CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

DEL 21 DE SEPTIEMBRE AL 6 DE OCTUBRE 1992

FECHA	HORA	TEMA	PROFESOR
LUNES 21-SEP-92	18:00 a 18:30 hrs.	Introducción	Ing. Ernesto Mendoza Sánchez
	18:30 a 21:00 hrs.	Planeación y Control de Obras	Ing. Ernesto Mendoza Sánchez
MARTES 22-SEP-92	18:00 a 21:00 hrs.	Ley de Obras Públicas y su Reglamento. Reglas Generales para su contratación y Ejecución de obras. Contratos, Normas, Especificaciones y Estimaciones	Ing. Raúl Ibarra Ruiz
MIERCOLES 23-SEP-92	18:00 a 19:30 hrs.	Concreto Presforzado	M. en I. Gabriel Moreno Pecero
	19:30 a 21:00 hrs.	Cimentaciones 1a. Parte	M. en I. Gabriel Moreno Pecero
JUEVES 24-SEP-92	18:00 a 21:00 hrs.	Seguridad en las Obras	Ing. J. Antonio Pruneda Padilla
VIERNES 25-SEP-92	18:00 a 19:30 hrs.	Cimbras	Ing. Enrique Takahashi V.
	19:30 a 21:00 hrs.	Fabricación, Transporte y Colocación del Concreto	
LUNES 28-SEP-92	18:00 a 19:30 hrs.	Cimentacion 2da. Parte	M. en I. Gabriel Moreno Pecero
	19:00 a 21:00 hrs.	Transporte y Montaje	Ing. Guillermo Delgado Terrazas
MARTES 29-SEP-92	18:00 a 21:00 hrs.	Impermeabilización	Ing. Mario Gómez Galvarriato
MIERCOLES 30-SEP-92	18:00 a 21:00 hrs.	Instalaciones Eléctricas	Ing. Ignacio González Castillo
JUEVES 01-OCT-92	18:00 a 21:00 hrs.	Movimiento de Tierras	Ing. Ernesto Bernal Velazco

		18:00	
		18:30	
		18:00	
		18:00	
		19	

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

DEL 21 DE SEPTIEMBRE AL 6 DE OCTUBRE DE 1992

FECHA	HORA	TEMA	PROFESOR
VIERNES 02-OCT-92	18:00 a 21:00 hrs.	Aplicación de la Computadora en la Resdencia de Obras.	Ing. Arturo Flores Aldape
LUNES 05-OCT-92	18:00 a 21:00 hrs.	Control de Calidad	Ing. J. Alvaro Ortíz Fernández
MARTES 06-OCT-92	18:00 a 21:00 hrs.	Instalaciones Hidraúlicas	Ing. Sergio Herrera Mundo

COORDINADOR: ING. JORGE H. DE ALBA CASTAÑEDA

1.- ¿Qué le pareció el ambiente en la División de Educación Continua?

MUY AGRADABLE ☐ AGRADABLE ☐ DESAGRADABLE ☐

2.- Medio de comunicación por el que se enteró del curso:

PERIODICO EXCELSIOR ANUNCIO TITULADO DIVISION DE EDUCACION CONTINUA ☐

PERIODICO NOVEDADES ANUNCIO TITULADO DIVISION DE EDUCACION CONTINUA ☐

FOLLETO DEL CURSO ☐

CARTEL MENSUAL ☐

RADIO UNIVERSIDAD ☐

COMUNICACION CARTA, TELEFONO, VERBAL, ETC. ☐

REVISTAS TECNICAS ☐

FOLLETO ANUAL ☐

CARTELERA UNAM "LOS UNIVERSITARIOS HOY" ☐

GACETA UNAM ☐

3.- Medio de transporte utilizado para venir al Palacio de Minería:

AUTOMOVIL PARTICULAR ☐

METRO ☐

OTRO MEDIO ☐

4.- ¿Qué cambios haría en el programa para tratar de perfeccionar el curso?

_____

_____

_____

5.- ¿Recomendaría el curso a otras personas? ☐ SI ☐ NO

5.a. ¿Qué periódico lee con mayor frecuencia?

_____

_____

6.- ¿Qué cursos le gustaría que ofreciera la División de Educación Continua?

_____

_____

_____

7.- La coordinación académica fué:

EXCELENTE ☐ BUENA ☐ REGULAR ☐ MALA ☐

8.- Si está interesado en tomar algún curso INTENSIVO ¿Cuál es el horario más conveniente para usted?

LUNES A VIERNES DE 9 a 13 H. Y DE 14 A 18 H. (CON COMIDAD) ☐

LUNES A VIERNES DE 17 a 21 H. ☐

LUNES A MIERCOLES Y VIERNES DE 18 A 21 H. ☐

MARTES Y JUEVES DE 18 A 21 H. ☐

VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 14 H. ☐

VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 13 H. DE 14 A 18 H. ☐

OTRO ☐

9.- ¿Qué servicios adicionales desearía que tuviese la División de Educación Continua, para los asistentes?

_____

_____

_____

10.- Otras sugerencias:

_____

_____

_____

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

Del 21 de septiembre al 6 de octubre de 1992

PLANEACION Y CONTROL DE OBRAS

ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ

SEPTIEMBRE - 1992

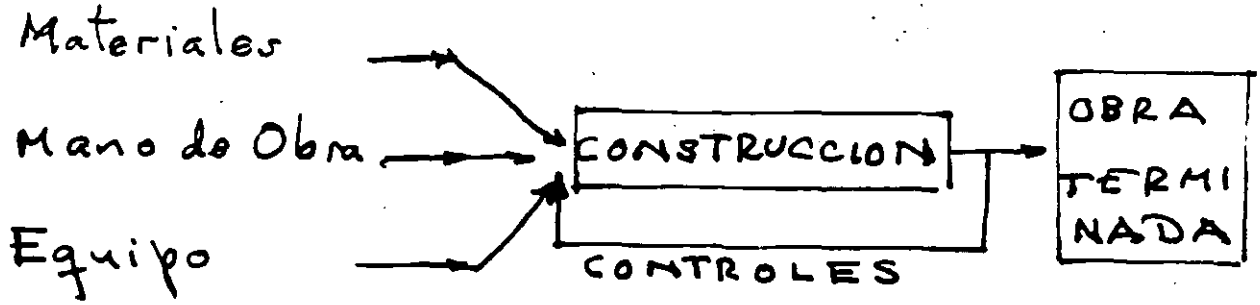
Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

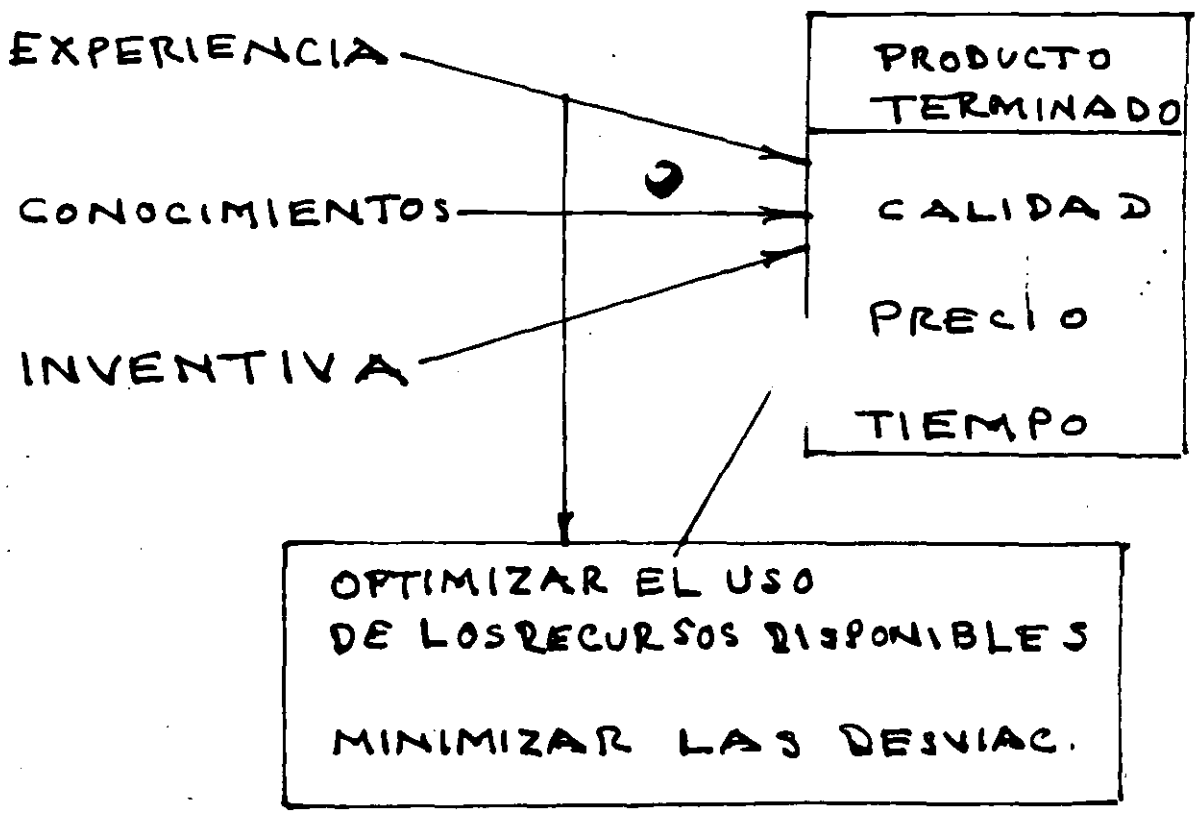
LA PLANEACION DE LAS OBRAS PUEDE DEFINIRSE COMO LA ETAPA EN DONDE EL CONSTRUCTOR PREVE LO QUE ACONTECERA EN EL CAMPO.

SE DEFINEN

- PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION
- RECURSOS DISPONIBLES
- RENDIMIENTOS ESPERADOS

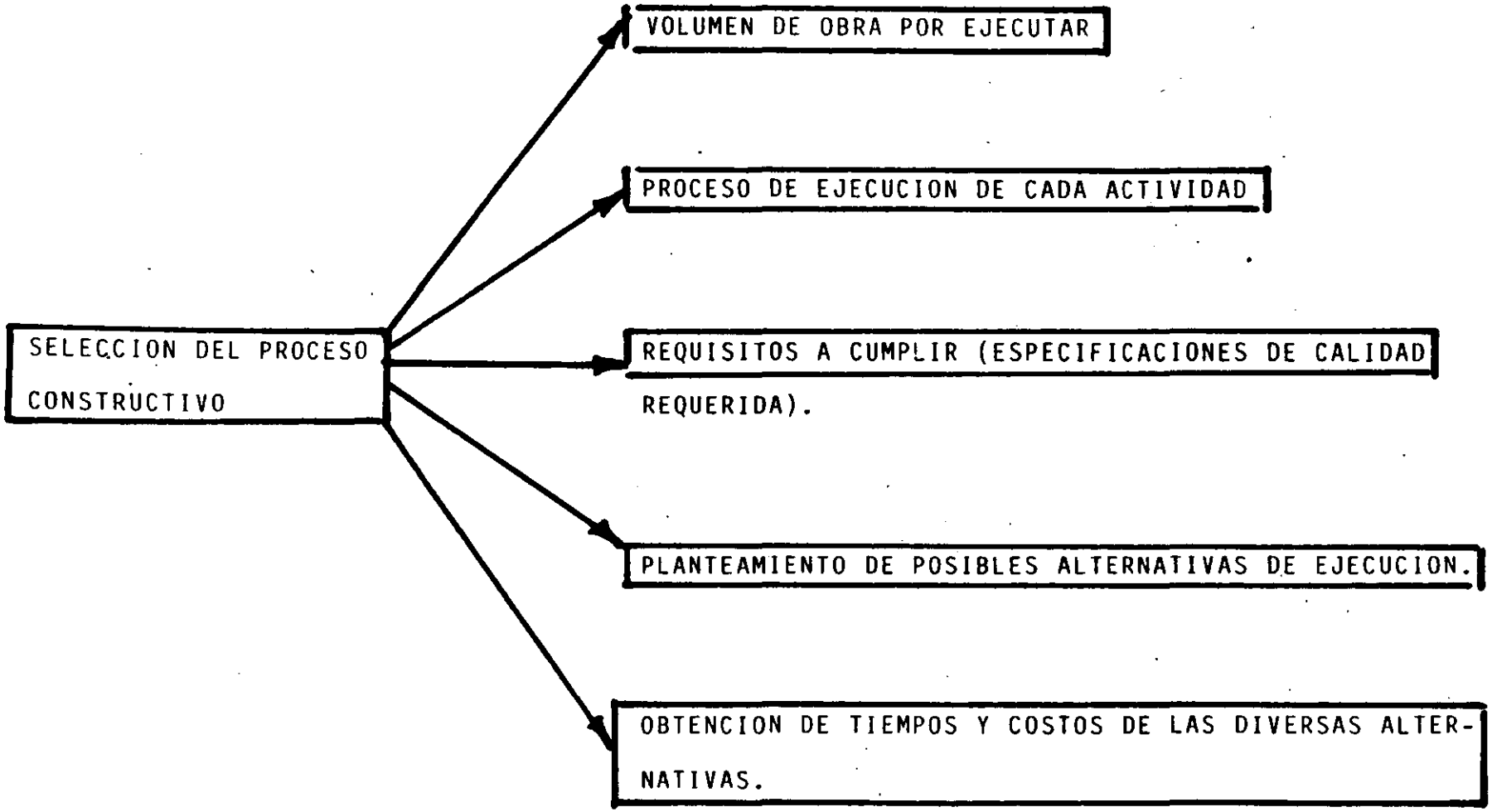
El Proceso Constructivo puede representarse así:

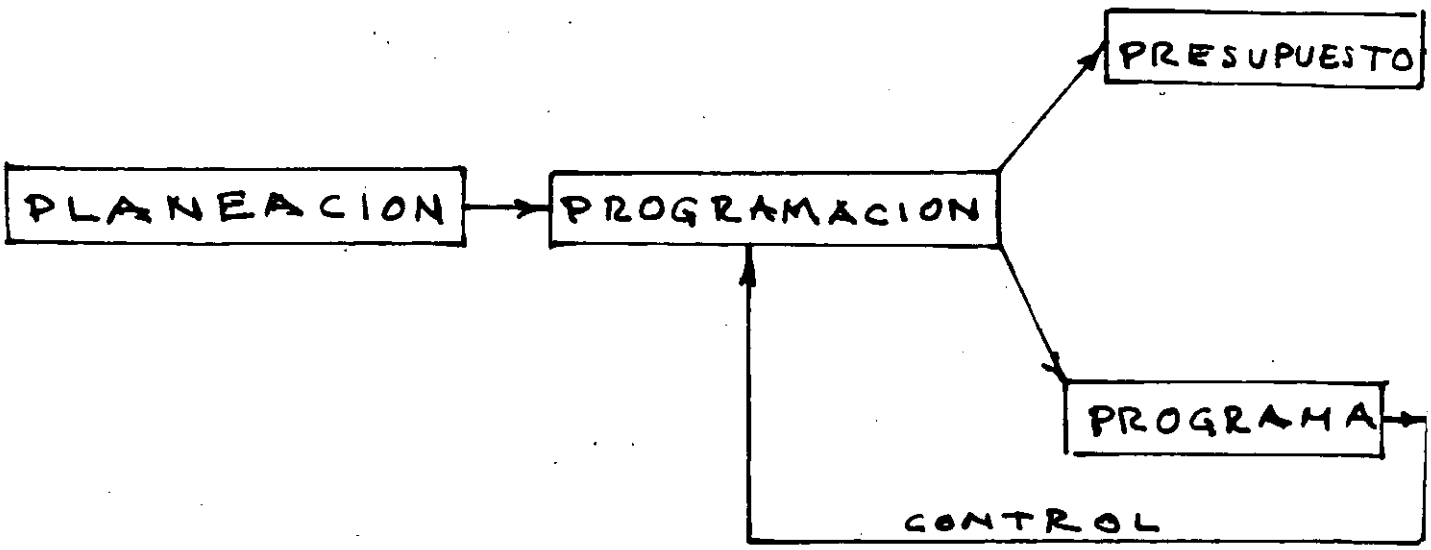




LA MEJOR CALIDAD DE LA PLANEACION DEPENDERA DE:

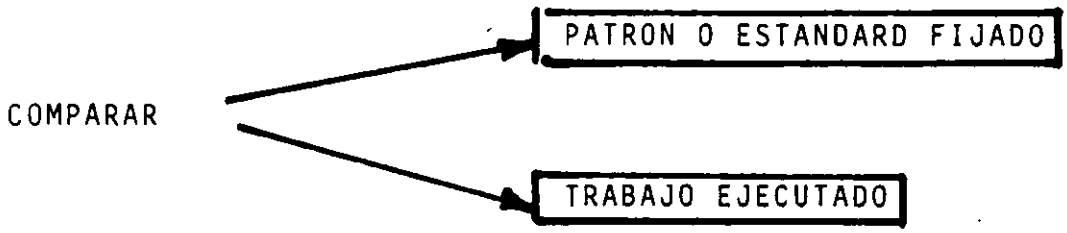
- CONOCIMIENTO DEL PROYECTO
- ALCANCES DE LAS ESPECIFICAC.
- CUBICACIONES CORRECTAS
- INFORMACION SOBRE LOS MATERIALES, MANO DE OBRA Y EQUIPO.
- CONOCIMIENTO DEL LUGAR DE LA OBRA (CLIMA, TOPOGRAFIA, ACCESOS, SERVICIOS EXISTENTES, ETC.)

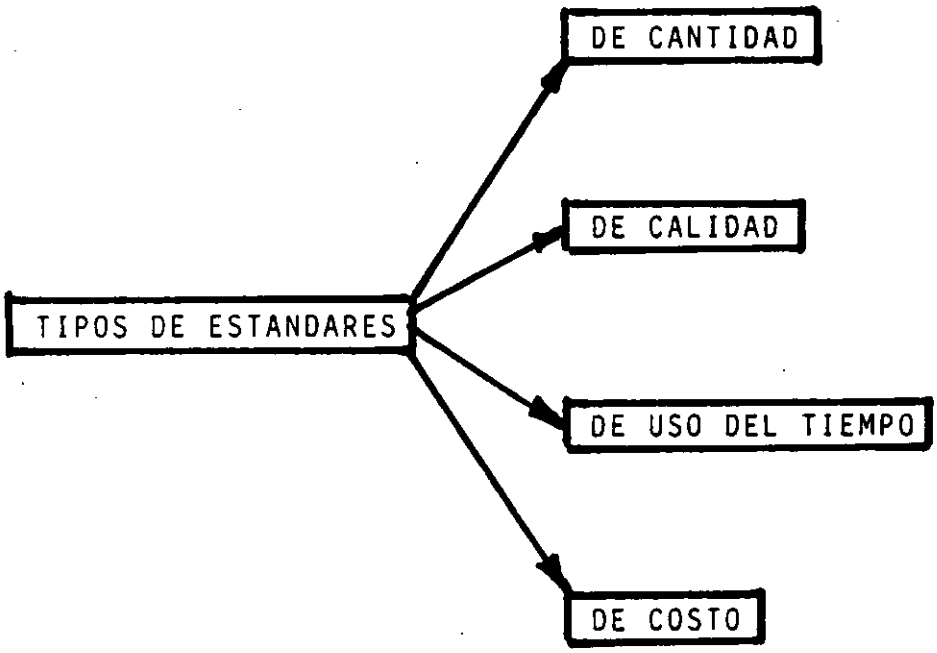

SELECCION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO
VOLUMEN DE OBRA POR EJECUTAR
PROCESO DE EJECUCION DE CADA ACTIVIDAD
REQUISITOS A CUMPLIR (ESPECIFICACIONES DE CALIDAD REQUERIDA).
PLANTEAMIENTO DE POSIBLES ALTERNATIVAS DE EJECUCION.
OBTENCION DE TIEMPOS Y COSTOS DE LAS DIVERSAS ALTERNATIVAS.


PLANEACION
PROGRAMACION
PRESUPUESTO
PROGRAMA
CONTROL

C O N T R O L

PROCESO DE COMPROBAR QUE LO REALIZADO VA DE ACUERDO CON LO PLANEADO Y SI NO FUERA ASI APLICAR LAS MEDIDAS CORRECTIVAS NECESARIAS.





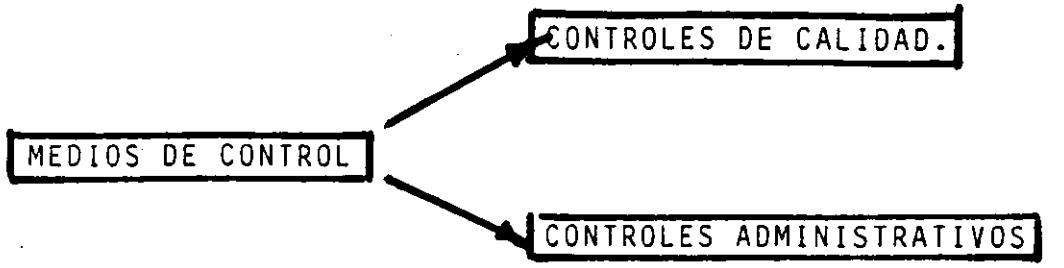
TIPOS MAS USUALES DE ESTANDARES

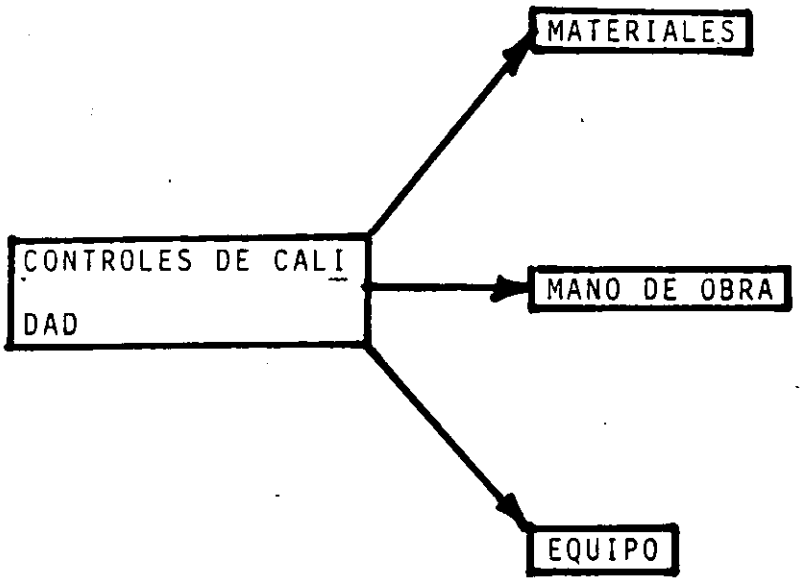
DE CANTIDAD → COMPARAR LOS VOLUMENES REALES CONTRA LOS DE PROYECTO.

DE CALIDAD → CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES O PARTICULARES MEDIANTE OBSERVACION DIRECTA O MEDICIONES.

DE USO DEL TIEMPO → ESTABLECER UN PROGRAMA DE SECUENCIA Y DURACION DE ACTIVIDADES (C.P.M. - GANTT)

DE COSTO → PRECIOS UNITARIOS -
SE COMPARAN CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA RETROALIMENTACION.





APEGARSE A LAS ESPECIFICACIONES.

SELECCION DEL PERSONAL.

DE ACUERDO AL PROCESO CONSTRUCTIVO.

CONTROLES DE CALIDAD

- PLANOS
- ESPECIFICACIONES
- TOLERANCIAS
- PRUEBAS DE LABORATORIO
- SELECCION DE PERSONAL Y EQUIPO ADECUADOS

CONTROLES ADMINISTRATIVOS

- CONCEPTOS DE OBRA.
- ESTIMACIONES.
- PROGRAMAS DE SUMINISTRO DE MATERIALES, EQUIPO Y HERRAMIENTA.
- PROGRAMAS DE AVANCE DE OBRA.
- PROGRAMA DE RECURSOS HUMANOS.
- PROGRAMA DE RECURSOS ECONOMICOS Y EROGACIONES.
- ALMACEN: RECEPCION Y DISTRIBUCION DE MATERIALES, EQUIPO Y - HERRAMIENTA.
- TOMADURIA DE TIEMPO.

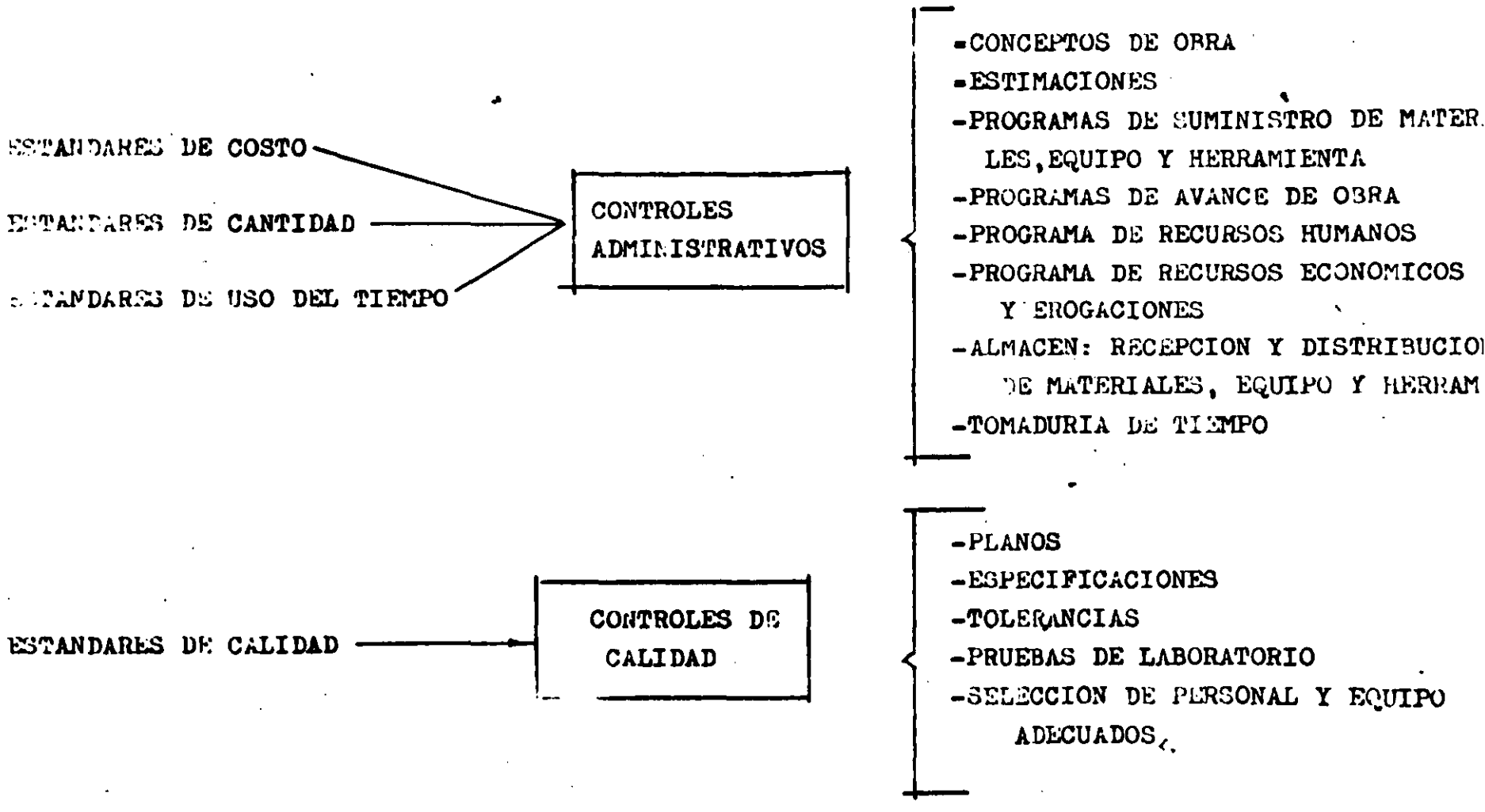

ESTANDARES DE COSTO
ESTANDARES DE CANTIDAD
ESTANDARES DE USO DEL TIEMPO
CONTROLES ADMINISTRATIVOS
-CONCEPTOS DE OBRA
-ESTIMACIONES
-PROGRAMAS DE SUMINISTRO DE MATER. LES, EQUIPO Y HERRAMIENTA
-PROGRAMAS DE AVANCE DE OBRA
-PROGRAMA DE RECURSOS HUMANOS
-PROGRAMA DE RECURSOS ECONOMICOS Y EROGACIONES
-ALMACEN: RECEPCION Y DISTRIBUCION DE MATERIALES, EQUIPO Y HERRAM
-TOMADURIA DE TIEMPO
ESTANDARES DE CALIDAD
CONTROLES DE CALIDAD
-PLANOS
-ESPECIFICACIONES
-TOLERANCIAS
-PRUEBAS DE LABORATORIO
-SELECCION DE PERSONAL Y EQUIPO ADECUADOS.

FIG. 3

OBRA _____

COMPAÑIA _____ FECHA DE REVISION _____

ELEMENTO _____

_____ PLANOS No. _____

FECHA DE SOLICITUD DE COLADO _____

CIMBRA

SECCION DEL ELEMENTO Y/O DESCRIPCION _____

ESPECIFICADO: LARGO _____ ANCHO _____ ALTURA _____

REAL: LARGO _____ ANCHO _____ ALTURA _____

CIMBRA MADERA ☐ METALICA ☐ OTRO _____

VERIFICACION DE PLOMO

ALTURA (MTS) _____ DESPLOME EN CAMPO (mm) _____ TOLERANCIA (mm) _____

- ¿LA CIMBRA EN CONTACTO ESTA CURADA? SI ☐ NO ☐ CURADO CON DIESEL
- ¿SE VERIFICO NIVEL DE INTERRUPCION DE COLADO? SI ☐ NO ☐
- ¿SE VERIFICO POSICION DE TROQUELES Y PUNTALES? SI ☐ NO ☐ PASADORES SI ☐ NO ☐
- JUNTAS Y ENSAMBLES CORRECTOS SI ☐ NO ☐ ¿SE CORRIGIO? SI ☐ NO ☐

ACABADO APARENTE O RECUBIERTO? _____

RECUBRIMENTO ENTRE ACERO Y CIMBRA: ESPECIFICADO _____ cm. EN CAMPO _____ cm.

- CONDICIONES DE LA CIMBRA PARA UN ACABADO APARENTE:
  BUENO ☐ REGULAR ☐ MALO ☐
- COLOCACION DE CHAFLAN SI ☐ NO ☐
- SE AUTORIZA COLADO SI ☐ NO ☐ PORQUE: _____

OBSERVACIONES: _____

PLANO GENERADOR No: _____

NIVEL _____ LOC. _____

CUANTIFICACION DE CIMBRA

No.	ELEMENTO	U.	CANT.	COLUMNAS	LOSAS	TRABES	MUROS

APUNTALAMIENTO EN LOSAS QUE PRECEDEN SI ☐ NO ☐ SE CORRIGIO _____

RESPONSABLE DE REVISION	SUPERVISOR	CONTRATISTA	AUTORIZO JEFE DE SUPERVISION

PROCEDIMIENTO DE SUPERVISION

REVISION DE ARMADO Y COLOCADO DE ACERO

MARCA _____ F'y _____ MUESTREADO SI ☐ NO ☐

TRAZO: _____ NIVELES: _____ PLOMO: _____ RECUBRIMIENTO: _____

CANTIDAD Y LONGITUD DE TRASLAPE: _____ PROYECTO: _____ REAL _____

SE REVISARON AMARRES: SI ☐ NO ☐ ALAMBRE RECOCIDO CAL. No. _____

SEPARADORES SI ☐ NO ☐

SILLETAS SI ☐ NO ☐

ESTRIBOS SI ☐ NO ☐

MEDIDAS SI ☐ NO ☐ LONGITUD DE ANCHO SI ☐ NO ☐

TOLERANCIA ACEPTABLE SI ☐ NO ☐

SE AUTORIZA CIMBRADO SI ☐ NO ☐ COLUMNAS SI ☐ NO ☐

OBSERVACIONES _____

_____

CUANTIFICACIONES SEGUN PLANO GENERADOR

ø 2.0	KG	ø 6	KG
ø 2.5	KG	ø 8	KG
ø 3.0	KG	ø 10	KG
ø 4.0	KG	ø 12	KG
ø 5.0	KG		

RESPONSABLE DE REVISION	SUPERVISION	ACUERDO CONTRATISTA	CUANTIFICO

CONCRETO

OBRA _____

COMPAÑIA _____

FECHA _____
ELEMENTO _____
PLANOS No. _____

1. DIA Y HORA PARA EFECTUAR COLADO _____
2. REVENIMIENTO ESPECIFICADO _____ EN CAMPO _____
3. RESISTENCIA 100 ☐ 150 ☐ 200 ☐ 250 ☐ 300 ☐ 350 ☐
4. LABORATORIO _____ No DE MUESTRAS _____
5. ADITIVOS A UTILIZARSE _____
6. INTERRUPCIONES DE COLADO TIEMPO MAXIMO _____ TIEMPO MINIMO _____
7. PROCEDIMIENTO DE COLADO

BOMBA ☐ BACHA ☐ OTRO ☐

8. ¿EN CONCRETO BOMBEADO SE REVISO CONDUCTOS? SI ☐ NO ☐
9. ¿SE CUENTA CON EQUIPO Y MATERIAL PARA FABRICACION DE CONCRETO EN OBRA?

SI ☐ NO ☐ OBSERVACIONES _____

10. ALCANCE EN METROS DEL VIBRADOR _____ TIPO DE VIBRADOR GASOL. ☐ ELECTRICO ☐
11. ¿EN EL COLADO NOCTURNO SE CUMPLE CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD? _____
12. NIVEL DE CORTE DEL COLADO N _____ EJES DE LOCALIZACION _____
13. ¿SE VERIFICO PASOS Y PREPARACIONES DE INSTALACIONES? _____
14. PROCEDIMIENTO PARA EL CURADO _____
15. DIA Y HORA DE TERMINACION DEL COLADO _____
16. HORA DE SALIDA DE LA PLANTA DE LA REVOLVEDORA _____ HORA DE VACIADO _____

CUBICACION DE CONCRETO

PLANO GENERADOR No. _____

ELEMENTO	LOC.	No. PZAS.	VOLUMEN	TOTAL	OBSERVACIONES
			TOTAL		M^3

V. B. SUPERVISION _____ CONTRATISTA _____ AUTORIZO _____

1.- INTRODUCCION.

Uno de los campos de la ingeniería civil, relacionado con la ejecución física de las obras, es el Campo de la Construcción. En él, se utilizan los recursos disponibles en calidad y cantidad tales, que la obra resultante sea de la mejor calidad posible, se haya realizado a un costo razonable y en el tiempo previsto.

Para lograr lo anterior, se requiere llevar a cabo previamente, una planeación y programación cuidadosas de todas las actividades involucradas en cada obra en particular, utilizando las técnicas y elementos disponibles para representar esquemáticamente en el papel, aquello que posteriormente -- habrá de suceder en el campo, y estar preparado para resolver las eventualidades que, sin duda alguna, surgirán durante la etapa de construcción.

Los elementos de que dispone el encargado de la planeación y programación de obras son cada vez más abundantes, - - (computadoras con diversos programas de biblioteca, nuevas técnicas de representación gráfica); sin embargo, no debe perderse de vista que la parte esencial del proceso es el ser humano, quien define la estrategia constructiva a seguir y toma en todo momento, las decisiones que le van guiando al objetivo fijado. En otras palabras, las computadoras ayudan, indudablemente, a acelerar el proceso de cálculo y permiten por tanto analizar rápidamente más alternativas, pero no pueden realizar por si solas el trabajo de programación.

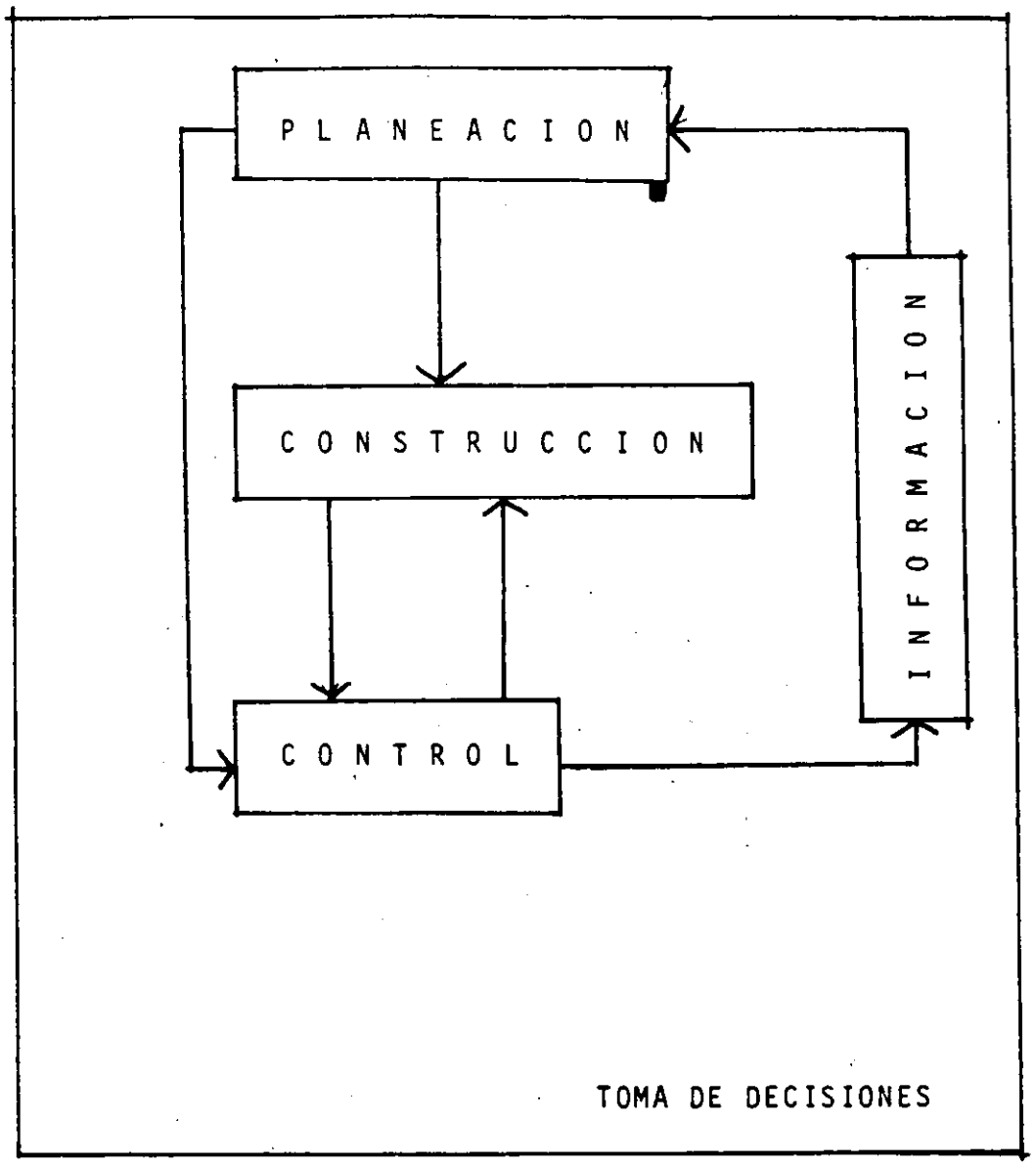
Otra observación importante es la siguiente: no puede concebirse un ingeniero dedicado a la programación de obras, si no tiene suficiente experiencia en relación con ellas. La veracidad de la planeación es función directa de la experiencia de quien la realiza.

1.1 Planeación.

Es conveniente distinguir la acepción correcta de dos términos que con frecuencia se usan indistintamente: planeación y programación.

Tratando de enmarcar en una definición lo que significa el primero de estos términos, podemos decir que: Planeación, es el proceso de análisis sistemático, documentado y tan cuantitativo como sea posible, previo al mejoramiento de una situación, y la definición y ordenamiento de los actos que conduzcan a ese mejoramiento.

La planeación como actividad fundamental está presente en todas y cada una de las acciones que el ingeniero civil realiza formando parte, en el caso particular de la construcción, de un proceso que se continúa con la ejecución y control de la obra.



LA PLANEACION COMO PARTE DE UN PROCESO

La planeación, puede asociarse a un cierto marco de referencia: Podemos planear nuestras actividades personales ó familiares, planear un procedimiento constructivo ó la compra de equipo, la contratación de mano de obra o la previsión de materiales. En un marco más amplio, podríamos hablar de la planeación de un sistema de comunicaciones terrestres, del desarrollo agrícola ó industrial de determinadas zonas del país, de la distribución de los asentamientos humanos ó del establecimiento de reservas ecológicas. Finalmente, podríamos enumerar planes a nivel mundial en los que se estructuran y ordenan actos con la participación de diferentes naciones de nuestro planeta.

Como se ve, el nivel de información y de toma de decisiones aumenta en importancia a medida que el marco de referencia para el que se efectúa la planeación crece.

1.2 Programación

Podemos ubicar como etapas extremas de la planeación:

a).- Conocimiento de la situación que se pretende cambiar.

b).- Creación de un programa que ordene en el tiempo y en el espacio, el desarrollo de los actos necesarios.

Esta segunda etapa es precisamente lo que podemos definir como PROGRAMACION de la obra; en ella, habremos de

establecer entre otras cosas, el número y secuencia de actividades en que vamos a ordenar la obra y en base a los volúmenes por ejecutar y los recursos disponibles, la duración de cada una de estas actividades para, después de la aplicación de alguna ó algunas técnicas algorítmicas, obtener información relacionada con el costo y duración total del proyecto.

Una de estas técnicas es precisamente el Método de la Ruta Crítica, utilizado profusamente en nuestro medio. A través de los capítulos siguientes trataremos de familiarizar al lector con su conocimiento y aplicación en la programación y control de obras.

2.- ANTECEDENTES HISTORICOS.

Los primeros trabajos sobre el C.P.M. (Critical Path Method), método de la ruta crítica, se desarrollaron en enero - de 1957, en los Estados Unidos de Norteamérica, y tenían como fin el de mejorar las técnicas existentes de Planeación y Programación. Las personas que desarrollaron estos primeros trabajos fueron: M.R. Walker y J.K. Kelly Jr. que a su vez prestaba sus servicios en la Remington Rand, así como el Dr. R.L. Martino de la empresa Mauchly Associates.

Walker fué el autor de la lógica de la técnica, mientras que Kelly formuló y desarrollo el aspecto matemático; el Dr.- Martino por su parte trabajó en los refinamientos de la técnica original aplicándola a la reprogramación de obras.

Simultáneamente a estas investigaciones, La Marina de- los Estados Unidos en colaboración con el despacho de Consultores Bozz, Allen and Hamilton desarrollaban una técnica similar diseñada para coordinar el proceso de los distintos contratistas y agencias que trabajaban en el proyecto Polaris, - esta técnica fué bautizada con el nombre de PERT, que resume- las iniciales de: Program Evaluation Reporting Technique -- (Técnicas de Evaluación, Programación y Reporte).

Desde 1958, a partir de la aplicación de éste método en la construcción de una planta química de la Dupont, en la cual se obtuvieron magníficos resultados, la aplicación del método en Estados Unidos y Canadá ha dado logros en la ingeniería, - así como en aspectos individuales, comerciales, etc.

En 1959, Catalytic Construction Company, reconociendo el enorme potencial del Método de Camino Crítico en la industria de la construcción, empezó a utilizar ésta técnica en la administración de un proyecto de diseño y construcción de una planta de fenol.

En su forma original, los dos sistemas eran muy similares, con una característica innovadora muy importante: la separación de las funciones de planeación y programación. Ambas técnicas utilizaban diagramas de flechas para indicar las interrelaciones de las distintas actividades componentes del proyecto, culminado con un plan integral y único, lo que permitía una revisión racional por parte del responsable de su ejecución.

El PERT utiliza tres tiempos de duración, calculados con criterios: a) optimista, b) pesimista, y c) llamado "más plausible" y con esto se calcula el tiempo que se espera dure la actividad que se este programando, por lo tanto el tiempo más probable se calcula como:

$$T_{pr} = \frac{T_o + 4T_{pl} + T_p}{6}$$

Siendo:

T_{pr} tiempo probable.

T_o tiempo optimista.

T_{pl} tiempo plausible.

T_p tiempo pesimista.

A partir de este momento, el PERT, es idéntico al método del camino crítico en el que se utiliza únicamente un tipo de estimación de duración, basado en la experiencia obtenidacon anterioridad, o cualquier otro tipo de cálculo basado enprocedimientos de construcción, recursos disponibles, volúmenes de obra, calidad, rendimiento, condiciones de la localidad donde se ejecuta la obra, etc.

El método de camino crítico por otra parte, permite estudiar el enlace tiempo y costo de la ejecución de las actividades y tomar decisiones entre alternativas de diferente duración y costo.

En México, ha sido usado el Método del la Ruta Críticapor diversos organismos, a partir de 1961, entre ellos la Secretaría de Obras Públicas, con excelentes resultados; a partir de 1962 la Comisión Federal de Eléctricidad lo adoptó para la planeación, programación y control de sus grandes obras. También lo han adoptado otras dependencias gubernamentales y compañías constructoras importantes.

2.1 El método de la ruta crítica.

El método de la ruta crítica nos permite, a través de la representación gráfica de un proceso (que puede ser el proceso constructivo):

- Conocer los tiempos de inicio y terminación de cada una de las actividades que integran el proceso mediante la aplicación de un algoritmo sencillo.

- Conocer las holguras disponibles para las actividades no críticas.

- Representar el esquema mediante barras que indiquen la duración de las actividades dando origen al diagrama de barras o de Gant

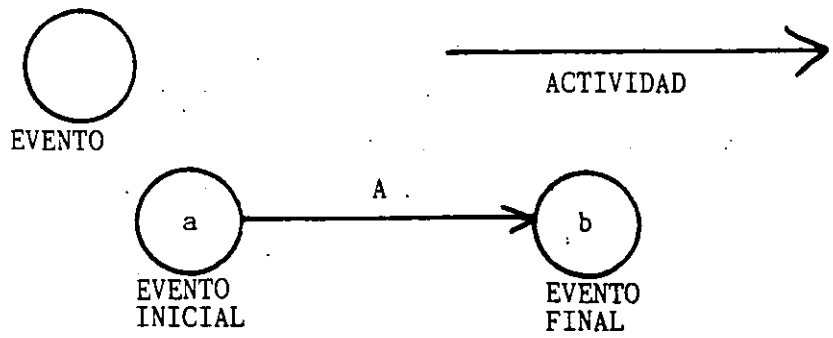
- Sobre este último diagrama, realizar la distribución y balance de los recursos utilizados en el proceso.

Los elementos gráficos requeridos para trazar el diagrama de flechas son mínimos.

El primero de ellos es el EVENTO, representado generalmente por un circulo (aunque puede ser cualquier otra figura) que marca el inicio ó terminación de una actividad. Se utiliza para identificar dicha actividad y no consume tiempo ni recursos.

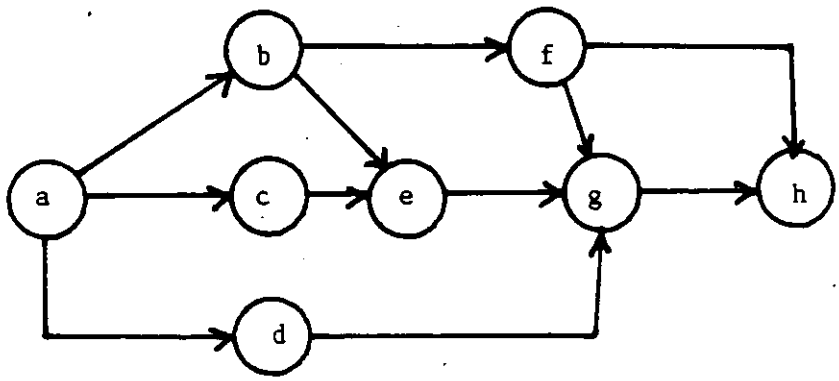
El segundo elemento es una flecha continua para representar la actividad; a diferencia de los eventos, sí consume tiempo y recursos. La longitud de la flecha no tiene relación con la duración de la actividad puesto que el diagrama de flechas no se traza a escala, sin embargo, es importante dibujar siempre la punta de la flecha para señalar su dirección.

Integrando los dos elementos descritos tenemos:



La actividad anterior puede identificarse indistintamente como -- actividad A ó actividad ab, siendo la segunda manera más utilizada.

Al "ligar" varias actividades por medio de sus correspondientes -- cuentas, obtenemos una red de actividades,



Red con 8 eventos (a,b,c,d,e,f,g,h) y 11 actividades (ab,ac,ad,be, bf,ce,dg,eg,fg,fh,gh)

Para poder dibujar un diagrama de flechas, debemos preguntarnos -- para cada actividad en particular:

- ¿ Qué actividad o actividades deben haberse ejecutado antes de iniciar la actividad que estamos analizando ?

- ¿ Qué actividad o actividades pueden ejecutarse inmediatamente después ?

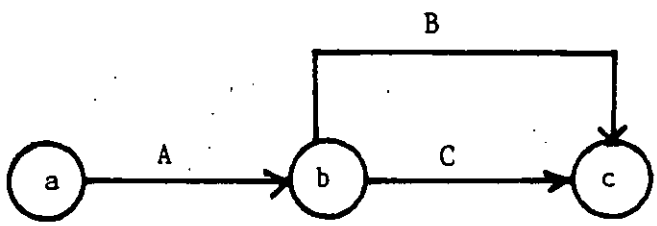
- ¿ Qué actividad o actividades pueden ejecutarse simultáneamente ?

Se tienen asi en un diagrama actividades que, de acuerdo al orden de su ejecución, son precedentes o subsecuentes de otras.

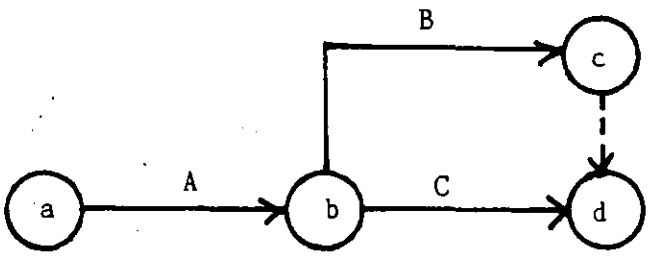
En el diagrama anterior, por ejemplo, la actividad ce es subsecuente de la actividad ac y consecuente de la eg, por tanto, el evento c - inicial de la actividad ce, es el evento final de la ac y, el evento e - terminal de la ce, es el evento inicial de la actividad eg.

Un tercer elemento gráfico auxiliar en el dibujo ó trazo de las - redes es la actividad ficticia que se representa por una flecha discontinua. Su tratamiento en el circulo de la red, es el mismo que una actividad normal, excepto que su duracion es cero y no consume recursos.

Consideremos el siguiente diagrama

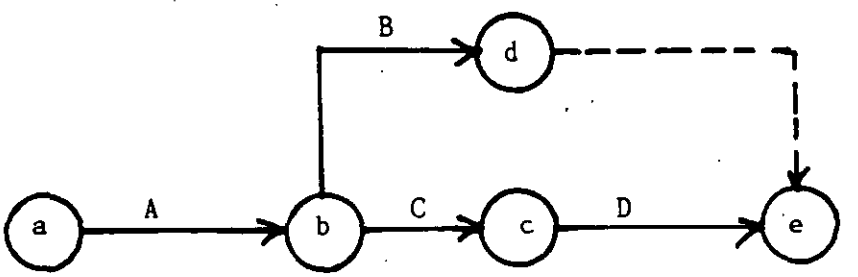


Observamos en él que, tanto la actividad B como la actividad C, identificadas por sus eventos inicial y final, se designarían como bc. Para evitar esta confusión, se introduce una actividad ficticia quedando el diagrama como sigue:

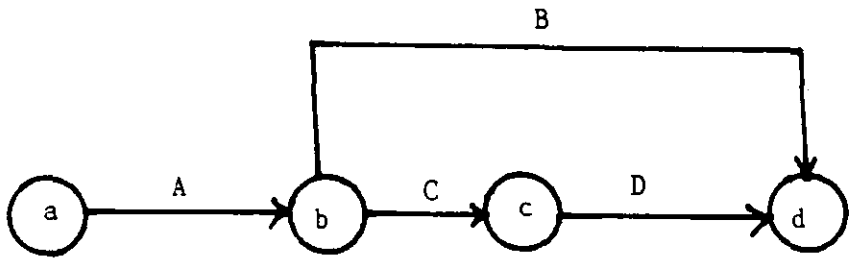


Ahora se tienen claramente identificadas ambas actividades, la B con sus eventos bc y la C con sus eventos bd; hemos utilizado para ello la actividad ficticia cd.

Sin menoscabo de la claridad del diagrama de flechas que se esté dibujando, hay que evitar en lo posible el uso de actividades ficticias donde no se justifiquen, por ejemplo:



La actividad ficticia "de" no es necesaria pues, al suprimirla - no hay ninguna duda respecto a la identificación de todas las actividades.



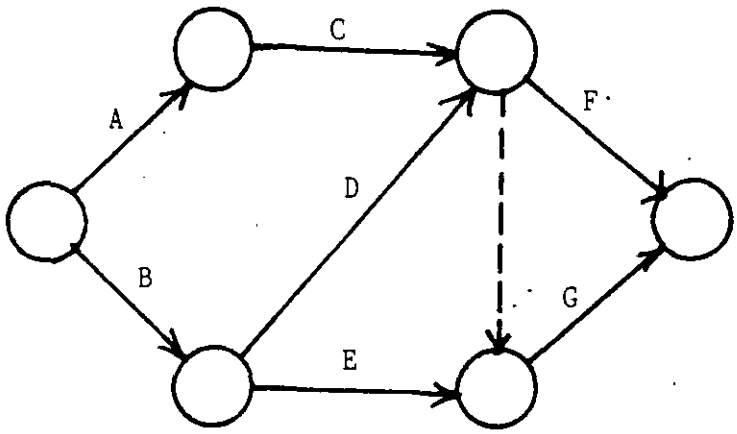
Es recomendable que la numeración o identificación de los eventos con letras sea de tal manera que las actividades se "lean" en orden pro-- gresivo, esto es, que una actividad se denomine por ejemplo 3-4 ó a-f y - no por 4-3 ó f-a .

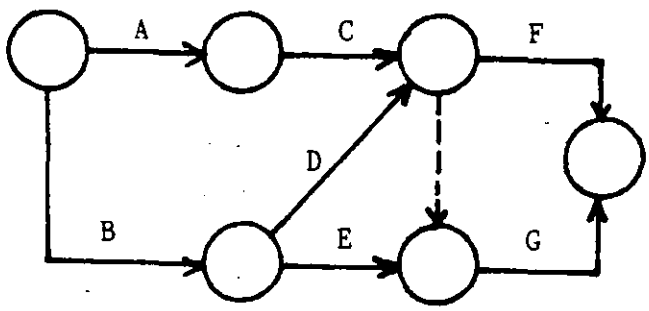
Cabe señalar que el diagrama de flechas se inicia en un evento - - único y debe terminar en un solo evento también.

Para practicar la aplicación correcta de la simbología, se sugiere dibujar el diagrama de flechas que representa el proyecto cuya dependen-- cia entre actividades se enlista:

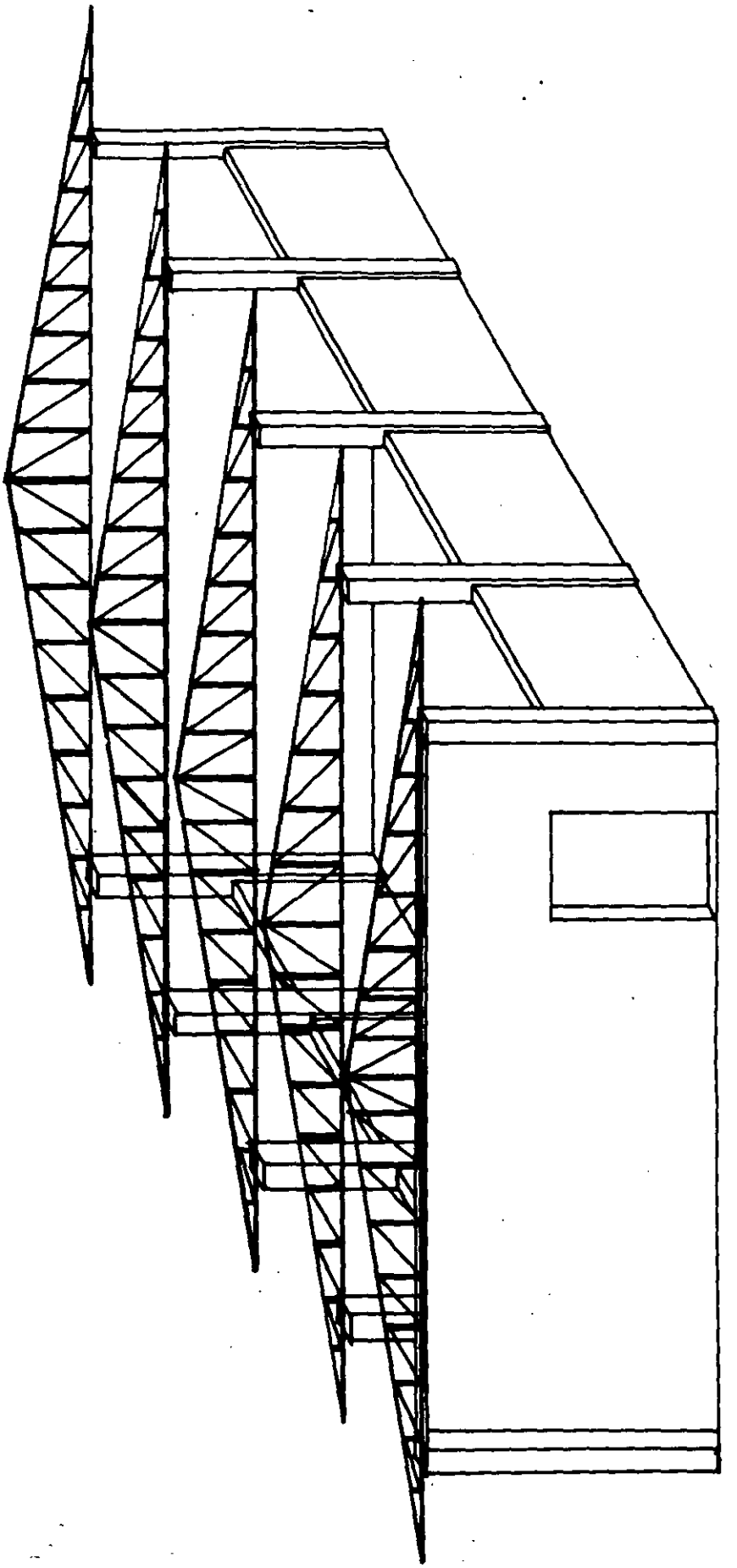
ACTIVIDAD	DEPENDENCIA
A y B	NO DEPENDEN DE NADA
C	DEPENDE DE A
D y E	DEPENDEN DE B
F	DEPENDE DE C y D
G	DEPENDE DE C, D, y E

(Solución en la siguiente hoja)





Observese que la figura en conjunto puede presentar otra forma, - lo cual por supuesto no es relevante, lo importante es que las dependen-- cias entre actividades sea la correcta.



SE EXPONDRA EL METODO A TRAVES DEL ESTUDIO DE UN EJEMPLO

Supongamos que debemos construir un almacén que consta de cimentación y estructura de concreto armado, así como de estructura de acero para el techo; para el efecto, tenemos que proponernos una serie de actividades a desarrollar, y que éstas a su vez pueden dividirse en varias actividades como puede suceder con la actividad "Excavación":

Excavación
- a).- Trazo
- b).- Excavar a nivel de proyecto
- c).- Acarreo de tierra producto de excavación

DETERMINACION DE LOS TIEMPOS DE EJECUCION

El tiempo que tarda en ejecutarse cada actividad, estará en función del procedimiento constructivo y de los recursos de que se disponga.

Supongamos que para nuestro ejemplo, éstos quedan asentados en la Tabla I.

TABLA I

Actividad	Duración en días	Observaciones
Preparativos	8	Limpieza del terreno y trazos
Excavación	6	Incluye Acarreos
Cimentación	10	Incluye plantilla, armado, cimbrado. colado
Estructura de Concreto	30	Armado, cimbrado, colado
Muros de Tabique	25	Espesor 0.14 m.
Montaje Estructura Acero	11	A cargo del estructurista
Fabricación y Transporte de Estructura de Acero	45	"
Tiempo de Entrega de lámina de Asbesto	25	A cargo del fabricante
Fabricación y Transporte de Herrería	30	A cargo del fabricante
Colocación de Herrería	6	"
Colocación Lámina Asbesto	9	Incluye Accesorios
Colocación Vidrios	4	A cargo del Subcontratista
Instalación Eléctrica	8	A cargo del Subcontratista
Aplanado en Muros	12	Dar acabado para recibir pintura
Relleno y Compactación para Pisos	6	Incluye nivelación
Pisos de Concreto	6	Armado y colado con acabado fino integral
Pintura	10	Subcontratista
Limpieza	5	Para entregar la Obra

Secuencia de la ejecución:

Una vez que se ha formado la lista de las actividades, es necesario analizar el orden de ejecución de éstas, teniendo en cuenta los requisitos del proceso y las condiciones particulares de la empresa que realizará el proceso. Por otra parte, es conveniente la elaboración de lo que se denomina Matriz de Precedencia y que es la que nos da una idea de la secuencia lógica a seguir en tal proceso; en ésta matriz se escriben los conceptos de todas las actividades que forman el proceso, una en cada renglón y una en cada columna formando casilleros, es decir, que si son "n" actividades que corresponden a "n" columnas y a "n" renglones, darán por lo tanto n^2 casilleros. Ver tabla II.

REGLAS PARA LA FORMACION DE LA MATRIZ DE PRECEDENCIA

I.- Analizar la actividad correspondiente a cada renglón y determinar que actividades pueden realizarse 'Inmediatamente Después" de terminada la actividad en cuestión; para esto se recorre el renglón examinando las columnas de la tabla y colocando una "x" en los casilleros de las columnas que corresponden a las actividades que pueden efectuarse 'Inmediatamente Después".

II.- Analizar la actividad correspondiente a cada columna y determinar que actividad o actividades deben realizarse 'Inmediatamente Antes" de poder iniciarse la actividad en cuestión; para esto se recorre por la

columna de cada actividad y se coloca una "x" en los casilleros de los renglones que corresponden a las actividades que deben ejecutarse "Inmediatamente Antes".

La aplicación de las dos reglas anteriores puede hacerse en cualquier orden; a veces resulta más sencillo definir cuales son las actividades inmediatas siguientes a otras, o sea, la aplicación de la primera de las reglas, pero en todo caso, es cuestión de comodidad el aplicar la primera o la segunda como primer paso.

El paso último viene a ser una revisión aplicando cuidadosamente las dos reglas anteriores.

Debe quedar completamente claro que ésta matriz ayuda al programador a visualizar situaciones de secuencia y presentación de la red. Las anotaciones que se hagan en tal matriz quedan a discreción del programador sin olvidar que ésta es solamente un papel de trabajo. Ver tabla II.

TABLA II

ACTIVIDADES INMEDIATAS PRCEDENTES \ ACTIVIDADES INMEDIATAS SIGUIENTES	PREPARATIVOS	EXCAVACION	CIMENTACION	ESTRUCTURA DE CONCRETO	MUROS DE TABIQUE	*MONTAJE ESTRUCTURA DE ACERO*	FABRICACION ESTRUCTURA *(acero)*	*ENTREGA LAMINA DE ASBESTO*	FABRICACION HERRERIA	COLOCACION HERRERIA	*COLOCACION LAMINA DE ASBESTO*	COLOCACION VIDRIOS	INSTALACION ELECTRICA	APLANADO DE MUROS	*RELLENO Y COMPACTACION PARA PISOS*	PISOS DE CONCRETO	PINTURA	LIMPIEZA	
PREPARATIVOS		X																	
EXCAVACION			X																
CIMENTACION				X															
ESTRUCTURA DE CONCRETO					X	X													
MUROS DE TABIQUE										X			X		X				
MONTAJE ESTRUCTURA DE ACERO											X		X		X				
FABRICACION ESTRUCTURA *(acero)*						X													
ENTREGA LAMINA DE ASBESTO											X								
FABRICACION HERRERIA										X									
COLOCACION HERRERIA												X							
COLOCACION LAMINA DE ASBESTO																X			
COLOCACION VIDRIOS																	X		
INSTALACION ELECTRICA														X					
APLANADO DE MUROS																	X		
RELLENO Y COMPACTACION PARA PISOS																X			
PISOS DE CONCRETO																	X		
PINTURA																		X	
LIMPIEZA																			

ELABORACION DEL DIAGRAMA DE FLECHAS

a).- Seleccionar la actividad que da el inicio al proceso constructivo.

b).- Determinar una secuencia lógica de las actividades ayudándonos con lo que nos muestra la MATRIZ DE PRECEDENCIA.

c).- Escoger actividades que por su naturaleza pueden iniciarse al mismo tiempo que la ACTIVIDAD que da inicio al proceso, y considerar en cualquier etapa de la red las actividades que simultáneamente pueden ejecutarse.

Es conveniente hacer en un principio uno o dos bosquejos del DIAGRAMA para corregir detalles y cuidar de que se usen lo menos posible, dependiendo de su naturaleza, las ACTIVIDADES FICTICIAS.

En la figura No. 1 se presenta el DIAGRAMA definitivo para el ejemplo.

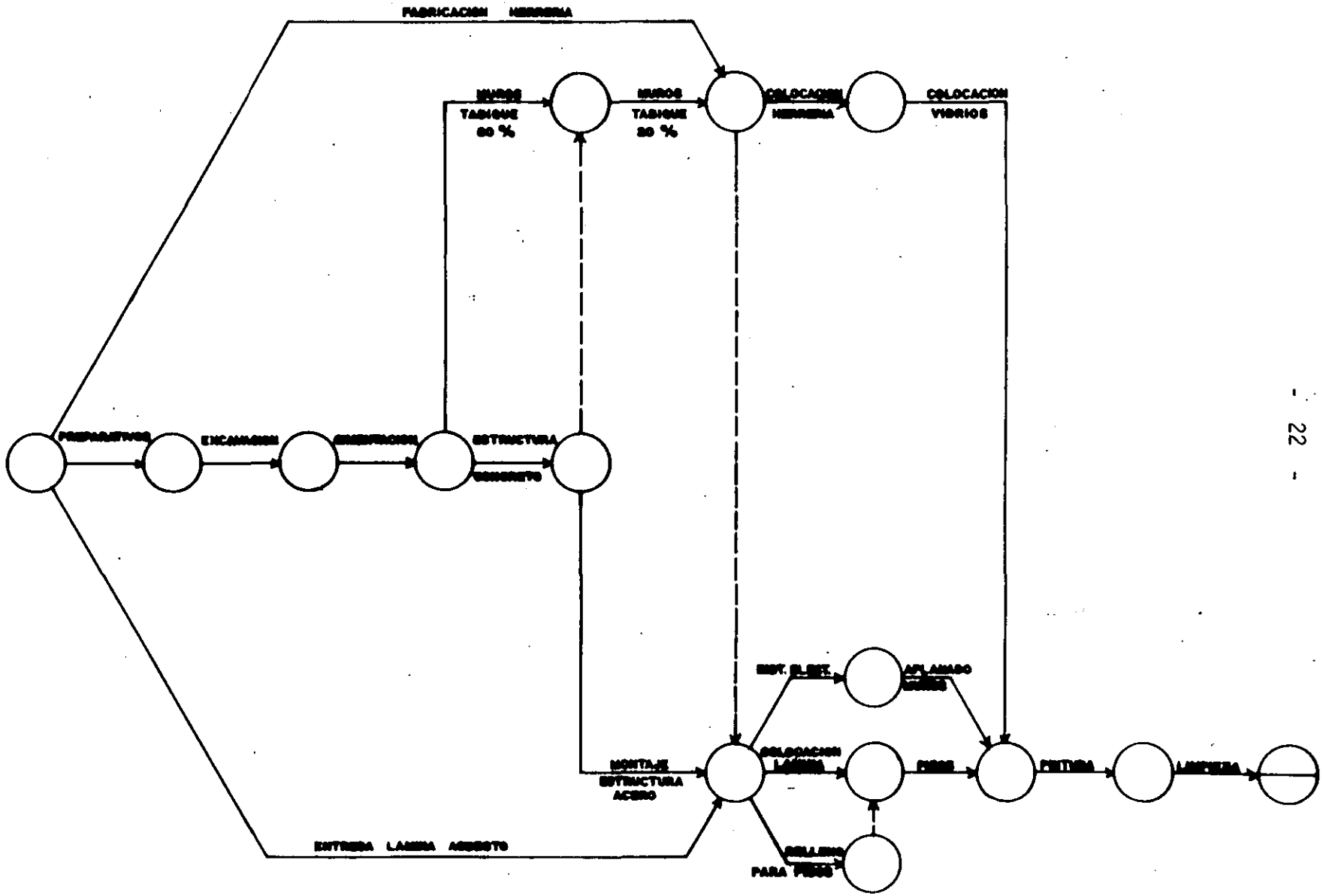
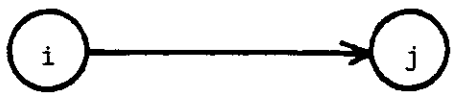

FABRICACION HERRERIA
MUROS
TABIQUE
60 %
MUROS
TABIQUE
20 %
COLOCACION
HERRERIA
COLOCACION
VIDRIOS
PREPARATIVOS
EXCAVACION
CIMENTACION
ESTRUCTURA
CONCRETO
INST. ELEC.
APLANADO
MUROS
MONTAJE
ESTRUCTURA
ACERO
COLOCACION
LAMINA
PISOS
PINTURA
LIMPIEZA
ENTREGA LAMINA ASBESTO
DRILLING
PARA PISOS

FIGURA 1

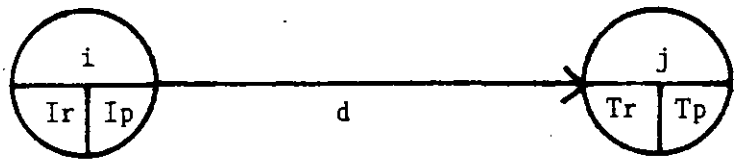
2.2 Cálculo de los tiempos

En la aplicación del algoritmo, usaremos las siguientes anotaciones

Ip= Tiempo de iniciación próximo de la actividad ij
Ir= Tiempo de iniciación remoto de la actividad ij
Tp= Tiempo de terminación próximo de la actividad ij
Tr= Tiempo de terminación remoto de la actividad ij



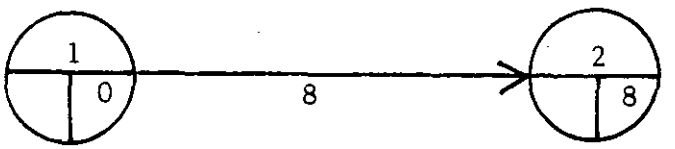
Se sugiere anotar estos datos como sigue:



Habiendo numerado los eventos y anotado los tiempos de duración de cada actividad de la red en el diagrama de flechas, se calculan los tiempos de terminación próximos: sumando al tiempo de iniciación, la duración de cada actividad, esto es: Tp= Ip + d

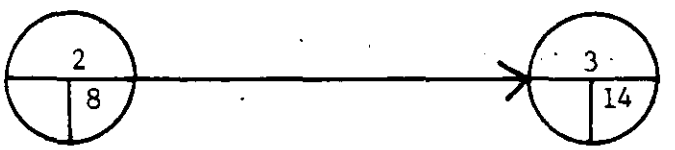
Para la primera actividad de la figura 2 o sea la 1-2 el Ip es cero; Ip= 0. Como su duración es 8 en tiempo próximo de terminación será

0 + 8 = 8. Este dato se anota en el evento final de la actividad 1-2.

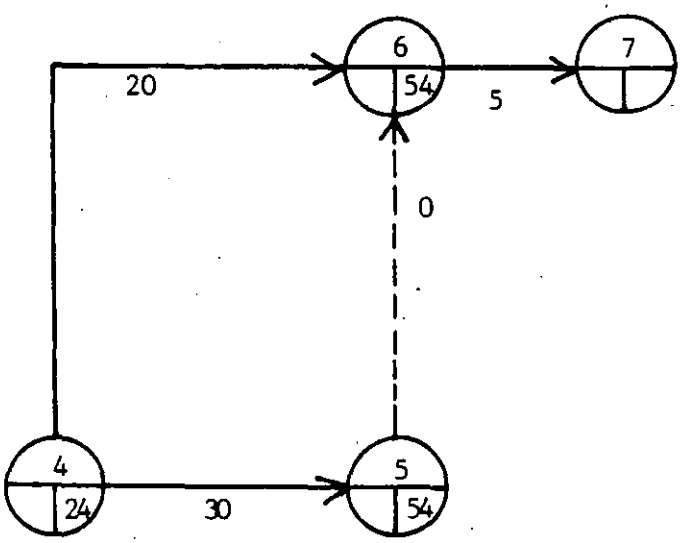


El tiempo próximo de terminación de la actividad 1-2 es, simultaneamente, el tiempo próximo de inicio de la actividad que le sigue (actividad 2-3).

Para esta actividad Tp= 8 + 6 o sea el Tp de la actividad que antecede más la duración de la actividad "2-3", lo cual se anota en el evento "3".



Cuando llegamos a un evento en donde concurren varias actividades procedemos como sigue:



Considerando la actividad 4-6, vemos que su Ip= 24, como su duración es igual a 20, su terminación próxima es Tp= 24 + 20 = 44; sin embargo, la actividad subsecuente 6-7, no puede iniciarse sino cuando se termine también la actividad 4-5 (o en este caso la ficticia 5-6) cuyo tiempo de terminación próximo es 54.

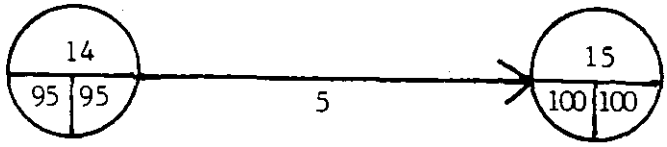
Por tal motivo este último será el número que anotaremos en el evento 6 para considerarlo como el tiempo de iniciación próximo de la actividad 6-7.

El razonamiento anterior, nos proporciona una regla para el caso en que dos ó más actividades concurren en un evento y estemos calculando los tiempos próximos de terminación Tp: Anotar la cantidad mayor que resulte de sumar los tiempos de inciación próximos Ip a las duraciones respectivas de las actividades concurrentes.

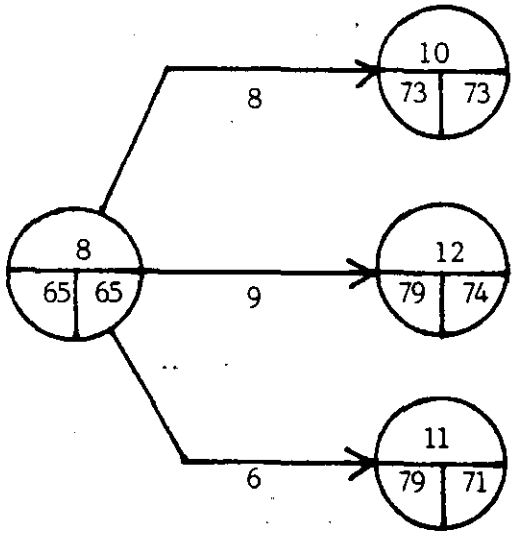
Siguiendo este procedimiento se calcula la terminación próxima del proyecto, que en el ejemplo que nos ocupa es de 100 días.

El siguiente paso, consiste en determinar los tiempos de iniciación y terminación remotas; para ello, en el último evento del diagrama hacemos coincidir Tp con Tr. (En caso que fijasemos para Tr un valor superior a 100, por ejemplo 110, todas las actividades del proyecto tendrían un márgen equivalente a la diferencia entre Tr y Tp, lo cual dados los objetivos que perseguimos, resultaría ocioso).

Para la actividad 14-15, cuyo tiempo remoto de terminación es 100 y tiene una duración de 5, su tiempo remoto de iniciación será 100-5 = 95 esto es, Ir= Tr - d. Los datos se anotan en el espacio correspondiente dentro de los eventos.



Cuando se presenta el caso de dos ó más actividades concurriendo a un evento, se tiene lo siguiente:



Actividad	Tr
8 - 10	73
8 - 12	79
8 - 11	79

El tiempo remoto de iniciación de la actividad 8-10, es 73 - 8 =65 (Ir= Tr-d), el de la actividad 8 - 12, es 79 - 9 = 70 y el de la actividad 8 - 11 es, 79 - 6 = 73. En esta situación para efectos del cálculo - de la red se anotará el menor de los tres números calculados esto es el - 65 (aunque evidentemente los tiempos remotos de inicio reales son 65, 70 y 73 respectivamente), ya que si anotamos 70 ó 73 los tiempos remotos de terminación de las actividades 8 - 11 y 8 - 12 serían en un caso 76 y 79 (70 + 6 y 70 + 9) y en otro 79 y 82 (73 + 6 y 73 + 9) lo cual no es --

correcto porque nos llevaría a un tiempo de terminación de todo el proyecto superior a las 100 días requeridos.

Lo anterior, nos da la pauta a seguir cuando estemos calculando -- los tiempos remotos de inicio: Si dos ó más actividades concurren en un - mismo evento, el Ir que se anotará en la red, será la cantidad menor que resulte de restar, a los tiempos de terminación remota de cada actividad, la duración correspondiente.

El cálculo completo de la red, se muestra en la figura 2

2.3 DETERMINACION DE LA RUTA CRITICA

Durante el cálculo de los tiempos de iniciación y terminación -- próximos y remotos, nos percatamos que hay actividades que pueden empezar en dos tiempos diferentes sin que ello altere la terminación del proyecto, y actividades cuyos tiempos de inicio y de terminación está fijo.

Estas últimas actividades reciben el nombre de críticas pues un - atraso ó un adelanto en su ejecución, significan un atraso ó un adelanto en toda la obra.

La unión de estas actividades resulta en la llamada Cadena ó RUTA CRITICA.

Las condiciones que definen el que una actividad sea crítica son dos:

1. Los tiempos de iniciación y terminación de la actividad son -

respectivamente iguales, esto es: Ip= Ir en el evento inicial y Tp = Tr en el evento final.

2. El tiempo próximo de terminación que aparece en la red, es igual al tiempo próximo de inicio más la duración de la actividad: Tp= Ip + d

Hay ocasiones, como en el ejemplo mostrado, que la primera condición basta para definir la ruta crítica, pero, cuando esto no sea suficiente, deberá aplicarse la segunda condición.

En el ejemplo, la Ruta Crítica esta dada por las actividades 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-8, 8-10, 10-13, 13-14 y 14-15

El conocer cuales son las actividades críticas, nos permite poner especial cuidado en la ejecución, dentro del tiempo fijado, de dicha actividades.

2.4 HOLGURAS

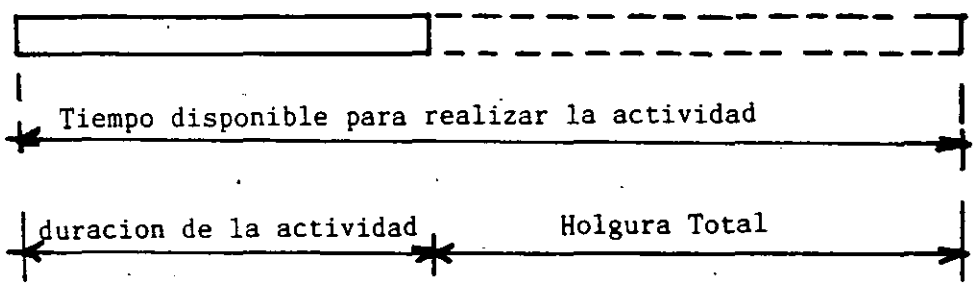
Holgura es el margen de tiempo que una actividad tiene para iniciarse y terminarse. Pueden definirse varios tipos de holguras pero, en estas notas, se tratarán únicamente la holgura total y la holgura libre.

Para su explicación, se hace uso del diagrama de barras, que representa en una escala de tiempos, la duración de todas y cada una de las actividades en que se han desglosado la obra en estudio.

2.4.1 HOLGURA TOTAL-

Se define la holgura total de una actividad, como el tiempo que -- puede desplazarse la ejecución de una actividad, sin alterar la -- duración total de la obra.

Gráficamente:



En función de los tiempos de inicio y terminación:

Holgura Total = Terminación Remota - Terminación Próxima

$$Ht = Tr - Tp$$

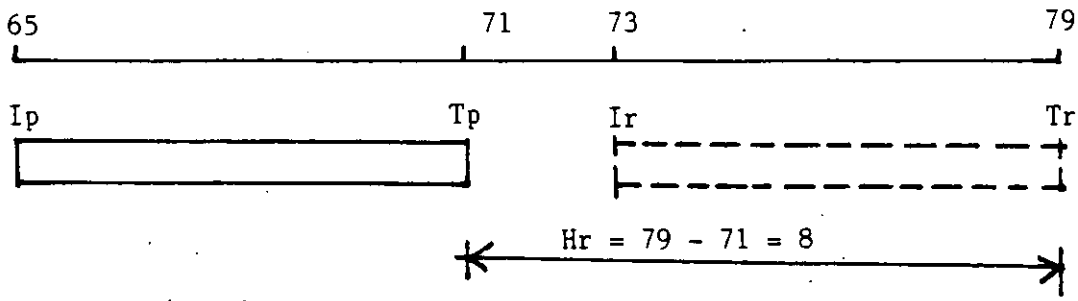
y como $Tr = Ir + d$ y $Tp = Ip + d$

Substituyendo, la holgura total también es igual a:

$$Ht = Ir + d - (Ip + d) = Ir + d - Ip - d$$

$$Ht = Ir - Ip$$

Refiriendonos a la actividad 8 - 11 del ejemplo:

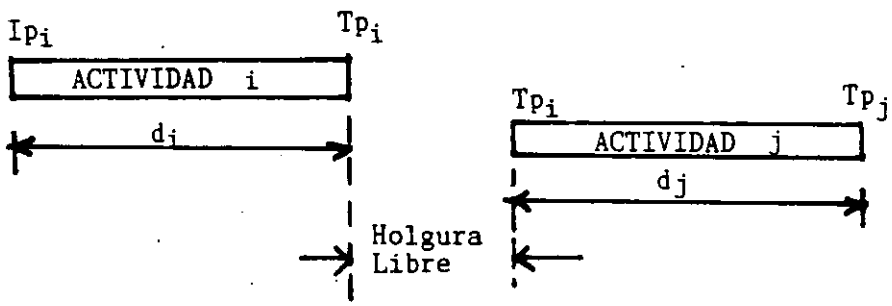


El terminar la actividad 8 - 11 el día 79, significa tener que iniciar la actividad 12 - 13 con la que está ligada hasta ese día, -- pero como la duración de esta última actividad es de 6 días, se - terminaría el día 85 (79 + 6), a tiempo para iniciar las actividades 13 - 14 y 14 - 15 con lo cual no se altera la duración total de la obra.

2.4.2 HOLGURA LIBRE

La holgura libres, es el tiempo que puede desplazarse una actividad, sin alterar la iniciación de la actividad ó actividades que - en cadena le siguen:

Gráficamente:



En función de los tiempos de inicio y terminación:

Holgura libre = Tiempo de inicio próximo de la atividad subsecuente - Tiempo de terminación próximo de la actividad en estudio.

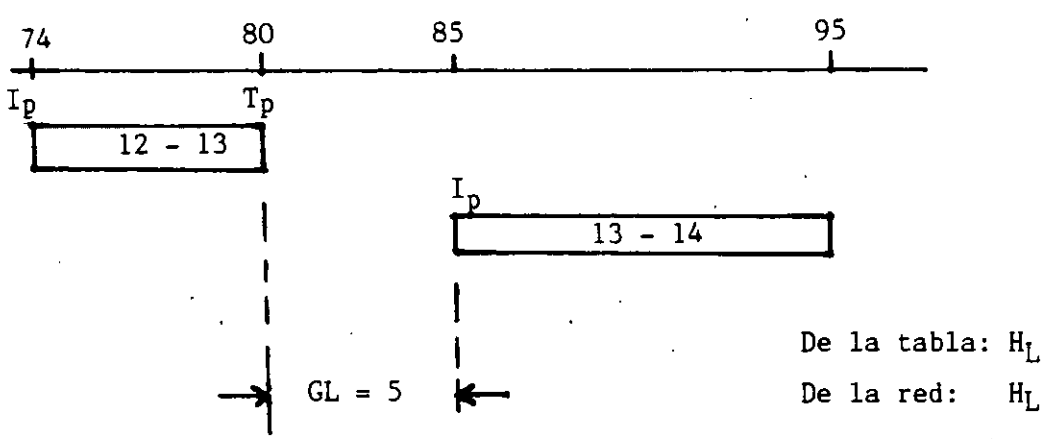
$$H_L = Ip_j - Tp_i$$

Dado que $Tp_i = Ip_i + d_i$, también puede escribirse:

$$H_L = Ip_j - Ip_i - d_i$$

Si recordamos que, en el diagrama de flechas el Ip_j corresponde al Tp mayor de las actividades que concurren en el evento, podemos calcular directamente de la red, para cada actividad su holgura libre simplemente como Tp - Ip - d, lo cual nos evita "buscar" en la tabla de actividades que se relacionan entre si y aplicar $H_L = Ip_j - Ip_i - di$

Refiriéndonos a las actividades 12 - 13 y 13 - 14 del ejemplo:

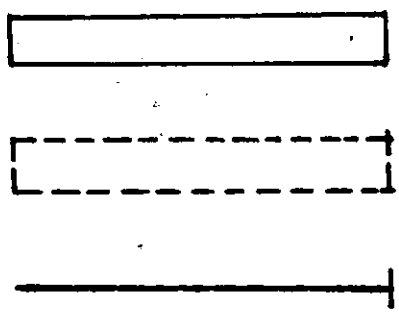


Como veremos adelante, la holgura libre nos permite llevar a cabo una mejor distribución de los recursos.

2.5 DIAGRAMA DE BARRAS

Una vez formulada la tabla de holguras, se procede a representar gráficamente la ruta crítica por medio de un diagrama de barras o diagrama de Gantt. En el ejemplo, se han representado días corridos, pudiendo desde luego señalarse fechas precisas de acuerdo a la calendarización de la obra.

También, se han representado las holguras total y libre, siguiendo la siguiente simbología:



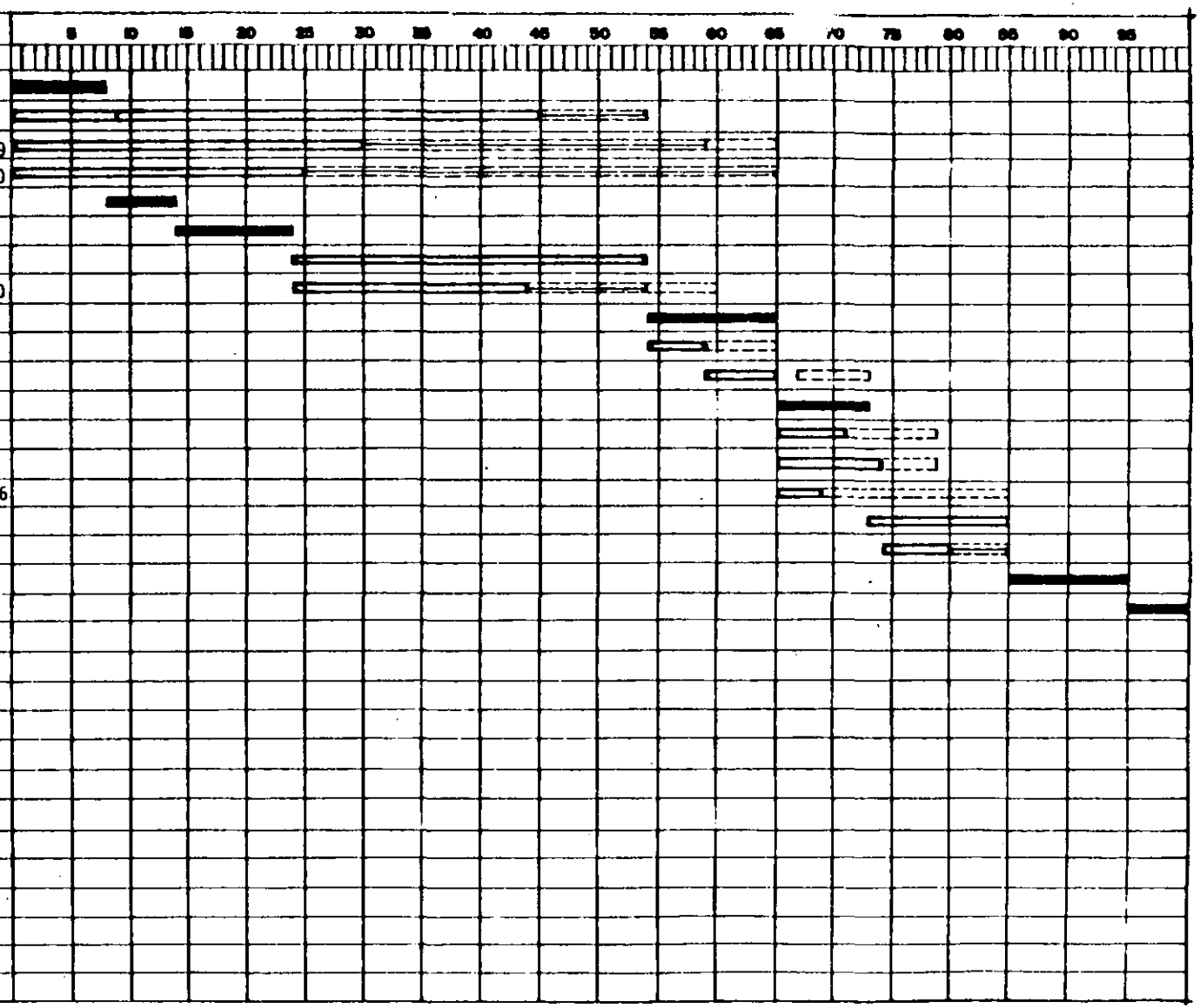
Actividad

Holgura Total

Holgura libre

TABLA DE HOLGURAS

	ACT	d	I_P	I_R	T_P	T_R	H_T	H_L
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
C	1 - 2	8	0	0	8	8	0	0
	1 - 5	45	0	9	45	45	9	9
	1 - 7	30	0	35	30	65	35	29
	1 - 8	25	0	40	25	65	40	40
C	2 - 3	6	8	8	14	14	0	0
C	3 - 4	10	14	14	24	24	0	0
C	4 - 5	30	24	24	54	54	0	0
	4 - 6	20	24	40	44	60	16	10
C	5 - 6	11	54	54	65	65	0	0
	6 - 7	5	54	60	59	65	6	0
	7 - 9	6	59	67	65	73	8	0
C	8 - 10	8	65	65	73	73	0	0
	8 - 11	6	65	73	71	79	8	0
	8 - 12	9	65	70	74	79	5	0
	9 - 13	4	65	81	69	85	16	16
C	10 - 13	12	73	73	85	85	0	0
	12 - 13	6	74	79	80	85	5	5
C	13 - 14	10	85	85	95	95	0	0
C	14 - 15	5	95	95	100	100	0	0



En el ejemplo anterior, la duración de las actividades se ha supuesto en base a la experiencia, con el propósito momentáneo de explicar la secuencia para la determinación de la Ruta Crítica.

Se debe tener presente que, la duración de las actividades, es función directa del volumen de obra por ejecutar y del rendimiento que sean capaces de tener quienes realizan el concepto que se analiza; obviamente, podrán tenerse duraciones diversas para una misma actividad, al variar los recursos que se le asignan, modificandose también, consecuentemente, el costo respectivo.

EJEMPLO:

Supongamos que una cierta actividad se puede realizar con una cuadrilla de trabajadores en una duración de 40 horas a un costo de $ 80,000.00, a la que asociaremos un rendimiento del 100 %.

Si aumentamos el número de cuadrillas, es lógico pensar que la eficiencia tenderá a disminuir y, aunque el tiempo de ejecución de la actividad se acorte, el costo aumenta.

El incremento de cuadrillas, en todo caso, lo podremos llevar a cabo hasta el límite que nos permita el espacio físico que se dispone para que el personal trabaje sin demasiada interferencia. La tabla siguiente, nos proporciona la relación costo-tiempo de ejecución para la actividad del ejemplo:

No. de Cuadrillas	Rendimiento Esperado	Duración	Costo
1	100 %	40 h	$ 80,000.00
2	100	20	80,000.00
3	90	14.8	88,800.00
4	80	12.5	100,000.00
5	70	11.4	114,000.00
6	60	11.1	133,200.00

En la tabla anterior:

$$\text{Duración de la Obra} = \frac{40}{\text{No. de cuadrillas} \times \text{Rendimiento}/100}$$

$$\text{Costo} = \frac{\text{Costo}}{\text{Hora}} \times \text{No. de horas X No. de cuadrillas}$$

Generalizando, se puede decir que la tabla anterior, representa el comportamiento de los costos directos.

Los costos indirectos, por el contrario, tenderán a disminuir a medida que el tiempo de ejecución se acorta.

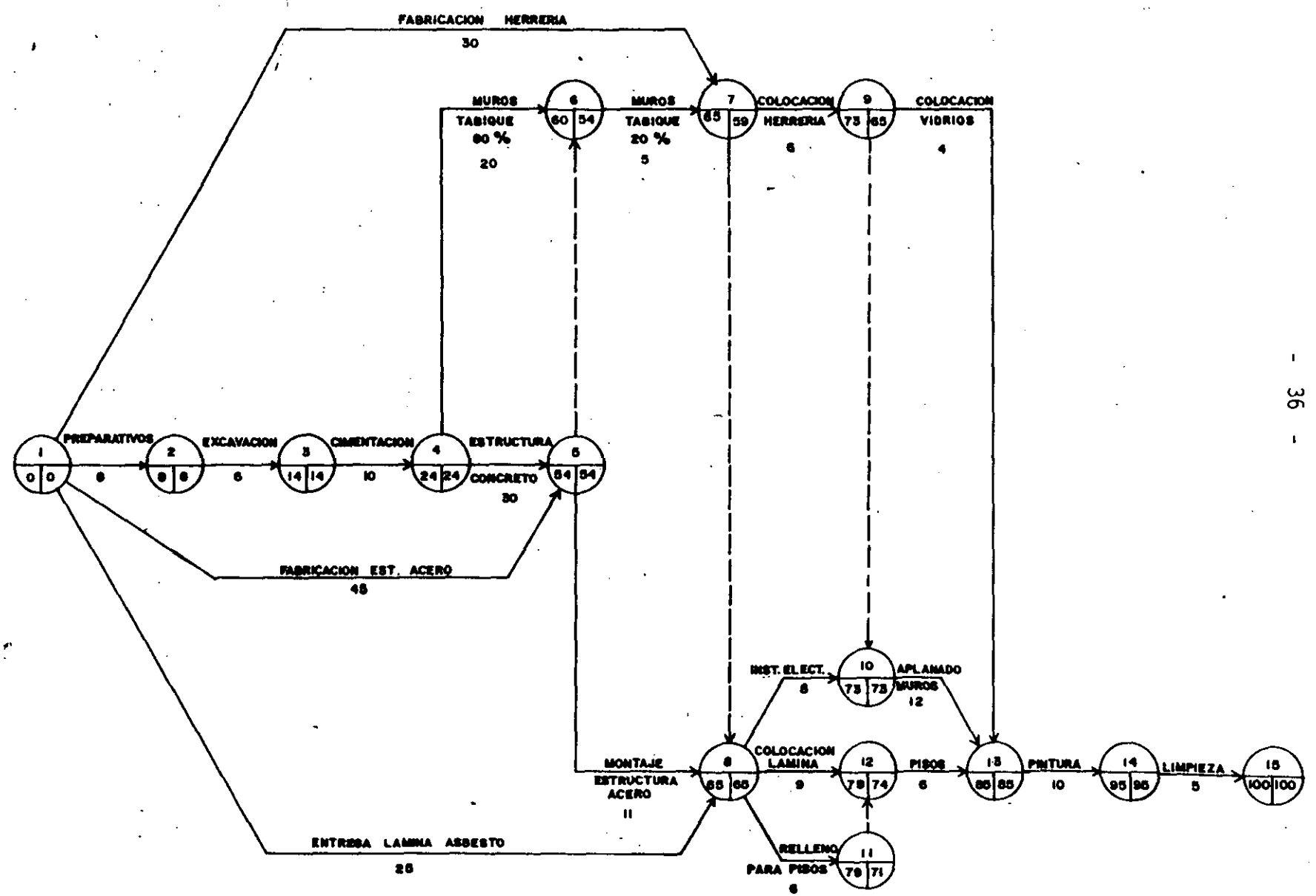

FABRICACION HERRERIA
30
MUROS
TABIQUE
80 %
20
MUROS
TABIQUE
20 %
5
COLOCACION
HERRERIA
6
COLOCACION
VIDRIOS
4
PREPARATIVOS
6
EXCAVACION
6
CIMENTACION
10
ESTRUCTURA
CONCRETO
30
FABRICACION EST. ACERO
45
INST. ELECT.
8
APLANADO
MUROS
12
MONTAJE
ESTRUCTURA
ACERO
11
COLOCACION
LAMINA
9
PISOS
6
PINTURA
10
LIMPIEZA
5
RELLENO
PARA PISOS
6
ENTREGA LAMINA ASBESTO
25
1 0 0
2 6 6
3 14 14
4 24 24
5 54 54
6 60 54
7 65 59
9 73 65
10 73 73
8 65 65
12 79 74
11 79 71
13 85 85
14 95 95
15 100 100

FIGURA 2

2.6 ASIGNACION DE RECURSOS

Obtenida la Ruta Crítica y las Holguras de las actividades de un proyecto, se procede a la distribución de los Recursos requeridos para su ejecución.

Al decir Recursos nos referimos a:

Mano de Obra

Materiales

y

Equipo

Estos recursos representan, evidentemente, erogaciones de dinero en la realización del proyecto.

La asignación o distribución de Recursos requeridos para la ejecución de las actividades de un proyecto dependen de numerosos factores, entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

a).- Número de unidades en que pueden medirse las actividades.

b).- Duración del Proyecto.

c).- Métodos de ejecución.

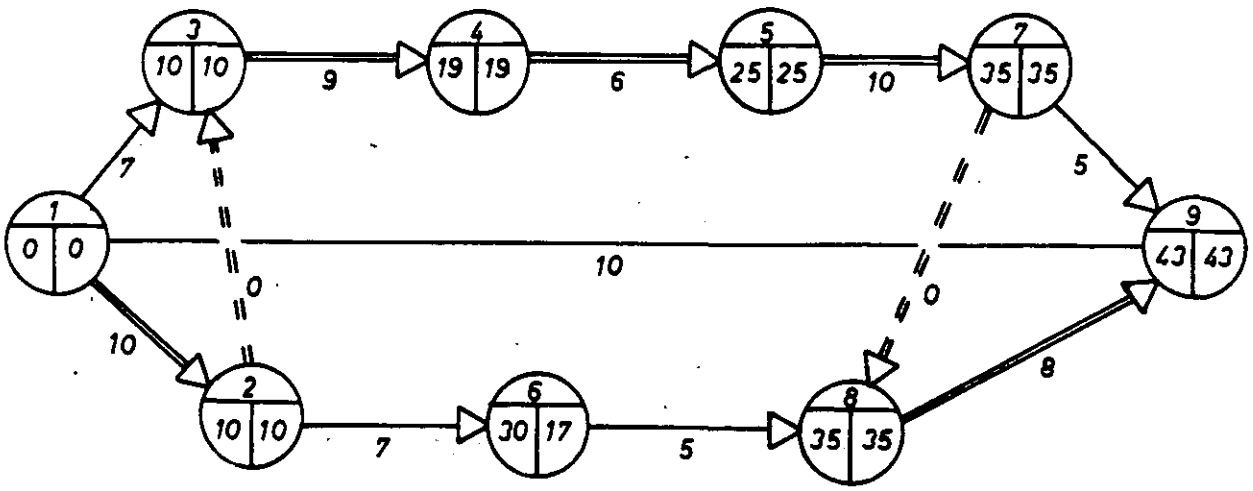
d).- Número de actividades que pueden ejecutarse por unidad de tiempo; ciertos grupos básicos de trabajo integrados por cierto personal y cierto equipo.

e).- Espacios y servicios requeridos para cada grupo básico de trabajo.

Teniendo en cuenta factores como los mencionados y fijada una duración "Crítica o no Crítica", es posible elaborar una lista de "recursos requeridos" y determinar la intensidad requerida para cada uno de ellos. Esta intensidad puede obtenerse dividiendo la cantidad total del recurso en estudio que se necesita en el tiempo que dura la actividad, entre el tiempo que dura dicha actividad.

No obstante, como los recursos deben de estar de acuerdo con los ingresos y egresos del proyecto, en muchas ocasiones se llegan a presentar situaciones de falta de dinero en un momento dado. Esto es debido principalmente a que se tienen concentraciones de inversiones muy fuertes que sobrepasan las cantidades disponibles. Si se hace un balance lógico de recursos de acuerdo con las holguras disponibles, es muy posible llegar a preveer anticipadamente la cantidad de recursos requeridos, así como también cuando éstos sobran en el proyecto, sobre todo en lo que se refiere a personal y equipo.

Veamos un ejemplo con repartición de recursos haciendo uso de las holguras.



ACTIVIDAD	EQUIPO	PERSONAL	DURACION	HT	HL	PROXIMA		REMOTA	
						I_p	T_p	I_r	T_r
1 – 2		5	10	0	0	0	10	0	10
1 – 3		4	7	3	3	0	7	3	10
3 – 4	PALA	2	9	0	0	10	19	10	19
4 – 5		7	6	0	0	19	25	19	25
2 – 6	PALA	2	7	13	0	10	17	23	30
5 – 7		4	10	0	0	25	35	25	35
6 – 8		3	5	13	13	17	22	30	35
7 – 9		4	5	3	3	35	40	38	43
8 – 9		5	8	0	0	35	43	35	43
1 – 9		7	10	33	33	0	10	33	43

Para hacer un balanceo adecuado, se hará primero la programación de "actividades críticas" y posteriormente las "no críticas" en orden de precedencia, o sea primero las que tengan una holgura total más pequeña y así, sucesivamente según vayan creciendo las holguras.

Analizando la tabla de la figura , vemos que las actividades "3-4" y "2-6" requieren una pala cada una, e iniciándose en la misma fecha; pero la "3-4" es crítica y la "2-6" no lo es.

Suponiendo que solo se dispone de una pala, primero se utilizará en la "3-4" y se analizará si la actividad "2-6" se puede retrasar 9 días; como tiene una holgura total de 13 días, sí es posible iniciarla el día 19 para terminarla el 26, quedando aun 4 días de holgura total; la holgura total de la que inmediatamente le sigue, la "6-8", se disminuirá también para quedar en 4 días.

La tabla de tiempos para estas tres actividades quedará:

ACTIVIDAD	EQUIPO	PERSONAL	DURACION	HT	PROXIMA		REMOTA	
					I_p	T_p	I_r	T_r
3 – 4	PALA	2	9	0	10	19	10	19
2 – 6	PALA	2	7	4	19	26	23	30
6 – 8		1	5	4	26	29	30	35

De acuerdo con estos datos, como equipo total se necesita sólo u pala, que hará primero el trabajo de la actividad "3-4" y luego pasará a - ejecutar el trabajo de la "2-6" sin modificar la secuela ni los tiempos de duración de cada actividad.

Así como se hizo el balanceo para el caso particular de la pala en - el ejemplo anterior, se puede hacer una distribución de las brigadas de - obreros, o de otros recursos, con objeto de tener una distribución más - económica y racional.

Este sistema de balanceo de recursos es igual al comúnmente usado con el sistema tradicional de barras, pero con la ventaja de que ahora se puede disponer de la movilidad debida a las holguras en las actividades "no críticas" y de que si en ocasiones se tuvieran fuertes concentraciones de recursos, se puede aumentar la duración de actividades "no críticas", disminuyendo la cantidad de recursos en alguna de ellas, con el objeto de disminuir la concentración, siempre y cuando no se sobrepasen las holguras totales.

Programa de Erogaciones y Recuperaciones.

Dada la naturaleza del método de la Ruta Crítica, puede asegurarse que los programas elaborados con este método, pueden afinarse tanto como lo permita la experiencia y conocimientos del personal de planeación y programación.

Si suponemos que se hace una programación cuidadosa de un proceso, es posible efectuar un análisis bastante real de dicho proceso. Este análisis puede consistir de:

a). - Determinación del programa de erogaciones y recuperaciones necesarias para realizar el proceso.

b). - Determinación del programa de utilidades de la empresa contratista.

Para ilustrar la forma en que pueden hacerse las dos determinaciones anteriores en la figura se muestra el diagrama de erogaciones por unidad de tiempo, así como el programa de recuperaciones en la misma unidad de tiempo. (Las recuperaciones son los pagos efectuados por el cliente).

Sumando las cantidades representadas por las barras llenas y por las barras vacías, ver figura , se obtienen respectivamente, las gráficas de recuperación acumulada y de egresos acumulados indicadas en la figura .

En la fig. se muestra la gráfica de erogaciones y recuperaciones acumuladas, y la utilidad total obtenida por la empresa contratista.

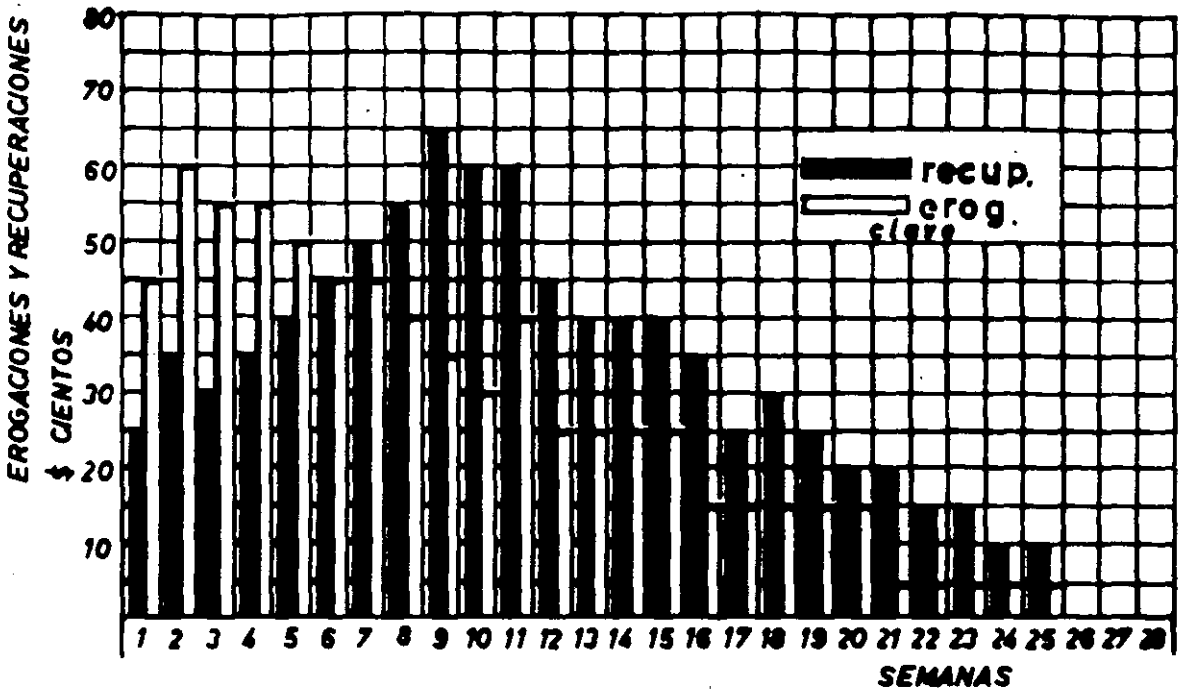

EROGACIONES Y RECUPERACIONES
$ CIENTOS
80
70
60
50
40
30
20
10
recup.
erog.
clave
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
SEMANAS

FIG.

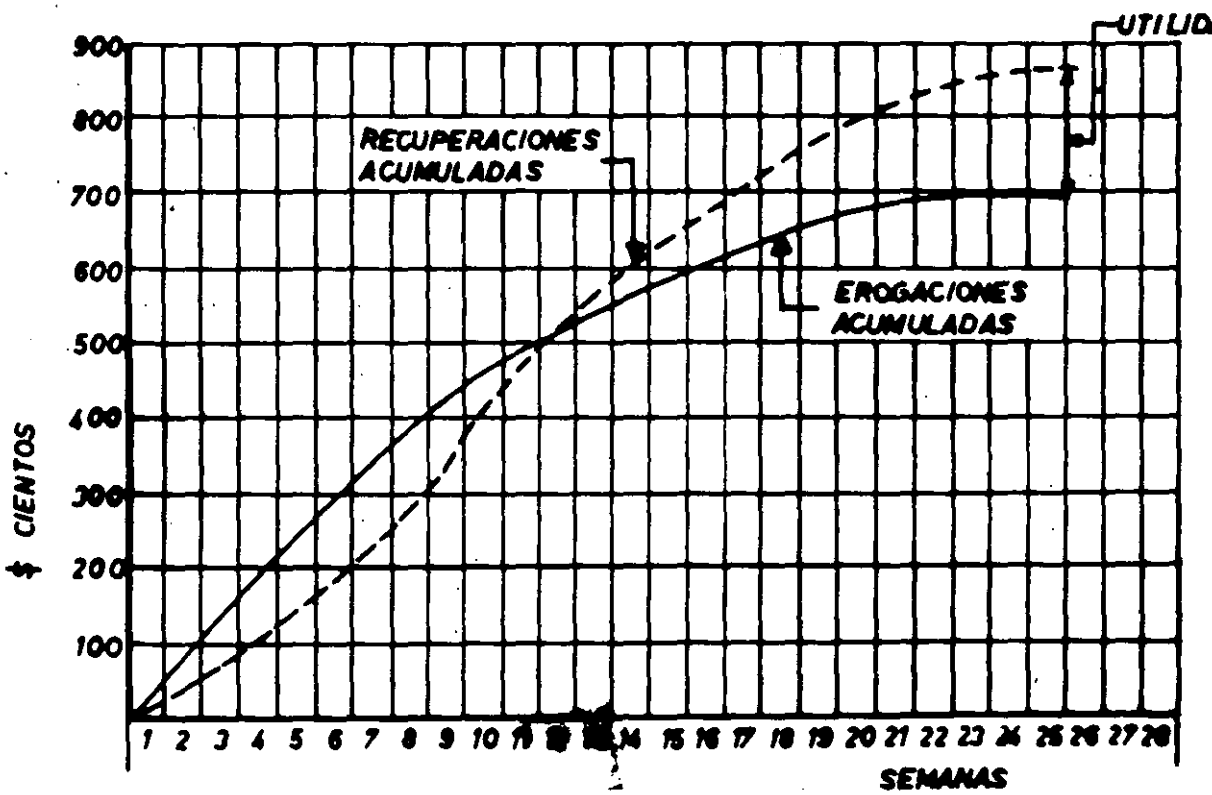

UTILID
$ CIENTOS
900
800
700
600
500
400
300
200
100
RECUPERACIONES ACUMULADAS
EROGACIONES ACUMULADAS
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
SEMANAS

FIG.

En referencia al ejemplo representado por la gráfica 1, se presenta a continuación el flujo de egresos, habiendo considerado, para simplificar, que los costos de las actividades, son múltiplos de la duración. Se ha graficado asi mismo, el flujo de efectivo para los casos en que todas las actividades se inician en su tiempo próximo y cuando todas se ejecutan según su tiempo remoto. La distribución óptima de los recursos económicos está, desde luego, entre estos dos extremos y habría que complementarla con el programa esperado de ingresos para definir, por una parte, la necesidad de financiamiento y, por otra, la rentabilidad de la inversión.

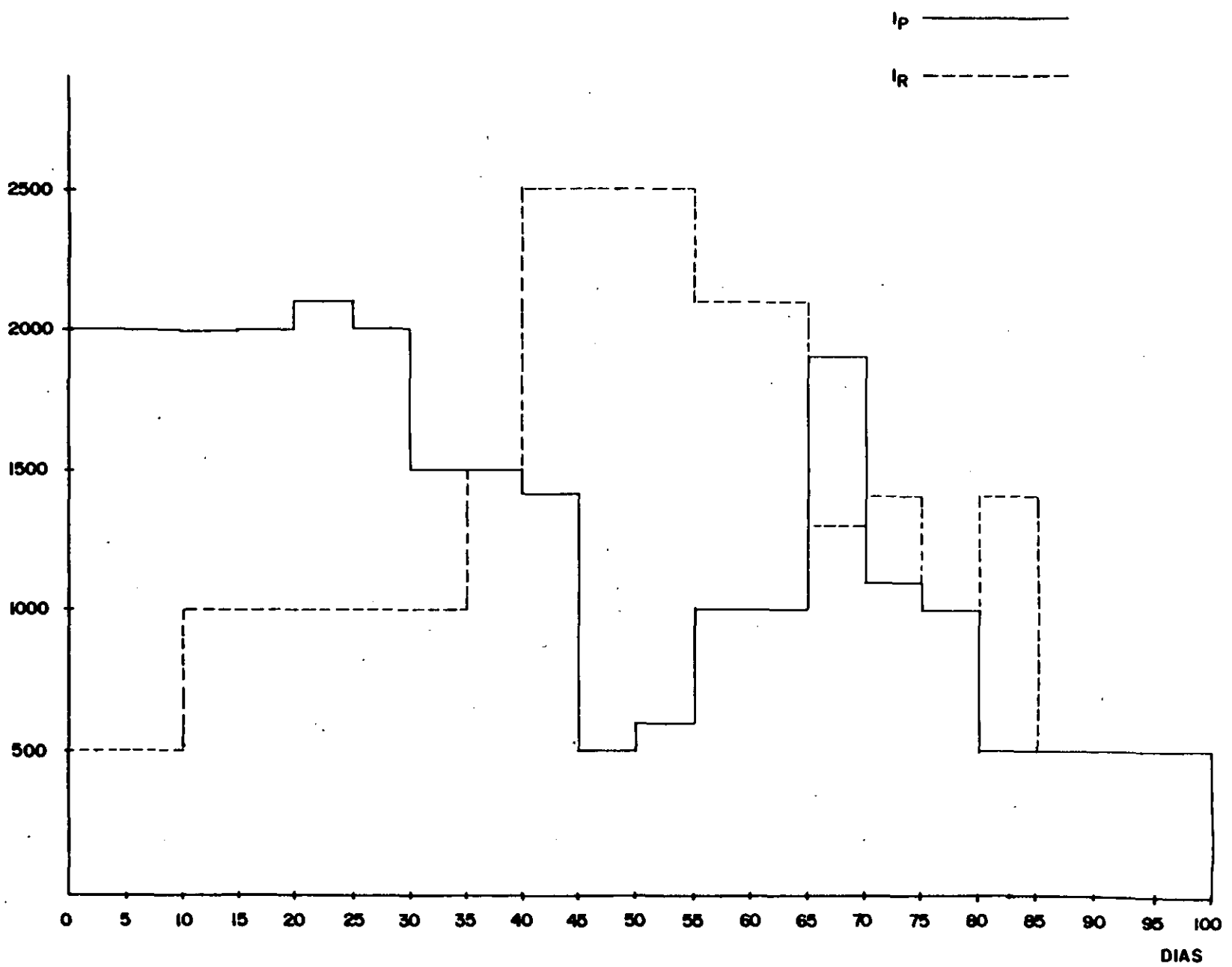
Dentro de los procedimientos para alcanzar la distribución óptima de los recursos, se presenta el método de Burgess.

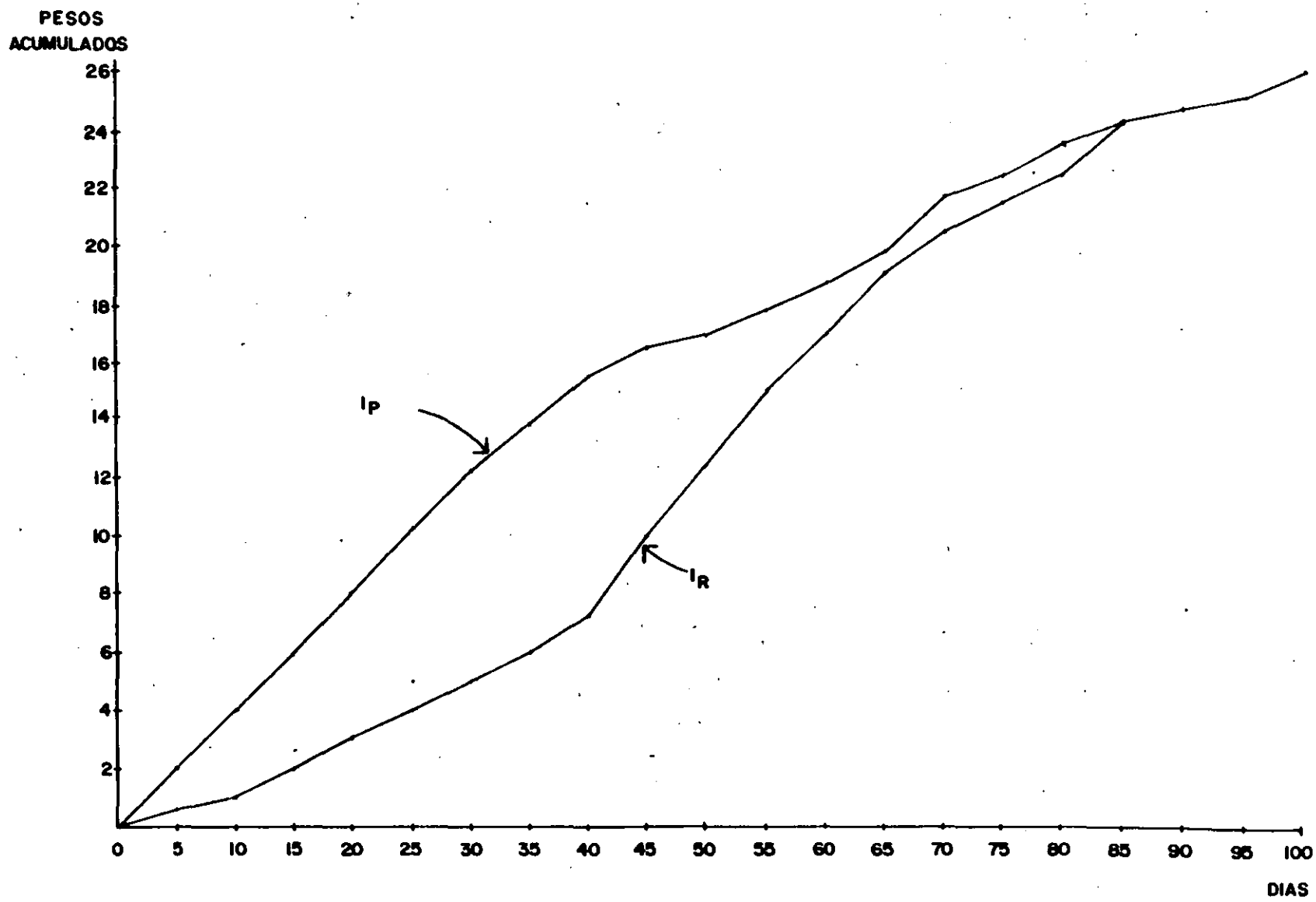
F L U J O D E C A J A

ACT	d	Ip	Ir	Tp	Tr	Ht	Hl	COSTO	PERIODOS 1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85	86-90	91-95	96-
1-2	8	0	0	8	8	0	0	800	500	300																		
1-5	45	0	9	45	54	9	9	4500			500	500	500	500	500	500	500	500	500									
1-7	30	0	35	30	65	35	29	3000								500	500	500	500	500	500							
1-8	25	0	40	25	65	40	40	2500									500	500	500	500	500							
2-3	6	8	8	14	14	0	0	600		200	400																	
3-4	10	14	14	24	24	0	0	1000			100	500	400															
4-5	30	24	24	54	54	0	0	3000					100	500	500	500	500	500	400									
4-6	20	24	40	44	60	16	10	2000									500	500	500	500								
5-8	11	54	54	65	65	0	0	1100											100	500	500							
6-7	5	54	60	59	65	6	0	500													500							
7-9	6	59	67	65	73	8	0	600														300	300					
8-10	8	65	65	73	73	0	0	800														500	300					
8-11	6	65	73	71	79	8	0	600														500	100					
8-12	9	65	70	74	79	5	0	900															500	400				
9-13	4	65	81	69	85	16	16	400																	400			
10-13	12	73	73	85	85	0	0	1200															200	500	500			
12-13	6	74	79	80	85	5	5	600																100	500			
13-14	10	85	85	95	95	0	0	1000																		500	500	
14-15	5	95	95	100	100	0	0	500																				500
SUMA								25600	500	500	1000	1000	1000	1000	1000	1500	2500	2500	2500	2000	2000	1300	1400	1000	1400	500	500	500
SUMA ACUMULADA									500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7500	10000	12500	15000	17000	19000	20300	21700	22700	24100	24600	25100	25600

F L U J O D E C A J A

ACT	d	Ip	Ir	Tp	Tr	Ht	Hl	COSTO	P E R I O D O S 1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85	86-90	91-95	9
1-2	8	0	0	8	8	0	0	800	500	300																		
1-5	45	0	9	45	54	9	9	4500	500	500	500	500	500	500	500	500	500											
1-7	30	0	35	30	65	35	29	3000	500	500	500	500	500	500														
1-8	25	0	40	25	65	40	40	2500	500	500	500	500	500															
2-3	6	8	8	14	14	0	0	600		200	400																	
3-4	10	14	14	24	24	0	0	1000			100	500	400															
4-5	30	24	24	54	54	0	0	3000					100	500	500	500	500	500	400									
4-6	20	24	40	44	60	16	10	2000					100	500	500	500	400											
5-8	11	54	54	65	65	0	0	1100											100	500	500							
6-7	5	54	60	59	65	6	0	500											100	400								
7-9	6	59	67	65	73	8	0	600												100	500							
8-10	8	65	65	73	73	0	0	800														500	300					
8-11	6	65	73	71	79	8	0	600														500	100					
8-12	9	65	70	74	79	5	0	900														500	400					
9-13	4	65	81	69	85	16	16	400														400						
10-13	12	73	73	85	85	0	0	1200															200	500	500			
12-13	6	74	79	80	85	5	5	600															100	500				
13-14	10	85	85	95	95	0	0	1000																		500	500	
14-15	5	95	95	100	100	0	0	500																				5
							a																					
SUMA								25600	2000	2000	2000	2000	2100	2000	1500	1500	1400	500	600	1000	1000	1900	1100	1000	500	500	500	5
SUMA ACUMULADA									2000	4000	6000	8000	10100	12100	13600	15100	16500	17000	17600	18600	19600	21500	22600	23600	24100	24600	25100	25

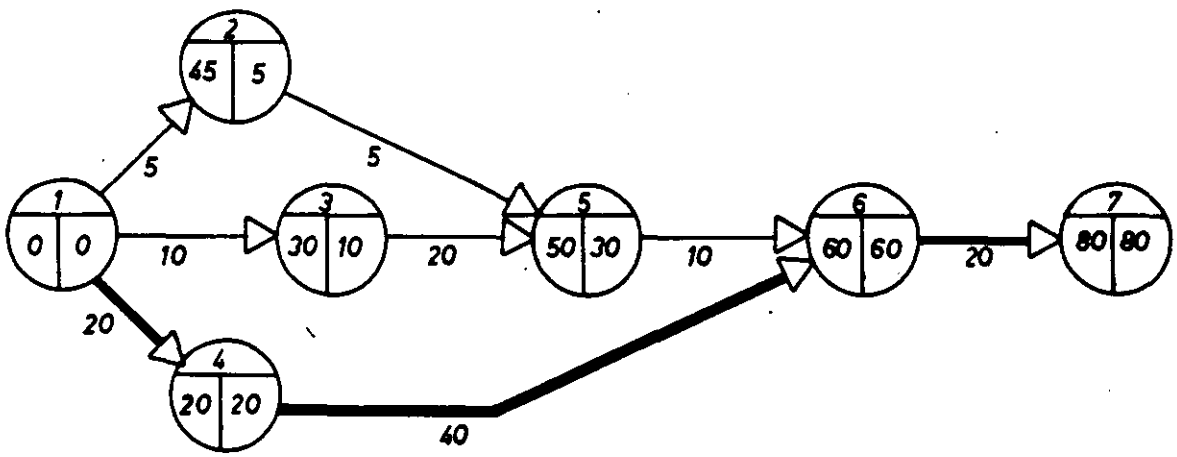

I_P
I_R
2500
2000
1500
1000
500
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
DIAS


PESOS
ACUMULADOS
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
DIAS
I_P
I_R

V. 2.7 COMPRESION DE REDES

Se entiende por Compresión de Redes el proceso de acortar el tiempo de duración de un proyecto, determinado por el método de Ruta Crítica.

Proponemos un ejemplo sencillo para la explicación del proceso. Supongamos que tenemos la siguiente red:



Vemos que la duración del proyecto es de 80 días, pero:

NO NOS CONVIENE LA DURACION

1o.- Porque el proyecto debe terminarse antes de los 80 días (el cliente así lo ha pedido).

2o.- La red que proponemos es el faltante de ejecutar de una obra en proceso, la cual se ha atrasado y de acuerdo con el progra

ma general no disponemos ya de los 80 días originales.

En la Compresión de Redes debemos tener presente que cuando:

LA DURACION SE ACORTA	EL COSTO AUMENTA

Nota: Si la parte del costo asociada a los recursos aumenta más que lo que se disminuye a la asociada con el tiempo.

También puede ocurrir que el Costo Aumente cuando la Duración Aumente, si la parte del costo asociada con el tiempo crece más que lo que se disminuye la parte asociada a los recursos. Por último, cuando el control del proyecto es deficiente pueden aumentarse incontrolablemente los costos por efecto de recursos que no se utilizan adecuadamente, independientemente de que crezca la parte del costo asociada al tiempo.

La duración de un proyecto depende de:

a).- Procedimientos de construcción

b).- Recursos { Propios / Adquiridos

Consideramos que:

CON LA DURACION NORMAL SE OBTIENE UN COSTO NORMAL

CON LA DURACION DE PREMURA SE OBTIENE UN COSTO DE PREMURA MAYOR AL COSTO NORMAL

La Duración de Premura se obtiene igual que la Duración Normal - $\left(\frac{\text{Volumen}}{\text{Rendimiento}}\right)$, pero basada en la utilización del máximo número de recursos que aumenten el rendimiento para obtener una duración - mínima posible.

AL ACORTAR UNA ACTIVIDAD HASTA DURACION LIMITE, AUMENTA - EL RENDIMIENTO DE LOS GRUPOS DE TRABAJO POR LA INTRODUCCION DE MAS RECURSOS, AUMENTANDOSE EL COSTO.

CUANDO SE ACORTA UNA ACTIVIDAD AL LIMITE ("DURACION DE PREMURA") SE HACE NECESARIO DISPONER DE MAS RECURSOS

Una vez obtenidas las duraciones y costos normales y de premura, se puede obtener el gasto en pesos que nos cuesta reducir cada actividad por cada unidad de tiempo, empleando la siguiente fórmula:

$$\text{COSTO EN PESOS} \Big/ \text{UNIDAD DE TIEMPO} = \frac{C_P - C_N}{D_N - D_P}$$

Proponemos la siguiente tabla:

TABLA DE DURACIONES Y COSTO

Actividad	Dn	Dp	Cn	Cp	Pesos/Día
1 - 2	5	1	100	500	100
1 - 3	10	5	5	10	1
1 - 4	20	5	500	2000	100
2 - 5	5	1	20	100	20
3 - 5	20	10	500	3000	150
5 - 6	10	5	25	150	25
4 - 6	40	5	100	310	6
6 - 7	20	15	15	20	1
SUMAS	80	35	2265	6090	

Costo para llevar a cabo la obra en 80 días

Cn= $ 2 265.00

Costo para llevar a cabo la obra en 35 días

Cp= $ 6 090.00

COSTO DE RUPTURA $ 6 090.00

(Suma de costos de premura)

Procedimiento para la Compresión

Si queremos acortar un día el proyecto, lo hacemos:

	Sin desplazamiento.	Con desplazamiento.
Cuadrillas para el día 2	$5+6+3=14^2$	$6+3=9^2$
Cuadrillas para el día 3	$5+4=9^2$	$5+4=9^2$
Cuadrillas para el día 4	$5+4=9^2$	$5+4=9^2$
Cuadrillas para el día 5	$4=4^2$	9^2
	374	324

Obtenemos una disminución en la suma de cuadrados de 50.

$$374 - 324 = 50$$

Si esta actividad la desplazamos otro día más hacia la derecha:

	Con desplazamiento
Cuadrillas para el día 2	$6+3=9$
Cuadrillas para el día 3	$4=4$
Cuadrillas para el día 4	$5+4=9$
Cuadrillas para el día 5	$5+4=9$
Cuadrillas para el día 6	$5+4=9$

$$9^2+4^2+9^2+9^2+9^2=340$$

vemos que se produce aumento en la suma, por lo cual éste desplazamiento no se efectúa.

4o.- Procedemos ahora con la actividad "3-7", es Crítica, no se mueve.

5o.- Con la actividad "0-6" se efectúan movimientos semejantes a los de la "6-7", tratando de reducir la suma de cuadrados, y así consecutivamente con las actividades restantes, hasta la 0-1.

6o.- Se empieza nuevamente con la última actividad que pueda desplazarse, que para nuestro caso es la "6-7", dando --

lugar a un segundo ciclo, con el cual se obtiene, una -- solución satisfactoria en donde la suma de cuadrados es- la mínima. Ver tabla 4:2.

El diagrama que se presenta a continuación muestra la solu--- ción del ejemplo. Tabla 4:3.

ACTIVIDAD	DURACION	PROXIMA		REMOTA		H.T.	H.L.	CUADRILLAS
		I p	I r	T p	T r			
0 – 1	2	0	5	2	7	5	0	3
1 – 2	4	2	7	6	11	5	0	–
0 – 3	2	0	6	2	2	Critica		6
3 – 4	5	2	3	7	8	1	0	–
2 – 5	1	6	11	7	12	5	4	4
4 – 5	4	7	8	11	12	1	0	2
0 – 6	1	0	6	1	7	6	0	4
3 – 7	8	2	2	10	10	Critica		4
6 – 7	3	1	7	4	10	6	6	5
5 – 8	3	11	12	14	15	1	1	–
7 – 8	5	10	10	15	15	Critica		2

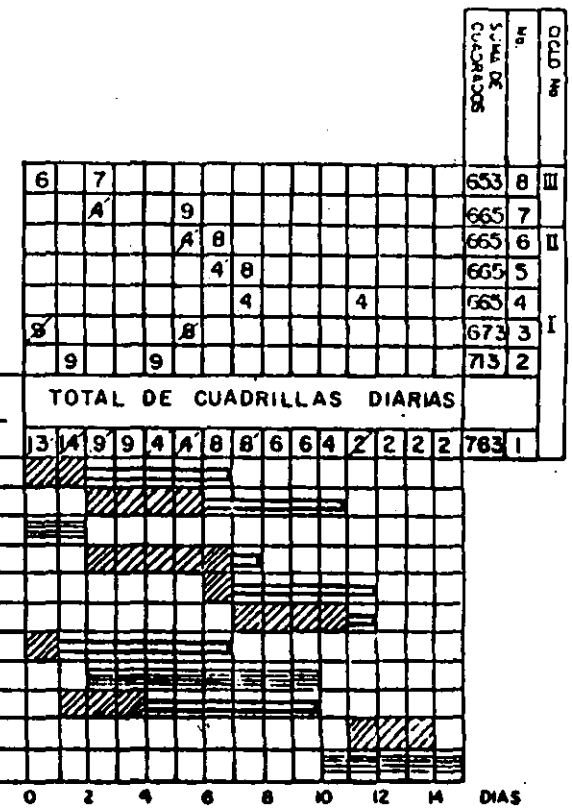


TABLA 42

ACTIVIDAD	DURACION	PROXIMA		REMOTA		H.T.	H.L.	CUADRILLAS	TOTAL DE CUADRILLAS DIARIAS															
		Ip	Ir	Tp	Tr				6	9	7	9	9	9	8	8	6	6	4	4	2	2	2	653
0 – 1	2	0	5	2	7	5	0	3																
1 – 2	4	2	7	6	11	5	0	—																
0 – 3	2	0	0	2	2	Critica		6																
3 – 4	5	2	3	7	8	1	0	—																
2 – 5	1	6	11	7	12	5	4	4																
4 – 5	4	7	8	11	12	1	0	2																
0 – 6	1	0	6	1	7	6	0	4																
3 – 7	8	2	2	10	10	Critica		4																
6 – 7	3	1	7	4	10	6	6	5																
5 – 8	3	11	12	14	15	1	1	—																
7 – 8	5	10	10	15	15	Critica		2																

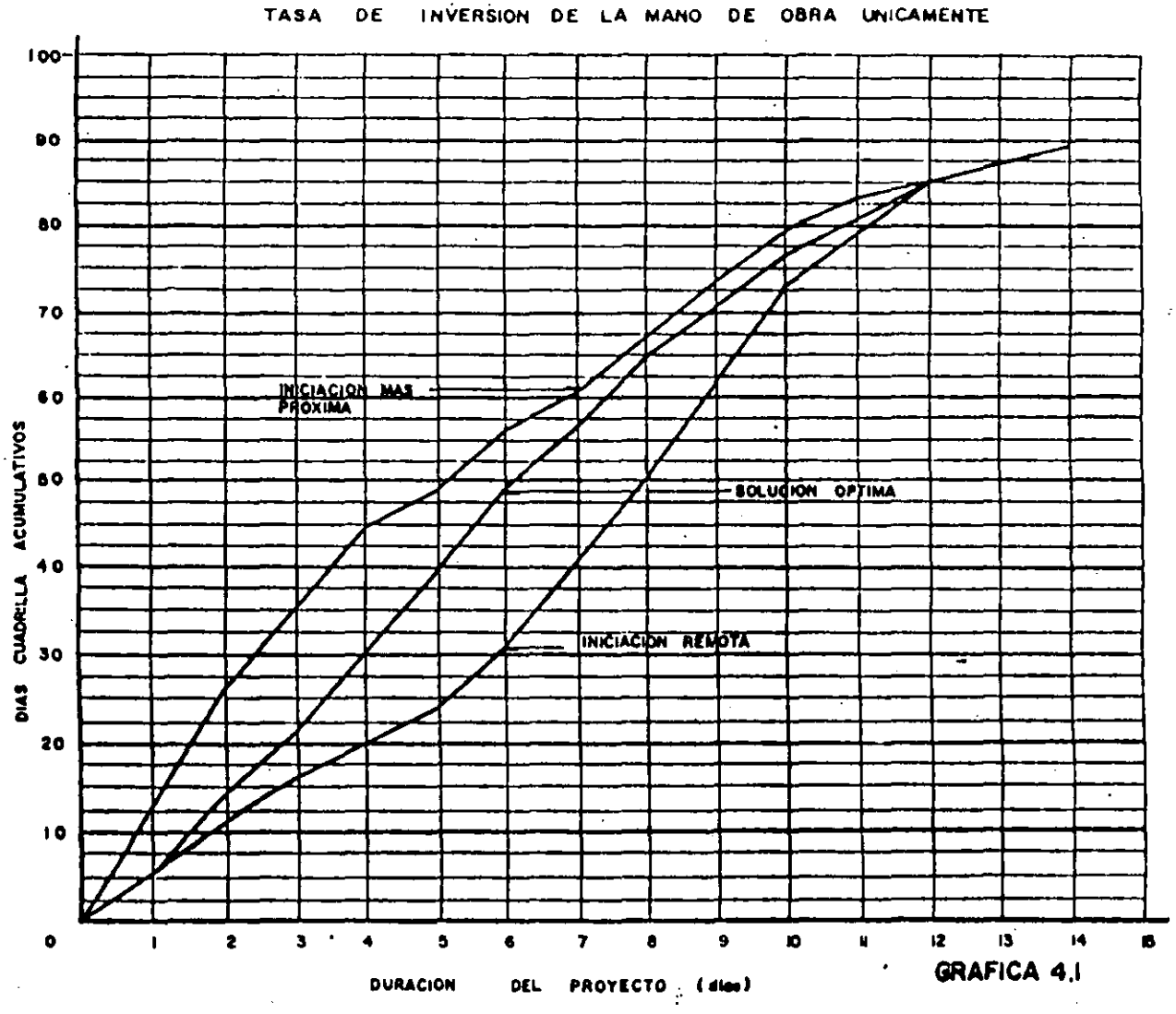
TABLA 4.3 SOLUCION OPTIMA

R E S U M E N

No. EN LA TABLA	CICLO	DESPLAZAMIENTO DE ACTIVIDADES	SUMA DE CUADRADOS
1	I	Posición Original	763
-	I	"5-8" de 11 - 14 a 12 - 15	-
2	I	"6-7" de 1 - 4 a 2 - 5	713
3	I	"0-6" de 0 - 1 a 5 - 6	673
4	I	"4-5" de 7 - 11 a 8 - 12	665
5	I	"2-5" de 6 - 7 a 10 - 11	665
-	I	"3-4" de 2 - 7 a 3 - 8	-
-	I	"1-2" de 2 - 6 a 7 - 11	-
6	II	"0-6" de 5 - 6 a 6 - 7	665
7	III	"6-7" de 2 - 5 a 3 - 6	665
8	III	"0-1" de 0 - 2 a 1 - 3	653

En la gráfica 4:1, se ha dibujado el número acumulado de cuadrillas requeridas por día para tres condiciones de ejecución del proyecto: iniciando todas las actividades en Ip, iniciando todas las actividades en Ir, la solución óptima de acuerdo al método de Burges.

Finalmente, la gráfica 4:2 y 4:3, muestran el histograma correspondiente a la distribución de cuadrillas por día. Se aprecia como al aplicar el método de optimización de Burges, se ha logrado reducir el máximo de solo 9 cuadrillas, ademas de tener una mejor distribución de este recurso a lo largo del tiempo.


TASA DE INVERSION DE LA MANO DE OBRA UNICAMENTE
DIAS CUADRILLA ACUMULATIVOS
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
INICIACION MAS PROXIMA
SOLUCION OPTIMA
INICIACION REMOTA
DURACION DEL PROYECTO (días)

GRAFICA 4.1

BIBLIOGRAFIA

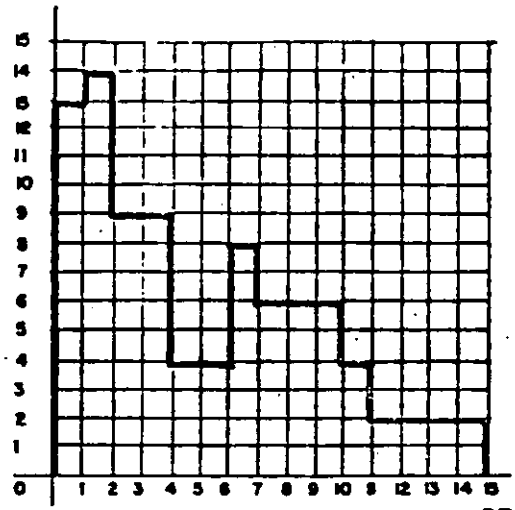
1.- Ruta Crítica al Alcance de Todos
Mario Schjetnan Dantan. UNAM. 1977

2.- Método de la Ruta Crítica y Las Aplicaciones a la Construcción,
James M. Antill. Ronald W. Woodhead,
Limusa, 1983

3.- Determinación de la Ruta Crítica (Tomo I)
Planeación de Operaciones Aplicadas Tomo II
Asignación y Programación de Recursos Tomo III
Dr. R. L. Martino , Editora Técnica, S. A.

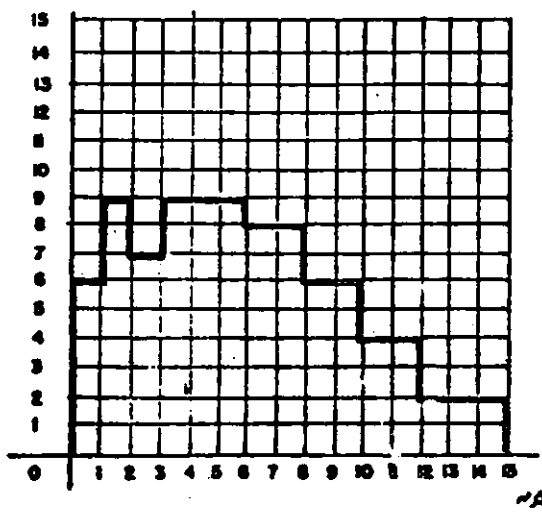
4.- Método del Camino Crítico
Catalytic Construction Company, Diana, 1978.

DISTRIBUCION ORIGINAL



GRAFICA 4.2

SOLUCION OPTIMA



GRAFICA 4.3

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

Del 21 de septiembre al 6 de octubre de 1992

LEY DE OBRAS PUBLICAS Y SU REGLAMENTO

ING. RAUL IBARRA RUIZ

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

M A R C O N O R M A T I V O

- LA CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

- LA LEY DE OBRAS PUBLICAS.

- EL REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS.

- LAS REGLAS GENERALES PARA LA CONTRATACION Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS.

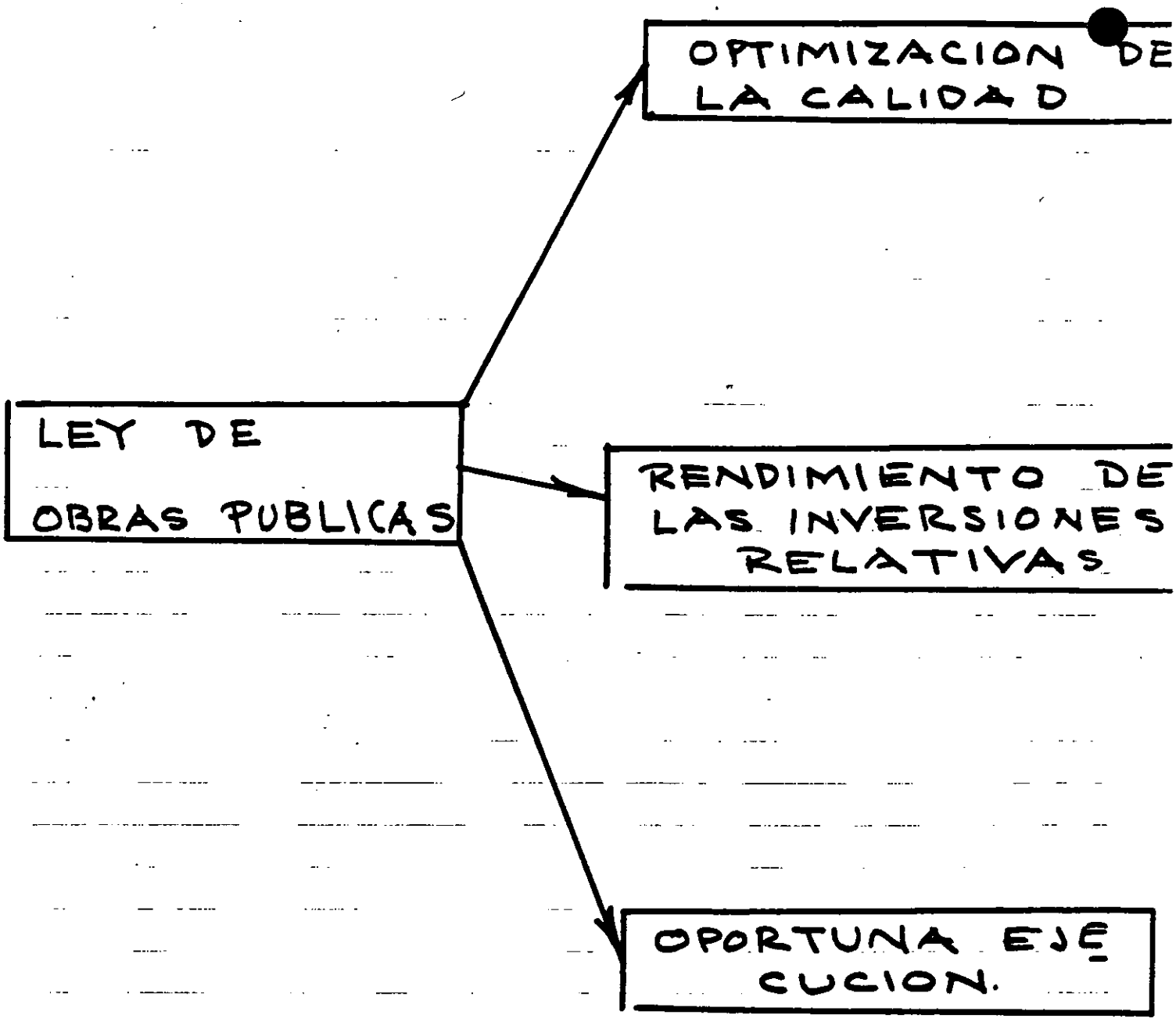
LEY DE OBRAS PUBLICAS

OBJETIVO.

"La regularización de las acciones y gastos públicos destinados a la ejecución de las obras y orientar éstas a objetivos, prioridades y metas que justifiquen su realización y consideren su impacto y beneficios."

FASES DE LA OBRA PUBLIC

- PLANEACION
- PROGRAMACION
- PRESUPUESTACION
- EJECUCION
- CONSERVACION
- MANTENIMIENTO
- DEMOLICION
- CONTROL


LEY DE OBRAS PUBLICAS
OPTIMIZACION DE LA CALIDAD
RENDIMIENTO DE LAS INVERSIONES RELATIVAS
OPORTUNA EJECUCION.

DEFINICION DE OBRA PUBLICA

" Se considera obra pública todo trabajo que tenga por objeto crear, construir, conservar o modificar los bienes inmuebles por su naturaleza o disposición de Ley, quedando comprendidos:

La construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de los bienes mencionados y aquellos destinados a un servicio público o al uso común, ... "

CRONOLOGIA

1o. La Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas entró en vigor el 4 de enero de 1966 y se abrogó el 31 de diciembre de 1980

2o. La Ley de Obras Públicas entró en vigor el 1o. de enero de 1981

3o. Las adiciones y reformas de l. Ley de Obras Públicas entraron en vigor el 1o. de enero de 1984.

4o. Se vuelve a adicionar y a reformar la Ley de Obras Públicas a partir del 1o. de enero de 1985

5o. Se crea el Artículo 29 Bis y se adiciona un párrafo al Art. 36 en vigor a partir del 14 de enero de 1986.

6o. Se reforma y adiciona la Ley en el decreto del 18 de diciembre de 1987, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 7 de enero de 1988, en vigor a partir del 8 de enero de 1988.

LEY DE O. PUBLICAS.- CONTENIDO

TITULO	ENUNCIADO	CAP.	CONTENIDO	ARTÍCULO.
1o.	Disposiciones Grals.	Unico		1o.- 11
2o.	De la Obra Pública	I	De la planeación, y de la programac. y presup. de las obras	12-18
		II	Del Padrón de Contrat. de O. Públicas	19-25
		III	De los servicios relac. con la O. Pública	26-27
		IV	De la ejecuc. de las obras	28-58
		V	De la información y verificación	59-65

LEY DE O. PUBLICAS.- CONTENIDO (2)

TIT.	ENUNCIADO	CAP.	CONTENIDO	ART.
3o.	De las infracc. y sancion.	Unico		66-72
4o.	De los recursos Admvos.	Unico		73-74

Artículos Transitorios :- Varían dependiendo de la fecha de publicación.

REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

"Pretende en su conjunto dar continuidad a los principios que orientan la Ley de Obras Públicas, al establecer los mecanismos y procedimientos administrativos de regulación para dar agilidad y oportunidad a la realización de las obras con las mejores condiciones para el Estado, en un plano de equidad cuando éstas son realizadas por particulares."

CRONOLOGIA

1o. El Reglamento de la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas entro en vigor el 2 de febrero de 1967 y se abrogó el 11 de septiembre de 1981.

2o. El Reglamento de la Ley de Obras Públicas entró en vigor el 11 de septiembre de 1981 y se abrogó el 13 de febrero de 1985

3o. El nuevo Reglamento de la Ley de Obras Públicas entró en vigor el 14 de febrero de 1985.

4o. Las reformas y adiciones del Reglamento de la Ley de Obras Públicas, entraron en vigor el 10 de enero de 1990.

REGLAMENTO DE LA LEY DE O. P. (1990)

CAPITULO	CONTENIDO	ART.
I	Disposiciones Generales	1o - 5o.
II	De la Planeación, Programac. y Presupuestación	6o - 15º
III	Del Padrón de Contratistas	16 - 23
IV	De la Contratación y Ejecución de Obras	24 - 54
V	De las Obras por Administración Directa	55 - 57
VI	De los servicios relacionados con la O. Públic	58 - 59

Artículos Transitorios: Artículo 1º al 3º

LEY DE OBRAS PUBLICAS

CAP.	ART.	CONTENIDO
IV	29 Bis	Nulidad del contrato
	36	Fallo del concurso
	37	No podrán presentar propuesta
	38	Pérdida de la garantía.- Subcontratos
	42	Suspensión temporal de la obra
	43	Rescisión de la obra
	45	Estimaciones
	46	Escalaciones
	47	Terminación de los trabajos y recepción
	48	Vicios ocultos
	53	Entrega de la obra
	56	Fracc. II.- Obras en las que se haya rescindido el contrato
	57	Obras contratadas directamente
	58 Bis	Inconformidad con el fallo
Unico	66	Multas y Rescisión
	67	Multas
	69	Aplicación de sanciones
Unico	73	Recurso de revocación

LEY DE OBRAS PUBLICAS

(Publicada en "Diario Oficial" de 30 de diciembre de 1980).

Presidencia de la República.

JOSE LOPEZ PORTILLO, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes, sabed:

Que el H. Congreso de la Unión se ha servido dirigirme el siguiente

DECRETO:

"El Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, decreta:

LEY DE OBRAS PUBLICAS

TITULO PRIMERO

Disposiciones Generales

CAPITULO UNICO

ART. 1o.—La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto regular el gasto y las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, ejecución, conservación, mantenimiento, demolición y control de la obra pública que realice;

Reimpresa 4a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.—(Remesa número 1 de 1988).

I.—Las unidades de la Presidencia de la República;

II.—Las Secretarías de Estado y Departamentos Administrativos;

III.—Las Procuradurías Generales de la República y de Justicia del Distrito Federal;

IV.—El Departamento del Distrito Federal;

V.—Los organismos descentralizados;

VI.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

VI.—Las empresas de participación estatal mayoritaria y los fideicomisos públicos que de conformidad con las disposiciones legales aplicables sean considerados entidades paraestatales.

N. del E.—El siguiente párrafo fue creado o adicionado por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

Las disposiciones de esta Ley rigen para los actos y contratos que celebren las entidades paraestatales, para cuyo efecto sus órganos de gobierno emitirán de conformidad a este mismo ordenamiento las políticas, bases y lineamientos para la contratación y ejecución de obras públicas, tomando en consideración la naturaleza, fines y metas de las propias entidades".

VII.—(Derogada por el Artículo Segundo Transitorio del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988).

ART. 2o.—Para los efectos de esta Ley se considera obra pública todo trabajo que tenga por objeto crear, construir, conservar o modificar los inmuebles por su naturaleza o disposición de ley.

Quedan comprendidos:

I.—La construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de los bienes a que se refiere este artículo, incluidos los que tienden a mejorar y utilizar los recursos agropecuarios del país, así como los trabajos de exploración, localización, perforación, extracción y aquellos similares que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos naturales que se encuentren en el suelo o en el subsuelo;

II.—La construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de los bienes inmuebles destinados a un servicio público o al uso común; y

III.—Todos aquellos de naturaleza análoga.

N. del E.—El siguiente párrafo fue reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue:

Los bienes muebles que deban incorporarse, adherirse o destinarse a un inmueble, necesarios para la realización de las obras públicas por administración directa, o los que suministren las dependencias o entidades conforme a lo pactado en los contratos de obra, se sujetarán a las disposiciones de esta Ley, sin perjuicio de que las adquisiciones de los mismos se rijan por la Ley respectiva".

ART. 3o.—Para los efectos de la presente Ley se entenderá por:

I.—Secretaría: La Secretaría de Programación y Presupuesto;

N. del E.—La siguiente fracción II, fue creada o adicionada, habiéndose recorrido en su orden de la II a la V anterior, para pasar a ser de la III a la VI actuales, según el Artículo Segundo del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue:

II.—Contraloría: La Secretaría de la Contraloría General de la Federación;

III.—Dependencias: Las señaladas en las fracciones I a IV del Artículo 1o. de esta Ley;

IV.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

IV.—Entidades: Las mencionadas en las fracciones V y VI del propio Artículo 1o.;

V.—Sector: El agrupamiento de entidades coordinado por la Secretaría de Estado y Departamentos Administrativos que en cada caso designe el Ejecutivo Federal;

Reimpresa 5a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.—(Remesa número 1 de 1988).

VI.—Dependencias coordinadoras de sector: Las Secretarías de Estado o Departamentos Administrativos a que se refiere la fracción anterior.

ART. 4o.—El gasto de la obra pública se sujetará, en su caso, a lo previsto en los Presupuestos anuales de Egresos de la Federación y del Departamento del Distrito Federal, así como a las disposiciones de la Ley del Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal y, en lo conducente, a las disposiciones que en esta Ley se establecen.

ART. 5o.—Estarán sujetos también a las disposiciones de esta Ley, en los términos que la misma establece, los contratos de servicios relacionados con la obra pública, que requieran celebrar las dependencias y entidades mencionadas en el Artículo 1o. de esta Ley.

ART. 6o.—El Ejecutivo Federal aplicará la presente Ley por conducto de la Secretaría, sin perjuicio de la intervención que se atribuye a otras dependencias del propio Ejecutivo conforme a ésta o a otras disposiciones legales.

N. del E.—El siguiente párrafo fue reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue:

La Secretaría queda facultada para interpretar las disposiciones de esta Ley para efectos administrativos.

N. del E.—El siguiente párrafo fue reformado por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

La propia Secretaría, oyendo la opinión de la Comisión Intersecretarial Consultiva de la Obra Pública a que se refiere el Artículo 11 de esta Ley expedirá las disposiciones administrativas que en aplicación de la misma deban observarse en la contratación y ejecución de las obras.

N. del E.—El siguiente párrafo fue creado o adicionado por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

En el Reglamento de esta Ley se determinarán los aspectos sobre los cuales la propia Secretaría podrá ejercer la atribución a que se refiere el párrafo anterior.

ART. 6o. Bis.—(Creado ó adicionado por el Artículo Segundo del Decreto de 18 de diciembre de 1984, publicado en "Diario Oficial" de 31 del mismo mes y año; después por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

ART. 6o. Bis.—Los titulares de las dependencias incluidos los de las que, en los términos del artículo anterior compete la aplicación de la Ley, serán responsables de que, en la adopción e instrumentación de los sistemas y procedimientos para la realización de las acciones, actos y contratos que deban llevar a cabo en cumplimiento de esta Ley, se observen los siguientes criterios:

I.—Proveer a la simplificación administrativa, reducción, agilización y transparencia de los procedimientos y trámites;

II.—Ejecutar las acciones tendientes a descentralizar las funciones que realicen, con objeto de procurar que los trámites se lleven a cabo y resuelvan en los mismos lugares en que se originen las operaciones;

III.—Promover la efectiva delegación de facultades en servidores públicos subalternos, empleando criterios de tasas porcentuales o cualquier otro que dinamice los topes o rangos que se establezcan en dicha delegación, a efecto de garantizar mayor oportunidad en la toma de decisiones y flexibilidad de diferenciación en la atención de los asuntos, considerando monto en dinero, complejidad, ocasionalidad y mayor o menor vinculación con las prioridades nacionales de los mismos;

IV.—Fortalecer la operación, estructura y niveles de decisión de sus órganos regionales; y

V.—Racionalizar y simplificar las estructuras con que cuenten a efecto de utilizar los recursos estrictamente indispensables para llevar a cabo sus operaciones.

N. del E.—El siguiente párrafo fue creado o adicionado por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

Reimpresa 4a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.—(Remesa número 1 de 1988).

Los órganos de Gobierno de las entidades de acuerdo a las disposiciones legales que les resulten aplicables, dictarán los lineamientos y políticas que habrán de observar los directores generales o sus equivalentes de las propias entidades a fin de que los criterios a que se refiere este artículo, se adopten e instrumenten en cada entidad, bajo las modalidades que los propios órganos de gobierno determinen.

La Contraloría vigilará y comprobará la aplicación de los criterios a que se refiere este Artículo".

ART. 7o.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

"ART. 7o.—La ejecución de obras públicas con cargo total o parcial a fondos federales conforme a los convenios entre el Ejecutivo Federal y las entidades federativas, estará sujeta a las disposiciones de esta Ley. Para estos efectos se pactará lo conducente en los mencionados convenios, con la participación que en su caso, corresponda a los municipios interesados".

ART. 8o.—Cuando por las condiciones especiales de la obra se requiera la intervención de dos o más dependencias o entidades, quedará a cargo de cada una de ellas la responsabilidad sobre la ejecución de la parte de la obra que le corresponda, sin perjuicio de la responsabilidad que en razón de las atribuciones tenga la encargada de la planeación y programación del conjunto.

En los convenios a que se refiere el artículo anterior, se establecerán los términos para la coordinación de las acciones de las dependencias y entidades que intervengan.

ART. 9o.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

"ART. 9o.—Las entidades que no se encuentren agrupadas en sector alguno, cumplirán directamente ante la Secretaría, con las obligaciones que esta Ley señala a las entidades sectorizadas para con sus respectivas dependencias coordinadoras de sector".

ART. 10.—(Derogado por el Artículo Segundo Transitorio del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988).

ART. 11.—(Reformado en su primer párrafo por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

"ART. 11.—Se crea la Comisión Intersecretarial Consultiva de la Obra Pública, como órgano de asesoría y consulta para la aplicación de esta Ley, que se integrará bajo la presidencia del Secretario de Programación y Presupuesto, con representantes permanentes que serán los titulares de las Secretarías de Hacienda y Crédito Público; Contraloría General de la Federación; Energía, Minas e Industria Paraestatal; Comercio y Fomento Industrial; Agricultura y Recursos Hidráulicos; Comunicaciones y Transportes; Desarrollo Urbano y Ecología, y del Departamento del Distrito Federal.

La Comisión invitará a sus sesiones a representantes de otras dependencias y entidades, así como de los sectores social y privado, cuando por la naturaleza de los asuntos que deba tratar, se considere pertinente su participación.

El Ejecutivo Federal establecerá las bases para la organización y funcionamiento de la Comisión.

TITULO SEGUNDO

De la Obra Pública

CAPITULO I

De la Planeación y de la Programación y Presupuesto de las Obras

ART. 12.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

"ART. 12.—En la realización de obras públicas, las dependencias y entidades deberán:

I.—Ajustarse a los objetivos y prioridades del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales, en su caso; de acuerdo con las estimaciones de recursos y las

Reimpresa 6a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.—(Remesa número 1 de 1988).

determinaciones sobre instrumentos y responsables de su ejecución, contenidas en el Plan y los programas mencionados;

II.—Ajustarse a las previsiones contenidas en los programas anuales que elaboren las propias dependencias y entidades para la ejecución del Plan y los programas a que se refiere la fracción anterior;

III.—Ajustarse a los objetivos, metas y previsiones de recursos establecidos en los Presupuestos de Egresos de la Federación y del Departamento del Distrito Federal, o de las entidades respectivas; y

IV.—Respetar las disposiciones legales y reglamentarias y tomar en consideración los planes y programas de desarrollo de los Estados y Municipios".

ART. 13.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en 'Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

"ART. 13.—En la planeación de cada obra pública las dependencias y entidades deberán prever y considerar, según el caso:

I.—Las acciones a realizar previas, durante y posteriores a su ejecución;

II.—Las obras principales, las de infraestructura, las complementarias y accesorias, así como las acciones para poner aquéllas en servicio;

III.—La coordinación con otras dependencias y entidades que realicen obras en las mismas áreas;

IV.—Los avances tecnológicos aplicables en función de la naturaleza de las obras y la selección de materiales, productos, equipos y procedimientos de tecnología nacional, que satisfagan los requerimientos técnicos y económicos del proyecto;

N. del E.—El siguiente párrafo fue creado o adicionado por el Artículo Décimo del Decreto publicado en "Diario Oficial" de 7 de febrero de 1985, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

"Tratándose de la edificación de vivienda de interés social, se procurará que en su construcción se utilicen, preferentemente, módulos, sistemas y componentes industrializados".

NOTA.—QUEDA SUPRIMIDA LA HOJA 396-78-1.

N. del E.—La fracción V de este Artículo 13, fue Derogada por el Artículo Segundo Transitorio del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988; pasando las fracciones VI y VII, a ser V y VI tal como lo establece el mencionado precepto, para quedar como ahora aparece:

V.—Los efectos y consecuencias sobre las condiciones ambientales. Cuando éstas pudieran deteriorarse, los proyectos deberán incluir, si ello fuere posible, lo necesario para que se preserven o restauren las condiciones ambientales y los procesos ecológicos. En tal supuesto se dará intervención a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y, en su caso, a las dependencias que tengan atribuciones en la materia; y

VI.—Preferentemente, el empleo de los recursos humanos y la utilización de los materiales propios de la región, así como productos, equipos y procedimientos de tecnología nacional".

ART. 14.—(Reformado en su primero y último párrafos por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en el "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

ART. 14.—Las dependencias y entidades elaborarán los programas de obra pública y sus respectivos presupuestos con base en las políticas, prioridades, objetivos y estimaciones de recursos de la planeación nacional del desarrollo, considerando:

I.—Los objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo;

II.—Las acciones que se han de realizar y los resultados previsibles;

III.—Los recursos necesarios para su ejecución y la calendarización física y financiera de los mismos, así como los gastos de operación; y

IV.—Las unidades responsables de su ejecución, y

Asimismo, los programas y presupuestos deberán incluir las acciones y recursos para llevar a cabo el proceso de planeación, y de programación y presupuestación de las obras, a que se refiere este capítulo.

N. del E.—El penúltimo párrafo de este Artículo 14, fue Derogado por el Artículo Segundo Transitorio del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.

Reimpresa 7a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.—(Remesa número 1 de 1988).

N. del E.—El siguiente párrafo fue reformado por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

Las dependencias y aquellas entidades cuyos presupuestos se encuentren incluidos en el Presupuesto de Egresos de la Federación o en el del Departamento del Distrito Federal, o que reciban transferencias con cargo a dichos presupuestos, una vez aprobados por los órganos de gobierno, los programas y presupuestos de obra pública serán enviados a la Secretaría para su examen, aprobación e inclusión, en lo conducente, en el proyecto de Presupuesto de Egresos correspondiente a fin de verificar la relación que guarden dichos programas con los objetivos y prioridades del Plan y los programas de desarrollo del País".

ART. 15.—Serán elementos de la obra pública, las investigaciones, las asesorías y las consultorías especializadas, así como los estudios técnicos y de preinversión que requiera su realización.

ART. 16.—En la programación de la obra pública, las dependencias y entidades preverán la realización de los estudios y proyectos arquitectónicos y de ingeniería que se requieran y las normas y especificaciones de ejecución aplicables.

El programa de la obra pública indicará las fechas previstas de iniciación y terminación de todas sus fases, considerando las acciones previas a su iniciación y las características ambientales, climáticas y geográficas de la región donde deba realizarse.

ART. 17.—Las dependencias y entidades, dentro de su programa, elaborarán los presupuestos de cada una de las obras públicas que deban realizar, distinguiendo las que se han de ejecutar por contrato o por administración directa. Los presupuestos incluirán, según el caso, los costos correspondientes a:

I.—Las investigaciones, asesorías, consultorías y estudios que se requieran;

II.—Los proyectos arquitectónicos y de ingeniería necesarios;

III.—La regularización y adquisición de la tierra;

IV.—La ejecución, que deberá incluir el costo estimado de la obra que se realice por contrato y, en caso de realizarse por administración directa, los costos de los recursos necesarios, las condiciones de suministro de materiales, de maquinaria, de equipos o de cualquier otro accesorio relacionado con la obra, los cargos adicionales para prueba y funcionamiento, así como los indirectos de la obra;

V.—Las obras de infraestructura complementarias que requiera la obra;

VI.—Las obras relativas a la preservación, restauración y mejoramiento de las condiciones ambientales;

VII.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

VII.—Los trabajos de conservación y mantenimiento ordinario, preventivo y correctivo de los bienes inmuebles a su cargo; y

VIII.—Las demás previsiones que deban tomarse en consideración según la naturaleza y características de la obra.

ART. 18.—En el caso de obras cuya ejecución rebase un ejercicio presupuestal, deberá determinarse tanto el presupuesto total de la obra, como el relativo a los ejercicios de que se trate.

CAPITULO II

Del Padrón de Contratistas de Obras Públicas

ART. 19.—La Secretaría llevará el Padrón de Contratistas de Obras Públicas y fijará los criterios y procedimientos para clasificar a las personas inscritas en él, de acuerdo con su especialidad, capacidad técnica y económica, y su ubicación en el país.

La Secretaría hará del conocimiento de las dependencias y entidades y del público en general, las personas registradas en el Padrón.

N. del E.—El siguiente párrafo fue reformado por el Artículo Primero del Decreto de 13 de diciembre de 1984, publicado en "Diario Oficial" de 31 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1985, para quedar como sigue:

Las dependencias y entidades sólo podrán celebrar contratos de obra pública o de servicios relacionados con la misma, con las personas inscritas en el Padrón.

Reimpresa 4a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.—(Remesa número 1 de 1988).

La clasificación a que se refiere este Artículo deberá ser considerada por las dependencias y entidades en la convocatoria y contratación de las obras públicas.

ART. 20.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

"ART. 20.—Las personas interesadas en registrarse en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, deberán solicitarlo por escrito y satisfacer los requisitos que establezca el Reglamento de esta Ley".

N. del E.—Véase el Artículo 16 del Reglamento de esta Ley.

ART. 20 Bis.—(Creado o adicionado por el Artículo Segundo del Decreto de 18 de diciembre de 1984, publicado en "Diario Oficial" de 31 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1985, para quedar como sigue):

"ART. 20 Bis.—Quedan exceptuados de la obligación de registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas:

I.—Las personas con quienes se contrate la realización de trabajos en los supuestos previstos por la fracción II del Artículo 56 de esta Ley;

II.—Quienes contraten con las dependencias y entidades la realización de trabajos en los términos de la fracción VI del Artículo 56 de esta Ley; y

III.—Aquellos que, exclusivamente, contraten trabajos cuyo monto se encuentre establecido dentro de los límites a que se refiere el párrafo segundo del Artículo 57 de esta Ley".

ART. 21.—(Reformado por el Artículo Primero de Decreto de 18 de diciembre de 1984, publicado en "Diario Oficial" de 31 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1985, para quedar como sigue):

"ART. 21.—El registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas tendrá una vigencia indefinida. La Secretaría podrá verificar en cualquier tiempo la información que los contratistas hubieran aportado para la obtención de su registro".

ART. 22.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, y después por el Artículo Primero del Decreto de 18 de diciembre de 1984, publicado en "Diario Oficial" de 31 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1985, para quedar como sigue):

"ART. 22.—La Secretaría, dentro de un término que no excederá de 20 días hábiles, contados a partir de la fecha de recepción de la solicitud, resolverá sobre la inscripción. Transcurrido este plazo sin que haya respuesta, se tendrá por registrado al solicitante".

ART. 23.—La Secretaría está facultada para suspender el registro de los contratistas cuando:

I.—Se les declare en estado de quiebra o, en su caso, sujetos a concurso de acreedores, o

II.—Incurran en cualquier acto u omisión que les sea imputable y que perjudique los intereses de la dependencia o entidad contratante.

N. del E.—El siguiente párrafo fue creado o adicionado por el Artículo Segundo del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue:

Cuando desaparezcan las causas que hubiesen motivado la suspensión del registro, el contratista lo acreditará ante la Secretaría, la que dispondrá lo conducente a fin de que el registro del interesado vuelva a surtir todos sus efectos legales".

ART. 24.—La Secretaría está facultada para cancelar el registro de los contratistas cuando:

I.—La información que hubieren proporcionado para la inscripción o revalidación resultare falsa, o hayan actuado con dolo o mala fe en una subasta o ejecución de una obra;

II.—No cumplan en sus términos con algún contrato por causa imputable a ellos, y perjudique con ello gravemente los intereses de la entidad o dependencia afectada o el interés general;

III.—Se declare su quiebra fraudulenta;

Reimpresa 3a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.—(Remesa número 1 de 1988).

IV.—Hayan celebrado contratos en contravención con lo dispuesto por esta Ley, por causas que les sean imputables, o

V.—Se les declare incapacitados legalmente para contratar.

ART. 25.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 18 de diciembre de 1984, publicado en "Diario Oficial" de 31 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1985, para quedar como sigue):

"ART. 25.—Contra las resoluciones que nieguen las solicitudes de inscripción o determinen la suspensión o la cancelación del registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, el interesado podrá interponer recurso de revocación en los términos de esta Ley".

CAPITULO III

De los Servicios Relacionados con la Obra Pública

ART. 26.—Las dependencias y entidades podrán contratar servicios relacionados con las obras públicas, siempre que se trate de servicios profesionales de investigación y consultoría y asesoría especializadas, estudios y proyectos para cualesquiera de las fases de la obra pública, así como de dirección o supervisión.

Los contratos a que se refiere este artículo podrán adjudicarse directamente bajo la responsabilidad de la dependencia o entidad, quedando en lo demás sujetos a las disposiciones de esta Ley y a las que de ella se deriven.

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

ART. 27.—No quedan comprendidos dentro de los servicios a que se refiere el artículo anterior los que tengan como fin la ejecución de la obra por cuenta y orden de las dependencias o entidades, por lo que no podrán celebrarse contratos de servicios para tal objeto.

CAPITULO IV

De la Ejecución de las Obras

ART. 28.—Las dependencias y entidades podrán realizar las obras públicas por contrato, o por administración directa.

ART. 29.—Para que las dependencias o entidades puedan realizar obras, será menester que:

I.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

I.—Las obras estén incluidas en el programa de inversiones autorizado;

II.—Se cuente con los estudios y proyectos, las normas y especificaciones de construcción, el presupuesto, el programa de ejecución y, en su caso, el programa de suministro; y

III.—Se cumplan los trámites o gestiones complementarios que se relacionen con la obra y los que deban realizarse conforme a las disposiciones estatales y municipales.

ART. 29 Bis.—(Creado o adicionado por el Artículo Primero del Decreto de 29 de diciembre de 1985, publicado en "Diario Oficial" de 13 de enero de 1986, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

ART. 29 Bis.—Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que realicen obras por administración directa o mediante contrato y los contratistas con quienes aquéllas contraten, observarán las disposiciones que en materia de construcción rijan en el ámbito local y municipal, y cumplirán los requisitos técnicos que para las obras públicas se establezcan en el Reglamento de esta Ley, el que señalará las normas mínimas, incluyendo las de seguridad, que deberán observarse en la ejecución de las mismas.

La violación de esta disposición, independientemente de la responsabilidad penal y administrativa a que diera lugar para los servidores públicos y los contratistas, originará la nulidad de pleno derecho del contrato celebrado para la ejecución de la obra que se trate.

Reimpresa 4a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.—(Remesa número 1 de 1988).

ART. 30.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

"ART. 30.—Los contratos de obra pública se adjudicarán o llevarán a cabo, a través de licitaciones públicas, mediante convocatoria pública para que libremente se presenten proposiciones solventes en sobre cerrado, que será abierto públicamente, a fin de asegurar al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes, de acuerdo a lo que establece la presente Ley.

Se exceptúan de lo dispuesto en el párrafo anterior, aquellos casos en que el contrato sólo pueda celebrarse con una determinada persona por ser el titular de la o las patentes necesarias para realizar la obra".

ART. 31.—(Reformado en su primer párrafo por el Artículo Primero del Decreto de 2 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

"ART. 31.—Las convocatorias, que podrán referirse a una o más obras, se publicarán en uno de los diarios de mayor circulación en el país y simultáneamente, cuando menos en uno de la entidad federativa donde se ejecutarán las obras, y contendrán:

I.—El nombre de la dependencia o de la entidad convocante;

II.—El lugar de descripción general de la obra que desee ejecutar

III.—Los requisitos que deberán cumplir los interesados;

IV.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

IV.—Información sobre los anticipos;

V.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

V.—El plazo para la inscripción en el proceso de adjudicación, que no podrá ser menor de diez días hábiles contados a partir de la fecha de la publicación de la convocatoria;

VI.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

VI.—El lugar, fecha y hora en que se celebrará el acto de la apertura de proposiciones;

VII.—(Creada o adicionada por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

VII.—La especialidad de acuerdo al Padrón de Contratistas, que se requiera para participar en el concurso; y

VIII.—(Creada o adicionada, así como el último párrafo por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

VIII.—Los criterios conforme a los cuales se decidirá la adjudicación.

En el ejercicio de sus respectivas atribuciones la Contraloría y la dependencia coordinadora de sector podrán intervenir en todo el proceso de adjudicación del contrato".

ART. 32.—Todo interesado que satisfaga los términos de la convocatoria tendrá derecho a presentar proposiciones.

ART. 33.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984 para quedar como sigue):

"ART. 33.—En los supuestos y con sujeción a las formalidades que prevén los artículos 55 o 56, las dependencias y entidades podrán optar por contratar las obras que en las propias disposiciones se señalan, sin llevar a cabo las licitaciones que establece el Artículo 30 de esta Ley.

La opción que las dependencias y entidades ejerzan en los términos del párrafo anterior, deberá fundarse, según las circunstancias que concurran en cada caso, en criterios de economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez que aseguren las mejores condiciones para el Estado. En el dictamen a que se refiere el Artículo 36, deberán acreditar

Reimpresa 4a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.—(Remesa número 1 de 1988).

que la obra de que se trata se encuadra en alguno de los supuestos previstos en los artículos 55 o 56, expresando, de entre los criterios mencionados, aquéllos en que se funda el ejercicio de la opción".

ART. 34.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984 para quedar como sigue):

"ART. 34.—Las personas físicas o morales que participen en las licitaciones y ejecuten obra pública o presten servicios relacionados con la misma, deberán garantizar:

I.—La seriedad de las proposiciones en los procedimientos de adjudicación;

II.—La correcta inversión de los anticipos que, en su caso, reciban; y

III.—El cumplimiento de los contratos".

N. del E.—El siguiente párrafo fue creado o adicionado por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

Los órganos de gobierno de las entidades fijarán las bases y porcentajes a los que deberán sujetarse las garantías que deban constituirse".

ART. 35.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984 para quedar como sigue):

"ART. 35.—Las garantías que deban otorgar los contratistas de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas, se constituirán en favor de:

I.—La Tesorería de la Federación, por actos o contratos que celebren con las dependencias a que se refieren las fracciones I a III del Artículo 1o. de esta Ley;

II.—La Tesorería del Distrito Federal, en los actos o contratos que celebren con el propio Departamento;

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

IV.—Las tesorerías de los Estados y Municipios, en los casos de las obras a que se refiere el Artículo 7o. de esta Ley".

ART. 36.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984 para quedar como sigue):

"ART. 36.—La dependencia o entidad convocante, con base en el análisis comparativo de las proposiciones admitidas y en su propio presupuesto de la obra, emitirá un dictamen que servirá como fundamento para el fallo.

En junta pública se dará a conocer el fallo mediante el cual se adjudicará el contrato a la persona que, de entre los proponentes:

I.—Reúna las condiciones legales, así como las técnicas y económicas requeridas por la convocante;

II.—Garantice satisfactoriamente el cumplimiento del contrato; y

III.—Cuente con la experiencia requerida por la convocante para la ejecución de los trabajos.

Si una vez considerados los criterios anteriores resultare que dos o más proposiciones satisfacen los requerimientos de la convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la postura más baja.

N. del E.—El siguiente párrafo fue reformado por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

Contra la resolución que contenga el fallo no procederá recurso alguno, pero los interesados podrán inconformarse ante la Contraloría en los términos del Artículo 58 Bis de esta Ley.

N. del E.—El siguiente párrafo fue creado o adicionado por el Artículo Segundo del Decreto de 29 de diciembre de 1985, publicado en "Diario Oficial" de 13 de enero de 1986, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

Reimpresa 2a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.—(Remesa número 1 de 1988).

La resolución que contenga el fallo, dictado en contravención de los requisitos establecidos en este precepto, será nula de pleno derecho.

Las dependencias y entidades no adjudicarán el contrato cuando las posturas presentadas no fueren aceptables y procederán a expedir una nueva convocatoria".

ART. 37.—No podrán presentar propuesta ni celebrar contrato alguno de obra pública, las personas físicas o morales siguientes:

I.—Aquéllas en cuyas empresas participe el funcionario que deba decidir directamente, o los que le hayan delegado tal facultad sobre la adjudicación del contrato, o su cónyuge o sus parientes consanguíneos o por afinidad hasta el cuarto grado, sean como accionistas, administradores, gerentes, apoderados o comisarios; y

II.—Los contratistas que por causas imputables a ellos mismos se encuentren en situación de mora, respecto de la ejecución de otra u otras obras públicas que tengan contratadas.

III.—(Creada o adicionada por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984 para quedar como sigue):

III.—Las demás que por cualquier causa se encuentren impedidas para ello por disposición de Ley.

N. del E.—El siguiente párrafo fue creado o adicionado por el Artículo Segundo del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue:

En los casos a que se refiere el Artículo 7o. se aplicará lo dispuesto por este artículo, para lo cual se pactará lo conducente en los convenios respectivos.

Lo establecido en este artículo se aplicará también a los contratos de servicios relacionados con la obra pública.

ART. 38.—La adjudicación del contrato obligará a la dependencia o entidad y a la persona en quien hubiera recaído dicha adjudicación a formalizar el documento relativo, dentro de los veinte días hábiles siguientes al de la adjudicación.

Si el interesado no firmare el contrato perderá en favor de la convocante la garantía que hubiere otorgado y la dependencia o entidad podrá, sin necesidad de un nuevo procedimiento, adjudicar el contrato al participante siguiente, en los términos del Artículo 36 y de su propuesta, y así sucesivamente.

N. del E.—(El tercer párrafo de este Artículo 38, fue Derogado por el Artículo Segundo Transitorio del Decreto de 22 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988).

El contratista a quien se adjudique el contrato, no podrá hacer ejecutar la obra por otro; pero, con autorización previa de la dependencia o entidad respectiva, podrá hacerlo respecto de partes de la obra o cuando adquiera materiales o equipos que incluyan su instalación en la obra. En estos casos, el contratista seguirá siendo responsable de la ejecución de la obra ante la dependencia o entidad y el subcontratista no quedará subrogado en ninguno de los derechos del primero.

ART. 39.—Los contratos de obra a que se refiere esta Ley se celebrarán a precio alzado o sobre la base de precios unitarios.

N. del E.—El siguiente párrafo fue reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue:

En los contratos a que se refiere el párrafo anterior, podrán incorporarse las modalidades que tiendan a garantizar al Estado las mejores condiciones de ejecución de la obra.

Formarán parte del contrato la descripción pormenorizada de la obra que se deba ejecutar, así como los proyectos, planos, especificaciones, programas y presupuestos correspondientes.

ART. 40.—La ejecución de la obra contratada deberá iniciarse en la fecha señalada, y para ese efecto, la dependencia o entidad contratante oportunamente pondrá a disposición del contratista el o los inmuebles en que deba llevarse a cabo.

N. del E.— El Segundo párrafo de este Artículo 40 fue derogado por el Artículo Segundo Transitorio del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año.

Reimpresa 2a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.—(Rmesea número 1 de 1988).

ART. 41.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

"ART. 41.—Las dependencias y entidades podrán, dentro del programa de inversiones aprobado, bajo su responsabilidad y por razones fundadas y explícitas, modificar los contratos de obras públicas o de servicios relacionados con las mismas, mediante convenios, siempre y cuando éstos, considerados conjunta o separadamente, no rebasen el 25% del monto o del plazo pactados en el contrato, ni implique variaciones sustanciales al proyecto original.

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

N. del E.—El siguiente párrafo fue reformado por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

De las modificaciones a que se refiere el párrafo anterior, el titular de la dependencia o entidad informará a la Secretaría, a la Contraloría y, en su caso, al órgano de gobierno en un plazo no mayor de diez días hábiles contados a partir de la fecha en que se hubiere formalizado la modificación".

ART. 42.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, y después por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

"ART. 42.—Las dependencias y entidades podrán suspender temporalmente en todo o en parte la obra contratada, por cualquier causa justificada. Tratándose de entidades, los órganos de gobierno acordarán la designación de los servidores públicos que podrán ordenar la suspensión".

ART. 43.—Las dependencias y entidades podrán rescindir administrativamente los contratos de obra por razones de interés general o por contravención de los términos del contrato o de las disposiciones de esta Ley.

ART. 44.—(Reformado en su primer párrafo por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, y después por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

"ART 44.—Las dependencias y entidades comunicarán la suspensión o la rescisión del contrato al contratista. Las propias dependencias y las entidades cuyos presupuestos se encuentren incluidos en el Presupuesto de Egresos de la Federación o en el Departamento del Distrito Federal o que reciban transferencias con cargo a dichos presupuestos, lo harán del conocimiento de la Contraloría y de la Secretaría. Esta última, a su vez, informará en la Cuenta Pública, de las causas que motivaron tales suspensiones y rescisiones".

ART. 45.—Las estimaciones de trabajo ejecutados correspondientes a contratos en ejercicio, se formularán y autorizarán bajo la responsabilidad de la dependencia o entidad.

N. del E.—El segundo párrafo de este Artículo 45, fue derogado por el Artículo Segundo Transitorio del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984.

ART. 46.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

"ART. 46.—Cuando durante la vigencia de un contrato de obras ocurran circunstancias de orden económico no previstas en el contrato, pero que de hecho y sin dolo, culpa, negligencia o ineptitud de cualquiera de las partes, determinen un aumento o reducción en un cinco por ciento o más de los costos de los trabajos aún no ejecutados, dichos costos podrán ser revisados. Las dependencias o entidades emitirán la resolución que acuerde el aumento o reducción correspondiente".

Reimpresa 4a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.—(Remesa número 1 de 1988).

ART. 47.—El contratista comunicará a la dependencia o entidad la terminación de los trabajos que le fueron encomendados y éstas verificarán que los trabajos estén debidamente concluidos dentro de los treinta días hábiles siguientes, salvo que se pacte expresamente otro plazo.

La re[illegible]n de los trabajos se hará dentro de los treinta días hábiles sig[illegible] a la fecha en que se haya constatado la terminación de los trab[illegible] a los términos del párrafo anterior.

N. del E.—El siguiente párrafo fue reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año; después por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

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

En la fecha señalada la dependencia o entidad bajo su responsabilidad recibirá los trabajos y levantará el acta correspondiente con o sin la comparecencia de los representantes a que se refiere el párrafo anterior.

ART. 48.—Concluida la obra, no obstante su recepción formal, el contratista quedará obligado a responder de los defectos que resultaren en la misma, de los vicios ocultos, y de cualesquiera otra responsabilidad en que hubiere incurrido, en los términos señalados en el contrato respectivo y en el Código Civil para el Distrito Federal en Materia Común y para toda la República en Materia Federal.

ART. 49.—(Derogada por el Artículo Trigésimo de la Ley que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones en materia fiscal, publicada en el "Diario Oficial" de 31 de diciembre de 1981).

ART. 50.—Los contratos que con base en la presente Ley, celebren las dependencias y entidades, se considerarán de derecho público.

Las controversias que se susciten con motivo de la interpretación o aplicación de esta Ley o de los contratos celebrados, serán resueltos por los tribunales federales.

ART. 51.—En los términos del Artículo 29, las dependencias y entidades ejecutarán obras por administración directa sin intervención de contratistas, siempre que posean la capacidad técnica y los elementos necesarios para tal efecto.

N. del E.—Los siguientes párrafos fueron reformados por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue:

Previamente a la ejecución de estas obras, la dependencia o entidad emitirá el acuerdo respectivo, del cual formarán parte: la descripción pormenorizada de la obra que se deba ejecutar, los proyectos, planos, especificaciones, programas de ejecución y suministro y el presupuesto correspondiente.

N. del E.—El tercer párrafo de este Artículo 51, fue Derogado por el Artículo Segundo Transitorio del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en 'Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.

En la ejecución de estas obras son aplicables, en lo conducente, las disposiciones contenidas en los Artículos 41, 42, 46, 47 y 59 de esta Ley".

ART. 52.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año; y después por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

"ART. 52.—Las dependencias y los organismos descentralizados cuando se trate de bienes del dominio público de la Federación, deberán enviar a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, copia de los títulos de propiedad si los hubiere y los datos sobre localización y construcción de las obras públicas para que se incluyan en los catálogos e inventarios de los bienes y recursos de la nación y, en su caso, para su inscripción en el Registro Público de la Propiedad Federal".

Reimpresa 3a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.—(Remesa número 1 de 1988).

ART. 53.—Una vez concluida la obra o parte utilizable de la misma, las dependencias y entidades vigilarán que la unidad que deba operarla reciba oportunamente de la responsable de su realización, el inmueble en condiciones de operación, los planos actualizados, las normas y especificaciones que fueron aplicadas en la ejecución, así como los manuales e instructivos de operación, conservación y mantenimiento correspondientes.

ART. 54.—Las dependencias y entidades bajo cuya responsabilidad quede una obra pública después de terminada, estarán obligadas a mantenerla en nivel apropiado de funcionamiento y vigilar que su uso, operación, mantenimiento y conservación se realice conforme a los objetivos y acciones de los programas respectivos.

Las dependencias y entidades llevarán registros de los gastos de conservación y mantenimiento, así como de restitución de la eficiencia de la obra, o de su mejor aprovechamiento y, en su caso, de los gastos para su demolición.

ART. 55.—El Presidente de la República acordará la ejecución de obras, así como el gasto correspondiente, y establecerá los medios de control que estime pertinentes cuando éstas se realicen con fines exclusivamente militares o para la Armada, o sean necesarias para salvaguardar la integridad, la independencia y la soberanía de la Nación y garantizar su seguridad interior.

ART. 56.—(Reformado por el artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

"ART. 56.—Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán realizar, o contratar en los términos del artículo 33, las obras que se requieran en los supuestos que a continuación se señalan:

N. del E.—La fracción I de este Artículo 56, fue Derogada por el Artículo Segundo Transitorio fracción I, del Decreto que reforma, las Leyes de Obras Públicas, de Adquisiciones, Arrendamientos y Prestación de Servicios relacionados con Bienes Muebles; General de Bienes Nacionales y General de Deuda Pública, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988; pasando las actuales fracciones II, a VI, a ser I a V, tal como lo establece el precepto antes citado; para quedar como ahora aparece:

I.—Cuando, peligre o se altere el orden social, la economía, los servicios públicos, la salubridad, la seguridad o el ambiente de alguna zona o región del país, como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales, o por casos fortuitos o de fuerza mayor. En estos casos las dependencias y entidades se coordinarán, según proceda, con las dependencias competentes;

II.—Cuando la dependencia o entidad hubiere rescindido el contrato respectivo. En estos casos la dependencia o entidad verificará previamente conforme al criterio de adjudicación que establece el segundo párrafo del artículo 38, si existe otra proposición que resulte aceptable; en cuyo caso el contrato se celebrará con el contratista respectivo".

III.—Cuando se trate de trabajos cuya ejecución requiera de la aplicación de sistemas y procedimientos de tecnología avanzada;

IV.—Cuando se trate de trabajo de conservación, mantenimiento, restauración, reparación y demolición, en los que no sea posible precisar su alcance, establecer el catálogo de conceptos y cantidades de trabajo, determinar las especificaciones correspondientes o elaborar el programa de ejecución; y

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

Para los casos previstos en las fracciones anteriores, se convocará a la o las personas que cuenten con la capacidad de respuesta inmediata y los recursos técnicos, financieros y demás que sean necesarios.

N. del E.—El siguiente párrafo fue reformado por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

El Titular de la dependencia, en un plazo que no excederá de diez días hábiles contados a partir de la fecha de iniciación de los trabajos, deberá informar de estos hechos a la Secretaría y a la Contraloría; las entidades, además harán del conocimiento tales hechos, en el mismo plazo, a sus órganos de gobierno".

Reimpresa 3a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 31 de diciembre de 1988.—(Remesa número 1 de 1989).

ART. 57.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

"ART. 57.—Cuando por razón del monto de la obra, resulte inconveniente llevar a cabo el procedimiento a que se refiere el artículo 30 por el costo que éste represente, las dependencias y entidades podrán contratar sin ajustarse a dicho procedimiento, siempre que el monto de la obra objeto del contrato, no exceda de los límites a que se refiere este artículo y se satisfagan los requisitos que el mismo señala.

Para los efectos del párrafo anterior, en los presupuestos de Egresos de la Federación y del Departamento del Distrito Federal, se establecerán los montos máximos de las obras que las dependencias y entidades podrán contratar directamente.

Si el monto de la obra supera, los máximos a que se refiere el párrafo anterior, pero no excede los límites que igualmente establecerán los mencionados Presupuestos, el contrato relativo podrá adjudicarse a la persona que reúna las condiciones necesarias para la realización de la obra, previa convocatoria que se extenderá a cuando menos, tres personas que cuenten con la capacidad de respuesta y los recursos técnicos, financieros y demás que sean necesarios para la ejecución de la obra.

Para los efectos de la aplicación de este precepto, cada obra deberá considerarse individualmente, a fin de determinar si queda comprendida dentro de los montos máximos y límites que establezcan los Presupuestos de Egresos; en la inteligencia de que, en ningún caso, el importe total de una obra podrá ser fraccionado para que quede comprendida en los supuestos a que se refiere este artículo.

Los montos máximos y límites, se fijarán atendiendo a la cuantía de las obras, consideradas individualmente, y en función de la inversión total autorizada a las dependencias y entidades".

N. del E.—(Véase la referencia de Presupuesto de Egresos de la Federación en la página 396-80-30).

ART. 58.—Las obras que realicen las dependencias y entidades fuera del territorio nacional se regirán por la legislación del lugar donde se encuentre el inmueble y por esta Ley, en lo que fuere aplicable.

ART. 58 Bis.—(Creado o adicionado por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

"ART. 58 Bis.—Tratándose de licitaciones públicas los contratistas o licitantes que hubieren participado en ellas podrán inconformarse por escrito, indistintamente, ante la dependencia o entidad convocante o ante la Contraloría, dentro de los 10 días naturales siguientes al fallo del concurso o, en su caso, al del día siguiente a aquél en que se haya emitido el acto relativo a cualquier etapa o fase del mismo.

Transcurrido dicho plazo precluye para los contratistas solicitantes el derecho a inconformarse, sin perjuicio de que las dependencias, entidades o la Contraloría puedan actuar en cualquier tiempo en los términos de los Artículos 36, 43, y 72 de esta Ley".

CAPITULO V

De la Información y Verificación

ART. 59.—(Reformado en su primero y tercer párrafos por el artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

"ART. 59.—Las dependencias y entidades deberán remitir a la Secretaría y a la Contraloría, en la forma y términos que éstas señalen, la información relativa a las obras que realicen o contraten.

N. del E.—El segundo párrafo de este Artículo 59, fue Derogado por el Artículo Segundo Transitorio del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.

N. del E.—El siguiente párrafo fue reformado por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

En lo referente a la información que corresponda rendir a las entidades deberá estarse a las bases y requisitos que se establezcan conjuntamente por la coordinadora de sector, las Secretarías de Programación y Presupuesto, de Hacienda y Crédito Público y de la Contraloría General de la Federación en los términos del Artículo 10 de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales.

Reimpresa 1a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.—(Remesa número 1 de 1988).

Para t[illegible] dependencias y [illegible] conservarán en forma ordena[illegible] toda la [illegible] en compatibilidad del gasto de d[illegible] tados a pa[illegible]

ART. [illegible] Sexta Transit[illegible] Decreto de 22 de diciembre de [illegible], p[illegible] en "Diario [illegible] 28 del mismo mes y año).

ART. 61.—(Reformado por el Artículo Primero del De[illegible]o de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diar[illegible] Oficial" de 28 [illegible]mo mes y año; después por el Artículo Primero [illegible] Decreto de [illegible] diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente para quedar como sigue):

"ART. 61.—Las dependencias y entidades controlarán todas las fases de las obras públicas a su cargo. Para tal efecto las dependencias establecerán los medios y procedimientos de control que requieran de acuerdo a las normas que dicte el Ejecutivo Federal a través de la Contraloría, y las entidades lo harán de acuerdo con lo establecido por la Ley Federal de las Entidades Paraestatales".

ART. 62.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

ART. 62.—La Contraloría y las dependencias coordinadoras de sector, en el ejercicio de sus respectivas facultades, podrán verificar en cualquier tiempo que las obras y los servicios relacionados con ellas se realicen conforme a lo establecido en esta Ley o en otras disposiciones aplicables y a los programas y presupuestos autorizados.

ART. 63.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

"ART. 63.—Las dependencias y entidades proporcionarán todas las facilidades necesarias a fin de que la Secretaría, la Contraloría y las dependencias coordinadoras de sector, en el ámbito de sus respectivas competencias, puedan realizar el seguimiento y control de las obras públicas".

ART. 64.—(Derogado por el Artículo Segundo del Decreto de 18 de diciembre de 1984, publicado en "Diario Oficial" de 31 del mismo mes y año).

ART. 65.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año; después por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

"ART. 65.—La Secretaría y la Contraloría, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, podrán realizar las visitas e inspecciones que estimen pertinentes a las dependencias y entidades que realicen obra pública, así como solicitar de los servidores públicos de las mismas y de los contratistas, en su caso, todos los datos e informes relacionados con las obras".

ART. 65 Bis.—(Creado o adicionado por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

"ART. 65 Bis.—Las dependencias, entidades y la Contraloría, de oficio o en atención a las inconformidades a que se refiere el Artículo 58 Bis, realizarán las investigaciones correspondientes, en un plazo que no excederá de 45 días naturales, contados a partir de la fecha en que se inicien y resolverán lo conducente para los efectos de los Artículos 36, 42 y 72 de esta Ley.

Durante la investigación de los hechos a que se refiere el párrafo anterior podrá suspenderse el cumplimiento de las obligaciones pendientes por parte de las dependencias o entidades. Procederá la suspensión:

I.—Cuando se advierta que existan o pudieran existir las situaciones a que se refieren los Artículos 36, 43 y 72; y

II.—Cuando con ella no se siga perjuicio al interés social y no se contravengan disposiciones de orden público y siempre que, de cumplirse las obligaciones, pudieran producirse daños o perjuicios a la dependencia o entidad de que se trate.

Tomada la resolución a que se refiere el primer párrafo de este artículo y sin perjuicio de la responsabilidad que proceda respecto de los servidores que hayan intervenido, las dependencias y entidades deberán proceder en los términos de los Artículos 36 y 56 fracción II de esta Ley".

Reimpresa 2a. vez por Fe de erratas en "Diario Oficial" de 4 de marzo de 1988.—(Remesa número 3 de 1988).

TITULO TERCERO

De las Informaciones y Sanciones

CAPITULO UNICO

ART. 66.—(Reformado en su primero, tercero y último párrafos por el artículo PRIMERO del decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

"ART. 66.—Quienes infrinjan las disposiciones contenidas en esta Ley o las normas que con base en ella se dicten, podrán ser sancionadas por la Secretaría con multa equivalente a la cantidad de diez a mil veces el salario mínimo diario, vigente en el Distrito Federal en la fecha de la infracción.

Sin perjuicio de lo anterior, los contratistas que incurran en infracciones a esta Ley, según la gravedad del acto u omisión de que fueren responsables, podrán ser sancionados con la suspensión o cancelación del registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas.

Cuando proceda, la Contraloría podrá proponer a la dependencia o entidad contratante la rescisión administrativa del contrato en que incida la infracción.

A los servidores públicos que infrinjan las disposiciones de esta Ley, la Contraloría aplicará conforme a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos, las sanciones correspondientes".

ART. 67.—Tratándose de multas, la Secretaría las impondrá conforme a los siguientes criterios:

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

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

III. Tratándose de reincidencia, se impondrá otra multa mayor, dentro de los límites señalados en el artículo precedente, o se duplicará la multa inmediata anterior que se hubiere impuesto; y

IV. En el caso en que persista la infracción, se impondrán multas como tratándose de reincidencia, por cada día que transcurra.

ART. 68.—No se impondrán sanciones cuando se haya incurrido en la infracción por causa de fuerza mayor o de caso fortuito o cuando se observe en forma espontánea el precepto que se hubiere dejado de cumplir. No se considerará que el cumplimiento es espontáneo cuando la omisión sea descubierta por las autoridades o medie requerimiento, visita, excitativa o cualquiera otra gestión efectuada por las mismas.

ART. 69.—En el procedimiento para la aplicación de las sanciones a que se refiere este capítulo, se observarán las siguientes reglas:

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

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

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

ART. 70.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, en vigor el 1o. de enero de 1984, para quedar como sigue):

"ART. 70.—Los servidores públicos de las dependencias y entidades que en el ejercicio de sus funciones tengan conocimiento de infracciones a esta Ley o a las normas que de ella se deriven, deberán comunicarlo a las autoridades que resulten competentes conforme a la ley.

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

ART. 71.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

Reimpresa 2a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988.—(Remesa número 1 de 1988).

"ART. 71.—Las responsabilidades a que se refiere la presente Ley son independientes de las de orden civil o penal que puedan derivar de la comisión de los mismos hechos".

ART. 72.—Los actos, convenios, contratos y negocios jurídicos que las dependencias y entidades realicen en contravención a lo dispuesto por esta Ley, serán nulos de pleno derecho.

TITULO CUARTO

De los Recursos Administrativos

CAPITULO UNICO

ART. 73.—(Reformado en su primer párrafo por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

"ART. 73.—En contra de las resoluciones que dicten la Secretaría o la Contraloría en los términos de esta Ley, el interesado, podrá interponer ante la Dependencia que hubiere emitido la resolución, recurso de revocación dentro del término de quince días hábiles, contados a partir del día hábil siguiente al de la notificación.

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

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

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

IV.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

IV.—Se tendrá por no ofrecidas las pruebas de documentos si éstos no se acompañan al escrito en que se interponga el recurso y en ningún caso serán recabados por la Secretaría o por la Contraloría, salvo que obren en el expediente en que se haya originado la resolución recurrida.

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

VI.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

VI.—La Secretaría o la Contraloría podrán pedir que se les rindan los informes que estimen pertinentes por parte de quienes hayan intervenido en el acto reclamado;

VII.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

VIII.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

VIII.—Vencido el plazo para la rendición de las pruebas la Secretaría o la Contraloría, en su caso, dictarán resolución en un término que no excederá de treinta días hábiles.

ART. 74.—Contra la resolución que cancele o suspenda el registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas podrá solicitarse la suspensión del acto impugnado, conforme a las siguientes bases:

I.—Será solicitada en el mismo escrito en el que se interponga el recurso;

II.—Dentro de los diez días hábiles siguientes, la Secretaría señalará la garantía y el monto por el que ésta deba otorgarse; y

III.—Otorgada la garantía, se suspenderá la aplicación de la resolución impugnada.

TRANSITORIOS

ARTICULO PRIMERO.—Esta Ley entrará en vigor el 1o. de enero de 1981.

ARTICULO SEGUNDO.—Se abroga la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas de 21 de diciembre de 1965, publicada en el "Diario Oficial" de la Federación de 4 de enero de 1966, y se derogan todas las disposiciones que se opongan a la presente.

ARTICULO TERCERO.—El Reglamento de la presente Ley se expedirá a más tardar 180 días después de la publicación de ésta, en tanto se continuarán aplicando el Reglamento de la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas, publicado en el "Diario Oficial" de la Federación de 2 de febrero de 1967, así como las demás disposiciones administrativas relacionadas, en todo lo que no se oponga a esta Ley.

ARTICULO CUARTO.—Las personas físicas o morales que al 31 de diciembre de 1980 tengan vigente su registro en el Padrón de Contratistas del Gobierno Federal, se considerarán inscritos en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, hasta el 30 de junio de 1981.

Quienes estén interesados en inscribirse en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas para el período comprendido entre el 1o. de enero al 30 de junio de 1981, pagarán la cantidad de $1,000.00 por concepto de derechos.

ARTICULO QUINTO.—Durante el ejercicio fiscal de 1981 las dependencias y entidades podrán realizar obras de acuerdo a lo establecido en el Artículo 33, siempre que el importe de cada obra no exceda del límite señalado en la tabla siguiente, conforme a su inversión total autorizada en los Presupuestos de Egresos de la Federación y del Departamento del Distrito Federal.

Inversión Total Autorizada (millones de pesos)	Límite máximo total de cada obra (millones de pesos)
Hasta 2,000	3.0
Mayor de 2,000 a 5,000	4.0
„ de 5,000 a 8,000	5.0
„ de 8,000 a 10,000	6.0
„ de 10,000 a 15,000	7.0
„ de 15,000 a 20,000	8.0
„ de 20,000 a 50,000	10.0
„ de 50,000 a 80,000	12.0
„ de 80,000	14.0

México, D. F., a 27 de diciembre de 1980.—José Murat, D. P.—Graciliano Alpuche Pinzón, S. P.—David Jiménez González, D. S.—Mario Carballo Pazos, S. S.—(Rúbricas)".

En cumplimiento a lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la ciudad de México, Distrito Federal, a los veintisiete días del mes de diciembre de mil novecientos ochenta.—José López Portillo.—(Rúbrica).—El Secretario de Hacienda y Crédito Público, David Ibarra Muñoz.—(Rúbrica).—El Secretario de Programación y Presupuesto, Miguel de la Madrid Hurtado.—(Rúbrica).—El Secretario de Patrimonio y Fomento Industrial, José Andrés de Oteyza.—(Rúbrica).—El Secretario de Comercio, Jorge de la Vega Domínguez.—(Rúbrica).—El Secretario de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Francisco Merino Rábago.—(Rúbrica).—El Secretario de Comunicaciones y Transportes, Emilio Mújica Montoya.—(Rúbrica).—El Secretario de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, Pedro Ramírez Vázquez.—(Rúbrica).—El Secretario de Gobernación, Enrique Olivares Santana.—(Rúbrica).

N. del E.—Se reproducen a continuación los Artículos Transitorios del Decreto de 22 de diciembre de 1983, publicado en "Diario Oficial" de 28 del mismo mes y año, que reformó y adicionó la Ley de Obras Públicas.

TRANSITORIOS

ARTICULO PRIMERO.—El presente Decreto entrará en vigor el día primero de enero de mil novecientos ochenta y cuatro.

ARTICULO SEGUNDO.—Se derogan: el párrafo segundo del Artículo 40, el párrafo segundo del Artículo 45, el Artículo 60, así como las demás disposiciones que se opongan a lo dispuesto por este Decreto.

ARTICULO TERCERO.—Para los efectos de inscripción y revalidación en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas y en tanto no se expidan las modificaciones al Reglamento de la Ley, consecuentes con este Decreto, seguirán siendo exigibles los requisitos que establece el Artículo 20 de la Ley de Obras Públicas que por este ordenamiento se reforma.

ARTICULO CUARTO.—Las disposiciones reglamentarias y administrativas de la Ley de Obras Públicas, continúa aplicándose en todo lo que no se oponga a este ordenamiento.

N. del E.—Se reproducen a continuación los artículos transitorios del decreto de 18 de diciembre de 1984, publicado en "Diario Oficial" de 31 del mismo mes y año, que reformó y adicionó la Ley de Obras Públicas.

TRANSITORIOS:

ARTICULO PRIMERO.—El presente Decreto entrará en vigor el día primero de enero de mil novecientos ochenta y cinco.

ARTICULO SEGUNDO.—Se deroga el artículo 64 de la Ley de Obras Públicas y las demás disposiciones que se opongan a lo dispuesto por este Decreto.

ARTICULO TERCERO.—Los contratistas que antes de la entrada en vigor del presente Decreto hubieren solicitado y obtenido su inscripción o revalidación en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, para el periodo comprendido entre el 1o. de julio de 1984 y el 30 de junio de 1985, se considerarán inscritos en los términos del artículo 21 que por este ordenamiento se reforma.

Las resoluciones que recaigan a las solicitudes de inscripción o revalidación presentadas con anterioridad a la entrada en vigor del presente Decreto, tendrán los efectos que previene el Artículo 21 del mismo.

ARTICULO CUARTO.—Para los efectos del artículo 6o. bis de este Decreto, las Dependencias y entidades a más tardar sesenta días después de su publicación deberán proveer en el ámbito de su competencia a la debida observancia de los criterios que en el citado numeral se establecen, sin que ello implique el incremento en términos absolutos o relativos de carácter presupuestal, organización o de recursos materiales. Las dependencias competentes no autorizarán propuestas en tal sentido, salvo que se trate de incrementos reales de las operaciones.

ARTICULO QUINTO.—Las disposiciones reglamentarias y administrativas de la Ley de Obras Públicas, continuarán aplicándose en todo lo que no se oponga a este Ordenamiento.

N. del E.—Se reproducen a continuación los Artículos Transitorios del Decreto de 21 de diciembre de 1987, publicado en "Diario Oficial" de 7 de enero de 1988, y que reformó la Ley de Obras Públicas, de Adquisiciones, Arrendamientos y Prestación de Servicios relacionados con Bienes Muebles; General de Bienes Nacionales y General de Deuda Pública.

TRANSITORIOS:

ARTICULO PRIMERO.—El presente Decreto, entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el "Diario Oficial" de la Federación.

ARTICULO SEGUNDO.—Se derogan:

I.—La fracción VII del Artículo 1o.; el Artículo 10, la fracción V del Artículo 13, pasando las actuales fracciones VI y VII a ser V, y VI; el penúltimo párrafo del Artículo 14; el tercer párrafo del Artículo 38; el tercer párrafo del Artículo 51; la fracción I del Artículo 56, pasando las actuales fracciones II a VI a ser I a V, y el segundo párrafo del Artículo 59, de la Ley de Obras Públicas.

II.—Los Artículos 56; 57 y 59 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Prestación de Servicios relacionados con Bienes Muebles; y

III.—Las demás disposiciones que se opongan a lo establecido por este ordenamiento.

ARTICULO TERCERO.—Al entrar en vigor este Decreto, el Ejecutivo Federal procederá a revisar las normas reglamentarias y admi-

Reimpresa 2a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 29 de diciembre de 1989.—(Remesa número 3 de 1990).

nistrativas que se hubieren expedido con anterioridad sobre las materias a que se refiere este ordenamiento, y realizará respecto de dichas normas, las adecuaciones y derogaciones que resulten pertinentes; las cuales surtirán efectos, en lo que hace a las entidades paraestatales, una vez que los órganos de gobierno de éstas hayan expedido las políticas, bases y lineamientos a que se refiere este Decreto, para lo cual el Ejecutivo Federal establecerá el plazo necesario.

N. del E.—Se reproduce a continuación el Artículo 35 del Presupuesto de Egresos del Departamento del Distrito Federal para el Ejercicio Fiscal de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 29 de diciembre de 1989, y que a la letra dice:

ART. 35.—Para los efectos del Artículo 57 de la Ley de Obras Públicas, los montos máximos de contratación directa y los de adjudicación mediante convocatoria a cuando menos tres personas que reúnan los requisitos a que dicha disposición se refiere, de las obras que podrán realizar las dependencias y entidades durante el año de 1990, serán los siguientes:

Inversión total autorizada (Millones de pesos) Mayor de	Hasta	Monto máximo total de cada obra que podrá contratarse directamente (Millones de pesos)	Monto máximo total de cada obra que podrá adjudicarse mediante convocatoria a cuando menos tres personas (Millones de pesos)
3,000		7.9	715
3,000	7,500	10.0	900
7,500	12,500	12.2	1,093
12,500	17,500	14.4	1,297
17,500	22,500	17.5	1,573
22,500	30,000	19.0	1,717
30,000	75,000	21.1	1,945
75,000	120,000	24.1	2,173
120,000	165,000	26.7	2,401
165,000	225,000	29.5	2,653
225,000	300,000	31.9	2,870
300,000	375,000	33.9	3,086
375,000	450,000	36.5	3,290
450,000		39.0	3,506

Las dependencias y entidades se abstendrán de formalizar o modificar contratos de obras públicas y de servicios relacionados con ellas, cuando no hubiere saldo disponible en la correspondiente partida presupuestal.

Reglamento de la Ley de Obras Públicas

(Publicado en "Diario Oficial" de 13 de febrero de 1985).

Presidencia de la República.

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

CONSIDERANDO

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

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

Que en este sentido, en su oportunidad, el Ejecutivo a mi cargo propuso reformas al marco jurídico vigente que tienden a reforzar las normas que aseguren disciplina, adecuada programación, eficiencia y escrupulosa

Reimpresa 8a. vez por Fe de erratas en "Diario Oficial" de 6 de junio de 1985.—(Remesa número 3 de 1985).

honradez en la ejecución del gasto público federal, que se concretaron en el actual Artículo 134 Constitucional, cuyos principios persiguen la mejor aplicación de los recursos de que dispone el Estado y que los servidores públicos se ajusten estrictamente a las disposiciones que regulan su manejo;

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

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

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

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

REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

CAPITULO I

Disposiciones Generales

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

ART. 2o.—(Reformado por el artículo primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

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

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

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

Reimpresa 3a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 9 de enero de 1990.—(Remesa número 1 de 1990).

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

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

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

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

ART. 3o.—(Reformado por el artículo primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

I.—Desmontes, subsoleos, nivelación de tierras, desazolve y deshierbe de canales y presas, lavado de tierras;

II.—Instalaciones para la cría y desarrollo pecuario;

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

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

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

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

ART. 5o.—Se sujetarán a las disposiciones de la Ley y este Reglamento:

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

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

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

Reimpresa 3a. vez por Decreto en "Diario Oficial" de 9 de enero de 1990.—(Remesa número 1 de 1990).

CAPITULO II

De la Planeación, Programación y Presupuestación de la Obra Pública

ART. 6o.—(Reformado por el artículo primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

ART. 7o.—(Reformado por el artículo primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

ART. 8o.—(Reformado por el artículo primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

ART. 9o.—(Reformado por el artículo primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

ART. 10.—Las dependencias y entidades deberán elaborar su programa y presupuesto anual de obras, incluyendo:

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

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

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

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

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

ART. 12.—(Reformado por el artículo primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

Reimpresa 4a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 9 de enero de 1990.—(Remesa número 1 de 1990).

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

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

N. del E.—El siguiente párrafo fue creado o adicionado por el artículo segundo del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

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

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

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

CAPITULO III

Del Padrón de Contratistas

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

I.—Datos generales de la interesada;

II.—Capacidad legal de la solicitante;

III.—Experiencia y especialidad;

IV.—Capacidad y recursos técnicos, económicos y financieros;

V.—(Reformada por el artículo primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

V.—Relación de maquinaria y equipo propio o de otras empresas filiales;

VI.—Ultima declaración del Impuesto sobre la Renta;

VII.—Testimonio de la Escritura Constitutiva y reformas;

VIII.—(Reformada por el artículo primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

VIII.—Inscripción en el Registro Federal de Contribuyentes y, de acuerdo con las disposiciones legales aplicables, en la Cámara que le corresponda;

IX.—Cédula Profesional del responsable técnico, para el caso de prestación de servicios;

X.—Registro en el Instituto Mexicano del Seguro Social, en el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, y

XI.—Los demás documentos e información que la Secretaría o el propio interesado considere pertinentes.

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

Las dependencias y entidades deberán solicitar a la Secretaría la suspensión o cancelación del registro de los contratistas, cuando tengan

Reimpresa 4a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 9 de enero de 1990.—(Remesa número 1 de 1990).

conocimiento que éstos se encuentran dentro de alguno de los supuestos de suspensión o cancelación que establece la Ley, fundando y motivando dicha solicitud.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

N. del E.—El siguiente párrafo fue creado o adicionado por el Artículo Segundo del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

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

ART. 23.—(Reformado en su primer párrafo por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

"ART. 23.—Las personas físicas o morales que participen en la contratación de obras públicas, lo harán siempre y cuando posean plena capacidad para celebrar los contratos respectivos, de conformidad con las disposiciones legales que regulan su objeto social o constitución; se encuentren inscritas en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas,

Reimpresa 5a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 9 de enero de 1990.—(Remesa número 1 de 1990).

pudiendo en los casos del Artículo 5o. de este ordenamiento estar inscritos solamente en el de Proveedores del Gobierno Federal; hayan cubierto la cuota anual que al efecto establezca la Ley Federal de Derechos y satisfagan los demás requisitos que disponen la Ley y este Reglamento.

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

CAPITULO IV

De la Contratación y Ejecución de las Obras

ART. 24.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

"ART. 24.—Para asegurar la seriedad de las proposiciones en los concursos que celebren las dependencias, el proponente deberá entregar:

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

II.—Fianza otorgada por institución de fianzas debidamente autorizada.

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

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

ART. 25.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

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

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

ART. 26.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

"ART. 26.—La garantía que se otorgue a la dependencia para el cumplimiento del contrato se ajustará a lo siguiente:

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

II.—La fianza deberá ser presentada dentro de los quince días hábiles siguientes, contados a partir de la fecha en que el contratista hubiere recibido copia del fallo de adjudicación o del contrato suscrito por éste; para ejercicios subsecuentes, el mismo plazo contará a partir

Reimpresa 3a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 9 de enero de 1990.—(Remesa número 1 de 1990).

de la fecha en que la inversión autorizada se notifique por escrito al contratista. Si transcurrido el plazo respectivo no se hubiera otorgado la fianza la dependencia podrá determinar la rescisión administrativa del contrato;

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

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

ART. 27.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Reimpresa 5a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 9 de enero de 1990.—(Remesa número 1 de 1990).

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

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

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

ART. 28.—(Reformado en su primer párrafo por el Artículo Tercero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

"ART. 28.—Para los efectos de las fracciones III y VII del Artículo 31 de la Ley las dependencias y entidades exigirán exclusivamente a los interesados que cumplan con los requisitos siguientes:

I.—(Reformada por el Artículo Tercero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

II.—(Reformada por el Artículo Tercero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

III.—Testimonio del Acta Constitutiva y modificaciones en su caso, según su naturaleza jurídica;

IV.—(Reformada por el Artículo Tercero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

VI.—Capacidad técnica; y

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

N. del E.—Los dos siguientes párrafos fueron creados o adicionados por el Artículo Tercero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

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

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

Reimpresa 5a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 9 de enero de 1990.—(Remesa número 1 de 1990).

ART. 29.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

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

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

ART. 30.—La información y documentación mínima que las dependencias y entidades proporcionarán a los interesados para preparar su proposición será:

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

II.—(Reformada por el Artículo Tercero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

IV.—Fecha de inicio de los trabajos y fecha estimada de terminación;

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

VI.—Relación de materiales y equipos de instalación permanente, que en su caso, proporcione la convocante; y

VII.—Modelo de contrato.

VIII.—(Creada o adicionada por el Artículo Tercero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

VIII.—Los criterios detallados para la adjudicación que dispone la fracción VIII del Artículo 31 de la Ley".

ART. 31.—La proposición que el concursante deberá entregar en el acto de presentación y apertura, contendrá según las características de la obra:

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

II.—Manifestación escrita de conocer el sitio de los trabajos;

III.—Catálogo de conceptos, unidades de medición, cantidades de trabajo, precios unitarios propuestos e importes parciales y el total de la proposición;

IV.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

Reimpresa 3a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 9 de enero de 1990.—(Remesa número 1 de 1990).

V.—(Reformada por el el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

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

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

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

VI.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

VII.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

VIII.—(Derogada por el Artículo Cuarto del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año).

IX.—(Derogada por el Artículo Cuarto del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año).

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

ART. 32.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

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

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

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

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

Reimpresa 2a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 9 de enero de 1990.—(Remesa número 1 de 1990).

V.—Se entregará a todos los concursantes un recibo por la garantía otorgada;

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

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

ART. 34.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

"ART. 34.—La dependencia o entidad convocante para determinar la solvencia de las proposiciones y efectuar el análisis comparativo y dictamen a que se refiere el Artículo 36 de la Ley, deberá considerar:

A.—En los aspectos preparatorios para el análisis comparativo de las proposiciones:

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

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

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

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

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

B.—En los aspectos preparatorios para la emisión del fallo:

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

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

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

ART. 35.—La dependencia o entidad dará a conocer el fallo del concurso de que se trate, en el lugar, fecha y hora señalados para tal efecto, declarando cuál concursante fue seleccionado para ejecutar los trabajos objeto del concurso y le adjudicará el contrato correspondiente; acto al que serán invitadas todas las personas que hayan participado en la presentación y apertura de proposiciones. Para constancia de fallo se levantará acta, la cual firmarán los asistentes, a quienes se les entregará copia de la misma, conteniendo además de la declaración anterior, los datos de identificación del concurso y de los trabajos objeto del mismo; lugar, fecha y hora en que se firmará el contrato respectivo en los

Reimpresa 5a. vez por Reformas en "Diario Oficial" de 9 de enero de 1990.—(Remesa número 1 de 1990).

términos de la Ley, y la fecha de iniciación de los trabajos. La omisión de firma por parte de los concursantes no invalidará el contenido y efectos del acta.

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

ART. 36.—El concursante a quien se adjudique el contrato deberá entregar según el caso;

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

II.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

ART. 37.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

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

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

ART. 40.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

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

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

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

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

Los días de atraso se determinarán a partir de las fechas de terminación fijadas en el programa de ejecución a que se refiere el Ar-

ticulo 36 fracción II de este Reglamento, con los ajustes acordados por las partes.

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

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

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

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

ART. 42.—Para los efectos del Artículo 39 de la Ley, se entenderá por:

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

II.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

ART. 43.—La dependencia o entidad proveerá lo necesario para que se cubran al contratista:

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

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

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

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

N. del E—El siguiente párrafo fue creado o adicionado por el Artículo Segundo del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

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

ART. 44.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

I.—Llevar la bitácora de la o las obras;

II.—Verificar que los trabajos se realicen conforme a lo pactado en los contratos correspondientes, o en el Acuerdo a que se refiere el Artículo 51 de la Ley, así como a las órdenes de la dependencia o entidad a través de la residencia de supervisión;

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

IV.—Mantener los planos debidamente actualizados;

V.—Constatar la terminación de los trabajos; y

VI.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

ART. 49.—(Reformado en su primer párrafo por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

I.—Nombre de los asistentes y el carácter con que intervengan en el acto;

II.—Nombre del técnico responsable por parte de la dependencia o entidad y en su caso, el del contratista;

III.—Breve descripción de las obras o servicios que se reciben;

IV.—Fecha real de terminación de los trabajos;

V.—Relación de las estimaciones o de gastos aprobados, monto ejercido, créditos a favor o en contra y saldos; y

VI.—En caso de trabajos por contratos, las garantías que continuarán vigentes y la fecha de su cancelación.

N. del E.—El siguiente párrafo fue reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

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

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

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

ART. 50.—En el supuesto que establece el Artículo 46 de la Ley, la revisión de los actos se hará según el caso, mediante cualesquiera de los siguientes procedimientos:

I.—Revisar cada uno de los precios de cada contrato para obtener el ajuste;

II.—Revisar un grupo de precios, que multiplicados por sus correspondientes cantidades de trabajo por ejecutar, representen cuando menos el 80% del importe total faltante del contrato.

N. del E.—El siguiente párrafo fue reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

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

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

En este supuesto, las dependencias y entidades podrán optar por el procedimiento anterior cuando así convenga, para lo cual, deberán agrupar aquellas obras o contratos que por sus características contengan conceptos de trabajo similares y consecuentemente sea aplicable al procedimiento mencionado. Los ajustes se determinarán para cada grupo de obras o contratos y se aplicarán exclusivamente para los que se hubieren determinado, y no se requerirá que el contratista presente la documentación justificatoria.

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

I.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

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

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

III.—(Reformada por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

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

ART. 52.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

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

Lo anterior es sin perjuicio de las responsabilidades que pudieran existir.

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

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

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

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

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

ART. 53.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se imposibilite la continuación de los trabajos, el contratista podrá suspender la obra. En este supuesto, si opta por rescindir el contrato lo solicitará a la dependencia o entidad, la cual decidirá dentro de los veinte días hábiles siguientes al de la solicitud; en caso de negativa, será necesario que el contratista obtenga de la autoridad judicial la declaratoria correspondiente".

ART. 54.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

N. del E.—El siguiente Capítulo V que comprende los Artículos 55 a 57 fue creado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

CAPITULO V

De las Obras por Administración Directa

ART. 55.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

II.—Alquilar el equipo y maquinaria de construcción complementario;

III.—Utilizar los materiales de la región;

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

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

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

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

ART. 56.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

II.—El programa de utilización de recursos humanos, deberá consignar la especialidad, categoría, número requerido y percepciones to-

tales por día, semana o mes. El programa incluirá al personal técnico, administrativo y obrero, encargado directamente de la ejecución de los trabajos; y

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

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

ART. 57.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

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

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

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

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

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

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

N. del E.—El siguiente Capítulo VI fue reformado por el artículo primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue:

CAPITULO VI

De los Servicios Relacionados con la Obra Pública

ART. 58.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

Quedan comprendidos como servicios relacionados con las obras públicas:

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

II.—La planeación, anteproyecto y diseños arquitectónicos y artísticos;

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

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

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

VI.—Los trabajos de organización, informática y sistemas;

VII.—Los dictámenes, peritaje y avalúos; y

VIII.—Todos aquéllos de naturaleza análoga.

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

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

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

ART. 59.—(Reformado por el Artículo Primero del Decreto de 3 de enero de 1990, publicado en "Diario Oficial" de 9 del mismo mes y año, en vigor al día siguiente, para quedar como sigue):

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

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

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

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

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

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

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

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

TRANSITORIOS:

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

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

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

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

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

N. del E.—Se reproducen a continuación los Artículos Transitorios del Decreto por el que se reforma y adiciona el Reglamento de la Ley de Obras Públicas, publicado en "Diario Oficial" de 9 de enero de 1990, y que a la letra dicen:

TRANSITORIOS:

PRIMERO.—El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el "Diario Oficial" de la Federación.

SEGUNDO.—Se abroga el Acuerdo que establece las normas que deberán observarse en la ejecución de obras públicas publicado en el "Diario Oficial" de la Federación el 30 de enero de 1984; se abrogan

las "Bases y normas generales para la contratación y ejecución de obras públicas, aplicables a todos los proyectos y obras que realicen las dependencias a que se refiere la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas"; se deroga la sección 3.7 denominada "De los trabajos menores de conservación y mantenimiento" de las "Reglas generales para la contratación y ejecución de las obras públicas y de servicios relacionados con las mismas", publicadas en el "Diario Oficial" de la Federación de fecha 26 de enero de 1970, y 1o. de junio de 1982, respectivamente, y todas aquellas disposiciones que se opongan al presente Decreto.

TERCERO.—Para efectos de lo dispuesto en el Artículo Tercero Transitorio del Decreto que reforma la Ley de Obras Públicas publicado en el "Diario Oficial" de la Federación el 7 de enero de 1988, en un plazo que no excederá de sesenta días hábiles contados a partir de la fecha en que entre en vigor este Decreto, los órganos de gobierno de las entidades paraestatales emitirán las políticas, bases y lineamientos que conforme a la Ley de Obras Públicas y a este Decreto les corresponde, tomando en consideración las características, necesidades, objetivos y metas de las propias entidades. Hasta en tanto se lleve a cabo lo anterior, seguirán siendo aplicables a las entidades las disposiciones reglamentarias y administrativas que correspondan a las dependencias.

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

Del 21 de septiembre al 6 de octubre de 1992

CONTRATOS, NORMAS, ESPECIFICACIONES Y ESTIMACIONES

ING. RAUL IBARRA RUIZ

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

NORMAS Y ESPECIFICACIONES

NORMA DE OBRA.- CONJUNTO DE DISPOSICIONES Y REQUISITOS GENERALES ESTABLECIDOS POR LAS DEPENDENCIAS, ENTIDADES O PARTICULARES, QUE DEBEN APLICARSE PARA LA REALIZACION DE ESTUDIOS, PROYECTOS, EJECUCION Y EQUIPAMIENTO DE LAS OBRAS, LA PUESTA EN SERVICIO, SU -- CONSERVACION O MANTENIMIENTO Y LA SUPERVISION DE ESOS TRABAJOS,- COMPRENDIENDO LA MEDICION Y LA BASE DE PAGO DE LOS CONCEPTOS DE TRABAJO.

ESPECIFICACION DE OBRA.- CONJUNTO DE DISPOSICIONES, REQUISITOS - E INSTRUCCIONES PARTICULARES QUE MODIFICAN, ADICIONAN O SUSTITUYEN A LAS NORMAS CORRESPONDIENTES Y QUE DEBEN EFECTUARSE YA SEA PARA EL ESTUDIO, PARA EL PROYECTO Y/O PARA LA EJECUCION Y EQUIPAMIENTO DE UNA OBRA DETERMINADA, LA PUESTA EN SERVICIO, SU CONSERVACION O MANTENIMIENTO Y LA SUPERVISION DE ESOS TRABAJOS. EN LO QUE SE OPONGA A LAS NORMAS, LAS ESPECIFICACIONES PREVALECERAN.

DEFINICION

REFERENCIAS

MATERIALES

EJECUCION

MEDICION

BASE DE PAGO

números generadores

OBRA :

UBICACION:

PLANO :

FECHA :

CALCULO :

CONCEPTO	LOCALIZACION				LARGO	ANCHO	ALTO	PZAS.	RESULTADO	OBSERVACIONES
	EJE	TRAM	TIPO							

HOJA :

numeros generadores

ACION:

FECHA:

CALCULO:

CONCEPTO	LOCALIZACION			ø	LARGO	NUM. DE		2	2.5	3	4	5	6	8	10	12
	EJE	TRAM.	TIPO			VAR.	ELEM.	0.250	0.384	0.557	0.996	1.560	2.250	3.975	6.225	8

HOJA:

colegio nacional de educación profesional técnica
DIRECCION DE INMUEBLES Y EQUIPAMIENTO

OBRA: _____

RESIDENCIA: _____ CONTRATISTA: _____

PERIODO DE TRABAJO _____ A _____

No. DE CONTRATO: _____

HOJA No. _____ No. DE ESTIMACION _____ Nomb. Resid. _____

LOCALIZACION DE LA OBRA: _____

ESTIMACION DE: _____

CONCEPTO	UNIDAD	LOCALIZACION	ESPECIFICACION No.	SEGUN PROYECTO	HASTA ESTIMACION ANTERIOR	DE ESTA ESTIMACION	TOTAL A LA FECHA	RESTA POR ESTIMAR	PRECIO UNITARIO	IMPORTE

LUGAR Y FECHA:

OBSERVACIONES: _____

FORMULO EL RESIDENTE DE OBRA
conalep

nombre: _____

AUTORIZO: SUPERV. DE conalep

nombre _____

CONFORME: EL CONTRATISTA
CONSTRUCTORA

nombre: _____

REVISO: V. DE OBRA

nombre _____

colegio nacional de educación profesional técnica

DIRECCION DE INMUEBLES Y EQUIPAMIENTO

ESTIMACION DE:

GENERADORES DE _____

DE LA ESTIMACION No. _____ HOJA _____

QUE SE PRESENTA A LA CONSIDERACION DEL:

_____

SUPERVISOR DE Conalep

EDIFICIO _____ NIVEL _____ ELEMENTO _____

OBRA _____ LOCAL _____ FECHA _____

C R O Q U I S

POR Conalep

OBSERVACIONES _____

AUTORIZO _____

POR EL CONTRATISTA

FORMULO _____ REVISO _____

colegio nacional de educación profesional técnica
DIRECCION DE INMUEBLES Y EQUIPAMIENTO

OBRA: CONALEP INDIOS VERDES
RESIDENCIA: _____ CONTRATISTA: Cons. Ibarra
PERIODO DE TRABAJO _____ A _____
No. DE CONTRATO: _____
HOJA No. _____ No. DE ESTIMACION _____ Nomb. Resid. _____

...IZACION DE LA OBRA: _____

...IMACION DE: _____

CONCEPTO	UNIDAD	LOCALIZACION	ESPECIFICACION No.	SEGUN PROYECTO	HASTA ESTIMACION ANTERIOR	DE ESTA ESTIMACION	TOTAL A LA FECHA	RESTA POR ESTIMAR	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
...2.0 y nivelación	m^2	Cafetería	A.4	57.60	—	75.73	75.73	—	60.55	4,585.4
...vación 0-2 m	m^3	"	A.5	32.61	—	32.92	32.92	—	463.37	15,254.1
...lla de concreto	m^2	"	A.6	33.12	—	34.30	34.30	—	742.13	25,455.0
...to en cimentac.	m^3	"	A.7	7.87	—	6.86	6.86	—	33,616.30	230,607.5
...de en rasos 0.14 m	m^2	"	A.14	—	—	15.28	15.28	—	1,666.70	25,468.0
...to aparente en cols.	m^3	"	A.8	1.92	—	3.04	3.04	—	68,000.13	206,720.8
...n cimentac. 0.15x0.20	m	"	A.9	41.40	—	38.20	38.20	—	1,492.75	57,024.5
...s de block hueco	m^2	"	A.11	91.83	—	65.34	65.34	26.49	2,051.99	136,004.5
...concreto aligerada	m^2	"	A.12	71.68	—	75.73	75.73	—	7,972.51	603,755.18
								Sub-		1'304,878.25
...ta: SE APLICA UNA DEDUCTIVA DE $ 136,034.01 A LA SUMA DE ESTA ESTIMACION $ 1'304,878.25 POR TRABAJOS EJECUTADOS FUERA DEL PROYECTO ORIGINAL LA CANTIDAD DE $ 136,034.01 SE PAGARA AL FINAL COMO TRABAJOS EXTRAS.							IVA	15%		195,731.7
								Total-		1'500,610.9

...FECHA: _____

...VACIONES: SE AUTORIZA EL INCREMENTO A VOLUMENES: A.4; A.5; A.6; A.14 Y 12 POR GENERARSE MAYOR VOL. ORIGINAL. VER ANEXO No. 1

FORMULO EL RESIDENTE DE OBRA
CONALEP
nombre: _____

CONFORME: EL CONTRATISTA
CONSTRUCTORA
nombre: Raúl Ibarra Ruiz

colegio nacional de educación profesional técnica
DIRECCION DE INMUEBLES Y EQUIPAMIENTO

ALIZACION DE LA OBRA:

TIMACION DE: TRABAJOS EXTRAS

OBRA:
RESIDENCIA: CONTRATISTA:
PERIODO DE TRABAJO A
No. DE CONTRATO: ANEXO No. 1. T/E.
HOJA No. No DE ESTIMACION Nomb Resid

CONCEPTO	UNIDAD	LOCALIZACION	ESPECIFICACION No.	SEGUN PROYECTO	HASTA ESTIMACION ANTERIOR	DE ESTA ESTIMACION	TOTAL A LA FECHA	HASTA POR ESTIMAR	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
AZO Y NIVELACION	M^2	CAFET.	A.4	57.60		18.13	18.13		60.55	1,097.77
AVACION 0-2 M	M^3		A.5	32.61		0.31	0.31		463.37	143.6
MILLA F'C=100 Kg/cm²	M^2		A.6	33.12		1.18	1.18		742.13	875.71
RETO EN Cimentación	M^3									
DE ENCERE.	M^2		A.14	00.00		15.28	15.28		1,666.71	25,468.0
RETO APARENTE	M^3		A.8	1.92		1.12	1.12		68,000.00	76,160.1
COLUMNAS.										
AS CIMENTACION	M									
DE BLOCK.	M^2									
DE CONCRETO	M^2		A.12.	71.68		4.05	4.05		7,912.51	32,258.6
CERRADO.							SUBTOTAL			136,034.0
							15% I.V.A.			20,405.1
							TOTAL			156,439.1

Y FECHA:

RVACIONES: SE AUTORIZO EL INCREMENTO A LAS ESPECIFICACIONES: A.4; A.5; A.6; A.14 Y A.12 POR GENERARSE UN VOL. ADICIONAL. DICHO INCREMENTO SE [illegible] AL FINAL, COMO [illegible]

FORMULO EL RESIDENTE DE OBRA
Conalep

nombre:

AUTORIZO: SUPERV. DE Conalep

CONFORME: EL CONTRATISTA
CONSTRUCTORA

nombre:

REVISO: SUPERV. DE OBRA

colegio nacional de educación profesional técnica
DIRECCION DE INMUEBLES Y EQUIPAMIENTO

OBRA:
RESIDENCIA: CONTRATISTA:
PERIODO DE TRABAJO A
No. DE CONTRATO:
HOJA No. No DE ESTIMACION Nomb. Resid.

IZACION DE LA OBRA:

TIMACION DE:

CONCEPTO	UNIDAD	LOCALIZACION	ESPECIFICACION No.	SEGUN PROYECTO	HASTA ESTIMACION ANTERIOR	DE ESTA ESTIMACION	TOTAL A LA FECHA	HASTA POR ESTIMAR	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
						TOTAL ESTIMACION 1		1	1'[illegible]4.878.2	
						TOTAL ANTICIPO 1			(—) 1'[illegible]6.034.0	
									1'1[illegible]8.844.2	
						15% I.V.A.			17[illegible]5,326.6	
									1'34[illegible].170.8	
			TOTAL A PAGAR DE ESTA ESTIMACION: (UN MILLON TRE[illegible] CIENTOS SETENTA 88/100 M.N.)							

Y FECHA:

RVACIONES:

FORMULO EL RESIDENTE DE OBRA
conclap
nombre:

CONFORME: EL CONTRATISTA
CONSTRUCTORA
nombre:

AUTORIZO: SUPERV. DE conclap

REVISO: SU[illegible] DE OBRA

CONSTRUCTORA IBARRA, S.A.

DE 1 A 9 DE SEP.

CALENDARIO DE TRABAJO PARA EL PLANTEL CONALEP INDIOS VERDES

CONCEPTO	SEMANAS 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.- CAFETERIA												
Cimentación												
Columnas de concreto												
Muros de block hueco												
Losa de concreto aligerada												
Cancelería de aluminio												
Piso de duela												
Vidrios												
Instalación eléctrica												
2.- CASETA HERRAMIENTA												
Demolición muro												
Alambrado malla ciclón												
Cambio lavabos												
3.- Trabajos VARIOS												
Muro de block												

10

colegio nacional de educación profesional técnica

FECHA _____
N° REPORTE _____

PLANTEL _____ FECHA INICIO DE OBRA _____ NOMBRE CONSTRUCTORA _____

CONCEPTO	EDIF. ____ % 25	50	75	EDIF. ____ % 25	50	75	EDIF. ____ % 25	50	75	EDIF. ____ % 25	50	75	EDIF. ____ % 25	50	75	EDIF. ____ % 25	50	75	EDIF. ____ % 25	50	75	EDIF. ____ % 25	50	75	% 25	50	75	% 75	50	75
1.- OBRAS PRELIMINARES																														
1.1.- LIMPIEZA Y TRAZO																														
1.2.- EXCAVACION																														
2.1.- PLANTILLA DE CIMENTACION																														
2.2.- ACERO EN CIMENTACION																														
2.3.- CONCRETO EN CIMENTACION																														
3.- ESTRUCTURA U-1C, U-2C, U-3C, T-00																														
3.1.- COLUMNAS Y TRABES																														
PLANTA BAJA																														
1° NIVEL																														
2° NIVEL																														
3.2.- LOSA P.B.																														
1° NIVEL																														
2° NIVEL																														
3.3.- COLUMNAS Y TRABES T-80																														
3.4.- CUBIERTA DE MULTIPANEL																														
4.- ALBANILERIA																														
4.1.- CADENAS Y CASTILLOS																														
4.2.- MUROS																														
5.- PISOS																														
5.1.- FIRMES																														
5.2.- ACABADOS																														
6.- CANCELERIA																														
6.1.- PUERTAS Y VENTANAS																														
6.2.- VIDRIOS																														
7.- INSTALACION ELECTRICA																														
8.- INS. HIDRAULICA Y SANITARIA																														
9.- INSTALACION DE GAS																														
10.- ACABADOS																														
11.- PINTURA																														
12.- OBRAS EXTERIORES																														
OBSERVACIONES																														

CUANTIFICACION DE EXCAVACIONES •
FORMATO E - 03

DIRECCION GENERAL DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
IRA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES
ATURA DE CONSTRUCCIONES
RTAMENTO DE ESTIMACIONES Y FINIQUITOS

NE		TIPO DE OBRA	
LOCALIDAD			
CONTRATISTA			
PLAZO		CUERPO	
PARTIDA	PERIODO DE EJECUCION	MODIFICACION	
		NOTAS DE BITACORA	

CUANTIFICACION DE EXCAVACIONES

LOCALIZACION	No EXCAVACIONES	BN ± 0.00		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION				AREA		RESUMEN DE MATERIAL m³									
					MATERIAL					A			B			C			SUMA
		N.T.N.	N.D.M.	TOTAL	A	B	C	MEDIDAS	M²	0.2	2.4	4.6	0.2	2.4	4.6	0.2	2.4	4.6	Σ A B C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
								TOTALES											

OBSERVACIONES

(21)

NOTA: ANEXAR LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO (PLANTA Y SECCIONES)

RESPONSABLE — RESIDENTE DMSS

FIRMA

NOMBRE

ACEPTA — EL CONTRATISTA

FIRMA

NOMBRE

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
1	Localización	Anotar los ejes y/o elementos del área y/o actividad de que se trate, basándose en los ejes de referencia del plano topográfico (que deberán coincidir con los ejes de cimentación del edificio); o en los ejes del proyecto, en caso de ser obras exteriores
2	Número de excavaciones iguales	Deberá llenarse en caso de existir volúmenes iguales a excavar.
3	Banco de nivel ± 0.00. Nivel de terreno natural	En esta columna se anotará, con signo positivo (+) o negativo (−), la diferencia de cota de nivel que haya entre el banco de nivel determinado en obra y el nivel de terreno natural existente en el área a excavar. Es necesario para facilitar la cuantificación respectiva que la cota de nivel del banco de referencia detrminado sea ± 0.00, como se indica en el formato
4	Banco de nivel ± 0.00. Nivel de desplante y/o meseta	En esta columna se anotará, con signo positivo (+) o negativo (−), según sea el caso, la diferencia de cota de nivel que exista entre el banco de nivel determinado en obra, que será + 0.00 y el nivel de desplante de la cimentación de que se trate o el nivel de meseta indicado en el proyecto
5	Profundidad de excavación total	Anotar en esta columna la profundidad escavada en metros lineales, que es el resultado de la suma o resta (dependiendo de los signos) de las columnas 3 y 4, donde signos iguales se restan entre sí, y signos desiguales se suman.
6	Profundidad de excavación en material "A"	Anotar en metros lineales del total de la profundidad excavada, el espesor que le corresponda al material "A" (clasificación de acuerdo a las normas y especificaciones del I.M.S.S.)
7	Profundidad de excavación en material "B"	Anotar en metros lineales del total de la profundidad excavada, el espesor que le corresponda al material "B" (clasificación de acuerdo a normas y especificaciones del I.M.S.S.)
8	Profundidad de excavación en material "C"	Anotar en metros lineales del total de la profundidad excavada, el espesor que le corresponda al material "C" (clasificación de acuerdo a normas y especificaciones del I.M.S.S.)
9	Area, medidas	Anotar el largo por el ancho de la excavación indicada en la localización, para obtener el área a excavar.
10	Area m^2	Anotar el resultado de las operaciones indicadas en el punto anterior.

CC ANA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
11 a 19	Material "A", "B" y "C", profundidad: 0.00 a 2.00 metros, 2.00 a 4.00 metros y 4.00 a 6.00 metros	Anotar los totales de volumen excavado de cada renglón de acuerdo con el tipo de material "A", "B" o "C" y la profundidad de que se trate; para ello deberá multiplicarse el área obtenida en la columna 10 por las diferentes profundidades indicadas en las columnas 6, 7 y 8, y las cantidades así obtenidas se anotarán en estas columnas dependiendo de si es material "A", "B" o "C" y de la profundidad en la que se llevó a cabo dicha excavación.
20	Volumen excavado m^3..Suma de volúmenes en material "A" + material "B" + material "C"	En esta columna se anotará la suma total de volúmenes excavados, tanto en los materiales "A", "B" y "C", como en las profundidades marcadas (0-2, 2-4, 4-6) (suma de las columnas 11 a 19).
21	Observaciones	En este espacio se anotarán todas las aclaraciones que al respecto se juzguen pertinentes.

Notas:

Se anexará el levantamiento topográfico, siempre y cuando el terreno tenga una superficie accidentada e irregular.

Se hace notar la conveniencia de cuantificar simultáneamente excavaciones y rellenos, por la interrelación que tienen entre sí.

21/75 hl

CUANTIFICACION DE RELLENOS Y ACARREOS
FORMATO • E - 04

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIAR
JEFATURA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES
SUBJEFATURA DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE ESTIMACIONES Y FINIQUITOS

No.		TIPO DE OBRA		MEMO	
OCAMEMO				FECH	
CONTRATISTA					
PLANO		CUERPO			
PARTIDA	PERIODO DE EJECUCION		MODIFICACION		
			NO. ANTE JEFATURA		

CUANTIFICACION DE RELLENOS Y ACARREOS

LOCALIZACION	VOLUMEN EXCAVADO	VOLUMENES A DESCONTAR	TOTAL m³	RELLENOS		ACARREOS	OBSERVACIONES
				MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION	MATERIAL FUERA DE OBRA		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
TOTALES							

Vo. EST (9)	Vo. RM (11)	RESPONSABLE — RESIDENTE IMSS	ACEPTA — EL CONTRATISTA
EST SUBS (10)	RMS SUBS (12)	FIRMA	FIRMA
		NOMBRE	NOMBRE

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
1	Localización	Se anotarán los ejes y/o elementos de los volúmenes cuantificados en la hoja generadora de excavaciones (Formato E-03 columna 1).
2	Volumen excavado	Se anotarán los volúmenes totales registrados en la columna no. 20 de la hoja generadora de excavaciones (Formato E-03)
3	Volúmenes a descontar	En esta columna se deben registrar las medidas de los elementos motivo de la excavación, especificando de lo que se trata (zapata, dado, plantilla, tubería, etc.) o el volumen ya obtenido producto de otras generadoras
4	Total (M^3)	Se anotará el resultado final de las operaciones indicadas en la columna no. 3 a fin de obtener volúmenes.
5	Rellenos con material producto de la excavación	En esta columna se anotará la diferencia entre el volumen excavado (2) y los volúmenes a descontar (4), o sea (2) menos (4), siempre y cuando los rellenos se vayan a hacer con material producto de la excavación
6	Rellenos con material de fuera de la obra	Cuando los rellenos se ejecuten con algún material traído de fuera de la obra, la diferencia (2-4) explicada en el punto 5, se anotará en esta columna.
7	Acarreos	Cuando el relleno se efectuó con material producto de la excavación, se anotarán las mismas cantidades registradas en la columna no. 4 donde quedaron indicados los totales de los volúmenes a descontar. Nota: En caso de que los rellenos se hagan con material de fuera de la obra, todo el material producto de la excavación (columna 2) se llevará a la columna 7, formando parte de los acarreos.
8	Observaciones	Espacio destinado a registrar todas las aclaraciones que se juzguen pertinentes respecto a la cuantificación efectuada.
9	Primera estación	Todo el material producto de las excavaciones que requiera acarrearse y retirarse de la obra, deberá cuantificarse según los lineamientos del IMSS, por estaciones (distancias de 20 mts., máximo), cuando es con carretilla y en bote dentro de la obra

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
10	Estaciones subsecuentes	Cuando el acarreo de los materiales sea a distancias mayores a 20 mts (primera estación), se deberán sacar múltiplos de 20 para ver cuantas estaciones más se moverá dicho material. Ese número de estaciones subsecuentes será el multiplicador del volumen que se está acarreando. *Ejemplo* 10 M³ (volumen a acarrear) 60 mts. (distancia a llevar) (3 estaciones) Por lo tanto, 10 M³ se llevarán una estación (primera estación) y, 10 M³. x 2 (estaciones subsecuentes) igual a 20 M³.
11	Primer kilómetro	Todos los materiales producto de la excavación que tengan que sacarse de la obra, deberán llevarse a un tiradero o sitio indicado por la autoridad o residencia del I.M.S.S. Este volumen deberá registrarse en este punto, cuando el tiradero se encuentre a una distancia máxima de un kilómetro
12	Kilómetros subsecuentes	Cuando la distancia al tiradero sea mayor a un kilómetro, el volumen de desecho deberá multiplicarse por el número de kilómetros (menos 1) a que se encuentre el sitio indicado por el Instituto como tiradero y estas cantidades, así como el total, quedarán registradas en el renglón no. 12 de este formato. Nota: Se hace notar la conveniencia de cuantificar, simultáneamente, excavaciones y rellenos.

CUANTIFICACION DE ACERO
•FORMATO E - 05

SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIA
JEFATURA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES
SUBJEFATURA DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE ESTIMACIONES Y FINIQUITOS

[illegible]		[illegible]		[illegible]	
LOCALIDAD					
CONTRATISTA					
PLANO		CUERPO		NIVEL	
PARTIDA	PERSONOLOGIA			COORDENADAS	
				SUELDO DE DESARROLLO	

CUANTIFICACION DE ACERO

ELEMENTO Y LOCALIZACION	TIPO DE REFUERZO	Ø	No. PZAS	VARILLAS ANT.	VARILLAS LONGITUD	LONGITUDES No. [illegible]	No. [illegible]	No. [illegible]	No. [illegible]	No. [illegible]	No. [illegible]	No. [illegible]	No. [illegible]	No. [illegible]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)
	LONGITUD TOTAL				(8)									
	KG. X M. DE VARILLA				(9)	0.248	0.481	0.557	0.99	1.500	2.250	3.975	6.225	[illegible]
	PESO TOTAL				(10)									

OBSERVACIONES (11)		
	RESPONSABLE / RESIDENTE FIRMA NOMBRE	SUPERVISOR / [illegible] FIRMA NOMBRE

CUANTIFICACION DE CIMBRA Y CONCRETO
• FORMATO E - 06

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
1	Elemento y localización	Se indicará el elemento que contiene el acero por cuantificar, por ejemplo zapata Z-1, contratrabe CT-2, dado D-1, trabe de liga TL-1, columna C-1, trabe T-1, así como la localización de los mismos, por ejemplo losa ejes 1-3 y A-C
2	Tipo de refuerzo	Se anotarán en esta columna, en forma abreviada, los tipos de refuerzo de que consta el elemento a cuantificar, por ejemplo, si se tratara de una trabe, se llevaría el siguiente orden armado lecho superior, armado lecho intermedio, armado lecho inferior, bastones superiores, bastones inferiores, estribos, etc
3	Ø / (Diámetro)	Se anotará el diámetro de la varilla con número, por ejemplo 2, 2.5, 3, etc
4	Número de piezas	Se anotará el número de elementos iguales según el plano de referencia y de acuerdo a los niveles considerados
5	Cantidad de varillas	Se anotará el número del varillas iguales en diámetro y longitud de cada uno de los refuerzos del elemento a cuantificar
6	Longitud de varillas	Se indicará en metros lineales la longitud real de la varilla, descontando recubrimientos y sumándole los anclajes (normalmente 40 Ø) cuando lo especifique el plano, pero por ningún motivo se considerarán ganchos, traslapes, silletas y desperdicios, ya que estos por norma vienen incluidos en el P.U. correspondiente
7	Longitudes	Se anotará en metros lineales, en cada una de las columnas, según corresponda, la cantidad que resulte de multiplicar número de piezas por cantidad y por longitud (columnas 4, 5 y 6)
8	Longitud total	Se anotará en metros lineales el total que resulte de la suma de cantidades de cada columna
9	Kg/ml de varilla	Aparece indicado, según el diámetro, el peso en kilos, por cada metro lineal de varilla
10	Peso total	Se anotará en cada casilla, en kilogramos, la cantidad que resulte de multiplicar la longitud total (8) por el peso unitario (9), y ya en la estimación correspondiente se hará la transformación de kilos a toneladas, con aproximación de 3 cifras decimales máximo
11	Observaciones	Este espacio se utilizará para anotar los datos que al respecto se consideren pertinentes y que puedan servir de apoyo, por ejemplo, se indicará el tipo de acero si es grado estructural o grado duro.

SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
JEFATURA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES
SUBJEFATURA DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE ESTIMACIONES Y FINIQUITOS

No.		TIPO DE OBRA		HOJA	
LOCALIDAD				FECHA	
CONTRATISTA					
PLANO		CUERPO		NIVEL	

PARTIDA	PERIODO DE EJECUCION	MODIFICACION	
		NOTAS DE BITACORA	

CUANTIFICACION DE CIMBRA Y CONCRETO

ELEMENTO Y LOCALIZACION	No. DE PIEZAS	MEDIDAS Y OPERACIONES	CIMBRA COMUN		CIMBRA APARENTE		CONCRETO f'c	
			AREA	DESCUENTO	AREA	DESCUENTO	VOLUMEN	DESCUENTO
(1)	(2)	(3)	(4)	(4)	(5)	(5)	(6)	(6)

OBSERVACIONES (9)

SUMA (7)		SUMA		SUMA	
TOTAL (8) M²		TOTAL M²		TOTAL	

RESPONSABLE RESIDENTE IMSS
FIRMA
NOMBRE

ACEPTO POR EL CONTRATISTA
FIRMA
NOMBRE

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
1	Elemento y localización	Se anotará el nombre del elemento y/o localización del mismo, en base a los ejes indicados en los planos de cimentación o estructura a cuantificar
2	No. de piezas	En caso de que existan 2 o más elementos con las mismas medidas y características, se anotará en esta columna el no. de piezas iguales
3	Medidas y operaciones	En estos espacios deberán anotarse, por renglones, las medidas de superficie y volumen según el concepto del elemento que se esté cuantificando, quedando indicadas las operaciones a ejecutar.
4	Cimbra común	Cuando en los elementos a cuantificar se haya usado esta cimbra
	Area	Se anotará el resultado de las operaciones indicadas en la columna no. 3
	Descuento	Se anotará con signo negativo (−) la superficie (M^2) que se requiera descontar de los elementos que se estén cuantificando, debiendo quedar indicadas las operaciones en la columna no. 3
5	Cimbra aparente	Cuando en los elementos a cuantificar se haya usado esta cimbra
	Area	Se anotará el resultado de las operaciones indicadas en la columna no. 3
	Descuento	Se anotará con signo negativo (−) la superficie (M^2) que se requiera descontar de los elementos que se estén cuantificando, debiendo quedar indicadas las operaciones en la columna no. 3.
6	Concreto f'c	Se anotará la resistencia del concreto, procurando cuantificar un solo tipo de concreto por hoja generadora.
	Volumen	Se anotará el resultado de las operaciones indicadas en la columna no. 3.
	Descuento	Se anotará con signo negativo (−) el volumen (M^3) que se requiera descontar de los elementos que se estén cuantificando, debiendo quedar indicadas las operaciones en la columna no. 3.

CUANTIFICACION DE MUROS, CADENAS Y CASTILLOS • FORMATO E - 07

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
7	Suma	En este renglón se anotarán las sumas totales de las superficies, volúmenes cuantificados, así como de los descuentos.
8	Total	Se anotará el resultado final después de restar los descuentos al total del área o volumen cuantificados.
9	Observaciones	En este espacio se anotarán todas las indicaciones que se juzguen pertinentes para aclaración de la hoja generadora.

Nota:

Se hace hincapié en la conveniencia de cuantificar cimbra y concreto simultáneamente.

ITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
JEFATURA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES
SUBJEFATURA DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE ESTIMACIONES Y FINIQUITOS

CONTRATO		GERENCIA			
NO		TIPO DE OBRA		DAD	
LOCALIDAD				FECHA	
CONTRATISTA					
PERIODO		CORRIDO		NIVEL	

PARTIDA	PERIODO DE EJECUCION	ANOTACIONES	
		NOTAS DE BITACORA	

CUANTIFICACION DE MUROS, CADENAS Y CASTILLOS

(1) NUMERO		(2) MUROS ESPESOR			(3) DESCUENTO DE HUECOS				(4) CADENAS SECCION			(5) CASTILLOS SECCION			(6) PROLONGACION DE CASTILLOS		
TOTAL	MURO	LONGITUD	ALTURA	AREA	clave	LONGITUD	ALTURA	TOTAL	No	LONGITUD	TOTAL	No	ALTURA	TOTAL	No	ALTURA	TOTAL

DESCUENTO DE CADENAS CASTILLOS Y HUECOS	SUMA	TOTAL	TOTAL ML	TOTAL ML	TOTAL
	(-)		POR PERALTE	POR ANCHO	
TOTAL	M2	(-) M2	DESCUENTO (-)	DESCUENTO (-)	

OBSERVACIONES (7)

Clave	
P Puerta	(3)
C V Cuadro válvulas	
G I Gabinete contra incendio	
T E Tablero electrico	
R T Registro telefonico	
T Transfer	
[illegible]	

RESPONSABLE — RESIDENTE IMSS

FIRMA

NOMBRE

ACEPTA — EL CONTRATISTA

FIRMA

NOMBRE

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
1	Número de local y número de muro	Se anotará en esta columna por renglón, primero el número del local y después el número del muro
2	Muros:	
	Espesor	Se anotará en metros el espesor del muro así como el material tabique, block hueco, etc.
	Longitud	Se anotará en metros la medida horizontal del muro tomada de extremo a extremo del mismo, incluyendo castillos
	Altura	Se anotará en metros la medida vertical del muro desde su desplante hasta su remate, incluyendo las cadenas
	Area	Se anotará el producto de longitud por altura
	Suma	Será la resultante de sumar las cantidades de la columna referente a área
	Descuento de cadenas, castillos y huecos	Se anotará con signo negativo (—) la cantidad que resulte de sumar los descuentos de huecos, cadenas y castillo, según las columnas 3, 4 y 5 respectivamente
	Total m^2	Se anotará la cantidad que resulte de restar cadenas, castillos y huecos a la suma de muros.
3	Descuento de huecos:	
	Clave	Se anotará la clave para identificar el elemento a descontar, pudiendo ser (P) puerta, (V) ventana, etc. (Ver registro de claves en parte central inferior del formato)
	Longitud	Se anotará la medida horizontal en metros del elemento a descontar
	Altura	Se anotará la medida vertical en metros del elemento a descontar
	Total	Se anotará el producto de la longitud por la altura.
	Total	Se anotará con signo negativo (-) la resultante de la suma de cantidades de la columna referente a total, misma que formará parte de los descuentos de la columna no. 2
4	Cadenas:	
	Sección	Se anotará en metros la sección de la cadena a cuantificar

COLUMNA	ENCABEZADO	DESCRIPCION
	No.	Se anotará el número de cadenas contenidas en el muro cuantificado
	Longitud	Deberá anotarse la *medida total* de la cadena en metros, *sin descontar* el cruce con los castillos.
	Total	Se anotará el producto que resulte de multiplicar número por longitud
	Total ML.	Se deberá anotar la resultante de la suma de cantidades de la columna referente a total
	Por peralte	Se anotará en metros la altura de la cadena a descontar
	Descuento	Se anotará con signo negativo (−) la cantidad que resulte de multiplicar total ML por ancho, misma que formará parte de los descuentos de la columna 2
5	Castillos:	
	Sección.	Se anotará en metros la sección del castillo
	No.	Deberá anotarse la cantidad de piezas iguales contenidas en el muro cuantificado
	Altura	Se anotará en metros la medida del castillo *descontando* intersecciones de cadenas, trabes, etc
	Total	Se anotará el producto que resulte de multiplicar número de piezas iguales por su altura
	Total ML.	Se anotará la suma de la columna referente a total
	Por ancho	Se anotará en metros el ancho de los castillos a descontar
	Descuento	Se anotará con signo negativo (−) la cantidad que resulte de multiplicar total ML por ancho, misma que formará parte de los descuentos de la columna no. 2
6	Prolongación de castillos:	
	No.	De acuerdo a normas del IMSS, para rigidizar los muros de tabique deben prolongarse algunos castillos hasta la losa o elementos estructurales y anclarlos según se marque en planos por lo que en esta columna deberá anotarse la cantidad de castillos prolongados, en el muro cuantificado.
	Altura	Se deberá anotar en metros lineales la altura del castillo prolongado

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
	Total	Anotar la resultante de multiplicar el número de prolongaciones de castillos por la altura.
	Total	Se anotará la resultante de la suma de cantidades de la columna referente a total
	Observaciones	En este espacio se anotarán los datos que se consideren pertinentes y que puedan servir de apoyo a los diferentes conceptos cuantificados en el formato de referencia

Notas:

Para evitar confusiones, por ningún motivo se cuantificarán diferentes espesores de muros en una misma hoja.

Para el uso de este formato será necesario anexar un plano reducido del área a cuantificar, en el cual se numerarán los locales y muros de los mismos, en forma progresiva y en el sentido de las manecillas del reloj.

CUANTIFICACION DE RECUBRIMIENTOS Y ACABADOS • FORMATO E - 08

SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES
SUPERVISORA DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE ESTIMACIONES Y FINIQUITOS

NO.		FECHA	
DEPENDENCIA			
CONTRATO			
CLAVE		CLINICA	

PERIODO DE EJECUCION	ANTICIPO	
	NOTAS DE BITACORA	

CUANTIFICACION DE RECUBRIMIENTOS Y ACABADOS

(1) NUMERO			CONCEPTO CLAVE					(2) PARTIDA					(3) PARTIDA					(4) PARTIDA			
TOTAL	MURO	PIEZAS IGUALES	LONGITUD	ALTURA	AREA	DESCUENTOS	C.E.	LONGITUD	ALTURA	AREA	DESCUENTOS	C.E.	LONGITUD	ALTURA	AREA	DESCUENTOS	C.E.
SUBTOTALES			(5)			(5)				(5)	(5)					(5)	(5)
TOTALES					(6)		M2	C.E. Clave			(6)	M2				(6)	M2

OBSERVACIONES

P. Puerta
V. Ventana
C.V. Cuadro de cristales
G.E. Gabinete contra incendio
T.E. Tablero de control
R.T. Registro telefonico
T. Tensor
O. Otros

RESPONSABLE
RESIDENTE DE OBRA
FIRMA
NOMBRE

ALCALDE
CONTRATISTA
FIRMA
NOMBRE

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
1	Número de local	En esta columna se anotarán en forma progresiva los números de cada local a cuanti car, según la nomenclatura establecida en "Planos reducidos".
	Número de muro	En esta columna se anotarán en forma progresiva los números de los muros del local cuantificar, según nomenclatura establecida en "Planos reducidos"
	Número de piezas iguales	Esta columna se utilizará sólo cuando haya que anotar un número de muros iguales en d mensiones o bien cuando exista la necesidad de *descontar* un número de elemento iguales, pudiendo ser, puertas, ventanas, cuadros de válvulas, etc (ver claves en base d formato), debiendo de anteponerles el signo negativo (--) En casos contrarios a los ant riores, se cancelará el espacio con un guión
2, 3 y 4	Clave	Se anotará el número asignado al concepto por cuantificar según catálogo universal, ca tálogo de concurso o presupuesto, indicándose además, para este último caso, el númer del mismo. ejemplo. P-1-1.
2, 3 y 4	Concepto	Se indicará el nombre del concepto a cuantificar con texto resumido.
	Partida	Se anotará el número o nombre de la partida a la que corresponde el concepto por cuan tificar, de acuerdo a la clasificación utilizada para escalamientos
	Longitud	Se anotará en metros la medida horizontal del recubrimiento, teniendo como límite en los extremos los paños terminados y no de albañilería Esta misma columna se utilizará para indicar la longitud de los elementos a descontar (ver claves en la base del formato)
	Altura	Se anotará en metros la medida vertical del recubrimiento descontando altura de zoclos cuando proceda. Esta mismá columna se utilizará para indicar la altura de los elementos a descontar (ver claves en la base del formato)
	Area	Se anotará la cantidad que resulte de multiplicar las columnas de piezas iguales por lon gitud y por altura, en caso de que existan elementos a descontar, se cancelará este espa cio con un guión
2, 3 y 4	Descuentos	Se anotará con *signo negativo* (--) la cantidad que resulte de multiplicar las columnas de piezas iguales por longitud y por altura.
	Cl (clave)	Se indicará la letra inicial del elemento a descontar (ver claves en la base del formato)

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
5	Subtotales	Se anotará el total que resulte de la suma de cantidades contenidas en las columnas de área y descuentos, éste último con signo negativo
6	Totales	Se anotará la cantidad que resulte de la suma algebraica de los subtotales
7	Observaciones	Este espacio se utilizará para anotar los datos necesarios que puedan servir de apoyo a los conceptos cuantificados

Notas:

Este formato se puede utilizar, al mismo tiempo, para cuantificar 3 recubrimientos y/o acabados diferentes.

CUANTIFICACION DE PISOS Y PLAFONES • FORMATO E - 09

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y PA MONIO INMOBILIA
JEFATURA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES
SUBJEFATURA DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE ESTIMACIONES Y FINIQUITOS

CUANTIFICACION DE PISOS Y PLAFONES

CONTRATO
FECHA
HOJA
No.
TIPO DE OBRA
UNIDAD
CONTRATISTA
PLANO
CUERPO
NIVEL
PERIODO DE EJECUCION
MODIFICACION
NOTA DE BITACORA

(1) LOCAL	(2) LOCALES IGUALES	CONCEPTO CLAVE		PARTIDA	(3)	CONCEPTO CLAVE		PARTIDA	(4)	CONCEPTO CLAVE		PARTIDA	
		LARGO	ANCHO	AREA	DESCUENTO	LARGO	ANCHO	AREA	DESCUENTO	LARGO	ANCHO	AREA	DESCUENTO
TOTALES				(6)	M²			(6)	M²			(6)	M²

OBSERVACIONES (7)

RESPONSABLE RESIDENTE IMSS
FIRMA
NOMBRE

ACEPTA EL CONTRATISTA
FIRMA
NOMBRE

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
1	Local	En esta columna se anotarán en forma progresiva los números de cada local a cuantificar, según la nomenclatura establecida en "Planos reducidos", también se utilizará para indicar el nombre de los elementos a descontar, por ejemplo columnas, ingletes, lámpara, repillas, difusores, etc.
2	Locales iguales	Se anotará el número de locales que sean iguales en dimensiones para su cuantificación así como el número de elementos a descontar
3, 4 y 5	Concepto	Se indicará con texto reducido el nombre del concepto a cuantificar, ejemplo piso terrazo, loseta vinílica, plafón mezcla, tablaroca, etc
	Clave	Se anotarán los números de identificación del concepto que aparece en el catálogo de concurso, catálogo universal ó presupuesto
	Partida	Se anotará el número o nombre de la partida que corresponda al concepto cuantificado, de acuerdo a la clasificación utilizada para escalamientos
3, 4 y 5	Largo	Se anotará en metros la longitud de la superficie que se esté cuantificando, así como la correspondiente a los descuentos existentes
	Ancho	Anotar en metros la medida más corta de la superficie que se esté cuantificando, así como la correspondiente a los descuentos existentes
	Area	Se anotará el resultado de la multiplicación del largo por el ancho y por el número de locales iguales, en caso de haberlos
	Descuento	En esta columna se anotará con signo negativo (−) el área de los elementos a descontar indicando las medidas en las columnas de largo y ancho
6	Totales	En los recuadros superiores se anotará en el lado izquierdo la suma de toda la columna "Area" y en el lado derecho la suma de la columna de "Descuentos" debiendo anotarse en el recuadro inferior el total, que será la resultante de la columna de área menos la columna de descuentos.
7	Observaciones	Este espacio se utilizará para anotar los datos necesarios que puedan servir de apoyo a los conceptos cuantificados.
		Notas
		Este formato se puede utilizar al mismo tiempo para cuantificar 3 tipos de acabados diferentes en pisos y/o plafones

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
1	Local	Se anotará en forma progresiva el número de cada local a cuantificar
2, 3, 4	Concepto	Se indicará con texto reducido el nombre del concepto a cuantificar, ejemplo: zoclo de vinilo, cajillo de mezcla, ángulo de aluminio, etc
	Clave	Se anotarán los números de identificación del concepto que aparecen en catálogo universal, catálogo de concurso o presupuesto
	Partida	Se anotará el número o el nombre de la partida que corresponda al concepto cuantificado, de acuerdo a la clasificación utilizada para escalamientos
	Locales iguales	Se anotará el número de locales que sean iguales en dimensiones, para su cuantificación
	Muro	Se anotará el número del muro donde se encuentre el elemento a cuantificar, de acuerdo a la numeración establecida e indicada en un plano reducido
	Longitud	Se anotará en metros la medida del elemento a cuantificar
	Total	Se anotará la cantidad que resulte de multiplicar la longitud por el número de locales iguales, en caso de que los haya, o se repetirá la cantidad anotada en la columna de longitud
5	Total ML	Se anotará la suma de todos los elementos cuantificados y anotados en la columna de total
6	Observaciones	Este espacio se utilizará para anotar los datos necesarios que puedan servir de apoyo a los conceptos cuantificados

Notas:

Este formato se puede utilizar al mismo tiempo para cuantificar 3 tipos de elementos lineales diferentes

/78 - ah

RESUMEN DE GENERADORAS • FORMATO E - 11

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
JEFATURA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES
SUBJEFATURA DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE ESTIMACIONES Y FINIQUITOS

CONTRATO		GERENCIA		OBJ.	
N.C.		TIPO DE OBRA		UNIDAD	
LOCALIDAD				FECHA	
CONTRATISTA					
PERIODO DE EJECUCION					

RESUMEN DE GENERADORAS

(1) No	(2) CONCEPTO	(3) LOCALIZACION	(4) MEDIDAS Y OPERACIONES	(5) U	(6) CANTIDAD

OBSERVACIONES (7)	RESPONSABLE X RESIDENTE IMSS	ACEPTA EL CONTRATISTA
	FIRMA	FIRMA
	NOMBRE	NOMBRE

CROQUIS DE OBRA CIVIL
• FORMATO E - 12

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
1	Número	Se anotarán los números y/o literales que identifiquen el concepto que se está cuantificando, indicando si es de catálogo de concurso, catálogo universal o de presupuesto
2	Concepto	En esta columna se describirá con texto reducido y significativo cada uno de los conceptos que se estén cuantificando
3	Localización	Se anotará el número de cada una de las hojas generadoras donde se cuantificó el concepto descrito
4	Medidas y operaciones o especificaciones	Se anotarán las cantidades totales de cada una de las hojas generadoras donde se cuantificó el concepto descrito
5	(Unidad) U.	Se anotará la unidad en que se esté cuantificando el concepto M^2, M^3, pza., etc.
6	Cantidad	En esta columna se anotarán los totales a pagar del o los conceptos que se estén cuantificando.
7	Observaciones	Este espacio se utilizará para anotar los datos necesarios que puedan servir de apoyo a los conceptos cuantificados
		Notas:
		Este formato se deberá utilizar única y esclusivamente para el resumen o concentrado de las hojas generadoras elaboradas para una estimación.
		En cada una de las hojas de este concepto se pueden cuantificar varios conceptos a la vez, aun cuando sean diferentes entre si y no correspondan a la misma partida

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
JEFATURA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES
SUBJEFATURA DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE ESTIMACIONES Y FINIQUITOS

CONTRATO		GERENCIA		FECHA	
NIC		TIPO DE OBRA		ENTIDAD	
LOCALIDAD				FECHA	
CONTRATISTA					
PLANO		CUERPO		NIVEL	
ESTIMADA		PERIODO DE EJECUCION		MODELO	
				NOTAS DE BITACORA	

CROQUIS DE OBRA CIVIL

[ ] AMPLIACION (2) ACLARACION (3) MODIFICACION

CONCEPTO
(4)

(5)

OBSERVACIONES (6)

RESPONSABLE	RESIDENTE IMSS	ACEPTA	EL CONTRATISTA
FIRMA		FIRMA	
NOMBRE		NOMBRE	

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
1	Ampliación	Se marcará con una equis (x) la casilla cuando el croquis de referencia corresponda a una ampliación no contenida en el proyecto original
2	Aclaración	Se marcará con una equis (x) la casilla cuando el croquis de referencia sirva para aclarar un concepto confuso o no determinado en el proyecto original
3	Modificación	Se marcará con una equis (x) la casilla cuando el croquis de referencia corresponda a una modificación hecha al proyecto original
4	Concepto	En esta columna se hará una descripción breve del trabajo o trabajos motivo del croquis y se indicarán los números de hojas generadoras donde quedó cuantificado dicho trabajo
5	Area para el croquis	Se trazará en planta, alzado y/o corte (en caso necesario) el croquis de referencia
6	Observaciones	En este lugar se anotarán las aclaraciones que se consideren necesarias para la mayor comprensión del croquis de referencia.

Nota:

Este formato se usará para generar croquis de ampliación, aclaración o modificación de la obra civil o para cuantificar todos aquellos conceptos de obra que no estén comprendidos dentro de alguno de los otros formatos.

CUANTIFICACION DE MUEBLES SANITARIOS
• FORMATO E - 15

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
JEFATURA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES
SUBJEFATURA DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE ESTIMACIONES Y FINIQUITOS

CONTRATO
GERENCIA
HOJA
No.
TIPO DE OBRA
UNIDAD
LOCALIZACION
FECHA
CONTRATISTA
PLANO
CUERPO
NIVEL

PARTIDA	PERIODO DE EJECUCION	MODIFICACION	
		NOTAS DE BITACORA	

UANTIFICACION DE MUEBLES SANITARIOS

PO	(1) MUEBLE MODELO	(2) LOCALIZACION										(3) TOTAL	(4) ACCESORIOS NO INCLUIDOS EN PU					
																		(6) LOCALIZACION
												(5) TOTALES						

ACIONES (7)	RESPONSABLE RESIDENTE IMSS	ACEPTA EL CONTRATISTA
	FIRMA NOMBRE	FIRMA NOMBRE

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
1	Muebles, modelo	En esta columna, dependiendo del tipo de mueble que se esté cuantificando, se anotará en el renglón que corresponda el modelo o clave del mismo
2	Localización	Se anotará, en la parte superior de cada una de las columnas referentes a localización, el nombre o número del local o los ejes en donde se localiza el mueble a cuantificar, debiendo anotar en la columna que corresponda el número de piezas
3	Total	Se anotará el número total de muebles existentes en los diferentes locales, de acuerdo a los tipos y modelos especificados
4	Accesorios no incluidos en precios unitarios	En estas columnas se anotará en su parte superior el nombre de los accesorios que no se hayan incluido en el precio unitario del mueble, cuantificándolos de acuerdo al tipo y modelo de que se trate y anotándolos en la columna y línea correspondiente
5	Total	En estos espacios se anotará la suma total de cada uno de los diferentes accesorios cuantificados y no incluidos en el precio unitario del mueble
6	Localización	En esta columna se indicará el tipo, modelo y localización del mueble al que corresponden los accesorios cuantificados
7	Observaciones	En este espacio se anotarán los datos necesarios que puedan servir de apoyo a los conceptos cuantificados. Nota: Para cuantificar el material necesario para la alimentación de estos muebles desde nivel de piso, se deberán de consultar las *Especificaciones Generales de Construcción (Instalaciones)* y el Catálogo de concurso correspondiente

CUANTIFICACION DE INSTALACION ELECTRICA, 1a. ETAPA • FORMATO E - 16

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
JEFATURA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES
SUBJEFATURA DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE ESTIMACIONES Y FINIQUITOS

CONTRATO		GERENCIA		HOJA	
N.C.		TIPO DE OBRA		UNIDAD	
LOCALIDAD				FECHA	
CONTRATISTA					
PLANO		CUERPO		NIVEL	
PARTIDA	PERIODO DE EJECUCION	MODIFICACION			
		NOTAS DE BITACORA			

CUANTIFICACION DE INSTALACION ELECTRICA, 1a. ETAPA
TELEFONIA, INTERCOMUNICACION Y SONIDO

(1) TRAMO	DIAMETRO DE TUBERIA				CALIBRE DEL CONDUCTOR FORRADO												CONDUCTOR DESNUDO		ACCESORIOS										SOPORTES			
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)			(8)			(9)			(10)	(11)														
	LONGITUD	LONGITUD	LONGITUD	LONGITUD	No	LON	TOTAL	No	LON	TOTAL	No	LON	TOTAL	No		TOTAL	LONGITUD	LONGITUD	#	PZA	#	PZA	#	PZA	#	PZA	#	PZA	#	PZA	PZA	PZA	PZA	PZA
TOTALES																				(12)		(13)		(14)		(15)		(16)		(17)		

(22) RESUMEN ACCESORIOS	#							TRAMO No	#	CONTRA TUERCA	MONITOR	NOTAS PUNTAS EN METROS
												TABLERO GENERAL 100
												TABLERO DISTRIBUCION 50
												CLASS 0.20

OBSERVACIONES (23) (18) (19) (20) (21)

RESPONSABLE	RESIDENTE IMSS	ACEPTA	EL CONTRATISTA
FIRMA		FIRMA	
NOMBRE		NOMBRE	

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
1	Tramo	En un plano reducido, se numerará por tramos la red a cuantificar, debiéndose anotar en cada uno de los renglones de esta columna el número del tramo a generar.
2, 3, 4 y 5	Diámetro de tubería	En estas 4 columnas se anotarán, en los recuadros superiores, cada uno de los diferentes diámetros de tuberías indicados en el plano a cuantificar, debiendo anotarse en la columna y renglón correspondientes la longitud en metros del tramo que se este generando, obteniendo el total sumando cada una de las cantidades de los diferentes diametros
6, 7, 8 y 9	Calibre del conductor forrado	En cada uno de los recuadros de la parte superior de estas columnas, se anotarán las características de los diferentes conductores a cuantificar 1o.: indicar si es cable o alambre 2o.: tipo (T.H.W., T.W., etc.) y 3o.: calibre (no. 10, no. 12, etc.). Por otro lado, se indicará la cantidad de los mismos en la columna "no.", así como su longitud en metros incluyendo puntas (ver nota en base del formato), en la columna y renglón correspondientes, obteniéndose el total por tramo multiplicando no por longitud y el total por calibre, sumando las cantidades de los diferentes tramos
10 y 11	Conductor desnudo	En la parte superior de estas columnas se anotarán las características de los diferentes conductores desnudos a cuantificar. 1o.: indicar si es cable o alambre 2o.: calibre (no. 6, no. 8, etc.), y En los renglones de cada una de las 2 columnas se indicará la longitud en metros de los conductores desnudos incluyendo puntas (ver nota en base del formato), obteniéndose el total sumando las cantidades de los diferentes tramos.
12, 13, 14, 15, 16, y 17	Accesorios	Se deberá asignar a cada columna el accesorio a cuantificar de acuerdo a plano: Ejemplo: chalupa, caja cuadrada, codo, etc., debiendo indicar su diámetro en la columna Ø y el número de piezas en la columna "Pza."
18, 19, 20, y 21	Soportes	Se seleccionará la columna que corresponda y se anotará en piezas la cantidad de sóportes de ese tipo existentes en el tramo que se esté cuantificando

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
22	Resumen accesorios	En la base izquierda del formato se localiza la tabla para el resumen de los accesorios, contra tuercas y monitores, se deberá anotar, de acuerdo al diámetro de la tubería, el resumen de los diferentes accesorios que se hayan cuantificado
23	Observaciones	Este espacio se utilizará para anotar los datos necesarios que sirvan de apoyo explicativo a los diferentes conceptos cuantificados en la hoja de referencia

CUANTIFICACION DE INSTALACION ELECTRICA, 2a. ETAPA • FORMATO E - 17

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
JEFATURA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES
SUBJEFATURA DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE ESTIMACIONES Y FINIQUITOS

CONTRATO		GERENCIA		HC	
N.C.		TIPO DE OBRA		UNI.	
LOCAL				FECHA	
CONTRATISTA					
PLANO		CUERPO		NIVEL	

PARTIDA	PERIODO DE EJECUCION	MODIFICACION	
		NOTAS DE BITACORA	

CUANTIFICACION DE INSTALACION ELECTRICA 2a. ETAPA

LOCALIZACION	LAMPARAS					INTERRUPTORES DE BALANCIN				CONTACTOS				PLACAS				SOPORTES	
	No. DE PIEZAS	TIPO	No. DE CATALOGO	POTENCIA EN WATTS	ESPECIALES	⊘ SENCILLO	[illegible]	ESPECIAL	OTROS	⊘ SENCILLO	● DOBLE	⊘ TRIFASICO	ESPECIAL	[illegible]	[illegible]	ESPECIAL	OTRAS	PARA LAMPARAS PIEZA	ESPECIALES PIEZAS
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
					TOTALES														

RESUMEN LAMPARAS (21)	PIEZAS	TIPO	No. DE CATALOGO	POT. WATTS	ESPECIALES	OTROS

OBSERVACIONES

(22)

RESPONSABLE RESIDENTE IMSS	ACEPTA EL CONTRATISTA
FIRMA	FIRMA
NOMBRE	NOMBRE

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
1	Localización	Anotar el número del local que corresponda, de acuerdo a una numeración previa indicada en planos. Es muy conveniente usar la misma numeración de locales para la obra civil y para las instalaciones
2	No. de piezas	Anotar el número de lámparas existentes en el local a cuantificar
3	Tipo	Indicar el tipo de lámpara utilizada, ejemplo fluorescente, incandescente, vapor de sodio, etc.
4	No. de catálogo	Anotar el número de catálogo de la lámpara que se esté cuantificando
5	Potencia en watts	Indicar la potencia en watts de la lámpara de referencia, ejemplo 2 x 38 w, 1 x 74 w, 20 w, etc.
6	Especiales	Esta columna servirá para anotar alguna lámpara de tipo especial, fuera de norma
7, 8, 9 y 10	Interruptores de balancin	Anotar en la columna que corresponda el tipo de interruptor utilizado, ya sea sencillo, 3 vías o algún otro, según la línea que se está cuantificando
11, 12, 13 y 14	Contactos	Se seleccionará la columna correspondiente, anotando la cantidad cuantificada según se refiera a contacto sencillo, doble, trifásico o alguno especial, en éste último caso se deberá anotar en el encabezado de la columna las características del mismo
15, 16, 17 y 18	Placas	Anotar en la columna que le corresponda la cantidad de placas utilizadas según el material quedando dos columnas libres para alguna placa especial u otras
19 y 20	Soportes	Se divide en dos columnas, en la izquierda deberá anotarse el número de soportes para lámpara que se hayan colocado en el local de referencia y en la columna de la derecha se anotarán los soportes especiales empleados, indicando sus características
21	Resumen de lámparas	Se deberán anotar los totales de lámparas utilizadas de acuerdo al tipo, número de catálogo y potencia en watts, dejando dos columnas más para anotar los totales de lámparas especiales que se hayan instalado
22	Observaciones	Este espacio se utilizará para anotar los datos necesarios que sirvan de apoyo a los diferentes conceptos cuantificados

CUANTIFICACION DE DUCTOS Y ACCESORIOS PARA AIRE ACONDICIONADO • FORMATO E - 18

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
JEFATURA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES
SUBJEFATURA DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE ESTIMACIONES Y FINIQUITOS

CONTRATO		FIRMA		MES	
C.C.		TIPO DE OBRA		UNIDAD	
LOCALIDAD				FECHA	
CONTRATISTA					
PLANO		CUERPO		NIVEL	
PARTIDA	PERIODO DE EJECUCION	MODIFICACION			
		NOTAS DE BITACORA			

CUANTIFICACION DE DUCTOS Y ACCESORIOS PARA AIRE ACONDICIONADO

(1) UBICACION EQUIPO	(2) DUCTERIA													(3) CODOS									(4) SOPORTES			(5) ACCESORIOS					
	TRAMO	SISTEMAS			JASPER	SECCION CM	CAL	LONG. TRAMO	LAMINA		FORRO			TIPO	JASPER CM	CANT	LAMINA		FORRO			TIPO	DISTA	CANT	REJILLAS			DIFUSORES			
		I	E	V					CALIB	SUBT	ESP	MATAL	SUBT				CALIB	SUBT	ESP	MATAL	SUBT				CANT	TIPO	DIMENS	CANT	TIPO	DIMENS

RESUMEN

FORRO		LONA AMULADA M²	SOPORTES		
ESP	TOTAL		TIPO	LONGITUD	PIEZAS
	(6)			(7)	

LAMINA	
CAL	TOTALES
	(8)

REJILLAS				
TIP		(8)		
DIM				
CANT				
DIFUSORES				
TIPO				
DIM				
CANT				

OBSERVACIONES (9)

RESPONSABLE	RESIDENTE IMSS	SUPERVISOR	EL CONTRATISTA
FIRMA		FIRMA	
NOMBRE		NOMBRE	

2 85

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
1	Localización equipo	Se deberán anotar el equipo y su localización de acuerdo al plano que se vaya a cuantificar
2	Ducteria:	
	Tramo	Se anotará el número o letra que le corresponda al tramo a cuantificar, de acuerdo a una numeración previa marcada en planos, para lo cual deberá seccionarse y numerarse la red que se esté cuantificando
	Sistema	Se marcará con una "X" la columna que corresponda según sea la característica del sistema: inyección, extracción o retorno
	Semiperimetro	Se anotará en centimetros la mitad del perimetro del ducto, o sea la suma del lado mayor y el lado menor.
	Sección cm	Se anotará en centimetros la sección del ducto apareciendo siempre primero el ancho del ducto y después la altura. Ejemplo: ducto de 0.90 mts. de ancho por 0.40 mts. de altura, sección igual a 90 x 40.
2	Calibre	Anotar el número del espesor de la lámina del tramo de ducto que se esté cuantificando
	Longitud del tramo	Se anotará la longitud en metros del tramo que se esté cuantificando, debiendo tomarse la medida sobre el eje central del ducto.
	Lámina	Se divide en dos columnas, en la primera se deberá anotar el peso por metro lineal de ducto, y en la segunda el producto de la anterior columna (longitud del tramo) por la última mencionada (peso por metro lineal de ducto), obteniéndose el peso en kilos del tramo que se esté cuantificando
	Forro	En la primera columna se anotará en pulgadas el espesor del forro a cuantificar, en la segunda se deberá anotar el área en metros cuadrados de aislamiento por metro lineal de ducto (ver tablas de referencia) y en la tercera se anotará la cantidad que resulte de multiplicar la longitud del tramo por el área en M2/M, obteniéndose el total en metros cuadrados del forro utilizado en el tramo cuantificado
3	Cuellos:	
	Promedio	Se deberá anotar en metros la altura promedio de los cuellos que se estén cuantificando
	Semiperimetro cm	Se anotará en centimetros la suma del lado mayor y el lado menor del cuello del ducto, y en caso de ser un cuello cuadrado se deberán sumar dos de sus lados

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
	Cantidad	Se anotará el número de cuellos existentes en el tramo que se esté cuantificando
	Lámina	Se divide en dos columnas, en la izquierda se deberá anotar el peso por metro lineal de acuerdo al calibre de lámina utilizada y en la derecha se anotarán los kilos totales de lámina utilizada para cuello, siendo la resultante de multiplicar la altura promedio por la cantidad y por el peso por metro lineal de cuello
	Forro	Se divide en 3 columnas: en la primera se anotará en pulgadas el espesor del forro a utilizar en cuellos, en la segunda se deberá anotar el área en metros cuadrados de aislamiento por metro lineal de cuello (ver tablas de referencia) y en la tercera se anotará la cantidad que resulte de multiplicar la altura promedio por la cantidad y por el área en M^2/M, obteniéndose el total en metros cuadrados del forro utilizado en los cuellos del tramo cuantificado.
4	Soportes	Estos soportes se refieren a colgantes del mismo material del ducto. Se dividió en 3 columnas para anotar en la primera, de izquierda a derecha, el tipo de soportes según especificaciones indicadas en planos, en la segunda las dimensiones de los mismos en metros y en la tercera la cantidad de soportes contenidos en el tramo que se esté cuantificando
5	Accesorios: Rejillas	Se deberá anotar en la columna que corresponda la cantidad, tipo y dimensión (largo y ancho) de las rejillas existentes en el tramo que se esté cuantificando
	Difusores	Se deberá indicar en la columna que corresponda la cantidad de difusores existentes en el tramo cuantificado, el número de vías de que estén formados cada uno y sus dimensiones (largo y ancho).
6, 7 y 8	Resumen, de forro, soportes, lámina y accesorios	En el ángulo inferior izquierdo se deberán resumir las cantidades anotadas en el cuerpo del formato, según los totales de forro de diferente espesor, de soportes según tipo y longitud, de lámina según calibres empleados y de rejillas y difusores instalados según tipo y dimensión.
9	Observaciones	En este espacio se anotarán los datos necesarios que sirvan de apoyo a los diferentes conceptos cuantificados. Nota: Para la cuantificación de los ductos y forros se deberán usar las tablas normatizadas por el IMSS y que invariablemente se deberán anexar a este formato

ISOMETRICO DE INSTALACIONES
• FORMATO E - 19

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
JEFATURA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES
SUBJEFATURA DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE ESTIMACIONES Y FINIQUITOS

CONTRATO		GERENCIA			
S.C.		OBRA			
LOCALIDAD				FECHA	
CONTRATISTA					
PLANO		CUERPO		NIVEL	

PARTIDA	PERIODO DE EJECUCION	MODIFICACION
		NOTAS DE BITACORA

METRICO DE INSTALACIONES

AMPLIACION (2) ACLARACION (3) MODIFICACION

CONCEPTO	
(4)	

OBSERVACIONES (6)	RESPONSABLE RESIDENTE INGS.	ACEPTA EL CONTRATISTA
	FIRMA	FIRMA
	NOMBRE	NOMBRE

CONTROL DE CEDULAS DE CORRECCION
• FORMATO E - 002

63 53

COLUMNA	ENUNCIADO	DESCRIPCION
1	Ampliación	Se pondrá una "X" en la casilla en caso de que los datos y croquis contenidos en el formato se refieran a una ampliación al proyecto o a una ampliación necesaria en la obra y no indicada en los planos
2	Aclaración	Se pondrá una "X" en la casilla en caso de que el croquis sirva para aclarar algún detalle existen en los planos del proyecto indebido
3	Modificación	Esta casilla deberá marcarse con una "X" en caso de que el croquis generado corresponda a una modificación al proyecto o en los planos. Estas modificaciones serán, al termino de la obra, la base para la actualización de los planos de instalaciones, pudiendo existir una modificación con ampliación y, en tal caso, se deberán cruzar el punto 1 y 3
4	Concepto	Se anotará la descripción breve del concepto así como los materiales que intervengan en la modificación o ampliación
5	Area para el croquis	Se trazarán en isométrico las tuberías y o elementos tal y como quedaron en la obra ya sea por ampliación, aclaración y/o modificación
6	Observaciones	En este lugar se harán las aclaraciones que se consideren necesarias para la mayor comprensión del croquis de referencia

Nota:

Este formato tiene la finalidad de que se asienten en 3 dimensiones las modificaciones, ampliaciones o aclaraciones detalladas de las instalaciones de cualquier tipo, siendo la manera más fácil y clara de registrarlas para, finalmente, dibujar los planos actualizados

S/No.	Control de cédulas de corrección	Este formato se utilizará para concentrar las diferentes cédulas de corrección generadas en las estimaciones
S/No.	Datos de referencia:	
	Hoja	Se indicará el número de hoja que corresponda, debiendo ser éste progresivo
	Gerencia	Se indicará el nombre de la gerencia
1	Folio No.	En esta columna se anotará el número de folio que se localiza en el ángulo superior derecho de cada cédula de corrección
2	Fechas	Se divide en 3 columnas: en la del lado izquierdo se anotará, en la parte superior, la fecha de elaboración (día, mes y año) de la cédula de corrección que se localiza en el ángulo superior derecho de la misma, en la columna central se anotará la fecha de aplicación del ajuste y en la del lado derecho el número de la estimación en que se le hizo efectivo el mismo.
3	Origen	Se divide en 4 columnas y se deberá indicar con "X" la que corresponda, según el área donde se originó la cédula de corrección (ver base izquierda del formato)
4	Importe del ajuste	En la columna del lado izquierdo se anotará el importe del ajuste si fue deductivo, y en la del lado derecho el importe si fue aditivo
5	N.C. Contrato	En cada renglón de esta columna se anotará, en la parte superior, el número de compromiso, y en la parte inferior el número del contrato con que fue adjudicada la obra
6	T. unidad/obra Localidad	En cada renglón de esta columna se anotará, en la parte superior, el tipo de unidad de que se trate (H.G.Z., U.M.F., guardería, etc.) y el tipo de obra (nueva, ampliación, remodelación, etc.), y en la parte inferior el nombre de la ciudad o población donde se localiza la obra y el estado al que pertenece
7	Empresa	En cada renglón se anotará el nombre y/o la razón social, además de las siglas con que se denomina la compañía que tiene a su cargo los trabajos de la obra de referencia
8	Motivo del ajuste	Se divide en 12 columnas y se deberá indicar con una equis "X" la que corresponda según el motivo del ajuste (ver indicaciones en la base del formato)
9	Observaciones	En los renglones de esta columna se anotarán en forma concisa, los datos necesarios que puedan servir para aclarar o complementar el control de cédulas de corrección

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
JEFATURA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES
SUBJEFATURA DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE ESTIMACIONES Y FINIQUITOS

CONTROL DE CEDULAS DE CORRECC

HOJA ___/_

GERENCIA _____

(1) FOLIO No	(2) FECHAS			ORIGEN	(4) IMPORTE DEL AJUSTE		NO. (5)	(6) UNIDAD OBRA	(7) EMPRESA	(8) MOTIVO DE AJUSTE	(9) OBSERVACIONES
	FEAB	APLICACION	EN ESTIM. No.		DEDUCTIVA	ADITIVA	CONTRATO	DOCUMENTO			
				(3)							

Origen
2 Contraloría General
3 Auditoría General
4 Otros

Motivo
A Corrección a precios unitarios
B Corrección a cantidad de obra
C Corrección a factor tabulador
D Concepto de obra duplicado
E Trabajos no cargo al IMSS

F Cálculos aritméticos erróneos
G [illegible]
H Corrección al importe neto
I Datos inconsistentes en sus proporciones [illegible]

J Ajuste a [illegible] compromisos
K Ajuste a [illegible] compromisos
L Otros

7/1/72 77 26

INSTITUTO MEXIXCANO DEL SEGURO SOCIAL

Lic. Ricardo García Sáinz
Director General

Arq. José María Gutiérrez Trujillo
Subdirector General de Obras y Patrimonio Inmobiliario

Esta publicación se terminó de imprimir durante el mes de diciembre de 1990 en los talleres de Polymasters de México, S.A., calle Congreso número 252, Colonia Federal, en la ciudad de México. El tiraje fue de 1000 ejemplares y la edición estuvo a cargo de la Coordinación General de Comunicación Social del Instituto Mexicano del Seguro Social

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

Del 21 de septiembre al 6 de octubre de 1992

CIMENTACIONES
ASPECTOS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y PROFUNDAS

M. EN I. GABRIEL MORENO PECERO

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

ANALISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES.

Por(+)

GABRIEL MORENO PECERO.

GENERALIDADES.

Dentro del curso de Cimentaciones Superficiales corresponde tratar en esta parte el análisis de capacidad de carga, es decir, se trata por lo tanto de responder a la pregunta: ¿qué esfuerzo permite el suelo que le imponga un cimiento superficial de manera que la estructura de la que forme parte ese cimiento, se comporte adecuadamente?.

Los anteriores expositores han comentado ya, los tipos de cimentación superficial que se emplean comúnmente y los estudios previos que se requieren hacer para determinar el cimiento más conveniente a una estructura dada, que comprende tanto al aspecto técnico de determinar las características mecánicas (resistencia, deformabilidad, etc.) del material o los materiales en que se efectuará el apoyo de los cimientos, así como la consideración de los aspectos económicos, de manera que mediante el conocimiento de los resultados de esos estudios previos, se puede ahora pasar a determinar la llamada capacidad de carga del cimiento elegido.

(+) Ingeniero Civil.-Maestría en Ingeniería.-Profesor de Mecánica de Suelos en la U.N.A.M. y en la Universidad Iberoamericana.-

INTRODUCCION.

Antes que nada, conviene hacer una definición de lo que se entenderá en esta exposición, por capacidad de carga del material de apoyo de un cimiento; al respecto, existen en los diferentes tratados, definiciones más o menos detalladas del concepto; como siempre, en ellas se tienen virtudes y defectos, por lo que el hecho de dar aquí una definición, es con el exclusivo propósito de entendernos. Tomando en cuenta lo anterior, se puede considerar que la capacidad de carga de un material de apoyo de un cimiento, es la magnitud del esfuerzo que transmite al cimiento al material y que produce en éste, su rotura. La capacidad de carga así definida, puesto que produce la falla del material de apoyo, se denomina capacidad de carga a la falla, desde luego en la práctica se afecta de un cierto factor de seguridad que determina la capacidad de carga admisible de proyecto o de diseño. Si se quisiera dar una definición aclaratoria de la capacidad de carga admisible, se podría proponer como tal: "es el esfuerzo que proporciona el cimiento de una estructura al material en que se apoya, de manera que el comportamiento del cimiento resulte adecuado a la función de la estructura". En esta definición habría que discutir qué es lo que se considera comportamiento adecuado de la estructura. En él, están implícitas dos condiciones a cumplir por el cimiento; primera, que no se produzca la rotura del material de apoyo, y segunda, que bajo la acción de las cargas impuestas por el cimiento, no se produzcan en el material de apoyo deformaciones considerables. En esta exposición, y tal como se ha dado la definición de capacidad de carga a la falla, se tratará exclusivamente del primer aspecto, ya que el segundo, será objeto de la exposición que seguirá a la presente.

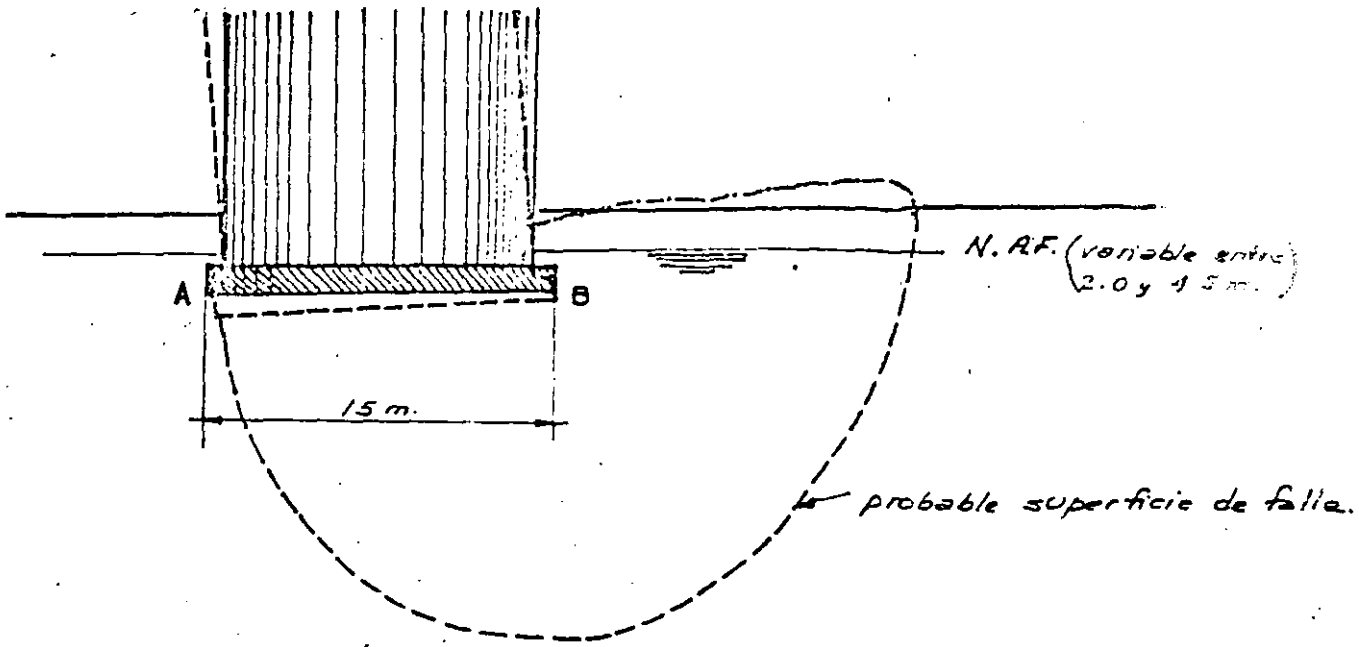
Es conveniente mencionar que a pesar de la importancia innegable de este aspecto de las cimentaciones superficiales, en los primeros días de la ingeniería de las cimentaciones, el valor de la capacidad de carga se seleccionaba de acuerdo al criterio del ingeniero, basado en su "experiencia". Así, en el pasado, los ingenieros usaron simples reglas empíricas; muchos ingenieros que estudiaron en las décadas de los treintas y los cuarentas, en la entonces Escuela Nacional de Ingeniería de la U.N.A.M., mencionan que, en aquellas épocas se les enseñaba que para determinar la capacidad de carga de un terreno, debía de colocarse sobre él, una mesa de cuatro patas, cargarla y medir los asentamientos de la misma. De la relación entre estos asentamientos y las cargas aplicadas, se obtenían los datos que se consideraban los adecuados para determinar la capacidad de carga del terreno. Otro método que en aquella época se comentaba, era el del famoso "Barretón", en él se tomaba un barretón, se levantaba unos dos metros y se dejaba caer verticalmente; el barretón penetraba varios centímetros en el terreno en que se quería determinar la capacidad de carga y se suponía que la distancia penetrada, multiplicada por la resistencia, se igualaba con el peso del barretón multiplicado por la altura de caida, y en esta forma se obtenía lo que pretenciosamente se llamaba la capacidad de carga del suelo, para resistir el peso de un edificio cuyas características geométricas no se tomaban en cuenta. Se mencionaba también, lo que se llamaba "fatiga de resistencia del terreno", siendo ésta la misma para un edificio que tuviera diez por diez metros de área o cien por cien metros, esta idea se enseñaba como una evidencia en los años comentados. Ahora, a un geotecnista que proceda de esta manera, se le considera que lo que determina no tiene nada que ver con la capacidad de carga de un material de apoyo.

Desde luego, el interés en el análisis de la capacidad de carga de las cimentaciones no es reciente, se inició en el año de 1857, con un trabajo teórico muy meritorio de Rankine.

Lo que podría considerarse como el inicio de --- la investigación moderna del problema, principia con un trabajo teórico del profesor Ludwing Prandtl, en 1921, quien estudió el fenómeno de la identación de metales; este estudio teórico fué tomado en cuenta por Reissner, quien en 1924, estudió el caso - de materiales sin peso y con fricción interna. En 1934 y 1935, Caquot y Buisman respectivamente, aplicaron las soluciones teóricas antes mencionadas al análisis de cimentaciones; y en el - año de 1943 apareció un trabajo de Terzaghi que conjuntó lo que hasta esa fecha se tenía, en forma tal, que su contribución -- ha sido básica. A partir de entonces, muchos ingenieros investigadores han tratado este tema con la idea de obtener resultados más próximos a la realidad. En el presente escrito se mencionarán sólo aquellas teorías y criterios que ya han sido calibrados en la práctica diaria de manera que, puedan servir de base para entrar a los refinamientos mencionados.

Con el objeto de visualizar la importancia del - tema, se presenta a continuación el caso de una falla típica, - por capacidad de carga, de un depósito de granos que ocurrió en Canadá hace tiempo.

Un silo de 15 metros de ancho, 24 metros de altura y 70 metros de longitud, descansando sobre una arcilla laminada muy sensitiva, sufrió un colapso debido a la rotura por resistencia al corte del estrato de suelo colocado debajo, como - se muestra en la figura.



La cimentación estaba constituida por una losa corrida apoyada a 3.0 metros bajo el nivel del terreno natural; el nivel de aguas freáticas aparecía a profundidades que variaban entre 2.0 y 4.5 metros. Antes de la construcción de la estructura, se llevó a cabo un ensayo de carga superficial, sobre un cimiento de 30 por 30 cm. por un corto tiempo con resultados aparentemente satisfactorios. Puesto que la resistencia a la compresión simple q_u, de la arcilla cercana a la superficie, fue casi dos veces tan grande como el valor promedio obtenido para el depósito entero, el comportamiento satisfactorio del cimiento de ensayo, no es sorprendente e ilustra como pueden ser engañosos los resultados de tal ensayo, a menos que sean completados por otros resultados y apropiadamente interpretados. Posteriores investigaciones revelaron que la resistencia a la compresión simple, bajaba de 2.0 Kg/cm^2 al nivel de la losa de cimentación,

a 1.0 Kg/cm^2, a una profundidad de 5.5 metros bajo ella. El conte-- do de agua correspondiente aumentaba con profundidad de 34 a 46%. - La sensibilidad de la arcilla aumentaba de 2.0 a 5.0, lo que indi-- caba la gran dependencia que tenía la resistencia de la arcilla de- su estructura. Los valores promedio de la resistencia a la compre- sión simple, fueron de 1.5 Kg/cm^2 por encima de los seis metros y - 0.8 Kg/cm^2 para los siguientes 12.0 metros. La profundidad total - afectada por la falla era aproximadamente 18.0 metros. La presión- impuesta por el silo vacío, fué de 0.9 Kg/cm^2 y de 3.0 Kg/cm^2 cuan- do se llenó con el grano.

El peso del silo vacío había producido un asentamien- to muy pequeño, de 3 mm en el punto A y 1.5 mm en el punto B. Se - comenzó la operación de llenado del silo, la presión ejercida sobre el suelo alcanzó en un mes, el valor de 2.5 Kg/cm^2 y los asentamien- tos en el mismo período, fueron de 2.5 cm en el punto A y 4.0 cm en B. Los siguientes seis meses, los silos permanecieron parcialmente llenos y la presión ejercida sobre el suelo, varió entre 2.5 Kg/cm^2 y 2.1 Kg/cm^2. Pero el asentamiento durante el período de seis me-- ses aumentó rápidamente y alcanzó los valores de 26.0 cm en A y 22. cm en B. El asentamiento total estimado debido a la consolida--- ción de la arcilla era solamente de 12.0 cm. Por lo tanto, el --- asentamiento observado al final de este período no podía haber sido causado solamente por consolidación. Más de la mitad del asenta--- miento medido durante este período de seis meses, podía haber sido- causado por deformación provocada por esfuerzos tangenciales. cuan- do se intentó llenar los silos, la presión transmitida al suelo --- aumentó, en un mes, de 2.1 Kg/cm^2 a su valor final de 3.0 Kg/cm^2. - Justamente antes de la falla, los asentamientos fueron de 35.0 cm - en A y 29.0 cm. en B. Los silos fallaron súbitamente en dos minu-- tos, tomando la posición mostrada en el esquema de la figura.

El ejemplo anterior y muchos otros informes similares, indican la importancia de hacer el análisis de capacidad de carga. Si la arcilla laminada subyacente a la losa de cimentación de los silos antes mencionados, hubiera sido estudiada dentro de la profundidad a la cual la superficie de falla tuvo lugar, la ... tura del suelo y el colapso de los silos se hubiera podido evitar.

La capacidad de carga a la falla del material que sirve de apoyo al cimiento, se puede determinar del análisis teórico, considerando las propiedades físicas reales de ese material, o en algunos casos, de una apropiada interpretación de ensayos de carga adecuados. Para encontrar la capacidad de carga a la falla, pueden emplearse las propiedades promedio del material de apoyo para depósitos uniformes, para cada zona de variación regular.- Para depósitos de variación errática, un criterio puede ser el emplear en el análisis el valor de la resistencia más bajo obtenido.

Otro hecho importante es la selección del factor de seguridad, selección que depende de que tan bien son conocidas las propiedades del suelo, del tipo de carga y del peligro impuesto por una falla completa de la cimentación. Para la mayoría de las estructuras donde no hay posibilidad de tolerar la falla del material de apoyo y cuando se conocen razonablemente bien las propiedades mecánicas de ese material, así como las cargas en cuanto a magnitud y distribución, un factor de seguridad del orden de 2.5 puede emplearse para la consideración de cargas totales. Si hay una componente grande de la carga viva, que es improbable que se desarrolle, un factor de seguridad de 2 puede ser empleado para la carga total. Cuando las condiciones del material de apoyo no están bien establecidas, un factor de seguridad de 3 puede emplearse, y si hay condiciones sospechosas, el valor del factor de seguridad debe elevarse a 4.

Para estructuras de tipo provisional, donde algún riesgo de una falla por capacidad de carga puede ser tolerado, se puede usar un factor de seguridad de 1.5.

En los sitios en que el nivel de aguas freáticas está a baja profundidad, conviene calcular la capacidad de carga con la consideración de que ese nivel se puede levantar hasta la base de la cimentación o aún más arriba.

En el estudio de una cimentación de una estructura importante, las propiedades mecánicas del material de apoyo y la magnitud y distribución de las cargas, son los factores dominantes para determinar la capacidad de carga y el factor de seguridad apropiado.

En lo anterior, se ha hecho una semblanza del análisis de la capacidad de carga de un cimiento; por lo que se ha escrito dicha capacidad de carga depende entre otras cosas de la resistencia del material de apoyo, y esta resistencia está en función de la falla de ese material, es decir, el material resiste bajo la acción de cargas hasta que falla, por ello, resulta conveniente mencionar los tipos de falla que comúnmente se presentan para el caso de cimientos superficiales.

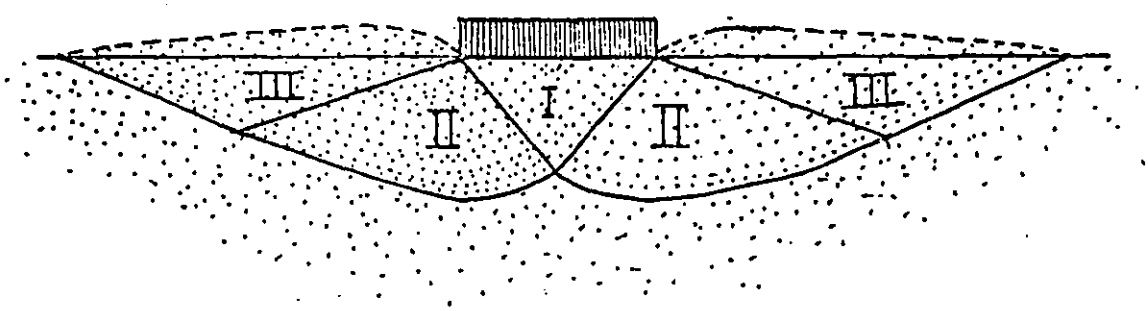
TIPOS DE FALLA.

Para determinar los tipos de falla que ocurren por capacidad de carga se puede recurrir como siempre, al análisis teórico, con la consideración de hipótesis simplificatorias y/o a la observación del comportamiento de cimentaciones. Cualquiera que sea el caso, se puede concluir que la falla ocurre por rotura del material de apoyo, debido a la aparición de esfuerzos cortantes por la acción de la sobrecarga impuesta por la cimentación.

En términos generales se pueden distinguir tres tipos de fallas:

A).- Falla por corte general.
B).- Falla por corte local.
C).- Falla por punzonamiento.

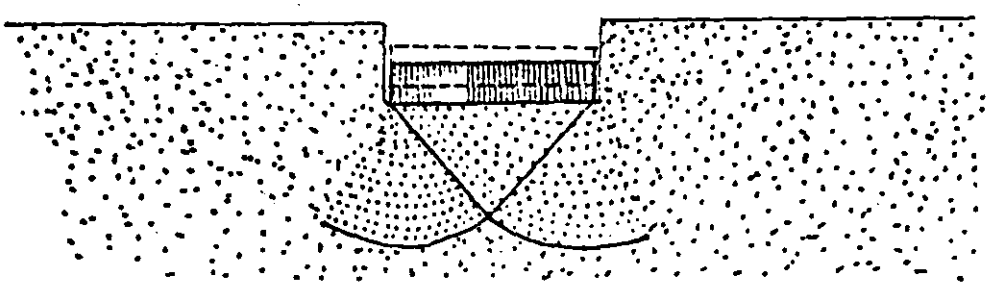
La falla por corte general se caracteriza por la aparición de una superficie de deslizamiento continua, desde un borde de la cimentación hasta la superficie del terreno, como puede observarse en la figura.



FALLA GENERAL.

En términos generales la falla es súbita y catastrófica, la cimentación se inclina y existe una tendencia al bufamiento en el suelo adyacente a los lados de la cimentación, aunque el colapso final del suelo se produce de un solo lado.

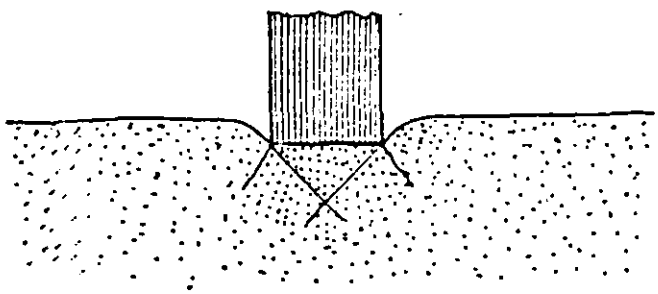
La falla por corte local es aquella en que la superficie de falla sólo se define claramente en la inmediata vecindad del cimiento. En general, existe una marcada tendencia al bufamiento del material de apoyo, a los lados de la cimentación y un hundimiento de la misma, tal que si se llega a valores del orden de la mitad del ancho o diámetro del cimiento, puede lograrse que la superficie de falla se desarrolle hasta la superficie exterior del terreno de apoyo, es decir, para pasar de una falla de corte local a una de corte general, en este caso, se requiere provocar un hundimiento considerable. En este tipo de falla, no se produce colapso catastrófico ni inclinación de la cimentación, la que más bien se empotra en el terreno movilizando la resistencia de los estratos más profundos.



FALLA LOCAL.

La falla por punzonamiento significa un movimiento vertical de la cimentación, debido a la compresión del terreno inmediatamente debajo del cimiento. Este tipo de falla no es

fácilmente observable, la penetración subsecuente de la zapata, — se debe a la rotura por corte alrededor de la cimentación. El terreno fuera del área de carga casi ni se entera de la presencia — del cimiento. Con excepción de pequeños y bruscos movimientos verticales de la cimentación, no se observa en esta inclinación.



FALLA POR PUNZONAMIENTO.

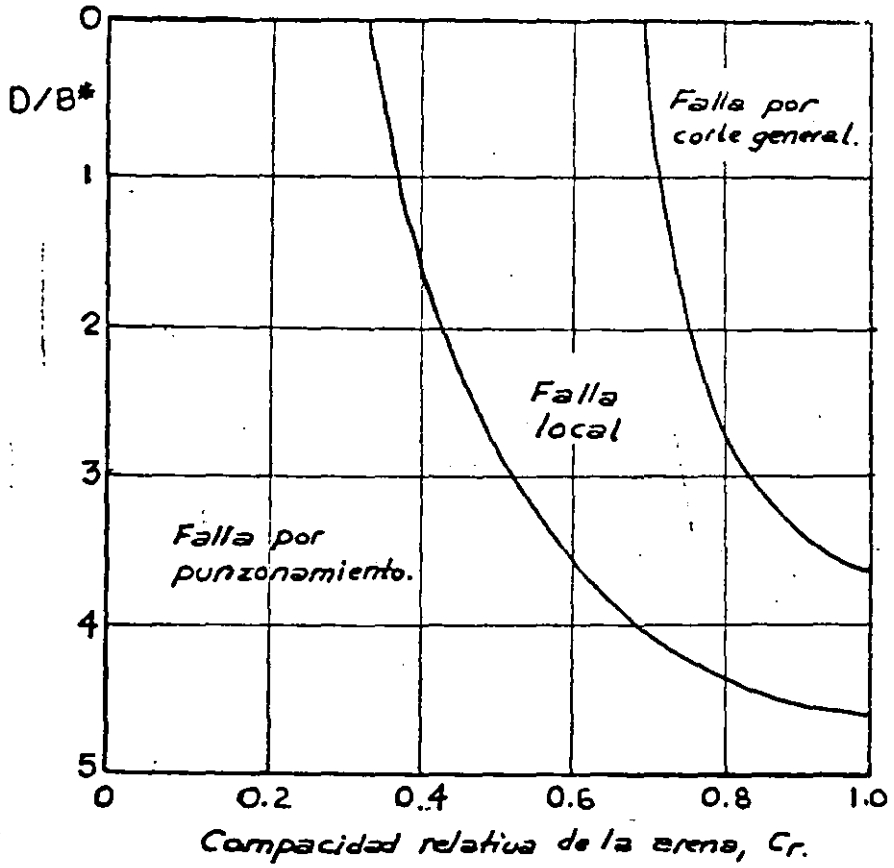
Una cuestión que surge de inmediato, es el determinar los factores de los que depende el que se presente en la práctica un cierto tipo de falla. Si se analizan todos ellos, se llega a la conclusión de que el más importante, en el sentido de que su influencia es fundamental, es la compresibilidad relativa del — suelo donde se efectúa el apoyo. En términos generales, si por — ejemplo, se tiene un suelo incompresible, la falla será de tipo — general, si por el contrario el suelo es muy compresible, (con respecto a su resistencia) la falla que se presentará será por punzonamiento. Un hecho que en primera instancia no se siente muy lógico, pero que las experiencias al respecto así lo han determinado, — es el de que la clase de suelo no es un factor que influya en el —

tipo de falla que se presente. Las experiencias que existen, indican que si se tiene un cimiento sobre arena compacta, lo común es que se produzca una falla de tipo general, mientras que, la misma zapata apoyada en arena suelta provocará una falla por punzonamiento, sin embargo, si la zapata se coloca sobre la arena compacta pero a una cierta profundidad, la falla ocurrirá por punzonamiento o también si bajo la arena compacta existe un estrato de suelo deformable.

También se ha observado que una cimentación en una arcilla saturada y compresible, puede fallar por corte general si el procedimiento constructivo que se siga es tal que no se genere cambio de volumen en el suelo, en tanto que, en el mismo suelo, la falla puede ser por punzonamiento si se permite cambio de volumen del suelo de cimentación, por ejemplo, si la carga se aplica con relativa lentitud en la práctica.

Lo anterior no deja de ser cualitativo, por ello, los investigadores han tratado de introducir algunos parámetros tales como el llamado índice de rigidez que constituye un intento de tener ciertos parámetros que al cuantificarlos puedan determinar el tipo de falla que puede presentarse.

En la figura se muestran gráficamente los resultados de una serie de experiencias realizadas por Vesić, en el caso de arenas, para determinar el tipo de falla que puede presentarse en función de la compacidad relativa de la arena y de una relación en que interviene la profundidad de desplante.



$B^* = B$ para zapatas cuadradas o circulares.

$B = 2BL/(B+L)$ para zapatas rectangulares.

(Ref. Vesić, A. Capacidad de carga de cimientos profundos en arena).

Resulta entonces evidente que la capacidad de carga del material de cimentación, dependerá del tipo de falla que se -- presente y que la "falla" sólo se define con claridad en el caso - de falla por corte general, puesto que, en los otros tipos de fa— lla se lleva implícita la variable deformación, por ello, han surgido algunos criterios para determinar la carga límite de falla, - por ejemplo, aquel que la define como el punto en que la pendiente de la curva esfuerzo-asentamiento se vuelve horizontal.

Por lo antes escrito, es necesario determinar de -- qué magnitud son las deformaciones que producen las fallas por corte local y por punzonamiento.

Algunas experiencias al respecto, debidas a Skempton, indican que en arcillas saturadas los asentamientos pueden -- ser del 3 al 7 por ciento del ancho de la zapata, valores que --- se aumentan hasta un 15% a medida que las zapatas son más profundas. En el caso de arenas, De Beer, Meyerhof, Muhs y Vesić, han - encontrado que en el caso de zapatas superficiales los asentamientos necesarios para llegar a las cargas límites de falla, varían - del 5 al 15%, magnitudes que pueden alcanzar el 25% para zapatas - profundas. Se ha encontrado que a medida que las zapatas aumentan de tamaño, los valores antes mencionados tienden a sus magnitudes máximas.

DETERMINACION DE LA CARGA LIMITE DE FALLA.

Existen algunas teorías en relación al cálculo de - la carga límite de falla, todas están limitadas casi exclusivamente a soluciones obtenidas haciendo la hipótesis de tener un sólido rígido plástico, que no muestra ninguna deformación antes de que - se produzca la falla por corte, y después de ella se supone que se produce un flujo plástico a esfuerzo constante. Las teorías también contemplan casi siempre, el caso de falla general, modificando los resultados para tomar en cuenta el caso de materiales de -- apoyo compresibles. En términos generales, las teorías mencionadas, suponen un material de apoyo homogéneo y ocupando un semi-espacio con resistencia:

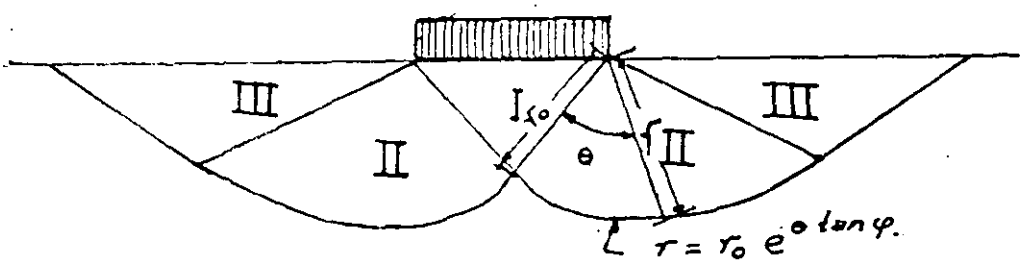
$$s = c + \sigma \operatorname{Tan} \varphi$$

Y de comportamiento rígido plástico. Se considera además, que el ancho B de la cimentación, es bastante mayor a su longitud L (problema bidimensional), que se desprecia la resistencia al esfuerzo cortante del material de apoyo, arriba del nivel de desplante y se considera que no existe fricción entre el material de apoyo y la cimentación.

En términos generales, estas hipótesis no son inadecuadas para el caso de que la profundidad de apoyo sea menor o igual al ancho del cimiento (cimentación superficial) también para el caso de que la longitud L del cimiento sea mayor a cinco veces su ancho B. Reissner y Prandtl resolvieron el problema empleando la teoría de la plasticidad. En su planteamiento, se considera que el material de apoyo sujeto a falla, consiste de tre zonas. La primera sujeta a un estado de empuje activo de Rankine, la segunda que sufre un estado de corte radial y finalmente las zonas terceras que reciben un empuje pasivo de Rankine. En la figura se observa que las superficies de falla en las zonas primera y tercera, son planas mientras que en las zonas segundas, constituyen dos familias: una de curvas y otra de superficies planas. Las trazas de los fragmentos curvos de las superficies de falla, resultan ser espirales logarítmicas de ecuación:

$$r = r_o \, e^{\theta \tan \varphi}$$

En la figura se puede ver el significado de las literales que aparecen en la fórmula.



Podemos concluir que en el caso de tener un material de apoyo de comportamiento exclusivamente cohesivo, es decir, $\varphi = 0$, $c \neq 0$, los tramos curvos tienen por ecuación:

$$r = r_o$$

lo que significa que resultan ser curvas circulares de radio r_o.

Prandtl y Reissner en su análisis consideraron primero, que el material de apoyo no tenía peso y encontraron que la fórmula teórica de la capacidad de carga era:

$$q_f = c\, N_c + \gamma D_f\, N_q$$

donde:

q_f = Capacidad de carga a la falla, en unidades de esfuerzo.

c = Cohesión.

γ = Peso volumétrico de material de apoyo.

D_f = Profundidad de desplante.

N_c y N_q, factores de capacidad de carga adimensionales cuyo valor depende exclusivamente del ángulo φ.

Para el caso de considerar un material friccionante ($c = 0$) y apoyado en la superficie del material de apoyo ($D_f = 0$) se puede obtener:

$$q_f = 1/2 \ \gamma \ B \ N_\gamma$$

donde:

q_f = Capacidad de carga a la falla en unidades de esfuerzo.

B = Ancho del cimiento.

N_γ = Factor de capacidad de carga, adimensional.

Para los casos de materiales de apoyo de comportamiento intermedio ($c \neq 0$, $\varphi \neq 0$) se acepta la superposición de causas y efectos y se llega a la ecuación:

$$q_f = c \ N_c + D_f \ \gamma \ N_q + 1/2 \ B \gamma \ N_\gamma$$

Ecuación que se conoce como de Terzaghi.

TABLA 2. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	tan ϕ
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00
1	5.35	1.09	0.07	0.20	0.02
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47
26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19

El hecho de aceptar superposición de causas y efectos presupone que la forma de la superficie de falla va a ser la misma en el caso de un material de apoyo de comportamiento friccionante y en el de uno de comportamiento cohesivo y aún en el de material de comportamiento cohesivo-friccionante. Esta hipótesis -- que desde luego no es correcta, conduce a errores que dejan un margen de seguridad que no pasa de 17 a 20% para φ comprendido entre 30° y 40° y que es igual a cero para $\varphi = 0$.

La observación de los valores de los coeficientes de capacidad de carga, permite hacer algunas conclusiones interesantes.

Así se tiene:

φ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	N_c/N_γ	N_q/N_γ
0°	5.14	1.0	0	0.20	∞	∞
15°	10.98	3.94	2.65	0.36	4.14	1.48
30°	30.14	18.4	22.4	0.61	1.34	0.82
45°	133.88	134.88	271.76	1.01	0.40	0.49

Primera.- En suelos de comportamiento cohesivo no se incrementa notablemente la capacidad de carga si se profundiza el cimiento, en cambio esto sí se logra si se incrementa aunque sea poco, la resistencia del material de apoyo.

Segunda.- En suelos de comportamiento cohesivo, la capacidad de carga en unidades de esfuerzo, no depende del ancho B del cimiento.

Tercera.- En suelos de comportamiento friccionante la capacidad de carga depende tanto del ancho del cimiento como de la profundidad de desplante.

En la tabla que se anexa a estas notas, aparecen indicados los valores de los coeficientes de capacidad de carga que se han obtenido para diferentes valores del ángulo φ.

Al hacer el examen de las variaciones de los coeficientes N_c, N_q, y N_γ, obtenidos en diferentes soluciones teóricas del problema, se encuentra que es el tercero el que sufre mayor variación en su magnitud, ya que se encuentran valores de la tercera parte, al doble de los que se indican en la tabla mencionada.

Actualmente continua la investigación del problema de la evaluación de la capacidad de carga y existe tendencia a unificar el criterio en el sentido de utilizar los valores de los coeficientes de capacidad de carga que aparecen en la table anexa.

En lo que sigue se harán algunos comentarios respecto a factores que influyen en la determinación de la capacidad de carga, que son:

a).- Dimensiones del cimiento.

b).- Compresibilidad del material de apoyo.

c).- Rugosidad de la base del cimiento.

d).- Cimientos adyacentes.

e).- Nivel de aguas freáticas.

f).- Velocidad de aplicación de la carga.

DIMENSIONES DEL CIMIENTO.

Como se comentó, la determinación teórica de la capacidad de carga, se ha hecho sobre la base de análisis bidimensional, lo que exige que el cimiento sea bastante más largo que ancho y que el material de apoyo sea homogéneo en cuanto a resistencia. En relación al primer hecho, se ha encontrado que debe cumplirse el que la relación L/B sea mayor de 5. Investigaciones tanto teóricas como de pruebas de campo, indican que los coeficientes de capacidad de carga, pueden modificarse en función de otros coeficientes llamados de forma, tal como se indica en la siguiente expresión;

$$q_f = c\, N_c \zeta_c + \gamma D_f\, N_q \zeta_q + \frac{B}{2} \gamma N_\gamma \zeta_\gamma$$

Algunos resultados experimentales han determinado valores para los coeficientes de forma que pueden obtenerse si se manejan las fórmulas que se anotan en seguida.

Forma de la base.	ζ_c	ζ_q	ζ_γ
Rectangular.	$1 + (B/L)(N_q/N_c)$	$1 + (\frac{B}{L}) \tan\phi$	$1 - 0.4\, B/L$
Circular o cuadrada.	$1 + (N_q/N_c)$	$1 + \tan\phi$	0.60

COMPRESIBILIDAD DEL MATERIAL DE APOYO.

Otra de las hipótesis que se hizo en la determinación de la capacidad de carga, fué la de considerar el material de apoyo incompresible, lo que en cierta forma fué motivada por la aceptación de que la falla se produciría en forma general. Cuando se tiene un material de apoyo compresible, como ya se comentó, la falla es de tipo local y la capacidad de carga se reduce. Uno de los criterios más aceptados para efectuar la reducción, es el debido a Terzaghi quien propone disminuir los parámetros de resistencia demanera de considerar en los cálculos los siguientes valores:

$$C_r = \frac{2}{3} c$$

$$\phi_r = \text{ang}\tan \frac{2}{3} \tan \phi$$

donde:

Cr = Cohesión reducida.
ϕr = Angulo de fricción interna reducida.

En general, este criterio resulta ser bastante conservador en casos de suelos de comportamiento friccionante y también, aunque no tanto, en el caso de suelos de comportamiento cohesivo, quizá debido entre otras cosas a que la compresibilidad relativa de un suelo, tiende a disminuir a medida que aumenta el tamaño del cimiento. Existen algunas investigaciones interesantes que toman en cuenta esta influencia pero ellas no han conducido a criterios que puedan a plicarse con suficiente seguridad en los cálculos que ahora se hacen en la práctica, por lo que se recomienda, mientras tanto seguir con el criterio de Terzaghi.

RUGOSIDAD DE LA BASE DE LA CIMENTACION.

Evidentemente entre cimiento y material de apoyo, se producen esfuerzos cortantes que pueden considerarse que incrementan la capacidad de carga. Las investigaciones que se han hecho al respecto, sugieren que la capacidad de carga de una cimentación lisa sobre la superficie de un suelo de comportamiento no cohesivo, debe ser sólo la mitad de la capacidad de una cimentación rugosa, pero otros hechos experimentales han mostrado un efecto casi nulo de la rugosidad, al menos para cargas verticales. Mientras se dilucida esta cuestión, se sugiere seguir utilizando los factores anotados que no consideran este efecto.

CIMIENTOS ADYACENTES.

En general, las expresiones y teorías al respecto indican que en suelos friccionantes sueltos, bajos valores de φ) la influencia de cimentaciones adyacentes es despreciable, lo que no sucede para suelos friccionantes compactados (altos valores de φ).

Los efectos aún disminuyen más cuando la forma del cimiento tiende a tener una área de apoyo cuadrada, por ello, no se recomienda tomar en cuenta los efectos de la interferencia en los cálculos de la capacidad de carga.

NIVEL DE AGUAS FREATICAS.

La presencia del nivel de aguas freáticas en el material de apoyo, es un factor que sí requiere tomarse en cuenta en el caso de la determinación de la capacidad de carga.

Para suelos gruesos, la presencia del agua puede -- anular la llamada cohesión aparente, lo que produce una considerable disminución de la resistencia. También los tres términos de - la ecuación de la capacidad de carga, pueden sufrir disminución -- considerable. Por ello, se recomienda hacer el cálculo de la capacidad de carga considerando el nivel freático más alto posible, -- durante la vida útil de la estructura.

Una ecuación que se propone para tomarla en cuenta en los cálculos de la capacidad de carga, es la siguiente:

$$\gamma = \gamma' + (z_w/B)\ (\gamma_m - \gamma')$$

γ = Peso volumétrico del material de apoyo, por considerar en los cálculos de capacidad de carga.

γ_m = Peso volumétrico del material de apoyo con su humedad natural.

γ' = Peso volumétrico del material de apoyo sumergido.

z_w = Profundidad del nivel de aguas freáticas respecto al nivel de desplante.

B = Ancho del cimiento.

Desde luego, existe también el efecto de las fuerzas de filtración que en este caso, se consideran despreciables.

VELOCIDAD DE CARGA.

Las teorías de capacidad de carga, se han desarrollado bajo la hipótesis de que las solicitaciones son estáticas, sin embargo, existen casos reales en que no se cumple esta condición, por lo que es conveniente hacer algunos comentarios respecto a cómo se modifica la capacidad de carga al incrementarse la velocidad de aplicación de los esfuerzos. En términos generales, la velocidad de aplicación de la carga, modifica la capacidad de carga sólo en la medida en que puede relacionarse con la disipación de la presión que aparece en el agua del suelo, generada por la misma aplicación de la carga. Bajo esa consideración, se han hecho experiencias, encontrándose los siguientes resultados:

a).- Cuando se pasa de una carga estática a una de impacto, las cimentaciones apoyadas en arena compacta o en arcilla dura, cambian de tipo de falla, de corte general a punzonamiento.

b).- Cuando se pasa de una carga estática a una de impacto, se produce una ligera disminución inicial en la capacidad de carga de cimentaciones en arena compacta.

c).- Todas las cimentaciones en arcillas muy duras, muestran un aumento muy considerable en su capacidad de carga, al cambiarse la carga, de la condición estática a la de impacto.

Estas notas dan un panorama general, acerca del análisis de capacidad de carga de cimentaciones superficiales, y en ellas se ha puesto especial énfasis en las limitaciones que tienen las formas teóricas que existen al respecto, para que en su aplicación práctica, se logren los mejores resultados.

18.- Tschebotarioff, G.P., "Soil Mechanics, Foundations and Earth - Structures", McGraw-Hill Book Co. Inc., Nueva York (1951).

19.- Vesić, A., "Bearing Capacity of Deep Foundations in Sand", National Academy of Sciences, National Research Council, Highway Research Record, N° 39 (1963), pp 112-153.

20.- Vesić, A., "Análisis de la Capacidad de carga de Cimentaciones Superficiales", (1974), Instituto de Ingeniería, U.N.A.M.

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

Del 21 de septiembre al 6 de octubre de 1992

T E M A

ALGUNOS COMENTARIOS ACERCA DE LA CIMENTACION DE LAS CIMENTACIONES PROFUNDAS MEDIANTE CILINDROS

M. EN I. GABRIEL MORENO PECERO

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

ALGUNOS COMENTARIOS ACERCA DE LA CIMENTACION DE LAS CIMENTACIONES PROFUNDAS MEDIANTE CILINDROS.

Objetivo.

En lo que sigue, se hará una exposición de aspectos relacionados con las cimentaciones profundas mediante cilindros, con el fin de que al final de ellos, se tenga una idea de la forma en que se eligen, se diseñan y se construyen este tipo de cimientos.

Definición.

Cilindro es un elemento de apoyo de las estructuras constituido por concreto armado, que tiene la forma de un cilindro. Normalmente es hueco y el espesor de su pared es del orden de 0.80 m.

Elección.

En términos generales, los cilindros se eligen como elementos de cimentación cuando se conjuntan dos condiciones simultaneamente:

- La estructura que va a ser soportada tiene concentraciones altas de esfuerzos.
- Existe a una cierta profundidad, relativamente grande, un estrato francamente resistente.

c).- En Japón se usan cilindros gigantescos como elementos de cimentación de edificios de muchos niveles cuyo -- hundimiento en el terreno de apoyo, se consigue em--- pleando la Obra de Mano. Este tipo de apoyo se usa -- cuando se tienen dos estratos de suelo, uno superior, poco resistente y deformable constituido por ejemplo por arcillas y el otro inferior, francamente resistente; además, se debe cumplir que el primero mencionado, sea totalmente homogéneo.

Procedimiento de Construcción.

El Procedimiento de construcción, constituye el factor fundamental en el costo de los cilindros. Practicamente, el costo por metro de cilindro (es de $ 15,000.00 a $ 20,000.00) varía poco con los diámetros usuales: 4, 5, 6 y 7 m.

El procedimiento constructivo más usual es el llamad "Pozo Indio", consiste en esencia en descender el cilindro en el terreno de apoyo por su propio peso, a medida que desde su interior se excava el suelo en el que penetra. La excavación ---- del suelo, normalmente se hace empleando una cuchara de almejas - pero en el caso de los cilindros que se mencionó que se utilizan en Japón para cimentación de edificios, la excavación se ejecuta por obreros que deben trabajar ritmicamente, pues de no hacerlo - se corre el riesgo de que en alguna zona del cilindro se excave - más que en otra, lo cual puede propiciar su inclinación, que es - en estos casos, situación de fracaso, debido a que resulta muy difícil volver a la verticalidad a cilindros con dimensiones tan -- grandes. Un caso especial en que también se utiliza la Obra de Mano, lo constituye el procedimiento constructivo mediante aire --

comprimido. La idea es introducir aire a presión en la parte inferior del cilindro, con el objeto de equilibrar la presión del agua del suelo y evitar que ésta inunde el interior del cilindro; en estas condiciones es posible hacer descender al interior obreros que excaven el suelo de apoyo y propicien el hundimiento del cilindro. Las experiencias que existen al respecto, indican que este método es factible emplearlo hasta profundidades del orden de los 35 m, también se ha encontrado que su costo se incrementa muy rapidamente a partir de los 12 m de profundidad. La razón estriba en el hecho de que el rendimiento del trabajador disminuye rapidamente a medida que la presión del aire se incrementa.

Con el objeto de disminuir la fricción lateral, se han recurrido a varios métodos, como son:

1.- Disminución de la fricción, en el caso de los suelos gruesos, mediante inyecciones de agua a través de chiflones.

2.- Disminución de la adherencia con utilización de electrósmosis.

3.- Disminución de la adherencia por destrucción de la estructura del suelo fino.

En algunos casos se recurre a tratar de incrementar el peso del cilindro con sobrecargas externas, o bien manteniendo estanco su interior.

c). Verticalidad.

Una de las condiciones que debe cumplir el cilindro es obviamente el que sus paredes sean verticales, pero en la práctica, esta condición frecuentemente es difícil de cumplir.

Las razones son la heterogeneidad en cuanto a resistencia y deformación del suelo de cimentación y también en el procedimiento constructivo.

En la práctica se han tenido problemas graves a este respecto que han ocasionado desde dejar el cilindro inclinado, hasta abandonar este tipo de cimentaciones. Para enderezar los cilindros se han recurrido a procedimientos tales como sobrecargas excéntricas, disminución de adherencia en un lado del cilindro, empujes horizontales, etc.

ALGUNOS COMENTARIOS EN RELACION CON CIMENTACIONES PROFUNDAS MEDIANTE CILINDROS

PROBLEMAS ESPECIALES

I. Fricción Lateral

Una de las situaciones críticas que se presenta durante la construcción de los cilindros, es que éstos frecuentemente se quedan "pegados", es decir, el suelo circundante al cilindro ejerce fuerzas en él, que se oponen a que baje. Es conveniente, dada la frecuencia con que se presenta esta situación, el estudiarla con cierto detalle. Por ello separaremos los dos elementos que intervienen: el tipo de suelo y el cilindro.

En cuanto al primero de los factores conviene dividirlo en suelos de comportamiento friccionante y suelos de comportamiento cohesivo. Como ejemplo típico de los primeros tenemos a las arenas secas o saturadas, y el segundo a las arcillas.

a) Suelos de comportamiento friccionante

En este tipo de suelos el esfuerzo de fricción entre ellos y los cilindros depende de la fuerza normal en la superficie de contacto y de la naturaleza de las superficies en cuyo contacto se desarrolla la fricción.

La fuerza normal (σ) a su vez es función del peso propio de las partículas sólidas del suelo que se encuentran a profundidades menores que la correspondiente a la posición de fuerza normal, y se acepta que existe una cierta proporcionalidad entre ese peso propio y la fuerza normal,

de manera que si llamamos a este coeficiente de proporcionalidad k puede escribirse:

$$\sigma = k \gamma z \quad (1) \text{ donde:}$$

σ = esfuerzo normal
k = coeficiente de proporcionalidad
z = profundidad a la que se considera

El esfuerzo de fricción que podemos llamar f, a la profundidad z dentro de la magnitud de

$$f = \mu \sigma \quad (2) \quad \text{donde:}$$

f = esfuerzo de fricción
μ = coeficiente de fricción

El coeficiente de fricción depende de la naturaleza de los materiales en contacto, en este caso suelo friccionante y concreto.

Reuniendo las fórmulas 1 y 2 se tiene

$$f = \mu k \gamma z \quad (3)$$

Para el coeficiente k deben considerarse las teorías de empuje de tierras que existen, tales como la de Rankine donde definen 3 coeficientes: el pasivo, k_p, debido a la condición de empuje pasivo, el activo, k_a, - debido a la condición de empuje activo y el coeficiente de empuje en reposo, k_o, debido a la condición de reposo del suelo.

La primera pregunta que surge al respecto es ¿cuál de los 3 coeficientes mencionados es el que debe emplearse en el cálculo de la fricción?, si se analiza con detalle esta cuestión se llega a la conclusión de que ninguna de las tres representa la condición en que se comporta el suelo

en la vecindad del cilindro, pero quizá los que más se aproximan son k_a y k_o. De éstos 2 el más adecuado resulta ser k_o debido a que si las partículas sólidas de la arena no se movieran sería, sin duda, el empuje en reposo la condición a considerar; como las partículas sólidas del suelo se muevan, realmente el empuje que ejercen disminuirá y por lo tanto, el coeficiente de empuje será un poco menor que el de reposo. Algunas experiencias al respecto han mostrado que un valor adecuado para este coeficiente es de 0.4.

En cuanto al coeficiente μ, de fricción entre el suelo y el concreto del cilindro, su valor como ya se indicó, depende de la naturaleza de las superficies en contacto. Se ha encontrado adecuado expresarlo en función del material cuyo comportamiento cambia, es decir, en función de la fricción de la arena, teniendo en cuenta que normalmente los cilindros o son de concreto o se recubren de acero. Algunas normas alemanas al respecto recomiendan considerar a μ como:

$$\frac{1}{3} \tan \phi < \mu < \frac{2}{3} \tan \phi \quad \text{donde:}$$

ϕ = ángulo de fricción interna del suelo

En términos generales, la ϕ de las arenas varía entre 30° y 45° de manera que puede escribirse como:

$$0.19 < \mu < 0.66$$

Se sugiere que el menor valor se emplee cuando se tienen arenas muy sueltas de granos redondeados y con mala granulometría en contacto con acero y el mayor valor de μ para el caso de arenas compactadas de granos angulosos y de mala granulometría en contacto con concreto.

Si se toman en cuenta los valores numéricos mencionados se llega a la conclusión de que el esfuerzo de fricción varía entre:

$$f = \begin{cases} 0.08 \ \gamma z \\ 0.26 \ \gamma z \end{cases}$$

Es decir, que el valor máximo es del orden de 3 veces el mínimo o lo que es lo mismo que como máximo la fricción entre suelo y cilindro sea 3 veces mayor que el valor más pequeño de ésta.

Es conveniente observar que de acuerdo con la fórmula teórica la fricción es función directa de la profundidad z.

Hasta aquí la parte teórica.

Experiencias al respecto indican que a partir de unos 7 a 8 m la profundidad, para suelos friccionantes, la fricción permanece prácticamente constante. Para explicarnos este hecho, tenemos que revisar las hipótesis de la teoría en el sentido de observar si se cumplen en la realidad. En estas condiciones, puede fácilmente llegarse a la conclusión de que en el caso en estudio, el suelo se mueve con respecto al cilindro a una velocidad que va siendo mayor a medida que la profundidad z se aproxima a la correspondiente a la cuchilla del cilindro, todo esto, debido al procedimiento constructivo que se emplea (pozo indio). Esto quiere decir que si se acepta la fórmula general teórica de la fricción, para que f se mantenga constante a pesar de que z se incrementa es necesario que algo disminuya, ese algo puede ser el producto μ k y el incremento de z debe ser contrarestado por el decrementode μ k, la disminución de este último producto puede deberse a que la k disminuye ó μ ó bien ambos; existiendo estas tres alternativas posibles se llega a la conclusión de que lo más factible de suceder es que disminuye μ, para ello basta recordar que el efecto dinámico reduce la fricción hasta en algunas ocasiones anularla. La anterior consideración teórica lleva a una conclusión práctica interesante, entre más rápido se mueve la arena con respecto al cilindro, menos fricción se ejerce entre éste y la arena;

quizá esta observación sea la regla pero para solucionar el problema tan común mencionado al principio, de que el cilindro se quede detenido.

Si esto es así, todas las recomendaciones que se den al respecto deben tratar de cumplirla.

Analizando la misma situación desde otro punto de vista, y pensando fundamentalmente en la zona del cilindro en que la fuerza de la fricción se va incrementando con la profundidad, se puede hacer la reflexión. Hace tiempo se hicieron algunas mediciones de presiones en las paredes de algunos sitios encontrándose resultados similares al mencionado, es decir, que a partir de una cierta profundidad el esfuerzo normal a la pared se mantenía prácticamente constante. Por otra parte, también existe un estudio teórico de las presiones verticales que recibe una estructura cilíndrica (alcantarilla) cuando sobre ella se coloca una sobrecarga impuesta por un terraplén, en él Spangler y Marston encontraron que también a partir de una cierta altura del terraplén los esfuerzos que se ejercían sobre la estructura se mantenían practicamente constantes; la razón en ambos casos se ha explicado en la teoría de la mecánica de suelos mediante el llamado arqueo de suelos; este efecto en esencia consiste en que las partículas sólidas del suelo en lugar de ejercer su peso sobre las que están debajo de ellas, lo transmiten a las que están a su lado, de manera que son éstas las que sufren los mayores esfuerzos a expensas de que las que le sigan hacia abajo descansen de estos mismos esfuerzos, si esto es cierto, querría decir que en la zona en que los esfuerzos de fricción son prácticamente constantes el descanso mencionado no es total, es decir, la disminución de las presiones verticales efectivamente existe pero no es en magnitud tal que mantenga las fuerzas de fricción constantes con la profundidad, quizá la explicación más razonable a esta situación sea la combinación de los dos efectos mencionados, es decir, la disminución de μ por el efecto dinámico que se tiene cuando la arena se mueve con respecto al cilindro y el del arqueo de los suelos.

Analizando así la situación conviene indicar cuál o cuáles son las soluciones más adecuadas.

PRIMERA SOLUCION

Abatir con rapidez el nivel de las aguas en el interior del cilindro. - Esta solución tiene un doble efecto benéfico, por un lado, el peso del cilindro aumenta pues pasa de una condición de sumergido a no sumergido, por otro lado se establece un flujo de agua a través de la arena, ascendente con ella en la zona de apoyo del cilindro que la "suelta" y hace que penetre hacia el interior del cilindro provocando en muchas ocasiones el hincado del mismo. Analizando teóricamente este problema con el objeto de poder responder a la pregunta de cuánto es conveniente abatir del nivel de agua en el interior del cilindro, la teoría nos indica que debe ser como mínimo, la magnitud determinada por la siguiente fórmula:

$$h = \frac{\gamma'}{\gamma_\theta} \cdot L \text{ donde:}$$

γ' = peso volumétrico sumergido del suelo
γ_θ = peso volumétrico del agua
L = longitud de recorrido del agua dentro del suelo

Si se quisiera dar una recomendación práctica de lo anterior, se tendría que decir que el abatimiento mínimo del agua en el interior del cilindro en el suelo y que esa fracción es el valor absoluto de la diferencia entre el peso volumétrico del suelo saturado menos el peso volumétrico del agua.

SEGUNDA SOLUCION

Una segunda solución que en ocasiones se ocurre es el disminuir el material que aparece a partir del nivel a que se lleva el cilindro con el objeto de qu el que está en contacto con el cilindro pierda su apoyo y su peso venza la fracción interna del suelo, en estas condiciones, se ten

drá una especie de falla de la masa de suelo vecina al cilindro (en una distancia que depende de la resistencia friccionante del suelo y de la fricción entre suelo y cilindro). Analizando teóricamente esta condición se llega a la conclusión de que la distancia horizontal que debe excavarse hacia los lados del cilindro y abajo del nivel de apoyo de éste, debe variar entre 2 cm y 6 cm por cada metro de altura del cilindro.

Esta recomendación tiene la desventaja de que cuando en ocasiones se emplean explosivos para hacer la excavación mencionada se produce en el agua una alta presión que a veces llega a fracturar el cilindro.

TERCERA SOLUCION

Como tercera solución poco empleada en la práctica, se tiene el uso de chiflones de agua. Si se quiere analizar teóricamente su efecto se llegará a la conclusión de que en esencia provoca la disminución de la fricción entre el cilindro y suelo por la correspondiente disminución del coeficiente de fricción al inducir el movimiento de las partículas sólidas del suelo y del agua misma en la vecindad de la pared exterior del cilindro.

CUARTA SOLUCION

Como cuarta solución se ocurre aquella que tiende a cambiar la naturaleza de los materiales en contacto y que consiste en esencia en poner en la superficie exterior del cilindro, antes de hincarlo, una grasa que disminuye definitivamente la fricción.

b). Suelos de comportamiento cohesivo

Como ejemplo típico ya se anotó antes a las arcillas y realmente en este caso, éstas lo que hacen es pegarse al cilindro, es decir, adherirse;

se siente que existe una cierta correlación entre la resistencia del suelo y la fuerza con la que se adhiere el cilindro, desde luego no se puede afirmar de antemano que tal relación sea lineal. La resistencia de este tipo de suelo está expresado por:

$$s = c \text{ donde:}$$

s = resistencia
c = cohesión

es decir, la resistencia es constante e independiente del esfuerzo normal, luego entonces la adherencia también lo será.

Resultados de algunas pruebas realizadas por Tomlinson muestra que para cohesiones relativamente pequeñas la adherencia puede considerarse de igual magnitud a éstas pero a medida que se va incrementando el valor de la cohesión la adherencia va teniendo valores más pequeños que está llegando a ser prácticamente constante (independiente del valor de la cohesión) siendo 4 ton/m^2 la magnitud que alcanza para el caso de arcillas en contacto con acero y de 6 ton/m^2 para el caso de arcillas en contacto con concreto.

A fin de llegar a soluciones del problema que nos ocupa es conveniente mencionar que los factores de los que depende la resistencia y por lo tanto la adherencia, son la estructura del suelo y su contenido de agua.

Sabido es que a medida que se incrementa el contenido de agua se disminuye la resistencia de las arcillas; en cierta forma lo que sucede puede explicarse con relativa facilidad si se considera que entre las partículas sólidas existen fuerzas que son las que generan la resistencia del suelo, si se disminuyen las fuerzas de atracción entre las partículas sólidas, también lo hace la resistencia del suelo, y para ello una posibilidad es aumentar la presión hacia las partículas sólidas aumentando el espesor de la película de agua que existe entre partícula sólida y partí

cula sólida, es decir, lo que se requiere es incrementar el contenido de agua del suelo; por otra parte existen entre las partículas sólidas fuerzas de repulsión que disminuyen en su magnitud a medida que se incrementa la concentración de sales que tenga el agua del suelo; en este caso lo que se requiere, para disminuir la resistencia del suelo, es aumentar la magnitud de las fuerzas de repulsión y para ello se necesita disminuir la concentración de sales en el agua; en resumen, si se quiere disminuir la adherencia entre suelo y cilindro habrá necesidad de disminuir la resistencia del suelo y para ello existen dos alternativas en cuanto al contenido del agua:

a) Incrementar el contenido de agua
b) Disminuir la concentración de sales que existen en el agua del suelo

Llevadas las anteriores ideas a la práctica, se encuentra el ingeniero, con el problema de que es necesario aumentar el contenido de agua en la profundidad de la pared externa del cilindro para disminuir ahí la adherencia y para eso requerirá provocar un flujo del agua hacia esa frontera; es obvio que entre más rápido provoque ese flujo, mayor eficiencia obtendrá del procedimiento, pero las arcillas son materiales muy poco permeables y por lo tanto en condiciones normales el flujo de agua a través de ellas es muy lento, surge entonces la necesidad de incrementarlo en cuanto a rapidez y por lo tanto se tiene como posibilidad para lograrlo la electrósmosis. En el pasado se han hecho algunas pruebas obteniéndose resultados relativamente satisfactorios, por ejemplo, con motivo del proyecto de un túnel de 3.5 m de diámetro interior a profundidades de 15 a 20 m a través de los depósitos lacustres de arcilla blanda de la Ciudad de México, apareció el problema de la construcción de lumbreras de acceso cuyo diámetro interior se proyecta del orden de 8 m. Dadas las características de baja resistencia al corte y de expansividad de las arcillas del Valle, se llegó a la conclusión de que la solución más adecuada sería la de hincar un cilindro de concreto, haciéndolo bajar por su propio peso y excavando en el fondo, sin abatir el ni

del agua dentro del cilindro, con objeto de contrarrestar la falla por el fondo. De acuerdo con los estudios realizados se previó que la adherencia entre concreto y suelo será, por lo menos, de 3 ton/m^2 de área perimetral del cilindro; esto implica que la pared del cilindro debería tener un espesor no menor de 1.25 m, si se deseaba garantizar el peso suficiente para vencer la adherencia. Se pensó entonces en la forma de disminuir la adherencia, recurriendo a la "electrósmosis", con el fin de reducir el espesor de la pared, ya que, por razones estructurales no se requieren más de 25 cm, para soportar las presiones laterales hasta una profundidad de 20 m. Se realizaron entonces pruebas de extracción de un tubo de hierro de 13 m de longitud y 8.9 cm de diámetro exterior, que se había hincado previamente y dejado reposar por un lapso de 15 días. Se ejecutaron varias pruebas de diferentes intervalos de tiempo, sin tratamiento alguno. Enseguida se aplicó una corriente eléctrica, haciendo funcionar al tubo como cátodo y empleando como ánodos dos varillas de acero con la misma longitud que al tubo, hincadas a 2 m de distancia a ambos lados de éste. Bajo un potencial de 40 volts, la corriente se aplicó durante períodos sucesivos de 5, 10 y 15 minutos, suspendiendo en cada uno de ellos la corriente inmediatamente antes de realizar la prueba de extracción. Finalmente, se llevó a cabo una última prueba extrayendo el tubo mientras la corriente estaba actuando, después de 5 minutos. La figura 9 ilustra las variaciones de la adherencia a través del tiempo y en ella puede observarse que ésta disminuye notablemente con la corriente eléctrica, pasando de valores máximos de 3 ton/m^2, sin tratamiento, a 0.1 ton/m^2, después de 5 minutos de tratamiento. Este fenómeno es una consecuencia de la acumulación de agua alrededor del cátodo. De tales resultados experimentales se concluyó que la pared del cilindro tendrá un espesor de 25 cm y estará provista de una camisa exterior de lámina de hierro, Nú. 14 ó 16, servirá simultáneamente de cimbra y cátodo. En su etapa final el cilindro tendrá, en su extremo inferior, una tapa de concreto colada bajo el agua. Pero, al retirar el agua del interior para iniciar los trabajos dentro de la lumbrera, se presentará el problema de la tendencia del cilindro a subir a conse

cuencia del efecto de flotación. Tal tendencia deberá ser resistida por la adherencia entre lámina y suelo. Nuevamente entrará en acción la corriente eléctrica, pero ahora cambiando la polaridad; es decir, haciendo funcionar a la camisa exterior de lámina como ánodo, con lo cual se conseguirá aumentar la adherencia.

Quizá se debería proponer para estos casos también el inyectado de agua pero no mediante chiflones sino con tubos de diámetro común llevados a través del interior de la pared de concreto del cilindro y saliendo a diferentes profundidades convenientemente estudiadas.

Desde el punto de vista del otro factor, es decir, de la estructura es conocido el hecho de que destruyendo éste se disminuye la resistencia del suelo arcilloso y por lo tanto su adherencia al cilindro. Con el objeto de notar la forma en que conviene destruir esa estructura es necesario hacer un razonamiento acerca de qué tipo de estructura tienen las arcillas en su proximidad al cilindro.

Actualmente se sabe que a partir de una cierta magnitud de la deformación inducida en las arcillas, éstas se comportan en forma similar. Este comportamiento determina en ejes esfuerzo-deformación, una línea recta paralela al eje de las deformaciones, se puede afirmar que exhiben un comportamiento plástico. La explicación que se da al respecto de la similitud en el comportamiento de las arcillas después de una cierta deformación es la de que todas adquieren una misma forma de la estructura, se afirma, que las partículas sólidas se orientan siendo partículas paralelas entre sí, de manera que todas las arcillas en estas condiciones y con los mismos contenidos de agua deberán exhibir aproximadamente la misma resistencia (la razón de que sea aproximadamente, es de que no están tomando en cuenta otros factores tales como la forma de las partículas sólidas, su composición mineralógica y la concentración de sales en el agua). La resistencia que exhiben estas arcillas se denomina en la teoría de la Mecánica de los suelos, residual.

Pues bien, las arcillas que están en la proximidad de la pared del cilindro es muy probable que tengan esta condición de resistencia residual pues por el procedimiento constructivo que se sigue en el hincado del cilindro, se induce en ella una deformación considerable. Si así es, al destruir la estructura de la arcilla significa desde el punto de vista teórico que efectivamente ésta no debe existir, esta condición llevada a la práctica implica que es necesario destruirla por completo, o sea remoldearla totalmente; en ocasiones en la práctica cuando el cilindro se "pega" a la arcilla se ha recurrido a hacer una serie de sondeos en el perímetro externo del cilindro con el objeto exclusivo de remoldear a la arcilla y por lo tanto destruirle su estructura.

Otros procedimientos que se emplean para despegar los cilindros coinciden con los anotados para el caso de los suelos friccionantes como son el dejar sin apoyo el suelo en la vecindad del cilindro, el de abatir la superficie libre del agua en el interior del cilindro a fin de incrementar el peso del mismo.

II. Pérdida de la Verticalidad

Uno de los problemas que frecuentemente se presentan durante el hincado de los cilindros es la pérdida de su verticalidad. Las causas de tal situación son varias; una de ellas es la falta de homogeneidad en el suelo, en este caso, bien puede suceder, que una zona del cilindro quede apoyada en un suelo más compresible y menos resistente, o bien también es frecuente que el avance del procedimiento constructivo se haga en forma uniforme, es decir, que en una zona de apoyo del cilindro se excave más que en otro; otra causa lo constituye el hecho ya comentado antes de no obligar a que el centro de gravedad del cilindro esté localizado lo más bajo posible.

Para corregir esta anomalía en la práctica se recurre a procedimientos tales como excavar más en la zona menos hundida, o jalar el cilindro con

cables normales cuando no va muy profundo. Ha habido ocasiones en que al analizarlo estructuralmente y desde el punto de vista de Mecánica de Suelos se ha llegado a la conclusión de que es posible dejarlo inclinado, quizá en esos casos podría aumentarse el factor de seguridad colocando algunos elementos que actuarán como puntales, como por ejemplo pilotes inclinados.

III. Falta de Apoyo Lateral

En ocasiones por el procedimiento constructivo que se sigue se excava más volumen de suelo que el correspondiente a la parte del cilindro que penetra en el suelo, esto provoca que se observe que el suelo en la vecindad del cilindro se hunda.

Esto también se provoca a diferentes profundidades lo que se traduce en la formación de una serie de cavernas localizadas en la inmediata vecindad de la pared externa del cilindro. Esta condición implica que el suelo que rodea al cilindro no de la suficiente reacción horizontal. En el caso de puentes y apoyos muy esbeltos esta condición es esencial puesto que se requiere una condición de empotramiento real, es decir, los proyectos de la estructura exigen que el apoyo no sufra ningún desplazamiento horizontal, por ello en estos casos cuando se presenta la situación mencionada se recurre a inyectar las cavernas o a tratar de disminuir los esfuerzos horizontales (caso del puente Metlac).

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

Del 21 de septiembre al 6 de octubre de 1992

CIMENTACIONES

ANEXO 1

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

CIMENTACIONES

I. Superficiales
$h \leq 2b$

- I.a. Zapatas aisladas
- I.b. Zapatas corridas
- I.c. Losas de cimentación
- I.d. Cascarones

II. Compensadas

- II.a. Totalmente compensadas
- II.b. Parcialmente compensadas
- II.c. Sobrecompensadas

III. Profundas

- III.a. Pilotes
- III.b. Pilas
- III.c. Cilindros
- III.d. Cajones

I.a. Para recibir columnas. Pueden ser cuadrad. o rectangulares, se ligan entre sí por una cadena.

I.b. Para recibir muros o una serie de columnas.

I.c. Se usa cuando por efecto de que la resistencia del terreno sea muy baja o de que las cargas sean muy grandes se requiera que más del 50% del área de construcción estuviese cubierta de zapatas corridas en cuyo caso resulta más económico hacer una losa continua que cubra toda el área.

I.d. Se emplean cuando el terreno tiene baja capacidad de carga o cuando la estructura tenga claros muy grandes.

II. Cimentaciones Compensadas

Este tipo de cimentaciones se desplantan a una profundidad tal que el peso de la tierra excavada iguale el peso de la estructura. La constituyen: una losa corrida en el fondo de la excavación, contratrabes en dos direcciones, muro de contención y losa tapa.

P_E = Peso de la estructura

P_{VT} = Peso del volumen de la tierra desalojada

II. a. Totalmente compensadas $P_E = P_{VT}$

II. b. Parcialmente compensadas $P_E > P_{VT}$

Obliga al empleo de dos o más tipos de cimentación, o sea, una parte de la carga se toma por compensación y la otra por cimentación profunda.

II. c. Sobrecompensadas. $P_E < P_{VT}$

La estructura tiende a emerger hasta lograr su total equilibrio

III. Cimentaciones Profundas.

Se utilizan cuando se tienen estructuras muy pesadas sobre suelos compresibles. Su función es transmitir la carga de la estructura a estratos profundos con mayor resistencia.

III.a. Elementos muy esbeltos con ø de 0.30 a 1.00 m.

Se clasifican:

Por los materiales empleados en su construcción
- de madera
- de acero
- de concreto simple
- de concreto reforzado
- de concreto preesforzado
- Mixtos

Por el lugar de su construcción
- Prefabricados
- Fabricados en el lugar de hinca.

Por su sección transversal
- Hueca
- Maciza

Por su apoyo
- de fricción
- de punta
- de apoyo mixto

Por su forma de colocación
- Hincados a percusión; con previa excavación o sin ella.
- Fabricados "in situ"

III.b. Pilas.- Su ancho varía de 1.00 a 2.00 m En ocasiones se construyen con ampliación de base (campana) en el fondo a fin de disminuir la presión de contacto.

Se usan cuando se requiere transmitir las cargas de una estructura a través de un espesor de suelo blando o a través de agua hasta un estrato de suelo resistente.

III.c. Cilindros.— De concreto reforzado, pueden ser circulares o elípticos. Sus diámetros varían de 3.00 a 6.00 m; se construyen huecos con el fín de ahorrar material y eliminar peso propio. Con tapa en su punta.

Se utilizan preferentemente en los puentes.

III.d. Cajones.— Forma paralelepípeda y en ocasiones elíptica, con anchos similares a los de los cilindros.

Se hacen de concreto reforzado formando cajones o celdas desplantados a la profundidad de la capa resistente.

El cajón es una estructura que es hundida a través del terreno o del agua con el fín de excavar y colocar la cimentación a la profundidad prescrita

Algunas consideraciones sobre cimentaciones de pilotes y de sustitución

En la enorme ciudad de México desplantada sobre un suelo muy especial, débil y problemático, vulnerabilísimo ante los sismos y con características variables, se han usado y ensayado muy diferentes sistemas de cimentaciones. Aunque hemos tenido a nuestra disposición, el que podríamos llamar un magnífico campo de experimentación a escala natural, hay en esta materia ciertos prejuicios o conceptos arraigados que ameritan aclaraciones y revisión.

Arquitecto José Creixell M.

Independientemente de su propio material, en México se han usado básicamente dos tipos de pilotes: de punta y de fricción.

Llamamos *de punta* a los que se apoyan hasta la capa resistente de terreno, que en la zona compresible y en el centro de la ciudad generalmente se encuentra a 30 ó 31 metros de profundidad con relación al nivel de la calle y que en otras aparece entre 21 y 41 metros.

Los pilotes *de fricción* o *de adherencia* no se hincan hasta esas capas y toman su carga al adherirse al suelo que los circunda.

El terreno del Valle de México, en el que se encuentra la ciudad, se va asentando paulatinamente. Esto es debido a que siendo muy acuoso, puesto que en la antigüedad fue un gran lago o cuenca, las arcillas y limos que principalmente lo constituyen, acomodan sus partículas, debido a los constantes movimientos sísmicos que se verifican aunque sólo sean registrados por sismógrafos. Y también por su desecación incrementada por los numerosos pozos artesianos.

El autor de este artículo, arquitecto José Creixell M.* (79) egresado de la UNAM, es miembro de número, fundador y consejero de la Academia Mexicana de Arquitectura, arquitecto emérito de la Sociedad de Arquitectos Mexicanos y miembro vitalicio del Colegio de Arquitectos de México.

Ha proyectado, dirigido y construido más de 400 obras. Actividad docente en la Escuela de Arquitectura de la UNAM (34-78) Publicaciones y conferencias sobre cimentaciones, problemas estructurales y construcciones antisísmicas.

Ha diseñado y construido máquinas para probar vigas y columnas reducidas, vibraciones de estructuras en modelos, aparato para estudiar y valorizar los empujes de tierras, otros para losas reticulares apoyadas o no en trabes flexibles.

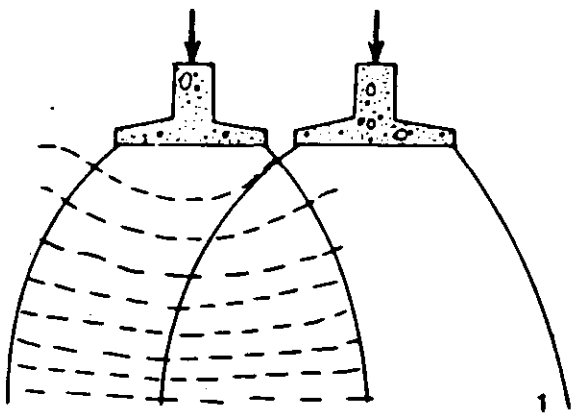
Su oficina es un verdadero laboratorio para análisis de sismos: posee tres diferentes *sismoscopios*, un *trepidómetro*, tres *acelerómetros* (dos de ellos de su invención), un aparato con pantalla que detecta *movimientos del subsuelo* y un *sismógrafo automático*.

Ese asentamiento provoca que los edificios con pilotes de punta que se apoyan sobre la capa resistente que se asienta menos que las superiores, vayan sobresaliendo con relación a los que simplemente descansan sobre estas últimas.

Tratando de evitar tal fenómeno, sobre los pilotes de punta han usado controles diseñados para poder bajar o nivelar los edificos apoyados en ellos. O también se usan los pilotes de fricción que al no llegar hasta el estrato resistente pueden, al menos, bajar en parte con el terreno.

Bulbo de presión. La presión de un cimiento sobre el terreno, no se transmite hacia abajo verticalmente sino que con la profundidad se va ampliando su zona de influencia y constituye el llamado *bulbo de presión* (Fig. 1).

Se pueden verificar dos *asentamientos*: el *inmediato* que depende mucho de la amplitud del cimiento y el que nosotros llamamos *subsecuente* que se presenta luego y se relaciona con el bulbo.



Los cimientos cercanos, no resisten la suma de los que cada uno puede soportar por separado, al menos en terrenos compresibles, pues al traslaparse los bulbos de presión, hacen que la zona donde actúan resulte menor a la suma de las que obrarían bajo cada uno, aisladamente.

En varias ocasiones, edificios recibidos sobre cimentaciones superficiales se han asentado más de lo debido y al hacer otros similares en un terreno semejante con cimientos más amplios, no se ha logrado evitar ese asentamiento. La razón obvia es que ya los bulbos de presión de los primeros habían abarcado todo el terreno disponible a la profundidad en que se comprime más, pues en la superficie por estar ya consolidado, el asentamiento inmediato no era de importancia.

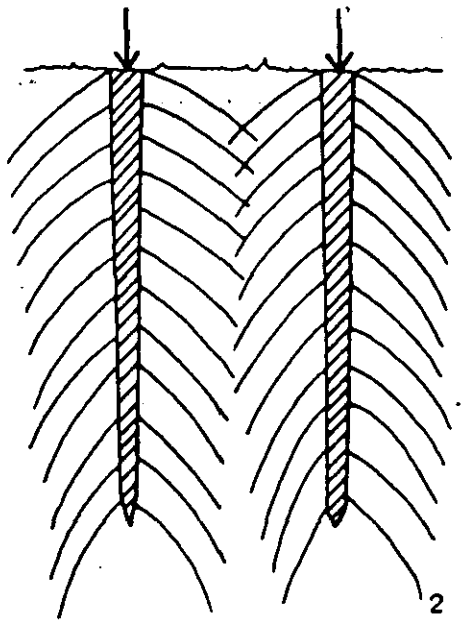
PILOTES DE FRICCION

Para varios técnicos los pilotes de fricción no dan las garantías necesarias y hasta afirman que durante los sismos se han comportado peor que los de punta; sin embargo en numerosos casos ha funcionado muy satisfactoriamente.

Creemos que lo malo no ha estado en su propia naturaleza, sino en un deficiente cálculo y un [illegible] criterio para su aplicación, en los que han faltado consideraciones muy lógicas, que a continuación trataremos de explicar, aceptando desde luego, que su resistencia a la carga no es ni de fácil ni de precisa determinación.

Por lo pronto podemos afirmar, que si se prueban dos pilotes de fricción cercanos y cada uno demuestra poder soportar por ejemplo 25 toneladas; los dos juntos no podrán soportar 50.

Los pilotes de fricción también tienen sus bulbos, que en su caso podríamos llamar, más propiamente, *zonas de influencia* (Fig. 2) y por la misma razón,



si están cercanos, tampoco se puede sumar el trabajo que desempeñarían por separado y a veces no se logra nada aumentando su número con otros de la misma longitud.

Tales zonas de influencia, más grandes de lo que se puede suponer, resultan de imposible determinación exacta, tanto en su amplitud y profundidad como en la distribución de sus esfuerzos interiores.

Muchos calculistas, se han conformado con valuar la resistencia del pilote de fricción proporcionándola simplemente con su perímetro y especifican que para que su trabajo sea efectivo, deben hincarse a una distancia mínima entre dos pilotes, que recomiendan, por ejemplo, de 1.50 ó 2.00 metros. En realidad, aunque la ampliación del bulbo no va precisamente en proporción a su diámetro, sí se afecta por éste y es más lógico hacer variar dicha distancia de

acuerdo con él, recomendándola por ejemplo de 3, ó mejor, 4 diámetros.

Aunque a veces conviene hincar pocos pilotes de fricción gruesos en vez de varios más delgados, en general es mejor usar estos últimos, pues su área de contacto y su zona de influencia, resultan mayores en proporción a su sección.

Por otra parte, muchos especialistas han llegado a la conclusión correcta de que la resistencia del pilote de fricción por unidad de longitud, aumenta con la profundidad, pero en esta suposición tan simplista, frecuentemente se exagera ese incremento de resistencia.

En nuestro subsuelo y tratándose por ejemplo de un pilote de fricción de 20 metros y al que se le asigna en su parte superior una resistencia de 1,000 kilogramos por metro cuadrado de área de contacto, en su extremo inferior podrá calcularse de unos 1,200 kilogramos pero no más como en ocasiones se ha supuesto.

Teóricamente se podría pensar que el terreno profundo, por su propio peso ya está en condiciones de tener una compacidad mayor, pero la realidad es que su estructura cavernosa, celular y embebida en agua, no tiene una resistencia mucho mayor que la de su parte alta, como lo demuestran los datos obtenidos con un sencillo tubo con punta de acero que se hinca por golpeo o presión y por los que se nota que hay varias capas profundas que presentan más facilidad a la penetración que otras superiores.

Deformación de los estratos. Bajo un cimiento común de superficie, la presión que éste ejerce va deformando los estratos como se indica en la Fig. 1. A medida que el bulbo amplía su área, la presión unitaria disminuye, de manera que las deformaciones de los estratos se van haciendo cada vez menores hasta nulificarse.

Si un pilote de fricción corto se ha hincado bajo un cimiento y sólo tiene una longitud igual a la profundidad afectada por el mismo, su utilidad es prácticamente nula y no es correcto pensar que se puede aplicar parte de la carga al cimiento y parte al pilote o pilotes. En esa zona el mismo terreno que sostiene al cimiento tiene que sostener a los pilotes y es imposible que duplique su resistencia.

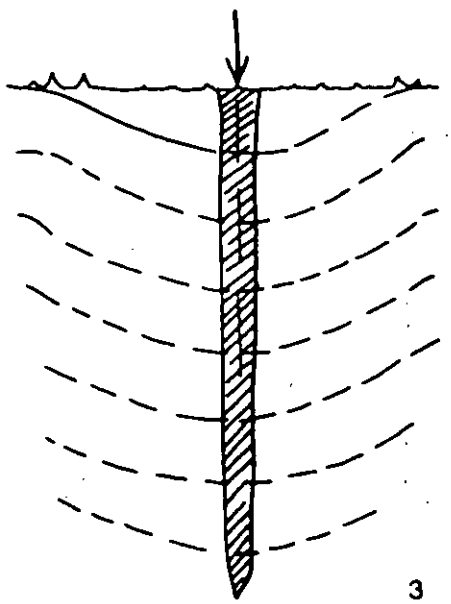
Debemos considerar que el efecto del pilote de fricción (Fig. 3), es el de ir deformando las capas que atraviesa, ejerciendo para ésto unos esfuerzos que se traducen en la carga que puede soportar.

Aun en la zona comprimida por el cimiento, el pilote de fricción puede deformar con más regularidad las capas que atraviesa, y teniendo esto en cuenta, hasta conviene a veces suprimir la zapata del cimiento y recibir los pilotes solamente con las correspondientes contratrabes.

De todas maneras, el pilote de fricción profundo tiene mayores oportunidades de atravesar más capas de mejor resistencia y por esto es correcto aumentar ésta con la profundidad.

Recomendaciones de diseño. En resumen, se pueden recomendar tres maneras para diseñar una cimentación apoyada en pilotes de fricción:

1. Diseñarla considerando el comportamiento de los pilotes con un criterio correcto acerca de su forma de trabajo.
2. Basarse, para el caso, en experiencias obtenidas en edificios similares y terrenos semejantes, puestos sobre pilotes de fricción cuyos resultados han sido muy satisfactorios.
3. Proyectar la cimentación de manera que después de construida y de ir comprobando paulatinamente su resultado, se puedan colocar más pilotes, quizá de mayor profundidad, hincándolos inclusive en los lugares donde se juzgue que sean más necesarios.



3

Este sistema, muy recomendable, se puede lograr diseñando entre las contratrabes losas de cimentación reticuladas, con casetones por ejemplo de 60 x 60 centímetros que quitándolos donde se requiera permitan la introducción de otros pilotes. Este sistema, altamente recomendable, permite hasta colocar al principio menos pilotes de los que se juzgaba necesario, observar el comportamiento de la construcción e hincar después los que hagan falta en los lugares donde se requieran.

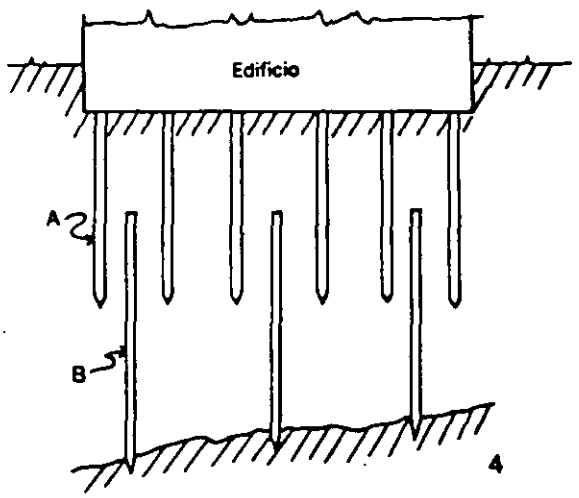
En general, no debe ser motivo de preocupación que el pilote de fricción, al recibir una carga excesiva, falle por compresión ya que lo común es que su sección por sí misma resista mucho más a dicha carga de lo que puede soportar por adherencia.

Si los pilotes de fricción se hincan cuando ya la estructura está a medio construir, lo que ordinariamente se hace por medio de gatos de presión, el edificio puede bajar unos centímetros. Pero después al reac-

cionar el terreno debido a su elasticidad, como explicaremos al tratar los pilotes de punta, ese hundimiento puede reponerse.

Pilotes tipo "B". Se han presentado casos de cimentaciones con pilotes de fricción, sobre todo cuando la capa resistente es muy profunda en los que aun después de aumentar el número de ellos, continuó su tendencia al asentamiento.

Se comprobó que lo que cedía era la tierra comprendida entre el extremo inferior de los pilotes y el estrato resistente. Así, se hincaron pilotes llamados "tipo B" que *se introducen con seguidor hasta el estrato profundo y que por su parte alta no llegan hasta los cimientos* (Fig. 4), y de inmediato se suspendió el asentamiento.



4

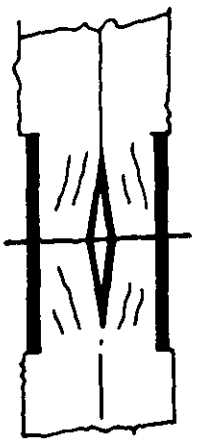
Estos pilotes "tipo B" que se cruzan con los inicialmente colocados que podemos llamar "tipo A", demostraron también que las zonas de influencia de los pilotes de fricción son muy amplias pues se colocaron a tres metros de los iniciales y el resultado fue muy bueno.

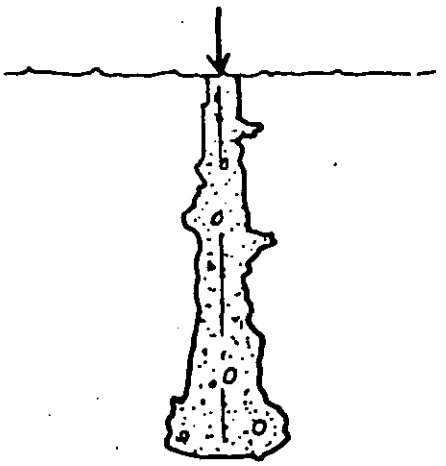
Pilotes de madera. La falta de renovación de nuestros bosques, ha provocado la prohibición de las autoridades para el uso de pilotes de madera, que resultan muy ligeros y sobre todo *cuando trabajan a fricción satisfacen muy bien su cometido,* con la sola condición que sean de buena calidad. Dentro del agua freática del Valle de México que en muchas partes llega apenas a 1.30 ó 1.50 metros bajo el nivel de la calle, la madera no se pudre y hasta da más garantías que el pilote de concreto si el recubrimiento de las varillas no es lo suficientemente capaz de evitar su oxidación.

En los pilotes de madera, con frecuencia las juntas han fallado pero sí se hacen bien no hay razón para ello. Una junta recomendable es la de la (Fig. 5), que implica un cilindro de acero o una cuña central que al hincar el pilote, con la presión hace que la madera se comprima fuertemente contra el cilindro. Para protegerlo de la oxidación, conviene dar a este un espesor suficiente para soportarla por mucho tiempo o emplear un recubrimiento adecuado.

Los pilotes de madera, sólo requieren tener un tramo superior de concreto armado para prever las posibles variaciones en el nivel del agua freática.

Pilotes con base ampliada. Finalmente podemos sugerir, para edificios relativamente ligeros, por ejemplo de cinco niveles, los pilotes de la (Fig. 6), que nos


5


6

han dado muy buenos resultados, incrementando la resistencia del terreno.

De unos 3.5 a 8 metros de profundidad, bajan las cargas a través de unos estratos, pudiendo llegar a otros de mayor resistencia. *Trabajan también a la fricción* y llenando y comprimiendo zonas débiles su base se amplía al ser vaciados.

Son de concreto, no requieren acero, son fáciles de hacer y resultan económicos.

Para emplearlos, se hacen perforaciones de 30 ó 35 centímetros de diámetro, con la sencilla y casi manual maquinaria con la que se perforan los pozos artesianos. La arcilla al arquearse puede sostenerse sin tener desprendimiento a corto plazo; el pozo queda inundado por el agua freática.

Después, desde el nivel del terreno se vierte la mezcla de concreto relativamente seca hasta llegar a la superficie.

El hecho de que el agua freática salga expulsada bastante limpia al vaciar el concreto, demuestra que éste se afecta poco y la constancia de que el volumen introducido de la mezcla, resulta mayor al de la hoquedad, comprueba que debido a la presión superior esa mezcla se ha introducido en partes blandas y dilatado en su extremo inferior.

PILOTES DE PUNTA

Con relación a los pilotes de punta, tenemos tam-

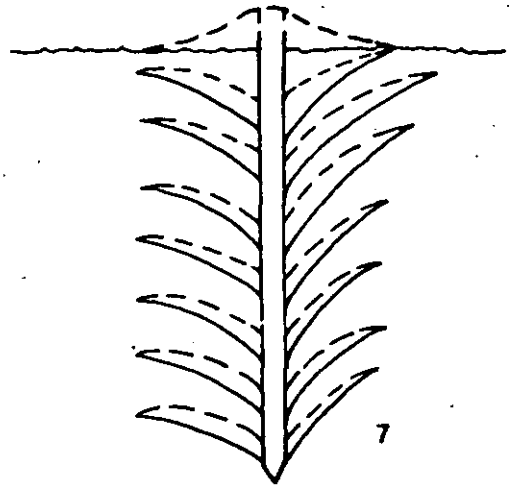
bién que hacer algunas consideraciones no comunes.

Indudablemente, estos pilotos también tienen sus ventajas. Su resistencia, es generalmente superior a la del pilote de fricción, por tanto se requieren en menor número y se pueden colocar más cercanos teniendo siempre cuidado, después de estudiar el sondeo previo, de que el manto donde se apoyan tenga la suficiente resistencia.

No hay que preocuparse demasiado por el pandeo que se les pueda considerar al trabajar como columnas largas, pues pilotes de acero, aún de 30 metros de profundidad y de sólo 7 u 8 centímetros de diámetro han resistido bien la carga sin pandearse, dado la efectividad para el caso del terreno que los circunda. Desde luego, *no recomendamos esos pilotes de acero,* pues después de no mucho tiempo de hincados se han extraido demasiado oxidados.

Levantamiento de pilotes. Como hemos indicado, el mayor levantamiento de los edificios apoyados en pilotes de punta, con relación a los que descansan sobre las capas superficiales, se debe a que el terreno de la ciudad en general, va bajando paulatinamente de nivel en esas capas, más que el estrato resistente donde se apoyan.

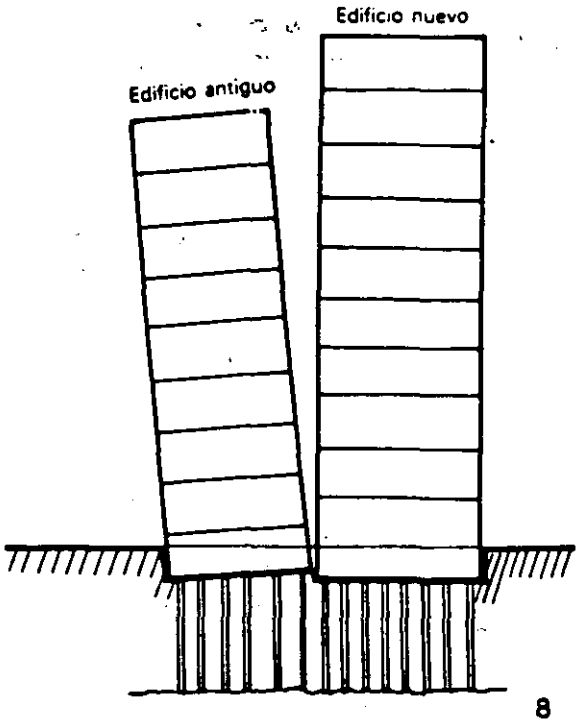
Son muy pocos los que consideran que el terreno muy elástico de la ciudad de México después de deformarse hacia abajo por la presión ejercida para el hincado del pilote, trata de reponerse expulsándolo hacia arriba (Fig. 7).



7

Este fenómeno se comprueba ampliamente al observar que si un edificio sobre pilotes de punta se construye junto a otro más antiguo que también los tiene, éste, invariablemente se inclina hacia el lado opuesto (Fig. 8) por la influencia del levantamiento casi inmediato de los pilotes del nuevo.

Lo anterior se debe muy poco a la expansión de la tierra del edificio nuevo por la introducción de sus pilotes, pues el volumen de éstos es muy reducido comparado con el del terreno. Y, además, antes de



8

iniciar las cimentaciones, normalmente ya sobresalen del mismo.

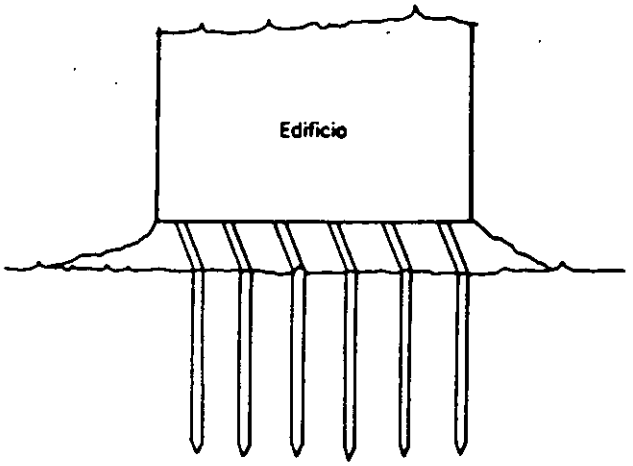
Es normal que un pilote de 30 metros en este suelo se levante muy rapidamente 20 ó 25 centímetros.

El levantamiento de los pilotes por este concepto, se puede evitar si después de haberse vaciado en el lugar, se extraen los moldes que para esto se usaron y al sacarlos apoyados en los mismos pilotes, corrigen la deformación del terreno.

Fricción negativa. Al calcular los pilotes de punta, además de considerar la carga que reciben y su peso propio, se ha acostumbrado incrementarlos con lo que se llama *fricción negativa* que corresponde al efecto que tiene el terreno, a medida que se consolida, de colgarse del pilote. Pero en general, no se tiene en cuenta que este fenómeno se verifica más bien en las capas superficiales y para que suceda, es necesario que el terreno deformado hacia abajo, se reponga totalmente, lo que toma tiempo y que al final no conviene sobrepilotear los edificios pues así su levantamiento resulta excesivo. Concluimos en que *no es muy importante la fricción negativa.*

Cuando por los pilotes de punta, el edificio sobresale demasiado, sus partes superiores quedan arriba del terreno como indica la (Fig. 9.) Al venir el sismo, los pilotes pueden sufrir un desalojamiento horizontal muy peligroso y hasta llegar a la rotura. El terreno, al haberse despegado, se levanta con ellos pero la realidad es que ahí debe quedar muy flojo y no contribuye al confinamiento de los pilotes.

Se han empleado pilotes de concreto que en su parte inferior terminan con un tubo de acero con punta que puede tener de tres a cinco metros de largo y unos 10 centímetros de diámetro. La punta llega hasta el estrato resistente y se pretende que al irse consolidando el terreno superior, ella vaya penetran-

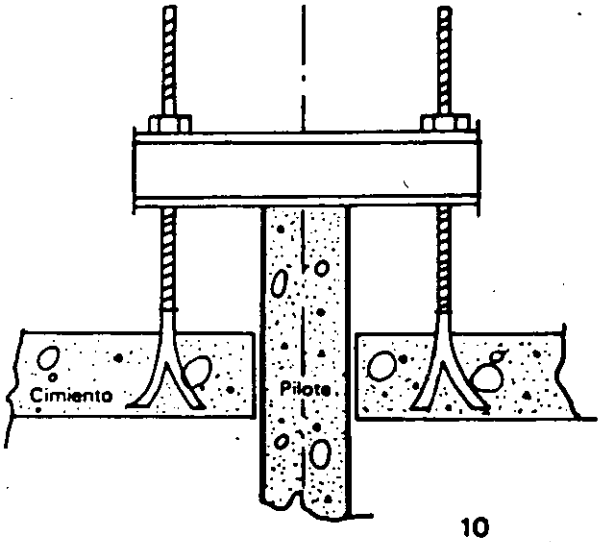


9

do y evite que el edificio sobresalga. Hay casos en que han dado un aceptable resultado, pero las indeterminaciones a las que están sujetos, no lo hacen fácil de prever.

Pilotes de control. Para que el pilote de punta sea más confiable, es necesario que en su parte superior se coloque algún control que permita bajar el edificio cuando sobresale demasiado e inclusive nivelarlo.

Los más conocidos son en esencia, semejantes al indicado en la (Fig. 10.) *Aflojando las tuercas, el edificio puede bajar y apretándolas, subir o nivelarse.*

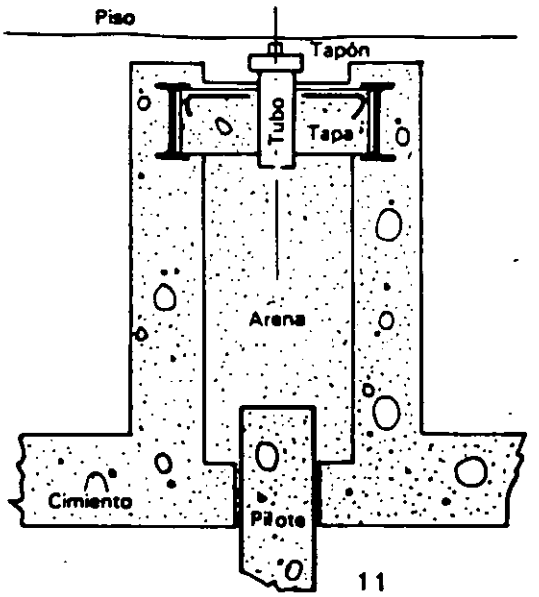


10

Los mayores problemas de este control se deben a que se tiene que contar con un espacio al que pueden entrar los obreros que lo operen y a las dificultades de sellar la junta entre el pilote y la cimentación para que, permitiendo el movimiento, evite la entrada del agua freática que puede tener mucha presión cuando la cimentación es profunda.

Nosotros hemos usado controles que consisten (Fig. 11) en dejar sobre el pilote un espacio lleno de arena con una tapa de concreto armado que en su centro lleva un tubo de acero de 10 centímetros de diámetro con su tapón de rosca que permite la *extracción de la arena para bajar al edificio.*

La tapa de concreto puede construirse entre dos viguetas de acero. Si con el tiempo, vaciando toda la arena, el pilote llega a esa tapa, ésta se puede destruir, rebajar el pilote, llenar el hueco otra vez de a na, reconstruir la tapa y así lograr que el sistema sig funcionando por más años.



11

Este control no permite subir al edificio, cosa poco interesante en este tipo de suelo, pero bajando unos pilotes más que otros, *sí se puede nivelar.*

El agua freática, aunque llene el cilindro a través de la arena, no tiene por donde salir y como la tapa puede llegar prácticamente hasta el piso, sólo requiere en éste, de un pequeño registro para que los obreros puedan extraer la arena.

La arena queda muy comprimida por la reacción del pilote. En nuestro caso, la hemos aflojado con un taladro eléctrico y extraído con aspiradora, pero ese trabajo también se puede ejecutar casi manualmente.

Al aplicar esos controles en un edificio cuyas zapatas de cimientos no tuvieron que ocupar toda su área construida, se nos presentó el problema de que después de bajarlo y nivelarlo con éxito en las primeras intervenciones, al presentarse la siguiente, habiendo sacado toda la arena y aún quedando bastante espacio libre para bajar el edificio, éste ya no pudo hacerlo.

Quizá hubiera convenido construir las zapatas de cimientos de menor amplitud o dejar más espacio libre entre el pilote y el concreto que lo circunda, pues es fácil que al bajar en las primeras ocasiones la tierra hubiera sellado tal espacio. Pero la causa principal del problema puede haber sido que el terreno adherido a los pilotes haya impedido que la cimen-

tación pudiera bajar más, fenómeno que hay que tener en cuenta ya que puede repetirse en cualquier sistema de controles.

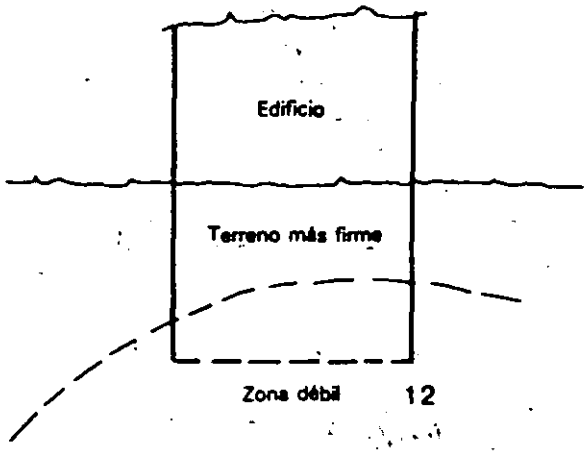
CIMIENTOS POR SUBSTITUCION

consisten en extraer del suelo una cantidad de tierra cuyo peso equivalga al del edificio por construir.

A primera vista, pocas cosas hay tan convincentes como este tipo de cimentaciones al grado de que ha satisfecho a especialistas que lo han usado con profusión. Sin embargo, los múltiples fracasos del sistema que se han traducido en *asentamientos y desniveles excesivos* nos llevan a investigar más detenidamente el caso.

Al excavar el terreno, el subsuelo evidentemente se levanta, su estructura original celular y de naturaleza cavernosa se deforma o se rompe. Ya no resiste lo que soportaba inicialmente y al presentarse la nueva carga el edificio desciende bastante y con frecuencia más de un lado que de otro.

El levantamiento de la parte baja del terreno excavado se debe a dos causas: siendo la arcilla de la ciudad muy impermeable, antes de permitir fácilmente el paso del agua freática —si ésta solo se va sacando a medida que se excava— recibe la presión hidrostática que lo eleva. En segundo lugar siendo el terreno muy elástico, sobresale al faltarle el peso que se



12

le ha quitado. Esta deformación de su estructura se verifica, inclusive, desde cierta profundidad.

Por otra parte, es posible que el terreno excavado, no estuviera apoyado plenamente sobre el inferior sino que ya sea por el efecto de arco,(Fig. 12), o por esfuerzo cortante, hubiera estado detenido al menos en parte por los terrenos colindantes.

Por otra parte, no hay nada más preciso que el principio de Arquímedes según el cual cualquier cuerpo introducido en un líquido, experimenta una reacción igual al peso del volumen del líquido que desaloja y la cimentación impermeable dentro del agua freá-

Pilotes tubulares	Fáciles de obtener y económicos. Fáciles de hincar. Se puede inspeccionar el fondo. Se pueden hincar en secciones cortas.	A menos que se suelden los empalmes, se pueden llenar de agua. Los pilotes de fricción requieren un análisis cuidadoso.
Colados *in situ* hincados con mandriles	Económicos. El interior se puede inspeccionar. Se adaptan a grandes variaciones de longitud. Los tipos cónicos son convenientes como pilotes de fricción.	Se necesitan equipos pesados y especializados. Los colapsos, el desgarramiento de los moldes y los problemas de filtración del agua provocan numerosos rechazos.
Colados *in situ* sin mandriles	Fáciles de hincar. Se empalman con facilidad. Con equipos ligeros. Raras veces se desgarran o tienen filtraciones de agua.	Capacidad limitada para aceptar un hincado enérgico.
Sin moldes (perforados)	Bajo costo. Rápidos. Sin vibraciones.	Problemas en suelos con desplomes y con altos contenidos de agua. Las pruebas de carga resultan muy costosas.
Lechada inyectada	No hay vibraciones.	No se pueden inspeccionar. Se requieren pruebas extensas de carga.
Base ensanchada	Densificación de suelos granulares sueltos. Gran capacidad de carga.	No se pueden inspeccionar. Se necesitan moldes en suelos compresibles.
Precolados	Permanencia. Alta capacidad y resistencia a los pandeos.	Grandes desperdicios de corte. Difíciles de manejar. Se necesita chiflonado para ayudar en el hincado. Se rompen con facilidad.

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

Del 21 de septiembre al 6 de octubre de 1992

SEGURIDAD EN LAS OBRAS

ING. RAUL IBARRA RUIZ

SEPTIEMBRE - 1992

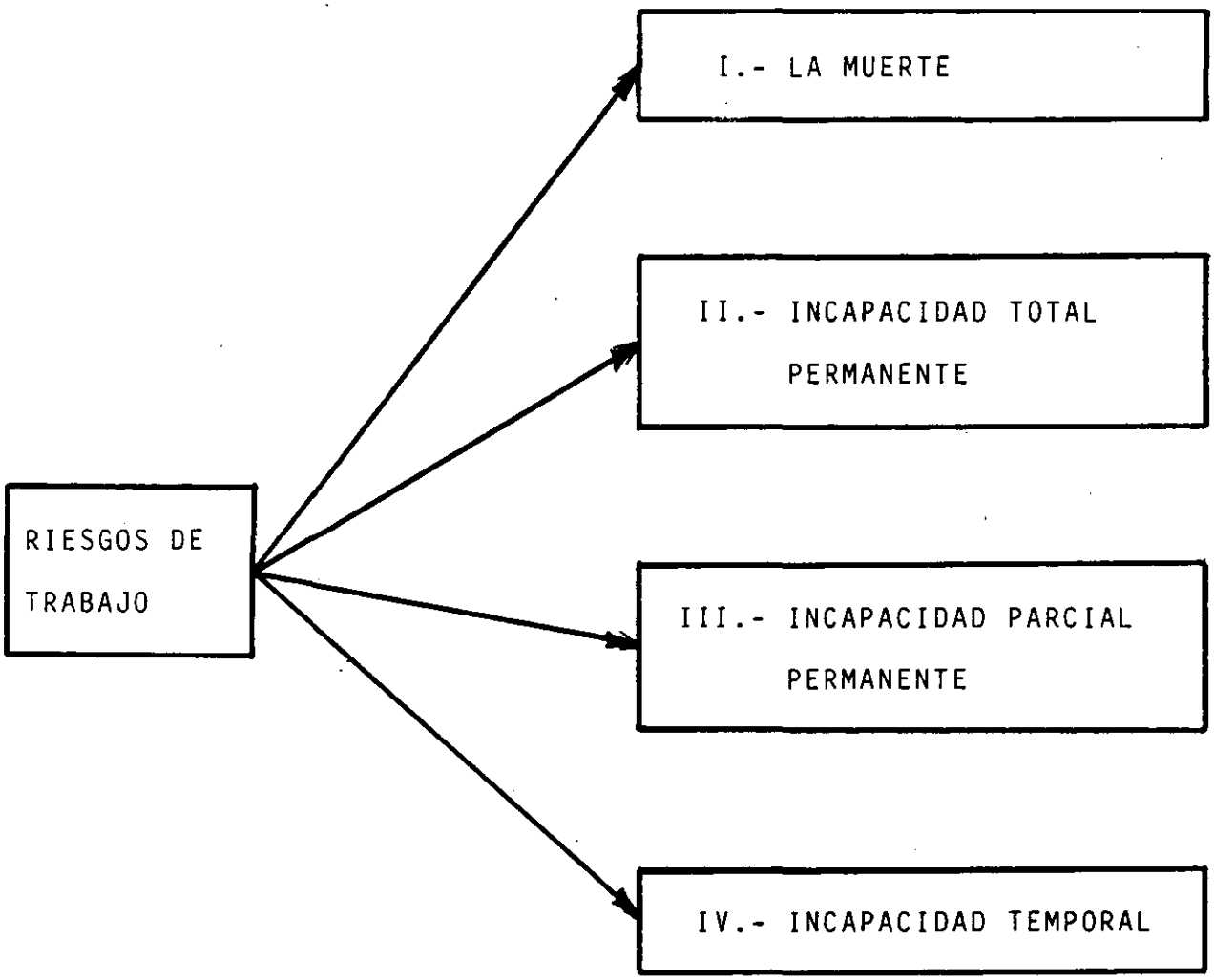
Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

ART. 473 DE LA LEY FEDERAL DEL TRABAJO

ART. 48 DE LA LEY DEL SEGURO SOCIAL

ACCIDENTES DE TRABAJO.- ES TODA LESION ORGANICA O PERTURBACION FUNCIONAL, INMEDIATA O POSTERIOR, O LA MUERTE PRODUCIDA REPENTINAMENTE EN EJERCICIO O CON MOTIVO DEL TRABAJO, CUALESQUIERA QUE SEA EL LUGAR Y EL TIEMPO EN QUE SE PRESTEN.

ENFERMEDAD DE TRABAJO.- ES TODO ESTADO PATOLOGICO DERIVADO DE LA ACCION CONTINUADA DE UNA CAUSA QUE TENGA SU ORIGEN O MOTIVO EN EL TRABAJO, O EN EL MEDIO EN QUE EL TRABAJADOR SE VEA OBLIGADO A PRESTAR SUS SERVICIOS.


RIESGOS DE TRABAJO
I.- LA MUERTE
II.- INCAPACIDAD TOTAL PERMANENTE
III.- INCAPACIDAD PARCIAL PERMANENTE
IV.- INCAPACIDAD TEMPORAL

INCAPACIDAD TOTAL PERMANENTE.- ES LA PERDIDA ABSOLUTA DE FACULTADES O DE APTITUDES QUE IMPOSIBILITAN A UN INDIVIDUO PARA PODER DESEMPEÑAR CUALQUIER TRABAJO POR TODO EL RESTO DE SU VIDA.

INCAPACIDAD PARCIAL PERMANENTE.- ES LA DISMINUCION DE LAS FACULTADES DE UN INDIVIDUO POR HABER SUFRIDO LA PERDIDA O PARALIZACION DE ALGUN MIEMBRO, ORGANO O FUNCION DEL CUERPO.

INCAPACIDAD TEMPORAL.- ES LA PERDIDA DE FACULTADES O APTITUDES QUE IMPOSIBILITAN PARCIAL O TOTALMENTE A UN INDIVIDUO PARA DESEMPEÑAR SU TRABAJO POR ALGUN TIEMPO.

ESTAN FUERA DE LAS DEFINICIONES ANTERIORES LOS CASOS SIGUIENTES:

a) SI EL ACCIDENTE OCURRE ENCONTRANDOSE EL TRABAJADOR EN ESTADO DE EMBRIAGUEZ.

b) SI EL ACCIDENTE OCURRE ENCONTRANDOSE EL TRABAJADOR BAJO LA -- ACCION DE UN NARCOTICO O DROGA ENERVANTE, SALVO QUE EXISTA LA PRESCRIPCION MEDICA Y QUE EL TRABAJADOR HUBIESE PUESTO EL HECHO EN CONOCIMIENTO DEL PATRON Y LE HUBIESE PRESENTADO LA --- PRESCRIPCION SUSCRITA POR EL MEDICO.

c) SI EL TRABAJADOR SE OCASIONA INTENCIONALMENTE UNA LESION POR SI SOLO, O DE ACUERDO CON OTRA PERSONA.

d) SI LA INCAPACIDAD ES EL RESULTADO DE ALGUNA RIÑA O INTENTO - DE SUICIDIO.

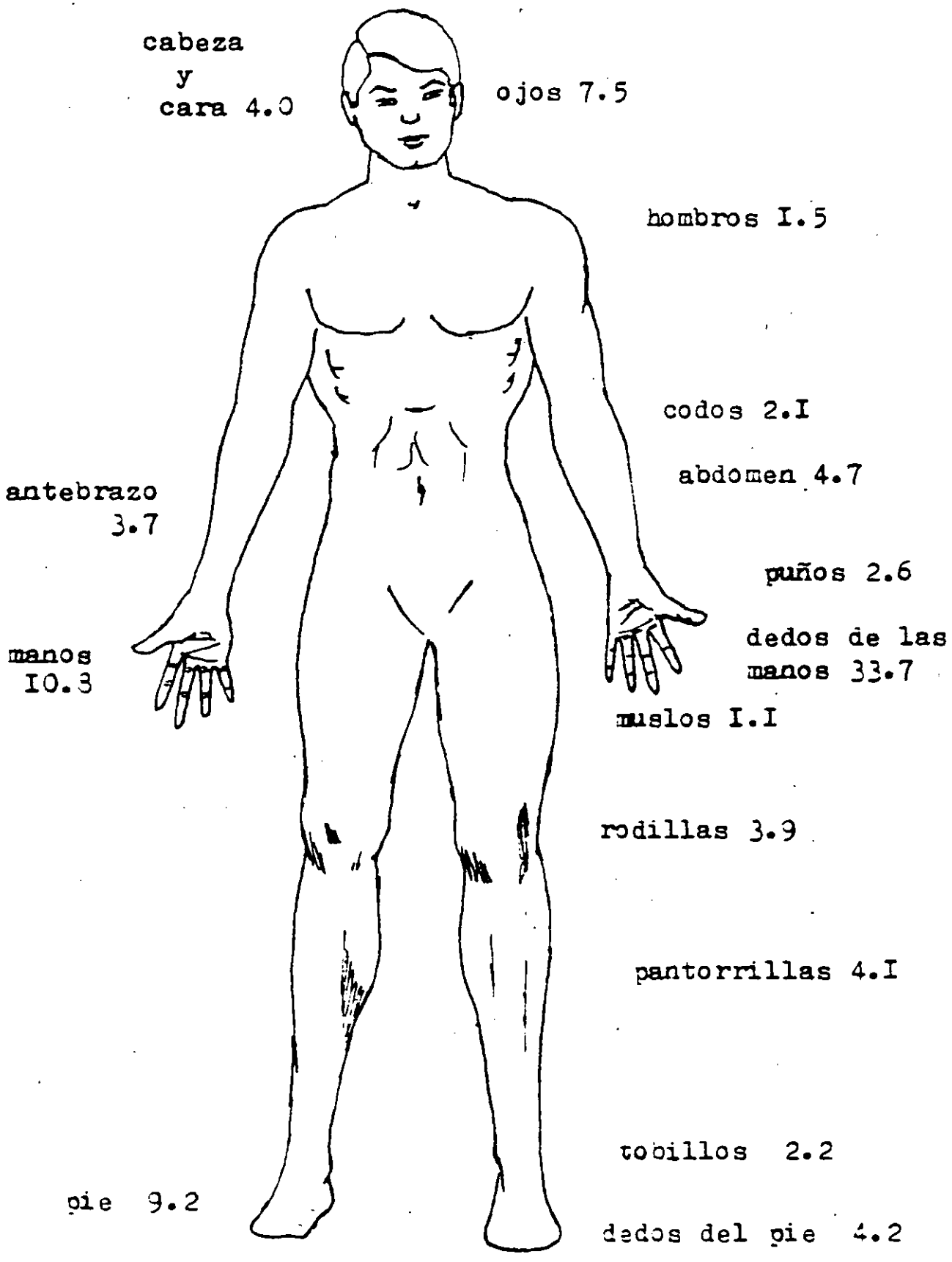
ESTADISTICAS DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION PARA 1986

TRABAJADORES ASEGURADOS EN EL I.M.S.S.	702,913
ACCIDENTES DE TRABAJO	64,106
ACCIDENTES EN TRAYECTO	2,942
ENFERMEDADES DE TRABAJO	53
DEFUNCIONES	274

LESIONES MAS COMUNES QUE PRODUCEN LOS RIESGOS DE TRABAJO

- HERIDAS EN GENERAL
- CONTUSIONES
- MACHACAMIENTOS
- TRAUMATISMO
- ESCORIACION
- FRACTURAS
- AVULSION
- LUXACION

Fuente: Consejo Nacional de Prevención de Accidentes.
Secretaría de Salud.



AGENTES DE LESION MAS FRECUENTES

1. ARTICULOS METALICOS (CLAVOS, VARILLAS, ALAMBRES, REMACHES, ETC.)

2. SUPERFICIES O AREAS DE TRABAJO.

3. ARTICULOS DE MADERA (ASTILLAS, PALOS Y MADERAS).

4. ARTICULOS MINERALES NO METALICOS (GRAVA, ARENA, PRODUCTOS PETREOS, ETC.).

5. HERRAMIENTAS DE MANO (NO DE MOTOR: MARTILLOS, CIZALLAS, DOBLADORAS, ETC.)

6. CAJAS, BARRILES, RECIPIENTES, PAQUETES.

7. MAQUINARIA Y EQUIPO.

8. VEHICULOS.

9. MATERIALES DE DESPERDICIO Y ESCOMBROS (BASURAS).

10. ARTICULOS DE CERAMICA (LADRILLOS Y LOSA ESTRUCTURAL).

11. EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS.

12. HERRAMIENTAS DE MANO (DE MOTOR: TALADROS, VIBRADORES, CORTADORAS, ETC.).

13. MOVIMIENTOS CORPORALES.

14. ARTICULOS DE VIDRIO.

15. APARATOS DE TRANSMISION MECANICA DE FUERZA.

16. PRODUCTOS Y SUSTANCIAS QUIMICAS.

17. FLAMA, FUEGO Y HUMO.

18. APARATOS ELEVADORES.

19. ESCALERAS DE MANO O PORTATILES.

20. APARATOS ELECTRICOS O INSTALACIONES ELECTRICAS.

21. CALDERAS, DEPOSITOS A PRESION.

22. BOMBAS Y MOTORES PRIMARIOS.

23. SUSTANCIAS Y EQUIPOS RADIACTIVOS.

24. RUIDO.

25. PRESION ATMOSFERICA AMBIENTAL.

26. TRANSPORTACIONES.

27. ROPA, INDUMENTARIA, ZAPATOS.

TIPOS DE ACCIDENTES, POR ORDEN DE IMPORTANCIA

1. GOLPES POR OBJETOS QUE CAEN O VUELAN.

2. GOLPES CONTRA OBJETOS ESTACIONARIOS.

3. GOLPES SIN CLASIFICACION.

4. ATRAPADO POR, BAJO O ENTRE.

5. GOLPES POR OBJETOS EN MOVIMIENTO.

6. CAIDAS AL MISMO NIVEL (SUPERFICIES DE TRABAJO Y SOBRE O - CONTRA OBJETOS).

7. ESCORIADO O CON ABRASION.

8. CAIDAS A NIVEL INFERIOR: DE ANDAMIOS, PASILLOS, PLATAFORMAS O VEHICULOS, DE ESCALERAS MANUALES Y ESCALERAS FIJAS O POZOS, EXCAVACIONES, ETC.

9. REACCION CORPORAL Y SOBREESFUERZO.

- EL DIA DE LA SEMANA QUE MAYOR ACCIDENTABILIDAD PRESENTA ES EL LUNES, DISMINUYENDO GRADUALMENTE EN EL TRANSCURSO DE -- ELLA.

- LA EDAD ENTRE LA QUE SE PRESENTA EL MAYOR NUMERO DE ACCI-- DENTES ES LA COMPRENDIDA ENTRE LOS 18 Y 32 AÑOS.

- SON LOS OBREROS EN GENERAL, NO CLASIFICADOS O ESPECIALIS-- TAS, LOS QUE SUFREN MAS ACCIDENTES EN LAS CONSTRUCCIONES.

- DEL PERSONAL ACCIDENTADO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION, APROXIMADAMENTE EL 90% CORRESPONDE A TRABAJADORES QUE HAN - SIDO EMPLEADOS EN ESTA RAMA INDUSTRIAL.

- UNA TERCERA PARTE DE LOS ACCIDENTES QUE OCURREN EN LA EJE- CUCION DE LAS OBRAS SON PRODUCTO DE LA FALTA O CARENCIA -- DEL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL.

- EL 70% DE LOS ACCIDENTES SE LOCALIZAN EN MANOS Y PIES; SIEN DO AFECTADAS ESTAS PARTES POR LESIONES COMO HERIDAS Y CONTU SIONES EN GENERAL.

- DE LOS AGENTES, LOS CLAVOS, ASTILLAS, PEDACERIAS, TODOS LOS MATERIALES DE DESECHO, QUE NO SON ELIMINADOS POR FALTA DE - UN PROGRAMA DE LIMPIEZA ADECUADO, SON LOS QUE MAYOR INCIDEN EN LA OCURRENCIA DE LOS ACCIDENTES.

REPORTE DE CONDICIONES INSEGURAS.

I.- Localización del lugar exacto del accidente:_____

_____

2.- Condiciones inseguras observadas:

a).- Guardas y/o dispositivos de seguridad inadecuadas ( )

b).- Atavíos personales peligrosos ( )

c).- Sistema de advertencia inadecuado ( )

d).- Falta de sistema de advertencia ( )

e).- Riesgos de fuego o explosión ( )

f).- Inseguridad contra movimientos ( )

g).- Falta de limpieza ( )

h).- Riesgos por objetos sobresalientes ( )

i).- Areas congestionadas (

j).- Herramientas y/o equipo defectuoso ( )

k).- Riesgos en la distribución y/o almacenamiento ( )

l).- Condiciones atmosféricas peligrosas ( )

m).- Iluminación deficiente ( )

n).- Ruido excesivo ( )

o).- Pisos deteriorados ( )

p).- Otros ( )

3.- Observaciones:_____

4.- Medidas provisionales tomadas:_____

Nombre y firma de los miembros de la comisión.

ACTOS INSEGUROS.

1.- Localización del lugar exacto del accidente_____

_____

2.- Acciones inseguras observadas:

a).- Operar sin autorización ( )

b).- Falla al asegurarse ( )

c).- Operar a velocidad insegura ( )

d).- Falla en la señalización ( )

e).- Nulificar dispositivos de seguridad ( )

f).- Uso de equipo defectuoso ( )

g).- Uso inseguro de equipo ( )

h).- Uso de herramientas y/o equipo equivocado ( )

i).- Falla al desenergizar el equipo ( )

j).- Manejo de equipo peligroso ( )

k).- Adoptar una posición insegura ( )

l).- Distracción y/o bromas ( )

m).- No usar equipo personal de protección ( )

n).- Desviación en los procedimientos de operación ( )

o).- Otros ( )

3.- Observaciones:_____

_____

4.- Medidas provisionales tomadas:_____

_____

CUANDO EL TRABAJADOR PRESENTE UNA INCAPACIDAD PARCIAL PERMANENTE, OCASIONADA POR UN RIESGO PROFESIONAL, SE LE OTORGARA UN PORCENTAJE DE INDEMNIZACION EQUIVALENTE AL PORCENTAJE -- QUE PRESENTE LA INCAPACIDAD, TOMANDO COMO BASE EL 100% A -- 1,095 DIAS DE SALARIO, QUE SERAN OTORGADOS INTEGROS EN CASO DE INCAPACIDAD TOTAL PERMANENTE.

PRINCIPALES RIESGOS EN LAS CONSTRUCCIONES, EN EL CONCEPTO DE CIMENTACIONES.

a) CAIDA DE OBREROS AL VACIO.

b) GOLPES POR CAIDAS DE OBJETOS, HERRAMIENTAS O MATERIALES - DE CONSTRUCCION.

c) LESIONES POR MAL MANEJO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION, VARILLA, ALAMBRE, TABLONES, ETC.

d) LESIONES EN MANOS Y PIES POR CLAVOS EN MADERAS TIRADAS.

e) GOLPES Y LESIONES POR FALLAS DE ESTRUCTURAS PROVISIONALES, ANDAMIOS Y RAMPAS.

f) LESIONES CON MAQUINARIA EN MOVIMIENTO O EN MAL ESTADO.

g) LESIONES POR INSTALACIONES PROVISIONALES DEFECTUOSAS.

h) ENFERMEDADES EN LAS VIAS RESPIRATORIAS Y EN LOS OJOS POR - HUMEDAD Y POLVOS EN EL AMBIENTE.

i) CAIDAS POR RESBALON O TROPEZON.

j) LESIONES CON HERRAMIENTAS EN MAL ESTADO.

REPORTE DE ACCIDENTE

I .- INFORMACION PERSONAL DEL ACCIDENTADO

Nombre.---------- Edad ------ Sexo

Ocupación.---------- Area de trabajo----------

Fecha del accidente---------- Hora-----

II.- TIPO DE LESION APARENTE

Cortada superficial	( )	Cortada profunda	( )
Desgarradura	( )	Luxación	( )
Quemadura por fuego	( )	Contusión	( )
Amputación	( )	Fractura	( )

Otra información (epecificar) ----------

III.- PARTE ACCIDENTADA APARENTE

Cabeza	( )	Ojos	( )	Cuello	( )
Pecho	( )	Abdomen	( )	Brazos	( )
Manos	( )	Dedos-mano	( )	Muslos	( )
Pierna	( )	Pie	( )	Dedos-pie	( )
Espalda	( )				

IV.- ACTIVIDAD REALIZADA AL MOMENTO DEL ACCIDENTE ------

V.- TIPO DE ACCIDENTE

En contacto con	( )	Golpeado por	( )
Caída a diferente nivel	( )	Atrapado en	( )
		Caída a mismo nivel	( )
Enganchado a	( )	Expuesto a	( )

VI.- CAUSAS Y CONDICIONES

Uso erróneo de herramienta ( )

Falta de equipo protector ( )

Acto señalado como peligroso ( )

Distracción ( )

Fallas físicas ambientales ( )

Falta de protección en la maquinaria ( )

Uso erróneo de la maquinaria ( )

Mal método para operar ( )

Trabajo que desconoce ( )

Falla de herramienta ( )

Falla de máquina ( )

Defectos de la instalación ( )

Otras causas o condiciones (especificar)_____

_____

Descripción detallada del accidente_____

_____

_____

VII.- ACCIONES TOMADAS_____

_____

VIII.- NOMBRES Y FIRMAS DE LOS INTEGRANTES DE LA COMISION

SITUACIONES QUE MOTIVAN LOS ACCIDENTES

a) FALTA DE PRECAUCION.

b) EXCESO DE OBREROS EN AREAS DE TRABAJO.

c) DELIMITACION DEFECTUOSA EN ZONAS DE TRABAJO.

d) FALTA DE RESISTENCIA Y FIRMEZA EN ANDAMIOS, TENDIDOS Y - RAMPAS CARENTES DE PROTECCION LATERAL.

e) CIMBRAS MAL ASEGURADAS Y PUNTALES FABRICADOS EN OBRA CON PEDACERIA.

f) PUNTALES APOYADOS EN TERRENO SUAVE.

g) FALTA DE CONTROL SOBRE LIQUIDOS INFLAMABLES Y CARENCIA - DEL EQUIPO CONTRA INCENDIOS COLOCADO EN EL LUGAR ADECUADO.

h) INSEGURO MANEJO Y ACARREO DE MATERIAL DE CONSTRUCCION, - PRINCIPALMENTE VARILLA Y ELEMENTOS QUE PUEDAN CAUSAR DAÑOS A TERCEROS.

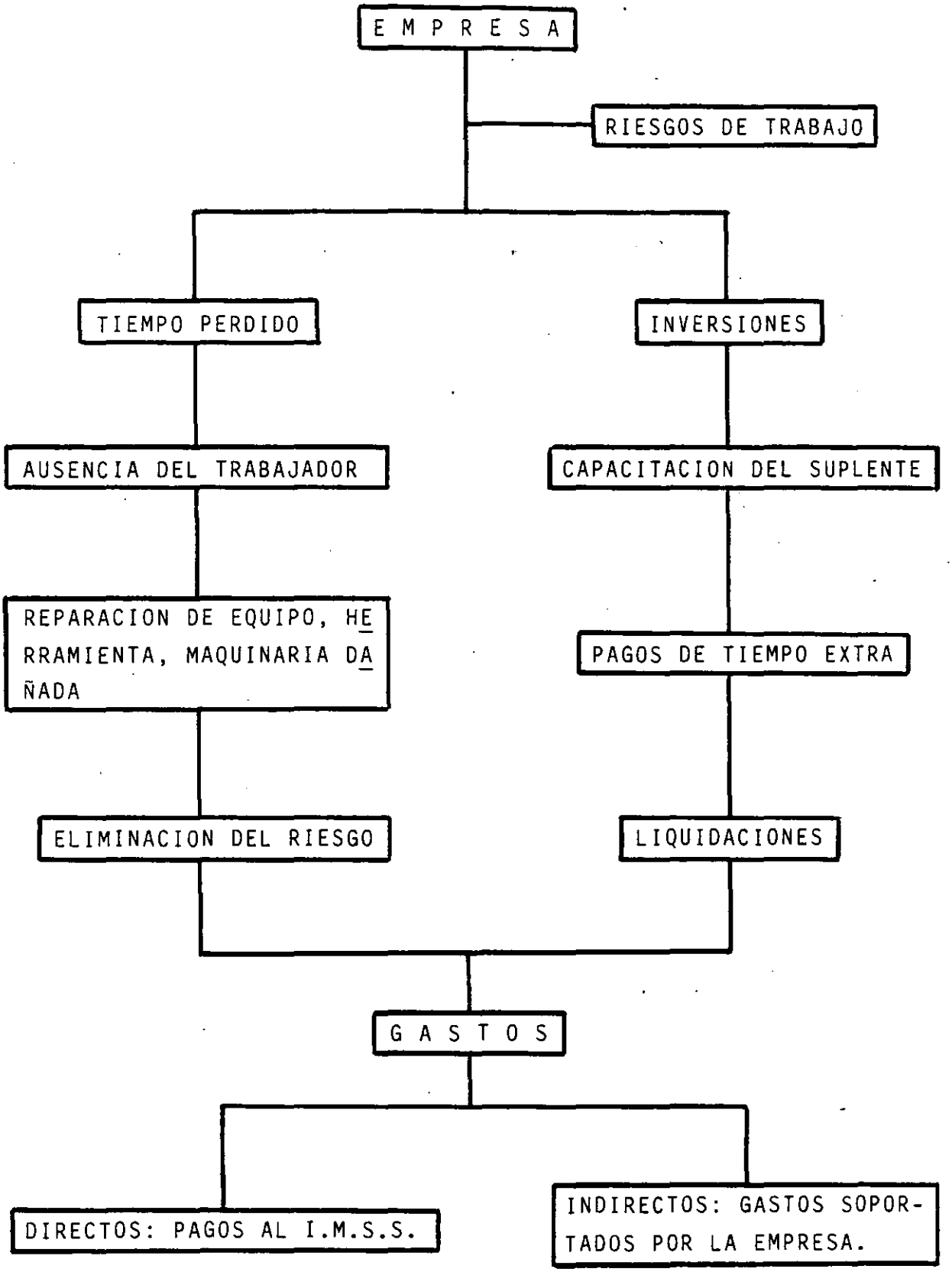
i) INUNDACIONES Y ENCHARCAMIENTOS.

j) INVASION DE ZONAS DE TRABAJO POR PERSONAL NO AUTORIZADO.

k) ACCESO A LAS OBRAS DE PERSONAS AJENAS A ESTAS.

l) JUGAR Y BROMEAR DENTRO DE LA ZONA DE TRABAJO.

m) HERRAMIENTAS EN MAL ESTADO Y BOTES O CARRETILLAS ABOLLADOS Y ROTOS.


E M P R E S A
RIESGOS DE TRABAJO
TIEMPO PERDIDO
INVERSIONES
AUSENCIA DEL TRABAJADOR
CAPACITACION DEL SUPLENTE
REPARACION DE EQUIPO, HERRAMIENTA, MAQUINARIA DAÑADA
PAGOS DE TIEMPO EXTRA
ELIMINACION DEL RIESGO
LIQUIDACIONES
G A S T O S
DIRECTOS: PAGOS AL I.M.S.S.
INDIRECTOS: GASTOS SOPORTADOS POR LA EMPRESA.

EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

- CASCO.
- PROTECTOR FACIAL CON PANTALLA.
- MONOGAFAS.
- GAFAS DE COPA.
- CARETA PARA SOLDADOR.
- ANTEOJOS DE SEGURIDAD.
- PROTECTORES AUDITIVOS.
- MASCARILLAS DE PROTECCION RESPIRATORIA.
- MASCARAS DE GAS.
- CINTURONES DE SEGURIDAD.
- MANDILES, PETOS, CHALECOS Y CHAQUETAS.
- GUANTES Y BOTAS.

LEMAS PARA SEÑALIZACION EN AREAS PELIGROSAS

- PELIGRO, AQUI SE REQUIERE PROTECCION DE OJOS.

- PELIGRO, INFLAMABLE.

- PELIGRO, AQUI SE REQUIERE EL USO DE CASCOS.

- PELIGRO, ALTO VOLTAJE.

- PELIGRO, NO FUMAR.

- PELIGRO,

- La retirada de la maquinaria, del equipo y del personal-
- El desmontaje y retiro de instalaciones (centrales de - concreto)
- Las formalidades administrativas de trabajos terminados.
- Recepción provisional.
- Verificación de todos los conceptos, así como de trabajos anexos.

En este momento será necesario pensar en las obras futuras por lo que debemos:
- Revisar la maquinaria y el equipo.
- Llevar siempre el control de rendimientos y costos, generando los " parámetros de costo "

Hemos analizado la ejecución de la obra, pero queda - como hecho que cualquiera que sea el tamaño o tipo de obra los principios serán los mismos.

2.3. La Dirección de la Obra.

Para tener una buena dirección, será necesario que el director (superintendente ó jefe de obra) y los residentes participén en los trabajos realizados, antes del inicio de la obra; es decir en:
- La elaboración del catálogo de conceptos.
- La elaboración del presupuesto.
- La elaboración de los programas de obra.
- El establecimiento de los procesos constructivos.
- La preparación de las formas de control de avance de obra.

Tanto el jefe de obra, como sus residentes, conocerán con anticipación su obra, y de esta manera, puedan solucionar de una forma rápida y segura cualquier problema que se presente en el transcurso de la ejecución de la obra.

De esta manera; El director de la obra debe de :

- Tener autoridad única
- Ser enérgico cuando lo amerite
- Ser competente
- Ser admitido por todos los participantes.

El superintendente contemplará y fomentará en su equipo de trabajo desde el inicio hasta la terminación de la -- obra :

Los siguientes aspectos :

- La Integración: Conocer los recursos humanos despertando- un sentido de propiedad de la empresa:
" Crear Camiseta " y estimulando el trabajo en equipo.

- La participación: Permitir la participación en las decisiones relativas a los resultados que se quieran lograr.

- La Comunicación: Mantener a las personas al tanto de - cualquier asunto que influya sobre los resultados que se - quierán lograr.

Y además, deberá de conducir la obra en condiciones que favorezcan tanto a la producción, como a las necesidades de- la gente.

Pues cuando el individuo contribuye y realiza una labor importante, se satisfacen tanto sus necesidades individuales como los requirimientos de la organización.

La superintendencia planeará y dirigirá la obra, pero - al hacerlo utilizará los recursos y conocimientos de sus subordinados. Creará condiciones de trabajo que faciliten el - que la gente entienda los problemas, que se vea involucrado- en los resultados, y que sus ideas impliquen verdaderas contribuciones.

Debido a que:

a).- La dirección y el control sobre el personal se logra ra permitiendo que los subordinados participen en el señalamiento de los objetivos de la organización y por consiguiente, los entiendan y los acepten. Si se fomenta la - participación no habrá necesidad de dirección y control - externo al individuo, generando un alto grado de auto dirección y auto control.

b).- Los errores y las faltas se tomarán como una oportunidad para aprender más. Se buscarán las causas y no solo los síntomas o a quién culpar.

c).- La comunicación, será extensa y en todas direcciones ascendente, descendente, horizontal.
No hay que olvidar, que el jefe de la obra es la clave en cuanto al flujo de información que viene de arriba, y que el subordinado es la clave en cuanto a la información que debe ser tramitada ascendentemente.

d).- La resolución de los conflictos se basa en clarifi - car y enfrentar con valor y decisión el problema, para solucionarlo, analizando sus causas más que sus síntomas.

e).- Conclusión

Si la dirección cumple con los aspectos antes mencionados, entonces se logrará integrar las necesidades de - los individuos con los de la organización de manera efectiva.

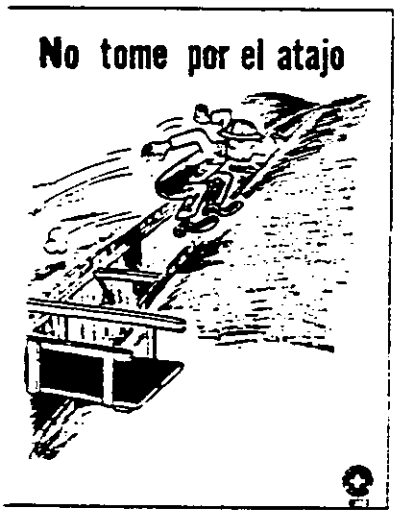
OBTENGA PRIMEROS AUXILIOS INMEDIATAMENTE!


CLAVOS
SAQUELOS O DOBLELOS


PARA PONERSE
UN PROTECTOR
SE NECESITA SOLO
UN INSTANTE
PARA PERDER
LA VISTA
SE NECESITA SOLO
UN INSTANTE


Debajo de una EXCAVADORA
significa
PELIGRO


MANTENGA UNA
DISTANCIA DE
4 metros
de los
Alambres Eléctricos


No tome por el atajo


LAS MANOS


LOS
CASCOS
EVITAN
LESIONES


MIRE


LOS ACCIDENTES NO SON CASUALES
SON CAUSADOS


ANTENGA UNA
DISTANCIA DE
4 metros
de los
Alambres Eléctricos


PROTECCION
cuando es necesario


CONOZCA SU
EXTINTOR DE INCENDIOS
PUEDE SALVARLE
SU TRABAJO
O SU VIDA


SU ESPALDA NO
PUEDE HACERLO
ALCE CON LAS
PIERNAS


cuando
los ruidos
son
peligrosos
PROTEJASE
LOS OIDOS


¡NO CORRA RIESGOS!
USE SU EQUIPO PROTECTOR

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

DELEGACION 3 SUROESTE DEL DISTRITO FEDERAL
SUBDELEGACION 7 "DEL VALLE"

ACTA FOLIO 10167

NOMBRE: SALVADOR OCHOA BARRERA
DOMICILIO: Vallarta No. 7-C, Coyoacán, México 04100, D. F.
REGISTRO PATRONAL EVENTUAL: B20 18170 19
ACTIVIDAD: Construcción
CLASE DE RIESGO: V FRACCION: 4101 PRIMA: 115.125 %
ORDEN DE VISITA NUMERO: C-26 DE FECHA: 13 de abril de 1992
SUPERVISOR: Lic. Luis Alberto Villaseñor Méndez
AUDITOR: C.P. Pedro García Valverde
UBICACION DE LA OBRA: Rosal No. 61, Pueblo Nuevo, Magdalena Contreras, México, D. F.

.....En la Ciudad de México, D. F., siendo las 10:00 horas del día 4 de mayo de 1992, día y hora señalados para desahogar la Orden de Visita No. C-26, que fue notificada personalmente el día 28 del mes de abril de 1992, reunidos en Vallarta No. 7-C, Coyoacán, México 04100, D. F., el C. Pedro García Valverde Auditor adscrito a la Delegación 3 Suroeste del Distrito Federal del Instituto Mexicano del Seguro Social, así como el C. Arq. Salvador Ochoa Barrera, en su calidad de patrón responsable de la construcción, quien se identifica con credencial de Director Responsable de Obra con No. de registro DRO-0807 expedida por el Depto. del D. F.. El Auditor procedió a identificarse ante él con credencial vigente No. 040, cuyo texto es: "De conformidad a lo dispuesto por los Artículos 19 Fracción V, 258 C Fracción VII, 240 Fracción XVIII de la Ley del Seguro Social; 38, 42, 43 Fracción II y 44 Fracción III del Código Fiscal de la Federación, se autoriza al C. Pedro García Valverde, para practicar visitas domiciliarias a los patrones, previa Orden por escrito, que se encuentran dentro de la circunscripción territorial de esta Delegación, determinada en Acuerdo No. 304/88 del H. Consejo Técnico, de fecha 18 de mayo de 1988, publicado en el Diario Oficial correspondiente al 10 de junio de 1988, con fundamento en lo dispuesto por la Fracción III del Artículo 253 de la propia Ley del Seguro Social. Para efectos de identificación de la persona facultada, al margen de este documento aparecen su fotografía y firma. La presente autorización surtirá efectos del 2 de enero al 31 de diciembre de 1992, y se expide a los treinta y un días del mes de diciembre de mil novecientos noventa y uno". Se hace constar que el documento de identificación lo tuvo a la vista el C. Arq. Salvador Ochoa Barrera y lo devolvio al identificado, procediendo de inmediato a requerir a la persona con quien se entiende esta diligencia para que en este acto designe dos testigos de asistencia y apercibiéndola que en caso de no hacerlo o de no aceptar servir como tales las personas designadas, el Auditor procederá a la designación de los mismos, en los términos del Artículo 44 Fracción III del Código Fiscal de la Federación. El C. Arq. Salvador Ochoa Barrera, en cumplimiento al requerimiento formulado, así como en acatamiento a lo dispuesto por los Artículos 16 Constitucional; 44 Fracciones II y III, 46 Fracciones I y IV del referido Código Tributario, designa como testigos de asistencia al C. Alejandro Ochoa Calderas, casado de 31 años de edad, con domicilio en Rosal No. 61 Casa 7, Col. Pueblo Nuevo, Magdalena Contreras, México 06120, D. F., de ocupación Arquitecto, quien se identifica con licencia para conducir No. 077616 expedida por la Sría. Gral. de Protección y Vialidad del D. F., y al C. Adampol Medina Ortíz, casado de 25 años de edad, con domicilio en

- - - - - - - - - - -PASA AL ANVERSO DEL FOLIO 10168 - - - - - - - -

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

Del 21 de septiembre al 6 de octubre de 1992

SEGURIDAD EN LAS OBRAS

ING. J. ANTONIO PRUNEDA PADILLA

SEPTIEMBRE - 1992

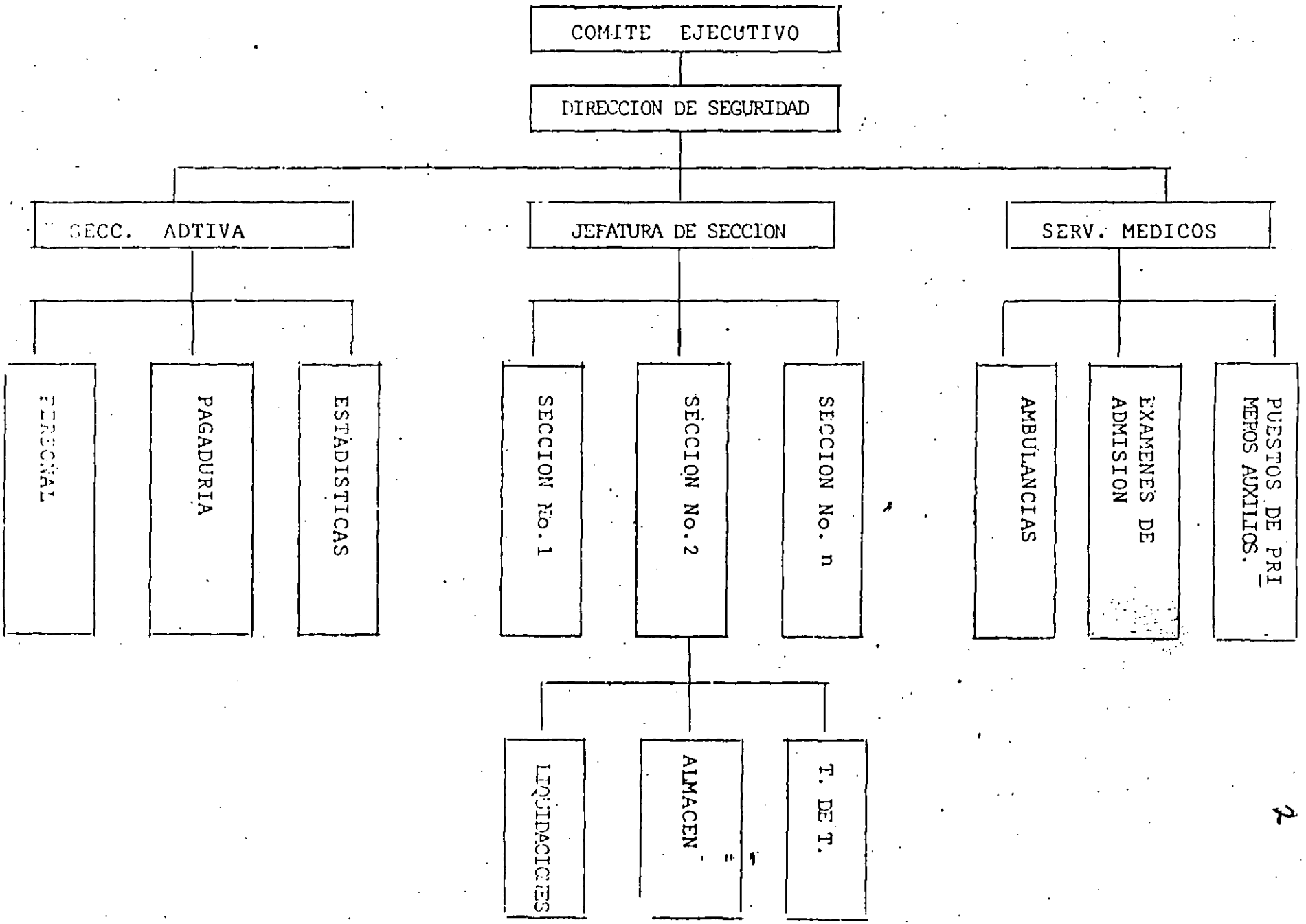
Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

EN LOS PAISES DESARROLLADOS TANTO ORIENTALES COMO OCCIDENTALES, LA SEGURIDAD FORMA PARTE DEL GRUPO QUE TOMA DECISIONES EJECUTIVAS E INTERVIENE PREPONDERANTEMENTE EN ELLAS, POR LO QUE SIEMPRE ESTÁ PRESENTE EN LOS COMITÉS EJECUTIVOS .

DIRECCIÓN DE SEGURIDAD

- PLANTEAMIENTO DE LA OBRA QUE SE VA A EJECUTAR
- ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN
- ELECCIÓN DE LOS ANTEPROYECTOS
- PROYECTO
- PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN
- EQUIPOS QUE SE DEBAN UTILIZAR
- PERSONAL IDONEO
- FACILIDADES DE COMUNICACIÓN
- CAMPAMENTOS.

DIRECCION DE SEGURIDAD
O R G A N I G R A M A



2

LISTA DE ACTIVIDADES QUE FORMAN EL PROGRAMA DE SEGURIDAD EN LAS OBRAS

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD

- Nombramiento Ing. Jefe de Seguridad
- Personal Depto. de Seguridad
  - Ing. auxiliar comisión central
  - Jefe administrativo
  - Calculista datos estadísticos
  - Jefe taller Seguridad
  - Almacenistas
    - Seguridad
    - Explosivos
- Recorrido frentes de trabajo
- Ante proyecto programa de Seguridad
- Elaboración reglamentación interna
- Asesoría, quejas e información
- Cursos básicos de Seguridad
  - Personal técnico
  - Personal supervisión
  - Personal trabajadores especializados
  - Personal comisionado
- Elaboración de papelería, publicaciones
- Datos estadísticos, cálculo de índices, frecuencia y gravedad
- Análisis de costos y presupuestos
- Análisis de accidentes de los reportes de obras
- Registro actas dependencias oficiales, STPS, DDF, IMSS
- Informes a gerencia
- Intercambio de experiencias con compañías, instituciones públicas y privadas
- Campañas de Seguridad e higiene, incentivos, sanciones, concursos
- Integración de comisiones central y auxiliares
- Instrucción a comisiones sobre responsabilidades
- Estudios especiales con la maquinaria, equipo y procedimientos de construcción
- Normas políticas, relaciones humanas y Seguridad

TABLA No. 1 (a)

COMISION CENTRAL
DE
SEGURIDAD

- Integración Acta 1ª
- Juntas de Seguridad mensuales con comisiones
- Inspecciones de Seguridad mensuales con comisiones
- Investigación de reportes de accidentes
- Asesoría en materia de Seguridad
- Organización conferencias de Seguridad
- Creación departamentos médicos ó primeros auxilios
- Adiestramiento equipo de protección
- Adiestramientos en maquinaria, herramientas, explosivos
- Supervisión de comisiones auxiliares y coordinación
- Vigilancia cumplimiento reglamentos de Seguridad

TABLA No. 1 (b)

COMISIONES AUXILIARES DE SEGURIDAD EN LAS OBRAS O FRENTES

- Integración con acta 1ª
- Juntas mensuales acta 2ª con comisionados
- Inspecciones mensuales acta 3ª recorrido en toda el área de obra
- Reportes de accidentes a Depto. de Seguridad e IMSS
- Reportes de hrs. hombre laboradas
- Organización cursos de Seguridad en obra
- Organización de simulacros
  - Incendios
  - Salvamento
  - Campañas
- Organización exhibición películas de Seguridad
- Difusión en obra normas Depto. de Seguridad
- Análisis de Seguridad en las operaciones
  - Folletos, avisos, carteles, propagandas
- Integración de brigadas de trabajo en obra
- Construcción comedores, dormitorios, sanitarios
  - Limpieza Seguridad e Higiene, bomberos vigilancia, uso de explosivos
- Construcción de protecciones, accesos, escaleras, etc.
- Vigilancia de sub-contratistas
- Libro diario de maquinaria Art. 331

TABLA No. 1 [c]

TALLER DE SEGURIDAD

- Diseño y construcción de equipos de Seguridad
- Diseño y construcción de dispositivos de Seguridad
- Diseño y construcción de protecciones en maquinaria
- Diseño y construcción de avisos, letreros, cartelones
- Diseño y construcción de andamios, escaleras, accesos
- Reparación de equipo de Seguridad, extinguidores, cascos, escaleras, etc.
- Reparación de Herramientas de mano, portátiles, eléctricas, etc.
- Reparaciones mayores

ALMACEN Y BODEGA DE SEGURIDAD

- Estudios equipos de Seguridad
- Compra equipo de Seguridad
- Resguardo equipo de Seguridad
- Resguardo herramientas de Seguridad
- Reparaciones menores de herramientas
- Reparaciones menores de equipos de protección
- Reparaciones en cables, poleas, bandas, transportadores, etc.

  - Protección personal, respiratorios, cinturones de Seguridad, extinguidores, etc.

ALMACENES

- Explosivos
- Detonantes
- Combustibles y lubricantes
- Oxígeno acetileno y gas

TABLA No. 1

(d)

REVISION DE SEGURIDAD

OBRA: _____

FECHA: _____

HORA: _____

	Localización del Área	1 Limpieza en áreas de trabajo.	2 Iluminación en áreas de trabajo.	3 Equipo de protección personal	4 Accesos seguros a áreas de trabajo	5 Seguridad en equipo e instalaciones de trabajo	6 Supervisión a operadores de maquinaria.	7 Protección por contaminación atmosférica.	8 Supervisión en el manejo de substancias tóxicas, cepas, etc.	9 Prot. de huecos, registros, brocales, cepas, etc.	10 Impedir trabajos peligrosos sin protección.	11 Asegurar troqueles, e impedir montarse en ellos	12 Prevención de incendios y explosiones.			1 Confinar áreas de trabajo.	2 Pasos seguros para peatones.	3 Limpieza en zonas afectadas.	4 Iluminación en zonas de circulación pública.	5 Señalización en zonas de peligro.	6 Vigilancia en zonas de cruce.	7 Protección de huecos, registros, fosos etc.			S Instalación y servicio de sanitarios.	P Botiquín de curaciones y primeros auxilios.	PP Presentación de las instalaciones de seguridad.	A Reporte de Accidente.	B Reporte Semanal para el Cálculo de Indices.	C Reporte Mensual de Atenciones en Botiquín	
A																																
B																																
C																																
D																																
E																																
F																																
G																																
H																																
I																																
J																																
K																																
L																																
M																																
N																																
O																																
P																																
Q																																
R																																
S																																
T																																

DETERMINACION DEL AREA

8

GRUPO ICA OBRAS METRO

OBRA: _____

REPORTE SEMANAL PARA EL CALCULO DE INDICES DE SEGURIDAD

Semana No.____ del____ de _____ al ____ de _____ de 19____

PERSONAL POR ADMINISTRACION

Horas-hombre laboradas = [ ]

PERSONAL SUB-CONTRATISTA

Horas-hombre laboradas = _____

RELACION DE ACCIDENTES OCURRIDOS EN LA SEMANA

Se anexan Reportes de cada uno.*

Nombre del lesionado	Dias de incapacidad	Nombre del lesionado	Dias de incapacidad
*		*	
*		*	
*		*	
*		*	
*		*	

RELACION DE INCAPACIDADES RECIBIDAS EN LA SEMANA

Nombre del lesionado	Dias de incapacidad	Nombre del lesionado	Dias de incapacidad

Informe de las incapacidades parciales, permanentes o totales

Reportó a la Dirección de Seguridad: Nombre_____

_____
Firma

GRUPO ICA OBRAS METRO

Reporte de Accidente

En Obra _____ 9

Nombre del lesionado _____ Edad _____ Ocupación _____

$ _____ SUFRIO UN ACCIDENTE EL _____ A LAS _____ Hs.
Sueldo Diario — Fecha

LESIONANDOSE _____ RESULTANDO UNA INCAPACIDAD
Parte del Cuerpo — (Marque con una x)

MOMENTANEA	
PARCIAL TEMPORAL	
PARCIAL PERMANENTE	
TOTAL	

EL LESIONADO ES PERSONAL
(Marque con una x)

DE LA COMPAÑIA	
DE SUB-CONTRATISTA	
O DESTAJISTA	

¿Qué operación o trabajo realizaba antes de lesionarse? _____

¿Con qué máquinas, herramientas y o materiales estaba en contacto antes de lesionarse? _____

¿CUANTAS PERSONAS INTERVENIAN EN LA OPERACION QUE SE REALIZABA? _____ ¿LES AFECTO EL ACCIDENTE? (Marque con una x)

SI	
NO	

¿COMO? _____

¿Como se presentó el accidente desde antes de lesionarse,....hasta habérsele proporcionado los auxilios necesarios? _____

¿Con qué se lesionó? _____ ¿Qué daño sufrió la Maquinaria, Equipo, Material o Instalaciones? _____

A QUE ALTURA O NIVEL SE TRABAJABA? _____ ¿SUFRIO CAIDA? (Marque con una x)

SI	
NO	

DE _____ Metros ¿USABA EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL? (Marque con una x)

SI	
NO	

¿CUAL? _____

COMENTARIOS QUE CONSIDERE ACLARATORIOS DEL ACCIDENTE: _____

REPORTO EL ACCIDENTE A LA DIRECCION DE SEGURIDAD METRO

_____ Nombre

_____ Firma

GRUPO DE EMPRESAS
OBRAS PARA EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

GRUPO ICA OBRAS METRO

TELS. 15-86-20 / 15-88-20 / 16-25-00

MINERIA No. 145
MEXICO 5 D F.

ESTADÍSTICA — Indice de Frecuencia

	1	2	3	II	II	III
	Núm. Acc.	Hrs. Hombre	I.F.	Núm. Acc.	Hrs. Hombre Acumulada	Ind. Frec.
ABRIL 1971	55	501,351	110	55	501,851	109
MAYO	193	979,951	197	248	1,430,902	173
JUNIO	238	897,023	265	436	2,377,925	204
JULIO	344	1,234,109	278	830	3,662,034	226
AGOSTO	217	1,122,763	193	1047	4,764,797	219
SEPTIEMBRE	204	1,149,992	177	1251	5,934,769	211
OCTUBRE	265	1,471,460	180	1516	7,406,249	205
NOVIEMBRE	209	1,189,337	175	1725	8,595,586	201
DICIEMBRE	221	1,123,017	197	1946	9,717,603	200
ENERO 1972	216	1,689,126	128	2162	11,406,729	190
FEBRERO	166	1,360,900	106	2328	12,967,629	180
MARZO	187	1,651,759	113	2515	14,619,388	172
ABRIL	256	2,125,060	120	2771	16,744,448	165
MAYO	290	1,725,934	163	3961	18,470,382	215
JUNIO	209	1,880,230	111	3270	20,350,562	161
JULIO	188	1,947,060	96	3458	22,297,722	155
AGOSTO	232	2,029,770	114	3690	24,327,492	152
SEPTIEMBRE	133	2,610,000	51	3823	26,937,492	[illegible]
OCTUBRE	289	2,029,815	144	4112	28,967,309	[illegible]
NOVIEMBRE	164	2,437,955	68	4276	31,495,272	[illegible]
DICIEMBRE	165	1,890,090	87	4441	33,295,362	153
ENERO 1973	269	1,883,475	143	4710	35,178,837	153
FEBRERO	306	1,915,390	151	5016	37,094,217	155
MARZO	379	1,534,275	201	5395	38,978,492	159
ABRIL	289	1,939,455	143	5684	40,917,947	153
MAYO	486	2,535,355	192	6170	43,451,312	149
JUNIO	434	2,036,740	208	6604	40,541,552	145
JULIO	441	1,882,440	234	7045	47,423,992	145
AGOSTO	325	2,310,660	146	7330	49,734,552	147
SEPTIEMBRE	287	1,753,325	152	7617	51,493,477	147
OCTUBRE	273	1,967,660	138	7390	53,461,137	147
NOVIEMBRE	238	1,456,926	163	8128	54,918,057	145
DICIEMBRE	201	1,417,470	139	8329	56,365,527	149
ENERO 1974	207	1,739,470	116	8536	58,145,997	147
FEBRERO	220	1,529,055	144	8756	59,075,052	147
MARZO	202	1,561,140	129	8958	61,234,192	143
ABRIL	225	1,392,430	119	9183	63,133,621	140
MAYO	255	1,525,325	163	9433	64,644,447	145
JUNIO	228	1,857,735	122	9666	66,542,132	145
JULIO	231	1,933,705	125	9897	63,335,837	147
AGOSTO	169	1,455,755	115	10066	69,144,442	115
SEPTIEMBRE	187	1,444,110	129	10253	71,249,532	144
OCTUBRE	163	1,401,916	116	10416	72,653,934	[illegible]

ESTADISTICA — Indice de Frecuencia

	1	2	3	I	II	III
	Núm. Acc.	Hrs.Hombre	I.F.	Núm. Acc.	Hrs.Hombre Acumulada	Ind. Frec.
NOVIEMBRE	147	1,576,950	93	10563	74,227,962	112
DICIEMBRE	105	1,175,310	85	19666	75,403,272	146
ENERO 1975	103	1,056,255	94	10771	76,489,527	141
FEBRERO	73	1,695,936	57	10341	77,555,457	140
MARZO	72	1,073,430	97	10916	76,658,887	142
ABRIL	89	1,073,353	96	11019	79,757,492	138
MAYO	53	801,675	66	11063	80,558,967	138

NOTA: Total de accidentes mortales ocurridos en el interior del tunel y en las lumbreras fue 87 por lo que el I.F. de accidentes de este tipo fué de 1.09 por cada millón de horas trabajadas.

DANGEROUS NOISE LEVELS

Following are various noise levels and decibels (db) for each:

	db
Busy street traffic at about 100 feet	60
Office tabluating machines (electric typewriter, etc.)	80
20 feet from subway	90
Pneumatic diesel air compressor	90
Diesel shovel (idling)	90
Automatic screw machines	98 to 105
Wire rope stranding machine	102 to 108
Header	103 to 108
Circular saw	105 to 116
Pin routers	107 to 116
Quarry floor (in general)	108
Drills, shovels & trucks operating	108
Can manufacturing plant	110
Weaving room	110
Between two compressors	110
Trip hammer	110 to 115
Drop hammer (depending on size)	110 to 135
Punch press	112
Sandblasting	112
Pneumatic chippers	112
Between two drills—20 feet apart	117
Impact on pile driver	120
Operators station—1 track drill in rock	120
4 feet from large pneumatic riveter	122
Operators station—1 track drill breaking through steel	125
5 feet from pneumatic press	130
Riveting steel tank	132
40 feet from jet engine	138
59 feet from rocket engine or jet with afterburner on	150

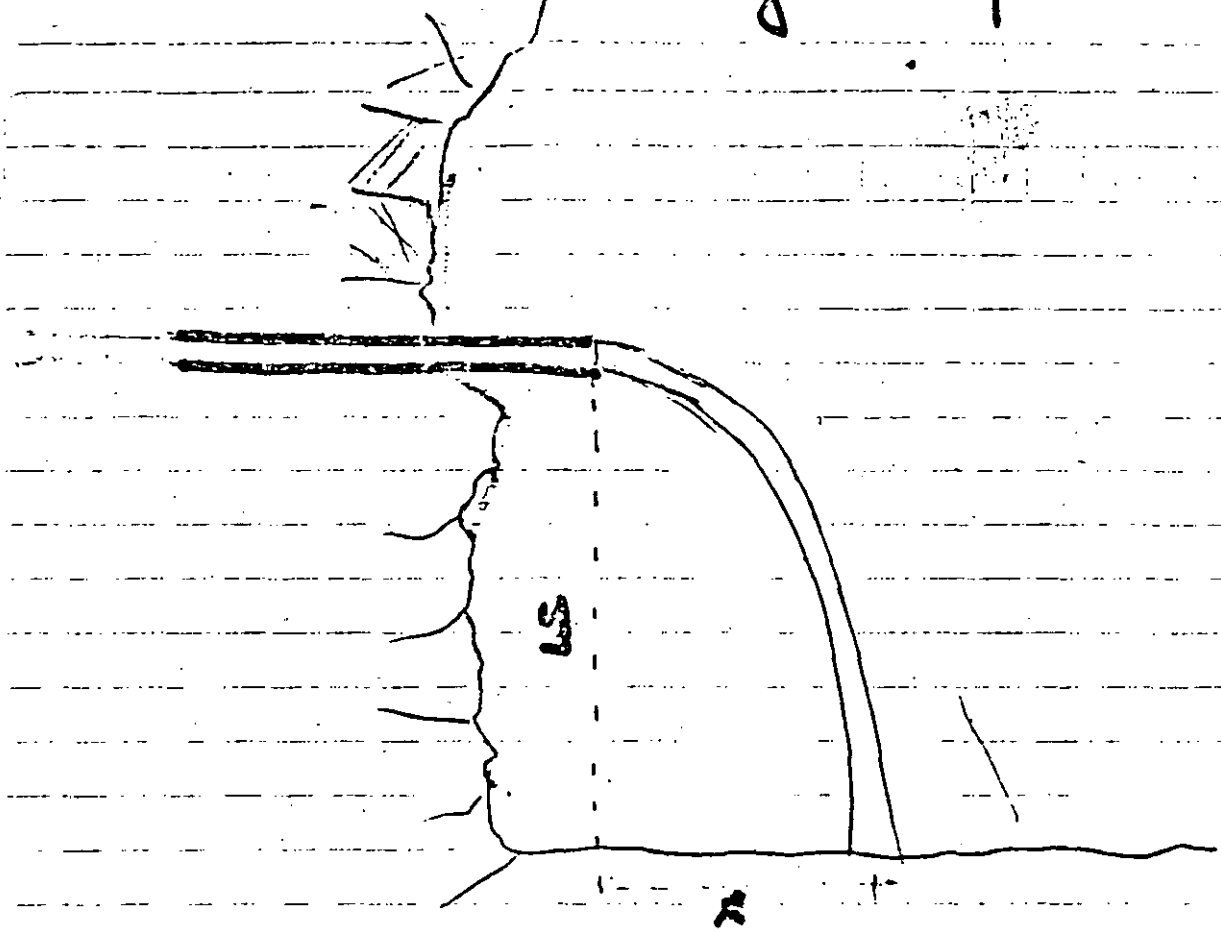
12a

DANGEROUS NOISE LEVELS

Following are various noise levels and decibels (db) for each:

	db
Busy street traffic at about 100 feet	60
Office tabluating machines (electric typewriter, etc.)	80
20 feet from subway	90
Pneumatic diesel air compressor	90
Diesel shovel (idling)	90
Automatic screw machines	98 to 105
Wire rope stranding machine	102 to 108
Header	103 to 108
Circular saw	105 to 116
Pin routers	107 to 11
Quarry floor (in general)	108
Drills, shovels & trucks operating	108
Can manufacturing plant	110
Weaving room	1
Between two compressors	
Trip hammer	
Drop hammer (depending on size)	
Punch press	
Sandblasting	
Pneumatic chippers	
Between two drills—20 feet	
Impact on pile driver	
Operators station—1 tra	
4 feet from large pne	
Operators station— breaking throu	
5 feet from pne	
Riveting steel	
40 feet from jet	
59 feet from rocket with afterburner on	

Formula gasto filtracion



Formula para determinar el gasto que aporta una filtracion

$$x = vt \quad ; \quad t = \frac{x}{v}$$

$$y = \frac{1}{2} g t^2$$

$$y = \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v^2} \qquad v^2 = \frac{g x^2}{2y}$$

$$v = x\sqrt{\frac{g}{2y}} = x\sqrt{\frac{4.81}{y}}$$

$$= 2.193\sqrt{\frac{1}{y}}$$

$$Q = Av$$

CALCULO DE PERDIDAS DE PRESION EN UNA TUBERIA DE VENTILACION DENTRO DE UN TUNEL.

1o. RECOMENDACIONES PRACTICAS.

a) EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE VENTILACION DEBE SER DE 1/7 DEL DIAMETRO DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL TUNEL CONSIDERANDOLA CIRCULAR.

b) EL AREA DE LA TUBERIA DE VENTILACION DEBE SER DE 1/50 DEL AREA DEL TUNEL.

2o. PERDIDAS DE PRESION.

- POR FRICCION
- POR CAMBIOS DE SECCION
- POR CURVAS
- POR FUGAS

3o. LA PERDIDA POR FRICCION ES LA MAS IMPORTANTE, YA QUE LAS OTRAS CAUSAS SE CONVIERTEN EN FACTORES DE LONGITUD DE TUBO.

4o. UNIVERSALMENTE SE USA LA FORMULA DE MONNIER PARA EL CALCULO DE LA PERDIDA DE PRESION DEBIDA A LA FRICCION Y ES LA SIGUIENTE:

$$P_f = k \frac{Q^n}{D^m}$$

LOS EXPONENTES " n " Y " m " VARIAN SEGUN EL MATERIAL DE QUE ESTE HECHO LA TUBERIA, PARA EL CASO DE LAMINA NEGRA CON UNIONES DE ABRAZADERA "n" = 2 ; "m" = 5 .

EL COEFICIENTE "k" PARA TUBERIA DE LAMINA ES DE 0.00205 y "n"= 2 Y "m" = 5.

... / .

PARA TUBERIA DE TELA AHULADA "k" = 0.0021 Y "n"= 1.7 Y "m"= 5.

SIENDO LO MAS COMUN EL USO DE TUBERIA DE LAMINA, YA QUE CON ELLA - PUEDE INVERTIRSE EL SENTIDO DEL AIRE SIN COMPLICACIONES, SE PUEDE SIMPLIFICAR LA FORMULA DE MONNIER EN LA FORMA SIGUIENTE:

HACIENDO QUE $Q = AV$ Y $A = \frac{\pi D^2}{4}$

SUBSTITUYENDO ESTOS VALORES EN LA FORMULA QUEDARIA:

$$h_f = \frac{k \frac{\pi^2}{16} V^2}{D}$$

AHORA BIEN SI HACEMOS: $k' = k \frac{\pi^2}{16}$ LA FORMULA SE PUEDE EXPRESAR ASI:

$$h_f = k' \frac{V^2}{D}$$

EL RESULTADO SE OBTIENE EN MILIMETROS POR METRO LINEAL DE TUBERIA.

RLC*amzs

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

Del 21 de septiembre al 6 de octubre de 1992

CIMBRAS

ING. ENRIQUE TAKAHASHI

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

DISEÑO DE CIMBRAS

POR: ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO. *

- DATOS REQUERIDOS.

Del Concreto:	- Peso volumétrico. - ¿ Hay vibrado ?.
Del material de la cimbra:	-Esfuerzos permisibles. - Densidad. - Módulo de elasticidad. - Calidad del material.
Del ambiente:	- Temperatura en el momento del colado. - Velocidades de viento.
Del proyecto:	- Geometría del concreto. - Cargas vivas durante el colado.

* Gerente de Ingeniería de SACMAG DE MEXICO, S. A.

Ingenieros Consultores.

PESO VOLUMETRICO

El peso volumétrico del concreto varía desde 1,500 a 2,400 kg/m3., el primero para concretos ligeros y el último para concreto normal. Puede haber algunos concretos más ligeros que el agua, pero son muy especiales.

ESFUERZOS PERMISIBLES.

Hacemos aquí referencia al Reglamento de las Construcciones del D. D. F. en sus artículos del 213 al 222:

a) Calidad de la madera.

Los grados de las maderas que se citan son los que se específican en la norma C 18-46, expedida por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio.

Para usarse en construcciones no se empleará calidad inferior a la de tercera.

b) Esfuerzos permisibles y módulos de elasticidad.

Se admiten los siguientes esfuerzos de trabajo y módulos de elasticidad, en función de la densidad aparente de la madera seca, y, para madera de primera. De no obtenerse experimentalmente, el valor de y se supondrá

###

de 0.4, obteniéndose los valores consignados en la última columna de la siguiente tabla.

Concepto	Valor en kg/cm2 Para cualquier y		Para y=0.4
Esfuerzo en flexión ó tensión simple.	196y	1.25	60
Módulo de elasticidad en flexión ó tensión simple	196,000y		79,000
Esfuerzo en compresión paralela a la fibra	143.5y		57
Esfuerzo en compresión perpendicular a la fibra	54.2y	2.25	7
Módulo de elasticidad en compresión	238,000y		95,000
Esfuerzo cortante	35y	1.25	10

Para maderas selectas, se pueden incrementar en un 30% los valores anteriores. Para maderas de segunda, se tomará el 70% de los valores consignados en la tabla. Para maderas de tercera, se tomará el 50%.

###

Tratándose de maderas saturadas ó sumergidas, el esfuerzo de compresión paralelo a la fibra debe reducirse 10%; el de compresión perpendicular a la fibra 33%; y los módulos de elasticidad 10%.

El esfuerzo permisible en compresión en direcciones inclinadas con respecto a la fibra, se determinará de acuerdo con la fórmula:

$$N = \frac{P \quad Q}{P\text{sen}^2\theta + Q\cos^2\theta}$$

en la cual

N= esfuerzo permisible en la dirección que forma un ángulo θ con la fibra;

P= esfuerzo permisible en compresión paralela a la fibra;

Q= esfuerzo permisible en compresión perpendicular a la fibra;

c) Cargas de corta duración.

Cuando la duración de las cargas no exceda el lapso indicado a continuación, se incrementarán los esfuerzos permisibles según la siguiente tabla:

15% para dos meses de duración.

25% para 7 días de duración.

###

50% para viento ó sismo.

100% para impacto.

Estos coeficientes de incremento se aplican también a las conexiones.

Los incrementos anteriores no se aplican a los módulos de elasticidad en cálculo de deflexiones.

d) Deterioro e intemperización de la madera.

Los esfuerzos permisibles deberán afectarse de reducciónes, de acuerdo con el grado de deterioro e intemperización de la madera a través del tiempo.

e) Diseño de piezas en tensión.

El esfuerzo se valuará dividiendo la fuerza entre el área neta. Este esfuerzo no debe exceder el permisible que se especifica en los incisos b, c y d.

f) Diseño de postes ó columnas.

I. Notación.

A=área de la sección tranversal del miembro (cm2).

c= esfuerzo permisible en la columna a compresión paralela a la fibra (kg/cm2)corregido por esbeltez.

d= mínima dimensión transversal del miembo ó de cada una de las piezas que constituyen una columna espaciada (cm).

###

E= módulo de elasticidad a compresión según el inciso b (kg/cm2).

L= longitud de extremo a extremo de las columnas de un solo tramo, ya sean simples ó espaciadas, ó - bien, la distancia de centro a centro de los apoyos laterales en columnas continuas (cm).

P= carga axial (kg).

f_c= esfuerzo permisible en compresión paralela a la fibra de conformidad con los incisos b, c y d(kg/cm2).

II. Clasificación. Las columnas a que pueden aplicarse estas especificaciones se clasifican en simples, compuestas y espaciadas:

-Las columnas simples están formadas de una sola pieza.

-Las columnas compuestas están formadas por dos ó más piezas correctamente ligadas.

-Las columnas espaciadas están formadas de dos ó más miembros, con ejes longitudinales paralelos, y ligados a sus extremos por empaques y pernos ó conectores, que resistan la fuerza cortante que existe en las columnas debida a su deformación.

###

III. Columnas simples. El esfuerzo permisible en colum-- nas simples de sección rectangular se valuará de con-- formidad con las siguientes expresiones:

Cuando L/d es menor que 11.

$$c = f_c$$

Para relaciones L/d comprendidas entre 11 y 30.

$$c = f_c \left[1-(L/38d)^4\right]$$

Para relaciones L/d mayores de 30.

$$c = f_c \left(\frac{550}{(L/d)^2}\right)$$

En columnas cuya sección no es rectangular, se sustituyen en las expresiones anteriores, $\sqrt{12}$ veces el mínimo radio de giro de la sección transversal, en vez de d.

IV. Columnas espaciadas. Todas las piezas que constituyen una columna espaciada tendrán la misma dimensión mínima. El espesor de los empaques será también igual a dicha dimensión.

La máxima relación L/d permisible es 80 en este tipo de columna. La capacidad de carga de una columna espaciada se tomará igual a la suma de las capacidades de sus miembros, calculadas éstas como si se tratara de co

###

lumnas simples independientes, sustituyendo las fórmulas para columnas simples por las que siguen:

Para relaciones L/d menores que 28.

$$c = f_c$$

Para L/d superior a 28.

$$c = f_c \left[1 - (L/95d)^4\right]$$

V. Columnas compuestas. La capacidad de una columna compuesta se calculará con las fórmulas para columnas simples pero reduciendo las capacidades así obtenidas, de acuerdo con la siguiente tabla:

L/d	Capacidad reducida, % de la calculada
2	88
6	82
10	77
14	71
18	65
22	74
26	82
30	91
34	99

Para valores de L/d intermedios entre los que se consignan en esta tabla debe interpolarse linealmente.

###

g) Diseño de piezas en flexión.

Deben usarse las fórmulas convencionales de la resistencia de materiales como la fórmula de la escuadría, siempre que la relación de claro a peralte sea mayor que 5, con las siguientes salvedades.

–Se supone que una viga de sección circular tiene el mismo momento resistente que una viga de sección cuadrada de igual área.

–Si el peralte de una viga de sección rectangular excede de 30 cm. se debe introducir el siguiente factor F que multiplique al momento de incercia:

$$F = 0.81 \quad \frac{h^2 + 922}{h^2 + 568}$$

donde h es el peralte del miembro en cm.

h) Combinación de flexión y carga axial.

Los miembros sujetos a flexotensión deberán proporcionarse en tal forma que:

$$\frac{P}{A} + \frac{M}{S} \leq f_m$$

Los miembros sujetos a flexocomprensión deberán proporcionarse de tal forma que:

###

$$\frac{P}{A_c} + \frac{M}{f_m\, S(1 - \frac{PL^2}{2EI})} \leq 1$$

en las fórmulas anteriores.

A= área de la sección transversal de la pieza (cm2):

E= módulo de elasticidad (kg/cm2).

f_m= esfuerzo permisible a la flexión (kg/cm2).

I= momento de inercia (cm4).

M= momento flexionante (kg/cm).

S = módulo de sección (cm3).

El esfuerzo c no deberá ser superior al dado en el inciso f. En columnas espaciadas estas fórmulas sólo se aplican si la flexión actúa en dirección paralela a la mayor dimensión de los miembros individuales.

i) Esfuerzo cortante.

Para el cálculo del esfuerzo cortante deben emplearse las fórmulas convencionales de la resistencia de materiales.

El esfuerzo cortante debido a una carga concentrada distante menos de un peralte del apoyo, puede reducirse en dicho tramo a los 2/3 de su valor calculado.

###

j) Pandeo lateral.

En todos los casos se tomará en cuenta la posibilidad de pandeo lateral. Para evitarlo, las piezas deberán quedar correctamente contraventeadas.

k) Elementos de unión.

I.- Generalidades. Para determinar la capacidad de carga de los distintos elementos de unión tales como los clavos, pernos, conectores, pijas y otros, las maderas se dividirán en tres grupos:

- Coniferas livianas, $\gamma \leq 0.5$
- Coniferas densas $\gamma > 0.5$
- Estructurales densas de hoja caduca(tales como cedro, álamo y similares).

II.-Clavos. Sólo se permiten para uso estructural los clavos comunes de alambre de acero estirado en frío. Para determinar su capacidad de carga lateral se empleará la fórmula:

$$P = K \ D^3/2$$

en la cual

D = diámetro del clavo en mm.

K = constante consignada en la siguiente tabla.

P = carga de trabajo en kilogramos por clavo.

###

Valores de K

Grupo	K
Coníferas livianas	3.50
Coníferas densas	4.30
Estructurales densas de hoja caduca	5.00

Para que las fórmulas anteriores sean válidas se requieren las siguientes condiciones mínimas:

- que el clavo penetre cuando menos 2/3 de su longitud en la pieza principal.
- que las separaciones entre clavos sean como sigue:

Paralelas a la carga.

12 D del borde cargado.

5 D del borde no cargado.

10 D entre clavos de una hilera.

Normales a la carga.

5 D entre hileras.

III. Tornillos. Se aplicarán estas normas a tornillos de acero para madera, de cualquier tipo de cabeza.

La capacidad lateral estará dada por la siguiente expresión:

###

$$P = K \quad D^2$$

Los valores de K para los distintos tipos de madera se dan en la tabla:

Grupo	K
Coníferas livianas	1.80
Coníferas densas	2.30
Estructurales densas de hoja caduca	2.50

Los tornillos deben insertarse en agujeros previamente hechos con un diámetro de 0.875 del diámetro del tornillo en la zona de rosca. La penetración en el miembro que contenga la punta será cuando menos 7 veces el diámetro del tornillo.

Las separaciones serán como sigue:

Paralelas a la carga.

8 D del borde cargado.

4 D del borde no cargado

6 D entre tornillos.

Normales a la carga.

4 D entre hileras.

###

IV. Pernos. Se entiende que se trata de pernos de acero con cabeza en un extremo ó con dos extremos roscados y usando rondanas bajo cabeza y tuerca.

La capacidad de un perno estará dada por las siguientes expresiones:

a) Carga aplicada paralela a la fibra.

$$P = 0.50\, f_c\, t\, D\, K$$

en donde

f_c = esfuerzo de compresión paralelo a la fibra - según se define en el inciso b.

D = diámetro del perno en cm.

t = menor grueso ó suma de gruesos de los miembros que transmiten los esfuerzos (en cm.) - para juntas a tope.

t = doble de grueso de la pieza más delgada(en cm.) para juntas traslapadas.

K = constante consignada en la siguiente tabla.

t/D	K
3	1.00
4	0.99
5	0.95
6	0.85

###

t/D	K
7	0.73
8	0.64
9	0.57
10	0.51
13	0.39

Para valores de t/D intermedios entre los que se consignan en esta tabla debera interpolarse linealmente.

Cuando se tengan "cachetes" de placa de acero.

$$P = 0.66\ f_c\ t\ DK$$

Además se le aplicarán los factores de coeficiente de servicio previamente descritos.

b) Carga aplicada normal a la fibra

$$P = 0.66\ f_c\ tDKK_2$$

t/D	K	D	K_2
Hasta 9	1.00	3/8"	2.50
10	0.94	1/2"	1.95
11	0.85	5/8"	1.68
12	0.76	3/4"	1.52
12	0.68	7/8"	1.41
13	0.62	1"	1.33
		1 1/4"	1.27
		3" ó mas	1.03

###

f_c es el esfuerzo normal a la fibra según se describe en el artículo 214.

V. Conectores. La capacidad de carga de estos elementos se determinará de acuerdo con los datos proporcionados por los fabricantes de ellos.

CARGAS Y PRESIONES.

Las cimbras y obras falsas deberán soportar todas las cargas verticales y laterales superimpuestas a la cimbra y a la estructura, hasta que ésta sea capaz de tomarlas por sí misma.

Estas cargas incluyen el peso de:

- El concreto fresco.
- El acero de refuerzo.
- El peso propio.

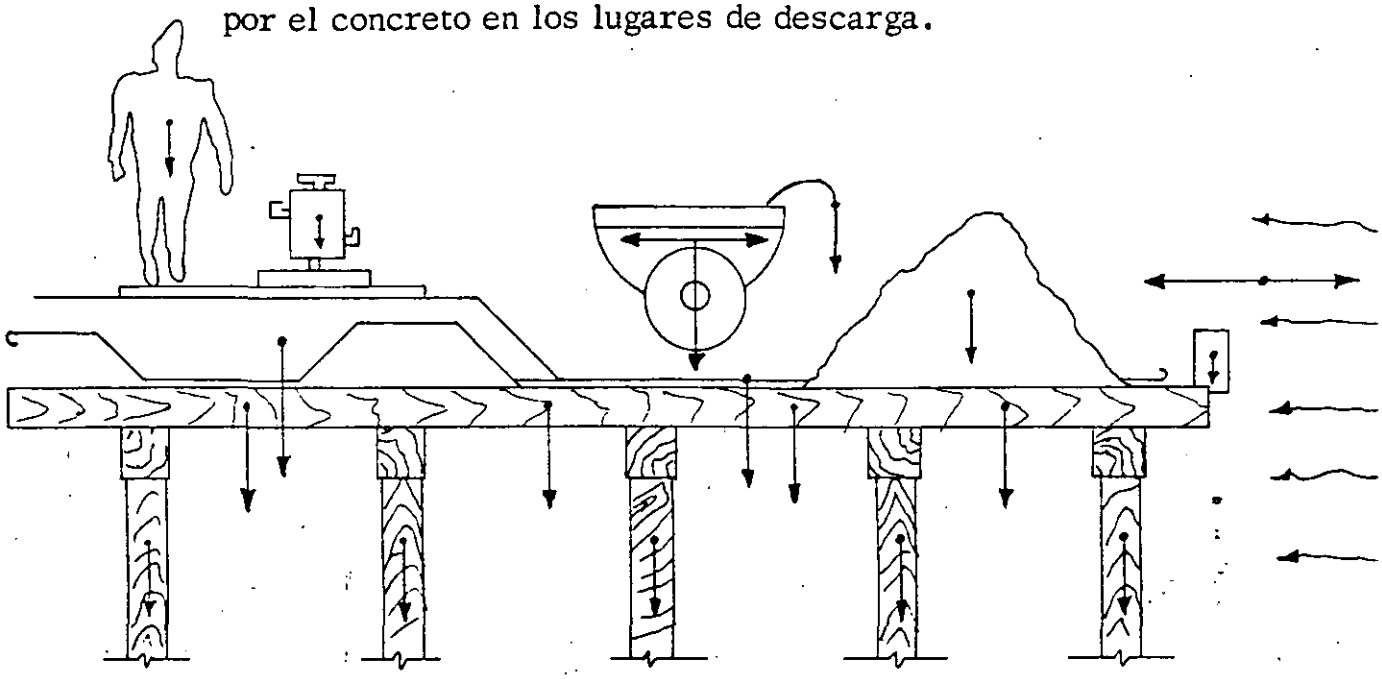
y varias cargas vivas.

Las descargas del concreto, movimiento de equipo de construcción y la acción del viento producen fuerzas laterales que debe resistir la obra falsa.

Debe considerarse también asimetría de la carga de concreto, impactos del equipo y cargas concentradas producidas

###

por el concreto en los lugares de descarga.



Peso propio: La cimbra de madera generalmente pesa de 50 a 75 kg/m2. Cuando este peso es pequeño en comparación con el peso del concreto + la carga viva puede despreciarse.

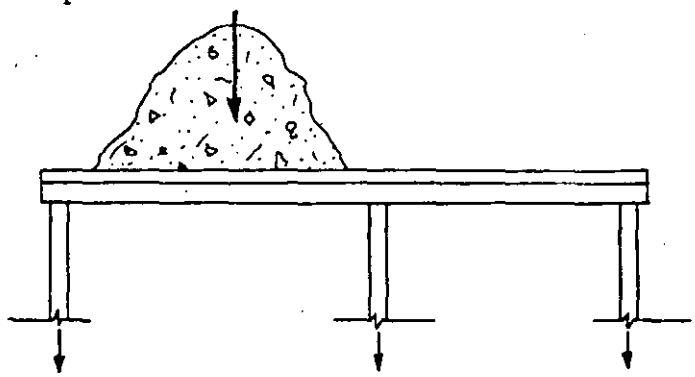
Cargas vivas:

El ACI, Comité 622, recomienda una carga debida a cargas vivas de construcción de 250 kg/m2, de proyección - horizontal, que incluye peso de los trabajadores, equipo, andadores e impacto. Si se usan volguetes motorizados - esta carga debe incrementarse hasta 400 kg/m2.

###

Alternancia de cargas.

Cuando las formas son continuas el peso del concreto en un claro puede causar levantamiento en otro claro.



Las formas deben diseñarse para soportar este efecto, de no ser así deben construirse como simplemente apoyadas.

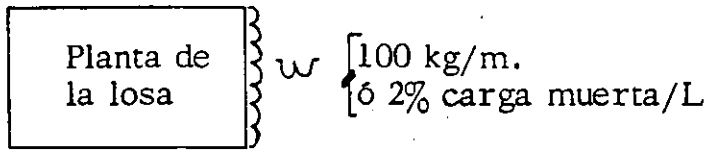
Cargas laterales.

Las cimbras y obras falsas deben soportar todas las cargas laterales debidas a viento, cables de tensión, soportes inclinados, vaciado del concreto y movimientos horizontales del equipo. Normalmente es difícil tener información suficiente para calcular estas cargas con exactitud.

El Comité 622 del ACI, recomienda las siguientes cargas mínimas laterales.

a) En losas: 150 kg/m. de borde de losa, ó 2 por ciento de la carga muerta sobre la cimbra (distribuido como una carga por metro de borde en la losa), el que sea mayor

###



(Considérese solamente el peso muerto de losa cubierta en cada colado).

b) En muros.

Carga de viento de 50 kg/m2 ó mayor si así lo exigen los códigos locales; en ningún caso menor de 150 kg/m. de borde de muro, aplicada en la parte alta de la cimbra.

PRESION LATERAL DEL CONCRETO.

El peso volumétrico del concreto tiene una influencia decisiva en esta presión. La presión hidrostática de un fluído es igual a γh (peso volumétrico por altura) y actua en ángulo recto sobre cualquier superficie que confine el fluído. El concreto fresco no se comporta como un fluído, sino solamente en forma aproximada y únicamente hasta el fraguado inicial, en que se empieza a soportar por si mismo. Es por esta razón que también influye la velocidad vertical de colado en la presión.

###

La temperatura del concreto durante el colado también tiene gran importancia ya que influye directamente en el tiempo de fraguado inicial. A bajas temperaturas el concreto - toma más tiempo en el fraguado inicial y por lo tanto, para la misma velocidad de colado, una mayor profundidad de -- concreto se mantiene fresco y hay entonces una mayor presión lateral.

La vibración interna del concreto lo consolida y produce - presiones laterales locales durante el vibrado, estas presiones son de 10 a 20% mayores que las que resultan cuando el concreto es varillado. porque entonces el concreto tiende a portarse como un fluído en toda la produndidad de vibración.

El revibrado y la vibración externa producen cargan aún - mayores.

Durante el revibrado se han observado presiones de hasta 4,800 kg/m2 por metro de profundidad del concreto (el doble de la presión hidrostática del concreto).

La vibración externa hace que la forma golpee contra el

###

concreto causando gran variación en la presión lateral.

Las tablas que se incluyen más adelante, están calculadas únicamente para vibración interna.

Hay otras variables que influyen en la presión lateral, como son: el revenimiento, cantidad y localización del refuerzo, temperatura ambiente, presión de poro del agua, tamaño máximo del agregado, procedimiento de colado, rugosidad y permeabilidad de las formas, etc. Sin embargo, con las prácticas usuales de colado estas variables son poco significativas y su efecto es generalmente despreciado.

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA MURO.

El muro tendrá 4.50 m. de altura.

El colado se hará a razón de R=0.90 m/hr. con vibrador.

La temperatura de colado se considerará de T= 15°C.

La cimbra se usará una sola vez por lo que los esfuerzos admisibles se podrán incrementar un 25%.

Se cuenta con hojas de triplay de 3/4" (1.9cm) de espesor que miden 1.20 x 2.40 y tensores de 2,800 kgs de capacidad.

###

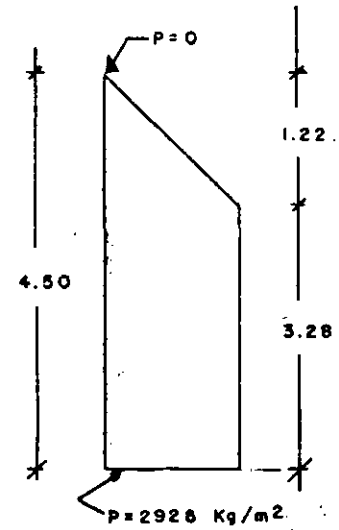
1.- Determinación de la presión lateral máxima.

De la tabla 5-2 para $R = 0.90 \frac{m}{hr.}$ y T = 15°C.

Pmax = 2928 kg/m2

Profundidad a la que se alcanza la presión máxima.

$\frac{2928}{2400} = 1.22$ m.



2.- Tablado vertical.

El triplay será del mismo espesor en toda la altura y los apoyos de éste se espaciarán uniformemente, de acuerdo a sus dimensiones. El triplay se colocará en el sentido más resistente, es decir con la fibra paralela al claro; esto significa colocar la dimensión de 2.40 horizontal actuando como losa continua.

Revisión por flexión.

$M_{max} = \frac{wl^2}{10}$ (viga continua con tres ó más claros)

$M = \frac{wl^2}{10} \times 100 = 10\, w\, l^2$

donde w en kg/ m.

###

l en m.

M en kg-cm.

Mom. resistente:

Mr= f s

S: Módulo de sección en cm3.

f: Esfuerzo admisible en flexión en kg/cm2.

Mr: en kg-cm.

igualando momentos

$f\ s = 10\ w\ l^2$

$\Rightarrow l = 0.32 \sqrt{\frac{f\ s}{w}}$

f = 196 (Reglamento D.D.F.)

$\gamma = 0.6$ supuesto

f= 196 x 0.6 $\approx$ 120 kg/cm2.

fad= 120 x 1.25 = 150 kg/cm2 (por usarse una sola vez)

S = 100 x 0.3598 = 35.98cm3.(para 1.00 m. de ancho ver tabla 4-3)

$l = 0.32 \sqrt{\frac{150 \times 35.98}{2928}} = 0.43$ m (máxima por flexión)

Revisión por flecha

$\Delta max = \frac{w\ l^4}{128\ EI} \times 10{,}000$

Δmax admisible $= \frac{l}{360}$

Δ: m

l: m

E: kg/cm2

I: cm4.

###

igualando flechas

$$\frac{l}{360} = \frac{w\, l^4}{128\, EI} \times 10{,}000$$

$$l = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

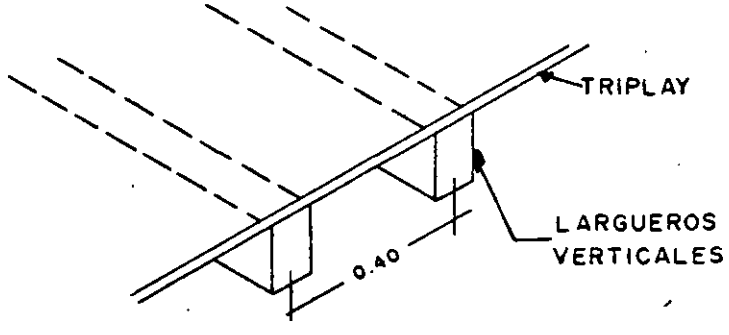
E = 196 000 γ (Reglamento D.D.F.)

E = 196 000 x 0.6 = 117 600 kg/cm2.

I = 100 x 0.3413 = 34.13 cm4 (para 1.00 m. de ancho, tabla 4-3)

$$l = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117\,600 \times 34.13}{2928}} = 0.37 \text{ m.}$$

será aceptable usar espaciamientos de 0.40 m. para los largueros verticales, 6 espacios exactos de 0.40 en 2.40 que tienen de largo los paneles de triplay.



3.- Dimensionamiento de largueros y espaciamiento de vigas madrinas.

Se pueden fijar las medidas de los largueros y calcular el claro máximo admisible que será el espaciamiento

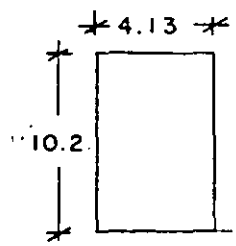
###

de madrinas, ó se puede fijar el espaciamiento de madrinas y calcular las medidas necesarias de los largueros. En este caso fijaremos largueros de - 2 x 4 pulgadas.

por flexión. $l\ max = 0.32\sqrt{\frac{f\ s}{w}}$

el ancho efectivo de largueros de 2 x 4 es 1 5/8"

tendremos



$$S = \frac{I}{h/2} = \frac{\frac{4.13 \times 10.2^3}{12}}{5.1} = \frac{365.23}{5.1}$$

S = 71.61 cm3.

f = 196 γ^{γ} = 120 kg/cm2.

fad= 120 x 1.25 = 150 kg/cm2.

w = 2928 x 0.40 = 1171 kg/m.

$$l\ max = 0.32\sqrt{\frac{150 \times 71.61}{1171}} = 0.97\ cm.$$

por flecha. $l\ max = 0.033\sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$

$$l\ max = 0.033\sqrt[3]{\frac{117\,600 \times 365.23}{1171}}$$

l max = 1.09

revisión por corte. $v = \frac{3\ V}{2\ bh}$

###

V= 0.6 wl (viga continua de tres ó más claros)

$$v = \frac{3}{2\ bh}\ (0.6\ wl)$$

Esfuerzo de corte admisible = 35 ϒ (Reglamento)

= 35 x 0.6= 21 kg/cm2.

igualando

$$\frac{3}{2\ bh}\ (0.6\ wl) = 21\ kg/cm2.$$

despejando l

$$l = 23.33\ \frac{bh}{w}$$

l: m

b: cm

h: cm

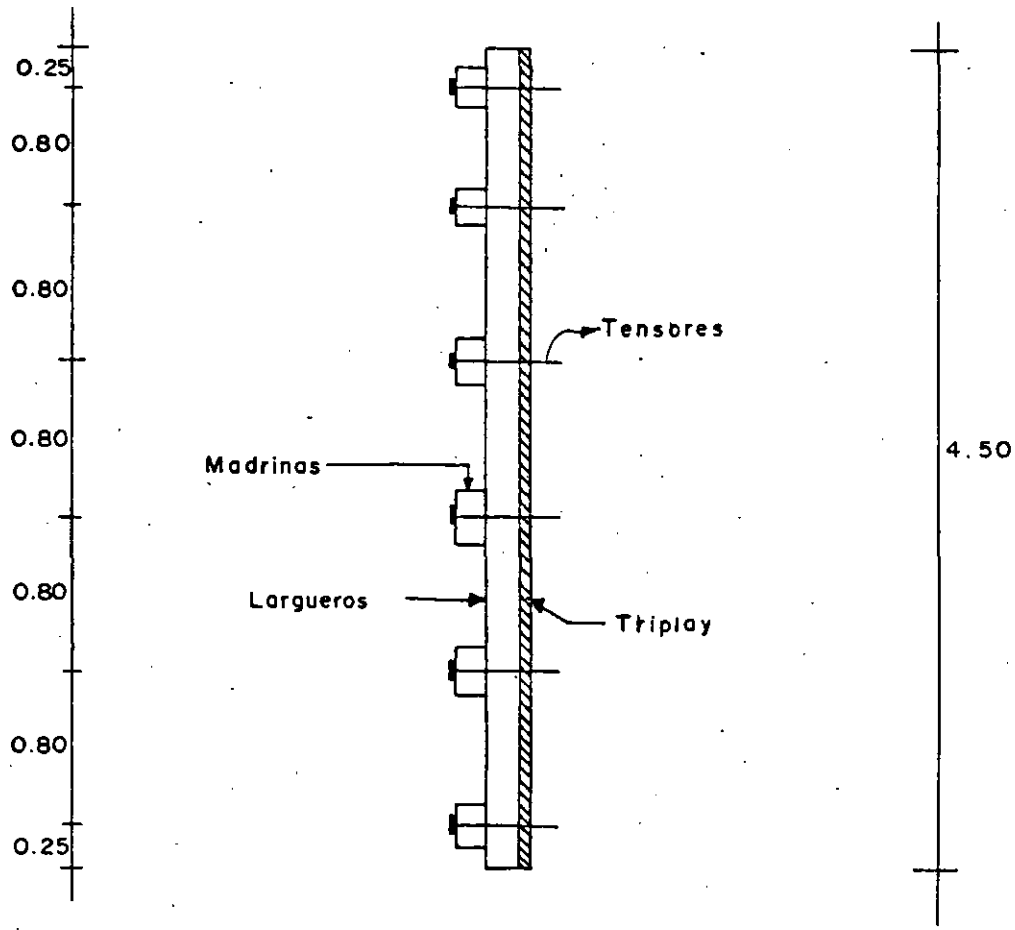
w: kg/m.

$$l = 23.33 \times \frac{4.13 \times 10.2}{1171} = 0.84\ m.$$

El claro máximo de largueros será de 0.84 m. por - cortante.

###

Se usará la siguiente distribución:



4.- Espaciamiento de tensores y dimensionamiento de vigas madrinas.

Carga en madrinas = 2928 x 0.80 = 2343.4 kg/m.

espaciamiento de tensores:

$$e = \frac{2800 \text{ kg}}{2343.4 \text{ kg/m}} = 1.195 \text{ m.}$$

Se usarán tensores @ 1.20 y este será el claro de las vigas madrinas.

###

Dimensionamiento de vigas madrinas.

por flexión.

$$l = 0.32\sqrt{\frac{f\,s}{w}}$$

despejando $S = \frac{10\,w\,l^2}{f} = \frac{10 \times 2343.4 \times 1.20^2}{150}$

$$S = 224.97 \text{ cm}3.$$

$$S = \frac{bh^3/12}{h/2} = \frac{bh2}{6}$$

Para las vigas madrinas se acostumbra colocarlas en pares para evitar la perforación para los tensores.

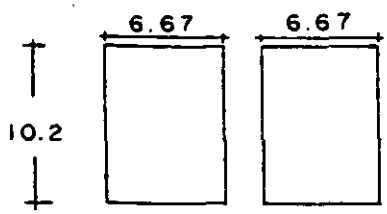
Por corte.

$$v = \frac{3V}{2\,bh} \qquad bh = \frac{3V}{2\,v}$$

$$bh = \frac{3\,(0.6\,wl)}{2\,v} = \frac{1.8\,wl}{2\,v}$$

$$bh = \frac{1.8 \times 2343.4 \times 1.20}{2 \times 21} = 120.52 \text{ cm}2.$$

Probar 2 de 3x4 pulgs. ancho efectivo= 2 5/8" (6.67cm)



b x h = 2x6.67x10.2=136.07 >120.52

$$S = \frac{(2x6.67)\,(10.20)^2}{6} = 231.32 > 224.97$$

se usarán vigas de 3 x 4 en pares.

###

5.- Revisión por compresión en apoyos.

Los puntos que deberán ser investigados en este diseño serán los apoyos de largueros en vigas madrinas y apoyos de éstas en placas de tensores.

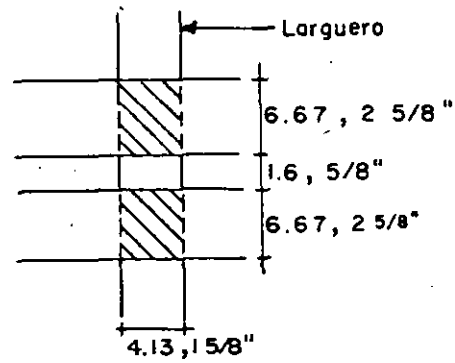
Esfuerzo de compresión admisible perpendicular a la fibra.

$C = 54.2\,\gamma^{8}$ (Reglamento D.D.F.)

$C = 54.2 \times 0.6 = 32.52$ kg/cm2.

$Cad = 1.25 \times 32.52 = 40.65$ kg/cm2.

El esfuerzo en apoyos de largueros sobre vigas madrinas será como sigue:



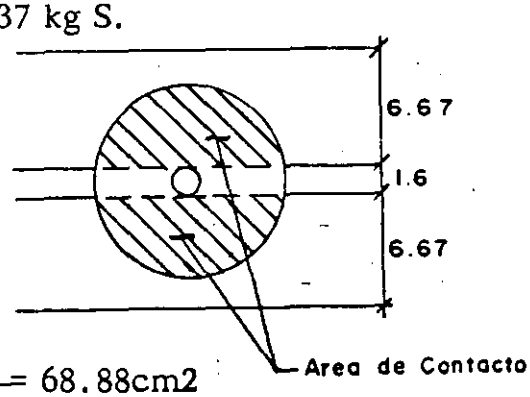
Area de apoyo= 2x6.67x4.13

= 55 cm2

Carga transmitida por largueros.

R=(2928 x 0.40)x 0.80=937 kg S.

$f = \frac{937}{55} = 17$ kg/cm2



Apoyo de tensores.

T= 2800 kg.

Area requerida = $\frac{2800}{40.65} = 68.88$cm2

###

Usar arandela 5" Ø (12.7cm)

Area de contacto

$$\frac{\pi D^2}{4} - 1.6 \times D = 106.35$$

$$f = \frac{2800}{106.35} = 26.3 \text{ kg/cm2}$$

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA LOSA

La losa será de 20 cm. de espesor concreto normal 2,400 kg/m3. La cimbra se usará varias veces.

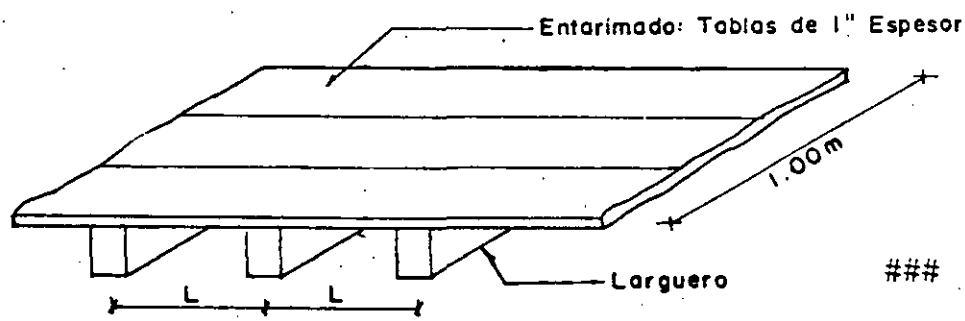
Altura libre piso a techo 2.40.

Tablero de losa de 4.50 x 4.50 mts.

1.- Cargas de diseño.

Peso propio	2,400 x 0.20 =	480
Carga viva *	=	200
		680 kg/m2.

* Puede ser 100 kg/m2., más una carga concentrada de 100 kg. en el lugar más desfavorable.



###

2.- Entarimado. usar tablones de 1" de espesor.

El espesor efectivo de tablas de 1" es 25/32"(~2.00cm)

Considerando una franja de 1.00 m. de ancho.

$$I = \frac{100 \times 2^3}{12} = 66.67 \text{ cm}4.$$

$$S = \frac{bh^2}{b} = \frac{100 \times 2^2}{6} = 66.67 \text{ cm}3.$$

Por flexión.

$$l \max = 0.32\sqrt{\frac{f\,s}{w}} = 0.32 \sqrt{\frac{120 \times 66.67}{680}} = 1.10 \text{ m}$$

$$f = 196 \times \gamma = 196 \times 0.6 \approx 120 \text{ kg/m}2.$$

Por flecha.

$$l \max = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$$E = 196{,}000\ \gamma = 196\,000 \times 0.6 = 117\,600$$

$$l \max = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117\,600 \times 66.67}{680}} = 0.75 \text{ m}.$$

Se usarán largueros @ 0.75 m lo cual nos dá 6 espaciamientos de 0.75 = 4.50 m. de ancho del tablero.

3.- Dimensionamiento de largueros y espaciamiento de vigas madrinas.

Suponiendo que se tienen a la mano largueros de 2 x 4.

###

I = 365.23 cm4.

S = 71.61 cm3.

Carga en largueros = 680 x 0.75 = 510 kg/m.

Por flexión. $l\ max = 0.32\sqrt{\frac{f\ s}{w}} = 0.32\sqrt{\frac{120 \times 71.61}{510}}$

$l\ max = 1.31$ m.

Por flecha. $l\ max = 0.033\ \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$

$l\ max = 0.033\ \sqrt[3]{\frac{117\,600 \times 365.23}{510}}$

$l\ max = 1.45$ m.

Por corte. $l\ max = 23.33\ \frac{bh}{w} = \frac{23.33 \times 4.13 \times 10.2}{510}$

$= 1.92$ m.

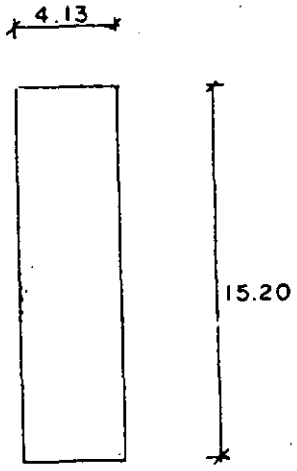
$\Longrightarrow l\ max = 1.31$ por flexión.

Dado que el tablero mide 4.50 se usarán 4 claros de 1.125 m. que será el espaciamiento de las vigas madrinas.

4.- Dimensionamiento de vigas madrinas y espaciamiento de puntales.

Probar madrinas de 2 x 6 pulgadas.

###



$$I = \frac{4.13 \times 15.20^3}{12} = 1\ 208.65 \text{ cm}4.$$

$$S = \frac{I}{h/2} = \frac{1208.65}{7.60} = 159 \text{ cm}3.$$

w equivalente $\approx$ 680x 1.125=765kg/m.

Por flexión.

$$l\,max = 0.32\sqrt{\frac{f\,s}{w}} = 0.32\sqrt{\frac{120 \times 159}{765}} = 1.60$$

Por flecha.

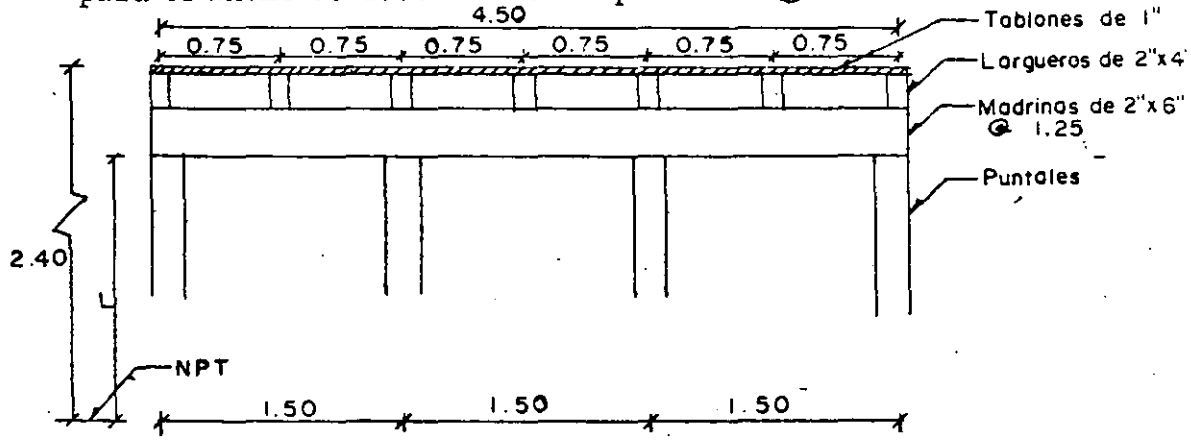
$$l\,max = 0.033\sqrt[3]{\frac{EI}{w}} = 0.033\sqrt[3]{\frac{117600 \times 1208}{765}} = 1.$$

Por corte.

$$l\,max = 23.33\,\frac{bh}{w} = 23.33 \times \frac{4.13 \times 15.2}{765} = 1.91$$

$\Rightarrow l\,max = 1.60$ m.

para el ancho de 4.50 se usarán puntales @ 1.50 m.



se adopta esta distribución.

###

5.- Cálculo de los puntales.

Area tributaria = 1.50 x 1.125 = 1.6875 m2.

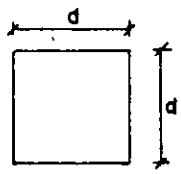
carga = 680 kg/m2

P = 1.147.50 kgs.

Esfuerzo admisible a compresión paralelo a la fibra.

fc= 143.5 γ = 143.5 x 0.6 = 86 kg/cm2.

Probar puntales 3 x 3 pulgadas.



d= 2 5/8" = 6.67 cm.

A = 6.67^2 = 44.46 cm2.

Revisión por esbeltez.

l= 240 – 28 = 212 cm.

$$\frac{l}{d} = \frac{212}{6.67} = 32$$

Esfuerzo admisible a compresión corregido por esbeltez.

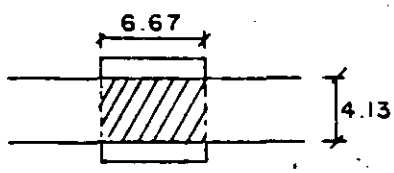
$$C = f_c \left(\frac{550}{(l/d)^2}\right) = 46.20 \text{ kg/cm2.}$$

Compresión admisible de puntal 3" x 3"

Pad= 46.20 x 44.46 = 2054 kg > 1147.50

6.- Revisión de esfuerzos de compresión en apoyos.

Apoyo de viga madrina en puntal:



Area de apoyo= 4.13 x 6.67

= 27.55 cm2.

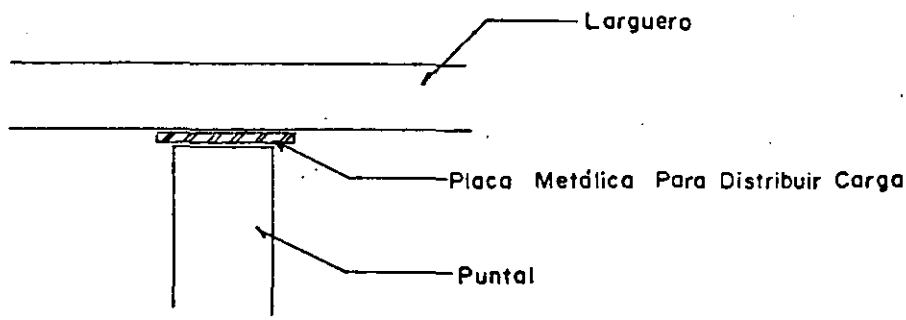
Esf.admisible $\perp$ a la fibra
=54.20 x0.6=32.52kg/cm2 ###

$$f = \frac{1147.50}{27.55} = 41.55 \text{ no pasa}$$

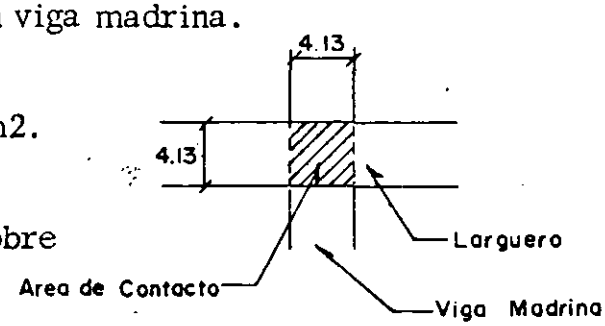
$$\text{Area requerida} = \frac{1147.50}{32.52} = 35.28 \text{ cm2.}$$

Usar placa metálica de 2 x 4 (5.08 x 10.2 cm)

A = 4.13 x 10.2 = 42.12 cm2.



Apoyo de larguero en viga madrina.



$A = 4.13^2 = 17.06$ cm2.

Carga de larguero sobre viga madrina:

C=(680 x 0.75) x 1.125 = 573.75 kg.

$$f = \frac{573.75}{17.06} = 33.63 \text{ kg/cm2.}$$

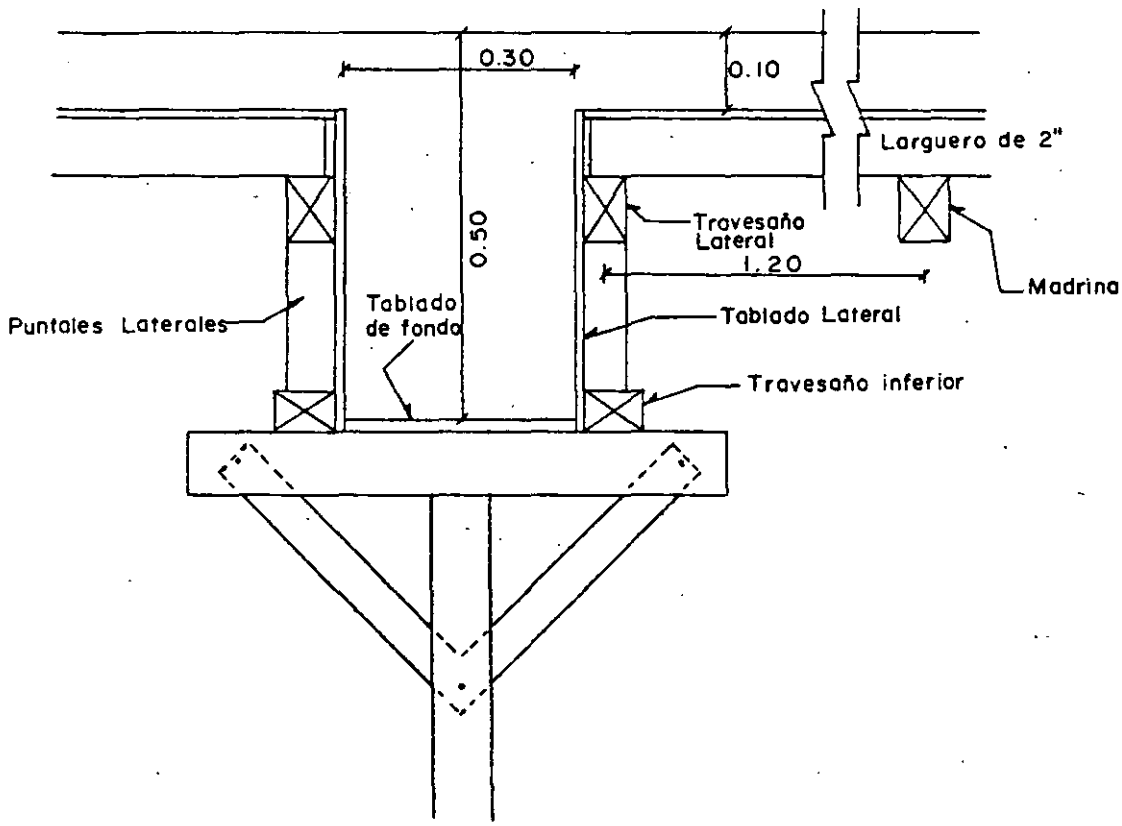
Se considerará aceptable pues según reglamento: " sobre apoyos menores de 15 cm. de longitud localizados a 7 cm. ó más del extremo de una pieza, el esfuerzo permisible a compresión perpendicular a la fibra puede incrementarse por el factor.

###

$$\frac{L + 1 \text{ cm.}}{L} = \frac{4.13 + 1}{4.13} = 1.24$$

$$fad = 32.52 \times 1.24 = 40.3 \text{ kg} > 33.63$$

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA TRABE



La cimbra para la viga de 0.30 x 0.50 mostrada se usará varias veces.

El concreto será de peso volumétrico normal (2400kg/m3) se usará madera de pino de 1a. con una densidad de 0.6

###

1.- Tablado de Fondo.

Cargas que soporta:

Carga muerta= 0.30 x 0.50 x 2,400 =	360
Carga viva= 0.30 x 200 =	60
	420kg/m.

Se usará tablón de 1 1/2" de espesor nominal.

el espesor efectivo es 1 5/16" = 3.33 cm.

b x h = 30 x 3.33= 99.9 cm2.

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{30 \times 3.33^2}{6} = 55.44 \text{ cm3.}$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{30 \times 3.33^3}{12} = 92.32 \text{ cm4.}$$

Por flexión: $f = 196\,\gamma \approx 120$ kg/cm2.

$$l\,max = 0.32\sqrt{\frac{f\,s}{w}} = 1.27 \text{ m.}$$

Por flecha. $E = 196{,}000\,\gamma = 117\,600$ kg/cm2.

$$l\,max = 0.033\sqrt[3]{\frac{EI}{w}} = 0.98 \text{ m.}$$

Por corte.

$$l\,max = 23.33\,\frac{bh}{w} = 5.5 \text{ m.}$$

Se usarán apoyos @ 1.00 m.

2.- Tablado Lateral.

El tablado lateral y el travesaño inferior que soportan las presiones laterales se calculan en forma similar a el --

###

caso de cimbra para muro. Se supondrá que triplay de 3/4" y travesaño inferior de 2 x 4 pulgs. resultaron adecuados. A razón de 1.00 de espaciamiento de puntales, que resultó por el tablado de fondo se pondrán también los puntales laterales que bajan las cargas de los largueros de la losa a través del travesaño lateral.

Cálculo del travesaño lateral:

Cargas en la losa:	peso propio concreto	240 kg/m2.
	carga viva	200
		440

Cargas en travesaño = $440 \times \frac{1.20}{2} = 264$ kg/m.

Por flexión.

$$S = \frac{10\, wl^2}{f} = \frac{10 \times 264 \times 1^2}{120} = 22 \text{ cm}^3.$$

Por flecha.

$$\frac{l}{360} = \frac{wl^4}{128\, I} \times 10{,}000$$

$$I = \frac{360\ wl^3}{128\, E} \times 10{,}000$$

$$I = \frac{360 \times 264 \times 1^3 \times 10{,}000}{128 \times 117\,600} = 63.14 \text{ cm}^4.$$

##

Por corte.

$$bh = \frac{wl}{23.33} = \frac{264 \times 1}{23.33} = 11.32 \text{ cm2.}$$

usar 2" x 4"

$$b \times h = 4.13 \times 10.2 = 42.13$$

$$I = \frac{4.13 \times 10.23}{12} = 365$$

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{4.13 \times 10.2^2}{6} = 71.61$$

3.- Cálculo de puntales principales.

Determinando la carga total sobre estos puntales tenemos:

Por carga de trabe:

420 kg/m x 1.00 = 420

Por losas:

2 x 264 x 1.00 = 528

948 kg.

Deberá diseñarse un puntal para una carga de 948 kg. tomando en cuenta la esbeltez que tenga en función de su altura.

##

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA COLUMNA.

Sección de columna 0.45 x 0.45 m.

Altura de columna 3.50 m ($\approx$12 pies)

Colado en una hora a temperatura 15°C ($\approx$60°F)

La cimbra se usará varias veces.

1.- Presión lateral (según fórmula ACI)

$$p = 150 + 9000 \frac{R}{T}$$

P; lb/pie 2.

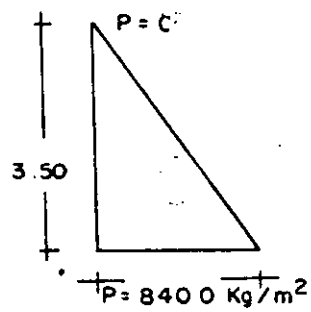
R: pies/hr.

T: °F.

R = 12 pies/hr.

$$P = 150 + \frac{9000 \times 12}{60} = 1950 \quad lb/pie^2 \ (\approx 9580 \ kg/m2)$$

$$P max = \gamma h = 2400 \ kg/m3. \times 3.50 \ m = 8400 \ kg/m2.$$



2.- Espaciamiento de yugos ó abrazaderas, colocando el primer yugo a 15 cm. de la base:

$$P = 8400 \times \frac{3.35}{3.50} = 8040 \ kg/m2.$$

##

usando tablas de 1 pulgada (espesor efectivo= 25/32"

= 1.98 cm)

bh = 45 x 1.98 = 89.1 cm2.

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{45 \times 1.98^2}{6} = 29.40 \text{ cm3.}$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{45 \times 1.98^3}{12} = 29.11 \text{cm4.}$$

Para P_1= 8040 kg/m2.

$$l \text{ flexión} = 0.32\sqrt{\frac{fs}{w}}$$

$$l \text{ flecha} = 0.033\sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$$l \text{ corte} = 23.33 \frac{bh}{w}$$

con γ = 0.6 en madera

w = 8040 x 0.45 = 3618 kg/m.

l flexión= 0.32 m.

l flecha = 0.32 m.

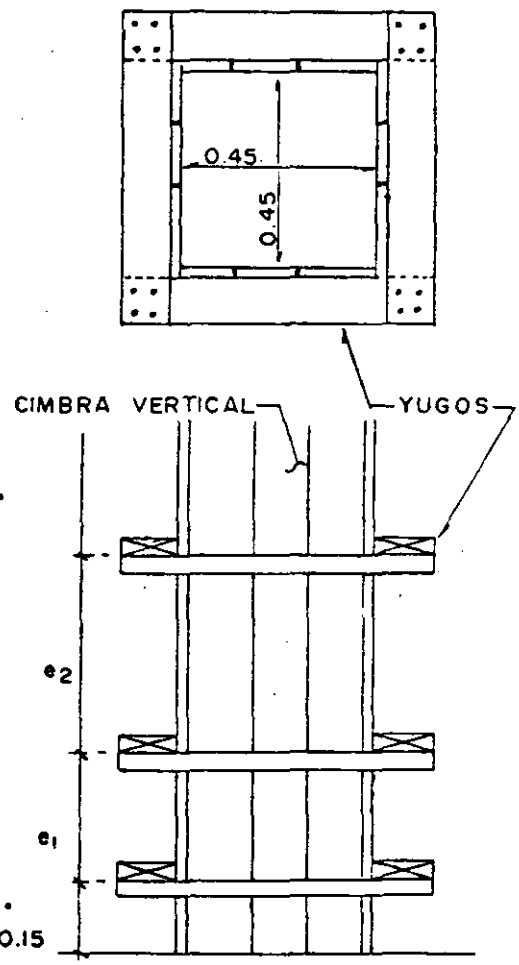
l corte = 0.57 m.

usar e_1 = 0.30 m.

Presión a 0.45 m. de la base.

$$P_2 = 8400 \times \frac{3.50 - 0.45}{350} = 7320 \text{ kg/ m2.}$$

w = 7320 x 0.45 = 3294 kg/m.



##

l flexión = 0.33

l flecha = 0.33 usar $e_2 = 0.30$

l corte = 0.63

$$P3 = 8400 \times \frac{3.50 - 0.75}{3.50} = 6600 \text{ kg/m2.}$$

w = 6600 x .45 = 2970 kg/m.

l flexión = 0.35

l flecha = 0.35 usar $e_3 = 0.35$

l corte = 0.70

$$P4 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.10}{3.50} = 5760 \text{ kg/m2.}$$

w = 5760 x .45 = 2592 kg/m.

l flexión = 0.37

l flecha = 0.36 $\Rightarrow$ $e_4 = 0.35$

$$P_5 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.45}{3.50} = 4920 \text{ kg/m2.}$$

w = 4920 x .45 = 2214kg/m.

l flexión = 0.40

l flecha = 0.38 $\Rightarrow e_5 = 0.35$

$$P_6 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.80}{3.50} = 4080 \text{ kg/m2.}$$

w = 4080 x 0.45 = 1836 kg/m.

l flexión = 0.44

l flecha = 0.41 $\Rightarrow e_6 = 0.40$

##

$$P_7 = 8400 \times \frac{3.50 - 2.20}{3.50} = 3120 \text{ kg/m2.}$$

$w = 3120 \times 0.45 = 1404$ kg/m.

l flexión = 0.51

l flecha = 0.44 $\Rightarrow e_7 = 0.40$

$$P_8 = 8400 \times \frac{3.50 - 2.60}{3.50} = 2160 \text{ kg/m2.}$$

$w = 2160 \times 0.45 = 972$ kg/m.

l flexión = 0.61

l flecha = 0.50 $\Rightarrow e_8 = 0.50$

$$P_9 = 8400 \times \frac{3.50 - 3.10}{3.50} = 960 \text{ kg/m2.}$$

$w = 960 \times 0.45 = 432$ kg/m.

l flexión = 0.91

l flecha = 0.65

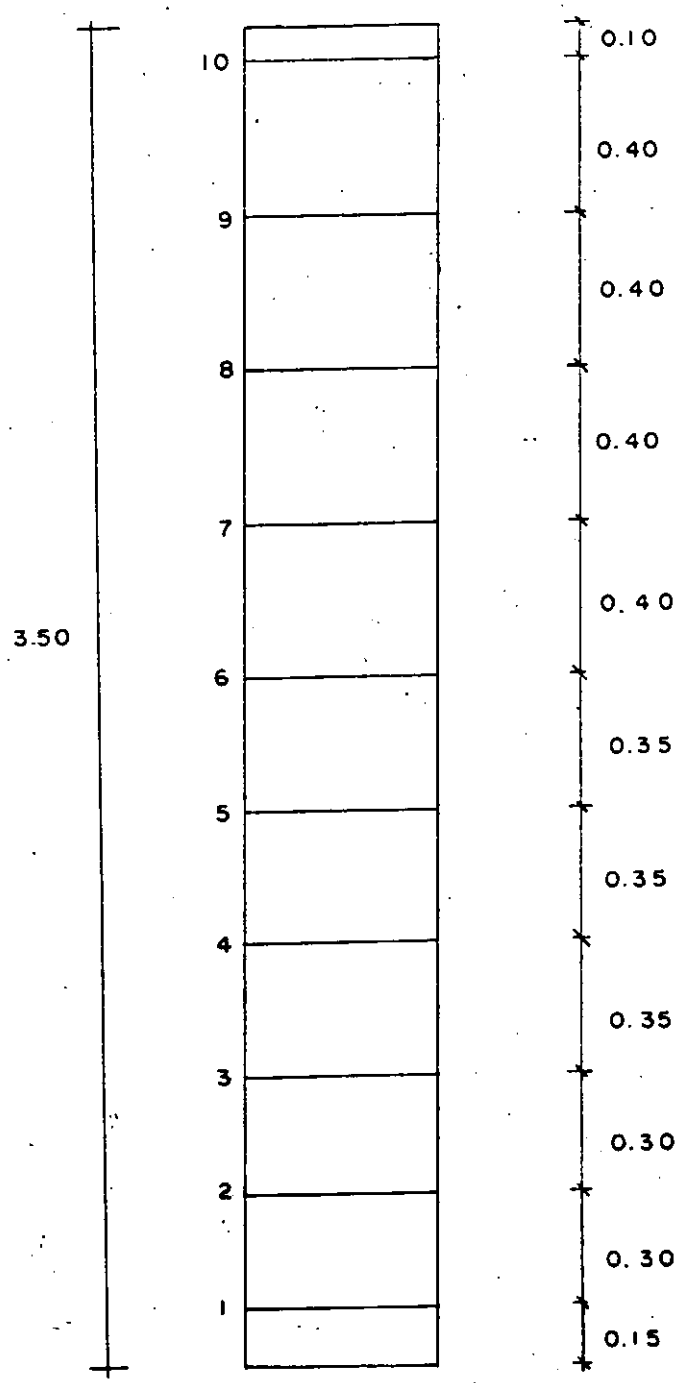
3.- Diseño de Yugos.

Los elementos que forman los yugos estarán trabajando a flexo tensión. Deberán proporcionarse de tal forma que:

$$\frac{P}{A} + \frac{M}{S} \leq fm$$

###

Se usará la siguiente distribución de yugos.



donde:

P: Fuerza axial (kgs)

A : Area de la sección transversal (cm2)

M : Momento flexionante (kg-cm)

S : Módulo de sección (cm3)

para yugo 2.

P_2 = 7320 kg/m2.

$9 = 7320 \times 0.30 = 2196$ kg/m $\quad P = \frac{2196 \times 0.45}{2} = 494$ kg.

$M = \frac{9\, l^2}{10} = \frac{2196 \times 0.45^2}{10} = 44.47$ kg-m= 4447 kg-c

S requerida = $\frac{M}{f} = \frac{4447}{120} = 37$ cm3.

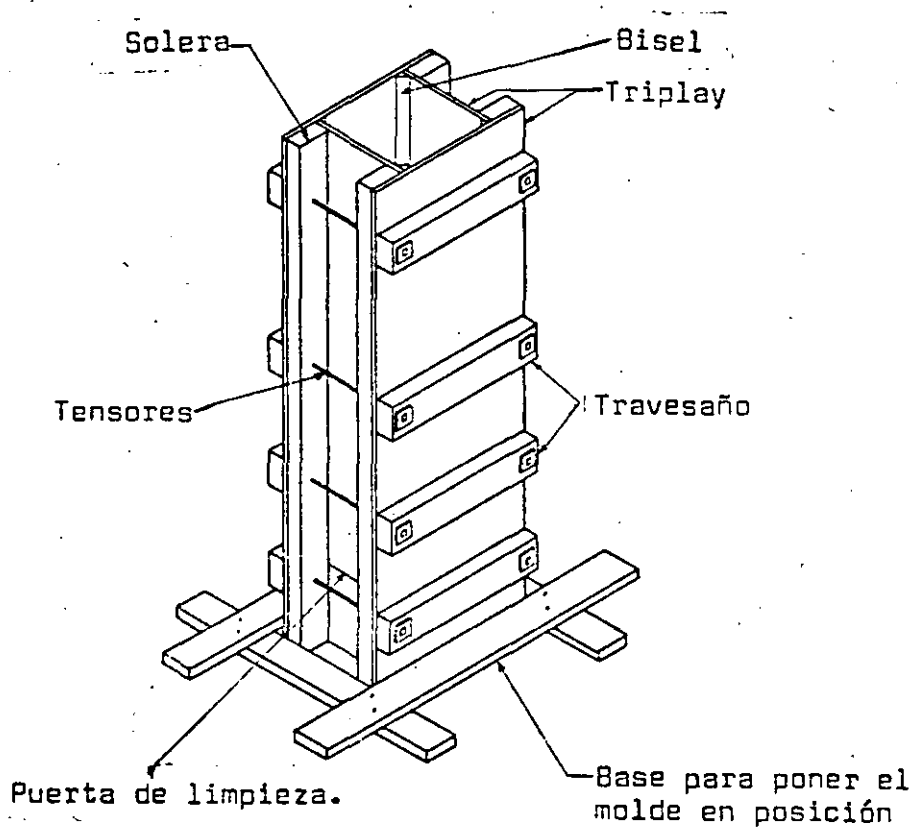
Probar tira 1 1/2" x 4" (espesor efectivo 1 5/16"=3.33cm)

A = 3.33 x 10.2 = 33.97 cm2.

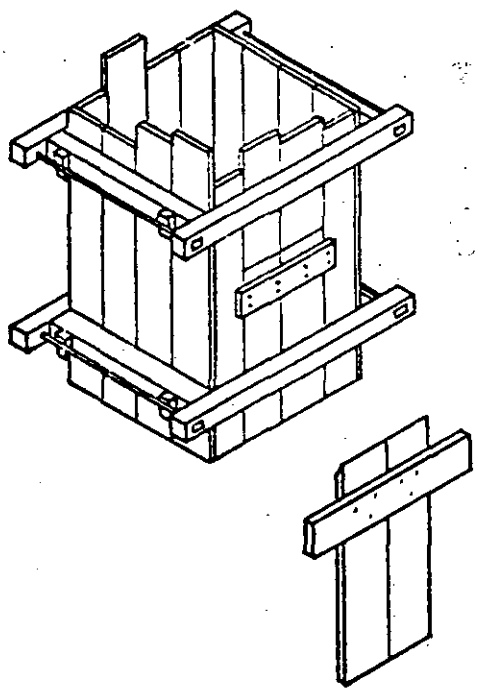
$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{3.33 \times 10.2^2}{6} = 57.74$

$\frac{P}{A} + \frac{M}{S} = \frac{494}{33.97} + \frac{4447}{57.74} = 14.54 + 77.01 = 91.55$

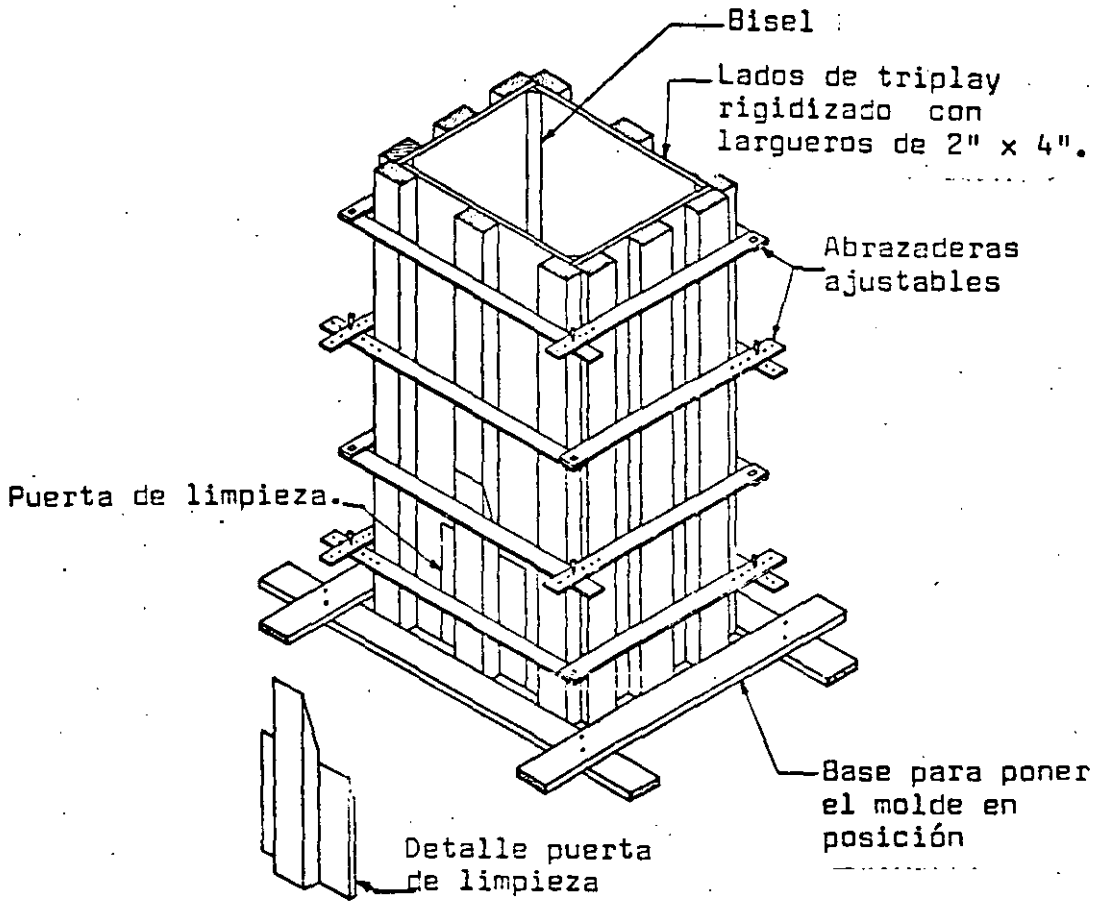
fm = 196 γ = 196 x 0.6 ≐ 120 kg/cm2.



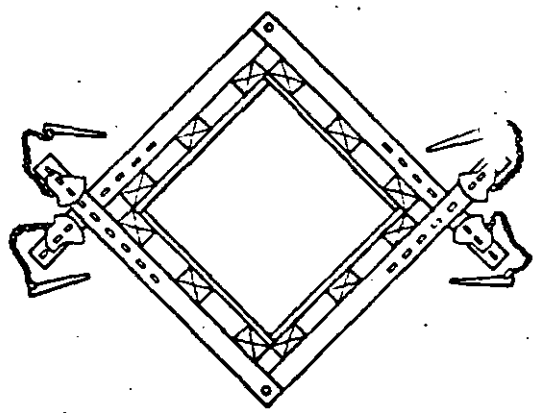
Cimbra típica para columnas ligeras.



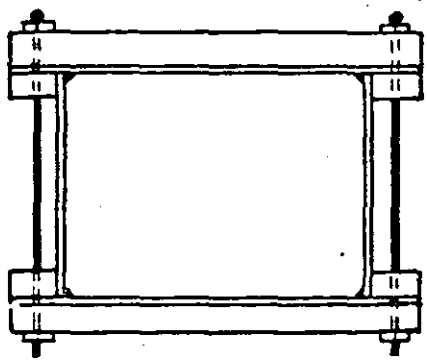
Cimbra típica para columnas con puerta de limpieza.



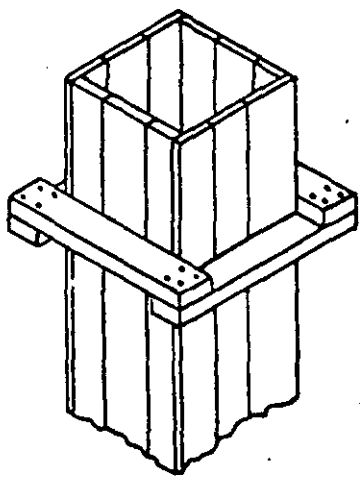
Cimbra tipica para columnas



Triplay y yugos metálicos

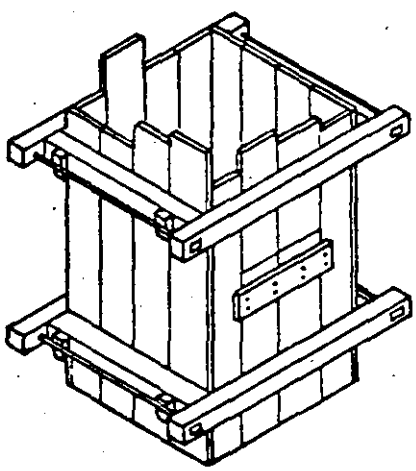


Triplay con yugo combinado
de madera y pernos

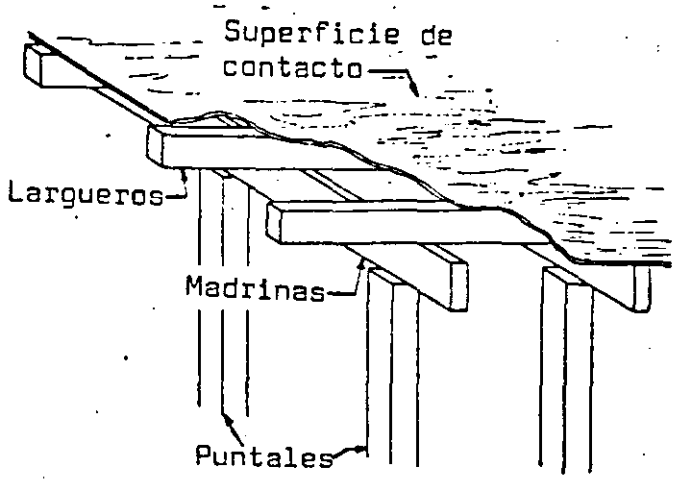


Cimbra de Columnas

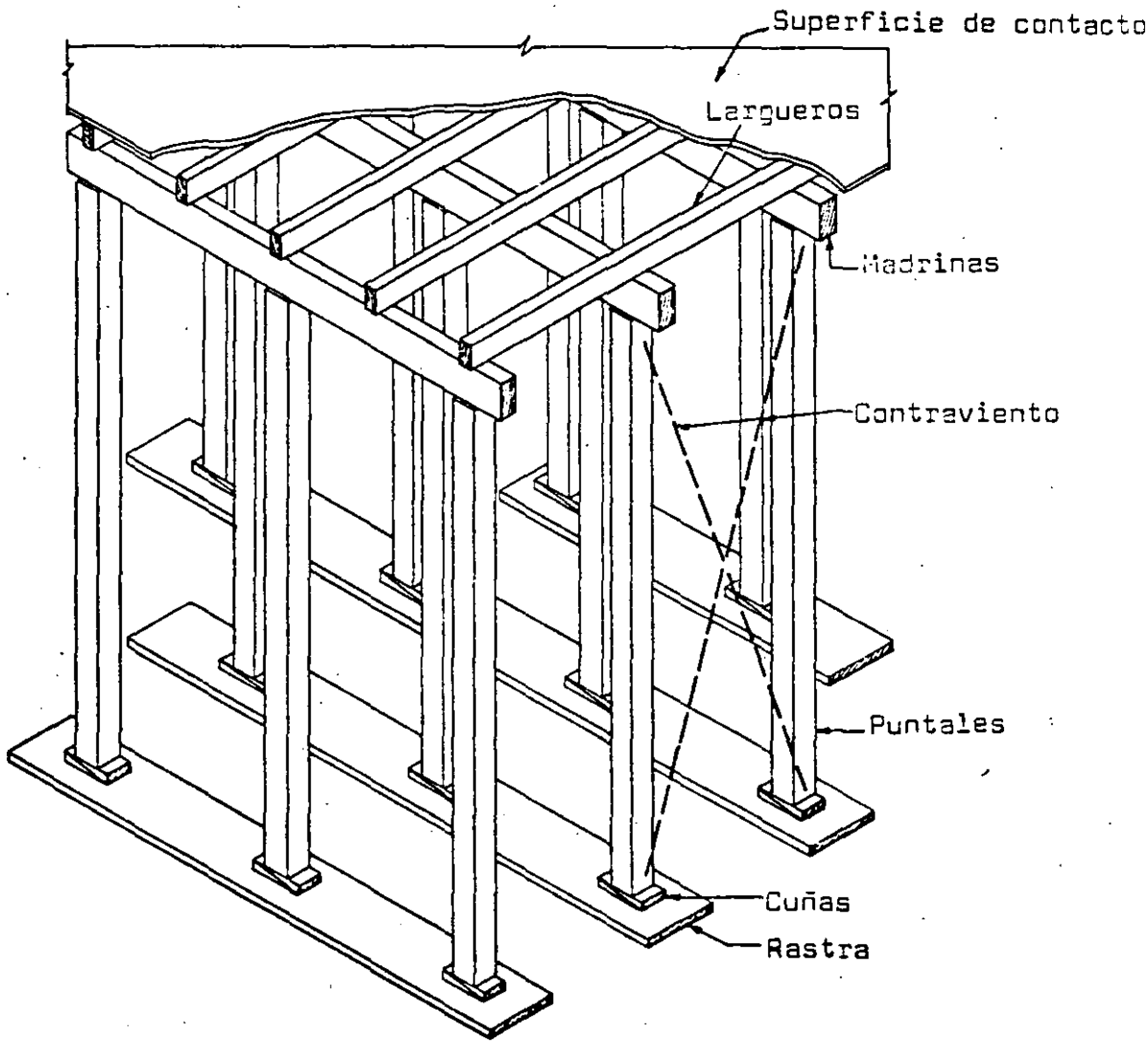
Duela de Madera con
Yugos de madera



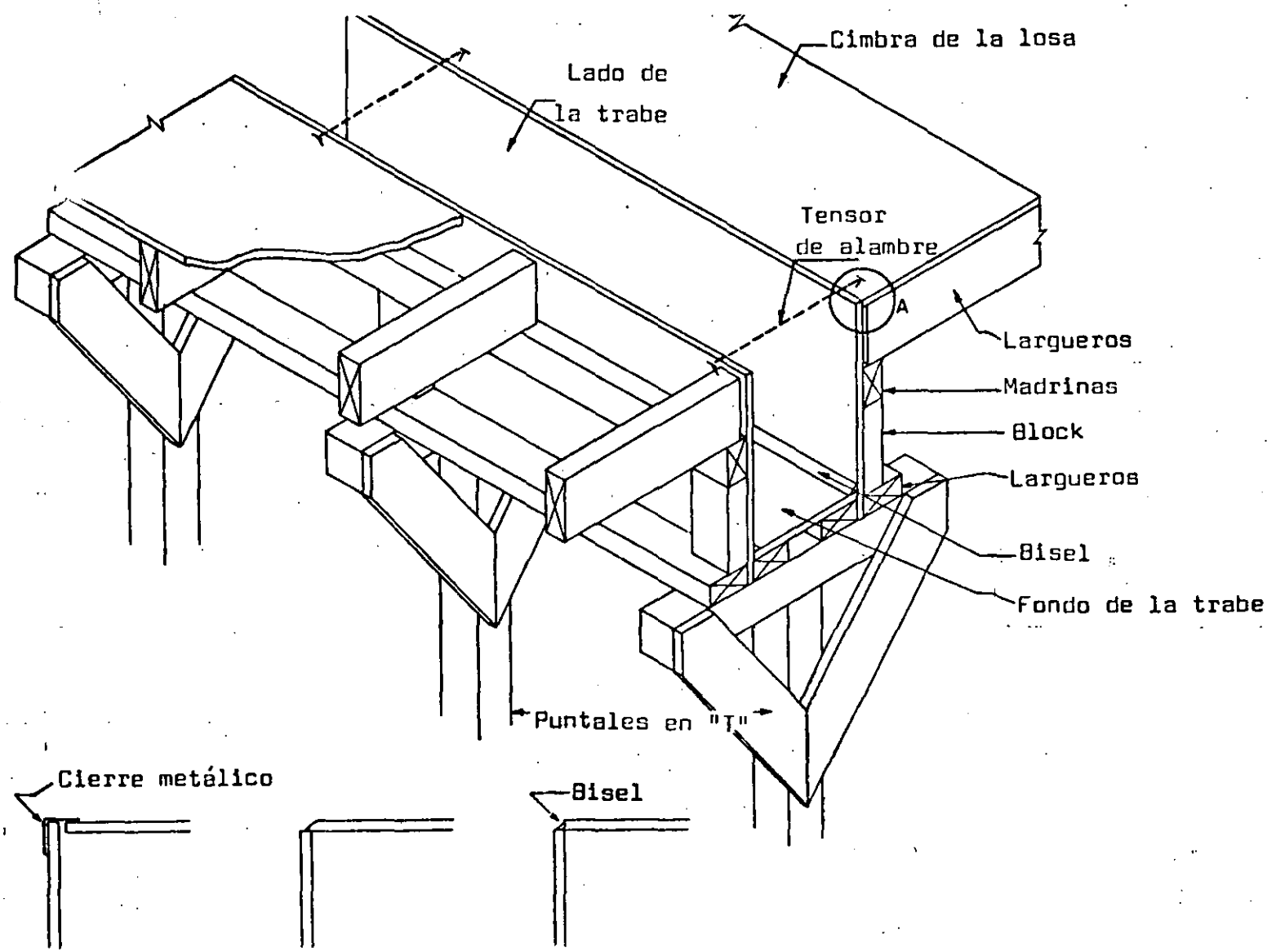
Duela de madera con
yugos combinados de
madera y pernos.



Cimbra típica de losa



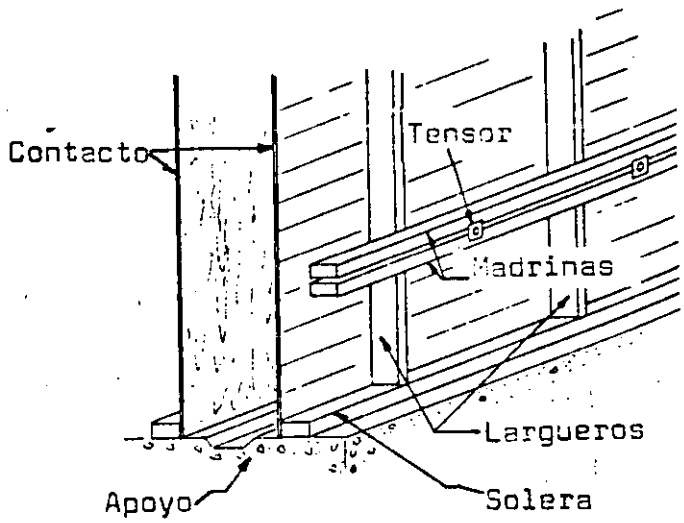
Componentes típicos para cimbra de losas.

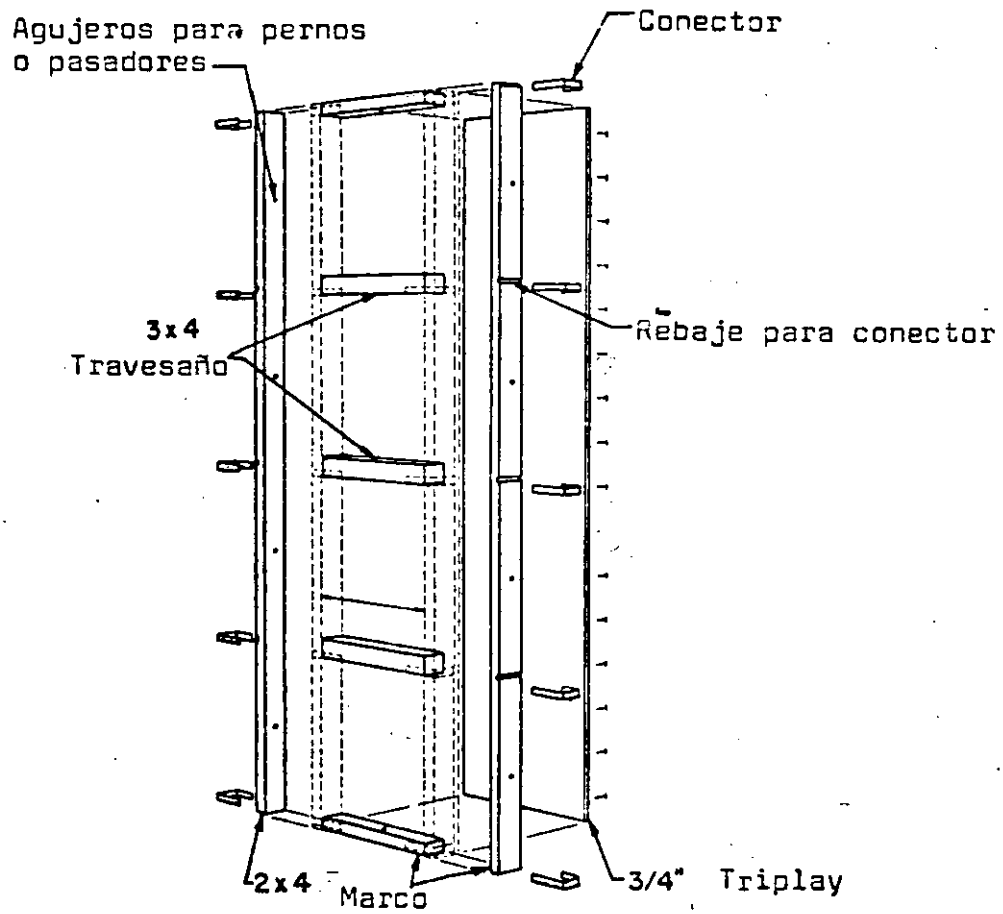


Diferentes maneras de
resolver las esquinas

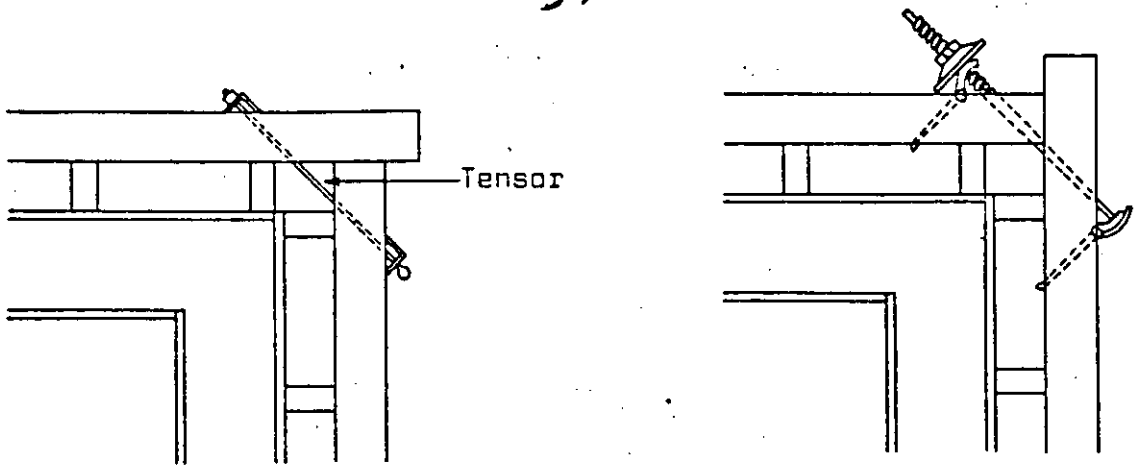
Arreglo típico de cimbra
para trabe y losa

Cimbra tipica de muro

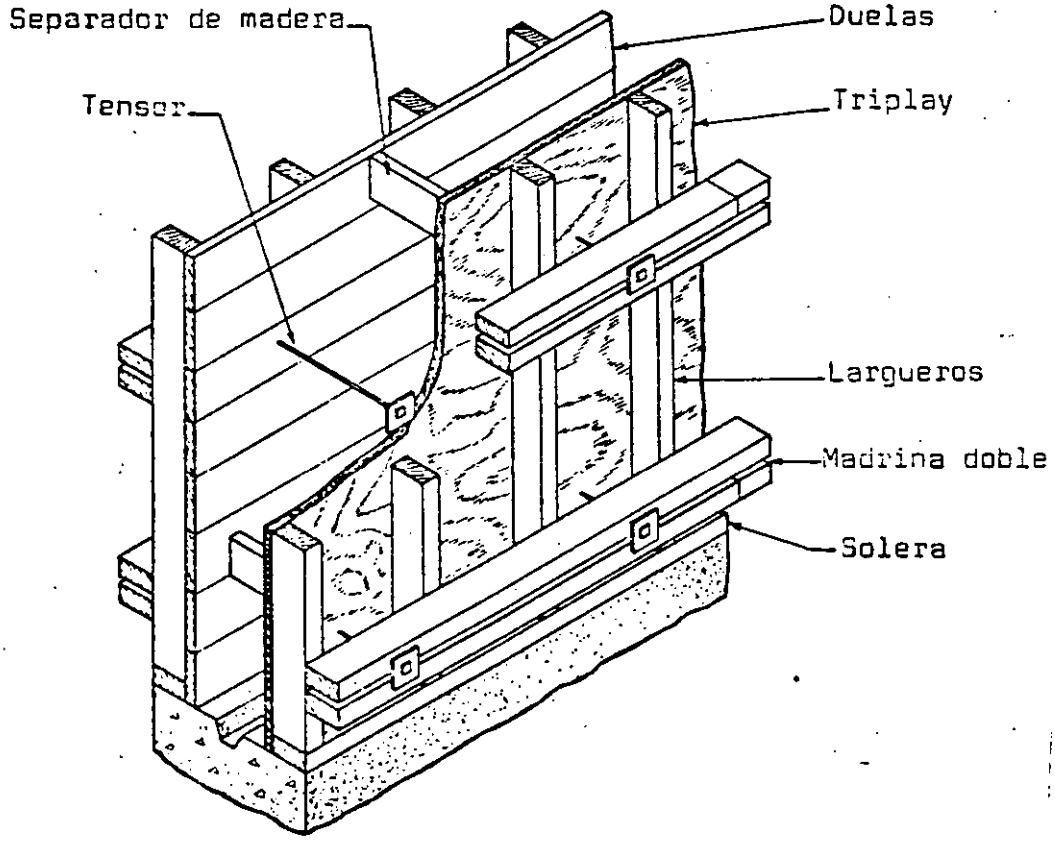




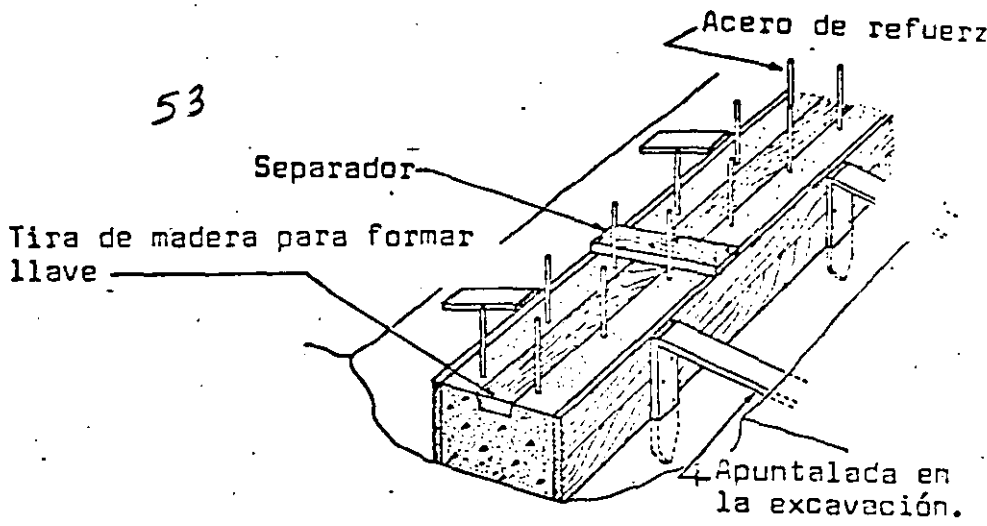
Ensamble tipico de cimbra
de muro

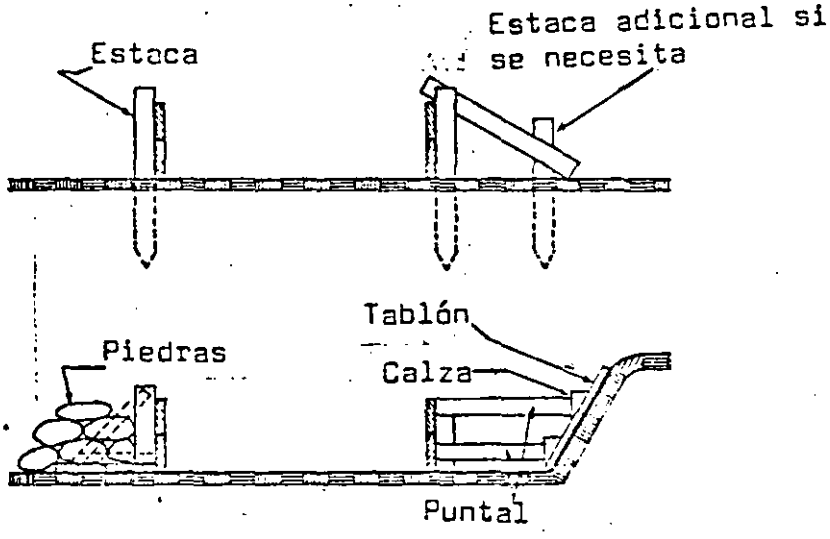


Varias formas de fijar esquinas



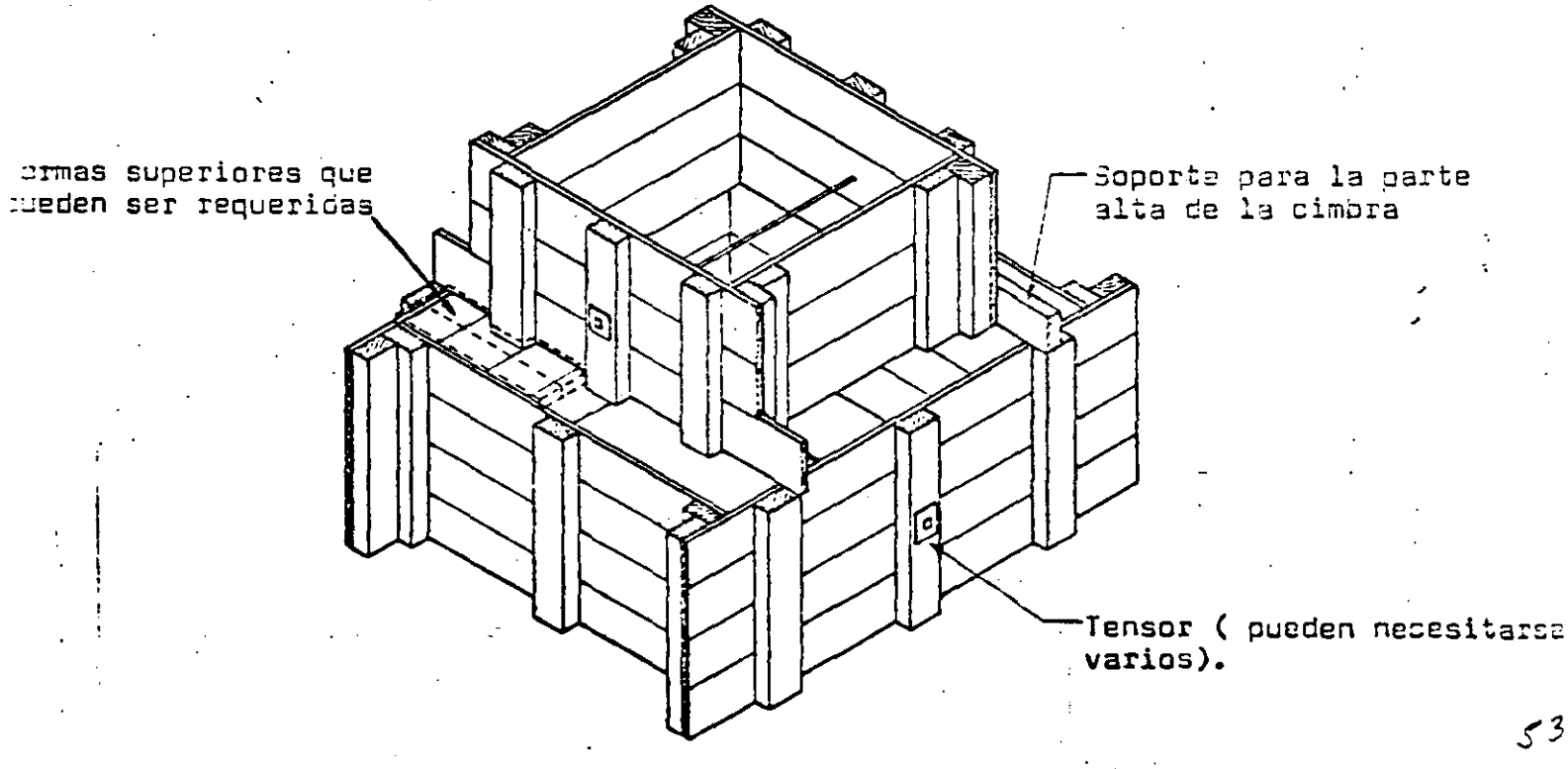
Cimbra tipica para muro:Se muestran varias alternativas de materiales,el separador - con frecuencia parte del - - tensor.

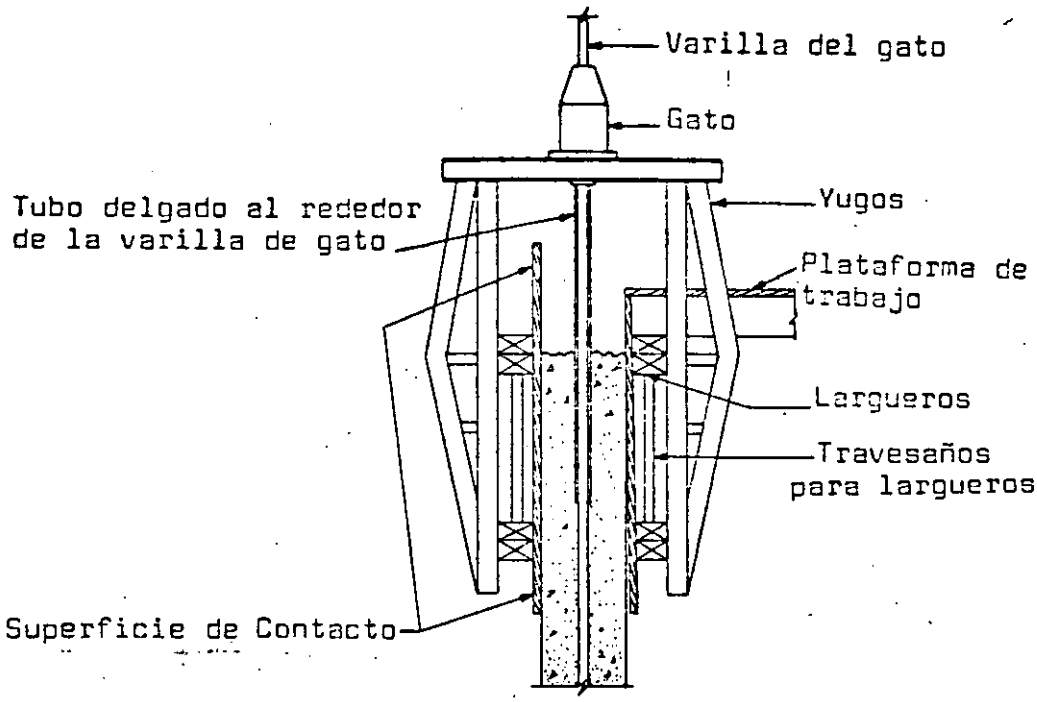




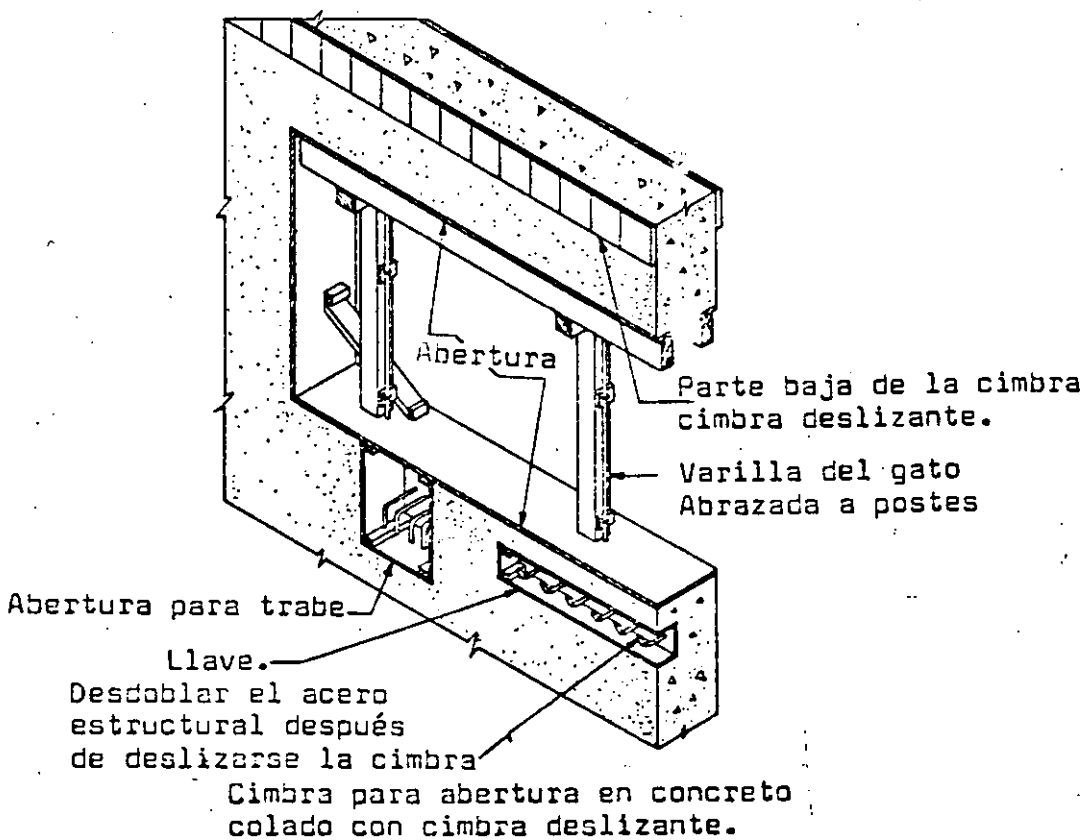
Varias alternativas para zapatas delgadas. Más -- gruesas pueden requerir tensores

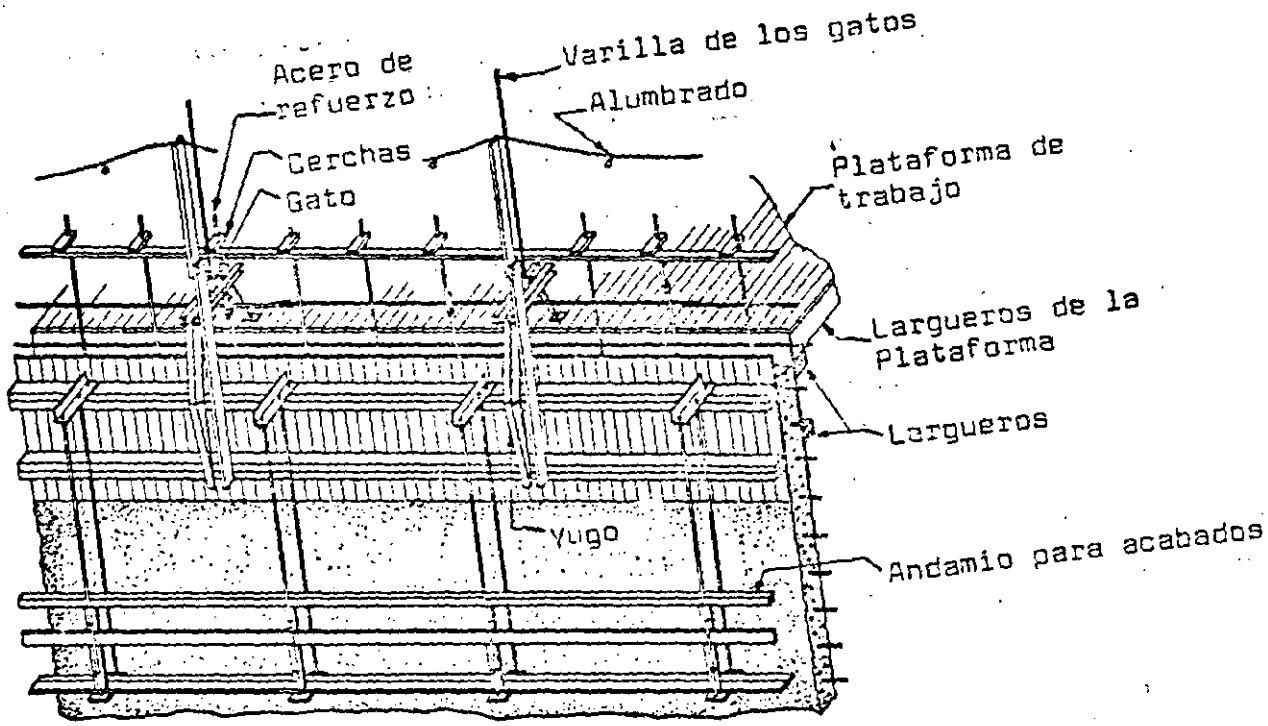
Cimbra para zapata y dado



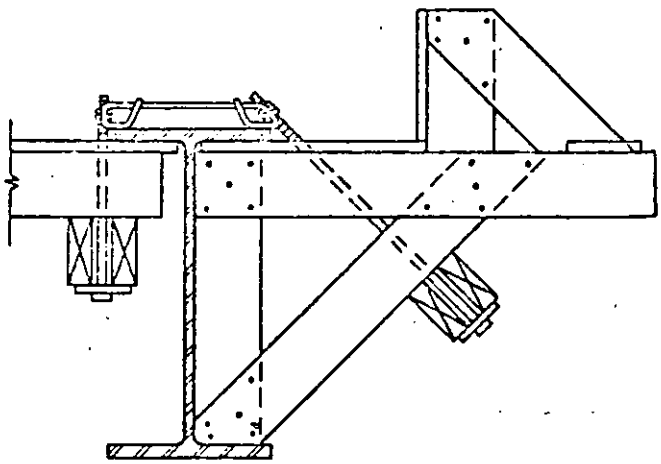


Sección Transversal de cimbra deslizante

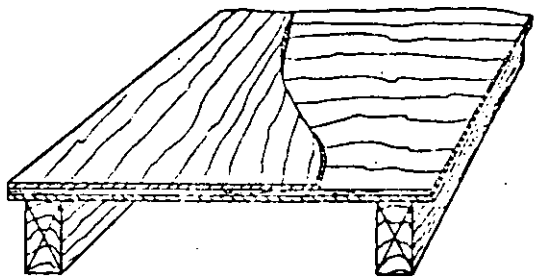




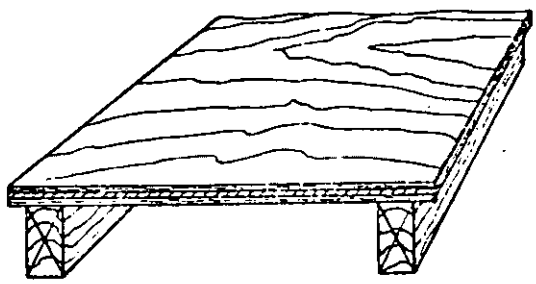
Cimbra deslizante típica



Marco colgado con tensor inclinado para volado en viga metálica.



Triplay usado en la dirección más resistente.



Triplay usado en la dirección menos resistente.

TABLA 4-3

Hoja de triplay pulido. Espesor neto. mm	No. de capas. No.	Espesor de las capas (nominal) Externas mm	Interiores mm	Central (para 5 y 7 capas) mm	1 cm. de ancho con la veta visible paralela al claro. Area de la sección transversal cm2	Momento de inercia cm4	Módulo de sección cm3	1 cm. de ancho con la veta visible perpendicular al claro. Area de la sección transversal cm2	Momento de inercia cm4	Módulo de sección. cm3	Peso Aproximado (kg) Hoja de 1.22 x 2.44	100 m2
3.20	3	1.60	1.60		0.16	0.0023	0.0145	0.1575	0.0003	0.0041	7.2640	244.00
4.75	3	2.12	2.12		0.26	0.0081	0.0343	0.2100	0.0008	0.0074	9.080	305.00
6.35	3	2.82	2.82		0.35	0.1944	0.0612	0.2793	0.0019	0.0132	11.350	381.00
9.50	3	3.20	4.80		0.47	0.0626	0.1321	0.4725	0.0089	0.0378	16,344	549.00
9.50	5	2.54	2.12	2 2.12	0.53	0.0512	0.1079	0.4200	0.0204	0.0644	16.344	549.00
12.70	5	3.20	3.20	2 2.54	0.76	0.1259	0.1987	0.5040	0.0440	0.1071	22.246	747.00
15.90	5	3.20	4.80	2 3.20	0.95	0.2271	0.2867	0.6300	0.1048	0.1890	26.332	885.00
19.00	5	3.20	4.80	2 4.80	0.95	0.3413	0.3598	0.9450	0.2325	0.3265	32.234	1083.00
19.00	7	3.20	2 2.12	3 3.20	0.95	0.3889	0.4097	0.9450	0.1849	0.2701	32.234	1083.00
22.20	7	3.20	2 4.00	3 3.20	1.27	0.5807	0.5241	0.9450	0.3305	0.3796	37.682	1266.00
25.40	7	3.20	2 3.20	3 4.80	1.11	0.7344	0.5799	1.4175	0.6256	0.6073	43.584	1464.00
28.60	7	3.20	2 4.80	3 4.80	1.42	1.0485	0.7362	1.4175	0.8881	0.7491	48.578	1632.00

RADIO MINIMO DE DOBLADO PARA TRIPLAY

TABLA 4-4

Espesor		Curva perpendicular a la veta	Curva paralela a la veta
pulg.	mm.		
1/4	6	38.10	60.96
3/8	10	91.44	137.16
1/2	13	182.88	243.84
5/8	16	243.84	304.80
3/4	19	304.80	365.76

CARGA VERTICAL PARA DISEÑO DE CIMBRAS DE LOSAS.

TABLA 5-1

Espesor de losa (cm)	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25.0	27.5	30.5
Concreto de 1600kg/m3	370	410	450	490	530	570	610	650	690	738
Concreto de 2000kg/m3	400	450	500	550	600	650	700	750	800	860
Concreto de 2400kg/m3	430	490	550	610	670	730	790	850	910	982

Carga viva de 250 kg/m2. Esta carga es válida para colados comunes. Si se usan carritos motorizados (vogues) para transporte de concreto deberá incrementarse a 500 kg/m2.

PRESIONES HORIZONTALES PARA DISEÑO DE CIMBRAS DE MUROS.

TABLA 5-2

Velocidad vertical de colado (m/h)	Máxima presión lateral (kg/m2) para la temperatura indicada					
	32°C	27°C	21°C	15°C	10°C	5°C
.30	1220	1280	1355	1465	1610	1830
.60	1710	1830	1985	2195	2490	2930
.90	2195	2380	2615	2930	3365	4025
1.20	2685	2930	3240	3660	4245	5125
1.50	3170	3475	3870	4390	5125	6220
1.80	3660	4025	4495	5125	6000	7320
2.10	4150	4575	5125	5855	6880	8420
2.45	4300	4750	5320	6080	7155	8760
2.75	4450	4920	5515	6310	7425	9100
3.00	4600	5090	5710	6540	7700	9440

NOTA: No se utilicen presiones de diseño mayores, de 10,000 kg/m2, ó 2,400 x altura en metros, del concreto fresco dentro de la forma, la que sea menor.

MAXIMA PRESION HORIZONTAL PARA DISEÑO DE CIMBRAS DE COLUMNAS.

TABLA 5-3

cm.por hr.	32°C	27°C	21°C	15°C	10°C	5°C
.30	1220	1280	1355	1465	1610	1830
.60	1710	1830	1985	2195	2490	2930
.90	2195	2380	2615	2930	3365	4025
1.20	2685	2930	3240	3660	4245	5125
1.50	3170	3475	3870	4390	5125	6220
1.80	3660	4025	4495	5125	6000	7320
2.10	4150	4580	5125	5855	6880	8420
2.40	4635	5125	5750	6590	7760	9515
2.75	5125	5675	6380	7320	8635	10615
3.00	5610	6220	7000	8050	9515	11710
3.35	6100	6775	7630	8785	10395	12810
3.65	6590	7320	8260	9515	11270	13910
3.95	7075	7870	8890	10250	12150	14640
4.25	7565	8420	9515	10980	13030	
4.90	8540	9515	10770	12445	14640	
5.50	9515	10615	12025	13910		
6.10	10490	11710	13280	14640		
6.70	11470	12810	14540			
7.30	12445	13910	14640			
7.95	13420	14640				
8.55	14395					
9.15	14640					

NOTA: No se utilicen presiones de diseño mayores de 15,000 kg/m2, ó 2400 x altura en metros del concreto dentro de la forma, la que sea menor.

MINIMA FUERZA LATERAL. PARA DISEÑO DE CONTRAVENTEO DE CIMBRAS DE LOSAS.

TABLA 5-4

Espesor de la losa(cm)	Carga muerta kg/ m2	Fuerza lateral por metro de losa para el ancho de losa indicada (kg)				
		6.0(m)	12(m)	18(m)	24(m)	30(m)
10	317	148	148	148	153	192
15	439	148	148	160	213	266
20	561	148	148	204	272	340
25	683	148	166	249	332	414
30	805	148	195	293	391	488
35	927	148	225	337	450	562
40	1049	148	255	382	509	636
50	1293	157	314	471	628	784

MINIMA FUERZA LATERAL PARA DISEÑO DE CONTRAVIENTOS DE CIMBRAS DE MUROS, - APLICADA EN LA PARTE ALTA DEL MOLDE.

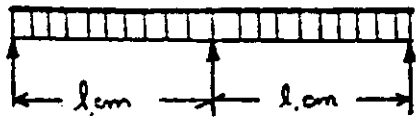
TABLA 5-5

Altura del muro (m)		Fuerza lateral para la presión de viento (prescrita por los códigos) indicada (kg/m)			
		73kg/m2	98kg/m2	122kg/m2	146kg/m2
(sobre el terreno)					
1.22 ó menos	29.6	44.4	59.2	74.0	88.8
1.83	44.4	66.6	88.8	111.0	133.2
2.44	148.0	148.0	148.0	148.0	148.0
3.05	148.0	148.0	148.0	185.0	222.0
3.66	148.0	148.0	177.6	222.0	266.4
4.27	148.0	155.4	207.2	259.0	310.8
4.88	148.0	177.6	236.3	296.0	355.2
5.49	148.0	199.8	266.4	333.0	399.6
6.10	148.0	222.0	296.0	370.0	444.0
6.70 ó mas	24.4 h.	36.6 h	48.8 h	61.0 h	73.2h

Bajo el terreno

FORMULAS DE VIGAS, APLICABLES EN CIMBRAS

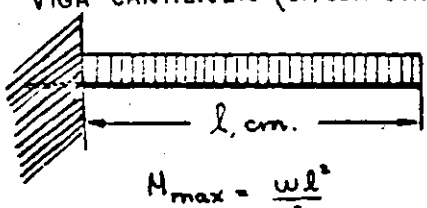
VIGA CONTINUA SOBRE 2 CLAROS IGUALES
CARGA UNIFORME



$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$\Delta_{max} = \frac{wl^2}{185\,EI}$$

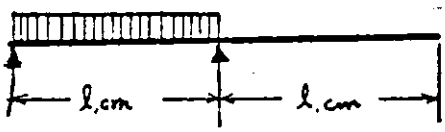
VIGA CANTILIVER (CARGA UNIFORME)



$$M_{max} = \frac{wl^2}{2}$$

$$\Delta_{max} = \frac{wl^4}{8EI}$$

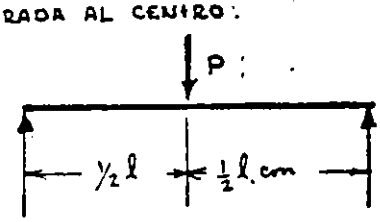
VIGA CON 2 APOYOS SOBRESALIENDO UN EXTREMO, CON CARGA UNIFORME ENTRE APOYOS.



$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$\Delta_{max} = \frac{5}{384}\,\frac{wl^4}{EI}$$

VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON CARGA CONCENTRADA AL CENTRO.

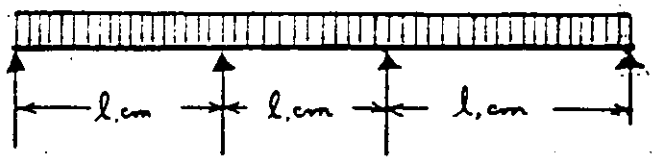


$$M_{max} = \frac{Pl}{4}$$

$$\Delta_{max} = \frac{Pl^3}{48EI}$$

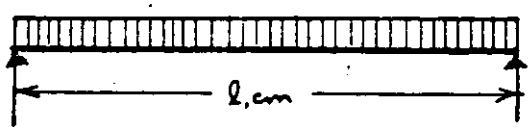
VIGA CONTINUA SOBRE 3 O MÁS CLAROS
CARGA UNIFORME

65



$$M_{max} = \frac{wl^2}{10}$$

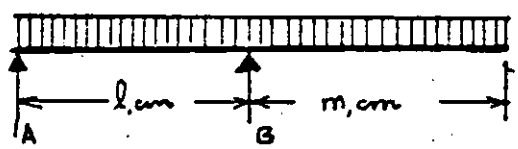
$$\Delta_{max} = \frac{wl^4}{145EI}$$



VIGA SIMPLEMENTE APOYADA (CARGA UNIF[illegible]E)

$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$\Delta_{max} = \frac{5\,wl^4}{384\,EI}$$



VIGA APOYADA EN AMBOS EXTREMOS, PERO SOBRESALIENDO UNO CON CARGA UNIFORME.

$$M_{max_{AB}} = \frac{w}{8l^2}(l+m)^2(l-m)^2$$

$$V_{max_B} = \frac{w}{2l}(l^2+m^2)$$

TABLA 1. DIMENSIONES MAXIMAS PERMISIBLES DE LOS NUDOS PRESENTES EN UN ELEMENTO ESTRUCTURAL, EN CM

Dimensión nominal de la cara considerada	Nudos en el canto y en la zona central para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en compresión				Nudos en la zona de borde para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en tensión			
cm (pulg)	V-40	V-50	V-65	V-75	V-40	V-50	V-65	V-75
2.5 (1)	2.0	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	-	-
3.8 (1 1/2)	3.0	2.5	2.0	1.0	1.5	1.0	0.5	-
5.0 (2)	3.5	3.0	2.0	1.5	2.0	1.5	1.0	0.5
6.5 (2 1/2)	4.5	4.0	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	1.0
7.5 (3)	5.0	4.5	3.0	2.0	3.0	2.5	1.5	1.0
9.0 (3 1/2)	5.5	5.0	3.5	2.5	3.5	2.5	2.0	1.5
10.0 (4)	6.5	6.0	4.0	3.0	3.5	3.0	2.0	1.5
13.0 (5)	7.5	7.0	5.0	3.5	4.5	4.0	2.5	2.0
15.0 (6)	9.0	8.0	6.0	4.0	5.5	5.0	3.0	2.5
20.0 (8)	11.0	9.0	6.5	4.5	7.5	6.5	4.0	3.0
25.5 (10)	13.0	10.0	7.0	5.0	9.5	8.0	5.0	3.5
30.5 (12)	14.0	11.0	7.5	5.5	11.0	9.0	6.5	4.5
35.5 (14)	15.0	12.0	8.0	6.0	12.5	10.0	7.0	4.5

Notas:

1. Para otras medidas pueden hacerse interpolaciones lineales
2. La calidad V-100 correspondería a madera sin defectos
3. No se permitirá la presencia de dos o más nudos de dimensión máxima en un mismo tramo de 30 cm; además, la suma de las dimensiones de todos los nudos para dicho tramo no excederá al doble de la dimensión del nudo máximo.
4. Para elementos simplemente apoyados sujetos a flexión, las dimensiones máximos para los nudos en las zonas de canto y de borde fuera del tercio medio podrán incrementarse hasta un 100 por ciento en los extremos; para posiciones intermedias, el incremento será proporcional.

TABLA II. LIMITACIONES A LOS DEFECTOS PARA CALIDADES V-75, V-65, V-50 Y V-40

TIPO DE DEFECTO	CALIDAD V-75	CALIDAD V-65	CALIDAD V-50	CALIDAD V-40
Velocidad de crecimiento (mínima)	16 anillos /5 cm	12 anillos /5 cm	8 anillos /5 cm	8 anillos /5 cm
Fisuras o grietas (máxima proyección sobre cada cara) y bolsas de resina	1/4 de la cara considerada	1/3 de la cara considerada	1/2 de la cara considerada	3/5 de la cara considerada
Desviación de la fibra (no mayor de)	1 en 14	1 en 11	1 en 8	1 en 6
Gema en cada cara (no mayor de)	1/8 de la cara considerada	1/8 de la cara considerada	1/4 de la cara considerada	1/4 de la cara considerada

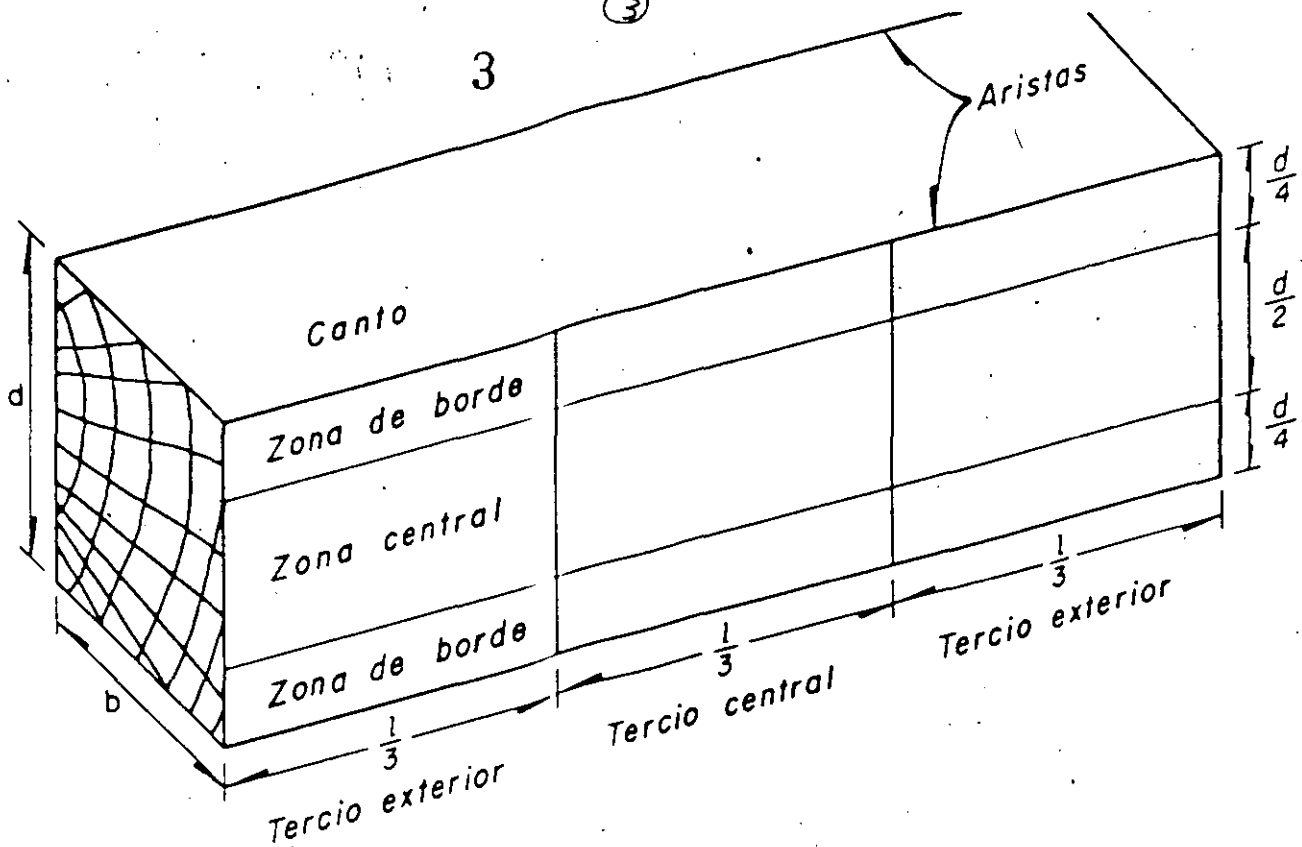


Fig I . Zonas en un elemento a flexión, para su clasificación estructural

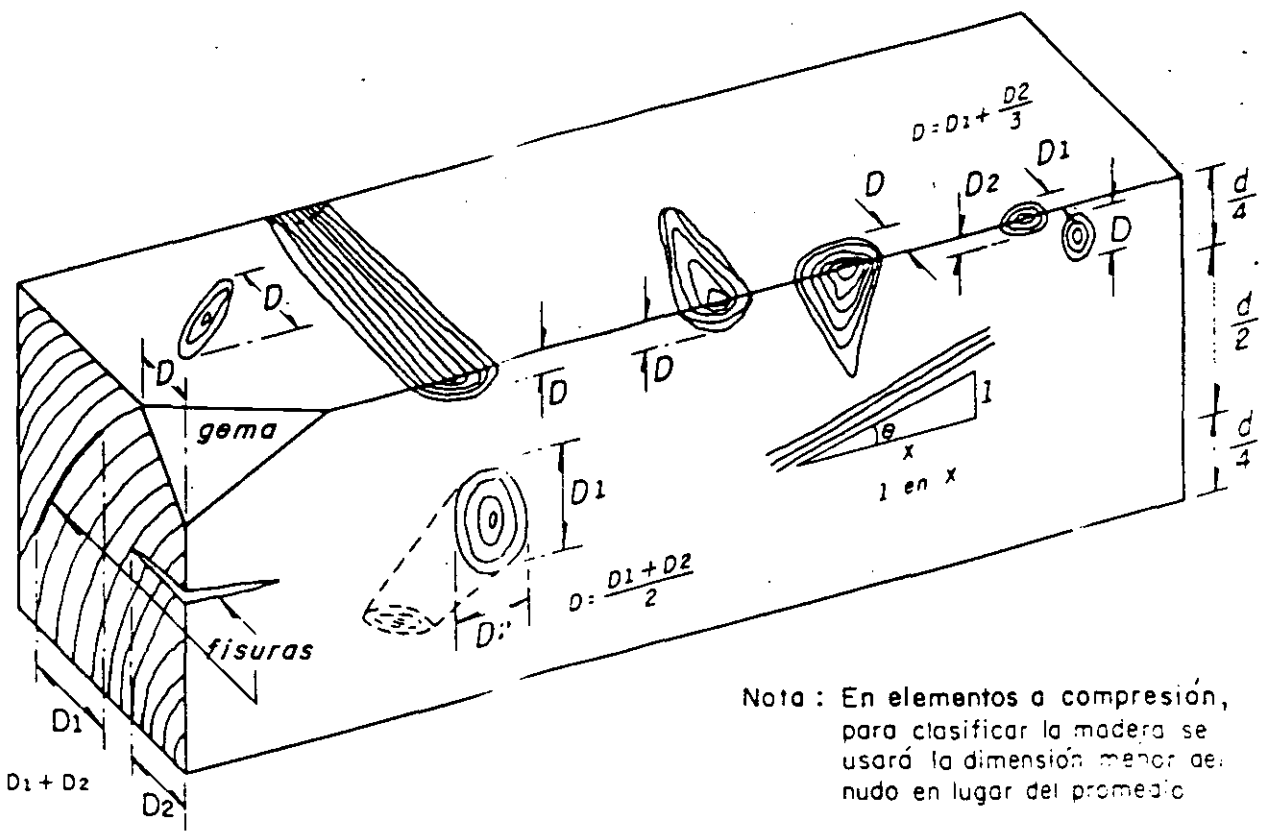


Fig II . Medición de nudos, inclinación de fibra , gema, velocidad de crecimiento y fisuras

TABLA 2.2

ESFUERZOS PERMISIBLES
en kg/cm^2; condición verde

Solicitación	V-75	V-65	V-50	V-40
Flexión y tensión	80	70	50	[illegible]
Compresión paralela a la fibra	60	50	40	30
Compresión perpendicular a la fibra	12	12	11	11
Cortante paralelo a la fibra	11	9	7	6
Módulos de elasticidad (x 10^3) medio	70	70	70	70
(x 10^3) mínimo	40	40	40	40

(5)

TABLA 4.9 ESFUERZOS PERMISIBLES TIPICOS, PARA TRIPLAY APLICABLES PARA CARGA NORMAL (10 AÑOS) Y AMBIENTE SECO.

(5)

Tipo de esfuerzo	Esfuerzo permisible, kg/cm^2
Tensión y flexión (fibras de la cara exterior paralelas o perpendiculares al claro.	70 - 140
Compresión (en dirección perpendicular o paralela a las fibras de la cara exterior)	65 - 115
Aplastamiento (compresión perpendicular a las caras)	11 - 24
Esfuerzo cortante en planos perpendiculares a los planos de las capas del triplay (paralelo o perpendicular a las fibras de las caras exteriores)	11 - 17
Esfuerzo cortante rodante en el plano de las capas del triplay (paralelo o perpendicular a las fibras de las caras exteriores).	3.5 - 4
Módulo de elasticidad en flexión (fibras de las caras exteriores perpendiculares al claro).	63 000 - 126 000

Tabla 4.1 MADERA PARA CIMBRA. PRUEBAS DE FLEXION.

Relación de Esbeltez: 5 : 1

Tipo de Especímenes: Polines 4" X 4"

Muestra	Peralte, CM	Ancho, CM	Claro, CM	Carga, Kg	Módulo de Rotura, Kg/CM^2
* 1-1	9.3	8.1	46.50	3,325	331
1-2	9.5	8.2	47.50	5,900	568
2-1	9.3	8.2	46.50	3,950	388
2-2	9.3	8.0	46.50	3,600	363
3-1	9.4	8.3	46.50	3,400	323
3-2	9.4	8.4	47.0	6,300	598
4-1	9.1	8.2	45.50	4,300	432
4-2	8.8	8.4	44.0	3,925	398
5-1	8.6	8.2	43.00	4,650	494
5-2	8.9	8.2	44.50	4,500	462
6-1	9.0	7.7	45.0	5,050	546
6-2	9.0	7.3	45.0	3,900	445
7-1	8.8	8.3	44.0	3,750	385
7-2	8.8	8.2	44.0	6,900	717
8-1	9.2	8.2	46.0	4,200	417
8-2	9.5	8.2	47.50	4,000	385
* 9-1	9.3	7.4	46.50	1,350	147
9-2	9.0	7.5	45.0	4,050	450
10-1	9.6	7.6	48.0	4,200	432
10-2	9.5	8.0	47.50	6,100	602

	Sin Nudo	Con Nudo
Media $\bar{X}$ =	466 Kg/CM^2	444 Kg/CM^2
Desviación estándar σ =	102 Kg/CM^2	123 Kg/CM^2
Coeficiente de variación CV =	22%	CV = 28%

Tabla 4.2 MADERA PARA CIMBRA. PRUEBAS DE COMPRESION.

Relación de Esbeltez: 2 : 1

Tipo de Especímenes: Polines 4" X 4"

Muestra	Area, CM^2	Carga, Kg	Esfuerzo, Kg/CM^2
1-1	74.5	33,000	442.9
1-2	75.4	37,200	493.4
2-1	77.0	32,700	424.7
2-2	75.2	30,000	398.9
3-1	73.0	36,700	502.7
3-2	72.1	36,000	499.3
4-1	68.0	25,250	371.3
4-2	73.0	32,000	438.3
5-1	72.9	35,000	480.1
5-2	71.3	36,500	511.9
6-1	65.4	30,500	466.4
6-2	60.5	27,300	451.2
7-1	72.2	24,000	332.4
7-2	71.3	30,000	420.7
8-1	72.9	29,000	397.8
8-2	73.8	28,200	382.1
9-1	62.9	30,750	488.9
9-2	64.5	33,100	513.2
10-1	72.2	30,300	419.7
10-2	73.6	34,000	461.9

Media $\bar{X}$ = 445 Kg/CM^2

Desviación estándar = 51.2 Kg/CM^2

Coeficiente de variación CV = 12%

GROSOR		ANCHO	
Nominal en Pulg.	Mínimo Cepillado en Pulg.	Nominal en Pulg.	Mínimo cepillado en Pulg.
Tablas, Tablones y Madera dimensional			
3/8	5/16	2	1 5/8
1/2	7/16	3	2 5/8
5/8	9/16	4	3 1/2
3/4	11/16	5	4 1/2
1	25/32	6	5 1/2
1 1/4	1 1/16	7	6 1/2
1 1/2	1 5/16	7	8 1/2
1 3/4	1 5/8	9	8 1/4
2	1 5/8	10	9 1/4
2 1/2	2 1/8	11	10 1/4
3	2 5/8	12	11 1/4
3 1/2	3 1/2	14	13
4	3 1/2	16	15
Cuadrados y Vigas			
4	3 1/2	5	4 1/2
5	4 1/2	6	5 1/2
6	5 1/2	7	6 1/2
8	7 1/2	8	7 1/2
10	9 1/2	9	8 1/2
12	11 1/2	10	9 1/2
14	13 1/2	11	10 1/2
16	15 1/2	12	10 1/2
18	17 1/2		
20	19 1/2		
22	21 1/2		
24	23 1/2		

CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES DE LA MADERA
SEGUN NORMA C-18-1946 DE LA DGN.

GRADO	NUDOS	MANCHAS	BOLSAS DE RESINA	VETAS	GRIETA	RAJADURAS	PARTES PODRIDAS	TOLERANCIA EN DIMENS.	HUMEDAD MAXIMA	CAMBIO DE COLOR	AGUJEROS	TORCEDURAS
A SELECTA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	10%		NO	NO
B PRIMERA	2 MM. MAX.	NO		10 cm MAX.	10 cm MAX.	NO	NO	30 a 100 x 100 a 400 Esp. 25 *Ancho 10mm 10 a 30 x 100 a 400 Esp.1.5mm*	15%	10 cm MAX.		NO
C SEGUNDA	Sanos tabla II $\Sigma D \leq 2$ veces nudo MAX.	Menor de 1/12 ancho x $\frac{1}{16}$ Long.	MAX. S MM x 150 MM		10 MM MAX.	Solo en extremos S MM x 252 MM MAX.	NO	Espesor 2.5 y S MM ancho 1 MM	20%	Ligero en cada cara	2 MM a 6 MM Si $\Sigma D < 2$ veces nudo MAX.	NO
D TERCERA	Sanos tabla II $\Sigma D \leq$ ancho de la cara. enfermos uno por cara.		MAX. 10 MM x 300 MM.	Vetas GRDES. Area $\leq \frac{1}{4}$ superficie total		MAX. 252 MM	En los extremos y menor Que: $\frac{AN(NO}{6}$ y L/6		20%	1/4 de la superficie de la cara	2 MM Tal Q' $\Sigma D < 2$ veces nudo MAX	19MM
E DESECHO	NO CUMPLEN LAS ESPECIFICACIONES DE LA DE TERCERA											

(10)

ESFUERZOS PERMISIBLES,
en kg/cm^2; condición verde

Solicitación		Selecta	Primera	Segunda	Tercera
Flexión y tensión		80	60	30	20
Compresión paralela a la fibra		70	50	25	17
Compresión perpendicular a la fibra		14	14	9	7
Cortante paralelo a la fibra		14	14	7	5
Módulos de elasticidad (x 10^3)	medio	70	70	70	70
	mínimo	40	40	40	40

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

Del 21 de septiembre al 6 de octubre de 1992

CIMBRAS DESLIZANTES

ING. ARTURO MONDRAGON ESQUIVEL
ING. ENRIQUE TAKAHASHI V.

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

LA CIMBRA DESLIZANTE SIEMPRE ES ASOCIADA A LA CONSTRUCCION DE SILOS Y OTRAS ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO Y SIEMPRE COMO UNA HERRAMIENTA DE CONSTRUCCION QUE BAJA COSTOS Y FUERZA DE TRABAJO Y PERMITE SEGURIDAD EN EL DESARROLLO DE LA CONSTRUCCION. ULTIMAMENTE, SIN EMBARGO CON EL PERFECCIONAMIENTO DE GATOS TOTALMENTE AUTOMATICOS QUE SON MAS COMPETITIVOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION. LA CIMBRA DESLIZANTE HA SIDO EXITOSAMENTE APLICADA DE MUCHAS OTRAS ESTRUCTURAS INCLUYENDO PILAS PARA PUENTE, CUBOS DE SERVICIOS EN EDIFICIOS ALTOS, CHIMENEAS, TORRES DE COMUNICACION, TORRES DE ENFRIAMIENTO Y PLATAFORMAS DE PERFORACION FUERA DE LAS COSTAS; POR ENUMERAR UNAS CUANTAS.

PARA GANAR LOS BENEFICIOS OPTIMOS DE LA CIMBRA DESLIZANTE TODO ESFUERZO SERA VALIDO PARA INCORPORAR LA SELECCION DE TECNICAS Y MATERIALES EN LOS CONCEPTOS DE DISEÑO EN LAS PRIMERAS ETAPAS. EL ARQUITECTO O INGENIERO QUE DEJA LAS CONSIDERACIONES DE CONSTRUCCION ENTERAMENTE AL CONTRATISTA, ESTA POSPONIENDO ESAS OPCIONES, HASTA QUE ES DEMASIADO TARDE IMPLEMENTARLAS, TENIENDO QUE HACER REVISIONES AL DISEÑO QUE LLEGAN A SER CASI PROHIBITIVAS POR SU COSTO Y OCASIONANDO DEMORAS POR TALES REVISIONES.

EL PROCESO SLIPFORM.

ALGUNOS ASPECTOS DE LOS MAS SIGNIFICATIVOS DE LA TECNICA SLIPFORM SON DADOS AQUI Y SE PROVEERA DE ALGUN CRITERIO PARA EVALUAR EL METODO Y USARLO EN CASOS ESPECIFICOS DE EDIFICIOS O PARA USARSE CONJUNTAMENTE CON OTRAS TECNICAS DE CONSTRUCCION. LA CIMBRA DESLIZANTE ES USUALMENTE APLICADA PARA ERIGIR MUROS DE CONCRETO, PILAS, TORRES U OTRAS ESTRUCTURAS CAPACES DE CONSTRUIRSE SIENDO EXTRUIDAS. EN EFECTO, LA CIMBRA DESLIZANTE ES UN PROCESO DE EXTRUSION EN EL CUAL LA CIMBRA DE 1.05 A 1.80 M. DE ALTURA ES EL MOLDE. EN LA MAYORIA DE LOS PROCESOS DE EXTRUSION EL MOLDE ES ESTACIONARIO PERO EN CIMBRA DESLIZANTE EL MATERIAL ESTA ESTATICO Y EL MOLDE SE MUEVE HACIA ARRIBA PROPULSADO

POR FUERZA HIDRAULICA, NEUMATICA U OTROS MEDIOS. EL CONCRETO PLASTICO COLOCADO EN LA BASE SUPERIOR DEL MOLDE DEBERA PERDER SU PLASTICIDAD - DURANTE EL TIEMPO QUE EL MOLDE SE HA MOVIDO PASANDO Y CESANDO DE SER SOPORTADO. POR TANTO LA VELOCIDAD DEL FRAGUADO INICIAL DEL CONCRETO DETERMINA LA VELOCIDAD QUE LA CIMBRA DESLIZANTE SE DESPLAZARA ENTRE - OTROS FACTORES. NORMALMENTE EL TIEMPO DE FRAGUADO ES DE 2 A 3 HORAS - CON CIMBRAS DE 1.20 M. DE ALTO, ESTO SIGNIFICA UNA VELOCIDAD DE 40 A - 60 CM. POR HORA DEPENDIENDO DE OTROS FACTORES TALES COMO: TIPO Y FINURA DEL CEMENTO, TEMPERATURAS DE COLADO, Y MEZCLA USADA; VELOCIDADES MAYORES QUE LAS CITADAS HAN SIDO ALCANZADAS; PERO CON FRECUENCIA LAS VELOCIDADES DE OPERACION SON MAS BAJAS; DE 20 A 30 CM. POR HORA, ES UN PROMEDIO COMUN POR LAS DEMORAS DEBIDAS A COLOCACION DE INSERTOS, DE ACERO DE REFUERZO O CONCRETO.

YA QUE EL DESLIZADO DE CIMBRA ES UN PROCESO DE EXTRUCCION NADA PUEDE VACIARSE DURANTE EL PROCESO QUE NO QUEDE CONFINADO DENTRO DEL MOLDE. EN OTRAS PALABRAS LA TRAYECTORIA VERTICAL DEL MOLDE NO PUEDE INTERFERIRSE CON NINGUN OBJETO O ELEMENTO HORIZONTAL.

DISEÑO DE LA CIMBRA

ESTE ES UN ELEMENTO DE POCA ALTURA QUE HAY QUE PROPORCIONAR DE TAL MANERA QUE RESISTA LAS PRESIONES DEL CONCRETO AL SER VACIADO EN SU INTERIOR EN EL MOMENTO DEL LLENADO INICIAL, PREVIO AL ARRANQUE DEL SISTEMA HACIA ARRIBA.

LA CIMBRA ESTA COMPUESTA DE DOS ELEMENTOS PRINCIPALES ESTOS SON: FORRO Y LARGUEROS O CERCHAS. EL FORRO PODRA VARIAR EN ALTURA DE 1.05 A 1.80 M. Y ESTA SUJETO A LOS LARGUEROS O CERCHAS, TODOS LOS ELEMENTOS QUE - CONSTITUYEN UNA CIMBRA PODRAN SER DE MADERA, METALICAS O MIXTAS.

OTROS ELEMENTOS IMPORTANTES DE LA CIMBRA SON: POR UNA PARTE LOS SISTEMAS DE RIGIDIZACION FORMADAS POR ESTRUCTURAS DE MADERA O METALICAS --

ELEMENTOS QUE MANTENDRAN LA EXACTA FORMA DE LA SECCION TRANSVERSAL - DE LA ESTRUCTURA A DESLIZAR EN TODA SU ALTURA SOBRE ESTA ESTRUCTURA SE PODRAN ACONDICIONAR LAS PLATAFORMAS Y PASARELAS, TANTO POR OPERACIONES DE ARMADO DE VARILLA COMO PARA LA DISTRIBUCION Y COLOCACION DEL CONCRETO DENTRO DE LA CIMBRA.

DISEÑO DEL SISTEMA ACCIONADOR.

ESTA FORMADO PRINCIPALMENTE POR UN EQUIPO CENTRAL DE PRESION, QUE A TRAVES DE UNA TUBERIA ALIMENTADORA TRASMITE IMPULSOS DE PRESION A UN CONJUNTO DE GATOS QUE TREPAN POR LAS BARRAS DE APOYO Y ARRASTRAR EN ESTE MOVIMIENTO ASCENDENTE A LA CIMBRA.

LA DISTRIBUCION Y NUMERO DE UNIDADES DE ACCIONAMIENTO, OBEDECE A UN ESTUDIO PARA CADA CASO EN PARTICULAR EN EL QUE HAY QUE DETERMINAR TODAS LAS CARGAS QUE GRAVITAN SOBRE PLATAFORMA, FUERZAS A VENCER, COMO FRICCION CONTRA EL CONCRETO, LA ADHERENCIA DE ESTE HACIA LA CIMBRA.

ESTE ESTUDIO PERMITE PROPORCIONAR NO SOLO EL NUMERO Y DISTRIBUCION - DE LOS GATOS DE ACUERDO A SU CAPACIDAD, SI NO TAMBIEN LA SECCION ADECUADA DE LAS BARRAS DE APOYO Y LA CAPACIDAD DE LA FUENTE CENTRAL DE PRESION.

LOS ELEMENTOS DE LIGA ENTRE EL EQUIPO ACCIONADOR Y LA CIMBRA PROPIAMENTE DICHA, SE ESTABLECE MEDIANTE LA CONEXION ENTRE LOS LARGUEROS DE SOPORTE DEL FORRO Y LAS PIERNAS DEL YUGO FORMADO POR ESTAS Y UN CONECTOR HORIZONTAL DENOMINADO CABEZAL, EN ESTA PIEZA VA SUJETO EL GATO O UNIDAD ACCIONADORA DEL SISTEMA DESLIZANTE. EL PRINCIPIO MECANICO DE - TREPA DEL GATO SE LOGRA POR MEDIO DE MUELA, RESORTE Y UNA CAMARA DE ADMISION DEL FLUIDO A PRESION QUE AL EXPANDIRSE REALIZA LA FUERZA -- ASCENDENTE QUE EN CONJUNTO IZARAN LA CIMBRA, LOGRANDO LA EXTRUSION DE LA SECCION DE LA ESTRUCTURA POR DESLIZAR.

CONTROL DEL SISTEMA DESLIZANTE.

UN ASPECTO MUY IMPORTANTE EN EL EXITO DE UNA OPERACION DE DESLIZADO -

ES EL CONTROL DE SU MOVIMIENTO ASCENDENTE DURANTE TODO EL TIEMPO DE OPERACION QUE DEBE SER CONTINUA DURANTE 24 HORAS AL DIA O TAMBIEN -- INTERMITENTE SI HAY LIMITACIONES PARA OPERAR DURANTE LA NOCHE A DETERMINADO INTERVALO DE TIEMPO DURANTE EL DIA.
LA CONDICION PRINCIPAL A SATISFACER DESPUES DE GARANTIZAR LA CONSTANTE SECCION TRANSVERSAL DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE EL CORRECTO DISEÑO DE LA CIMBRA ES LA VERTICALIDAD DE LA PROPIA ESTRUCTURA.

TODO SISTEMA DESLIZANTE PRESENTA EN EL DESARROLLO DE SU DESPLAZAMIENTO VERTICAL TENDENCIAS A DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES, GIROS O PERDIDA DE HORIZONTALIDAD.

ES INDISPENSABLE DETECTAR CON PRECISION Y EN EL MOMENTO QUE SE INICIA CUALQUIER TENDENCIA FUERA DE PROYECTO EN LA TRAYECTORIA DEL SISTEMA. EL PROCEDIMIENTO A SEGUIR ES EL ESTABLECIMIENTO DE CONTROLES DE VERTICALIDAD DE NIVEL Y DE GIRO LOS QUE DEBERAN SER VIGILADOS CONSTANTEMENTE DURANTE EL TIEMPO QUE DURE EL PROCESO DE DESLIZADO.

DE LA CORRECTA INTERPRETACION DEL REPORTE DE REGISTRO Y DE LA DICISION DE LA OPERACION CORRECTIVA DEPENDE DEL RESULTADO FINAL. CUANDO LA -- TENDENCIA ERRONEA SE DETECTA EN SU MOMENTO INCIPIENTE Y SE CORRIGE -- OPORTUNAMENTE PUEDE DECIRSE QUE NO HABRA PROBLEMAS SUBSECUENTES. EN EL CASO DE DEJAR PROGRESAR LA TENDENCIA Y APLICAR LA CORRECCION TARDIAMENTE, LA ESTRUCTURA SUFRIRA DEFORMACIONES Y EN CASO EXTREMO INCURRIR EN FALLAS TOTAL LLEVARA AL FRACASO DEL PROCEDIMIENTO.

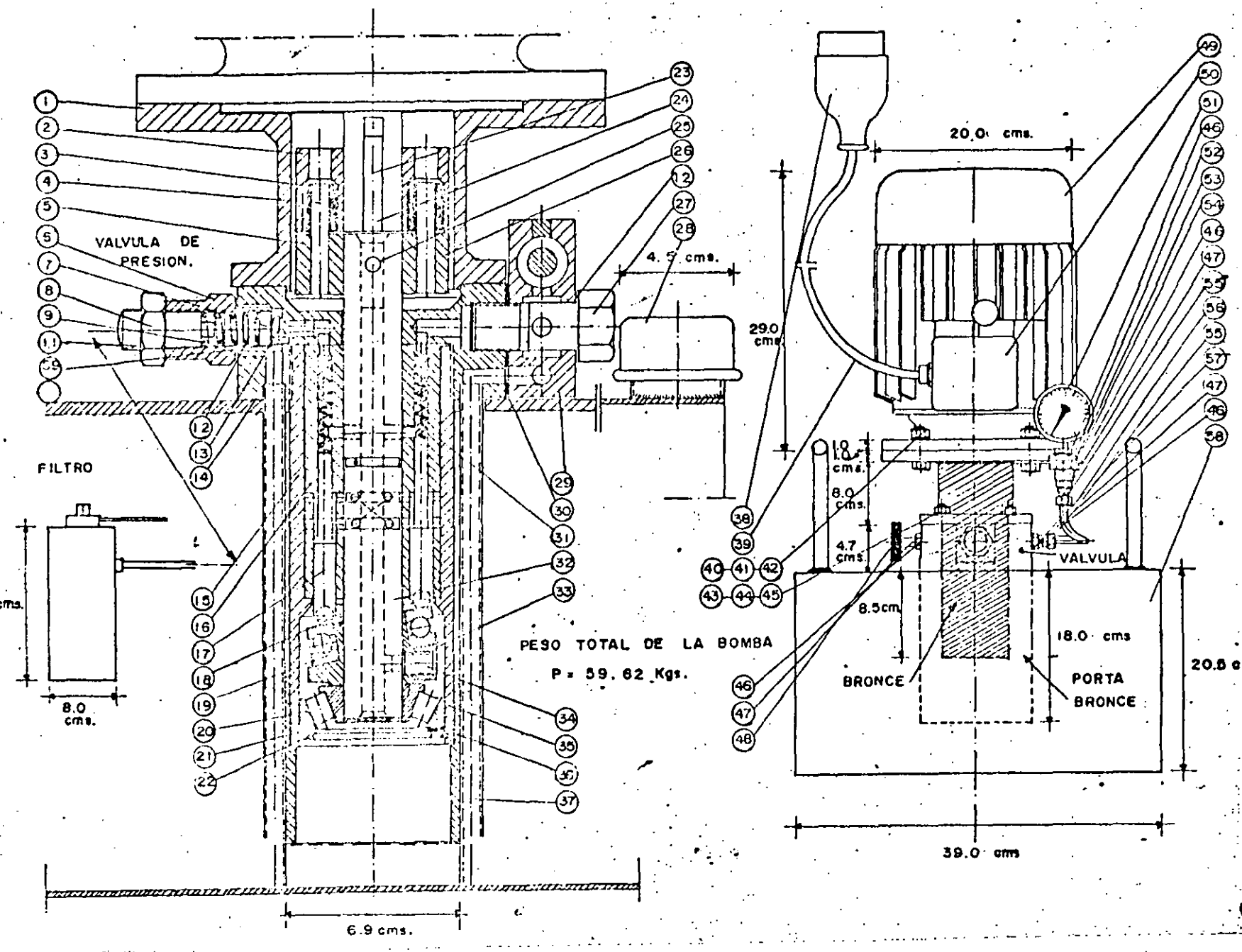
LA VELOCIDAD CONSTANTE DE ASCENSO ES OTRA CONDICION FUNDAMENTAL QUE FACILITARA EL CONTROL DE TRAYECTORIA Y EN SU CASO LAS ACCIONES CORRECTIVAS QUE SUPRIMIRAN UNA TENDENCIA ERRONEA EN DICHA TRAYECTORIA.

HAY MUCHAS CAUSAS CUYOS EFECTOS, AFECTAN LA VELOCIDAD DE ASCENSO Y - CASI TODAS ELLAS SON PRACTICAMENTE AJENAS AL SISTEMA ACCIONADOR EN SI, ESTE NO OFRECE MAYORES PROBLEMAS DE OPERACION CUANDO ESTA DISEÑADO -- ADECUADAMENTE Y SU ELEMENTO ESTA EN PERFECTAS CONDICIONES DE TRABAJO.

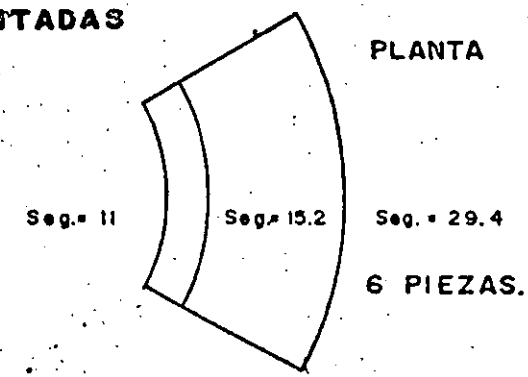
ES COMUN QUE LAS SITUACIONES QUE POR PARTE DEL SISTEMA ACCIONADOR - PUDIERAN EN UN MOMENTO DADO AFECTAR LA VELOCIDAD DEL SISTEMA DESLIZANTE, SEAN DEBIDO A FALLAS MECANICAS QUE SON RELATIVAMENTE CONTROLABLES CON RAPIDEZ, PUES REPARAR UNA TUBERIA DE ACEITE ROTA, CAMBIAR UN GATO QUE FUNCIONA MAL O CAMBIAR LA MISMA BOMBA DEL CENTRO DE PRESION NO - SON OPERACIONES QUE LLEVEN MUCHO TIEMPO EN COMPARACION CON LA VELOCIDAD DE ASCENSO.

NO SUCEDE LO MISMO CON LAS FALLAS EN LAS ACTIVIDADES CONCURRENTES COMO SON: PRODUCCION, TRANSPORTE, ELEVACION Y COLOCACION DEL CONCRETO DE LA CIMBRA O EL HABILITADO DE ELEVACION, MANEJO Y ARMADO DE VARILLA EN LA ESTRUCTURA. ESTAS ACTIVIDADES DEBEN SER PROPORCIONADAS Y PLANEADAS CON ANTICIPACION AL INICIO DE LOS TRABAJOS DE DESLIZAMIENTO - CON MINUCIOCIDAD, TRATANDO DE PREVER LAS CIRCUNSTANCIAS QUE PUEDAN - PRESENTARSE DESPUES DEL DESPEGUE DEL SISTEMA Y QUE PUDIERAN ALTERAR LA COORDINACION DE ESTAS ACTIVIDADES. ES PROBLEMATICO CAMBIAR SOBRE LA MARCHA POR EJEMPLO, EL PROPORCIONAMIENTO DE LA MEZCLA, SI ESTA NO RESULTA SUFICIENTEMENTE MANEJABLE. ES ASI MISMO UN PROBLEMA GRAVE, NO DISEÑAR UN DESPIECE DE VARILLA QUE CUMPLIENDO LAS ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION SE ADAPTA AL PROCEDIMIENTO DE COLOCACION, SALVANDO - LAS CONDICIONES QUE IMPONE LA DISPOSICION DE YUGOS Y GATOS.

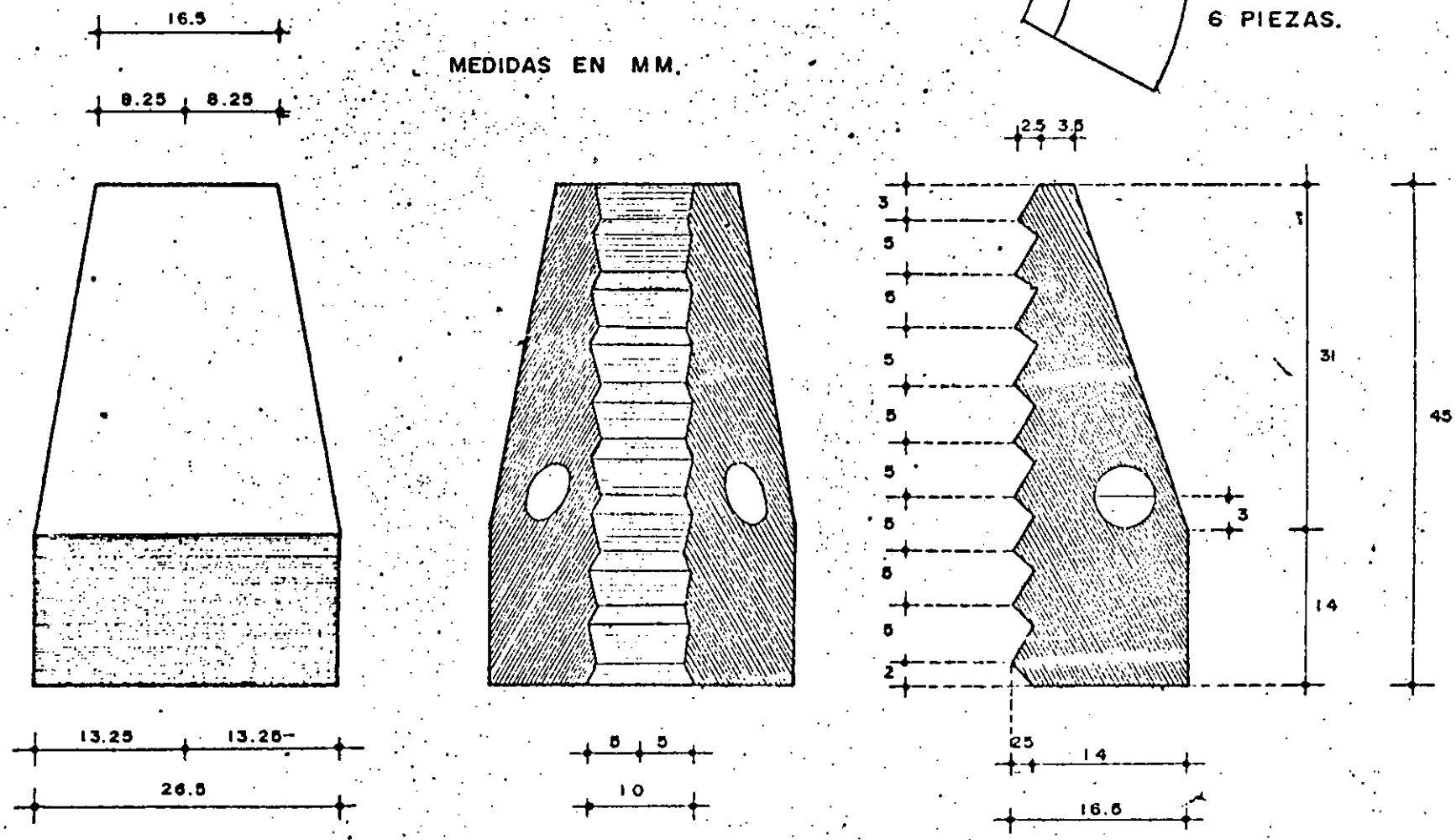
OTRO ASPECTO IMPORTANTE, ES VISUALIZAR LAS LIMITACIONES QUE IMPONEN - LOS VACIOS EN LOS MUROS PARA ALOJAR PUERTAS, VENTANAS, NICHOS DE INSTALACIONES, ETC.


BOMBA MODELO H.T.P 5
VALVULA DE PRESION.
FILTRO
21.5 cms.
8.0 cms.
6.9 cms.
4.5 cms.
29.0 cms
20.0 cms.
1.8 cms.
8.0 cms.
4.7 cms.
8.5cm
VALVULA
BRONCE
PORTA BRONCE
18.0 cms
20.5 c
39.0 cms
PESO TOTAL DE LA BOMBA
P = 59.62 Kgs.

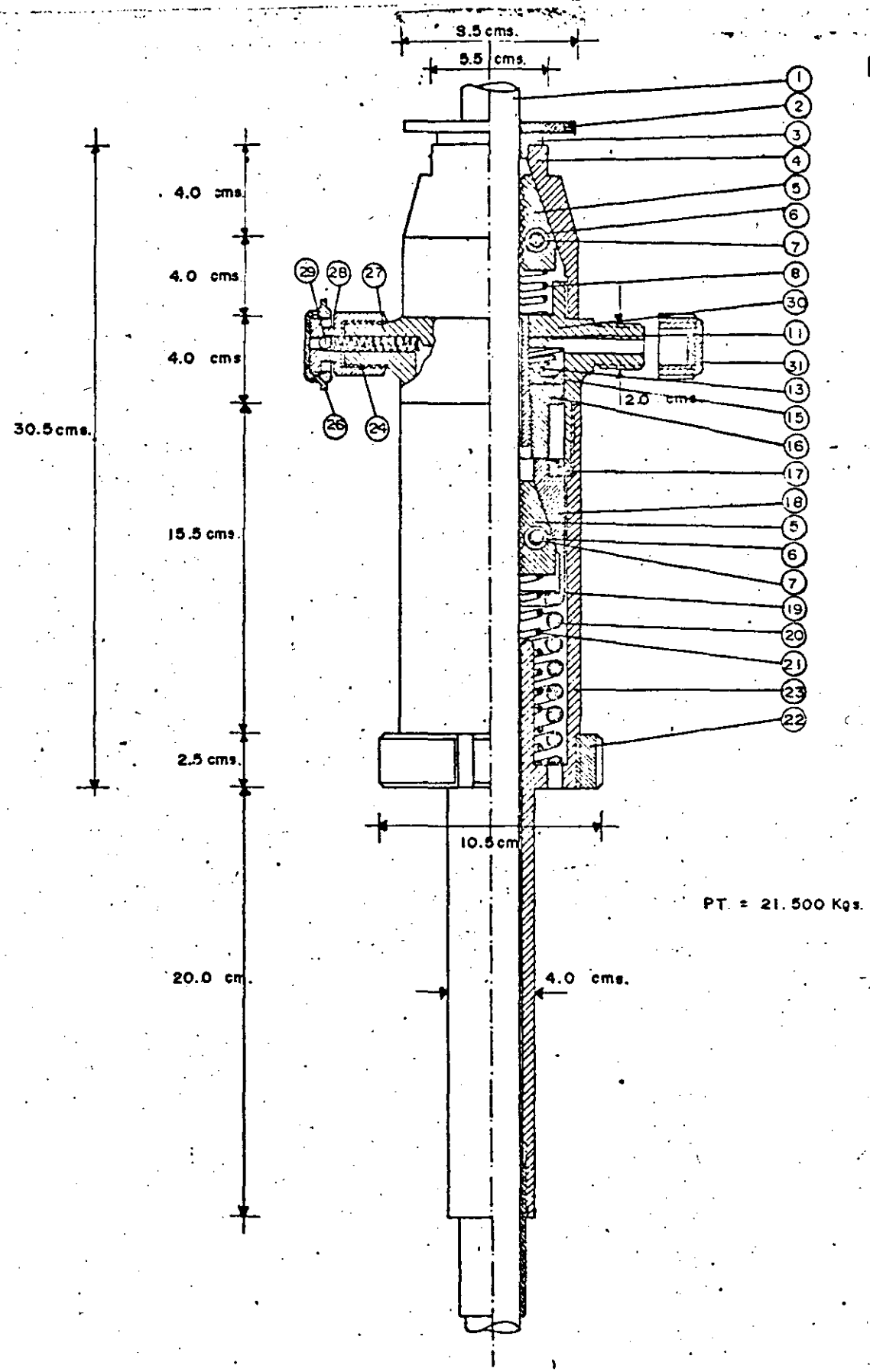
VISTAS EN CUATRO POSICIONES DE GARRA O **CUÑAS DENTADAS**
PARA GATO MOD. 501 **(ELEVADOR)**



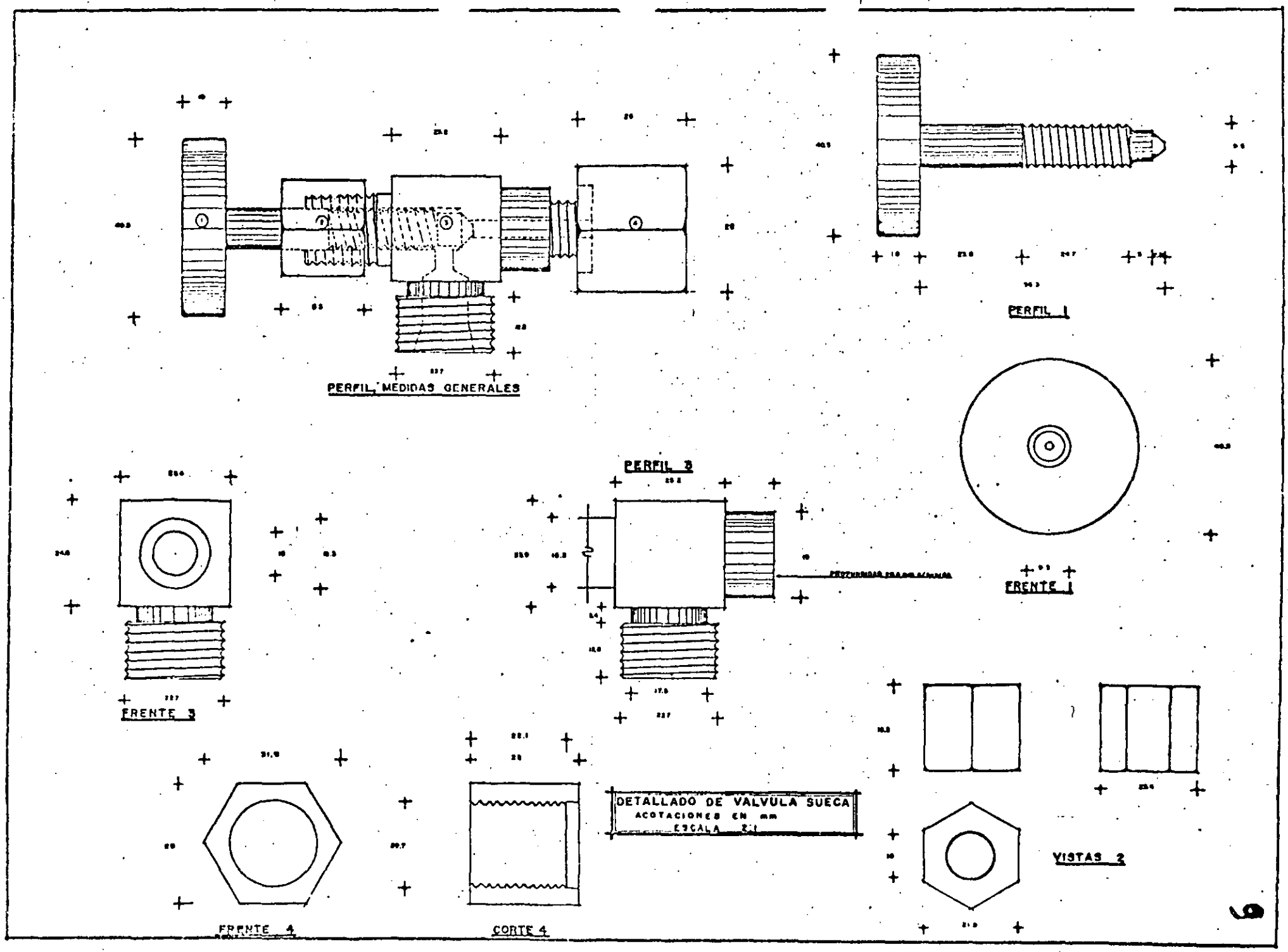
MEDIDAS EN MM.

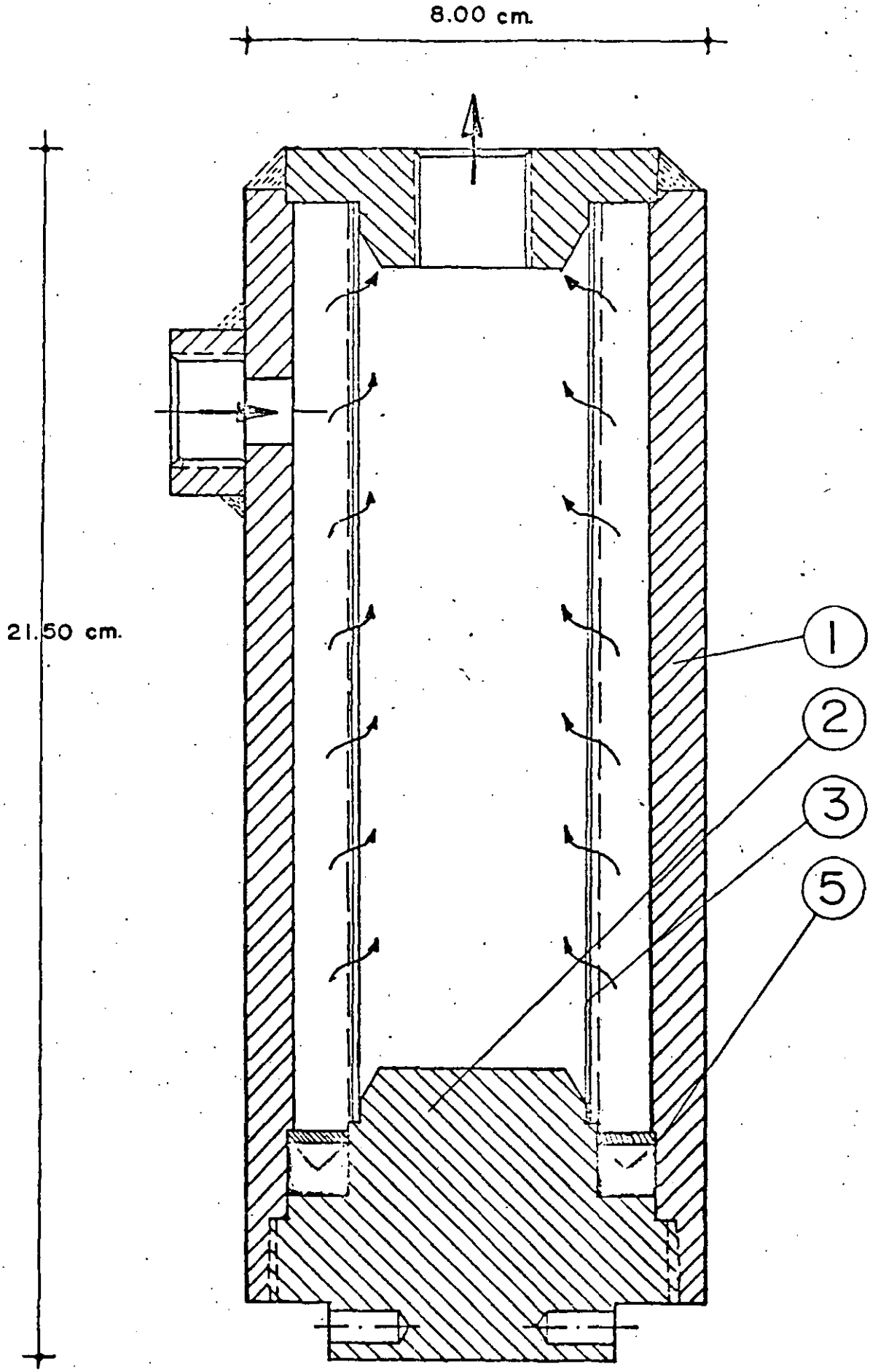


HOJA 12

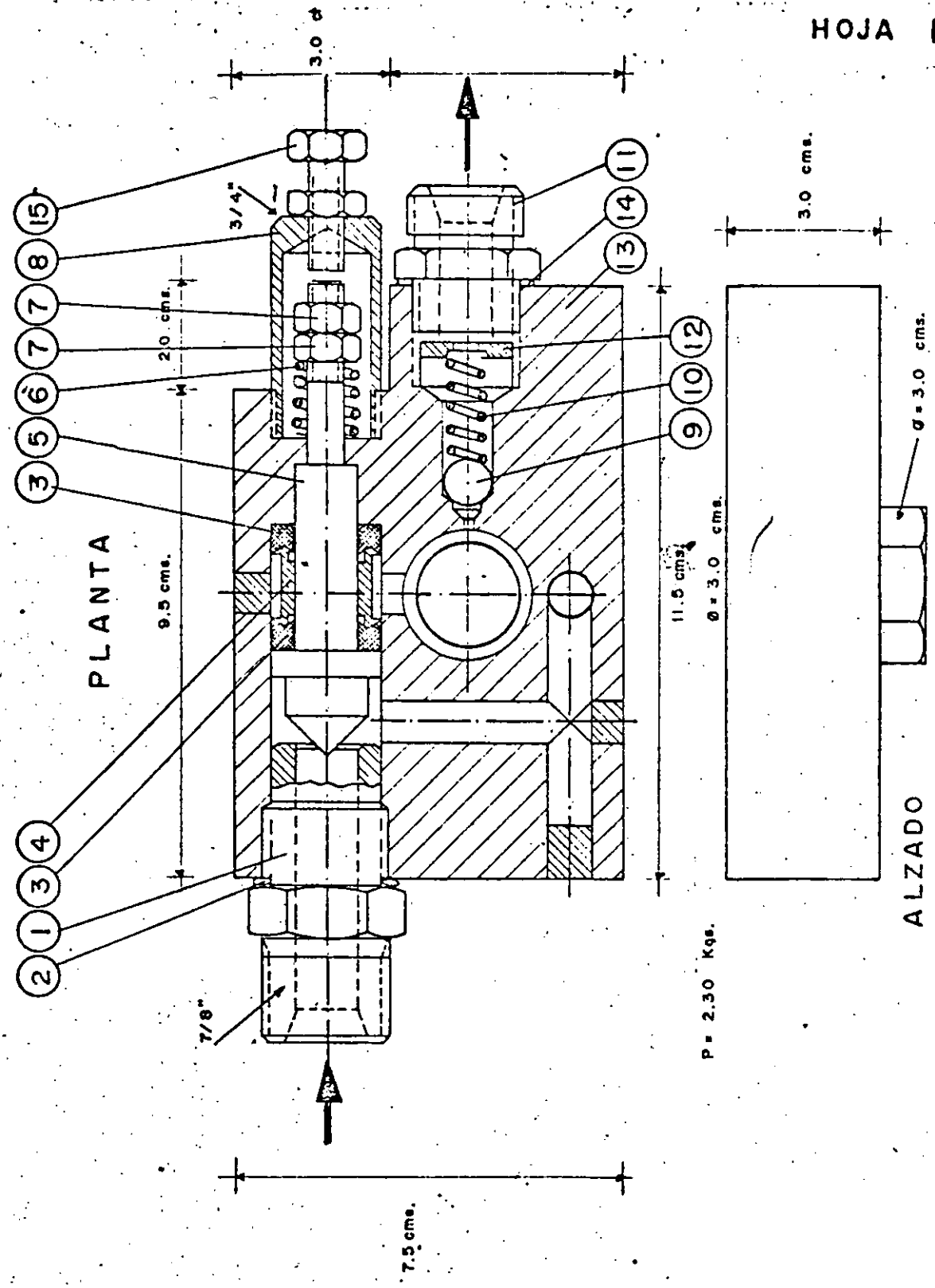


ELEVADOR TIPO 501 (GATO)


PERFIL MEDIDAS GENERALES
PERFIL 1
PERFIL 3
FRENTE 1
FRENTE 3
FRENTE 4
CORTE 4
VISTAS 2
DETALLADO DE VALVULA SUECA
ACOTACIONES EN mm
ESCALA 2:1
6

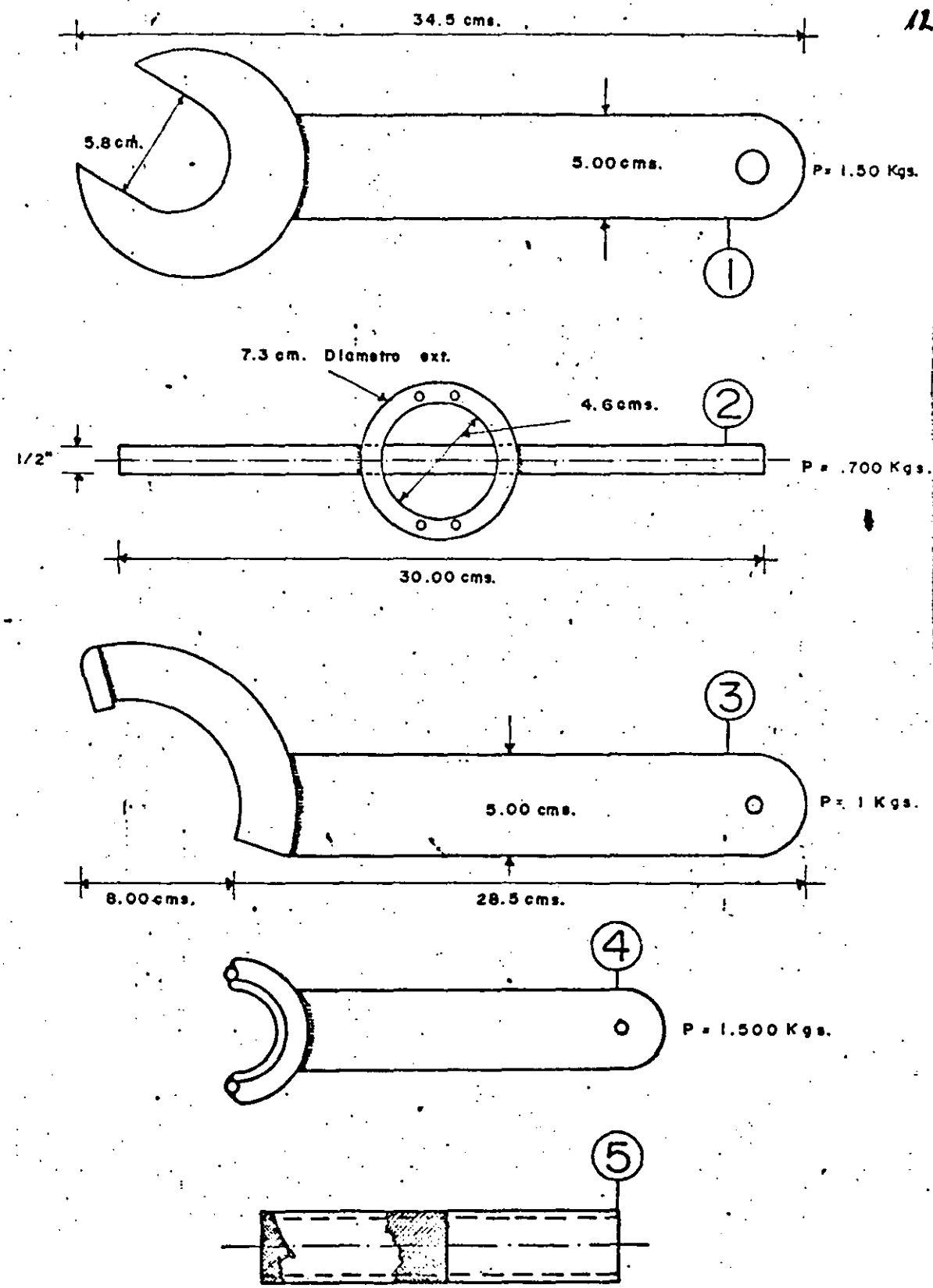


FILTRO

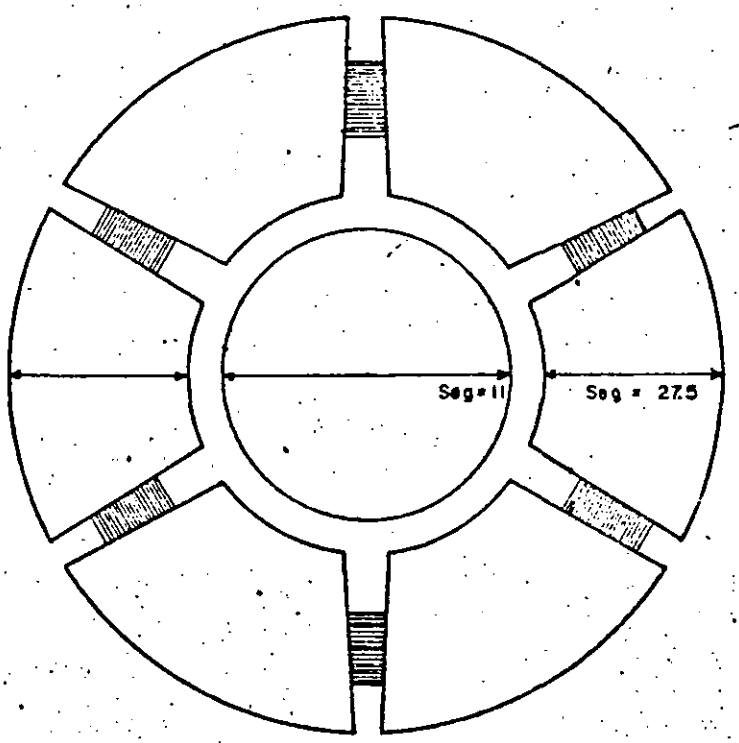


VALVULA AUTOMATICA DE RETORNO

DESCRIPCION DELAS PIEZAS HOJA 2 PESO 2,300KG



JUEGO DE LLAVES PARA EL ARMADO Y DESARMADO DE GATOS (ELEVADORES).
PESO TOTAL 4.700 KGS.



C O R O N A
(JUEGO DE 6 CUÑAS DENTADAS).
EN PLANTA

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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

DIARIO OFICIAL

LEY DE OBRAS PUBLICAS

ING. RAUL IBARRA RUIZ.

SEPTIEMBRE-OCTUBRE

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO

ACLARACION al Decreto por el que se reforma y adiciona el Reglamento de la Ley de Obras Públicas, publicado el 9 de enero de 1990.

Artículo 27, Fracción VII, penúltimo renglón, dice:

..."afectarse en un porcentaje igual o al de los anticipos"...

Debe decir:

..."afectarse en un porcentaje igual al del o los anticipos"...

Artículo 59, Fracción V, tercer renglón, dice:

..."análisis y control de calidad, laboratoio de mecánica"...

Debe decir:

..."análisis y control de calidad, laboratorio de mecánica"...

Asimismo, en la parte relativa a los "Refrendos" se deberán de agregar a:

El Secretario de Comunicaciones y Transportes, Andrés Caso Lombardo. - Rúbrica. - El Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, Patricio Chirinos Calero. - Rúbrica. - El Jefe del Departamento del Distrito Federal, Manuel Camacho Solís. - Rúbrica.

SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL

ACUERDO por el que se abroga el Acuerdo sobre la Aplicación del Fondo para la Reposición de Recipientes Portátiles de Gas, L.P.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

JAIME SERRA PUCHE, Secretario de Comercio y Fomento Industrial, con fundamento en los artículos 34 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y 4o. y 5o. del Reglamento Interior de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, y

CONSIDERANDO

Que la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial expidió el 3 de agosto de 1983 el Acuerdo sobre la Aplicación del Fondo para la Reposición de Recipientes Portátiles de Gas L.P., mismo que se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 22 del mismo mes y año;

Que mediante el Acuerdo al que se hace referencia en el considerando anterior, se constituyó el Comité para la Aplicación del Fondo de Reposición de Recipientes Portátiles cuya función ha consistido en aprobar las erogaciones que se realicen con cargo al Fondo antes mencionado;

Que a través del Acuerdo de fecha 2 de junio de 1989 y publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 6 del mismo mes y año se reformaron algunos artículos del Acuerdo sobre la Aplicación del Fondo para la Reposición de Recipientes Portátiles de Gas, L.P.;

Que a partir del 31 de octubre de 1989, la aplicación del Fondo para la Reposición de Recipientes Portátiles de Gas, L.P., se viene realizando a través de un Fideicomiso constituido ante una sociedad nacional de crédito, trasladándose las funciones que venía desempeñando su Comité de Aplicación al Comité Técnico de Fideicomiso;

Que el 8 de diciembre de 1989, se celebró la última sesión del Comité de Aplicación de Fondo para la Reposición de Recipientes Portátiles, en la que formalmente se dieron por concluidas sus funciones;

Que al concluir las funciones del Comité de Aplicación del Fondo mencionado y no requerirse las bases de aplicación de éste, resulta innecesaria la existencia del Acuerdo señalado y sus reformas, he estimado conveniente expedir el siguiente

ACUERDO

ARTICULO UNICO.—Se abroga el Acuerdo sobre la Aplicación del Fondo para la Reposición de Recipientes Portátiles de Gas, L.P., de fecha 3 de agosto de 1983, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 22 del mismo mes y año y sus reformas, publicadas en el mismo órgano de difusión el día 6 de junio de 1989.

TRANSITORIOS

ARTICULO UNICO.—El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación

México, Distrito Federal a 10 de enero de 1990.—El Secretario, Jaime Serra Puche.—Rúbrica.

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

RESOLUCION a la solicitud de modificación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Delegación Coyoacán, Versión 1987, promovida por el ciudadano David Campuzano Campuzano.

Al margen un Escudo, que dice: Jefatura del Departamento del Distrito Federal.- México.

RESOLUCION DEL EXPEDIENTE SM3-63-88

VISTO: Para resolver en definitiva el expediente SM3-63-88 relativo a la solicitud de modificación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Delegación Coyoacán, Versión mil novecientos ochenta y siete, aprobado por el C. Jefe del Departamento del Distrito Federal, el diecinueve de junio de mil novecientos ochenta y siete, publicado en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal, el dieciséis y treinta de julio del mismo año, respectivamente, e inscrito en

cumplimiento de este artículo, y deberán establecer y observar los procedimientos, forma y términos previstos para los trámites correspondientes."

ARTICULO TERCERO.—Se reforman los artículos 28 párrafo primero, fracciones I, II y IV, adicionándose los párrafos penúltimo y último y 30 fracción II y se adiciona con una fracción VIII, para quedar como sigue:

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

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

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

III.....

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

V. a VII.....

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

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

"ARTICULO 30.—.....

.....

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

III a VII.....

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

ARTICULO CUARTO.—Se derogan las fracciones VIII y IX del artículo 31.

TRANSITORIOS

PRIMERO.—El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.—Se abroga el Acuerdo que establece las normas que deberán observarse en la ejecución de obras públicas publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de enero de 1984; se abrogan las "Bases y normas generales para la contratación y ejecución de obras públicas, aplicables a todos los proyectos y obras que realicen las dependencias a que se refiere la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas"; se deroga la sección 3.7 denominada "De los trabajos menores de conservación y mantenimiento" de las "Reglas generales para la contratación y ejecución de las obras públicas y de servicios relacionados con las mismas", publicados en el Diario Oficial de la Federación de fechas 26 de enero de 1970 y 1o. de junio de 1982, respectivamente, y todas aquellas disposiciones que se opongan al presente Decreto.

TERCERO.—Para efectos de lo dispuesto en el artículo tercero transitorio del Decreto que reforma la Ley de Obras Públicas publicado en el Diario Oficial de la Federación de 7 de enero de 1988, en un plazo que no excederá de sesenta días hábiles contados a partir de la fecha en que entre en vigor este Decreto, los órganos de gobierno de las entidades paraestatales emitirán las políticas, bases y lineamientos que conforme a la Ley de Obras Públicas y a este Decreto les corresponde, tomando en consideración las características, necesidades, objetivos y metas de las propias entidades. Hasta en tanto se lleve a cabo lo anterior, seguirán siendo aplicables a las entidades las disposiciones reglamentarias y administrativas que correspondan a las dependencias.

Dado en la Residencia del Ejecutivo Federal a los tres días del mes de enero de mil novecientos noventa.- El Presidente de la República Mexicana, Carlos Salinas de Gortari.- Rúbrica.- El Secretario de Hacienda y Crédito Público, Pedro Aspe A.- Rúbrica.- El Secretario de Programación y Presupuesto, Ernesto Zedillo Ponce de León.- Rúbrica.- La Secretaría de la Contraloría General de la Federación, Má. Elena Vazquez Nava.- Rúbrica.- El Secretario de Energía, Minas e Industria Paraestatal, Fernando Hiriart Balderrama.- Rúbrica.- El Secretario de Comercio y Fomento Industrial, Jaime Serra Puche.- Rúbrica.- El Secretario de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Jorge de la Vega Domínguez.- Rúbrica.-

rías especializadas, la supervisión de la ejecución de las obras y de los estudios que tengan por objeto rehabilitar, corregir o incrementar la eficiencia de las instalaciones.

Quedan comprendidos como servicios relacionados con las obras públicas:

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

II. La planeación, anteproyecto y diseños arquitectónicos y artísticos;

III. Los estudios técnicos de agrología y desarrollo pecuario, hidrología, mecánica de suelos, topografía, geología, geotécnia, geofísica, geotérmia, oceanografía, meteorología, aerofotogrametría, ambientales, ecológicos y de ingeniería de tránsito;

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

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

VI. Los trabajos de organización, informática y sistemas;

VII. Los dictámenes, peritajes y avalúos, y

VIII. Todos aquéllos de naturaleza análoga.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ARTICULO SEGUNDO.— [illegible] artículos 13 con un segundo párrafo, 22 con un último párrafo y 43 con un último párrafo, para quedar como sigue:

"ARTICULO 13.— .....

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

"ARTICULO 22.— .....

I. a III. .....

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

"ARTICULO 43.— .....

I. a III. .....

.....

Los servidores públicos de las áreas técnicas y administrativas que prevean, autoricen o efectúen los pagos en las dependencias y entidades, serán responsables en su ámbito de competencia del estricto

II. Alquilar el equipo y maquinaria de construcción complementario;

III. Utilizar los materiales de la región;

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

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

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

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

"ARTICULO 55.—Los programas de ejecución, de utilización de recursos humanos y de utilización de maquinaria y equipo de construcción de cada una de las obras que se realicen por administración directa, deberán elaborarse conforme a lo siguiente:

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

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

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

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

"ARTICULO 56.—El presupuesto de cada una de las obras que se realice por administración directa, será el que resulte de aplicar a las cantidades de trabajo del catálogo de conceptos, los costos unitarios analizados y calculados con base en las especificaciones de ejecución, normas de calidad de los materiales y procedimientos de construcción previstos. Dicho presupuesto se integrará además con los siguientes importes:

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

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

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

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

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

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

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

CAPITULO VI

De los Servicios Relacionados con la Obra Pública

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

Se consideran servicios relacionados con la obra pública todo el trabajo que tenga por objeto recibir, diseñar, proyectar y calcular los elementos que integran un proyecto de obra pública, así como los relativos a las investigaciones, asesorías y consulto-

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

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

Lo anterior es sin perjuicio de las responsabilidades que pudieran existir.

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

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

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

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

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

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

Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se imposibilite la continuación de los trabajos, el contratista podrá suspender la obra. En este supuesto, si opta por rescindir el contrato lo solicitará a la dependencia o entidad, la cual decidirá dentro de los veinte días hábiles siguientes al de la solicitud; en caso de negativa, será necesario que el contratista obtenga de la autoridad judicial la declaratoria correspondiente".

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

CAPITULO V

De las Obras por Administración Directa

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

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

dependencias y entidades para exigir el cumplimiento del contrato o rescindirlo, y

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

"ARTICULO 42.—.....

I. .....

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

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

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

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

"ARTICULO 47.—.....

.....

I. a V .....

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

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

I. a VI .....

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

.....

....."

"ARTICULO 50.—.....

I y II .....

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

III. .....

....."

"ARTICULO 51.—.....

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

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

II. .....

.....

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

IV. y V....."

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

I. Cuando se determine la suspensión de la ob o rescisión del contrato, por causa no imputable al contratista, la dependencia o entidad pagará, a soli-

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

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

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

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

B.—En los aspectos preparatorios para la emisión del fallo:

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

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

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

"ARTICULO 36.—.....

I. .....

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

afectarse en un porcentaje igual o al de los anticipos concedidos, y

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

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

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

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

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

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

"ARTICULO 31.—.....

I. a III.....

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

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

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

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

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

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

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

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

....."

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

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

A.—En los aspectos preparatorios para el análisis comparativo de las proposiciones:

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

por éste; para ejercicios subsecuentes, el mismo plazo contará a partir de la fecha en que la inversión autorizada se notifique por escrito al contratista. Si trascurrido el plazo respectivo no se hubiera otorgado la fianza, la dependencia podrá determinar la rescisión administrativa del contrato;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

VII. En el supuesto señalado en la fracción III y para los efectos de la aplicación del artículo 46 de la Ley, el importe del o los ajustes resultantes deberá

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

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

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

"ARTICULO 16.—.....

I a IV.....

V. Relación de maquinaria y equipo propio o de otras empresas filiales;

VI y VII.....

VIII. Inscripción en el Registro Federal de Contribuyentes y, de acuerdo con las disposiciones legales aplicables, en la Cámara que le corresponda;

IX a XI....."

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

....."

"ARTICULO 24.—Para asegurar la seriedad de las proposiciones en los concursos que celebren las dependencias, el proponente deberá entregar:

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

II. Fianza otorgada por institución de fianzas debidamente autorizada.

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

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

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

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

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

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

"ARTICULO 26.—La garantía que se otorgue a la dependencia para el cumplimiento del contrato se ajustará a lo siguiente:

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

II. La fianza deberá ser presentada dentro de los quince días hábiles siguientes, contados a partir de la fecha en que el contratista hubiere recibido copia del fallo de adjudicación o del contrato suscrito

40, 42 fracción II, 44, 47 fracción VI, 49 párrafos primero y segundo, 50 párrafo segundo de la fracción II, 51 fracciones I y III, 52 a 59. Los artículos 55 a 57 integrarán un Capítulo V denominado "De las Obras por Administración Directa". El actual Capítulo V pasa a ser VI y estará integrado por los artículos 58 y 59, para quedar como sigue:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

PODER EJECUTIVO

SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

OFICIO por el cual se modifica la concesión otorgada a Unión de Crédito Industrial de Celaya, S.A. de C.V.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Hacienda y Crédito Público.- Comisión Nacional Bancaria y de Seguros.- Dirección de Uniones de Crédito.- Oficio No. 601-II-62126.- Exp.: 721.1(U-438)/1.

ASUNTO: CONCESION.—Se modifica la que se indica.

UNION DE CREDITO INDUSTRIAL
DE CELAYA, S.A. DE C.V.
Rayón Sur No. 100 - 3er. piso
38070 - Celaya, Gto.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 8o., fracción XI de la Ley General de Organizaciones y Actividades Auxiliares del Crédito y en base a la aprobación de la reforma a la cláusula octava de su escritura constitutiva, acordada por su Asamblea General Extraordinaria de Accionistas celebrada el 27 de marzo último, esta Comisión ha tenido a bien modificar la fracción II del SEGUNDO TERMINO de la concesión otorgada el 19 de abril de 1988 a esa Sociedad, para quedar como sigue:

II.—El capital social autorizado será de $ 600'000,000.00 (SEISCIENTOS MILLONES DE PESOS 00/100 M.N.), representado por 1,600 acciones serie "A" que constituyen el capital sin derecho a retiro y 800 acciones serie "B" que integran el capital con derecho a retiro, todas ellas con un valor nominal de $ 250,000.00 (DOSCIENTOS CINCUENTA MIL PESOS 00/100 M.N.) cada una.

Atentamente,

México, D. F., a 17 de noviembre de 1989.- El Vicepresidente, José A. Alvarez Jáuregui.- Rúbrica.

(R.—0011)

OFICIO por el cual se modifica la concesión otorgada a Unión de Crédito de la Industria de Transformación Yucateca, S.A. de C.V.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Hacienda y Crédito Público.- Comisión Nacional Bancaria y de Seguros.- Dirección de Uniones de Crédito.- Oficio No. 601-II-62137.- Exp.: 721.1(U-419)/1.

ASUNTO: CONCESION.—Se modifica la que se indica.

UNION DE CREDITO DE LA INDUSTRIA DE
TRANSFORMACION YUCATECA, S.A. DE C.V.
Calle 30 No. 153
sobre Circuito Colonias
Col. García Gineres
97070 - Mérida, Yuc.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 8o., fracción XI de la Ley General de Organizaciones y Actividades Auxiliares del Crédito y en base a la aprobación de la reforma a la cláusula octava de su escritura constitutiva, acordada por su Asamblea General Extraordinaria de Accionistas celebrada el 29 de agosto último, esta Comisión ha tenido a bien modificar la fracción II del SEGUNDO TERMINO de la concesión otorgada el 30 de julio de 1987 a esa Sociedad, para quedar como sigue:

II.—El capital social autorizado será de $ 1,000'000,000.00 (UN MIL MILLONES DE PESOS 00/100 M.N.), representado por 60,000 acciones serie "A" que constituyen el capital sin derecho a retiro y 40,000 acciones serie "B" que integran el capital con derecho a retiro, todas ellas con un valor nominal de $ 10,000.00 (DIEZ MIL PESOS 00/100 M.N.) cada una.

Atentamente,

México, D. F., a 17 de noviembre de 1989.- El Vicepresidente, José A. Alvarez Jáuregui.- Rúbrica.

(R.—0012)

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO

DECRETO por el que se reforma y adiciona el Reglamento de la Ley de Obras Públicas.

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

CARLOS SALINAS DE GORTARI, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, he tenido a bien expedir el siguiente

DECRETO POR EL QUE SE REFORMA Y ADICIONA EL REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

ARTICULO PRIMERO.—Se reforman los artículos 2o., 3o., 6o., 7o., 8o., 9o., 12, 16, fracciones V y VIII, 23 párrafo primero, 24, 25, 26, 27, 29, fracciones IV, V, VI y VII, 32, 34, 36 fracción II, 37,

Artículo 341. Monto de las multas al Director Responsable de Obra, al Corresponsable, al propietario o poseedor, al Titular, al Perito Responsable o a las personas que resulten responsables.

Artículo 347. El Departamento podrá revocar toda autorización, licencia o constancia cuando:

I. Se haya emitido con base en informes o documentos falsos o erróneos o emitidos con dolo o error.

II. Se hayan expedido en contravención al texto expreso de alguna disposición de este Reglamento.

III. Se haya expedido por autoridad incompetente.

La revocación será pronunciada por las autoridades de la que haya emanado el acto o resolución de que se trate, en su caso, por el superior jerárquico de dicha autoridad.

IV. Cuando no se de cumplimiento a una orden de las previstas por el artículo 323 de este Reglamento, dentro del plazo que se haya fijado para tal efecto.

Artículo 323 Medidas de Seguridad. Cuando el Departamento tenga conocimiento de que una edificación, estructura, instalación o yacimiento pétreo presente algún peligro para las personas o los bienes, previo dictámen técnico, requerirá a su propietario o poseedor con la urgencia que el caso amerite, que realice las reparaciones, obras o demoliciones necesarias, de conformidad con la Ley.

V. Cuando la construcción no se ajuste a las restricciones impuestas en la Constancia de Uso del Suelo, Alineamiento y Número Oficial.

VI. Cuando la construcción o explotación de un yacimiento se ejecute sin ajustarse al proyecto aprobado o fuera de las condiciones previstas por este Reglamento y por sus Normas Técnicas Complementarias.

VII Cuando se obstaculice reiteradamente o se impida en alguna forma el cumplimiento de las funciones de inspección o supervisión reglamentaria del personal autorizado por el Departamento.

VIII Cuando la obra o la explotación de un yacimiento se ejecute sin licencia.

IX. Cuando la licencia de construcción o de explotación de un yacimiento sea revocada o haya terminado su vigencia.

X. Cuando la obra o la explotación de un yacimiento se ejecute sin la vigilancia del Director Responsable de Obra o los Corresponsables, en su caso, en los términos de este Reglamento.

XI. Cuando se usen explosivos sin los permisos correspondientes.

SINTESIS DEL TITULO DECIMO TERCERO.

VISITAS DE INSPECCION, SANCIONES Y RECURSOS..

CAPITULO I.

Visitas de Inspección.

CAPITULO II.

Sanciones.

Artículo 336. El Departamento, en los términos de este Capitulo, sancionará con multas a los propietarios o poseedores, a los Titulares, a los Directores Responsables de Obra, a los Corresponsables, a los Peritos Responsables y a quienes resulten responsables de las infracciones comprobadas en las visitas de inspección a que se refiere el Capitulo anterior.

Artículo 337. El Departamento para fijar la sanción deberá tomar en cuenta las condiciones personales del infractor, la gravedad de la infracción y las modalidades y demás circunstancias en que la misma se haya cometido.

P: Cuándo podrá el Departamento sus pender o clausurar las obras en ejecución?

R: Según el Artículo 339 en los siguientes casos:

I. Cuando previo dictámen técnico emitido u ordenado por el Departamento se declare en peligro inminente la estabilidad o seguridad de la construcción o yacimiento.

II. Cuando la ejecución de una obra, de una demolición o explotación de yacimiento se realice sin las debidas precauciones y ponga en peligro la vida o la integridad física de las personas o pueda causar da nos a bienes del Departamento o a terceros.

III. Cuando la construcción o explotación de un yacimiento no se ajuste a las medidas de suguridad y demás protecciones que se nala este Reglamento.

falsos o cuando dolosamente presente documentos falsificados o información equivocada en la solicitud de licencia o en sus anexos.

II. Cuando a juicio de la Comisión de Administración de Directores Responsables de Obra y Corresponsables no hubiera cumplido sus obligaciones en los casos en que haya dado su responsiva.

III. Cuando haya reincidido en violaciones a este Reglamento.

IV. Tratándose de persona moral responsable de la obra, cuando deje de contar con los servicios profesionales a que se refieren los artículos 42 fracción II. inciso b) y 46 fracción II inciso b) de este Reglamento.

La suspensión se decretará por un mínimo de tres meses y hasta un máximo de seis meses. En casos extremos podrá ser cancelado el registro sin perjuicio de que el Director Responsable de Obra o Corresponsable subsane las irregularidades en que haya incurrido.

Artículo 44. Corresponsables.

I. Corresponsables en Seguridad Estructural, para las obras de los grupos A y B1 del artículo 174 de este Reglamento.

II. Corresponsables en Diseño Urbano y Arquitectónico, para los siguientes casos:

a) Conjuntos habitacionales, hospitales, clínicas y centros de salud, instalaciones para exhibiciones, baños públicos, estaciones y terminales de transporte terrestre, aeropuertos, estudios cinematográficos y de televisión y espacios abiertos de uso público de cualquier magnitud.

b) Las edificaciones ubicadas en zonas de patrimonio histórico, artístico y arqueológico de la Federación o del Distrito Federal.

c) El resto de las edificaciones que tengan más de 3000 m2 cubiertos, o más de 25 m de altura, sobre nivel medio de banqueta, o con capacidad para más de 250 concurrentes en los locales cerrados, o más de 1000 concurrentes en locales abiertos.

III. Corresponsables en Instalaciones para los siguientes casos:

a) En los conjuntos habitacionales; baños públicos; lavanderías, tintorerías, lavado y lubricación de vehículos; hospitales; clínicas y centros de salud; instalaciones para exhibiciones; crematorios; aeropuertos; agencias y centrales de telégrafos y teléfonos; estaciones de radio y televisión; estudios cinematográficos; industria pesada y mediana; plantas, estaciones y subestaciones; cárcamos y bombas; circos y ferias, de cualquier magnitud.

b) El resto de las edificaciones que tengan más de 3000 m2, o más de 25 m de altura sobre nivel medio de banqueta o más de 250 concurrentes.

Artículo 52. El Departamento, previa opinión de la Comisión de Administración de Directores Responsables de Obra y Corresponsables, podrá determinar la suspensión de los efectos de su registro a un Director Responsable de Obra o Corresponsable en cualquiera de los siguientes casos:

I. Cuando haya obtenido su inscripción proporcionando datos

vía pública, durante su ejecución.

IV. Llevar en las obras un libro de bitácora foliado y encuadernado en el cual se anotarán los siguientes datos:

a) Nombre, atribuciones y firmas del Director Responsable de Obra y de los Corresponsables, si los hubiere y del residente.

b) Fecha de las visitas del Director Responsable de Obra y de los Corresponsables.

c) Materiales empleados para fines estructurales o de seguridad.

d) Procedimientos generales de construcción y de control de calidad.

e) Descripción de los detalles definidos durante la ejecución de la obra.

f) Nombre o razón social de la persona física o moral que que ejecute la obra.

g) Fecha de iniciación de cada etapa de la obra.

h) Incidentes y accidentes.

i) Observaciones e instrucciones especiales del Director Responsable de Obra, de los Corresponsables y de los inspectores del Departamento.

V. Colocar en lugar visible de la obra un letrero con su nombre y, en su caso, de los Corresponsables y sus números de registro, números de licencia de la obra y ubicación de la misma.

VI. Entregar al propietario una vez concluida la obra, los planos registrados actualizados del proyecto completo en original y memorias de cálculo.

VII. Refendar su registro de Director Responsable de Obra cada 3 años, y cuando lo determine el Departamento por modificaciones al Reglamento o a las Normas Técnicas complementarias.

VIII. Elaborar y entregar al propietario de la obra al término de ésta, los manuales de operación y mantenimiento a que se refiere el artículo 284 de este Reglamento, en los casos de las obras numeradas en el artículo 53 del mismo.

SINTESIS DEL TITULO TERCERO.

DIRECTORES RESPONSABLES DE OBRA Y CORRESPONSABLES.

CAPITULO I.

Directores Responsables de Obra.

Art. 43 Son obligaciones del Director Responsable de obra:

I. Dirigir y vigilar la obra asegurándose de que tanto el proyecto, como la ejecución de la misma, cumplan con lo establecido en los ordenamientos y demás disposiciones a que se refiere el inciso b) de la fracción I del artículo anterior, la Ley de Salud para el Distrito Federal, así como el Programa Parcial correspondiente.

El Director Responsable de obra deberá contar conlos Corresponsables a que se refiere el artículo 44 de este Reglamento en los casos que en ese mismo artículo se numeran.En los casos no incluidos en dicho artículo el Director Responsable de Obra podrá definir libremente la participación de los Corresponsables.

El Director Responsable de Obra deberá comprobar que cada uno de los Corresponsables con que cuente según sea el caso, cumpla con las obligaciones que se indican en el artículo 47.

II. Responder de cualquier violación a las disposiciones de este Reglamento. En caso de no ser atendidas por el interesado las instrucciones del Director Responsable de Obra, en relación al cumplimiento del Reglamento, deberá notificarlo de inmediato al Departamento por conducto de la Delegación correspondiente, para que éste proceda a la suspensión de los trabajos.

III. Planear y supervisar las medidas de seguridad del personal y terceras personas en la obra, sus colindancias y en la

Décimo Tercero	Visitas de Inspección, Sanciones y Recursos.	I	Visitas de Inspección 328-335.
		II	Sanciones 336-347.
		III	Recursos 348-353.
Transitorios			Artículo 1o. a Décimo Tercero.

		4a.	Instalaciones Telefónicas 171.
Sexto	Seguridad Estructural de las Construcciones	I	Disposiciones Generales 172-175.
		II	Características Generales de las Edificaciones 176-181.
		III	Criterios de Dise˜no Estructural 182-195.
		IV	Cargas Muertas 196-197.
		V	Cargas Vivas 198-201.
		VI	Dise˜no por Sismo 202-212
		VII	Dise˜no por Viento 213-216.
		VIII	Dise˜no de Cimentaciones 217-232.
		IX	Construcciones da˜nadas 233-236.
		X	Obras provisionales y modificaciones 237-238.
		XI	Pruebas de carga 239-240.
Séptimo	Construcción.	I	Generalidades 241-249.
		II	Seguridad e Higiene en las obras 250-254.
		III	Materiales y Procedimientos de Construcción 255-260.
		IV	Mediciones y Trazos 261-263.
		V	Excavaciones y Cimentacio

SECC

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL D.F.

TITULO	T E M A	CAPITULO	TEMA Y ARTIC.
Primero	Disposiciones Generales	único	1o. al 5o.
Segundo	Vías Públicas y Otros Bienes de uso común.	I	Generalidad 6o. al 9o.
		II	Uso de la Vía Pública. 10 al 18.
		III	Instalaciones Subterráneas y Aereas en la Vía Pública 19 al 24.
		IV	Nomenclatura 25-28.
		V	Alineamiento y uso del Suelo 29-31.
		VI	Restricciones a las Construcciones 32-38.
Tercero	Directores Responsables de obra y Corresponsables	I	Directores Responsables de Obra 39-43.
		II	Corresponsables 44-52.
Cuarto	Licencias y Autorizaciones.	I	Licencias y Autorizaciones 53-62.
		II	Ocupación de las Construcciones 63-71.

LEYES Y REGLAMENTOS EN VIGOR EN EL D.F.

- Reglamento de Construcciones.

- Normas Técnicas Complementarias.

- Ley del Desarrollo Urbano del D.F.

- Programa Director para el Desarrollo Urbano.

- Reglamento de Zonificación.

- Ley sobre el Régimen de Propiedad en Condominio.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL D.F..

CRONOLOGIA.

14 12 76	Reglamento de Construcciones del D.F.
11 10 85	Se crea el comité de Reconstruccion del Area Metropolitana de la Ciudad de Mexico
17 10 85	Normas de Emergencia en materia de construcción para el D.F.
03 07 87	Nuevo Reglamento de Construcciones para el D.F.

INTRODUCCION A LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

La actividad profesional en el ramo de la Construcción, como cualquier otra, está regida por ciertas Leyes y Reglamentos.

Podemos desenvolvernos en dos sectores: el Público y el Privado y de acuerdo con ello serán las disposiciones jurídicas que debemos cumplir, so pena de hacernos acreedores a las sanciones económicas, o de otro tipo, que en ellas se estipulan.

Para el Sector Público la Ley más importante es la Ley de Obras Públicas y su Reglamento, para el Privado, el Reglamento de Construcciones del D.F.

La Ley es de orden público e interés social y su objeto es regular el gasto y las acciones relativas a la Planeación, Programación, Presupuestación, Ejecución, Conservación, Mantenimiento, Demolición y Control de la Obra Pública que realicen las distintas Dependencias Oficiales, los Organismos Descentralizados, las Empresas de Participación Estatal Mayoritaria y los Fideicomisos Públicos.

Esta Ley entró en vigor el 1o. de enero de 1981, substituyendo a la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas que cubrió el periodo comprendido del 4 de enero de 1966 al 31 de diciembre de 1980.

La Ley se complementa con su Reglamento publicado el 11 de septiembre de 1981.

La importancia de ambos reside en que dentro del Presupuesto Anual de Egresos de la Federación, la asignación a la Obra Pública representa un gran porcentaje.

emitido el acto relativo a cualquier etapa o fase del mismo, incluyendo actos posteriores al fallo que impliquen la imposición de condiciones diferentes a las de la convocatoria.

Artículo 58.- Quienes infrinjan las disposiciones contenidas en esta ley, serán sancionados por la Secretaría con multa equivalente a la cantidad de cinco a trescientas veces el salario mínimo general elevado al mes vigente en el Distrito Federal en la fecha de la infracción.

(Derogado).

ARTICULO CUARTO.- Se derogan el capítulo II del título segundo denominado "Del Padrón de Proveedores" que comprende los artículos 20 a 25; el último párrafo del artículo 38; la fracción III del artículo 39 y el segundo párrafo del artículo 58 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Prestación de Servicios relacionados con Bienes Muebles.

TRANSITORIOS

ARTICULO PRIMERO.- El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

ARTICULO SEGUNDO.- Los recursos administrativos que se encuentren en trámite al momento de entrar en vigor el presente Decreto, relacionados con la suspensión o cancelación del registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas o en el Padrón de Proveedores, serán sobreseídos.

ARTICULO TERCERO.- Los reglamentos de la Ley de Obras Públicas y de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Prestación de Servicios relacionados con Bienes Muebles, deberán reformarse en lo conducente, en un término no mayor de 180 días a partir de la publicación del decreto en el Diario Oficial de la Federación.

México, D.F., a 2 de julio de 1991.- Dip.- Samí David David, Presidente.- Sen. Fernando Silva Nieto, Presidente.- Dip. Juan Manuel Verdugo Rosas, Secretario.- Sen. Eliseo Rangel Gaspar, Secretario.- Rúbricas".

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal a los once días del mes de julio de mil novecientos noventa y uno.- Carlos Salinas de Gortari.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación.- Fernando Gutiérrez Barrios.- Rúbrica

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DECRETO que reforma el artículo 45 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos.

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

CARLOS SALINAS DE GORTARI, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes, sabed:

Que el H. Congreso de la Unión se ha servido dirigirme el siguiente

DECRETO

"EL CONGRESO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, DECRETA:

SE REFORMA EL ARTICULO 45 DE LA LEY DE NAVEGACION Y COMERCIO MARITIMOS

ARTICULO UNICO.- Se reforma el artículo 45 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos para quedar como sigue:

ARTICULO 45.- Los particulares mediante concesión otorgada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, podrán construir y explotar obras de atraque e instalaciones de administración privada en los puertos. Las concesiones deberán incluir entre otras condiciones, las relativas a los programas de inversión, de desarrollo, de expansión, de calidad de servicio y aquellas bajo las cuales se llevará a cabo la construcción y explotación de dichas obras incluyendo, de ser el caso, la prestación de servicios portuarios y marítimos, públicos o a terceros mediante contrato.

Artículo 46.- Cuando durante la vigencia de un contrato de obra, ocurran circunstancias de orden económico no previstas en el contrato, pero que de hecho y sin dolo, culpa, negligencia o ineptitud de cualquiera de las partes, determinen un aumento o reducción de los costos de los trabajos aún no ejecutados, dichos costos podrán ser revisados, conforme lo determinen las partes en el respectivo contrato. Las dependencias o entidades emitirán la resolución que acuerde el aumento o reducción correspondiente.

Artículo 47.- El Contratista comunicará a la dependencia o entidad la terminación de los trabajos que le fueron encomendados y ésta verificará que los trabajos estén debidamente concluidos dentro del plazo que se pacte expresamente en el contrato.

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

Artículo 58 bis.- Tratándose de licitaciones públicas, los contratistas o licitantes que hubieren participado en ellas podrán inconformarse por escrito, indistintamente, ante la dependencia o entidad convocante o ante la Contraloría, dentro de los diez días naturales siguientes al fallo del concurso o, en su caso, al del día siguiente a aquél en que se haya emitido el acto relativo a cualquier etapa o fase del mismo, incluyendo actos posteriores al fallo que impliquen la imposición de condiciones diferentes a las de la convocatoria.

Artículo 66.- Quienes infrinjan las disposiciones contenidas en esta ley o las normas que con base en ella se dicten, serán sancionados por la Secretaría con multa equivalente a la cantidad de cinco a trescientas veces el salario mínimo general elevado al mes, vigente en el Distrito Federal en la fecha de la infracción.

Artículo 67.- (Derogado).

Cuando proceda, la Contraloría podrá proponer a la Secretaría la imposición de multas a los contratistas, en los términos del párrafo anterior, y a la dependencia o entidad contratante la rescisión administrativa del contrato en que incida la infracción.

ARTICULO SEGUNDO.- Se derogan el capítulo II del título segundo denominado "Del Padrón de Contratistas de Obras Públicas" que comprende los artículos 19 a 25; el párrafo segundo del artículo 66 y el artículo 74 de la Ley de Obras Públicas.

ARTICULO TERCERO.- Se reforman los artículos 29, párrafo primero; 33, fracciones I y II; 34, segundo párrafo; 46, párrafo primero y 58, primer párrafo, de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Prestación de Servicios relacionados con Bienes Muebles, para quedar como sigue:

Artículo 29.- Todo interesado que satisfaga los requisitos de la convocatoria, las bases y las especificaciones de la licitación tendrá derecho a presentar proposiciones. Para tal efecto, las dependencias y entidades no podrán exigir requisitos adicionales a los previstos por esta ley y su reglamento.

Artículo 33.-

I.- La Tesorería de la Federación, por actos o contratos que se celebren con las unidades de la Presidencia de la República, las secretarías de Estado y departamentos administrativos y con la Procuraduría General de la República;

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

III y IV.-

Artículo 34.-

Si resultare que dos o más proposiciones satisfacen los requerimientos de la convocante, el pedido o contrato se adjudicará a quien presente la proposición solvente más baja.

Artículo 46.- Los proveedores que hubieran participado en las licitaciones podrán inconformarse por escrito, indistintamente, ante la dependencia o entidad que haya convocado o ante la Contraloría, dentro de los diez días naturales siguientes al fallo del concurso o, en su caso, el del día siguiente a aquél en que

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y para su debida publicación y observancia; expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintiocho días del mes de junio de mil novecientos noventa y uno.- Carlos Salinas de Gortari.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, Fernando Gutiérrez Barrios.- Rúbrica.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO

DECRETO que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de las Leyes de obras públicas y de adquisiciones, arrendamientos y prestación de servicios relacionados con bienes muebles.

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

CARLOS SALINAS DE GORTARI, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes, sabed:

Que el H. Congreso de la Unión se ha servido dirigirme el siguiente

DECRETO

"EL CONGRESO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS DECRETA:

SE REFORMA, ADICIONA Y DEROGA DIVERSAS DISPOSICIONES DE LAS LEYES DE OBRAS PUBLICAS Y DE ADQUISICIONES, ARRENDAMIENTOS Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS RELACIONADOS CON BIENES MUEBLES.

ARTICULO PRIMERO.- Se reforman los artículos 29 bis, en su primer párrafo; 31, fracción VII; 32; 35, fracciones I y II; 36, tercer párrafo; 46; 47, párrafos primero y segundo; 58 bis en su primer párrafo; 66, párrafos primero y tercero, y se adiciona el artículo 10 de la Ley de Obras Públicas, para quedar como sigue:

Artículo 10.- En lo no previsto por esta ley serán aplicables, supletoriamente, el Código Civil para el Distrito Federal en materia común y para toda la República en materia federal y el Código Federal de Procedimientos Civiles.

Artículo 29 bis.- Las dependencias y entidades que realicen obras por administración directa o mediante contrato y los contratistas con quienes aquéllas contraten, observarán las disposiciones que en materia de construcción rijan en el ámbito estatal y municipal.

.....

Artículo 31.-.....

I a VI.-.....

VII.- La experiencia o capacidad técnica que se requiera para participar en el concurso, de acuerdo con las características de la obra, y

VIII.- .....

.....

Artículo 32.- Todo interesado que satisfaga los términos de la convocatoria tendrá derecho a presentar proposiciones. Para tal efecto, las dependencias y entidades no podrán exigir requisitos adicionales a los previstos en el artículo anterior y en el reglamento de esta ley.

Artículo 35.-.....

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

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

III y IV.-.....

Artículo 36.-.....

.....

I a III.-.....

Si una vez considerados los criterios anteriores resultare que dos o más propuestas satisfacen los requerimientos de la convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición solvente más baja.

.....

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION
21 DE SEPTIEMBRE AL 06 DE OCTUBRE

LEY DE OBRAS PUBLICAS
(COMPLEMENTO)

ING: RAUL IBARRA RUIZ

SEP- OCT . 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

LEY DE OBRAS PUBLICAS

OBJETIVO.

"La regularización de las acciones y gastos públicos destinados a la ejecución de las obras y orientar éstas a objetivos, prioridades y metas que justifiquen su realización y consideren su impacto y beneficios."

FASES DE LA OBRA PUBLICA

- PLANEACION
- PROGRAMACION
- PRESUPUESTACION
- EJECUCION
- CONSERVACION
- MANTENIMIENTO
- DEMOLICION
- CONTROL

LEY DE OBRAS PUBLICAS

- OPTIMIZACION DE LA CALIDAD
- RENDIMIENTO DE LAS INVERSIONES RELATIVAS
- OPORTUNA EJECUCION.

Normativa - S.P.P.

Inspec. y Vigilancia - Sría. de la Contraloría

DEFINICION DE OBRA PUBLICA

"Se considera obra pública todo trabajo que tenga por objeto crear, construir, conservar o modificar los bienes inmuebles por su naturaleza o disposición de Ley, quedando comprendidos:

La construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de los bienes mencionados y aquellos destinados a un servicio público o al uso común, ..."

CRONOLOGIA

1o. La Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas entró en vigor el 4 de enero de 1966 y se abrogó el 31 de diciembre de 1980

2o. La Ley de Obras Públicas entró en vigor el 1o. de enero de 1981

3o. Las adiciones y reformas de la Ley de Obras Públicas entraron en vigor el 1o. de enero de 1984.

4o. Se vuelve a adicionar y a reformar la Ley de Obras Públicas a partir del 1o. de enero de 1985

5o. Se crea el Artículo 29 Bis y se adiciona un párrafo al Art. 36 en vigor a partir del 14 de enero de 1986.

6o. Se reforma y adiciona la Ley en el decreto del 18 de diciembre de 1987, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 7 de enero de 1988, en vigor a partir del 8 de enero de 1988.

LEY DE O. PUBLICAS.- CONTENIDO

TITULO	ENUNCIADO	CAP.	CONTENIDO	ARTÍCULO.
1o.	Disposiciones Grals.	Unico		1o.- 11
2o.	De la Obra Pública	I	De la planeación, y de la programac. y presup. de las obras	12-18
		II	Del Padrón de Contrat. de O. Públicas	19-25
		III	De los servicios relac. con la O. Pública	26-27
		IV	De la ejecuc. de las obras	28-58
		V	De la información y verificación	59-65

LEY DE O. PUBLICAS.- CONTENIDO (2)

TIT.	ENUNCIADO	CAP.	CONTENIDO	ART.
3o.	De las infracc. y sancion.	Unico		66-72
4o.	De los recursos Admvos.	Unico		73-74

Artículos Transitorios :- Varían dependiendo de la fecha de publicación.

ASPECTOS SOBRESALIENTES LEY DE OBRAS PUBLICAS

ASPECTOS SOBRESALIENTES

CAP.	ART.	CONTENIDO
IV	29 Bis	Nulidad del contrato
	36	Fallo del concurso
	37	No podrán presentar propuesta
	38	Pérdida de la garantía.- Subcontratos
	42	Suspensión temporal de la obra
	43	Rescisión de la obra
	45	Estimaciones
	46	Escalaciones
	47	Terminación de los trabajos y recepción
	48	Vicios ocultos
	53	Entrega de la obra
	56	Fracc. II - Obras en las que se haya rescindido el contrato
	57	Obras contratadas directamente
	58 Bis	Inconformidad con el fallo
Unico	66	Multas y Rescisión
	67	Multas
→	69	Aplicación de sanciones
Unico →	73	Recurso de revocación.

REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

"Pretende en su conjunto dar continuidad a los principios que orientan la Ley de Obras Públicas, al establecer los mecanismos y procedimientos administrativos de regulación para dar agilidad y oportunidad a la realización de las obras con las mejores condiciones para el Estado, en un plano de equidad cuando éstas son realizadas por particulares."

CRONOLOGIA

1o. El Reglamento de la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas entro en vigor el 2 de febrero de 1967 y se abrogó el 11 de septiembre de 1981.

2o. El Reglamento de la Ley de Obras Públicas entró en vigor el 11 de septiembre de 1981 y se abrogó el 13 de febrero de 1985

3o. El nuevo Reglamento de la Ley de Obras Públicas entró en vigor el 14 de febrero de 1985.

4o. Las reformas y adiciones del Reglamento de la Ley de Obras Públicas, entraron en vigor el 10 de enero de 1990.

REGLAMENTO DE LA LEY DE O. P. (1990)

REGLAMENTO DE LA LEY DE O.P.

ASPECTOS SOBRESALIENTES

CAP.	ART.	CONTENIDO
I	3°	III.- Proced. para el análisis de P.U.
		IV.- Proced. para el ajuste de los costos
		VI.- Proced. para la suspensión de las obras
IV	25	Anticipo
	26	I. Fianza del 10 %
		III. ✓ ✓ ✓ (vicios ocultos)
	27	I. Anticipo
		II. ✓ 10% obras preliminares
		III. ✓ 20%
		VI. Porcentaje del anticipo
		VIII. Amortización de anticipos en caso de rescisión
	28	Documentación concursos
	31	V. Concursos. Análisis de P.U.
	34	IV. Proposiciones solventes
	38	Si la Dependencia no firmare el contrato
	31-38	Concursos
	40	Contratos (Formato)
	41	Subcontratación
	43	Pago anticipo, estimac. y escalaciones
	44	Atraso en el pago de estimac.
		Pagos en exceso al contratista
	45	Estimaciones
	47	Residencia de supervisión
	49	Acta de recepción de los trabajos
	50-51	Escalaciones. Métodos
	52-54	Suspensión o Rescisión de los contratos
		Motivos de Rescisión
	58	Contratos de servicios

REGLAS GENERALES PARA LA CONTRATAC. Y EJECUC. DE O. P.

(Sección 3)

ART.	CONTENIDO
3.3.3	Ajuste de P. U.
3.3.4	Trabajos extraordinarios
3.3.5	Forma de pago.— Estimaciones
3.3.7	Modificaciones a los planos, espec., vols.
3.3.8	Ampliación del plazo
3.3.9	Recepción de trabajos y liquidaciones
3.3.10	Responsabilidades del contratista
3.3.11	Fianzas
3.3.13	Subcontratación
3.3.15	Suspensión de contratos
3.3.16	Rescisión del contrato
3.3.17	Procedimientos de Rescisión

SECCION 5

"LINEAMIENTOS PARA LA INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS Y DEL PROCEDIMIENTO PARA EL AJUSTE DE LOS MISMOS"

Publicada en el Diario Oficial del 6 de julio de 1983.

TIPOS DE CONTRATOS

- P.U. y Tiempo determinado.
- Precio Alzado
- Servicios

(A)

CRONOLOGIA

14 12 76 Reglamento de Construcciones del D.F.

~~3-VII-87~~ ~~Idem~~

11 10 85 Se crea el Comité de Reconstrucción del Area Metropolitana de la ciudad de México

17 10 85 Normas de Emergencia en materia de construcción para el D.F.

3 07 87 Nuevo Reglamento de Construcciones para el D.F.

(F)

(B)

LEYES Y REGLAMENTOS EN VIGOR EN EL D.F.

- Reglamento de construcciones
- Normas Técnicas Complementarias.
- Ley del Desarrollo Urbano del D.F.
- Programa Director para el Desarrollo Urbano.
- Reglamento de Zonificación
- Ley sobre el Régimen de Propiedad en Condominio.

(F)

REGLAMENTO DE CONSTR. PARA EL D.F.

Título	TEMA	Capítulo	TEMA Y ARTIC.
Primero	Disposiciones Grals.	Unico	1º al 5º
Segundo	Vías Públicas y Otros Bienes de Uso Común	I	Generalidad. 6º al 9º
		II	Uso de la Vía Pública 10 al 18
		III	Instalac. Subterrans. y Aereas en la Vía Pública 19 al 24
		IV	Nomenclatura 25-28
		V	Alineamiento y Uso del Suelo 29-31
		VI	Restricciones a las construcc. 32-38
Tercero	Directores Responsables de Obra y Corresponsables	I	Directores Respons. de Obra 39-43
		II	Corresponsables 44-52
Cuarto	Licencias y Autorizac.	I	Licencias y Autoriz. 53-62
		II	Ocupación de las construcc. 63-71
Quinto	Proyecto Arquitectónico	I	Requerimientos del Proyecto Arq. 72-80
		II	Requerim. de Habitabilidad y Func. 81
		III	Requerim. de Higiene Servic. y Acondicionam. ambiental 82-92

Título	TEMA	Capítulo	TEMA Y ARTIC.
Quinto		IV	Requerimientos de Comunicac. y Prevenc. de Emergencias
		Secc. 1ª	Circulaciones y Elementos de Comunicac. 93-115
		Secc. 2ª	Previsiones contra Incendio 116-137
		Secc. 3ª	Dispositivos de Seguridad y Protección 138-144
		V	Requerimientos de Integrac. al Contexto e Imagen Urbana 145-149
		VI	Instalaciones
		Secc. 1ª	Instalac. Hid. y Sanit. 150-164
		Secc. 2ª	Instalac. Eléct. 165-169
		Secc. 3ª	Instalac. de Combus. 170
		Secc. 4ª	Instalac. Telefónic. 171
Sexto	Seguridad Estructural de las Construcciones	I	Disposic. Grls. 172-175
		II	Caracterís. Grls. de las Edificac. 176-181
		III	Criterios de Diseño Estruct. 182-195
		IV	Cargas Muertas 196-197
		V	Cargas Vivas 198-201
		VI	Diseño por Sismo 202-212
		VII	Diseño por Viento 213-216
		VIII	Diseño de cimentaciones 217-232

Título	TEMA	Capítulo	TEMA Y ARTIC.
Sexto		IX	Construcc. dañadas 233-236
		X	Obras provisionales y modificac. 237-238
		XI	Pruebas de carga 239-240
Séptimo	Construcción	I	Generalidades 241-249
		II	Seguridad e Higiene en las Obras 250-254
		III	Materiales y Proced. de Construcc. 255-260
		IV	Mediciones y Trazos 261-263
		V	Excavac. y Cimentac. 264-267
		VI	Dispositivo para transporte vertical en las obras 268-270
		VII	Instalac. 271-275
		VIII	Fachadas 276-279
Octavo	Uso, operación y mantenim.	Unico	Uso y conservac. de predios y edificac. 280-286
Noveno	Ampliac. de Obra de Mejoramto.	Unico	Ampliaciones 287-289
Décimo	Demoliciones	Unico	Medidas preventivas en demolic. 290-297
Décimo Primero	Explotación de yacimientos de materiales pétreos	I	Disposiciones Grls. y Licencia 298-307
		II	Titulares de los yacimtos pétreos 308-310
		III	Peritos Respons. de la Explot. de Yacimtos. 311-317
		IV	Explotación de Yacimientos 318-322

Título	T E M A	Capítulo	TEMA Y ARTIC.
Décimo Segundo	Medidas de Seguridad	Unico	Medidas de Seguridad 323-327
Décimo Tercero	Visitas de Inspección, Sanciones y Recursos	I	Visitas de Inspecc. 328-335
		II	Sanciones 336-347
		III	Recursos 348-353
	Transitorios		Art. 1º a Décimo Tercero.
	3 de julio	1987	

SINTESIS DEL

TITULO TERCERO

(F1)

Directores Responsables de Obra y Corresponsables.

Capítulo I
Directores Responsables de Obra

Art. 43 – Son obligaciones del Director Responsable de Obra:

I – Dirigir y vigilar la obra.....

II – Responder de cualquier violación a las disposiciones de este Reglamento.....

III – Planear y supervisar las medidas de seguridad del personal y terceras personas en la obra, sus colindancias y en la vía pública, durante su ejecución.

IV. Llevar en las obras un libro de bitácora foliado y encuadernado en el cual se anotarán los siguientes datos:

a)
b)
c)
d)
e)
f)
g)
h)
i)

Copiar del Reglamento.

V
VI
VII
VIII

F''

Art. 44 Corresponsables:
En Seguridad Estructural
En Diseño Urbano y Arquitectónico
En Instalaciones.

Art. 52 – (Copiarlo del Reglamento)

TITULO DECIMO TERCERO

Visitas de inspección, sanciones y recursos.

Capitulo I
Visitas de Inspección

Capitulo II
Sanciones

Art. 336 – El Departamento, en los términos de este Capítulo, sancionará con multas a los propietarios o poseedores, a los Titulares, a los Directores Responsables de Obra, a los Corresponsables, a los Peritos Responsables y a quienes ~~resul~~ tan responsables de las infracciones comprobadas en las visitas de inspección a que se refiere el Capítulo anterior.

Art. 337.- El Departamento para fijar la sanción deberá tomar en cuenta las condiciones personales del infractor, la gravedad de la infracción, y las modalidades y demás circunstancias en que la misma se haya cometido

P :_ Cuándo podrá el Departamento suspender o clausurar las obras en ejecución?

R: Según el Art. 339 en los siguientes casos:

I. Cuando previo dictamen técnico emitido u ordenado por el Departamento se declare en peligro inminente la estabilidad o seguridad de la construcción o yacimiento.

II. Cuando la ejecución de una obra, de una demolición o explotación de yacimiento se realice sin las debidas precauciones y ponga en peligro la vida o la integridad física de las personas o pueda causar daños a bienes del Departamento o a terceros.

III. Cuando la construcción o explotación de un yacimiento no se ajuste a las medidas de seguridad y demás protecciones que señala este Reglamento.

IV. Cuando no se de cumplimiento a una orden de las previstas por el artículo 323 de este Reglamento, dentro del plazo que se haya fijado para tal efecto.

(Art. 323 _ Medidas de Seguridad. _ Cuando el Departamento tenga conocimiento de que una edificación, estructura, instalación o yacimiento pétreo presente algún peligro para las personas o los bienes, previo dictamen técnico, requerirá a su propietario o poseedor con la urgencia que el caso amerite, que realice las reparaciones, obras o demoliciones necesarias, de conformidad con la Ley.)

K

V. Cuando la construcción no se ajuste a las restricciones impuestas en la Constancia de Uso del Suelo, Alineamiento y Número Oficial.

VI. Cuando la construcción o explotación de un yacimiento se ejecute sin ajustarse al proyecto aprobado o fuera de las condiciones previstas por este Reglamento y por sus Normas Técnicas Complementarias.

VII. Cuando se obstaculice reiteradamente o se impida en alguna forma el cumplimiento de las funciones de inspección o supervisión reglamentaria del personal autorizado por el Departamento.

VIII. Cuando la obra o la explotación de un yacimiento se ejecute sin licencia.

IX. Cuando la licencia de construcción o de explotación de un yacimiento sea revocada o haya terminado su vigencia.

X. Cuando la obra o la explotación de un yacimiento se ejecute sin la vigilancia del Director Responsable de Obra o los Corresponsables, en su caso, en los términos de este Reglamento

XI. Cuando se usen explosivos sin los permisos correspondientes.

M

Art. 341. Se sancionará al Director Responsable de Obra, al Corresponsable, al propietario o poseedor, al Titular, al Perito Responsable o a las personas que resulten responsables:

Art.	Inciso ~~Fracc.~~	Monto de la multa	C a u s a
341	I	100,000 a 1'000,000	a) Cuando en cualquier obra, instalación o explotación de yacimientos no muestre, a solicitud del inspector, copia de los planos registrados y la licencia correspondiente.
			b) Cuando se invada con materiales, ocupen o usen la vía pública, o cuando hagan cortes en banquetas, arroyos y guarniciones, sin haber obtenido previamente el permiso correspondiente.
			c) Cuando obstaculicen las funciones de los inspectores señaladas en el Capítulo anterior.
			d) Cuando realicen excavaciones u otras obras que afecten la estabilidad del propio inmueble o de las construcciones y predios vecinos, o de la vía pública.
			e). Cuando violen las disposiciones relativas a la conservación de edificios y predios

Art.	Inciso	Monto de la multa	C a u s a
	II	500,000 a 1'000,000	a) Cuando en una obra o instalación no respeten las previsiones contra incendio previstas en este Reglamento.
			b) Cuando para obtener la expedición de licencias, o durante la ejecución y uso de la edificación o yacimiento, haya hecho uso, a sabiendas, de documentos falsos.
	III	Equivalente al 10% del valor del inmueble	a) Cuando una obra, excediendo las tolerancias previstas en este Reglamento, no coincidan con el proyecto arquitectónico o diseño estructural autorizado
			b) Cuando no se respeten las restricciones, afectaciones o usos autorizados
342	I	500,000 a 1'000,000	a) Cuando no se cumpla con los Arts. 43 y 314 de este Reglamento. (Art. 43 obligaciones del Director Resp. de Obra y 314 del perito responsable en la explotación de yacimientos)
			b) Cuando se violen las disposiciones establecidas en el Título Quinto (Proyecto Arquitectónico) y en las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento.
			c) Cuando no observen las disposi-

Art.	Inciso	Monto de la multa	C a u s a
			ciones de este Reglamento en lo que se refiere a los dispositivos de elevación de materiales y de personas durante la ejecución de la obra, y al uso de transportadores electromecánicos en la edificación.
	II	750,000 a 1'000,000	a) Cuando en la obra utilicen los procedimientos de construcción a que se refiere el Art. 258 de este Reglamento, sin autorización previa del Dpto. (Art. 258: Podrán utilizarse los nuevos procedimientos de construcción que el desarrollo de la técnica introduzca, previa autorización del Departamento.)
			b) Cuando no acaten las disposiciones relativas contenidas en el Título Quinto (Proyecto Arquitectónico) de este Reglamento en la edificación de que se trate, salvo en el caso de las infracciones que prevé y sanciona el Art. 341 de este Reglamento.
			c) Cuando en la construcción o demolición de obras, en la explotación de yacimientos o para llevar a cabo excavaciones, usen explosivos sin contar con la autorización previa correspondiente.
			d) Cuando en una obra o explotación de un yacimiento no tomen las medidas necesarias para proteger la vida y

Art.	Inciso	Monto de la multa	C a u s a
			salud de los trabajadores y de cualquier otra persona a la que pueda causarse daño.
343		10% del valor del inmueble	Se sancionará a los propietarios o poseedores, Titulares, Directores Responsables de Obra y Peritos Responsables, en su caso, :
	I		Cuando se estén realizando obras o instalaciones sin haber obtenido previamente la licencia respectiva de acuerdo con lo establecido en este Reglamento
	II		Cuando se hubieran violado los estados de suspensión o clausura de la obra o yacimiento
	III		Cuando se hubieran realizado obras o instalaciones sin contar con la licencia correspondiente, y las mismas no estuvieran regularizadas.
344		Hasta 1'000,000	Las violaciones a este Reglamento no previstas en los Arts. que anteceden
345		El doble de la sanción	Al infractor reincidente
346		Arresto administrativo hasta por 36 hrs	A quien se oponga o impida el cumplimiento de órdenes expedidas por el Departamento.

Art. 347.— El Departamento podrá revocar toda autorización, licencia o constancia cuando:

I.- Se haya emitido con base en informes o documentos falsos o erróneos o emitidos con dolo o error.

II.- Se hayan expedido en contravención al texto expreso de alguna disposición de este Reglamento.

III.- Se haya expedido por autoridad incompetente

La revocación será pronunciada por la autoridad de la que haya emanado el acto o resolución de que se trate o, en su caso, por el superior jerárquico de dicha autoridad.

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

FABRICACION, TRANSPORTE DE CONCRETO

ING. ENRIQUE TAKAHASHI

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

DIFERENTES TIPOS DE CEMENTO

. Tipo I	_Común o Normal	- Para condiciones normales no agresivas
. Tipo II	- Portland Modificado	_ Menor calor de hidratación, mayor resistencia a aguas y suelos sulfatados. Adecuado para obras hidráulicas y estructuras de tamaño considerable como grandes muelles, contrafuertes de gran espesor y grandes muros de contención en los cuales es necesario reducir la elevación de la temperatura.
Tipo III	. Resistencia Rápida.	_ Desarrolla mayor resistencia a primeras edades, y así, su resistencia a 7 días es comparable con la del tipo I a 28 días. _ No es apto para concreto en masa.
Tipo IV	- Cemento Portland de Bajo Calor.	Genera al hidratarse menos calor que los otros cementos y a menor velocidad: reduce el agrietamiento que resulta de las grandes elevaciones de temperatura. Para usarse en grandes masas de concreto como en presas de gravedad

Tipo V - Cemento Portland de Alta Resistencia a los sulfatos - En especial para usarse en construcciones expuestas a la acción severa de los sulfatos, como pueden ser revestimiento de canales, alcantarillas, túneles, sifones, etc.

- Cemento Portland Blanco - Para usos decorativos
- Cemento Portland Puzolánico - Consiste de una mezcla íntima y uniforme de cemento portland y puzolana, la cual se obtiene a través de la molienda simultanea de clinker, puzolana y yeso. - Se emplea principalmente en concretos para obras hidráulicas y marítimas.

- - Cemento Portland-Escoria de Alto Horno. - Es el producto que se obtiene de la molienda simultánea de clinker, escoria granulada de alto horno y yeso. Se emplea en construcciones de tipo masivo. Es resistente a la acción de los sulfatos y no es bueno en climas fríos por su bajo calor de hidratación.

PROPORCIONAMIENTO DE MORTEROS
(Desperdicio incluido)

	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
Cemento-Arena									
Cemento (Tons)	0.560	0.433	0.399	0.277	0.237	0.202	0.167		
Arena (m^3)	0.943	1.068	1.139	1.181	1.203	1.212	1.302		
Agua (m^3)	0.264	0.264	0.252	0.245	0.257	0.235	0.221		
Plasto-Cemento-Arena									
Plasto Cemento (Tons)		0.330	0.265	0.220	0.190				
Arena (m^3)		1.079	1.154	1.203	1.237				
Agua (m^3)		0.269	0.256	0.247	0.241				
Calhidra-Arena									
Calhidra (Tons)	0.334	0.253	0.203	0.170	0.143	0.129	0.109	0.100	
Arena (m^3)	0.250	1.086	1.162	1.215	1.268	1.292	1.304	1.270	
Agua (m^3)	0.322	0.285	0.255	0.253	0.249	0.243	0.233	0.235	
Cemento-Calhidra-Arena		1:1:5	1:1:6	1:1:8	1:1½:6	1:2:9	1:1:4	1:1:10	1:1:12
Cemento (Ton)		0.204	0.237	0.165	0.169	0.120	0.300	0.160	0.150
Calhidra (Ton)		0.151	0.165	0.096	0.259	0.163	0.150	0.085	0.075
Arena (m^3)		1.080	0.067	1.095	1.059	1.125	1.000	1.065	1.185
Agua (m^3)		0.287	0.283	0.257	0.260	0.250	0.280	0.275	0.273
Pastas: Cemento Blanco-Polvo de mármol									
Cemento B. (Ton)		0.540	0.440	0.330					
Polvo mármol (Ton)		2.100	2.200	2.300					
Agua (m^3)		0.280	0.275	0.272					

Pasta de Yeso.— M^3

Yeso (Ton)	0.834
Agua (m^3)	1.170

M^3 Lechadas (Cemento Gris o Blanco)

Cemento (Ton)	1.330
Agua M^3	1.170

PROPORCIONAMIENTO DE CONCRETOS .— M^3

	AGREG. MAX. 20mm (3/4")					AGREG. MAX. 25mm (1")					AGREG. MAX. 40 mm (1½"				
F'c	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300
Agua	202	202	202	202	202	192	192	192	192	192	177	177	177	177	177
Cemento	262	306	348	388	449	249	291	331	369	427	230	268	305	340	393
Arena	605	580	555	535	505	580	560	540	520	490	560	540	520	505	475
Grava	630	630	630	630	630	680	680	680	680	680	740	740	740	740	740

Unidades

F'c	Kg/cm^2
Agua	Lts
Cemento	Kgs
Arena	Lts
Grava	Kgs

PROPORCIONAMIENTOS DE CONCRETO PARA UN BULTO DE CEMENTO

(Revenimiento 10 cm. Botes alcoholeros de 18 lts)

F'_c	Grava de 3/4"				Grava de 1 1/2"				
Kg/cm²	Cemento Saco	Arena botes	Grava botes	Agua botes	Cemento Saco	Arena botes	Grava botes	Agua botes	EMPLEO
100	1	5 1/2	6	2	1	6	8	2	Firmes para pisos
150	1	4 3/4	5 1/4	1 3/4	1	5 1/4	7 1/2	1 3/4	Trabes - Dalas
200	1	4	4 1/2	1 1/2	1	4 1/4	6	1 1/2	Losas - Zapatas
250	1	3 1/2	4	1 1/4	1	3 3/4	5 1/2	1 1/4	Columnas - Techos
300	1	2 3/4	3 1/2	1	1	3	4 3/4	1	Alta Resistencia

FABRICACION DE CONCRETO

INTRODUCCION

1.1 ALCANCE.

En este trabajo se bosquejan métodos y procedimientos para lograr buenos resultados en la medición y mezcla de ingredientes para el concreto. Se revisan también equipos y métodos desarrollados recientemente.

1.2 OBJETIVO.

Al hacer estas recomendaciones, se consideró:

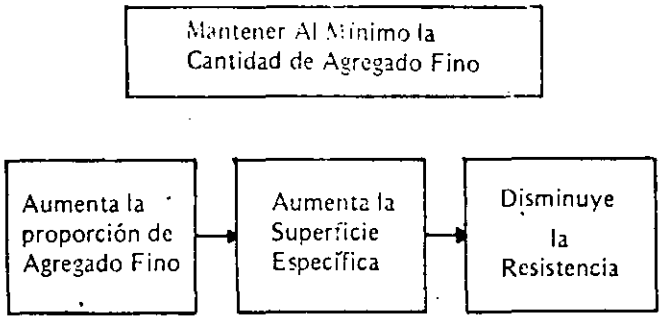
1. Que el adelanto en el mejoramiento de la construcción con concreto, dará un mejor resultado mediante la presentación de altos estándares de uso, en lugar de "prácticas comunes". En este aspecto, algunos consideran que los sistemas inferiores les bastan, pero estas recomendaciones se proponen tomando como base lo que "debería hacerse".
2. Es evidente que los sistemas empleados para producir y colocar concreto de alta calidad, pueden ser tan económicos como aquellos que nos dan un concreto de baja calidad.

1.3 OTRAS CONSIDERACIONES.

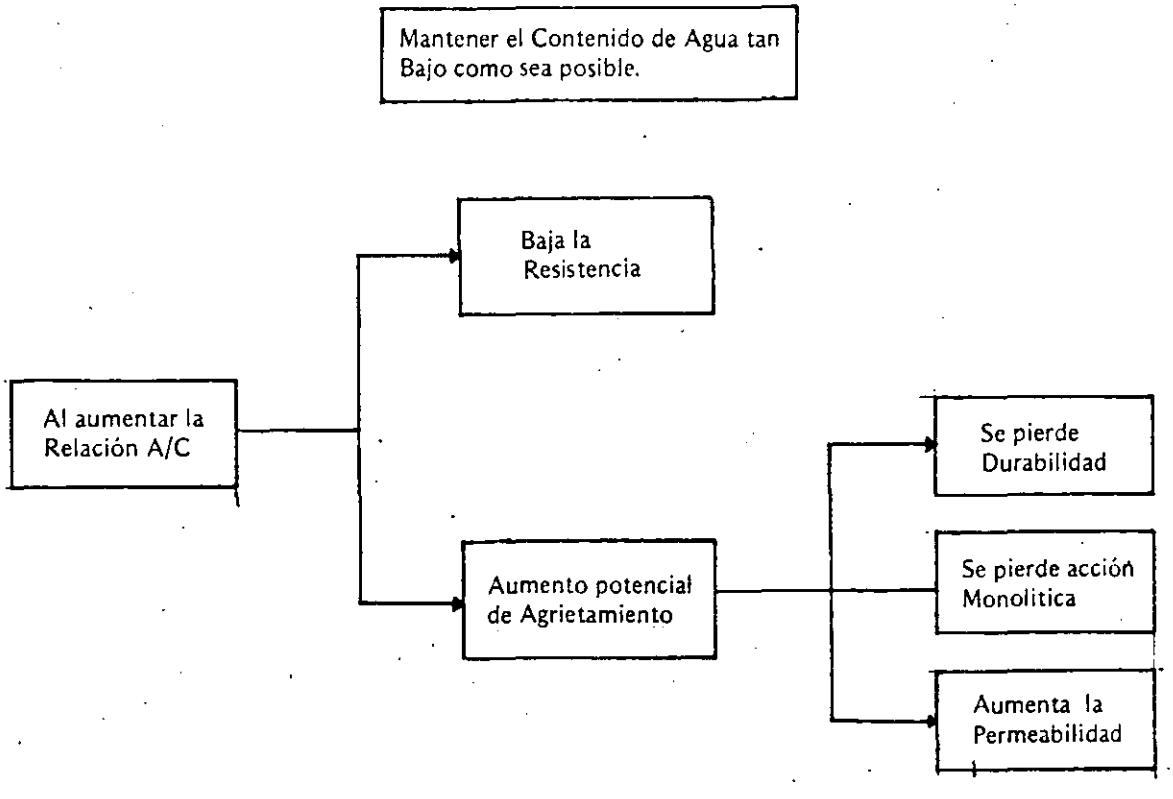
Todos aquellos que se ocupan en trabajos de concreto, deben tomar en cuenta la importancia de mantener el contenido unitario de agua tan bajo como lo permitan los requisitos de colocación. Aunque la relación agua-cemento se mantenga constante, un aumento del agua por unidad también aumenta potencialmente el agrietamiento por contracción durante el secado y con este agrietamiento el concreto pierde parte de su durabilidad y otras características deseable, por ejemplo: Su acción monolítica y baja permeabilidad. Cuando se aumenta arbitrariamente agua, se incrementa la relación agua-cemento y tanto la resistencia como la durabilidad se afectan adversamente. A medida que la cimbra se llena

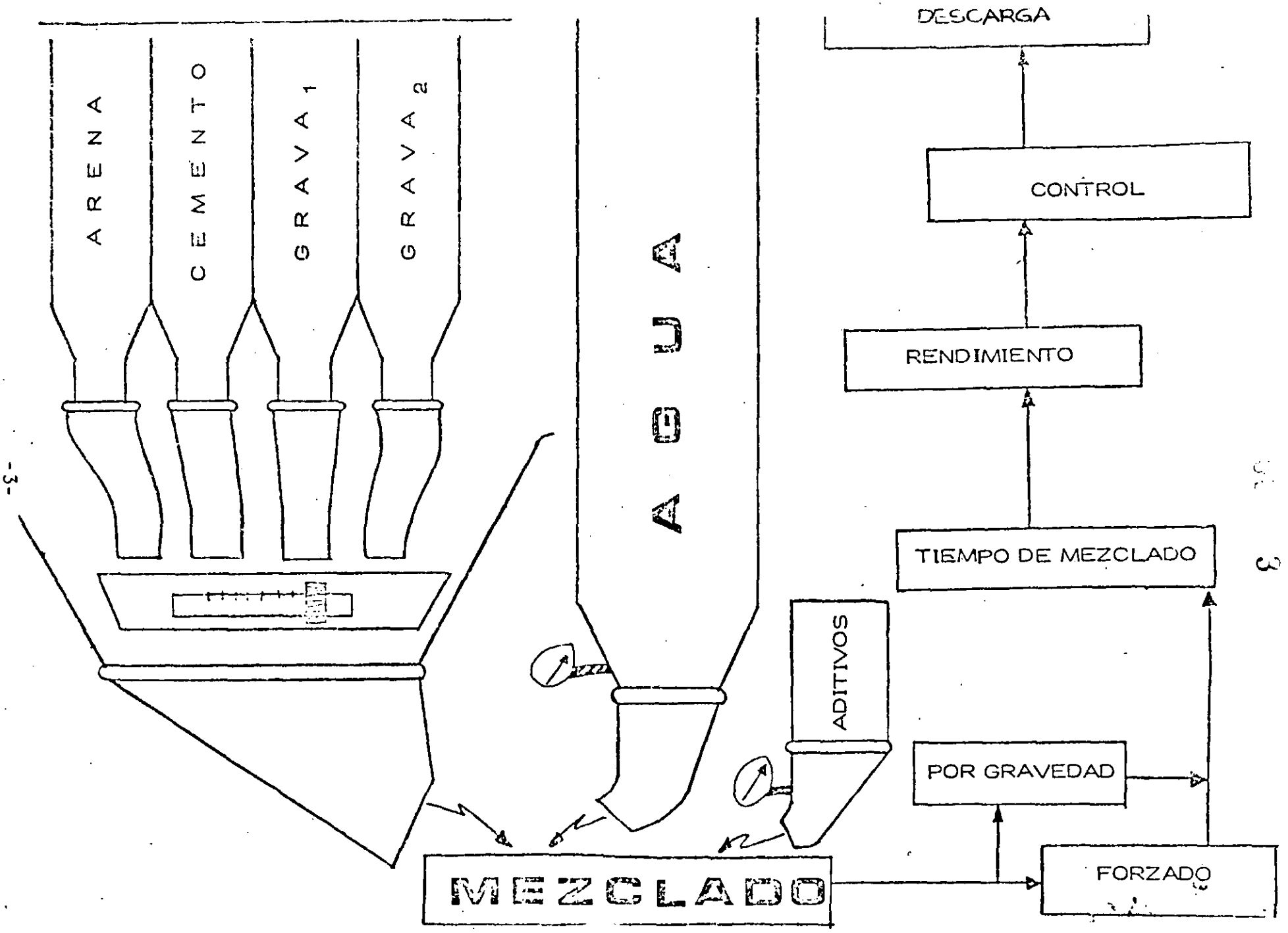
con la correcta combinación de sólidos y la menor cantidad posible de agua, mejor será el concreto resultante. Debe practicarse un uso moderado en la cantidad de agua–cemento y agregado fino, junto con el uso del agregado graduado al tamaño máximo permitido por las aberturas de la cimbra y el espacio entre el refuerzo. También debe emplearse la estricta cantidad de cemento que se requiera para obtener la resistencia adecuada y otras propiedades esenciales. Unicamente se empleará la cantidad de agua y agregado fino que se requiera para hacer fácil su manejo, y obtener así un buen vaciado y consolidación por medio de la vibración.

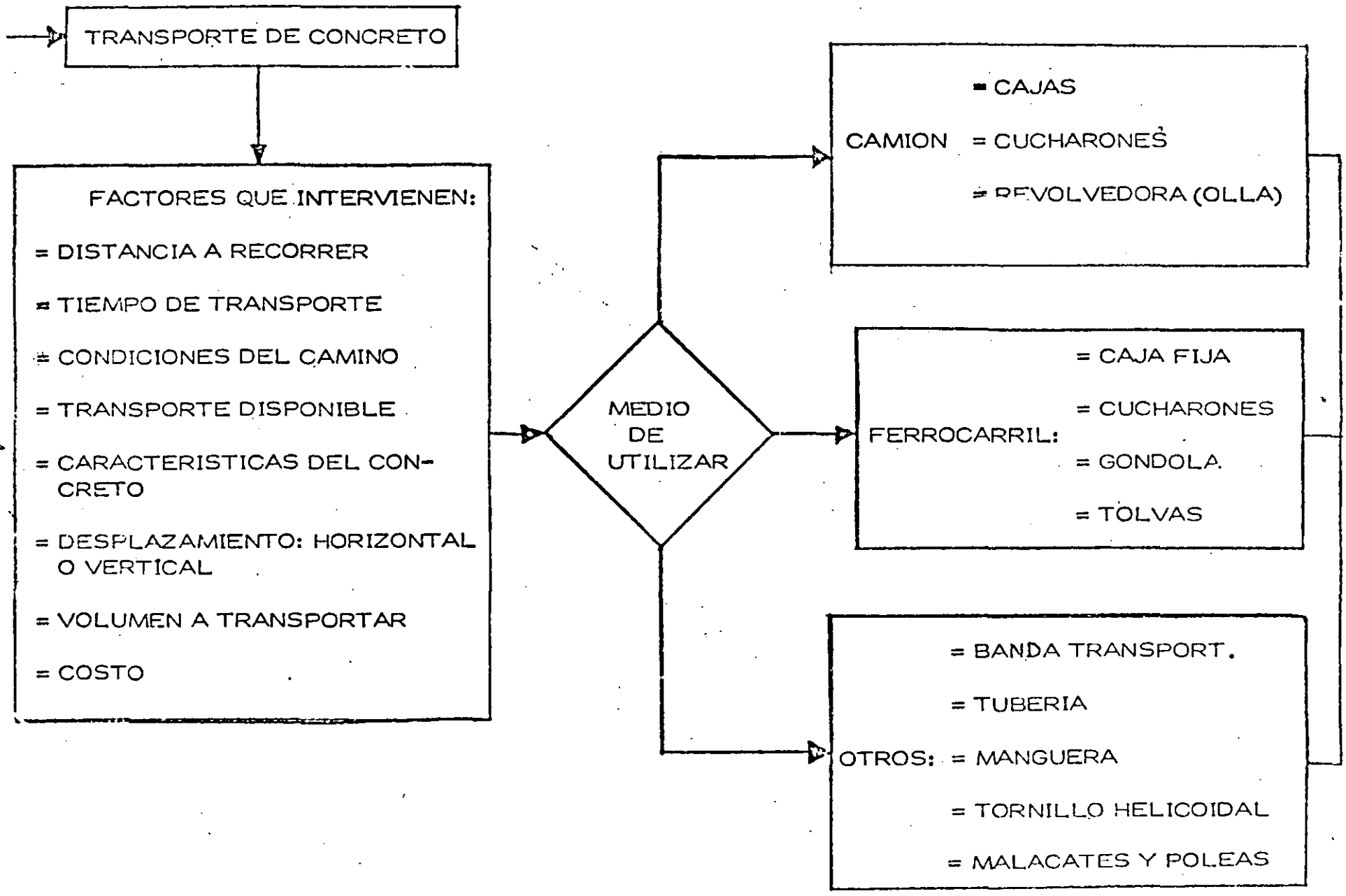
RECOMENDACION

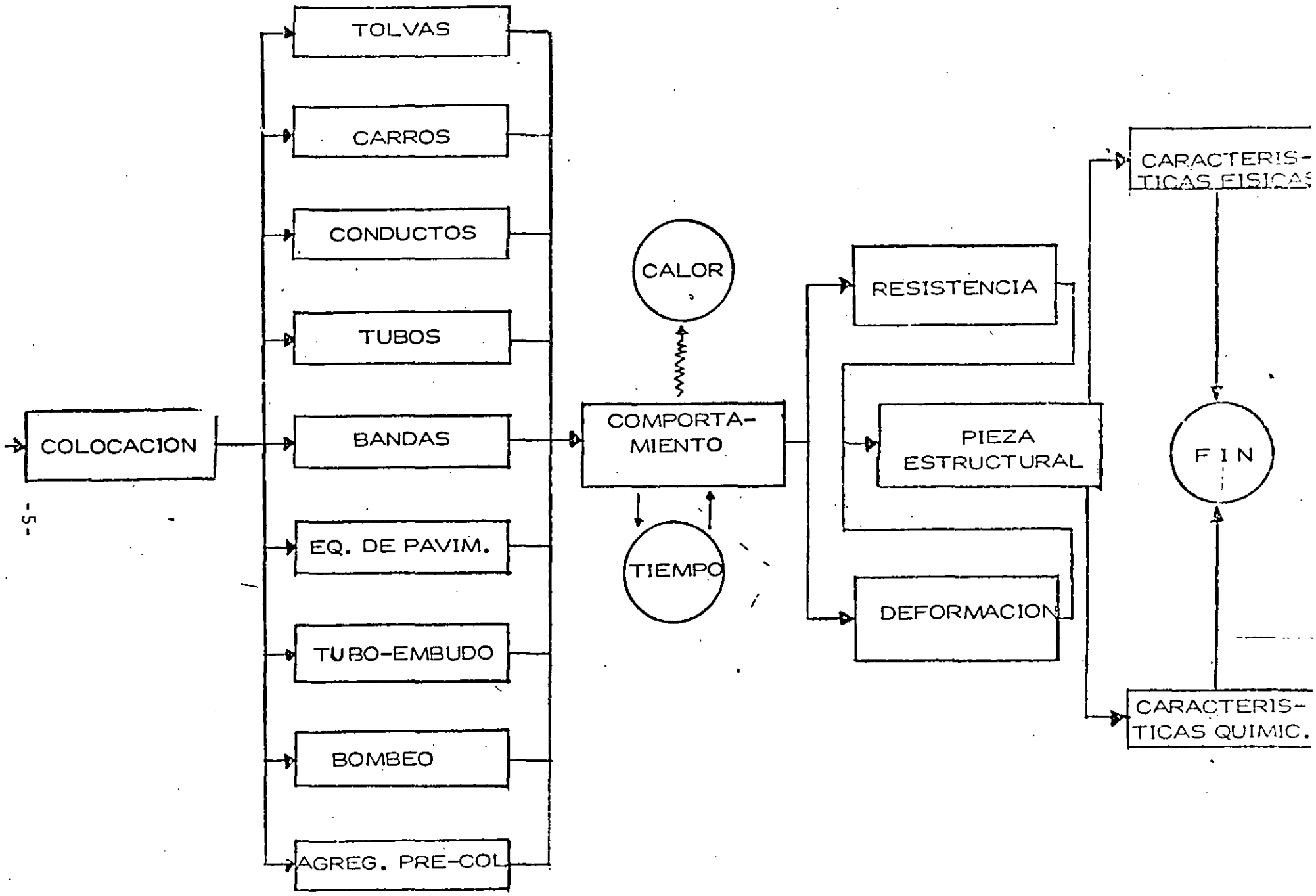


RECOMENDACION




ARENA
CEMENTO
GRAVA 1
GRAVA 2
AGUA
ADITIVOS
MEZCLADO
DESCARGA
CONTROL
RENDIMIENTO
TIEMPO DE MEZCLADO
POR GRAVEDAD
FORZADO


TRANSPORTE DE CONCRETO
FACTORES QUE INTERVIENEN:
= DISTANCIA A RECORRER
= TIEMPO DE TRANSPORTE
= CONDICIONES DEL CAMINO
= TRANSPORTE DISPONIBLE
= CARACTERISTICAS DEL CONCRETO
= DESPLAZAMIENTO: HORIZONTAL O VERTICAL
= VOLUMEN A TRANSPORTAR
= COSTO
MEDIO DE UTILIZAR
CAMION
= CAJAS
= CUCHARONES
= REVOLVEDORA (OLLA)
FERROCARRIL:
= CAJA FIJA
= CUCHARONES
= GONDOLA
= TOLVAS
OTROS:
= BANDA TRANSPORT.
= TUBERIA
= MANGUERA
= TORNILLO HELICOIDAL
= MALACATES Y POLEAS


COLOCACION
TOLVAS
CARROS
CONDUCTOS
TUBOS
BANDAS
EQ. DE PAVIM.
TUBO-EMBUDO
BOMBEO
AGREG. PRE-COL
CALOR
TIEMPO
COMPORTA-
MIENTO
RESISTENCIA
PIEZA
ESTRUCTURAL
DEFORMACION
CARACTERIS-
TICAS FISICAS
CARACTERIS-
TICAS QUIMIC.
F I N

CONTROL, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

2.1 AGREGADOS.

Los agregados fino y grueso, al descargarse en la tolva dosificadora por peso, deben ser de buena calidad, uniformes en granulometría y contenido de humedad. La producción de un concreto uniforme será difícil, si no se siguen las especificaciones relativas a la selección, preparación y manejo adecuado de los agregados.

2.1.1 Agregado grueso.

2.1.1.1 Tamaños.

La segregación en un agregado grueso se reduce prácticamente al mínimo, mediante la separación del material en fracciones de varios tamaños y de la dosificación de estas fracciones por separado. A medida que la variedad de tamaños de cada fracción disminuye y el número de separaciones por tamaño aumenta, la segregación disminuye aún más. El control eficaz de segregación y de materiales de inferior tamaño que lo normal se logra adecuadamente cuando la proporción de medidas máximas a mínimas en cada fracción se mantiene a no más de cuatro, para agregados menores de 25.4 mm. (1 pulgada) de diámetro, y de dos, para los tamaños mayores.

Ejemplos de algunas maneras de agrupar fracciones de agregados son las siguientes:

EJEMPLO 1.

4.76 hasta 20 mm (Núm. 4 hasta 3/4 de pulgada)
20 hasta 40 mm (3/4 hasta 1–1/2 pulgada)
40 hasta 75 mm (1–1/2 hasta 3 de pulgadas)
75 hasta 150 mm (3 hasta 6 pulgadas)

EJEMPLO 2.

4.76 hasta 125 mm (Núm. 4 hasta 1 pulgada)
25 hasta 50 mm (1 hasta 2 pulgadas)
50 hasta 100 mm (2 hasta 4 pulgadas)

2.1.1.2 Control de material de menor tamaño.

Para un control eficaz de granulometría, es esencial que las operaciones de manejo no aumenten significativamente la cantidad de los materiales de menor tamaño en los agregados, antes de su uso en concreto. La granulometría del agregado al entrar en la revolvedora debe ser uniforme y dentro de los límites especificados. Los análisis de mallas del agregado grueso deben practicarse frecuentemente, para asegurarnos que cumple con los requisitos de granulometría. Cuando se emplean dos o más tamaños de agregado, deben hacerse cambios en las proporciones de los tamaños las veces que sea necesario, para mejorar la graduación total del agregado combinado.

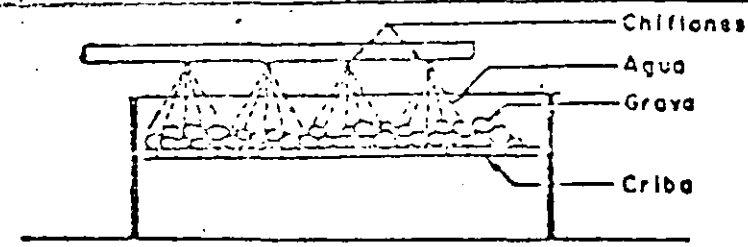
2.1.2 Agregado fino (arena).

El agregado fino debe controlarse para reducir al mínimo las variaciones en la graduación, manteniendo las fracciones más finas uniformes y teniendo cuidado de evitar la excesiva eliminación de los finos durante el proceso.

2.1.3 Almacenamiento.

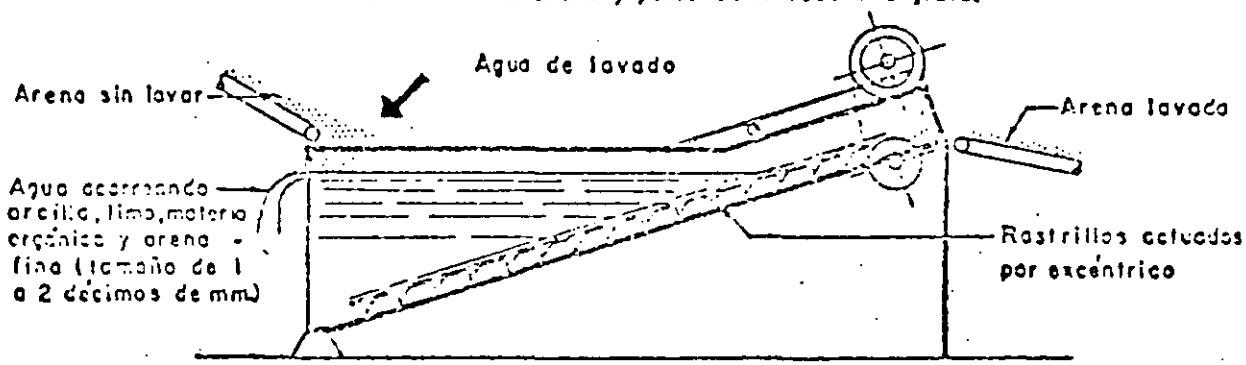
El almacenaje en montones de agregados debe mantenerse al mínimo, pués aún bajo condiciones ideales los finos tienden a acumularse. Sin embargo, cuando es necesario almacenar en montones, el uso de métodos incorrectos acentúa problemas con los finos y también causa segregación, rompimiento del agregado y una excesiva variación en la graduación. Los montones deben construirse en capas horizontales o suavemente inclinadas, no por volteo. Sobre los montones no deben operarse camiones, bulldozers, y otros vehículos, puesto que, además de quebrar el agregado, a menudo dejan tierra sobre los depósitos. Debe proveerse una base dura para evitar la contaminación del material en el fondo, y el traslape de los diferentes tamaños debe evitarse mediante muros apropiados o amplios espacios entre los montones. No debe permitirse que el viento separe los agregados finos secos, y los depósitos no deben contaminarse oscilando cucharones o cangilones sobre los varios tamaños de agregados almacenados en montones.

Los silos de agregados deben mantenerse tan llenos como sea práctico, para reducir al mínimo el res-

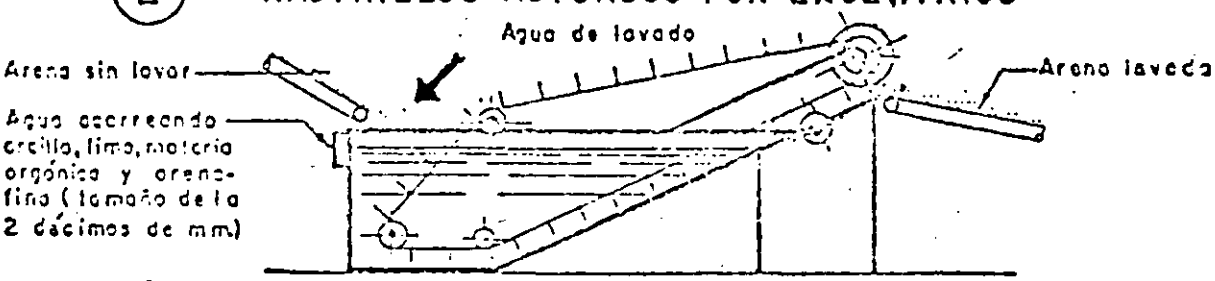


1 LAVADO DE GRAVA

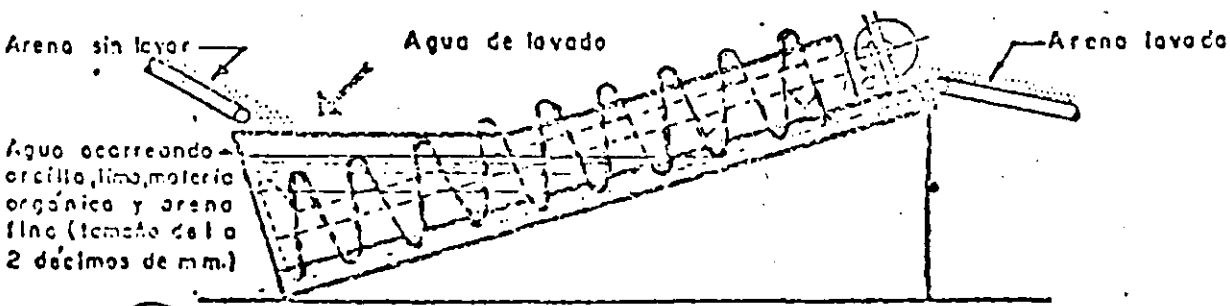
Se hará durante el cribado de la misma colicándole chorros de agua a alta velocidad (chiflones) los cuales removerán la arena y polvo adheridos a la grava.



2 RASTRILLOS ACTUADOS POR EXCENTRICO



3 RASTRILLOS EN ESLABON O EN BANDA



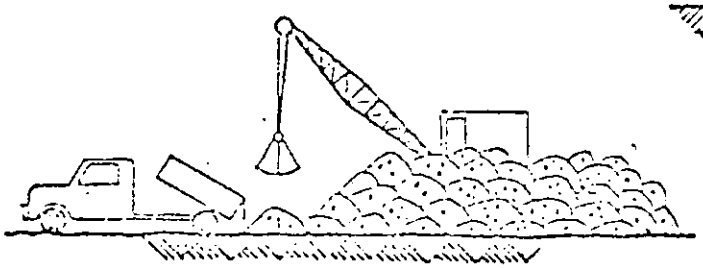
4 ELEVADOR DE GUSANO
LAVADO DE ARENA

Se hará con chiflones y dispositivos de agitación similares a los mostrados en las figuras 2, 3 y 4.

Se deberá recuperar la arena fina por medio de un ciclón porque es útil para ocupar los espacios comprendidos entre los granos de la arena gruesa y grava, además provee mayor plasticidad y trabajabilidad en las revolturas.

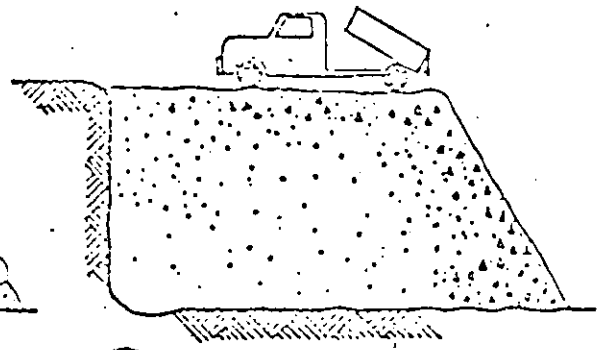
TITULO

LAVADO DE AGREGADOS



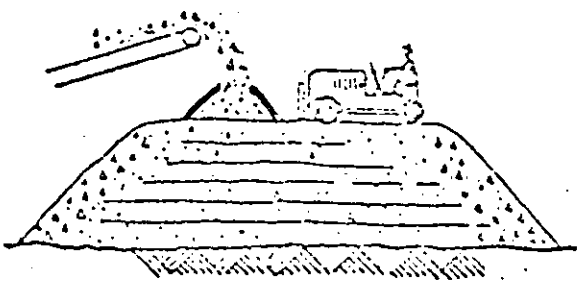
1 PREFERIBLE

El uso de grúas u otros medios para colocar material en pila, en unidades no mayores que una carga de camión la cual permanece donde se coloca sin rodar por la pendiente.



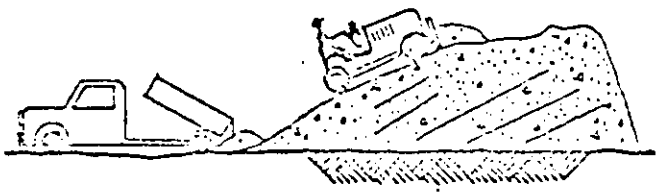
2 OBJETABLE

Emplear métodos que permiten al agregado rodar por las pendientes a medida que se agrega a la pila. Permitir al equipo de acarreo operar sobre el mismo nivel repetidamente.



3 ACEPTABILIDAD LIMITADA

Apilar radialmente en capas horizontales por medio de un bulldozer desde los materiales conforme caen de la banda transportadora. Un acceso de roca puede ser requerido en este arreglo.



4 GENERALMENTE OBJETABLE

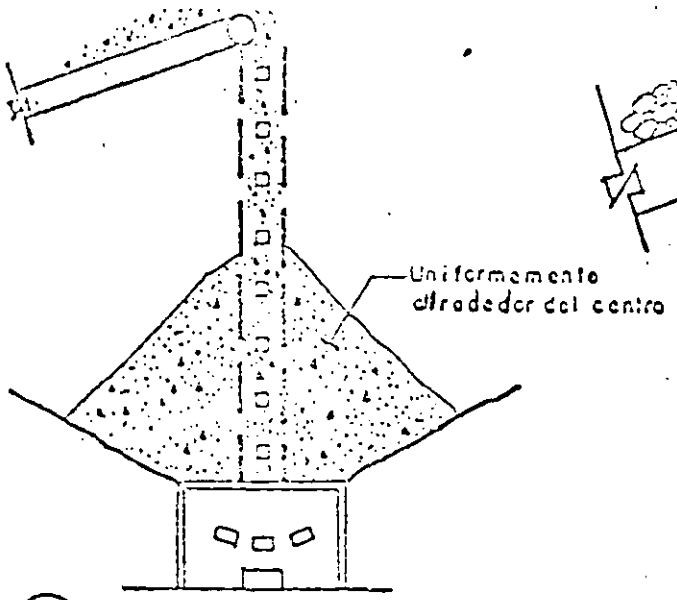
Acomodar el agregado por medio de un bulldozer en capas progresivas sobre pendientes no menores de 3 a 1. A menos que el material sea altamente resistente a la ruptura estos métodos son también objetables.

METODOS INCORRECTOS DE APILAR AGREGADOS CAUSANDO SEGREGACION Y RUPTURA

Nota:
Se permitirá el apilamiento de agregado grueso cuando en la planta dosificadora se cribe al mismo.

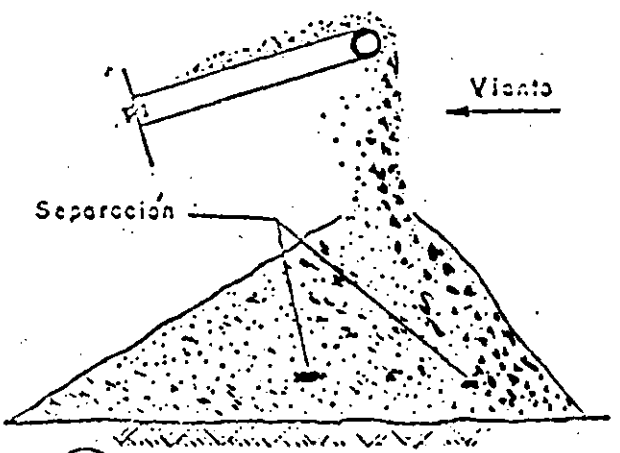
TITULO

MANEJO DE AGREGADOS
METODOS RECOMENDADOS



(1) CORRECTO

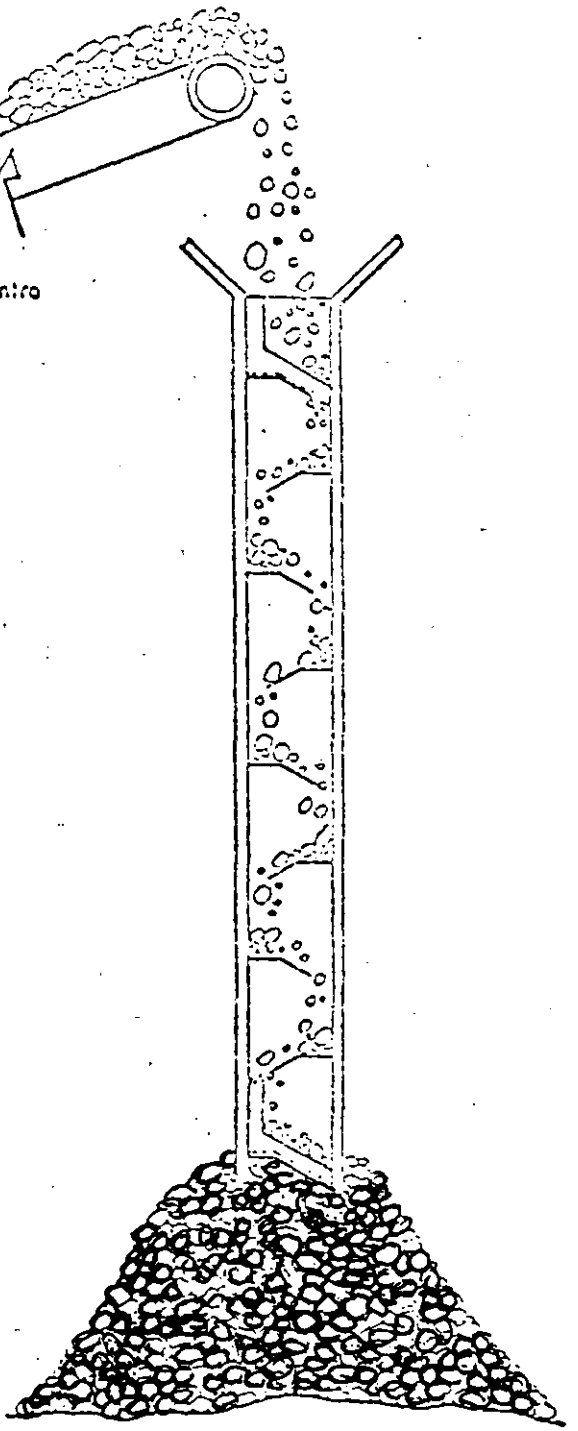
Verter el material proveniente de una banda transportadora en una chimenea que prevendrá la separación de materiales gruesos y finos por el viento.
Es conveniente proveer aberturas según se requiera para descargar material a diferentes alturas de la pila.



(2) INCORRECTO

Permitir la caída libre del material desde el extremo elevado de la banda transportadora ocasionando así la separación de materiales gruesos y finos por el viento

ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS FINOS O SIN TERMINAR (SECOS)



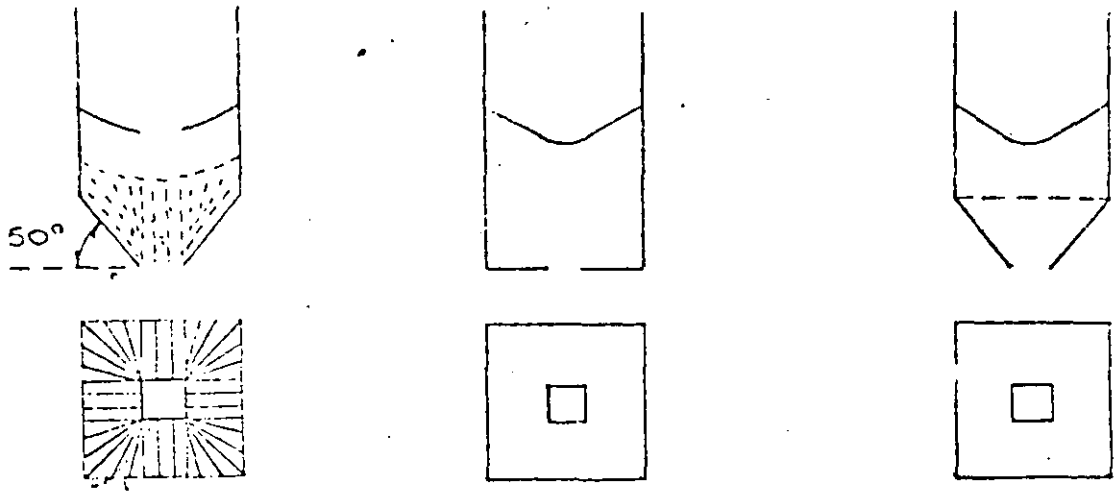
(3)

Cuando se apilen agregados de tamaño grande por medio de transportadores elevados es conveniente usar un escalonamiento como el mostrado para hacer mínima la ruptura del material.

ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS TERMINADOS

TITULO MANEJO DE AGREGADOS
METODOS RECOMENDADOS

a



CORRECTO

FONDO COMPLETO CON INCLINACION DE 50° EN RELACION CON LA HORIZONTAL EN TODOS LOS SENTIDOS HACIA LA SALIDA, CON LAS ESQUINAS DE LA TOLVA REDONDEADOS DE MODO QUE TODO EL MATERIAL SE DESLICE HACIA LA SALIDA

INCORRECTO

DEPOSITOS DE FONDO PLANO O CON CUALQUIER COMBINACION DEPENDIENTES QUE TENGAN ESQUINAS O AREAS OCASIONANDO QUE NO TODO EL MATERIAL EN LA TOLVA FLUYA FACILMENTE POR LA SALIDA

INCLINACION DEL FONDO DE LAS TOLVAS PARA AGREGADOS

b

CORRECTO

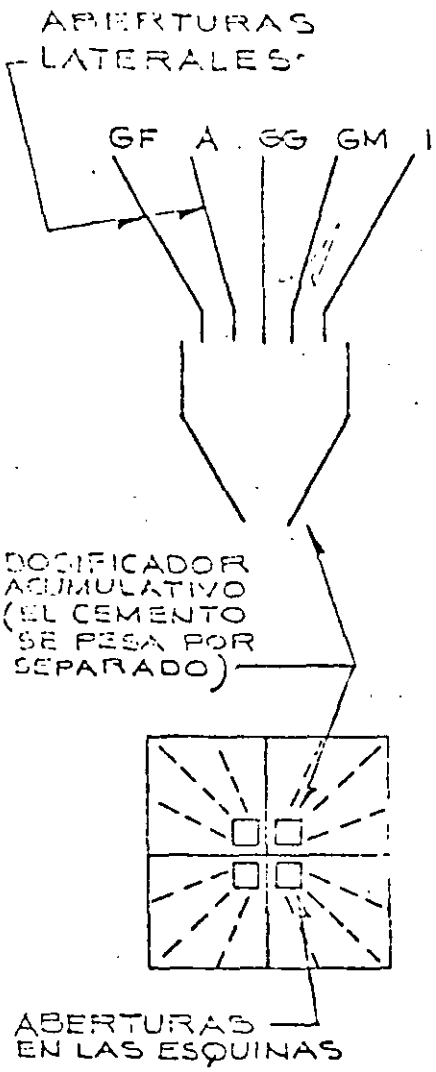
EL MATERIAL CAE VERTICALMENTE EN LA TOLVA. DIRECTAMENTE SOBRE LA ABERTURA DE DESCARGA, PERMITIENDO LA DESCARGA DEL MATERIAL MAS UNIFORME

INCORRECTO

CAIDA DEL MATERIAL DENTRO DE LA TOLVA EN ANGULO. EL MATERIAL QUE NO CAE DIRECTAMENTE SOBRE LA ABERTURA NO SIEMPRE RESULTA UNIFORME AL DESCARGARLO

LLENADO DE LAS TOLVAS DE AGREGADOS

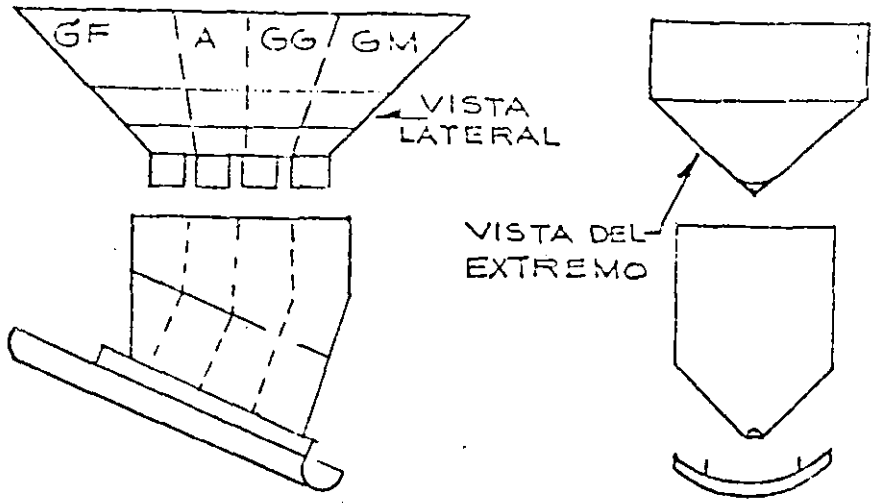
d



ACOMODOS POCO CONVENIENTES

CUALESQUIERA DE LAS DISPOSICIONES (QUE SE VEN ARRIBA) PARA DESCARGA DE TOLVAS CON FUERTES PENDIENTES PROVOCAN SEGREGACION Y DETERIORO EN LA UNIFORMIDAD.

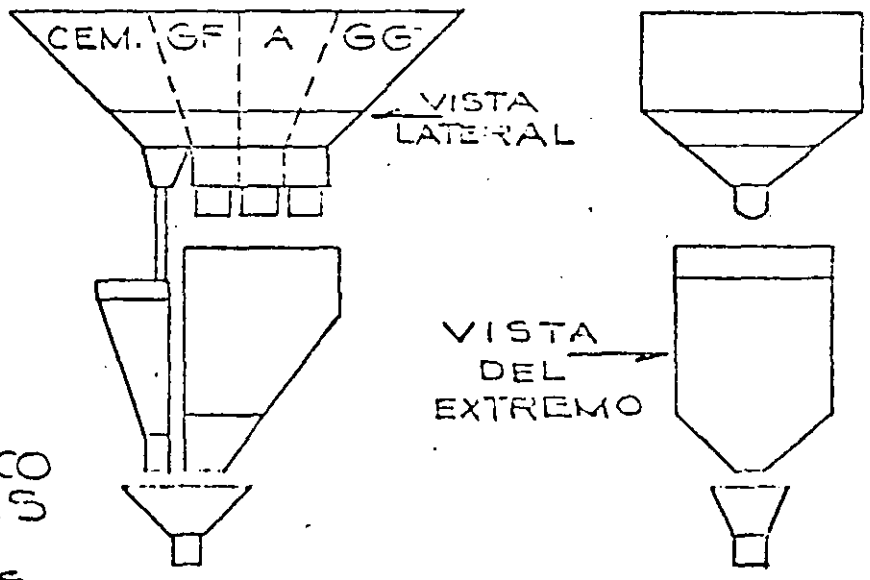
e



DISPOSICION PREFERIBLE

PESADA AUTOMATICA Y ACUMULADA DE AGREGADOS QUE SE LLEVAN A LA MEZCLADORA POR BANDA TRANSPORTADORA. EL CEMENTO PESADO SEPARADAMENTE SE DESCARGA EN FORMA CONTROLADA DE MANERA QUE EL CEMENTO FLUYA MIENTRAS LOS AGREGADOS SE DESCARGAN.

f



DISPOSICION ACEPTABLE

PESADA AUTOMATICA Y ACUMULADA DE AGREGADOS. EL CEMENTO PESADO SEPARADAMENTE SE DESCARGA EN FORMA CONTROLADA, DE MANERA QUE EL CEMENTO FLUYA MIENTRAS LOS AGREGADOS SE DESCARGAN.

quebrajamiento y los cambios de graduación al extraer los materiales. Los materiales deben depositarse verticalmente en los silo y directamente sobre el orificio de salida.

2.1.4 Control de Humedad.

Hay que hacer un esfuerzo para asegurar un contenido de humedad uniforme y estabilizar el agregado al dosificarlo. El uso de agregados que tienen cantidades variables de agua libre, es una de las causas más frecuentes de la pérdida de control de la consistencia del concreto (revenimiento). En algunos casos puede ser necesario mojar el agregado grueso en los montones de reserva o en las cintas de entrega, para compensar el alto grado de absorción, o suministrar enfriamiento. Posteriormente, los agregados deben pasarse sobre cribas secadoras apropiadas, para impedir que el exceso de agua libre vaya a los silos.

Debe darse tiempo suficiente para el drenaje del agua libre del agregado fino, antes de trasladarse a los silos de la planta de dosificación. El tiempo de almacenaje que se necesita depende sobre todo de la graduación y forma de las partículas del agregado. La experiencia ha demostrado que un contenido de humedad libre de hasta el 6% y de vez en cuando hasta del 8%, se mantendrá estable en el agregado fino. Sin embargo, algunas empresas que se dedican a la colocación de concreto a gran escala exigen que la variación de humedad en el agregado fino no sea mayor del 2% en 8 horas, o del 0.5% en 1 hora.

La insistencia en un contenido de humedad estable en el agregado; el uso de medidores de humedad para indicar variaciones en la humedad del agregado fino al dosificarlo; y el uso de compensadores de humedad para el rápido ajuste de peso de la dosificación, pueden reducir al mínimo la influencia de la variación de humedad en el agregado fino.

2.1.5 Muestras para pruebas.

Las muestras representativas de los varios tamaños del agregado que se dosifica deben tomarse lo más cerca posible del punto de su mezcla con el concreto. La dificultad en conseguir muestras representativas aumenta de acuerdo con el tamaño del agregado. Por lo tanto, los aparatos de muestreo que se utilizan requieren un cuidadoso diseño si han de obtenerse resultados de pruebas significativos.

2.2 Almacenamiento del Cemento.

Todo el cemento debe almacenarse en estructuras contra el mal tiempo, apropiadamente ventiladas, para impedir la absorción de humedad.

Las facilidades de almacenamiento para cemento a granel deben incluir compartimentos separados para cada tipo de cemento que se utiliza. El interior de un silo de cemento debe ser liso, con una inclinación horizontal mínima de 50 grados en el fondo para un silo circular, y desde 55 a 60 grados para un silo rectangular. Los silos que no sean construcción circular, deben ser provistos de cojines de deslizamiento, que no se atasquen, por los cuales se pueda introducir a intervalos, pequeñas cantidades de aire a baja presión de 3 hasta 5 pies (aproximadamente 0.2 — 0.4 Kgf/cm^2.), para soltar el cemento que se haya compactado dentro de los silos.

Los silos de almacenaje deben ser limpiados con frecuencia, preferentemente una vez por mes, para impedir la formación de costras de cemento.

El cemento envasado en sacos debe ser apilado sobre plataformas, para permitir la apropiada circulación de aire. Para un período de almacenamiento de menos de 60 días, se recomienda evitar que se superpongan más de 14 sacos de cemento, y para períodos mayores no deben superponerse más de 7 sacos. Como precaución adicional, se recomienda que se utilice primero (hasta donde sea posible) el cemento más viejo.

2.3 Almacenamiento de materiales puzolánicos.

Las puzolanas y otros materiales cementantes deben manejarse, trasladarse y almacenarse de la misma manera que el cemento.

2.4 Aditivos.

Los aditivos fabricados en forma líquida deben almacenarse en tambores o tanques herméticos, protegidos de la congelación. La agitación de estos materiales durante su uso debe hacerse de acuerdo con las indicaciones dadas por el fabricante.

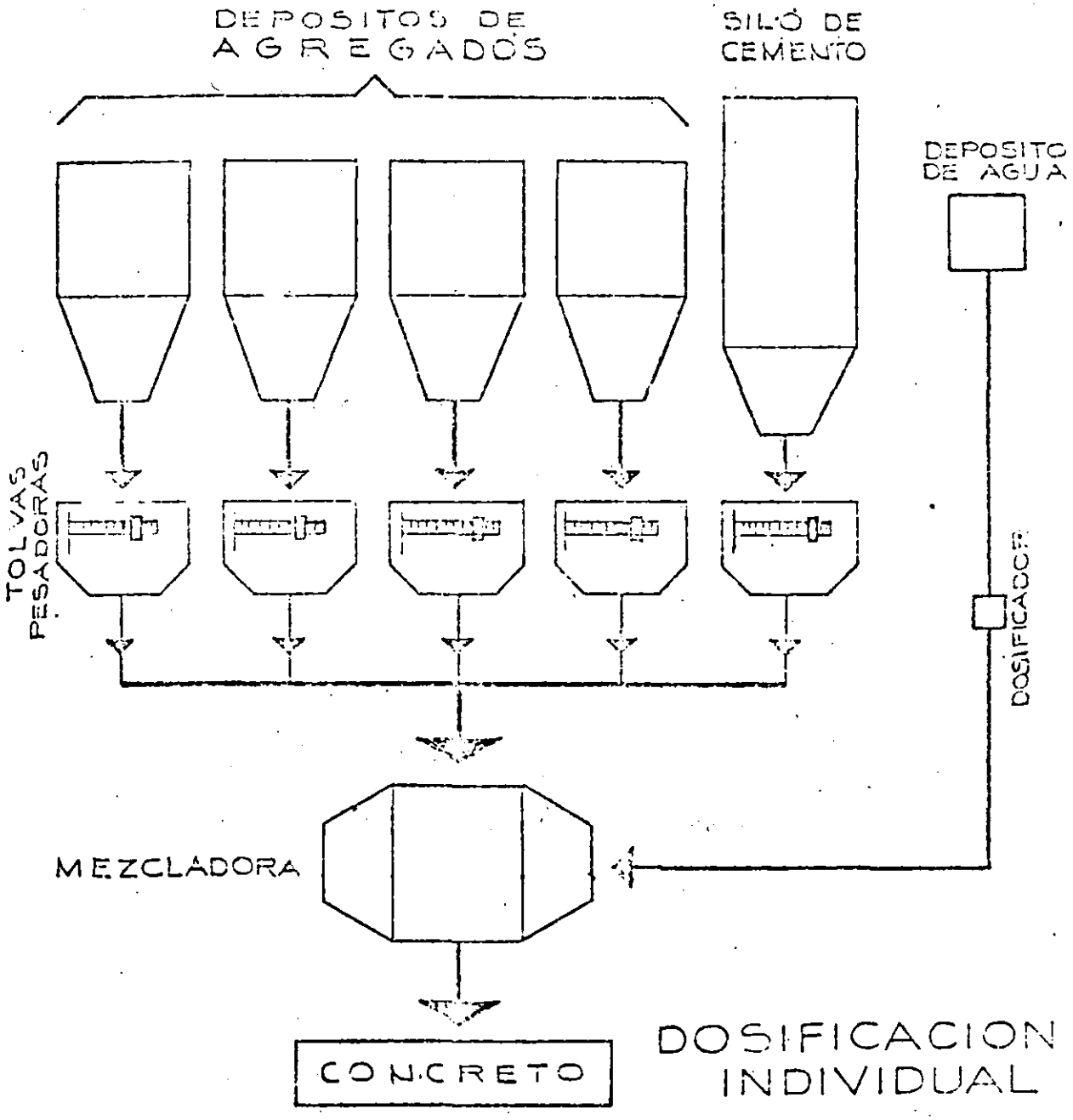
Con frecuencia es también conveniente licuar aditivos fabricados en forma de polvo para disolverse. Cuando esto se hace, los tambores o tanques de almacenaje, desde los cuales se suministrarán los aditivos, deben estar provistos de equipo de agitación o mezcla, para mantener los sólidos en suspensión.

MEDICION

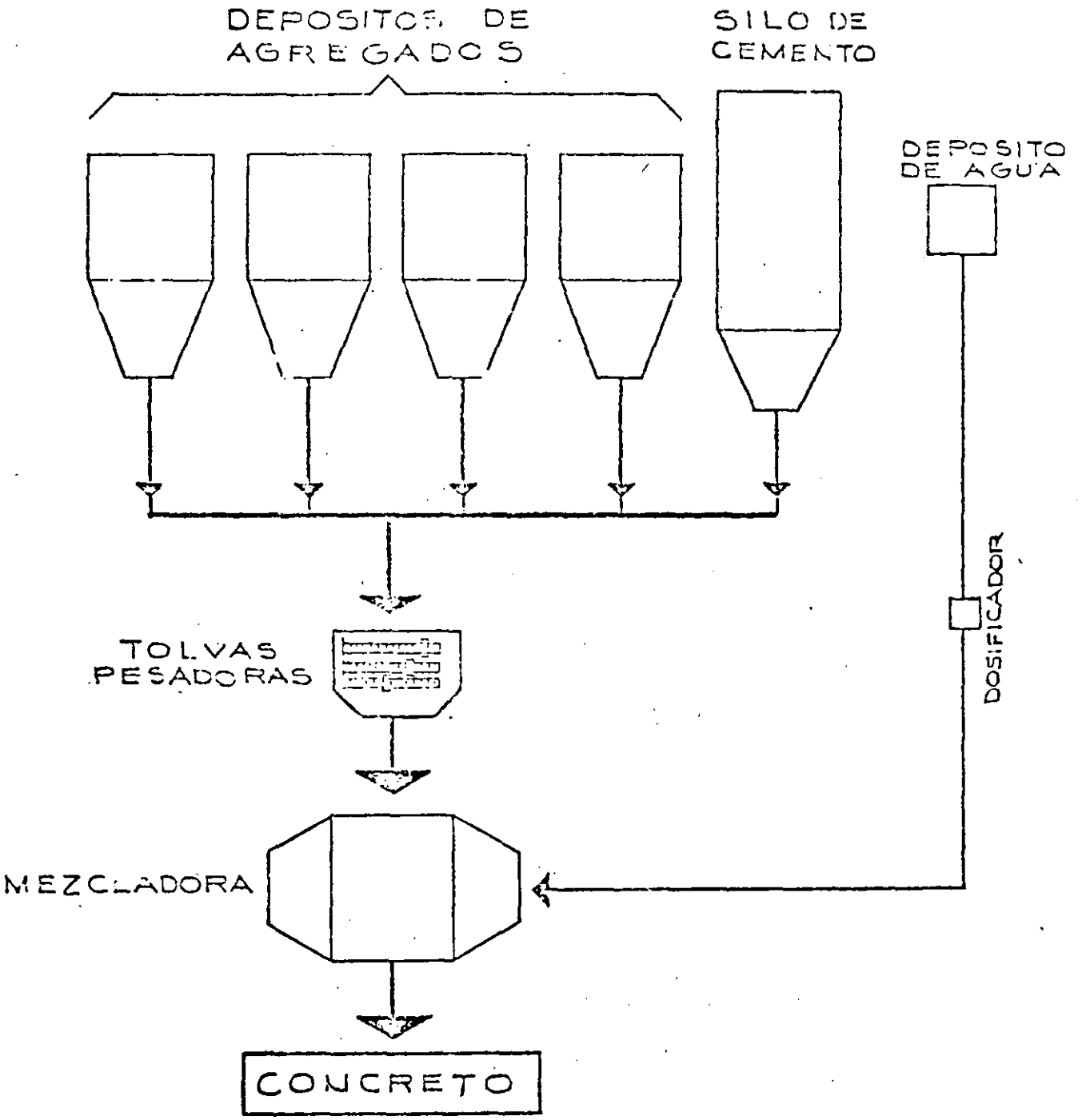
3.1 Requisitos generales.

3.1.1 Objetivos.

Durante las operaciones de medición, los agregados deben manejarse de tal manera que mantengan la graduación deseada, pesándose todos los materiales a la tolerancia requerida para mantener homogéneas las reproducciones de la mezcla de concreto escogida. Además del peso exacto, otro objetivo importante para el éxito del mezclado es la apropiada secuencia y combinación de los ingredientes durante la carga de las revolvedoras. El objetivo final es obtener uniformidad, y homogeneidad en el concreto producido, como lo indican propiedades físicas tales como: peso unitario, revenimiento contenido de aire y resistencia.



DOSIFICACION INDIVIDUAL



DOSIFICACION ACUMULADA

3.1.2 Tolerancias.

La mayoría de las organizaciones de ingeniería, tanto públicas como privadas, emiten especificaciones que contienen requisitos detallados para el equipo de dosificación manual, semiautomático y automático de concreto.

El equipo de dosificación, de los que hay actualmente en el mercado, operará dentro de las tolerancias de peso de carga usualmente especificadas, mientras el equipo se mantenga mecánicamente en buen estado.

TOLERANCIAS TIPICAS DE MEZCLADO

Ingredientes	Dosificación Individual	Dosificación Acumulada
Cemento y otros materiales cementantes	1 por ciento de la capacidad de la báscula y 0.3 por ciento el que mayor sea	
Agua (por volúmen o peso), en por ciento (%)	± 1	No recomendado
Agregados por ciento (%)	± 2	± 1
Aditivos (por volúmen o peso) por ciento (%)	± 3	No recomendado

3.2 **Silos de almacenamiento y tolvas pesadoras.**

Los silos de la planta dosificadora tendrá el tamaño adecuado para alimentar eficazmente la capacidad productora de la planta. Los compartimientos de los silos deben separar adecuadamente los diversos materiales de concreto, y la forma y disposición de los silos para agregado se harán de tal manera que prevengan la segregación y rotura del agregado. Las tolvas pesadoras deben estar compuestas de cajones de conchas de almeja o tipo socavación radial de fácil operación. Las compuertas empleadas para cargar dosificadores semi o totalmente automáticos deberán estar equipados con motor y con un apropiado control de "goteo" para lograr la exactitud deseada de peso. Se dispondrán las tolvas pesadoras con el debido acceso para obtener muestras representativas, o para lograr la apropiada secuencia y combinación de agregados durante la carga de la mezcladora.

3.3 **Tipo de planta.**

Los factores que afectan la selección del sistema apropiado de dosificación son: 1) tamaño de la obra; 2) volumen/hora requerida; y 3) normas de rendimiento que se requieren en la dosificación.

La capacidad productiva de una planta se determina por una combinación de detalles tales como: sis-

temas de manejo de materiales, tamaño del silo, tamaño de la dosificación y tamaño y número de la mezcladora de la planta.
El equipo disponible se clasifica en tres categorías generales, manual, semi-automático y totalmente automático.

3.3.1 Dosificación manual.
Como su nombre lo indica, todas las operaciones de pesado y dosificación de los ingredientes del concreto se llevan a cabo manualmente. Las plantas manuales son aceptables para trabajos pequeños que no requieren grandes volúmenes de dosificación, generalmente para trabajos hasta de 4,000 m^3,, a razón de 15 m^3./hr., pero al incrementarse el tamaño de la obra, la automatización de las operaciones de dosificación se justifica. Los esfuerzos para aumentar la capacidad de plantas manuales mediante dosificación rápida, conducen invariablemente a excesivas inexactitudes en el peso.

3.3.2 Dosificación semiautomática.
En este sistema, las compuertas de los silos del agregado, para carga las tolvas medidoras, se operan manualmente mediante botones o interruptores de presión. Las compuertas se cierran automáticamente cuando el peso estipulado del material ha sido entregado. Con un mantenimiento satisfactorio de la planta, la exactitud de la dosificación se mantendrá dentro de las tolerancias. El sistema tiene interruptores que impiden que la carga y descarga de la dosificadora ocurra simultáneamente. En otras palabras, cuando la revolvedora está siendo cargada no puede ser descargada, y cuando se está descargando, no puede cargarse.

3.3.3 Dosificación automática.
En este sistema la dosificación automática de todos los materiales se maneja eléctricamente por medio de un solo control de mando. Sin embargo, hay interruptores que cortan el ciclo de la dosificación cuando el indicador de la báscula no ha regresado a $\pm$ 0.3% del cero, o cuando se excedieran las tolerancias de peso predeterminadas.

3.3.3.1 Dosificación automática acumulada.
Se requieren controles de interruptores en secuencia para este tipo de dosificación. El pesaje no empezará, y se interrumpirá automáticamente cuando las tolerancias predeterminadas dentro de cualquier secuencia de pesaje excedan los valores especificados.

3.3.3.1 El ciclo de carga.
El ciclo de carga no empezará mientras la compuerta de descarga de la tolva medidora esté abierta, y el ciclo de descarga de la tolva medidora no empezará mientras las compuertas de carga de tolva medidora estén abiertas, o cuando cualesquiera de los pesos indicados para los materiales no estén dentro de las tolerancias aplicables. Los pesos prefijados deseados para las revolturas, se hacen mediante dispositivos tales como tarjetas perforadas, o interruptores digitales.

3.3.3.2 Dosificación individual automática.
Este sistema provee básculas y tolvas medidoras separadas para cada tamaño de agregado y para cada uno de los otros materiales que entran en la revoltura.
El ciclo de pesaje se inicia mediante un interruptor sencillo, y las tolvas medidoras individuales se cargan simultáneamente.

3.4 Materiales cementantes.

3.4.1 Dosificación de materiales cementantes.
Para una alta producción que requiera una dosificación rápida y exacta, se recomienda que los cementos y puzolanas a granel se pesen con equipo automático y no semi-automático o manual. Todas las tolvas medidoras deben estar provistas de un acceso para su inspección y estar equipadas para permitir que se tomen muestras en cualquier momento. Las tolvas medidoras deben ser equipadas con dispositivos para ventilación y vibradores para ayudar a lograr una suave y completa descarga de la mezcla.

3.4.2 Descarga de materiales cementantes.
Deben tomarse precauciones eficaces para impedir pérdidas de materiales cementantes al cargar la mezcladora. No debe permitirse la caída libre del cemento de las tolvas medidoras. En plantas múltiples,

las pérdidas deben minimizarse descargando el cemento a través de una manguera estrecha.
Para mezcladoras de planta, debe emplearse un tubo de tamaño adecuado para descargar los materiales cementantes en un punto cerca del centro de la mezcladora, después de que el agua y los agregados hayan empezado a entrar en ella.

3.5 Medición del agua.

3.5.1 Equipo de dosificación.

En las obras grandes y en plantas centrales de dosificación y mezclado, donde se requiere una producción alta, sólo puede conseguirse una medición de agua exacta mediante las tolvas pesadoras automáticas o medidores.
El equipo para la dosificación de agua en camiones mezcladores debe inyectar el agua bajo presión dentro del tambor, donde se distribuirá bien en la revoltura.

3.5.2 Determinación y compensación de la humedad del agregado.

Además de la exacta dosificación del agua que se agrega, la medición del total exacto del agua de la mezcla, depende de saber con exactitud la cantidad y variación de humedad en el agregado (particularmente en la arena), al dosificarlo. Los medidores de humedad en la arena se emplean frecuentemente en las plantas, y cuando están debidamente calibradas y tienen mantenimiento adecuado, indican satisfactoriamente la magnitud general y los cambios de humedad en la arena.

3.5.3 Agua de mezclado total.

Mantener uniformidad en la medición del agua para el mezclado total, implica, además del peso exacto del agua añadida, un control de las fuentes de agua adicionales, como son el agua para el lavado de la revolvedora, y el agua libre en los agregados. Una de las tolerancias especificadas (ASTM C 94), para exactitud en la medición del agua de mezclado total de todas las fuentes, es de ±3%. Otra recomendada por el comité, es que la variación en la relación agua/cemento no exceda de ±0.02.

3.6 Medición de los aditivos.

El empleo de aditivos en el concreto, particularmente agentes inclusores de aire, es una práctica universalmente aceptada. La tolerancia de dosificación y la interrelación de carga y descarga descritos anteriormente para otros ingredientes de la mezcla deben ser provistos para los aditivos. La dosificación y el equipo de distribución que se usa deben ser fácilmente calibrables.

3.7 Otras consideraciones.

Además de la exacta medición de los materiales, también deben emplearse procedimientos correctos de operación si se quiere mantener la uniformidad del concreto. Ha de tenerse cuidado de asegurarse que los materiales que se han pesado estén puestos en la secuencia apropiada, y combinados de manera que se carguen como revolturas uniformes dentro de la mezcla.
Algunas de las deficiencias comunes que han de evitarse son:

1. Traslape de revolturas al cargar y descargar.
2. Pérdida de materiales al transferir revolturas a mezcladoras portátiles.

MEZCLADO

4.1 Requisitos generales.

Es esencial un mezclado completo para la producción de un concreto uniforme. Por lo tanto, el equipo y los métodos empleados deben ser capaces de mezclar eficazmente los materiales de concreto.

4.2 Diseño y mantenimiento de las mezcladoras.

Los tipos más comunes de mezcladora son las de tambor, de tiro vertical y el de aspas en espiral. Una mezcladora de tambor, de diseño satisfactorio, tiene un arreglo de aspas en espiral y una forma de tambor para asegurar de extremo a extremo, el intercambio de materiales paralelo al eje de rotación, y un movimiento envolvente que voltea y esparce la revoltura sobre sí misma al mezclarse. En la mezclado-

ra de tiro vertical, las aspas giran sobre ejes verticales que operan en un recipiente fijo o giratorio que da vueltas en sentido opuesto. Con esta mezcladora, la revoltura puede observarse fácilmente. La mezcladora de paleta en espiral consta de un eje horizontal movido por fuerza motríz con paletas en espirales que operan dentro de un tambor horizontal.
Las mezcladoras fijas deben estar equipadas con dispositivos para regular el tiempo a fin de evitar insuficiencia o exceso en el mezclado de la revoltura.

4.3 Carga de la mezcladora.

Es preferible que el cemento se cargue junto con otros materiales, pero debe entrar en la descarga después de que aproximadamente el 10% del agregado haya entrado en la mezcladora.
El agua debe entrar primero en la mezcladora, y continuar fluyendo mientras los demás ingredientes se van cargando. Las tuberías para cargar el agua deben ser de diseño apropiado y de tamaño suficiente de manera que el agua entre bien en la mezcladora y termine de introducirse dentro de un 25% inicialmente del tiempo de mezclado.

4.4 Tiempo de mezclado para mezcladora fija.

El tiempo del mezclado debe basarse en la capacidad de la mezcladora para producir un concreto uniforme en cada revoltura y mantener la misma calidad en las revolturas siguientes. Las recomendaciones del fabricante y las especificaciones usuales, tal como 1 minuto por yarda cúbica más 1/4 de minuto por cada yarda cúbica adicional de capacidad, pueden utilizarse como guías satisfactorias para establecer el tiempo incial de mezclado. Sin embargo, los tiempos de mezclado que se determine emplear deben basarse en los resultados de las pruebas de efectividad de la mezcladora que se practiquen a intervalos regulares mientras que dura la obra. El tiempo de mezclado debe medirse a partir del momenmento en que todos los ingredientes estén dentro de la mezcladora.

MANEJO Y TRANSPORTE

1 CONSIDERACIONES GENERALES

Después de realizar los preparativos para un colado o colocación de concreto, se debe tener especial cuidado en el manejo y transporte de este.

Uno de los aspectos que más se debe cuidar es que no se produzca segregación, ya que trae como consecuencia un concreto con una resistencia muy dudosa y distinta en las diferentes capas que se colocan, por lo tanto, se debe cuidar que la vibración que se transmite en el transporte no sea perjudicial.

El método que se seleccione para transporte debe ser el adecuado para que aparte de la segregación tampoco se produzca el secado o endurecimiento.

Con respecto a la segregación todos sabemos que el concreto no es una mezcla homogénea, sino por el contrario es una combinación de materiales de diferentes tamaños y densidades, ya que los de mayor peso tienden a depositarse.

La humedad que debe tener el concreto debe ser aquella con la que se va a colocar y consolidar ya que dar una humedad mayor, para que el transporte y colocación sea más fácil, trae como consecuencia que la segregación se produzca más fácilmente.

El secado se produce en cualquier concreto, cuando se tenga un secado que afecte sus características que bien pueden ser por clima caluroso o una distancia muy grande de recorrido entre la planta productora y la colocación, esto se puede evitar protegiendo el concreto de los rayos del sol y del viento y también reduciendo la distancia entre la planta y lugar de depósito del concreto.

El concreto puede ser transportado por métodos y equipos diversos, tales como mezcladoras de camión, cajas de camión fijas con o sin agitadores; cucharones transportados por camión o carro de ferrocarril; por conductos o mangueras, o por bandas transportadoras. Cada tipo de transportación posee ventajas y desventajas específicas que dependen de las condiciones del uso, los ingredientes de la mezcla, la accesibilidad y ubicación del sitio de colocación, la capacidad y tiempo de entrega requeridos, y las condiciones ambientales. Algunos de los sistemas de transporte descritos en este capítulo se tratarán con más detalles en capítulos subsecuentes.

2 MEZCLADO Y TRANSPORTE EN CAMIONES DE TAMBOR GIRATORIO.

Algunas especificaciones limitan las revoluciones totales del tambor que pueden emplearse para la carga, mezclado, agitación y descarga del concreto en camiones de tambor giratorio. Otras fijan límites en el número de revoluciones para velocidad de mezclado. También a menudo se especifica para el mezclado un tiempo máximo de 1y1/2 horas a partir del momento en que el cemento haya entrado en el

tambor y hasta que termina la descarga. También se prevée una reducción del tiempo máximo de espera en climas calientes. Otro método de especificación es no poner límites a las revoluciones o al tiempo de espera, mientras no se exceda el agua de mezclado especificada, no se agregue agua de retemplado o mientras el concreto conserve propiedades físicas plásticas satisfactorias, consistencia y homogeneidad para su colocación y consolidación. Esta manera de proceder es favorecida específicamente en relación con el tiempo máximo permisible para descargar, y es particularmente aplicable cuando el concreto tiene una temperatura fresca o cuando no hace calor. La determinación final de si se está o no logrando satisfactoriamente el mezclado, debe basarse en las pruebas normales de uniformidad de la mezcladora. Hay disponible gran variedad, y deben ser recomendados y utilizados en todas las unidades de camión de tambor giratorio.

Concreto Mezclado en Camión.

El mezclado en camión es un proceso en el cual los materiales para concreto previamente dosificados en una planta dosificadora se transfieren a un camión mezclador donde se lleva a cabo la operación de mezclado. Muchos productores dosifican todos los ingredientes en el camión mezclador funcionando a velocidad de carga, detienen el tambor cuando el camión está cerca de la obra, o bien cuando haya llegado a ella, y entonces llevan a cabo el mezclado. Otro procedimiento consiste en completar todo el mezclado en el camión mezclador, en el patio del productor, haciendo el viaje a la obra con el tambor sin girar.

Cuando el tambor se está cargando, debe girarse a la velocidad designada por el fabricante. Después de cargar completamente todos los materiales, el tambor debe girarse a la velocidad de mezclado, empleando entre 70 y 100 revoluciones para completar el mezclado bajo condiciones normales. Si transcurre tiempo adicional después del mezclado y antes de descargas, la velocidad del tambor se reduce a la velocidad de agitación, o se detiene. Antes de la descarga, el tambor debe girarse de nuevo a velocidad de mezclado por unas 10 a 15 revoluciones, para remezclar los posibles puntos de estancamientos, cerca ya a la descarga. El volúmen absoluto total de todos los ingredientes dosificados para mezclado completo en un camión de tambor giratorio no debe exceder el 63% de la capacidad del tambor.

Concreto Mezclado Parcialmente en Planta Fija y Terminado en Tránsito.

El concreto transportado por este método se mezcla por poco tiempo, generalmente de 15 a 30 segundos en una mezcladora fija en la planta, y el mezclado se completa en el tambor del camión. Los requisitos para este tipo de concretos son los mismos que para el concreto mezclado en camión, excepto que el tiempo de mezclado dentro del tambor del camión será reducido a lo determinado como satisfactorio por las pruebas de uniformidad.

Concreto Dosificado en Seco.

Mediante este método, los materiales secos se transportan al sitio de la obra en el tambor del camión, y el agua de mezclado se lleva por separado, en un tanque montado en el mismo camión. El agua se agrega a presión, de preferencia a la entrada y en la parte posterior del tambor que está girando a velocidad de mezclado, y el mezclado se completa con las usuales 70 a 100 revoluciones que se requieren para las mezcladoras de camión. Este método que evoluciona como una solución para viajes largos y demoras en la colocación, permite con seguridad un mayor tiempo de espera para el transporte y la descarga. Sin embargo, la humedad libre en los agregados, que debe considerarse como parte del agua de mezclado, provoca algo de hidratación en el cemento. Por lo tanto, los materiales no pueden mantenerse indefinidamente de esta manera. El volúmen total de concreto que puede transportarse por este método es el mismo que en el caso del mezclado en camión normal.

3 TRANSPORTE DE CONCRETO MEZCLADO EN PLANTA

Tambor Giratorio

Por este método, la mezcladora de camión ya descrita sirve como unidad agitadora de transporte. El tambor se gira a velocidad de carga durante la carga y luego se reduce a velocidad de agitación o se detiene después de completar la carga. El tiempo transcurrido para la descarga del concreto puede ser el mismo que en el caso del mezclado en camión, y el volúmen transportado puede aumentarse hasta el 80 % de la capacidad del tambor.

Camión de Caja Fija con o sin Agitador.

Las unidades empleadas en esta forma de transporte constan de una caja abierta, montada sobre un camión. La caja metálica debe tener superficies de contacto lisas, perfiladas, y, en general, está diseñada para descargar el concreto desde atrás, cuando la caja es volteada. Una puerta de descarga y vibradores montados en la caja deben proveerse en el punto de descarga para controlar el flujo. Un agitador ayuda en la descarga, y mezcla el concreto al descargarse. Sin embargo, jamás debe agregarse agua en la caja del camión, porque no se logra nada de mezclado con el agitador.
El uso de cubiertas protectoras para las cajas de camión durante el mal tiempo, la apropiada limpieza de todas las superficies de contacto, y caminos de transporte llanos contribuyen significativamente a la calidad y eficiencia de esta forma de transportación. El tiempo de entrega usualmente especificado es de 30 a 45 minutos, aunque las condiciones de temperatura puedan o requieran, menos tiempo o permitan tiempos más largos.

Recipientes para Concreto Montados en Camiones o Carros de Ferrocarril.
Este es un método común de transporte de concreto masivo desde la planta de mezclado hasta un punto cerca del lugar de colocación. Una grúa entonces levante el recipiente hasta el punto final de colocación. En ocasiones, se usan carros de traslado, que operan en rieles, para transportar el concreto desde la planta de mezclado hasta los recipientes que se operan en cables transportadores. La descarga del concreto de los carros de transporte al recipiente, que puede ser por el fondo, o por alguna forma de volteo, debe ser cuidadosamente controlada para impedir la segregación. El tiempo de entrega por transporte en esta forma es el mismo que para otras unidades sin agitador, generalmente de 30 a 45 minutos.

Otros Métodos.
El transporte de concreto mediante banda transportadora y por métodos de bombeo se discutirá en la parte correspondiente a bombas para concreto y colocación del concreto.
Se han utilizado recipientes de hule pesado de dos compartimientos para transportar revolturas de concreto no mezclado a sitios apartados de construcción en terreno quebrado. Un compartimiento interior contiene el cemento, y otro compartimento exterior circundante contiene el agregado y el agua. Se proveen anillos para el izado y la descarga. El pre-dosificado y transporte de esta manera proporcionan un medio de control de calidad en las obras apartadas, que de otra manera no suele lograrse.

4 OBJETIVO FINAL

El método de transporte que se utilice debe entregarse eficazmente el concreto en el punto de colocación, sin alterar de manera significativa las propiedades deseadas en cuanto a la relación agua-cemento, revenimiento, contenido de aire y homogeneidad. Cada método de transporte tiene sus ventajas bajo condiciones particulares de uso, que atañen a renglones tales como diseño y mezcla de materiales, tipo y accesibilidad de la colocación, capacidad de entrega requerida, ubicación de la planta de dosificación y otros. Estas diversas condiciones deben revisarse cuidadosamente al seleccionar el tipo de transporte más apropiado para lograr concreto económico y de calidad en la obra.

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

COLOCACION DEL CONCRETO
SUPERVISION DURANTE LA COLOCACION
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

ING. ENRIQUE TAKAHASHI

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

COLOCACION DEL CONCRETO

1. INTRODUCCION.

El uso del concreto hidráulico está muy extendido entre todas las ramas de la construcción, dado que su manejo y adaptabilidad es relativamente sencillo, sin embargo, se abusa en los procedimientos de colocación, no cumpliéndose en muchas ocasiones con los requisitos que señalan las especificaciones en demérito de la calidad y durabilidad del concreto.

Si se observan las normas que establecen las especificaciones y se aplican métodos de colocación adecuados a los volúmenes de obras por ejecutar, lo más seguro es que se obtengan resultados satisfactorios a corto y largo plazo, tanto en calidad como en el aspecto más importante de la ingeniería civil, que es el económico.

La importancia que tienen la colocación del concreto en todo tipo de obras se puede deducir del hecho de que la calidad de una obra, no solamente es función de la elección de buenos materiales y del adecuado diseño estructural, sino también y muy importantemente, de todas las actividades que es necesario realizar, tanto antes como durante la colocación del concreto, tales como: planeación, programación, selección y supervisión del equipo, selección del personal, supervisión durante la colocación, etc.

En forma breve trataremos de establecer métodos adecuados de colocación del concreto hidráulico para grandes obras para obtener resultados óptimos de calidad, costo y una duración máxima.

2. DESCRIPCION Y SELECCION DEL EQUIPO

El equipo necesario para la colocación del concreto hidráulico, puede dividirse en:

A) Equipo para transporte de concreto fresco.

B) Equipo para colocación.

   a) Colado continuo.

   b) Colado discontinuo.

C) Equipo de terminación final.

D) Equipo auxiliar

A) EQUIPO PARA TRANSPORTE

Para llevar el concreto al sitio de colado es necesario hacer uso del equipo que garantice que el concreto sea depositado con la calidad especificada, sin segregación y sin pérdida de humedad. Esto quiere decir que el equipo a utilizar estará en función de la distancia existente entre la planta elaboradora del concreto y el lugar donde se depositará el mismo.

Para distancias hasta de tres kilómetros y en caminos en buenas condiciones es posible usar camiones de volteo de 5 a 6 m3 que tenga caja en buen estado y selle perfectamente la puerta de descargas; siendo conveniente cubrir la caja con una lona que ayude a evitar la evaporación del agua del concreto.

Para distancias mayores conviene usar equipos especializados en el acarreo del concreto, tales como camiones con cajas en forma de media pera, que pueden o no estar equipadas con un agitador dentro de la caja (Dumperete) o los camiones con ollas revolvedoras que son los que con más frecuencia se usan.

Podemos considerar también como equipo de transporte a las bandas y a las bombas.

B) EQUIPO PARA COLOCACION

a) Colado continuo

Lo que podríamos considerar ideal en todo colado de concreto es tener un flujo continuo de material, el mismo que podemos lograr con el uso de cimbras deslizantes; aunque se requiere tener especial cuidado en varios aspectos del trabajo para tener buenos resultados.

Su principal uso se recomienda en la construcción de silos, pilas para puentes, pavimentos, recubrimiento de canales, túneles, etc., teniendo este equipo importantes variantes de acuerdo al trabajo de que se trate.

La operación del equipo con cimbras deslizantes es más económico que aquel de cimbra fija removible, ya que se ahorra obra de mano y puede trabajarse en zonas más reducidas facilitando la supervisión y calidad del trabajo, pudiendo además, reducir muy importantemente los tiempos de duracion de los colados.

Una desventaja para la utilización de equipo de colado muy especializado es que se hace necesario contar con personal y técnicos de operación altamente entrenados que muchas veces es difícil encontrar.

Las carretillas, los bogues, las bombas y las bandas transportadoras constituyen un importante auxiliar en los trabajos de colados continuos.

b) Colado discontinuo.

Existen una gran cantidad de equipos para colados de concreto hidráulico que utilizan cimbras de formas estacionarias Así, por ejemplo, podemos mencionar a las carretillas que son uno de los inventos más útiles para la transportación del concreto dentro de la obra y su correspondiente depósito en la cimbra.

Los bogues con ruedas neumáticas, de mayor capacidad que las carretillas, son usados también con mucha frecuencia y, cuando necesitamos transportar mayores volúmenes podemos hacer uso de los bogues motorizados, cuyas capacidades (0.168 m3 – 0.280 m3) y radio de acción (300 m) son mayores.

El incremento en el abastecimiento del concreto ha originado que los bogues comiencen a ser cada vez mayores hasta convertirse en los conocidos como volquetes cuyas capacidades varían de 0.50 m3 a 1 m3.

Los cubos son otro medio para transportar y colocar concreto, aunque siempre nos tendremos que auxiliar de algún otro medio para manejar los adecuadamente, como por ejemplo, grúas, montacargas, camiones, cablevía y en algunas ocasiones helicópteros, cuando las condiciones lo requieran.

Actualmente se está utilizando con mucha frecuencia el sistema de bombeo para la colocación del concreto, siendo las bombas neumáticas las de mayor uso, las mismas que pueden encontrarse con capacidades que varían de 15 m3 por hora a 16 m3 por hora. También existen las bombas de pistón y las de retacado. Se anexan diagramas.

Las bandas transportadoras son sin lugar a dudas, otro importante auxiliar en la colocación del

concreto, siempre y cuando se utilicen en las condiciones adecuadas y que su diseño permita su fácil manejo en la obra.

Para evitar problemas de segregación, se hace necesaria la utilización de los canalones y de las llamadas "trompas de elefante" en la descarga de la banda, así como para llevar el concreto fresco de un nivel superior a otro inferior.

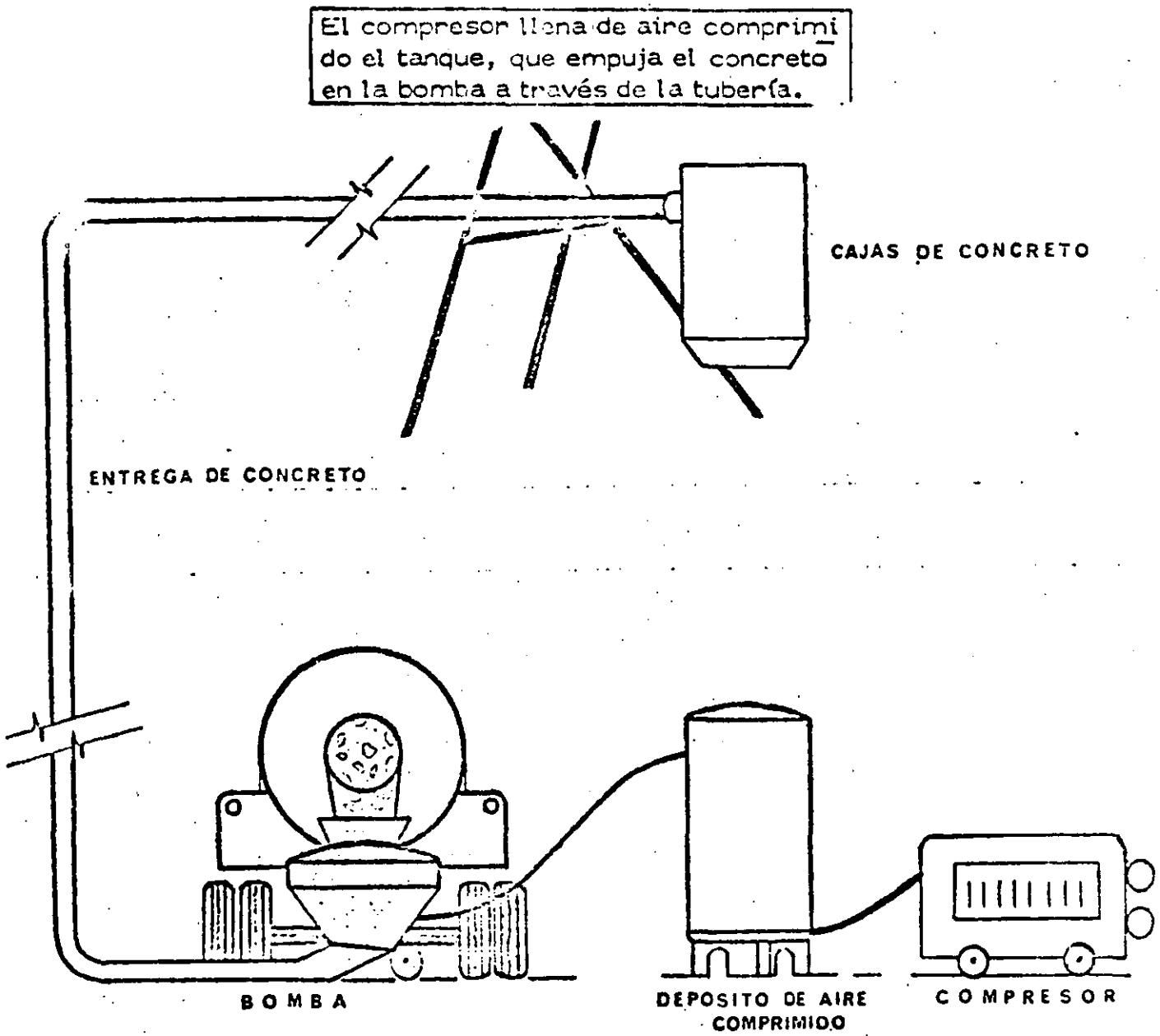
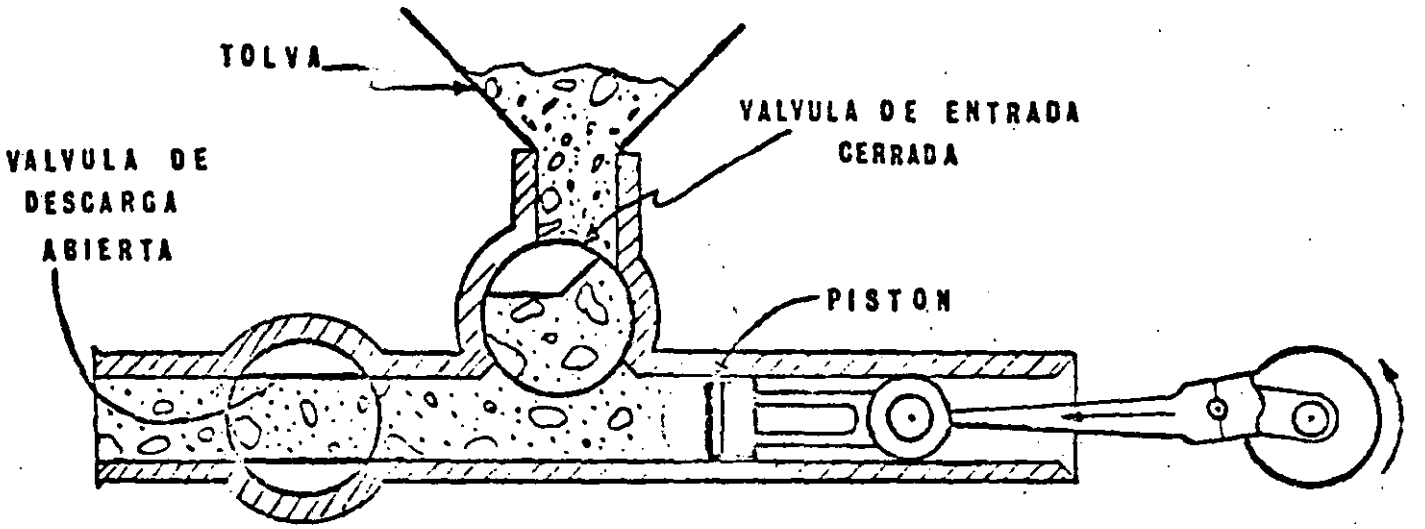
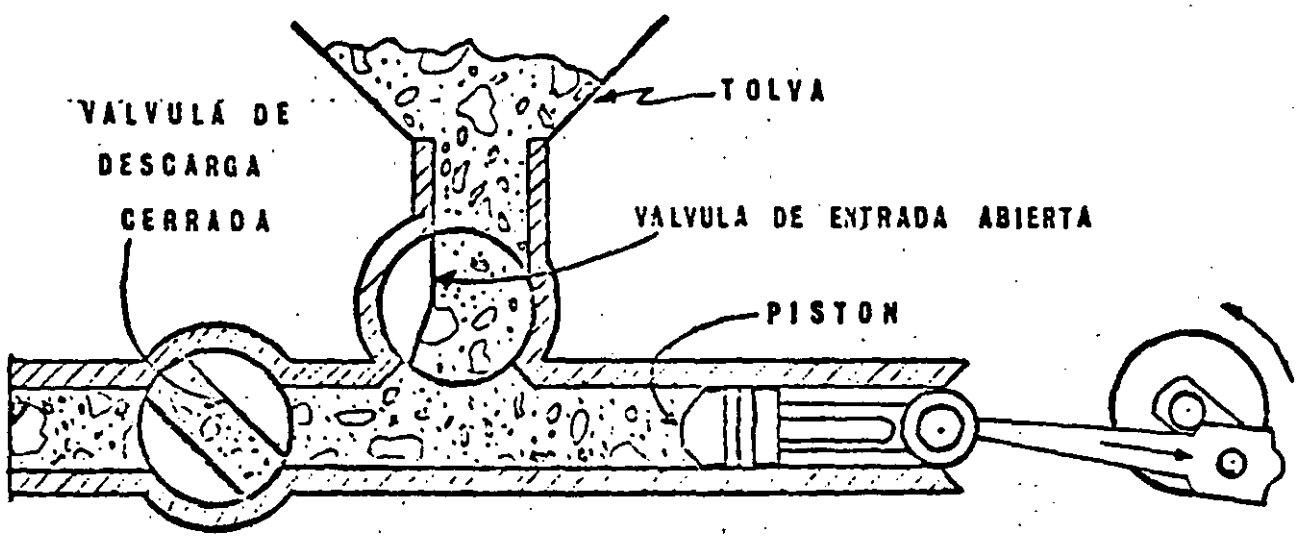


DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BOMBA DE CONCRETO, TIPO NEUMATICO.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BOMBA DE CONCRETO, TIPO DE PISTON





La válvula de entrada se abre cuando la válvula de descarga está cerrada y el concreto se introduce en el cilindro por gravedad y por la succión del pistón. Cuando el pistón se cierra la válvula de entrada, la válvula de descarga se abre, y el concreto es empujado por la tubería hacia la cimbra.

Los tubos tremie, son elementos necesarios para realizar muros colados "in situ", dentro de lodo bentonítico o agua.

C) EQUIPO DE TERMINACION FINAL

Con alguna frecuencia es necesario dar a las superficies de concreto un acabado especial, como por ejemplo en pavimentos de concreto hidráulico o también en los recubrimientos de canales, por solo mencionar dos casos.

Como un equipo de terminación final es conveniente utilizar, alguno que permita dar un acabado de la superficie sin alternarla, tendiente a dar las características señaladas por las especificaciones, no solo en cuanto al aspecto formal sino también por lo que respecta a color y textura.

D) EQUIPO AUXILIAR

a) Alumbrado

Deberá tenerse en obra un equipo de alumbrado que garantice el trabajo nocturno, con suficientes lámparas para cubrir toda el área de trabajo.

b) Humedecido

Con muchísima frecuencia se hace necesario humedecer la superficie en donde se depositará el concreto, por lo que es recomendable dotar de tanques con agua, en los lugares estratégicos.

c) Protección Contra Lluvia y Viento

Para poder proteger al concreto fresco ya colocado, contra los efectos de lluvias inesperadas que puedan dañarlo, se recomienda tener en obra techos con estructuras ligeras en cantidad suficiente; y por lo que respecta a la protección contra los efectos del viento se debe disponer de mamparas lastrables que sirvan de pantallas protectoras.

E) SELECCION DEL EQUIPO

Para la selección del equipo adecuado deberán analizarse los diferentes factores que intervienen en la realización de la obra, como pueden ser:

a) Volúmen de obra por ejecutar.

b) Programa de obra.

c) Disponibilidad de todos los materiales necesarios.

d) Factores climatológicos.

e) Turnos de trabajo.

Una forma de proceder podría ser la siguiente: conocido el volúmen de obra a ejecutarse y el tiempo de entrega, se revisan las disponibilidades de materiales; modificándose el plazo de entrega en caso de que alguno de dichos materiales no esté disponible en la medida requerida. Suponiendo que se tienen los materiales para cumplir con el programa de obra, se analizan las condiciones climatológicas para evaluar el tiempo posible de trabajo que pueda tenerse dentro del programa de obra. Por último, se determinan los turnos de trabajo, permitiéndonos esto conocer el volúmen de obra que tenemos que ejecutar por hora, lo cual nos permite decidir el equipo que se ajuste a las necesidades. Se seleccionará el equipo, con base primeramente, al trabajo específico de que se trate, para en seguida de un determinado grupo, escoger el que más se ajuste al programa estudiado.

vigilando que esté balanceado entre sus diferentes elementos.

3. PROBLEMA DE TRANSPORTE

El concreto puede ser transportado por métodos y equipos diversos, tales como mezcladoras de camión, cajas de camión fijos con o sin agitadores, por góndolas de ferrocarriles, por conductos o mangueras o por bandas transportadoras, etc.

El tema a tratar en esta parte del curso, es sin embargo, el de colocación de concreto; pero vale la pena aclarar hasta que punto un sistema es de transporte o de colocación; por ejemplo, nosotros podemos transportar el concreto por medio de bandas transportadoras y colocarlos directamente de las bandas a la cimbra bien, en este caso el sistema es de transporte y a la vez de colocación. Lo mismo podemos decir cuando se transporta concreto por métodos de bombeo y quizás también si se transporta por medio de bogues equipados con motor.

Por las razones antes expuestas trataremos de enfocar el problema de transporte dentro de la obra sin desligarlo de la colocación, es decir, distinguiendo únicamente que en la obra tenemos transporte vertical y transporte horizontal y su correspondiente colocación.

El problema de transporte del concreto de la planta al sitio de colocación, se trató en anterior sesión.

4. METODOS DE COLOCACION DE CONCRETO

A. ESPECIFICACIONES GENERALES

Una especificación es fundamentalmente un documento del contrato que relaciona los ma... y la obra de mano con un cierto grado y calidad. Esto puede hacerse citando normas, citando marcas específicas o indicando métodos o procedimientos. Las especificaciones deben estar acordes al "Estado del Arte en Ingeniería" y deben corresponder al tipo de equipo que se usa en la actualidad. Si la especificación como dijimos al principio está ligada a la calidad, debe hacerse un estudio cuidadoso del conjunto de especificaciones para definir en detalle el control de calidad necesaria.

En general las especificaciones están organizadas por tipos de trabajo. Este se indica como título, posteriormente se describe en detalle el trabajo a ejecutar y más adelante en una serie de párrafos se dan las características del trabajo, relacionado con su calidad, dimensiones, grado de exactitud en medidas y colocación tipo de material a usar y, algunas veces indicaciones sobre el procedimiento constructivo que debe elegirse.

Por último se termina con el procedimiento para la medición y el pago del trabajo ejecutado.

Aunque al redactar las especificaciones se procuran que éstas sean claras y equilibradas, es bastante frecuente que el contratista se encuentre con casos en los que hay que interpretar una parte o el total de la especificación. Cuando en las especificaciones se encuentran casos como: "De acuerdo con las mejores prácticas de la Ingeniería", "Obra de mano de primera calidad", "deshonesto", se pueden prever dificultades en la interpretación de dichas especificaciones. En estos casos es conveniente traducir las frases en tolerancias definidas ó datos específicos que permitan proyectar el subsistema de control de calidad de una manera racional, evitando discusiones, pérdidas de tiempo y serios daños económicos.

También es recomendable que la especificación omita el procedimiento de construcción, aunque no siempre esto es posible, pero en este último caso pueden dársele al constructor, más que un procedimiento de construcción detallado, ciertas restricciones que deberá tomar en cuenta, por ejemplo, en un colado de concreto se le podrá indicar que debe tomar precauciones contra tempe-

raturas abajo de cero.

Al final de este capítulo se anexa un ejemplo de especificación de concreto lanzado para su análisis.

B. COLADO CONTINUO

Anteriormente ya se ha hablado en forma muy somera del equipo de colocación, tanto para colado continuo como para colado discontinuo. En esta parte enlistaremos los diferentes métodos de colocación describiendo en forma general algunos de ellos.

a) Colocación en cimbras deslizantes.

Casi siempre que se habla de cimbras deslizantes, se piensa en la construcción de estructuras verticales de concreto reforzado y más específicamente de silos de almacenamiento y en menor escala de tanques elevados y pilas de puentes.

Sin embargo, no son estos los únicos ejemplos de grandes obras en los que se puede utilizar la cimbra deslizante, según podemos observar en la siguiente lista, en la cual incluimos los casos tradicionales ya apuntados:

- Colado de silos de almacenamiento.
- Colado de muros en edificios.
- Colado de pilas de puentes.
- Puentes en doble voladizo.
- Colocación de concreto en túneles inclinados.
- Erección de la estructura de concreto de los núcleos centrales para elevadores, servicios sanitarios, escaleras y ductos de instalaciones en edificios.
- Revestimiento de las paredes inclinadas en vertedores.
- Erección de estructuras en obras de toma.

Un aspecto verdaderamente delicado en la operación de un sistema deslizante tradicional, es el control de su movimiento ascendente durante todo el tiempo de la operación, que debe ser continua durante 24 horas al día y todos los días que dure este movimiento, sin que esto quiera decir que el sistema no pueda detenerse en un nivel determinado y arrancar de nuevo, procediendo en forma ordenada y planeada, antes de iniciar el deslizamiento.

La condicion principal a satisfacer, después de garantizar la constante sección transversal de la estructura mediante el correcto diseño de la cimbra, es la de verticalidad de la propia estructura o en su caso la de conservar el ángulo correcto con respecto a la horizontal.

La colocación del concreto en las formas, debe hacerse en capas sucesivas de espesores no mayores de 15 a 20 cm y en forma perimetral, es decir, manteniendo la cimbra siempre prácticamente llena y al mismo nivel en todo el perímetro.

Esta situación de uniformidad del llenado de la cimbra nos ayuda, junto con otra serie de condiciones de diseño y de operación que deben reunirse, a mantener la correcta posición de la

cimbra ya que se mantienen uniformes las fuerzas de fricción del concreto contra la cimbra.

El vibrado del concreto dentro de la cimbra es necesario para lograr su perfecta colocación y además porque contribuye en gran parte al buen aspecto del acabado de las paredes, por lo que se recomienda que el vibrado se efectúe en lo posible únicamente sobre la faja de concreto que se va colocando y no afecte, revibrando, la capa inmediatamente anterior, pues aunque esto no afecta las características de resistencia del concreto, si se manifiesta en la apariencia exterior.

Mantener una uniformidad completa por lo que se refiere a la calidad y condiciones de la mezcla de concreto, en cuanto a su manejabilidad, tiempos de fraguado, proporcionamiento, calidad y tamaño de los agregados, etc., es un aspecto primordial, el cual implica contar con una perfecta organización en todos los aspectos de la obra: suministro adecuado del material y del equipo, personal de producción capacitado y perfecta sincronización en el transporte, elevación, y colocación del concreto en la cimbra.

b) Colocacion en cimbras contínuas

Para tener el ideal abastecimiento de concreto en forma continua, no solamente contamos con las cimbras deslizantes mencionadas anteriormente, sino que también se pueden realizar colados en forma ininterrumpida en los casos que a continuación se indican:

- Recubrimiento de concreto en túneles.
- Pavimentos de concreto hidráulico.
- Colocación de concreto en taludes y plantilla de canales.
- Colados de concreto en grandes losas.

La colocación de concreto hidráulico en pavimentos, tanto en carreteras como en aeropuertos, así como también en el revestimiento de canales, utilizando pavimentadoras, lo podemos considerar como un colado en cimbras continuas ya que lo que propiamente constituye la cimbra continua es la superficie que va a quedar en contacto con el concreto, aunque el equipo de colocación es deslizante.

La operación de este equipo es más económica que aquel de cimbra fija removible, se ahorra obra de mano y en equipos adicionales, se trabaja en zonas más compactas facilitando la supervisión y calidad del trabajo, y se tiene la gran ventaja de que se puede ajustar a todas las dimensiones. Se han realizado construcciones de losas de concreto en pavimentos de espesores variables desde 15 cm hasta 30 cm y anchos desde 3 m hasta 15 m; losas con refuerzo o sin él.

Una ventaja no menos importante que representa el uso de este tipo de equipo es el factor inversión. En producciones masivas es más económico este equipo, en comparación al de cimbra fija incluyendo en cada caso todo lo necesario. Al utilizar menos personal para operar este tipo de máquinas, se obtienen ventajas en costos y se reducen problemas de personal, en cuanto a su control y atención se refiere.

En la utilización de este equipo se pueden señalar los siguientes problemas: es necesario tener personal y técnicos de operación altamente entrenados; deberán usarse métodos de tendido automáticos, es decir, máquinas que por medio de sensores electrónicos pueden ir guiándose apoyados en alambres previamente alineados y nivelados; por último, la atención y mantenimiento del equipo de pavimentación requiere de mecánicos y personal altamente calificado, inclusive asistencia del fabricante, ante todo para darle atención a los componentes y equipos eléctricos.

En cuanto a la cimbra para túneles su funcionamiento es diferente; es básicamente una cimbra continua compuesta de módulos en la cual se va colando de atrás hacia adelante; se cuela primero el módulo posterior y una vez que el concreto que se encuentra en contacto con este módulo tiene la resistencia adecuada, este se cierra y se desliza sobre unos rieles por el interior de la cimbra (parte interior de los demás módulos) hasta llegar a la parte de enfrente en donde se vuelve a armar. La operación se repite cuantas veces sea necesario. Este tipo de trabajos son muy especializados y en nuestro medio se realizaron en el Sistema de Drenaje Profundo con bastante éxito.

Por lo que toca a los colados contínuos de grandes losas con sistemas tradicionales, consideramos que no es necesario hacer mayor explicación.

C. COLADO DISCONTINUO

Este tipo de trabajo se hace en un altísimo porcentaje de grandes obras y la diferencia básica entre una y otra obra, en cuanto a la colocación de concreto se refiere, consiste en el equipo de colocación que se utilice. Así por ejemplo, podemos distinguir los siguientes métodos:

a) Cubos y tolvas

El empleo de cubos con descarga por la parte interior, diseñados apropiadamente, permiten la colocación del concreto con el más bajo revenimiento práctico, compatible con la consolidación mediante vibración. Las puertas de descarga deben tener una salida libre que equivalga a no menos de una tercera parte del área máxima horizontal interior o cinco veces de el tamaño máximo del agregado que se está empleando. Las paredes laterales deben ser inclinadas por lo menos 60 grados respecto a la horizontal. Los controles en las puertas deben permitir que el personal que trabaja en la colocación las abra o las cierre durante cualquier etapa del ciclo de descarga.

b) Carros manuales y motorizados.

Es importante que las vías por donde transiten estos carros sean lo suficientemente lisas y rígidas para impedir la separación de los materiales del concreto durante el trayecto y también es necesario ser cuidadoso de la forma de depositar el material sobre la cimbra, aspecto que se trata en la parte correspondiente a la supervisión durante el colado.

c) Canalones y trompas de colado

Se emplean con frecuencia para trasladar concreto de un nivel superior a la cimbra directamente, a tolvas o a bandas transportadoras, que se encuentran en un nivel inferior. Deben ser de fondo curvo y construidas o forradas de metal y tener suficiente capacidad para evitar derrames. Los canalones demasiado largos y descubiertos deben cubrirse para evitar la evaporación y la pérdida de revenimiento.

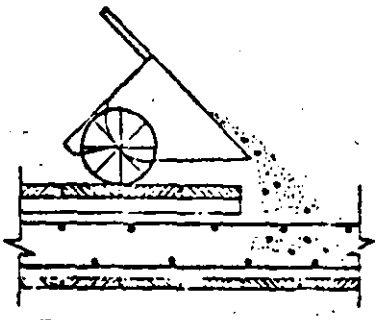
d) Tubo tremie (tubo embudo)

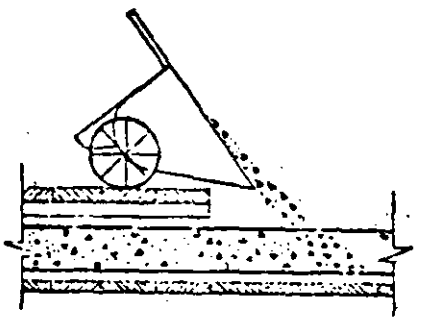
Este elemento es imprescindible en los trabajos de muros colados "in situs", o sea en los trabajos de muros subterráneos colados en el lugar. El procedimiento es como sigue:

1o. Se construye un brocal de guía

2o. Excavación mediante equipo especial.

Se excava mediante equipo especial (puede ser cucharón de almeja): se efectúa la excava-





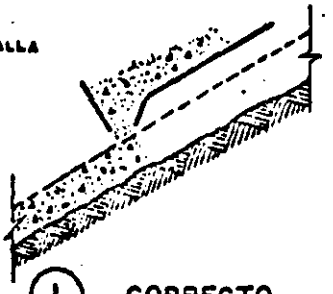
(1) CORRECTO

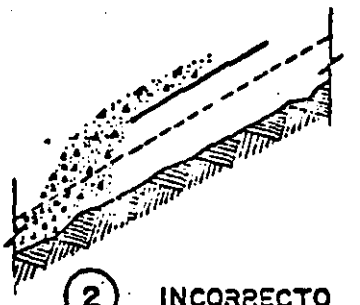
VERTER EL CONCRETO EN LA CARA DEL CONCRETO COLADO

(2) INCORRECTO

VERTER EL CONCRETO ALEJANDOSE DE LA CARA DEL CONCRETO COLADO

COLADO DE LOSAS DE CONCRETO DESDE BUGGIES





(1) CORRECTO

COLOCAR UNA PANTALLA Y COLAR EN EL EXTREMO DEL VERTEDOR, DE TAL MANERA SE PREVIENE LA SEPARACION Y EL CONCRETO PERMANECE EN LA PENDIENTE.

(2) INCORRECTO

COLAR EL CONCRETO DESDE UN EXTREMO LIBRE DEL VERTEDOR SOBRE UNA PENDIENTE QUE VA A SER PAVIMENTADA, LA GRAVA SE SEPARA Y VA A LA PARTE INFERIOR DE LA PENDIENTE. LA VELOCIDAD TIENDE A DESLIZAR EL EL CONCRETO HACIA ABAJO.

COLADO DE CONCRETO EN UNA SUPERFICIE INCLINADA

	COLADOS DE CONCRETO	NORMA	REV
		HOJA DE	

CORRECTO

Se empieza la colocación en el fondo de la pendiente de tal manera que se aumente la compactación por el peso del concreto nuevo que se agrega. La vibración continúa.

INCORRECTO

Se empieza la colocación en la parte superior de la pendiente. El concreto se arriba tiende a segregarse, sobre todo cuando se vibra en la parte inferior, puesto que la vibración inicia el flujo, y anula el apoyo del concreto de arriba.

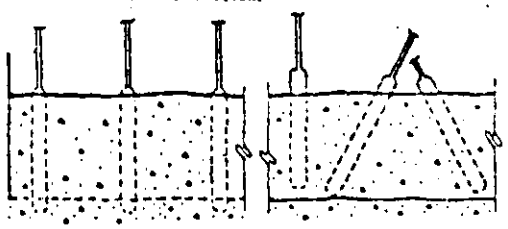
CUANDO SE TIENE QUE COLOCAR CONCRETO EN PENDIENTES

CORRECTO

Penetración vertical del vibrador algunos centímetros dentro de la capa colocada anteriormente (la cual todavía debe estar en estado plástico). A intervalos regulares sistemáticos se ha encontrado que da una adecuada consolidación.

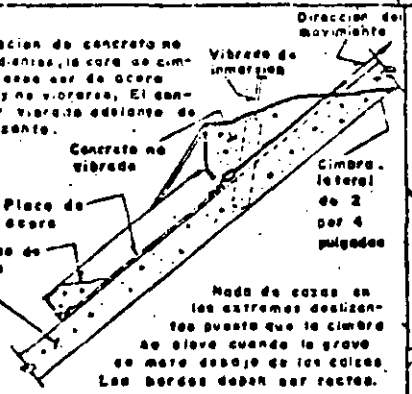
INCORRECTO

Penetración al azar del vibrador en todos los ángulos y sin una suficiente profundidad para asegurar la combinación monolítica de las dos capas.



LA VIBRACION SISTEMATICA DE CADA CAPA

Para la colocación de concreto no cimbrada en pendientes, la cara de cimbra deslizante debe ser de acero con contrapesos, y no vibrarse. El concreto debe ser vibrado adelante de la cimbra deslizante.



Nada de cazos en los extremos deslizantes puesto que la cimbra se eleva cuando la grava se mete debajo de los cazos. Las barras deben ser rectas.

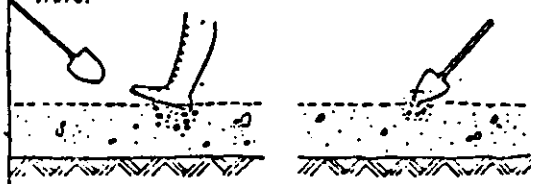
COLOCACION DEL CONCRETO EN UNA SUPERFICIE INCLINADA

CORRECTO

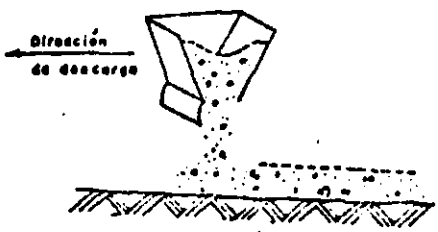
Con una pala se pasa la grava a las bolsas de piedra a otra zona con suficiente cantidad de arena y se consolida o vibra.

INCORRECTO

Tratar de corregir la bolsa de piedra traspalando mortero y concreto fresco en la zona

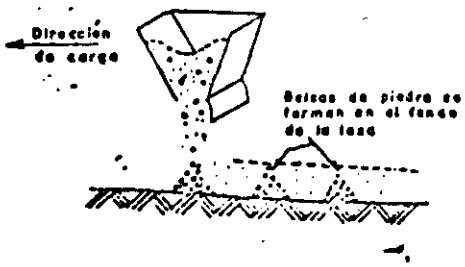


EL TRATAMIENTO DE BOLSAS DE PIEDRA AL COLOCAR CONCRETO



CORRECTO

Gires el cubo para que la grava segregada caiga en el concreto de tal manera que pueda combinarse dentro de la masa.



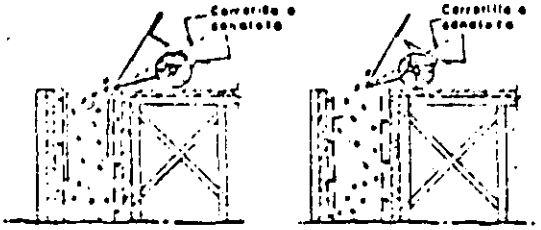
INCORRECTO

Descargar de manera que la roca fina se resbale y acumule sobre cimbras o sub-base

SI LA SEGREGACION NO HA SIDO ELIMINADA AL LLENAR LOS CUBOS
Un remedio temporal esto que se haga la corrección

		NORMA	REV
	COLOCACION DEL CONCRETO	6303	
		HOJA DE	

EL CONCRETO SE SEGREGARA SERIAMENTE A MENOS QUE SE DEPOSITE DENTRO DE LAS CIMBRAS ADECUADAMENTE

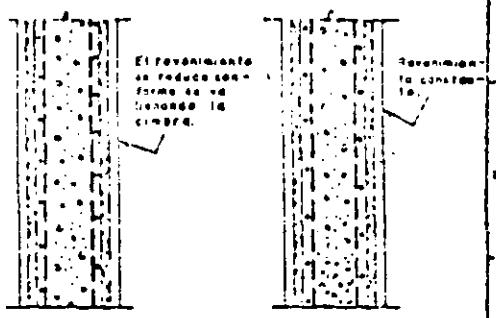


CORRECTO — INCORRECTO

Descargando el concreto en un colector con una manguera ligera y flexible. Esto evita la segregación. La cimbra y el acero estarán limpios hasta que los cubra el concreto.

Permite que el concreto del canalete o la canaletilla se golpee contra la cimbra y rebote en los rellenos y la cimbra causando segregación y huecos en el fondo.

COLOCANDO CONCRETO EN LA PARTE SUPERIOR DE CIMBRAS ESTRECHAS

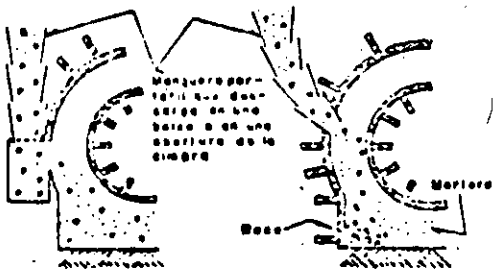


CORRECTO — INCORRECTO

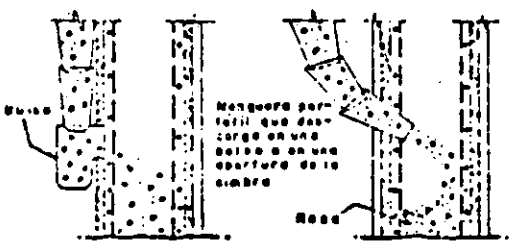
Necesariamente el concreto es más húmedo en el fondo de cimbras estrechas y profundas y se hace más seco conforme se alcanza la parte superior. El cimento de agua tiende a igualar la solidez del concreto. La contracción por asentamiento es mínima

Usar el mismo revenimiento en la parte superior como se requiere en el fondo [illegible] en la parte superior produce un exceso de agua y de contracción, pérdida de calidad y durabilidad en la capa superior

CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN CIMBRAS ESTRECHAS Y PROFUNDAS



CORRECTO — INCORRECTO

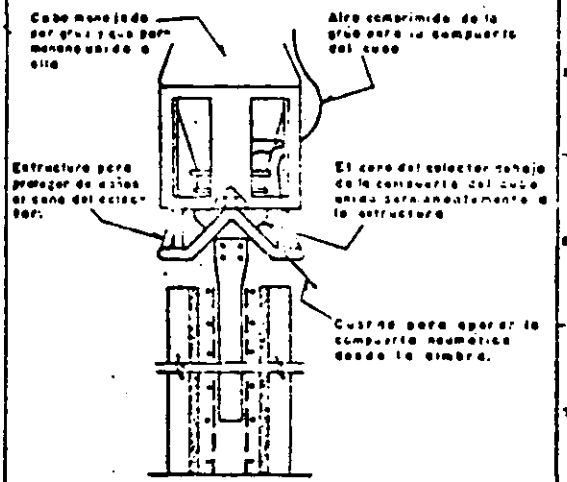


CORRECTO — INCORRECTO

Caída vertical del concreto en bolsas exteriores debajo de cada abertura de la cimbra, permitiendo que el concreto se detenga y fluya fácilmente a la cimbra sin segregación

Permite que el concreto fluya a gran velocidad dentro de las cimbras, a un ángulo con la vertical. Esto inevitablemente resulta en segregación

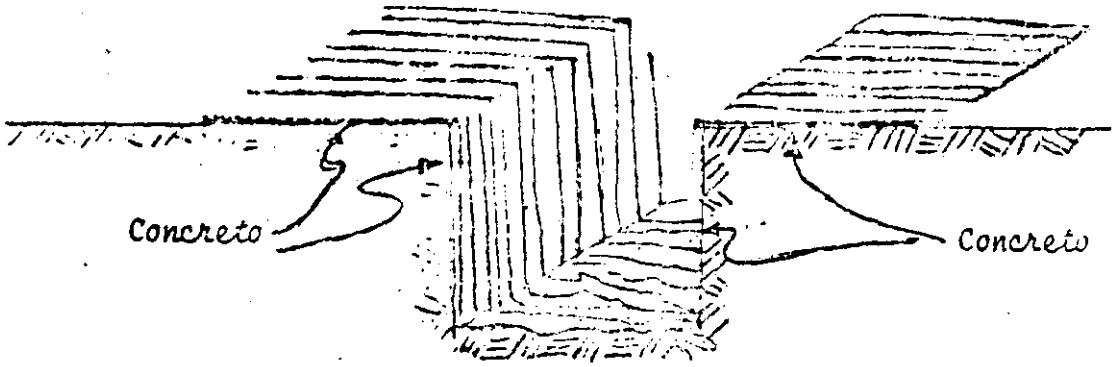
COLOCACION EN PARTES PROFUNDAS O CURVAS A TRAVES DE UNA ABERTURA EN LA CIMBRA



Conducto de caída flexible conectado al cono colector. El conducto se evita en planos cuando se está vaciando mezcla de concreto permitiendo que se lo amplíe para el menor tamaño de agregado además de ser lo suficientemente grande para el mayor

COLOCACION DE CONCRETO EN CIMBRAS PROFUNDAS Y ESTRECHAS

COLOCACION DEL CONCRETO	NORMA	HFV
	0:04	
	HOJA	



ción en zanja de ancho y largo determinado y a medida que se va haciendo la excavación se va introduciendo lodo bentonítico. La bentonita, en virtud de su elevado peso específico, ejerce una fuerte presión sobre las paredes de las excavaciones y penetra en el terreno alrededor de el haciéndolo impermeable; mientras que por lo que se refiere a su acción contra los derrumbes, puede considerarse que dicha bentonita encerrada en la excavación debe resistir a la presión del suelo y, si hay presencia de una falda de agua, resistir también a su empuje; o sea que dicho lodo sustituye perfectamente bien cualquier forma de ademe.

3o. Limpieza del fondo

Terminada la excavación hasta la cota determinada y con el ancho y largo establecido, se debe proceder a la limpieza del fondo, la misma que se ejecuta mediante bombas especiales sumergidas que hacen circular el lodo a través de un ciclón y un separador, volviendo a recircular la bentonita limpia.

4o. Colocación del acero de refuerzo

Sucesivamente y si es necesario según el cálculo, se puede proceder a introducir en la zanja, siempre en presencia del mismo lodo, una parrilla de acero de refuerzo.

5o. Colado del concreto

El paso a seguir es el colado del concreto que se efectúa de abajo hacia arriba mediante un tubo de colado (tubo "tremie"). Un factor muy importante es que la parte inferior de dicho tubo tiene que quedar siempre sumergido en el concreto, por lo menos un metro o más.

En la hoja siguiente se puede observar en forma gráfica este proceso.

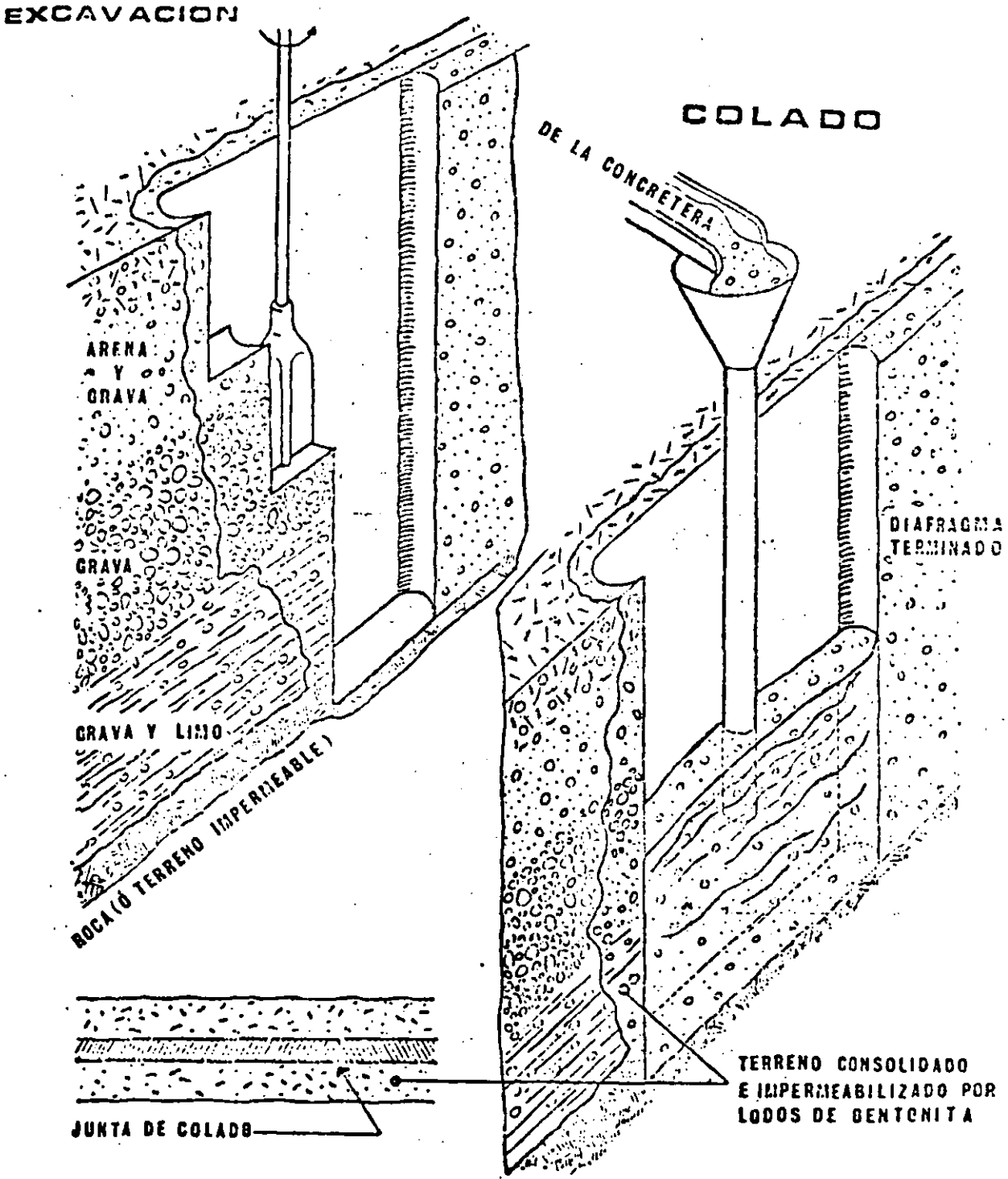
e) Bombeo

Podemos definir al concreto bombeado como un concreto conducido por presión a través de un tubo rígido o de una manguera flexible y vaciado directamente en el área de trabajo. En general, su uso ha tenido buen éxito, especialmente en el revestimiento de túneles y para vaciados en áreas inaccesibles a las grúas, camiones, etc. Ultimamente ha tomado bastante auge en trabajos de edificación.

El sistema de bombeo, puede ser útil en la mayor parte de las construcciones de concreto; pero más especialmente en las áreas donde el espacio para el equipo de construcción es muy reducido.

Para obtener un bombeo satisfactorio se requiere una dotación constante de concreto bombeable, el cual, como las mezclas convencionales, requiere un buen control de calidad. De acuerdo

EJECUCION DE MURO COLADO "IN SITU"



con el equipo que se use, la capacidad de entrega de concreto variará de 8 a 70 m3 por hora. El alcance efectivo variará de 90 a 300 m horizontalmente y de 30 a 90 m verticalmente. Ha habido casos en los que se ha logrado bombear concreto en distancias horizontales hasta de 600 m y en verticales hasta 500 m.

f) **Bandas transportadoras**

Este es también un método de colocación utilizado con cierta frecuencia en las grandes obras.

Las principales ventajas de las bandas transportadoras son el flujo uniforme y el volúmen que desplazan. Su desventaja mayor es la tendencia a la segregación del concreto en el extremo de descarga, por lo que se hace conveniente instalar algún dispositivo en el extremo de descarga que asegure la caída vertical del concreto.

Por lo general es necesario instalar un limpiador de banda en el extremo de descarga para evitar que una porción del concreto se adhiera a la banda.

g) **Cablevías**

En algunas grandes obras, como es el caso de presas de concreto, se ha utilizado este sistema de colocación con magníficos resultados. Su funcionamiento es aparentemente simple y consiste en lo siguiente: Se tiende un cable a manera de un puente colgante y sobre él se desliza un mecanismo por medio de poleas y del cual pende un bote que en su interior contiene concreto y que se depositará en el lugar del colado. El accionamiento del sistema se realiza desde una caseta que se encuentra en alguno de los extremos en donde se encuentran sujetos el cablevía. Su utilización como método de colocación de concreto es relativamente escaso ya que requiere de condiciones especiales.

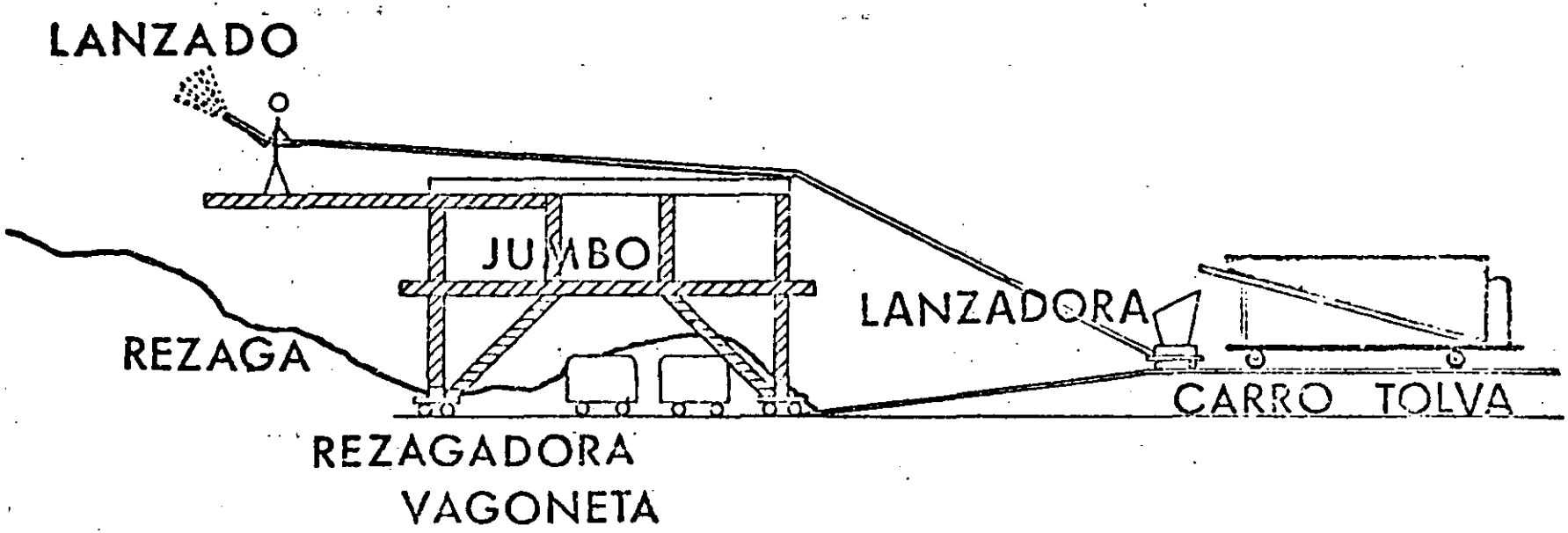
h) **Concreto lanzado**

Este es el nombre que se da a un mortero o concreto transportado a través de una manguera y proyectado neumáticamente a alta velocidad, sobre una determinada superficie.

Las propiedades del concreto lanzado no difieren de las propiedades de un concreto colocado convencionalmente, de proporciones similares; es el método de colocación el que confiere al concreto lanzado sus significativas ventajas en numerosos usos. Al mismo tiempo, se requiere considerable habilidad y experiencia en la aplicación del concreto lanzado, así que su calidad depende en gran parte del trabajo de los operadores, especialmente en la colocación con la boquilla de expulsion.

El contenido de cemento en el concreto lanzado es alto. Además, el equipo necesario y la forma de colocación son más caros que en el caso de concreto convencional. Por estas razones, el concreto lanzado se usa principalmente en ciertos tipos de construcciones: secciones delgadas y ligeramente reforzadas (en algunos casos), como techos, cascarones, recubrimiento de túneles y tanques presforzados. Se usa también para reparar concreto deteriorado, estabilizar taludes, recubrir acero para protección contra incendios, y como sobrecapa ligera de concreto, mampostería o acero. Si el concreto lanzado se aplica en una superficie cubierta por agua corriente, es necesario usar un acelerante que produzca fraguado instantáneo; pero con la consiguiente reducción en la resistencia, aunque hace posible el trabajo de reparación. Generalmente, se aplica el concreto lanzado en un espesor hasta de 10 cm.

En la hoja que sigue se ilustra gráficamente el sistema.


LANZADO
JUMBO
LANZADORA
REZAGA
CARRO TOLVA
REZAGADORA
VAGONETA

COMPARACION ENTRE PROCEDIMIENTOS DE COLOCACION DE CONCRETO

PROCEDIMIENTO	CUBETAS	BUGUI	BANDAS	BOMBAS
Restricciones de Mezcado	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Muchas (de acuerdo al tipo de bomba)
Accesibilidad	No debe haber obstáculos superiores	Requiere espacio para rodamiento, rampas o malacates	No supera obstáculos altos verticales pero pueden utilizarse ventanas, etc.	Ninguna
Restricciones en desplazamiento vertical	Lo permitido por la grúa	La pendiente cuesta arriba máxima es 5:1 en términos generales	La pendiente máxima es 2:1 en ambos sentidos, en general	50 a 450 pies con una cifra record de 576 pies.
Restricciones en desplazamiento horizontal	El ángulo de la pluma limita la operación de carga de la cubeta; dar el ángulo necesario toma su tiempo.	Manuales: límite práctico 200 pies máx. Motor: 1000 pies	2 000 pies o más	250 a 2 500 pies dependiendo de la bomba y del diámetro de la tubería
Yardas/hora	Con cubeta de 1 yarda, y vel. de 240 p.p.m. 73 yd/hora a 50 pies de elevación 36 yd/hora a 200 pies de elevación	Manuales: 200 pies, 3 a 5 yd/hora Motor: 600 pies 15 a 20 yd/hora	100 a 360 yd/hora	5 a 160 yd/hora dependiendo de la bomba y del tipo de trabajo
Utilización malacate/grúa	El ciclo completo de colado requiere grúa o malacates	Ninguno, a menos que el nivel de colado sea superior al nivel de la rampa	Si se utilizan unidades pesadas, sólo durante el tendido	Ninguno
Tiempo para instalación	Ninguno, a menos que existan obstáculos para el acceso	Instalación de rampas y rodamiento-posible necesidad de apuntalamiento	Se requiere un mínimo de 5 hombres en 2 horas para 200 pies de recorrido	Colocación de la línea (No si se utiliza bomba montada en camión)
Costo inicial	Descarga inferior 1.5 yd: $1 000 U.S.	$ 1 750 US - $ 2 500 US	Ancho 16", sistema de 200': $ 40 000 US (7 bandas)	Bomba: $ 15 000 US - $ 40 000 US Pluma: $ 20 000 US - $ 40 000 US
Renta promedio/mes	1 yd descarga inferior: $ 105 US 1 yd "recostada": $ 103 US	Manual 10-12 pies: $ 42.75 US. Motor 10-14 pies $ 204.00 US.	Ancho 16",32-34 pies: $ 413 US Ancho 16",50 pies: $ 594 US	No disponible

EJEMPLO DE ESPECIFICACIONES

PROYECTO PAUTE - ETAPA I
LICITACION No. PA/1

PARTE IV

SECCION: 8 HORMIGON LANZADO

8.1 Alcance de los Trabajos.– Esta Sección abarca el suministro y aplicación de hormigón lanzado, mediante equipo neumático, en el techo de la Casa de Máquina, en túneles, en pozos, en el recubrimiento de taludes y en otros sitios que la Fiscalización lo apruebe o lo ordene.

El hormigón lanzado se colocará según las instrucciones de los planos, con o sin armadura o pernos de anclaje, pero también podrá ser utilizado como capa sellante, para impedir los escurrimientos de agua de filtración hacia las obras en construcción, o como relleno de irregularidades en las excavaciones.

8.2 Generalidades.– El hormigón estará constituído por una mezcla de cemento, agregados, agua y aditivos que será lanzado a alta presión sobre la superficie a cubrir. La capa proyectada se acomodará uniformemente, sin rebotar, a la superficie de la roca, evitándose luego la producción de escurrimientos o desprendimientos. Su espesor, extensión y resistencia guardarán conformidad con los requerimientos de los planos y/o con la aprobación de la Fiscalización. El Contratista deberá instalar clavos o algún otros dispositivos aprobado, como guía para la obtención de los espesores especificados.

El equipo y método a utilizarse estará de acuerdo con estas Especificaciones y con las recomendaciones del ACT 506, así como la práctica moderna más eficiente de ejecución, con personal especializado. Se observará, además, las especificaciones pertinentes de la Sección: 7 Hormigón.

El hormigón lanzado podrá ser aplicado tanto por mezcla en seco como por mezcla en húmedo. El Contratista previamente deberá obtener la aprobación de la Fiscalización del método y del equipo que se propone usar.

8.3 Materiales.– El cemento a utilizarse será tipo portland, que satisfaga los requisitos de la especificación ASTM – C 150, Tipo II.

Los agregados pueden consistir de arena natural o manufacturada o una combinación de los dos y gravilla y estarán constituidos por partículas limpias duras y resistentes con un diámetro máximo de 1 cm.

El módulo de finura de la arena estará comprendido entre 2.5 y 3.0

Los aditivos, serán tan sólo acelerantes del fraguado. Su uso se condicionará a la aprobación de la Fiscalización.

El agua para la mezcla deberá cumplir con los requisitos ya indicados en el numeral: 7.5., de agua para hormigones.

Al disponer mallas de alambre, como refuerzo, éstas cumplirán con los requisitos especificados en la Sección. 10.

8.4 Dosificación

8.4.1 Ensayos Previos.– Los ensayos previos de la dosificación propuesta deberán realizarse con una anticipación mínima de 20 días a la aplicación del hormigón lanzado en las obras definitivas.

Los ensayos se efectuarán en por lo menos dos paneles, de 1 m2, con o sin malla en la cuarta parte o en la mitad de su superficie (según la aprobación de la Fiscalización). El espesor requerido, no menor de 5 cm. será aplicado de acuerdo al método a emplearse, sobre un panel colocado en posición vertical: y el otro,

horizontal, en la bóveda.

El Contratista obtendrá de ellos las muestras o testigos necesarios para efectuar ensayos de compresión, que determinen la calidad del hormigón lanzado; se controlará, además la capacidad y calidad del equipo de mezcla y lanzado, y los tiempos necesarios de revoltura.

8.4.2 Dosificación.- El diseño de la dosificación será hecho por la Fiscalización. Al aceptarlo el Contratista, la asume completamente como suya, para la ejecución. La resistencia a alcanzarse de 175 Kg/cm2 a los 7 días.

La dosificación se hará por peso y con una precisión de 1o/o. El equipo de pesaje permitirá obtener pesadas con errores inferiores a 0.5o/o. El mezclado de los materiales se realizará mecánicamente, por el tiempo mínimo de 1·1/2 minutos, en forma completa y uniforme, y en las cantidades necesarias para mantener un abastecimiento ininterrumpido. El contenido de humedad de los agregados antes de la revoltura será entre el 3 y 5o/o

Toda mezcla que no haya sido utilizada hasta 45 minutos después de iniciado su mezclado deberá ser rechazada a expensas del Contratista.

8.5 Colocación

8.5.1 Limpieza.— Antes de la colocación del hormigón lanzado, las superficies deberán ser cuidadosamente limpiadas, por medio de chorros alternados del aire y agua a presión. Se alejará de ellas todo material suelto, residuos, o fragmentos de roca, lodos, agua de escurrimiento, etc.

No se colocará el hormigón lanzado sobre superficies secas o polvorientas éstas, una vez limpias, deberán ser mantenidas húmedas por lo menos durante 2 horas. Si la aplicación va a hacerse sobre capas antiguas de hormigón lanzado, éstas deberán ser auscultadas con golpes de martillo, para comprobar que no haya zonas sueltas, que en caso de existir deberían ser picadas cuidadosamente y reemplazadas con el nuevo hormigón lanzado.

Si se utiliza mallas de refuerzo, se tendrá los mismos cuidados de limpieza antes indicados.

8.5.2 Agua de Hidratación.— La dosificación de agua en la boquilla del equipo de lanzado deberá ser tal, que la mezcla proyectada sea trabajable y produzca el mínimo posible de rebote, evitándose posteriores escurrimientos o desprendimientos, debidos a exceso de agua.

La presión del agua en el mezclador deberá ser mayor, en mínimo 1 Kg/cm2, que aquella delaire comprimido; y mantenido constantemente, uniforme y adecuada, para garantizar su eficiente mezcla con el cemento y agregados.

8.5.3 Aplicación.— El hormigón, lanzado se aplicará de modo contínuo, no intermitente, en los espesores establecidos en los planos y/o según lo indique la Fiscalización. En las zonas en que sea necesario más de una carga, la siguiente se aplicará luego de por lo menos 8 horas después de la primera.

La boquilla se mantendrá en posición perpendicular a la superficie y a una distancia entre 1 y 1.5 m. El chorro deberá ser de forma cónica; caso contrario, la boquilla será reparada o cambiada. Todo el material de rebote será desechado, a expensas del Contratista.

Para la longitud de mangueras de menos 30 m, la presión del aire en la lanzadora no será inferior a 3 kg/cm. de ancho, las cuales deberán ser limpiadas, según lo indicado en 8.5.1 antes de aplicar la nueva capa adyacente. No se permitirá la construcción de juntas cuadradas.

8.6 Curado.— El hormigón lanzado deberá ser protegido de la pérdida de agua durante el tiempo mínimo de 7 días, después de colocado, por uno de los siguientes metodos:

a) Cubriendo la superficie con cáñamos, arenas o paja, y manteniéndose continuamente húmedos.

b) Rociándolo continuamente con agua o cubriéndolo con agua;

c) Cubriendolo con una capa de material sellante, aprobado que mantenga por lo menos el 90o/o del agua original de la mezcla, de acuerdo al método de la especificación ASTM–C 156.71.

Si la humedad relativa del aire en la superficie del hormigón lanzado fuere de 90o/o, durante el tiempo mínimo especificado, no se requerirá de precauciones especiales de curado.

8.7 Control de Calidad.– El Contratista prestará, sin cargo alguno, todas las facilidades necesarias para que la Fiscalización efectúe el control de calidad cuando y donde creyere conveniente. Especialmente, se hará un panel de ensayo en cada frente de trabajo y se extraerá testigos de aproximadamente 7.5 cm. de diámetro para efectuar controles de espesor y resistencia. Mínimo se erectuará un panel de ensayo por cada tres días de aplicación.

Todo hormigón lanzado que no cumpliere con los requisitos especificados en esta Sección, o que sufriere daño después de colocado, deberá ser reemplazado o corregido según lo indique y apruebe la Fiscalización, a expensas del Contratista.

8.8 Medición y Forma de Pago.– El hormigón lanzado a pagarse será medido en base al peso, en toneladas métricas, del cemento usado. Este precio incluirá el costo de suministros de todos los materiales (excepto cemento), equipos, herramientas y mano de obra necesarios para realizar la preparación mezcla y colocación del hormigón, así como, para controlar el agua superficial, el suministro y la aplicación de los compuestos químicos para el curado y la provisión de agua de curado.

El pago se efectuará de acuerdo al precio unitario por tonelada métrica estipulado en la Tabla de Cantidades y precios.

La medida y forma de pago para la malla de alambre soldada, usada como refuerzo se hará de acuerdo a lo indicado en el numeral: 10.7.

El cemento se medirá y pagará de acuerdo a lo establecido en el numeral 7.30.14.

5. CONSTRUCCION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE JUNTAS

A fin de reducir los esfuerzos de tensión, compresión y flexión, según el caso, se hace necesario construir juntas en los colados de concreto hidráulico. Podemos distinguir las siguientes juntas:

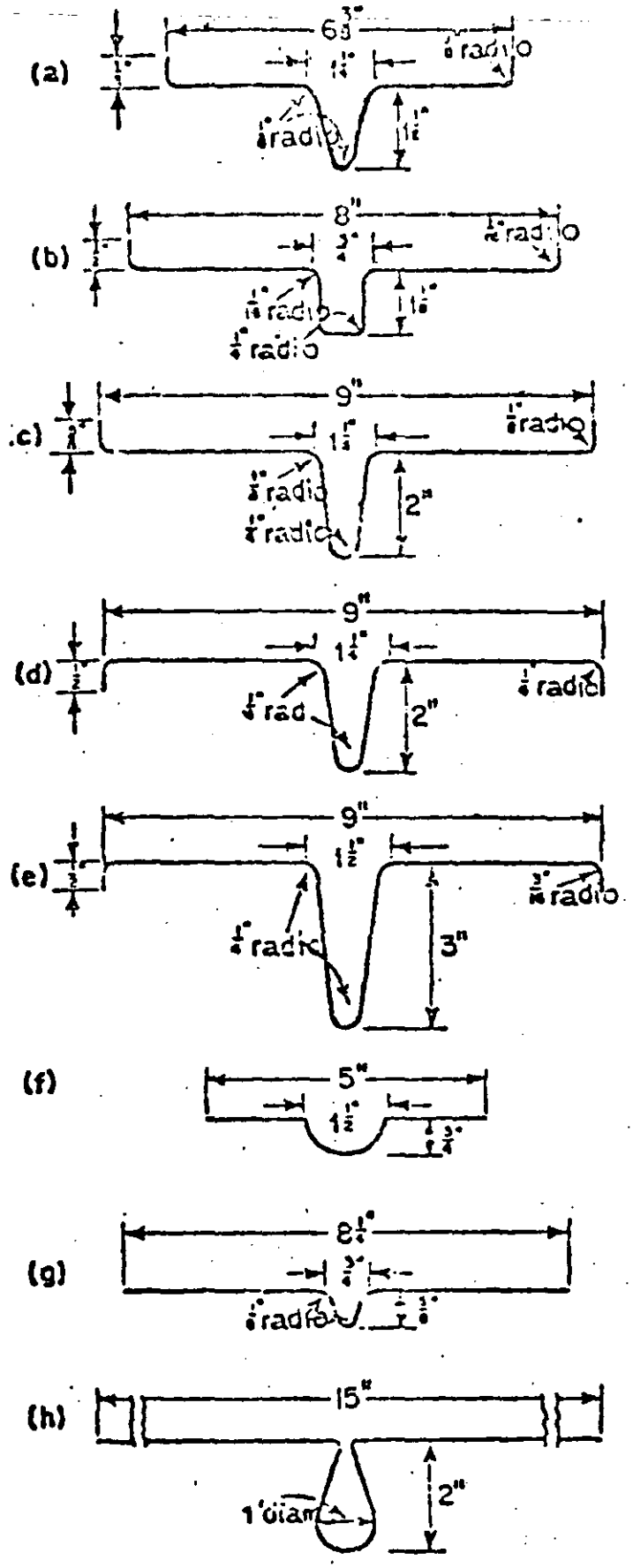
A. JUNTAS DE EXPANSION

Su función principal es proporcionar el espacio para que tenga lugar la expansión del concreto y por consiguiente, evitar que se originen esfuerzos de compresión que pudieran causar daño en el mismo. Esta junta funciona también como junta de contracción. Se pueden localizar en estructuras largas, como muros de contención, edificios, ductos, etc.

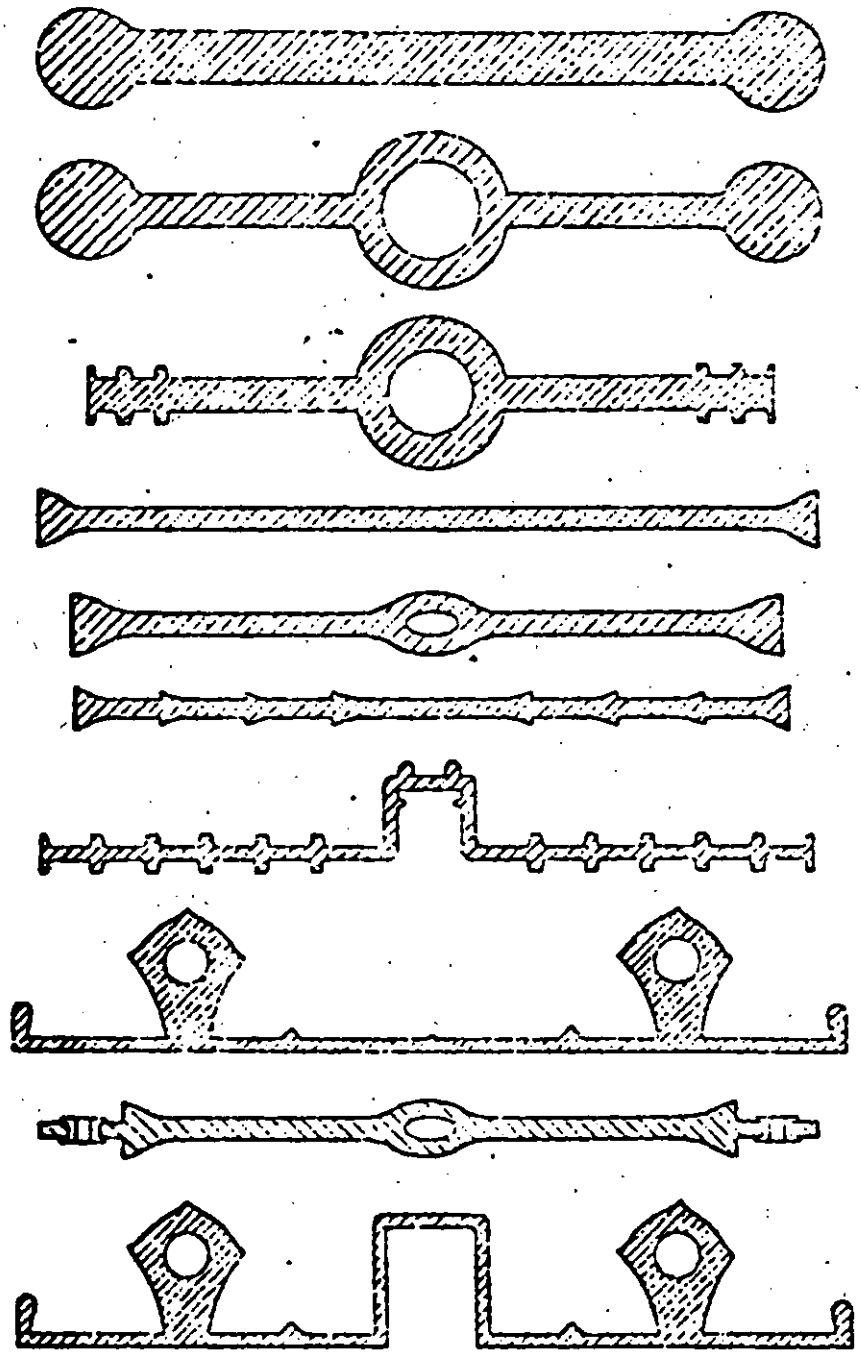
Se recomienda que estas juntas sean colocadas cada 30 m en el caso de muros de contención y de edificios. Es también conveniente colocar juntas de expansión en estructuras que tengan cambios de dirección, tal y como sucede en los edificios en forma de T o L.

Las juntas pueden ser elementos ahogados en el concreto del siguiente material: cobre, debido a que su resistencia a la oxidación es mucho mayor que la del acero; bandas de PVC, debido a que absorben los movimientos de la junta y son completamente impermeables; bandas de plástico; bandas de hule.
En las dos siguientes páginas se anexan croquis de juntas de expansión de cobre y distintos tipos de bandas flexibles para el sellado de juntas.

JUNTAS DE EXPANSION DE COBRE



DISTINTOS TIPOS DE BANDAS FLEXIBLES PARA EL SELLADO DE JUNTAS



B. JUNTAS DE CONTRACCION

Tienen por objeto limitar los esfuerzos de tensión a valores permisibles. Esta junta debe estar en libertad de abrirse y básicamente existen dos tipos : juntas de ranura, juntas de tiras metálicas. Las primeras se construyen formando una ranura en la superficie del elemento utilizando cualquiera de los siguientes procedimientos.

a) Introduciendo temporalmente en el concreto una tira metálica.

b) Instalando una tira de material premoldeado de relleno para juntas a la profundidad requerida.

c) Aserrando el pavimento después que el concreto haya endurecido.

Las segundas, se usan en pavimentos de concreto y se construyen colocando una tira separadora o de partición sobre la sub-base. Este separador consiste en una placa metálica o alguna hoja delgada de algún material rígido e incomprensible; sirve para interrumpir la continuidad del pavimento. Se forma una ranura en el concreto inmediatamente encima del separador.

C. JUNTAS DE ALABEO O DE ARTICULACION.

Se refiere a cualquier tipo de juntas que permitan un cierto giro sin una separación considerable entre las losas adjuntas. Su función principal es absorber los esfuerzos por alabeos. A diferencia de la junta de expansión o contracción se colocan barras a través de la junta para prevenir separación considerable. En efecto, una junta de este tipo actúa simplemente como una articulación, permitiendo que los elementos en unión puedan sufrir un cierto desplazamiento angular.

D. JUNTAS DE CONSTRUCCION

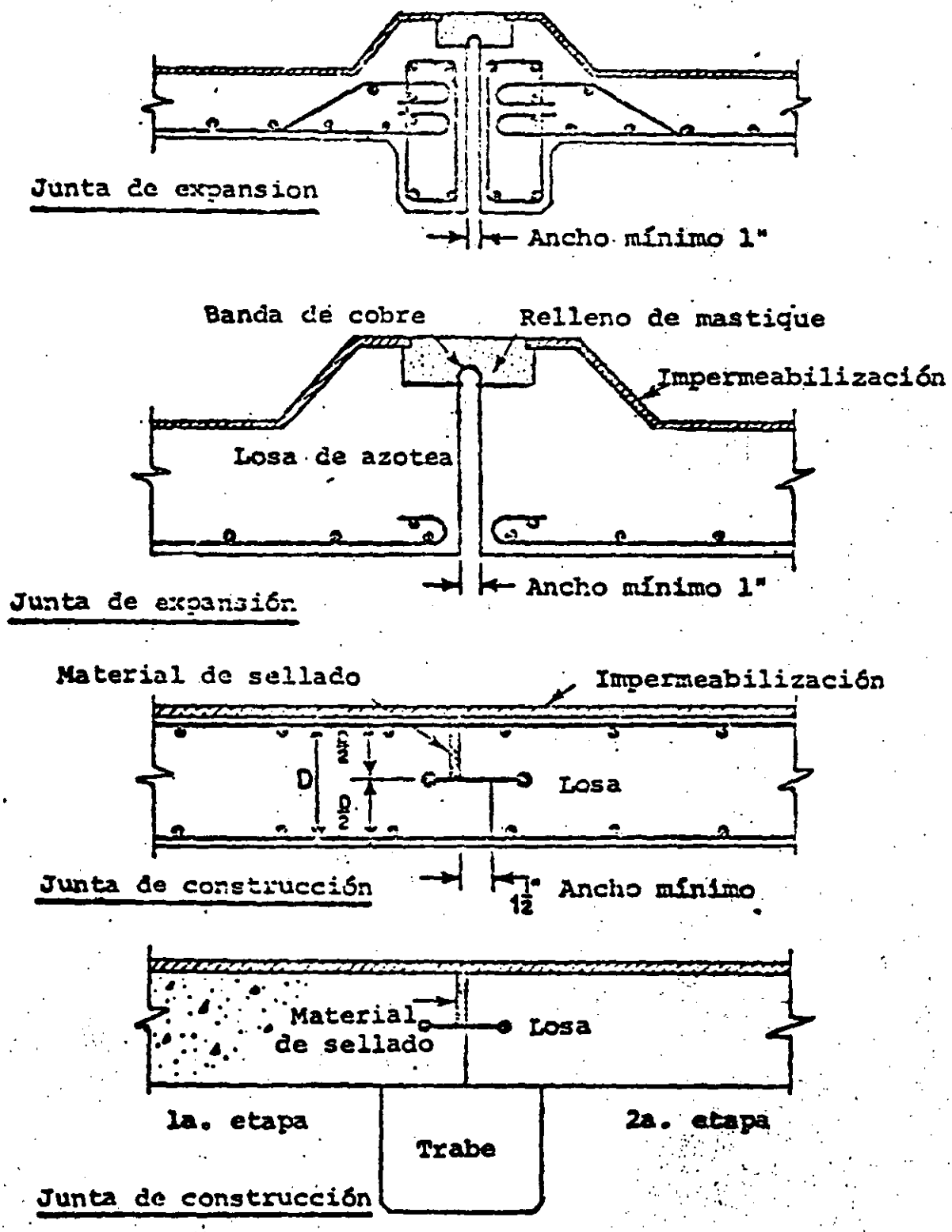
Al terminar una jornada de trabajo, o por alguna otra razón, la colocación del concreto se puede suspender temporalmente; entonces, es necesario construir juntas de este tipo. Se recomienda que la posición de las juntas de construcción, para elementos estructurales, conserven la posición que se indica en el croquis.

Cuando el proyecto lo exija habrá que dejar barras para la transmisión de cargas en losas coladas en un tramo continuo y en la junta de construcción que se deja al suspender el colado.

En el caso de colados continuos en losas de pavimentos, es importante que las varillas pasajuntas lisas que se dejan en la zona de la junta, sean colocadas a la mitad del peralte de la losa y repartidas según marque el proyecto, alineadas paralelamente al eje longitudinal y engrasadas para que tengan libertad de movimiento horizontal. Para lograr tener las barras pasajuntas en su posición correcta se construye una estructura de alambrón que se clava en la subase y sobre esta se distribuyen las barras pasajuntas amarrándolas ligeramente para permitir el movimiento horizontal sin perder su alineamiento longitudinal.

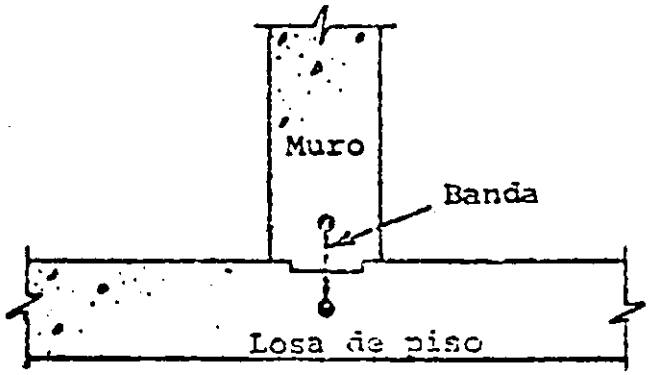
En las siguientes se anexan ejemplos de diferentes tipos de juntas.

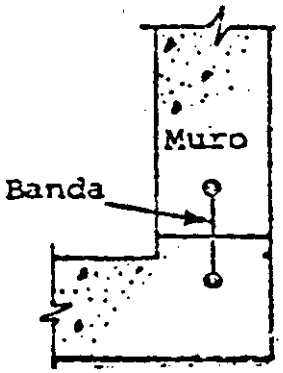
DISTINTAS SOLUCIONES DE JUNTAS EN LOSAS DE AZOTEA

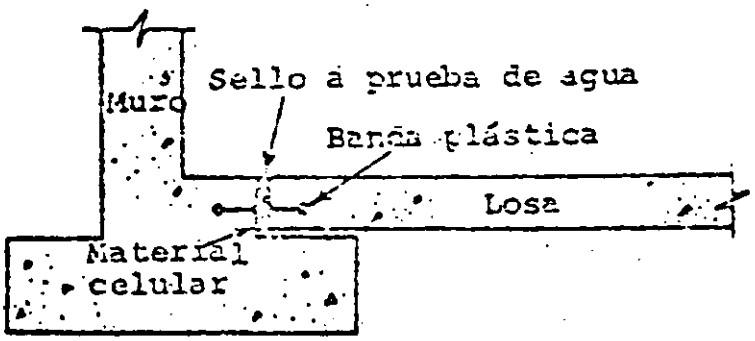


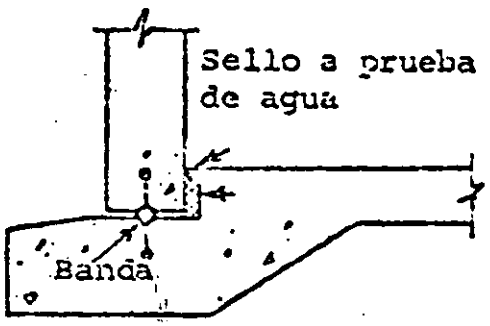
EJEMPLOS DE UTILIZACION DE BANDAS PLASTICAS EN

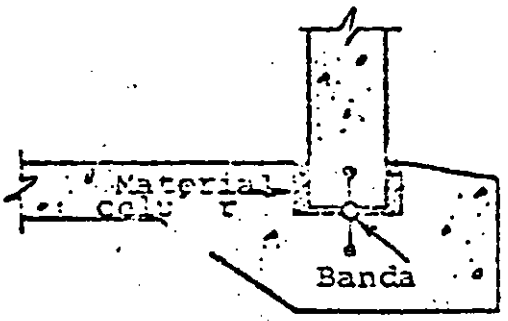
DISTINTOS TIPOS DE JUNTAS DE CONSTRUCCION





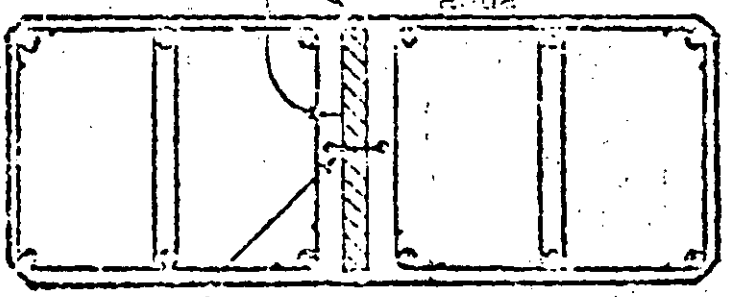




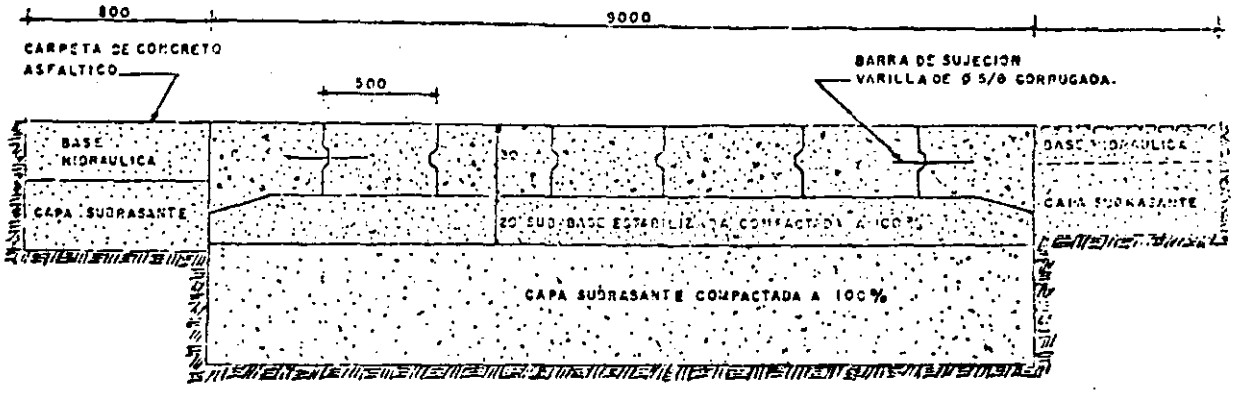


JUNTA DE CONSTRUCCION

ENTRE DOS COLUMNAS



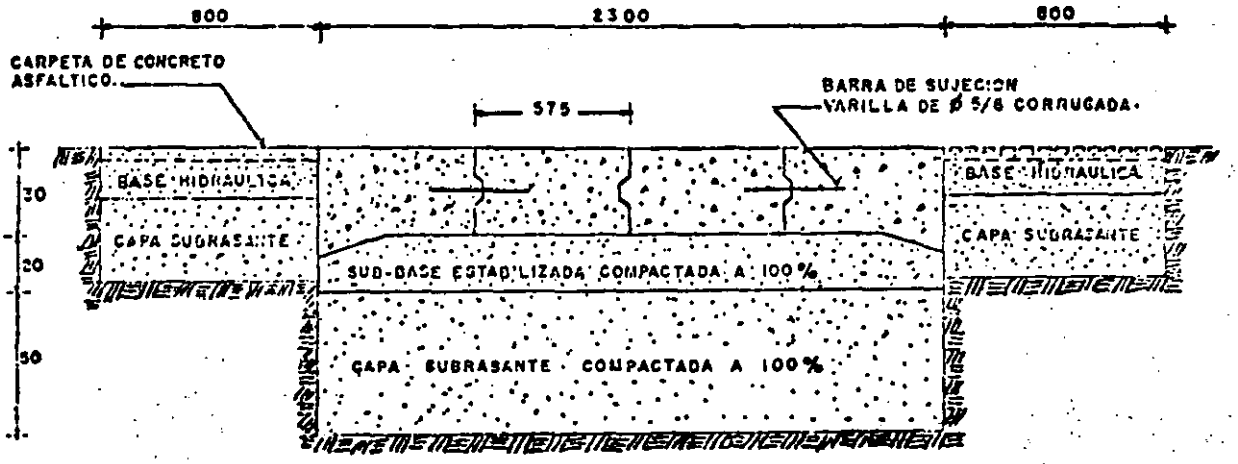
JUNTAS DE CONSTRUCCION PARA AEROPUERTOS



SECCION PLATAFORMA DE OPERACIONES

ACOTACIONES EN CM.

JUNTAS DE CONSTRUCCION PARA AEROPUERTOS



SECCION CALLES DE RODAJE

ACOTACIONES EN CM.

SUPERVISION DURANTE LA COLOCACION

A. ASPECTOS GENERALES

Al desarrollarse el proyecto de una estructura cualquiera, se presentan tres etapas o pasos que pueden definirse como:

a) Planeación

En esta etapa se analizan las diversas alternativas en un nivel muy general, relacionando insumos y productos.

b) Diseño

Es el siguiente paso y en él se detalla la estructura, se dan dimensiones, se fijan calidades de los materiales y acabados y se representa mediante planos y especificaciones.

c) Construccion

En esta etapa se aplican los insumos en forma física a fin de realizar la obra que el diseñador representó en planos y especificaciones.

Es evidente que el papel del contratista está relacionado con la etapa c, siendo muy conveniente que tenga una idea completa de las etapas anteriores que se mencionan, y aún de las etapas posteriores, que son Operación y Mantenimiento de la estructura.

Podría pensarse que lo más económico es que el propietario de la estructura se abocara por sí mismo a la realizacion de todas las etapas para la consecución de un proyecto, puesto que aparentemente le reportaría economías. Sin embargo, la ejecución de una obra implica, para que sea económica, una concentracion de equipo especializado y experiencia previa. Es en la construcción, cuando se realiza el mayor gasto derivado del proyecto; los ahorros que pudieran realizarse en esta etapa son significativos para la bondad económica del mismo.

Una organizacion especializada, que cuente con los medios adecuados para la realización de la cons-

truccion, es, por lo tanto, una necesidad, que aunado a un sistema bien diseñado de otorgamiento de obras por concurso, puede dar la respuesta a la necesidad de muchos propietarios que desean construir una gran diversidad de estructuras.

En nuestro medio es prácticamente común que las obras las realicen físicamente los contratistas; pero siempre bajo el estricto control de la parte contratante, quien verificará que lo que marcan los planos y las especificaciones se cumpla.

Queda entonces claro que el contratista, tiene la obligación de contar con un adecuado sistema de control que le permita realizar la obra con la calidad especificada. Dicho sistema de control debe ser planeado, definiéndose en esta etapa, el tipo de muestra y la frecuencia con la que esta debe ser obtenida. Para tal efecto, el contratista deberá contar con un laboratorio con cierto tipo de elementos, que permita realizar las pruebas planeadas. Se necesita también una organización que realice dichas pruebas; y de acuerdo con la complejidad de las mismas, tendrá una definición del tipo de personas requeridas para manejar el laboratorio.

Es frecuente que, independientemente del sistema de control de constructor, exista un sistema de control proveído por el cliente. A este sistema de control es al que se le conoce con el nombre de supervisión, sin embargo, en estas notas al emplear los términos "supervisión" o "supervisor", se entenderá indistintamente y por conveniencia, que se puede tratar de la supervisión proveída por el cliente o bien de todo el sistema de control de calidad que realiza el constructor.

Dicho lo anterior, vale la pena también aclarar, que dentro del aspecto "control durante la colocación del concreto" no solamente se debe vigilar que se realicen las pruebas adecuadas o que se obtengan los especímenes necesarios; sino que también existe una serie de actividades que es necesario llevar a cabo de acuerdo con ciertas normas.

Trataremos de ser más claros haciendo la siguiente lista de lo que el supervisor debe controlar durante la colocación del concreto.

- Trabajabilidad y consistencia.
- Calidad del concreto.
- Forma de colocación en los moldes.
- Compactación del concreto.
- Verificación de la temperatura ambiente.
- Curado del concreto.

B. TRABAJABILIDAD Y CONSISTENCIA

La trabajabilidad es la propiedad de la revoltura de concreto fresco que determina la facilidad con la cual puede manejarse, consolidarse y acabarse. Esto incluye factores tales como la fluidez, moldeabilidad, cohesividad, y compactibilidad. Esta trabajabilidad está afectada por la graduación de los agregados, por la forma de las partículas, por las proporciones de los agregados, por el contenido de cemento, por los aditivos (si se usan) y por la consistencia de la revoltura.

La consistencia es la facultad de la revoltura de concreto fresco para fluir. También nos determina ampliamente la facilidad con la cual el concreto puede ser consolidado.

Puede decirse que aun no existe una medida absoluta para la consistencia y para la trabajabilidad,

sin embargo, la prueba de revenimiento, que es la que se usa con mayor frecuencia en las obras, puede ser muy útil como una indicación de la consistencia y en ciertas mezclas también de la trabajabilidad. Esta prueba de revenimiento, es ampliamente utilizada para determinar la consistencia de las revolturas que se usan en la construcción normal; para revolturas más rígidas se recomienda la prueba Ve Be.

C. CALIDAD DEL CONCRETO

La medida más común por la cual se juzga la calidad del concreto es la resistencia a la compresión.

La función del supervisor en este aspecto, se limita a controlar que de cada determinado volúmen de concreto, se elaboren los cilindros de prueba especificados vigilando que esten debidamente identificados. Estos cilindros de prueba pueden elaborarse en la forma tradicional, o bien, en moldes en los cuales se vierte el concreto para después cerrarse herméticamente; bien se trate de la prueba normal a los 28 días o de la prueba acelerada a los 28 1/2 horas, respectivamente.

D. FORMA DE COLOCACION EN LOS MOLDES

Un requisito básico del equipo y métodos de colocación, como de todos los demás equipos y métodos de manejo, es que debe conservar la calidad del concreto en lo que se refiere a la relación agua-cemento, revenimiento, contenido de aire y homogeneidad. La selección del equipo debe basarse en su capacidad para manejar eficientemente el concreto en las condiciones más ventajosas de tal manera que pueda ser fácilmente consolidado en su lugar mediante vibración.

Debe preverse suficiente capacidad de colocación, mezclado y transporte, de manera que el concreto pueda mantenerse plastico y libre de juntas frías mientras se coloca. Debe colocarse en capas horizontales que no excedan de 60 cm. de espesor, evitando capas inclinadas y juntas de construcción.

Para construcción monolítica, cada capa debe colocarse cuando la capa anterior todavía responda a la vibración, y las capas deben ser lo suficientemente poco profundas como para permitir su unión entre sí mediante una vibración adecuada.

Las figuras de las tres páginas siguientes muestran cómo pueden evitarse muchas de las causas comunes de la segregación en la colocación del concreto.

E. COMPACTACION DEL CONCRETO

El proceso de compactación del concreto consiste esencialmente en la eliminación del aire atrapado. Para lograr la compactación existen diversos métodos y técnicas disponibles. La elección depende principalmente de la trabajabilidad de la revoltura, de las condiciones de colado y de la proporción de aire que se desee.

Debe seleccionarse un método de compactación que sea adecuado para la revoltura de concreto y las condiciones de colado. Hay disponible una amplia variedad de métodos manuales y mecánicos.

a) *Metodos manuales*

Los métodos manuales más antiguos, consistían en apisonar o consolidar la superficie del concreto a fin de desalojar el aire y forzar a las partículas a una configuración más estrecha. De hecho a causa de la acción de la gravedad se obtiene un cierto grado de consolidación cuando se deposita el concreto en la cimbra. Esto es particularmente cierto para mezclas fluidas en las que es necesario muy poca compactación adicional, como por ejemplo un ligero varillado. Sin embargo tiene la desventaja de gran contenido de agua, que como se sabe reduce la resistencia mecánica.

Las revolturas plásticas pueden consolidarse con un varillado (empujando una varilla consolidadora u otra herramienta adecuada en el concreto), o por medio de una apisonado. El paleado es algunas veces empleado para mejorar las superficies en contacto con la cimbra; una herramienta plana en forma de pala es repetidamente metida y sacada en el lugar adyacente a la cimbra. Esto obliga a las partículas gruesas a alejarse de la cimbra y ayudar a las burbujas de aire en su ascenso hacia la superficie superior. Aunque es una operación laboriosa, el resultado vale la pena algunas veces.

El compactado a mano puede utilizarse para consolidar revolturas rígidas. El concreto se coloca en capas delgadas y cada capa es cuidadosamente apisonada y compactada. Este es un método efectivo de consolidación, pero laborioso y costoso.

b) Métodos mecánicos

El método más comunmente usado hoy en día es el de vibración, la cual se adapta especialmente a las consistencias más rígidas que van asociadas al concreto de alta calidad. La vibración puede ser interna o externa.

Otro método es el de barras apisonadoras operadas mecánicamente y son adecuadas para consolidar revolturas rígidas en algunos productos precolados, incluyendo los bloques de concreto.

Un equipo que aplique altas presiones estáticas en la superficie superior puede utilizarse para consolidar losas delgadas de concreto de consistencia plástica o fluida. Aquí el concreto es prácticamente exprimido en la cimbra, expulsando el aire atrapado y parte del agua de la revoltura.

La fuerza centrífuga es capaz de consolidar desde un concreto de revenimiento moderado a uno alto, en la fabricacion de tuberías de concreto, postes, pilotes y otras secciones huecas.

Muchos tipos de vibradores de superficie están disponibles para la construcción de losas incluyendo reglas vibratorias, rodillos vibratorios, apisonadores vibratorios de placa o enrejado y herramientas vibratorias para acabado.

Las mesas de impacto (utilizadas en el proceso Schokbeton), algunas veces llamadas mesas de golpeteo, son adecuadas para consolidar concreto de bajo revenimiento. El concreto se deposita en capas delgadas en moldes resistentes. Tan pronto como se llena el molde, se levanta alternativamente una corta distancia y se deja caer en una base sólida. Siendo que el molde y el concreto son repentinamente detenidos en caída libre, el impacto origina que el concreto se "compacte" en una masa densa. Las frecuencias varían en el rango de 150 a 250 golpes por minuto, y la caída libre es de 0.3 a 1.3 cm (1/8" a 1/2").

El proceso de vacío es un método que mejora la calidad del concreto cerca de su superficie y consiste en quitar parte del agua de la revoltura después que el concreto ha sido colado; sin embargo, esto implica algunas reconsolidación. Su principal aplicación está en la construcción de losas. En este caso, se aplican unas lonas a la superficie, después que se ha terminado la consolidación normal, y se conectan a las bombas de vacío. La succión ejercida por las bombas y la presión atomosférica del aire (una fuerza de consolidación), actúan simultáneamente en las lonas removiendo el agua y el aire atrapado en la región cercana a la superficie, cerrando los espacios ocupados previamente por el agua.

c) Combinación de métodos

Bajo ciertas condiciones, el combinar dos o más métodos de consolidación puede dar muy buenos resultados. Por ejemplo, la vibración interna y externa puede a menudo combinarse ventajosa-

mente en los precolados y en algunas ocasiones en concreto colado en el lugar. En algunos casos se pueden utilizar vibradores de cimbra para consolidación rutinaria y vibradores internos en puntos críticos, como pueden ser ciertas secciones altamente reforzadas en donde se tienden a crear vacíos y una mala adherencia entre el concreto y refuerzo. Inversamente en secciones donde la consolidación principal se hace con vibradores internos, la vibración de la cimbra puede aplicarse también para alcanzar la apariencia deseada en la superficie.

La vibración puede aplicarse simultáneamente a la cimbra y a la superficie expuesta. Este procedimiento se usa frecuentemente en la fabricación de unidades que utilizan mesas vibratorias. Mientras que el molde es vibrado, una placa o rejilla vibratoria aplicada a la superficie expuesta ejerce un impulso vibratorio y una presión adicionales.

La vibracion del molde es algunas veces combinada con presion estática aplicada a la superficie expuesta. Esta "vibración bajo presión" es particularmente útil en muchas máquinas para fabricar bloques de concreto, donde las revolturas muy rígidas no responden favorablemente a la vibración sola.

Centrifugado (girado), vibración y rolado se combinan frecuentemente en la producción de tuberías de concreto de alta calidad y otras secciones huecas.

d) Vibrado

La vibración consiste en someter al concreto fresco a rápidos impulsos vibratorios los cuales reducen drásticamente la fricción interna entre las partículas de agregado. Mientras se encuentra en estas condiciones, el concreto se asienta por acción de la gravedad (algunas veces auxiliado por otras fuerzas) Cuando se detiene la vibración, la fricción se restablece.

Vibradores como el que se muestra en la figura de la página siguiente, son muy usados para compactar el concreto.

Los vibradores internos, llamados a menudo vibradores de corto alcance o hurgadores, tienen una cabeza o caja vibradora. La cabeza se sumerge y actúa directamente contra el concreto. En la mayoría de los casos para evitar el sobre—calentamiento los vibradores internos dependen del efecto de enfriamiento del concreto que los rodea.

Todos los vibradores internos actualmente en uso son del tipo rotatorio. Los impulsos vibratorios emanan en ángulo recto de la cabeza del vibrador.

Un vibrador para concreto tiene un rápido movimiento oscilatorio el cual se trasmite al concreto fresco. El movimiento oscilatorio está descrito básicamente en términos de frecuencia (número de oscilaciones o ciclos por unidad de tiempo), y amplitud (desviación del punto de reposo).

Los vibradores rotatorios siguen una trayectoria orbital que generalmente se alcanza al rotar un peso desbalanceado o excéntrico dentro de la caja del vibrador.
Generalmente el diámetro de los cabezales de un vibrador de 3 a 10 cm. y el radio de acción de 30 a 60 cm.

Resumiendo, podemos decir que para lograr buenos resultados en la vibración, es importante observar los siguientes aspectos.

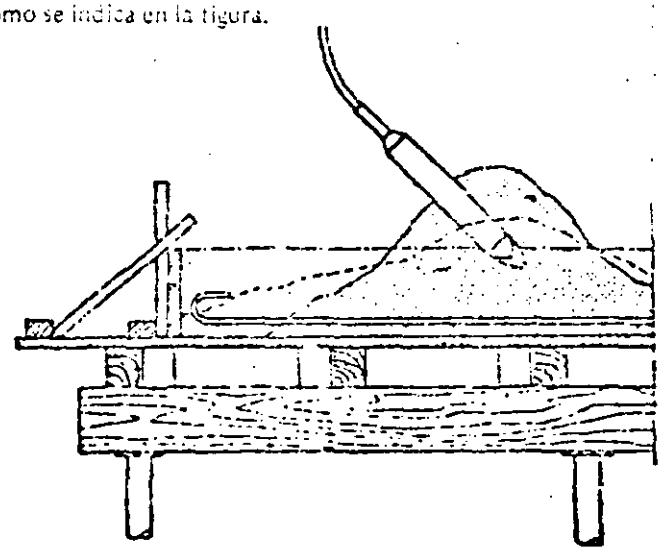
1o. Debe tenerse cuidado para que al actuar un vibrador sobre el refuerzo no se provoque desplazamiento de este.

2o. Se recomienda no vibrar un concreto con demasiado contenido de agua porque se segrega fácilmente favoreciendo la formación de bolsas de grava.

3o. Debe sumergirse el vibrador lentamente hasta que el agua y el aire aparezcan en la superficie. Una sobrevibración en el mismo sitio de inmersión en determinadas revolturas puede producir segregación.

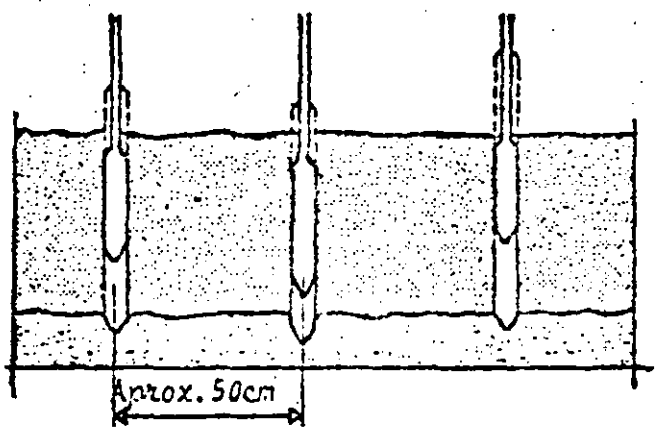
4o. Si al retirar el vibrador no se cierra el orificio inmediatamente, esto puede ser indicio de que se necesita más agua de mezclado.

5o. Se recomienda no introducir el vibrador al azar sino de manera sistemática y de tal forma que la zona de accion de cada posicion recubra parcialmente la de las inmersiones anteriores. No se deoe permitir que el concreto sea extendido con una introducción muy pronunciada del vibrador, tal como se indica en la figura.



6o. En losas nervadas hay que seleccionar un cabezal con un diámetro que permita su penetracion en las nervaduras.

7o. Cuando se esta colando concreto masivo, se recomienda que las descargas formen capas de aproximadamente 50 cm. de espesor, profundidad a la que debe penetrar el cabezal más una pequeña parte adicional dentro de la capa inferior, tal como se indica en la figura.



Por último, diremos únicamente que una de las funciones del supervisor es también la de verificar el buen funcionamiento del equipo, comprobando que la frecuencia sea la especificada por el fabricante.

e) Revibrado

Es normal que el vibrado se haga inmediatamente después de la colocación del concreto, de modo que la compactación se complete antes de que el concreto se haya endurecido.

El revibrado es el proceso de volver a vibrar el concreto que ha sido vibrado anteriormente. Por ejemplo, para asegurar la buena unión entre capas, la parte superior de la capa inferior debe ser revibrada, siempre y cuando la capa interior se encuentre aun en estado plástico; es así como pueden eliminarse grietas de asentamiento y efectos internos de sangrado.

De esta exitosa aplicación del revibrado surge la idea del uso general del revibrado. En base a resultados experimentales, se ve que el concreto puede revibrarse exitosamente después de 4 horas del tiempo de mezclado. Si se revibra 1 ó 2 horas después de la colocación, puede incrementarse la resistencia a la compresión a los 28 días. La comparación se basa en el mismo período total de vibración, aplicado inmediatamente después de la colocación o parcialmente en ese momento y parcialmente después de un tiempo especificado. Se han observado incrementos en resistencia de aproximadamente el 14o/o; pero los valores reales pueden depender de la trabajabilidad de la mezcla y los detalles de procedimiento. En general, el mejoramiento en la resistencia es más pronunciado en edades tempranas, y es mayor en concretos propensos a sangrado fuerte ya que el agua atrapada se expele con la vibración. Por la misma razón, el revibrado mejora grandemente la unión entre el concreto y el refuerzo. Probablemente también, en parte, el aumento en resistencia se deba al relajamiento de los esfuerzos de contracción plástica alrededor de las partículas del agregado.

A pesar de todas las ventajas ya expuestas, el revibrado en nuestro medio es poco usual, debiéndose esto a que implica un paso adicional en el proceso de colado y, consecuentemente, un incremento en el costo. Además, se debe tener un cuidado especial en no aplicar el revibrado demasiado tarde ya que puede dañar el concreto.

F. VERIFICACION DE LA TEMPERATURA AMBIENTE

Las temperaturas tienen un efecto muy importante en la velocidad de endurecimiento del concreto. Cuando la colocación del concreto se realiza en climas extremosos, esta se debe planear con todo cuidado para poder contrarrestar los efectos negativos que sobre el concreto, sobre todo a edades tempranas, se puedan tener.

a) Colocación en clima frío

En nuestro país es muy raro encontrar climas extremadamente fríos, si acaso, en determinadas épocas del año en el norte y eso no comparables con los extremos de los Estados Unidos.

Por la razón antes indicada, únicamente mencionaremos la siguiente recomendación: en climas fríos cuya temperatura promedio es superior a los 4.5ºC (diario), solo se necesita proteger al concreto del congelamiento las primeras 24 horas, debiéndose procurar, por indeseable, no realizar colados con temperaturas abajo de los 4.5ºC. Para casi todas las clases de construcción, la temperatura óptima para colocar el concreto es alrededor de los 16.5ºC. Para quienes estén interesados en profundizar sobre este tema, se recomienda consultar la "Práctica Recomendada para la Colocación del Concreto en Clima Frío" (ACI 306-66).

b) Colocacion de concreto en clima cálido

Los climas calurosos sí son frecuentes en la República Mexicana, siendo por ello que sobre el estudio de este aspecto, se ha profundizado más.

Hay algunos problemas especiales en la colocación del concreto en clima cálido, causados tanto por la alta temperatura del concreto como por la mayor evaporación en la mezcla fresca. Estos problemas son relativos al mezclado, la colocación y el c ado del concreto.

Una mayor temperatura en el concreto fresco produce una hidratación más rápida, conduciendo, consecuentemente, a un fraguado acelerado y una resistencia más baja del concreto endurecido.

Una evaporación rápida puede causar contracción plástica y agrietamiento superficial y el enfriado posterior del concreto endurecido introduce esfuerzos de tensión.

Otras complicaciones adicionales son las siguientes: la inclusión de aire es más difícil, aun cuando puede inmediarse con grandes cantidades de un agente inclusor el agua de curado tiende a evaporarse rápidamente.

Hay varias medidas correctivas que pueden tomarse. En primer lugar, el contenido de cemento debe mantenerse tan bajo como sea posible, a fin de que el calor de la hidratacion no agrave indebidamente los efectos de la alta temperatura ambiente. La temperatura del concreto fresco puede bajarse al enfriar previamente uno o varios de los ingredientes de la mezcla. Por ejemplo, puede usarse hielo en vez de una parte del agua de la mezcla, pero es esencial que el hielo se haya derretido completamente antes de que el mezclado se complete. Es más difícil enfriar el agregado y, debido al bajo calor específico de la piedra, resulta menos efectivo. Todos los materiales que se usen deben protegerse de los rayos solares. También puede colarse de noche, y en algunas ocasiones se recomienda no usar cemento de resistencia rápida.

La temperatura del concreto entregado en la obra, debe ser tan baja como sea posible; se especifica con frecuencia un límite superior de 29°C.

Todas las superficies de contacto se deben humedecer antes que el concreto sea colocado, compactado, terminado y curado.

Para reducir la evaporación, el concreto deberá ser protegido del aire a elevadas temperaturas y del secado por viento, mediante un curado apropiado.

Se debe dar el acabado correspondiente lo más rápidamente posible, y cuando el concreto está listo para el acabado final, se descubre solamente la pequeña sección que queda inmediatamente adelante de los operarios que hacen el terminado y se cubre de inmediato una vez realizado, procurando que la cubierta se encuentre húmeda.

G. CURADO

A fin de obtener un buen curado, la colocacion de la mezcla, apropiada, debe ir seguida de un curado en un ambiente adecuado durante las etapas tempranas de endurecimiento.

El nombre de curado se le dá al proceso para promover la hidratación del cemento, y consiste en controlar la temperatura y los movimientos de humedad hacia adentro y afuera del concreto.

La necesidad de curado procede de que la hidratación del cemento solamente puede tener lugar en capilares llenos de agua. Por esta razón debe prevenirse la pérdida de agua capilar por evaporación. Mas aún, el agua que se pierde internamente por desecación propia debe ser reemplazada por agua del exterior, o sea, que debe hacerse posible el ingreso de agua en el concreto.

En lo que sigue haremos tan solo una lista de los diferentes medios de curado, ya que los procedimientos reales que se usan varían ampliamente y dependen de las condiciones de la obra y del tamaño, la forma y la posición del elemento por curar.

Puede decirse que existen dos procedimientos básicos para mantener la humedad del concreto, a saber:

a) Evitar la evaporacion aplicando un material impermeable sobre la superficie.

b) Reponer el agua evaporada mediante aplicación adicional.

Para el curado de superficies horizontales se puede recurrir a los siguientes medios:

1o. Mantener en las mismas condiciones el material o producto empleado en el curado inicial durante el tiempo especificado para el curado final. Se entiende por curado inicial al que se realiza inmediatamente después del acabado, recubriendo la superficie con un material que impida la evaporación, de preferencia una tela o papel absorbente que se mantenga saturado de un día para otro o un compuesto líquido que forme una membrana impermeable.

2o. Aplicar una capa de 5 cm. de arena o tierra, manteniéndola saturada.

3o. Aplicar una capa de 7.5 cm. de heno, pasta o paja, manteniéndola saturada.

4o. Colocar láminas impermeables de plástico o papel de color claro.

5o. Recubrir con un compuesto líquido de calidad aprobada que forme una membrana impermeable. Si la superficie está expuesta al sol, el compuesto debe ser de color blanco.

Algunas especificaciones recomiendan que para concretos fabricados con cemento tipo I, II y V se mantenga la humedad por lo menos 7 días; mientras que para los concretos elaborados con cemento tipo IV o una combinación de cemento y puzolanas, se mantenga por lo menos 14 días.

BIBLIOGRAFIA

1. ADMINISTRACION DE EMPRESAS

Depto. de Ingeniería Civil, Topografía y Geodésica
Sección de Construcción
Facultad de Ingeniería, UNAM

2. INTRODUCCION AL PROCESO CONSTRUCTIVO

Depto. de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica
Sección de Construcción
Facultad de Ingeniería, UNAM
1977

3. TECNOLOGIA DEL CONCRETO

Tomo I
A.M. Neville
Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.
1977

4. SUPERVISION DE OBRAS DE CONCRETO

Arq. Jorge García Bernardini
Instituto Mexicano del Cemento
y del Concreto, A.C. 1976

5 ADVANCED BUILDING CONSTRUCTIONS SISTEMS

Slip Form Construction of Building
Charles J. Pan Kow

6 PRACTICA RECOMENDADA PARA LA MEDICION, MEZCLADO, TRANSPORTE Y COLOCACION DEL CONCRETO

Instituto Mexicano del Cemento
y del Concreto, A.C. 1974

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO PARA CONCRETO REFORZADO EN LOSA DE 15 CM. DE ESPESOR, CON UNA F'C = 240 KG/CM² Y ACERO DE ALTA RESISTENCIA F_S = 2000 KG/CM₂, POR METRO CUBICO DE CONCRETO.

DATOS BASICOS:

El concreto se fabricará a pie de obra utilizando una revolvedora 6S. La obra se ejecutará en el Distrito Federal, sin condiciones severas de temperatura.

Se aceptará unicamente un 20% de valores de resistencia abajo de la de proyecto.

El espesor de la losa es de 15 cm. y sus dimensiones son de 8 x 6 m.

Se utilizarán 7.5 Kg. de acero por metro cuadrado de losa.

La distancia libre entre varillas es de 5.3 Cm.

El colado se hará en un segundo nivel a 5 M. de altura sobre el piso de la calle.— La altura de la cimbra será de 2.50 M.

Las condiciones de mezclado y colocación del concreto, consistirán en el pesado de todos los materiales control de la granulometría y del agua, tomando en cuenta la humedad de los agregados en el peso de la grava y en la arena y en la cantidad de agua. La supervisión será continua.

De las pruebas de laboratorio se encontraron los siguientes valores en los materiales que intervienen:

MATERIAL	PESO ESPECIFICO	PESO VOL. COMPACTO	HUMEDAD TOTAL%	ABSORCION %	MF.
Cemento	3. 13	1540	———	———	———
Grava	2. 38	1590	2.5	1.5	———
Arena	2. 45	1600	3.5	2.0	2.6

El cemento usado será tipo III (R. R.)

El análisis lo vamos a hacer considerando los recursos que intervienen en cada uno de estos tres aspectos:

a).— Concreto (Proporcionamiento, costo de materiales, costo de mano de obra y equipo de mezclado y colocación, vibrado y herramientas).

b).— Acero (costo material, obra de mano en habilitado y armado, herramienta).

c).— Cimbra (Costo materiales, obra de mano y herramienta).

a).-- CONCRETO.

a-1).- Proporcionamiento

Volumen de concreto por colar:

8 x 6 x 0.15 = 7.2 M3., que es el concreto por colar. Sabiendo que las dimensiones de la losa son de 8 x 6 M. y el espesor es de 0.15 M.

Se tomarán 2 muestras de concreto. De la tabla 3.3 y de acuerdo con la condiciones indicadas:

V = 7 a 8% Consideremos 8%

De la tabla 4, para 2 muestras y probabilidad de 2 en 10

T = 1.376

$$f_{cr} = \frac{f'c}{1 - tV} = \frac{240}{1 - (1.376 \times 0.08)}$$

$$f_{cr} = \frac{240}{1-0.11} = \frac{240}{0.89} = 269.66$$

Consideramos $f_{cr} = 270$ Kg/Cm^2.

PASO I.– Determinación del revenimiento

De la tabla 1: De 2 a 8 Cm.

PASO II.– Determinación del tamaño máximo del agregado.

Por especificación 0.75 d = 0.75 x 5.3 = 3.975 Cm.
Consideramos; 40 mm.

(1) REVENIMIENTO Y TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO.– Las tablas 1 y 2 presentan limitaciones recomendadas para el revenimiento y el tamaño máximo del agregado. Como se ha dicho, deben usarse mezclas con la consistencia más seca que pueda colocarse eficientemente. Siempre deben evitarse las mezclas aguadas; son difíciles de colocar sin segregación y casi siempre producen concreto débil y falto de durabilidad.

Dentro de los límites de la economía, debe usarse el máximo del tamaño de agregado permisible, ya que el uso del mayor tamaño de agregado permite una reducción en las cantidades de agua y de cemento. Sin embargo, el tamaño máximo no debe ser mayor que la quinta parte de la dimensión más estrecha entre los lados de la cimbra ni mayor que las tres cuartas partes del espaciamiento mínimo entre las barras de refuerzo. Pueden usarse tamaños menores por razones económicos o cuando no se disponga de otros mayores.

PASO III.– Cantidad de agua de la mezcla.

Se usará concreto sin inclusor de aire
De la tabla 2; A = 175 Kg. A = Cantidad de agua en Kg.
Contenido de aire 1%

(2) ESTIMACION DE LA CANTIDAD TOTAL DE AGUA.– La cantidad de agua requerida por unidad de volúmen de concreto para producir una mezcla de la consistencia deseada depende del tamaño máximo, la forma de la partícula y la granulometría de los agregados, y de la cantidad de aire incluído. Es relativamente independiente de la cantidad de cemento. Pueden encontrarse indicaciones sobre las granulometrías aceptables en las recomendaciones de organizaciones tales como: American Society for Testing and Materials (AS TM), American Association of State Highway Officials, Federal, Specifications Board, y en los requisitos de organismos locales tales como departamento de carreteras estatales, municipales y citadinos.

PASO IV.– Relación agua - cemento vs resistencia.

De la tabla 3 (a)
Para 250 Kg/Cm^2 +0.62
Para 300 " " −0.55
0.07 Para 50 Kg.

Para 10 Kg/Cm^2 $= \frac{0.07}{5} = 0.014$

Para 250 Kg/Cm^2 $= 0.620$

Pero como 20Kg/Cm^2 $= 0.014 \times 2 = 0.028$

Para 270 Kg/Cm^2 $= 0.592$

$\frac{A}{C} = 0.592$

A = Cantidad de agua en Kg.
C = Cemento en Kg.

(3) SELECCION DE LA RELACION AGUA–CEMENTO.– Los requisitos de calidad del concreto, pueden establecerse en términos de durabilidad y resistencia mínimas,o, frecuentemente, de un mínimo de consumo de cemento. Puesto que la durabilidad del concreto depende de muchas variables que incluyen el mezclado, colocación, curado, calidad de los ingredientes, etc., debe seleccionarse el proporcionamiento que permita obtener una pasta del cemento de calidad adecuada para resistir las condiciones de exposición previstas. Entonces, el control adecuado de los otros factores asegura un concreto durable.

Como se mencionó antes, la inclusión de aire es de gran ayuda para lograr un concreto durable y debe usarse siempre que se esperen condiciones severas de exposición al medio ambiente. Cuando el concreto vaya a quedar expuesto a la acción de los sulfatos, se debe usar cemento resistente a los sulfatos (preferiblemente tipo V o, en su defecto, tipo II).

PASO V.– Consumo de cemento.

A = 175 L. = 175 Kg. de agua

$\frac{A}{C} = 0.592$

$C = \frac{175}{0.592} = 295.6$ Kg/M3

Consideramos 296 Kg/M3

PASO VI.– Cantidad de grava.

De la tabla 4: Volúmen unitario = 0.73

Sabiendo que el módulo de finura de la arena es de 2.60 y su peso volumétrico es de 1.590 Kg/M3

Por lo tanto:

0.73 x 1.590 = 1.160. 7 Kg/M3 = 1.161 Kg/M3

PASO VII.– Determinación del peso de la arena.

Agua – Vol. $= \frac{175}{1000} = 0.175$ m^3 volúmen abs.

Cemento = Vol. $= \frac{296}{3.13 \times 1000} = 0.095$ M^3 volúmen abs.

(3.13 = Peso específico del cemento)

Grava – Vol. $= \frac{1161}{2.38 \times 1000} = 0.488$ M^3 volúmen abs.

(2.38 = P.E. de la grava)

Aire atrapado = 1% 0.010 M^3 volúmen abs.

SUMA 0.768 M^3

Vol. abs. de arena = 1.000 – 0.768 = 0.232 M^3

Peso requerido de arena seca = Vol. abs. de arena x P.E. arena x 1000
Peso requerido de arena seca = 0.232 M^3 x 2.45 x 1000 = 568.4 Kg
Consideramos 568 Kg.

PROPORCIONAMIENTO	VOL. ABSOLUTO	PESO
Agua.	0. 175	175 Kg
Cemento	0. 095	296 Kg
Grava (seca)	0. 488	1161 Kg
Arena (seca)	0. 232	568 Kg
Aire atrapado.	0. 010	– – –
SUMA =	1. 000	2,200 Kg.

PASO VIII.– Correcciones por humedad y absorción:

Por humedad:

Grava (Húmeda) = 1161 x 1.025 = 1190.025 = 1190 Kg
Arena (húmeda) = 568 x 1.035 = 587.88 = 587.9 Kg

Agua superficial contiene agregado grueso: 2.5 – 1.5 = 1%
Agua superficial contiene agregado fino: 3.5 – 2.0 = 1.5%

NOTA: De la tabla de la primera hoja:

2. 5% = humedad total de la grava
3. 5 % = humedad total de la arena
1.5 % = absorción de la grava
2. 0 % = absorción de la arena.

Agua necesaria:

1161 Kg = Peso de la grava seca
568 Kg = Peso de la arena seca
175L. = Cantidad de agua sin corrección.

Agua necesaria = 175 – (0.01 x 1161 + 0.015 x 568)
= 175 – (11.61 + 8.52).
= 175 – (20.13) = 154.67 L.

Consideramos 155 Lt.

Proporcionamiento final: (en peso)

Agua = 155 Kg
Cemento = 296 Kg
Grava = 1190 Kg
Arena = 587.9 Kg
2228.9 Kg

a–2) COSTO MATERIALES QUE INTERVIENEN EN EL CONCRETO

Cemento Tipo III (R.R.)
Ver análisis pag. 16 Factores de Consistencia
Costo = $ 680 . 00 /Ton.
Grava y Arena:
Costo de material

–Incluyendo flete en el D.F.	$ 140.00/m^3
Desperdicio 6%	$ 8.40/m^3
	$ 148.40/m^3

Suponemos que en este caso no nos cuesta el agua.

Costo cemento por m^3 concreto:
$ 680.00 /Ton x 0.296 Ton. /m^3 = $201.28
Costo grava por m^3 concreto:
($ 148.90/m^3 ÷ 1.59 Ton/m^3) x 1190.0 kg. =
= $ 93.33 Ton x 1.190 Ton = $ 111.06
Costo arena por m^3 concreto:
($ 148.40/m^3 ÷ 1.6 Ton./m^3) x 587.9 kg. =
= $ 92.75 Ton x 0.5879 Ton. = $ 54.52
Costo materiales por m^3 de concreto = $ 366.86/m^3

a–3) COSTO DEL EQUIPO DE MEZCLADO

Revolvedora 6S
Analizamos su costo horario y nos dá: $ 63.75/hora
incluyendo operador.
La producción horaria de esta mezcladora es:
Capacidad: 6 x (0.305)^3 = 0.170 m^3

$$R = \frac{V \times 60 \times fef}{t}$$

Consideramos un factor de eficiencia de 0.75 y un tiempo de mezclado de 2 minutos.

$$R = \frac{0.170\ m^3 \times 60 \times 0.75}{2} = 3.83\ m^3/hora.$$

El volúmen de la losa se colaría en un poco más de una hora, así que necesitamos una sola revolvedora.

$$\frac{7.2}{3.83} = 1.88 \text{ hora} = 1 \text{ hora } 53 \text{ minutos}$$

Costo equipo revoltura: $63.75 /hora ÷ 3.83 m^3/hora = $14.03/m^3

a–4) MANO DE OBRA EN FABRICACION, MEZCLADO Y COLOCACION DE CONCRETO

Considerando transporte del concreto con malacate y canaletas por estar en un segundo piso, el personal necesario es:

Peones:	3.83 m^3/ hora x 2.30	= 8.8 personas
Cabos:	3.83 m^3/ hora x 0.22	= 0.8 personas
Operador de Malacate :	3.83 m^3/ hora x 0.22	= 0.8 personas
		10.4 personas

Consideramos 11 personas:
9 peones, 1 cabo y un operador de malacate.
Los distribuimos en la forma siguiente:

Peón acarreando agua y cemento a la rev.	=2
Peones acarreando grava y arena	=3
Peones cargando botes abajo	=2
Peones distribuyendo y nivelando el concreto	=2
Para el D.F. consideramos peones a $ 106.40	(977)
Cabo y operador malacate a $ 118.10	

Total por día trabajado: (factor: 1.53 para salario mínimo y 1.48 para salarios mayores que el mínimo)

Peón: $162.79
Cabo y Op: $174. 79

Costo mano de obra:

9 peones x $ 162.79 = $ 1,465.11
2 (cabo y op) x $ 174.79 = $ 349.58
$ 1,814.69/Turno

Considerando un rendimiento del personal del 75% en turno de 8 horas.

8 x 0.75 = 6 horas efectivas por turno.

Mezclado y colocación por m^3

$$\frac{\$1,814.69/\text{Turno}}{6 \text{ horas / Turno} \times 3.83\ m^3/\text{hora}} = \$\ 78.97/m^3$$

Costo mano de obra mezclado y colocación concreto: $78.91/$m^3$

a–5)

HERRAMIENTA

Consideramos un 10% de la obra de mano (varía de 5 a 20%).

78.97 x 0.10 = $7.90/$m^3$
Costo herramienta = $7.90/$m^3$

a–6)

VIBRADO DE CONCRETO

Costo horario del vibrador incluyendo operación = $36.15/hora.
Rendimiento igual al del colado.

$$\text{Costo Vibrado.} = \frac{\$36.15/\text{hora}}{3.83\ m^3/\text{hora}} = \$9.43/m^3$$

a–7)

CURADO DEL CONCRETO

Costo curacreto: $10.00/litro
Rendimiento por litro incluyendo desperdicios = 5.00 m^2/1.
(varía entre 4 y 6 m^2).
Para 15 cm. de espesor:

5.00 m^2 x 0.15 m = 0.75
Costo curado por m^3 = $ 10.00/1. ÷ 0.75 m^3/1.
= $ 13.33/m^3

Costo del curado = $ 13.33/m^3

RESUMEN DEL COSTO DE CONCRETO

a–2 Materiales	$ 366.86/M^3
a–3 Equipo	$ 14.03 "
1–4 Mano de obra	$ 78.97 "
a–5 Herramienta	$ 7.90 "
a–6 Vibrado	$ 9.43 "
a–7 Curado	$ 13.33 "
a) COSTO CONCRETO HECHO EN OBRA:	$ 490.52/M^3

b) A C E R O

b–1) Material

Del ejemplo No. 1 (Factores de consistencia), actualizado a Enero 1977.
Costo material puesto en obra por ton. = $7.180.00/Ton.
Cantidad de acero necesario por M^2 de losa = 7.50 Kg
Material por M^2 de losa = 7.50 Kg/M^2 x $ 7.18/Kg. = $53.85/$M^2$

b–2) Obra de mano (corte, habilitado y colocación)

Costo obra de mano por tonelada = $1,754.92/ton. acero
Ejemplo No. 7
Obra de mano por M^2 de losa = $1.75/Kg. x 7.50 Kg/$M^2$ = $13.12/$M^2$

b–3) Herramienta

Se representa como un porcentaje de la obra de mano, varía entre 5% y 10% ; usaremos 8%
Herramienta por m^2 losa = 0.08 x 13.12 = $ 1.05/m^2

RESUMEN ACERO POR M2 DE LOSA

b–1) Material	$ 53.85
b–2) Obra de Mano	$ 13.12
b–3) Herramienta	$ 1.05
SUMA	$ 68.02/M^2

Para 15 cm. de espesor: $ 68.02/0.15 = $ 453.47/M^3.

COSTO ACERO = $ 453.47/M^3 DE CONCRETO

c) C I M B R A

c–1 Materiales

Daremos cantidades aproximadas de madera, clavo y aceite o diesel, necesarios por M^2 de losa, sin incluir trabes.
Madera (Núm. de pies tablón necesario). Por metro cuadrado de losa.
Duela 1 " Tablero, superficie contacto = 3.28' x 3.28' x 1" = 10.76 P. T.
Polín 3 " x 4 " Largueros (madrinas a cada 80 cm) =
3" x 4" x 3.28' x 1.25/12 = 4.10 "
Polín 4" x 4" Pies derechos a cada 1.25 mts.
4" x 4" x 8–1/4' x 1.00 = 11.00 "
Contraventeo pies derechos: 10%
0.10 x 11.00 P. T. = 1.10 "
Calzas, uniones, etc. estimado: = 1.00 "
SUMA = 27.96 P. T.
Desperdicios 10% = 0.10 x 27.96 P. T. = 2.80
Suma por M^2 inc. desperdicios = 30.76 P. T.
No. de usos = 6 usos (varía entre 4 y 10 usos)
No. de pies tablón por uso = 30.76/6 = 5.13 P. T./uso
Costo P. T. en el D. F. = $ 9.50 (enero 1977)
Madera por M^2 de losa = 5.13 X $ 9.50 $ 48.73

(NOTA: En este ejemplo, consideramos que la madera y demás materiales empleados en las rampas, andamios y pasarelas, se involucra en los costos indirectos, así como la obra de mano para fabricarlos).

Clavo:

Cantidad clavo necesaria/M^2 losa = 0.50 Kg.
(varía entre : 0.2 y 0.8 Kg/M^2)
Costo clavo por kilo = $ 30.00 (enero 1977)
(varía según longitud)
Clavo por M^2 de losa = $ 30.00 x 0.50 = $ 15.00

Aceite quemado:

Se emplea para la protección de la madera
Costo por litro = $1.50
No. de litros por M^2 de losa = 1.0 lt.
(Varía entre: 0.50 y 2.00 lts.)
Aceite quemado por M^2 losa = 1.0 x $1.50 = $ 1.50
Suma c–1) Materiales por M^2 de losa $ 65.23

c–2) Obra de mano

Costo cimbrado y descimbrado/M^2 = $50.52 (Ejemplo No. 8)
Por M^2 de losa = 1.00 x $50.52 = $ 50.52

c–3) Herramienta

Porcentaje de la obra de mano.
Varía entre el 1% y 5%, usaremos 2%
Herramienta por M^2 de losa = 0.02 x $50.52 = $ 1.01

Resúmen cimbra por M^2 de losa.

c–1) Materiales	$ 65.23
c–2) Obra de Mano	$ 50.52
c–3) Herramienta	$ 1.01
S U M A.....	$ 116.76

Para 15 cm. de espesor: $116.76/0.15 = $778.40

COSTO CIMBRA = $ 778.40

COSTO DIRECTO DEL METRO CUBICO DE CONCRETO HECHO EN OBRA

a) CONCRETO	:	$ 490.52/M^3
b) ACERO	:	$ 453.47/M^3
c) CIMBRA	:	$ 778.40/M^3
		$ 1,722.39/M^3

COSTO DIRECTO	$ 1,722.39/M^3
INDIRECTOS (30% C. D.)	$ 516.72/M^3
COSTO UNITARIO	$ 2,239.11/M^3
UTILIDAD (15 % C.U.)	$ 335.87/M^3
PRECIO UNITARIO	**$ 2,574.98/M^3**

TABLAS PARA PROPORCIONAMIENTO DE CONCRETO HIDRAULICO

TABLA 1. Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcciones

Tipo de construcción	Revenimiento, cm Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	8	2
Zapatas, cajones y muros de sub-estructura no reforzados	8	2
Vigas y muros reforzados	10	2
Columnas de edificios	10	2
Losas y pavimentos	8	2
Concreto en masa	5	2

*Se puede incrementar en 2 cm cuando se utilicen métodos de consolidación diferentes de la vibración.

TABLA 2 Requisitos aproximados de agua de la mezcla y contenidos de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos de agregado*

Revenimiento cm	Agua en kilogramos por metro cúbico de concreto para los tamaños máximos de agregado indicados						
	10 mm	13 mm	20 mm	25 mm	40 mm	50' mm	75' mm
Concreto sin aire incluido							
3 a 5	205	200	185	180	160	155	145
8 a 10	225	215	200	195	175	170	160
15 a 18	240	230	210	205	185	180	170
Contenido de aire, por ciento	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3
Concreto con aire incluido							
3 a 5	180	175	165	160	145	140	135
8 a 10	200	190	180	175	165	155	150
15 a 18	215	205	190	185	170	165	160
Contenido de aire, por ciento	8	7	6	5	4.5	4	3.5

*Estas cantidades de agua de la mezcla deben usarse en el cálculo de factores de cemento para revolturas de prueba. Son los máximos para concreto con agregado grueso angular de buena forma, graduado dentro de los límites aceptados por las especificaciones.

Los v[illegible] del revenimiento para concreto con agrega[illegible] por de 40 mm se basan en [illegible] de revenimiento [illegible] después de retirar las partículas mayores [illegible] 40 mm por [illegible]do.

TABLA 3. (a) Correspondencia entre la relación agua/cemento y la resistencia del concreto a la compresión

Resistencia a la compresión a 28 días, kg/cm²*	Relación agua/cemento, en peso: Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450	0.38	—
400	0.43	—
350	0.48	0.40
300	0.55	0.45
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

*Las cifras indican resistencias promedio estimadas para concretos que contienen aire en porcentajes no mayores que los mostrados en la Tabla 5.2.3. Para una relación agua/cemento constante la resistencia del concreto se reduce a medida que el contenido de aire se incrementa.

La resistencia está basada en cilindros de 15 × 30 cm, sometidos a curado húmedo durante 28 días ± 1.7°C, de acuerdo con la Sección 9(b) de la norma ASTM C31, "Fabricación y Curado en el Campo de Especímenes de Concreto para Ensayes a Compresión y Flexión". La resistencia en cubos es aproximadamente un 20% más alta.

Las relaciones suponen un tamaño máximo de agregado de 20 a 25 mm; para agregados de una procedencia determinada, la resistencia producida por una relación agua/cemento dada debe aumentarse cuando disminuya el tamaño máximo; véanse las Secciones 3.4 y 5.2.2.

TABLA 4 Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto

Tamaño máximo de agregado, mm	Volumen de agregado grueso*, seco y compactado con varilla, por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura** de la arena: 2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.50	0.48	0.46	0.44
13	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81

*Los volúmenes están basados en agregados en condición "seco y compactado con varilla" como se describe en ASTM C29, "Peso Unitario de Agregados".

Estos volúmenes se han seleccionado de relaciones empíricas que proporcionan concretos con grados de manejabilidad convenientes para la construcción [illegible]. Para concretos menos manejables, tales como los que se requieren [illegible] de pavimentos de concreto, estos valores se pueden incrementar [illegible] concretos [illegible], como los que se requieren cuando la [illegible] ructible [illegible] en un 10%.

TABLA 17-1 MANO DE OBRA EXPRESADA EN HORAS-HOMBRE, REQUERIDA PARA LA FABRICACION Y COLOCACION DE UN METRO CUBICO DE CONCRETO (+)

MEZCLA NOMINAL	METODO DE MANEJO DE INGREDIENTES Y CONCRETO	TRABAJO DE PEONES	CABOS	OPERADOR DE MEZCLADORA	OPERADOR DE MALACATE	OPERADOR DE GRUA	CARPINTERO
COLADOS DE GRANDES MASAS DE CONCRETO (CIMENTACIONES, PRESAS, PILASTRAS, ETC.)							
1 6 S	Cucharón de almeja, grúa y bote.	1.2	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12
2 8 S	Cucharón de almeja, grúa y bote.	0.85	0.085	0.071	0.071	0.071	0.71
COLADOS EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACIONES Y SIMILARES							
Ninguna	A mano	4.25	0.43				
6 S	Carretillas de mano	2.95	0.22				
6 S	Malacate y cangletes	2.30	0.22		0.22		
1 1 S	Carretillas de mano	2.60	0.16	0.16	—	—	0.16
1 1 S	Malacate y cangletes	2.30	0.16	0.16	0.16	—	0.16
1 4 S	Carretillas de mano	2.60	0.13	0.13	—	—	0.13
1 4 S	Malacate y cangletes	2.30	0.13	0.13	0.13	—	0.13
1 6 S	Carretillas de mano	2.00	0.13	0.13	—	—	0.13
1 6 S	Carretilla concretera (Vague)	2.50	0.13	0.13	—	—	0.13
1 6 S	Cucharón de almeja malacate y "vague"	2.00	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
2 8 S	Cucharón de almeja malacate y "vague"	2.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

(+) Estos valores deberán considerarse como índices, y para convertirlos a datos prácticos, deberán afectarse de los correspondientes factores de rendimiento de trabajo, y los derivados del criterio de calificación racional de la mano de obra, de acuerdo con lo consignado en la Sexta Parte de este Manual.

TABLA 17-7 LABOR EXPRESADA EN HORAS-HOMBRE, REQUERIDA PARA HACER 100 GANCHOS O DOBLECES EN FIERRO DE REFUERZO. (+)

DIAMETRO DE LA VARILLA EN PULGADAS	TRABAJO A MANO		TRABAJO CON MAQUINA	
	doblez	gancho	doblez	gancho
1/2" o menor	3	4.5	1.2	1.9
de 5/8" a 7/8"	3.8	6	1.5	2.3
de 1" a 1 1/8"	4.5	7.5	1.9	3.0
1 1/4" a 1 1/2"	5.5	9	2.3	3.75

(+) El trabajo de cortado usualmente requiere un promedio de 2 horas por cada 100 cortes efectuados.

TABLA 17-8 LABOR REQUERIDA, EN HORAS-HOMBRE, PARA LA COLOCACION Y ARMADO DE 100 VARILLAS DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO. (+)

DIAMETRO DE LA VARILLA	LONGITUD DE LA VARILLA		
	Igual o menor a 3.0 m.	de 3 a 6 m.	de 6 a 9 m.
1/2" o menor	4.8	6	7
de 5/8" a 7/8"	5.8	7.3	8.3
de 1" a 1 1/8"	6.8	8.5	10
1 1/4" a 1 1/2"	7.8	10	12

(+) El trabajo de colocación incluye silletas, espaciadores, colocación y amarre con alambrón.

$$f_{cr} = \frac{f'_c}{(1 - tV)} \qquad (7)$$

donde:

f_{cr} = resistencia promedio requerida.

f'_c = resistencia de proyecto especificada.

t = constante que depende de la proporción de resultados inferiores a f'_c y del número de muestras empleadas para calcular el coeficiente de variación V. (Véase la Tabla 4.)

V = coeficiente de variación expresado como fracción.

TABLA 4.—VALORES DE t*

Número de muestras menos 1**	Porcentaje de ensayes que caen dentro de los límites $\bar{X} \pm t\,\sigma$							
	50	60	70	80	90	95	98	99
	Probabilidades de caer debajo del límite inferior							
	2.5 en 10	2 en 10	1.5 en 10	1 en 10	1 en 20	1 en 40	1 en 100	1 en 200
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

TABLA 3.2 Resistencia de cilindros de concreto
(Resistencia a los 28 días de cilindros de 15 x 30 cm)

No.	Resistencia kg/cm²	No.	Resistencia kg/cm²	No.	Resistencia kg/cm²	No.	Resistencia kg/cm²
1	247	26	265	51	236	76	204
2	249	27	279	52	236	77	208
3	241	28	314	53	211	78	203
4	197	29	308	54	261	79	209
5	252	30	293	55	243	80	198
6	252	31	253	56	243	81	277
7	241	32	239	57	249	82	253
8	197	33	246	58	251	83	253
9	304	34	268	59	261	84	251
10	276	35	300	60	247	85	224
11	249	36	286	61	233	86	268
12	322	37	251	62	249	87	271
13	348	38	288	63	249	88	216
14	241	39	277	64	267	89	216
15	249	40	268	65	211	90	251
16	194	41	267	66	238	91	203
17	236	42	257	67	253	92	229
18	233	43	267	68	241	93	217
19	208	44	227	69	246	94	227
20	231	45	236	70	246	95	193
21	261	46	257	71	253	96	204
22	304	47	273	72	211	97	193
23	288	48	268	73	217	98	204
24	308	49	257	74	213	99	187
25	281	50	270	75	224	100	193

TABLA 3.3 Coeficientes de variación del concreto correspondientes a distintos grados de control en la fabricación

Condiciones de mezclado y colocación	Control*	Coeficiente de variación, V por ciento
Agregados secos, granulometría precisa, relación exacta agua/cemento, y temperatura controlada de curado. Supervisión continua.	De laboratorio	5 — 6
Pesado de todos los materiales, control de la granulometría y del agua, tomando en cuenta la humedad de los agregados en el peso de la grava y la arena y en la cantidad de agua. Supervisión continua.	Excelente	7 — 8
Pesado de todos los materiales, control de granulometría y de la humedad de los agregados. Supervisión continua.	Bueno	10 — 12
Pesado de los agregados, control de la granulometría y del agua. Supervisión frecuente.	Muy bueno	13 — 15
Pesado de los materiales. Contenido de agua verificado a menudo. Verificación de la trabajabilidad. Supervisión intermitente.	Bueno	16 — 18
Proporcionamiento por volumen, considerando el cambio en volumen de la arena por la humedad. Cemento pesado. Contenido de agua verificado en la mezcla. Supervisión intermitente.	Regular	20
Proporcionamiento por volumen de todos los materiales. Poca o ninguna supervisión.	Pobre	25

Promedio $\bar{X} = 247$ kg/cm²

Desviación estándar $\sigma = 32.7$ kg/cm²

Coeficiente de variación $V = 32.7/247 = 13.2\ \%$

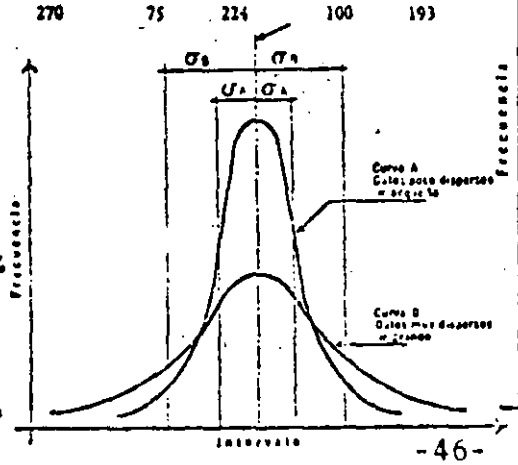


Figura 3.2 Distribuciones simétricas

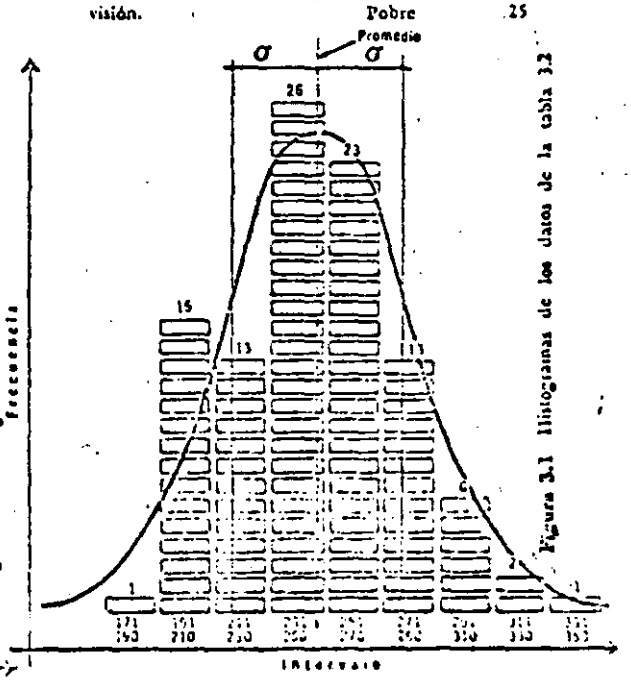


Figura 3.1 Histogramas de los datos de la tabla 3.2

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CONCRETO LANZADO
(ANEXO)

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

Además, lleva aparejadas contracciones excesivas y agri
debido al alto contenido de cemento que suele tener.

En la postguerra, los países del centro de Europa (Au
Italia) desarrollaron multitud de trabajos subterráneos
hidroeléctricas y viales. En 1952, se usó con buenos resul
como único medio de soporte y revestimiento de los túne
túneles en el desarrollo hidroeléctico suizo de Maggia.

En los años siguientes, surgió el empleo del concreto la
la aparición de máquinas lanzadoras capaces de mover ag
(1") de grueso y de mezclar, en forma controlada, los iner
de la introducción de aditivos poderosos, endurecedores y
del cemento, que permitieron aplicar el nuevo concreto
aún en presencia de flujos de agua fuertes.

Entre 1953 y 1967 se demostró su bondad e
subterráneos austríacos, suizos e italianos, en condicion
prevención de aflojamiento de rocas química y estruc
estabilización de material heterogéneo de deslizamientos
blandos y húmedos; el soporte, combinado con anclas inyec
terreno milonitizado de esquistos sericíticos muy húme
presiones de roca; y la excavación (del metropolitano
cementadas. Sólo en algunos de estos casos se usó soport
acero (o de celosía de acero y concreto lanzado) y malla.

La experiencia sueca, en rocas más competentes que
el uso de concreto lanzado sin refuerzo, muchas veces aplica
juntas de las masas de roca.

En 1960-62, Aliva, una firma suiza fabricante de equ
máquinas y la técnica de su uso a Sudamérica, primero
Chile y Perú.

Para 1965, Japón ya se había incorporado al desarroll

En Norteamérica empieza a aplicarse hasta 1967, cu
Mason, Dolmage y Stewart lo pone en práctica en un túnel
Canadá. Este retraso de Norteamérica en aceptar el
obedecer, por una parte, a que, no teniendo restriccione
necesidad de buscar un sistema de ademe más económico

convencionales y, por la otra, que las experiencias con el mortero lanzado como soporte de excavaciones subterráneas habían sido, las más de las veces, negativas.

En suma, el concreto lanzado ha probado su efectividad en la prevención del aflojamiento de la roca en una gran variedad de condiciones geológicas. Su uso es particularmente útil en rocas blandas. Ha sustituído a los métodos convencionales alpinos de ataque en galerías múltiples, al permitir, con igual seguridad, el avance a sección completa o a media sección y banqueo. En varios casos es viable y más expedito que el tablestacado llevado adelante del frente, en excavaciones subterráneas, donde este sistema hubiera sido indispensable de no contarse con el concreto lanzado.

1-2 FUNCIONES

Se ha formulado una gran variedad de ideas acerca de la manera en que el concreto lanzado cumple su función como soporte y protección en una excavación subterránea. Los cuatro factores mencionados por C. Alberts (1963-1965), representante de la técnica sueca, quizá sean los más generalmente aceptados como componentes de dicha función:

1.- El concreto lanzado se introduce con fuerza en las juntas abiertas, las fisuras y las irregularidades de la superficie de la roca, cumpliendo, en esta forma, la misma función de liga que la del mortero en un muro de mampostería.

2.- El concreto lanzado impide la filtración del agua a través de las juntas y de las fisuras en la roca y, por lo tanto, evita la socavación o erosión de los materiales de relleno de las juntas, así como el deterioro de la roca por el aire y el agua.

3.- La adhesión del concreto lanzado a la superficie de la roca, y su propia resistencia al esfuerzo cortante, impiden, en una gran medida, la caída de bloques sueltos de roca, desde el techo del túnel.

4.- Una capa contínua de concreto lanzado (15 a 20 cm.), constituye un soporte estructural, ya sea en forma de un anillo cerrado o de un elemento fijo en forma de arco.

Estos conceptos hacen referencia a la cualidad de soporte de presiones de aflojamiento. La técnica sueca tiene la desventaja de que reside mucho en el juicio o criterio del responsable del frente.

He aquí algunos comentarios de A.A. Mathews de E.E.U.U. (1973):

"¿Qué es lo que permite que una capa relativamente delgada de concreto lanzado haga las veces de un ademe pesado de marcos de acero o de un revestimiento de concreto?

"Desde luego, el hecho de que el aditivo produce un fraguado muy rápido y una alta resistencia temprana. También la aplicación inmediata del concreto lanzado ayuda a prevenir el aflojamiento de la roca después de la tronada Si no se deja que se desprenda ningún fragmento de roca de la superficie excavada, el túnel, obviamente, permanecerá estable. Pero hay algo más que eso.

"Desde hace tiempo, se admite que algún desplazamiento o flujo plástico debe permitirse si se quiere disminuir lo más posible la carga de roca sobre los ademes. Por otra parte, a menos que este desplazamiento sea controlado, se manifiestan con frecuencia movimientos intolerables de la masa. Una capa de concreto lanzado aplicada de inmediato a la superifice de roca recién expuesta, parece tener la flexibilidad suficiente para fluír plásticamente junto con la roca vecina y, a la vez, contar con la capacidad estructural necesaria para mantener la estabilidad. Pero el cumplimiento de estos objetivos requiere la aplicación, la coordinación y el control de muchos elementos.

"El proyectista debe aplicar, con propiedad, los principios de la mecánica de rocas o de suelos al proyecto que se esté estudiando. Además, debe dimensionar y programar el concreto lanzado y seleccionar sus complementos, tales como anclas, soportes adicionales o refuerzo. Debe contarse con materiales y equipo adecuados. Los obreros deben ser calificados o deben preparse para una aplicación correcta del concreto lanzado; y, finalmente, debe mantenerse un control de calidad".

E.E. Mason y R.E. Mason de Canadá (1972) basándose en la experiencia europea y, concretamente, en las investigaciones y aplicaciones hechas por el grupo austríaco (el más activo en estas lides, encabezado por Rabcewicz) pregonan una función de colaboración, del concreto lanzado con la roca, más completa que la simple función de soporte de las presiones de aflojamiento.

Así citan que, de los conceptos de mecánica de rocas de Muller, se sabe que los factores principales que influyen en la integridad de una excavación subterránea son:

La dependencia de la resistencia de la masa de roca en el grado de aflojamiento (a mayor aflojamiento o dilatación menor resistencia).

La influencia del esfuerzo principal menor (lateral) en la resistencia de la masa. (Experimentos de Muller, Pacher y John muestran que aún esfuerzos transversales muy pequeños, σ_2 y σ_3, son suficientes para prevenir, en gran medida, las deformaciones unitarias transversales y, por lo tanto, el aflojamiento).

La influencia muy principal del tiempo en su comportamiento, (Rabcewicz ha repetido numerosas veces que la absorción de esfuerzos y su redistribución no es un estado estático, sino un proceso dinámico y viene acompañado por una deformación progresiva que no es más que cambio de posición en el tiempo).

La conclusión de Muller –citan los Mason–, es que la estabilidad de un túnel se garantiza cumpliendo estos requisitos:

Evítese lo más posible el aflojamiento.

Aprovéchese lo más posible el tiempo que la roca requiere para deformarse.

Provéase de soporte lateral a la roca, mediante fuerzas aplicadas oportunamente, para evitar esfuerzos uniaxiales.

El objetivo es la estabilización de una excavación para volver al equilibrio la masa de roca que la rodea, más que proveer un soporte a las presiones de aflojamiento; principio este último en el que se basan en gran medida los sistemas de soporte convencionales. Un revestimiento continuo (estructural) de concreto lanzado, puede cumplir con todos los requisitos arriba dichos: Puede aplicarse inmediatamente después de la voladura, para evitar aflojamiento posterior, incluyendo las pequeñas fisuras que inician la desintegración de la roca. Puede aplicarse por áreas en cualquier parte de la sección completa, donde se requiera (un caso extremo fue el avance de pequeñas áreas en el arco y las paredes del túnel del metro en Milán en arenas y gravas no cementadas). No requiere reposición o sustitución por otro elemento de soporte alternativo. Proporciona soporte lateral a la superficie de la roca, para que se eviten estados de esfuerzos uniaxiales Hace posible un drenaje efectivo de la roca.

Los esfuerzos en un sistema estructural de concreto lanzado son el resultado de un flujo plástico de la roca, desarrollado a medida que la roca, y el concreto adherido a ella, se ajustan a un estado de equilibrio, y no del peso y las deformaciones de una roca en estado de aflojamiento.

Sin embargo, los espesores convencionales de concreto lanzado pueden resistir sólo temporalmente cargas potenciales. El incremento de espesor más allá de los 20

ó 30 cm. (8 ó 10") puede destruir la flexibilidad requerida para ajustarse al flujo de la roca. Las rocas muy quebradas y frágiles, las brechas, los aglomerados y los conglomerados sueltos, y los materiales plásticos blandos, pueden formar grandes o extensas zonas de tensión antes de que el concreto lanzado se aplique. En estos casos, el anclaje sistemático ha demostrado incrementar la cohesión y preservar la integridad de estos materiales contra la relajación o desintegración y el deterioro. En ésto se basa el Nuevo Método Austríaco de tuneleo, una de las técnicas aplicadas en los más asombrosos proyectos de los últimos tiempos.

Para que el revstimento de concreto lanzado dé buenos resultados, su interacción con la roca debe ser tal que se impida el movimiento contínuo de ésta. Su verdadera función es más bien de colaboración con ella. En otras palabras, el objeto del concreto lanzado es el de mantener el equilibrio de la roca alrededor del túnel, reforzado su capacidad de autosoporte, más bien que tratar de reemplazar o reproducir las propiedades de soporte de la roca que se removió del túnel al excavar.

La gran ventaja del concreto lanzado es que se puede aplicar muy rápidamente para soportar toda la periferia de una excavación subterránea, ya sea perforada con máquina o excavada con explosivos. Tiene, además, una gran flexibilidad para aplicarse en cualquier momento y para traslaparse con otras actividades del proceso de excavación, con lo cual se logran importantes ahorros de tiempo en el ciclo de trabajo.

1-3. METODO

Existen dos procedimientos para aplicar el concreto lanzado: el de mezcla húmeda y el de mezcla seca.

El primero consiste en mezclar cantidades medidas de agregados, cemento y agua, introducir la mezcla resultante en un recipiente para de ahí conducirla neumáticamente a través de una manguera y expulsarla finalmente por una boquilla. Tiene la ventaja de que se lleva un control rígido de la relación agua-cemento de la mezcla. Pero el equipo disponible maneja agregado máximo de sólo 9.5 mm. (3/8"). Por otra parte, como los aditivos, por su acción rápida, no es posible añadirlos antes de la boquilla, es imposible lograr un mezclado completo de los mismos, ya sea que vengan en forma de polvo o en forma de líquido; por ello el producto no llega a adherirse bien del todo a superficies húmedas. Al tener una relación agua-cemento predeterminada, se presta menos a la flexibilidad de aplicación que se requiere, sobre todo en trabajos subterráneos, cuando las condiciones del terreno son cambiantes y

RELACION DE OBRAS SUBTERRANEAS EN LAS QUE SE HA USADO CONCRETO LANZADO

TUNEL	GEOLOGÍA	DIMENSIONES DEL TUNEL	TECHO DEL TUNEL	TIPO DE DISEÑO DE CONCRETO LANZADO Y CONDICIONES DE TERRENO	REFERENCIA
1. Adams.agua, colorado	gneis desintegrado.	10' de dia. (3 m)	hasta 4000' (1230m)	Marcos de acero y gunita para terreno que se hincha y fluye grandes presiones.	(USBR, 1957)
2. Austriaco hidroeléctrico	gneis quebrado caolinizado, muy húmedo	8m2	250m	30 cm. de concreto lanzado con pernos de anclaje, presión propia de la roca.	Rabcewicz (1964-1965)
3. Kaunertal hidroeléctrico	gneis esquistoso pizarra micácea, todos los grados de alteración	10-20m2	hasta 1100m	marcos completos con concreto lanzado, presiones propias de la roca	
4. Lierresen RR Noruega	montmorilonita alteraciones y bandas de montmorilonita en granito.	60 m2 9.5 x 6.5m	50-200m	Exito limitado con 6 cm. de concreto lanzado en roca que se hincha y se desintegra en láminas.	Cecil (1967) Haland (1967)
5.- Mazzenberg carretera, Austria	esquisto arcilloso muy blando, en parte desintegrado	11m de dia.	60 m	Método belga modificado con pernos de anclaje y 20 cm de concreto lanzado, presiones propias de roca	Rabcewicz (1965-65)
6. Renström mina, Suecia	sedimentos volcánicos muy esquistosos.	25m2	750m	2 cm para impedir la desintegración en lajas.	Alberts (1965)
7. Autopista Genova - Bestri Italia	Sedimentos calizos, estratificados	--	--	aparentemente para terreno con tendencia a aflojarse	Martinelli y Minghetti (1965)
8. mina de asbesto de King Canada	peridotita serpentinizada, muy alterada localmente	galerias pequeñas	500-800 pies (150-250m)	tres capas de gunita de 1/4 de pulgada cada una para impedir el aflojamiento	Foster & Harris (1957)
9. La Planicie Autopista- Venezuela	esquisto grafítico dispuesto en capas sueltas.	850 pies cuadrados	100m	4-6 pulgada de concreto lanzado y anclas. marcos de acero necesarios con cubeta de concreto para la roca más alterada, terreno que se afloja.	Kobler (1966) Rabcewicz (1964-1965)
10. Grandes cavidades sitio de experimentación de Nevada	Toba extratificada,maciza	120'x120'x75' 37m x 37 m x 23m	1400 pies 430m	gunita en combinación con pernos de anclaje y malla de acero para impedir el aflojamiento	Cording (1968)
11. Metro de Milán	arena y grava	18'x20' 5.5x6.10m.		lanzado de concreto sobre la frente y en el túnel, excavación con palas neumáticas.	Chase (1968)
12. Moffat, RR, Colorado	gneis suelto desintegrado	--	hasta 2400' (735-)	1 1/2" de gunita para terreno que se afloja	Hitchcock & Tinkler (1977)
13. Seikan RR, Japón	toba,lirolita tobabreccia leve,arenisca lutita	túneles piloto	80-100m	concreto lanzado utilizado para rustituir marcos de acero.terreno que se afloja	Japón RR (1968)
14. Sierra Ripoli Autopista Italia	viejos rellenos de deslizamientos,arcillas cargadas de agua,arenas no consolidadas,caliza,lutita	110m2	20-100m	galerías múltiples.de adobe pasado de madera en un túnel,concreto lanzado en túnel paralelo;el concreto lanzado no causó problemas y resultó un 30% más barato	Zanon (1971) Kobler(1966) Rabcewicz(1964-65.)
15. Tehachapi túneles agua, California	a. gneis de diorita	30 pies de dia. (9,20m)	menos de 600' (184m)	terreno fracturado en bloques un derrumbe en una zona falla da	Cecil (1963) Minelanti et al (1960)
	b. cuarcita roca filitada,esquistosa, algunas alteración	30 pies de dia.	menos de 600'	concreto lanzado utilizado entre y encima de los marcos como soporte auxiliar no como soporte primario.	

TUNEL	GEOLOGÍA	DIMENSIONES DEL TUNEL	TECHO DEL TUNEL	TIPO DE DISEÑO DE CONCRETO LANZADO Y CONDICIONES DE TERRENO	REFERENCIA
16. Vancouver RR Canada	Lutitas, areniscas conglomeradas	20'x29' 6.10x8.90m²	150-300' 46-92 m	4 a 6" aplicadas inmediatamente después de la tronada en terreno que se afloja	Mason RE (1968) Mason.RE (1968)
17. Merill 1 canal de abastecimiento.- Noruega.-	fallas llenas de montmorillonita	12m2	150m	falla del concreto lanzado por arcillas expansivas	Brekke & Selmer Olsen (1965)
18. Höljes canal de desagüe Suecia	pórfido de cuarzo alterado, esquisto de sericita, fuertes alteraciones de caolin y montmorilonita	140m2	50-100m	concreto lanzado con ROBOT aplicado inmediatamente después de la tronada, 8-20 cm para adome provisional. 20-40cm para revestimiento permanente, fuerte hinchamiento	Farlesson & Fryk, (1961) Vattenbyggnadebyrå (1968)
19. canal de desagüe de Suitgvarn, Suecia	granito alterado en montmorillonita	100m2 9 x 12m	20m	falla debida al hinchamiento de la montmorillonita.	Cecil (1967)
20. Carretera de Frerborg, Noruega	esquisto, fallas con arcilla que se hincha.	40m2	--	20 cm de concreto lanzado con malla de acero, arcilla que se hincha, algunas fallas.	Bakken (1968)
21. Canal desagüe de Sällsjö Suecia	esquisto con montmorillonita, zona fallada	64m2 9x7.6m	120m	10 cm de concreto lanzado inmediatamente después de la tronada, derrumbe de 4000m3 en arcilla expansiva en zona de falla	Cecil (1967)
26. Ensenada de Plover	riolita, localmente	60-90m2	50-100m	Fuertes flujos de agua (1000lt/min), probablemente la peor roca tratada con concreto lanzado en un gran túnel.	Kramers, (1967) Ellstrom (1967)
27. Canal de abastecimiento de Fondalen, Noruega	zonas de montmorillonita y fallas en arcosa.	30-50m2	100m	fallas locales por la poca adhesión del concreto lanzado con la arcilla. No fuerzo provisional con concreto lanzado.	Cecil (1967)
28. San Jacinto agua.	granito fallado, esquisto de mica.	—	—	construcción de concreto lanzado en forma de anillo, inyección grandes flujos de agua a presiones elevadas.	Thompson (1966)
22. minas de carbón en Gran Bretaña	capas de carbón	—	— —	como soporte permanente incombustible	Lansdown & McClunie (1959)
23. minas de carbón en Pensilvania Occidental	carbón, pizarra y arcilla	--	—	gunita para impedir el desmoronamiento por la acción del aire	Jeffers (1941)
24. Inchersbäk agua, Suecia	gneis, fuertes flujos de agua en varios lugares	12m2	20-100m	lanzado de concreto en roca muy húmeda	Sandell (1968)
25. Lickarn, transporte Suecia	piedra caliza con zonas arcillosas y margosas, fuertes flujos de agua	6x3m, 12m2	20-90m	concreto lanzado utilizado como refuerzo y para desviar el agua, inyección de cemento complementaria.	Berndtsson (1966)

obligan a variar rápidamente la cantidad de agua. Lleva, además, los riesgos de taponamiento inherentes a todo concreto bombeado cuando por alguna causa se interrumpe el suministro o la expulsión.

Este método se considera adecuado para emplearse con operadores poco capacitados y, en particular, en los accesos de pequeñas dimensiones a minas, los cuales en su mayor parte están secos.

El procedimiento de mezcla seca consiste en una revoltura de agregados, algo húmedos, y cemento, que es alimentada a una máquina lanzadora, de la cual se envía en un chorro de aire a presión a través de una manguera hasta la boquilla de expulsión. El agua de hidratación se añade en la boquilla misma, inmediatamente antes de la expulsión. La cantidad de agua la regula manualmente el lanzador. Los aditivos en polvo se añaden en la mezcla seca cuando ésta se alimenta a la máquina lanzadora; si se usan aditivos líquidos, éstos se mezclan con el agua de hidratación antes de llegar a la boquilla.

El procedimiento de mezcla seca es el más extensamente empleado para aplicar concreto lanzado de agregado grueso, particularmente en obras subterráneas.

1-4 MEZCLAS

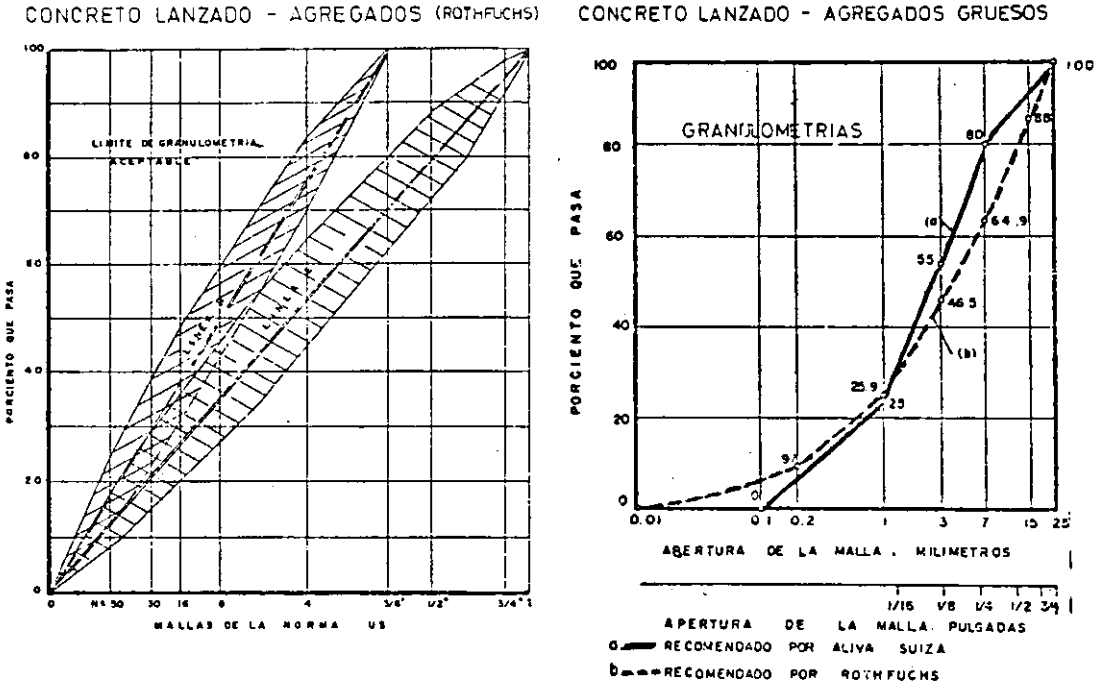
La cantidad del concreto lanzado depende de la calidad de los materiales que lo componen, de la granulometría de los agregados, de la relación agua/cemento y del grado de compactación.

La densidad de sólidos de los agregados debe ser 2.55 a 2.65 y el módulo de finura de la arena debe estar comprendido entre 2,5 y 3.0. Para agregados fuera de estos límites el contenido de cemento requiere ajuste.

El agregado debe cumplir con las normas ASTM y estar bien graduado. Así puede obtenerse compactación óptima, máxima densidad, impermeabilidad y resistencia a la compresión y mínimo rebote. El agregado compuesto por partículas alargadas y aplanadas o el que contiene partículas astillables no da buena compactación y requiere correción de las mezclas en los contenidos de agua y cemento.

Es el agregado grueso el que da estructura a la mezcla y el que la compacta al martillarla con presiones de 3 a 5 Kg/cm^2.

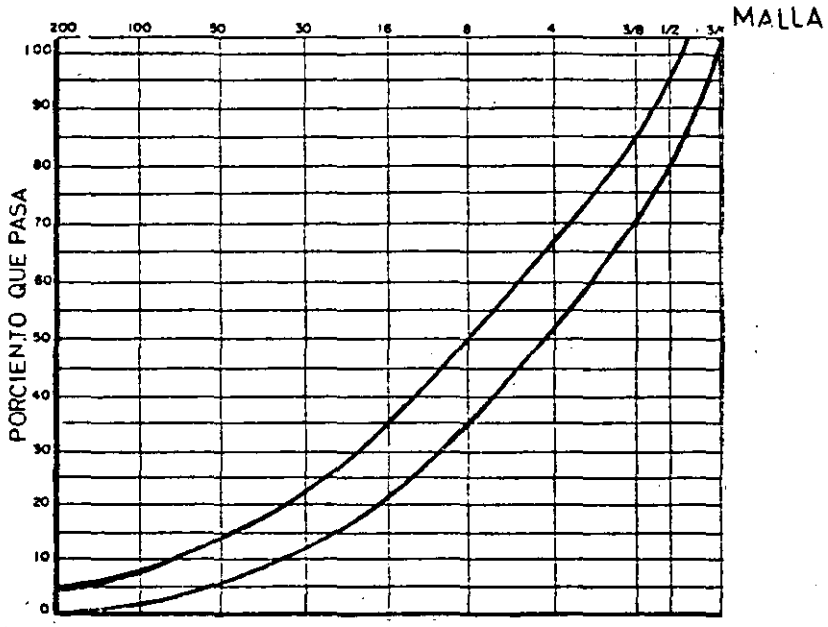
LIMITES DE GRANULOMETRIA RECOMENDABLES CON TAMAÑOS MAXIMOS DE AGREGADO DE 9.5 y 19mm. (3/8" y 3/4").



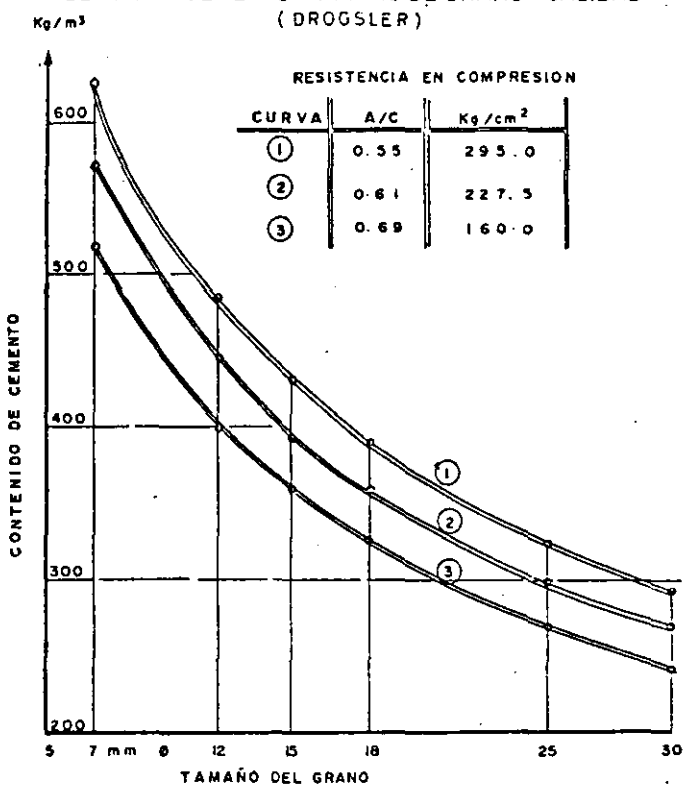
El segundo es por todos conceptos más recomendable que el primero para trabajo estructural. El primero se usa más bien para recubrimientos o para protección de superficies de acero. Las arenas (menor de la malla 4) deben constituir menos del 60% de la mezcla de agregados.

LIMITES DE GRANULOMETRIA ESPECIFICADOS PARA LAS OBRAS DEL DRENAJE PROFUNDO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

CONCRETO LANZADO : LIMITES GRANULOMETRICOS



RELACION : CEMENTO - TAMAÑO DE GRANO - CALIDAD
(DROGSLER)



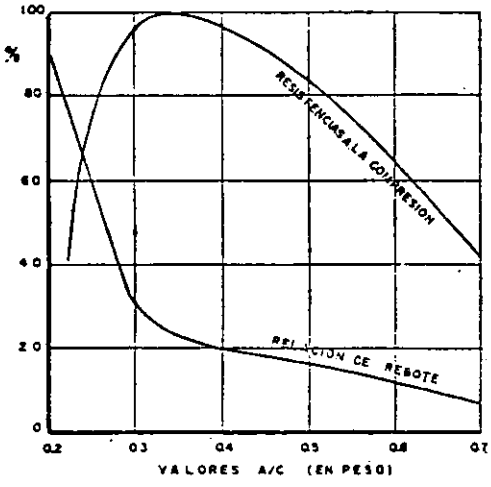
El contenido de cemento viene determinado por los requisitos de resistencia y por el tamaño máximo del agregado. Requisitos exagerados de resistencia implican un contenido de cemento excesivo, lo que dá lugar a contracciones y agrietamientos también excesivos. En el túnel de Vancouver, la mezcla tenía 400 kg. de cemento por m^3, cuando alcanzó 480 kg/m^3 se presentaron agrietamientos importantes por contracción.

En el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se especificó una relación de cemento a agregados de 1 a 4 en promedio, (450 kg/m^3). Y no se presentaron agrietamientos importantes.

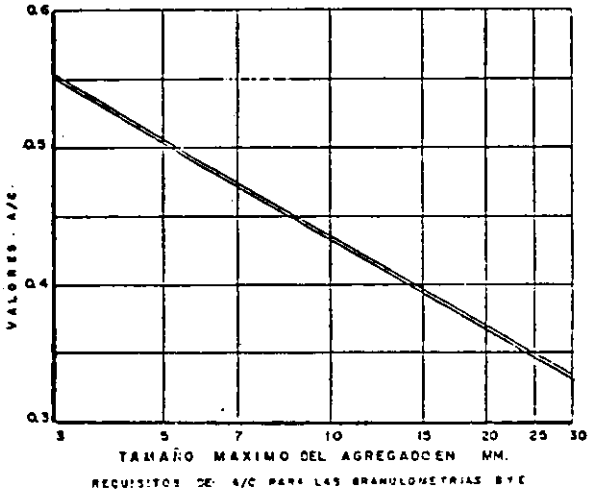
Es interesante anotar que la pasta ya aplicada suele tener un mayor contenido relativo de cemento que la mezcla seca y una relación agua/cemento algo más baja que el concreto normal, debido al rebote o desperdicio, el cual está formado principalmente por grava y en menor grado por arena y lechada que se desprenden de la pasta por el impacto del chorro.

El agua debe cumplir los requisitos que se exigen para el concreto común, es decir, debe ser limpia y estar libre de limo y materia orgánica, álcalis y otras sales minerales disueltas. La relación agua/cemento óptima para lograr máxima resistencia, se presenta en el punto de máxima densidad. El objetivo debe ser entonces colocar el material en la consistencia estable más húmeda posible, o sea, en el punto de abolsamiento o cedencia incipiente. El operador o lanzador, puede darse cuenta que se ha alcanzado ese punto cuando aparece en la superficie del concreto fresco un lustre de humedecimiento ligero.

RELACION AGUA/CEMENTO EN FUNCION DE OTRAS CARACTERISTICAS.



EFECTO DE LOS VALORES DE A/C (SEGUN LINDER)



REQUISITOS DE A/C PARA LAS GRANULOMETRIAS Y EL CONTENIDO DE CEMENTO CONSTANTE (SEGUN LINDER)

Los aditivos enérgicos, endurecedores y acelerantes del fraguado, producidos en la Europa Alpina, y cuyo uso se ha extendido después al resto del mundo, dan al concreto lanzado algunas de sus características más apreciadas, a saber, el poder aplicarse en terreno húmedo o mojado y el poder controlar fuertes filtraciones de agua.

Los principales ingredientes activos son: aluminato de sodio e hidróxido de sodio, con carbonatos de sodio, potasio y calcio e hidróxido de calcio como catalizadores. Debe verificarse la compatibilidad del acelerante con el cemento empleado; sus ingredientes pueden variarse (en sus proporciones relativas) para adaptarlos a los cuatro componentes principales del cemento Portland.

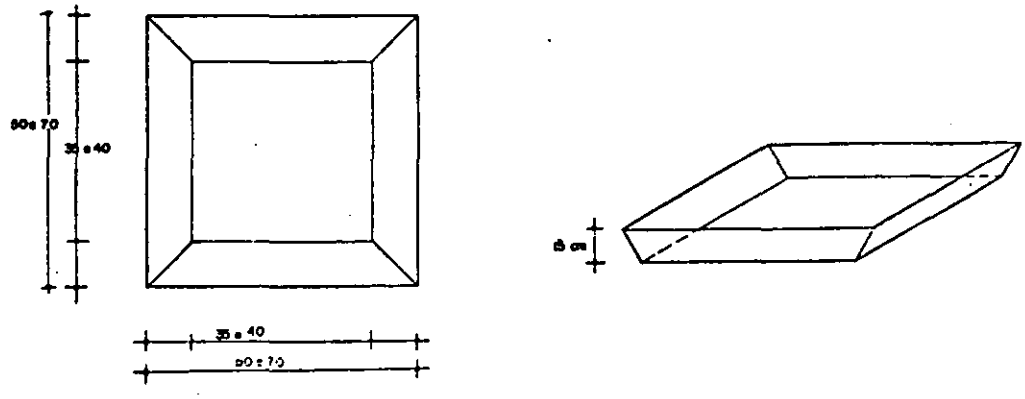
Las dosificaciones de aditivo varían normalmente entre 2 y 6% del peso del cemento.

El aditivo permite aumentar el espesor de las capas de concreto lanzado; el fraguado rápido y endurecimiento que provoca, le da al revestimiento resistencia para soportar tronadas a las pocas horas de aplicado (dos horas en Vancouver); reduce además el rebote.

En las primeras aplicaciones, cuando el espesor es muy delgado, se suele emplear más cantidad de aditivo para lograr una alta adhesividad aún a costa de una resitencia a la compresión más baja (hasta 30% menor que el concreto no acelerado). Las capas posteriores pueden llevar menos aditivo y su detrimento en la resistencia a la compresión será insignificante.

Un fraguado inicial máximo de 1 1/2 horas y uno final de 12 horas son los que se especifican normalmente, pero estos tiempos son demasiado largos, sólo útiles para trabajos de recubrimiento. Si se quieren dominar las filtraciones de agua y soportar el terreno de poca cohesión, se requieren tiempos de fraguado inicial y final muy cortos. Para el túnel de Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se ensayaron pastas de mortero con distintos aditivos y cementos y se lograron tiempos de 30 a 120 segundos.

ARTESA DE MADERA SOBRE LA QUE SE LANZA
PARA OBTENER LAS MUESTRAS DE C. L.



OBJETO DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO

Se requirió determinar el tiempo de fraguado de pasta de cemento conteniendo cuatro diferentes productos acelerantes, propuestos para aplicarse en la elaboración de concreto lanzado neumáticamente, alternando el uso de dos cementos distintos.

MUESTRAS

Se dispuso de muestras de los siguientes productos acelerantes:

Sigunite (polvo)

Rapidur (polvo)

PozLig XX (polvo)
Stabilator (Líquido)

y de los siguientes cementos:

Cruz Azul, tipo II

Tolteca, tipo I

DOSIFICACIONES

Los tres productos en polvo se dosificaron a razón de 3%, en peso, respecto al contenido de cemento.

El producto líquido se dosificó substituyendo 25% del volumen del agua de mezcla.

DETERMINACIONES

Se ensayaron ocho pastas diferentes, empleando los cuatro productos con cada cemento. A cada pasta se le determinó tiempo de fraguado con aguja de Vicat y resistencia a compresión a 4, 8 y 24 horas de edad, usando especímenes cilíndricos de 5 cm de diámetro.

CONDICIONES DE PRUEBA

Teniéndose presente la posibilidad que ocurrieran tiempos de fraguado del orden de 20 segundos, se estableció un procedimiento de prueba que permitiera efectuar la primera observación en ese tiempo, bajo circunstancias comparativas. Las principales condiciones establecidas fueron como sigue:

a) Se usó una relación agua/cemento constante e igual a 0.35, para producir pastas de consistencia ligeramente menos seca de la normal, como es definida en el método ASTM C 187 (1).

b) El mezclado de cemento, agua y aditivo se hizo mecánicamente durante 10 seg, empleando la velocidad media de la batidora para pasta de cemento, especificada en el método ASTM C 305 (2)

c) La determinación del tiempo de fraguado se realizó con el aparato de Vicat, como se describe en el método ASTM C 191 (3). La primera penetración de esta aguja se efectuó invariablemente a los 20 segundos de haberse iniciado el mezclado. Se consideró como tiempo de fraguado final, para fines comparativos, cuando la aguja (1 mm diám.) ya no penetró en la pasta.

d) Para la elaboración de los especímenes de resistencia a compresión, se usaron moldes cilíndricos desechables, de lámina, con diámetro de 5 cm., y relación de esbeltez aproximadamente igual a dos. Para conservar invariables las condiciones de ejecución, se hizo una pasta individual para cada espécimen. Se elaboraron seis especímenes de cada mezcla diferente, para ensayar dos en cada edad de prueba.

R E S U L T A D O S

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA CONCRETO LANZADO

MEZCLA	TIEMPO FRAGUADO (SEGUNDOS)	RESISTENCIA A COMPRESION // 4 hs. kg/cm²	8 hs. kg/cm²	24 hs. kg/cm²
C-S	150	25	59	150
C-R	3780	23	121	158
C-P	165	30	152	184
C-E	1442	13	60	—
T-S	107	14	87	111
T-R	6040	13	102	154
T-P	60	25	73	146
T-E	1700	4	12	—

CLAVE DE LAS MEZCLAS:

C- Cemento Cruz Azul Tipo II.

T- Cemento Tolteca Tipo I.

S- Aditivo Sigunite; 3 % en peso de cemento.

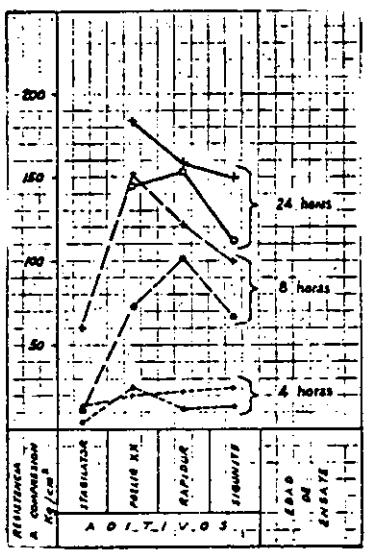
R- Aditivo Rapidur; 3 % en peso de cemento.

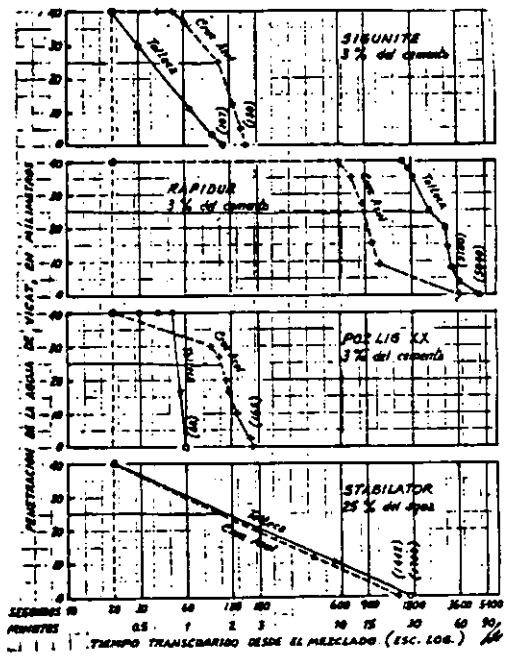
P- Aditivo Poz-Lig; 3 % en peso de cemento.

E- Aditivo Stabilator; Sustituyendo 25% de contenido de Agua

Relación agua cemento en todos los casos A/c = 0.35

// Resistencia cilíndrica (L/d=2) corregida por esbeltez de los especímenes y obtenida del promedio de 2 cilindros compañeros





R E F E R E N C I A S

1. Método Estándar de Prueba para Consistencia Normal de Cemento Hidráulico.

   ASTM, Designación C 187

2. Método Estándar para Mezclado Mecánico de Pastas y Morteros - de Cemento Hidráulico de Consistencia Plástica.

   ASTM, Designación C 305

3. Método Estándar de Prueba para tiempo de Fraguado de Cemento Hidráulico con la Aguja de Vicat.

   ASTM, Designación C 191

DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS DE CAMPO

El día 30 de julio, en un sitio próximo a la Lumbrera Núm. 10 del Emisor Central, se llevaron a cabo pruebas de lanzamiento de diversas mezclas de concreto.

El propósito fue ensayar varios aditivos acelerantes, con objeto de calificar su influencia sobre el tiempo de fraguado, la proporción de material rebotado y la resistencia a compresión del concreto colocado.

MEZCLAS ENSAYADAS

Se elaboraron y lanzaron seis mezclas, empleando cemento marca Tolteca tipo I (Mixcoac) en todos los casos. Las principales características distintivas de estas mezclas fueron:

Núm. 1 : Sin Aditivo.

Núm. 2 : SIGUNITE en polvo (3% del cemento)*

Núm. 3 : POZLIG XX en polvo (3% del cemento)

Núm. 4 : FESTERLITH Super A en polvo (3% del cemento).

Núm. 5 : Substitución de 25% del cemento por Puzolana**, en peso y POZLIG XX en polvo (3% del cemento).

Núm. 6 : SIGUNITE en polvo (3% del cemento)*

* En el lanzamiento de la mezcla Núm. 2 se observó baja de presión, por lo cual se repitió usando la presión correcta.(mezcla Núm. 6).

** Material puzolánico de "Puzolanas Activadas, S. A."

TIEMPO DE FRAGUADO

No se dispuso de equipo de campo para medir el tiempo de fraguado del concreto recien aplicado en los tableros de prueba. De tal suerte, la determinación de este tiempo se hizo en forma puramente apreciativa, estimándose que las mezclas ensayadas alcanzaran un grado comparable de endurecimiento al cabo de los siguientes lapsos*:

Núm. 1 : (No se determinó por no contener aditivo).

Núm. 2 : 2.0 minutos.

Núm. 3 : 1.0 minutos.

Núm. 4 : 3.0 minutos.

Núm. 5 : 5.0 minutos.

Núm. 6 : 1.0 minutos.

* El tiempo se consideró a partir de la terminación del lanzamiento sobre los tableros de prueba. El tiempo de llenado de los tableros fue de 15 a 20 segundos.

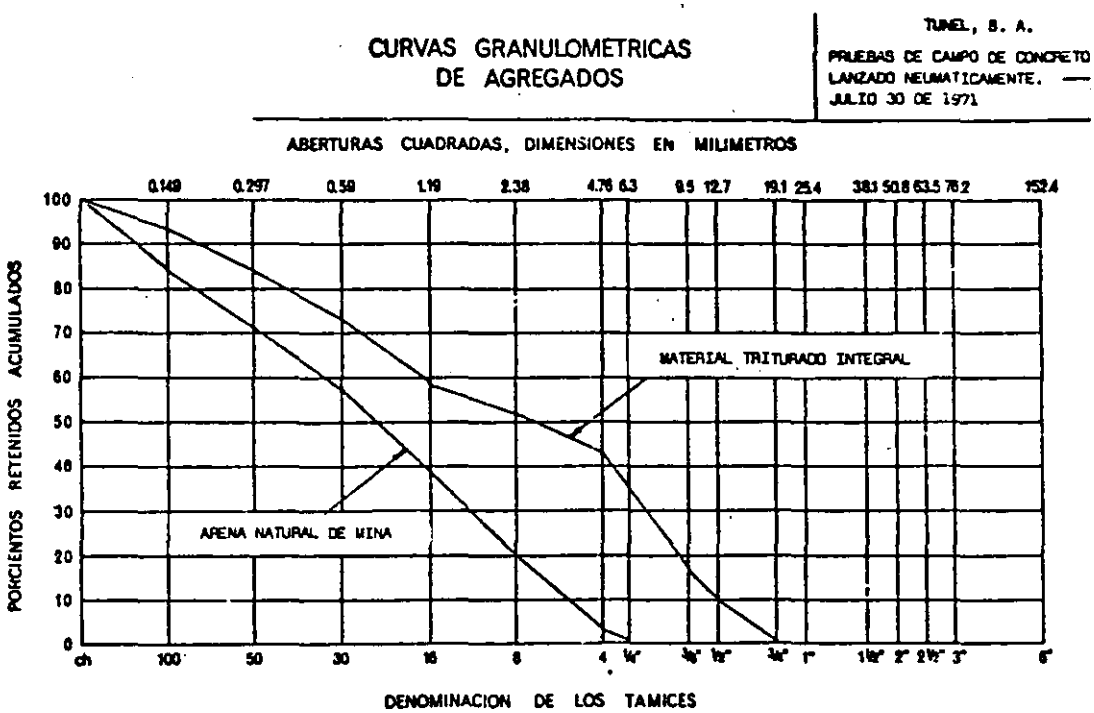
MATERIAL REBOTADO

Se determinó en cada caso el peso de concreto colocado en los moldes y la cantidad aproximada de material rebotado, recuperándolo y pesándolo, con los siguientes resultados:

Mezcla Núm	Concreto colocado (kg)	Material rebotado Peso (kg)	%	Contenido de grava en el rebote(%)
1	51.2	20.6	35.0%	63 %
2	62.5	22.1	26.2%	57 %
3	61.2	18.0	22.7%	47 %
4	64.8	13.2	16.9%	47 %
5	55.9	10.6	15.9%	47 %
6	55.7	18.0	23.4%	51 %

A G R E G A D O S E M P L E A D O S

Se obtuvieron muestras de los agregados. Su contenido de humedad fue 10.0% para la arena natural de mina y 8.2% para el material triturado integral (arena y grava). La composición granulométrica de estas muestras se incluye en gráfica adjunta

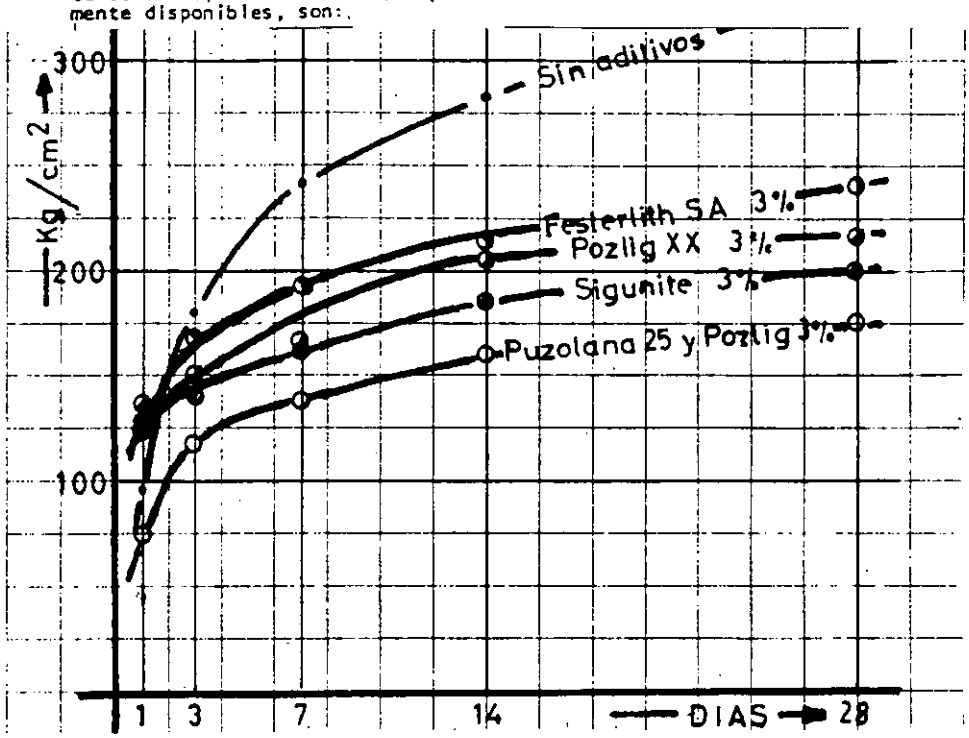


1-5; RESISTENCIA

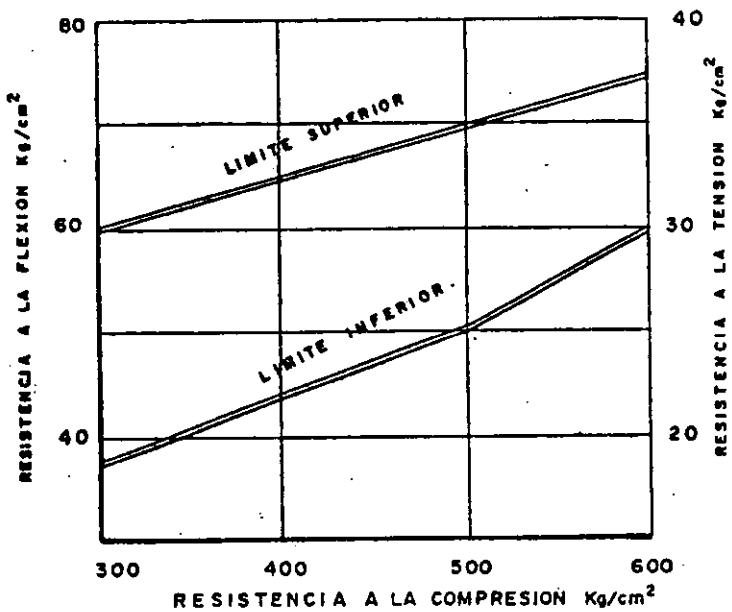
Aunque en la literatura sueca se habla de resistencias de 300 a 700 kg/cm^2 para la compresión a los 28 días, es más real hablar de valores entre 150 y 300 kg/cm^2, que, para fines estructurales, son suficientes. Las resistencias al corte y a la flexión-tensión dependen de la resistencia a la compresión.

RESISTENCIAS A COMPRESION

De cada muestra de prueba se obtuvieron núcleos de 7.1 cm (2 3/4") de diámetro para determinar la resistencia acompresión del concreto colocado, a edades de 1, 3 y 14 días. Los resultados actualmente disponibles, son:



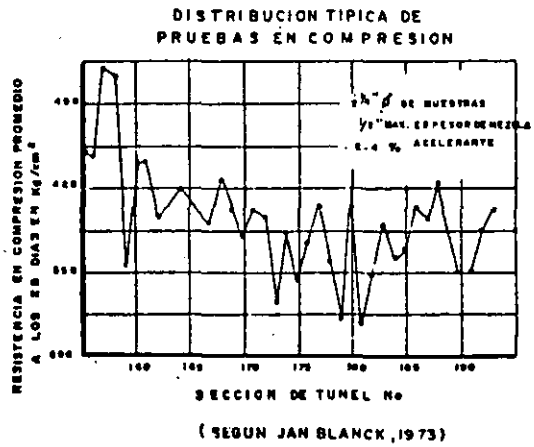
* Las resistencias a compresión que se reportan, corresponden al promedio de 2 especímenes cilíndricos de 7.1 cm de diámetro por aproximadamente 13 cm de altura. Estas resistencias han sido corregidas tomando en cuenta la esbeltez de los especímenes y estan referidas a un valor de h/d = 2.



RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA FLEXION, ——
TENSION Y COMPRESION (SEGUN BAYER)

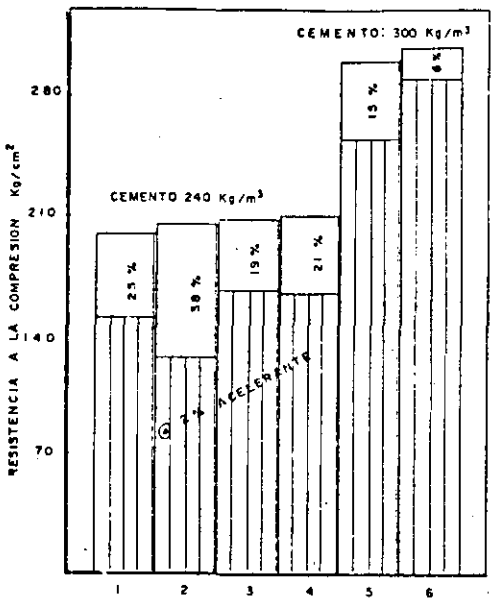
La adhesividad o adherencia del concreto es de primordial importancia en combinación con las resistencias al corte y a la flexión-tensión. Rabcewicz menciona que la resistencia al corte es 1.3 veces la resistencia a la flexión y el Instituto Sueco del Concreto (CBI) fija el valor de la adhesión en 10 a 15 kg/cm^2.

Es menos uniforme el valor de resistencia con mezclas secas de agregado grueso que con morteros de arena y cemento.

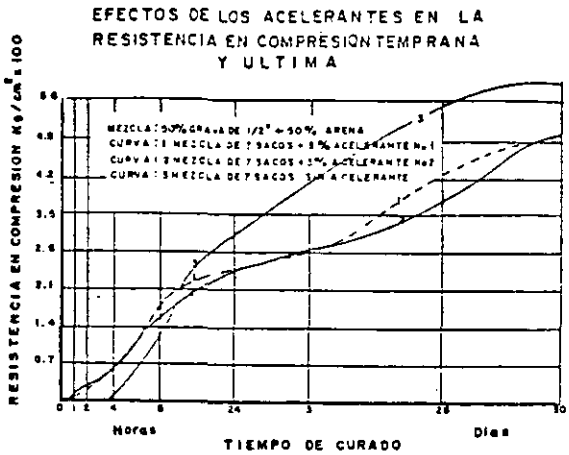


Se requiere mayor atención para asegurar la uniformidad de la granulometría y el mezclado y en el paso de la mezcla hacia la máquina lanzadora y a través de ésta. El producto final es muy sensible a variaciones en las mezclas por segregación, irregularidades en la alimentación y el agua y descuidos en la dirección y orientación del lanzado y en la distancia de la boquilla a la superficie de aplicación.

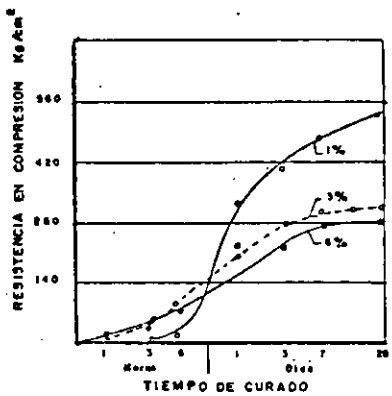
El aditivo también reduce los valores de resistencia. Reducciones de no más de 20 % deben condierarse normales; reducciones mayores pueden obedecer a incompatibilidad de los ingredientes del aditivo con el cemento y deben hacerse estudios para confirmarlo.



DECREMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESION CON EL USO DE ACELERANTES (DE 240 PRUEBAS EN CONCRETOS CON UN CONTENIDO DE 300 Kg/m³ 6 CEMENTOS DIFERENTES CON Y SIN ACELERANTE) (SEGUN LINDER)



(SEGUN JAN BLANCK, 1973)

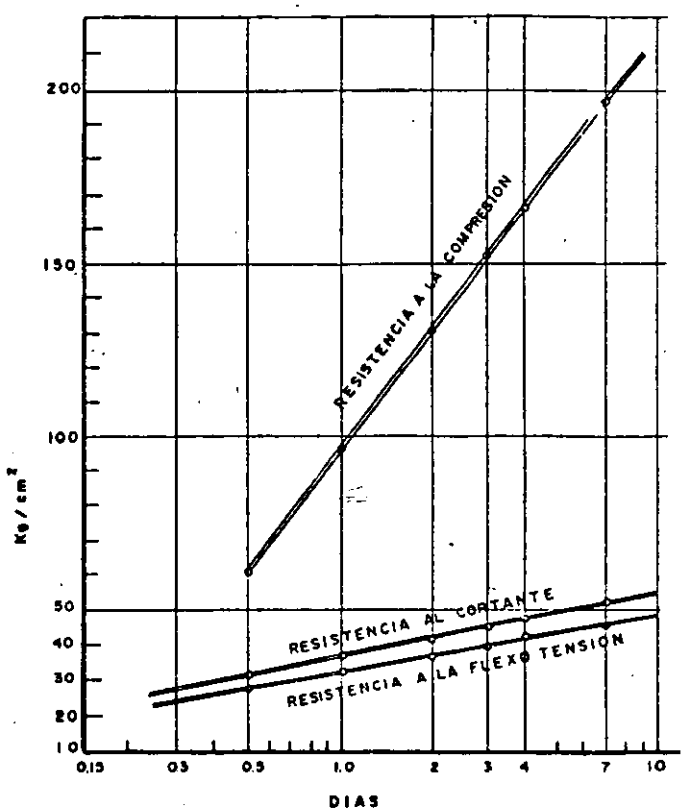


Resistencia en compresión Mezcla de 9 sacos, acelerante TRICOSAL (SEGUN ANDERSON Y POAD, 1973)

Las especificaciones más generalizadas establecen las siguientes resistencias a la compresión tempranas para un concreto de 280 kg/cm² con 3 a 4% de acelerante en peso del cemento.

Tiempo de Fraguado	Resistencia a la compresión
Horas	Kg/cm²
2	14 - 18
12	56 - 60

Rabcewicz muestra que la resistencia a la flexión alcanza el 50% de la correspondiente a la compresión a las 12 horas y el 30% después de dos días.



(SEGUN RABCEWICZ)

RESISTENCIA TEMPRANA RELATIVA

Se presenta un resumen de las resistencias a la compresión medidas en muestras del concreto lanzado en la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México.

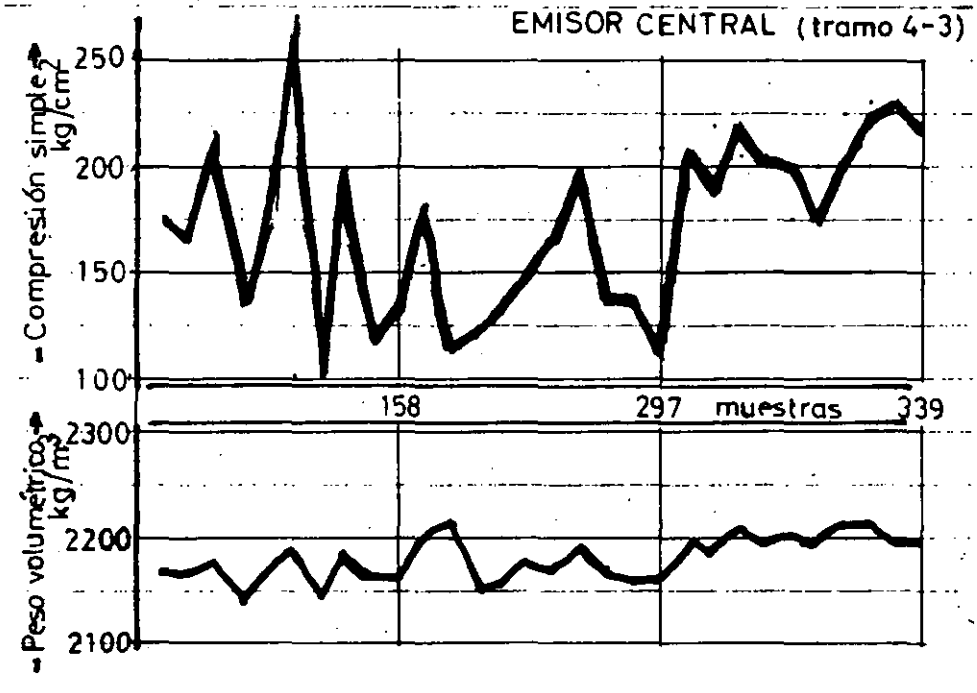
ANALISIS ESTADISTICO DE CARACTERISTICAS DE CONCRETO LANZADO
TRAMO: DE LUMBRERA 4 A LUMBRERA 3 EMISOR CENTRAL
PERIODO: NOVIEMBRE 1971 A ENERO 1973

U N E L, S.A. DE C.V.
GERENCIA DE CONCRETO LANZADO

	Número de datos (n)	Promedio	Desviación Estándar	Valor Máximo	Valor Mínimo
Resistencia 3 días	23	116 kg/cm2	28.5 kg/cm2	176 kg/cm2	70 kg/cm2
Resistencia 14 días	32	156 kg/cm2	35.5 kg/cm2	276 kg/cm2	99 kg/cm2
% Grava	27	34.9 %	12.3 %	59.4 %	9.7 %
Pasa malla Núm. 100 (Lavado)	28	11.2 %	2.1 %	16.6 %	7.8 %
Contenido de cemento	27	23.1 %	7.9 %	40.4 %	11.0 %
Peso volumétrico	31	2181 kg/m3	20.5 kg/m3	2214 kg/m3	2140 kg/m3

ANALISIS ESTADISTICO DE CARACTERISTICAS DE CONCRETO LANZADO (TODO EL EMISOR). PERIODO: DE NOVIEMBRE 1971 A ENERO 1973.	TUNEL, S.A. DE C.V. GERENCIA DE CONCRETO LANZADO

	Número de datos (n)	Promedio	Desviación Estándar	Valor Máximo	Valor Mínimo
Resistencia 3 días	227	116.9 kg/cm2	35.7 kg/cm2	310 kg/cm2	27 kg/cm2
Resistencia 14 días	316	155.7 kg/cm2	42.3 kg/cm2	334 kg/cm2	63 kg/cm2
% Grava	267	34.3 %	12.9 %	74.9 %	4.2 %
Pasa malla Núm. 100 (Lavado)	271	10.5 %	2.3 %	20.1 %	2.4 %
Contenido de cemento	263	20.5 %	7.2 %	50.5 %	5.4 %
Peso Volumétrico	316	2179 kg/m3	27.6 kg/m3	2282 kg/m3	2070 kg/m3



1-6 DOSIFICACION Y MEZCLADO

Se acostumbra agrupar los agregados en tres fracciones para ser mezclados; de 19 a 9.5 mm (3/4" a 3/8"), de 9.5 mm. (3/8") a menor de la malla No. 4 y arena. La humedad de los agregados ya dosificados antes de mezclarse con el cemento debe estar comprendida entre 3 y 6%. La dosificación de agregados y cemento debe

hacerse por peso en una mezcladora o revolvedora adecuada. El tiempo de mezclado debe ser de dos minutos.

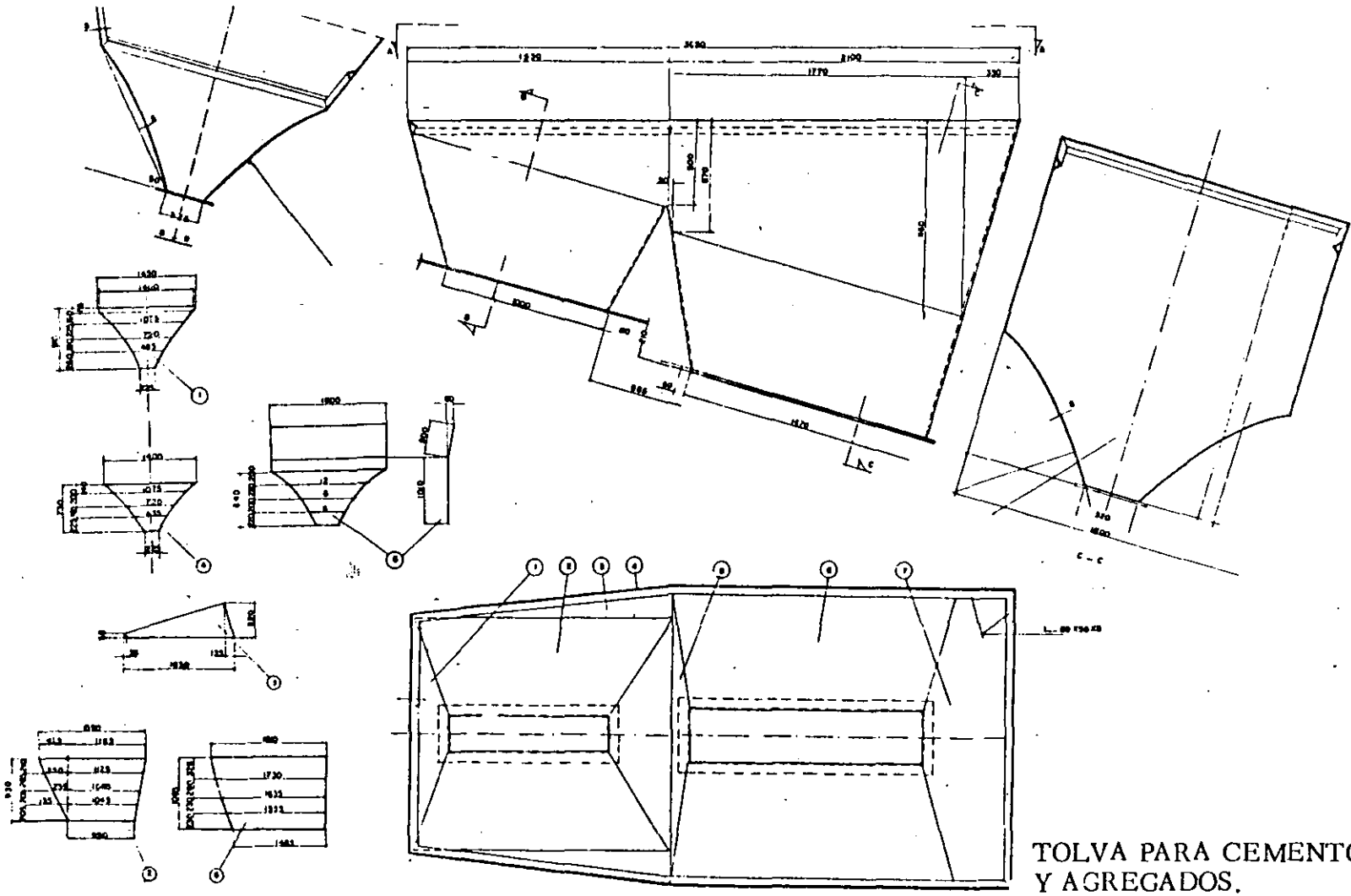
Hay que aprovechar la tendencia natural del agregado a drenar, por ser granular y permeable, para mantener su humedad dentro de los límites antes dichos. El drenaje es siempre más difícil en la arena que en la grava. Ello se evidenció en los agregados empleados para el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, en los que fue difícil, en épocas de lluvias, bajar el contenido de humedad a menos de 8%, a pesar de que la arena se almacenaba en grandes pilas con facilidades de drenaje en la parte inferior; esto ocasionó frecuentes taponaduras de las tuberías de 30 cm. (12") de diámetro por donde se descargaba el agregado de la superficie hasta el nivel del túnel. En algo pudo mejorarse esta condición almacenando el agregado cerca de las bocas de descarga y esparciéndolo y creándolo antes de usarlo. En el Alto Anchicayá, en Colombia, donde la precipitación anual es superior a los 500 cm., sí se logró mantener una humedad del agregado de 6%, descargando la arena de río en tolvas de las que escurría toda el agua posible y almacenándola después en pilas durante 24 horas.

Mezclas muy húmedas de agregados y cemento producen taponamientos de las mangueras o tuberías de conducción y aumentan las velocidades de hidratación a niveles inaceptables. Mezclas muy secas dan problemas de no uniformidad del humedecimiento en la boquilla, lo que aumenta el polvo durante el lanzado y reduce la compactación.

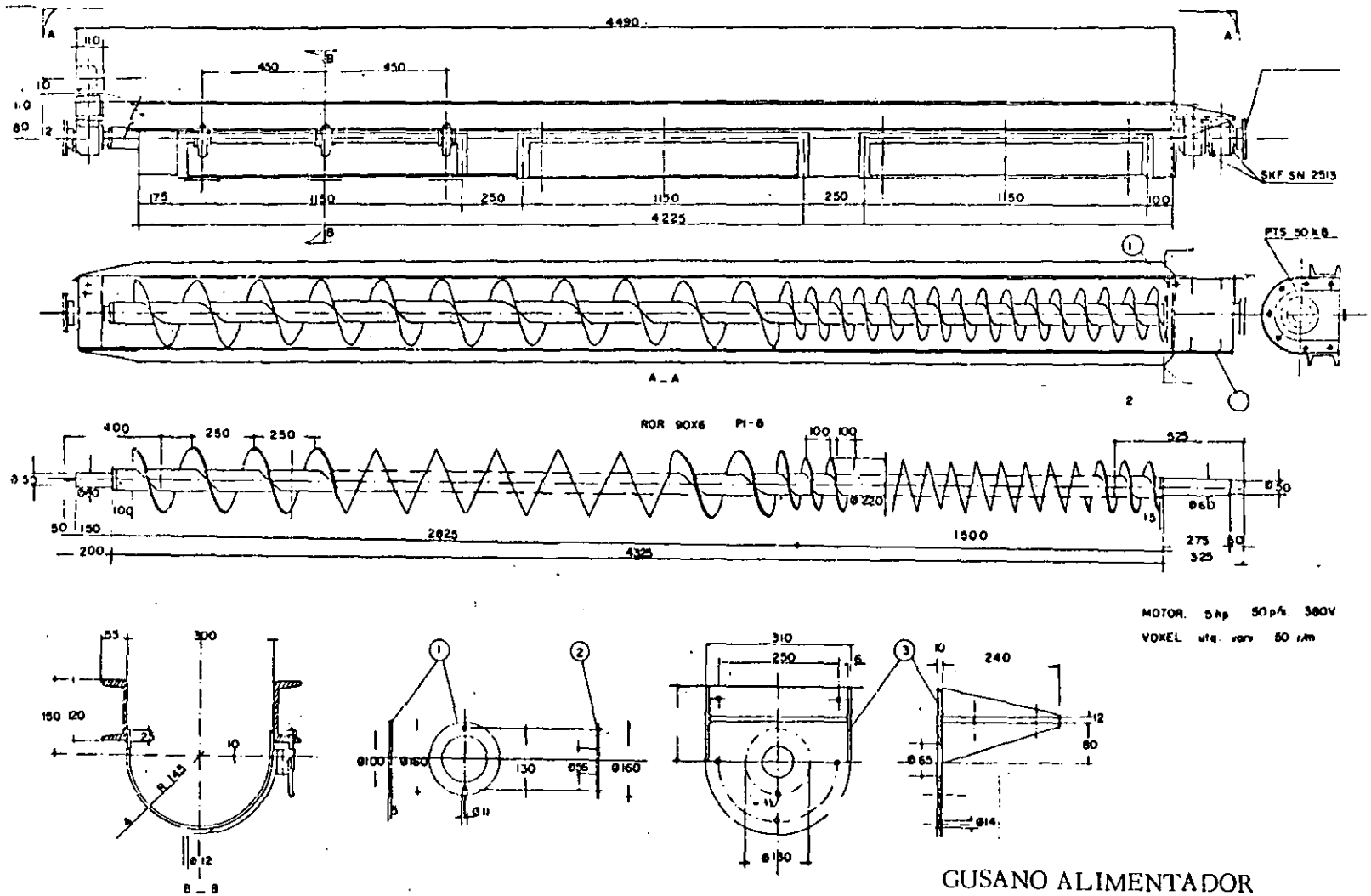
El agregado utilizado en el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se surtió a las diferentes lumbreras, donde se iba a emplear, en forma dosificada, es decir, hecha ya la mezcla de agregado grueso (40%) y arena (60%). La mezcla se hizo en una mezcladora de turbina en la misma planta donde se trituraba el agregado grueso; éste fué producto de andesitas de un banco próximo a la planta. La arena fue, de una tercera parte a la mitad, producto de la trituración del agregado grueso, y el resto fue arena de mina de uno de los bancos del poniente de la Ciudad.

Hay diversos sistemas, en el procedimiento de mezcla seca, de transportación y de mezcla de agregados y cemento a pie de obra. Los más conocidos son los de la National Concrete Machinery de Lancaster, Penn., de la Card Corporation de Denver, Col., y de la Stabilator AB de Suecia.

Los carros tolva y mezcladores de gusano de esta última casa, se usaron en número de 45 en la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, con muy buenos resultados.



TOLVA PARA CEMENTO
Y AGREGADOS.



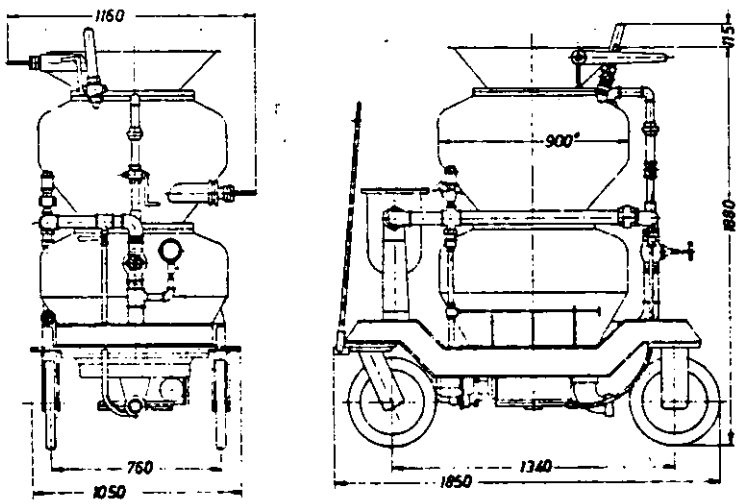
GUSANO ALIMENTADOR

El paso de los gusanos está diseñado para suministrar mezclas de 1 a 3, a 1 a 4 de cemento agregados y es posible variar su velocidad de revolución para ajustar las mezclas; a las tolvas van adosados vibradores eléctricos para facilitar el vaciado de los materiales hacia los gusanos. A través de unas puertas se puede tener libre acceso a los gusanos para limpiarlos cada vez que se vacían las tolvas y evitar así atascamientos y alteraciones de la dosificación.

El aditivo acelerante en polvo se debe añadir a la mezcla seca cuando entra ésta a la máquina lanzadora; es recomendable el uso de alimentadores mecánicos, de preferencia los de tornillo, ya que los de vibrador se atascan fácilmente. Si el aditivo es líquido se debe mezclar con el agua antes de descargarla en la boquilla lanzadora. En la obra de la Ciudad de México, el aditivo en polvo se alimentó con escudilla a mano directamente sobre el gusano y el aditivo líquido se mezcló con el agua y se alimentó a la boquilla mediante bombas dosificadoras de diseño especial también Stabilator A.B.

1-7. EQUIPO DE COLOCACION

Se fabrican dos tipos de máquinas lanzadoras de concreto para el proceso de mezcla seca.

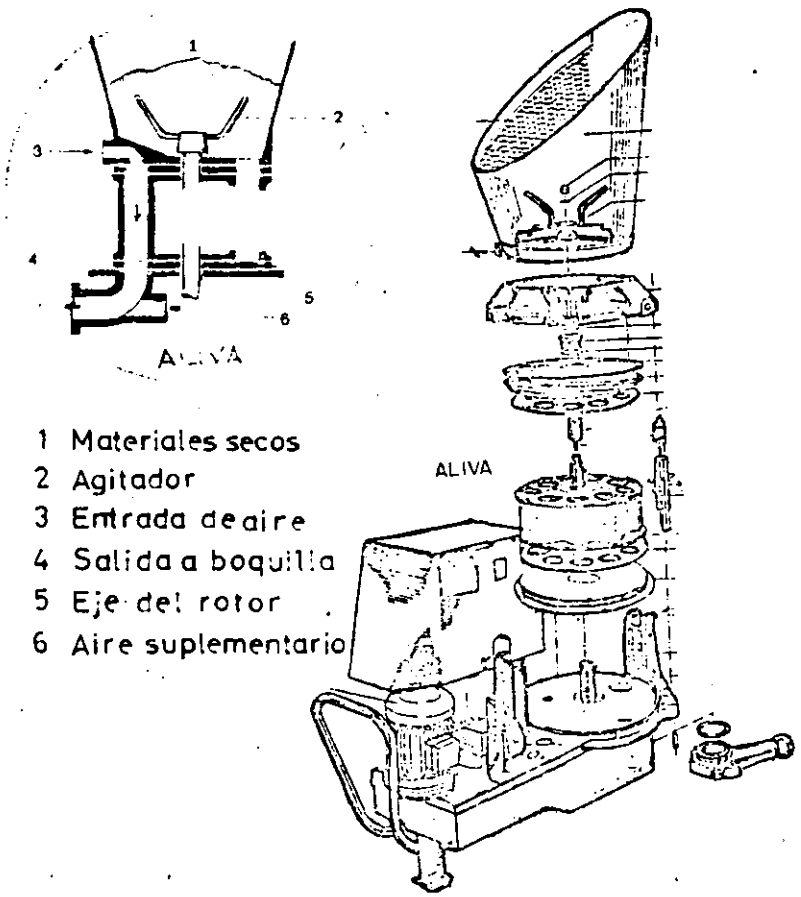


LANZADORA
BSM 603

1.- La de doble cámara de presión con válvula de campana intermedia de acción neumática. La mezcla seca se introduce en la cámara superior, se cierra ésta y se levanta la presión que abre la válvula de campana intermedia y deja pasar la mezcla a la cámara inferior; en ésta se levanta a su vez la presión que cierra la válvula intermedia y la mezcla seca va alimentándose bajo presión a la tubería de descarga, mediante una rueda de cavidades. Mientras se efectúa la operación de descarga se está alimentando mezcla seca a la cámara superior para empezar un

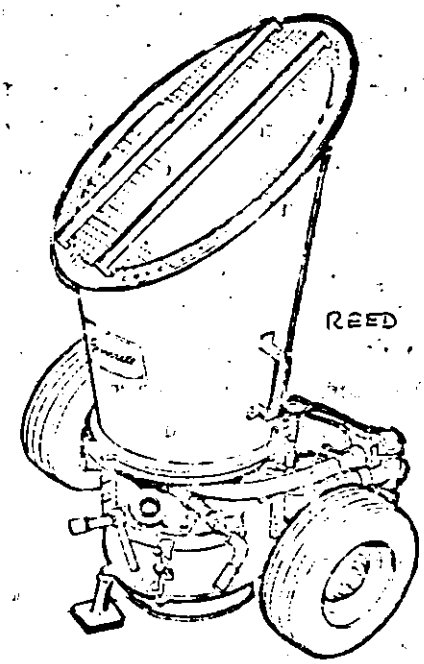
nuevo ciclo. Un buen operador puede lograr, con la ayuda de las dos cámaras, una descarga descarga prácticamente contínua. Requiere entonces una contínua atención del operador, el cual debe desenvolverse con destreza. Son cualidades de este tipo de máquinas su robustez y el poco número de piezas delicadas o móviles que se desgastan o requieren frecuente mantenimiento.

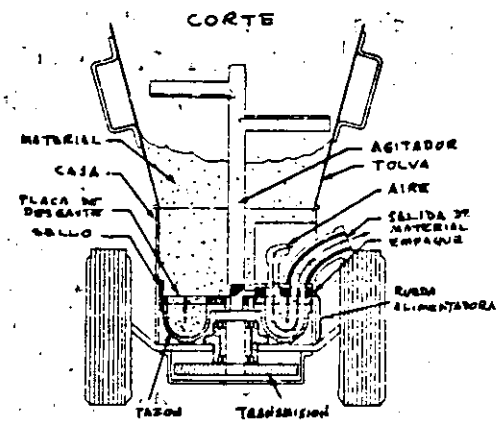
2.– El tipo revólver. La mezcla seca se alimenta contínuamente a la tolva que corona la parte superior de la máquina, de ahí cae al cilindro rotatorio tipo revólver que consta de nueve o más compartimentos cilíndricos, donde se deposita la mezcla. Cada carga de mezcla en cada compartimento cae a través de una escotadura y al pasar sobre el cuello de salida una corriente de aire a presión la impulsa hacia las mangueras. Este tipo de máquinas no requiere una atención tan contínua del operador; además pueden manejar agregado más grueso más fácilmente que las del otro tipo. Tienen, por otra parte, más piezas de desgaste y suelen producir más polvo.



Las primeras tienen motor neumático, las segundas pueden venir con motor neumático o con motor eléctico; por lo general el rendimiento es mayor con el motor neumático aunque el consumo de aire es considerable. Las del primer tipo consumen 600 p.c.m., en tanto que algunos tipos de las segundas, de muy altas revoluciones, consumen cerca de 900 p.c.m..

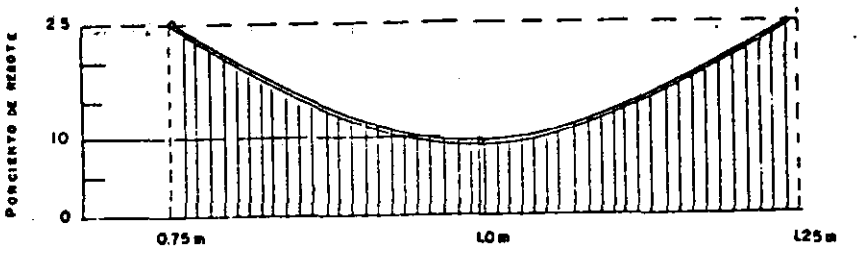
Los rendimientos varían entre 6 y 9 m^3/h. La distancia de envío varía mucho en cada marca y tipo, pero puede llegar a 275 m. horizontales y 92 m. verticales. Para grandes distancias conviene usar, en los tramos intermedios, tubería de acero, en lugar de mangueras, para reducir la fricción. También pueden conectarse en serie dos máquinas, para ganar distancia.

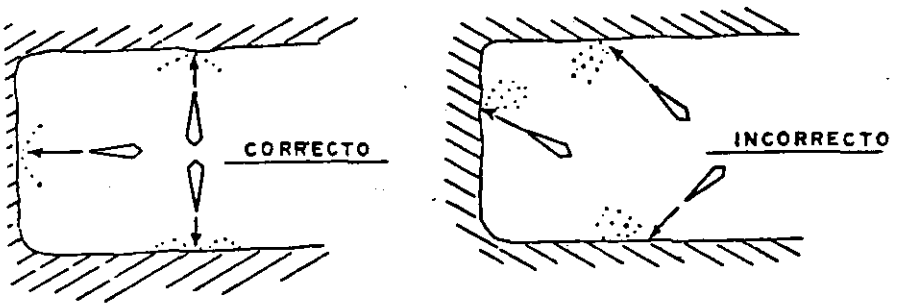




En la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se usaron los dos tipos de máquinas. Las de doble cámara fueron emanas, de la marca BSM (Beton Spritz Maschinen) y las de revólver fueron suizas de marca Aliva y norteamericanas de la marca Reed. Estas últimas, con motor neumático, son de alta velocidad de rotación y alto rendimiento, pero resultaron ser muy delicadas de manejo, requirieron frecuentemente mantenimiento y altos consumos de aire y sus distancias de envío eficiente fueron más cortas que las de las otras máquinas. Las BSM y las Aliva tuvieron un desempeño muy satisfactorio. Las Aliva se usaron, unas unidades —la mayoría— con motores eléctricos y otras con motores neumáticos.

El rebote aumenta, también, con la mala graduación del agregado, con la segregación en la alimentación, velocidades de descarga excesivas o insuficientes, presiones de agua insuficientes o pulsantes, descarga irregular de los ingredientes o el acelerante a la máquina y mala operación de ésta. Si no se presta atención a estos detalles, el rebote puede ser un 20% más alto que el que se indica.





ANGULO DE LANZADO

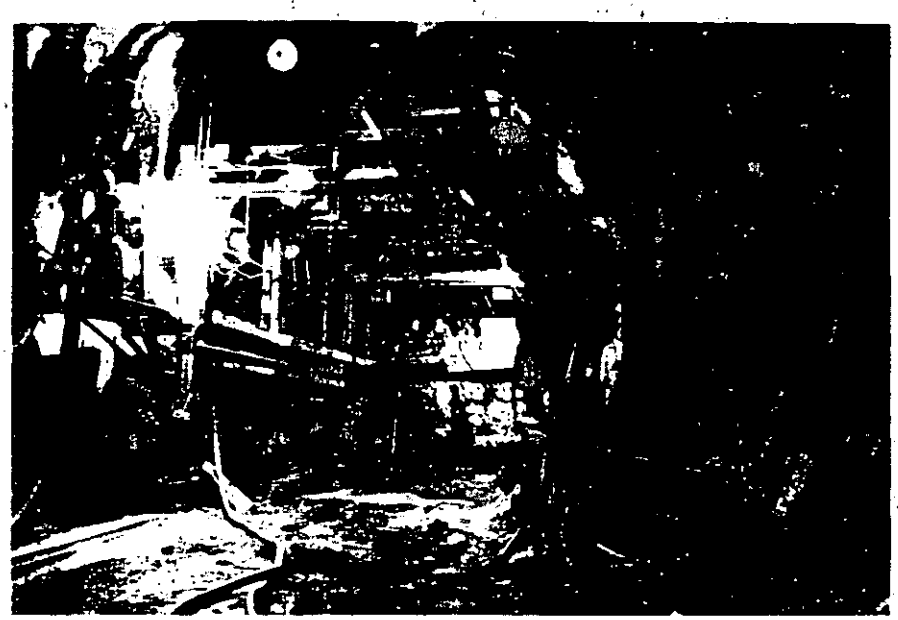
En el lanzado hacia abajo es difícil no atrapar el rebote, por lo que es preferible, en estos casos, (cubetas por ejemplo), colar el concreto en lugar de lanzarlo.

1-12 SUCESION DE LAS OPERACIONES

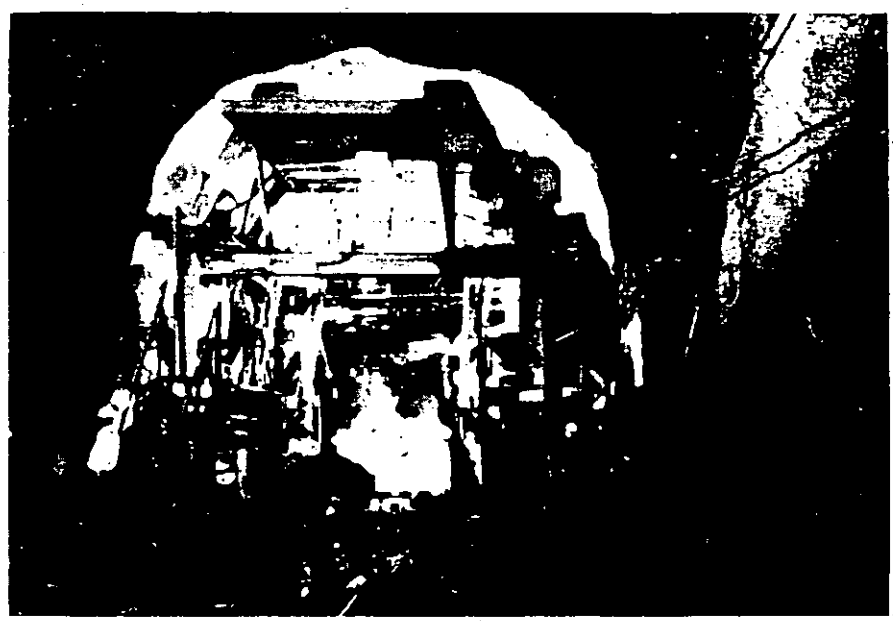
El concreto lanzado debe aplicarse lo antes posible después de la detonación para frenar el aflojamiento de la roca expuesta o afectada por la explosión. Debe aplicarse antes de que transcurran dos horas. Claro está que ello depende del tiempo puente en que la roca es capaz de autosoportarse.

El arco o bóbeda requiere la primera aplicación, a veces inclusive lanzado desde la pila de rezaga, aunque esta práctica debe evitarse siempre que sea posible porque la pila no constituye un buen apoyo y no se pueden mantener las distancias

adecuadas. Lo mejor en túneles de más de 6m. de altura es lanzar desde una plataforma deslizante adaptada al jumbo de barrenación, en su piso superior, de manera que libre la parte alta de la pila de rezaga; para ello conviene que ésta sea ni excesivamente alta ni excesivamente extendida, así el jumbo puede arrimarse lo más posible a la frente recién tronada.



Hay jumbos especialmente diseñados para que se pueda estar rezagando mientras desde la plataforma superior se está lanzando; ésto acorta notablemente los cilos de trabajo al poder traslapar parcial o enteramente las actividades de ademe y de rezaga.



RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE EXTRACCION DE ANCLAS

Localización de las anclas probadas	Tiempo de inyectadas (días)	Longitud del ancla (m)	Tensión máxima aplicada al ancla (ton)	Observaciones
L5 Fte. 54 0+520 (Oct. 17,72)	7	1.0	11.5	Falló en la cuerda de sujeción.
L6 Fte. 65 0+280 (Nov. 14,72)	7	1.0	16.0	Falló en la cuerda de sujeción.

RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE EXTRACCION DE ANCLAS

Localización de las anclas probadas	Tiempo de inyectadas (días)	Longitud del ancla (m)	Tensión máxima aplicada al ancla (ton)	Observaciones
L6 Fte. 67 Cad. 0+510 Muro oriente	+ 7	2.7	5	Zona en que el material es muy arenoso y está fracturado.
L5 Fte. 56 Cad. 0+390	+ 7	2.7	20	Nota 1
0+532 Muro oriente	+ 7	2.7	4	Aparentemente estaba mal inyectada.
Cad. 0+580 Muro poniente	+ 7	2.7	15	Falló entre la lechada y la varilla.
L5 Fte. 54 Cad. 0+620	+ 7	2.7	0	No estaba inyectada.
0+700 Muro poniente	+ 7	2.7	20	Nota 1
Cad. 0+500 Muro oriente	+ 7	2.7	20	Nota 1
L6 Fte. 65 Cad. 0+135 Muro oriente	+ 7	2.7	20	Nota 1
Cad. 0+150 Muro poniente	+ 7	2.7	20	Nota 1
L5 Fte. 56 Cad. 0+920 Muro poniente	+ 7	2.7	13	Presentan inyección deficiente.
Cad. 0+910 Muro oriente	+ 7	2.7	8	

Nota (1) Prueba suspendida a las 20 Ton. capacidad máxima del equipo de prueba.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESION SIMPLE A QUE SE SOMETIERON LAS MUESTRAS DE LECHADA DE INYECCION DE LAS ANCLAS DE FRICCION TIPO GS-F

LAPSO DE PRUEBAS DEL 13 DE NOV. DE 1972 AL 12 DE ENERO DE 1973

Localización de la lechada muestreada			Fecha de muestreo	Resistencia a la compresión simple en Kg/cm^2 a la edad de:		
Lumbrera	Frente	Cadenamiento		1 día	3 días	7 días
5	54	0+674	13-XI-72	17	81	122
5	54	0+674	13-XI-72	12	53	106
5	54	0+840	4-I-73	20	121	149
5	56	0+980	4-I-73	20	82	128
6	65	0+461	5-I-73	93*	108*	124

Entre las lumbreras 9A y 11 (serie Tepotzotlán), el concreto lanzado se usó junto con marcos metálicos y tornapuntas (viguetas H de 15 cm. (6") a separaciones de 1 a 1.5 m.), para resistir empujes del terreno. Estos empujes fueron causados por expansión de minerales montmoriloníticos presentes en el material excavado, que era un producto de descomposición y devitrificación de tobas riolíticas e ignimbritas. El concreto se colocaba primero, después los marcos y tornapuntas, que se castigaban con madera y, en algunos tramos se volvía a lanzar para ligar los marcos formando bóvedas de concreto entre ellos. Aunque la opinión de los asesores fue la de usar solamente concreto lanzado y anclas en este tramo, se prefirió el sistema dicho por las dificultades prácticas encontradas. Cuando se usaron los marcos metálicos sin concreto lanzado o cuando éste era de un espesor delgado, se presentaron desplazamientos de los marcos y fracturamiento del concreto. Hubo tramos que se tuvieron que rademar dos y tres veces.

En las series Huehuetoca y Sincoque, entre las lumbreras 14 y 18, la roca fue, en general, de buena calidad (andesitas y basaltos), salvo pequeños tramos problema en que aparecía una arcilla muy compacta menos competente que la roca, por lo que fue posible emplear la técnica sueca de colocar un pequeño espesor de concreto lanzado en toda la superficie y rellenar las esquinas y fracturas con espesores de 10 a 30 cm. (4" a 12"), para evitar el aflojamiento y deslizamiento de bloques. El método dió buenos resultados, en general, aunque el constructor cambiaba al ademe convencional de marcos metálicos y madera cuando encontraba agua o mal terreno con el objeto de mejorar el factor de seguridad.

En el tramo del túnel entre la lumbrera 18 y el Portal (margas calcáreas) se lanzó concreto sobre el ademe convencional de marcos metálicos con tornapuntas. Los frentes se avanzaron a media sección y banqueo, y el concreto se aplicó sólo para proteger al terreno del intemperismo; los asesores habían recomendado el uso de concreto lanzado y anclas en este tramo. En un gran caído que se produjo al estar rehabilitando el túnel, en un tramo donde no se habían puesto tornapuntas, se pudo emplear el sistema propuesto por los asesores para recuperar el tramo con muy buenos resultados, como se describe más adelante.

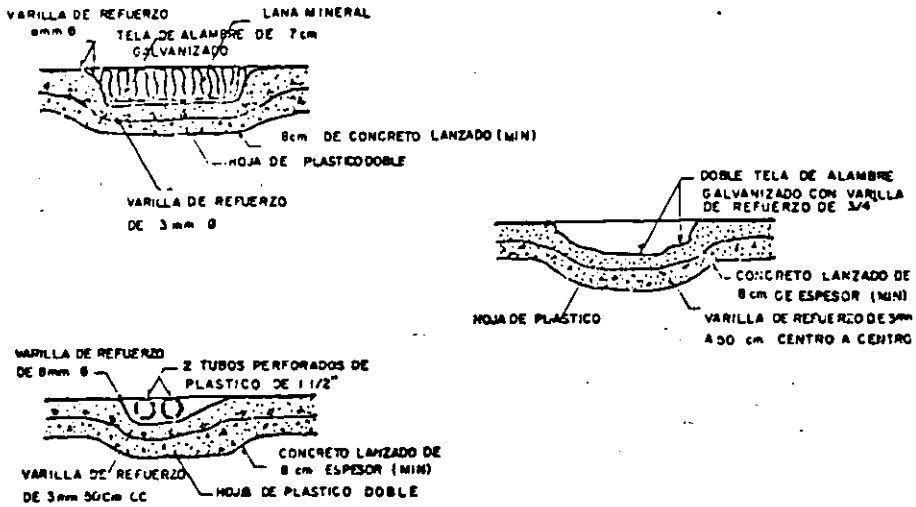
2-4. COMPONENTES Y TECNICAS

Aunque algo se ha mencionado al respecto en el inciso de Generalidades, conviene insistir sobre ciertos aspectos relevantes.

La cantidad de cemento por m^3 de mezcla seca fue de unos 450 kg/m^3, que es alta pero plenamente justificada dada la baja densidad de los agregados y su calidad media (en la zona es imposible conseguir agregados de alta calidad). Los aditivos acelerantes fueron de muy alta calidad. Dieron tiempos muy cortos de fraguado inicial (inferiores al minuto) necesarios en las aplicaciones en terrenos con filtraciones o con material desgranable o deleznable de corto tiempo de autosoporte. La pérdida de resistencia por el empleo de acelerantes fue aceptable (no mayor de 20%).

Bajo condiciones difíciles se usaba primero un concreto muy acelerado, aunque no fuese de alta calidad, para proveer de un soporte inmediato, sellando las juntas y fisuras de las rocas y asegurando los bloques menos estables y canalizando y drenando el agua. Después se completaba el espesor de concreto lanzado en capas de 5 a 15 cm. (2" a 6") con menos acelerante. Se lograba así el efecto de prolongar el tiempo puente o de autosoporte de la roca.

Las filtraciones de agua se controlaban con la instalación de tubos de drenaje que eran simples niples y tubos de PVC, algunos precedidos por pequeños barrenos colectores. Se controló más fácilmente el aguaproveniente de grietas o fracturas que el agua que trasminaba de formaciones porosas. En este último caso se recurrió a todo tipo de artimañas con tubos de drenaje, láminas, mallas y grandes cantidades de acelerante.



DISTINTOS METODOS DE DRENAJE PARA LANZADO DE CONCRETO EN TERRENO HUMEDO

2-5. EJEMPLOS SOBRESALIENTES

LUMBRERA - 0

En la transición de Interceptores al Emisor en la lumbrera 0, se excavó en la zona intermedia entre la serie Guadalupe y la llamada zona de Transición del subsuelo de la Ciudad de México en formaciones más parecidas a las de esta zona que las de aquélla, ya que eran tobas muy blandas (de 2 a 5 kg/cm^2 de resistencia en compresión simple), y limos arenosos y arcillosos compactos con intercalaciones de arena limpia acuífera (20 a 30 lt/seg.), de hasta 60 cm. de espesor que es arrastrada por el flujo de agua. La excavación llega a alcanzar un ancho de 17 m. y una altura de 10 m. en el entronque. La excavación se hizo con paletas neumáticas en sección superior y banqueo (15 m. de largo). El ademe fue de 20 cm. (8") de concreto lanzado cubriendo toda la sección y anclas de adherencia de 2.5 m. de longitud separadas 3 x 3 m. en el arco y en las paredes. Esta sección se mantuvo sin refuerzo adicional hasta que se revistió cuatro años después. Adentrándose en los Interceptores se siguió excavando con este procedimiento en limos, cuya calidad empeoraba a medida que se penetraba en la zona de Transición del subsuelo antes mencionada. Por falta de control de las filtraciones, el piso fue siempre un problema porque a causa de la sobre-saturación era poco estable. El concreto lanzado del arco y las paredes no tenía una buena base de apoyo y hubo desprendimientos en las paredes y

algunos caídos. Sin embargo, estos tramos permanecieron también por algo más de tres años sin otro refuerzo que el concreto lanzado y anclas de adherencia, hasta que fueron revestidos. Las excavaciones con este procedimiento se suspendieron en estos tramos al presentarse caídos importantes en el frente en zonas de arenas acuíferas con arrastre por filtraciones no controladas. De haberse controlado el drenaje por bombeo, como se hizo en el ataque posterior con escudo, seguramente se podría haber avanzado más con concreto lanzado y refuerzo adicional de anclas como ademe.

En la excavación del tramo 0-2, en la serie Guadalupe, hubo algunos caídos, en zonas de fallas y brechas, que fueron recibidos con concreto lanzado, anclas y marcos y trabes de concreto lanzado para poder recuperar el túnel en una o dos semanas en lugar de uno, dos o más meses que se habría tardado de no haber contado con este sistema.

En el frente 4-5 del Emisor Central, se excavó en andesitas muy fracturadas relativamente sanas y estables pero con algunas zonas de falla. A través de las fracturas y en fallas se infiltraba una gran cantidad de agua (hasta 4 lt/seg/m) que dificultaba considerablemente el avance y que amenazaba con inundar el túnel al rebasar la capacidad de bombeo instalada. Se decidió entonces efectuar un tratamiento de impermeabilización tal, que el gasto de filtración se mantuviera siempre en un 30 abajo de la capacidad de bombeo instalada. El tratamiento se efectuó desde un túnel piloto sin ademar, localizado al centro de la sección y adelantado 15 a 20 m. del frente de sección completa, y consistió en barrenos de exploración y de inyección distribuídos en aureolas al frente y radiales. Después de la inyección a alta presión, las infiltraciones se reducían lo suficiente para permitir el ataque a sección completa sin aumentar la capacidad de bombeo. El ataque a sección completa se llevaba con concreto lanzado como único ademe y con tubos de drenaje para localizar y canalizar los flujos de agua. El tratamiento se completaba en la excavación a sección plena con inyecciones de "piel" en las áreas donde todavía había flujos concentrados. El empleo del concreto lanzado como único soporte facilitó notablemente la inyección de "piel", ya que proporcionaba una cubierta continua de la roca y canalizaba el agua hacia los tubos de drenaje previamente instalados.

2-6. EFECTIVIDAD DEL CONCRETO LANZADO EN EL CONTROL DE CAIDOS.

En varias ocasiones el concreto lanzado se empleó no sólo para soportar una cavidad de derrumbe, una vez estabilizada naturalmente, sino para frenar de hecho el proceso del "caído". Esta cualidad fue tan ampliamente reconocida que aun frentes que no llevaban concreto lanzado como ademe principal estaban provistos de instalaciones y equipo de concreto lanzado para hacer frente a cualquier amenaza de caído

El proceso de estabilización era el siguiente:

Se elegía una área segura detrás del caído que se reforzaba con un marco de concreto lanzado y malla. Desde esta zona protegida se introducía la boquilla al interior de la cavidad mediante un "robot" formado por un tubo de unos 7 m. de largo con un maneral en el extremo del lanzador que accionaba unos cables sujetos en el otro extremo a un soporte de pivote donde estaba sujeta la boquilla; el robot se apoyaba en una barra transversal con pasadores. El lanzado se empezaba en las áreas que más graneaban, concentrándolo en las grietas y en las esquinas. Se iba formando el ademe de concreto de la boca de la cavidad hacia arriba, confinando poco a poco la zona que se caía hasta que cesaba de caer; entonces se terminaba de

lanzar y de reforzar, generalmente con marcos de concreto lanzado y anclas. De esta manera fue posible recobrar frentes caídos en una o dos semanas que de otra forma habrían causado mayor demora.

El caído que se produjo al rehabilitar el túnel entre las lumbreras 20 y 21, en margas calcáreas, abarcó una longitud de 20 m., ancho de 10 m. y una altura de 14 m. Inmediatamente después de terminar de caer, se lanzó concreto en espesores de 15 y 20 cm. (6" y 8") seguido por refuerzo adicional de marcos de concreto lanzado, formando arcos y trabes, y de anclas de adherencia de 4 y 7 m. de longitud. El material desprendido se retiró cuidadosamente y se fue completando el concreto lanzado hasta la cubeta. No se requirió rellenar el hueco o adicionarle más soporte antes de dejarlo definitivamente revestido, varios meses después.

3.- CONCLUSION

El concreto lanzado demostró ser una herramienta primordial y utilísima en la excavación del Sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México. Probablemente por primera vez en América, su aplicación abarcó una gran diversidad de condiciones difíciles de tuneleo, y aun en circunstancias de caídos, en terrenos blandos, en rocas muy fracturadas, en formaciones expansivas y plásticas y en presencia de grandes filtraciones de agua.

Ello se logró gracias a una muy efectiva combinación de cemento y acelerante para alcanzar tiempos de fraguado extremadamente cortos, y a una oportuna y eficaz coordinación de la producción y del control de calidad

REFERENCIAS

- Spray Concrete (Shotcrete)
  Section 12 Rock Mechanics
  Por E.E. Mason y R.E. Mason a publicarse por Van Nostrand, Reinhold & Company.

- Support Shotcrete in the Mexico City Drainage Tunnels, por R.E. Mason, artículo no publicado.

- Use of Shotcrete for Underground Structural Support. Publication SP-45, ASCE 1973.

- Capítulo 8, "Shotcrete" de la publicación "Desing of Tunnel Liners and Support Systems". Final Report 1969. Clearinghouse por D.U. Deere y al.

- Shotcrete Manual. Recopilación de varias publicaciones, hecha por A.A. Mathews.

- Especificaciones, instructivos y controles elaborados bajo el título de "Concreto Lanzado", Túnel, S.A. de C.V.

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

MEZCLAS DE CONCRETO

ING. ENRIQUE TAKAHASHI

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

FABRICACION DE MEZCLAS DE CONCRETO

DE LOS ASPECTOS MAS IMPORTANTES DE LAS OBRAS DE CONCRETO, SIN DUDA ALGUNA ES SU D O S I F I C A C I O N YA QUE EN ELLA INTERVIENEN UNA SERIE DE VARIABLES QUE DEBEN SER CONTROLADAS DE ACUERDO A UNA NORMA DE CALIDAD. COMO ESTO NOS RESULTA MUY DIFICIL Y NO SIEMPRE SE CUMPLE EN LA OBRA . . .

DEBEMOS GARANTIZAR QUE DE CUALQUIER FORMA NUESTROS CONCRETOS CUMPLAN CON LA RESISTENCIA PARA LA QUE FUE DISEÑADA.

PARA ESTO ES NECESARIO APOYARNOS DE LA ESTADISTICA QUE NOS PERMITIRA TRABAJAR DENTRO DEL CONTROL DE CALIDAD REQUERIDO Y UN RANGO DE COSTO ECONOMICO EN SU DOSIFICACION.

COEFICIENTES DE VARIACION DEL CONCRETO CORRESPONDIENTES A DISTINTOS GRADOS DE CONTROL EN LA FABRICACION

Condiciones de mezclado y colocación	*Control*	*Coeficiente de variación, V por ciento*
Agregados secos, granulometría precisa, relación exacta agua/cemento, y temperatura controlada de curado. Supervisión continua.	De laboratorio	5 — 6
Pesado de todos los materiales, control de la granulometría y del agua, tomando en cuenta la humedad de los agregados en el peso de la grava y la arena y en la cantidad de agua. Supervisión continua.	Excelente	7 — 8
Pesado de todos los materiales, control de granulometría y de la humedad de los agregados. Supervisión continua.	Alto	10 — 12
Pesado de los agregados, control de la granulometría y del agua. Supervisión frecuente.	Muy bueno	13 — 15
Pesado de los materiales. Contenido de agua verificado a menudo. Verificación de la trabajabilidad. Supervisión intermitente.	Bueno	16 — 18
Proporcionamiento por volumen, considerando el cambio en volumen de la arena por la humedad. Cemento pesado. Contenido de agua verificado en la mezcla. Supervisión intermitente.	Regular	20
Proporcionamiento por volumen de todos los materiales. Poca o ninguna supervisión.	Pobre	25

Percentiles (t_p)
de la
distribución t de Student
con ν grados de libertad

ν	$t_{.55}$	$t_{.60}$	$t_{.70}$	$t_{.75}$	$t_{.80}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.975}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$
1	.158	.325	.727	1.000	1.376	3.08	6.31	12.71	31.82	63.66
2	.142	.289	.617	.816	1.061	1.89	2.92	4.30	6.96	9.92
3	.137	.277	.584	.765	.978	1.64	2.35	3.18	4.54	5.84
4	.134	.271	.569	.741	.941	1.53	2.13	2.78	3.75	4.60
5	.132	.267	.559	.727	.920	1.48	2.02	2.57	3.36	4.03
6	.131	.265	.553	.718	.906	1.44	1.94	2.45	3.14	3.71
7	.130	.263	.549	.711	.896	1.42	1.90	2.36	3.00	3.50
8	.130	.262	.546	.706	.889	1.40	1.86	2.31	2.90	3.36
9	.129	.261	.543	.703	.883	1.38	1.83	2.26	2.82	3.25
10	.129	.260	.542	.700	.879	1.37	1.81	2.23	2.76	3.17
11	.129	.260	.540	.697	.876	1.36	1.80	2.20	2.72	3.11
12	.128	.259	.539	.695	.873	1.36	1.78	2.18	2.68	3.06
13	.128	.259	.538	.694	.870	1.35	1.77	2.16	2.65	3.01
14	.128	.258	.537	.692	.868	1.34	1.76	2.14	2.62	2.98
15	.128	.258	.536	.691	.866	1.34	1.75	2.13	2.60	2.95
16	.128	.258	.535	.690	.865	1.34	1.75	2.12	2.58	2.92
17	.128	.257	.534	.689	.863	1.33	1.74	2.11	2.57	2.90
18	.127	.257	.534	.688	.862	1.33	1.73	2.10	2.55	2.88
19	.127	.257	.533	.688	.861	1.33	1.73	2.09	2.54	2.86
20	.127	.257	.533	.687	.860	1.32	1.72	2.09	2.53	2.84
21	.127	.257	.532	.686	.859	1.32	1.72	2.08	2.52	2.83
22	.127	.256	.532	.686	.858	1.32	1.72	2.07	2.51	2.82
23	.127	.256	.532	.685	.858	1.32	1.71	2.07	2.50	2.81
24	.127	.256	.531	.685	.857	1.32	1.71	2.06	2.49	2.80
25	.127	.256	.531	.684	.856	1.32	1.71	2.06	2.48	2.79
26	.127	.256	.531	.684	.856	1.32	1.71	2.06	2.48	2.78
27	.127	.256	.531	.684	.855	1.31	1.70	2.05	2.47	2.77
28	.127	.256	.530	.683	.855	1.31	1.70	2.05	2.47	2.76
29	.127	.256	.530	.683	.854	1.31	1.70	2.04	2.46	2.76
30	.127	.256	.530	.683	.854	1.31	1.70	2.04	2.46	2.75
40	.126	.255	.529	.681	.851	1.30	1.68	2.02	2.42	2.70
60	.126	.254	.527	.679	.848	1.30	1.67	2.00	2.39	2.66
120	.126	.254	.526	.677	.845	1.29	1.66	1.98	2.36	2.62
∞	.126	.253	.524	.674	.842	1.28	1.645	1.96	2.33	2.58

PASO 1: ELECCION DEL REVENIMIENTO

CUANDO NO SE ESPECIFIQUE EL REVENIMIENTO PUEDEN SELECCIONARSE LOS SIGUIENTES VALORES:

REVENIMIENTOS RECOMENDADOS PARA DIVERSOS TIPOS DE CONSTRUCCION.

Tipo de construcción	*Revenimiento, cm*	
	*Máximo**	*Mínimo*
Muros de cimentación y zapatas reforzadas	8	2
Zapatas, campanas y muros de subestructura sencillos	8	2
Vigas y muros reforzados	10	2
Columnas para edificios	10	2
Pavimentos y losas	8	2
Concreto masivo	5	2

* Pueden incrementarse en 2.5 cm cuando los métodos de compactación no sean mediante vibrado.

PASO 2: ELECCION DEL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO

EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO DEBERA SER EL MAYOR DISPONIBLE ECONOMICAMENTE Y GUARDAR RELACION CON LA ESTRUCTURA.

- NO DEBE EXCEDER DE 1/5 DE LA MENOR DIMENSION DE LOS COSTADOS DE LA CIMBRA.

- NO DEBE SER MAYOR DE 1/3 DEL PERALTE DE LAS LOSAS.

- NO DEBE SER MAYOR DE 3/4 DEL ESPACIO LIBRE MINIMO ENTRE -- LAS VARILLAS DE REFUERZO INDIVIDUAL, PAQUETES DE VARILLA O TORONES DE PRETENSADO.

EN NUESTRO EJEMPLO SE CUENTA CON UN TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADO DE 19 MM.

PASO 3: CALCULO DEL AGUA DE MEZCLA

REQUISITOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES REVENIMIENTOS Y TAMAÑOS MAXIMOS NOMINALES DE AGREGADO

Revenimiento, cm

Agua, Kg/m³ de concreto para los tamaños máximos nominales de agregado, mm.

	10*	12.5*	20*	25*	40*	50†*	70†++	150†++
Concreto sin aire incluido								
de 3 a 5	205	200	185	180	160	155	145	125
de 8 a 10	225	215	200	195	175	170	160	140
de 15 a 18	240	230	210	205	185	180	170	—
Cantidad aproximada de aire atrapado en concreto sin inclusión de aire, expresado como un porcentaje	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
de 3 a 5	180	175	165	160	145	140	135	120
de 8 a 10	200	190	180	175	160	155	150	135
de 15 a 18	215	205	190	185	170	165	160	—
Promedio recomendado** del contenido total de aire, porcentaje de acuerdo con el nivel de exposición:								
Exposición ligera	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5***††	1.0***††
Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5***††	3.0***††
Exposición severa ++ ++	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5***††	4.0***††

¿QUE VALOR SE TOMA?

CANTIDAD DE AGUA 200 KG/M3

PASO 4: CALCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

CORRESPONDENCIA ENTRE LA RELACION AGUA/CEMENTO Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

*Resistencia a la compresión a los 28 días, kg/cm²**	*Relación agua/cemento por peso*	
	Concreto sin aire incluido	*Concreto con aire incluido*
420	0.41	—
350	0.48	0.40
280	0.57	0.48
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

* Los valores son resistencias promedio estimadas para concreto que no contiene más del porcentaje de aire que se indica en la tabla 5.3.3. Para una relación agua/cemento constante se reduce la resistencia del concreto conforme se incrementa el contenido de aire.

La resistencia se basa en cilindros de 15 x 30 cm, curados con humedad a los 28 días, a 23± 1.7°C, de acuerdo con la sección 9 (b) de la norma ASTM C31.

La relación supone un tamaño máximo de agregado de 3/4 a 1"; para para un banco dado, la resistencia producida por una relación agua/cemento dada se incrementará conforme se reduce el tamaño máximo de agragado. Consúltense las secciones 3.4 y 5.3.2.

RELACION AGUA CEMENTO

$$\frac{A}{C} = 0.62$$

280	0.57
250	0.62
210	0.68

CANTIDAD DE CEMENTO

$$C = \frac{A}{0.62} = \frac{200}{0.62} = 323 \text{ KG/M3}$$

PASO 5: ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR VOLUMEN UNITARIO DE CONCRETO

Tamaño máximo de agregado, mm	*Volumen de agregado grueso* varillado en seco, por volumen unitario de concreto para distintos módulos de finura de la arena*			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10 (3/8")	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 (1/2")	0.59	0.57	0.55	0.53
20 (3/4")	0.66	0.64	0.62	0.60
25 (1")	0.71	0.69	0.67	0.65
40 (1 1/2")	0.77	0.73	0.71	0.69
50 (2")	0.78	0.76	0.74	0.72
70 (3")	0.87	0.80	0.78	0.76
150 (6")	0.87	0.85	0.83	0.81

* **Los volúmenes están basados en agregados en condiciones de varillado en seco, como se describe en la norma ASTM C29. Estos volúmenes se han seleccionado a partir de relaciones empíricas para producir concreto con un grado de trabajabilidad adecuado a la construcción reforzada común. Para concretos menos trabajables, como los requeridos en la construcción de pavimentos de concreto, pueden incrementarse en un 10% aproximadamente. Para concretos más trabajables, véase la sección 5.3.6.1.**

MODULO DE FINURA

2.8	2.9	3.0
0.62	0.61	0.60

0.61 X 1,600 = 976 KG/M3 (SECO)

PASO 6: ESTIMACION DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO

CALCULO TENTATIVO DEL PESO DEL CONCRETO FRESCO

Tamaño máximo de agregado, mm	*Cálculo tentativo del peso del concreto, kg/m³**	
	Concreto sin aire incluido	*Concreto con aire incluido*
10 (3/8")	2 285	2 190
12.5 (1/2")	2 315	2 235
20 (3/4")	2 355	2 280
25 (1")	2 375	2 315
40 (1 1/2")	2 420	2 355
50 (2")	2 445	2 375
70 (3")	2 465	2 400
150 (6")	2 505	2 435

* **Valores calculados por medio de la ecuación 5.1 para concreto de riqueza mediana (330 kg de cemento por m³) y revenimiento medio con agregado de peso específico de 2.7. Los requerimientos de agua se basan en valores de la tabla 5.3.3, para revenimiento de 8 a 10 cm. Si se desea, el peso estimado puede afinarse como sigue, cuando se disponga de la información necesaria: por cada 5 kg de diferencia en los valores de agua de mezclado de la tabla 5.3.3 para revenimiento de 8 a 10 cm, corregir el peso por m³ en 8 kg en dirección contraria; por cada 20 kg de diferencia en contenido de cemento de 330 kg, corregir el peso por m³ en kg en la misma dirección, por cada 0.1 que el peso específico del agregado se desvíe de 2.7, debe corregirse el peso del concreto en 70 kg en la misma dirección.**

AGUA	200	KG/M3
CEMENTO	323	KG/M3
AGREGADO GRUESO	976	KG/M3
	1,499	KG/M3
2,355 - 1,499 =	856	KG/M3

PASO 7: AJUSTE POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

DE ACUERDO A LOS DATOS DEL LABORATORIO: TENEMOS UNA HUMEDAD TOTAL DEL 1.5% PARA EL AGREGADO GRUESO Y 3.8 % PARA EL AGREGADO FINO.

AGREGADO GRUESO (HUMEDO) = 976 (1.015) = 991 KG/M3

AGREGADO FINO (HUMEDO) = 856 (1.038) = 889 KG/M3

COMO EL AGUA ABSORVIDA NO FORMA PARTE DEL AGUA DE MEZCLADO Y DEBE SER EXCLUIDA DEL AJUSTE:

$$H_T = H_L + A$$

H_L = HUMEDAD LIBRE = $H_T - A$

AGREGADO GRUESO = 1.5 - 0.5 = 1 %

AGREGADO FINO = 3.8 - 1.5 = 2.3 %

POR LO QUE EL REQUERIMIENTO DE AGUA ESTIMADO ES:

$$200 - 976\ (0.01) - 856\ (0.023) = 171 \text{ KG/M3}$$

R E S U M E N

LOS PASOS ESTIMADOS POR MEZCLAS PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO SON:

AGUA	171	KG
CEMENTO	323	KG
AGREGADO GRUESO	991	KG
AGREGADO FINO	889	KG
T O T A L	2,374	KG

E J E M P L O

SE DESEA REALIZAR UN COLADO DE 250 M3 EN UN MURO DE CIMENTACION Y SE DEBERA OBTENER UNA MUESTRA POR CADA 5 M3 DE CONCRETO FABRICADO, EL CONCRETO TIENE UNA RESISTENCIA DE PROYECTO DE 250 KG/CM2 Y SOLO SE ACEPTA UN 5 % DE LAS PRUEBAS ABAJO DE LA RESISTENCIA -- PROYECTO.

DATOS	PESO VOLUMETRICO	PESO ESPECIFICO	HUMEDAD TOTAL [%]	ABSORCION %	MODULO FINURA
CEMENTO	——	3.15	——	——	——
GRAVA	1,620	2.68	2.00	0.50	——
ARENA	1,540	2.64	6.00	0.7	2.8

T.M.A. = 40 MM.

NUMERO DE MUESTRAS $\frac{250}{5}$ = 50 MUESTRAS

$T = 1.67$

$\sigma = 0.15$

$$F'CR = \frac{250}{1 - (1.67)(0.15)} = 1.33\ F'C = 334\ KG/CM2$$

PASO 1 : REVENIMIENTO 8 - 10 CM.

PASO 2 : TAMAÑO MAXIMA AGREGADO 40 MM.

PASO 3 : CANTIDAD DE AGUA 175 KG/M3 CON 1 % DE AIRE INCLUIDO

PASO 4 : RELACION AGUA/CEMENTO

$$\frac{A}{C} = 0.50$$

350 — 0.48
334 — 0.50
280 — 0.57

$$C = \frac{175}{0.50} = 350\ KG/M3$$

PASO 5 : CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO

$$0.71 \times 1{,}620 = 1{,}150\ KG/M3$$

PASO 6 : CANTIDAD DE AGREGADO FINO

AGUA	175	KG/M3
CEMENTO	350	KG/M3
GRAVA (SECA)	1,150	KG/M3
	1,675	KG/M3

PESO ESTIMADO DEL CONCRETO: 2,420 KG/M3

2,420 - 1,675 = 745 KG/M3 (SECO)

EN BASE A SU VOLUMEN ABSOLUTO:

VOLUMEN DE AGUA $\frac{175}{1,000} = 0.175$ M3

VOLUMEN DE CEMENTO $\frac{350}{3.15 \times 1,000} = 0.111$ M3

VOLUMEN DE GRAVA $\frac{1,150}{2.68 \times 1,000} = 0.43$ M3

VOLUMEN DE AIRE $0.01 \times 1 = 0.01$ M3

T O T A L 0.726 M3

VOLUMEN DE ARENA :

1.00 - 0.726 = 0.274 M3

PESO REQUERIDO DE ARENA:

0.274 x 2.64 x 1,000 = 723 KG/M3

RESUMIENDO:

	PESO [KG/M3]	VOLUMEN [M3]
AGUA	175	0.175
CEMENTO	350	0.111
GRAVA	1,150	0.430
ARENA	745	0.274
AIRE	—	0.01
	2,420 KG/M3	1.00 M3

PASO 7 : AJUSTE DE LA CANTIDAD DE AGUA

GRAVA (HUMEDA) = 1,150 (1.02) = 1,173 KG

ARENA (HUMEDA) = 745 (1.06) = 790 KG

COMO EL AGUA ABSORVIDA NO FORMA PARTE DEL AGUA DE MEZCLA:

GRAVA 2.00 - 0.5 = 1.5 %

ARENA 6.00 - 0.7 = 5.3 %

CANTIDAD DE AGUA ABSORVIDA:

GRAVA 1,150 (0.015) = 17.00 KG

ARENA 745 (0.053) = 39.00 KG

AGUA REQUERIDA DE MEZCLA:

175 - 17.00 - 39.00 = 119 KG

LOS PESOS ESTIMADOS DE MEZCLA PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO SON:

AGUA (POR AÑADIR)	119	KG
CEMENTO	350	KG
GRAVA (HUMEDA)	1,173	KG
ARENA (HUMEDA)	790	KG

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

TRANSPORTACION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

ING. GUILLERMO DELGADO TERRAZAS

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

" RESIDENTES DE CONSTRUCCION "

TEMA:----TRANSPORTACION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS-----

1.- Especificaciones:
Precios Unitarios
Contratación
Estimaciones
Seguros
Daños Típicos
Seguridad.

2.- Herramientas:
Grilletes
Cables
Estrobos
Grampas
Ganchos
Cadenas
Templadores.

3.- Equipos:
Trailers.
Plataformas Normales
Plataformas Telescópicas
Low-Boy
Dolly
Módulos
Grúas montadas en camión Telescópicas Hidráulicas
Grúas montadas en camión de Pluma Estructural.
Grúas montadas en orugas de Pluma Estructural.
Grúas
Grúas Torres sobre camión.
Grúas Torres fijas en Obra.

4.- Estructuras de acero:
Columnas.
Trabes
Largueros
Arcos.
Armaduras.
Tanques horizontales, elevados verticales

5.- Estructuras de Concreto:
Zapatas.
Columnas.
Trabes.
Largueros.
Losas Planas.
Doble "T"
Dovelas para Tanques.
Dovelas para Tomar Tubería.

TABLA DE CARGAS

SUPERLOOP

"CAMESA".

ESTROBOS

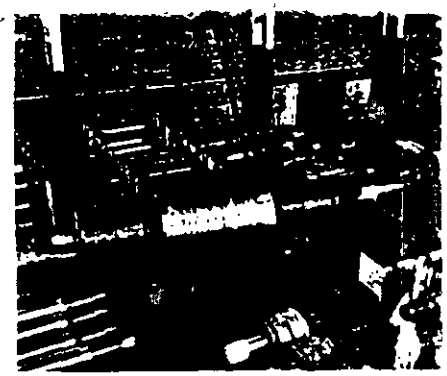


TABLA DE CARGAS MAXIMAS CON LAS QUE DEBEN TRABAJAR LOS ESTROBOS "SUPERLOOP CAMESA" EN LAS DIVERSAS APLICACIONES SEGUN ILUSTRACION.

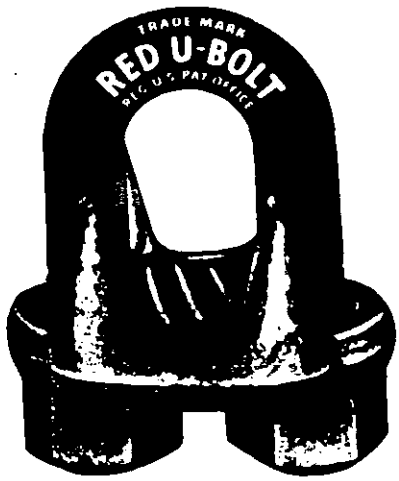
CABLE DIAMETRO:		CARGA DE SEGURIDAD				180	380	600	900	1200	1500
mm.	pulg.	Tons.	Tons.	Tons.	Tons.	Tons.	Tons.	Tons.	Tons.	Tons.	Tons.
7.94	5/16"	.65	.65	.48	1.3	1.3	1.25	1.13	0.91	0.65	0.34
9.53	3/8"	.96	.96	0.71	1.92	1.92	1.85	1.66	1.35	0.96	0.49
11.11	7/16"	1.36	1.36	1.01	2.72	2.72	2.62	2.36	1.91	1.36	0.70
12.70	1/2"	1.8	1.8	1.34	3.6	3.6	3.48	3.1	2.53	1.8	0.93
14.30	9/16"	2.28	2.28	1.7	4.56	4.56	4.43	3.94	3.21	2.28	1.18
15.90	5/8"	2.8	2.8	2.08	5.6	5.6	5.4	4.85	3.93	2.8	1.45
19.05	3/4"	4.0	4.0	3.0	8.0	8.0	7.7	6.92	5.63	4.0	2.07
22.23	7/8"	5.41	5.41	4.05	10.82	10.82	10.45	9.35	7.62	5.41	2.8
25.40	1"	7.04	7.04	5.25	14.08	14.08	13.6	12.17	9.92	7.04	3.62
28.60	1 1/8"	8.5	8.5	6.35	17.0	17.0	16.4	14.7	11.98	8.5	4.30
31.75	1 1/4"	10.8	10.8	8.05	21.6	21.6	20.8	18.6	15.22	10.8	5.6
34.90	1 3/8"	13.0	13.0	9.7	26.0	26.0	25.1	22.48	18.52	13.0	6.7
38.10	1 1/2"	15.4	15.4	11.5	30.8	30.8	29.8	26.63	21.71	15.4	7.95

Tabla calculada únicamente para cables de construcción 6 x 19 alma de fibra tipo Cobra. El Coeficiente de seguridad utilizado para calcular las cargas máximas indicadas es de 5 a 1. Si desea utilizar otra construcción de cable, bastará dividir entre 5 la carga efectiva de ruptura indicada en nuestra sección.

TABLAS Y CONSTRUCCIONES.

Observese que la resistencia de los estrobos varia según la forma en que se instalan, a medida que el ángulo que forman los brazos del estrobo aumenta, la carga de seguridad disminuye.

CROSBY® CLIPS



G-450

Look for the Red-U-Bolt® your assurance of Crosby Clips

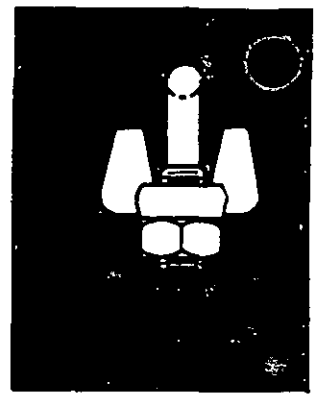
- Forged base
- Rolled Threads*
- Entire Clip — "Hot dip" galvanized to resist corrosive and rusting action
- Only Crosby Clips have a Red U-BOLT for instant recognition

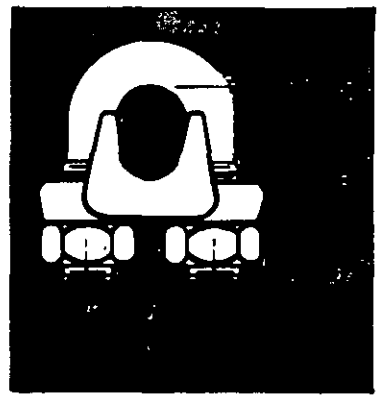
IMPORTANT: Failure to make a termination using Crosby Clips in accordance with available application information could lead to a reduction in the efficiency rating.

Correct application instructions available in handy Crosby Clip Application Card, from your Crosby-Group distributor

Crosby Clips all sizes ¼" and larger meet Federal Specification FF-C-450 TYPE 1 CLASS 1.

For Crosby Clip Application instruction booklet, write Crosby Group Advertising Dept., P.O. Box 3128, Tulsa, OK 74101





*Rolled Threads ⅛" Through 1½" sizes.

1/8	7/32	23/32	7/16	15/32	13/32	13/16	15/16	2	6
3/16	1/4	31/32	9/16	19/32	1/2	15/16	1 5/32	2	10
1/4	5/16	1 1/32	1/2	3/4	21/32	1 3/16	1 7/16	2	18
5/16	3/8	1 3/8	3/4	7/8	23/32	1 5/16	1 11/16	2	30
3/8	7/16	1 1/2	3/4	1	29/32	1 5/8	1 15/16	2	47
7/16	1/2	1 7/8	1	1 3/16	1 1/32	1 13/16	2 9/32	2	76
1/2	1/2	1 7/8	1	1 3/16	1 1/8	1 29/32	2 9/32	3	80
9/16	9/16	2 1/4	1 1/4	1 5/16	1 7/32	2 1/16	2 1/2	3	104
5/8	9/16	2 3/8	1 1/4	1 5/16	1 11/32	2 1/16	2 1/2	3	106
3/4	5/8	2 3/4	1 7/16	1 1/2	1 13/32	2 1/4	2 27/32	4	150
7/8	3/4	3 1/8	1 5/8	1 3/4	1 19/32	2 7/16	3 5/32	4	212
1	3/4	3 1/2	1 13/16	1 7/8	1 25/32	2 5/8	3 15/32	5	250
1 1/8	3/4	3 7/8	2	2	1 29/32	2 13/16	3 19/32	6	280
1 1/4	7/8	4 1/4	2 1/8	2 5/16	2 3/16	3 1/8	4 1/8	7	415
1 3/8	7/8	4 5/8	2 5/16	2 3/8	2 5/16	3 1/8	4 3/16	7	460
1 1/2	7/8	4 15/16	2 3/8	2 19/32	2 17/32	3 13/32	4 7/16	8	530
1 5/8	1	5 5/16	2 5/8	2 3/4	2 21/32	3 5/8	4 3/4	8	700
1 3/4	1 1/8	5 3/4	2 3/4	3 1/16	2 15/16	3 13/16	5 9/32	8	925
2	1 1/4	6 7/16	3	3 3/8	3 9/32	4 7/16	5 7/8	8	1325
2 1/4	1 1/4	7 1/8	3 3/16	3 7/8	3 15/16	4 9/16	6 3/8	8	1625
2 1/2	1 1/4	7 11/16	3 7/16	4 1/8	4 7/16	4 11/16	6 5/8	9	1775
2 3/4	1 1/4	8 5/16	3 9/16	4 3/8	4 7/8	5	6 7/8	10	2200
3	1 1/2	9 3/16	3 7/8	4 3/4	5 11/32	5 5/16	7 5/8	10	31[illegible]
3 1/2	1 1/2	10 3/4	4 1/2	5 1/2	6	6 3/16	8 3/8	12	40[illegible]

GRILLETES

Load Rated

G-209 S-209

Screw pin anchor shackles meet Federal Specification RR-C-271b Type IV Class 1.

- Safe Working Load permanently shown on every shackle.
- Forged, Quenched and Tempered, with alloy pins.
- Capacities 1/3 thru 150 tons.
- Look for the red color . . . mark of genuine Crosby-Laughlin quality.
- Shackles can be furnished proof tested with certificates per requirements of A.B.S. and/or I.C.G.B. Charges for proof testing and certification available on request.
- Hot Dip Galvanized or Self Colored

G-213 S-213

Round pin anchor shackles meet Federal Specification RR-C-271b Type IV Class 4.

ANCHOR SHACKLES

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
† 1/3	3/16	7/8	3/8	11/16	1/4	9/16	1/16	1/16	—	.05
1/2	1/4	1 1/8	1/2	25/32	5/16	11/16	1/16	1/16	.13	.10
3/4	5/16	1 7/32	17/32	27/32	3/8	13/16	1/16	1/16	.18	.19
1	3/8	1 7/16	21/32	1 1/32	7/16	31/32	1/8	1/16	.25	.25
1 1/2	7/16	1 11/16	23/32	1 5/32	1/2	1 1/16	1/8	1/16	.38	.50
2	1/2	1 7/8	13/16	1 5/16	5/8	1 3/16	1/8	1/16	.56	.75
3 1/4	5/8	2 3/8	1 1/16	1 11/16	3/4	1 9/16	1/8	1/16	1.25	1.44
4 3/4	3/4	2 13/16	1 1/4	2	7/8	1 7/8	1/4	1/16	2.32	2.25
6 1/2	7/8	3 5/16	1 7/16	2 9/32	1	2 1/8	1/4	1/16	3.40	3.50
8 1/2	1	3 3/4	1 11/16	2 11/16	1 1/8	2 3/8	1/4	1/16	5.00	5.00
9 1/2	1 1/8	4 1/4	1 13/16	2 29/32	1 1/4	2 5/8	1/4	1/16	6.97	7.25
12	1 1/4	4 11/16	2 1/32	3 1/4	1 3/8	3	1/4	1/16	10.13	9.75
13 1/2	1 3/8	5 3/16	2 1/4	3 1/2	1 1/2	3 5/16	1/4	1/8	13.25	13.25
17	1 1/2	5 3/4	2 3/8	3 7/8	1 5/8	3 5/8	1/4	1/8	17.25	17.70
25	1 3/4	7	2 7/8	5	2	4 5/16	3/4	1/8	29.46	30.38
35	2	7 3/4	3 1/4	5 3/4	2 1/4	5	3/4	1/8	45.75	45.00
†55	2 1/2	10 1/2	4 1/8	7 1/4	2 3/4	6	3/4	1/4	—	85.75

†Furnished in screw pin only.

S-2131

Trawling shackle with thin square head with screw pin.

TRAWLING SHACKLES Self Colored only

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2	1/2	1 5/8	13/16	5/8	1 3/16	1/8	1/16	.75
3 1/4	5/8	2	1 1/16	3/4	1 9/16	1/8	1/16	1.24
4 3/4	3/4	2 3/8	1 1/4	7/8	1 7/8	1/4	1/16	2.25
6 1/2	7/8	2 13/16	1 7/16	1	2 1/8	1/4	1/16	3.28
8 1/2	1	3 3/16	1 11/16	1 1/8	2 3/8	1/4	1/16	4.66

NOTE: Proof load 2.2 times Safe Working Load. Minimum Ultimate Strength is 6 times the Safe Working Load.

GANCHOS DE OJO

Load Rated

S-320

- The most complete line of eye and shank hooks — ¾ ton through 300 ton capacities.
- Available in three materials — carbon steel, alloy steel and bronze.
- Quenched and tempered.
- Proper design, careful forging and precision controlled quench and tempering gives maximum strength without excessive weight and bulk.
- Rated capacity is permanently shown on each hook.
- All hooks are offered with a drilled cam at no extra cost.
- Every Crosby-Laughlin Eye Hook with the predrilled cam can be a latch equipped hook.
- Simply purchase the latch assemblies listed and shown on page 25 and 26.
- Even years after purchase of the original hook, latch assemblies can be added.
- Load Rating code stamped on each hook.

REVERSED EYE HOOKS 321 — Reversed eye hooks also available with eye at right angle to plane of hook. Stocked in capacities through 30 ton. Latch assemblies cannot be added to reversed eye hooks.

NOTE: Proof load twice safe working load. ¾ ton through 40 ton carbon — average straightening load (ultimate load) is five times safe working load. All bronze and alloy hooks — average straightening load (ultimate load) is four times safe working load.

Eye Hook Dimensions with S-4055 Latch Assembled

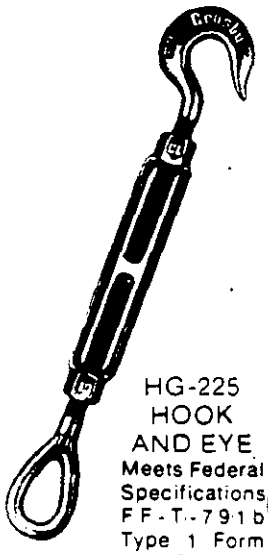
Safe Working Load		Hook		Dimensions											
¾	1	DC	DA	1.47	.75	2.88	.94	.75	.81	.56	4.34	3.22	.81	.88	.50
1	1½	FC	FA	1.75	.91	3.19	1.03	.84	.94	.62	4.94	3.66	.81	.97	.75
1½	2	GC	GA	2.03	1.12	3.62	1.06	1.00	1.16	.75	5.56	4.09	.84	1.00	1.00
2	3	HC	HA	2.41	1.25	4.09	1.22	1.12	1.31	.84	6.81	4.69	1.19	1.12	1.70
3	4½	IC	IA	2.94	1.56	4.94	1.50	1.44	1.62	1.12	7.91	5.75	1.38	1.34	3.60
5	7	JC	JA	3.81	2.00	6.50	1.88	1.81	2.06	1.38	10.09	7.38	1.78	1.69	7.50
7½	11	KC	KA	4.69	2.44	7.56	2.25	2.25	2.62	1.62	12.44	9.06	2.12	2.06	13.00
10	15	LC	LA	5.38	2.84	8.69	2.50	2.59	2.94	1.94	13.94	10.06	2.56	2.25	19.00
15	22	NC	NA	6.62	3.50	11.00	3.38	3.00	3.50	2.38	17.09	12.50	2.88	3.00	35.00
20	30	OC	OA	7.00	3.50	13.62	4.00	3.66	4.62	3.00	19.47	14.06	3.44	3.62	60.00
25	37	PC	PA	8.50	4.50	14.06	4.25	4.56	5.00	3.75	24.75	18.19	3.88	3.75	105.00
30	45	SC	SA	9.31	4.94	15.44	4.75	5.06	5.50	4.12	27.38	20.12	4.75	4.25	148.00
40	60	TC	TA	10.75	5.69	18.50	5.75	6.00	6.50	4.62	32.25	23.72	5.69	5.12	228.00

320C — Carbon steel. **320A** — Alloy steel.

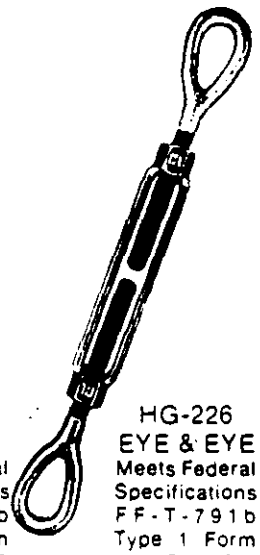
*Available hot dip galvanized thru 15 tons.

TURNBUCKLES

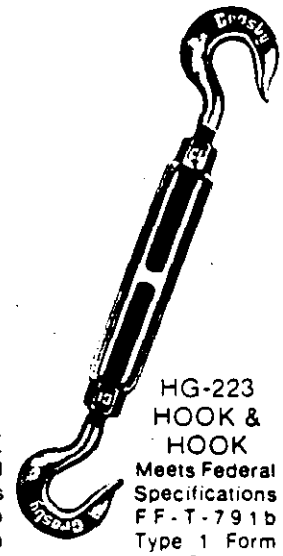
TEMPLADORES



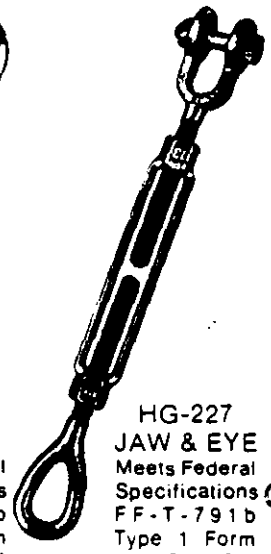
HG-225
HOOK
AND EYE
Meets Federal
Specifications
F F - T - 7 9 1 b
Type 1 Form
1 — CLASS 6



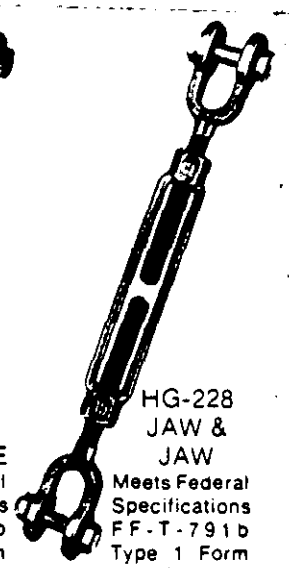
HG-226
EYE & EYE
Meets Federal
Specifications
F F - T - 7 9 1 b
Type 1 Form
1 — CLASS 4



HG-223
HOOK &
HOOK
Meets Federal
Specifications
F F - T - 7 9 1 b
Type 1 Form
1 — CLASS 5



HG-227
JAW & EYE
Meets Federal
Specifications
F F - T - 7 9 1 b
Type 1 Form
1 — CLASS 8



HG-228
JAW &
JAW
Meets Federal
Specifications
F F - T - 7 9 1 b
Type 1 Form
1 — CLASS 7

Hot dip galvanized forged steel, all end fittings except 1/4, 5/16 and 3/8, sizes quenched and tempered, bodies heat treated by normalizing. Outstanding design features include elongated turnbuckle eyes. For turnbuckle sizes, 1/4" through 2 1/2", shackles one size smaller can be reeved through turnbuckle eye. Mod thread an exclusive feature.

THE TURNBUCKLE WITH THE MOD THREAD

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
*1/4 x 4	8 1/4	.30	.32	.36
*5/16 x 4 1/2	9 9/16	.63	.47	.52
*3/8 x 6	11 7/8	.75	.76	.81
1/2 x 6	13 5/16	1.60	1.53	1.50
9	16 5/16	1.83	1.71	1.74
12	19 5/16	2.25	2.06	2.40
5/8 x 6	15 1/2	2.75	2.35	3.02
9	18 1/2	3.13	3.06	2.88
12	21 1/2	3.50	3.78	4.00
3/4 x 6	17	3.89	4.00	4.11
9	20	4.61	4.75	5.10
12	23	5.43	5.36	5.65
18	29	7.25	7.00	7.00
7/8 x 12	24 5/8	8.10	8.00	8.17
18	30 5/8	9.25	9.75	9.13
1 x 6	20 5/8	9.33	9.00	9.75
12	26 5/8	11.93	11.20	12.00
18	32 5/8	14.00	13.30	14.00
24	38 5/8	17.25	17.00	17.00
1 1/4 x 12	29 7/8	18.00	20.00	21.50
18	35 7/8	23.00	24.18	25.25
24	41 7/8	27.00	27.50	28.00
1 1/2 x 12	32 3/8	27.50	28.50	30.05
18	38 3/8	31.00	35.00	34.25
24	44 3/8	37.50	38.73	40.67
1 3/4 x 18	41 3/4	52.50	53.75	55.04
24	47 3/4	58.00	61.00	63.36
2 x 24	51 3/4	85.25	89.00	94.00
2 1/2 x 24	58 1/2	144.25	150.00	165.00
2 3/4 x 24	61 1/2	194.00	183.00	198.00

*normalized

Jaw End Fittings, sizes 1/4" through 5/8" have Bolts and Nuts. Jaw End Fittings, sizes 3/4" through 2 3/4" have Pins and Cotters.

Hot dip galvanized Lock Nuts available for all sizes — R.H.-G4060, L.H.—G4061.

Hooks not supplied on sizes larger than 1 1/2".

CADENAS

HIGH TENSILE TRANSPORT CHAIN

- High tensile carbon steel. Heat treated
- Standard container — fibre drum
- Finish — Clean, shot blasted — coated with clear, dry rust inhibitor
- Permanent embossing on alternate links **CG** (Crosby Group) **C** (Carbon Steel) **7** (Grade)
- Proof tested
- Proof load in excess of 2 times working load limit.
- Minimum ultimate load 3.5 times working load limit.
- Spectrum 7 Chain is not recommended for overhead lifting. For these applications Crosby Alloy Chain, Spectrum 8, should be used.

1/4	3,150	800	77	0273153	400	0273260
5/16	4,700	550	117	0273162	275	0273279
3/8	6,600	400	165	0273171	200	0273288
7/16	8,750	300	220	0273180	150	0273297
1/2	11,250	200	282	0273199	100	0273304
* 5/8	16,500	150	422	0273206	75	0273313

Please include stock numbers when ordering.

*Not an item normally stocked. Please check Tulsa for availability and/or delivery schedule.

SPECTRUM 7 CHAIN — 100 POUNDS PAIL

1/4	105	134	0273377
5/16	105	90	0273386
3/8	105	64	0273395

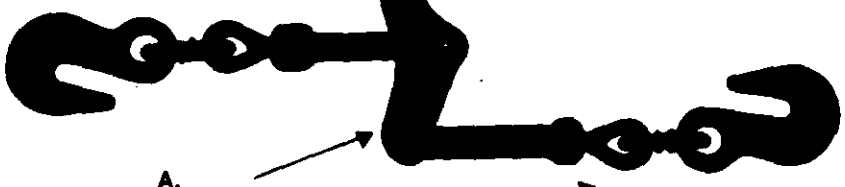
Please include stock numbers when ordering.

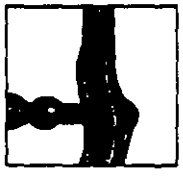
Spectrum 7 Chain is not recommended for overhead lifting. For these applications Crosby Alloy Chain, Spectrum 8, should be used.

TEMPLADORES DE CADENA.

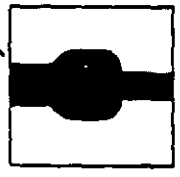
L-150 STANDARD LOAD B

- Forged steel, quenched and tempered.
- Hooks are quenched and tempered alloy steel.
- Binder toggles away from the load.





A.
NOTE: Extra heavy construction at leverage point to prevent spreading. Heel of binder toggles away from load, permitting easy release.



B.
Ball and socket swivel joints at hook assemblies permit a straight line pull.

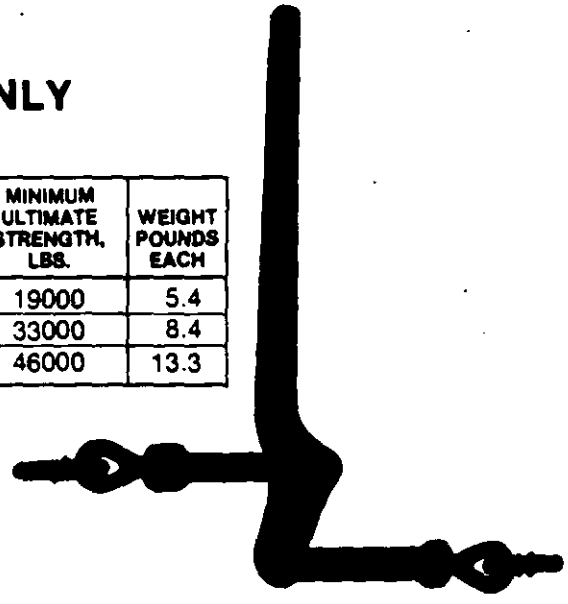
CATALOG NUMBER	MIN-MAX CHAIN SIZE INCHES	HANDLE LENGTH INCHES	TAKE-UP INCHES	WORKING LOAD LIMIT POUNDS	PROOF LOAD POUNDS	MINIMUM ULTIMATE STRENGTH, LBS.	WEIGHT POUNDS EACH
7-1	5/16-3/8	16	4½	5400	10800	19000	6.70
A-1	3/8-½	18½	4½	9200	16400	26000	11.50
C-1	½-5/8	21	4¾	13000	23000	37000	18.70

STANDARD PACK — 4 PER CARTON

L-150 BINDER WITH LINKS ONLY

CATALOG NUMBER	MIN-MAX CHAIN SIZE INCHES	HANDLE LENGTH INCHES	TAKE-UP INCHES	WORKING LOAD LIMIT POUNDS	MINIMUM ULTIMATE STRENGTH, LBS.	WEIGHT POUNDS EACH
7-10	5/16-3/8	16	4½	5400	19000	5.4
A-10	3/8-½	18½	4½	9200	33000	8.4
C-10	½-5/8	21	4¾	13000	46000	13.3

BULK PACK



For special load binder applications, contact:

Lebus Manufacturing Company
P.O. Box 271
Longview, Texas 75601
(214) 759-4424

NOTE: Binders shown with Proof Load Pounds have been individually proof tested to these values shown prior to shipment.

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

IMPERMEABILIZACION

ING. MARIO GOMEZ GALVARRIATO

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

I.—MATERIALES IMPERMEABILIZANTES

Estos materiales tienen por definición, la cualidad principal de impedir el paso del agua a través de las películas que forman. Sin embargo, ésta no debe ser su único característica, pues existen otras que son también de mucha importancia. Por ejemplo: deben ser dúctiles, tener cierta elasticidad y plasticidad, ser resistentes al envejecimiento o a la intemperie y tal vez al tránsito, no deben escurrir a temperaturas ambientes máximas y su instalación debe ser fácil, además de tener una buena adherencia sobre los substratos y tener precio razonable, por mencionar algunos más. Todas éstas son características que deben reunir estos materiales para que su uso se justifique en las construcciones.

Existen normas de calidad hechas por la American Society For Testing and Material (A.S.T.M.) para todos estos materiales. Estas y otras normas, han sido establecidas para definir con toda claridad la calidad de un impermeabilizante determinado, con las cuales el constructor puede establecer requerimientos y comparaciones, y así, solicitar a proveedores o contratistas, materiales que cubran las normas de calidad correspondientes. Por lo tanto, al solicitar impermeabilizantes que cubran especificaciones determinadas, ya se está dando el primer paso para obtener mejores impermeabilizaciones, pues al menos no habrá fallas motivadas por la mala calidad del material.

El estudio de los materiales impermeabilizantes se ha dividido en dos grandes grupos: los bituminosos y los no bituminosos. Los bituminosos están fabricados a partir de asfaltos de petróleo o bien de alquitrán de hulla. En el caso concreto de México, el asfalto es especialmente abundante y el alquitrán de hulla bastante escaso, por lo cual prácticamente sólo se emplea el asfalto para la fabricación de impermeabilizantes.

Los bituminosos se pueden subdividir por su forma de aplicación, ya que ésta se puede efectuar en caliente, en frío, en forma prefabricada o en combinación de ellos tres.

A continuación se explica el uso de cada material y se describen las principales características que ellos deben poseer:

1o. — LOS CEMENTOS PLASTICOS ("BITUPLASTIC")

Ellos son mastiques asfálticos que se emplean en el calafateo de grietas y zonas críticas.
Las características que deben reunir estos materiales son las siguientes:
Tendrán como vehículo, solvente en pequeñas cantidades, para que no se produzcan resecamientos ni contracciones fuertes.
Su consistencia es la de una pasta espesa no escurrible, aplicable a espátula.
Ellos deben tener una alta ductilidad, pues deben soportar movimientos en grietas y juntas.
Su resistencia al intemperismo debe ser muy buena, pues algunas veces quedan expuestas a la intemperie, como por ejemplo, cuando se usa para sellar tornillos en techos de lámina o para trabajos de mantenimiento, y de hecho, se puede decir que estos materiales nunca deben de perder su ductilidad.

2o. — LA BASE IMPRIMADORA.

a) — BASE IMPRIMADORA EN SOLVENTES ("IMPERPRIM SOLVENTE"):

Ellos son líquidos de color negro que se emplean como base "tapa poros" en las superficies por impermeabilizar y sirven también para asegurar la adherencia de las capas subsecuentes.
Deben tener como características necesarias una viscosidad muy baja, pues deben penetrar lo más posible en la porosidad de la superficie.
Su secado debe ser rápido para que no se interrumpan demasiado los trabajos de impermeabilización.
Debe lograrse una adherencia en húmedo buena, porque generalmente cuando se usa sobre las losas de concreto, éstas tienen un alto contenido de humedad.
Puesto que la mayoría de los solventes empleados no son compatibles con el agua, es necesario que la fórmula contenga solventes aditivos que contrarresten este inconveniente.

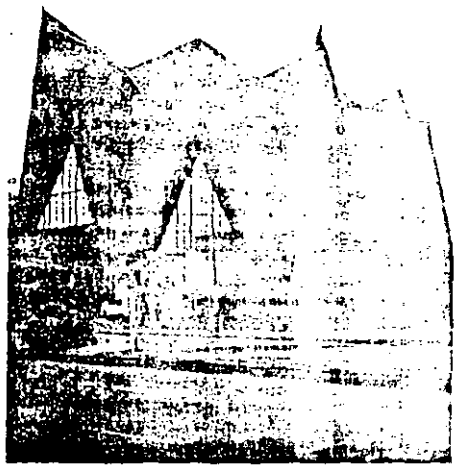
b) — BASE IMPRIMADORA EN EMULSION ACUOSA ("IMPERPRIM S-L"):

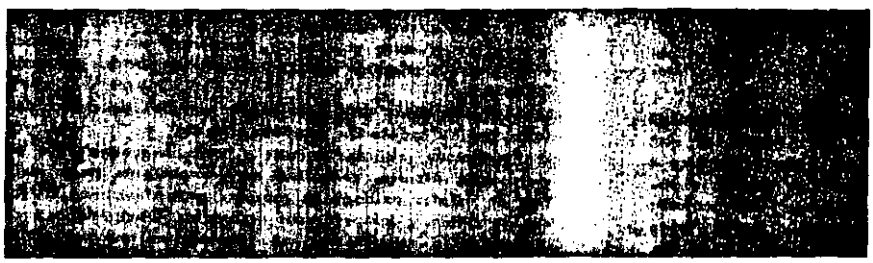
Es un líquido café oscuro que tiene el mismo uso y características que la base imprimadora en solventes, pero con la ventaja de que se penetra más en el concreto húmedo, debido a que el vehículo adelgazador es agua, en lugar de solventes derivados del petróleo, con lo cual se logra también un manejo menos peligroso, si bien su secado es un poco más lento.

3. — REVESTIMIENTOS IMPERMEABLES.

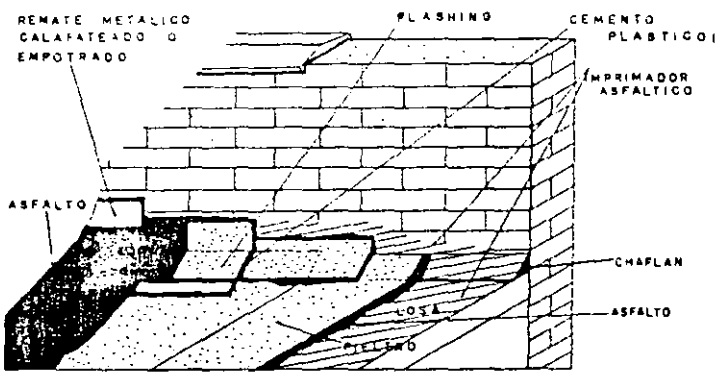
a) — DE APLICACION EN CALIENTE ("OXIBIT 1412"):

Desde mediados del siglo pasado tomó gran popularidad el uso de asfalto soplado u oxidado para la impermeabilización de techos, ya que para un mismo punto de reblandecimiento, se obtiene mayor ductibilidad en asfalto oxidado que en los asfaltos endurecidos exclusivamente por destilación con arrastre de vapor, lo cual se traduce en mayor resistencia al agrietamiento motivado por los cambios de temperatura y por los movimientos de los techos.
Las características más notables y sencillas de medir de un asfalto son "el punto de reblandecimiento" y "la penetración".
El "punto de reblandecimiento", mide la temperatura a la que el asfalto escurre, condición muy importante para definir qué tipo de asfalto oxidado se requiere para determinadas inclinaciones de techos y temperaturas ambientes. Obviamente para mayor inclinación o temperatura, se requiere un mayor punto de reblandecimiento.
La "penetración" es una medida muy importante, porque está directamente relacionada con la ductilidad del material, es decir, con la propiedad de estirarse sin romper la continuidad de la película, lo cual produciría grietas en el sistema impermeable y permitiría el paso del agua. Generalmente un asfalto con mayor punto de reblandecimiento tiene menor penetración (menos ductilidad), por lo cual es conveniente emplear asfalto con la mayor penetración posible, procurando que no disminuya el punto de reblandecimiento, para evitar que la carpeta impermeable se escurra e inutilice la impermeabilización. Cuando se utilicen estos productos, es muy importante no sobrecalentar ni recalentar el material, ya que en ambos casos se eliminan aceites plastificantes, provocándose un degradamiento en las características y propiedades del asfalto, lo que origina un envejecimiento prematuro del material. Por ello es necesario disponer del equipo adecuado de calentamiento, como son las calderas especiales para este fin, que disponen de termómetros, aislamiento térmico, etc.
Los usos específicos de cada tipo de asfalto oxidado, dependen de la pendiente del techo; de las máximas temperaturas, del color, peso y tipo de acabado, etc. En términos generales, podemos decir que el tipo "A" sólo debe utilizarse en techos con poca pendiente y en climas extremadamente fríos, no en México.
El tipo "B" en techos con poca pendiente y en climas fríos, aplicable a muy pocas regiones de México.
El tipo "C" en techos con pendientes hasta de 50°, en climas templados o en techos con pendientes pequeñas y en clima cálido.
Finalmente, el tipo "D" en techos con pendientes fuertes y en clima cálido.
De lo anterior se desprende que para las condiciones de nuestro país, el tipo "C" debe ser el de uso general, y solamente en casos extremos se deberá emplear el tipo "D".
Los asfaltos oxidados de aplicación en caliente pueden mejorarse, dándoles mayor ductilidad, mediante un proceso de oxidación catalítico, haciéndolos más elásticos mediante la incorporación de hules sintéticos, o confiriéndoles mayor resistencia al intemperismo mediante la incorporación de ciertas cargas minerales. Sin embargo, se recomienda a los técnicos especificadores, que constaten que esas adiciones se efectúen en fábricas debidamente instaladas y bajo control químico, porque, cuando se hacen en forma empírica, generalmente degradan la calidad del revestimiento asfáltico.
Puede pensarse que la impermeabilización con asfalto oxidado de aplicación en caliente, seguirá siendo por muchos años la alternativa más económica para impermeabilizar y que, siguiendo los lineamientos de instalación correctos, bajo un sistema impermeable fuerte y completo, resuelve con éxito la protección de muchos tipos de techos.

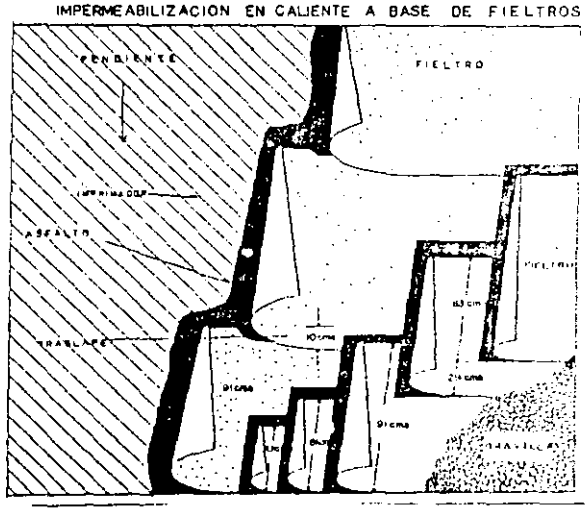


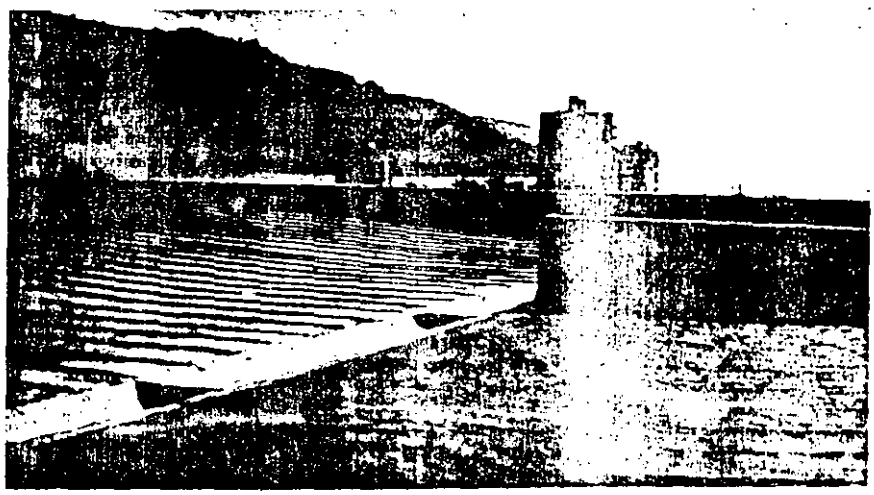


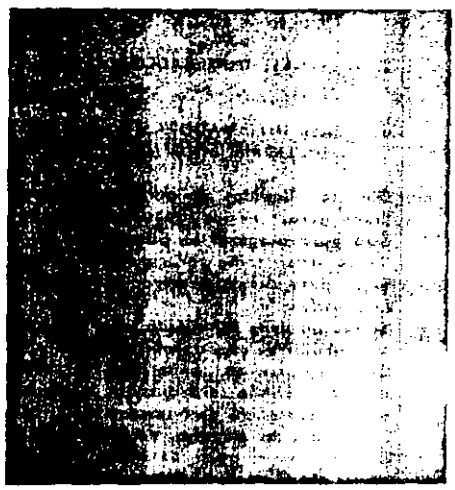
DETALLE DE REMATE EN PRETILES



IMPERMEABILIZACION EN CALIENTE A BASE DE FIELTROS







b) — DE APLICACION EN FRIO.

b.1) — REVESTIMIENTOS EN FRIO CON BASE EMULSION ACUOSA ("IMPERCOAT S-40", "ELASTICOAT", "FIBRACOAT").

Estos revestimientos impermeables reúnen notables ventajas entre las que destacan las siguientes:
Se obtienen ya listos para usarse y no es necesario calentarlos previamente. Son flexibles a bajas temperaturas y no escurren en las condiciones más extremas.
Se adhieren sobre todo tipo de superficies o materiales húmedos o secos.
Funcionan sobre pendientes con cualquier inclinación, aún verticales.
Su manejo es sencillo y exento de peligros.
Se pueden aplicar en forma manual o con equipo neumático.
Conservan sus propiedades por largo tiempo, aún en exposiciones directas al intemperismo.
Se pueden emplear solos o combinados con membranas de refuerzo, para obtener sistemas multi-capas.
Las limitaciones de estos productos son las siguientes:
No son recomendables para servicios de inmersión muy prolongada o continua.
Requieren de 4 a 8 horas de tiempo de secado por capa, y su costo es algo mayor que los revestimientos de aplicación en caliente, pero tienen ventajas que, en algunas casos, los justifican ampliamente.

b.2) — REVESTIMIENTOS EN FRIO EN BASE DE SOLVENTES ORGANICOS ("ASFASOL", "FLEXOL").

Se clasifican dentro de este grupo a todos aquellos productos impermeabilizantes que se aplican directamente del envase y cuyo vehículo es un solvente; reciben también el nombre de impermeabilizantes rebajados. Estos impermeabilizantes son productos asfálticos mejorados con la adición de fibra de asbesto, elastómeros y rellenos minerales, que alargan su vida y permiten que formen capas, con una gran resistencia al agrietamiento producido por los efectos de la intemperie.
Los impermeabilizantes rebajados forman películas flexibles y sumamente impermeables con características de gran adhesividad, lo que permite que se utilicen no sólo como impermeabilizantes en sistemas nuevos, sino también como productos para rejuvenecimiento en sistemas ya aplicados y que puedan tener cierto deterioro. Además, ellos soportan inmersión continua.

4o. — MEMBRANAS DE REFUERZO ("FIELTROQUIM", "IMPERFELT", "VITROCOAT").

Las membranas de refuerzo se aplican en sistemas impermeables generalmente en forma de "sandwich", entre dos capas de revestimiento impermeable, lográndose con esto impermeabilizaciones más gruesas, resistentes e impermeables al paso del agua.
Las membranas de refuerzo instaladas como componentes de un sistema, cubren las siguientes funciones:

1o. — Aumentan la impermeabilidad del sistema protector.
2o. — Permiten la aplicación de capas sucesivas de revestimientos impermeables.
3o — Aseguran un espesor mínimo a la carpeta impermeable.
4o. — Aumentan la resistencia del sistema impermeable a los esfuerzos mecánicos.
5o. — Retrasan el avance de las grietas superficiales hacia la losa.

Las diversas membranas de refuerzo que se obtienen en el mercado mexicano, cubren las funciones enumeradas y es aceptado que dichas membranas son elementos recomendables en un buen sistema de impermeabilización.
En el mercado nacional existen diferentes tipos de membranas, teniéndose entre ellas los fieltros, elaborados a base de fibras de celulosa, madera, algodón o fibras sintéticas, con las que se forman fieltros laminados que se saturan con asfalto y se utilizan como elementos de refuerzo con impermeabilizantes de aplicación en caliente. Estas membranas son impermeables por sí mismas, por lo cual aumentan la efectividad del sistema, además del refuerzo que le confieren.
Existen también membranas de filamentos de fibra de vidrio que se saturan o no con asfalto y que se utilizan como refuerzo en impermeabilizaciones de aplicación en caliente o en frío. Estas membranas no son impermeables de por sí, por lo cual sólo actúan como refuerzo.

5o. — MATERIALES PREFABRICADOS ("FIELTROQUIM MINERALIZADO").

Los materiales prefabricados contienen tres de los elementos enunciados para un sistema impermeable, en un solo conjunto, ya que constan de un fieltro de celulosa o fibra de vidrio, recubierto con asfaltos estabilizados, terminando o no, con gravillas minerales opacas y decorativas.
De acuerdo con las necesidades del diseño, se pueden colocar como capas intermedias o de acabado.

6o. — ACABADOS.

Los acabados son un elemento fundamental en la impermeabilización y con mucho acierto se ha dicho que, la vida útil del acabado, es la vida del sistema impermeable.
Lo anterior es comprensible, si se considera que los techos de una construcción, son la parte que más severamente es atacada por el intemperismo y por los destructores rayos ultravioleta de la luz solar. También debe considerarse que los materiales asfálticos, principalmente los de aplicación en caliente, son muy poco resistentes a la acción de la intemperie, por lo cual no es recomendable que queden directamente expuestos. Por ello, debe procurarse mantener siempre en condiciones, el acabado de cualquier impermeabilización.
Los acabados para impermeabilizaciones deben ser de colores claros, con el objeto de que los techos se calienten lo menos posible, lográndose con esto que los interiores se mantengan más frescos y que la vida útil de la impermeabilización se vea incrementada.
Los acabados más frecuentes para terminar los sistemas de impermeabilización, son los siguientes:

1 — Las gravillas naturales o pigmentadas.
2 — Las pinturas bituminosas en color aluminio ("BITUCOLOR ALUMINIO").
3 — Las pinturas elastoméricas blancas o en colores ("FLEXODECOR").
4 — Las pastas reflejantes (Fabricadas empleando "QUIMIWELD").
5 — El papel aluminio.
6 — En enladrillado u otro recubrimiento cerámico.
7 — Los pavimentos asfálticos, en frío o caliente ("FLEXOCRETO").
8 — Los recubrimientos elastoméricos con alta resistencia a la abrasión ("TIROLPLASTIC").
9 — Los acabados prefabricados ("FIELTROQUIM MINERALIZADO").

Veamos ellos con más detalle:

1. — LAS GRAVILLAS NATURALES O PIGMENTADAS, son muy interesantes por su naturaleza inorgánica que les confiere alta resistencia al intemperismo, lográndose una amplia vida útil. Sin embargo, debe hacerse notar, que entre partícula y partícula hay intersticios en los cuales queda expuesto el asfalto al ataque de los elementos, además de que estas gravillas, generalmente tienen algún contenido de humedad, por lo que, al aplicarse en asfalto caliente, hay un anclaje pobre, lo cual ocasiona que posteriormente las gravillas se desprendan y quede "calvo", por así decirlo, el recubrimiento impermeable. Para evitar estos problemas, se recomienda aplicar una capa de acabado adicional sobre la base de gravillas, con lo cual se cubrirán los intersticios y se fijarán entre sí mismas, evitando que se desprendan.

2 — LAS PINTURAS BITUMINOSAS ("BITUCOLOR ALUMINIO"), de color aluminio, son un acabado muy fácil de instalar, por lo que son ideales para trabajos de mantenimiento continuo, tienen una vida útil del orden de 1 a 3 años, dependiendo de su calidad y deben ser renovadas frecuentemente. No se recomiendan para techos con tránsito y su reflectividad es de primera clase.

3 — LOS RECUBRIMIENTOS ELASTOMERICOS ("FLEXODECOR"), son muy decorativos y durables, pero deben de tener ciertas características para asegurar buenos resultados.
Ellos no se deben aplicar directamente sobre asfalto de aplicación en caliente, sino sobre una base previa de gravilla o fibras ancladas al asfalto y pueden ser aplicados en forma directa, sobre algunos revestimientos de aplicación en frío.
Deben formar películas con buena elasticidad y estar formuladas con resinas exentas de plastificantes volátiles, para que no se rigidicen rápidamente con la exposición directa al sol. Un acabado que cumpla las anteriores consideraciones, aplicado con un rendimiento del orden de 1/2 litro por metro cuadrado, tendrá una duración adecuada y soportará bien el tránsito eventual.

4 — LAS PASTAS REFLECTIVAS, se fabrican a partir de cal, cemento blanco y un ligante a base de resinas emulsionadas que les confiere cohesión y buena adherencia ("QUIMIWELD").
Estas pastas son durables y económicas, por lo cual su uso se ha extendido bastante. Son resistentes al intemperismo y soportan bien el tránsito eventual.
Por ser rígidas, pueden aparecer ligeras fisuras, pero ellas no crean fallas de impermeabilidad.

5 — EL PAPEL DE ALUMINIO, se emplea algunas veces para recubrir impermeabilizaciones, ya que tiene muy buen poder reflejante y es resistente al intemperismo. Sin embargo, su uso se ha visto limitado por su pobre adherencia al asfalto, que ocasiona rápidos desprendimientos y roturas que dejan al descubierto el asfalto en un tiempo muy breve.

6 — EL ENLADRILLADO, es el recubrimiento tradicional de azoteas en nuestro país, y es un magnífico elemento protector para impermeabilizaciones. Entre sus cualidades podemos enumerar que es un material decorativo, que da un buen aislamiento al calor, siendo resistente a la intemperie y al tránsito frecuente.
Cuando el ladrillo se coloca cuidadosamente sobre una impermeabilización, sin dañar a ésta, se puede asegurar que la impermeabilización tendrá una vida útil prolongada.
Sin embargo, en la práctica se observa que los enladrilladores destruyen la carpeta impermeable, casi en forma inevitable, con lo que las filtraciones se manifiestan en seguida. La viciada práctica constructiva de fijar los hilos de nivel con clavos, directamente sobre la superficie; la de palear mezcla sobre la azotea; la de hacer pilas de ladrillos o de transitar con carretillas sobre las impermeabilizaciones, producen daños que rompen la continuidad del sistema y se presentan posteriormente las humedades.
Es muy importante llamar la atención sobre el punto anterior, para así poder lograr una mayor colaboración entre los residentes, albañiles e impermeabilizadores, que redunde en trabajos más seguros, mejor coordinados y ejecutados. Siempre el trabajo en equipo, dará mejores frutos.

7 — LOS PAVIMENTOS ASFALTICOS ("FLEXOCRETO"), han ido adquiriendo en los últimos tiempos mayor importancia, como acabados para impermeabilización.
Ellos son verdaderos sustitutos del enladrillado, ya que soportan tránsito pesado, aún de vehículos, y su vida útil es muy prolongada. Estos acabados se aplican con espesores mínimos de 1 cm. y se hacen a base de emulsiones asfálticas, con agregados de granulometría controlada y cemento Portland, colocándose sobre el techo por medio de maestras y emparejando con reglas de madera, en la misma forma en que se cuela un piso de concreto, pudiéndose obtener tanto acabados finos, como ásperos.
Como estos acabados son colocados por el mismo instalador de la impermeabilización, se logra una garantía total sobre la impermeabilidad del techo, ya que se elimina la posibilidad de que durante el enladrillado se dañe la impermeabilización.
Creemos que este tipo de acabados se irá aplicando cada vez más por las ventajas que posée. Estos acabados son magníficos sustitutos del ladrillo, pero no deben emplearse como impermeabilización única. Con ellos se obtendrá un funcionamiento óptimo si se colocan siempre sobre un sistema de impermeabilización completo, que contenga todos los elementos requeridos.

8 — RECUBRIMIENTOS ELASTOMERICOS CON ALTA RESISTENCIA A LA ABRASION ("TIROLPLASTIC"). En los últimos tiempos se han venido desarrollando algunos recubrimientos "tipo pintura", que llevan en su formulación agregados de muy alta resistencia a la abrasión, con lo cual se obtienen superficies que no se desgastan fácilmente con el tránsito de personas.
Estos revestimientos especiales superan a otro tipo de materiales semejantes, en cuanto a su resistencia al tránsito. Son de muy alta duración y se instalan fácilmente, teniendo también la característica de poderse colocar prácticamente en cualquier color.

9 — ACABADOS PREFABRICADOS ("FIELTROQUIM MINERALIZADO"). La característica de estos acabados es que son sumamente resistentes a la intemperie y de color uniforme, son fáciles de colocar y dan buena impermeabilidad a los sistemas en los que se aplican.
Estos son, a grandes rasgos, los materiales impermeabilizantes más usados hoy en día. Claro está que faltarían mencionar otros tales como las láminas metálicas, ya de cobre o plomo, u otros materiales como tejas o pizarras que en sí no son materiales impermeabilizantes.

II.—SISTEMAS IMPERMEABLES.

Ya se ha establecido que los sistemas impermeabilizantes deben constar con un mínimo de tres componentes principales que son:

1 — EL PRIMARIO O BASE ADHERENTE.
2 — LA CARPETA IMPERMEABLE.
3 — EL ACABADO.

El primario o base adherente tendrá por objeto sellar la porosidad y las partículas de polvo sueltas en la superficie. La carpeta impermeable, será la verdaderamente responsable de la impermeabilidad del sistema. Estas carpetas pueden estar formadas por capas alternadas de revestimientos y membranas de refuerzo. Se acepta generalmente que, a mayor número de capas, se obtiene más seguridad y mayor duración, lo cual es relativamente cierto cuando se comparan entre sí sistemas a base de los mismos materiales. Sin embargo, debe de considerarse también, que existen materiales de mejor funcionamiento con los que se obtienen óptimos resultados a espesores menores. Podemos establecer que un material más elástico, dúctil, impermeable y resistente al envejecimiento, dará un funcionamiento equivalente con menor espesor. Los acabados, como ya quedó dicho también, tienen por función proteger a la carpeta impermeable contra el ataque del intemperismo y del ataque físico por el uso inadecuado e imprevisto a que se somete esa carpeta.
Una vez establecidos ya los componentes de los sistemas de impermeabilización, se podrían clasificar en cuatro grupos:

1 — Los de aplicación en frío.
2 — Los de aplicación en caliente.
3 — Los de aplicación mixta.
4 — Los prefabricados.

Las características de cada uno de estos tipos de sistemas son las siguientes:

1 — LOS DE APLICACION EN FRIO.
Ellos se efectúan partiendo de materiales listos para usarse, sin necesidad de calentarlos.
Los materiales de aplicación en frío se adhieren firmemente sobre todo tipo de superficies, en algunos casos aún estando húmedas, lo cual reduce la posibilidad de que se presenten las tan comunes burbujas y desprendimientos, aunque algunas veces aparecen cuando se trabaja con superficies con alto contenido de humedad.
Otro aspecto interesante es que los refuerzos que se emplean para aplicaciones en frío son generalmente dúctiles y flexibles, lográndose con ello trabajos mejor adaptados a las sinuosidades de las superficies.
Ventajas también muy importantes de estos sistemas de aplicación en frío, son que no se escurren, sea cual fuera la inclinación de las superficies o la temperatura de operación y que tampoco se cristalizan.
Se debe mencionar que estos sistemas son muy resistentes al intemperismo y al envejecimiento natural, manteniéndose impermeables, flexibles y dúctiles durante muchos años.
Así pues, los impermeabilizantes en frío son sumamente ventajosos en la mayoría de los casos, ya que su instalación es rápida y sin molestias, además de que tienen una gran efectividad y larga duración.
Por otra parte, estos materiales son bastante indicados para trabajos de mantenimiento local, ya que por su facilidad de aplicación pueden ser instalados por personal que tenga poco entrenamiento.

2 — SISTEMAS DE APLICACION EN CALIENTE.

Los sistemas de impermeabilización que se aplican en caliente, tienen la ventaja de ser económicos, formar carpetas fuertes y resistentes a la penetración y resistir el tránsito y el uso rudo que suele existir en algunas obras en construcción. Por estas razones es recomendable su uso en techos que serán recubiertos con enladrillado, además de cualquier otro tipo de obra en las que se requiera una buena protección a bajo costo. Ventaja adicional de estos materiales es la de que están exentos de solventes.
Para que estos materiales se puedan aplicar en forma adecuada, deben de ser calentados hasta que se fundan. Sin embargo, la temperatura del calentamiento no debe ser superior de 220°C., porque se degradan. Tampoco debe recalentarse el material durante más de 10 hs., porque se logra un efecto similar. Debemos señalar que estos materiales no se adhieren sobre superficies hú-

medos. Se puede decir pues, que los procedimientos de impermeabilización a base de asfaltos oxidados aplicados en caliente, están llamados a perdurar en la industria de la construcción, mientras no se encarezcan demasiado los derivados del petróleo requeridos para su obtención.

3 — SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION DE APLICACION MIXTA.

Estos sistemas consisten en la combinación de aplicaciones de sistemas de impermeabilización en caliente, terminados con una capa superior de impermeabilizante en frío, con lo cual se logran conjugar las ventajas de ambos procedimientos, que son: obtener fuerza y resistencia al mal trato, que confiere la impermeabilización en caliente; protegerla por un recubrimiento en frío, que soporta el intemperismo y el envejecimiento. Simultáneamente se fijan mejor las gravillas y se pueden terminar bien varios detalles que son fundamentales para asegurar la eficacia de la impermeabilización, tales como: pretiles, bajadas pluviales, tuberías, etc., lográndose además una cubierta superior, sumamente resistente al agrietamiento.
Lo anterior explica el porqué, con los sistemas mixtos, se obtienen carpetas impermeables seguras y durables.

4 — SISTEMAS A BASE DE PREFABRICADOS.

Estos sistemas tienen la ventaja de poseer un espesor uniforme controlado en fábrica, con lo cual se obtiene una protección adecuada en todos los puntos recubiertos.
Son indicados para recubrir superficies desde bajas temperaturas, hasta de 60°C., sin riesgo de escurrimiento.
Además, debemos mencionar que su acabado granulado en colores, se aplica en fábrica, lográndose con ello un aspecto decorativo de larga duración.
Este tipo de sistemas se pueden fijar sobre la superficie, bien por medios mecánicos o bien por medio de adhesivos asfálticos en frío o caliente, con bastante rapidez; es recomendable colocar membranas de refuerzo adicionales.

IMPERMEABILIZANTES NO BITUMINOSOS.

Todo lo que se ha mencionado anteriormente se refiere a impermeabilizantes de índole asfáltica. Sin embargo, hay que indicar que existen otros impermeabilizantes de distinta base, los cuales se pueden dividir en:

1 — ELASTOMERICOS ("FLEXODECOR", "ALBERQUIM"), que pueden ser líquidos o ya en membranas prefabricadas.

LOS ELASTOMERICOS LIQUIDOS — Son los productos que se aplican por medio de brocha o equipo de aspersión, sobre las superficies.
Algunos de ellos curan por evaporación del solvente y algunos otros por reacciones químicas, significando que son cien por ciento sólidos.
Estos materiales tienen magníficas propiedades generales. Por ejemplo: los hay que son a base de neopreno-hypalon, poliuretanos o hule clorado, y se emplean con éxito en el acabado de albercas. Tienen alta resistencia al intemperismo y una gran elasticidad. Sin embargo, su uso en techos es bastante limitado, debido al muy alto precio del producto.

LOS ELASTOMERICOS SOLIDOS, que se presentan ya en forma de membranas prefabricadas, tales como los de hule butilo, P.V.C. o similares; tienen el inconveniente de que son sumamente difíciles de sellar en los traslapes entre membrana y membrana. Además, como las superficies no son siempre totalmente planas, sino que hay algunas irregularidades, se forman pequeños olanes durante su colocación, que son prácticamente imposibles de pegar en forma eficiente. El resultado es que aunque a través de la membrana no logra pasar el agua, ella pasará por el traslape, ocasionando muy serios problemas. Por esta razón, la aplicación de estos materiales se debe encargar a compañías muy especializadas en este tipo de trabajos.

2 — MATERIALES VARIOS

Otro grupo sería el formado por los materiales rígidos, cerámicas, materiales rígidos laminados tales como las tejas, las láminas metálicas, que pueden ser de cobre, plomo, fierro o aluminio y un tercer grupo que estaría formado por los materiales de capilaridad negativa o hidrófugos, en los cuales podríamos señalar dos grupos: los silicones para impermeabilizaciones de superficies verticales y el de los impermeabilizantes integrales, formados a base de jabones metálicos.

3 — MATERIALES CERAMICOS — En el grupo de los materiales rígidos, cerámicos, tenemos por ejemplo las tejas, que en algunas épocas se han usado como materiales únicos en los techos, pero que debido a que se rompen y desacomodan fácilmente con el viento, se considera que su uso, hoy en día, debería de destinarse más bien a fines únicamente decorativos y de protección contra la intemperie. Lo correcto sería colocar debajo de las tejas una impermeabilización formal, como sucede en otros países. Este material día a día va cayendo en desuso.

4 — LAMINAS METALICAS.

Podríamos citar las láminas metálicas de plomo o de cobre. Como ejemplo de la aplicación de ellas se pueden mencionar el Palacio de los Deportes o la misma Basílica de Nuestra Señora de Guadalupe en la Ciudad de México. Con su uso se pueden lograr efectos decorativos muy interesantes y de muy alta duración. Sin embargo, se debe señalar que su colocación significa una verdadera obra de artesanía, ya que deben de soldarse con todo cuidado los traslapes oblicuos. Además, en ellas deben de hacerse recortes muy finos y su costo es muy elevado, lográndose muy buenos resultados, aunque deben ser tomados en cuenta los inconvenientes ya mencionados.
En cambio, no es lo mismo cuando se usan láminas de fierro, aun cuando éste esté galvanizado, porque existen puntos, sobre todo donde se daña el galvanizado a la hora del engargolado en los traslapes, que inevitablemente se oxidan, se corroen y dan puntos de penetración al agua. Lo más grave de este tipo de recubrimientos, es que posteriormente el agua se almacena debajo de ellos y "sigue lloviendo" muchos meses después de que pasa la temporada de lluvias. Así pues, se recomienda que estos acabados sean tratados con mucho cuidado, cuando decidan usarse las láminas de fierro como impermeabilizantes.

5 — Un quinto grupo sería, como ya se mencionó, el de los MATERIALES DE CAPILARIDAD NEGATIVA. Estos materiales no forman verdaderas películas sobre los materiales que protegen, sino que su acción consiste en invertir la capilaridad de los porosidades, de tal manera que de ser afines hacia el agua sean repelentes hacia ella, por lo cual habrá cierto rechazo al agua que esté en contacto con esa superficie. Naturalmente que el agua es rechazada en tanto que la presión que la empuja hacia dentro, no supere a la fuerza de repelencia.
Estos materiales de capilaridad negativa, hay que considerarlos a su vez, divididos en dos grupos, formados por:

a) — SILICONES REPELENTES ("AQUASIL "A" Y "S"), los cuales se emplean para proteger de la entrada de agua de la lluvia, superficies verticales. Debe hacerse hincapié en que estos repelentes a base de silicones, no son para impermeabilizar techos, puesto que ahí se acumulan tirantes de agua con presiones suficientes para vencer a la repelencia de los silicones. Deben emplearse exclusivamente en fachadas en las cuales se tengan acabados a base de materiales absorventes, con la limitación de que los poros de dichos materiales deben de ser de tamaño capilar. Si son poros grandes, entonces la acción de los silicones se va bastante disminuida y el agua será absorbida hacia el interior.

b) — El segundo grupo de estos materiales es el formado por los IMPERMEABILIZANTES INTEGRALES ("IMPERQUIM POLVO, LIQUIDO Y PASTA") que, generalmente, están formados a base de jabones metálicos, con lo cual se disminuye grandemente la absorción del agua. Debe decirse que estos materiales tampoco son una solución completa en losas de concreto, ya que ahí el agua no entrará exclusivamente por la porosidad que queda en el concreto, sino que también penetrará a través de las fisuras capilares y por todos los detalles constructivos que componen la losa, independientemente de que en ellos invariablemente se presentan agrietamientos posteriores al colado, por la hidratación natural del cemento, o bien, por los asentamientos de las construcciones. Así pues, los impermeabilizantes integrales son adecuados y se recomiendan más bien para disminuir en alto grado la absorción de agua a través de cimentaciones, en muros de concreto, cisternas, etc., pero con las serias reservas ya mencionadas. Una vez enumerados los diferentes materiales impermeabilizantes con que se cuenta, y explicada la forma de combinarse para lograr lo que se llama un sistema impermeable, se señalan algunos sistemas:

SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION

TIPO DE SUPERFICIE	VIDA UTIL ESPERADA					
	3 AÑOS		5 AÑOS		10 AÑOS	
	FRIO	CALIENTE	FRIO	CALIENTE	FRIO	CALIENTE
LOSAS MONOLITICAS	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
LOSAS ALIGERADAS	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
CASCARONES DE CONCRETO	IQF1	——	IQF2	——	IQF4	——
LOSAS DE SIPOREX	IQF1S	IQC1S	IQF2S	IQC2S	IQF4S	IQC4S
BOVEDA CATALANA	IVF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
MADERA	IQF1M	IQC1M	IQF2M	IQC2M	IQF4M	IQC4M
TRABELCOSAS	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
CAROLAS DE BAÑO	——	——	IQF1	IQC2	IQF2	——
CORONAS DE CIMENTACION	——	——	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2

"IQF1"

- Limpieza y preparación de la superficie, eliminando materiales sueltos o mal adheridos.
- Calafateo de zonas críticas, tales como grietas, juntas, chaflanes, bajadas, tuberías, etc., empleando "Bituplastic".
- Aplicación de una mano de imprimador "Imperprim S-L", para sellar la porosidad de la superficie a razón de 0.2 lt/m².
- Aplicación en frío de una capa de impermeabilizante "Impercoat S-40" a razón de 1.5 lt/m².
- Colocación de una malla de fibra de vidrio "Vitricoat" con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de "Impercoat S-40" a razón de 1.5 lt/m².
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

"IQF2"

- Síganse los cuatro primeros pasos realizados para "IQF1".
- Colocación de una malla de fibra de vidrio "Vitricoat" con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de "Impercoat S-40" a razón de 1.5 lt/m².
- Colocación de una segunda malla "Vitricoat".
- Aplicación de una tercera capa de "Impercoat S-40".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

"IQC1"

- Síganse los tres primeros pasos realizados para "IQF1".
- Aplicación en caliente de una capa de impermeabilizante "Asfalquim 1512" a razón de 1.5 kg/m².
- Colocación de una lámina de fieltro impermeable "Fieltroquim No. 15", con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de impermeabilizante "Asfalquim 1512".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

"IQC2"

- Síganse los cuatro primeros pasos realizados para "IQC1".
- Colocación de una lámina de fieltro impermeable "Fieltroquim" No. 15", con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de impermeabilizante "Asfalquim 1512".
- Colocación de una segunda lámina de "Fieltroquim No. 15".
- Aplicación de una tercera capa de "Asfalquim 1512".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

"IQF4"

- Síganse los ocho primeros pasos realizados para "IQF2".
- Colocación de una tercera malla de "Vitrocoat".
- Aplicación de una cuarta capa de "Impercoat S-40".
- Colocación de una cuarta malla de "Vitricoat".
- Aplicación de una quinta capa de "Impercoat S-40".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

"IQC4"

- Síganse los ocho primeros pasos realizados para "IQC2".
- Colocación de una tercera lámina de "Fieltroquim No. 15".
- Aplicación de una cuarta capa de "Asfalquim 1512".
- Colocación de una cuarta lámina de "Fieltroquim No. 15".
- Aplicación de una quinta capa de "Asfalquim 1512".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

NOTAS:

"S.": En los sistemas terminados en "S", aumántese lo siguiente al punto segundo: sellado de juntas entre losa y losa, empleando "Gasolastic".

"M.": En los sistemas terminados en "M", sustitúyase el punto tercero por lo siguiente: claveteado sobre toda la superficie de, una lámina de "Fieltroquim No. 15", con traslapes mínimos de 20 cm.

ACABADOS PARA IMPERMEABILIZACION

MATERIAL	VIDA UTIL ESPERADA	RESISTENCIA AL TRANSITO	COLOR	NIVEL DE PRECIO	CICLO DE MANTENIMIENTO
FLEXODECOR	5 AÑOS	EVENTUAL	TODOS COLORES	25 %	5 AÑOS
PASTA QUIMINEL	5 AÑOS	EVENTUAL	BLANCO	5 %	5 AÑOS
BITUCOLOR ALUMINIO	3 AÑOS	NO	ALUMINIO	5 %	3 AÑOS
BITUCOLOR ROJO	5 AÑOS	NO	ROJO OBSCURO	5 %	3 AÑOS
FLEXOCRETO	20 AÑOS	EXCELENTE	TODOS COLORES	70 %	10 AÑOS
ENLADRILLADO	20 AÑOS	EXCELENTE	ROJO	100 %	10 AÑOS

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

IMPERMEABILIZACION

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

IMPERMEABILIZANTES

ASFALTICOS	• MICROPRIMER • MICROFEST • MICROLASTIC • MICROLASTIC FBR • MICROSEAL 1 • MICROSEAL 2 F • MICROSEAL 3 A • HIDROPRIMER • VAPORTITE 550 • ROOF COATING • PLASTIC CEMENT • FESTER M.I.P. • ASFALTO OXIDADO
NO ASFALTICOS	• FERROFEST "I" • VINLOX MEMBRANE COATING • FESTEGRAL • INTEGRAL AZ • FESTEX SILICON
MEMBRANAS DE REFUERZO	• FESTERFELT • BUTILFEST • FESTER FLEX • FESTER PLY • PELICULA DE POLIETILENO
ACABADOS	• FESTALUM • FESTER BLANC (VER SECC. RECUBRIMIENTOS) • FESTER BOND (VER SECC. ADHESIVOS) • PINTURA DE HULE CLORADO (VER. SECC. RECUB.) • SUPER COLOR COAT (VER SECC. RECUBRIMIENTOS)

	PLASTICOS	• AEROFEST • ASBESTOFEST • ELASTOFEST • FESTIJOINT • S.R.H. 200 • PLASTIC CEMENT (VER SECC. ASFALTICOS) • MICROSEAL 2F (VER SECC. ASFALTICOS)
	SINTETICOS	• SILICON FESTER • THIOFEST • VINLOX C.W.C. • FESTAGRIL
S E L L A D O R E S	COMPLEMENTOS DE SELLADORES	• BANDA FLEXIBLE OJILLADA DE P.V.C. (VER SECC. DE COMP. DE PROD. PARA CONCRETO) • FEXPAN (VER SECC. DE COMP. DE PROD. PARA CONCRETOS) • SISMOFLEX (VER SECC. DE COMP. DE PROD. PARA CONCRETOS) • AEROFEST (VER SECC. PLASTICOS)
	VARIOS	• BRISTAR • FESTER TAK • APCOSEAL "FESTER TIPO I" • GEOTEXTILES SUPAC-* PETROMAT* • FESTERMICIDE • PISTOLA TUBULAR Y PISTOLA 1/2 CAÑA • ADITIVO PARA ASFALTO

PRODUCTOS PARA CONCRETO

ADITIVOS	• FESTEGRAL [illegible] • INTEGRAL AZ [illegible] • FESTERLITH 1500 "N" • FESTERLITH 1500 "R" • FESTERLITH 1600 S.F. • FESTERLITH 1700 S.F. • FESTERLITH A.I. • FESTER MIX • FESTAIRE • FESTARD
ADHESIVOS	• FESTER BOND • EPOXINE 200 (VER SECC. COMP.) DE PROD. P. CONCRETO • EPOXINE 220 • EPOXINE 300 (VER SECC. COMP.) DE PROD. P. CONCRETO • EPOXINE 710
MEMBRANAS DE CURADO	• CURAFEST BLANCO Y ROJO • CURAFEST BLANCO EMULSION
TRATAMIENTOS DE PISOS	• FERROFEST "H" • FERROFEST "H" L.P.U. • ENDUMIN Y ENDUMIN READY MIX • LAPIDOFEST • EPOXINE 500 • EXPOXINE 510 • EPOXINE 1000 MORTERO
GROUTS	• FERROFEST "G" Y FERROFEST "G" L.P.U. • FESTER GROUT N.M. • EPOXINE 600 GROUT
COMPLEMENTOS (DE PRODUCTOS PARA CONCRETO)	• BANDA FLEXIBLE DE P.V.C (ojillada) • FEXPAN • SISMO FLEX • CIMBRA FEST • EPOXINE 200 • EPOXINE 300 • EPOXINE 400 • INTEGRAL A.Z. (VER SECC. ADITIVOS)

RECUBRIMIENTOS	EPOXICOS	• EPOXINE 100 • EPOXINE 400 (VER SECC. COMP. DE PROD. PARA CONCRETO) • EPOXINE 500 (VER SECC. TRAT. DE PISOS DE PROD. PARA CONCRETO • EPOXINE 510 (VER SECC. TRAT. DE PISOS DE PROD. PARA CONCRETO • EPOXITRAN Y EPOXITRAN DILUYENTE • DILUYENTE PARA EPOXINE
	ARQUITECTONICOS	• FESTER BLANC • FESTER BOND (VER SECC. ADHESIVOS) • SUPER COLOR COAT • EPOXINE 100 (VER SECC. EPOXICOS) • PINTURA DE HULE CLORADO • FESTER ROLL • SOLVENTE PARA FESTER ROLL
	INDUSTRIALES	• FESTARQ • EPOXINE 100 (VER SECC. REC. EPOXICOS) • EPOXINE 400 (VER SECC. COMP. DE PRODUCTOS P. CONCRETO) • EPOXINE 500 (VER SECC. TRAT. DE PISOS DE PROD. PARA CONCRETO) • EPOXINE 510 (VER SECC. TRAT. DE PISOS DE PROD. PARA CONCRETO) • EPOXINE 710 (VER SECC. ADHESIVOS) • EPOXINE 1000 MORTERO (VER TRAT. PISOS) • EPOXITRAN • EPOXITRAN DILUYENTE

MICROPRIMER

IMPRIMADOR ASFALTICO EMULSIONADO

DESCRIPCION

MICRO PRIMER es una emulsión asfáltica líquida de gran estabilidad, con un alto contenido de sólidos.

USOS

- Para sellar la porosidad en superficies de mamposteria y concreto.
- Como imprimador en impermeabilizaciones con MICROLASTIC, MICROFEST y en sistemas de aplicación en caliente.

VENTAJAS

- No es inflamable.
- Se aplica en superficies húmedas o secas.

RENDIMIENTO

1 litro de MICRO PRIMER diluido con un litro de agua rinde aproximadamente 5 m^2.

APLICACION

- Limpiar perfectamente la superficie.
- Diluir con agua a partes iguales y aplicar con brocha, cepillo o equipo mecánico.
- Una vez aplicado, permitir que el material seque 24 horas antes de cubrirlo con las capas impermeables.

PRESENTACION

Bote con 4 lt.
Cubeta con 19 lt.
Tambor con 200 lt.

ALMACENAJE

En lugar seco y fresco.

MICROFEST

RECUBRIMIENTO IMPERMEABLE FIBRATADO PARA TECHOS Y AZOTEAS.

DESCRIPCION

Compuesto asfáltico emulsionado, formado con fibras de asbesto y rellenos minerales.

USOS

Para impermeabilizar techos y azoteas. Se adhiere a superficies húmedas o secas.

VENTAJAS

- No es inflamable.
- Por su fácil aplicación y bajo costo, resulta el material ideal para AUTOCONSTRUCCIONES, obras económicas y de interés social.

RENDIMIENTO

Sin membrana: 1.5 lt/m^2
Con membrana: 1 lt/m^2 por capa.

APLICACION

La superficie debe estar limpia, libre de polvo y grasas, etc. Imprimar la superficie con MICROPRIMER. Una vez seco el imprimador, aplicar una capa continua y uniforme de MICROFEST con brocha de ixtle o cepillo de fibra dura. Si el sistema es como membrana de refuerzo, utilizar FESTER FLEX, asentándolo perfectamente mientras aún esté fresco el MICROFEST*. Un mínimo de 24 horas después, aplicar una segunda capa de MICROFEST*. Ocho días más tarde, aplicar el acabado reflectivo FESTALUM o FESTERBLANC.

PRESENTACION

Bote con 4 lt.
Cubeta con 19 lt.
Tambor con 200 lt.

ALMACENAJE

Lugar seco y fresco.

* Tomar en cuenta el clima, la humedad y la zona donde se aplica.

MICROLASTIC

IMPERMEABILIZANTE ELASTICO Y FLEXIBLE

DESCRIPCION

Dispersión de asfaltos refinados y derivados de hule modificado.
Máxima elasticidad y flexibilidad.
Extraordinaria adherencia a superficies húmedas o secas.

USOS

Como revestimiento impermeable para muros, techos, azoteas, dalas, coronas de cimentación, etc., siempre como segunda capa impermeable.
Como adhesivo para placas de aislamiento térmico. (poliestireno, poliuretano, etc.).

VENTAJAS

Por su alta elasticidad y flexibilidad se adapta perfectamente a los esfuerzos por las contracciones térmicas que sufren los diversos elementos constructivos.
Se adhiere firmemente a superficies de cualquier textura húmedas o secas, en cualquier temporada del año.

RENDIMIENTO

Sin membrana: 1.5 lt/m^2 a dos manos.
Con membrana: 1 lt./m^2 por capa.

APLICACION

La superficie debe estar limpia, libre de polvo y grasa, etc. Imprimar la superficie con MICROPRIMER. Una vez seco, se recomienda aplicar una primera capa con MICROFEST o MICROSEAL 3A, asentando FESTERFLEX, dejar secar un mínimo de 24 hrs., y después, aplicar una segunda capa con MICROLASTIC.
Ocho dias después, aplicar el acabado reflectivo FESTERBLANC. No se debe aplicar FESTALUM.

PRESENTACION

Bote con 1 lt.
Bote con 4 lt.
Cubeta con 19 lt.
Tambor con 200 lts.

ALMACENAJE

Lugar seco y fresco.

MICROLASTIC FBR

IMPERMEABILIZANTE AHULADO DE ALTA VISCOSIDAD

DESCRIPCION

Compuestos de asfaltos seleccionados, mezclas de hules modificados y cargas minerales, alta viscosidad. Gran elasticidad y adherencia a superficies húmedas o secas.

USOS

- Como recubrimiento impermeable para techos, azoteas, muros, cimentaciones, etc.
- Como cama para aislamientos térmicos.
- Obras de interés social.

VENTAJAS

- Su gran contenido de cargas minerales y hules modificados permiten en ciertos casos aplicar MICROLASTIC FBR sin membrana de refuerzo.
- Su alta viscosidad facilita el control del espesor durante la aplicación.

RENDIMIENTO

Sin membrana: 2 lt/m^2 a dos manos.
Con membrana: 1 lt/m^2 por capa.

APLICACION

La superficie debe estar limpia, libre de polvo y grasas, etc. Imprimar la superficie con MICROPRIMER. Una vez seco, aplicar una capa de MICROLASTIC FBR sin diluir ni calentar, con brocha de ixtle, cepillo de fibra dura o equipo mecánico.
Si el sistema es con membrana, asentar FESTER FLEX inmediatamente.
24 hrs. después, aplicar una segunda capa de MICROLASTIC FBR.
Ocho dias después, aplicar el acabado reflectivo FESTER BLANC. (No utilizar FESTALUM).

PRESENTACION

Bote con 4 lt.
Cubeta con 19 lt.
Tambor con 200 lt.

ALMACENAJE

Lugar seco y fresco.

MICROSEAL 1

SELLADOR ASFALTICO ANTICORROSIVO

DESCRIPCION

Dispersión asfáltica de consistencia líquida.

USOS

- Para imprimar superficies húmedas o secas antes de la aplicación de MICROSEAL 2F o MICROSEAL 3A.
- Para conservar estructuras de madera y metal en la intemperie.

VENTAJAS

- No es inflamable
- Contiene substancias que impiden la acción de elementos corrosivos, como las sales marinas.

RENDIMIENTO

1 litro de MICROSEAL 1 diluido en 1 litro de agua rinden aproximadamente 5 m^2.

APLICACION

a) Estructura de metal o madera.

- Limpiar perfectamente la superficie y dejarla sin oxidación, barnices y pintura mal adherida.
- Agitar el MICROSEAL 1 y aplicar con brocha, cepillo o pistola de aire.
- Dejar secar un mínimo de 24 hrs. antes de aplicar cualquier sistema.

b) Mampostería y Techos.

- Limpiar perfectamente la superficie a que quede libre de polvo y partículas sueltas.
- Diluir el MICROSEAL 1 con agua a partes iguales y aplicar con brocha, cepillo o pistola de aire.
- Dejar secar un mínimo de 24 hrs. antes de aplicar cualquier sistema.

PRESENTACION

Bote con 4 lt.
Cubeta con 19 lt.
Tambor con 200 lt.

ALMACENAJE

Lugar seco y fresco.

MICROSEAL 2F (FIBRATADO)

IMPERMEABILIZANTE Y TERMOAISLANTE PARA SUPERFICIES HUMEDAS

DESCRIPCION

Dispersión asfáltica, con fibras de asbesto y rellenos minerales selectos.

USOS

Ideal como base para materiales aislantes y como recubrimiento para cuartos de refrigeración.

VENTAJAS

Excelente como impermeabilizante para superficies húmedas y como material termoaislante.

RENDIMIENTO

Sin membrana: 2 lt/m^2
Con membrana: 1 lt/m^2 por capa

APLICACION

Limpiar perfectamente la superficie.
Imprimar con MICROSEAL 1 y al secar, colocar una primera capa de MICROSEAL 2 fibratado sin diluir y sin calentar, con brocha de ixtle, cepillo de fibra dura o equipo mecánico.
Si el sistema es con membrana, asentar el FESTER FLEX de inmediato. 24 hrs. después, aplicar una segunda capa de MICROSEAL 2F. Cuando el recubrimiento impermeable quede a la intemperie proteger con el acabado reflectivo FESTERBLANC o FESTALUM.

PRESENTACION

Bote con 4 lt.
Cubeta con 19 lt.
Tambor con 200 lt.

ALMACENAJE

Lugar seco y fresco.

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA

CARACTERISTICAS DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA.

UNA INSTALACION ELECTRICA PUEDE SER TAN COMPLICADA COMO LA ANTERIOR, O TAN SIMPLE QUE CONSISTA EN UNA SOLA CARGA, PERO ES IMPORTANTE QUE SIEMPRE SEA "ADECUADA". LOS FACTORES QUE HAY QUE CONSIDERAR PARA QUE UNA INSTALACION ELECTRICA SEA ADECUADA SON:

CONVENIENCIA
CAPACIDAD
REGULACION
ACCESIBILIDAD
FLEXIBILIDAD
SEGURIDAD

CONVENIENCIA.

SUS CARACTERISTICAS DEBEN DE SER CONGRUENTES CON EL SISTEMA DE SUMINISTRO DE LA CIA. ABASTECEDORA, Y SUS NORMAS O CON EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO. EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PUEDE SER URBANO O PROPIO, CON LA CONSIDERACION DE QUE SALVO CASOS ESPECIALES, EL SISTEMA PROPIO SOLO ES POSIBLE PARA CASOS DE EMERGENCIA.

ADEMAS, SUS CARACTERISTICAS DEBEN SER CONGRUENTES CON EL EQUIPO STANDARD EN EL MERCADO Y DEBE DE TENDER A LA MAXIMA STANDARIZACION.

CAPACIDAD.

DEBEN SER CAPACES TODAS SUS PARTES DE CONDUCIR LAS CORRIENTES DE REGIMEN ESTABLECIDOS POR EL USO Y DEBEN DE PREVEERSE RESERVAS LOGICAS EN TODAS SUS PARTES.

REGULACION.

DEBE DE PROVEER LA MAXIMA ESTABILIDAD DEL VOLTAJE, O SEA PROPORCIONAR LA CANTIDAD DE ENERGIA NECESARIA EN CADA PUNTO AL VOLTAJE REQUERIDO.

DEBEN POR LO TANTO CONSIDERARSE LA LONGITUD DE LOS CONDUCTORES EN RELACION CON LA LOCALIZACION DE LAS CARGAS PARA DEFINIR CAIDAS DE VOLTAJE ACEPTABLES.

DEBEN ESTUDIARSE LAS VARIACIONES DE LAS DIFERENTES CARGAS EN FUNCION CON SU CONCENTRACION EN ALIMENTADORES INDIVIDUALES.

ACCESIBILIDAD.

DEBE SER ACCESIBLE PARA:

INSTALACION

OPERACION

MANTENIMIENTO

AMPLIACIONES FUTURAS

FLEXIBILIDAD.

DEBERA EN LO POSIBLE CONSIDERAR LA POSIBILIDAD DE CAMBIOS EN OPERACION O POR LOCALIZACION.

SEGURIDAD.

SE DEBE DE CONSIDERAR LA SEGURIDAD DE:

EQUIPO

PERSONAL EN OPERACION

PERSONAL EN MANTENIMIENTO

FALLAS DE OPERACION

LA CONDICION BASICA MINIMA DE SEGURIDAD, LA ESTABLECE EL CUMPLIMIENTO DE LA REGLAMENTACION. LA REGLAMENTACION EN NUESTRO PAIS LA PODEMOS CONSIDERAR FORMADA POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

SOBRE METODOS Y SISTEMAS.

MEDIANTE EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS, EL CUAL FUE PUBLICADO EL 22 DE JUNIO DE 1981 Y LAS "NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRCAS" DE LA D.G.M. DE SEPAFIN (NTIE-1981)

SUS ANTECEDENTES SON: EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS (1950) Y EL CODIGO NACIONAL ELECTRICO (1926) BASADO EN EL NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) DE LOS ESTADOS UNIDOS.

EL NATIONAL ELECTRICAL CODE ESTA PATROCINADO POR "NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION" ASOCIACION PRIVADA. ES NORMA OFICIAL EN LOS EE. UU.
EL PRIMER CODIGO (O LA PRIMERA EDICION) FUE PUBLICADO EN 1897 Y HA SUFRIDO MULTIPLES REVISIONES.
SE REVISA DE TIEMPO EN TIEMPO, PERO NO A INTERVALOS FIJOS. FUNCIONA UN COMITE PERMANENTE PARA SU REVISION, ACTUALMENTE ESTA EN VIGOR EL DE 1981.

SOBRE LAS PERSONAS.

MEDIANTE EL CAPITULO XIX DEL REGLAMENTO DE LA LEY DE LA INDUSTRIA ELECTRICA.

SOBRE MATERIALES.

MEDIANTE EL REGISTRO "SEPAFIN", EXPEDIDO POR LA DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE LA SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, DE TODOS LOS MA-

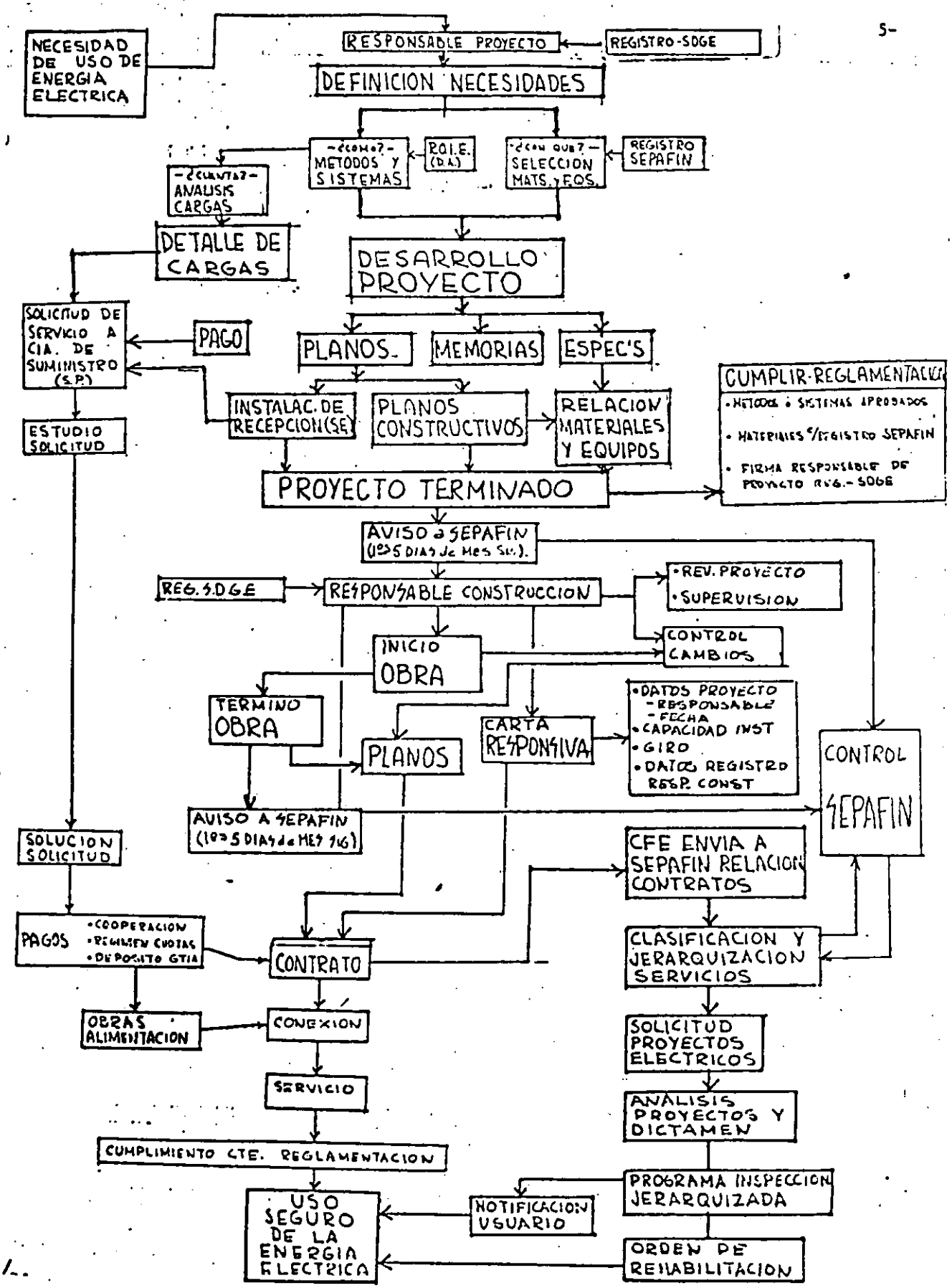
TERIALES Y EQUIPOS USADOS. (ES EL ANTIGUO REGISTRO "SC-DGE" QUE HASTA FEBRERO DE 1979 EXPEDIA LA SECOM.

TODAS ESTAS DISPOSICIONES, FORMAN PARTE DE LA LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA, PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL EL 22 DE DICIEMBRE DE 1975.

CONTROL ESTABLECIDO POR LA REGLAMENTACION.

LA AUTORIDAD QUE VIGILA EL CONTROL DE LA REGLAMENTACION EN MEXICO, ES LA SECRETARIA DEL PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, A TRAVES DE LA SUBDIRECCION GENERAL DE ELCTRICIDAD, DE LA DIRECCION GENERAL DE ENERGIA.

EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE PROYECTO, CONSTRUCCION Y TRAMITE, EL CONTROL DEL CUMPLIMIENTO DE NUESTRA REGLAMENTACION SE ESTABLECE SEGUN SE OBSERVA EN LA FIGURA SIGUIENTE.


NECESIDAD DE USO DE ENERGIA ELECTRICA
RESPONSABLE PROYECTO
REGISTRO-SDGE
DEFINICION NECESIDADES
-¿COMO?- METODOS Y SISTEMAS
R.O.I.E. (D.A.)
-¿CON QUE?- SELECCION MATS. Y EQS.
REGISTRO SEPAFIN
-¿CUANTO?- ANALISIS CARGAS
DETALLE DE CARGAS
DESARROLLO PROYECTO
SOLICITUD DE SERVICIO A CIA. DE SUMINISTRO (S.P.)
PAGO
PLANOS
MEMORIAS
ESPEC'S
CUMPLIR-REGLAMENTACION
• METODOS Y SISTEMAS APROBADOS
• MATERIALES C/REGISTRO SEPAFIN
• FIRMA RESPONSABLE DE PROYECTO REG.-SDGE
INSTALAC. DE RECEPCION (SE)
PLANOS CONSTRUCTIVOS
RELACION MATERIALES Y EQUIPOS
ESTUDIO SOLICITUD
PROYECTO TERMINADO
AVISO a SEPAFIN (1ros 5 DIAS de MES SIG.)
REG. SDGE
RESPONSABLE CONSTRUCCION
• REV. PROYECTO
• SUPERVISION
CONTROL CAMBIOS
INICIO OBRA
TERMINO OBRA
PLANOS
CARTA RESPONSIVA
• DATOS PROYECTO
- RESPONSABLE
- FECHA
• CAPACIDAD INST
• GIRO
• DATOS REGISTRO RESP. CONST
CONTROL SEPAFIN
AVISO A SEPAFIN (1ros 5 DIAS de MES SIG)
SOLUCION SOLICITUD
CFE ENVIA A SEPAFIN RELACION CONTRATOS
PAGOS
• COOPERACION
• REGIMEN CUOTAS
• DEPOSITO GTIA
CONTRATO
CLASIFICACION Y JERARQUIZACION SERVICIOS
OBRAS ALIMENTACION
CONEXION
SOLICITUD PROYECTOS ELECTRICOS
SERVICIO
ANALISIS PROYECTOS Y DICTAMEN
CUMPLIMIENTO CTE. REGLAMENTACION
PROGRAMA INSPECCION JERARQUIZADA
USO SEGURO DE LA ENERGIA ELECTRICA
NOTIFICACION USUARIO
ORDEN DE REHABILITACION

CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO O. GONZALEZ CASTILLO

EL TERMINO "INSTALACION ELECTRICA" COMPRENDE EL CONJUNTO DE APARATOS, CONDUCTORES Y ACCESORIOS DESTINADOS A LA PRODUCCION, DISTRIBUCION Y UTILIZACION DE LA ENERGIA ELECTRICA.

ESTE CONJUNTO LO PODEMOS CONSIDERAR DESDE DOS PUNTOS DE VISTA:

EXTERNO E INTERNO

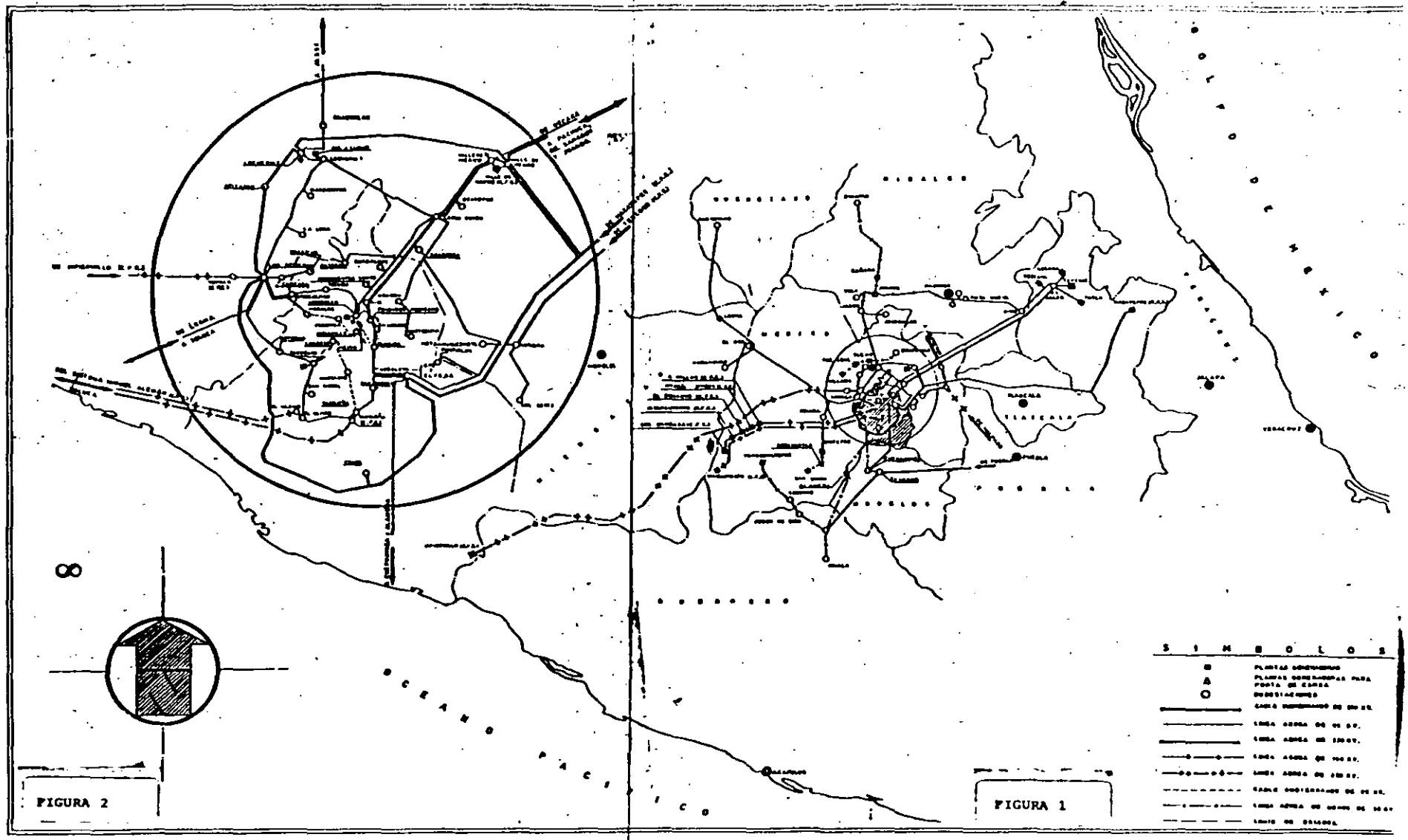
DESDE EL PUNTO DE VISTA EXTERNO, SE DEBEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS, GENERALMENTE FORMADOS POR INSTALACIONES DE LAS COMPAÑIAS SUMINISTRADORAS DEL SERVICIO DE ENERGIA (CIA. DE LUZ, CFE):

FUENTE DE ENERGIA
EQUIPO DE GENERACION
SISTEMA DE TRANSMISION
SISTEMA DE DISTRIBUCION

LOS ELEMENTOS INTEGRANTES DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE ESTE PUNTO DE VISTA, PARA EL CASO DEL SISTEMA CENTRAL DE LA RED DE LA CFE PUEDEN OBSERVARSE EN LAS FIGURAS 1, 2, 3 y 4

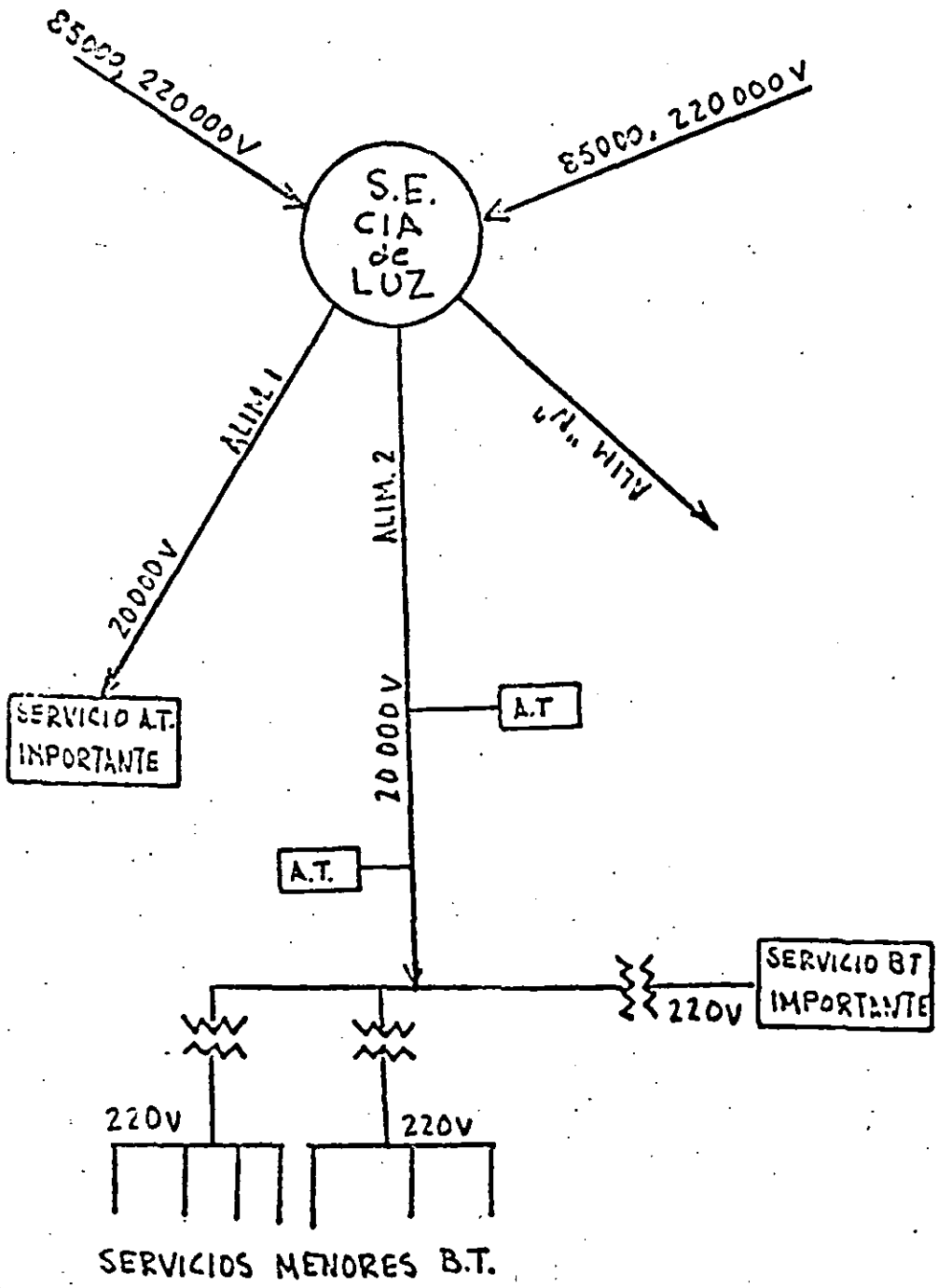
DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO, EL CONCEPTO "INSTALACION ELECTRICA", RESTRINGE, DE TODOS LOS ELEMENTOS MENCIONADOS, ES DECIR, CONDUCTORES, APARATOS Y ACCESORIOS NECESARIOS, AQUELLAS INSTALACIONES DE LA CIA. SUMINISTRADORA, Y ABARCA SOLAMENTE LAS INSTALACIONES DEL USUARIO, Y ESTA INTEGRADO POR LOS ELEMENTOS GENERALES QUE SE DETALLAN EN LA FIG. 5.

Localización geográfica de Plantas, Subestaciones y Líneas de Transmisión que dan servicio al Sistema Central



IGC

IGC


85000, 220000V
85000, 220000V
S.E.
CIA
de
LUZ
ALIM. 1
ALIM. 2
ALIM. "n"
20000V
20000V
SERVICIO A.T.
IMPORTANTE
A.T
A.T.
SERVICIO BT
IMPORTANTE
220V
220V
220V
SERVICIOS MENORES B.T.

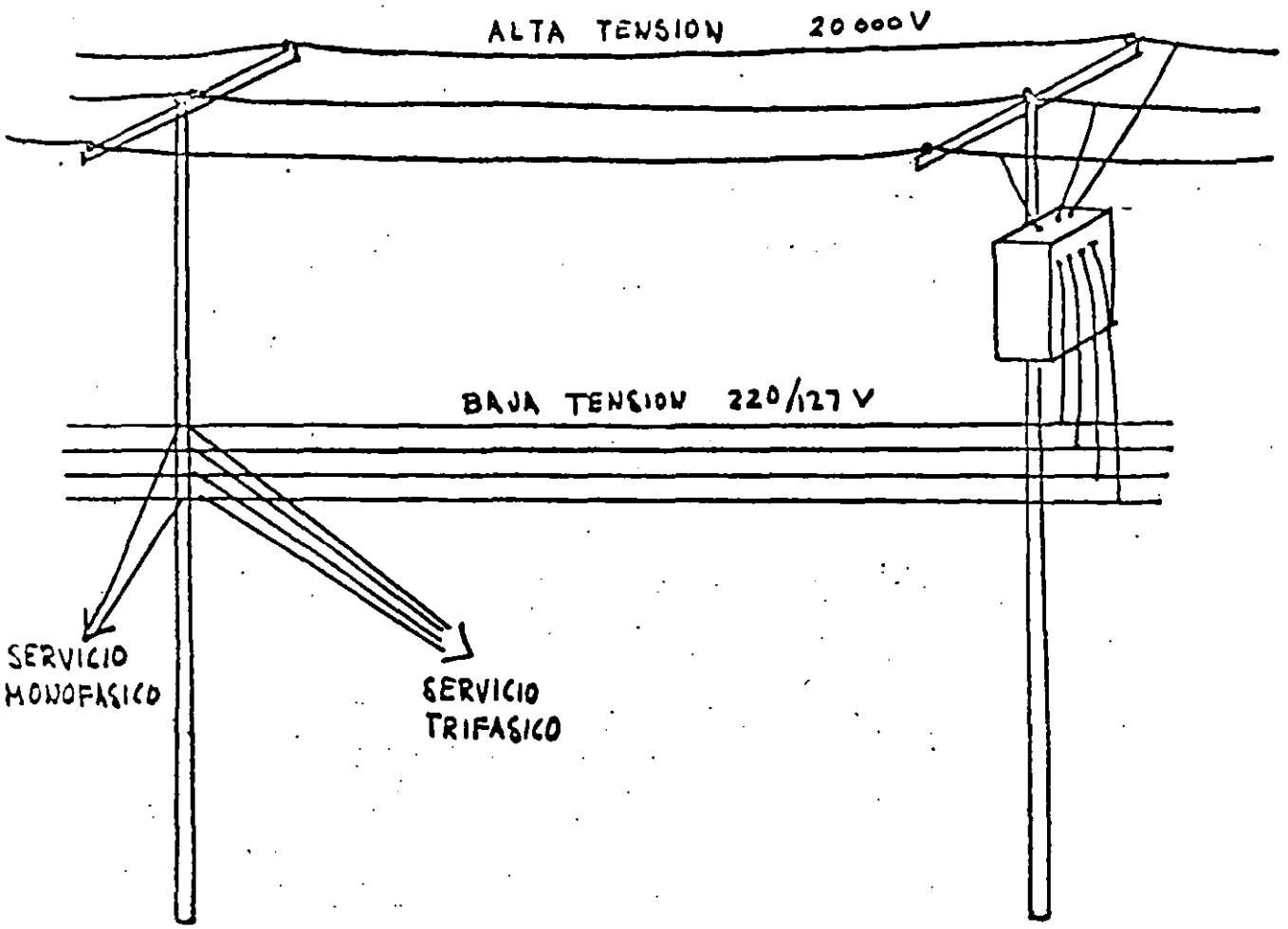

ALTA TENSION 20 000 V
BAJA TENSION 220/127 V
SERVICIO MONOFASICO
SERVICIO TRIFASICO

FIGURA 4

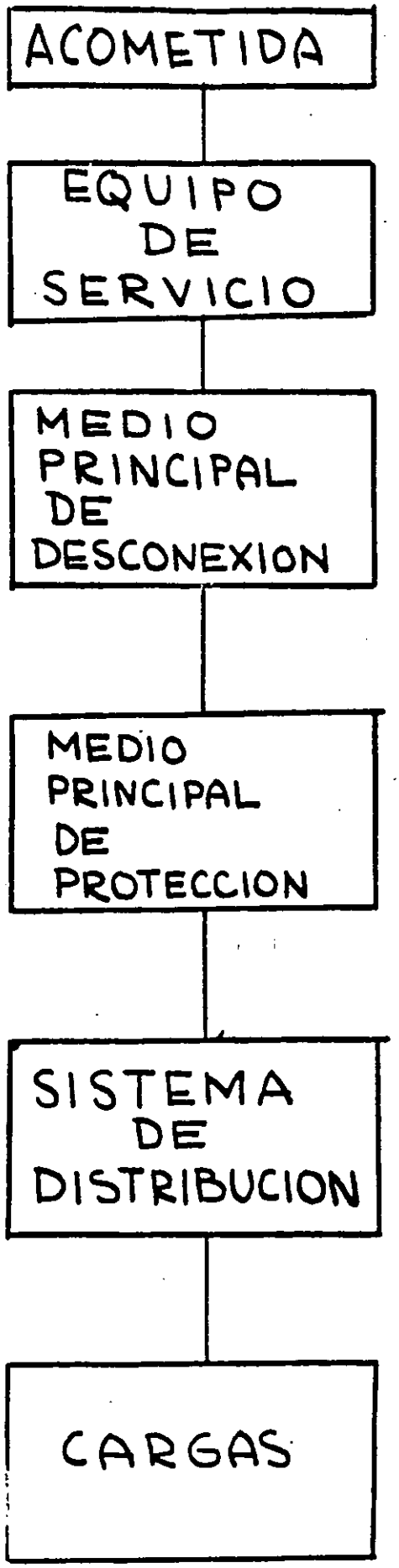

ACOMETIDA
EQUIPO DE SERVICIO
MEDIO PRINCIPAL DE DESCONEXION
MEDIO PRINCIPAL DE PROTECCION
SISTEMA DE DISTRIBUCION
CARGAS

FIGURA 5

ACOMETIDA (LINEA de SERVICIO)

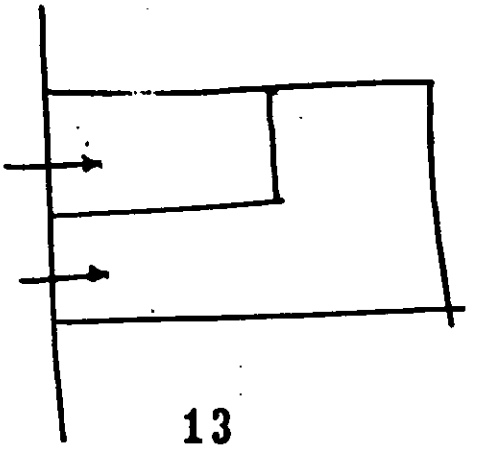
LOS CONDUCTORES QUE LIGAN LA RED DE DISTRIBUCION, DEL SISTEMA DE SUMINISTRO, CON EL PUNTO EN QUE SE CONECTA EL SERVICIO A LA INSTALACION DEL USUARIO. (NTIE-81-101).

ACOMETIDA CARACTERISTICAS

(NTIE-81-201-2)

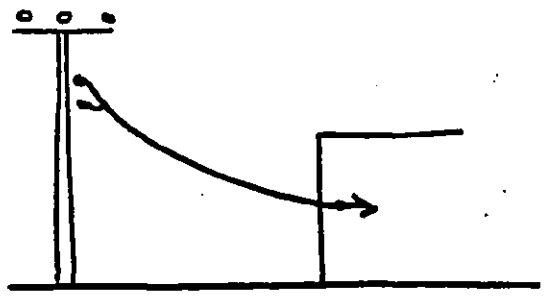
- UNA SOLA POR INMUEBLE
  (Caso General)
  ↓
  EXCEPCION:
  - ACUERDO CON
    - SEPAFIN
    - CFE
- CANALIZACION EXCLUSIVA
- NO PASAR POR OTRO INMUEBLE
- ZONAS INDEPENDIENTES
  (sin comunicación)

(NTIE-81-201-3)

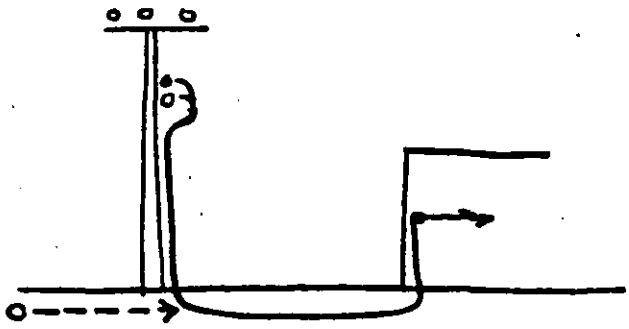


ACOMETIDA CLASIFICACION

- DE ACUERDO AL TIPO DE LINEA
  - AEREA



  - SUBTERRANEA



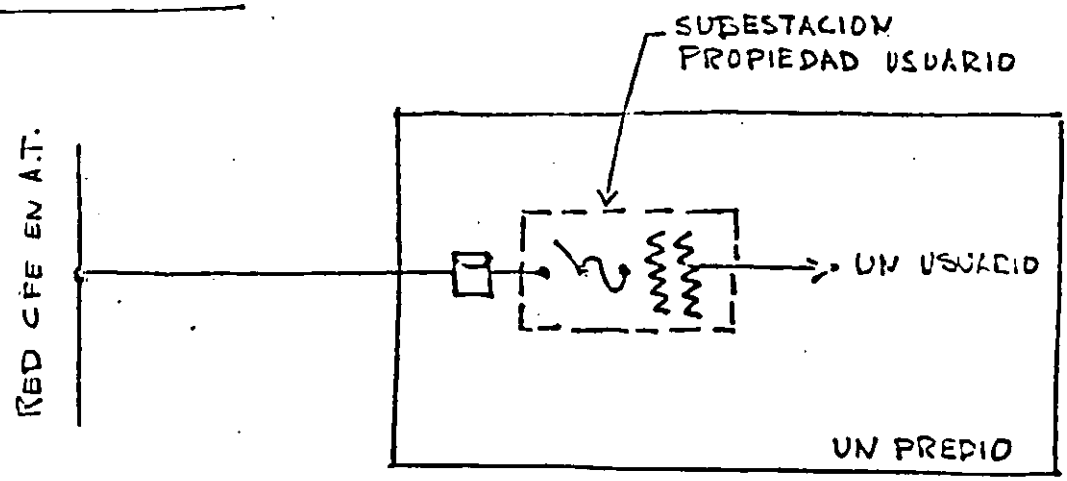
- DE ACUERDO A LA TENSION
  - BAJA TENSION
    - 1 HC
    - 2HC
    - 3HC
  - ALTA TENSION
    - SERV. AT
    - SERV. BT

LINEA DE SERVICIO en A.T. 9

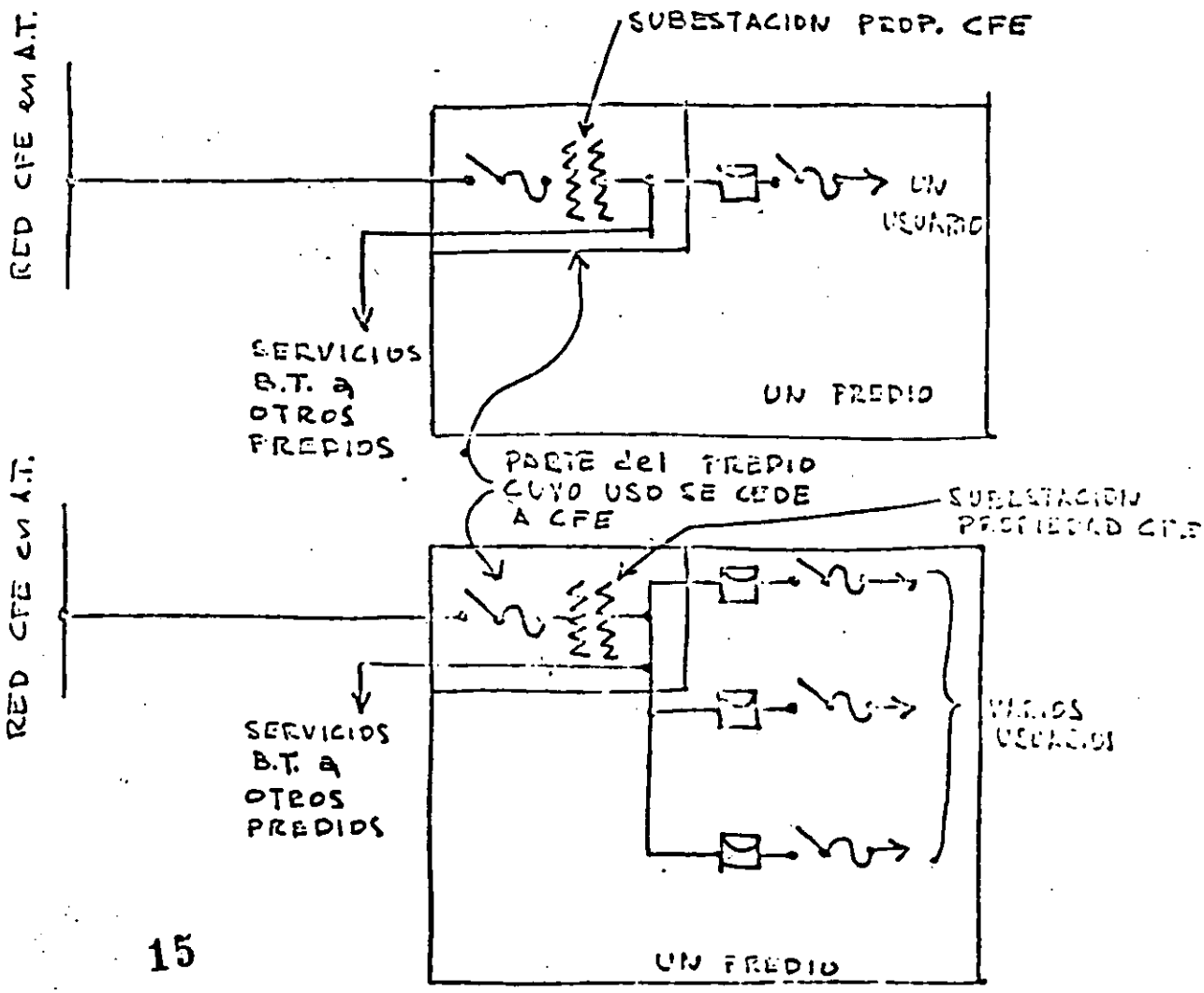
1) Para Servicio en Alta Tensión.

2) Para Servicio en Baja Tensión

1) SERVICIO en A.T:-



2) SERVICIO en B.T.



EQUIPO DE SERVICIO

CONJUNTO DE APARATOS, PROPIEDAD DEL ORGANISMO SUMINISTRADOR, O BAJO SU CUIDADO, NECESARIOS PARA EL ADECUADO SUMINISTRO DEL SERVICIO, TAL COMO EQUIPO DE MEDICION, TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO Y GABINETES QUE LO CONTIENEN, CUCHILLAS AUXILIARES, ETC., QUE SE ENCUENTRAN INSTALADOS EN EL EXTREMO DE LA ACOMETIDA MAS PROXIMO AL SERVICIO

(NTIE-81-101)

EQUIPO DEL SERVICIO

CARACTERISTICAS: (NTIE-81-201-4)

- DEL LOCAL:
  - FACIL ACCESO A PERSONAL CFE
  - LIBRE DE MATERIAL FACILMENTE INFLAMABLE
  - DIMENSIONES QUE PERMITAN
    - INSTALAR
    - OPERAR
    - MANTENER
    - RETIRAR

    } CON "FACILIDAD Y SEGURIDAD"

- DEL EQUIPO
  - PARTES "VIVAS" PROTEGIDAS CON CUBIERTAS (salvo acceso restringido)
  - GABINETES CONECTADOS A TIERRA.

DISPOSITIVO DE DESCONEXION PRINCIPAL

NTIE-81-201-8

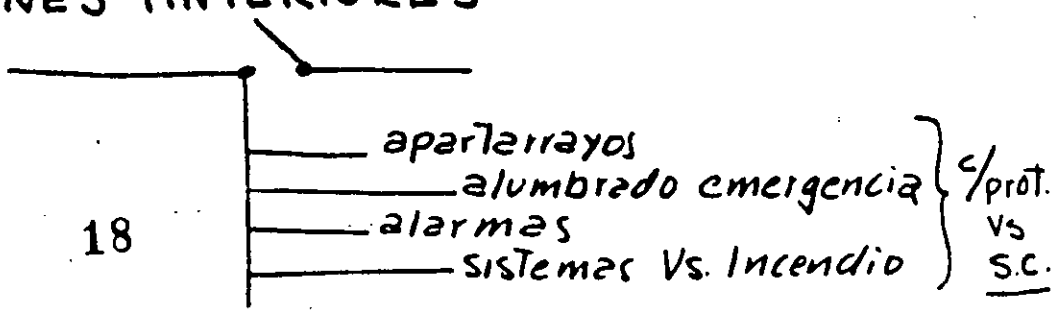
OBJETIVO:

PODER INDEPENDIZAR TOTALMENTE

A LA INSTALACION SERVIDA

CARACTERISTICAS:

- INSTALADO DESPUES DEL EQ. DEL SERVICIO
- ADECUADO A TENSION DE SUMINISTRO
- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA LA CARGA MAXIMA
- APERTURA SIMULTANEA y MANUAL DE TODOS LOS CONDUCTORES ACTIVOS
- INDICACION DE POSICION CLARA.
- CONEXIONES ANTERIORES



DISPOSITIVO DE PROTECCION PRINCIPAL

(Vs SOBRECORRIENTE).

NTIE-81-201-9

OBJETIVO:

DESCONECTAR AUTOMATICAMENTE A LA INSTALACION SERVIDA DE LA RED DE SUMINISTRO CUANDO OCURRE UNA SOBRECORRIENTE

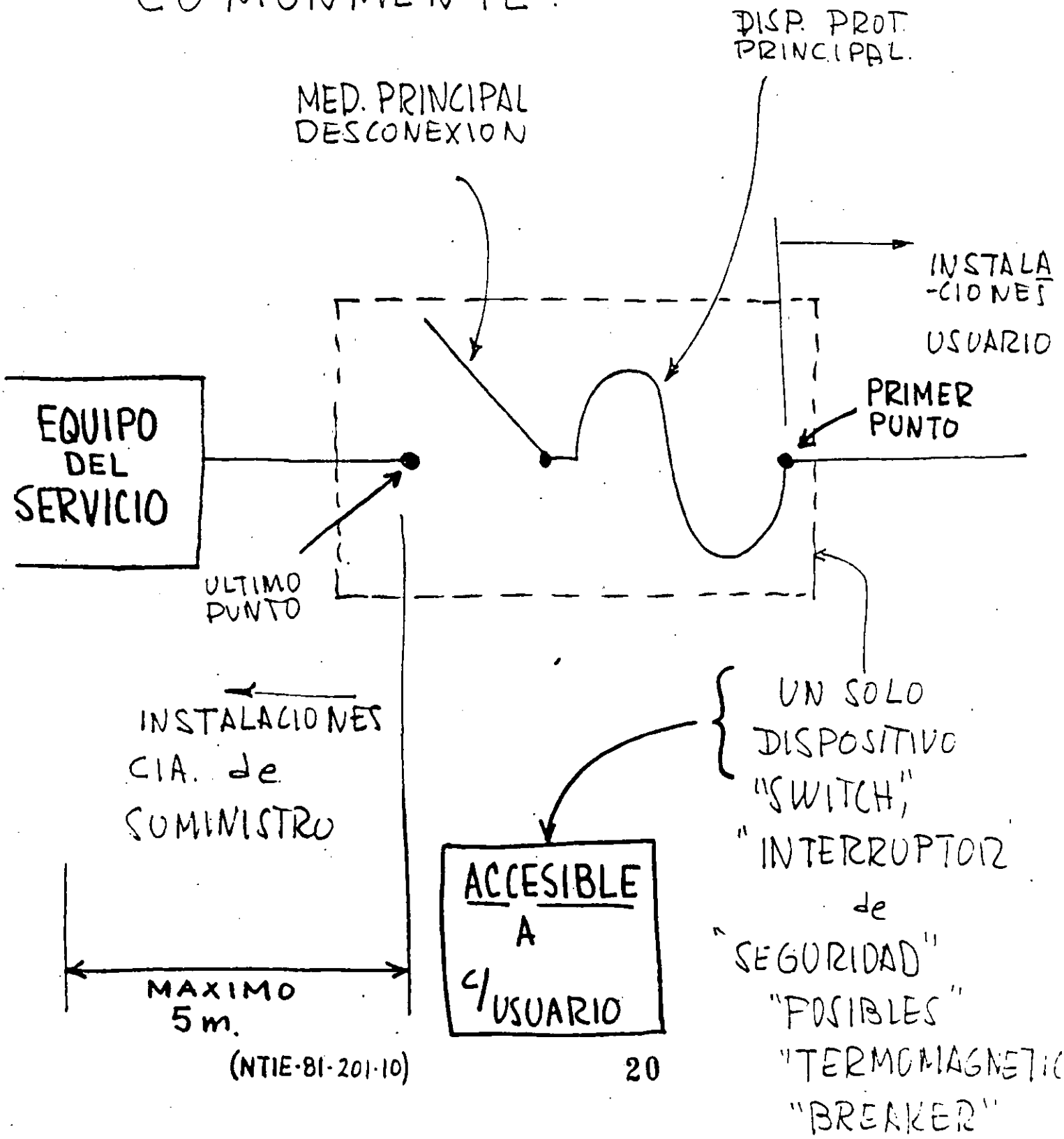
SOBRECORRIENTE:

$$I_{CIRCULANTE} > I_{DISEÑO}$$

CAPACIDAD INTERRUPTIVA

→ ADECUADA AL CORTO CIRCUITO MAXIMO POSIBLE

COMUNMENTE:


DISP. PROT. PRINCIPAL.
MED. PRINCIPAL DESCONEXION
INSTALA-CIONES USUARIO
EQUIPO DEL SERVICIO
PRIMER PUNTO
ULTIMO PUNTO
INSTALACIONES CIA. de SUMINISTRO
UN SOLO DISPOSITIVO "SWITCH", "INTERRUPTOR de SEGURIDAD" "POSIBLES" "TERMOMAGNETICO" "BREAKER"
ACCESIBLE A c/USUARIO
MAXIMO 5 m.

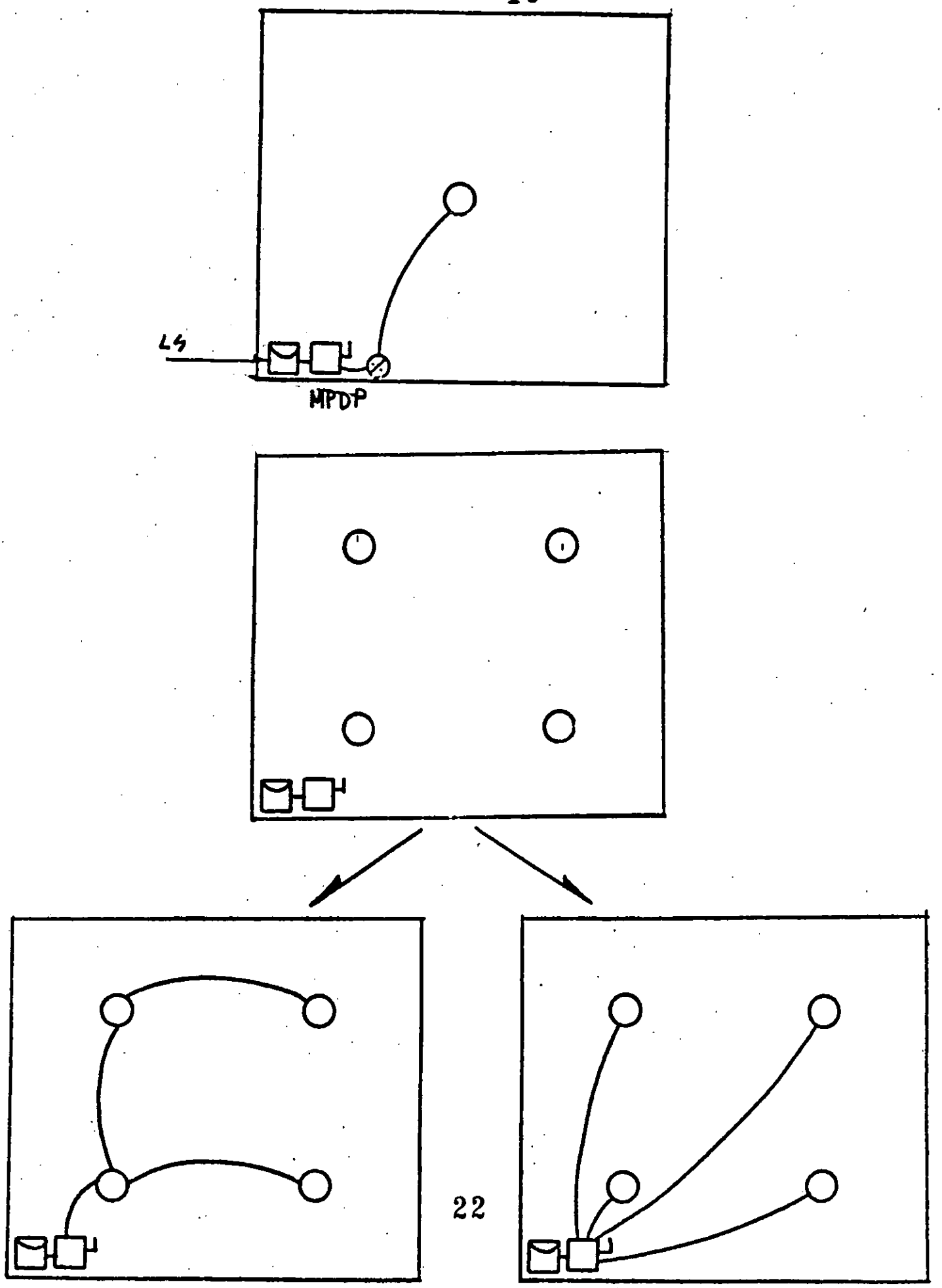
SISTEMA DE DISTRIBUCION

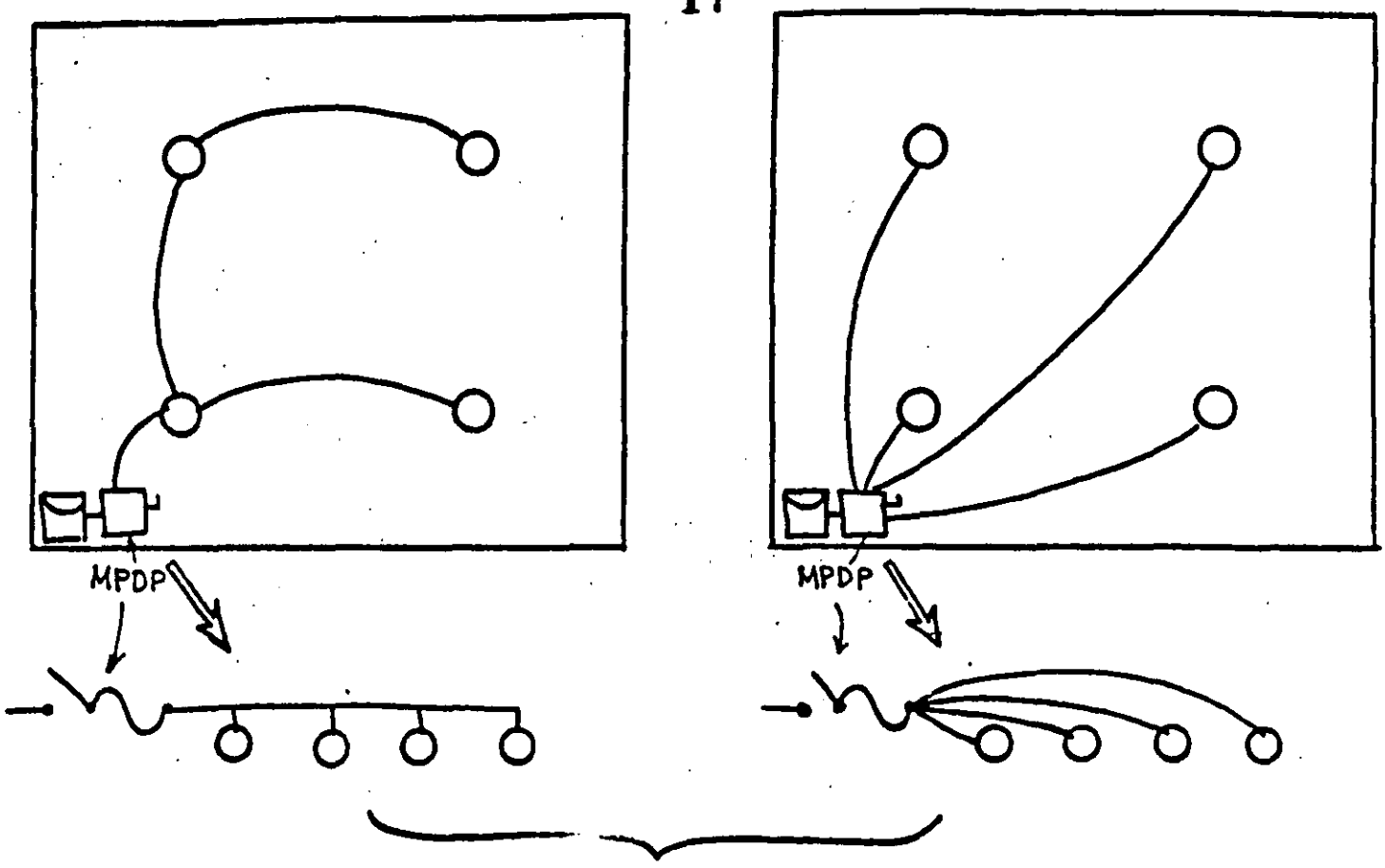
FORMADO POR :-

- CIRCUITOS ALIMENTADORES.

- CENTROS de DISTRIBUCION.
  (TABLEROS.

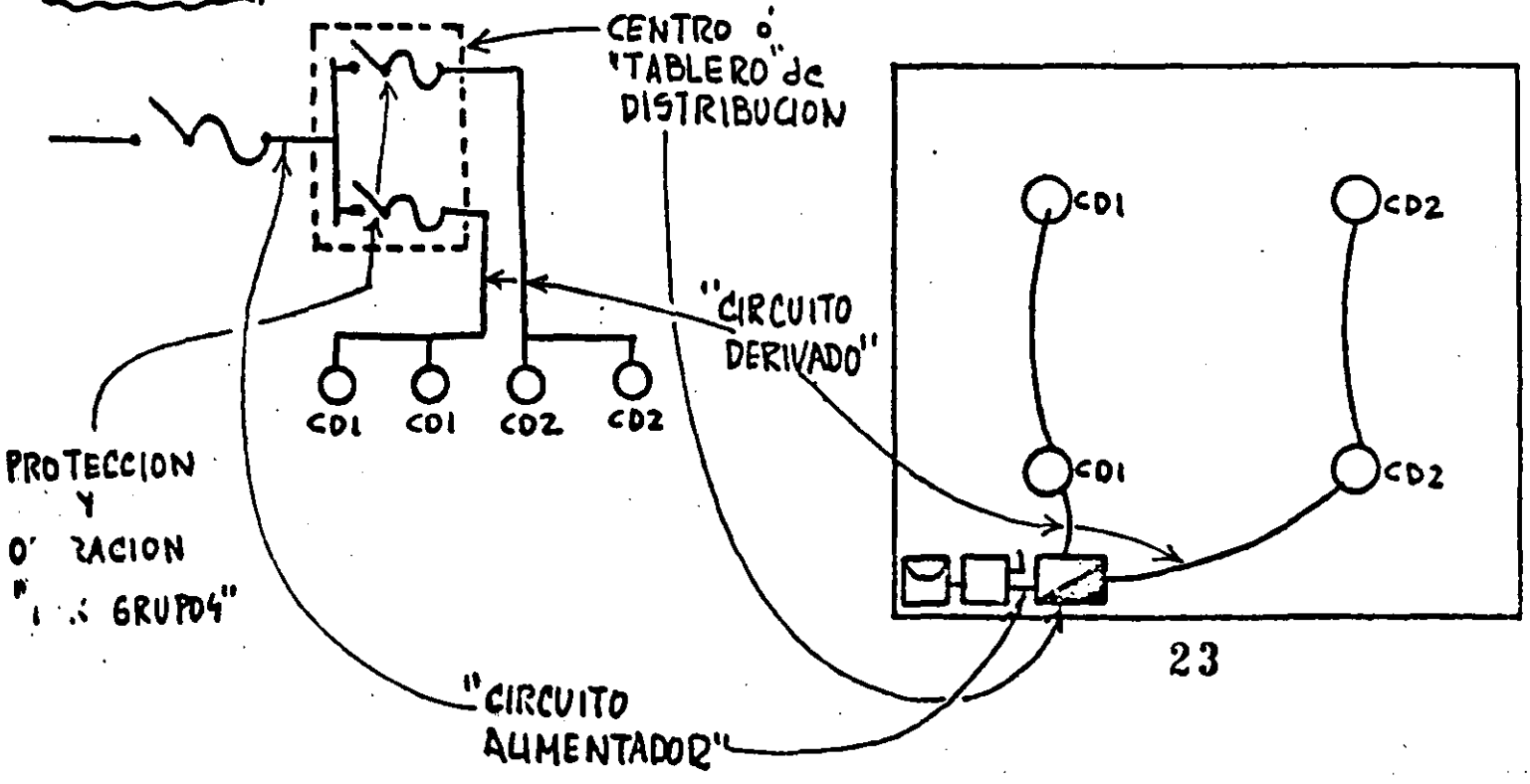
- CIRCUITOS DERIVADOS. -

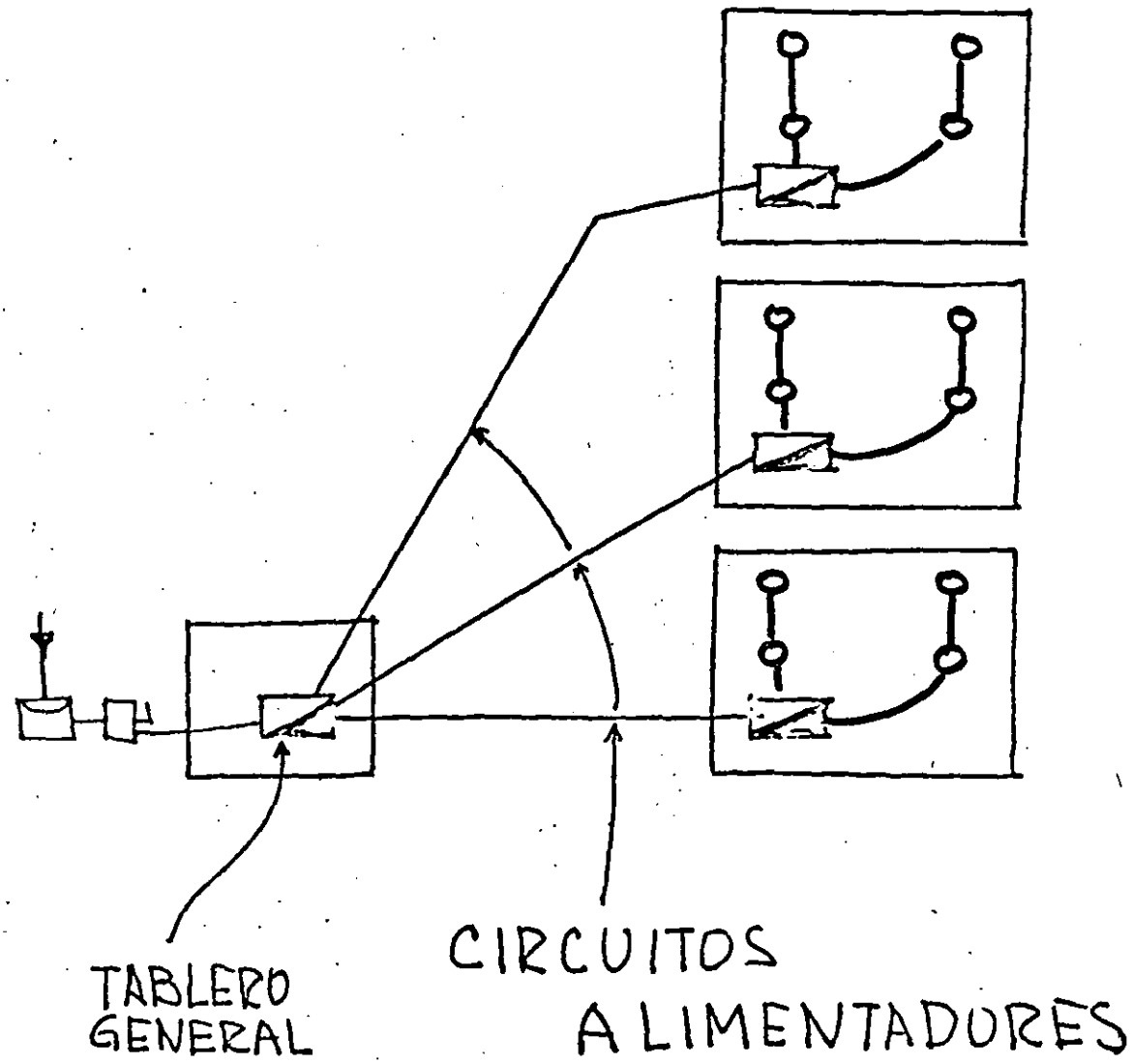

LS
MPDP
22

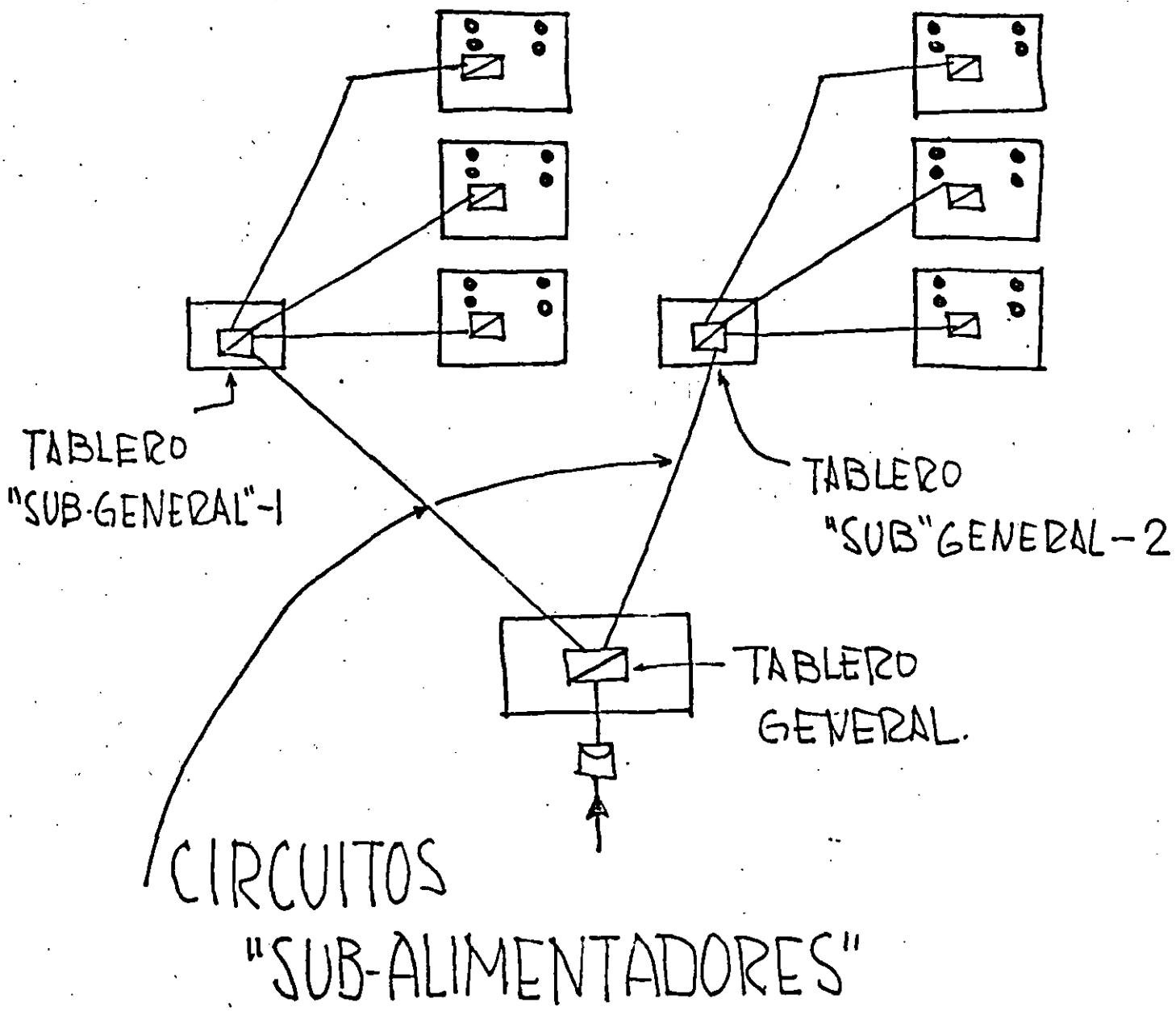


FALLA →
POSIBILIDAD OPERACION →
} TOTAL

SOLUCION:

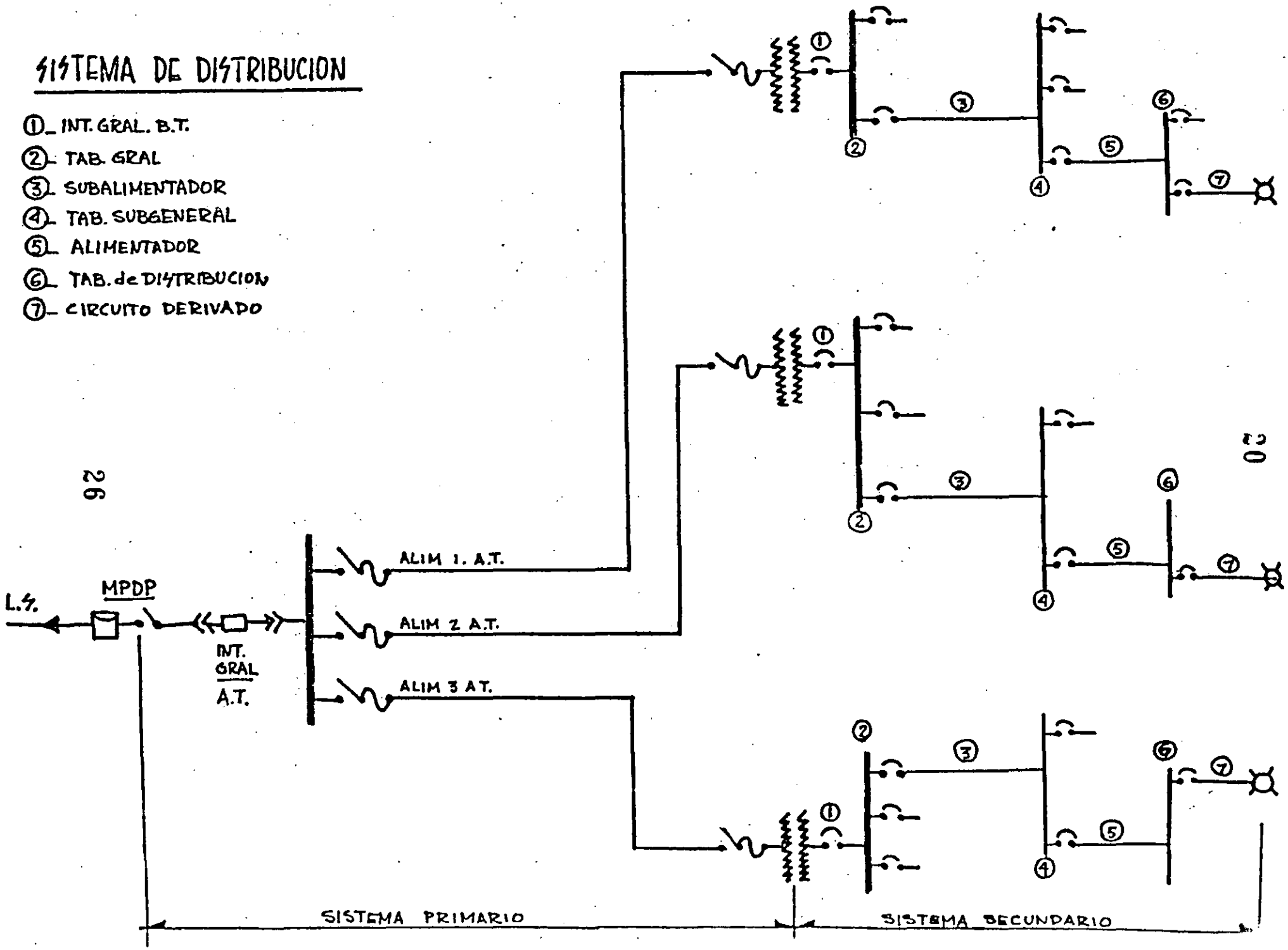



TABLERO
GENERAL
CIRCUITOS
ALIMENTADORES


TABLERO
"SUB-GENERAL"-1
TABLERO
"SUB"GENERAL-2
TABLERO
GENERAL.
CIRCUITOS
"SUB-ALIMENTADORES"

SISTEMA DE DISTRIBUCION

1_ INT. GRAL. B.T.
2_ TAB. GRAL
3_ SUBALIMENTADOR
4_ TAB. SUBGENERAL
5_ ALIMENTADOR
6_ TAB. de DISTRIBUCION
7_ CIRCUITO DERIVADO



CARGA

NTIE-101: "POTENCIA QUE DEMANDA UN APARATO ó MAQUINA O UN CONJUNTO DE APARATOS DE UTILIZACION..."

"UNA" CARGA ⟹ - DISPOSITIVO ADECUADO PARA ABSORVER O TRANSFORMAR LA ENERGIA ELECTRICA A OTRAS FORMAS DE ENERGIA, PARA SU UTILIZACION

- LUMINOSA ⟶ LAMPARAS
- MECANICA ⟶ MOTORES
- TERMICA ⟶ CALEFACTORES

"DETERMINACION" DE UNA CARGA: CONOCIMIENTO ó DEFINICION DE SUS CARACTERISTICAS: -

CARACTERISTICAS DE UNA CARGA:

① PARAMETROS ELECTRICOS:
- POTENCIA
- TENSION
- CORRIENTE DEMANDADA
  - NOMINAL
  - DE ARRANQUE
  - A ROTOR BLOQUEADO
- F.P.
- FRECUENCIA

② LOCALIZACION:
- DE LA CARGA
- DE SU CONTROL
- DE SUS PROTECCIONES

③ OPERACION:
- REGIMEN DE CARGA
- TIPO DE SERVICIO.

• CLASIFICACION DE LAS CARGAS:

- DE ACUERDO CON EL SERVICIO (FUENTE DE ALI-MENTACION
  - SERVICIO NORMAL
  - SERVICIO DE EMERGENCIA

- DE ACUERDO CON SU USO
  - ALUMBRADO
    - UTILITARIA
    - ORNAMENTAL
  - APARATOS
    - DEFINIDA
    - INDEFINIDA
  - MOTORES

SISTEMAS QUE INTEGRAN UNA I.E.

1.- SISTEMA DE CONDUCTORES

2.- SISTEMA DE CANALIZACION

3.- SISTEMA DE PROTECCION

4.- SISTEMA DE CONTROL

CARACTERISTICAS DE UN CONDUCTOR :-

1- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA CONDUCIR LA CORRIENTE MAXIMA DEL CIRCUITO

2- SECCION TRANSVERSAL SUFICIENTE PARA LIMITAR LA CAIDA DE VOLTAJE

3- AISLAMIENTO ADECUADO PARA LAS CONDICIONES DE INSTALACION.-

4- RESISTENCIA MECANICA.

MEDIOS DE CANALIZACION

CANALIZACION:- "MEDIO ó MEDIOS QUE SE USAN PARA ALOJAR A LOS CONDUCTORES DE UNA I.E. Y QUE SON :

- DISEÑADOS
- CONSTRUIDOS
- UTILIZADOS

.... PARA TAL FIN".

(NTIE-81-101)

OBJETIVO: SOPORTE / PROTECCION — DE LOS CONDUCTORES

VS

- DAÑO MECANICO
- EFECTO del AMBIENTE

CARACTERISTICAS GENERALES

- DEBEN TENER CONTINUIDAD:
  - ELECTRICA:
    METALICA SIEMPRE CONECTADA A TIERRA
    (NTIE-81-301·5, 206·21)
  - MECANICA:
    - REMATADAS (FIJAS) A CADA CAJA O ACCESORIO
    - SI CAMBIA EL TIPO DE CANALIZACION → CAJA ADECUADA

- NO DEBE ALOJAR CONDUCTORES DE SISTEMAS DIFERENTES: EJ:
  - 220/127.5 vs 440V
  - C.D.
  - FRECUENCIA DIFERENTE
  - COMUNICACION. etc.

  Excep: - CONTROL CON CIRCUITO DE F2A → SI → MISMO AISLAMIENTO
  CTO. Balastro y CTO Alumbrado.

- CANTIDAD DE CONDUCTORES:

  DEBE PERMITIR FACILIDAD PARA
  - COLOCARLOS
  - REMOVERLOS
  - DISIPAR CALOR

(NTIE-81-301·10)

CARACTERISTICAS GENERALES (2)

- DEBE EVITARSE :

  - LA CIRCULACION DE AIRE ENTRE PARTES DE UNA CANALIZACION EXPUESTAS A DIFERENTES TEMPERATURAS. (301.13)

  - LA CIRCULACION DE CUALQUIER CORRIENTE INDUCIDA EN UNA CANALIZACION METALICA. (301.14)

  - INSTALAR UNA CANALIZACION EN DUCTOS DE EXTRACCION DE POLVOS, VAPORES ó BASURA. (301.16)
    (SI' EN DUCTOS de A.A → TUBERIA METALICA)

- CANALIZACION PARA DIVERSOS USUARIOS :- (301.17)

  - PUEDE OCUPAR MISMA CANALIZACION (EN AREAS COMUNES)
  - EN CONDOMINIOS → CANALIZACIONES SEPARADAS

METODOS DE CANALIZACION REGLAMENTADOS

- TUBO CONDUIT
  - METALICO RIGIDO
    - PESADO
    - SEMIPESADO
    - LIGERO
  - METALICO FLEXIBLE
  - NO METALICO
    - PVC
    - POLIETILENO
- DUCTOS METALICOS CON TAPA
- DUCTOS METALICOS CON BARRAS
- DUCTOS PARA PISO
- CHAROLAS
- INSTALACION VISIBLE SOBRE AISLADORES
- EXTENSIONES CORTAS VISIBLES

CANALIZACION CON TUBERIA "CONDUIT"

"CONDUIT" = TUBERIA DISEÑADA Y FABRICADA ESPECIALMENTE PARA ALOJAR CONDUCTORES.

- SUPERFICIE INTERIOR ADECUADA.
- PERMITE DOBLEZ.

TIPOS DE TUBERIA CONDUIT:

- T.C.
  - METALICA
    - ACERO
      - RIGIDA
        - PARED GRUESA
          - ESMALTADA
          - GALVANIZADA
        - PARED DELGADA
          - ESMALTADA
          - GALVANIZADA
        - PARED EXTRA DELGADA
          - ESMALTADA
          - GALVANIZADA
      - FLEXIBLE
        - NORMAL
        - IMPERMEABLE
    - ALUMINIO
      - PARED GRUESA
      - PARED DELGADA
  - NO METALICA
    - PLASTICAS
      - RIGIDAS (PVC)
        - LIGERO
        - PESADO
      - FLEXIBLES (POLYDUCTO)
    - ASBESTO CEMENTO.
    - CEMENTO

(32)

VENTAJAS del TUBO CONDUIT METALICO

- PROTECCION vs CORROSION
- PROTECCION MECANICA
- CONTINUIDAD ELECTRICA
- ESTANQUEIDAD
- APARIENCIA

(35)

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS DIVERSAS TUBERIAS CONDUIT METALICAS.

	ALUMINIO		A C E R O					
	P.G.	P.D.	P.G.		P.D.		P.E.D.	
			GALV.	ESM.	GALV.	ESM.	GALV.	ESM.
PROTECCION vs CORROSION	1	2	3	6	4	7	5	8
PROTECCION MECANICA	2	4	1	1	3	3	5	5
CONTINUIDAD ELECTRICA	1	3	2	2	4	4	5	5
ESTANQUEIDAD	1	2	1	1	3	3	4	4
APARIENCIA	1	4	2	3	5	7	6	8

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS DIVERSAS TUBERIAS CONDUIT METALICAS.

	ALUMINIO		ACERO					
	P.G.	P.D.	P.G.		P.D.		P.E.D.	
			GALV.	ESM.	GALV.	ESM.	GALV.	ESM.
PROTECCION vs CORROSION	1	2	3	6	4	7	5	8
PROTECCION MECANICA	2	4	1	1	3	3	5	5
CONTINUIDAD ELECTRICA	1	3	2	2	4	4	5	5
ESTANQUEIDAD	1	2	1	1	3	3	4	4
APARIENCIA	1	4	2	3	5	7	6	8

USOS TIPICOS de las TUBERIAS CONDUIT

-PARED GRUESA GALV.	INDUSTRIA - INTERIOR y EXT. - APARENTE
- PARED GRUESA ESM.	INDUSTRIA - INTERIOR - OCULTA
- PARED DELG. GALV.	RESIDENCIAL EXTERIOR
- PARED DELG. ESM.	RESIDENCIAL INTERIOR - OCULTA.
- PARED EXT. DELG. GALV.	RESIDENCIAL ECONOMICA - EXTERIOR
- PARED EXT. DELG. ESM.	RESIDENCIAL ECONOMICA - INTERIOR - OC
- FLEXIBLE NORMAL	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES SECOS
- FLEXIBLE IMPERM.	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. - LUGARES HUMEDO
- ALUMINIO P.G.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - RESIST. MECANICA
- ALUMINIO P.D.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO -
- PLASTICA RIG. PESADA	JARDINES - EXTERIORES
- PLASTICA RIG. LIGERA	INTERIOR - RESIDENCIAL
- PLASTICA FLEXIBLE	RESIDENCIAL ECONOMICA - EMPOTRADA.
- ASBESTO CEMENTO	DIST. EXTERIOR - ENTERRADA.
- CEMENTO	ALUMBRADO PUBLICO

COSTO - ANALISIS COMPARATIVO TUBERIA CONDUIT (36)

mm (Pulg) →	13 (1/2)	19 (3/4)	25 (1)	32 (1 1/4)	38 (1 1/2)	51 (2)	63 (2 1/2)	76 (3)	102
P.G. ESM	100	125	194	250	325	445	944	1,188	1,750
P.G. GALV.	112	142	221	284	369	505	1,067	1,345	1,952
P.D. ESM	67	93	164	178	249	313			
P.D. GALV	78	108	188	255	287	361			
P.E.D. ESM.	46	63							
P.E.D. GALV.	56	77							
EX. NORM	76	110	145	227	278	536	615	690	1,437
FLEX. IMP.	202.4	293	410	630	813	1,368	4,229	5,919	8,376
ALUM. P.G.	1,248	1,594	2,333	3,205	3,835	5,117	8,271	10,824	15,169
PL. RIG. LIG.	38	50	65	108	132	191			
PL. RIG. PES.	57	76	96	125	158	239	333	415	559
PL. FLEX (POLYD.).	10	19	30	45	52	73		191	
ASB. CEM.							235	270	357
CEMENTO.									195

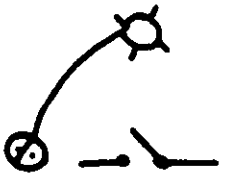
COSTO - ANALISIS COMPARATIVO TUBERIA CONDUIT

mm (pulg)	13 (1/2)	19 (3/4)	25 (1)	32 (1 1/4)	38 (1 1/2)	51 (2)	63 (2 1/2)	76 (3	10
P.G. ESM	100	125	194	250	325	445	944	1,188	1,7
P.G. GALV.	112	142	221	284	369	505	1,067	1,345	1,9
P.D. ESM	67	93	164	178	249	313			
P.D. GALV	78	108	188	255	287	361			
P.E.D. ESM.	46	63							
P.E.D. GALV.	56	77							
FLEX. NORM	76	110	145	227	278	536	615	690	,4
FLEX. IMP.	202.4	293	410	630	813	1,368	4,229	5,919	8,3
ALUM: P.G.	1,248	1,594	2,333	3,205	3,835	5,117	8,271	10,824	15,1
PL.RIG. LIG.	38	50	65	108	132	191			
PL.RIG. PES.	57	76	96	125	158	239	333	415	5
PL. FLEX (POLYD.).	10	19	30	45	52	73		191	
ASB. CEM.							235	270	3
CEMENTO.									1

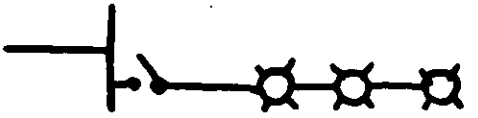
MEDIOS de CONTROL

ALUMBRADO Y CONTACTOS

- SE ESTABLECE POR MEDIO DE:
  - INTERRUPTORES INDEPENDIENTES:

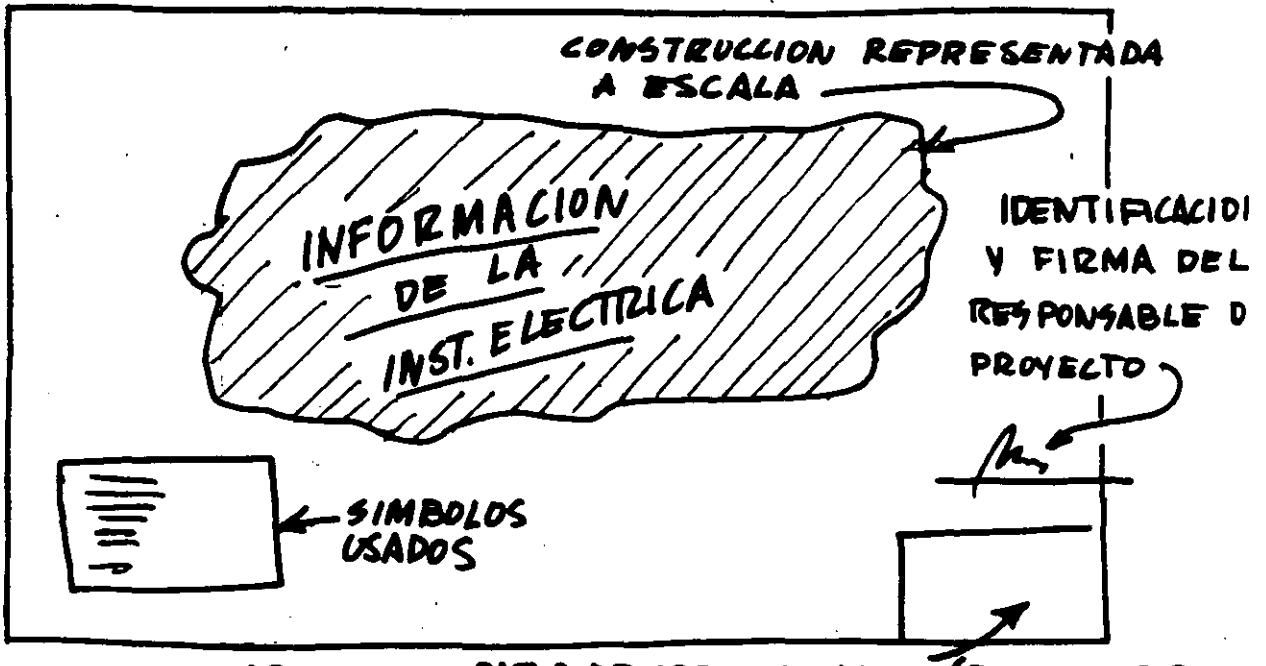


  - MEDIOS DE DESCONEXION DEL CIRCUITO DERIVADO:



- SE REPRESENTA EN LOS PLANOS DE LA INSTALACION ELECTRICA

→ REPRESENTACION EN UN PLANO ARQUITECTONICO A ESCALA, DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN UNA INSTALACION ELECTRICA :-



- DATOS DE IDENTIFICACION (EDIFICIO, DIRECCI ARQ, ETC.)
- ESCALA, - FECHA - VS.

rán los plazos que al respecto fija el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica y demás disposiciones aplicables, a fin de que sea corregida, y en el suspuesto de que no se efectúen, se mandará suspender el servicio en la forma prevenida por la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, independientemente de que se apliquen las sanciones que correspondan.

ARTICULO DUODECIMO.—Se llevará un control de las actividades que realicen los responsables inscritos en la Dirección General de Energía, y con base en él se determinarán los casos en que sea procedente refrendar o revocar el registro, independientemente de la aplicación de las sanciones que legalmente procedan.

TRANSITORIO

UNICO.—El presente Acuerdo entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los dos días del mes de marzo de 1982.—El Secretario de Patrimonio y Fomento Industrial, José Andrés Oteyza.—Rúbrica.

TABLA I

SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES DE SUBESTACIONES

- APARTARRAYOS
- INTERRUPTOR
- DESCONECTADOR
- DESCONECTADOR FUSIBLE
- TRANSFORMADOR DE POTENCIA
- TRANSFORMADOR DE POTENCIAL
- TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
- EQUIPO DE MEDICION
- CAPACITOR
- GRUPO GENERADOR
- ACOMETIDA

SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS Y PLANOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

- SALIDA PARA LAMPARA INCANDESCENTE
- SALIDA PARA LAMPARA FLUORESCENTE
- ARBOTANTE
- PS PORTALAMPARA CON INTERRUPTOR DE CORDON
- SALIDA DE PISO
- SALIDA PARA ACCESORIO OCULTO (El trazo muestra la forma del accesorio)
- TV SALIDA PARA TELEVISOR
- LP SALIDA PARA PROPOSITO ESPECIAL (Las letras indican las funciones. Ejemplo: LP Lavadora de platos)
- SALIDA TRIFASICA
- CONTACTO DOBLE, CIRCUITO INDEPENDIENTE
- T CONTACTO DOBLE (La T muestra que es del tipo de conexión a tierra)
- CONTACTO DOBLE, CIRCUITO GENERAL
- I CONTACTO PARA INTEMPERIE
- 1,3 CONTACTO DE USO GENERAL DIFERENTE DEL DOBLE (El número muestra la cantidad de polos)
- APAGADOR SENCILLO
- APAGADOR DE ESCALERA
- APAGADOR DE 4 VIAS
- P APAGADOR DE PUERTA
- LP APAGADOR CON LUZ PILOTO
- I APAGADOR DE INTEMPERIE
- D-N-C CABLE O CONDUCTO POR TECHO O MURO
- ----- CABLE O CONDUCTO POR PISO
- CAJA DE CONEXION
- ABRIDOR ELECTRICO PARA PUERTA
- ESTACION DE BOTONES
- ZUMBADOR
- TIMBRE
- CAMPANA
- INTERFONO
- TELEFONO INTERCOMUNICACION
- TELEFONO AL EXTERIOR
- R RELOJ
- CONEXION A TIERRA
- TABLERO DE ALUMBRADO
- TABLERO DE FUERZA
- TABLERO GENERAL
- BATERIA
- MEDIO DE DESCONEXION
- INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
- FUSIBLE
- M MOTOR
- A ARRANCADOR (Protección contra sobrecarga)
- S SOLDADORA
- RESISTENCIA
- CAPACITOR
- RECTIFICADOR

D = Diámetro de la canalización
N = Número de conductores
C = Calibre de los conductores

43

INFORMACION DE LA I.E. QUE PROPORCIONA:

① - DE LAS "SALIDAS": (SITIO EN EL CUAL LA INSTALACION PROVEE DE ENERGIA A UNA UTILIZACION O CARGA)

1.1 - LOCALIZACION
1.2 - ESPECIFICACION (DE ACUERDO CON -SIMBOLOGIA)
1.3 - CIRCUITO QUE LAS ALIMENTA
1.4 - DISPOSITIVO DE CONTROL QUE LAS OPERA

② DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL:

2.1 - LOCALIZACION
2.2 - ESPECIFICACION (DE ACUERDO CON SIMBOLOGIA)
2.3 - CARGA ó SALIDA QUE CONTROLA

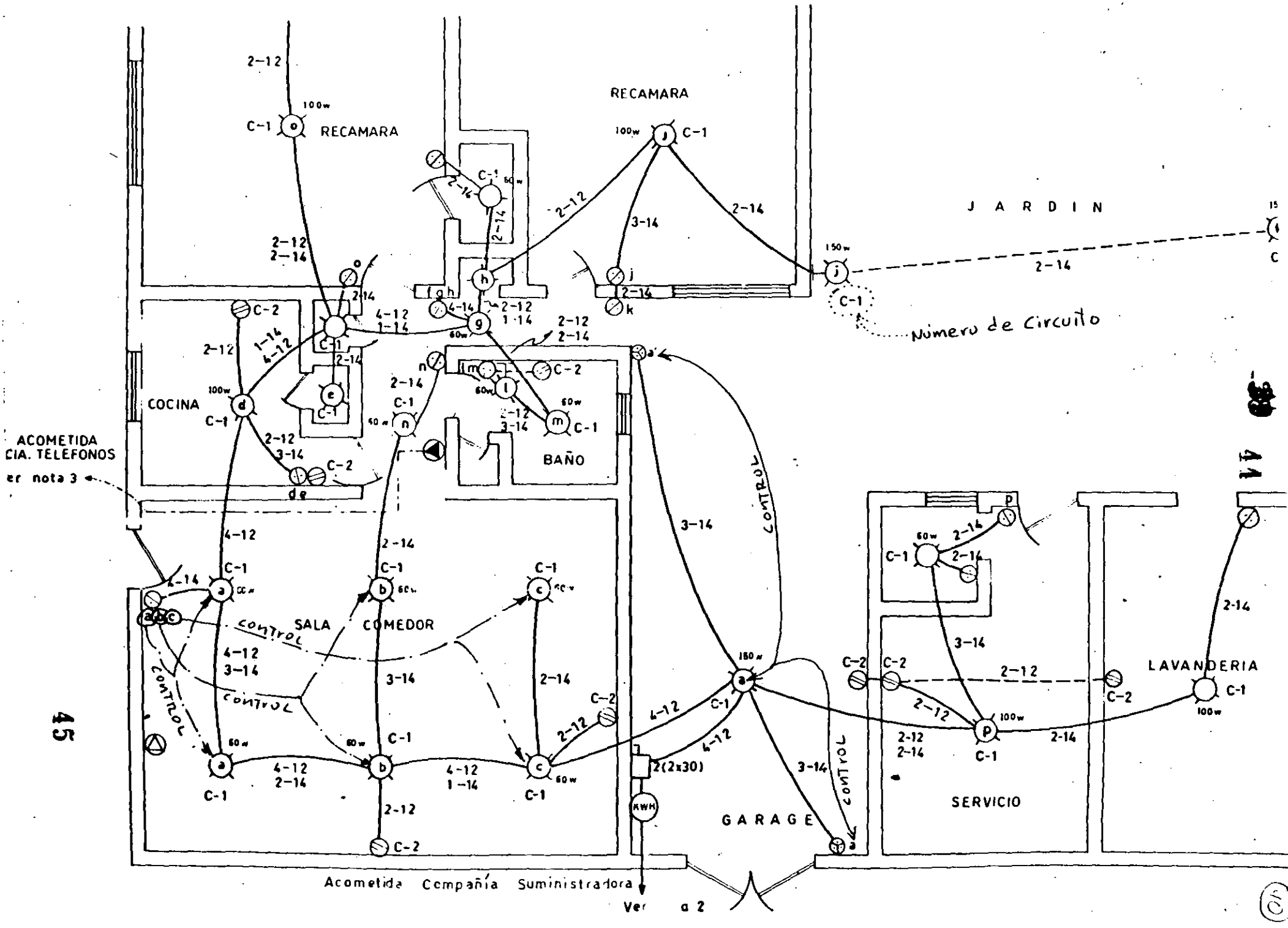
③ DE LAS CANALIZACIONES

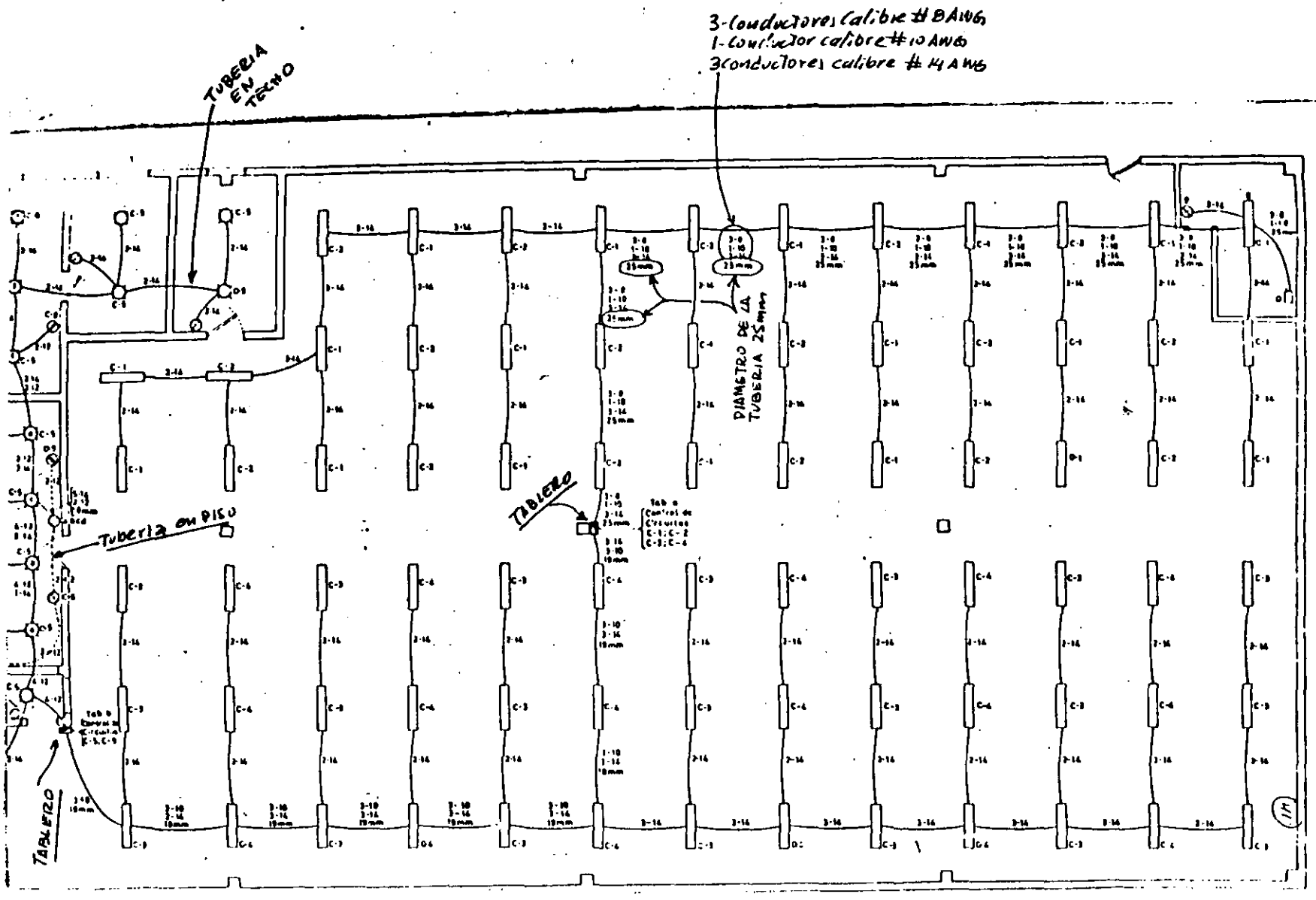
3.1 - TRAYECTORIA APROXIMADA - (DE DONDE a DONDE Va
3.2 - LOCALIZACION (En muro, techo ó piso)
3.3 - ESPECIFICACION
3.4 - CONDUCTORES ALOJADOS EN ELLA, Y SU ESPECIFICAC

④ DE LOS TABLEROS

4.1 - LOCALIZACION
4.2 - ESPECIFICACION
4.3 - CUADRO DE CARGAS
4.3.1 - CANTIDAD Y TIPOS DE CARGAS: { POR CIRCUITO / TOTAL
4.3.2 - CARGA CONECTADA: - P/CIRCUITO
P/FASE
TOTAL

4.3.3 - DESBALANCEO
4.4 - ESPECIFICACION PROTECCION CIRCUITOS


RECAMARA
RECAMARA
JARDIN
COCINA
BAÑO
SALA
COMEDOR
GARAGE
SERVICIO
LAVANDERIA
ACOMETIDA
CIA. TELEFONOS
er nota 3
Numero de Circuito
CONTROL
Acometida Compañía Suministradora
Ver a 2
KWH
2(2x30)
100w
150w
60w
C-1
C-2
2-12
2-14
3-14
4-12
1-14
2-12
2-14


3-Conductores Calibre #8 AWG
1-Conductor calibre #10 AWG
3 conductores calibre #14 AWG
TUBERIA EN TECHO
DIAMETRO DE LA TUBERIA 25mm
TABLERO
Tubería en PISO
TABLERO

(42)

42

No.	MOTOR						ARRANCADOR					INTERRUPTOR TAJUS C-DOE					
	C.P.		KW	V	Ø	Hz											
1	3			220	3												
2	3			220	3												
3	1			220	3												
4	5			220	3												
5	2			220	3												
6	3			220	3												
7a		10		220	3												
7b	1			220	3												
7c	1			220	3												
7d	1			220	3												
8	1			220	3												
9	5			220	3												
10	3			220	3												
11	0.50			220	3												
12	1			220	3												
13			4.80	220	3												
14			6	127	1												
15			3.25	220	3												
16	7.50			220	3												
17			2.85	220	3												
18	15			220	3												
SUMA	53.00		26.90														

"TIPOS DE SALIDAS"

carga conectada por circuito

TOTAL SALIDAS POR CIRCUITO

CTO No.	2x40 W	60 W	175 W	FASE A	FASE B	FASE C
1	20			1500		
2	17			1360		
3	21					1680
4	18				1440	
5	1	23			1460	
6			10			1460
SUMA	77	23	10	2350	2900	2930

TOTAL SALIDAS POR TIPO

CARGA CONECTADA POR FASE

CAPACIDAD TOTAL EN FUERZA = 65.438 KW
CAPACIDAD TOTAL ALUMBRADO = 6.665 KW

CARGA TOTAL POR FASE

fase A = 25.000 KW.
fase B = 24.840 KW.
fase C = 24.970 KW.

DESBALANCEO ENTRE FASES = 0.24 %

CALCULO:

$$\frac{\text{Fase Mayor} - \text{Fase Menor}}{\text{Fase Mayor}} \times 100 = \frac{25 - 24.94}{25.000} \times 100 = 0.24\%$$

DESBALANCEO

SIMBOLOS

- Medidor de Watts-Horas
- Tablero de Fuerza
- Interruptor de navajas con elemento fusible
- Interruptor de navajas con elemento fusible
- Tablero de alumbrado
- Interruptor termomagnético
- Arrancador
- Arrancador a tensión completa
- Arrancador a tensión reducida
- Motor
- Estación de botones
- Contacto trifásico
- Contacto monofásico
- Salida especial (trifásica o monofásica)
- Horno de Resistencias
- Lámpara incandescente
- Lámpara fluorescente
- Apagador sencillo
- Caja de conexiones
- Tubería por loza y techo
- Tubería por piso y muro

NOTAS:

1.- El diámetro de tubería no indicado, corresponde a 13mm.

2.- Toda acometida aérea para el suministro de energía eléctrica, deberá tener una altura mínima de 5 mts desde el nivel de la banqueta y constará de un tubo de diámetro no menor de 32 mm.

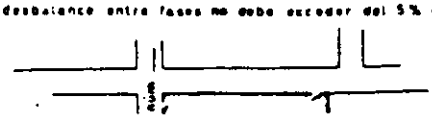
3.- Es optativo indicar:
a)- Configuración de la maquinaria
b)- Elaboración de una Memoria Técnica Descriptiva

4.- Dejar espacio de 10x20cm para sello y firma de esta dependencia.

5.- El desbalance entre fases no debe exceder del 5% de la fase mayor

6.- Todos los interruptores que controlan circuitos principales deberán estar concentrados cerca del equipo de medición de la cía Suministradora

48



DISPOSITIVOS DE PROTECCION VS SOBRECORRIENTE

OBJETIVO: ABRIR CIRCUITO. ⟶ OPERACION AUTOMATICA

PRINCIPIOS DE OPERACION :-

1 - TERMICO
- FUSIBLES
- ELEMENTOS TERMICOS
- INTERRUPTORES TERMICOS

2 MAGNETICO
- RELEVADORES
- INTERRUPTORES MAGNETICOS

3 MIXTOS
- INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

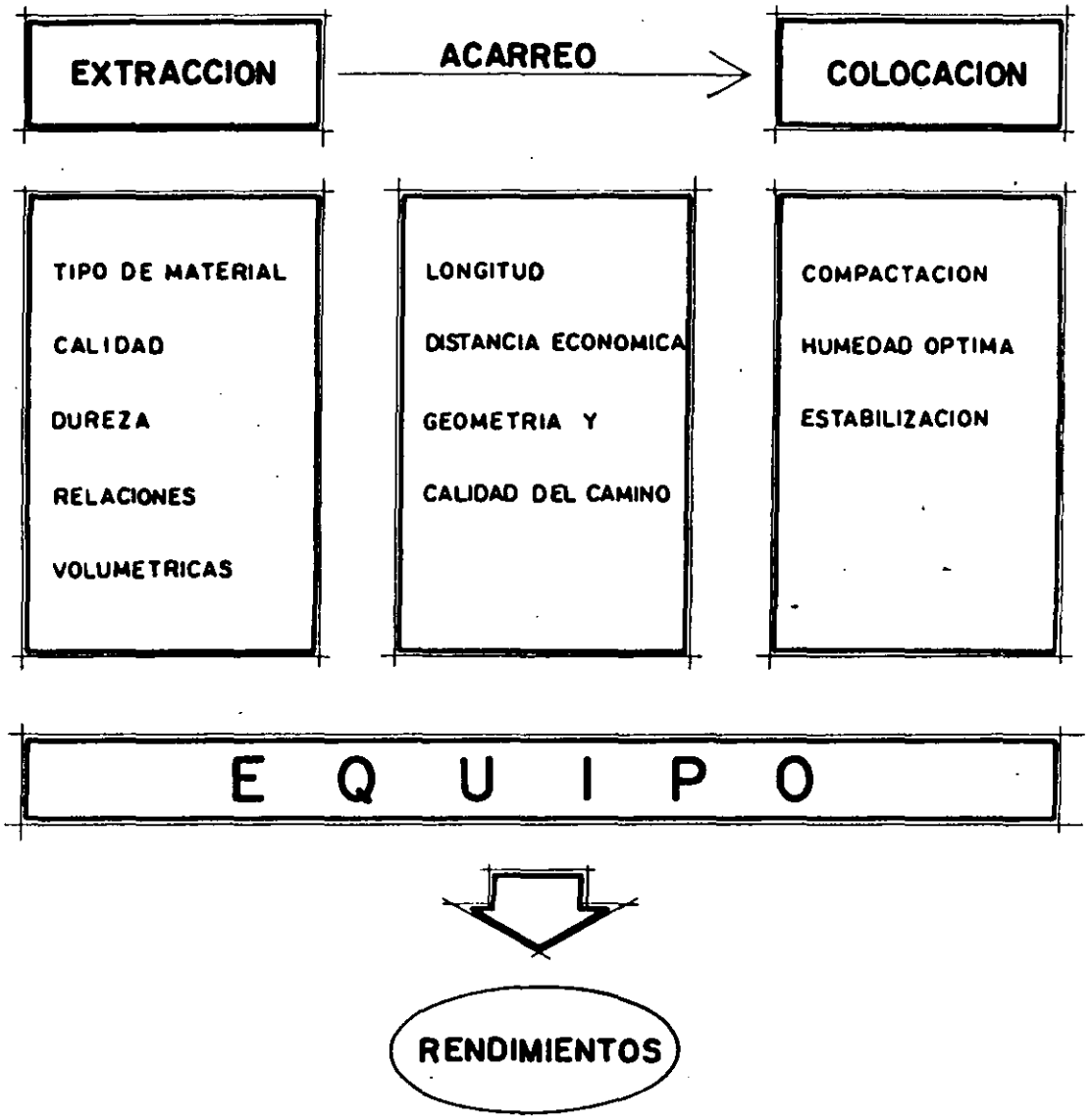
MOVIMIENTO DE TIERRAS

ING. ERNESTO BERNAL VELASCO

SEPTIEMBRE -1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

CUADRO ESQUEMATICO REPRESENTATIVO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS



MOVIMIENTO DE TIERRAS.

1).- ESTRUCTURAS DE TIERRA.

Terraplenes para caminos.

Presas de tierra.

Bordos

Rellenos.

2).- EL PROYECTO DE LA SUBRASANTE

Elementos que definen el proyecto de la subrasante.

3).- COSTO DE LAS TERRACERIAS.

La posición que debe guardar la subrasante para obtener la economía máxima en la construcción de las terracerías, depende de los siguientes conceptos:

1).- Costos unitarios:

Excavación en corte.

Excavación en préstamo.

Compactación en el terraplén del material de corte.

Compactación en el terraplén del material de préstamo.

Sobreacarreo del material de corte a terraplén.

Sobreacarreo del material de corte a desperdicio.

Sobreacarreo del material de préstamo a terraplén.

Costo del terreno afectado para préstamo, desmonte y despalme, dividido entre el volumen de terracerías extraído del mismo.

2).- Coeficientes de variabilidad volumétrica:

Del material de corte.

Del material de préstamo.

4).- LA CURVA MASA.

5).- LA COMPACTACION.

[redacted]

PROYECTO DE LA SUBRASANTE Y CALCULO DE LOS MOVIMIENTOS DE TERRACERIAS

GENERALIDADES

El costo de construcción, parte integrante de los costos en que se basa la evaluación de un camino, está gobernado por los movimientos de terracerías. Esto implica una serie de estudios que permitan tener la certeza de que los movimientos a realizar sean los más económicos, dentro de los requerimientos que el tipo de camino fija.

La subrasante a la que corresponden los movimientos de terracerías más económicos se le conoce como subrasante económica.

En este Capítulo se dan los lineamientos que el proyectista debe seguir para obtener la subrasante que corresponde a un proyecto económico.

10.1 PROYECTO DE LA SUBRASANTE

Al iniciarse el estudio de la subrasante en un tramo se deben analizar el alineamiento horizontal, el perfil longitudinal y las secciones transversales del terreno, los datos relativos a la calidad de los materiales y la elevación mínima que se requiere para dar cabida a las estructuras.

La subrasante económica es aquella que ocasiona el menor costo de la obra, entendiéndose por esto, la suma de las erogaciones ocasionadas durante la construcción y por la operación y conservación del camino una vez abierto al tránsito. No obstante, en lo que sigue se tratará la forma de encontrar la subrasante económica determinándola únicamente por el costo de construcción, por ser este concepto el que generalmente presenta variaciones sensibles. Bajo este aspecto, para el proyecto de la subrasante económica hay que tomar en cuenta que:

1. La subrasante debe cumplir con las Especificaciones de Proyecto Geométrico dadas.
2. En general, el alineamiento horizontal es definitivo, pues todos los problemas inherentes a él han sido previstos en la fase de anteproyecto. Sin embargo habrá casos en que se requiera modificarlo localmente.
3. La subrasante a proyectar debe permitir alojar las alcantarillas, puentes y pasos a desnivel y su elevación debe ser la necesaria para evitar humedades perjudiciales a las terracerías o al pavimento, causadas por zonas de inundación o humedad excesiva en el terreno natural.

10.1.1 Elementos que definen el proyecto de la subrasante

De acuerdo con lo anterior, se considera que los elementos que definen el proyecto de la subrasante económica, son los siguientes:

A) Condiciones topográficas.
B) Condiciones geotécnicas.
C) Subrasante mínima.
D) Costo de las terracerías.

A) Condiciones topográficas. De acuerdo con su configuración se consideran los siguientes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

Se estima que la definición de estos tres conceptos debe estar íntimamente ligada con las características que cada uno de ellos imprime al proyecto, tanto en los alineamientos horizontal y vertical como en el diseño de la sección de construcción.

Se considera terreno plano, aquel cuyo perfil acusa pendientes longitudinales uniformes y de corta magnitud, con pendiente transversal escasa o nula. Como lomerío, se considera al terreno cuyo perfil longitudinal presenta en sucesión, cimas y depresiones de cierta magnitud, con pendiente transversal no mayor de 25°. Como montañoso se considera al terreno que ofrece pendientes transversales mayores de 25°, caracterizado por accidentes topográficos notables y cuyo perfil obliga a fuertes movimientos de tierra.

En terreno plano el proyecto de la subrasante será generalmente en terraplén, sensiblemente paralelo al terreno, con la altura suficiente para quedar a salvo de la humedad propia del suelo y de los escurrimientos laminares en él, así como para dar cabida a las alcantarillas, puentes y pasos a desnivel. En este tipo de configuración, la compensación longitudinal o transversal de las terracerías se presenta excepcionalmente; como consecuencia, los terraplenes estarán formados con material producto de préstamo, ya sea lateral o de banco. El proyecto de tramos con visibilidad de rebase generalmente no presenta ninguna dificultad, tanto por lo que respecta al alineamiento horizontal como al vertical.

En un terreno considerado como lomerío, el proyectista estudiará la subrasante combinando las pendientes especificadas, obteniendo un alineamiento vertical ondulado, que en general permitirá aprovechar el material producto de los cortes, para formar los terraplenes contiguos. El proyecto de la subrasante a base de contrapendientes, la compensación longitudinal de las terracerías en tramos de longitud considerable, el hecho de no representar problema dejar el espacio vertical necesario para alojar las alcantarillas, los pasos a desnivel y puentes, son características de este tipo de terreno. Asimismo, cuando se requiere considerar la distancia de visibilidad de rebase en el proyecto del alineamiento vertical, se ocasiona un incremento en el volumen de tierras a mover.

En terreno montañoso, como consecuencia de la configuración topográfica, la formación de las terracerías se obtiene mediante la excavación de grandes volúmenes; el proyecto de la subrasante queda generalmente condicionado a la pendiente transversal del terreno y el análisis de las secciones transversales en zonas críticas o en balcón. Cuando a causa de la excesiva pendiente transversal del terreno haya necesidad de alojar en firme la corona del camino, la elevación de la subrasante debe estudiarse considerando la construcción de muros de contención o de viaductos, con el objeto de obtener el menor costo del tramo. En ocasiones, el proyecto de un túnel puede ser la solución conveniente.

Son características del terreno montañoso el empleo frecuente de las especificaciones máximas, tanto en el alineamiento horizontal como en el

vertical, la facilidad de disponer del espacio libre para dar cabida a alcantarillas y puentes, la presencia en el diagrama de masas de una serie de desperdicios interrumpidos por pequeños tramos compensados, la frecuencia de zonas críticas, los grandes volúmenes de tierras a mover, la necesidad de proyectar alcantarillas de alivio y el alto costo de construcción resultante, si se quiere considerar en el proyecto la distancia de visibilidad de rebase.

Dada la íntima liga que existe entre los alineamientos horizontal y vertical en todos los casos antes descritos, especialmente en el último, es necesario que al proyectar el alineamiento horizontal se tomen en cuenta los problemas que afectan el estudio económico de la subrasante.

B) Condiciones geotécnicas. La calidad de los materiales que se encuentran en la zona en donde se localiza el camino, es factor muy importante para lograr el proyecto de la subrasante económica, ya que además del empleo que tendrán en la formación de las terracerías, servirán de apoyo al camino. La elevación de la subrasante está limitada en ocasiones por la capacidad de carga del suelo que servirá de base al camino.

Por la dificultad que ofrecen a su ataque, las Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Obras Públicas, clasifican a los materiales de terracerías como A, B y C; por el tratamiento que van a tener en la formación de los terraplenes, los clasifican en materiales compactables y no compactables. (más 30% tamaños arriba de 3") *

Un suelo se clasifica como Material A, cuando puede ser atacado con facilidad mediante pico, pala de mano, escrepa o pala mecánica de cualquier capacidad; además, se consideran como Material A, los suelos poco o nada cementados, con partículas hasta de 7.5 centímetros; como Material B, el que requiere ser atacado mediante arado o explosivos ligeros, considerándose además como Material B, las piedras sueltas mayores de 7.5 y menores de 75.0 centímetros. Finalmente, el Material C, es el que solamente puede ser atacado mediante explosivos, requiriendo para su remoción el uso de pala mecánica de gran capacidad.

Un material se considera compactable cuando es posible controlar su compactación por alguna de las pruebas de laboratorio usuales en la técnica S.O.P. En caso contrario se considera no compactable, aun cuando se reconozca que estos materiales puedan ser sujetos a un proceso de compactación en el campo. Al material llamado no compactable, generalmente producto de los cortes y excepcionalmente obtenido de los préstamos, se le aplica el tratamiento de bandeado al emplearse en la formación de los terraplenes, tratamiento que tiene por objeto lograr un mejor acomodo de los fragmentos, reduciendo los vacíos u oquedades mediante el empleo del equipo de construcción adecuado. Dentro de este grupo quedan incluidos los materiales clasificados como C, y aquellos cuya clasificación B es debida a la presencia de fragmentos medianos y grandes.

Para el proyecto de la subrasante se deben conocer principalmente las propiedades de los materiales que intervendrán en la formación de las terracerías, los datos relativos a su clasificación para fines de presupuesto y el tratamiento a darles.

C) Subrasante mínima. La elevación mínima correspondiente a puntos determinados del camino, a los que el estudio de la subrasante económica debe sujetarse, define en esos puntos el proyecto de la subrasante mínima. Los elementos que fijan estas elevaciones mínimas son:

* Si tiene menos 5% Valor Soporte y mas de 5% de expansion no debe usarse para subrasante y con muchas reservas para terracerías.

1. Obras menores
2. Puentes
3. Zonas de inundación
4. Intersecciones.

1. Obras menores. Para lograr la economía deseada y no alterar el buen funcionamiento del drenaje, es necesario que el estudio de la subrasante respete la elevación mínima que requiere el proyecto de las alcantarillas. Esto es determinante en terrenos planos, pues en terrenos considerados como de lomerío y montañoso, solamente en casos aislados habrá que tomar en cuenta la elevación mínima, ya que el proyecto de la subrasante estará obligado por las condiciones que este tipo de configuración topográfica impone y generalmente habrá espacio vertical suficiente para dar cabida a las obras menores.

La metodología para encontrar la elevación a la cual debe sujetarse la subrasante, está en función de las características propias de la alcantarilla y de la sección de construcción, principalmente la elevación del desplante, la pendiente según el eje de la obra, el colchón mínimo, el ángulo de esviajamiento, la altura de la obra hasta su coronamiento, el ancho de la semicorona, y las pendientes longitudinal y transversal de la obra.

2. Puentes. Aun cuando en los cruces de corrientes que hacen necesaria la construcción de puentes, la elevación definitiva de la subrasante no será conocida hasta que se proyecte la estructura, es necesario tomar en consideración los elementos que intervienen para definir la elevación mínima, con el objeto de que el proyecto del alineamiento vertical se aproxime lo más posible a la cota que se requiere.

Para lograr lo anterior se debe contar con los siguientes datos:

a) Elevación del nivel de aguas máximas extraordinarias.

b) Sobreelevación de las aguas ocasionada por el estrechamiento que origina el puente en el cauce.

c) Espacio libre vertical necesario para dar paso a cuerpos flotantes.

d) Peralte de la superestructura.

La suma de los valores de estos elementos determina la elevación mínima de rasante necesaria para alojar el puente, de la cual habrá que deducir el espesor de pavimento para obtener la elevación de la subrasante.

En caminos de poco tránsito localizados en zonas en donde las avenidas máximas extraordinarias se presentan con poca frecuencia y duración, el proyecto de vados suele suplir al de puentes. La elección del tipo de obra está supeditada al régimen de la corriente, así como al estudio comparativo de costos de las alternativas que se presenten.

3. Zonas de inundación. El paso de un camino por zonas de inundación obliga a guardar cierta elevación de la subrasante que se fija de acuerdo con el nivel de aguas máximas extraordinarias, con la sobreelevación de las aguas producida por el obstáculo que a su paso presentará el camino y con la necesidad de asegurar la estabilidad de las terracerías y del pavimento. En estos casos se recomienda que la elevación de la subrasante sea como

mínimo un metro arriba del nivel de aguas máximas extraordinarias, estando el dato preciso en función de las características de la zona inundable.

4. Intersecciones. Los cruces que un camino tiene con otras vías de comunicación terrestre, ya sean en proyecto o existentes, dan lugar a intersecciones que pueden ser a nivel o a desnivel. En este caso el proyecto de la subrasante deberá considerar la vía terrestre que se cruce.

En las intersecciones a desnivel, se hará un estudio económico para determinar si conviene sea inferior o superior el paso del camino que se está proyectando. Para fijar la elevación de la subrasante económica se sigue una metodología semejante a la ya explicada para el caso de obras menores, tomando en consideración además, para el caso de los entronques, que deberán estudiarse los enlaces con los caminos que originan el cruce.

D) Costo de las terracerías. La posición que debe guardar la subrasante para obtener la economía máxima en la construcción de las terracerías, depende de los siguientes conceptos:

1. Costos unitarios:
Excavación en corte.
Excavación en préstamo.
Compactación en el terraplén del material de corte.
Compactación en el terraplén del material de préstamo.
Sobreacarreo del material de corte a terraplén.
Sobreacarreo del material de corte a desperdicio.
Sobreacarreo del material de préstamo a terraplén.
Costo del terreno afectado para préstamo, desmonte y despalme, dividido entre el volumen de terracerías extraído del mismo.

2. Coeficientes de variabilidad volumétrica:
Del material de corte.
Del material de préstamo.

3. Relaciones:
Entre la variación de los volúmenes de corte y terraplén, al mover la subrasante de su posición original.

Entre los costos unitarios de terraplén formado con material producto de corte y con material obtenido de préstamo.

Entre los costos que significa el acarreo del material de corte para formar el terraplén y su compactación en éste y el que significa la extracción del material de corte y el acarreo para desperdiciarlo.

4. Distancia económica de sobreacarreo:
El empleo del material producto de corte en la formación de terraplenes, está condicionado tanto a la calidad del material como a la distancia hasta la que es económicamente posible su transporte. Esta distancia está dada por la ecuación:

$$DME = \frac{(P_p + ad) - P_e}{P_{sa}} + AL$$

en donde:

DME = Distancia máxima de sobreacarreo económico.

ad = Costo unitario de sobreacarreo del material de corte de desperdicio.

P_c = Precio unitario de la compactación en el terraplén del material producto del corte.

AL = Acarreo libre del material, cuyo costo está incluido en el precio de excavación.

P_p = Costo unitario de terraplén formado con material producto de préstamo.

P_{sa} = Precio unitario del sobreacarreo del material de corte.

Como se verá en el inciso 10.2.4 correspondiente a movimientos de terracerías, en estos elementos se basa fundamentalmente el estudio del diagrama de masas.

10.2 CALCULO DE VOLUMENES Y MOVIMIENTO DE TERRACERIAS

Para lograr la aproximación debida en el cálculo de los volúmenes de tierra, es necesario obtener la elevación de la subrasante tanto en las estaciones cerradas como en las intermedias en que se acusan cambios en la pendiente del terreno. Asimismo, es conveniente calcular la elevación de los puntos principales de las curvas horizontales, en los que la sección transversal sufre un cambio motivado por la sobreelevación y la ampliación.

Obtenida la elevación de la subrasante para cada una de las estaciones consideradas en el proyecto, se determina el espesor correspondiente dado por la diferencia que existe entre las elevaciones del terreno y de la subrasante. Este espesor se considera en la sección transversal del terreno previamente dibujada, procediéndose al proyecto de la sección de construcción.

El cálculo de los volúmenes se hace con base en las áreas medidas en las secciones de construcción y los movimientos de los materiales se analizan mediante un diagrama llamado de curva masa.

10.2.1 Secciones de construcción

Se llama así a la representación gráfica de las secciones transversales, que contienen tanto los datos propios del diseño geométrico, como los correspondientes al empleo y tratamiento de los materiales que formarán las terracerías, véase Figuras 10.1 y 10.2.

Los elementos y conceptos que determinan el proyecto de una sección de construcción, pueden separarse en dos grupos claramente definidos:

A) Los propios del diseño geométrico.

B) Los impuestos por el procedimiento a que debe sujetarse la construcción de las terracerías.

Los elementos relativos al grupo A) son los siguientes:

1. Espesor de corte o de terraplén.
2. Ancho de corona.

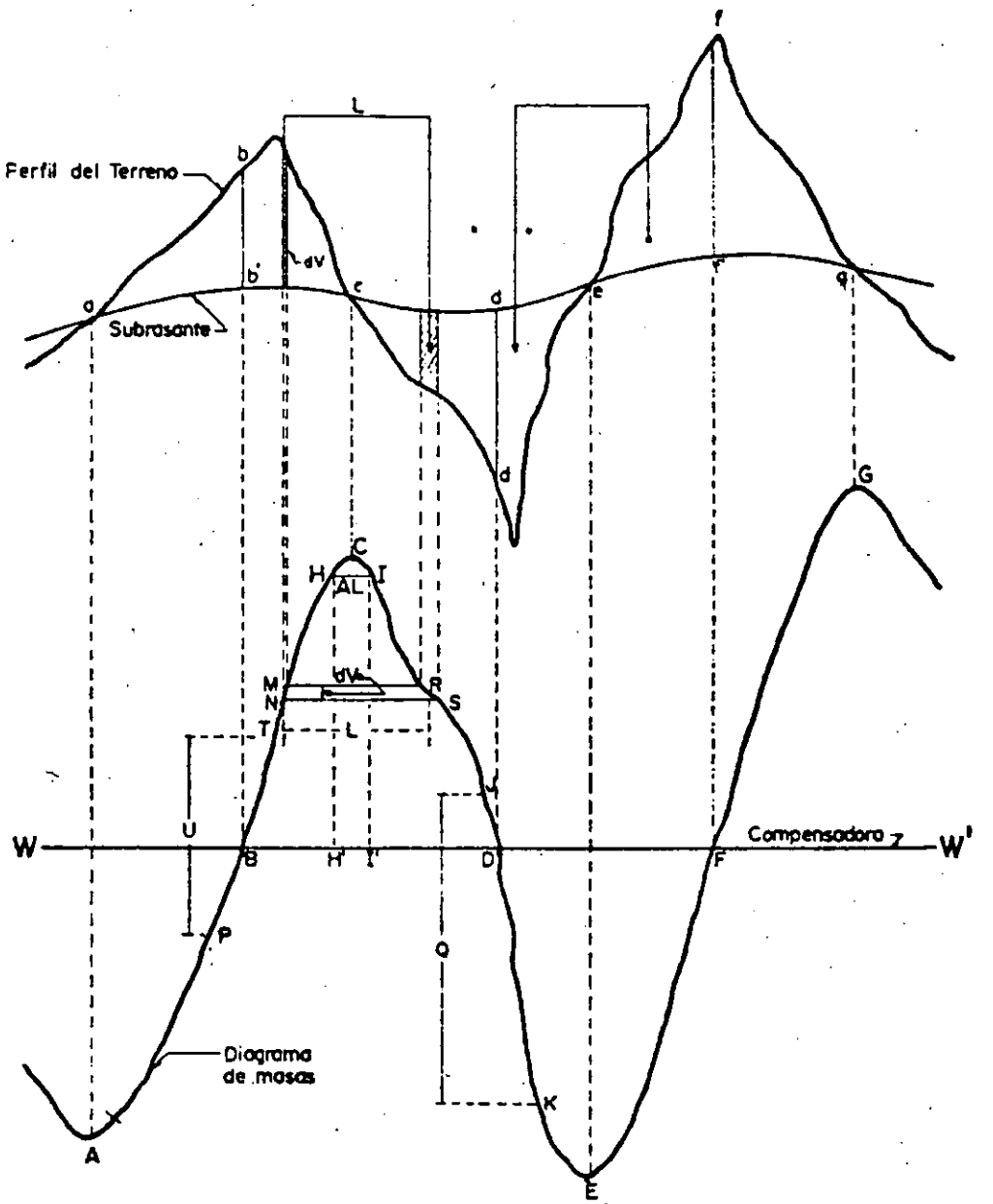


FIGURA 10.13. PROPIEDADES DEL DIAGRAMA DE MASAS

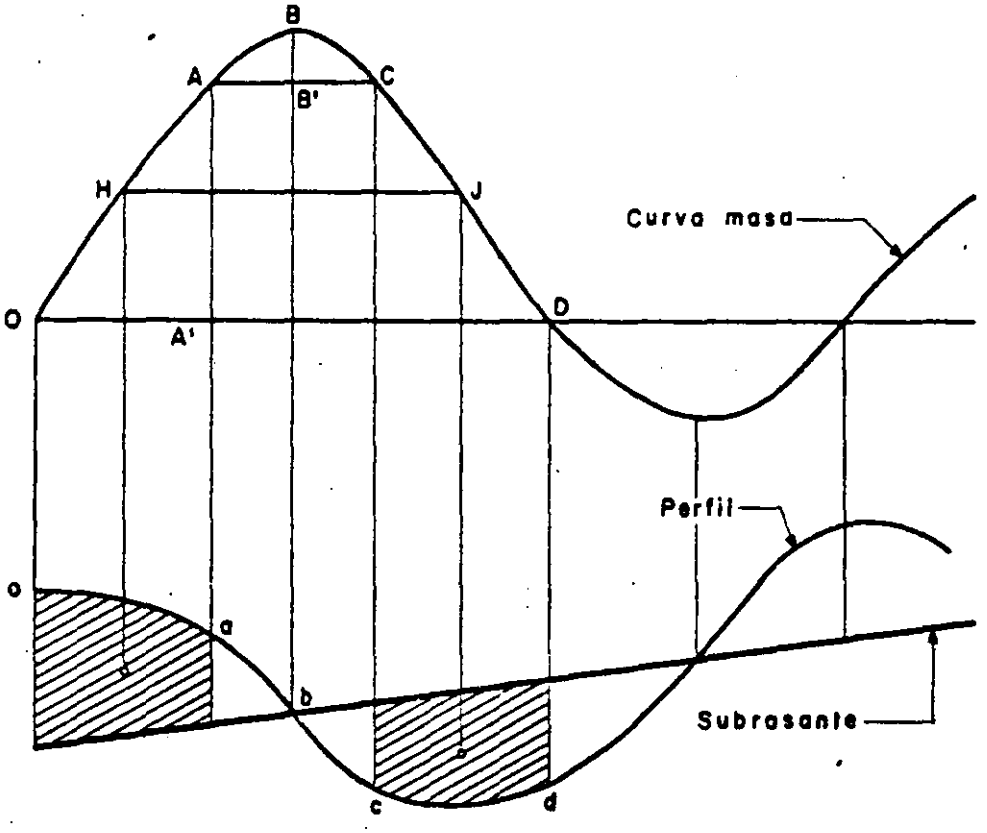


FIGURA 10.15. DISTANCIA MEDIA DE SOBREACARREO

Así, por ejemplo, el área de contorno cerrado *OACDO* dividida entre la ordenada *A'A* dará como resultado la distancia *HJ*, a la cual habrá que restarle la distancia de acarreo libre *AC* para obtener la distancia media de sobreacarreo.

D) Posición económica de la compensadora. En un tramo, la compensadora que corta el mayor número de veces al diagrama de masas y que produce los movimientos de terracerias más económicos, recibe el nombre de compensadora general.

Es conveniente obtener una sola compensadora general para un tramo de gran longitud; sin embargo, la economía buscada obliga la mayor parte de las veces, a que la compensadora no sea una linea continua, sino que debe interrumpirse en ciertos puntos para reiniciarla en otros situados arriba o abajo de la anterior, lo que origina tramos que no están compensados longitudinalmente y cuyos volúmenes son la diferencia de las ordenadas de las compensadoras.

En la Figura 10.16 se tienen las compensadoras generales *AA'*, *BB'*, *CC'* y *DD'*, que no forman una sola linea continua. La compensadora *BB'* ori-

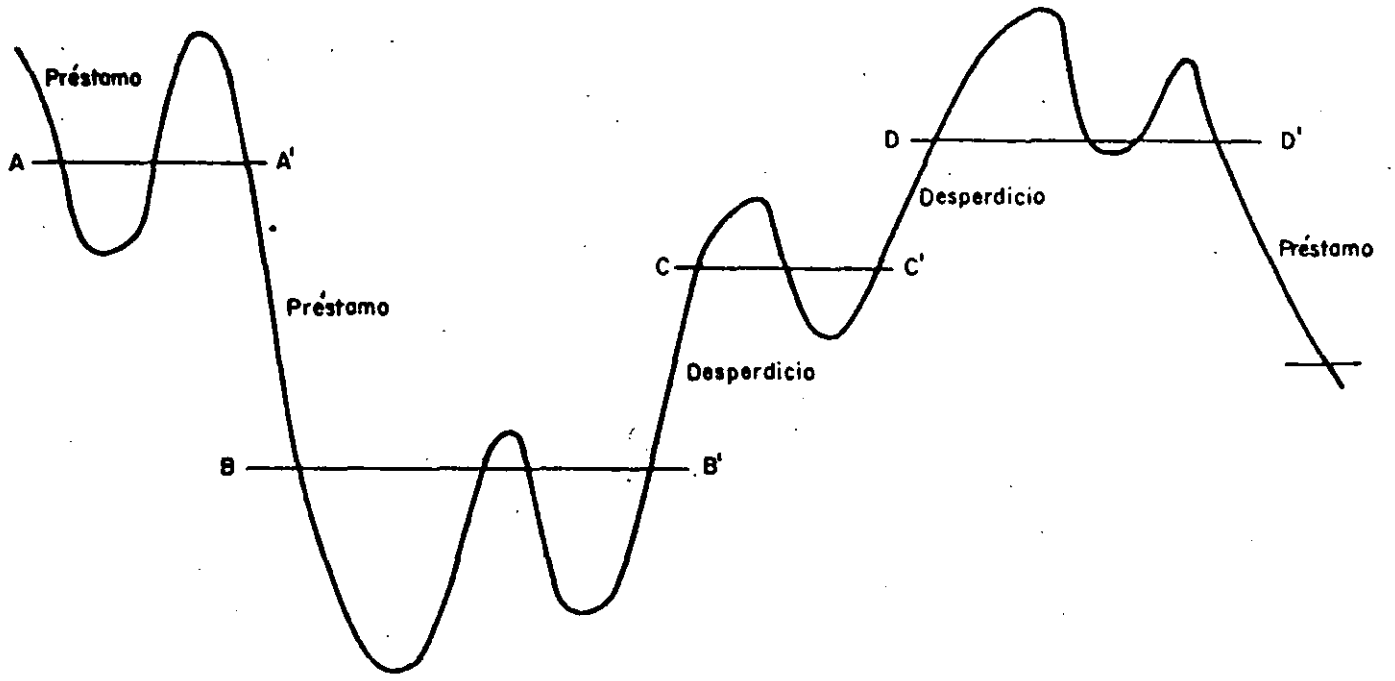


FIGURA 10.16. PRESTAMOS Y DESPERDICIOS

//

ANEXO No.1

A Título enunciativo pero no limitativo, se relacionan las principales pruebas a desarrollar en pavimentos:

PAVIMENTOS:

a) Rellenos y subrasantes, sub-base y base.

a.1) Para determinar la calidad de los materiales que se empleen se llevarán a cabo las siguientes pruebas:

Peso volumétrico suelto
Peso volumétrico máximo
Humedad óptima
Granulometría
Valor relativo de soporte
Valor cementante
Porciento de expansión
Absorción y densidad
Limites de consistencia
Contracción lineal
Equivalente de arena (prueba tentativa)

Se presentarán comentarios, respecto a la aceptación, rechazo parcial o total de los materiales por emplear.

a.2 Determinación periódica del peso volumétrico máximo y humedad óptima de cada uno de los materiales empleados.

a.3 Determinación, mediante calas, del peso volumétrico y humedad en el lugar del material compactado.

a.4 Determinación del grado de compactación en el lugar.
Se efectuarán tres determinaciones por capa compactada de 100 ml.

b) Carpeta asfáltica

12.

b.1) Estudio de calidad de mezclas asfálticas mediante la determinación de las siguientes características:

Granulometría del pétreo.
Densidad del pétroleo
Afinidad con el asfalto

Ensayes Marhall Para la determinación de P.V.M., estabilidad, vacios, flujos y contenido de asfalto. Estas determinaciones se efectuarán mediante la obtención de dos muestras por cada 500 m2 de superficie de carpeta.

b.2 Control en el proceso de tendido de la mezcla, determinando su P.V.M. (3 pastillas cada 500 m2), y las temperaturas de la misma en el transporte, tendido y compactación.

b.3 Determinación mediante extracción de núcleos del peso volúmetrico de la carpeta compactada, en el lugar (3 núcleos cada 500 m2)

b.4 Determinación del grado de compactación de la carpeta asfáltica.

b.5 Determinación de la permeabilidad de la carpeta terminada (3 determinaciones cada 500 M2)

c) Riegos.

c.1 Control de riegos de impregnación y liga, mediante inspección visual y determinación de volumen de material asfáltico empleado por unidad de área.

1. TRACTORES

1. TRACTORES

1.1. DEFINICION Y CLASIFICACION

Son máquinas que convierten la energía del motor en energía de tracción. Su principal objeto es el de jalar o empujar cargas, aunque a veces, pueden utilizarse para otros fines. Son máquinas útiles, eficaces y, generalmente, indispensables en todos los trabajos de construcción de grandes obras.

Se clasifican, tanto por su rodamiento como por su potencia en el volante:
Por su rodamiento:

a) Tractores sobre neumáticos de dos ruedas y de cuatro ruedas

b) Tractores sobre orugas

Por su potencia en el volante:

Esta depende del fabricante, como ejemplo véase la tabla 1.

TABLA 1

CARACTERISTICAS DE LOS TRACTORES

Modelo	Potencia en el Volante	Hojas Topadoras			Peso en Toneladas		
		Tipo	Longitud m.	Altura m.	Tractor sin equipo	Hoja Topadora	Ripper
CAT. D-8	300 H.P.	Recta	3.93	1.52	24.8	5.3	4.8
		Angulable	4.72	1.12		5.3	
CAT. D-7	200 H.P.	Recta	3.65	1.27	15.2	3.2	3.0
		Angulable	4.29	0.96		3.1	
CAT. D-6	140 H.P.	Recta	3.20	1.13	11.8	2.1	1.5
		Angulable	3.86	0.91		2.3	
Komatsu D-155	320 H.P.	Recta	4.13	1.59	27.3	5.7	5.9
		Angulable	4.85	1.14		5.5	
Komatsu D-85	180 H.P.	Recta	3.62	1.28	18.2	3.7	3.6
		Angulable	4.26	1.06		3.6	

Al hablar de potencia, hay que hacer un distingo entre la del motor, la de la polea y la de la barra. Esta última es la más característica o principal, puesto que es la efectiva y de ella se puede disponer. Las diferencias entre ellas se derivan de las pérdidas por el accionamiento de los mecanismos intermedios; de ahí que la potencia real o

efectiva usada en el trabajo de la máquina queda determinada por la siguiente fórmula:

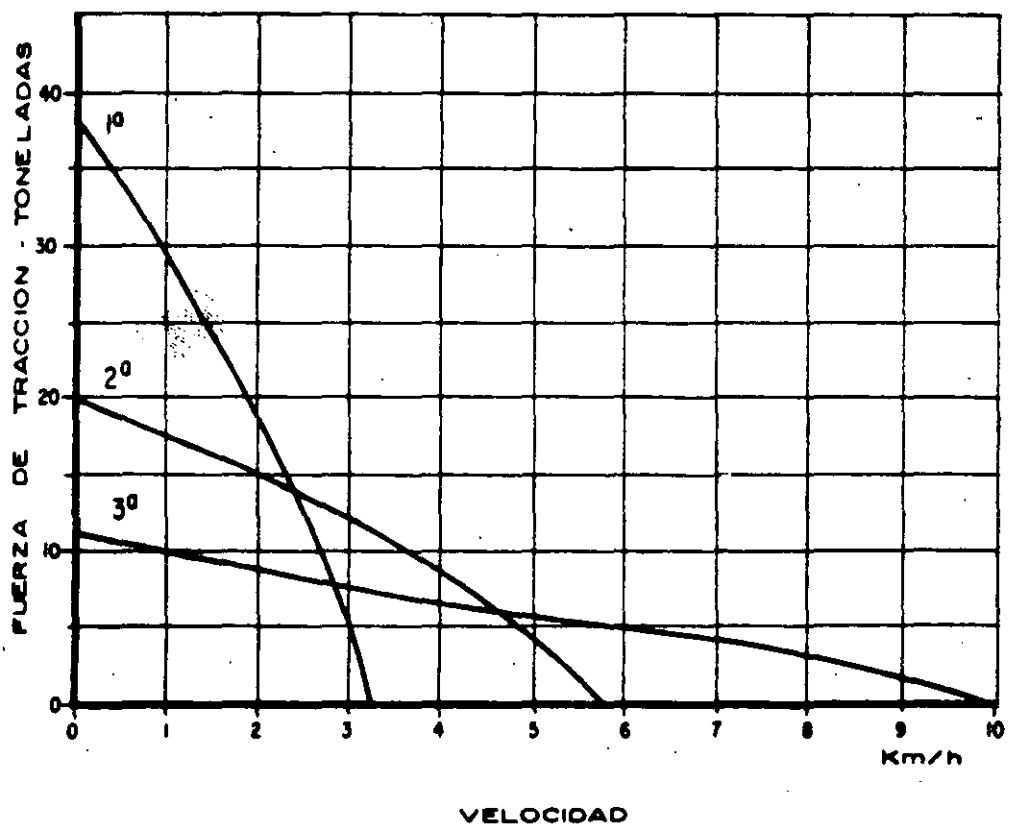
$$FV = 75\,PK \quad \therefore \quad F = \frac{75\,PK}{V}$$

donde:

F = Fuerza efectiva de trabajo (kg).
P = Potencia en el motor (cv).
V = Velocidad de operación (m/s).
K = Constante o factor de eficiencia.

Si representamos gráficamente la fórmula anterior (Fig. 1), nos damos cuenta, en forma fácil y rápida, que la fuerza de tracción utilizable depende del peso de la máquina debidamente equipada, de la velocidad desarrollada y según las condiciones del suelo.

NOTA: Para esta gráfica se consideró un tractor Komatsu, Tipo D-85A-12.



1.2. INFLUENCIAS SOBRE LA POTENCIA DEL MOTOR

Sobre la potencia del motor influyen los siguientes factores:

— La altitud y la temperatura.

— La resistencia al rodamiento.

— La pendiente.

1.2.1. Altitud y Temperatura. Estos factores influyen en el peso específico del aire y, por consiguiente, en la potencia del equipo. En la Tabla No. 2, se listan los porcentajes, en función de la altitud y temperatura del lugar, que modifican la potencia del tractor.

TABLA 2

*Altitud en m.	Temperatura °C						
	42°	32°	21°	15°	10°	4°	−7°
0	95.4	97.1	99.1	100.0	100.8	101.8	103.9
305	92.0	93.7	95.5	96.4	97.4	98.4	100.3
915	85.5	87.2	88.8	89.6	90.5	91.4	93.3
1525	79.5	80.9	82.5	83.3	84.2	84.9	86.7
2135	73.8	75.2	76.7	77.5	78.2	79.0	80.6
2745	68.6	69.9	71.3	72.0	72.7	73.4	74.8

* Sobre el nivel medio del mar.

Ejemplo: ¿Cuál será la potencia efectiva de un tractor que trabaja a 2135 m de altura y a una temperatura de 21°C?

Solución: De acuerdo a la Tabla 2, el factor de influencia correctora es de 76.7%, por lo tanto, la potencial real será:

$$P \text{ real} = \frac{P \times 76.7}{100} = 0.767\ P$$

Para determinar la potencial real, pueden seguirse o aplicarse las siguientes reglas prácticas:

1a. A patir de los 16°C y para elevaciones de cinco en cingo grados, deducir 1% de la potencia a nivel del mar.

2a. Para disminuciones de temperatura, por cada 5°C menos, aumentar en 1% la potencia a nivel del mar.

3a. Por cada 100.00 m de altitud, disminuir en 1% la potencia a nivel del mar.

Ejemplo: Supongamos el mismo caso anterior:

Solución: De acuerdo con la regla primera:

$21^{\circ} - 16^{\circ} = 5^{\circ}$, deberá descontarse 1% a la potencia.

Según la regla tercera $\frac{2135 \text{ m}}{100 \text{ m}} = 21.35\%$ deberá decontarse 21.35%, por tanto, la potencia real será:

$(100\% - 1\% - 21.35\%)\ P = 0.777\ P$

Valor muy próximo al que aparece en la tabla.

Los descuentos anteriores se modifican si se usa turbogenerador, ya que con este mecanismo se inyecta aire a presión, con lo que se compensa la influencia de la altitud. Por ejemplo, en el tractor Carterpillar D7G, con turbogenerador, el porcentaje de la potencia en el volante para diferentes elevaciones significa:

De 0 a 2300 m	100%
De 2300 a 3000 m	92%
De 3000 a 3800 m	85%

Es decir que la reducción de potencia influye arriba de los 2300 m. de altitud.

1.2.2. **Resistencia al Rodamiento.** Esta resistencia se define como la fuerza motriz necesaria para mover una máquina a velocidad pequeña y uniforme, sobre una superficie plana.

Se ha comprobado que, para mover una máquina sobre superficies de condición y naturaleza variable, más importante que el material del piso es su estado físico; es decir, su compacidad y la naturaleza y frecuencia de sus ondulaciones.

Como norma puede establecerse que la resistencia al rodamiento, expresada en kilogramos por tonelada de carga (kg/t), es como se lista en la siguiente tabla:

TABLA 3

Naturaleza del terreno	Resistencia al rodamiento	
	Orugas	Neumáticos a Baja presión
1. Camino duro, estabilizado, pavimentado, sin penetración bajo la acción de las cargas. Humedecido y conservado	28 kg/t	20 kg/t
2. Camino firme, uniforme, aplanado, afectado ligeramente bajo la acción de las cargas y regularmente conservado	40 kg/t	33 kg/t
3. Camino de tierra, ondulado, que flexiona bajo la acción de cargas ligeras, con poco mantenimiento, sin humedad	70 kg/t	50 kg/t
4. Camino en tierra con surcos y rodadas, mal conservado y sin ninguna estabilización	90 kg/t	75 kg/t
5. Camino lodoso, blando, fangoso, sin mantenimiento	110 kg/t	100 a 200 kg/t

Ejemplo: Supongamos un tractor Caterpillar D7, sobre orugas, equipado con cuchilla regulable, con peso de 18.5 toneladas, que ha de trabajar sobre un suelo de tierra, ondulado, flexionable bajo la acción de cargas ligeras, con poco mantenimiento, sin humedad. ¿Cuál será la fuerza tractiva necesaria para vencer la resistencia al rodamiento?.

Solución: La resistencia al rodamiento en kg. por tonelada, según la tabla es 70 kg/t; por tanto, la resistencia total a vencer, será:

70 kg/t x 18.5t = 1295 kg.

1.2.3. Pendiente. La fuerza necesaria "N" (fig. 2) para vencer una pendiente tiene como valor, según la figura:

$$N = Q \text{ sen } i$$

EFECTO DE LAS PENDIENTES

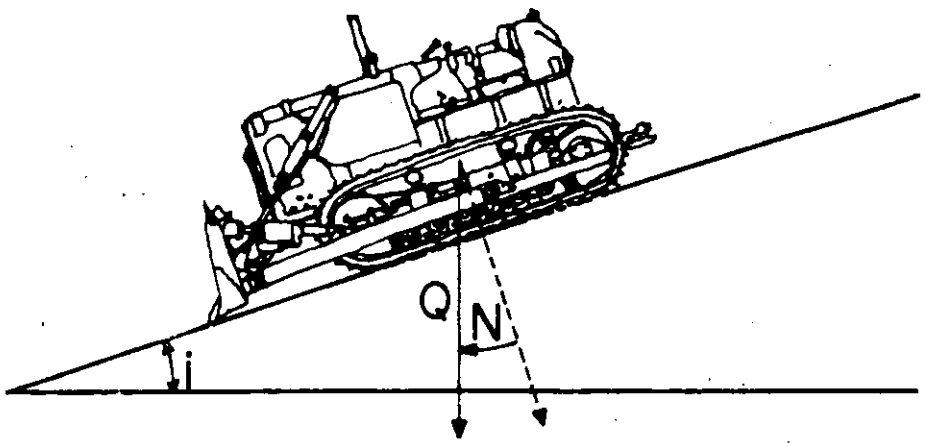


FIG. 2

pero si N se expresa en kilogramos y Q en toneladas, entonces:

$$N = 1000\ Q\ \text{sen}\ i$$

donde:

N = Fuerza necesaria para vencer la pendiente (kg.)

Q = Peso de la máquina (kg) ó (t).

i = Angulo en grados o porcentaje.

En la tabla 4, se listan los valores de "N" para distintas pendientes.

TABLA 4

Pendiente expresada en %	Angulo correspondiente	Fuerza necesaria para compensar el efecto de la pendiente en Kg/t
2	1° 08' 7"	20
4	2° 17' 4"	40
6	3° 26'	60
8	4° 34' 4"	80
10	5° 42' 6"	99
15	8° 31' 8"	148
20	11° 18' 6"	196
25	14° 02' 2"	242

Ejemplo: ¿Cuál será la fuerza tractiva necesaria para vencer la resistencia por rampa, cuya pendiente es 15% (8° 31' 8"), si el peso del tractor es 18.5 t?

Solución: Directamente de la tabla No. 4, la resistencia en kg/t es de 148, por tanto

$$= 148 \text{ Kg/t} \times 18.5\text{t} = 2738 \text{ Kg.}$$

$$F_r = 2738 \text{ Kg.}$$

o bien puede calcularse directamente de la fórmula anterior.

1.3. EFICIENCIA A LA TRACCION

Se define como la relación entre la fuerza tractiva generada por el motor en el momento preciso en que las orugas o las ruedas empiezan a patinar y el peso sobre el eje motriz. A esta relación se le designa con el nombre de "Coeficiente de eficiencia a la tracción". Conocido este coeficiente, se puede determinar, para el material que constituye el suelo de rodamiento, si toda la potencia del motor puede ser transmitida a los neumáticos o a las orugas, antes de que se produzca el patinaje.

Para suelos en condiciones normales, los tractores sobre orugas disponen de una fuerza tractiva máxima igual a 85% de su peso; en cambio, los montados sobre neumáticos solamente pueden utilizar, en sus ruedas motrices, una fuerza tractiva (RIMPULL), de aproximadamente el 55% de su peso.

Ejemplo: ¿Cuál es la fuerza tractiva máxima de un tractor de orugas, D-7, si la carga sobre las ruedas motrices es de 18.5t, y su coeficiente de eficiencia a la tracción es 90%?

Solución: $F_{max.} = 0.90 \times 18.5t = 16650$ kg.

$$F_{max.} = 16500 \text{ kg.}$$

Nota.— Un tractor D-7 con fuerza tractiva de 17595 kg, en primera velocidad, puede trabajar en estas condiciones.

Ejemplo: Si un tractor de orugas, con peso 18.5t, opera sobre tierra floja y su coeficiente de eficiencia a la tracción es de 0.60; ¿Cuál es su fuerza tractiva máxima?

Solución: $F_{max} = 0.60 \times 18{,}500 = 11{,}100$ kg.

$$F_{max.} = 11{,}100 \text{ kg.}$$

Si se cuenta con un tractor D-7 cuya fuerza tractiva máxima, en segunda velocidad es de 11750 kg., se deduce que operará sobrado en el primer caso, pero que en tercera velocidad sólo utiliza 7,680 kg., de las 11,100 que representa la fuerza tractiva máxima.

En la tabla 5 se listan los coeficientes de eficiencia a la tracción para diversos tipos de suelos.

TABLA 5

	Coeficiente de eficiencia a la tracción	
Tipo de camino	Neumáticos	Orugas
Concreto	0.88 – 1.00	0.45
Arcilla seca	0.50 – 0.58	
Arcilla mojada	0.40 – 0.49	
Arena disgregada	0.20 – 0.35	0.30
Grava de cantera	0.60 – 0.70	
Tierra suelta	0.30 – 0.40	0.60
Tierra compacta	0.50 – 0.60	0.90

1.4 ORUGAS O ZAPATAS.

En cuanto al rodamiento, a la oruga se le puede definir como un rail que se iría tendiendo ante la rueda de la máquina a medida que ésta avanza. Por su continuidad se le puede definir también como el rail o zapata que la propia máquina tiende para su avance.

La rodadura del tractor sobre orugas es comparable a la de una locomotora de cremallera; ya que como ésta, el tractor posee una rueda dentada motriz en la parte de atrás que engrana sobre la autovía que va tendiendo.

El ancho de la oruga constituye una verdadera zapata de apoyo; por ello, entre más ancha mayor estabilidad para la máquina, mejor reparto del peso y menos presión sobre el piso de rodamiento.

Se lista a continuación las características de área y presión derivadas del ancho de las zapatas de la oruga, para un tractor Caterpillar D7.

Ancho de la zapata		Area de contacto m^2	Presión (kg/cm^2)
0.508 metros	20 pulgadas	2.76	0.54
0.559 metros	22 pulgadas	3.03	0.50
0.61 metros	24 pulgadas	3.31	0.45

Puede afirmarse, en forma general, que las zapatas anchas son deseables; pero, para condiciones de trabajo en las que el tractor deba pivotear frecuentemente, las garras de la zapata deben ser pequeñas, aunque con ello se obtenga una fuerza tractiva menor.

1.5 ACCESORIOS DIVERSOS.

Generalmente la versatilidad de los tractores se deriva de los distintos accesorios que se le pueden adaptar, en forma rápida, para transformarlo en un equipo mecánico para diversos trabajos específicos.

Entre estos accesorios se señalan primeramente las cuchillas* con lo que el tractor se convierte en "Dozer"; es decir, en tractor con una cuchilla explanadora al frente que lo convierte en una máquina útil de múltiples empleos: para excavar, empujar, verter y extender.

*De los otros accesorios informaremos posteriormente.

1.5.1. Cuchillas. Se les denominan también hojas topadoras y se distinguen:

a) Hoja "U", Universal

b) Hoja "S", Recta

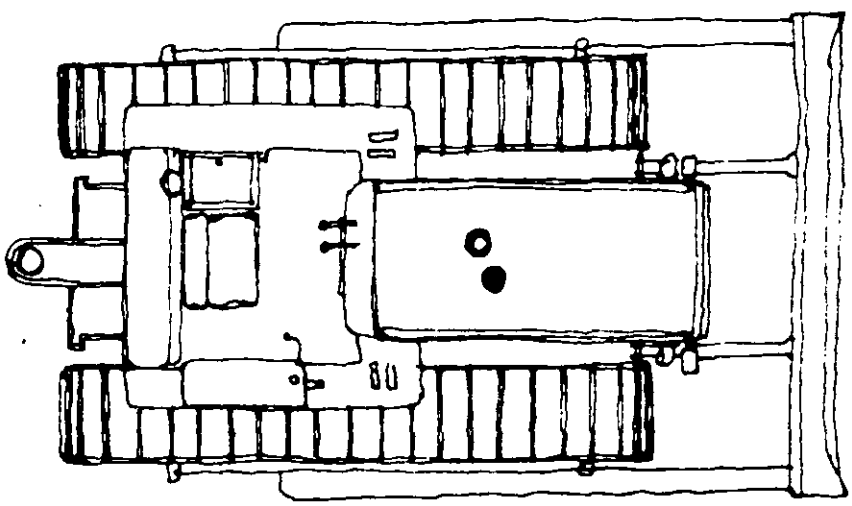
c) Hoja "A", angulable o de giro

a) **Hoja "U" Universal).** Las grandes alas de esta hoja empujadora frontal, que forma un ángulo recto con el eje longitudinal del tractor, facilitan el empuje de grandes cargas a grandes distancias en todo trabajo de habilitación de tierras, amontonamiento, alimentación de tolvas, etc.

b) **Hoja "S", Recta.** Por su diseño en "U" modificada es muy útil, ya que por ser más pequeña que la hoja "U" es más fácil de maniobrar y puede empujar una gran variedad de materiales. Esta hoja proporciona una relación más alta de "hp" por metro de cuchilla que la hoja "U"; por ello, su penetración es mejor y se obtienen buenas cargas. Por esta mejor relación de hp/m^3, puede mover con facilidad materiales más densos. Como plancha de empuje se usa también para ayudar a las traillas en su carga.

Con la cuchilla "U" o con la "S", el tractor se convierte en la máquina denominada "BULLDOZER" o Empujadora, Ver. Fig. 3.

Fig. 3

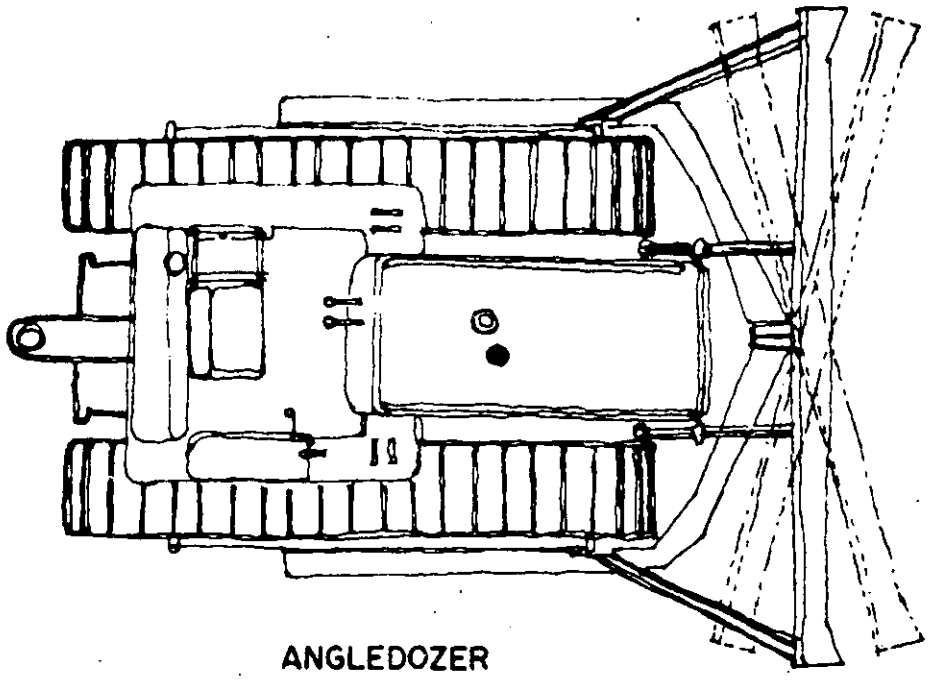


BULLDOZER

Hoja "A" angulable o de giro. Esta hoja puede emplearse en posición recta o puede girar para formar hasta un ángulo de 65° con el eje longitudinal del tractor. Se ha diseñado para empuje lateral, corte inicial para caminos, rellenos, aberturas de zanjas y otras labores similares. (Fig. 4).

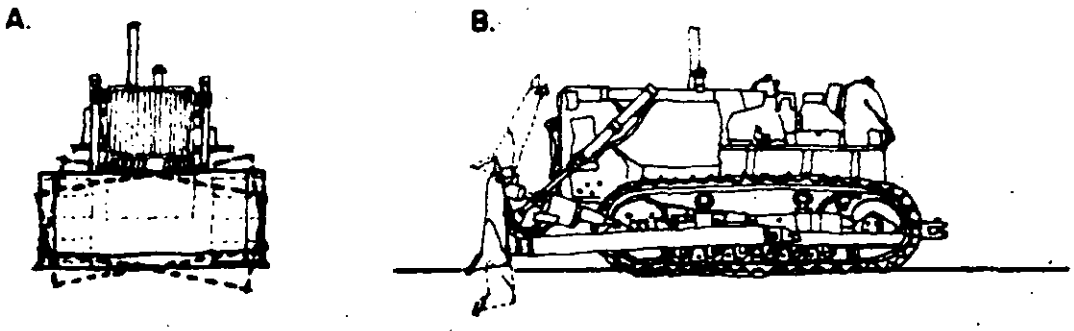
Los tres tipos de hojas analizadas, pueden también pivotear e inclinarse con relación al plano horizontal. Este movimiento o acción se denomina "Operación Tiltdozer". (fig. 5a.).

1.5.2. **Posición de las cuchillas.** Tanto las hojas rectas como las "angulables" o de giro, pueden levantarse o bajarse para empuje alto a bajo, y al mismo tiempo inclinarse alrededor de un plano horizontal. Estos movimientos pueden reali-



ANGLEDOZER

FIG. 4



TILTDOZER

ACCIONAMIENTO VERTICAL DE LA CUCHILLA

FIG. 5

zarse hidráulica o mecánicamente. En la figura 5b se aprecia un accionamiento vertical de la cuchilla en posición de excavar.

1.6. CALCULO DEL RENDIMIENTO DE TRACTORES CON CUCHILLA

En excavaciones y rellenos se emplea la fórmula que se indica a continuación para calcular el rendimiento en metros cúbicos por hora, pero antes debe seleccionarse la cuchilla más eficaz, según la clase de trabajo por efectuar.

$$V = \frac{C.E.\ 60}{T.F.}$$

Donde:

V = Rendimiento en m^3/hora de suelo compacto.
C = Capacidad de la cuchilla en m^3 suelto.
F = Coeficiente de abundamiento del suelo.
E = Coeficiente de eficacia del "dozer".
T = Duración del ciclo en minutos.
60 = Número de minutos en una hora.

Ejemplo: Dados los siguientes datos, calcular el rendimiento del tractor.

$C = 6\ m^3$; $E = 0.8$; $F = 1.25$

Distancia media de transporte = 50.00 m.

Velocidad de recorrido = 3 km/hr

Velocidad de regreso = 6 km/hr.

Solución: Para calcular el tiempo T, recuérdese que se integra con los tiempos fijos y los variables. Los primeros incluyen los cambios de velocidad, que puede estimarse en 10 segundos. Los tiempos variables dependen de las velocidades; por lo tanto

$$T = \frac{2 \times 10\ s}{60\ s} + \frac{50\ m \times 60\ min}{3000\ m} + \frac{50 \times 60\ min}{6000\ m}$$

$$T = 0.33 + 1.0 + 0.5 = 1.83\ min. \quad \therefore$$

$$V = \frac{6 \times 0.80 \times 60}{1.83 \times 1.25} = 125.9\ m^3/hr.$$

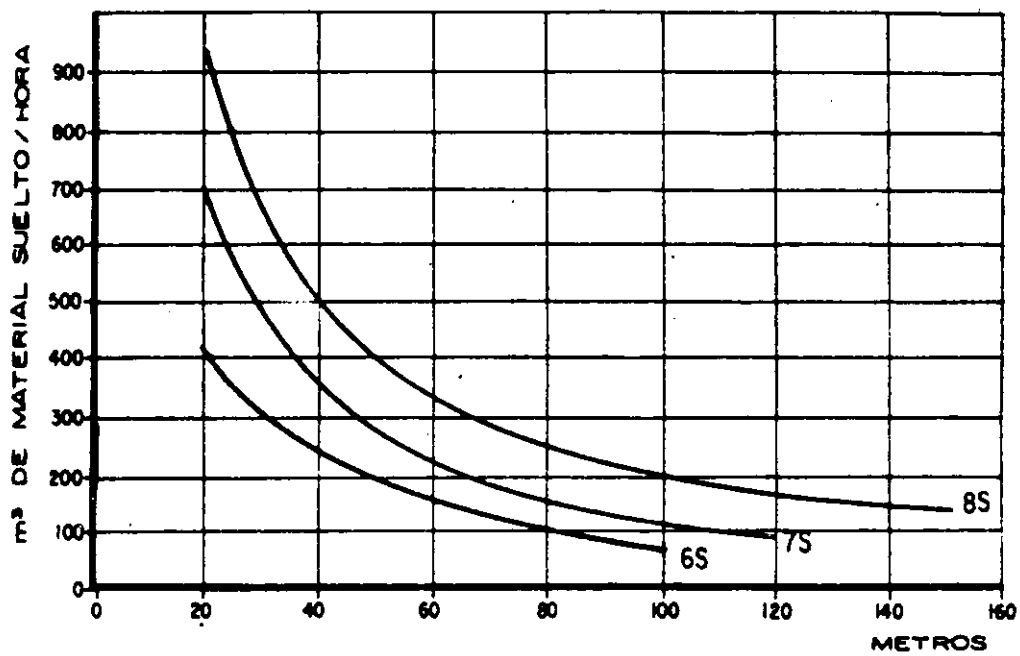
$$V = 125.90\ m^3/hr$$

Parte de este volumen se pierde a través de la distancia de acarreo; por ello conviene colmar la cuchilla para compensar esta pérdida que se calcula en 5% por cada 25 ó 30 m. de recorrido.

Como una norma puede establecerse que una cuchilla empuje 1.30 m^3/m^2 de su propia superficie, en material cuyo peso volumétrico sea 1600 kg/m^3 y con una eficacia de 100% del equipo. Se sobreentiende que el material está suelto y que la operación se lleva a cabo sobre un terreno plano y sólido.

Si el tractor trabaja en rampas, el volumen, comparado con el rendimiento trabajando a nivel, disminuye en 3% por cada grado que aumente la pendiente, o aumenta en 6%por cada grado que disminuya.

La producción estimada para tractores Caterpillar, con hoja recta, se da en la gráfica siguiente (Fig. 6).



DISTANCIA MEDIA DE RECORRIDO CON HOJA RECTA

Esta Gráfica se basa en las siguientes consideraciones:

1. 100% de eficiencia (60 minutos/hora).

2. Tiempos fijos de 0.05 minutos, en máquinas de servo transmisión.

3. Para el rendimiento máximo, la máquina excava en un trayecto de 15.00 m. y llega al borde para arrojar la carga.

4. Densidad del material: 1370 kg/m^3 suelto y 1790 kg/m^3 en banco, con expansión de 30%.
5. Coeficiente de tracción con carriles de 0.5 o más.
6. Se utilizan hojas de control hidráulico.

Los factores de corrección aplicables a la producción estimada en la gráfica, de acuerdo al tipo de operador son:

Operador	Factor de corrección
Excelente	1.00
Bueno	0.75
Deficiente	0-0.60

De acuerdo al tipo de material:

Tipo de material	Factor de corrección
Material suelto amontonado.	1.20
Difícil de cortar, congelado. Con cilindro de inclinación lateral.	0.80
Sin cilindro de inclinación lateral	0.70
Difícil de empujar, se apelmaza (material seco, no cohesivo o material muy pegajoso)	0.80
Roca desgarrada o dinamitada	0.60-0.80
Empuje por método de zanja	1.20
Empuje con dos tractores juntos	1.15-1.2
Visibilidad: polvo, lluvia, nieve, niebla u obscuridad	0.80
Eficiencia del trabajo	
50 min./h	0.84
40 min./h	0.67
Transmisión directa (tiempo fijo de 0.1 min.)	0.80
Hoja "angulable" "A"	0.50-0.75

Se puede dar además las siguientes normas:

- A mayor velocidad, menor estabilidad.
- El rendimiento disminuye con la irregularidad de la superficie de rodamiento.
- Las cargas excesivas, disminuyen efectividad.
- Terraplenes o rellenos nuevos pueden ceder con el peso del tractor.
- Superficies rocosas pueden provocar deslizamientos laterales.

1.7. UTILIZACION DE LOS "DOZERS"

En el cuadro siguiente se describe en forma sucinta la utilización de tractores y cuchillas.

UTILIZACION DE DOZERS

DESCRIPCION DEL TRABAJO	SU EMPLEO	VENTAJAS	LIMITACIONES
Caminos de acceso.	Desviaciones y pasos provisionales.		Rocas expuestas no dinamintadas.
Desmonte.	Remoción de pasto, yerbas, arbustos y árboles.		Arboles grandes.
Limpia superficial	Despalme de la capa superficial para almacén o desperdicio.	Rendimiento elevado en cortes ligeros.	Acarreo deficiente en distancias largas.
Trabajos preliminares.	Sistema de drenaje: abierta de cortes, principios de rellenos.	Puede trabajar en áreas restringidas.	Rocas expuestas Acarreo deficiente a distancia larga
Excavaciones con acarreo corto.	Rellenos, zapatas cortes, principio de rellenos en obras de arte.	Movilidad y gran volumen de producción.	Rocas
Excavaciones con acarreo largo.		Sólo como emergencia	
Taludes		Equipo adecuado.	
Extendido	Material en montones provenientes de acarreos de camiones.	Empuje del material en cualquier dirección hacia el lugar de destino.	Inapropiado para el acabado final.
Rellenos.	Reposición de material en zanjas o alrededor de estructuras.	Fácil de maniobrar.	
Compactación	Compactación ligera del material de relleno. Su uso es especificado en materiales no cohesivos.	Gran ayuda obrenida al extender capas delgadas mientras se aplana.	
Acabado	Afinamiento de la rasante	Maniobra rápida, tanto hacia los costados como hacia adelante.	No se puede hacer el acabado final.

1.8 DESGARRADOR O ESCARIFICADOR.

Otro de los accesorios que se acoplan al tractor y le dan versatilidad son los desgarradores que, montados en su parte trasera, han sustituido muy ventajosamente a los arados remolcados. Estos desgarradores pueden ser de uno o varios vástagos, ajustables manual o hidráulicamente, y están destinados principalmente a arrancar raíces, roturar suelos compactos y desarticular rocas en formación o terrenos con rocas y roturar también suelos, antes de ser excavados con traillas o "dozer". El desgarramiento, sustitución de una voladura, puede resultar oneroso; por ello debe tomarse con cautela y analizar, en cada caso, hasta donde puede ser costeable.

Los desgarramientos pesados elevan los costos normales de posesión y operación del tractor; por esta razón, cuando se trata de fragmentación de rocas, debe aumentarse en 30 o 40% el costo obtenido en fragmentaciones normales.

Aunque no hay fórmulas precisas ni reglas empíricas para estimar la producción con este equipo; para obtener el máximo rendimiento han de observarse las siguientes normas de trabajo:

– Controlar la penetración de los dientes en el terreno, para evitar que el tractor se frene o que se rompan los dientes si éstos tropiezan con un obstáculo importante.

– Si se quiere el máximo rendimiento, es necesario que los dientes del desgarrador o escarificador se utilicen con la máxima penetración, según la dureza del material. Podrá utilizarse el diente central, los laterales o los tres dientes, según lo permita la potencia del motor y la naturaleza del suelo.

– En las vueltas deben levantarse los dientes, pues si no se procede así pueden torcerse.

– Cuando el desgarrador va seguido de una trailla, resulta preferible emplear los dos dientes laterales, en vez de los tres. La experiencia enseña que de esta forma se obtiene un llenado más perfecto de la trailla.

– Para condiciones fáciles de rotura úsense los tres dientes. Cuando se dificulte el cavar debe quitarse el diente o punta central, para reducir así la resistencia de penetración. En condiciones difíciles, sólo deberá usarse el diente central.

1.8.1. **Puntas de los desgarradores.** Estos se fabrican de tres tipos: para condiciones fáciles, para condiciones moderadas y para condiciones extremas; además se ofrecen en dos o tres longitudes para la mejor selección de acuerdo con el trabajo.

La punta o diente corto tiene menos posibilidades de fracturarse pero cuenta con menos material para desgaste. La punta mediana posee gran resistencia al desgaste, y soporta bien las cargas de choque. La punta larga es la que tiene más resistencia al desgaste; pero, por su longitud, tiene mayores posibilidades de fracturarse. Para determinar cuál de las puntas es la más económica para un trabajo determinado, lo mejor es someter a pruebas los diferentes tipos de ellas.

1.8.2. **Producción estimada del desgarrador.** De la gráfica (Fig. 7), se puede obtener la producción de un desgarrador 8D, de un solo vástago o diente, acoplado a un tractor D8K.

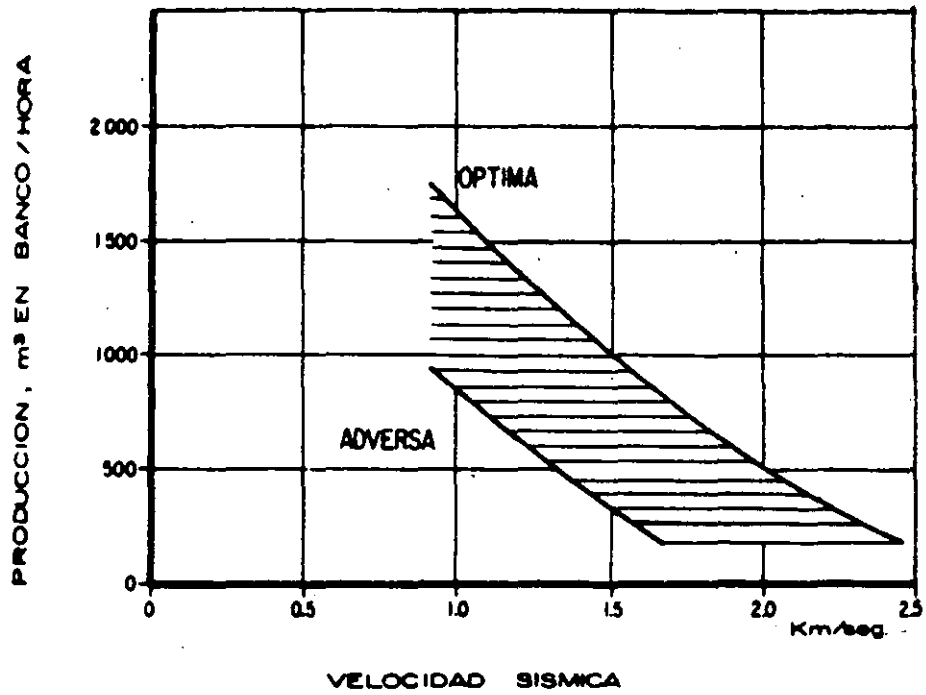


FIG. 7

Los resultados de la fig. se obtuvieron haciendo las siguientes consideraciones:

- La máquina desgarra o trabaja toda la jornada y se utiliza sin hoja topadora.
- El tractor usado es con servotransmisión.
- La eficiencia considerada: 100% (60 minutos por hora).
- En la gráfica está considerado todo tipo de material, clasificado por la velocidad de transmisión de una onda sísmica.
- La curva "óptima", de la gráfica, se refiere a condiciones totalmente favorables. Si se trata de capas laminares gruesas o de tipo vertical, o si existiese cualquier otro factor desfavorable, debe usarse la curva "adversa", o de menor rendimiento.
- Para rocas volcánicas, con velocidad sísmica superiores a 1.83 km/s, debe reducirse en un 25% el valor obtenido de la curva "óptima".

2. MOTOESCREPAS

2.1. Definición

2.2. Operaciones básicas

2.3. Condiciones de carga

2.3.1. Recomendaciones para cargar

2.4. Transporte del material

2.5. Descarga del material

2.6. Capacidad de carga

2.7. Ciclos de la motoescrepa

2.8. Cálculo de la producción

2.8.1. Estimación de la carga útil

2.8.2. Peso de la máquina

2.8.3. Fuerza de tracción utilizable

2.8.4. Pérdida de potencia por altitud

2.8.5. Comparación entre resistencia total y esfuerzo de tracción en el acarreo

2.8.6. Determinación del tiempo del viaje por acarreo

2.8.7. Comparación de la resistencia con la fuerza de tracción en el retorno

2.8.8. Tiempo de retorno

2.8.9. Tiempo total del ciclo

2.8.10. Relación tiempos de tractor y motoescrepa

2. MOTOESCREPAS

2.1. DEFINICION.

Son máquinas motorizadas para movimiento de tierra y pueden realizar excavaciones, carga, transporte, vertido y extendido del material excavado. Pueden considerarse como la combinación del tractor y la escrepa. Su movilidad y su gran rapidez en el desplazamiento se deben a que están montadas sobre neumáticos, lo que las convierte en productoras de grandes rendimientos. Sus velocidades máximas de desplazamiento varía entre 50 y 70 km/h. Estas velocidades entrañan una servidumbre, la de tener la superficie de rodamiento en buenas condiciones.

Debido a su sistema de rodaje, la motoescrepa normal es prácticamente incapaz de autocargarse, por lo que requiere de un empujador.

2.2. OPERACIONES BASICAS.

Estas son:

- Carga.
- Acarreo o transporte
- Extendido.

2.3 CONDICIONES DE CARGA.

Para óptimo rendimiento debe procurarse:

- Cargar a la capacidad máxima tolerable.
- Efectuar la carga en la distancia más corta y en el menor tiempo posible.

Para cumplir con estas condiciones, la profundidad de corte, en tierra común, debe ser de 15 a 20 cm., pues la experiencia demuestra que una profundidad menor aumenta el tiempo de carga y también la distancia para efectuarla, y una profundidad mayor produce atorones, patinamientos y pérdida de eficiencia. A mayor potencia del tractor de empuje mayor incremento en la profundidad de corte.

Cuando el material es duro, conviene ararlo o desgarrarlo previamente para facilitar la carga; tal es el caso de las arcillas duras y compactas.

Para incrementar la velocidad de carga de la motoescrepa, el tractor empujador debe ser de la potencia y peso adecuado.

2.3.1. **Recomendaciones para cargar.** Para mayor facilidad de carga, se recomienda que :

- Se realice hacia abajo, ya que la acción de la gravedad ayuda y se dispone de mayor potencia.

- Cuando se cargue en laderas, el corte debe hacerse en forma tal que permi-

ta el escurrimiento del agua; para ello debe comenzarse el corte en la parte superior del talud, continuando hacia abajo. El corte queda escalonado, y cada escalón debe hacerse de altura tal que vaya fijándose la línea del talud, sobre todo para el caso que se requiera afinar este talud.

- Cuando se trabaja en cortes, debe comenzarse por los lados, dejando el centro del corte más alto. La máquina debe operar del centro hacia el talud.

- Para descargar, en rellenos o terraplenes, el centro deberá quedar más bajo que las orillas y, en este caso, la máquina debe operar de la orilla hacia el centro.

- En los dos casos anteriores, se facilita más la formación de taludes y se evitan deslizamientos perjudiciales; tánto para la máquina como para el afine. En los dibujos del (a) al (h) de la Figura 8a y 8b, se representa gráficamente lo explicado.

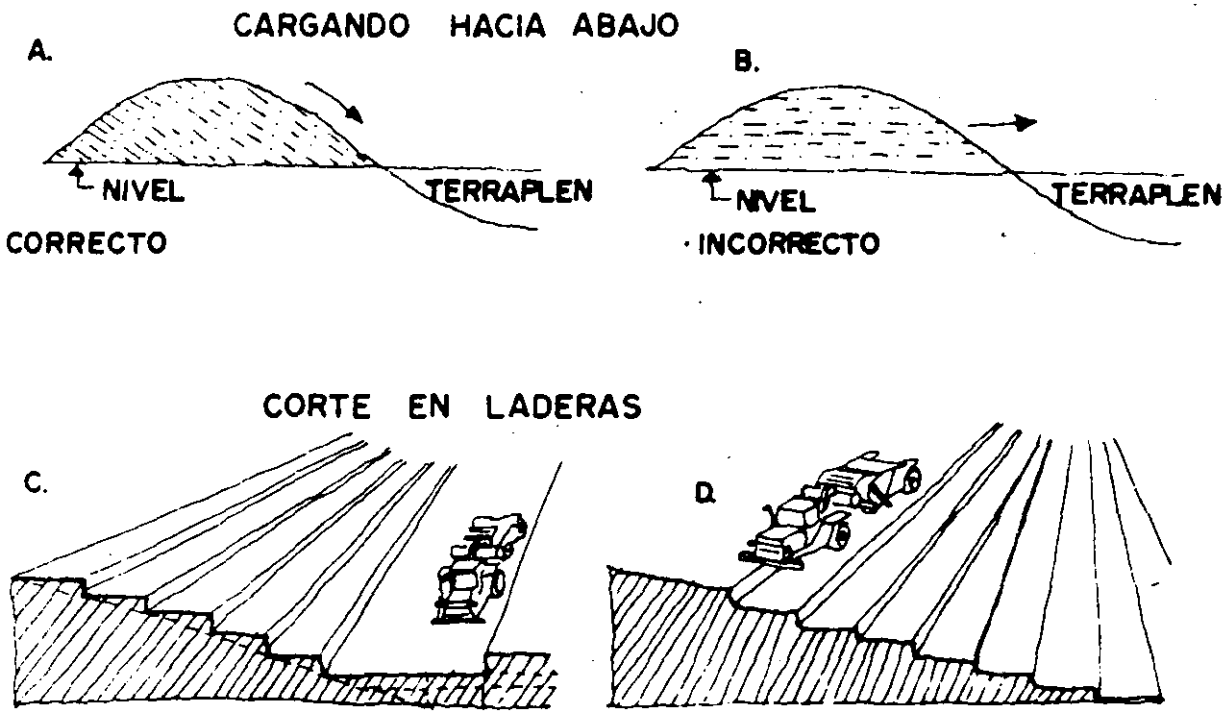


FIG. 8

2.4. TRANSPORTE DEL MATERIAL.

Para que el transporte resulte más fácil y más ágil, deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El estado del camino permitirá las máximas velocidades; para ello debe arreglarse la superficie de rodamiento.

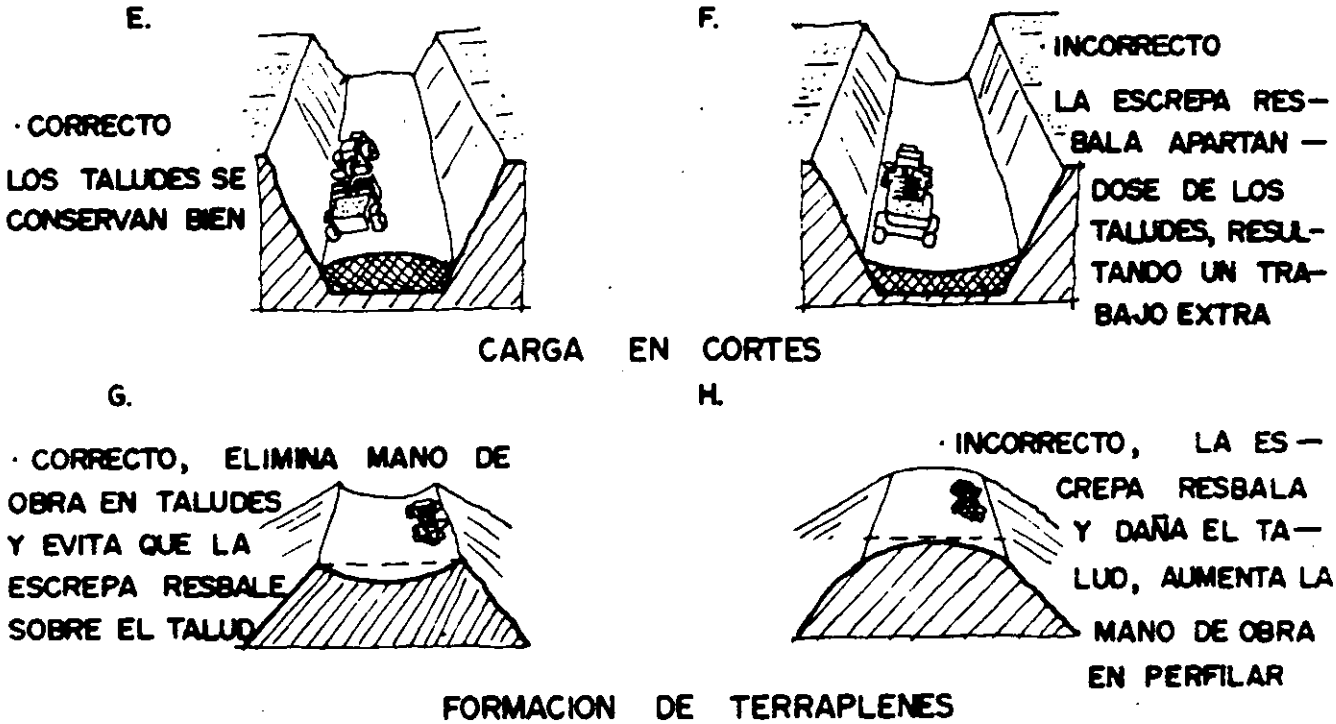
- Emplear la potencia total del motor; pues de existir superficies mal niveladas se incrementa la resistencia al rodamiento, se originan vibraciones y golpes en el

equipo que, además, fatigan al operador. Todo ello disminuye el rendimiento.

- Las pendientes desfavorables deben, en principio, evitarse, combinando distancias y movimientos.

- Las vueltas deben llevarse a cabo lo más rápido posible y consumiendo mínima distancia.

- Cuide la presión óptima de los neumáticos para que la fuerza de tracción dé su máximo rendimiento; pues cada centímetro de penetración suplementaria de los neumáticos en el suelo, exige un esfuerzo adicional de 9 kg. por tonelada bruta del peso de la escrepa.



2.5 DESCARGA DEL MATERIAL.

Para obtener un rendimiento máximo, debe procurarse:

- Que se haga en capas de igual espesor: de 15 a 20 cm., según el tipo del material y de acuerdo al equipo de compactación de que se disponga.

- Que se efectúe a velocidad máxima posible, empleando mínima distancia, pero para suelos arcillosos mojados, por la resistencia del rodamiento, la descarga debe ser más lenta.

2.6. CAPACIDAD.

Esta se mide en dos formas:

- En metros cúbicos a ras. (Fig. 9 a)

En metros cúbicos colmada (Fig. 9 b)

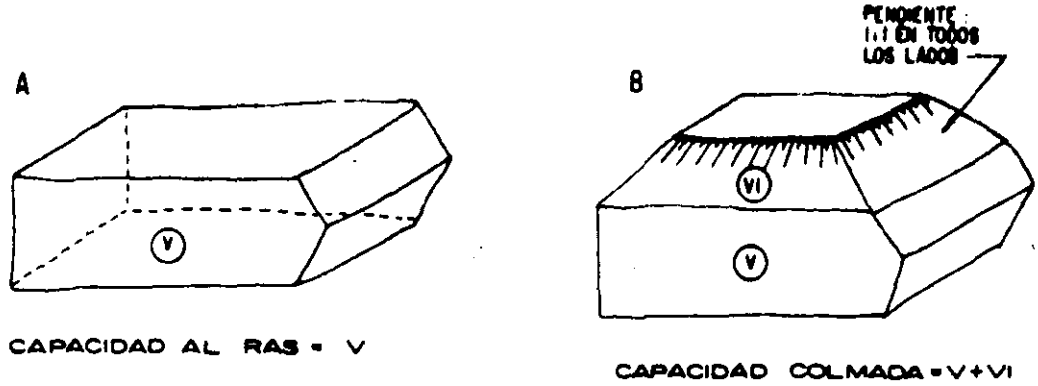


FIG. 9

2.7. CICLO DE LA MOTOESCREPA.

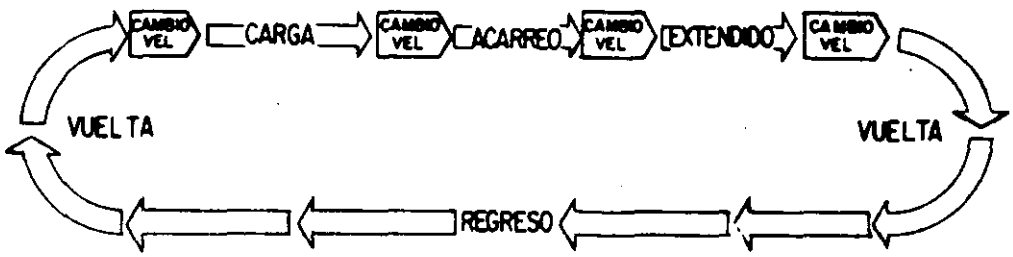


FIG. 10

TABLA 6

Unidad	Máquina utilizada para Cargar	Tiempo de carga en minutos	Maniobras y Esparcimiento o maniobras y descarga en minutos
613	Autocargadora	0.9	0.7
621B	Un D8K	0.6	0.7
623B	Autocargadora	0.9	0.7
627B	Un D8K	0.6	0.6
627B E. y T.*	Autocargadora	0.8	0.7
613C	Un D9H	0.6	0.7
633C	Autocargadora	0.9	0.7
637	Un D9H	0.6	0.6
637 E. y T.*	Autocargadora	0.9	0.7
641B	Dos D9H	0.6	0.7
651B	Dos D9H	0.6	0.7
657B	Dos D9HH	0.6	0.6
657 E. y T.*	Autocargadora	1.0	0.7
660B	Dos D9H	0.7	0.8
666B	Dos D9H	0.7	0.7

*E. y T. = Empuje y Tiro

De un juicioso análisis del cuadro anterior, se puede concluir que las trailas o motoescrepas se clasifican, por su carga, en tres tipos:

a) Las autocargadoras, cuya capacidad se mide colmada. (No requieren de ayuda). Ejemp. 613, 623B, etc.

b) Las estándar que, para carga eficiente y estar dentro de los tiempos fijados en la tabla, requieren de tractores empujadores. Ejemps. 621B, 627B.

c) Las autocargadoras de empuje y tiro con dos motores. Ejemps. 627B E. y T., 637 E y T., etc.

2.8 **Procedimientos para el cálculo de producción.** Para terminar con motoescrepas, analicemos un problema práctico de producción: Supongamos el modelo 631C que, según la Tabla, requiere de un tractor de empuje D9H.

D a t o s

Material: Arcilla arenosa, en barro natural húmedo.

Densidad del material en banco = 1975 Kg/m^3.

Factor volumétrico de conversión (FVC) = 0.72

Factor de compresibilidad = 0.85

Condiciones de Trabajo:

Factor de tracción = 0.50
Altitud = 2,600.00 m.

Ciclo de trabajo, acarreo y retorno: (Fig. 11).

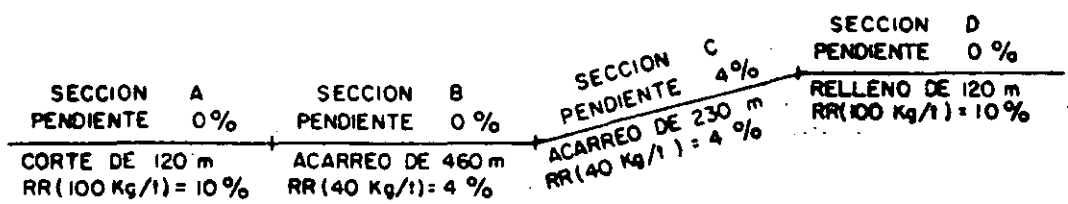


FIG. 11

Los valores de la resistencia al rodamiento, "RR" se toman de la tabla número tres del apartado 1.2.2.

El valor de porcentaje es la relación (kg/kg).

A la suma algebráica de las resistencias al rodamiento con la pendiente, se le llama pendiente total o compensada; así:

Sec. "A": Pendiente total o compensada = 10% + 0% = 10%

Sec. "B": Pendiente total o compensada = 4% + 0% = 4%

Sec. "C": Pendiente total o compensada = 4% + 4% = 8%

Sec. "D": Pendiente total o compensada = 10% + 0% = 10%

2.8.1. **Estimación de la Carga Util.** C.V. La carga útil es igual al número de metros cúbicos por el factor volumétrico de conversión por la densidad del material en banco; así:

C.V. = 23.00 m^3. x 0.72 x 1975 Kg/m^3. = 32,700 Kg.

C.V. = 32,700 Kg.

2.8.2. **Peso De La Máquina:**

Peso de la máquina vacía, dato de catálogo	= 35,200 Kg.
Peso de la carga calculada	= 32,700 Kg.
Peso total "PBT"	= 67,900 Kg.

2.8.3. **Fuerza de tracción utilizable.** Esta depende del peso de la máquina debidamente equipada, de la velocidad desarrollada y de las condiciones del suelo. El peso en las ruedas propulsadas, cuando el vehículo está totalmente cargado es igual al 53% del PBT.

Por lo tanto:

FTU, cargado: Factor de tracción X 0.53 X PBT

= 0.50 X 0.53 X 67900 kg = 17993 kg.

FTU, vacío = 0.50 X 0.68 X 35200 = 11968 kg.

donde: 0.68 es el peso en las ruedas propulsadas para vehículo vacío.

2.8.4. **Pérdida de potencia por altitud.** Por contar con turbocargadores, y de acuerdo a las indicaciones del fabricante, la potencia disponible es de:

100% para la motoescrepa, y de
94% para el tractor D9H.

De acuerdo con estos valores, el tiempo de viaje de la motoescrepa 631C, no cambia; pero el tiempo de carga aumenta en 5%, por ser el porcentaje en que se reduce la potencia del tractor.

2.8.5. **Comparación entre la resistencia total y el esfuerzo de tracción en el acarreo.**

La resistencia total es la suma de la resistencia en las pendientes "R.P." más la resistencia al rodamiento "RR".

a) **Resistencia en las pendientes "RP"**

R.P. = 10 kg/t X PBT X pérd. adversa en porcentaje.

Sec. "C": 10 kg/t X 67.9 t X 4% = 2716 kg.

b) **Resistencia al rodamiento, "RR":**

RR = kg/t (factor de RR) X t (PBT)

Sec. "A": 100 kg/t X 67.9 t = 6790 kg.

Sec. "B": 40 kg/t X 67.9 t = 2716 kg.

Sec. "C": 40 kg/t X 67.9 t = 2716 kg.

Sec. "D": 100 kg/t X 67.9 t = 6790 kg.

c) **Resistencia total:**

Sec. "A" =	6790 kg.
Sec. "B" =	2716 kg.
Sec. "C" = 2716 kg + 2716 kg.	5432 kg.
Sec. "D" =	6790 kg.

La tracción máxima que se requiere para mover el 631C es de 6790 kg y disponemos de una fuerza de tracción útil de 17993 kg.

2.8.6. **Determinación del tiempo de viaje para el acarreo.** Este tema depende de la distancia y de la pendiente compensada. De las gráficas del manual Caterpillar, se obtiene:

Sec. "A": 0.75 min.

Sec. "B": 1.10 min.

Sec. "C": 0.70 min.

Sec. "D": 0.80 min.

3.35 min.

Nota: Tiempo aproximado, ya que no se considera el tiempo de aceleración ni desaceleración.

2.8.7. Comparación de la resistencia total con la fuerza de tracción en el retorno.

Cuando el equipo retorna, la pendiente ayuda; por lo tanto:

Ayuda de pendiente = AP = 10 kg/t X PBT X (-4%)

De ahí que la resistencia al rodamiento para el equipo en viaje vacío, para cada sección, vale:

RR = Factor de RR X peso del vehículo sin carga.

Sec. "D" = 100 kg/t X 35.2 t = 3520 kg.

Sec. "C" = 40 kg/t X 35.2 t = 1408 kg.

Sec. "B" = 40 kg/t X 35.2 t = 1408 kg.

Sec. "A" = 100 kg/t X 35.2 t = 3520 kg.

Por tanto la resistencia total:

Sec. "D" =	3520 kg.
Sec. "C" = 1408 - 1408 =	0 kg.
Sec. "B" =	1408 kg.
Sec. "A" =	3520 kg.

La fuerza de tracción que se requiera para mover la motoescrepa 631C, en viaje de regreso, es de 3520 kg. y disponemos, según se ha calculado en el apartado 2.8.3., de una fuerza de tracción utilizable de 11968 kg.

2.8.8. Tiempo de viaje de retorno. De las gráficas del manual Caterpillar, se tiene:

Sec. "D": 0.42 min.

Sec. "C": 0.43 min.

Sec. "B": 0.78 min.

Sec. "A": 0.42 min.

Tiempo total = 2.05 min.

2.8.9. **Tiempo total del ciclo.** Este tiempo será igual a la suma de los tiempos de acarreo y retorno, más los derivados del ajuste por altitud y tiempo de carga y maniobra, es decir:

Tiempo de acarreo =	3.35 min.	
Tiempo de retorno =	2.05 min.	5.40 min.
Ajuste por altitud = 0.06 X 5.40	0.32 min.	
Tiempo de carga =	0.60 min.	(Tabla 6)
Maniobra y esparcimiento =	0.70 min.	(Tabla 6)
Tiempo total del ciclo =	7.02 min.	

Para obtener el número de metros cúbicos en banco, que pueden obtenerse, se procede de la manera siguiente:

Ciclos/hora = 60 min. ÷ 7.02 min. = 8.54 ciclos/hr.

Carga estimada = Cap. colmada X FVC = 23 m^3 X 0.72 = 16.6 m^3 en banco

Rendimiento en banco/hr = 16.6 m^3 X 8.54 ciclos/hr = 141.76 m^3

Rendimiento en banco/hr = 141.76 m^3

2.8.10. **Relación tiempos de tractor y motoescrepa.** Esta relación es importantísima, puesto que nos determina la óptima utilización del tractor para ayudar a otras traillas o motoescrepas.

El tiempo del ciclo del empujador consta de los tiempos parciales de carga, impulso, retorno y maniobras:

Tiempo en el impulso	= 0.10 min.
Tiempo empleado para carga y retorno (140% del tiempo de carga)	= 0.84 min.
Tiempo de maniobra	= 0.15 min.
Tiempo del ciclo del empujador	= 1.09 min.

Por lo tanto, un tractor podrá atender: seis motoescepas, puesto que

$$\frac{7.02 \text{ min.}}{1.09 \text{ min.}} = 6.44$$

3. PALAS MECANICAS Y CARGADORES FRONTALES

3.1. Definición

3.2. Tipos de excavadoras de «carga estacionaria»

3.3. Orugas vs. neumáticos

3.4. Aditamientos o accesorios de las palas

3.4.1. Equipo de la pala frontal

3.4.2. Usos más comunes de la pala frontal

3.4.3. Usos más comunes del aguilón de la grúa

3.4.4. Cucharón de draga en el aguilón de grúa

3.4.5. La retroexcavadora y su empleo

3.5. Selección de máquinas

3.6. Profundidad óptima para el llenado del cucharón de la pala

3.7. Efectos de la profundidad de corte y ángulo de rotación en el rendimiento de las palas

3.8. Profundidad óptima de corte de las dragas de arrastre

3.9. Efectos de profundidd de corte y ángulo de rotación en el rendimiento de las dragas

3.10. Estimación del rendimiento de palas mecánicas

3.10.1. Determinación del valor de «K»

3.11. Producción teórica tabulada

3.12. Retroexcavadora

3.12.1. Definición y descripción

3.13. Cargadores frontales

3.13.1. Definición y características

3.13.2. Ciclo de carga

3.13.3. Producción

3. PALAS MECANICAS Y CARGADORES FRONTALES

3.1. DEFINICION.

Son máquinas de movimiento de tierra de "carga estacionaria", adecuada para cualquier tipo de terreno. Se dice de "carga estacionaria" para distinguirla de las máquinas de excavación y carga remolcada por tractor, en las que la carga se produce a medida que avanza el remolcador; en cambio, la pala excava, carga y deposita los materiales estando parada. Su dispositivo de propulsión sólo sirve para su transporte y para proporcionarle una cierta movilidad en el lugar de trabajo.

3.2. TIPO DE EXCAVADORAS DE "CARGA ESTACIONARIA".

Vienen montadas sobre orugas o sobre neumáticos. Se distinguen cinco tipos (Fig. 12):

1) La pala normal o pala frontal.

2) La pala retroexcavadora.

3) La pala rastreadora.

4) La draga o excavadora con balde de arrastre.

5) La excavadora con cuchara de almeja o bivalva.

Además se cuenta con la grúa (6) que, en resumen, no es sino una excavadora con cuchara bivalva o una dragalina adaptada a ciertas necesidades particulares, o bien, es una máquina básica a la que se le adapta gran variedad de dispotivos de carga (cable sencillo y gancho de carga); de carga y excavación (cucharones de almeja, de draga); así como bolas rompedoras, hincadoras de pilote de gravedad, martillo de aire para pilotes, etc.

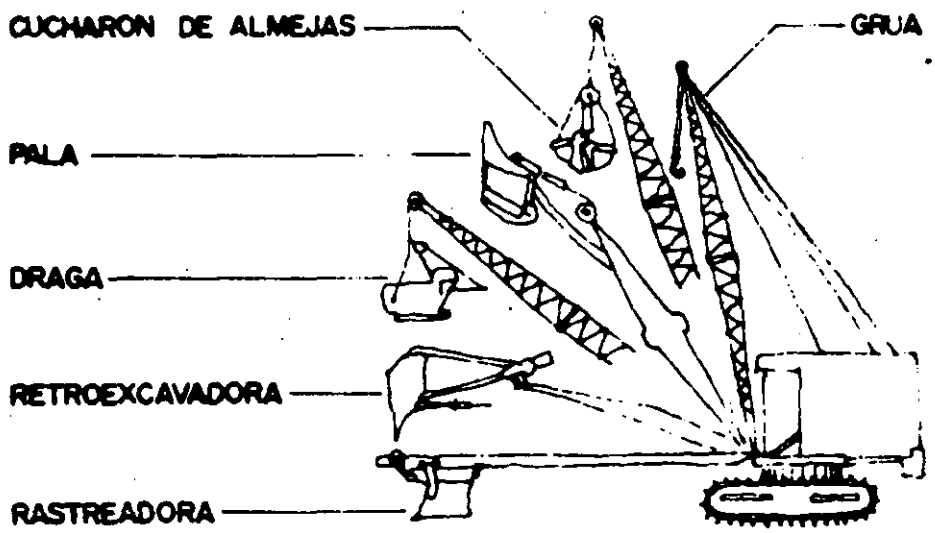


Fig. 12

3.3. ORUGAS VS. NEUMATICOS.

Las que vienen montadas sobre orugas presentan ventajas que pueden aprovecharse para trabajar:

a) En terrenos flojos, puesto que el área de sustentación que proporcionan las orugas asegura un movimiento adecuado y buena estabilidad.

b) En excavaciones pesadas, ya que las orugas dan más estabilidad al equipo y mayor resistencia contra las cargas de impacto de la excavación.

c) En terrenos disparejos o cuando los fragmentos de roca pueden dañar los neumáticos.

d) En excavaciones donde no haya necesidad de movimientos frecuentes y rápidos.

Las ventajas del equipo montado sobre neumáticos se obtienen cuando:

a) El transporte rápido sea requisito importante.

b) El terreno presenta superficies firmes y a nivel.

c) El uso de la oruga sea perjudicial al terreno, o por no poderse ajustar a las disposiciones legales.

d) Los materiales abrasivos provoquen desgastes excesivos en las orugas, siempre que los neumáticos resistan las condiciones del trabajo.

3.4. ADITAMENTOS O ACCESORIOS DE LAS PALAS.

De la clasificación señalada en el apartado 3.2. se desprende que las palas mecánicas se diseñan para recibir diversos aditamentos o accesorios, que constituyen sus herramientas de trabajo. Estos a su vez, se clasifican en tres grupos básicos:

Aguilón de pala.

Aguilón de grúa.

Aguilón retroexcavador.

El aguilón de grúa sirve, como ya se dijo, para diferentes usos, no así el de pala y el retroexcavador, cuyos usos se limitan a sus específicas funciones: Pala excavadora frontal y retroexcavadora, respectivamente.

3.4.1. **Equipo de pala frontal.** Es el de mayor aplicación y consta de: pluma o aguilón de la pala, brazo de ataque, cucharón y mecanismo de apertura y de cierre del cucharón. Los movimientos que efectúa son:

a) Elevación del cucharón dentro del material por excavar.

b) Excavación; operación por la cual el cucharón se introduce avanzando en el material.

c) Retirada una vez cargada la cuchara.

d) Giro y descarga.

3.4.2. Usos más comunes de la pala frontal.

a) Excavación de bancos o préstamos.

b) Excavación de cortes, resultan convenientes en trabajos de afine.

c) Descargando sobre pilas de desechos.

d) Carga de unidades o vehículos de acarreo.

e) Descarga en tolvas, cribas o bandas.

f) Zanjas poco profundas, no siendo una operación recomendable.

g) Excavación en plano horizontal, para rasante final o despeje de materiales. Esta no es una operación recomendable.

3.4.3. Usos más comunes del aguilón de grúa. Con el de almeja, se utiliza para:

a) Excavaciones verticales abajo del nivel del terreno:

- Pozos y excavaciones de cimientos para pilares y muros.

- Zanjas profundas para alcantarillado, canalizaciones, tuberías (cuando la profundidad sobrepasa los límites de trabajo de la retroexcavadora; sobre todo, cuando la excavación es estrecha y lleva una entibación apuntalada).

- Excavaciones sumergidas.

b) Traslado de materiales sueltos de las pilas de almacenaje a tolvas y a transportadores y su aplicación más común es para manejar materiales sueltos: arena, grava, roca triturada,

Nota: La selección del cucharon de almeja debe hacerse tomando en cuenta la penetración y capacidad de carga. La penetración depende del peso del cucharón y la capacidad de carga de la propia máquina.

3.4.4. **Cucharón de draga en el aguilón de grúa.** Además del aguilón, el dispositivo de trabajo se completa con el cucharón de arrastre, cable de izar y cable de arrastre con su guía. Este conjunto o máquina ha sido proyectado para grandes radios de acción. Por su forma de operar, las fuerzas aplicadas al cucharón se reducen al tiro del cable tractor; por lo que su uso se concreta a excavaciones en materiales blandos o desintegrados ubicados abajo del nivel de asiento de la propia máquina; tales como:

- Dragado de ríos, para extraer grava o arena y formar con ellas pilas.
- Excavación y limpieza de canales y zanjas.
- Para despejar la capa vegetal.
- Alimentación de bandas transportadoras, de tolvas y ocasionalmente cribas.
- Carga de depósitos de arcilla o materiales sueltos.
- Ocasionalmente para cargar camiones, siempre que la capacidad de éstos sea de cinco a seis veces la capacidad del cucharón.

3.4.5. **La retroescavadora y su empleo.** El aditamento o dispositivo retroexcavador consiste en un pórtico auxiliar, un aguilón, brazos y refuerzos para el cucharón. Por su ataque análogo al de la pala, se le selecciona para excavaciones abajo de su nivel de asiento y en materiales más duros que en los que excava la draga; es decir, que esta máquina es propia para:

- Apertura de zanjas y relleno de ellas.
- El perfilado del terreno en plano horizontal.
- Limpieza de cunetas.
- Descarga de material sobre pilas y carga de unidades de acarreo.

3.5. SELECCION DE MAQUINAS.

La selección de una máquina excavadora, en cuanto a su capacidad, debe basarse en:

1. Tipo de materiales	Duros	Máquinas grandes facilitan la excavación.
	Suaves	Máquinas chicas, por representar mayor movilidad.

2. Profundidad del banco	A profundidades grandes.	Máquinas grandes.
	Cortes poco profundos	Máquinas chicas, que tienen avances frecuentes para que el bote pueda llenarse.
3. Movilidad	Sobre orugas	
	Sobre neumáticos	
4. Otras consideraciones	Colocación de la máquina	
	Altura máxima de descarga	

3.6. PROFUNDIDADES OPTIMAS PARA EL LLENADO DEL CUCHARON DE LA PALA.

En la tabla 7 siguiente, se dan los valores óptimos de las profundidades para que el llenado del cucharón de la pala se realice sin esfuerzo escesivo de empuje. La profundidad óptima de corte no está fijada por el alcance máximo de excavación.

TABLA 7

Capacidad en yardas cúbicas	Materiales suaves arena y grava. metros	Materiales corrientes, tierra común. metros	Materiales compactos, arcilla húmeda, pegajosa, dura, pesada. metros
3/8	1.16	1.37	1.83
1/2	1.40	1.74	2.14
3/4	1.61	2.07	2.44
1	1.83	2.38	2.74
1 1/4	1.98	2.59	2.99
1 1/2	2.14	2.80	3.26
1 3/4	2.26	2.96	3.51
2	2.38	3.11	3.71
2 1/2	2.56	3.42	4.06

3.7. EFECTOS DE LA PROFUNDIDAD DE CORTE Y ANGULO DE ROTACION EN EL RENDIMIENTO DE LAS PALAS

En el cuadro siguiente, Tabla No. 8, se han listado los valores que afectan los rendimientos de las palas, según la profundidad de corte y el ángulo de rotación o viraje. Para profundidad óptima de banco y ángulo de rotación de 90° se consideró el rendimiento igual a UNO.

TABLA 8

Profundidad del corte en porcentaje del corte óptimo	ANGULO DE VIRAJE						
	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
40	0.93	0.89	0.85	0.80	0.72	0.65	0.59
60	1.10	1.03	0.96	0.91	0.81	0.73	0.66
80	1.22	1.12	1.04	0.98	0.76	0.77	0.69
100	1.26	1.16	1.07	1.00	0.88	0.79	0.71
120	1.20	1.11	1.03	0.97	0.86	0.77	0.70
140	1.12	1.04	0.92	0.91	0.81	0.73	0.66
160	1.03	0.96	0.90	0.85	0.75	0.67	0.62

3.8. PROFUNDIDAD OPTIMA DE CORTE DE LAS DRAGAS DE ARRASTRE.

Véase el cuadro siguiente, Tabla No. 9.

TABLA 9

Clase de material	TAMAÑO DEL CUCHARON EN YARDAS CUBICAS								
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2
Lama y arenas húmedas livianas	1.53	1.68	1.83	2.01	2.13	2.26	2.35	2.44	2.59
Arena y grava	1.53	1.68	1.83	2.01	2.13	2.26	2.35	2.44	2.59
Tierra común	1.83	2.04	2.26	2.44	2.59	2.74	2.89	3.02	3.20
Arcilla dura compacta	2.22	2.44	2.65	2.84	3.05	3.37	3.45	3.60	3.75
Arcilla húmeda pegajosa	2.22	2.44	2.65	2.84	3.05	3.27	3.45	3.60	3.75
Longitudes normales de la pluma en pies:									
De:	25	30	35	40	45	50	50	50	60
A :	35	40	50	55	60	70	80	90	100
Longitud máxima aproximada en metros	10.5	12.0	15.0	16.5	18.0	21.0	24.0	27.0	30.5

*Profundidades en metros

3.9. EFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE CORTE Y ANGULO DE ROTACION EN EL RENDIMIENTO DE LAS DRAGAS.

En el cuadro siguiente, Tabla 10, se han listado los valores que afectan los rendimientos de las dragas, según la profundidad de corte y el ángulo de rotación.

TABLA 10

Profundidad del corte en porcentaje del corte óptimo	ANGULO DE VIRAJE							
	30°	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
20	1.06	0.99	0.94	0.90	0.87	0.81	0.75	0.70
40	1.17	1.08	1.02	0.97	0.93	0.85	0.78	0.72
60	1.24	1.13	1.06	1.01	0.97	0.88	0.80	0.74
80	1.29	1.17	1.09	1.04	0.99	0.90	0.82	0.76
100	1.32	1.19	1.11	1.05	1.00	0.91	0.83	0.77
120	1.29	1.17	1.09	1.03	0.98	0.90	0.82	0.76
140	1.25	1.14	1.06	1.00	0.96	0.88	0.81	0.75
160	1.20	1.10	1.02	0.97	0.93	0.85	0.79	0.73
180	1.15	1.05	0.98	0.94	0.90	0.82	0.76	0.71
200	1.10	1.00	0.94	0.90	0.87	0.79	0.73	0.69

3.10. ESTIMACION DEL RENDIMIENTO DE PALAS MECANICAS.

Para el cálculo de la producción o rendimiento de palas, dragas y retroexcavadoras puede emplearse la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad horaria o rendimiento} = \frac{3600 \times Q \times E \times K}{Cm \times F}$$ donde:

3600 = Segundos por hora.

Q = Capacidad de cucharón en yardas o metros cúbicos.

F = Factor de abundamiento del material excavado.

E = Relación del volúmen realmente cargado al volúmen nominal del cucharón.

Cm = Tiempo total del ciclo en segundos.

Para la correcta aplicación de la fórmula han de tenerase en cuenta las siguientes recomendaciones:.

- La capacidad del cucharón se debe expresar como la capacidad a ras.

- La capacidad del cucharón se expresa en yardas cúbicas sueltas o metros cúbicos sueltos.

- "E" toma en consideración el hecho de que una hora completa de trabajo de 60 minutos es casi imposible ya que se pierde tiempo cuando se mueve la máquina, cuando se cambia la posición del mango, cuando se lubrica, cuando el el operador descansa, etc. En condiciones ideales y con operadores diestros, puede usarse 0.80 para E; pero varía en cada condición de trabajo. El valor usual de "E" es de 0.60.

3.10.1. Determinación del valor de "K". En la Tabla 11, se dan los valores de "K" para palas y dragas, según las condiciones de trabajo y clase de materiales.

TABLA 11

EXCAVACION	FACIL	MEDIANA
FACTOR DEL CUCHARON DE PALA	95% al 100%	85% al 90%
FACTOR DEL CUCHARON DE DRAGA DE ARRASTRE	95% al 100% Materiales regados, sueltos, flojos, materiales que llenan completamente y con frecuencia proporcionan cargas colmadas. (La sobrecarga compensa el abundamiento del material).	85% al 90% Materiales duros que no requieren voladura, pero que se fragmentan en pedazos grandes que producen vacíos en el cucharón.
EXCAVACION	**MEDIA DIFICIL**	**DIFICIL**
FACTOR DEL CUCHARON DE PALA	70% al 80%	50% al 70%
FACTOR DEL CUCHARON DE DRAGA DE ARRASTRE	65% al 75% Materiales que requieren voladura con bajo consumo de explosivos por M^3, pero voluminosos y algo duros de penetración, lo que produce vacíos en el cucharón. Caliza bien quebrada, roca arenosa y otras rocas bien voladas. Esquisto volado, arcilla pegajosa, mojada y pesada. Grava con piedras grandes Gravas cementadas.	40% al 65% Roca volada, tierra endurecida y otros materiales difíciles de penetrar y producen grandes vacíos en el cucharón. Esquisto duro volados Caliza, Arenisca, Conglomerado, Roca de caliche — En grandes pedazos, mezclados con finos y tierra. Arcilla dura que se raspa del banco.

3.11. PRODUCCION TEORICA TABULADA.

En las Tablas 12 y 13, se incluyen los valores de producción estimada en m'/hora, para palas mecánicas y dragas de arrastre.

TABLA 12

PALAS MECANICAS

	CAPACIDAD DEL CUCHARON M^3 y yd^3						
Tipo de Material	0.57 3/4	0.75 1	0.94 1 1/4	1.13 1 1/2	1.32 1 3/4	1.53 2	1.87 2 1/2
Marga húmeda o arcilla arenosa	126	157	191	218	245	271	310
Arena y grava	119	153	176	206	229	252	298
Tierra común	103	134	161	183	206	229	271
Arcilla dura y de alta cohesión	84	111	138	161	180	203	237
Roca bien dinamitada	73	96	119	138	157	176	210
Excav. común con rocas y raíces	61	80	99	119	138	153	187
Arcilla mojada y pegosa	54	73	92	111	126	141	176
Roca mal dinamitada	38	57	73	88	107	122	149

TABLA 13

DRAGAS DE ARRASTRE

	CAPACIDAD DEL CUCHARON M^3 y yd^3						
Tipo de Material	0.57 3/4	0.75 1	0.94 1 1/4	1.13 1 1/2	1.32 1 3/4	1.53 2	1.87 2 1/2
Arcilla liviana y humeda o marga	99	122	149	168	187	203	233
Arena o grava	96	119	141	161	180	195	226
Tierra común	80	103	126	145	161	176	203
Arcilla dura, de alta cohesión	69	84	103	122	138	149	176
Arcilla mojada y pegajosa	42	57	73	84	99	111	134

3.12. RETROESCAVADORA.

3.12.1. Definición y descripción. Son máquinas propias para excavar zanjas o trincheras, que retroceden durante el proceso de trabajo. En la figura No. 13, se representa un dibujo esquemático con sus dimensiones de operación, las cuales varían de acuerdo con los modelos.

Dimensiones de Operación:

K = Alcance máximo a ras del suelo.

L = Profundidad máxima.

M = Profundidad de excavación.

N = Profundidad máxima de pared vertical.

O = Espacio libre mínimo para cargar camiones.

P = Espacio libre máximo para cargar camiones.

Q = Altura máxima hasta diente del cucharón.

S = Alcance máximo a pleno ascenso del aguilón.

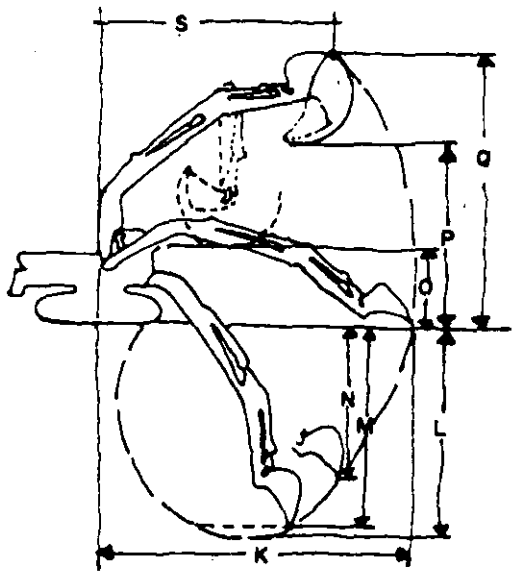


FIG. 13

Los cucharones que emplea esta máquina pueden ser anchos o angostos; anchos para suelos fáciles de atacar y angostos para terrenos duros o difíciles.

La capacidad de estos cucharones se mide a rás o bien colmada, y su carga útil depende de su tamaño y de ciertas características del suelo. En función de ambos —tamaño del cucharón y tipo de suelo— se determina el factor de acarreo (Fa). De ahí que la carga útil "Cu" sea igual al producto de la capacidad colmada "Cc" por el factor de acarreo "Fa", así:

$$C_u = C_c \times F_a$$

En el cuadro siguiente se tabulan los valores de los factores de acarreo o porcentajes de la capacidad colmada del cucharón, en función de la características de los suelos.

TABLA 14

MATERIAL	Factor de Acarreo*
Marga mojada o arcilla arenosa	100 al 110%
Arena y grava	90 al 100%
Arcilla dura y tenaz	75 al 85%
Roca de voladura, bien fragmentada	60 al 75%
Roca de voladura, mal fragmentada	40 al 50%

* Porcentaje de la capacidad colmada del cucharón.

3.13. CARGADORES FRONTALES

3.13.1. **Definición y características.** Son tractores montados sobre orugas o neumáticos, los cuales llevan en su parte delantera un cucharón accionado por mandos hidráulicos (Fig. 14). Sirven para manipular materiales sueltos, sobre todo para elevar —tomándolos del suelo— y descargar sobre camiones u otros medios de transporte.

CARGADORES FRONTALES

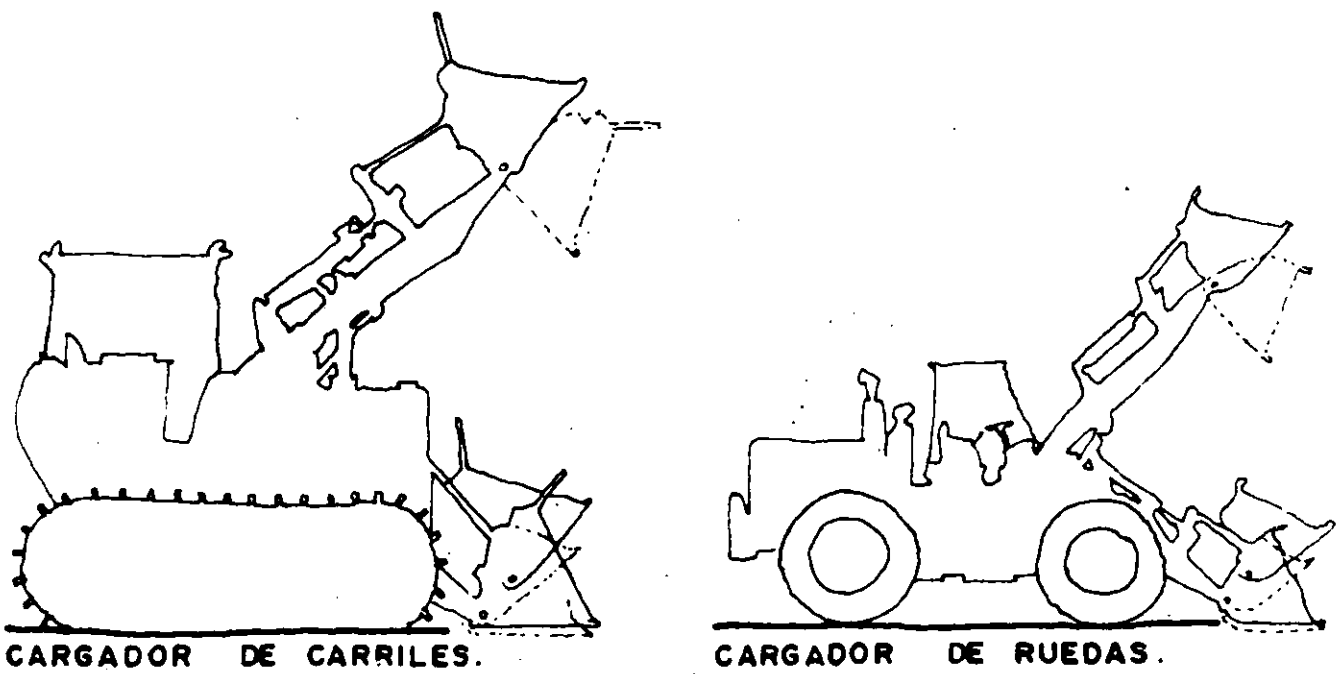


FIG. 14

Para una misma máquina existen cucharones de construcción ligera y de construcción reforzada, los primeros, de mayor capacidad, se seleccionan para materiales ligeros; los segundos, que incluyen dientes para ataque, se seleccionan para materiales pesados.

3.13.2. Ciclo de carga. El ciclo de carga incluye los tiempos de carga, de maniobra, de viaje y de descarga. Sus valores medios recomendados se enlistan a continuación.

- **El tiempo de carga.** Varía de 0.03 minutos a 0.20, según el material: desde agregados sueltos hasta cementados.

- **El tiempo de maniobra.** Incluye el tiempo invertido en el recorrido básico, el empleado en los cuatro cambios de sentido de la marcha y el de los virajes. Con un buen operador, se estima en 0.22 minutos.

- El tiempo de viaje. Incluye los que se invierten en el acarreo y en el retorno.

- **El tiempo de descarga.** Se estima como normal de 0.04 a 0.07 minutos, y depende del tamaño y resistencia de la caja del volteo o de la tolva en que se descarga.

Como un ejemplo de tiempos estimados de viaje, se incluye una gráfica del modelo 955 L de Caterpillar, Fig. 15.

Distancia de viaje en medio ciclo

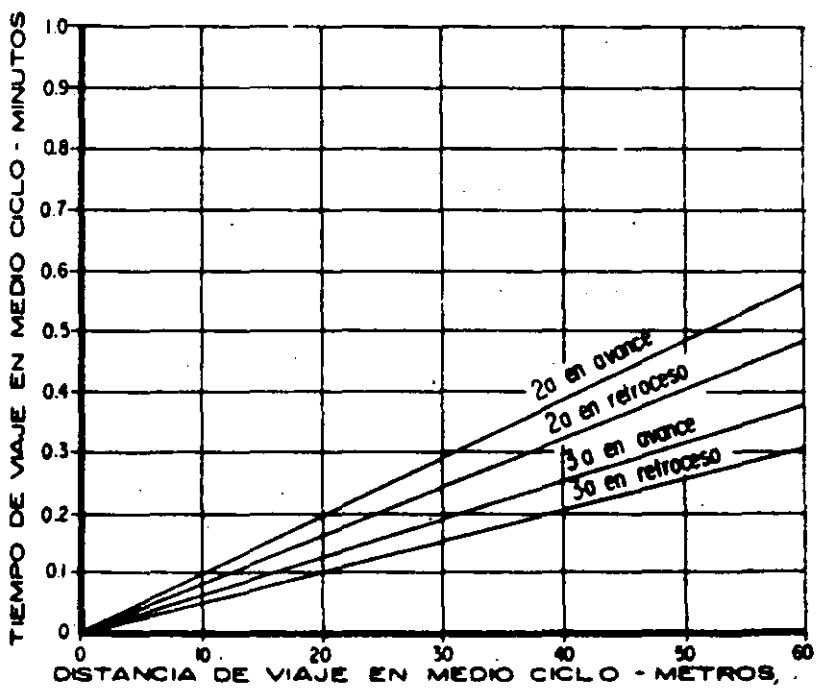


FIG. 15

Condiciones:

- Sin pendientes.
- Las velocidades son prácticamente las mismas con carga o sin ella.
- La posición del cucharón es constante en el recorrido.
- No se incluye el recorrido efectuado en el tiempo en maniobras.
- Se considera el tiempo de aceleración en el tiempo de maniobras.

3.13.3. **Producción.** Es la capacidad del cucharón por número de cargas/hora.

Para este equipo son también válidas las recomendaciones dadas para las palas, tanto en cuanto a su sistema de sustentación como en su uso.

Para una mayor eficiencia en la carga de los camiones debe tomarse en cuenta que:

a) La distancia de recorrido, del lugar de carga al de descarga —sobre los camiones— debe ser la mínima posible.

b) Las unidades de acarreo deben colocarse en forma tal que el ángulo de giro del tractor sea el menor posible. Se recomienda que siempre sea menor de 90° ; para ello se recomienda que el frente del banco tenga suficiente amplitud, para que las unidades de acarreo se acomoden, Fig. 16, y se eviten así pérdidas de tiempo por acomodo.

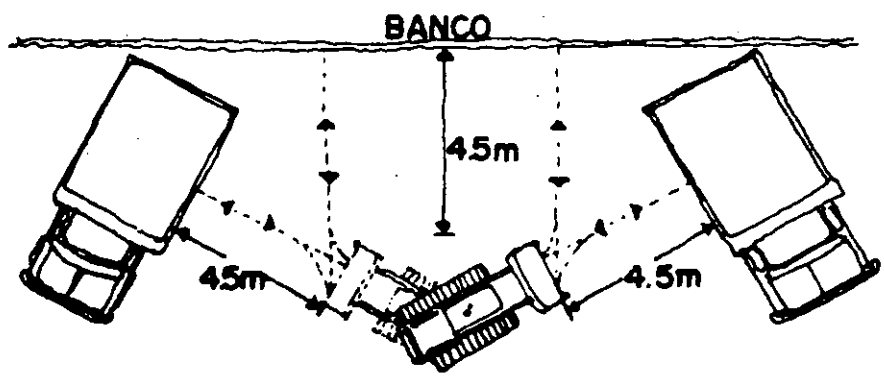


FIG. 16

c) El terreno, sobre el que se mueve, debe ser firme y lo más llano que se pueda, libre de piedras y bordos que resten eficiencia y produzcan balanceos fuertes en el equipo, sobre todo cuando éste lleva el cucharón cargado y en alto.

En el cuadro siguiente se tabula la producción estimada en m^3/hora: para los cargadores frontales montados sobre ruedas, operando en material suelto.

TABLA 15

Producción estimada en m^3/h					
		Carga útil estimada de los cucharones en m^3 de material suelto			
Minutos por Ciclo	Ciclos hora	0.75* (1)	1.13* (1.5)	1.53* (2)	1.87* (2.5)
0.4	150	115	172	229	286
0.45	133	102	153	205	253
0.5	120	92	137	183	229
0.55	109	83	125	166	208
0.6	100	77	114	153	191
0.65	92	70	105	140	175

* Capacidad nominal del cucharón en yd^3

/ hora de 60 minutos.

TABLA 16

Eficiencia del trabajo min/hr.	Factor de eficiencia %	Factor Volumétrico de conversión
60	100	Volúmen cucharón x 1.00
55	91	Volúmen cucharón x 0.95
50	83	Volúmen cucharón x 0.90
45	75	Volúmen cucharón x 0.85
40	69	Volúmen cucharón x 0.80
		Volúmen cucharón x 0.75

4. COMPRESORES

4.1. Definición y descripción

4.2. Pérdidas de presión

4.3. Capacidad del compresor

4.4. Herramientas

4.4.1. Perforadoras

4.4.2. Rompedoras

4.4.3. Apisonadoras

4.4.4. Wagon – drills y track-drills

4.5. Aceros de perforación

4. COMPRESORES

4.1. DEFINICION Y DESCRIPCION

Son máquinas de gran empleo en obras diversas de construcción que comprimen y almacenan aire para alimentar herramientas neumáticas; tales como: *perforadoras, rompedoras, apisonadoras,* etc. Sus partes esenciales son: el motor, el compresor y el tanque o receptor del aire, que sirve para regularizar la descarga.

Además de estas partes esenciales pueden considerarse como elementos necesarios: el regulador o gobernador, que incrementa, disminuye o para la fase de compresión; la válvula de seguridad, que evita presiones peligrosas en el tanque; y los manómetros para el control de las presiones en las herramientas de trabajo. Asimismo, en el tanque se ubica la válvula de salida a la que se conecta la tubería de conducción que alimenta las herramientas.

4.2. PERDIDAS DE PRESION

Se deben a la fricción, a la longitud de tubería, a los cambios de dirección y estrechamientos; por ello, para que las pérdidas sean mínimas y el rendimiento, máximo, deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Nivelar el compresor lo mejor posible.

b) Seleccionar adecuadamente el diámetro de la tubería de distribución ya que a mayor diámetro menos fricción.

c) Colocar el compresor lo más cerca posible de las herramientas, a fin de acortar la longitud de las tuberías.

d) El tendido de la tubería debe ser lo más recto posible, evitando quiebres muy agudos.

e) No sobrecargarlos nunca con demasiadas herramientas. El compresor estará sobrecargado, cuando el total del aire necesario para todas las herramientas acopladas exceda de su capacidad normal; pues los compresores sobrecargados se calientan y no rinden lo que deben.

f) Extraer del compresor el agua condensada y conservar todas las válvulas perfectamente ajustadas.

Como ejemplo, puede citarse la pérdida de 9.3 libras por pulgada cuadrada que sufre una tubería de 3" de diámetro y longitud de 1000 piés, conduciendo 1000 piés cúbicos de aire por minuto.

Los mismos principios asentados rigen para las mangueras de conducción. Como ejemplo, una manguera de 50 piés de longitud que opera a una presión de 80 lb/pulg.2, conduciendo 100 piés cúbicos de aire por minuto, tendrá las pérdidas que se listan.

Diám. de la manguera en pulgadas	Pérdida de presión en libras/pulg.^{2}
3/4	5.8
1	1.4
1 1/4	0.4

Lo que comprueba que a menor diámetro, mayor pérdida de presión.

4.3. CAPACIDAD DEL COMPRESOR

Los compresores utilizan aire comprimido a 100 libras por pulgada cuadrada (7 kg/cm^2), y se clasifican por el volumen de aire que, a la presión señalada, producen en un minuto en piés cúbicos/min o m^3/min. Su capacidad deberá estar acorde con el número de herramientas que ha de alimentar.

4.4. HERRAMIENTAS

4.4.1. **Perforadoras.** Se utilizan en las excavaciones en roca y en los trabajos de canteras para hacer los barrenos destinados a las cargas explosivas.

4.4.1.1. Clasificación y uso de las perforadoras.

Se clasifican por su peso, en: pesadas, medianas y ligeras. Las pesadas se seleccionan para rocas semiduras y terrenos cementados duros; y las medianas, para bancos de conglomerados, brechas suaves y en terrenos tepetatosos.

Dada la función que desempeñan en cuanto a su peso; la cantidad de aire a presión en pies cúbicos/min. requerida, será mayor en las de mayor peso y menor en las ligeras. Este tipo de herramienta se emplea básicamente en la barrenación vertical; y por su forma de operar, se recomienda para barrenaciones de profundidad no mayor de 3.00 m.

Para su máxima eficiencia se recomienda:

a) Conservar la barrena bien afilada. No tratar de afilar la barrena en la obra, sino remitirla para tal fin al taller.

b) No utilizar nunca puntas desgastadas.

c) Conservar las uniones y los empalmes de las tuberías bien ajustadas.

d) Procurar siempre la verticalidad en la perforación, pues así se aprovecha el peso del martillo y el de la barrena.

e) Cuando el aire que pasa a través de la barrena no basta para conservar limpio el orificio, utilizar una tubería con aire para soplar ésta antes de que se obture.

4.4.2. **Rompedoras.** Se seleccionan, específicamente para romper pavimentos de asfalto y de concreto, bloques de concreto, piedras estratificadas; así como rocas suaves y medianas, evitándose el uso de explosivos, etc. Su máximo rendimiento se obtiene si se observan las siguientes recomendaciones:

a) Utilizar siempre puntas de tamaño adecuado y conservarlas bien afiladas.

b) Emplear simultáneamente varias herramientas rompedoras; así se mejora la acción.

c) Actuar sobre trozos pequeños.

d) Conservar todas las uniones bien ajustadas y comprobar frecuentemente la tubería del aire hasta el empalme del martillo, a fin de asegurarse de que no existe ninguna fuga.

e) Asegurarse de que los operarios sólo guién las herramientas; pues no deben accionarla hacia abajo ni apoyarse en ellas.

4.4.3. **Apisonadoras.** Como su nombre lo indica, se usan para apisonar y compactar terrenos no accesibles para otro tipo de equipo o maquinaria; es decir, en zanjas, en perímetros de obras de fábrica, etc.; y para asentar materiales de bacheo en las reparaciones de pavimento. Su máximo rendimiento se obtiene, observando las recomendaciones siguientes:

a) Conservar todas las uniones y empalmes de la tubería bien apretados.

b) Cuando se apisiona tierra floja, recubrir con una arpillera (tela tejida gruesa) la cabeza del pisón.

c) Cuando se apisona grava, utilizar la cabeza del pisón sin recubrimiento alguno.

d) Desplazar el pisón por el relleno, no conservarlo nunca apisonando sobre el mismo sitio.

e) Cuando se apisona alrededor de una obra de fábrica, apisonar por capas, sin permitir nunca que el pisón choque contra el muro de la obra.

f) El espesor de la capa por apisonar debe ser función del material mismo.

4.4.4. **Wagon-drills y Track-drills.** Son dispositivos móviles, en los cuales se montan las perforadoras. (Fig. 17). Además de su movimiento de avance, cuentan con mecanismos, orientadores de las perforaciones en la dirección deseada, vertical, horizontal o inclinada, lo que garantiza siempre el alineamiento. Con los Wagondrills pueden realizarse perforaciones hasta de 7.00 m. de profundidad, y con los Track-drills, puede perforarse hasta 12.00 m.

Estos equipos requieren más consumo de aire por minuto que las perforado-

ras que se guían o soportan manualmente. Por ejemplo: un compresor de 600 piés cúbicos/min., podrá alimentar a las siguientes herramientas:

Perforadoras	medianas: de 8 a 12 unidades pesadas: de 4 a 6 unidades
Wagon-drills:	pesados: 2
Track-drills:	1

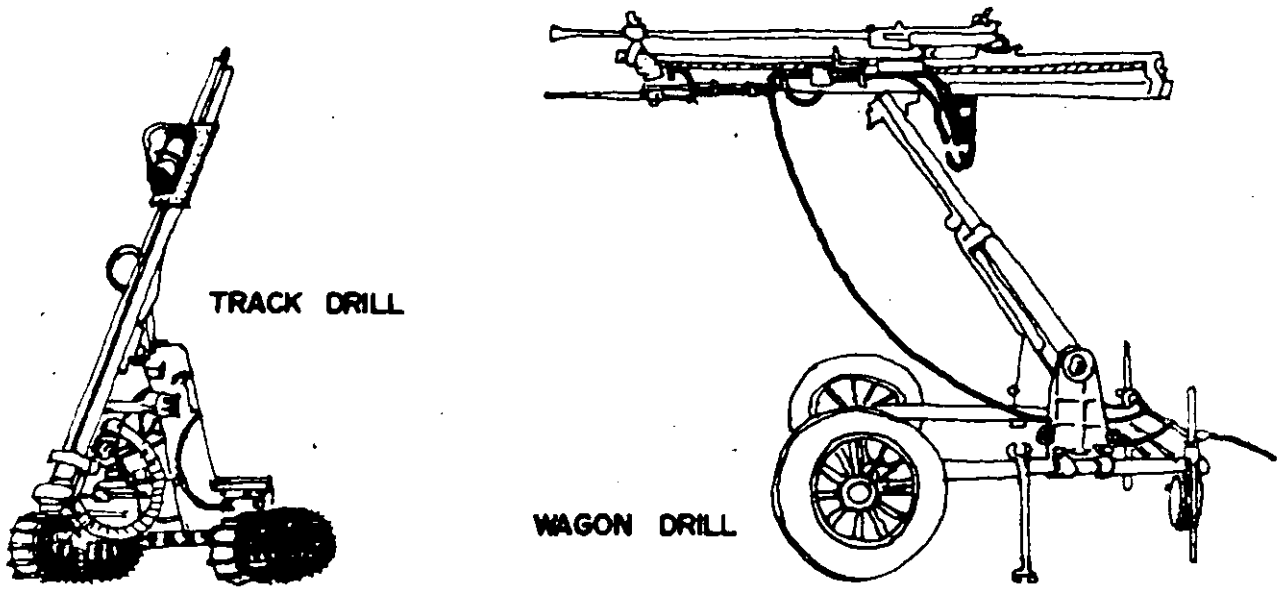


FIG. 17

4.5. ACERO DE PERFORACION

Son barras de acero al bajo carbón, huecas para permitir el paso del aire, de sección, generalmente exagonal. Se componen de tres partes esenciales: zanco, barra y rosca.

Para la rotura de la roca, el acero de perforación requiere de brocas. Estas son insertos de tungsteno que se fijan a la barra o se enroscan a ella. (Fig. 18).

Cabe señalar que a mayor diámetro de la broca o del inserto, mayor superficie por barrenar y, por consiguiente, más tarda la perforación.

Los promedios de barrenación varían según:

a) Características del material.

b) Tipo de equipo.

c) Manejo y aprovechamiento de equipo.

En la tabla 17, se incluye información relativa, según el material; y en la tabla 18, según las presiones y para dos tipos de materiales.

INSERTOS DE TUNGSTENO

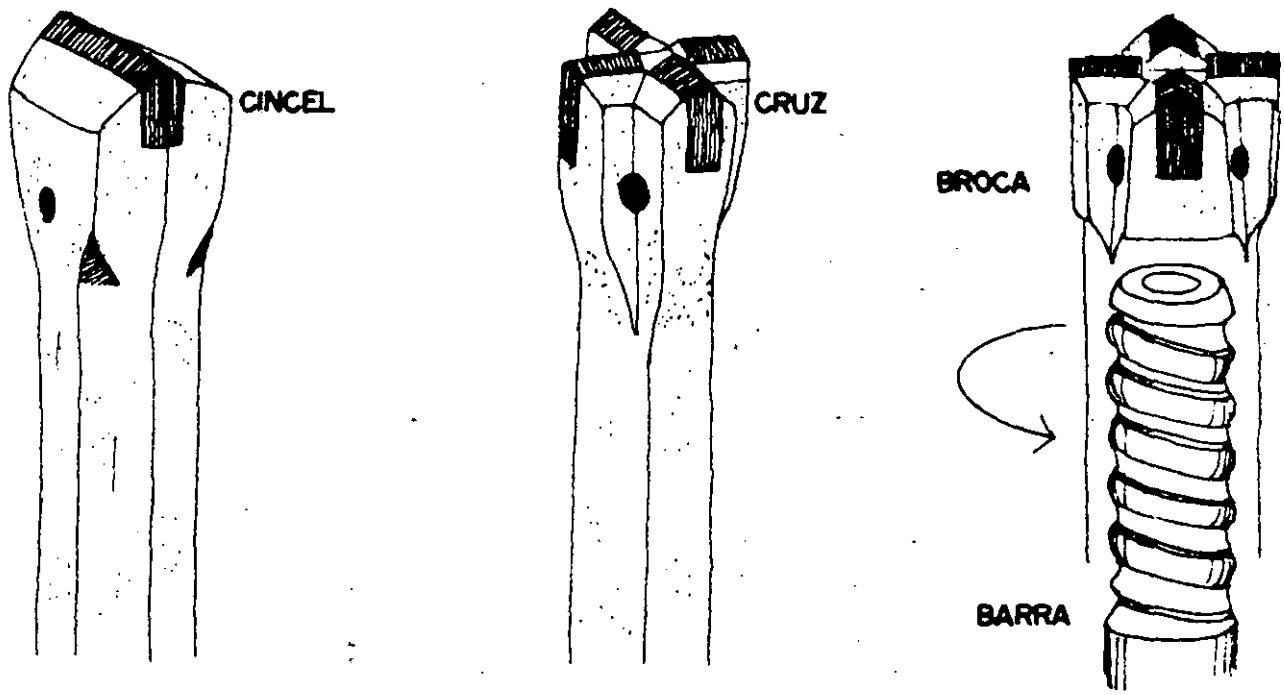


FIG. 18

TABLA 17

	Areniscas, Choy suave pizarras, granito desintegrado	Granito Basalto	Calizas duras y estratificadas con dureza uniforme	Caliza Estratificadas con fracturas y arcilla
Metros efectivos barrenados por hora.	4.25	4.55	4.75	3.50
Metros por barrenar sin pérdidas de tiempo o cambio.	11.00	8.85	7.35	6.45

Nota: Se consideran pérdidas de tiempo: Cambio de barras; limpieza y soplado de barrenos; roturas y atascamiento de la barra; cambios de lugar para iniciar otro barreno; fallas mecánicas, habilidad de perforista; y, otras.

TABLA 18

Presión de Trabajo en la Perforadora en libras/pulgada^2		Avance de la Barrenación sin Considerar tiempos perdidos m/hr
para caliza dura con estratos horizontales		
56		3.35
60 a 70		4.25
70 a 80		6.95
Más de 80		8.85
Para granito duro		
45		0.45
50		1.50
60 a 70		4.25
75 a 87		6.65

5. EQUIPO DE ACARREO

5.1. Definición y clasificación

5.2. Rendimiento del equipo

5.3. Selección del equipo

5.4. El transporte en la construcción

5.5. Determinación del número de unidades

5. EQUIPO DE ACARREO

5.1. DEFINICION Y CLASIFICACION

Independientemente de las motoescrepas, se define como **equipo de acarreo** a la máquina o combinación de máquinas que, contando con un sistema adecuado de carga y con un dispositivo de descarga, se utilizan para transportar materiales de un lugar a otro. Dentro de estos materiales y para nuestro objetivo debemos considerar sólo dos tipos: los sólidos, como tierras, arenas, rocas, etc., y líquidos, como agua y asfaltos.

Por sus sistema de rodamiento el transporte puede realizarse sobre orugas, sobre neumáticos y sobre rieles. También existen otros medios de transportación: los de banda, los de tubo, los acuáticos y los de canastilla sobre cables aéreos.

En cuanto a su descarga, las unidades de acarreo pueden ser:

– Con descarga por el fondo.

– Con descarga trasera.

– Con descarga lateral.

– Con descarga frontal.

En cuanto a su desplazamiento, pueden ser:

– De autopropulsión.

– De remolque.

5.2. RENDIMIENTO DEL EQUIPO DE TRANSPORTE

En las tablas siguientes, se tabulan las características o variables que deben tenerse presente para el rendimiento de los equipos de acarreo.

TABLA 19

TIPO DEL EQUIPO	CONDICIONES FISICAS DEL TRABAJO	MATERIALES POR TRANSPORTARSE	LIMITACIONES EN LA MAQUINA	METODO DE OPERACION
Motoescrepas, camiones, tractores, etc.	Longitud de recorrido. Tipo de superficie: lodoso, duro, suave, arenoso, rocoso, escabroso. Pendientes de recorrido. Condiciones climatéricas. Proximidad y abastecimiento de combustibles y refacciones.	Tipo del material: arena, grava, roca, arcilla. Tamaño del material. Peso volumétrico. Abundamiento del material. Pegajoso o fácil en la descarga.	Capacidad de carga. Velocidad. Maniobrabilidad en diferentes caminos y condiciones del tiempo. Potencia del motor. Tipo de transmisión. Tipo del mecanismo de descarga. Impacto de la carga.	Número de unidades. Sistema de carga. Capacidad de equipo de carga. Velocidad de carga. Sistema de descarga. Desperdicio, terraplén. Descarga en montones o en capas. Localización de accesos rampas y caminos.

En cuanto al uso del equipo de acarreo, deben tenerse presente las recomendaciones que se tabulan en el cuadro siguiente:

TABLA 20

TIPO	VENTAJAS	TIEMPO	LIMITACIONES	CAMINO
Camiones	Su fácil movilidad. Su adaptación a varios tipos de caminos. Altas velocidades. Facilidad en las reversas.	Dificultad al rodamiento con lluvia y lodo.	Facilidad de manejo en todos los tipos, dependiendo del diseño de la caja.	Requiere superficies con mantenimiento. Pendientes adecuadas.
Tractores sobre neumáticos y remolques.	Movilidad eficiente. Velocidad media de recorrido. Descargas lateral, trasera, o por el fondo. Operación en tándem para recorridos largos. Radio de vuelta reducido.	Dificultad al rodamiento con lluvia y lodo.	Facilidad de manejo en todos los tipos, dependiendo del diseño de la caja.	Requiere superficies con mantenimiento para mejorar eficiencia. Pendientes adecuadas.

5.3. SELECCION DEL EQUIPO

Esto puede establecerse reuniendo los requisitos de las diferentes variables; pero la idea primordial al escoger los diferentes equipos de acarreo es que éstos estén relacionados, tanto en la eficiencia combinada como en los costos, con el equipo de ataque y carga disponible. El ciclo de los equipos de acarreo está integrado con:

Tiempos fijos	carga descarga vueltas
Tiempos variables	recorrido lleno recorrido vacío velocidades correspondientes

5.4. EL TRANSPORTE EN LA CONSTRUCCION

Este renglón importantísimo en la construcción, es difícil de operar dentro de bases verdaderamente eficientes. Se debe ésto a que en ocasiones se peca por exceso y en otras por deficiencia en el número de unidades de acarreo seleccionadas; en ambos casos se originan pérdidas, que el constructor debe reducir al mínimo.

En los trabajos de caminos, el contínuo cambio de distancias de acarreo obliga a la correspondiente variación en el número de unidades; causa primaria provocadora del desequilibrio entre las unidades de acarreo y el equipo de carga. Aquí, el constructor alivia su inversión y encuentra un coadyuvante a la solución parcial del problema mediante la renta de camiones; forma común generalizada en los trabajos de acarreo de materiales.

Otros varios factores son los que afectan al problema de la selección del número de camiones; entre ellos mencionamos:

a) El tamaño económico del camión, que puede variar según las características y condiciones de trabajo.

b) La pendiente del camino.

c) La condición del camino.

d) El gasto de mantenimiento de la superficie de rodamiento.

El meollo del problema es mantener constantemente equilibrado el número de unidades de acarreo con el del equipo de carga. Este es un problema difícil que se motiva por el número reducido de vehículos de transporte o por operaciones impropias de ellos. Se infiere, por tanto, que un equipo de carga podrá rendir el máximo de producción si se cuenta con un número suficiente de unidades de acarreo.

5.5. DETERMINACION DEL NUMERO DE UNIDADES DE ACARREO

Para el balanceo o equilibrio entre las unidades de acarreo y los equipos de carga, ha de tenerse presente:

a) El número de unidades de acarreo varía en forma casi directa, con las distancias de acarreo. Como éstas sufren grandes variaciones, resulta muy difícil alcanzar un equilibrio perfecto.

b) Para llegar al punto económico del equilibrio, es necesario contar con la facilidad de poder conseguir o retirar los vehículos de acarreo, según las necesidades de trabajo.

c) Como regla práctica puede aceptarse que: "El número de unidades o camiones de transporte debe ser aquél que motive en ellos, de cuando en cuando, pérdidas de tiempo igual a las que, por espera, pueda perder el cargador".

Para determinar el número de camiones, basta relacionar los ciclos del cargador con el de los camiones. Por ejemplo, si consideramos un cargador de 1 1/2 yd^3, o sea 1.14 m^3, con un ciclo de carga de 36 segundos, para llenar un camión de 6.00 m^3, se requieren:

$$\frac{6\ m^3}{1.14\ m^3} = 5.3 \text{ ciclos} = 6 \text{ ciclos}$$

El tiempo total de llenado será: 36 s X 6 ciclos = 216 s. Si la eficiencia horaria es de 50 min/hora, se necesitarán $\frac{216\ s}{0.83} = 260$ s; o sean 4.5 minutos aproximadamente por carga de camión. Si el acarreo se efectúa a una distancia de 500 m, con una velocidad promedio, de ida y regreso, de 20 km/h., se tendrá:

Ciclo del camión: Tiempo de carga = 4.5 min.

Descarga = 1.0 min.

Acomodo y vuelta = 2.0 min.

$$\text{Recorrido} = \frac{1h \times 60\ min./h}{20\ km/h} = \frac{3.0\ min.}{10.5\ min.}$$

$$\text{Camiones necesarios} = \frac{10.5\ min \times 60s}{260\ seg} = 2.4 \text{ camiones.}$$

Si se considera una eficiencia del 66% en los camiones, el número de éstos, será:

$$\frac{2.4}{0.66} = 3.6 \text{ camiones; es decir}$$

cuatro camiones. Número que equilibran las pérdidas que ocasionaría el cargador, si se considera 34% del ciclo para la carga del camión, como tiempo perdido.

6. MOTOCONFORMADORAS

6.1. Definición

6.2. Dispositivo principal

6.3. Dispositivos auxiliares

6.4. Cómo aprovecharla

6.5. Velocidades de trabajo

6.6. Cálculo de rendimiento

6. MOTOCONFORMADORAS

6.1. DEFINICION

Son máquinas de aplicaciones múltiples, destinadas a mover, nivelar y afinar suelos; utilizadas en la construcción y en la conservación de caminos.

6.2. DISPOSITIVO PRINCIPAL.

La importancia de estas máquinas se debe tanto a su potencia como al dispositivo para mover la cuchilla o principal elemento. Esta hoja o cuchilla de perfil curvo (Fig. 19), cuya longitud determina el modelo y potencia de la máquina, está localizado abajo del chasis. El dispositivo especial de movimiento permite a la cuchilla girar y moverse en todos los sentidos. Es decir:

a) Puede regular su altura con relación al plano del suelo.

b) En el plano horizontal puede quedar fija, formando un ángulo cualquiera con el eje horizontal de la máquina.

c) Puede también inclinarse con relación al plano horizontal, llegando, incluso, a quedar en posición vertical, fuera del chasis.

6.3. DISPOSITIVOS AUXILIARES.

Esta máquina es específica para:

a) Desyerbar y remover vegetación ligera.

b) Limpiar bancos.

c) Construir canales y formar terraplenes.

d) Extender materiales.

e) Mezclar y revolver materiales con objeto de uniformarlos.

f) Terminar y afinar taludes.

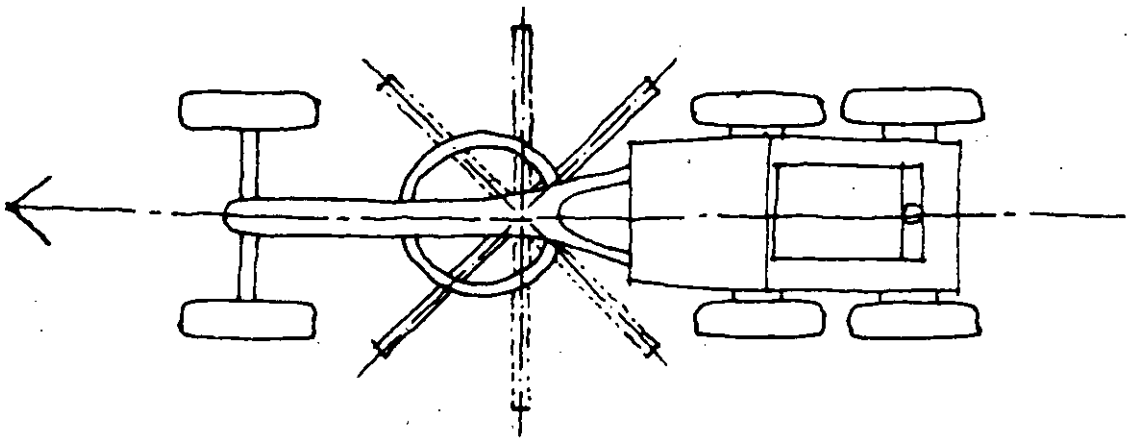
g) Mantener y conservar caminos.

Sin embargo, se le adaptan otros dispositivos auxiliares para trabajos diversos; por ejemplo:

a) Escarificadores para arar o remover el terreno, como trabajo preliminar a la acción de la cuchilla.

b) Hoja frontal de empuje para ejercer la acción de "Bulldozer" o empujador.

c) Cargadores de materiales que le permiten, en forma simultánea, excavar y descargar sobre las unidades de acarreo.



MOTOCONFORMADORA.

FIG. 19

6.4. COMO APROVECHARLA.

Como toda máquina, para su máximo rendimiento es necesario aprovechar correctamente su potencia, por ejemplo:

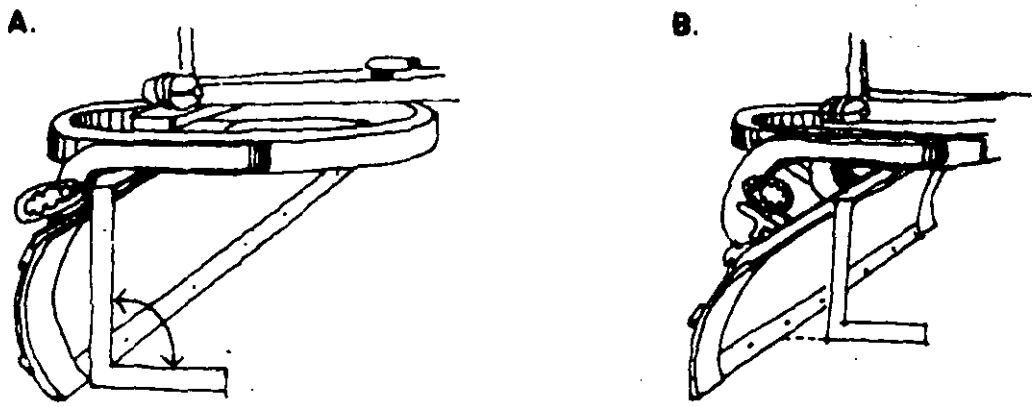
a) El ajuste de la cuchilla a las condiciones de trabajo, es indispensable para que los trabajos de cortar, de rastrear y de mezclar se realicen en óptimas condiciones.

b) Dado el diseño cóncavo de la cuchilla, su posición frontal más efectiva para cortar o revolver es cuando los filos o aristas de ella quedan en un mismo plano vertical (Fig. 20).

Este ajuste vertical se usa para emparejar superficies y dar formas definitivas.

c) Para trabajos de conservación de caminos, la parte superior se inclina hacia adelante (Fig. 20b), hasta lograr una inclinación frontal conveniente para el rastreo o raspamiento.

d) Con relación al eje longitudinal de la máquina, la posición de la cuchilla debe formar un ángulo tal que permita al material correr libremente hacia el extremo de la cuchilla (Fig. 21). Para el rastreo, el ángulo aconsejable debe estar entre 60° y 70°

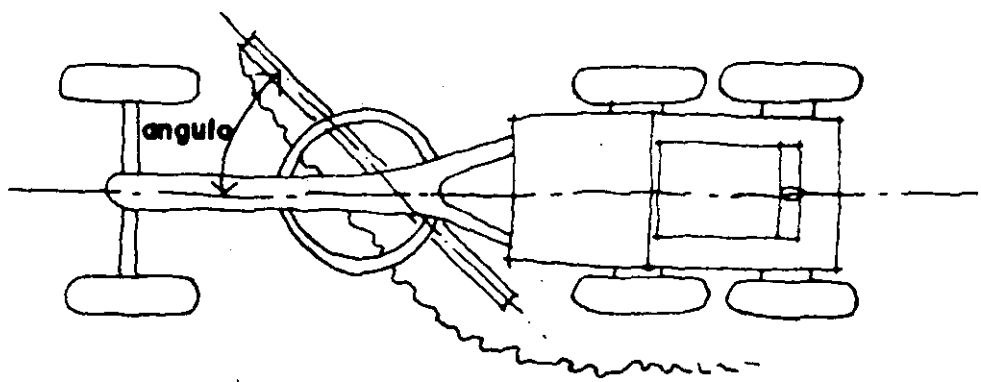


POSICION FRONTAL DE LA CUCHILLA PARA CORTAR O REVOLVER

POSICION DE LA CUCHILLA PARA RASTREOS

FIG 20

e) Cuidar la inclinación de las ruedas delanteras. La posición de éstas es básica, ya que en casi todas sus aplicaciones las motoconformadoras soportan una fuerza lateral que tiende a desviar su parte delantera hacia un lado. Para contrarrestar esta fuerza, las ruedas delanteras deben inclinarse hacia la dirección en que se desliza o corre la tierra sobre la hoja. (Fig. 22).



ANGULO DE LA CUCHILLA CON RESPECTO AL EJE LONGITUDINAL

FIG. 21

f) Además de la posición de la cuchilla debe cuidarse que su regreso lo realice en un tramo no menor de 300 m., pues en distancias menores conviene utilizar la reversa.

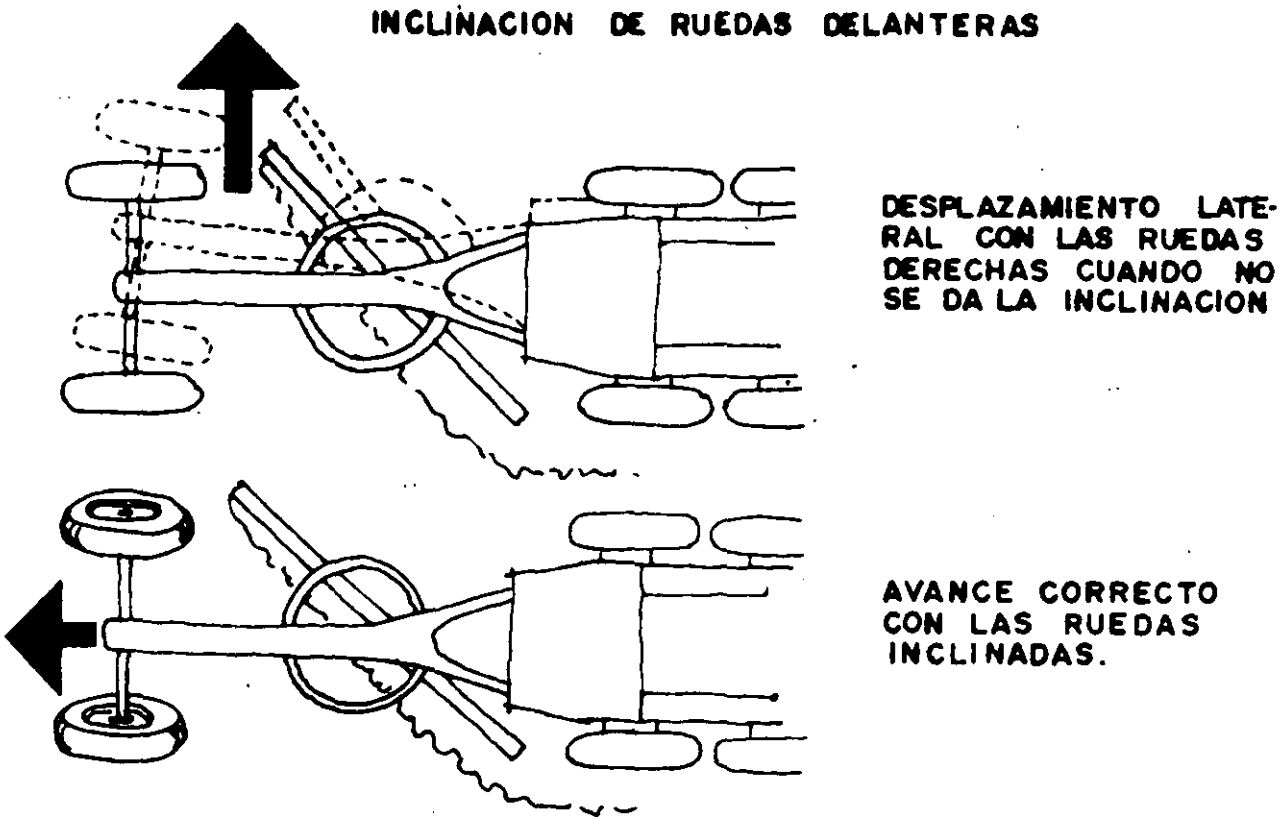


FIG. 22

6.5. VELOCIDADES DE TRABAJO.

En la tabla siguiente se especifican las velocidades en la transmisión, recomendables para varios trabajos.

TABLA 21

Tipo de trabajo	Velocidades en la transmisión recomendables
Conservación de caminos	3a. a 5a.
Extendido de materiales	2a. a 4a.
Mezcla de materiales	4a. a 6a.
Afinamiento de Taludes	1a.
Desyerbes	1a. a 2a.
Acabados finales	2a. a 4a.

6.6. CALCULO DEL RENDIMILNTO.

Puede establecerse que el rendimiento de una motoconformadora es inversamente proporcional al número de pasadas efectuadas en un mismo tramo. Por ejemplo, con una buena organización se requieren cinco pasadas para un tramo de 10 km. Si éstas aumentan a siete y la velocidad de trabajo o recorrido es de 2.5 km/h., la pérdida de tiempo es:

$$\frac{7 \text{ pasadas X } 10}{2.5 \text{ km/h.}} - \frac{5 \text{ pasadas X } 10}{2.5 \text{ km/h.}} = 28 - 20 = 8 \text{ horas}$$

Para el cálculo del rendimiento de una motoconformadora puede aplicarse la fórmula siguiente:

$$T = \frac{N \times L}{V_1 X E} + \frac{N \times L}{V_2 X E} + \frac{N \times L}{V_3 X E}$$

En donde:

T = Tiempo en horas utilizado

N = Número de pasadas.

L = Longitud recorrida en km. en cada pasada.

E = Factor de eficiencia.

V_1, V_2, V_3 = Velocidad en km/h. en cada pasada.

Recomendaciones:

L, debe determinarse de acuerdo a la naturaleza del trabajo,

N, debe ser estimado de acuerdo con la clase de trabajo,

E, varía con las diferentes condiciones trabajo.

Ejemplo: Se necesita rastrear y nivelar 8 kilómetros de carretera mediante una motoconformadora de 3.60 m de longitud de cuchilla.

Se precisan seis pasadas para completar la operación de rastreo y nivelado.

La clase del material permite efectuar las pasadas primera y segunda a 4.5 km/hr las pasadas tercera y cuarta a 5.4 km/hr y las pasadas quinta y sexta a 8.6 km/hr, el factor de eficiencia "E", es de 0.6.

Sustituyendo en la fórmula del rendimiento, se obtiene:

$$T = \frac{2 \times 8}{4.5 \times 0.6} + \frac{2 \times 8}{5.4 \times 0.6} + \frac{2 \times 8}{8.6 \times 0.6} \qquad 6.0 + 4.9 + 3.1 = 14 \text{ h.}$$

$$T = 14.00 \text{ h.}$$

Como en todas las máquinas:

La velocidad de la transmisión de la motoconformadora queda definida por la pendiente del terreno; y la eficiencia, por la rugosidad del terreno, por su compasidad, por su peso volumétrico y por el tamaño del material por trabajarse.

En tramos de poca longitud, en que las motocomformadoras deben voltear frecuentemente, al calcular los ciclos deben tomarse en cuenta los tiempos empleados en cambiar el sentido, así como los tiempos de espera cuando al realizar las vueltas una máquina tenga que esperar la salida de otras.

7. EQUIPO DE COMPACTACION

7.1. Definición

7.1.1. Generalidades sobre compactación

7.1.2. Clasificación

7.1.3. Zona de utilización de compactadores

7.2. Breve descripción de los compactadores

7.2.1. Rodillo de «pata de cabra»

7.2.2. Rodillo de reja

7.2.3. Tambores de acero liso o aplanadoras

7.2.4. Compactadores de neumáticos

7.2.5. Compactadores de pisones

7.2.6. Compactadores autopropulsados

7.3. Recomendaciones

7.4. Rendimientos de los compactadores

7. EQUIPO DE COMPACTACION

7.1. DEFINICION.

Lo constituye el conjunto de máquinas que, en la construcción de terraplenes, sub-bases y bases, sirven para consolidar los suelos, de acuerdo al grado de compactación especificado.

7.1.1. **Generalidades sobre compactación.** Por medio de la compactación aumenta el peso volumétrico del material séco, los suelos retienen el mínimo de humedad, presentan menor permeabilidad y sus asentamientos son reducidos; es decir, que la compactación se traduce en un mayor valor de soporte, mayor resistencia al corte y mínima variación volumétrica por cambios de humedad.

El éxito de toda compactación depende de los métodos usados, del equipo seleccionado, del tamaño del área cargada, de la presión ejercida sobre ella y del espesor de la capa del suelo. Este espesor es importantísimo, pues cuando es mayor al qué puede compactar el equipo, sobreviene el fracaso; este espesor depende del tipo de suelo y de la máquina de compactación que se utilice.

Es importante considerar también la granulometría del material, el contenido de humedad y el esfuerzo de compactación; ya que con una correcta granulometría, las partículas pequeñas llenan los espacios vacíos que dejan las partículas grandes y se aumenta, por compactación la densidad del material; con el justo contenido de humedad se reduce la fricción entre las partículas, se facilita el deslizamiento de ellas, se aumenta la densidad y se mejora la ligazón de las partículas de arcilla, que son las que proporcionan la característica pegajosa a los materiales cohesivos. Conviene precisar que para obtener máxima compacidad, hay que dar al suelo el grado óptimo de humedad que le corresponde, pues agua en exceso o defecto dificulta y a veces hace imposible la compactación. El esfuerzo de compactación o sea la energía que se transmite al suelo, según la máquina y el método empleado en el proceso de compactación, puede lograrse mediante:

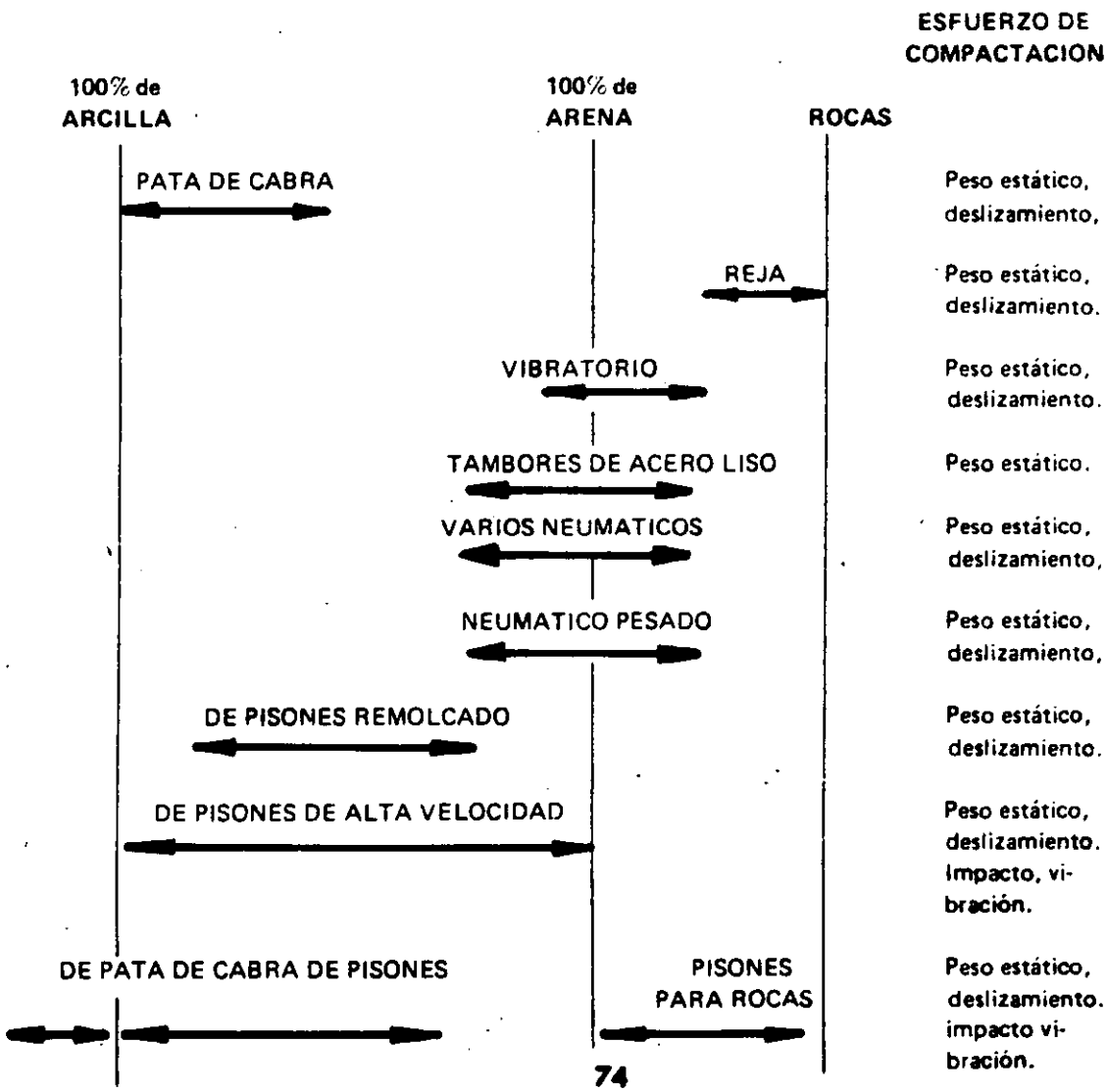
- Peso estático o presión.
- Amasado o manipuleo.
- Impacto o golpes violentos.
- Vibración o sacudimiento.

7.1.2. **Clasificación.** El equipo se clasifica en:

- Pata de cabra.
- Rejilla o malla.
- Vibratorio.
- Tambor de acero liso.
- De neumáticos.
- De pisones remolcados.
- De pisones de alta velocidad.
- Combinaciones tales como: tambor vibratorio de acero liso, neumáticos y tambor de acero liso.

7.1.3. **Zonas de utilización de compactadores.** En la tabla 21 siguiente se representan las zonas de utilización de los compactadores con indicación del esfuerzo transmitido al suelo y el método seguido.

Zonas de Utilización de Compactadores



7.2. BREVE DESCRIPCION DE LOS COMPACTADORES

Con el objeto de que el lector o estudiante tenga una idea somera, pero clara de las diversas máquinas o dispositivos que se utilizan en la compactación de de terracerías, haremos a continuación una breve descripción de ellos.

7.2.1. Rodillo de "Pata de cabra". Está constituido por un cilindro o rodillo giratorio montado en el interior de un bastidor o chasis. En su superficie periférica, el cilindro está provisto de salientes radiales llamadas "patas de cabra", destinadas a penetrar en el suelo, durante el proceso del trabajo. Son útiles para compactar suelos que contengan suficientes cantidades de finos, como arcillas y limos.

Cuando la ocasión lo exige o lo permite, en vez de un solo rodillo puede utilizarse una unidad más compleja, compuesta de dos, de tres o de cuatro cilindros montados en un bastidor común, con sus correspondientes ejes de rodadura. Este dispositivo —unitario o compuesto— es arrastrado por un tractor de orugas.

La longitud y la forma de los salientes apisonadores, varían con el tipo de rodillo. La longitud fluctúa entre 18 y 23 cm., y su forma puede ser de tronco, de cono, tronco de pirámide o "pata de cabra". Se busca así que los salientes radiales o apisonadores, al salir del terreno no lo aflojen. Para un buen resultado, el espesor de las capas por compactar nunca deben exceder en 20% de la longitud de la pata; aunque lo recomendable es que sea sensiblemente igual a la medida o longitud de la pata.

Para mayor garantía en la compactación, al usar los rodillos de "pata de cabra", se deben aplicar las siguientes reglas, indicadas al pie de la gráfica y dibujos. (Fig. 23)

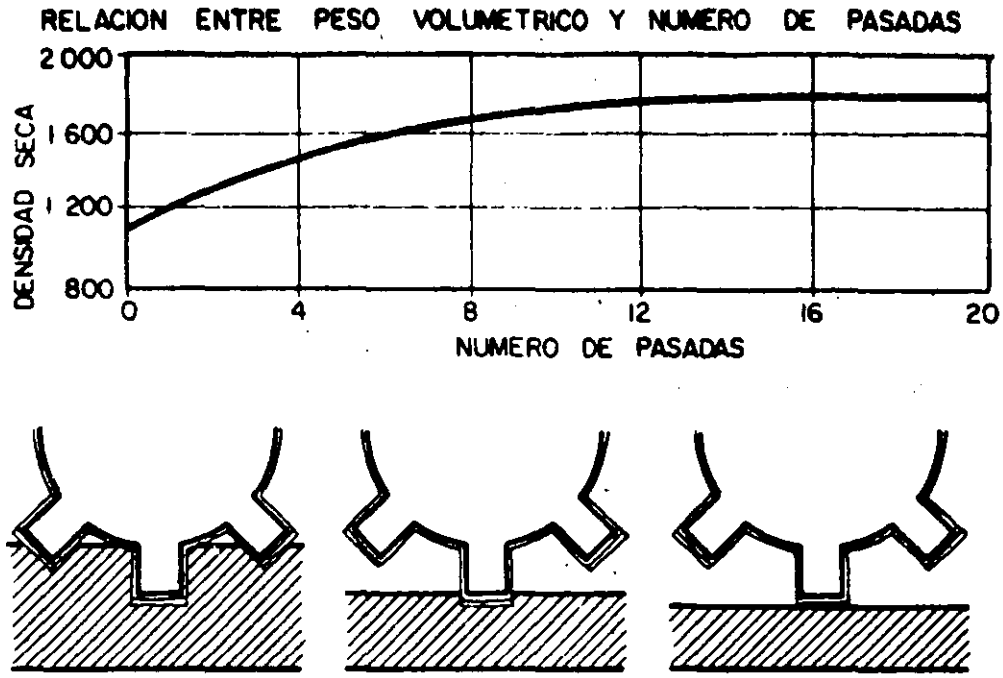


FIG. 23

1. El material es extendido en capas especificadas. En el primer paso la pata penetra totalmente.

2. Cada pase sucesivo sobre el material compacta la sub-base hasta que. . .

3. Las patas del rodillo quedan sin penetrar, indicando la solidificación. El pisonado posterior no aumenta la compactación.

Para mejores resultados, debe haber un traslape de 30 cms. entre pasada y pasada.

7.2.2. **Rodillo de reja.** Este rodillo funciona como un rodillo "pata de cabra" remolcado, excepto que las patas se sustituyen con una rejilla cuadrada.

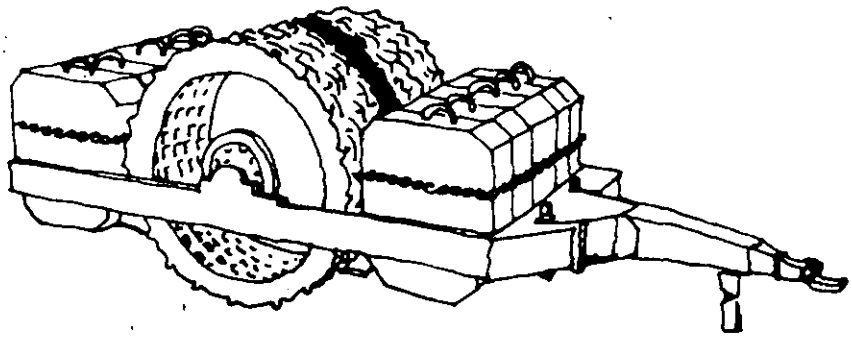
Pueden lastrarse y producir presiones de más 300 libras/pulgada de la generatriz del rodillo. Su peso lastrado es del orden de 14 toneladas. Su uso en terracerías se limita al acomodo de capas constituidas por fragmentos de rocas, o al disgregado de materiales, para reducir sus tamaños. (Fig. 24)

7.2.3. **Tambores de acero liso o aplanadoras.** Son máquinas o aplanadoras de dos o tres cilindros lisos que se emplean en la compactación de sub-bases, bases, subrasantes y carpetas. Las de tres cilindros se usan para compactar sub-bases y bases, y las de tipo tándem, de dos o tres ruedas, para la compactación de subrasantes, bases y carpetas. Las de tres ruedas se fabrican en gran variedad de tamaños y de pesos. Dentro de esta gama existen aplanadoras cuyos cilindros pueden lastrarse para aumentar su eficiencia.

Los mismos principios que regulan la relación entre la presión de contacto y la compactación se emplean tanto para los rodillos de pata de cabra como para las aplanadoras.

Con las unidades de 10 a 12 toneladas se compactan capas hasta 25 cm. de espesor; especialmente en suelos granulados de grano fino. La compactación, a más de cubrir toda el área relativa, debe iniciarse a baja velocidad. En cada pasada deben traslaparse las rodadas de los rodillos traseros, de modo que:

FIG. 24



APLANADORA DE RUEDAS DE ACERO TIPO REJILLA

Primera pasada.— A rueda entera.

Segunda pasada.— A media rueda.

Tercera pasada.— A cuarto de rueda.

Estas aplanadoras dan buenos resultados en cualquier tipo de suelos, exepto en arenas limpias y no plásticas; sobre todo, son efectivas y seguras en gravas y suelos arcillosos. Cuando el material o suelo es arcilloso debe cuidarse mucho el espesor de las capas para evitar que sólo se endurezca la costra superficial, tal como sucede a veces.

En bases y por el bombeo, las pasadas de las aplanadoras deben iniciarse en el extremo o zona de nivel más bajo hasta llegar al punto más alto; así se evitan los desplazamientos del material. Esta operación debe repetirse en la misma forma, hasta alcanzarse la compactación final.

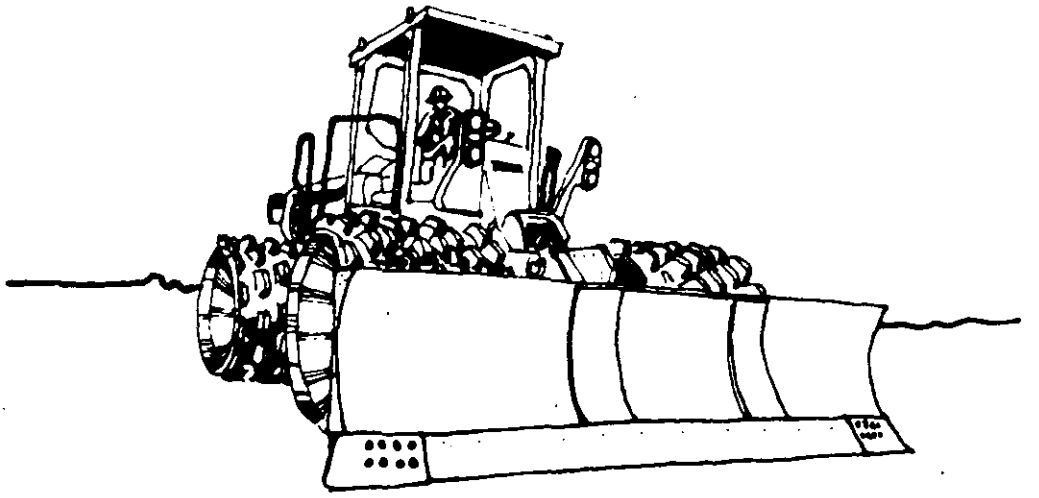
7.2.4. **Compactadores de neumáticos.** Estas máquinas apisonadoras o compactadoras, están integradas por trenes de 7 o más neumáticos montados en un chasis, cuya forma de artesa permite cargarse para aumentar su peso. También los hay de cuatro neumáticos gigantes. Todas estas máquinas pueden ser remolcadas o automotrices.

La eficacia de este compactador depende del área y de la presión de contacto esta última igual a la presión de inflado más la presión debida a la rigidez de las paredes laterales del neumático, del número de pasadas y del espesor de la capa de suelo. Esta no debe ser mayor de 20 cms., si el peso del equipo varía entre 10 y 20 toneladas, pero puede incrementarse a 50 cm., si el equipo es

de 50 toneladas. Para una buena compactación juega también importante papel el tiempo de aplicación de la carga, así como la velocidad de desplazamiento pues ésta debe disminuir al aumento de la carga.

7.2.5. **Compactadores de pisones.** Similares a los rodillos "pata de cabra", en los cuales las "patas" son sustituidas por pisones. Este cilindro puede lastrarse y es remolcado por un tractor. Su uso está indicado en la compactación de terracería, donde las capas tengan un espesor máximo entre 25 y 30 cm.

7.2.6. **Compactadores autopropulsados.** Son máquinas de diversos tipos. El integrado por cuatro tambores a los que se les agregan "patas de cabra", o pisones (Fig. 25).



COMPACTADOR AUTOPROPULSADO DE 4 RUEDAS

FIG. 25

El que se compone de dos ruedas neumáticas propulsoras y de un tambor delantero. (Fig. 26)

El tipo primero —los hay en modelos especiales cuando se usan sobre fragmentos de rocas—, viene equipado con hojas esparcidoras de rellenos y puede servir como empujador de motoescrepas. Su peso de operación varía de 17 a 30 ton., y alcanza velocidades hasta de 30 km/hr, ya hacia adelante o en reversa. Los anchos de los tambores varían de acuerdo al modelo: 95 cm. para el Caterpillar 815 y 113 cm para el modelo 825 B.

El tipo segundo puede traer liso el tambor delantero, o bien con adición de "patas de cabra" para ser empleados en trabajos de terracerías. También se les agrega vibración, cuya frecuencia puede ser variable en algunos modelos.

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

COMENTARIOS A LOS ARTICULOS RELACIONADOS CON LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, DEL NUEVO REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

ING. SERGIO HERRERA MUNDO

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería . Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

COMENTARIOS A LOS ARTICULOS RELACIONADOS CON LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, DEL NUEVO REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

ARTICULO 53

Previa a la solicitud del propietario o poseedor para la expedición de la licencia de construcción a que se refiere el artículo 54 de este Reglamento aquel deberá obtener del Departamento:

I.- Licencia de uso del suelo cuando se trata de:

a).- Conjuntos habitacionales

b).- Oficinas de mas de 10,000 m2 y representaciones oficiales y embajadas.

c).- Almacenamiento y abasto, en sus tipos de depósito de gas líquido y combustible, gasolineras, depósitos de explosivos, centrales de abasto y rastros.

d).- Las tiendas de autoservicio y de departamento de mas de 10,000 m2 y centros comerciales de mas de 20 has.

e).- Los baños públicos

f).- Hospitales generales y de especialidades, centros antirrábicos y de cuarentena.

g).- Las edificaciones de educación superior

h).- Instalaciones religiosas

i).- Edificaciones de entretenimiento

j).- Deportes y recreacion exceptuando canchas deportivas.

k).- Hoteles y moteles de mas de 100 cuartos

l).- Agencias funerarias

m).- Terminales y estaciones de transporte

n).- Estacionamientos de mas de 250 cajones

ñ).- Estaciones de radio y televisión con auditorio y-
estudios cinematográficos.

o).- Industria pesada y mediana

p).- Jardines y parques de mas de 50 has.

q).- Edificaciones de infraestructura

r).- Las edificaciones ubicadas en zonas del patrimo -
monio histórico, artístico y arqueológico de la -
Federación o del Distrito Federal, según la zonifi
cación de los programas Parciales de Desarrollo -
Urbano y Protección Ecológica.

s).- El aprovechamiento de inmuebles que hayan sido -
materia de resoluciones específicas de modifica -
ción a Programas Parciales, dictadas por la Jefa -
tura del Departamento.

t).- Los desarrollos urbanos a los que se haya autori-
zado incremento en la densidad habitacional o en -
la intensidad de uso no habitual, como parte de -
los sistemas de estímulo y fomento a la vivienda -
de interes social, popular o para arrendamiento -
o para la fusión de predios cuando proyecten edi -
ficaciones de cuatro fachadas.

El Departamento resolverá, a través del organo o -
unidad administrativa que disponga su Reglamento -
Interior y en un plaza máximo de 21 días hábiles-
si otorga o no la licencia de Uso del Suelo, si se
otorga la licencia, en ella se señalarán las con-
diciones que, de acuerdo con el Programa, se fi -
jan en materia de vialidad, estacionamientos, -
áreas verdes, áreas de maniobra, densidad de pobla
ción y las demás que se consideren necesarias

II.- Licencia de uso de Suelo con Dictamen Aprobatorio, para
los siguientes casos:

a).- Conjuntos habitacionales de más de 250 viviendas -
b).- Oficinas de más de 20,000 m2, y representaciones - Oficiales y Embajadas.
c).- Almacenamiento y abasto de más de 10,000 m2 en sus tipos de depósito de gas líquido y combustible, - depósito de explosivos, centrales de abasto y - rastros.
d).- Tiendas de autoservicio y de departamentos de más- de 20,000 m2 y centros comerciales de más de 30 - has.
e).- Hospitales de mas de 75 camas.
f).- Las edificciaciones de educación superior de mas de 20,000 m2 de terreno.
g).- Instalaciones religiosas de más de 250 concurrentes
h).- Edificaciones de entretenimiento de mas de 250 - concurrentes.
i).- Deportes y recreación de 20,000 m2 de terreno, - exceptuando canchas deportivas.
j).- Hoteles y moteles de más de 200 cuartos
k).- Instalaciones para la fuerza aérea, armada y el - ejército, reclusorios y reformatorios.
l).- Cementerios, mausoleos y crematorios
m).- Terminales y estaciones de transporte de más de - 20,000 m2 de terrerno.
n).- Estacionamientos de más de 500 cajones.
ñ).-Aeropuertos, helicópteros e instalaciones conexas.
o).- Industrias de mas de 20,000 m2 de terreno.

En estos casos, el Departamento resolverá si otorga o no la licencia correspondiente, previa opinión del órgano - de representación ciudadana competente en un plazo de - 30 días hábiles, contados a partir del día siguiente a - la recepción de la solicitud.

III.- A las solicitudes de licencias de uso del suelo de - berán acompañarse el anteproyecto arquitectónico en - el que se incluyan las plantas de distribución y de lo calización, cortes y fachadas y el anteproyecto estruc tural, así como los estudios de imagen urbana y de - proyección de sombras a que se refieren los artículos- 146 y 147 de este Reglamento.

COMENTARIO

ES IMPORTANTE FAMILIARIZARSE CON ESTA CLASIFICACION DE CONS- TRUCCIONES A FIN DE ASESORAR AL PROYECTISTA ARQUITECTONICO,- SOBRE TODO CON RELACION A LOS ARTICULOS 153 Y 155 (TRATAMIEN TO Y REUSO)

ARTICULO 77

Sin perjuicio de las superficies construídas máximas permiti- das en los predios, establecidos en el artículo anterior, los predios con área menor de 500 m2 deberán dejar sin construir,- como mínimo el 20 % de su área; y los predios con área mayor- de 500 m2, los siguientes porcentajes.:

SUPERFICIE DEL PREDIO	AREA LIBRE
De más de 500 hasta 2,00 m2	22.50 %
De más de 2000 hasta 3500 m2	25.00 %
De más de 3500 hasta 5500 m2	27.50 %
De más de 5,500 m2	30.00 %

Estas áreas sin construir podrán pavimentarse solamente con - materiales que permitan la filtración del agua.

COMENTARIO

ES MUY IMPORTANTE ATENDER DETENIDAMENTE ESTE ASPECTO DES - DE EL INICIO DEL PROYECTO, VERIFICANDO AREAS.

PUEDE PRESENTARSE LA NECESIDAD DE ENVIAR EL AGUA PLUVIAL RE CIBIDA EN AZOTEAS Y PATIOS HACIA LOS MANTOS ACUIFEROS DEL - VALLE DE MEXICO. TODO ESTO, POR CUENTA DEL PROPIETARIO.

ARTICULO 82

Las edificaciones deberán estar provistas de servicios de - agua potable capaz de cubrir las demandas mínimas de acuerdo a la siguiente tabla:

TIPOLOGIA	SUBGENERO	FOTACION MINIMA	OBSERVACIONES
I Habitación	Vivienda	150 Lts/hab/día	a
II Servicios	Cualquier tipo	20 Lts/m2/día	a, c

... etcétera

COMENTARIO

CON ESTOS VALORES (COMO MINIMO) SE DEBERA ESTIMAR LA DEMANDA DIARIA A FIN DE JUSTIFICAR UN DETERMINADO DIAMETRO DE LA TU- BERIA DE LA TOMA DOMICILIARIA Y EL VOLUMEN DE LA CISTERNA DE ALMACENAMIENTO

ARTICULO 83

Las edificaciones estarán provistas de servicios sanitarios -

con el número mínimo, tipo de muebles y sus característi - cas que se establecen a continuación:

I.- Las viviendas con menos de 45 m2 contarán cuando me - nos con un excusado; una regadera y uno de los si - guientes muebles: lavabo, fregadero o lavadero.

II.- Las viviendas con superficie igual o mayor a 45 m2 - contarán cuando menos con un excusado, una regadera - un lavabo, un lavadero y un fregadero.

III.- Los locales de trabajo y comercio con superficie has- ta 15 trabajadores o usuarios contarán como mínimo con un excusado y un lavabo o vertedero.

IV.- En los demás casos se proveerán los muebles que se - enumeran en la siguiente tabla:

... etcétera

COMENTARIO

COMO APOYO AL ARQUITECTO PROYECTISTA ES SANO VERIFICAR DES - DE UN PRINCIPIO QUE SE HAYAN CONTEMPLADO ESTAS TABLAS COMO _ MINIMO, SUGIRIENDO LA INCLUSION DE SALIDAS PARA ASEO (TAR _ JAS, VERTEDEROS, ETC.) Y RECOMENDANDO QUE CADA NUCLEO SANITA RIO CUENTE CON VALVULA DE SECCIONAMIENTO INDEPENDIENTE.

ARTICULO 84

Las albercas públicas contarán cuando menos con:

I.- Equipos de recirculación, filtración y purificación de agua.

II.- Boquillas de inyección para distribuir el agua tratada y de succión para los aparatos limpiadores de fondo y

III.- Rejilla de succión distribuidas en la parte honda de la alberca, en número y dimensiones necesarias para que la velocidad de salida del agua sea adecuada para evitar accidentes a los nadadores.

COMENTARIO

ES IMPORTANTE QUE LAS ALBERCAS CUENTEN CON ILUMINACION Y SE RECOMIENDE A LOS PROPIETARIOS EN EDIFICIO PUBLICOS QUE MANTENGAN ENCENDIDA ESTA DURANTE LA NOCHE, COMO INDICACION POR SEGURIDAD

ARTICULO 85

Las edificaciones que requieren licencia de uso de suelo con dictamen aprobatorio, según se establece en el artículo 53 de este Reglamento, con una altura de mas de 4 niveles, deberán contar con ductos verticales para basura con puertas de servicio en cada nivel.

COMENTARIO

ES RECOMENDABLE DEJAR PREVISION DE ASEO (AGUA Y DRENAJE) EN LOS CUARTOS DE BASURA

ARTICULO 116

Las edificaciones deberán contar con las instalaciones y los equipos necesarios para prevenir y combatir los incendios..

Los equipos y sistemas contra incendio deberán mantenerse en condiciones de funcionar en cualquier momento para lo cual deberán ser revisados y probados periódicamente. El propietario o el Directos Responsable de obra designado para la etapa de operación y mantenimiento, en las obras que se requierán según el artículo 64 de este Reglamento, llevará un libro donde registrará los resultados de estas pruebas y lo exhibirá a las autoridades competentes a solicitud de estas.

El Departamento tendrá la facultad de exigir en cualquier construcción las instalaciones o equipos especiales que juzgue necesarios además de los señalados en esta sección.

COMENTARIO

A RESPECTO, LOS CODIGOS DE LAS COMPAÑIAS DE SEGUROS, CONTEMPLAN MAS DETALLES, ES CONVENIENTE TOMARLAS EN CUENTA, PARA INCREMENTAR LA SEGURIDAD DEL EDIFICIO

ARTICULO 117

Para efectos de esta sección, la tipología de edificaciones establecidas en el artículo 5º de este Reglamento, se agrupa -

de la siguiente manera:

I.- De riesgo menor son las edificaciones de hasta 25.00 m hasta 250 ocupantes y hasta 3,000 m2 y

II.- De riesgo son las edificaciones de mas de 25 m de altura o mas de 250 ocupantes o mas de 3,000 m2 y demás, - las bodegas, depósitos o industriales de cualquier magnitud, que manejen madera, pinturas, plásticos, algodón y combustibles o explosivos de cualquier tipo

El análisis para determinar los casos de excepción a esta - clasificación y los riesgos correspondientes se establecerán en las Normas Técnicas Complementarias.

COMENTARIOS

COMO CLASIFICACION DE RIESGO, SE CONSIDERA MAS ADECUADO EL - CONTENIDO O EL USO QUE SE DE AL EDIFICIO, AL RESPECTO, LAS - CLASIFICACIONES QUE SE ALUDEN EN EL COMENTARIO DEL ARTICULO - 116 CUBREN MUY AMPLIAMENTE ESTE TEMA.

ARTICULO 118

La resistencia al fuego es el tiempo que resiste un material al fuego directo sin producir flama o gases tóxicos y que deberán cumplir los elementos constructivos de las edificaciones según la siguiente tabla:

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	RESISTENCIA MINIMA AL FUE EN HORAS	
	Edificaciones riesgo mayor	Edificaciones riesgo menor
Elementos estructurales (columnas, trabes, entrepisos, techos, muros de carga) y muros en escaleras, - rampas y elevadores	3	1
Escaleras y rampas	2	1
Puertas de comunicación a escale - ras, rampas y elevadores	2	1
Muros interiores divisorios	2	1
Muros exteriores en colindacias y- muros en ciruculaciones horizontales	1	1
Muros en fachadas	material incombustible	(a)

a).- Para los efectos de este Reglamento, se consideran materiales incombustibles los siguientes:

Adobe, tabique, ladrillo, block de cemento, yeso, as - besto, concreto, vidrio y metales.

COMENTARIOS

LAMENTABLEMENTE NO SE DA UNA GUIA DE CLASIFICACION DE MATE - RIALES, COMO PODER DETERMINAR QUE UNA PUERTA DE "EQUIS" ESPE- CIFICACIONES ES RESIDENTE AL FUEGO EN 2 HORAS EN ESTE CASO- LO RECOMENDABLE SERIA APOYARSE EN LITERATURA TECNICA EXTRAN -

JERA Y ADECUARLA AL MEDIO.

ARTICULO 119.

Los elementos estructurales de acero de las edificaciones - de riesgo mayor, deberán protegerse con elementos o recu - brimientos de concreto, mampostería, yeso, cemento portland- con arena ligera, perlita o vimiculita, aplicaciones a base- de fibras minerales, pinturas retardantes al fuego y otros - materiales aislantes que apruebe el Departamento, en los - espesores necesarios para obtener los tiempos mínimos - de resistencia al fuego establecidos en el artículo anterior.

COMENTARIO

YA EXISTEN EN EL MERCADO NACIONAL VARIOS PRODUCTOS QUE CUM - PLEN CON ESTAS ESPECIFICACIONES, EL ASESOR DE LA COMPAÑIA - DE SEGUROS PODRA REFORZAR CON INFORMACION YA QUE ESTA CONS- TANTEMENTE ACTUALIZADO.

ARTICULO 120

Los elementos estructurales de madera de las edificaciones - de riesgo mayor, deberán protegerse por medio de aislante o- retardantes al fuego que serán capaces de garantizar los - tiempos mínimos de resistencia al fuego establecido en esta- sección, según el tipo de edificación.

Los elementos sujetos a altas temperaturas, como tiros, de - chimenea, campanas de extracción o ductos que puedan condu - cir gases a mas de 80º C deberán distar de los elementos - estructurales de madera con un mínimo de 60 cm. En el es - pacio comprendido en dicha separación deberá permitirse la - circulaciión del aire.

COMENTARIO

LOS DUCTOS QUE SE MENCIONAN, DEBERAN CONTAR CON AISLAMIENTO TERMICO DE CUANDO MENOS 38 MM DE ESPESOR

ARTICULO 121

Las edificaciones de riesgo menor con excepción de los edi- ficios destinados a habitación, de hasta cinco niveles, debe rán contar en cada piso con extintores contra incendio ade - cuados al tipo de incendio que pueda producirse en la cons - trucción, colocando en los lugares fácilmente accesibles y - con señalamientos que indiquen su ubicación de tal manera - que su acceso, desde cualquier punto del edificio, no se - encuentre a mayor distancia de 30 m.

COMENTARIO

ES RECOMENDABLE FAMILIARIZARSE CON LOS TIPOS Y CAPACIDADES - DE EXTINGUIDORES, A FIN DE SELECCIONAR EL MAS ADECUADO QUE SE RECOMENDARA PARA ESTE USO

ARTICULO 122

Las edificaciones de riesgo mayor deberán disponer, además de lo requerido para las de riesgo menor a que se refiere el artículo anterior, de las siguientes instalaciones, equipos y medidas preventivas.

I.- Redes de hidrantes, con las siguientes características:

a).- Tanque o cisterna para almacenar agua en proporción a 5 litros por metro cuadrado construído, reservada exclusivamente a surtir a la red interna para combatir incenido. La cantidad mínima para este efecto será de 20,000 litros.

b).- Dos bombas automáticas autocebantes cuando menos una eléctrica y otra con motor de combustión interna, con succiones independendientes para surtir a la red con una presión constante entre 2, 5, y 4, 2 kilogramos/cm2

c).- Una red hidráulica para alimentar directa y exclusivamente las mangueras contra incendio, dotadas de toma siamesa de 64 mm de diámetro con válvulas de no retorno en ambas entradas, 7.5 cuerdas por cada 25 mm cople movible y tapón macho. Se colocará, por lo menos una toma de este tipo en cada fachada y en su caso, una a cada 90 metros lineales de fachada, y se ubicará al paño de alineamiento a un metro de altura sobre el nivel de la banqueta. Estará equipada con válvulas de no retorno, de manera que el agua queque se inyecte por la toma no penetre a la cisterna; la tubería de la red hidráulica contra incendio deberá ser de acero soldable o fierro galvanizado C-40, y-

estar pintada con pintura de esmalte color rojo

d).- En cada piso, gabinetes con salida contra incen - dios optados con xonexiones para manguera, las que deberán ser en número tal que cada manguera cubra área - de 30 m de radio y de separación no sea mayor de - 60 m uno de los gabinetes estará lo mas cercano posible a los cubos de las escaleras.

e).- Las mangueras deberán ser de 38 mm de diámetros,- de maaterial sintético, conectadas permanente y adecuadamente a la toma y colocarse plegadas para facilitarsu uso. Estarán provistas de chiflones de neblina.

f).- Deberán instalarse los reductores de presión ne - cesarios para evitar que en cualquier toma de salida - para manguera de 38 mm se exceda la presión de 4.2 - Kg/cm2, y

II.- Simulcaros de incendios, cada seis meses, por menos - en los que participen los empleados y en los ca - sos que señales las Normas Técnicas complementarias, - los usuarios o concurrentes. Los simulacros consistirán en prácticas de salida de emergencia, utilización- de los equipos de extinción y formación de brigadas - contra incendio, de acuerdo con lo que establece el Reglamento e Higiene en el Trabajo.

El Departamento podrá utilizar otro sistema de control de incendios, como rociadores automáticos de agua, así como exigir depósitos de agua adicionales para las redes hidráulicas contra incendio en los casos que lo - considere necesario, de acuerdo con lo que establezcan las Normas técnicas Complementarias.

COMENTARIO

IA._ ES CONVENIENTE ACLARAR CON LAS AUTORIDADES CON ANTE - RIORIDAD AL DISEÑO Y CONSTRUCCION, YA QUE SI LA CONS - TRUCCION ES DE GRAN MAGNITUD, RESULTAN VOLUMENES DE - AGUA ELEVADISIMOS. SE CONSIDERA, QUE COMO SE INDICA - UN MINIMO DE 20,000 LITROS, EK MAXIMO DEBE SER DEL - ORDEN DE 350, 000 LITROS.

IB.- DEBE TENERSE CUIDADO EN ESTE PUNTO, EL INCISO IE, IN - DICA EL USO DE CHIFLONES DE NEBLINA, ESTOS OPERAN CON- UNA PRESION MINIMA DE 3.5 KG/CM2 (35 M DE COLUMNA DE- AGUA), ADICIONANDO LA PERDIDA POR FRICCION EN LA MAN - GUERA (APROXIMADAMENTE 7 M) SE LLEGA AL VALOR INDICA - DO DE 42 M NO DEBE ENTONCES MANEJARSE UNA PRESION DE - MENOR VALOR QUE ESTE EN LA RED CONTRA INCENDIOS.

IC.- NO SE INDICAN LOS DIAMETROS NI LOS GASTOS MINIMOS, PUE DE PRESTARSE A CONFUSIONES, ES RECOMENDABLE QUE SE - UTILICEN LOS CRITERIOS QUE INDICA EL REGLAMENTO DE LA- ASOCIACION MEXICANA DE INSTITUCIONES DE DE SEGUROS - (A.M.I.S.)

ID.- DEBERA TOMARSE EN CUENTA LA COBERTURA DE LAS MANGUERAS CON EL PROBABLE AMUEBLADO QUE TENDRA EL EDIFICIO, - LO QUE REDUCE LA DISTANCIA DE 60 M INDICADA. ES MEJOR- ACLARAR QUE TODA LA SUPERFICIE CONSTRUIDA DEBE SER - CUBIERTA POR LAS MANGUERAS EN SU ALCANCE

I.E.- NO SE ESPECIFICAN LAS VALVULAS, SE REFUERZA LA RECOMEN DACION DE APOYO EN EL REGLAMENTO DE A.M.I.S.

IF.- ESTOS REDUCTORES DE PRESION SON "PLACAS DE ORIFICIO" - QUE FUNCIONAN CONFIABLEMENTE CON EL LIQUIDO EN MOVI - MIENTO NO ESTATICO

ESTA ULTIMA SITUACION OBLIGA A SUGERIR QUE SE REVISE- CUIDADOSAMENTE LA ESPECIFIACION DE VALVULAS Y ACCESO - RIOS EN ESTOS SISTEMAS, QUE ESTARAN SOMETIDOS A PRE - SIONES EXCESIVAS PROBABLEMENTE.

II.- CON RELACION AL EMPLEO DE ROCIADORES AUTOMATICOS, ES - DE CONSIDERAR QUE ESTOS DISPOSITIVOS DEBAN UTILIZARSE- OBLIGATORIAMENTE EN SALAS DE ESPECTACULOS, CENTROS - COMERCIALES Y TIENDAS DEPARTAMENTALES O DE AUTOSER - VICIO Y MUY PARTICULARMENTE, AQUELLOS EDIFICIOS (INDE- PENDIENTEMENTE DE SU USO) DE MAS DE 30 M DE ALTURA, - DADO QUE ALLI ES QUE NO SE PODRA OBTENER EL AUXILIO - DE EVACUACION DE LAS ESCALERAS DE LOS DEPARTAMENTOS - DE BOMBEROS.

ARTICULO 123

Los materiales utilizados en recubimientos de muros, corti - nas, lambrines y falsos plafones deberán cumplir con los in- dices de velocidad de propagación del fuego que establezcan- las Normas Técnicas Complementarias.

COMENTARIO

COMO ASEOSRES EN EL DISEÑO, CONVIENE RECOMENDAR EL USO - DE MATERIALES AUTO-EXTINGUIBLES RETARDADORES DE FUEGO O DE LOS- CONSIDERADOS "INCOMBUSTIBLES"

ARTICULO 124

Las edificaciones de mas de 10 niveles deberán contar -

además de las instalaciones y dispositivos señalados en esta sección, con sistemas de alarma contra incendio, visuales y sonoros independientes entre si.

Los tableros de control de estos sistemas deberán localizarse en lugares visibles desde las áreas de trabajo del edificio, y su número al igual que el de los dispositivos de alarma, será fijado por el Departamento.

El funcionamiento de los sistemas de alarma contra incendio deberá ser probado por lo menos cada 60 días naturales.

COMENTARIO

SE REFUERZA EL COMENTARIO DADO EN EL ARTICULO 122-II EN FUNCION DE LA ALTURA (30 M APROXIMADAMENTE IGUAL A 10 NIVELES CONSTRUCTIVOS)

ARTICULO 125

Durante las diferentes etapas de la construcción de cualquier obra, debrán tomarse las precauciones necesarias para evitarlos incendios y, en su caso para combatirlo mediante el equipo de extinción adecuado.

Esta protección deberá proporcionarse tanto al área ocupada por la obra en sí como a las colindancias, bodegas, almacenes y oficinas.

El equipo de extinción deberá ubicarse en lugares de fáoil - acceso y se identificará mediante señales, letreros o símbolos claramente visibles.

COMENTARIO

ESTA INDICACION ES DE VITAL IMPORTANCIA. EL MOMENTO EN QUE- UNA OBRA ESTA MAS DESPOTEGIDA CONTRA INCENDIO ES EN LOS DIAS PREVIOS A LA TERMINACION, EN QUE AUN NO ESTAN OPERANDO SA - TISFACTORIAMENTE LOS SISTEMAS DE EXTINCIÖN Y HAY UNA GRAN - PROFUSION DE RIESGOS, POR SOLVENTES (BARNICES, PINTURAS, - THINER, ETC) Y COMBSUTIBLE (CAJAS, CAJONES, ENVOLTURAS DE - PLASTICO, ETC) QUE HACEN MUY VULNERABLE LA OBRA Y SU CONTE- NIDO.

ARTICULO 126

Los elevadores para público en las edificaciones deberán - contar con letreros visibles desde el vestíbulo de acceso al- elevador, con la leyenda escrita: "En caso de incendio utili- ce la escalera"

las puertas de los cubos de escalera deberán contar con le - treros en ambos lados, con la leyenda escrita: "Esta puerta- debe permanecer cerrada"

COMENTARIO

RECOMENDAMOS QUE LOS DISPOSITIVOS DE LLAMADO DE LOS ELEVADORES NO SEAN A BASE DE CALOR, YA QUE, EN CASO DE INCENDIO. LAS

CABINAS LLEVARAN LOS PASAJEROS PRECISAMENTE A LOS NIVELES-
EN CONFLAGRACION

ARTICULO 127

Los ductos para instalaciones excepto los de retorno de - aire acondicionado, se prolongarán y ventilarán sobre la - azotea mas alta a que tengan acceso. Las puertas o regis - tros serán de materiales a prueba de fuego y deberán cerrar se automáticamente.

Los ductos de retorno de aire acondicionado estarán prote - gidos en su comunicación con los plafones que actúen como - cámaras plenas, por medio de compuertas o persianas provis- tas de fusibles y construídas en forma tal que cierren - automáticamente bajo la ación de temperaturas superiores - a 60º C

COMENTARIO

CON RELACION A LOS DUCTOS VERTICALES DE INSTALACIONES, SE - RECOMIENDA QUE SE CUBRA LA TOTALIDAD DEL AREA NO USADA POR- TUBERIAS Y CANALIZACIONES, CUANDO MENOS CADA 2 NIVELES CON- TRUCTIVOS (O UN MINIMO DE 6.0 M) PARA EVITAR QUE SE FORME - TIRO DE PROPAGACION DE INCENDIOS.

ARTICULO 128

Los tiros o tolvas para conducción de materiales diversos,-

ropa, desperdicios o basura, se prolongarán por arriba de - las azoteas, sus compuertas o buzones deberán ser capaces - de evitar el paso de fuego o de humo de un piso a otro - del edificio y se construirán con materiales a prueba de - fuego.

COMENTARIO

CONVIENE INSTALAR DETECTORES DE HUMO O TEMPERATURA EN LA - PARTE SUPERIOR DE ESTOS DUCTOS. ESTOS PUNTOS SON CRITICOS EN LA PRESENCIA DE INCENDIOS Y SU COSTO NO ES DEMASIADO - ALTO

ARTICULO 129

Se requerirá el visto bueno del Departamento para emplear - recubrimientos y decorados inflamables en las circulaciones - generales y en las zonas de concentración de personas dentro de las edificaciones de riesgo mayor.

En los locales de los edificios destinados a estacionamiento- de vehículos, quedarán prohibidos los acabados o decoraciones a base de materiales inflamables, así como el almacenamiento- de líquidos o materiales inflamables explosivas.

COMENTARIO

SE RECOMIENDA QUE SI HUBIERA NECESIDAD DE ACEPTAR ESTE TIPO - DE MATERIALES (LO MISMO PUEDE SUCEDER EN SALONES DE EXHIBI -

CION EN LOS QUE EN UN MOMENTO DADO PUEDE HABER UNA GRAN - PRESENCIA DE MATERIALES PELIGROSOS) SE HICIERA CONDICIO - NADO RIGUROSAMENTE SU USO AL EMPLEO DE ROCIADORES AUTOMA - TICOS.

ARTICULO 130

Los plafones y sus elementos de suspensión y sustentación se construirán exclusivamente con materiales cuya resistencia al fuego sea de una hora por lo menos.

En caso de plafones falsos, ningún espacio comprendido - entre el plafon y la losa se comunicara directamente con- cubos de escaleras o de elevadores.

Los canceles que dividan áreas de un mismo departamento - o local podrán tener una resistencia al fuego menor a la- indicada para muros interiores divisorios en el artículo 118 de este Reglamento, siempre y cuando no produzcan - gases tóxicos los expuestos bajo la acción del fuego.

COMENTARIO

ES RECOMENDABLE QUE SE CONFINEN EN ZONAS LOS PLAFONES - CUANDO LA SUPERFICIE SEA GRANDE, EN AREA DE MAS DE 200 M2 Y CON LONGITUDES MAYORES DE 20 M LINEALES PUEDE RESULTAR - ELEMENTO DE PROPAGACION. CONVIENE RESTRINGIR LA COMPAR - TIMENTALIZACION DEL PLAFOND A ESOS VALORES.

ARTICULO 131

Las chimeneas deberán proyectarse de tal manera que los - humos y gases sean conducidos por medio de un ducto directamente al exterior en la parte superior de la edificación; se diseñarán de tal forma que periódicamente puedan ser - deshollinadas y limpiadas.

Los materiales inflamables que se utilicen en la construcción y los elementos decorativos, estará a no menos de - 60 centimetros de las chimeneas y en toda casa, dichos - materiales se aislarán por elementos equivalentes en cuanto a resistencia al fuego.

COMENTARIO

EL AISLAMIENTO TAMBIEN DEBERA APLICARSE A LAS CHIMENEAS - DEBIENDO SER DE UN ESPESOR DE NO MENOS DE 5 CM CON UN MA - TERIAL QUE QUEDE ADHERIDO CONFIABLEMENTE A LAS PAREDES DE- LA CHIMENEA

ARTICULO 132

Las campanas de estufas o fogones, excepto de viviendas - unifamiliares, estarán protegidas por medio de filtros de - grasa entre la boca de la campana y su unión con la chime - nea y por sistemas contra incendio de operación automática- o manual.

COMENTARIO

EN PARTICULAR, LOS DUCTOS DE CAMPANAS DE EXTRACCION EN COCINAS SON FOCOS DE GRAN RIESGO POR INCENDIO, CONVIENE INSTALAR SISTEMAS FIJOS DE EXTINCION A BASE DE CO_2 POLVO QUIMICO O GAS HALON AUMENTANDO LA CONFIABILIDAD DEL SISTEMA CON COMPUERTAS ("DAMPERS") DE CIERRE AUTOMATICO POR TEMPERATURA.

ARTICULO 133

En los pavimentos de las áreas de circulaciones generales de edificios, se emplearán únicamente materiales a prueba de fuego.

COMENTARIO

DEBERIAN INSTALARSE LETREROS QUE INDIQUEN CLARAMENTE QUE SE PROHIBE LA ACUMULACION DE ELEMENTOS O CUERPOS EXTRAÑOS EN ESAS ZONAS, PARTICULARMENTE COMBUSTIBLES.

ARTICULO 134

Los edificios e inmuebles destinados a estacionamientos de vehículos deberán contar además de las protecciones señaladas en esta sección, con areneros de 200 litros de capacidad colocados a cada 10 m, en lugares accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación, cada arenero deberá estar equipado con una pala.

Los conjuntos habitaciones, las edificaciones de 5 niveles - o mas y las edificaciones ubicadas en zonas cuya red pública- de agua potable tenga una presión inferior a 10 metros de - columna de agua, deberán contar con cisterna calculadas para- almacenar 2 veces la demanda mínima diaria de agua potable de la edificación y equipada con sistemas de bombeo.

Las cisternas deberán ser completamente impermeables, tener - registro de cierre hermético y sanitario y ubicarse a 3 metros cuando menos de cualquier tubería permeable de aguas negras.

COMENTARIO

CONVIENE LIMITAR LA POSICION DE LA CISTERNA EN LOS PARAMENTOS DEL PREDIO, LA DISTANCIA DE 1 M PUEDE SER SUFICIENTE, SIN EMBARGO, CON RELACION A DISTANCIAS DE PARAMENTOS O TUBERIAS- DE DESAGUES (NO SOLO DE AGUAS NEGRAS) PUEDE MODIFICARSE EL - CRITERIO SI SE CONSTRUYE UN DOBLE MURO EN LA CISTERNA (LA PARTE EXTERIOR) QUE DEJE UN ESPACIO ENTRE ESE Y EL ENVOLVENTE - DE CUANDO MENOS 5 CM EN TODA LA PROFUNDIDAD DE LA CISTERNA - Y EN TODA LA LONGITUD DEL MURO EN CUESTION.

ARTICULO 151

Los tinacos deberán colocarse a una altura de por lo menos 2 - metros arriba del mueble sanitario mas alto. Deberán ser de materiales impermeables e inócuos y tener con cierre hermético y sanitario.

COMENTARIO

LA ALTURA DE 2 METROS INDICA LA DISTANCIA ENTRE LA BASE DEL TINACO Y LA - SALIDA MAS ALTA (REGADERA)

ARTICULO 152

Las tuberías, conexiones y válvulas para agua potable deberán ser de cobre rígido, cloruro de polivinilo, fierro galvanizado o de otros materiales - que parueben.

COMENTARIO

CONVIENE INCLUIR TAMBIEN LA RECOMENDACION (OBLIGACION) DE UTILIZAR LOS ME- DIOS DE UNION QUE LOS FABRICANTES RECOMIENDAN Y EVITAR HACER DOBLECES A LA TUNERIA.

ESTA INDICACION GARANTIZARIA POR MUCHOS AÑOS LA HERMETICIDAD DE LAS UNIO - NES Y POR CONSECUENCIA LA INTEGRIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES NO SE VERIA - AFECTADA CON TANTA FRECUENCIA POR FUGAS, HUMEDADES, ETC.

ARTICULO 153

Las instalaciones de infraestructura hidráulica y sanitaria que deban - realizarse en el interior de predios de conjuntos habitaciones y otras - edificaciones de gran magnitud, previstas en la fracción II del artí - culo 53 del Reglamentos, debrán sujetarse a lo que disponga el Depar - tamento para cada caso.

COMENTARIO

SE REFIERE A LAS REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO, EN CASO DE QUE - NO SE ENCUENTRE LITERATURA AL RESPECTO° LOS TECNICOS DE LA DIRECCION GE - NERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA (D.G.C.O.H.) DAN AMPLIAS ES PECIFICACIONES AL RESPECTO.

ARTICULO 155

En las edificaciones establecidas en la fracción II del - artículo 53 de este Reglamento, el Departamento exigirá - la realización de estudios de factibilidad de tratamiento- y reuso de aguas residuales, sujetándose a lo dispuesto - por la Ley Federal de Protección al Ambiente y demás Orde- namientos aplicables.

COMENTARIO

BASTA HACER UN PEQUEÑO ESTUDIO DE CONSUMOS PARA VERIFICAR- QUE SE PUEDEN RECIRCULAR LAS AGUAS DE LAVABOS Y REGADERAS PREVIO UN SENCILLO TRATAMIENTO DE FILTRADO Y CLORINACION.

ESTAS AGUAS SE PUEDEN UTILIZAR EN INODOROS, MINGITORIOS Y- VERTEDEROS ASI COMO EN RIEGO DE JARDINES Y ASEO DE PATIOS.

NATURALMENTE, SE DEBE TOMAR EN CUENTA QUE ESTA SOLUCION - REQUIERE DUPLICIDAD EN CISTERNAS, BOMBAS, DESAGUES Y - REDES DE ALIMENTACION

ARTICULO 156

En las edificaciones de habitación unifamiliar de hasta - 500 m2 y consumos máximos de agua de 1,000 m 2 bimestrales, ubicadas en zonas donde exista el servicio público de alcan- tarillado de tipo separado, los desagües serán separados, - uno para aguas pluviales y otro para aguas residuales. En-

el resto de las edificaciones los desagües se harán separados y estarán sujetos a los proyectos de uso racional de agua, reuso, tratamiento, regularización y sitio de descarga que apruebe el Departamento.

COMENTARIO

ES IMPORTANTE VERIFICAR SI EN LA ZONA EN CUESTION HAY ALBAÑALES SEPARADOS, EN LA ACTUALIDAD, LA MAYORIA DE LAS REDES-DE DESAGUE MUNICIPAL SON COMBINADOS.

ARTICULO 157

Las tuberías de desagüe de los muebles sanitarios deberán - ser de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, cloruro - de polivinilo o de otros materiales que aprueben las auto - ridades competentes.

Las tuberías de desagüe tendrán un diámetro no menor de 32-mm ni inferior el de la boca de desagüe de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima de 2% para - diámetro hasta de 75 mm y de 1.5 mm y de 1.5 % para diáme - tros mayores.

COMENTARIO

ESTAS PENDIENTES SON APLICABLES PARA EL INTERIOR DE NUCLEOS-

SANITARIOS Y PEQUEÑOS DIAMETROS, LOS ALBAÑALES PODRAN - INSTALARSE A UNA PENDIENTE MENOR. PREVIO CALCULO DEL - COMPORTAMIENTO HIDRAULICO.

ARTICULO 159

Las tuberías o albañales que conducen las aguas residua - les de una edificación haica afuera de los límites de su - predio, debería ser de 15 cm de diámetro como mínimo, con tar con una pendiente mínima de 1. 5 % y cuplir con las - normas de calidad que expida la autoridad competente.

Los albañales deberán estar provistos en su origen de un - tubo ventilador de 5 cm de diámetro mínimo que se prolon - gará cuando menos 1.5 m arriba del nivel de la azotea de - la construcción.

La conexión de tuberías de desagüe con albañales deberá - hacerse por medio de obturadores hidráulicos fijos, pro - vistos de ventilación directa.

COMENTARIO

LA CONEXION CON OBTURADOR HIDRAULICO FIJO NO ES FRECUENTE- EN NUESTRO MEDIO. EXISTE ADEMAS EL RIESGO DE ASOLVE EN - EL. ESTO INCREMENTA CONSIDERABLEMENTE EL MANTENIMIENTO - Y LAS MOLESTIAS SIN QUE SE VEA UNA MEJORA O UTILIDAD TEC - NICA.

UN TUBO VENTILADOR QUE REMATA A 30 CM SOBRE LA AZOTEA OPERA-

EXACTAMENTE IGUAL QUE UNO A 1.50 M Y ESTETICAMENTE ES MAS ACEPTADO.

ARTICULO 158

Queda prohibido el uso de gárgolas o canales que descar - guen agua a chorro fuera de los límites propios de cada - predio.

COMENTARIO

DE HECHO NO ES RECOMENDABLE EL USO DE GARGOLAS, SUBSTITUIR LAS POR BAJADAS PLUVIALES CON DESCARGA LIBRE EVITARA ERO - SION EN PAVIMENTOS O JARDINES Y MOLESTIAS A LOS USUARIOS-

ARTICULO 160

Los alabañales deberán tener registros colocados a distan - cias no mayores de 10 metros entre cada uno y en cada cam - bio de dirección del albañal. Los registros deberán ser - de 40 x 60 cm, cuando menos, para profunidades de hasta- dos metros y de 60 x 80 cm, cuando menos para profundidades de mas de dos metros. Los registros deberán tener capas - con cierre hermético, a prueba de roedores. Cuando un - registro deba colocarse bajo locales habitables o comple -

mentarios, o locales de trabajo y reunión debrán tener doble tapa con cierre hermético.

COMENTARIO

LA RAZON DE SER DE LA DISTANCIA DE 10 M ES PORQUE SE PUEDE-UTILIZAR VARILLA ESTRUCTURAL DE 12 M PARA LA LIMPIEZA DE LA TUBERIA.

ARTICULO 161

En las zonas donde no exista red de alcantarillado público, el departamento autorizarán el uso de fosas sépticas de procesos bioenzimáticos de transformación rápida, siempre y cuando se demuestre la absorción del terreno.

A las fosas sépticas descargarán únicamente las aguas negras que provengan de excusados y mingitorios.

En el caso de zonas con suelos inadecuados para la absorción de las aguas residuales, el Departamento determinará el sistema de tratamiento a instalar.

COMENTARIO

LA INDICACION DE "SUELOS INADECUADOS" ES DE LA MAYOR IMPORTANCIA, SI NO HAY FORMA DE ELIMINAR LAS AGUAS RESIDUFALES, OPTES POR NO CONSTRUIR.

POR OTRO LADO, EL EFLUENTE DE UNA FOSA SEPTICA NO SE DEBE DESCARGAR A MENOS DE 30 M DE UN POZO ARTESIANO.

ARTICULO 162

La descarga de agua de fregaderos que conduzcan a pozos de absorción o terrenos de oxidación deberán contar con trampas de grasa registrables. Los talleres de reparación de vehículos y las gasolineras deberán contar en todos los casos con trampas de grasa en las tuberías de agua residuaal antes de conectarlas a colectores públicas.

COMENTARIO

LAS TRAMPAS DE GRASA PUEDEN SER FABRICADAS EN LA OBRA, MEDIANTE EL EMPLEO DE UNA O DOS MAMPARA DE LAMINA DE ASBESTO EN UN REGISTRO DE 40 x 70 x 50 CM O CON UN CODO A 90º EN LA SALIDA, QUE SE SUMERJA 15 CM DENTRO DEL TIRANTE DE AGUA EN EL INTERIOR DEL REGISTRO.

ARTICULO 163

Se deberá colocar areneros en las tuberías de agua residual de estacionamientos públicos descubiertos y circulaciones empedradas de vehículos.

RECOMENDACIONES RESPECTO A ALGUNAS DE LAS MAS FRECUENTES FALLAS EN LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS DE UN HOTEL

A).- TOMA DOMICILIARIA.

	PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1.-	PRESENCIA DE ARENA	- TUBERIAS FRACTURADAS	- INSTALAR FILTROS "Y"
2.-	PERDIDA POR FRICCION	- ESCASO DIAMETRO	- AUMENTO DE DIAMETRO DESPUES DE MEDIDOR
3.-	DESBORDE FRECUENTE - EN CISTERNA	- FALLA DE FLOTADOR	- CAMBIO POR CALIDAD - INSTALACION ALARMA ALTO NIVEL

B).- CISTERNA.

1.-	PRESENCIA DE IMPURESAS	- CISTERNA DESTAPADA	- REVISION DE SELLADO DE ACCESO
2.-	PRESENCIA DE ALIMAÑAS O ROEDORES	- TUBOS ABIERTOS	- REVISION DE PROTECCION DE TUBOS VENTILADORES
3.-	CONTAMINACION ORGANICA	- TUBOS CERCANOS DE ALBAÑAL FRACTURADOS	- CORREGIR INFILTRACIONES

3).- SISTEMA PLUVIAL.

	PROBLEMAS	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1.-	HUMEDADES a).- EN LOSA	- FISURAS	- REVISAR IMPERMEABILIZACION
			- REVISAR SI HAY GRIETAS CAPILARES EN UNION DE COLADERA
			- REVISAR JUNTA DE IMPERMEABILIZANTE Y COLADERA
			- LIMPIAR COLADERA
	b).- EN MUROS	- FISURAS	- MISMOS CONCEPTOS ANTERIORES
			- REVISAR JUNTAS EN BAJADA
			- REVISAR QUE NO HAYA OBTURACIONES EN DRENAJE BAJOPISO
2.-	COLADERA DESBORDA EN VEZ DE DESAGUAR	- COLADERAS DIFERENTES NIVELES DE BAJADA	- REVISAR QUE NO HAYA SIFONES (OBTURADORES) EN BASE DE BAJADA
3.-	BROTA AGUA EN REGISTROS DE ALBAÑAL	- FALTA CAPACIDAD DE COLECTOR	- AUMENTAR DIAMETRO O DAR NUEVAS SALIDAS
			- EN ZONAS DELICADAS, PONER REGISTROS SELLADOS
4.-	PENETRA AGUA DEL EXTERIOR	- ALBAÑAL PRINCIPAL SATURADO	- INSTALAR VALVULAS CHECK

9

TABLAS UTILES PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ALIMENTACION DE AGUA

CANTIDAD DE AGUA PROMEDIO USADA EN LOS SISTEMAS DE PLOMERIA DE LOS EDIFICIOS		
Lavabo	Llenándolo para usarse	5.6 a 7.5 L
Tina	Llenándolo para usarse	113 L
W. C.	Para cada descarga	23 L
Regadera	(15 L/minuto)	75 a 115 L
Llaves	De jardín de (chorro)	757 L/hora
Llaves	De jardín de (chiflón)	454 L/hora
Rociador	Para lavandería	747 L/hora

10

UNIDADES DE MEDIDA

EQUIVALENCIAS

Dado que en la República Mexicana rige el sistema SI, o sea el Sistema Internacional de Unidades, que es el métrico decimal - modernizado, conforme a la norma oficial NOM-Z-1981, mencionaremos la conversión de algunas de las unidades más frecuentemente usadas en las instalaciones hidrosanitarias y de gas.

1 " (una pulgada) = 25.4 mm exactamente

1 ' (un pie) = 0.3048 m exactamente

1 lb (una libra) = 0.45359237 kg exactamente

1 galón E.E.U.U. = 3.7854117 L

1 GPM (galón por minuto) = 0.06309 L/s aproximadamente

1 L/s = 15.85 GPM aproximadamente

1 ft^3/h (pie cúbico por hora)= 28.316846 L/h

1 m^3/h = 35.314666 ft^3/h

10 m H_2O (columna de agua) = 0.98 bar = 98 kPa (kilo-pascales-de presión, aproximadamente)

1 kp/cm^2 = 10 m H_2O = 98 kPa (aproximadamente)

100 psi (libras por pulg. cuadr.) = 689 kPa aproximadamente

1 kPa = 0.102 m H_2O (aproximadamente)

1 kPa = 0.145 psi (aproximadamente)

1 MPa (un mega pascal)= 1000 kPa = 145 psi (aproximadamente)

100 kPa = 1 bar = 10.20 m H_2O = 14.5 psi (aprox.)

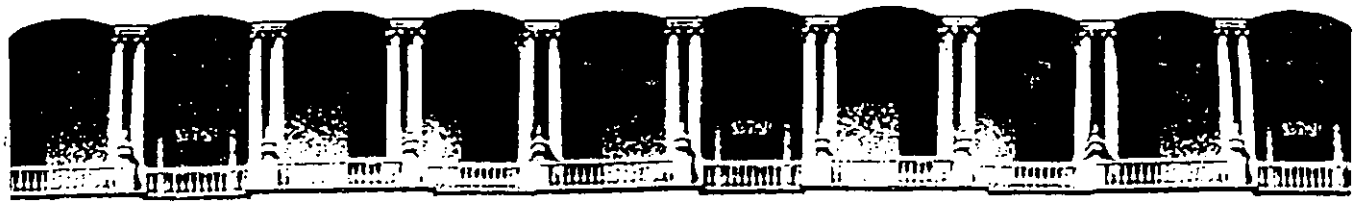
1 oz/sq. in. (una onza por pulg. cuadr.) = 43.942 mm H_2O =
= 430.92 Pa (aproximadamente)

1 " Hg = 25.4 mm Hg = 3.386389 kPa = 33.8639 m bar

1 mm Hg = 0.133322 kPa = 1.333224 m bar

11

1 Kcal	= 4.1868 kJ (kilojulios) exactamente
Btu	= 1.055056 kJ
1 Kcal/h	= 1.163 w (watts térmicos) exactamente
1 Btu/h	= 0.252 Kcal/h = 0.293071 W (aprox.)
1 caballo de caldera	= 1 CC = 9811 W (watts térmicos)
1 TR (tonelada de refrigeración)	= 12000 Btu/h = 3516.85 W =
	= 3024 Kcal/h
1 Btu/lb	= 2.326 kJ/kg exactamente
1 Btu/ft^3	= 8.899 Kcal/m^3 = 37.259 kJ/m^3
1 Kcal/kg	= 1.8 Btu/lb = 4.1868 kJ/kg exactamente



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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

INSTALACIONES ELECTRICAS E ILUMINACION

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

1.- INSTALACIONES ELECTRICAS E ILUMINACION

Una instalación eléctrica diremos muy brevemente que es el - conjunto de tuberias, canalizaciones, cajas de conexión, conductores, accesorios de protección y control hasta los receptores de servicio.

Los receptores de corriente son muy variados pero los podemos resumir en: lámparas, contactos, motores y salidas especia -- les.

TUBERIAS Y CANALIZACIONES

Pueden ser tuberias, ductos, charolas y trincheras. Que se utilizan para introducir, colocar o apoyar los conductores e - léctricos para su protección.

TIPOS DE TUBERIAS

a).- Tubo conduit flexible de PVC. (poliducto) color naranja. Su uso es general en casas y edificios donde quedara ahogado en pisos, muros, losas, castillos, columnas y trabes; es muy flexible, su precio económico.

Existen accesorios como codos a 90o., coples y chiquiadores - para unirlo a las cajas de conexión en todas las medidas (10 a 51 mm. de diámetro.)

b).- Tubo de PVC rigido características similares al anterior

solo que este puede tambien quedar aparente con sus soportes adecuados.

c).- Tubos conduit de acero esmaltado, existen dos tipos el de pared delgada al cual no se le pueden hacer cuerdas en sus extremos, pero si se puede doblar, su unión se hace por medio de coples, codos a 90o. y conectores con las cajas de conexión. Su uso puede ser oculto o aparente.
El de pared gruesa, ya trae cuerda en los extremos y se le -- puede hacer cuerda a cualquier tramo, su unión es con coples con cuerda, codos de 90o. y su unión a las cajas de conexión con contras y monitores, la continuidad mecánica es de 100% - efectiva, usos pueden ser oculto o aparente.
Mayor resistencia mecánica, a la temperatura y humedad.
d).- Tubo conduit de acero galvanizado. Existen tambien dos - tipos, pared delgada y pared gruesa, sus características son similares al anterior, ademas por estar galvanizado puede instalarse en locales expuestos a humedad permanente, con ambiente oxidante o corrosivo, en contacto con aceites, gasolina o solventes.

e).- Ducto cuadrado, este se fabrica en tramos rectos, codos, tees, adaptadores, cruces, reductores y colgadores. Se usa - en grandes concentraciones de conductores, ademas el lado superior es una tapa embisagrada para su mantenimiento. Se utiliza en instalaciones industriales.

f).-Tubo conduit de asbesto-cemento clase A-3 y A-5 esta se suministra en tramos , se une con coples y se sella con anillos de hule se usa en redes subterraneas, acometidas de la Cía. de Luz, en sub-estaciones etc.

g).-Tubos flexibles (corrugados) de plástico o acero, su uso se limita a conexión terminal a motores y equipos especiales.

CAJAS DE CONEXION

a).-Negras o de acero esmaltado

b).-Galvanizadas

c).-Condulets (aluminio)

d).-Chalupas

Se utilizan como paso, cambios de dirección y como terminales para contactos, apagadores y salidas a servicio.

OBJETIVOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA

Para un buen funcionamiento debe comprender lo siguiente:

1.-Seguridad

2.-Eficiencia

3.-Economía

4.-Mantenimiento

5.-Accesibilidad

Por lo que los proyectos deben estar realizados por técnicos o Ingenieros con bastante experiencia y conocimientos de las normas del reglamento de obras eléctricas y de las disposiciones de la D.G.E.

C O N D U C T O R E S

Estos deben estar fabricados con materiales que ofrescan poca resistencia al paso de la correinte eléctrica.
Todos los metales son buenos conductores de la electricidad, el mejor es la plata pero su costo es muy alto, en cambio el cobre es el mas apropiado por las siguientes caracteristicas:

1.-Alta conductividad

2.-Resistencia mecánica

3.-Flexibilidad

4.-Bajo costo

Para identificar los conductores se tomo como base su sección circular y se le llamo calibre el alambre que esta compuesto de un solo hilo y el cable que tiene varios hilos.

En la tabla siguiente se detallansús características.

TABLA No. 1

	CALIBRE A.W.G. O M.C.M.	DIAMETRO DEL COBRE EN m.m.	AREA DEL COBRE		DIAMETRO TOTAL CON AISLAMIENTO	
			m.m.^{2}	C.M.	TW THW VINANEL 900	VINANEL NYLON
ALAMBRES	14	1.63	2.08	4098	3.25	2.74
	12	2.05	3.30	6502	3.68	3.17
	10	2.59	5.27	10380	4.22	3.96
	8	3.26	8.35	16443	5.72	5.19
CABLES	14	1.84	2.66	5238	3.48	2.96
	12	2.32	4.23	8328	3.96	3.44
	10	2.95	6.83	13465	4.57	4.32
	8	3.71	10.81	21296	6.15	5.64
	6	3.91	12.00	23654	7.92	6.60
	4	5.89	27.24	53677	9.14	8.38
	2	7.42	43.24	85185	10.67	9.91
	0	9.47	70.43	138758	13.54	12.54
	00	10.64	88.91	175162	14.70	13.71
	000	11.94	111.97	220580	16.00	15.00
	0000	13.41	141.23	278237	17.48	16.40
	250	14.61	167.65	330261	19.50	18.24
	300	16.00	201.06	396088	20.90	19.63
	400	18.49	268.51	528970	23.40	22.12
	500	20.65	334.91	659777	25.60	24.28

EXISTEN CUATRO TIPOS DE FORROS PRINCIPALES
PARA LOS CONDUCTORES QUE SON:

1. T.W. a base de PVC. (cloruro de polivinilo) su uso es general en interiores con ambiente humedo o seco, características, tensión a 600 volts. temperatuta máxima 40° C.

2.-THW. a base de goma termoplástica (plastilac) resistente al calor y la humedad, mayor capacidad de conducción en amperes que el anterior, uso general en edificaciones con ambiente humedo o seco. Características tensión a 600 V. temperatura máxima a 60° C.

3.-Vinanel 900 a base de PVC.(cloruro de polivinilo) especial, resistente al calor, humedad y agentes químicos, no propaga las llamas, gran capacidad de conducción y resistente a sobrecargas. Uso general en la industria, edificios publicos, hoteles, etc.
Características tensión 600 volts. temperatura máxima 90° C. al aire.

4.-Vinanel nylon a base de dos capas termoplásticas la primera de PVC. de alta rigidez dieléctrica, gran capacidad térmica y gran flexibilidad.
La segunda de nylon de alta rigidez dieléctrica y gran resistencia mecánica, no propaga las llamas, características tensión 600 volts, temperatura maxima 90° C. Su uso en alimentación secundaria a transformadores, tableros generales, table-

-os de distribución en baja tensión, circuitos de alumbrado y fuerza, así como acometidas de Cía., de Luz.

EXISTEN OTROS TIPOS DE AISLAMIENTO

PARA USOS ESPECIFICOS COMO:

a).-Alambre o cable duplex con endidura

b).-Bipolar con aislamiento de vinamel

c).-Cordón flexible

d).-Cordón para uso rudo

e).-Cordón con forro de asbesto o algodón

SIMBOLOGIA TIPICA

Salida Incandescente

Arbotante

Spot

Reflector

Luminaria Fluorescente

Salida Incandescente en caja

Apagador Sencillo

Apagador de Escalera

Contacto Monofásico

Contacto Monofásico en piso

Contacto Trifásico

Salida para Motor

Salida para Motor

Boton para Timbre

Timbre (campana)

Interruptor de Navajas

Interruptor de Navajas

Tablero de Distribución

Tablero General

Medidor de Cía. de Luz

Salida a tierra

Interruptor Termomagnético

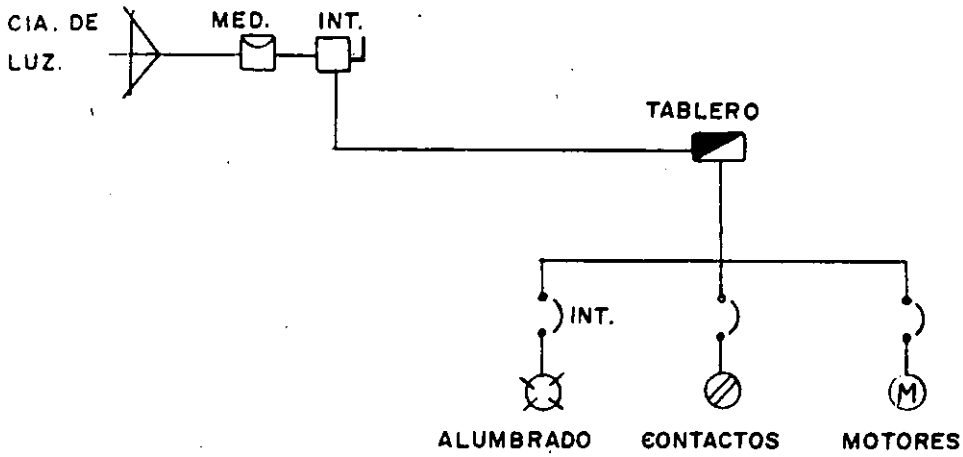
Portero Eléctrico

Salida para Antena

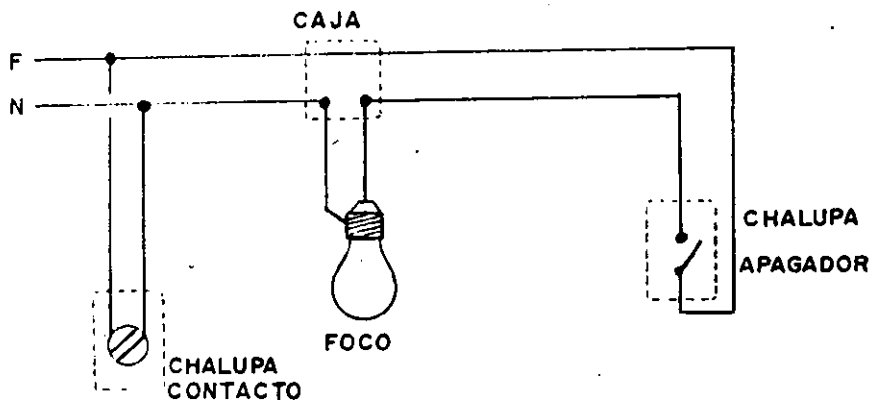
Tuberia por muro o losa

Tuberia por piso

DIAGRAMA TIPICO PARA CASAS

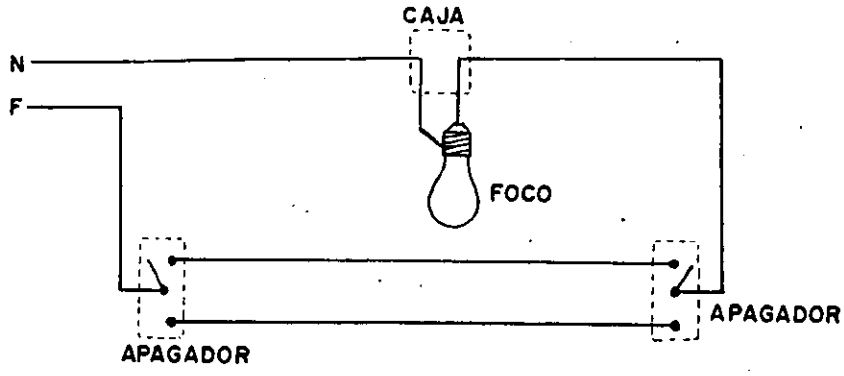


DIAGRAMAS ELEMENTALES



CONEXION DE UN APAGADOR DE ESCALERA

O TRES VIAS



SUMINISTROS-AUTORIZADOS-POR CIA. DE LUZ

Para casas habitación o locales pequeños cuya carga no pase de 4,000 W., proporcionarán la alimentación en 1 fase y neutro (monofásica 2 hilos)

Para cargas de 4,000 a 8,000 W., la alimentación será de 2 fases y neutro (bifásica 3 hilos)

Para cargas de 8,000 W., en adelante la alimentación será de 3 fases y neutro (trifásica 4 hilos)

SUB-ESTACIONES

EXISTEN DOS TIPOS PRINCIPALES:

a).-Tipo rural en poste

CAPACIDAD DE CORRIENTE PROMEDIO DE LOS CONDUCTORES DE 1 A 3 EN TUBO CONDUIT (TODOS HILOS DE FASE) Y A LA INTEMPERIE

TABLA No. 2

CALIBRE	TIPO DE AISLAMIENTO			A LA INTEMPERIE	
A.W.G. o M.C.M.	TW	THW	VINANEL-NYLON Y VINANEL 900	TW	VINANEL NYLON-900 THW
14	15	25	25	20	30
12	20	30	30	25	40
10	30	40	40	40	55
8	40	50	50	55	70
6	55	70	70	80	100
4	70	90	90	105	135
2	95	120	120	140	180
0	125	155	155	195	245
00	145	185	185	225	285
000	165	210	210	260	330
0000	195	235	235	300	385
250	215	270	270	340	425
300	240	300	300	375	480
350	260	325	325	420	530
400	280	360	360	455	575
500	320	405	405	515	660
FACTORES DE CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE MAYOR DE 30°c					
C°	MULTIPLIQUESE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE POR LOS SIGUIENTES FACTORES.				
40	NO SE	0.88	0.90		
45	USA A	NO A	0.85		
50	MAS DE	MAS DE	0.80		
55	35°	40°	0.74		
FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO.					
DE 4 a 6 CONDUCTORES 60%					
DE 7 a 20 CONDUCTORES 70%					
De 21 a 30 CONDUCTORES 60%					

b).-Tipo gabinete para interior o exterior

Estas se utilizan cuando las cargas de las edificaciones son mayores de 40,000 W., y que exista linea de alta tensión en servicio municipal.

El servicio de alta tensión puede ser en 23,000, 13,200 o 6,000 volts, y la salida de la sub-estación puede ser en 440, 220 o 127 volts., de acuerdo a las necesidades de la edificación.

La cuota en alta tensión baja hasta un 40% en relación a la baja tensión.

CALCULO DE CONDUCTORES

Por reglamento se dice que podemos utilizar conductor calibre 14 en apagadores y calibre 12 de contactos y lámparas.

Pero con el incremento de estos se aumentarán los calibres de los conductores.

La fórmula que se utiliza para el cálculo de cargas monofásicas es

$$I = \frac{W}{En \cos \emptyset}$$

Donde: I=Intensidad de corriente en amps.

W=Carga en Watts.

En=Corriente en Volts. (127.5)

Cos. O=Factor de Potencia (0.85 constante)

Ejem. Si tenemos una carga de 3,800 W., aplicando la fórmula nos dará:

$$I = \frac{3,800}{127.5 \times 0.85} = 35 \text{ Amps.}$$

A estos resultados se les debe aplicar un factor de utilización o factor de demanda que varia del 60 al 90% dependiendo del tipo de servicio que se trate, para este caso tomaremos el 70% para obtener la corriente máxima efectiva o corregida.

$$I_c = 35 \times 0.70 = 24.5 \text{ Amps.}$$

Para esta corriente de acuerdo a la tabla siguiente necesitaremos conductores con aislamientos tipo T.W. cal. 10 que transportan hasta 30 Amps. en condiciones normales.

CALCULO DE LA TUBERIA

Los conductores calibre 10 ocupan una area total de 27.98 mm2 según la tabla siguiente por lo que pueden alojarse en un tubo de 13 mm. de diámetro ya que se puede ocupar hasta 78 mm2 de su area.

De acuerdo al reglamento solo se debe ocupar el 40% del area de los tubos y ductos.

PARA CORRIENTE MONOFASICA A TRES HILOS (2F-IN)

SE DEBERA UTILIZAR LA SIGUIENTE FORMULA:

$$I = \frac{W}{2\ En\ COS\ \emptyset}$$

PARA CORRIENTE TRIFASICA A CUATRO HILOS (3F-IN)

SE DEBERA UTILIZAR LA SIGUIENTE FORMULA:

$$I = \frac{W}{3\ En\ COS\ \emptyset}$$

Ejemplo: Datos W=28,000

En=220 volts.

Cos. Ø= 0.85

F. D.=0.70

SUBSTITUYENDO TENDREMOS

$$I = \frac{28,000}{3 \times 220 \times 0.85} = 86.55 \text{ Amps.}$$

Ic.=86.55 X 0.70 = 60.58 Amps.

Para esta corriente se necesitan conductores calibre 4 que transportan en condiciones normales hasta 70 amps.

Serían cuatro conductores calibre 4, aunque por el hilo de neutro no circula corriente y de acuerdo al reglamento se puede disminuir un calibre o sean 3 calibre 4 y un calibre 6. Para calcular la tuberia sumamos sus areas.

3 No. 4 =	196.83
1 No. 6 =	49.26
	246.09 mm2

Por lo que el diámetro de la tuberia será de 25 mm. de la cual se pueden ocupar hasta 250 mm2 de su area.

La corriente tambien deberá calcularse por caida de tensión originada por la distancia que recorre en sus alimentadores en un proyecto con corriente bifásica o trifásica la carga de las fases debera ser equivalente, para que estas esten balanceadas ya que el reglamento exige que el desbalanceo sea menor del 5%

PARA ESTO SE UTILIZA LA FORMULA SIGUIENTE:

$$D.F. = \frac{\text{FASE MAYOR} - \text{FASE MENOR}}{\text{FASE MAYOR}} \times 100 = \%\ \text{DESB.}$$

Es recomendable separar los circuitos de alumbrado, contactos motores y aparatos especiales.

Cada circuito debera tener una carga máxima de 2,000 W., ya que esta carga nos origina lo siguiente:

$$I = \frac{2,000}{127.5 \times 0.85} = 18.46 \text{ Amps.}$$

$$Ic. = 18.46 \times 0.70 = 12.92 \text{ Amps.}$$

Ya que el interruptor termomagnético más pequeño que se coloca en el tablero es de 15 amperes.

El centro de carga debera ubicarse en un puento medio de la edificación para que el recorrido de los alimentadores sea + o - el mismo.

PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE

Al circular la corriente produce un calentamiento y si este es excesivo produce daño en los aislamientos de los conductores y como consecuencia se produce un corto circuito.

Para proteger las instalaciones se colocan los interruptores de seguridad o cuchillas con fusibles de acuerdo a la carga instalada.

Los interruptores termomagneticos protegen ademas de calentamiento por bajo valtaje en cualquier fase.

CAPACIDAD H.P.	CAPACIDAD Monof. Kwatts.	CAPACIDAD Trif. Kwatts.	KW/HP
1/20 = 0.0500	0.060		1.200
1/16 = 0.0625	0.080		1.280
1/8 = 0.1250	0.150		1.200
1/6 = 0.1666	0.202		1.212
1/5 = 0.20000	0.233		1.165
0.25	0.293	0.264	1.172 - 1.056
0.33	0.395	0.355	1.197 - 1.075
0.50	0.527	0.507	1.054 - 1.014
0.67	0.700	0.668	1.044 - 0.997
0.75	0.780	0.740	1.040 - 0.986
1.00	0.993	0.953	0.993 - 0.953
1.25	1.236	1.190	0.988 - 0.952
1.50	1.490	1.418	0.983 - 0.945
1.75	1.620	1.622	0.925 - 0.926
2.00	1.935	1.844	0.967 - 0.922
2.25	2.168	2.067	0.963 - 0.918
2.50	2.390	2.290	0.956 - 0.916
2.75	2.574	2.503	9.936 - 0.910
3.00	2.766	2.726	0.922 - 0.908
3.25		2.959	0.910
3.50		3.182	0.909
3.75		3.415	0.910
4.00		3.618	0.904
4.25		3.840	0.903
4.50		4.074	0.905
4.75		4.266	0.898
5.00		4.490	0.898
5.50		4.945	0.899
6.00		5.390	0.898
6.50		5.836	0.897
7.00		6.293	0.899
7.50		6.577	0.877
8.00		7.022	0.877
8.50		7.458	0.877
9.00		7.894	0.877
9.50		8.340	0.877
10.00		8.674	0.867
11.00		9.535	0.867
12.00		10.407	0.867
13.00		11.278	0.867
14.00		12.140	0.867
15.00		12.860	0.857
16.00		13.720	0.857
20.00		16.953	0.847
25.00		21.188	0.847
30.00		24.725	0.824
40.00		32.609	0.815
50.00		40.756	0.815

Para determinar la capacidad en Kwatts para motores con más de 50 caballos de potencia, multiplíquense los caballos de potencia por 0.8.

I L U M I N A C I O N

Anteriormente se utilizaba como unidad lumínica la bujía (intensidad de una vela ahora se tomó unidad de flujo lumínico al lúmen (1 bujía = 12 lúmenes)

Existe una tabla de niveles medios de alumbrado, autorizada por el reglamento de la dirección general de electricidad.

Hay varias fórmulas para hacer los cálculos por ejemplo:

PARA OBTENER EL FLUJO TOTAL EN LUMENES.

$$Ft = \frac{E \times S}{U \times C}$$

Donde: Ft=Flujo total

E=Claridad en luxes

S=Superficie alumbrada en M2

U=coeficiente de utilización

C=Coeficiente de depreciación

PARA OBTENER EL NUMERO DE APARATOS DE ALUMBRADO

$$N = \frac{Ft}{FA}$$

Donde: Ft=Flujo total en lúmenes

Fa=Flujo por luminar en lúmenes (dato de catálogo)

PARA OBTENER EL COEFICIENTE DE UTILIZACION

$$U = \frac{E \times S}{Fl}$$

Donde: E=Claridad en luxes

S=Superfice en M2 del plano de trabajo

Fl=Flujo total de las lámparas en lúmenes

Existe un metodo muy práctico llamado del lúmen y lo explicaremos con un ejemplo: datos; tenemos un despacho con 25 M2 de área queremos que tenga una intensidad lumínica de 150 luxes/M2. Lo vamos a iluminar con lámparas incandescentes sabemos por tabla o catálogo que un foco de 100 W. nos produce 800 luxes por M2 a 2.20 mts. de altura, lo resolvemos de la siguiente forma:

$$\frac{25 \times 150}{800} = 4.6 \text{ focos (5 de 100 W.)}$$

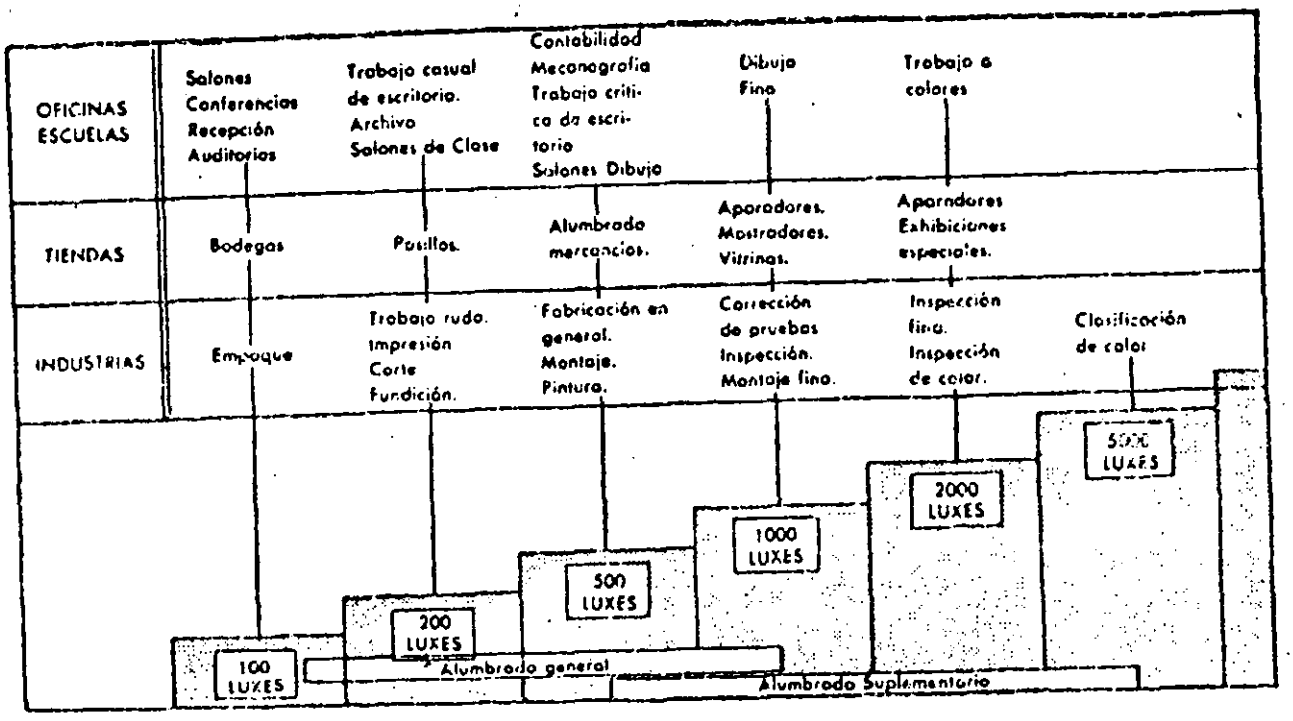
ALUMBRADO

NIVELES MEDIOS DE ALUMBRADO RECOMENDABLES

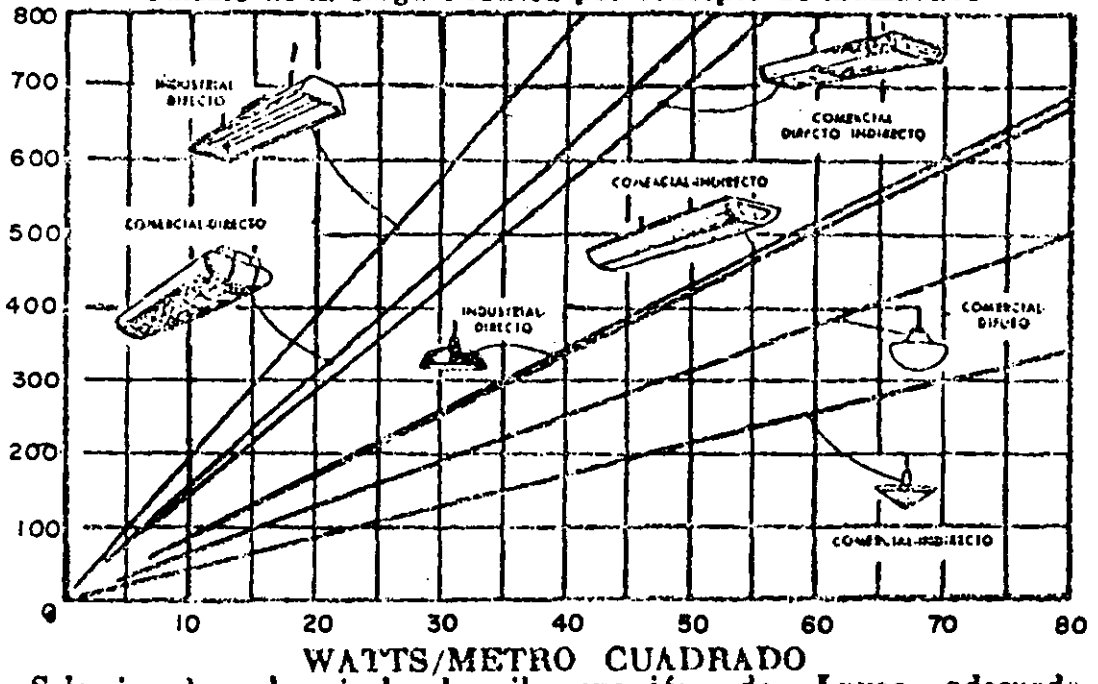
Locales cerrados o vías públicas a iluminar	Alumbrado medio lux	
Talleres		
Trabajos bastos: almacenaje, manejo, etc.	80 a 100	
Trabajos finos: mecanización, control	150 a 250	
Trabajos muy finos: rectificación, medida	500 a 1000*	
Oficinas		
Despachos	150 a 250	
Oficinas de dibujo	300 a 600	
Excusados y locales adjuntos	60 a 100	
Almacenes		
Almacenes propiamente dichos	200 a 300	
Escaparates: según las calles y los prod. expuestos	500 a 2000	
Excusados y locales adjuntos	60 a 100	
Escuelas.		
Salas de clase	120 a 200	
Salas de dibujo o de costura	200 a 250	
Laboratorios varios	150 a 200	
Hoteles y edificios públicos		
Halls	80 a 120	
Salas de lectura	125 a 200	
Comedores	120 a 150	
Cocinas	120 a 150	
Pasillos y excusados	40 a 50	
Habitaciones	60 a 75	
Casas particulares		
Salones (preferentemente alumbrado indirecto)	100 a 120	
Comedores	120 a 150	
Despachos	120 a 150	
Cocinas	100 a 150	
Vestíbulos, trasteros	50 a 100	
Vías públicas	A	B
Carreteras interurbanas y arterias periféricas	15	30
Vías urbanas de gran tráfico	5	15
Vías urbanas de tráfico mediano	3	8
Vías urbanas de poco tráfico	2	5

* localmente. — A. Vías claras. — B. Vías obscuras

NIVELES DE ILUMINACION RECOMENDABLES
LUXES o LUMENS/m²



Cálculo de la carga eléctrica por concepto de alumbrado



Seleccionado el nivel de iluminación de Luxes adecuado determínense los Watts por metro cuadrado en la gráfica correspondiente al tipo de equipo de alumbrado escogido.

INSTALACIONES HIDRAULICAS.

1.- DEFINICION

Es el conjunto de tuberias, conexiones, válvulas, cisternas, bombas, tinacos y accesorios. Que nos proporcionaran un servicio satisfactorio de acuerdo a las necesidades de nuestra obra.

2.- MATERIALES EN GENERAL

a.-Tuberias de Cobre. Deberan ser tipo "M" con extremos lisos y conexiones para soldar, existe gran variedad de conexiones y accesorios para realizar una Instalación completa y funcional.
Usos generales en cualquier edificación es conveniente que se instale ahogada en pisos, muros etc. por tener poca resistencia mecánica y no debe instalarse aparente ni en zonas jardinadas o de tierra suelta.
Se puede utilizar para conducir agua fria,agua caliente, aire y aceites.

b.- Tuberias de acero galvanizado. Deberan ser tipo "A" cédula 40, con extremos roscados para recibir las conexiones y accesorios con los cuales se puede realizar una Instalación completa y funcional. Su costo en 30 % menor que el cobre.
Usos generales en cualquier edificación puede instalarse ahogada o aparente, tiene buena resistencia mecanica. Se puede utilizar para agua fria, -

agua caliente, gas, aire y aceite.

c.- Tuberias de PVC. Deben ser tipo RD. 26 Hidraúlica existe con extremos lisos y conexiones para cementar o con campana y anillo de ajuste, existe gran variedad de conexiones y accesorios para realizar una instalación completa y funcional.
Usos restringidos a conducir solo agua fria su -- resistencia al calor es de 60° C. máximo por lo - que no debe utilizarse para agua caliente. En poblaciones costeras es muy usual por resistir la - corrosión. Tambien se utiliza en redes exteriores de agua por ser muy maleable y facil de instalar. Su costo es 40 % menor que el cobre.

3.- CALCULO DE LA TOMA DOMICILIARIA

Se toma como base el consumo dependiendo del nú-- mero de personas que habitan la edificación.
Se anexa tabla de consumos.
Ejenplo:
Una casa con cinco personas, con un consumo de -- 200 lts. por persona y por dia = 1,000 lts./dia.
Suponemos un tiempo de servicio de agua de la Red municipal de 12 hs. (43,200 seg.) Podemos hacer la siguiente operación.

$$\text{GASTO} = \frac{1,000}{43,200} = 0.023 \text{ L.P.S.}$$

Ahora aplicando la siguiente fórmula tenemos.

$$\emptyset = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \quad \text{SUBST.} \quad \sqrt{\frac{4 \times 0.000023}{3.14 \times 1}} = 0.0054 \text{ M} = 5.4 \text{mm.}$$

Por lo tanto el diámetro de la toma será de 13 mm.- siendo este el tubo mas paqueño que autoriza la--

SIMBOLOGIA INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS.

——·——	AGUA FRIA
——··——	AGUA CALIENTE
——···——	RETORNO DE AGUA CALIENTE
——⋈——	VALVULA DE COMPUERTA
——⋈——	VALVULA DE GLOBO
——G——	GAS
——A——	AIRE
——C.I.——	CONTRA-INCENDIO
——V——	VAPOR
——R.V.——	RETORNO DE VAPOR
——▷|——	VALVULA DE RETENCION
——▷——	VALVULA PARA MANGUERA
——▷——	VALVULA FLOTADOR
——⊂——	VALVULA DE PASO PARA GAS
——⊣⊢——	TUERCA UNION
	VALVULA DE ALIVIO
V.E.A.	VALVULA ELIMINADORA DE AIRE

————	DESAGUES
— — — —	VENTILACION
	COLADERA
	REGISTRO
O.H	OBTURACION HIDRAULICA
T.R.	TAPON REGISTRO
B.A.N.	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
B.A.C.	BAJADA DE AGUAS CLARAS
B.A.J.	BAJADA DE AGUAS JABONOSAS
B.A.P.	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
T.V.	TUBO VENTILADOR
——— ———	CONCRETO-ALBAÑAL

MUEBLES SANITARIOS QUE COMO MINIMO SE REQUIEREN EN DIVERSOS TIPOS DE EDIFICIOS:

HABITACIONES

1 EXCUSADO POR VIVIENDA O DEPARTAMENTO
1 LAVABO
1 TINA REGADERA
1 FREGADERO
1 LAVADERO

ESCUELAS primarias:

1 EXCUSADO	POR CADA	100	NIÑOS O FRACCION
1 EXCUSADO	" "	35	NIÑAS.
1 URINARIO	" "	30	NIÑOS.
1 LAVABO	" "	60	PERSONAS.
1 BEBEDERO	" "	75	PERSONAS.

ESCUELAS secundarias:

1 EXCUSADO	POR CADA	100	HOMBRES.
1 EXCUSADO	" "	45	MUJERES.
1 URINARIO	" "	30	HOMBRES
1 LAVABO	" "	100	PERSONAS.
1 BEBEDERO	" "	75	PERSONAS.

EDIFICIOS DE OFICINAS O PUBLICOS

1 PERSONA	POR CADA	10 m.2	
1 EXCUSADO	1 - 15	PERSONAS	
2 "	16 - 35	"	
3 "	36 - 55	"	
4 "	56 - 80	"	
5 "	81 - 110	"	
6 "	111 - 150	"	

1 MAS POR CADA 40 PERSONAS ADICIONALES URINARIO- SE SUPRIME UN EXCUSADO POR CADA URINARIO INSTALADO SIN QUE EL NUMERO DE EXCUSADOS SEA MENOR QUE DE 2/3 DE LO ANOTADO.

1 LAVABO-	1 - 15	PERSONAS
2 LAVABOS -	16 - 35	PERSONAS
3 "	36 - 60	"
4 "	61 - 90	"
5 "	91 - 125	"

1 ADICIONALES POR CADA 45 PERSONAS MAS O FRACCION.

1 BEBEDEROS POR CADA 75 PERSONAS. NO SE DEBEN INSTALAR DENTRO DE LOS SANITARIOS.

CONSUMO DE AGUA.

CASAS Y GRANJAS:	CONSUMO EN LTS. X DIA:
BEBIDA, COCINA, LIMPIEZA POR PERSONA	40 - 60
LAVADO DE ROPA POR HABITANTE POR DIA	20- 30
W.C. POR HABITANTE POR DIA	40- 60
CADA DESCARGA DE W.C. FLUX.O CAJA	15- 20
BAÑO DE ASIENTO	30
RIEGO DE PATIOS, JARDINES Y ACERAS SOLO EN	
DIA CALUROSO	3 LTS./M^2
ABREBAR Y LAVAR UN CABALLO SIN LIMPIEZA	
DE LA CUADRA	100
ABREBAR Y LAVAR POR CABEZA DE GANADO MAYOR	70
ABREBAR Y LAVAR TERNERAS Y CERDOS	20
ABREBAR Y LAVAR OVEJAS	15
RASTROS POR CADA RES SACRIFICA:	350
LAVADEROS POR KG. DE ROPA SECA	45
BAÑOS, POR CADA BAÑO DE TINA (PUBLICO)	5000
BAÑO, POR CADA BAÑO DE REGADERA	10000
CUARTELES POR HOMBRE POR DIA	40 - 80
LIMPIEZA DE UN COCHE	200
HOTELES, CASAS DE DEPTOS	200
OFICINA	60 - 120
DEPARTAMENTOS	
1 RECAMARA (3 PERSONAS)	600
2 RECAMARAS (5 PERSONAS)	1000
3 RECAMARAS (7 PERSONAS)	1400
4 RECAMARAS (9 PERSONAS)	1800
ESCUELAS POR ALUMNO POR DIA:	
PRIMARIA O KINDER	20
SECUNDARIA O PREPARATORIA	25
UNIVERSIDAD, TECNOLOGICO, NORMAL	30
INTERNADO	200

ALIMENTACION DE AGUA A LOS MUEBLES			
MUEBLE	DIAM.	MUEBLE	DIAM.
BEBEDERO	10 mm.	LLAVE MANGUERA	13 mm.
EXCUSADO (TANQUE)	10 "	MINGITORIO (TANQUE)	13 "
EXCUSADO (VALVULA)	25 "	MINGITORIO (VALVULA)	19 "
FREGADERO RESIDENCIA	13 "	REGADERA	13 "
FREGADERO COMERCIAL	19 "	TINA	13 "
HIDRANTE DE PARED	13 "	VERTEDERO	13 "
LAVABO	10 "	VERTEDERO COMBINACION	13 "
LAVADERO 1,2 ó 3 COMP.	13 "	VERTEDERO LAVADO AUTOMATICO	19 "
LAVADORA TRASTOS (DOMESTICO	13 "		

PRESION NECESARIA Y CONSUMO DE AGUA DE LOS MUEBLES SANITARIOS		
MUEBLE	PRESION m.	GASTO l.p.m.
EXCUSADO TANQUE	10.5	11.3
EXCUSADO VALVULA	7a14	57a151 (85)
LLAVE DE AGUA	5.6	11.3
MINGITORIO VALVULA	10.5	57
MANGUERA 15 m.	21.0	19
REGADERA	8.5	19
TINA	3.5	23
VERTEDERO 10 mm.	7.0	17
VERTEDERO 13 mm.	3.5	17

EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES MUEBLE

MUEBLE	SERVICIO	CONTROL	U.M.
EXCUSADO	PUBLICO	VALVULA	10
EXCUSADO	PUBLICO	TANQUE	5
FREGADERO	RESTAURANTE	LLAVE	4
LAVABO	PUBLICO	"	2
MINGITORIO PEDESTAL	"	VALVULA	10
MINGITORIO PARED	"	"	5
MINGITORIO PARED	"	TANQUE LLAVE	3
REGADERA	"	MEZCLADORA	4
TINA	"	LLAVE	4
VERTEDERO	OFICINA	"	3
EXCUSADO	PRIVADO	VALVULA	6
EXCUSADO	"	TANQUE	3
FREGADERO	"	LLAVE	2
GRUPO BAÑO	"	W.C. VALVULA	8
GRUPO BAÑO	"	W.C. TANQUE	6
LAVABO	"	LLAVE	1
LAVADERO	"	"	3
REGADERA	"	MEZCLADORA	2
TINA	"	"	2

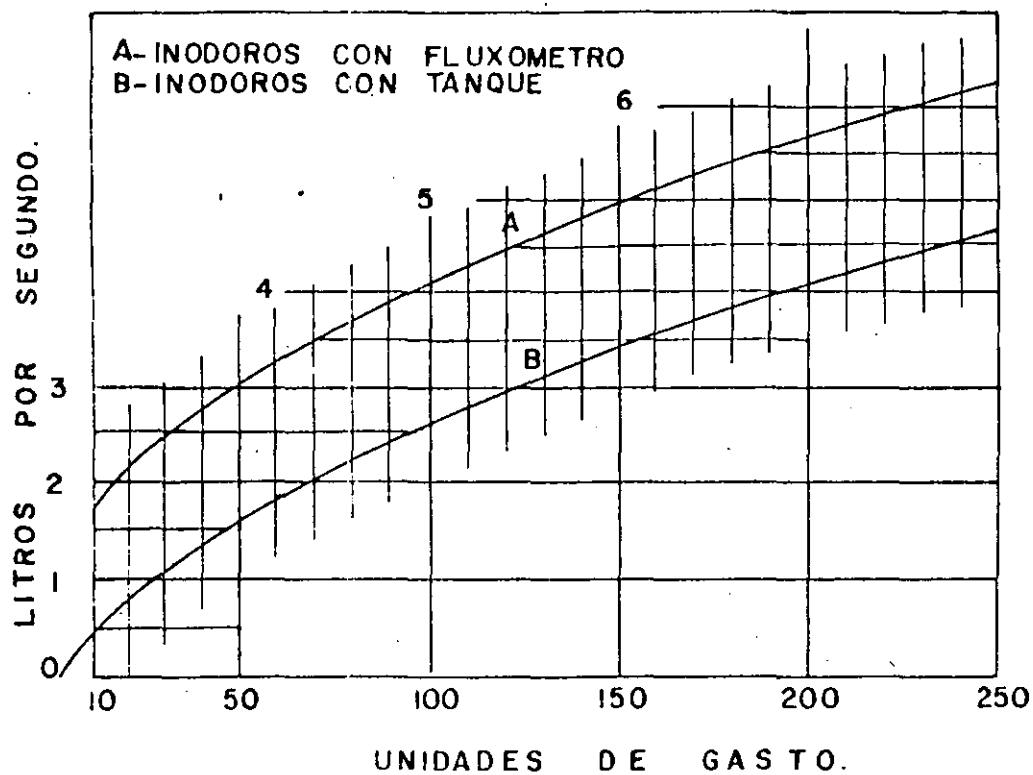
ALIMENTACION DE AGUA A LOS MUEBLES

MUEBLE	DIAM.	MUEBLE	DIAM.
BEBEDERO	10	LLAVE MANGUERA	13
EXCUSADO (TANQUE)	10	MINGITORIO (TANQUE)	13
EXCUSADO (VALVULA) 32	25	MINGITORIO (VALVULA)	19
FREGADERO RESIDENCIA	13	REGADERA	13
FREGADERO COMERCIAL	19	TINA	13
HIDRANTE DE PARED	13	VERTEDERO	13
LAVABO	10	VERTEDERO COMBINACION	13
LAVADERO 1, 2 ó 3 COMP.	13	VERTEDERO LAVADO AUTOMATICO	19
LAVADORA TRASTOS (DOMESTICO)	13		

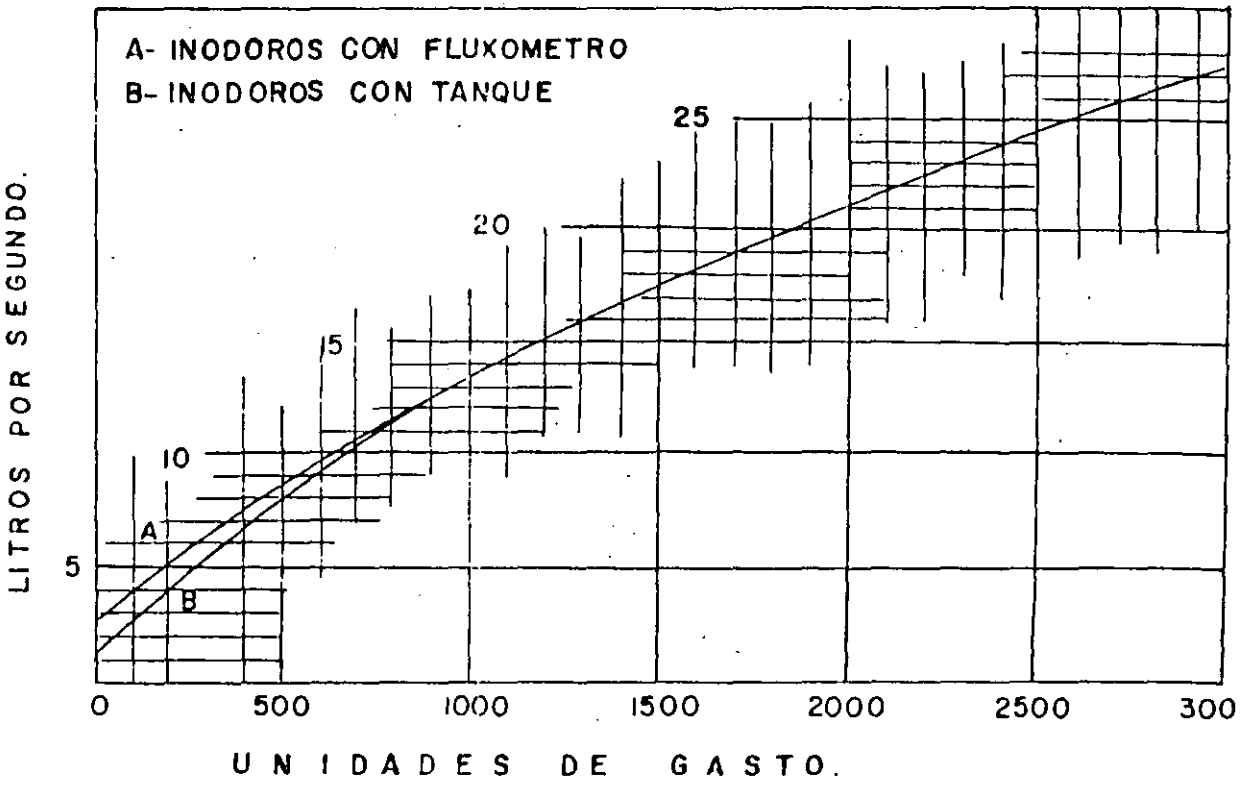
PRESION NECESARIA Y CONSUMO DE AGUA DE LOS MUEBLES SANITARIOS

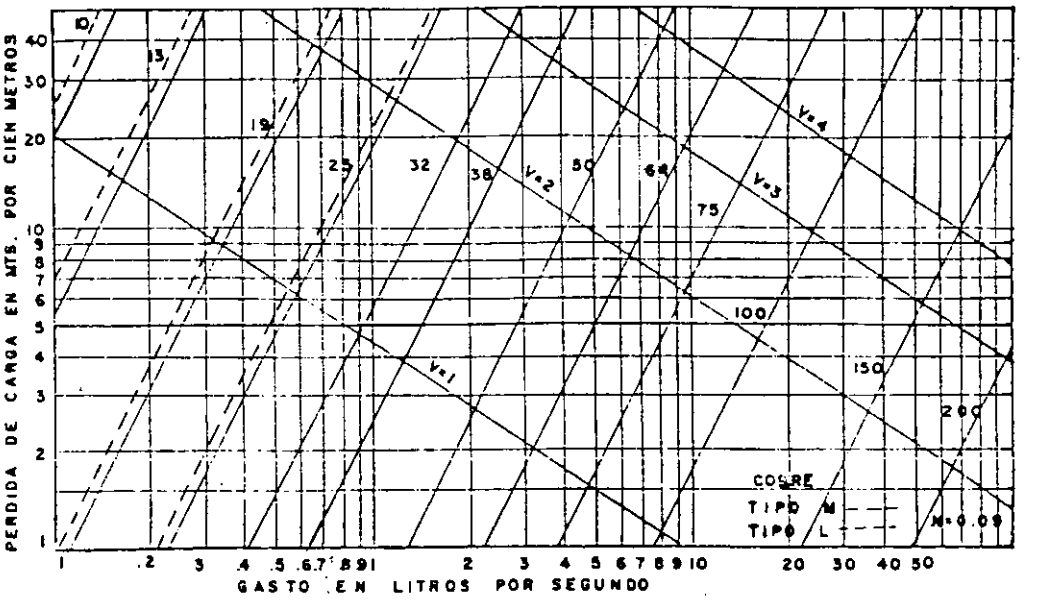
MUEBLE	PRESION m.	GASTO l.p.m.
EXCUSADO TANQUE	10.5	11.3
EXCUSADO VALVULA	7 a 14	57 a 151 (85)
LLAVE DE AGUA	5.6	11.3
MINGITORIO VALVULA	10.5	57
MANGUERA 15 m.	21.0	19
REGADERA	8.5	19
TINA	3.5	23
VERTEDERO 10 mm.	7.0	17
VERTEDERO 13 mm.	3.5	17

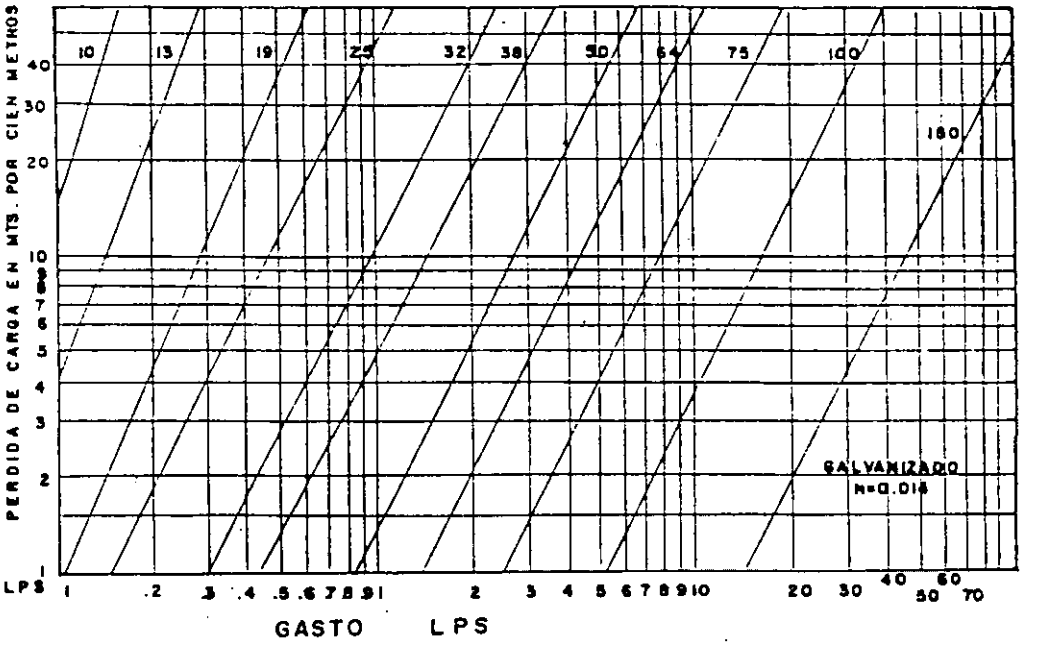
GASTO MAXIMO PROBABLE.



GASTO MAXIMO PROBABLE




PERDIDA DE CARGA EN MTS. POR CIEN METROS
GASTO EN LITROS POR SEGUNDO
10
13
19
25
32
38
50
64
75
100
150
200
V=1
V=2
V=3
V=4
COBRE
TIPO M
TIPO L
N=0.09

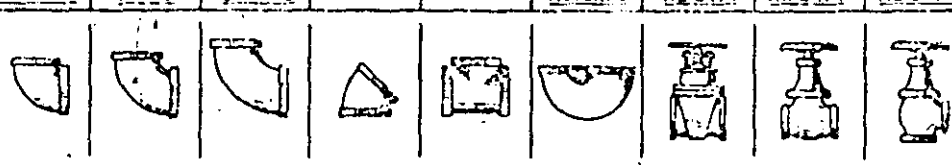

PERDIDA DE CARGA EN MTS. POR CIEN METROS
LPS
GASTO LPS
10
13
19
25
32
38
50
64
75
100
150
GALVANIZADO
N=0.016

PERDIDA DE CARGA EN VALVULAS Y CONEXIONES

El cambio brusco de dirección del flujo en una tubería por medio de Codos, Tees, valvulas y curvas causa pérdidas de presión. Es práctica común expresar esta pérdida en términos de un equivalente de longitud de tramo recto de tubería del mismo diámetro. Por ejemplo: La pérdida de carga en un codo de 2" equivale a la que se originaría en un tramo recto de tubo de igual diámetro y de 1.68 m. de longitud.

La tabla siguiente contiene pérdidas de carga para las piezas más usuales, expresadas en metros de tramos rectos de tubería del diámetro correspondiente.

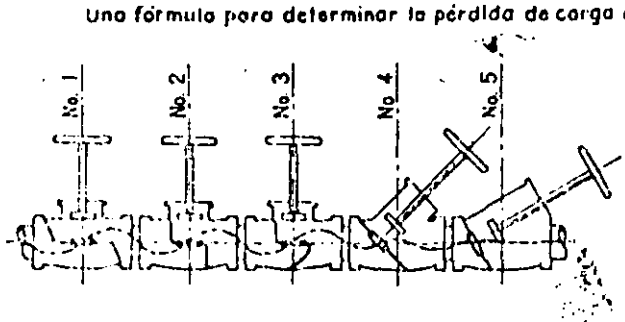
RESISTENCIA EN VALVULAS Y CONEXIONES



Diámetro del Tubo mm.	Diámetro del Tubo Pulg.	Codo Standard	Codo de Radio Medio	Codo de Radio Grande	Codo de 45°	Te	Curva de Retorno	Valvula de Compuerta Abierta	Valvula de Globo Abierta	Valvula de Angulo Abierta
		LONGITUD DE TRAMO RECTO EQUIVALENTE A LA RESISTENCIA AL ESCURRIMIENTO								
13	1/2"	0.457	0.427	0.335	0.235	1.036	1.158	0.106	4.877	2.560
19	3/4"	0.671	0.548	0.427	0.305	1.372	1.524	0.143	6.705	3.658
25	1"	0.823	0.701	0.518	0.396	1.768	1.859	0.183	8.230	4.572
32	1 1/4"	1.128	0.914	0.732	0.488	2.377	2.591	0.244	11.278	5.486
38	1 1/2"	1.311	1.097	0.853	0.610	2.743	3.046	0.290	13.411	6.706
51	2"	1.676	1.402	1.067	0.762	3.353	3.962	0.366	17.374	8.534
64	2 1/2"	1.981	1.646	1.280	0.914	4.267	4.572	0.427	20.117	10.058
76	3"	2.469	2.073	1.554	1.158	5.182	5.486	0.518	25.908	12.602
89	3 1/2"	2.896	2.438	1.829	1.341	5.791	6.401	0.610	30.175	15.240
102	4"	3.353	2.774	2.134	1.524	6.706	7.315	0.701	33.526	17.678
114	4 1/2"	3.658	3.048	2.408	1.707	7.315	8.230	0.792	39.624	18.593
127	5"	4.267	3.658	2.713	1.859	8.230	9.449	0.884	42.672	21.336
152	6"	4.877	4.267	3.353	2.347	10.058	11.278	1.067	48.768	25.296
203	8"	6.401	5.486	4.267	3.048	13.106	14.935	1.372	67.056	33.528
254	10"	7.925	6.706	5.182	3.962	17.069	16.593	1.737	88.392	42.672
305	12"	9.754	7.925	6.096	4.572	20.117	22.250	2.042	103.632	51.816
356	14"	10.973	9.449	7.010	5.182	23.165	25.908	2.438	118.872	57.912
406	16"	12.602	10.668	8.230	5.791	26.518	30.480	2.743	131.064	67.056
457	18"	14.021	12.192	9.144	6.401	30.480	33.528	3.109	152.400	76.200
508	20"	15.850	13.106	10.363	7.010	33.528	36.576	3.658	170.688	85.344
559	22"	17.678	15.240	11.278	7.620	39.624	42.672	3.962	185.928	94.488
610	24"	19.202	16.154	12.192	8.534	42.672	45.720	4.267	207.264	103.632
762	30"	24.079	20.726	15.240	10.668	50.292	57.912	5.182	262.128	126.016
914	36"	28.651	24.079	18.288	13.106	60.960	67.056	6.096	304.800	152.400
1067	42"	36.576	28.956	21.846	15.240	73.152	79.248	7.010	365.760	182.880
1219	48"	41.148	33.528	24.994	17.670	83.820	91.440	7.925	426.720	207.264

Además de las válvulas indicadas en la tabla hay muchos otros tipos, algunos de los cuales se muestran a continuación.

Una fórmula para determinar la pérdida de carga a través de las válvulas es la siguiente.



$$h = f\,\frac{V^2}{2g}$$

h = pérdida de carga en mts.
V = velocidad en mts /seg.
f = coeficiente de fricción.

oficina de AGUA POTABLE.

Ejemplo 2. Si se tratara de un Condominio de 20 Departamentos con cinco personas por departamento tendriamos :

$$GASTO = \frac{20,000}{43,200} = 0.46 \text{ LPS.}$$

$$SUBST. \quad \emptyset = \sqrt{\frac{4 \times 0.00046}{3.14 \times 1}} = 0.024 \text{ M.} = 24 \text{ mm.}$$

Por lo que el diámetro de la toma será de 25 mm. (1")

4.- CALCULO DE LOS DIAMETROS DE LAS TUBERIAS

Primero se transforman los muebles en Unidades Mueble de acuerdo a sus caracteristicas y tomando como base la tabla que se anexa.

Una vez obtenidas las U.M. y si el sistema es de -- alta presión (Fluxómetros) aplicamos la siguiente - fórmula : $GASTO = \sqrt{\frac{U.M.}{5}}$

Si el sistema es de baja presión (excusados de tanque) se utilizara la siguiente fórmula : $GASTO = \sqrt{\frac{U.M.}{15}}$

Cuando se ha obtenido el gasto se aplicará la si--- guiente fórmula para obtener los diámetros :

$$\emptyset = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$$

Donde : Q= litros en metros cúbicos

V= velocidad en mts./seg.

Se anexan tablas para el cálculo del gasto y de los diámetros.

5.- CALCULO DE CISTERNAS Y TINACOS

Tomando en cuenta el gasto por dia se debera considerar una reserva que puede ser del 50 al 100 % del -- mismo gasto. y teniendo el gasto total se dividirá - de la siguiente manera :

2/3 partes del volumen = capacidad de cisterna

1/3 parte del volumen = capacidad de tinacos.

Ejemplo :

La misma casa con cinco personas.

gasto de 200 lts./pers./dia.....1,000 lts.

reserva del 100 % .....1,000.lts.

gasto total .....2,000 lts.

agua en cisterna.....1,333 lts.

agua en tinaco ..... 666 lts.

6.- CALCULO DE LA BOMBA

La fórmula que aplicaremos para este caso será :

$$C.P. = \frac{Q \times h}{76 \times Ef}$$

Donde : Q = gasto en litros por segundo

h = altura total de descarga

76 = constante de presión

Ef. = eficiencia (del 70 al 90 % segun zona)

Ejemplo : Datos. Q = 5.0 l.p.s.

h = 20.00 mts.

Substituyendo : $C.P. = \frac{5 \times 20}{76 \times .70} = 1.8$

Por lo tanto nuestra bomba debera estar acoplada a un motor eléctrico 2.0 c.p. (Por ser esta la capacidad del motor inmediato superior comercial)

7.-Los Fluxómetros necesitan una presión mínima de agua de 7 mts. de altura.

8.- CALENTADORES. Se dividen en dos tipos principales de Depósito con capacidad de 25 hasta 240 lts. y de una hasta cinco regaderas. Los otros calentadores son de Paso y abastecen solo a dos regaderas

INSTALACIONES SANITARIAS

1.- DEFINICION.

Es el conjunto de tuberias, conexiones y accesorios que nos proporcionaran una instalación satisfactoria de acuerdo a las necesidades de nuestra obra.

2.- MATERIALES

A.- Tuberias de Cobre, debera ser tipo "M" con conexiones soldables existiendo una gran variedad de estas con accesorios para realizar una instalación completa. Para lineas de ventilación debera usarse tuberia tipo "K".

Usos generales en cualquier edificación es recomendable que se use en diámetros de 50 mm. o menores y para mayores usar Fo. fundido.

B.- Tuberia de Acero galvanizado. Debe ser tipo "A" cédula 40. con extremos roscados para recibir las conexiones y accesorios haciendo una instalación completa. Su costo es 30 % menor que el cobre.

Usos generales para desagues aunque se recomienda usarlo en diámetros de 50 mm. o menores y para mayores usar Fo. fundido.

C.-Tuberia de PVC. debe ser tipo Sanitario existen dos clases con extremos lisos y con conexiones para cementar o con campanas para acoplar con lubricante y anillo, hay desde 40 hasta 150 mm. de diámetro. Su costo es 40 % menor que el cobre.

Usos generales en cualquier edificación, Su mano de obra es mas rápida y económica, Se utiliza en laboratorios ser resistente a los ácidos.

D.- Tuberia de Fierro Fundido, Existen varios tipos y calidades, pero todos bajo una misma norma de calidad su diferencia es unicamente el precio. Existen en diámetros desde 50 mm. hasta 200 mm. comercialmente y en diámetros mayores solo sobre pedido. Se utiliza en cualquier tipo de edificación principalmente en bajadas de aguas negras y pluviales.

Su costo en tres veces menor que el cobre.

E.- Tuberia de Concreto Simple de 10 a 45 cm. de diámetro y para mayores con armado. Su uso es para Albañal o sea exterior a las edificaciones y para unir registros y pozos de visita.

3.- CALCULO DE LOS DIAMETROS

Primero se deben transformar los muebles Sanitarios en Unidades Mueble para poder aplicar las fórmulas que se mencionaron en el capítulo de Inst. Hidráulicas. Ya existen por reglamento los diámetros nominales para cada uno de los muebles.

Se anexan Tablas y Nomogramas.

Cuando ya se conoce el gasto se puede aplicar la fórmula de Manning que es : $V = \frac{1}{n} r^{2/3} s^{1/2}$

Donde : V = velocidad en mts./seg.

n = coeficiente de fricción de la tuberia

r = radio hidráulico

s = pendiente en mm/mt.

D E S A G Ü E S

UNIDADES MUEBLES

M U E B L E	U. M.	D. mm.
DEBEDERO	0.5	25
BIDET	3	30
COLADERA DE PISO	1	50
EXCUSADO TANQUE	4	75
EXCUSADO VALVULA	8	75
FREGADERO DOMESTICO	2	38
FREGADERO DOMESTICO TRITURADOR	3	38
GRUPO DE BAÑO CON EXCUSADO		
LAVABO Y TINA O REGADERA		
EXCUSADO TANQUE	6	
EXCUSADO VALVULA	8	
LAVABO (DESAGÜE PEQUEÑO)	1	32
LAVABO (DESAGUE GRANDE)	2	38
LAVABO BARBERIA	2	38
LAVABO CIRUGIA	2	38
LAVABO COLECTIVO CADA JUEGO DE LLAVES	2	38
LAVABO DENTAL	1	32
LAVADERO	2	38
LAVADORA TRASTOS DOMESTICOS	2	38
MINGITORIO PEDESTAL	8	76
MINGITORIO PARED	4	38
MINGITORIO PARED	4	50
MINGITORIO COLECTIVO CADA 60 cm.	2	38
REGADERA	2	50
REGADERA GRUPO CADA CEBOLLA	3	
TINA	2	38
TINA	3	50
UNIDAD DENTAL	1	32
VERTEDERO CIRUGIA	3	38
VERTEDERO SERVICIO	3	75
VERTEDERO SERVICIO TRAMPA P	2	50
VERTEDERO COCINA	4	38

UNIDAD MUEBLE 2 L. P. M.

EQUIVALENCIA EN UNIDADES MUEBLES DE LOS MUEBLES NO LISTADOS

DREN. O' TRAMPA DEL MUEBLE	U. M.
32 O' MENOR	1
38	2
50	3
64	4
75	5
100	6

DRENAJES DE LOS EDIFICIOS

Ø mm.	MAX. DE U.M. QUE PUEDEN CONECTARSE A CUALQUIER SECCION DEL DRENAJE.			
	PENDIENTE %			
	0,5 %	1 %	2 %	4 %
50			21	26
64			24	31
75		20	27	36
100		180	216	250
125		390	480	375
150		700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700

RAMALES HORIZONTALES Y BAJADAS.

MAXIMO DE U.M. QUE PUEDEN CONECTARSE.

Ø m.m.	CUALQUIER RAMAL HOR.	BAJADAS DE TRES PISOS	MAS DE 3 PISOS	
			TOTAL EN LA BAJADA	TOTAL EN UN PISO
32	1	2	2	1
38	3	4	8	2
50	6	10	24	6
64	12	20	42	9
75	20	30	60	16
100	160	240	500	90
125	360	540	1100	200
150	620	960	1900	350
200	1400	2200	3600	600
250	2800	3800	5600	1000
300	3900	6000	8400	1500

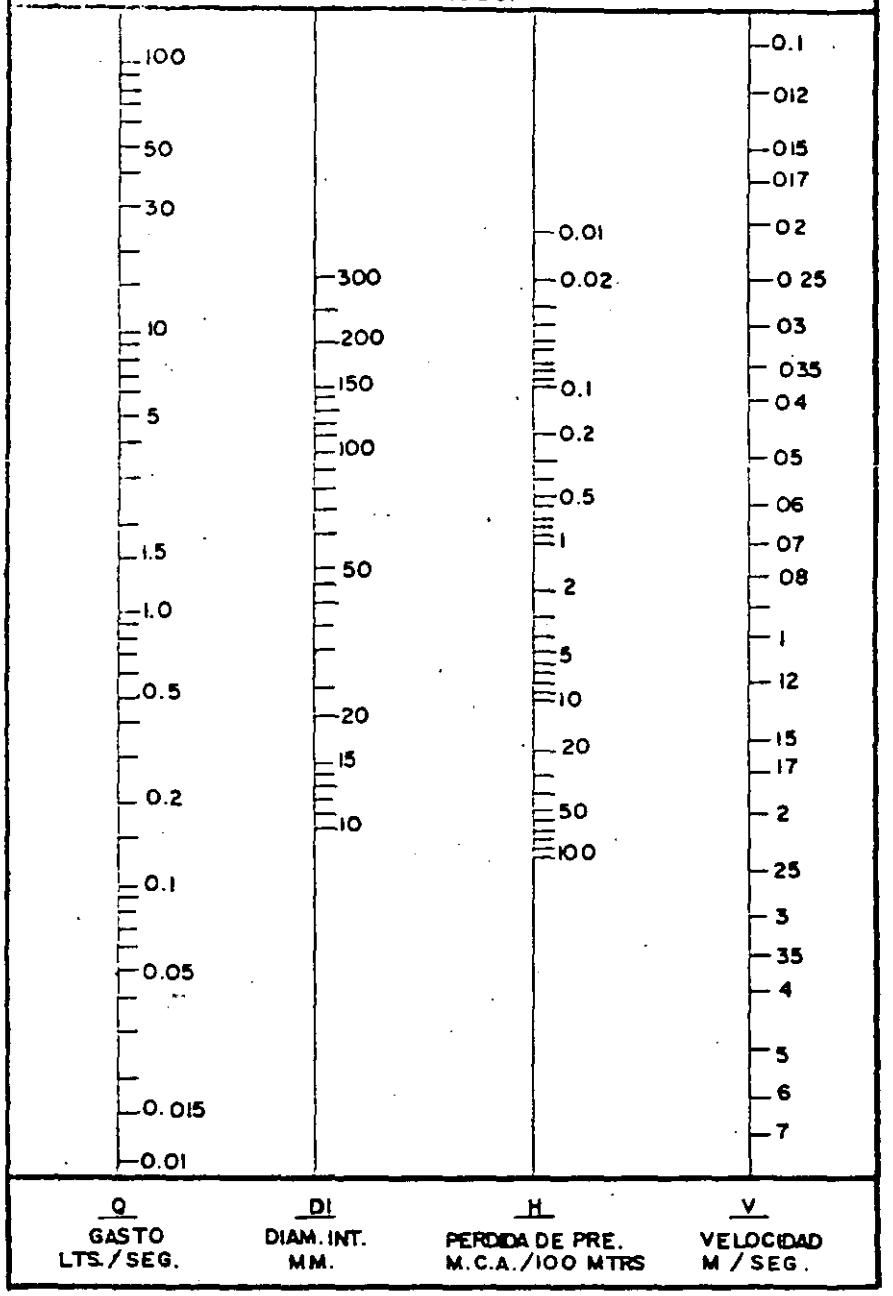
DIAMETRO DE TUBOS HORIZONTALES PARA AGUA PLUVIAL.			
DIAMETRO. (mm)	AREA MAXIMA DE AZOTEA PARA TUBOS DE DIFERENTES PENDIENTES.		
	S . 0.01	S . 0.02	S . 0.04
	M^2	M^2	M^2
75	80	115	165
100	188	265	375
125	335	470	665
150	535	755	1070
200	1150	1630	2300
250	2070	2920	4140
300	3330	4700	6660
380	5950	8400	11900

DIAMETROS DE BAJADAS PLUVIALES.	
DIAMETRO (mm)	AREA MAXIMA DE AZOTEA EN M^2
50	70
64	130
75	220
100	460
125	865
150	1350
200	2900

DIAMETROS DE CANALES B.A.P.				
DIAMETRO DE LA CANAL	AREA MAXIMA DE AZOTEA			
	0.5 %	1 %	2 %	4 %
75	16	22	32	46
100	33	47	67	95
125	58	82	116	165
150	89	126	169	258
175	128	181	257	363
200	183	260	370	521
250	335	474	670	950

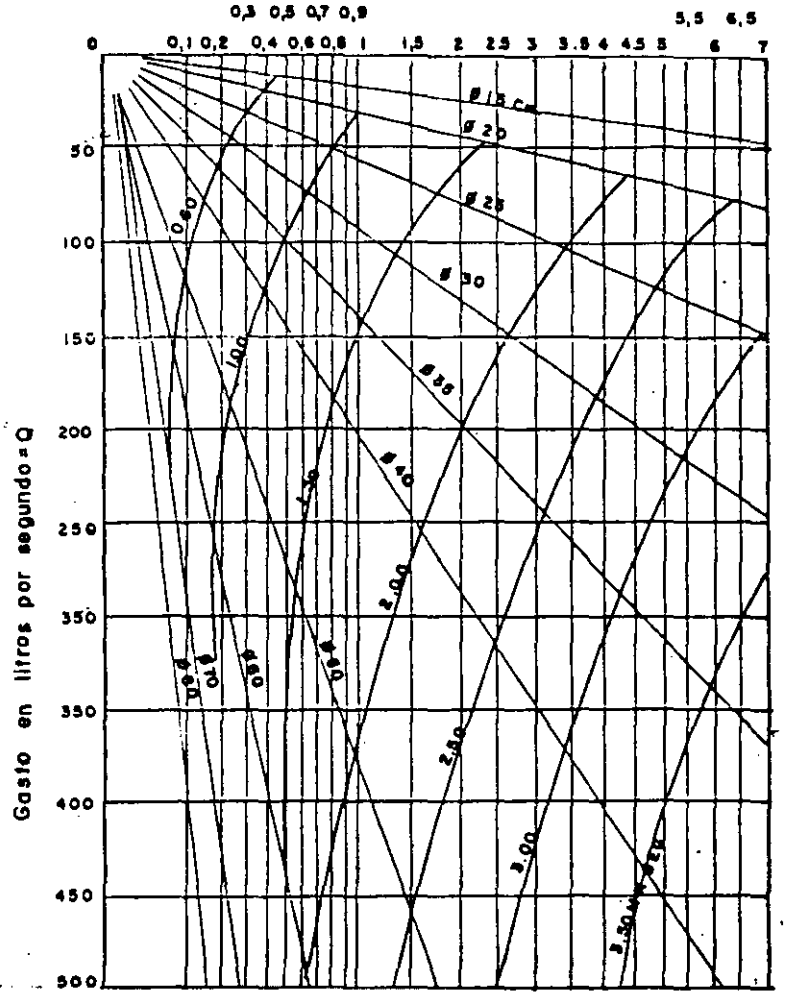
LOS CANALES QUE NO SEAN SEMICIRCULARES TENDRAN EL AREA DE SU SECCION TRANSVERSAL EQUIVALENTE PRECIPITACION PLUVIAL 10 CM/H. (100 mm./H.)

NOMOGRAMA DE LA FORMULA DE R MANNIG PARA TUBERIA "DURALON" DE P.V.C. RIGIDO.



CURVAS PARA GASTOS (FORMULA DE KUTTER) TUBO LLENO

Pendiente, en tanto por ciento.



CONDICIONES DE LA ZONA	%
Suburbios con alcantarillas pero sin pavimento	0.20
Suburbios con alcantarillas y pavimento	0.30 a 0.40
Zonas edificadas, con alcantarillas y pavimentos.	0.40 a 0.50
Tejados o' pisos con pavimento	cerca de 1.00

Para precipitacion de 0,028 mm/seg. = 2.8 Lts./seg./100 M^2

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

APLICACION DE LA COMPUTADORA EN LA RESIDENCIA DE OBRA

ING. ARTURO FLORES ALDAPE

SEPTIEMBRE,
1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

I. INTRODUCCION

La computación se presenta en la actualidad como una herramienta de uso práctico e inmediato que conduce a la toma de decisiones acertadas sobre aspectos tales como Presupuestos, Análisis de Precios Unitarios, Control de Obra, Sistemas de Apoyo al Diseño tanto Arquitectónico como Industrial.

Dadas las circunstancias económicas por las que atraviesa el País, es necesario hacer más eficiente nuestro trabajo tanto en la parte técnica como en la parte administrativa de las obras, puesto que la falta de control atenta contra el aspecto fundamental de cualquier obra que es el ECONOMICO.

El uso de métodos computarizados se justifica plenamente por el volumen de datos que se generan dentro de una empresa contructora, ya que el proceso en forma manual requiere un gran esfuerzo tanto humano como de recursos, ocupando también una gran cantidad de tiempo.

En un informe de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción encontramos que de una muestra de 50 empresas contructoras el 92 % de dichas empresas cuenta con equipo de computo. Asimismo dentro de ese 92 %, el 90% procesa su información en microcomputadoras.

La ventaja del uso de microcomputadoras radica en su inmediata utilización, a lo que se agrega el gran volumen de paquetería para muy diversas aplicaciones que existe en el mercado.

El hecho anterior permite que el usuario final de la microcomputadora no requiere tener conocimientos amplios de computación para desarrollar sus aplicaciones. En el campo de la construcción y el control de las obras existen múltiples sistemas de aplicación inmediata: como son Sistemas de Precios Unitarios, Control de Inventarios, Control de Avances de Obra, Programación de obras mediante Ruta Crítica, etc.

Para una adecuada selección de equipo y de los sistemas computacionales se deben tomar en cuenta los factores problema más representativos como son:

- Obsolecencia e incompatibilidad de los equipos

- Servicio de mantenimiento

- Soporte técnico de los programas

- Uso de paquetes incompletos o poco documentados

- Falta de información sobre actualizaciones

- Deficiencias en los paquetes sobre todo en cálculos muy especializados

Para el caso de los especialistas en computación a la busqueda de necesidades de paquetes para desarrollar tenemos los siguientes por orden de necesidad:

- Programas para Planeación de Obras

- Programas de Administración de obras

- Programas de Ingeniería

- Programas de Control de Estimaciones

- Programas de Control Financiero

Aun cuando queda mucho camino por recorrer en el campo de la computación aplicada a la Construcción, el futuro se presenta muy prometedor en este campo. En un futuro no lejano se contará con computadoras instaladas directamente en la obra con comunicación directa al sistema general de la empresa u organismo controlador. En cuanto al costo de instalación y de desarrollo de equipos y sistemas, dado el volumen de competencia que existe en el mercado, es muy probable que tienda a ser menos representativo dentro de los gastos indirectos y traiga consigo además un mayor aprovechamiento de los recursos humanos.

II. TIPOS DE SISTEMAS

Independientemente de los paquetes comerciales de aplicación especializada como pueden ser: Precios Unitarios, Ruta Crítica, Control de Estimaciones, etc. existen cuatro grandes aplicaciones que permiten el uso de las microcomputadoras sin necesidad de desarrollar paquetes especializados.

Estas son las siguientes:

PROCESADORES DE PALABRAS

HOJAS DE CALCULO ELECTRONICAS

PROCESADORES DE BASES DE DATOS

AYUDAS PARA EL DISEñO (CAD)

En el caso de los procesadores de palabra su uso va más encaminado a labores de tipo secretarial y para la redacción de informes técnicos o administrativos. No tienen una gran relevancia en el control de las obras.

Por el lado de los Sistemas de Ayuda para el Diseño su aplicación se orienta más hacia labores de proyecto aún cuando pueden aprovecharse para la misma obra como apoyo de gabinete.

El uso de Hojas de Cálculo Electrónicas representa un gran apoyo para los mecanismos de control de la obra, ya que existen paquetes de muy facil aplicación que lo mismo sirven para desarrollar precios unitarios que elaborar programas de obra y programas de avance físico financiero.

Por otro lado cuando se cuenta con un gran volumen de información de características afines se recomienda el uso de Paquetes de manejo de bases de datos muchos de los cuales con la práctica permiten desarrollar aplicaciones propias tales como Precios Unitarios, Control de recursos, Control de almacenes, Control de inventarios, Nóminas, etc.

El uso de Hojas de Cálculo o bien de Sistemas de manejo de bases de datos está sujeto al volumen de la información y a la complejidad de los cálculos requeridos.

III. LA PLANEACION INICIAL DE LA OBRA

Para desarrollar este capítulo partamos de una base dentro de la práctica común en la construcción en México. La contratación de las obras mediante el mecanismo de licitación pública o concurso de obra a precios unitarios.

Los primeros pasos dentro de un concurso de obra se refieren a los tramites administrativos para la inscripción al mismo concurso. El control en este paso se refiere únicamente al control de la documentación necesaria para ser aceptado como proponente al concurso. Una simple relación de los documentos necesarios lleva a cabo el control de esta etapa.

Cuando se cuenta con las bases del concurso es necesario elaborar un control mas ordenado de la documentación que debe acompañar a la propuesta. Las reglas del juego en los concursos de obra son muy estrictas, dado que la falta de un solo documento puede motivar la descalificación al concurso de obra. El control de esta parte debe llevarse muy rigurosamente para evitar probables descalificaciones. El costo en sí de la elaboración de un

concurso motiva a un adecuado control de los tiempos y la integración de la documentación.

La parte más importante dentro de la elaboración de un concurso de obra lo es indudablemente la elaboración del presupuesto de obra.

Los pasos que se recomiendan para la obtención del presupuesto de obra se mencionan a continuación haciendo notar que la selección del paquete de computadora para la elaboración de los precios unitarios y la obtención del presupusto correspondiente debe cubrir los pasos en la medida más cercana.

Corresponde al responsable de la elaboración de los precios y presupuestos aceptar el mecanismo de control o bien de acuerdo a su experiencia acoplar un sistema ya elaborado a su forma de trabajo.

Partamos de las siguientes bases.

No se ha definido el indirecto de obra puesto que éste será producto del importe de la misma en costo directo y del programa de ejecución de la obra.

Se tomarán en cuenta todos los aspectos de dificultad o facilidades en la elaboración del presupuesto correspondiente, lo anterior será producto de la o las visitas al lugar de la obra.

La obtención de los precios unitarios se hará en una primera versión sin costos para obtener la explosión de materiales correspondientes.

Una vez establecido lo anterior procederemos a mencionar los pasos a seguir en la elaboración del presupuesto inicial.

REVISION DEL CATALOGO DE CONCEPTOS

Esto se refiere al análisis detallado del catálogo de conceptos para precisar la elaboración de las matrices correspondientes.

OBTENCION DE LOS PRECIOS UNITARIOS

Para este paso se obtienen las matrices de los precios unitarios tomando en cuenta tanto los materiales, mano de obra y equipo necesarios para cada concepto del catálogo. Los precios de los insumos no importan en esta etapa.

OBTENCION DE LA EXPLOSION DE INSUMOS

A partir de la obtención de los primeros precios unitarios se procede a sumarizar los insumos obteniendo una relación de materiales, mano de obra y equipo necesarios para la ejecución de los conceptos en el catálogo de materiales.

MERCADEO DE MATERIALES

Este paso del proceso es muy importante puesto que permitirá una completa evaluación del presupuesto tomando en cuenta todos los factores del mercado como pueden ser financiamientos, descuentos, mejor precio por compras masivas, mejores proveedores, aprovechamiento de materiales en el lugar y finalmente una perspectiva amplia que servirá para la misma ejecución de la obra.

REANALISIS DEL PRESUPUESTO CON EL MERCADEO DE INSUMOS

Una vez obtenido el inventario de los insumos del presupuesto se procede al cálculo de los factores que intervienen en la mano de obra para obtener el factor de salario real.

Junto con este factor se procede a actualizar el valor de los insumos correspondientes dentro de las matrices de precios unitarios obteniendo de esta manera el presupuesto valorizado a costo directo para el catálogo de precios en estudio.

Si se desea la obtención de otra u otras alternativas de presupuesto en base la aplicacion de factores tanto en materiales como en mano de obra o maquinaria y equipo, el sistema seleccionado de precios unitarios debe permitir esta posibilidad.

CALCULO DEL FACTOR DE INDIRECTOS

Una vez obtenido el presupuesto de obra a costo directo y en base al programa de obra realizado se procede al cálculo del factor de indirectos en función de la duración de la misma obra y a las necesidades que se deriven según el proceso constructivo en función de los frentes de ataque, o bien por las características mismas en cuanto al flujo de recursos de la misma obra.

La combinación del presupuesto de obra y el programa de avance físico financiero de la misma nos permitirá la toma de decisiones adecuada para la presentación de la propuesta correspondiente. Por consiguiente es recomendable que en la toma de decisiones para la adquisición de equipo o paquetes se tome en cuenta que dichos equipos o paquetes cumplan adecuadamente los pasos a

seguir en la elaboración de presupuestos y programas de obra.

El uso de hojas de cálculo es muy recomendable para la obtención de programas de obra valorizados y aun de precios unitarios y presupuestos de obra permitiendo la obtención de varias alternativas a un tiempo razonablemente corto.

Cuando el volumen es bastante considerable es recomendable recurrir a la adquisición de paquetes ya desarrollados cuidando como ya comentamos que cubra lo más posible nuestras necesidades.

IV. EL CONTROL (EJEMPLOS DE APLICACION)

CONTROL DE PROGRAMAS DE OBRA

El ANEXO NUM 1 muestra una hoja de trabajo elaborada en LOTUS 123 para el control de fechas de programación.

Se encuentra dividido en columnas, cada una de las cuales con un título. Las primeras columnas provienen del programa original de la obra elaborado por algún procedimiento que produce las fechas de inicio y terminación programadas; las columnas mencionadas son las siguientes:

CLAVE: se refiere a la clave presupuestal o de actividad.

CONCEPTO: representa el nombre de la actividad o clave presupuestal.

UNIDAD: la unidad en que se controla o mide la actividad.

CANTIDAD: es la cantidad de unidades del presupuesto de obra correspondiente

FECHA DE INICIO: La fecha probable de inicio de la actividad según el programa de ruta crítica.

FECHA DE TERMINACION: La fecha probable de terminación de acuerdo al mismo programa.

Las columnas siguientes son las propias del control en sí a través de la hoja de cálculo:

La columna correspondiente a RENDIMIENTO TEORICO se obtiene de dividir la cantidad de obra entre la duración del evento.

La FECHA DE INICIO REAL es producto de la obtención de datos reales en obra y se refleja junto con la duracion del evento en modificaciones reales a la fecha de TERMINACION que es la siguiente columna. Esta columna se calcula sumando la duración del evento a la fecha de inicio real.

El AVANCE TEORICO se calcula haciendo intervenir la fecha de corte o de observación en el cálculo, ésto se hace de manera lineal de acuerdo a la siguiente formula:

$$\text{AVANCE TEORICO} = \frac{(\text{FECHA DE CORTE} - \text{FECHA DE INICIO})}{(\text{FECHA DE TERMINACION} - \text{FECHA INIC})}$$

Para este caso las fechas que se toman son las del programa inicial.

El AVANCE SEGUN FECHAS se calcula de igual manera pero, haciendo intervenir ahora las fechas modificadas.

La columna siguiente se refiere al avance real detectado en obra, producto de los informes de los responsables correspondientes.

En seguida tenemos dos columnas de desviaciones:

DESVIACION TEORICA que se calcula restando el avance real del avance teórico.

DESVIACION REAL calculada a partir del avance real, restándole el avance segun las fechas actualizadas.

La columna de rendimiento real se calcula en base al avance de obra y a las cantidades de obra del presupuesto de la manera siguiente:

RENDIMIENTO REAL = (AVANCE REAL x CANTIDAD)/DIAS TRANSCURRIDOS

La CANTIDAD POR EJERCER es la diferencia entre lo ejecutado según el avance y la cantidad de obra.

Involucrando la cantidad por ejercer y el rendimiento real obtenido se obtiene el numero de días necesarios para la terminación del evento los cuales sumados a la fecha de corte nos permiten obtener LA FECHA REAL DE TERMINACION del evento.

CONTROL DE AVANCE FISICO FINANCIERO

El ANEXO NUMERO 2 es un ejemplo de control de avance financiero de acuerdo a los avances de obra detectados en el ejemplo anterior.

Como se podrá observar en este caso involucramos el precio unitario correspondiente lo que nos permite obtener por simple multiplicación el importe de estimación correspondiente.

Al final de la hoja se obtiene el TOTAL DE LA ESTIMACION sumando únicamente los valores correspondientes.

ANEXO NUM 1 EJEMPLO DE APLICACION DE LOTUS PARA CONTROL DE PROGRAMAS DE OBRA

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINAC.	RENDIMIENTO TEORICO	FECHA DE INIC REAL	FECHA DE TER PROG	AVANCE TEORICO	AVANCE S/FECHAS	AVANCE REAL	DESVIACION TEORICA	DESVIACION REAL	RENDIMIEN REAL	CANTIDAD POR EJECUT	DIAS NECESARIOS	FECHA REAL TERMINACION
1427	EXCAVACION A MANO	M3	8.85	02-Sep-90	09-Sep-90	1.26	04-Sep-90	11-Sep-90	28.63%	0.06%	50.00%	21.37%	49.94%	1053.22	4.43	0	04-Sep-90
1428	CONCRETO CICLOPEO	M3.	8.85	05-Sep-90	11-Sep-90	1.48	05-Sep-90	11-Sep-90	0.00%	0.00%	25.00%	25.00%	25.00%	-2.22	6.64	6	11-Sep-90
1429	ENRASE DE CIMENTAC.	M2	7.93	07-Sep-90	13-Sep-90	1.32	07-Sep-90	13-Sep-90	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00	7.93	6	13-Sep-90
1425	CIMBRA COMUN	M2	15.86	09-Sep-90	15-Sep-90	2.64	09-Sep-90	15-Sep-90	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00	15.86	6	15-Sep-90
1430	ARMEX 15 X 15 X 3	ML	41.6	11-Sep-90	15-Sep-90	10.40	11-Sep-90	15-Sep-90	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00	41.60	4	15-Sep-90
1426	CONCRETO F'C = 150	M3	1.19	16-Sep-90	18-Sep-90	0.60	16-Sep-90	18-Sep-90	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00	1.19	2	18-Sep-90

ANEXO NUM 2 EJEMPLO DE APLICACION DE LOTUS PARA CONTROL DE AVANCE FISICO FINANCIERO

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	AVANCE ANTERIOR	AVANCE REAL	CANTIDAD POR EJECUT	PRECIO UNITARIO	OBRA EJECUTADA	IMPORTE ESTIMACION
1427	EXCAVACION A MANO	M3	8.85	0.00%	50.00%	4.43	14,809.42	4.43	65,531.68
1428	CONCRETO CICLOPEO	M3	8.85	0.00%	25.00%	6.64	111,750.62	2.21	247,248.25
1429	ENRASE DE CIMENTAC.	M2	7.93	0.00%	0.00%	7.93	24,708.75	0.00	0.00
1425	CIMBRA COMUN	M2	15.86	0.00%	0.00%	15.86	11,713.19	0.00	0.00
1430	ARMEX 15 X 15 X 3	ML	41.6	0.00%	0.00%	41.60	9,339.94	0.00	0.00
1426	CONCRETO F'C = 150	M3	1.19	0.00%	0.00%	1.19	163,250.90	0.00	0.00
								TOTAL	$312,779.93

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

CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

SEGURIDAD INDUSTRIAL

ING JUAN A PRUNEDA PADILLA

SEP-OCT 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

SEGURIDAD INDUSTRIAL

ACCIDENTE: ACONTECIMIENTO IMPREVISTO Y NO DESEADO

CAUSAS: ACTOS Y CONDICIONES } PELIGROSAS

PREVENCION: DEL 98% DE LOS ACCIDENTES, LOCALIZANDO Y EVITANDO LAS CAUSAS PROBABLES Y/O - PROTEGIENDO AL PERSONAL.

PROCEDIMIENTO:

RECONOCIMIENTO →	EVALUACION →	PREVENCION →	CONTROL
De causa probable. -Inspección -Investigación -EStudio del - trabajo	Valoración del riesgo -Subjetiva -Objetiva	Acción de - eliminar ó reducir el riesgo y/o proteger al personal. MOTIVACION Modifica la actitud de- los involucrados para respetar las disposciones de seguridad. -Reducir actos peligrosos.	Grado de ponderación de la atención a la seguridad. - Indice de siniestralidad.

SEGURIDAD INDUSTRIAL
(ENFOCADA EN LA PRODUCTIVIDAD)

APUNTES ELABORADOS POR EL
ING. JUAN A. PRUNEDA PADILLA

Cuanto mayor sea la producción de bienes o servicios, más elevado será el nivel medio de vida de la población.

Los medios para incrementar la producción son:

- Aumentar el número de trabajadores ocupados
- Aumentar la productividad

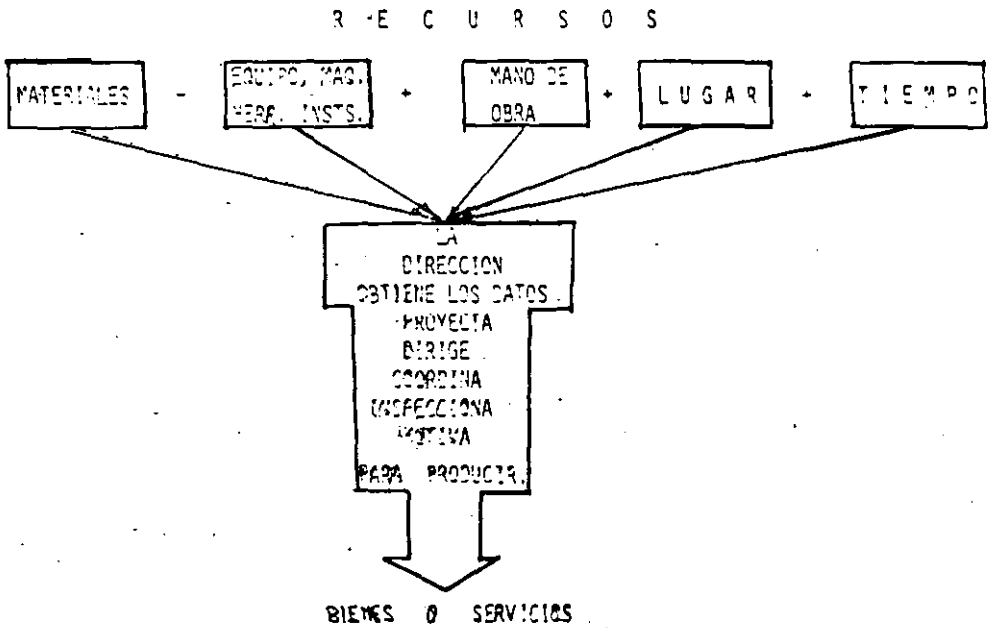
Si los elementos de la producción son:

- Materiales
- Maquinaria-Equipo-Herramienta
- Mano de obra
- Lugar
- Tiempo

y los recursos son la cantidad de cada uno de los elementos en el ORDEN planeado.

El mejor aprovechamiento de los recursos se logra a traves de la busqueda de su combinación más apropiada, actividad que desarrollamos en la etapa de PLANEACION; "PROYECTAR UN FUTURO Y LOS MEDIOS PARA CONSEGUIRLO", para lo que ponemos en juego nuestra CAPACIDAD, integrada fundamentalmente por nuestros: CONOCIMIENTOS+EXPERIENCIA+MALICIA+INVENTIVA+ETC.

PAPEL DE LA DIRECCION:



RECONOCEMOS COMO LOS NIVELES DE LA DIRECCION:

DIRECTOR GENERAL

GERENTE

SUPERINTENDENTE GENERAL

SUPERINTENDENTE DE OBRA

JEFE DE OBRA

JÉFE DE FRENTE

SOBRESTANTE

CABO

Entendiendo que productividad $= \frac{\text{Producción}}{\text{Recursos}}$

Los medios directos de aumentar la productividad serían:

		RESULTADOS A	MEJORAMIENTO POSIBLE
1.- DESARROLLAR NUEVOS PROCEDIMIENTOS BASICOS O MEJORAR FUNDAMENTALMENTE LOS EXISTENTES.	COSTO ELEVADO	GENERALMENTE VARIOS AÑOS	ILIMITADO
2.- INSTALAR MAQUINARIA, EQUIPO MAS MODERNO, DE MAYOR CAPACIDAD PRODUCTORA, MODERNIZAR LOS EXISTENTES.	COSTO ELEVADO	DESPUES DE LA INSTALACION	ILIMITADO
3.- REDUCIR EL CONTENIDO DEL TRABAJO DEL PRODUCTO	COSTO REGULAR	GENERALMENTE VARIOS MESES	LIMITADO DEBIENDO PRECEDER A LAS ACCIONES 4 y 5
4.- REDUCIR EL CONTENIDO DEL TRABAJO DEL PROCESO.	COSTO REDUCIDO	INMEDIATOS	LIMITADO
5.- REDUCIR EL TIEMPO IMPRODUCTIVO DE INSTALACIONES Y OPERARIOS.	COSTO REDUCIDO	LENTOS AL INICIO PERO CON EFECTO CRECIENTE.	LIMITADO

Y enfocamos nuestra atención en los dos últimos señalados que proporcionan resultados de inmediato y a un limitado costo.

Para lograr esos beneficios disponemos de tres herramientas que deberán aplicarse sistematicamente:

ESTUDIO DEL TRABAJO
ADMINISTRACION
SEGURIDAD INDUSTRIAL

ENTENDIENDO POR ELLAS:

ESTUDIO DEL TRABAJO.

EXPRESION QUE DESIGNA LAS TECNICAS DEL ESTUDIO DE METODOS Y MEDIDA DEL TRABAJO QUE ASEGURA UN MEJOR APROVECHAMIETO POSIBLE DE LOS RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES PARA REALIZAR UNA TAREA DETERMINADA.

ADMINISTRACION.

TECNICAS QUE A TRAVES DE MOTIVACION AL PERSONAL Y MANEJO DE RECURSOS LOGRA SU MEJOR PARTICIPACION EN LOS TRABAJOS.

SEGURIDAD.

TECNICAS QUE A TRAVES DE LA ELIMINACION O REDUCCION SISTEMATICA DE POSIBLES CAUSAS DE ACCIDENTES, REDUCE LAS INTERRUPCIONES NO DESEADAS QUE AFECTAN A LA PRODUCCION.

TRATEMOS SOBRE EL TRABAJO:

CONSIDERANDO UNA SITUACION IDEAL, TENDRIAMOS QUE EL TIEMPO TOTAL INVERTIDO EN UN TRABAJO, SERIA LO QUE-LLAMAREMOS "CONTENIDO BASICO DEL TRABAJO".

DONDE:

DISEÑO, ESPECIFICACIONES, PROCESO O METODOS: PERFECTOS
TIEMPO IMPRODUCTIVO: CERO

A CONSECUENCIA DE LAS LIMITACIONES HUMANAS EL -
TIEMPO TOTAL INVERTIDO EN UN TRABAJO ES IGUAL A
TIEMPO INVERTIDO POR EL LLAMADO CONTENIDO BASICO +
TIEMPO INVERTIDO POR EL TRABAJO SUPLEMENTARIO +
TIEMPO IMPRODUCTIVO.

TIEMPO TOTAL INVERTIDO EN UN TRABAJO

CONTENIDO BASICO DEL TRABAJO	TIEMPO MINIMO E IRREDUCTIBLE QUE SE INVIERTE EN EFECTUAR UN TRABAJO.
+	
CONTENIDO DE TRABAJO SUPLEMENTARIO DEBIDO A DEFICIENCIAS EN EL DISEÑO O ESPECIFICACIONES.	CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO QUE SON POSIBLES - SUPRIMIR.
+	
CONTENIDO DE TRABAJO SUPLEMENTARIO DEBIDO A METODOS INEFICACES DE PRODUCCION O - FUNCIONAMIENTO.	DEFICIENCIAS INHERENTES - AL PROCESO O METODOS DE - CONSTRUCCION O FUNCIONAMIENTO.
+	
TIEMPO IMPRODUCTIVO DEBIDO A CUALQUIER CAUSA.	AJENOS A LA VOLUNTAD IMPUTABLES A LA DIRECCION IMPUTABLES AL TRABAJADOR.

POR LO ANTERIOR PODRIAMOS PROPONERNOS COMO:

NUESTRO OBJETIVO: (INALCANZABLE)

EL TRABAJO SE REALICE EN EL TIEMPO MINIMO E IRREDUCTIBLE, REQUERIDO POR EL CONTENIDO - BASICO DEL TRABAJO.

NUESTRAS METAS: (Por aproximaciones sucesivas)

REDUCIR LAS LIMITANTES DE LA PRODUCTIVIDAD

. TIEMPO INVERTIDO POR TRABAJO SUPLEMENTARIO
. TIEMPO IMPRODUCTIVO.

SIEMPRE PODREMOS MEJORAR CUALQUIER TRABAJO.

SIEMPRE HABRA UN METODO MEJOR.

APLICANDO LAS TECNICAS DEL "ESTUDIO DEL TRABAJO","ADMINISTRACION"Y"SEGURIDAD INDUSTRIAL",PODEMOS REDUCIR EL - TIEMPO INVERTIDO POR TRABAJO SUPLEMENTARIO Y EL TIEMPO IMPRODUCTIVO.

1 ANEXO: PASOS SUGERIDOS PARA EL MEJORAMIENTO DE METODOS.

CONCENTRANDO NUESTRA ATENCION AL MOTIVO DE ESTA PRESENTACION, QUE ES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL, TENEMOS: QUE - ESPECIFICAMENTE ESTA TECNICA CANALIZA SUS ESFUERZOS PARA REDUCIR LA OCURRENCIA DE ACCIDENTES, LOS QUE PODRIAMOS DEFINIR COMO: ,

ACONTECIMIENTOS IMPREVISTOS Y NO DESEADOS

LA SEGURIDAD INDUSTRIAL, APOYA SUS ACCIONES EN EL HECHO DEMOSTRADO QUE EL 98% DE LOS ACCIDENTES PUDIERON HABERSE EVITADO, SI SE HUBIERAN PREVISTO SUS CAUSAS Y SE TOMARAN LAS MEDIDAS PREVENTIVAS ACONSEJADAS POR EL ANALISIS DE LA SITUACION DEL RIESGO POTENCIAL.

El 2% de los accidentes que para el hombre no son posible evitar, son los originados por las fuerzas hasta ahora incontrolables de la naturaleza, tales como terremotos,maremotos, tornados, erupciones,etc.

Por lo tanto idealmente podemos señalar que:

Los accidentes de trabajo, del hogar y de la vía pública, podrían evitarse si oportunamente se previene el riesgo y se aplica la medida correctiva adecuada.

Por lo anterior podríamos considerar que los accidentes son indicativos del grado de nuestra previsión y control de los elementos de la producción.

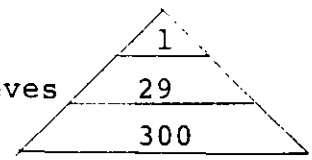
Y como ya lo vimos, el proceso de previsión ó acción de preveer el orden de los estados deseados, que no es probable que ocurran a menos que se realice algo para lograrlo, se les llama Planeación.

Por lo que los accidentes señalan siempre deficiencias en la planeación y/o control, funciones básicas de la administración.

Además las conclusiones de investigaciones que contribuyeron significativamente a la aceptación de la seguridad, como parte inherente e importante de la administración moderna de cualquier negocio, fueron:

- Que cualquier riesgo potencial es capaz de ocasionar un grupo de 330 de accidentes, cuya gravedad de las consecuencias es la siguiente:

1 accidente con lesión grave
29 accidentes con lesiones leves
300 accidentes sin lesión



- Los costos no asegurados por riesgos de trabajo son por lo menos 4 veces mayores que los costos asegurados.

Costos asegurados	VS	Costos no asegurados
Atención de Emergencia Traslado de lesionado		Atención de Primeros Auxilios Interrupciones de producción por atender al lesionado.
Hospitalización		Daños a materiales-equipo,etc
Atención medica y protesis		Atrazo en la entrega de producción.
Medicinas		Desprestigio ante la opinión pública.
Pago de Indemnizaciones		Atención de trámites legales informes.
SUMA 1		Capacitación del personal sustituto.
		Baja en la producción por temor de los compañeros.
		Accidentes sin lesión en instalaciones - equipo- herramienta - maquinaria.
		Costo de reparaciones.
		Pago de salario integro por rendimientos inferiores al optimo.
		SUMA DE 4

La Seguridad Industrial ha clasificado las causas por las que ocurren los accidentes, en dos grandes grupos llamados:

ACTOS: INSEGUROS O HUMANOS Y
CONDICIONES: PELIGROSAS O FISICAS.

Entendiendo por actos inseguros los que comete el personal y que van contra lo que la razón o técnicas nos señala como adecuados.

Y por condiciones peligrosas: todas las que generan riesgos en los materiales, instalaciones,lugar,etc.

RECONOCIMIENTO

La técnica de la Seguridad Industrial, establece como medios para localizar las posibles causas de accidente a:

- Inspección en busca de riesgos potenciales, donde se identificarán sensorialmente las condiciones del medio ambiente laboral.

- Investigación y Análisis de los accidentes, que nos señale el porque ocurrió el suceso, constituyendose en la fuente de experiencia más valiosa.

- Estudio del trabajo, que nos permite analizar el trabajo en forma rigurosa para poder detectar riesgos potenciales en sus elementos integrantes.

Con los medios señalados, la misión del prevencionista de accidentes es detectar los RIESGOS POTENCIALES o que originaron probablemente el accidente,

ACTOS HUMANOS
CONDICIONES FISICAS } PELIGROSAS

Conocida una posible causa de accidente debemos aplicar el criterio de: eliminar el riesgo, si no fuera posible, reducir el riesgo y proteger al trabajador del riesgo que no habiera sido posible eliminar.

Las medidas preventivas deben ser prácticas y económicamente posibles.

Para poder eliminar o reducir actos humanos peligrosos se debe mantener un programa de capacitación y adiestramiento.

EVALUACION

Para introducirnos en los procedimientos empleados de evaluación de riesgos, nos referimos especialmente al resultado de la investigación que, una causa potencial de riesgo puede generar un conjunto de 330 accidentes, de los que uno ocasionará lesión grave, 29 ocasionarán lesiones leves y 300 no provocarán lesión al personal, pero si afectarán las instalaciones, bienes o patrimonio de la empresa.

La estadistica nos muestra que en la relación causa potencial-efecto (accidente), la distribución de las consecuencias de cada accidente son aleatorias y podrían ser agrupadas en los tres niveles mencionados.

Esto significa y es importante tomar conciencia de esta conclusión, que por simple que puede ser la probable causa de un accidente, sus consecuencias podrán ser siniestras al personal ó catastroficas para el patrimonio de la empresa.
Es por lo anterior por lo que resulta dificil recomendar algún método para evaluar el riesgo, lo que automáticamente nos ubicaría las prioridades de acciones a tomar; sin embargo proponemos a continuación dos formas con las que con nuestra capacidad podemos hacer una estimación menos subjetiva del riesgo.

CALIFICACION DE PELIGROSIDAD POTENCIAL

CIRCULE EL NUMERO QUE INDIQUE LAS PEORES CONSECUENCIAS QUE PODRIAN TENERSE, EN CASO DE OCURRIR UN ACCIDENTE POR LAS MISMAS CAUSAS O SEMEJANTES(CONSIDERAR LAS CONSECUENCIAS POTENCIALES Y NO LAS REALES)

MAGNITUD POTENCIAL DE LESIÓN		POSIBILIDAD DE REPETICIÓN	
1	INCAPACIDAD TEMPORAL	0	PRACTICAMENTE NULA
5	INCAPACIDAD PARCIAL PERMANENTE	1	BAJA
10	INCAPACIDAD TOTAL PERMANENTE O MUERTE	5	MODERADA
		10	ALTA

VALORACION MATEMATICA DEL RIESGO (ANEXA) 2

PREVENCION

La prevencion de los accidentes se inicia al proceder a la acción de la medida correctiva que fue detectada en el RECONOCIMIENTO y definida en su prioridad por medio de la EVALUACION.

Como ayuda de gran valor para reducir la ocurrencia de accidentes, se considera que previo al inicio de los trabajos se cuente con un Reglamento de Seguridad, que prevenga riesgos, incluya las disposiciones necesarias para la organización de la Seguridad, lo que retroalimentará al Reglamento manteniendolo eficiente.

A continuación se presenta un formato* de lo que debería contener un Reglamento de Seguridad, teniendo en cuenta las características especifícas de la obra encuanto a equipos, maquinaria, instalaciones, sitio, procedimientos empleados, etc.

* ANEXO 3

CONTROL

El IMSS ha integrado en sus procedimientos de control, el calculo anual del grado de riesgo obtenido por cada empresa, en función de los casos de riesgo profesional que se hayan terminado en ese tiempo.

La determinación del grado de riesgo del Seguro del Riesgo del Trabajo, constituye un medio objetivo y práctico para el control de la seguridad en el trabajo que desarrollamos.

A continuación presentamos las instrucciones para su cálculo debiendose graficar en función del Indice de Siniestralidad.

RIESGO DE TRABAJO EN FUNCION DEL INDICE DE SINIESTRALIDAD.
ANEXO: 4

Otra forma que debe implementarse para el Control, en la seguridad industrial en una obra, es con relación a la atención brindada a las acciones preventivas de seguridad, para lo que debe valorarse el porcentaje de medidas correctivas señaladas, contra las medidas cumplidas en un periodo determiando, no considerando las no observadas.

Se anexa formato empleado: Auditoria de Seguridad. 5

IV. IMPLEMENTE EL METODO MEJORADO

A. VENDA EL METODO
   1. A EL JEFE
   2. A EL ENCARGADO
   3. A LOS TRABAJADORES

B. UNA VEZ APROBADO, PONGASE DE INMEDIATO A TRAJAR CON EL METODO MEJORADO

C. CONTINUE EL USO DEL METODO NUEVO ESTO PUEDE - TOMAR TIEMPO, PARA PODER APRENDER TODOS LOS - DETALLES.

D. OTORGUE CREDITO Y RECONOCIMIENTO, CUANDO HAYA MOTIVO.

ANEXO: 2

VALORACION MATEMATICA DEL RIESGO

GRADO DE PELIGROSIDAD = CONSECUENCIAS X EXPOSICIÓN X PROBABILIDAD

DIAGRAMA DE FLUJO:

DETECTAR RIESGO → VALORAR PELIGROSIDAD → ESTABLECER PRIORIDADES EN LA CORRECCIÓN DE RIESGOS

- INSPECCIÓN
- INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DEL ACCIDENTE
- ESTUDIO DEL TRABAJO

MÉTODO: VALORIZACIÓN MATEMÁTICA DEL RIESGO

POR EVALUACIÓN NÚMERICA

		DAÑOS HUMANOS	DAÑOS MATERIALES U.S.DLLS.
C= CONSECUENCIAS:	1	PEQUEÑAS HERIDAS, GOLPES O DAÑOS QUE REQUIERAN ATENCIÓN DE BOTIQUÍN	MENORES
	5	LESIONES QUE LE IMPIDAN LABORAR AL DÍA SIGUIENTE O MÁS	HASTA 1'000
	15	LESIONES MUY GRAVES CON INCAPACIDAD PARCIALMENTE	1'000 A 100,000
	25	MUERTE	100,000 A 500,000
	50	VARIAS MUERTES	500,000 A 1'000
	100	CATÁSTROFE	MÁS DE 1'000
E= EXPOSICIÓN	0.5	MUY RARAMENTE (NO SE SABE QUE HAYA OCURRIDO, PERO SE CONSIDERA REMOTAMENTE POSIBLE)	
	1	RARAMENTE (SE HA SABIDO QUE OCURRE)	
	2	IRREGULARMENTE (DE UNA VEZ AL MES A UNA VEZ AL AÑO)	
	3	OCASIONALMENTE (UNA VEZ POR SEMANA A UNA VEZ AL MES)	
	6	FRECUENTEMENTE (UNA VEZ AL DÍA)	
	10	CONTÍNUAMENTE (VARIAS VECES AL DÍA)	
P= PROBABILIDAD	0.1	POSIBILIDAD UNO EN UN MILLÓN PRÁCTICAMENTE IMPOSIBLE: NÚNCA HA SUCEDIDO A PESAR DE AÑOS DE EXPOSICIÓN	
	0.5	EXTREMADAMENTE REMOTA PERO CONCEBIBLE	
	2	REMOTAMENTE POSIBLE	
	3	RARAMENTE: SE SABE QUE HA OCURRIDO	
	6	COMPLETAMENTE POSIBLE: PROBABILIDAD DEL 50%	
	10	RESULTADO MÁS PROBABLE Y ESPERADO SI SE PRESENTA LA SITUACIÓN DEL RIESGO	

SUPERIOR A 270	DETENER LA ACTIVIDAD; REQUIERE ACCIÓN INMEDIATA
ENTRE 90 / 200	URGENTE.- REQUIERE ACCIÓN LO ANTES POSIBLE
ENTRE 18 Y 85	ELIMINAR EL RIESGO SIN DEMORA
INFERIOR A 18	DEBE ELIMINARSE EL RIESGO

EXCAVACIONES EN TUNEL
REGLAMENTO DE SEGURIDAD

I.- ORGANIZACION

PARA MENTENER UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL que en forma sistematizada Identifique posibles - causas de accidentes en el ambiente laboral, evalúe el riesgo potencial, controle las exposiciones al riesgo a traves de la eliminación del agente - agresor, control en el ambiente ó protección del- trabajador.

II.- NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD

Cubrir los temas señalados u otros que se consideren necesarios para prevenir los riesgos po - tenciales que puedan generarse.
Deben contemplar los más importantes conceptos - por los que ocurren accidentes.

Disposiciones Generales.
Limpieza y Orden
Manejo de Materiales-Horizontal y Vertical
Herramientas Manuales y Electricas
Maquinaria y Equipo
Procedimientos Constructivos
Ventilación
Equipo de Protección Personal
Instalaciones: Electricas-Neumaticas-De Bombas, etc.
Explosivos Manejo y Uso
Andamios, Escaleras, Plataformas, Rampas
Confinamiento de la Obra. Protección del Público
Disposiciones de vialidad en áreas públicas
Revestimiento
Inyecciones

III.- DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS DE SEGURIDAD

Para complementar la reglamentación establecida (en I y II) con las experiencias derivadas de la investigación y análisis de los accidentes, otras experiencias, equipos, procedimientos ó materiales, que pueden presentar riesgos.

DETERMINACION DEL GRADO DE RIESGO DEL SEGURO DE RIESGOS DEL TRABAJO

PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION, QUE ESTA CLASIFICADA EN LA CLASE "V (ART. 13*),LOS GRADOS DE RIESGO QUE LE CORRESPONDEN SON DE 50 A 100 EN UNA ESCALA DEL 1 A 100. CUANDO LA EMPRESA SE REGISTRA POR PRIMERA VEZ SE LE COLOCA EN EL GRADO 75, POR LO QUE DEBE PAGAR EL 125% DE LA PRIMA DE IVCM (INVALIDEZ, VEJEZ,CESANTIA Y MUERTE), PARA CUBRIR EL SEGURO DE RIESGO DE TRABAJO.

DESPUES DEL PRIMER AÑO DE TRABAJO DE LA EMPRESA, EL GRADO DE RIESGO EN QUE SE DEBE COTIZAR SU PRIMA DEL SEGURO DE RIESGO DEL TRABAJO, SE CALCULA EN FUNCION DEL INDICE DE SINIESTRALIDAD, QUE SE OBTIENE DEL 1o. DE MARZO AL 28 DE FEBRERO, QUEDANDO FIJO SU VALOR HASTA EL AÑO SIGUIENTE, EN QUE EN FUNCION DEL MISMO INDICE QUEDE UBICADO EL NUEVO GRADO DE RIESGO.

PARA DETERMINAR EL INDICE DE SINIESTRALIDAD SE DEBEN SUMAR:

S= DIAS SUBSIDIADOS A CAUSA DE INCAPACIDAD TEMPORAL

I= PORCENTAJES DE INCAPACIDAD PERMANENTE, PARCIALES Y TOTALES

D= NUMERO DE DEFUNCIONES

Y APLICAR LA FORMULA:

$$IS = \frac{\frac{S}{365} + 0.25\ I + 25\ D}{N} \times 10^6$$

DONDE:

N= NUMERO DE TRABAJADORES PROMEDIO EXPUESTOS A LOS RIESGOS.

IS= INDICE DE SINIESTRALIDAD.

CON EL VALOR DE IS SE ENTRA EN LA "TABLA DE LOS PRODUCTOS DE LOS INDICES DE FRECUENCIA (IF) Y GRAVEDAD (IG) POR CLA_ SES Y GRADOS DE RIESGO Y PRIMAS", (ART. 22*); Y DIRECTA _ MENTE OBSERVAMOS A LA IZQUIERDA EL GRADO DE RIESGO QUE LE CORRESPONDE Y A LA DERECHA EL IMPORTE EN % DE LA PRIMA POR RIESGO DE TRABAJO.

COMO PUEDE OBSERVARSE, CADA EMPRESA PAGA LA PRIMA POR RIES_ GO DE TRABAJO QUE LE CORRESPONDE A SU PELIGROSIDAD Y A LA _ ATENCION QUE LE BRINDA A LA PREVENCION DE ACCIDENTES, MOTI_ VO POR EL QUE ES IMPORTANTE CONOCER EL GRADO DE RIESGO QUE VA OBTENIENDO LA EMPRESA DURANTE EL EJERCICIO DE SUS FUNCIO_ NES, Y CUIDAR QUE NO SE ALCANCEN VALORES QUE HICIERAN AU _ MENTAR LA PRIMA PATRONAL DEL SEGURO DE RIESGO DEL TRABAJO.

* REGLAMENTO PARA LA CLASIFICACION DE EMPRESAS Y DETERMINA_ CION DEL GRADO DE RIESGO DEL SEGURO DE RIESGOS DEL TRABAJO.

ANEXO: TABLA GRADO DE RIESGO-PRIMAS. 6

EMPRESA. _____

FRENTE _____

FECHA _____

AUDITORIA EN SEGURIDAD

CLAVE	DICT.	DESCRIPCION	N.C.	N.O.	S.C.

A Se requiere corrección inmediata hasta eliminar el riesgo.
B Urgente, requiere correccion lo antes posible.
C El riesgo debe ser eliminado sin demora.
D El riesgo existe y debe eliminarse.
N.C. No se cumplió.
N.O. No se observó.
S.C. Se cumplió.

POR EL FRENTE	POR AUDITORIA
_____ Nombre	
_____ Firma.	_____ Nombre
_____ Fecha	_____ Firma.

ARTICULO 79.—Para los efectos de la fijación de las primas a cubrir por el seguro de riesgos de trabajo, las empresas serán clasificadas y agrupadas de acuerdo con su actividad, en clases, cuyos grados de riesgo se señalan para cada una de las clases que a continuación también se relacionan:

Riesgo	Producto de los índices de frecuencia y gravedad por un millón	Primas en por cientos: Inferiores al medio	Grado medio	Superiores al medio
CLASE I				
1	454	1.67		
2	770	3.33		
3	1 086		5.00	
4	1 368			6.67
5	1 757			8.33
CLASE II				
4	1 368	6 67		
5	1 757	8.33		
6	2 146	10.00		
7	2 535	11.67		
8	2 924	13.33		
9	3 302		15.00	
10	3 667			16.67
11	4 032			18.33
12	4 397			20.00
13	4 762			21.67
14	5 127			23.33
CLASI				
11	4 032	18.33		
12	4 397	20.00		
13	4 762	21.67		
14	5 127	23.33		
15	5 676	25.00		
16	6 073	26.67		
17	6 470	28.33		
18	6 867	30.00		
19	7 264	31 67		
20	7 661	33 33		
21	8 058	35 00		
	8 455	36.67		
	8 852	38.33		
	9 226		40.00	
25	9 583			41 67
26	9 940			43.33
27	10 297			45.00
28	10 654			46.67
29	11 011			48 33
30	11 368			50 00
31	11 725			51 67
32	12 082			53.33
33	12 439			55.00
34	12 796			56.67
35	13 153			58.33
36	13 510			60 00
37	13 867			61.67
CLASE				
30	11 368	50.00		
31	11 725	51.67		
32	12 082	53.33		
33	12 439	55.00		
34	12 796	56.67		
35	13 153	58.33		
36	13 510	60.00		
37	13 867	61.67		
38	14 204	63.33		
39	14 540	65.00		
40	14 876	66 67		
41	15 212	68.33		
42	15 548	70.00		
43	15 884	71.67		
44	16 220	73.33		
45	16 552		75.00	
46	16 940			76 67
47	17 328			78.33
48	17 716			80.00
49	18 104			81.67
50	18 207			83.33
51	18 565			85.00
	18 923			86.67
	19 281			88.33
	19 639			90.00
55	19 997			91.67
56	20 355			93 33
57	20 713			95 00
58	21 071			96.67
59	21 429			98.33
60	21 787			100.00

Grado de Riesgo	Producto de los índices de frecuencia y gravedad por un millón	Primas en por cientos: Inferiores al medio	Grado medio	Superior al med
CLASE V				
50	18 207	83.33		
51	18 565	85.00		
52	18 923	86.67		
53	19 281	88.33		
54	19 639	90.00		
55	19 997	91.67		
56	20 355	93.33		
57	20 713	95.00		
58	21 071	96.67		
59	21 429	98 33		
60	21 787	100 00		
61	22 145	101 67		
62	22 503	103.33		
63	22 861	105.00		
64	23 219	106.67		
65	23 577	108.33		
66	23 935	110.00		
67	24 293	111.67		
68	24 651	113.33		
69	25 009	115.00		
70	25 367	116.67		
71	25 725	118.33		
72	26 083	120.00		
73	26 441	121.67		
74	26 799	123.33		
75	26 810		125.00	
76	26 870			126.67
77	27 278			128.33
78	27 686			130 00
79	28 094			131 67
80	28 502			133.33
81	28 910			135 00
82	29 318			136 67
83	29 726			138 33
84	30 134			140 00
85	30 542			141 67
86	30 950			143.33
87	31 358			145.00
88	31 766			146.67
89	32 174			148.33
90	32 582			150.00
91	32 990			151.67
92	33 398			153.33
93	33 806			155.00
94	34 214			156.67
95	34 622			158.33
96	35 030			160 00
97	35 438			161.67
98	35 846			163.33
99	36 254			165 00
100	36.662			166.67

Posterior a la exposición general de la **"Seguridad Industrial"** y sus procedimientos, resulta conveniente presentar algunas medidas preventivas de accidentes **que deben cuidarse esmeradamente.**

Para hacer una selección **de lo más importante,** partimos de nuestro - ANEXO 2, "Valoración matemática del riesgo" y tomamos en cuenta los - riesgos que extrapolando sus variables nos den los siguientes valores:

C = **CONSECUENCIAS:**

15 Lesiones muy graves con incapacidad permanente.
25 Muerte.
50 Varias Muertes.
100 Catástrofe.

E = **EXPOSICION:**

6 Frecuentemente **(una vez al día)**
10 Continuamente **(varias veces al día)**

P = **PROBABILIDAD:**

3 Raramente: **Se sabe que ha ocurrido.**
6 Completamente posible: **Probabilidad del 50%**
10 Resultado **Más probable y esperado** si se presenta la situación de riesgo.

GRADO DE PELIGROSIDAD 15 X 6 X 3 = 270

∴ **DETENER LA ACTIVIDAD, REQUIERE ACCION INMEDIATA**

ASI CONSIDERAMOS QUE EL MANEJO Y USO DE EXPLOSIVOS Y LOS MALACATES PARA EL MOVIMIENTO VERTICAL DEL PERSONAL, son las fuentes probables de daños mayores, por lo que debemos prestar mayor atención en el cumplimiento de sus **Medidas Preventivas.**

A continuación relacionamos las **Medidas Preventivas de Accidentes,** puestas en práctica en la construcción de un túnel.

Las **Medidas de Seguridad** se elaboran teniendo en consideración los - materiales, procedimientos, equipos, etc., en esa obra.

Guías

1. Las lumbreras de más de 15 metros de profundidad estarán provistas de guías de riel o de madera o de cable de un diseño que evite los movimientos laterales indebidos de la jaula o plataforma en la que se transporte personal.

Controles del malacate

2. En las lumbreras de acceso de más de 15 metros de profundidad el control será de un tipo que vuelva a la posición de "paro", cuando la mano del operador se retire de la palanca de control. Los frenos se aplicarán automáticamente y se interrumpirá la alimentación de fuerza cuando la palanca de control esté en la posición de "paro"

Frenos del malacate

3. Los malacates que sirvan para transporte de personal en lumbreras de acceso de más de 15 metros de profundidad, estarán provistos de dos frenos; cualquiera de ellos tendrá capacidad para parar y soportar la jaula totalmente cargada. Uno de ellos será un freno automático que se aplicará siempre que haya interrupción de la alimentación de fuerza, cuando ésta se corte o cuando la palanca de control quede en la posición de "desconectado". El otro freno será neumático de mano o de pie y operará el tambor del malacate.

4. Los malacates del tipo de freno y embrague estarán provistos de interruptores eléctricos, entrecierre en los frenos y embragues que impidan el movimiento de un tambor sin estar acoplado el motor.

Conexión entre el malacate y la alimentación de fuerza

5. En las lumbreras de acceso de más de 15 metros de profundidad, el malacate será de un diseño que permita el movimiento, con motor, de la carga tanto ascendente como descendente. No existirán mecanismos de fricción, de engranes o de embrague que permitan la desconexión del motor o de cualquier otra fuente de fuerza del tambor del malacate.

Elemento móvil para el ascenso o el descenso de personal

6. La jaula, plataforma o bote que operen sobre guías de madera o sobre cables de guía, estarán equipados con dispositivos de seguridad contra la ruptura de cables o con sus equivalentes, que puedan parar y sostener una carga igual a la capacidad total en caso de que se rompa el cable del malacate.

Jaulas

7. Las jaulas que se utilicen en las lumbreras para el transporte de personal, deberán:

a. Estar equipadas de un techo que cubra su parte superior de tal manera que proteja a los pasajeros de los objetos que puedan caer por la lumbrera. Este techo será equivalente de dos láminas de acero de tres dieciseisavos de pulgada de espesor, con pendientes a ambos lados y dispuesto de tal manera que pueda empujarse hacia arriba con facilidad, para permitir el paso desde el interior.

b. Estar provistas de cubiertas de lámina de hierro de una altura mínima de un metro ochenta centímetros, con un espesor de no menos de un dieciseisavo de pulgada o de una red hecha de alambre de un diámetro mínimo de un dieciseisavo de pulgada (la dimensión máxima de las aberturas de la red de alambre no excederá de dos y medio centímetros).

c. Estar provistas de puertas cuya altura mínima será de un metro cincuenta centímetros, fabricadas de los mismos materiales especificados para la cubierta lateral y podrán estar sujetas por bisagras o ser corredizas sobre guías.

d. Tener agarraderas para que todos los pasajeros tengan un medio adecuado para estabilizarse.

e. Se utilizarán cadenas, estrobos o dobles chavetas de emergencia entre el extremo inferior del cable y la jaula o plataforma para que en caso de una ruptura del perno de ojo o de la chaveta, los accesorios de emergencia eviten la caída de la jaula o de la plataforma.

Botes y jaulas sin guías

8. Si se usan para el transporte del personal y materiales, botes y jaulas sin guías, se tomarán las medidas siguientes:

a. La jaula o bote estarán cerrados por todos sus lados con una malla gruesa o con su equivalente hasta una altura mínima de un metro cinco centímetros y tendrán un techo de protección.

b. La conexión entre el cable del malacate y la jaula para transporte de personal se hará por medio de un grillete o algún accesorio equivalente de un tipo que no permita el giro libre.

c. Cuando se transporta personal, todas las partes del equipo tendrán un factor de seguridad de 10 ó más.

Indicador de profundidad

9. Los malacates estarán provistos de un indicador de profundidad.

Cables

10. Todos los cables que se utilicen para las operaciones normales de los malacates serán de acero.

Factor de Seguridad

11. Los cables de los malacates tendrán un factor de seguridad de acuerdo con la siguiente tabla:

Profundidad del tiro en metros.	Factor de seguridad del cable nuevo.	Debe reemplazarse cuando el factor de seguridad llegue a:
hasta 150	8	6.4
150 hasta 200	7	5.8

Unión entre el cable y el bote, jaula o plataforma

12. Un gancho de seguridad, un grillete o algún medio efectivo similar constituirá la unión entre el cable y el bote, jaula o plataforma. No se usarán en este servicio ganchos abiertos.

Sujeción del cable de acero

13. Todo el cable de acero utilizado en los malacates se sujetará firmemente en ambos extremos y cuando esté en uso, no se

desenrollará totalmente; permanecerán por lo menos dos vueltas en el tambor para proteger de la sobrecarga a la sujeción entre el extremo y el tambor. El extremo del cable de acero correspondiente a la jaula, plataforma o bote, quedará firmemente sujeto mediante una unión de socket en cuña debidamente hecha, mediante una vuelta del cable de acero, con un protector ovalado y una unión amarrada o con perros. Deben seguirse las recomendaciones del fabricante respecto al número de perros y la separación entre ellos, para cualquier tipo de cable de acero.

Cable de acero que no llena las condiciones de seguridad.

14. No se usará en malacates el cable de acero que tenga las características siguientes:

a. Si hay seis hilos rotos en un torón del trenzado de un cable.

b. Si los hilos del exterior del cable están desgastados hasta el 65% de su diámetro.

c. Si algunos hilos se han reducido por el desgaste a menos del 70% de su sección transversal original y tres o más de estos hilos del mismo torón del trenzado del cable están rotos.

d. Si el cable presenta una marcada corrosión.

Inspección de los cables de acero

15. Todos los cables de acero utilizados para subir y bajar personal, se revisarán una vez cada tres meses, cortando del extremo inferior del cable una sección de no menos de un metro cincuenta centímetros de longitud e inspeccionando dicha sección con todo cuidado tanto externa como internamente, para determinar si existen indicaciones de desgaste, corrosión, fatiga y rupturas. Por lo menos cada seis meses deberán cortarse las puntas de los cables en una longitud mínima de dos metros en las partes donde están sujetos al tambor de los malacates y a las jaulas o botes.

Diámetro de poleas y tambores

16. Todas las poleas y tambores del malacate tendrán un diámetro mínimo, de acuerdo con el tipo de cable de acero usado y según los datos siguientes:

C a b l e	Diámetro de poleas y tambores
de 6 torones, 7 hilos	42 veces el diámetro del cable
de 6 torones, 19 hilos	30 veces el diámetro del cable
de 6 torones, 37 hilos	18 veces el diámetro del cable
de 8 torones, 19 hilos	21 veces el diámetro del cable

Cejas del tambor

17. Los tambores de los malacates utilizados para transporte de personal tendrán cejas que dene sobresalir como mínimo cinco centímetros, medidos radialmente desde la última capa de cable, cuando todo éste está enrollado en el tambor.

Dispositivos de Seguridad

18. Los malacates con velocidad de cable superior a 120 m/min., tendrán un dispositivo de seguridad que impida que las jaulas o botes puedan llegar a la polea de la torre o pasen de determinada profundidad, así como que se exceda la velocidad normal del malacate.

Las jaulas y botes deberán estar provistos de un dispositivo de seguridad para el caso de ruptura del cable que los sostiene.

Inspección de malacates

19. Los malacates se mantendrán en buenas condiciones de funcionamiento y seguridad. Para el efecto, deberán ser revisados por lo menos una vez al mes. La inspección incluirá guías, poleas para el cable, cubierta de seguridad en jaulas, unión de la jaula, polea del cabezal, longitud cortada al cable de levante, cable de levante, dispositivos de seguridad, etc.

En el informe de inspección debe anotarse cualquier interrupción en el movimiento de la jaula o plataforma en la lumbrera o cualquier incidente poco habitual, indicándose detalladamente las causas y el método seguido para su corrección.

Operadores de Malacate

20. a. En todas las lumbreras en las que se suba o baje personal, por medio del malacate, debe haber uno o varios -- trabajadores con capacidad de operadores de malacate.

b. Los operadores de malacate serán sometidos a las pruebas de Raven y de Bender.

c. Se hará un cuidadoso examen médico a todos los operadores de malacate, una vez al año como mínimo.

d. El personal que no haya tenido experiencia práctica en el manejo de personal o materiales con malacate, no se asignará como operador de malacate sin que previamente reciba la capacitación necesaria bajo la dirección de - un operador de malacate, experimentado.

e. En todas las lumbreras o tiros en los que se transporte personal con malacate, los operadores de malacate no serán de menos de 21 años de edad.

f. Ninguna persona actuará como operador de malacate hasta que haya pasado satisfactoriamente el examen médico y - las pruebas de Raven y Bender prescritas para los operadores de malacate.

g. Solamente el malacatero o persona debidamente autorizada podrá mover el malacate.

Operación de los Malacates

21. a. Al principiar cada turno y después de cada paro por reparaciones, se moverá la jaula vacía a lo largo del tiro a fin de asegurarse que no existen obstáculos en éste ni defectos en el malacate.

b. No se permitirá que el personal viaje en el techo de la jaula; no se construirán tendidos de plataformas en los techos con ese objeto.

c. No se permitirá el transporte de personal en cualquier viaje de la jaula, plataforma o bote, cuando éstos estén cargados con explosivos.

d. Durante las operaciones de excavación de las lumbreras, no se bajará ninguna jaula, plataforma o bote, ni ningún otro equipo para transporte de personal directamente al fondo de una lumbrera, cuando haya personal trabajando en ella. Todo este equipo se detendrá, por lo menos 4.50 metros sobre el fondo de la excavación y permanecerá ahí hasta que se reciba del fondo de la lumbrera la señal de que puede seguir su descenso.

e. En las estaciones se instalarán sillas o cadenas para asegurar las jaulas, cuando en éstas se manejen materiales o equipo pesado.

f. En malacates de dos puntas queda prohibído subir o bajar las jaulas o botes con el malacate desembragado, salvo casos de extrema necesidad que tengan por objeto el ajuste de la posición de las jaulas o botes.

g. El bote, jaula, plataforma o cualquier otro equipo no se dejará en la boca de la lumbrera ni a la altura de un desembarque, sino que debe quedar suspendido por lo menos de tres metros sobre la boca de la lumbrera o sobre un desembarque antes de que el operador deje su puesto.

h. Los cables del malacate se marcarán con toda precisión o se tomarán medidas equivalentes para indicar el momento en el que la carga llega a determinadas posiciones importantes, incluyendo los desembarques superior e inferior.

i. Toda la maquinaria del malacate y los dispositivos de seguridad relacionados con ella se inspeccionarán diariamente y se harán las correcciones necesarias.

j. No se permitirá la entrada a la caseta del malacate a personas no autorizadas.

k. El operador del malacate no intervendrá en conversaciones mientras el motor está en movimiento o mientras -- atiende señales, excepto para recibir órdenes o instrucciones.

l. Queda prohibído al personal distraer la atención del malacatero durante sus labores.

m. Los trabajadores inexpertos o sin capacitación no serán autorizados para operar el malacate.

n. Cuando haya personal trabajando en una lumbrera o tiro sin una tapa sobre él, no se moverá la plataforma, jaula o bote, hasta que el personal de la lumbrera esté -- fuera de peligro.

o. No se operará el malacate ni se moverán la jaula, la -- plataforma o el bote, mientras se realizan trabajos de engrase a menos que el engrasador dé aviso de que es posible reanudar los movimientos.

Precauciones adicionales en operación de malacates, cuando - se transporta personal.

22. a. El malacate se operará con una precaución extrema siempre que se suba o se baje personal.

b. La máxima velocidad con la que puede subirse o bajarse personal se indicará claramente en la caseta del operador del malacate.

c. Si se interrumpen las operaciones del malacate durante un período de 24 horas o más, la jaula, plataforma o -- cualquier equipo que se utilice, sin personal en él, se operará subiéndolo y bajándolo en el tramo de operación de la lumbrera, por lo menos una vez antes de subir o - bajar personal; se prestará una atención especial durante esta operación de prueba al estado de la maquinaria del malacate y de la lumbrera.

d. No se subirá ni bajará personal, en la jaula o plataforma, sino hasta después de haber corregido cualquier riesgo descubierto durante la operación de prueba del malacate.

e. El operador del malacate deberá tener especial cuidado durante la entrada y salida del personal, en los cambios de turno; no operará el malacate si abordan la jaula mayor número de trabajadores que el autorizado y si este número se excede en la salida deberá reportarlo al Supervisor de Seguridad.

Pruebas a operadores de maquinaria

23. Los operadores de maquinaria: grúas, malacates, palas mecánicas, etc., serán sometidos a las pruebas de Raven y de Bender.

a. El test de matrices progresivas del Dr. en Psicología J.C. Raven sirve para medir la inteligencia y se realiza completando figuras que van de la más fácil a la más difícil.

b. El test guestálgico visomotor de Bender se basa en la coordinación de movimientos de las manos y los ojos, en vista de la relación que existe. Ejemplos: ensartar una aguja de costura, dibujar a pulso figuras geométricas simples, etc. En estas pruebas se pueden encontrar signos de incoordinación visomotríz.

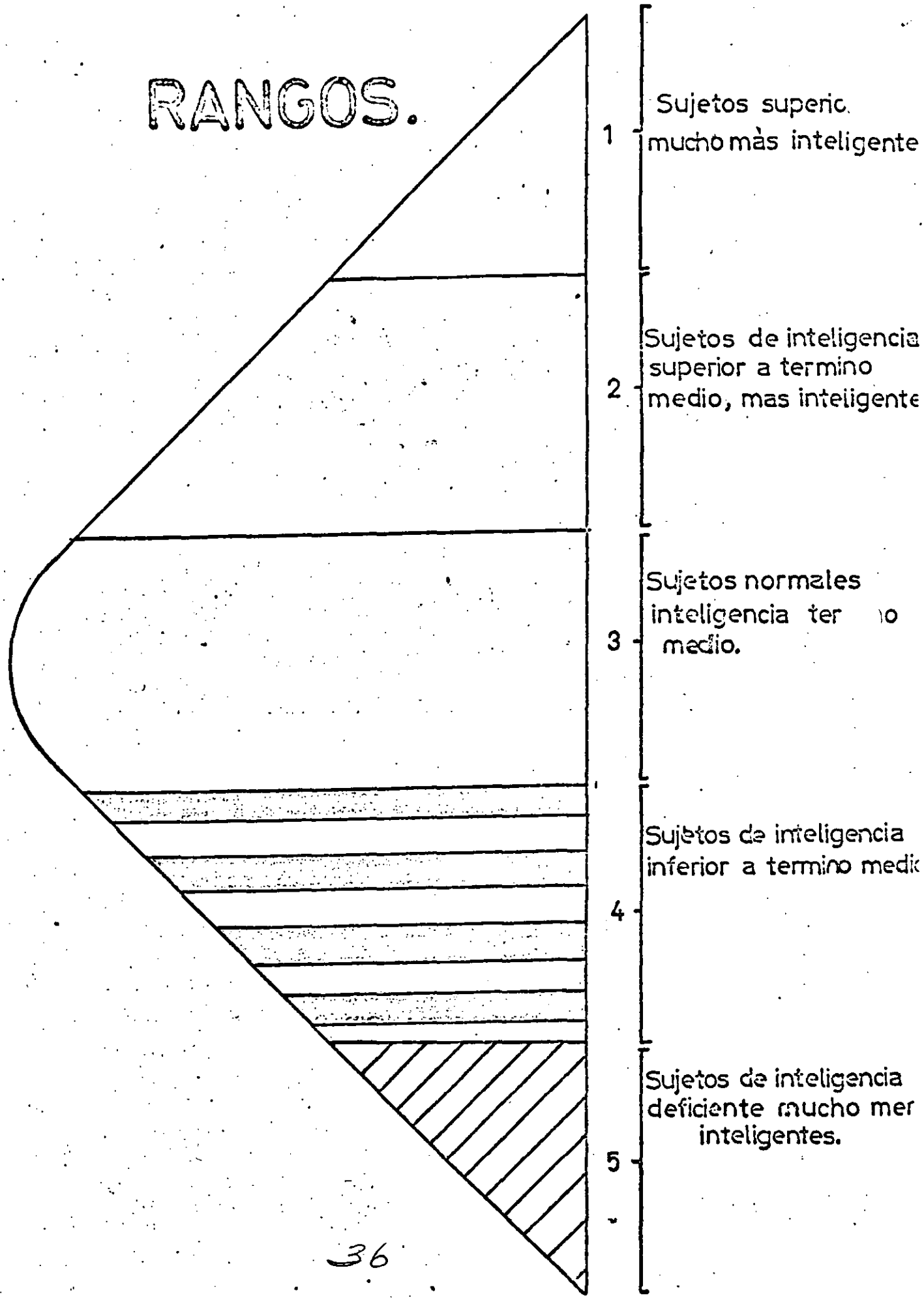
X. E X P L O S I V O S

ALMACENAMIENTO DE EXPLOSIVOS

1. Los explosivos se almacenarán con apego a las disposiciones establecidas en el Reglamento para el Transporte y Almacenamiento de Explosivos y Artificios y uso y consumo de éstos.

2. Los polvorines son los lugares dispuestos para el almacenamiento de explosivos. Excepto cuando estén en transporte o bajo la custodia de algún transportista y pendientes de su entrega al consignatario, todos los explosivos se almacena-

RANGOS.


1
Sujetos superio
mucho màs inteligente
2
Sujetos de inteligencia
superior a termino
medio, mas inteligente
3
Sujetos normales
inteligencia ter o
medio.
4
Sujetos de inteligencia
inferior a termino medi
5
Sujetos de inteligencia
deficiente mucho mer
inteligentes.

rán en polvorines pertenecientes a una de las dos clases especificadas en el siguiente inciso.

Polvorines de primera clase

3. Polvorín de primera clase designa a cualquier edificio o estructura utilizados para el almacenamiento de más de 45 kg. de explosivos y polvorín de segunda clase es una caja resistente en la que se pueden almacenar pequeñas cantidades de explosivos que no excedan de 45 kg.

4. Los polvorines de primera clase deberán reunir los siguientes requisitos:

   a. Tendrán paredes construídas de tabique, concreto, ladrillo, bloques de cemento o madera cubierta por el exterior con hierro o con aluminio para darle resistencia al fuego.

   b. Las aberturas para ventilación estarán protegidas para evitar que entren chispas.

   c. Las puertas se conservarán cerradas y aseguradas con llave, excepto cuando se abran para movimientos de su existencia. Serán de un material resistente al fuego por el exterior.

   d. No se permitirán en el polvorín ni en sus cercanías, fósforos, lámparas descubiertas ni fuego de ningún tipo.

   e. Si se requiere iluminación artificial solamente se usará lámpara eléctrica, linterna eléctrica ó lámpara eléctrica para casco. Las lámparas estarán dentro de globos a prueba de vapor y se conservarán a una distancia de por lo menos 1.50 metros de los explosivos y detonadores. El alumbrado será por conduit y el interruptor estará situado fuera del polvorín.

f. Los polvorines se conservarán limpios y secos. No se permitirá que se acumule papel, aserrín, cajas vacías, hierba, matorrales ni cualquiera otra basura a una distancia de menos de 30 metros del polvorín.

5. En los sitios en los que estén situados polvorines, se colocarán letreros con las palabras: "EXPLOSIVOS, NO ACERCARSE", escritas de una manera legible, con letras de no menos de 7.5 centímetros de altura. También puede usarse en dichos letreros la inscripción: "PELIGRO, EXPLOSIVOS".

6. Un polvorín de primera clase en el que se almacenen explosivos estará situado y separado por lo menos 30 metros de cualquiera otra estructura.

7. Los estopines o detonadores no se almacenarán en polvorines en los que se almacenen explosivos.

8. La cantidad de detonadores o explosivos que se pueden almacenar en cualquier polvorín depende de la distancia a la que ese polvorín esté situado del edificio, carretera, ferrocarril u otro polvorín más cercano y de la protección que le presten barreras naturales o barreras artificiales eficientes.

Polvorines de segunda clase

9. Se pueden almacenar pequeñas cantidades de explosivos que no excedan de 45 kg. en polvorines de segunda clase, en el túnel.

10. Los detonadores se pueden conservar en un polvorín independiente de segunda clase, situado por lo menos a 15 metros de otros polvorines de segunda clase.

11. Si las condiciones lo permiten, los polvorines de segunda clase se deben colocar en recesos del túnel o de sus ademes, pero no deben estar nunca a menos de 1.50 metros de cables eléctricos.

12. Se conservará sobre un sitio visible del polvorín de segunda clase un letrero en el que estén escritas legiblemente las palabras: "POLVORIN, EXPLOSIVOS, PELIGRO".

13. Excepto cuando sea necesario que personas autorizadas lo abran, el polvorín se mantendrá en todo momento firmemente cerrado con llave.

14. No se almacenarán explosivos, con la excepción de lo permitido en el caso de los carros de explosivos, en ningún sitio dentro del túnel cuando su descarga accidental pueda cortar el escape del personal.

15. Dentro de los polvorines se usarán herramientas de madera o cobre para abrir las cajas o bolsas que contengan explosivos.

16. Se prohíbe estrictamente fumar o entrar con luces descubiertas dentro de los polvorines.

TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS

17. Para el transporte de explosivos se cumplirán todas las disposiciones legales: Federales, Estatales y Locales.

Transporte de explosivos en vehículos que no operen sobre vías.

18. Los vehículos usados para el transporte de explosivos, deben llenar los requisitos siguientes:

a. Serán de una construcción resistente, estarán en buenas condiciones de trabajo y sus plataformas estarán bien apretadas para evitar que los explosivos caigan del vehículo.

b. Los extremos y los costados de los vehículos estarán cerrados hasta una altura suficiente para evitar que las cajas o paquetes caigan.

c. La carga sobre un chasis abierto debe estar cubierta con una lona impermeable y resistente al fuego.

d. Los cables del sistema eléctrico del vehículo, deben estar completamente aislados de la carga, para prevenir un corto circuito.

e. Los vehículos deben estar debidamente señalados así como dar adecuada protección al público por la naturaleza de la carga. Para el efecto deben exhibir en cada uno de sus costados y en la parte trasera, en el exterior, un aviso en el que aparezca la palabra "EXPLOSIVOS", en letras de no menos de 7.5 centímetros de altura, sobre fondo de un color marcadamente contrastante.

19. No se debe permitir metales de contacto con los explosivos, excepto chasises metálicos aprobados para transportar explosivos (antichispas).

20. No deberán transportarse con explosivos, metales, líquidos inflamables o substancias corrosivas.

21. Se recomienda transportar los explosivos y los detonadores en vehículos separados y no en el mismo vehículo. Cuando no se usen los envases originales, se podrán transportar en bolsas de lona o plástico o en recipientes rígidos construídos de materiales no conductores.

22. En los vehículos que transporten explosivos solamente se realizarán servicios o reparaciones que no representen riesgo alguno.

23. La carga y descarga de los explosivos debe ejecutarse cuidadosamente.

24. Al cargar los vehículos no se debe rebasar el límite señalado por el fabricante ni sobrepasar la altura de los lados del camión.

25. Se prohíbe estrictamente fumar en los vehículos que transportan explosivos.

26. Nadie con excepción del operador del vehículo y de sus ayudantes viajará en los vehículos que transportan explosivos.

27. El operador del vehículo debe evitar zonas de congestionamiento de tráfico y paradas innecesarias o en lugares como gasolineras, talleres, etc.

28. El operador del vehículo debe asegurarse que los explosivos estén separados de detonadores o estopines, cuando esté permitido transportarlos en el mismo vehículo.

Transporte de explosivos bajo tierra

29. Los explosivos se transportarán hasta el frente en cajas o paquetes adecuados. Si deben transportarse 45 kg. o más de una sola vez al interior de un túnel provisto de vías, existirá un carro para explosivos.

30. El carro para el transporte de explosivos en el túnel estará construído especialmente para ese fin y contendrá compartimentos separados para la dinamita y los estopines; estos compartimentos deben mantenerse cerrados excepto cuando sea necesario abrirlos para introducir o sacar explosivos. Ambos compartimentos deben estar debidamente aislados de la estructura metálica del carro y de cualquier contacto posible con conductores en los extremos, parte superior y costados.

31. Si el carro de explosivos es transportado por una locomotora eléctrica, se exigen barras de tiro aisladas entre el carro de explosivos y la locomotora.

32. A cada lado del carro, destinado al transporte de explosivos en el túnel, se escribirá la palabra: "EXPLOSIVOS", en letras de 7.5 cm. de altura.

33. Los explosivos se colocarán en el carro de explosivos en cajas ya abiertas para que no sea necesario romperlas para abrirlas en el frente del túnel.

34. Los estopines se colocarán en el primer compartimento del carro de explosivos, en una caja adecuada, con divisiones separadas para cada retraso. Los compartimentos para los estopines y para los explosivos deben estar separados por un mínimo de 65 centímetros de espacio de aire.

35. Solamente se colocará o transportará en el carro de explosivos una cantidad nominal en exceso a la necesaria para la operación de un turno. Si el carro de explosivos se lleva al interior del túnel y se saca después para cada cuele, solamente se colocará o transportará en él un cantidad nomi--

nal en exceso sobre la cantidad de explosivos necesaria para ese cuele.

36. Si el carro de explosivos es transportado por una locomotora, el movimiento se hará jalando el carro de explosivos y no empujándolo. Si se hace en un tren debe ir en el extremo posterior y nunca enganchado entre vagonetas.

37. Cuando el carro de explosivos sea movido a mano, una persona deberá ir adelante, por lo menos a una distancia de 25 metros, para prevenir a otros vehículos que se aproximen en sentido contratio.

38. Se llevará a cada frente de trabajo solamente la cantidad de explosivos que se requieran en el turno; los explosivos que no se empleen inmediatamente en el lugar donde vayan a utilizarse, se regresarán a su lugar de origen.

39. Un letrero en el carro de explosivos indicará si éste se encuentra "LLENO" ó "VACIO".

Movimiento de explosivos

40. Los explosivos y los estopines no se bajarán ni subirán juntos en la misma jaula, plataforma o bote, a menos que esto sea en el carro de explosivos.

41. Los explosivos no se bajarán ni subirán en la misma jaula, plataforma o bote, con otros materiales, suministros o equipo.

42. Los explosivos no se transportarán junto con el personal en la jaula, plataforma, bote o cualquier otro vehículo.

43. Los explosivos se pasarán con prontitud de la jaula, plataforma o bote al carro de explosivos.

44. Los explosivos no deben almacenarse provisionalmente ni apilarse alrededor del brocal de la lumbrera ni en la estación correspondiente.

45. Los explosivos que no se empleen inmediatamente en el lugar donde van a utilizarse, se colocarán en lugar seguro, separándolos según su naturaleza y cantidad.

46. Los envases vacíos, las cajas y papel de envoltura se enviarán inmediatamente a la superficie para ser destruídos.

47. En todas las operaciones que supongan movimiento, manejo y realmacenamiento de explosivos, se tomarán las precauciones razonables para evitar el acceso de personas no autorizadas.

MANEJO DE EXPLOSIVOS

48. Cuando se vayan a sacar del polvorín abastecimientos de explosivos, se tomarán en primer lugar los que hayan permanecido en el polvorín mayor tiempo.

49. Los detonadores no se retirarán de sus paquetes originales a menos que se vayan a usar pronto.

50. Los paquetes de explosivos se llevarán a una distancia segura del polvorín antes de abrirlos.

51. No se abrirá ninguna caja de explosivos con herramientas metálicas que produzcan chispas.

52. Los cebos que no se hayan preparado en un polvorín especial se deben llevar hasta una distancia segura de otros trabajadores no incluídos en las operaciones de voladura.

53. Está estrictamente prohibído fumar en las estaciones de distribución de explosivos o durante las operaciones de manejo de explosivos.

54. Los detonadores y los explosivos que sobren después de terminarse la carga se deben regresar inmediatamente a sus sitios de almacenamiento adecuado.

55. No se colocarán explosivos donde puedan estar expuestos a flama, excesivo calor, chispas o impacto.

56. Los envases de explosivos se deben levantar y colocar siempre cuidadosamente; nunca se deben deslizar uno sobre otro, ni dejar caer.

57. Debe cerrarse la cubierta de las cajas de explosivos o empaques después de ser usados.

58. No se deben conectar los detonadores, a los cartuchos de dinamita dentro de un polvorín o cerca de cantidades excesivas de explosivos.

59. No se manejarán ni usarán explosivos durante la proximidad o desarrollo de cualquier tormenta eléctrica. Todas las personas deberán retirarse de los explosivos a un lugar seguro.

60. No se debe intentar el rescate o uso de detonadores o cualesquiera otros explosivos que hayan estado saturados de agua, aún si ya han sido secados. Consúltese al fabricante.

61. No se debe golpear, desarmar o intentar remover o investigar el contenido de un detonador ni tratar de arrancar los alambres de un estopín.

62. Nunca se debe usar explosivos o equipo para voladuras que se encuentre deteriorado o dañado.

63. No se permitirá la presencia de personas no autorizadas o innecesarias durante el manejo y uso de los explosivos.

64. Queda estrictamente prohibído a los trabajadores acarrear explosivos en los bolsillos de su ropa o llevarlos sobre su persona.

65. El cebo debe prepararse cuidadosamente, cerca del frente y llenar los requisitos siguientes:

    a. que el detonador no pueda zafarse del cartucho cebado, y que esté en la posición más segura y eficiente.

    b. que esté impermeabilizado cuando sea necesario.

    c. que pueda colocarse con todos sus aditamentos, dentro del barreno, con seguridad y facilidad.

66. Los cartuchos que formen parte del cebo no deberán ser rajados.

67. El punzón que se utilice para perforar el cartucho y preparar el cebo, debe ser una varilla de madera, cobre, aluminio o algún otro material que no produzca chispa.

Perforación y carga de explosivos

68. Debe examinarse toda laja o roca antes de barrenarla, golpearla o romperla y asegurarse de que la operación se puede realizar sin peligros de los explosivos que todavía pueda contener.

69. Nunca se perforará con explosivos dentro de los barrenos, ni se profundizará la barrenación ni ninguna parte de los barrenos que hayan sido cargados con explosivos o donde existiera un fuque.

70. Antes de iniciarse las operaciones de carga, todos los circuitos eléctricos se retirarán a una distancia segura del frente. No operará ninguna locomotora eléctrica ni ningún circuito alimentador a menos de 60 metros del frente.

71. Se usarán lámparas de turbina de aire ó reflectores para la iluminación del frente para las operaciones de carga. Si la corriente para los reflectores es suministrada por baterías o por una locomotora eléctrica, estas luces no se colocarán a menos de 15 metros del punto en que se realicen las operaciones de carga. No se utilizarán lámparas con cubierta metálica.

72. Se prohíbe fumar y usar llamas abiertas en zonas en las que se inicien operaciones de carga o en las que estén a punto de iniciarse.

73. Durante las operaciones de carga solamente el personal verdaderamente necesario para la carga y la conexión permanecerá en el frente.

74. La carga no se iniciará sino hasta después de haber terminado toda la barrenación y después de haber limpiado o soplado todos los barrenos.

75. Si se llegase a encontrar una piedra u obstáculo dentro de un barreno cuando esté parcialmente cargado, dicha piedra será extraída con una cucharilla de cobre, bronce u otro material que no produzca chispa.

76. No se soplarán barrenos sin dar aviso de ello a todos los demás trabajadores en el frente.

77. Solamente se utilizarán atacadores de madera (faineros) para retacar explosivos; estos atacadores no tendrán incluído polvo abrasivo, puntas de metal ni partes metálicas a menos que sean anclas de un metal no ferroso para prolongar la longitud del atacador. El extremo del atacador será plano y del diámetro mínimo necesario para que no pasea los lados del cartucho en el interior del barreno.

78. Antes de cargar los barrenos debe introducirse el atacador hasta el fondo del barreno para determinar si éste está libre; en caso de estarlo sosténgase el atacador con la mano en la boca del barreno sin soltarlo hasta introducir el cebo para determinar si éste llegó hasta el fondo del barreno; en caso contrario infórmese al sobrestante.

79. Al cargar barrenos debe introducirse un cartucho de explosivos y retacarlo antes de introducir el cartucho siguiente.

80. No se deben forzar los cartuchos de dinamita al introducirlos en los barrenos o para pasar cualquier obstrucción en los propios barrenos.

81. No se debe cargar un barreno de perforación con explosivos después del ensanchamiento del fondo por explosión de una carga, hasta estar seguro de que esté frío y que no contiene ningún metal o material caliente o incandescente.

82. No se debe hacer volar un barreno de perforación cerca de otro cargado con explosivos.

83. El detonador debe insertarse, sin forzarlo, dentro del agujero hecho en el cartucho de dinamita, con un punzón de madera diseñado para ese propósito.

84. No se debe rajar, deformar o abandonar el cartucho de dinamita conectado al cebo.

85. No se conectarán estopines excepto por métodos recomendados por el fabricante.

86. Durante la carga no se deben amontonar los explosivos sobrantes cerca de áreas de trabajo.

Atacado de explosivos.

87. No ataque dinamita que ha sido removida de su cartucho.

88. No ataque explosivos con objetos metálicos de cualquier clase. Use herramientas atacadoras de madera (faineros) con ninguna parte expuesta de metal.

89. Nunca ataque el cartucho conectado al estopín. Evite el atacado violento.

90. Debe atacar los explosivos en el barreno de perforación con arena, tierra, barro u otros materiales permisibles, inertes e incombustibles.

91. No desenrolle los cables o use estopines durante tormentas de rayos o cerca de cualquier otra productora de cargas de electricidad estática.

92. No enrede o maltrate cables de estopines durante el atacado.

93. No desenrolle los alambres o use estopines en la vecindad de radiotransmisores, excepto a distancias de seguridad. Consúltese al fabricante.

94. Debe cuidar que el circuito de encendido esté completamente aislado de tierra u otros conductores así como de cables "pelados", rieles, tubos u otros cursos de corrientes extraviadas.

95. No tenga alambres eléctricos o cables de cualquier clase - cerca de estopines u otros explosivos, excepto en el momento y para el propósito del encendido de la tronada.

96. Debe probar todos los estopines o cada uno cuando sean conectados a un circuito, usando solamente un galvanómetro - específicamente diseñado para los detonadores.

97. No use en el mismo circuito cualquier estopín hecho por más de un fabricante, o estopines de diferentes estilos o funciones aunque sea fabricado por el mismo fabricante a menos que su uso esté aprobado por el fabricante.

98. No intente encender un circuito de estopines con menos que la mínima corriente especificada por el fabricante.

99. Debe estar seguro que todos los extremos de los alambres - que están conectados estén pulidos y limpios.

100. Debe mantener los alambres de los estopines en corto circuito hasta que esté listo el encendido.

VOLADURAS O TRONADAS

Generalidades

101. Personas competentes y autorizadas para el uso de explosivos estarán a cargo inmediato de todas las operaciones de voladura. No se empleará a nadie de menos de 21 años de - edad en las operaciones de carga o de voladura a menos que esté bajo la supervisión directa de un trabajador experimentado.

102. Las fuentes de energía para las voladuras eléctricas pueden ser: explosores, circuitos de iluminación o circuitos de -- fuerza. Cuando se usan explosores, las conexiones deben -- ser en serie, con la excepción de conexiones en paralelo o combinadas que se apeguen a las recomendaciones del fabricante del explosor. En el caso de los circuitos de iluminación o de fuerza, las conexiones pueden ser en serie, en paralelo o en una combinación de ambos sistemas.

103. Se usarán únicamente estopines eléctricos en la excavación de lumbreras y tiros; en la excavación de estaciones de -- lumbreras y tiros y en cualquier sitio en donde el refugio cercano sea inadecuado para proteger al personal de las rocas despedidas por la voladura o de la onda de choque.

Localización de los cables para voladuras.

104. Los cables para voladura se alojarán en el lado del túnel opuesto al de todas las líneas de fuerza e iluminación y - lejos de tuberías, rieles y conductores similares. Se suspenderán de una manera apropiada de aisladores y se protegerán de cualquier contacto con los anillos de acero usados para el ademe del túnel.

105. No se usarán circuitos o sistemas conectados a tierra para las voladuras por medios eléctricos.

Mantenimiento del equipo

106. Los cables permanentes para voladura, los interruptores de seguridad y los interruptores para voladura serán conservados en condiciones adecuadas por una persona competente.

107. Todos los tubos y rieles metálicos estarán conectados eléctricamente entre sí y conectados a tierra en la lumbrera o tiro o en el portal, estos tubos y rieles tendrán conexiones eléctricas cruzadas a intervalos de no menos de 300 metros en toda la longitud del túnel.

Uso del explosor

108. Solamente una persona debidamente capacitada en los sistemas de voladura operará el explosor o lo conectará con los cables; estas conexiones no se harán sino hasta después de haber terminado todos los trabajos preparatorios para la - voladura y después de retirar al personal hasta un sitio - seguro.

Voladuras con el circuito de alumbrado ó de fuerza

109. No se usará corriente eléctrica procedente de los circuitos de iluminación o de fuerza para hacer detonar cargas; excepto cuando las conexiones eléctricas con dicho circuito de iluminación o de fuerza se hagan por medio de una caja de interrupción cubierta.

110. Cuando la voladura se haga por medio de un circuito de iluminación o de fuerza, nadie entrará al sitio en el que se hizo la voladura sino hasta después de haber desconectado los cables de voladura permanentes de la fuente de energía eléctrica y hasta después de haber asegurado en la posición "abierta" el interruptor usado para la voladura.

111. Cuando la voladura se hace por medio de un circuito de fuerza, este circuito se interrumpirá por lo menos en un sitio mediante un intervalo contra rayos de un mínimo de 1.50 metros en el lado de salida del interruptor usado para la voladura, excepto durante la realización de ésta. Se instalarán conexiones de clavija y receptáculo para que el cierre o la interrupción del circuito en este punto sea una operación manual sencilla.

Alambrado para voladuras

112. Los cables permanentes para voladura y los conductores provisionales serán de alambre macizo de cobre, impermeable y aislado y tendrán la capacidad suficiente para conducir la corriente necesaria para la voladura.

113. Todos los empalmes estarán correctamente hechos; los alambres se unirán de tal manera que queden eléctrica y mecánicamente seguros. Los empalmes de los cables permanentes se aislarán con cinta o algún otro medio efectivo.

Cables de distribución

114. Los cables permanentes de distribución serán del diámetro adecuado, de alambre macizo de cobre o de alambre de algún otro metal que los fabricantes de estopines recomienden para las condiciones previstas.

Interruptores para la voladura

115. Se instalará un interruptor de operación externa para la voladura de las cargas, en buenas condiciones de servicio y en los puntos desde donde se haga la voladura. Este interruptor quedará instalado en el lado del túnel opuesto al correspondiente a los circuitos de iluminación y fuerza.

116. Este interruptor se mantendrá normalmente en la posición "desconectado".
En la posición "desconectado" los dos cables del circuito quedarán en corto circuito, pero no conectados a tierra.- El interruptor se dispondrá de tal manera que no pueda permanecer en la posición de "voladura" al soltar la palanca.

117. El interruptor para la voladura estará a no menos de 300 metros del frente del túnel si la longitud de éste excede de 300 metros, o en el portal o superficie si la longitud excavada es menor.

Prueba del circuito para la voladura

118. El circuito usado para la voladura se probará antes de hacer detonar las cargas. Para estas pruebas se utilizará un galvanómetro diseñado especialmente para los trabajos de voladura.

Conexión a corto circuito de los cables auxiliares de distribución y de los cables conductores

119. Los cables auxiliares de distribución se conectarán en corto circuito hasta el momento en el que se conecten con los alambres conductores. Los alambres conductores se conectarán en corto circuito torciendo los extremos desnudos uno con otro hasta el momento en el que se conecten en el cable permanente usado para la voladura. La persona que haga la conexión con los cables auxiliares de distribución tendrá en su posesión los dos extremos de los -

alambres conductores y después llevará estos alambres conductores desde el frente hasta los cables permanentes para la voladura. Los cables auxiliares deben colgar o estar suspendidos de soportes de madera o de algún material aislante.

Conexión entre el interruptor y la línea para la voladura

120. La conexión entre el interruptor usado para la voladura y la línea permanente para la voladura debe ser un cable de fuerza portátil de dos conductores, que se extienda a través del túnel. Estará provisto de clavija y receptáculos adecuados. Estas clavijas y receptáculos tendrán una capacidad no inferior a 60 amperes; no serán intercambiables con ningunas otras clavijas ni receptáculos utilizados en el túnel. Entre el receptáculo y la fuente de alimentación de fuerza debe haber un interruptor asegurado y dispuesto de tal manera que no pueda permanecer en la posición de "conectado" o "voladura" al soltar la palanca.

Interruptor de seguridad

121. Aproximadamente a la mitad entre el interruptor usado para la voladura y el extremo del cable permanente para la voladura es conveniente instalar un interruptor de seguridad. Debe ser de un tipo que pueda asegurarse en la posición "desconectado", pero que permanezca en la posición "conectado" al liberarse y soltar la palanca. Este interruptor quedará libre y en la posición "conectado" cuando el sobrestante o la persona que opere el interruptor para la voladura pase al interruptor de la voladura después de haber completado las conexiones en el frente.

Llaves para asegurar los interruptores

122. a. Las llaves del interruptor para la voladura y del interruptor de seguridad deben estar en posesión del sobrestante o de la persona que haga la voladura.

b. Cuando sea necesario hacer reparaciones o pruebas de las líneas de voladura o de las usadas para hacer detonar las cargas, el sobrestante o la persona que hace la voladura debe abrir los candados y permanecer en el interruptor hasta que puedan volverlo a asegurar.

c. No se harán preparaciones para carga ni voladura sino hasta que los interruptores estén asegurados y las llaves otra vez en posesión del sobrestante o de la persona que hace la voladura.

d. Al final del turno, el sobrestante o la persona que hace la voladura entregará las llaves al sobrestante o a la persona que hace la voladura correspondiente al siguiente turno.

e. El Superintendente debe guardar en su oficina y bajo llave un juego duplicado de las llaves. No debe existir en el túnel ningún otro juego de llaves que correspondan a los candados de los interruptores para la voladura.

Antes de la voladura

123. Se dará aviso en todas las direcciones cuando vaya a volarse, se protegerán todas las entradas al sitio o sitios en los que se vaya a detonar cargas.

124. No se conectarán los alambres conductores a la línea permanente para la voladura sino hasta que todo el personal se haya retirado del frente, con excepción de las personas que hagan la conexión.

125. Todo el personal, inclusive el que haga la conexión, se retirará hasta el punto en el que está instalado el interruptor para la voladura.

126. No se harán trabajos innecesarios en el frente durante la carga o después de ella y antes de la voladura.

127. No debe tronarse una carga sin una señal positiva del responsable de la voladura, quién deberá cerciorarse que todo el excedente de explosivos están en lugar seguro y todas las personas y vehículos están a una distancia de seguridad o bajo cubierta.

Después de la voladura

128. Después de la voladura, el personal debe esperar por lo menos 10 minutos antes de regresar al punto de la explosión (puede requerirse un período más prolongado, con el objeto de dar el tiempo necesario para la limpieza del aire mediante el sistema de ventilación).

129. Los interruptores usados para la voladura deben asegurarse en la posición "desconectado"; debe desconectarse el cable portátil y al regresar al frente, los alambres conductores deben desconectarse de los extremos del cable permanente para la voladura; los extremos descubiertos de cada uno de ellos se conectarán entre sí a corto circuito torciéndolos uno con otro.

130. Después de cada voladura y antes de iniciar una nueva barrenación, deberá efectuarse una investigación cuidadosa en busca de barrenos cebados a fin de dispararles de nuevo.

131. Los chocolones o fuques, carrizos o porciones de barreno que sobren de los barrenos no quedados (no cebados) se revisarán cuidadosamente para dispararlos de nuevo, en su caso. Por ningún motivo se barrenará en dichos chocolones o carrizos.

132. Si se encuentran barrenos cebados en una voladura hecha con estopines eléctricos, se probarán los detonadores, si éstos están en corto circuito, se conectarán nuevamente y se dispararán; en caso contrario, se usará un nuevo cebo para dispararlos.

133. No se intentará investigar un fallido demasiado pronto, se hará con apego a las reglas estipuladas para el efecto y si no las hay se esperará por lo menos una hora.

134. No se debe perforar, barrenar o jalar una carga de explosivos que ha fallado. Los cartuchos no quemados deben -- ser manejados solamente por una persona competente o experimentada o por otra persona bajo la dirección de aquella.

Barrenos cebados

135. La mejor solución al problema de barrenos cebados (quedados), es previniéndolos. Cuidadosa atención para cargar y técnicas previamente discutidas para tronar, minimizan- este problema. Sin embargo, cuando ocurren, su manejo requiere el concomiento y habilidad de una persona competente y experimentada en voladuras.

136. El modo ideal de disponer de un barreno cebado es tronándolo. Esto puede ser posible removiendo la carga de un - barreno por medio de un chorro de agua. Sin embargo, --- cuando están involucradas grandes cargas y el explosivo - ha sido roto o parcialmente removido del agujero, puede - salir como un disparo excesivo de material de rocas. Si - esta es la situación, significa que se debe descargar la mayor parte del barreno.

137. Cuando los barrenos cebados sean detonados, todo el personal y equipo deberá estar colocado tan lejos como la distancia normal de tronada, en anticipación de un estallido excesivo.

Desechos de explosivos

138. No se debe abandonar cualquier explosivo.

139. Los explosivos se deben desechar o destruiren estricto -- acuerdo con los métodos aprobados, previa consulta al fabricante.

140. No se deben dejar abandonados explosivos, cartuchos vacíos, cajas, conductores u otros materiales usados en el empaque de explosivos, en lugares en que personas no autorizadas o ganado puedan tener acceso a ellos.

141. La madera, papel o materiales fiborosos empleados en el empaque de explosivos, no deben quemarse en una cueva, incinerador u otro espacio confinado ni deben ser usados para cualquier propósito. Deben ser destruídos, quemándolos en lugares abiertos y aislados, no debiendo acercarse ninguna persona a menos de 35 metros, después de iniciado el fuego.

Y. TRANSPORTES

1. Para el transporte de personal se usará equipo adecuado.

2. En relación con las vías de ferrocarril que se encuentren en servicio, será obligatorio:

   a. Colocar topes de retención en las terminales de las vías.

   b. Colocar topes de retención para las ruedas de las vagonetas en los vaciaderos.

3. Los elevadores (jaula, plataforma o bote) utilizados para el transporte de personal y materiales, deben contar con dispositivos de seguridad que impidan su funcionamiento cuando alguna de las puertas se encuentre abierta.

4. Se prohíbe apresurar o empujar en el momento de abordar o de salir cualquier jaula, vehículo o equipo para transporte.

5. No se intentará abordar una jaula, bote o cualquier otro equipo de transporte, cuando ya esté en el número máximo de pasajeros, de acuerdo con lo especificado por el Departamento de Seguridad.

6. En los montacargas y palas mecánicas y cualquier tipo de unidad móvil, será obligatorio marcar la carga máxima de seguridad que puede levantar o transportar.

CONTROL:

A continuación presentamos una serie de controles estadísticos, que pueden llevarse sobre la **"Seguridad"** en la construcción de un Túnel, mismos que deben tener la utilidad de señalar donde debemos prestar mayor atención para lograr mejorar la **Prevención de Accidentes.**

INFORME A LA VICEPRESIDENCIA EJECUTIVA DE CONSTRUCCION

I.- INDICES DE FRECUENCIA, SEGURIDAD Y TASA DE INCIDENCIA POR: SUPERINTENDENCIA, SUBGERENCIA, GERENCIA Y DIVISION.

FORMULAS:

$$I.F. = \frac{\text{No. de accidentes}}{\text{H. H. Laboradas}} \times 1'000,000$$

$$I.S. = \frac{\dfrac{\text{No. de Trabajadores}}{\text{No. de accidentes}}}{\text{H. H. Laboradas}} \times 100,000$$

$$T.I. = \frac{\text{No. de accidentes}}{\text{No. de trabajadores}} \times 100$$

INTERPRETACION:

I.F.= Indice de frecuencia es el numero de accidentes con incapacidad mayor de un dia, que ocurren por cada millon de horas laboradas con exposicion al riesgo.

En otras palabras, si introducimos el concepto de "vida laboral promedio de un trabajador" :

vida laboral promedio de un trabajador =

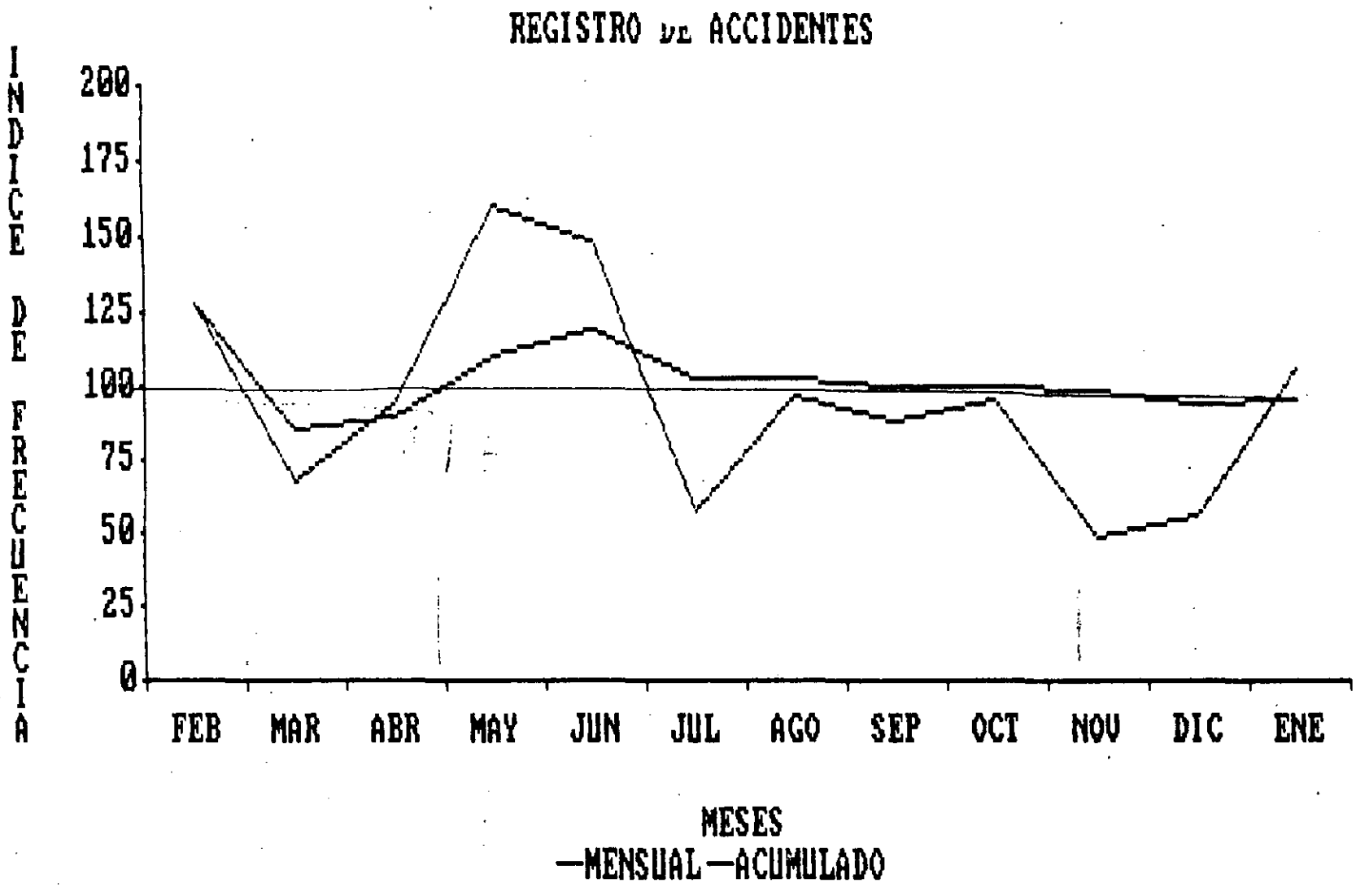
= 40 horas/semana x 50 semanas/año x 50 años

= 100,000 Horas-Hombre.

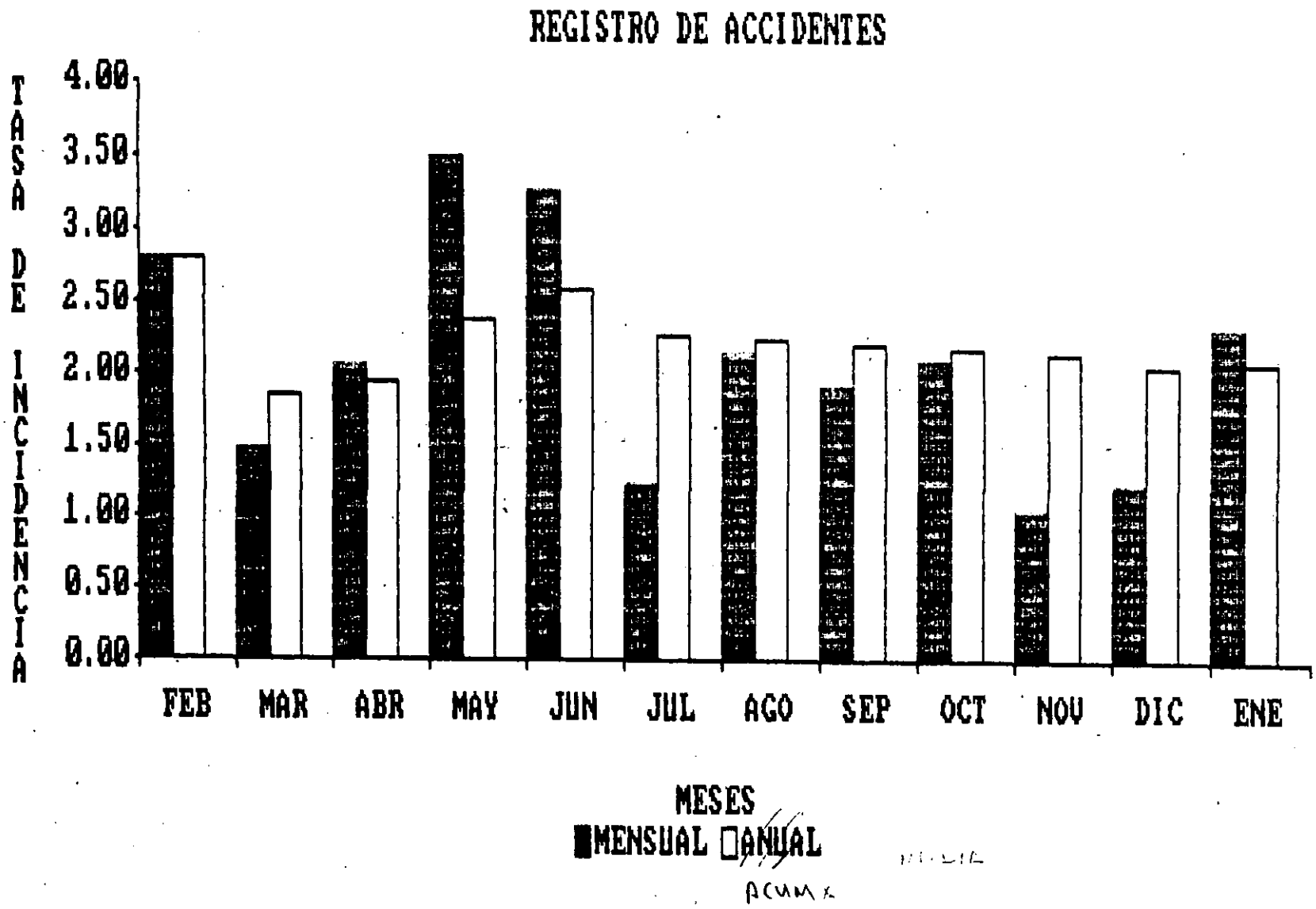
$\frac{I.F.}{10}$ = Accidentes con incapacidad que sufriria un trabajador en su vida laboral promedio, de continuar ante las condiciones de riesgo existentes en su area de trabajo.

I.S.= Indice de Seguridad = nos señala el numero de trabajadores por accidente por cada 100,000 horas de exposicion al riesgo, o en otras palabras, el numero de trabajadores que sufririan accidentes en su "vida laboral promedio", de persistir las condiciones de riesgo de su area de trabajo.

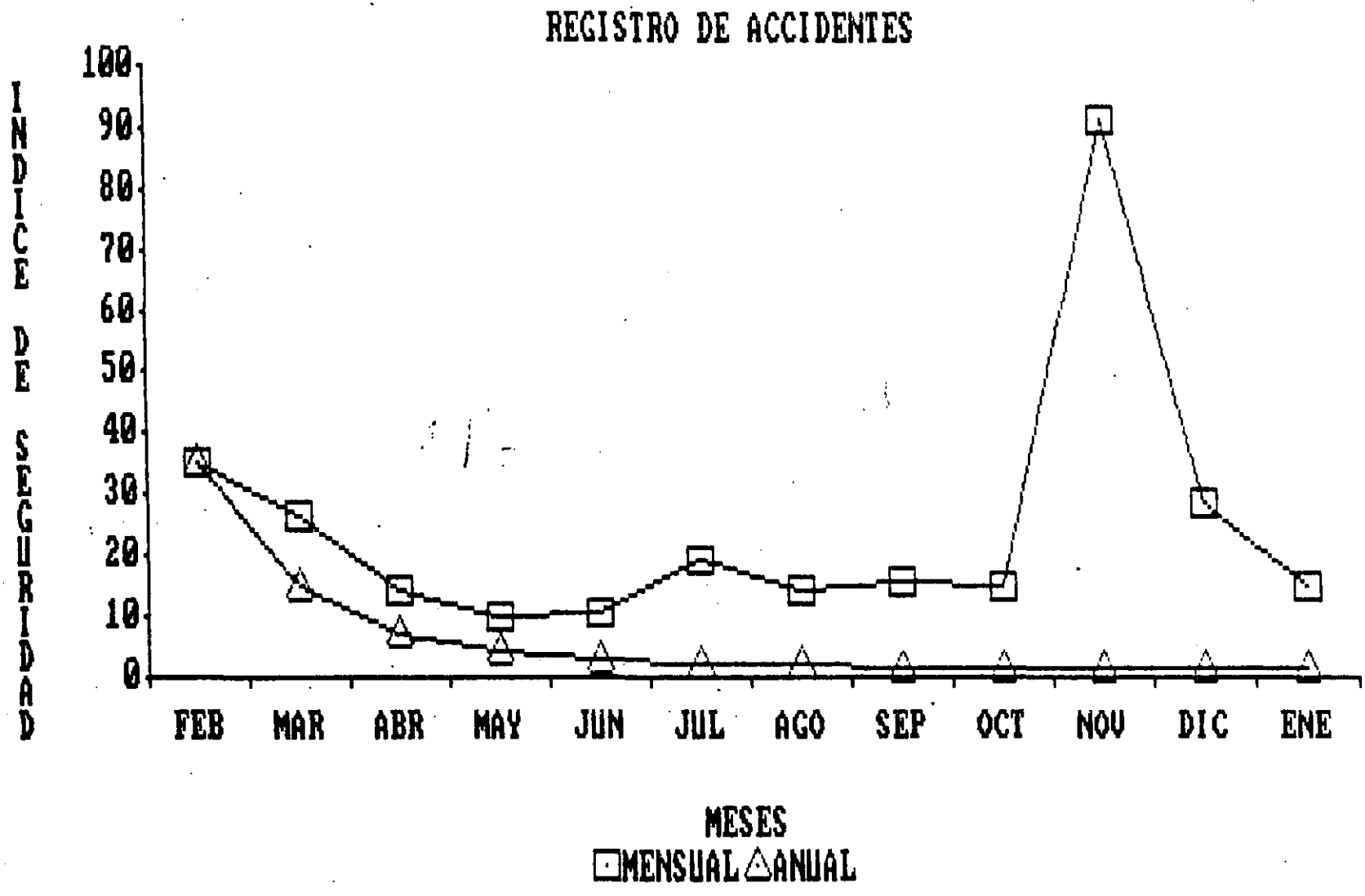
T.I.= Tasa de Incidencia = nos señala el numero de accidentes que ocurren por cada 100 trabajadores, si es que persistieran las condiciones de riesgo en el area de trabajo.


REGISTRO DE ACCIDENTES
INDICE DE FRECUENCIA
200
175
150
125
100
75
50
25
0
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
ENE
MESES
—MENSUAL—ACUMULADO

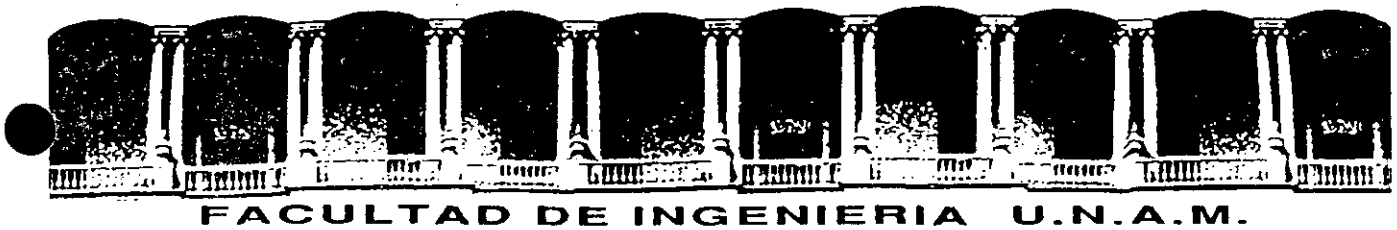
60


REGISTRO DE ACCIDENTES
TASA DE INCIDENCIA
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
0.50
0.00
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
ENE
MESES
MENSUAL
ANUAL
ACUM

19


REGISTRO DE ACCIDENTES
INDICE DE SEGURIDAD
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
ENE
MESES
MENSUAL
ANUAL

62



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

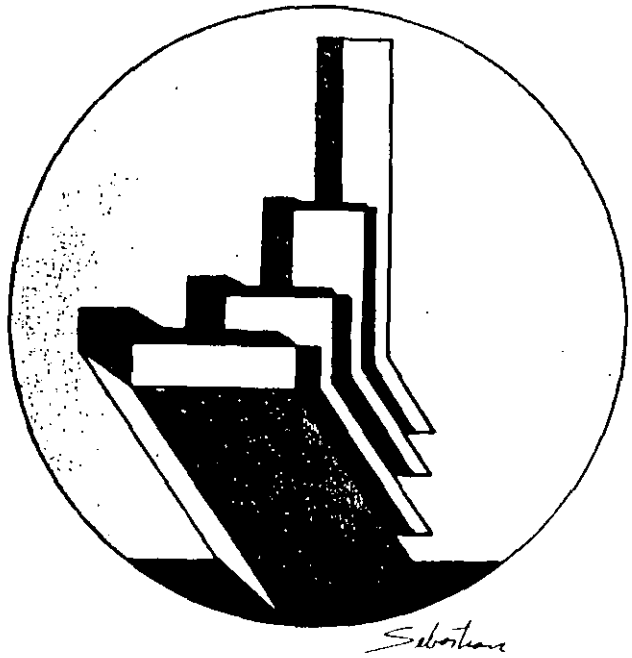
CURSOS ABIERTOS

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CONTROL DE CALIDAD

SEPTIEMBRE - 1992

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285



CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO

Ing. Alvaro Ortíz Fernández **FUNDEC A.C.**

CONTROL DE CALIDAD DEL

CONCRETO HIDRAULICO Y SUS COMPONENTES

ING. ALVARO J. ORTÍZ FERNÁNDEZ.

PRESENTACIÓN

El control de calidad del concreto hidráulico y sus componentes, resulta fundamental si consideramos que, en nuestro país, este es uno de los materiales más utilizados para construir.

En razón de ello, la Fundación para la Enseñanza de la Construcción, FUNDEC, A. C. ha considerado oportuno publicar estos apuntes, elaborados por el Ing. Alvaro Ortíz Fernández, quien ha dedicado gran parte de su vida profesional, al control de calidad y es actualmente profesor de la asignatura Construcción II, en la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M.

Al agradecer ampliamente al Ing. Alvaro Ortíz su colaboración, reiteramos nuestra solicitud a los lectores de esta publicación para que, con sus comentarios y sugerencias, nos permitan enriquecer el contenido de futuras ediciones.

FUNDEC, A. C.
- 1986 -

C A P I T U L O I

I N T R O D U C C I O N.

Es un hecho frecuente que se haga alusión a la nobleza del concreto como material de construcción, en relación con las libertades que sus diversas propiedades han permitido a través de innumerables aplicaciones. No obstante puede decirse que, un tanto paradójicamente, esa renombrada aptitud del concreto para salir airoso de situaciones difíciles han hecho renovar el interés por obtener un conocimiento más exacto de la materia prima con que se han construido tantas y tan audaces obras de Ingenieria.

Una revisión actualizada de los aspectos relacionados con la resistencia del concreto debe incluir necesariamente tanto los conceptos que son fundamentales, y que por ello han sufrido pocos cambios, como los temas relacionados con nuevos estudios, ya se trate de buscar explicaciones racionales para comportamientos conocidos o de superar características en áreas de nuevas aplicaciones.

De este modo, no olvidando las reglas básicas para la juiciosa selección y proporcionamiento de los ingredientes, y sabiendo elegir los equipos más adecuados para el mezclado, transporte y colocación del concreto, posiblemente se estará en aptitud de producir un concreto que, una vez endurecido, se

traduzca en una estructura homogenea sana y estable bajo condiciones normales de servicio. Pero ello evidentemente no sería suficiente, el concreto, que es una masa endurecida de materiales heterogéneos, esta sujeto a la influencia de numerosas variables. Dependiendo de su propia variabilidad, las características de cada uno de los ingredientes del concreto pueden ocasionar variaciones en la resistencia de éste. Las variaciones también pueden ser el resultado de la aplicación deficiente de las practicas seguidas durante la dosificación, el mezclado la transportación, la colocación y el curado.

Además de las variables presentes en el concreto mismo, deberan tomarse en cuenta las variaciones que se tienen durante las pruebas de evaluación de su resistencia.

Por otra parte, aunque partir de premisas ciertas debe conducir a conclusiones felices, es necesario evitar caer en la falacia de "suponer" resultados correctos, no haciendo uso de procedimientos establecidos para la oportuna verificación de esos resultados y disponiendo de medios para interpretarlos debidamente.

Es pues por esto que se ha preparado este material con la esperanza de poder proporcionar al profesionista interesado una herramienta más para la evaluación y el mejor conocimiento de los resultados de ensayes de resistencia a compresión del

concreto y localizar o evitar con esto las posibles variaciones que surgieran al interpretar estos resultados, así, como el origen y causas que pudieran ocasionar a una obra en donde la resistencia del concreto sea un factor decisivo para que esta se traduzca como se dijo anteriormente en una estructura sana y estable bajo condiciones normales de servicio.

Con el fin de comprender el significado de estos ensayes es necesario conocer las propiedades de los componentes del concreto para poder visualizar las características principales del concreto fresco, continuando con las pruebas para determinar las propiedades generales del concreto endurecido, dentro de las cuales esta principalmente la de resistencia a la compresión y con esto poder observar el comportamiento del producto final mediante la interpretación de los resultados de los ensayes a compresión del concreto en cuestión, es decir, una vez teniendo estos resultados ¿Que debo hacer con ellos? ¿Cómo interpretarlos? ¿Para qué sirven?

C A P I T U L O II

PROPIEDADES INDICE DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO.

GENERALIDADES

Principiaremos este trabajo indicando que el concreto es un material artificial, obtenido de la mezcla en proporciones determinadas, de cemento, agregados pétreos, agua y/o aditivos. El cemento, el agua y algunas veces el aire atrapado - forman una pasta que rodea a los agregados, constituyendo un - material heterogéneo

El aire atrapado en el concreto puede ser incluido intencionalmente mediante un aditivo o utilizando cemento inclusor de aire.

Con frecuencia los aditivos se usan también con otros propósitos como para acelerar, retardar, mejorar la trabajabilidad, reducir los requerimientos de agua de mezclado, incre-- mentar la resistencia o mejorar otras propiedades del concreto.

Ordinariamente, la pasta de cemento constituye del 25 al 40% del volumen total del concreto, como se muestra en la - fig. II.1, el volumen absoluto de cemento está comprendido --- usualmente entre 7 y 15%, el agua del 14 al 21% y el agregado constituye aproximadamente del 60 al 80% del volumen total de éste.

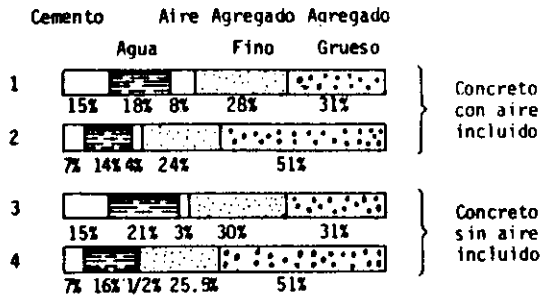


FIG. II.1 Variación en las proporciones de materiales usados en el concreto. Las barras 1 y 3 representan mez-- clas ricas con agregados pequeños. Las barras 2 y 4 representan mezclas pobres con agregados grandes.

Las variaciones de tipos y calidad de todos estos in-- gredientes son muy grandes si los consideramos en términos gene rales. Sin embargo debemos comprender que para cada obra en es pecial se deben realizar las investigaciones y estudios inicia- les necesarios para definir los siguientes conceptos:

- Fuentes de abastecimiento
- Tipos y características especiales dependiendo de - la calidad y fin que requiera la obra.
- Diseño de proporcionamientos.
- Especificaciones de calidad del concreto.

Los tecnicos encargados de efectuar estos trabajos pre liminares normalmente se apoyan en las normas oficiales o reco- nocidas las cuales se nombraran en su oportunidad.

Sin embargo en ocasiones se ven obligados a rebasar al gunos de estos límites por las características especiales de la obra, o por las limitaciones de la región en cuanto a fuentes - de abastecimiento se refiere. Estas circunstancias deben ser - tomadas en cuenta en los estudios y cualquier solución propues- ta debe garantizar el comportamiento correcto de la estructura, a pesar de aparentes deficiencias en los materiales.

En estos casos, las especificaciones de obra deberán - abarcar y limitar en forma realista las anomalías existentes, - dentro de los rangos que el especialista juzgue conveniente.

CEMENTO PORTLAND

El nombre de cemento Portland fue concebido original-- mente debido a la semejanza de color y calidad entre el cemento fraguado y una caliza obtenida en la cantera de Portland, Inglaterra.

En el sentido general de la palabra, el cemento puede describirse como un material con propiedades tanto adhesivas como cohesivas, las cuales le dan la capacidad de aglutinar fragmentos minerales para formar un todo compacto.

El cemento Portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra, u otros materiales similares, -- tiene la propiedad de fraguar y endurecer en virtud de que experimenta una reacción química con dicha agua, es por esto que se le denomina cemento hidráulico, la norma de calidad que rige al Cemento Portland en la República Mexicana es la Norma Oficial - Mexicana NOM-C-1-1980, la cual da la siguiente definición de este producto:

Es el conglomerado hidráulico que resulta de la pulverización del Clinker frio, a un grado de finura determinado, al cual se le adicionan sulfato de calcio natural o agua y sulfato de calcio natural. A criterio del productor pueden incorporar-

se además, como auxiliares a la molienda o para impartir determinadas propiedades al cemento, otros materiales en proporción tal que no sean nocivos para el comportamiento posterior del - producto, de acuerdo con lo especificado en la NOM-C-133-1980 (Coadyuvantes de molienda empleados en la elaboración de cementos hidráulicos).

También en la norma de Cemento Portland, se define el Clinker como el mineral sintético granular, resultante de la -- cocción a una temperatura del orden de 1673°K (1400°C), de materias primas de naturaleza calcarea y arcillo ferruginosa previamente trituradas, proporcionadas, mezcladas, pulverizadas y homogeneizadas. Esencialmente el Clinker está constituido por silicatos, aluminio y aluminoferrito cálcicos.

PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND

La mayor parte de las especificaciones para cemento -- Portland limitan la composición Química y algunas propiedades - físicas de éste. El conocimiento de sus principales propieda-- des, es importante para poder interpretar los resultados de las pruebas a compresión del concreto

Dentro de las propiedades Químicas es conveniente indicar cuales son los principales componentes de un cemento:

Silicato tricálcico	C_3S
Silicato dicálcico	C_2S
Aluminato tricálcico	C_3A
Ferroaluminato tetracálcico	C_4AF

Estos elementos constituyen alrededor del 90% del cemento, el otro 10% lo constituyen elementos como: yeso, cal libre, magnesio, alcalisis, etc.

A continuación se describe brevemente la función de cada uno de estos elementos en el cemento.

C_3S Silicato tricálcico.

De este elemento dependen las resistencias que se obtengan hasta los 28 días aproximadamente.

C_2S Silicato dicálcico.

Del C_2S dependerán las resistenccias que se obtengan a partir de los 28 días.

C_3A Aluminato tricálcico.

Es el elemento que más calor genera en el cemento. De éste dependen las variaciones del volumen del cemento y la formación de grietas. Este elemento es el más vulnerable al al ataque de los sulfatos.

C_4AF Ferroaluminato tetracálcico

Ayuda a acelerar la hidratación en el concreto.

SO_4Ca Yeso

Regula la acción química entre el cemento y el agua y controla el tiempo de fraguado.

Dentro de las principales Propiedades Físicas tenemos: finura, sanidad, tiempo de fraguado, resistencia a la compresión, resistencia a la tensión, calor de hidratación y falso fraguado.

A continuación se describen las propiedades en forma breve así como la Norma en que se apoyan estas.

FINURA:

NOM-C-150-1973 determinación de la finura de cementantes hidráulicos mediante el Tamiz N° 80.

NOM-C-49-1970 método de prueba para la determinación de la finura de cementantes hidráulicos mediante el Tamiz N° 130 M.

NOM-C-55-1966 método de prueba para determinar finura de los cementantes hidráulicos (Método turbidimétrico).

NOM-C-56-1968 Método de prueba para determinar la finura de los cementantes hidráulicos (Método de permeabilidad al aire)

La finura del cemento interviene en forma determinante en la resistencia y en la hidratación de este.

Al aumentar la finura del cemento aumenta la rapidez a la que se hidrata el cemento, acelerando la adquisición de resistencia. Los efectos del aumento de finura en la resistencia se manifiestan principalmente durante los primeros 7 días. Al aumentar la finura, el agua necesaria para obtener un concreto con un cierto rendimiento disminuye hasta alcanzar los elevados grados de finura del tipo III o de rápido endurecimiento.

SANIDAD:

NOM-C-62-1968 Método de prueba para determinar la sanidad de cementantes hidráulicos.

Sanidad es la propiedad que tiene una pasta de cemento fraguado a permanecer con un volumen constante.

Estas variaciones al volumen son atribuidas a diversos compuestos, pero principalmente se presentan cuando existe cal libre después del fraguado inicial Esta cal, al absorver agua, aumenta en forma notoria el volumen de la pasta.

En ocasiones los cambios volumétricos se presentan meses después de elaborada la mezcla, por lo que las pruebas que existen para determinar la sanidad de un cemento aceleran el tiempo de fraguado. La mayor parte de las especificaciones para el cemento limitan la proporción de magnesia y la dilatación en el autoclave. Desde la adopción de la prueba de la dilatación en el autoclave por la ASTM en 1943, practicamente no han ocurrido casos de dilatación anormal atribuibles a la falta de firmeza.

TIEMPO DE FRAGUADO:

NOM-C-58-1967 Determinación del tiempo de fraguado en cementantes hidráulicos (Método de Gillmore).

NOM-C-59-1968 Determinación del tiempo de fraguado de cementantes hidráulicos (Método de Vicat).

Considerando que el fraguado es el proceso mediante el cual una pasta de cemento pasa del estado fluído al estado sólido, el proceso ha sido dividido en 2 etapas para su correcto estudio:

Fraguado Inicial.- Considerado desde el momento en que el agua entra en contacto con el cemento, hasta que la aguja del aparato llamado de Vicat (Fig. II.2) penetra 5 mm. en la mezcla.

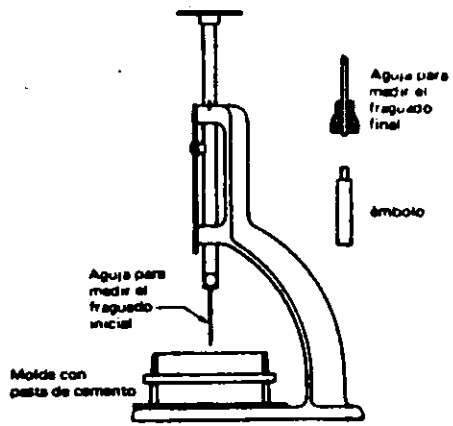


FIG. II.2 APARATO DE VICAT

Fraguado Final.- Para poder determinar cuando ocurre esta etapa, es necesario recurrir a una aguja de sección cuadrada 1 mm. con un cono ahuecado de manera que tenga una arista cortante de 5 mm. de diámetro y colocado 0.5 mm. arriba del extremo de la aguja. Al poner estos implementos en contacto con la pasta, la aguja dejará una marca, no así el filo cortante del cono.

FALSO FRAGUADO

NOM-C-132-1970 Determinación del fraguado falso del cemento Portland por el método de pasta.

Este fenómeno se presenta pocos minutos después de que el cemento ha hecho contacto con el agua. Consiste en el endurecimiento casi inmediato, es decir antes del tiempo normal de fraguado, de la mezcla.

La causa del fraguado falso se origina cuando se deshidrata el yeso contenido en el cemento. Esta deshidratación ocurre en los molinos donde el clinker y el yeso se muelen conjuntamente para obtener el cemento.

Al presentarse el fraguado falso, es recomendable dejar reposar la mezcla durante 5 minutos y remezclar nuevamente por espacio de 3 minutos.

RESISTENCIA A LA COMPRESION

NOM-C-61-1976 Determinación de la resistencia a la -- presión de cementantes hidráulicos.

La resistencia a la compresión del cemento Portland, - según lo especifica la NOM, es la obtenida en pruebas de cubos estandar de 2 pulgadas. Estos cubos se hacen y curan de la manera prescrita usando una "arena estandar". Las resistencias a las diferentes edades son indicadoras de las características -- del cemento para adquirir resistencia, pero no pueden usarse para predecir las resistencias del concreto con precisión a causa de las muchas variables que intervienen en las mezclas de con-- creto.

CALOR DE HIDRATACION.

El calor de hidratación es el generado cuando reaccionan el cemento y el agua. La cantidad de calor generado depende principalmente de la composición química del cemento; a la - tasa de generación de calor la afecta la finura y temperatura - de curado, así como la composición química. En algunas estructuras, como aquellas de gran masa, la rapidez y la cantidad de- calor generado son importantes ya que si no se disipa este ca-- lor rápidamente, puede ocurrir una importante elevación de temperatura en el concreto, acompañado de una dilatación térmica.

PERDIDA POR IGNICION

La pérdida por ignición del cemento Portland se determina calentando una muestra de cemento de peso conocido al rojo vivo (de 900 a 1000°C) hasta obtener un peso constante. Posteriormente se determina la pérdida de peso de la muestra. Nor-- malmente, la pérdida de peso no excede del 2 por ciento. Una - elevada pérdida por ignición es una indicación de prehidrata--- ción o carbonatación que puede ser producida por un almacena--- miento incorrecto y prolongado.

PESO ESPECIFICO:

NOM-C-152-1970 Método de prueba para la determinación del peso específico de cementantes hidráulicos.

El peso específico del cemento Portland generalmente - es de 3.15. El cemento Portland de escorias de altos hornos -- puede tener pesos específicos de aproximadamente 2.90. El peso específico de un cemento no indica la calidad del mismo pero su uso principal es para el diseño de mezclas.

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

Los diferentes tipos de cemento Portland se fabrican - para satisfacer ciertas propiedades físicas y químicas y para - objetos especiales.

La NOM-C-1-1980 Clasifica al cemento Portland en cinco tipos:

TIPO I. Común. Para uso general en construcciones de concreto cuando no se requieran las propiedades especiales de los tipos II, III, IV, y V. Es decir se usa donde el cemento o el concreto no está sujeto al ataque de factores específicos, como a los sulfatos del suelo o del agua, o a elevaciones perjudiciales de temperatura, debido al calor generado en la hidratación. Entre sus usos incluyen pavimentos y aceras, edificios de concreto reforzado, puentes, estructuras para ferrocarriles, tanques y depósitos, alcantarillas, tuberías para agua, mampostéo, etc.

TIPO II. Modificado. Destinado a construcciones de concreto expuestos a una acción moderada de los sulfatos o cuando se requiera un calor de hidratación moderado, como en las estructuras de drenaje, donde las concentraciones de sulfato en las aguas subterráneas sean algo más elevadas que lo normal, pero normalmente no muy graves. Si se especifica el calor máximo de hidratación para el cemento, puede usarse este tipo de cemento en las estructuras de gran masa, como en las grandes pilas, estribos gruesos, y en los muros de contención gruesos. Con su uso, se disminuye al mínimo la elevación de temperatura, lo que es especialmente importante cuando el concreto se cuela en climas cálidos.

TIPO III. De Rápida Resistencia Alta. Para la elaboración de concretos en los que se requiera una alta resistencia a temprana edad. Se usa cuando se tienen que retirar las cimbras o moldes lo más pronto que sea posible, o cuando la estructura se debe poner en servicio rápidamente. En tiempo frío, su uso permite reducir el período de curado controlado.

TIPO IV. De bajo calor. Cuando se requiera un reducido calor de hidratación. Sus propiedades son las necesarias para usarse en estructuras de concreto de gran masa, como las grandes presas de gravedad, donde la elevación producida en la temperatura por el calor generado durante el endurecimiento es un factor crítico.

TIPO. V. Del alta resistencia a los sulfatos. Cuando se requiera una alta resistencia a la acción de los sulfatos. Es decir, principalmente donde los suelos o el agua subterránea tenga una concentración elevada de sulfatos.

Además de estos cinco tipos de cemento la industria cementera mexicana produce los siguientes tipos de cemento Portland:

Blanco

Portland-Puzolana

Portland-Escoria de Alto Horno

Cemento de Albañilería.

CEMENTO PORTLAND BLANCO.

Este cemento puede ser clasificado como Tipo I o Tipo III según satisfaga los requerimientos de la NOM-C-1-1980 para los tipos mencionados. El bajo contenido de óxido férrico (menor a un 0.5%), origina su color blanco, en su fabricación se utiliza caolin (material blanco cuyos componentes son sílice, óxido de aluminio y óxido férrico en mínima proporción) en lugar de arcilla.

Sus aplicaciones están condicionadas a elementos constructivos de acabado aparente, algunos ejemplos de la utilización del cemento blanco los tenemos en: fachadas prefabricadas para edificios, elaboración de piedras artificiales, mosaicos, terrazos, pisos, juntas, base para la fabricación de pintura, etc.

CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana el cemento Portland Puzolánico, es el conglomerante hidrúlico que se obtiene de la molienda conjunta de clinker Portland, puzolana y sulfato de calcio natural, que le imparten un calor de hidratación moderado. Cuando se requiera una resistencia moderada a la acción de los sulfatos, el clinker Portland que se emplee contendrá -- como máximo, 8% del aluminato tricálcico. La cantidad de puzolana constituirá del 15 al 40% en peso del producto.

Algunas puzolanas naturales que se emplean en la fabricación del cemento Portland-Puzolana, son: cenizas volcánicas, pomez, tierra de diatomácias, pizarras, esquistos, etc. pero -- también pueden ser utilizados ciertos subproductos industriales como cenizas volantes, determinados tipos de escoria o algunos materiales activados por calentamiento.

En la NOM-C-2-1970 se especifican los requisitos químicos y físicos que deberá satisfacer este cemento Portland Puzolana.

CEMENTO DE ESCORIAS

NOM-C-184-1970 Cemento de escoria

En este grupo de cementos, existen 3 tipos, diferenciados cada uno por la característica de la escoria y del aglomerante utilizado.

La fabricación de este cemento requiere de la mezcla - en frío de los siguientes elementos previamente pulverizados; - escoria ácida, cal (hidratada o hidráulica) y un sulfato que actuará como acelerador del proceso de fraguado.

Debido a las escorias, el fraguado al aire de un concreto elaborado a base de cemento de escorias es lentísimo, en medios sumergidos o semihúmedos es donde mayor resistencia alcanza. Durante su hidratación desprende poco calor, pero además es muy sensible a las bajas temperaturas, ya que estas retardan su fraguado y disminuyen su resistencia.

Se recomienda su utilización en colados donde se requieran grandes volúmenes de concreto.

CEMENTO PORTLAND DE ALTOS HORNOS.

La obtención de este cemento requiere de la molienda conjunta de clinker, escoria granulada de alto horno y yeso. Las escorias constituyen de un 30% a un 70% del volumen total del cemento.

Para enfriar el clinker Portland, es suficiente el aire a la salida del horno rotativo, en cambio las escorias de alto horno requieren de chorros de agua o tanques con agua para poder enfriarlas.

La molienda de los elementos antes citados deberá efectuarse con todos los componentes ya fríos.

Debido a que las escorias son muy frágiles, este tipo de cemento resulta por lo general de una finura mayor que la de los cementos Portland.

Sus propiedades lo hacen más resistente al ataque de las aguas agresivas.

El bajo calor de hidratación que desprende durante su fraguado, lo hace ideal para obras hidráulicas, pero por sus características puede ser empleado en cualquier tipo de estructura.

CEMENTO DE ALBAÑILERIA

La obtención de este cemento se logra por la molienda conjunta del clínker, calizas, y yeso, a veces cierto tipo de materiales puzolánicos y en algunas ocasiones la adición de algún agente inclusor de aires.

Este cemento, debidamente mezclado con arena fina y agua produce un mortero plástico y cohesivo. Su tiempo de fraguado es menor y se logran mayores resistencias que con un mortero elaborado con cualquier otro tipo de cemento.

Otras propiedades que posee este tipo de cemento hidráulico son: menores cambios volumétricos, mayor poder de retención del agua y gran trabajabilidad.

A G U A.

Casi cualquier agua natural que pueda beberse y que no tenga sabor u olor notable sirve para mezclar el concreto. Sin embargo, el agua que sirve para mezclar concreto puede no servir para beberla.

Puede usarse agua cuyo comportamiento no se conozca para hacer concreto, si los cubos de mortero hechos con esa agua alcanzan resistencias a los 7 y a los 28 días iguales a la de cuando menos el 90% de muestras en que se hayan empleado agua potable. Además, deben hacerse pruebas para tener la seguridad de que no afecta desfavorablemente el tiempo de fraguado del cemento por las impurezas contenidas en el agua de mezcla. Cuando son excesivas las impurezas contenidas en el agua de mezcla, pueden afectar no solamente el tiempo del fraguado, la resistencia del concreto, la constancia de volumen, sino que pueden hasta producir eflorescencia o corrosión del refuerzo.

Para determinar las características que presenta el agua para concreto, se deben utilizar las muestras tal como se reciben y de acuerdo con la NOM-C-277-1980 (Método para obtener una muestra representativa de agua para concreto), además de analizar, cuando menos, tres muestras representativas.

Los métodos de análisis que se deben aplicar al agua para obtener sus características se especifican en la NOM-C-283-1982 "agua para concreto" y son:

1. Determinación de aceite, grasa y sólidos en suspensión.
2. Determinación de la suma de carbonatos y bicarbonatos como $CO_3^{=}$.
3. Determinación de sulfatos como $SO_4^{=}$
4. Determinación de cloruros como Cl^{-}
5. Determinación de la materia orgánica por el oxígeno consumido.
6. Determinación del magnesio Mg^{++}
7. Determinación de CO_2 disuelto
8. Determinación del PH
9. Determinación de impurezas en solución
10. Determinación de alcalis como Na^{+}

A G R E G A D O S.

No obstante que los agregados pétreos representan la mayor parte del volumen del concreto (aproximadamente del 60 al 80%), el importante papel que estos desempeñan como ingrediente principal, es a menudo subestimado a causa de su bajo costo en relación con el del cemento. Originalmente, los agregados eran considerados como un material inerte esparcido en la pasta del cemento sólo por razones económicas, siendo que en realidad no es un material inerte, sino que sus propiedades físicas, térmicas y químicas influyen grandemente en el comportamiento del concreto. Así tenemos que la durabilidad, economía, trabajabilidad, permeabilidad, propiedades térmicas, peso volumétrico, resistencia y elasticidad, pueden ser adversamente afectados o, al contrario, mejorados con sólo cambiar la calidad y granulometría de los agregados. Los agregados para concreto deben estar de acuerdo con la NOM-C-111-1980 (Agregados para concreto).

Estos se pueden clasificar de acuerdo a las siguientes características:

Por su origen

Por su peso

Por su tamaño

Por su forma y textura

CLASIFICACION POR SU ORIGEN

Las rocas se dividen en tres grupos principales que -- son los siguientes:

Rocas ígneas
Rocas sedimentarias
Rocas metamórficas

El origen de los agregados y su composición mineralógica es importante, principalmente en los estudios preliminares, para definir la posibilidad de reacciones nocivas con los componentes alcalinos del cemento.

Aun cuando esto no es muy común, no debe descartarse - esta posibilidad, sobre todo si no se cuenta con estudios o experiencias, previas que aseguren la ausencia de efectos detri-- mentes al concreto.

CLASIFICACION POR PESO.

Esta forma de clasificar a los agregados tiene mucha- utilidad, principalmente para conocer o diseñar el peso de las- estructuras de concreto. Así, los agregados quedan divididos - en los siguientes tres grupos: ligeros, normales y pesados. El control de esta característica es importante cuando el peso de- la estructura influye en su diseño o su comportamiento.

CLASIFICACION POR TAMAÑO

En forma general los agregados se clasifican en grueso y fino, para lo cual ha quedado establecido como norma que el - límite que divide estas dos fracciones, en cuanto a su tamaño - de partículas, es el de la malla No. 4, es decir, que el agregado grueso está formado por las partículas retenidas en dicha malla, hasta el tamaño máximo de partícula que se haya escogido - para el concreto. Los tamaños máximos más utilizados son de -- 3/4" y 1 1/2", sin tocar el tema de concretos especiales o ciclópeos. A su vez, el agregado fino se compone del material que- pasa la malla No. 4, (4.76 mm.) hasta las partículas más finas malla No. 100 (0.15 mm).

La importancia de clasificar los agregados en grueso y fino es primordialmente para lograr, en la práctica, una combinación adecuada de estas dos fracciones, asegurando así una com

posición granulométrica correcta y suficientemente uniforme para obtener el producto final deseado.

CLASIFICACION POR SU FORMA Y TEXTURA

Las características de forma y textura tienen también efectos importantes en el concreto, sobre todo en cuanto a su compactación y su trabajabilidad. Existen varias clasificaciones para la forma de la partícula, de las cuales la siguiente es un ejemplo:

Redondeada
Irregular
Lajeada
Angular
Elongada

Otro ejemplo es el siguiente:

Muy redonda
Redonda
Subredonda
Subangular
Angular

A la vez la textura puede clasificarse como sigue:

Vitrea
Lisa
Granular
Aspera
Cristalina
Porosa

La forma y textura pueden afectar la trabajabilidad del concreto, por lo cual también podrán alterar a la demanda del agua y del cemento y, por consiguiente, a la resistencia final. La textura afecta también a la adherencia que se desarrolla entre la partícula y la pasta de cemento, por lo cual nuevamente está influenciando a la resistencia del concreto.

Estas características se deberán tomar en cuenta para los estudios iniciales pero, una vez definidos los agregados, no es factible tratar de controlar sus variaciones, más que en casos muy contados, como sería por ejemplo, el empleo de equipo especial de trituración para mejorar la forma de la partícula.

Una clasificación muy general de los agregados la podemos manejar como sigue:

- Agregados
  - Naturales
    - De ríos
      - Abanicos aluviales
      - Terrazas
      - Planicies de inundación
    - Otros
      - Depósitos lacustres
      - Dunas
      - Depósitos residuales
  - Triturados
  - Artificiales
  - Especiales

Los agregados más comunmente usados como la arena, grava, piedra triturada y escoria de altos hornos enfriada al aire producen concreto de peso normal es decir concreto que pesa de 2100 a 2500 kilogramos por metro cúbico.

Las lutitas, arcillas, pizarras y escoria esponjadas se usan como agregados para producir concretos estructurales ligeros, con pesos unitarios que varían de 1300 a 1800 kilogramos por metro cúbico y otros materiales ligeros como la piedra pómez, la escoria, la perlita, la vermiculita y la diatomita se usan para producir concretos aisladores que pesan de 240 a 1400 kilogramos por metro cúbico. Los materiales muy densos como la

barita, limonita, magnetita, ilmenita, hierro y partículas de acero se usan para producir concreto muy denso.

Los agregados de peso normal deben satisfacer los requisitos de calidad de la especificación NOM-C-111-1980 "Agregados para concreto". Los agregados estructurales ligeros deben satisfacer los requisitos de las Especificaciones de los Agregados Ligeros para concreto estructural (NOM-C-299-1980). Los agregados para concretos Aisladores deben satisfacer los requisitos de la Especificación para Agregados Ligeros para Concretos Aisladores (ASTM, C332). En la actualidad no existen especificaciones para los materiales de gran peso.

En la norma NOM-C-305-1980 "Agregados para concreto, descripción de sus componentes minerales naturales" se describen los minerales más comunes o importantes que se encuentran en los agregados. La clasificación mineralógica ayuda a determinar las propiedades de un agregado, pero no ofrece ninguna base para predecir la actuación del concreto, pues no hay minerales universalmente deseables, y muy pocos resultan siempre indeseables.

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

Composición granulométrica
Peso específico
Absorción

Peso volumétrico

Sanidad

Resistencia

Resistencia al desgaste

Reacción alcali-agregado

Forma y textura superficial de las partículas

COMPOSICION GRANULOMETRICA.

La composición granulométrica es la distribución de tamaños de partículas, determinada en laboratorio por medio de -- una separación mecánica efectuada con mallas reglamentarias. -- Los valores que se obtienen mediante esta prueba (NOM-C-77-1966 método de prueba para análisis granulométrico de agregados fi-- nos y gruesos), expresados como porcentajes retenidos, o que pasen las diversas mallas, se tabulan y se grafican para su interpretación. La granulometría de los agregados juega un papel de máxima importancia en las características del concreto.

Las variaciones en graduación de los agregados alteran a una serie muy compleja de factores, empezando por el área específica del material pétreo, que a su vez afecta a la trabajabilidad del concreto y a la demanda de agua y cemento. Como resultado también se afecta a la compactación de la masa de con-- creto y otras características tales como el acabado, la segregación y el sangrado.

Las norma oficial señala límites de graduación óptima para los agregados grueso y fino. Aún cuando no siempre es- posible ajustarse a ellos, constituyen un criterio definido a - las tendencias que deben buscarse para obtener el mejor comportamiento de los agregados.

PESO ESPECIFICO, ABSORCION Y PESO VOLUMETRICO

Estas características son importantes para los estu- - dios iniciales del concreto, ya que todos estos valores inter-- vienen en el diseño de los porporcionamientos para las resistencias especificadas de proyecto.

Además el peso específico da una buena idea de la composición física de las partículas individuales, que a su vez -- proporciona datos para clasificar al agregado como ligero o pesado (NOM-C-72-1968) y para tener un indicio inicial sobre resistencia potencial. El peso volumétrico también califica al agregado en características semejantes, para este caso se refiere - al conjunto de partículas en vez de a las partículas individuales.

En la NOM-C-73-1972, Se contempla la determinación -- del peso unitario de los agregados.

Por su parte, la absorción proporciona idea de la poro

sidad del material, que estará influenciado a su vez a características tales como su densidad aparente, textura, demanda de agua y resistencia estructural.

SANIDAD

Esta es la capacidad del agregado para resistir cambios excesivos en volumen, como consecuencia de los cambios en condiciones físicas, estos últimos causados por variaciones ambientales tales como: Congelamiento y deshielo, cambios térmicos y estados de saturación y secado.

Existen pruebas de laboratorio (NOM-C-75-1972 determinación de la sanidad de los agregados por medio de sulfato de sodio o del sulfato de magnesio) que pretenden reproducir en forma aproximada esta condición y por consiguiente dan valores relativos que clasifican al agregado en cuanto a su resistencia contra estos agentes.

RESISTENCIA

Es clara la importancia que tiene la resistencia de los agregados puesto que de ella dependerá la resistencia al concreto.

Se pueden considerar dos tipos principales de resistencia en las partículas que forman el agregado que son: Resistencia a la compresión y resistencia al impacto (tenacidad). Existen métodos para valuar ambas resistencias y, aunque principalmente se utilizan para los estudios iniciales de aceptación, también se emplean para control de calidad de los agregados ya que es muy factible que se presenten variaciones de estas características, aún en un mismo banco de material.

RESISTENCIA AL DESGASTE

La resistencia al desgaste de un agregado se usa con frecuencia como indicador general de la calidad del agregado. Esta característica es esencial cuando el agregado se usa en concreto sujeto a desgaste como en los pisos para servicio pesado.

El método de prueba más común para la resistencia al desgaste es el método del tambor giratorio de Los Angeles (NOM-C-196-1978). Sin embargo, la comparación de los resultados de las pruebas de desgaste de los agregados con las hechas para determinar la resistencia al desgaste del concreto no muestran una correlación directa. La resistencia al desgaste del concreto puede determinarse con más precisión mediante pruebas de desgaste en el mismo concreto.

REACCION ALCALI-AGREGADO (NOM-C-298-1980)

Se considera que los agregados tienen estabilidad química cuando no reaccionan químicamente con el cemento en forma peligrosa, ni sufren la influencia química de otras fuentes externas. En algunas regiones, los agregados que tienen ciertos elementos químicos reaccionan con los álcalis del cemento. Esta reacción álcali agregado puede producir expansion anormal y agrietamientos irregulares en el concreto.

Si no existen registros sobre el comportamiento del agregado y se sospecha que es inestable químicamente, existen pruebas para identificar los agregados que reaccionan con los álcalis la NOM-C-180-1971 "Métodos de prueba para la determinación de la reactividad potencial de los agregados con los álcalis del cemento por medio de barras de mortero"

FORMA Y TEXTURA SUPERFICIAL DE LAS PARTICULAS

La forma de las partículas y la textura superficial de un agregado influyen en las propiedades del concreto fresco más que en el concreto endurecido. Las partículas de superficie rugosa o las planas y alargadas requieren más agua para producir un concreto manejable que los agregados redondeados o con partículas cuboides. Por tanto, las partículas del agregado que son angulares requieren más cemento para mantener la misma relación

agua-cemento. Sin embargo, cuando la gradación es buena, tanto los agregados triturados como los no triturados generalmente dan la misma resistencia, siempre que la dosificación de cemento sea la misma.

En la siguiente tabla se resumen las características antes mencionadas.

Característica	Significado o importancia	N.O.M.	Requisitos, según la(s) especificación(es).
Resistencia al desgaste	Indicador de la calidad del agregado. Para los pisos de bodegas, plataformas de carga, pavimentos.	C-196-1978	Máximo porcentaje de pérdida
Resistencia a la congelación y la fusión	Estructuras sujetas al intemperismo	C-75-1972	Número máximo de ciclos
Estabilidad química	Resistencia y durabilidad de todos los tipos de estructuras	C-180-1971	Máxima dilatación de la barra de mortero * Los agregados no deberán reaccionar con los álcalis del cemento.
Forma de la partícula y textura superficial.	Manejabilidad del concreto fresco.		Porcentaje máximo de piezas.
Granulometría.	Manejabilidad del concreto fresco. Economía.	C-77-1966	Porcentaje máximo y mínimo que pasa por las cribas estándar.
Peso volumétrico unitario.	Cálculos para el proyecto de mezclas Clasificación.	C-73-1972	Peso unitario mínimo o máximo (concretos especiales).
Absorción y humedad superficial.	Control de la calidad del concreto.		

SUSTANCIAS PERJUDICIALES EN LOS AGREGADOS.

Las sustancias perjudiciales que pueden estar presentes en los agregados incluyen las impurezas orgánicas, limo, arcilla, carbón de piedra, lignito y algunas partículas blandas y ligeras. La mayor parte de las especificaciones limitan las cantidades permisibles de estas sustancias en los agregados.

Los métodos de prueba para descubrir las sustancias perjudiciales, cualitativa o cuantitativamente, se dan en la siguiente tabla:

Sustancias Perjudiciales	Efectos sobre el concreto	NOM
Impurezas orgánicas	afectan el fraguado y el endurecimiento, y pueden producir deterioro.	C-76-1966
Materiales más finos que la malla N° 200	Afectan la adherencia y aumentan la cantidad de agua necesaria.	C-71-1967
Carbón de Piedra, Lignito u otros materiales ligeros.	Afectan la durabilidad y pueden producir manchas y reventones.	C-72-1968
Partículas blandas.	Afectan la durabilidad	
Partículas frágiles.	Afectan la manejabilidad y la durabilidad, y pueden producir reventones.	

Resumiendo las características de los agregados que afectan las propiedades del concreto tenemos:

Propiedad del Concreto	Propiedad Sobresaliente del Agregado
DURABILIDAD:	
Resistencia al congelamiento y deshielo	Sanidad Porosidad Permeabilidad Grado de Saturación Resistencia a la tensión Textura Presencia de Arcilla
Resistencia al mojado y secado	Estructura de los Poros Módulo de Elasticidad
Resistencia al calentamiento y enfraimiento	Coeficiente de expansión térmica
Resistencia a la abrasión	Dureza
Reacción álcali-agregados	Presencia de ciertos componentes silícicos
RESISTENCIA:	Resistencia Textura superficial Limpieza Forma de la partícula Tamaño máximo
CONTRACCION:	Módulo de elasticidad Forma de la partícula Granulometría Limpieza Tamaño máximo Porcentaje de arcilla
COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA:	Coeficiente de expansión térmica Módulo de elasticidad
CONDUCTIVIDAD TERMICA:	Conductividad térmica
CALOR ESPECIFICO:	Calor específico

Propiedad del Concreto	Propiedad sobresaliente del Agregado
PESO VOLUMETRICO:	Densidad Forma de la partícula Granulometría Tamaño máximo
MODULO DE ELASTICIDAD:	Módulo de elasticidad Relación de Poisson
DESLIZAMIENTO:	Tendencia al pulimento
ECONOMIA:	Forma de la partícula Granulometría Tamaño máximo Cantidad de procesamiento Disponibilidad

C A P I T U L O III

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL CONCRETO FRESCO.

Para continuar con la finalidad de proporcionar al profesionista, herramientas para el mejor conocimiento del concreto, así como para tener bases más firmes para la interpretación de los resultados de ensayes de resistencia a compresión del mismo, daremos un pequeño repaso a las características principales del concreto fresco.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

Entre las principales características del concreto fresco podemos considerar las siguientes:

UNIFORMIDAD

Considerando que el concreto es un material heterogéneo que se produce mezclando diversos componentes en cantidades establecidas, es necesario que esta mezcla sea uniforme de buena cohesión y no segregable. Para que esto ocurra se requiere conjugar dos condiciones indispensables:

Que la mezcla este correctamente diseñada y con la consistencia adecuada a las condiciones de ejecución de la obra.

Que se utilicen equipos y procedimientos de elabora--- ción y colocación adecuados.

TRABAJABILIDAD

Podemos definir el término "trabajabilidad" de un concreto como la facilidad que presenta para ser transportado, colocado y compactado. Es importante hacer notar que esta trabajabilidad es relativa: Un concreto trabajable para una presa - puede no ser trabajable para una columna. Con base en esta definición se llega a la conclusión que no se conoce ningún procedimiento de ensaye que la mida directamente, sin embargo exis-- ten algunos que pueden proporcionar información útil dentro de intervalos razonables de variación.

SEGREGACION Y SANGRADO

NOM-C-296-1980 Industria de la Construcción, concreto, determinación del sangrado.

Se conoce como segregación a la separación de los elementos que forman una mezcla heterogénea de modo que su distribución deje de ser uniforme. En el concreto se presenta debido a la diferencia de tamaño de las partículas y a la densidad de los componentes.

El sangrado es una forma de segregación en la cual una parte del agua de la mezcla tiende a elevarse a la superficie - del concreto recién colocado.

FRAGUADO

Se entiende por fraguado al cambio de un fluido al estado rígido. En concreto se emplea para describir la rigidez - de la mezcla. En forma arbitraria para el concreto, se emplean dos términos: Fraguado inicial y Fraguado final. Se dice que - el concreto alcanza el Fraguado inicial cuando su resistencia - a la penetración es de (35 kg/cm2): el Fraguado final se alcanza cuando la resistencia a la penetración es de (280 kg/cm2).

Estas características son muy importantes, ya que para formar criterios de aceptación o rechazo es necesario conocer-- las mediante las pruebas que se realizan a dicho concreto fresco.

Estas pruebas se ubican dentro del Proceso de Control del Concreto Fresco, el cual puede dividirse en dos etapas, la primera que consiste en aquellos trabajos o verificaciones que se realizan previo o durante la elaboración del concreto y la - segunda etapa que la componen dichos ensayes o determinaciones que se realizan al concreto ya elaborado.

PRIMERA ETAPA

Los trabajos de esta etapa consisten basicamente de los siguientes pasos:

a) Verificación del funcionamiento y precisión de los equipos de dosificación y mezclado.

La verificación de los equipos de dosificación y mezclado, se realiza mediante la Norma Oficial Mexicana NOM-C-155-1984 la cual presenta las siguientes especificaciones para el equipo de las plantas dosificadoras.

Depósito y tolvas

Las plantas dosificadoras deben estar provistas de depósitos con compartimiento separados, adecuados para el agregado fino y para cada uno de los tamaños de agregado grueso utilizado. Cada compartimiento del depósito debe ser marcado y operado en tal forma que la descarga a la tolva pesadora sea eficiente, libre y con una segregación mínima. Se debe contar con instrumentos de control, que pueden interrumpir la descarga del material en el momento que la tolva-báscula contenga la cantidad deseada. Esta tolva debe permitir acumulación de residuos y de materiales que puedan modificar la tara.

Báscula

Debe tener una precisión tal que al calibrarse con carga estática la tolerancia sea de ± 0.4% de su capacidad total.

Las básculas para dosificar los ingredientes para el concreto pueden ser de balancín o de carátula, sin resortes. Se pueden aceptar otros equipos (eléctricos, hidráulicos, celdas de carga), diferentes a las básculas de balancín o de carátulas, sin resortes, siempre y cuando cumplan con las tolerancias señaladas.

Para la verificación y calibración de las básculas se requiere de taras normalizadas. Se deben mantener limpios todos los puntos de apoyo, abrazaderas y partes de trabajo similares de la báscula. Las básculas de balancín deben estar equipadas con un indicador suficientemente sensible para mostrar movimientos cuando una masa igual al 0.1% de la capacidad nominal de la báscula se coloque en la tolva-pesadora. La separación entre dos marcas debe ser cuando menos del 5% de la capacidad neta del brazo en su primera aproximación y del 4% del brazo menor en la segunda aproximación.

Medidores de agua

Los aparatos para la medición del agua añadida deben ser capaces de proporcionar a la revoltura la cantidad requerida. Deben estar arreglados de tal forma que las mediciones no sean afectadas por variaciones de presión en la tubería de abastecimiento del agua y los tanques de medición deben estar equipados con vertederos y válvulas para su calibración, a menos que se proporcionen otros medios para determinar rápidamente y con exactitud la cantidad de agua en el tanque.

Medidores de aditivos

El equipo de medición del aditivo debe proporcionar a la revoltura la cantidad requerida y debe contar con válvulas y vertederos para su calibración, a menos que se proporcionen otros medios para determinar rápidamente y con exactitud la cantidad de aditivo en el dispositivo.

Mezcladoras y revolvedoras

Las mezcladoras pueden ser estacionarias o camiones mezcladores y/o agitador.

El concreto debe ser mezclado por medio de los requisitos de uniformidad de mezclado del concreto indicados en la siguiente tabla. La aprobación de la mezcladora puede ser otorgada con el cumplimiento de cuatro pruebas de las cinco indicadas en dicha tabla.

PRUEBA	DIFERENCIA MAXIMA PERMISIBLE ENTRE RESULTADOS DE PRUEBA CON MUESTRAS OBTENIDAS DE DOS PORCIONES DIFERENTES DE LA DESCARGA (*).
1. Peso volumétrico (Determinado según la Norma NOM-C-162 en Kg/m3).	15 kg/m3.
2. Contenido de aire en % del volumen del concreto (determinado según Norma NOM-C-157) para concretos con aire incluido.	1 %
3. Revenimiento:	
Si el revenimiento promedio es menor de 5 cm.	1.5 cm.
Si el revenimiento promedio está comprendido entre 5 y 10 cm.	2.5 cm.
Si el revenimiento promedio es superior a 10 cm.	3.5 cm.
4. Contenido del agregado grueso retenido en la criba M 1.7 expresado en % del peso de la muestra.	6 %
5. Promedio de la resistencia a la compresión a 7 días de edad de cada muestra. Expresado en % (**).	7.5 %

(*) Las dos muestras para efectuar las determinaciones de esta tabla deben obtenerse de dos porciones diferentes tomadas al principio y al final de la descarga. (Principio: Del 10 al 15%; Final del 85 al 90% del volumen).

(**) La aprobación tentativa de la mezcladora puede ser otorgada en tanto se obtengan los resultados de la prueba de Resistencia.

b) Tolerancias en la medida de los materiales.

CEMENTO

El cemento debe ser pesado en una tolva-báscula. Cuando la cantidad de cemento de una revoltura de concreto sea igual o exceda al 30% de la capacidad total de la tolva-báscula, la tolerancia máxima debe ser de ± 1% de la masa requerida. Para revolturas menores donde la cantidad de cemento es menor del 30% de la capacidad total de la tolva-báscula, la cantidad de cemento pesado no debe ser menor que la requerida, ni mayor que 4%.

AGREGADOS

Cuando los agregados se les determine individualmente su masa, la cantidad indicada por la tolva-báscula debe tener una tolerancia de ± 2% de la masa requerida. Cuando a los agregados se les determine su masa en forma acumulativa y su masa sea del 30% o más de la capacidad de la tolva-báscula, la tolerancia máxima debe ser de ± 1% y si la masa es menor del 30%, la tolerancia máxima debe ser de ± 0.3% de la capacidad total de la báscula o de ± 3% de la masa requerida acumulada, aceptando el valor que sea menor. En la masa de los materiales, se debe tomar en cuenta la humedad y la absorción de los agregados.

AGUA

En el agua de mezclado se considera el agua que se adiciona a la revoltura, el hielo que se le agrega, el agua que esté en forma de humedad superficial en los agregados y el agua agregada con los aditivos. El agua agregada debe ser medida por masa o por volumen con una tolerancia de ± 1%. Al hielo agregado se le determina su masa. En el caso de camiones mezcladores, cualquier agua de lavado retenida en la olla para usarla en la siguiente revoltura de concreto se mide con precisión. Si esto no es práctico o es imposible, el agua de lavado se debe eliminar de la olla antes de cargar la siguiente revoltura de concreto. El agua de mezclado, cuando incluye el agua de lavado, se mide o se determina su masa con una tolerancia de ± 3% de la cantidad calculada.

ADITIVOS

A las puzolanas, cenizas volátiles y aditivos en polvo se les dosifica por masa y a los aditivos en pasta o líquidos se pueden dosificar, por masa o por volumen con una tolerancia de ± 3% de la cantidad requerida.

SEGUNDA ETAPA

En esta etapa es necesario conocer las características del concreto fresco mediante la realización de pruebas al con-- creto elaborado.

TRABAJABILIDAD

Como se mencionó anteriormente, aún cuando no exista - un procedimiento de ensaye que mida directamente la trabajabilidad existen algunos que proporcionan información útil, entre -- los más conocidos tenemos los siguientes:

REVENIMIENTO

NOM-C-156-1980 Determinación del revenimiento del concreto fresco.

El ensaye que con mayor frecuencia se realiza en las - obras, es la determinación rutinaria de la consistencia del concreto mediante la prueba de revenimiento, esto es debido principalmente a su facilidad y al hecho de que se obtienen resulta-- dos inmediatos. Se puede considerar al valor del revenimiento como indicativo de la uniformidad en la relación agua-cemento, para una relación grava-arena determinada. La variación en el revenimiento es con frecuencia un medio para detectar variacio-

nes en la relación agua-cemento, por lo que es posible utilizar esta prueba como un criterio para la aceptación o rechazo del - concreto fresco, desde el punto de vista de las variaciones que esto podría ocasionar en la resistencia, además de los efectos que puede ocasionar en los procesos de transporte, colocación, compactación y acabado del concreto en la estructura.

La Norma Oficial Mexicana NOM-C-156-1980 da la definición de Revenimiento como sigue:

Revenimiento es la medida de consistencia del concreto fresco en términos de la disminución de altura, en un tiempo determinado, de un cono truncado de concreto fresco de dimensio-- nes específicas, las cuales se muestran en la fig. III.1.

El equipo que se especifica para esta prueba es: Molde metálico, varilla de acero de sección circular, recta, lisa, de 16 mm. de diámetro aproximadamente 600 mm. de longitud, con uno de los extremos redondeados hemisfericamente con un radio - de 8 mm. Equipo de cribado (malla 38 mm), y herramienta manual, como palas, cucharas, llanas metálicas y guantes de hule.

En la NOM-C-155-1984 "Concreto Premezclado" y ASTM-C-94, se establecen las siguientes tolerancias en la medida del revenimiento:

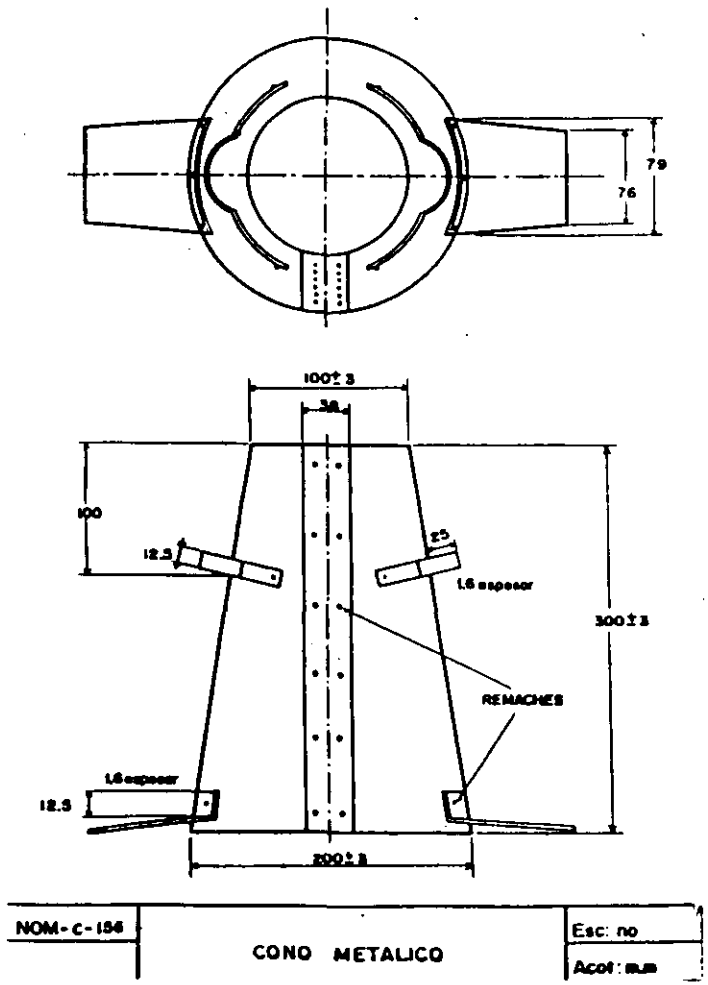


FIG. III.1 EQUIPO PARA LA OBTENSION DEL REVENIMIENTO

Revenimiento Especificado	Tolerancia NUM.	Tolerancia ASTM
Hasta 5 cm.	± 1.5 cm.	± 1.3 cm.
Más de 5 hasta 10 cm.	± 2.5 cm.	± 2.5 cm.
Más de 10 cm.	± 3.5 cm.	± 3.8 cm.

FACTOR DE COMPACTACION

Puede decirse que la prueba del factor de compactación es el método más confiable para medir la trabajabilidad del concreto. Consiste en determinar el grado de compactación alcanzado por una cantidad estándar de trabajo. El grado de compactación, llamado factor de compactación, se mide mediante la relación de peso específico, es decir, el cociente del peso específico realmente obtenido en la prueba entre el peso específico del mismo concreto totalmente compactado.

En la fig. III.2 se muestra un aparato común para medir el factor de compactación. Su empleo es poco frecuente debido al tamaño del equipo y solamente se usa en laboratorios de investigación o de algunas obras de gran tamaño. Para concretos con agregado hasta 19 mm., la altura del aparato es de aproximadamente 1.20 m.; para concreto con agregados de 19 a 28 mm. (3/4" a 1 1/2") debe usarse un aparato mayor, el cual tiene aproximadamente 1.8 m. de altura.

Para concretos de consistencia seca se obtienen resultados más confiables que con la prueba de revenimiento.

ESFERA DE KELLY

Esta es una prueba más sencilla y rápida de realizar que la del revenimiento, sin embargo en nuestro medio no se ha generalizado su uso. El método consiste en medir la penetración en el concreto de una esfera de 3" de radio y 30 lb, de peso. A fin de evitar efectos de frontera, la profundidad del concreto que se prueba no debe ser menor de 20 cm., y la menor dimensión lateral de 46 cm. No existe una correlación directa entre esta prueba y la de revenimiento ya que ninguna de las pruebas miden propiedades básicas del concreto. En la fig.III.3 se muestra este equipo.

PRUEBA DE REMOLDEO DE POWERS.

En esta prueba se mide la trabajabilidad en función del esfuerzo realizado para cambiar la forma de una muestra de concreto; esto es, de la forma de un cono truncado (cono de revenimiento) a la de un cilindro. Se realiza mediante una mesa de fluidez (fig. III.4) y al esfuerzo realizado se expresa por el número de impactos o golpes que se requieren. Esta prueba se considera de laboratorio exclusivamente.

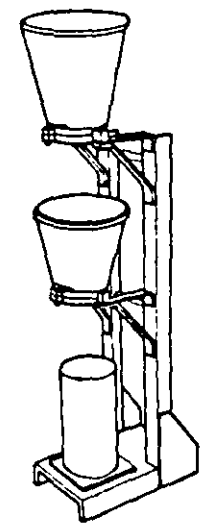


FIG. III.2. APARATO PARA MEDIR EL FACTOR DE COMPACTACION.

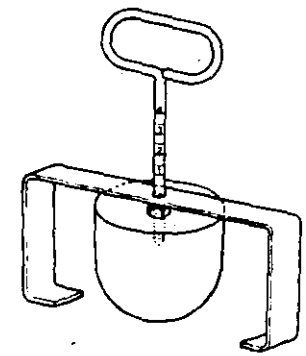


FIG. III.3 ESFERA DE KELLY.

PRUEBA VEBE

Al igual que la anterior es un procedimiento de remoldeo, para lo cual se ocupa una mesa vibratoria (fig. III.5) en lugar de la mesa de fluidez. Se cuantifica la trabajabilidad como el tiempo en que este remoldeo se realiza. Por ser un juicio visual, la dificultad de establecer el final de la prueba puede ser una fuente de error.

CONTENIDO DE AIRE

Esta determinación se realiza básicamente en aquellos casos en los cuales se emplean aditivos inclusores de aire, principalmente en zonas con climas extremosos en donde es necesario proteger al concreto de los efectos de hielo y deshielo.

TIEMPO DE FRAGUADO

Entre las pruebas que se realizan al concreto fresco, tal vez a la que menos atención se le presta, es la determinación de tiempos de fraguado, aún cuando es una prueba que debe considerarse como importante, principalmente en aquellos casos en los cuales se emplean aditivos.

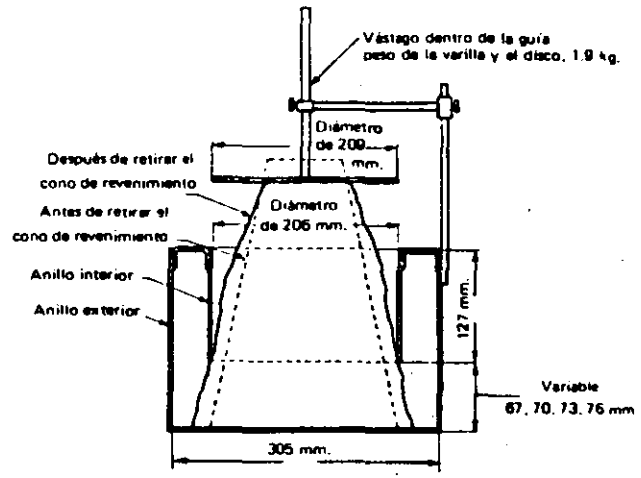


FIG. III.4. APARATO PARA LA PRUEBA DE REMOLDEO.

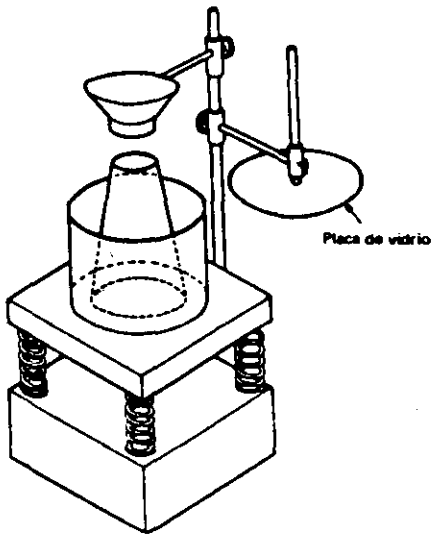


FIG. III.5 APARATO VEBE

PESO VOLUMETRICO

Este tipo de determinación se efectúa principalmente durante el control de producción de concreto con objeto de calcular los rendimientos. En algunas ocasiones, en estructuras especiales, se fijan límites máximos o mínimos, haciéndo necesario en este caso para fines de control efectuar determinaciones.

ANALISIS DEL CONCRETO FRESCO

En la actualidad, principalmente en obras de gran magnitud, se realiza la determinación de la composición del concreto para conocer básicamente la relación agua-cemento o simplemente el consumo de cemento. Pueden ser dos los objetivos que se buscan conla realización de estas pruebas; el primero de ellos es con fines de controlar la producción del concreto conociendo los consumos reales de cemento; el segundo objetivo es emplearlo como un procedimiento acelerado para predecir la resistencia del concreto mediante la determinación de la relación agua-cemento.

C A P I T U L O IV

PRUEBAS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES GENERALES DEL CONCRETO ENDURECIDO

Debido al proceso continuo de hidratación del cemento, el concreto tiende a aumentar su resistencia y en general, a mejorar sus características, con la edad.

Este proceso de hidratación puede ser más o menos efectivo, según sean las condiciones de intercambio de agua con el ambiente después del colado. Por lo tanto, las propiedades del concreto endurecido, dependen generalmente de las condiciones de curado a través del tiempo, no obstante como veremos más adelante, existen otros factores que afectan a éstas.

Las principales propiedades y características del concreto endurecido, son las siguientes:

- Resistencia a la Compresión Simple
- Resistencia a la Tensión
- Resistencia a la Flexión
- Resistencia al Esfuerzo Cortante
- Resistencia a la Compresión Triaxial
- Resistencia a la Torsión
- Resistencia al Impacto
- Resistencia a la Fatiga

- Resistencia al Intemperismo
- Resistencia a la Abrasión
- Resistencia al Fuego
- Adherencia
- Permeabilidad
- Durabilidad
- Conductividad Térmica y Acústica
- Flujo Plástico
- Absorción de Radiaciones
- Contracción por Hidratación del Cemento
- Contracción por Secado
- Expansión por Saturación
- Expansión por Reacción Química
- Expansión Térmica
- Módulo de Elasticidad a la Compresión
- Módulo de Elasticidad al Esfuerzo Cortante
- Coeficiente de Poisson
- etc.

De éstas la resistencia del concreto endurecido, se -- considera como su propiedad más importante, sin embargo, en algunos casos especiales, otras propiedades, tales como: impermeabilidad, durabilidad, conductividad térmica, etc., pueden resultar más valiosas. Además, muchas de las características deseables del concreto, aunque no todas, se relacionan cualitativa-- mente con su resistencia a la compresión, ya que ésta ofrece un

panorama general de la calidad del concreto, porque está rela-- cionada directamente con la estructura de la pasta de cemento - endurecido. Sin embargo, la razón principal consiste en la importancia intrínseca que tiene dicha resistencia en el comportamiento de las estructuras de concreto, bajo la gama total de -- solicitaciones a que pueden quedar sujetas.

Para determinar las características antes indicadas -- las pruebas de concreto endurecido pueden clasificarse en: ENSAYES DESTRUCTIVOS Y ENSAYES NO DESTRUCTIVOS. Las pruebas des--- tructivas, se han venido usando desde hace muchos años, sin embargo, hasta la fecha no existe una prueba de este tipo que -- sea mundialmente aceptada; de aquí, que en diversos países se - utilizan distintos métodos y técnicas. Por lo que respecta a - pruebas no destructivas, éstas hacen posible probar repetidamente la misma muestra, y consecuentemente, estudiar la variación de las propiedades del concreto con el paso del tiempo.

A continuación se desciben brevemente las pruebas de concreto endurecido que se usan comunmente en nuestro medio; de éstas las Pruebas Destructivas más comunes son: Prueba a la Compresión Simple, Prueba de Flexión, Prueba Brasileña de Tensión; las Pruebas No Destructivas más comunes son: Prueba del Martillo de Rebote (Esclerómetro), Prueba de Resistencia a la Pene-- tración (Pistola Windsor), Prueba de Pulso Ultrasónico, Prueba de corazones extraídos del Concreto Endurecido y Prueba de Ex-- tracción (Pull-Out) en Concreto Endurecido, los tres últimos tipos de pruebas son consideradas, por algunos autores, como pruebas semidestructivas.

PRUEBA DE FLEXION

El índice de resistencia a la flexión de concreto simple se obtiene del ensaye de vigas de sección cuadrada, simplemente apoyadas y sujetas a una o dos cargas concentradas, como puede observarse en la figura IV.1. Como en el caso de Pruebas de resistencia a la compresión, (NOM-C-84-1966) existen Normas en las cuales se especifica también el modo de muestreo, el curado y las condiciones del ensaye, en nuestro medio, las normas usuales están basadas, entre otras, en las NOM-C-161-1974, C-160-1976.

La resistencia en la flexión es mayor en especímenes sujetos a una carga concentrada que en aquellos sujetos a dos cargas simétricas porque en el segundo caso la zona de esfuerzos máximos se presentan en una porción mayor del especimen, lo que aumenta las posibilidades de que una región de menor resistencia que la promedio se encuentre en dicha zona: como puede observarse en la figura IV.2, donde se presentan los resultados de módulos de ruptura de vigas de diferentes tamaños, sometidas a cargas concentradas en el centro y a los tercios del claro.

La resistencia a la flexión (NOM-C-191-1978) se usa como índice de la resistencia de pavimentación de concreto simple. No obstante, el prisma de concreto simple se usa también para medir la resistencia del concreto en tensión (modulo de ruptura) originada por flexión.

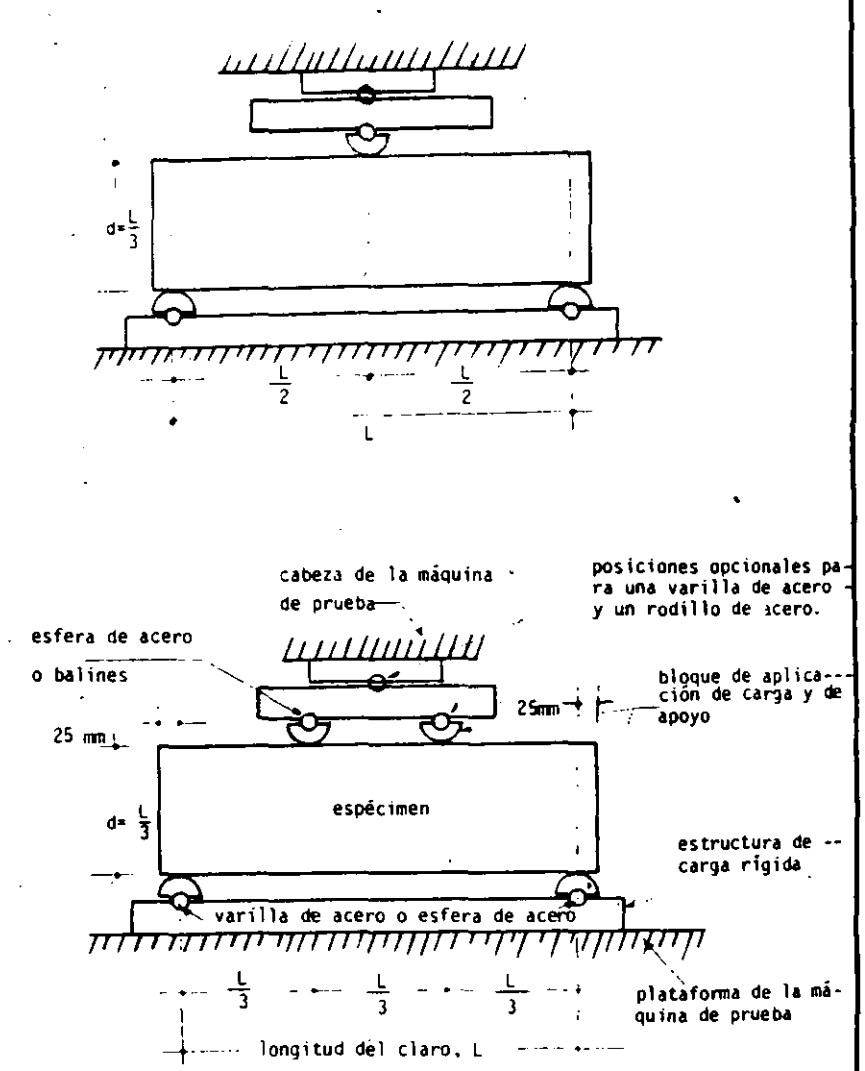


FIG. IV.1 EQUIPO PARA ENSAYAR A FLEXION POR EL METODO DE CARGA EN LOS TERCIOS Y AL CENTRO DEL CLARO

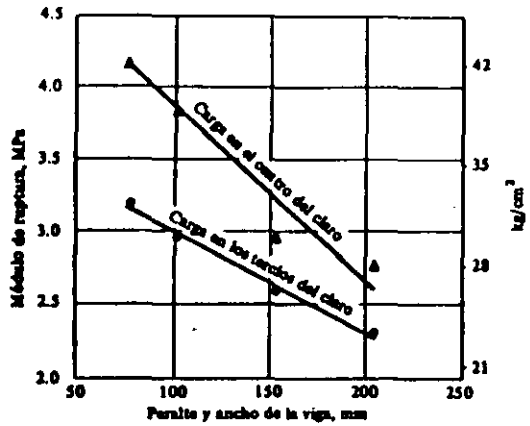


FIG. IV. 2 MODULO DE RUPTURA DE VIGAS DE DIFERENTES TAMAÑOS.

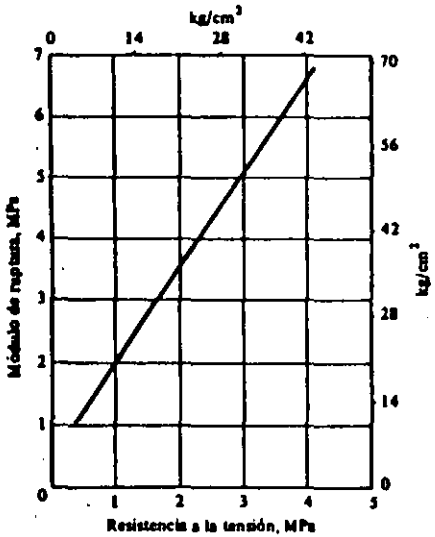


FIG. IV. 2

RELACION ENTRE EL MODULO DE RUPTURA Y LA RESISTENCIA EN TENSION DIRECTA.

PRUEBA BRASILEÑA DE TENSION

Esta prueba es utilizada debido a las dificultades que existen para realizar un ensaye en tensión uniaxial, tension pura.

Por lo tanto un método indirecto de aplicar la tensión, en forma de separación longitudinal, es la prueba brasileña, -- llamada así por deberse a Fernando Carneiro, de Brasil, aun - - cuando independientemente, también se desarrolló en Japón. En- está prueba, un cilindro de concreto de los que se utilizan pa- ra las pruebas de compresión se coloca con su eje en posición - horizontal entre las platinas de una máquina de prueba, y se - aumenta la carga hasta observar una falla de separación por com presión a lo largo del diámetro vertical.

En esencia consiste en someter un cilindro a compre- - sión lineal diametral, como se muestra en la figura IV.3, la -- carga se aplica a través de un material relativamente suave, co mo triplay o corcho. Si el material fuera perfectamente elásti co, se originarían esfuerzos de tensión uniformemente distribui dos en la mayor parte del plano diametral de carga, como se - - muestra en la figura IV.3. La resistencia en tensión se calcu- la con la expresión.

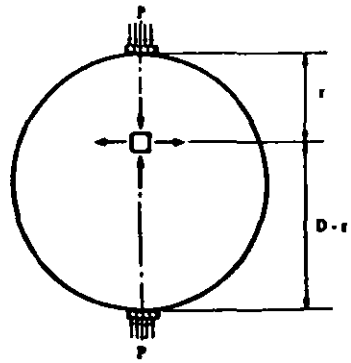


FIG. IV. 3 PRUEBA BRASILEÑA DE TENSION

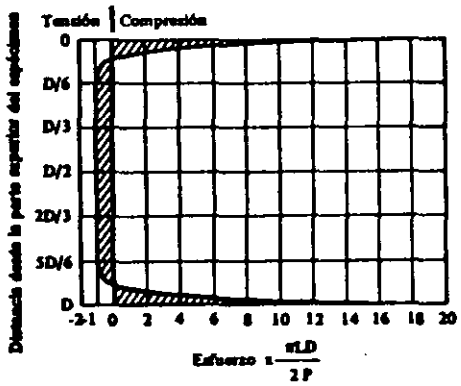


FIG. IV. 3 DISTRIBUCION DEL ESFUERZO HORIZONTAL EN UN CILINDRO CARGADO SOBRE UN ANCHO IGUAL A 1/12 DEL DIAMETRO

$$f_t = \frac{2P}{DL}$$

Dónde

P = Carga máxima

D = Diámetro del especímen

L = Longitud del especímen

El muestreo, curado y ensaye de los especímenes, deberá realizarse de acuerdo con las Normas establecidas, que para esta prueba estan basadas.

La prueba brasileña se basa en la NOM-C-163-1978 (determinación de la resistencia a la tensión por compresión diametral de cilindros de concreto), es fácil de efectuar y produce resultados más uniformes que otras pruebas de tensión. La resistencia determinada en la prueba brasileña es, según se cree más apegada a la verdadera resistencia a la tensión del concreto que en el módulo de ruptura; la resistencia a la tensión longitudinal es del 5 al 12% más alta que la resistencia a la tensión directa. Otra de las ventajas de la prueba brasileña consiste en que se puede usar el mismo tipo de muestra para las pruebas de compresión y de tensión.

RESISTENCIA A LA COMPRESION

En virtud que la resistencia a la compresión del con-- creto, es la característica que se utiliza normalmente para definir la calidad de este, hablaremos de las pruebas principales que se utilizan para medirla.

PRUEBAS DE CORAZONES

Cuando por algún motivo existen dudas sobre la resis-- tencia de un elemento de concreto, se procede a extraer un corazón por medio de una herramienta cortante giratoria con diamante en sus bordes, estos especímenes pueden ser cilindros o prismas, dependiendo si se requieren para determinar la resistencia a la compresión o a la flexión, respectivamente. En la fig. -- IV.4, se presenta un equipo de extracción de corazones.

FIG. IV.4 EQUIPO PARA LA EXTRACCION DE CORAZONES.

Como en los casos anteriores, existe una Norma que especifica el modo de obtención, preparación y ensaye de especimenes de concreto endurecido para ensaye de resistencia a la compresión y flexión.

La resistencia de los corazones es, en general, inferior a la de los cilindros estándar, porque el curado en la obra es siempre de menor calidad que el curado bajo condiciones estándar de humedad. Además, la relación de la resistencia de corazones a la resistencia de cilindros estándar (de la misma edad) no es constante, sino que decrece al aumentar el nivel de resistencia del cilindro.

PRUEBA DEL MARTILLO DE REBOTE

Se han realizado diversos intentos para elaborar pruebas no destructivas, pero pocas han tenido éxito. Uno de los métodos que se le a encontrado aceptación práctica, dentro de alcances limitados, es el de martillo de rebote, una prueba se llama también prueba de martillo de impacto o del esclerómetro; en la figura IV.5 se muestra un esquema de éste.

Esta prueba se basa en el principio de que el rebote de una masa elástica depende de la dureza de la superficie en contra de la cual la masa incide. En la prueba del martillo de rebote, una masa impulsada por medio de un resorte recibe una determinada cantidad de energía al extender el resorte a una posición constante; esto se lleva a cabo al presionar el émbolo contra la superficie del concreto por probar. Al ser liberada la masa, rebota al émbolo que sigue en contacto con la superficie de concreto, y la distancia recorrida por la masa, que se expresa como porcentaje de la extensión inicial del resorte, se llama número de rebote; este número queda señalado por un indicador móvil sobre una escala graduada.

Esta prueba determina, en realidad, la dureza de la superficie de concreto y, aún cuando no existe una relación simple entre la dureza y la resistencia del concreto, se puede determinar relaciones empíricas para concretos similares, como la mostrada en la figura IV.6 y IV.7, donde podemos observar, que el número de rebote se ve afectado por factores tales como grado de saturación de la superficie, entre otros.

Esta prueba tiene carácter tan solo comparativo, y no se justifican las afirmaciones de algunos fabricantes de que el número de rebote puede combertirse directamente a un valor de resistencia a la compresión. De cualquier manera, la prueba es

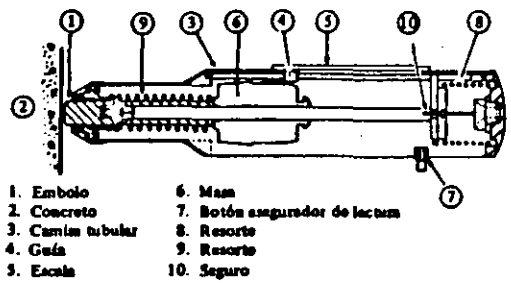


FIG. IV. 5 MARTILLO DE REBOTE.

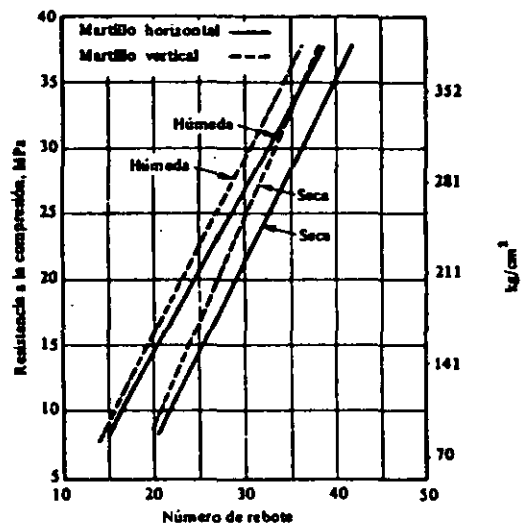


FIG. IV. 6 RELACION ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CILINDROS Y EL NUMERO DE REBOTE, PARA LECTURAS DE MARTILLO EN POSICION HORIZONTAL Y VERTICAL, SOBRE UNA SUPERFICIE DE CONCRETO HUMEDA Y SECA.

útil como medida de la uniformidad del concreto y tiene gran valor para verificar la calidad del material sobre toda una estructura, es especial cuando se cuenta con una correlación entre el número de rebote y la resistencia a la compresión, determinadas en pruebas destructivas del mismo tipo de concreto. -- Una utilidad más es, durante la construcción de una estructura de concreto, probar con el martillo para determinar si el número de rebote alcanza un valor que se conoce como correspondiente a la resistencia deseada.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA PENETRACION

Mediante la prueba con Pistola Windsor o de resistencia a la penetración, es posible calcular la resistencia del concreto a partir de la profundidad de penetración de un proyectil metálico impulsado por una carga estándar de pólvora. El principio básico es que, la penetración es inversamente proporcional a la resistencia a la compresión del concreto, pero, en la escala de Mohs debe determinarse la dureza del agregado y esto no presenta dificultad. Hay cuadros publicados de la resistencia vs. la penetración (o longitud del sondeo expuesto) para agregados con dureza entre 3 y 7 en la escala, pero en la práctica la resistencia a la penetración debe relacionarse con la resistencia a la compresión de muestras de prueba estándar o corazones del concreto utilizado. En la figura IV.8 aparece una relación característica. Debe tenerse presente que la prueba mide básicamente la dureza, y no puede producir valores absolutos de resistencia, pero resulta de gran utilidad para determinar la resistencia relativa, es decir para comparaciones.

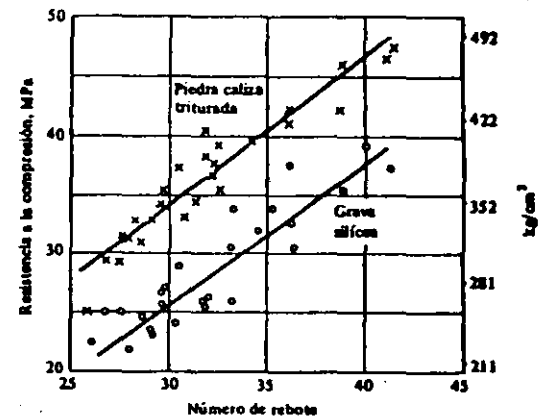


FIG. IV. 7 RELACION ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y EL NUMERO DE REBOTE.

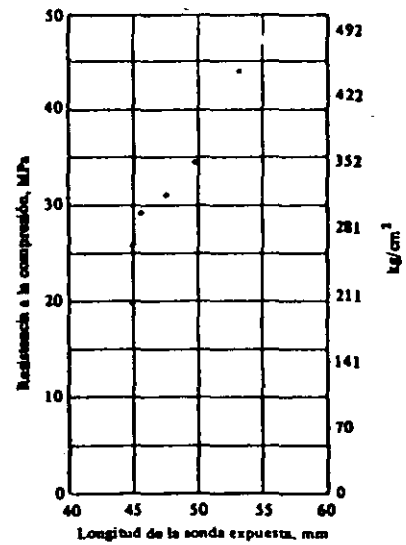


FIG. IV. 8

RELACION ENTRE LA LONGITUD EXPUESTA DE LA SONDA Y LA RESISTENCIA DE CUBOS ASERRADOS DE 152 MM A LA EDAD DE 35 DIAS

La prueba de resistencia a la penetración es por lo menos en parte, superior a la prueba del martillo de rebote, porque la medida no se limita a la superficie del concreto, sino en su profundidad: el Proyectil, fractura el agregado y comprime el material en el cual se introduce.

Los sondeos se hacen en grupos de tres en estrecha vecindad, y la penetración promedio se utiliza para estimar la resistencia.

PRUEBA DE PULSO ULTRASONICO

Aunque no existe una relación directa entre la velocidad de onda longitudinal en el concreto y la resistencia de éste, las dos cantidades si tienen una relación directa con el peso específico del concreto. Por lo tanto, una disminución en el peso específico ocasionada por un aumento en la relación agua/cemento reduce tanto la resistencia a la compresión del concreto como la velocidad de un pulso transmitido a través de él.

La velocidad de onda no se determina directamente, sino se calcula a partir del tiempo que tarda un pulso en recorrer una distancia medida. Este pulso ultrasónico, se mide mediante un aparato de pulso ultrasónico, como el representado esquemáticamente en la figura IV.9, y cuya técnica se describe en la Norma B.S 4408: parte 5.

El transductor está en contacto con el concreto, de modo que las vibraciones viajan a través de él y son recogidas -- por otro transductor en contacto con la cara opuesta de la muestra probada. Normalmente, se pueden probar concretos de 0.1 a- 2.5 m de espesor, sin embargo, se han efectuado pruebas de concretos con espesor hasta de 15 m.

La técnica de velocidad de un pulso ultrasónico se usa como medio de control de calidad en productos que supuestamente están elaborados de concretos semejantes, así, se detectan con- facilidad la falta de compactación y un cambio en la relación - agua/cemento. Sin embargo, la técnica no se puede emplear para determinar la resistencia en concretos elaborados con distintos materiales en proporciones desconocidas, no obstante, es posi-- ble hacer una clasificación de la calidad del concreto, como la mostrada en la tabla de la fig. IV. 10.

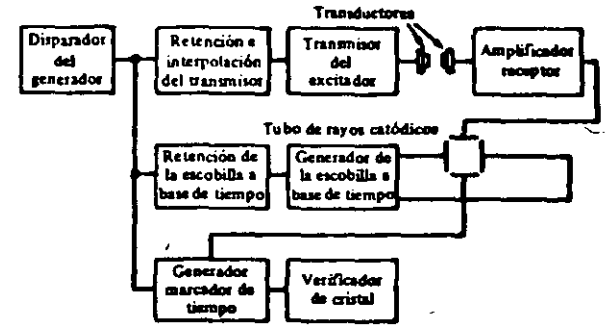


FIG. IV. 9 ESQUEMA DEL APARATO DE PULSO ULTRASONICO

FIG. IV 10 CLASIFICACION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO CON BASE EN LA VELOCIDAD DE PULSO

Velocidad longitudinal del pulso km/s	*Calidad del concreto*
> 4.5	Excelente
3.5-4.5	Buena
3.0-3.5	Dudosa
2.0-3.0	Deficiente
< 2.0	Muy deficiente

Además del control de la calidad del concreto, las medidas de pulso ultrasónico pueden usarse para detectar el desarrollo de grietas, oquedades y deterioro en el concreto endurecido.

PRUEBA DE EXTRACCION

Es una prueba que mide, mediante un ariete de tensión, la fuerza requerida para desprender una varilla de acero, con su extremo de mayor sección transversal previamente empotrada generalmente de 25 mm. de diámetro (fig. IV.11). Durante la operación se extrae un cono de concreto y la fuerza requerida para ello está relacionada con la resistencia a la compresión del concreto original.

Debido a su forma, la varilla de acero se arranca adherida a un trozo de concreto, este último de forma troncoconica. La resistencia a la extracción se calcula como la relación de la fuerza de extracción con el área idealizada del cono troncado.

Esta prueba es superior a la prueba del martillo y a la resistencia a la penetración, pues la de extracción implica mayor volumen y mayor profundidad del concreto. El aspecto negativo es que hay necesidad de reparar el concreto. Además, las varillas para la prueba deben situarse antes del colado, por lo que la prueba debe ser planeada de antemano.

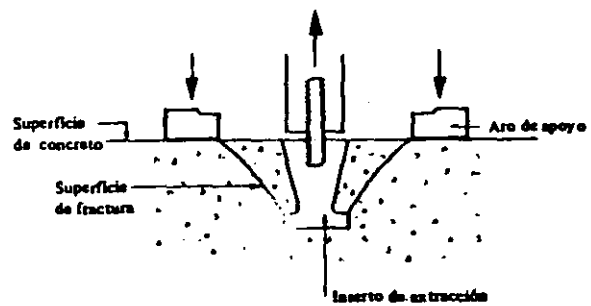
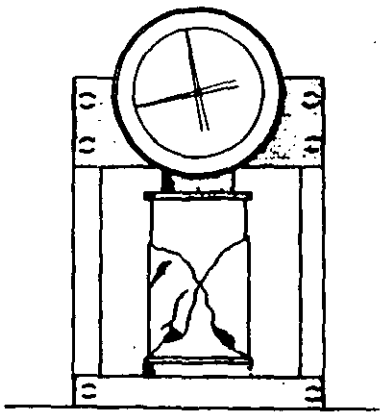


FIG. IV.11 REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA PRUEBA DE EXTRACCION.

Ya que la más común de todas las pruebas de concreto endurecido es la prueba de resistencia a la compresión simple, lo cual en parte obedece a que es una prueba fácil de ejecutar y en parte a que muchas de las características deseables del concreto, aunque no todas, se relacionan cualitativamente con su resistencia; a un más, a través de los años, se a correlacionado la resistencia a la compresión simple, con la resistencia de elementos estructurales de diversos tipos, sujetos a distintas solicitaciones, hablaremos pues de ella.



PRUEBA A COMPRESION SIMPLE

PRUEBA A LA COMPRESION SIMPLE

No existe una convención aceptada universalmente sobre que tipo de espécimen es el mejor para realizar ensayes en compresión. Comunmente se usan espécimenes de tres tipos: cilindros, cubos y prismas.

En nuestro medio, y en numerosos países del mundo, se usan cilindros con una relación de esbeltez igual a dos. En estructuras de concreto reforzado el espécimen usual es el cilindro de 15 x 30 cm. En estructuras construidas con concreto en masa, donde se usan agregados de gran tamaño (10 a 15 cm), se usan cilindros de 30 x 60 cm., y en ocasiones moldes hasta de 60 x 120 cm, para establecer índices de resistencia. Siguiendo la notación de la NOM-C-155-84, se acostumbra designar con f' c la resistencia a la compresión especificada de un cilindro estándar a los 28 días o a la edad en que el concreto vaya a recibir su carga de servicio.

Una vez seleccionado el tipo de espécimen es necesario fijar con gran detalle las condiciones de muestreo, fabricación, curado y ensaye teniendo entre estas últimas particular importancia la velocidad de carga.

En la Tabla de la figura IV.12, se presentan factores de corrección para obtener la resistencia de un cilindro de - -

Especimen	Dimenciones cm	Factores por los que se deben multiplicar las resistencias de un espécimen para obtener las equivalentes de un cilindro de 15 X 30 cm.	
		Variación normal.	Valor medio aceptable.
Cilindro	[illegible] X 30	—	1.00
	10 X 20	0.94 — 1.00	0.97
	25 X 50	1.00 — 1.10	1.05
Cubo	10	0.70 — 0.90	0.80
	15	0.70 — 0.90	0.80
	20	0.75 — 0.90	0.83
	30	0.30 — 1.00	0.90
Prisma	15 X 15 X 45	0.90 — 1.20	1.05
	20 X 20 X 60	0.90 — 1.20	1.05

FIG. IV.12 FACTORES DE EQUIVALENCIA PARA ENSAYES A LA COMPRESION

15 x 30 cm. a partir de la obtenida con un espécimen de otra -- forma o dimensiones, para concretos fabricados con cemento normal y ensayados a los 28 días.

Para lograr una prueba a la compresión aceptable es necesario que las cabezas de la máquina de ensaye estén totalmente en contacto con las superficies del especimen en ambos extremos, de manera que la presión ejercida sea lo más uniforme posible. Esto se logra fácilmente si el especimen es un cubo o un prisma.

En nuestro medio, las normas usuales están basadas, entre otras, en las NOM-C-84, C-161 y C-162.

Por otra parte, los cilindros se fabrican generalmente en moldes de acero apoyados en una placa en su cara inferior y libres en su parte superior, donde es necesario dar un acabado manualmente.

Está operación, llamada cabeceado, y que consiste en aplicar un cierto material generalmente azufre o pasta de cemento a los extremos del cilindro para producir una superficie lisa de apoyo, prolonga el tiempo necesario para la preparación del ensaye, e introduce una variable adicional en los resultados: el material y la forma del cabeceado.

Aún cuando se sigan cuidadosamente las especificaciones y el proceso sea realizado por operadores experimentados, los resultados que se obtengan no serán uniformes, siempre existirá dispersión en los datos, como en cualquier proceso de medición. Estas dispersiones pueden ser inherentes al tipo de ensaye, debidas a errores accidentales o a la no uniformidad del material ensayado.

Algunos factores, que afectan directamente a los resultados obtenidos en espécimenes de ensaye son:

Efecto de las condiciones de curado
Efecto de la esbeltez
Efecto de la velocidad de carga
Efecto de la velocidad de deformación
Efecto de las condiciones de humedad y temperatura durante la prueba.
Efecto del tamaño del espécimen sobre la resistencia
Efecto del tamaño del molde y tamaño del agregado
Efecto de la edad

Algunos de estos factores no solamente afectan a los resultados de pruebas a la compresión, sino también, a los resultados obtenidos en otro tipo de ensayes, como son los de tensión y flexión, aun más, aunque en menor número, a los resultados obtenido en pruebas no destructivas.

C A P I T U L O V

APLICACION DE METODOS ESTADISTICOS PARA LA INTERPRETACION DE RESULTADOS DE ACUERDO AL ACI - 214 - 77

Como se indicó anteriormente, la función principal de los ensayes de compresión del concreto es asegurar la producción de un concreto uniforme con la resistencia y calidad deseadas. En la actualidad, aprovechando el conocimiento de las técnicas estadísticas es posible controlar la uniformidad de las mezcias de concreto que se fabrican, y así obtener un producto de mejor calidad. Aunque los conceptos estadísticos para evaluar la resistencia del concreto aparecieron en 1957, todavía existe confusión al adoptar y aplicar estas valiosas técnicas. Probablemente, el factor aislado más importante de los que obstaculizan el uso de los procedimientos estadísticos consiste en la tendencia natural a suponer que estos métodos son propios de científicos y matemáticos, esto es una lástima, ya que hay aplicaciones sencillas y prácticas de la curva de distribución normal para evaluar la calidad del concreto.

Es importante que las organizaciones que utilizan este material de construcción se acostumbren a la idea de utilizar la estadística para mejorar y hacer más económicas sus obras.

Es común en muchas organizaciones y aún en laboratorios, coleccionar en forma rutinaria cantidades enormes de datos experimentales con la vaga intención de analizarlos ((algún día)) cuando ((no haya tanto trabajo)), por supuesto que ese día nunca llega y los datos que se almacenan en los expedientes se vuelven más complejos y fuera de época. Si esta información experimental no es digna de ser analizada en una fecha inmediata a la que fue colectada, entonces tampoco es digna del trabajo de recolección, por lo tanto es importante utilizar menos tiempo en la colección de datos y más tiempo en su análisis.

Con la utilización de métodos estadísticos es factible condensar la información obtenida y presentada en forma concisa y de fácil interpretación.

VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO.

Agrupando lo que se vió en los capítulos anteriores, podemos resumir que:

Como el concreto es una masa endurecida de materiales heterogéneos está sujeto a la influencia de numerosas variables. Las características de cada uno de los ingredientes del concreto pueden producir variaciones que dependen de su unifor

midad. Las variaciones también pueden deberse a las prácticas utilizadas en el proporcionamiento, mezclado, transporte, colocación y curado, además de las variaciones que existen en el concreto mismo, también se introducen variaciones de resistencia durante la fabricación, transporte, cabeceado, ensaye y cuidado de los especímenes de ensaye. Las variaciones en la resistencia del concreto deben aceptarse; pero puede producirse un concreto de calidad adecuada si se mantiene un control correcto, si se interpretan adecuadamente los resultados de ensaye y si se consideran las limitaciones.

La magnitud de las variaciones en la resistencia de especímenes de concreto depende del control que se lleva sobre los materiales, la fabricación del concreto y los ensayes. Las diferencias en resistencia pueden deberse a dos causas fundamentales diferentes:

I. Variaciones Intrínsecas del Concreto (diferencias en las propiedades de la mezcla del concreto, cuando estas influyen en el valor de la resistencia).

1.- Variaciones en la relación agua-cemento debidas a:

a) Control deficiente de la dosificación del agua
b) Variaciones excesivas en la humedad de los agregados

2.- Variaciones en el consumo de agua debidas a:

a) Variaciones en la granulometría de los agregados
b) Falta de uniformidad en los materiales.

3.- Variaciones en las características y proporciones de los componentes:

a) Agregados
b) Cemento
c) Puzolana
d) Aditivos

4.- Variaciones por efecto de transporte, colocación y compactación.

5.- Variaciones en la temperatura y el curado.

II. Variaciones en los procedimientos de ensaye

1.- Procedimientos de muestreo inconsistentes

2.- Técnicas de fabricación no uniformes:

a) Compactación variable
b) Manejo excesivo de las muestras
c) Cuidado deficiente de los especímenes frescos

3.- Deficiencias en el curado:

a) Variación de la temperatura
b) Variación de la humedad

4.- Procedmientos de ensaye inadecuados:

a) Cabeceo incorrecto de los especímenes
b) Deficiencia en la velocidad de aplicación de la carga.

Se ha establecido que la resistencia del concreto depende de la relación agua-cemento. El primer criterio para producir concreto de resistencia es, por consiguiente, conservar una relación uniforme agua-cemento. Ya que la cantidad de cemento y agua adicionada se pueden medir con precisión, el problema de mantener una relación uniforme agua-cemento es principalmente un problema de controlar el contenido de agua, este problema se complica porque los agregados tienen una humedad libre variable.

El concreto no puede ser más uniforme que los agregados, cemento y aditivos empleados, cada uno de estos ingredientes contribuye a las variaciones en la resistencia del concreto, los métodos de construcción pueden causar también variaciones en la resistencia, un mezclado inadecuado, una compactación pobre, retrasos e interrupciones en la colocación, un curado

impropio, etc., originan variaciones considerables de la resistencia.

El empleo de aditivos presenta problemas adicionales para mantener la uniformidad en la resistencia, ya que cada aditivo agrega una nueva variable en el concreto, se deberá controlar el empleo de acelerantes, retardantes, puzolanas y agentes inclusores de aire y deberá considerarse su influencia en la resistencia del concreto.

Los ensayes de concreto pueden o no incluir todas las variaciones de la resistencia del concreto colocado dependiendo de las variables que se introduzcan después de elaborados los especímenes de ensaye, por otro lado, las discrepancias en el muestreo, la fabricación, el curado y el ensaye de especímenes pueden indicar variaciones en la resistencia que en realidad no existen en el concreto colocado en la obra. Cuando las variaciones debidas a estas discrepancias son excesivas, es necesario aplicar al proyecto un factor de seguridad excesivamente grande. Los métodos de ensaye correctos reducen estas variaciones y por consiguiente deben establecerse procedimientos estándar de ensaye, tales como los descritos en las normas N.O.M. y A.S.T.M., los cuales deben seguirse estrictamente.

Es evidente la importancia que tiene el emplear equipo de laboratorio adecuado, pues de este dependerá la precisión de los ensayes. Los resultados uniformes de ensayes no son necesariamente resultados de ensayes precisos. El equipo y los procedimientos de laboratorio deberán ser calibrados y verificados con periodicidad.

Los especímenes de ensaye indican la resistencia potencial de una estructura más que su resistencia real.

EVALUACION DE LOS RESULTADOS

Normalmente los resultados de los ensayes de resistencia o compresión de especímenes de concreto en proyectos controlados caen dentro de la curva de distribución normal de frecuencias o de Gauss. (Fig. V.1)

Cuando hay un buen control, los valores de la resistencia serán más cercanos al valor promedio y la curva será alta y cerrada, (Fig. V.2), si aumentan las variaciones en la resistencia, los valores se dispersan y la curva se vuelve baja y abierta. Las abcisas representan las resistencias obtenidas en los ensayes y las ordenadas la frecuencia con que se presentan dichas resistencias.

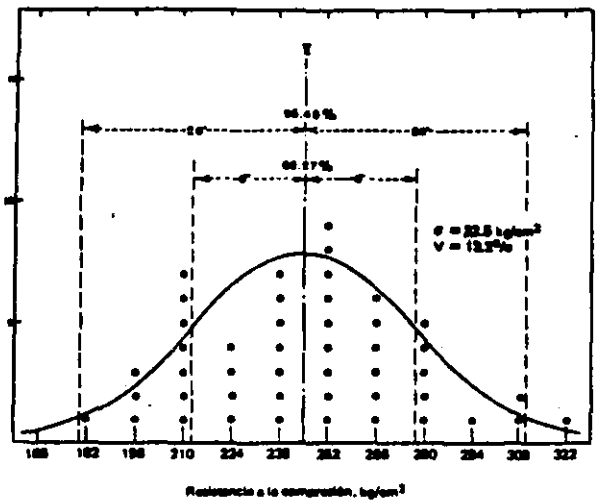


FIG. V. 1 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS.

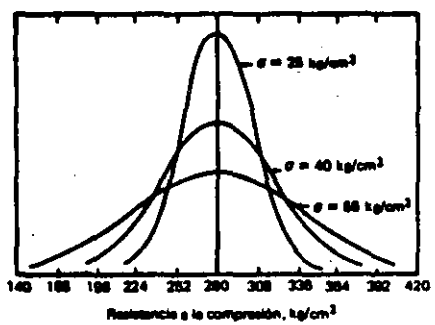


FIG. V. 2 CURVAS NORMALES DE FRECUENCIA.

Para obtener la máxima información, deberán hacerse ensayes de compresión de un número suficiente para representar al concreto producido.

Existen varias funciones en la curva normal de frecuencias que son útiles para comprender la información recibida.

MEDIA O PROMEDIO:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_n}{n}$$

$X_1, X_2 \ldots X_n$.- Promedio de los resultados de los especímenes que componen una muestra.

n = Número total de muestras, entendiéndose por una muestra el número total de especímenes que se obtienen de una misma revoltura y se ensayan a la misma edad.

DESVIACION ESTANDAR: $\sqrt{}$:

La medida más usual de dispersión con respecto al valor central es la raíz cuadrada del promedio de la suma de los cuadrados de las desviaciones de las resistencias respecto a la resistencia promedio, dividido entre el número de resultados, la desviación estándar puede considerarse como el radio -

de giro respecto al centro del área comprendida bajo la curva teórica de probabilidad.

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \ldots\ldots + (X_n - \bar{X})^2}{n}}$$

En algunos textos de estadística n aparece como ---- (n-1) pero esto no es significativo, ya que el número mínimo de muestras que debe analizarse debe ser de 30.

Esta función permite expresar el grado de dispersión - como valor absoluto.

La siguiente tabla (1) tomada del ACI-214-77 sirve como guía para evaluar el grado de control en la uniformidad de - la fabricación del concreto, en función de la desviación estándar.

TABLA N° 1

EVALUACION DEL GRADO DE CONTROL DE LA UNIFORMIDAD DE LA FABRICACION DEL CONCRETO (Kg/cm^2)

EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	ACEPTABLE	POBRE
Por debajo de 25	de 25 a 35	de 35 a 40	de 40 a 50	Sobre 50

NOTA: Esta evaluación representa el promedio de resultados de especímenes ensayados a la edad especificada.

INTERVALO "R"

Se determina restando la resistencia más baja de la -- resistencia más alta del grupo de especímenes que integran una muestra. El intervalo es útil para calcular la desviación es-- tándar y posteriormente el coeficiente de variación en los ensayes del laboratorio.

Como se mencionó anteriormente, las variaciones en los resultados de ensayes de resistencia pueden deberse a dos cau-- sas diferentes: (I) propiedades de la mezcla de concreto, y --- (II) discrepancias en los métodos de ensayes. Es posible por - un análisis de variancia calcular las variaciones debidas a ca-

da una de las causas.

Las variaciones en la resistencia del concreto, dentro de una revoltura, se encuentran determinando, las variaciones de especímenes fabricados de esa misma revoltura, es conveniente suponer que una muestra de concreto es uniforme y, que por lo tanto, cualquier variación entre especímenes compañeros fabricados de dicha muestra se debe a discrepancias en la fabricación, en el curado o en el ensaye. Las muestras tomadas de diferentes partes de una revoltura pueden incluir variaciones debidas a la ineficiencia de las mezcladoras.

Los especímenes compañeros fabricados de muestras tomadas de diversas partes de la revoltura pueden usarse para diferenciar entre la eficiencia de la mezcladora y la eficiencia del ensaye. Una sola revoltura de concreto no proporciona información suficiente para el análisis estadístico por lo que se recomienda fabricar y ensayar especímenes compañeros de por lo menos diez muestras tomadas de diferentes revolturas para poder establecer valores confiables de R. La desviación estándar y el coeficiente de variación en los ensayes se calculan como sigue:

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

$$V_1 = \frac{\sigma_1}{\bar{X}} \times 100$$

σ_1 = Desviación estándar de los ensayes

d = Constante que depende del número de especímenes por muestra (Tabla 2)

$\bar{R}$ = Promedio o media del total de intervalos.

V_1 = Coeficiente de variación de los ensayes.

$\bar{X}$ = Resistencia promedio de todas las muestras

TABLA No. 2*

FACTORES PARA CALCULAR LA DESVIACION ESTANDAR DE LOS ENSAYES

Número de Especímenes	d	1/d
2	1.128	0.8865
3	1.693	0.5907
4	2.059	0.4857
5	2.326	0.4299

Este proceso que permite calcular las discrepancias en los métodos de ensaye tiene la ventaja de que constantemente se obtiene información de la calidad del trabajo de los operarios y del laboratorio en general.

La siguiente tabla (3) tomada del ACI 214-77 califica el grado de control del laboratorio en función de los valores de V_1.

* De la Tabla No. B2 "Manual de Control de Calidad de Materiales" A S T M Special Technical Publication No. 15 C.

TABLA No. 3

EVALUACION DEL GRADO DE CONTROL DEL LABORATORIO

Excelente	Muy Bueno	Bueno	Aceptable	Pobre
Por debajo de 3	de 3 a 4	de 4 a 5	de 5 a 6	Arriba de 6

Nota: Esta evaluación representa el promedio de resultados de especimenes ensayados a la edad especificada.

Existen todavía otros criterios para la evaluación de uniformidad de las mezclas de concreto como las que se presentan a continuación:

NORMA N.O.M. -C- 155 - 1984.

5.1.1 Grados de calidad

5.1.1.1. Grados de calidad A (sólo para resistencia a compresión)

El concreto debe cumplir con los siguiente:

a) Se acepta que no más del 20% del número de pruebas de resistencia tengan valor inferior a la resistencia especificada f'c se requiere un mínimo de 30 pruebas.

b) No más del 1% de los promedios de 7 pruebas de resistencia consecutiva será inferior a la resistencia especificada.

c) No más de 1 % de las pruebas de resistencia puede ser menor que la resistencia especificada menos 50 Kg/cm^2.

5.1.1.2 Grado de calidad B (resistencia a compresión y resistencia a flexión)

El concreto debe cumplir con lo siguiente:

a) Se acepta que no más del 10% del número de pruebas de resistencia tengan valores inferiores a la resistencia especificada. Se requiere un mínimo de 30 pruebas.

b) No más del 1% de los promedios de 3 pruebas de resistencia consecutiva puede ser igual o menor que la resistencia especificada.

c) No más del 1% de las pruebas de resistencia puede ser menor que la resistencia especificada a compresión menos -

35 Kg./cm^2. o resistencia especificada a la flexión "MR' menos 4 Kg./cm^2.

Para satisfacer estos requisitos, la resistencia promedio del concreto será obviamente mayor que la resistencia -- del proyecto f'c, dependiendo de la uniformidad esperada en la producción del concreto y del porcentaje que se permite de resultados de ensayes inferiores a la resistencia de proyecto. - La resistencia promedio requerida; puede obtenerse haciendo -- uso de la fórmulas siguientes:

$$fcr = f'c + \sigma t \qquad (1)$$

$$fcr = f'c - K + \sigma t \qquad (2)$$

$$fcr = f'c + \frac{t\,\sigma}{\sqrt{n}} \qquad (3)$$

fcr = Resistencia promedio requerida en Kg/cm^2.

f'c = Resistencia de proyecto especificada en Kg/cm^2.

t = Constante que depende de la porción de resultados inferiores a f'c y del número de muestras - empleadas para calcular la desviación estándar (tabla 4)

σ = Desviación estándar de las muestras en Kg/cm^2.

n = Número de promedios consecutivos.

K = Valor que depende del grado de calidad del concreto. 50 para grado de calidad A (5.1.1.1.-c) y de 35 para grado de calidad B (5.1.1.2.-c).

TABLA No. 4
VALORES DE t*

Número de Muestras menos 1	Probabilidad de caer debajo del límite inferior 2 en 10	1 en 10
2	1.061	1.886
3	0.978	1.638
4	0.941	1.533
5	0.920	1.476
6	0.906	1.440
7	0.896	1.415
8	0.889	1.397
9	0.883	1.383
10	0.979	1.372
15	0.866	1.341
20	0.860	1.325
25	0.856	1.316
30	0.854	1.310
	0.842	1.282

* Los valores de t se tomaron de la tabla origianl debida a-- Fisher y Yates "Statistic tables for Biological Agriculture y Medical Research"

El mecanismo para hacer uso de la estadística en la evaluación de resultados de resistencia a compresión del concreto se puede explicar con mayor detalle en el ejemplo ilustrativo, que a continuación se presenta, el cual fue realizado por medio de un programa de computadora que para este fin utilizan Laboratorios de Control de Calidad.

METODOS ESTADISTICOS PARA LA INTERPRETACION DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO

PROPIETARIO : ALVARO ORTIZ VIZAIRO

OBRA : BANDA "EL CARACOL" ARECAREGA EDO. DE MEXICO

CONSTRUCTORA : SERVICIOS DE INGENIERIA S. A. DE C.V.

PREMEZCLADOR : CONCRETOS MARRA S.A. DE C.V.

FECHA DE EVALUACION : 15 DE SEPTIEMBRE DE 1985

PERIODO DE MUESTREO : DEL 20 DE MAYO AL 15 DE AGOSTO DE 1985

EDAD DE ENSAYE : 28 DIAS.

F'C DE PROYECTO : 250 KG/CM2

NUMERO DE MUESTRAS EN ESTUDIO : 105

NUMERO DE CILINDROS POR MUESTRA : 2

METODO DE DISEÑO ESTRUCTURAL : DISEÑO PLASTICO

MUESTRA NO.	LOCALIZACION	RESISTENCIA (KG/CM2) CIL. 1	CIL. 2	PROMEDIO (KG/CM2)	INTERVALO (KG/CM2)	PROMEDIO DE 3 MUESTRAS CONSECUTIVAS
PM-1	ZAPATAS DE CIMENTACION	293	293	293.0	0	287.3
PM-2	BASE DE DADOS CIMENTACION	318	315	316.5	3	296.3
PM-3	BASE DE DADOS CIMENTACION	291	294	292.5	3	261.5
PM-4	BASE DE DADOS CIMENTACION	288	288	288.0	0	264.3
PM-5	ZAPATAS Y BASE DE DADOS CIMENTACION	211	213	212.0	2	351.0
PM-6	ZAPATAS Y BASE DE DADOS CIMENTACION	301	301	301.0	0	288.7
PM-7	ZAPATAS Y BASE DE DADOS CIMENTACION	248	248	248.0	0	348.3
PM-8	ZAPATAS Y BASE DE DADOS CIMENTACION	302	300	301.0	2	275.3

LABORATORIO DE CONTROL, S.A.
(GRUPO SACRAS)

PR-9	BASE DE COLUMNAS CIMENTACION	244	244	244.0	0	244.5
PR-10	BASE DE COLUMNAS CIMENTACION	259	264	261.5	5	268.2
PR-11	ZAPATAS DE CIMENTACION	276	276	276.0	0	283.0
PR-12	ZAPATAS DE CIMENTACION	270	268	269.0	2	282.2
PR-13	ZAPATAS Y BADOS CIMENTACION	311	306	308.5	5	283.0
PR-14	ZAPATAS Y BADOS CIMENTACION	300	299	299.0	3	283.0
PR-15	ZAPATAS Y BADOS CIMENTACION	301	301	301.0	0	299.3
PR-16	ZAPATAS Y BADOS CIMENTACION	304	311	307.5	7	298.0
PR-17	ZAPATAS Y BADOS CIMENTACION	290	289	289.5	1	284.0
PR-18	ZAPATAS Y BADOS CIMENTACION	301	298	299.5	3	282.5
PR-19	ZAPATAS Y BADOS CIMENTACION	268	264	266.5	1	266.7
PR-20	ZAPATAS CIMENTACION	284	281	282.5	3	261.7
PR-21	ZAPATAS CIMENTACION	249	255	252.0	6	246.0 **
PR-22	ZAPATAS CIMENTACION	249	252	250.5	3	233.3 **
PR-23	ZAPATAS CIMENTACION	230	230	230.0	0	231.7 **
PR-24	BADO CIMENTACION	207	216	211.5 *	9	230.0 **
PR-25	BADO CIMENTACION	244	247	245.5	3	240.0 **
PR-26	BADO CIMENTACION	234	232	233.0	2	242.7 **
PR-27	BADO CIMENTACION	260	258	259.0	2	261.0
PR-28	COLUMNA	234	238	236.0	4	256.0
PR-29	COLUMNA	287	289	288.0	2	266.3 **
PR-30	COLUMNA	244	244	244.0	0	233.3 **
PR-31	COLUMNA	204	210	207.0 *	6	244.0 **
PR-32	COLUMNAS	248	250	249.0	2	261.7
PR-33	COLUMNAS	276	276	276.0	0	290.0
PR-34	COLUMNAS	268	268	268.0	0	237.5 **
PR-35	COLUMNAS	214	214	214.0 *	0	224.7 **
PR-36	COLUMNAS	236	241	238.5	5	231.7 **
PR-37	BASOS Y COLUMNAS	217	226	221.5	9	245.2 **
PR-38	COLUMNAS	240	242	241.0	2	251.3

LABORATORIO DE CONTROL, S.A.
(DRUM BADAS)

PR-39	COLUMNAS	271	289	278.0	2	254.3
PR-40	BADO Y COLUMNA	239	247	243.0	8	268.5
PR-41	BADO Y COLUMNA	265	265	265.0	0	261.5
PR-42	BADO Y COLUMNA	274	273	273.5	1	264.5
PR-43	BADO Y COLUMNA	246	244	245.0	2	256.0
PR-44	COLUMNA	275	273	274.0	2	252.7
PR-45	COLUMNA	250	251	250.5	1	[illegible]
PR-46	COLUMNA	232	235	233.5	3	[illegible]
PR-47	COLUMNAS	294	297	295.5	3	295.3
PR-48	COLUMNAS	294	291	292.5	3	307.0
PR-49	COLUMNA	297	299	298.0	2	315.7
PR-50	COLUMNA	337	341	339.0	4	301.2
PR-51	COLUMNA	309	311	310.0	2	270.0
PR-52	TRABE PORTANTE	260	261	260.5	1	250.0
PR-53	TRABE PORTANTE	240	244	242.0	4	250.0 **
PR-54	TRABE PORTANTE	250	250	250.0	0	241.7 **
PR-55	TRABE PORTANTE	227	229	228.0	2	230.0 **
PR-56	TRABES DE CIMENTACION	252	254	253.0	2	247.0 **
PR-57	TRABE	232	237	234.5	5	254.7
PR-58	TRABE	256	251	253.5	5	250.0
PR-59	TRABES DE LIGA	276	276	276.0	0	261.0
PR-60	TRABES DE LIGA	249	245	247.0	4	264.7
PR-61	TRABE DE LIGA	260	260	260.0	0	280.2
PR-62	TRABE DE LIGA Y COLUMNA	287	287	287.0	0	301.0
PR-63	TRABE DE LIGA Y COLUMNA	356	351	353.5	5	292.0
PR-64	MENSULA	260	270	265.0	10	250.0
PR-65	COLUMNA	260	255	257.5	5	299.2
PR-66	TRABE	255	248	251.5	7	301.0
PR-67	TRABE	270	267	268.5	3	279.0
PR-68	MENSULA	326	323	324.5	3	277.3
PR-69	COLUMNA Y TRABE	243	240	244.5	3	267.3 **

LABORATORIO DE CONTROL, S.A.
(DRUM BADAS)

PM-70	TRABE	261	261	261.0	0	241.3 **
PM-71	TRABE	236	233	234.5	3	230.2 **
PM-72	TRABE	236	231	230.5	5	223.3 **
PM-73	TRABE	224	219	221.5	5	217.0 **
PM-74	TRABE	219	221	220.0	2	213.0 **
PM-75	TRABE	211	213	212.0 *	2	226.3 **
PM-76	TRABE	288	289	287.0 *	4	230.0 **
PM-77	TRABE	268	268	268.0	5	251.0
PM-78	TRABE	250	250	250.0	5	248.7 **
PM-79	PISO	241	246	243.0	4	227.7 **
PM-80	PISO	226	233	229.0	6	228.8 **
PM-81	PISO	211	211	211.0 *	0	232.0 **
PM-82	PISO	249	244	246.0	5	248.5 **
PM-83	PISO	236	241	238.5	5	241.0 **
PM-84	PISO	238	235	236.5	2	245.7 **
PM-85	PISO	252	249	250.5	3	249.5 **
PM-86	PISO	248	252	250.0	4	245.7 **
PM-87	PISO	252	244	248.0	8	248.5 **
PM-88	PISO	237	241	239.0	4	246.3 **
PM-89	PISO	261	256	258.5	5	250.3
PM-90	LOSA DE PISO	245	238	241.5	7	246.0 **
PM-91	LOSA DE PISO	273	277	275.0	4	231.3 **
PM-92	LOSA DE PISO	227	221	224.0	6	219.0 **
PM-93	LOSA DE PISO	211	215	213.0 *	4	215.3 **
PM-94	LOSA DE PISO	219	221	220.0	2	215.3 **
PM-95	LOSA DE PISO	210	210	210.0 *	0	205.3 **
PM-96	LOSA DE PISO OFICINA	215	217	216.0	2	204.0 **
PM-97	LOSA DE PISO PLANADLAS	189	192	190.5 *	3	177.0 **
PM-98	LOSA DE PISO	204	207	205.5 *	3	[illegible] **
PM-99	LOSA DE PISO ANDEN	200	199	201.5 *	2	187.5 **

LABORATORIO DE CONTROL S.A.
(GRUPO BACARDI)

PM-100	LOSA DE PISO ANDEN	192	199	197.5 *	7	210.0 **
PM-101	LOSA DE PISO	225	230	227.5	5	230.3 **
PM-102	LOSA DE PISO	233	230	231.5	3	231.2 **
PM-103	LOSA DE PISO	226	227	226.5	1	224.0 **
PM-104	LOSA DE PISO	238	245	241.5	7	[illegible]
PM-105	LOSA DE PISO	203	210	206.5 *	7	[illegible]

* INDICA AQUELLOS PROMEDIOS DE LOS LECTURAS DE LAS MAQUINAS CUYA RESISTENCIA ES DE MAS DE 35 KG/CM2 POR DEBAJO DE LA F'C DE PROYECTO (N U M - C 1 5 5 - 1 9 8 4 , 5 . 1 . 1 . 2).

** INDICA AQUELLOS PROMEDIOS DE 3 MAQUINAS COMPRESIVAS CUYA RESISTENCIA ES MENOR QUE LA F'C DE PROYECTO (N U M - C 1 5 5 - 1 9 8 4 , 5 . 1 . 1 . 2).

LABORATORIO DE CONTROL S.A.
(GRUPO BACARDI)

De esta serie de datos se obtiene:

$$\text{Media} = \bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_{105}}{105} = 253.4 \text{ Kg/cm}^2.$$

Desviación Estándar :

$$= \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \ldots + (X_{105} - \bar{X})^2}{105}}$$

$$= 32.1 \text{ Kg/cm}^2$$

Media de Intervalos = $\bar{R}$ = 3.03 Kg/cm^2.

Desviación Estándar de los ensayos = $\sigma_1 = \frac{1}{d} \times \bar{R}$

(d = 1.128 Tabla 2)

$$\sigma_1 = \frac{1}{1.128} \times 3.03 = 2.7 \text{ Kg/cm}^2.$$

Coeficiente de variación de los ensayes = $V_1 = \frac{1}{\bar{X}} \times 100$

$$= \frac{2.7}{253.4} \times 100 = 1.1\%$$

Los cuales nos sirven para deducir las siguientes conclusiones, basándose en las Normas ACI-214-77 y NOM-C-155-1984.

C A P I T U L O VI

C O N C L U S I O N E S.

De acuerdo a estos datos estadísticos se puede concluir:

1.- La deficiencia en la resistencia del concreto utilizado se puede deber a un mal cálculo en la dosificación de los elementos que componen a éste.

2.- Una vez observada la importancia de la estadística en la interpretación de resultados se recomienda, que la resistencia promedio (fcr) del concreto debe ser superior a la resistencia de diseño (f'c). Esta diferencia en la resistencia dependerá de la variabilidad esperada en los resultados de las pruebas y de la proporción permisible de muestras con resultados menores que los indicados en el nivel de resistencia. Los cuales se especifican en la NOM-C-155-1984 y ------ ACI-214-77.

3.- La resistencia promedio requerida (fcr) que se debe tomar en cuenta para cualquier diseño puede ser calculada mediante las ecuaciones:

$$fcr = f'c + t\sigma \quad (1)$$

$$fcr = f'c - K + \sigma t \quad (2)$$

$$fcr = f'c + t\sigma/\sqrt{n} \quad (3)$$

[illegible]

DIRECTORIO DE ALUMNOS DEL CURSO
RESIDENTES DE CONSTRUCCION
DEL 21 DE SEPTIEMBRE AL 6 DE OCTUBRE DE 1992.

1.- AQUIL SIXTOS ANTONIO

2.- AGUILAR CHAVEZ TOMAS ANTONIO
JEFE DE OFICINA-INTERCEPTOR PONIENTE
D.G.C.O.H.-SUBDIRECCION DE DRENAJE-U. DEPTAL. DRENAJE PROFUNDO
VIADUCTO MIGUEL ALEMAN 507, COL. GRANJAS MEXICO, DELEG. IZTACALCO, C.P. 08400

3.- ALVAREZ MEZA HECTOR FELICIANO
SUPERVISOR DE OBRAS
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA
VIADUCTO MIGUEL ALEMAN 507, COL. GRANJAS MEXICO, DELEG. IZTACALCO, C.P. 08400, TEL. 657 74 44 212 OFNA.

4.- BOUZA DOMINGUEZ EMILIO
HERREROS 7, INT. 3, COL. MORELOS, DELEG. V. CARRANZA
C.P. 15270, TEL. 702 00 69 DOM.

5.- BRITO RAMIREZ RAFAEL PEDRO
DIRECTOR GENERAL
BRIRA S.A. DE C.V.
CORONA 185, COL. INDUSTRIAL, DELEG. G.A. MADERO, C.P. 07800, TEL. 537 21 85 OFNA.

6.- GIL GONZALEZ MARTIN
COORDINADOR DE ALMACENES
COLLADA RULLAN VALENZUELA. CONSTRUCTORES S.A. DE C.V.
SIERRA STA. ROSA 47, COL. REFORMA SOCIAL, DELEG. M. HIDALGO, C.P. 11650, TEL. 202 36 01 y 202 36 99 OFNA.

7.- GONZALEZ CHAVEZ MIGUEL
ISIDRO FABELA M-25 L-37, COL. GRANJAS VALLE DE GPE.
ECATEPEC, EDO. DE MEXICO, C.P. 55270, TEL. 780 96 34 DOM.

8.- HERNANDEZ ESPINOSA JUAN HECTOR
AUDITOR Y ANALISTA ESPECIALIZADO
AUDITORIA DE SISTEMAS Y SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.
RIO NAZAS 70-403, COL. CUAUHTEMOC, DELEG. CUAUHTEMOC
C.P. 06500, TEL. 525 57 22 y 525 58 22 OFNA.

9.- HERNANDEZ MARTINEZ SANTOS ARTURO
CALLE JORULLO No. 3904, COL. DEL GAS, DELEG. AZCAPOTZALCO
C.P. 02950, TEL. 355 43 93 DOM.

10.- LARA AVILA SERGIO
SUPERINTENDENTE
DALYN CONSTRUCTORA S.A. DE C.V.
CASTAÑEDA 15-1, COL. MIXCOAC, DELEG. B. JUAREZ
TEL. 611 44 49 OFNA.

11.- MORALES RUBIO ERNESTO
JEFE DE SUP.; PROFESOR
BANAMEX; ENEP ACATLAN
INSURG. SUR 2065, SAN ANGEL, C.P. 01000, TEL. 725 6230 DFNA.

12.- NAJERA PALOMINO ARISTEO ANTONIO
ANALISTA TECNICO
S.C.T. DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES
ALTADENA 23, 4o PISO, COL. NAPOLES, C.P. 09100
TEL. 687 61 99 EXT. 155 DFNA.

13.- OSNAYA NUÑEZ ANTONIO
CALLE CAMPO ARROLLO CLARO No. 1102, COL. REYNOSA, DELEG. AZCAPOTZALCO, C.P. 02200, TEL. 383 87 26 DOM.

14.- PEREZ CABAÑAS CASTULO
COORDINADOR DE UNIDAD DE SERVICIOS PROFESIONALES
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE OBRA PUBLICA, COL. NARVARTE, DELEG. B. JUAREZ, C.P. 03020
TEL. 519 39 07 OFNA.

15.- PEREZ ALVAREZ CARLOS
JEFE DE LA OFICINA DE ESTRUCTURAS ESPECIALES
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA
VIADUCTO PIEDAD, COL. GRANJAS MEXICO, DELEG. IZTACALCO
C.P. 08400, TEL. 650 38 64 OFNA.

16.- RAMIREZ SOTO JAVIER
PLANEADOR DEL MANTENIMIENTO
SMURFIT CARTON Y PAPEL DE MEXICO, S.A. DE C.V.
KM 16.5 AZCAPOTZALCO-TLALNEPANTLA, LOS REYES, EDO. MEX.
C.P. 54090, TEL. 564 64 22 EXT. 270 OFNA.

17.- SANCHEZ AGUIRRE FRANCISCO
GERENTE ADMINISTRATIVO
TRANSITO S.A. DE C.V.
CARLOS B. ZETINA 116, 2o. PISO, COL. ESCANDON
TEL. 277 86 32 OFNA.

18.- SANZ BIRON AMPARO DEL PILAR
COLLADA. RULLAN. VALENZUELA. CONSTRUCTORES S.A. DE C.V.
SIERRA STA. ROSA 47, COL. REFORMA SOCIAL, DELEG. M. HIDALGO, C.P. 11650, TEL. 91 72 153 204 (TOLUCA)

19.- VALENCIA ECHEVERRI CARLOS ARTURO
RESIDENTE DE OBRA
COLLADA. RULLAN. VALENZUELA. CONSTRUCTORES S.A. DE C.V.
SIERRA STA. ROSA 47, COL. REFORMA SOCIAL, DELEG. M. HIDALGO, C.P. 11650, TEL. 202 36 01 y 202 36 99 OFNA.

20.- VALLEJO PEREZ ANTONIO
J.J. EGUIARA Y EGUREN 115-2, COL. VIADUCTO PIEDAD, DELEG. IZTACALCO, C.P. 08200, TEL. 519 42 27 DOM.