración de otras actividades, aumentaríamos el costo sin lograr reducciones en el tiempo.



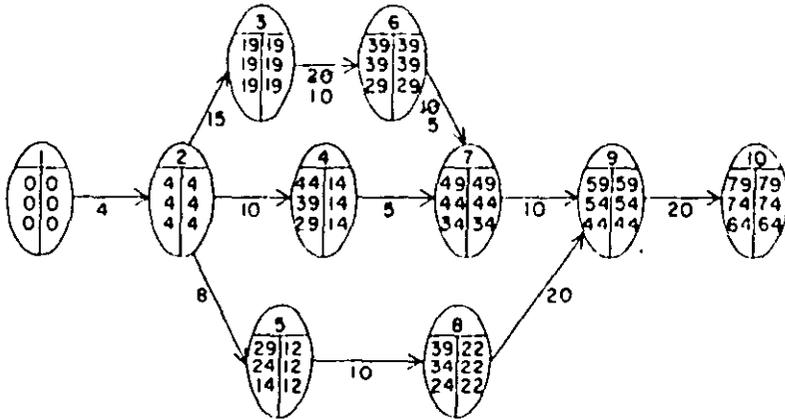
Sta. compresión. - Nos faltan 3 días para reducir nuestro proyecto en los 30 días que acordamos con el cliente. La actividad 2-3 la podemos comprimir en esos 3 días pero como ya tenemos otra ruta crítica, debemos reducir también en 3 días alguna actividad de ella para no alterar ninguna de las dos.

Por lo tanto, comprimiaremos simultáneamente las actividades 2-3 y 5-8 en tres días. En esta compresión - la actividad 2-3 quedará totalmente comprimida. El día - grama nos quedaría :

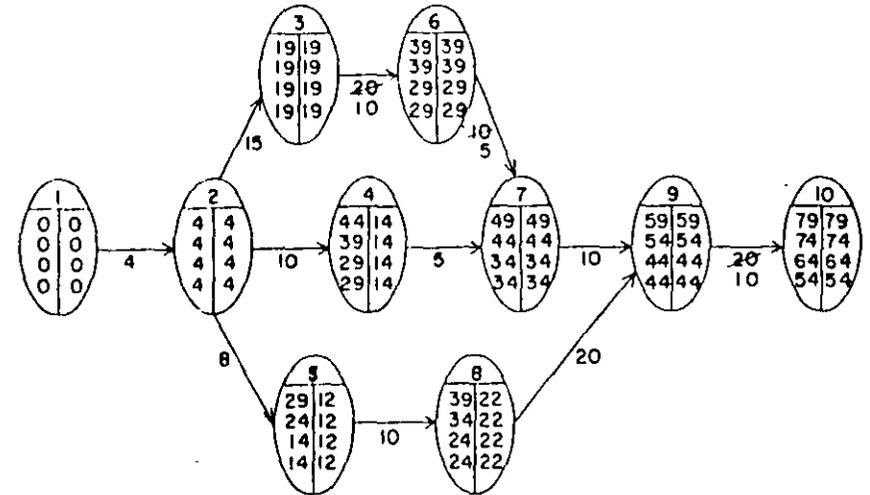


2da. compresión.- la actividad 3-6 puede reducirse 10 días.

El diagrama quedaría :



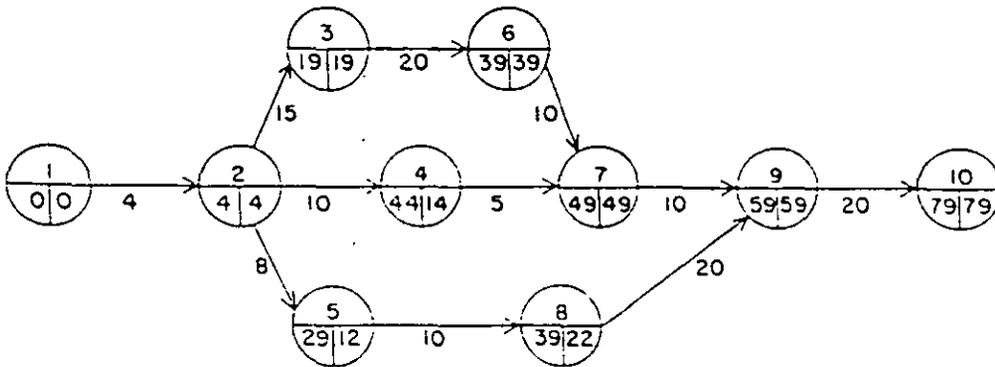
3era. compresión.- Hemos conseguido la duración de premura de las actividades críticas 6-7 y 3-6. Ahora tenemos, que hay otras dos actividades críticas cuyo costo por día acordado es el más bajo de las actividades críticas que quedan, y escogeremos la actividad 9-10 ya que si comprimimos la 2-3 en 5 días se afectaría la ruta crítica original y tendríamos otra; por lo tanto comprimiremos la 9-10 en 10 días:



4ta. compresión.- Comprimiremos la actividad 2-3 en 2 días para no alterar la ruta crítica original.

En esta compresión no se afecta la ruta crítica original, pero se forma otra en la cadena 1-2-5-8-9-10, como - podremos ver en el diagrama:

Utilizando el Método de la Ruta Crítica como herramienta de control, en el avance de obras (utilizando Compresión de Redes).



R.C. = 1-2, 2-3, 3-6, 6-7, 7-9, 9-10

A partir del diagrama anterior obtenemos la siguiente tabla.

Actividad	Durac.	Ini.Pro.	Ter.Pro.	Ini.Remota	Ter.Remota	H.T.
1-2	4	0	4	0	4	0
2-3	15	4	19	4	19	0
2-4	10	4	14	14	14	30
2-5	8	4	12	21	29	17
3-6	20	19	39	19	39	0
4-7	5	14	19	19	24	30
5-8	10	12	22	29	39	17
6-7	10	39	49	39	49	0
7-9	10	49	59	49	59	0
8-9	20	22	42	39	59	17
9-10	20	59	79	59	79	0

Después de 45 días hábiles el informe de la obra es el siguiente:  
(día 45)

Actividad	comenzó	Z Avance
1-2	2	100
2-3	6	100
2-4	20	100
2-5	18	100
3-6	29	80
4-7	40	50
5-8	33	80

Ing. Oscar E. Martínez Jurado

Proyección de las fechas de terminación más probable.

- Actividad: 3-6

días de trabajo:  $45 - 29 = 16$

% avance = 80%

80 --- 16

100 --- X = 20

Fecha de terminación =  $29 + 20 = 49$  (más temprana)  
o de iniciación para la siguiente actividad.

- Actividad: 4-7

días de trabajo:  $45 - 40 = 5$

% avance: 50%

50 --- 5

100 --- X = 10

Fecha de terminación:  $40 + 10 = 50$  (más temprana)

- Actividad: 5-8

días de trabajo:  $45 - 33 = 12$

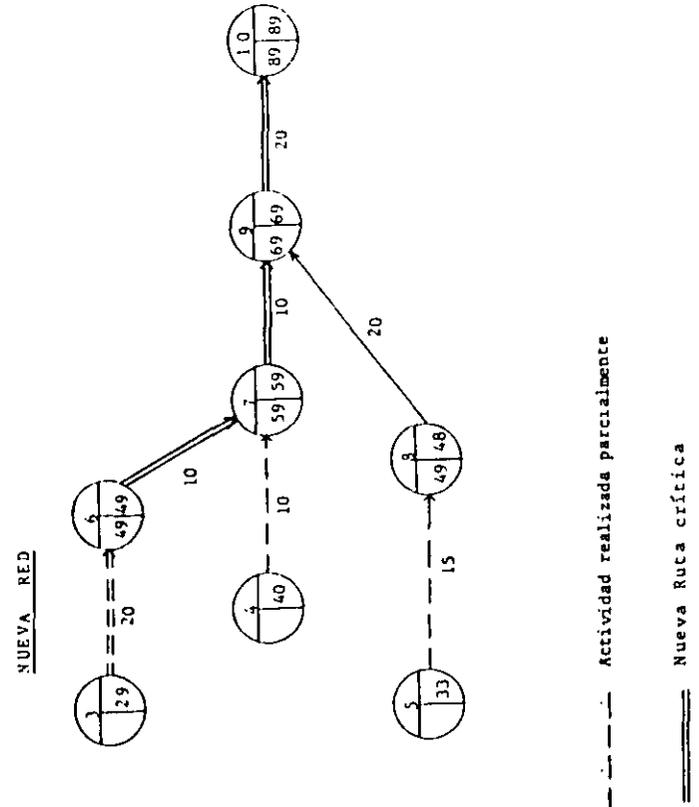
% avance: 80%

80 --- 12

100 --- X = 15

Fecha de terminación:  $33 + 15 = 48$  (más temprana)

El resultado que se obtiene en la red después de incluir estos resultados es el siguiente:



Ing. Oscar E. Martínez Jurado

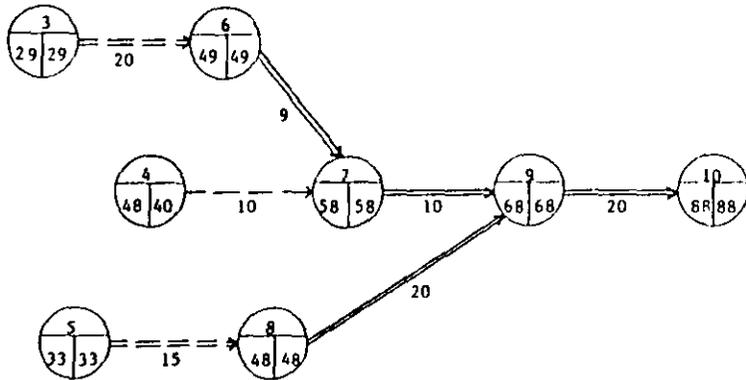
Como se puede observar, el proyecto se ha retrasado con respecto a la planeación inicial (estándar) por 10 días  $(89 - 79) = 10$ .

Se procede a tomar las medidas de corrección necesarias para hacer que el proyecto termine en la fecha señalada, lo cual se logra comprimiendo la red.

Tabla de Duraciones y Costos

Actividad	Dn	Dp	Cn	Cp	Δc/Δt
6-7	10	5	10	30	4
7-9	10	5	300	700	80
8-9	20	10	200	500	30
9-10	20	10	100	300	20
SUMAS			610	1530	

1a. Compresión: comprimir la actividad 6-7; 1 día lo que hará aparecer 2 rutas críticas.



Costo adicional = 4 unidades

2a. Compresión.

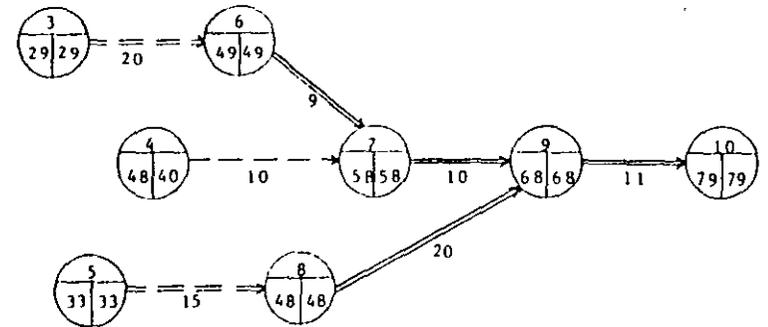
Dado que hay dos Rutas Críticas la compresión se puede obtener de dos formas:

a) Comprimir 6-7 ó 7-9 con 8-9  
Costo = 4 + 30 = 34/día

b) Comprimir únicamente 9-10  
Costo = 20/día

Mejor b)

Comprimir la actividad 9-10, 9 días.



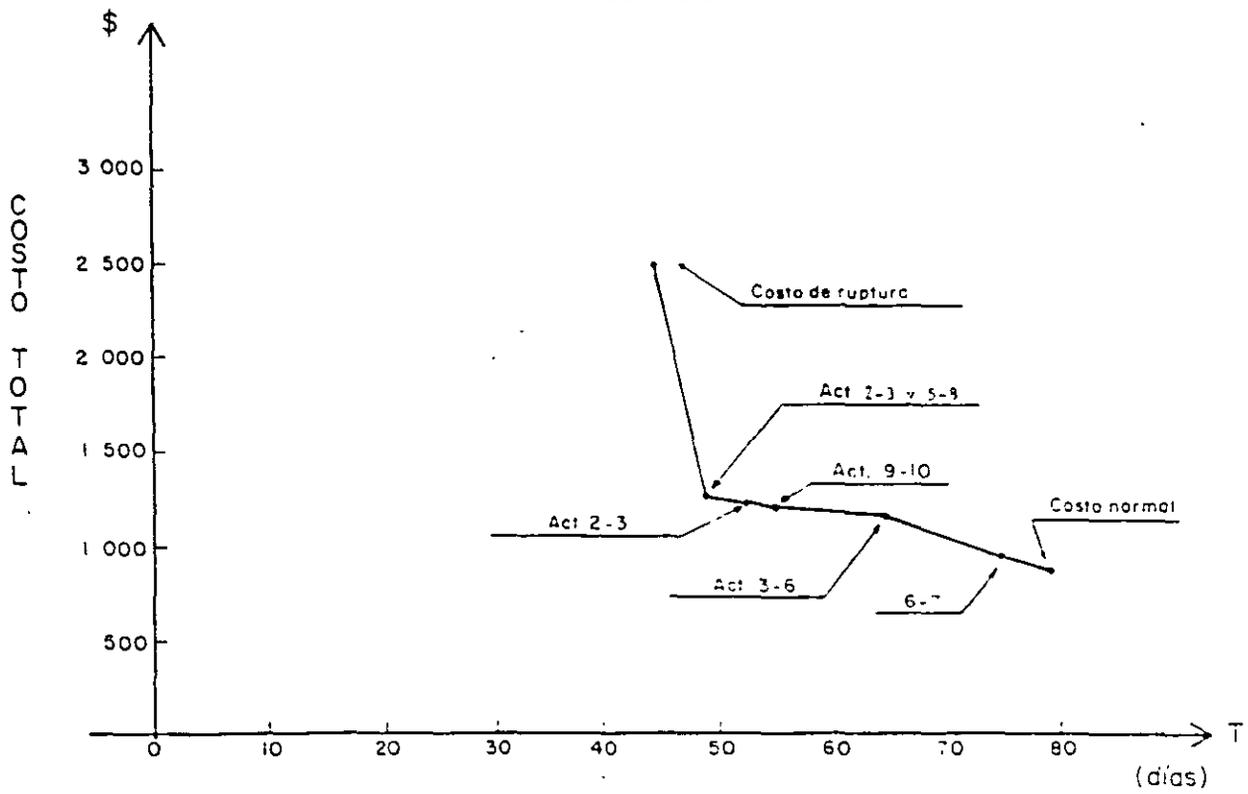
Costo adicional: 20 X 9 = 180 unidades.

Tabla de Compresiones

Actividades	Compresiones	Operaciones	Costo Total	Duración acortada
6-7	1a. 1 día	610 + 4 X 1	614	89 - 1 = 88
9-10	2a. 9 días	614 + 20 X 9	794	88 - 9 = 79

Ing. Oscar E. Martínez Jurado

## COSTO TOTAL-DURACION



Para una duración de 79 días, obtenemos por medio de la compresión de redes un aumento en el costo de --- \$ 610.00 hasta \$ 794.00

Costo adicional Total = 180 + 4 = 184

CON EL EJEMPLO SE VE EL USO DEL M.R.C. COMO HERRAMIENTA DE CONTROL EN EL AVANCE DE OBRAS.

*Ing. Oscar E. Martínez Jurado*



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



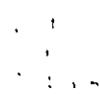
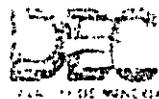
# CA040 RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN

TEMA:

GENERALIDADES IND. DE LA CONSTRUCCIÓN

COORDINADOR: M. EN I. OSCAR MARTÍNEZ JURADO

PALACIO DE MINERÍA: JUNIO 2004



## **EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRAULICO**

### **I.- VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA**

- a.- Internas del concreto.
- b.- Procedimientos de ensaye.

### **II.- ESPECIFICACIONES DE CALIDAD**

- a.- Reglamento de Construcciones para el D.F.
- b.- Norma Mexicana NMX-C-155 1987 "Concreto Premezclado".
- c.- Norma Mexicana NMX-C-403-ONNCCE-1999 "Concreto Hidráulico para Uso Estructural".
- d.- Reglamento para las Construcciones ACI-318.

### **III.- EVALUACION DE RESULTADOS**

- a.- Ejemplo para concreto clase B de la Norma NMX-C-155.
- b.- Conclusiones.

**SÍNTESIS:** En el curso se presenta una comparación entre las diferentes especificaciones, que se pueden aplicar para evaluar la calidad de concreto hidráulico que se elabora en la Republica Mexicana, así también se realiza un ejemplo de aplicación y se indica como se deben interpretar los resultados.



# **EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO**

**ING. ALVARO J. ORTIZ FERNANDEZ**



## **COMPONENTES DEL CONCRETO HIDRÁULICO**

**CEMENTO**

**AGUA**

**AGREGADOS**

**ADITIVOS**



$$f'c = \frac{P}{A}$$

$f'c$  = RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ( kg/cm<sup>2</sup>. )

P = CARGA MÁXIMA EN EL MANÓMETRO ( kg. )

A = ÁREA TRANSVERSAL DEL CILINDRO ( :cm<sup>2</sup>. )



## CONCRETO HIDRÁULICO



VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA  
RESISTENCIA

ESPECIFICACIONES DE CALIDAD

EVALUACIÓN DE RESULTADOS



# VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA



**VARIACIONES EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO**

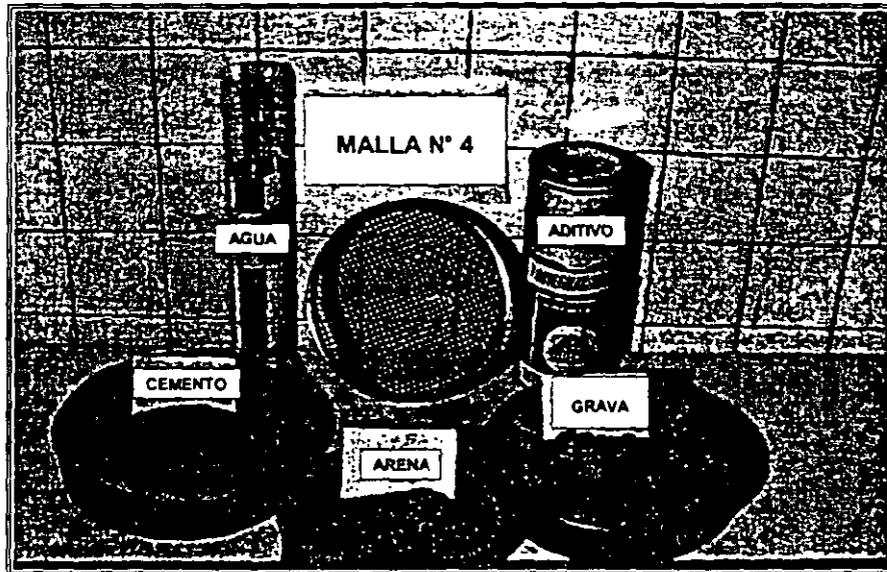
**VARIACIONES EN LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYE**



## VARIACIONES INTRÍNSICAS DEL CONCRETO



- 1.- VARIACIONES EN LA RELACIÓN AGUA – CEMENTO.
  - a.- CONTROL DEFICIENTE EN LA DOSIFICACIÓN DEL AGUA
  - b.- VARIACIONES EXCESIVAS EN LA HUMEDAD DE LOS AGREGADOS
  
- 2.- VARIACIONES EN EL CONSUMO DE AGUA DEBIDAS.
  - a.- VARIACIONES EN LA GRANULOMETRÍA Y LA ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS
  - b.- VARIACIONES EN LA UNIFORMIDAD DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO Y ADITIVOS



## VARIACIONES INTRÍNSICAS DEL CONCRETO

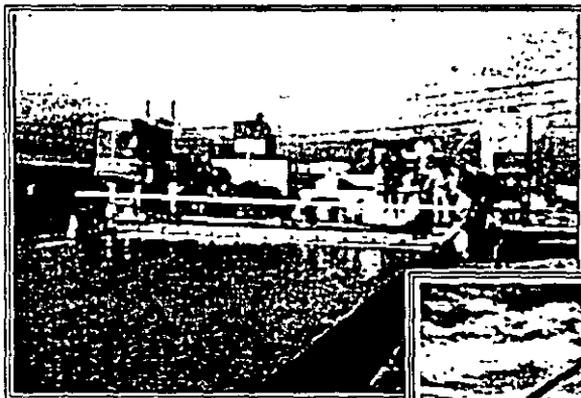
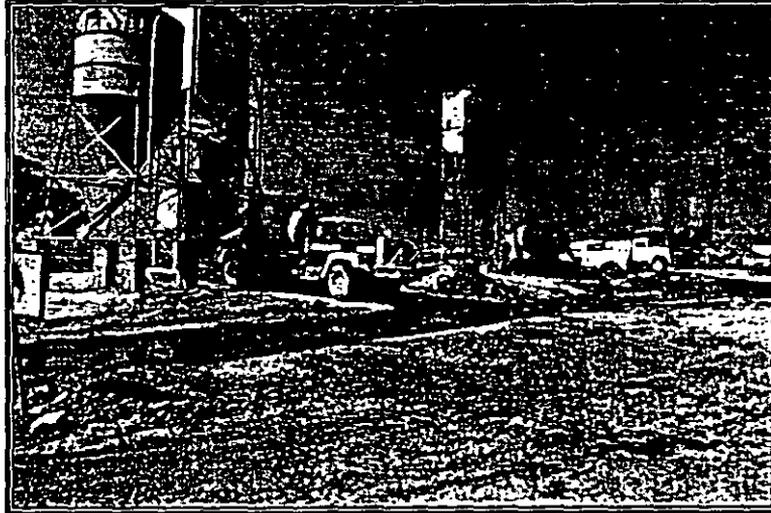


### 3.- VARIACIONES EN LAS CARACTERÍSTICAS Y PROPORCIONES DE LOS COMPONENTES

- a.- CEMENTO
- b.- AGREGADOS
- c.- ADITIVOS

### 4.- VARIACIONES POR EFECTO DEL TRANSPORTE, COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN.

### 5.- VARIACIONES EN LA TEMPERATURA Y EL CURADO





## VARIACIONES EN LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYE



**1.- PROCEDIMIENTOS INCORRECTOS DE MUESTREO**

**2.- TÉCNICAS DE ELABORACIÓN NO UNIFORMES**

- a.- COMPACTACIÓN VARIABLE
- b.- MANEJO EXCESIVO DE LAS MUESTRAS
- c.- CUIDADO DEFICIENTE DE LOS ESPECIMENES

**3.- DEFICIENCIAS EN EL CURADO**

- a.- CUIDADO DEFICIENTE DE LOS ESPECIMENES FRESCOS
- b.- VARIACIONES EN LA TEMPERATURA
- c.- VARIACIONES EN EL CURADO



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN





## VARIACIONES EN LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYE

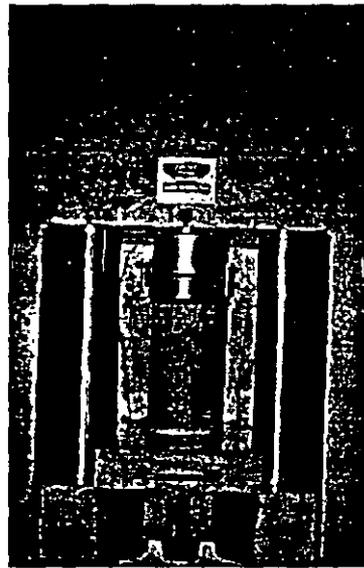


### 4.- PROCEDIMIENTOS DE ENSAYE INADECUADOS

- a.- CABECEO INCORRECTO DE LOS ESPECIMENES
- b.- DEFICIENCIA EN LA VELOCIDAD DE APLICACIÓN DE LA CARGA
- c.- CUIDADO DEFICIENTE DE LOS ESPECIMENES

### 5.- EQUIPO DE MUESTREO Y ENSAYE NO CALIBRADOS

- a.- MOLDES
- b.- CABECEADORES
- c.- PRENSA







# ESPECIFICACIONES DE CALIDAD



NMX-C-403-ONNCCE-1999  
"CONCRETO HIDRÁULICO PARA  
USO ESTRUCTURAL"

REGLAMENTO PARA LAS  
CONSTRUCCIONES ACI-318



## REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL



- **CONCRETO CLASE 1**
  - a) SI NINGUNA PAREJA DE CILINDROS DA UNA RESISTENCIA INFERIOR A  $f_c - 35 \text{ kg/cm}^2$ .
  - b) SI LOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA DE TODOS LOS CONJUNTOS DE TRES PAREJAS CONSECUTIVAS NO SON INFERIORES A  $f_c$ .



## REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL



- **CONCRETO CLASE 2**
  - a) SI NINGUNA PAREJA DE CILINDROS DA UNA RESISTENCIA INFERIOR A  $f_c - 50 \text{ kg/cm}^2$ .
  - b) SI LOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA DE TODOS LOS CONJUNTOS DE TRES PAREJAS CONSECUTIVAS NO SON INFERIORES A  $f_c - 17 \text{ kg/cm}^2$ .



## NORMA NMX-C-155-1987 "CONCRETO PREMEZCLADO"



- **CONCRETO GRADO A**
  - a) SE ACEPTA QUE NO MAS DEL 20% DEL NUMERO DE PRUEBAS DE RESISTENCIA COMPRESIÓN TENGAN VALOR INFERIOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA  $f_c$ .
  - b) NO MAS DEL 1% DE LOS PROMEDIOS DE 7 PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONSECUTIVA DEBE SER INFERIOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA  $f_c$ , ADEMÁS DEBE CUMPLIR CON TODOS LOS PROMEDIOS CONSECUTIVOS INDICADOS EN LA TABLA 1.



**NORMA NMX-C-155-1987**  
**"CONCRETO PREMEZCLADO"**



**TABLA 1**

<b>NUMERO DE PRUEBAS CONSECUTIVAS</b>	<b>RESISTENCIA PROMEDIO kg/cm<sup>2</sup>.</b>
1	$f_c - 50$
2	$f_c - 28$
3	$f_c - 17$
4	$f_c - 11$
5	$f_c - 7$
6	$f_c - 4$
7	$f_c$



**NORMA NMX-C-155-1987**  
**"CONCRETO PREMEZCLADO"**



● **CONCRETO GRADO B**

- a) SE ACEPTA QUE NO MAS DEL 10% DEL NUMERO DE PRUEBAS DE RESISTENCIA COMPRESIÓN TENGAN VALOR INFERIOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA  $f_c$ .
  
- b) NO MAS DEL 1% DE LOS PROMEDIOS DE 3 PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONSECUTIVA DEBE SER INFERIOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA  $f_c$ , ADEMAS DEBE CUMPLIR CON TODOS LOS PROMEDIOS CONSECUTIVOS INDICADOS EN LA TABLA 2



**NORMA NMX-C-155-1987**  
**“CONCRETO PREMEZCLADO”**



**TABLA 2**

<b>NUMERO DE PRUEBAS CONSECUTIVAS</b>	<b>RESISTENCIA PROMEDIO kg/cm<sup>2</sup>.</b>
<b>1</b>	<b>f<sub>c</sub> - 35</b>
<b>2</b>	<b>f<sub>c</sub> - 13</b>
<b>3</b>	<b>f<sub>c</sub></b>



**NORMA NMX-C-403 ONNCCE-**  
**1999 “CONCRETO HIDRÁULICO**  
**PARA USO ESTRUCTURAL”**



● **CONCRETO**

a) SI NINGUNA PAREJA DE CILINDROS DA UNA RESISTENCIA INFERIOR A f<sub>c</sub> - 35 kg/cm<sup>2</sup>.

b) SI LOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA DE TODOS LOS CONJUNTOS DE TRES PAREJAS CONSECUTIVAS NO SON INFERIORES A f<sub>c</sub>.



## REGLAMENTO PARA LAS CONSTRUCCIONES AC1-318

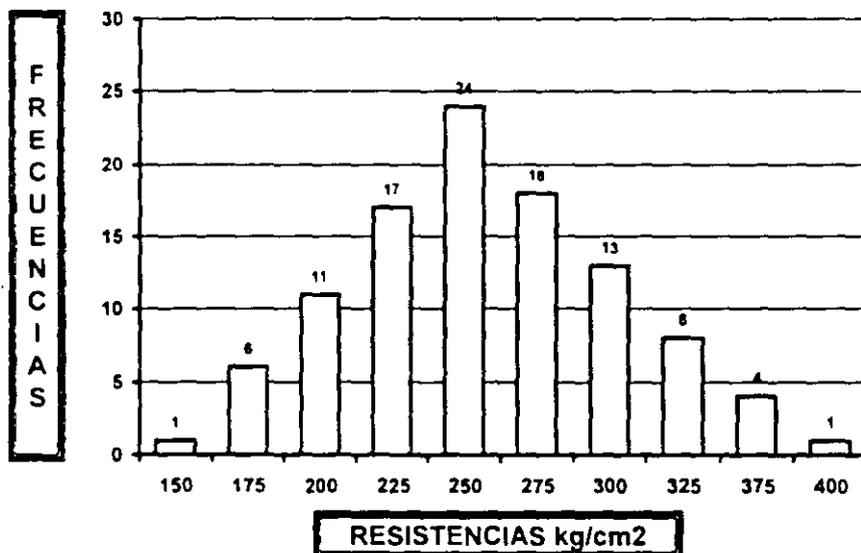


### ● CONCRETO

- a) NINGÚN RESULTADO INDIVIDUAL DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA (PROMEDIO DE DOS CILINDROS) ES MENOR QUE  $f'_c - 35 \text{ kg/cm}^2$ .
- b) CADA PROMEDIO ARITMÉTICO DE CUALESQUIERA DE TRES PRUEBAS DE RESISTENCIA CONSECUTIVAS ES IGUAL O SUPERIOR A LA  $f'_c$  REQUERIDA.

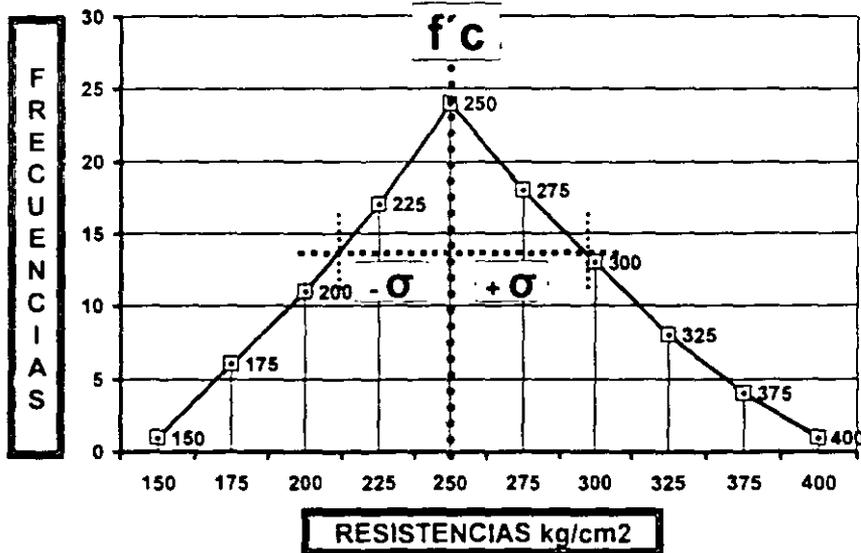


## GRAFICA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL





## GRAFICA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL



## PROMEDIO

$$f'c = \frac{f'c_1 + f'c_2 + f'c_3 + f'c_4 + \dots + f'c_n}{n}$$

## DESVIACIÓN ESTÁNDAR

$$\sigma = \sqrt{\frac{(f'c_1 - f'c)^2 + (f'c_2 - f'c)^2 + \dots + (f'c_n - f'c)^2}{n}}$$





## NOMENCLATURA



- $f'c$  = RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm<sup>2</sup>).  
 $fcr$  = RESISTENCIA DE DISEÑO DE LA MEZCLA (kg/cm<sup>2</sup>).  
 $\sigma$  = DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm<sup>2</sup>).  
 $t$  = CONSTANTE QUE DEPENDE DEL NUMERO DE PRUEBAS MENORES A  $f'c$ .
- $t_{0\%} = 3.35$   
 $t_{1\%} = 2.33$   
 $t_{10\%} = 1.28$   
 $t_{20\%} = 0.84$



## REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL



### CONCRETO CLASE 1

- a) SI NINGUNA PAREJA DE CILINDROS DA UNA RESISTENCIA INFERIOR A  $f'c - 35$  kg/cm<sup>2</sup>.

$$fcr = (f'c - 35) + \sigma t_{0\%}$$



## REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL



- **CONCRETO CLASE 1**
  - b) SI LOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA DE TODOS LOS CONJUNTOS DE TRES PAREJAS CONSECUTIVAS NO SON INFERIORES A  $f_c$ .

$$f_{cr} = f'_c + \frac{\sigma}{\sqrt{3}} t_{0\%}$$



## REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL



- **CONCRETO CLASE 2**
  - a) SI NINGUNA PAREJA DE CILINDROS DA UNA RESISTENCIA INFERIOR A  $f_c - 50 \text{ kg/cm}^2$ .

$$f_{cr} = (f'_c - 50) + \sigma t_{0\%}$$



## REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL



- **CONCRETO CLASE 2**
  - b) SI LOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA DE TODOS LOS CONJUNTOS DE TRES PAREJAS CONSECUTIVAS NO SON INFERIORES A  $f_c - 17 \text{ kg/cm}^2$ .

$$f_{cr} = (f'_c - 17) + \frac{\sigma t_{0\%}}{\sqrt{3}}$$



## NORMA NMX-C-155-1987 "CONCRETO PREMEZCLADO"



- **CONCRETO GRADO A**
  - a) SE ACEPTA QUE NO MAS DEL 20% DEL NUMERO DE PRUEBAS DE RESISTENCIA COMPRESIÓN TENGAN VALOR INFERIOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA  $f_c$ .

$$f_{cr} = f'_c + \sigma t_{20\%}$$



**NORMA NMX-C-155-1987**  
**"CONCRETO PREMEZCLADO"**



● **CONCRETO GRADO A**

b) NO MAS DEL 1% DE LOS PROMEDIOS DE 7 PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONSECUTIVA DEBE SER INFERIOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA  $f'_c$ , ADEMAS DEBE CUMPLIR CON TODOS LOS PROMEDIOS CONSECUTIVOS INDICADOS EN LA TABLA 1

$$f_{cr} = f'_c + \sigma \frac{t_{1\%}}{\sqrt{7}}$$



**NORMA NMX-C-155-1987**  
**"CONCRETO PREMEZCLADO"**



**TABLA 1**

<b>NUMERO DE PRUEBAS CONSECUTIVAS</b>	<b>RESISTENCIA PROMEDIO kg/cm<sup>2</sup>.</b>
1	$f'_c - 50$

$$f_{cr} = (f'_c - 50) + \sigma t_{1\%}$$



**NORMA NMX-C-155-1987**  
**"CONCRETO PREMEZCLADO"**



- **CONCRETO GRADO B**
  - a) SE ACEPTA QUE NO MAS DEL 10% DEL NUMERO DE PRUEBAS DE RESISTENCIA COMPRESIÓN TENGAN VALOR INFERIOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA  $f'_c$ .

$$f_{cr} = f'_c + \sigma t_{10\%}$$



**NORMA NMX-C-155-1987**  
**"CONCRETO PREMEZCLADO"**



- **CONCRETO GRADO B**
  - b) NO MAS DEL 1% DE LOS PROMEDIOS DE 3 PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONSECUTIVA DEBE SER INFERIOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA  $f'_c$ , ADEMAS DEBE CUMPLIR CON TODOS LOS PROMEDIOS CONSECUTIVOS INDICADOS EN LA TABLA 2

$$f_{cr} = f'_c + \frac{\sigma t_{1\%}}{\sqrt{3}}$$



**NORMA NMX-C-155-1987**  
**"CONCRETO PREMEZCLADO"**



**TABLA 2**

<b>NUMERO DE PRUEBAS CONSECUTIVAS</b>	<b>RESISTENCIA PROMEDIO kg/cm2.</b>
---	---

1

$f_c - 35$

$$f_{cr} = (f'c - 35) + \sigma t_{1\%}$$



**NORMA NMX-C-403 ONNCCE-  
1999 "CONCRETO HIDRÁULICO  
PARA USO ESTRUCTURAL"**



● **CONCRETO**

- a) SI NINGUNA PAREJA DE CILINDROS DA UNA  
RESISTENCIA INFERIOR A  $f_c - 35$  kg/cm2.

$$f_{cr} = (f'c - 35) + \sigma t_{0\%}$$



**NORMA NMX-C-403 ONNCCE-  
1999 "CONCRETO HIDRÁULICO  
PARA USO ESTRUCTURAL"**



● **CONCRETO**

- b) SI LOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA DE  
TODOS LOS CONJUNTOS DE TRES PAREJAS  
CONSECUTIVAS NO SON INFERIORES A  $f'_c$ .

$$f_{cr} = f'_c + \frac{\sigma}{\sqrt{3}} t_{0\%}$$



**REGLAMENTO PARA LAS  
CONSTRUCCIONES AC1-318**



● **CONCRETO**

- a) NINGÚN RESULTADO INDIVIDUAL DE LA  
PRUEBA DE RESISTENCIA (PROMEDIO DE DOS  
CILINDROS) ES MENOR QUE  $f'_c - 35 \text{ kg/cm}^2$ .

$$f_{cr} = (f'_c - 35) + \sigma t_{0\%}$$



# REGLAMENTO PARA LAS CONSTRUCCIONES AC1-318

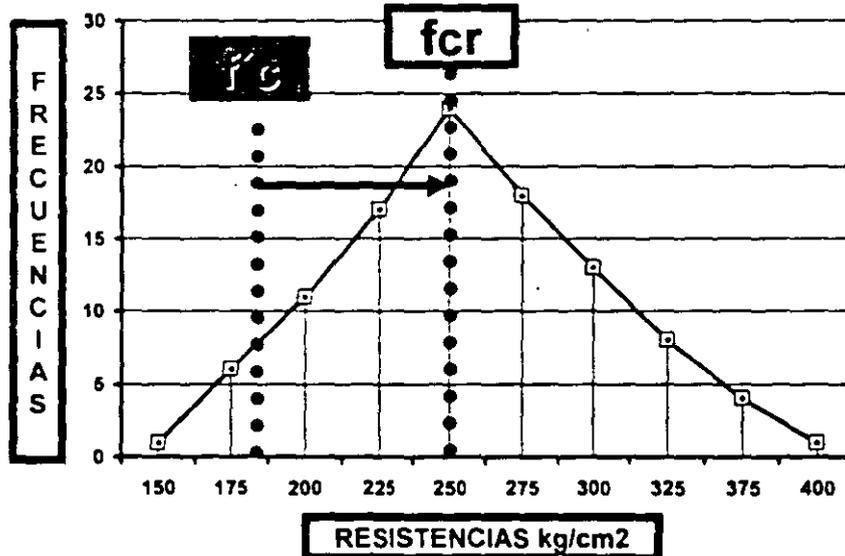


- **CONCRETO**
  - b) CADA PROMEDIO ARITMÉTICO DE CUALESQUIERA DE TRES PRUEBAS DE RESISTENCIA CONSECUTIVAS ES IGUAL O SUPERIOR A LA  $f_c$  REQUERIDA.

$$f_{cr} = f'_c + \frac{\sigma}{\sqrt{3}} t_{0\%}$$



## GRAFICA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL





**PRACTICA RECOMENDABLE PARA  
LA EVALUACIÓN DE LOS  
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO ACI - 214 - 1977**



**TABLA 3  
EVALUACIÓN DEL GRADO DE  
CONTROL DE LA UNIFORMIDAD EN  
LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO**

**DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( kg/cm<sup>2</sup> )**

<b>EXCELENTE</b>	<b>MUY BUENO</b>	<b>BUENO</b>	<b>ACEPTABLE</b>	<b>POBRE</b>
<b>MENOR DE</b>	<b>DE</b>	<b>DE</b>	<b>DE</b>	<b>MAS DE</b>
<b>25</b>	<b>25 a 35</b>	<b>35 a 40</b>	<b>40 a 50</b>	<b>50</b>



## EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTROL DEL LABORATORIO



### DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS ENSAYES

$$\sigma_1 = \frac{1}{d} \times \bar{R}$$

$\sigma_1$  = DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS ENSAYES

R = PROMEDIO DE LOS INTERVALOS

d = CONSTANTE QUE DEPENDE DEL NUMERO DE ESPECIMENES POR MUESTRA.

2	1.128
3	1.693
4	2.059
5	2.326



## EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTROL DEL LABORATORIO



### COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LOS ENSAYES

$$V_1 = \frac{\sigma_1}{\bar{f}'c} \times 100$$

$V_1$  = COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LOS ENSAYES

$\sigma_1$  = DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS ENSAYES

$\bar{f}'c$  = RESISTENCIA PROMEDIO DE LOS RESULTADOS A COMPRESIÓN DEL CONCRETO



**TABLA 4**  
**EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTROL DEL LABORATORIO**

**COEFICIENTE DE VARIACIÓN ( % )**

<b>EXCELENTE</b>	<b>MUY BUENO</b>	<b>BUENO</b>	<b>ACEPTABLE</b>	<b>POBRE</b>
<b>MENOR DE</b>	<b>DE</b>	<b>DE</b>	<b>DE</b>	<b>MAS DE</b>
<b>3</b>	<b>3 a 4</b>	<b>4 a 5</b>	<b>5 a 6</b>	<b>6</b>



**EVALUACIÓN DE RESULTADOS**

**EJEMPLO**

**DATOS:**

**$f_c$  ESPECIFICADA = 250 kg/cm<sup>2</sup>**

**Nº DE MUESTRAS = 36**

**ESPECIMENES POR MUESTRA = 2**

**CALIDAD DEL CONCRETO = GRADO B**

**(NMX C-155-1987)**



## EJEMPLO



MUESTRA N°	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )		PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	INTERVALO (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO DE TRES
	CIL. 1	CIL. 2			
1	237	246	241 □	9	----
2	229	243	236 □	14	----
3	231	231	231 □	0	236 ¥
4	247	255	251	8	239 ¥
5	228	215	221 □	13	234 ¥
6	223	212	217 □	11	230 ¥
7	207	212	209 □ †	5	216 ¥
8	235	239	237 □	4	221 ¥
9	225	227	226 □	2	224 ¥
10	277	281	279	4	247 ¥



## EJEMPLO



MUESTRA N°	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )		PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	INTERVALO (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO DE TRES
	CIL. 1	CIL. 2			
11	233	239	236 □	6	247 ¥
12	244	240	242 □	4	252
13	264	270	267	6	248 ¥
14	280	280	280	0	263
15	305	305	305	0	284
16	293	298	295	5	293
17	265	270	267	5	289
18	317	317	317	0	293
19	258	256	257	2	280
20	316	318	317	2	297



# EJEMPLO



MUESTRA N°	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )		PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	INTERVALO (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO DE TRES
	CIL. 1	CIL. 2			
21	308	303	305	5	293
22	240	245	242 □	5	288
23	259	259	259	0	269
24	287	276	281	11	261
25	250	251	250	1	263
26	245	248	246 □	3	259
27	210	207	208 □ †	3	235 ¥
28	251	255	253	4	236 ¥
29	333	325	329	8	263
30	243	254	248 □	11	276



# EJEMPLO



MUESTRA N°	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )		PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	INTERVALO (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO DE TRES
	CIL. 1	CIL. 2			
31	285	269	277	16	284
32	238	239	238 □	1	254
33	270	271	270	1	262
34	256	261	258	5	255
35	232	233	232 □	1	253
36	305	303	304	2	265
=====					
36	---	---	9331	177	---



## RESULTADOS



$$\text{PROMEDIO } f'c = \frac{9331}{36} = 259 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{DESVIACIÓN ESTÁNDAR } \sigma = \sqrt{\frac{35349.6}{36}} = 31.34 \text{ kg/cm}^2$$



## RESULTADOS



$$\text{MEDIA DE LOS INTERVALOS } \bar{R} = \frac{177}{36} = 4.92 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS ENSAYES } \sigma_1 = \frac{1}{1.128} \times 4.92 = 4.36 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LOS ENSAYES } V_1 = \frac{4.36}{259} \times 100 = 1.68\%$$



## RESULTADOS



$$\square \text{ RESULTADOS MENORES A } f'c = \frac{16}{36} \times 100 = 44.44 \%$$

$$\ddagger \text{ RESULTADOS MENORES A } f'c - 35 \text{ kg/cm}^2 = \frac{2}{36} \times 100 = 5.56 \%$$

$$\yen \text{ PROMEDIO DE 3 MUESTRAS CONSECUTIVAS MENORES A } f'c = \frac{12}{34} \times 100 = 35.3 \%$$



## CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



1.- EL PROMEDIO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS ES DE  $f'c = 259 \text{ kg/cm}^2$ .

$$\text{PROMEDIO } f'c = \frac{9331}{36} = 259 \text{ kg/cm}^2 > 250 \text{ kg/cm}^2$$



## CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



2.- LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS ES DE  $\sigma = 31.34 \text{ kg/cm}^2$ , DE DONDE SE DEDUCE DE LA TABLA N° 3, QUE EL GRADO EN EL CONTROL DE LA UNIFORMIDAD EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO ES MUY BUENO.

$$\text{DESVIACIÓN ESTÁNDAR } \sigma = \sqrt{\frac{35349.6}{36}} = 31.34 \text{ kg/cm}^2$$



TABLA 3

EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTROL DE LA UNIFORMIDAD EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO



DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( kg/cm<sup>2</sup> )

EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	ACEPTABLE	POBRE
MENOR DE	DE	DE	DE	MAS DE
25	25 a 35	35 a 40	40 a 50	50



## CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



3.- EL COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LOS ENSAYES ES DE 1.68 %, POR LO QUE SE DEDUCE DE ACUERDO A LA TABLA N° 4 QUE EL GRADO DE CONTROL DEL LABORATORIO ES EXCELENTE.

COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LOS ENSAYES  $V_1 = \frac{4.36}{259} \times 100 = 1.68\%$



**TABLA 4**  
**EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTROL DEL LABORATORIO**



### COEFICIENTE DE VARIACIÓN ( % )

EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	ACEPTABLE	POBRE
MENOR DE	DE	DE	DE	MAS DE
3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6



## CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



4.- ▣ INDICA LOS PROMEDIOS DE LAS MUESTRAS CUYA RESISTENCIA ES MENOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ .



## CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



5.- ▣ SE TIENE EL 44.44 % DE RESISTENCIAS MENORES A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , POR LO QUE DE ACUERDO A LA NORMA NMX-C-155-1987 GRADO "B", SOLO SE PERMITE UN 10 %, POR LO QUE EL CONCRETO NO CUMPLE CON LA NORMA.

▣ PORCIENTO DE RESULTADOS MENORES A  $f'c$  =  $\frac{16}{36} \times 100 = 44.44 \%$



## CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



6.- ‡ INDICA LOS PROMEDIOS DE LAS MUESTRAS CUYA RESISTENCIA ES MENOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA  $f'c$  MENOS 35 kg/cm<sup>2</sup> = 215 kg/cm<sup>2</sup>



## CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



7.- ‡ SE TIENE EL 5.56 % DE RESISTENCIAS MENORES A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA  $f'c$  MENOS 35 kg/cm<sup>2</sup>, POR LO QUE DE ACUERDO A LA NORMA NMX-C-155-1987 GRADO "B" SOLO SE PERMITE UN 1 %, POR LO QUE EL CONCRETO NO CUMPLE CON LA NORMA.

$$\ddagger \text{ RESULTADOS MENORES} = \frac{2}{36} \times 100 = 5.56\% \\ \text{A } f'c - 35 \text{ kg/cm}^2$$



## CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



8.- ¥ INDICA LOS PROMEDIOS DE 3 MUESTRAS CONSECUTIVAS CUYA RESISTENCIA ES MENOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ .



## CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS

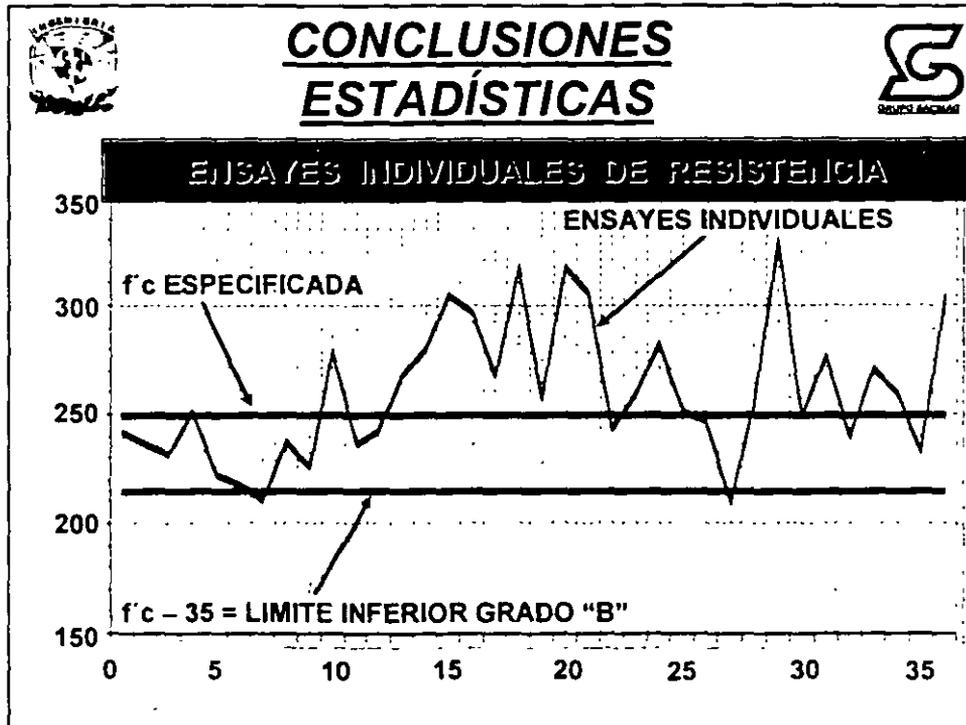


9.- ¥ SE TIENE EL 35.3 % DE RESISTENCIAS MENORES A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , POR LO QUE DE ACUERDO A LA NORMA NMX-C-155-1987 GRADO "B", SOLO SE PERMITE UN 1 %, POR LO QUE EL CONCRETO NO CUMPLE CON LA NORMA.

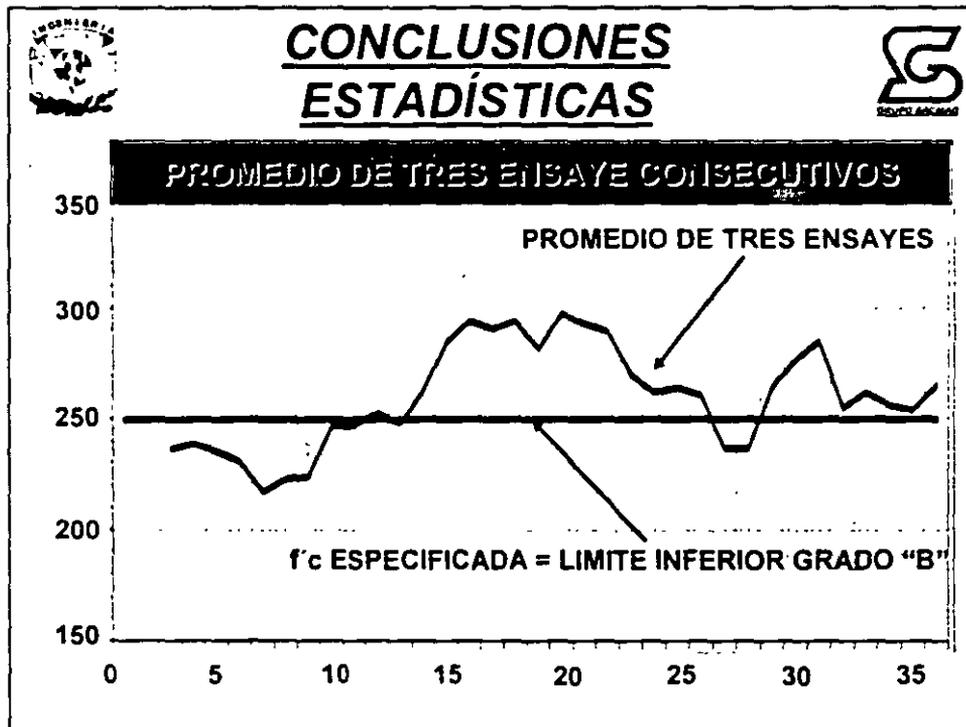
¥ PROMEDIO DE  $= \frac{12}{34} \times 100 = 35.3\%$   
3 MUESTRAS  
CONSECUTIVAS  
MENORES A  $f'c$



## CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS

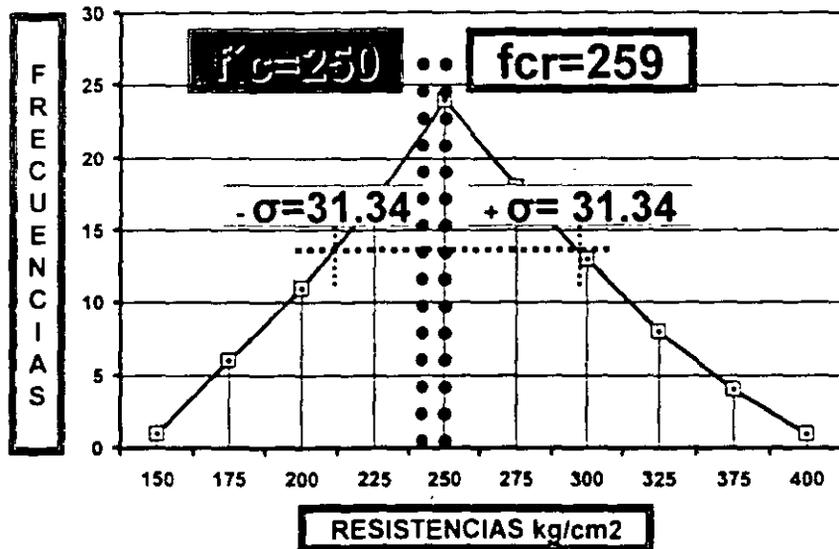


## CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS





### GRAFICA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL



### CALCULO DE LA RESISTENCIA DE LA MEZCLA



#### DATOS

$$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2.$$

$$t_{1\%} = 2.33$$

$$\sigma = 31.34 \text{ kg/cm}^2.$$

$$t_{10\%} = 1.28$$

#### CALCULO

$$f_{cr} = f'_c + \sigma t_{10\%} = 250 + 31.34 \times 1.28 = 290.1$$

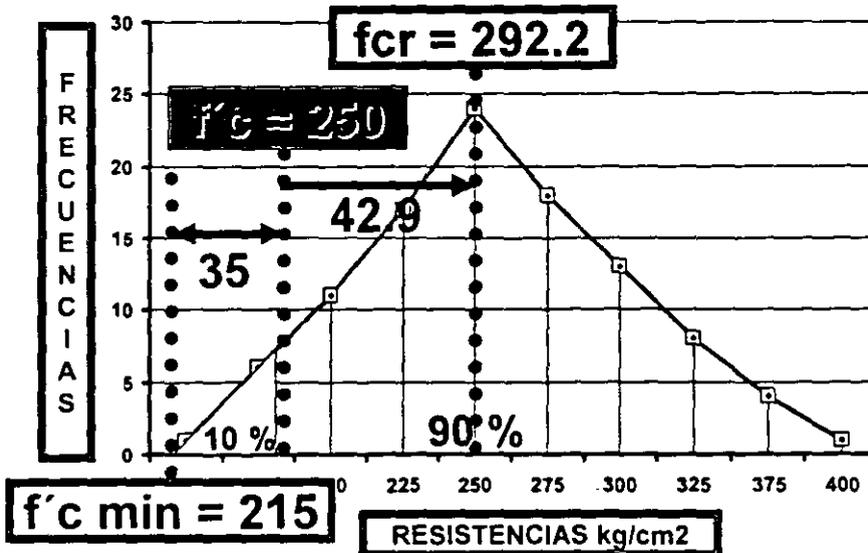
$$f_{cr} = f'_c + \frac{\sigma t_{1\%}}{\sqrt{3}} = 250 + \frac{31.34 \times 2.33}{1.73} = 292.2$$

$$f_{cr} = (f'_c - 35) + \sigma t_{1\%} = 215 + 31.34 \times 2.33 = 288.0$$

$$f_{cr} = 292.2 \text{ kg/cm}^2$$



**GRAFICA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL**



**RESISTENCIA ESPECIFICADA**  
 $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ .  $\sigma = 31.34 \text{ kg/cm}^2$ .



**REGLAMENTO DEL D.F.**  
 Clase 1  $f_{cr} = 320.0 \text{ kg/cm}^2$ .  
 Clase 2  $f_{cr} = 305.0 \text{ kg/cm}^2$ .

**NORMA NMX-C-155**  
 Grado A  $f_{cr} = 277.5 \text{ kg/cm}^2$ .  
 Grado B  $f_{cr} = 292.2 \text{ kg/cm}^2$ .

**NORMA NMX-C-403**  
 $f_{cr} = 320.0 \text{ kg/cm}^2$ .

**REGLAMENTO ACI**  
 $f_{cr} = 320.0 \text{ kg/cm}^2$ .



FABRICAR  
CONCRETO  
HIDRÁULICO NO ES  
SIMPLEMENTE  
MEZCLAR  
CEMENTO, AGUA Y  
AGREGADOS, SINO  
ES EL  
DESARROLLO DE  
TODA UNA  
TECNOLOGÍA





**LABORATORIO DE CONTROL, S.A. DE C.V.**

Isabel la Católica N° 504

Col. Algarin

06880 México, D.F.

[control@grupo-sacmag.com.mx](mailto:control@grupo-sacmag.com.mx)

[www.grupo-sacmag.com.mx](http://www.grupo-sacmag.com.mx)



## **ALVARO JORGE ORTIZ FERNANDEZ**

- **INGENIERO CIVIL EGRESADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.**
- **PROFESOR DE ASIGNATURA (CONSTRUCCIÓN I), POR EXAMEN DE OPOSICION EN LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.**
- **GERENTE GENERAL DE LABORATORIO DE CONTROL, S.A. DE C.V.**
- **VICEPRESIDENTE DE GRUPO SACMAG, S. DE R.L. DE C.V. (INGENIEROS Y ARQUITECTOS CONSULTORES).**
- **SOCIO Y MIEMBRO DEL CONSEJO DE ADMINISTRACION DE LAS SIGUIENTES EMPRESAS DE CONSULTORIA.**
  - **GRUPO SACMAG, S. de R.L. de C.V.**
  - **LABORATORIO DE CONTROL, S.A. de C.V.**
  - **SACMAG DE MEXICO, S.A. de C.V.**
  - **SUPERVISORES TECNICOS, S.A. de C.V.**
  - **COORDINACION TECNICO ADMINISTRATIVA DE OBRAS, S.A. de C.V.**
  - **CONSULTORES EN TECNOLOGIA ECOLOGICA, S.A. de C.V.**
  - **INGENIERIA INDUSTRIAL PARA AMERICA LATINA, S.A. de C.V.**
  - **GEOAMBIENTE, S.A. de C.V.**
  - **INMOBILIARIA TARANCON, S.A de C.V.**
  - **INMOBILIARIA NEWCOM, S.A. de C.V.**
  - **COMEFICO, S.C.**
  - **DEON, S.C.**
- **ASESOR EN CENTROAMERICA Y EL CARIBE PARA GRUPO SACMAG INTERNACIONAL**
- **PRESIDENTE DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION, A.C. (ANALISEC) 1982-1983.**
- **VICEPRESIDENTE DE LA CAMARA NACIONAL DE EMPRESAS DE CONSULTORIA, 1991 – 1992.**
- **DIRECTOR DE ACTIVIDADES ESTUDIANTILES Y DELEGACIONES DE LA SECCION CENTRO Y SUR DE MEXICO DEL AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, 1998 – 2001.**
- **CONFERENCISTA DEL CENTRO DE EDUCACION CONTINUA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.**
- **CONFERENCISTA DEL INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO.**
- **CONFERENCISTA DEL COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MEXICO.**
- **CONFERENCISTA EN DIVERSAS UNIVERSIDADES DE LA REPUBLICA MEXICANA.**
- **MIEMBRO DEL AMERICAN CONCRETE INSTITUTE.**



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



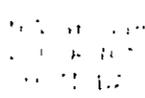
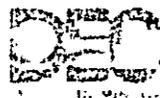
# CA040 RESIDENTES DE CONSTRUCCIÓN

TEMA:

GENERALIDADES, PROCESO ADMINISTRATIVO Y  
CALIDAD

COORDINADOR: M. EN I. OSCAR MARTÍNEZ JURADO

PALACIO DE MINERÍA: JUNIO 2004



## **CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO HIDRAULICO**

### **I.- SELECCIÓN DEL LABORATORIO**

- a.- Introducción.
- b.- Descripción de actividades.
- c.- Selección.

### **II.- COMPONENTES DEL CONCRETO HIDRÁULICO**

- a.- Cemento
- b.- Agua
- c.- Agregados
- d.- Aditivos

### **III.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL CONCRETO FRESCO**

- a.- Uniformidad
- b.- Trabajabilidad
- c.- Peso Volumétrico
- d.- Segregación y Sangrado
- e.- Fraguado

### **IV.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL CONCRETO ENDURECIDO**

- a.- Resistencia a la compresión.
- b.- Resistencia a la tensión.
- c.- Resistencia a la flexión.
- e.- Modulo de elasticidad.

### **V.- PRUEBAS ESPECIALES**

- a.- Corazones de concreto endurecido
- b.- Esclerómetro
- c.- Ultrasonido
- d.- Pistola de Windsor
- e.- Extracción.

**SÍNTESIS:** En el curso se presenta una descripción de los componentes que se utilizan para la elaboración del concreto hidráulico, así como los procedimientos, para realizar las pruebas más comunes para el control de calidad en el campo y en el laboratorio del concreto hidráulico fresco y endurecido.



# CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO HIDRÁULICO

ING. ALVARO L. MARTÍNEZ FERNÁNDEZ



# SELECCION DEL LABORATORIO COMPONENTES DEL CONCRETO HIDRÁULICO

PRUEBAS ESPECIALES



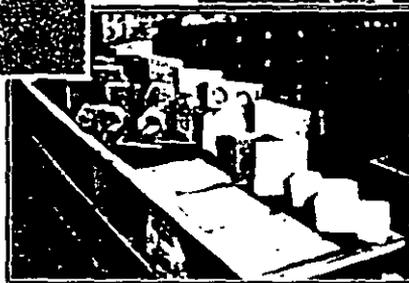
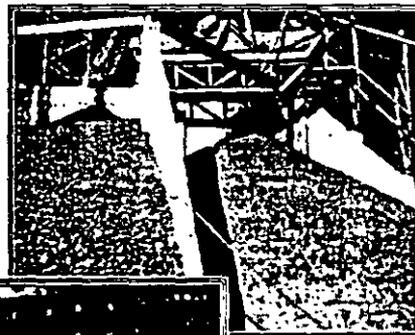
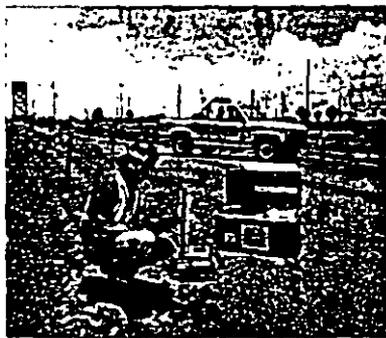
# EL LABORATORIO AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCIÓN



**INVESTIGACIÓN  
VERIFICACIÓN O CONTROL  
ASESORIA**



**INVESTIGACIÓN**





# VERIFICACIÓN O CONTROL



# ASESORIA





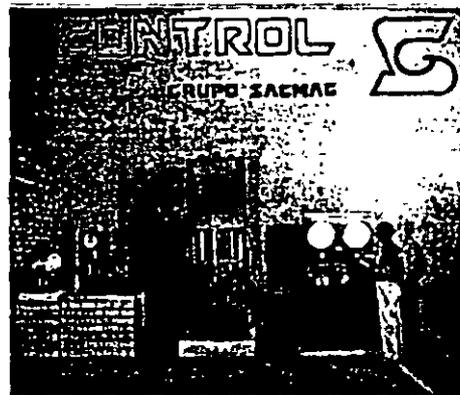
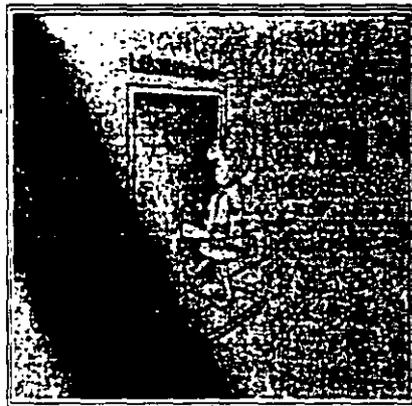
# SELECCIÓN DEL LABORATORIO



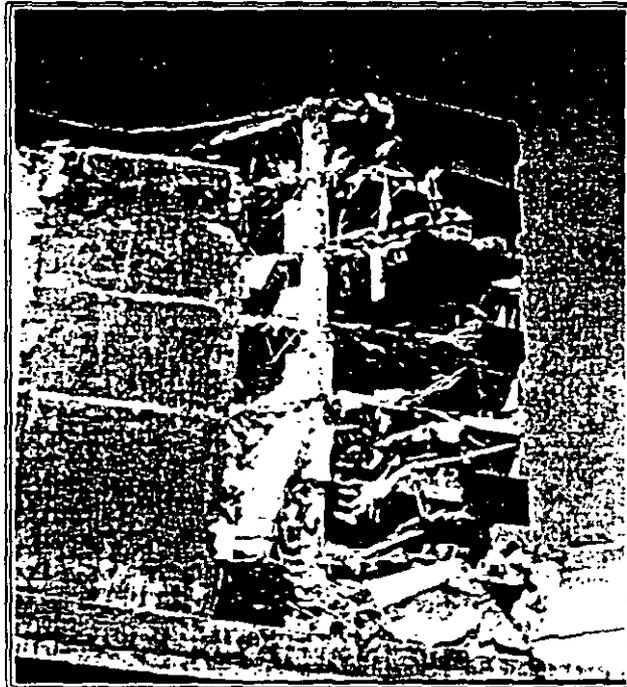
INSTITUCIÓN DE PRESTIGIO  
RECONOCIDO

REVISIÓN DE INSTALACIONES  
Y PROCEDIMIENTOS

CERTIFICADO POR OTRO  
ORGANISMO









# COMPONENTES DEL CONCRETO HIDRÁULICO

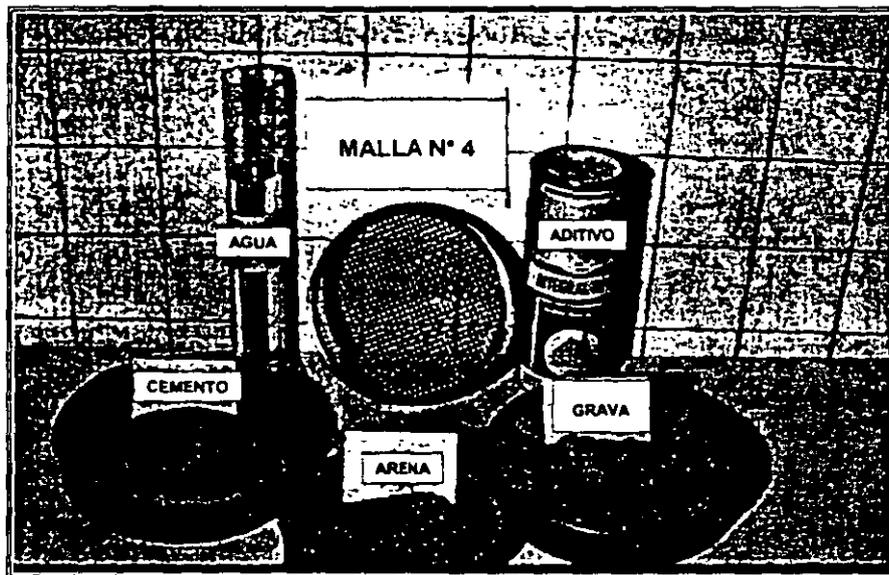


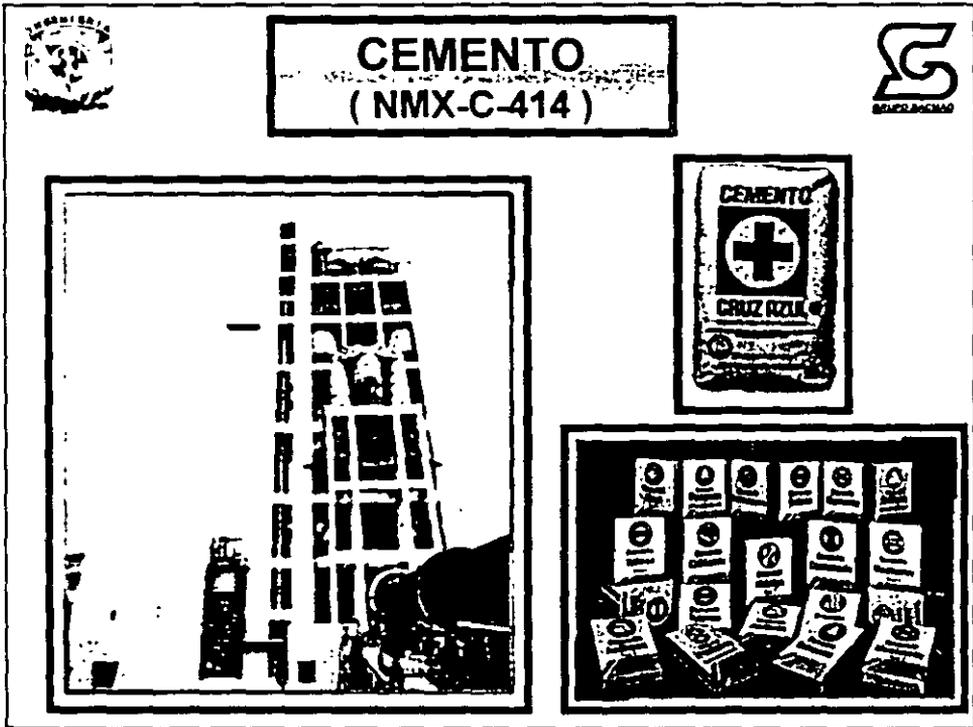
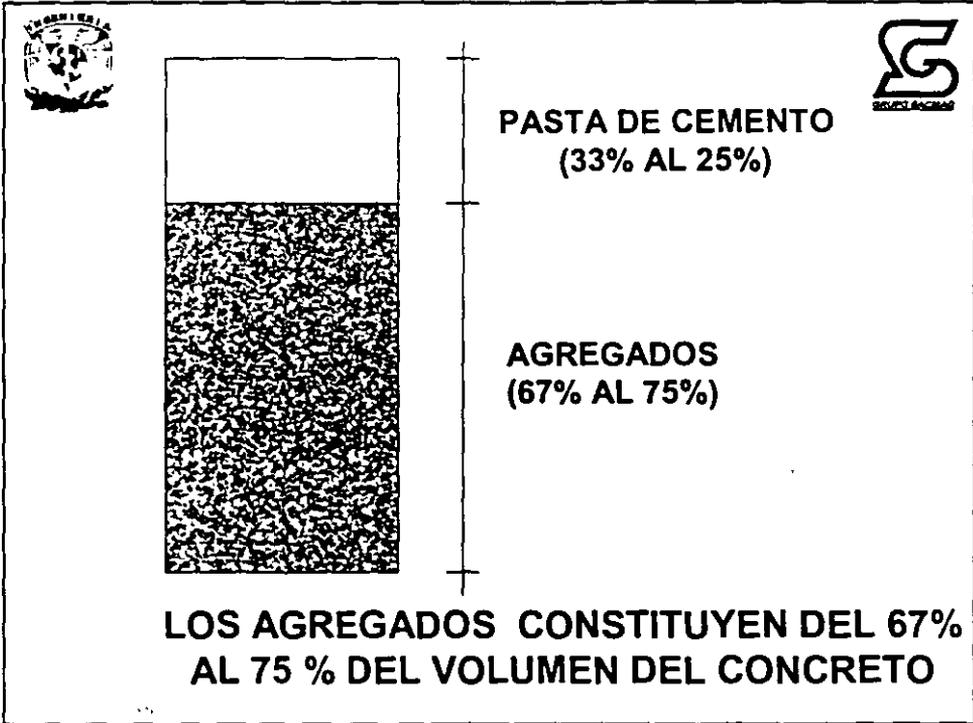
CEMENTO

AGUA

AGREGADOS

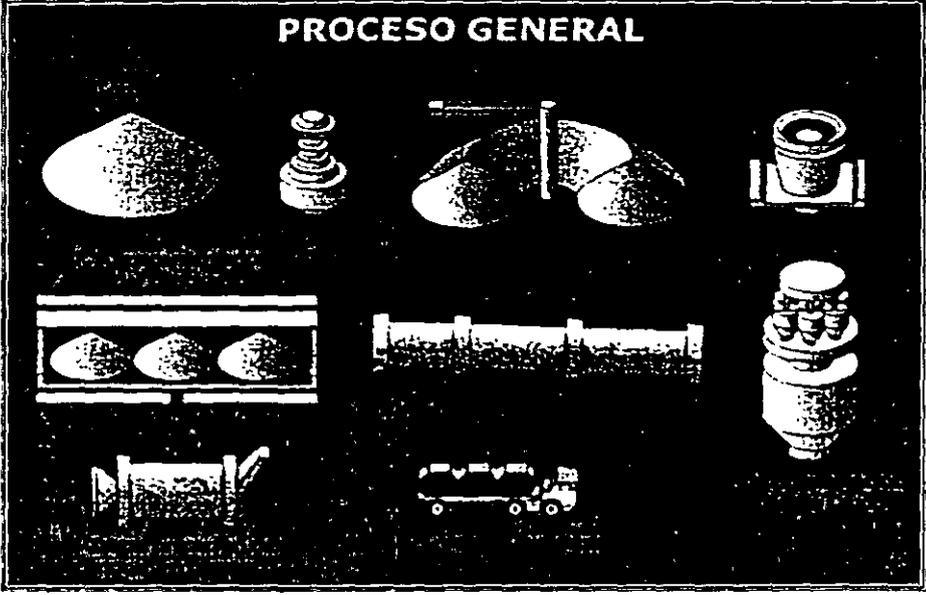
ADITIVOS



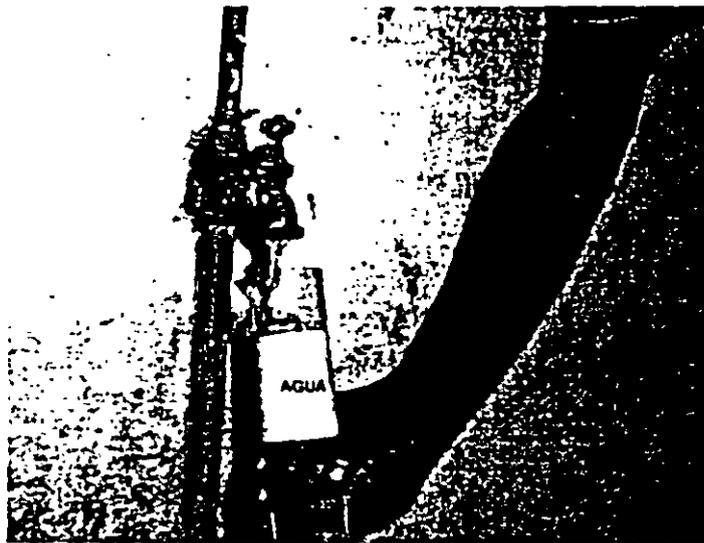




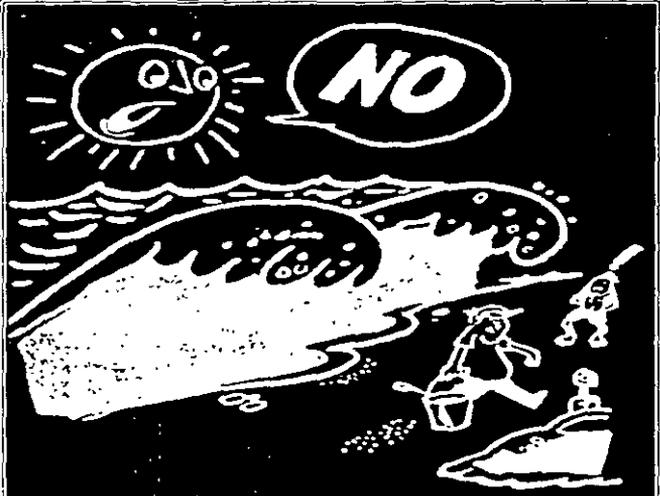
### PROCESO GENERAL



### AGUA ( NMX-C-122 )







**EL AGUA DE MAR REDUCE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO HASTA UN 15% Y PUEDE LLEGAR A AFECTAR AL HIERRO DEL CONCRETO ARMADO.**





**EL AGUA PROVENIENTE DE PANTANOS CONTIENE MATERIA ORGANICA. LA MATERIA ORGANICA AFECTA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO.**



**AGREGADOS**  
**(NMX-C-111)**

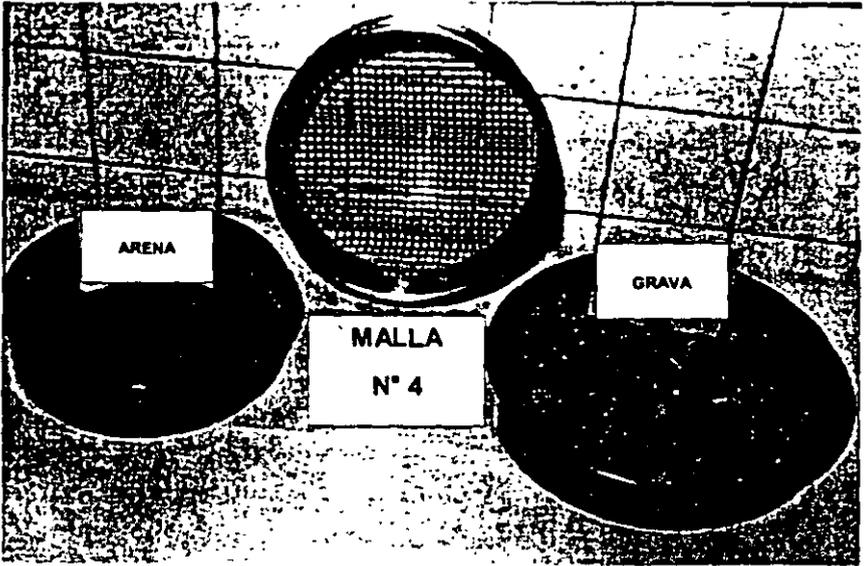


**AGREGADO GRUESO (GRAVA)**  
MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N° 4 (4.76 M.M.)

**AGREGADO FINO (ARENA)**  
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 4 (4.76 M.M.)



**AGREGADOS**  
**(NMX-C-111)**





## PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS



- COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA
- PESO ESPECÍFICO
- ABSORCIÓN
- PESO VOLUMÉTRICO
- SUBSTANCIAS DELETÉREAS
- SANIDAD
- RESISTENCIA
- INTEMPERISMO ACELERADO
- DESGASTE DE LOS ÁNGELES



## ADITIVOS





# CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL CONCRETO FRESCO



TRABAJABILIDAD

PESO VOLUMETRICO

SEGREGACION Y SANGRADO

FRAGUADO

UNIFORMIDAD



TRABAJABILIDAD



REVENIMIENTO

ESFERA DE KELLY

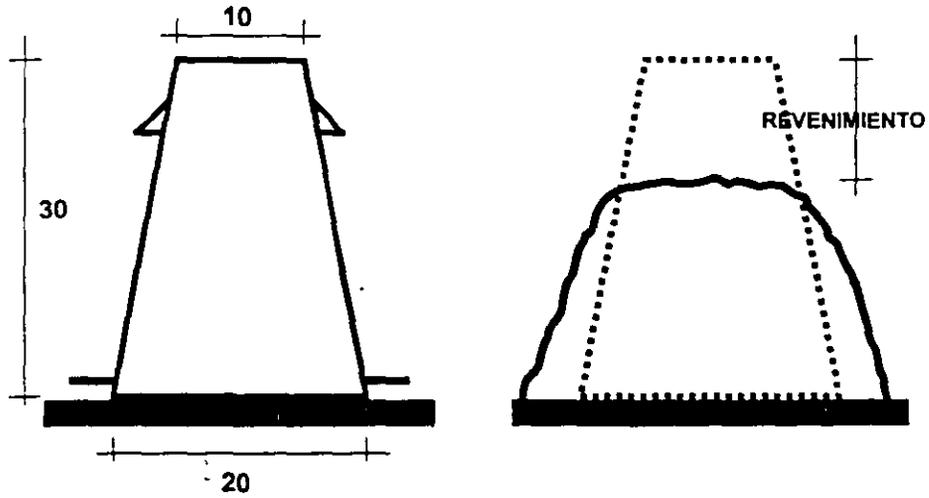
FACTOR DE COMPACTACION

REMOLDEO DE POWERS

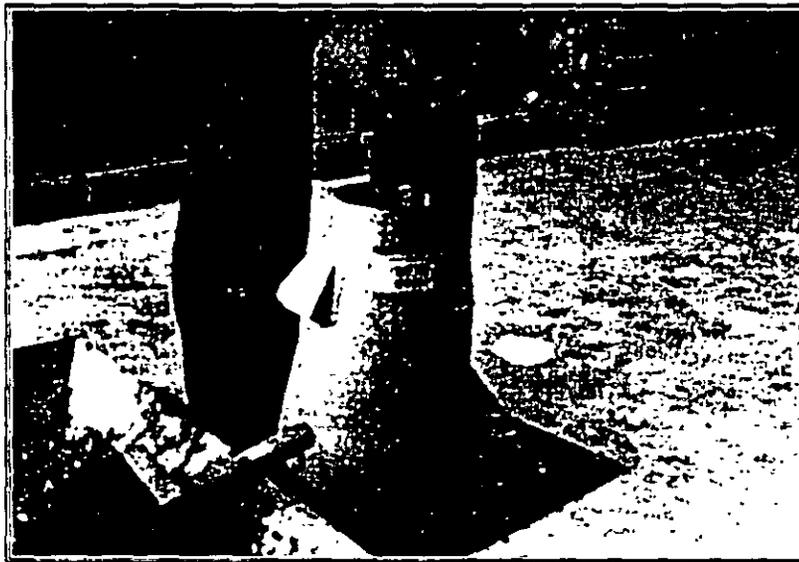
PRUEBA VEBE



# REVENIMIENTO



MEDIDAS INTERIORES EN CMS.







# NORMA NMX-C-155



REVENIMIENTO CMS.	TOLERANCIA CMS.
----------------------	--------------------

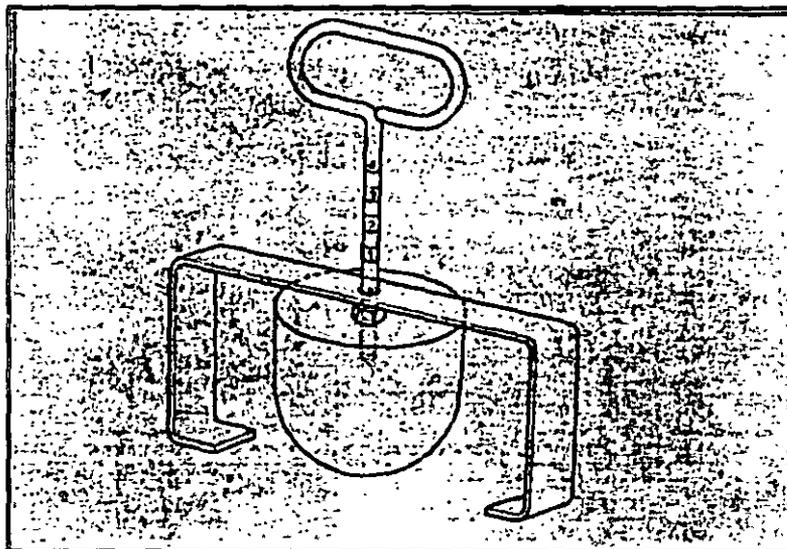
MENOS DE 5	$\pm 1.5$
------------	-----------

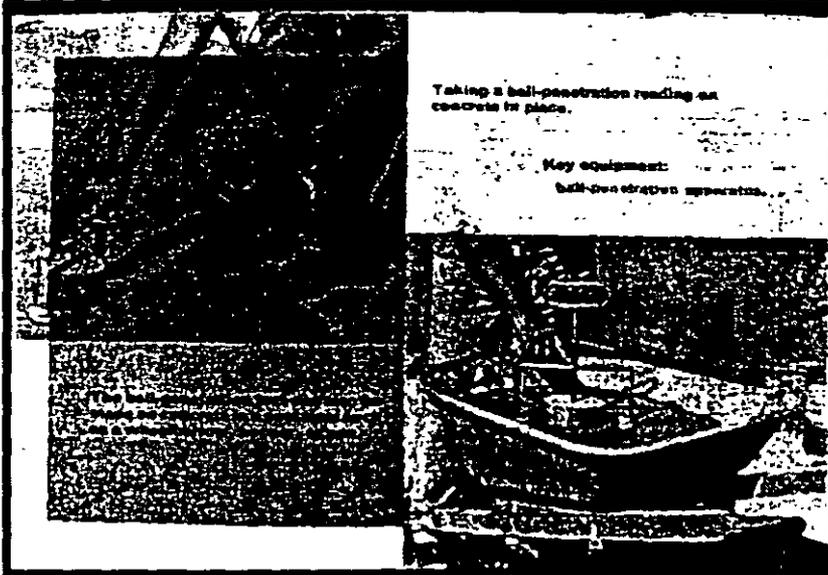
DE 6 A 10	$\pm 2.5$
-----------	-----------

MAS DE 10	$\pm 3.5$
-----------	-----------

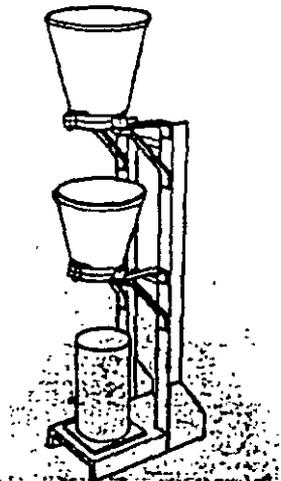


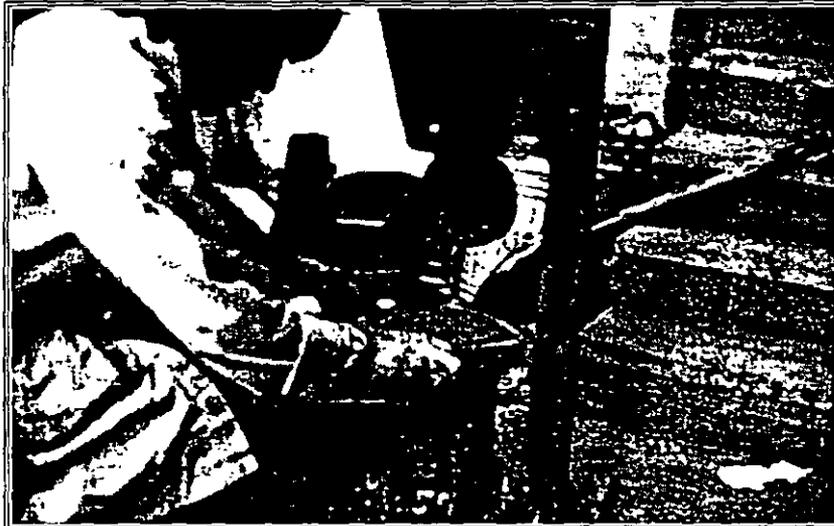
# ESFERA DE KELLY



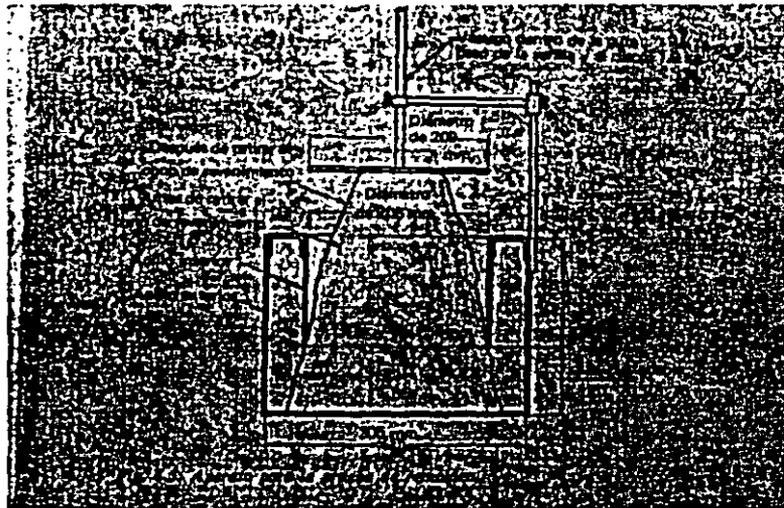


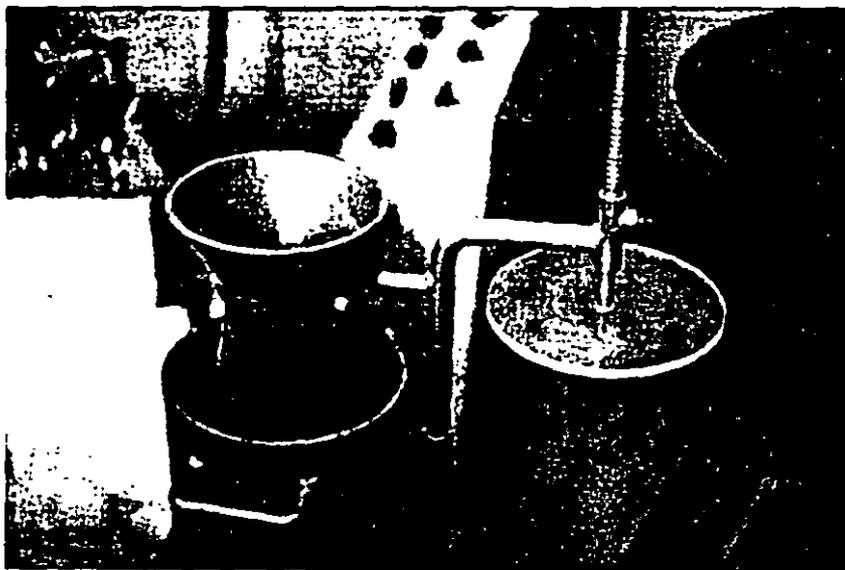
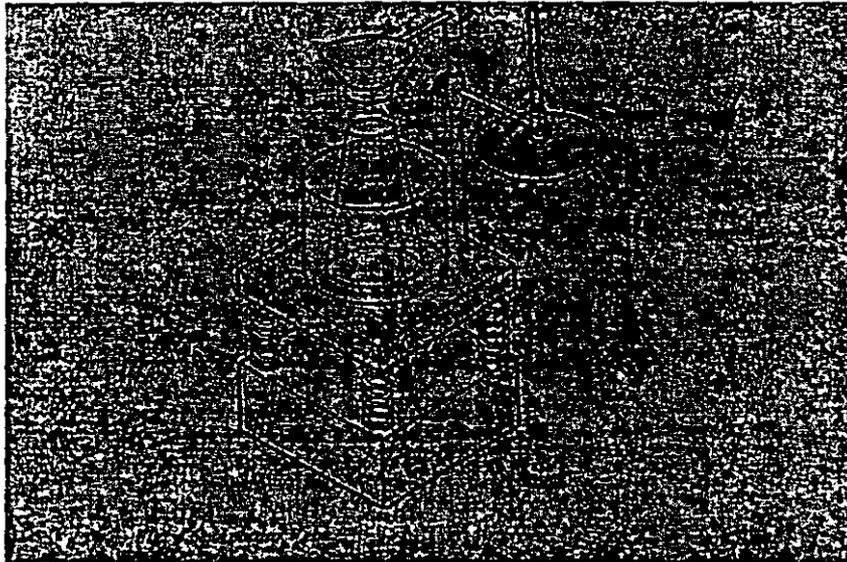
# FACTOR DE COMPACTACION





## REMOLDEO DE POWERS PRUEBA VEBE

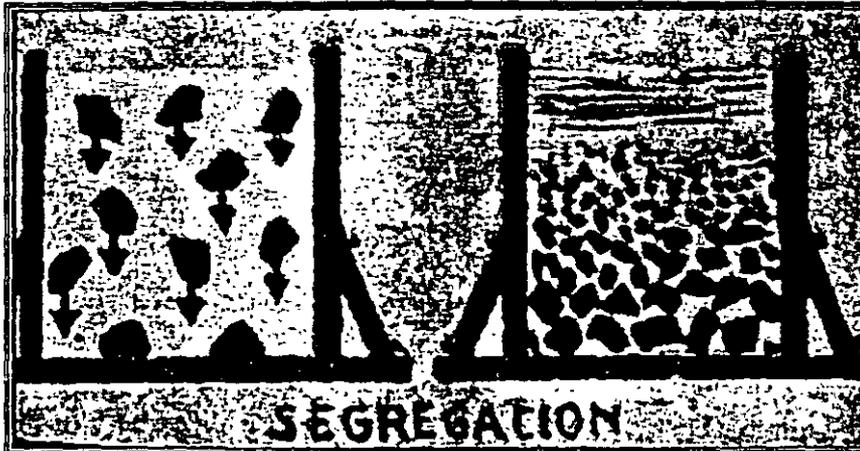




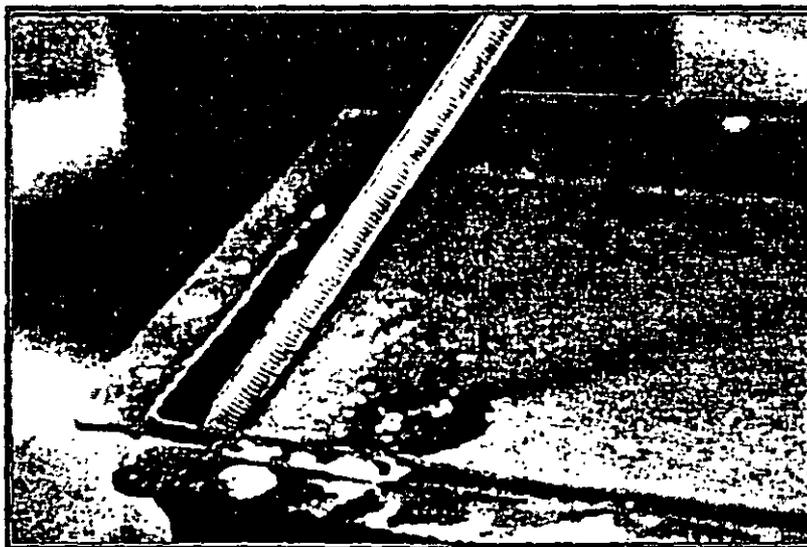




# SEGREGACION Y SANGRADO



# SANGRADO





# FRAGUADO



## TIEMPOS DE FRAGUADO

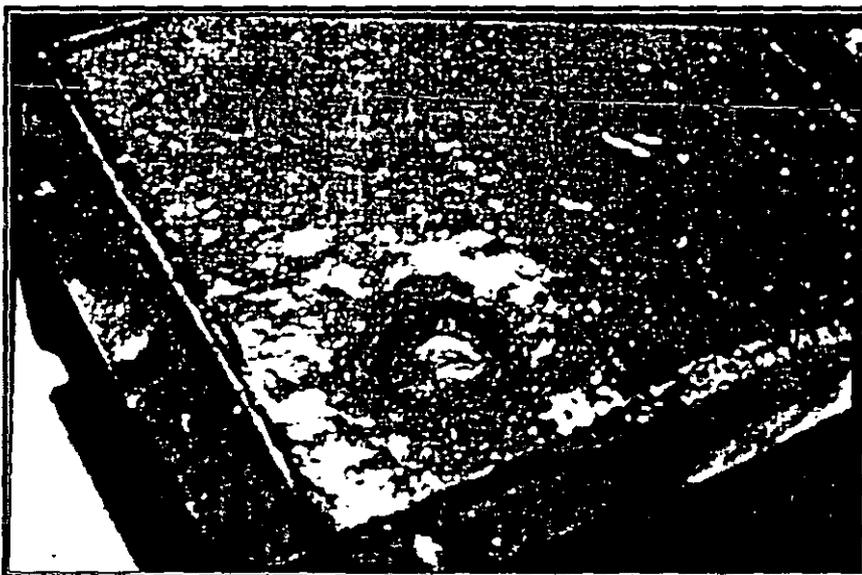
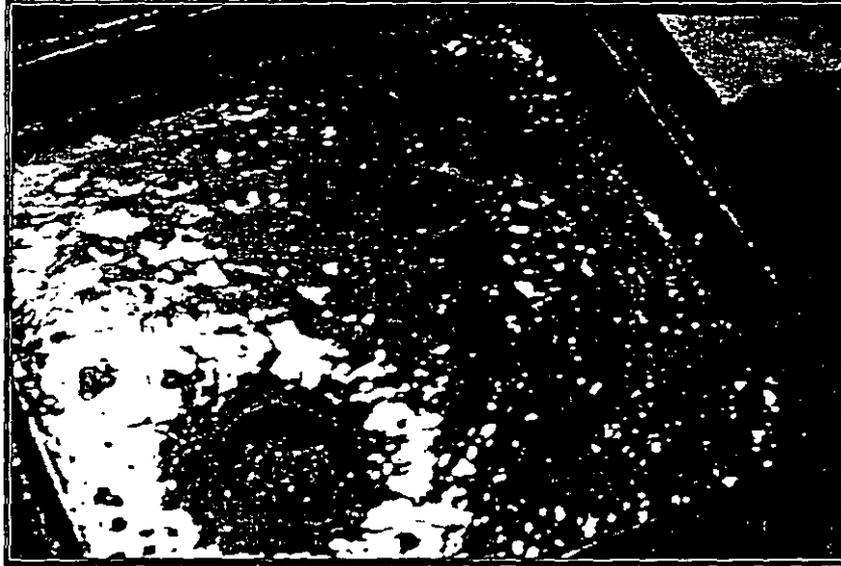
**FRAGUADO**

**RESISTENCIA A LA  
PENETRACIÓN**

**INICIAL 35 KG/CM<sup>2</sup> (500 PSI)**

**FINAL 280 KG/CM<sup>2</sup> (4000 PSI)**



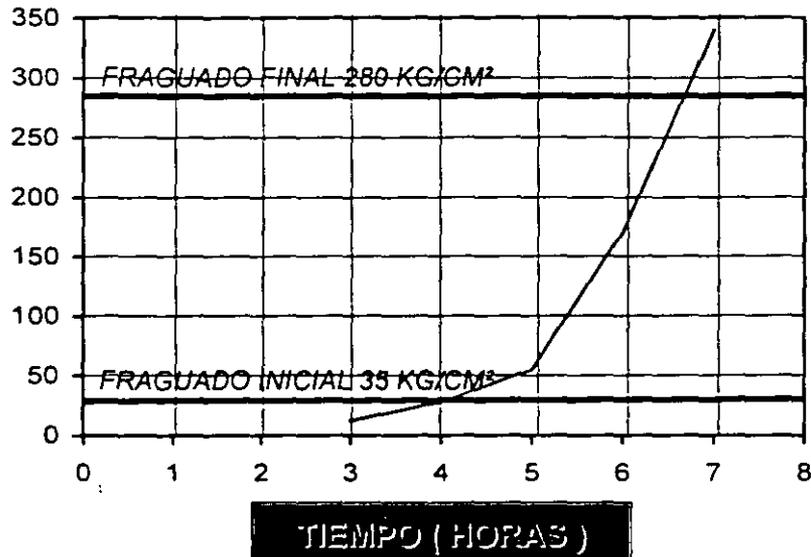




## GRAFICA DE FRAGUADO



RESISTENCIA LA PENETRACION  
(kg/cm<sup>2</sup>)



## UNIFORMIDAD



### NORMA NMX-C-155

- CONTROL EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO
- REQUISITOS DE UNIFORMIDAD DE MEZCLADO



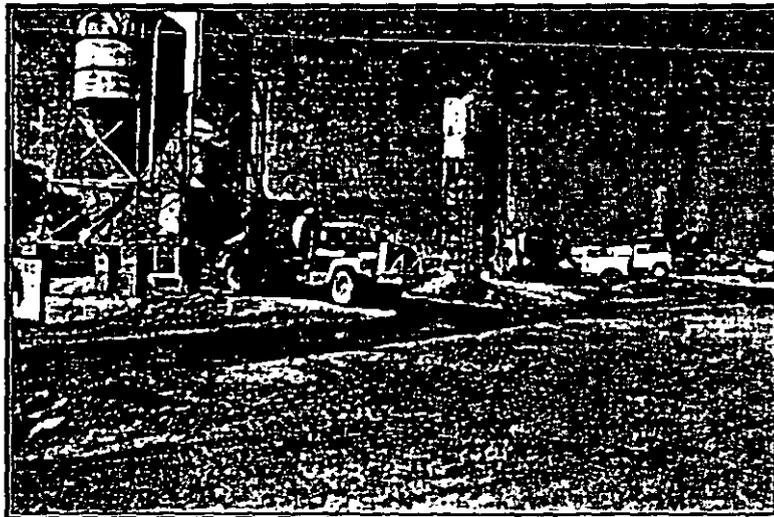
## CONTROL EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO



- VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y PRECISIÓN DE LOS EQUIPOS PARA DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO
- VARIACIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS



## VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y PRECISIÓN DE LOS EQUIPOS PARA DOSIFICACIÓN





**VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y  
PRECISIÓN DE LOS EQUIPOS PARA  
DOSIFICACIÓN**



**CEMENTO**

<i>PESADAS</i>	<i>TOLERANCIA</i>
MASAS MAYORES AL 30 % DE LA CAPACIDAD DE LA BASCULA	$\pm 1\%$ DE LA MASA REQUERIDA
MASAS MENORES AL 30 % DE LA CAPACIDAD DE LA BASCULA	$+ 4\%$ DE LA MASA REQUERIDA



**VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y  
PRECISIÓN DE LOS EQUIPOS PARA  
DOSIFICACIÓN**



**AGREGADOS**

<i>PESADAS</i>	<i>TOLERANCIA INDIVIDUAL ACUMULADA</i>	
MASAS MAYORES AL 30 % DE LA CAPACIDAD DE LA BASCULA	$\pm 2\%$	$\pm 1\%$
MASAS MENORES AL 30 % DE LA CAPACIDAD DE LA BASCULA	$\pm 2\%$	$\pm 0.3\%$ C.T.B. $\pm 3\%$ M. A. EL MENOR



**VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y  
PRECISIÓN DE LOS EQUIPOS PARA  
DOSIFICACIÓN**



**AGUA**

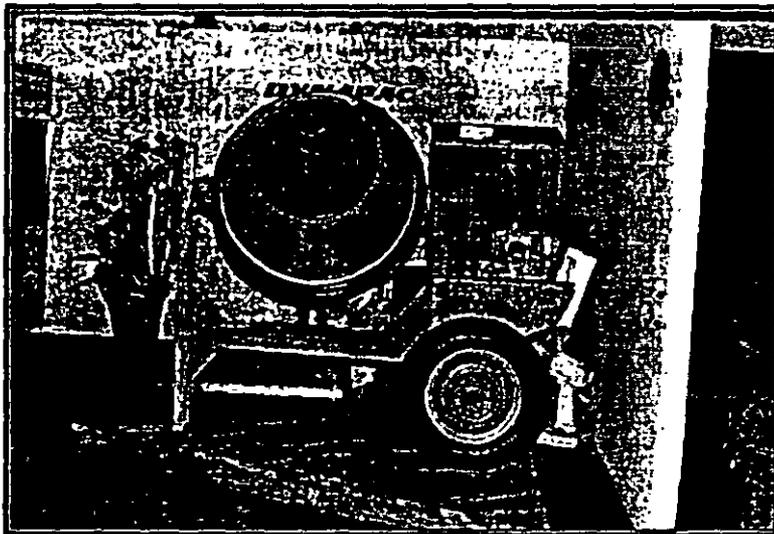
**TOLERANCIA  $\pm 1\%$**

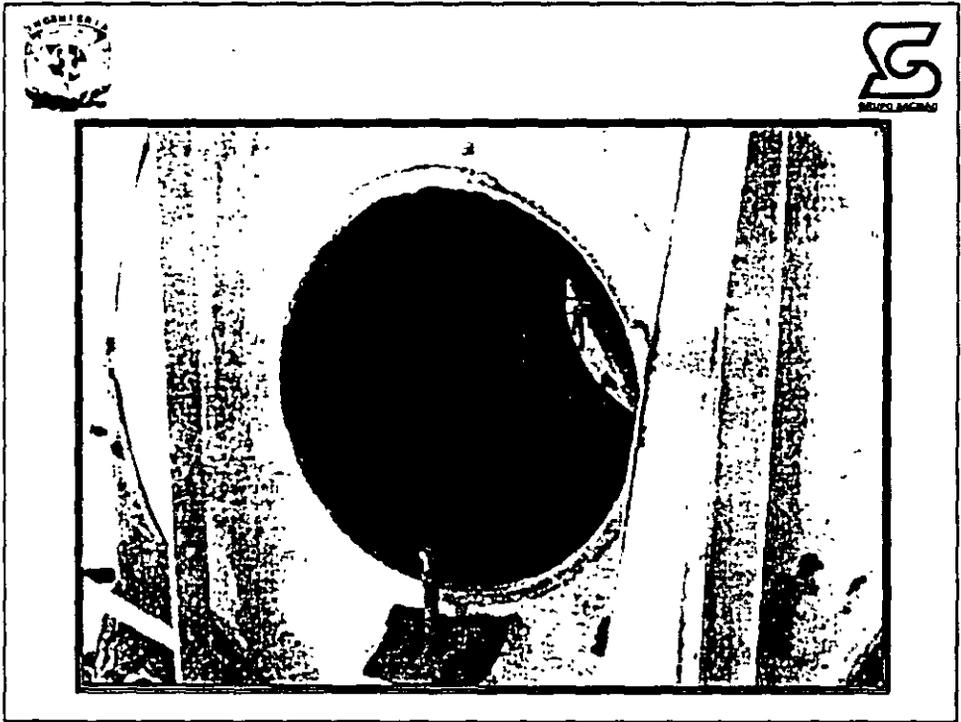
**ADITIVOS**

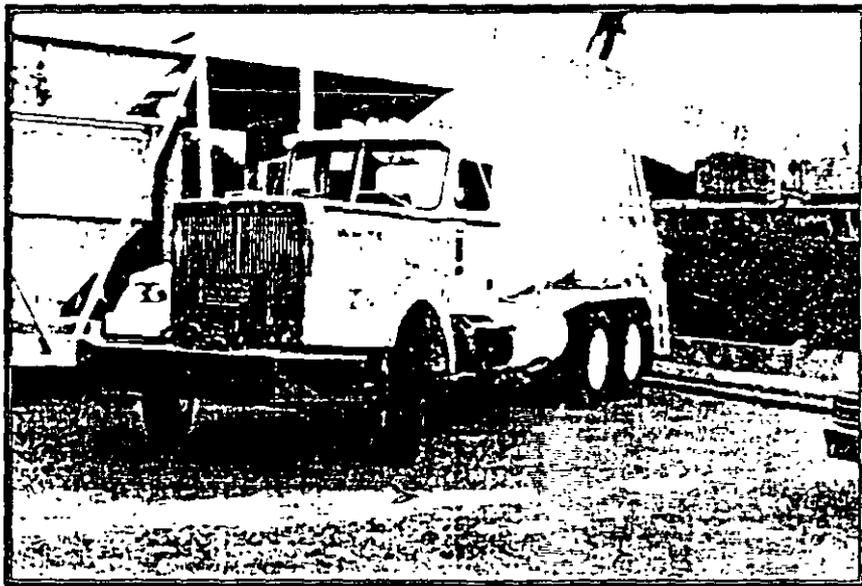
**TOLERANCIA  $\pm 3\%$**



**VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y  
PRECISIÓN DE LOS EQUIPOS PARA  
MEZCLADO**









## REQUISITOS DE UNIFORMIDAD DE MEZCLADO



PRUEBA	DIFERENCIA MÁXIMA *
1.- MASA VOLUMÉTRICA ( KG/M <sup>3</sup> ).	15
2.- CONTENIDO DE AIRE ( % ).	1
3.- REVENIMIENTO (CMS ).	
MENOR DE 6	1.5
ENTRE 6 Y 12	2.5
MAYOR DE 12	3.5
4.- CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO ( % ).	6
5.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 7 DÍAS ( % ).	10 **



**NOTAS:**

\* DIFERENCIA MÁXIMA PERMISIBLE ENTRE RESULTADOS DE PRUEBA CON MUESTRAS OBTENIDAS DE DOS PORCIONES DIFERENTES DE LA DESCARGA, LAS DOS MUESTRAS PARA EFECTUAR LAS DETERMINACIONES DE ESTA TABLA DEBEN OBTENERSE AL PRINCIPIO Y AL FINAL DE LA DESCARGA (PRINCIPIO ENTRE EL 10% Y EL 15% , FINAL ENTRE EL 85% Y EL 90% DEL VOLUMEN).

\*\* LA APROBACIÓN TENTATIVA DE LA MEZCLADORA PUEDE SER OTORGADA ANTES DE OBTENER RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA.



# **CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL CONCRETO ENDURECIDO**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

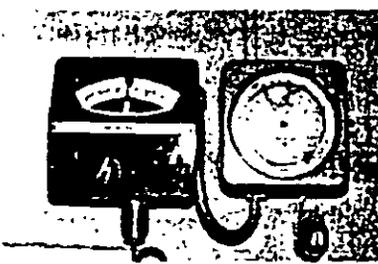
**RESISTENCIA A LA TENSIÓN**

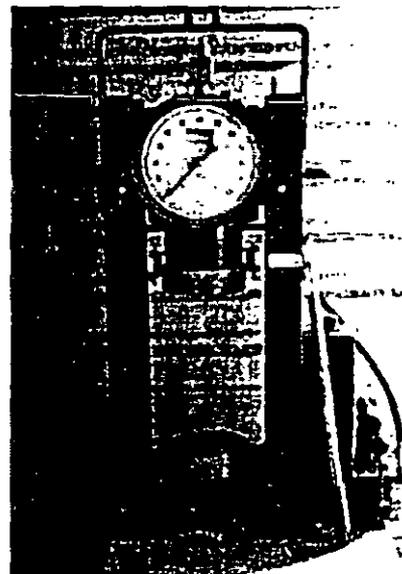
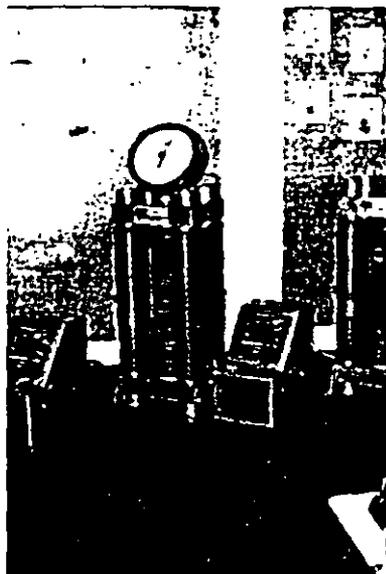
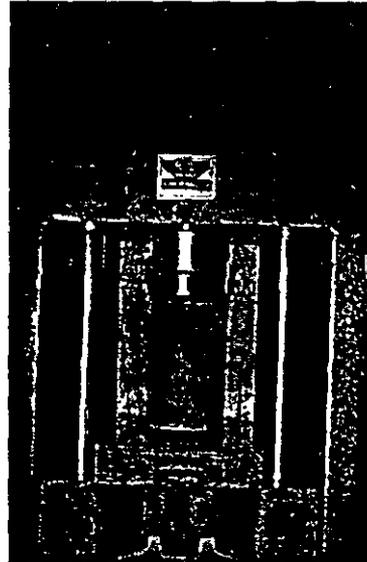
**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**MODULO DE ELASTICIDAD**



# RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



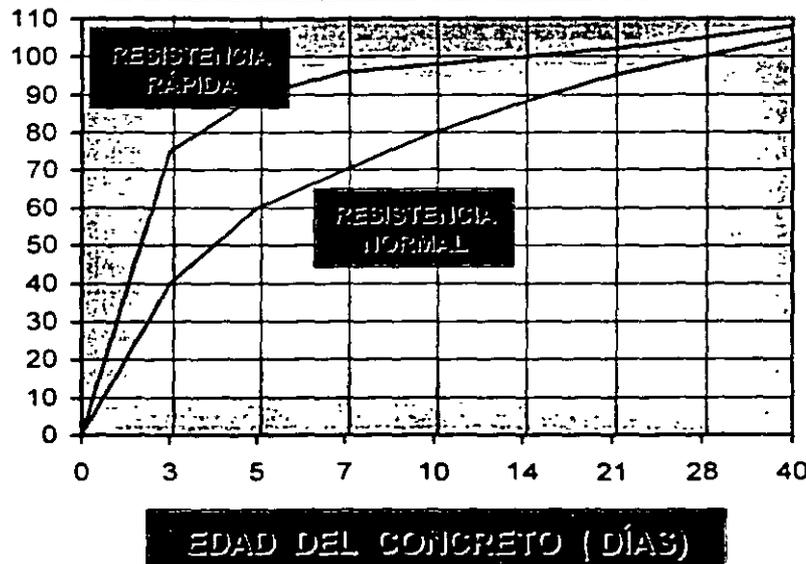




## GRAFICA DE INCREMENTO DE RESISTENCIA



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (%)

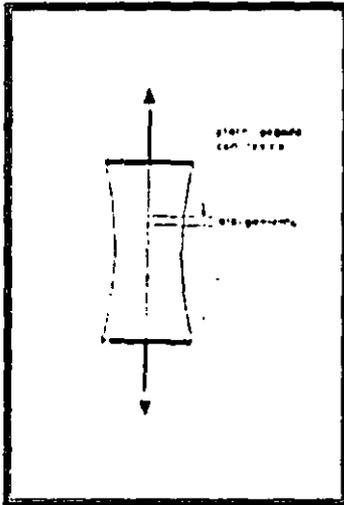


$$f'c = \frac{P}{A}$$

$f'c$  = RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ( kg/cm<sup>2</sup>. )  
P = CARGA MÁXIMA EN EL MANÓMETRO ( kg. )  
A = ÁREA TRANSVERSAL DEL CILINDRO ( cm<sup>2</sup>. )



# RESISTENCIA A LA TENSION



$$f_t = \frac{P}{A}$$

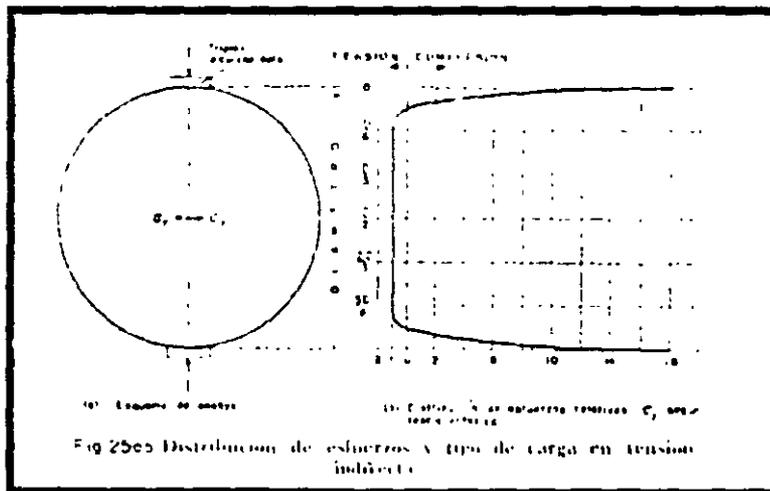
$f_t$  = RESISTENCIA A LA TENSION ( kg/cm<sup>2</sup> )

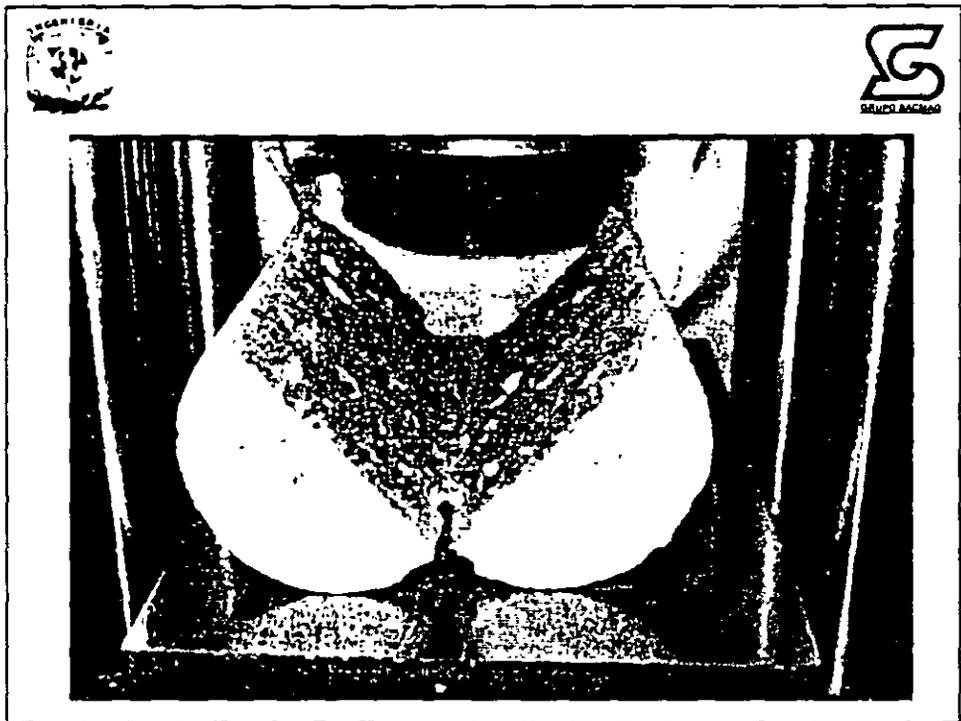
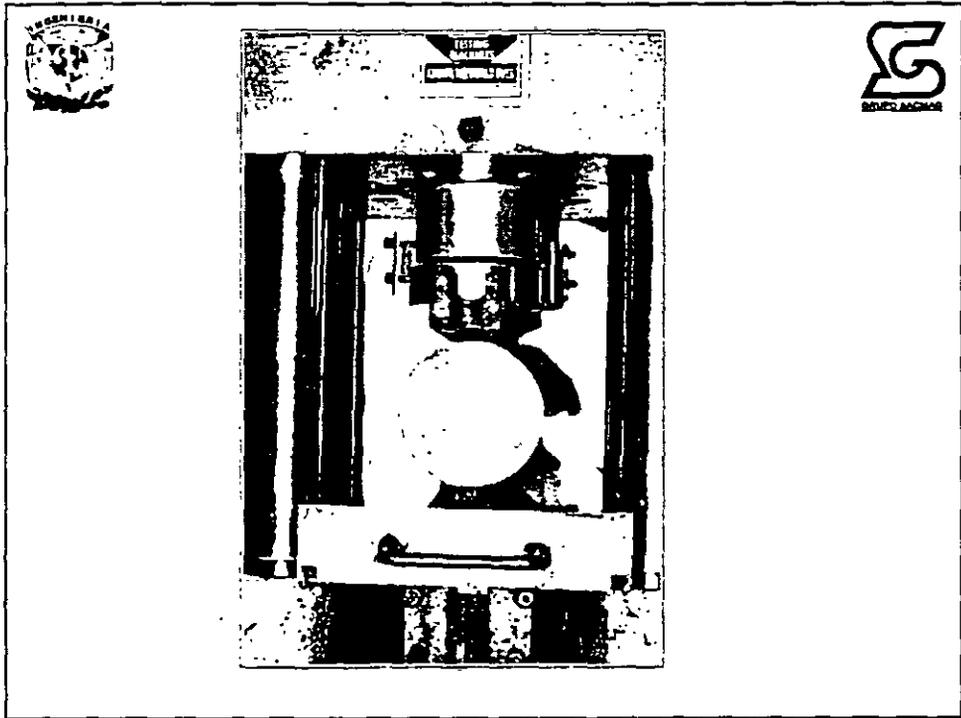
$P$  = CARGA MÁXIMA APLICADA ( kg. )

$A$  = ÁREA TRANSVERSAL DEL CILINDRO ( cm<sup>2</sup> )

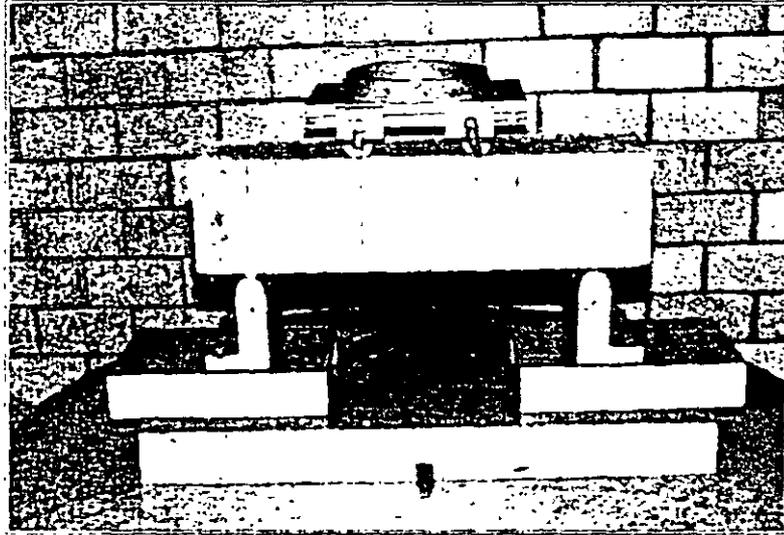


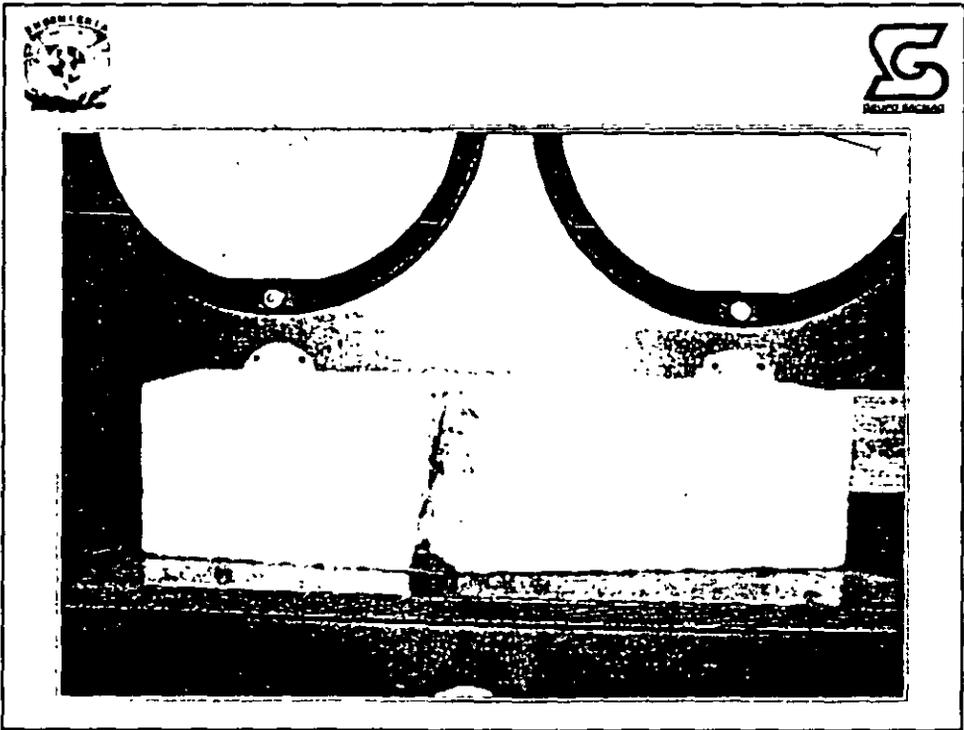
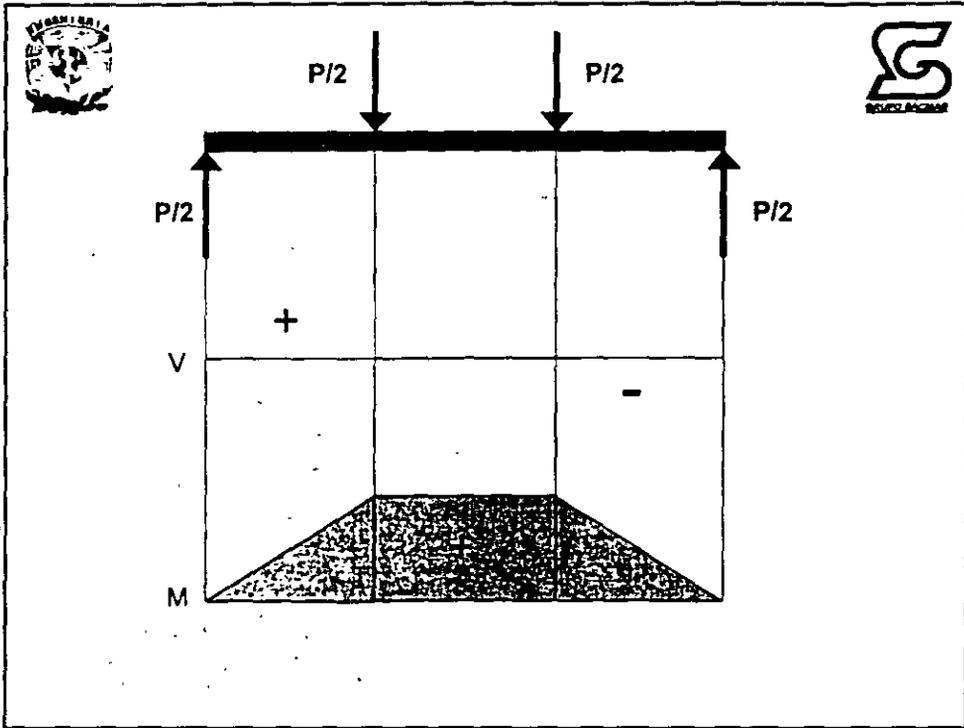
# TENSION INDIRECTA













$$MR = \frac{P \times L}{b \times d^2}$$

MR = MODULO DE RUPTURA ( kg/cm<sup>2</sup>. )  
P = CARGA MÁXIMA EN APLICADA ( kg. )  
L = DISTANCIA ENTRE APOYOS ( cm. )  
b = ANCHO PROMEDIO DEL ESPÉCIMEN ( cm. )  
d = PERALTE PROMEDIO DEL ESPÉCIMEN ( cm. )

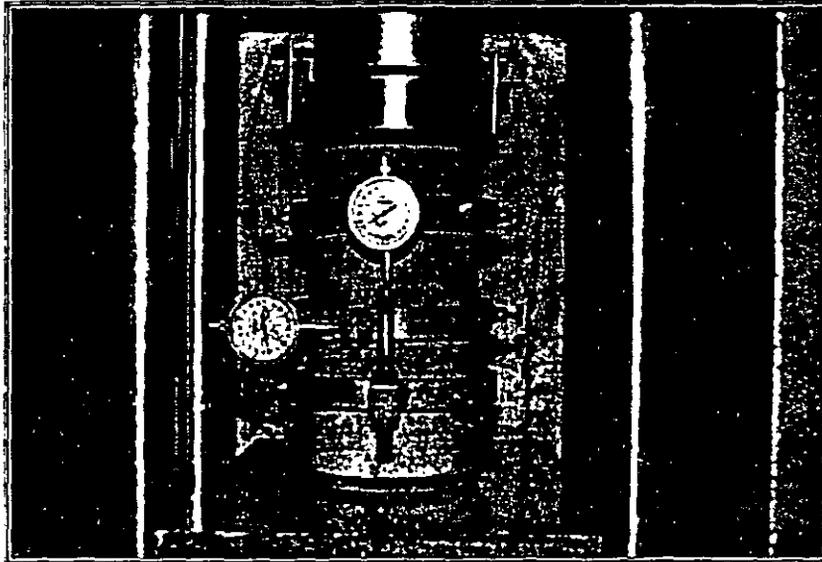


## MODULO DE ELASTICIDAD

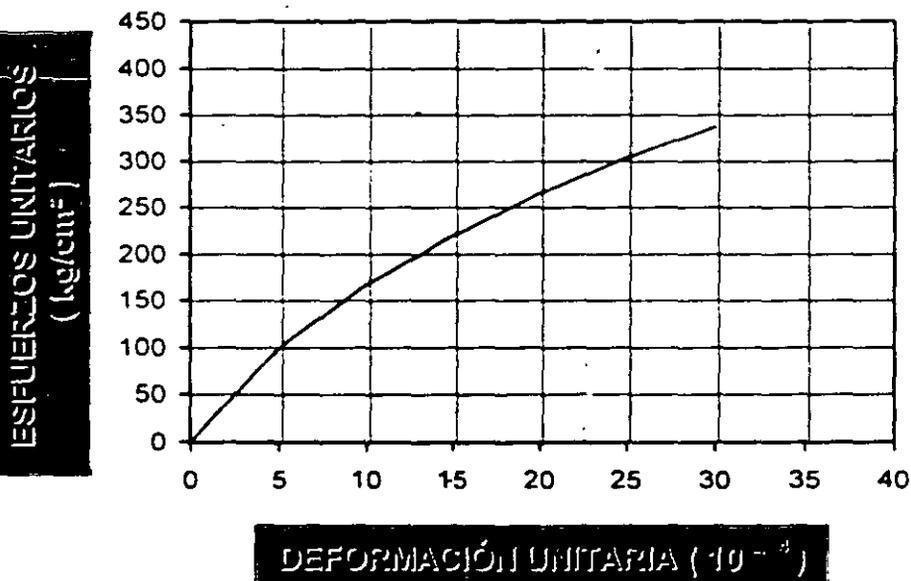




# MODULO DE ELASTICIDAD



# MODULO DE ELASTICIDAD





$$E = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - 0.00005}$$

- E = MODULO DE ELASTICIDAD ( kg/cm<sup>2</sup>. )  
S<sub>2</sub> = ESFUERZO CORRESPONDIENTE AL 40% DEL  
ESFUERZO MÁXIMO ( kg/cm<sup>2</sup>. )  
S<sub>1</sub> = ESFUERZO CORRESPONDIENTE A LA  
DEFORMACIÓN UNITARIA 0.00005 ( kg/cm<sup>2</sup>. )  
e<sub>2</sub> = DEFORMACIÓN UNITARIA CORRESPONDIENTE  
AL ESFUERZO S<sub>2</sub>

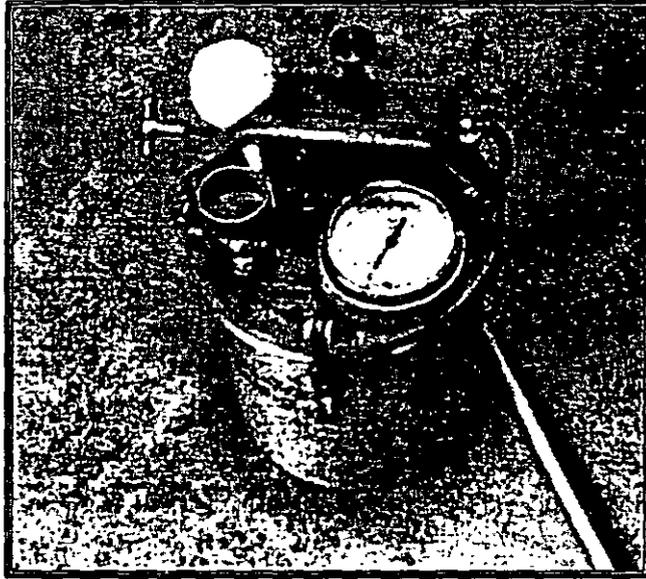


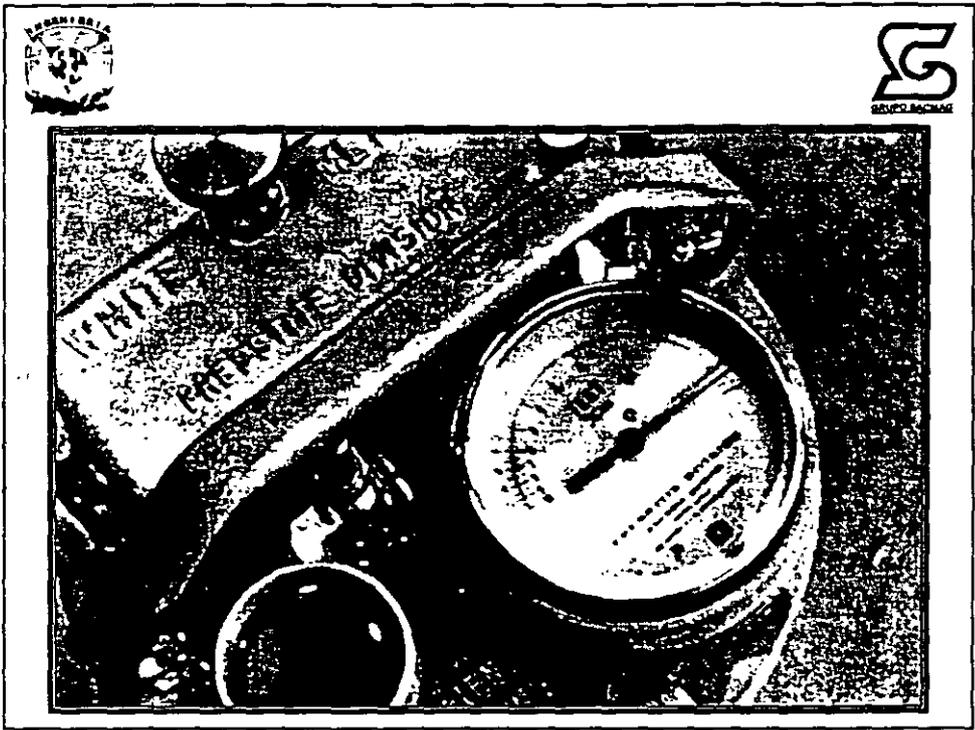
## PRUEBAS ESPECIALES

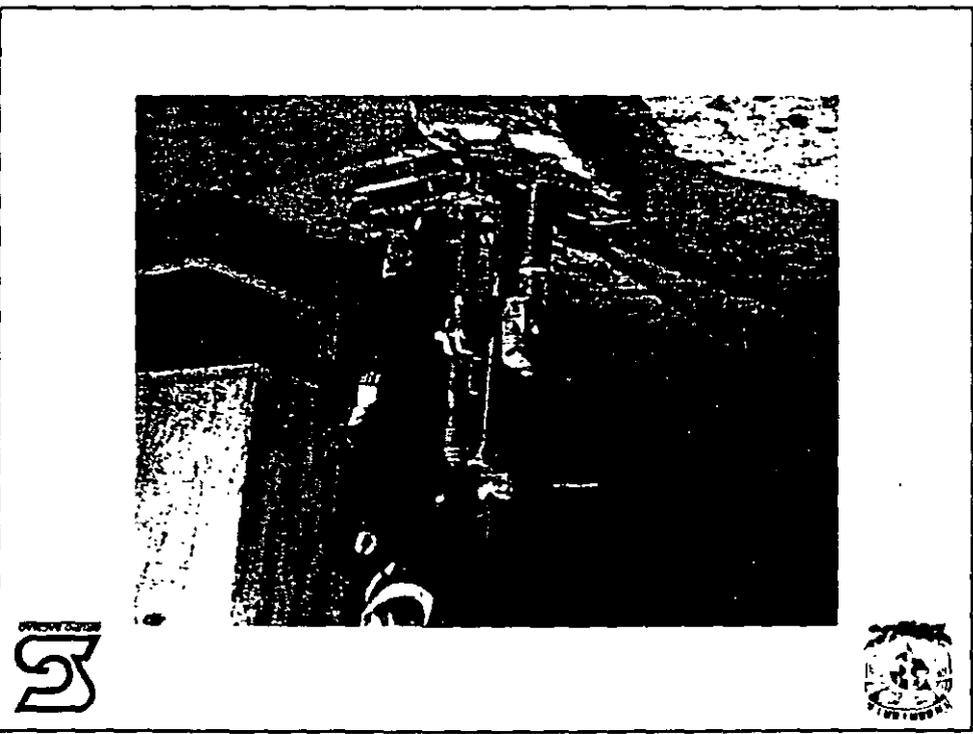
CONTENIDO DE AIRE  
CORAZONES DE CONCRETO  
ESCLEROMETRO  
ULTRASONIDO  
PISTOLA DE WINDSOR  
EXTRACCIÓN (PULL-OUT)  
PACOMETRO



# CONTENIDO DE AIRE









# ESCLEROMETRO

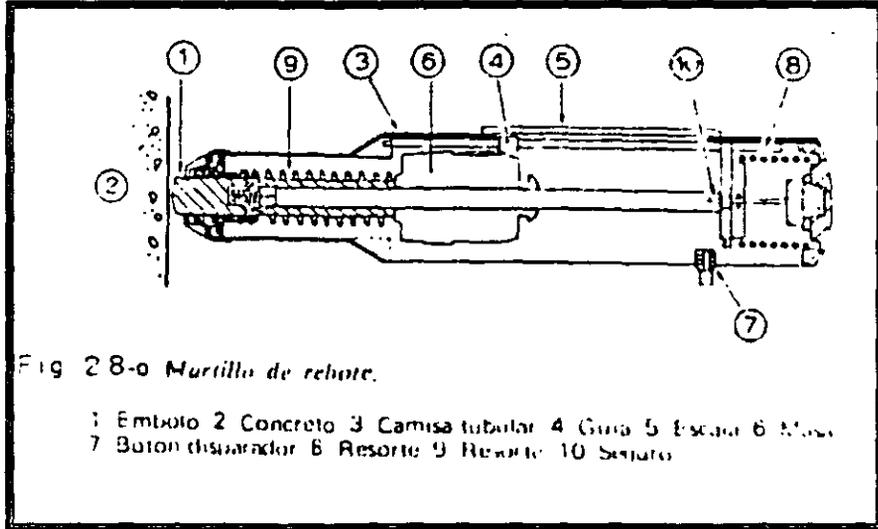
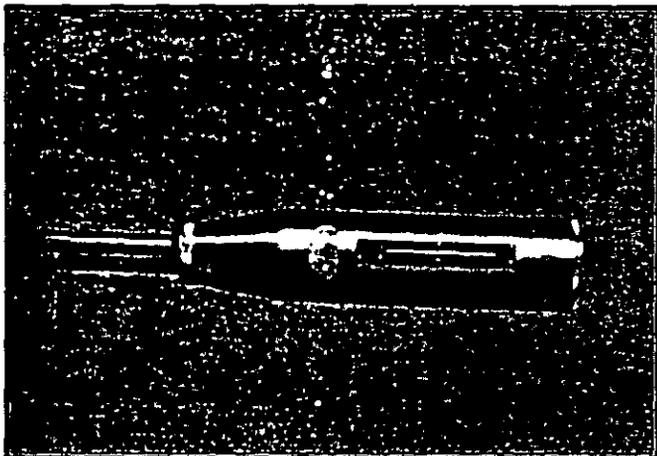
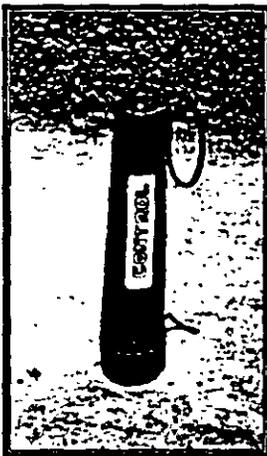
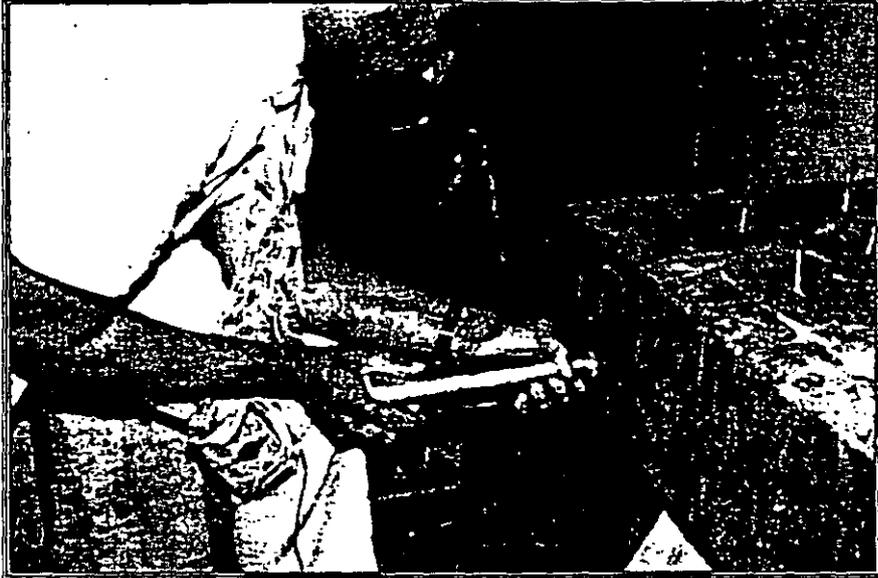


Fig 28-a Martillo de rebote.

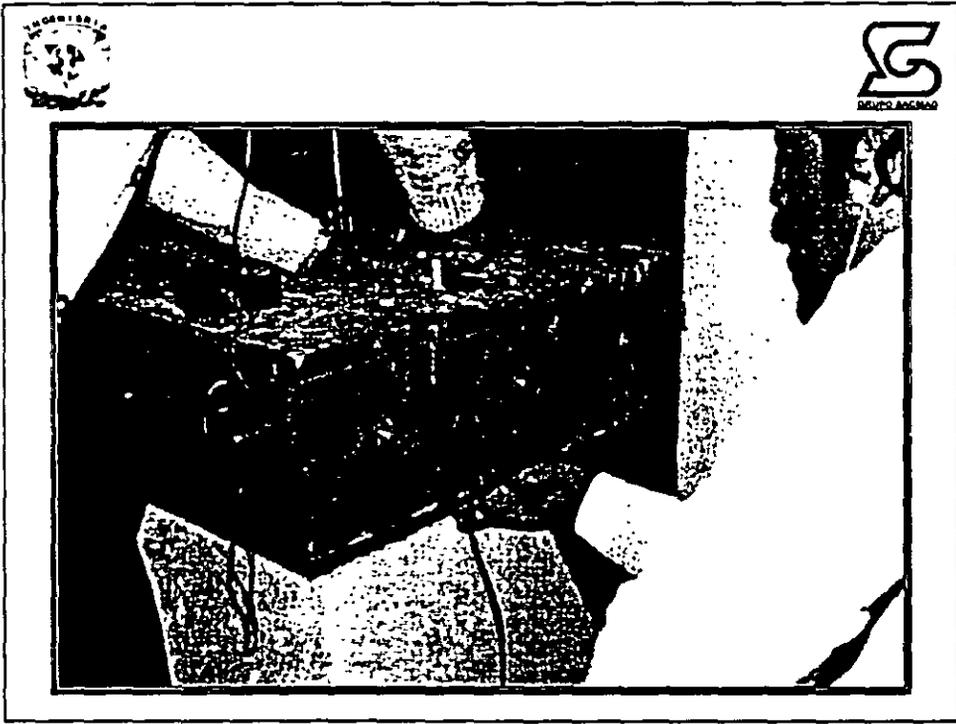
- 1 Embudo 2 Concreto 3 Camisa tubular 4 Guía 5 Escala 6 Masa
- 7 Baton disparador 8 Resorte 9 Rebote 10 Sesgado





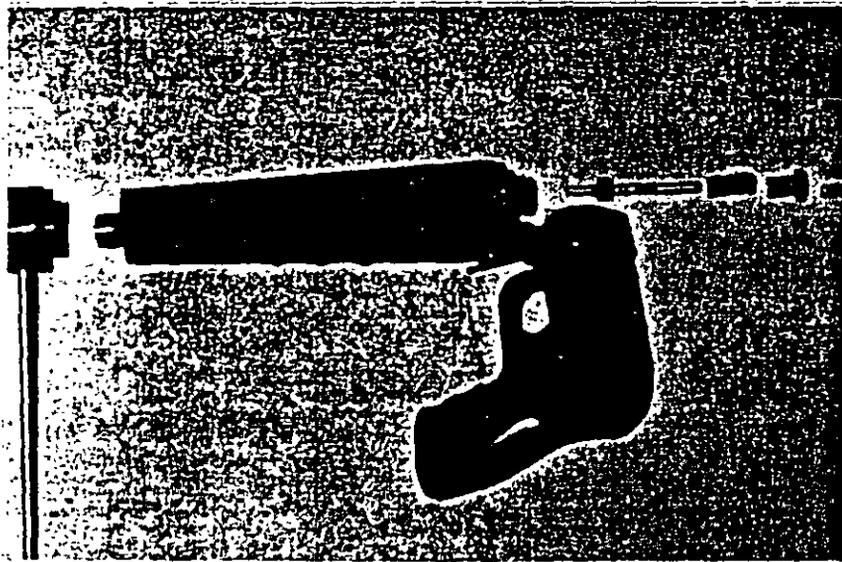
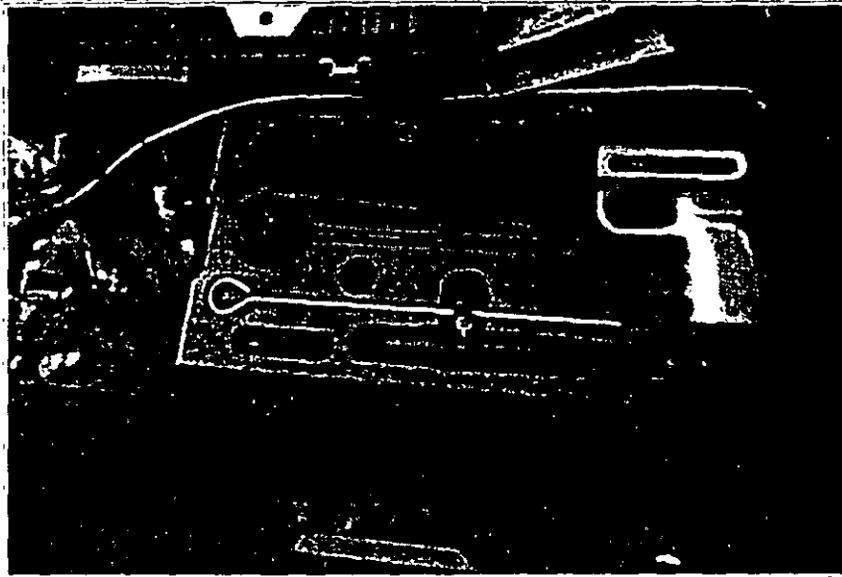
# ULTRASONIDO

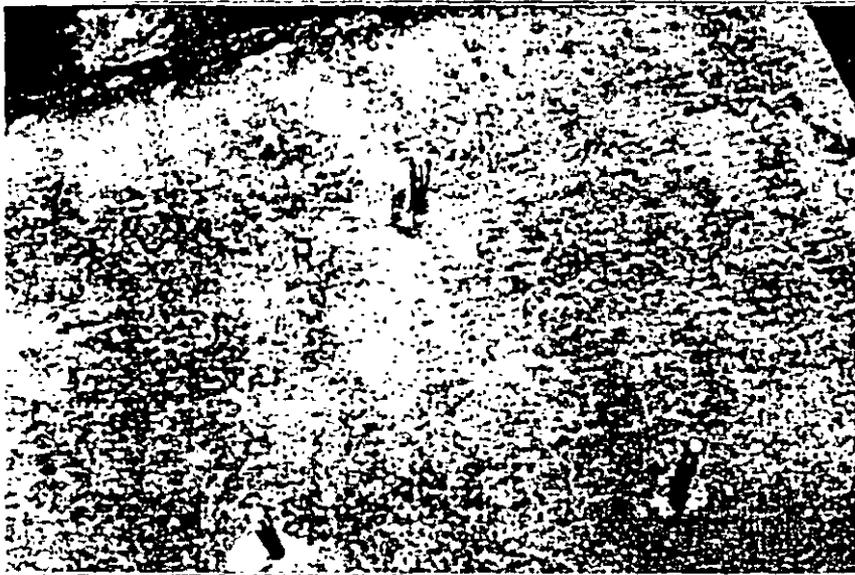
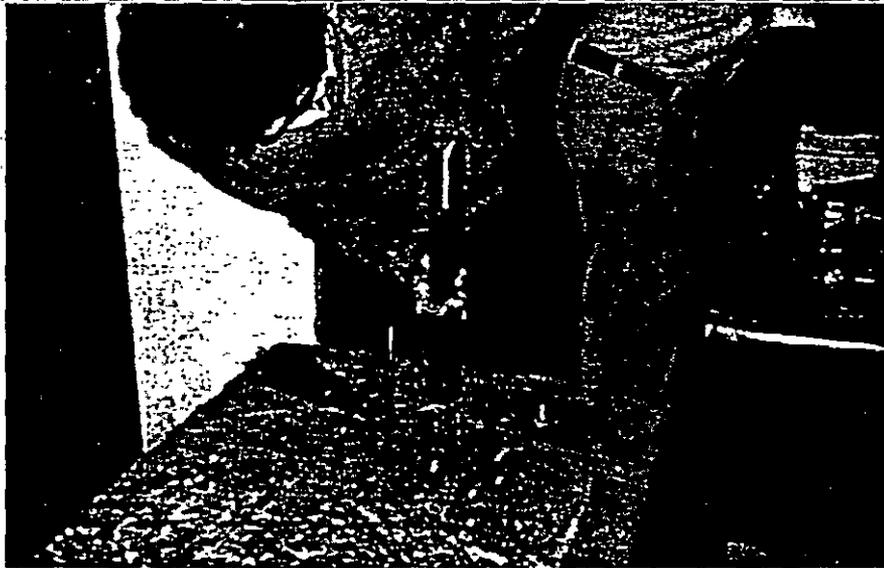






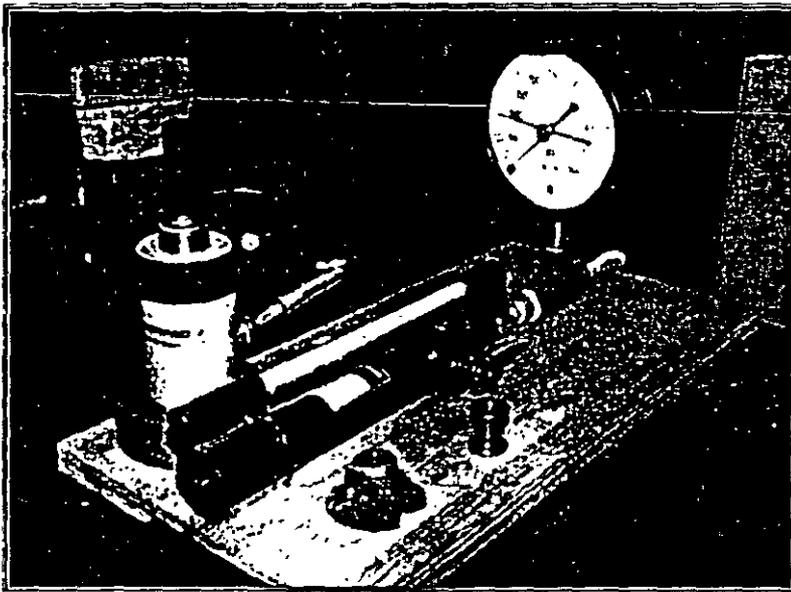
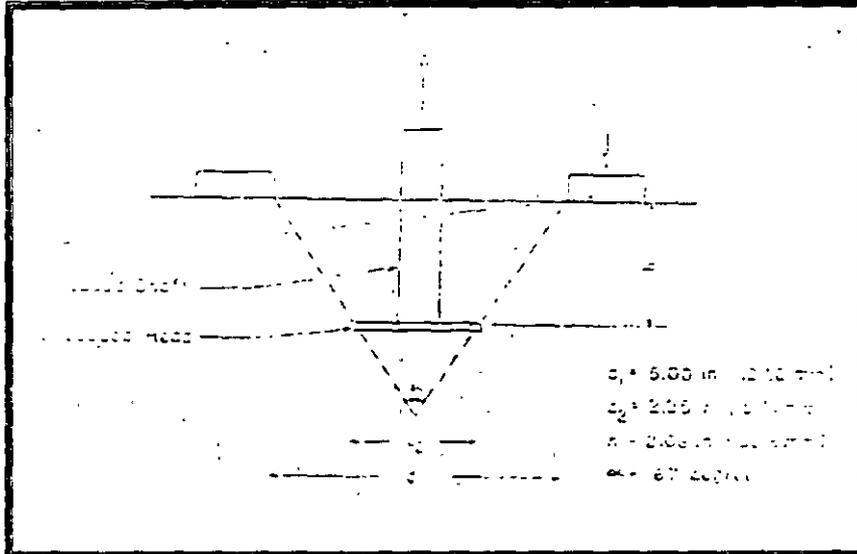
# PISTOLA DE WINDSOR

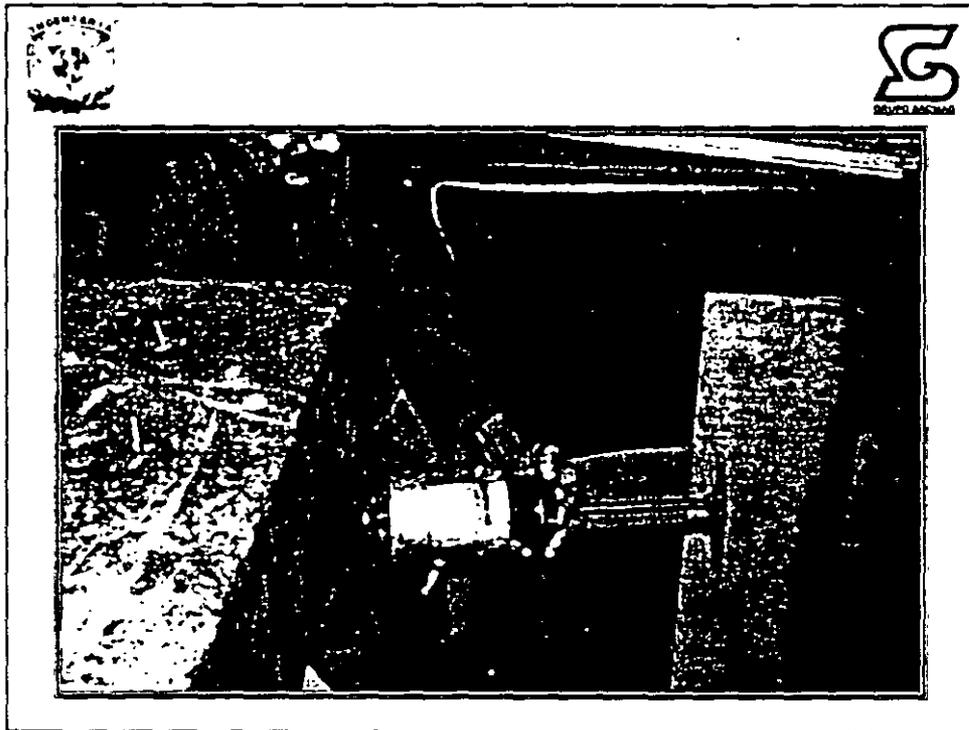
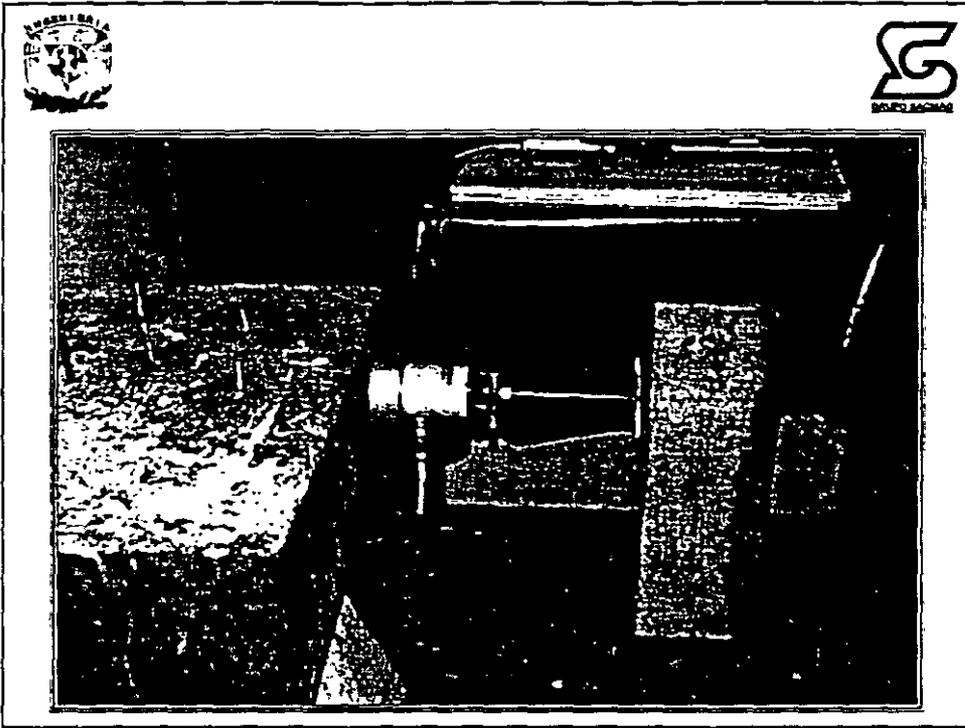


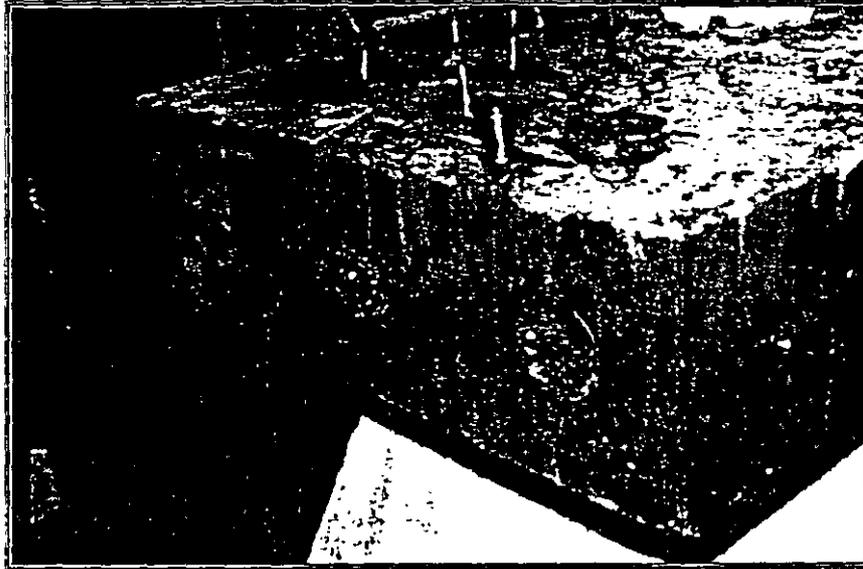




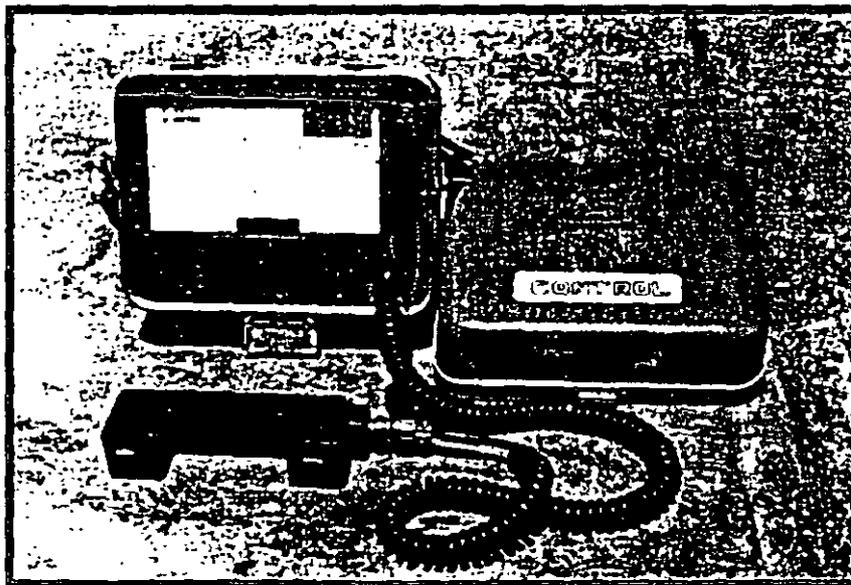
# EXTRACCION (PULL-OUT)







# PAGOMETRO





FABRICAR  
CONCRETO  
HIDRÁULICO NO ES  
SIMPLEMENTE  
MEZCLAR  
CEMENTO, AGUA Y  
AGREGADOS, SINO  
ES EL  
DESARROLLO DE  
TODA UNA  
TECNOLOGÍA



ALGUNA PREGUNTA

ANTES DEL BRINDIS





**LABORATORIO DE CONTROL, S.A. DE C.V.**

Isabel la Católica N° 504

Col. Algarin

06880 México, D.F.

[control@grupo-sacmag.com.mx](mailto:control@grupo-sacmag.com.mx)

[www.grupo-sacmag.com.mx](http://www.grupo-sacmag.com.mx)





**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



**CURSO**

**CA040 RESIDENTE DE CONSTRUCCIÓN**

**TEMA:**

**COSTOS Y RENDIMIENTOS DEL EQUIPO DE  
CONSTRUCCIÓN**

**EXPOSITOR: ING. ERNESTO MENDOZA SÁNCHEZ**

**PALACIO DE MINERÍA: JUNIO 2004**

**Programa 2004**

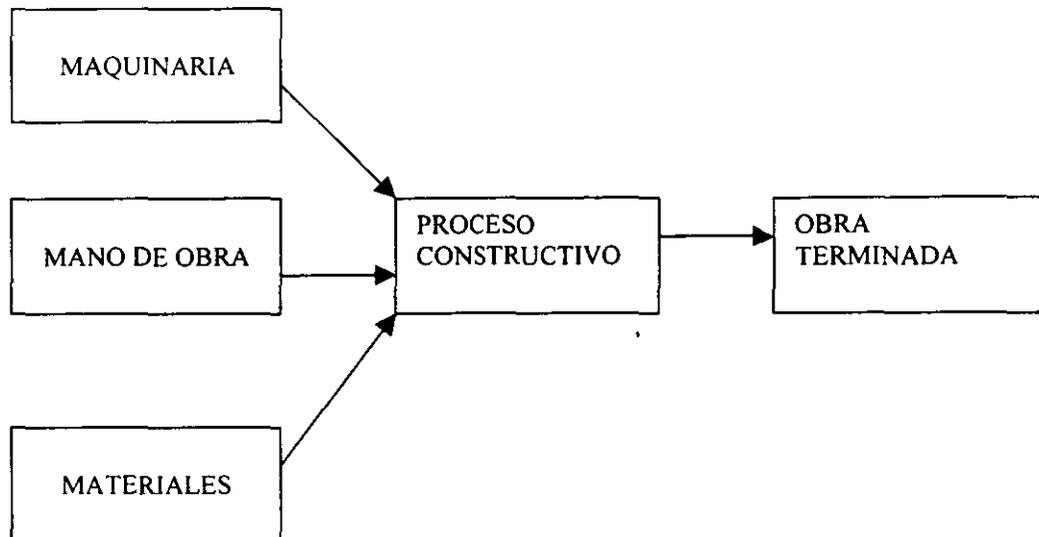
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
Facultad de Ingeniería  
División de Educación Continua

COSTOS Y RENDIMIENTOS DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION

Ing. Ernesto René Mendoza Sánchez  
Junio, 2004

## INTRODUCCION

La maquinaria y equipo es uno de los tres insumos necesarios para poder llevar a cabo la construcción de obras.



Como se puede ver en la tabla siguiente, en las obras de infraestructura, la participación de la maquinaria en la integración del costo directo es muy importante por lo que es imprescindible conocer este recurso: sus tipos, aditamentos, aplicaciones, costos y rendimientos.

<b>TIPO DE OBRA</b>	<b>MAQUINARIA</b>	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>MATERIALES</b>
<i>Presas</i>	46	16	38
<i>Hidroeléctricas</i>	37	27	36
<i>Túneles</i>	35	32	33
<i>Carreteras</i>	39	30	31
<i>Aeropuertos</i>	49	23	28
<i>Canales y zonas de riego</i>	44	26	30
<i>Dragado</i>	77	13	10
<i>Muelles</i>	42	25	33
<i>Escolleras</i>	59	21	20

De manera más específica, la variedad de equipos que se utilizan en una obra típica de movimiento de tierras se muestra en la tabla siguiente:

### MOVIMIENTO DE TIERRAS

PARTE	OPERACIÓN	MAQUINARIA USUAL	
DESMONTE	ROZA DESYERBE TALA EXTRACCIÓN DE TOCONES DESENRAICE ESCOGIDO DISPOSICIÓN QUEMA	TRACTORES CON EQUIPOS ESPECIALES CARGADOR FRONTAL CON CUCHARON ESPECIAL MOTOCONFORMADORAS DESVARADORAS SIERRAS MECÁNICAS PORTÁTILES QUEMADORES	
	EXTRACCIÓN CARGA ACARREO DISPOSICIÓN	TRACTORES CON HOJA EMPUJADORA, CARGADOR FRONTAL, MOTOCONFORMADORA EXCAVADORA CONVERTIBLE CAMIONES	ESCREPAS Y MOTOESCREPAS
EXCAVACIÓN	AFLOJE EXTRACCIÓN	COMPRESORES EQUIPO DE BARRENACIÓN TRACTORES CON ARADO Y HOJA EMPUJADORA CARGADOR FRONTAL EXCAVADORAS CONVERTIBLES	
	CARGA	CARGADOR FRONTAL EXCAVADORAS CONVERTIBLES TRANSPORTADORAS DE BANDA O CANJILONES	
	ACARREO	TRACTORES CON HOJA EMPUJADORA CARGADOR FRONTAL TRANSPORTADORES DE BANDA EXCAVADORAS CONVERTIBLES CAMIONES	
	TENDIDO	TRACTORES CON HOJA EMPUJADORA, MOTOCONFORMADORAS, COMPACTADORES AUTOPROPULSADOS CON HOJA EMPUJADORA	
COMPACTA CIÓN	INCORPORACION DE AGUA HOMOGENIZACIÓN DENSIFICADO	APLANADORAS TANDEM Y DE TRES RUEDAS, RODILLOS AUTOPROPULSADOS O JALADOS, ESTÁTICOS O VIBRATORIOS, PLACAS VIBRATORIAS, COMPACTADORES MANUALES, PIPAS Y TANQUES REGADORES.	
AFINE	PRECORTE RECORTE RENIVELACIÓN	COMPRESORES, EQUIPO DE BARRENACIÓN, TRACTORES CON HOJA EMPUJADORA, CARGADOR FRONTAL CON CUCHARON ESPECIAL, MOTOCONFORMADORA	

El propósito de estos apuntes, es precisamente presentar un panorama general de los costos y rendimientos del equipo de construcción.

## **TIPOS DE MAQUINARIA**

La maquinaria disponible para llevar a cabo trabajos de construcción es muy variada, basta entrar a la red para encontrar una amplia gama de alternativas tanto en el territorio nacional como en el extranjero.

Para tener una base en cuanto a su descripción y aplicaciones, proponemos la siguiente clasificación:

### **EQUIPO O MAQUINARIA LIGERA**

- Allanadoras
- Compactadoras manuales
- Cortadoras
- Malacates
- Revolvedoras de concreto
- Soldadoras
- Vibradores

### **EQUIPO PESADO**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Camiones fuera de carretera    | <input type="checkbox"/> Plantas trituradoras |
| <input type="checkbox"/> Camiones volteo convencionales | <input type="checkbox"/> Plantas de asfalto   |
| <input type="checkbox"/> Cargadores frontales           | <input type="checkbox"/> Plantas de concreto  |
| <input type="checkbox"/> Equipo de compactación         | <input type="checkbox"/> Palas mecánicas      |
| <input type="checkbox"/> Extendedoras o finishers       | <input type="checkbox"/> Retroexcavadoras     |
| <input type="checkbox"/> Grúas                          | <input type="checkbox"/> Tractores            |
| <input type="checkbox"/> Motoconformadoras              | <input type="checkbox"/> Zanjadoras           |
| <input type="checkbox"/> Motoescrepas                   |   |

## **COSTOS**

El artículo 163 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, establece que el costo directo por maquinaria o equipo de construcción es el que se deriva del uso correcto de las máquinas o equipos adecuados y necesarios para la ejecución del concepto de trabajo, de acuerdo con lo estipulado en las normas de calidad y especificaciones generales y particulares que determine la dependencia o entidad y conforme al programa de ejecución convenido.

El costeo de este insumo, se hace con base a la determinación del costo por hora efectiva trabajada o costo horario, combinado con el rendimiento que se espera de dicha máquina trabajando en el concepto de obra al cual es asignada.

#### □ **Costo horario**

La normatividad vigente, establece que los cálculos de los costos horarios se lleven a cabo considerando equipo y aditamentos de trabajo nuevos.

La estructuración del Costo Horario, está hecha de la siguiente manera:

#### **CARGOS FIJOS:**

- Depreciación
- Inversión
- Seguros
- Mantenimiento

#### **CARGOS POR CONSUMO:**

- Combustible
- Otras fuentes de energía
- Lubricantes
- Llantas (en su caso)
- Piezas especiales (en su caso)

#### **CARGOS POR OPERACIÓN:**

- Salarios de operación

Se definen a continuación cada uno de los cargos, referidos al Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios relacionados con las Mismas:

#### **CARGOS FIJOS:**

##### **Depreciación**

Artículo 165.- El costo por depreciación, es el que resulta por la disminución del valor original de la maquinaria o equipo de construcción como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica. Se considerará una depreciación lineal, es decir, que la maquinaria o equipo de construcción se deprecia en una misma cantidad por unidad de tiempo.

Este costo se obtiene con la siguiente expresión:

$$D = \frac{V_m - V_r}{V_e}$$

Donde:

“D” Representa el costo horario por depreciación de la maquinaria o equipo de construcción.

“Vm” Representa el valor de la máquina o equipo considerado como nuevo en la fecha de presentación y apertura de la propuesta técnica, descontando el precio de las llantas y de los equipamientos, accesorios o piezas especiales, en su caso.

“Vr” Representa el valor de rescate de la máquina o equipo que el contratista considere recuperar por su venta, al término de su vida económica.

“Ve” Representa la vida económica de la máquina o equipo estimada por el contratista y expresada en horas efectivas de trabajo, es decir, el tiempo que puede mantenerse en condiciones de operar y producir trabajo, en forma eficiente, siempre y cuando se le proporcione el mantenimiento adecuado.

**Inversión:**

Artículo 166.- El costo por inversión, es el costo equivalente a los intereses del capital invertido en la maquinaria o equipo de construcción, como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica.

Este costo se obtiene con la siguiente expresión:

$$I_m = \frac{(V_m + V_r) i}{2 H e a}$$

Donde:

“Im” Representa el costo horario de la inversión de la maquinaria o equipo de construcción, considerado como nuevo.

“Vm” y “Vr” Representan los mismos conceptos y valores enunciados en el artículo 165 de este Reglamento

“Hea” Representa el número de horas efectivas que la máquina o el equipo trabaja durante el año.

“i” Representa la tasa de interés anual expresada en fracción decimal.

Los contratistas para sus análisis de costos horarios considerarán a su juicio las tasas de interés “i”, debiendo proponer la tasa de interés que más les convenga, la que deberá estar referida a un indicador económico específico y estará sujeta a las variaciones de dicho indicador. Su actualización se hará como parte de los ajustes de costos, sustituyendo la nueva tasa de interés en las matrices de cálculo del costo horario.

#### **Seguros:**

Artículo 167.- El costo por seguros, es el que cubre los riesgos a que está sujeta la maquinaria o equipo de construcción por siniestros que sufra. Este costo forma parte del costo horario, ya sea que la maquinaria o equipo se asegure por una compañía aseguradora, o que la empresa constructora decida hacer frente con sus propios recursos a los posibles riesgos como consecuencia de su uso.

Este costo se obtiene con la siguiente expresión:

$$S_m = \frac{(V_m + V_r) s}{2 \text{ Hea}}$$

Donde:

“Sm” Representa el costo por seguros de la maquinaria o equipo de construcción.

“Vm” y “Vr” Representan los mismos conceptos y valores enunciados en el artículo 165 de este Reglamento.

“s” Representa la prima anual promedio de seguros, fijada como porcentaje del valor de la máquina o equipo, y expresada en fracción decimal.

“Hea” Representa el número de horas efectivas que la máquina o el equipo trabaja durante el año.

Los contratistas para sus estudios y análisis de costo horario considerarán la prima anual promedio de seguros, la que deberá estar referida a un indicador específico del mercado de seguros.

### **Mantenimiento:**

Artículo 168.- El costo por mantenimiento mayor o menor, es el originado por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria o equipo de construcción en buenas condiciones durante toda su vida económica.

Para los efectos de este artículo, se entenderá como:

- I. Costo por mantenimiento mayor, a las erogaciones correspondientes a las reparaciones de la maquinaria o equipo de construcción en talleres especializados, o aquellas que puedan realizarse en el campo, empleando personal especializado y que requieran retirar la máquina o equipo de los frentes de trabajo. Este costo incluye la mano de obra, repuestos y renovaciones de partes de la maquinaria o equipo de construcción, así como otros materiales que sean necesarios, y
- II. Costo por mantenimiento menor, a las erogaciones necesarias para efectuar los ajustes rutinarios, reparaciones y cambios de repuestos que se efectúan en las propias obras, así como los cambios de líquidos para mandos hidráulicos, aceite de transmisión, filtros, grasas y estopas. Incluye el personal y equipo auxiliar que realiza estas reparaciones de mantenimiento, los repuestos y otros materiales que sean necesarios.

Este costo se obtiene con la siguiente expresión:

$$Mn = Ko * D$$

Donde:

“Mn” Representa el costo horario por mantenimiento mayor y menor de la maquinaria o equipo de construcción.

“Ko” Es un coeficiente que considera tanto el mantenimiento mayor como el menor. Este coeficiente varía según el tipo de máquina o equipo y las características del trabajo, y se fija con base en la experiencia estadística.

“D” Representa la depreciación de la máquina o equipo, calculada de acuerdo con lo expuesto en el artículo 165 de este reglamento.

## **CARGOS POR CONSUMO**

Los cargos por consumo, son los que se derivan de todas las erogaciones por el uso de combustibles, otras fuentes de energía y, en su caso, lubricantes y llantas.

### **Combustible:**

Artículo 170.- El costo por combustibles, es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina y diesel para el funcionamiento de los motores de combustión interna de la maquinaria o equipo de construcción.

Este costo se obtiene con la siguiente expresión:

$$Co = Gh * Pc$$

Donde:

“Co” Representa el costo horario del combustible necesario por hora efectiva de trabajo.

“Gh” Representa la cantidad de combustible utilizado por hora efectiva de trabajo. Este coeficiente se obtiene en función de la potencia nominal del motor, de un factor de operación de la máquina o equipo y de un coeficiente determinado por la experiencia, el cual varía de acuerdo con el combustible que se use.

“Pc” Representa el precio del combustible puesto en la máquina o equipo.

Las tablas siguientes, proporcionan una guía para la obtención del consumo horario de combustible de tractores, motoescrapas, cargadores y motoconformadoras.

**CONSUMO DE COMBUSTIBLES DE TRACTORES SOBRE ORUGAS**

<b>MODELO</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
D3 ESTÁNDAR Y BPS	6.4	7.6	10.1
D4 ESTÁNDAR Y BPS	7.2	9.8	12.2
D5 ESTÁNDAR Y BPS	9.8	13.2	16.7
D6 ESTÁNDAR Y BPS	13.2	17.8	22.0
D7G	21.2	28.4	35.6
D8K	29.5	39.4	49.6
D9H	42.8	56.8	71.2

**CONSUMO DE COMBUSTIBLES DE MOTOESCREPAS**

<b>MODELO</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
613	14.0	18.5	23.1
621B y 623B	32.6	43.2	54.1
627B	47.7	63.6	79.5
631C y 633C	39.4	52.2	65.5
637	64.0	85.6	106.7
641B y 651B	54.1	71.9	90.1
657B	93.8	125.3	156.7
660B	54.1	71.9	90.1
666B	95.0	126.4	158.2

**CONSUMO DE COMBUSTIBLES DE CARGADORES FRONTALES**

<b>MODELO</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
<b>a) SOBRE ORUGAS</b>			
931	7.9	9.1	10.1
941B	9.1	12.9	17.4
951C	11.0	15.9	19.3
955L	14.8	21.6	26.5
977L	18.9	28.0	34.1
983	29.5	42.8	52.2
<b>b) SOBRE RUEDAS</b>			
910	7.2	8.3	9.5
920	8.3	11.4	15.5
930	10.2	14.0	19.3
950	12.9	17.4	23.8
966C	17.0	23.5	31.8
980B	24.6	34.1	46.2
988	30.3	41.6	56.8
992B	48.5	66.6	90.8

**CONSUMO DE COMBUSTIBLES DE MOTOCONFORMADORAS**

<b>MODELO</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
120G	12.1	16.7	22.7
130G	13.2	18.2	25.0
12G	13.2	18.2	25.0
140G	14.4	19.7	27.3
14G	16.3	22.7	30.7
16G	27.0	29.9	40.9

Para otras máquinas, el valor del coeficiente al que aluden las literales "Gh", puede tomarse de 0.20 para motores a diesel y de 0.24 para motores a gasolina.

Por otra parte, el factor de operación puede tomarse entre 0.70 y 0.80.

### **Otras fuentes de energía:**

Artículo 171.- El costo por otras fuentes de energía, es el derivado por los consumos de energía eléctrica o de otros energéticos distintos a los señalados en el artículo anterior. La determinación de este costo requerirá en cada caso de un estudio especial.

### **Lubricantes:**

Artículo 172.- El costo por lubricantes, es el derivado por el consumo y los cambios periódicos de aceites lubricantes de los motores.

Este costo se obtiene con la siguiente expresión:

$$Lb = (Ah + Ga) Pa$$

Donde:

“Lb” Representa el costo horario por consumo de lubricantes.

“Ah” Representa la cantidad de aceites lubricantes consumidos por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medias de operación.

“Ga” Representa el consumo entre cambios sucesivos de lubricantes en las máquinas o equipos; está determinada por la capacidad del recipiente dentro de la máquina o equipo y los tiempos entre cambios sucesivos de aceites.

“Pa” Representa el costo de los aceites lubricantes puestos en las máquinas o equipos.

El consumo horario de lubricantes puede calcularse utilizando la siguiente expresión:

$Ah = 0.0030 \times H.P. \times o.p.$  para máquinas con potencia nominal menor o igual a 100 H.P. o bien,

$Ah = 0.0035 \times H.P. \times o.p.$  para máquinas con potencia nominal mayor a 100 H.P.

o.p. representa el factor de operación de la máquina o equipo.

Para calcular el factor  $G_a$ , se requiere conocer la capacidad del cárter de la máquina en cuestión a través de su hoja técnica y determinar el tiempo que transcurre entre cambios de aceite, que por las condiciones en que trabaja el equipo pesado, se recomienda sea entre 75 y 100 horas efectivas.

### **Llantas:**

Artículo 173.- El costo por llantas, es el correspondiente al consumo por desgaste de las llantas durante la operación de la maquinaria o equipo de construcción.

Este costo se obtiene con la siguiente expresión:

$$N = \frac{P_n}{V_n}$$

Donde:

- “N” Representa el costo horario por el consumo de las llantas de la máquina o equipo, como consecuencia de su uso.
- “ $P_n$ ” Representa el valor de las llantas, consideradas como nuevas, de acuerdo con las características indicadas por el fabricante de la máquina.
- “ $V_n$ ” Representa las horas de vida económica de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determinará de acuerdo con tablas de estimaciones de la vida de los neumáticos, desarrolladas con base en las experiencias estadísticas de los fabricantes, considerando, entre otros, los factores siguientes: presiones de inflado, velocidad máxima de trabajo; condiciones relativas del camino que transite, tales como pendientes, curvas, superficie de rodamiento, posición de la máquina; cargas que soporte; clima en que se operen y mantenimiento.

### **Piezas especiales:**

Artículo 174.- El costo por piezas especiales, es el correspondiente al consumo por desgaste de las piezas especiales durante la operación de la maquinaria o equipo de construcción.

Este costo se obtiene con la siguiente expresión:

$$Ae = \frac{Pa}{Va}$$

Donde:

“Ae” Representa el costo horario por las piezas especiales.

“Pa” Representa el valor de las piezas especiales, considerado como nuevas.

“Va” Representa las horas de vida económica de las piezas especiales, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas.

## CARGOS POR OPERACIÓN

### Salarios de operación:

Artículo 175.- El costo por salarios de operación, es el que resulta por concepto de pago del o los salarios del personal encargado de la operación de la maquinaria o equipo de construcción, por hora efectiva de trabajo.

Este costo se obtendrá mediante la expresión:

$$Po = \frac{Sr}{Ht}$$

Donde:

“Po” Representa el costo horario por la operación de la maquinaria o equipo de construcción.

“Sr” Representa los mismos conceptos enunciados en el artículo 159 de este Reglamento, valorizados por turno del personal necesario para operar la máquina o equipo.

“Ht” Representa las horas efectivas de trabajo de la maquinaria o equipo de construcción dentro del turno.

La suma de los cargos anteriores, corresponde al Costo Hora Máquina o Costo Horario del equipo de construcción.

Los cálculos se facilitan empleando formatos como el que se anexa a los presentes apuntes; desde luego, vienen integrados a los programas para cálculo de precios unitarios por computadora.

Es conveniente cotejar los resultados obtenidos, con las rentas de equipos similares en las casas arrendadoras, quienes publican regularmente esta última información en revistas especializadas.

Para ciertos tipos de trabajo como puede ser el de una pipa acarreado agua para riego en un pavimento, donde la máquina permanece parada mientras se carga en la garza, es necesario considerar para la determinación del costo unitario, el cálculo del costo horario de la máquina activa y el costo horario de la máquina inactiva.

El cuadro siguiente da un lineamiento de tipo general, propuesto por el entonces Departamento del Distrito Federal, para llevar a cabo el cálculo anterior con base en el costo horario de máquina activa:

CONCEPTO	MAQUINA ACTIVA	MAQUINA INACTIVA	ESPERA	PARADA*
Depreciación	100	100	15	0
Inversión	100	100	100	0
Seguros	100	100	100	0
Mantenimiento**	100	75***	15	0
Consumos Combustibles y Lubricantes	100	15	0	0
Llantas	100	0	0	0
Operación	100	100	100	0

\* Si hay afectación al Departamento, se deberá hacer el cargo según la afectación.

\*\* Este renglón se calcula como un porcentaje de la depreciación y varía de máquina a máquina o de equipo a equipo, pero aquí hablamos del 100% que le corresponda según de la que se trate

\*\*\*El costo del mantenimiento en la hora inactiva deberá ser menor que el correspondiente a la activa, ya que el desgaste de las partes que componen la máquina y sus equipos, son menores; esto debido a que no desarrollan la misma potencia del activo

## **RENDIMIENTOS DE LOS EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN**

Uno de los aspectos primordiales del analista de costos, es la correcta estimación y verificación de los rendimientos de los equipos empleados en la construcción.

Se define como rendimiento, la cantidad de unidades de obra que una máquina puede ejecutar en la unidad de tiempo, que en la mayoría de los casos es la hora.

Con base en lo anterior, las unidades del rendimiento serán m/h, m<sup>2</sup>/h, m<sup>3</sup>/h, etc.

Los equipos ligeros o pequeños, generalmente vienen acompañados de una hoja técnica en la cual se estipula el rendimiento o producción que son capaces de ofrecer. Por otra parte, su costo es también pequeño y su producción va asociada muy de cerca a la mano de obra. Tal es el caso de una “bailarina” o un vibrador para concreto.

Sin embargo, los equipos pesados, cuyo costo de adquisición es muy alto, requieren que los cálculos para determinar sus costos y rendimientos sean lo más exacto posible, ya que de ello depende el éxito económico de una obra.

Los rendimientos en tal caso, pueden obtenerse de tres maneras:

- POR OBSERVACIÓN DIRECTA
- A PARTIR DE TABLAS O GRÁFICAS
- POR PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS

La determinación del rendimiento por observación directa, se puede llevar a cabo cuando el equipo ya se encuentra en la obra: basta observar de manera sistemática el trabajo que desarrollan, digamos en una jornada de trabajo, para calcular el rendimiento horario promedio.

Algunos fabricantes o distribuidores de equipo, proporcionan gráficas donde se pueden “leer” los rendimientos esperados. En este caso, es muy importante verificar, las condiciones bajo las cuales se determinaron estos rendimientos y hacer los ajustes necesarios en el caso particular que estemos analizando.

Finalmente, la determinación de los rendimientos por procedimientos analíticos, se hace a partir del estudio detallado del ciclo de trabajo de las máquinas.

Las expresiones algebraicas para calcular el rendimiento de algunos equipos se muestra en la siguiente tabla:

EQUIPO	RENDIMIENTO TEÓRICO
Cargadores	$R = \frac{C \times K \times 60 \times \eta}{C_a \times t}$
Compactadores	$R = \frac{A \times V \times e \times 10 \times \eta}{N}$
Draga, palas, retroexcavadoras	$R = \frac{C \times K \times 3600 \times \eta}{t}$
Escarificador	$R = \frac{V \times a \times \rho \times \eta}{N}$
Motoconformadora	$R = \frac{N \times D}{V \times \eta}$
Motoescrepa	$R = \frac{C \times 60 \times \eta}{C_a \times t}$
Tractor	$R = \frac{C \times C_c \times 60 \times \eta}{C_a \times t}$ $C = \frac{L \times H^2}{2 \tan \phi}$

Donde:

R= rendimiento teórico de la máquina al ejecutar un trabajo durante una unidad de tiempo.

A = Ancho de compactación efectivo en cada pasada expresado en metros.

C= capacidad nominal ya sea del cucharón en el caso de cargadores, dragas, retroexcavadoras, de cajas al tratar con motoescrepas y camiones de volteo, o bien de la hoja del tractor o de la motoconformadora.

K= factor de llenado o factor de eficiencia del cucharón.

Ca= coeficiente de abundamiento del material.

$t$  = es el tiempo total empleado en realizar un ciclo de trabajo, está formado por la suma de tiempos fijos más tiempos variables, expresado ya sea en segundos, minutos o fracciones de hora, de acuerdo a las unidades del numerador.

$\eta$  = factor de eficiencia horaria durante el trabajo.

$V$  = velocidad de la máquina al realizar el trabajo en kilómetros por hora, es conveniente calcularla utilizando los datos del fabricante, afectados por coeficientes de eficiencia.

$e$  = espesor de capa por compactar en centímetros.

$N$  = número de pasadas necesarias en cada capa, ya sea para una compactación o para aflojar material, se determina algunas veces por especificaciones y otras por la experiencia.

$a$  = ancho del surco labrado por el diente del arado, cuando el equipo escarificador esté formado por varios dientes, el valor de "a" será el ancho efectivo de la faja roturada por el arado, o bien, la medida del ancho proporcionada por el fabricante multiplicada por 0.60.

$D$  = distancia recorrida en cada pasada, expresada en kilómetros. Debe determinarse de acuerdo a la naturaleza del trabajo.

$C_c$  = Coeficiente de carga, correspondiente al material arrastrado, varía de acuerdo a la clasificación del material:

0.80 para grava, arena y roca tronada

0.90 a 1.00 para arcilla y materiales suaves.

$P$  = profundidad efectiva de penetración de los dientes del arado.

$H$  = altura de la hoja del tractor

$L$  = longitud de la hoja

$\phi$  = ángulo del talud natural del material empujado por la máquina.

Facultad de Ingeniería

División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica

EMPRESA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

CONCURSO No. \_\_\_\_\_

E L A T I V O A: \_\_\_\_\_

## ANÁLISIS DE COSTO HORA MÁQUINA

Máquina: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_ Datos adicionales: \_\_\_\_\_

### DATOS GENERALES

Precio de adquisición	\$ _____	Vida económica	_____
Costo de llantas	\$ _____	Potencia nominal	_____
Valor inicial	\$ _____	Factor de operación	_____
Valor de rescate	% _____	Potencia de operación	_____
Vida económica de las llantas	h _____	Capacidad del cárter	_____
Tasa de interés anual	% _____	Tiempo entre cambios de aceite	_____
Prima de seguro	% _____	Costo del combustible	_____
Costo del lubricante	\$/l _____	Horas efectivas por año	_____
Salario real del operador y a	\$ _____	Factor de mantenimiento	_____
Horas efectivas por turno	h _____		

### CARGOS FIJOS:

DEPRECIACIÓN $D = (V_m - V_r) / V_e$	_____
CONVERSIÓN: $I_m = (V_m + V_r) / (2H_{ea})$	_____
SEGURO: $S_m = (V_m + V_r) s / (2H_{ea})$	_____
MANTENIMIENTO $M_n = K_o * D$	_____
<b>SUMA CARGOS FIJOS</b>	<b>\$ _____</b>

### CARGOS POR CONSUMO

COMBUSTIBLE $C_o = G_h * P_c$	_____
GASOLINA = $0.18 * HP * op$	
DIESEL = $0.13 * HP * op$	
LUBRICANTE $L_b = (A_h + G_a) P_a$	_____
hasta 100 HP. $A_h = 0.0030 * HP * op$	
por de 100 HP $A_h = 0.0035 * HP * op$	
PLANTELAS $N = P_n / V_n$	_____
PIEZAS ESPE $A_e = P_a / V_a$	_____
OTRAS FUENTES DE ENERGÍA	_____
<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>	<b>\$ _____</b>

### CARGOS POR OPERACIÓN

OPERACIÓN $P_o = S_r / H_t$	_____
= factor de rendimiento = _____	
t = 8 horas x factor de rendimiento = 8 x _____ = _____ h	
<b>SUMA CARGOS POR OPERACIÓN</b>	<b>\$ _____</b>

**COSTO HORA MAQUINA (Phm) \$ \_\_\_\_\_**

CONCURSO No. \_\_\_\_\_

RELATIVO A: \_\_\_\_\_

### ANÁLISIS DE COSTO HORA MÁQUINA

DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

#### DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICIÓN	\$ _____	VIDA ECONÓMICA (Ve)	_____
COSTO DE LLANTAS (Pn)	\$ _____	POTENCIA NOMINAL	_____
VALOR INICIAL (Vm)	\$ _____	FACTOR DE OPERACIÓN	_____
VALOR DE RESCATE (Vr) %	\$ _____	POTENCIA DE OPERACIÓN	_____
VIDA ECONOMICA DE LLANTAS (Vn)	h _____	CAPACIDAD DEL CÁRTER	_____
COSTO COMBUSTIBLE (Pc)	\$/l _____	TIEMPO ENTRE CAMBIOS DE ACEITE	_____
COSTO LUBRICANTE (Pa)	\$/l _____	TASA ANUAL DE INTERÉS (i)	_____
SALARIO REAL DEL OPERADOR	\$ _____	HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Hea)	_____
SALARIO REAL AYUDANTES	\$ _____	PRIMA DE SEGURO (s)	_____
HORAS EFECTIVAS POR TURNO	Ht _____	FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko)	_____

#### I. CARGOS FIJOS:

DEPRECIACIÓN:  $D = (Vm - Vr) / Ve = \text{-----} = \text{_____}$

INVERSIÓN:  $Im = (Vm + Vr) i / (2Hea) = \text{-----} = \text{_____}$

SEGURO:  $Sm = (Vm + Vr) s / (2Hea) = \text{-----} = \text{_____}$

MANTENIMIENTO  $Mn = Ko * D = \text{-----} = \text{_____}$

**SUMA CARGOS FIJOS** \$ \_\_\_\_\_

#### II. CARGOS POR CONSUMO

COMBUSTIBLE:  $Co = Gh * Pc = \text{_____} \times \text{_____} = \$ \text{_____}$

Gh  $\left\{ \begin{array}{l} \text{GASOLINA} = 0.18 * HP * op = \text{_____} = \text{_____} \\ \text{DIESEL} = 0.13 * HP * op = \text{_____} = \text{_____} \end{array} \right.$

LUBRICANTES:  $Lb = (Ah + Ga) Pa = (\text{_____}) \times (\text{_____}) = \$ \text{_____}$

Potencia nominal hasta 100 HP  $Ah = 0.0030 * HP * op = \text{_____} = \text{_____}$

Potencia nominal mayor de 100 HP  $Ah = 0.0035 * HP * op = \text{_____} = \text{_____}$

$Ga = c/t = \text{_____} / \text{_____} = \text{_____}$

LLANTAS  $N = Pn / Vn = \text{_____} / \text{_____} = \text{_____} \$ \text{_____}$

PIEZAS ESPECIALES:  $Ae = Pa / Va = \text{_____} / \text{_____} = \text{_____} \$ \text{_____}$

OTRAS FUENTES DE ENERGÍA \_\_\_\_\_

**SUMA CARGOS POR CONSUMO** \$ \_\_\_\_\_

#### III. CARGOS POR OPERACIÓN

OPERACIÓN  $Po = Sr / Ht = \text{_____} / \text{_____} = \$ \text{_____}$

= factor de rendimiento = \_\_\_\_\_

Ht = 8 horas x factor de rendimiento

**SUMA CARGOS POR OPERACIÓN** \$ \_\_\_\_\_

**COSTO HORA MÁQUINA** \$ \_\_\_\_\_



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



**CURSO**

**CA040 RESIDENTE DE CONSTRUCCIÓN**

**TEMA:**

**MOTOESCREPAS**

**EXPOSITOR: ING. ERNESTO MENDOZA SÁNCHEZ**

**PALACIO DE MINERÍA: JUNIO 2004**

**Programa 2004**

## MOTOESCREPAS

### Introducción

En las obras de construcción de nuestros días, los movimientos de tierra son cada vez más grandes tanto en carreteras, como aeropuertos y presas.

Para efectuar dichos movimientos existen varios tipos de máquinas, siendo las motoescrepas las que mayor demanda han tenido últimamente, sobre todo en aquellos tipos de obras donde se requiere acarrear las terracerías a distancias que oscilan entre 200 y 300 metros debido a que compiten en costo con los sistemas tradicionales de cargador y camiones o también cargador-vagoneta, independientemente de otras ventajas de carácter técnico tales como la colocación de material en capas de espesores controlables que permiten un mejor control en la calidad de la construcción de terraplenes, un mejor control en los acabados de los cortes, etc.

### DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA

Esta máquina consta fundamentalmente de dos partes:

-Una caja metálica reforzada soportada por un eje con 2 ruedas neumáticas en la parte trasera, una compuerta curva que puede subir o bajar mediante un mecanismo de cables, eléctrico o hidráulico. una cuchilla de material resistente en la parte inferior de la caja que sirve para cortar el material. una placa metálica móvil en la parte posterior, la cual al desplazarse hacia adelante permite desalojar el material contenido en la caja.

Todo este conjunto de jalado mediante un tractor de ruedas neumáticas que puede ser de uno o dos ejes. Los controles de operación se encuentran en dicho tractor. La forma en que se lleva a cabo el proceso de carga, acarreo y descarga, para una motoescrepa es como sigue:

En la primera etapa, baja la caja presentando la cuchilla contra el terreno para realizar el corte, en algunos casos la penetración llega a ser hasta de 30 cm en motoescrepas de 11 a 20 m<sup>3</sup> y del orden de 50 cm en las de mayor tamaño: -de acuerdo con la profundidad del corte y del ancho de la cuchilla será la longitud de corte para el llenado total de la caja. Una vez llena la caja se levanta, se cierra la compuerta delantera y se ejecuta el acarreo.

Llegada al sitio de carga, la operación consiste en bajar la caja, levantar la compuerta delantera y expulsar el material mediante la acción de la placa trasera hacia adelante. Esta actividad se realiza en movimiento y se irá extendiendo el material en toda la longitud, con un espesor de acuerdo a la altura de descarga.

El tamaño de la motoescrepa influye en el costo, para determinadas condiciones específicas de operación, longitud de acarreo, tipo de camino, etc. se puede decir que el costo aumenta a medida que disminuye el tamaño de la motoescrepa tomando como 100% de costo la de 54 yd<sup>3</sup> hasta llegar a la de 18 yd<sup>3</sup> con un incremento de un 20%.

Una de las clasificaciones más actualizadas de los diferentes tipos de motoescrepas y capacidades la tiene Caterpillar, la cual consiste básicamente de 4 grupos, todos operados por medio de sistemas hidráulicos.

TIPO	CAPACIDAD (m3)
ESTANDAR	8 - 31
DE POTENCIA EN TANDEM	11-32
DE TIRO Y EMPUJE (PUSH-PULL)	11-49
AUTOCARGABLE	11-31

Todos estos modelos están diseñados para mover todo tipo de materiales con excepción de roca. En caso de que quiera usarse para roca existe una caja reforzada especialmente y es usada en las motoescrepas estandar o de potencia en tandem. La roca deberá ser muy bien tronada o también para materiales no muy duros que requieran ser arados.

### RENDIMIENTOS

A continuación presentamos un ejemplo de datos de rendimientos obtenidos por observación directa (promedio de 3 observaciones tomadas con cronómetro) de un conjunto de 3 unidades con un empujador en un trabajo de terracerías en material suave y con un acarreo total de 800 m en un camino sin revestir. Tomando el ciclo de una de las motoescrepas como observación.

Tiempo medio de espera	0.28 minutos
Tiempo medio de demora	0.25 minutos
Tiempo medio de carga	0.65 minutos
Tiempo medio de acarreo	4.26 minutos
Tiempo medio de descarga	0.50 minutos
Tiempo medio de retorno	2.06 minutos
	-----
Total	8.00 minutos

Peso de la unidad vacía (en báscula) = 22,070 kg.

Peso de la unidad cargada.

Pesada No. 1	42,375 kg
Pesada No. 2	40,720 kg
Pesada No. 3	40,260 kg
	-----

Peso promedio = 41,120 kg

1.- Peso medio de carga =  $41,120 - 22,070 = 19,050$  kg

2.- peso volumétrico del material =  $1,890 \text{ kg/m}^3$  en banco.

$$3.- \text{ carga} = \frac{19,050 \text{ kg}}{1,890 \text{ kg/m}^3} = 10 \text{ m}^3 \text{ en banco}$$

$$4.- \text{ ciclo} = \frac{60 \text{ minutos}}{8.00 \text{ min}} = 7.5 \text{ viajes/ hora}$$

$$5.- \text{ Producción media} = 7.5 \times 10 = 75 \text{ m}^3/\text{hora en banco.}$$

Este sistema es muy útil cuando ya se tienen las máquinas, por medio de muchas observaciones se corrigen las fallas y se llega a obtener el máximo de eficiencia en los trabajos.

Por medio del análisis del ciclo

En general el ciclo de una motoescrepa esta formado por los tiempos durante las cuales la máquina carga, acarrea, descarga y regresa al lugar de carga.

- a) La carga.- se realizará en el tiempo necesario cuando, ayudada o no por el tractor empujador, fuerce el material con la cuchilla de la motoescrepa hacia adentro de la caja y quede completamente llena.
- b) La descarga.- comprende el tiempo que necesita la máquina para que una vez en el lugar de depósito con el delantal semilevantado, la caja ligeramente inclinada y en movimiento tire todo el material en capas del espesor necesario.
- c) Las maniobras.- son los tiempos que requiere la máquina en las vueltas que ejecute a la entrada de la carga y a la salida de la descarga.
- d) Las aceleraciones.- son los tiempos que se requieren para ejecutar el cambio de velocidad de la caja de transmisión directa. En la actualidad las máquinas con cambios automáticos y de potencia permiten disminuir bastante estos tiempos.
- e) El acarreo.- es el tiempo que requiere la máquina para transportar el material de la salida del sitio de carga al inicio en el sitio de descarga.
- f) El regreso o retorno.- es el tiempo que requiere la máquina vacía de la salida del sitio de descarga al inicio en el sitio de descarga.

Los tiempos anteriores han sido agrupados en 2 tiempos básicos: tiempos fijos y tiempos variables. En la tabla siguiente tenemos su división y sus dependencias.

TIEMPOS FIJOS	CARGA	Tipo de material Maniobras Aceleración Tractor empujador
	DESCARGA	Tipo de material Maniobras Longitud de descarga Aceleración

Según las condiciones, el tiempo fijo puede ser:

Muy bueno	1.0 min.
Bueno	1.3 min. – 1.6 min.
Desfavorable	2.4 min.

Tiempos variables

longitud de acarreo

RESISTENCIA TOTAL	RESISTENCIA AL RODAMIENTO	<p>1.- Por penetración de llantas: 15 kg por cada tonelada de máquina por cada 2.5 cm de penetración</p> <p>2.- Deformación de las llantas, fricciones internas de la máquina, fricciones externas por el aire: 20 kg por cada tonelada de máquina</p>
	RESISTENCIA POR PENDIENTE	10 kg por cada tonelada de máquina y por cada 1% de pendiente

## SECUENCIA PARA CALCULAR LA VELOCIDAD DE TRABAJO DE UNA MOTOESCREPA

1°.- Determinése la fuerza de tracción necesaria, que es la suma de la resistencia al rodamiento más la resistencia por pendiente más la resistencia constante.

2°.- Compárese la fuerza de tracción necesaria con la fuerza de tracción disponible de las especificaciones de la máquina.

3°.- De la comparación anterior, seleccione la más alta velocidad que sea aconsejable usar.

4°.- En caso necesario, considérese la tracción que ofrece el terreno y determinése la fuerza de tracción utilizable-velocidad.

5°.- Si el trabajo se lleva a cabo a una altitud mayor de 1,500 m, calcúlese la pérdida de potencia y revítese la nueva velocidad más aconsejable.

Una vez conocida la velocidad adecuada para la máquina en los diferentes tramos del camino de acarreo, estamos en posibilidad de calcular la velocidad media. Los fabricantes aconsejan que se multiplique la velocidad máxima por 0.65, suponiendo que la máquina parte del reposo. Si se supone que parte de una velocidad inicial, el factor se modificará.

En general, a lo largo del camino podemos suponer que se presentan diferentes pendientes, diferentes resistencias al rodamiento y que no son factibles o convenientes de modificarse, serán variables, es decir, se requerirán varios cambios de transmisión. Para calcular la velocidad media se acostumbra en estos casos dividir el camino en los diferentes tramos y hacer el análisis de cada uno de ellos, calculando su velocidad media.

Una vez conocida la velocidad media y la longitud de recorrido, estamos en posibilidad de calcular el tiempo o los tiempos en los diferentes tramos con sólo dividir dicha longitud entre la velocidad media.

La suma de los tiempos de ida y vuelta, más los tiempos fijos, nos dará el tiempo total del ciclo de operación de la máquina. Con este tiempo, podemos calcular la producción horaria de la motoescrepa y el costo por metro cúbico del material movido en banco.

### EJEMPLO:

La empresa "A", tiene que ejecutar un trabajo consistente en mover 800,000 m<sup>3</sup> para la construcción de una pista de aterrizaje. Cuenta con el siguiente equipo:

6 motoescrepas Cat. 621 de 15 m<sup>3</sup> de capacidad y 2 tractores D8, con empujador amortiguado.

Se supone que no se ejecutará la compactación del material, únicamente el tendido.

### Datos:

Material: limo arenoso seco  
 Peso volumétrico: 1,600 kg/m<sup>3</sup>  
 A.S.N.M. 2,000 m  
 Longitud de acarreo: 1,300 m (1,000m con pendiente adversa del 4% y 300m con 2% de pendiente favorable.  
 Coeficiente de abundamiento: 1.25  
 Peso de la máquina vacía: \_\_\_\_\_ ton  
 Peso de la máquina cargada: \_\_\_\_\_ ton  
 Costos horarios del equipo:  
 Motoescropa: \$  
 Tractor: \$

La empresa desea saber el costo por m<sup>3</sup> en banco con un camino de acarreo revestido.

**SOLUCION:**

1.- Suposición de los tiempos fijos:

Dada la experiencia que tiene la empresa de acuerdo con su equipo, toma como tiempos fijos (carga y descarga) = 1.3 minutos.

2.- Cálculo de los tiempos variables:

- a) Resistencia al rodamiento: 15 kg/ton x 2" = 30 kg/ton, más 20 kg/ton = 50 kg/ton.
- b) Resistencia por pendiente:

Sección 1000 m ida: 4% x 10 = 40 kg/ton  
 Sección 300 m ida: 2% x 10 = 20 kg/ton  
 Sección 1000 m regreso: 4% x 10 = 40 kg/ton  
 Sección 300 m regreso: 2% x 10 = 20 kg/ton

Resumen:

TRAMO	DISTANCIA	RESISTENCIA AL RODAMIENTO	RESISTENCIA POR PENDIENTE	RESISTENCIA TOTAL
IDA	1000 m	50	+ 40	90
	300 m	50	- 20	30
REGRESO	300 m	50	+ 20	70
	1000 m	50	- 40	10

Calculo de la resistencia total o rimpull de la máquina:

Resistencia total x peso de la máquina cargada ó

Resistencia total x peso de la máquina vacía.

También, la Resistencia Total puede hacerse equivalente a la pendiente de un camino ficticio; es decir, si tenemos que la resistencia por pendiente es igual a 10 kg por cada tonelada de máquina y por cada 1% de pendiente, bastará dividir la resistencia total entre 10, para obtener el % de pendiente equivalente.

Esto se hace en virtud de que las gráficas de algunos fabricantes las presentan como rimpull o en % de pendiente o ambos, amén de que la segunda opción resulta más expedita.

RESISTENCIA TOTAL:

TRAMO	DISTANCIA	RESISTENCIA TOTAL(ton)	% DE PENDIENTE EQUIVALENTE
IDA	1000 m		
	300 m		
REGRESO	300 m		
	1000 m		

$$\text{Resistencia Total} = 90 \text{ kg/ton} \times \text{___ ton} = \text{_____ kg} = \text{___ ton.}$$

Cuando se obtiene el rimpull o el % de pendiente negativo, quiere decir que la máquina puede acelerar más allá de su velocidad máxima permisible, sin embargo, las máquinas actuales tienen un mecanismo retardador.

CORRECCION POR ALTITUD:

La motoescrepa puede trabajar al 100% de potencia a 1,500m; los 500m. restantes serán igual a:

$$\frac{500 \times 1\% \text{ por cada } 100 \text{ metros}}{100} = 5\%$$

Habrá que multiplicar las resistencias totales o rimpull por:

TRAMO	DISTANCIA	RESISTENCIA TOTAL (ton)	% DE PENDIENTE	RESISTENCIA TOTAL CORREGIDA (ton)	% DE PENDIENTE
IDA	1000 m				
	300 m				
REGRESO	300 m				
	1000 m				

Con los datos anteriores, entramos a la gráfica del fabricante:

Se puede entrar con el rimpull o con el porcentaje de pendiente; se procede de la siguiente forma:

Donde dice fuerza de tracción o rimpull en la escala vertical del lado izquierdo, buscamos \_\_\_\_\_ toneladas, seguimos con una línea horizontal hasta interceptar la curva correspondiente a la \_\_\_\_\_ velocidad, de este punto bajamos verticalmente y encontramos en la escala horizontal la velocidad de \_\_\_\_\_ km/h.

Si procedemos con la pendiente, buscamos del lado derecho en la escala aproximadamente el \_\_\_\_\_ de pendiente, descendemos en una línea paralela a las demás marcadas y donde cruce con la línea punteada vertical de carga de \_\_\_\_\_ kg trazamos una horizontal hacia la izquierda hasta encontrar el mismo punto de cruce con la curva correspondiente a la \_\_\_\_\_ velocidad, después procedemos igual que en el caso anterior, bajamos verticalmente y encontramos la misma velocidad de \_\_\_\_\_ km/h.

Procediendo de la misma manera para todos los casos, obtenemos los siguientes resultados:

TRAMO	DISTANCIA	V. MAX	TRANSMISI ÓN	V. MEDIA	TIEMPO
IDA	1000 m				
	300 m				
REGRESO	1000 m				
	300 m				
				SUMA	

Las tablas anteriores, son muy importantes ya que físicamente en el camino se pueden marcar en un cuadro, como las señales de velocidad de las carreteras, la velocidad a la que deben transitar las motoescrapas. Por ejemplo, a la salida del corte se marcaría \_\_\_\_\_ km/h y a los 1000 m otra señal que indicara \_\_\_\_\_ km/h en el sentido de ida; de regreso a la salida del tiro \_\_\_\_\_ km/h y en el segundo tramo hasta la entrada al corte \_\_\_\_\_ km/h.

Las velocidades máximas, se han multiplicado por 0.65 para considerar las aceleraciones y desaceleraciones. Con las velocidades medias y las longitudes se calcularon los tiempos, dividiendo la distancia entre dicha velocidad media.

El siguiente paso, es obtener el tiempo total del ciclo (tiempos fijos más tiempos variables) y producción horaria en banco:

$$\begin{aligned}
 \text{Tiempo variable} &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ minutos} \\
 \text{Tiempo fijo} &= 1.3 \text{ minutos} \\
 &\text{-----} \\
 \text{Tiempo del ciclo} &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ minutos}
 \end{aligned}$$

$$\text{PRODUCCIÓN} = \frac{\quad \times 60 \times 0.70}{\quad \quad \quad} = \quad \quad \quad \text{m}^3 / \text{h}$$

Analícemos a continuación si el equipo de 2 tractores y 6 motoescrepas está balanceado:

Las maniobras que realiza el empujador considerando que tiene placa amortiguadora hasta para una velocidad de 8 km/h y que no tiene pérdida en el acomodo para el empuje son: impulso, retorno, maniobras. Se considera que este tiempo lo realiza entre 1.6 minutos con mucha eficiencia y 2.4 minutos con regular. Tomaremos 2 minutos como valor medio.

$$\text{Número de motoescrepas} = \frac{\text{Tiempo de ciclo de la motoescrepa}}{\text{Tiempo de ciclo del tractor}}$$

$$N = \frac{\quad \quad \quad}{2.0} = \quad \quad \quad \text{motoescrepas}$$



## CURSO

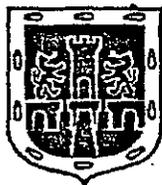
# CA040 RESIDENTE DE CONSTRUCCIÓN

### TEMA:

Bitácora de obra, de acuerdo a lo establecido en las Políticas Administrativas, Bases y Lineamientos del Distrito Federal.

EXPOSITOR: ING. ERNESTO MENDOZA SÁNCHEZ

PALACIO DE MINERÍA: JUNIO 2004



**CIUDAD DE MÉXICO**

# **GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL**

Organo del Gobierno del Distrito Federal

DECIMA EPOCA

7 DE NOVIEMBRE DE 2000

No. 191

## **INDICE**

### **ADMINISTRACION PUBLICA DEL DISTRITO FEDERAL**

- ◆ **DECRETO POR EL QUE SE EXPIDEN LAS POLITICAS ADMINISTRATIVAS,  
BASES Y LINEAMIENTOS EN MATERIA DE OBRA PUBLICA** 2
- SECRETARIA DE OBRAS Y SERVICIOS**
- ◆ **POLITICAS ADMINISTRATIVAS, BASES Y LINEAMIENTOS** 5
- SECRETARIA DE TRANSPORTES Y VIALIDAD**
- ◆ **MODIFICACION A LA CONVOCATORIA PARA LA REVISTA  
REGLAMENTARIA DE VEHICULOS DESTINADOS AL SERVICIO DE  
TRANSPORTE DE PASAJEROS EN EL DISTRITO FEDERAL** 126
- ◆ **AVISO** 127

## SECCIÓN 6

### BASES PARA APLICARSE EN LA FUNDAMENTACIÓN Y ELABORACIÓN DE LOS DICTÁMENES EN LOS CASOS DE ADJUDICACIÓN POR INVITACIÓN RESTRINGIDA

6.1. De acuerdo con el artículo 61 de la Ley, podrá optarse por no recurrir a la licitación pública, basados en criterios de economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez que aseguren las mejores condiciones para el Gobierno del Distrito Federal.

6.1.1 Se aplicará el criterio de economía cuando el hecho de evitar la licitación pública, resulta a un mismo nivel de calidad requerido y esperado de su ejecución, un menor costo para el Gobierno del Distrito Federal en la ejecución del trabajo pretendido. Dentro del análisis para recurrir a esta opción, deberán considerarse como si se llevara a cabo la licitación pública, el costo por la elaboración de bases, reuniones, elaboración y publicación de convocatorias, visitas, aclaraciones, posibles interrupciones por inconformidades, costos de oportunidad y retraso al optar por este procedimiento en tener funcionando el bien objeto de la licitación y compararlo contra un cero de costo en estos rubros en los casos de invitación restringida; sumado a estos, considerar el costo probable de la mejor propuesta en la opción de licitación contra el que resultaría en la opción de invitación restringida.

6.1.2. Se aplicará el criterio de eficacia cuando por el hecho de recurrir a un procedimiento de invitación restringida, se atienda con mayor rapidez el objeto de la invitación, se eviten problemas de interrupciones, retrasos y puesta en operación, así como que el ejecutor en la elección, resulta bien conocido para la administración pública por lo que hace a su experiencia, capacidad técnica, económica y administrativa, así como a la disponibilidad inmediata de los recursos para el inicio pronto de los trabajos, y también la disminución de todos los tiempos requeridos para elaborar bases, convocatorias (para las publicaciones de acuerdo con los plazos establecidos por la Secretaría de Gobernación o el del Gobierno del Distrito Federal para dichas publicaciones), aperturas técnicas y económicas, fallos y los diferimientos posibles de éstos. Esta opción, contra la licitación pública, que sí contendrá la problemática de tiempo referida, debe presentar una relación de costo - beneficio menor de la unidad.

6.1.3. Se aplicará el criterio de eficiencia, cuando la relación de costo - beneficio en la combinación de los resultados por la economía y la eficacia en la opción, es menor a la unidad. En estas condiciones, se deberá elaborar el dictamen para efectos de justificar la elección de una invitación restringida contra la posibilidad de una licitación pública, que contenga como anexo, los costos de la evaluación económica, un listado de ventajas y desventajas por eficacia en el procedimiento y obtención de los resultados, a los que se les asignarán el valor que las representen en costo y una evaluación integrada de los mismos para obtener el resultado de eficiencia.

## SECCIÓN 7

### BASES CON LAS QUE DEBEN INTEGRARSE LAS BITÁCORAS DE LAS OBRAS, PARA DAR CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO EN EL ARTÍCULO 62, FRACCIÓN I DEL REGLAMENTO.

7.1. Consideraciones generales.

7.1.1. Características de la bitácora.

a. Las hojas integrantes de la bitácora deben ser del tamaño carta para que sea sencillo su manejo mismas que deberán estar foliadas.

b. Debe contar con original y tres copias.

c. Al inicio deben anotarse las generalidades, como son dependencia, entidad u órgano desconcentrado contratante, contratista, contrato, obra u objeto del contrato, representantes y demás correspondientes, así como las personas que tienen firma autorizada como representantes de la dependencia, entidad u órgano desconcentrado, contratistas de obra y supervisión y otros en su caso.

d. El contenido de cada asiento, como condición fundamental, debe precisar: concepto de la nota y su número, fecha de anotación, clasificación, descripción del asunto a que se refiere, instrucción, observación a problema específico, ubicación, causa, solución, dictamen, prevención, consecuencias económicas, responsabilidades incurridas, fecha de atención, etc.

#### 7.1.2 Criterios de utilización.

a. Debe utilizarse una bitácora por cada contrato, incluidos sus convenios modificatorios o especiales.

b. En la primera página se inscribirán las generalidades de las partes involucradas con los nombres de los representantes, direcciones y teléfonos; información básica del contrato; referencias domiciliarias del sitio para ejecución del trabajo; alcance general del mismo, señalamiento específico del representante del contratista y del contratante, señalando en quien puede delegarse la representación.

c. También se inscribirán las firmas de las personas que firman el contrato, con el objeto de vincular la responsabilidad del contrato con la validez de la bitácora.

d. En la bitácora se asentarán las observaciones definidas en el numeral 7.1.1.d, bajo la denominación de notas, mismas que deberán seriarse consecutivamente y fecharse, sin dejar espacio (s) entre nota y nota. Una anotación importante será cuando se cambie de representantes, en cuyo caso se signarán las nuevas firmas.

e. La inscripción de las notas debe realizarse con claridad, inteligible por parte de cualquier persona (de preferencia letra de molde), que la interpretación no dependa del lector, con tinta indeleble, sin usar abreviaturas.

f. Para evitar correcciones por errores cometidos, se deberán redactar las notas en hoja por separado corrigiendo lo necesario y arreglándolo cuantas veces sea necesario hasta lograr la redacción correcta, misma que será lo que se asentará en la bitácora; si aún procediendo de acuerdo a lo anterior se llegara a cometer error en lo asentado, deberá anularse dicha nota escribiendo al calce de la misma "esta nota se anula por error en su descripción" y en seguida iniciar el asiento de lo corregido bajo el mismo número y fecha de nota; no se aceptarán notas con tachaduras o enmendaduras, en caso de encontrarse por así haberse dejado, serán nulas.

g. El asiento de las notas serán a renglón seguido, no se aceptarán inscripciones entre renglones, no sobrepuestos o interpuestas entre palabras ni en los márgenes. Si algo correspondiente a una nota se hubiera olvidado, deberá inmediatamente al asiento de la misma, inscribirse haciendo referencia a la nota que le da origen.

h. Si hubiera necesidad de dejar algún espacio (renglones sin utilizar) al final de las hojas, porque resulte conveniente iniciar en la siguiente, este será inutilizado cruzando con una Z.

i. Una vez asentada una nota y firmado en el original por los interesados, es obligación de cada uno de ellos retirar su copia respectiva, verificando que las copias estén firmadas por los interesados. La atención, respuesta y retiro de las hojas respectivas no deberá exceder de dos días hábiles.

j. Si por alguna razón se requiere por parte de alguno de los interesados elaborar un oficio para realizar una notificación especial, dirigida a alguien sobre alguna de las notas de bitácora, esto se podrá hacer, para lo cual será necesario anexar una copia de la nota en cuestión a que se hace referencia.

k. La cantidad de notas a inscribir en la bitácora debe sujetarse a la calidad de ellas, tomando en consideración que lo allí asentado debe servir para aclarar situaciones o resolver controversias futuras, como pueden ser: los tiempos extraordinarios a personal de costo directo (ver capítulo correspondiente del libro 9 A de las Normas de Construcción del Gobierno del Distrito Federal), pago de precios extraordinarios, condiciones que originen variaciones en el programa, cantidades, proyecto, casos en que hay que anotar nombre de las personas, tiempo total trabajado, días de la semana mes y año, sus salarios nominal e integrado, etc., o en el caso de suspensiones de obra por causa imputable al Gobierno del Distrito Federal, será necesario anotar fecha de suspensión, rubro o

conceptos sujetos a suspensión, duración de la suspensión, la maquinaria integrante del costo directo afectada por la suspensión, (atendiendo a lo establecido en el capítulo que corresponda del libro 9 A de las Normas de Construcción del Gobierno del Distrito Federal), tipo del equipo o maquinaria, personas, categorías y salarios de personal suspendido etc. como éstos hay un sinnúmero de cuestiones necesarias de anotar. Se podrán asentar asuntos técnicos relevantes que puedan servir para la historia de la obra.

l. Es compromiso tanto de la unidad administrativa que ejecuta la obra, como de la supervisión y del contratista, ver lo que se asienta en la bitácora y llevarle seguimiento: cuando haya desacuerdo en lo que alguna de las partes quiera dejar asentado, se permitirá inscribir el asiento de disenso, pero también se podrá asentar por la otra u otras partes lo que a su juicio corresponda respecto de este disenso y el fundamento de su razón.

m. Es responsabilidad del residente de la supervisión (sea externa o interna) el conservar y cuidar de la bitácora, misma que deberá permanecer en las oficinas de la supervisión en la obra. Si se trata de una obra sin supervisión, será responsabilidad de la residencia de obra mantener y cuidar de la bitácora dentro de las áreas de trabajo en la obra.

## 7.2. Criterios de aplicación de la bitácora.

7.2.1. Después de la nota de apertura, debe realizarse el asiento de una nota que establezca algunas características reglamentarias y de validación de su uso, como son:

- a. Horario en que se tendrá disponible la bitácora para asiento, consulta y retiro de notas.
- b. Definir el plazo a partir de un asiento de nota en la bitácora, en que estará disponible para firma de los interesados y opción para cuando vencido el plazo no se haya firmado por alguno y hecho ver sus desacuerdos (que se dé como firmado y aceptado por ejemplo).
- c. Definir el plazo para el retiro de las copias que a cada quien corresponda y en caso de no ser retiradas, lo que procede, o la forma para custodia del original y criterio para el envío de copias a las oficinas de los interesados.
- d. Escribir para enfatizar, que queda prohibida la renuncia a cualquier firma por parte de cualquier interesado sobre alguna nota ya asentada y firmada.
- e. Como recomendable resulta que en esta nota se definan las cuestiones sobre regulación de actividades de carácter técnico-administrativo como sus horarios y fechas para autorización y revisión de estimaciones, observación a números generadores, valuación y cuantificación de obra extraordinaria, desarrollo y evaluación de las normas de seguridad e higiene y otros asuntos que se relacionen.

## 7.3. Generales.

7.3.1. En la bitácora deben asentarse notas que se refieran a asuntos como:

- a. Aquellos aspectos y desarrollos o aplicaciones técnicas que puedan tener consecuencias graves de comportamiento de la obra puesta en operación
- b. Asuntos técnicos relevantes que deban quedar inscritos en la bitácora de la obra.
- c. Cuestiones administrativas, como fecha de entrega de estimaciones, fianzas, anticipos, inicio de obra, modificaciones y actualización de programas, retrasos y penalizaciones, terminación de obra, entrega recepción, sobre todo cuando éstas no hayan coincidido con lo programado según fecha y razones.
- d. Orden de actualización de planos por las modificaciones y correcciones habidas durante la construcción y recepción de los trabajos.

- e. En manos de quien, después de terminada la obra, debe quedar la bitácora para su guarda; así como la forma de entrega por parte de la supervisión y modo de hacer la constancia de entrega.
- f. En caso de que sea necesario renunciar a un asiento de nota sin haber sido completada la hoja, se invalidará la parte no utilizada, de acuerdo con lo señalado en el numeral 7.1.2.h., y no se podrán retirar las hojas originales de la bitácora.
- g. Cada nota debe quedar cerrada, es decir, resuelta, con el planteamiento claro de los problemas que haya suscitado el asiento de la nota o con la resolución al problema planteado, y nunca deben dejarse temas sin concluir.
- h. En los asientos en que se desee por parte del supervisor o el responsable en la unidad administrativa dar una instrucción a la contratista, deberá anotarse "la supervisión ordena" y nunca "la supervisión pide, solicita o suplica".

## SECCIÓN 8

### BASES MEDIANTE LAS CUALES SE RESOLVERÁN CONTROVERSIAS SURGIDAS CON CONTRATISTAS POR PROBLEMAS TÉCNICOS O ADMINISTRATIVOS QUE DEBERÁN ESTABLECERSE EN LOS CONTRATOS.

8.1. Para efectos de resolver cualquier controversia que pudiera surgir en la relación Contratista y Gobierno del Distrito Federal conforme a los contratos que tengan celebrados, motivada por los desvíos de carácter técnico o administrativo, se deberá seguir el siguiente procedimiento:

8.1.1 Si la discrepancia surge por apreciaciones del contratista:

El contratista deberá formular por escrito un planteamiento sobre el problema que considera tener, debidamente fundado y con los soportes numéricos, las referencias de Ley, su Reglamento, Políticas Administrativas, Bases y Lineamientos, si son necesarias, las Normas de Construcción del Gobierno del Distrito Federal, circulares, acuerdos, y referencias de contrato correspondientes.

El planteamiento anterior lo presentará a la supervisión, sea esta interna (del Gobierno del Distrito Federal), o externa (contratada) y se dejará el antecedente anotado en la bitácora, expresándolo mediante oficio y copias a las entidades que tengan relación con el asunto.

Dicha supervisión estudiará, analizará, verificará y formulará sus propias observaciones respecto del planteamiento presentado por la contratista y dictaminará en base a los fundamentos legales, administrativos, técnicos y de contrato si procede o no la petición. Si no procede se hará del conocimiento al contratista por escrito vía el responsable en la contratación por parte del Gobierno del Distrito Federal para que aquella corrija lo que corresponda en caso de haber equivocación o se desista si no tiene razón. Si procede, presentará alternativa de solución al responsable mencionado a quien éste designe.

El responsable o quien éste designe, a su vez estudiará, analizará, verificará y dictaminará sobre la solución propuesta por la supervisión y con base en el planteamiento de la contratista, determinará si a su juicio procede o no aplicar la solución propuesta por la supervisión. Si no procede, lo notificará a la supervisión y a su vez a la contratista. En la notificación escrita se deberán asentar los datos antecedentes del contrato. Si por el contrario, a su juicio considera que es procedente, lo notificará a ambos con las observaciones y correcciones que considere convenientes de acuerdo con la normatividad referente, para que éste proceda a hacer efectivo el acuerdo.

En caso de que el contratista al recibir la notificación por parte del responsable o quien este designe, en las condiciones de modificación o de no procedencia de su petición, persista en considerar que le asiste la razón en su planteamiento original, la siguiente e inmediata instancia para presentar inconformidad y planteamiento será la Contraloría Interna en cuyo caso se sujetará a lo establecido en la Ley en su título séptimo, como procedimiento para su atención.