

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS,  
EDIFICACION  
DEL 27 DE MARZO AL 7 DE ABRIL DE 1995  
DIRECTORIO DE PROFESORES

ING. JOSE MARCOS AGUILAR MORENO  
ADMINISTRADOR UNICO  
RECIMENTACIONES Y PILOTAJES, S.A.  
AV. SAN ANTONIO 198  
COL. CIUDAD DE LOS DEPORTES  
03710 MEXICO, D.F.  
TEL. 598 19 77

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO  
DIRECTOR GENERAL  
GRUPO INGENIERIA INTEGRAL, S.A.C.V.  
ANA MA. MIER 10  
COL. DEL VALLE  
03100 MEXICO, D.F.  
TEL. 543 52 02, 536 37 70, 687 11 99

ING. ROBERTO AVELAR LOPEZ  
DIRECTOR GENERAL  
INGENIERIA ESPECIALIZADA EN CIMENTACIONES  
VIA GUSTAVO BAZ 300  
ECHEGARY, NAUCALPAN  
53370 EDO. DE MEXICO  
TEL. 373 45 00, 373 45 99

LIC. RAUL BACA PEÑA  
ABOGADO DE LA EMPRESA  
GRUPO INFRAN, S.A.  
AV. COYOACAN 1878 PISO 11  
03240 MEXICO, D.F.  
TEL. 524 66 46

ING. PATROCINIO BECERRIL ALBARRAN  
JEFE DE GRUPO Y CONTRATISTA  
SACHAG  
NEW YORK 310 PISO 7  
COL. NAPOLES  
03810 MEXICO, D.F.  
TEL. 687 36 66, 672 62 48

ING. FRANCISCO S. CEDILLO MIRANDA  
GERENTE GENERAL  
FRADI, S. A. (GRUPO CONSTRUCTOR  
INMOBILIARIO Y AVALUOS)  
MANUEL GONZALEZ 436 EDIF. 10 DEPTO. 202  
MEXICO, D.F.  
TEL. 597 27 37, 583 06 57

ING. JOSE LUIS ESQUIVEL AVILA  
JEFE DE SUPERVISION  
DIRAC  
CUBICULO 11, MEZZANIN DEL DEPTO. DE ESTRUCTURAS  
FAC. DE INGENIERIA, UNAM  
CIUDAD UNIVERSITARIA  
04510 MEXICO, D.F.  
TEL. 579 17 77, RADIO 359 13 33, 576 51 77  
CLAVE 7192

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
EDIFICACION  
DEL 27 DE MARZO AL 7 DE ABRIL DE 1995  
DIRECTORIO DE ASISTENTES

Aburto Sagredo José E.  
Gerente General  
Ing. Integral Esp. Leco, S.A.C.V.  
Av. 1ª de mayo 239-18  
San Pedro de los Pinos  
03800 México, D. F.  
Tel. 611 73 85

Ayala Rosas José Antonio  
Supervisor de obra  
Ing. control y admón. S.A.  
Insurgentes sur 1991 Torre B  
piso 4  
Col. Guadalupe Inn  
01020 México, D.F.  
Tel. 663 10 57

Castellanos Vilchis Carlos A  
Gerente y supervisor  
Coribe, S.A.C.V.  
Monte Albán 345-1  
Col. Narvarte  
03020 México, D.F.  
Tel. 682 68 01

Galván Escobar Javier  
Desierto de los leones 85  
San Ángel  
01000 México, D.F.  
Tel. 550 98 29

García González Adrián  
Jefe de proyectos  
ARINDE  
Habana 419  
Col. Tepeyac Insurgentes  
07020 México, D. F.  
Tel. 781 61 78

León Gallegos Carlos Raymundo  
Director de administración  
Valesa Gpo. Constructor, S.A.C.V  
Bustamante 2 Cto. Misioneros  
Cd. Satélite  
53100 Naucalpan, Edo. de México  
Tel. 393 92 61

López Gómez Pascual  
Académico  
Enep Aragón  
Av. Rancho Seco s/n  
Col. Bosques de Aragón  
Tel. 623 08 50

Macías Contreras David Javier  
Rebsamén 1059  
Col. Del Valle  
03100 Médico, D.F.  
Tel. 559 32 40

Ramírez Jaimes Ismael  
E. Libre  
Florida 17-B-102  
Col. Centro  
06200 México, D.F.  
Tel. 760 05 91

Reyes Ornelas Víctor Hugo  
Ing. Civil  
Instituto Juana de Arco  
Cda. Herminio Chavarria 22  
Col. Xalpa  
09600 México, D. F.  
Tel. 429 50 90

Reyna Tejeda Héctor Enrique  
Gerente de proyectos  
Ultra Ingenieros, S.A. C.V.  
Altata 57  
Col. Hipódromo Condesa  
06170 México, D.F.  
Tel. 277 50 29

San Germán Martínez M. Ignacio  
Jefe Depto. de Actualización  
Inst. Politécnico Nacional  
Zacatenco, D.F.  
Col. Lindavista  
Del. G.A. Madero, México, D.F.  
Tel. 567 73 29

Simack Tablada José Luis  
Constructor  
Independiente  
Viaducto Miguel Alemán 932  
Col. Nápoles  
03810 México, D.F.  
Tel. 669 20 69

Trejo Reyes Jorge Luis  
Supervisor  
Infran, S.A.  
Av. Coyoacan 1871 piso 11  
Col. Las Acacias  
03240 México, D.F.  
Tel. 524 66 83

Valenzuela Vallejo Ana Cecilia  
Supervisor  
Ing. control y admón, S.A.C.V.  
Insurgentes sur 1991 Torre B  
Piso 4, Guadalupe Inn  
01020 México, D.F.  
Tel. 663 10 57

Villanueva PérezSandi José Ma.  
Gerente  
CTC Ingenieros Civiles, S.A.C.V.  
Paseo de las palmas 140  
Col. Lomas de Chapultepec  
11000 México, D.F.  
Tel. 520 65 30

Mendoza Rivas Jesús  
Subgerente de normavidad  
Ing. Miguel Montes de Oca y Asoc.  
S. A. de C. V.  
Dolores Jiménez y Muro 36  
Col. Periódista  
22110 México, D.F.  
Tel. 358 13 09

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
**EDIFICACION**  
Del 27 de Marzo al 7 de Abril de 1995.

F E C H A	H O R A R I O	T E M A	P R O F E S O R
Lunes 27	17 a 21 hrs.	Leyes y Reglamentos	Lic. Raúl Baca Peña
Martes 28	17 a 21 hrs.	A v a l ú o s	Ing. Francisco Cedillo Miranda
Miércoles 29	17 a 21 hrs.	Excavaciones y Cimentaciones	Ing. Roberto Avelar López
Jueves 30	17 a 21 hrs.	Excavaciones y Cimentaciones	Ing. Roberto Avelar López
Viernes 31	17 a 21 hrs.	Excavaciones y Cimentaciones	Ing. José Marcos Aguilar Moreno
Lunes 3	17 a 21 hrs.	Estructuras de Concreto	Ing. Federico Alcaraz Lozano
Martes 4	17 a 21 hrs.	Estructuras de Concreto	Ing. Federico Alcaraz Lozano
Miércoles 5	17 a 21 hrs.	Estructuras de Acero	Ing. José Luis Esquivel Avila
Jueves 6	17 a 21 hrs.	Instalaciones	Ing. Patrocinio Albarrán
Viernes 7	17 a 21 hrs.	Instalaciones	Ing. Patrocinio Albarrán

Coordinador General: Ing. Rafael Aburto Valdés

# EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

CURSO: EDIFICACION

FECHA: Del 27 de marzo al 7 de abril de 1995.

CONFERENCISTA	DOMINIO DEL TEMA	USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	COMUNICACION CON EL ASISTENTE	PUNTUALIDAD
Lic. Raúl Baca Peña				
Ing. Francisco Cedillo Miranda				
Ing. Roberto Avelar López				
Ing. José Marcos Aguilar Moreno				
Ing. Federico Alcaraz Lozano				
Ing. José Luis Esquivel Avila				
Ing. Patrocinio Albarrán				

## EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

ORGANIZACION Y DESARROLO DEL CURSO	
GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL CURSO	
ACTUALIZACION DEL CURSO	
APLICACION PRACTICA DEL CURSO	

## EVALUACION DEL CURSO

CONCEPTO	CALIF.
CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
CONTINUIDAD EN LOS TEMAS	
CALIDAD DEL MATERIAL DIDACTICO UTILIZADO	

ESCALA DE EVALUACION: 1 A 10

1.- ¿LE AGRADO SU ESTANCIA EN LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA?

SI	NO
----	----

SI INDICA QUE "NO" DIGA PORQUE.

2.- MEDIO A TRAVES DEL CUAL SE ENTERO DEL CURSO:

PERIODICO EXCELSIOR		FOLLETO ANUAL		GACETA UNAM		OTRO MEDIO	
PERIODICO EL UNIVERSAL		FOLLETO DEL CURSO		REVISTAS TECNICAS			

3.- ¿QUE CAMBIOS SUGERIRIA AL CURSO PARA MEJORARLO?

---

---

4.- ¿RECOMENDARIA EL CURSO A OTRA(S) PERSONA(S)?

SI		NO	
----	--	----	--

5.- ¿QUE CURSOS LE SERVIRIA QUE PROGRAMARA LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.

---

---

6.- OTRAS SUGERENCIAS:

---

---

## BUSQUEDA BIBLIOGRAFICA

TEMA: EDIFICACION

ABURTO VALDES, Rafael. Edificación. Apuntes del curso impartido en el Palacio de Minería. Facultad de Ingeniería UNAM. Enero - febrero 1989.

AMBROSE, James E. Diseño simplificado de estructuras de edificios. Limusa. México 1982.

HETTEMA, Robert M. Mechanical and electrical building construction. Prentice Hall. New Jersey 1984.

CERVER, Francisco. Gas y electricidad. Atrium. Barcelona 1990.

SHUTTLEWORTH, Riley. Mechanical and electrical systems for construction. Mc Graw Hill. New York 1983.

RUEGG, Rosalie T. Economic evaluation of buildig design, construction, operation and maintenance: instructor's manual. National Bureau of Standars. USA 1984.

ALLEN, Edward. Cómo funciona un edificio: principios elementales. G. Gili. Barcelona 1982.

CARSON, Arthur Brinton. General excavation methods. Krieger. New Jersey 1980.



CAMPBELL ALLEN, D. Concrete structures: materials, maintenance and repair. Logman Scientific & Technical. England 1991.

RICHARDSON, J. G. Cncreto: prácticas de construcción. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. 1980.

BANGASH, M. Structural details in concrete. Black-well Scientific. Oxford 1992.

SUAREZ PATIÑO. Isabel. Estructuras de concreto para el mejoramiento del medio ambiente. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. 1984.

BUNGEY, John H. The atesting of concrete in structures. Chapman and Hall. New York 1982.

SUAREZ PATIÑO. Isabel. Diseño de edificios de concreto de poca altura. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. 1985.

DAS, Braja M. Theoretical foundation engineering. Elsevier. Amsterdam 1987.

HIDALGO BAHAMONTES, Angel. Construcción de cimientos. CEAC. Barcelona 1984.

PECK, Ralph B. Ingeniería de cimentaciones. Segunda edición. Limusa. México 1982.

## PUBLICACIONES PERIODICAS

MORI, Yasuhiro and ELLINGWOOD, Bruce R. "Maintaning Reliability of Concrete Structures". En: Journal of Structural Engineering. Vol. 120, No. 3, p. 824-845, March 1994.

COHN, M. Z. and DINOVTZER, A. Z. "Application of Structural optimization". En: Journal of Structural Engineering. Vol. 120, No. 2, p. 617-650, February 1994.

SCHIEßL, Peter. "Draft Recommendation for Repair Strategies for Concrete Structures Damaged by Reinforcement Corrosion". En: Materials and Structures. Vol. 27, No. 171, p. 415-436, August - September 1994.

NDEKUGRI, Issaka and TURNER, Adrian. "Building Procurement by Design and Building Approach". En: Journal of Construction Engineering and Management. Vol. 120, No. 2, p. 243-256, June 1994.

PETERSON, Alan. "Climbing High in Holland". En: International construction. Vol. 33, No. 3, p. 34-35, March 1994.

"Akerman ups the Stakes". En: International construction. Vol. 33, No. 2, p. 54, February 1994.

LIE, T. T. and STRINGER, D. C. "Calculation of the Fire Resistance of Steel Hollow Structural Section Columns Filled with Plain Concrete". En: Canadian Journal of Civil Engineering. Vol. 21, No. 3, p. 382-385, June 1994.

CLOUGHERTY, Joseph C. and O'BRIEN, Richard. "Deep dig, Tight Squeeze". En: Civil Engineering. Vol. 64, p. 42-45, August 1994.

Sociedad Mecana de Mecánica de Suelos.-Manual de Diseño y Construcción  
de Pilas y Pilotes.-México 1983

Avelar López Roberto.-Manual del Residente de Cimentación Profunda.-CNIC  
México 1987.

Cusa Juan de.-Calefacción, Refirgeración, Acondicionamiento de Aire.-Ediciones  
CEAC.-Barcelona 1978.

Neville A,M,-Tecnología del Concreto Tomos I y II.-IMCYC.-México 1978.



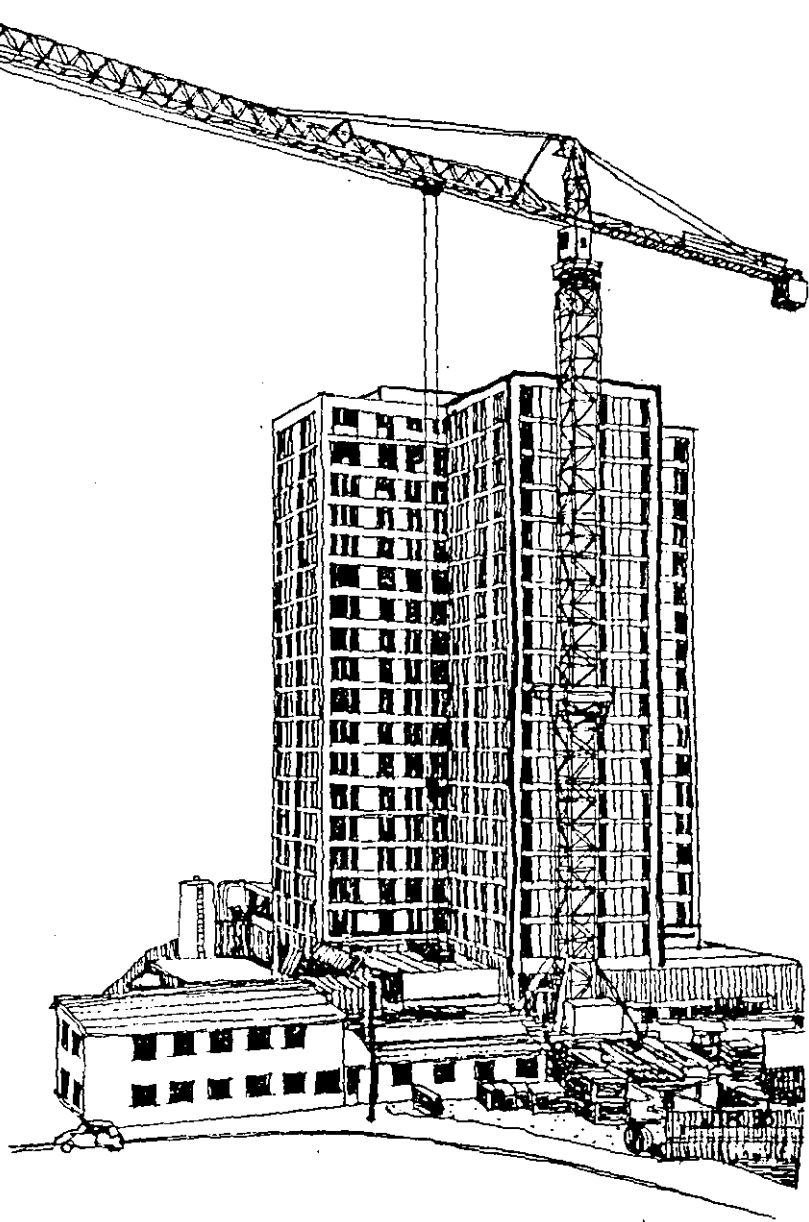
**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS.

EDIFICACION .  
del 27 de marzo al 7 de abril 1995

TEMA: LEYES Y REGLAMENTOS.

LIC. RAUL BACA PEÑA.



***EDIFICACION***  
COORDINADOR: ING. RAFAEL ABURTO VALDES



## CURSO DE EDIFICACION

- I.- LEY SOBRE EL REGIMEN DE PROPIEDAD EN CONDOMINIO DE --  
INMUEBLES PARA EL DISTRITO FEDERAL.
- II.- REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL.
- III.- LICENCIAS Y AUTORIZACIONES.
- IV.- LEY DE SALUD PARA EL DISTRITO FEDERAL.
- V.- INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL.
- VI.- LEY FEDERAL DEL TRABAJO.
- VII.- INFONAVIT.

LIC. RAUL BACA PEÑA

## P R E S E N T A C I O N

Las diversas reglamentaciones legales que se han expedido con el propósito de regular aspectos en el área de la construcción, ha motivado el interés de los profesionistas dedicados a esa área, a estudiar, revisar y estar al día en las disposiciones jurídicas que rigen el importante campo de la construcción en México.

Las presentes notas tienen como finalidad dar a conocer a los interesados en la materia, una síntesis de las leyes, reglamentos y disposiciones más importantes en la materia, a efecto de que estén en posibilidades de cumplirlas y como consecuencia las obras o construcciones de las que esten a su cargo se realicen en el tiempo proyectado.

LIC. RAUL BACA PEÑA



LEY SOBRE EL REGIMEN DE PROPIEDAD EN CONDOMINIO DE INMUEBLES,  
PARA EL DISTRITO FEDERAL.

Esta Ley tiene como finalidad regular las diferentes situaciones jurídicas presentadas entre los propietarios o poseedores de inmuebles con áreas propias de cada uno y espacios o áreas de uso común, así como su forma de administrar esos inmuebles.

La Ley esta dividida en ocho capítulos:

CAPITULO I.- Del régimen de la propiedad en condominio.

CAPITULO II.- De los bienes de propiedad exclusiva y de los bienes de propiedad común.

CAPITULO III.- De las Asambleas y del Administrador.

CAPITULO IV.- Del Reglamento del Condominio.

CAPITULO V.- De los gastos, obligaciones fiscales y controversias.

CAPITULO VI.- De los gravámenes.

CAPITULO VII.- Destrucción, ruina y reconstrucción del condominio.

CAPITULO VIII.- Del régimen de propiedad en condominio de carácter vecinal.

Se hará el análisis de las disposiciones más relevantes de cada uno de los capítulos mencionados de la Ley.

CAPITULO PRIMERO.

I.- "Se da el regimen de propiedad en condominio cuando los diferentes departamentos, viviendas, casas o locales de un inmueble construidos en forma vertical, horizontal o mixta, susceptibles de aprovechamiento independiente por tener salida propia a un elemento común de aquél a la vía pública pertenecieran a distintos propietarios, cada uno de éstos tendrá un derecho singular y exclusivo de propiedad sobre su departamento, vivienda, casa o local y además un derecho de copropiedad sobre los elementos y partes comunes del inmueble, necesarios para su adecuado uso o disfrute".

En este caso el propietario puede libremente vender, hipotecar o gravar en cualquier forma, su departamento, vivienda, casa o local, sin necesidad de tener la autorización o consentimiento de los demás condóminos con la limitación de que al venderse, gravarse o embargarse debe ser conjuntamente con las áreas comunes que le corresponden en copropiedad pues "la copropiedad sobre los elementos comunes del inmueble, no son susceptibles de división".

Para la constitución del régimen de propiedad en condominio, los propietarios deben obtener una declaración que expiden las autoridades competentes del Departamento del Distrito Federal en el sentido de ser realizable el proyecto general por hallarse dentro de las previsiones legales sobre el desarrollo urbano de planificación urbana y de prestación de los servicios públicos.

Para constituir el régimen de la propiedad en condominio el propietario o propietarios deberán declarar su voluntad en escritura pública, en la cual se hará constar:

- I.- La situación, dimensiones y linderos del terreno que corresponda al condominio de que se trate, con especificación precisa de su separación del resto de áreas, si está ubicado dentro de un conjunto o unidad urbana habitacional. Asimismo cuando se trate de construcciones vastas, los límites de los edificios o de las alas o secciones que de por sí deban constituir condominios independientes en virtud de que la ubicación y número de copropiedades origine la separación de los condominios en grupos distintos.
- II.- Constancia de haber obtenido la declaratoria del Departamento del Distrito Federal y de que las autoridades competentes han expedido las licencias, autorizaciones o permisos de construcciones urbanas y de salubridad que requieran este tipo de obras.
- III.- Una descripción general de las construcciones y de la calidad de los materiales, empleados o que vayan a emplearse.

IV.- La descripción de cada departamento, vivienda, casa o local, su número, situación, medidas, piezas de que conste, espacio para estacionamiento de vehículos, si lu hubiere y demás datos necesarios para identificarlo.

V.- El valor nominal que para los efectos de la Ley, se asigne a cada departamento, vivienda, casa o local el porcentaje que le corresponda sobre el valor total también nominal de las partes en condominio.

VI.- El destino genral del condominio y el especial de cada departamento, vivienda, casa o local.

VII.- Los bienes de propiedad común su destino con la especificación y detalles necesarios y, en su caso, su situación medidas, partes de que se compongan características y demás catos necesarios para su identificación.

VIII.- Características de la poliza de fianza que deban exhibir los obligados para responder de la ejecución de la construcción y de los vicios de ésta.

El monto de la fianza y el término de la misma serán determinados por las autoridades que expidan las licencias de cosntrucción.

IX.- Los casos y condiciones en que pueda ser modificada la propia.

"La escritura constitutiva del régimen de propiedad en condominio de inmuebles, que reunan los requisitos de Ley, deberán inscribirse en el Registro Público de la Propiedad.

#### CAPITULO SEGUNDO.

Se entiende por condómino a la persona física o moral que en calidad de propietario este en posesión de uno o más departamentos, viviendas, casas o locales.

El condomino tendrá derecho exclusivo a su departamento, vivienda, casa o local y derecho a la copropiedad de los elementos y partes del condominio que se consideren comunes.

El derecho de cada condómino sobre los bienes comunes será proporcional al valor de su propiedad exclusiva.

Son objeto de propiedad común:

I.- El terreno, sótanos, porticos, puertas de entrada, vestíbulos, galerías, corredores, escaleras, patios, jardines, senderos y calles interiores, espacios que hayan señalado las licencias de construcción como suficientes para estacionamiento de vehículos; siempre que sean de uso general;

II.- Los locales que sean destinados a la administración, portería y alojamiento del portero y los vigilantes; más los destinados a las instalaciones generales y servicios comunes.

III.- Las obras, instalaciones, aparatos y demás objetos que sirvan al uso o disfrute común, tales como fosas, cisternas, tinacos ascensores, montacargas, incineradores, estufa, hornos, bomba y motores; albañales canales; conductos de distribución de agua, drenaje, calefacción electricidad y gas; los locales y las obras de seguridad, deportivas, de recreo, de ornato, de recepción o reunión social y otras semejantes, con excepción de los que sirvan exclusivamente a cada departamento, vivienda, casa o local.

IV.- Los cimientos, estructuras, muros de carga y los techos de uso general, y

V.- Cualesquiera otras partes del inmueble, locales, obras, aparatos o instalaciones que se resuelva, por unanimidad de los condóminos, usar o disfrutar en común o que se establezcan con tal carácter en el reglamento del condominio o en la escritura constitutiva.

Serán de propiedad común, solo de los condóminos colindantes los entrepisos, muros y demás divisiones que separen entre sí los departamentos, viviendas casas o locales.

Entre otras, los condóminos tienen las siguientes obligaciones y derechos:

A) Usar los bienes de uso común y gozar de los servicios e instalaciones generales, sin restringir o hacer más oneroso el derecho de los demás.

- B) Se prohíbe vender o rentar ares de uso común.
- C) Esta prohibido que una misma persona adquiera más de un departamento, vivienda, casa o local en los condominios financiados o construidos por instituciones oficiales, excepto si se ocupan por miembros de la propia familia.
- D) El condómino que desee vender su departamento vivienda, casa o local, - cuando el inmueble haya sido construido o financiado por una institución oficial, lo notificará al inquilino o institución oficial para que ejercite su derecho del tanto, dentro de los 10 días siguientes.
- E).- Cada condómino u ocupante usará su departamento, vivienda, casa o local - en forma ordenada y tranquila.
- F) No podrá destinar el condómino su inmueble a fines distintos de los expresamente convenidos.
- G).- El propietario podrá hacer toda clase de obras y reparaciones en el interior de su departamento, vivienda, casa o local, pero le está prohibida toda - innovación o modificación que afecte la estructura, paredes maestras u otros elementos esenciales del edificio o que puedan perjudicar su estabilidad, seguridad, salubridad o comodidad, tampoco podrá abrir claros o ventanas, ni pintar o decorar la fachada o las paredes exteriores en forma que desentone del conjunto o perjudique a la estetica general del inmueble.

### CAPITULO TERCERO.

La Asamblea de condóminos es el órgano supremo del condominio.

Las Asambleas son de grupo de condóminos y las generales.

Las Asambleas se regirán por las siguientes prevenciones:

- a) Las Asambleas generales se celebrarán por lo menos una vez al año.
- b) Cada condómino gozará de un número de votos igual al porcentaje del valor que su departamento, vivienda, casa o local, represente en el total del condominio.
- c) En el caso de condóminos que hayan celebrado contaato, en virtud del cual, de cumplirse en sus términos, lleguen a ser propietarios, si media crédito hi

potencario o compraventa con reserva de dominio, el porcentaje de sus votos se reducirá a la proporción del precio que hubieren pagado y correspondera al acreedor la otra porción del porcentaje. Esta prevención solo regirá si los acreedores asisten a la asamblea.

e) La votación será personal, nominal y directa.

f) Las resoluciones de la asamblea se formarán por mayoría simple de votos.

g) Cuando un solo condómino más del 50% de los votos, se requiera además, el 50% de los votos restantes, para que sean válidos los acuerdos.

h) Las asambleas serán presididas en la forma, que prevea el Reglamento del condominio, fungirá como Secretario de ellas el administrador si es persona física y si es moral, la persona que esta designe.

i) El Secretario llevará el libro de actas que deberá estar autorizado por el Gobierno del Distrito Federal.

j) El Secretario tendrá siempre a la vista de los condóminos y de los acreedores registrados, el libro de actas y les informará por escrito a cada uno de las resoluciones que adopte la Asamblea.

Cuando la Asamblea se celebre en virtud de primera convocatoria, se requerirá un quorum del 90% de votantes; cuando se realice por segunda convocatoria, el quorum será cuando menos del 51% de votantes. Si la Asamblea se efectuare en razón de tercera convocatoria, las resoluciones se adoptarán por la mayoría de los presentes.

Las determinaciones adoptadas por la Asambleas en los términos de esta Ley del Reglamento del condominio y de las demás disposiciones legales aplicables, obligan a todos los condóminos, incluyendo a los ausentes o disidentes.

La Asamblea tendrá las siguientes facultades:

I.- Nombrar y remover libremente al administrador en los términos del Reglamento del condominio, excepto a los que funjan por el primer año, que serán designados

nados por quienes otorguen la escritura constitutiva del condominio. El Administrador podrá ser o no alguno de los condóminos y la asamblea de éstos fijara la remuneración relativa, que podrá renunciarse por algún condómino que acepte servir gratuitamente el cargo.

II.- Presidir las responsabilidades frente a terceros a cargo directo del administrador y las que corran a cargo de los condóminos, por actos de aquél, ejecutados en o con motivo del desempeño de su cargo.

III.- En los términos de las fracciones anteriores, nombrar y remover un comité de vigilancia, que podrá constituirse con una o hasta tres personas.

IV.- Resolver sobre la clase y monto de la garantía que deba otorgar el administrador respecto al fiel desempeño de su misión y al manejo de los fondos a su cuidado, tanto para el mantenimiento y administración cuando el de reserva para reposición de implementos.

V.- Examinar, y en su caso, aprobar, el estado de cuenta anual que someta el administrador a su consideración;

VI.- Discutir, y en su caso, aprobar el presupuesto de gastos para el año siguiente;

VII.- Establecer las cuotas a cargo de los condóminos para constituir un fondo destinado a los gastos de mantenimiento y administración, y de otro fondo de reserva, para la adquisición o reposición de implementos y maquinaria con que deba contar el condominio. El pago podrá dividirse en mensualidades, que habrán de cubrirse por adelantado. El monto de estos fondos se integrará en proporción al valor de cada departamento, vivienda, casa o local, establecido en la escritura constitutiva.

V.- Las primeras aportaciones para la constitución de ambos fondos, serán determinados en el reglamento del condominio. El fondo de reserva, mientras no se use, deba invertirse en valores de renta fija, redimibles a la vista. El destinado a mantenimiento y administración será el bastante para contar anticipadamente

padamente con el numerario que cubra los gastos de tres meses;

VIII.- Promover lo que proceda ante las autoridades competentes, cuando el administrador infrinja esta Ley, el reglamento del condominio, la escritura constitutiva y cualesquier disposiciones legales aplicables;

IX.- Instruir al administrador para el cumplimiento de sus obligaciones.

X.- Adoptar las medidas conducentes sobre los asuntos de interés común que no se encuentren comprendidos dentro de las funciones conferidas al administrador.

XI.- Modificar la escritura constitutiva del condominio y el reglamento del mismo, en los casos y condiciones que prevean la una y el otro, dentro de las disposiciones legales aplicables.

XII.- Las demás que le confieran la presente Ley, el reglamento del condominio la escritura constitutiva y demás disposiciones legales aplicables.

Corresponde al Administrador:

I.- Para los efectos de lo previsto en el artículo 27 fracción III, llevar, debidamente autorizado por el gobierno del Distrito Federal, un libro de registro de los acreedores que manifiesten dentro del primer mes de constituidos los créditos, o en enero de cada año, su desición de concurrir a las asambleas. En este registro se anotara la conformidad de acreedor y deudor sobre los saldos pendientes de cubrirse y en caso de discrepancia o de renuncia del deudor a expresar su voluntad, se anotarán los saldos que determine el comité de vigilancia; indicandose la proporción correspondiente al acreedor y al deudor, de los votos atribuidos al departamento, vivienda, casa o local de que se trate.

Estas inscripciones sólo tendrán validez por el trimestre en que se practiquen y de ellas el administrador expedirá constancia al acreedor interesado.

II.- Cuidar y vigilar los bienes del condominio y los servicios comunes, y promover la integración, organización y desarrollo de la comunidad. Entre los servicios comunes están comprendidos los que a su vez sean comunes con otros condominios o con vecinos de casas unifamiliares, cuando esten ubicadas dentro



de un conjunto o unidad habitacional, o sean edificios, alas o secciones de una construcción vasta. La prestación de estos servicios y los problemas que surjan con motivo de la contigüidad del condominio con otros o con vecinos de casas unifamiliares, serán resueltos en las asambleas correspondientes, llevando la representación de los condóminos respectivos al administrador o la persona designada al efecto. Estas asambleas serán reglamentadas por la asociación de administradores o representantes de condominios y de vecinos que se constituya;

III.- Recabar y conservar los libros y la documentación relacionada con el condominio, los que en todo tiempo podrán ser consultados por los condóminos.

IV.- Atender la operación de las instalaciones y servicios generales.

V.- Realizar todos los actos de administración y conservación;

VI.- Realizar las obras necesarias en los términos de la fracción I del art. - 26 de esta ley;

VII.- Ejecutar los acuerdos de la asamblea, salvo que ésta designe a otra persona.

VIII.- Recaudar de los condóminos lo que a cada uno corresponda aportar para los fondos de mantenimiento y administración y de reserva;

IX.- Efectuar los gastos de mantenimiento y administración del condominio, con cargo al fondo correspondiente en los términos del reglamento del condominio;

X.- Otorgar recibo a cada uno de los condóminos por las cantidades que hayan aportado en el mes anterior para los fondos de mantenimiento y administración y de reserva. En estos recibos se expresarán en su caso, los saldos a cargo de cada condómino;

XI.- Entregar mensualmente a cada condómino, recabando constancia de quien lo reciba, un estado de cuenta que muestre:

a) relación pormenorizada de los gastos del mes anterior, efectuados con cargo al fondo de mantenimiento y administración;

b) Estado consolidado que muestre los montos de las aportaciones y de cuotas pendientes de cubrirse. El administrador tendrá a disposición de los condóminos que quieran consultarla, una relación de los mismos en la que consten las cantidades que cada uno de ellos aportó para los fondos de amntenimiento y admnistración y de reserva, con expresión de saldos de cuotas pendientes a cubrirse;

c) Saldo del fondo de amntenimiento y administración y fines para el que se destinará en el mes subsiguiente, o, a cualesquiera de las ramas siguientes:

El condominio tendrá un plazo de cinco días contados a partir de la entrega de dicha documentación, para formular las observaciones u objeciones que considere pertinentes. Transcurrido dicho plazo se considerará que está de acuerdo con la misma, a areserva de la aprobación de la asamblea. La ley ténica-  
XII.- Convocará sãmblea, cuando menos con diez días de anticipación a la fecha de ma misma, indicando lugar dentro del condominio o el que haya fijado en el reglamento, más día día y hora en que se celebrará incluyendo la orden del día. Los condóminos y acreedores registrados o sus representantes serán notificados en el lugar que para tal efecto hayan señalado, mediante nota por escrito. Además del envío de la nota anterior, el administrador colocará la convocatoria en uno o más lugares visibles del condominio.

Los condóminos y los acreedores registrados podrán convocar a asamblea sin intervención del administrador, cuando acrediten ante juez competente que representan como mínimo la cuarta parte del valor del condominio. También el comité de vigilancia podrá convocar a asamblea, según lo previene el siguiente artículo. En casos de suma urgencia, se convocará a asamblea con la anticipación que las circunstancias exijan;

XIII- Exigir, con la representación de los demás condóminos, al infractor del artículo 24 las responsabilidades en que incurra;

XIV.- Cuidar de la debida observancia de las disposiciones de esta ley, el reglamento del condominio y de la escritura constitutiva;

XV.- Realizar las demás funciones y cumplir con las obligaciones que establece a su cargo, la ley, el reglamento del condominio, la escritura constitutiva y demás disposiciones legales aplicables.

El Comité de Vigilancia tendrá las siguientes atribuciones y deberes:

- I.- Cerciorarse de que el administrador cumpla los acuerdos de la asamblea general;
- II.- Estar pendiente de que el administrador lleve a cabo el cumplimiento de las funciones que le encarga el artículo anterior;
- III.- Determinar lo procedente en los casos previstos en la fracción I del artículo anterior;
- IV.- En su caso, dar su conformidad a la realización de las obras.
- V.- Verificar los estados de cuenta que debe rendir el administrador ante la asamblea;
- VI.- Constatar la inversión del fondo de reserva para la adquisición o reposición de implementos y maquinaria;
- VII.- Dar cuenta a la asamblea de sus observaciones sobre la administración del condominio;
- VIII.- Informar a la asamblea de la constatación que haga de incumplimientos de los condóminos con que de cuenta el administrador;
- IX.- Coadyugar con el administrador en observaciones a los condóminos sobre el cumplimiento de sus obligaciones;
- X.- Convocar a asamblea de condóminos cuando a su requerimiento el administrador no lo haga dentro de los tres días siguientes. Asimismo, cuando a su juicio sea necesario informar a la asamblea de irregularidades en que haya incurrido el administrador, con notificación a éste para que comparezca a la asamblea relativa;
- XI.- Las demás que se deriven de esta ley y de la aplicación de otras que impongan deberes a su cargo; así como de escritura constitutiva y del reglamento del condominio.

En relación a los bienes comunes, el administrador tendrá las facultades de representación de un apoderado general de los condóminos, para administrar bienes y para pleitos y cobranzas, con facultades para absolver posiciones; pero otras facultades especiales y las que requieran clausula especial, necesitarán acuerdo de la asamblea, por mayoría del 51% de los condóminos.

#### CAPITULO CUARTO.

El Reglamento del Condominio contendrá, por lo menos, lo siguiente:

- I.- Los derechos y obligaciones de los condóminos referidos a los bienes de uso común, especificando estos últimos; así como las limitaciones a que queda sujeto el ejercicio del derecho de usar tales bienes, y los propios;
- II.- Las medidas convenientes para la mejor administración, mantenimiento y operación del condominio;
- III.- Las disposiciones necesarias, que propicien la integración, organización y desarrollo de la comunidad;
- IV.- Forma de convocar a asamblea de condóminos y persona que la presidirá;
- V.- Forma de designación y facultades del administrador;
- VI.- Requisitos que debe reunir el administrador;
- VII.- Bases de remuneración del administrador;
- VIII.- Casos en que proceda la remoción del administrador;
- IX.- Lo dicho en las cuatro fracciones anteriores con relación al comité de vigilancia.
- X.- Las materias que le reserven la escritura constitutiva y la presente ley.

#### CAPITULO QUINTO

Los condóminos están obligados a contribuir para la constitución de los fondos de administración y mantenimiento y de reserva que determine la asamblea de condóminos.

Cuando un condominio conste de diferentes partes y comprenda, por ejemplo, varias escaleras, patios, jardines, obras e instalaciones destinadas a servir únicamente

a una parte del conjunto, los gastos especiales relativos, serán a cargo del grupo de condóminos beneficiados.

Las cuotas para gastos comunes que los condóminos no cubran mensualmente, causarán intereses al tipo legal o al que fije el Reglamento del condominio.

Trae apasejada ejecución en la vía ejecutiva civil, el estado de liquidación de adeudos, intereses moratorios y pena convencional que estipule el reglamento del condominio, si va suscrita por el administrador y el Presidente del Comité de vigilancia o quien lo sustituya y acompañada de los correspondientes recibos pendientes de pago, así como de copia certificada por los mismos funcionarios de la parte relativa del acta de asamblea o del Reglamento del condominio, en su caso, en que se hayan determinado las cuotas a cargo de los condóminos, para los fondos de mantenimiento y administración y de reserva. Esta acción solo podrá ejercerse cuando existan tres recibos pendientes de pago.

El Reglamento, del condominio podrá establecer que cuando algún condominio caiga en mora, el administrador distribuirá el importe del adeudo causado y que se siga causando entre los restantes condóminos, en proporción al valor de sus propiedades, hasta la recuperación del adeudo. Al efectuarse la recuperación de dicho adeudo, el administrador reembolsará a los afectados por dicho cargo, las cantidades que hubiesen aportado y los intereses en la parte proporcional que les corresponda.

El condómino que reiteradamente no cumpla con sus obligaciones, además de ser responsable de los daños y perjuicios que cause a los demás, podrá ser demandado para que se le obligue a vender sus derechos, hasta en subasta pública, respetandose el del tanto, en los términos del Reglamento del condominio. El ejercicio de esta acción será resuelto en asamblea de condóminos, por un mínimo del 75% de éstos.

## CAPITULO SEXTO.

Los gravámenes son divisibles entre los diferentes departamentos, - viviendas, casas o locales de un condominio.

Cada uno de los condóminos responderá solo del gravamen que corresponda a su propiedad.

Los créditos que se originen por las obligaciones contraídas en las escrituras constitutivas y de translación de dominio, por el Reglamento del condominio o por esta Ley y demás disposiciones legales aplicables, gozan de garantía real sobre los departamentos, viviendas, casas o locales, aunque estos se transmitan a terceros.

## CAPITULO SEPTIMO.

En caso de destrucción total o por lo menos las tres cuartas partes de su valor, por mayoría del 51% podrán acordar la reconstrucción o la división del terreno y de los bienes comunes que queden o en su caso la venta.

Si la destrucción no alcanza la gravedad que se indica, los acuerdos serán tomados por una mayoría especial del 75% de los condóminos.

En cualquiera de los casos anteriores, si el acuerdo es por la reconstrucción los condóminos en minoría estarán obligados a contribuir en la proporción que les corresponda o a enajenar sus derechos.

En caso de ruina o vetustez del condominio, una mayoría del 51% de los condóminos podrá resolver la reconstrucción o la demolición y división de los bienes comunes o en su caso la venta.

## CAPITULO OCTAVO

El Régimen de propiedad en condominio de carácter vecinal podrá - constituirse:

I.- En inmuebles que enajene para ese fin, el Departamento del Distrito Federal o las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal dedicadas al fomento de la Vivienda:

II.- En inmuebles, en cuya adquisición participen con financiamiento para el mismo fin, las entidades del sector del Departamento del Distrito Federal o las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal;

III.- En inmuebles que sean adquiridos por sus ocupantes o inquilinos, en cuya adquisición o enajenación intervengan las dependencias y entidades mencionadas;

IV.- En inmuebles y predios incluidos en los Programas Habitacionales del Departamento del Distrito Federal que oportunamente se aprueben, y

V.- En inmuebles dedicados a vivienda que cambien por voluntad de los propietarios o copropietarios y en su caso con la conformidad de los inquilinos que las habiten, al régimen a que se refiere este Capítulo.

El Régimen de Propiedad en Condominio de Carácter Vecinal, sólo podrá constituirse en viviendas de interés social y locales anexos".

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL

Se va a analizar en este capítulo el tema referente a los "DIRECTORES RESPONSABLES DE OBRA Y CORRESPONSABLES".

1.- Director responsable de obra es la persona física o moral que se hace responsable de la observancia del Reglamento de construcciones, en las obras para las que se otorgue su responsiva.

La calidad de Director responsable de obra se adquiere con el registro de la persona ante la comisión de admisión de Directores responsables de obra y corresponsables.

Un director responsable de obra otorga su responsiva, cuando con ese carácter:

- I.- Suscriba una solicitud de licencia de construcción y el proyecto de obra de las que regula el Reglamento de construcción, cuya ejecución vaya a realizarse directamente por él o por persona física o moral diversa, siempre que supervice la misma, en este último caso;
- II.- Tome a su cargo la operación y mantenimiento, aceptando la responsabilidad de la obra;
- III.- Suscriba un dictamen de estabilidad o seguridad de una edificación o instalación;
- IV.- Suscriba una constancia de seguridad estructural; o
- V.- Suscriba el visto bueno de seguridad y operación de obra.

Cuando se trate de personas morales que actúen como director responsable de obra, la responsiva deberá ser firmada por una persona física que reúna los requisitos establecidos en el Reglamento y que tenga poder bastante y suficiente para obligar a la persona moral. En todo caso la persona física como la moral son responsables solidarios.

La expedición de licencia de construcción no requerirá de responsiva de Director Responsable de obra, cuando se trate de las siguientes obras:...

- I.- Reparación, modificación o cambio de techos de azotea o entrepisos, cuando



en la reparación se emplee el mismo tipo de construcción y siempre que el claro no sea mayor de cuatro metros ni se afecten miembros estructurales importantes.

II.- Construcción de bardas interiores o exteriores con altura máxima de dos metros cincuenta centímetros.

III.- Apertura de claros de un metro cincuenta centímetros como máximo en construcciones hasta de dos niveles, si no se afectan elementos estructurales y no se cambia total o parcialmente el uso o destino del inmueble;

IV.- Instalación de fosas sépticas o albañales en casas habitación.

V.- Edificación de un predio baldío de una vivienda unifamiliar de hasta 60 metros cuadrados construidos la cual deberá contar con los servicios sanitarios indispensables, estar construída en dos niveles como máximo y claros no mayores de cuatro metros.

Para obtener el registro como Director Responsable de Obra, se deberán reunir los siguientes requisitos:

I.- Cuando se trate de personas físicas:

a) Acreditar que posee cédula profesional correspondiente a alguna de las siguientes profesiones:

Arquitecto, Ingeniero Arquitecto, Ingeniero civil, Ingeniero constructor militar o Ingeniero Municipal;

b) Acreditar ante la comisión de admisión de Directores responsables de obra y corresponsables, que conoce la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, el Reglamento de Construcciones y sus normas técnicas complementarias, el reglamento de zonificación, la Ley sobre el Régimen de propiedad en condominio de Inmuebles para el Distrito Federal y las otras leyes y disposiciones reglamentarias relativas al diseño urbano, la vivienda, la construcción y la preservación del patrimonio histórico, artístico y arqueológico de la Federación o del Distrito Federal.

c) Acreditar como mínimo 5 años de ejercicio profesional en la construcción de obras a que se refiere el reglamento de construcciones.

d) Acreditar que es miembro del colegio de profesionales respectivo.

II.- Cuando se trate de personas morales:

a) Acreditar que está legalmente constituido, y que se objeto social esta parcial o totalmente relacionado con las materias previstas en el art. 40 del Reglamento; y

c) Acreditar ser miembro de la Cámara respectiva.

Son obligaciones del Director:

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.

El Director responsable de la obra deberá contar con los corresponsables y en algunos casos este 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 sus obligaciones.

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 este 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 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 vistas 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 ejecute la obra;
  - g) Fecha de iniciación de cada etapa de la obra;
  - h) Incidentes y accidentes; y
  - j) 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 planes registrados actualizados del proyecto completo en original y memorias del cálculo;
- VII.- Refrendar 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; y
- VIII.- Elaborar y entregar al propietario de la obra al término de ésta, los manuales de operación y mantenimiento.

### C O R R E S P O N S A B L E S

Corresponsable es la persona física o moral con los conocimientos técnicos adecuados para responder en forma solidaria con el Director Responsable de Obra en todos los aspectos de las obras en las que otorgue su responsiva, relativos a la seguridad estructural, diseño urbano y arquitectónico e instalaciones, según sea el caso.

Quando se trate de personas morales que actuen como corresponsables, la responsiva deberá ser firmada por una persona física que reúna los requisitos que señala el Reglamento y que tenga poder bastante y suficiente para obligar a la persona moral. En todo caso tanto la persona física como la moral, son responsables solidarios en los términos que para ello señala la legislación común.

Existen los siguientes corresponsables:

- 1.- En Seguridad Estructural.
- 2.- En Instalaciones.
- 3.- En Diseño Urbano y Arquitectónico.

El Reglamento de construcciones establece obligaciones específicas para cada uno de los corresponsables.

Asimismo se crea la Comisión de Admisión de Directores Responsables de Obra y Corresponsables, la cual se integrará por:

I.- Dos representantes del Departamento, designados por el titular de esa dependencia, uno de los cuales presidirá la Comisión y tendrá voto de calidad en caso de empate; y

II.- Por un representante de cada uno de los Colegios y Cámaras siguientes, a invitación del Jefe del Departamento:

- A) Colegio de Arquitectos de México;
- B) Colegio de Ingenieros Civiles de México;
- C) Colegio de Ingenieros Militares;
- D) Colegio de Ingenieros Municipales;
- E) Colegio de Ingenieros Arquitectos de México;
- F) Colegio de Ingenieros Mecánicos Electricistas;

- G) Cámara Nacional de la Industria de la Construcción; y
- H) Cámara Nacional de Empresas de Consultoría.

Todos los miembros de la Comisión deberán tener registro de Director Responsable de Obra o de Corresponsable. En el mes de octubre de cada -- año, el Departamento solicitará a cada uno de los Colegios y Cámaras referidas, una terna con los nombres de los candidatos para representarlos, de la que eli girá al propietario y a su suplente, el que deberá reunir las mismas condicio nes que aquél.

Las sesiones serán válidas cuando asistan por lo menos cuatro (4) representantes de las Instituciones mencionadas, y uno (1) del departamento.

La Comisión de Admisión de Directores Responsables de Obra y Co-- rresponsables del Departamento, tendrá entre otras, las siguientes atribucio-- nes:

- 1.- Verificar que los aspirantes a obtener el Registro como Director Responsable de Obra o Corresponsable cumpla con los requisitos establecidos en el Reglamento.
- 2.- Otorgar el Registro a las personas que hayan cumplido con los requisitos.
- 3.- Llevar un registro de las licencias de construcción concedidas a cada Director Responsable de Obra y Corresponsable.

#### LICENCIAS Y AUTORIZACIONES

Antes de iniciar la construcción de una obra, es encesario y conveniente obtener de las autoridades competentes los permisos, licencias y auto-rizaciones previstas en diversas leyes y reglamentos.

Inclusive antes de proyectar una obra se recomienda revisar la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, el Reglamento de Zonificación para el Distrito Federal, el Reglamento de Planes Parciales y los planes parciales,

para conocer que tipo de construcción se puede llevar a cabo o realizar, en las diferentes zonas del Distrito Federal.

Una vez verificado que efectivamente se puede realizar la construcción que se desea en determinada zona, se debe tramitar antes de la licencia de construcción, la licencia de uso de suelo ante el Departamento del Distrito Federal.

Esta licencia se debe obtener cuando se trate de cualquiera de las construcciones previstas en el Artículo 53 del Reglamento de Construcciones.

Se requiere la obtención de una Licencia de Uso de Suelo con Dictamen Aprobatorio, en el caso de construcciones que se consideran de dimensiones mayores, como son los conjuntos habitacionales de más de 250 viviendas, oficinas de más de 20,000 metros cuadrados, almacenamiento y abasto de más de - - - 10,000 metros cuadrados, etc.

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.

Una vez obtenida la licencia de uso de suelo, se solicita al Departamento del Distrito Federal la licencia de construcción siendo ésta el acto - que consta en el documento expedido por el Departamento por el que se autoriza a los propietarios o poseedores, según sea el caso, para construir, ampliar, - modificar, cambiar el uso o régimen de propiedad a condominio, reparar o demoler una edificación o instalación.

Para la obtención de la licencia de construcción bastará efectuar el pago de los derechos correspondientes, la entrega del proyecto ejecutivo en

la Delegación donde se localice la obra a realizar, excepto en los casos señalados en que se requieran, otras autorizaciones, licencias, dictámenes, vistos - buenos, permisos o constancias.

Otro de los requisitos previos que se deben cumplir para la tramitación de la licencia de construcción es, además de la constancia de uso de suelo, el alineamiento y número oficial vigente, además de anexar a la solicitud, el proyecto arquitectónico, la memoria descriptiva, el proyecto estructural de la obra y demás requisitos señalados en el Reglamento.

#### LEY DE SALUD PARA EL DISTRITO FEDERAL

Esta Ley establece como requisito para iniciar y realizar la construcción, reconstrucción, modificación y acondicionamiento de un edificio, se requiere el permiso sanitario del proyecto, en cuanto a iluminación, ventilación, instalaciones sanitarias y contra accidentes, especificando, en todo caso, el uso a que estará destinado el inmueble.

En el supuesto que se pretenda una construcción en terrenos pantanosos o que hubieren estado destinados a basureros o cementerios, los interesados deberán comunicar estas circunstancias a la autoridad sanitaria, para que dicte las medidas que juzgue pertinentes para evitar peligros a la salud pública.

I.M.S.S.

TRAMITES ANTE LAS DEPENDENCIAS PARA DAR DE ALTA UNA OBRA

Al iniciarse una obra, ésta deberá darse de alta en las oficinas de las diferentes dependencias oficiales, tanto federales como locales, así como, en el Instituto Mexicano del Seguro Social, estos trámites deberá realizarlos el representante legal.

- I.- Alta de la Obra en la Oficina Federal de Hacienda.- En cumplimiento a lo dispuesto por el Código Fiscal de la Federación y la Ley del Impuesto sobre la Renta, cuando una empresa tiene establecimientos en diferentes localidades, debe dar de alta cada uno de los mismos, en la entidad correspondiente.

Cada obra viene siendo ante la Secretaría de Hacienda, un establecimiento o sucursal de la oficina matriz, por tal motivo es necesario acudir a las oficinas de la localidad de la citada secretaría a fin de dar de alta la obra.

Es muy importante que el formato correspondiente para altas de establecimientos (entiendase obras), se indique que se trate de un establecimiento sin ingresos, y que, los impuestos federales correspondientes se enteraran en la oficina central.

ALTA DE OBRA EN LA RECEPTORIA DE RENTAS LOCALES

Independientemente de los impuestos federales, los establecimientos tienen obligaciones de carácter fiscal para con el Estado, en donde se realizó la obra, así como con el Municipio correspondiente, motivo por el cual la obra debe darse de alta en la receptoría de rentas de la localidad de que se trate.



Cada "localidad" tiene diferentes formatos para el trámite de alta del establecimiento, atendiendo la presentación física del mismo, aunque en su contenido no hay diversidad alguna.

#### INSCRIPCION ANTE EL I. M. S. S.

Deberá efectuarse ante la Oficina Administrativa del I.M.S.S. o Delegación Estatal, dentro de los cinco días siguientes al de iniciación de operaciones, en los formatos correspondientes al Régimen Ordinario o del Régimen de la Industria de la Construcción.

#### INSCRIPCION ANTE EL INFONAVIT

Esta obligación se deberá cumplir dentro de los quince días siguientes al de la iniciación de operaciones.

#### LICENCIA SANITARIA

Las obras deberán obtener, por establecimiento, su licencia o patente sanitaria ante la Secretaría de salud o ante los Servicios Coordinados de Salud Pública del Estado, según corresponda, previamente al inicio de las operaciones.

#### OTROS REGISTROS

- Aviso de iniciación de operaciones ante la Secretaría de Programación y Presupuesto, Dirección General de Estadística
- Registro en el Padrón de Contratistas del Gobierno Federal
- Vo.Bo. de la Delegación Política de Seguridad y Operación de Incendios.
- En su caso, Permiso Extraordinario de Explosivos y Artificios.
- En su caso, Licencia Estatal o Municipal de funcionamiento.

SISTEMAS  
EVENTUALES DE LA  
CONSTRUCCION

Sujetos obligados: Se consideran como patrones de la construcción, las personas físicas o morales que se dediquen en forma permanente o esporádica a la actividad de la construcción y que contraten trabajadores por obra o tiempo determinado.

Por obra de construcción se entenderá cualquier trabajo que tenga por objeto crear, construir, instalar, conservar, reparar, demoler o modificar bienes inmuebles.

Por lo tanto, son sujetos obligados, los siguientes:

Los propietarios de la obra de construcción que contraten trabajadores.

Las personas físicas o morales que celebren contratos a precio alzado o precios unitarios con trabajadores a su servicio.

Los subcontratistas legalmente establecidos, que realicen una o varias partes de la obra, con trabajadores por obra o tiempo determinado, teniendo la obligación de registrarse como patrón en el IMSS y registrar la obra o partes de la obra que realizarán.

Los patrones que ocupan trabajadores a obra o tiempo determinado, deberán registrarse en los Servicios de Afiliación-Vigencia de Derechos de la oficina del Seguro Social que correspondan a su domicilio social o al de la obra, donde le proporcionarán el formato Aviso de inscripción de patrones que ocupan trabajadores Eventuales o Temporales Urbanos IMSS (3)10.

En caso de tener obras en varios municipios, deben presentar un registro por cada uno de ellos.

El patrón deberá presentar este formato al Instituto, con los siguientes documentos:

A.- PERSONAS MORALES: Acta constitutiva de la sociedad.

B.- PERSONAS FISICAS: (Inclusive propietarios de la obra):

Comprobantes de domicilio (recibo de luz, teléfono, predial, licencia de construcción, etc.)

En ambos casos, se presentará una identificación que contenga la firma del patrón o de su representante legal, si presenta carta poder notarial.

El Instituto le entregará copia del aviso, sellado de recibido -- y tarjeta de identificación patronal.

Al momento de registrarse, el patrón también deberá presentar el formato para la Inscripción de las empresas en el Seguro de Riesgos de -- trabajo, de acuerdo a lo siguiente:

a.- PERSONAS MORALES: Presentación del mencionado formato.

b)- PERSONAS FISICAS: Si es patrón de una obra que se destinará a su propia casa-habitación, no es necesario el formato.

Si aún cuando construya su propia casa-habitación, el patrón tiene -- antecedentes en el ramo de la construcción, entregará el formato.

Si el patrón manifiesta que se dedica a la construcción o no siendo -- así, la obra por registrar no consista en su propia casa-habitación, -- igualmente deberá presentar el formato de Inscripción de las Empresas en el Seguro de Riesgos de Trabajo.

## REGISTRO DE OBRA

Los patrones deben registrar la o las obras en el IMSS, dentro de un plazo de cinco días hábiles inmediatamente siguientes a la fecha de inicio de los trabajos, acudiendo a las oficinas administrativas (área de control de obras) más cercanas a la ubicación de la construcción, donde se les proporcionarán el Aviso de Registro de Obra, forma SEC-02.

Este aviso deberá presentarlo acompañado de copia de la siguiente documentación;

- a) OBRA PRIVADA: Licencia de construcción y planos de la obra.
- b) OBRA PUBLICA: Contrato de la obra u orden de trabajo.

En caso de que al momento de registrar la obra, no cuente con la documentación requerida, el Instituto recibirá el aviso y otorgará un plazo de 15 días para que la presente.

Por cada obra que ejecute, deberá presentar la documentación correspondiente por cada una. Asimismo, el IMSS le asignará un número de registro de obra, también en forma individual.

Al requisitar el Aviso de Registro de Obra, los patrones deberán manifestar el número probable de trabajadores que vayan a emplear, por cada uno de los bimestres que dure la obra, en el recuadro correspondiente a total de comprobantes solicitados.

### COMPROBANTES DE AFILIACION-VIGENCIA.

El instituto proporcionará a los patrones, en un plazo de cinco días hábiles posteriores al registro de la obra, la cantidad de comprobantes de Afiliación-Vigencia solicitados, forma SEC-06 y SEC-07, Conteniendo los datos de identificación del patrón y de la obra.

Los comprobantes de afiliación-vigencia, deben ser requisitados en lo correspondiente a fecha de inicio de labores o reexpedición y datos del trabajador: al momento de iniciarse la relación laboral y proporcionarle al trabajador la segunda copia, SEC-07.

Bimestralmente, mientras subsista la contratación, se le expedirá al trabajador un nuevo comprobante de afiliación-vigencia.

En caso de que el trabajador extravíe la SEC-07, el patrón está obligado a expedirle copia del original del comprobante SEC-06, correspondiente al número de folio extraviado.

Bimestralmente, los patrones deberán anotar en el recuadro de resumen bimestral, de los comprobantes de afiliación-vigencia, FORMA SEC-06, en original y copia, los datos de bimestre, año, días de salarios, total de salarios pagados al trabajador en el bimestre y firma del patrón o representante legal y presentarlos al Instituto a más tardar el día 15 del mes siguiente al del bimestre al que corresponda la información.

Los comprobantes de afiliación -vigencia SEC-06, son la base para que el Instituto formule las liquidaciones bimestrales de cuotas obrero patronales, mismas que serán notificadas a los patrones y simultáneamente se actualice la cuenta individual de semanas cotizadas de los trabajadores.

CONSTANCIA DE PAGO.

Además de expedir el patrón los comprobantes de afiliación-Vigencia a, deberá proporcionar a cada uno de sus trabajadores una constancia de -- pago semanal, quincenal, o correspondiente a cualquier otro período que - se utilice, Esta constancia debe contener los siguientes datos:

- a) Nombre, denominación o razón social del patrón y número de registro pa-  
tronal.
- b) Nombre y número de afiliación del trabajador en el IMSS.
- c) Número de días de salario devengado
- d) Importe de los salarios pagados
- e) Fecha que comprende el período de pago
- f) Firma del patrón o de su representante legal.

En el importe de los salarios cubiertos, deberán considerarse siem-  
pre las partes proporcionales del sexto y septimo días.

Esta constancia deberá expedirse en papelería Impresa por el patrón  
debiendo contener como mínimo los datos que se muestran en el modelo si--  
guiente:

En caso de extravío por parte del trabajador de la constancia de --  
pago, el patrón está obligado a reponerla entregando copia de la misma o  
cualquier otra constancia al efecto, cuando esto ocurra dentro de los 15  
días siguientes a su expedición.

### INCIDENCIAS DE OBRA.

Los patrones deberán reportar al Instituto, las incidencias que se presenten en la obra, con motivo de cancelación, suspensión, terminación-reanudación, en un plazo de 5 días a partir de la fecha en que ocurran, mediante el Aviso de Incidencia de Obra, forma SEC-03.

En los tres primeros casos, los patrones deberán devolver, en el momento de presentar el aviso, los comprobantes de afiliación-vigencia que no fueron utilizados en todos sus tantos, así como aquellos que se utilizaron por errores en la transcripción de datos.

## EMISION DE LIQUIDACIONES Y PAGO DE CUOTAS.

### EMISION OPORTUNA DE LIQUIDACIONES:

Como resultado de la información reportada en los comprobantes de afiliación-vigencia, SEC-06 presentados por el patrón, el Instituto producirá bimestralmente la liquidación de Cuotas Obrero-Patronales, forma-TEEC-20 misma que será notificada en el domicilio legal del patrón, en la última semana de los meses de abril, junio, agosto, octubre, diciembre y febrero del siguiente año, para los bimestres lo. al 6o. respectivamente.

El plazo para que se pague la liquidación en forma oportuna, será -- dentro de los primeros 15 días de los meses de mayo, julio, septiembre, -- noviembre, y enero y marzo del siguiente año, para los bimestres lo. al 6o respectivamente.

Es importante señalar que si el patrón, al revisar la liquidación -- notificada por el IMSS observa que no contiene la totalidad de los asegurados que reportó en los comprobantes SEC-06, o esta incluye trabajadores que no le hubieran prestado sus servicios, podrá ajustarla, consignado el número de folio, el de afiliación y nombre del trabajador, los días de salario y la percepción bimestral base de cotización.

### ENTERO PROVISIONAL A CUENTA DE CUOTAS OBRERO-PATRONALES.

El patrón podrá calcular el monto de su provisional, sobre el 50% -- del pago efectuados en el bimestre inmediato anterior, o sobre el importe de los salarios cubiertos a los trabajadores, durante las primeras cuatro semanas del bimestre al que corresponda el entero.

El período para efectuar oportunamente el pago del entero provi- sional, comprende los primeros 15 días de los meses de abril, junio, agosto octubre, diciembre, y febrero del siguiente año, para los bimestres lo. al 6o. respectivamente.



La fecha de inicio de la obra o la de reanudación por suspensión - mayor a un bimestre, se considerará como inicio de actividades, por lo -- que el pago del entero provisional se diferirá hasta el período de pago - del bimestre siguiente.

#### PERIODO DE ACLARACION.

El plazo con que cuenta el patrón para efectuar aclaraciones, una- vez vencido el de pago oportuno, será de acuerdo a lo siguiente;

Para liquidaciones derivadas de la presentación oportuna de compro- bantes de afiliación-vigencia SEC-06, será de 15 días hábiles contados -- a partir del día siguiente a la terminación del período para pago oportu- no.

• Para liquidaciones derivadas de la presentación extemporánea de --- comprobantes SEC-06, regularización, omisión o cédulas de diferencias, -- será de 15 días hábiles contados a partir del día siguiente a aquel en que surta efectos la notificación.

El instituto expedirá, a solicitud del patrón, esta constancia siem- pre y cuando haya cumplido oportunamente con todas las obligaciones de-- rivadas de la ley y del Reglamento citado, sin que en ningún caso, la ex- pedición de esta constancia pueda afectar derechos de terceros.

#### DEL INCUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES.

El incumplimiento de las obligaciones patronales, será sancionado- en los términos de la Ley y del reglamento correspondiente, sin perjuicio de que el insituto exija el pago de las cuotas omitidas, de los recargos- que procedan, de los capitales constitutivos y en su caso, de las penas - que impongan las autoridades judiciales, cuando se incurra en responsabi- lidad de carácter penal.

Con la finalidad de proteger a los estratos socialmente más débiles, existen leyes en nuestro medio que norman las relaciones laborales. Por lo mismo es conveniente señalar, aunque someramente, las disposiciones más significativas encuadradas en diversos cuerpos legales, a fin de conocer las prestaciones a que tienen derecho los trabajadores, así como sus respectivas obligaciones con motivo de la existencia de una relación de trabajo. Así mismo, para efecto de análisis y determinación de los costos por obra de mano, es indispensable conocer las obligaciones legales contraídas por todo constructor al contratar personal obrero, ya que tales obligaciones tienen repercusiones económicas muy importantes en la evaluación de la erogación real por concepto de salario.

#### DIVERSAS DISPOSICIONES DE LA LEY FEDERAL DEL TRABAJO

- ART. 1 La presente Ley es de observancia general en toda la República y rige las relaciones de trabajo comprendidas en el artículo 123, apartado "A" de la Constitución.
- ART. 8 Trabajador es la persona física que presta a otra, física o moral, un trabajo personal subordinado.  
Para los efectos de esta disposición se entiende por trabajo toda actividad humana, intelectual o material, independientemente del grado de preparación técnica requerido por cada profesión u oficio.
- ART. 10 Patrón es la persona física o moral que utiliza los servicios de uno o varios trabajadores.  
Si el trabajador, conforme a lo pactado o a la costumbre, utiliza los servicios de otros trabajadores, el patrón de aquel, lo será también de estos.
- ART. 11 Los directores, administradores, gerentes y demás personas que ejerzan funciones, de dirección o administración en la Empresa o establecimiento, serán considerados representantes del patrón y en tal concepto lo

obligan en sus relaciones con los trabajadores.

ART. 20 Se entiende por relación de trabajo, cualquiera que sea el acto que le dé origen, la prestación de un trabajo personal subordinado a una persona, mediante el pago de un salario.

Contrato individual de trabajo, cualquiera que sea su forma o denominación, es aquél por virtud del cual unma <sup>UNA</sup> persona se obliga a prestar a otra un trabajo personal subordinado, mediante el pago de un salario.

La prestación de un trabajo a que se refiere el párrafo primero y el contrato celebrado producen los mismos efectos.

ART. 21 Se presume la existencia del contrato y de la relación de trabajo entre el que presta un trabajo personal y el que lo recibe.

ART. 22 Queda prohibida la utilización del trabajo de los menores de catorce años y de los mayores de los mayores de esta edad y menores de dieciseis que no hayan terminado su educación obligatoria, salvo los casos de excepción que apruebe la autoridad correspondiente en que a su juicio haya compatibilidad entre los estudios y el trabajo.

ART. 23 Los mayores de dieciseis años pueden prestar libremente sus servicios, con las limitaciones establecidas en esta Ley. Los mayores de catorce y menores de dieciseis necesitan autorización de sus padres o tutores y a falta de ellos, del sindicato a que pertenezcan, de la Junta de Conciliación y Arbitraje, del Inspector del Trabajo o de la Autoridad Política.

Los menores trabajadores pueden percibir el pago de sus salarios y ejercitar las acciones que les correspondan.

ART. 24 Las condiciones de trabajo deben hacerse constar por escrito cuando no existan contratos colectivos aplicables. Se harán dos ejemplares, por lo menos, de los cuales quedará uno en poder de cada parte.

ART. 25 El escrito en que consten las condiciones de trabajo deberá contener:

I.- Nombre, nacionalidad, edad, sexo, estado civil y domicilio del trabajador y del patrón;

II.- Si la relación de trabajo es para obra o tiempo determinado o tiempo indeterminado;

III.-El servicio o servicios que deba prestarse, los que se determinarán con la mayor precisión posible;

IV.- El lugar o los lugares donde deba prestarse el trabajo;

V.- La duración de la jornada

VI.- La forma y el momento del salario;

VII.-El día y el lugar de pago del salario;

VIII.-La indicación de que el trabajador será capacitado o adiestrado en los términos de los planes y programas establecidos o que se establezcan en la Empresa, conforme a lo dispuesto en esta Ley, y

IX.- Otras condiciones de trabajo, tales como días de descanso, vacaciones y demás que convengan. El trabajador y el patrón.

ART. 26 La falta del escrito a que se refieren los artículos 24 y 25 no priva al trabajador de los derechos que deriven de los servicios prestados, pues se imputará al patrón la falta de esa formalidad.

- ART. 35 Las relaciones de trabajo pueden ser para obra o tiempo determinado o por tiempo indeterminado. A falta de estipulaciones expresas, la relación sera por tiempo indeterminado.
- ART. 36 El señalamiento de una obra determinada puede únicamente estipularse cuando lo exija su naturaleza.
- ART. 37 El señalamiento de un tiempo determinado puede únicamente estipularse en los casos siguientes:
- I.- Cuando lo exija la naturaleza del trabajo que se va a prestar.
  - II.- Cuando tenga por objeto substituir temporalmente a otro trabajador, y
  - III.-En los demás casos previstos en la Ley.
- ART. 39 Si vencido el término que se hubiese fijado subsiste la materia del trabajo, la relación quedará prorrogada por todo el tiempo que perdure dicha relación.
- ART. 40 Los trabajadores en ningún caso estarán obligados a prestar sus servicios por más de un año.
- ART. 41 La substitución de patrón no afectará las relaciones de trabajo de la Empresa o establecimiento. El patrón substituido será solidariamente responsable con el nuevo por las obligaciones derivadas de las relaciones de trabajo y de la Ley, nacidas antes de la fecha de la substitución, hasta por el término de seis meses; concluido éste, subsistirá únicamente la responsabilidad del nuevo patrón.

El término de seis meses a que se refiere el párrafo anterior

se contará a partir de la fecha en que se hubiese dado aviso de la substitución al Sindicato o a los trabajadores.

ART. 42 Son causas de suspensión temporal de las obligaciones de prestar el servicio y pagar el salario sin responsabilidad para el trabajador y el patrón.

I.- La enfermedad contagiosa del trabajador;

II.- La incapacidad temporal ocasionada por un accidente o enfermedad que constituya un riesgo de trabajo

III.-La prisión preventiva del trabajador, seguida de sentencia absolutoria.

Si el trabajador obró en defensa de la persona o de los intereses del patrón, tendrá éste la obligación de pagar los salarios que hubiese dejado de percibir aquél,

IV.- El arresto del trabajador;

V.- La falta de los documentos que exijan las leyes y reglamentos, necesarios para la prestación del servicio, cuando sea imputable al trabajador.

ART. 46 El trabajador o el patrón podrán rescindir en cualquier tiempo la relación de trabajo por causa justificada, sin incurrir en responsabilidad.

ART. 47 ... El patrón deberá dar al trabajador aviso escrito de la fecha y causa o causas de la rescisión.

El aviso deberá hacerse del conocimiento del trabajador, y en caso de que éste se negare a recibirlo, el patrón dentro de los cinco días siguientes a la fecha de la rescisión, deberá hacerlo del conocimiento de la junta respectiva, proporcionando a ésta el domicilio que tenga registrado y solicitando su notificación al trabajador.

La falta de aviso al trabajador o a la junta, por sí sola bastará para considerar que el despido fue injustificado.

ART. 53 Son causas de terminación de las relaciones de trabajo:

- I.- El mutuo consentimiento de las partes;
- II.- La muerte del trabajador;
- III.- La terminación de la obra o vencimiento del término o inversión del capital.
- IV.- La incapacidad física o mental o inhabilidad manifiesta del trabajador, que haga imposible la prestación del trabajo.

ART. 54 En el caso de la fracción IV del artículo anterior, si la incapacidad proviene de un riesgo no profesional, el trabajador tendrá derecho a que se le pague un mes de salario y doce días por cada año de servicio (prima de antigüedad), o de ser posible, si así lo desea, a que se le proporcione otro empleo compatible con sus aptitudes, independientemente de las prestaciones que le correspondan de conformidad con las leyes.

ART. 60 Jornada diurna es la comprendida entre las seis y las veinte horas, jornada nocturna es la comprendida entre las veinte y las seis horas, jornada mixta es la que comprende periodos de tiempo de las jornadas diurna y nocturna, siempre que el periodo nocturno sea menor de tres horas y media, pues si comprende tres y medio o más, se reputará jornada nocturna.

ART. 61 La duración máxima de la jornada será: ocho horas la diurna, siete la nocturna y siete horas y media la mixta.

- ART. 67 ... Las horas de trabajo extraordinario se pagarán con un ciento por ciento más del salario que corresponda a las horas de la jornada.
- ART. 68 ... La prolongación del tiempo extraordinario que exceda de nueve horas a la semana, obliga al patrón a pagar al trabajador el tiempo excedente con un doscientos por ciento más del salario que corresponda a las horas de la jornada.
- ART. 70 En los trabajos que requieran una labor continúa, los trabajadores y el patrón fijarán de común acuerdo los días en que los trabajadores deban disfrutar de los de descanso semanal.
- ART. 73 Los trabajadores no están obligados a prestar servicios en sus días de descanso. Si se quebranta esta disposición, el patrón pagará al trabajador, independientemente del salario que le corresponda por el descanso, un salario doble por el servicio prestado.
- ART. 74 Son días de descanso obligatorio:
- I.- 1º de enero
  - II.- 5 de febrero
  - III.- 21 de marzo
  - IV.- 1º de mayo
  - V.- 16 de septiembre
  - VI.- 20 de noviembre
  - VII.- 1º de diciembre de cada seis años, cuando corresponda a la transmisión del Poder Ejecutivo Federal, y
  - VIII.- 25 de diciembre



- ART. 76 Los trabajadores que tengan más de un año de servicios disfrutarán de un período anual de vacaciones pagadas, que en ningún caso podrá ser inferior a seis días laborales, y que aumentará en dos días laborales, hasta llegar a doce, por cada año subsecuente de servicios. Después del cuarto año, el período de vacaciones se aumentará en dos días por cada cinco de servicios.
- ART. 80 Los trabajadores tendrán derecho a una prima no menor de veinticinco por ciento sobre los salarios que les correspondan durante el período de vacaciones.
- ART. 81 Las vacaciones deberán concederse a los trabajadores dentro de los seis meses siguientes al cumplimiento del año de servicios.
- ART. 82 Salario es la retribución que debe pagar el patrón al trabajador por su trabajo.
- ART. 83 El salario puede fijarse por unidad de tiempo, por unidad de obra, por comisión, a precio alzado o de cualquier otra manera.  
Cuando el salario se fije por unidad de obra, además de especificarse la naturaleza de ésta, se hará constar la cantidad y calidad del material, el estado de la herramienta y útiles que el patrón, en su caso, proporcione para ejecutar la obra, y el tiempo por el que los pondrá a disposición del trabajador, sin que pueda exigir cantidad alguna por concepto del desgaste natural que sufra la herramienta como consecuencia del trabajo.
- ART. 84 El salario se integra con los pagos hechos en efectivo por cuota diaria, gratificaciones, percepciones, habitación, primas, comisiones, prestaciones en especie y

cualquier otra cantidad o prestación que se entregue al trabajador por su trabajo.

- ART. 87 Los trabajadores tendrán derecho a un aguinaldo anual que deberá pagarse antes del día veinte de diciembre, equivalente a quince días de salario, por lo menos. Los que no hayan cumplido el año de servicios independientemente de que se encuentren laborando o no en la fecha de liquidación del aguinaldo, tendrán derecho a que se les pague la parte proporcional del mismo, conforme al tiempo que hubieren trabajado, cualquiera que fuere éste.
- ART. 88 Los plazos para el pago del salario nunca podrán ser mayores de una semana para las personas que desempeñen un trabajo material y de quince para los demás trabajadores.

- ART. 91 Los salarios mínimos podrán ser generales para una o varias zonas económicas, que pueden extenderse a una, dos o más entidades Federativas o profesionales, para una rama determinada de la industria o del comercio o para profesiones, oficios o trabajos especiales, dentro de una o varias zonas económicas.
- ART. 122 El reparto de utilidades entre los trabajadores deberá efectuarse dentro de los sesenta días siguientes a la fecha en que deba pagarse el impuesto anual, aún cuando esté en trámite de objeción de los trabajadores.
- ART. 123 La utilidad repartible se dividirá en dos partes iguales: la primera se repartirá por igual entre todos los trabajadores, tomando en consideración el número de días trabajados por cada uno en el año, independientemente del monto de los salarios. La segunda se repartirá en proporción al monto de los salarios devengados por el trabajo prestado durante el año.
- ART. 127 El derecho de los trabajadores a participar en el reparto de utilidades se ajustará a las normas siguientes:
- I.- Los directores, administradores y gerentes generales de las empresas no participaran en las utilidades.
  - II.- Los demás trabajadores de confianza participarán en las utilidades de las empresas, pero si el salario que perciben es mayor del que corresponde al trabajador sindicalizado de más alto salario dentro de la empresa, o a falta de éste al trabajador de planta con la misma característica, se considerará este salario aumentado en un veinte por ciento, como salario máximo.

V.- En la industria de la construcción, después de determinar que trabajadores tienen derecho a participar en el reparto, la comisión (integrada por igual número de representantes de los patrones y trabajadores) adoptará las medidas que juzgue convenientes para su citación.

VII.- Los trabajadores eventuales tendrán derecho a participar en las utilidades de la Empresa, cuando hayan trabajado sesenta días durante el año, por lo menos.

ART. 136 Toda Empresa agrícola, industrial, minera o de cualquier otra clase de trabajo, está obligada a proporcionar a los trabajadores habitaciones cómodas e higiénicas. Para dar cumplimiento a esta obligación, las empresas deberán aportar al Fondo Nacional de la Vivienda el cinco por ciento sobre los salarios de los trabajadores a su servicio.

ART. 150 Cuando las empresas proporcionen a sus trabajadores casa en comodato o arrendamiento no están exentas de contribuir al Fondo Nacional de la Vivienda, en los términos del artículo 136. Tampoco quedarán exentos de esta aportación respecto de aquellos trabajadores que hayan sido favorecidos por créditos del fondo.

ART. 162 Los trabajadores de planta, tienen derecho a una prima de antigüedad, de conformidad con las normas siguientes:

I.- La prima de antigüedad consistirá en el importe de doce días de salario, por cada año de servicio.

III.- La prima de antigüedad se pagara a los trabajadores que se separen voluntariamente de su empleo, siempre que hayan cumplido quince años de servicio, por lo menos. Así mismo, se pagará a los que se

separen por causa justificada y a los que sean separados de su empleo, independientemente de la justificación o injustificación del despido.

ART. 356 Sindicato es la asociación de trabajadores o patronos, constituida para el estudio, mejoramiento y defensa de sus respectivos intereses.

ART. 357 Los trabajadores y los patronos tienen derecho de constituir sindicatos, sin necesidad de autorización previa.

ART. 358 A nadie se puede obligar a formar parte de un sindicato o no formar parte de él.

Cualquier estipulación que establezca multa convencional en caso de separación del sindicato o que, desvirtúe de algún modo la disposición contenida en el párrafo anterior, se tendrá por no puesta.

ART. 359 Los sindicatos tienen derecho a redactar sus estatutos y reglamentos, elegir libremente a sus representantes, organizar su administración y sus actividades y formular su programa de acción.

ART. 360 Los sindicatos de trabajadores pueden ser:

- I.- Gremiales.- Los formados por trabajadores de una misma profesión, oficio o especialidad.
- II.- De Empresa.- Los formados por trabajadores, que presten sus servicios en una misma empresa.
- III.- Industriales.- Los formados por trabajadores que presten sus servicios en dos o más empresas de la misma rama industrial.

IV.- Nacionales de Industria.- Los formados por trabajadores que presten sus servicios en una o varias empresas de la misma rama industrial, instaladas en dos o más Entidades Federativas.

ART. 361 Los sindicatos de patronos pueden ser:

I.- Los formados por patronos de una o varias ramas de actividades; y

II.- Nacionales, los formados por patronos de una o varias ramas de actividades de distintas Entidades Federativas.

ART. 362 Pueden formar parte de los sindicatos los trabajadores mayores de 14 años.

ART. 363 No pueden ingresar en los sindicatos de los demás trabajadores, los trabajadores de confianza. Los estatutos de los sindicatos podrán determinar la condición y los derechos de sus miembros, que sean promovidos a un puesto de confianza.

ART. 364 Los sindicatos deberán constituirse con 20 trabajadores en servicio activo o con tres patronos por lo menos.

ART. 365 Los sindicatos deben registrarse en la Secretaría del Trabajo y Previsión Social en los casos de competencia Federal y en las Juntas de Conciliación y Arbitraje en los de competencia local, a cuyo efecto remitirán por duplicado:

I.- copia autorizada del acta de asamblea.

II.- Una lista con el número, nombres y domicilios de sus miembros y con el nombre y domicilio de los patronos, empresas o establecimientos en los que se prestan los servicios;

III.- Copia autorizada de los estatutos; y

IV.- Copia autorizada del acta de Asamblea en que se hubiese elegido la directiva.

ART. 366 "... si la autoridad ante la que se presentó la solicitud de registro, no resuelve dentro de un término de sesenta días, los solicitantes podrán requerirla para que dicte resolución, y si no lo hace dentro de los tres días siguientes a la presentación de la solicitud, se tendrá por hecho el Registro para todos los efectos legales, quedando obligada la autoridad, dentro de los tres días siguientes, a expedir la constancia respectiva.

ART. 369 El Registro del Sindicato podrá cancelarse únicamente:

I.- En caso de disolución; y

II.- Por dejar de tener los requisitos legales.

La Junta de Conciliación y Arbitraje resolverá acerca de la cancelación del Registro.

ART. 371 Los estatutos de los sindicatos contendrán:

I.- Denominación que le distinga de los demás;

II.- Domicilio;

III.- Objeto

IV.- Duración. Faltando esta disposición se entenderá constituido el Sindicato por tiempo indeterminado.

V.- Condiciones de admisión de miembros;

VI.- Obligaciones y derechos de los asociados;

VII.- Motivos y procedimientos de expulsión y correcciones disciplinarias.

VIII.-Forma de convocar a asamblea, época de celebración de las ordinarias y quórum requerido para sesionar. Las resoluciones deberán adoptarse por el 51% del total de los miembros del sindicato o de la sección, por lo menos;

IX.- Procedimiento para la elección de la directiva y número de sus miembros;

X.- Periodo de duración de la directiva;

XI.- Normas para la administración, adquisición y disposición de los bienes, patrimonio del sindicato;

XII.- Forma de pago y monto de las cuotas sindiales;

XIII.- Epoca de presentación de cuentas;

XIV.- Normas para la liquidación del patrimonio sindical;  
y

XV.- Las demás normas que apruebe la Asamblea.

ART. 374 Los Sindicatos legalmente constituidos son personas morales y tienen capacidad para:

I.- Adquirir bienes muebles;

II.- Adquirir los bienes inmuebles destinados inmediata y directamente al objeto de su institución; y

III.- Defender ante todas las autoridades sus derechos y ejercitar las acciones correspondientes.

ART. 375 Los Sindicatos representan a sus miembros en la defensa de los derechos individuales que les correspondan, sin perjuicio del derecho de los trabajadores para obrar o intervenir directamente, cesando entonces, a petición del trabajador, la intervención del Sindicato.



ART. 376 La representación del Sindicato se ejercerá por su secretario general o por la persona que designe su directiva.

ART. 379 Los Sindicatos se disolverán:

I.- Por el voto de las dos terceras partes de los miembros que los integren; y

II.- Por transcurrir el término fijado por los estatutos.

ART. 381 Los Sindicatos pueden formar federaciones y confederaciones.

ART. 384 Las federaciones y confederaciones deben registrarse ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

ART. 385 CONTRATO COLECTIVO DE TRABAJO.- Es el convenio celebrado entre uno o varios sindicatos de trabajadores y uno o varios patrones, o uno o varios sindicatos de patrones, con objeto de establecer las condiciones según las cuales debe prestarse el trabajo en una o más empresas o establecimientos.

ART. 387 El patrón que emplee trabajadores miembros de un sindicato tendrá obligación de celebrar con éste, cuando lo solicite, un contrato colectivo.

ART. 391 El contrato colectivo contendrá:

I.- Los nombres y domicilios de los contratantes;

II.- Las empresas y establecimientos que abarque;

III.- Su duración o la expresión de ser por tiempo indeterminado o para obra determinada;

IV.- Las jornadas de trabajo;

- V.- Los días de descanso y vacaciones;
- VI.- El monto de los salarios;
- VII.- Las cláusulas relativas a la capacitación o adiestramiento de los trabajadores en la empresa o establecimientos que comprenda;
- VIII.- Disposiciones sobre la capacitación o adiestramiento inicial que se deba impartir a quienes vayan a ingresar a laborar a la empresa o establecimiento.
- IX.- Las bases sobre la integración y funcionamiento de las Comisiones que deban integrarse de acuerdo con esta Ley; y
- X.- Las demás estipulaciones que convengan las partes.

- ART. 394 El contrato colectivo no podrá concertarse en condiciones menos favorables para los trabajadores que las contenidas en contratos vigentes en la Empresa o establecimiento.
- ART. 396 Las estipulaciones del contrato colectivo se extienden a todas las personas que trabajen en la Empresa, aunque no sean miembros del Sindicato que lo haya celebrado.
- ART. 184 Las condiciones de trabajo contenidas en el contrato colectivo que rige en la Empresa o establecimiento se extenderán a los trabajadores de confianza, salvo disposición en contrario consignada en el mismo contrato colectivo.
- ART. 397 El contrato colectivo por tiempo determinado o indeterminado, o para obra determinada, será revisable total o parcialmente.
- ART. 398 En la revisión del contrato colectivo se observaran las normas siguientes:

- I.- Si se celebró por varios sindicatos de trabajadores, la revisión se hará siempre que los solicitantes representen el cincuenta y uno por ciento de la totalidad de los miembros de los sindicatos, por lo menos; y
- II.- Si se celebró por un solo sindicato de trabajadores o por un solo patrón, cualquiera de
- III.- Si se celebró por varios patrones, la revisión se hará siempre que los solicitantes tengan el cincuenta por ciento y uno por ciento de la totalidad de

ART. 399 La solicitud de revisión deberá hacerse, por lo menos, sesenta días antes:

- I.- Del vencimiento del contrato colectivo por tiempo determinado, si éste no es mayor de dos años;
- II.- Del transcurso de dos años, si el contrato por tiempo determinado tiene una duración mayor; y
- III.- Del transcurso de dos años, en los casos de contrato por tiempo indeterminado o por obra determinada.

Para el cómputo de este término se atenderá a lo establecido en el contrato y, en su defecto, a la fecha del depósito.

ART. 399 Bis. Sin perjuicio de lo que establece el artículo 399, los contratos colectivos serán revisables cada año en lo que se refiere a los salarios en efectivo por cuota diaria.

La solicitud de esta revisión deberá hacerse por lo menos 30 días antes del cumplimiento de un año transcurrido desde la celebración, revisión o prórroga del contrato colectivo.

ART. 400 Si ninguna de las partes solicitó la revisión en los términos del artículo 399 o no se ejercitó el derecho de huelga, el contrato colectivo, se prorrogará por un periodo igual al de su duración o continuará por tiempo indeterminado.

ART. 401 El contrato colectivo de trabajo termina:

I.- Por mutuo consentimiento;

II.- Por terminación de la obra; y

III.- En los casos del Capítulo VIII de este Título, por cierre de la empresa o establecimiento, siempre que en este último caso, el contrato colectivo se aplique exclusivamente en el establecimiento.

ART. 402 Si firmado un contrato colectivo, un patrón se separa del sindicato que lo celebró, el contrato regirá, no obstante, las relaciones de aquel patrón con el sindicato o sindicatos de sus trabajadores.

ART. 403 En los casos de disolución del sindicato de trabajadores titular del contrato colectivo o de terminación de éste, las condiciones de trabajo continuarán vigentes en la empresa o establecimiento.

LEY DEL INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL DE LA  
VIVIENDA PARA LOS TRABAJADORES  
(En vigor a partir del 24 de abril de 1972)

Esta ley es de utilidad social y de observancia general en toda la República.

Así mismo, se crea un organismo de servicio social con personalidad jurídica y patrimonio propio, que se denomina "INFONAVIT", con domicilio en la Ciudad de México, el cuál tiene por objetivo básicamente.

- A) Administrar los recursos del Fondo Nacional de la Vivienda;
- B) Establecer y operar un sistema de financiamiento que permita a los trabajadores obtener crédito barato y suficiente para:
  - I.- La adquisición en propiedad de habitaciones cómodas e higiénicas;
  - II.- La construcción, reparación, ampliación o mejoramiento de sus habitaciones
  - III.- Coordinar y financiar programas de construcción de habitaciones destinadas a ser adquiridas en propiedad por los trabajadores.
  - IV.- Al pago de los depósitos que le corresponden a los trabajadores en los términos de la Ley.

Los recursos del Fondo Nacional de la Vivienda serán administrados por un organismo integrado en forma tripartita por representantes del Gobierno Federal, de los trabajadores y de los patrones.

Toda empresa agrícola, industrial, minera o de cualquier otra clase de trabajo, esté obligada a proporcionar a los trabajadores habitaciones cómodas e higiénicas. Para dar cumplimiento a esta

obligación, las empresas deberán aportar al Fondo Nacional de la Vivienda el cinco por ciento sobre los salarios de los trabajadores a su servicio.

Son obligaciones de los patrones:

- I.- Proceder a inscribirse e inscribir a sus trabajadores en el Instituto y dar los avisos sobre altas y bajas de trabajadores, y las modificaciones de sus salarios.
- II.- Efectuar las aportaciones al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, en los términos de la Ley Federal del Trabajo, de la presente Ley y sus reglamentos, y
- III.- Hacer los descuentos a sus trabajadores en sus salarios, que se destinen al pago de abonos para cubrir préstamos otorgados por el Instituto y a la administración, operación y mantenimiento de los conjuntos habitacionales, así como enterar el importe de dichos descuentos en la forma y términos que establecen esta Ley y sus reglamentos.

En el caso de que el patrón no cumpla con la obligación de inscribir al trabajador o de aportar al Fondo Nacional de la Vivienda, las cantidades que deba enterar, los trabajadores tienen derecho de acudir al Instituto proporcionándole los informes correspondientes, sin que ello releve al patrón del cumplimiento de su obligación y lo exima de las sanciones en que hubiere incurrido.

Para la inscripción de los patrones y de los trabajadores en el Instituto, se tomará como base los patrones fiscales, en los términos que fije el Instructivo que al efecto expida el Consejo de Administración. Dicho instructivo señalará la forma en que los patrones se inscribirán e inscribirán a sus trabajadores, y determinará los avisos que deban darse sobre altas y bajas de trabajadores, las modificaciones de salarios y demás datos necesarios al Instituto para el cumplimiento de sus fines.

La inscripción de trabajadores y patrones constituye la base del sistema de control formal que señala la Ley para conocer los sujetos de aseguramiento y los elementos numéricos que originan la contribución. El artículo 1º del Instructivo para la inscripción de Trabajadores y Patrones menciona otros documentos que son los avisos de alta, baja y modificación del salario. Normalmente, todos los informes se prestan en los formatos de declaración fiscal.

Los periodos de ausentismo de los trabajadores, así como las suspensiones de las relaciones laborales, no originan en todos los casos que se dejen de aportar cuotas al INFONAVIT, ni que se presenten los avisos de baja, toda vez que el artículo 3º del Instructivo aclara que la obligación de efectuar aportaciones se suspende cuando se cumplen las condiciones de los artículos 42 y 45 de la Ley Federal del Trabajo (suspensión de la relación de trabajo), en cuyo caso se deben presentar los avisos correspondientes.

El Instituto podrá inscribir a los trabajadores sin previa gestión de éstos o de los patrones.

En su carácter de organismo fiscal autónomo, el INFONAVIT tiene prerrogativas para actuar sobre patrones y trabajadores. Ello se origina porque sus servicios quedan comprendidos en el esquema de la seguridad social que se desarrolla con carácter obligatorio, pues busca el beneficio integral de la colectividad y en especial de los económicamente débiles, no obstante que en diversas ocasiones algunos de sus miembros no acepten los beneficios.

Por tener capacidad económica los patrones deben contribuir al pago de las aportaciones y colaborar en los mecanismos de control y ayuda al INFONAVIT, al efectuar descuentos de las personas que reciben préstamos, incluidas las cuotas de mantenimiento de los conjuntos habitacionales.

El trabajador tendrá derecho, en todo momento, a solicitar y obtener información directa del Instituto a través del patrón al que preste sus servicios, sobre el monto de las aportaciones a su favor, así como de los descuentos en sus salarios que se destinen al pago de abonos para cubrir prestamos otorgados por el Instituto y al mantenimiento de los conjuntos habitacionales.

Al terminarse la relación laboral, el patrón deberá entregar al trabajador una constancia de la clave de su registro.

Los trabajadores no participan en el trámite de pagos de aportaciones al INFONAVIT, porque no es contribución bipartita, sino exclusivamente patronal. Por esta razón, en sus comprobantes de salario no aparece el monto de los abonos que deben ser acreditados a su cuenta; en cambio pueden obtener del Instituto constancias sobre el monto de las aportaciones; sin embargo, debido al número de control del INFONAVIT sobre dichos datos, esta información no es autónoma para cada persona afiliada, sino que se encuentra vinculada con la información patronal. Sería conveniente que el propio Instituto tuviera al día sus registros de vigencia de derechos, para que los trabajadores no estuvieran supeditados a la solicitud.

Las aportaciones al INFONAVIT, deberán hacerse bimestralmente, a más tardar el día quince o al día siguiente hábil si aquél no fuere, del mes subsecuente al bimestre al que correspondan. Estas aportaciones constituyen depósitos de dinero sin causa de intereses en favor de los trabajadores. La aplicación y entrega de los mismos, se hará conforme a lo dispuesto por el artículo 141 y demás disposiciones aplicables de la Ley Federal del Trabajo.



ART. 141 DE LA LEY FEDERAL DEL TRABAJO: Las aportaciones al Fondo Nacional de la Vivienda, son gastos de previsión social de las empresas y se aplicarán en su totalidad a constituir depósitos en favor de los trabajadores que se sujetarán a las bases siguientes:

- I.- En los casos de incapacidad total permanente, de incapacidad parcial permanente, cuando ésta sea del cincuenta por ciento o más; de invalidez definitiva, en los términos de la Ley del Seguro Social; de jubilación; o muerte del trabajador, se entregará el total de los depósitos, en los términos de la Ley, a que se refiere el artículo 139;
- II.- Cuando el trabajador deje de estar sujeto a una relación de trabajo y cuento con 50 o más años de edad, tendrá derecho a que se le haga entrega del total de los depósitos que se hubieren hecho a su favor, en los términos de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.
- III.- En caso de que el trabajador hubiere recibido crédito del Instituto, las cantidades a que tuviere derecho en los términos de las fracciones anteriores, se aplicarán a la amortización del crédito, salvo en los casos de incapacidad total permanente o de muerte, en los términos del artículo 145 si después de hacer la aplicación de dichas cantidades a la amortización del crédito quedara saldo a favor del trabajador se le entregará a éste el monto correspondiente.

Los derechos de los trabajadores titulares de depósitos constituidos en el Instituto o de sus causahabientes o beneficiarios prescribirán en un plazo de cinco años.

En los casos de jubilación de incapacidad total permanente de incapacidad parcial permanente, cuando ésta sea del 50% o más; o de invalidez definitiva, en los términos de la Ley del Seguro Social, se entregará al trabajador el total de los depósitos que tengan en su favor en el Instituto. En caso de muerte del trabaja-

dor, dicha entrega se hará a sus beneficiarios, en el orden de prelación siguiente:

- a) Los que al efecto el trabajador haya designado ante el Instituto.
- b) La viuda, el viudo y los hijos que dependan económicamente del trabajador en el momento de su muerte.
- c) Los ascendientes concurrirán con las personas mencionadas en el inciso anterior cuando dependan económicamente del trabajador.
- d) A falta de viuda o viudo, concurrirán con las personas señaladas en las dos fracciones anteriores el supérstite con quien el derechohabiente vivió como si fuera su cónyuge durante los cinco años que precedieron inmediatamente a su muerte, o con el que tuvo hijos, siempre que ambos hubieran permanecido libres de matrimonio durante el concubinato, pero si al morir el trabajador tenía varias relaciones de esta clase, ninguna de las personas con quienes las tuvo tendrá derecho;
- e) Los hijos que no dependan económicamente del trabajador, y
- f) Los ascendientes que no dependan económicamente del trabajador.

Los créditos que se otorguen por el organismo que administre el Fondo Nacional de la Vivienda, estarán cubiertos por un seguro, para los casos de incapacidad total permanente o de muerte, que libere al trabajador o a sus beneficiarios de las obligaciones, gravámenes o limitaciones de dominio a favor del citado organismo derivadas de esos créditos.

Para tales efectos, se entenderá por incapacidad total permanente la pérdida de facultades o aptitudes de una persona, que la imposibiliten para desempeñar cualquier trabajo por el resto de su vida, cualquiera que sea la naturaleza del riesgo que la haya producido.

Tratándose de los casos de incapacidad parcial permanente, cuando ésta sea del cincuenta por ciento o más, o invalidez definitiva, se liberará al trabajador acreditado del adeudo, los gravámenes o limitaciones de dominio a favor del Instituto, siempre y cuando no sea sujeto de una nueva relación de trabajo por un periodo mínimo de dos años, lapso durante el cual gozará de una prórroga sin causa de interés, para el pago de su crédito. La existencia de cualquiera de estos supuestos deberá comprobarse ante el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, dentro del mes siguiente a la fecha en que se terminen.

Las obligaciones de efectuar las aportaciones y enterar los descuentos a que se refiere el artículo anterior, así como su cobro, tienen el carácter de fiscales.

El Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores en su carácter de organismo fiscal autónomo, está facultado en los términos del Código Fiscal de la Federación, para determinar, en caso de incumplimiento, el importe de las aportaciones patronales y de los descuentos omitidos, señalar las bases para su liquidación, fijarlos en cantidad líquida, requerir su pago y determinar los recargos que correspondan.

Los pagos que deban efectuarse conforme a lo señalado en este artículo, se harán en las oficinas del propio Instituto o en las de las sociedades nacionales ó instituciones de crédito que autorice la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

El cobro y ejecución de los créditos no cubiertos estarán a cargo de la Oficina Federal de Hacienda que corresponda, con sujeción a las normas del Código Fiscal de la Federación.

La capacidad económica del INFONAVIT no le permite establecer cajas receptoras de ejecución y cobro como lo ha implantado la Ley del Seguro Social en su artículo 271. Por esta razón, se tiene

que apoyar en las oficinas federales de Hacienda.

Las aportaciones y las entregas de los descuentos se harán por conducto de las oficinas receptoras de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público o de las autorizadas por ésta.

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público entregará al Instituto, en un plazo no mayor de quince días, el importe total de las recaudaciones efectuadas.

Para no incrementar los gastos de administración de las aportaciones patronales, el INFONAVIT se apoya en la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la cual proporciona las formas de pago y de control. Así, los patrones, al cubrir los impuestos retenidos y pagos provisionales, pueden entregar también aportaciones al INFONAVIT, de manera que con un solo documento se facilita la cobranza.

Los trabajadores y patrones deben conservar la documentación de aportaciones efectuadas al INFONAVIT para presentar cualquier aclaración relacionada con los períodos de entrega de los depósitos en favor de los propios trabajadores o sus beneficiarios, toda vez que los sistemas de acreditamiento de los trabajadores dentro del propio organismo han sido irregulares.



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

*E D I F I C A C I O N*

INSTRUCTIVO PARA LA FORMULACION  
DE AVALUOS DE INMUEBLES

ING. FRANCISCO S. CEDILLO MIRANDA  
ING. FELIPE DE LA PIEDRA MATUTE

**CNB**

COMISION  
NACIONAL  
BANCARIA

**FORMATO.- GUIA DE AVALUOS DE INMUEBLES QUE PRACTIQUEN  
LAS INSTITUCIONES DE CREDITO.**

**O B J E T I V O.-**

El presente documento tiene por objeto homogeneizar la información mínima indispensable que deben contener los formatos-guía de avalúos de inmuebles urbanos y suburbanos, mediante la interpretación que debe darse a cada uno de los conceptos que integran los formatos, atendiendo a la normatividad vigente en la materia e incorporando algunos rubros que se juzga necesario incluir en los informes técnicos.

**A.- AVALUOS DE TERRENO**

**CAPITULO I.- ANTECEDENTES:**

**SOLICITANTE:**

Nombre completo de la persona física y/o moral (empresa, organismo, entidad paraestatal u otro), que requiere el servicio.

En el caso de personas morales se señalará el nombre del funcionario por conducto del cual se solicita el servicio.

El solicitante es también la persona a cuyo cargo reside la responsabilidad del pago de honorarios devengados por el trabajo.

**VALUADOR:**

Perito acreditado ante la Comisión Nacional Bancaria que realiza el avalúo y se responsabiliza de su contenido.

Se indicará el nombre completo y profesión, en su caso.

**REGISTRO DE LA  
C. N. B. :**

Se indicará el número y el período de vigencia.

**FECHA DEL AVALUO:**

Se anotará la fecha en que se practicó la visita de inspección al inmueble. De no referirse el avalúo a la fecha actual, deberá expresarse el motivo por el cual se señala otra distinta. (Ejemplo: fecha a la que se reexpresan los estados financieros de las empresas o instituciones, etc.).

**INMUEBLE QUE SE VALUA:**

Sólo indíquese si es lote de terreno baldío, casa habitación unifamiliar o plurifamiliar,

cinas, edificios de productos, industrial, etc.

**REGIMEN DE PROPIEDAD:**

Se indicará si es privada o pública.

La propiedad privada podrá ser: individual, colectiva (condominio o copropiedad), o derechos reales sobre inmuebles (certificados de participación inmobiliaria, certificados de vivienda).

No serán motivo de avalúo los inmuebles sujetos a régimen: ejidal, comunal, o aquéllos que por disposiciones legales, sean de la competencia de otra autoridad.

**PROPIETARIO DEL INMUEBLE:**

Persona física o moral que ampara la escritura del inmueble o aquella que expresamente haya señalado el solicitante.

**PROPOSITO O DESTINO DEL AVALUO:**

Es propósito o destino del avalúo, el uso que se pretende dar a un dictamen valuatorio para los efectos de: adquisiciones o enajenaciones (compraventas, sucesiones, donaciones, permutas daciones en pago), créditos hipotecarios, seguros, fianzas, y los demás casos que sean de la competencia de las instituciones de crédito.

El valor de los bienes a valuar deberá determinarse con independencia de los fines para los cuales se requiera el avalúo.

**UBICACION:**

En su caso, indíquese el número oficial, nombre de la calle a la cual tiene frente (o calles, en caso de tener varios frentes), número de lote, de la manzana, nombre de la colonia, fraccionamiento o barrio, delegación política, sector, código postal, nombre de la población, municipio y entidad federativa.

Si el terreno tiene algún nombre, indíquese éste, entrecomillado.

En inmuebles de difícil localización, indicar las vías de acceso, con distancias aproximadas o kilometraje, o referidas a puntos importantes.

NO. DE CUENTA PREDIAL: Cítese el número de la cuenta predial y en su caso indicar si es global.

**CAPITULO II.- CARACTERISTICAS URBANAS:**

**CLASIFICACION DE ZONA:** Anotar si es habitacional de "X" orden y otras variantes: industrial, de servicios, comercial y su categoría etc., incluyendo aquellos casos en los que se aprecien clasificaciones mixtas.

Pueden existir, entre otras, las siguientes:

- |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) HABITACIONALES                 | <ul style="list-style-type: none"><li>( de lujo.</li><li>( de primer orden.</li><li>( de segundo orden.</li><li>( de tercer orden.</li><li>( antigua.</li><li>( popular o proletaria, de interés social.</li><li>( campestre.</li><li>( en transformación a . . . .</li></ul> |
| b) INDUSTRIALES                   | <ul style="list-style-type: none"><li>( de industria ligera.</li><li>( de industria semi-pesada.</li><li>( de industria pesada.</li><li>( de industria artesanal.</li><li>( parques industriales.</li></ul>                                                                   |
| c) COMERCIALES<br>Y<br>DE OFICINA | <ul style="list-style-type: none"><li>( de lujo.</li><li>( de primera.</li><li>( de segunda.</li><li>( de tercera.</li><li>( de mercados, centrales de abasto.</li><li>( plazas comerciales.</li></ul>                                                                        |



d) OTRAS COMO

Administrativas, turísticas, hospitalarias, culturales, escolares o las consideradas según las autoridades de la localidad.

TIPO DE CONSTRUCCION  
DOMINANTES:

Mencionar si el tipo de construcción dominante en la calle o en la zona, es de casas habitación, su tipo, calidad, de cuantos niveles; si son edificios departamentales o de oficinas, su calidad y número de niveles; bodegas, talleres, comercios, etc.

Pueden clasificarse en:

( corriente.

TIPO ANTIGUO:

( económico.

( mediano.

( bueno.

( corriente.

( económico.

TIPO MODERNO:

( mediano.

( bueno.

( de lujo.

( Edificios mixtos, comerciales, despachos, hasta "n" pisos.

TIPO MODERNO:

( Comercios, departamentos, etc.

( Especiales, industriales, bodegas, etc.

Se podrán señalar clasificaciones mixtas.

INDICE DE SATURACION  
EN LA ZONA:  
(antes densidad de  
construcción)

Anotar el porcentaje aproximado de construcción con relación al número de lotes edificados en la zona.

**DENOMINACION:**

Indicar si es nula, escasa, normal, media, semidensa, densa, flotante u otra denominación urbanística. Señalar nivel socio-económico.

**CONTAMINACION AMBIENTAL:**

En su caso, señalar si la hay y describir su grado y en qué consiste. A veces en altos grados de contaminación se tendrá que asesorar por un técnico especializado anexando su dictamen.

**USO DEL SUELO:**

En su caso, señalar las disposiciones que las autoridades establezcan de acuerdo a la Ley de Desarrollo Urbano, a los Planes Parciales de Desarrollo Urbano de las localidades o a las Cartas de Usos y Destinos respectivos.

Este concepto se complementa con los relativos a Densidad Habitacional e Intensidad de Construcción, que se define en el Capítulo III de este instructivo.

**VIAS DE ACCESO E IMPORTANCIA DE LAS MISMAS:**

Describir el tipo de comunicación, importancia de las vías, proximidad, intensidad del flujo vehicular, etc., tales como:

Carreteras, libramientos, periféricos, caminos vecinales, avenidas, ejes viales, o vías preferenciales, viaductos, etc.

**SERVICIOS PUBLICOS Y EQUIPAMIENTO URBANO:**

Deberán considerarse todos aquellos elementos que forman parte de la urbanización y el equipamiento urbano tales como:

- Abastecimiento de agua potable:

Red de distribución con suministro mediante tomas domiciliarias.

Hidrantes para servicios públicos, pipas, carros-tanque de frecuencia regular.

- Drenaje y Alcantarillado:

Redes de recolección de aguas residuales en sistemas separados para aguas negras y pluviales o sistemas mixtos.

Fosas sépticas, etc.

- Red de Electrificación:

Suministro a través de redes aéreas, subterráneas o mixtas.

- Alumbrado público:

Sistema de cableado aéreo o subterráneo, postería de madera, metálica, de concreto, sencilla u ornamental.

Sistema de alumbrado que utiliza la postería de la red de electrificación.

Tipo de luminarias, lámparas incandescentes, fluorescentes, de vapor de mercurio, yodo y sodio u otros.

- Parámetro de vialidades (guarniciones, cordones o machuelos).

De concreto, sección trapezoidal, de hombro redondo, de piedra basáltica, de cantera, etc.

- Banquetas o aceras:

Ancho; materiales empleados (concreto hidráulico, asfalto, cantera natural, elementos prefabricados, piedra bola).  
Franjas jardinadas integradas.

- Vialidades:

Tipos y anchos. Andadores, Calles, avenidas con o sin camellón; vías preferenciales con pasos a desnivel; viaductos, etc.

- Pavimentos:

De concreto hidráulico, concreto armado, de asfalto; elementos prefabricados, piedra bola, piedra laja; adoquín o cantera; terracería con un riego de impregnación.

En su caso, señalar la carencia de pavimento (terracería simple).

- Materiales empleados en los camellones:

Concreto hidráulico, elementos prefabricados, canteras, piedra laja, piedra bola.

Jardinados, con setos, arbolados, fuentes, etc.

Otros servicios:

- Red telefónica, aérea o subterránea.
- Gas natural: red con tanque estacionario local o de suministro directo.
- Plantas de tratamiento de aguas residuales propias del fraccionamiento.
- Recolección de desechos sólidos (basura).
- Vigilancia.
- Señal de televisión por cable.
- Transportes urbanos y suburbanos en general:  
Servicios de transporte colectivo. Distancia de abordaje, frecuencia.
- Equipamiento y mobiliario urbano:

Mercados, plazas cívicas, parques y jardines, escuelas, centros comerciales y templos, gasolinerías, canchas deportivas, nomenclatura de calles y señalización.

### **CAPITULO III.- T E R R E N O :**

**TRAMO DE CALLE, CALLES  
TRANSVERSALES LIMITROFES  
Y ORIENTACION:**

Como se indica en escrituras: nombre de la calle en la acera orientada al , entre las calles de y de al y respectivamente. En su caso mencionar la distancia a la esquina más próxima.

Si el predio está en esquina, es cabecera de manzana o manzana completa, se mencionarán los nombres de todas las calles y sus orientaciones.

**COLINDANCIAS:**

Deberá citarse la fuente de procedencia (de la solicitud, de la escritura presentada, según

medidas catastrales, de planos proporcionados medidas tomadas en el lugar, etc.).

Si se trata de un terreno de forma irregular (poligonal), o de un departamento en condominio, las colindancias se mencionarán, preferentemente, recorriendo la figura del inmueble en un orden lógico (el de las manecillas del reloj).

**AREA TOTAL:**

En igual forma que el concepto anterior, indicar la fuente de procedencia.

En aquellos casos en los que se disponga de información que refleje una diferencia apreciable entre medidas y/o área de escrituras, respecto a las determinadas por medición directa, de planos presentados o algún documento expedido por autoridad competente, se deberá consignar la información de las diversas fuentes, señalando en el Capítulo IV, CONSIDERACIONES PREVIAS AL AVALUO, el área que será utilizada en el cálculo del índice o índices de valuación, justificando la razón de su uso.

**TOPOGRAFIA Y CONFIGURACION:**

Deberán señalarse los accidentes topográficos del terreno en cuestión, tales como, pendientes (ascendentes o descendentes), su incidencia; depresiones, promontorios, etc.

En cuanto a la configuración, se deberá mencionar la forma, describiendo las irregularidades existentes.

**CARACTERISTICAS PANORAMICAS:**

Deberán señalarse, en su caso, todas aquellas características que ameriten o demeriten al inmueble, tales como: frente de playa, vista al mar, a zonas jardinadas o arboladas, así como a cementerios, asentamientos irregulares plantas de transferencia de desechos sólidos, zonas de tolerancia, etc.

**DENSIDAD HABITACIONAL PERMITIDA:**

Es el número de viviendas que podrán construirse en un predio dependiendo de su superficie y se obtendrá de los Planes Parciales de Desarrollo Urbano, Cartas de Usos y Destinos, u otro documento que expida la autoridad correspondiente.

**INTENSIDAD DE CONSTRUCCION PERMITIDA:**

Es el número de m<sup>2</sup> de construcción que pueden edificarse en un terreno, dependiendo de su área y se obtendrá de los Planes Parciales de Desarrollo Urbano, Cartas de Usos y Destinos u otro documento que expida la autoridad correspondiente.

**SERVIDUMBRES Y/O RESTRICCIONES:**

Señalar aquellas que provengan de alguna fuente documental como, escritura de propiedad, alineamiento, reglamentación de la zona o fraccionamiento, etc.

**CONSIDERACIONES ADICIONALES:**

En la práctica de ciertos dictámenes, será necesario tomar en cuenta otros factores que incidirán en forma importante en la determinación del valor de un inmueble tales como:

- Calidad del subsuelo y su relación en el uso del suelo autorizado.
- Afectaciones.
- Reglamentos de construcción.
- Nivel de aguas freáticas.
- Otros.

**CAPITULO IV.- CONSIDERACIONES PREVIAS AL AVALUO:**

Justificación de aplicación de valores unitarios, fuentes de consulta, investigaciones de mercado, criterios de valuación o todos aquellos conceptos que en forma determinante incidan en el avalúo y se hagan resaltar en este apartado; tales como: bardas de gran extensión, muros de contención, rellenos compactados, edificaciones provisionales o de poca cuantía, que no influyan en el valor del inmueble; existencia de árboles, cimentaciones, construcciones en proceso, que no justifiquen descripción detallada.

Asimismo, en este capítulo se indicará el procedimiento de valuación a seguir.

En este rubro, podrá ampliarse la descripción del inmueble, haciendo énfasis en aquellos aspectos relevantes del mismo o de la zona.

**CAPITULO V.- VALOR FISICO O DIRECTO:**

**LOTE TIPO O  
PREDOMINANTE:**

En su caso, se adoptará el lote tipo predominante en la zona o en esa calle, o el que a juicio del valuador proceda, o el que señale la autoridad respectiva.

**VALORES DE CALLE  
O DE ZONA:**

Se asentará el valor o valores por metro cuadrado, que serán resultado del análisis proveniente de una investigación exhaustiva del mercado inmobiliario y de los antecedentes que obren en el banco de datos de la Institución de otras fuentes.

**VI.- CONCLUSIONES:**

Se anotará el Valor Comercial resultante, en números redondos.

Asimismo, se anotará la cantidad con letra y la fecha del avalúo, que deberá corresponder a lo señalado en el Capítulo I. ANTECEDENTES.

**VII.- VALORES REFERIDOS:**

En su caso, a petición expresa del solicitante, se determinará el valor referido en lo que corresponde a efectos fiscales, a lo que establece el Artículo 4o. del Reglamento del Código Fiscal de la Federación, que en la parte conducente señala:

"Cuando los avalúos sean referidos a una fecha anterior a aquella en que se practiquen, se procederá conforme a lo siguiente:

- I.- Se determinará el valor del bien a la fecha en que se practique el avalúo, aplicando, en su caso, los instructivos que al efecto expidan las autoridades fiscales.
- II.- La cantidad obtenida conforme a la fracción anterior, se dividirá entre el factor que se obtenga de dividir el índice nacional de precios al consumidor del mes inmediato anterior a aquel en que se practique el avalúo entre el índice del mes al cual es referido el mismo; si el avalúo es referido a una fecha en que no se disponga del dato del índice nacional de precios al consumidor, dicha cantidad se dividirá entre el factor que corresponda, según el número de años transcurridos entre la fecha a la cual es referido el avalúo y la fecha en que se practique, de acuerdo a la tabla que de a conocer para tales efectos la Secretaría.
- III.- El resultado que se obtenga conforme a la fracción anterior, será el valor del bien a la fecha a la que el avalúo sea referido. El valuador podrá efectuar ajustes a este valor, cuando existan razones que así lo justifiquen, las cuales deberán señalarse expresamente en el avalúo. Una vez presentado dicho avalúo no podrán efectuarse estos ajustes".

Quando se trate de referencias con efectos diferentes a los fiscales, deberán utilizarse los parámetros que permitan ubicar en la fecha referida a las construcciones, instalaciones especiales y elementos accesorios, así como el comportamiento a la alza y a la baja del mercado inmobiliario, durante el lapso comprendido entre la fecha del avalúo y la fecha de referencia, dejando constancia de los elementos de juicio que fueran considerados en estos casos.

#### CERTIFICACION DEL AVALUO:

**VALUADOR:**

De acuerdo al contenido de la Disposición Segunda de la Circular No. de la Comisión Nacional Bancaria, se deberán indicar: nombre completo, firma y datos relativos a su registro vigente y la especialidad correspondiente y vigencia.

Asímismo, en su caso, deberá anotarse el registro o registros de otra autoridad.

**INSTITUCION BANCARIA:**

De acuerdo a lo señalado en la misma disposición, también deberá contener el sello de la Institución, y firma del funcionario autorizado, indicando el puesto que ocupa y la clave correspondiente.



**B.- AVALUOS DE TERRENO Y CONSTRUCCIONES:**

Los capítulos del I al III son similares para este formato-guía por lo que se inicia la descripción de los conceptos a partir del Capítulo IV.

CAPITULO I.- ( IDEM al formato-guía Avalúo de Terreno).

CAPITULO II.- ( IDEM al formato-guía Avalúo de Terreno).

CAPITULO III.- ( IDEM al formato-guía Avalúo de Terreno).

**CAPITULO IV.- DESCRIPCION GENERAL DEL INMUEBLE:**

**USO ACTUAL:** Este concepto deberá ser llenado amplia y explícitamente, iniciándose con la descripción del terreno para continuar con la información relativa al uso actual de la construcción (casa-habitación, edificio de departamentos, viviendas, comercios, oficinas, bodegas, etc.).

Terminar por describir detalladamente la distribución en sus diferentes niveles, indicando el nombre apropiado de cada una.

**TIPO DE CONSTRUCCION:** Agrupar los diferentes niveles, de acuerdo a los tipos y calidades de construcción homogéneos identificados.

**CALIDAD Y CLASIFICACION DE LA CONSTRUCCION:** Señalar si es antigua, moderna o mixta, en sus distintas calidades observadas.

**NUMERO DE NIVELES:** Indicar el número de plantas o niveles de que se compone el inmueble. Cuando sea el caso, señalar la altura libre de piso a techo.

Cuando se valúen unidades aisladas de un edificio, mencionar el total de niveles del mismo y el o los correspondientes a la unidad valuada. Ejemplo: Del edificio, 16; del departamento, 2.

**EDAD APROXIMADA DE LA CONSTRUCCION:** A juicio del valuador, se mencionará la edad aparente o la cronológica en base a la fuente documental presentada, señalando, en su caso,

fecha de reconstrucción y/o de su remodelación indicando si es parcial o total o en %.

**VIDA UTIL REMANENTE:**

Será el residuo de la vida útil o económica total asignada a cada tipo de inmueble, menos la edad aproximada del mismo.

**ESTADO DE CONSERVACION:**

Se podrán hacer las siguientes clasificaciones: ruinoso, malo, regular, bueno, muy bueno, nuevo, recientemente remodelado, reconstruido, etc., señalando las deficiencias relevantes tales como, humedades, salitre, cuarteaduras, fallas constructivas, asentamientos y otras.

**CALIDAD DE PROYECTO:**

Indicar las cualidades o defectos en base a la funcionalidad del inmueble, clasificándolo en: obsoleto, adecuado a su época, deficiente, inadecuado, adecuado, funcional, bueno, excelente, etc.

**UNIDADES RENTABLES  
O SUSCEPTIBLES DE  
RENTARSE:**

Mencionar el total de ellos, agrupándolas según su uso. Ejemplo:

Total: 8 (2 comercios y 6 departamentos).

**V.- ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCION:**

En este capítulo se describirán los conceptos, amplia y explícitamente, en forma similar a las especificaciones de construcción sin llegar al detalle de un presupuesto.

Es evidente que la abundancia de datos asentados en estos renglones, deben justificar plenamente los valores de construcción que se asignen a los diversos tipos de edificación apreciados.

A continuación se refieren algunos conceptos de los rubros que se incluyen en el formato-guía.

**A.- OBRA NEGRA O GRUESA:**

**CIMIENTOS:**

Se consultarán los planos estructurales y de no haberlos, se supondrá la cimentación lógica de acuerdo con el tipo de construcción y la calidad de terreno en la zona; en caso de duda, se podrá indicar: aparentemente...

**ESTRUCTURA:**

Se describirá el tipo de estructura, mencionando materiales (muros de carga, traveses y columnas, de concreto armado o acero, etc.), así como el sistema constructivo, dimensiones de claros y alturas, secciones de traveses y columnas, cuando lo justifique la magnitud de la construcción.

**MUROS:**

Material, espesor, refuerzos y si son de carga o divisorios; se indicará la altura cuando sea distinta de la normal y se dirá cuando tenga acabado aparente.

**ENTREPISOS:**

Se mencionará el material, sistema constructivo (concreto macizo, losa reticular, pretensada, aligerada u otra), así como el tamaño de sus claros: pequeños (hasta 4 m.) medianos (4 a 6 m.) y grandes (más de 6 m.).

**TECHOS:**

Igual a entrepisos, agregando si son inclinados, a dos o cuatro aguas.

**AZOTEAS:**

Se indicará si están impermeabilizadas, enladrilladas o mixtas.

En este renglón, se informará sobre los pretiles, indicando material, sección y altura.

**BARDAS:**

Material, espesor, altura y si tiene acabados aparentes, aplanados y pintura; remates cuando sean significativos en valor, así como si son medianeras, o de uso común (en condominio).

**B.- REVESTIMIENTOS Y ACABADOS INTERIORES:**

**APLANADOS:**

Se indicará el material y su calidad: yeso a regla y plomo, a reventón o al "talochazo". Tirol planchado u otro acabado, repellados o aplanados de mezcla a regla y plomo, a reventón. En su caso señalar si son aparentes.

**PLAFONES:**

Se indicará el material y su calidad: yeso o mezcla a regla y nivel, a reventón o al "talochazo". Falso plafón de yeso y metal desplegado y si tiene tirol. Los falsos plafones se describirán por material, y en su caso marca y medida, dando la mayor cantidad de datos que contribuyan a dar la idea de su valor. Ejempl

falso plafón "Acoustone", tipo glaciado, de 0.61 X 0.61 m., con suspensión oculta.

En caso de plafones de madera, se indicará la calidad de ella y se tratará de describir el diseño.

También conviene mencionar los locales en que se encuentran; si son plafones especiales o si son aparentes.

**LAMBRINES:**

Se indicará material, calidad, colocación y ubicación. Si son de madera, se describirán en carpintería. Mencionar altura, zona de ubicación y calidad de ellos.

**PISOS:**

Se indicará material, calidad, colocación, medida y ubicación (no se describirán en este concepto las alfombras ni los pisos de madera)

**ZOCLOS:**

En su caso, mencionar zoclos indicando el material, medida y calidad.

**ESCALERAS:**

Se indicará el material, sistema constructivo y uso (principal, de servicio o de uso común). Cuando sea necesario se describirá el barandal y el pasamanos y cuando haya deficiencias de diseño o de construcción, se deben mencionar. Agregar si son interiores o exteriores.

**PINTURA:**

Se indicará el tipo y de ser posible la calidad. En el caso de barniz o laca en carpintería, se hará hincapié en la calidad y cantidad

**RECUBRIMIENTOS  
ESPECIALES:**

Son principalmente las alfombras fijas al piso; de materiales ahulados o plásticos, tapices y telas en muros o plafones; corchos, micromadera, etc., se indicará calidad, si es posible marca y ubicación.

**C.- CARPINTERIA:**

**PUERTAS:**

Se indicará la clase y calidad de madera (pino, cedro, caoba, etc.), espesor del triplay cuando sea posible; si son de tambor o entabladas; si son de triplay o de duela. Del marco, se dirá su madera y si es de medio cajón o marco y chambranas o algún diseño especial. En su caso, mencionar las dimensiones incluyendo el espesor de las mismas.

**GUARDARROPAS:**

Se indicará la clase de madera. Si las puertas son corredizas o abatibles, si tiene cajones y/o entrepaños, si están forrados en su interior. Se mencionarán las alacenas o muebles de madera, libreros empotrados y cancelles. Cuando se justifique señalar sus dimensiones y ubicación.

**LAMBRINES O PLAFONES:**

Se indicará el material (triplay o duela), así como su calidad (pino, cedro, ciprés, etc.), ubicación y dimensiones.

**PISOS:**

Se indicará la clase de madera, la medida y de ser posible el espesor de la duela o parquet, así como su ubicación.

En este capítulo se mencionarán también ventanas, tapancos, vigas decorativas, etc.

**D.- INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS:**

Muebles de baño y cocina.

De las redes de alimentación, se indicará los materiales, si son aparentes u ocultas. Del mobiliario se mencionará su tipo; cantidad de muebles, así como su calidad y color, y de ser posible marca y modelo. En el caso de lavabos con mueble, se describirá éste y se indicará el tipo de cubierta, material y si se justifica, su medida; si es mármol, indicar la clase. Se indicará también la calidad de las llaves y de los accesorios de baño. Se describirán también los cancelles en baños.

De los muebles de cocina, se mencionará: materiales, calidad, dimensiones. En su caso señalar la marca.

De los calentadores, se mencionará la marca, capacidad y combustible.

Indicar tipo de lavaderos, instalaciones de lavadora, etc.

De los tinacos y tanques elevados, se indicará el material y su capacidad.

**I.- INSTALACIONES ELECTRICAS:**

Se mencionará si son ocultas o aparentes, entubadas o sin entubar, si son normales o profundas y el tipo de salidas (de centro, en muros o spots). Si hay luz indirecta o plafones luminosos: tipo de lámparas cuando son empotradas, apagadores y contactos, calidad de accesorios y en su caso, informar si hay corriente trifásica, así como el tipo de tablero y la calidad de unidades de él.

**F.- PUERTAS Y VENTANERIA METALICA:**

Se indicará el material y su calidad: Ejemplo: aluminio "Duranodic", anodizado color oro o natural; perfiles tubulares y su calibre, cuando sea posible; si es del tipo estructural y clase de perfiles: ligeros, medianos o pesados. Rejas y protecciones indicando material y clase (ornamental, sencilla, forjada), etc.

En los casos en que los perfiles, de cualquier material sean especiales, se debe mencionar y también la dimensión de los claros.

**G.- VIDRERIA:**

Se indicará el tipo (vidrio sencillo, medio doble, ... cristal flotado, especial, etc.), y de ser posible, señalar el espesor.

Se describirán los espejos, bastidores y marcos siempre, que sea relevante. Se mencionarán en este concepto los domos acrílicos, indicando su tipo y calidad, así como las placas de acrílico en ventanas o cancelas. Se describirán los emplomados; se describirán los tragaluces, a base de prismáticos o bloques de vidrio, indicando medidas.

**H).- CERRAJERIA:**

Se indicará la calidad y en su caso la marca o marcas dominantes. Se mencionarán los cerraduras y bisagras hidráulicas.

I).- FACHADAS:

Mencionar los materiales predominantes, si son aparentes; si hay revestimientos; en su caso de granito, mármol, cantera, prefabricados, etc., indicar medidas y profusión.

Se deben diferenciar los materiales de fachadas principal e interiores, cuando proceda.

J).- INSTALACIONES ESPECIALES, ELEMENTOS ACCESORIOS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS:

Para los efectos de la correcta interpretación de estos conceptos, se entiende por:

**INSTALACIONES ESPECIALES:**

Aquellas que se consideran indispensables o necesarias para el funcionamiento operacional del inmueble.

- Elevadores y montacargas.
- Escaleras electromecánicas.
- Equipos de aire acondicionado o aire lavado.
- Sistema hidroneumático.
- Riego por aspersión.
- Albercas y chapoteaderos.
- Sistemas de sonido ambiental
- Calefacción.
- Antenas parabólicas
- Pozos artesianos.
- Sistemas de aspiración central.
- Bóvedas de seguridad.
- Subestación eléctrica.

- Sistemas de intercomunicación.
- Pararrayos.
- Equipos contra incendio.
- Equipos de seguridad y circuitos cerrados de T.V.
- Otros.

**ELEMENTOS ACCESORIOS:**

Son aquellos que se consideran necesarios -- para el funcionamiento de un inmueble de uso especializado, que en sí se convierten en elementos característicos del bien analizado, como:

- Caldera en un hotel y baños públicos.
- Depósito de combustible en plantas industriales.
- Espuela de ferrocarril en industrias.
- Pantalla en un cinematógrafo.
- Planta de emergencia en un hospital.
- Butacas en una sala de espectáculos.

**OBRAS COMPLEMENTARIAS:**

Son aquellas que proporcionan amenidades o beneficios al inmueble, como son:

- Bardas, celosías.
- Rejas.
- Patios y andadores.
- Marquesinas.
- Pérgolas.



- Jardines.
- Fuentes, espejos de agua.
- Terrazas y balcones.
- Eventualmente cocinas integrales, cisternas, o aljibes, equipos de bombeo, gas estacionario.
- Otros.

**NOTA:** Independiente de la clasificación propuesta, se hace notar la necesidad de describir estos conceptos separadamente de las construcciones, con el fin de que la determinación del valor de cada uno de ellos, considere los valores unitarios correspondientes.

#### **VI.- CONSIDERACIONES PREVIAS AL AVALUO:**

En este apartado se expresará la justificación de aplicación de valores unitarios, fuentes de consulta, investigaciones de mercado o todos aquellos aspectos relevantes del inmueble o la zona, que en forma alguna incidan en el valor del bien en estudio.

Asimismo, se indicarán los criterios y procedimientos de valuación, a saber:

- Método comparativo o de mercado.\*
- Método físico o directo.
- Método por rentabilidad o indirecto.
- Método residual.
- Otros.

\* Eventualmente, si la información existente es suficiente, se podrá optar por la aplicación del método comparativo o de mercado para el inmueble en su conjunto-terreno y edificaciones debidamente soportado en operaciones realizadas.

Estos datos formarán parte del informe. Tal es el caso de viviendas de desarrollos habitacionales homogéneos; oficinas, comercios, estacionamientos y bodegas en condominio, etc.

El método físico o directo es el procedimiento racional mediante el cual se determina el valor físico o directo.

El método por rentabilidad o indirecto permite determinar el valor de capitalización a partir de la renta efectiva que produce un inmueble, o bien, en función de la renta estimada o que pudiera producir dicho bien.

El método residual es el procedimiento que permite determinar el valor potencial de un bien raíz y está basado en proyectos de desarrollos inmobiliarios, reales o hipotéticos, acordes con el uso del suelo autorizado, la vocación del mismo, el mejor aprovechamiento que pueda obtenerse de él y las condiciones de financiamiento que prevalezcan a la fecha del análisis.

#### VII.- VALOR FISICO O DIRECTO:

##### a) DEL TERRENO:

LOTE TIPO O  
PREDOMINANTE:

En su caso se adoptará el lote tipo predominante en la zona o en esa calle, o el que a juicio del valuador proceda, o el que señale la autoridad correspondiente.

VALOR (ES) DE CALLE:

Se asentará el valor o valores unitarios que serán resultado del análisis provenientes de una investigación exhaustiva del mercado inmobiliario, ponderándolo con los datos estadísticos comparables.

De las características conocidas de los terrenos investigados, se determinarán los factores que finalmente conduzcan al valor unitario que será aplicado al lote en estudio.

##### b) DE LAS CONSTRUCCIONES:

Para la valuación de las construcciones, y atendiendo a la descripción y clasificación de los diversos tipos observados, se procederá a la determinación de los Valores Unitarios de Reposición Nuevo para cada uno de ellos.

#### VALOR DE REPOSICION NUEVO:

Es el valor presente de las construcciones considerándolas como nuevas, con las características que la técnica hubiera introducido dentro de los modelos considerados equivalentes.

Este valor considera entonces los costos necesarios para sustituir o reponer las construcciones en condiciones similares, analizadas en base a los conceptos que integran las partidas de las diferentes calidades de prototipos, mismos que deberán actualizarse periódicamente, según las variaciones en el tiempo que experimenten los costos de materiales y mano de obra.

En este apartado conviene definir también el concepto de Valor de Reproducción Nuevo, que a diferencia del anterior, este considera los costos necesarios para reproducir una construcción idéntica a la original, es decir, respetando las características y técnicas que se hubieran utilizado en la fecha de su edificación.

#### VALOR NETO DE REPOSICION

Este valor será la diferencia que resulta de restarle al Valor de Reposición Nuevo, el demérito correspondiente.

#### DEMERITO O DEPRECIACION

Es la pérdida de valor ocasionada por la depreciación acumulada, originada ésta por el deterioro físico así como por obsolescencias funcionales y/o económicas, según el caso.

Para los efectos de la determinación del Índice Físico o Directo, se recomienda considerar únicamente la depreciación por deterioro físico debido a:

- Edad.
- Estado de Conservación

La determinación de estos conceptos, se hará en base a los métodos que la práctica ha

considerado como aceptables (Línea Recta, Ross, Ross-Heidecke, y otras).

En los casos que proceda la aplicación de factores de demérito o depreciación por obsolescencias funcionales y/o económicas (inadecuación, cambios de estilo o moda, etc.), éstos afectarán al Índice Físico o Directo, incluyendo al tergeno.

### VIII.- VALOR DE CAPITALIZACION DE RENTAS.

Para la determinación del índice de capitalización de rentas se tomarán en cuenta los siguientes conceptos:

a) Renta real o efectiva:

Es la que está produciendo el inmueble a la fecha del avalúo.

b) Renta estimada de mercado:

Es la que resulta de la investigación y/o comparación de inmuebles arrendados similares en un mercado activo de arrendamientos.

Las rentas estimadas de mercado serán el resultado de aplicar las rentas unitarias investigadas en la zona a los diferentes tipos de edificación apreciados. Las rentabilidades de edificios de oficinas, departamentos, comercios y bodegas deberán considerar áreas netas rentables, es decir, descontando vestíbulos, pasillos generales, sanitarios comunes, cubo de elevadores, etc.

### M E T O D O S .

La determinación del Índice de Capitalización de Rentas plantea en la actualidad diversos procedimientos, que se expresan a continuación:

#### METODO TRADICIONAL:

Establece que el índice de capitalización de un bien raíz, resulta de considerar los ingresos netos anuales que produce o pueden producir un inmueble y seleccionar una tasa de capitalización acorde con el mismo, que haga rentable el mercado de inmuebles de productos.

La expresión matemática aplicable es:

$$\text{INDICE DE CAPITALIZACION} = \frac{\text{Ingreso o Renta Neta Anual}}{\text{Tasa de Capitalización.}}$$

ó bien:

$$Ic = \frac{Rna}{tc}$$

en donde:

- Ic = Índice de capitalización.
- Rna = Ingreso o renta neta anual.
- tc = Tasa de capitalización.

#### DEDUCCIONES:

Las deducciones que se consideran en este capítulo, serán por los siguientes conceptos:

- Porcentaje de desocupación (vacíos).
- Impuesto Predial.
- Derechos por servicios de agua.
- Gastos generales (administración, limpieza, vigilancia, etc.)
- Gastos de conservación y mantenimiento.
- Consumo de energía eléctrica común (la correspondiente a elevadores, iluminación artificial de pasillos, vestíbulos, escaleras, etc.).
- Impuesto sobre la renta.
- Seguros.
- Otros.

**TASA DE CAPITALIZACION**

Se aplicará tasa de capitalización que corresponda de acuerdo a edad y vida remanente del inmueble (edificaciones), uso o destino del mismo, estado de conservación, calidad del proyecto, zona de ubicación, oferta y demanda, calidad de las construcciones y otros.

**OTROS METODOS:**

Actualmente se han venido aplicando otros procedimientos que, basados en el mismo principio de capitalización de rentas proponen:

- a).- Determinar la rentabilidad de activos fijos considerando el efecto inflacionario, la situación legal relativa al tipo de contrato de arrendamiento, la depreciación anual de las construcciones y otros impuestos.

La tasa de capitalización que se aplica, es la correspondiente a una inversión, la cual deberá estar en función del riesgo de dicha inversión y referida a las tasas de rendimiento que imperan en el mercado de capitales en el ámbito nacional o internacional.

- b).- Considera rentas brutas anuales y tasas aplicables a condiciones no inflacionarias y de bajo riesgo.

**IX.- RESUMEN**

<b>VALOR FISICO O DIRECTO</b>	\$
	=====
<b>VALOR DE CAPITALIZACION DE RENTAS</b>	\$
	=====
<b>VALOR DE MERCADO: (en su caso)</b>	\$
	=====

X.- CONSIDERACIONES PREVIAS A LA CONCLUSION

Interpretando el contenido de la disposición CUARTA de la Circular No. en este capítulo se analizarán los índices obtenidos en el estudio, en función del tipo de inmueble, factores de comercialización aplicables al caso, demérito por obsolescencias funcionales y/o económicas, que afecten el bien en su conjunto, razonando estos resultados para concluir el valor comercial.

XI.- CONCLUSION .

VALOR COMERCIAL

\$

=====

( )  
Esta cantidad representa el valor Comercial del inmueble al día de 19

XII.- VALORES REFERIDOS (en su caso).

Es aplicable lo expresado en el Capítulo VII del Avalúo de Terreno

CERTIFICACION DEL AVALUO:

VALUADOR:

De acuerdo al contenido de la Disposición de la Circular No. de la Comisión Nacional Bancaria, se deberá indicar: nombre completo, firma y datos relativos a su registro, período de vigencia y la especialidad correspondiente.

INSTITUCION BANCARIA:

De acuerdo a lo señalado en la misma Disposición, también deberá contener el sello de la Institución, nombre y firma del Delegado Fiduciario o funcionario autorizado por la Institución para tal efecto, con mención del cargo que desempeña y clave asignada al mismo.

CONSIDERACIONES ADICIONALES PARA LA FORMULACION DE AVALUOS  
DE INMUEBLES SUJETOS AL REGIMEN DE PROPIEDAD EN CONDOMINIO

GENERALIDADES

Para el caso de valuar unidades sujetas a régimen de Propiedad en condominio, se deberán observar los siguientes criterios:

La interpretación de los conceptos que intervienen en la valuación de estos bienes, atiende a lo dispuesto en la Ley sobre el Régimen de Propiedad en Condominio de Inmuebles, para el Distrito Federal.

Del análisis de los artículos establecidos en este documento, se desprenden diversas recomendaciones que deberán atenderse para la correcta presentación del informe y la consecuente determinación del valor del bien en estudio.

De acuerdo al Art. 4o., para constituir el régimen "el propietario o propietarios deberán declarar su voluntad en escritura pública", en la cual se harán constar, entre otros datos, los relativos al terreno, las autorizaciones o permisos de construcciones urbanas y de salubridad, la descripción general de las construcciones y de la calidad de los materiales empleados o que vayan a emplearse, la descripción de cada parte privativa (departamento, vivienda, casa o local), el valor nominal y el porcentaje que le corresponda sobre el valor total, también nominal, de las partes en condominio (indiviso), el destino general del condominio, la descripción de los bienes de propiedad común, etc.

De la consulta de esta información presentada o recabada, el valuador contará con los datos necesarios para opinar sobre las características físicas y legales del inmueble, fecha de construcción o de constitución a régimen de condominio, de la propiedad o del derecho de uso de estacionamientos, de las limitaciones y prohibiciones establecidas por la propia Ley y las demás que señale la escritura constitutiva y el reglamento correspondientes, de la participación sobre las áreas o partes comunes (Art. 13), etc., elementos que le permitirán la correcta valuación de las partes privativas independientemente de las comunes.

CLASIFICACION

Los inmuebles sujetos a régimen de propiedad en condominio pueden clasificarse:



Por su forma en:

- Verticales
- Horizontales
- Mixtos

Por su uso o destino en:

- Habitacionales
- Comerciales
- De oficinas o despachos
- Bodegas
- Estacionamientos
- Mixtos

### INDIVISOS

De acuerdo a lo establecido en el Art. 40. (párrafo V) es requisito hacer constar en la escritura de constitución de régimen en condominio, "el valor nominal que para los efectos de esta Ley, se asigne a cada departamento, vivienda, casa o local y el porcentaje que le corresponda sobre el valor total, también nominal, de las partes del condominio".

En tal virtud, toda unidad condominal deberá disponer de este dato.

A manera de información, se comenta lo que en la práctica se ha venido observando respecto a los procedimientos llevados a cabo en la determinación de tales porcentajes:

- A. En función del área privativa del local respecto al área total privativa.
- B. En función del área privativa del local respecto al área total construida.
- C. En función del valor nominal de cada local, respecto al valor nominal total del conjunto.

Este último procedimiento, amén de ser el establecido por la Ley de la materia, es el más racional en cuanto a los gastos comunes, en cuanto al destino o uso --locales comerciales en edificios mixtos habitacionales--, en cuanto a la localización --preferencias de ubicación por piso- en edificios hasta de 5 niveles sin elevador, o edificios de más de 5 niveles con vistas panorámicas, etc.

## DESCRIPCION

Independientemente de que el avalúo se refiera a un local dentro del conjunto, deberá describirse, en forma general, las características del edificio o del conjunto, para continuar con la descripción particular de la unidad motivo del análisis.

En este apartado se señalará, para el caso de los estacionamientos, si dispone o no de este servicio, precisando si es parte privativa o sólo hay derecho de uso del mismo.

## VALUACION

La valuación de un inmueble en condominio atenderá a lo establecido en el instructivo en cuanto a los métodos que en la práctica se han considerado como aceptables. (Capítulo VI)

- Método comparativo o de mercado.
- Método físico o directo.
- Método por rentabilidad.

### VALOR FISICO O DIRECTO

Su cálculo atenderá a lo siguiente:

a) Terreno.

Determinación del valor de la parte proporcional que corresponde al departamento o local, en función del porcentaje o indiviso. En su caso, incluye los porcentajes relativos a estacionamientos, áreas privativas de servicios, tendaderos y otros anexos que expresamente señale la escritura de régimen de propiedad en condominio.

b) Construcciones e instalaciones privativas.

Determinación del valor de las construcciones del área privativa así como el de sus instalaciones especiales y elementos accesorios.

c) Construcciones e instalaciones comunes.

Determinación del valor de las construcciones, instalaciones especiales y elementos accesorios, a cuya sumatoria se aplicará

el porcentaje de indiviso respectivo para obtener la parte proporcional que le corresponde al local en estudio.

La suma de estos valores parciales será el valor físico o directo.

#### VALOR DE CAPITALIZACION DE RENTAS.

Será aplicable lo establecido en el capítulo VIII. del Instructivo, tomando en cuenta las rentas efectivas o estimadas acordes con el mercado de arrendamientos de este tipo de bienes, así como los criterios aceptables para la selección de las tasas de capitalización respectivas.

La conclusión del valor comercial, será resultado del análisis de los índices obtenidos, incluyendo el relativo al índice de mercado según se comenta en el capítulo X. del Instructivo.

COMISION NACIONAL BANCARIA  
Dirección Técnica de Apoyo  
Subdirección de Avalúos y  
Supervisión de Inmuebles

INSTITUCION:	AVALUO No. Hoja 1
--------------	----------------------

**A V A L U O**

**I. ANTECEDENTES**

SOLICITANTE DEL AVALUO:

VALUADOR:

REGISTRO CNB:

FECHA DEL AVALUO:

INMUEBLE QUE SE VALUA:

REGIMEN DE PROPIEDAD:

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:

PROPOSITO O DESTINO DEL AVALUO:

UBICACION DEL INMUEBLE:

NUMERO DE CUENTA PREDIAL:

**II. CARACTERISTICAS URBANAS**

CLASIFICACION DE LA ZONA:

TIPO DE CONSTRUCCION:

INDICE DE SATURACION EN LA ZONA:  
(Antes densidad de construcción).

POBLACION:

CONTAMINACION AMBIENTAL:

USO DEL SUELO:

VIAS DE ACCESO E IMPORTANCIA DE LAS MISMAS:

SERVICIOS PUBLICOS Y EQUIPAMIENTO URBANO:

**III. T E R R E N O**

TRAMOS DE CALLE, CALLES TRANSVERSALES LIMITROFES Y ORIENTACION:

MEDIDAS Y COLINDANCIAS SEGUN:

CROQUIS

AREA TOTAL: m2 según.

TOPOGRAFIA Y CONFIGURACION:

CARACTERISTICAS PANORAMICAS:

DENSIDAD HABITACIONAL:

INTENSIDAD DE CONSTRUCCION:

SERVIDUMBRE Y/O RESTRICCIONES:

**IV. DESCRIPCION GENERAL DEL INMUEBLE**

USO ACTUAL:

TIPOS DE CONSTRUCCION:

CALIDAD Y CLASIFICACION DE LA CONSTRUCCION:

NUMERO DE NIVELES:

EDAD APROXIMADA DE LA CONSTRUCCION:

VIDA UTIL REMANENTE:

ESTADO DE CONSERVACION:

CALIDAD DEL PROYECTO:

UNIDADES RENTABLES O SUSCEPTIBLES A RENTARSE:

**V. ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCION**

**a) OBRA NEGRA O GRUESA:**

**CIMENTOS:**

**ESTRUCTURA:**

**MUROS:**

**ENTREPISOS:**

**TECHOS:**

**AZOTEAS:**

**BARDAS:**

**b) REVESTIMIENTOS Y ACABADOS INTERIORES**

**APLANADOS:**

**PLAFONES:**

**LAMBRINES:**

**PISOS:**

**ZOCLOS:**

**ESCALERAS:**

**PINTURA:**

**RECUBRIMIENTOS ESPECIALES:**

**c) CARPINTERIA**

AVALUO No.  
Hoja 4

**V. ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCION**

d) **INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

**MUEBLES DE BAÑO Y COCINA**

e) **INSTALACIONES ELECTRICAS**

f) **PUERTAS Y VENTANERIA METALICAS**

g) **VIDRIERIA**

b) **CERRAJERIA**

i) **FACHADAS**

j) **INSTALACIONES ESPECIALES, ELEMENTOS  
ACCESORIOS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS**

**VI. CONSIDERACIONES PREVIAS AL AVALUO**





AVALUO No. \_\_\_\_\_  
Hoja 6

**VIII. VALOR POR CAPITALIZACION DE RENTAS**

a) RENTA REAL O EFECTIVA: \$ \_\_\_\_\_

b) RENTA ESTIMADA O DE MERCADO: \$ \_\_\_\_\_

RENTA BRUTA TOTAL MENSUAL: (EFECTIVA O ESTIMADA) \$ \_\_\_\_\_

IMPORTE DE DEDUCCIONES (%)  
(Descripción)

RENTA NETA MENSUAL \$ \_\_\_\_\_

RENTA NETA ANUAL \$ \_\_\_\_\_

CAPITALIZANDO LA RENTA ANUAL AL % TASA  
DE CAPITALIZACION APLICABLE AL CASO, RESULTA UN  
VALOR DE CAPITALIZACION DE: \$ \_\_\_\_\_

**IX. RESUMEN**

VALOR FISICO O DIRECTO: \$ \_\_\_\_\_

VALOR DE CAPITALIZACION DE RENTAS: \$ \_\_\_\_\_

VALOR DE MERCADO: \$ \_\_\_\_\_

AVALUO No.  
Hoja 7

**X. CONSIDERACIONES PREVIAS A LA CONCLUSION**

**XI. CONCLUSION**

VALOR COMERCIAL (CON LETRA) \$ \_\_\_\_\_  
ESTA CANTIDAD REPRESENTA EL VALOR COMERCIAL AL DIA DE 19. \_\_\_\_\_

**XII. VALOR REFERIDO (En su caso)**

PARA LOS EFECTOS A QUE HAYA LUGAR, EL VALOR REFERIDO DEL INMUEBLE AL DIA

**PERITO VALUADOR**

**INSTITUCION**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA**

\_\_\_\_\_  
**NOMBRE**  
No. DE REGISTRO C.N.B. \_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_  
**NOMBRE**  
**(DELEGADO FIDUCIARIO O FUNCIONARIO AUTORIZADO)**

\_\_\_\_\_  
**ESPECIALIDAD**

**CARGO** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**PERIODO DE VIGENCIA**

**CLAVE:** \_\_\_\_\_



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

E D I F I C A C I O N

T E M A  
A V A L U O S

ING. FRANCISCO S. CEDILLO MIRANDA  
ING. FELIPE DE LA PIEDRA MATUTE.

## HISTORIA MODERNA DE LA VALUACION DE LA REPUBLICA MEXICANA.

AUTOR ING. RAFAEL SANCHEZ JUAREZ

LA EDITO EL AÑO DE 1986

GENERACION 30-34 DE LA ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS.

AUTOR DEL METODO RESIDUAL COMO CONCEPTO DE VALUACION.

PRIMER PRESIDENTE DE LA ASOCIACION MEXICANA DE VALUADORES BANCARIOS A.C.

PONENTE DE LA SEGUNDA CONVENCION DE VALUADORES EN SANTIAGO DE CHILE 1952

### SIGLO IXX

LA ACTIVIDAD ECONOMICA DEL PAIS SE VIO REDUCIDA AL TRIUNFO SOBRE EL INMERICIO DE MAXIMILIANO. SE CONSOLIDABA LA REPUBLICA Y NACIA NUEVAS ACTIVIDADES EN AGRICULTURA, FERROCARRILES, MINERIA COMERCIO INDUSTRIA ETC.

LOS CREDITOS SE INICIARON MAS FUERON DE TIPO REFACCIONARIO O DE REHABILITACION DE AVIOS, NO SE BASABAN MAS QUE A CONFIANZA POR BALANCES DE LOS SOLICITANTES EN SUS EMPRESAS.

ERAN LOS AVALUOS DE CARACTER JUDICIAL PRIMORDIALMENTE Y SE FIRMABAN CON EL CLASICO "AL LEAL SABER Y ENTENDER" DEL AUTOR DE LA ESTIMACION DE VALOR. SE INICIARON TAMBIEN LOS AVALUOS DE CARACTER TRIBUTARIO DEL IMPUESTO PREDIAL EN EL AÑO DE 1896.

LA LEY DEL CATASTRO DEL D.F. APARECIO POR INTERVENCION DEL SR JOSE IVES LIMATOUR QUE ENCARGO AL SR. ING SALVADOR ECHEGARAS QUE ESTUDIARA LOS METODOS CATASTRALES DE INGLATERRA, FRANCIA, BELGICA Y AUSTRIA, ENCONTRANDOSE LA ITALIANA LA QUE MEJOR SE APEGABA A NUESTRO SISTEMA.

EL 14 DE FEBRERO DE 1899 EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION PUBLICO EL PROYECTO DEL REGLAMENTO DEL CATASTRO, ADEMAS INTERVINO EL ING. ISIDRO DIAZ LOMBARDO Y EL LIC MANUEL SIERRA.

FUE EL ING. SALVADOR ECHEGARAY EL PRIMER DIRECTOR DEL CATASTRO QUE INICIO LAS NORMAS PARA LA VALUACION POR EL METODO FISICO, SE ELIMINARON LOS PRESUPUESTOS POR SER POCO PRECISOS A BASE DE PRECIOS UNITARIOS, DEMERITOS, ETC,

### SIGLO XX

EL PRIMER CUARTO DE SIGLO EL CREDITO ERA ESCASO NO SE TOMABA EN CUENTA EL AVALUO AUN SINO LA SOLVENCIA DEL INTERESADO EN OBTENER PRESTACIONES.

LOS AVALUOS ERAN LEJANOS A LA REALIDAD SIN BASES TECNICAS ADECUADAS.

EXISTIA SOLO EL BANCO INTERNACIONAL HIPOTECARIO DE MEXICO S, A QUE DESARROLLO OPERACIONES SIN EXITO Y DESAPARECIO PRONTO.

LUEGO APARECIO COMO CONQUISTA SOCIAL DE LA REVOLUCION LA DIERCCION GRAL DE PENSIONES CIVILES Y DE RETIRO QUE INICIO OTORGAR EL CREDITO CON GARANTIA HIPOTECARIA PARA ADQUIRIR CASAS SE BASABA EN INSPECTORES, ESTO NO RESULTO Y SE INICIO LA VALUACION BASADA EN AVALUOS CATASTRALES APLICADOS AL CRITERIO COMERCIAL.

EL ING. JOSE PASTOR FLORES FUE EL PRIMER JEFE DEL DEPTO DE AVALUOS, COLABORARON CON EL EL ING. ENRIQUE MORFIN, EL ING HERRERA LAZO QUE FUERON LOS PIONEROS DE LA VALUACION.

AVALUOS PARA BANCOS.

EL BANCO NACIONAL HIPOTECARIO URBANO Y DE OBRAS PUBLICAS NACE EL 23 DE FEBRERO DE 1933 ESTA INSTITUCION ABRIÓ FUENTES DE CREDITO A LOS ESTADOS Y MUNICIPIOS PARA REALIZAR OBRAS PUBLICAS, COSA QUE PROPICIO EL INCREMENTO DE PROFESIONISTAS QUE SE DEDICARON A LA VALUACION.

LOS FINANCIAMIENTOS SE GARANTIZABAN CON LA COMPRA DE BONOS.

ESTO SE BASABA A AVALUOS FINANCIEROS PARA LA RECUPERACION DEL CREDITO, EL NO RECUPERABLE NO SE OTORGABA.

EL 11 DE NOV DE 1933 SE CREO LA FILIAL QUE FUE LA A H M EMITIENDO CEDULAS HIPOTECARIAS Y EN 1935 APARECIERON LAS CIAS. DE SEGURO QUE SOLICITABAN AVALUOS PARA SUS OPERACIONES

EL B N H TUBO QUE RESOLVER GRANDES PROBLEMAS COMO.-

VALUAR EL EDIFICIO DE LA NACIONAL

EL BANCO DE CREDITO HOTELERO APARECIO ENTONCES PARA IMPULSAR EL TURISMO DANDO CREDITOS PARA LA CONSTRUCCION DE CENTROS PROPICIOS,ASI SE DIO CREDITO CREDITOS DE 50 % A HOTELES DE EL VALOR QUE REPRESENTABAN, LA TECNICA VALUATORIA SE VIO OTRA VEZ INCREMENTADA, YA QUE SE REQUERIA DE ESTUDIOS ADECUADOS.

### PRODUCTIVIDAD.-

SE HIZO NECESARIO DE TOMAR EN CUENTA LA PRODUCTIVIDAD DE LOS INMUEBLES Y FUE EL ING.EDMUNDO DE LA PORTILLA QUIEN INICIO ESTE METODO.

APLICANDO LA PRODUCTIVIDAD DE CASAS,OFICINAS,DEPARTAMENTOS,ETC APARECEN LOS TERMINOS RENTAS DEDUCCIONES PRODUCTO A LIQUIDOS ETC ENCAMINADOS A LA APLICACION DE UNA TASA DE INTERES ACORDE QUE PERMITIERA OBTENER UN VALOR QUE CONJUGADO CON EL FISICO DIERA EL COMERCIAL JUSTO.

### VALOR RESIDUAL

ESTE CONSISTE EN OBTENER LOS VALORES DE TERRENO O CONSTRUCCIONES A PARTIR DE DATOS CONOCIDOS, ES DECIR COMO OBTENER EL VALOR DE UN TERRENO CUANDO SE CARECEN DE DATOS COMO INVESTIGACION DE MERCADO ETC, EL AUTOR FUE EL ING.RAFAEL SANCHEZ JUAREZ QUIEN INTERVINO EN LA VALUACION DE GRANDES TERRENOS QUE DEBIAN UTILIZARSE PARA ZONAS HABITACIONALES, LOS CUALES HABIAN PERTENECIDO A PATIOS DE FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO EN SAN LAZARO, NONOALCO ETC.

## Generalidades

El valor de los bienes inmuebles, se crea, mantiene, modifica y destruye, a través de cuatro factores principales que motivan la actividad de los seres humanos.

Estos factores son:

- 1) Físicos o naturales
- 2) Económicos
- 3) Sociales
- 4) Políticos

El carácter complejo de estos factores es difícil de comprender ya que están en constante cambio y a su vez se encuentran íntimamente ligadas entre sí.

Para una somera comprensión, a continuación se dan algunos ejemplos de cada uno de estos factores.

✓ Factores físicos: clima, topografía, fertilidad del suelo, recursos minerales, panorámica, factores comunales tales como existencia de comercios, escuelas, iglesias, parques, características físicas propias del inmueble tales como ubicación, forma, tamaño, edad, estado de conservación y elementos de construcción.

Factores económicos: recursos económicos derivados de la misma naturaleza, su calidad, cantidad y vida probable; desarrollo comercial e industrial, disponibilidad de empleos, sueldos, inflación, precios, intereses y disponibilidad de crédito hipotecario.

Factores sociales: aumento o disminución de la población, número de miembros por familia, grupos raciales y nivel cultural.

Factores políticos: uso del suelo (plano regulador), reglamento de construcción, impuestos, servicios municipales, --

control de rentas, créditos gubernamentales, políticas monetarias y participación en la construcción de viviendas.

### Definición de avalúo

Un avalúo es una estimación de un determinado valor de un inmueble. El resultado de un avalúo puede ser dado en forma oral, pero generalmente es un reporte escrito por el valuator del valor estimado de la propiedad debidamente identificada a una fecha dada, justificándolo por la presentación y análisis de los diversos factores de mercado que intervienen.

Cualquier decisión acerca de un inmueble que involucre cambio de propiedad, renta del mismo, remodelación o destrucción, debe estar basada en un avalúo. Es frecuente que una vez realizada una transacción que involucre un inmueble, las personas se percaten de que existían mejores soluciones.

### Niveles de Valuación

La necesidad de los avalúos es universal y se realiza en tres niveles diferentes:

#### Primer nivel de actividad valuatoria.

Este nivel está comprendido por el público. Es la gente que usa el bien raíz, lo posee y lo emplea. La gente tiene que hacer decisiones para comprar, hipotecar, rentar, asegurar, calcular daños, desarrollar fraccionamientos, renovar, rehabilitar proyectos y otras construcciones que requieren de la inversión de sumas importantes de dinero.

Cuando un individuo se encuentra ante estos problemas, puede hacerlo en base a sus propias decisiones ó bien acudir a un valuator profesional. De cualquier forma se hace un avalúo y éste estará en función de la integridad y capacidad de la persona que lo hace.

La profesión de valuator es adquirida a través de una larga y costosa experiencia.

La gente que por error no acude a los servicios de un valuator, puede tener equivocaciones tales como:

- 1) Un comprador que paga más de lo que vale la propiedad que adquiere.
- 2) Un vendedor que vende su propiedad a un precio inferior de su verdadero valor.
- 3) Un propietario que firma un contrato que con el tiempo le reportará pérdidas.
- 4) Un inquilino que firme un contrato de rentas que su negocio no podrá sostener.
- 5) Individuos que realicen mejoras a sus inmuebles que no reeditarán en forma conveniente.

#### Segundo nivel de actividad valuatoria

Este nivel está comprendido por las personas que intervienen en la valuación del bien raíz:

Vendedores, corredores, inversionistas, constructores, administradores y prestamistas. Así mismo, pueden considerarse valuadores de catastro, de derecho de vía y otras actividades gubernamentales.

Estos individuos no son valuadores profesionales, pero están en constante contacto con el valor de la propiedad. -- Son fuentes de información para el público, pero deben --- siempre limitar sus opiniones de acuerdo con sus posibilidades. Conviene, cuando el problema lo amerite, que recomienden los servicios de un valuator profesional.

#### Tercer nivel de actividad valuatoria

El tercer nivel de actividad valuatoria está constituido por los valuadores profesionales.

Este personal está dedicado exclusivamente para trabajos -



de valuación, contando con conocimientos, práctica, integridad y se identifican profesionalmente por su designación u otros medios académicos.

La necesidad para estos servicios es reconocida por los bancos, sindicatos, hipotecarias y compañías aseguradoras

### Objeto de un avalúo

El objeto fundamental de un avalúo es estimar un valor determinado. El valor más comunmente buscado es el de mercado. Un avalúo provee bases firmes para tomar una decisión ó establecer una política.

Las razones para la existencia de los avalúos entre otras muchas, pueden ser las siguientes:

- 1) Relación con el traslado de dominio
  - a) Para ayudar a los vendedores a determinar precios de venta aceptables.
  - b) Para ayudar a los compradores a decidir si el precio de compra es correcto.
  - c) Para establecer un justo valor de la propiedad que va a ser motivo de compra-venta.
  - d) Para establecer valores en la unión ó desintegración de propiedades múltiples.
  - e) Para distribuir los bienes de un conjunto.
- 2) En relación con financiamiento y crédito
  - a) Determinar un valor que ofrezca seguridad con el propósito de conceder hipotecas.
  - b) Para proveer a un inversionista con bases firmes en la decisión de comprar cédulas hipotecarias ó bonos.
- 3) Para establecer un valor justo en expropiaciones
  - a) Estimar el valor del conjunto antes de la expropiación
  - b) Estimar el valor después de la expropiación
  - c) Para determinar el valor de la parte adquirida y el daño a la parte restante
- 4) Para establecer bases de impuestos

- a) Para distribuir los bienes conociendo el valor de las partes destructibles y no destructibles, para aplicar diferentes tasas de capitalización
  - b) Para determinar impuestos hereditarios ó de donaciones
- 5) Valor de Seguro
  - 6) Valor Contable
  - 7) Valor de Liquidación
  - 8) Valor Catastral

Este listado no incluye todos los objetivos de los Avalúos pero indica un amplio margen de las actividades del valuator profesional

El propósito más importante de este capítulo es diferenciar entre el objeto del avalúo (que es estimar un tipo específico del valor) y la función para que este valor estimado esté requerido

Un requisito para practicar cualquier avalúo, es conocer el objeto del avalúo

### Naturaleza del bien raíz y del valor

La propiedad del bien raíz tiene valor siempre y cuando sea posible que el hombre haga uso de la misma. Podría estar localizado en un lugar de clima agradable y de gran belleza escénica, sin embargo, este terreno carece de valor, mientras el hombre no pueda a un costo razonable, hacer uso del mismo. La tierra es algo más que un elemento físico, es necesaria para la existencia del hombre. Es la fuente de la abundancia, así como la cimentación de la estructura necesaria para sus actividades sociales y económicas.

### Concepto jurídico del bien raíz

Jurídicamente se dice:

El terreno no incluye solamente la tierra. sino todo lo que está adentro de la misma, ya sea por naturaleza ó lo

realizado por la mano del hombre. Incluye no solo la superficie del terreno, sino todo lo que está abajo y arriba del mismo. Así un lote específico de terreno, es en realidad una pirámide invertida que tiene un vértice en el centro de la tierra, atraviesa el perímetro del terreno, ascendiendo después hasta el firmamento. Por supuesto, este concepto legal de propiedad, ha sido limitado por leyes, especialmente en lo concerniente al espacio arriba de cierto límite, - lo mismo en el subsuelo. Sin embargo, las personas siguen disfrutando el espacio necesario para su beneficio, de acuerdo con los usos dados a las construcciones que ocupan el terreno. Este nuevo concepto está limitado por dependencias del gobierno y otras restricciones de tipo privado.

### Bien raíz, bien inmueble y bien mueble

La diferencia de estos términos es la siguiente:

Bien raíz se refiere al terreno y estructuras adheridas al mismo. En algunos estados, por ley, este terreno es sinónimo de bien inmueble.

Bien inmueble se refiere a los intereses, beneficios y derechos inherentes a la propiedad del Bien Raíz. Es un conjunto de derechos y obligaciones a que el propietario del Bien Raíz está sujeto.

Bienes Muebles, generalmente son estructuras móviles que no están sujetas ni forman parte del Bien Raíz. Para decidir - si un elemento es bien mueble ó bien raíz, es necesario considerar:

- 1) La manera en que está adherido.
- 2) La intención de la persona que hizo el adherimiento. (Es decir dejarlo ó quitarlo a una fecha determinada).
- 3) El propósito que tienen estos adherimientos. Generalmente, pero con excepciones, los elementos se consideran -- Bien Mueble si pueden ser removidos, sin dañar seriamente el bien raíz o el elementos mismo.

Vemos así que el Bien Raíz se refiere siempre a los elementos tangibles.

Bien Inmueble se refiere a los elementos tangibles así como otros elementos intangibles, considerándose derechos de propiedad. El valuador debe ver en todos los casos la propiedad real, ya que valúa los derechos y beneficios que se derivan de la propiedad del Bien Raíz.

La principal característica del Bien Mueble es su movilidad.

El valuador debe estar enterado de las leyes aplicables a cada lote, para considerar determinados elementos como muebles ó inmuebles. En su avalúo debe claramente anotar las consideraciones hechas por él mismo.

### Teoría del conjunto de derechos

Esta teoría establecida para la propiedad abarca los derechos inherentes a la propiedad del Bien Inmueble y que gozan de la protección de la ley y son: El derecho de uso, de venta, de renta y de acceso. Sin embargo, estos derechos están limitados por los cuatro poderes gubernamentales.

- 1) El poder de la Secretaría de Hacienda (impuestos).
- 2) El poder de la expropiación. Este derecho del gobierno se realiza siempre y cuando la expropiación sea para beneficio público y el poseedor reciba una justa compensación por el mismo.
- 3) El poder judicial es el derecho de regular la propiedad para la igualdad y saneamiento moral, plano regulador, regularización de la construcción y regularización del tráfico.
- 4) Embargo es el derecho a que la propiedad de un hombre regrese al Estado, si el deudor no paga sus impuestos o si muere sin dejar testamento o herederos conocidos.

Además de las restricciones gubernamentales de la propiedad, existen las restricciones privadas. Estas se llaman restricciones de título y son las que tienen que cumplirse según escrituras de propiedad del inmueble.

El saber con exactitud los derechos de propiedad es esencial para poder valorar.

Siempre deberá tenerse una idea general de las características comunes y de la manera en que estos derechos son utilizados y transferidos.

### Significado de valor

El significado y la importancia del valor en valuación de Bienes Raíces implicará la necesidad de definirlo claramente. Sin embargo, esta condición ideal no existe, y el valor puede estar de acuerdo con una infinidad de interpretaciones. Así puede hablarse de avalúos de crédito, avalúos comerciales, avalúos reales, avalúos de venta, avalúos de impuesto, que si bien en algunos casos pueden existir razones para la definición de éstos, en todos debe corresponder a un mismo valor, ó sea el valor de mercado o comercial.

### Concepto de valor usado en valuación

En el diccionario, valor se define como la relación entre un objeto deseado y un sujeto con posibilidad de adquirirlo. Si hay abundancia de productos es lógico que baje el valor de los mismos. Un producto no tiene valor si no tiene utilidad. Un objeto puede ó no tener utilidad según las necesidades ó deseos de adquirirlo.

La escasez siempre está presente en el valor.

Otro factor necesario para que un objeto tenga valor es que puede ser adquirido.

El valor no es una característica inherente a un objeto sino que depende de los deseos del hombre de adquirirlo y varía de persona a persona y de tiempo en tiempo como varían los deseos del individuo.

Una propiedad no puede tener valor, a menos que tenga utilidad y debe entenderse por utilidad la cualidad de fomentar el deseo en el hombre de poseerlo.

La utilidad sola no le da al Bien Raíz ningún valor, ya que también debe ser relativamente escaso. Así la utilidad más la escasez son dos de los elementos creadores del valor. La utilidad y la escasez unidas no confieren valor a un inmueble, a menos que exista el deseo en el mercado de comprar y que a su vez se tengan los medios para hacerlo. Para realizar un avalúo será indispensable tomar en cuenta las condiciones futuras, pudiendo fijarse las tendencias -- que pueden cambiar más ó menos el valor de un inmueble a futuro.

Valor de Mercado

Este es muy importante, ya que indica las relaciones entre compradores, valuadores, vendedores e inversionistas.

Definición de Valor de Mercado.

- 1) El Valor de Mercado es el precio más alto que se le da a una propiedad, expuesta a la venta en el mercado y cuya realización se lleva a efecto en un tiempo razonable.
- 2) Es el precio en que el vendedor y comprador aceptan realizar una operación de compra-venta sin ninguna presión.
- 3) Es el precio en el que se realiza una operación de compra-venta en un tiempo razonable siempre y cuando el comprador y vendedor estén bien informados del valor del inmueble.
- 4) Valor de Mercado es el estimado para un inmueble y que se presume sería el precio de venta a la fecha del avalúo que lo determina, si fuera posible transcurriese un tiempo razonable para encontrar un comprador y si la transacción fuese típica de las condiciones existentes en el mercado.

Principio basicos que determinan los valores de los bienes-raices

- 1) Principio de la oferta y la demanda.  
Este se encuentra afectado por el crecimiento de la po--

blación, si hay poder de la compra y a su vez si hay demanda o escasez de terrenos.

Demanda:

Socialmente habrá siempre demanda, desde la más pequeña a la más grande, económicamente hablando y dependerá de los recursos con que se cuenta para adquirir tal ó cual objeto.

## 2) Principio de cambio

Siempre deberá preverse lo que fué ayer, lo que es hoy y lo que será mañana basándose en el principio de causa y efecto.

En las construcciones hay que considerar los ciclos que existen:

- a) Desarrollo.- Fraccionamientos nuevos.
- b) Equilibrio.- Colonias establecidas.
- c) Transformación.- Por cambios de usos.

En muchas zonas se cambia de un uso determinado a otro con relativa frecuencia.

## 3) Principio de regresión

Propiedades situadas junto ó cerca a vecindades, cantinas, zonas de tolerancia, etc., tienen a valer menos por las condiciones poco deseables de sus alrededores.

## 4) Principio de progresión

Una casa económica en una zona residencial tiende a valer más por el principio de progresión.

## 5) Principio de sustitución

Se entiende por principio de sustitución el hecho de reemplazar con otra propiedad un inmueble igualmente deseable de valor más alto ó más bajo. Puede referirse esto a la propiedad física y a su uso o a sus ingresos, debiendo analizarse las ventajas de una y otra, eligiéndose la más conveniente.

## 6) Principio de óptimo uso

Es aquel que al momento de efectuar el avalúo, producirá el más alto ingreso al terreno y/o construcciones por un período determinado.

El ingreso neto no siempre es el dinero, pueden ser también satisfacciones personales por ejemplo:

La cercanía al parque de un fraccionamiento, lo cual proporcionará valores mayores a los terrenos que colindan con el.

7) Principio de consistencia

En una propiedad en transición de un uso a otro no puede ser valuado con una base de uso para el terreno y otra para las construcciones. El valor de estas últimas en estas condiciones, sufre una depreciación que habrá que considerar en el valor de la garantía.

8) Principio de equilibrio

Es una ley natural que está gobernada por el equilibrio de los cuatro agentes de productividad que son:

- a) Mano de obra y materiales de construcción
- b) Administración
- c) Capital
- d) Terreno

El valor máximo se obtiene cuando todos estos factores están en equilibrio.

9) Principio de ingresos óptimos.

Este está íntimamente ligado al principio de óptimo uso los agentes de productividad deberán representar un ingreso neto máximo hasta cierto límite, después la productividad bajará.

10) Principio de la productividad excedente.

El ingreso neto que queda después de que se han pagado los conceptos de mano de obra, administración y capital, tiende a determinar el valor del terreno. Si esta cantidad es mayor de lo que debe permitir el terreno, excedente deberá considerarse como parte del negocio.

11) Principio de competencia

Para cualquier negocio, un exceso de ganancias atrae competencia y esta a su vez, destruye las utilidades exageradas.

12) Es conveniente que para una zona dada, exista un grado razonable de homogeneidad para que las propiedades al-



cancen su óptimo valor. Una razón fundamental para el establecimiento de planos reguladores estriba en proteger la zona de usos discordantes.

13) Principio de anticipación

La experiencia adquirida en un lugar determinado, debe aprovecharse en otro, siempre y cuando no deje de tomarse en cuenta las condiciones específicas de cada lugar.

## CODIGO DE ETICA PROFESIONAL DEL VALUADOR

- 1) El valuador deberá cimentar su reputación en la honradez, laboriosidad y capacidad técnica profesional, observando las normas de ética más elevadas en todos sus actos, así como el debido decoro en su vida social y profesional.
- 2) El valuador tendrá la obligación de contrubuir al enaltecimiento de la profesión en la medida de sus posibilidades, actuando con probidad y buena fe y cumpliendo con las normas del derecho vigente.
- 3) El valuador no deberá aceptar la ejecución de un avalúo fuera de su especialidad en el que no tenga los conocimientos y experiencia necesaria para ello. En su defecto, solicitará el asesoramiento correspondiente.
- 4) El valuador deberá sostener un criterio libre e imparcial, independientemente de los nexos de parentesco o beneficio personal. En su caso, deberá declararlo así en el contenido de su mismo avalúo.
- 5) El valuador deberá ser veraz con respecto a lo que ve y ha investigado, y no aceptará influencias extrañas, presiones o remuneraciones que hagan variar su criterio →
- 6) El valuador tiene la libertad de aceptar o rechazar los avalúos que le soliciten.
- 7) El valuador respetará y guardará el secreto profesional.
- 8) El valuador nunca deberá perjudicar a un colega en su reputación o competencia, ni interferirá en sus trabajos.
- 9) El valuador fijará sus honorarios en forma justa y racional.

## PROCEDIMIENTO DE VALUACION

PARA OBTENER EL AVALUO DE UN INMUEBLE, NECESITAMOS PREVIAMENTE TENER LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

- 1.- AVALUO FISICO.
- 2.- AVALUO POR CAPITALIZACION DE RENTAS.
- 3.- DETERMINACION DEL VALOR COMERCIAL DEL INMUEBLE.

SERA OBJETO DE ESTE CAPITULO ANALIZAR DETALLADAMENTE EL AVALUO FISICO DE UN INMUEBLE. EN LOS CAPITULOS SIGUIENTES SERAN TEMA DE EXPOSICION EL "AVALUO POR CAPITALIZACION DE RENTAS Y LA DETERMINACION DEL VALOR COMERCIAL".

COMO ANTECEDENTE PARA LA DETERMINACION DE AVALUO FISICO SERA NECESARIO ESTABLECER LA DIFERENCIA ENTRE "COSTO" Y "VALOR", YA QUE AMBOS CONCEPTOS REQUIEREN SER DEFINIDOS PARA DAR MAYOR CLARIDAD Y LOGRAR UNA FACIL COMPRESION AL TEMA EN ESTO.

CON FRECUENCIA SUCEDE EN EL MEDIO ECONOMICO QUE AL PLANEAR, DISCUTIR O SIMPLEMENTE CONSIDERAR LOS CONCEPTOS DE "COSTO" Y "VALOR", SE CONFUNDEN, TRAYENDO COMO CONSECUENCIA INSEGURIDAD AL MOMENTO DE TOMAR UNA DECISION.

ESTA CONFUSION TIENE MODO O MANERA DE EXPLICARSE AL OBSERVAR QUE EL COSTO Y VALOR EN ALGUNAS OCASIONES COINCIDEN.

DE AHI SURGE LA IMPORTANCIA DE DETERMINAR QUE FACTORES SON LOS QUE INFLUYEN EN LA CONSTRUCCION DE TALES CONCEPTOS.

**COSTO:**

## DEFINICION:

COSTO ES EL TRABAJO, FATIGA O DISPENDIO QUE CUESTA UN BIEN.

NO SE PUEDE IGNORAR QUE HAY MUCHOS BIENES NATURALMENTE MANUFACTURADOS COMO SON LOS PRODUCTOS AGRICOLAS QUE PARA ESTAR AL ALCANCE DEL CONSUMIDOR HAN REQUERIDO UNA SERIE DE INVERSIONES TALES COMO ALQUILER DE MAQUINARIA AGRICOLA, FERTILIZANTES, TRANSPORTES, ETC.

HAY OTROS BIENES QUE DEBEN SER ARTIFICIALMENTE ELBORADOS. INTEGRANDOSE SU COSTO AL AGLUTINAR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

- A) MATERIAS PRIMAS
- B) MANO DE OBRA
- C) ADMINISTRACION
- D) ENERGETICOS
- E) PERMISOS O AUTORIZACIONES
- F) UTILIDAD
- G) OTROS

PODEMOS RESUMIR AHORA, QUE EL COSTO DE UN PRODUCTO TERMINADO ES AQUEL QUE RESULTA DE SUMAR LOS INSUMOS. (MATERIAS PRIMAS SEMIELABORADAS), Y MANO DE OBRA OBTENIENDOSE EL COSTO PRIMO.

AL INCREMENTAR ESTE CON GASTOS DE ADMINISTRACION, RENTAS, DEPRECIACIONES, ETC., SE OBTIENE EL COSTO FINAL.

18

PODEMOS CONCLUIR QUE EN MATERIA DE VIVIENDA, EL COSTO DE SERA LA SUMA DE TODOS LOS GASTOS EFECTUADOS, HASTA PONERLO A DISPOSICION DE SU PROPIETARIO. TALES GASTOS PUEDEN SER, ENTRE OTROS: DE LA ADQUISICION DEL TERRENO, DE LAS LICENCIAS, MATERIALES, CONSTRUCCIONES, ASESORIAS TECNICAS Y SUPERVISIONES DURANTE LA CONSTRUCCION, PROMOCION Y VENTAS, PUBLICIDAD, HONORARIOS, ETC.

VALOR:

VALOR ES LA RELACION QUE EXISTE ENTRE UN OBJETO DESEADO Y UN OBJETO CON POSIBILIDAD DE ADQUIRIR.

EN GENERAL, PUEDE CONSIDERARSE QUE UN BIEN TIENE VALOR EN LA MEDIDA EN QUE PUEDA SER USADO A UN COSTO RAZONABLE Y QUE DICHO BIEN SEA SUSCEPTIBLE DE SER DESEADO.

CABE MENCIONAR, QUE EL VALOR DE UN BIEN ESTA INTIMAMENTE RELACIONADO CON LA LEY DE LA OFERTA Y LA DEMANDA, YA QUE SI EXISTE ABUNDANCIA ESTE DISMINUYE, MIENTRAS QUE SI HAY DEMANDA Y Poca OFERTA EL VALOR AUMENTA.

LOS FACTORES QUE, EN GENERAL DETERMINAN EL VALOR DE UNA COSA, DE UN BIEN O DE UN INMUEBLE SON LOS SIGUIENTES:

- A) EDAD: SI SE TRATA DE ALGO NUEVO TENDRA EN GENERAL MAS ACEPTABILIDAD.
- B) ESTADO DE CONSERVACION: SI EL BIEN QUE SE ESTA ANALIZANDO TIENE UN ESTADO DE CONSERVACION CONGRUENTE CON SU EDAD Y HA RECIBIDO UN MANTENIMIENTO ADECUADO, ES LOGICO PENSAR QUE SU ACEPTACION SERA TAMBIEN DESEABLE.

C) VIDA PROBABLE: DEL ANALISIS DE LOS PUNTOS ANTERIORES RESULTA COMO CONSECUENCIA LA VIDA PROBABLE DEL BIEN QUE SE TRATE. ABARCA ESTE PUNTO NO SOLO EL ASPECTO FISICO SINO EL PRODUCTIVO EN FORMA PREPONDERANTE, YA QUE SI NO ES SUSCEPTIBLE DE PRODUCIR SE REDUCE EN ESTA MEDIDA SU POSIBLE ADAPTACION.

D) CALIDAD DE DISEÑO: AL JUZGAR ESTE ASPECTO DEBE ENFATIZARSE LA REALIDAD INELUDIBLE QUE OBLIGA A CONSIDERAR LA CALIDAD COMO UNO DE LOS MAS IMPORTANTES. LA CALIDAD DEBE SER LA ADECUADA AL MERCADO EN TERMINOS COMPETITIVOS. SI EL DISEÑO O PROYECTO NO RESPONDE A NECESIDADES ESPECIFICAS, SE REFLEJARA INVARIABLEMENTE EN SU VALOR.

PARA UN BIEN RAIZ. QUIEN EJECUTE EL PROYECTO DEBE TENER PRESENTE QUE TANTO LA DISTRIBUCION, NUMERO DE DEPENDENCIAS, DIMENSIONES DE CADA UNA DE ELLAS. ASI COMO LOS ACABADOS SEAN CONGRUENTES CON LA ZONA DE UBICACION DE DICHO INMUEBLE.

E) CALIDAD DE EJECUCION: SE REQUIERE QUE LA EJECUCION SEA RAZONABLEMENTE BUENA, ES DECIR, QUE EXISTA UN CONTROL DE CALIDAD.

F) COMO FACTOR DETERMINANTE POR EXELENIA, EN EL VALOR DE UN BIEN SE PRESENTA LA LEY DE OFERTA Y DEMANDA.

## 1.) PROCEDIMIENTO DE VALUACION PARA OBTENER EL AVALUO FISICO.

ENTENDEREMOS POR AVALUO FISICO LA SUMA DE VALORES PARCIALES:

VALOR DE TERRENO. MAS VALOR DE CONSTRUCCIONES. MAS VALOR DE ELEMENTOS ACCESORIOS. MAS VALOR DE LAS INSTALACIONES ESPECIALES.

### 5.1.1) VALOR DE TIERRA:

A DIFERENCIA DE LAS CONSTRUCCIONES. ACCESORIOS E INSTALACIONES ESPECIALES, ESTA NO TIENE UN "COSTO DE PRODUCCION". QUE PUEDA SERVIRNOS DE PUNTO DE PARTIDA; SI BIEN ES CIERTO QUE LOS GASTOS EROGADOS POR URBANIZACION (LOTIFICACION, SERVICIOS, PERMISOS. LICENCIAS, ETC.) GENERAN UN VALOR, ESTE ES PARCIAL Y EN REALIDAD, AUNQUE IMPORTANTE, NO ES EL QUE MAS PESA EN EL ANIMO DEL COMPRADOR, SINO QUE FACTORES TALES COMO UBICACION, TOPOGRAFIA, VECINDARIO, COMUNICACION, ORIENTACION, FORMA, ETC., CONTRIBUIRAN MAS EN LA DECISION DEL INTERESADO MOTIVANDO LA DEMANDA Y CREANDO ASI EL MERCADO, EN DONDE NACEN TODOS LOS VALORES.

RECORDAREMOS QUE LA VALUACION ES COMPARACION, CUANDO EL VALUADOR SE ENFRENTA A UN PROBLEMA ESPECIFICO DEBE CANALIZAR ELEMENTOS DE COMPARACION (RECIENTES Y CONFIABLES), O BIEN INVESTIGAR EN LA ZONA, VALORES PREVALECIENTES A FIN DE FORMAR UN CRITERIO PARA POSTERIORMENTE PONDERAR LAS VENTAJAS O DESVENTAJAS QUE EL PREDIO POR VALUAR, PRESENTA ANTE EL PREDIO O LOS PREDIOS MODELOS. ES DE VITAL IMPORTANCIA QUE EL VALUADOR TENGA CONOCIMIENTOS PROFUNDOS DE LA REGION EN QUE SE LOCALIZAN LOS PREDIOS QUE VALUA, DEBE CONOCER LA HISTORIA DE LA LOCALIDAD EN QUE ACTUA, SUS TENDENCIAS EL USO DOMINANTE DEL SUELO, SUS USOS ANTERIORES, SUS LEYES Y REGLAMENTOS SOBRE EL APROVECHAMIENTO DEL MISMO, LA COMERCIALIZACION DE LA ZONA, POTENCIALIDAD ECONOMICA, ANALIZAR SU FUTURO, PREVEER DESARROLLO URBANO Y EXPANSION DEMOGRAFICA.

CON LOS DATOS MAS COMPLETOS DE LA CIUDAD SE ANALIZARA LA ZONA PARA DESTACAR EL ORDENAMIENTO DEL USO ACTUAL DEL SUELO, LA PREVISION DE SU USO POTENCIAL, LA LOCALIZACION DE MEJORAS Y OBRAS PUBLICAS.

EL VALUADOR DEBE CONSIDERAR, AL ANALIZAR EL VALOR DEL SUELO, FACTORES DE CUATRO TIPOS; A SABER:

- A) LOS QUE DEPENDEN DEL LOTE EN SI.
- B) LOS QUE DEPENDEN DE SU EMPLAZAMIENTO.
- C) LOS QUE DEPENDEN DE LAS CONDICIONES EN VENTA.
- D) LOS DE ORDEN GENERAL.

A.- FACTORES QUE DEPENDEN DEL LOTE MISMO:

- FORMA DEL LOTE: LA DISPOSICION DE PLANTA DEL LOTE INFLUYE GRANDEMENTE EN LA DESEABILIDAD DE ESTE: GENERALMENTE SE CONSIDERA MAS COMERCIAL UN PREDIO DE FORMA REGULAR, POR PROPORCIONAR MAYOR FACILIDAD DE DESARROLLO DE UN PROYECTO, ES ASI QUE SEGUN EL DESTINO DE UNA ZONA, PREVALECE EN ELLA UN LOTE TIPO CUYAS MEDIDAS AUNQUE VARIABLES OBEDECEN A LA REGLA DEL 1 X 3 (FRENTE POR FONDO), 7 X 20; 8 X 25; 9 X 30; 12 X 40; ETC.

LOS PREDIOS QUE NO SE AJUSTEN A ESTAS MEDIDAS RECIBEN INCREMENTOS DE VALOR (ESQUINAS, 2 FRENTE, ETC.) O CASTIGOS (PROFUNDIDAD MAYOR, IRREGULARIDAD, LINDEROS CURVOS, FORMA TRIANGULAR, ACCIDENTES TOPOGRAFICOS, ETC.).

SU TOPOGRAFIA: ATENDIENDO A LA NIVELACION DEL PREDIO, SE CONSIDERA LA PLANA COMO LA IDEAL, AUNQUE SEGUN LA ZONA Y EL DESTINO, LO ACCIDENTA-



DO DEL TERRENO PUEDE SIGNIFICAR UN ATRACTIVO NO SOLO PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO SINO PARA FACILITAR INSTALACIONES; ACCESOS, PERMITIR MEJOR VENTILACION, SOLEAMIENTO, PRIVACIA, VISTA, INTEGRACION AL PAISAJE Y DISFRUTE DEL MISMO. ETC.

LO MISMO QUE EN EL CASO ANTERIOR EXISTEN CASTIGOS A LOS VALORES UNITARIOS A MEDIDA QUE LO COMPLEJO DE LA TOPOGRAFIA VA CONVIRTIENDO EN DIFICULTOSO EL APROVECHAMIENTO DEL PREDIO Y POR TANTO ANEROSO.

UBICACION: ATENDIENDO A SU LOCALIZACION EN LA MANZANA, ORIENTACION, VECINDARIO.

CALIDAD DEL SUELO: USO ANTERIOR, COMPRESIBILIDAD, NIVEL DE AGUAS FENOLICAS, ETC.

CUANDO SE TRATE DE TIERRA CON MEJORAS, LA PROPORCION "LOTE-EDIFICIO", NO DEBE OLVIDARSE YA QUE EN ALGUNOS CASOS LA CONSTRUCCION RESTA VALOR AL TERRENO, PUES NO ESTANDO ESTE BIEN APROVECHADO, O SOPORTANDO CONSTRUCCIONES DEFICIENTES, TEMPORALES O RUINOSAS, AMEN DE INADECUADAS U OBSOLETAS HACEN INDISPENSABLES SU DEMOLICION, PROVOCANDO CON ELLO GASTOS DIRECTOS COMO COSTO DE LA OBRA MISMA MAS GASTOS INDIRECTOS, INTERESES, ETC.

FACTORES QUE DEPENDEN DE SU EMPLAZAMIENTO (UBICACION).

EL CARACTER DISTINTIVO DE LA ZONA, IDENTIFICACION DE LA ZONA SEGUN EL USO DOMINANTE DEL SUELO, COMERCIAL, HABITACIONAL, DEPARTAMENTAL RESIDENCIAL, ESCOLAR, MIXTA, INDUSTRIAL, ETC.

- EL USO DOMINANTE ES UN BUEN INDICADOR DE SU VALOR COMERCIAL POSIBLE YA QUE CUANDO ESTE ES MUY COSTOSO NECESARIAMENTE SE LE BUSCA UN USO INTENSO, CASO DEL CENTRO DE LA CIUDAD, ZONAS COMERCIALES, ETC. EN QUE POR CADA METRO CUADRADO DE SUELO EXISTEN 15, 20 O MAS METROS CUADRADOS EN PLANTAS SUPERPUESTAS, OCURRIENDO LO CONTRARIO CUANDO EL TERRENO ES DE BAJO VALOR O CUANDO SU DESTINO ES SUNTUARIO, RESIDENCIAL DE LUJO.
- LAS NORMAS DE ZONIFICACION IMPUESTAS POR LAS AUTORIDADES, EL USO POSIBLE DEL SUELO, EL USO MAXIMO PERMISIBLE DEL SUELO DE ACUERDO CON LAS NORMAS Y REGLAMENTOS, ALTURAS DE LAS CONSTRUCCIONES, DESTINO DE LAS MISMAS, UNIFAMILIAR DEPARTAMENTAL, ETC.
- LAS TENDENCIAS DE DESARROLLO EN LA ZONA, CONOCIMIENTO DEL PLANO REGULADOR, HISTORIA Y ANALISIS DE ESTA, PARA DETERMINAR SI LA ZONA PREVEE UN CAMBIO EN EL USO DEL SUELO. (RECORDEMOS LA ZONA DE COAPA, AL SUR DE LA CD. DE MEXICO, EN QUE LOS VALORES HAN SUBIDO EN MENOS DE 10 AÑOS DE NS300.00 M2. A NS 1,200.00 Y 1,500.00 M2. COMPARANDOLA CON LA COL. PEDREGAL DE SAN ANGEL); ESTAS TENDENCIAS DE LA ZONA, PUEDEN SER PROGRESIVAS, REGRESIVAS, ESTANCADAS (IZTAPALAPA, CD. NEZAHUALCOYOTL), ETC.
- SERVICIOS PUBLICOS: CALIDAD DE LOS SERVICIOS TALES COMO: LUZ, ALUMBRADO PUBLICO, AGUA, DRENAJE, VIGILANCIA, BOMBEROS, RECOLECCION DE BASURA, ESCUELAS, MERCADOS, TRANSPORTES, VIAS DE COMUNICACION, ETC.
- JERARQUIA DE LA CALLE Y CONDICIONES FISICAS: ANCHO, ESTADO DE CONSERVACION, BANQUETAS, TRANSITO, PENDIENTES, DENSIDAD DE TRAFICO.

- CALIDAD DEL VECINDARIO: EL INMEDIATO, EL COLINDANTE, ETC., QUE PREVALECE EN LA CUADRA Y EN LA MANZANA.

- LA OFERTA DE LOTES EN LA ZONA.

C.- FACTORES QUE DEPENDEN DE LAS CONDICIONES DE LA VENTA:

- LA FECHA DE LA OPERACION DE COMPRA-VENTA: CONSIDERAR SIEMPRE EL VALOR A LA FECHA DEL AVALUO Y EFECTUAR LAS CORRECCIONES A LOS DATOS COMPARADOS, CONSIDERANDO LA SITUACION DEL PREDIO VALUADO DENTRO DEL AMBITO ZONAL QUE LE ES PROPIO. POR ESTO ES IMPORTANTE QUE LOS DATOS CON LOS QUE SE COMPARE EL PREDIO SEAN RECIENTES Y DE SER POSIBLE EN IGUALDAD DE CONDICIONES DE VENTA.

LA FORMA DE LOS PAGOS.- LAS CONDICIONES DE VENTA A QUE NOS REFERIMOS ANTES INFLUYEN DIRECTAMENTE EN EL VALOR. YA QUE AL HACER ACCESIBLE EL PRODUCTO TIERRA, CONSTRUCCIONES, ETC. A UN MAYOR NUMERO DE PERSONAS, EN FUNCION DE LAS FACILIDADES DE PAGO, SE GENERA UNA DEMANDA MAYOR, RELEGANDO A UN SEGUNDO PLANO EL VALOR UNITARIO, POR LO QUE ES CONVENIENTE SIEMPRE COMPARAR LOS DATOS EN CONDICIONES DE VENTA DE CONTADO.

D.- FACTORES DE ORDEN GENERAL:

- LA LEGISLACION GENERAL: (REGIMEN DE PROPIEDAD, REGIMEN DE ARRENDAMIENTO, ETC.), EL VALUADOR DEBERA CONTEMPLAR LAS CONDICIONES DE PROPIEDAD DEL BIEN VALUADO PUES ESTE PUEDE TENER VACIOS EN SU TENENCIA, TALES COMO:  
SER PREDIO URBANO EJIDAL; TENER SERVIDUMBRES O PRESTARLAS A OTROS, ETC. ASI COMO EN SUS CONTRATOS DE ARRENDAMIENTO (RENTAS CONGELADAS, ETC.).
- LAS RESTRICCIONES AL DOMINIO O AL USO DEL SUELO, IMPUESTAS POR EL PODER PUBLICO (MUNICIPAL, FEDERAL), LA LEGISLACION IMPOSITIVA.
- LA POLITICA FISCAL EN RELACION CON PRESTAMOS HIPOTECARIOS, PLANES DE VIVIENDA POPULAR, REMODELACIONES URBANAS.

- LA ESTABILIDAD MONETARIA.

- LAS CONDICIONES POLITICAS DEL PAIS Y SU DESARROLLO.

UN METODO AUXILIAR PARA HABLAR EL VALOR DEL TERRENO ES USANDO LA TECNICA RESIDUAL CUYA EXPLICACION SE DA EN EL SIGUIENTE TEMA.

### 1.2) VALOR DE LAS CONSTRUCCIONES:

PARA VALUAR LAS CONSTRUCCIONES DESDE EL PUNTO DE VISTA FISICO, SERA NECESARIO TOMAR EN CONSIDERACION EL RAZONAMIENTO SIGUIENTE:

UN INMUEBLE ES SUSCEPTIBLE DE SER REHECHO O REPUESTO, PERO TAMBIEN DE SER REEMPLAZADO; LA DIFERENCIA LA ESTABLECEMOS CON LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

REHACER O REPRODUCIR: ES EFECTUAR UNA OBRA TAL QUE REPITE IDENTICAMENTE EL INMUEBLE EN CUESTION.

REEMPLAZAR O REPONER: ES EFECTUAR UNA OBRA QUE CUMPLE CON LAS NECESIDADES DE OTRA A LA CUAL SUSTITUYE.

PARA DETERMINAR EL VALOR FISICO DE LAS CONSTRUCCIONES, NO BASTA CON DETERMINAR EL COSTO DE REPRODUCCION Y A ESTE APLICARLE UN DEMERITO POR USO O POR SU ESTADO DE CONSERVACION. ES NECESARIO TAMBIEN CONSIDERAR SU VIDA UTIL DESDE EL PUNTO DE VISTA FUNCIONAL Y ECONOMICO Y TOMAR EN CUENTA LA OBSOLENCIA DEL PROYECTO Y LA ADECUACION DE LOS MATERIALES EMPLEADOS, AL DESTINO Y USO DEL INMUEBLE.

A CONTINUACION SE DAN ALGUNAS DEFINICIONES RELACIONADAS EN LA VALUACION DE CONSTRUCCIONES.

- A) COSTO DE ORIGEN: ES LA SUMA DE EFECTIVOS EROGADOS EN LA EPOCA DE CONSTRUCCION DEL INMUEBLE (INVERSION TOTAL).
- B) COSTO DE REPRODUCCION: ES LA CANTIDAD NECESARIA PARA REPETIR LA MISMA OBRA CON LOS MISMOS ELEMENTOS.
- C) COSTO DE REPOSICION: SUMA DE DINERO NECESARIA PARA REEMPLAZAR CON TODAS LAS AMENIDADES PROPIAS, Y QUE PUEDA PRESTAR UN SERVICIO IGUAL O SIMILAR AL BIEN QUE SE ESTA VALUANDO.
- D) VALOR DE RESCATE: CANTIDAD QUE ES POSIBLE OBTENER POR LA VENTA DE LOS MATERIALES RECUPERADOS EN LA DEMOLICION DEL INMUEBLE. DESCONTANDO DE ESTA EL COSTO DE LA OBRA.

PARA SELECCIONAR EL CAMINO ADECUADO, EL VALUADOR APLICARA SU CRITERIO, PERO EN TERMINOS GENERALES SEGUIRA EL CAMINO:

- A) CUANDO SE TRATE DE CONSTRUCCIONES NUEVAS, ADECUADAS PARA ESTUDIOS DE PRE-INVERSIONEN QUE SE CONSIDERA EL VALOR DE UNA CONSTRUCCION EN PROYECTO O PARA MONUMENTOS Y EDIFICIOS HISTORICOS.
- B) CUANDO EL AVALUO SIRVA PARA CONOCER VALORES ACTUALIZADOS DE INMUEBLES CON FINES DE SEGUROS, APORTACIONES DE CAPITAL, COMPRA-VENTA Y SE APLICA A CONSTRUCCIONES EFECTUADAS EN TIEMPO RAZONABLEMENTE CERCANO Y EN LAS QUE SE EMPLEAN MATERIALES EXISTENTES EN EL MERCADO O DE FACIL SUSTITUCION, SIN MENOSCABO DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCION.
- C) CUANDO SE TRATE DE CONSTRUCCIONES ESPECIALIZADAS, DE DIFICIL O INCOSTEABLE REPRODUCCION EN LAS QUE POR SU ANTIGUEDAD Y OBSOLENCIA NO SERIA CONVENIENTE CONSERVARLAS. AL COSTO DE REPOSICION DEBERA APLICARSE EN TODOS LOS CASOS UN COEFICIENTE DE CASTIGO POR ED, USO, ESTADO DE CONSERVACION, OBSOLENCIA Y VIDA ECONOMICAMENTE NULA.
- D) CUANDO SE TRATE DE CONSTRUCCIONES RUINOSAS CUYA VIDA FISICA Y ECONOMICA HA TERMINADO Y EN LAS QUE POR LA CALIDAD DE MATERIALES EMPLEADOS EN SU CONSTRUCCION, ASI COMO POR LA FACILIDAD DE OBTENERLOS AL DEMOLER Y SU DEMANDA EN EL MERCADO, SE PRETENDA OBTENER POR SU VENTA UNA CANTIDAD MAYOR AL COSTO DE DEMOLICION, MAS LOS INTERESES QUE DEJA DE PRODUCIR EL VALOR DE LA TIERRA EN EL PERIODO EN QUE ESTA NO PUEDA SER UTILIZADA.

CABE SENALAR, QUE EL VALOR DE LAS CONSTRUCCIONES SE PUEDE OBTENER, ENTRE OTROS POR LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

1.2.1. METODO RESIDUAL: PARA LA OBTENCION DEL VALOR DE LAS CONSTRUCCIONES.

ESTE METODO PERMITE OBTENER EL VALOR DE LAS CONSTRUCCIONES CONOCIENDO O DETERMINANDO EL VALOR DE CAPITALIZACION. EL VALOR DEL TERRENO. EL VALOR DE LAS INSTALACIONES ESPECIALES Y EL VALOR DE LOS ELEMENTOS ACCESORIOS. LA EXPRESION MATEMATICA ES LA SIGUIENTE:

$$V.F. = T + C + IE + EA \quad (1)$$

EL VALOR DE CAPITALIZACION VC SE OBTIENE POR EL METODO USUAL QUE VEREMOS MAS ADELANTE Y SE CONSIDERA HIPOTETICAMENTE QUE ES IGUAL AL VALOR FISICO V.F.

IGUALANDO EL VALOR DE CAPITALIZACION CON LA ECUACION (1) SE TENDRA:

$$V.C. = V. F. = T. + C + I E + E A \quad (2)$$

DONDE:

V. F. = VALOR FISICO.

T. = VALOR DEL TERRENO

C. = VALOR DE LAS CONSTRUCCIONES

I. = VALOR DE LAS INSTALACIONES ESPECIALES

E.A. = VALOR DE LOS ELEMENTOS ACCESORIOS.



DE LA ECUACION (2) SE OBSERVA QUE ES POSIBLE CONOCER EL VALOR DE LAS CONSTRUCCIONES O EN SU CASO, EL VALOR DEL TERRENO. CONOCIENDO O TENIENDO LOS ELEMENTOS SUFICIENTES PARA CALCULAR EL RESTO DE LOS SUMANDOS, QUE NOS DAN COMO RESULTADO UNA ECUACION DE PRIMER GRADO CON UNA INCOGNITA. DE FACIL SOLUCION.

**1.2.2.: METODO DEL VALOR DEPRECIADO DE LAS CONTRUCCIONES CONSIDERADAS EN EL VALOR UNITARIO.**

CONSISTE EN VALOR R LOS DIFERENTES TIPOS DE CONSTRUCCIONES. A UN VALOR UNITARIO QUE INCLUYE LAS OBSOLESCENCIAS FUNCIONALES, EXTERNAS. FISICAS Y ECONOMICAS. ESTE METODO PUEDE VARIAR EN CUANTO A QUE LA DEPRECIACION PUEDE SER CALCULADA POR SEPARADO Y SER RESTADA DEL VALOR DE LAS CONSTRUCCIONES. A CONTINUACION SE MENCIONA LA SECUENCIA A SEGUIR PARA LOGRAR LA SOLUCION POR ESTE METODO.

A) SE ESTIMA EL COSTO DE REPRODUCCION DE LAS CONTRUCCIONES.

B) SE ESTIMA LA DEDUCCION POR LA DEPRECIACION POR TODAS LAS CAUSAS POSIBLES.

PARA LA OBTENCION DE INFORMACION DE CADA UNO DE LOS CASOS ANTERIORES SE PROCEDE-  
RA EN LA SIGUIENTE FORMA:

- DE ACUERDO CON INFORMES ACTUALES DE COSTOS DE CONSTRUCCION. SE DETERMINARA EL VALOR DE LAS CONSTRUCCIONES COMO SI ESTUVIERAN NUEVAS.

- PARA ESTUDIAR LA DEPRECIACION. ESTA SE CLASIFICA EN:

a) DEPRECIACION POR OBSOLESCENCIAS FUNCIONALES.

b) DEPRECIACION POR OBSOLESCENCIAS EXTERNAS.

- c) DEPRECIACION POR DETERIORO Y DESGASTE DE LAS CONSTRUCCIONES.
- d) DEPRECIACION POR OBSOLESCENCIA ECONOMICA.
- e) DEPRECIACION POR EDAD.

- a).- PARA CALCULAR LAS OBSOLESCENCIAS FUNCIONALES DE ESTIMARA EL COSTO PARA REPARARLA O LA CAPITALIZACION DE LA PERDIDA POR RENTA. QUE EN ESTE CASO, TENDRA QUE REALIZARSE PRIMERO, EL AVALUO DE CAPITALIZACION PARA ENCONTRAR EL FACTOR DE PRODUCTIVIDAD. VALOR DE CAPITALIZACION ENTRE RENTA BRUTA. MISMO QUE SERVIRA PARA QUE MULTIPLICANDO POR LA PERDIDA DE RENTA CUANTIFIQUE LA OBSOLESCENCIA BUSCADA.
- b).- LA DEPRECIACION POR OBSOLESCENCIA EXTERNA. PUEDE OBTENERSE EN LA FORMA ANALOGA A LA DEPRECIACION POR OBSOLESCENCIAS FUNCIONALES: COSTO PARA REPARARLAS Y CAPITALIZACION DE LA PERDIDA DE RENTA.
- c).- LA DEPRECIACION POR DETERIORO Y DESGASTE DE LAS CONSTRUCCIONES CONSISTE EN MULTIPLICAR EL FACTOR DE PRODUCTIVIDAD POR EL COSTO DE LAS REPARACIONES PARA SU DEBIDO FUNCIONAMIENTO.
- d).- LA DEPRECIACION POR OBSOLESCENCIA ECONOMICA SE PRODUCE CUANDO LA DESEABILIDAD DEL PREDIO DISMINUYE DEBIDO A CAUSAS AJENAS O PROPIAS, TALES COMO CAMBIO A LOS USOS DEL SUELO. O BIEN. CUANDO EL INMUEBLE DEJA DE SATISFACER LAS NECESIDADES PARA LAS QUE FUE CONSTRUIDO, HABIENDO EN LA ZONA OTROS QUE RIVALIZAN FAVORABLEMENTE.

### 1.3) VALOR DE LOS ELEMENTOS "ACCESORIOS".

PARA ENCONTRAR EL VALOR DE ESTOS ELEMENTOS. SE DEBE HACER UN ANALISIS DETALLAN-  
DO EL CONCEPTO, CALIDAD, VOLUME: O CANTIDAD, EDAD, ETC., DE BARDAS, VERJAS, OBRAS  
EXTERIORES. COMO PATIOS, ANDADORES, PERGOLAS, MUROS DE CONTENCION, JARDINERAS,  
ELEMENTOS PERMANENTES DE ORNATO, ILUMINACION EXTERIOR, VOLADOS, TERRAZAS, ETC.

### 1.4) VALOR DE LAS INSTALACIONES ESPECIALES:

SE ENTENDERA A CUANTIFICAR Y DESCRIBIR DE LA MISMA MANERA QUE EN EL INICIO IN-  
MEDIATO ANTERIOR LAS SIGUIENTES INSTALACIONES: ELEVADORES, ESCALERAS MECANICAS,  
CISTERNAS, BOMBAS Y CARCAMOS, ALBERCAS, CALEFACCION, AIRE ACONDICIONADO, SONIDO  
INTERCOMUNICACION, CALDERAS, EQUIPO CONTRA INCENDIO, ALARMAS ANUNCIOS LUMINOSOS  
Y TODOS AQUELLOS ELEMENTOS QUE EL CODIGO CIVIL EN SU ARTICULO 750, CONSIDERA CO-  
MO INMUEBLES, YA SEA POR NATURALEZA, POR DESTINO O POR SU OBJETO.

## AVALUO POR CAPITALIZACION DE RENTAS.

### 1) CONCEPTOS GENERALES:

CAPITALIZACION ES UN METODO DENTRO DEL PROCESO DE VALUACION. POR EL CUAL EL VALOR DE UNA PROPIEDAD PUEDE SER ESTIMADO SEGUN LA CALIDAD, CANTIDAD Y DURACION DE SUS INGRESOS NETOS QUE PUEDE PRODUCIR. EL CONCEPTO DE VALOR DE CAPITALIZACION SE APLICA A CUALQUIER ELEMENTO PRODUCTIVO Y SU VALOR SE DETERMINA AL CONOCER SUS PRODUCTOS.

EL AVALUO POR CAPITALIZACION REPRESENTA EL VALOR DEL INMUEBLE OBTENIDO CON BASE EN LOS PRODUCTOS DEL MISMO.

EXISTEN VARIOS PROCEDIMIENTOS PARA DETERMINAR EL VALOR DE CAPITALIZACION DE UN INMUEBLE ANALIZAREMOS DOS DE ELLOS; EL PRIMERO UTILIZANDO UNA TASA DE CAPITALIZACION GLOBAL Y EL SEGUNDO A TRAVES DEL METODO RESIDUAL.

ANTES DE ANALIZAR DETALLADAMENTE ESTOS DOS METODOS, CONVIENE ESTABLECER LAS SIGUIENTES DEFINICIONES:

- A) RENTA REAL: ES LA CANTIDAD DE DINERO, SIN DEDUCCIONES QUE RECIBE EL ARRENDADOR EN FORMA PERIODICA DEL ARRENDATARIO POR EL USO DEL INMUEBLE.
- B) RENTA BRUTA O ECONOMICA: ES LA CANTIDAD MAS ELEVADA DE DINERO QUE PUEDE RECIBIR EL USUFRUCTUARIO DE UN INMUEBLE SIN DEDUCCIONES, CONSIDERANDO UN PLAZO RAZONABLE PARA LOGRAR EL ARRENDAMIENTO Y SIN QUE EXISTAN CONDICIONES ESPECIALES PARA DETERMINADO INQUILINO.

- C) RENTA ESTIMADA O EFECTIVA: ES LA RENTA SIN DEDUCCIONES QUE RESULTA DE LA COMPARACION DEL INMUEBLE EN ESTUDIO CON LAS DE OTROS INMUEBLES. DICHA COMPARACION DEBERA ESTABLECERSE CON INMUEBLES SEMEJANTES Y SE AJUSTARA MEDIANTE COEFICIENTES DE AFECTACION PARA QUE CORRESPONDAN A LA DEL INMUEBLE EN ESTUDIO. LA RENTA ESTIMADA EN ESTAS CONDICIONES, CORRESPONDE A LA RENTA BRUTA O ECONOMICA AFECTADA DE LOS COEFICIENTES.
- D) RENTAS SEGUN CONTRATO: SE ENTIENDE POR RENTA SEGUN CONTRATO, LA QUE ESTA DEBIDAMENTE REGISTRADA MEDIANTE CONVENIO ENTRE ARRENDADOR Y ARRENDATARIO ANTE LAS DEPENDENCIAS GUBERNAMENTALES CORRESPONDIENTES.
- E) RENTABILIDAD UNITARIA: ES EL COCIENTE ENTRE LA RENTA Y LA SUPERFICIE RENTABLE. LA RENTABILIDAD GENERALMENTE SE ESTABLECE POR TIPOS DE CONSTRUCCION.
- F) DEDUCCION MENSUAL: ES LA SUMA DE GASTOS MENSUALES QUE EROGA EL PROPIETARIO DE UN INMUEBLE Y QUE SE DESCUENTA DE LA RENTA BRUTA MENSUAL: ESTOS GASTOS CORRESPONDEN A: VACIOS ESTIMADOS, PORCENTAJES DE RENTAS INCOBRABLES, IMPUESTO PREDIAL, IMPUESTO POR CONCEPTO DE AGUA, SEGUROS, ADMINISTRACION, GASTOS DE SERVICIO, CONSERJES, ASEO, CONSERVACION Y MANTENIMIENTO, REPOSICION DE ACCESORIOS, ETC.

EL PERITO VALUADOR DEBERA EN CADA CASO ESTIMAR LAS DEDUCCIONES DE LA RENTA BRUTA MENSUAL YA QUE SON MUY VARIABLES PARA CADA POBLACION Y PARA CADA TIPO DE INMUEBLE. SEGUN EXPERIENCIAS, SE ESTIMA QUE PARA LA CIUDAD DE MEXICO, REPRESENTA EL 30% DE LA RENTA ECONOMICA BRUTA MENSUAL PARA CASAS

HABITACION Y UN 35% PARA EDIFICIOS DE PRODUCTOS O ESPECIALIZADOS. EN PROVINCIA SE ESTIMAN EN 25 Y 30% RESPECTIVAMENTE. PERO COMO YA SE DIJO ANTERIORMENTE EN CADA CASO Y EN CADA PLAZA DEBEN ESTUDIARSE LAS CARACTERISTICAS QUE MODIFIQUEN ESOS PORCENTAJES.

- G) RENTA NETA MENSUAL: ES LA RENTA ESTIMADA, EFECTIVA O RENTA BRUTA MENSUAL, MENOS LAS DEDUCCIONES MENSUALES.
- H) PRODUCTO LIQUIDO ANUAL: ES IGUAL A LA RENTA NETA MENSUAL MULTIPLICADA POR 12 (MESES).
- I) TASA DE VALUACION: SE LLAMA TASA DE VALUACION AL FACTOR QUE CUANDO ES EL DIVISOR DEL PRODUCTO LIQUIDO ANUAL, NOS DA COMO RESULTADO EL VALOR DE CAPITALIZACION DE RENTAS.

PARA ENCONTRAR LA TASA DE VALUACION QUE DEBE CORRESPONDER A UN INMUEBLE EN QUE SE PUEDE PREVEER UNA RENTA SEGURA EN UN PLAZO RAZONABLE SE DEBEN CONSIDERAR EN FORMA EQUILIBRADA, LOS ELEMENTOS QUE A CONTINUACION SE MENCIONAN:

VIDA PROBABLE, SEGURIDAD DEL INGRESO, SEGURIDAD DE LAS DEDUCCIONES, COMPETENCIA DE INMUEBLES DEL MISMO USO, COMERCIALIDAD, UTILIDAD NETA, RELACION VALOR DE LAS CONSTRUCCIONES Y VALOR DEL TERRENO, ADECUABILIDAD DEL PROYECTO ATENDIENDO AL USO Y A LA ZONA, ESTABILIDAD DE LOS BIENES RAICES, RENTABILIDADES EN LAS DISTINTAS ZONAS DE DIFERENTES POBLACIONES Y USOS DE BAJA PRODUCTIVIDAD.

SE PUEDE ESTABLECER UNA REGLA. TAL QUE ATENDIENDO A LOS FACTORES ANTES MENCIONADOS PERMITA SEGUIR UN CRITERIO DETERMINADO PARA SUPONER QUE LA TASA SUBA O BAJE. ES DECIR:

AQUELLOS FACTORES QUE HACEN QUE EL INMUEBLE EN ESTUDIO SEA COMPARABLE A UN INMUEBLE DE OPTIMAS CARACTERISTICAS. PROPICIARAN UNA DISMINUCION EN LA TASA: POR EL CONTRARIO. AQUELLOS FACTORES QUE EN LAS CARACTERISTICAS DEL INMUEBLE DE CARACTERISTICAS OPTIMAS. PROPICIARAN QUE LA TASA SUBA.

2) DETERMINACION DEL VALOR DE CAPITALIZACION DE RENTAS POR MEDIO DEL METODO DE LA TASA GLOBAL.

A) CUANDO LA RENTA REAL TENGA QUE ESTIMARSE. DEBERA SENALARSE EN EL AVALUO LOS MOTIVOS POR LOS CUALES SE ESTIME: ESTOS PUEDEN SER ENTRE OTROS:

POR OCUPARLA EL PROPIETARIO. POR ESTAR DESHABITADA. POR NO EXISTIR CONTRATO DE ARRENDAMIENTO. POR CONSIDERAR LAS RENTAS REALES DEMASIADO BAJAS DEMASIADO ALTAS. ETC.

B) RENTAS MENSUALES (ESTIMADAS, REALES).

\_\_\_\_\_ m2. A N\$ \_\_\_\_\_ / m2. = N\$ \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ m2. A N\$ \_\_\_\_\_ / m2. = N\$ \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ m2. A N\$ \_\_\_\_\_ / m2. = N\$ \_\_\_\_\_

SE NOTARA EL TIPO DE RENTAS CONSIDERADAS POR EL INMUEBLE. LAS CUALES PUEDEN SER:  
ESTIMADAS. REALES O ESTIMADAS Y REALES.

C) DEDUCCIONES MENSUALES:

C.1.-	VACIOS ACTUALES	NS
C.2.-	VACIOS ESTIMADOS	NS
C.3.-	PREDIAL	NS
C.4.-	AGUA	NS
C.5.-	GASTOS GENERALES	NS
C.5.1.-	ADMINISTRACION %	NS
C.5.2.-	ASEO. PORTERO. MOZOS	NS
C.5.3.-	ELEVADORISTA	NS
C.5.4.-	REVISION DEL ELEVADOR	NS
C.5.5.-	ALUMBRADO Y FUERZA ELEVADOR Y BOMBA	NS
C.5.6.-	COMBUSTIBLE PARA CALEFACCION	NS
C.5.7.-	CONSERVACION	NS
C.6.-	SUMAR LAS DEDUCCIONES EN N.R.	NS

EN EL RENGLON CONSERVACION SE ANOTARAN DE CONOCERSE. LAS DEDUCCIONES CORRESPONDIENTES A LA CONSERVACION DEL INMUEBLE Y A CONTINUACION. LA SUMA DE TODAS LAS DEDUCCIONES CONSIDERADAS PARA EL INMUEBLE.



EN EL RENGLON SIGUIENTE, QUE CORRESPONDE A SUMAS LAS DEDUCCIONES EN N.R., SE ANOTARA EL VALOR ANTES ENCONTRADO REDONDEADO A LA DECENA DE NUEVOS PESOS MAS APROXIMADA.

D) PRODUCTO LIQUIDO MENSUAL NS

SE ENTENDERA LA DIFERENCIA ENTRE LA RENTA BRUTA MENSUAL EN N.R. Y EL TOTAL DE LAS DEDUCCIONES ENCONTRADAS.

E) PRODUCTO LIQUIDO ANUAL NS

SE ANOTARA EL PRODUCTO LIQUIDO MENSUAL MULTIPLICADO POR 12.

F) CAPITALIZANDO EL PRODUCTO LIQUIDO ANUAL AL \_\_\_%. TASA DE VALUACION APLICABLE AL CASO. RESULTA UN VALOR DE CAPITALIZACION DE NS

SE APLICARA LA TASA QUE CORRESPONDA AL INMUEBLE QUE SE ANALIZA.

3) VALOR DE CAPITALIZACION DE UN INMUEBLE, EMPLEANDO EL METODO "TECNICA RESIDUAL PARA LAS CONSTRUCCIONES:

3.1.- DEFINICIONES:

A) TECNICA RESIDUAL PARA LAS CONSTRUCCIONES: SE ENTIENDE ASI AL PROCEDIMIENTO QUE NOS PERMITE CONOCER EL VALOR DE CAPITALIZACION DE LAS CONSTRUCCIONES. CUANDO TENEMOS COMO DATOS CONOCIDOS.EL VALOR DEL TERRENO.LOS PRODUCTOS DEL INMUEBLE. LA TASA DE INTERES NETA QUE CORRESPONDE AL INMUEBLE. TANTO PARA EL TERRENO COMO PARA LAS CONSTRUCCIONES Y LA TASA DE AMORTIZACION DE LAS CONSTRUCCIONES, EN BASE A LA VIDA RESTANTE DE LAS MISMAS.

- B) TASA DE INTERES NETA: ES LA QUE CORRESPONDE A LAS UTILIDADES QUE SE PERCI-  
BEN DE UN INMUEBLE Y QUE SE PUEDEN CONSIDERAR: SEA LA MISMA TANTO PARA EL  
TERRENO COMO PARA LAS CONSTRUCCIONES. DE ACUARDO CON LAS CARACTERISTICAS -  
FISICAS, ECONOMICAS Y GUBERNAMENTALES DEL INMUEBLE: ES EL RESULTADO DE ES-  
TADISTICAS Y NO INCLUYE LA AMORTIZACION QUE CORRESPONDE A LA DEPRECIACION  
DE LAS CONSTRUCCIONES.
- C) TASA DE AMORTIZACION: ES EL PORCENTAJE ANUAL QUE PERMITE RECUPERAR LO  
INVERTIDO EN CONSTRUCCIONES. EN UN NUMERO DE ANOS IGUAL A LA VIDA RESTANTE  
UTIL DE LAS CONTRUCCIONES. ESTA TASA EN PORCENTAJE SE OBTIENE DIVIDIENDO  
EL NUMERO 100 ENTRE EL NUMERO DE ANOS DE VIDA PROBABLE ESTIMADA PARA EL IN-  
MUEBLE.
- D) NOMENCLATURA:
- V = VALOR DE CAPITALIZACION DEL INMUEBLE.  
T = VALOR DEL TERRENO  
C = VALOR DE LAS CONSTRUCCIONES  
i = TASA DE INTERES  
R = RENTA NETA ANUAL QUE PRODUCE EL INMUEBLE  
r = TASA DE AMORTIZACION DE LAS CONSTRUCCIONES.
- E) PROCEDIMIENTO PARA APLICAR LA TECNICA RESIDUAL PARA LAS CONSTRUCCIONES.
- 1.- CALCULA LA PRODUCTIVIDAD ANUAL DEL TERRENO. QUE ES IGUAL A SU VALOR POR LA  
TASA DE INTERES NETA.

- 2.- A LOS INGRESOS NETOS ANUALES DEL INMUEBLE. SE LES RESTA LA PRODUCTIVIDAD DEL TERRENO. DANDO COMO RESULTADO LA PRODUCTIVIDAD ANUAL DE LAS CONSTRUCCIONES.
- 3.- A LA TASA DE INTERES NETA. SE ANADE LA TASA DE AMORTIZACION DE LAS CONSTRUCCIONES. CON LO QUE SE OBTIENE LA TASA DE CAPITALIZACION PARA LAS CONSTRUCCIONES.
- 4.- SE DIVIDE LA PRODUCTIVIDAD ANUAL DE LAS CONSTRUCCIONES (INCISO 2). ENTRE LA TASA DE CAPITALIZACION PARA LAS CONSTRUCCIONES (INCISO 3). LO QUE DA COMO RESULTADO EL VALOR DE CAPITALIZACION DE LAS CONSTRUCCIONES.
- 5.- FINALMENTE SE SUMA EL VALOR DE CAPITALIZACION DE LAS CONSTRUCCIONES (INCISO 4). AL VALOR DEL TERRENO. CON LO QUE SE OBTIENE EL VALOR DE CAPITALIZACION DEL INMUEBLE POR LA TECNICA RESIDUAL PARA LAS CONSTRUCCIONES.

F) FORMULAS:

$$V = T + C$$

$$r = \frac{100}{\text{VIDA RESTANTE}}$$

$$C = \frac{R - T \cdot i}{i + r}$$

$$V = \frac{T + R - C \cdot r}{T + C}$$

$$I = \frac{R - C \cdot r}{T + C}$$

$$R = T \cdot i + C (i + r)$$

G) A CONTINUACION SE MENCIONAN ALGUNOS DE LOS PUNTOS MAS IMPORTANTES QUE HAY QUE TENER EN CUENTA. PARA OBTENER RESULTADOS CORRECTOS, EMPLEANDO EL PROCEDIMIENTO DE LA TECNICA RESIDUAL:

- 1) CORRECTA ESTIMACION DE LA RENTA BRUTA MENSUAL.
- 2) CORRECTA ESTIMACION DE LAS DEDUCCIONES DE LA RENTA BRUTA MENSUAL.
- 3) PLENO CONOCIMIENTO DE LA TASA DE INTERES NETA, QUE CORRESPONDE A CADA TIPO DE INMUEBLES. LO QUE SE LOGRA UNICAMENTE CALCULANDO LA TASA DE INTERES NETA, PARA INMUEBLES EN QUE SE CONOCE SU VALOR COMERCIAL.
- 4) CORRECTA ESTIMACION DE LA VIDA RESTANTE UTIL DE LAS CONSTRUCCIONES.
- 5) CORRECTA ESTIMACION DEL VALOR DEL TERRENO.

3.2) EJEMPLOS:

A) OBTENER EL VALOR DE LA TASA NETA DE INTERES. PARA EL TERRENO Y CONSTRUCCIONES DEL INMUEBLE CUYOS DATOS EN SEGUIDA SE SENALAN:

VALOR DEL TERRENO	N\$ 40.000.00
V = VALOR COMERCIAL DEL INMUEBLE	N\$ 200.000.00
RENTA BRUTA MENSUAL	N\$ 1.800.00
DEDUCCIONES AL 25%	N\$ 450.00
RENTA NETA MENSUAL	N\$ 1.350.00
RENTA NETA ANUAL	N\$ 16.200.00
VIDA PROBABLE	40 ANOS.

INCOGNITA:

C = VALOR DE LA CONSTRUCCION

r = TASA DE AMORTIZACION ANUAL

i = TASA DE INTERESES NETA

SOLUCION:

VALOR DE LAS CONSTRUCCIONES: SERA IGUAL AL VALOR COMERCIAL DEL INMUEBLE. MENOS EL VALOR DEL TERRENO. ESTO ES:

$$C = V - T$$

$$C = \text{NS } 200.000.00 - \text{NS } 40.000.00 = \text{NS } 160.000.00$$

TASA DE AMORTIZACION ANUAL DE LAS CONSTRUCCIONES:

$$r = \frac{100}{\text{VIDA UTIL}} = \frac{100}{40} = 2.5 \%$$

TASA DE INTERES NETA:

$$i = \frac{R - C \cdot r}{T + C}$$

$$i = \frac{\text{NS } 16,200.00 - \text{NS } 160,000.00 \times 0.025}{\text{NS } 40,000.00 + \text{NS } 160,000.00} = 0.061$$

$$i = 6.1 \%$$

B) OBTENER EL VALOR DE CAPITALIZACION DE UN INMUEBLE. EMPLEANDO EL METODO DE LA TECNICA RESIDUAL.

DATOS:

T = VALOR DEL TERRENO	N\$ 100.000.00
RENTA BRUTA MENSUAL	N\$ 3.500.00
DEDUCCIONES 25 %	N\$ 875.00
RENTA NETA MENSUAL	N\$ 2.625.00
RENTA NETA ANUAL	N\$ 31.500.00
i = TASA NETA DE INTERESES	7 %
VIDA PROBABLE	35 ANOS

SOLUCION:

TASA DE AMORTIZACION:

$$r = \frac{100}{35} = 2.857$$

VALOR DE CAPITALIZACION DEL INMUEBLE:

RENTA NETA ANUAL	N\$ 31.500.00
PRODUCTIVIDAD DEL TERRENO N\$ 100.000.00 X 0.07	N\$ 7.000.00
PRODUCTIVIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES	N\$ 24.500.00

TASA DE CAPITALIZACION DE LAS CONSTRUCCIONES:

$$i + r = 7 + 2.86 = 9.86 \%$$

VALOR DE CAPITALIZACION DE LAS CONSTRUCCIONES:

$$C = \frac{\text{NS } 24.500.00}{0.0986} = \text{NS } 248.478.70$$

=====

VALOR DE CAPITALIZACION DEL INMUEBLE:

$$V = T + C = \text{NS } 100.000.00 + \text{NS } 248,500.00 = \text{NS } 348.500.00$$

4) DETERMINACION DEL VALOR COMERCIAL DEL INMUEBLE:

EL VALOR COMERCIAL DEL INMUEBLE, ES AQUEL CUYO VALOR PODEMOS JUSTIFICAR. EN BASE A LA CANTIDAD, VERACIDAD Y ANTIGUEDAD DE LOS ANTECEDENTES DE LOS CUALES VALEMOS PARA DETERMINAR DICHO VALOR.

DEBE SENALARSE EL VALOR DEL INMUEBLE. QUE A CRITERIO DEL VALUADOR. CORRESPONDA AL VALOR COMERCIAL DEL MISMO. ESTE PODRA SER AL FISICO, AL VALOR DE CAPITALIZACION DE RENTAS. A UN VALOR INTERMEDIO. O BIEN A OTRO VALOR: EN ESTE ULTIMO CASO DEBERAN SENALARSE LAS RAZONES POR LAS QUE SE DETERMINO DICHO VALOR.

CARACTERISTICAS DE LOS CONDOMINIOS.

PARA QUE EXISTA EL REGIMEN DE PROPIEDAD EN CONDOMINIO DE UN INMUEBLE ES NECESARIO, ENTRE OTRAS COSAS: QUE SUS DIFERENTES VIVIENDAS, CASAS, DEPARTAMENTOS O LOCALES SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO TENGAN SALIDA PROPIA A UN ELEMENTO COMUN O A LA VIA PUBLICA: SEAN DE DISTINTOS PROPIETARIOS, DONDE CADA UNO DE ESTOS TENDRA UN DERECHO SINGULAR Y EXCLUSIVO DE SU DEPARTAMENTO, VIVIENDA, CASA O LOCAL Y ADEMAS UN DERECHO DE COPROPIEDAD SOBRE LOS ELEMENTOS Y PARTES COMUNES DEL INMUEBLE NECESARIOS PARA SU ADECUADO USO O DISFRUTE. DE NO ACEPTAR LO ANTERIOR NO ES POSIBLE LA EXISTENCIA DEL CONDOMINIO. YA QUE SON NECESARIAS LAS PARTES COMUNES Y LAS INDIVIDUALES.

ES DETERMINANTE PRECISAR QUE LOS BIENES DE PROPIEDAD COMUN TIENEN LA PARTICULARIDAD DE SERVIR INDISCRIMINADAMENTE A TODOS LOS CONDOMINIOS O CONDOMINOS. EN TANTO QUE LA PROPIEDAD INDIVIDUAL PERMITE LA TOTAL PRIVACIA, POR LO TANTO TODO OBJETO O ELEMENTO QUE TENGA POR DESTINO LA SATISFACCION GENERAL, DEBERA ESTIMARSE COMUN.

COMO YA SE HA VISTO ANTERIORMENTE, SOBRESALEN TRES TIPOS DE CONDOMINIOS. A SABER:

- A) VERTICAL
- B) HORIZONTAL
- C) MIXTO.



EL CONDOMINIO VERTICAL. ES AQUEL CUYAS CONSTRUCCIONES SE LEVANTAN UNAS SOBRE OTRAS, EXISTIENDO PLANTAS SUPERPUESTAS Y ORIGINANDO EN CADA DEPENDENCIA, UNA VECINDAD EN SUS COLINDANCIAS SUPERIOR Y/O INFERIOR, CON OTRA DEPENDENCIA PRIVADA.

EL CONDOMINIO HORIZONTAL ES AQUEL CUYAS CONSTRUCCIONES SE LEVANTAN EN UNO O VARIOS NIVELES. PERO CUYA PRINCIPAL CARACTERISTICA ES LA VECINDAD O COLINDANCIA DE MUROS MEDIANEROS O AREAS LIBRES. PERO NUNCA COLINDANCIAS VERTICALES.

EL CONDOMINIO MIXTO ES LA CONVINCACION DE LOS DOS CASOS ANTERIORMENTE CITADOS.

#### 1.- CONSTITUCION DE UN INMUEBLE, BAJO REGIMEN DE PROPIEDAD EN CONDOMINIO:

LOS CASOS MAS FRECUENTES SUSCEPTIBLES DE PRESENTARSE SON LOS SIGUIENTES:

##### 1.1) PROYECTOS DE INMUEBLES POR CONSTRUIR Y CONSTITUIR BAJO ESTE REGIMEN.

EN ESTE CASO, ES CONVENIENTE QUE ANTES DE ELABORAR LA ESCRITURA CONSTITUTIVA DE REGIMEN DE PROPIEDAD EN CONDOMINIO, SE OBTENGA UNA CERTIFICACION DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES, EN EL SENTIDO DE HACER REALIZABLE DICHO PROYECTO POR HALLARSE DENTRO DE LAS PREVISIONES Y SISTEMAS ESTABLECIDOS, INDEPENDIENTE DE LAS OBLIGACIONES QUE SE TIENEN QUE CUMPLIR ANTE OTRAS DEPENDENCIAS, TALES COMO LICENCIAS, PERMISOS, AUTORIZACIONES DE CONSTRUCCION, SANITARIAS, ETC. QUE SE REQUIEREN PARA ESTE TIPO DE OBRAS.

1.2) EDIFICIOS O INMUEBLES YA CONSTRUIDOS Y PENDIENTES DE CONSTRUIRSE EN CONDOMINIO.

ESTE CASO SE PRESENTA GENERALMENTE CUANDO EXISTE UN INMUEBLE DE PRODUCTOS EN EL QUE EL PROPIETARIO Y LOS INQUILINOS SE PONEN DE ACUERDO PARA EFECTUAR LA COMPRA-VENTA Y EL CAMBIO DE REGIMEN. SIGUIENDO EL SISTEMA EXPLICADO EN EL PRIMER CASO Y CONSIDERANDO QUE NO EXISTE PROBLEMA. ES POSIBLE DETERMINAR FISICAMENTE LAS PROPIEDADES PRIVADAS Y COMUNES Y ELABORAR EL ACTA CONSTITUTIVA. REGLAMENTO DE CONDOMINIO Y ADMINISTRACION. INDIVISOS DE PROPIEDAD. ETC.

2.- VENTA DE UN DEPARTAMENTO LOCAL O DEPENDENCIA EN UN CONDOMINIO YA CONSTRUIDO.

EN EL CASO DE CONDOMINIOS YA CONSTRUIDOS Y CON EL INMUEBLE FISICAMENTE REALIZADO ES CONVENIENTE VERIFICAR SI LA UNIDAD NO HA SIDO MOTIVO DE CAMBIOS O MEJORAS. YA QUE INDEPENDIENTEMENTE DE QUE EL INDIVISO NO PUEDE CAMBIAR. EL VALOR DE LA PROPIEDAD PRIVADA LO HACE DE ACUERDO CON LOS CAMBIOS O MEJORAS REALIZADAS EN ELLA. ESTO RESULTA POR QUE ES PROBABLE QUE EN UN INMUEBLE SE TENGA EL MISMO INDIVISO PARA VARIOS DEPARTAMENTOS O UNIDADES. Y SIN EMBARGO EXISTAN DIFERENTES VALORES PARA CADA UNO DE ELLOS.

2.1) REQUERIMIENTOS.

PARA CONSTITUIR EL REGIMEN DE PROPIEDAD EN CONDOMINIO. EL PROPIETARIO O PROPIETARIOS DEBERAN DECLARAR SU VOLUNTAD EN ESCRITURA PUBLICA EN LA CUAL SE HARA CONSTAR:

- LA SITUACION, DIMENSIONES Y LINDEROS DEL TERRENO QUE CORRESPONDA AL CONDOMINIO DE QUE SE TRATE, CON ESPECIFICACION PRECISA DE SU SEPARACION DEL RESTO DE AREAS, SI ESTA UBICADO DENTRO DE UN CONJUNTO O UNIDAD URBANA HABITACIONAL, ASIMISMO CUANDO SE TRATE DE CONSTRUCCIONES VASTAS, LOS LIMITES DE LOS EDIFICIOS O DE LAS ALAS O SECCIONES QUE DE POR SI DEBAN CONSTITUIR CONDOMINIOS INDEPENDIENTES, EN VIRTUD DE QUE LA UBICACION Y NUMERO DE COPROPIEDADES ORIGINE LA SEPARACION DE LOS CONDOMINIOS EN GRUPOS DISTINTOS.

UNA DESCRIPCION GENERAL DE LAS CONSTRUCCIONES Y DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES EMPLEADOS O QUE VAYAN A EMPLEARSE.

- LA DESCRIPCION DE CADA DEPARTAMENTO, VIVIENDA, CASA O LOCAL, SU NUMERO, SITUACION, MEDIDAS, COLINDANCIAS, PIEZAS DE QUE CONSTE, ESPACIO PARA ESTACIONAMIENTO DE VEHICULOS, SI LO HUBIERE Y ADEMAS DATOS NECESARIOS PARA IDENTIFICARLO.

- EL VALOR NOMINAL QUE PARA LOS EFECTOS DE LA LEY, SE ASIGNE A CADA DEPARTAMENTO, VIVIENDA, CASA O LOCAL Y EL PORCENTAJE QUE LE CORRESPONDE SOBRE EL VALOR TOTAL, TAMBIEN NOMINAL, DE LAS PARTES EN CONDOMINIO.

- EL DESTINO GENERAL DEL CONDOMINIO Y EN ESPECIAL DE CADA DEPARTAMENTO, VIVIENDA, CASA O LOCAL.

- LOS BIENES DE PROPIEDAD COMUN, SU DESTINO, CON LA ESPECIFICACION Y DETALLES NECESARIOS Y EN SU CASO, SU SITUACION, MEDIDAS, PARTES DE QUE SE COMPONGAN, CARACTERISTICAS Y DEMAS DATOS NECESARIOS PARA SU IDENTIFICACION.

- CARACTERISTICAS DE LA POLIZA DE FIANZA QUE DEBEN EXHIBIR LOS OBLIGADOS, PARA RESPONDER DE LA EJECUCION DE LA CONSTRUCCION Y DE LOS VICIOS DE ESTA. EL MONTO DE LA FIANZA Y EL TERMINO DE LA MISMA SERAN DETERMINADOS POR LAS AUTORIDADES QUE EXPIDAN LAS LICENCIAS DE CONSTRUCCION.
- LOS CASOS Y CONDICIONES EN QUE PUEDA SER MODIFICADA LA PROPIA ESCRITURA. AL APENDICE DE LA ESCRITURA SE AGREGARAN. DEBIDAMENTE CERTIFICADOS POR EL NOTARIO. EL PLANO GENERAL Y LOS PLANOS CORRESPONDIENTES A CADA UNO DE LOS DEPARTAMENTOS. VIVIENDAS. CASAS O LOCALES Y A LOS ELEMENTOS COMUNES. ASI COMO EL REGLAMENTO DEL PROPIO CONDOMINIO.  
DE LA DOCUMENTACION ANTERIOR Y DE LAS DEMAS QUE SE JUZGUE NECESARIA SE ENTREGARAN AL ADMINISTRADOR COPIAS NOTARIALMENTE CERTIFICADAS PARA EL BUEN DESEMPEÑO DE SUS LABORES.
- LA ESCRITURA CONSTITUTIVA DEL REGIMEN DE PROPIEDAD EN CONDOMINIO DE INMUEBLES, QUE REUNA LOS REQUISITOS QUE ESTABLECE LA LEY. DEBERA INSCRIBIRSE EN EL REGISTRO PUBLICO DE LA PROPIEDAD.

2.2) BIENES COMUNES O DE PROPIEDAD COMUN.

SON OBJETO DE PROPIEDAD COMUN:

- EL TERRENO. SOTANO. PORTICOS. PUERTAS DE ENTRADA. VESTIBULOS. GALERIAS. CORREDORES. ESCALERAS. PATIOS. JARDINES. SENDEROS Y CALLES INTERIORES. ESPACIOS QUE HAYAN SENALADO LAS LICENCIAS DE CONSTRUCCION COMO SUFICIENTES PARA ESTACIONAMIENTO DE VEHICULOS, SIEMPRE QUE SEAN DE USO GENERAL.

- LOS LOCALES DESTINADOS A LA ADMINISTRACION. PORTERIA Y ALOJAMIENTO DEL PORTERO Y LOS VIGILANTES: MAS LOS DESTINADOS A LAS INSTALACIONES GENERALES Y SERVICIOS COMUNES.
- LAS OBRAS. INSTALACIONES APARATOS Y DEMAS OBJETOS QUE SIRVAN AL USO O DISFRUTE COMUN. TALES COMO FOSAS. POZOS. CISTERNAS. TINACOS. ASCENSORES. MONTACARGAS. INCINERADORES. ESTUFAS. HORNOS. BOMBA Y MOTORES. ALBANALES. CANALES. CONDUCTORES DE DISTRIBUCION DE AGUA. DRENAJE. CALEFACCION, ELECTRICIDAD Y GAS. LOS LOCALES Y LAS OBRAS DE SEGURIDAD. DEPORTIVAS, DE RECREO. DE ORNATO. DE RECEPCION O REUNION SOCIAL Y OTRAS SEMEJANTES, CON EXCEPCION DE LOS QUE SIRVAN EXCLUSIVAMENTE A CADA DEPARTAMENTO. VIVIENDA. CASA O LOCAL.
- LOS CIMIENTOS. ESTRUCTURAS. MUROS DE CARGA Y LOS TECHOS DE USO GENERAL.
- CUALESQUIERA OTRAS PARTES DEL INMUEBLE. LOCALES. OBRAS. APARATOS O INSTALACIONES QUE SE RESUELVA, POR LA UNANIMIDAD DE LOS CONDOMINOS. USAR O DESTINAR EN COMUN O QUE SE ESTABLEZCAN CON TAL CARACTER EN EL REGLAMENTO DE EL CONDOMINIO O EN LA ESCRITURA CONSTITUTIVA.
- SERAN DE PROPIEDAD COMUN; SOLO DE LOS CONDOMINOS COLINDANTES. LOS ENTREPIESOS. MUROS Y DEMAS DIVISIONES QUE SEPAREN ENTRE SI LOS DEPARTAMENTOS. VIENDAS, CASAS O LOCALES.

AUNQUE UN CONDOMINO HAGA ABANDONO DE SUS DERECHOS O RENUNCIE A USAR DETERMINADOS BIENES COMUNES. CONTINUARA SUJETO A LAS OBLIGACIONES QUE IMPONEN ESTA LEY. LA ESCRITURA CONSTITUTIVA, EL REGLAMENTO DE CONDOMINIO Y LAS DEMAS DISPOSICIONES LEGALES APLICABLES.

CADA CONDOMINO PODRA SERVIRSE DE LOS BIENES COMUNES Y GOZAR DE LOS SERVICIOS E INSTALACIONES GENERALES CONFORME A SU NATURALEZA Y DESTINO ORDINARIOS. SIN RES- TRINGIR O HACER MAS ONEROSO EL DERECHO DE LOS DEMAS.

3.- REGLAMENTO DEL CONDOMINIO.

ES INDUDABLE. QUE EN TODA VECINDAD. AUN CUANTO ENTRE UNA VIVIENDA Y OTRA EXISTA UN ESPACIO DESCUBIERTO. SURJAN PROBLEMAS POR LA DETERMINACION DE LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES QUE CORRESPONDEN A CADA UNO DE LOS SUJETOS. MAYOR RAZON HABRA EN LOS CONDOMINIOS DONDE SE COMPARTEN COPROPIETARIAMENTE LAS AREAS COMUNES.

ES CONVENIENTE ESTUDIAR CADA CASO EN PARTICULAR MUY CUIDADOSAMENTE. TOMANDO EN CUANTA SUS CARACTERISTICAS FISICAS. SU UBICACION, SU DESTINO. ETC. PARA OUE EL REGLAMENTO NO RESULTE INOPERANTE Y ANTIFUNCIONAL. TODO CONDOMINO ESTA OBLIGADO A SUJETARSE A LA LEY DE CONDOMINIO, A LA ESCRITURA CONSTITUTIVA Y AL REGLAMENTO. IGUALMENTE QUEDAN OBLIGADOS A SUJETARSE A LA LEY. ESCRITURA Y REGLAMENTO EN LO CONDUENTE TODOS LOS OCUPANTES DE CADA UNIDAD.

SOLAMENTE POR ACUERDO UNANIME DE LOS CONDOMINOS. SE PODRA MODIFICAR LO DISPUESTO EN LA ESCRITURA CONSTITUTIVA. EN MATERIA DE DESTINO GENERAL DEL O DE LOS EDIFI- CIOS Y EN ESPECIAL DE CADA DEPARTAMENTO. ASI COMO LOS VALORES NOMINALES RELATI- VOS A ESTOS Y LA DETERMINACION DE LOS BIENES DE PROPIEDAD COMUN.

EL REGIMEN DE PROPIEDAD EN CONDOMINIO DEL INMUEBLE SOLO PODRA EXTINGUIRSE POR ACUERDO UNANIME DE LOS PROPIETARIOS O EN LOS CASOS PREVISTOS EN LA LEY DE CONDO- MINIOS.

LOS DERECHOS DE COPROPIEDAD RESPECTO A LOS BIENES COMUNES SON INSEPARABLES DE LA PROPIEDAD INDIVIDUAL. POR LO QUE AQUELLO SOLO PODRA AGRAVARSE, ENAJENARSE, O SER EMBARGADOS POR TERCEROS JUSTAMENTE CON EL DERECHO DE PROPIEDAD SOBRE EL DEPARTAMENTO Y A SU VEZ, ESTE PODRA ENAJENARSE, GRAVAR O EMBARGAR JUNTO CON LOS DERECHOS DE COPROPIEDAD SOBRE LAS PARTES COMUNES.

ES CONVENIENTE SENALAR TAMBIEN DENTRO DEL REGLAMENTO LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS CONDOMINOS. EN LA FORMA MAS CLARA Y CONCISA. INCLUSO QUE ABUNDE EN EXPLICACIONES.

### 3.1) CARGAS COMUNES.

SON CARGAS COMUNES:

- LOS IMPUESTOS Y DERECHOS QUE GRAVEN AL CONDOMINIO. INDEPENDIENTEMENTE DE QUE CADA PROPIETARIO PAGUE INDIVIDUALMENTE TODOS LOS IMPUESTOS Y DERECHOS QUE LES CORRESPONDA LEGALMENTE.
- LOS GASTOS DE CONSERVACION, MANTENIMIENTO Y REPARACION DE CUALQUIER NATURALEZA, QUE EXIJAN LAS DIVERSAS PARTES DE PROPIEDAD COMUN DEL INMUEBLE.
- LOS SUELDOS, SALARIOS, PRESTACIONES Y GRATIFICACIONES DE TODO EL PERSONAL AL SERVICIO DE LOS INTERESES COMUNES DE LOS PROPIETARIOS DEL INMUEBLE.
- LOS GASTOS GENERALES DE AGUA Y DE ALUMBRADO EN TODAS LAS PARTES COMUNES, ASI COMO LOS SERVICIOS DE LUZ, TELEFONO Y AGUA PARA LAS OFICINAS DE LA ADMINISTRACION Y EN SU CASO, DE LA CASA O VIVIENDA DEL INTENDENTE.

- LAS EROGACIONES POR UTENSILIOS PARA LA CONSERVACION, LIMPIEZA Y SERVICIO DEL INMUEBLE.
- LAS PRIMAS DE SEGUROS PROPIOS DEL EDIFICIO.
- EN GENERAL, TODOS LOS QUE DETERMINE LA LEY DE CONDOMINIO, EL REGLAMENTO O LO ACUERDE LA ASAMBLEA DE CONDOMINIOS.

### 3.2) REQUISICIONES PARA LOS CAJONES DE ESTACIONAMIENTO EN INMUEBLES CONDOMINALES.

EL ARTICULO 34 DE LA LEY SOBRE ESTACIONAMIENTO DE VEHICULOS EN EL DISTRITO FEDERAL, PUBLICADO EL 26 DE ENERO DE 1976 EN EL DIARIO OFICIAL, CONTEMPLA LA EXIGENCIA DE ESTOS CAJONES EN INMUEBLES DE CARACTER CONDOMINAL Y SE RESUME A LO SIGUIENTE:

USO DEL PREDIO	AREA CONSTRUIDA POR DEPARTAMENTO	CANTIDAD MINIMA DE ESPACIOS DE ESTACIONAMIENTO.
HABITACION MULTIFAMILIAR	* MENOR DE 81.00 M2.	1.00 POR VIVIENDA
	* DE 81.00 A 120 M2.	1.25 POR VIVIENDA
(EDIFICIOS DE DEPARTAMENTOS, CONJUNTOS HABITACIONALES O CONDOMINIOS).	* DE 121 A 150 M2.	1.50 POR VIVIENDA
	* DE 151 O MAS M2.	2.00 POR VIVIENDA

### 4.- LOS INDIVISOS.

INDIVISO ES LA PARTE PROPORCIONAL DE VALOR QUE LE CORRESPONDE A UNA UNIDAD (DEPARTAMENTO, CASA, OFICINA, COMERCIO, ETC.) DE LAS PARTES COMUNES DE UNA PROPIEDAD EN CONDOMINIO.



DE ACUERDO CON LO TRATADO ANTERIORMENTE Y DEBIDO A QUE NO EXISTE LEY QUE DETERMINE LA FORMA DEL CALCULO DEL INDIVISO O PARTE PROPORCIONAL DE LOS BIENES DE PROPIEDAD COMUN. CONSIDERAMOS QUE PARA PODER ELABORAR LOS INDIVISOS, EL AVALUO Y POR CONSIGUIENTE EL VALOR DE CADA UNA DE LAS PARTES PRIVADAS DE UN INMUEBLE DE DEPARTAMENTOS EN CONDOMINIO, SE DEBE CONSIDERAR LO SIGUIENTE.

- QUE EL VALOR Y EL INDIVISO DE CADA UNIDAD, VA DE ACUERDO CON LA DEMANDA DE EL MERCADO, TOMANDO EN CUENTA SU SUPERFICIE PRIVATIVA, ORIENTACION, VISTA, NIVEL, LOCALIZACION, DISTRIBUCION, ETC.

ESTO ES SUMAMENTE OBJETIVO PERO SI SE LLEVAN ESTADISTICAS DE VALORES DE VENTA Y DE UNIDADES, SON MAS SOLICITADAS POR LOS COMPRADORES, SE PODRIAN DETERMINAR MUCHAS REGLAS POR EL LLAMADO METODO COMPARATIVO.

- DEJAR BIEN DETERMINADO SI LA ZONA DESTINADA A ESTACIONAMIENTOS, ES PROPIEDAD COMUN O PRIVATIVA, TOMANDO TAMBIEN EN CUENTA EL NUMERO DE ELLOS QUE ESTEN AUTORIZADOS EN LA LICENCIA DE CONSTRUCCION.

ESTO ES MUY IMPORTANTE, PERO DEPENDE PRINCIPALMENTE DEL REGIMEN DE CONDOMINIO SI LO DETERMINA ASI O NO. EN ESTE CASO SE PUEDEN PRESENTAR VARIAS ALTERNATIVAS:

- A) QUE EXISTA IGUAL NUMERO DE ESTACIONAMIENTOS QUE DEPARTAMENTOS.
- B) QUE EXISTA MENOR NUMERO DE ESTACIONAMIENTOS QUE DEPARTAMENTOS.
- C) QUE EXISTA MAYOR NUMERO DE ESTACIONAMIENTOS QUE DEPARTAMENTOS.

EN ESTOS CASOS, CONSIDERAMOS QUE SE DEBE APLICAR SU INDIVISO PARTICULAR A CADA UNO DE LOS DEPARTAMENTOS Y A CADA UNO DE LOS ESTACIONAMIENTOS, YA QUE LES DARIA LA OPORTUNIDAD, EN SU CASO, DE PODER VENDER EL ESTACIONAMIENTO SI ASI LO DESEA, A CUALQUIER CONDOMINO.

HAY QUE ACLARAR QUE EL HECHO DE QUE LOS ESTACIONAMIENTOS SEAN TECHADOS O BIEN SEA SOLO UNA FRANJA DE TERRENO, INFLUIRA EN SU VALOR, PERO NO EL HECHO DE NO APLICARLES UN INDIVISO, YA QUE EN AMBOS CASOS SE TIENE EL PRIVILEGIO DEL GOCE Y DISFRUTE, INDEPENDIENTE DE QUE SE TENGA QUE PASAR POR UN ESTACIONAMIENTO PARA LLEGAR A OTRO, PERO ES MUY CONVENIENTE QUE SE DEFINA PREVIAMENTE SI ES PROPIEDAD PRIVADA, USO COMUN O DERECHO DE USO, CREEMOS CONVENIENTE QUE PARA EVITAR DIFICULTADES DE CARACTER INTERNO, SE DEBE DE TENER UN CHOFER-PORTERO QUE EN DETERMINADO MOMENTO MUEVA LOS AUTOMOVILES SEGUN SE PRESENTE LA NECESIDAD.

- QUE EL AVALUO DE CAPITALIZACION SEA UNA HERRAMIENTA PARA LA DETERMINACION DE INDIVISOS, YA QUE AL SABER EL VALOR DE TODO EL CONJUNTO DE TODO EL CONDOMINIO Y POR CONSIGUIENTE, EL VALOR DEL DEPARTAMENTO QUE SE TRATE, A PARTIR DE LAS RENTAS QUE PRODUCE ESTE, ES POSIBLE CONOCER EL INDIVISO QUE LE CORRESPONDE A LA PROPIEDAD PRIVADA, CON RELACION A TODO EL CONDOMINIO.

#### 4.1) CALCULO DE LOS INDIVISOS.

ANTE LA NECESIDAD QUE SE TIENE DE CONTAR CON LOS INDIVISOS PARA CUALQUIER REGIMEN EN CONDOMINIO, Y DE ACUERDO CON LA IMPORTANCIA QUE SE LE DEBE DAR AL CALCULO DE ESTOS, A CONTINUACION SE ENLISTAN UNA SERIE DE RECOMENDACIONES PARA PROCEDER A CALCULARLOS DENTRO DE UNA FORMA METODICA Y SISTEMATICA, CONSIDERANDO EN CADA CASO LAS SALVEDADES QUE SE PRESENTEN, YA QUE DICHAS

RECOMENDACIONES NO REPRESENTAN UNA NORMA ESTRICTA A SEGUIR EN EL CALCULO DE LOS INDIVISOS. SINO UNA SECUENCIA QUE PERMITA LA ADECUADA OBTENCION DE TALES PORSENTAJES.

- CONVIENE COMO PRIMERA RECOMENDACION, ANALISAR Y ESTUDIAR EN CONJUNTO TODA LA UNIDAD QUE COMPONE EL CONDOMINIO. YA QUE CADA DEPARTAMENTO TENDRA SU VALOR Y SU INDIVISO. DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES Y CARACTERISTICAS DE ESTE.
- ANALISAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA ZONA EN RELACION DE LOS DIVERSOS DEPARTAMENTOS DE ACUERDO CON LA UBICACION, FORMA, SUPERFICIE, ORIENTACION. ETC.
- ESTABLECER ESTANDARES DE COMPARACION ENTRE TODOS LOS DEPARTAMENTOS.
- CALCULAR VIRTUALMENTE LA SUPERFICIE DE CADA DEPARTAMENTO, APLICANDO EL CREMENTO O DECREMENTO QUE LE CORRESPONDA COMPARADO CON EL DEPARTAMENTO ESTANDART.
- ENCONTRAR EL AREA TOTAL DE LAS CONSTRUCCIONES QUE COMPONEN EL CONDOMINIO.
- EFECTUAR LOS COCIENTES ENTRE EL AREA DE DEPARTAMENTO Y EL AREA TOTAL PARA SABER CUAL ES EL PORCENTAJE QUE LE CORRESPONDE AL DEPARTAMENTO QUE SE TRATA EN RELACION CON LA SUMA TOTAL DE LAS CONSTRUCCIONES QUE COMPONEN EL CONDOMINIO.
- EL PORCENTAJE ASI OBTENIDO, SERA EL INDIVISO CORRESPONDIENTE AL DEPARTAMENTO ANALIZADO.

CABE MENCIONAR QUE UN GRAN NUMERO DE CONDOMINIOS CARECEN DE UN ADECUADO ANALISIS EN LA OBTENCION DE SUS INDIVISOS. YA QUE EN MUCHOS CASOS ESTOS HAN SIDO CALCULADOS EN FORMA ARBITRARIA. DETERMINADOS POR EL PROPIETARIO DEL CONJUNTO. QUIEN PREOCUPADO POR LA INMEDIATA OBTENCION DEL REGIMEN EN CONDOMINIO. ELIGE. OMITIENDO UN ANALISIS DETALLADO. LOS PORCENTAJES DE PROINDIVISO.

ANALISAREMOS AHORA COMO EJEMPLO PRACTICO UN EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS QUE SE QUIERA CONVERTIR AL REGIMEN DE PROPIEDAD EN CONDOMINIO.

SEA ESTE. UN INMUEBLE CONSTITUIDO POR CUATRO DEPARTAMENTOS, UNO POR PISO. DE 90.00 M2. DE CONSTRUCCION CADA UNO Y CON UNA ZONA EN P. BAJA. DESTINADAS A CINCO CAJONES PARA ESTACIONAMIENTO EN BATERIA Y UN LOCAL COMERCIAL CON 60.00 M2. EL EDIFICIO CARECE DE ASCENSOR.

UBIQUESE ESTE EDIFICIO EN LA ACERA QUE VE AL PONIENTE. DE LA AV. NINOS HEROES. ENTRE LAS CALLES DE DOCTOR NAVARRO Y DOCTOR VELASCO. EN LA COL. DOCTORES DE ESTA CIUDAD.

- SE ESTABLECE COMO ESTANDART DE COMPARACION EL DEPARTAMENTO 1. UBICADO EN EL PRIMER PISO. POR ESTA RAZON SE LE ASIGNA EN LA PROPORCION DEL VALOR POR AREAS EL COEFICIENTE DE 1.00.

- DE ACUERDO CON UN ANALISIS DETALLADO DE LA ZONA. LA PRODUCTIVIDAD EN PLANTA BAJA ES 1.6 VECES LA DE LOS DEPARTAMENTOS SUPERIORES. POR LO QUE AFECTAREMOS AL LOCAL DESTINADO A COMERCIO DEL FACTOR 1.6.

- EL DEPARTAMENTO NUMERO 2. UBICADO EN EL SEGUNDO PISO DEL EDIFICIO. AL IGUAL QUE LOS DEPARTAMENTOS UBICADOS EN EL 3º Y 4º PISOS. SE LES CONSIDERA UN DEMERITO DEL 5% POR CADA NIVEL QUE SE ASCIENDA: DE TAL MANERA QUE TENDREMOS UN FACTOR DE 0.95 PARA EL DEPARTAMENTO NO. 2. UN FACTOR DE 0.90 PARA EL DEPARTAMENTO NO. 3 Y 0.85 PARA EL DEPARTAMENTO NO. 4.

DEPENDENCIA	AREA REAL M2.	FACTOR	AREA VIRTUAL M2.	% INDIVISO
COMERCIO	60.00	1.60	96.00	22.38
DEPARTAMENTO 1	90.00	1.00	90.00	20.98
DEPARTAMENTO 2	90.00	0.95	85.50	19.93
DEPARTAMENTO 3	90.00	0.90	81.00	18.88
DEPARTAMENTO 4	90.00	0.85	76.50	17.83
			429.00	100 %

PODEMOS ACLARAR QUE LOS CAJONES DESTINADOS A ESTACIONAMIENTOS. R SER IGUALES EN NUMERO A LOS LOCALES APROVECHABLES DEL CONDOMINIO. CORRESPONDEN 1 A CADA LOCAL. SIN MODIFICAR EL INDIVISO ANTERIORMENTE CALCULADO.

SI ACASO EXISTIERE UN MAYOR O MENOR NUMERO DE CAJONES PARA ESTACIONAMIENTO, ES CONVENIENTE ESTABLECER SI SERAN DE PROPIEDAD PRIVADA O COMUN. EN EL PRIMER CASO SERA NECESARIO APLICARLE UN INDIVISO A CADA CAJON. EL CUAL SERA OBTENIDO A PARTIR DEL VALOR DEL INMUEBLE EN CONDOMINIO Y EL VALOR QUE RESULTE DE CAPITALIZAR LOS PRODUCTOS OBTENIDOS AL ARRENDAR EL ESTACIONAMIENTO.

MAS ADELANTE ANALISAREMOS EL VALOR DE UN INMUEBLE EN FUNCION DE LAS RENTAS OBTENIDAS DE ESTE.

EN EL CASO QUE LOS CAJONES DE ESTACIONAMIENTO SE ASIENTEN COMO BIENES COMUNES EN EL REGLAMENTO DE CONDOMINIO. CONSIDERO QUE EL INDIVISO QUE CORRESPONDE A CADA DEPARTAMENTO NO SE MODIFICA. YA QUE LOS PRODUCTOS Y EL VALOR DE ESTOS SE REPARTE DE FORMA INDIVISA A TODOS Y CADA UNO DE LOS DEPARTAMENTOS.

SI HUBIERE UN MAYOR O MENOR NUMERO DE CAJONES PARA ESTACIONAMIENTO Y SI ESTOS FUEREN BIENES DE PROPIEDAD PRIVADA LO MAS ADECUADO SERIA APLICAR UN INDIVISO A CADA CAJON. ESTO PERMITIRIA VENDER ENTRE LOS CONDOMINOS CADA UNO DE LOS LUGARES DESTINADOS A ESTACIONAMIENTOS.

Avalúo Catastral

Avalúo Bancario

Avalúo Económico

El Avalúo catastral tiene por objeto determinar el valor del bien para efectos fiscales, impuesto predial ó indemnizaciones gubernamentales.

El Avalúo Bancario.- Se utiliza para efectuar transacciones de compra-venta, hipotecas, etc.

El Avalúo Económico se lleva a cabo para determinar el valor potencial de un bien en términos de productividad de inversión.

## 2. AVALUO CATASTRAL

La valuación catastral se efectúa actualmente en el D.F. de acuerdo al instructivo que a tal efecto se publicó en la Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal el 15 de Julio de 1980.

El procedimiento consiste en determinar, por una parte, el valor del terreno y por otra, el valor de la construcción, valores que sumados nos integran el valor del predio.

Para valorar la tierra se determina el valor unitario medio "VUM" del terreno, que es igual para cada colonia catastral, definida esta como una zona - delimitada con características de homogeneidad en su índice socioeconómico, en el tipo y edad de sus construcciones y en su desarrollo.

Así mismo se debe tomar en cuenta características adicionales como instalaciones y tipo y calidad de mercancías cuando se trate de zonas comerciales.

Una vez determinado el " VUM " para una colonia catastral, se deberán tomar en cuenta los factores físicos particulares de cada terreno, que como veremos más adelante, afectan el valor del predio en cuestión.

Aplicando los coeficientes ó factores físicos particulares del terreno -- al " VUM " de la colonia se obtiene el valor de la tierra.

En relación al valor de las construcciones, éstas se valoran clasificándolas, por inspección ocular en algunos de los módulos que se detallarán posteriormente. Para cada Módulo se considerará un Valor Unitario Medio de Edificación " V.U.M.E. ", el cual representa el valor por metro cuadrado de la superficie construída.

El " VUME " considera la edificación como si fuese nueva por lo que necesariamente el valor deberá estar afectado por la edad de la edificación y el estado de conservación de la misma.

## 2.1 .- PROCEDIMIENTO DE AVALUO CATASTRAL



Este tipo de avalúo lo realiza la Tesorería del Departamento del - Distrito Federal a través de la Dirección de Catastros, en su Departamento de Avalúo Técnico.

El procedimiento consiste en:

- a) Determinar la región en estudio.
- b) Determinar colonias catastrales.
- c) Obtener el VUM de la colonia catastral
- d) Determinar los factores físicos generales de la colonia.
- e) Calcular los factores físicos individuales de los lotes, si los hubiere.
- f) Calcular el valor catastral del terreno, que sumado al valor catastral de las edificaciones, dará como resultado el valor catastral del predio.

#### Delimitación de la colonia catastral y obtención del VUM.

Se verificará en campo la homogeneidad de la zona en estudio y en su caso se subdividirá, procurando tomar en cuenta el máximo posible de características de homogeneidad. (ver tabla No. 1).

Una vez identificada la zona con características homogéneas se marcarán los límites de la Colonia Catastral en planos escala 1:2000 ó 1:5000 preferentemente.

#### Cálculo del Valor Unitario de la Colonia Catastral.

El Valor Unitario Medio de la Colonia Catastral se determinará mediante técnicas estadísticas cuyos muestreos se obtendrán de -

GUIA PARA LA DELIMITACION DE UNA COLONIA CATASTRAL POR HOMOGENEIZACION

1. Por sus habitantes

INDICE 1	Ocupación: educación:	empleo inestable o eventual muy escasa o nula
INDICE 2	Ocupación: educación:	empleo estable obrero, artesano primaria terminada o no
INDICE 3	Ocupación: educación:	empleado de oficina o pequeño negocio propietario secundaria o carrera comercial
INDICE 4	Ocupación: educación:	pequeño empresario en comercio, industria o servicios o empleado en puestos directivos mediana o alta, tipo carrera profesional
INDICE 5	Ocupación: educación:	mediano o gran empresario en comercio, industria o servicios, funcionario público de la alta jerarquía moderada o alta, tipo carrera profesional

2. Por sus construcciones preponderantes

INDICE 1	EDIFICACIONES	CLASE	1 y 2
INDICE 2	EDIFICACIONES	CLASE	2
INDICE 3	"	"	3
INDICE 4	"	"	4
INDICE 5	"	"	5

3. En zonas comerciales

INDICE	INSTALACIONES	MERCANCIA	ASEPECTO INTERIOR
1	Materiales baratos, sin acabados	barata	descuidado
2	Materiales baratos, algunos acabados simples	barata, de consumo popular	relativamente ordenado con amontonamiento
3	Materiales regulares con acabados buenos y presentación atractiva.	calidad regular de buena presentación	ordenado
4	Materiales de buena calidad con acabados buenos y presentación atractiva	buena calidad, y buena presentación	ordenado
5	Materiales caros, con buenos acabados y presentación de lujo.	buena calidad de lujo y exclusiva	ordenado con detalles decorativos de lujo

las siguientes fuentes de información:

- a) Avalúos directos de los elementos de la muestra, realizados por valuadores profesionales ó personas relacionadas con - el medio de los Bienes Raíces (Corredores, técnicos de hipotecas, etc.)
- b) Ofertas de terrenos en venta a través de anuncios al público.
- c) Resultados de registros estadísticos y proyecciones.
- d) Otras fuentes afines.

Todas las observaciones se registran en formas que - deben contener los siguientes datos:

- 1.- Plano indicando los límites de la colonia catastral y la ubicación de las observaciones.
- 2.- En su caso, citado de factores físicos de alguna subzona de la colonia Catastral que justifiquen su diferencia con el VUM de la colonia.
- 3.- En su caso, listado de factores físicos presentes solamente en algún ó algunos lotes de la colonia que deberán ser tomados - en cuenta únicamente para el cálculo del valor catastral individual de esos lotes.
- 4.- Ubicación y características físicas de los lotes cuyo valor se registra.
- 5.- Fuente de información utilizada para obtener el valor unitario correspondiente.
- 6.- Fuente de información de las características físicas.

## 7.- Valor Unitario resultante.

### Evaluación de los Factores Físicos de Subzonas.

Es posible que existan zonas de una colonia catastral cuyos registros de valor unitario medio rebasen los límites de flexibilidad aceptados. Necesariamente estas, diferencias de Valor Unitario Medio responden a factores físicos que explican su existencia.

Se consideran tres casos diferentes de subzonas:

- 1.- Cuando la subzona es lo suficientemente extensa en proporción tal que amerite un análisis semejante al de la colonia catastral original se considerará como una nueva colonia catastral.
- 2.- Si la subzona es muy pequeña (una ó algunas manzanas), se pueden realizar Avalúos de cada uno de los lotes ó darle el tratamiento de una subzona de tamaño intermedio.
- 3.- Si la subzona es de tamaño intermedio se procedio como sigue:
  - a) Identifiquese las diferencias entre el VUM de la Colonia y los valores unitarios registrados.
  - b) Determinese los factores físicos que determinan las diferencias.
  - c) Ponderese la diferencia de cada uno de los factores físicos.  
El Valor Unitario Medio de la Subzona se obtendrá a partir del VUM de la colonia catastral afectado por los valores físicos ponderados, como correspondan.

Cálculo del Valor Catastral de Cada Terreno.

En caso de no presentarse factores físicos particulares en el terreno el valor catastral del predio se obtendrá multiplicando el Valor Unitario Medio, de la colonia catastral por la superficie total del terreno.

Cuando se tiene factores físicos que afectan el valor del terreno el VUM deberá multiplicarse por un factor resultante (FR), que se calcula de la siguiente forma:

## 2. 2.- FACTORES FISICOS DE AVALUO

Los factores físicos que pueden afectar un lote de terreno en particular son:

- |     |                      |     |
|-----|----------------------|-----|
| 1.- | Factor de Topografía | FT  |
| 2.- | Factor de Frente     | FFR |
| 3.- | Factor de Ubicación  | FU  |
| 4.- | Factor de Forma      | FP  |
| 5.- | Factor de Superficie | FS  |

### 1.- Factor de Topografía (FT)

Este factor toma en cuenta principalmente la pendiente del terreno y se procede como sigue:

$$FT = 1 - 0.56 t.$$

Donde t = talud equivalente:  $0.10 < t < 1$

Si la topografía del lote individual presentara mejores condiciones que la topografía de los lotes adyacentes el factor de topografía puede ser mayor a 1 y se asignará directamente mediante la evaluación de las condiciones presentes y su incidencia en el Valor Unitario del Terreno.

2.- Factor de Frente (FFR)

FFR = 1 si el frente  $\geq$  7.00 M.

FFR = 0.72 ; si 7.00 M. > FRENTE  $\geq$  4.00 M.

FFR = 0.50 ; si FRENTE < 4.00 M.

Las medidas de 6.90 a 6.99 se considerarán como 7.00 M.

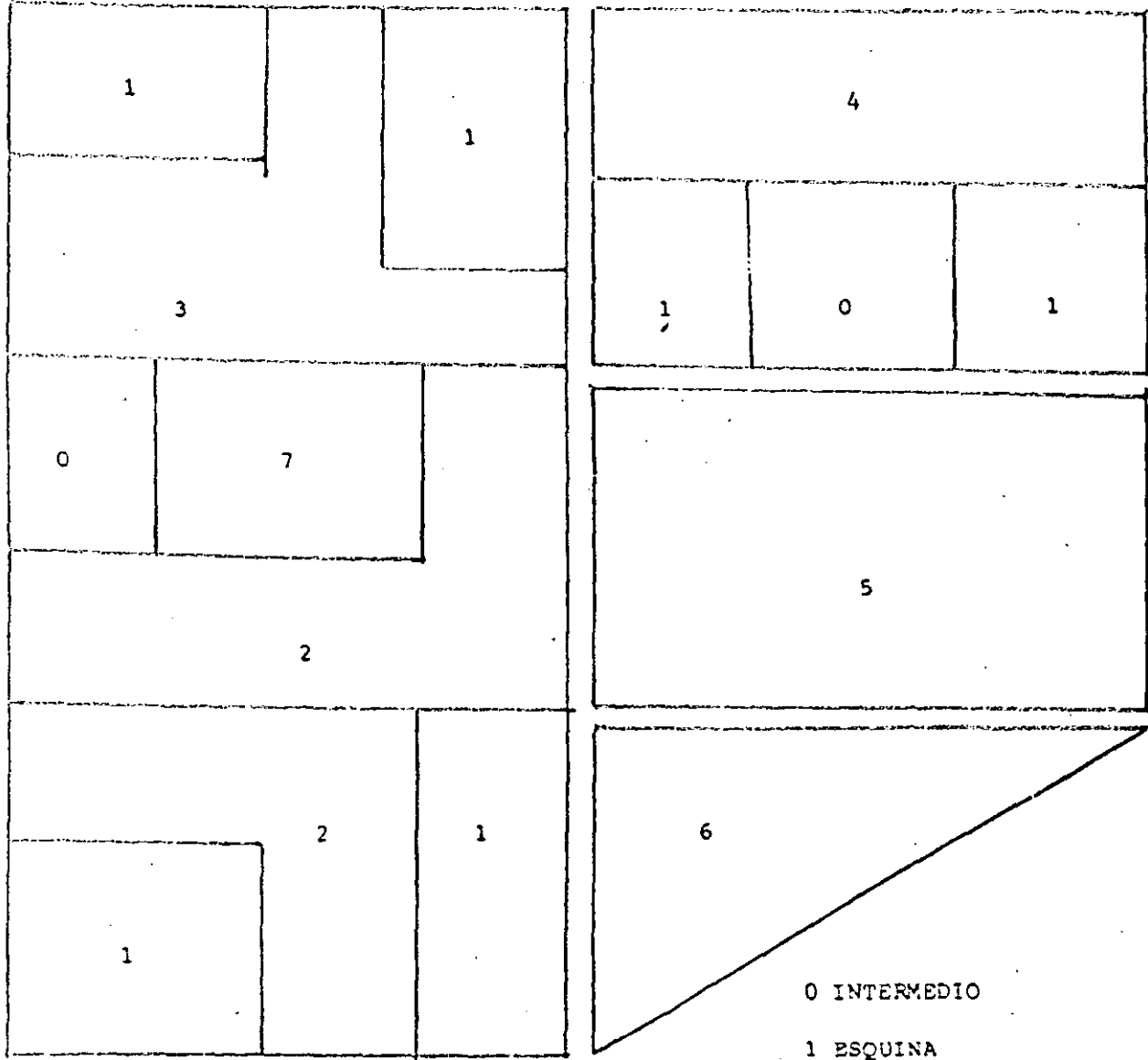
3.- Factor de Ubicación : FU

Este factor toma en cuenta la ubicación del lote respecto a la manzana como sigue:

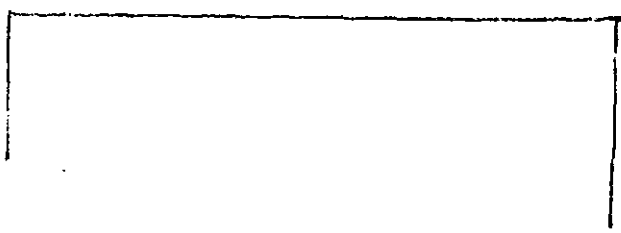
CLASIFICACION	TIPO	RESIDENCIAL	ZONA COMERCIAL DE- PARTAMENTAL - Y/O OFICINAS.
0	INTERMEDIO	1.00	1.00
1	ESQUINA	1.15	1.20
2	2 FRENTES	1.10	1.15
3	3 O MAS FRENTES	1.15	1.20
4	CASECERO	1.25	1.35
5	MANZANERO 4 O MAS FRENTES	1.30	1.40
6	MANZANERO 3 FREN TES	1.25	1.35
7	INTERIOR	0.70	0.75

FIGURA 1

CLASIFICACION DE LOTES POR SU UBICACION RESPECTO A LA MANZANA



- 0 INTERMEDIO
- 1 ESQUINA
- 2 INTERMEDIO DOS FRENTEROS
- 3 INTERMEDIO TRES O MAS FRENTEROS
- 4 CABECERO
- 5 MANZANERO CUATRO O MAS FRENTEROS
- 6 MANZANERO TRES FRENTEROS
- 7 INTERIOR



4.- Factor de forma (FF)

Este factor considera la geometría del lote diferenciando zonas habitacionales de otras zonas.

PROCEDIMIENTO PARA ZONAS HABITACIONALES UNIFAMILIARES.

a) Inscríbase un rectángulo que, teniendo por lado menor, parte ó todo el frente del lote, tenga a su vez la máxima superficie posible.

b) Obténgase de este rectángulo:

1.- Su frente = FRENTE R

2.- Su fondo = FONDO R

3.- Su Superficie SR.

c) Calcúlese el área restante (AR)

$$AR = SL - SR.$$

$$SL = \text{Superficie total del lote.}$$

d) Calcúlese la fracción del área restante que tiene proyección al frente (ARF)

$$ARF = \frac{SF}{AR}$$

SF = Superficie del área restante con proyección al frente.



e) Calcúlese la fracción del área restante que por su regularidad puede ser útil (con dimensiones mínimas de 4 x 4 M). (ARr).

$$ARr = Sr/AR.$$

Sr = Superficie restante útil  
AR = Area restante.

f) Calcúlese el factor de proporción FONDO-PRENTE del rectángulo inscrito: (PR).

$$PR = \frac{FONDO R}{PRENTE R}$$

g) Calcúlese la eficiencia del rectángulo inscrito (eR)

$$eR = A \frac{SR}{SL}$$

Donde A = 1.00 SI 1 ≤ PR ≤ 3  
A = 1.21 - (0.07 PR) SI 3 < PR ≤ 9

h) Calcúlese la eficiencia del área restante (eAR)

$$e(AR) = \left( 1 - \frac{SR}{SL} \right) (0.5 + 0.2 ARF) ( 0.8 + 0.2 ARr)$$

i) Calcúlese el factor de forma FF

$$FF = eR + eAR.$$

PROCEDIMIENTO PARA OTRAS ZONAS

- a) Inscríbase en rectángulo que, teniendo por lado mayor parte de todo el frente del lote, tenga a su vez la máxima superficie - posible.

FRENTE R > FONDO R

- b) Obténgase de este rectángulo su superficie (SR).
- c) Calcúlese la eficiencia del rectángulo inscrito (eR).

$$eR = \frac{SR}{SL}$$

- d) Calcúlese la eficiencia del área restante (eAR).

$$eAR = (1 - \frac{SR}{SL}) (0.63 ARr)$$

- e) Calcúlese el factor de forma (Ff).

$$Ff = eR + eAR.$$

5.- FACTOR DE SUPERFICIE (FS)

- a) Para calcular este factor se deberá conocer la SUPERFICIE DE MODA (SM) según lo siguiente:

SM = 140 M2. CUANDO SL ≤ 550 M2.

SM = 300 M2. CUANDO 550 < SL ≤ 3600 M2.

SM = 2100 M2. CUANDO SL > 3600 M2.

- b) Calcúlese la proporción del terreno (PS) a la Superficie de Moda de la Colonia Catastral.

$$P_s = \frac{SL}{SM}$$

Para  $P_s \leq 2$  :  $FS = 1$   
 $P_s > 2$   $FS = 1.05 - 0.025 P_s$

c) Calcúlese el Factor de Superficie FS.

$FS = 1$  PARA  $PS \leq 2$   
 $FS = 1.05 - 0.025 PS$  PARA  $PS > 2$

FACTOR RESULTANTE (FR)

$$FR = (Fm1 \times Fm1) (Fm2 \times Fm2)^{\frac{1}{2}} (Fm3 \times Fm3)^{\frac{1}{4}} \dots$$

DONDE:

$Fm$  = FACTORES MENORES  $Fm1 < Fm2 < Fm3$  . .  
 $Fm$  = FACTORES MAYORES  $Fm1 > Fm2 > Fm3$  . .

NOTAS:

- 1.- Considerese que el valor de los factores no presentes en el lote será igual a 1.00
- 2.- El factor resultante mínimo en todos los casos será 0.50.

2.3.- CALCULO DEL VALOR CATASTRAL DEL TERRENO (VCT)

$$Vct = [ SL ] \times [ VUM ] \times [ FR ]$$

Donde:

SL = Superficie del Terreno  
VUM = Valor Unitario Medio de la Colonia Catastral  
FR = Factor Resultante

CON OBJETO DE SISTEMATIZAR EL CALCULO DEL VALOR CATASTRAL DE UN TERRENO, ES RECOMENDABLE LA UTILIZACION DE LA SIGUIENTE TABLA:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FL	SL	FRENT. R	FONDO R	SR	PT	FPR	FU	SM	PS	FS	PR

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
SR/SL	A	eR	AR	SF	ARF	Sr	ARr	eAR	FF	FR	V.C.T. \$x1000

- 1.- FL = FRENTE LOTE
- 2.- SL = SUPERFICIE DEL LOTE
- 3.- FRENT. R = FRENTE RECTANGULO
- 4.- FONDO R = FONDO DEL RECTANGULO
- 5.- SR = SUPERFICIE DEL RECTANGULO
- 6.- PT = FACTOR DE TOPOGRAFIA
- 7.- FPR = FACTOR DE FRENTE
- 8.- FU = FACTOR DE UBICACION
- 9.- SM = SUPERFICIE DE MODA
- 10.- PS = SL/SM
- 11.- FS = FACTOR DE SUPERFICIE
- 12.- PR = FONDO R/FRENTE R
- 13.- SR/SL
- 14.- A
- 15.- eR = A x SR/SL
- 16.- AR = SL-SR
- 17.- SF = SUP. RESTANTE DEL RECT CON PROYECCION AL FRENTE
- 18.- SF/AR
- 19.- Sr = SUP. RESTANTE UTIL > 4x4 m.
- 20.- ARr = Sr/AR
- 21.- eAR =  $(1 - \frac{SR}{SL}) (0.5 + 0.2 ARr) (0.8 + 0.2 ARr)$
- 22.- FF = FACTOR DE FORMA eR+eAR
- 23.- FR = FACTOR RESULTANTE
- 24.- VCT = VALOR CATASTRAL DEL TERRENO.

2.4 AVALUO CATASTRAL DE LAS EDIFICACIONES.

El objeto principal es definir el procedimiento de valuación catastral de las edificaciones en el Distrito-Federal; para lo cual deberá establecerse la clasificación de las mismas como sigue:

CLASIFICACION

Por la época de su construcción:

EDIFICACIONES ANTIGUAS: construidas con materiales y procedimientos de hace más de 40 años, sin reparaciones o modificaciones mayores (sin cambios en su estructura o acabados).

EDIFICACIONES MODERNAS: construidas o renovadas - con materiales y procedimientos de construcción - de hace menos de 40 años.

Las edificaciones modernas se clasifican a su vez en comunes e industriales, atendiendo exclusivamente a su destino original o potencial.

EDIFICACIONES COMUNES:

- 01 UNIFAMILIARES: casa habitación
- 02 MULTIFAMILIAR HASTA 5 NIVELES: edificios de departamentos.
- 03 MULTIFAMILIAR DE MAS DE 5 NIVELES: edificios de departamentos.
- 04 OFICINAS HASTA 5 NIVELES: edificios de oficinas.
- 05 OFICINAS DE MAS DE 5 NIVELES: edificios de oficinas.
- 06 COMERCIOS : edificaciones o partes de edificaciones (normalmente planta baja de edificios - destinadas a actividades comerciales)
- 07 ESTACIONAMIENTOS : lugares destinados para el aparcamiento de automóviles.
- 08 CONSTRUCCIONES TEMPORALES : normalmente cubiertas y cobertizos provisionales o de acuerdo a su uso, cubiertas definitivas (voleados, cascarones de concreto, etc.)
- 09 BOBECAS : edificaciones semejantes a naves industriales, pero sin algunos elementos estructurales propios de éstas.
- 10 ESPECIALES : edificaciones cuya clasificación sale - de las 9 anteriores y no es industrial.

## EDIFICACIONES INDUSTRIALES :

**NAVE INDUSTRIAL:** edificación destinada al procesamiento y/o almacenamiento de productos industriales, con características definidas, tales como: claros entre 6 y 12 metros alturas de piso a techo mayores de 5 - metros, sistemas de techo único, muros perimetrales de cualquier material y - estructuración, etc.

**TANQUES DE ALMACENAMIENTO :** edificaciones destinadas normalmente al almacenamiento de líquidos en la forma de cisternas, piletas y tanques a nivel o elevados; ordinariamente construidos de concreto o acero.

**CHIMENEAS:** elementos de algunas instalaciones industriales mediante los cuales se expulsan a determinada altura gases de combustión normalmente construidos de concreto o - acero industrial.

**SILOS:** edificaciones destinadas normalmente al almacenamiento de materiales granulares tales como cereales, azúcar, harina, bu lla, cemento, etc.

**COMPLEMENTARIAS:** edificaciones que complementan las funciones básicas de una instalación industrial, tanto en proceso como en administración (oficinas, casetas, sanitarios-laboratorios, cobertizos, etc.). Para fines de valuación la clasificación de estas edificaciones complementarias corresponderá a la de edificaciones comunes.

**ESPECIALES:** todas aquellas no incluidas en las definiciones anteriores.

**NOTA 1.** El destino presente (uso actual) de las edificaciones coincide normalmente con el destino original o potencial de las mismas. Las edificaciones se clasificarán de acuerdo a estas últimas. Así una casa habitación usada como oficinas se clasificará UNIFAMILIAR, o bien una nave industrial sin uso aparente se clasificará como tal.

NOTA 2. La clasificación de una edificación de acuerdo a las características antes descritas. Define el TIPO de la edificación.

2.2 Por la clase de la edificación

La clase de la edificación común está determinada por su construcción básica, que incluye estructura y sus complementos, así como sus instalaciones (red eléctrica, red hidráulica y drenaje)

Los mismos elementos definen la clase de las naves industriales.

Para la clasificación por su clase de las edificaciones comunes y naves industriales contamos en general con cinco ca silleros.

- 1. POPULAR, 2. ECONOMICA, 3. MEDIA (regular), 4. Buena y
- 5. ESPECIAL (muy buena)

La clase de la edificación industrial tipo tanque de almacenamiento estará determinada por su modelo constructivo. Así se definirá clase 2 a las cisternas y piletas, clase 3 a los tanques de concreto y clase 4 a los tanques metálicos. La clase 5 corresponderá a los tanques de almacenamiento de gas licuado.

La clase de las chimeneas está definida por el material utilizado en su construcción:

Clase 3, chimeneas de acero.

Clase 4, chimeneas de concreto.

La clase de los silos se definirá en igual forma que el anterior elemento:

Clase 4, silos metálicos (acero)

Clase 5, silos de concreto.

2.3 Por la presentación (categoría) de la edificación.

La presentación de la edificación estará definida por sus acabados así como por sus elementos complementarios y se de nominará simplemente 1, 2 ó 3, en orden creciente.

En las tablas de clasificación anexas se ejemplifica invariablemente la presentación 2.

Para las edificaciones comunes, se entenderán como acabados los recubrimientos interiores, tales como pintura, lambrinas, recubrimientos en muros, pisos techos y escaleras, - etc.; recubrimientos exteriores en fachadas y bardas; que

bles de baño (s) y cocina y complementos tales como herrería, carpintería y vidriería.

Para las edificaciones industriales, la categoría estará definida por las instalaciones que complementan al elemento clasificado, tales como gruas viajeras, casetas de bombas, casetas de control, sistemas electrónicos, tipo de iluminación, recubrimientos especiales, etc.

En el caso especial de las chimeneas de concreto, la categoría de la edificación estará definida por la temperatura de los gases de salida para lo cual fue proyectada o que potencialmente pueda absorber:

CATEGORIA 1 para  $T \leq 200^{\circ} \text{ C}$

CATEGORIA 2 para  $200^{\circ} \text{ C} < T \leq 500^{\circ} \text{ C}$

CATEGORIA 3 para  $550^{\circ} \text{ C} < T$

#### 2.4 SINTESIS

La clasificación de una edificación se compone de:

TIPO: (cada tipo asociado a un número, por ejemplo:

01 = unifamiliar.

CLASE: (cada casillero asociado a un número del 1 al 5)

PRESENTACION (CATEGORIA): ( cada casillero asociado a un número del 1 al 3).

Ejemplo: Casa habitación de clase económica con presentación mejor que la descrita en el modulo 5 .

CLASIFICACION: 0 1 2 3

unifamiliar económica presentación 3

Todas las clasificaciones de edificaciones están asociadas a un precio unitario (\$/m<sup>2</sup> de superficie cubierta), propuesto por la Dirección de Catastro y Contribuciones a la Propiedad Raíz de la Tesorería del D.F., y sancionado por la Comisión Asesora de Estudios de los Valores Catastrales que agupa en su seno a representantes de juntas de vecinos, asociaciones de profesionistas, asociaciones locales de comerciantes e industriales, valuadores, profesionales, banqueros, delegaciones políticas, etc.

#### 3. PROCEDIMIENTO

El procedimiento para obtener el valor catastral de una edificación es el siguiente:



Se obtiene el valor de la edificación como si fuera nueva y se castiga con un co eficiente que toma en cuenta la edad - (E) y el grado de conservación (G.C.) de la edificación.

$$\text{CLASIFICACION (P.U.) X SUPERFICIE X C = VALOR CATASTRAL}$$

$$\underbrace{\hspace{10em}}_{\text{VALOR COMO NUEVA}} \quad \text{VR}$$

3.1. Obtención de la clasificación

La clasificación de las edificaciones se obtiene mediante inspección en el lugar. Para normar el criterio de la clasificación se utilizarán las tablas (módulos) anexas y, por comparación, se definirá primero el tipo de edificación, - después su clase y finalmente su presentación o categoría.

Se escogerá de entre los módulos aquél que mejor se aproxime a la edificación que se tiene a la vista, variando la presentación 2 ejemplificada en un sentido (1) o en otro (3), según sean de menor o mayor calidad los elementos reales respecto a los descritos en el módulo.

3.2 Obtención de la superficie construida.

Las fuentes de información para obtener estos datos son:

- Planos de construcción
- Planos catastrales
- Escritura
- Medidas obtenidas directamente en el lugar

Las superficies obtenidas deberán corresponder estrictamente a las clasificaciones registradas.

3.3. Obtención de la edad de la edificación.

Fuentes de información:

- Permiso de construcción
- Aviso de terminación de obra
- Materiales y procedimientos empleados
- Testimonio de propietario y/o vecinos
- Apreciación directa en el lugar

La edad de la edificación se refiere al periodo de tiempo - (en años) transcurridos entre su ocupación (terminada o sin terminar) o la terminación de su construcción y la fecha de la investigación.

Tratándose de edificaciones antiguas que han sido renovadas mediante reparaciones mayores., el periodo en años comenzará en la fecha de terminación de dicha reparación o modificación.

### 3.4 Obtención del grado de conservación.

El grado de conservación se definirá como sigue:

- |              |                                                                                                        |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 MUY BUENO: | Aquel que ha conservado el aspecto de la edificación como nueva.                                       |
| 3 NORMAL:    | Aquel que presenta a la edificación en forma decorosa con sus instalaciones funcionando adecuadamente. |
| 1 MUY MALO:  | Cuando no se ha presentado mantenimiento a la edificación, habiendolo necesitado.                      |

Los grados de conservación BUENO (4) y MALO (2) son intermedios del 5 y 3, y del 3 y 1 respectivamente.

Las edificaciones tendrán una clasificación diferente cuando varien en TIPO y/o CLASE y/o PRESENTACION (categoría) y/o EDAD y/o GRADO DE CONSERVACION.

### 3.5. Obtención del coeficiente de mérito por edad y grado de conservación.

El coeficiente de valor residual por edad y grado de conservación se obtiene mediante las siguientes expresiones.

Grado de conservación Y = A del valor residual = CVR

- 5 Y = 0.46 X<sup>2</sup> - 0.95 X + 1
- 4 Y = 0.505 X<sup>2</sup> - 1.01 X + 1
- 3 Y = 0.55 X<sup>2</sup> - 1.10 X + 1
- 2 Y = 0.595 X<sup>2</sup> - 1.19X + 1
- 1 Y = 0.64 X<sup>2</sup> - 1.28 X + 1

VER TABLA No. 2

En donde: X = Edad de la edificación (ó última reparación mayor)  
Vida probable de la edificación.

La vida probable de los diferentes tipos de edificaciones se obtendrá del anexo 3 de este instructivo.

El porcentaje de valor residual puede obtenerse directamente de la gráfica que se muestra como anexo 2.

4. EJEMPLO

4.1. Observación de campo:

clasificación: 0132  
grado de conservación: NORMAL

4.2. Investigación de campo

edad de la edificación: 8 años  
superficie (verificación) = 218 M<sup>2</sup>

4.3 Cálculo en gabinete:

VC<sub>e</sub> = Superficie x P.U. x CVR

Superficie = 218 M<sup>2</sup>

P.U. = \$ 3,000/M<sup>2</sup> (supuesto para el ejemplo; deberá obtenerse de los boletines periódicos de la Dirección.

$$X = \frac{8}{70} = 0.1143$$

De la gráfica: CVR = 0.87

$$VC_e = 2.18 \times 3.000 \times 0.87 = \$ 568,980.00$$

(TABLA No. 2)

TABLA DE GRADO DE CONSERVACION  
( NORMAL (3) )

X	Y	X	Y
0.0000	1.0000	0.5111	0.5814
0.0111	0.9878	0.5333	0.5697
0.0333	0.9639	0.5555	0.5586
0.0444	0.9521	0.5777	0.5430
0.0666	0.9291	0.6000	0.5390
0.0888	0.9065	0.622	0.5284
0.1111	0.8845	0.6444	0.5195
0.1333	0.8631	0.6666	0.5111
0.1555	0.8419	0.6888	0.5032
0.1777	0.8218	0.7111	0.4959
0.2000	0.8020	0.7333	0.4891
0.2222	0.7827	0.7555	0.4828
0.2444	0.7639	0.777	0.4771
0.2666	0.7457	0.8000	0.4720
0.2888	0.7281	0.8222	0.4673
0.3111	0.7110	0.8444	0.4633
0.3333	0.6944	0.8666	0.4597
0.3555	0.6784	0.8888	0.4567
0.3777	0.6629	0.9111	0.4543
0.4000	0.6480	0.9333	0.4524
0.4222	0.6336	0.9555	0.4510
0.4444	0.6197	0.9777	0.4502
0.4888	0.5936	1.0000	0.4500

X = EDAD DE LA EDIFICACION (O ULTIMA REPARACION MAYOR)

VIDA PROBABLE DE LA EDIFICACION

$$Y = 0.55 X^2 - 1.10 X + 1$$

$$Y = CBR$$

## ANEXO 3

## VIDA PROBABLE DE EDIFICACIONES NO INDUSTRIALES (AÑOS)

TIPO	CLASE	POPULAR 1	ECONOM. 2	MEDIA 3	BUENA 4	M. BUENA 5
00 ANTIGUO				70	80	90
01 MODERNO UNIFAMILIAR		40	60	70	80	90
02 MULTIFAMILIAR	5 NIVELES		60	70	80	90
03 MULTIFAMILIAR	5 NIVELES			70	80	90
04 OFICINAS	5 NIVELES			70	80	90
05 OFICINAS	5 NIVELES			70	80	90
06 COMERCIOS				50	70	90
07 ESTACIONAMIENTOS				90	90	90
08 CUBIERTAS Y COBERTIZOS			10	20	30	50
09 BODEGAS			30	50	70	90

## A N E X O 3

## VIDA PROBABLE DE EDIFICACIONES INDUSTRIALES (AÑOS)

TIPO	CLASE	ECONOMICA	MEDIA	BUENA y M. BUENA
11 NAVE INDUSTRIAL		30	50	70 90
12 TANQUES DE ALMACENAMIENTO		30	50	70 90
13 CHIMENEAS			50	70
14 SILDS				70 90



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

CURSOS ABIERTOS

EDIFICACION

INSTALACIONES

EXPOSITOR:

ING. PATROCINIO BECERRIL A.

# Transporte vertical - Ascensores

**1. Transporte vertical.** Los ascensores y las escaleras mecánicas son los medios más corrientes para el transporte vertical de personas y mercancías. En general, la determinación de las características de los ascensores se basa en que deben poder transportar todo el personal que se traslada hacia arriba y hacia abajo en edificios en los que pueden presentarse cada día unos periodos de máxima afluencia. Estos periodos de máxima afluencia, llamados horas punta, se presentan, por ejemplo, en los edificios para oficinas de tipo corriente, hacia las 8 de la mañana, a mediodía, y hacia la 1 y las 5 de la tarde (fig. .1). En estos edificios su duración es de 15 a 30 minutos.

Las escaleras mecánicas (capítulo XXXII) se prefieren en aquellos edificios donde gran número de personas están repartidas en un espacio que abarca un cierto número de pisos, desplazándose casi constantemente de un lugar a otro y permaneciendo en cada lugar durante poco tiempo. Este personal está en constante movimiento tanto hacia arriba como hacia abajo, y tiene un volumen bastante uniforme, que es el que se toma como base para el cálculo, con máximos sólo ocasionales. Por lo tanto, la escalera mecánica es más apropiada para grandes almacenes de ventas, para los sótanos y primeros pisos de supermercados y otras tiendas del mismo tipo, y

para trasladar de un nivel a otro al público en las estaciones del metro y del ferrocarril y en las estaciones terminales de los autobuses. En muchos edificios se utilizan escaleras mecánicas para trasladar al público desde la estación del metro, desde el sótano, o desde el entresuelo, hasta las plantas principales.

Los montacargas se usan corrientemente para trasladar objetos pesados, de todas clases, desde un nivel a otro. En edificios grandes y elevados, con restaurantes en los pisos altos, el montacargas puede alcanzar los niveles de estos pisos. Siempre que sean de prever frecuentes desplazamientos verticales de muebles, cajas de caudales, objetos pesados, piezas y elementos para las instalaciones, carretillas cargadas, camas y mesas móviles, pueden necesitarse montacargas.

Las cintas transportadoras, los elevadores de rosario y los llamados montaplatos solucionan una serie de transportes de objetos, pero no entran en el campo de este libro.

En los ascensores para transporte de personas, las características de un servicio ideal son: acceso inmediato a las cabinas en todas las plantas del edificio, rapidez en el transporte, suavidad en el movimiento durante los periodos de aceleración, de velocidad constante y de deceleración, entrada rápida y salida sin molestias. El funcionamiento rápido y silencioso de las puertas; la visibi-



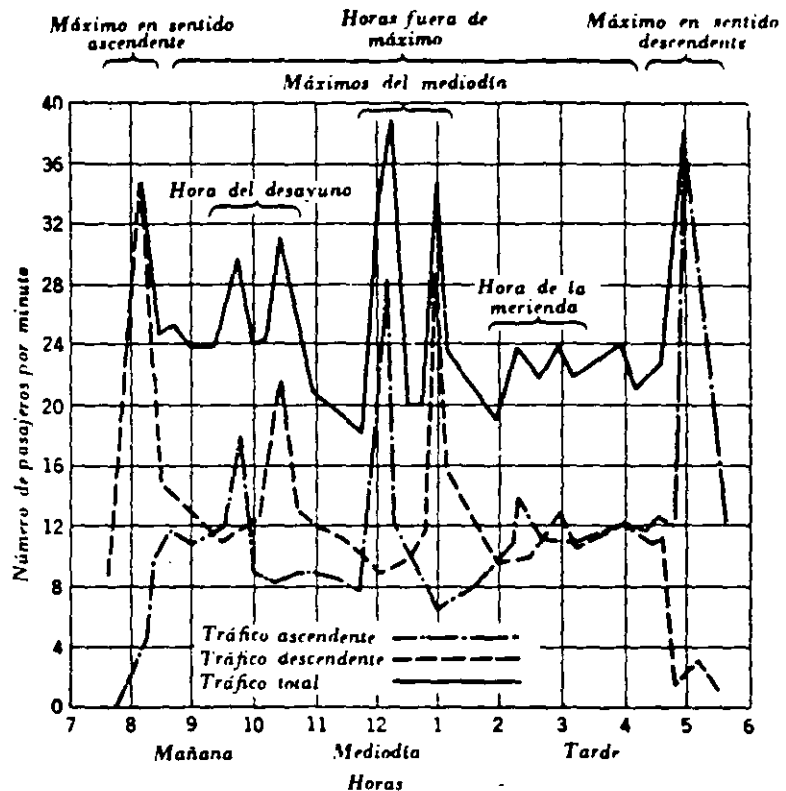


Fig. 1. Estas curvas muestran las diferencias en el número de pasajeros por minuto en las horas de máximo servicio, para los ascensores de los edificios destinados a oficina, de tipo corriente. En general los máximos se presentan a primera y última horas de la mañana y de la tarde. En algunos edificios en que trabajan gran número de personas el máximo de la mañana puede exceder al máximo de la tarde.

lidad de los indicadores de pisos y de los pulsadores; el funcionamiento silencioso, suave y seguro de los dispositivos de seguridad; una iluminación adecuada; y la buena educación del ascensista y de todos los pasajeros de la cabina son factores importantes. Hay que poner especial cuidado en el proyecto, condiciones, funcionamiento y conservación para obtener completa seguridad, tanto para los pasajeros como para los empleados.

**2. Ascensores con maniobra colectiva por operador electrónico de grupo.** Desde hacia el 1931 hasta el 1951 los usuarios de los ascensores estaban acostumbrados al funcionamiento de dos tipos de ascensores: los controlados por un jefe de operaciones en la parada inferior y con un individuo encarga-

do de la maniobra en cada cabina; y los que funcionaban sin operador ni ascensoristas, en las casas de viviendas, grandes o pequeñas. Estos ascensores proporcionaban un transporte bastante rápido, seguro y satisfactorio. Los intensos estudios y desarrollos sucesivos efectuados desde 1936 hasta 1952 dieron lugar a una maniobra semiautomática para los periodos de máximo uso, en ascensores con velocidades de hasta 2,5 m por segundo, con operador y ascensorista.

Pero desde 1952 se emplean dispositivos auxiliares y de maniobra completamente automáticos (sin operador ni ascensorista en las cabinas). Éstos permiten llevar más pasajeros en el ascensor; abren y cierran las puertas en las paradas extremas y en aquellas en que se ha solicitado desde el relleno

o desde el interior de la cabina; evitan que las puertas se cierren chocando contra un pasajero situado en la abertura; ponen en marcha o dejan fuera de servicio los distintos ascensores a medida que son o dejan de ser necesarios; permiten seleccionar entre el número de pasajeros que desean bajar, aquella cantidad cuyo peso requiere menos energía eléctrica para los motores; y finalmente no necesitan nunca operadores ni empleados. En el sistema automático de maniobra, en los periodos de máximo uso, hacia arriba o hacia abajo, se ponen automáticamente en funcionamiento todos los ascensores del grupo o batería; cuando el número de pasajeros disminuye van quedando sucesivamente fuera de servicio; y van poniéndose en servicio nuevamente cuando el número de pasajeros vuelve a aumentar. Por la noche, cuando sólo usa el ascensor el personal encargado del servicio permanente del edificio, no queda en servicio ninguna cabina o solamente una, y esto es también maniobrado automáticamente. Si el ascensor no se usa durante 15 minutos queda fuera de servicio hasta que la próxima llamada lo ponga otra vez en circulación. Las variaciones en el número de pasajeros que esperan el ascensor (para subir, para bajar, y en total) son «conocidos» automáticamente por los relés electrónicos de control y éstos maniobran la instalación en la forma más económica. El sistema de maniobra electrónica «oye» todas las llamadas: las «registra»; «pesa» los pasajeros, para obtener así el funcionamiento más económico de las cabinas (80 % de la carga normal); hace que las cabinas y sus elementos auxiliares hagan correctamente las maniobras solicitadas en los momentos y periodos oportunos; etc. La carga y todos los movimientos de la cabina, puertas y señales se efectúan de acuerdo con las «órdenes» del operador electrónico.

Muchas de las últimas instalaciones de ascensores, con de 2 a 6 u 8 ascensores automáticos, con operador de grupo, están funcionando con éxito. La «Otis Elevator Company» y el departamento de ascensores de la «Westinghouse Electric Corporation» han sido los primeros en los estudios y el desa-

rollo de estos sistemas con maniobra colectiva efectuada por operador electrónico. El sistema Otis recibe el nombre de *autotrónico*; el Westinghouse el de *selectomático*.

El coste aproximado de los sistemas con maniobra en grupo por operador electrónico es de un 8 a un 11 % más elevado que el de los sistemas no automáticos de ascensores que proporcionan un transporte vertical de igual rapidez, pero que emplean un jefe de maniobra en la planta baja y un operador ascensorista en cada cabina. En general, para lograr el servicio debido, se necesitará aproximadamente el mismo número de ascensores, tanto si son automáticos como si no lo son.

**3. Condiciones de un ascensor.** El pliego de condiciones para una instalación de ascensores debe redactarse después de hacer un estudio del servicio que deben prestar y de haber considerado debidamente cuáles son los tipos de maquinaria y de maniobra existentes en el mercado. Los varios tipos de ascensores pueden clasificarse según distintos puntos de vista, teniendo en cuenta la disposición mecánica de cables y poleas, las características del motor y la transmisión, la relación de velocidades entre el motor y el tambor, el llevar motor de corriente continua o alterna, el servicio eléctrico y los conductores, la maniobra del motor, el funcionamiento automático o manual y la situación de la maquinaria, en la parte superior o en la parte inferior del recorrido.

Los detalles estructurales del edificio, el espacio disponible, el suministro de corriente eléctrica, las características y necesidades del personal al que se prevé que deberá prestar servicio, consideraciones sobre el coste inicial y el de mantenimiento y maniobra, son factores que influyen en la elección del tipo de ascensor y de los detalles mecánicos y eléctricos. No es posible presentar aquí un análisis detallado de todos los tipos de ascensor, pero deben hacerse constar las grandes clasificaciones y los factores de mayor influencia.

**4. Emplazamiento de los ascensores y de los vestíbulos de entrada y salida de los mismos.** El emplazamiento de las cajas de los

ascensores y de los vestíbulos de acceso a los mismos constituyen uno de los problemas de distribución del espacio más importantes con que se encuentra el arquitecto. El vestíbulo de los ascensores es, en cada piso, el foco de donde parten los pasillos que dan acceso a todas las habitaciones, escaleras, locales de servicio, etc. Claro está que estos vestíbulos deben estar uno encima de otro, ya que los ascensores suben verticalmente. Todos los pasajeros entran y salen de las cabinas por estos vestíbulos. Naturalmente, el vestíbulo de la planta baja debe estar convenientemente situado en relación con la puerta de entrada; modernamente, en esta área, o anexos a ella, se colocan los teléfonos públicos, los despachos de la dirección del edificio, el servicio del jefe de maniobra de los ascensores y los cuadros indicadores y de control.

Todos los vestíbulos de entrada y salida de los ascensores deben ser bastante grandes para que se puedan reunir allí, en las horas de máximo servicio, todos los pasajeros que esperan el ascensor, a fin de procurarles rapidez y comodidad. La superficie necesaria para estos vestíbulos está determinada por el número de personas que en cada piso toman el ascensor en el período de máximo uso, que

podemos suponer de unos 15 a 20 minutos de duración.

En estos períodos debe contarse aproximadamente con  $0,40 \text{ m}^2$  de superficie por persona, para los pasajeros que esperan delante de un ascensor o de una batería de ascensores. Los pasillos que conducen a estos vestíbulos deben tener también  $0,40 \text{ m}^2$  por cada una de las personas que se dirigen al vestíbulo. Se requiere un estudio de la circulación en todos los pasos que se dirigen a los ascensores. Una instalación ideal debería poder tener siempre una cabina «esperando» en cada piso. La corriente es que una instalación excelente dé lugar a un período de espera en los vestíbulos de 20 a 30 segundos.

El vestíbulo de la planta baja generalmente da acceso a escaleras y pasillos, y muchas veces sirve de entrada o de espacio de venta para establecimientos comerciales. Finalmente, todo el proyecto arquitectónico y la decoración del vestíbulo principal de ascensores debe armonizar tanto con el interior como con el exterior del edificio. El uso cada vez mayor de los ascensores completamente automáticos, sin ascensorista, influye mucho en el proyecto y disposición de los ascensores (fig. 2).

El arranque general de los ascensores está

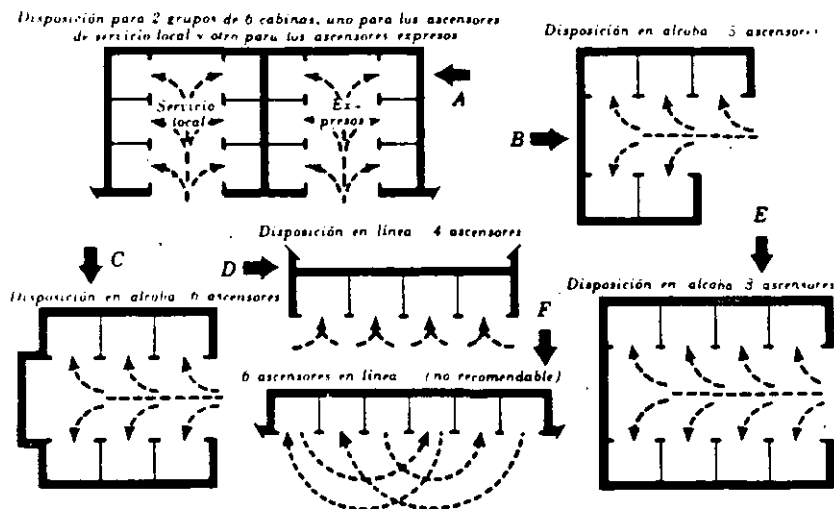


Fig. 2. Las disposiciones A, B, C, D y E facilitan la entrada y salida de los ascensores en la planta baja. La disposición F nunca se usa, pues la circulación en sentido transversal dificulta la entrada y salida de los pasajeros.

**Tabla 1.1. Dimensiones aproximadas, en cm, de algunos elementos del equipo de un ascensor con mecanismo de acoplamiento directo**

Características del ascensor		Tablero general de señales y maniobra			Tablero de relés electrónicos			Selector			Grupo motor-generador		
Carga útil kg	Velocidad m./seg.	Ancho	Fondo	Alto	Ancho	Fondo	Alto	Ancho	Fondo	Alto	Ancho	Fondo	Alto
1360	2												
1135	2,5	132	43	190	79	35	203	53	58	190	46	117	117
1360	2,5												
1810	2												
1585	2,5	132	43	218	79	35	203	53	58	190	46	117	117
1810	2,5												
1360	3												
1585	3												
1135	3,5	91	68	203	107	35	203	96	74	t	92	178	178
1135	4												
1360	4												
1585	3,5	91	68	203	107	35	203	96	74	t	112	190	190

**Observaciones:**

1. El grupo motor-generador tiene una altura aproximadamente igual a su longitud.
2. Si para el grupo motor-generador se ponen unas vigas adicionales o un bloque de cimentación por encima del suelo del cuarto de máquinas, hay que aumentar la altura del grupo en la altura de estos elementos de soporte.
3. La plataforma auxiliar debe estar a un nivel tal que deje una altura libre de aproximadamente 1,50 m hasta las vigas que sostienen la maquinaria. Esta plataforma auxiliar no suele ser proyectada y construida por la empresa que construye el ascensor.
4. La polea (secundaria) de doble artollamiento para ascensores de acoplamiento directo está sostenida por las mismas vigas que la maquinaria general del ascensor.
5. La polea del selector y el regulador de velocidad están sostenidos, en general, por la plataforma auxiliar, pero a veces están montados en el cuarto de máquinas.
6. En el piso del cuarto de máquinas y en la plataforma auxiliar hay que dejar unos huecos practicables, cerrados por trampas, si la maquinaria del ascensor ha de hacerse llegar a dichos cuartos pasando por el hueco de la caja de ascensor.
7. altura del selector, depende del número de pisos, pues por cada piso hay que añadir la altura de un mecanismo selector a la altura total del bloque del selector.

generalmente al nivel de la planta baja, aunque en algunos edificios está en el sótano o en el primer piso. La última parada suele estar en el último piso. En ciertos tipos de edificios, en que la parte elevada ocupa sólo una parte de la planta total, estando el resto de ella edificado a menor altura, la zona baja está servida por ascensores de servicio local, o sea, con parada en todos los pisos, mientras que las partes elevadas del edificio están servidas por otras baterías de ascensores, directos a través de las primeras zonas, y de servicio local en la segunda, tercera, etc.

A veces, en edificios altos (no escalonados) es necesario considerar qué número de ascensores hay que instalar para proporcionar servicio local a una zona, por ejemplo, la formada por la mitad de los pisos desde el nivel de la calle; y qué número para dar

servicio directo hasta el primer piso de la zona superior y desde allí servicio local hasta el último piso. Esto plantea la cuestión de si todas las cajas de ascensor deben continuar hasta el piso superior o si las cajas de los ascensores que sirven los pisos bajos deberían terminar encima del último piso de la zona respectiva.

En general es aconsejable establecer las condiciones del tráfico máximo futuro hasta todos los pisos superiores y hacer llegar hasta ellos las cajas de ascensor suficientes según estas previstas necesidades. También es posible prever la instalación de escaleras mecánicas entre algunos de los pisos superiores, para el tráfico local futuro de la zona, en lugar de prolongar cajas de ascensor.

Naturalmente, el suelo que lleva la maquinaria de cada ascensor y los tableros de

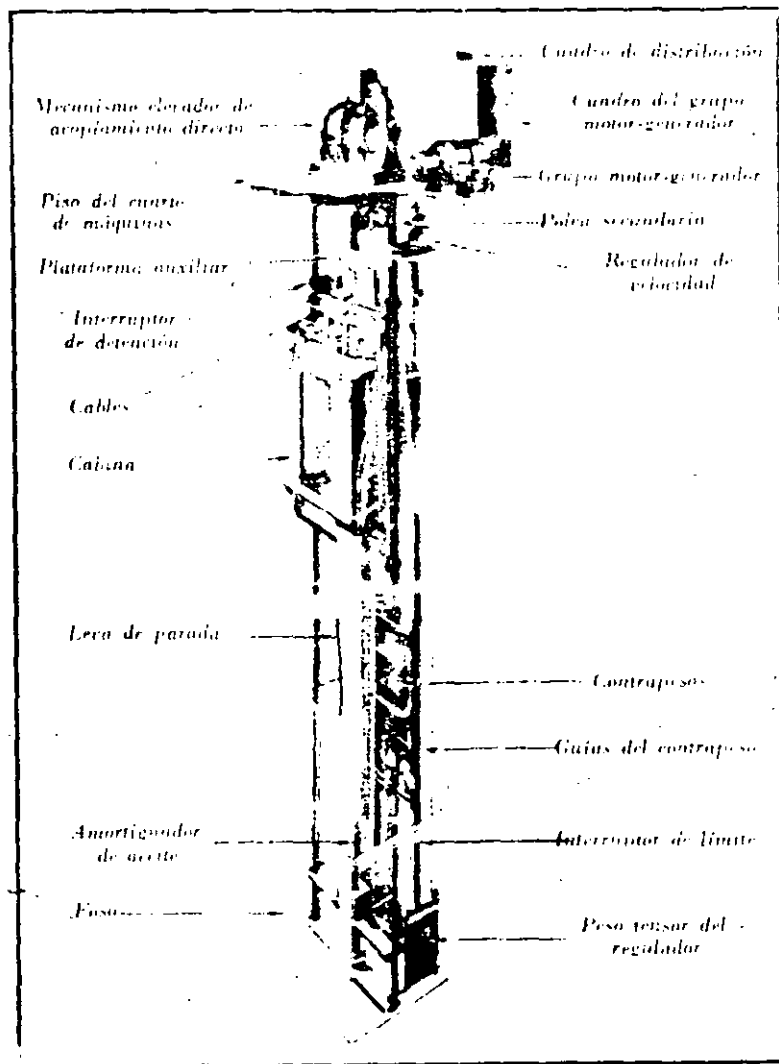


Fig. 3. Elementos principales de una instalación de ascensor con mecanismo de acoplamiento directo.

maniobra, y la plataforma auxiliar, que lleva la polea secundaria y la transmisión del selector, van encima de la caja del respectivo ascensor y necesitan aproximadamente una altura equivalente a la de dos plantas del edificio por encima de la posición de la viga de la que cuelga la cabina, cuando ésta está en su posición más elevada. La superficie necesaria para la maquinaria, el motor y los tableros de maniobra es aproximadamente el doble de la superficie de la caja del ascensor. La superficie de la plataforma auxiliar

no necesita ser mayor que la de la caja del ascensor a que corresponde. Véanse en la tabla 1 algunos detalles sobre dimensiones y en la figura 3 una de las muchas disposiciones de la maquinaria en las plataformas principal y secundaria que la sostienen.

**5. Elementos de una instalación de ascensores.** Lo más importante de la instalación de un ascensor está constituido por la cabina, los cables, el mecanismo elevador, el equipo de maniobra, el contrapeso, el hueco o caja del ascensor, las guías, el cuarto de

máquinas y el foso. Es esencial dar algunas ideas elementales sobre la misión de estos elementos más importantes y de sus auxiliares. En la figura 3 están representadas las partes principales y ciertos elementos auxiliares.

Las cabinas, con su presentación y comodidad, su equipo de seguridad, sus muebles y su decorado, son elementos importantes del sistema (los únicos con que el público está familiarizado). Gran parte del éxito del arquitecto y del ingeniero depende de que las cabinas tengan una disposición agradable. Esencialmente la cabina es una caja de metal ligero sostenida por una estructura resistente en cuyo extremo superior se amarran los cables. Por medio de las zapatas montadas en los lados de la cabina, que actúan contra las guías, queda fijada su posición en su trayecto vertical. La cabina está provista de puertas de seguridad, mecanismos de maniobra, indicadores de niveles de piso, iluminación, puertas de socorro, ventilación, zócalos y pasamanos. Deben ser proyectadas para larga vida, funcionamiento silencioso y poco gasto de conservación.

Los cables izan y arrian la cabina en su viaje por la caja o el hueco del ascensor. Por lo general se colocan de tres a ocho cables paralelos entre los cuales se distribuye el peso de la cabina de una manera uniforme. Estos cables se amarran a la parte superior de la cabina por medio de zapatas para cable, que aseguran un enganche perfecto. Luego se arrollan al tambor cilíndrico (con ranura helicoidal para el cable) del mecanismo tractor y vuelven a descender para amarrarse al contrapeso por medio de zapatas. El recambio de cables es una de las partidas más caras de la explotación de un ascensor.

El mecanismo elevador hace dar vueltas al tambor y hace subir y bajar la cabina. Consiste en una estructura metálica robusta sobre la cual se hallan montados el tambor y el motor, los frenos y los engranajes (si los hay) y algunos elementos auxiliares. El regulador de velocidad, que evita que ésta llegue a ser peligrosa, está montado en el mecanismo elevador o cerca de él. En las más modernas instalaciones el motor recibe la

energía de un grupo motor-generador independiente, que está en movimiento durante el periodo de servicio del ascensor. El grupo motor-generador es, propiamente considerado, una parte del mecanismo elevador, aunque pueda colocarse a alguna distancia del mismo.

El equipo de maniobra, en su acepción general, es la combinación de pulsadores, contactos, relés, levas y dispositivos que funcionan manual o automáticamente para la maniobra de las puertas y para el arranque, aceleración, deceleración, ajuste de nivel y paro de la cabina. Estos elementos auxiliares están combinados entre sí de tal manera que los elementos principales funcionen con el máximo de seguridad, de comodidad y de conveniencia. Interruptores eléctricos detienen automáticamente la cabina para que no sobrepase los extremos de su recorrido. Los indicadores de la posición de la cabina, las luces piloto, los cuadros de pulsadores en la cabina, los botones de llamada en los pisos, los dispositivos de ajuste de nivel y las lámparas indicadores de si la cabina sube o baja, son elementos constitutivos del equipo de maniobra.

El contrapeso está formado por bloques rectangulares de fundición, apilados en una armazón suspendida del extremo opuesto del cable con relación al extremo que está amarrado a la cabina. El contrapeso está, en relación con el peso de la cabina y su carga, en la proporción que convenga para reducir al máximo el consumo de energía de la instalación. En realidad, la energía consumida es importante durante los periodos de aceleración y deceleración solamente. El contrapeso tiene sus guías en la parte posterior de la caja o hueco del ascensor. No es necesario decir que el contrapeso se mueve en sentido inverso al de la cabina correspondiente.

La caja o hueco del ascensor es el paso vertical por el cual circulan la cabina y el contrapeso. Sobre sus paredes están montadas las guías, los bastidores de las puertas y algunos de los elementos mecánicos y eléctricos de los aparatos de mando. En el fondo del hueco del ascensor están los parachoques de la cabina. En el extremo supe-

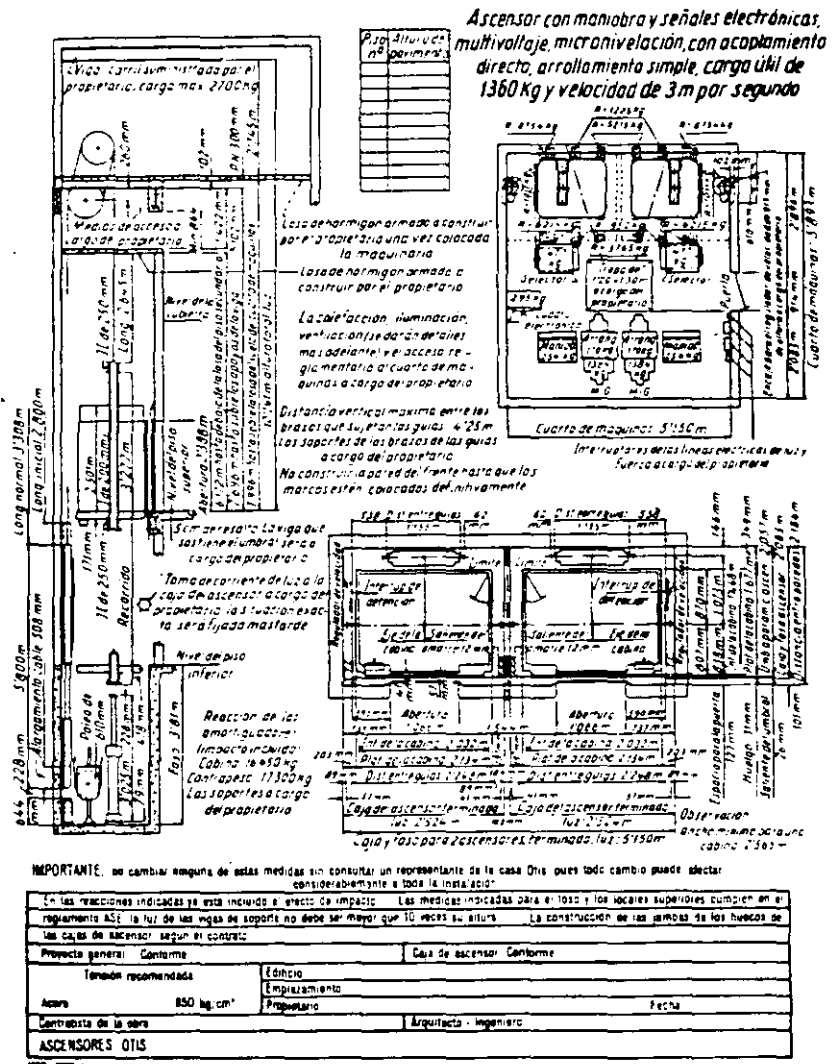


Fig. 4. Disposición típica de la caja de ascensor y del cuarto de máquinas. Esquema de dimensiones para un ascensor con maniobra y señales electrónicas, multivoltaje, con micronivelación por el mismo motor, con acoplamiento directo, arrollamiento simple, carga útil de 1360 kg y velocidad de 3 m por segundo. Véase también la figura 31.15.

rior está la plataforma que sostiene la ma-  
quinaria.

Las guías son las vías verticales que con-  
ducen la cabina y el contrapeso. Las guías  
de la cabina son de acero duro mecanizado,  
con ensambles en cola de milano, y deben  
estar cuidadosamente alineadas para asegu-  
rar el paso de las zapatas. Estas zapatas,  
montadas a los flancos de la estructura de la  
cabina, tienen forma acanalada para que se

ajuste a la forma saliente de la guía. La guía  
tiene perfil en T. Las guías del contrapeso  
son parecidas, pero menores. Todas las guías  
se fijan con pernos a la estructura resistente  
del edificio, la cual ya ha sido prevista es-  
pecialmente, en las cajas de ascensor, para  
recibir estas guías. Las guías de los ascen-  
sores modernos no se engrasan, ya que éstos  
usan zapatas de rodillos de caucho.

El cuarto de máquinas es el local coloca-

do inmediatamente encima del hueco del ascensor para servir de albergue al mecanismo elevador. Este local contiene el grupo motor-generador que suministra energía al ascensor, el cuadro de distribución y otros aparatos de maniobra. Todos los contactores y demás elementos de la maquinaria o del equipo de control que puedan ser causa de ruidos deben ser construidos para funcionamiento silencioso.

La figura 4 presenta la disposición típica de una caja de ascensor y del cuarto de máquinas. Da las dimensiones aproximadas para una carga de 1360 kg y una velocidad de 3 m por segundo. Un ascensor para una carga de 1360 kg debería llevar en los períodos de máximo servicio una carga del 80 % de la carga nominal ( $0,8 \times 1360 = 1088$  kg de carga útil). La carga de los ascensores se calcula a base de un promedio entre 65 y 70 kg por persona.

Un ascensor con maniobra electrónica automática para 1360 kg de carga nominal tiene, pues, capacidad para 20 pasajeros; un ascensor con ascensorista, para 19. Todo ascensor para personas puede cargar aproximadamente del 20 al 25 % por encima de su capacidad nominal, aunque el transporte más rápido del mayor número de personas se verificará con el 80 % de la capacidad nominal. En los ascensores de maniobra automática, las puertas se cierran y la cabina arran-

ca a esta carga del 80 %, lo que se efectúa porque el suelo del ascensor es la plataforma de una báscula.

**6. Disposiciones del mecanismo elevador, los tornos o poleas y los cables.** El método más sencillo para conseguir el movimiento vertical de una cabina sería pasar el cable por una polea y equilibrar el peso de dicha cabina por medio de un contrapeso. Entonces, poniendo en rotación la polea, la cabina ascendería o descendería y se requeriría muy poca energía para realizar tal movimiento. Éste es esencialmente el esquema de lo que se hace en la mayoría de los ascensores rápidos para personas, como está representado en la figura 5a. La polea de la cual hemos hablado tiene la forma de un tambor cilíndrico con ranuras para los distintos cables que soportan el peso de la cabina.

Cuando los cables de tracción pasan simplemente sobre el tambor (por las ranuras) y se conectan directamente al contrapeso, el esfuerzo de elevación lo ejerce el tambor por el efecto de pinza que la garganta realiza sobre el cable. Este sistema puede clasificarse como de simple arrollamiento del cable en el tambor. La función de la polea S es simplemente la de polea de guía. Cada uno de los tres o más cables de tracción se apoya en una ranura paralela a las restantes.

En la figura 5b los cables que parten

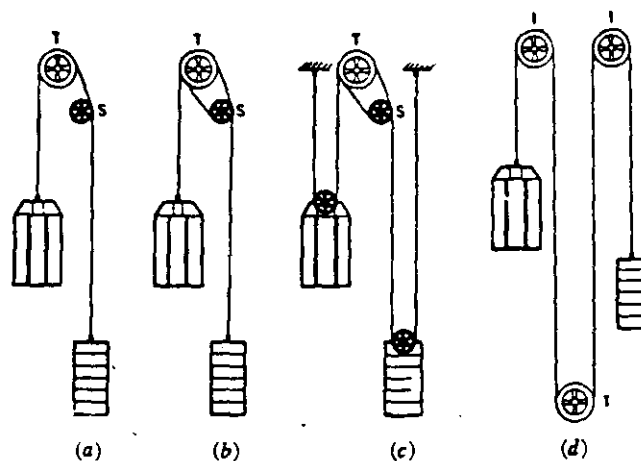


Fig. 5. Disposiciones típicas de las poleas y cables: (a), (b) y (c) para ascensores con la maquinaria en la parte superior; (d) para ascensores con la maquinaria en la parte inferior.

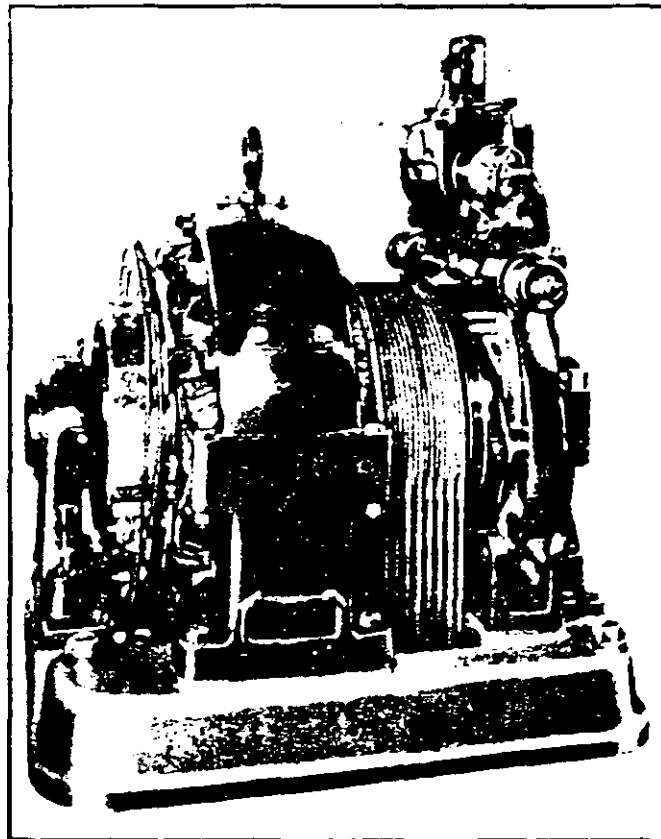


de la cabina se arrollan primero en el tambor *T*, después en la polea secundaria o loca *S* y una segunda vez sobre el tambor *T* y sobre *S*, para ir a terminar en el contrapeso. Este montaje es característico del tipo de máquina de doble arrollamiento, uno a uno. Consigue mayor esfuerzo de tracción que el anterior.

En la figura .5 *c* la velocidad periférica del tambor es el doble de la velocidad vertical de la cabina; ésta corre más lentamente para una velocidad dada del tambor, lo que permite aprovechar las ventajas económicas de los motores de alta velocidad. A este tipo de mecanismos de ascensores se les llama de doble arrollamiento, dos a uno.

Su mayor aplicación son los ascensores para grandes pesos y corto trayecto para viajeros, y los montacargas. Su empleo se limita generalmente a ascensores con velocidades no superiores a 2,5 m por segundo o montacargas con grandes cargas y velocidades menores de 2,5 m por segundo.

En todos estos tipos de ascensores la maquinaria se instala encima del hueco del ascensor. Cuando la maquinaria se instala en la planta baja debe utilizarse otro tipo de montaje de los cables y tambores para conseguir los mismos resultados. La figura .5 *d* representa una disposición de este tipo. Cuando la maquinaria se halla en la planta baja se necesita mucha mayor longitud de



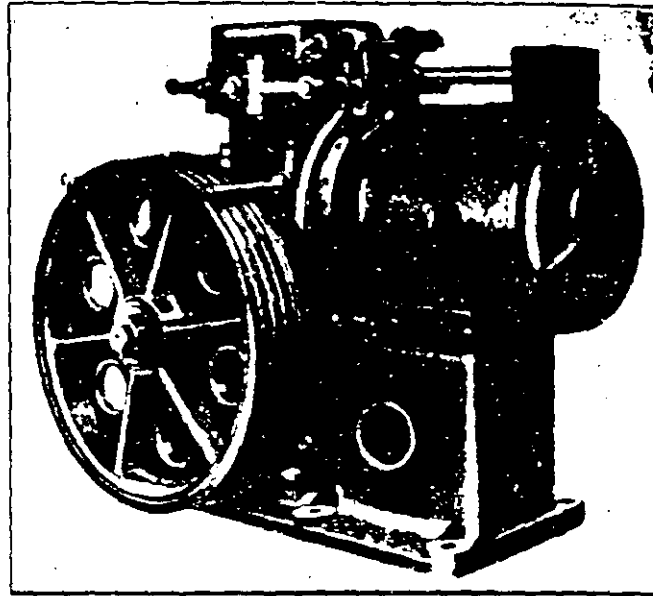
(a)

Fig. 6. Maquinaria para ascensores: (a) motor de corriente continua con acoplamiento directo; (b) motor de corriente alterna con mecanismo de tornillo sin fin; (c) motor de corriente continua con mecanismo de tornillo sin fin.

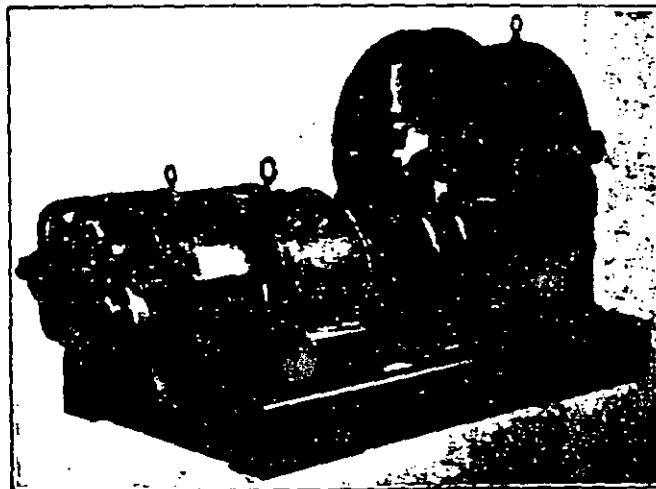
cable; y, por consiguiente, los problemas de la conservación de los cables son de mayor importancia.

**7. Ascensores con mecanismo de acoplamiento directo.** El mecanismo de acoplamiento directo (fig. 6a) consiste en un motor de corriente continua cuyo eje está conectado directamente con el tambor. Los cables del ascensor se arrollan alrededor del tambor, obteniéndose la tracción por el fro-

tamiento entre éste y los cables. La ausencia de engranajes significa que el motor va a la misma velocidad que el tambor. Y como no es práctico construir motores de corriente continua para trabajar a velocidades muy pequeñas, esta clase de mecanismos sólo se emplean para ascensores de velocidad media o elevada (2 a 6 m por segundo). Los motores se construyen con potencias de 20 a 150 CV.



(b)



(c)

El mecanismo de acoplamiento directo se considera generalmente superior a los mecanismos de tornillo sin fin. Como tiene menos elementos móviles, es más eficiente, más silencioso y requiere menos recambios de piezas. Para edificios destinados a oficinas y a viviendas, de diez o más pisos, donde se requieren grandes velocidades y un funcionamiento suave, se prefiere generalmente el mecanismo de acoplamiento directo.

**8. Ascensores con mecanismo de tornillo sin fin.** (Accionados por motores de corriente continua o de corriente alterna.) En esta clase de ascensores (fig. 6 b y c), la transmisión entre el motor y el tambor se hace mediante un mecanismo de tornillo sin fin. El motor, puesto en marcha por reostato, puede, por lo tanto, funcionar a velocidades elevadas, más económicas, de 600 a 1800 revoluciones por minuto. Los ascensores a base de tornillo sin fin, con maniobra por reostato, pueden ser accionados por motores de corriente continua o de corriente alterna. Cuando sólo se dispone de corriente alterna y se desea una velocidad de la cabina mayor de 0.5 m por segundo es preferible usar un sistema de voltaje múltiple que permita em-

plear un motor de corriente continua para la máquina del ascensor. El mecanismo con transmisión por tornillo sin fin se usa tanto para ascensores como para montacargas. Las potencias de los motores varían desde 3 hasta 100 CV.

**9. Sistemas con tensión variable.** Para suministrar corriente eléctrica con tensión variable al motor del aparato elevador se necesita un grupo motor-generador. El motor y el aparato de arranque del grupo deben estar dispuestos para emplear corriente alterna o continua, según la clase de corriente de que se disponga en el edificio. El generador del grupo lleva su excitatriz (una pequeña dinamo montada sobre el mismo eje) si el grupo está alimentado con corriente alterna.

Cada ascensor tiene su grupo motor-generador. Siempre que se ponga un ascensor en servicio, o se deje fuera de él, el encargado pone en marcha el grupo, o lo detiene, por medio de un botón de mando a distancia (fig. 7). La sucesión de maniobras del grupo motor-generador del ascensor es la que sigue: el encargado aprieta el botón de arranque, que empieza por cerrar el contactor tripolar A que conecta el motor del gru-

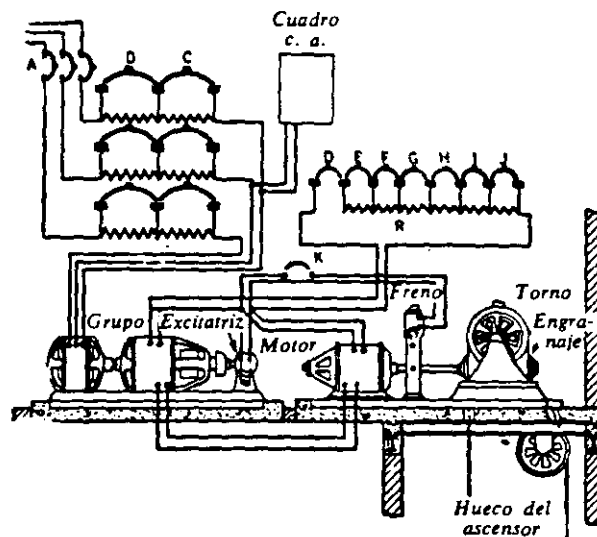


Fig. 7. Esquema de instalación de alimentación y maniobra de un ascensor, con grupo motor-generador para suministrar tensión variable al motor acoplado al torno por medio de un mecanismo de tornillo sin fin. En el sistema de acoplamiento directo, el acoplamiento se hace directamente al eje del motor.

po motor-generador con la línea, a través de dos juegos de resistencias de arranque en serie. Estas resistencias absorben temporalmente parte de la energía y el motor arranca suavemente. En pocos segundos el contactor tripolar *B* se cierra automáticamente quitando o poniendo en cortocircuito las resistencias *B* y acelerando la velocidad; poco después el contactor tripolar *C* se cierra también automáticamente suprimiendo el resto de la resistencia, aplicando así el pleno voltaje de la línea al motor, que alcanza rápidamente la velocidad máxima. Cuando la velocidad del motor aumenta, la excitatriz eleva su voltaje y está en disposición de excitar el campo del generador, por la acción del operador de la cabina, o por los relés de maniobra en los ascensores automáticos. La excitatriz mantiene un voltaje terminal constante en el campo del motor de tracción del ascensor.

Si la instalación está dispuesta para el funcionamiento automático, con iniciación del movimiento por acción manual, el ascensorista puede ya mover la palanca hacia su posición superior o inferior. Esto inicia la serie automática de maniobras para la aceleración. Los distintos relés y contactores del cuadro de control se comportan como sigue: el freno magnético se pone en tensión por el cierre del contactor *K*, aflojándose la presión de las zapatas sobre el tambor. El contactor *D* cierra el circuito de campo del generador, el cual está en serie con la resistencia total del reostato de campo de la excitatriz, *R*, suministrando una excitación baja al campo del generador principal. El generador débilmente excitado manda un voltaje reducido al inducido del motor de tracción, poniendo en marcha, lentamente, el mecanismo elevador del ascensor.

Poco después del cierre del contactor *D*, se cierran a cortos intervalos los demás contactores *E*, *F*, *G*, *H*, *I*, *J*, y así, con suavidad, se eleva el voltaje del generador y se acelera el motor. El ascensor, entonces, corre a toda velocidad en el sentido deseado. Cuando el operador (o el dispositivo automático) desea detener la cabina, pone la palanca en la posición de alto y en el cuadro

de control se abren sucesivamente y con el tiempo debido los contactores *J*, *I*, *H*, *G*, *F*, *E*, *D* en orden inverso al de antes, produciendo la deceleración de la cabina. Cuando la cabina se detiene, el contactor magnético de freno *K* se abre, permitiendo que el resorte apriete la cinta del freno contra el tambor de freno y mantenga detenidos el tambor del cable y el ascensor.

Un ascensor con sistema de control por señales dispone de un amplio cuadro de relés automático, o de un dispositivo selector, que establece los contactos eléctricos necesarios para registrar las llamadas y hacer funcionar las señales de posición en la cabina y en el vestíbulo y los rellanos. Con este equipo automático el pasajero que espera obtiene el paro, en el piso en que se halla, por medio de los botones «subir» o «bajar». El aparato de señales contiene unos juegos de contactos verticales sobre los cuales se mueven subiendo o bajando unas pequeñas escobillas de contacto sincronizadas con los correspondientes movimientos de la cabina en la caja de ascensor. Las escobillas se mueven por medio de una reducción mecánica de engranajes accionada por unos cables de control sujetos a la cabina, o por medio de motores eléctricos que ruedan en sincronismo con el recorrido de la cabina. En el cuadro general de este sistema se determinan el sentido del movimiento de la cabina, la aceleración de arranque, la marcha, detención y espera de la cabina y la apertura y cierre de las puertas.

**10. Sistema reostático.** En las instalaciones donde no se puede permitir el lujo del mando por tensión variable, o donde las velocidades reducidas (0,75 a 1,50 m por segundo) y las condiciones del tráfico no justifican tipos mejores y más caros, la máquina de tracción puede ser accionada por motores, sean de corriente continua o alterna, cuyas velocidades se regulan por reostatos (resistencias variables). Estos ascensores van generalmente accionados por una palanca o un volante manejados por un ascensorista. La figura 8a representa el esquema de conexiones de un reostato para un motor trifásico de inducción para un ascensor con

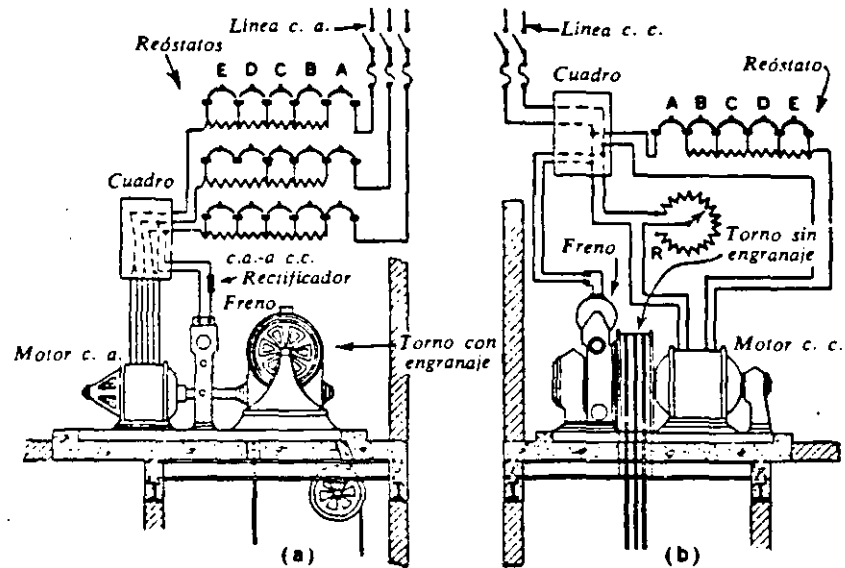


Fig. 8. Esquemas de dos tipos diferentes de máquinas de ascensor: (a) con motor trifásico; (b) con motor de compound de corriente continua. La velocidad del ascensor se gradúa con reostatos. Los sistemas a base de reostatos llevan generalmente transmisión por mecanismo de tornillos sin fin entre el motor y el torno.

mecanismo de tornillo sin fin, y la .8 b, para un motor compound de corriente continua para un ascensor de acoplamiento directo. En a los contactores (interruptores accionados por electroimán) A, B, C, D y E se conectan sucesivamente para poner en marcha el motor y para acelerarlo hasta la velocidad de régimen. Se desconectan en orden inverso, E, D, C, B y A cuando se reduce la velocidad del motor. La apertura y el cierre se hacen automáticamente y con regularidad de tiempo por medio de relés que se ponen en tensión desde la cabina. Dentro del cuadro de control hay un interruptor (no representado en la figura) que cambia las conexiones internas del motor para que se puedan obtener dos tipos definidos de velocidad además de las velocidades intermedias debidas al reostato.

En b el motor de corriente continua se acelera y se le regula la velocidad por medio de las resistencias A, B, C, D, E, las cuales se manejan de la misma manera que en el reostato para corriente alterna. Los grados intermedios de velocidad se obtienen por el reostato de campo R, accionado automáti-

camente por un pequeño motor. En todos los sistemas con reostato los periodos de aceleración, deceleración y velocidad constante se inician por el operador que va en la cabina, pero por lo general éste no regula los tiempos de aceleración y deceleración.

**11. Cables elevadores.** Los cables, en cuyo extremo va ligada la viga transversal de la que pende la cabina y que sostiene el peso de ésta y la sobrecarga, están hechos con grupos de alambres de acero especial para tracción estudiados especialmente para este uso. Todos los cables tienen una alma de cáñamo que sirve como núcleo de soporte de los alambres. La figura .9 muestra la estructura general de un cable para ascensores.

La capacidad del cable para resistir la flexión sobre las poleas y para tener una duración máxima depende en alto grado del tipo de construcción del mismo. El tipo 8 por 19 se emplea generalmente en muchas manufacturas como tipo estándar para cables principales de tracción, cables de maniobra y cables de contrapeso en los ascensores. También se emplea el tipo 6 por 19. El cable de 8 por 19 es más flexible y tiene más dura-

ción que el de 6 por 19. El reglamento ASE contiene los detalles para la elección del número y sección de los cables apropiados para cada caso. El coeficiente de seguridad suele tomarse igual a 7 para los ascensores y a 12 para los montacargas; es decir, que el conjunto de los cables no se romperá con menos de 7 veces (ó 12) la carga normal de trabajo que los cables soportan.

Se requiere una potencia considerable para acelerar o decelerar el peso de los cables. Es importante organizar un frecuente servicio de inspección de los mismos. Esta inspección pondrá de manifiesto cuándo se debe acortar la longitud de un cable por razón de su natural alargamiento o para equilibrar la tensión de todos los cables paralelos; cuando debe quitarse torsión a un cable y finalmente cuando debe reemplazarse. Los cables deben estar siempre bien lubricados.

El reglamento ASE da detalladas normas sobre los cables de los ascensores. También indica los tipos de cable requeridos por el equipo de maniobra y control.

**12. Dispositivos de seguridad.** El freno principal de un ascensor actúa directamente sobre el eje del mecanismo elevador (figura 10 a). Acciona por unas zapatas que están comprimidas por medio de unos muelles contra el tambor del freno. El freno se afloja por la acción de un electroimán de corriente continua y se pone en acción por medio de los muelles citados cuando no pasa corriente continua por el electroimán. Con motores de corriente continua el ascensor se decelera por la acción de freno dinámico del motor, y el freno actúa sujetando el tambor y manteniendo la cabina en el piso.

El freno de seguridad sirve para detener automáticamente la cabina antes de que ad-

quiera velocidad excesiva. Este mecanismo está accionado por un dispositivo de bolas o pesos centrifugos (fig. 10 b) que funciona independientemente del resto de la maquinaria del ascensor. A velocidades normales este dispositivo no efectúa ninguna acción; cuando la velocidad es excesiva, corta la corriente del motor de corriente continua y pone en acción el freno. Generalmente éste detiene la cabina, pero si la velocidad todavía aumentase, actúa sobre dos frenos de cuña, colocados debajo de la cabina, uno a cada lado, que actúan sobre las guías, comprimiéndolas, y llevando la cabina a detenerse suavemente.

En el foso del ascensor se colocan siempre amortiguadores, de muelles o hidráulicos. Su objeto no es el de detener la cabina si ésta se cae, sino el de amortiguar su detención cuando sobrepasa el límite inferior de su recorrido.

A poca distancia por encima y por debajo de los extremos superior e inferior, respectivamente, del recorrido de la cabina se colocan unos interruptores eléctricos que cortan la corriente del motor y ponen en acción el freno cuando la cabina sobrepasa dichos extremos.

**13. Cuadros de señales y de maniobra: cuadro de operaciones en el interior de la cabina.** Con toda batería de ascensores se entregan un cuadro de señales y un cuadro de maniobra. En general van colocados en un mismo tablero, con el cuadro de señales en la parte de arriba. En la figura 11 se ve el cuadro de señales automático. Las luces *A* y las flechas *B* indican la posición y el sentido de movimiento de cada cabina en cada rellano o al pasar por él. Otras luces *C* indican la dirección y procedencia de las

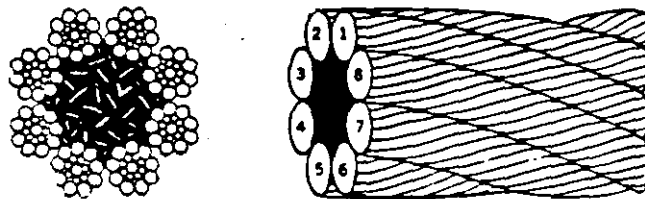


Fig. 9. Construcción típica de los cables para ascensores. La sección negra representa el alma de cáñamo.

llamadas (hacia arriba o hacia abajo) de los diferentes pisos, para los pasajeros que en ellos esperan. Las luces indicadoras de «sin parar» *D* informan de que algunos ascensores pasan de largo por las llamadas registradas. Las luces *E* indican una señal de llamada para que uno de los ascensores se pon-

ga en marcha desde uno de los extremos del recorrido. Las luces *F* indican cual es el ascensor que será puesto en marcha (hacia arriba o hacia abajo) desde el indicado extremo. La cerradura *G* abre la placa para reposición de lámparas e inspección de los conductores. El reloj *H* da la hora exacta. Unos

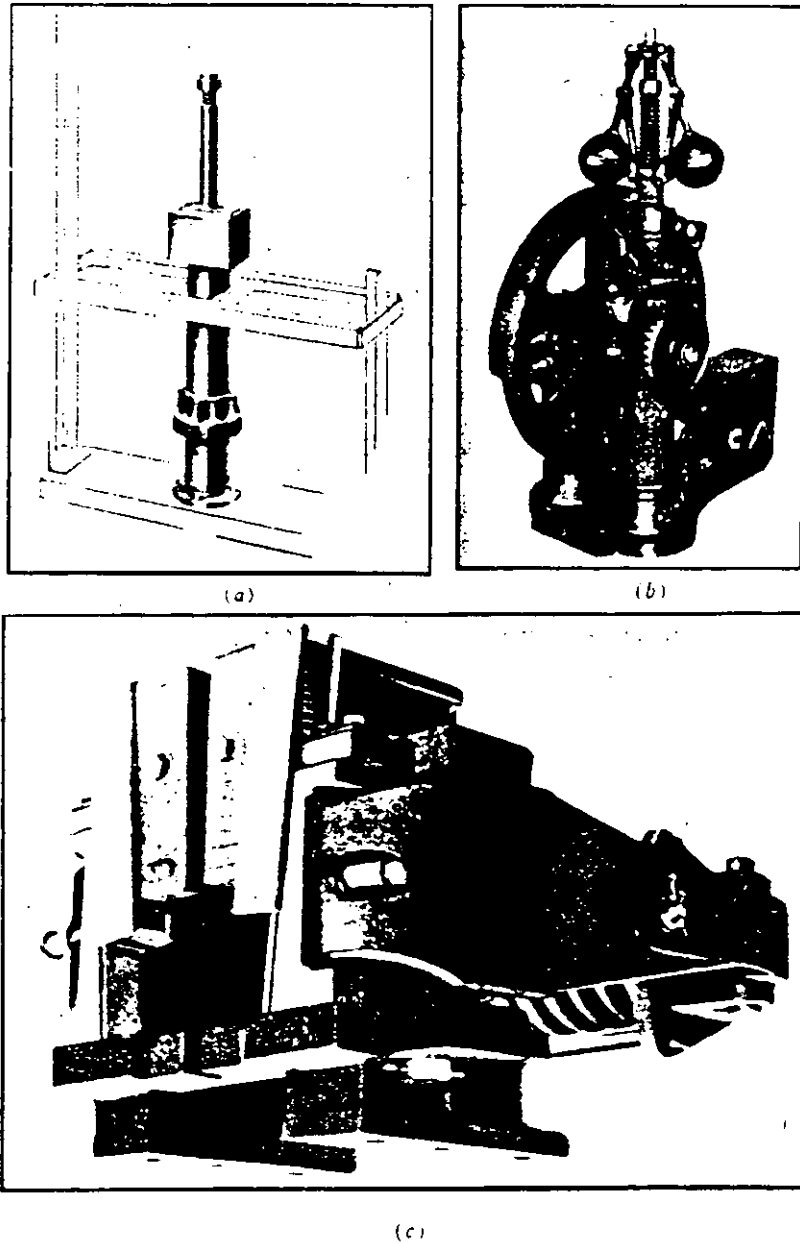
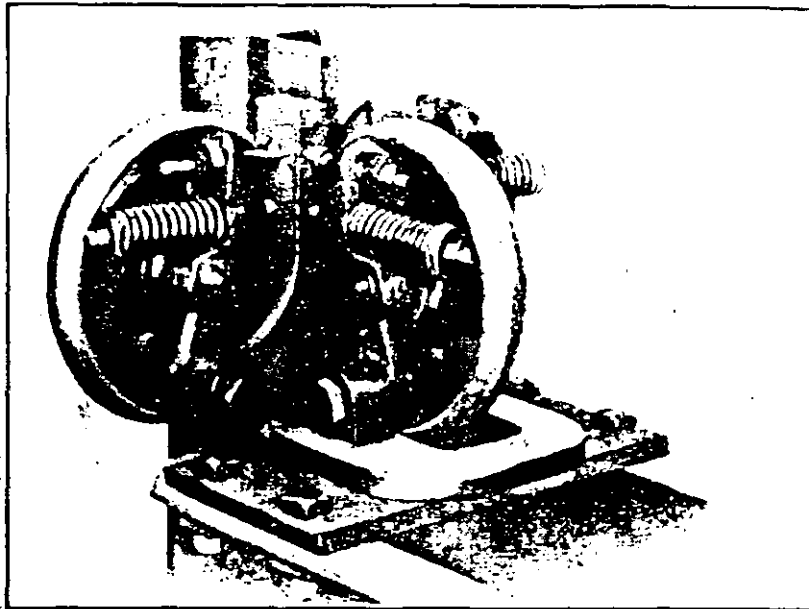


Fig. 10. Dispositivos de seguridad de un ascensor: (a) amortiguador de aceite; (b) regulador de bolas; (c) freno de cuña que actúa sobre la guía.

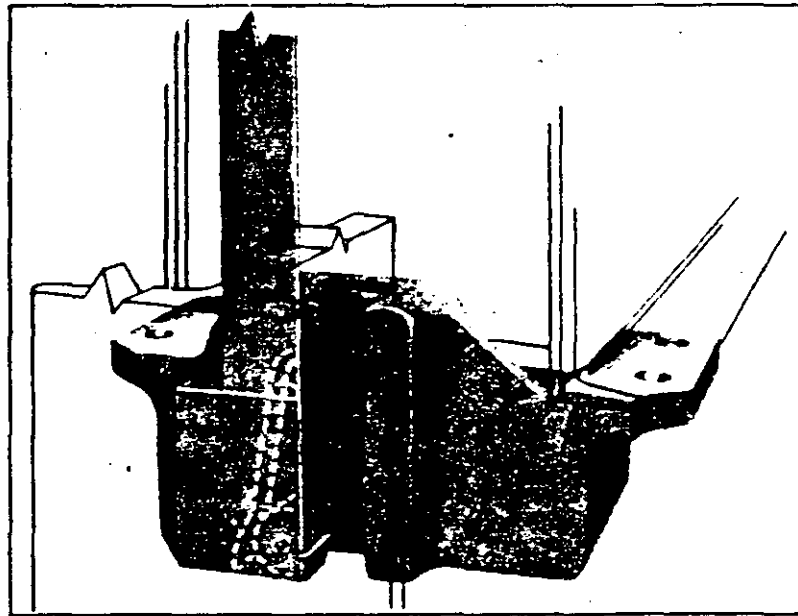
interruptores (que no se ven) ponen manualmente fuera del servicio automático todos los ascensores y aparatos de maniobra.

En la misma figura .11 se ve el cuadro de maniobra, automático. Unas flechas *a* in-

dican el sentido (hacia arriba o hacia abajo) en que se verifica la mayor parte del tráfico para toda la batería de ascensores. Un interruptor giratorio con cuadrante *b* sirve para que el cuadro funcione con maniobra ma-



(d)



(e)

Fig. .10 (continuación). Dispositivos de seguridad de un ascensor: (d) guías para desplazamiento por rodadura; (e) freno de seguridad para guías de rodadura.



nual (cuando no se desea la maniobra automática). El interruptor giratorio *c* cambia los intervalos de tiempo entre las señales de puesta en marcha, hacia arriba y hacia abajo *d, d'*, se usan si se desea poner en marcha una cabina, hacia arriba o hacia abajo, fuera del programa establecido por el regulador automático. Un regulador de zonificación *e* para cada cabina sirve para destinar individualmente las cabinas a funcionar en la zona baja o en la zona alta del edificio, según se desee, y sólo actúa cuando el interruptor de regulación general está en la posición correspondiente a un máximo de servicio en sentido descendente. Para cada cabina hay un interruptor *f* que se emplea para desconectarla de los sistemas automáticos de

puesta en marcha, en el caso de que se desee dejar alguna cabina fuera de servicio. Unos pulsadores para señales *g* sirven para dar órdenes a los ascensoristas, de acuerdo con una clave preestablecida. Lámparas piloto de los grupos motor-generator *h* indican cuando cada uno de estos grupos y la cabina correspondiente están en funcionamiento. Los interruptores de los grupos motor-generator *i* sirven para poner en funcionamiento o dejar fuera de servicio a dichos grupos y hacer que las puertas de las cabinas detenidas se abran automáticamente al ser puesto en servicio el grupo motor-generator correspondiente. La cerradura *j* asegura el cierre de las puertas en cuya cara posterior van las conexiones a los diversos interruptores, lámparas, etc.

En la mayoría de los ascensores modernos con maniobra automática electrónica se ha procurado hacer que todos los dispositivos para la maniobra automática puedan, cuando se desee, dejarse sin funcionamiento, y que entonces toda la instalación sea maniobrada por los ascensoristas desde el interior de las cabinas. En estos sistemas de maniobra automática o manual, a voluntad, en cada cabina hay un cuadro de maniobra (figura 12). La luz indicadora de la llamada más alta *a* permanece encendida hasta que el ascensor se detiene en el piso para el que se había registrado la llamada más alta. Entonces la cabina invertirá automáticamente el sentido de su marcha y empezará a bajar cuando se vuelva a accionar la palanca de arranque *m*. La luz indicadora de llamada en el sótano *b* informa al ascensorista de que hay una llamada en esta planta. Hay que apretar un pulsador especial para que la cabina responda a esta llamada. Con los pulsadores de los pisos *c* (uno para cada planta servida) se registran llamadas para los distintos pisos en los cuales debe parar la cabina. Los pulsadores de inversión del sentido de la marcha *d, e*, permiten al ascensorista que invierta este sentido en cualquier rellano, independientemente de las llamadas todavía no atendidas. La lámpara piloto del grupo motor-generator *f* indica que este grupo está funcionando. El interruptor del gru-

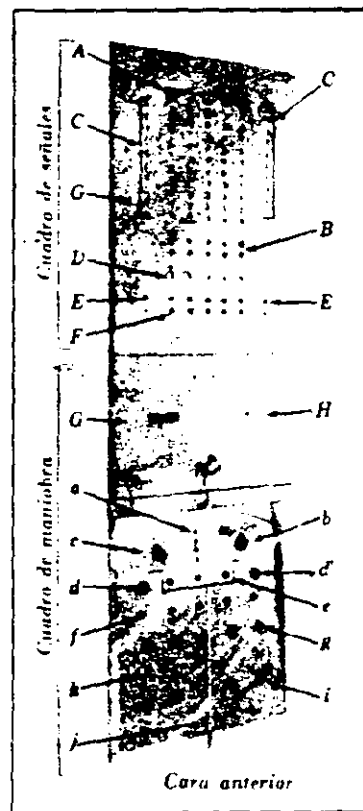


Fig. 11. Los cuadros generales de señales y de maniobra pueden estar separados, si así se desea. Generalmente se colocan en el vestíbulo o rellano de la planta baja. Cada grupo de ascensores tiene su equipo correspondiente de señales y maniobra, aunque pueden reunirse los de varios grupos.

po motor-generador *g* es un interruptor de tres posiciones (arranque, marcha normal y detención) que pone en marcha y detiene el grupo. El cuadro lleva un martillo *h* para romper los cristales que tapan la caja que contiene los pulsadores que dejan libres las puertas de la cabina y de los rellanos. Estos pulsadores *i, j*, sólo se deben usar en casos de emergencia. Cuando se ha apretado el pulsador que deja libres las puertas de los rellanos, el ascensor puede funcionar con las puertas de los rellanos abiertas y, análogamente, cuando se ha apretado el botón que desconecta las puertas de la cabina, el ascensor puede funcionar con estas puertas abiertas. Cuando se aprieta el pulsador de «sin parar» *k*, la cabina se convierte en una cabina expreso que no se detiene en los pisos desde los cuales se han registrado las llamadas. Sin embargo, la cabina continúa obedeciendo a las llamadas hechas en su propio cuadro de maniobras. Estos pulsadores son accionados por los ascensoristas cuando la cabina está llena o en casos de emergencia. Cuando una cabina se salta una llamada, la transmite automáticamente a la cabina en servicio más próxima. Todas las instalaciones de maniobra y señales, excepto las equipadas con cuadros de pulsadores electrónicos en los rellanos, llevan un interruptor con la inscripción «Noche-Día» *l*, que pone en servicio y deja fuera de él un timbre. Cuando está en la posición de «Noche» el timbre sonará cada vez que se aprieta el pulsador de uno de los rellanos. El timbre *m* (colocado detrás del tablero) sonará cuando se aprieta el correspondiente pulsador de anulación de llamada. Cuando un ascensor está en servicio nocturno el timbre suena cuando hay que atender la llamada de alguno de los rellanos. La palanca de maniobra *n*, al ponerla en posición de arranque, cierra las puertas y pone en marcha el ascensor. Si esta palanca sólo se mueve hasta una posición intermedia, las puertas se cierran pero la cabina no se pone en movimiento. Cuando la cabina está detenida en un piso, con sus puertas cerradas, el movimiento de la palanca en dirección opuesta a la del arranque hará que las puertas vuelvan a abrirse. El

interruptor de la luz *o* enciende las lámparas de la cabina. El interruptor de paro de emergencia *p* puede emplearse para detener la cabina. Mientras este interruptor esté en posición de paro el ascensor no funcionará. En todas las instalaciones que no llevan un sistema automático de supervisión hay un interruptor *q* para anular el dispositivo que hace retroceder el ascensor cuando ha llegado a la parada correspondiente a la llamada más alta. Cuando se acciona este interruptor el dispositivo de retorno queda modificado de tal forma que el ascensor en cada viaje de subida llega hasta la parada final, o hasta otra parada predeterminada, antes de invertir el sentido de la marcha. Las luces *s*, roja, *t*, verde y *u*, blanca, que indican

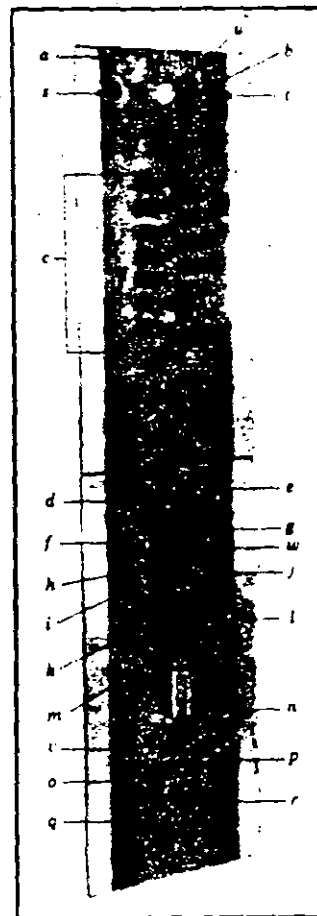


Fig. 12. Cuadro de señales y maniobra en el interior de la cabina.

respectivamente que el ascensor está bajando, subiendo, o detenido en un rellano, también ayudan al ascensorista en su labor. El interruptor del ventilador  $v$  y la llave de la salida de emergencia  $w$  completan las instalaciones corrientes. El interruptor de inspección  $r$  se emplea cuando el ascensor se maniobra manualmente, a fines de inspección o para los trabajos de conservación. Cuando está en la posición correspondiente a marcha lenta para inspección y se han hecho las manipulaciones correspondientes en el cuarto de máquinas, la cabina puede funcionar a pequeña velocidad como un ascensor de maniobra manual, colocando la palanca de maniobra en la posición de marcha. En este caso el sentido de la marcha se cambia por medio de unos pulsadores que llevan las indicaciones oportunas.

**14. Necesidades del tráfico y del servicio.** Al fijar la capacidad y el número de ascensores y el tipo que conviene para determinado edificio, deben conocerse o estimarse las características de éste y las necesidades del personal, tanto para subir como para bajar. La clase de trabajo a que se dedican los ocupantes es una base para determinar la densidad de población del edificio. Así los bancos, corporaciones, grandes oficinas comerciales, casas de oficinas independientes, casas para vivienda, almacenes de ventas, hospitales, etc., presentan cada uno exigencias de transporte distintas.

En las casas para oficinas la estimación del número de ocupantes se hace a base de la superficie total de la parte útil de todas sus plantas; para las casas de viviendas por el número de dormitorios; y para los hospitales por el número de camas. La tabla 2 da los valores del número de metros cuadrados por persona en algunos tipos de edificios.

En los centros comerciales de las grandes ciudades debe tenerse en cuenta la calidad del servicio de ascensores en los edificios de tipo similar situados en la misma zona. Los pasajeros no deben notar retrasos en el servicio. En las instalaciones de ascensores de primera clase el período o intervalo de espera debería ser de 20 a 30 segundos. El

«intervalo» o «tiempo de espera» se define como el tiempo (en segundos) entre los momentos en que dos cabinas salen de una de las plantas terminales. Matemáticamente, para una batería de ascensores, es el cociente del promedio de los tiempos que tardan las cabinas en hacer un viaje completo dividido por el número de cabinas que están funcionando. En algunas instalaciones de ascensores se pueden admitir intervalos hasta de 40 segundos.

Otra de las cosas que permiten evaluar la calidad de una instalación de ascensores es la capacidad de transporte. Ésta se expresa en general como el tanto por ciento del número de ocupantes del edificio que pueden transportarse hacia arriba o hacia abajo en 5 minutos. En instalaciones de gran calidad es, aproximadamente, de un 13 %. Los estudios de tráfico se basan generalmente en el período matinal de máximo tráfico ascendente, pues éste es el momento de mayor necesidad del sistema de ascensores.

Al hacer un estudio del tráfico de los ascensores de un edificio se conocen generalmente características tales como el número de pisos, la altura de cada uno de ellos y la distancia a recorrer. El número de usuarios puede calcularse como se ha indicado antes. Si entonces se elige un tipo determinado de ascensor, pueden calcularse el tiempo medio que tarda en efectuar el recorrido, los tiempos de espera y el número de ascensores necesarios. Las tablas siguientes (2 a 8) contienen muchos de los términos y definiciones que a continuación se exponen, empleados corrientemente en los estudios del tráfico:

A) La carga nominal de un ascensor es un valor que depende de la superficie de su plataforma y que se calcula según se especifica en el «American Standard Safety Code for Elevators» (ASE).

B) Las necesidades nominales o de contrato varían entre 0,5 y 6 m/segundo. Pueden escogerse distintas combinaciones de carga y velocidad.

C) Con la expresión «número de pasajeros por viaje» designaremos el número de pasajeros que normalmente llevará el ascensor. El número máximo de pasajeros se determina previamente dividiendo la carga nominal por 65 kg y restando una unidad para el ascensorista. El número de pasajeros por viaje se toma entonces como igual al 80

**Tabla 2. Número de ocupantes de diversas clases de edificios para el cálculo de las características de los ascensores y escaleras mecánicas**

Casas para oficinas	M <sup>2</sup> por persona
Oficinas de tipos diversos	
Grandes pisos inferiores . . . . .	8 a 9
Pisos superiores . . . . .	9 a 12
Uso general . . . . .	9
Casas destinadas a oficinas del mismo tipo . . . . .	7 a 11
Hoteles	Personas por dormitorio
Uso normal . . . . .	1,3
Congresos . . . . .	1,9
Hospitales	Visitantes por cama
Hospitales generales privados . . . . .	1,5
Hospitales generales públicos (grandes salas). . . . .	3 a 4
Casas para vivienda	Personas por vivienda
Uno o dos pequeños dormitorios . . . . .	2,0
Renta elevada; uno o dos dormitorios . . . . .	2,0 a 3,0
Viviendas de renta media . . . . .	2,8
Viviendas de renta moderada . . . . .	4,0

por 100 de este número máximo (véase la tabla 3).

D) El número de pisos servidos es el número de estos pisos situados encima de la parada terminal principal.

E) El número de *detenciones locales* es un valor promedio que depende del número de pasajeros por viaje y del número de pisos servidos (véase la tabla 4).

F) El número de *detenciones a plena velocidad* (en un viaje completo) es de dos si hay una zona expreso, y de una si no la hay.

G) Recorrido parcial medio es la distancia recorrida a la velocidad del ascensor en el trayecto local, dividida por el número de detenciones locales.

H) La velocidad alcanzada en la zona servicio local generalmente es menor que la velocidad nominal, ya que la distancia recorrida entre dos detenciones es generalmente demasiado pequeña para que la cabina pueda acelerarse hasta la velocidad total. Por lo tanto, depende de los recorridos parciales medios (véase la tabla 5).

I) El tiempo de marcha en servicio local es el cociente entre la distancia recorrida en la zona local y la velocidad máxima alcanzada en dicha zona.

J) El tiempo de marcha en servicio expreso es la distancia recorrida a la velocidad de expreso o velocidad nominal, dividida por la velocidad nominal.

K) El tiempo de aceleración, que es el tiempo

**Tabla 3. Número de pasajeros por viaje**

A Carga nominal del ascensor kg	B <sup>1</sup> Número máximo de pasajeros <sup>1</sup>	C <sup>2</sup> Número de pasajeros por viaje (horas de servicio máximo normal)
500	6	5
750	10	8
1000	14	11
1250	18	14
1500	22	18
1750	25	20
2000	29	23

<sup>1</sup> Sin incluir el ascensorista. Cuando el ascensor es de maniobra completamente automática, sin conductor, los números de la columna B pueden aumentarse en una unidad. En las horas de máximo servicio el traslado de pasajeros resulta más rápido si las puertas de las cabinas se cierran cuando éstas están cargadas con el 80 por ciento de la carga. Esto se hace automáticamente en las cabinas con maniobra electrónica completa, sin conductor, ya que el suelo de la cabina (actuando como la plataforma de una báscula) pone en marcha el mecanismo de cierre de las puertas.

<sup>2</sup> En los grandes ascensores el número de pasajeros puede exceder, sin peligro, de la capacidad normal, siempre que la carga no exceda en 1/10, aproximadamente, del valor de aquélla.

**Tabla 4. Número medio de detenciones probables\***

A	B	C	D	E	F	G
Número de pisos servidos	Número de pasajeros por viaje					
	6	10	13	16	18	21
5	3,73	4,47	4,92	4,98	5	5
6	3,92	4,96	5,57	5,98	5,36	5,90
7	4,26	5,50	6,12	6,48	6,62	6,76
8	4,40	5,90	6,90	7,25	7,40	7,70
9	4,56	6,23	7,40	7,85	8,10	8,41
10	4,73	6,5	7,5	8,2	8,5	9,0
11	4,77	6,6	7,8	8,6	9,0	9,6
12	4,92	7,0	8,09	8,99	9,5	10,1
13	4,97	7,2	8,4	9,4	9,9	10,6
14	5,03	7,35	8,7	9,7	10,3	11,0
15	5,16	7,5	8,9	10,0	10,7	11,6
16	5,18	7,6	9,1	10,3	11,0	11,9
17	5,19	7,75	9,3	10,6	11,3	12,2
18	5,23	7,87	9,4	10,9	11,6	12,7
19	5,27	7,94	9,6	11,0	11,8	13,0
20	5,32	8,0	9,7	11,2	12,1	13,2
21	5,33	8,13	9,87	11,4	12,3	13,3
22	5,33	8,19	10,0	11,5	12,5	13,5

Estos valores estadísticos son el resultado de datos recogidos en varias instalaciones. Las columnas B, C, D, E, F, G, dan el número promedio de detenciones de cada cabina, en función del número de pasajeros por viaje. Ejemplo: Una cabina que sirve a 17 pisos en servicio local, empezando su recorrido con 16 pasajeros efectuará probablemente un promedio de 10,6 detenciones

**Tabla 5. Velocidades máximas alcanzadas por los ascensores en los edificios destinados a oficinas de tipo corriente**

A	B	A	B
Recorridos parciales medios m	Máxima velocidad alcanzada m por seg	Recorridos parciales medios m	Máxima velocidad alcanzada m por seg
2,40	1,20	6,10	2,60
2,70	1,35	6,70	2,80
3,00	1,50	7,30	2,975
3,30	1,625	7,90	3,125
3,60	1,75	8,50	3,25
4,00	1,875	9,15	3,375
4,30	1,99	10,60	3,625
4,60	2,10	12,20	3,825
5,00	2,20	15,25	4,135
5,50	2,40		

adicional necesario para la aceleración y el frenado en cada detención, aumenta cuando aumenta la velocidad máxima alcanzada. Puede reducirse a un mínimo por medio de dispositivos automáticos que dan un arranque y una detención suaves. El tiempo total de aceleración y frenado se obtiene multiplicando el de cada detención por el número de detenciones (véase la tabla 6).

L) El tiempo invertido en el ajuste de nivel es prácticamente nulo en los modernos ascensores con ajuste de nivel automático. En los ascensores de maniobra manual puede variar de 1,5 a 4 segundos.

M) El tiempo de funcionamiento de las puertas en los ascensores de regulación automática es solamente el tiempo necesario para cerrarlas. La

**Tabla .6. Tiempos de aceleración y frenado**

A	B	A	B
Velocidad alcanzada m por seg	Tiempo adicional por cada detención segundos	Velocidad alcanzada m por seg	Tiempo adicional por cada detención segundos
1.0	1.25	3.0	2.8
1.25	1.4	3.25	3.0
1.50	1.65	3.50	3.2
1.75	1.8	3.75	3.4
2.00	1.93	4.00	3.6
2.25	2.2	5.00	4.25
2.50	2.4	6.00	6.25
2.55	2.6		

**Tabla .7. Tiempos necesarios (en segundos) para el funcionamiento de las puertas mecánicas accionadas por el conductor del ascensor**

A	B	C	D
Ancho de la puerta m	Mecanismo de gran velocidad		
	Puertas que abren hacia un lado Mecanismo a dos velocidades	Puertas que abren desde el centro hacia los dos lados (preferidas)	Puertas que abren hacia el centro Mecanismo a dos velocidades
0.90	2.4	1.9	
0.95	2.4	1.9	
1.00	2.5	2.0	
1.05	2.5	2.0	
1.10	2.6	2.1	
1.15	2.6	2.1	
1.20	2.7	2.2	
1.35	2.9	2.4	
1.50			2.4
1.65			2.6
2.80			2.7

**Tabla .8. Tiempo necesario para la entrada y salida de pasajeros, en segundos, por persona**

A	B	C	D	E
Ancho de la puerta en m.	0.90	1.05	1.35	1.50
Tiempo de entrada . . . .	1.1	1.0	0.9	0.8
Tiempo de salida . . . . .	1.4	1.3	1.2	1.1
Tiempo total . . . . .	2.5	2.3	2.1	1.9

apertura de las puertas no requiere ningún tiempo adicional. Las puertas empiezan a abrirse cuando el ascensor se acerca a la parada y están totalmente abiertas cuando se detiene. El tiempo para abrir las puertas y el período de frenado coinciden. El tiempo para el cierre de las puertas depende del ancho de la abertura y del tipo de la puerta. Pue-

de ser de 4 a 6 segundos para maniobra manual. El tiempo total para el funcionamiento de las puertas se obtiene multiplicando el correspondiente a cada parada por el número de ellas (véase la tabla .7).

N) El tiempo total para la entrada y salida de los pasajeros depende de la anchura de las puer-

tas. Se obtiene multiplicando el valor correspondiente a cada pasajero por el número de pasajeros por viaje (véase la tabla 8).

O) El tiempo perdido por falsas detenciones y por la espera en la planta baja puede considerarse nulo para la mayoría de las instalaciones durante las horas de máximo servicio.

P) Otro tiempo perdido se incluye como pequeña corrección. Vale 0.2 segundos multiplicado por el número de detenciones locales.

Ahora aplicaremos estos conceptos al estudio de un problema típico de cálculo de ascensores.

**Ejemplo 1.** Un edificio para oficinas, del tipo normal en lo que se refiere a la instalación y funcionamiento de los ascensores, tiene 28 plantas, o sea, bajos y 27 pisos. El primer piso está a 5,50 m del nivel del suelo y entre cada dos de los restantes media un desnivel de 3,65 m. En este edificio la zona expreso va desde los bajos hasta la planta 14, y la zona local, de la 14 a la 28. El sistema tendrá ajuste automático de nivel, puertas accionadas mecánicamente y conducción por ascensorista. El número de personas que hay en los pisos es de 1500. El máximo intervalo de espera debe ser de 30 segundos, y la capacidad de tráfico será del 13 por 100 de dicho número de personas en 5 minutos. Las soluciones se basarán en la elección de ascensores para el máximo servicio en sentido descendente que se presenta a las cinco de la tarde.

a) Determinar la duración de un viaje completo para un ascensor con mecanismo de acoplamiento directo, con una velocidad nominal de 3 m por segundo, una carga de 1250 kg y puertas de 1,05 m de anchura abriéndose desde el centro hacia los lados. b) ¿Cuántos ascensores directos serán necesarios y cuál será el tiempo de espera? c) ¿Cuáles serán estos mismos valores para un ascensor de 1750 kg, con una velocidad de 3,5 m por segundo y puertas, abriéndose desde el centro, de 1,15 m de ancho?

**Solución.** Para determinar el tiempo que dura un viaje completo conviene disponer los datos en forma de tabla. Las letras que encabezan cada fila se refieren a los conceptos citados anteriormente con la misma letra de referencia. Las dos columnas se refieren a los dos casos a estudiar, o sea, el servicio con ascensores de 1250 kg (a) y de 1750 kg (b) de carga.

Para determinar el número de ascensores necesario:

$$\begin{aligned} \text{Número de pasajeros que transporta una cabina} \\ \text{en 5 minutos} &= \frac{60 \times 5 \times \text{núm. de pasaj. por viaje}}{\text{Duración viaje compl. en seg.}} = \\ &= \frac{60 \times 5 \times 14}{153,5} = 27,3 \end{aligned}$$

Número total de pasajeros a transportar en 5 minutos = Capacidad de tráfico en tanto por ciento  $\times$  número total de personas =  $0,13 \times 1500 = 195$  pasajeros.

Número de cabinas necesarias =

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Núm. pasajeros a transportar en 5 min.}}{\text{Núm. pasajeros que transporta una cabina en 5 minutos}} = \\ &= \frac{195}{27,3} = 7,1 = 7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Intervalo espera} &= \frac{\text{Duración viaje completo}}{\text{Número de cabinas}} = \\ &= \frac{153,5}{7} = 21,9 \text{ seg.} \end{aligned}$$

Este valor es más pequeño que el máximo exigido de 30 segundos y, por lo tanto, es aceptable. Es mayor que la suma del tiempo de salida y entrada de pasajeros, más el del funcionamiento de las puertas en la planta baja ( $14 \times 1 + 2 = 16$  segundos), que es el menor intervalo admisible.

Ya hemos calculado la duración del viaje para un ascensor de 1750 kg. Haciendo los mismos cálculos encontramos:

Pasajeros transportados por una cabina en ..	
5 minutos . . . . .	35,6
Número de cabinas necesarias . . . . .	5,4

Si calculamos el intervalo correspondiente a 5 cabinas, encontramos que es de 30,7 segundos, mayor que los 30 segundos exigidos; para 6 cabinas es de 28,06 segundos, y, por lo tanto, es aceptable.

Vemos, pues, que hay, por lo menos, dos sistemas de ascensores que cumplen las condiciones exigidas para este edificio: uno con 7 cabinas de 1250 kg de carga nominal y velocidad de 3 m/seg. con intervalos de espera de 21,9 segundos, y otro con 6 cabinas de 1750 kg y 3,5 m/seg. con intervalos de espera de 28,06 segundos. También pueden estudiarse otras posibilidades para las que se hará un examen análogo. La elección del sistema debe hacerse teniendo en cuenta el coste inicial, los gastos que produce el funcionamiento, el espacio disponible, las condiciones de servicio, etc.

**15. Comparación de los tiempos de espera entre los ascensores automáticos y los no automáticos.** Se ha observado que la duración de un viaje completo en un ascensor de una instalación con jefe de maniobra y un conductor en cada cabina es aproximadamente igual al de un ascensor de funcionamiento electrónico completamente automático. Por lo tanto, la duración del viaje y el tiempo de espera en cada rellano pueden

*Ascensores*

	(a)		(b)	
A) Carga nominal . . . . .	1250	kg	1750	kg
B) Velocidad . . . . .	3	m/seg	3,5	m/seg
C) Número probable de pasajeros por viaje (tabla 31.3) . . . . .	14		20	
D) Número de pisos servidos (plantas 14 a 28)	14		14	
E) Número detenciones locales (tabla 31.4) *	9,0		10,8	
F) Número de detenciones a plena velocidad (plantas baja y 28) . . . . .	2		2	
Número total de detenciones (igual a suma de E y F) . . . . .	11,0		12,8	
Recorrido en la zona de servicio local (3,65 × 14) . . . . .	51,10 m		51,10 m	
Recorrido en la zona directa (2 × 5,50 + 12 × 3,65 + 26 × 3,65) . . . . .	149,70 m		149,70 m	
G) Recorrido parcial medio (zona de servicio local)				
51,10:9,0 . . . . .	5,68 m			
51,10:10,8 . . . . .			4,73 m	
H) Velocidad alcanzada en la zona de servicio local (tabla 31.5) . . . . .	2,46 m/seg		2,13 m/seg	

*Cálculo de los tiempos*

I) Tiempo para el recorrido local				
51,10:2,46 . . . . .	20,7 seg			
51,10:2,13 . . . . .			24,0 seg	
J) Tiempo para el recorrido directo				
149,70:3 . . . . .	49,9			
149,70:3,5 . . . . .			42,7	
K) Tiempo de aceleración y frenado (detenciones locales) (tabla 31.6)				
9,0 × 2,37 . . . . .	21,13			
10,8 × 2,06 . . . . .			22,2	
K) Tiempo de aceleración (detenciones expreso) (tabla 31.7)				
2 × 2,8 . . . . .	5,6			
2 × 3,2 . . . . .			6,4	
L) Tiempo para el ajuste de niveles . . . . .	0,0		0,0	
M) Tiempo para el funcionamiento de la puerta (tabla 31.7)				
11,0 × 2 . . . . .	22,0			
12,8 × 2,1 . . . . .			26,9	
N) Tiempo para la entrada y salida de pasajeros (tabla 31.8)				
14 × 2,3 . . . . .	32,2			
20 × 2,2 . . . . .			44,0	
O) Tiempo perdido por falsas detenciones . . . . .	0,0		0,0	
O) Tiempo perdido por espera en la planta baja . . . . .	0,0		0,0	
P) Tiempo perdido adicional				
0,2 × 9,0 . . . . .	1,8			
0,2 × 10,8 . . . . .			2,2	
Duración de un viaje completo . . . . .	153,5 seg		168,4 seg	

\* Cuando alguno de los números no figure en las tablas, se calculará el valor correspondiente por interpolación.



calcularse siempre por el método seguido en el ejemplo 1. Puede recordarse, sin embargo, que los resultados del estudio del coste inicial, la economía del personal y la rápida amortización de la inversión están a favor de los ascensores maniobrados electrónicamente.

**16. Reducción de ruidos.** Los ejes de todos los mecanismos de los ascensores están perfectamente alineados; se emplean con profusión cojinetes de bolas, y todos los órganos rotativos, como inducidos o rotores, poleas, ruedas dentadas y ejes, están bien equilibrados. Los interruptores y contactores están amortiguados. Todos los núcleos magnéticos formados por láminas superpuestas, tanto en los inducidos como en los inductores de motores y generadores, en los relés, frenos magnéticos, etc., están cuidadosamente acoplados y remachados a grandes presiones. La maquinaria, con su sistema de engranajes, el grupo motor-generator, y los cuadros de interruptores se colocan sobre basamentos revestidos de caucho.

**17. Ascensores para casas de viviendas.** Los mecanismos de tornillo sin fin proporcionan velocidades moderadas con funcionamiento suave. En ellos se conservan las ventajas de los mecanismos de acoplamiento directo, pero la transmisión se hace por reductor de tornillo sin fin y rueda helicoidal montado entre el eje del motor y el tambor portacables. El freno se aplica a un volante montado directamente sobre el árbol del motor. La disposición general del freno es similar a la descrita en el artículo 12. Como la acción de los frenos es más suave con un electroimán de corriente continua, si la alimentación es por corriente alterna se emplea un rectificador de corriente a fin de producir la corriente continua necesaria.

Este mecanismo de tracción con tornillo sin fin va por lo general acoplado a un alternomotor, por lo cual los periodos de aceleración y deceleración son probablemente menos suaves que si el motor fuese de corriente continua. Con el fin de reducir las molestias que puedan sentirse durante el arranque, el mando está ajustado de manera que consiga un arranque excepcionalmente lento, que

además es amortiguado por el reductor de velocidad. Los patines de guía de la estructura de la cabina están también provistos de amortiguadores, para absorber las sacudidas, lo que asegura un funcionamiento suave y tranquilo.

Siendo así que estas cabinas están previstas para ser manejadas por los mismos pasajeros, debe adoptarse un sistema de maniobra muy sencillo. En el rellano, un simple botón de llamada en una placa, además de una lámpara piloto; y en la cabina, una placa que comprende un botón de paro y un botón para cada piso. Oprimiendo el botón en cualquier rellano viene el ascensor a aquel piso, excepto cuando la cabina está en servicio, funcionando bajo la dirección de otro pasajero, que viaja en la cabina o que espera en otro piso.

**18. Potencia del motor.** Los ascensores modernos son accionados siempre por medio de motores eléctricos de corriente continua o de corriente alterna. La potencia del motor es máxima cuando el ascensor va hacia arriba a plena velocidad, llevando la carga máxima. Si la carga nominal es de 1500 kg la cabina puede transportar un máximo de  $1500:65 = 23$  personas, una de las cuales será el conductor. El peso medio por persona suele tomarse de 65 kg. Así, el número máximo de pasajeros del ascensor es de  $23 - 1 = 22$ . Si fuese automático, sin conductor, sería de 23.

Es corriente poner contrapesos que equilibren todo el peso muerto de cabina y cables y el 40 % de la carga útil. El peso a elevar es entonces el 60 % de la carga útil. Así se obtiene un equilibrio económico entre los varios factores que influyen en el coste del funcionamiento, o sea, la carga media, la velocidad media, el número de paradas, la energía para la aceleración y frenado, el consumo y el coste inicial de la instalación.

El rendimiento de la parte mecánica de un ascensor con mecanismo de acoplamiento directo varía entre el 78 y el 88 %; en los ascensores con mecanismo de tornillo sin fin varía entre el 40 %, para los ascensores de pequeña velocidad, y el 70 %, para los as-

censores con velocidades de hasta 1,75 m por segundo. Las velocidades en los ascensores modernos varían aproximadamente entre 0,5 y 6 m por segundo. En algunos edificios muy altos las velocidades han alcanzado hasta 7 metros por segundo.

La potencia correspondiente del grupo motor-generator debe ser tal que el generador de corriente continua suministre el número de kilovatios requerido por el motor elevador; y el motor de corriente alterna tomará de la línea que suministra la corriente eléctrica al ascensor el número de kilovatios necesario para poner en movimiento el generador. Cuando se conozca el rendimiento de todo el conjunto motor-generator, el número de kilovatios necesarios se calculará fácilmente.

**Ejemplo 2.** Un ascensor para una carga nominal de 2000 kg puede llevar 30 personas, incluyendo al conductor. Calcular la fuerza  $W$  que debe ser vencida por el mecanismo cuando la cabina contiene dichas 30 personas.

*Solución.*

$$W = (1 - 0,40) \times 30 \times 65 = 1170 \text{ kg}$$

**Ejemplo 3.** Un ascensor con una carga nominal de 1500 kg y una velocidad de 3,5 m por seg, con mecanismo de acoplamiento directo, tiene un rendimiento del 90 por 100 en su parte mecánica (cabina, cables, rozamiento con las guías, contrapesos), un rendimiento del 80 por 100 en el grupo motor-generator y uno del 87 por 100 para el motor elevador. Determinar a) la potencia que debe tener el motor elevador; b) el consumo en kilovatios del grupo motor-generator.

*Solución.* La carga efectiva que hay que elevar es

$$(1 - 0,40) \times \text{carga nominal} = 900 \text{ kg}$$

La ecuación general para calcular la potencia en caballos es

$$CV = \frac{\text{Peso kg} \cdot \text{Veloc. vertical en m/seg}}{75 \cdot \text{Rendimiento}}$$

pues  $75 \text{ kgm/seg} = 1 \cdot CV = \text{potencia necesaria para elevar } 75 \text{ kg a } 1 \text{ metro en } 1 \text{ segundo.}$

Y, por lo tanto, la potencia que deberá tener el motor elevador será de

$$\frac{900 \times 3,5}{75 \times 0,9} = 46,6 \text{ CV}$$

El grupo motor-generator consumirá una potencia de

$$\frac{46,6}{0,87 \times 0,80} = 66,9 \text{ CV}$$

Y, como  $1 \text{ CV} = 0,736 \text{ kW}$ ,

$$\begin{aligned} \text{Potencia del grupo motor-generator} &= \\ &= 66,9 \times 0,736 = 49,24 \text{ kW} \end{aligned}$$

Si el edificio dispone de corriente alterna, el motor del grupo motor-generator deberá ser un motor con rotor de jaula de ardilla.

Esta potencia (49,24 kW) se suministra por medio de una línea eléctrica que llega hasta el cuadro de interruptores del grupo motor-generator. Como esta línea generalmente es una línea de corriente trifásica a 230 voltios y 60 periodos, se puede ya calcular la sección de los conductores que la componen. Lo corriente es instalar la línea alimentadora en uno de los rincones posteriores de la caja del ascensor, llevando por allí la corriente desde el cuadro general de distribución hasta el cuarto de máquinas.

**Ejemplo 4.** Determinar las características de la línea de alimentación del ascensor del problema anterior.

*Solución.* Para los tipos de aislamiento de los conductores, véase lo dicho en el capítulo XXVIII; y para la determinación de su sección, empleése la tabla 27.1 del capítulo XXVII. Si suponemos que la caja de ascensor está junto a una pared exterior, habrá posibilidad de condensaciones en esta pared y dentro del tubo o conducto por donde pasan los conductores, a causa de la mayor humedad del aire caliente que sube por la caja del ascensor y toca la pared exterior, más fría. Por lo tanto, se elegirá un aislamiento del tipo RW. La intensidad de la corriente ( $I$ ) para cada uno de los conductores de la línea trifásica es, según la fórmula

$$I = \frac{W}{1,73 \sqrt{3} \cos \theta} = \frac{49\,240}{1,73 \times 230 \times 0,866} = 142,8 \text{ amperios}$$

El número de kilovatios-hora (kWh) requerido por cabina-kilómetro para tres tipos y características de ascensores y para varios valores del número de paros por cabina-kilómetro, viene dado por los diagramas de la figura 13 a, b y c. Para cualquier instalación que se presente se debe llevar a cabo un análisis de las condiciones de funcionamiento presumibles, según sean el tipo y las características del ascensor, y se puede trazar así el diagrama correspondiente de consumo de energía. Se dispone de estadísticas para toda clase de edificios y para todos los tipos y características de ascensores, que ayudan a determinar lo que convenga. Durante la aceleración, la potencia absorbida por el grupo motor-generator depende en mucha proporción de la velocidad, considerando

que el par de arranque necesario para vencer la inercia es también grande. La corriente máxima absorbida por el motor de un ascensor cuando se le acelera a plena carga es del orden del 200 al 225 por 100 de la que se necesita a la velocidad de régimen. Así, las cabinas e instalaciones pesadas, que tienen, por consiguiente, mayor inercia, requieren proporcionalmente mayor potencia y consumen más energía. Las cabinas de gran velocidad exigen necesariamente mayor consumo de energía, por cuanto se necesitan mayores aceleraciones para mantener los planes de tráfico.

Con el sistema de tensión variable el motor del grupo puede ser de menor potencia que el generador y que el motor elevad

ya que, si bien la aceleración puede requerir una corriente de intensidad muy elevada, el voltaje en los terminales puede mantenerse bajo durante la mayor parte del periodo de aceleración. Por este motivo, el tipo de motor del grupo se determina computando la potencia media requerida durante el período de máxima de su funcionamiento. Esta estimación puede llevarse a cabo por medio de curvas similares a las de la figura 13, para ascensores de tipos y velocidades determinados. La figura 14 representa la curva  $a$  de velocidades de la cabina de un ascensor, en relación con la potencia absorbida represen-

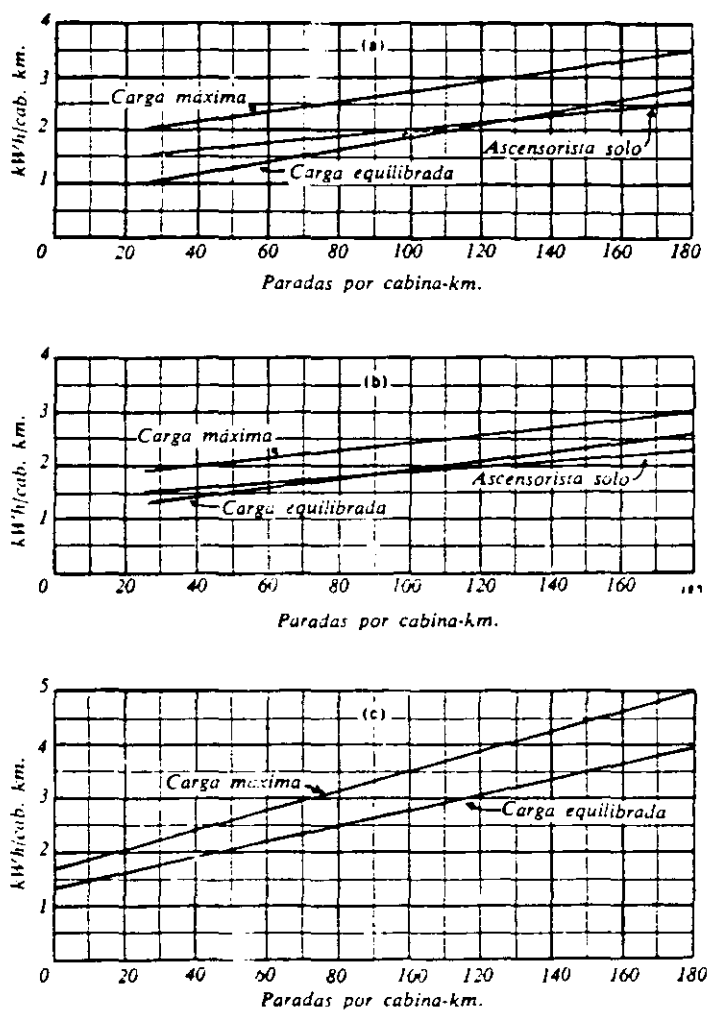


Fig. 13. Consumo de energía (kWh) requerido por distintos tipos de ascensores, cuando funcionan con la carga máxima, cuando funcionan con carga equilibrada y cuando no llevan más que al ascensorista.

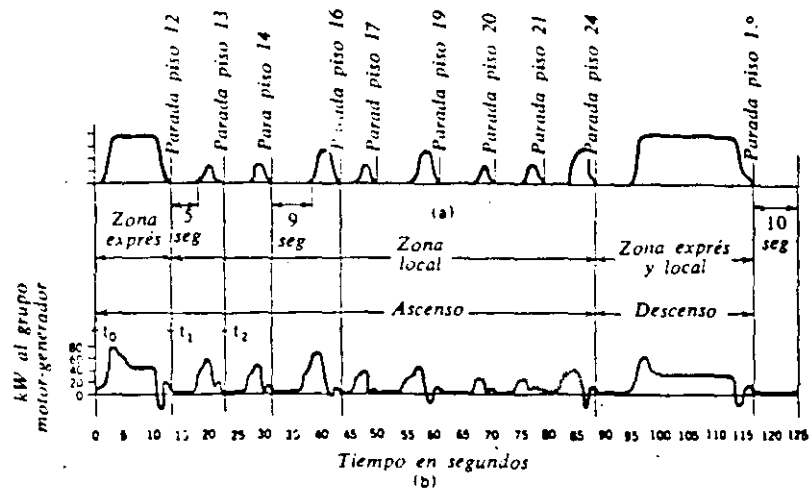


Fig. 14. Potencia consumida y velocidad de cabina durante los periodos de aceleración, velocidad constante y deceleración.

tada por la curva *b*. Un estudio de ambas curvas para determinados intervalos de tiempo tales como  $t_0 - t_1$ ,  $t_1 - t_2$ , ..., pone de manifiesto la elevada potencia que se requiere durante la aceleración, la potencia estable que exigen los periodos de velocidad constante de régimen y la poca potencia que se consume durante la deceleración. En el intervalo entre los 11 y los 13 segundos, curva *b*, el grupo devuelve en realidad potencia a la línea (llamada *recuperación*). Esta acción es eficaz como esfuerzo de frenado (llamado frenado por recuperación) durante la deceleración. Un número elevado de paradas por cabina-kilómetro requiere un mayor consumo de energía, por razón de la mayor frecuencia de los periodos de arranque. Esto demuestra que un ascensor de una casa alta durante su trayecto en la zona de viaje expreso (a velocidad constante) puede consumir menor cantidad de energía por cabina-kilómetro que la que necesitará cuando alcance la zona de servicio local. Estas curvas también muestran los tiempos de paro en los pisos: por ejemplo, 5 segundos en el piso 12, 9 segundos en el 14, etc. Al llegar al final del viaje de subida y bajada hay un periodo de embarque de unos 10 segundos en la planta baja antes de iniciar un nuevo viaje.

**19. Recopilación de datos sobre el funcionamiento de los ascensores.** Para conseguir que el servicio de los ascensores sea lo más satisfactorio posible y con el menor gasto de conservación y funcionamiento es esencial que se conozcan todos los detalles que afectan a estos objetivos. Con tal fin conviene disponer, en las instalaciones importantes, una serie de instrumentos que proporcionen los datos necesarios. Entre ellos tenemos el registrador de las distancias recorridas por las cabinas, el registrador de arranques y detenciones, el contador de los kilovatios-hora consumidos, un aparato que registre la duración de los periodos de aceleración, deceleración y marcha uniforme, el tiempo total de cada viaje, los recorridos parciales y el número de arranques y detenciones por cada viaje completo.

Es evidente que el análisis de estos datos para cada ascensor, en relación con las maniobras de la batería de ascensores a que pertenece, proporcionará importantes indicaciones sobre el gasto de los ascensores y sobre la precisión de las maniobras automáticas.

**20. Cargas dinámicas que producen los ascensores sobre las estructuras que los sostienen.** Para proyectar la estructura que sostiene un ascensor es necesario tener en

**Tabla 9. Análisis de la energía dinámica de los ascensores de tipo normal**

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Clase de mecanismo, de motor elevador y de maniobra	Carga y velocidad nominales	Reco-rrido metros	Meca-nismo	Ca-bina	Con-tra-peso	Ca-bles	Carga útil	Total Suma de D, E, F, G, H
Acoplamiento directo, 1:1, motor de corriente continua, regulación por voltaje variable . . . . .	1135 kg a 4 m/seg.	130	1895	6920	8255	4540	3130	24740
Acoplamiento directo, 2:1, motor de corriente continua, regulación por voltaje variable . . . . .	1360 kg a 2.5 m/seg.	60	1315	3060	3650	1770	1475	11270
Mecanismo de tornillo sin fin, 1:1, motor de corriente continua, regulación por voltaje variable . . . . .	1585 kg a 1.25 m/seg.	37.50	2810	680	850	70	430	4800
Mecanismo de tornillo sin fin, 1:1, motor de corriente alterna, regulación por reostato, una velocidad . . . . .	1135 kg a 0,75 m/seg.	30	1110	210	255	20	110	1705

Adaptada del «Standard Handbook for Electrical Engineers», pág. 1631, tabla 17-69.

cuenta las cargas dinámicas que deben resistir las fundaciones, los pies derechos que van hasta el cuarto de máquinas y las vigas que sostienen los suelos de este cuarto de máquinas y de la plataforma auxiliar. La tabla 9 da los valores de esta energía dinámica para varios ascensores típicos. Las cargas indicadas (en las columnas D, E, F, G, y H) incluyen los pesos muertos del equipo del ascensor, cuando está en reposo, más las cargas adicionales producidas por la fuerza viva de todos los elementos móviles y de los pasajeros cuando el ascensor, marchando a toda velocidad, es detenido bruscamente por los mecanismos de seguridad.

**21. Dimensiones y pesos de los ascensores.** La «National Elevator Manufacturers Industry» (NEMI) ha establecido una serie de dimensiones estándar para los ascensores. En la figura 4 se ve la disposición típica de los ascensores con mecanismo de acoplamiento directo, para cargas entre 1000 y 2000 kg y velocidades entre 2 y 2,50 m por segundo, con las dimensiones y pesos acep-

tados. Pueden adoptarse otras disposiciones para valores diferentes de la carga y la velocidad, y para ascensores con mecanismo de tornillo sin fin. En la figura 15 se representa la planta del cuarto de máquinas para una instalación típica de dos ascensores.

Como se desprende de la figura 4, al proyectar una instalación de ascensores es necesario tener en cuenta una serie de factores tales como la profundidad del foso, las dimensiones de la caja, el espacio libre que debe quedar entre la parte superior de la caja y el suelo del cuarto de máquinas, las dimensiones del cuarto de máquinas y las cargas que actúan sobre las vigas sustentantes. Hay que hacer observar que puede ser necesario apartarse de la disposición estándar en el emplazamiento del equipo del cuarto de máquinas. En tal caso sería necesario buscar un sitio adecuado para los elementos del cuarto de máquinas. También puede ocurrir que estas variaciones tengan por causa disposiciones especiales del reglamento local sobre aparatos elevadores.

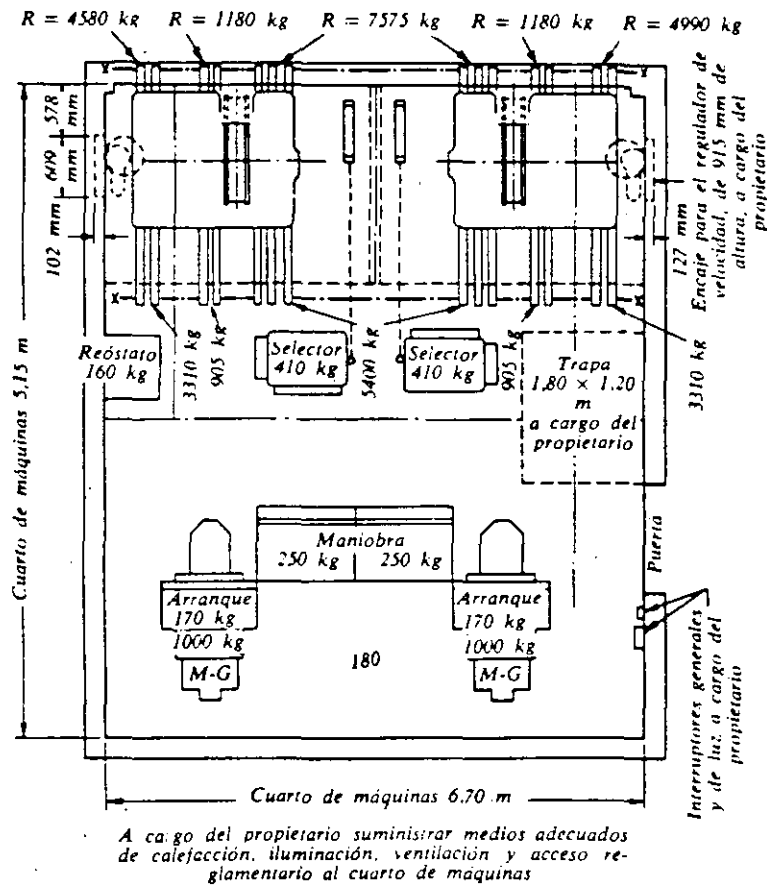


Fig. 15. Disposición típica de un cuarto de máquinas para ascensores de 1135 kg de carga y 2,5 m por segundo de velocidad, con mecanismo de acoplamiento directo. Obsérvense las vigas sustentantes debajo de los mecanismos de los ascensores y los valores de las reacciones (R) de las distintas vigas (véase también la figura 4).

### Problemas

- Un edificio para oficinas en el centro de una gran ciudad tiene 28 plantas, con una superficie útil de 2000 m<sup>2</sup> por planta. En los bajos hay un banco; las 10 plantas siguientes están arrendadas a empresas y corporaciones bancarias; las otras 17 plantas están subdivididas en pequeños despachos. Determinar el número probable de personas que estarán en cada planta. Indicar el tipo de ascensores que mejor satisface las necesidades de los ocupantes de este edificio.
- Explicar brevemente qué factores hay que tomar en consideración al determinar la duración de un viaje completo de un ascensor.
- ¿Entre qué límites está comprendida la velocidad de los modernos ascensores y en qué circunstancias se deben elegir velocidades grandes o pequeñas?
- ¿Cuáles son los principales aparatos y piezas de maquinaria en una instalación de ascensores?
- Describir brevemente: a) el sistema de regulación por voltaje variable; b) el sistema de regulación por reóstato. c) ¿Qué condiciones son favorables al empleo de cada uno de estos sistemas?
- Un sistema de ascensores con mecanismo de acoplamiento directo, con regulación por voltaje variable, con velocidad de 2,50 m por segundo y capacidad para 13 pasajeros, lleva dispositivos automáticos para la aceleración y deceleración, la nivelación, y la apertura y cierre

de las puertas, y un sistema de llamadas y detenciones. Estos ascensores deben funcionar en servicio expreso desde la planta baja hasta la 15, y desde allí hasta arriba con servicio local. Supongamos que estos ascensores están dispuestos para trasladar los pasajeros a las 5 de la tarde, tan rápidamente como sea posible, desde los pisos superiores a la planta baja. Determinar: a) la duración de un viaje completo, suponiendo que los ascensores salen vacíos de la planta baja; b) el número de pasajeros transportados por el sistema de ascensores desde la zona de servicio local en un tiempo de 15 minutos.

7. Con referencia a las figuras 31.1 y 31.2, dibujar a escala la planta del vestíbulo de ascensores de una casa. Supóngase que la parada infe-

rior de los ascensores está en un ángulo de la planta baja, con dos grupos de 6 cabinas, y que hay allí además una farmacia, una cafetería y seis cabinas telefónicas públicas. Indicar las puertas de entrada desde la calle. La solución estará influida, naturalmente, por el criterio del proyectista sobre lo que debe entenderse por una circulación cómoda en estos espacios. Indíquese con flechas la marcha general del tráfico en todos los pasillos, vestíbulos y rellanos. Se supondrá que se trata de la hora de máxima afluencia en sentido ascendente, de las 8 a las 8,30 de la mañana. En la planta baja habrá siempre una cabina de 30 pasajeros con la indicación «próxima salida». Las doce cabinas circularán con un intervalo de espera de 30 segundos.

Nombre o Razón Social \_\_\_\_\_ At'n.: \_\_\_\_\_  
 Dirección \_\_\_\_\_ Colonia \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_  
 Delegación \_\_\_\_\_ Ciudad \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_ Tels. \_\_\_\_\_  
 =====

E S T U D I O D E T R A F I C O

Proyecto: \_\_\_\_\_ Dirección: \_\_\_\_\_  
 Elevadores Principales \_\_, de Servicio \_\_; Tipo de equipo sugerido: \_\_\_\_\_

1.- CALCULO DE POBLACION:

a).- Oficinas diversas	= $\frac{\text{Area Neta rentable en m}^2}{10 \text{ m}^2/\text{Pers.}}$	= _____	= _____	Pers.		Demanda en 5 Minutos:
						15% _____ Pers.
b).- Oficinas ua sola Cia.	= $\frac{\text{A. R. N.}}{10 \text{ m}^2/\text{P}}$	= _____	= _____	Pers.		20% _____ Pers.
c).- Oficinas de Dependencias Gubernamentales	= $1.10 \left( \frac{\text{A. N. R.}}{7 \text{ m}^2/\text{Pers.}} \right)$	= _____	= _____	Pers.		20% _____ Pers.
d).- Departamentos	= 2.0 X NO. Rec.	= 2.0 X _____	= _____	Pers.		9% _____ Pers.
e).- Hospitales	= 2.0 X NO. Camas	= 2.0 X _____	= _____	Pers.		12% _____ Pers.
f).- Hoteles (Elev. Princip.)	= 1.8 X NO. Cuartos	= 1.8 X _____	= _____	Pers.		13% _____ Pers.
	H. Clase Esp. (Elev. P.) = 1.5 X NO. Cuartos	= 1.5 X _____	= _____	Pers.		13% _____ Pers.
	(Elev. Servicio) = 1.8 X NO. Cuartos	= 1.8 X _____	= _____	Pers.		13% _____ Pers.
g).- Estacionamientos (Auto-servicio)	= 1.8 X NO. Autos	= 1.8 X _____	= _____	Pers.		12% _____ Pers.
	NOTA: Si el estacionamiento es de almacen, o está próximo a él, deberá considerarse:					
	= 2.0 X Auto	= 2.0 X _____	= _____	Pers.		15% _____ Pers.



**2.- TIEMPO DE VIAJE REDONDO:**

Recorrido en metros R = \_\_\_\_\_  
 Velocidad en Mts./Seg. V = \_\_\_\_\_  
 Capacidad Nominal Cn = \_\_\_\_\_

Capacidad eficiente:  
 Ce = Cn X 0.85  
 Paradas Probables:  
 (Ver Tabla 1 y 2)

Ce = \_\_\_\_\_ Pers.  
 Pp = \_\_\_\_\_

- a).- Tiempo para abordar en el piso principal tomando la Capacidad eficiente = 0.8 Seg. X Persona,  
 = 0.8 X Ce = 0.8 X \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ Seg.
- b).- Viaje de subida =  $\frac{R}{V} + (Pp \times 2) + 2 = \frac{\quad}{\quad} + (\quad \times 2) + 2 =$  \_\_\_\_\_ Seg.
- c).- Viaje de bajada =  $\frac{R}{V} + 2 = \frac{\quad}{\quad} + 2 =$  \_\_\_\_\_ Seg.
- d).- Entrada y salida de pasajeros = Ce X 2 = \_\_\_\_\_ X 2 = \_\_\_\_\_ Seg.
- e).- Operación de puertas = (Pp + 1) X 3.5 = (\_\_\_\_\_ + 1) 3.5 = \_\_\_\_\_ Seg.
- f).- Imprevistos, 10% de la suma de a, d y e = (\_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_) 0.10 = \_\_\_\_\_ Seg.

Tvr = \_\_\_\_\_ Seg.

**3.- CAPACIDAD DE TRANSPORTE EN 5 MINUTOS:**

C.T. =  $\frac{300 \text{ Ce}}{Tvr} = \frac{300 \times \quad}{\quad} =$

Ct5' = \_\_\_\_\_ Pers.

**4.- NUMERO DE ELEVADORES:**

Ne =  $\frac{\text{Demanda máxima en 5 Minutos}}{Ct 5'}$  = \_\_\_\_\_ =

NO. E = \_\_\_\_\_ Elev.

**5.- INTERVALO MAXIMO PROBABLE**

I =  $\frac{Tvr}{Ne}$  = \_\_\_\_\_ =

I = \_\_\_\_\_ Seg.

**6.- CALIDAD DE TRANSPORTE (% Población manejado en 5 minutos).**

$\frac{C.T. \times Ne}{\text{Población}} \times 100 = \frac{\quad \times \quad}{\quad} \times 100 =$

CT = \_\_\_\_\_ %

7.- TIEMPO DE LLENADO:

$$\frac{\text{Población X 5 minutos}}{\text{CT X NQ. Elev.}} = \underline{\hspace{2cm}} =$$

$$T_{LL} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Min.}$$

PARA LA MEJOR INTERPRETACION DE LOS ESTUDIOS DE TRAFICO, DEBEMOS TOMAR COMO REFERENCIA LOS SIGUIENTES DATOS:

La capacidad de transporte en 5 minutos, en tráfico pico de subida, para edificios de oficinas de diversas firmas o grandes hoteles, es de:

10.0 a 12.5 % lo normal  
y 16.0 % es excelente.

Para edificios de oficinas de una sola firma y hoteles medianos, las exigencias de llenado son:

16.0 % normal, y  
de 20 a 25 % excelentes.

Los tiempos de intervalo de salida, en los pisos principales de cada elevador es:

Para edificios de oficinas de una sola firma y grandes hoteles con mucha exigencia, es de: 25 segundos.

Para edificios de oficinas de varias firmas y hoteles medios de regular exigencia, es de: 31.5 segundos.

Para edificios de oficinas, hoteles pequeños y edificios departamentales sin exigencia, es de: 40.0 Segundos.

Calculó : \_\_\_\_\_

Revisó: \_\_\_\_\_

Aprobó: \_\_\_\_\_

Fecha: Día: \_\_\_\_, Mes: \_\_\_\_, Año: \_\_\_\_.

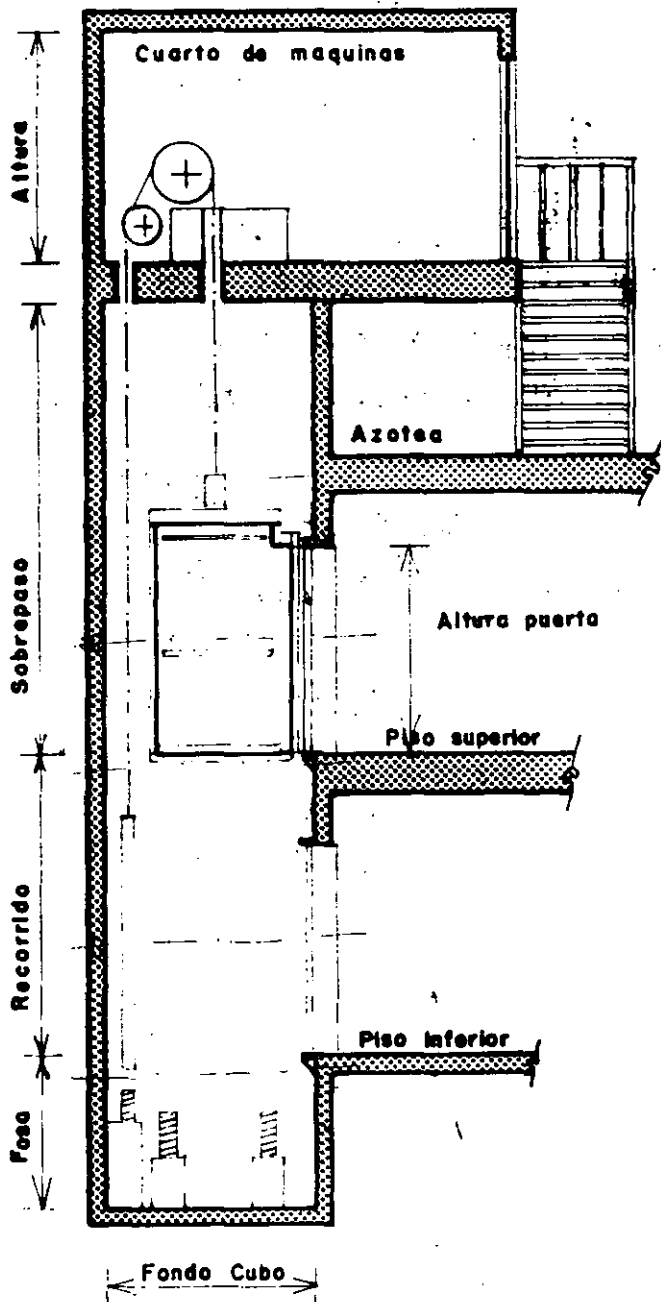
## DIMENSIONES PARA ELEVADORES NORMALES

### ALTURA PARA CUARTO DE MAQUINAS

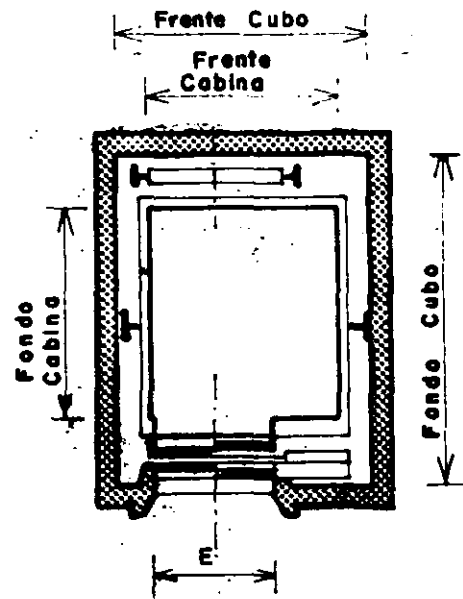
Si  $V = 0.70$  a  $1.00 = 2.30$  m.

Si  $V = 1.50$  a  $2.00 = 2.60$  m.

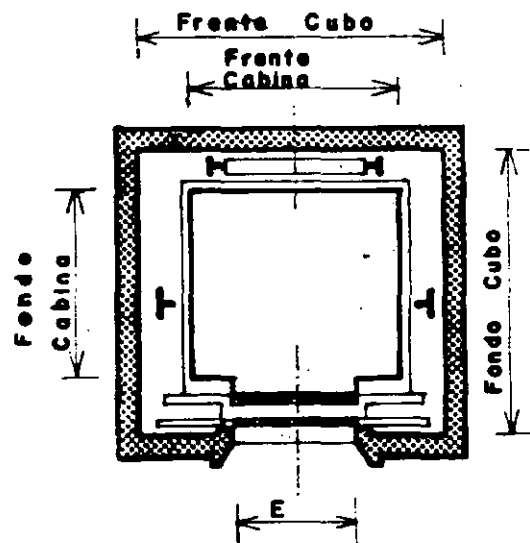
Si  $V = 2.50$  o más =  $3.10$  a  $4.00$  m.



### CUBO ANGOSTO

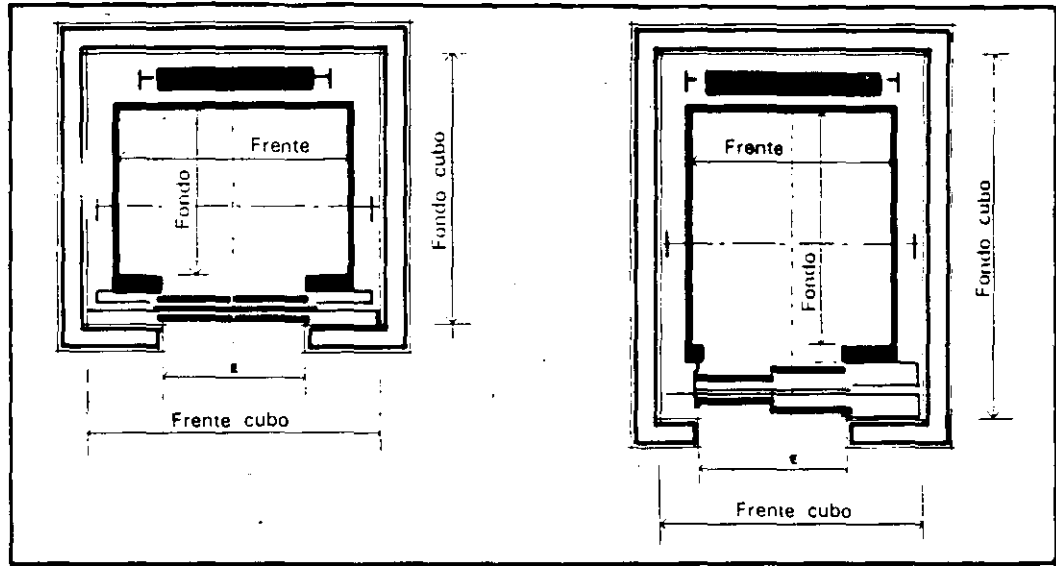
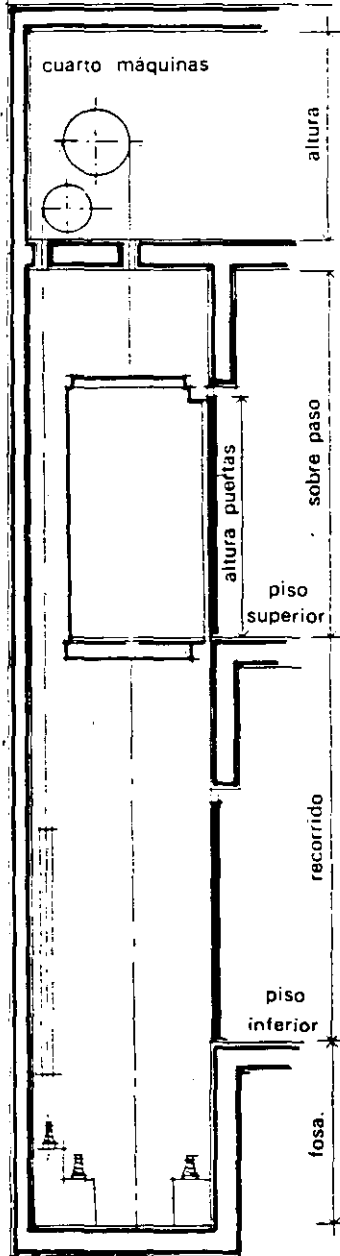


### CUBO ANCHO



**ESPECIFICACIONES**

**Dimensiones y capacidades para elevadores normales (en existencia)**



Pers.	Kg.	cubos anchos ( en m. )				cubos angostos ( en m. )				ambos casos	
		medidas cabina		medidas cubo		medidas cabina		medidas cubo		medidas puertas	medidas puertas
		frente	fondo	frente	fondo	frente	fondo	frente	fondo		
6	420	1.40	0.85	1.90	1.55	1.10	1.15	1.65	1.95	0.80	2.10
8	560	1.40	1.05	1.90	1.80	1.10	1.40	1.65	2.20	0.80	2.10
10	700	1.40	1.25	1.90	2.00	1.25	1.40	1.65	2.20	0.80	2.10

**Dimensiones FOSA Y SOBREPASO para las velocidades más usuales.**

velocidad m/seg.	medida fosa (m.)	medida sobrepaso (m.)
0.70	1.50	4.50
1.00	1.50*1.70**	4.50
1.50	2.00	5.20
1.75	2.20	5.50***
2.00	2.20**	5.50***
2.50	3.15**	5.50***
3.15	3.35**	6.50***
4.00	4.60**	6.50***
5.00	4.60**	7.00***
6.30	5.55**	7.50***

**Dimensiones y capacidades para elevadores normales grandes (sobre pedido)**

pers	kg.	cabina fr x fon (m.)	cubo fr x fon (m.)	puertas entradas (m.)
13	910	1.75 x 1.30	2.35 x 2.10	0.90
14	980	1.80 x 1.30	2.40 x 2.10	0.90
15	1050	1.80 x 1.40	2.40 x 2.20	0.90
17	1190	1.95 x 1.45	2.55 x 2.25	1.10
20	1400	2.10 x 1.50	2.75 x 2.30	1.10
23	1610	2.20 x 1.60	2.85 x 2.45	1.10

- \* Hasta 10 personas
- \*\* Depende de la capacidad.
- \*\*\* Con altura normal de la cabina.

La información contenida en estas tablas es general. Está basada en instalaciones con la maquinaria y controles situados directamente arriba del cubo, con todas las entradas previstas, del mismo lado. Las puertas más recomendables son las de 2 hojas corredizas automáticas de apertura central.

Para resolver cualquier problema de transportación vertical en sus proyectos de edificios para departamentos, oficinas, hospitales, centros comerciales, industrias, etc., nuestro Departamento de Ingeniería le proporcionará toda clase de asesoramiento.

**DIMENSIONES Y CAPACIDADES PARA ELEVADORES NORMALES**

PERS.	Kg.	CUBOS ANCHOS (en m.)				CUBOS ANGOSTOS (en m.)				AMBOS CASOS	
		medidas cabina		medidas cubo		medidas cabina		medidas cubo		medidas puertas	
		frente	fondo	frente	fondo	frente	fondo	frente	fondo	ancho	altura
4	280	1.10	0.85	1.60	1.60					0.80	2.10
6	420	1.40	0.85	1.90	1.55	1.10	1.15	1.65	1.95	0.80	2.10
8	560	1.40	1.05	1.90	1.80	1.10	1.40	1.65	2.20	0.80	2.10
10	700	1.40	1.25	1.90	2.00	1.25	1.40	1.65	2.20	0.80	2.10
13	910	1.75	1.30	2.35	2.10					0.90	2.10
14	980	1.80	1.30	2.40	2.10					0.90	2.10
15	1050	1.80	1.40	2.40	2.20					0.90	2.10
17	1190	1.95	1.45	2.55	2.25					1.10	2.10
20	1400	2.10	1.50	2.75	2.30					1.10	2.10
23	1610	2.20	1.60	2.85	2.45					1.10	2.10

Schindler O

Dimensiones FOSA Y SOBREPASO  
para las velocidades más usuales.

Velocidad m/seg.	Medida fosa (m.)	Medida sobrepaso (m.)
0.70	1.50	4.50
1.00	1.50* 1.70**	4.50
1.50	2.00	5.20
1.75	2.20	5.50***
2.00	2.20**	5.50***
2.50	3.15**	5.50***
3.15	3.35**	6.50***
4.00	4.60**	6.50***
5.00	4.60**	7.00***
6.30	5.55**	7.50***

La información contenida en estas tablas es general. Está basada en instalaciones con la maquinaria y controles situados directamente arriba del cubo, con todas las entradas previstas, del mismo lado. Las puertas más recomendables son las de dos hojas corredizas automáticas de apertura central.

Para resolver cualquier problema de tránsito vertical en su proyectos de edificios para departamentos, oficinas, hospitales, centros comerciales, industrias, residencias, etc., nuestro Departamento de Ingeniería le proporciona toda clase de asesoramiento técnico y de estudio de tráfico.

\* Hasta 10 personas.

\*\* Depende de la capacidad.

\*\*\* Con altura normal de la cabina.

**DIMENSIONES Y CAPACIDADES PARA MONTACARGAS NORMALES**

CAPACIDAD (Kgs.)	VELOCIDAD (m/seg.)	CUBO		CABINA			PUERTAS	
		frente	fondo	frente	fondo	altura	ancho	altura
500	0.65	1.90	1.60	1.40	1.00	2.20	1.40	2.00
1,000	0.50	2.50	2.00	1.60	1.60	2.20	1.60	2.00
1,500	0.50	2.70	2.30	1.80	1.90	2.20	1.80	2.00
2,000	0.50	2.90	3.10	2.00	2.70	2.20	2.00	2.00
2,500	0.50	2.90	3.50	2.00	3.00	2.20	2.00	2.00
3,000	0.50	3.10	3.50	2.20	3.00	2.20	2.20	2.00
2,500	0.50	3.55	6.40	2.65	6.00	2.00	2.65	2.00
3,000	0.50	3.55	6.40	2.65	6.00	2.00	2.65	2.00

(Todas las medidas son en metros.)

TABLA 1 Relación de superficie, carga y número de personas en la cabina.

CARGA NOMINAL (KG)	SUPERFICIE UTIL MAXIMA * DE LA CABINA (M <sup>2</sup> )	NUMERO MAXIMO DE PERSONAS
140.	0.45	2
210.	0.70	3
280.	0.93	4
350.	1.06	5
420.	1.20	6
490.	1.33	7
560.	1.55	8
630.	1.61	9
700.	1.81	10
770.	2.05	11
840.	2.12	12
910.	2.27	13
980.	2.34	14 x
1050.	2.53	15
1120.	2.74	16
1190.	2.82	17
1260.	3.00	18
1330.	3.07	19
1400.	3.25	20
1680.	3.77	24

NOTA 1.- Por encima de 1,680 kg de carga nominal por cada 100 kg de más, añadir: 0.16 m<sup>2</sup>.

NOTA 2.- Para cargas intermedias, la superficie viene determinada por interpolación lineal; el número máximo de personas se obtiene por la fórmula:  $W = 35.2 A^2 + 325 A$ .

En donde:

W = Carga de régimen mínima en kg.

A = Area neta interior de la plataforma en m<sup>2</sup>.

El resultado se redondeará al número entero 70 ( peso promedio de un usuario) inferior.

\* Los suplementos y extensiones, incluso de altura inferior a 1 m quedan prohibidas.

#### 5.4.1.3 Paredes, piso y techo.

-La cabina debe estar totalmente cerrada por paredes, un piso y techo de superficie llena, permitiéndose únicamente las aberturas para las puertas y orificios de ventilación.

-Las paredes piso y techo de cabina deben poseer una resistencia mecánica y una rigidez tales que no sufran deformación permanente al

**TABLA N<sup>o</sup>. 1, PARA ESTUDIOS DE TRAFICO DE ELEVADORES DE PASAJEROS**

**PARADAS POSIBLES PICO DE SUBIDA, TRAFICO MATUTINO**

S' = Paradas probables

$$S' = S = S \left[ \frac{S - 1}{S} \right]^P$$

En donde: S = Paradas posibles después del piso principal

P = Pasajeros.

NIVELES POSIBLES DESPUES DEL PISO PRINCIPAL.	C A P A C I D A D D E P A S A J E R O S D E L O S E L E V A D O R E S										
	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
4	2.73	3.29	3.60	3.78	3.83	3.87	3.90	3.93	3.95	3.96	3.97
5	2.95	3.69	4.16	4.46	4.57	4.66	4.73	4.78	4.83	4.86	4.89
6	3.11	3.99	4.60	5.03	5.19	5.33	5.44	5.53	5.61	5.67	5.73
7	3.22	4.22	4.96	5.50	5.72	5.90	6.06	6.19	6.31	6.41	6.49
8	3.31	4.41	5.25	5.89	6.16	6.39	6.59	6.77	6.92	7.05	7.17
9	3.38	4.56	5.49	6.23	6.54	6.81	7.05	7.28	7.46	7.63	7.78
10	3.44	4.69	5.69	6.51	6.86	7.18	7.46	7.71	7.94	8.15	8.33
11	3.49	4.79	5.87	6.76	7.14	7.49	7.81	8.10	8.37	8.61	8.82
12	3.53	4.88	6.02	6.97	7.39	7.78	8.13	8.45	8.75	9.02	9.27
13	3.56	4.96	6.15	7.16	7.61	8.02	8.41	8.76	9.09	9.39	9.67
14	3.59	5.02	6.26	7.33	7.81	8.25	8.66	9.04	9.39	9.72	10.03
15	3.62	5.08	6.36	7.48	7.98	8.45	8.88	9.29	9.67	10.03	10.36
16	3.64	5.14	6.46	7.61	8.13	8.62	9.09	9.52	9.92	10.30	10.66
17	3.66	5.18	6.53	7.73	8.27	8.70	9.27	9.72	10.15	10.56	10.94
18	3.68	5.23	6.61	7.84	8.40	8.98	9.44	9.91	10.36	10.79	11.19
19	3.70	5.26	6.67	7.94	8.52	9.07	9.59	10.09	10.56	11.00	11.42
20	3.71	5.30	6.73	8.03	8.63	9.19	9.74	10.25	10.73	11.20	11.64
21	3.72	5.33	6.79	8.11	8.72	9.31	9.86	10.39	10.90	11.38	11.84
22	3.74	5.36	6.84	8.18	8.81	9.41	9.98	10.53	11.05	11.55	12.02
23	3.75	5.38	6.88	8.25	8.90	9.51	10.10	10.66	11.19	11.71	12.20
24	3.76	5.41	6.93	8.32	8.97	9.60	10.20	10.77	11.32	11.85	12.36
25	3.77	5.43	6.97	8.38	9.04	9.68	10.30	10.88	11.45	11.99	12.51

**TABLA NO. 2, PARA ESTUDIOS DE TRAFICO DE ELEVADORES DE PASAJEROS**

**PARADAS PROBABLES PICO DE SUBIDA MATUTINA**

NIVELES POSIBLES DESPUES DEL PISO PRINCIPAL	C A P A C I D A D D E P A S J E R O S D E L O S E L E V A D O R E S										
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
4	3.98	3.98	3.99	3.99	3.99	3.994	3.996	3.997	3.998	3.998	3.999
5	4.91	4.93	4.94	4.95	4.96	4.97	4.98	4.98	4.99	4.99	4.99
6	5.77	5.81	5.84	5.87	5.89	5.91	5.92	5.94	5.95	5.96	5.96
7	6.56	6.63	6.68	6.72	6.76	6.80	6.83	6.85	6.87	6.89	6.91
8	7.28	7.37	7.45	7.52	7.58	7.63	7.67	7.72	7.75	7.78	7.81
9	7.92	8.04	8.15	8.24	8.33	8.40	8.47	8.53	8.58	8.63	8.67
10	8.50	8.65	8.78	8.91	9.01	9.11	9.20	9.28	9.35	9.42	9.48
11	9.02	9.20	9.36	9.51	9.65	9.77	9.88	9.98	10.08	10.16	10.24
12	9.42	9.70	9.89	10.07	10.23	10.38	10.51	10.64	10.75	10.86	10.95
13	9.92	10.16	10.38	10.58	10.77	10.94	11.10	11.24	11.38	11.50	11.62
14	10.31	10.57	10.82	11.05	11.26	11.45	11.64	11.81	11.96	12.11	12.24
15	10.67	10.96	11.23	11.48	11.71	11.93	12.14	12.33	12.50	12.67	12.83
16	10.99	11.31	11.60	11.87	12.13	12.37	12.60	12.81	13.01	13.20	13.37
17	11.29	11.63	11.94	12.24	12.52	12.78	13.03	13.27	13.48	13.69	13.89
18	11.57	11.92	12.26	12.58	12.88	13.16	13.43	13.69	13.93	14.15	14.37
19	11.82	12.20	12.56	12.90	13.22	13.52	13.81	14.08	14.34	14.59	14.82
20	12.06	12.45	12.83	13.19	13.53	13.85	14.16	14.45	14.73	14.99	15.25
21	12.27	12.69	13.08	13.46	13.82	14.16	14.49	14.80	15.09	15.38	15.64
22	12.48	12.91	13.32	13.71	14.09	14.45	14.80	15.12	15.44	15.73	16.02
23	12.67	13.12	13.55	13.96	14.35	14.73	15.09	15.43	15.76	16.08	16.38
24	12.84	13.31	13.75	14.18	14.59	14.98	15.36	15.72	16.06	16.39	16.71
25	13.01	13.49	13.95	14.38	14.82	15.22	15.61	15.99	16.35	16.70	17.03

65





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

CURSOS ABIERTOS

EDIFICACION

INSTALACIONES

ELECTRICIDAD E ILUMINACION

HIDRUALICA

SANITARIA

GAS

ING. PATROCINIO BECERRIL A.

## 1.- INSTALACIONES ELECTRICAS E ILUMINACION

Una instalacion electrica diremos muy brevemente que es el conjunto de tuberias, canalizaciones, cajas de conexion, conductores, accesorios de proteccion y control hasta los receptores de servicio.

Los receptores de corriente son muy variados pero los podemos resumir en: lamparas, contactos, motores y salidas especiales.

### TUBERIAS Y CANALIZACIONES

Pueden ser tuberias, ductos, charolas y trincheras. Que se utilizan para introducir, colocar o apoyar los conductores electricos para su proteccion.

### 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, y su precio economico.

Existen accesorios como codos a 90°, coples y chiquiadores para unirlos a las cajas de conexion en todas las medidas (10 a 51 mm. de diametro.)

b).- Tubo de PVC rigido características similares al anterior

solo que este puede tambien quedar aparente con sus soportes adecuados. Existen conexiones para instalarlo, se utiliza bastante en redes de alumbrado y fuerza aunque debe protegerse con revoltura de concreto pobre.

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 union se hace por medio de coples, codos a 90° 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 90°, y su unión a las cajas de conexión es con contras y monitores, la continuidad mecanica es de 100% efectiva, usos pueden ser oculto o aparente. (se usa de tierra) Mayor resistencia mecanica, a la temperatura y humedad.

d).- Tubo conduit de acero galvanizado. Existen tambien dos tipos, pared delgada y pared gruesa, sus caracteristicas son similares al anterior, además 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, además 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 subterranas, acometidas de la Cia. de Luz., en subestaciones-etc. en diámetros de 51 hasta 150 mm.

g) .- Tubos flexibles de acero o plastico corrugados-su uso se limita conexion terminal a motores y equipo especial.

#### CAJAS DE CONEXION

- a).- En lamina negra, acero esmaltado o plastico.
- b).- lamina de acero galvanizada
- c).- Chalupas negras, de acero esmaltado o de plastico.
- d).-Condulets en aluminio

Se utilizan como paso, cambios de direccion y como terminales para contactos, apagadores y salidas de servicio a motores o equipo especial.

#### OBJETIVOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA

Para un buen funcionamiento debe comprender lo siguiente:

- 1.- Seguridad- que el proyecto este bien calculado
- 2.- Eficiencia- que su diseño sea el correcto
- 3.- Economia- que los materiales sean para ese tipo de obra.
- 4.- Mantenimiento- que esten definidos sus circuitos, alimentadores y servicios. asi como accesibilidad en sus trayectos por medio de los registros.

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 ofrezcan poca resistencia al paso de la corriente 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 más apropiado por las siguientes características:

- 1.-Alta conductividad
- 2.-Resistencia mecánica
- 3.-Flexibilidad
- 4.-Bajo costo

Para identificar los conductores se toma como base su sección circular y se le llama calibre, alambre que está compuesto de un solo hilo y cable que tiene varios hilos.

En la tabla siguiente se detallan sus características.

# AREAS DE CONDUCTORES EN mm<sup>2</sup>

# TIPO T.W.

(INCLUYENDO EL AISLAMIENTO)

UTILIZAR

COND.	CALIBRE A.W.G. S.A.C.M.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ALAMBRE	20	3.5	7.0	10.5	14.0	17.5	21.0	24.5	28.0	31.5	35.0
	18	4.1	8.2	12.3	16.4	20.5	24.6	28.7	32.8	36.9	41.0
	16	5.3	10.6	15.9	21.2	26.5	31.8	37.1	42.4	47.7	53.0
	14	6.5	13.0	19.5	26.0	32.5	39.0	45.5	52.0	58.5	65.0
	12	10.7	21.4	32.1	42.8	53.5	64.2	74.9	85.6	96.3	107.0
	10	13.8	27.6	41.4	55.2	69.0	82.8	96.6	110.4	124.2	138.0
	8	25.5	51.0	76.5	102.0	127.5	153.0	178.5	204.0	229.5	255.0
	6	48.0	96.0	144.0	192.0	240.0	288.0	336.0	384.0	432.0	480.0
CABLE	20	4.1	8.2	12.3	16.4	20.5	24.6	28.7	32.8	36.9	41.0
	18	4.9	9.8	14.7	19.6	24.5	29.4	34.3	39.2	44.1	49.0
	16	6.1	12.2	18.3	24.4	30.5	36.6	42.7	48.8	54.9	61.0
	14	9.6	19.2	28.8	38.4	48.0	57.6	67.2	76.8	86.4	96.0
	12	12.6	25.2	37.8	50.4	63.0	75.6	88.2	100.8	113.4	126.0
	10	16.6	33.2	49.8	66.4	83.0	99.6	116.2	132.8	149.4	166.0
	8	30.2	60.4	90.6	120.8	151.0	181.2	211.4	241.6	271.8	302.0
	6	49.0	98.0	147.0	196.0	245.0	294.0	343.0	392.0	441.0	490.0
	4	65.0	130.0	195.0	260.0	325.0	390.0	455.0	520.0	585.0	650.0
	2	89.9	179.8	269.7	359.6	449.5	539.4	629.3	719.2	809.1	899.0
	1/0	143.1	286.2	429.3	572.4	715.5	858.6	1001.7	1144.8	1287.9	1431.0
	2/0	169.6	339.2	508.8	678.4	848.0	1017.6	1187.2	1356.8	1526.4	1696.0
3/0	201.0	402.0	603.0	804.0	1005.0	1206.0	1407.0	1608.0	1809.0	2010.0	
4/0	240.4	480.8	721.2	961.6	1202.0	1442.4	1682.8	1923.2	2163.6	2404.0	

## TUBERIA CONDUIT AREAS EN mm<sup>2</sup>

DIAM. NOM. (mm)	P.V.C. TIPO NORMAL		
	TOTAL	25%	40%
13	193	48	77
19	353	88	144
25	568	142	227
32	941	240	384
38	1346	326	522
51	2163	541	865

DIAM. NOM. (mm)	METALICA P. DELGADA		
	TOTAL	25%	40%
13	188	47	79
19	359	90	143
25	555	139	222
32	972	243	389
38	1337	334	535
51	2128	537	875

DIAM. NOM. (mm)	P.V.C. TIPO PESADO		
	TOTAL	25%	40%
13	254	63	101
19	430	107	172
25	711	178	284
32	1175	294	470
38	1533	383	613
51	2409	602	963
63	3534	883	1413
76	5434	1358	2173
102	9224	2306	3689

DIAM. NOM. (mm)	METALICA P. GUESA		
	TOTAL	25%	40%
13	240	60	96
19	394	98	157
25	624	156	249
32	1057	264	423
38	1424	356	570
51	2314	578	926
63	3440	860	1376
76	5271	1323	2116
102	8937	2234	3575

### NOTA -

#### UTILIZAR:

- a). - 40% PARA OBRAS NUEVAS.
- b). - 30% PARA OBRAS EXISTENTES.
- \* - AREA APROXIMADA, MAXIMO 30 CONDUCTORES EN UN DUCTO, CON EXCEPCION DE HILOS DE CONTROL.

DIAM. NOM. (mm)	ASBESTO-CEMENTO		
	TOTAL	25%	40%
51	1762	441	705
63	3017	754	1207
76	4534	1133	1814
102	7850	1962	3140
152	17428	4357	6971

DIMENSION (mm)	DUCTO METALICO - CUADRADO EMBISAGRADO		
	TOTAL (mm <sup>2</sup> )	30% (mm <sup>2</sup> )	40% (mm <sup>2</sup> )
65x65	4225	1267	1690
100x100	10000	3000	4000
150x150	22500	6750	9000
50x100	5000	1500	2000

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, temperatura maxima 40°C.

2.-THW. a base de goma termoplastica (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 maxima a 60°C.

3.-Vinanel 900 a base de PVC. (cloruro de polivinilo) especial, resistente al calor, humedad y agentes quimicos, 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 maxima 90°C. - al aire.

4.-Vinanel nylon a base de dos capas termoplasticas 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 mecanica, no propaga las llamas, características tensión 600 volts, temperatura maxima 90°C. Su uso en alimentacion secundaria a transformadores, tableros generales, table-


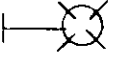


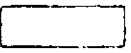











ros de distribución en baja tensión, circuitos de alumbrado y fuerza, así como acometidas de Cia. su ministradora de Energía Eléctrica.

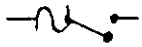
EXISTEN OTROS TIPOS DE AISLAMIENTO  
PARA USOS ESPECÍFICOS COMO :

- 1.- Alambre o cable duplex con endidura, se utiliza en extensiones o instalaciones provisionales
- 2.- Bipolar con aislamiento de vinil, se utiliza en antenas , equipo electrónico etc.
- 3.- Cordon flexible, se utiliza en equipos que --- trabajan resistencias como parrillas, planchas hornos etc.
- 4.- Cordon para uso rudo, se usa en instalaciones a la intemperie.
- 5.- Cordon con forro de asbesto o algodón, se utiliza en equipos que trabajan a altas temperaturas.



## 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

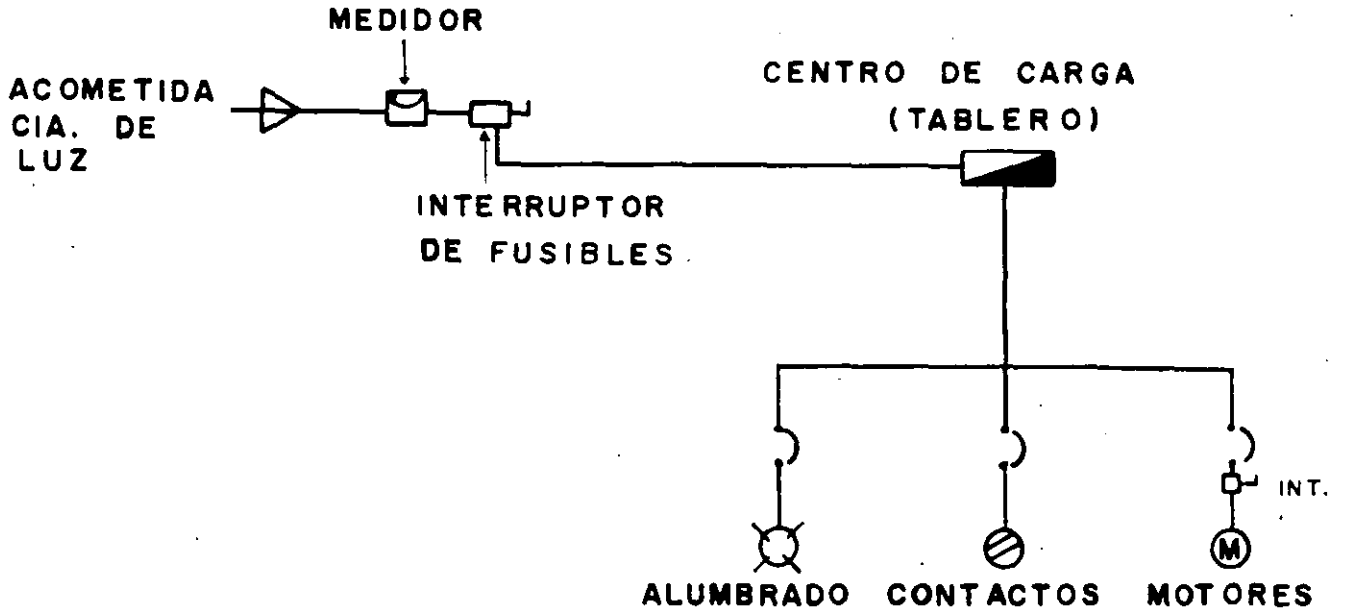


Tubería por muro o losa

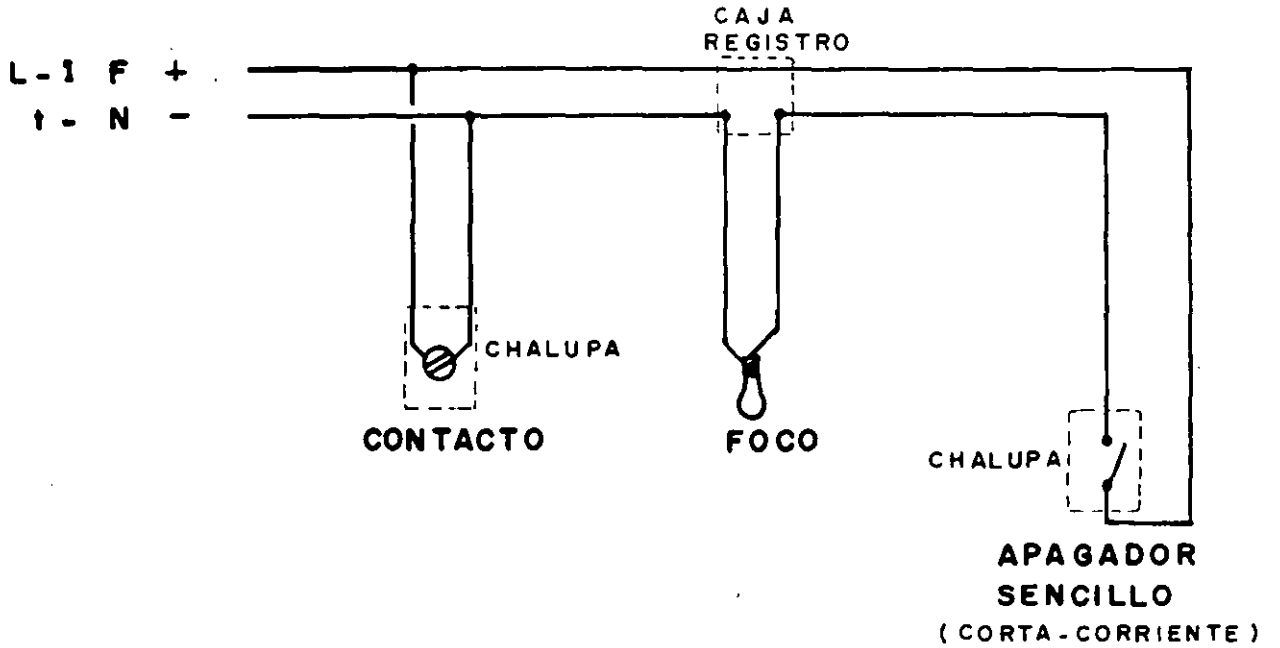


Tubería por piso

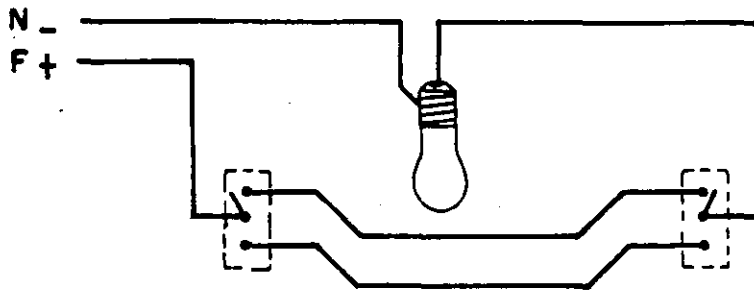
# DIAGRAMA TIPICO PARA CASAS



## 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., proporcionaran la alimentación en 1 fase y neutro (monofásica 2 hilos)

Para cargas de 4,000 a 8,000w., la alimentación será de 2 fases y neutro (bifásica 3 hilos)

Para cargas de 8,000w., en adelante la alimentación será de 3 fases y neutro (trifásica 4 hilos)

## SUB-ESTACIONES

EXISTEN DOS TIPOS PRINCIPALES:

- a).-Tipo rural en poste con capacidad máxima de 75 kva en un poste, o 112,5 kva en dos postes.

CAPACIDAD DE CORRIENTE PROMEDIO DE LOS  
CONDUCTORES .DE 1 A 3 EN TUBO CONDUIT  
(TODOS HILOS DE FASE) A LA INTERPERIE

TABLA No. 2

CALIBRE A. W. G. o M. C. M.	TIPO DE AISLAMIENTO			A LA INTERPERIE	
	TW	THW	VINANEL-NYLON Y VINANEL 900	TW	VYNANEL NYLON 900 THW
.14	15AMP.	25 A	25AMPS.	20 A	30AMPS.
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 30°					
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	0.80		
55	35°	DE 40°	0.74		
FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO					
DE 4 a 6 CONDUCTORES		80 %			
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 línea 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-estacion 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 en contactos y lamperas.

Pero con el incremento de estos se aumentarán los calibres de los conductores.

La formula que se utiliza para el calculo de cargas monofa-

$$\text{sicas es } I = \frac{W}{E \text{ en } \cos \phi}$$

Donde: I=Intensidad de corriente en amps.

W=Carga en Watts.

E=Corriente en Volts. (127.5)

cos.  $\phi$ =Factor de Potencia (0.85 constante)

Ejem. Si tenemos una carga de 3,800 W., aplicando la formula nos dara:

$$I = \frac{3,800}{127.5 \times 0.85} = 35 \text{ Amps.}$$

A estos resultados se les debe aplicar un factor de utilizacion 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 maxima 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

Dos conductores calibre 10 ocupan una area total de 27.98 mm<sup>2</sup> segun la tabla siguiente, por lo que pueden alojarse en un tubo de 13 mm. de diametro ya que se puede ocupar hasta 78 mm<sup>2</sup> de su area.

De acuerdo al reglamento solo se debe ocupar el 40% del area de los tubos y ductos.

PARA CORRIENTE BIFASICA A TRES HILOS (2F-IN)

SE DEBERA UTILIZAR LA SIGUIENTE FORMULA:

$$I = \frac{W}{2 E_n \cos \phi}$$

PARA CORRIENTE TRIFASICA A CUATRO HILOS (3F-IN)

SE DEBERA UTILIZAR LA SIGUIENTE FORMULA:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E_n \cos \phi}$$

Ejemplo: Datos      W=28,000  
                            E<sub>n</sub>=220 volts.  
                            Cos.  $\phi$  = 0.85  
                            F. D.=0.70

SUBSTITUYENDO TENDREMOS

$$I = \frac{28,000}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.85} = 86.55 \text{ Amps.}$$

$$I_c = 86.55 \times 0.70 = 60.58 \text{ Amps.}$$



Para esta corriente se necesitan conductores calibre 4 que transportan en condiciones normales hasta 70 amps.

Serian 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.

$$\begin{array}{r} 3 \text{ No. } 4 = 195 \\ 1 \text{ No. } 6 = 49 \\ \hline 244 \text{ mm}^2 \end{array}$$

Por lo que el diametro de la tuberia sera de 32 mm. de la cual se pueden ocupar hasta  $384 \text{ mm}^2$  de su area.

La corriente tambien debera calcularse por caida de tension originada por la distancia que recorre en sus alimentadores. En un proyecto con corriente bifasica o trifasica 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:

$$\text{D.F.} = \frac{\text{FASE MAYOR} - \text{FASE MENOR}}{\text{FASE MAYOR}} \times 100 = \% \text{ DESB.}$$

Es recomendable separar los circuitos de alumbrado, contactos motores y aparatos especiales.

Cada circuito deberá tener una carga máxima de 2.000 W., ya que esta carga nos origina lo siguiente:

$$I = \frac{2.000}{127.5 \times 0.85} = 18.46 \text{ Amps.}$$

$$I_c = 18.46 \times 0.70 = 12.92 \text{ Amps.}$$

Ya que el interruptor termomagnético más pequeño que se coloca en el tablero es de 15 amperes.

El centro de carga deberá ubicarse en un punto medio de la edificación para que el recorrido de los alimentadores sea más o menos el mismo, y se reduzca la caída de tensión.

#### 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 termomagnéticos protegen además de calentamiento por bajo voltaje 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	0.785	0.740	1.040 - 0.986
1.00	0.993	0.953	0.993 - 0.953
1.25	1.236	1.190	0.968 - 0.952
1.50	1.450	1.418	0.966 - 0.945
1.75	1.622	1.522	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	2.397	2.290	0.953 - 0.916
2.75	2.574	2.503	0.936 - 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 luminica la bujia (intensidad de una vela ahora se tomo unidad de flujo luminico al lumen (1 bujia = 12 lumenes)

Existe una tabla de niveles medios de alumbrado, autorizada por el reglamento de la direccion general de electricidad.

Hay varias formulas para hacer los calculos por ejemplo:

PARA OBTENER EL FLUJO TOTAL EN LUMENES.

$$F_t = \frac{E \times S}{U \times C}$$

Donde: Ft=Flujo total

E=Claridad en luxes

S=Superficie alumbrada  
en M2

U=coeficiente de utilizaci3n

C=Coeficiente de depreciaci3n

PARA OBTENER EL NUMERO DE APARATOS DE ALUMBRADO

$$N = \frac{F_t}{F_a}$$

Donde:  $F_t$  = Flujo total en lumenes

$F_a$  = Flujo por luminar en lumenes

(dato de catalogo)

PARA OBTENER EL COEFICIENTE DE UTILIZACION

$$U = \frac{E \times S}{F_l}$$

Donde:  $E$  = Claridad en luxes

$S$  = Superficie en M<sup>2</sup> del plano de trabajo

$F_l$  = Flujo total de las lamparas en lumenes

Existe un metodo muy practico llamado del lumen y lo explicaremos con un ejemplo: datos: tenemos un despacho con 25 M<sup>2</sup> de area queremos que tenga una intensidad luminica de 150 luxes/M<sup>2</sup>. Lo vamos a iluminar con lamparas incandescentes sabemos por tabla o catalogo que un foco de 100 W. nos produce 800 luxes por M<sup>2</sup> a 2.20 mts. de altura, lo resolvemos de la siguiente forma:

$$\frac{25 \times 150}{800} = 4.6 \text{ focos (5 de 100 W.) o su equivalente en fluorescente.}$$

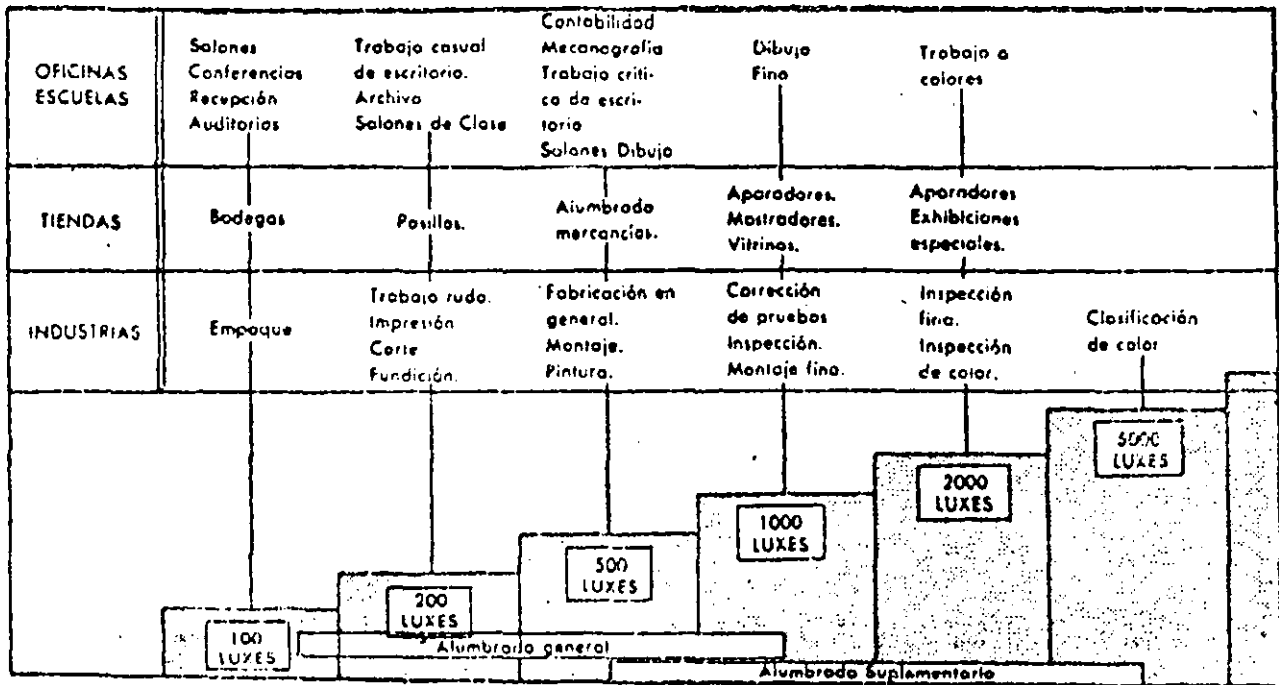
ALUMBRADO

NIVELES MEDIOS DE ALUMBRADO RECOMENDABLES

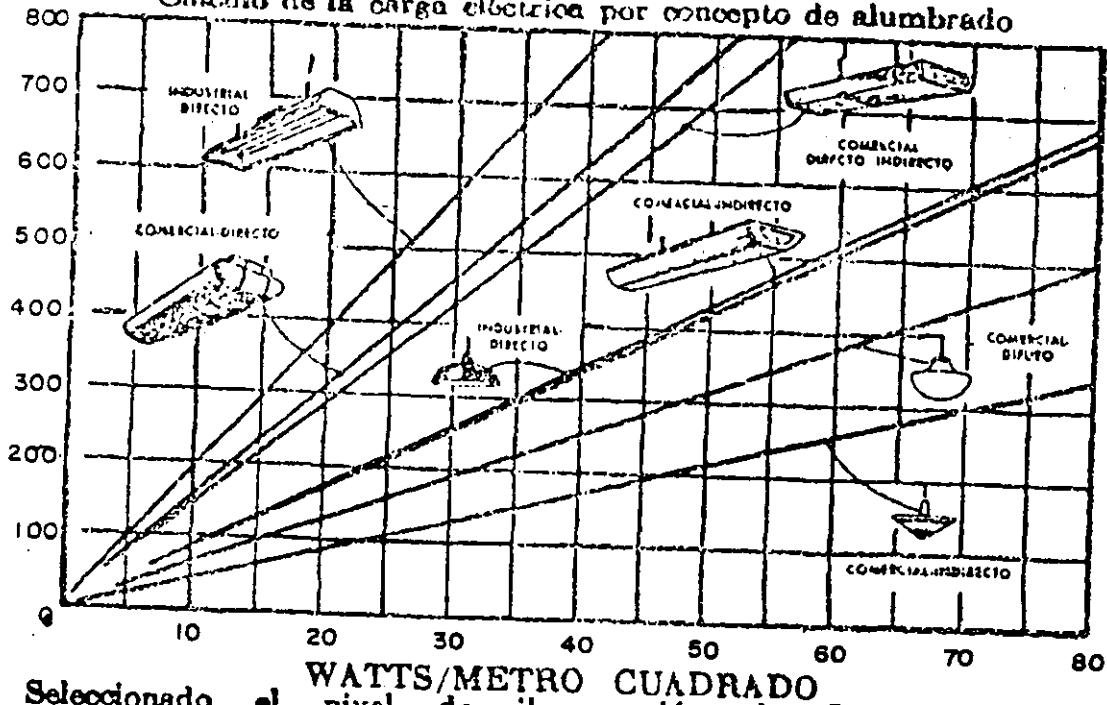
Locales cerrados o vías públicas a iluminar	Alumbrado medio lux
<i>Talleres</i>	
Trabajos bastos: almacenaje, empaque, etc.	80 a 100
Trabajos finos: mecanización, control	150 a 250
Trabajos muy finos: rectificación, medida	500 a 1000*
<i>Oficinas</i>	
Despachos	150 a 250
Oficinas de dibujo	300 a 600
Excusados y locales adjuntos	60 a 100
<i>Almacenes</i>	
Almacenes propiamente dichos	200 a 300
Escaparates: según las calles y los prod. expuestos	500 a 2000
<i>Escuelas</i>	
Salas de clase	120 a 200
Salas de dibujo o de costura	200 a 250
Laboratorios varios	150 a 200
<i>Hoteles y edificios públicos</i>	
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
<i>Casas particulares</i>	
Salones (preferentemente alumbrado indirecto)	100 a 120
Comedores	120 a 150
Despachos	120 a 150
Cocinas	100 a 150
Vestibulos, trasteros	50 a 100
<i>Vías públicas</i>	
	A      B
Carreteras interurbanas y arterias periféricas	15      30
Vías urbanas de gran tráfico	8      15
Vías urbanas de tráfico mediano	8      8
Vías urbanas de poco tráfico	8      5

\* localmente. — A. Vías diurnas. — B. Vías oscuras

## NIVELES DE ILUMINACION RECOMENDABLES LUXES o LUMENS/m<sup>2</sup>



Cálculo de la carga eléctrica por concepto de alumbrado



Seleccionado el nivel de iluminación de Luxes adecuado determinense 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 proporcionarán 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 es 30 % menor que el cobre.

Usos generales en cualquier edificación puede instalarse ahogada o aparente, tiene buena resistencia mecánica. Se puede utilizar para agua fria, -



agua caliente, gas, aire y aceite.

c.- Tuberías de PVC. Deben ser tipo RD. 26 Hidráulica 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 fría 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. También se utiliza en redes exteriores de agua por ser muy maleable y fácil de instalar. Su costo es 40 % menor que el cobre.

### 3.- CALCULO DE LA TOMA DOMICILIARIA

Se toma como base el consumo dependiendo del número de personas que habitan la edificación.

Se anexa tabla de consumos.

Ejemplo:

Una casa con cinco personas, con un consumo de 200 lts. por persona y por día = 1,000 lts./día. 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.

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \quad \text{SUBST.} \quad \sqrt{\frac{4 \times 0.000023}{3.14 \times 1}} = 0.0054 \text{ M} = 5.4 \text{ mm.}$$

Por lo tanto el diámetro de la toma será de 13 mm. - siendo este el tubo más pequeño que autoriza la--

oficina de AGUA POTABLE.

Ejemplo 2. Si se tratara de un Condominio de 20 Departamentos con cinco personas por departamento tendríamos :

$$\text{GASTO} = \frac{20,000}{43,200} = 0.46 \text{ LPS.}$$

$$\text{SUBST. } \phi = \sqrt{\frac{4 \times 0.00046}{3.14 \times 1}} = 0.024 \text{ M.} = 24 \text{ mm.}$$

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 características 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 :

$$\text{GASTO} = \sqrt{\frac{\text{U.M.}}{5}}$$

Si el sistema es de baja presión (excusados de tanque) se utilizara la siguiente fórmula :

$$\text{GASTO} = \sqrt{\frac{\text{U.M.}}{15}}$$

Cuando se ha obtenido el gasto se aplicará la siguiente fórmula para obtener los diámetros :

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$$

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 ..... 667 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

## SIMBOLOGIA INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS.

— — — — —	AGUA FRIA
— · — · — ·	AGUA CALIENTE
— · — · — ·	RETORNO DE AGUA CALIENTE
— X —	VALVULA DE COMPUERTA
— X —	VALVULA DE GLOBO
— G —	GAS
— A —	AIRE
— C. I. —	CONTRA-INCENDIO
— V —	VAPOR
— R. V. —	RETORNO DE VAPOR
— N —	VALVULA DE RETENCION
— M —	VALVULA PARA MANGUERA
— F —	VALVULA FLOTADOR
— P —	VALVULA DE PASO PARA GAS
— U —	TUERCA UNION
— O —	VALVULA DE ALIVIO
V. E. A.	VALVULA ELIMINADORA DE AIRE

— — — — —	DESAGÜES
— — — — —	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.

## CONSUMOS 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 <sup>2</sup>
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 SACRIFICADA	350
LAVADEROS POR KG. DE ROPA SECA	45
BAÑOS, POR CADA BAÑO DE TINA (PUBLICO)	5000
BAÑOS, POR CADA BAÑO DE REGADERA	1000
CUARTELES POR HOMBRE POR DIA	40 - 80
LIMPIEZA DE UN COCHE	100
HOTELES	200
OFICINA	20 LTS./M <sup>2</sup> /DIA
<b>DEPARTAMENTOS (150 LTS./PERS./DIA)</b>	
1 RECAMARA (3 PERSONAS)	450 LTS.
2 RECAMARAS (5 PERSONAS)	750 LTS.
3 RECAMARAS (7 PERSONAS)	1,050 LTS.
4 RECAMARAS (9 PERSONAS)	1,350 LTS.
<b>ESCUELAS POR ALUMNO POR DIA</b>	
PRIMARIA O KINDER	20
SECUNDARIA O PREPARATORIA	25
UNIVERSIDAD, TECNOLOGICO, NORMAL	30
INTERNADO	200

EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES MUEBLE

M U E B L E	S E R V I C I O	C O N T R O L	U. M.
EXCUSADO	PUBLICO	VALVULA	1
EXCUSADO	PUBLICO	TANQUE	5
FREGADERO	RESTAURANTE	LLAVE	4
LAVABO	PUBLICO	II	2
MINGITORIO PEDESTAL	II	VALVULA	5
MINGITORIO PARED	II	II	5
MINGITORIO PARED	II	TANQUE	3
REGADERA	II	MEZCLADORA	4
TINA	II	LLAVE	4
VERTEDERO	OFICINA	II	2
EXCUSADO	PRIVADO	VALVULA	6
EXCUSADO	II	TANQUE	3
FREGADERO	II	LLAVE	2
GRUPO BAÑO	II	W.C. VALVULA	8
GRUPO BAÑO	II	W.C. TANQUE	6
LAVABO	II	LLAVE	1
LAVADERO	II	II	2
REGADERA	II	MEZCLADORA	4
TINA	II	II	4

ALIMENTACION DE AGUA A LOS MUEBLES

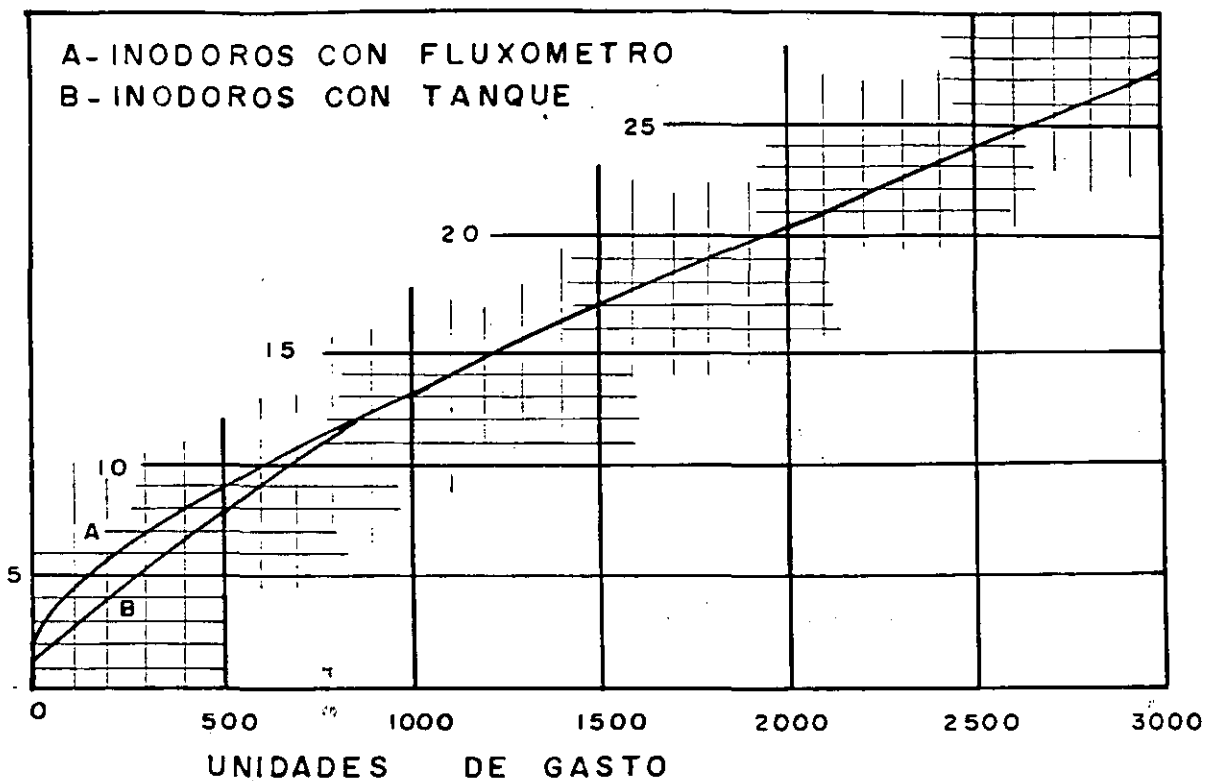
M U E B L E	DIAM.	M U E B L E	DIAM.
BEBEDERO	10	LLAVE MANGUERA	13
EXCUSADO (TANQUE)	10	MINGITORIO (TANQUE)	13
EXCUSADO (VALVULA)	32	MINGITORIO (VALVULA)	19
FREGADERO RESIDENCIA	13	REGADERA	13
FREGADERO COMERCIAL	19	TINA	13
HIDRANTE DE PARED	13	VERTEDERO	13
LAVABO	10	VERTEDERO COMBINACION	13
LAVADERO 1, 2 ó 3 COMP.	13	VERTEDERO LAVADO AUTOMATICO	19
LAVADORA TRASTOS (DOMESTICO)	13		

PRESION NECESARIA Y CONSUMO DE AGUA DE LOS MUEBLES SANITARIOS

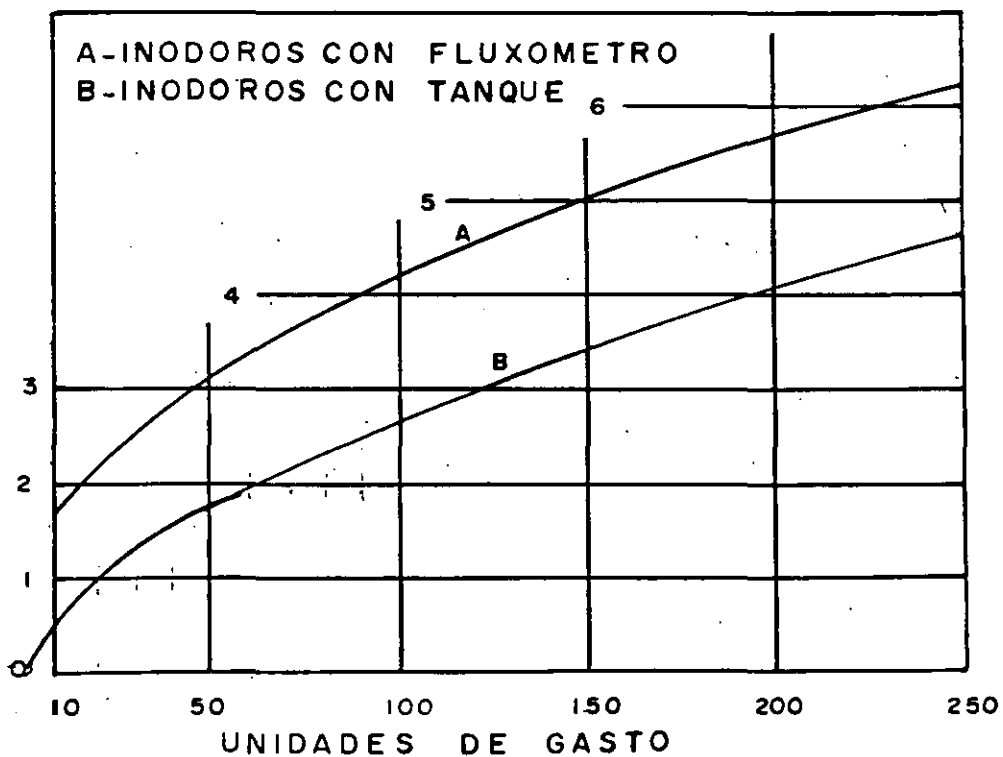
M U E B L E	PRESION m.	GASTO l.p.m.
EXCUSADO TANQUE	10.5	11.3
EXCUSADO VALVULA	7 a 14	57 a 151 (85)
LLAVE DE AGUA	5.6	11.3
MINGITORIO VALVULA	10.5	57
MANGUERA 15 m.	21.0	19
REGADERA	8.5	19
TINA	3.5	23
VERTEDERO 10 mm.	7.0	17
VERTEDERO 13 mm.	3.5	17

# GASTO MAXIMO PROBABLE

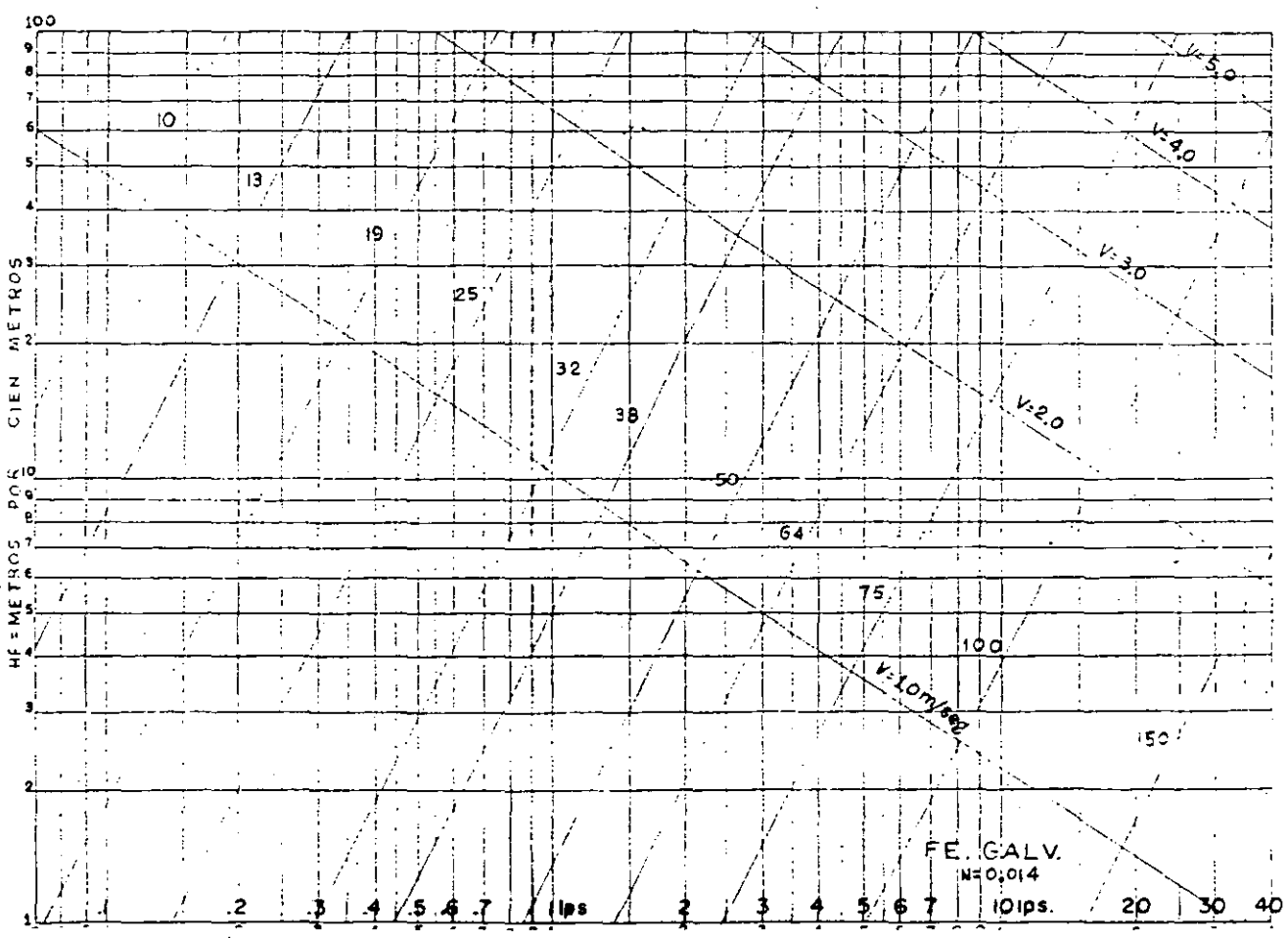
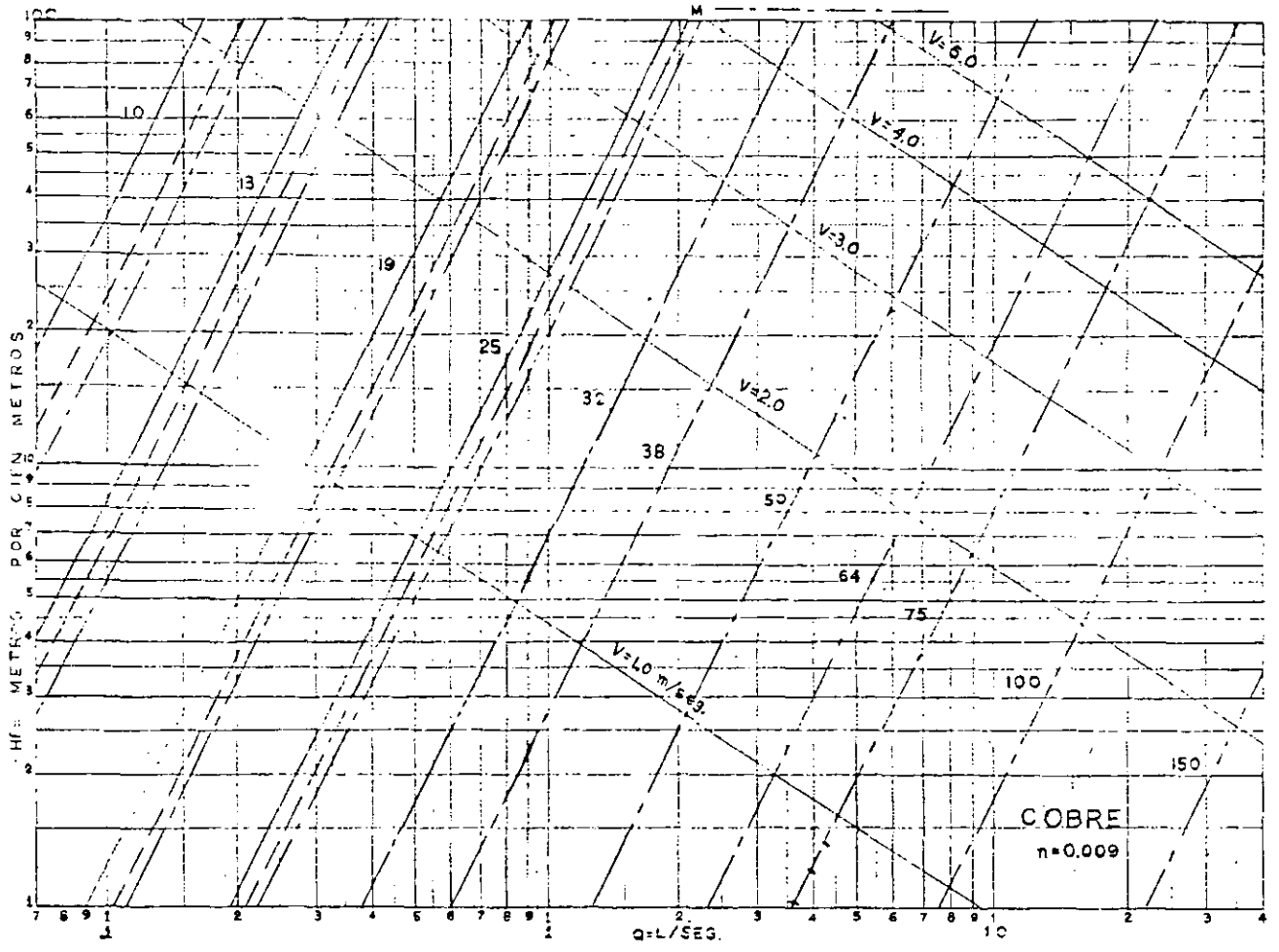
LITROS POR SEGUNDO



LITROS POR SEGUNDO
















FE GALV.  
 $n = 0.014$   
 10 lps. 20 30 40 lps. 33

## PERDIDA DE CARGA EN VALVULAS Y CONEXIONES

El cambio brusco de dirección del flujo en una tubería por medio de codos, tees, válvulas 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 90° equivale a la que se originaría en un tramo recto de tubo de igual diámetro y de 1.03 m. de longitud.

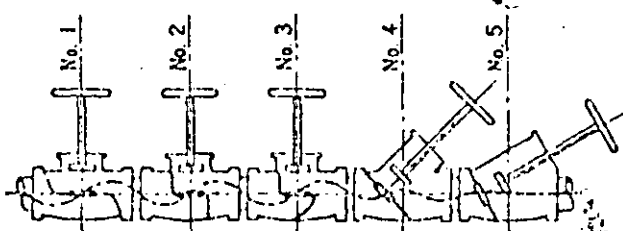
La tabla siguiente contiene pérdidas de carga para las piezas más usuales, expresadas en metros de tramos rectos de tubería del diámetro correspondiente.

## RESISTENCIA EN VALVULAS Y CONEXIONES

DIAMETRO DE LA TUBIA	CODO	CODO DE RADIO MEDIO	CODO DE RADIO GRANDE	CODO DE 45°	TEE	CURVA DE REYONADO	VALVULA EN COMPUERTA ABIERTA	VALVULA DE GLOBOS ABIERTA	VALVULA DE ANGULO ABIERTA	
	STANDARD									
										
m.m.	PULG.									
<b>LONGITUD DE TRAMO RECTO EQUIVALENTE A LA RESISTENCIA AL ESCURRIMIENTO</b>										
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	0.540	0.427	0.305	1.372	1.524	0.143	6.705	3.658
25	1"	0.823	0.701	0.516	0.336	1.768	1.859	0.183	8.230	4.572
32	1 1/4"	1.120	0.914	0.732	0.480	2.377	2.591	0.244	11.278	5.486
39	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	10.050
76	3"	2.409	2.073	1.584	1.158	5.182	5.486	0.518	25.908	12.602
89	3 1/2"	2.896	2.430	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	2.406	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	10.050	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	33.526
254	10"	7.925	6.706	5.182	3.962	17.089	18.593	1.737	88.592	42.672
305	12"	9.754	7.925	6.096	4.572	20.117	22.250	2.042	103.632	51.016
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	38.576	3.658	170.688	85.344
559	22"	17.676	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	128.016
914	36"	28.051	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"	41.140	33.528	24.994	17.676	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.



$$h = f \frac{V^2}{2g}$$

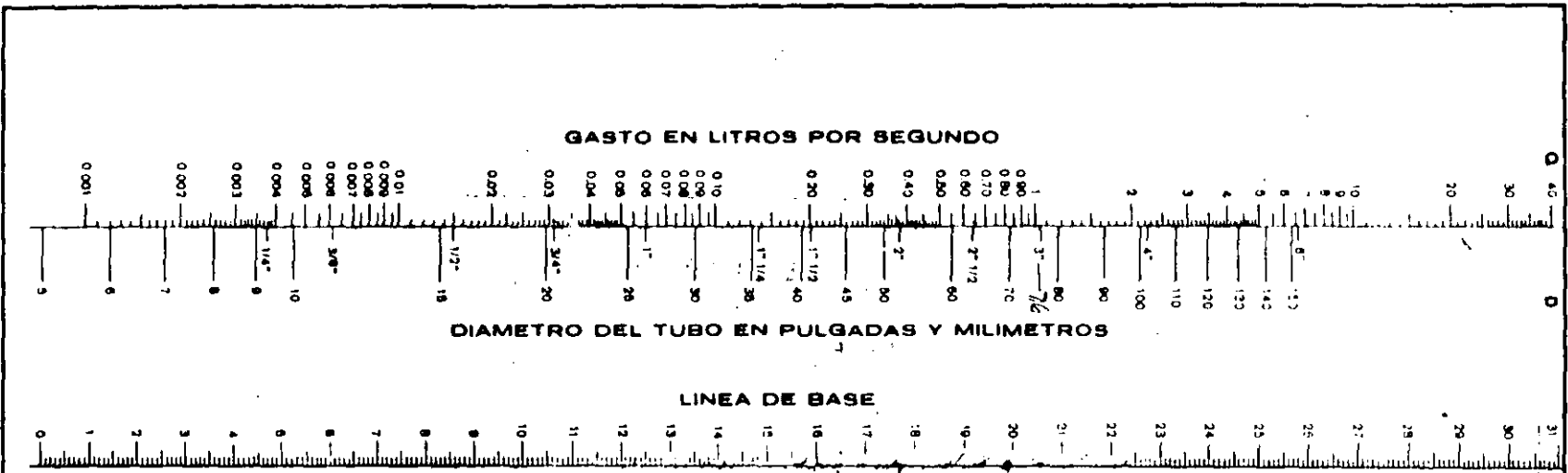
$h$  = pérdida de carga en mts.

$V$  = velocidad en mts./seg.

$f$  = coeficiente de fricción.

# ALIMENTACION

FLUXOMETRO					NORMALES				
U.M.	Ø mm.	L.P.S.	Pf/100m	L.P.M.	Ø mm.	L.P.S.	Pf/100m	L.P.M.	
5	32	1.4	12	84	19	0.3			
10	38	1.7	7.5	102	25	0.5	5	30.5	
20	38	2.2	11	132	32	0.9	4.8	54	
30	38	2.6	13	156	32	1.3	10	78	
40	50	2.9	5.6	179	32	1.6	15	96	
50	50	3.2	6	192	38	1.8	8.4	104	
60	50	3.4	7	204	38	2	10	120	
70	50	3.6	8	216	38	2.2	12	132	
80	50	3.9	9.8	234	38	2.3	13	138	
90	50	4.1	11	246	38	2.5	16	150	
100	50	4.3	11.5	258	50	2.7	4.6	162	
110	50	4.5	12.5	270	50	2.9	5.4	170	
120	50	4.6	13	275	50	3	5.6	180	
130	50	4.7	14	282	50	3.1	6	186	
140	64	4.9	4.8	294	50	3.3	6.8	198	
150	64	5	5	300	50	3.4	7.1	205	
160	64	5.2	5.5	312	50	3.5	7.8	210	
170	64	5.4	5.9	324	50	3.7	8.4	222	
180	64	5.5	6	330	50	3.8	9	228	
190	64	5.6	6.2	336	50	4	10	240	
200	64	5.7	6.6	341	50	4.1	10.5	246	
210	64	5.9	6.9	354	50	4.2	11	251	
220	64	6	7	360	50	4.4	12	264	
230	64	6.1	7.3	365	50	4.5	12.5	270	
240	64	6.2	7.5	372	50	4.6	13	276	
250	64	6.3	7.6	373	50	4.7	14	282	

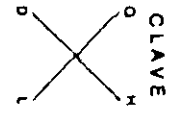


**EJEMPLO:**

Se desea calcular el diámetro necesario para conducir 2 litros/segundo en una línea de 900 metros lineales y se dispone de una carga de 20 metros de columna de agua.

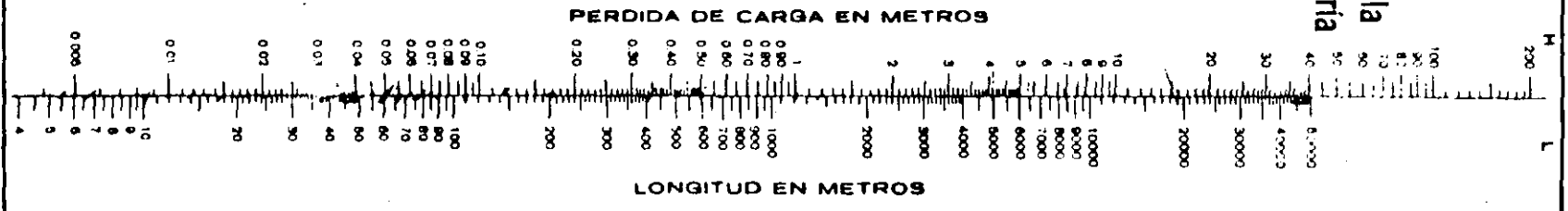
Uniendo "Q" y "L" por medio de una recta, se tiene sobre la línea de base el punto "a"; a continuación se traza una recta que partiendo del eje "H" y pasando por "a" corta al eje "D" en 2. Este es el diámetro a emplear.

Similarmente conociendo D, L y H se encuentra Q ó conocidos Q, L y D se halla H.



$$Q = \frac{0.312}{n} D^{4.75} H^{1/2} L^{1/2} ; n = 0.009$$

**NOMOGRAMA de la fórmula  
de R. MANNING para tubería  
de plástico**



## INSTALACIONES SANITARIAS

### 1.- DEFINICION.

Es el conjunto de tuberías, conexiones y accesorios que nos proporcionarán una instalación satisfactoria de acuerdo a las necesidades de nuestra obra.

### 2.- MATERIALES

A.- Tuberías de Cobre, deberá ser tipo "M" con conexiones soldables existiendo una gran variedad de estas con accesorios para realizar una instalación completa. Para líneas de ventilación deberá usarse tubería 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.- Tubería 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 desagües aunque se recomienda usarlo en diámetros de 50 mm. o menores y para mayores usar Fo. fundido.

C.- Tubería 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 más rápida y económica, Se utiliza en laboratorios <sup>por</sup> ser resistente a los ácidos.

D.- Tubería 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.- Tubería 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.

### B.- 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 Monogramas.

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 tubería

r = radio hidráulico

s = pendiente en mm/mt.

# DESAGÜES

UNIDADES		MUEBLES					
M	U	E	B	L	E	U. M.	D. m.
BEBEDERO						0.5	25
BIDET						3	38
COLADERA DE PISO						1	50
EXCUSADO TANQUE						4	100
EXCUSADO VALVULA						8	100
FREGADERO DOMESTICO						2	50
FREGADERO DOMESTICO TRITURADOR						3	50
GRUPO DE FAÑO CON EXCUSADO							
LAVABO Y TINA O REGADERA							
EXCUSADO TANQUE						6	100
EXCUSADO VALVULA						8	100
LAVABO (DESAGÜE PEQUEÑO)						1	32
LAVABO (DESAGÜE 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	75
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 JACUZY						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	
36	2	
50	3	
64	4	
75	5	
100	6	

## DRENAJES DE LOS EDIFICIOS

Ø mm.	MAX. DE U.M. QUE PUÉDEN 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 TOTAL EN LA BAJADA	3 PISOS 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



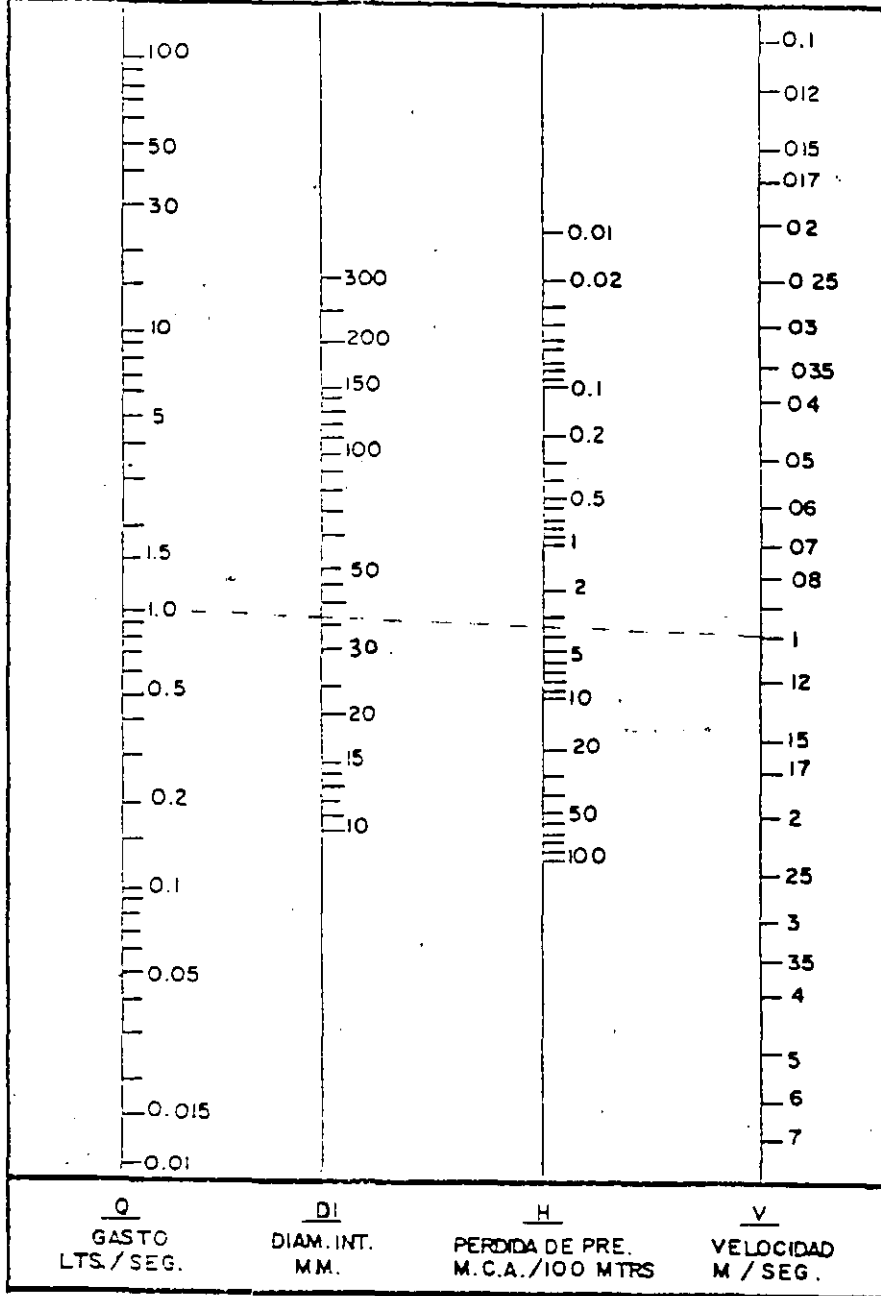
DIAMETRO DE TUBOS HORIZONTALES PARA AGUA PLUVIAL.			
DIAMETRO. (mm)	AREA MAXIMA DE AZOTEA PARA TUBOS DE DI- FERENTES PENDIENTES.		
	S. 0.01	S. 0.02	S. 0.04
	M <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>
75	80	115	166
100	158	268	378
125	335	470	663
150	535	758	1070
200	1150	1630	2300
250	2070	2920	4140
300	3330	4700	6660
350	5950	8400	11900

DIAMETROS DE BAJADAS PLUVIALES.	
DIAMETRO (mm)	AREA MAXIMA DE AZOTEA EN M <sup>2</sup>
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	48
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	930

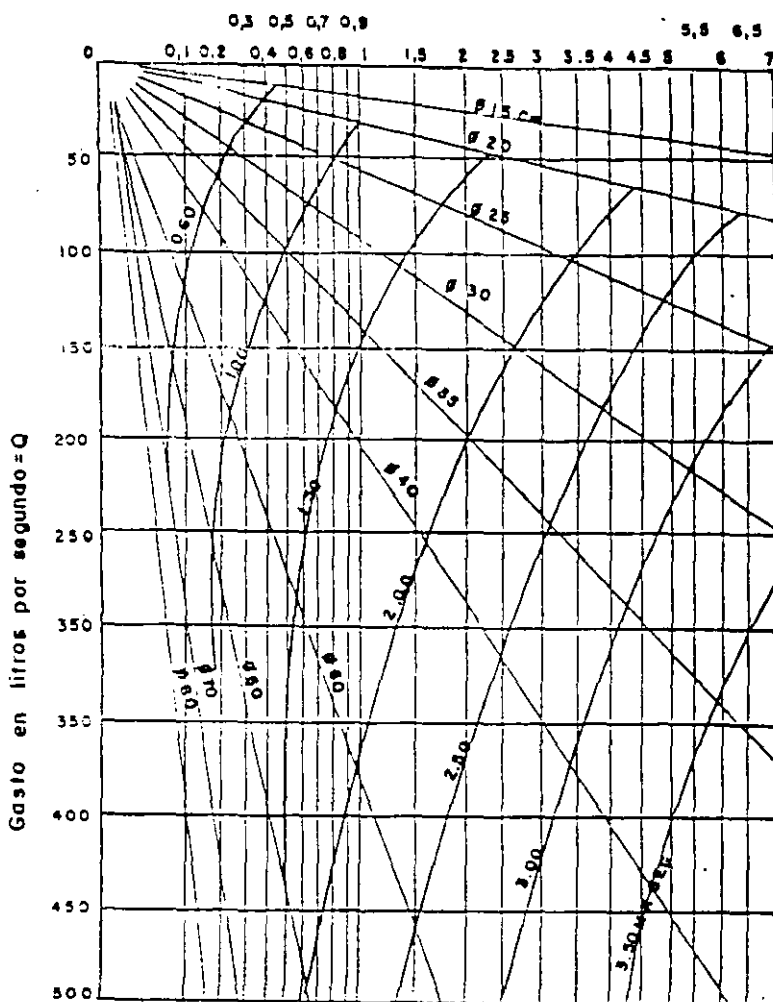
LOS CANALES QUE NO SEAN SEMICIRCULARES TENDRAN EL AREA DE SU SECCION TRANSVERSAL EQUIVALENTE PRECIPITACION PLUVIAL 10 CM/H. (100 mm/H.)

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 precipitación de 0,028mm/seg.=2.8 Lts./seg./100M<sup>2</sup>

## II. ELABORACION DE PLANOS

(3)

EL PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE GAS CLASES A, B, C y D, DEBERAN REPRESENTARSE EN PLANOS ARQUITECTONICOS, CORTE SANITARIO Y EN UN DIAGRAMA ISOMETRICO, LOS QUE SERAN LEGIBLES Y CONTENDRAN LOS SIGUIENTES DATOS:

PLANTA ARQUITECTONICA.

- a) INDICAR CLASE DE INSTALACION.
- b) UBICACION DEL O DE LOS RECIPIENTES.
- c) TRAYECTORIA DEL TENDIDO DE TUBERIAS (en línea gruesa).
- d) UBICACION DE LOS APARATOS DE CONSUMO (cuando el calentador de agua requiere chimeneo, esta debere dibujarse).
- e) ESCALA EMPLEADA.
- f) EN ASCENSO Y DESCENSO DE TUBERIA, DEBERA SEÑALARSE RESPECTIVAMENTE, STG Y BTG.

NOTA: CUANDO LOS TANQUES SE INSTALEN EN LA AZOTEA, SE DIBUJARA LA PLANTA ARQUITECTONICA DE LA AZOTEA EN DONDE DEBERA APARECER LA UBICACION DE DICHS TANQUES, INDICANDO EL ACCESO A LOS MISMOS

CORTE SANITARIO

OBLIGATORIO SOLAMENTE CUANDO EL CORTE SANITARIO PERMITA LA REPRESENTACION DEL RECIPIENTE Y DE LOS CALENTADORES, O CUALQUIERA DE ELLOS, EN FORMA ESQUEMATIZADA.

- a) UBICACION DEL O DE LOS RECIPIENTES DE GAS.
- b) UBICACION DEL O LOS CALENTADORES DE AGUA.

DIAGRAMA EN PROYECCION.

- a) LA PROYECCION ISOMETRICA SERA DE 30° SOBRE LA HORIZONTAL, SIN ESCALA.
- b) CAPACIDAD DEL RECIPIENTE QUE SE PROYECTA INSTALAR. (solo en caso de recipiente fijo.)
- c) CAPACIDAD Y PRESION DE SALIDA DEL O DE LOS REGULADORES QUE SE PRETENDEN USAR.
- d) INDICAR LOS ADITAMENTOS DE MEDICION, CONTROL Y SEGURIDAD DE LA INSTALACION.
- e) DATOS SOBRE LAS TUBERIAS, DE LLENADO, DE VAPOR Y DE SERVICIO, INDICANDO EL MATERIAL, LONGITUD Y DIAMETROS NOMINALES.
- f) SEÑALAR EL TENDIDO DE TUBERIAS: VISIBLES, OCULTAS EN MUROS O SUBTERRANEAS.

(3)

## INSTRUCTIVO PARA EL DISEÑO DE GAS

DE CONFORMIDAD CON LOS ARTICULOS 27,36 Y DEMAS RELATIVOS DEL REGLAMENTO DE LA DISTRIBUCION DE GAS Y DEL INSTRUCTIVO PARA EL DISEÑO Y EJECUCION DE INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO DE GAS L.P., PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 30 DE JULIO DE 1970, EL USO Y FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DESTINADAS AL APROVECHAMIENTO DE GAS L.P. Y NATURAL COMO COMBUSTIBLE PARA NECESIDADES DOMESTICAS, COMERCIALES, INDUSTRIALES Y PARA MOTORES DE COMBUSTION INTERNA, REQUIEREN PREVIA AUTORIZACION DE LA SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO.

### CLASIFICACION

PARA EL EFECTO DEL TRAMITE DE PROYECTOS O DE LAS AUTORIZACIONES DE USO Y FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO SE CLASIFICA COMO SIGUE:

- CLASE A. DOMESTICO, CON RECIPIENTES FIJOS O PORTATILES, QUE ABASTECEN CASA HABITACION.
- CLASE B. DOMESTICO, LA PARTE DE LA INSTALACION QUE SE ENCUENTRA EN EL INTERIOR DE CADA DEPARTAMENTO O CASA, ABASTECIDA POR UNA INSTALACION DE LA CLASE "D".
- CLASE C. COMERCIAL, CON RECIPIENTES FIJOS O PORTATILES.
- CLASE D. DOMESTICO MULTIPLE; LA PARTE DE LA INSTALACION EXTERIOR DE LOS DEPARTAMENTOS O CASAS, EN EDIFICIOS O CONJUNTOS DE EDIFICIOS DE DEPARTAMENTOS, O DE CASAS UNIFAMILIARES, CUANDO NO ATRAVIESEN VIA PUBLICA DE CIRCULACION.
- CLASE E. CARBURACION PARA MOTORES DE COMBUSTION INTERNA (SOLAMENTE REQUIERE AUTORIZACION DE USO Y FUNCIONAMIENTO).
- CLASE F. INDUSTRIAL.

NOTA: LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES Y LAS REDES DE DISTRIBUCION DE GAS LP Y NATURAL, SON MATERIA DE UN INSTRUCTIVO ESPECIFICO; SIN EMBARGO, EN LAS REDES DE DISTRIBUCION A PARTIR DE LA ACOMETIDA, LAS INSTALACIONES CORRESPONDIENTES SE CLASIFICAN DE ACUERDO CON EL CRITERIO ANTERIOR Y SE RIGEN POR ESTE INSTRUCTIVO. SE ENTIENDE POR RED DE DISTRIBUCION DE GAS LP O NATURAL TODA INSTALACION QUE IMPLIQUE EL TENDIDO DE TUBERIAS POR VIA PUBLICA DE CIRCULACION

(2)

LOS PLANOS DEBERAN PRESENTARSE POR TRIPPLICADO, A -  
COMPAÑADOS DE UN NUMERO IGUAL DE SOLICITUDES (FORMA DGG-  
RP) LAS QUE SOLAMENTE PODRAN SER ADQUIRIDAS POR EL TECNI-  
CO RESPONSABLE EN LAS OFICINAS DE LA SECRETARIA DE INDUS-  
TRIA Y COMERCIO.

#### IV. MECANICA PARA OBTENER LA APROBACION DEL PRO- YECTO.

LOS TRAMITES PARA EL EFECTO DE LA APROBACION DE LOS PRO-  
YECTOS EN CUESTION SE REALIZARAN EN:

MEXICO, D.F.

SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO.

DIRECCION GENERAL DE GAS

OFICINA DE APROBACION DE PROYECTOS DE GAS  
(cuauhtemoc Núm. 80, Col. Doctores.)

PROVINCIA:

DELEGACION FEDERAL DE LA SECRETARIA DE INDUSTRIA Y  
COMERCIO.

SECCION DE GAS.

EL TECNICO RESPONSABLE O UNA PERSONA ACREDITADA QUE  
ESTE BAJO SU RESPONSABILIDAD, PRESENTARA EL PROYECTO  
ANTE LA OFICINA CORRESPONDIENTE, CON EL OBJETO DE QUE SE FI-  
JE EL MONTO DE LOS DERECHOS DE REVISION A CUBRIR, SEGUN DE-  
CRETO PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL  
31 DE ENERO DE 1973. UNA VEZ ELABORADA LA ORDEN DE COBRO,  
LA CANTIDAD ANOTADA EN LA MISMA DEBERA SER PAGADA EL  
MISMO DIA EN LA CAJA RECAUDADORA DE LA OFICINA FEDERAL DE  
HACIENDA CORRESPONDIENTE, DONDE RECIBIRA COMPROBANTE  
QUE ACREDITE EL HABER CUBIERTO LA CANTIDAD CONTENIDA  
EN EL MISMO, REGRESANDO DESPUES A LA OFICINA DE APROBA-  
CION DE PROYECTOS O A LA SECCION DE GAS, A FIN DE ENTREGAR  
EL COMPROBANTE ANTES MENCIONADO Y RECIBIR A CAMBIO LA FI-  
CHA DE RECEPCION DE PLANOS QUE ACREDITA QUE EL PROYECTO  
HA SIDO ENTREGADO A LA SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO  
PARA SU APROBACION CORRESPONDIENTE, Y CON LA CUAL SE PRE-  
SENTARA A LOS 2 DIAS HABILDES POSTERIORES A LA FECHA DE EN-  
TREGA, A RECOGER EL RESULTADO DE LA REVISION

#### V. COMO OBTENER LA AUTORIZACION DE USO Y FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACION

UNA VEZ CONCLUIDA LA CONSTRUCCION, EL INTERESADO O  
LA PERSONA QUE GESTIONE EN SU NOMBRE, DEBERA DAR AVISO  
A LA SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, DIRECCION GENERAL  
DE GAS Y EN SU CASO A LA DELEGACION FEDERAL, DE QUE LA INSTA-  
LACION HA QUEDADO CONCLUIDA, MENCIONANDO LA UBICACION DE  
LA OBRA Y EL NUMERO Y FECHA CON QUE FUE APROBADO EL PRO-  
YECTO EN REFERENCIA, CON EL OBJETO DE QUE SE ENVIE PERSONA-  
L A CONSTATAR SI LA INSTALACION CUENTA CON LAS MEDIDAS  
DE SEGURIDAD SENALADAS EN LOS ORDENAMIENTOS RESPECTI-  
VOS Y EN SU CASO EXPEDIR LA AUTORIZACION DE USO Y FUNCIONA-

g) CUANDO REQUIERAN PROTECCION ESPECIAL, INDICAR CO-  
MO ESTARAN SUJETAS Y PROTEGIDAS LAS TUBERIAS.

h) INDICAR LOS APARATOS DE CONSUMO, IDENTIFICANDO TIPO  
Y GASTOS.

i) RESULTADO DEL CALCULO DE LA CAIDA DE PRESION EN CA-  
DA UNO DE LOS TRAMOS DE LA LINEA REPRESENTATIVA  
DE LA MAXIMA CAIDA DE PRESION, ASIMISMO SE INDICARA  
LA SUMA DE ESTAS.

#### GENERALES

LOS PLANOS QUE SE PRESENTEN DEBERAN LLENAR LOS  
REQUISITOS SIGUIENTES:

a) UN CUADRO EN EL ANGULO INFERIOR DERECHO DONDE SE  
INDICARA:

- CALLE Y NUMERO OFICIAL DEL PREDIO, NOMBRE DE LA  
COLONIA, FRACCIONAMIENTO, ZONA POSTAL, CIUDAD Y  
ENTIDAD FEDERATIVA.
- UBICACION DE LA OBRA.
- FECHA DE LA ELABORACION DEL PROYECTO
- NOMBRE Y FIRMA AUTOGRAFA DEL PROPIETARIO.
- NOMBRE FIRMA AUTOGRAFA Y REGISTRO DE GAS DEL  
TECNICO RESPONSABLE REGISTRADO EN ESTA SECRE-  
TARIA.

b) COMPLETA CLARIDAD Y DELINEADO CUIDADOSO TANTO DEL  
CONJUNTO COMO DE LOS DETALLES.

c) LAS ANOTACIONES Y EXPLICACIONES DEBERAN SER EJECUTA-  
DAS CON CARACTERES CLAROS Y BIEN HECHOS, YA SEA USAN-  
DO PLANTILLAS O LETRAS DE MOLDE MANUSCRITAS. EN  
LAS ANOTACIONES SE USARA INVARIABLEMENTE EL SISTE-  
MA METRICO DECIMAL.

d) NOMOSTRAR NINGUN OTRO TIPO DE INSTALACIONES TALES -  
COMO DE AGUA POTABLE, SANITARIA, DETALLES DE CONS-  
TRUCCION CIVIL Y ELECTRICA.

e) CROQUIS DE LOCALIZACION DE LA OBRA, SEÑALANDO LAS  
CALLES ENTRE LAS QUE SE ENCUENTRA EL PREDIO POR  
CONSTRUIR.

f) EL ISOMETRICO DEBERA ESTAR INTEGRADO AL PLANO AR-  
QUITECTONICO.












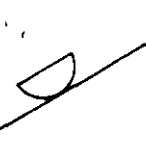



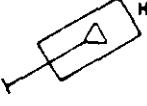


EN TODOS LOS CASOS SE RESPETARAN LOS SIGNOS CONVEN-  
CIONALES APROBADOS POR LA DIRECCION GENERAL DE GAS.  
CON EL DESEO DE DAR UNA EXPLICACION GRAFICA, SE ANEXA  
TRES PLANOS TIPO


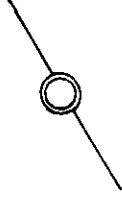





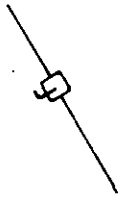

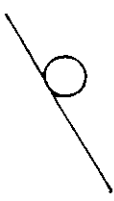



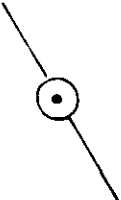
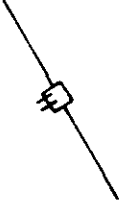

#### III. PRESENTACION DEL PROYECTO.

LOS PLANOS ELABORADOS CONFORME AL PUNTO NUM. II DE ES-  
TE INSTRUCTIVO PARA SU APROBACION, DEBERAN PRESENTARSE  
DOBLADOS EN TAMAÑO CARTA CON EL CUADRO DE IDENTIFICACION  
A LA VISTA.

MIENTO.

SOLO LAS INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO DE GAS QUE CUENTEN CON SU RESPECTIVA AUTORIZACION DE USO Y FUNCIONAMIENTO, PODRAN SER PUESTAS EN SERVICIO. LA CONTRAVENCION A ESTA DISPOSICION SE SANCIONARA DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO EN EL REGLAMENTO DE LA DISTRIBUCION DE GAS.

		
CALENTADOR ALMACENAMIENTO AUTOMATICO	ESTUFA 4 QUEMADORES Y HORNO	ESTUFA 4 QUEMADORES HORNO Y ROSTICERO
		
HORNO	ESTUFA 4 QUEMADORES HORNO Y COMAL	ESTUFA 4 QUEMADORES HORNO, ROSTICERO Y COMAL
		
CALEFACTOR	CALENTADOR DE AGUA AL PASO	CALENTADOR DOBLE AL PASO
		
CALENTADOR TRIPLE AL PASO	VAPORERA O BAÑO MARIA	CAFETERA
		
INCINERADOR.	TORTILLADORA SENCILLA	CALDERA CON QUEMADOR ATMOSFERICO
		
HORNO INDUSTRIAL CON QUEMADOR ATMOSFERICO	QUEMADOR	VALVULA DE SEGURIDAD O RELEVO DE PRESION.

<b>S. T. G.</b> SUBE TUBO DE GAS  TUBERIA OCULTA	 REGULADOR ALTA	 VALVULA DE NO RETRO- CESO SENCILLA	 TANQUE FIJO	 PARRILLA 2 QUEMADORES	 CALENTADOR ALMACENA MIENTO MENOS DE 10 L/S/A.
<b>B. T. G.</b> BAJA TUBO DE GAS  VALVULA DE GLOBO	 LLAVE DE PASO	 VALVULA DE NO RETRO- CESO DOBLE	 RIZO	 PARRILLA 1 QUEMADOR	 NTADOR ALMACENA O MAYOR DE 10 L/S/A.
 TUBERIA VISIBLE	 REGULADOR BAJA	 LLAVE DE CUADRO CON OREJAS	 EQUIPO PORTATIL		

CONSUMOS TIPICOS DE GAS L.P.

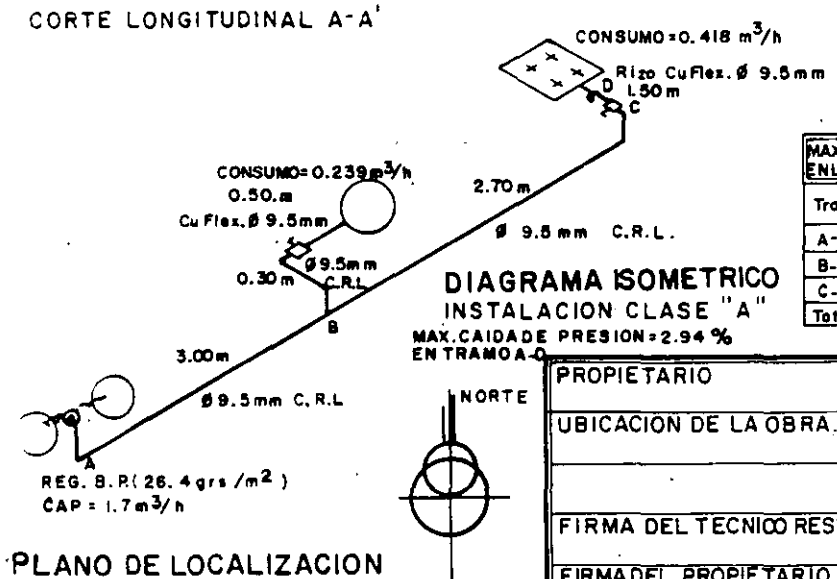
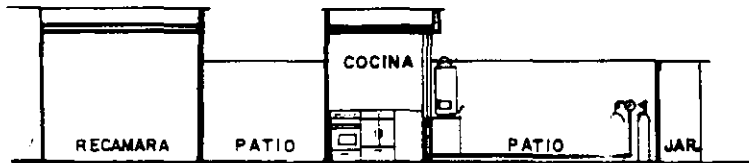
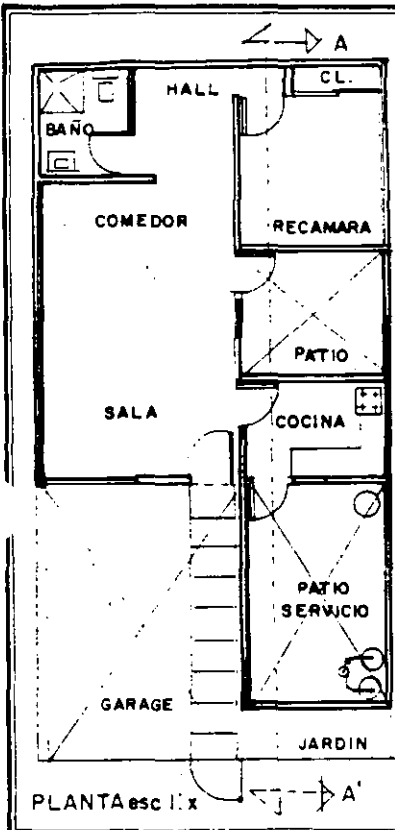
1 MECHERO = 0.023 m<sup>3</sup>/h.

CALENTADORES CAL-O-REX (DEPOSITO)

M O D	CAP. LTS DEPOSITO.	CAP. A CALIENTE LTS./h A 60° C	CONSUMO GAS m <sup>3</sup> /h	CAPACIDAD
G - 10	38	96	0.283	1 REG CHICA
G - 15	57	136	0.283	1 REG GDE
G - 20	76	182	0.339	1 REG o'1 TINA
G - 30	114	195	0.339	2 REG o'1 REG y TINA
G - 40	152	195	0.339	3 REG o'2 REG y TINA
G - 60	228	228	0.483	5 REG o'2 TINAS
DE PASO	—	450	0.916	3 REG. SIMULTANEAS

CALCULO DE TANQUES PARA GAS

GASTO/h X 2 hs. DE USO AL DIA



MAXIMA CAIDA DE PRESION EN LA INSTALACION DE GAS	
Tramo	% de caída de presión
A-B	1.269
B-C	0.464
C-D	1.207
Total	2.940

PLANO DE LOCALIZACION

PROPIETARIO

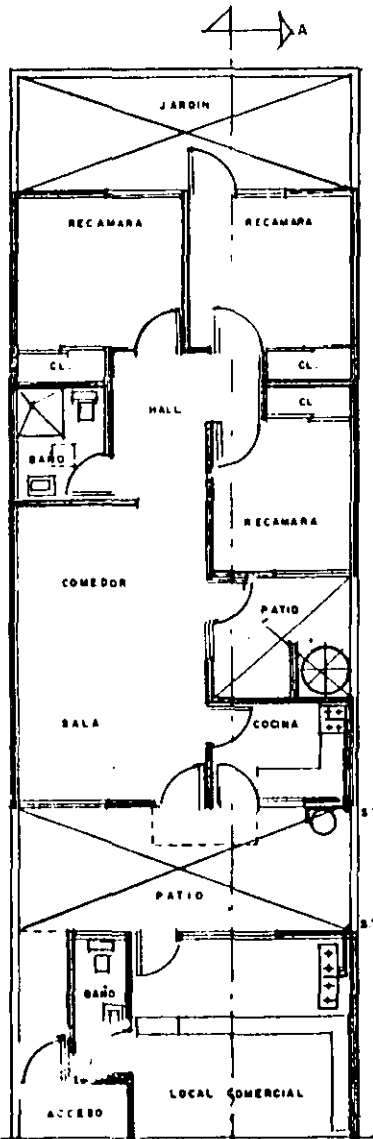
UBICACION DE LA OBRA: -

FIRMA DEL TECNICO RESPONSABLE: -

FIRMA DEL PROPIETARIO

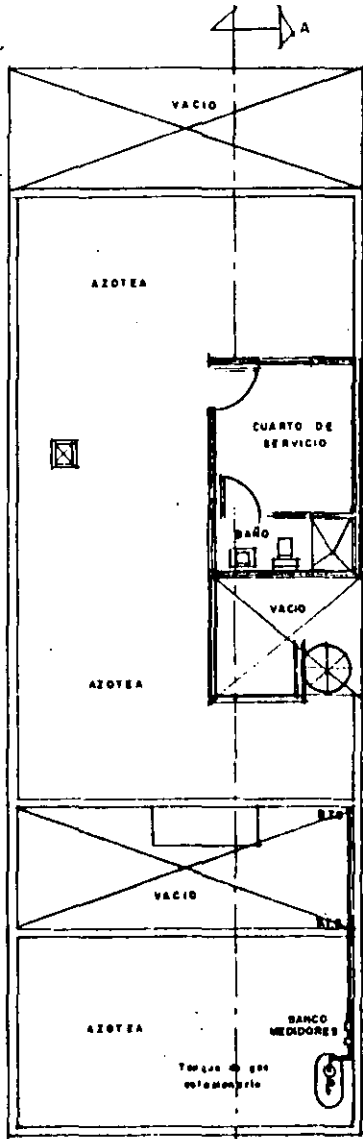
FECHA: -



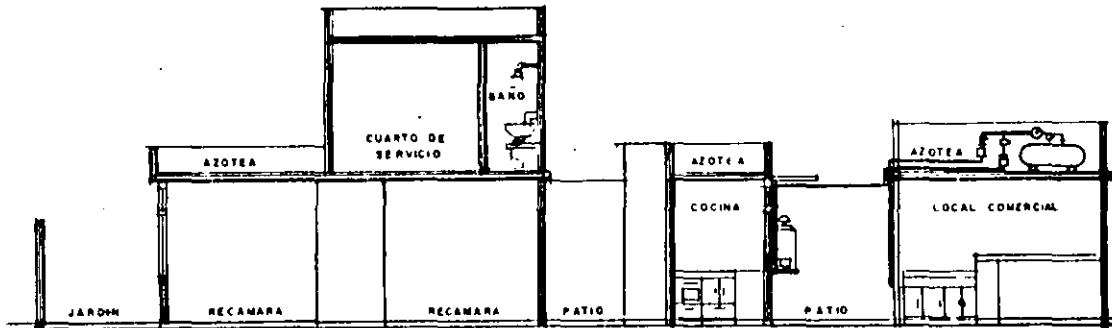


PLANTA BAJA

esc. 1:X



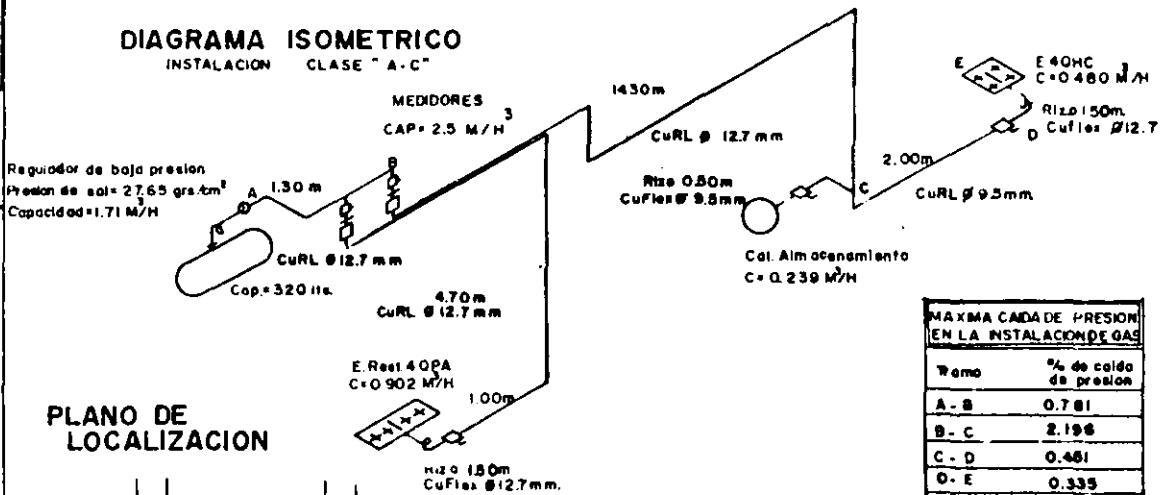
PLANTA ALTA



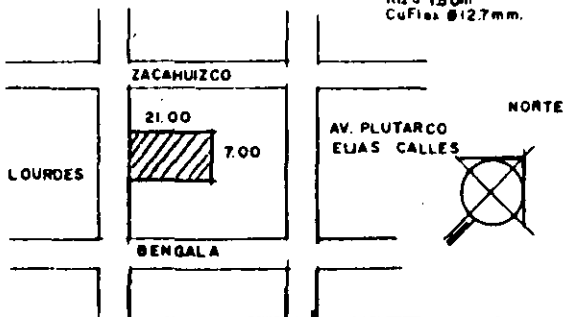
CORTE LONGITUDINAL A-A'

DIAGRAMA ISOMETRICO

INSTALACION CLASE "A-C"



PLANO DE LOCALIZACION



MAXIMA CAIDA DE PRESION EN LA INSTALACION DE GAS

Ramo	% de caída de presión
A - B	0.781
B - C	2.196
C - D	0.461
D - E	0.335
TOTAL	3.773

PROPIETARIO- \_\_\_\_\_

UBICACION DE LA OBRA- \_\_\_\_\_

FIRMA DEL TECNICO RESPONSABLE- \_\_\_\_\_

FIRMA DEL PROPIETARIO- \_\_\_\_\_

FECHA- \_\_\_\_\_

APARATO TUBERIA DE CONSUMO MATERIAL		% DE LA CAIDA DE PRESION EN CADA METRO LINEAL DE TUBERIA			
		Ø 9.5mm	Ø 12.7mm	Ø 19.1mm	Ø 25.4mm
INCINERADOR 0.170 M <sup>3</sup> /H	CR-L	0.020	0.000		
	CF	0.133	0.029		
CAL. ALM. HOJE 0.239 M <sup>3</sup> /H	CR-L	0.028	0.017	0.003	
	CF	0.262	0.085		
CALEFACTOR 340 0.318 M <sup>3</sup> /H	CR-L	0.089	0.030	0.005	
	CF	0.485	0.098		
ESTUFA 4CH 0.418 M <sup>3</sup> /H	CR-L	0.172	0.052	0.008	
	CF	0.805	0.170		
E40HC+CAE 0.400 M <sup>3</sup> /H	CR-L	0.225	0.068	0.011	
	CF	1.088	0.223		
E40HCH 0.350 M <sup>3</sup> /H	CR-L	0.415	0.126	0.020	
	CF	1.948	0.410		
E40H+CA 0.657 M <sup>3</sup> /H	CR-L	0.423	0.120	0.021	0.005
	CF	1.967	0.419		
E40HC+CA 0.719 M <sup>3</sup> /H	CR-L	0.507	0.134	0.023	0.007
	CF	2.378	0.501		
E40HC+CA 0.690 M <sup>3</sup> /H	CR-L	0.780	0.233	0.038	0.010
	CF		0.732		
ERESTACHA 0.902 M <sup>3</sup> /H	CR-L	0.797	0.241	0.039	0.010
	CF	3.742	0.790		
CAL. DE PASO 0.930 M <sup>3</sup> /H	CR-L	0.043	0.257	0.042	0.011
	CF	3.270	3.232		

APARATO TUBERIA DE CONSUMO MATERIAL		% DE LA CAIDA DE PRESION EN CADA METRO LINEAL DE TUBERIA			
		Ø 9.5mm	Ø 12.7mm	Ø 19.1mm	Ø 25.4mm
E40HC+CA2 0.930 M <sup>3</sup> /H	CR-L	0.903	0.273	0.044	0.011
	CF		0.395		
E40HC+CA2 1.130 M <sup>3</sup> /H	CR-L	1.251	0.379	0.051	0.010
	CF	5.874	1.238		
E40H+CAL DE PASO 1.348 M <sup>3</sup> /H	CR-L	1.780	0.540	0.037	0.023
	CF		1.762		
E40HC+CP 1.410 M <sup>3</sup> /H	CR-L	0.895	0.280	0.073	0.021
	CF	1.948	0.590	0.095	0.028
E40HC+CAE+CAE 1.440 M <sup>3</sup> /H	CR-L	2.032	0.615	0.090	0.024
	CF		2.011		
CP DOBLE 1.500 M <sup>3</sup> /H	CR-L	1.022	0.318	0.087	0.026
	CF	2.208	0.650	0.100	0.030
E40HC+CA+CP 1.649 M <sup>3</sup> /H	CR-L	2.888	0.808	0.181	0.038
	CF		2.637		
E40HC+CA+CP 1.719 M <sup>3</sup> /H	CR-L	2.888	0.878	0.142	0.038
	CF		2.888		
E40HC+CAE+CP 1.990 M <sup>3</sup> /H	CR-L	3.881	1.176	0.180	0.060
	CF		3.041		
CP TRIPLE 2.100 M <sup>3</sup> /H	CR-L	4.322	1.310	0.212	0.050
	CF		4.278		
TORTILLADORA 2.200 M <sup>3</sup> /H	CR-L	4.743	1.437	0.252	0.061
	CF		4.695		

FACTORES DE TUBERIAS • F			
mm	PLG.	GALV.	CR-L O FLEX.
9.5	3/8	0.493	0.930
12.7	1/2	0.1840	0.297
19.1	3/4	0.042	0.043
25.4	1	0.012	0.0127
32.0	1 1/4	0.0026	0.0044
38.0	1 1/2	0.0013	0.00184
50.8	2	0.0003	0.00046

TABLA PARA EL CALCULO DE CAIDA DE PRESION EN TUBERIAS QUE CONDUCCEN GAS L.P.

S.I.C.

D.G.O.

Q M <sup>3</sup> /H	TIPO DE MATERIAL	FACTOR DADO POR EL Ø			
		9.5 mm	12.7mm	19.1mm	25.4mm
.170	CR-L	0.028	0.009		
	CF	0.133	0.028		
	GALV.		0.004		
.239	CR-L	0.088	0.017	0.008	
	CF	0.262	0.055		
	GALV.		0.009	0.002	
.318	CR-L	0.099	0.030	0.005	
	CF	0.465	0.098		
	GALV.		0.016	0.004	
.418	CR-L	0.172	0.082	0.003	
	CF	0.805	0.170		
	GALV.		0.027	0.007	
.480	CR-L	0.225	0.088	0.011	
	CF	1.056	0.223		
	GALV.		0.035	0.010	
.650	CR-L	0.418	0.125	0.020	
	CF	1.948	0.413		
	GALV.		0.065	0.018	
.657	CR-L	0.423	0.128	0.021	0.005
	CF	1.987	0.418		
	GALV.		0.067	0.018	0.005
.719	CR-L	0.807	0.154	0.028	0.007
	CF	2.979	0.801		
	GALV.		0.080	0.022	0.006
.889	CR-L	0.790	0.239	0.038	0.010
	CF		0.782		
	GALV.	0.397	0.124	0.033	0.009
.930	CR-L	0.848	0.237	0.042	0.011
	CF	2.979	0.829		
	GALV.		0.133	0.026	0.010
.960	CR-L	0.905	0.273	0.044	0.011
	CF		0.895		
	GALV.	0.454	0.141	0.038	0.011
1.037	CR-L	1.084	0.319	0.052	0.014
	CF	4.946	1.043		
	GALV.		0.158	0.045	0.013
1.348	CR-L	1.780	0.540	0.087	0.023
	CF		1.762		
	GALV.	0.898	0.237	0.078	0.021
1.410	CR-L	1.948	0.520	0.095	0.025
	CF	1.928			
	GALV.		0.306	0.063	0.024
1.440	CR-L	2.032	0.615	0.099	0.025
	CF		2.011		
	GALV.	1.022	0.319	0.087	0.024
1.500	CR-L	2.205	0.699	0.109	0.029
	CF		2.183		
	GALV.		0.347	0.095	0.027
1.649	CR-L	2.665	0.808	0.121	0.035
	CF		2.637		
	GALV.		0.419	0.114	0.033
1.719	CR-L	2.896	0.875	0.142	0.038
	CF		2.866		
	GALV.		0.485	0.124	0.035
1.890	CR-L	3.300	1.080	0.171	0.048
	CF		3.484		
	GALV.	1.761	0.650	0.159	0.042
2.100	CR-L	4.322	1.310	0.212	0.059
	CF		4.278		
	GALV.		0.879	0.185	0.053
2.200	CR-L	4.782	1.437	0.232	0.061
	CF		4.825		
	GALV.		0.745	0.203	0.058
3.068	CR-L		2.797	0.452	0.120
	CF				
	GALV.		1.450	0.395	0.112

TABLA PARA GASTOS MAYORES DE 3.068 M<sup>3</sup>/H

FACTORES DE TUBERIAS = F				
no.	PLG.	GALV.	CR-L	C.FLEX.
9.5	3/8	0.493	0.980	4.600
12.7	1/2	0.1540	0.297	0.970
19.1	3/4	0.042	0.048	
25.4	1	0.012	0.0127	
32.0	1 1/4	0.0028	0.0044	
38.0	1 1/2	0.0013	0.00184	
50.8	2	0.0003	0.00046	

FORMULA

$$F = \frac{h}{Q^2 L}$$

$$h = Q^2 L F.$$

h = caída de presión %

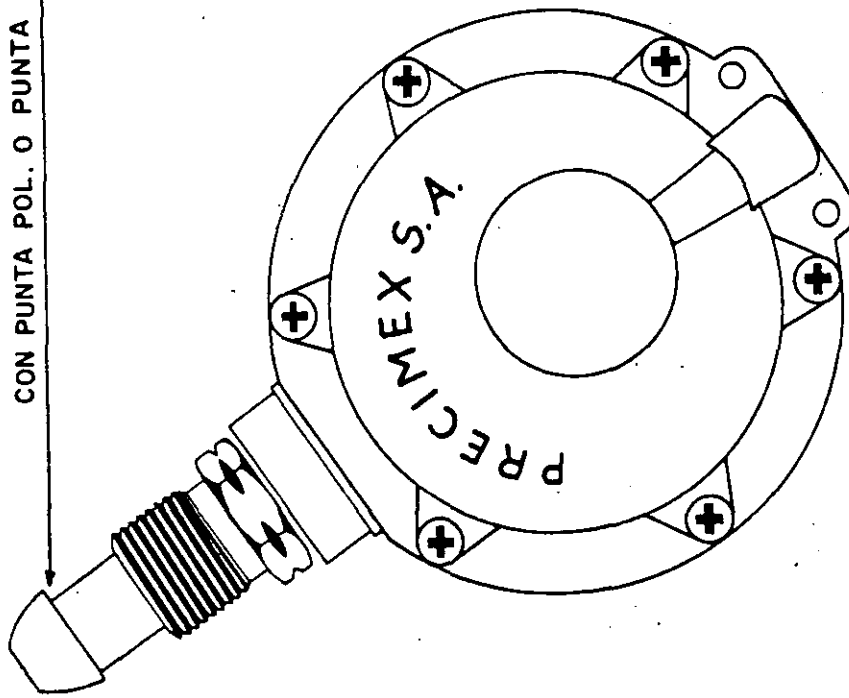
Q = gasto en M<sup>3</sup>/H

L = longitud en mts.

F = factor

# REGULADOR MODELO 3001

CON PUNTA POL. O PUNTA RADIAL



**APLICACION:**  
 POR SU EXCELENTE CARACTERISTICA DE REGULACION. ESTE REGULADOR DE BAJA PRESION TIENE UNA AMPLIA GAMA DE DE APLICACION. DESDE EQUIPO PORTATIL HASTA EQUIPO ESTACIONARIO.

## SELECCION DE REGULADORES DE BAJA PRESION, PRIMARIOS O DE ETAPA UNICA

MARCAS	MODELOS	PRESION DE SALIDA	CAPACIDAD EN m <sup>3</sup> /HORA	DIAMETROS DE	
				ENTRADA	SALIDA
C M S	LOBO	27.94 gr./cm <sup>2</sup>	25.00	1/4	1"
FISHER	S-102	"	25.00	3/8	3/4
FISHER	S-102	"	25.00	1/2	3/4
FISHER	S-102	"	25.00	3/4	3/4
PRECIMEX	3001	"	1.67	1/4	3/8
REGO	2403-C-2	"	5.38	1/4	1/2
REGO	2503-C	"	21.95	3/4	1"
REGO	2503	"	25.00	1/4	3/4
ROCKWELL	043	"	8.9	3/4	3/4
ROCKWELL	143-1	"	21.95	3/4	3/4

ENTRADA DE 1/4 ES PARA PUNTA POL

SELECCION DE REGULADORES DE BAJA PRESION, SECUNDARIOS O PARA SEGUNDA ETAPA

MARCAS                      MODELOS                      PRESION DE SALIDA                      CAPACIDAD EN m<sup>3</sup>/HORA                      DIAMETRO DE ENTRADA                      SALIDA

C M S                      LOBO                      27.94 gr./cm<sup>2</sup>                      25.00                      3/4                      1

FISHER                      922-1                      "                      5.38                      1/4                      1/2

FISHER                      S - 102                      "                      25.00                      1/4                      3/4

FISHER                      S - 102                      "                      25.00                      1/2                      3/4

FISHER                      922-15                      "                      5.38                      1/4                      1/2

REGO                      2403-C-2                      "                      5.66                      1/4                      1/2

REGO                      2403-C-4                      "                      5.66                      1/2                      1/2

REGO                      2503                      "                      25.00                      3/4                      3/4

ROCKWELL                      143-1                      "                      21.95                      3/4                      3/4

ENTRADA DE 1/4 ES PARA PUNTA POL

SELECCION DE REGULADORES DE ALTA PRESION, PRIMARIOS O DE PRIMERA ETAPA

MARCAS	MODELOS	PRESION DE SALIDA	CAPACIDAD EN m <sup>3</sup> /HORA	DIAMETRO DE	
				ENTRADA	SALIDA
C M S	141	1.5 kg./cm <sup>2</sup>	104.0	1/2	1 1/4
C M S	141	"	104.0	3/4	1 1/2
C M S	141	"	104.0	1"	2"
C M S	1757	"	70.8	3/4	3/4
FISHER	67	"	14.1	1/4	1/4
FISHER	64	"	70.8	1/4	1/2
FISHER	630	"	104.0	1/2	1 1/4
FISHER	630	"	104.0	1"	1 1/2
REGO	080	"	14.1	1/4	1/4
REGO	2403-U-4	"	7.0	1/4	1/2
REGO	2403-S-4	"	7.0	1/4	1/2

ENTRADA DE 1/4 ES PARA PUNTA POL




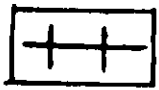

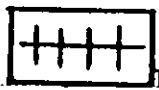
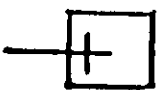
	BAÑO M.	0.340	0.920
	TORTILL. S.	2.200	5.784
	CAFETERA COM.	0.186	0.490
	PARRILLA 2Q	0.124	0.340
	PARRILLA 4 Q	0.248	0.680
	PARRILLA COMERC. PC	0.960	2.524
	QUEM. BUNSEN	0.023	0.060

TABLA No. 1

FACTORES DE TUBERIAS = F PARA GAS NATURAL

DIAMETROS		MATERIALES		
MM.	PULG.	GALV.	CRL	CF
9.5	3/8	0.2370	0.4610	2.140
12.7	1/2	0.0732	0.1390	0.452
19.1	3/4	0.0200	0.0225	
25.4	1	0.0057	0.0059	
31.8	1 1/4	0.0013	0.0021	
38.1	1 1/2	0.0006	0.0009	
50.8	2	0.0002	0.0002	

FACTORES DE TUBERIAS = F PARA GAS L. P.

DIAMETROS		MATERIALES		
MM.	PULG.	GALV.	CRL	CF
9.5	3/8	0.4930	0.9800	4.600
12.7	1/2	0.1540	0.2970	0.970
19.1	3/4	0.0420	0.0480	
25.4	1	0.0120	0.0127	
31.8	1 1/4	0.0028	0.0044	
38.1	1 1/2	0.0013	0.0018	
50.8	2	0.0003	0.0005	

TABLA No. 2

VAPORIZACION DE RECIPIENTES ESTACIONARIOS DE ACUERDO A SU CAPACIDAD EN LITROS DE GAS L. P.

CAPACIDAD EN LITROS	VAPORIZACION EN BTU/H	VAPORIZACION EN LTS./H	VAPORIZACION EN M <sup>3</sup> /H
300	195.00	7.80	2.17
500	321.49	12.86	3.57
750	400.55	16.02	4.45
1000	505.61	20.22	5.62
1500	766.08	30.64	8.51
1800	797.96	31.92	8.88
2600	1229.07	49.16	13.66
3700	1403.14	56.13	15.59
3750	1437.76	57.51	16.00
5000	1671.32	66.85	18.57

TABLA No. 3

VAPORIZACION DE RECIPIENTES ESTACIONARIOS Y NUMERO DE DEPARTAMENTOS QUE PUEDEN SER ABASTECIDOS, DE ACUERDO AL TIPO DE APARATOS INSTALADOS Y APLICANDO EL FACTOR DE DEMANDA DEL 60% PARA EDIFICACIONES HABITACIONALES.

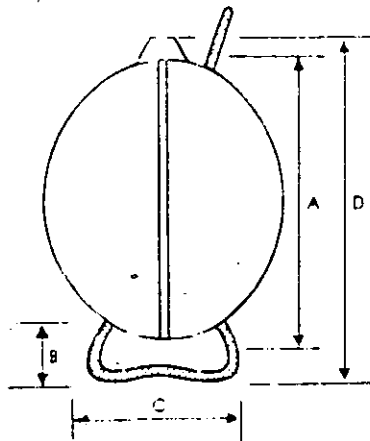
CAPACIDAD EN LITROS	VAPORIZACION EN M <sup>3</sup> /H	CAL. AL < 110 LTS. E 4 QH C=0.657 m <sup>3</sup> /h	CAL. AL. < 110 LTS. E 4 QHC C=0.719 m <sup>3</sup> /h	CAL. PASO E 4 QH C=1.348 m <sup>3</sup> /h	CAL. PASO E 4 QHC C=1.410 m <sup>3</sup> /h.
300	2.17	3	3	2	2
500	3.57	6	5	4	4
750	4.45	9	9	5	5
1000	5.62	12	12	7	6
1500	8.51	20	20	10	10
2600	13.66	30	32	17	16
3700	15.59	41	37	19	18
5000	18.57	48	44	23	22

MEDIDAS DE RECIPIENTES PARA GAS LP TIPO ESPECIAL  
 AUTORIZACION PARA 4 y 6 KILOS D. G. N. N. 11  
 AUTORIZACION PARA 10 KILOS D. G. N. N. 11  
 PRESION DE TRABAJO 16.9 kg/cm<sup>2</sup>

MODELO	CAPACIDADES		A	B	C	D	Peso Aprox. kgs.	LAMINA mm.	PRESION	
	Litros Agua	Kilos	Diametro mm.	Altura Patas mm.	Ancho Patas mm.	Altura Total mm.			Elasticidad kg/cm <sup>2</sup>	Temperatura kg/cm <sup>2</sup>
401	9.52	4	298	70	180	320	6.5	2.6	33.8	7
402	14.20	6	360	80	230	390	9.5	3.5	33.8	7

MODELO	CAPACIDADES		A	B	C	D	H	J	K	Peso Aprox. kg.	LAMINA mm.	Elasticidad kg/cm <sup>2</sup>	Temperatura kg/cm <sup>2</sup>
	Litros Agua	Kilos	Altura Sección Cilíndrica mm.	Altura Tapa y Fondo mm.	Altura Base mm.	Altura Protector mm.	Diametro Protector mm.	Diametro Exterior mm.	Diametro Interior mm.				
403	23.8	10	290	95	70	155	198	303	298	15.5	2.6	33.8	7

MODELOS 401 y 402

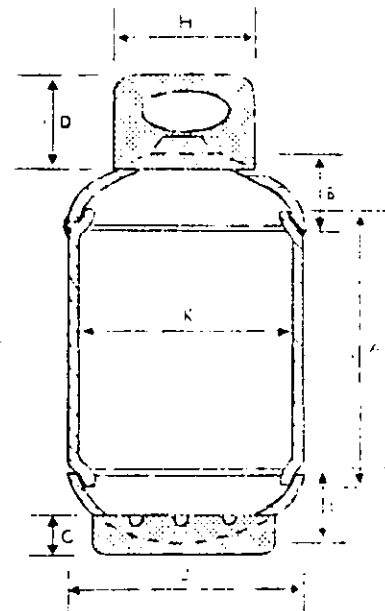


SOLDADURA DE FUSION POR ARCO ELECTRICO SUMERGIDO



JUNTAS CIRCUNFERENCIALES A TOPE CON BALLONETA

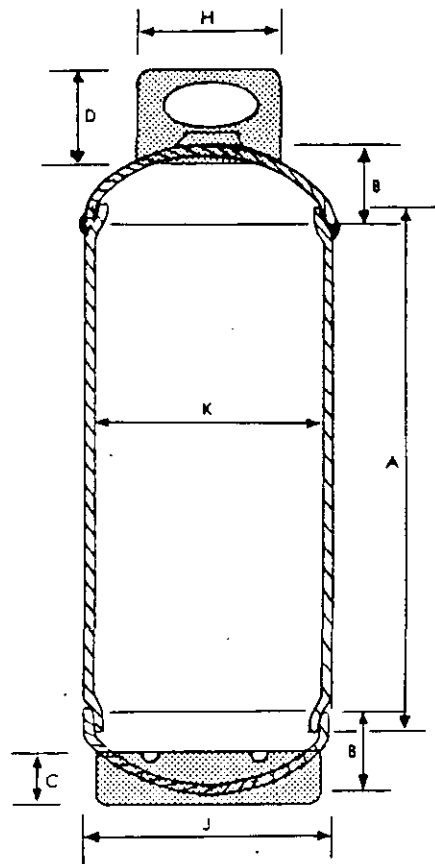
MODELO 403





MEDIDAS DE RECIPIENTE PARA GAS TIPO PORTATIL  
 AUTORIZACION D. G. N. No. 101-16  
 PRESION DE TRABAJO 16.9 Kg/cm<sup>2</sup>

MODELO	CAPACIDADES		A	B	C	D	H	J	K	Peso Aprox. Kilos	LAMINA mm.	PRUEBAS	
	Litros Agua	Kilos	Altura Sección Cilíndrica mm.	Altura Tapa y Fondo mm.	Altura Base mm.	Altura Protector mm.	Diámetro Protector mm.	Diámetro Exterior mm.	Diámetro Interior mm.			Elasti- cidad kg/cm.2	Hermeti- cidad kg. cm.2
101	47.7	20	566	95	70	155	198	303	298	21	2.6	33.6	7
102	71.5	30	914	95	70	155	198	303	298	27	2.6	33.8	7
103	107.2	45	914	110	90	155	198	366	360	37	3.5	33.8	7



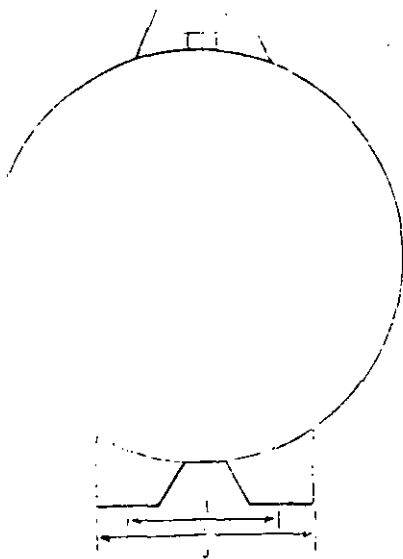
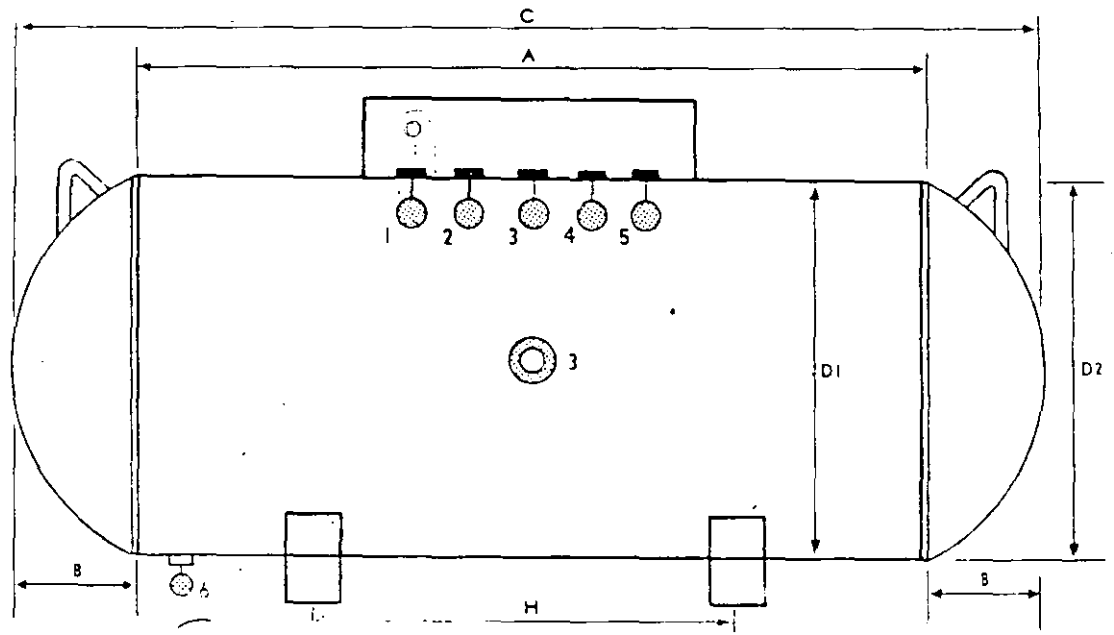
SOLDADURA DE FUSION  
 POR ARCO ELECTRICO  
 SUMERGIDO



JUNTAS CIRCUNFERENCIALES  
 A TOPE CON BALLONETA

**MEDIDAS DE RECIPIENTES PARA GAS LP TIPO ESTACIONARIO**  
**AUTORIZACION D. G. N. No. 57**  
**PRESION DE TRABAJO 17.58 Kg/cm<sup>2</sup>**

MODEL C	CAPACIDADES		A	B	C	D1	D2	H	I	J	LAMINA mm.	Peso Aprox. kgs.	TIPO Intemp. Subterran.
	Litros Agua	Kilos	Largo Sección Cilíndrica mm.	Largo Tapas mm.	Largo Total mm.	Diámetro Interior mm.	Diámetro Exterior mm.	Distancia Entre Patas mm.	Distancia Entre Anclas mm.	Ancho Entre Patas mm.			
201	230	117	915	175	1265	500	508	785	75	105	5	102	Int.
202	320	163	915	190	1300	590	610	785	75	105	5	135	Int.
203	320	163	915	190	1300	590	610	785	75	105	5	135	Sub.
204	510	260	152	190	1910	590	610	785	75	105	5	185	Int.
205	510	260	152	190	1910	590	610	785	75	105	5	185	Sub.
206	835	425	152	225	1975	750	762	785	100	130	6.4	264	Int.
207	1000	510	183	225	2280	750	762	1490	100	130	6.4	375	Int.
208	1600	816	183	467	2770	900	914	1490	120	150	6.4	525	Int.
209	2200	1122	275	467	3680	900	914	1650	120	150	6.4	840	Int.
210	2800	1428	356	467	4900	900	914	1650	120	150	6.4	1100	Int.
211	4000	2040	549	467	6425	900	914	2000	120	150	6.4	1500	Int.



SOLDADURA DE FUSION POR ARCO ELECTRICO SUMERGIDO



JUNTAS LONGITUDINALES O CIRCUNFERENCIALES A TOPE SIMPLE CON RESPALDO

**ACCESORIOS:**

- 1.—Válvula llenado.
- 2.—Válvula de Retorno de Vapor.
- 3.—Flotador Magnético o Medidor Giratorio.
- 4.—Válvula de Seguridad.
- 5.—Válvula de Servicio.
- 6.—Válvula de No Retroceso o Tapón Roscado.



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

CURSOS ABIERTOS

EDIFICACION

EXCAVACIONES Y CIMENTACIONES

ING. ROBERTO AVELAR LOPEZ

Las grandes concentraciones urbanas y la dinámica actual en la productividad, ha generado la necesidad de hacer obras cada vez más monumentales, tales como grandes edificios, puentes, puertos, etc.. En este "Primer Curso Internacional de la Construcción" promovido por la UNAM, pretendemos concientizar a los constructores de cimentación profunda de la importancia que tiene la ingeniería de ejecución, o sea la construcción, de nada sirve hacer un buen estudio del subsuelo cuyas recomendaciones recibe el ingeniero estructurista y éste elabore un extraordinario diseño, si en el proceso de ejecución se modifican las condiciones del subsuelo por no contar con el equipo adecuado, por carecer de experiencia o bien por aceptar diseños imposibles de construir.

De lo anterior se desprende que la cimentación profunda se fundamenta en dos tipos de diseño, el geológico y el estructural, de ahí la importancia que tiene la ingeniería de ejecución al tener que preservar los principios de diseño tanto geológica como estructuralmente.

Sabemos que para efectuar eficientemente cualquier obra de construcción se requiere cumplir con varios requisitos, en los que el estudio del subsuelo juega un papel primordial.

Como indicamos anteriormente, el sondeo para el ingeniero constructor de cimentación profunda, tiene un significado diferente al del ingeniero calculista, ya que éste, determina parámetros de estabilidad, mientras que el constructor los busca dinámicos.

En infinidad de proyectos, se presenta el hecho de que el ingeniero de suelos y el estructurista realizan su trabajo sin tomar en consideración los problemas de ejecución, y esto en la cimentación resulta costoso y peligroso, no así en las estructuras que van arriba del nivel del terreno de trabajo, pues como se tiene conocimiento, hay sofisticados y económicos procedimientos de construcción en los que muy pocas veces su uso modifica el diseño sin disminuir la calidad, que es lo que finalmente se busca y a lo que se obliga un buen constructor.

La correcta interpretación de los sondeos nos conduce a:

- Seleccionar el equipo adecuado
- Elegir ó diseñar la herramienta idónea
- Designar en número y capacidad al personal
- Efectuar programas de obra apegados a la realidad, y
- Evaluar un rendimiento.

Supongamos que para hacer un determinado proyecto, el ingeniero especializado en Mecánica de Suelos se aboca a determinar las propiedades mecánicas del suelo en cuestión. Este técnico, utiliza procedimientos especiales a fin de determinar dichas propiedades lo más apegado al estado natural del suelo, o sea, procurando que éste se altere lo menos posible, sin embargo, en la práctica se incurre en tres errores comunes que son:

- a) La reducción de la escala al determinar la dureza mediante el sondeo de penetración estándar (el diámetro del aparato sondeador es mucho menor que el diámetro de un pilote, así como su módulo de elasticidad que en el concreto es 10 veces menor que en el acero, aproximadamente).
- b) Se está dando la solución de un problema estático, a partir de los resultados de un procedimiento dinámico y
- c) La alteración del subsuelo durante el proceso de estudio, que modifica las propiedades mecánicas del mismo, teniendo como resultado una información errónea.

Con estos datos el ingeniero estructurista define su cimentación y si ésta requiere de pilas, pilotes, ataguías, etc., procede a su diseño.

Hasta aquí salvo los incisos a, b y c indicados anteriormente, todo está correcto; el problema empieza en el momento en que el especialista en Mecánica de Suelos y el estructurista se olvidan de que los elementos de (una cimentación profunda, pilas y pilotes), no nacen en el subsuelo y hay que instalarlos lo cual genera serios problemas si no se determina su procedimiento constructivo, pues si éste es inadecuado invalida tanto los estudios del subsuelo, como el diseño de la estructura por cimentar.

No es recomendable dejar al criterio de cada constructor de cimentación profunda el procedimiento constructivo por la razón anteriormente indicada. Esta ligereza suele crear graves problemas de estabilidad de las estructuras y por consiguiente económicos.

Además, debe elegirse al contratista de cimentación profunda capaz de ejecutar un determinado proyecto, ya que no es suficiente contar con el equipo más indispensable para esta tarea, sino que debe tenerse una capacitación técnica para hacer obras seguras y económicas, y sobre todo, saber interpretar los sondeos.

La construcción de una Cimentación Profunda está basada indiscutiblemente entre otros conceptos, en el estudio del subsuelo que nos debe reportar básicamente lo siguiente:

- Elevación del Nivel Freático
- Resistencia a la penetración estándar
- Sucesión estratigráfica y propiedades físico-mecánicas.

Con estos elementos, se determina el grado de dificultad de ejecución, así como el equipo adecuado; si el Director de Obra no da especial atención a este paso, corre con el riesgo de tener que resolver una infinidad de problemas durante el proceso de la construcción de la cimentación profunda, pues hay casos en que se prolonga excesivamente el tiempo de construcción de la cimentación, o bien, otros, en que se debe abandonar la cimentación para modificar radicalmente su proyecto.

Sin pretender dar una cátedra de exploración del suelo, sino más bien con el propósito de aclarar el porqué es necesario que el constructor de cimentaciones profundas cuente con los estudios de referencia, trataremos cada uno de los puntos anteriores, desde el punto de vista del constructor.

#### ELEVACION DEL NIVEL FREATICO

Este concepto es importante para el cimentador, ya que nos limita la excavación previa para remover cimentaciones antiguas, pues en caso de que éstas se desplanten próximas al nivel freático, deberá reponerse la superficie rodante con material de préstamo, el cual es aconsejable que quede a unos 50 cm. arriba de la cota del mencionado nivel freático; así mismo, este dato nos permite definir la red de drenado si la obra se lleva a cabo en tiempo de lluvias y por último, la factibilidad de ademar perforaciones con lodo bentonítico sin necesidad de tubos brocal.

#### RESISTENCIA A LA PENETRACION ESTANDAR

Sabemos que el sondeo de penetración estándar nos determina

mediante el número de golpes para penetrar una longitud conocida, la dureza del suelo. Los cimentadores sabemos que el sondeo de penetración estándar no es otra cosa que el hincado de un pilote a escala reducida y que por este hecho, basado en su experiencia, va a determinar el grado de dificultad que tendrá el instalar los elementos de la cimentación profunda.

Existen otros procedimientos cuyo resultado en lugar de darse en número de golpes, se dan en  $\text{kg/cm}^2$ . La discusión de estos sistemas entre los consultores de suelos es muy basta y su aplicación depende de muchos aspectos, sin embargo, en nuestro medio constructivo nos hemos delineado a tomar el sondeo de penetración estándar, el cual usualmente se reporta en 8 columnas que contienen los siguientes datos: (fig. 1).

- 1.- La primera columna acusa la profundidad a la que se llevó el sondeo, acotando las profundidades al cambiar los estratos.
- 2.- La segunda describe la conformación de los estratos.
- 3.- La tercera indica mediante símbolos, los porcentajes del material que conforman los estratos, por ejemplo un estrato limoarenoso con un contenido de limo de 80 % y de 20 % de arena, se representa en la forma siguiente:

Los estratos que contienen varios materiales, se denominan con el nombre del material cuyo porcentaje es el mayor, mencionado en seguida los de menor, por eso, en el ejemplo anterior nombramos al estrato limoarenoso, ya que hay más limo que arena.

- 4.- La cuarta columna se usa para clasificar el tipo de suelo, siguiendo el criterio de campo del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos ( S.U.C.S. ), teniéndose las siguientes clasificaciones:

#### SUELOS FINOS

LIMOS	MH - Limo inorgánico de alta plasticidad
	ML - Limo inorgánico de baja plasticidad
ARCILLAS	CH - Arcilla de alta plasticidad
	CL - Arcilla de baja plasticidad
ORGANICOS	OL - Suelo vegetal de baja plasticidad
	OH - Suelo vegetal de alta plasticidad

REGISTRO TÉCNICO DE EVOLUCIONARIA Y PROFILABLES

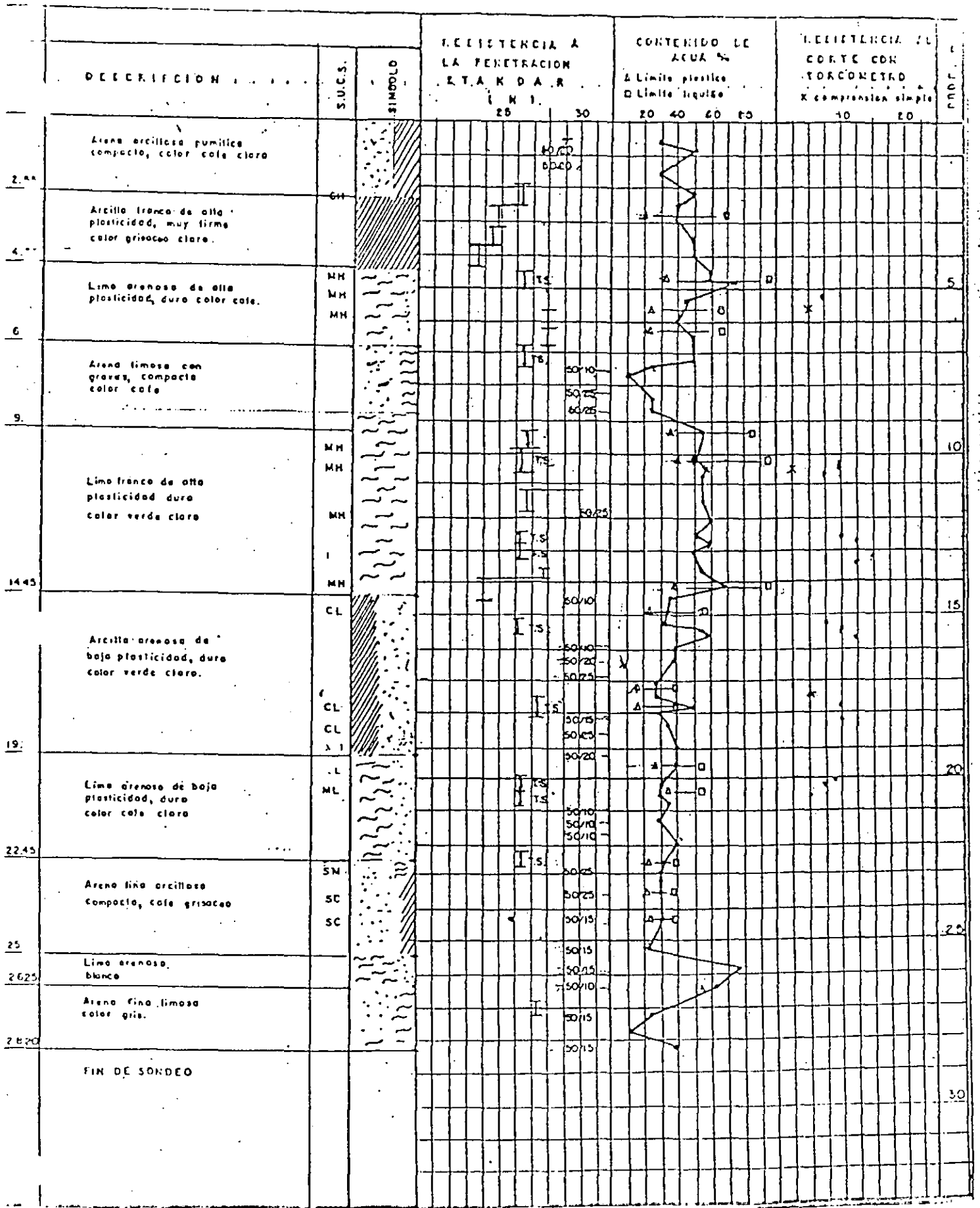


FIG 1



SUELOS GRANULARES

ARENAS	SW - Arena bien graduada
	SM - Arena médicamente graduada
	SP - Arena mal graduada
GRAVAS	GW - Grava bien graduada
	GM - Grava médicamente graduada
	GP - Grava mal graduada

5.- La quinta, numera las muestras.

6.- La sexta, acusa la resistencia a la penetración en número de golpes; para dar una idea de la dureza del suelo. A partir de estos datos se tiene lo siguiente:

SUELOS NO COHESIVOS TOMANDO COMO TIPO LA ARENA

<u>Número de golpes</u> N	<u>Compacidad</u>
De 0 a 4	Muy suelta
De 4 a 10	Suelta
De 10 a 30	Medio compacta
De 30 a 50	Compacta
De 50 en adelante	Muy compacta

SUELOS COHESIVOS TOMANDO COMO TIPO LA ARCILLA

<u>Número de Golpes</u>	<u>Resistencia a Compresión no Confinada en Kg/cm<sup>2</sup></u>	<u>Consistencia</u>
De 0 a 2	De 0.00 a 0.25	Muy blando
De 2 a 4	De 0.25 a 0.50	Blando
De 4 a 8	De 0.50 a 1.00	Firme
De 8 a 15	De 1.00 a 2.00	Resistente
De 15 a 30	De 2.00 a 4.00	Muy resistente
De 30 en adelante	De 4.00 en adelante	Duro

En la tabla anterior, hemos representado con "q" a la compresión no confinada y por experiencia, se ha visto que  $q = N/8$

aproximadamente, sin embargo, seguramente los especialistas en Mecánica de Suelos se pondrán a "temblar" al ver esta correlación, pero ha sido producto de experiencias que solamente tienden a orientar al piloteador para la selección de su equipo de trabajo y que la experiencia de cada cimentador es la que define este concepto.

A partir del sondeo de penetración estándar entre otros aspectos, se ve la necesidad en un proyecto de efectuar perforaciones previas, el uso de seguidores, capacidad del martinete, el uso de ademe, etc.

- 7.- En la séptima columna, se indica el contenido natural de agua en porcentaje, así como los límites líquido y plástico e índice de plasticidad. Quizá estos datos, suelen ser los más importantes para determinar el procedimiento constructivo de la Cimentación Profunda.

Por ejemplo, del contenido de agua, si éste es alto en terrenos arcillosos de (300 a 400%), nos limitará la posibilidad de colar elementos "in situ", ya que el suelo no podrá trabajar como "cimbra" debido a que el empuje del concreto hará elementos de cimentación profunda defectuosos y el concreto se contaminará. esto obligará a poner otro tipo de cimentación o al uso de ademe perdido.

El índice de plasticidad, nos permite dosificar los porcentajes de bentonita en los suelos areno-limosos o areno-arcillosos, pues entre menor es el índice de plasticidad, más inestables serán las perforaciones y por consiguiente deberán utilizarse procedimientos especiales para lograr estabilizarlas.

Combinando los datos de la resistencia a la penetración estándar con los límites de Atterberg y la localización del manto freático, se define la factibilidad de la hechura de campanas en pilas que trabajarán con grandes cargas, así como la selección del tipo de ademe para el "fuste".

Todas estas razones expuestas, quizá puedan servir como punto de partida a nuestros técnicos en la materia, para poder elaborar la ingeniería de ejecución en la obras de cimentación profunda, que tanta falta nos hace.

Tan pronto se logre este objetivo, se eliminará entre otras, la idea equivocada de algunos supervisores, que hacen que las compañías cimentadoras transporten costosos equipos para ejecutar este

tipo de cimentaciones y después de todo esto, pretenden pagar la longitud hincada de un pilote independientemente de la longitud maniobrada, como si el constructor tuviera la culpa de los errores u omisiones del proyecto. Así mismo, algunos consultores indican que las perforaciones se hagan inscritas en la sección rectangular del pilote, por lo que en suelos no cohesivos se taponan dejando "colgados" a esos pilotes, o sea sin alcanzar la cota de apoyo y en caso de que el suelo sea cohesivo, se presenta el efecto de émbolo con lo que el pilote tampoco alcanza su cota de apoyo, o se dificulta excesivamente su hincado.

### SUCESION ESTRATIGRAFICA

Para confirmar los resultados del sondeo de penetración estándar, se hace necesario contar con el corte estratigráfico, debido a la heterogeneidad de la formación de los suelos, pues si el sondeo de penetración estándar encuentra en su camino un boleo, fácilmente podría confundirse con un estrato resistente y fundamentar un diseño en un error. Para el piloteador es importante este dato, pues en caso de aparecer boleos, las perforaciones deberán hacerse con equipo y procedimientos muy especiales y la dimensión de la perforación es directamente proporcional al tamaño de la roca por extraer.

En algunos casos, resulta insuficiente el número de sondeos efectuados, ya que es común encontrar discontinuidad en los estratos, lo que suele no detectarse y en consecuencia, tanto el diseño de la cimentación, como su procedimiento constructivo no es posible definir. Para evitar esto, se tiene que ampliar el estudio incrementando el número de sondeos, entre mayor sea la heterogeneidad del subsuelo o mayor el tamaño de la obra.

### TIPOS DE CIMENTACION

Son muchos los factores que intervienen para definir el tipo de cimentación más adecuado para una estructura, por lo que nos concretaremos a definir las más comunes que son:

- Compensada
- Piloteada
- Sobre Pilas
- Mixtas

#### A. CIMENTACION COMPENSADA.

Es aquella cimentación donde se efectúa una excavación tal, que los esfuerzos originales del subsuelo, en el desplante de la cimentación se conservan prácticamente constantes después de construir el inmueble deseado; en este caso, el especialista en Cimentación Profunda interviene haciendo pozos, instalando piezómetros, bombeando el nivel freático e hincado de ataguías. Naturalmente, estos auxiliares de la cimentación dependen de la importancia y de las necesidades de cada proyecto.

#### B. CIMENTACION PILOTEADA.

Para poder entrar en detalle, diremos que un pilote es un elemento transmisor de carga, generalmente de pequeño diámetro o sección, construido de concreto armado, acero, madera, etc.; cuya instalación se hace a base de energía dinámica (golpe o presión), cuya capacidad de trabajo se determina con las formulas dinámicas, debiéndose verificar mediante pruebas de carga directas.

Cuando la capacidad natural del subsuelo resulta insuficiente para soportar el paso de una estructura, se puede recurrir, al uso de pilotes, los cuales por su forma de trabajo se dividen en:

- Pilotes de Apoyo
- Pilotes de Fricción
- Pilotes Mixtos

##### B.1. Pilotes de Apoyo

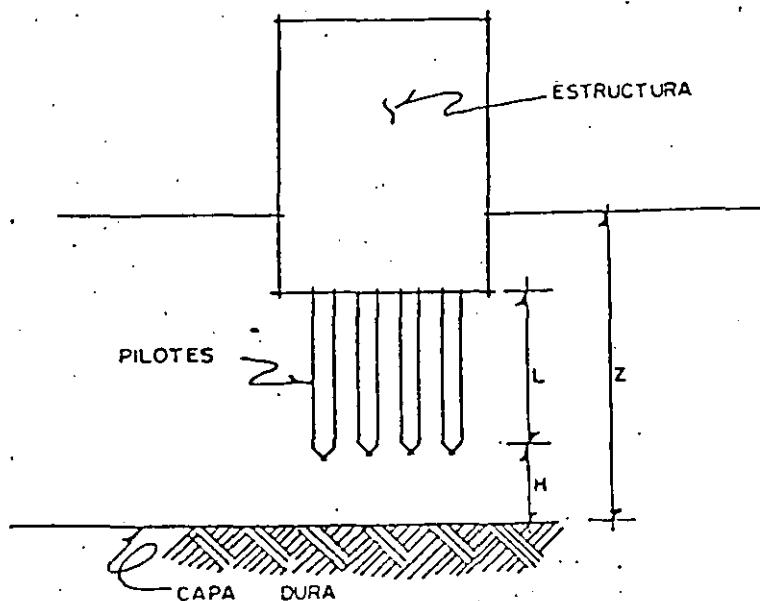
Como su nombre lo indica, son aquellos que se diseñan para transmitir la carga a la capa resistente donde se apoyarán. Generalmente estos pilotes trabajan como columna corta y su máxima capacidad de trabajo a la compresión, se desarrolla en la punta.

Para obtener un buen apoyo en el estrato, se requiere usar martinetes que desarrollen una energía de 0.5 kg-m por cada kilo de pilote para alcanzar su rebote. Por otra parte, para evitar que un pilote se fracture y garantizar la energía de apoyo, deberán hacerse perforaciones previas si el sondeo de penetración estándar acusa capas con más de 20 golpes en arcillas y de 10 en arenas cuyos espesores de éstas, sea mayor de 60 cm (espesor del estrato).

La energía de apoyo del pilote se mide en el campo verificando la penetración de éste cada 10 golpes. A esta operación se le denomina "rebote" y dependiendo del equipo y del pilote, generalmente éste debe ser de 2.54 cm de penetración por cada 10 golpes aplicados (fig. 2).

### PILOTES A PRESION

$H = (15 \text{ O } 20)\% L$  ; EN DONDE L ESTA DADA EN METROS.  
POR LO TANTO H TENDRA ESTAS MISMAS UNIDADES.



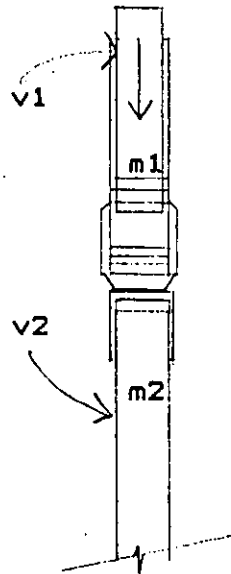
L = LONGITUD DE PILOTE TRABAJANDO A FRICCIÓN.  
H = COLCHON DE DEFORMACIÓN.

fig. 2

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE UN PILOTE, A PARTIR DE UN FENOMENO DINAMICO.

El estudio se basa en la cantidad de movimiento y la energia producida en el sistema antes y después del choque.

Sistema un instante antes del choque:



- m -> masa del sistema
- v -> velocidad del sistema
- mv -> cantidad de movimiento
- m1 -> masa del pistón del martinete
- v1 -> velocidad del pistón del martinete
- m2 -> masa del pilote
- v2 -> velocidad del pilote
- h -> altura de caída del pistón del martinete

$$mv = m1 v1 + m2 v2$$

$$v ( m1 + m2 ) = m1 v1 + m2 v2$$

$$v = \frac{ ( m1 v1 + m2 v2 ) }{ ( m1 + m2 ) }$$

$$v1 = \sqrt{2gh}$$

$$v2 = 0$$

$$F = ma = mg$$

∴

$$v = \frac{ ( F1 \sqrt{2gh} ) }{ ( F1 + F2 ) }$$

$$Ec = 1/2 ( mv^2 )$$

∴

$$Ec = \frac{ 1 }{ 2 } \frac{ ( F1 + F2 ) ( F1 \sqrt{2gh} )^2 }{ g ( F1 + F2 )^2 }$$

$$Ec = \frac{ ( F1^2 h ) }{ ( F1 + F2 ) }$$

$F_1 = R =$  peso del pistón del martinete

$F_2 = W_p =$  peso del pilote

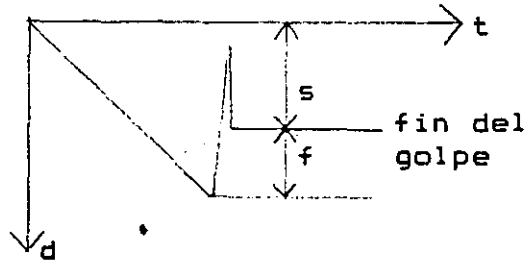
$$E_c = \frac{(R^2 h)}{(R + W_p)}$$

Sistema un instante después del choque:

$$E_c = E_p$$

La energía cinética antes del choque es igual a la energía potencial después del choque

inicio del golpe



$s =$  deformación permanente del suelo

$f =$  deformación elástica del pilote y del suelo

$$E_p = mgh$$

$mg =$  fuerza requerida para deformar instantáneamente el suelo y el pilote

$h =$  longitud total de deformación instantánea en el golpe

$R_s = mg =$  capacidad de carga

$$s + f = h$$

$$\frac{(R^2 h)}{(R + W_p)} = R_s (s + f)$$

$$R_s = \frac{(R^2 h)}{(R + W_p) (s + f)}$$

NOTAS IMPORTANTES:

1. El cálculo se recomienda realizarlo, cuando en una calda de 10 golpes del martinete, el desplazamiento del pilote en el suelo es igual o menor a 2.54 cm .

2. El valor de "s" debe ser medido físicamente en campo.
3. El valor de "f" puede ser medido físicamente en campo, o utilizar los siguientes valores experimentales; donde  $c l = f$ , siendo "l" la longitud del pilote y "c" la deformación elástica unitaria:

$c = 0.3 \text{ mm/m}$  para pilotes de concreto reforzado

$c = 0.3 \text{ mm/m}$  para pilotes de acero

$c = 0.6 \text{ mm/m}$  para pilotes de madera

4. Para elegir el martinete adecuado, se utiliza la siguiente expresión experimental, la cual se basa en la  $E_p$  del pistón del martinete y del pilote:

$$R \text{ hm} = W_p \text{ hp}$$

$\text{hm} = 2.50 \text{ m} =$  altura de caída del pistón del martinete

$\text{hp} = 0.50 \text{ m} =$  desplazamiento requerido del pilote si no encontrara resistencia, producido por la energía del martinete, para garantizar un apoyo adecuado

$$R = \frac{(0.50 \text{ m})(W_p)}{(2.50 \text{ m})}$$



## E.2. Pilotes de Fricción

Este tipo de pilotes desarrolla su trabajo por adherencia o fricción de éstos con el suelo que lo rodea; a diferencia del pilote de apoyo, su capacidad de carga en la punta es prácticamente nula. Se recomienda en donde los estratos resistentes se encuentren a profundidades relativamente grandes o donde se tienen problemas de "emersión" por consolidación de los depósitos de arcilla.

Por la problemática del hundimiento constante de varias zonas de la Ciudad de México, se ha decidido utilizar en las construcciones el pilote de fricción, ya que el "colchón" que exprofeso se deja en la parte inferior de estos pilotes ha funcionado "como un control natural" y se determina generalmente con la fórmula siguiente:

$$H = \frac{\delta}{mv \cdot p}$$

En la que:

- mv= Coeficiente de compresibilidad volumétrica.
- p= Presión que llega a través de todos los pilotes a la profundidad Z.
- $\delta$ = Deformación permisible para el buen funcionamiento de la estructura.
- H= Espesor del colchón compresible bajo las puntas de los pilotes.

En la práctica obtenida de la construcción de edificios en el Valle de México, se ha encontrado que el colchón de deformación H es del orden del 10 al 20 % de la longitud del pilote que trabaja por fricción.

En algunas ocasiones el pilote de fricción se utiliza como elemento de anclaje haciéndolo trabajar a la tensión, esto se presenta en la cimentación de las torres de transmisión, o bien en la construcción de algunos pasos a desnivel en donde el nivel freático queda por encima de la zona de rodamiento de los vehículos y en este caso la subpresión se contrarresta, entre otros sistemas, por medio de pilotes de fricción.

Como la capacidad de carga de este tipo de pilotes depende de la adherencia de éste con el subsuelo no tiene "rebote" (penetración de los últimos golpes) y se calcula multiplicando el área perimetral del pilote por adherencia; por lo tanto  $Q = P.L.a.$ , en la que:

Q = Capacidad de carga del pilote

P = Perímetro

L = Longitud del pilote

a = Coeficiente de fricción o adherencia.

En depósitos de arcilla, se ha encontrado que  $a = q/2$ , siendo "q" la resistencia a compresión simple.

Como dato adicional, los pilotes en las arcillas del Valle de México se calculan con un coeficiente de fricción que va de 1 a 2 ton/m<sup>2</sup>, a excepción de la zona del lago que es de 0.8 ton/m<sup>2</sup> o menos.

### B.3. Pilotes Mixtos

Como su nombre lo indica, el trabajo de estos pilotes es por adherencia y apoyo, se recomiendan en suelos poco comprensibles en donde el estrato de apoyo es de poca potencia (espesor o grueso de la capa).

### Juntas.-

Cuando los pilotes son de longitudes superiores a 20 m, resulta más económica su instalación usando juntas que garanticen la continuidad de los mismo.

En la práctica se ha encontrado que al efectuar este empate por la cantidad excesivamente de soldadura requerida, el concreto pegado a las placas se sobre calienta, con lo que pierde resistencia y en muchas ocasiones, cuando se reanuda el hincado se desmorona descubriéndose el refuerzo en esta zona.

Para evitar lo anterior, se especifica hacer la soldadura dándole tiempo a las placas para que se enfrién. Esto incrementa los costos debido a que el equipo de pilotaje suspende sus labores a veces hasta 5 horas en cada junta.

Para evitar los inconvenientes indicados anteriormente en este tipo de junta, se han ideado dos procedimientos que son:

La junta de casquillo diseñada por el Ing. Leopoldo Farias, en la que el anclaje de la junta se lleva en la parte interna del casquillo independientemente del armado principal del pilote; esto permite que no existan momentos en las placas de unión, ya que los esfuerzos transmitidos entre tramo y tramo son colineales, debido a que "e" prácticamente es igual a cero (fig. 4).

Con este tipo de junta, un pilote de 50 X 50 cm de sección, puede ser empataado con placas de 1/2" usando casquillo; de otra manera, las placas de unión serían del orden de 1" o más.

El casquillo permite usar cordones de soldadura relativamente delgados en forma continua, sin dañar el concreto y reduciendo los tiempos de equipo inactivo (fig. 3).

Se han ideado infinidad de procedimientos para empatar pilotes (unión de dos tramos), siendo el más común el de junta a base de placa soldada.

Durante el proceso de hincado se presentan esfuerzos de tensión y compresión en el pilote. Por tal motivo, la junta debe estar diseñada para absorber estos esfuerzos; de ahí que este tipo de junta siendo la más usual, resulta antieconómica debido a que el diseño arroja la necesidad de usar placas que van desde 1/2" hasta 2" de espesor, según la sección del pilote.

Otra junta que no tiene los inconvenientes antes mencionados, es la "junta de adherencia" (Diseñada por el Ing. Roberto Avelar) y consiste en proveer a los tramos de pilote por empatar, de un dispositivo hembra y macho, utilizando placas de unión de 3/8" de espesor, suficiente para absorber los esfuerzos de hincado.

En la actualidad, se tienen muchos tipos de acoplamientos entre dos tramos de pilotes de concreto, todos ellos basados en la premisa de permitir axialidad y continuidad de los esfuerzos en el pilote (consultar Manual del Residente de Cimentación Profund).

#### Colado y manejo de pilotes.-

En una obra de pilotaje, el organizar adecuadamente el cola-

# JUNTA CASQUILLO

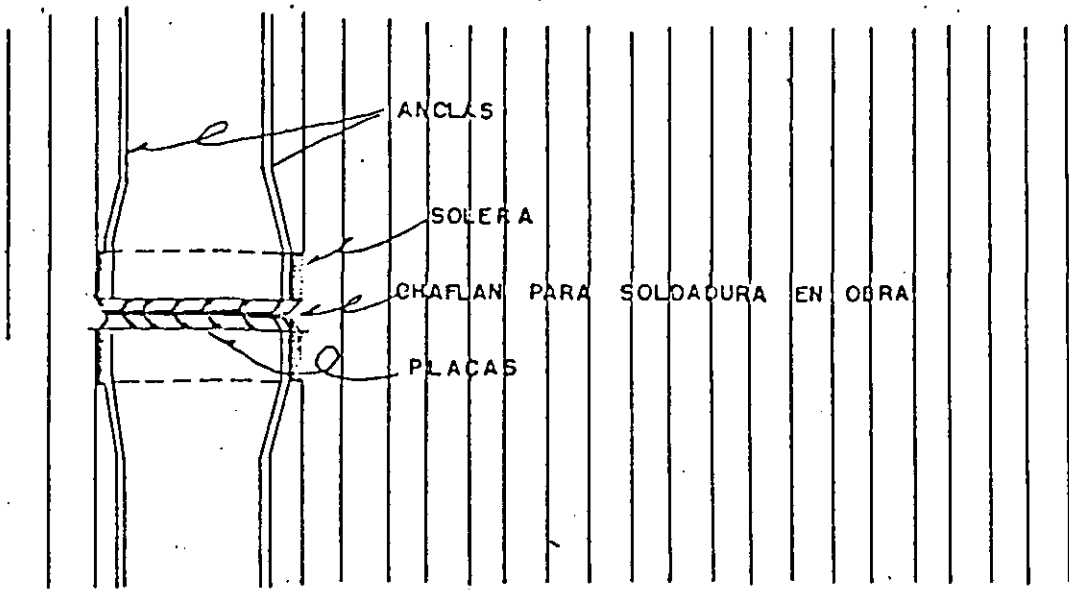
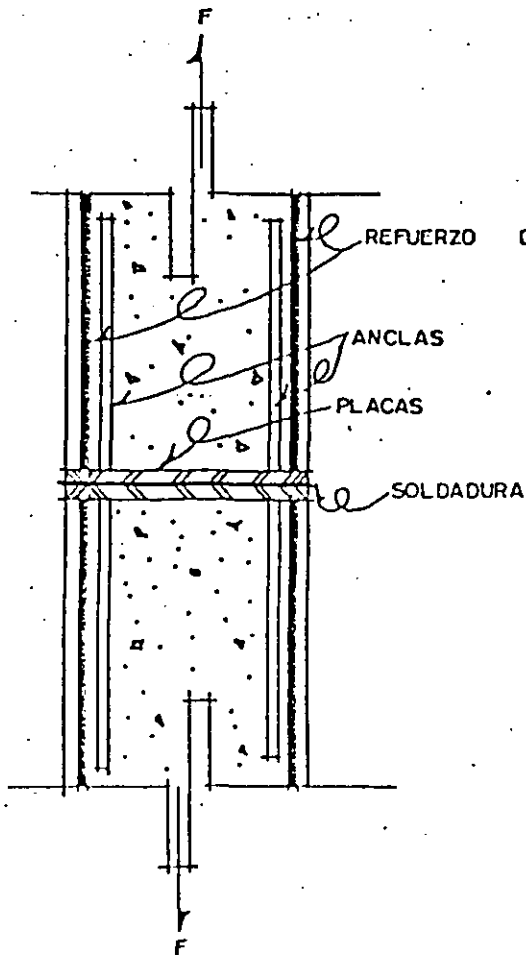
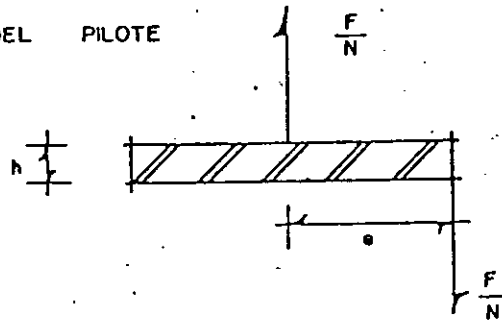


FIG. 3

# ESQUEMA DE CALCULO



# DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE



$$f_s = \frac{6M}{bh^2}$$

$$\therefore h = \sqrt{\frac{6M}{bf}}$$

$$M = \frac{F}{N} \cdot l$$

∴ h ES 1(l).

POR LO TANTO SI  $l \rightarrow 0$ , SE TIENE LA SOLUCION MAS ECONOMICA.

do de pilotes, permite reducir considerablemente problemas muy costosos y en ocasiones peligrosos; los accidentes más comunes se han presentado en su manejo, al romperse las anclas de levante, o bien al desprenderse el concreto durante el hincado a consecuencia de un mal armado o un deficiente vibrado.

Para lograr una buena eficiencia reduciendo riesgos, es recomendable tener presentes los siguientes puntos:

Localizar la o las camas de colado lo más adyacente a la zona de trabajo, procurando no obstruir los puntos de hincado.

dimensionar las camas 50 cm más en ambos sentidos para facilitar el cimbrado (fig. 5 y 6); el ancho deberá ser de tal manera, que la operación del despegue de pilotes se pueda hacer con el equipo programado, pues un exceso en el ancho de las camas, resta capacidad al equipo al tener que bajar el ángulo de inclinación de la pluma (fig 7 y 8).

El peralte de la cama deberá ser no menor de 10 cm para evitar romperla durante el despegue de pilotes. Por otra parte, para facilitar la limpieza y el escurrimiento del agua, deberá dejarse una pendiente longitudinal del 2 %, así como un acabado fino (de preferencia pulido).

Los moldes deberán ser resistentes y sobre todo, que garanticen la geometría de la sección en toda su longitud; las tapas y puntas se harán conforme al diseño.

Después de alinear y fijar los moldes, se les colocará una película de desmoldante o bien de diesel con parafina (200 lts de diesel con 30 kg de parafina).

Los armados se construirán con apego a los planos y se introducirán en los moldes previstos de silletas para dar el recubrimiento que se especifique.

Para utilizar eficientemente el refuerzo longitudinal es necesario hacer el despiece del acero, para ir acomodando las varillas de tal manera de no tener más del 50 % de los traslapes en una sección.

El refuerzo longitudinal debe llegar sin dobleces a los extremos del pilote y sin recubrimiento (fig. 9).

(NO. PILOTES  $\times$  P.c)  $\leq$  60 cm = A

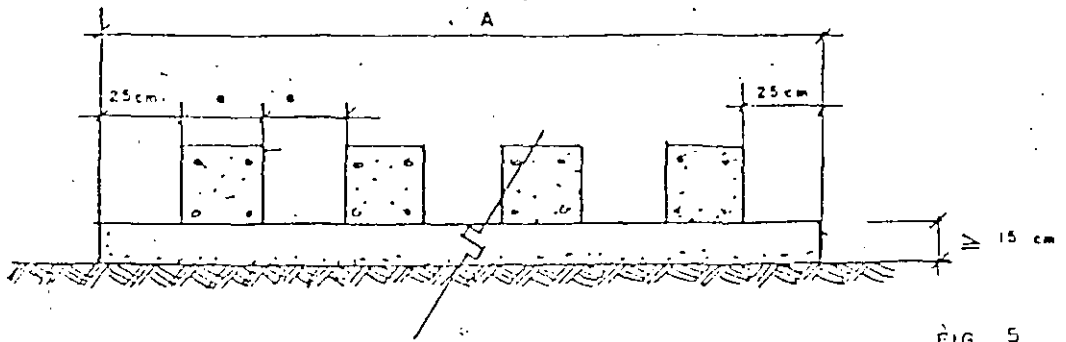


FIG 5

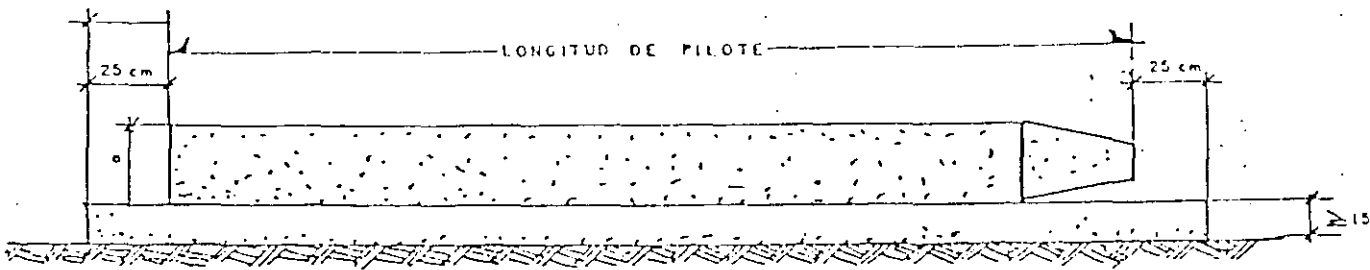


FIG 6

INCORRECTO

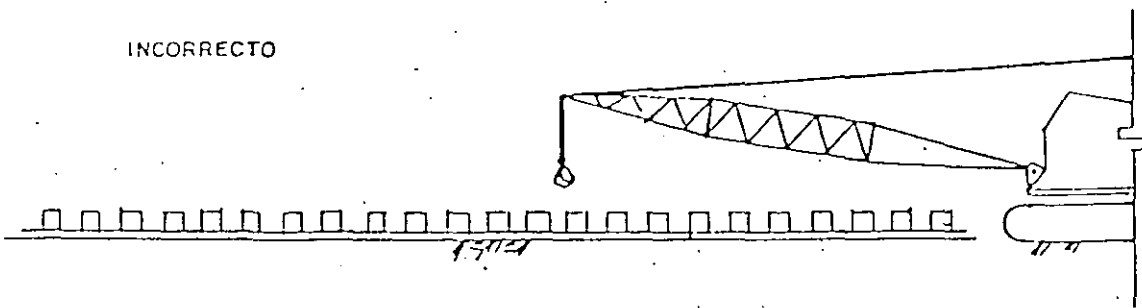
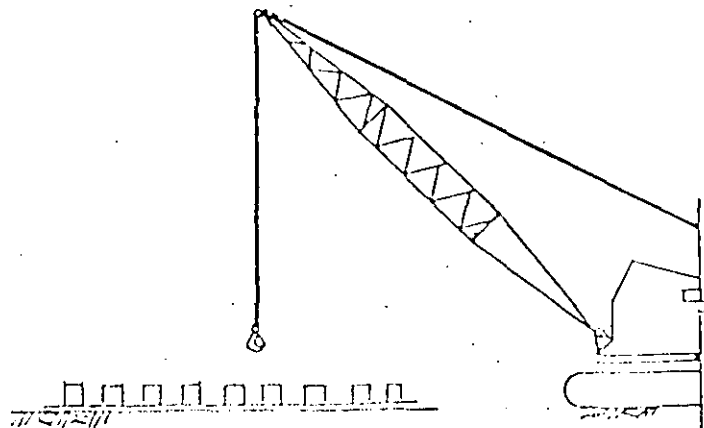
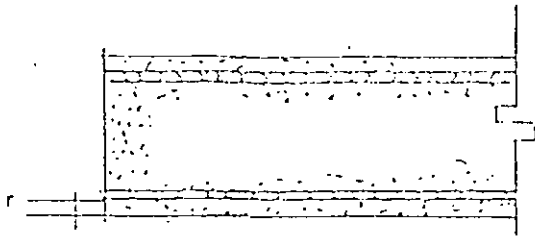


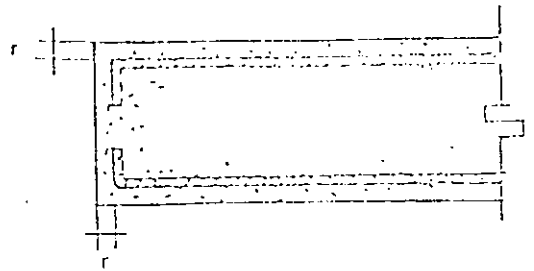
FIG 7

CORRECTO



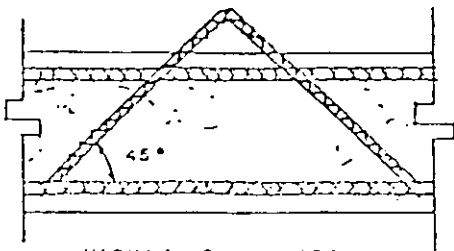


CORRECTO

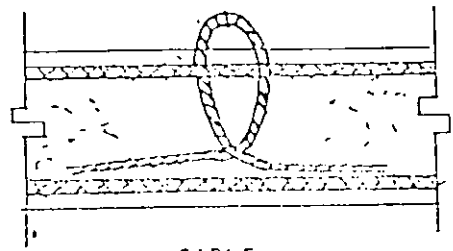


INCORRECTO

FIG 9



VARILLA CORRUGADA.



CABLE

Los recubrimientos en los extremos hacen trabajar al concreto durante el hincado como concreto simple, ocasionando el descabe-se.

El colado debe hacerse en forma continua atacando pilote por pilote. En esta forma, no se corre el riesgo de dejar varios pilotes inconclusos, al fallar el suministro del concreto, etc.

Cuando se fabrican pilotes en dos o más tramos, conviene collarlos en una cama que contengan todos los tramos aliniados, separados entre sí por las placas de unión, marcandolos después de que fragüe en concreto. Esto va a facilitar los trabajos de soldadura durante el empate de tramos.

#### Despegue.-

El despegue y manejo de pilotes se hace por medio de asas las que se diseñan al cortante, incrementando el peso de pilote en un 25 % por efecto dinámico.

Las asas se hacen de varilla corrugada o cable y se colocan en la forma siguiente: (fig. 10)..

No es recomendable repartir la carga en dos asas en un mismo punto, ya que se puede llegar a romper al concentrarse más la carga en una de ellas. Resulta más seguro dimensionar las piezas según su carga.

El despegue de pilotes debe hacerse procurando que el ángulo formado por la vertical con el cable que va del asa hacia la pluma, sea menor a 30° (fig. 11).

Para pilotes muy pesados y largos, se hace buscando la forma intermedia (fig. 12).

#### Entonque.-

Como generalmente la fabricación de los pilotes se hace con anticipación al hincado, (ya que debe moverse sólo al alcanzar el 80 % de su resistencia y el 100 % para poder ser hincados), se hace necesario almacenarlos en la obra en puntos clave, que reduzcan al máximo posible las maniobras previas al hincado.



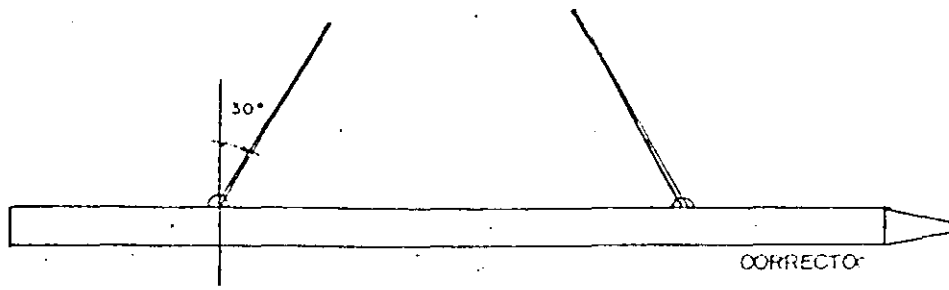
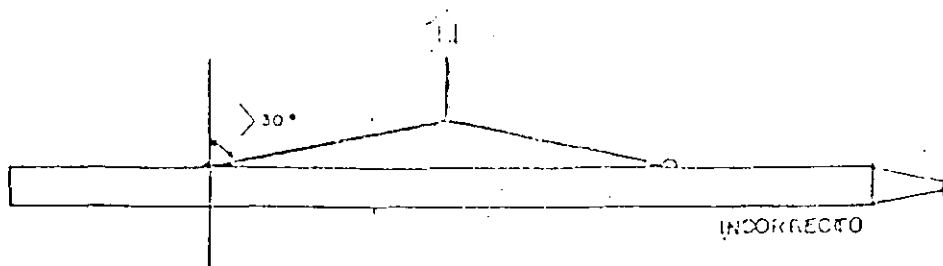


FIG 11

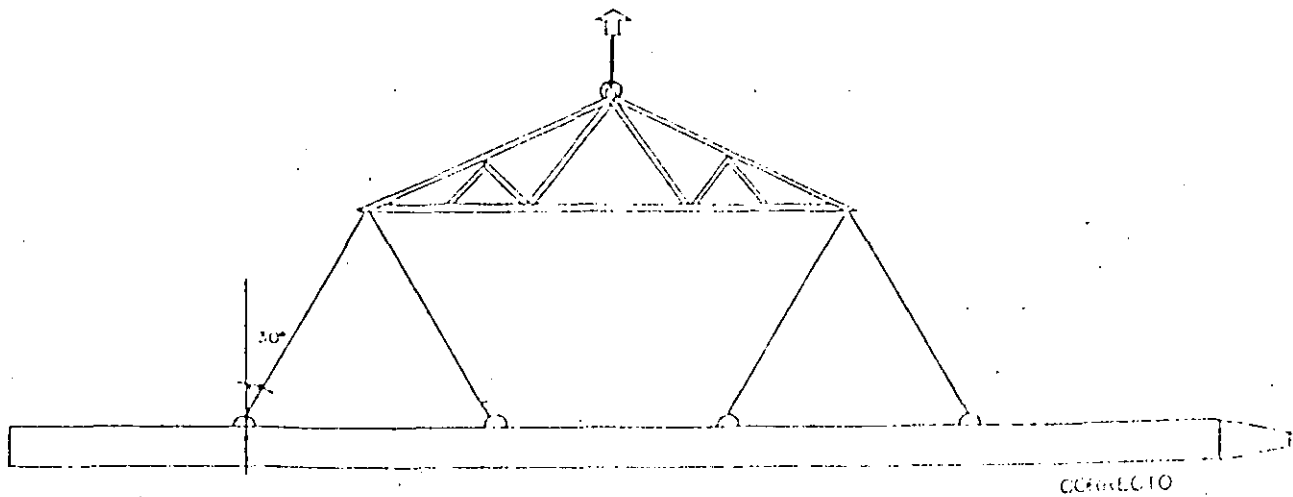
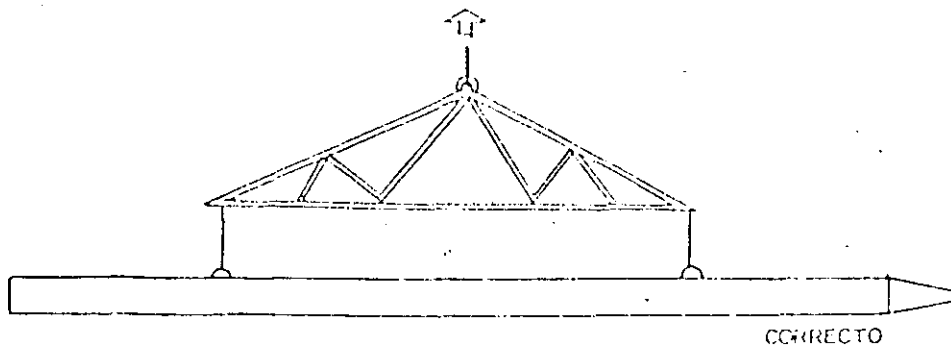


FIG 12

Los pilotes se deben apoyar precisamente en donde se localicen las anclas de izado, debiéndose usar durmientes para los pilotes inferiores que estén en contacto con el terreno, por si éste se llegara a hundir. Los pilotes subsecuentes se pueden apoyar sobre polines alineados verticalmente a los durmientes, para que el concreto de los pilotes inferiores trabaje a compresión.

La tonga de pilotes se recomienda que no sea mayor de 5 niveles, esto facilitará tanto su apilamiento como el estrobarlos para su izado; el número de niveles está regido por la dureza del terreno, pues si los durmientes no se hunden, se podrá llegar al quinto nivel. (fig. 13).

Algunos diseñadores han ideado el pilote fusible, el cuál, al usarlo en terrenos compresibles utiliza la fricción negativa para que la punta falle o penetre en el estrato de apoyo. Como más adelante veremos, la instalación de estos pilotes es difícil (fig. 14).

#### Izado.-

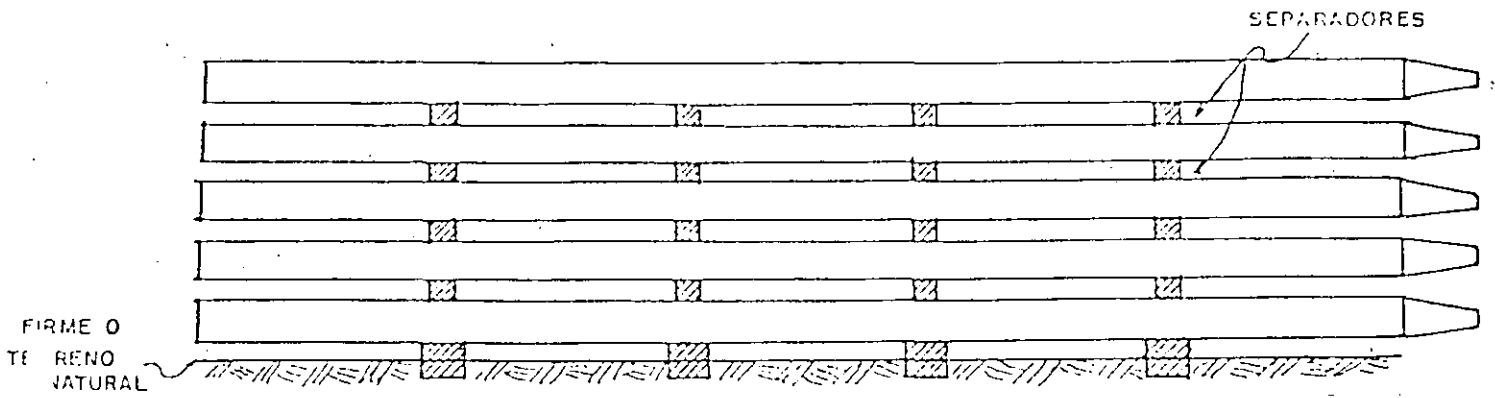
Previamente el izado del pilote, deberá revisarse la sección, estrobando en los puntos donde se igualen los momentos; de otra manera puede llegarse a fisurar bajando su resistencia y calidad.

Las maniobras previas al hincado son las que determinan el tiempo de ejecución y por consiguiente el costo, pues los tiempos de estrobado, acomodo de la máquina e izado del pilote, requieren de mayor tiempo y del auxilio de herramientas especiales. Entre más cuidado se tenga para no maltratar el pilote, el rendimiento por jornada se disminuye, en cambio si se hace en forma descuidada, estas maniobras resultan aparentemente más económicas si no se considera que se pone en peligro tanto la seguridad del equipo como el personal que lo opera, independientemente de la reposición de los pilotes averiados (fig. 15).

#### C. CIMENTACION SOBRE PILAS:

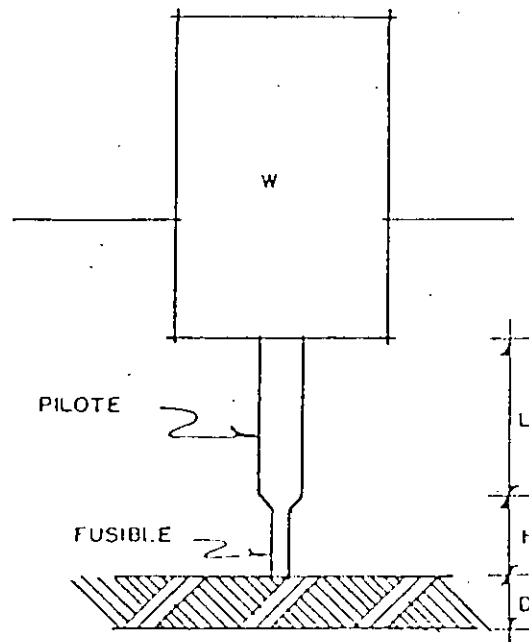
En construcción se requiere con frecuencia transmitir las cargas de una estructura dentro del subsuelo hasta llegar a alguna capa que tenga la capacidad suficiente para resistir dichas cargas.

Esta transmisión se puede lograr mediante "Columnas Enterradas" que ligan la estructura con dichos estratos. Cuando las columnas enterradas se construyen "In Situ", usando como cimbra las paredes de la perforación, estamos hablando de PILAS DE CIMENTACION.



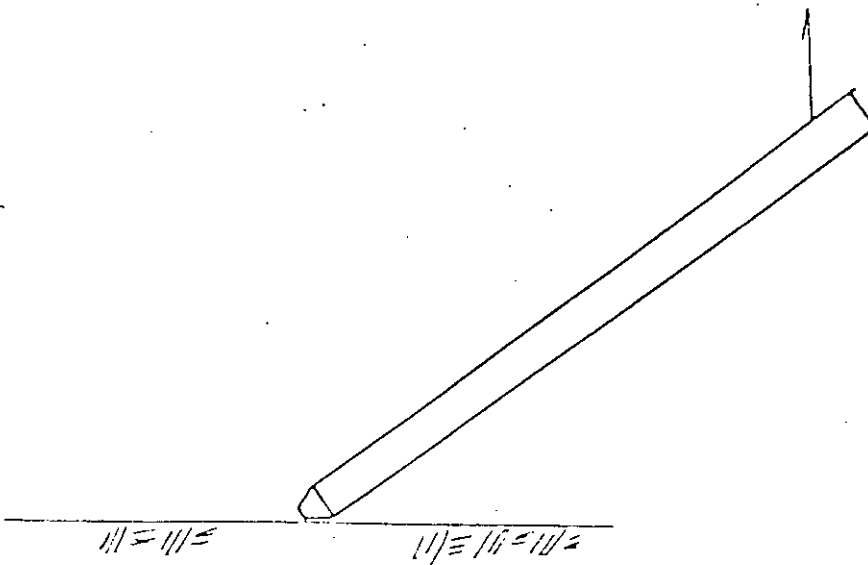
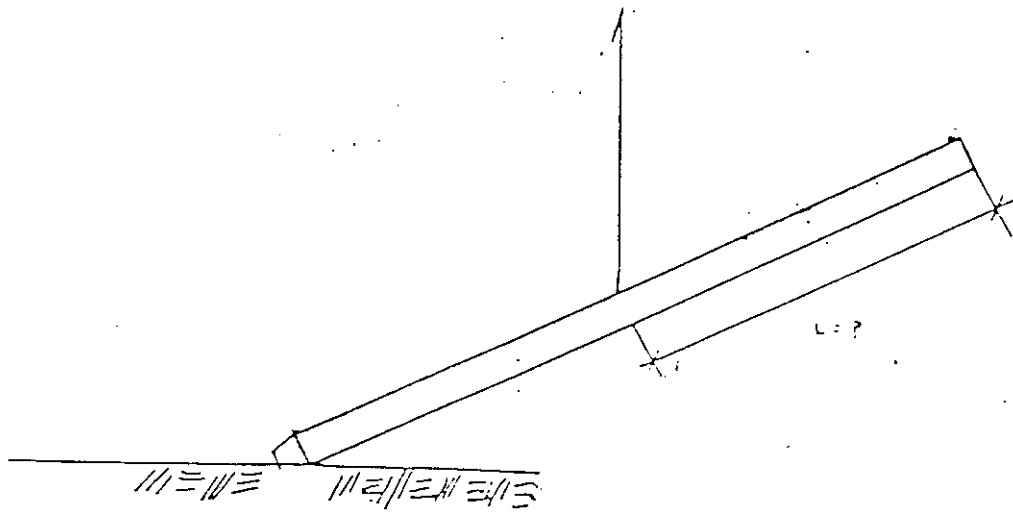
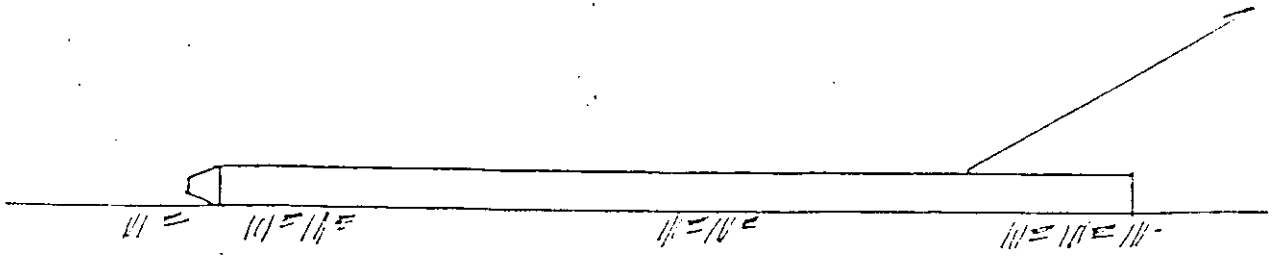
ENTONGUE DE PILOTES

FIG 13



D = ESPESOR DE LA CAPA ( POTENCIA )

PILOTE DE PUNTA PENETRANTE



FORMA INCORRECTA DE IZAR UN PILOTE

Para la construcción de las PILLAS, podemos considerar tres etapas principales:

- 1.- Perforación
- 2.- Colocación de Acero de Refuerzo.
- 3.- Colado del Concreto.

#### Perforación.-

Es el proceso inicial en la construcción de pilas y consiste en la formación de un agujero en el subsuelo, en el que posteriormente se colocarán materiales que finalmente formarán la pila.

Las secciones transversales de las pilas son generalmente circulares, aunque algunas veces sobre todo cuando se trata de estructuras de gran peso o de condiciones especiales de carga, pueden ser rectangulares, oblongas, etc.

Aunque las secciones transversales generalmente son continuas, es común hacer ampliaciones en la base conocidas como CAMPANAS, que al aumentar el área de apoyo permiten incrementar la capacidad de carga, obteniéndose un uso racional de los materiales (fig. 16).

La construcción de campanas se aplica cuando las pilas se realizan en "seco", de manera que sea posible la verificación del correcto estado de éstas. Las campanas hechas bajo el agua o lodos bentoníticos, implican el riesgo de que el corte de éstas o la remoción del material ya cortado se haya realizado inadecuadamente, dando por resultado una incertidumbre en las condiciones finales de dichas campanas.

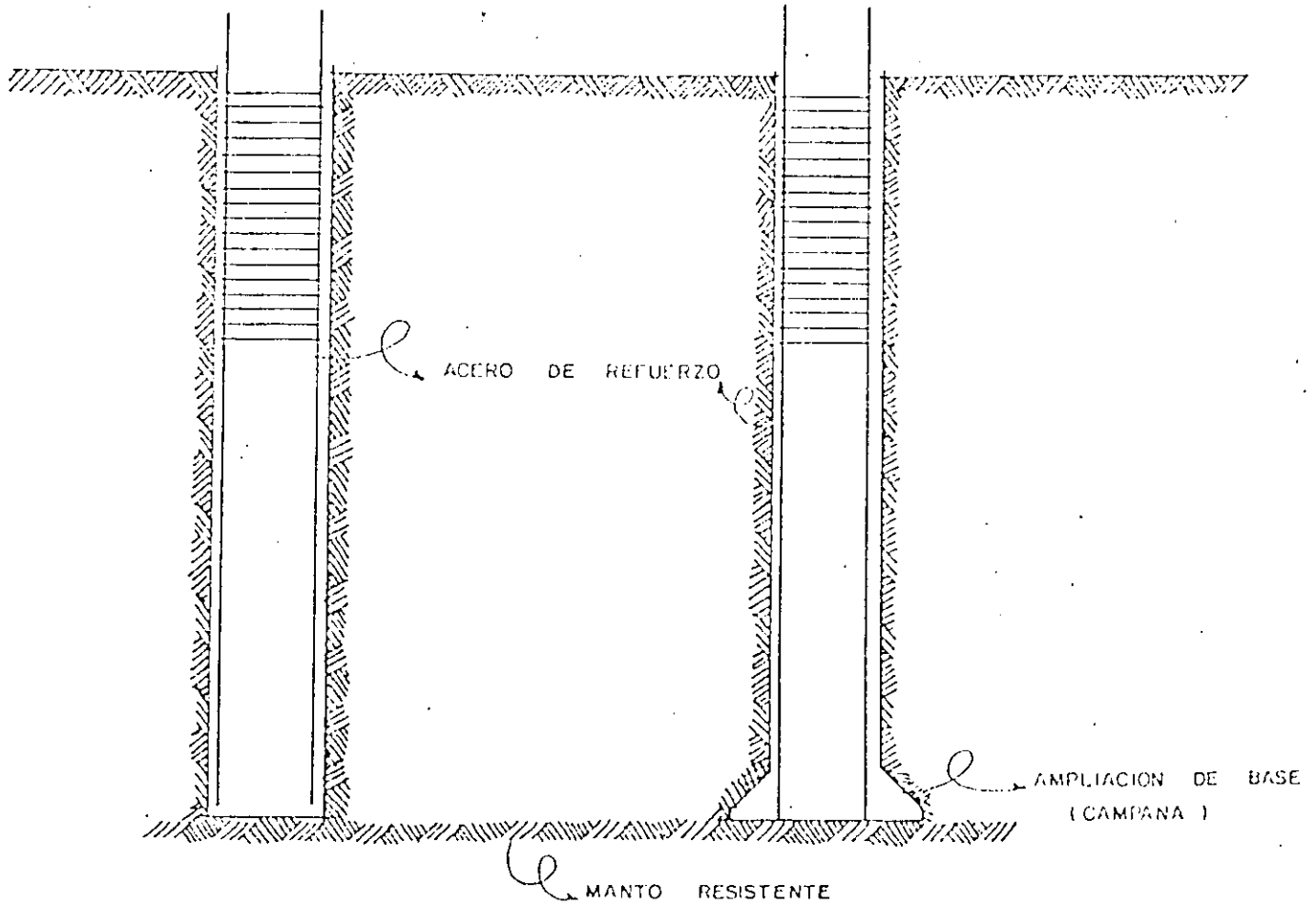
En algunas ocasiones, los proyectistas de cimentación profunda, recomiendan una mayor longitud de empotre en estratos de apoyo con el fin de garantizar que el apoyo de la pila se encuentre en el manto especificado.

En suelos predominantemente friccionantes (grava-arena), este empotre es estipulado para obtener una mayor capacidad portante de la pila.

Es importante, que el residente de cimentación profunda esté conciente de las limitantes de los equipos de perforación, ya que éstos han sido diseñados para perforar en suelos y continuos.

PILA DE FUSTE CONTINUO

PILA CON AMPLIACION DE BASE



### Ademes.-

Las condiciones del suelo, la estratigráfica, la presencia de agua, etc., determinan la estabilidad de las paredes y aún del fondo de las perforaciones. Cuando éstas no se sostienen por sí mismas, la construcción de las pilas se complica un tanto y se hace necesario el uso de ademes. Los ademes usados en la actualidad se reducen básicamente a dos tipos:

- A) Ademes rígidos
- B) Ademes a base de lodos

#### A) Ademes Rígidos:

Los ademes rígidos generalmente consisten en ademes metálicos de una sección similar a la de la perforación y que pueden ser o no recuperables. Generalmente los ademes recuperables se retiran de la perforación mediante grúas o gatos hidráulicos una vez colocado el concreto en la perforación.

#### B) Ademes a Base de Lodos:

Los lodos usados para el ademe de las pilas son generalmente "lodos bentoníticos" que se forman al mezclar en diferentes proporciones bentonita, que es una arcilla coloidal, con agua; formándose una sustancia con un alto peso específico y largo tiempo de sedimentación. Estos lodos forman una película impermeable en las paredes de la perforación, que ayuda a equilibrar las presiones hidroestáticas e impiden el flujo de agua que es uno de los factores de inestabilidad del suelo.

Por otra parte, sobre todo en suelos granulares como arenas y gravas, la contaminación de los lodos con el mismo suelo de las partes principalmente durante el proceso de perforación, reduce su capacidad de soporte y aumenta su velocidad de sedimentación; cuando esto ocurre puede llegar a ser necesaria la sustitución de éstos por otros no contaminados.

El cambio de lodos se realiza inyectándole aire con un compresor en la parte inferior de una tubería que se introduce hasta unos centímetros arriba del fondo de la perforación. Este aire al salir, provoca una succión que absorbe los lodos contaminados, al

tiempo que se van depositando los lodos no contaminados en la parte superior de la perforación.

### COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO

Una vez terminada la perforación, es recomendable proceder con la mayor celeridad al termino de la construcción de la misma, para que el suelo de las paredes y la base se altere lo menos posible y conserve sus características de cohesión y resistencia para el efecto. El siguiente paso consiste en la introducción del acero de refuerzo; deberá hacerse con la mayor rapidez aunque sin descuidar la calidad del mismo. La localización del castillo cerca de la pila y la instalación de separadores que aseguren su correcta colocación dentro de la perforación, así como el uso de una grúa con la altura suficiente que permita una introducción vertical de todo el armado, evitando en lo posible el contacto con las paredes durante el proceso de colocación.

### COLADO DE CONCRETO

El vaciado del concreto dentro de la perforación es también muy delicado dentro del proceso de construcción de una pila, los principales cuidados que hay que tener son:

- a) Rapidez en la ejecución
- b) Evitar la segregación
- c) Evitar la contaminación.

a) Para la rapidez en la ejecución, es recomendable el uso de concreto premezclado que permite que la maniobra de colado, se realice en menor tiempo que el que se requiere fabricando el concreto con revolvedoras de campo.

b) La segregación del concreto al caer dentro de la perforación se evita con una manguera o tubería con un diámetro 12 veces mayor que el TMA (Tamaño Máximo de Agregado), pero no mucho más, para que los agregados gruesos se detengan al chocar con las paredes del conducto.

c) Para evitar la contaminación del concreto es fundamental hacer el colado continuo de toda la pila. Cuando el colado es bajo



agua ó en presencia de lodos bentoníticos es preciso usar el sistema TREMIE.

El colado TREMIE, se hace introduciendo el concreto por medio de una tubería de acero hasta el fondo de la perforación, de forma que fluya de abajo hacia arriba para que sólo la parte superior del concreto tenga contacto con el agua o lodos. Este concreto deberá demolerse de cualquier forma al terminar el colado, ya que está contaminado. El revenimiento del concreto generalmente es de 14 a 18 cm para facilitar que fluya libremente, aunque de cualquier forma hay que cuidar que la tubería permanezca ahogada en el concreto durante todo el proceso de colado. Esta precaución es importante sobre todo durante el "Chaqueteo", que es un movimiento hacia arriba y hacia abajo a que se somete la tubería para facilitar el flujo del concreto. Otra precaución, consiste en iniciar el vaciado del concreto con una cámara de balón, de un tamaño adecuado al diámetro de la tubería y que hace las veces de válvula que reduce la contaminación del concreto al iniciar el colado.

#### MAQUINARIA Y EQUIPO

La maquinaria y el equipo usada para la construcción de pilas es fundamentalmente la siguiente:

EXCAVACION	Perforadoras	- Sobre Grúa - Sobre Camión
	Almejas Guiadas	
HERRAMIENTAS DE ATAQUE	Botes Brocas Dientes y Puntas	
EQUIPO PARA MANEJO DE LODOS BENTONITICOS	Depósitos Mezcladores Agitadores Bombas y Mangueras	
EQUIPO PARA COLADO	Trompas de Elefante Tuberías Bombas de Concreto	

## PERFORADORAS

Los equipos más comunes para perforación son los rotatorios, que consisten esencialmente en una fuente de poder que mediante una transmisión hace girar a un barretón de longitudes variables, simples o telescópicos, cuyo extremo inferior se instala la herramienta de perforación propiamente dicha.

Las perforadoras usadas en México, son de dos tipos:

- 1) Montadas sobre grúas
- 2) Montadas sobre camión

Las perforadoras montadas sobre grúa son generalmente de mayor tamaño y potencia, su movilidad ya dentro de la obra, es mejor sobre todo si el terreno es difícil y tienen la ventaja adicional de que eventualmente la misma grúa puede usarse para las maniobras de introducción de acero y de colado; ésto puede hacerse desmontando ó sin desmontar la perforadora de la grúa (fig 17).

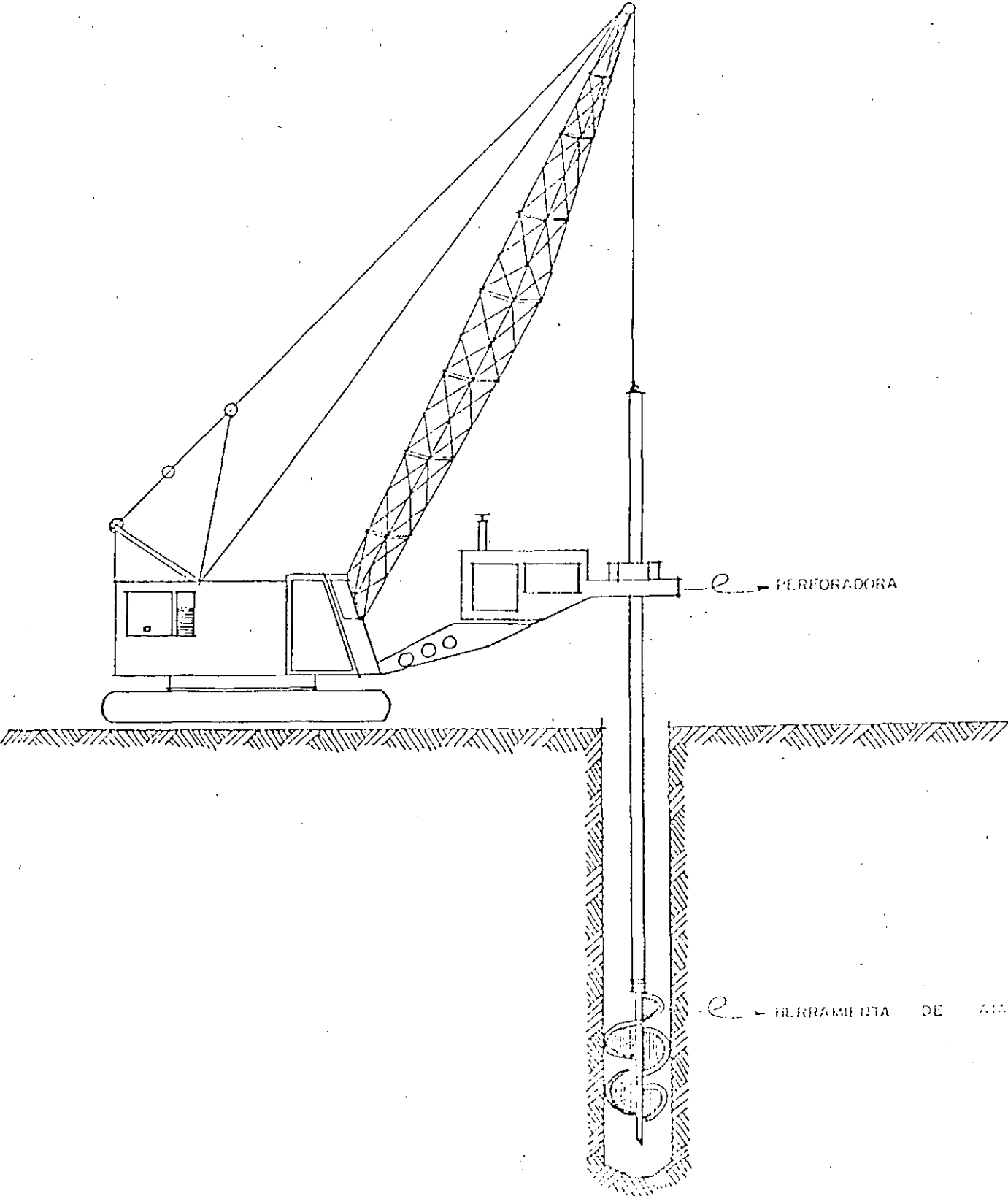
Las perforadoras montadas sobre camión son generalmente de menor capacidad que las montadas sobre grúa. Igualmente, sus limitaciones para realizar los procesos de introducción de acero y colado son mayores y frecuentemente se requiere una grúa para llevar a cabo estas maniobras; por otra parte, para obras urbanas sobre todo pequeñas, tienen mejor movilidad (fig. 18).

Las perforadoras rotatorias, además del efecto normal de cortar los suelos con sus herramientas de ataque, al girar, facilitan la penetración en los casos de suelos más duros cohesivos y resistentes por razón del peso propio del barretón de perforación; también existen algunos modelos que tienen equipos hidráulicos, que ejercen presiones adicionales para facilitar el corte usando como reacción el peso propio de la máquina.

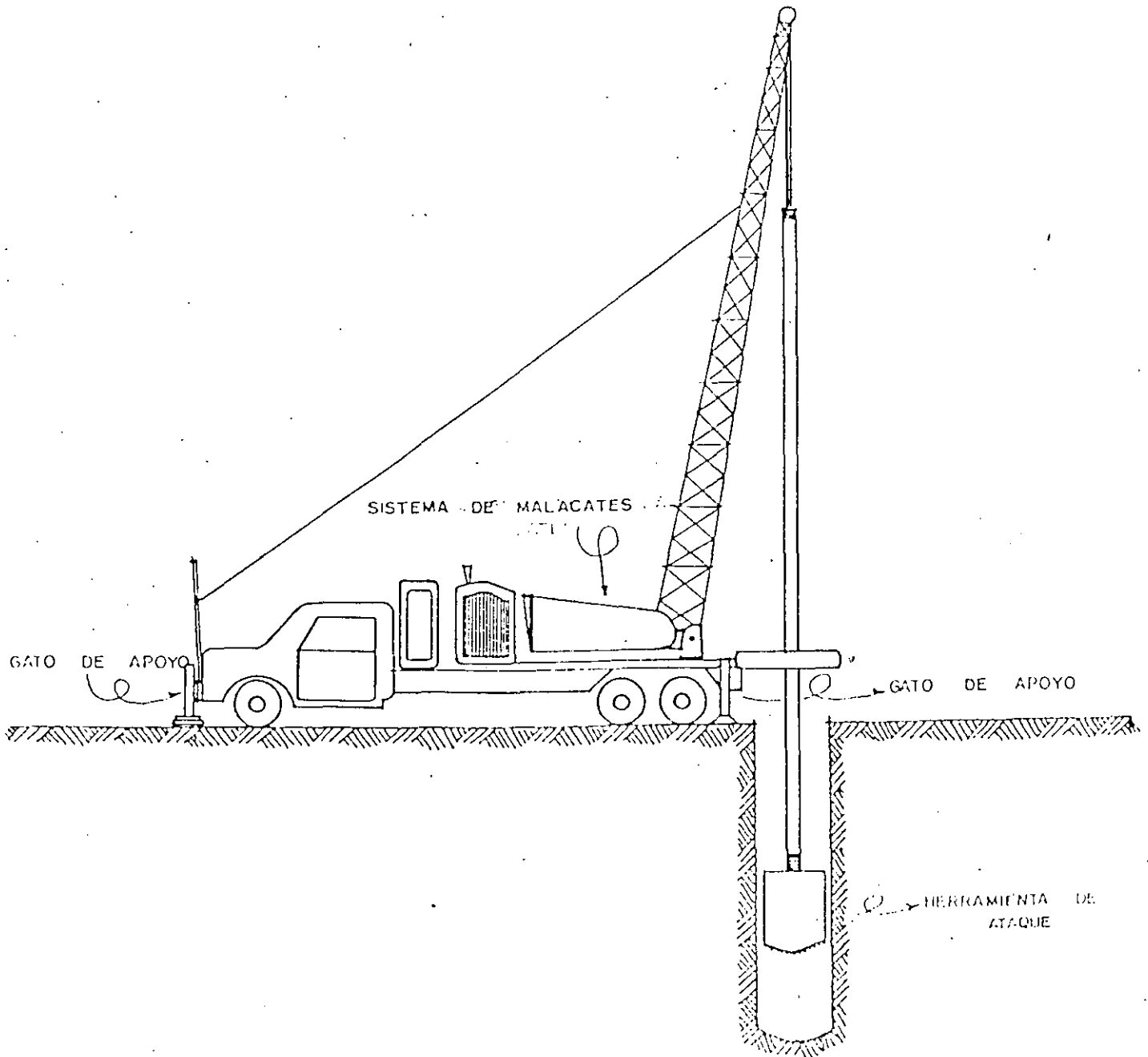
Las almejas guiadas son equipos de excavación que como su nombre lo indica consisten en un cucharón que abre y cierra a manera de almeja y que se desliza verticalmente sobre una grúa que permite controlar la dirección y la posición de la excavación. Estos equipos accionados casi siempre hidráulicamente, se usan para la construcción de pilas de sección oblonga, cuadrada ó rectangular.

En nuestro país las marcas más comunes de perforadoras son las siguientes:

PERFORADORA MONTADA SOBRE GRUA



PERFORADORA MONTADA EN CAMION



DALWELD  
WATSON  
SOILMEC  
SANWA  
CASAGRANDE  
ERTH DRILL  
EASY BORE  
E. S. P.

Las herramientas de ataque más comunes en nuestro país, son las brocas y los botes.

Las brocas son como su nombre lo indica, espirales cilíndricas, con punta en el extremo inferior de su eje y dientes en la espiral. El diámetro, espesor, paso, tipo de dientes y tipo de punta, se ajustan en cada caso al diámetro de la perforación y al tipo de suelo.

Los botes de perforación son cilindros metálicos con una tapa giratoria en el fondo y un dispositivo de apertura para la misma; en la tapa se instalan dos dientes de ataque y trampas para impedir la salida del material ya cortado; hay una gran variedad en los diseños de las tapas, colocación de los dientes, espesor de las paredes, etc.

De entre las brocas y los botes especiales, cabe mencionar a los siguientes:

**BOTE CAMPANERO.**- Son botes que se usan al final de una perforación y que tienen un dispositivo mediante el cual abren dos hojas que cortan un semicírculo o trapecio que forma las campanas o ampliaciones de base. Uno de los problemas de éstas herramientas, es la dificultad que tienen para tirar todo el material cortado, por lo que no es recomendable usarlas cuando no se puede bajar a la campana a terminar la extracción a mano y verificar ocularmente el estado de las mismas.

**BOTE PARA ROCA.**- Se usan para materiales duros en general; ocasionalmente, tienen hoquedades en las paredes que permiten la entrada de pedazos de roca; tienen por supuesto dientes especiales a base casi siempre de carburo de tungsteno.

**BOTES CORONA.**- Son botes sin tapa inferior que llevan dientes especiales para cortar la roca a lo largo del bote inferior de su pared. La roca se va introduciendo al bote y al trabarse se fractura, lo que permite su extracción.

**BROCAS CONICAS.**- Son brocas que terminan en punta, lo que facilita la penetración en terronos pedregosos y la trabazón de los boleos y piedras en sus álabes para ser extraídos.

### DIENTES Y PUNTAS

Existe una gran variedad de dientes y puntas. Los hay para suelos blandos y para suelos duros; los de suelos blandos tienen mayor área de corte y su instalación facilita el corte rápido del suelo. Los de suelos duros son casi siempre con filos de carburo de tungsteno; los hay fijos y giratorios. Se recomienda que se usen en presencia de agua para que el calentamiento excesivo no reduzca su vida útil.

### EQUIPO PARA MANEJO DE LODOS

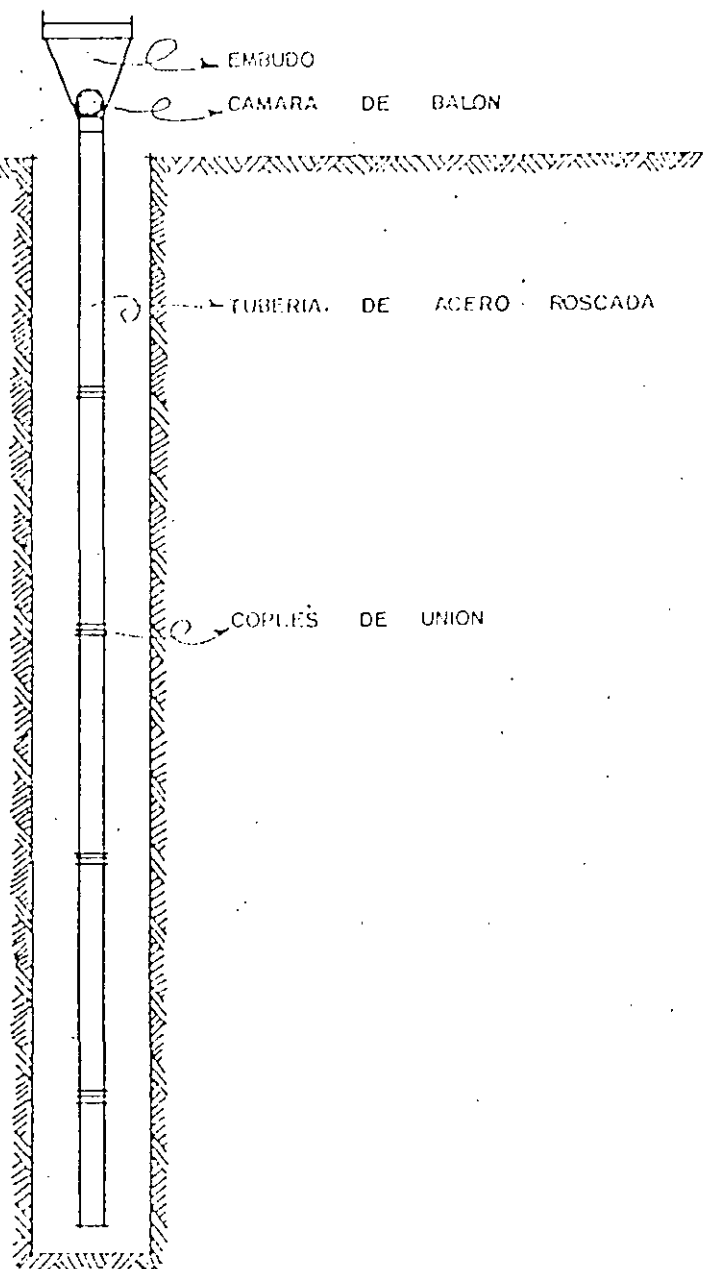
Se requieren depósitos para el almacenamiento de los lodos; éstos pueden ser portátiles generalmente de metal, lo que facilita su transporte y aún su movimiento dentro de la misma obra, o cisternas construidas expreso.

Para mezclar la bentonita existen equipos especiales que consisten en depósitos con agitadores; sin embargo, el procedimiento más sencillo es a base de un venturi a través del cual se hace pasar agua a gran velocidad al mismo tiempo que se vacía bentonita.

El lodo bentonítico ya mezclado se almacena en un depósito, de donde por gravedad o mediante bombas de agua, se conduce hacia las pilas al momento de ser excavadas, sustituyendo inmediatamente el material excavado con los lodos.

Finalmente para la realización del colado se usan, cuando se trabaja en seco, trompas de elefante que son mangueras de lona o plástico que evitan la segregación del concreto. Para el caso de colados bajo agua, se usa la tubería TREMIE que consiste en tubería de un diámetro 6 veces como mínimo, del tamaño máximo de agregado, del concreto (fig. 19).

EQUIPO PARA COLADO DE PILAS  
( TREMIE )



Se usan tramos de 1 a 5 m de largo, ligados mediante coples sin listón para rapidez y seguridad en las maniobras; los diámetros de tuberías más comunes son de 6", 8" y 10"; es importante que ésta tubería y los coples formen una superficie lo más lisa posible por la cara inferior, para facilitar el flujo del concreto, y por la cara exterior, para evitar atoramientos con el acero de refuerzo de las pilas.

En ocasiones también se usa el bombeo de concreto, sobre todo cuando el acceso de las ollas revolventoras a los puntos de construcción de las pilas es difícil.

#### D. CIMENTACION MIXTA.

Como su nombre lo indica, una cimentación mixta es la solución que emplea simultáneamente diferentes tipos de pilotes o bien, una cimentación superficial y pilotes.

En nuestro medio, la más común es la de cajón hincado y pilotes trabajando por fricción o adherencia. De esta forma, el cajón hueco permite compensar parcialmente las cargas generadas por la edificación, aprovechando el alivio que significa la remoción parcial del subsuelo, efectuada para alojar dicho cajón. El excedente de cargas, el integrado por el peso total de la edificación más cajón y habiendo reducido el peso total del suelo removido; se suele soportar por una batería de pilotes, trabajando por fricción o adherencia. De esta, forma, se reduce el número de pilotes, ya que de no tenerse esta compensación, la batería tendría que soportar la totalidad del peso de la edificación.

Esta compensación resulta efectiva, sólo en el caso de pilotes de fricción convencionales o en sus variedades telescópico, entrelazado, etc. Si se emplean pilotes apoyados por punta, aún existiendo cajón hueco, no se puede aprovechar el alivio de cargas, ya que al estar apoyados y no tener la libertad de desplazamiento vertical, tienen que resistir el peso total de la estructura y de su cajón de cimentación.

Las cimentaciones mixtas a base de cajón y pilotes es usual empleadas en subsuelos como el que configura la zona del lago del Valle de México, ya que de esta forma, se elimina el problema de emersión relativa del edificio, con respecto al nivel de la superficie del terreno circundante a él. Sin embargo, esta solución de cimentación tiene ciertas limitantes, como lo son las dificultades de excavaciones profundas en suelos blandos, principalmente cuando



existen aguas freáticas someras y hay construcciones colindantes cimentadas superficialmente. Además, hay que tener cuidado de que no haya excentricidad entre los centros de gravedad de cargas y el reacción del conjunto cajón y pilotes; ya que si no se tiene esta axialidad, pueden generarse asentamientos diferenciales.

A raíz de los sismos de septiembre de 1985, se presentaron algunas fallas en cimentaciones mixtas, ya que ante las solicitudes dinámicas, ciertos campos de pilotes perdieron sustentación al reducirse el confinamiento, produciéndose grandes asentamientos y en algunos casos, hasta el colapso total de la cimentación. Por lo tanto, el diseño y construcción de este tipo de soluciones de cimentación requiere de mayor cuidado y es necesario, conocer bien las características físico-mecánicas del subsuelo, antes de llegar a esta clase de soluciones de cimentación.

## ADEMES Y ELEMENTOS DE CONTENCION

### ADEMES.

Los principales tipos de ademe, más comúnmente utilizados en la construcción de cimentaciones profundas son:

- Lodos Estabilizadores
- Camisas Metálicas
- Estructuras de Ademe

### LODOS ESTABILIZADORES.

Se conoce como lodos estabilizadores o lodos perforación, a todos aquellos fluidos viscosos formados naturalmente o prepararlos ex profeso, para estabilizar o ademar las paredes de una perforación, zanja o excavación.

Con el auge de las perforaciones de pozos petroleros, se encontró que algunas arcillas (mormorilonita sódica), al ser mezcladas mecánicamente durante la perforación con las aguas freáticas, forman fluidos de alta viscosidad y densidad, que detienen las paredes del subsuelo por su alto empuje generado en ellas y por una capa de arcilla que se adhería a ellas (enjarre).

Este casual descubrimiento, condujo a investigar las propiedades de lodos formados con otros tipos de arcillas y a encontrar proporciones idóneas para formar lodos más efectivos y económicos, los que además pudieran ser reutilizados más veces. En nuestro medio, las arcillas más empleadas en la formación de lodos estabilizadores son las bentonitas sódicas y cálcicas. En la actualidad, se ha avanzado mucho en la investigación y utilización de fluidos estabilizadores del subsuelo bajo el manto freático; llegándose a mezclas de aceites con polímeros; de bentonitas con cemento (lodos fraguantes) o arcillas atapulgitas (en aguas de alta concentración salina).

Las propiedades físico-químicas primordiales de un lodo bentonítico son: densidad o peso específico, viscosidad plástica, viscosidad Marsh, filtrado, contenido de arena, concentración o potencial de hidrógeno (ph), añejamiento, dosificación y rendimiento.

Densidad.- Denominada también como peso específico, es la cantidad de materia por unidad de volumen. Se evalúa en el laboratorio por medio de una balanza de lodos formada por un receptáculo para el lodo, en un brazo y una escala con contrapeso deslizante, en el otro. Se expresa en unidades de peso sobre volumen ( $\text{gr/cm}^3$ ,  $\text{kg/dm}^3$  ó  $\text{ton/m}^3$ ). Los lodos utilizados en condiciones normales tienen una densidad relativa comprendida entre 1.03 y 1.15. En algunos casos para aumentar la densidad, se necesita añadir minerales inertes pesados como la barita.

### DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE UN LODO BENTONITICO.

Es importante aclarar que la densidad, el peso específico y el peso volumétrico tienen el mismo significado.

Para determinar la densidad de un lodo bentonítico, es necesario conocer la densidad absoluta relativa de la bentonita.

Las propiedades físicas de un lodo bentonítico, se estudian de igual forma que en un suelo 100% saturado. Su volumen se compone de agua y sólidos exclusivamente.

La dosificación de bentonita que se requiere para una obra, por lo general se solicita en base a un porcentaje sobre el peso del agua. Por ejemplo, si se pide un lodo bentonítico con dosificación de bentonita al 8%, se refiere a una mezcla de 1 m<sup>3</sup> de agua con 80 kg de bentonita, obteniendo su densidad de la siguiente forma:

$$lb = \text{peso volumétrico del lodo bentonítico} = \frac{W_t}{V_t}$$

$$W_t = W_w + W_b$$

$$W_t = W_w + \%W_w = W_w ( 1 + \% )$$

$$V_t = V_b + V_w$$

Sb = densidad absoluta relativa de la bentonita → de 2.1 a 2.5

$$S_b = \frac{W_b}{V_b \cdot w}$$

$$V_b = \frac{W_b}{S_b \cdot w}$$

$$lb = \frac{W_w ( 1 + \% ) S_b \cdot w}{\%W_w + V_w S_b \cdot w}$$

Viscosidad Plástica.- Esta propiedad es determinada mediante viscosímetros rotacionales, con los que se mide la resistencia al esfuerzo cortante a diferentes r.p.m.; además, en estos aparatos se determina la viscosidad aparente, la resistencia del gel, la tixotropía y especialmente, el punto de cedencia, el cual es la ordenada al origen de la curva de flujo y correspondiente al valor mínimo del esfuerzo cortante para el cual empieza a fluir el lodo. La viscosidad plástica debe ser pequeña, para permitir la separación de las arenas que el lodo acarrea al salir de la perforación. El punto de cedencia, define además la penetración del lodo en la vecindad de la perforación o zanja; es conveniente mantener la viscosidad plástica en un rango comprendido entre 10 y 30 centipoises.

Viscosidad Marsh.- Se define como el tiempo necesario para que escurran 946 cm<sup>3</sup> de lodo, a través del orificio calibrado de un cono Marsh. Este ensaye debe realizarse en obra, para determinar si un lodo puede reutilizarse o es necesario emplear nuevo lodo. Debe tratarse que se tengan valores bajos, entre 35 y 90 segundos de vaciado.

Filtrado.- Este ensaye permite determinar la capacidad de un lodo para formar "enjarre", que es una membrana impermeable de arcilla adherida al subsuelo, que hace posible que se puedan transmitir las presiones hidrostáticas de la columna del lodo y evitar al mismo tiempo, la generación de derrumbes locales. Para efectuar esta prueba es necesario un filtro prensa, en el cual se calcula el agua libre (cm<sup>3</sup>) y el espesor del enjarre (mm). Cierta porción del agua de un lodo permanece libre entre los granos sólidos, por lo tanto en una relación agua-bentonita constante de un lodo, al aumentar el agua libre, aumenta el espesor del enjarre, pero disminuye al mismo tiempo su resistencia y es menos efectivo para estabilizar las paredes de la excavación. Por consiguiente, es necesario que el espesor del enjarre sea inferior a 5 mm.

Contenido de Arena.- Como su nombre lo indica es la proporción de arena contenida en un lodo. Al incrementarse la cantidad de arena, además de dañarse los equipos, se reduce la efectividad de un lodo, ya que para una relación constante agua-bentonita, al aumentar el contenido de arena el volumen de agua libre y en consecuencia, se incrementa el espesor del enjarre. Por lo tanto, debe mantenerse inferior al 3 % en volumen. Para evaluar el contenido de arena de un lodo, se hace pasar cierta cantidad de éste, por la malla 200 y la arena retenida en ésta, se expresa como un porcentaje del volumen.

Potencial de Hidrógeno (ph). Es la concentración de iones de hidrógeno en un lodo y representa la acidez o alcalinidad. Se determina mediante un papel sensible y el color producido, indica el potencial de hidrógeno. Las propiedades de un lodo varían en función del ph medido. Es conveniente que este se encuentre en un rango de 7 a 10.

Añejamiento.- Es el tiempo transcurrido entre la preparación y utilización de un lodo. Se ha comprobado que con un añejamiento mínimo de 24 hr, la viscosidad plástica y el punto de cedencia aumenta, mientras que el agua libre disminuye, sin variar el espesor del enjarre. Sin embargo, cada tipo de bentonita responde diferente, por lo que el reposo puede variar entre 8 y 24 hr y en algunos casos es necesario que la bentonita se termine de hidratar dentro de la perforación, cuando se trata de obturar flujos o fugas.

Dosificación y Rendimiento.- La dosificación depende del tipo de bentonita empleado, del agua freática y de las características que se desee tenga un lodo. Por lo tanto, es necesario hacer ensayos previos con diferentes proporciones y determinarse así las propiedades de cada concentración. Es usual que en agua con baja concentración de sales, el porcentaje en peso de bentonita en relación al agua sea del 5 al 10 %. Es usual definir como rendimiento, a la cantidad de m<sup>3</sup> de lodo, con viscosidad media de 15 centipoises, que pueden prepararse con 1 ton de bentonita seca. Este rendimiento se determina experimentalmente, haciendo varias mezclas de agua-bentonita con diferentes proporciones y determinando su viscosidad plástica. Mediante una gráfica relación bentonita-agua vs densidad, se puede interpolar y determinar el rendimiento.

#### CAMISAS METÁLICAS.

Cuando las perforaciones no se pueden estabilizar con lodos, se recurre al uso de camisas metálicas las cuales pueden ser recuperables o perdidas, según sea el caso.

Las camisas metálicas recuperables se utilizan generalmente en suelos arenosos cuyo nivel freático está muy abatido y que por lo tanto el lodo bentonítico se fuga hasta equilibrarse con ese nivel.

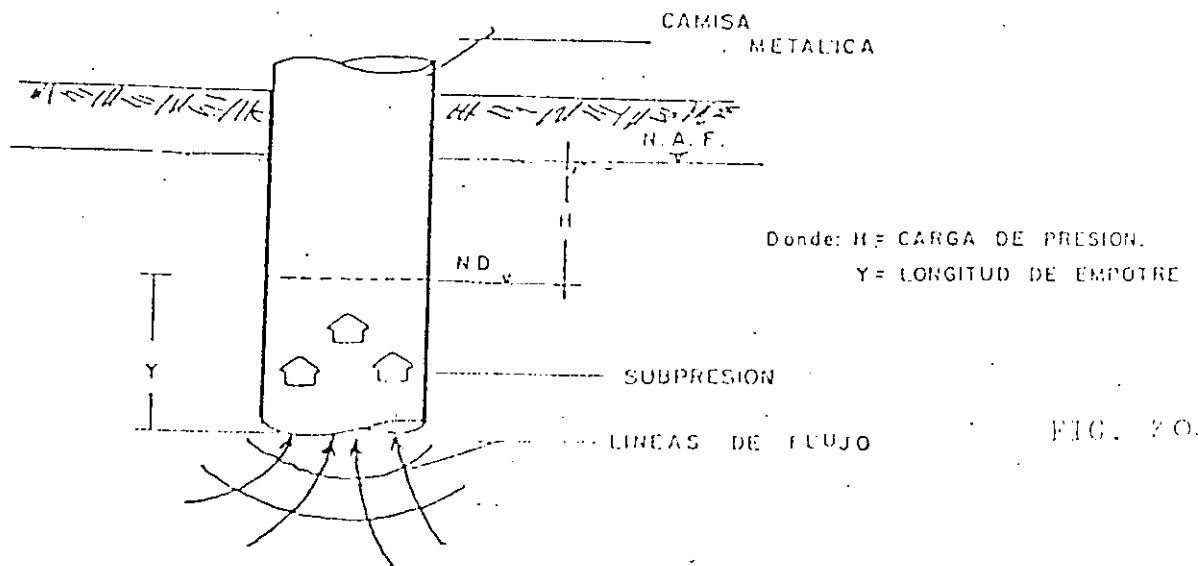
Otra aplicación de estas camisas se tiene cuando las perforaciones contienen agua salada, en donde la bentonita se flocula si no se mezcla con algún aditivo, cuyo costo y control, resulta ser antieconómico.

Cuando las perforación son mayores de 2 metros de diámetro en terrenos fricciónantes en estado suelto, el material dejar de trabajar en arco; en estos casos para obtener perforaciones confiables, se hace necesario el uso de camisas metálicas recuperables.

La práctica nos ha enseñado que el espesor de la camisa recuperable sea de tantos milímetros como decímetros tenga el diámetro; por ejemplo una camisa de 80 cm de diámetro tendrá un espesor de 8 mm, una de 150 cm de diámetro tendrá un espesor de 15 mm. Se recomienda que el mínimo espesor sea de 8 mm, ya que de lo contrario tendría problemas al ser hincada y extraída.

Por lo general, las camisas recuperables son hincadas y extraídas con equipo especial y el principio técnico, está descrito en la memoria de la Reunión Conjunta Consultores Constructores de septiembre de 1980, que llevó a cabo la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.

El uso de la camisa recuperable tiene su limitante, ya que se debe prever evitar la subpresión en el fondo de la perforación, que se origina al abatir el nivel del agua dentro de la camisa metálica durante el proceso de extracción del material, según se indica en la siguiente (fig. 20).



Para reducir este fenómeno, es necesario que la camisa se empotre de 3 a 4 diámetros abajo del nivel de desplante de la pila, al mismo tiempo que se restituya el nivel del agua dentro de la camisa de tal manera que la  $H = 0$ .

La operación anterior resulta ser la mayoría de las veces un poco problemática y tardada, pues en la práctica no se puede restituir el peso del volumen del material extraído por su equivalente en agua en forma simultánea; para evitarlo, es necesario que el nivel dentro de la camisa esté por lo menos un metro arriba del nivel freático con el que se tienen grandes consumos de agua.

La mejor forma de utilizar la camisa metálica es empotrándola en algún estrato impermeable o bien combinando la perforación con el sistema de lodos.

Las camisas metálicas no recuperables, generalmente se usan para evitar estrangulamientos en los colados in situ, pues como sabemos, al depositar el concreto en la perforación, la pared de éstas hace la función de cimbra, cuando el suelo no puede soportar el empuje del concreto.

Cuando el subsuelo acusa la presencia de turba o un alto contenido de agua (más del 300 %), es conveniente colocar una camisa perdida, por la razón anterior.

Generalmente la camisa metálica no recuperable, es de lámina del No. 12 ó 18. A diferencia de la anterior, esta se coloca y no se hinca; también tiene la particularidad de que puede ser continua o no, según se indica en las figuras siguientes:

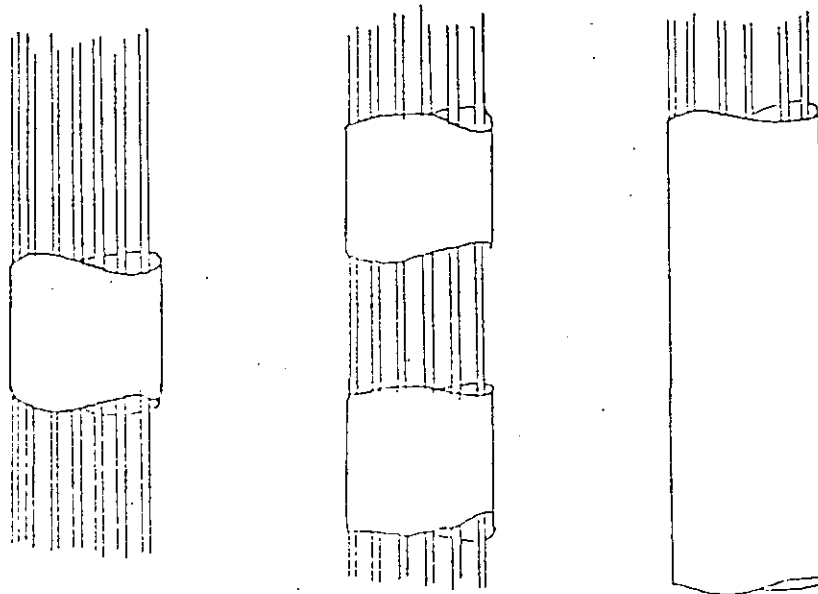


FIG. 21

## RECOMENDACIONES PARA LA INSPECCION Y VERIFICACION DE OBRAS

La función primordial del ingeniero residente de cimentación profunda, es la de supervisar o inspeccionar los trabajos para que éstos se realicen de acuerdo a las especificaciones y lograr de esta forma, que las consideraciones teóricas del diseño de una cimentación se apegen a la realidad, alcanzándose el mayor control de calidad posible y que la subestructura tenga el comportamiento previsto en su diseño. Sin embargo, el buen comportamiento de una cimentación profunda, no sólo depende de que ésta se construya dentro de las tolerancias establecidas en sus especificaciones, puesto que es fundamental que las premisas de cálculo previstas por el analista sean las correctas, y es importante por lo tanto, que también exista una estrecha supervisión por parte del proyectista, ya que suelen presentarse en campo condiciones diferentes a las esperadas en teoría.

Asimismo, suele ocurrir que el analista proponga procesos constructivos poco usuales que hasta inclusive, requieran de aditamentos o equipos altamente especializados. Por lo anterior, es necesario que antes de iniciar la construcción de una cimentación profunda, se tengan reuniones previas entre consultor y contratista, para que ambos intercambien ideas y de esta forma, el contratista comprenda e interprete correctamente el proceso constructivo a seguir y no cometa errores que modifiquen e inclusive dañen la condiciones originales del subsuelo. Además, estas reuniones previas servirán también para que el contratista exponga al consultor los limitantes propios de cada equipo o los inconvenientes que pueda tener el proceso constructivo estipulado por este último.

El ingeniero residente por su parte, deberá estudiar previamente el trabajo por ejecutar, entendiendo el criterio y razonamiento del proceso constructivo y de sus correspondientes especificaciones.

Los principales aspectos que debe cuidar y vigilar el ingeniero residente de una cimentación profunda son los siguientes:

### GENERALES

- a) Que los planos contengan todas las especificaciones necesarias y esté perfectamente definido el proceso y secuencia



constructivos contando además, con el correspondiente estudio de mecánica de suelos.

- b) Que el terreno sea el que corresponda a la obra y que sus características de colindancias, accesos y topografía sean las que se establecieron en los planos y estudio de mecánica de suelos.
- c) Que las edificaciones en las colindancias no tengan daños previos al hincado y en caso de haberlos, reportarlos inmediatamente a la Dirección de la Obra, quien ordenará las actuaciones legales correspondientes.
- d) Que se haya efectuado correctamente la protección reglamentaria de colindancias y de vía pública.
- e) Que se hayan previstos los elementos de protección a transeúntes y/o vehículos.
- f) Que en los accesos para equipo y dentro de las zonas de trabajo no existan obstáculos, tales como cables aéreos, instalaciones subterráneas, teléfonos, ductos eléctricos, agua, gas, drenaje, cimentaciones antiguas y en general cualquier elemento que obstruya o impida el libre movimiento y trabajo del equipo.
- g) Que existan en la obra las licencias y permisos de construcción necesarios.
- h) Que antes de enviar el equipo a la obra, éste sea revisado y esté en condiciones de trabajar correctamente, corroborando de que se trata del equipo especificado para estos trabajos, además de que se tenga toda la herramienta y accesorios completos. Esto es de esencial importancia en obras foráneas.

#### PILOTES

- a) Deberá marcarse la localización exacta de cada pilote, clavando estacas, colocando referencias extremas y verificando su posición inmediatamente antes del hincado de cada elemento. Este trazo deberá llevar la aprobación de la Dirección de la Obra.
- b) Que el tipo, forma y características de los pilotes respondan a los especificados.

- c) Para el caso de los pilotes precolados, se verificará además lo siguiente:
- Que la geometría y otras características de los moldes se ajusten a las especificaciones.
  - Que las dimensiones, forma y calidad del acero de refuerzo sean las especificadas.
  - Que se tengan las condiciones propicias de curado.
  - Que sigan los procedimientos adecuados de manejo y almacenamiento.
  - Que la calidad del concreto (dosificación, revenimiento, resistencia, etc.) sea la especificada.
  - Que las juntas de unión cumplan con las especificaciones.
  - Que los pilotes recibidos en obra tengan claramente indicadas su edad y resistencia.
  - Que la cabeza y/o placa de unión estén a escuadra con el cuerpo del pilote.
  - Que las placas de unión tengan claramente marcadas su cara correspondiente.
  - Que se sigan procedimientos adecuados de manejo y almacenamiento.
  - Que la condición de los pilotes sea satisfactoria, rechazando los que estén dañados.
  - Que las uniones se lleven a cabo conforme a las especificaciones.
- d) En las operaciones de hincado de pilotes se deben cuidar los siguientes aspectos:
- Información general: fecha, identificación del pilote.
  - La localización precisa del pilote.

- La verticalidad dentro de la tolerancia especificada ( $\pm 2 \%$ ).
  - La verticalidad de las guías del martinete.
  - El número de golpes para cada predeterminada longitud de penetración.
  - Posición y calidad de la soldadura en las uniones.
  - Localización, hora y duración de cualquier interrupción durante el hincado, indicando el motivo.
  - Número de golpes por centímetro en la etapa final de hincado, hasta cumplir la especificación de rechazo.
  - Cota final de la cabeza del pilote.
  - Cualquier comportamiento errático del hincado, anotando la elevación correspondiente de la punta.
  - Cualquier otra observación pertinente.
- e) A falta de especificaciones particulares estipuladas por el proyectista de la cimentación, las tolerancias que se aceptarán para fabricación e hincado de los pilotes serán las siguientes:

En la fabricación:

Longitud  $\pm 3$  mm por cada metro de longitud.

Sección transversal 6 a 13 mm.

Desviación con respecto al eje longitudinal no más de 1 mm por cada metro de longitud.

Localización del acero de refuerzo.

Recubrimiento del armado principal: -3 a +6 mm.

Paso de la espiral:  $\pm 13$  mm.

En el hincado:

Es común especificar una tolerancia del 2.5 % de la longitud total, en lo referente a la verticalidad de los pilotes. En suelos difíciles resulta aceptable una tolerancia del 4 %.

## PILAS

Deberá marcarse con una estaca la localización exacta de cada una de las pilas y verificar su posición inmediatamente antes de la construcción de cada unidad. Después de terminada la instalación, la localización de cada elemento se deberá comparar con la tolerancia permisible prevista.

Además de la información general sobre secuencia estratigráfica, tipos de suelos y su resistencia al corte, el estudio geotécnico previo a la construcción de las pilas deberá poder definir los siguientes conceptos:

- a) Presencia de estratos permeables de grava, arena o limo, localización y espesor de dichas capas, niveles piezométricos en tales estratos.
  - Nivel piezométrico en el estrato de apoyo.
  - Presencia de obstrucciones grandes arriba del nivel de desplante y procedimiento de remoción de las mismas.
  - Presencia de gas natural en el suelo o roca.
  - Análisis químicos del agua freática.
- b) En los trabajos de perforación se deben anotar y cuidar los siguientes aspectos:
  - Información general; fecha, condiciones atmosféricas, identificación individual, hora de inicio y terminación de la perforación, equipo utilizado, personal o cargo, etc.
  - Localización de la pila: se debe determinar con aparatos la desviación del cuerpo del centro de la penetración terminada con respecto al centro del proyecto.
  - Verificación de que el procedimiento constructivo permita cumplir las especificaciones de proyecto.
  - Verticalidad y dimensiones de la perforación a intervalos regulares. La verticalidad de la perforación no excederá con la desviación permisible especificada.

- Selección del método y equipo para atravesar estratos permeables, si los hay.
  - Selección del método y equipo para atravesar grandes obstrucciones.
  - Seleccionar adecuadamente la secuencia de perforación y colado, cuando sea necesario ejecutar varias pilas relativamente cercanas, a fin de garantizar el movimiento del equipo y la seguridad tanto de éste como de las construcciones vecinas.
  - Registros de los estratos de suelo atravesados durante la perforación (cuando se requiera).
  - Profundidad del estrato resistente en donde se apoyará la pila.
  - Geometría de la campana.
  - Calidad del estrato de apoyo (ésto debe hacerse con inspección visual cuando sea posible).
  - Calidad del lodo bentonítico, de acuerdo al proporcionamiento especificado por la dirección de la obra.
  - Pérdida de lodos, si las hay, (cantidad).
  - Cuando la perforación atraviese arcillas blandas bajo el nivel freático, no debe extraerse el bote a velocidad tal que provoque succión y en consecuencia caídos. En este caso conviene subir el bote despacio, permitiendo el reestablecimiento de la presión o dejando en el centro del bote una tubería que permita el rápido paso del lodo de perforación hacia la parte inferior del bote mientras ésta sube. Se debe evitar el uso indiscreto de los lodos y el nivel de este deberá permanecer un metro como mínimo arriba del nivel freático.
- c) Una vez terminada y aprobada la perforación, se iniciarán los trabajos de colado, teniendo que anotar y cuidar los siguientes conceptos:
- Información general: fecha, condiciones atmosféricas, identificación de la pila, hora de inicio y terminación del colado.

- Calidad del concreto (dosificación, revenimiento, tiempo después de mezclado). Se deberán tomar cilindros de cada olla, de alguna bachada al azar y cuando menos tres de cada pila.
- Que el método de colocación y posicionamiento correcto del tubo o canalón de descarga sean los correctos. Tener cuidado de mantener en forma continua el extremo inferior del tubo "tremie" dentro del concreto. No usar tubería que tenga elementos que se atoren por dentro ni por fuera.
- Observar la condición del fondo de la perforación inmediatamente antes de colocar el concreto.
- Observar la condición de las paredes de la perforación o del ademe de acero que estará en contacto con el concreto fresco y anotar la posición del nivel del agua fuera del ademe. El concreto deberá colocarse inmediatamente después de esta inspección.
- Observar si el acero de refuerzo está limpio y colocado en su posición correcta y si el diámetro y longitud de varillas es el adecuado.
- No usar "patos" o grúas fijas para manejo de las armaduras de acero de refuerzo. Observar que la posición de la armadura se ajuste a los planos y especificaciones.
- Cuidar el método de colocación del concreto en la pila y asegurarse de que no exista segregación de materiales, cuando se utilizan procedimientos tales como caída libre desde una tolva, tubería "tremie" y botes con descarga de fondo. No usar concreto bombeado a menos que sea colocado con tubo "tremie" o "trompa de elefante".
- Cuando se deba colar concreto bajo lodo bentonítico, deberá hacerse una limpieza de éste (desarenándolo), o bien una sustitución asegurando así que el lodo no genere azolves.
- Realizar pruebas en el concreto fresco tales como revenimiento y aire incluido o peso volumétrico húmedo cuando la obra lo requiera.

- Asegurarse de que el concreto se coloca en forma continua sin interrupciones ni retrasos largos y de que dentro del ademe se mantenga una altura de concreto necesaria si es que este se va a extraer. Si no se usa ademe, verificar que el peso del concreto sea el suficiente para equilibrar la presión hidrostática existente.
  - Calcular el volumen de concreto por colocar, considerando un volumen excedente por concepto de porcentaje de manejo, contracción volumétrica, volumen excedente, por contaminación (descabece superior), geometría real de la perforación, estado de las paredes y contenido de humedad del suelo. La experiencia indica que el volumen excedente debe ser del orden del 10 al 20 % del volumen teórico.
  - El ingeniero residente deberá estar pendiente de que el concreto no se contamine con el suelo debido a desprendimientos de las paredes o extrusión.
  - Determinar la elevación del descabece y la longitud exacta de cada elemento.
  - Verificar la localización correcta de la pila terminada.
- d) El ingeniero residente deberá entregar al Director de Obra un informe diario contenido los datos siguientes:
- Descripción de los materiales encontrados durante la excavación.
  - Descripción de las condiciones de agua freática encontradas.
  - Descripción de las obstrucciones encontradas y si fue necesario removerlas.
  - Descripción del ademe temporal o permanente; incluyendo su finalidad, longitud y espesor de pared, así como el empotramiento y el sello obtenido.
  - Descripción del comportamiento del suelo o del agua; estabilidad de la campana y de las paredes; pérdida de suelo; métodos de control y necesidades de bombeo.

- Datos obtenidos de la medición directa de la perforación y de la campana.
  - Descripción de los métodos de limpieza y grado de limpieza alcanzando inicialmente.
  - Elevación a la cual se encontró el material de apoyo y su descripción; velocidad de perforación; y conclusiones alcanzadas con respecto a la calidad de dicho material de apoyo.
  - Verificación del grado de limpieza justamente antes de colocar el concreto.
  - Registro de la profundidad del espejo de agua dentro de la perforación y gastos de infiltración dependiendo el tipo de suelo, antes de colocar el concreto.
  - Registro de la inspección del acero de refuerzo en cuanto a posición y calidad.
  - Método de colocación del concreto y de extracción del ademe. Registro de la elevación del concreto al comenzar el vibrado, si se especifica.
  - Registro de las dificultades encontradas. Este debe contener la posible inclusión de suelo, posibles huecos, posibles estrangulamiento y posible colapso del ademe.
  - Condición del concreto entregado en obra incluyendo el control del revenimiento, peso volumétrico, aire incluido, ensayos de cilindros en compresión y otras pruebas.
  - Registro de cualquier desviación de las especificaciones y decisiones tomadas al respecto.
- e) A falta de especificaciones particulares estipuladas por el proyectista de la cimentación, en general, se recomiendan las siguientes:

Localización.- En el posicionamiento de la cabeza de la pila, la desviación aceptada debe ser menor del 4 % del diámetro de la pila o hasta máximo de 10 cm en cualquier dirección. El diseño de la cimentación deberá tomar en cuenta esta excentricidad.



Verticalidad.- La tolerancia permisible está comprendida entre 1 y 2 % de la longitud final de la pila, pero sin exceder el 12.5 % del diámetro de la pila o 38 cm en el fondo, cualquiera que sea el valor más bajo.

Campanas.- El área del fondo de la campana no será menor del 98 % de la especificada. En ningún caso la inclinación del talud de las paredes de la campana será menor de 55° con la horizontal y el arranque vertical de la campana deberá tener cuando menos 15 cm de altura. El talud vertical de la campana debe ser preferentemente una línea recta o en su defecto ser cóncavo hacia abajo. En ningún caso será cóncavo hacia arriba en más de 15 cm medidos en cualquier punto a lo largo de una regla colocada entre sus extremos.

Limpieza.- Se deberá remover todo el material suelto y azolve antes de colocar el concreto. En ningún caso el espesor en el fondo de la pila de tales materiales excederá a 2.5 cm.

Concreto.- El tamaño máximo de agregado no deberá ser mayor de 20 mm.

Ademes.- Los ademes deberán manejarse y protegerse evitando que se ovalen más de  $\pm 5$  % del diámetro nominal.

#### RECOMENDACIONES PARA LA ORGANIZACION Y ADMINISTRACION DE OBRAS

Dos de las funciones más importantes del Ingeniero Residente son la Organización Y Administración de su obra, ya que de ellas depende básicamente el resultado positivo de la misma.

Dando por hecho que tanto el presupuesto como la planeación para ejecutar la obra, fueron debidamente estudiados por los responsables de esos aspectos en la Oficina Central, el Ingeniero Residente es el responsable de que la obra se ejecute de acuerdo a esas bases.

Guardando la debida proporción, una obra es como una empresa, en la cual el Gerente es el Ingeniero Residente, por lo que él debe actuar vigilando todos los aspectos que intervienen en la operación de esa empresa y no solamente en el aspecto técnico de eje-

cución de los trabajos, lo cual según el caso podrá delegar en otros ingenieros ayudantes a quienes él dictará criterios y sobre quienes ejercerá vigilancia por medio de los controles adecuados.

Para conseguir los resultados planeados en una obra, ésta debe ser eficientemente organizada y administrada.

#### A. ORGANIZACION.

A partir del criterio general trazado por los responsables de este aspecto dentro de la empresa, el Residente deberá estudiar minuciosamente la obra por ejecutar, las especificaciones, planos, programas, presupuesto y contrato para conocer perfectamente el personal y equipo que va a utilizar, así como las instalaciones previas que requerirá para una eficiente operación. Deberá programar los fletes de equipo y las requisiciones de materiales, así como sus solicitudes de recursos económicos.

Podría recomendarse al Ingeniero Residente de manera enunciativa pero limitativa, ya que mucho depende del tipo de obra, de su duración, su importe y su ubicación; que observe los siguientes puntos que le auxiliarán para una adecuada organización de su obra.

- 1.- Estudio del proyecto, programa, presupuesto y contrato.
- 2.- Elaboración del organigrama de personal.
- 3.- Elaboración del programa de utilización de equipo indicando fechas de transporte.
- 4.- Elaboración de las listas de embarque detalladas para cada transporte.
- 5.- Programación de utilización de mano de obra.
- 6.- Programación de requisiciones de materiales.
- 7.- Programación de requisiciones de recursos económicos.
- 8.- Proyecto de las instalaciones de campo y su equipamiento.
- 9.- Elección de la papelería necesaria para todos los controles de obra, registros, bitácoras y estimaciones.

## B. ADMINISTRACION.

Aún en los casos que por requerirlo se cuente con un Administrador en la obra, debe fungir como subalterno del Ingeniero Residente quien tiene la responsabilidad de la obra y los conocimientos generales para obtener la máxima eficiencia de los recursos a él asignados. Es por ello que el Residente es también el Administrador general de su obra.

El residente podrá delegar la ejecución de trámites y el manejo de controles administrativos de personal, suministros, transportes, almacén, cobranza, sindicato, seguros social, etc., pero siempre deberá mantener vigilancia de que estos aspectos se cumplan correcta y oportunamente.

Es de suma importancia que el Ingeniero Residente participe directamente en la elaboración de estimaciones de obra, ya que él es el único que tiene el conocimiento total de lo que se está ejecutando, y tiene la capacidad de manejar adecuadamente el catálogo de precios unitarios y criterio para solicitar el pago de determinados conceptos adicionales, o modificaciones de precios por cambios de especificaciones o de procedimiento constructivo.

A continuación se enlistan los principales conceptos de administración que el Ingeniero Residente debe cuidar permanentemente durante la ejecución de la obra.

- 1.- Que las cuadrillas de personal consideradas en el presupuesto para cada actividad, estén integradas con los elementos idóneos para realizarla, previa verificación de la competencia y eficiencia de cada trabajador.
- 2.- Llevar cuidadosamente y al corriente la bitácora oficial y otra bitácora en la que detalladamente se anote la historia de la obra.
- 3.- Que el equipo sea el adecuado y esté completo con todos sus accesorios y herramientas necesarios para un eficaz desempeño.
- 4.- Contar en campo con una existencia mínima de las refacciones de mayor utilización y las partes o insumos más comunes.

- 5.- Controlar diariamente los avances, para verificar los rendimientos y en caso de encontrar que son menores de los estimados en el presupuesto, tomar medidas correctivas para normalizarlos.
- 6.- Elaborar cuidadosamente las estimaciones de obra efectuada, preparándolas con la anticipación debida para presentarlas puntualmente de acuerdo a las fechas establecidas.
- 7.- Controlar diariamente las listas de asistencia verificando que los tiempos extras solo sean los autorizados, basándose en el presupuesto o bien justificados por algún motivo particular.
- 8.- Ejercer vigilancia sobre el almacén y controlar que los consumos de materiales en la obra no excedan de los programados de acuerdo con la producción realizada. Controlando también la herramienta mediante vales de resguardo.
- 9.- Revisar periódicamente los programas de utilización de equipo, de mano de obra y de suministros, corrigiendo las posibles desviaciones.
- 10.- Vigilar que los controles de calidad de los materiales se estén realizando de acuerdo con las especificaciones.
- 11.- Que los trabajos de trazo y localización se lleven con la suficiente anticipación.
- 12.- Procurar que sean cordiales las relaciones entre el propio personal de obra, así como entre el personal técnico, administrativo y la supervisión.
- 13.- Vigilar permanentemente que se cumplan los compromisos del contrato, así como las obligaciones obrero-patronales, y que se observen las medidas de seguridad establecidas.
- 14.- Controlar el cumplimiento de pagos fiscales, del seguro social, así como cuotas del sindicato.
- 15.- Reportar periódicamente a la oficina central, en forma clara y resumida los avances y desarrollo general de la obra.

- 16.- Expeditar el trámite de estimaciones y cobros en obra.
- 17.- Mantener permanentemente limpia la obra y ordenado el equipo, procurando recuperar aquellos sobrantes de materiales que son útiles.
- 18.- Al término de utilización de maquinaria y equipo, deberá vigilar que todo se limpie y prepare adecuadamente para su envío a donde se le haya indicado, cuidando de remitir detalladamente cada transporte.
- 19.- Efectuar los trámites de terminación de obra: acta de recepción, balance de materiales en caso de haber recibido suministros del cliente, liquidación final, avisos de baja en el seguro social, en Hacienda y finiquito en el sindicato.

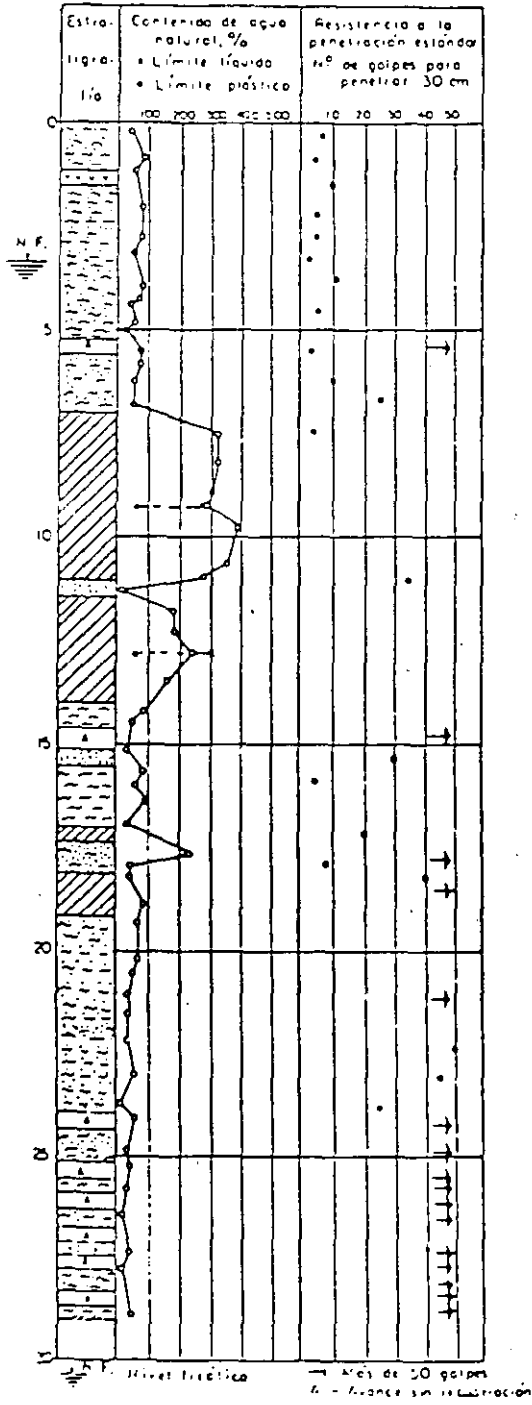
Si el Ingeniero Residente cumple debidamente con su función técnica y vigila cuidadosamente los puntos recomendados para organizar y administrar su obra, seguramente logrará buenos resultados.

## BIBLIOGRAFIA

- Manual de Diseño y Construcción de Pilas y Pilotes  
Editado: Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos
- Manual del Residente de Cimentación Profunda  
Editado: Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

## PREGUNTAS CORRESPONDIENTES AL CURSO DE CIMENTACIONES

- 1.- Se requiere construir una pantalla impermeable a base de agua, cemento y bentonita. Cuál será la dosificación en volúmenes de cada elemento por m<sup>3</sup> de mezcla, si sus especificaciones indican que el peso del cemento debe ser el 10 % del peso del agua, el peso de la bentonita debe ser el 10 % del peso del agua, y las densidades absolutas relativas del cemento y la bentonita son 3.1 y 2.3 respectivamente.
- 2.- Proporcione las observaciones que considere importantes destacar del corte estratigráfico que se anexa, desde el punto de vista de la ejecución de una cimentación.
- 3.- Enuncie las características más importantes de los lodos bentoníticos, así como su aplicación.
- 4.- Describa el procedimiento constructivo y el equipo básico, explicando las razones para su selección, que se debe aplicar en una cimentación profunda a base de elementos colados in-situ, donde los estratos de suelo son cohesivos principalmente, con algunos intermedios de arena.
- 5.- Explique el procedimiento constructivo que se debe utilizar para una cimentación profunda a base de elementos precolados.
- 6.- Seleccione el martinete adecuado para hincar un pilote de concreto reforzado con longitud de 21 m y sección de 40 cm X 40 cm. Asimismo obtenga la capacidad de carga esperada si la deformación permanente en las últimas caldas es de 1.5 mm.





RESPUESTAS CORRESPONDIENTES AL CURSO DE CIMENTACIONES.

1.- DOSIFICACION EN PESOS:

$W_c$ = PESO CEMENTO	=	100 kg
$W_b$ = PESO BENTONITA	=	100 kg
$W_w$ = PESO AGUA	=	1,000 kg
		-----
$W_t$ = PESO TOTAL	=	1,200 kg

OBTENCION DE VOLUMENES:

$$V_s = \frac{W_s}{\gamma_s \delta_w} ; \quad V_s = \frac{W_s}{\gamma_s \delta_w}$$

$$V_{sc} = \text{VOLUMEN CEMENTO} = \frac{100 \text{ kg}}{(3.1) (1 \text{ kg/l})} = 32.26 \text{ l}$$

$$V_{sb} = \text{VOLUMEN BENTONITA} = \frac{100 \text{ kg}}{(2.3) (1 \text{ kg/l})} = 43.48 \text{ l}$$

$$V_w = \text{VOLUMEN AGUA} = 1,000.00 \text{ l}$$

$$V_t = \text{VOLUMEN TOTAL} = 1,075.74 \text{ l}$$

$$\frac{V_{sc}}{V_t} = \frac{32.26 \text{ l}}{1,075.74 \text{ l}} \times 100 = 3.00 \% \quad \rightarrow 30.00 \text{ l/m}^3$$

=====

$$\frac{V_{sb}}{V_t} = \frac{43.48 \text{ l}}{1,075.74 \text{ l}} \times 100 = 4.04 \% \quad \rightarrow 40.40 \text{ l/m}^3$$

=====

$$\frac{V_w}{V_t} = \frac{1,000.00 \text{ l}}{1,075.74 \text{ l}} \times 100 = 92.96 \% \quad \rightarrow 929.60 \text{ l/m}^3$$

=====

2.- SE TRATA DE UN SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR LLEVADO HASTA -30.00 m DE PROFUNDIDAD. EL NIVEL DE AGUAS FREATICAS SE DETECTO A -3.00 m. QUEDANDO DEBAJO DE ESTE 4.00 m DE MATERIAL LIMO-ARENOSO POR LO QUE SI SE QUISIERA REALIZAR UNA EXCAVACION A CIELO ABIERTO A -5.00 m, EL BOMBEO SERIA EXCESIVO SI NO SE COLOCA UNA FRONTERA IMPERMEABLE EN EL PERIMETRO DE LA EXCAVACION, DEBIENDOLA LLEVAR APROXIMADAMENTE A -12.00 m DE PROFUNDIDAD.

ENTRE LOS -7.00 m Y -11.00 m APARECE UNA ARCILLA CON UN CONTENIDO DE AGUA NATURAL QUE REBASA EL LIMITE LIQUIDO, POR LO QUE CUALQUIER ELEMENTO COLADO IN SITU REQUERIRA DE UN ADEME A BASE DE LODOS BENTONITICOS PARA ESTABILIZAR LOS ESTRATOS SUPERIORES, Y OTRO ADEME METALICO PERDIDO PARA SOPORTAR LOS EMPUJES DEL CONCRETO EN ESTA ZONA, YA QUE EL SUELO ES INCAPAZ DE HACERLO.

PODRIA ACEPTARSE COMO ESTRATO DE APOYO PARA UNA CIMENTACION

PROFUNDA EL UBICADO A LOS -20.00 m, ACLARANDO QUE SERIA IMPOSIBLE GARANTIZAR LA FABRICACION DE CAMPANAS DEBIDO A QUE SE TRATA DE UN MATERIAL ARENO-LIMOSO BAJO AGUA, LO QUE NO GARANTIZA SU ESTABILIDAD Y POR LO TANTO SU CALIDAD EN EL DESPLANTE.

LO MAS RECOMENDABLE EN ESTE TIPO DE SUELOS ES EL UTILIZAR PILOTES CON SECCION QUE SE ACERQUE LO MAS POSIBLE A LA CIRCUNFERENCIA, CON UNA PERFORACION PREVIA QUE CIRCUNSCRIBA A LA SECCION DEL ELEMENTO PRECOLADO.

ES IMPORTANTE SEÑALAR QUE DEBIDO AL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO QUE SE UTILIZA EN EL HINCADO DE PILOTES, EL ESTRATO DE APOYO MEJORARA SU CAPACIDAD DE CARGA POR EL EFECTO DE LA ENERGIA DINAMICA APLICADA.

EN EL SONDEO DE REFERENCIA SE HA CONSIDERADO COMO APOYO EL MATERIAL LOCALIZADO A -20.00 m DEBIDO A QUE LOS ESTRATOS INFERIORES SIGUIENTES TIENEN UNA RESISTENCIA A LA PENETRACION ESTANDAR PRACTICAMENTE CONSTANTE.

3.- LAS CARACTERISTICAS MAS IMPORTANTES DE LOS LODOS BENTONITICOS SON LAS SIGUIENTES:

DENSIDAD O PESO ESPECIFICO -> DE 1.03 A 1.15

VISCOSIDAD PLASTICA -> DE 10 A 30 CENTIPOISES

VISCOSIDAD MARSH -> DE 35 seg A 90 seg

FILTRADO O ENJARRE -> NO MAYOR DE 5 mm

CONTENIDO DE ARENA -> NO MAYOR DEL 3%

CONCENTRACION O POTENCIAL DE HIDROGENO -> DE 7 A 10

ANEJAMIENTO -> DE 8 hrs A 24 hrs DE HIDRATACION

DOSIFICACION -> DEPENDE DEL TIPO DE BENTONITA, DEL AGUA FREATICA Y DE LAS CARACTERISTICAS QUE SE DESEEN TENGA EL LODO (DEL 3% AL 15% DE BENTONITA CON RESPECTO AL PESO DEL AGUA)

RENDIMIENTO -> CANTIDAD DE LODO QUE SE PUEDE PREPARAR CON UNA TONELADA DE BENTONITA, CON VISCOSIDAD MEDIA DE 15 CENTIPOISES

LOS LODOS BENTONITICOS SE UTILIZAN PARA ESTABILIZAR PERFORACIONES O EXCAVACIONES EN SUBSUELOS ARENOSOS Y LIMOSOS CON CIERTA COMPACTIDAD BAJO NIVEL DE AGUAS FREATICAS. EN OCASIONES SE UTILIZA COMO PANTALLA IMPERMEABLE.

4.- PARA EFECTUAR PERFORACIONES EN SUELOS COHESIVOS CON ALGUNAS CAPAS INTERMEDIAS DE ARENA, SE REQUIERE EL USO DE LODO BENTONITICO CUYA DOSIFICACION DEPENDERA DEL ESTADO DE LA ARENA Y DEL ESPESOR DE LOS ESTRATOS. EN CASO DE QUE LOS ESTRATOS DE ARENA ESTEN SUELTOS CON UN ESPESOR CONSIDERABLE, LA PERFORACION DEBERA ADEMARSE CON TUBOS METALICOS RECUPERABLES O PERDIDOS; SI LOS ESTRATOS ARENOSOS SON

COMPACTOS O SEMICOMPACTOS. PODRA HACERSE USO DEL LODO BENTONITICO, SIEMPRE Y CUANDO EXISTA MANTO FREATICO.

LA SECUENCIA A SEGUIR PARA CIMENTACIONES A BASE DE ELEMENTOS COLADOS IN SITU ES LA SIGUIENTE:

- a) TRAZO Y LOCALIZACION.
- b) COLOCACION DE BROCAL EN LA PARTE SUPERIOR ( DE 1.00 m A 3.00 m ).
- c) PERFORACION GARANTIZANDO LA ESTABILIZACION DE LAS PAREDES.
- d) LIMPIEZA DE LA PERFORACION.
- e) INTRODUCCION DEL REFUERZO CON SEPARADORES QUE GARANTICEN EL RECUBRIMIENTO ( DE 10 cm A 15 cm ).
- f) COLOCACION DEL TUBO TREMIE.
- g) INTRODUCCION DEL CONCRETO POR MEDIO DEL TUBO TREMIE, COLOCANDO UNA FRONTERA EN LA PRIMERA DESCARGA PARA EVITAR EL LAVADO O CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS. EN ESTA OPERACION SE DEBE CUIDAR QUE EL EXTREMO INFERIOR DEL TUBO TREMIE QUEDE SUMERGIDO EN EL CONCRETO DURANTE TODO EL COLADO.
- h) RETIRO DEL TUBO TREMIE Y LAVADO DEL MISMO.

SE RECOMIENDA EFECTUAR EL "DESCORCHE" DEL CONCRETO, O SEA RETIRAR APROXIMADAMENTE LOS 60 cm SUPERIORES DEL CONCRETO.

EL EQUIPO BASICO ES EL SIGUIENTE:

- 1) UNA PERFORADORA ROTARIA MONTADA SOBRE NEUMATICOS U ORUGAS, CON BARRETON DE LA SUFICIENTE LONGITUD PARA ALCANZAR EL DESPLANTE DESEADO, ASI COMO EL TORQUE REQUERIDO PARA EL TIPO DE SUELO Y DIAMETRO ESPECIFICADO.
- 2) BOTES PARA ARENA Y/O PARA ARCILLA CON SUS RESPECTIVAS BROCAS.
- 3) BOTE DESAZOLVADOR.
- 4) EQUIPO PARA DOSIFICACION Y MANEJO DE LOS LODOS BENTONITICOS EN CASO DE SER NECESARIO.
- 5) EQUIPO DE VIBROHINCADO PARA INTRODUCIR TUBOS METALICOS EN CASO DE SER NECESARIO.
- 6) TUBO TREMIE.

3.- EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA EL HINCADO DE ELEMENTOS PRECOLADOS ES EL SIGUIENTE:

- a) UBICAR LA CAMA O CAMAS DE COLADO EN ZONAS ESTRATEGICAS Y LO MAS CERCA POSIBLE DE LOS PUNTOS DE HINCADO. EN CASO DE CONTAR CON AREA SUFICIENTE EN LA OBRA, LOS ELEMENTOS PRECOLADOS DEBERAN SER

TRANSPORTADOS DE LA PLANTA DE FABRICACION A LA OBRA EN PLATAFORMAS.

EL ANCHO DE LAS CAMAS DEBERA SER TAL QUE EL EQUIPO PUEDA HACER EL DESPEQUE DE LOS PILOTES DENTRO DE LAS TOLERANCIAS DE ESTABILIDAD.

b) CONTAR CON LOS MOLDES NECESARIOS SEGUN LA GEOMETRIA DEL PILOTE, COLOCANDO DESMOLDANTE PARA CONSERVARLOS.

c) COLOCAR EL REFUERZO DE LOS PILOTES DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES PROVISTO DE SILLETAS Y ASAS DE LEVANTE. EN CASO DE QUE LOS PILOTES CONSTEN DE DOS O MAS TRAMOS, DEBERAN COLARSE EN FORMA COLINEAL PROCURANDO QUE LAS PLACAS DE LAS JUNTAS COINCIDAN, FORMANDO 90 GRADOS CON EL JEJ LONGITUDINAL DEL ELEMENTO, PARA FACILITAR EL EMPATE DE LOS MISMOS EN EL PROCESO DE HINCADO.

d) DEPOSITAR EL CONCRETO EN UN SOLO FRENTE PARA LLEVAR EL CONTROL DE VIBRADO Y TERMINADO, PARA EVITAR JUNTAS FRIAS.

e) CUIDAR QUE EL CURADO DE LAS PIEZAS SE LLEVE DENTRO DE LAS ESPECIFICACIONES, PARA PODER MANIOBRAR LAS PIEZAS CON EL 55 % DE LA f'c DE DISEÑO.

f) ENTONGAR LOS PILOTES EN NO MAS DE 5 NIVELES, APOYADOS EN LOS PUNTOS EN QUE SE IGUALEN LOS MOMENTOS FLEXIONANTES QUE RESISTA LA SECCION, DEBIENDO CUIDAR QUE LOS APOYOS DE LOS DIFERENTES NIVELES ESTEN EN LA MISMA VERTICAL.

g) SI LOS SONDEOS DEL SUBSUELO ACUSAN ESTRATOS QUE PONGAN EN PELIGRO LA SANIDAD DEL PILOTE, DEBERA HACERSE UNA PERFORACION PREVIA QUE CIRCUNSCRIBA A LA SECCION DEL ELEMENTO CON EL EQUIPO ADECUADO, GARANTIZANDO LA ESTABILIDAD DE LA MISMA.

h) EL MARTINETE A USAR DEBERA SER TAL QUE GENERE UNA ENERGIA DE 0.50 kg-m POR CADA kg DE PILOTE, DANDO POR CONCLUIDO EL HINCADO AL ALCANZAR EL RECHAZO ESPECIFICADO ( NO CONTINUAR EL HINCADO SI SE TIENE MENOS DE 1.00 cm DE PENETRACION POR 10 GOLFES ).

6.- OBTENCION DEL PESO DEL PILOTE :

$$W_p = 0.40 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} \times 21.00 \text{ m} \times 2,400 \text{ kg/m}^3 = 8,064.00 \text{ kg}$$

OBTENCION DEL PESO DEL PISTON REQUERIDO:

$$R = \frac{(0.50 \text{ m}) (W_p)}{(2.50 \text{ m})} = \frac{(0.50 \text{ m}) (8,064.00 \text{ kg})}{(2.50 \text{ m})} = 1,612.80 \text{ kg}$$

SE ELIGE EL MARTINETE COMERCIAL QUE TENGA EL PESO DEL PISTON MAS CERCANO A 1,612.80 kg, QUE EN ESTE CASO ES EL MARTINETE DELMAG D-22, CUYO PESO DEL PISTON ES DE 2,200 kg.

OBTENCION DE LA CAPACIDAD DE CARGA ESPERADA CON UNA DEFORMACION PERMANENTE DE 1.5 mm EN LAS ULTIMAS CALDAS:

$$R_s = \frac{(R^2 h)}{(R + W_p)(e + f)}$$

- R = 2,200 kg
- h = 2,50 m
- Wp = 8,064 kg
- e = 1,50 mm
- f = c 1 = (0,3 mm/m) (21 m) = 6,30 mm

$$R_s = 151,108 \text{ kg}$$

=====



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

CURSOS ABIERTOS

EDIFICACION

ESTRUCTURAS DE ACERO

ING. JOSE LUIS ESQUIVEL A.

# **E S T R U C T U R A S   D E   A C E R O**

## **I N D I C E**

- 1.- LA ENSEÑANZA DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS**
- 2.- HACIA UNA RACIONALIZACION DE LAS NORMAS  
PARA DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO**
- 3.- NORMALIZACION, UNA NECESIDAD EN LAS  
CONSTRUCCIONES DE ACERO**
- 4.- NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS AL RCDF-93,  
ESTRUCTURAS METALICAS**
- 5.- TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA EN LAS CONEXIONES  
DE EDIFICIOS ALTOS**

**6.- SUPERVISION DE ESTRUCTURAS DE ACERO**

**6.1.- INTRODUCCION**

**6.2.- ESTRUCTURAS DE ACERO**

**6.3.- MANEJO DE LA SUPERVISION**

**7.- ESTRUCTURAS METALICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES**

**8.- SOBRE EL FUTURO DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO  
EN MEXICO**



## LA ENSEÑANZA DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS

### I.- Introducción

El desarrollo nacional demanda de las universidades una participación más dinámica en el proceso enseñanza-aprendizaje a través, del cual se busca el crecimiento sano y previsor de la sociedad.

Nuestra realidad actual nos señala, con todo rigor, las características deseables en todo profesionista para que éste tenga una participación activa y trascendente dentro de la comunidad; ésto ha hecho necesaria una revisión y actualización de los programas académicos y de las actividades profesionales de los egresados de escuelas de educación superior.

De acuerdo con estos lineamientos se hace necesario el planteamiento de objetivos institucionales de acuerdo con las exigencias y demandas en el medio en que se desarrollará el futuro profesionista, buscando el cumplimiento de:

- a) Preparación de profesionales de nivel superior requeridos para el desarrollo regional y del país.
- b) Realizar labores de investigación científica y tecnológica.
- c) Participar en el proceso de creación, conservación, renovación y transmisión de la cultura.

- d) Extender los beneficios de la ciencia y tecnología hacia la comunidad.
- e) Promover entre sus integrantes una formación armónica y equilibrada.

Todo esto orientado primordialmente a lograr:

- a) El desarrollo y superación social, económico y cultural de la comunidad y de la nación.
- b) La conservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales.
- c) Una conciencia de solidaridad en todos y cada uno de los integrantes de la sociedad.

## II.- La enseñanza de la ingeniería civil

En las carreras de ingeniería civil que ofrecen las Universidades y centros de enseñanza superior, se transmiten conocimientos generales en diferentes ramas de la ingeniería civil, que permiten a sus graduados iniciarse en el ejercicio de su profesión, seguir algún curso de especialización o continuar estudios avanzados. En ocasiones especiales es de cuestionarse la calidad de la enseñanza recibida, no por el contenido de la misma, sino por los criterios o modelos globales de planificación usados para llevar a cabo un análisis sobre la situación regional, o en forma integral del país. Los elementos distintivos del modelo de planeación curricular pueden basarse en un enfoque sistemático, es decir, concebir el modelo como un todo unitario organizado, compuesto por distintas partes, componentes o subsistemas interdependientes y delineados por características identificables.

Se sigue el concepto de planeación, el cual es el proceso que se aplica a un objeto con un propósito específico, teniendo un claro concepto del objeto y dándose una sucesión de decisiones, de tal forma que desde el inicio de cada fase se requiere tomar decisiones y plantear objetivos ( propósitos ) para cada uno de los cursos, que formalicen el proceso. Se tiene un claro concepto del objeto a través del análisis de la realidad efectuado.

El proceso de planeación curricular debe ser:

- a) Adopta como punto de partida el esquema de objetivos, que expresan:  
Los valores, expectativas, conocimientos, actitudes y habilidades deseadas en un futuro.
- b) Contempla en forma integral la formación docente y los planes de estudio de la carrera.
- c) Permite un proceso continuo de ajustes o innovaciones, dándole un carácter dinámico.

Una vez aprobado e implementado el modelo, se deben de considerar las siguientes etapas:

- 1) De integración. Esta etapa consiste en añadir al modelo las observaciones y sugerencias obtenidas del análisis y evaluación a la cual estará sujeto el proyecto curricular.
  
- 2) De planeación. Consiste en planear el proceso de implementación, que contempla tres dimensiones de cada fase:
  - a) Planeación de directrices. Es el proceso de toma de decisiones, nombramiento de responsables, conceptualización y elaboración de objetivos.
  
  - b) Planeación de actividades. Es la programación de actividades, las cuales consistirán en esquemas o guiones de trabajo, medios o fuentes de información y calendarización.
  
  - c) Planeación de resultados. Es la evaluación y comunicación de la información obtenida.
  
- 3) De implementación. Que representa la etapa más extensa en el tiempo y más intensa en cuanto al trabajo requerido.

En la enseñanza de la ingeniería civil, como en todo proceso educativo, es necesaria la revisión periódica y permanente de los programas analíticos y objetivos generales a lograr para el mejoramiento y la implementación de nuevos objetivos que estén de acuerdo con las necesidades cambiantes de la región y del país.

De acuerdo con estos lineamientos, diversas universidades del país, han llevado a cabo la reestructuración curricular de todas las carreras que imparten, entre ellas la carrera de ingeniería civil, de acuerdo con el modelo curricular indicado anteriormente, el cual está ordenado cumpliendo con el proceso de diagnóstico, para el cual se deben seguir las siguientes instrucciones:

Recabar información actual y en lo posible estimar para el futuro, lo relacionado con el medio ambiente, recursos, funciones y logros de los programas actuales, para ser vaciada esta información en formatos específicos que permitan la mejor visualización de los resultados.

Para conocer el marco de referencia o realidad en que se encuentra la institución, es necesario llevar a cabo los siguientes estudios:

#### Contexto.- Medio ambiente

- a) Conocimientos demandados por el medio
- b) Habilidades demandadas en el medio
- c) Programas analíticos de los planes de estudio de otras Universidades. Semejanzas y diferencias al comparar con el plan que ofrece la Institución.
- d) Avances de la ciencia (inovaciones, teorías, descubrimientos, etc. )
- e) Actividades de profesionistas de la localidad
- f) Tendencia de la demanda social de la carrera ( actual y futura ).

Insumos.- Recursos y características de entrada.

- a) Análisis del plan de estudios actual ( objetivos y contenidos de los programas analíticos ). Bondades, restriccciones, seriación o secuencia, distribución por semestres, características terminales previstas en los egresados.
- b) Características generales en los alumnos. Distribución por edades, por sexo, por estado civil, porcentaje de alumnos que trabajan, distribución por carga académica y distribución por semestres de permanencia.
- c) Estimación de la tendencia de crecimiento de la matrícula.
- d) Conocimientos de entrada en los alumnos
- e) Características generales del personal docente
- f) Recursos didácticos existentes.

Procesos.- Funciones y actividades.

- a) Porcentaje de empleo de las distintas metodologías en el proceso enseñanza-aprendizaje
- b) Modalidades de evaluación empleadas
- c) Procedimiento de selección de alumnos

- d) Trámite de titulación
- e) Modalidades y requisitos del servicio social
- f) Programas de formación docente
- g) Programas de aprendizaje informal (conferencias, exposiciones, visitas a empresas e instituciones, etc)
- h) Estrategias de información formal
- i) Índice de reprobación por materia
- j) Índice de asistencia (profesores-alumnos)
- k) movilidad de profesores

**Productos.- Logros terminales.**

- a) Número de alumnos egresados
- b) Índice de alumnos egresados no titulados
- c) Índice de deserción de alumnos
- d) Número de alumnos con promedio mayor o igual a 85

Resultados.- Efecto en la sociedad.

- a) Gama de empleos que ocupan los egresados.  
Empleados, Desempleados, sueldo, nivel de mando  
y relación de su trabajo con la carrera.
- b) Exalumnos con estudios de posgrado
- c) Publicaciones o trabajos científicos realizados por  
exalumnos

III.- Enseñanza de las estructuras metálicas.

Una primera y gran responsabilidad de las instituciones de enseñanza superior a nivel licenciatura termina cuando un egresado recibe su título de ingeniería civil, pues no es posible creer que a ellas les compete las responsabilidades de la total formación de un especialista. Se considera que esta responsabilidad debe ser compartida por las empresas, tanto oficiales como particulares que utilizan los servicios de esas personas y tanto más grande debe ser esa responsabilidad, cuanto más específico y especializado sea el trabajo por desempeñar. Dentro de los cursos que el ingeniero civil recibe en una institución de enseñanza superior se encuentran desde estructuras metálicas los cuales, por ser de los que necesitan mayor interrelación con la práctica, hacen necesario que sea más fuerte la comunicación entre las instituciones de enseñanza y los organismos empresariales, tanto oficiales como privados para llevar a cabo un plan de enseñanza continua teórica y práctica en éste campo.



Dado que la solidez de las construcciones modernas está basada en la firmeza de las estructuras metálicas que se emplean y garantizan la seguridad de los habitantes ya sea en grandes edificios comerciales, como industriales y agrícolas, el objetivo principal del estudio de las estructuras metálicas debe ser el de exponer las teorías fundamentales necesarias para el proyecto y diseño de estructuras de acero, tanto de edificios como de puentes o cualquier obra civil que involucre la utilización del acero como elemento resistente.

Es altamente necesario que el estudiante que va a introducirse en los conocimientos de las estructuras metálicas tenga conocimientos muy firmes sobre los fundamentos de la mecánica de los materiales y del análisis estructural con una buena dosis de lenguajes de programación con computadoras.

En consecuencia, los objetivos instruccionales, expresados en conocimientos, habilidades y aptitudes que el alumno deberá tener al estudiar un curso de estructuras metálicas son:

- a) Conocer y aplicar los reglamentos y manuales de acero vigentes
- b) Explicar las propiedades físicas y químicas del acero
- c) Ser capaz de calcular la resistencia de los perfiles de acero estructural
- d) Ser capaz de diseñar elementos estructurales utilizando secciones comerciales de acero estructural
- e) Ser capaz de diseñar sistemas estructurales integrales de acero.

Todo esto de acuerdo con la economía, durabilidad y eficiencia de cada obra.

Ante la fuerte demanda de profesionales especializados en el proyecto y diseño de estructuras de acero, las empresas que tienen necesidad de este tipo de profesionistas deben de estar conscientes de que los recién egresados de las escuelas y facultades de ingeniería civil tienen conocimientos generales y limitaciones de carácter práctico, es de primordial necesidad ofrecer periódicamente cursos dentro de la amplia rama de las estructuras metálicas en colaboración con los centros de enseñanza superior, con el objeto de especializar a ingenieros civiles recién graduados quienes con esos nuevos conocimientos estarán capacitados para desarrollar de inmediato, un trabajo productivo dentro de la empresa contratante.

Existen varios procedimientos para llevar a cabo esta capacitación y su implementación estará en función de la disponibilidad tanto de las empresas como del profesionista.

a) Cursos intensivos de especialización.

Son los cursos cortos que ofrecen las universidades, institutos de construcción en acero o por alguna asociación profesional. Estos cursos se caracterizan por pretender cubrir mucho material en lapsos de tiempo muy cortos. Por ser impartidos en ocasiones por personal ajeno a la docencia y normalmente, continúan con la educación teórica recibida por el profesionista en la licenciatura. La ventaja de estos cursos, es que el personal recibe mucha información, y sobre todo actualizada, que también se da por escrito, lo que facilita su consulta posterior. La desventaja principal es la baja asimilación que se tiene durante el curso propiamente dicho.

Son de mucha utilidad para aquellas personas que están trabajando sobre alguno de los temas cubiertos en el curso y en menor escala a los que pretenden especializarse en ese campo.

b) Programas de maestría.

Estos cursos son ofrecidos principalmente en las facultades de enseñanza superior ( UNAM, IPN, ETC.). Con la asistencia a este tipo de cursos el estudiante aprende en forma ordenada y con suficiente profundidad los conceptos fundamentales de la disciplina de las estructuras, aunque también de una manera totalmente teórica.

c) Transmisión de conocimientos prácticos.

Este sistema de capacitación consiste en apreender con la práctica, es el menos adecuado y requiere mayor tiempo. El profesionista capacitado en esta forma, puede quedar con conceptos no completamente entendidos por sencillos que estos sean, sobre todo por que no se sigue una secuencia lógica para transmitirlos.

d) Transmisión mixta de conocimientos.

Este es el procedimiento ideal para la preparación del profesionista. Consiste en que el personal interesado, después de haber adquirido conocimientos teóricos sobre el proyecto y diseño de las estructuras metálicas, sea recibido por alguna empresa fabricante, distribuidora o encargada del proyecto y la construcción de este tipo de obras, para que se ponga en práctica los conocimientos teóricos recibidos y se le suministren los conocimientos prácticos que en la empresa ya se tienen. Esta fase del entrenamiento la pueden lograr los estudiantes al cumplir con su servicio social o con la elaboración de tesis para su titulación en empresas de este campo.

\* HACIA UNA RACIONALIZACION DE LAS NORMAS PARA DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Oscar de Buen López de Heredia (I)

RESUMEN

La evolución, poco racional, de las normas para diseño de estructuras de acero, ha producido reglamentos oscuros y frecuentemente confusos, lo que se ilustra en este trabajo tomando como base el diseño de elementos flexocomprimidos. Después de discutir la evolución de las ecuaciones de interacción se presentan los estados límite que deben considerarse al diseñar marcos rígidos de acero, y se explica cómo se revisan con esas ecuaciones. Se plantean los inconvenientes de los métodos tradicionales y se proponen una nueva metodología de diseño, basada en estados límite, y una organización de los capítulos de las especificaciones.

INTRODUCCION

Las normas para el diseño de estructuras en general, y de acero en particular, han evolucionado a lo largo del tiempo al incorporar en ellas los resultados de investigaciones teóricas y experimentales, y el estudio del comportamiento, en condiciones normales y anormales, de estructuras reales. Las especificaciones del Instituto Americano de la Construcción en Acero (AISC), por ejemplo, cuando se publicaron por primera vez, en 1923, eran un librito de 15 páginas que contenía sólo recomendaciones de carácter muy general; en 1978, 55 años y siete revisiones después, son un extenso documento compuesto por 79 páginas de especificaciones, en las que se incluyen cuatro apéndices, 14 páginas de tablas numéricas y un comentario de 66 páginas (refs. 1 y 2). Su extensión se debe a que incluyen resultados de estudios realizados en un lapso de más de 50 años, en el que el diseño estructural se ha desarrollado considerablemente. Sin embargo, cubren casi los mismos tópicos que en 1923, y su organización sigue siendo muy semejante.

- En cada una de las revisiones, realizadas con intervalos irregulares, se han incluido los conocimientos obtenidos desde la anterior, pero nunca se ha hecho un esfuerzo consciente de reestructuración y reorganización. El resultado de esta evolución poco racional ha sido un documento que contiene recomendaciones para el diseño de los diversos elementos estructurales presentadas de tal manera que con frecuencia se oscurece, su objetivo, lo que lleva a una aplicación mecánica de las normas, con poco conocimiento de lo que se busca al cumplirlas.

El empleo de computadoras electrónicas para el análisis y el desarrollo de métodos de diseño estructural basados en estados límite han proporcionado incentivos para la reorganización de las normas, como se advierte, parcialmente al menos, en las ref. 3 a 5. Sin embargo, sigue faltando un esfuerzo consciente de racionalización. Hacia ese fin está dirigido el presente trabajo.

ESTADOS LIMITE

El diseño estructural consiste en asegurarse de que hay una probabilidad suficientemente pequeña de que la resistencia de la estructura en conjunto, y la de los elementos que la componen, correspondiente a cada uno de los estados límite de interés, sea menor que la sollicitación de diseño asociada a él (o lo que es lo mismo, hay una probabilidad suficientemente grande de que la resistencia sea mayor que la sollicitación).

RIGIDIZACION DE TANQUES DE ACERO PARA RESISTIR ANDADOR DE MANTENIMIENTO

Guillermo Villarreal Garza.

ESTRUCTURAS METALICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES.

Marco A. Loza Garibay, Luis Galindo Elizalde, Napoleón Hernandez Nieto y Miguel Palma Ramirez.

TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA EN LAS CONEXIONES DE EDIFICIOS ALTOS.

José Luis Sánchez Martínez.

SOBRE EL FUTURO DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO EN MEXICO.

Oscar de la Torre Rangel y Raúl Granados Granados.

INSPECCION Y DISEÑO PARA LA REHABILITACION DE PUENTES PARA FERROCARRIL EN MEXICO.

Marío Rodríguez Rodríguez, Humberto Girón V. y Samuel Zundevich S.

En un problema dado se identifican los estados límite de falla de interés y se dimensiona la estructura de manera que tenga una seguridad adecuada respecto a cada uno de ellos; además, la estructura debe comportarse correctamente bajo cargas de trabajo, lo que se comprueba revisando estados límite de servicio apropiados.

El criterio de diseño toma la forma general:

$$\text{Resistencia de diseño} \geq \text{acción de diseño,}$$

que se expresa analíticamente como sigue:

$$\phi R_n \geq \sum_{i=1}^j \gamma_i S_i \quad (1)$$

El lado izquierdo de la ec. 1 representa la resistencia de diseño de la estructura o del elemento estructural; está formado por el producto de la resistencia nominal  $R_n$  y el factor de resistencia  $\phi$ ; el lado derecho, correspondiente a las acciones sobre la estructura, está compuesto por la suma de los productos de los efectos medios  $S_i$  de todas las cargas nominales que intervienen en la combinación en estudio y los factores de carga  $\gamma_i$  correspondientes.

La condición 1 debe satisfacerse para todas las combinaciones de carga de interés, que se especifican en los reglamentos de diseño.

Aunque el objetivo del diseño estructural ha sido siempre obtener construcciones con una seguridad adecuada contra la falla, que se comporten correctamente bajo cargas de trabajo (por ejemplo, que no se deformen excesivamente ni vibren de una manera molesta), sólo desde hace dos o tres décadas se han hecho esfuerzos formales por definir claramente los estados límite, de falla o de servicio, y por desarrollar métodos que permitan evaluar de una manera racional los dos términos de la expresión 1.

La incorporación de esos métodos a la práctica del diseño estructural ha sido lenta, al menos en los países del hemisferio occidental, a pesar de que desde hace tiempo se reconoce que proporcionan, en muchos casos, la mejor alternativa compatible con los conocimientos actuales; sin embargo, forman ya parte de un buen número de reglamentos de diseño, y están a punto de ser incorporados en otros (refs. 3 a 5 y 14).

El primer paso en la solución de un problema de diseño estructural es la identificación, clara y concisa, de todos los estados límite que han de revisarse, tanto de falla como de servicio; están relacionados con las características de la estructura y las solicitaciones que habrá de soportar. Enseguida, por medio del criterio expresado en (1), se dimensionan los elementos estructurales de manera que el sistema tenga una seguridad aceptable ante todos los estados límite de falla posibles y, posteriormente, aplicando criterios adecuados, se revisan los de servicio. Es claro que todo el proceso de diseño ha de basarse, primero, en la identificación de los estados límite de interés, para no dejar sin estudio alguna condición potencialmente crítica y, segundo, en el desarrollo de métodos para determinar las resistencias correspondientes. De la precisión con que se establezcan los estados límite y las solicitaciones que habrán de considerarse en cada uno, y de la confiabilidad de los métodos y fórmulas de diseño depende, a su vez, el valor de los coeficientes que relacionan solicitaciones y resistencias en la expresión (1), los que incorporan en el diseño la seguridad deseada.

Todos los reglamentos modernos contienen recomendaciones cuyo objeto es satisfacer las condiciones mencionadas; sin embargo, siguen para ello un camino muchas veces confuso, que puede y debe mejorarse.

Aunque las deficiencias de los reglamentos se manifiestan en buena parte de sus capítulos, son mayores en el diseño de piezas flexocomprimidas que en otros casos, por la mayor complejidad de este problema, que se toma de ejemplo en lo que sigue.

#### DISEÑO DE ELEMENTOS FLEXOCOMPRESIONADOS

La primera versión de las especificaciones AISC, adoptada el 10. de junio de 1923, y revisada en 1928 y 1934, contiene el párrafo siguiente (ref. 1):

"Los miembros sujetos a esfuerzos directos y de flexión simultáneos se dimensionarán de manera que los esfuerzos combinados máximos no excedan los límites admisibles". Eso es todo, aparte de proporcionar fórmulas para calcular los esfuerzos permisibles en compresión y en flexión puras.

En versiones posteriores de las especificaciones aparece la ecuación de interacción que sigue siendo en la actualidad, en la mayoría de los códigos, la base del diseño de las barras flexocomprimidas. En un principio era muy sencilla, y así se conservó durante varias décadas; empezó a complicarse en las normas de 1961, al tratar de incorporar en ella un número mayor de los muchos factores que intervienen en el problema.

De acuerdo con las especificaciones de 1949 (ref. 6) las barras flexocomprimidas, así como las que trabajan en flexotensión, se dimensionan como sigue:

"Los miembros sujetos a esfuerzos axiales y de flexión combinados se dimensionarán de manera que la cantidad

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \quad (2)$$

no exceda la unidad.

$F_a$  = esfuerzo axial que se permitiría, de acuerdo con estas especificaciones, si la barra estuviese sometida únicamente a tensión o compresión axial.

$F_b$  = esfuerzo máximo ocasionado por flexión que se permitiría, de acuerdo con estas especificaciones, si la barra estuviese sometida únicamente a flexión.

$f_a$  = esfuerzo producido por la fuerza axial, de tensión o compresión, que actúa sobre la barra (cociente de la fuerza axial entre el área de la sección transversal de la columna).

$f_b$  = esfuerzo máximo producido por flexión (cociente del momento flexionante máximo entre el módulo de sección de la columna)".

Cuando las columnas están sometidas a flexión alrededor de los dos ejes centroidales y principales de sus secciones transversales, la expresión (2) se convierte en

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \quad (3)$$

$F_{bx}$  es el esfuerzo permisible para flexión alrededor del eje de mayor momento de inercia, calculado teniendo en cuenta una posible falla por pandeo lateral, y  $F_{by}$  el esfuerzo permisible básico, sin disminuir, ya que la flexión alrededor del eje de menor momento de inercia no produce inestabilidad lateral.  $f_{by}$  es el cociente del momento flexionante máximo alrededor de y dividido entre el módulo de sección  $S_y$ .

Si sólo hay flexión alrededor del eje y, además de la fuerza axial, desaparece el segundo miembro de la ec. (3).

En las especificaciones actuales, en vigor desde 1978, se indica que los miembros sujetos a esfuerzos de compresión y de flexión combinados deben dimensionarse de manera que se cumplan los requerimientos siguientes:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_{mx} f_{bx}}{\left(1 - \frac{f_a}{F_{ex}'}\right) F_{bx}} + \frac{C_{my} f_{by}}{\left(1 - \frac{f_a}{F_{ey}'}\right) F_{by}} \leq 1.0 \quad (4)$$

$$\frac{f_a}{0.60 F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0 \quad (5)$$

Cuando  $f_a/F_a \leq 0.15$ , en vez de las fórmulas (4) y (5) pueda emplearse la ecuación:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0$$

El significado de los términos  $f_a$ ,  $f_{bx}$ ,  $f_{by}$ ,  $F_a$ ,  $F_{bx}$  y  $F_{by}$  es el mismo que en la ec. (3),  $F_e'$  vale  $12\pi^2 E/23(KL/r)^2$ , esfuerzo crítico de Euler en el plano en que se considere la flexión dividido entre un factor de seguridad, y  $C_m$  es un coeficiente igual a 0.85 si la columna forma parte de un marco cuyos entrepisos pueden desplazarse lateralmente, o es función del cociente de los momentos en los extremos de la columna cuando el marco está contraventeado, de manera que se eviten esos desplazamientos.

En las especificaciones para diseño plástico se proporcionan expresiones análogas a las anteriores, escritas en términos de solicitaciones factorizadas y de resistencias, en vez de esfuerzos producidos por las cargas de trabajo y esfuerzos permisibles.

Con la ec. (4) se revisa la columna cuando la flexión es máxima en la zona central y con la (5), que debe aplicarse a los dos extremos, se comprueba que los esfuerzos no sean excesivos en ninguno de ellos.

La tercera ecuación tiene como único objeto simplificar los cálculos cuando la compresión directa es de poca importancia, pues en ese caso los términos  $C_m/(1-f_a/F_e')$  se reducen a un valor muy cercano a la unidad.

El empleo de fórmulas de interacción constituye un método muy versátil y útil para el diseño de columnas flexocomprimidas, que se recomienda en muchos reglamentos modernos; sin embargo, tiene graves inconvenientes: como es en buena parte empírico, proporciona resultados con un grado desconocido de seguridad,

aunque se revisan los estados límite de falla más importantes, la revisión se lleva a cabo de una manera muy poco clara, lo que propicia que se comenten errores.

Las fórmulas que propone el AISC (expresiones 4 y 5) son, en realidad, mucho más que ecuaciones de interacción para el diseño de columnas aisladas (ref. 7); por ejemplo, el empleo del factor de longitud efectiva,  $K_x$  o  $K_y$ , en el cálculo del esfuerzo permisible en la columna comprimida axialmente,  $F_a$ , tiene por objeto evitar la falla por inestabilidad, bajo carga vertical, del marco del que forma parte esa columna, en su plano o fuera de él, y con los términos  $C_m/(1-f_a/F_e')$  se toman en cuenta, aproximadamente, los efectos de segundo orden producidos por la interacción carga-desplazamiento. Se están, pues, revisando simultáneamente varios estados límite, pero las características de la ecuación no permiten individualizarlos.

No hay ninguna manera racional de relacionar la resistencia real de las columnas, o de la estructura completa, con los resultados que se obtienen al aplicar las ecuaciones de interacción; sin embargo, se ha demostrado que conducen a diseños aceptables, aunque a menudo excesivamente conservadores.

Aún en la forma muy elaborada que tienen en las especificaciones de 1978 (fórmulas 4 y 5), cuando las ecuaciones de interacción se aplican a cada columna por separado, en marcos en los que no están impedidos los desplazamientos laterales de entrepiso, se cometen varios errores de importancia; el mayor se debe a que no se tiene en cuenta que el pandeo de un entrepiso, con desplazamientos laterales relativos de los niveles que lo limitan, es un fenómeno de conjunto que involucra a todas las columnas; se comete otro error al utilizar el mismo factor de amplificación para los momentos por carga vertical que para los ocasionados por fuerzas horizontales, de viento o sismo, y no se amplifican los momentos en las trabes que llegan a los extremos de las columnas, con lo que se viola una condición de equilibrio. Esto ha dado lugar a que se empiece a recomendar que el factor  $C_m/(1-f_a/F_e')$  de cada uno de los términos que corresponden a flexión se divida en dos, que afectan, por separado, los momentos producidos por cargas verticales y fuerzas horizontales (ref. 5). Con ello, el empleo de las ecuaciones de interacción se complica más, y el objetivo múltiple que se persigue al utilizarlas se hace todavía más confuso. Además, al aplicar el concepto de longitud efectiva a estructuras que fallan por inestabilidad bajo cargas verticales y horizontales combinadas se extrapola un concepto válido para pandeo bajo carga vertical a un caso en que el mecanismo de falla es completamente diferente, y los resultados obtenidos del estudio de estructuras elásticas se han aplicado, con frecuencia, a casos en que el colapso está precedido por deformaciones inelásticas importantes.

- Si se comparan las ecuaciones de interacción actuales con la original, se encuentra que ahora deben considerarse los aspectos adicionales siguientes:
  - a. Se necesitan ecuaciones diferentes para flexocompresión y flexotensión; la original era válida para los dos casos.
  - b. Deben determinarse los factores de longitud efectiva de las columnas,  $K_x$  y  $K_y$ , en los dos planos de flexión (o sea, considerándolas parte de los dos marcos que se cruzan en cada una de ellas).
  - c. Ha de definirse si los marcos están o no contraventeados.
  - d. Tienen que calcularse los factores de amplificación de los momentos considerando, al hacerlo, si provienen de cargas verticales u horizontales y si el marco tiene o no contraventeo.
  - e. Se emplean factores  $C_m$ , que sirven para convertir momentos variables en uni-

formes equivalentes, en marcos contraventeados, y forman parte del factor de amplificación de los momentos en los que carecen de contraventeo.

- f. Son necesarias dos ecuaciones, una para revisar la estabilidad de las columnas y la otra para determinar las condiciones en que se encuentran sus extremos.
- g. Hay que utilizar artificios para revisar no sólo la estabilidad de cada columna, sino también la de los entrepisos completos.

Releyendo la lista anterior, reflexionando en las incertidumbres que hay en muchos de los puntos que la componen y en las drásticas simplificaciones necesarias para incluirlos en las ecuaciones, y teniendo en cuenta los conocimientos actuales sobre el comportamiento de las estructuras reticulares, se llega a la conclusión de que ya no es posible obtener soluciones económicas y seguras, congruentes con esos conocimientos, si el diseño se sigue haciendo utilizando, como única herramienta, las ecuaciones de interacción.

#### ESTADOS LIMITE EN MARCOS RIGIDOS DE ACERO

En el diseño de marcos rígidos de acero para edificios deben considerarse los estados límite siguientes:

- I. Pandeo de conjunto de un entrepiso, bajo carga vertical.
- II. Pandeo individual de una o más columnas, bajo carga vertical.
- III. Inestabilidad de conjunto de un entrepiso, bajo cargas verticales y horizontales combinadas.
- IV. Falla individual de una o más columnas, bajo cargas verticales y horizontales combinadas, por inestabilidad o porque se agote la resistencia de sus secciones extremas.
- V. Falla de algún tipo de una o más vigas.
- VI. Formación de un mecanismo con articulaciones plásticas, que abarque uno o más entrepisos.
- VII. Vibración o deformaciones excesivas de las vigas.
- VIII. Desplazamientos laterales excesivos de entrepiso.

No se ha considerado el estado límite de pandeo de conjunto de todo el edificio porque, aunque posible en teoría, no suele ser de interés en construcciones reales; tampoco se ha tenido en cuenta la posibilidad de falla por pandeo local, que debe revisarse por separado.

El comportamiento de un marco rígido desde el punto de vista de cualquiera de los estados límite depende de la interacción de todos los elementos, vigas, columnas y, en su caso, contraventeos, que lo componen.

#### \* REVISIÓN DE LOS ESTADOS LIMITE DE FALLA DE COLUMNAS CON LAS ECUACIONES DE INTERACCIÓN

Las ecuaciones de interacción no se han formulado para revisar de una manera explícita los diversos estados límite de falla; sin embargo, empleándolas en su forma usual se revisan los de las columnas aisladas, e introduciendo en ellas pequeñas modificaciones pueden servir también para los de conjunto.

Para la discusión que sigue conviene escribirlas en términos de solicitaciones factorizadas y resistencias de diseño; al hacerlo, las ecs. 4 y 5 se sustituyen por la 6 y 7:

$$\frac{P}{P_{cr}} + \frac{C_m M_0}{(1-P/P_E)(M_0)_{cr}} \leq 1.0 \quad (6)$$

$$M_0 = 1.18 \left(1 - \frac{P}{P_y}\right) M_p \leq M_p \quad (7)$$

Se han escrito para columnas flexionadas alrededor de un solo eje, pero pueden modificarse para abarcar también flexocompresión biaxial.

Si una columna soporta solo una fuerza de compresión,  $M_0 = 0$ , y la ec. 6 se reduce a:

$$P/P_{cr} \leq 1.0 \quad \dots \quad P \leq P_{cr}$$

El estado límite de falla por pandeo bajo carga vertical se alcanza cuando la compresión en la columna iguala su carga crítica de pandeo, elástico o inelástico, en cualquiera de los dos marcos de los que forma parte.

Si el marco tiene gran rigidez lateral, como sucede en edificios provistos de contraventeos verticales o muros de rigidez distribuidos y diseñados adecuadamente, el pandeo individual de cada columna se presenta sin desplazamientos laterales significativos de sus extremos, y es razonablemente independiente del comportamiento del resto de la estructura, con excepción de los miembros que llegan a sus extremos; su influencia se toma en cuenta con el factor de longitud efectiva  $K$ .

En cambio, si la rigidez lateral no es suficiente, la columna puede pandearse con desplazamiento horizontal del extremo superior con respecto al inferior; este fenómeno solo es posible cuando se pandean simultáneamente todas las columnas del entrepiso. No es, pues, un fenómeno propio de cada columna individual.

La ec. 6 describe adecuadamente la primera forma de pandeo, pero no la segunda. Para que fuese aplicable en este caso sería necesario escribir su primer término en la forma  $\Sigma P/\Sigma P_{cr}$ , para que cuando sólo hubiese fuerzas normales en las columnas se redujese a:

$$\Sigma P/\Sigma P_{cr} \leq 1.0 \quad \dots \quad \Sigma P \leq \Sigma P_{cr}$$

Las sumas abarcan todas las columnas del entrepiso, y las cargas críticas se determinan con los factores  $K$  correspondientes a extremos que se desplazan linealmente.

Para prever la posible falla por inestabilidad de conjunto, bajo cargas verticales y horizontales combinadas, debe realizarse un análisis de segundo orden en el que se incluyan los incrementos que la interacción carga-desplazamiento produce en los elementos mecánicos de diseño. Sin embargo, es usual hacer un análisis de primer orden y determinar los momentos amplificados aproximados multiplicando los obtenidos en él por el término

$$C_m/(1-P/P_e) \quad (8)$$

Al aplicar la ec. 6 a cada columna por separado se obtienen factores de amplificación diferentes para cada una de ellas, lo que es correcto en marcos contra-

venteados pero no en los que no tienen contraventeo, en los que el fenómeno en estudio depende del comportamiento en conjunto del entrepiso. En las especificaciones del AISC no se pide que se amplifiquen los momentos en las trabes de los marcos sin contraventeo. (Hay una indicación al respecto en el Comentario a las Especificaciones de 1978, ref. 8).

De acuerdo con las normas AISC en vigor (ref. 2) los momentos amplificados se obtienen multiplicando el mayor de los momentos en los extremos de la columna por el término  $C_m/(1-P/P_e)$ , lo mismo cuando se debe sólo a cargas verticales que cuando proviene del efecto combinado de cargas verticales y horizontales.

Sin embargo, efectuando estudios más exactos se demuestra que han de emplearse dos factores de amplificación diferentes, uno para los momentos producidos por cargas que no originan desplazamientos laterales de entrepiso significativos y otro para los debidos a fuerzas que sí los ocasionan, pues en el primer caso la amplificación se debe a los desplazamientos del eje de la columna respecto a la recta que une sus extremos, que se mantienen fijos (efecto  $P\delta$ ), y en el segundo a la suma de ese efecto con el ocasionado por el desplazamiento lateral relativo de un extremo de la columna con respecto al otro (efecto  $P\Delta$ ). El empleo de un factor de amplificación único lleva a una sobreestimación, que puede ser importante, de los efectos de segundo orden, cuando el diseño queda regido por cargas verticales y horizontales combinadas.

Para corregir ese defecto, en la ref. 5 se propone sustituir el término  $C_m M_o/(1-P/P_e) M_{ocr}$  de la ec. 6 por la suma de dos términos:

$$\frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi_b P_e}} \frac{M_{NT}}{\phi_b M_n} + \frac{1}{1 - \frac{\Sigma P_u}{\phi_b \Sigma P_e}} \frac{M_{LT}}{\phi_b M_n}$$

$P_u$  es la fuerza nominal de compresión factorizada,  $\phi_b M_n$  la resistencia de diseño de la columna,  $M_{NT}$  el mayor de los momentos factorizados en sus extremos ocasionados por cargas que no producen desplazamientos laterales significativos (cargas verticales),  $M_{LT}$  el momento correspondiente al anterior, pero para cargas que ocasionan desplazamientos laterales de importancia (fuerzas sísmicas o de viento), y  $P_e$  tiene el mismo significado que en la ec. 6.  $\Sigma P_u$  y  $\Sigma P_e$  abarcan todas las columnas del entrepiso.

El primer factor de amplificación,  $C_m/(1-P_u/\phi_b P_e)$ , se calcula para cada columna por separado, considerando extremos fijos linealmente; si resulta menor que 1.0, se le da ese valor. El segundo factor,  $1/(1-\Sigma P_u/\phi_b \Sigma P_e)$ , se obtiene para todas las columnas del entrepiso, puesto que el desplazamiento  $\Delta$ , si existe, es común a todas; es siempre mayor que 1.0.

El estado límite V se evita dimensionando las vigas de manera que tengan una seguridad adecuada contra la falla por exceso de flexión en el plano de carga y contra el pandeo lateral por flexotorsión. El VI no suele revisarse de manera explícita.

#### COMENTARIOS SOBRE LOS METODOS CONVENCIONALES DE DISEÑO

Con los métodos convencionales de diseño y, específicamente, utilizando las ecuaciones de interacción modificadas, se revisan implícitamente, como acaba de verse en los incisos anteriores, casi todos los estados límite de falla de in-

terés. Además, los coeficientes de seguridad utilizados tradicionalmente han evitado, en general, que se alcance alguno de los restantes.

Sin embargo, esos métodos tienen inconvenientes; uno de ellos es la incertidumbre en la precisión de los resultados que se obtienen con las ecuaciones de interacción, que aumenta cuando se aplican a columnas con desplazamientos lineales de los extremos; otro, que oscurecen por completo la solución del problema.

Por los motivos anteriores, conviene desarrollar una metodología de diseño que tenga en cuenta, de manera explícita, todos los estados de falla posibles, y que produzca resultados más confiables que los procedimientos tradicionales.

#### METODOLOGIA PROPUESTA

De acuerdo con la filosofía del diseño basado en estados límite, se identifican todos los que sean de interés en el problema en consideración, y se verifica la condición I para cada uno de ellos. En la especificación bajo la cual se hace el diseño se indican las combinaciones de carga que han de revisarse, se proponen fórmulas para calcular las resistencias de diseño, y se dan los valores de los factores de carga y resistencia.

En uno de los incisos anteriores aparece una lista de los estados límite de interés en el diseño de marcos rígidos de acero; a continuación se describe, brevemente, cómo se revisa cada uno de ellos.

I. Pandeo de conjunto de un entrepiso, bajo carga vertical. En las especificaciones de diseño actuales no se dan los factores de resistencia y carga correspondientes a este estado límite; mientras se realizan estudios de confiabilidad que permitan determinarlos con mayor precisión, se recomienda que se utilicen los mismos que para el diseño de columnas aisladas.

La resistencia nominal es la carga crítica de pandeo, elástico o inelástico, del entrepiso.

La carga crítica de pandeo elástico se calcula con buena precisión con la ecuación (refs. 9 y 10)

$$P_{cr} = \frac{R_h}{1.2} \quad (9)$$

$R$  es la rigidez lateral del entrepiso y  $h$  su altura. En el cálculo de  $R$  se incluyen los efectos de contraventeos o muros de rigidez, cuando los hay, además de los marcos en sí.

El resultado anterior se corrige cuando el pandeo se inicia en el intervalo inelástico, lo que sucede en la mayoría de los edificios de proporciones usuales. Se ha propuesto hacer la corrección con la misma ecuación que se emplea en las normas AISC 78 (ref. 2) para calcular los esfuerzos críticos de pandeo inelástico de columnas aisladas, con lo que se llega a (refs. 9 y 10):

$$\begin{aligned} \text{Si } P_{cr} < P_y/2 \text{ (pandeo elástico), } P_{cr} &= R_h/1.2 & (10) \\ \text{Si } P_{cr} \geq P_y/2 \text{ (pandeo inelástico), } P_{cr} &= P_y - (0.3 P_y)^2 / R_h & (11) \end{aligned}$$

$P_y = \Sigma A_c P_y$  es la suma de las cargas verticales que producen la plastificación de todas las columnas del entrepiso.



II. Pandeo individual de una o más columnas, bajo carga vertical. El pandeo de entropiso es un fenómeno de conjunto, que depende de las características de todas las columnas. Sin embargo, es posible que alguna de ellas falle bajo una carga menor que la que le correspondería al fallar el entropiso completo.

Ahora debe calcularse la resistencia nominal de cada columna individual, tratándola como si sus extremos no se desplazasen lateralmente, pero teniendo en cuenta las restricciones angulares producidas por el resto de la estructura.

III. Inestabilidad de conjunto de un entropiso bajo cargas verticales y horizontales combinadas. Las acciones que actúan sobre la estructura, segundo miembro de la expresión 1, se determinan con un análisis de segundo orden bajo cargas factorizadas, en el que se tiene en cuenta, cuando menos, el efecto PA, es decir, la amplificación de momentos debida a la interacción carga-desplazamiento. Pueden considerarse también otros efectos, como la disminución de rigidez de las columnas ocasionada por la fuerza normal o por la plastificación parcial de sus secciones transversales, que deberán incluirse en el análisis cuando sean significativos.

El análisis de segundo orden puede ser "exacto" o aproximado, utilizando en este caso alguno de los factores de amplificación que se han propuesto en la literatura (refs. 12 y 13), y puede llevarse a cabo en el intervalo elástico o fuera de él.

Las acciones de segundo orden se comparan con la resistencia de la columna calculada como si sus extremos no se desplazasen linealmente, puesto que los efectos de esos desplazamientos están incluidos en los valores de las acciones; pueden utilizarse las ecs. 6 y 7, o las correspondientes a flexocompresión biaxial; son bastante precisas cuando se aplican a columnas con extremos fijos linealmente.

Se cuenta también con ecuaciones de interacción no lineales, desarrolladas en los últimos años, que son más precisas que las convencionales (ref. 11). Tanto en la ref. 3 como en la 5 se permite su uso como una forma alterna de determinar la resistencia de columnas flexocomprimidas.

Los estados límite I y II suelen ser críticos en edificios de pocos niveles o en los entropisos superiores de edificios altos; en los entropisos restantes es crítico el estado III.

IV. Falla individual de una o más columnas, bajo cargas verticales y horizontales combinadas. Este estado límite no suele ser crítico en problemas de diseño, pues al proporcionar las vigas y columnas para evitar la inestabilidad de conjunto se fija como condición que ninguna de ellas falle individualmente en forma prematura. Sí debe tenerse en cuenta, en cambio, cuando se revisan estructuras ya construidas: cada una de las columnas debe satisfacer las condiciones 6 y 7, suponiendo que sus extremos están fijos linealmente.

V. Falla de algún tipo de una o más vigas. Los estados límite son los de falla por pandeo lateral por flexotorsión, por formación de un mecanismo con articulaciones plásticas, y por cortante; éste último sólo es crítico en casos extremos, poco frecuentes.

En las acciones de diseño debe incluirse, cuando sea significativa, la amplificación de los momentos por efectos de segundo orden.

VI. Formación de un mecanismo con articulaciones plásticas. La resistencia máxima que puede proporcionar una estructura de acero se obtiene dimensionándola de manera que el estado límite de colapso corresponda a la formación de un mecanismo con articulaciones plásticas; además, se logra la máxima economía cuando el mecanismo abarca toda la estructura, pues su formación en entropisos aislados indica que el resto está innecesariamente sobrado. Esto, que es válido para todas las estructuras, adquiere singular importancia en las que se construirán en zonas sísmicas, que deben ser capaces de absorber grandes cantidades de energía, lo que está en relación directa con el número de articulaciones plásticas que se forman en el mecanismo de colapso y con la capacidad de rotación de cada una de ellas. Además, conviene que las articulaciones aparezcan en las vigas, que tienen mayor capacidad de rotación y de absorción de energía que las columnas, lo que lleva a los diseños con vigas débiles y columnas resistentes característicos de zonas sísmicas.

Una vez escogido el mecanismo de colapso conveniente se dimensionan las vigas y, conocidos sus momentos plásticos resistentes y las cargas factorizadas, verticales y horizontales, que actúan sobre la estructura, se determinan las acciones en las columnas, las que deben diseñarse de manera que no se presente ninguno de los estados límite I a IV.

VII. Vibraciones o deformaciones excesivas de las vigas. En los reglamentos se fijan las deformaciones máximas que pueden admitirse en las vigas, condicionadas por aspectos estéticos y funcionales, y se cuenta con información en la literatura que permite determinar cuando las vibraciones son molestas para los ocupantes del edificio y la manera de reducirlas a límites tolerables.

VIII. Desplazamientos laterales excesivos de entropiso. El diseño de los edificios altos, o de altura media, en zonas sísmicas, queda regido, con frecuencia, no por la resistencia de la estructura, sino por su rigidez ante fuerzas horizontales, pues los desplazamientos laterales de entropiso deben conservarse por debajo de límites tales que se impidan daños excesivos a instalaciones, muros, cancelas y otros elementos no estructurales. Este aspecto del diseño es también importante cuando las fuerzas horizontales son producidas por viento.

Conviene determinar parámetros que permitan saber si el diseño quedará regido por resistencia o por rigidez, pues en el segundo caso es preferible escoger los perfiles de manera que se obtenga la rigidez necesaria y revisarlos después por resistencia, en vez de escogerlos por resistencia y revisarlos por rigidez, como se hace comunmente.

## CONCLUSIONES

Se ha propuesto una metodología para el diseño de marcos rígidos de acero para edificios, basada en la filosofía del diseño por estados límite, que permite identificar claramente todas las formas de falla posible y diseñar estructuras con coeficientes de seguridad adecuados contra cada una de ellas. Esta misma metodología puede aplicarse al diseño de cualquier otro elemento o sistema estructural.

Se cuenta con los conocimientos necesarios para determinar las acciones asociadas a cada estado límite y la resistencia correspondiente, aunque para ello deben utilizarse, en general, métodos de análisis y diseño más refinados que los que suelen usarse en la actualidad, lo que no resulta difícil dadas las características de las calculadoras y computadoras electrónicas modernas.

Cada capítulo de las normas, referente a un cierto tipo de elemento estructural, debe estar compuesto por cuatro partes, que cubren los aspectos siguientes:

- I. Estados límite de interés, tanto de falla como de servicio
- II. Combinaciones de carga que deben considerarse al estudiar cada estado límite. Factores de carga.
- III. Fórmulas y procedimientos para determinar la resistencia de diseño correspondiente a cada estado límite de falla. Factores de resistencia.
- IV. Métodos para revisar la estructura en condiciones de servicio.

Es común que la segunda parte no se incluya en cada capítulo, sino que aparezca al principio del reglamento. Incluso, como las combinaciones y factores de carga son iguales para estructuras de diversos materiales, puede convenir proporcionarlos en un documento de carácter general, independiente del material, como se hace en la ref. ~~14~~.

La revisión de algunos estados límite tiene que hacerse utilizando la teoría elástica y esfuerzos permisibles, mientras que otros requieren la aplicación de métodos plásticos de análisis y diseño. Eso se tiene en cuenta en III, por lo que ya no es necesario dividir el código en dos partes, como se hace frecuentemente en la actualidad.

#### REFERENCIAS

1. "Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings", American Institute of Steel Construction, Nueva York, 1934 (Reproducidas en el Apéndice C del libro "Structural Design in Steel", de T.C. Shedd, John Wiley and Sons, Nueva York, 1934).
2. "Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings", American Institute of Steel Construction, Chicago, Il., noviembre 1978.
3. "Steel Structures for Buildings - Limit States Design", Canadian Standards Association, Rexdale, Ontario, Canada, diciembre 1978.
4. "Standard Specifications for Highway Bridges", 13a. edición, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., 1983.
5. "Proposed Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Steel Buildings", American Institute of Steel Construction, Chicago, Il., septiembre 1983.
6. "Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings", American Institute of Steel Construction, Nueva York, 1949.
7. T.V. Galambos, "Structural Members and Frames", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1968.
8. "Commentary on the Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings", American Institute of Steel Construction, Chicago, Il., noviembre 1978.

9. E. Rosenblueth, "Slenderness Effects in Buildings", Proc. ASCE, Vol. 91, No. ST1, enero 1965.
10. O. de Buen, "Diseño de marcos rígidos de un piso de acero estructural", IV Congreso Nal. de Ingeniería Estructural, Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, León, Gto., México, marzo 1984.
11. W.F. Chen y P. Atsuta, "Theory of Beam-Columns", Vol. 2, McGraw-Hill Book Co., Nueva York, 1977.
12. "Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas", Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal., México, D.F., abril 1977.
13. "Structural Design of Tall Steel Buildings", Monograph on Planning and Design of Tall Buildings, Vol. SB, American Society of Civil Engineers, 1979.

\* NORMALIZACION: UNA NECESIDAD EN LAS CONSTRUCCIONES DE ACERO ● /

ING. MANUEL LINSS LUJAN

La falta de normalización en una actividad cualquiera conduce general--  
mente a una baja calidad y costos elevados en lo que se produce. Ahora  
bien nos preguntamos.

¿Qué es normalizar?

¿Por qué hacer normas?

¿Quién hace las normas?

La respuesta a estas preguntas la encontramos en la definición de norma  
lización adoptada por el "ORGANISMO INTERNACIONAL DE NORMALIZACION" --  
(ISO) :

LA NORMALIZACION ES EL PROCESO DE FORMULAR Y APLICAR REGLAS CON EL PRO--  
POSITO DE REALIZAR UN ORDEN EN UNA ACTIVIDAD ESPECIFICA, PARA EL BENE--  
FICIO Y CON LA COOPERACION DE TODOS LOS INTERESES, Y EN PARTICULAR PARA  
LA OBTENCION DE UNA ECONOMIA DE CONJUNTO OPTIMA, TENIENDO EN CUENTA LAS  
CARACTERISTICAS FUNCIONALES Y LOS REQUISITOS DE SEGURIDAD.

La normalización se basa en los resultados consolidados de la ciencia,  
la técnica y la experiencia. Determina no solamente la base para el --  
presente, sino también para el desarrollo futuro, y debe mantener su  
paso acorde con el progreso.

Es interesante notar que los países más desarrollados, como son Alema--  
nia, Japón, Estados Unidos, etc., tienen la normalización más extensa.  
La normalización y el desarrollo industrial de los países son insepara--  
bles : a mayor normalización mayor desarrollo industrial, Fig. 1.

En nuestro caso, podemos comprender mejor la importancia de la normalización al estudiar la relación entre el nivel profesional del proyectista y la calidad de proyecto; encontramos que existe una correlación --- prácticamente perfecta, Fig. 2.

Considerando que la curva de frecuencia, número de proyectos-nivel de preparación del proyectista es normal\* (Fig. 3 a), también lo será la -- curva de frecuencia número de proyectos-calidad del proyecto, Fig. 3b.

La curva de la Fig. 3b corresponde al caso en que no existen normas; -- la gama de calidades posibles de los proyectos comprende desde proyectos pésimos que presentan deficiencia en todos sus aspectos, (economía, seguridad y funcionalidad) hasta proyectos excelentes, próximos a las soluciones óptimas.

La curva de la Fig. 3c muestra el caso en que existen y se aplican normas que condicionan a los proyectos para que reúnan ciertos requisitos, fijando de esta manera un límite inferior a la calidad admisible.

Al establecer normas y hacer su uso obligatorio, se limita la libertad del proyectista, evitando que se hagan proyectos de una calidad inferior a una calidad preestablecida. Esto es extraordinario, pues proyectistas con niveles de preparación bajos, al obligarlos a sujetarse a -- las normas, lograrán desarrollar proyectos de calidad similar a los -- realizados por proyectistas con mejor preparación.

En la figura 4 hemos trazado sobre la gráfica de la fig. 1, las curvas de frecuencia de calidad de proyecto. Observamos cómo la mayor normalización obliga a mejorar la calidad, siendo éste uno de los motivos por el cual la producción de los países industrializados, en general, tiene que ser de mejor calidad que la de los países en desarrollo.

En las empresas sucede algo similar; aquellas que tienen y utilizan mayor cantidad de normas, son las que desarrollan mejores proyectos. Sin embargo algunas de las normas que utilizan, por no estar elaboradas por personas representativas de todas las partes interesadas, Fig. 5,

Las personas que participamos en la ejecución de construcciones de acero nos encontramos con alguna frecuencia problemas originados por deficiencias en algunas de las etapas: proyecto estructural, fabricación y ó montaje. Estas deficiencias generalmente se deben a no disponer de una normalización adecuada ó a no aplicar las normas existentes.

En esta exposición analizaremos únicamente los aspectos relativos a la primera etapa: el proyecto estructural. A continuación mostramos para ilustrar, algunas de las deficiencias más comunes en que se encuentran en esta etapa de la construcción de estructuras de acero.

## ETAPA DE PROYECTO ESTRUCTURAL.

a.- Información incompleta. En la fig. 6 se muestran detalles correspondientes a un plano de proyecto estructural de un mercado para la Delegación Gustavo A. Madero. Vemos que no se indican las soldaduras para conectar los diferentes elementos entre sí :

Placa de apoyo a columna Fig. 6a.

Armaduras a placa de apoyo Fig. 6b

Diagonales y Montantes a cuerdas Fig. 6c

Varilla de refuerzo a larguero Fig. 6d

La nota sobre soldadura es confusa y no aclara nada.

b.- Elaboración deficiente de los planos. En la fig. 7 reproducimos detalles de dos planos del proyecto estructural de la ampliación de un laboratorio de productos farmacéuticos. La fig. 7a, que corresponde al plano E-1, aparentemente indica 8 anclas; la fig. 7b, que corresponde al plano E-2, indica claramente 4 anclas. El proyecto estructural requería 8 anclas pero se colocaron únicamente 4. La corrección de este error ocasionó retrasos y costos adicionales.

Otra deficiencia frecuente en la elaboración de los planos es el uso de terminología no aceptada, por ejemplo, tensor en lugar de tirante, perno en lugar de tornillo, etc.

c).- Información errónea. En la fig. 8a se muestra una parte del plano de una compuerta deslizante en la que piden una viga IPS 12"; este perfil no se fabrica en México desde hace varios años.

En la fig. 8b se muestra el detalle de la conexión de cumbrera en el que no se dejó la holgura necesaria para colocar los tornillos. Este detalle corresponde a un plano de fabricación de la estructura de la ampliación de unos laboratorios de productos farmacéuticos.

d.- Soluciones antieconómicas. La planta de la fig. 9a corresponde al proyecto estructural de una bodega para una fábrica de productos textiles. La separación entre armaduras es de 6.50 m; los largueros de canal 7 MT 14 se venden en largos estándar de 7.00 m. La separación de 6.50 m obligará a desperdiciar 0.50 m de cada tramo.

En la fig. 9b se muestra la sección transversal de un trabe armada para un puente de acceso en una presa. La altura del alma no permite un buen aprovechamiento de los materiales en sus anchos estándar.

En la fig. 9d se muestra una parte de una armadura correspondiente a una planta de procesamiento de productos del mar. La solución estructural es muy buena, pero por los materiales empleados resulta más cara que si se hubiese fabricado con ángulos.

En la fig. 9a se muestra la solución dada a un entropiso de una terminal de un aeropuerto. Cambiando la solución como se indica se hubiese logrado un ahorro del 50%.

En la fig. 9c se muestra una gráfica donde se comparan los precios de los diferentes tipos de perfiles. Los precios que se compararon son los dados por el fabricante, y son válidos para ciertas cantidades de compra mínimas. Para cantidades menores los precios se pueden incrementar entre un 10% y un 30%, excepto en los ángulos de 4" y menores. Sería muy útil para los proyectistas el disponer de una gráfica similar, con los precios de los materiales actualizados, que les sirva de guía para lograr soluciones más económicas.

e.- Errores en el análisis y diseño estructural. Es frecuente que los largueros tipo montén se rigidicen como se indica en la fig. 10a, teniendo, debido a esto, una resistencia menor a la considerada a causa de la torsión que se presenta cuando estas secciones se cargan en el plano del alma.

En la fig. 10b se muestra la sección transversal de una armadura de un túnel para un transportador. En el análisis y diseño de esta armadura no se consideraron las cargas de viento por el viento.

Esta armadura además se analizó considerando que todos los ejes de sus miembros están en un plano. Esta hipótesis no se cumple, pues los ejes de las cuerdas están en un plano diferente al de las diagonales.

Una causa que ha originado problemas graves es el mal uso de métodos aproximados de análisis de estructuras, especialmente en el caso de sistemas estructurales novedosos, cuyo comportamiento real se desconoce.

f.- Funcionalidad deficiente. Falta de rigidez de la estructura que ocasione deformaciones excesivas, protección anticorrosiva insuficiente, falta de protección contra el fuego.

Nos podemos dar cuenta por lo anterior que son cuatro causas principales las que originen las deficiencias indicadas :

- 1) Normalización insuficiente o no sujetarse a las normas existentes.
- 2) Información actualizada mal difundida.
- 3) Falta de una capacidad adecuada de las personas que intervienen en las diferentes etapas en que se realiza la construcción.
- 4) Supervisión e inspección insuficiente.

En lo que se refiere al primer punto, contamos con dos obras mexicanas, de uso muy generalizado, para el diseño de estructuras :

El Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (Reglamento) con sus Normas complementarias (Normas) y el Manual de Diseño de Obras Civiles (Manual) editado por la Comisión Federal de Electricidad.

Disponemos además de un número considerable de normas relativas al acero, electrodos para soldar, tornillería, etc., preparadas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Siderúrgica. Sin embargo es común utilizar obras de otros países, principalmente de Estados Unidos, como son : Las Especificaciones para el Diseño, Fabricación y Montaje de Edificios de Acero del American Institute of Steel Construction (AISC), Las Especificaciones para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero Formados en Frío del American Iron and Steel Institute (AISI), el Código de Soldadura Estructural de la American Welding Society (AWS), las normas de materiales de la American Society of Testing and Materiales (ASTM), etc. El uso de estas obras se debe a que las obras mexicanas no tratan algunos temas importantes.

Veamos a continuación cual es la situación de la normalización relativa al proyecto estructural. Para ello lo dividiremos en las tres etapas siguientes : 1) Definición geométrica y mecánica de la estructura; 2) Análisis y diseño; 3) Planos estructurales y de taller.

- 1) Definición geométrica y mecánica de la estructura. En esta etapa se definen las dimensiones generales de la estructura : distancias entre los ejes, alturas, etc. También se definen los materiales que se emplearán, tipos de miembros (alma llena, alma abierta, etc.) y tipos de conexiones (soldadas, atornilladas, etc.).

Para esta etapa disponemos de una normalización bastante extensa referente a materiales (acero, tornillos y electrodos para soldar).

En los demás aspectos, el proyectista tiene una gran libertad -- para tomar sus decisiones. Es en esta etapa donde queda determinado en gran parte el resultado final. Una elección bien razonada de las medidas entre ejes, de las alturas, de los tipos de miembros y sus conexiones, etc., Fig. 13, conducirán a soluciones excelentes en funcionalidad, economía y seguridad.

Sería ventajoso establecer para los proyectistas, sobre todo para aquellos con poca experiencia, recomendaciones generales que los orienten en cuanto a la selección de claros económicos, ventajas y desventajas de los distintos tipos de miembros y sus co-

nexiones, precios relativos de los diferentes materiales y medidas estandar en que se fabrican estos, etc..

- 2) Análisis y diseño estructural. En este paso se determinan las acciones a las que se verá sujeta la estructura: cargas muertas, cargas vivas, viento, sismos, cambios de temperatura, corrosión ambiental, etc.; se establecen los criterios para determinar la resistencia de todos los elementos que formarán la estructura, y se seleccionan los procedimientos de análisis y de diseño. Las dimensiones de los miembros de la estructura se determinan en un proceso iterativo de análisis y diseño.

Para esta parte del proyecto estructural se cuenta con una normalización bastante completa. Considero, sin embargo, que requiere de una revisión constante con objeto de que se esté actualizando y ampliando, de modo que mantenga su paso con el progreso de la ciencia y la tecnología.

A continuación expongo algunas observaciones respecto a las normas que empleamos actualmente, y que considero conveniente que se tomen en cuenta en futuras revisiones del Reglamento y de las Normas.

En la parte referente a las acciones sería conveniente incluir los siguientes puntos que en el Reglamento actual no se consideran :

- a).- Las acciones producidas por grúas viajeras, considerando el tipo de servicio que van a prestar.
- b).- Considerar una carga concentrada, cuyo valor se determinará en base a la experiencia, aplicada en cualquier modo de las armaduras ó trabes de celosía que soporten cubiertas.
- c).- Considerar una carga concentrada horizontal aplicada en las columnas de las construcciones que estén expuestas a posibles choques de vehículos.
- d).- Establecer criterios simplificados que permitan al proyectista evitar vibraciones excesivas ó molestas en los sistemas de pisos.
- e).- Incluir para el diseño por viento los coeficientes de forma para las cubiertas mostradas en la fig. 15.
- f).- Incluir dentro de las acciones la corrosión. Evitar en el proyecto soluciones que favorezcan la corrosión Fig. 14. Preparar normas ó recomendaciones para dar la protección anticorrosiva adecuada para cada



El Reglamento y el Manual tienen algunas diferencias en su capítulo referente a diseño por viento. En la fig. 16 se muestran las gráficas para obtener el coeficiente  $C_d$ ; en ellas podemos darnos cuenta de las discrepancias tan notables que pueden existir entre los dos criterios. Sería conveniente unificar estos criterios:

En la próxima revisión de las Normas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas, del Reglamento, sería conveniente considerar los siguientes puntos:

1.0 Materiales (este apartado no existe actualmente)

Establecer los requisitos de ductilidad y soldabilidad que debe reunir un acero para que le sean aplicables estas Normas.

2.1.2 Área neta. Utilizar el concepto de área efectiva, que toma en cuenta el efecto de la concentración de esfuerzos cortantes en la zona donde están los tornillos ó remaches de la conexión.

3.1.4 Tensión axial. Dado que al alcanzar el esfuerzo de fluencia en una sección con agujeros no se presenta un estado límite de falla, debe tomarse el esfuerzo de ruptura como base para el diseño en la sección neta.

3.1.2 Compresión axial. Las Normas consideran como carga crítica la que produce el pandeo por flexión, lo cual, en general es correcto para piezas con dos ejes de simetría. Para piezas con un eje de simetría, como son los perfiles de sección angular, la carga crítica de pandeo por flexotorsión puede ser considerablemente menor. En la figura 17 tenemos el caso del ángulo de 6" x 5/16" en que, para un cierto intervalo de esbelteces, el esfuerzo crítico de pandeo por flexotorsión llega a valer el 65% del esfuerzo crítico de pandeo por flexión; este valor es muy próximo al esfuerzo de diseño, por lo que el factor de seguridad real sería considerablemente menor al teórico. No siempre se presentan diferencias tan importantes, por ejemplo, en la fig. 18 tenemos el caso del ángulo de 6" x 3/4", en el que los dos esfuerzos críticos de pandeo tienen valores muy próximos. En este caso, el valor del esfuerzo crítico de pandeo calculado de acuerdo con las Normas, diferiría del esfuerzo crítico real, en la situación más desfavorable, en solo 5%. Las figuras 17 y 18 corresponden a las figuras 34 y 36 de un trabajo de investigación desarrollado en el INSTITUTO de Ingeniería de la Universidad Autónoma de México por los Investigadores E. del Valle C. y G. Villarreal G.

Al emplear los perfiles angulares debemos ser muy cuidadosos, pues por la forma en que se construyen las armadu

tas, los ángulos pueden quedar trabajando en condiciones muy diferentes a las consideradas en el diseño. En la Fig. 19, se muestra el caso de la cuerda de compresión de la armadura del ejemplo 2 de las Normas editadas por el INSTITUTO DE INGENIERIA de la UNAM. Para el análisis y diseño de dicha cuerda se supuso que la sección es una T formada por dos ángulos trabajando en compresión axial.

Por la forma en que se construye la armadura esta hipótesis no se cumple, quedando cada uno de los ángulos de la cuerda sujeto a una compresión excéntrica, Fig. 19a. En lugar de existir un esfuerzo de compresión uniforme, existe un esfuerzo que presenta variaciones considerables de su valor en los diferentes puntos de la sección transversal, Fig. 19b. Estos ángulos fallarán por flexotorsión, debiendo ser su resistencia real, en muchas ocasiones, notablemente inferior a la resistencia calculada de acuerdo con las Normas. El Manual para Constructores editado por la Cía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, tiene tablas de capacidades de dos ángulos en T; para esta sección dan una capacidad aún un poco mayor (5%) a la calculada en el ejemplo antes mencionado. Dado el uso tan difundido de las secciones formadas con perfiles angulares, es necesario llevar a cabo investigaciones con el objeto de determinar su resistencia real bajo diferentes condiciones de carga.

3.2 Flexión. Las fórmulas 13 y 14 empleadas en las Normas para el diseño de secciones I ó H se han deducido del caso más desfavorable : una viga sujeta a momentos iguales y de sentidos opuestos en sus extremos, Fig. 20. Simplificando la fórmula exacta deducida para este caso se llega a las fórmulas 13 y 14, que son muy sencillas de calcular. Considerando que en la actualidad disponemos de recursos muy poderosos para efectuar cálculos, es preferible utilizar las fórmulas teóricas sin simplificar, con los coeficientes adecuados para tomar en cuenta la posición de la carga con relación al eje centroidal de la viga y los tipos de apoyos en sus extremos. En los ejemplos 5.1, 5.2 y 5.3 del libro "Estructuras de Acero, Comportamiento y Diseño", del Ing. Oscar de Buen, nos podemos dar cuenta de la economía posible de alcanzar al proceder de esta manera. Al cambiar la posición de la carga del patín superior al inferior, se aumenta la capacidad de carga de la viga en un 75%. Si se toman en cuenta las condiciones de apoyo de los extremos es posible tener un incremento de la capacidad hasta de 237%. Estos ahorros justifican plenamente el pequeño costo adicional que pudiese haber en la etapa de proyecto, por el uso de las fórmulas más complicadas.

4.3 Trebes armadas y vigas laminadas. Existen estructuras en las que, en algunas de sus secciones, los elementos mecánicos fuerza normal, fuerza cortante y momento de flexión alcanzan sus valores máximos simultáneamente.

Las Normas no incluyen el procedimiento para determinar la resistencia del alma en este caso. Esta situación se presenta por ejemplo, en las rodillas de los marcos rígidos, sistema estructural muy popular en la actualidad.

5.4 Soldadura. Es recomendable prever en las Normas el uso de juntas precalificadas. Estas son juntas con una geometría y posiciones para soldar previamente definidas, fig. 21, que se ha comprobado que permiten obtener uniones soldadas de la calidad y resistencia requeridas. Al no utilizar las juntas precalificadas es necesario calificar las juntas -- propuestas para verificar que los resultados de las uniones cumplen con los requisitos de calidad y resistencia necesarios.

El uso de juntas precalificadas tiene además la ventaja, para el proyectista, de evitar el tener que definir para cada proyecto la geometría de las juntas utilizadas; bastará con indicar que todas las uniones deberán ser de las uniones precalificadas establecidas en las Normas. Esto evitará que se pidan en los proyectos, juntas que no se pueden ejecutar ó cuya ejecución es muy difícil.

9.- EFECTOS DE CARGAS VARIABLES REPETIDAS. Aunque en las estructuras de acero para obras civiles no es común que se presente el caso de fatiga, sería conveniente incluir en esta sección un procedimiento simple de aplicar y respaldado por -- pruebas y estudios teóricos, similar al utilizado en las Especificaciones del AISC.

#### CONSIDERACIONES NUEVAS.

Las Normas no contemplan actualmente procedimientos para el diseño de piezas de sección variable, lo cual es de lamentarse por el uso tan difundido de este tipo de miembros. El -- mayor grado de dificultad que presenta el diseño de esta -- clase de elementos, puede conducir a proyectistas inexertos a cometer errores que pueden ser de trascendencia. Es importante evitar estas situaciones, incluyendo en la próxima revisión de las Normas los procedimientos para el diseño de este tipo de miembros.

Sería de gran utilidad para todos los que participamos en -- cualesquiera de las etapas de la construcción de una estructura de acero, disponer de un catálogo muy amplio de conexiones estandar, en que se incluyeran todo tipo de conexiones -- (soldadas, atornilladas, y mixtas), para transmitir los diferentes elementos mecánicos, solos ó combinados.

Para los proyectistas representará una ventaja importante contar con este catálogo, pues les bastará indicar en el plano estructural los perfiles de la estructura, el tipo de conexión (soldada, atornillada ó mixta) y los elementos mecánicos que deben transmitir. Con esta información el detallista podrá seleccionar fácilmente la conexión adecuada.

Este catálogo permitiría tener juntas predibujadas, las cuales simplemente se pegarían a los fustes de las columnas ó a las vigas, simplificando y acelerando considerablemente la elaboración de los planos de taller. Un catálogo de este tipo es indispensable para la elaboración de los planos de taller por medio de computadora.

### 3.- Elaboración de planos estructurales y planos de taller.

Para esta etapa no existe normalización alguna ni recomendaciones que guíen en la preparación de planos estructurales y de taller satisfactorios a las personas involucradas en el proyecto estructural. Esta situación se ve agravada a causa de que en los planes de estudio de la carrera de ingeniería civil se ha reducido a su mínima expresión la enseñanza de dibujo. Los estudiantes que terminan no saben hacer un plano correcto y por lo tanto no pueden enseñar a otras personas a hacerlo.

En ocasiones me he encontrado con ingenieros recién egresados que, aunque parezca increíble, tienen dificultad para entender los planos. Considerando que estos constituyen el lenguaje que utilizamos para comunicarnos en la construcción, es necesario corregir esta situación.

Sería muy conveniente, como opina el Ing. Peter Konisberger, impartir en la carrera de ingeniero civil, una clase optativa en la que se enseñe a los estudiantes de los primeros semestres, a dibujar planos estructurales y de taller. Las personas que cursasen esta materia tendrían la ventaja de poder trabajar en sus tiempos libres, haciendo esta clase de planos, que tienen gran demanda a causa de la falta de personas capacitadas para hacerlos, y recibir un ingreso por este concepto. Otra ventaja sería que los estudiantes se familiarizarían con las características de las estructuras de acero, adquiriendo conocimientos preliminares muy útiles para los cursos posteriores de análisis y diseño estructural.

Conviene establecer una terminología, que se utilice en los planos, para acabar con los barbarismos tan comunes como son sagrats, struts, contraflambo, etc., y que además nos enseñe las palabras correctas para designar a los diferentes elementos que forman las estructuras.

Los planos bien elaborados deben reunir cuatro ca-  
racterísticas :

- CLARIDAD
- PRECISION
- RAPIDEZ
- ECONOMIA

Para lograr esto es necesario establecer un sistema de dibujo, tomando como base el sistema utilizado por algunas empresas que hacen magníficos planos.

La segunda causa de errores que mencionamos anteriormente, información actualizada mal difundida, se puede eliminar fácilmente en el momento en que las Asociaciones Técnicas, -- Los Colegios de Profesionistas y las Cámaras Industriales -- establezcan un sistema para intercambiar información y que estas organizaciones, a su vez, hagan llegar a sus asociados la información ya seleccionada. Por ejemplo la Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero (CANACERO), podría enviar periódicamente, a las asociaciones interesadas, información actualizada de los perfiles de acero que se fabrican en el país. Esto tendría informado a los proyectistas de los perfiles nuevos disponibles a la vez que evitaría la inclusión en los proyectos de perfiles que no se fabrican en el país. Canacero tradujo, hace algunos años, --

las Especificaciones para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero formados en frío, de la AISI., Esta traducción ha estado a la disposición de las personas interesadas, pero debido a la falta de comunicación, pocas personas están enteradas.

Considero que una de las funciones importantes de las asociaciones técnicas, Colegios, etc., es precisamente mantener informado a sus asociados, sobre los recursos técnicos de que pueden disponer para que puedan lograr una superación tecnológica en su campo de actividades.

El tercer factor señalado como causante de las deficiencias en los proyectos estructurales, la falta de capacitación adecuada de las personas que intervienen en las diferentes etapas en que se realiza la construcción de acero, presenta una problemática más compleja para resolverla satisfactoriamente. Se requiere impartir cursos de capacitación a una gran cantidad de personas, muchas de las cuales no tienen interés en asistir a ellos, algunas porque no lo consideran necesario, otras por pereza. Asistirán a estos cursos solamente si se ven obligados a ello. Considero que son dos los aspectos en los que es urgente capacitar al personal.

- 1.- Utilización correcta de las Normas
- 2.- Detallado de estructuras (incluye preparación de dibujos estructurales y de taller).

Creo que si los cursos de estructuras de acero, que se imparten en la carrera de ingeniería civil y en los cursos de actualización, se orientasen a enseñar a usar correctamente las Normas y los manuales, ayudaría mucho a corregir fallas frecuentes en los proyectos.

El cambiar la forma en que se han ordenado las Normas, siguiendo en su presentación un orden similar al orden en que se enseña la materia, facilitaría mucho su uso, sobre todo a las personas que no las consultan con frecuencia.

Respecto a la capacitación de detallistas, la situación es más difícil debido a que no existe en la actualidad ningún curso para enseñar esta especialidad. El primer paso sería preparar un programa, el cual se iría modificando de acuerdo con las experiencias obtenidas. En esta actividad deben participar las asociaciones técnicas, aprovechando la experiencia profesional de sus asociados.

La última causa de deficiencias en los proyectos, supervisión e inspección insuficientes, se debe al igual que en la elaboración de planos, a que no existen normas ni recomendaciones para supervisar o inspeccionar los trabajos. Encontramos desde empresas que no llevan a cabo supervisión alguna en los trabajos que realizan, hasta empresas que tienen establecidos sistemas de revisión tales que difícilmente se les llega a pasar un error.

Sería un paso adelante muy importante, el establecer normas que obliguen a realizar una supervisión durante todo el proceso de Construcción, esto es, desde la etapa de proyecto estructural hasta la terminación del montaje.

Podemos darnos cuenta por los puntos antes mencionados y otros que están en mente de muchos proyectistas, que existe una gran cantidad de trabajo por realizar. Para poderlo llevar adelante se necesitan básicamente recursos humanos. ¿Qué podemos hacer para conseguir estos recursos? Pienso que las asociaciones relacionadas con las construcciones de acero pueden y deben aportar una parte de estos recursos, invitando a sus asociados a participar, dando gratuitamente parte de su tiempo, en comités técnicos que desarrollen los diferentes trabajos.

En la integración de estos comités debe buscarse que participen personas con experiencia en las distintas etapas: proyecto, fabricación y montaje. La otra fuente importante de recursos humanos la tenemos en los estudiantes que van a hacer su servicio social ó van a preparar sus tesis.

Si las asociaciones a través de sus comités logran preparar un plan general, será fácil estar asignando trabajos y temas de tesis orientados a realizar este plan. Aprovecharíamos de

esta manera mucho trabajo, esfuerzo y dinero que actualmen-  
te se gasta en preparaci3n de t3sis cuyos temas son, en mu-  
chas ocasiones, intrascendentes y de poca utilidad, o en ser-  
vicios sociales de los que no se obtiene ning3n provecho.

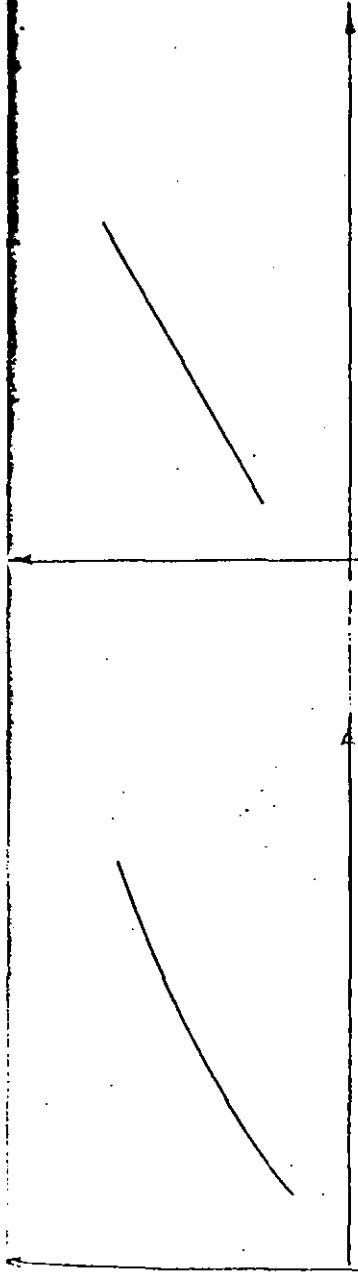
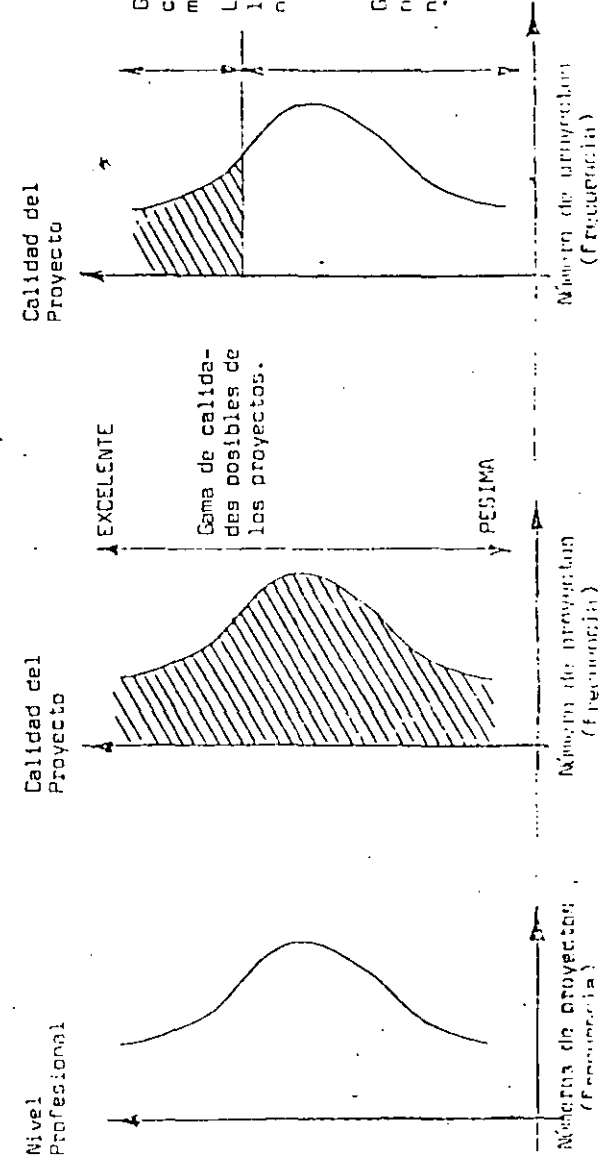


Fig. 1

Desarrollo Industrial

Fig. 2

Calidad del Proyecto



Nivel Profesional

Calidad del Proyecto

Calidad del Proyecto

Calidad del Proyecto

Gama de proyectos que cumplen con las normas.  
 Limite inferior de calidad fijado por las normas.  
 Gama de Proyectos que no cumplen con las normas.

EXCELENTE  
 Gama de calidades posibles de los proyectos.  
 PESIMA

Número de proyectos (frecuencia)

Número de proyectos (frecuencia)

Número de proyectos (frecuencia)

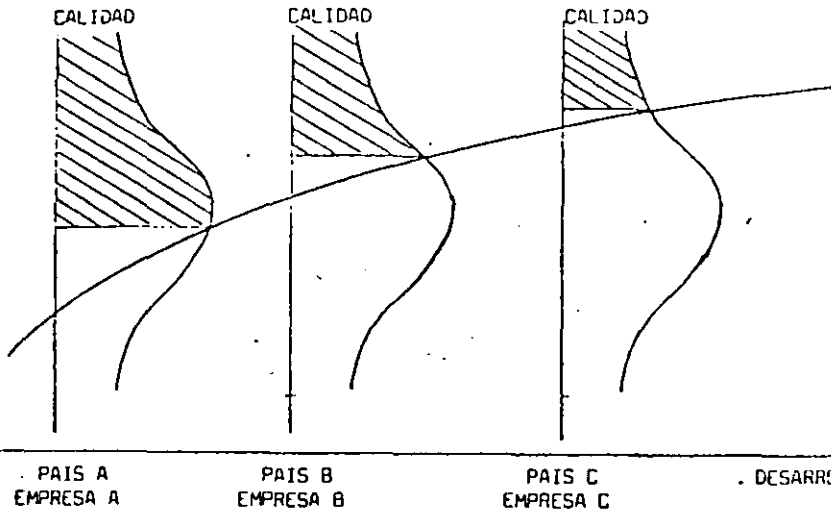


Fig. 4

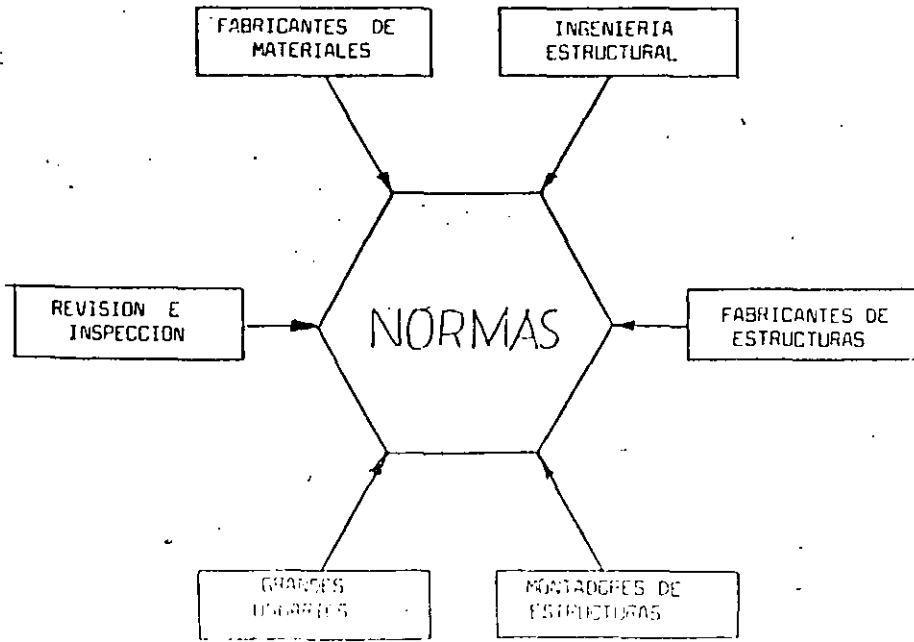


Fig. 5

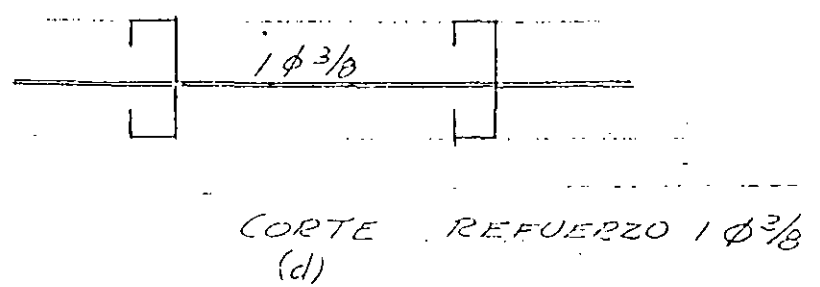
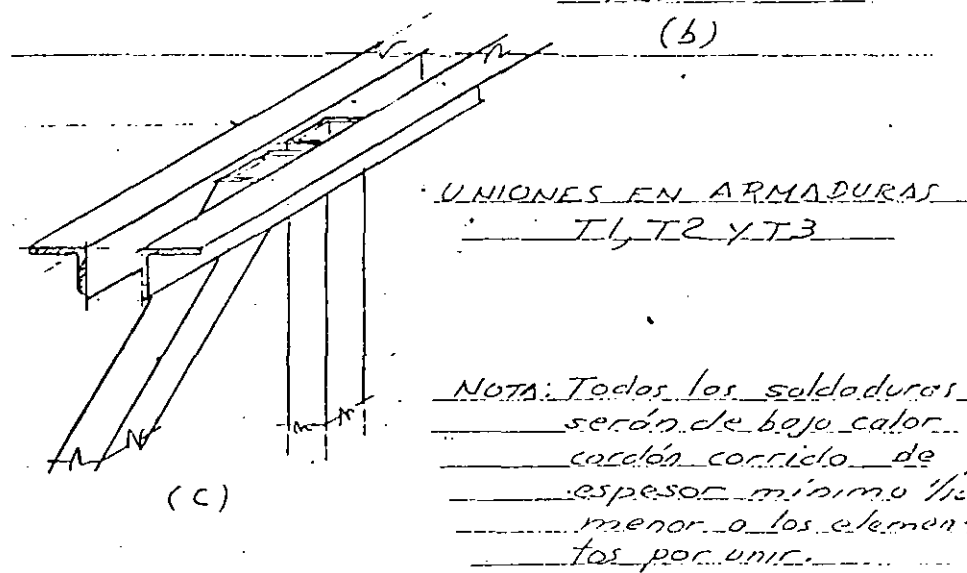
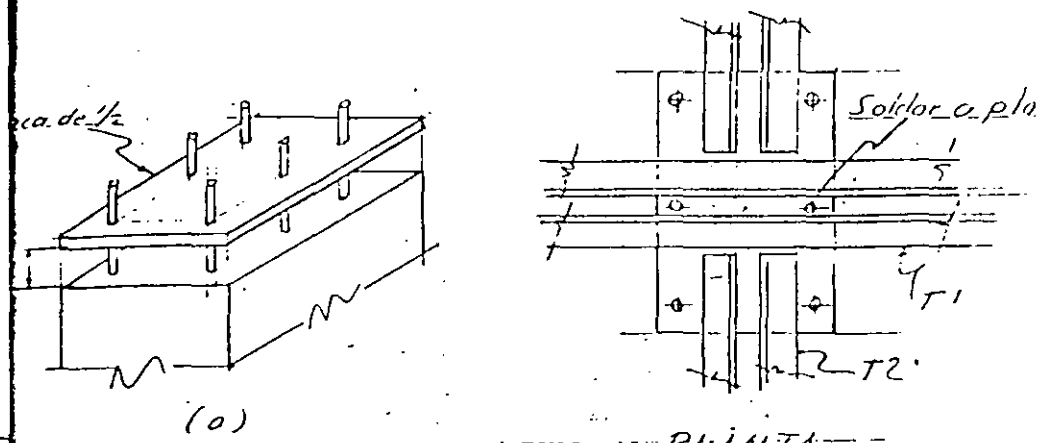


Fig 6



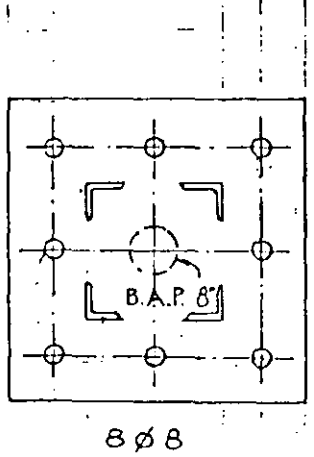
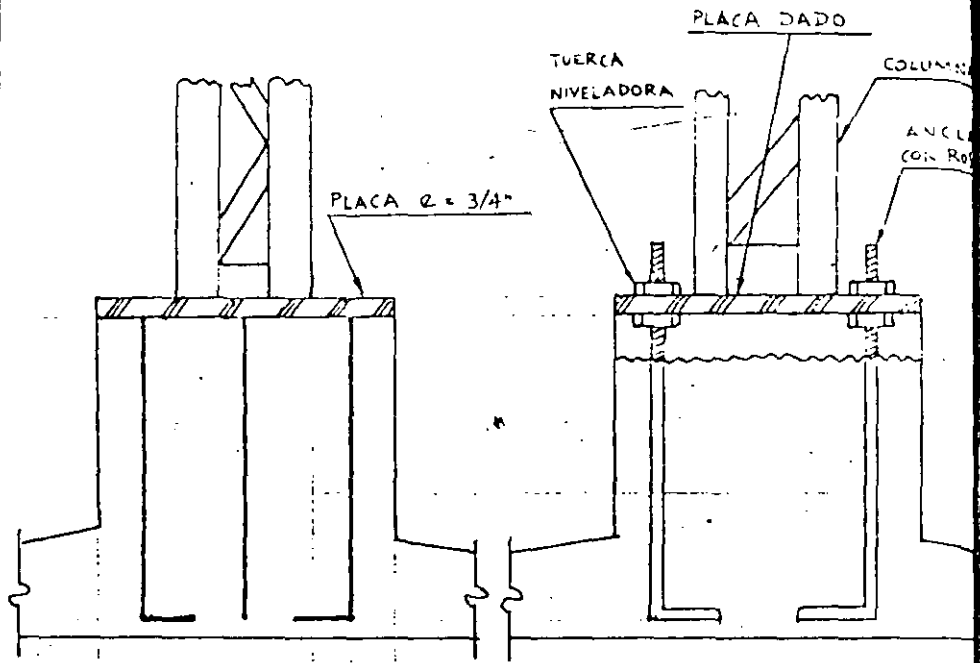


FIGURA 7A

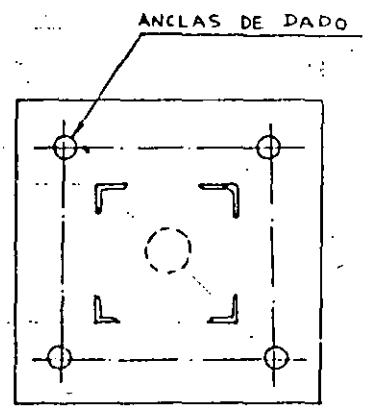


FIGURA 7B

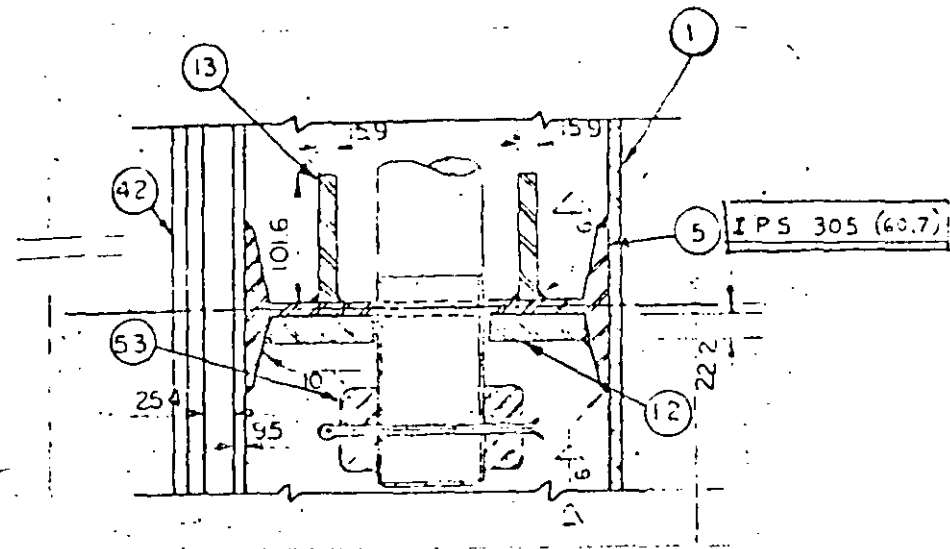


FIGURA 8A

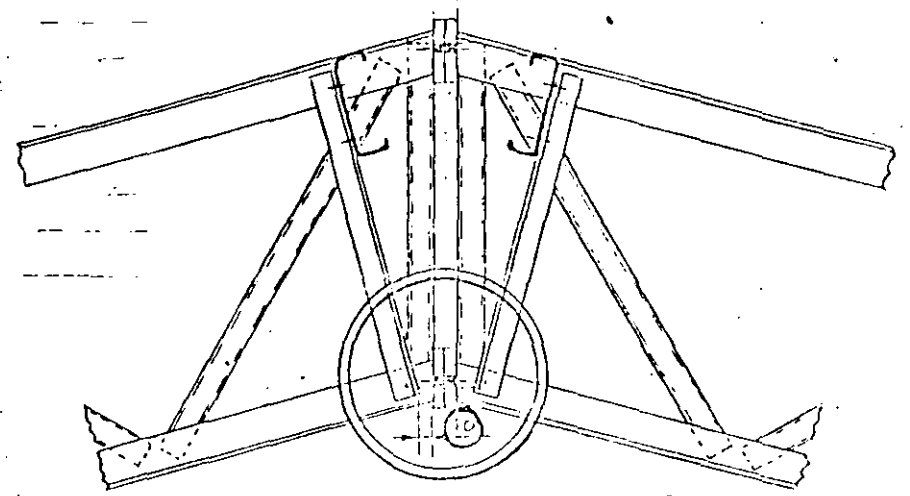


FIGURA 8B

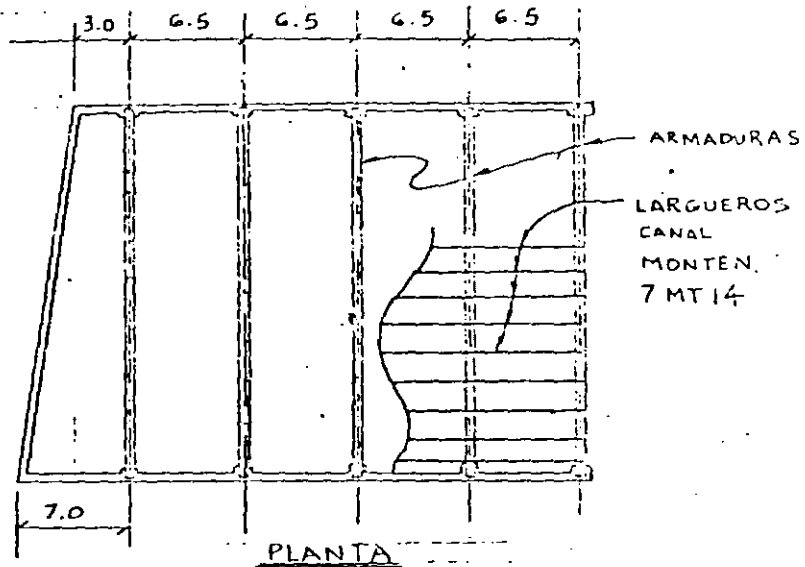
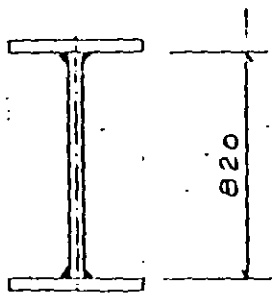


FIGURA 9A



ANCHOS COMERCIALES :

PIES	m.m
3	914
5	1524
6	1829

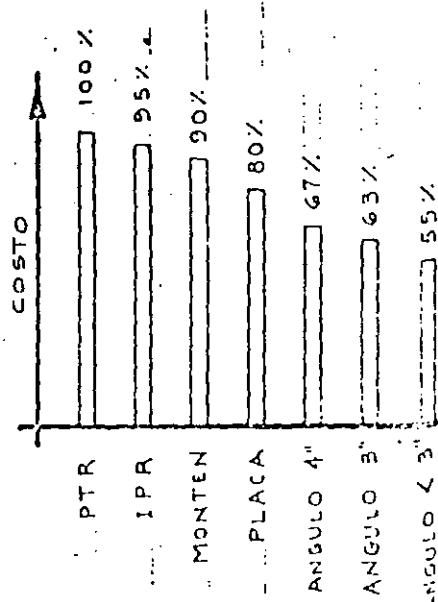


FIGURA 9C

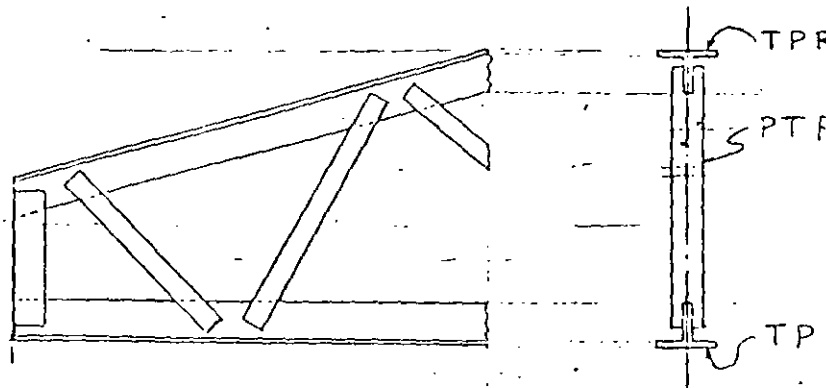
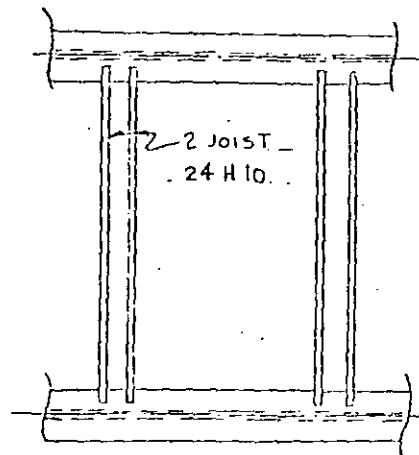


FIGURA 9D



Costo del Joist 24H10 doble :  
\$ 7,500.00/m.

Costo de la armadura sustituta  
construida con perfiles arguiz  
res de alta resistencia ( $F_y =$   
4000kg/cm<sup>2</sup>) : \$ 3,800.00/m.

FIGURA 9E

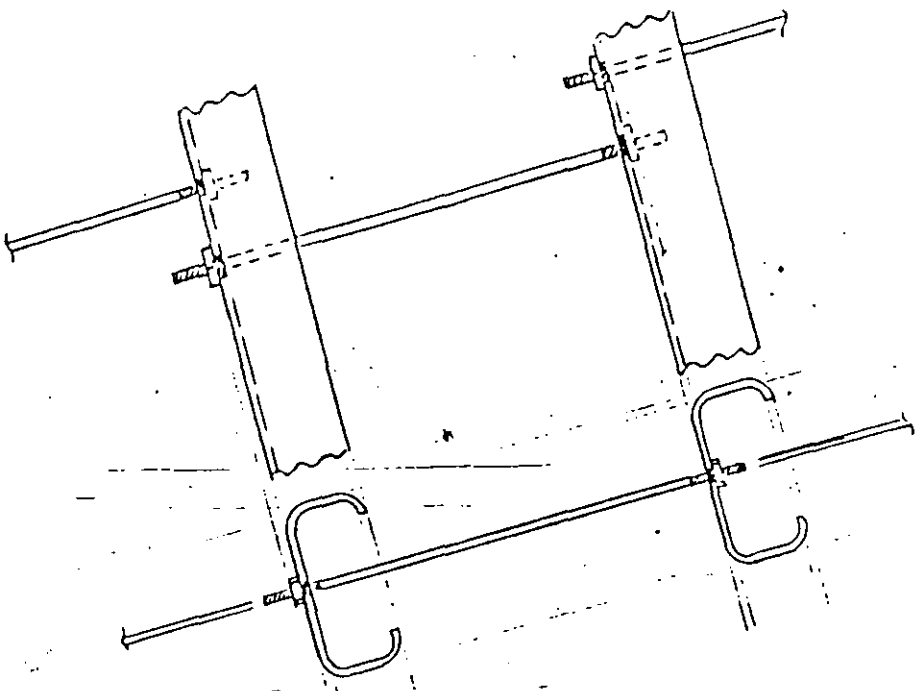


FIGURA 10A

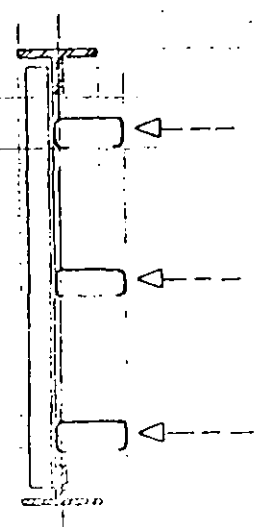
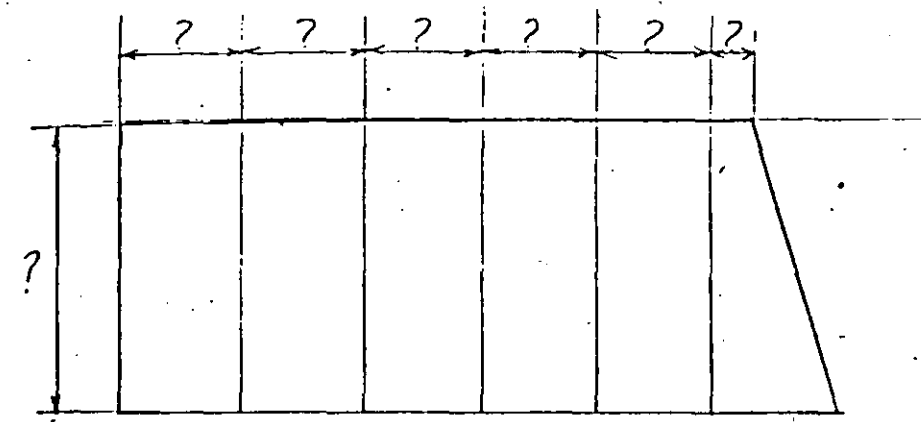
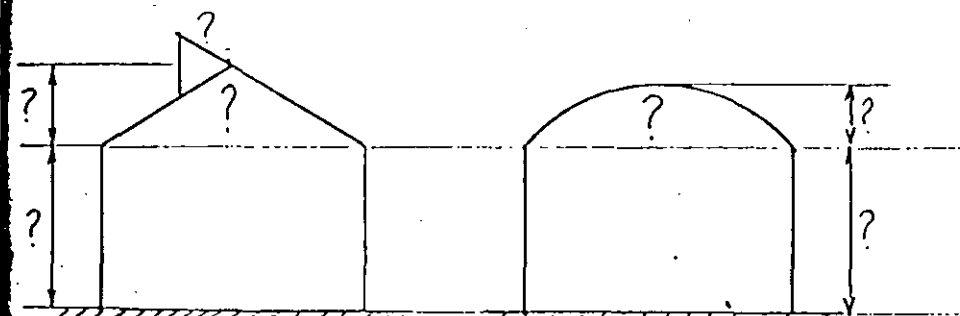


FIGURA 10B



a



b

c

- ¿Cubierta de asbesto cemento, de aluminio, de acero galvanizado,?
- Acero ¿ Que norma? ¿ B254 ? ¿ Armaduras, marcos rígido de alma llena ?
- ¿Material en muro?

Fig. 13

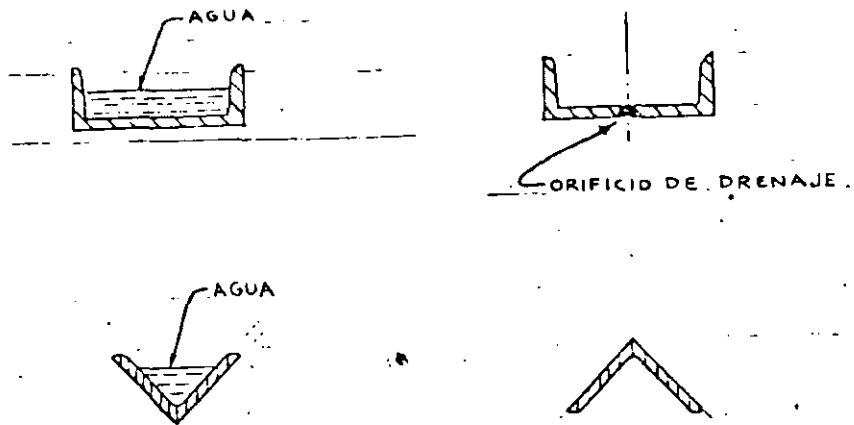


FIGURA 14A

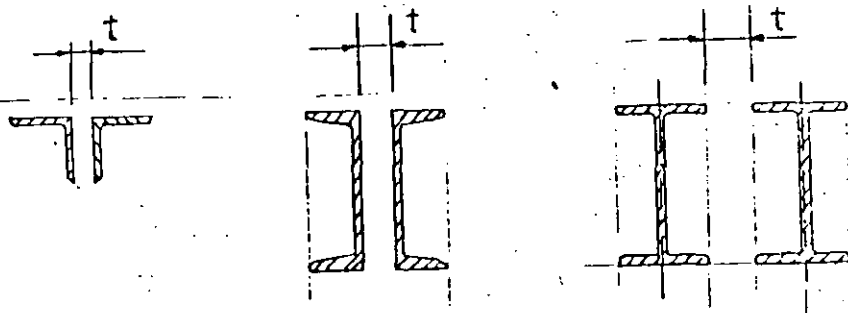
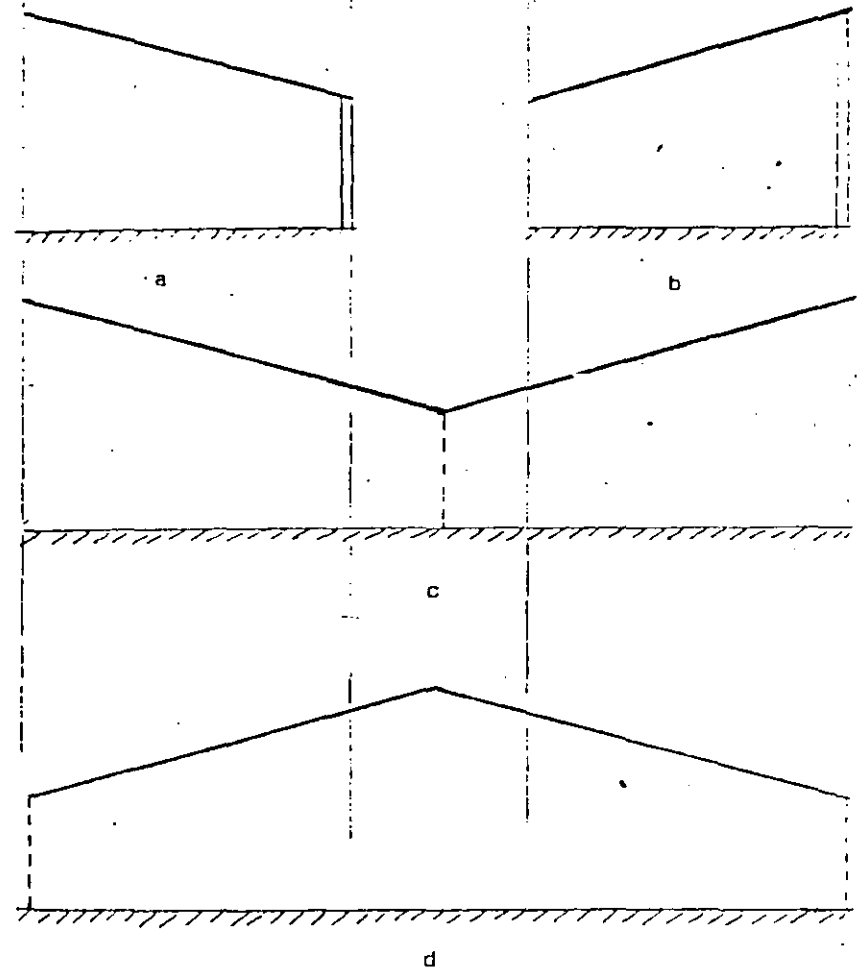


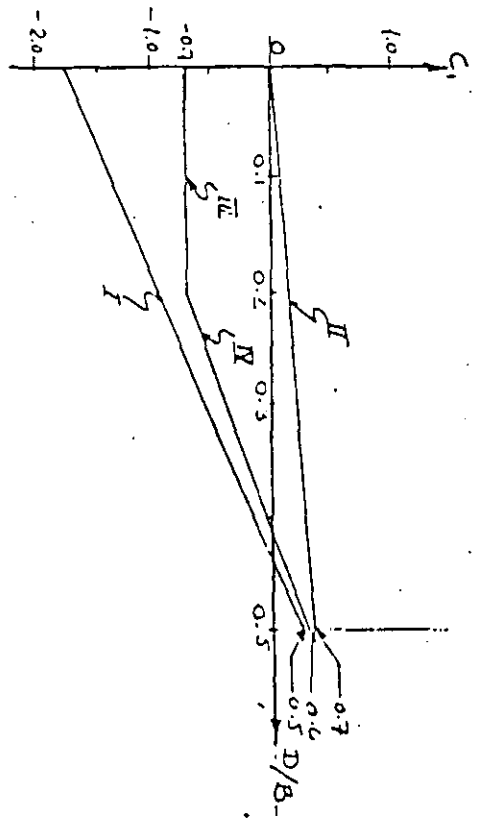
FIGURA 14B



Las líneas punteadas indican que no existen los muros, únicamente columnas.

Para (a) y (b) considerar que no existen muros laterales.

Para (c) y (d) considerar los dos casos : con muros y sin muros laterales.



I	$D/H \leq 0.3$	$C_1 = 4.0$	$D/B = 1.75$	REG. LAMINADO
II	$D/H = 1.0$	$C_1 = 1.4$	$D/B$	REG. LAMINADO
III	—	$C_1 = 0.7$	—	MANUAL
IV	—	$C_1 = 4.35$	$D/B = 1.57$	MANUAL

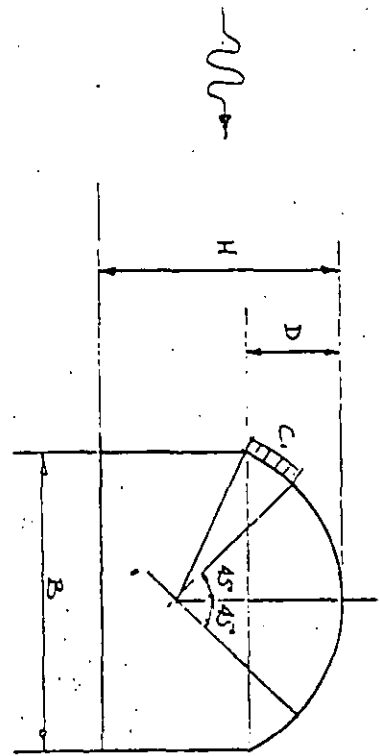
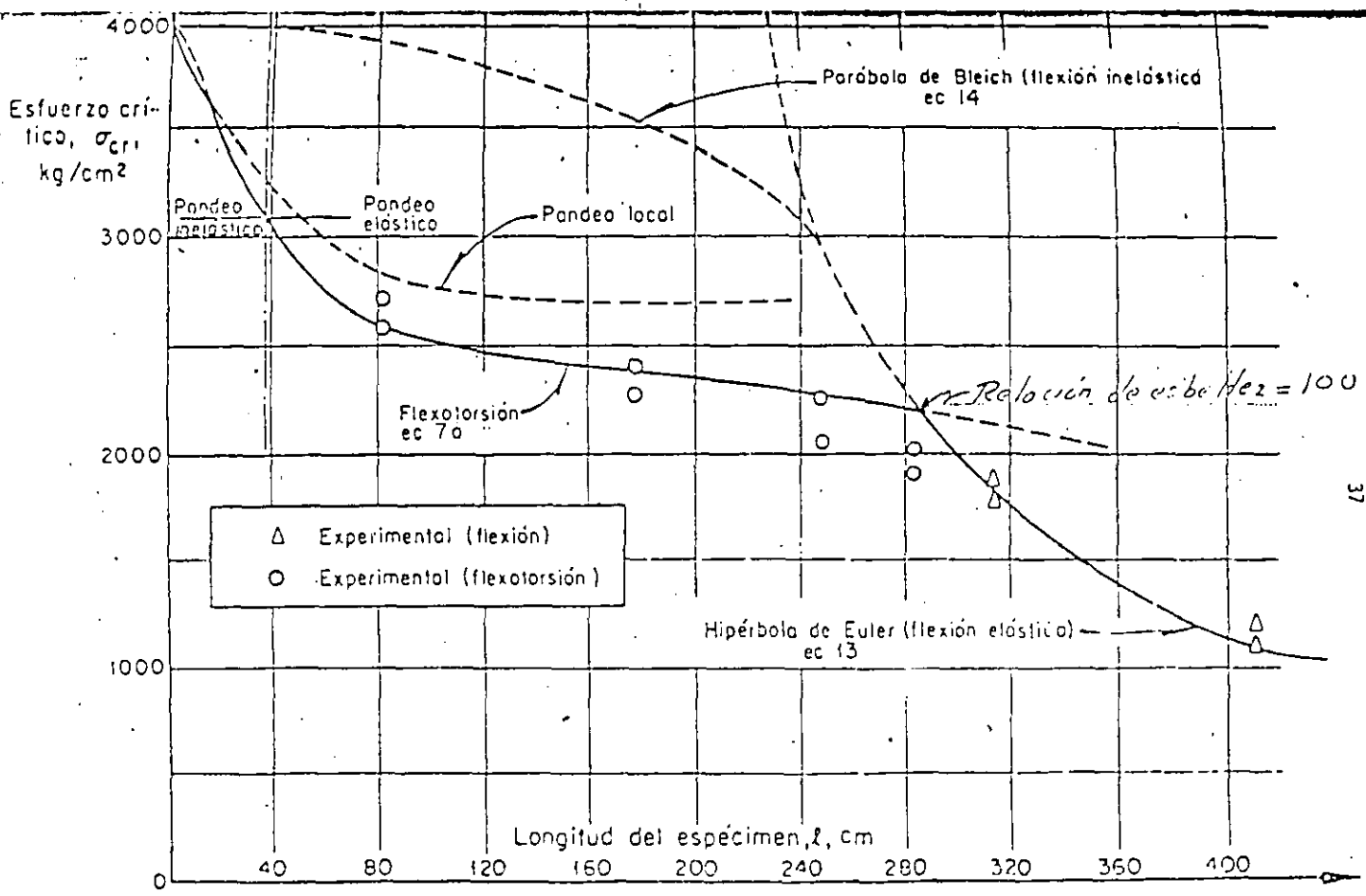
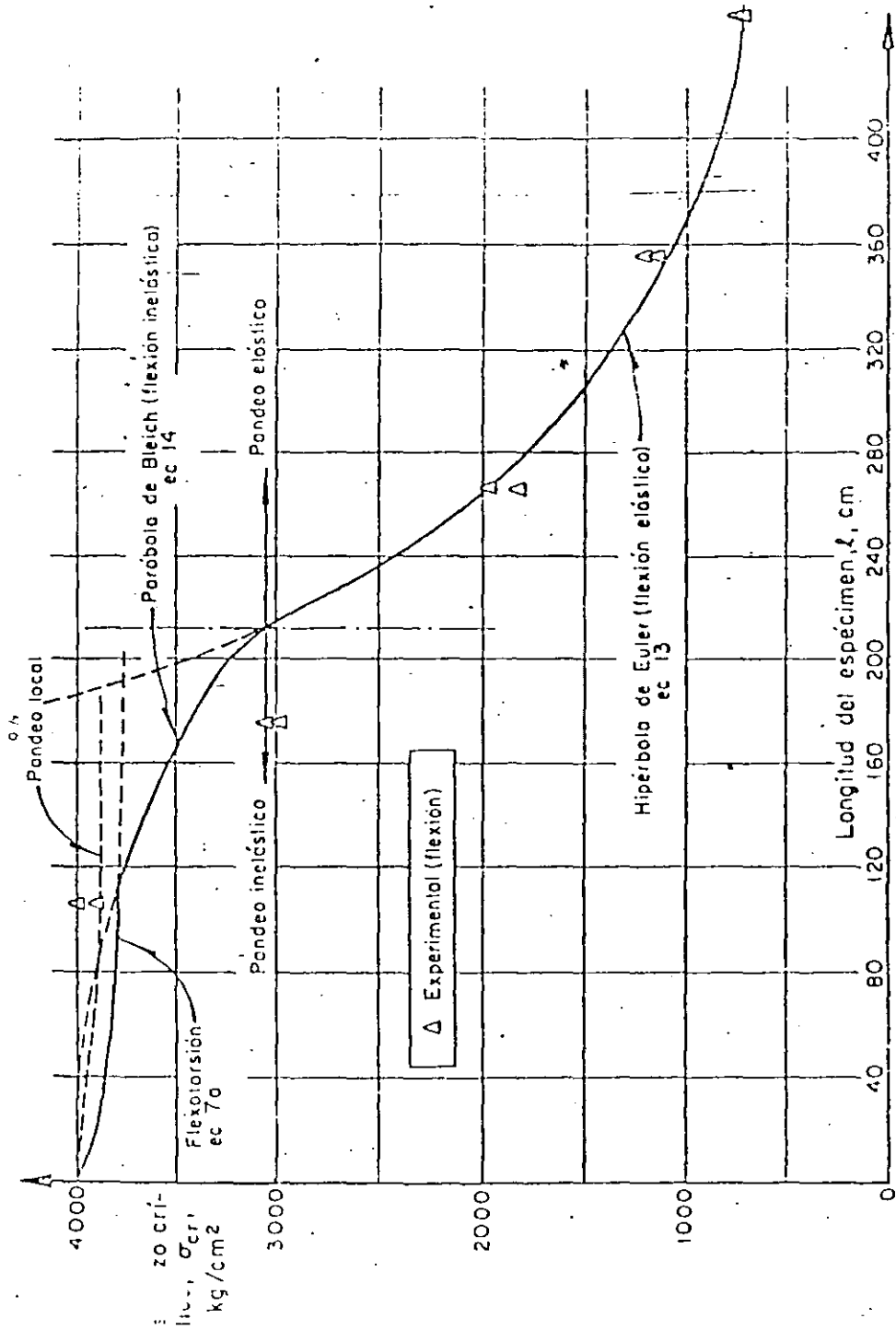


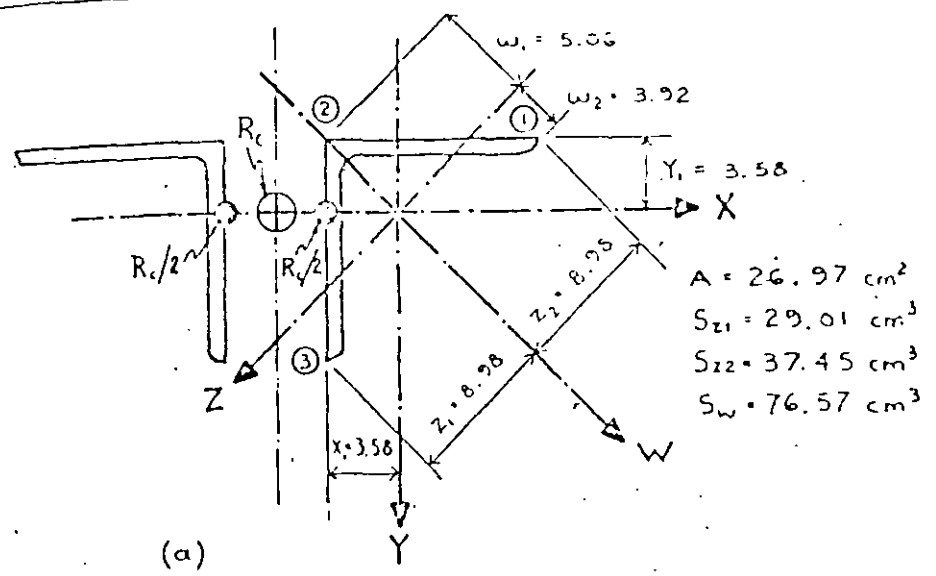
Fig. 16



Curvas de esfuerzos críticos de los tipos de pandeo posible vs. la longitud de los ángulos de 5" x 5/16", sujetos a compresión. FIG. 17.



Curvas de esfuerzos críticos de los tipos de pandeo posible vs. la longitud de los ángulos de



$R_c = 86\ 560\ \text{Kg.}$   
 $N_{ADM} = R_c / \sqrt{2} = 86\ 560 / 1.4 = 61\ 829\ \text{Kg.}$   
 $M_w = (N_{ADM} / 2) Y_1 \cos 45^\circ = 78\ 246\ \text{Kg cm.}$   
 $M_z = M_w = 78\ 246\ \text{Kg cm.}$

VALOR DEL ESFUERZO EN LOS PUNTOS 1, 2 y 3:  
 $f_1 = -N_{ADM} / 2A + M_z / S_{z2} + M_w / S_w = 1965\ \text{Kg/cm}^2.$   
 $f_2 = -N_{ADM} / 2A - M_z / S_{z1} = -3843\ \text{Kg/cm}^2.$   
 $f_3 = -N_{ADM} / 2A + M_z / S_{z2} - M_w / S_w = -79\ \text{Kg/cm}^2.$

SEGUN LA HIPOTESIS DE DISEÑO EL ESFUERZO ES UNIFORME Y TIENE UN VALOR DE  $-1146\ \text{Kg/cm}^2$

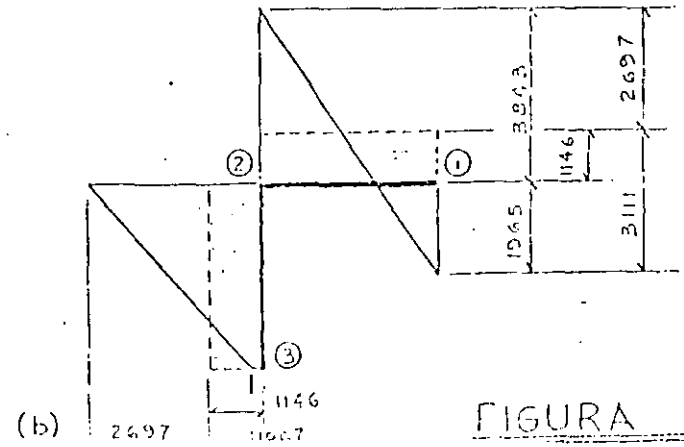
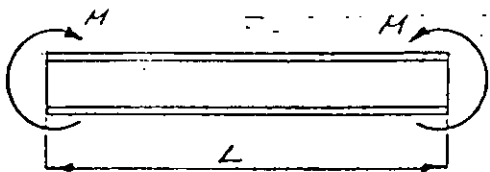


FIGURA 19



$$M_c = \frac{\pi}{L} \sqrt{E I_y G K_T + E^2 C_0 \frac{\pi^2}{L^2} I_y}$$

$$M_c = \frac{E A t}{L I_y} C_b F_r \quad (13)$$

$$M_c = \frac{4.7 E A d}{(L I_y)^2} C_b F_r \quad (14)$$

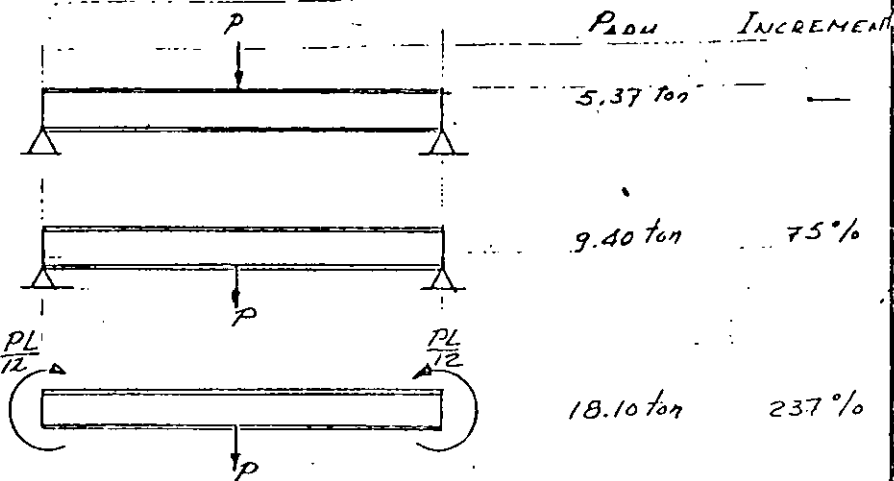


FIG 20

PREQUALIFIED WELDED JOINTS  
Complete penetration groove welds

Single bevel groove weld (11)		Base metal thickness (U = unlimited)		Groove preparation		Permitted welding positions		Gas shielding				
Welding process	Joint designation	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	Root opening	Groove angle	As detailed	As detailed	As detailed	As detailed			
		SMAW	B U <sub>45</sub>	U	-					R = 1/4 α = 45°	α = 45°	All
GMAW FCAW	B U <sub>45</sub> GF	U	-	R = 3/8 α = 30°	α = 30°	F, OH	-	-	-			
				R = 3/16 α = 45°	α = 45°					All	Required	A, B
				R = 1/4 α = 45°	α = 45°					All	Required	A, B
				R = 3/8 α = 30°	α = 30°					Flat	Not req.	A, B
R = 1/4 α = 45°	α = 45°	All	Not req.	A, B								
Single bevel groove weld (14)		Base metal thickness (U = unlimited)		Groove preparation		Permitted welding positions		Gas shielding				
T-joint (T) Corner joint (C)		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	Root opening	Groove angle	As detailed	As detailed	As detailed	As detailed			
Welding process	Joint designation	U	U	R = 1/4 α = 45°	α = 45°					All	-	J, V
		SMAW	TC U <sub>45</sub>	U	U	R = 3/8 α = 30°	α = 30°	F, OH	-			
GMAW FCAW	TC U <sub>45</sub> GF	U	U	R = 3/16 α = 30°	α = 30°	All	Required	A, J, V				
				R = 3/8 α = 30°	α = 30°				All	Required	A, J, V	
				R = 1/4 α = 45°	α = 45°				All	Not req.	A, J, V	
				R = 3/8 α = 30°	α = 30°				Flat	-	J, V	
R = 1/4 α = 45°	α = 45°	Flat	-	J, V								

Notes: Note J, Note V, Note K.

See Notes on page preceding Prequalified Weld Joint Tables.

JUNTAS SOLDADAS PRECALIFICADAS.

FIGURA 21

FRAMED BEAM CONNECTIONS

Bolted

TABLE II Allowable loads in kips

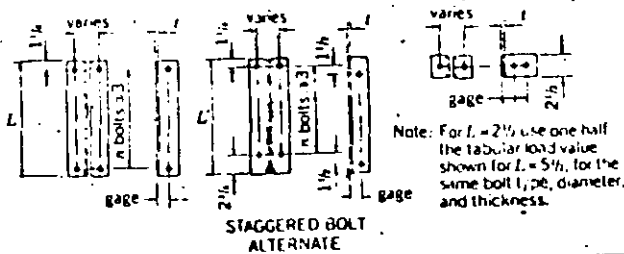


TABLE II-A Bolt Shear<sup>a</sup>

For bolts in bearing-type connections with standard or slotted holes.

Bolt Type	A325 N			A490 N			A325 X			A490 X			
	21			28			30			40			
Bolt Diam. d (in.)	3/8	1/2	1	3/8	1/2	1	3/8	1/2	1	3/8	1/2	1	
Angle Thickness t (in.)	3/16	3/8	3/4	3/8	3/4	3/4	3/8	3/4	3/4	3/8	3/4	3/4	
L (in.)	L' (in.)	n											
2 9/16	3 1/8	10	186	253	330	247	337	440 <sup>b</sup>	265	361	4	353	453 <sup>c</sup>
2 3/8	3 1/4	9	167	227	297	223	303	396 <sup>b</sup>	239	325	4	318	408 <sup>c</sup>
2 1/2	3 1/8	8	148	202	264	198	269	352 <sup>b</sup>	212	289	4	283	363 <sup>c</sup>
2 1/4	3 1/4	7	130	177	231	173	236	309 <sup>b</sup>	186	253	4	247	317 <sup>c</sup>
1 7/8	2 3/4	6	111	152	198	149	202	264 <sup>b</sup>	159	216	272 <sup>c</sup>	212	272 <sup>c</sup>
1 3/4	2 3/4	5	97	126	165	124	168	220 <sup>b</sup>	133	180	277 <sup>c</sup>	177	227 <sup>c</sup>
1 1/2	2 1/4	4	74	101	132	99	135	176 <sup>b</sup>	106	144	281 <sup>c</sup>	141	181 <sup>c</sup>
1 1/4	2 1/4	3	55.7	75.8 <sup>b</sup>	99.0	74.2	101 <sup>b</sup>	132 <sup>b</sup>	79.5 <sup>b</sup>	108	136 <sup>b</sup>	106 <sup>b</sup>	136 <sup>b</sup>
1 1/8	2 1/4	2	37.1	50.5 <sup>b</sup>	66.0	49.5	67.3 <sup>b</sup>	88.0 <sup>b</sup>	53.0 <sup>b</sup>	72.2	90.6 <sup>b</sup>	70.7 <sup>b</sup>	90.6 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Tabulated load values are based on double shear of bolts unless noted. See AISC Specification, Appendix E, for other surface conditions.  
<sup>b</sup> Capacity shown is based on double shear of the bolts; however, for length L, net shear on the angle thickness specified is critical. See Table II-C.  
<sup>c</sup> Capacity shown is based on bearing capacity of 1 1/4" end distance [Specification Eq. (16-2)] on A36 angles of thickness specified; however, for length L, net shear on this angle is critical. See Table II-C.  
<sup>d</sup> Capacity is governed by net shear on angles for lengths L and L'. See Table II-C.

CONEXIONES ESTANDAR.

FIGURA 23

Oscar Hernando Basilio (I)

RESUMEN

Con la intención de adquirir conocimiento sobre la problemática de la capacidad de ángulos en compresión, se procedió a realizar un programa experimental exploratorio para determinar:

- El factor de longitud efectiva real (K) para un tipo específico de unión entre miembros principales y secundarios utilizado en torres de transmisión.
- El efecto del número de tornillos y las condiciones de ajuste y sujeción de la junta en el factor de longitud efectiva.
- La aproximación de las expresiones de diseño actuales en el rango inelástico.

Para lograr lo anterior se ensayaron en compresión axial modelos a escala reducida de especímenes sencillos y de segmentos que representaban la parte central de patas de torres con retenidas.

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Desde hace algún tiempo la C.F.E. ha mostrado interés por encontrar nuevos sistemas estructurales y metodologías de diseño de líneas de transmisión que tengan como objetivo reducir el costo de las estructuras de soporte. Por lo que respecta a los sistemas estructurales, se ha visto que las denominadas torres con retenidas conducen a disminuir el peso de las estructuras; también se ha constatado que al realizar un diseño utilizando criterios de estados límite se obtienen sistemas estructurales seguros y económicos. No obstante lo anterior, se considera que existen otros factores que, de conocer su efecto, permitirán formular diseños aún más económicos. Algunos de estos aspectos son: el factor de longitud efectiva (K), las fórmulas de diseño y los detalles constructivos.

Los detalles constructivos son importantes a medida que permitan obtener conexiones menos complicadas redundando en un menor peso de las torres de transmisión por los centenares de juntas que éstas tienen. Este problema será investigado en un futuro cercano.

El factor de longitud efectiva también es un parámetro importante ya que la resistencia de un elemento en compresión disminuye con el cuadrado de su longitud. Existen valores de este parámetro que han sido deducidos de consideraciones teóricas, pero si se desea hacer un diseño más realista, es necesario conocer su variación con respecto a las condiciones reales de sujeción en las torres de transmisión.

En lo que concierne a las fórmulas que se usan en el diseño, es conveniente mencionar que las que se emplean actualmente fueron desarrolladas para secciones tipo I o H, que distan de tener el mismo comportamiento ante cargas de compresión que las secciones ángulo, que son las que se utilizan con mayor frecuencia en torres de transmisión.

(I) Investigador, Depto. Ing. Civil, Instituto de Investigaciones Eléctricas.



**ESTRUCTURAS DE ACERO.**

Se tomarán precauciones especiales cuando las estructuras estén expuestas a humedades, humos, vapores industriales u otros agentes altamente corrosivos.

**6.5 Fuego y explosiones**

Las estructuras deberán protegerse contra el fuego, para evitar pérdidas de resistencia ocasionadas por las altas temperaturas. El tipo y las propiedades de la protección utilizada dependerán de las características de la estructura, de su uso y del contenido de material combustible.

En casos especiales se tomarán precauciones contra los efectos de explosiones, buscando restringirlos a zonas que no pongan en peligro la estabilidad de la estructura.

**7. EFECTOS DE CARGAS VARIABLES REPETIDAS (FATIGA)**

Pocos son los miembros o conexiones de edificios convencionales que requieren un diseño por fatiga, puesto que las variaciones de cargas en esas estructuras ocurren, en general, un número pequeño de veces, o producen sólo pequeñas fluctuaciones en los valores de los esfuerzos. Las cargas de diseño por viento o por sismo son poco frecuentes, por lo que no se justifica tener en cuenta consideraciones de fatiga. Sin embargo, hay algunos casos, de los que son típicos las trabes que soportan grúas viajeras y algunos elementos que soportan maquinaria y equipo, en los que las estructuras están sujetas a condiciones de carga que pueden ocasionar fallas por fatiga.

En general, el diseño de elementos estructurales y conexiones que quedarán sometidos a la acción de cargas variables, repetidas un número elevado de veces durante su vida útil, debe hacerse de manera que se tenga un factor de seguridad adecuado contra la posibilidad de falla por fatiga.

**8. FALLA FRÁGIL**

Los procedimientos de diseño de estas normas son válidos para aceros y elementos estructurales que tengan un comportamiento dúctil; por tanto, deberán evitarse todas aquellas condiciones que puedan ocasionar una falla frágil, tales como el empleo de aceros con altos contenidos de carbono, la operación de las estructuras a temperaturas muy bajas, la aplicación de cargas que produzcan impacto importante, la presencia excesiva de discontinuidades en forma de muescas en la estructura y las condiciones de carga que produzcan un estado triaxial de esfuerzos en el que la relación entre el cortante máximo y

la tensión máxima sea muy pequeña, y sobre todo deberá evitarse la presencia simultánea de varias de esas condiciones.

En los casos, poco frecuentes, en que las condiciones de trabajo puedan provocar fallas de tipo frágil, se emplearán materiales de alta ductilidad que puedan fluir ampliamente en puntos de concentración de esfuerzos, o la estructura se diseñará de manera que los esfuerzos que se presenten en las zonas críticas sean suficientemente bajos para evitar la propagación de las grietas que caracterizan las fallas frágiles.

**9. OTROS METALES**

En el diseño de estructuras formadas por metales que no sean acero se procederá de manera que la estructura terminada presente características por lo menos tan satisfactorias como una de acero que cumpla los requisitos de estas Normas Técnicas en lo que respecta a estabilidad, deformaciones permisibles y durabilidad. Para ello se tomarán en cuenta las características propias del material en cuestión, relativas a:

Curva esfuerzo-deformación.

Efectos de cargas de larga duración.

Efectos de repetición de cargas.

Ductilidad y sensibilidad a concentraciones de esfuerzos.

Efectos de soldadura en caso de emplearla.

Posibilidad de corrosión.

**10. EJECUCION DE LAS OBRAS****10.1 Dibujos**

La fabricación y el montaje de las estructuras se basarán en dibujos de taller y de montaje, preparados de antemano, en los que se proporcionará toda la información necesaria para la fabricación de los elementos que las componen, incluyendo la posición, tipo y tamaño de todas las soldaduras, tornillos y remaches. Se distinguirán claramente los elementos de conexión que se colocarán en taller de los que se pondrán en obra.

Los dibujos de taller se harán siguiendo la práctica más moderna, y en su elaboración se tendrán en cuenta los

factores de rapidez y economía en fabricación y montaje que sean significativos en cada caso.

## 10.2 Fabricación

### 10.2.1 Enderezado

Todo el material que se vaya a utilizar en estructuras debe enderezarse previamente, excepto en los casos en que por las condiciones del proyecto tenga forma curva. El enderezado se hará de preferencia en frío, por medios mecánicos, pero puede aplicarse también calor, en zonas locales. La temperatura de las zonas calentadas, medida por medio de procedimientos adecuados, no debe sobrepasar 650°C.

### 10.2.2 Cortes

Los cortes pueden hacerse con cizalla, sierra o soplete; estos últimos se harán, de preferencia, a máquina. Los cortes con soplete requieren un acabado correcto, libre de rebabas. Se admiten muescas o depresiones ocasionales de no más de 5 mm de profundidad, pero todas las que tengan profundidades mayores deben eliminarse con esmeril o repararse con soldadura. Los cortes en ángulo deben hacerse con el mayor radio posible, nunca menor de 15 mm, para proporcionar una transición continua y suave. Si se requiere un contorno específico, se indicará en los planos de fabricación.

Las preparaciones de los bordes de piezas en los que se vaya a depositar soldadura pueden efectuarse con soplete.

Los extremos de piezas que transmiten compresión por contacto directo tienen que prepararse adecuadamente por medio de cortes muy cuidadosos, cepillado u otros medios que proporcionen un acabado semejante.

### 10.2.3 Estructuras soldadas

#### 10.2.3.1 Preparación del material

Las superficies que vayan a soldarse estarán libres de costras, escoria, óxido, grasa, pintura o cualquier otro material extraño, debiendo quedar tersas, uniformes y libres de rebabas, y no presentar desgarraduras, grietas u otros defectos que puedan disminuir la eficiencia de la junta soldada; se permite que haya costras de lamina-do que resistan un cepillado vigoroso con cepillo de alambre. Siempre que sea posible, la preparación de bordes por medio de soplete oxiacetilénico se efectuará con sopletes guiados mecánicamente.

#### 10.2.3.2 Armado

Las piezas entre las que se van a colocar soldaduras de filete deben ponerse en contacto; cuando esto no sea posible, su separación no excederá de 5 mm. Si la separación es de 1.5 mm, o mayor, el tamaño de la soldadura de filete se aumentará en una cantidad igual a la separación. La separación entre las superficies en contacto de juntas traslapadas, así como entre las placas de juntas a tope y la placa de respaldo, no excederá de 1.5 mm.

En zonas de la estructura expuestas a la intemperie, que no puedan pintarse por el interior, el ajuste de las juntas que no estén selladas por soldaduras en toda su longitud será tal que, una vez pintadas, no pueda introducirse el agua.

Las partes que se vayan a soldar a tope deben alinearse cuidadosamente, corrigiendo faltas en el alineamiento mayores que 1/10 del grueso de la parte más delgada o que 3 mm.

Siempre que sea posible, las piezas por soldar se colocarán de manera que la soldadura se deposite en posición plana.

Las partes por soldar se mantendrán en su posición correcta hasta terminar el proceso de soldadura, mediante el empleo de pernos, prensas, cuñas, tirantes, puntales u otros dispositivos adecuados, o por medio de puntos provisionales de soldadura. En todos los casos se tendrán en cuenta las deformaciones producidas por la soldadura durante su colocación.

Los puntos provisionales de soldadura deberán limpiarse y fundirse completamente con la soldadura definitiva o, de no ser así, deberán removerse con un esmeril hasta emparejar la superficie original del metal base.

Al armar y unir partes de una estructura o de miembros compuestos se seguirán procedimientos y secuencias en la colocación de las soldaduras que eliminen distorsiones innecesarias y minimicen los esfuerzos de contracción. Cuando sea imposible evitar esfuerzos residuales altos al cerrar soldaduras en conjuntos rígidos, el cierre se hará en elementos que trabajen en compresión.

Al fabricar vigas con cubreplacas y miembros compuestos, deben hacerse las uniones de taller en cada una de las partes que las componen antes de unir las diferentes partes entre sí.

## 10.2.3.3 Soldaduras de penetración completa

En placas a tope de grueso no mayor de 8 mm puede lograrse penetración completa depositando la soldadura por ambos lados, en posición plana, dejando entre las dos placas una holgura no menor que la mitad del grueso de la placa más delgada, y sin preparar sus bordes.

En todos los demás casos deben biselarse los extremos de las placas entre las que va a colocarse la soldadura para permitir el acceso del electrodo, y utilizarse placa de respaldo o, de no ser así, debe quitarse con un cincel o con otro medio adecuado la capa inicial de la raíz de la soldadura, hasta descubrir material sano y antes de colocar la soldadura por el segundo lado, para lograr fusión completa en toda la sección transversal.

Cuando se use placa de respaldo de material igual al metal base, debe quedar fundida con la primera capa de metal de aportación. No es necesario quitar la placa de respaldo, pero puede hacerse si se desea, tomando las precauciones necesarias para no dañar ni el metal base ni el depositado.

Los extremos de las soldaduras de penetración completa deben terminarse de una manera que asegure su seguridad; para ello se usarán, siempre que sea posible, placas de extensión, las que se quitarán después de terminar la soldadura, dejando los extremos de ésta lisos y alineados con las partes unidas.

En soldaduras depositadas en varios pasos debe quitarse la escoria de cada uno de ellos antes de colocar el siguiente.

## 10.2.3.4 Pre calentamiento

Antes de depositar la soldadura, el metal base debe precalentarse a la temperatura indicada en la tabla 10.2.1.

Se exceptúan los puntos de soldadura colocados durante el armado de la estructura que se volverán a fundir y quedarán incorporados en soldaduras continuas realizadas por el proceso de arco sumergido.

TABLA 10.2.1 TEMPERATURA MINIMA DE PRECALENTAMIENTO, EN °C.

Grueso máximo del metal base en el punto de colocación de la soldadura (mm).	Proceso de soldadura	
	Arco eléctrico con electrodo recubierto que no sea de bajo contenido de hidrógeno. Aceros DGN B254-1968, DGN B36-1968 y DNG E99-1972	Arco eléctrico con electrodo recubierto de bajo contenido de hidrógeno, arco sumergido o arco eléctrico protegido con gases inertes. Aceros DGN B254-1968, DGN B36-1968 y DNG E99-1972
Hasta 19, inclusive	Ninguna	Ninguna
Más de 19 a 38, inclusive	70	25
Más de 38 a 64, inclusive	110	70
Más de 64	150	110

Quando el metal base este a una temperatura inferior a 0°C debe precalentarse a 200°C por lo menos a la temperatura indicada en la tabla 10.2.1.5, esta es mayor, antes de efectuar cualquier soldadura, los puntos para armado. Todo el metal base situado a no más de 7.5 cm de distancia de la soldadura, a ambos lados y delante de ella, debe calentarse a la temperatura especificada, la que debe mantenerse como temperatura mínima durante el proceso de colocación del metal de aportación.

#### 10.2.3.5 Inspección

Antes de depositar la soldadura deben revisarse los bordes de las piezas en los que se colocará, para cerciorarse de que los biselés, holguras, etc., son correctos y están de acuerdo con los planos.

Una vez realizadas, las uniones soldadas deben inspeccionarse ocularmente, y se repararán todas las que presenten defectos aparentes de importancia, tales como tamaño insuficiente, cráteres o socavación del metal base. Toda soldadura agrietada debe rechazarse.

Quando haya dudas, y en juntas importantes de penetración completa, la revisión se complementará por medio de radiografías y/o ensayos no destructivos de otros tipos. En cada caso se hará un número de pruebas no destructivas de soldadura de taller suficiente para abarcar los diferentes tipos que haya en la estructura y poderse formar una idea general de su calidad. En soldaduras de campo se aumentará el número de pruebas, y éstas se efectuarán en todas las soldaduras de penetración en material de más de dos centímetros de grueso y en un porcentaje elevado de las soldaduras efectuadas sobre cabeza.

#### 10.2.4 Estructuras remachadas o atornilladas

##### 10.2.4.1 Armado

Todas las partes de miembros que estén en proceso de colocación de remaches o tornillos se mantendrán en contacto entre sí rigidamente, por medio de tornillos provisionales. Durante la colocación de las partes que se unirán entre sí no debe distorsionarse el metal ni agrandarse los agujeros. Una concordancia pobre entre agujeros es motivo de rechazo.

Las superficies de partes unidas con tornillos de alta resistencia que estén en contacto con la cabeza del tornillo o con la tuerca tendrán una pendiente no mayor que 1:20 con respecto a un plano normal al eje del tor-

nillo. Si la pendiente es mayor se utilizarán roldanas para contener la faja de parabolinos. Las juntas con los tornillos de alta resistencia deberán ajustarse perfectamente, sin que haya ningún material compresible entre ellas. Todas las superficies de las juntas, incluyendo las adyacentes a las roldanas, estarán libres de costras de laminado, exceptuando las que resistan un cepillado vigoroso hecho con cepillo de alambre, así como de basura, escoria, o cualquier otro defecto que impida que las partes se asienten perfectamente. Las superficies de contacto en conexiones por fricción estarán libres de aceite, pintura, y otros recubrimientos, excepto en los casos en que se cuente con información sobre el comportamiento de conexiones entre partes con superficies de características especiales.

A todos los tornillos A325 y A490 se les dará una tensión de apriete no menor que la indicada en la tabla 5.3.1. Esa tensión se dará por el método de la vuelta de la tuerca o se revisará por medio de un indicador directo de tensión. Cuando se emplea el método de la vuelta de la tuerca no se requieren roldanas endurecidas, excepto cuando se usan tornillos A490 para conectar material que tenga un límite de fluencia especificado menor que 2300 kg/cm<sup>2</sup>; en ese caso se colocarán roldanas endurecidas bajo la tuerca y la cabeza del tornillo.

##### 10.2.4.2 Colocación de remaches y tornillos ordinarios A307

Los remaches deben colocarse por medio de remachadoras de compresión u operadas manualmente, neumáticas, hidráulicas o eléctricas. Una vez colocados, deben llenar totalmente el agujero y quedar apretados, con sus cabezas en contacto completo con la superficie.

Los remaches se colocan en caliente; sus cabezas terminadas deben tener una forma aproximadamente semi-esférica, enteras, bien acabadas y concéntricas con los agujeros, de tamaño uniforme para un mismo diámetro. Antes de colocarlos se calientan uniformemente a una temperatura no mayor de 1000°C, la que debe mantenerse a no menos de 540°C durante la colocación.

Antes de colocar los remaches o tornillos se revisará la posición, alineamiento y diámetro de los agujeros, y posteriormente se comprobará que sus cabezas estén formadas correctamente y se revisarán por medios acústicos y, en el caso de tornillos, se verificará que las tuercas estén correctamente apretadas y que se hayan colocado las roldanas, cuando se haya especificado su uso. La rosca del tornillo debe sobresalir de la tuerca no menos de 3 mm

### 10.2.4.3 Agujeros para construcción atornillada o remachada

Los tipos de agujeros reconocidos por estas normas son los estándar, los sobredimensionados, los alargados cortos y los alargados largos. Las dimensiones nominales de los agujeros de cada tipo no excederán las indicadas en la tabla 10.2.2. La dimensión nominal se define como el agujero producido por un punzón, taladro, o escariador del tamaño indicado para el agujero.

Los agujeros serán estándar, excepto en los casos en que el diseñador apruebe, en conexiones atornilladas, el uso de agujeros de algún otro tipo.

Los agujeros sobredimensionados y los alargados están prohibidos en conexiones remachadas.

Los agujeros pueden punzonarse en material de grueso no mayor que el diámetro nominal de los remaches o tornillos más tres milímetros (1/8"), pero deben taladrarse o punzonarse a un diámetro menor, y después rimarse, cuando el material es más grueso. El dado para todos los agujeros subpunzonados, y el taladro para los subtaladrados, debe ser cuando menos 1.5 mm (1/16") menor que el diámetro nominal del remache o tornillo.

No se permite el uso de botador para agrandar agujeros, ni el empleo de soplete para hacerlos.

Los agujeros sobredimensionados pueden usarse en cualquiera o en todas las placas de conexiones diseñadas para trabajar por fricción, pero no deben usarse en conexiones por aplastamiento. Se colocarán roldanas endurecidas cuando haya agujeros sobredimensionados en las placas exteriores.

Los agujeros alargados cortos pueden usarse en cualquiera o en todas las placas de conexiones diseñadas para trabajar por fricción o por aplastamiento. En conexiones por fricción los agujeros pueden tener cualquier orientación, pero en conexiones por aplastamiento su dimensión mayor debe ser normal a la dirección de la carga. Se colocarán roldanas, que serán endurecidas cuando se usen tornillos de alta resistencia, cuando los agujeros alargados cortos estén en una placa exterior.

Los agujeros alargados largos sólo pueden usarse en una de las dos partes que están en contacto en cada superficie de falla individual, tanto en conexiones por fricción como por aplastamiento. Los agujeros pueden tener cualquier orientación en conexiones por fricción, pero en conexiones por aplastamiento su dimensión mayor debe ser normal a la dirección de la carga. Cuando se usen agujeros alargados largos en una placa exterior, deben colocarse roldanas de placa, o una barra continua con agujeros estándar, que tenga un tamaño suficiente para cubrir por completo los agujeros alargados. En conexiones con tornillos de alta resistencia, esas roldanas de placa o barras continuas tendrán un grueso no menor de 8 mm, y serán de material de grado estructural, no endurecido. Si, de acuerdo con las normas, se requiere usar roldanas endurecidas con los tornillos de alta resistencia, se colocarán sobre la roldana de placa o la barra.

### 10.2.5 Tolerancias en las dimensiones

Las piezas terminadas en taller deben estar libres de torceduras y dobleces locales, y sus juntas deben quedar acabadas correctamente. En miembros que trabajarán en compresión en la estructura terminada no se permiten desviaciones, con respecto a la línea recta que une sus

TABLA 10.2.2 DIMENSIONES NOMINALES DE LOS AGUJEROS

Diámetro del tornillo		Estándar (Diám)		Sobredimensionados (Diám)		Alargados cortos (Ancho × Long.)		Alargados largos (Ancho × Long.)	
mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	Pulg.	mm	mm	Pulg.
12.7	1/2	14.3	9/16	15.9	5/8	3/16 × 1 1/16	14.3 × 17.5	14.3 × 31.8	3/16 × 1 1/4
15.9	5/8	17.5	11/16	20.6	7/8	1/4 × 3/4	17.5 × 22.2	17.5 × 39.7	1/4 × 1 9/16
19.0	3/4	20.6	13/16	23.8	15/16	5/16 × 1	20.6 × 25.4	20.6 × 47.6	5/16 × 1 7/8
22.2	7/8	23.8	15/16	27.0	1 1/16	3/8 × 1 1/8	23.8 × 28.6	23.8 × 55.6	3/8 × 2 3/16
25.4	1	27.0	1 1/16	31.8	1 1/4	1 1/16 × 1 5/16	27.0 × 33.3	27.0 × 63.5	1 1/16 × 2 1/2
≥ 28.6	≥ 1 1/8	D+1.5	D+3/16	D+7.9	D+5/16	(D+3/16) × (D+3/8)	(D+1.5) × (D+9.5)	(D+1.5) × (2.5 D)	(D+3/16) × (2.5 D)

extremos, mayores de un milésimo de la distancia entre puntos que estarán soportados lateralmente en la estructura terminada.

La discrepancia máxima, con respecto a la longitud teórica, que se permite en miembros que tengan sus dos extremos cepillados para trabajar por contacto directo, es un milímetro. En piezas no cepilladas, de longitud no mayor de diez metros, se permite una discrepancia de 1.5 mm, la que aumenta a 3 mm cuando la longitud de la pieza es mayor que la indicada.

#### 10.2.6 Acabado de bases de columnas

Las bases de columnas y las placas de base cumplirán los requisitos siguientes:

- a) No es necesario cepillar las placas de base de grueso no mayor de 51 mm (2"), siempre que se obtenga un contacto satisfactorio. Las placas de grueso comprendido entre más de 51 mm (2") y 102 mm (4") pueden enderezarse por medio de prensas o, si no se cuenta con las prensas adecuadas, pueden cepillarse todas las superficies necesarias para obtener un contacto satisfactorio (con las excepciones indicadas en los párrafos b y c de esta sección). Si el grueso de las placas es mayor que 102 mm (4") se cepillarán todas las superficies en contacto, excepto en los casos que se indican en los párrafos b y c.
- b) No es necesario cepillar las superficies inferiores de las placas de base cuando se inyecte bajo ellas un mortero de resistencia adecuada que asegure un contacto completo con la cimentación.
- c) No es necesario cepillar las superficies superiores de las placas de base ni las inferiores de las columnas cuando la unión entre ambas se haga por medio de soldaduras de penetración completa.

#### 10.2.7 Pintura

Después de inspeccionadas y aprobadas, y antes de salir del taller, todas las piezas que deban pintarse se limpiarán cepillándolas vigorosamente, a mano, con cepillo de alambre, o con chorro de arena, para eliminar escamas de laminado, óxido, escoria de soldadura, basura y, en general, toda materia extraña. Los depósitos de aceite y grasa se quitarán por medio de solventes.

Las piezas que no requieran pintura de taller se deben limpiar también, siguiendo procedimientos análogos a los indicados en el párrafo anterior.

A menos que se especifique otra cosa, las piezas de acero que vayan a quedar cubiertas por acabados interiores del edificio no necesitan pintarse, y las que vayan a quedar ahogadas en concreto no deben pintarse. Todo el material restante recibirá en el taller una mano de pintura anticorrosiva, aplicada cuidadosa y uniformemente sobre superficies secas y limpias, por medio de brocha, pistola de aire, rodillo o por inmersión.

El objeto de la pintura de taller es proteger el acero durante un periodo de tiempo corto, y puede servir como base para la pintura final, que se efectuará en obra.

Las superficies que sean inaccesibles después del armado de las piezas deben pintarse antes.

Todas las superficies que se encuentren a no más de 5 cm de distancia de las zonas en que se depositarán soldaduras de taller o de campo deben estar libres de materiales que dificulten la obtención de soldaduras sanas o que produzcan humos perjudiciales para ellas.

Cuando un elemento estructural esté expuesto a los agentes atmosféricos, todas las partes que lo componen deben ser accesibles de manera que puedan limpiarse y pintarse.

### 10.3 Montaje

#### 10.3.1 Condiciones generales

El montaje debe efectuarse con equipo apropiado, que ofrezca la mayor seguridad posible. Durante la carga, transporte y descarga del material, y durante el montaje, se adoptarán las precauciones necesarias para no producir deformaciones ni esfuerzos excesivos. Si a pesar de ello algunas de las piezas se maltratan y deforman, deben ser enderezadas o repuestas, según el caso, antes de montarse, permitiéndose las mismas tolerancias que en trabajos de taller.

#### 10.3.2 Anclajes

Antes de iniciar el montaje de la estructura se revisará la posición de las anclas, que habrán sido colocadas previamente, y en caso de que haya discrepancias, en planta o en elevación, con respecto a las posiciones mostradas en planos, se tomarán las providencias necesarias para corregirlas o compensarlas.

#### 10.3.3 Conexiones provisionales

Durante el montaje, los diversos elementos que constituyen la estructura deben sostenerse individualmente o

ligarse entre sí por medio de tornillos, pernos o soldaduras provisionales que proporcionen la resistencia requerida en estas normas, bajo la acción de cargas muertas y esfuerzos de montaje, viento o sismo. Así mismo, deben tenerse en cuenta los efectos de cargas producidas por materiales, equipo de montaje, etc. Cuando sea necesario, se colocará en la estructura el contraviento provisional requerido para resistir los efectos mencionados.

#### 10.3.4 Tolerancias

Se considerará que cada una de las piezas que componen una estructura está correctamente plomeada, nivelada y alineada, si la tangente del ángulo que forma la recta que une los extremos de la pieza con el eje de proyecto no excede de 1/500. En vigas teóricamente horizontales es suficiente revisar que las proyecciones vertical y horizontal de su eje satisfacen la condición anterior.

Deben cumplirse, además, las condiciones siguientes:

1. El desplazamiento del eje de columnas adyacentes a cubos de elevadores, medido con respecto al eje teórico, no es mayor de 25 mm en ningún punto en los primeros 20 pisos. Arriba de este nivel, el desplazamiento puede aumentar 1 mm por cada piso adicional, hasta un máximo de 50 mm.

2. El desplazamiento del eje de columnas exteriores, medido con respecto al eje teórico, no es mayor de 25 mm hacia fuera del edificio, ni 50 mm hacia dentro, en ningún punto en los primeros 20 pisos. Arriba de este nivel, los límites anteriores pueden aumentarse en 1.5 mm por cada piso adicional, pero no deben exceder, en total, de 50 mm hacia fuera ni 75 mm hacia dentro del edificio.

Los desplazamientos hacia el exterior se tendrán en cuenta al determinar las separaciones entre edificios adyacentes indicadas en el art. 211 del Título Sexto del Reglamento.

#### 10.3.5 Alineado y plomeado

No se colocarán remaches, pernos ni soldadura permanente hasta que la parte de la estructura que quede rigidizada por ellos esté alineada y plomeada.

#### 10.3.6 Ajuste de juntas de compresión en columnas

Se aceptarán faltas de contacto por apoyo directo, independientemente del tipo de unión empleado (soldadura de penetración parcial, remaches o tornillos), siempre que la separación entre las partes no exceda de 1.5 mm. Si la separación es mayor de 1.5 mm, pero menor de 6 mm, y una investigación ingenieril muestra que no hay suficiente área de contacto, el espacio entre las dos partes debe rellenarse con láminas de acero de grueso constante. Las láminas de relleno pueden ser de acero dulce, cualquiera que sea el tipo del material principal.

### 11. ESTRUCTURAS DUCTILES

#### 11.1 Alcance

En este capítulo se indican los requisitos que deben cumplirse para que puedan adoptarse valores del factor de comportamiento sísmico  $Q$  iguales a 4.0 o 3.0, de acuerdo con el capítulo 5 de las Normas Técnicas Complementarias para diseño por sismo.

#### 11.2 Marcos dúctiles

##### 11.2.1 Requisitos generales

Se indican aquí los requisitos que debe satisfacer un marco rígido de acero estructural para ser considerado un marco dúctil. Estos requisitos se aplican a marcos rígidos diseñados con un factor de comportamiento sísmico  $Q$  igual a 4.0 o a 3.0, que formen parte de sistemas estructurales que cumplan las condiciones enunciadas en el capítulo 5, partes I y II, de las Normas Técnicas Complementarias para diseño por sismo, necesarias para utilizar ese valor del factor de comportamiento sísmico.

Tanto en los casos en que la estructura está formada sólo por marcos como en aquellos en que está compuesta por marcos y muros o contravientos, cada uno de los marcos se diseñará para resistir, como mínimo, fuerzas horizontales iguales al 25 por ciento de las que le corresponderían si trabajase aislado del resto de la estructura.

La gráfica esfuerzo de tensión-deformación del acero empleado debe tener una zona de cedencia, de deformación creciente bajo esfuerzo prácticamente constante, correspondiente a un alargamiento máximo no menor de uno por ciento, seguida de una zona de endurecimiento

por deformación. El alargamiento correspondiente a la ruptura no debe ser menor de 20 por ciento.

### 11.2.2 Miembros en flexión

Los requisitos de esta sección se aplican a miembros principales que trabajan esencialmente en flexión. Se incluyen vigas y columnas con cargas axiales pequeñas, tales que  $P_u$  no exceda de  $P_y/10$ .

#### 11.2.2.1 Requisitos geométricos

Todas las vigas deben ser de sección transversal I o rectangular hueca, excepto en los casos cubiertos en el inciso 11.2.5.

El claro libre de las vigas no será menor que cinco veces el peralte de su sección transversal, ni el ancho de sus patines mayor que el ancho del patín o el peralte del alma de la columna con la que se conecten.

El eje de las vigas no debe separarse horizontalmente del eje de las columnas más de un décimo de la dimensión transversal de la columna normal a la viga.

Las secciones transversales de las vigas deben ser tipo I, de manera que han de satisfacer los requisitos geométricos que se indican en los incisos 2.3.1. y 2.3.2. de estas Normas Técnicas para las secciones de ese tipo. Sin embargo, se permite que la relación ancho/grueso del alma llegue hasta  $5300/\sqrt{F_y}$  si en las zonas de formación de articulaciones plásticas se toman las medidas necesarias (refuerzo del alma mediante atiesadores transversales o placas adosadas a ella, soldadas adecuadamente) para impedir que el pandeo local se presente antes de la formación del mecanismo de colapso.

Además, las secciones transversales deben tener dos ejes de simetría, una vertical, en el plano en que actúan las cargas gravitacionales, y otro horizontal. Cuando se utilicen cubreplacas en los patines para aumentar la resistencia del perfil, deben conservarse los dos ejes de simetría.

Si las vigas están formadas por placas soldadas, la soldadura entre almas y patines debe ser continua en toda la longitud de la viga, y en las zonas de formación de articulaciones plásticas debe ser capaz de desarrollar la resistencia total en cortante de las almas.

Cuando se empleen vigas de resistencia variable, y sea por adición de cubreplacas en algunas zonas o porque su peralte varíe a lo largo del claro, el momento resistente no será nunca menor, en ninguna sección, que la cuarta parte del momento resistente máximo, que se tendrá en los extremos.

En estructuras soldadas deben evitarse los agujeros, siempre que sea posible, en las zonas de formación de articulaciones plásticas. En estructuras atornilladas o remachadas, los agujeros que sean necesarios en la parte del perfil que trabaje en tensión se punzonarán a un diámetro menor y se agrandarán después, hasta darles el diámetro completo, con un taladro o un escariador. Este mismo procedimiento se seguirá en estructuras soldadas, si se requieren agujeros para montaje o con algún otro objeto. Para los fines de los dos párrafos anteriores, las zonas de formación de articulaciones plásticas se considerarán de longitud igual a un peralte, en los extremos de la viga, y a dos peraltes, medidos uno a cada lado de la sección en la que aparecerá, en teoría, la articulación plástica, en zonas intermedias.

En aceros cuyo esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión,  $F_u$ , es menor que 1.5 veces el esfuerzo de fluencia mínimo garantizado,  $F_y$ , no se permitirá la formación de articulaciones plásticas en zonas en que se haya reducido el área de los patines, ya sea por agujeros para tornillos o por cualquier otra causa.

No se harán empalmes de ningún tipo, en la viga propiamente dicha o en sus cubreplacas, en zonas de formación de articulaciones plásticas.

#### 11.2.2.2 Requisitos para fuerza cortante

Los elementos que trabajan principalmente en flexión se dimensionarán de manera que no se presenten fallas por cortante antes de que se formen las articulaciones plásticas asociadas con el mecanismo de colapso. Para ello, la fuerza cortante de diseño se obtendrá del equilibrio del miembro entre las secciones en que se forman las articulaciones plásticas, en los que se supondrá que actúan momentos del mismo sentido y de magnitudes iguales a los momentos plásticos resistentes del elemento en esas secciones, sin factores de reducción, y evaluados tomando el esfuerzo de fluencia del material igual a  $1.25 F_y$ . Al plantear la ecuación de equilibrio para calcular la fuerza cortante se tendrán en cuenta las cargas transversales que obran sobre el miembro, multiplicadas por el factor de carga.



Como una opción, se permite hacer el dimensionamiento tomando como base las fuerzas cortantes de diseño obtenidas en el análisis, pero utilizando un factor de resistencia  $F_R$  igual a 0.70, en lugar del valor de 0.90 especificado en el artículo 3.3.3.

Las articulaciones plásticas se forman, en la mayoría de los casos, en los extremos de los elementos que trabajan en flexión. Sin embargo, hay ocasiones, frecuentes en las vigas de los niveles superiores de los edificios, en que una de ellas se forma en la zona central del miembro. Cuando esto suceda, la fuerza cortante debe evaluarse teniendo en cuenta la posición real de la articulación plástica.

#### 11.2.2.3 Contraventeo lateral

Deben soportarse lateralmente todas las secciones transversales de las vigas en las que puedan formarse articulaciones plásticas asociadas con el mecanismo de colapso. Además, la distancia entre cada una de estas secciones y la siguiente sección soportada lateralmente no será mayor que  $L_p = 1.250 F_y / \sqrt{F_y}$ . Este requisito se aplica a un solo lado de la articulación plástica cuando ésta se forma en un extremo de la viga, y a ambos lados cuando aparece en una sección intermedia. La expresión anterior es válida para vigas de sección transversal I o H, flexionadas alrededor de su eje de mayor momento de inercia.

En zonas que se conservan en el intervalo elástico al formarse el mecanismo de colapso la separación entre puntos no soportados lateralmente puede ser mayor que la indicada en el párrafo anterior, pero no debe exceder el valor de  $L_a$  calculado de acuerdo con el inciso 3.3.2.2.

Los elementos de contraventeo proporcionarán soporte lateral, directo o indirecto, a los dos patines de las vigas. Cuando el sistema de piso proporcione soporte lateral al patín superior, el desplazamiento lateral del patín inferior puede evitarse por medio de atiesadores verticales de rigidez adecuada, soldados a los dos patines y al alma de la viga.

#### 11.2.3 Miembros en flexocompresión

Los requisitos de esta sección se aplican a miembros que trabajan en flexocompresión, en los que la carga axial de diseño,  $P_u$ , es mayor que  $P_y/10$ . La mayoría de estos miembros son columnas, pero pueden ser de algún otro tipo; por ejemplo, las vigas que forman parte de enjambes contraventeados de marcos rígidos han de diseñarse, en general, como elementos flexocomprimidos.

#### 11.2.3.1 Requisitos geométricos

Si la sección transversal es rectangular hueca, la relación de la mayor a la menor de sus dimensiones exteriores no debe exceder de 2.0, y la dimensión menor será de 20 cm o más.

Si la sección transversal es H, el ancho de los patines no será mayor que el peralte total, la relación peralte-ancho del patín no excederá de 1.5, y el ancho de los patines será de 20 cm o más.

La relación de esbeltez máxima de las columnas no excederá de 60.

#### 11.2.3.2 Resistencia mínima en flexión

Las resistencias en flexión de las columnas que concurren en un nudo deben satisfacer la condición dada por la ec. 5.8.5 del inciso 5.8.5 de estas Normas Técnicas, con las excepciones que se indican en ese inciso.

Como una opción, se permite hacer el dimensionamiento tomando como base los elementos mecánicos de diseño obtenidos en el análisis, pero reduciendo el factor de resistencia  $F_R$  utilizado en flexocompresión de 0.9 a 0.7.

#### 11.2.3.3 Requisitos para fuerza cortante

Los elementos flexocomprimidos se dimensionarán de manera que no fallen prematuramente por fuerza cortante. Para ello, la fuerza cortante de diseño se obtendrá del equilibrio del miembro, considerando su longitud igual a la altura libre y suponiendo que en sus extremos obran momentos del mismo sentido y de magnitud igual a los momentos máximos resistentes de las columnas en el plano en estudio, que valen  $Z_c (F_{yc} - f_u)$ . El significado de las literales que aparecen en esta expresión se explica con referencia a la ec. 5.8.5 del inciso 5.3.5.

Quando las columnas se dimensionen por flexocompresión con el procedimiento optativo incluido en el inciso 11.2.3.2, la revisión por fuerza cortante se realizará con la fuerza de diseño obtenida en el análisis, pero utilizando un factor de resistencia de 0.70.

#### 11.2.4 Uniones viga-columna

Las uniones viga-columna deben satisfacer las recomendaciones de la sección 5.8, "Conexiones rígidas entre

vigas y columnas", de estas Normas Técnicas, con las modificaciones pertinentes cuando las columnas sean de sección transversal rectangular hueca.

#### 11.2.4.1 Contraventeo

Si en alguna junta de un marco dúctil no llegan vigas al alma de la columna, por ningún lado de ésta, o si el peralte de la viga o vigas que llegan por alma es apreciablemente menor que el de las que se apoyan en los patines de la columna, éstos deberán ser soportados lateralmente al nivel de los patines inferiores de las vigas.

#### 11.2.5 Vigas de alma abierta (armaduras)

En esta sección se indican los requisitos especiales que deben satisfacerse cuando se desea emplear vigas de alma abierta (armaduras) en marcos dúctiles. Deben cumplirse, además, todas las condiciones aplicables de este capítulo.

Las armaduras pueden usarse como miembros horizontales en marcos dúctiles, si se diseñan de manera que la suma de las resistencias en flexión ante fuerzas sísmicas de las dos armaduras que concurren en cada nudo inter-

medio sea igual o mayor que 1.25 veces la suma de resistencias en flexión ante fuerzas sísmicas de las columnas que llegan al nudo. En nudos extremos, el requisito anterior debe ser satisfecho por la única armadura que forma parte de ellos.

Además, deben cumplirse las condiciones siguientes:

- a) Los elementos de las armaduras que trabajan en compresión o en flexocompresión, sean cuerdas, diagonales o montantes, se diseñarán con un factor de resistencia,  $F_R$ , igual a 0.70. Al determinar cuales elementos trabajan en compresión o en flexocompresión habrán de tenerse en cuenta los dos sentidos en que puede actuar el sismo.
- b) Las conexiones entre las cuerdas de las armaduras y las columnas deben ser capaces de desarrollar la resistencia correspondiente al flujo plástico de las cuerdas.
- c) En edificios de más de un piso, el esfuerzo en las columnas producido por las fuerzas axiales de diseño no será mayor de  $0.30 F_y$ , y la relación de esbeltez máxima de las columnas no excederá de 60.

\* TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA EN LAS CONEXIONES  
DE EDIFICIOS ALTOS

Jose Luis Sánchez Martínez

RESUMEN

Se describen las características generales de los tornillos de alta resistencia — ASTM 325, se mencionan las ventajas de su utilización en edificios altos y se describen las conexiones de un edificio alto de la Ciudad de México; la Torre Pemex.

La mayor parte de las especificaciones relativas a estructuras de acero reconocen como medios de unión entre sus elementos, a los remaches, los tornillos y la soldadura.

Desde hace años, los primeros han caído en desuso y se puede decir que actualmente han desaparecido ya en la práctica. Esto se ha debido al uso creciente de la soldadura y a la aparición de los tornillos de alta resistencia que sustituyen -- con ventaja a los remaches.

Los tornillos de alta resistencia basan su capacidad en el hecho de que pueden -- ser sometidos a una gran fuerza de tensión controlada que aprieta firmemente los elementos de la conexión.

Las ventajas de este apriete firme se conocen desde hace tiempo, pero su aplicación práctica en estructuras proviene de 1951 en que se publicaron las primeras normas, para regir su utilización. Desde entonces los tornillos de alta resistencia se han venido utilizando en forma creciente en EE. UU. y en la última década, también en México.

A partir de 1951, las normas relativas a estos tornillos se han modificado varias veces para poder incluir los resultados de las investigaciones que, en forma casi continua, se han venido realizando en torno a ellos.

Los primeros tornillos de alta resistencia que se desarrollaron y aún los más -- comúnmente usados son los A-325; posteriormente y con objeto de contar con capacidades aún mayores, se desarrollaron los A-490, ambos se obtienen de aceros al -- carbón tratados térmicamente.

Los tornillos A-490 se marcan con su nombre en la cabeza y con la leyenda 2H o 3H en la tuerca.

Las últimas normas reconocen 3 tipos distintos de tornillos A325; los tornillos tipo 1 son los originales y cuando se solicitan simplemente tornillos A325 son -- los que se suministran. Son los más utilizados.

Los tornillos tipo 2 (A325) se fabrican con acero wartsenático de bajo carbono, -- para distinguirlos se marcan con líneas radiales a 60° en vez de a 120° como los tipo 1.

Los tornillos A325 tipo 3 se caracterizan por tener una alta resistencia a la -- corrosión, pueden usarse con aceros de características similares a ellos. Se mar

can con la leyenda A325 subrayada, la tuerca se marca con el número 3.

En México los únicos usados en forma extensa han sido los tipo 1.

Inicialmente los tornillos de alta resistencia consistían en un tornillo, una tuerca, y dos rondanas; actualmente las dimensiones de la cabeza y de la tuerca se han diseñado de tal forma que se puede, en muchos casos, prescindir totalmente de las rondanas y usar en los demás, una sola.

El comportamiento de una junta con tornillos de alta resistencia se puede visualizar mediante la observación de los resultados de una prueba carga-deformación en un espécimen típico (Fig. 1).

Se define una zona de comportamiento lineal (zona I) que termina en el instante en que se produce un deslizamiento de los tornillos con carga prácticamente constante (zona II) y que está controlado por el diámetro del agujero, al hacer contacto con sus bordes; el tornillo toma nuevamente carga y se reinicia un comportamiento nuevamente lineal (zona III); esta zona termina al iniciarse el comportamiento inelástico (zona IV) que termina con la falla de la junta.

Teniendo en cuenta el comportamiento mencionado se distinguen dos tipos de juntas con tornillos de alta resistencia: las juntas de fricción y las juntas de aplastamiento.

Las primeras se caracterizan por que la transmisión de las fuerzas que actúan en la conexión se logra únicamente por la fricción que se desarrolla entre los elementos que la constituyen.

En estas juntas el deslizamiento entre las piezas que se unen no es aceptable; se considera que el deslizamiento equivaldría a la falla, si bien, los coeficientes de seguridad contra el deslizamiento se aceptan pequeños pues las consecuencias de su ocurrencia no son graves.

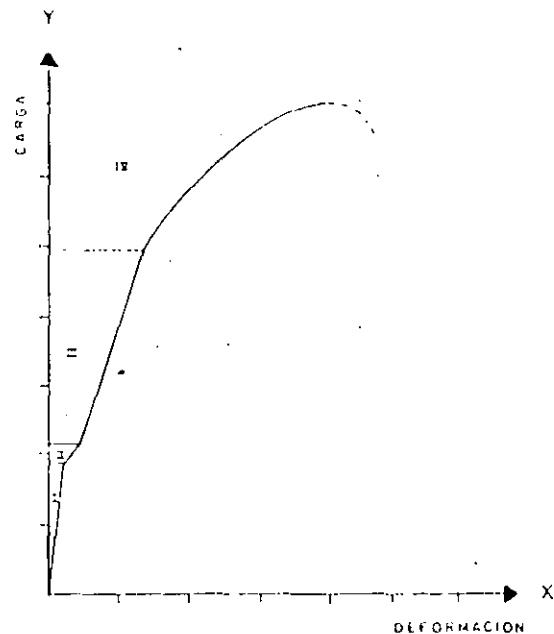
La magnitud de la fricción depende de la fuerza de tensión en el tornillo y de las características de la superficie de los elementos que se conectan.

Aunque es claro que en juntas de fricción los tornillos no trabajan en esfuerzo cortante, tradicionalmente se ha venido estableciendo un esfuerzo cortante permisible ficticio para la determinación del número de tornillos que se requieren en una junta; esto ha permitido tratar el diseño de juntas con tornillos de fricción con los mismos criterios con que, durante mucho tiempo, se han proporcionado las juntas remachas.

Las conexiones de fricción se especifican como necesarias en todos aquellos casos en que se esperan inversiones de esfuerzos y en los que, en condiciones de trabajo, el deslizamiento se considera indeseable.

Hay ocasiones en que la inversión de esfuerzos no ocurre y en que, al colocar los tornillos, la carga muerta los presiona contra los lados del agujero, entonces el trabajo de la junta puede ser por aplastamiento y por cortante y se presentan -- entonces las conexiones llamadas de aplastamiento.

Si bien, también en estas juntas, la tensión inicial en el tornillo, que es la misma que en juntas de fricción, produce una fricción que probablemente podría tomar las cargas de trabajo esta, en realidad, no se requiere. En estas juntas se puede sacar ventaja de la resistencia de los tornillos, sobre todo si se logra --



COMPORTAMIENTO DE JUNTAS CON  
TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA

FIGURA 1

que la rosca se encuentre fuera de los planos de corte. Con el fin de lograr esto en lo posible, los tornillos de alta resistencia tienen una rosca bastante corta.

Para mantener la fricción es necesario que las superficies estén libres de todo elemento que la disminuya, se prohíbe por ello, que haya aceite, pintura, óxido, etc. Dada la importancia de este hecho, las últimas normas reconocen nueve condiciones distintas en que se pueden encontrar las superficies de la junta y asocian a cada una de ellas un esfuerzo permisible diferente, reconociendo las diferencias existentes en el coeficiente de fricción.

Sea en juntas de fricción o en juntas de aplastamiento, los tornillos de alta resistencia deben colocarse de modo que queden sometidos a una fuerza mínima de tensión especificada.

Esta fuerza es de aproximadamente el 70% de la resistencia a tensión del tornillo, se denomina carga de prueba y es normalmente algo menor al límite de proporcionalidad del tornillo.

La tensión especificada se puede dar haciendo uso de un indicador directo de tensión o usando cualquiera de otros dos métodos que también se especifican en las normas y que se basan en el hecho de que la tensión en el tornillo se puede relacionar con dos cantidades observables, el alargamiento del tornillo y el giro de la tuerca.

El primero de estos métodos consigue la tensión usando llaves calibradas, el segundo dando el giro especificado a la tuerca.

El método de la llave calibrada implica el ajuste frecuente de la llave con un dispositivo capaz de medir la tensión en tornillos típicos de la conexión, ya que el ajuste pierde precisión con facilidad porque las condiciones de distintas juntas son muy diferentes entre sí; se especifica que la calibración se realice una vez por cada día de trabajo y por cada diámetro o lote de tornillo que se utilice, aun en el caso de que se aprieten juntas similares.

Se exige también, cuando se usa este método, que se coloque una rondana bajo la parte del tornillo que se accione con la llave, con objeto de minimizar las irregularidades en la tensión producida que, inevitablemente existen al utilizar este procedimiento.

El método del giro de la tuerca requiere un control de la colocación de los tornillos más simple que el anterior y es por ello, más recomendable.

- Consiste, en términos generales, en apretar, en una primera etapa, todos los tornillos con una llave normal de tuercas, hasta el esfuerzo máximo de un hombre y enseguida, dar a la tuerca 1/2 vuelta adicional; excepcionalmente, el giro debe ser mayor.

Ha sido posible determinar experimentalmente la relación que existe entre la rotación de la tuerca y el alargamiento y la tensión en el tornillo, con ese fin se han realizado una cantidad importante de pruebas, en ellas se ha observado que la resistencia a tensión en un tornillo es menor cuando esta tensión se da girando la tuerca que cuando se da en forma directa, esta es la razón de que la carga de prueba se fije sólo en un 70% de la resistencia a tensión directa.

- El uso de tornillos de alta resistencia en edificios altos resulta sumamente atractivo por las importantes ventajas que se obtienen durante el montaje; su colocación resulta sencilla, su supervisión fácil y, ante todo, puede lograrse una velocidad de construcción que no se consigue con ningún otro sistema.

Este tipo de consideraciones, entre otras, decidieron el uso de tornillos de alta resistencia en las conexiones de campo de la estructura para la "Torre de México", el edificio de mayor altura actualmente en la Ciudad de México.

Se buscó, en aras de la simplicidad, colocar el menor número de tornillos posibles, utilizándolos en secciones en que los esfuerzos no fueran máximos, haciéndolos trabajar en la mayor parte de los casos en cortante doble y utilizando rondanas de aplastamiento.

Resistencia de pernos A325 en conexiones por aplastamiento  
(Las roscas están fuera de los planos de corte)

Diámetro Pulg. (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	FUERZA CORTANTE ADMISIBLE (TON)					t mín. de la placa central para aplast. no crítico	t mín. d la placa central para aplast. S = 2 1/2
		Esf. Perm. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cortante Simple	x 1.33	Cortante Doble	x 1.33		
3/4 (1.90)	2.85	2109	6.0	8.0	12.0	16.0	1.03 (7/16")	1.43 (9/16")
7/8 (2.22)	3.88	2109	8.2	10.9	16.4	21.8	1.20 (1/2")	1.67 (11/16")
1 (2.54)	5.06	2109	10.7	14.2	21.4	28.4	1.38 (9/16")	1.90 (3/4")
1 1/8 (2.86)	6.41	2109	13.5	18.0	27.0	35.9	1.55 (5/8")	2.15 (7/8")
1 1/2 (3.17)	7.91	2109	16.7	22.2	33.4	44.9	1.72 (3/4")	2.39 (15/16")

Aplastamiento. Resistencia al aplastamiento =

$$\frac{A}{Dt} (1.5 F_u) = 87 Dt \text{ (Kips, pulg.)}$$

$$\text{Resistencia al cortante doble} = 2 \times \frac{\pi D^2}{4} \times 30 = 15 \pi D^2$$

$$87 Dt = 15 \pi D^2 \quad t = \frac{15 \pi}{87} D = 0.542 D$$

Si el grueso de la placa central es igual o mayor que 0.542 veces el diámetro del perno, el aplastamiento no es crítico.

Comprobación.

$$\text{Resistencia al aplastamiento de un perno } \phi 1" \text{ en placa de } 9/16" = 2.54 \times 1.43 \times 6116 = 22215 \text{ kg} = 22.2 \text{ ton} > 21.4$$

El sistema estructural escogido para el edificio mencionado, si bien ha sido ya utilizado con éxito en otros países, no se había aplicado en México a edificios altos; consiste en proporcionar, en las fachadas de la construcción, grandes armaduras que constituyen los elementos estructurales más importantes. En el sentido longitudinal proporcionan en este caso, la totalidad de la resistencia ante fuerzas horizontales; en el sentido transversal las armaduras de las fachadas proporcionan un porcentaje importante de esa resistencia y el resto la dan una serie de marcos rígidos continuos. (Figs. 2 y 3).

Los elementos de la estructura son perfiles I constituídos por tres placas soldadas que se unen entre sí dando lugar a las conexiones típicas que se describen en seguida.

#### 1.- Uniones entre los elementos de las armaduras de fachada.-

Son elementos que trabajan a tensión o a compresión, las diagonales se unen a las columnas, previamente montadas, conectándose a placas previstas para este efecto y soldadas de taller a las columnas.

La totalidad de la fuerza se transmite con tornillos en juntas de aplastamiento, a cortante doble, que conservan la zona roscada fuera del plano de corte. El número de tornillos se distribuye entre el alma y los patines del perfil que se conecta en forma proporcional a su área.

En las figuras 4 a 8 se muestra esquemáticamente una conexión entre columnas, diagonales y traveses correspondiente a una esquina del edificio. En la fig. 9 se presenta un fragmento del plano de fabricación correspondiente a la misma unión.

#### 2.- Conexiones entre tramos de columnas.-

Los extremos de los tramos de columna se cepillan de modo que su contacto sea logre perfectamente; siendo los esfuerzos en muchos casos básicamente de compresión, la carga podría transmitirse por apoyo directo, se utiliza siempre, sin embargo, un número mínimo de tornillos para tomar pequeños esfuerzos de cortante y para mantener las piezas firmemente en su posición durante el montaje.

En algunas columnas de la periferia, al actuar las fuerzas sísmicas se presentan importantes esfuerzos de tensión haciendo a los tornillos, naturalmente, indispensables; de hecho, en este caso las conexiones se diseñaron para un 125% de la fuerza calculada. La fig. 10 presenta una conexión de este tipo.

#### 3.- Uniones trabe-columna en marcos continuos.-

Las columnas llevan unido a ellas, de taller, un pequeño tramo de trabe que, dadas sus dimensiones, no dificulta el montaje y permite realizar la unión de campo en una sección en que los esfuerzos no son máximos, tal como puede observarse en el diagrama de momentos flexionantes de la fig. 11, que es típico.

La transmisión de momento es a través de los patines con placas sobre y bajo ellos para obtener una conexión de cortante doble.

La transmisión de cortante es por el alma y en este caso es de cortante simple. -- (fig. 12).

En la fig. 13 puede observarse, en planta, que en el sentido longitudinal no se forman marcos, llega una trabe secundaria a la columna y se conecta a ella solo por alma en una unión libremente apoyada.

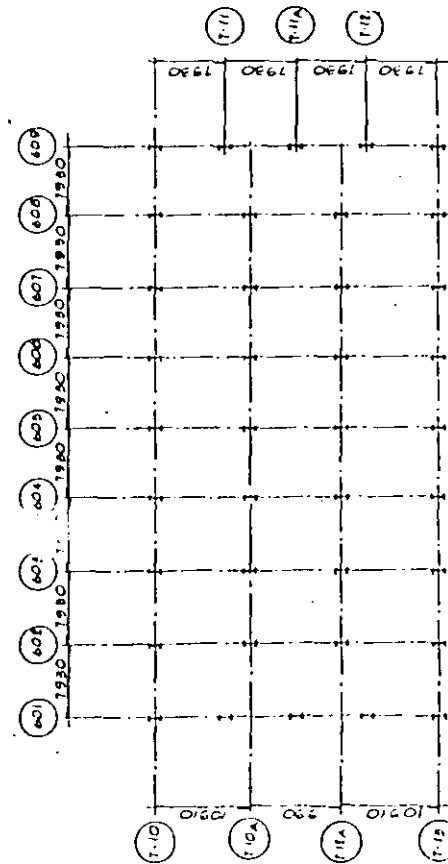


FIGURA 2

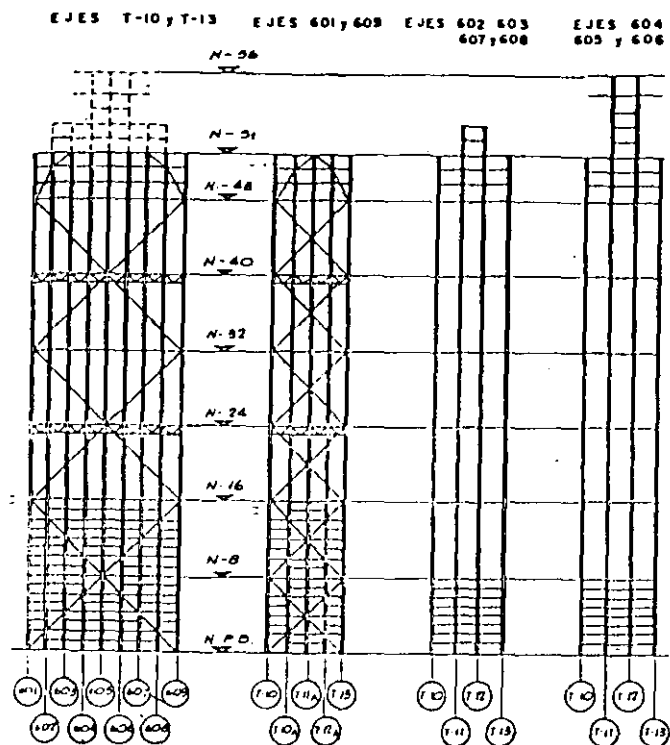
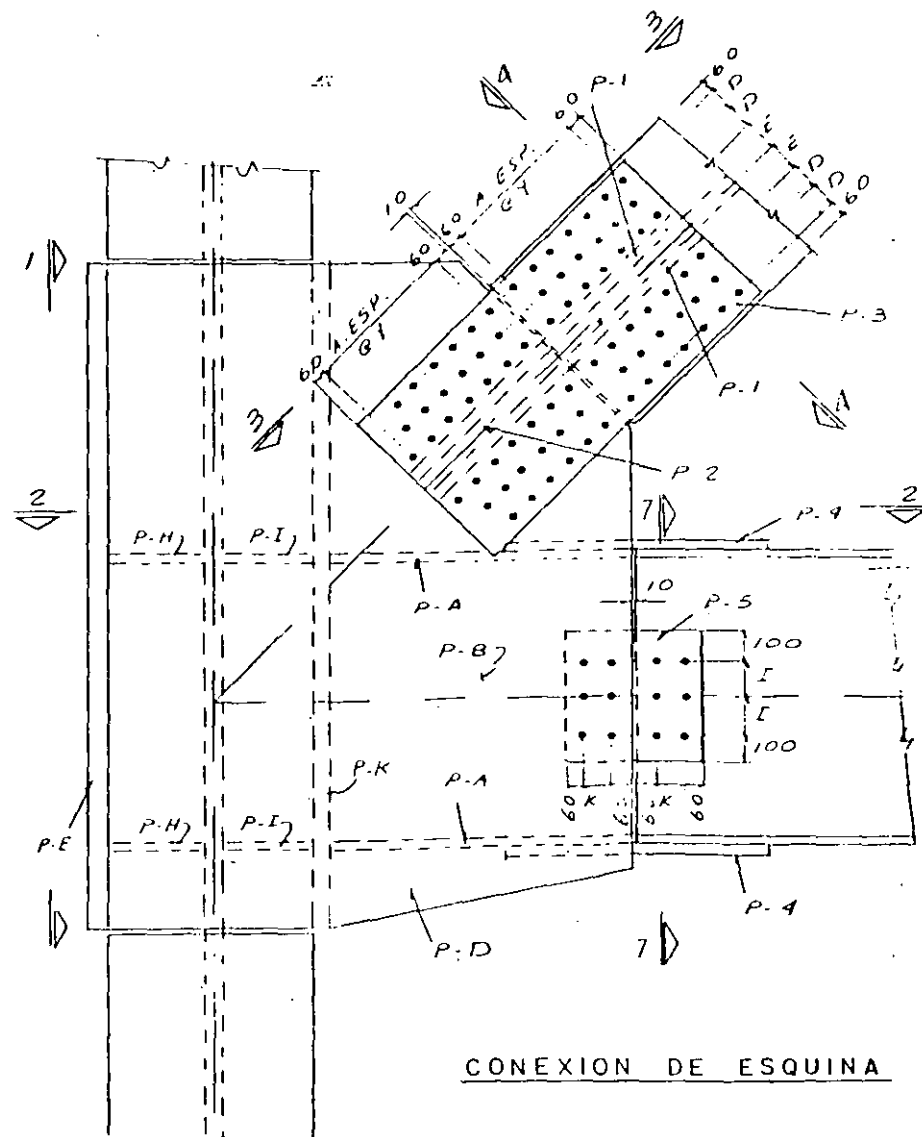
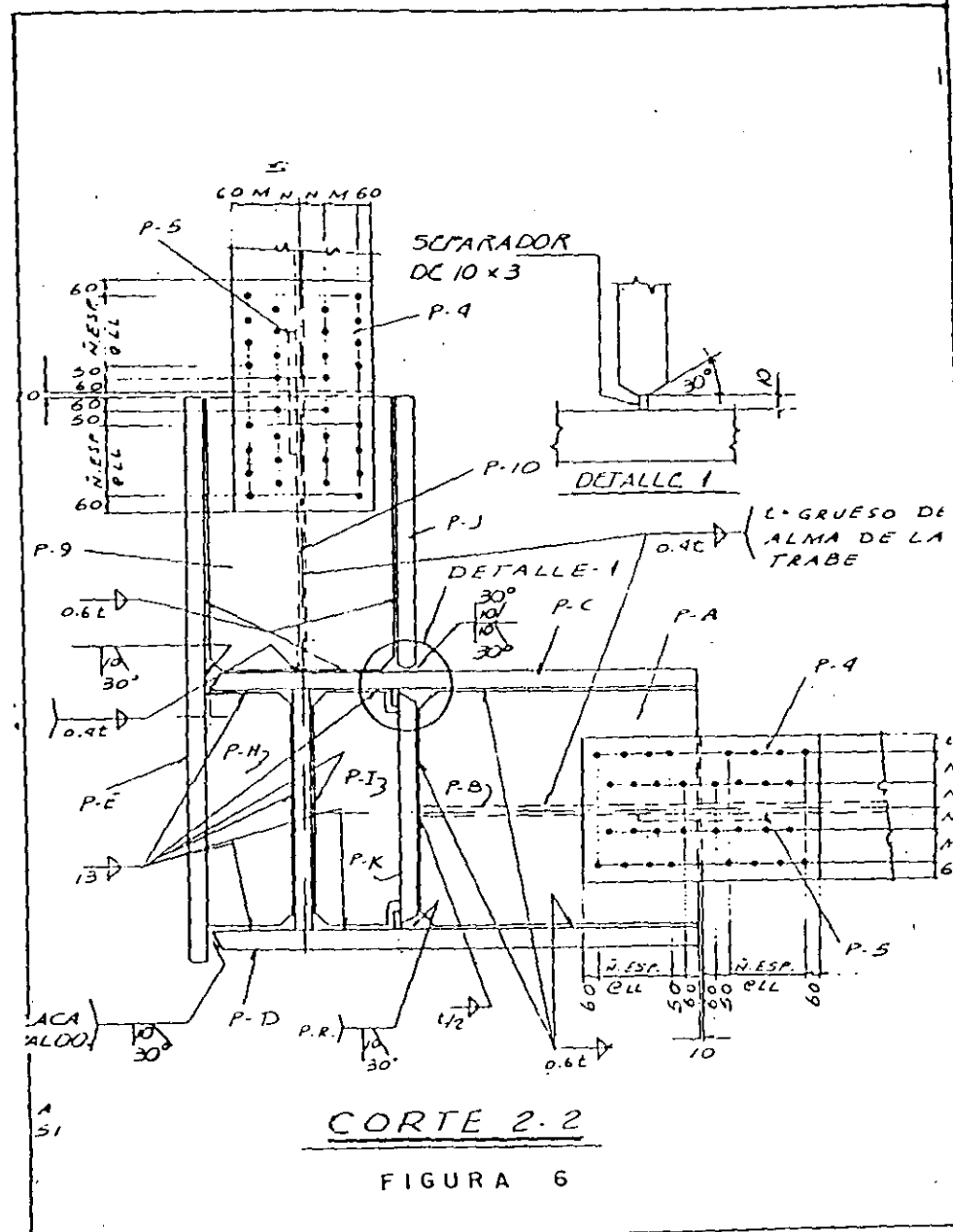
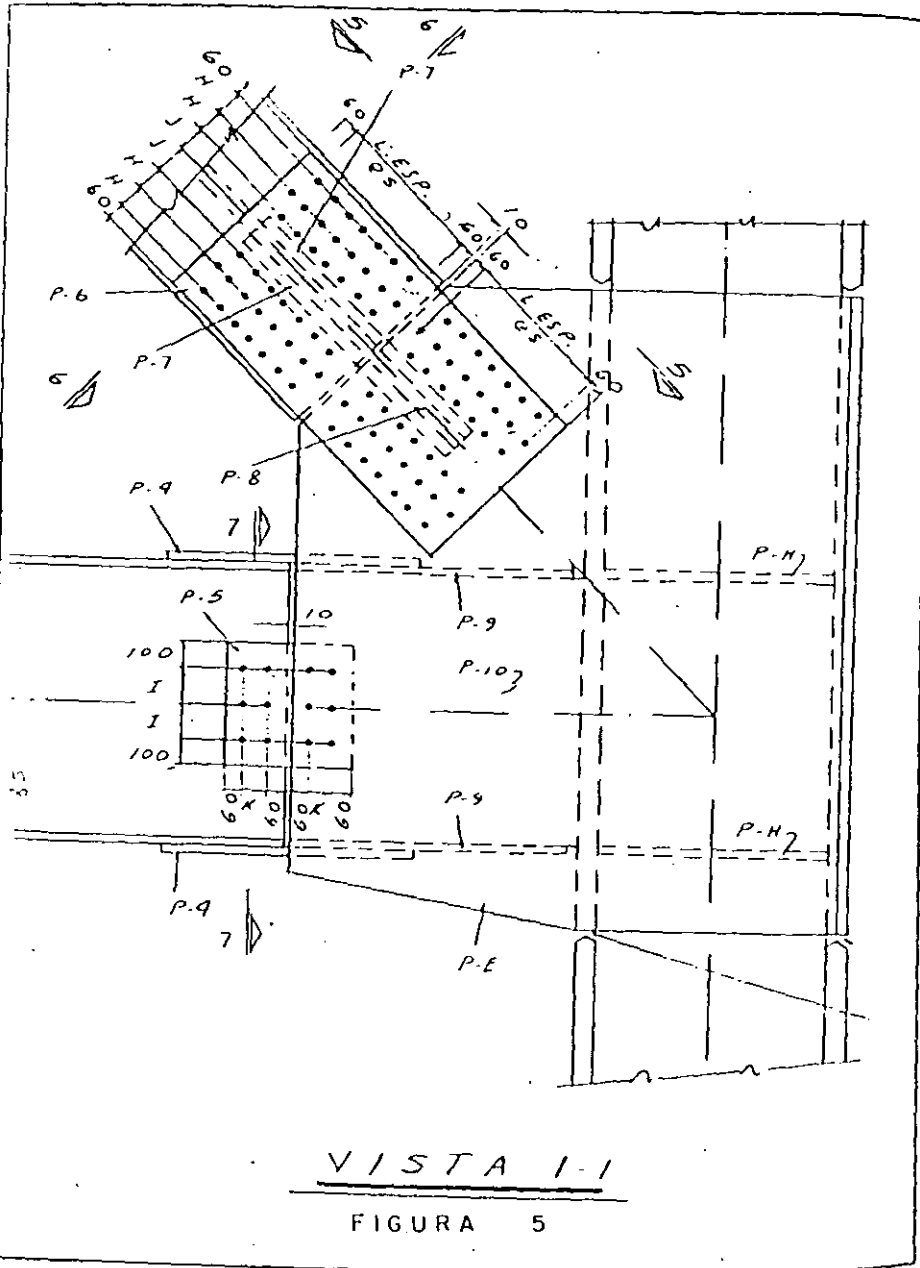


FIGURA 3

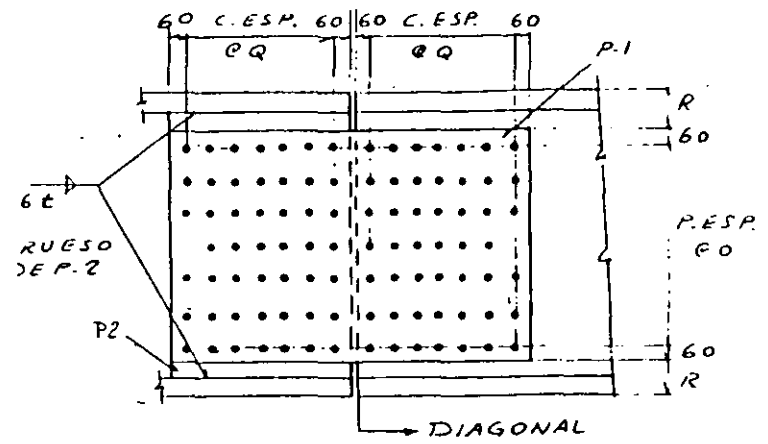


CONEXION DE ESQUINA

FIGURA 4

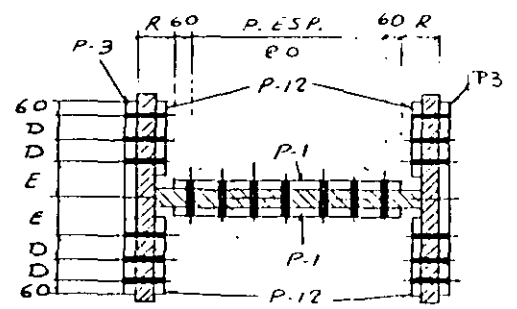






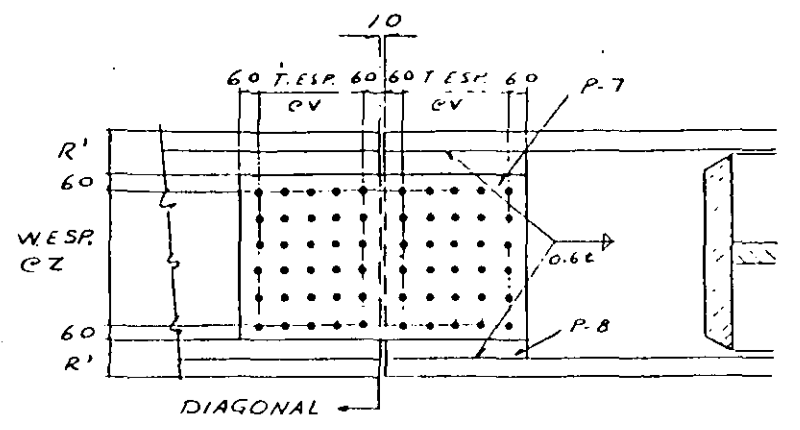
VISTA 3-3

(NO SE MUESTRA P. 12 NI P. 3)



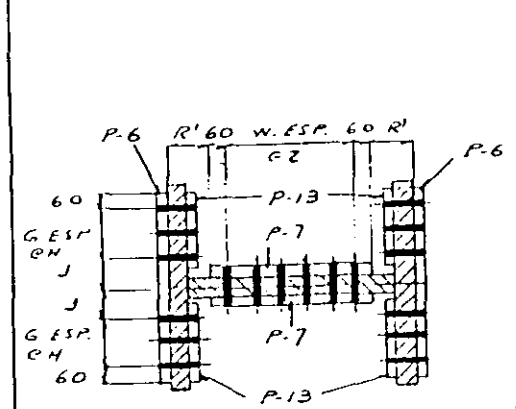
CORTE 4-4

FIGURA 7



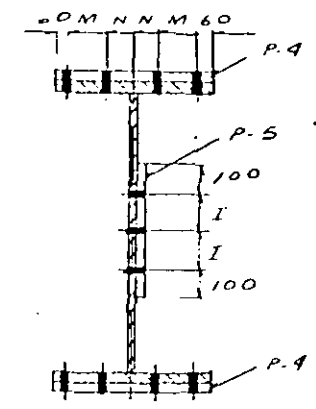
VISTA 5-5

(NO SE MUESTRA P. 6 NI P. 13)



CORTE 6-6

FIGURA 8



CORTE 7-7



FIGURA 11

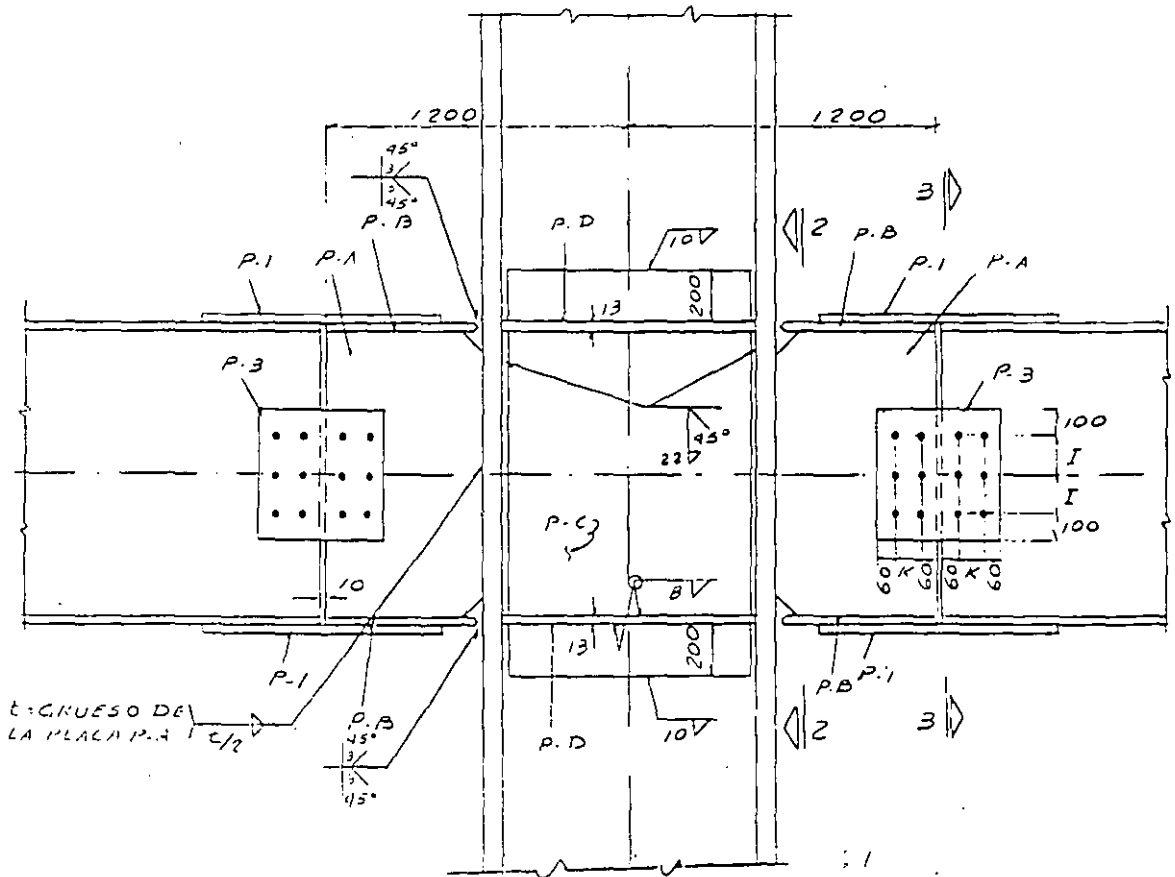
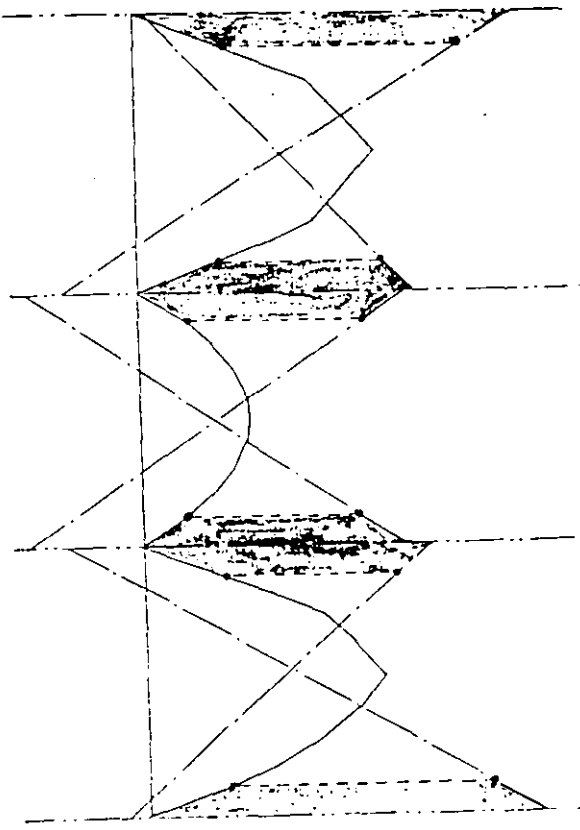


FIGURA 12

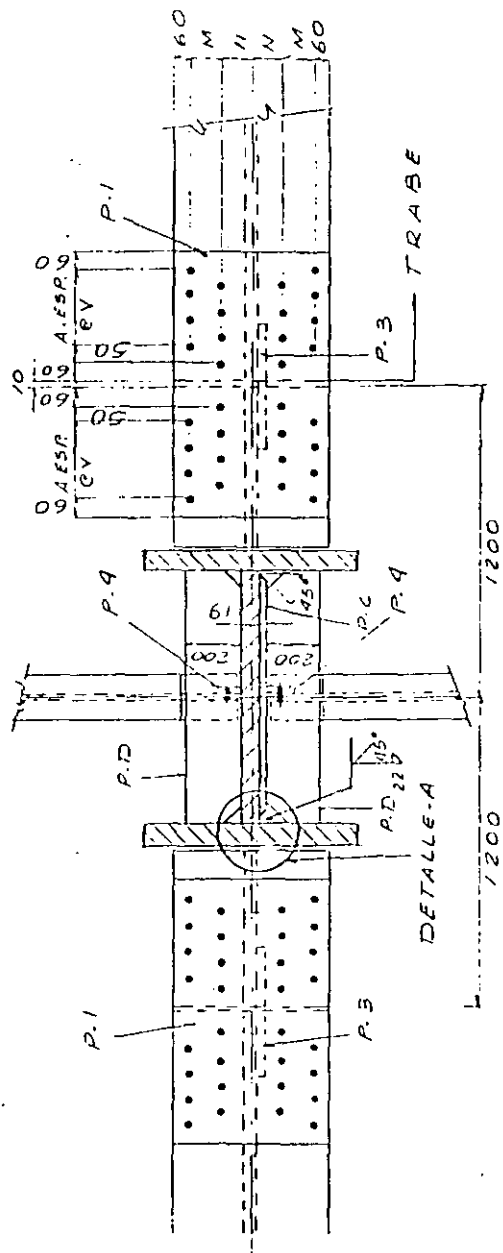


FIGURA 13

La predicción del comportamiento de una estructura ante las solicitaciones que -- actuarán sobre ella, aspecto fundamental para su diseño estructural, está basada en las características que se supone tienen los materiales que la constituyen; debe de comprobarse, por lo tanto, que esta hipótesis se cumpla con un grado de --- aproximación aceptable.

La comprobación se realiza, en forma por demás simplista, ya que las condiciones - reales difícilmente pueden llevarse al laboratorio, mediante pruebas estandariza-- das cuya definición debe, en rigor, ser función de las condiciones especiales de cada estructura y del papel que cada material juega en ella.

Como cualquier otro de los materiales, los tornillos requieren un adecuado control de calidad. Las normas, tal como sucede con otros productos de acero, fijan los - requerimientos que el fabricante debe llenar para garantizar la calidad de su pro-- ducto; los resultados de estas pruebas se proporcionan en un certificado que a pe-- tición del comprador, debe expedir el fabricante.

Las pruebas, además de la verificación de dimensiones y marcas, son: de composición química, de tensión (o de dureza cuando el tornillo es demasiado corto para someter lo a tensión), y de dureza, que no debe ser mayor que un valor especificado, para - asegurar, en forma indirecta, la ductilidad.

Sin embargo es muy recomendable realizar pruebas adicionales definiendo lotes en-- tre los tornillos que se utilizarán. Se define un lote por cada diámetro y longi-- tud de los tornillos que se usen. Las normas de la ASTM recomiendan como núme-- ro de pruebas a realizar las siguientes:

No. de Piezas en el lote	Número de Especímenes
800	1
801 a 8000	2
8001 a 22000	3
más de 22000	5

- Si cualquiera de los especímenes falla se especifica realizar una nueva prueba con el doble de especímenes y en este caso todos deberán pasarla.

El número de pruebas especificado parece pequeño y es común, en nuestro medio, pe-- dir un número tres o cuatro veces mayor.

RESISTENCIA A LA TENSION	
Diámetro mm.	Resistencia a la tensión Kg/cm <sup>2</sup>
12. 25.4	8444
28.6 38.1	7390

## REQUISITOS DE DUREZA

DIAMETRO		DUREZA BRINELL		DUREZA ROCKWELL C.	
pulg.	mm.	mín.	máx.	mín.	máx.
1/2 a 1	12.7 a 25.4	241	331	23	35
1 1/8 a 1 1/2	28.6 a 3.81	223	293	19	31

## REQUISITOS QUIMICOS

ELEMENTO	COMPOSICION EN %
	Pernos Tipo 1
Carbono, mínimo	0.27
Manganeso, mínimo	0.47
Fósforo, máximo	0.048
Azufre, máximo	0.058
Boro, mínimo	- - -

- Conviene, por último, comentar algunos problemas que pueden presentarse durante el montaje de estructuras con este tipo de conexiones; entre los más comunes podrían mencionarse los dos casos siguientes.

1.- Falta de contacto en juntas cepilladas entre ramos de columnas.-

Las normas del A.I.S.C. mencionan tolerancias al respecto, pero es práctica usual que si la holgura no excede 1/16" el montador acepte la conexión y que, en caso de ser mayor, la holgura se rellene con láminas de acero dulce (A-36) de aproximadamente 1 mm. de espesor. Las holguras hasta 1/16" no suelen ser importantes por que al ir cargando el edificio los tornillos y el acero de la estructura se deforman, sin dañarse, hasta que las partes quedan en total contacto.

2.- Falta de coincidencia entre los agujeros para los tornillos.-

El A.I.S.C. no marca tolerancias al respecto, pero AASHTO si; una práctica usual es utilizar rimas tronco cónicas con un diámetro máximo de 1/16" mayor que el del agujero y acabados en una punta de 3/4" de diámetro; si la rima pasa, los agujeros pueden rimarse y utilizarse; en caso contrario los agujeros pueden rimarse a un diámetro mayor y utilizar tornillos mayores. En casos extremos de discrepancias muy fuertes, se puede recurrir a la reposición de las placas de empalme reemplazando las con otras en que la posición de los agujeros se mida directamente en el campo.

## "6.- SUPERVISION"

### 6. 1.- INTRODUCCION

#### a) Importancia y trascendencia de la Supervisión

La sociedad en forma inherente a su evolución va generando la necesidad de construir, esta necesidad principia con la construcción de su morada, hasta llegar a la época actual en que prácticamente se contruye todo lo que el ser humano requiera.

Aparejado al desarrollo de la sociedad y al desarrollo de la tecnología para la construcción, se ha ido necesitando ó requiriendo elementos de planeación, ejecución, programación, supervisión y control que garanticen que las obras se ejecutarán de acuerdo con una calidad especificada, en un tiempo estimado y un costo predefinido.

Las primeras empresas supervisoras surgen en nuestro país en la década de los cincuentas y van evolucionando conforme pasa el tiempo, pero es hasta nuestros días, y como una consecuencia del cambio de actitud mental derivado de los sismos de 1985, en que emerge como imprescindible la supervisión en cualquier tipo de construcción.

Una buena supervisión garantizará primeramente la estabilidad de la estructura, a través del estricto cumplimiento de las normas y especificaciones contenidas en los reglamentos vigentes; a través del riguroso seguimiento de los planos estructurales de la obra, — una vez que hayansido perfectamente estudiados, comprendidos y no se tenga la menor duda de ellos; a través del cumplimiento de las recomendaciones que señala el estudio de mecánica de suelos.

Una buena supervisión garantizará la correcta aplicación, así como la calidad de los materiales y mezclas que se utilicen en la obra.

Una buena supervisión garantizará que la obra en cuestión no se lleve un plazo mayor al originalmente convenido, y por consecuencia no se sobrepase el costo originalmente pensado.

A pesar de que este último punto es de difícil cumplimiento — por la situación inflacionaria en que vivimos, una buena supervisión

no debe perder de vista el objetivo general del costo prefijado.

Hasta ahora hemos visto que una buena supervisión de obras de edificación tendría como objetivos:

- 1.- Garantizar la estabilidad
- 2.- Garantizar la calidad
- 3.- Garantizar un costo apegado a los lineamientos de contratación.

¿Pero, donde ubicamos la supervisión dentro de todo el proceso constructivo?

Este dibujo nos puede aclarar mejor las cosas.



"La supervisión" siempre forma parte de la dirección de la obra y sirve de enlace ó medio para transmitir a la constructora las decisiones que ha tomado la "Dirección de Obra".

La supervisión de obras de edificación, al igual que cualquier prestación de un servicio profesional, tiene su responsabilidad y está señalada en el Código Civil.

Como se desprende de todo lo que se ha dicho anteriormente, se tienen muchas obligaciones que cumplir y una gran responsabilidad, es por eso que un buen supervisor debe reunir entre sus cualidades al menos las siguientes: formalidad, honestidad, carácter, autoridad; además de un profundo conocimiento de lo que va a supervisar y mayor que el que lo va a ejecutar. Es por esto que un supervisor es un profesional especializado, tan digno y respetable como cualquier otro profesional que presta sus servicios a la sociedad en que vive.

## b) CAMPOS DE LA SUPERVISION.

La supervisión de las obras de edificación no se reduce exclusivamente a la "Supervisión de campo"; se llevan a cabo otras actividades, que siendo parte de la supervisión misma no se realizan en el campo, pero sí se nutren del comportamiento de la obra en cuestión.

La supervisión en general se podría dividir en las siguientes partes:

- a) de campo
- b) del control de calidad
- c) del avance físico
- d) del avance financiero
- e) del control de la obra
- f) del campo legal

Para que se cumplan todas estas partes se auxilia de los siguientes apoyos:

- a) de contratación
- b) documental
- c) de pago

La supervisión del campo se encarga de verificar que todos los procesos constructivos, materiales y componentes de la obra se realicen, mezclen y apliquen correctamente.

La supervisión del control de calidad verificará que todos los materiales y productos cumplan con la calidad especificada.

La supervisión del avance físico se encarga de comprobar que el avance de la obra corresponda al programa.

La supervisión de avance financiero se encarga de verificar que la obra cuente con los recursos económicos, — planteados contractualmente, — que garanticen el buen desarrollo de los trabajos; así como también cuidar que haya una buena relación con respecto al avance físico de la obra.

La supervisión del control de la obra toma las medidas necesarias correctivas y/o preventivas que aseguren el feliz término de la obra.

La supervisión del marco legal nos obliga a que todas las decisiones que se toman estén encuadradas dentro de las leyes, reglamentos, contratos, convenios etc., es decir dentro de las obligaciones y derechos que originalmente han sido pactados entre el contratista y el contratado.

Los apoyos que antes se mencionan son de índole básicamente administrativos y nos ayudan a ordenar nuestra obra.

Finalmente es necesario mencionar que todas las actividades arriba mencionadas deben ser estudiadas, analizadas y comprendidas por un jefe de supervisión, que sintetice y aglutine toda esa información, con el objeto de realizar la mejor obra posible, entendiendo esto en el más amplio de los sentidos.

Estas partes y apoyos conforman el gran universo de la supervisión, están íntimamente relacionados e interdependientes entre sí; les puede realizar una sola persona ó un grupo de personas en función del tamaño de la obra que se vaya a supervisar.

Estas partes son tan amplias que generan la especialización de un profesional de la construcción para que puedan ser llevadas a cabo adecuadamente.

## 6.2. ESTRUCTURAS DE ACERO.

Cuando se comenzó a usar el acero con fines estructurales en los edificios, se llegaron a obtener espacios libres interiores de dimensiones apreciables, lo que propició el uso de edificios altos. En un principio las vigas y columnas de acero no formaban propiamente marcos rígidos, ya que no se construían con conexiones capaces de transmitir momentos. Sin embargo la adopción del marco rígido a principios de siglo permitió llegar a alturas de 50 pisos, utilizando áreas de columnas relativamente pequeñas y con la ventaja de tiempos cortos de construcción. Actualmente se suman a estas ventajas las características muy favorables de capacidad de disipación de energía que las hacen muy idóneas para resistir los efectos sísmicos. Sin embargo estas ventajas frecuentemente se tornan en limitaciones ya que la excesiva flexibilidad de estas estructuras trae consigo problemas de pandeo y desplazamientos que obligan a proporcionar arriostramiento adicional para evitar modos de falla frágil en algunos elementos.

Durante la construcción suele ser crítica la falta de rigidez al no estar completamente conectados los elementos y normalmente es indispensable proporcionar arriostramientos provisionales, que impidan que alguna carga excéntrica durante el montaje o carga lateral accidental produzcan el colapso de la estructura. Por otra parte las estructuras de acero están sujetas durante su lamina



nación y fabricación a concentraciones locales de esfuerzos, llamadas esfuerzos residuales, debido esencialmente a la distinta - velocidad de enfriamiento de las diversas partes del elemento. - Es conveniente tratar de mantener en niveles bajos estos refuerzos para lo cual deben seguirse los procedimientos de fabricación especificados.

Otro aspecto importante en estructuras de acero es el cuidado - que debe tenerse en la ejecución de las conexiones, ya que siendo un material dúctil, pueden ocurrir fallas frágiles en la estructura, por soldaduras deficientes en las uniones de los elementos. Algunas recomendaciones para el control de ejecución de soldaduras se presentan a continuación.

ción y fabricación a concentraciones locales de esfuerzos, llamadas esfuerzos residuales, debido esencialmente a la distintitud de enfriamiento de las diversas partes del elemento. - conveniente tratar de mantener en niveles bajos estos refuerzos para lo cual deben seguirse los procedimientos de fabricación especificados.

ro aspecto importante en estructuras de acero es el cuidado - debe tenerse en la ejecución de las conexiones, ya que si un material dúctil, pueden ocurrir fallas frágiles en la estructura, por soldaduras deficientes en las uniones de los elementos. Algunas recomendaciones para el control de ejecución de soldaduras se presentan a continuación.

## S O L D A D U R A

La soldadura significa el calentamiento de dos piezas de metal hasta llegar a su puntos de fusión, permitiéndoles fluir juntas hasta que formen una sola masa.

En la actualidad la soldadura está tomando gran auge, por lo que su revisión o inspección es aún de mayor importancia.


De los diferentes procesos que hay, el proceso por ARCO ELECTRICO es el que nos interesa, por ser el que se emplea en la construcción de estructuras metálicas.

Este proceso se lleva a cabo con una corriente eléctrica entre los metales base y una varilla que sirve como electrodo.

A medida que se acerca el electrodo al metal base, se forma el arco produciéndose el calor o la temperatura que hace que se fundan los dos elementos electrodo y metal base, efectuándose así la unión o soldadura de las piezas.

## T I P O S   D E   S O L D A D U R A S


Esto se refiere a las diferentes maneras de realizar una unión y que pueden ser: soldadura de filete, de tapón o canal y de ranura, existiendo en esta última una variedad de formas de efectuarse, como se indica a continuación:

 FILETE

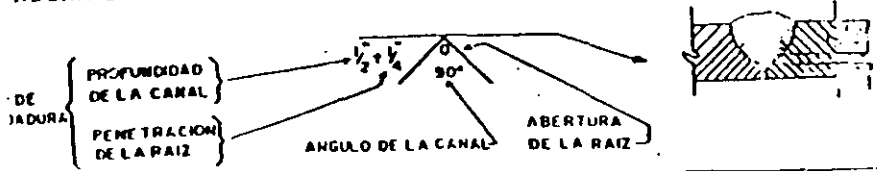
 TAPON O CANAL

L A S   D E   R A N U R A   A   T O P E

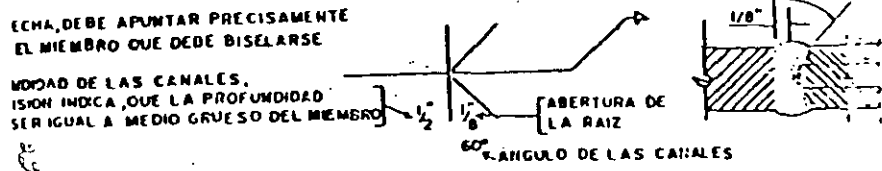
 RECTA O CUADRADA

 EN "V" O DOBLE BISEL

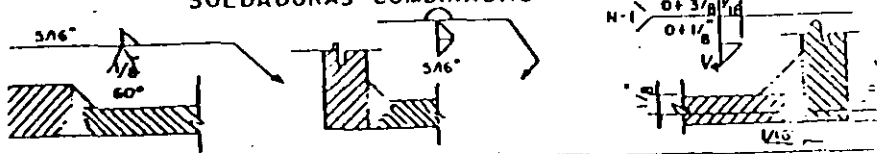
**SOLDADURA EN V SENCILLA INDICANDO LA PENETRACION EN LA RAIZ.**



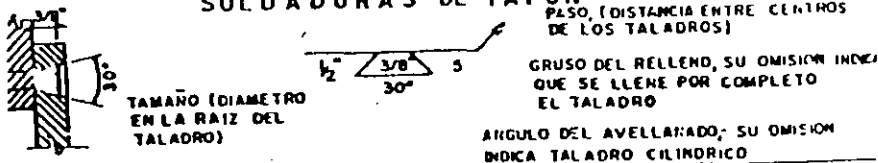
**SOLDADURA EN CHAFLAN DOBLE.**



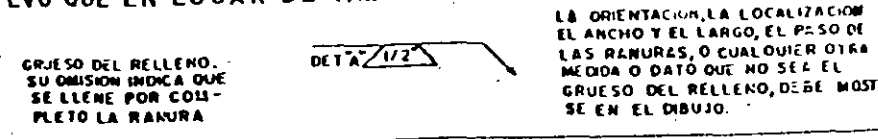
**SOLDADURAS COMBINADAS**



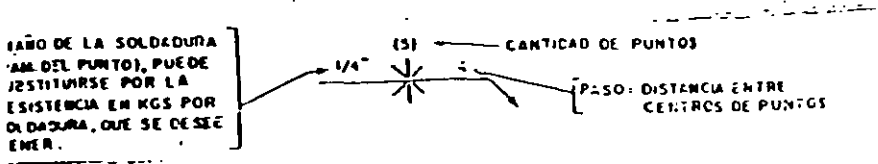
**SOLDADURAS DE TAPON**



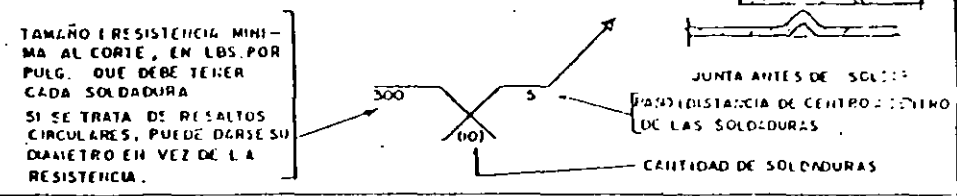
**SOLDADURAS DE RANURA IGUAL A LA DE TAPON, PERO QUE EN LUGAR DE TALADROS SE HACEN RANURAS OBLONGAS.**



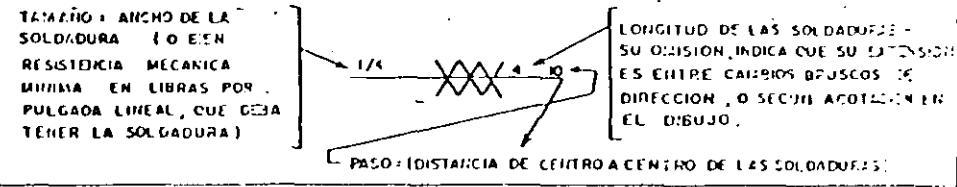
**SOLDADURA DE PUNTOS POR RESISTENCIA ELECTRICA**



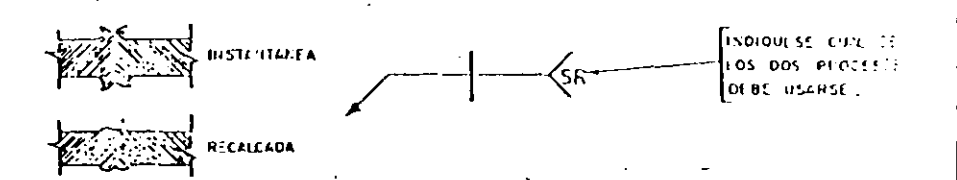
**SOLDADURA CON RESALTO**



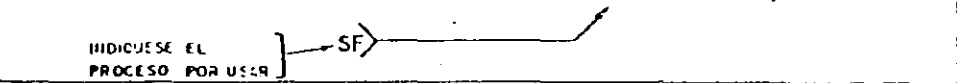
**COSTURA (POR RESISTENCIA ELECTRICA)**



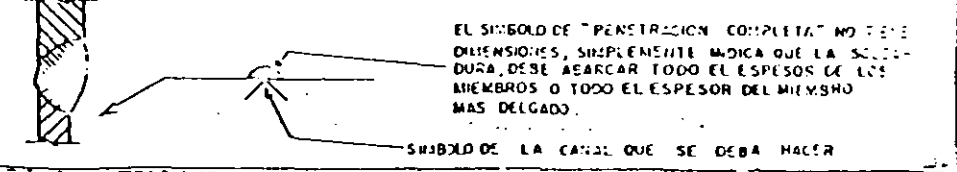
**SOLDADURA INSTANTANEA O RECALCADA**



**SOLDADURA A FORJA, CON TERMITA, POR INDUCCION, ETC.**



**SIMBOLO DE "FUSION COMPLETA" O "PENETRACION COMPLETA"**





Es importante seleccionar adecuadamente los electrodos, por que en los aceros a medida que aumenta el contenido de carbón aumenta la dificultad de soldar.

Los electrodos deben traer marcados una serie de números que indican su tipo. Estos números son generalmente 4, pero pueden ser 5, precedidos de una letra "E", por ejemplo E-10014, E-6010, E-7018.

La letra "E" indica que el electrodo o varilla es para soldadura de arco.

Los dos o tres primeros números, si se usan 4 ó 5 dígitos, indican la resistencia a la tensión de su metal, multiplicados por 1000 Lb/in<sup>2</sup>.

El tercer número o dígito indica la posición en que se puede usar el electrodo.

- 1.- Todas las posiciones
- 2.- Posición plana y horizontal
- 3.- Posición plana

El cuarto número o dígito nos indica el tipo de revestimiento y corriente.

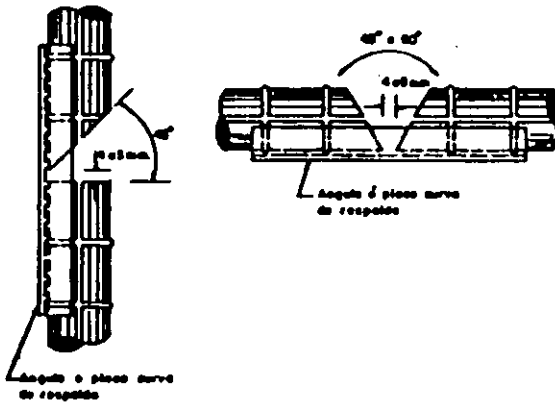
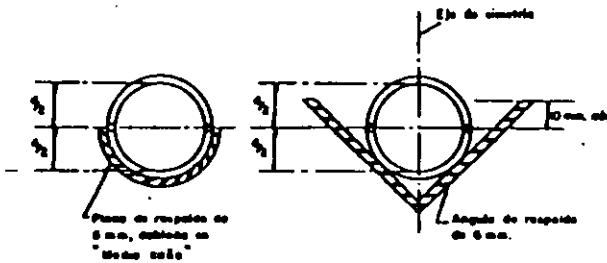
- 0 Celulosa sodíaca, polvo de hierro CD. PI.
- 8 Fluorita, cal, polvo de hierro potásico. CA. CD. PI.

#### APLICACIONES EN VARILLA, ESTRUCTURA METALICA Y TUBERIA

Las aplicaciones de soldadura en elementos como varilla, estructura metálica y tubería, puede efectuarse con soldaduras de filete o bien de penetración.

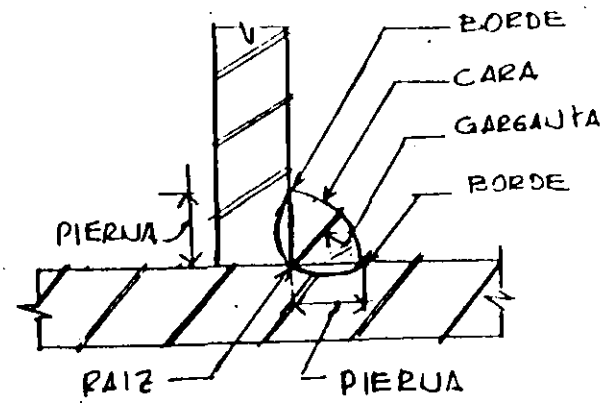
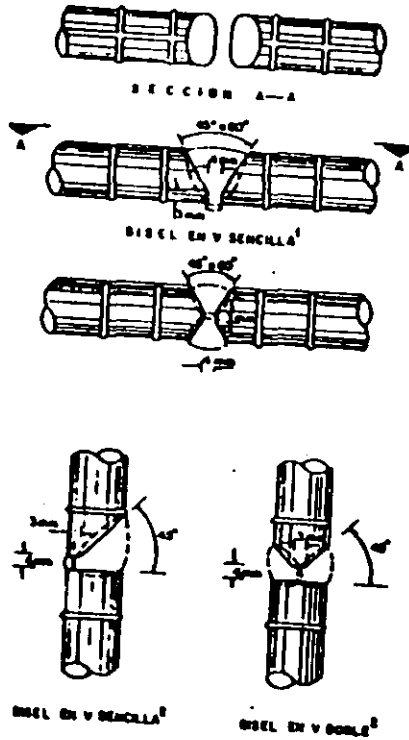
Como ya se indicó anteriormente los tipos de unión estarán indicados por el diseñador.

La aplicación en varilla es relativamente poca, ya que los elementos por soldar son las varillas del número 8 y mayores, esto debido a que las especificaciones indican que en este diámetro no se permite traslapar, la unión se hará con soldadura de penetración. Los tipos de unión son en "V", doble "V", bisel simple, doble bisel, como se muestra en las siguientes figuras:



Las uniones en estructura pueden efectuarse con soldadura de filete o penetración, dependiendo de la importancia, según el diseñador, de los elementos por unir.

Cuando la soldadura es de filete, de acuerdo con las indicaciones del plano se revisará la pierna, que no es otra cosa que la superficie de la fusión, la garganta, la cara y la longitud. Estos elementos se muestran en la siguiente figura.



Si la aplicación de la soldadura es de penetración, los pasos a seguir son importantes pues es necesario que exista una preparación previa de las piezas por unir. Esta preparación será de acuerdo con lo que marque el plano, bisel, ángulo, abertura de raíz, el hombro o cara de la raíz, cuidando además que las piezas estén alineadas correctamente.

PRUEBAS DESTRUCTIVAS Y NO DESTRUCTIVAS, FRECUENCIA DE  
MUESTREO

La revisión visual puede apreciar, en algunos casos, los defectos existentes tales como porosidades, socavados, quemaduras, falta de penetración, falta de fusión, pero la soldadura puede tener una buena vista o apariencia, sin embargo interiormente la unión puede tener defectos fuera de la tolerancia que permiten las normas respectivas, por lo cual se requiere hacer otro tipo de análisis ya sean pruebas destructivas o no destructivas y por este medio rechazar o aceptar las soldaduras.

Las pruebas destructivas son las pruebas de tensión y de doblado, a las cuales se somete una muestra de los elementos soldados, lo que en ocasiones no es práctico ya que equivale a causar daños a los elementos, sobre todo tratándose de estructuras, se puede hacer una muestra representativa del tipo de unión y someterla a las pruebas indicadas.

Existe otro método de pruebas, las no destructivas, de las cuales mencionaremos las siguientes:

Líquidos penetrantes, que son empleados para soldaduras de poca importancia, porque es una prueba que solo nos muestra defectos superficiales, aunque pueden emplearse en soldaduras de penetración, aplicandose cordón por cordón.

Partículas magnéticas es un método similar, usando partículas de fierro y magnetizando el medio o piezas, las partículas se acumulan en los defectos superficiales.

Ultrasonido, este procedimiento nos proporciona un análisis más completo, ya que podemos conocer los defectos internos de la unión, pero no obtenemos un registro o comprobación de la prueba, para aclaraciones en cuanto exista duda de lo detectado en ella.

PRUEBAS DESTRUCTIVAS Y NO DESTRUCTIVAS, FRECUENCIA DE MUESTREO

La revisión visual puede apreciar, en algunos casos, los defectos existentes tales como porosidades, socavados, quemaduras, falta de penetración, falta de fusión, pero la soldadura puede parecer una buena vista o apariencia, sin embargo interiormente la soldadura puede tener defectos fuera de la tolerancia que permiten las normas respectivas, por lo cual se requiere hacer otro tipo de análisis ya sean pruebas destructivas o no destructivas y por medio rechazar o aceptar las soldaduras.

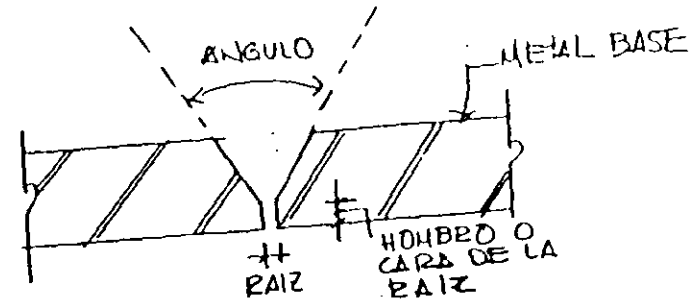
Las pruebas destructivas son las pruebas de tensión y de doblado, a las cuales se somete una muestra de los elementos soldados lo que en ocasiones no es práctico ya que equivale a causar daño a los elementos, sobre todo tratándose de estructuras, se hace una muestra representativa del tipo de unión y somete a las pruebas indicadas.

Otro método de pruebas, las no destructivas, de las cuales mencionaremos las siguientes:

Líquidos penetrantes, que son empleados para soldaduras de importancia, porque es una prueba que solo nos muestra defectos superficiales, aunque pueden emplearse en soldaduras de penetración, aplicándose cordón por cordón.

Partículas magnéticas es un método similar, usando partículas de hierro y magnetizando el medio o piezas, las partículas se acumulan en los defectos superficiales.

Ultrasonido, este procedimiento nos proporciona un análisis completo, ya que podemos conocer los defectos internos de la soldadura pero no obtenemos un registro o comprobación de la prueba, aclaraciones en cuanto exista duda de lo detectado en ella.



Los biseles deben ser terminados adecuadamente, con una superficie lisa que puede ser dada con esmeril o con un corte de soporte automático.

La abertura de raíz deberá ser de 3 mm. o 1/8", medida que se ha designado por especificación, la cual es ideal para una buena penetración. En la unión de tubería la soldadura es de penetración, con bisel en "V".



El método más empleado es el radiográfico, esta revisión puede efectuarse con rayos "X" o con rayos gamma. Los rayos gamma tienen la ventaja de su versatilidad por ser una cápsula muy pequeña de Iridio o Cobalto, en comparación de los bulbos de rayos "X", pero su peligro es mayor por ser cápsula radioactiva. A diferencia de los otros métodos nos deja un registro para comprobar el estado de las soldaduras revisadas.

El registro consiste en una película negativa velada por la radiación, esta película se coloca pegada a la soldadura por revisar y la fuente del otro lado del material.

En las soldaduras de filete se deberá revisar visualmente, ya que no es recomendable el uso de radiografías, su apariencia, poros, socavados, concavidades, convexidades, quemaduras, tomando en cuenta las tolerancias que marcan los Códigos.

Por lo que se refiere a soldaduras de penetración se revisará además de su apariencia o vista, las porosidades, inclusiones de escoria, falta de fusión, falta de penetración, socavados, quemaduras, etc., al igual que en soldaduras de filete, estas fallas se juzgarán de acuerdo a las tolerancias permitidas por el Código respectivo, dependiendo del elemento en el cual se haga la unión.

Para el control de calidad, se verificará la calidad del acero para cada grado y perfil utilizado en la fabricación de las estructuras metálicas, ensayando cuando menos 3 (tres) probetas a tensión y 3 (tres) a doblado, que representan 30 toneladas o fracción. Además el supervisor solicitará a la planta, el certificado de calidad del acero, asegurándose que dicho certificado presente o ampare efectivamente el material usado.

Las uniones soldadas principales de estructuras y varillas del armado, se calificarán y aceptarán en base a radiografías que se tomen en planta y obra, de cuando menos el 5% de las uniones.

El método más empleado es el radiográfico, esta revisión puede efectuarse con rayos "X" o con rayos gamma. Los rayos gamma tienen la ventaja de su versatilidad por ser una cápsula muy pequeña de Iridio o Cobalto, en comparación de los bulbos de rayos-x pero su peligro es mayor por ser cápsula radioactiva. A diferencia de los otros métodos nos deja un registro para comprobar el resultado de las soldaduras revisadas.

El registro consiste en una película negativa velada por la exposición, esta película se coloca pegada a la soldadura por un lado, la fuente del otro lado del material.

En las soldaduras de filete se deberá revisar visualmente, pero no es recomendable el uso de radiografías, su apariencia, sus socavados, concavidades, convexidades, quemaduras, tomar en cuenta las tolerancias que marcan los Códigos.

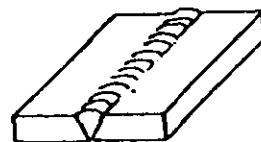
Por lo que se refiere a soldaduras de penetración se revisará además de su apariencia o vista, las porosidades, inclusiones, escoria, falta de fusión, falta de penetración, socavados, quemaduras, etc., al igual que en soldaduras de filete, estas fallas se juzgarán de acuerdo a las tolerancias permitidas por el Código aplicativo, dependiendo del elemento en el cual se haga la unión.

Para el control de calidad, se verificará la calidad del acero para cada grado y perfil utilizado en la fabricación de las estructuras metálicas, ensayando cuando menos 3 (tres) probetas en tensión y 3 (tres) a doblado, que representen 30 toneladas o más en tensión. Además el supervisor solicitará a la planta, el certificado de calidad del acero, asegurándose que dicho certificado respalda o ampare efectivamente el material usado.

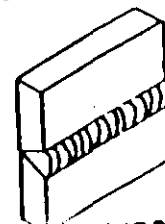
Las uniones soldadas principales de estructuras y varillas armadas, se calificarán y aceptarán en base a radiografías que se tomen en planta y obra, de cuando menos el 5% de las uniones.

Antes de iniciar la ejecución de la soldadura, deberá verificarse que para ello las condiciones de trabajo son las adecuadas, mediante las siguientes actividades:

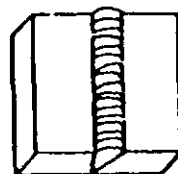
- a) Calificar a los soldadores para cada una de las posiciones y tipo de elementos que vayan a soldar.



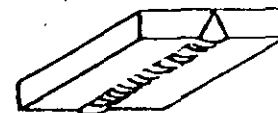
POSICION PLANA



POSICION HORIZONTAL



POSICION VERTICAL



POSICION SOBRECABEZA

Verificar equipos de soldar

Comprobar equipo de limpieza del soldador

Aprobar la preparación de las áreas por soldar como son: la geometría requerida, biseles y limpieza, el uso de los electrodos indicados, tipos de cordón, alineamiento correcto de las piezas y el precalentamiento en caso que sea indicado.

#### SISTEMAS ESTRUCTURALES.

Los criterios actuales de diseño, se basan en la idea de que la estructura debe disipar el efecto de las acciones, especialmente las debidas a sismo, preferentemente por deformación, y no por resistencia. Esto es, se requiere que se desarrolle su suficiente ductilidad en la mayoría de los elementos y conexiones de la estructura, entendiéndose por ductilidad, la capacidad de un elemento o de un material de deformación en el rango inelástico.

Por lo anterior, las variables, costo, resistencia y ductilidad, son en general determinantes en la elección del sistema estructural a emplear, siendo en general tres, de acuerdo con el material de que se fabriquen: concreto, acero y mampostería, de los cuales normalmente se tiene bien identificada en nuestro medio, la mejor combinación de las variables mencionadas para construcción de edificios típicos.

Se considera que la optimización del costo, resistencia y ductilidad de la estructura es tarea del proyectista, que debe consignar implícita y explícitamente en los planos estructurales, sin embargo el éxito o fracaso de una construcción desde su etapa constructiva como en su vida útil, depende en forma importante de la correcta ejecución del proyecto.

Por la respuesta que presentan cada uno de los diversos sistemas estructurales en edificación, no sería práctico seguir algunas recomendaciones generales para lograr una correcta ejecución del proyecto estructural, ya que por ejemplo, la resistencia y ductilidad en estructuras de concreto dependen de las cantidades, anclajes y distribución del refuerzo principal y de confinamiento en los elementos estructurales y en sus conexiones. Así en estructuras de acero aunque se sabe de la ductilidad natural de este material, debe cuidarse que éstas no se anulen por la ocurrencia de algún modo de falla frágil, como son fallas frágiles en soldadura de conexiones de elementos, concentraciones de esfuerzos residuales excesivos debido a defectos de fabricación, etc. La demanda de ductilidad en estructuras de mampostería, se satisface normalmente si se distribuye un número suficiente de dadas y castillos para confinar el material, ya que en general en estas estructuras se provee una respuesta frágil, por lo que se diseñan para fuerzas sísmicas superiores a las que le corresponderían a otro tipo de estructuras.

### 6.3. - MANEJO DE LA SUPERVISION

#### a) BITACORA

La bitácora es el documento legal que establece la relación contractual entre el contratante y el contratado dentro de la obra.

A continuación daremos un guión, el cual no pretende incluir todas las anotaciones que es necesario hacer durante la ejecución de una obra, únicamente enlista los eventos o actividades que resultan fundamentales y necesarios para efectos de seguimiento al proceso evolutivo o aclaraciones que pudieran suscitarse posteriormente.

NORMA: La bitácora deberá permanecer en la obra todo el tiempo que dure esta. *o.- Debe estar foliada.*

- 1.- Se registrarán los nombres y firmas de las personas autorizadas que intervendrán en la ejecución de la obra.
- 2.- Deberán anotarse los datos básicos del lugar de la obra, por ejemplo: los servicios existentes, las características topográficas del terreno.
- 3.- Descripción de la obra a construir.
- 4.- Fecha de inicio de la obra.
- 5.- Registro de la entrega de planos al contratista.
- 6.- Verificación y aceptación del trazo, *aceptación o rechazo.*
- 7.- Registro de las profundidades de excavación, mediante croquis; dichos datos servirán de base para la formulación de números generadores.
- 8.- Se deberá anotar el destino del material producto de la excavación.
- 9.- Los ingresos de materiales a la obra.
- 10.- Autorizaciones de cambios o sustitución de varillas, en su caso.
- 11.- Autorizaciones de colados.

- 12.- Registro de las medidas de los rellenos necesarios.
- 13.- Solicitudes de pruebas a materiales.
- 14.- Indicaciones sobre procedimientos.
- 15.- Solicitud de pruebas de instalaciones antes de ser cubiertas.
- 16.- Diferencias entre el avance programado y el real.
- 17.- Todo trabajo extraordinario será necesario registrarlo, -- Indicando su autorización, así como los alcances del concepto.
- 18.- Deberán señalarse en la bitácora y en forma oportuna, los trabajos cuya calidad no corresponda a la señalada en las normas y especificaciones correspondientes.
- 19.- Deberá anotarse la terminación de la obra, una vez que esta esté completamente concluida.

67

b) CONTRATOS

En términos generales, el contrato es el documento legal que establece los deberes y obligaciones del contratante y del contratado.

Los contratos de obra pública contienen en su parte primera unas "Declaraciones", en las cuales el contratista manifiesta su conocimiento pleno de la Ley de Obras Públicas, su reglamento y las reglas generales para la contratación y ejecución de Obras Públicas, las normas de construcción vigentes, las especificaciones de la obra, el proyecto, programa de trabajo.

A continuación presenta un clausulado en donde se define la obra -- objeto del contrato --, su monto, el plazo de ejecución, sanciones, deducciones, anticipos, finanzas, programa de trabajo (que forma parte integrante del contrato) de los ajustes de precios -- unitarios, de los trabajos extraordinarios, prórrogas, etc.

Los contratos de obra pública cubren generalmente todas las situaciones que se pudieran presentar en la realización de una obra, y se basan de la Ley de Obras Públicas y su reglamento.

c) ESPECIFICACIONES.

Todas las instituciones ó dependencias, ya sean públicas o privadas cuentan, generalmente, con sus propias especificaciones. Estas especificaciones están pensadas para cubrir toda la gama de construcciones que puedan realizar esas instituciones, por lo que ocasionalmente resultan de difícil aplicación ó incompatibles con una obra particular.

Es por esto que resulta necesario que las obras tengan especificaciones particulares o complementarias, propias de cada obra, del lugar de trabajo, de la época, de las circunstancias etc.

d) TIEMPOS DE EJECUCION

Los tiempos de ejecución o plazos para la realización de los trabajos se encuentran definidos en los contratos. Estos tiempos pueden modificarse, generalmente hacia plazos mayores y esta posibilidad está enmarcada por la Ley de Obras Públicas y su reglamento.

## \* ESTRUCTURAS METÁLICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES

Marco A. Loza Garibay (I)  
Luis Galindo Elizalde (I)  
Napoleón Hernández Nieto (I)  
Miguel Palma Ramírez (I)

### RESUMEN

Se presenta una serie de estructuras metálicas de empleo frecuente en las Plantas Industriales Petroleras de Refinación y Petroquímica, señalando las características principales de cada estructura y las necesidades que cubre dentro del proceso de una Planta Industrial dada, con el objeto de hacer resaltar la importancia que tiene el acero como material estructural en la Industria Petrolera.

\* \* \*

Descripción. - La Ingeniería Estructural para Plantas Industriales, debe evolucionar a la par de las demás especialidades de la Ingeniería de Detalle, para poder llevar a cabo, de manera eficiente, los nuevos proyectos de la Ingeniería de Procesos que se requieren para el desarrollo de la Industria Petrolera de México.

Dentro de este contexto el acero es de vital importancia; dado que interviene en la solución de un gran número de necesidades a través de estructuras de cascarón o reticulares. Los recipientes, tanto verticales como horizontales, los hornos, los solaires, las tuberías, los tanques de almacenamiento y las cajas enfriadoras son ejemplos de estructuras tipo cascarón. Las estructuras de apoyo y servicio para equipos, los puentes para tuberías, los cobertizos, el armazón rigidizante en equipos y los bastidores modulares son algunos ejemplos de estructuras metálicas reticulares. Como se ve, prácticamente, no existe limitante para el empleo del acero en las Plantas Industriales, siendo las siguientes algunas de sus ventajas: Es de los materiales estructurales más versátiles, pudiendo adoptar cualquier forma en una pieza única o como un conjunto de elementos, incluso con partes fijas y móviles, según se requiera; tiene una gran resistencia por unidad de peso lo que implica que se obtengan cargas muertas menores; la fabricación sencilla, la fácil adaptación para la prefabricación y la rapidez de montaje permiten cortos tiempos de construcción; tiene gran facilidad para fines de ampliación de estructuras existentes, o bien para la reutilización de estructuras desmontadas. Por otro lado, el acero es de los materiales cuyas características elásticas siguen a la ley de Hooke hasta esfuerzos relativamente altos, tiene gran ductilidad, tenacidad y resistencia a la fatiga.

Las desventajas del acero, en general, son las siguientes: la mayoría de los aceros se corroen al estar expuestos al medio ambiente que existe en las plantas industriales, por lo que el costo de un

(I) SIPPI, Instituto Mexicano del Petróleo

mantenimiento adecuado es alto; aún cuando es incombustible, la resistencia del acero estructural se reduce notablemente a altas temperaturas, por lo tanto, las estructuras deben estar protegidas para el caso de incendios; la alta resistencia por unidad de peso del acero permite obtener miembros muy esbeltos que son altamente susceptibles a pandearse bajo compresión, obligando al uso de material adicional para refuerzo y contraventeo.

Las estructuras metálicas que se presentan en esta ponencia, se emplean regularmente en las plantas petroleras, de refinación y petroquímicas, con objeto de brindar apoyo y/o servicio a los equipos y a las tuberías que intervienen en el proceso de las plantas y forman la parte fundamental de las actividades que se desarrollan en el departamento de Ingeniería Civil-Acero, dependiente de la Subdirección de Ingeniería de Proyectos de Plantas Industriales, dichas actividades están compuestas por las etapas de análisis, diseño, emisión de dibujos de detalle, apoyo técnico durante el proceso constructivo y evaluación estructural para rehabilitación. A grandes rasgos podemos clasificar dichas estructuraciones, que básicamente son de tipo reticular, de la forma siguiente:

- - Plataformas y escaleras en recipientes (verticales y horizontales)
- - Plataformas y escaleras para operación de válvulas.
- - Estructuras para operación de monitores contra incendio.
- - Apoyos especiales para tuberías.
- - Cobertizos de servicios.
- - Estructuras para extracción de haz de tubos.
- - Estructuras de apoyo y servicio de equipo (rehervidores, soloaires, etc.).
- - Edificio de cambiadores de calor.
- - Soportería de tuberías.
- - Estructuras de servicio en casa de compresoras.
- - Cajas enfriadoras.
- - Soportería de ductos eléctricos e instrumentación.
- - Bastidores metálicos para paquetes modulares.
- - Estructuras híbridas.

Cabe señalar que las estructuras metálicas enunciadas brindan el mencionado apoyo y/o servicio a otro tipo de estructuras metálicas que forman parte integrante del equipo, tales como las armazones existentes en los hornos o en los soloaires, las grúas viajeras, etc., o a los recipientes que forman el grupo de las estructuras de cascarón.

A continuación se da una breve descripción de las necesidades que se cubren con cada una de las actividades referidas.

Plataformas y escaleras de servicio para recipientes.- Para cumplir con las necesidades de operación, inspección y mantenimiento, se brinda acceso a determinados niveles de los recipientes por medio de escaleras y plataformas, la geometría de las cuales depende del tipo de recipiente que puede ser vertical, horizontal o atmosférico, es usual que el piso sea de rejilla metálica, sin embargo, en casos especiales se usa placa antiderrapante.

En recipientes verticales se requieren una o más plataformas a lo largo del mismo y una superior, las primeras dan acceso a registros, instrumentos de medición, válvulas, etc., son de forma circular y están apoyadas por medio de ménsulas radiales conectadas al recipiente por medio de grapas de sujeción. La plataforma superior sirve para operar las válvulas de las tuberías situadas en la parte superior del recipiente y el pescante o el polipasto, es de geometría rectangular, está apoyada en la cabeza del recipiente por medio de grapas. En general, el acceso a las plataformas se hace por medio de escaleras tipo marinas, excepto en recipientes de grandes dimensiones donde se usan escaleras de alfarda o elevadores (Fig. 1).

En recipientes horizontales, en general, se requiere una sola plataforma de geometría rectangular, con uno o varios huecos para la salida de las boquillas, está apoyada directamente en el equipo o en el soporte del mismo (Fig. 3).

Para recipientes atmosféricos, es común que solo se proporciona escalera de acceso y barandales en la tapa superior, debido a que ésta tiene poco pendiente. La escalera es de tipo marina para recipientes de dimensiones pequeñas y de tipo alfarda helicoidal cuando la altura es mayor de 4.0 mts. y el servicio es frecuente (Fig. 2).

Escaleras de alfarda para servicio de torres.- Actualmente las plantas de Refinación y Petroquímica se están diseñando para tener mayor capacidad de producción, esto ocasiona que los recipientes tengan que ser de mayor diámetro y altura; a su vez, las necesidades de operación y mantenimiento requieren de un fácil y rápido acceso a las plataformas para lo cual la solución con escaleras marinas no resulta funcional y deben usarse escaleras de alfarda o, en casos especiales, elevadores (Fig. 1).

La estructuración de estas escaleras de alfarda consiste de un marco contraventeado con diagonales en el sentido longitudinal, y en el sentido transversal tiene traveses de liga y contraventesos conectados al recipiente mediante grapas de sujeción, la escalera se desarrolla envolviendo al marco apoyándose en traveses tipo voladizo o en las traveses de liga. Las condiciones de análisis para diseño son: carga muerta, carga viva, sismo y deformación por temperatura bajo operación del recipiente.

Plataformas y escaleras para operación de válvulas.- Se localizan

en general, en el límite de baterías, que es el sitio donde se integran las tuberías de una planta en particular a la red de la refinería y constan de un pasillo con el cual se tiene acceso para operación de las válvulas. La estructura de la plataforma puede apoyarse en la soportería de concreto o acero, o desplantarse desde nivel de piso. Para su acceso se coloca una escalera tipo marina.

Estructura para operación de monitores contra incendio. - Consta básicamente de una plataforma con piso de rejilla metálica de 2.0 M2. en la cual se localiza el monitor contra incendio, dicha plataforma tiene una elevación tal que permite cubrir el área de aspersión - adecuadamente, y puede estar apoyada en la estructura de la soportería de tuberías, o bien desplantarse a piso; se utiliza una escalera tipo marina para su acceso.

Soportería para tuberías. - En las Plantas Industriales, se utiliza una soportería principal para apoyar las diferentes líneas de tuberías a través de la planta. La estructura consta de marcos en dos direcciones: el marco transversal, en general, es de un claro de 6 a 10 mts. y, dado que es el que soporta las tuberías, tiene las secciones más grandes que los marcos longitudinales que constan de los claros necesarios para cubrir todo el desarrollo de las líneas y sus traveses son solo de liga. Es común que tenga dos camaras para apoyo de las tuberías y de los ductos eléctricos e instrumentación, además sirve para desplantar estructuras de apoyo y servicio como son las plataformas de operación de válvulas, el apoyo de enfriadores con aire, el apoyo de tuberías en curvas de expansión, la línea de transfer, las líneas de desfogue, etc.

Esta soportería solía ser de acero, sin embargo, en las plantas petroleras el medio ambiente es muy corrosivo, lo cual hace que el costo de mantenimiento de la estructura sea alto y se ha decidido que se construyan de concreto quedando como estructuras de acero las enunciadas como de apoyo y servicio.

Apoyos especiales de tuberías. Cuando las líneas salen de la soportería para tuberías, en general para conectarse a algún equipo, recorren longitudes en las que no son autosoportables, por lo que se les debe brindar apoyo con una estructura especial que puede ser un marco aislado, una T, una L invertida o combinaciones de ellas; estos apoyos pueden desplantarse en una estructura de concreto, de acero o a N.P.T. En general las cargas de diseño para estas estructuras se obtienen de un análisis de flexibilidad de las tuberías.

Cobertizos de servicios. - Estas estructuras satisfacen la necesidad de proteger del medio ambiente a determinados equipos o a zonas con alta concentración de personal trabajando. Consisten de dos o más marcos en los cuales se apoyan los largueros quienes reciben a la lámina del techo y de los muros, el trabajo básico de los marcos es el plano, por lo que deberán contraventearse transversalmente. Otras necesidades que se satisfacen son las de poder mover grandes cargas mediante una Grúa Viajera, o el apoyo de equipos y tuberías, etc. (Fig. 4)

Estructura para extracción de haz de tubos. - Esta estructura es una

armadura que se usa frente a los cambiadores de calor (equipos con haz de tubos interno) con objeto de servir de apoyo en la extracción del haz durante la maniobra de mantenimiento. Cuando existen varios cambiadores de calor alineados, se usa una estructura móvil que les da servicio a todos los equipos (Fig. 9).

Estructura de apoyo y servicio para enfriadores de aire. - El agua es un medio de enfriamiento para fluidos en procesos de las Plantas Industriales, sin embargo, la escasez de la misma, el temor de contaminaciones térmicas y la economía de los nuevos enfriadores con aire, le han dado importancia a éstos últimos. Para garantizar la circulación del aire, los enfriadores deben colocarse en sitios abiertos; siendo habitual localizarlos sobre la soportería de tuberías, ya que se cumple con este requisito y además no se obstruye área útil. La estructura de acero cumple con la función de apoyar al enfriador pero a su vez se desplanta en la soportería de tuberías formándose una estructura híbrida si ésta es de concreto. Consta de marcos ortogonales, con los cuales es posible formar una planta estructural de piso de rejilla metálica para dar los pasillos necesarios de servicio; para acceso se coloca una o varias escaleras tipo marinas.

Estructura de apoyo para rehervidores. - En los recipientes donde se requiere separar los fluidos ligeros de los pesados, se coloca un rehervidor que, dependiendo de su tamaño puede apoyarse en el propio recipiente o bien requerir estructura especial de apoyo. -- Dicha estructura de apoyo y servicio puede ser para uno o varios rehervidores, está formada por marcos ortogonales, con varios niveles de plataformas para operación y mantenimiento, ya que el equipo en general, es vertical. Para acceso se emplean escaleras marinas cuando el equipo es pequeño, y en caso contrario se usan escaleras de alfarda. Normalmente se tienen pasillos de interconexión entre la estructura del rehervidor y las plataformas de las torres a las que da servicio dicho equipo.

Edificio de cambiadores de calor. - Este edificio es de las estructuras que satisfacen más necesidades, como son: de apoyo para equipos y tuberías, de servicio, operación y mantenimiento a equipos, válvulas e instrumentación, etc., y al cumplir con cada una de ellas, se forma su estructuración como se verá a grandes rasgos.

Por requisitos del proceso los equipos se localizan a cierta elevación, lo cual determina el rango de los niveles de las plantas estructurales de apoyo, para fijar mejor estos niveles se toman en cuenta las necesidades de servicio de los equipos. Para localizar las columnas se pide que los equipos se agrupen dejando huecos a cada 6.0 a 7.0 mts. para evitar que las traveses tengan un gran parral. Respecto a la planta estructural, las necesidades de apoyo de las silletas de los equipos nos indican la localización de las primeras traveses (Fig. 5 y 6).

Cuando se analiza el apoyo del equipo por fuerza horizontal (sismo o extracción de haces), se obtiene un momento torsionante en la travesa del apoyo fijo; dado que, en general, se estructura con traveses de sección abierta que tienen poca capacidad para absorber tor-



sión, es necesario proporcionar traveses perpendiculares que reciban el momento torsionante como flexión. Asimismo se colocan contraventeos para formar una armadura que lleve el cortante provocado por la fuerza lateral hacia los marcos principales (Fig. 7).

Las necesidades de servicio se traducen en pasillos alrededor de los equipos para permitir el acceso a los instrumentos y accesorios de los mismos y también son necesarios para una buena circulación en el edificio. Las traveses proporcionadas para cubrir este aspecto buscan subdividir la planta estructural en cuadros de 1.0 a 1.25 mts. por lado con objeto de que la rejilla trabaje adecuadamente y se tenga una cierta rigidez en la planta, dicha rigidez se aumenta colocando contraventeos horizontales (Fig. 8).

En edificios de cambiadores de calor es necesario dar áreas para mantenimiento del haz de tubos o bien para bajarlo a piso, esto implica la necesidad de una grúa viajera, lo cual nos obliga a proporcionarle un claro más al edificio. Para estructurar esta sección existen varias alternativas: la primera consiste en brindar pasillos alrededor de un hueco por el cual se bajará el haz hasta el piso, una segunda opción estriba en cubrir el hueco con una especie de puerta abatible, lo cual permite tener una planta de rejilla sin huecos y la posibilidad de abrirla para tener el hueco de mantenimiento para mover el haz de tubos (Fig. 9 y 10); además, en la maniobra de mantenimiento se requiere que se proporcionen armaduras para la extracción horizontal del haz de tubos (Fig. 12). Los bancos de apoyo se colocarán cuando exista diferencia entre la elevación de la planta estructural y el paño inferior de la silleta del equipo.

Finalmente, las necesidades de acceso se satisfacen con una escala ra de alfardas (Fig. 11) y los requisitos de apoyo de tuberías se cubren con estructuraciones especiales que pueden estar en las plantas estructurales o fuera de ellas en elevación y planta (Fig. 13).

El último requisito es de estabilidad y rigidez para lo cual se colocan anillos de traveses cuando la relación de esbeltez de las columnas es grande, y contraventeos para reducir los desplazamientos bajo cargas laterales (Fig. 14).

Las condiciones de análisis para diseño de la estructura son: carga muerta, carga viva, carga de operación en mantenimiento, descarga máxima de la trabe carril, sismo y, cuando aplique, viento.

Servicios en casa de compresoras. - Actualmente la estructura de la casa de compresoras es de concreto por lo que se refiere a los marcos, losa del mezzanine, el techo y las cimentaciones; sin embargo, se aprovecha la versatilidad del acero para proporcionar accesorios tales como: escaleras de acceso, piso de rejilla en los huecos de losa del mezzanine, faldones, persianas, tragaluz, apoyos especiales para tuberías y equipos pequeños y principalmente, la trabe-carril para apoyo de la grúa viajera (Fig. 15).

Apoyos Especiales para ductos eléctricos y de instrumentación. - La trayectoria de los ductos mencionados puede ser subterránea o aérea en el segundo caso los cables se alojan en una charola de aluminio

que solo es autoportable en 1.0 a 1.5 mts., por lo que se le debe proporcionar elementos de apoyo cuando la distancia entre los marcos de soporte es mayor. Con la separación mencionada se localizan miembros en una planta estructural que puede estar apoyada en marcos aislados, T o L invertidas o bien estar desplantada en la soportería de tuberías (Fig. 16).

Cajas enfriadoras. - Este es otro equipo que sirve para cambiarle la temperatura a un líquido en un proceso dado, los requisitos que cubre son los de apoyo al serpentín de tuberías y la contención del agua necesaria para el cambio de temperatura, con la primera necesidad se cumple proporcionando un bastidor de apoyo, formado por ángulos (L) con conexiones apertadas para permitir el mantenimiento al serpentín. La contención se hace por medio de paredes de placa, la cual se rigidiza con postes y largueros, en general, de sección I.P.R. y ángulos respectivamente; para garantizar la impermeabilidad, en el fondo también se coloca placa, algunos accesos en la caja enfriadora son: el vertedor, pasillos y escaleras de acceso, registros de entrada, etc.

Bastidor metálico para paquetes modulares. - Esta solución se ha usado básicamente en estos casos: Cuando varios equipos pequeños forman un paquete, se montan en un bastidor para transporte y facilidad de integración a la planta. Otro caso se tiene cuando la planta es de tamaño semi-industrial, entonces es posible montar la mayoría de los equipos en bastidores para posteriormente interconectarlos en el sitio de la obra, con el consiguiente ahorro de tiempo en la construcción. En los dos casos anteriores una condición crítica de diseño es la indeformabilidad del bastidor durante el transporte y montaje (Fig. 19, 20 y 21).

Edificios híbridos. - En la actualidad es normal tener que dar apoyo a equipos de grandes dimensiones y grandes pesos; cuando dicho apoyo no se hace directamente a la cimentación es necesaria una estructura de soporte; si es de acero dicha estructura se tienen problemas de desplazamiento cuando el equipo entra en operación, evitar esto implica el uso de secciones muy peraltadas o marcos muy contraventeados; por otro lado, como la estructura se protege contra fuego forrándola con concreto quedan de hecho secciones de concreto armado; motivos por los cuales se ha decidido hacer edificios híbridos teniendo del nivel de piso al nivel de apoyo del equipo una estructura de concreto que es más rígida y a partir de esta elevación una estructura de acero que contemple las plataformas de servicio del apoyo de equipos pequeños, tuberías, la trabe-carril, etc. en la estructura de concreto el piso de rejilla en los huecos de la losa, las escaleras de acceso, los barandales y los apoyos especiales para tuberías también son de acero (Fig. 17).

Otra necesidad especial se ha presentado cuando la zona de mantenimiento se tiene fuera del edificio por lo que se requiere que la trabe-carril quede en voladizo, obligando esto a colocar armaduras que restrinjan las deformaciones en el punto más alejado de dicho volado (Fig. 18).

Conclusión. - Como se ha visto, a pesar de los factores adversos -

que tiene el acero en las Plantas Petroleras como son: el medio ambiente altamente corrosivo y el gran riesgo de incendio, su empleo como material estructural aún no tiene sustituto, por el contrario los nuevos proyectos requieren de equipos y tuberías cada vez más grandes, por lo que las estructuras de apoyo y servicios son más elaboradas; dando por resultado que la industria petrolera necesita una gran cantidad de acero en el desarrollo de su infraestructura, esto motiva que la tendencia de la Ingeniería esté enfocada hacia la solución o minimización de las desventajas del acero a través de aleaciones resistentes a medios o efectos determinados, mejores materiales y procedimientos para protección anticorrosiva, programas adecuados de mantenimiento y rehabilitación, etc., así como la racionalización de los métodos de análisis y diseño y la actualización de los manuales que lo gobiernan.

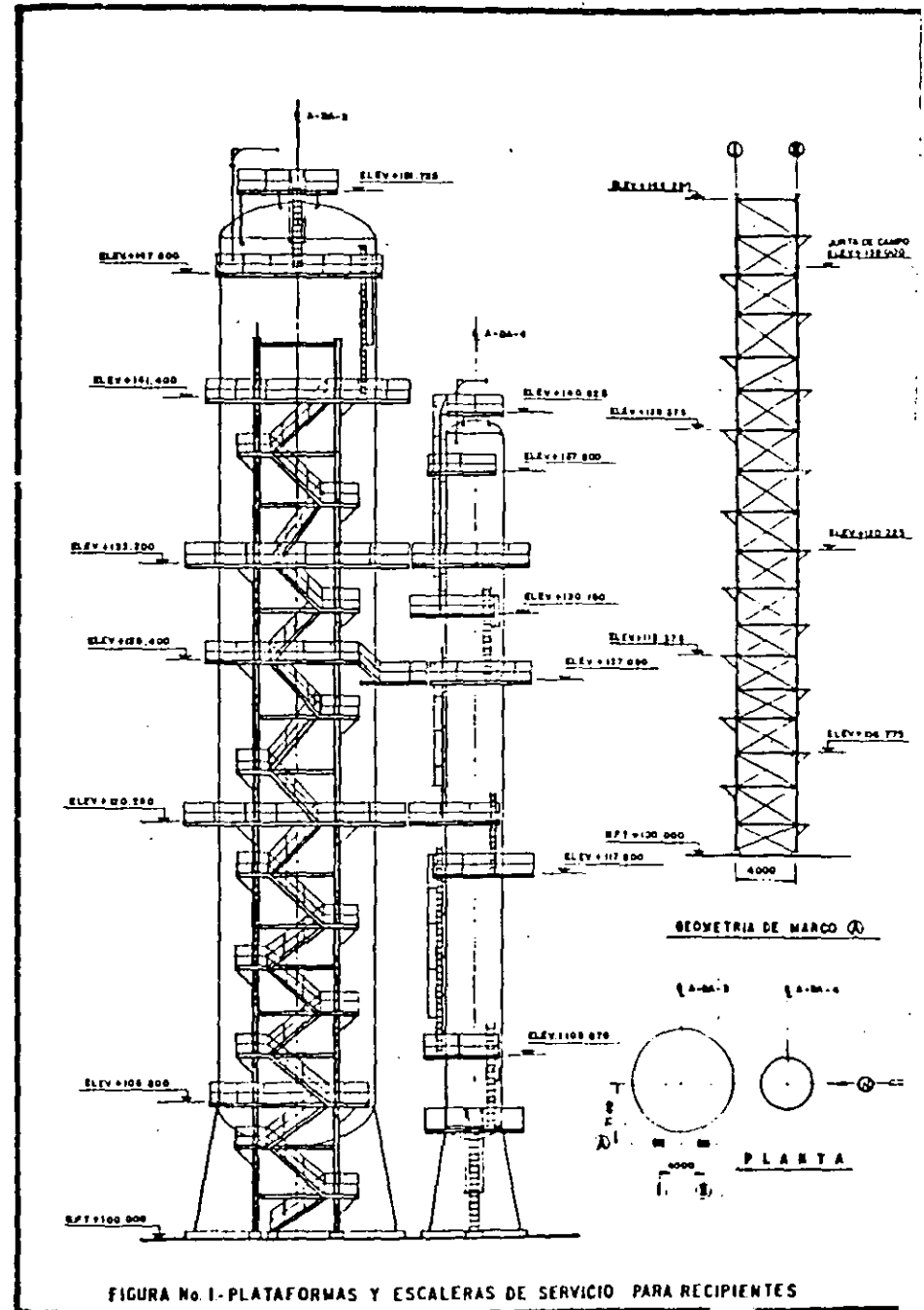


FIGURA No. 1-PLATAFORMAS Y ESCALERAS DE SERVICIO PARA RECIPIENTES

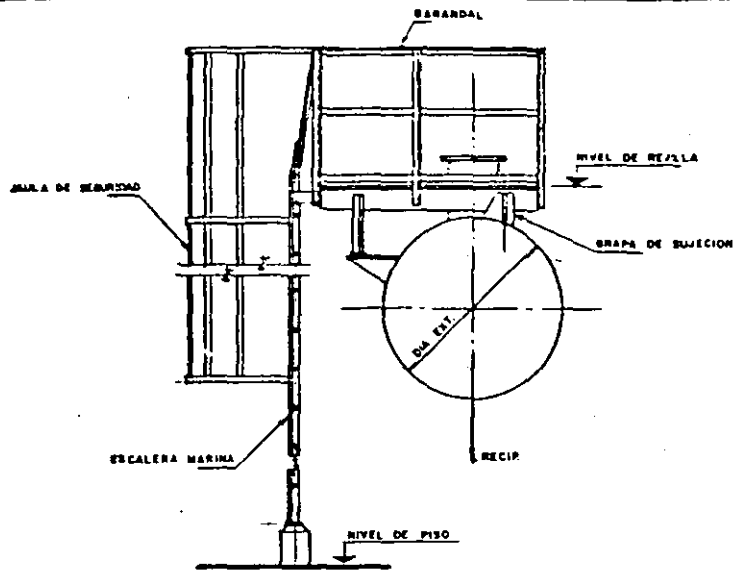


FIGURA N° 3- PLATAFORMA EN EQUIPO HORIZONTAL

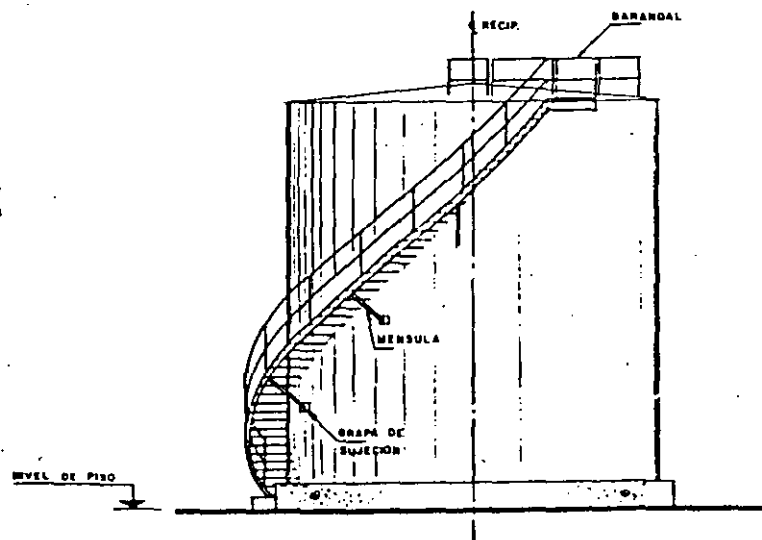


FIGURA N° 2 - ESCALERA HELICOIDAL Y BARANDALES PARA RECIPIENTE ATMOSFERICO

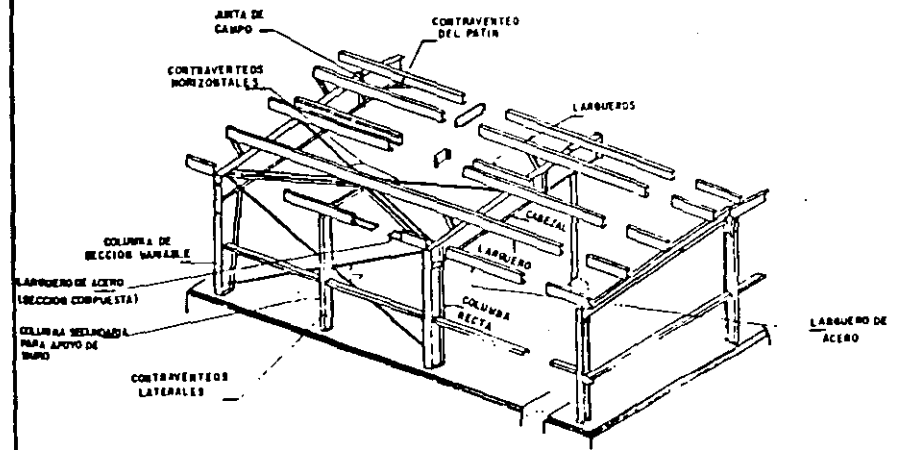
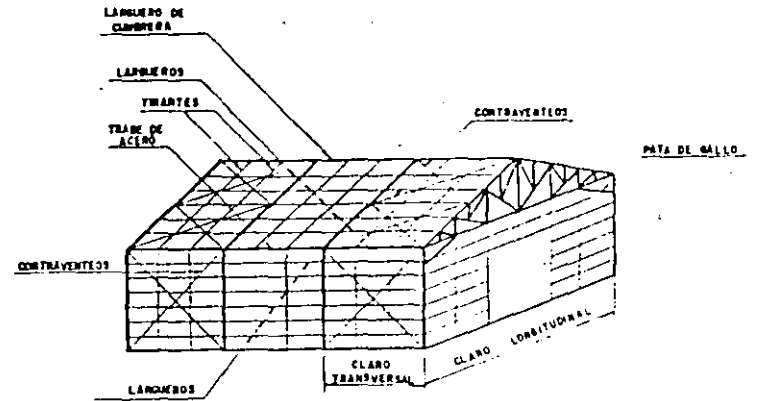


FIGURA No. 4. COBERTIZOS DE SERVICIOS

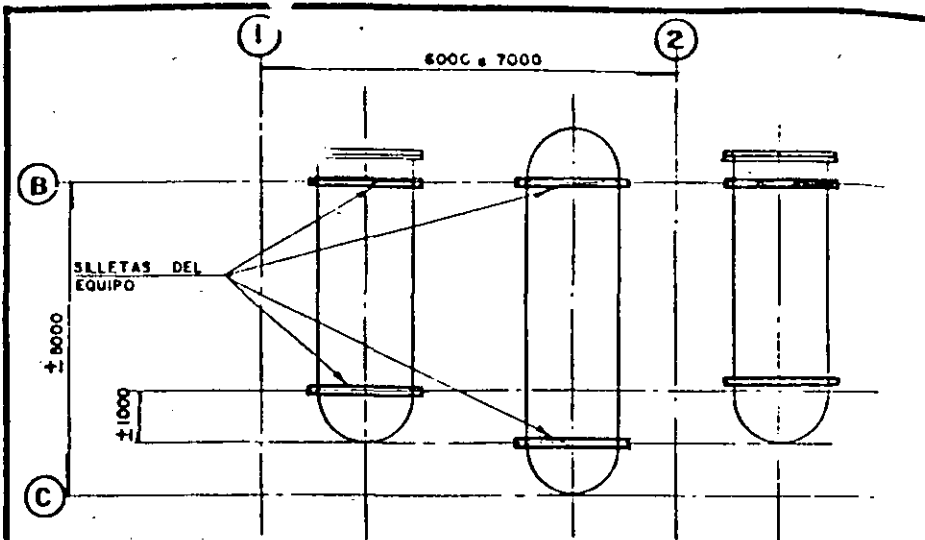


FIGURA N° 5 - LOCALIZACION DEL EQUIPO

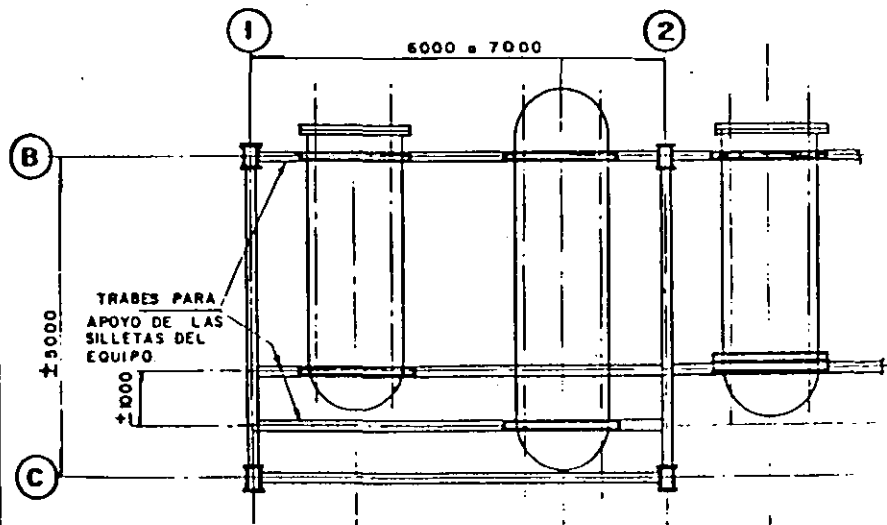


FIGURA N° 6 - NECESIDADES DE APOYO

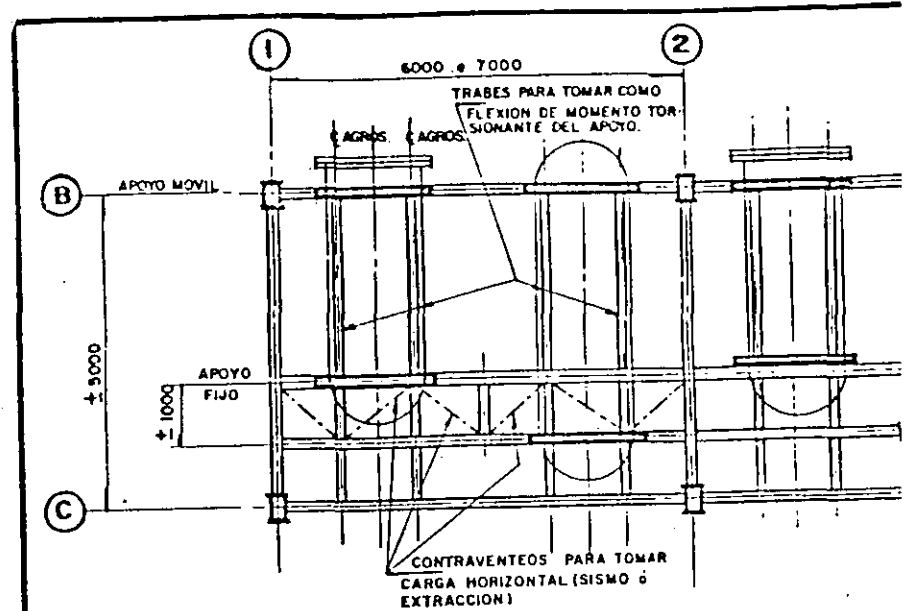


FIGURA N° 7 - NECESIDADES DE APOYO

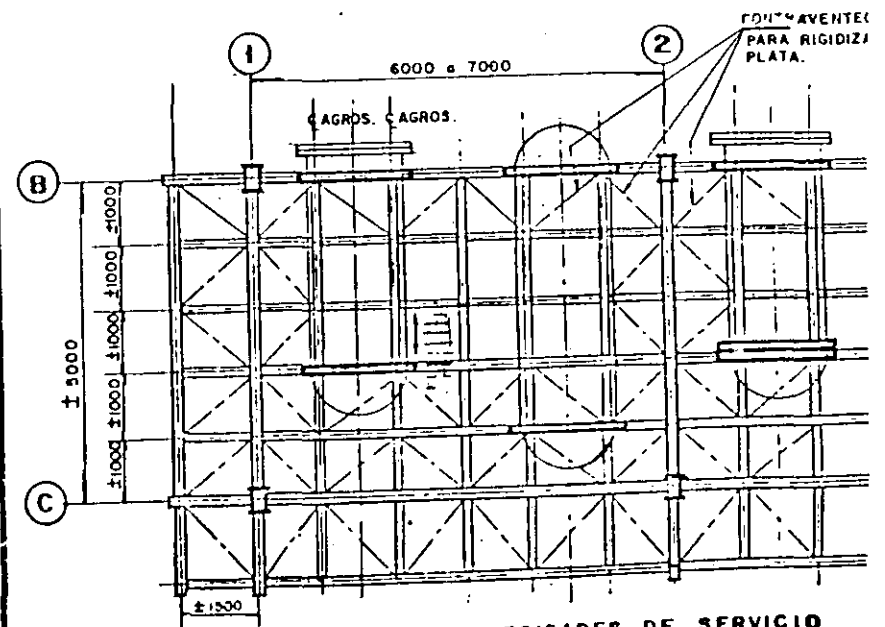
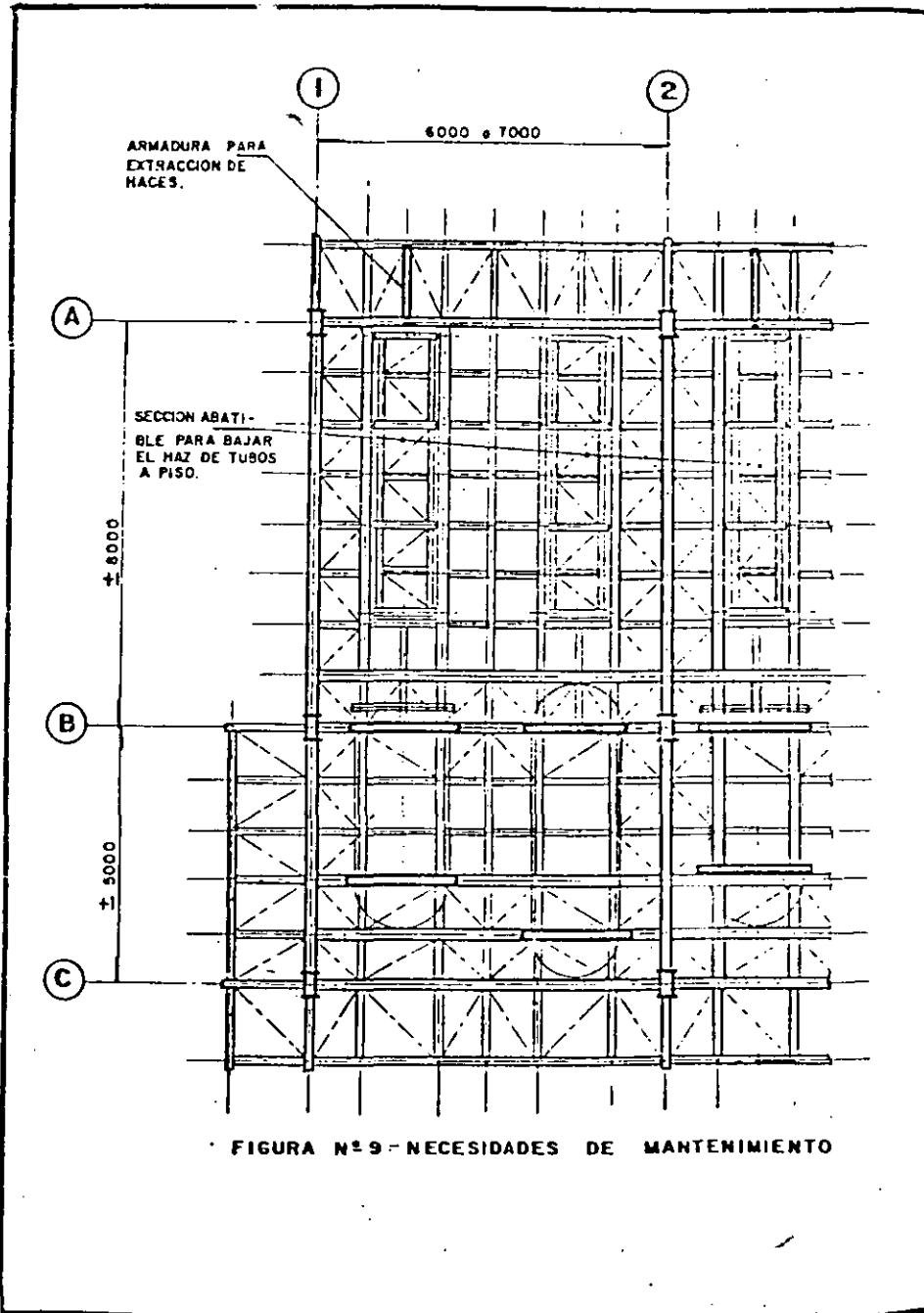
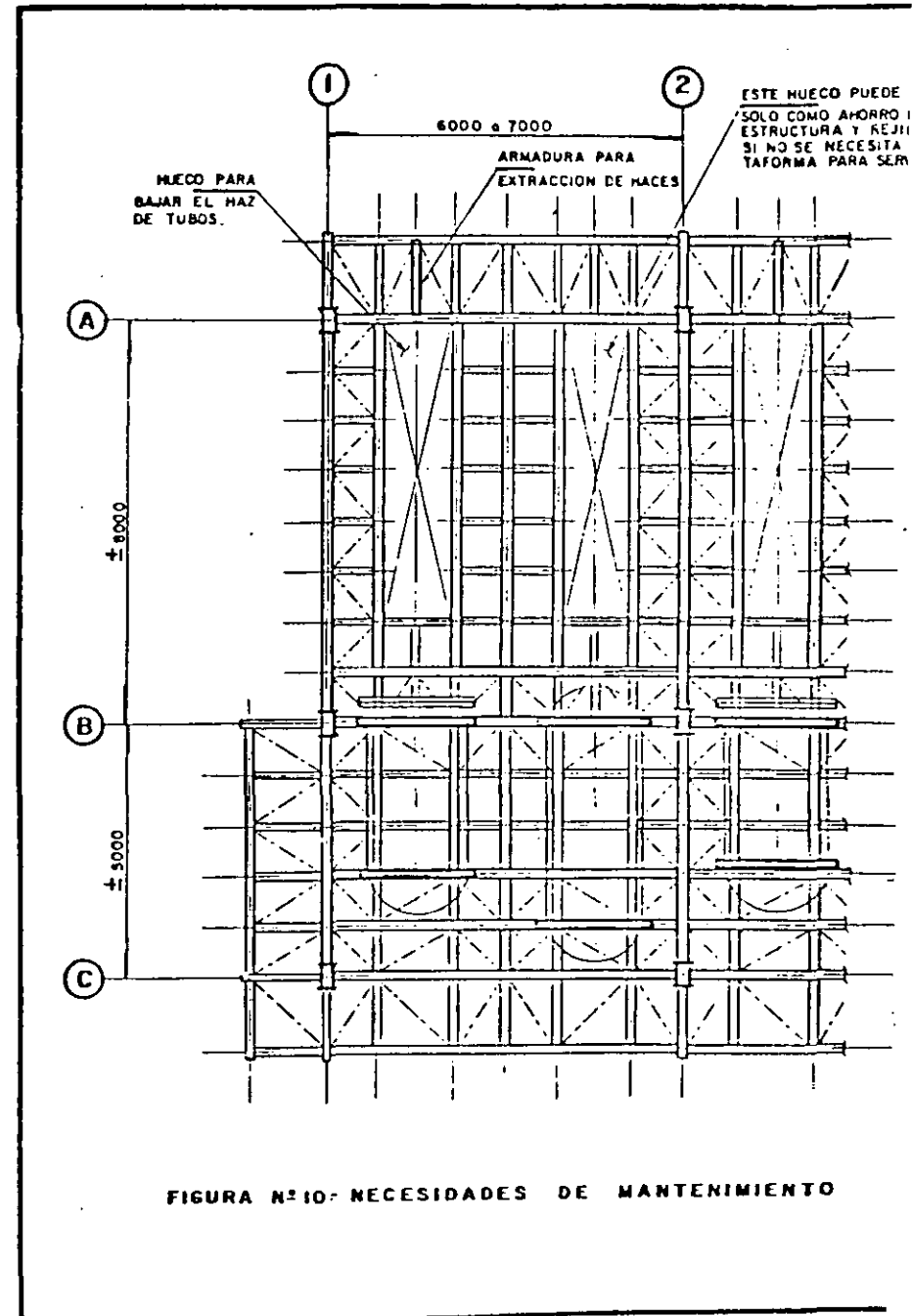


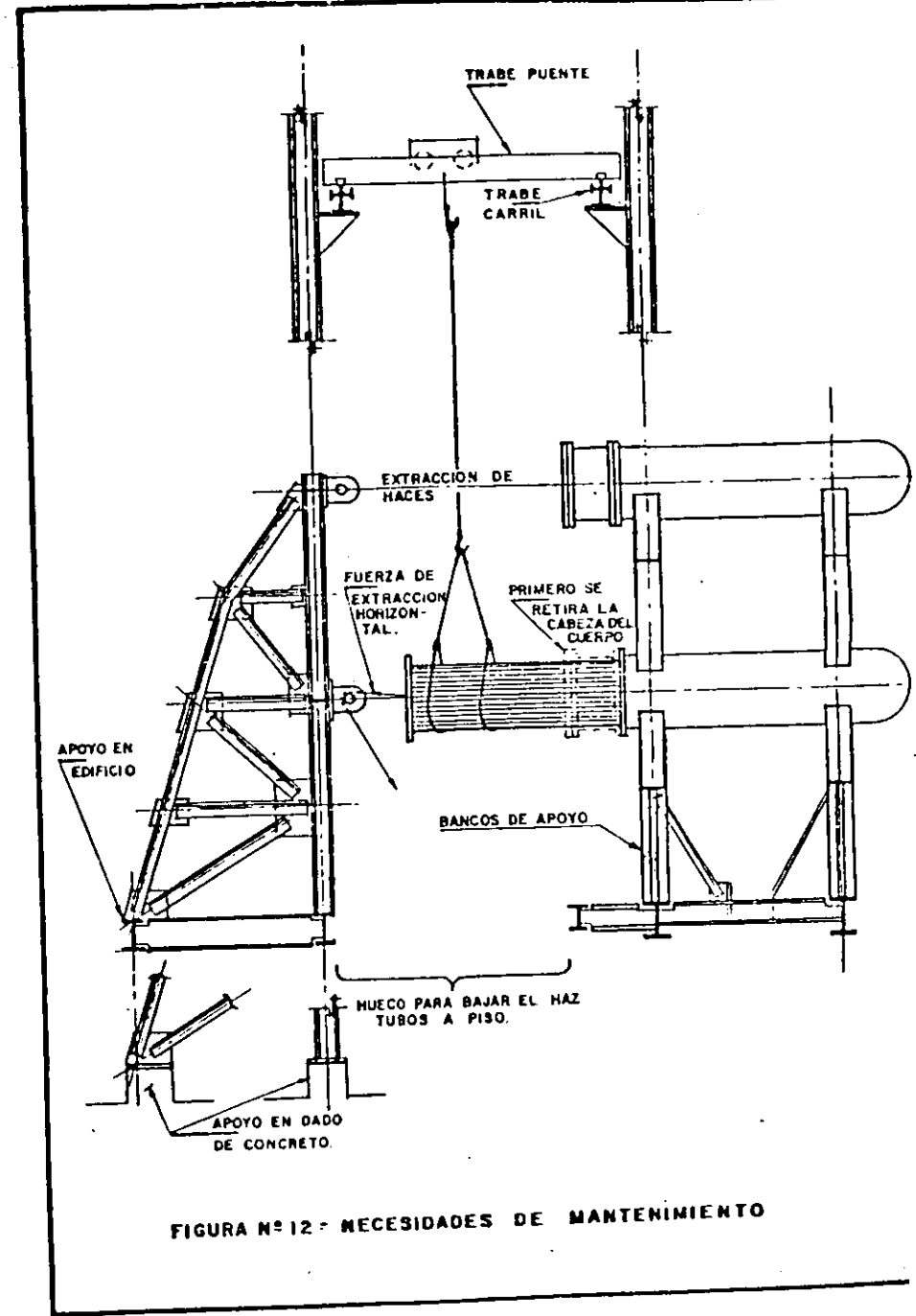
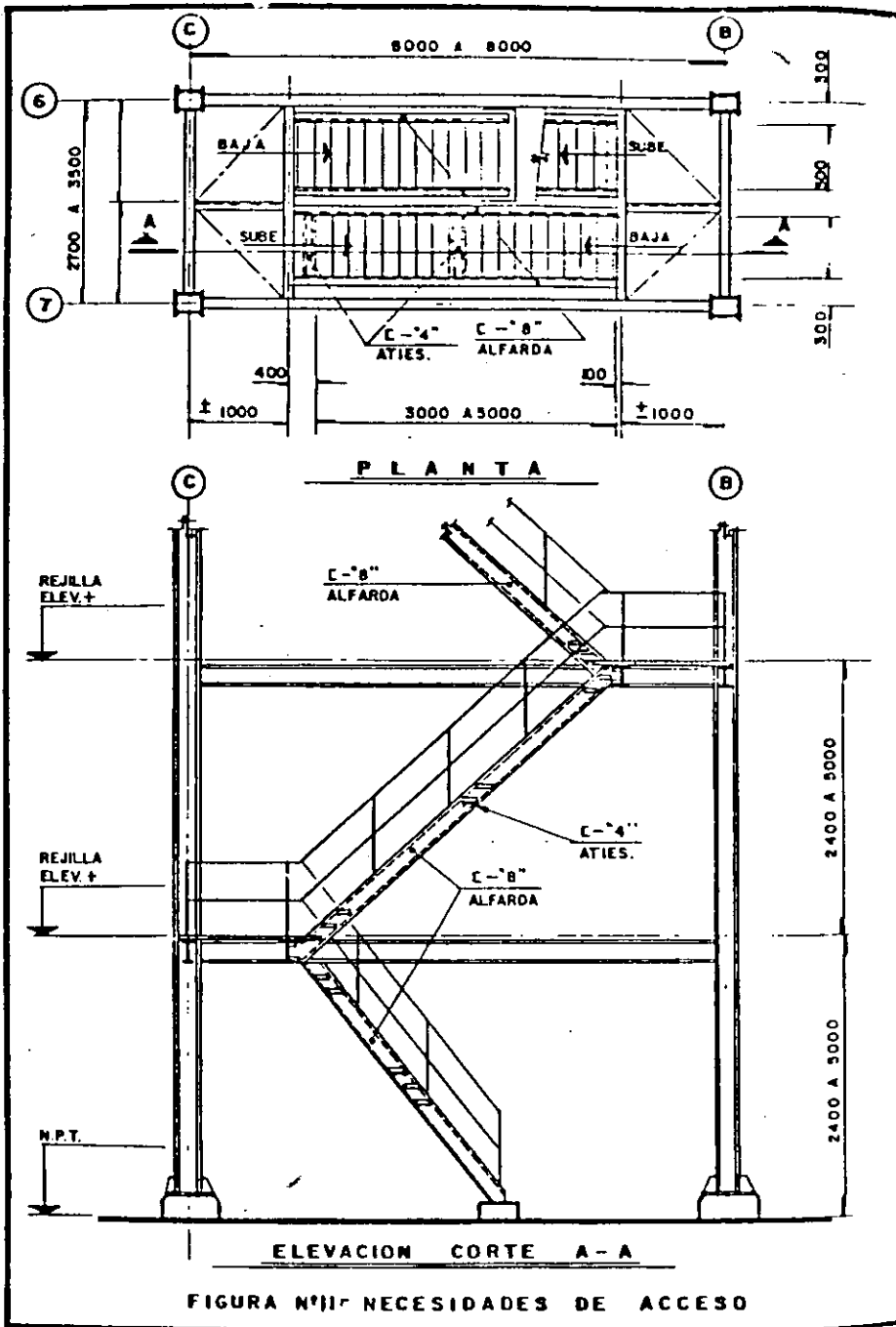
FIGURA N° 8 - NECESIDADES DE SERVICIO

58

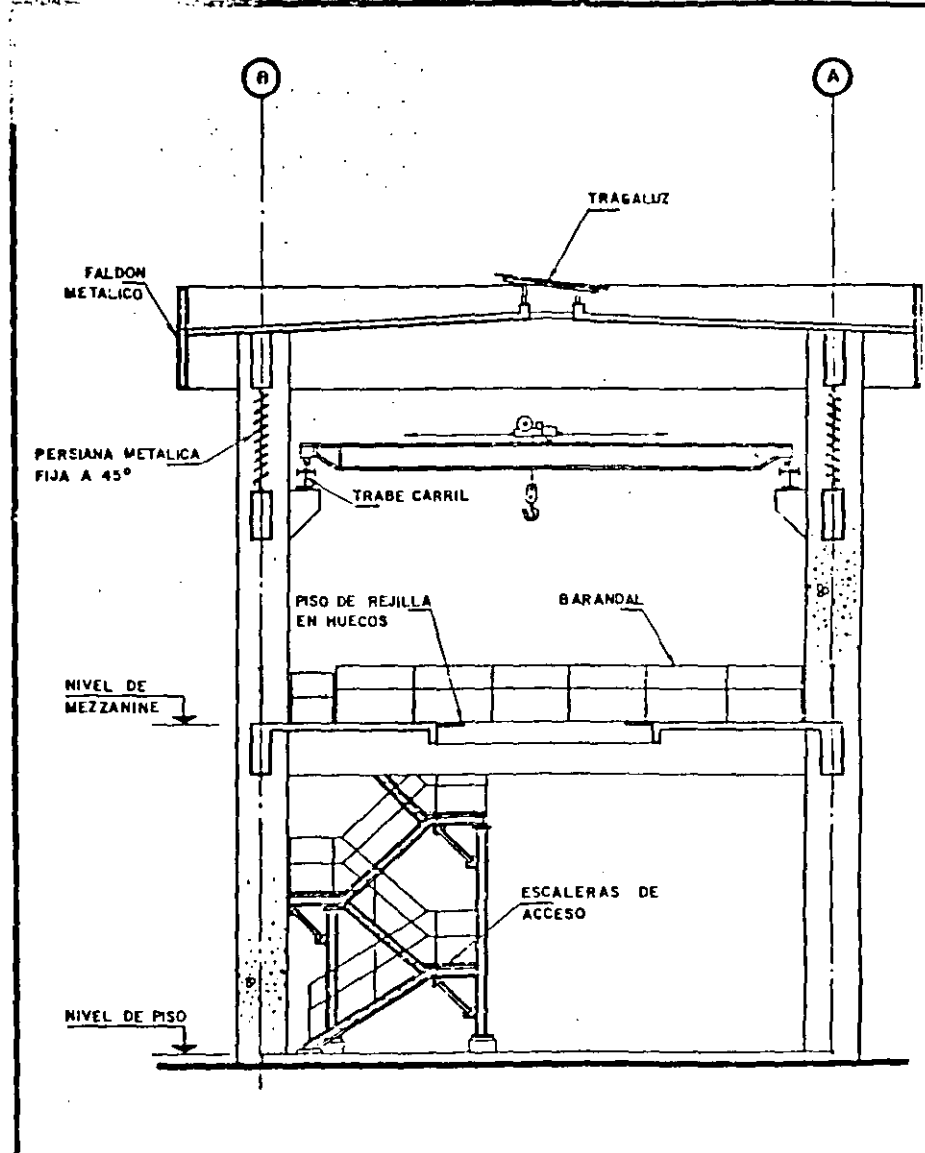
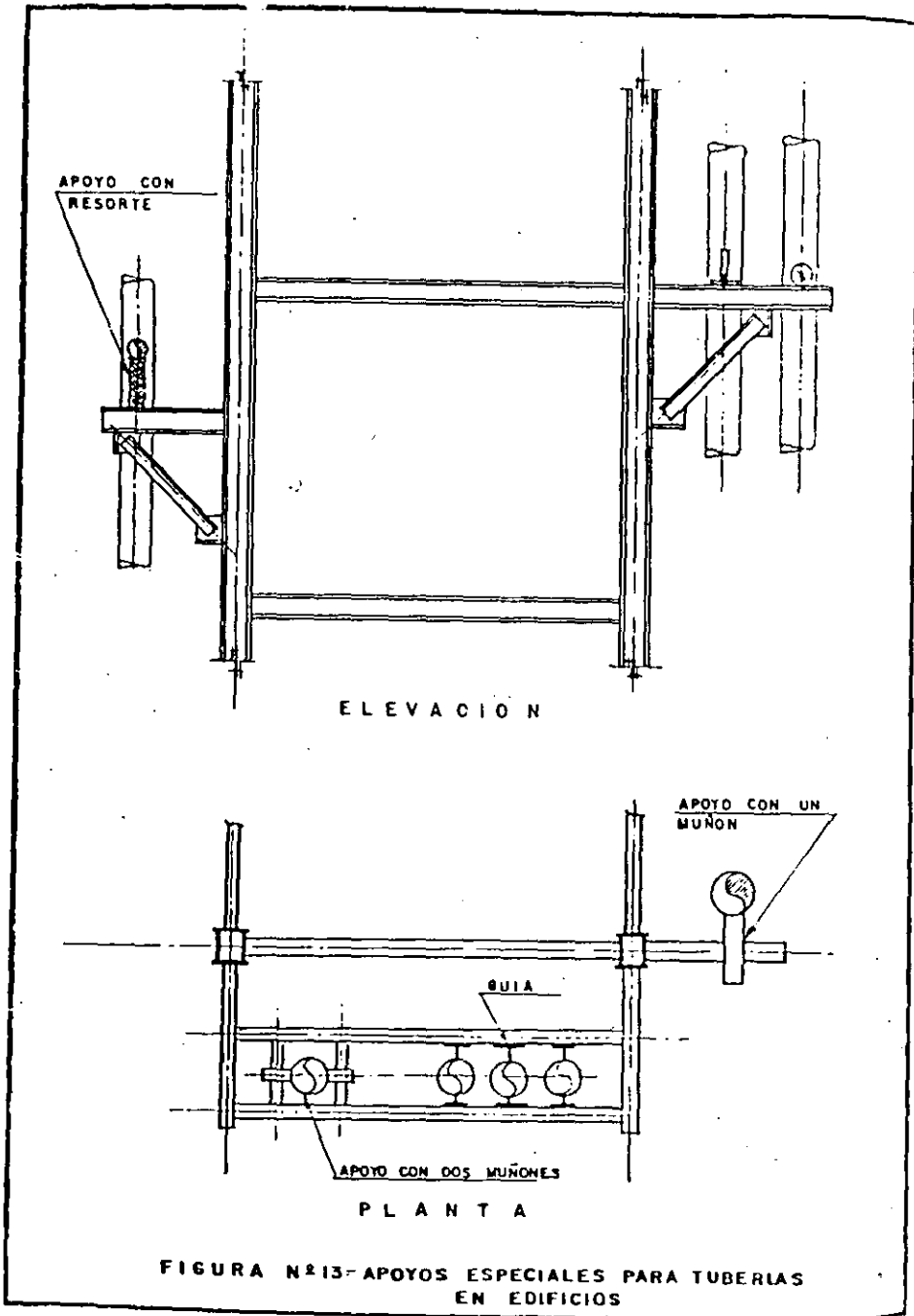


52



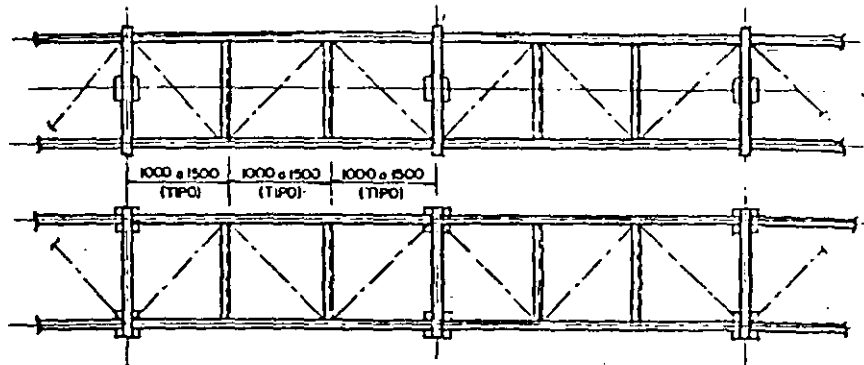


68

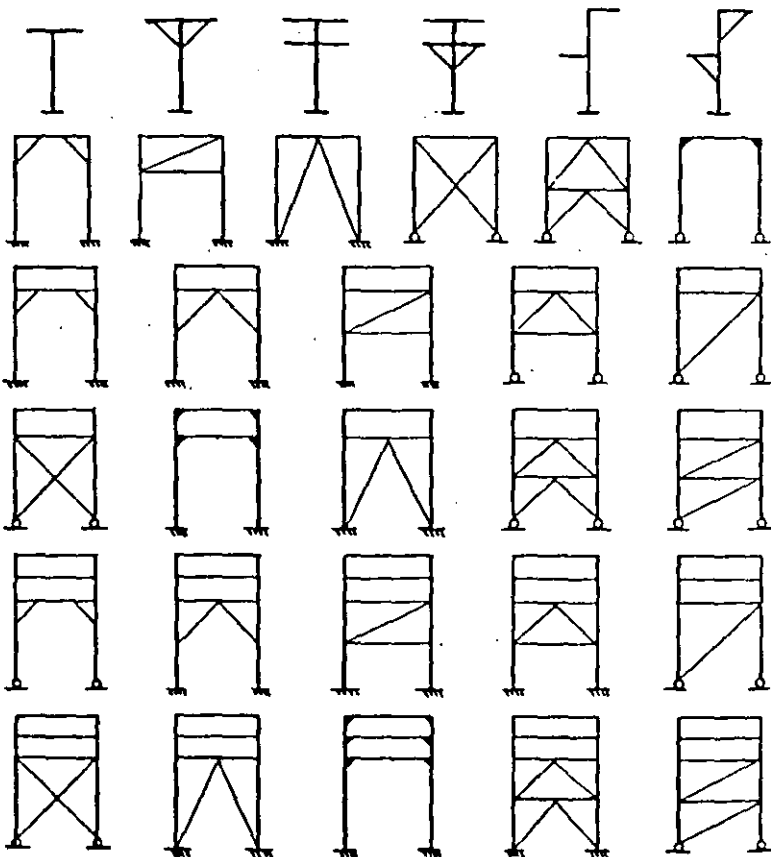


**FIGURA N°15- ESTRUCTURAS DE SERVICIO EN CASA DE COMPRESORAS**

FIGURA N°16 APOYOS PARA DUCTOS ELECTRICOS



P L A N T A S



E L E V A C I O N E S

50

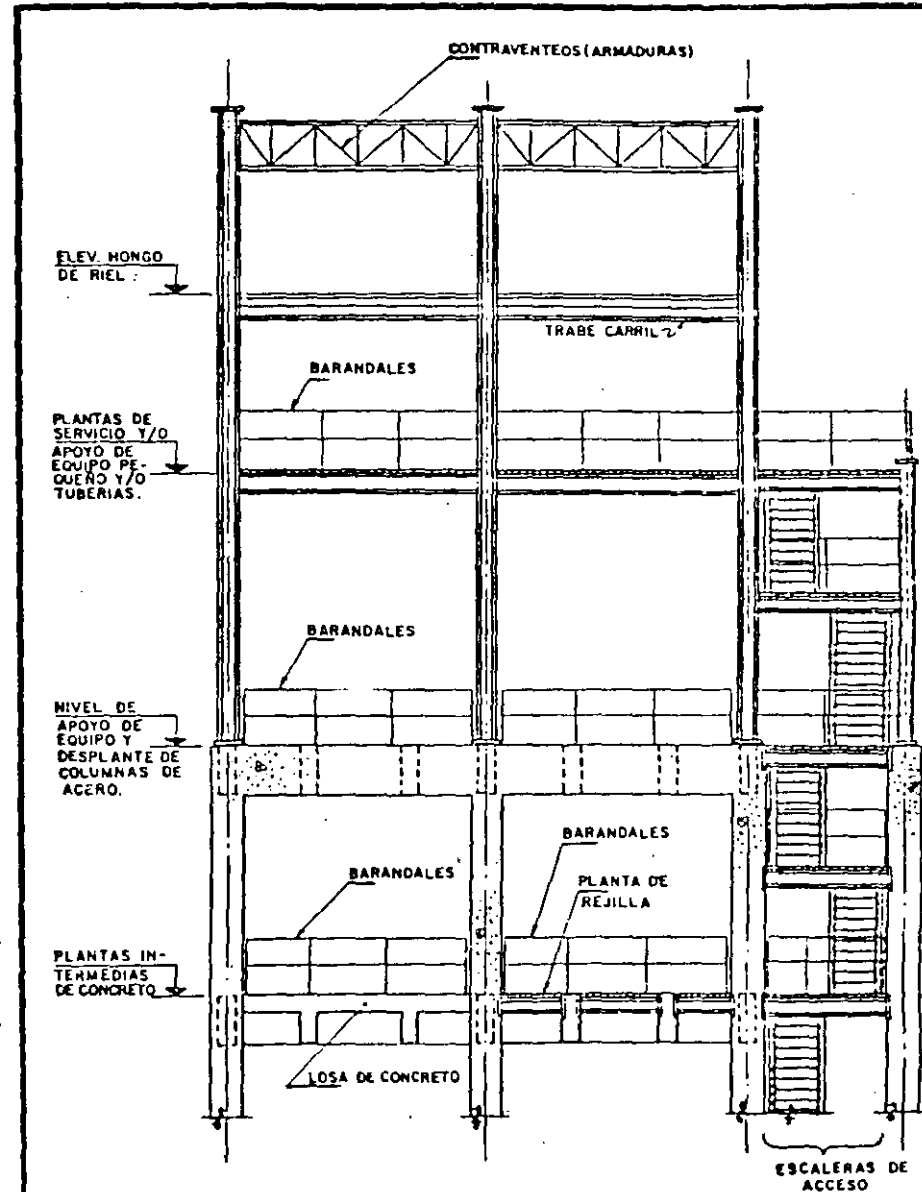
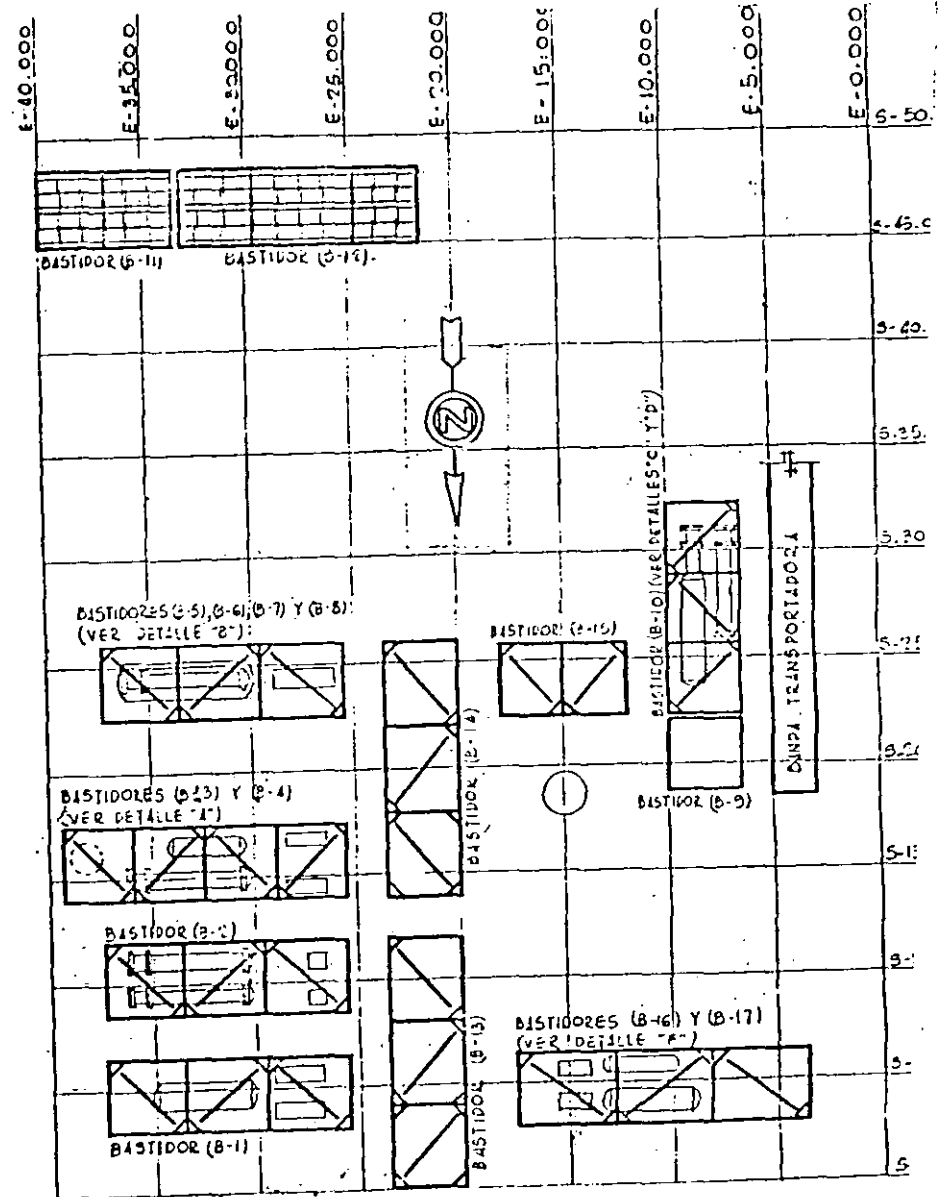
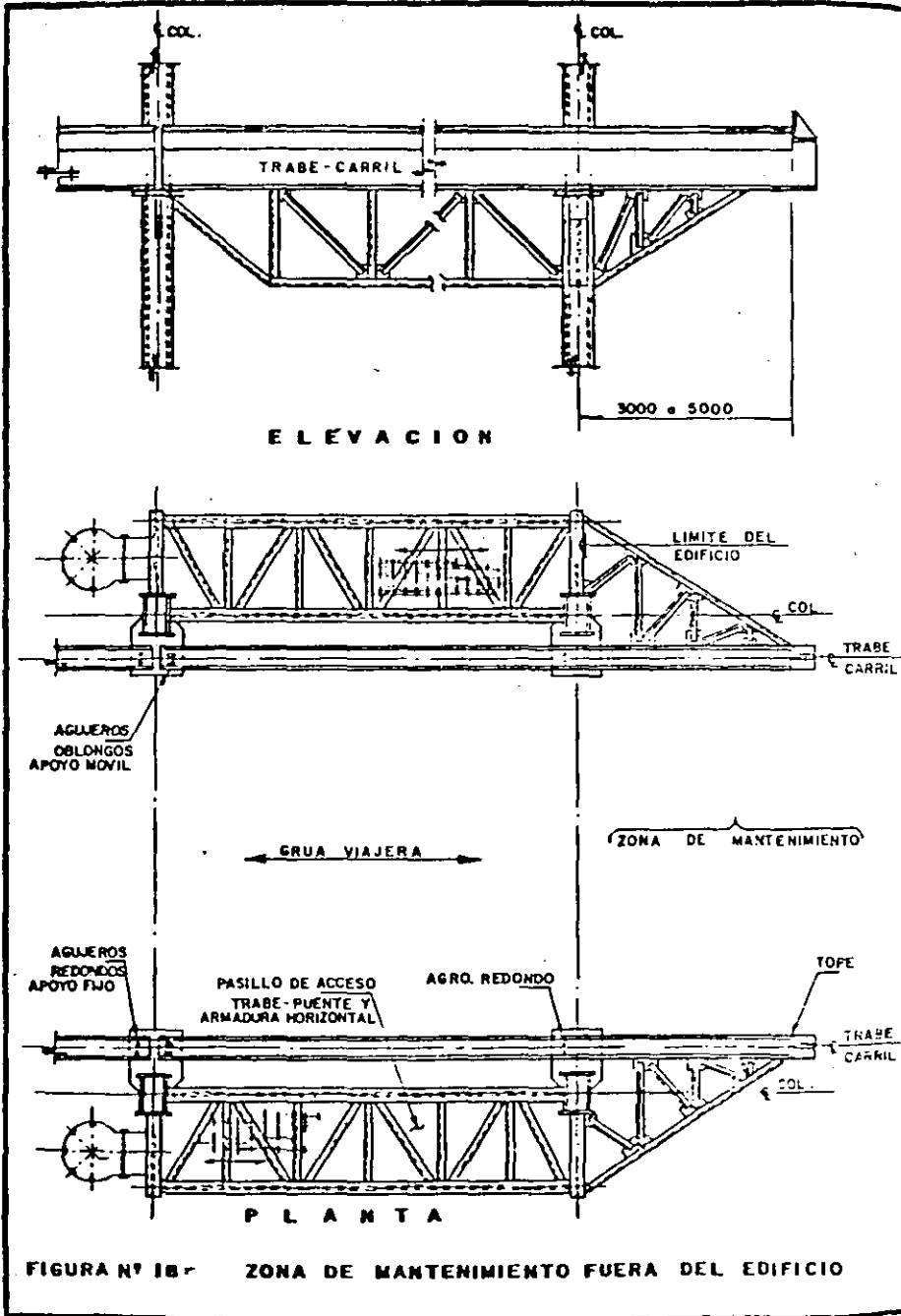


FIGURA N°17 EDIFICIOS HIBRIDOS





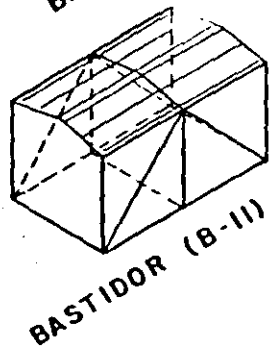
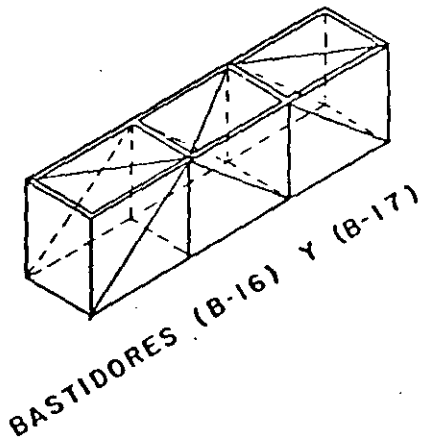
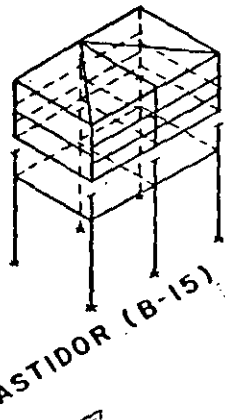
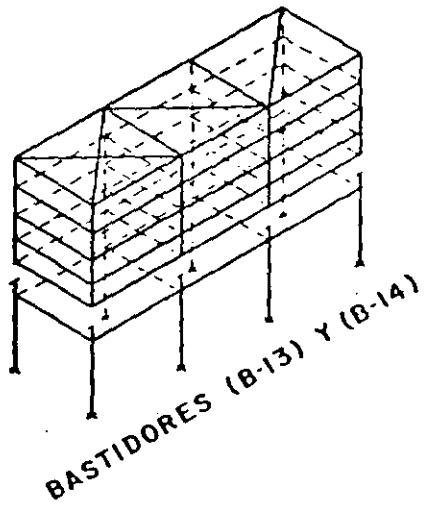
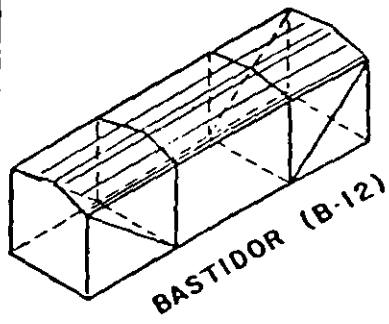


FIG. 20

72

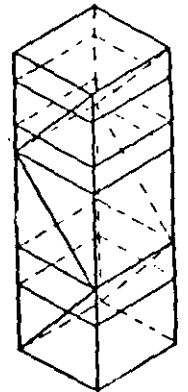
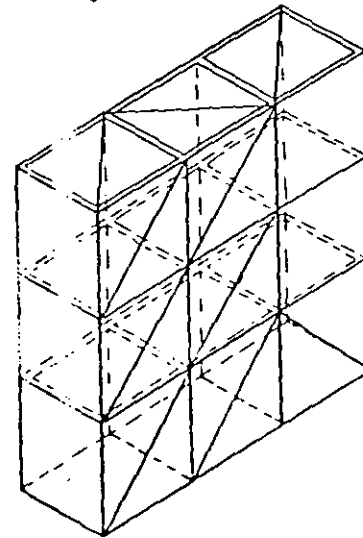
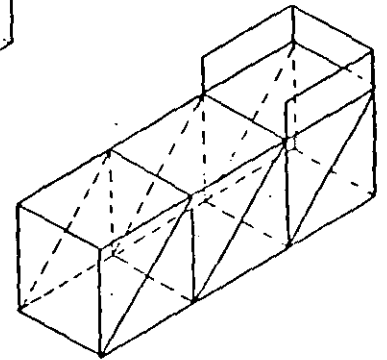
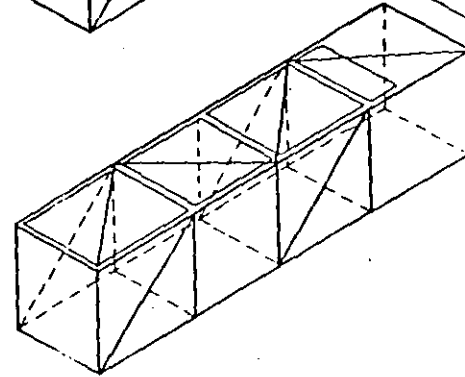
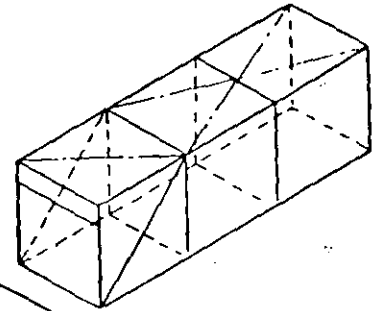
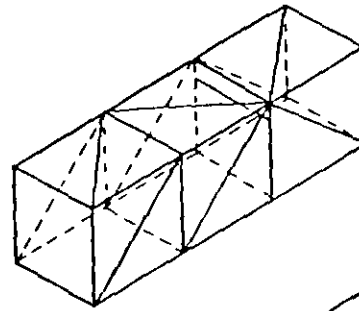


FIG. 21

# \* SOBRE EL FUTURO DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO EN MEXICO

Oscar de la Torre Rangel (I)  
Raúl Granados G. (II)

## RESUMEN

Se discuten las razones por las que los usos del acero estructural en la actualidad son cada vez mas limitados en México.

Uno de los usos mas importantes del acero se tiene en los edificios industriales los que por sus características, encuentran una solución ventajosa en la estructura de acero, sin embargo se hace necesaria una optimización del diseño, pues de esto dependerá su uso futuro.

Se comparan algunos de los arreglos estructurales mas comunes para naves industriales ligeras y se discuten algunas de las tendencias futuras previsibles para este tipo de estructuras.

## INTRODUCCION

En el pasado los usos estructurales del acero estaban limitados en función de sus ventajas y desventajas. Del análisis de estas se podía definir claramente en que casos el acero representaba la solución apropiada para determinada estructura y en cuáles sus desventajas desalentaban o limitaban su uso.

Algunas de las principales ventajas y desventajas del acero se describen a continuación.

### Ventajas

Alta relación resistencia/peso  
Ductilidad Natural.  
Rapidez en el procedimiento -- constructivo.  
Esbeltez y ligereza.  
Facilidad de transporte e instalación en lugares accidentados.

### Desventajas

Necesidad de protección contra la corrosión y el fuego.  
Mano de obra especializada en la fabricación y en el montaje cuando se requieren soldaduras de campo.  
Costo.

Las ventajas del acero se destacaban principalmente en edificios altos y en estructuras de grandes claros, donde el concreto reflejaba sus principales desventajas, a saber:

Baja relación resistencia/peso  
Necesidad de cimbra  
Procedimientos constructivos lentos.

Estas desventajas sin embargo se han reducido al contar en la actualidad con algunas técnicas y avances como los que se mencionan en seguida.

- 
- (I) Gerente de Proyectistas Estructurales Asociados, S.C.  
(II) Gerente de Proyectistas Estructurales Asociados, S.C.

Concretos de Mayor Resistencia.

Aditivos que permiten manejar mejor las mezclas secas en la obra.

Empleo a gran escala de elementos prefabricados que eliminan la cimbra de la obra y aceleran el proceso constructivo.

Técnicas de cimbrado, colado, curado y postensado que eliminan la obra falsa, aplicables principalmente en puentes de gran claro.

Por otra parte la industria siderúrgica en México ha visto frenado su desarrollo en los últimos años y el costo del acero se ha elevado a niveles que lo hacen cada vez menos competitivo.

Algunos casos que ejemplifican lo anterior se describen a continuación.

#### Edificios

Este caso corresponde a un edificio destinado a Hotel, que actualmente se encuentra en construcción en la Ciudad de México.

El Edificio en cuestión, proyectado para un área total construida de 70 000 M<sup>2</sup>., aproximadamente tendrá 40 pisos sobre el nivel de banqueta y 4 más de sótano.

El diseño original de este edificio realizado en 1982 contemplaba una estructura de concreto a base de marcos y muros de rigidez.

A principio de 1983 se planteó la posibilidad de estudiar una solución con estructura de acero que, respetando los requisitos del proyecto arquitectónico, fuese mas ventajosa desde el punto de vista de costo y tiempo de ejecución.

Para tal efecto se estudiaron tres soluciones con estructura de acero:

- a). Estructura con marcos formados por traveses y columnas.
- b). Estructura mixta formada por marcos contraventeados de acero del Nivel 4 hacia arriba y estructura de concreto del Nivel 4 a la cimentación.
- c). Estructura con marcos y armaduras alternadas ó escalonadas.

De las tres soluciones estudiadas, la (b) representaba la mas económica, con un ahorro aproximado de 10% en el costo de la estructura y de 15% en el costo de la cimentación, pues obviamente la estructura de acero reduce considerablemente el peso del edificio.

La idea de la estructura mixta se derivó de la necesidad de respetar en los 4 primeros pisos del edificio algunos requisitos arquitectónicos que provocan cierta complicación geométrica a la estructura de acero. Por otra parte en los sótanos el área se ampliaba para dar cabida al estacionamiento, dando lugar en estos niveles a una estructura con claros convencionales que permitían un uso mas ventajoso para el concreto.

Independientemente de las ventajas económicas obtenidas, el atractivo principal que ofrecía el empleo del acero, se derivaba del tiempo estimado para la construcción de la estructura, pues ésta es una variable que juega un papel primor-

dial en la elección del material.

La solución adoptada finalmente fué la estructura de concreto. La razón principal de la decisión fué que el edificio se podía construir en el mismo tiempo que el estimado para la solución de acero y a cambio se eliminaban ciertos "riesgos" que este material tenía, especialmente la escasez que en algunas épocas se ha manifestado.

- En este sentido cabe recordar que en los últimos edificios altos que se han construido con estructura de acero en la Ciudad de México, se ha empleado material de importación.

Por otra parte en los dos últimos años el acero ha aumentado su precio más rápidamente que los demás materiales, de tal suerte que si la comparación descrita se hiciera en la actualidad, seguramente la estructura de acero resultaría mas cara que la de concreto, para el edificio empleado como ejemplo, con lo que las ventajas económicas quedarían anuladas.

De lo anterior se puede deducir que en edificios de menor altura o con claros -- convencionales, el uso del acero estará cada vez mas restringido pues la solución en concreto reporta mas ventajas.

#### Puentes

El empleo de concreto en puentes es cada vez mas atractivo. La razón de ello es que se pueden lograr soluciones económicas en claros que antiguamente solo podían resolverse con estructura de acero.

Las técnicas de "lanzamiento" permiten salvar claros hasta de 60 M. con estructura de concreto y con los sistemas de atirantamiento se han construido puentes de 300 M., de claro, en ambos casos sin necesidad de obra falsa.

El uso del acero en puentes en el futuro se ve incierto, sobre todo en aquellos casos en donde la corrosión sea un factor importante en la decisión.

#### Estructuras Diversas

Existen muchos ejemplos de estructuras que en el pasado solo se resolvían con acero y que en la actualidad encuentran una solución económica en concreto. No se discute el aspecto estético que puede ser muy subjetivo.

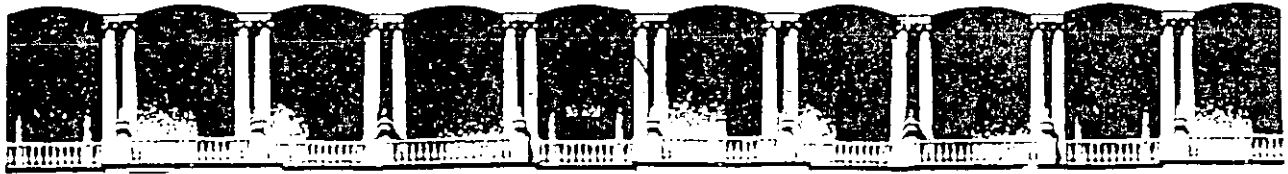
Dentro de estas estructuras se pueden citar las siguientes :

- Puentes Peatonales
- Tanques Elevados
- Teatros, Auditorios, etc.

#### Naves Industriales

- Es quizá en este campo donde el acero refleja sus principales ventajas y su uso -- todavía resulta atractivo en la actualidad, especialmente en los edificios destinados a la industria pesada.

No obstante, en algunos edificios o naves industriales convencionales se han ob-



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

*CURSOS ABIERTOS*

*EDIFICACION*

*EXCAVACIONES Y CIMENTACIONES*

*ING. JOSE MARCOS AGUILAR  
MORENO*

CURSO : EDIFICACION

PROF : JOSE MARCOS  
AGUILAR MORENO

## EXCAVACIONES

El tema es muy general y abarca un sinúmero de tipos y objetivos. -- Es posible que no exista una persona que no haya hecho alguna vez, una excavación o cuando menos la haya visto. Todos nos hemos percatado que la excavación, dicha así " genéricamente ", desde tiempo inmemorial ha perseguido un objeto, es decir, nadie excava solo por excavar, sino para usar la excavación con un objetivo posterior a ella. La gama de tipos abarca diversas disciplinas como es la construcción, o la agricultura por ejemplo, o bien en el ámbito exclusivo de la construcción, podemos encontrar excavaciones - abiertas en forma de caja como la correspondiente a edificios urbanos, o cerradas ya sean verticales como las que se hacen para cilindros en puentes, - u horizontales para túneles, por mencionar algunas. Para probar la generalidad del vocablo mediten que piensa c/u de ustedes al escuchar la palabra -- " excavación ".

La diversidad hace ver que podría establecerse un curso para cada especialidad, y obviamente 6 horas no son suficientes para hacerlo, en consecuencia abarcaremos lo más posible de manera somera y c/u de nosotros deberá - profundizar por su cuenta en lo que concierne a su interés particular; creo -- que existe suficiente Bibliografía para cada subtema, de la cual nosotros recopilamos para ustedes solamente la siguiente :

- 1.- General Excavation Methods - A BRINTON CARSON
- 2.- Tunnels Planning, Construction - T.M. MEGAW and J.V. BARTLETT
- 3.- Excavaciones Subterráneas en Roca - HOEK/E.T. BROWN
- 4.- Petros P. Xanthakos - SLURRY WALLS
- 5.- Mecánica de Suelos con Ayuda de Microcomputadora - - ABRAHAM ELLSTEIN R.
- 6.- Electrosmosis Aplicada a la Construcción - CARLOS FLAMAND Y ENRIQUE TAMEZ

Por una parte en forma paralela a la actividad de excavar se han desarrollado diversas especialidades, ya sea para acelerarla, o para profundizarla, o para asegurarla de acuerdo con el objetivo posterior a ella y a las características del suelo. - Por otra parte la excavación por su forma, profundidad ó destino, está íntimamente ligada a las peculiaridades del suelo en donde hemos avanzado importantemente, consecuentemente en la práctica de ella a lo largo de milenios, se han presentado a éstas alturas de la civilización, todos o la mayor parte, de los tipos y objetivos, - por lo que seguramente se han desarrollado ya, no solo los procedimientos adecuados para cada fin, sino también los equipos correspondientes. Por tal razón en la **Ingeniería Civil** dedicada a la **Edificación** que es la parte medular de ésta participación nos quedan pocas oportunidades de hacer " cosas nuevas ", como la que se -- hizo en la **Cd. de México en 1981** con la combinación de una excavación y un procedimiento constructivo en el caso de un edificio urbano; cuando el Propietario fue presionado por el **Mercado Inflacionario** en que se desenvuelve actualmente la construcción; combinación que dió como resultado un éxito técnico en favor de los constructores y un éxito Financiero en favor del propietario. A este tipo de recursos - de combinación de ingredientes, estamos obligados los hombres del Ingenio es decir los Ingenieros, ya que la precaria actividad constructora de nuestros tiempos demanda de nosotros en beneficio de nuestros clientes, la reducción fuerte del tiempo total que empleaban los constructores del pasado en la realización de sus obras, con los procedimientos antiguos.

Ustedes verán en este caso específico, que manejar la excavación en la forma que se hizo, se tradujo en un ahorro de 9 meses y de 5.2 mill. de Dolares, a favor del Propietario como podrán ver y escuchar en el Video Cassette **Elaborado por el Banco Nacional de México** que proyectaremos para ustedes mas adelante.

Se trata de un edificio que seguramente conocen, el cual tiene el record de la excavación más profunda en zona de lago, sin haber afectado en lo mas mínimo al suelo circundante, a pesar de medir 15 m. de profundidad respecto al nivel de - banquetta.

( 3 )

El proyecto se llamó inicialmente HOTEL MEXICO PLAZA HOLIDAY INN, después cambió a HOTEL INTERCONTINENTAL MEXICO, y actualmente cambiará a un nombre todavía desconocido.

Con el criterio adquirido podríamos establecer un índice que nos llevara -- gradualmente de lo general de las excavaciones a lo particular del procedimiento que se ha popularizado bajo el nombre de NIVELES GEMELOS.



E X C A V A C I O N E S .

I N D I C E .

I.- CLASIFICACION

A).- Por la humedad en el subsuelo

En seco

En presencia de agua

B).- Por la dureza del subsuelo

En duro

En suave

C).- Por su geometría

En caja a cielo abierto. Dos dimensiones planas grandes - y una vertical pequeña, como las que se hacen para construir edificios urbanos, o cilindros en puentes.

En tunel bajo tierra. Dos dimensiones verticales chicas, y una plana grande, como las que se hacen para tuneles de desvío ó transporte colectivo.

En trinchera a cielo abierto. - Dos dimensiones verticales -- chicas y una plana grande, como las que se hacen para -- muros de lodo o para canales.

En cantera a cielo abierto. - Dos dimensiones verticales -- grandes y una plana chica, como las que se usan en explotación de canteras.

Debarrena a cielo abierto ó - bajo techo. Dos dimensiones - planas pequeñas y una vertical grande, llamada comunmente - perforación como la que se -- hace para pilas coladas insitu.

- D).- Por su destino
- Para construcción
  - Para alojar desechos
  - Para explotación de recursos minerales
  - Para dragado
  - Para agricultura
- E).- Por la herramienta usada
- Manual
  - Mecanizada
- F).- Por la aireación
- Ventilación natural
  - Ventilación Forzada

## II.- INTERRELACIONES

- A).- Con equipo de ataque
- B).- Con equipo de transporte
- C).- Con equipo de bombeo
- D).- Con estabilización de Taludes

## III.- EQUIPO DE ATAQUE

- A).- Pala manual y pico
- B).- Pala mecánica
- C).- Retro

- D).- Draga
- E).- Almeja  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Libre} \\ \text{Guiada} \end{array} \right.$
- F).- Escrepa
- G).- Cargador Frontal
- H).- Bulldozer
- I).- Cable
- J).- Rueda continua
- K).- Escudo
- L).- Barrena  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Manual} \\ \text{Mecánica} \end{array} \right.$
- M).- Aire Comprimido
- N).- Explosivos

IV.- EQUIPO DE TRANSPORTE

- A).- Carretilla
- B).- Camión volquete
- C).- Escrepa
- D).- Banda lisa ó canjilones
- E).- Bombeo de Lodo

V.- EQUIPO DE BOMBEO

VI.- ESTABILIZACION DE TALUDES

VII.- TECNICAS PARALELAS

A).- Electrosmosis

B).- Congelación

C).- Inyección

D).- Pneumática

VIII.- PRUEBAS

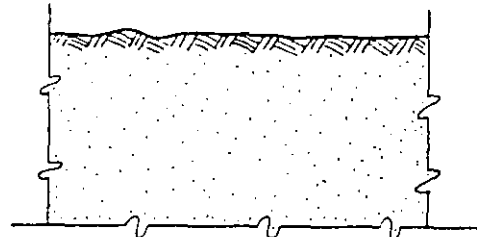
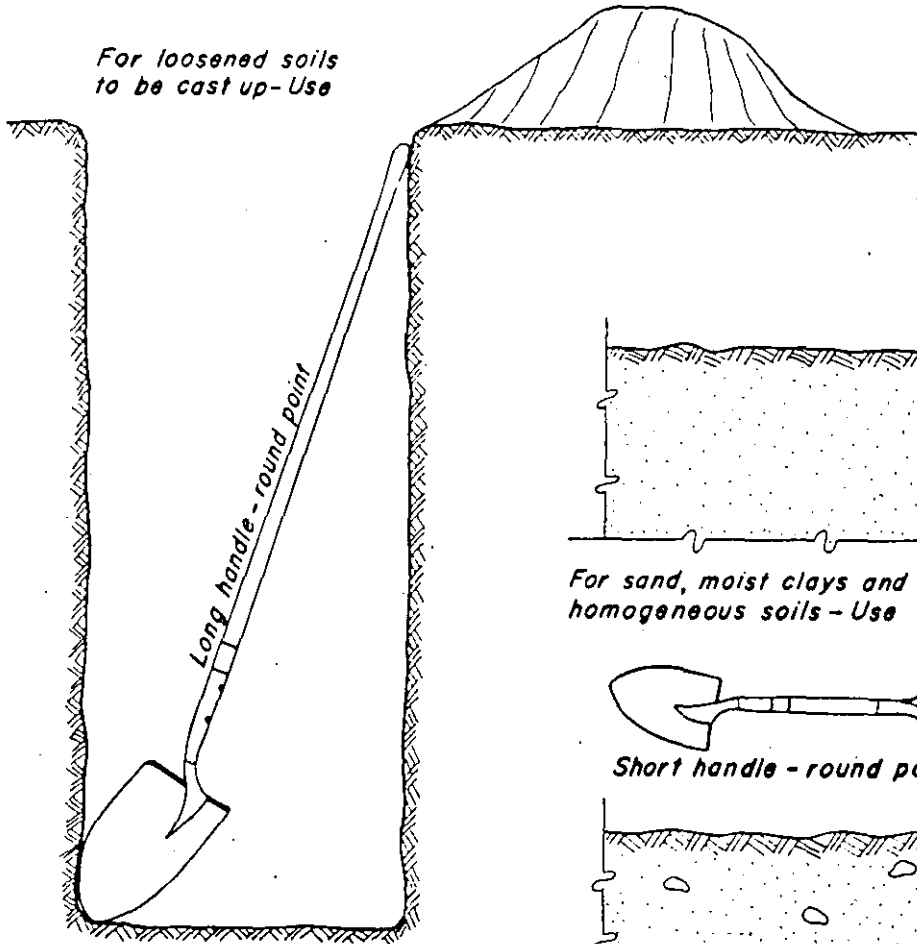
IX.- SONDEOS PREVIOS

X.- NIVELES GEMELOS

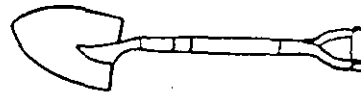
**EQUIPO DE ATAQUE**

### HAND TOOLS FOR EXCAVATION

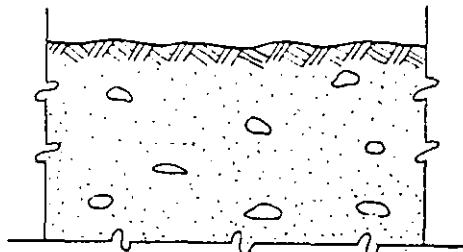
*For loosened soils to be cast up - Use*



*For sand, moist clays and other homogeneous soils - Use*



*Short handle - round point*

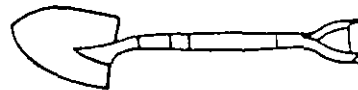


*For gravels, compacted clays and hardpans - Use*

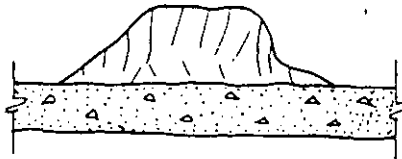


*Pick*

*Then - Use*



*Short handle - round point*

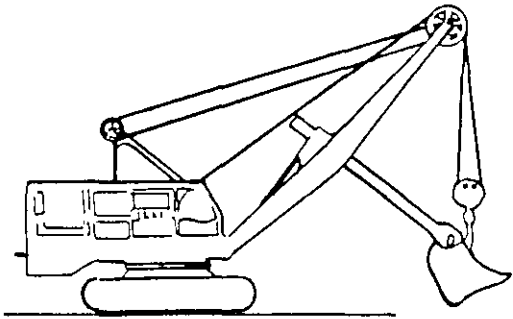


*For shoveling against hard surfaces or trimming - Use*

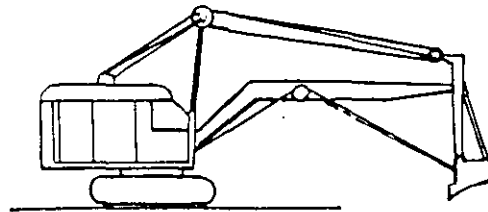
*Short handle - square mouth*



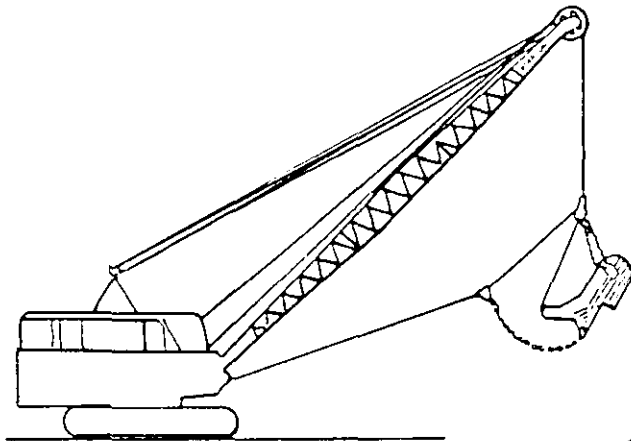
PRINCIPAL RIGS USED IN EXCAVATION



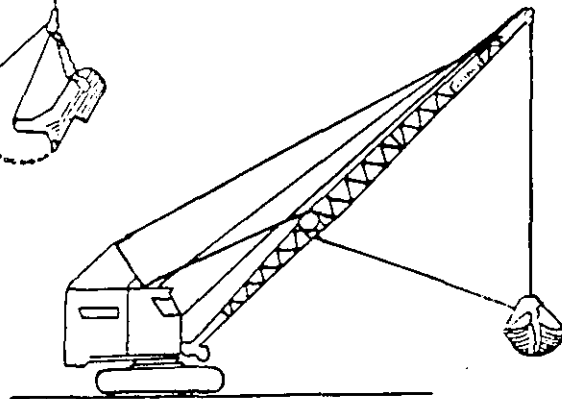
POWER SHOVEL



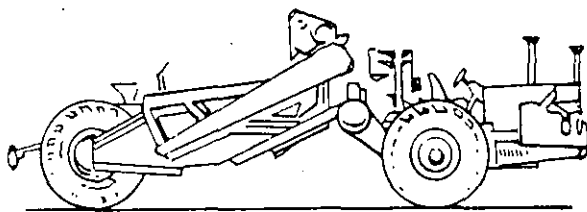
BACKHOE



DRAGLINE



CLAMSHELL



SCRAPER

## EQUIPMENT SELECTION GUIDE

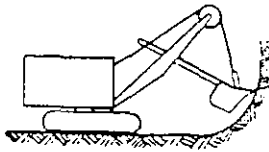
### Guide to selection of basic equipment

*In the table, P = power shovel, S = scraper, C = clamshell, and D = dragline.*

Class of material	Symbol	Water content	Bulk pit	Bulk wide area	Loose bulk	Limited area vertical
Gravel — well graded	GW	Dry	P	S	P	? C
		Wet	P	S	D	C
Gravel with clay	GC	Dry	P	?	P	? C
		Wet	P	?	D	C
Gravel — poorly graded	GP	Dry	P	S	P	C
		Wet	P	S	D	C
Gravel with fines	GF	Dry	P	S	? D	? C
		Wet	P	D	D	C
Sand — well graded	SW	Dry	P	S	D	C
		Wet	P	S	D	C
Sand with clay	SC	Dry	P	? S	? D	? C
		Wet	P	D	D	C
Sand — poorly graded	SP	Dry	P	S	D	C
		Wet	C	D	D	C
Sand with fines	SF	Dry	P	S	D	C
		Wet	C	D	D	C
Silt and fine sand	ML	Dry	P	S	D	C
		Wet	C	D	D	C
Clay	CL	Dry	P	S	D	? C
		Wet	C	D	D	C
Organic silt	OL	Dry	P	S	D	C
		Wet	C	D	D	C
Fine silts	MH	Dry	P	S	D	C
		Wet	C	D	D	C
Highly plastic clays	CH	Dry	P	S	D	C
		Wet	C	? D	? D	? C
Organic clays	OH	Dry	P	S	D	C
		Wet	C	D	D	C
Peat	PT	Dry	P	S	D	C
		Wet	C	D	D	C

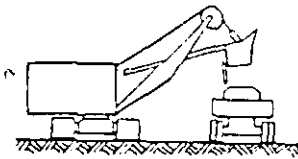


USES OF THE POWER SHOVEL



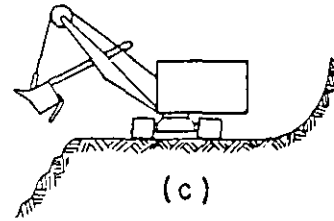
(a)

EMBANKMENT  
DIGGING



(b)

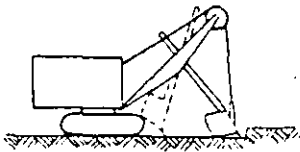
LOADING  
HAUL UNITS



(c)

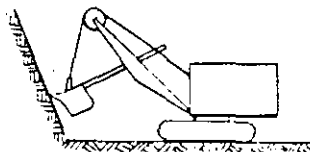
SIDE  
CASTING

PREFERRED APPLICATIONS



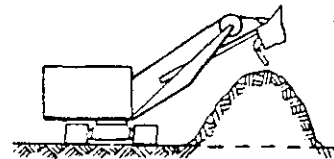
(d)

DIGGING ON  
HORIZONTAL PLANE



(e)

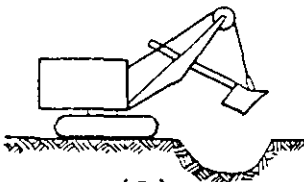
DRESSING  
SLOPES



(f)

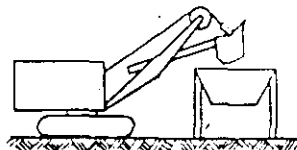
DUMPING ONTO  
SPOIL BANKS

POSSIBLE APPLICATIONS



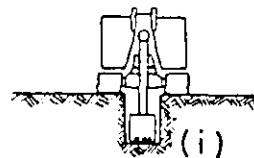
(g)

DIGGING  
BELOW GRADE



(h)

DUMPING  
INTO HOPPERS

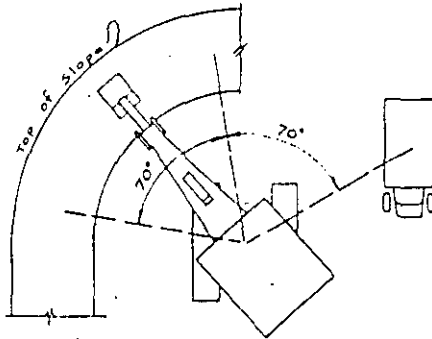


(i)

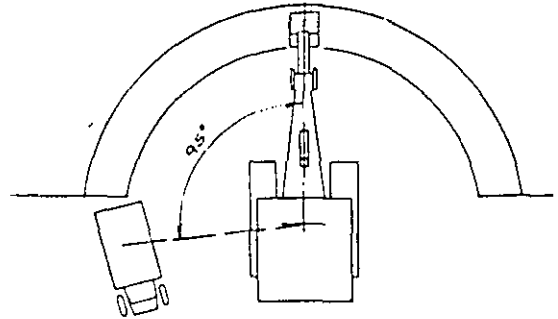
DIGGING  
SHALLOW TRENCH

LIMITED APPLICATIONS

### ANGLES OF SWING AND OPERATING EFFICIENCY



(a) ANGLE OF SWING  
PARALLEL APPROACH



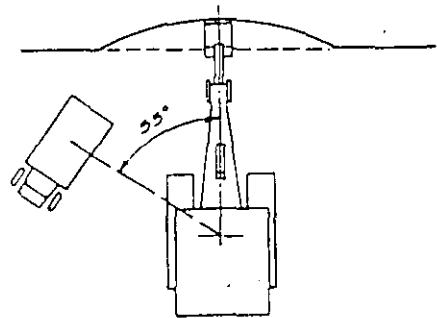
(b) ANGLE OF SWING  
FRONTAL APPROACH  
FINAL PENETRATION

#### (a) Effect of angle of swing on cycle time

Angle of swing, in degrees	Factor
45	0.794
60	0.863
75	0.935
90	1.000
120	1.135
150	1.265
180	1.405

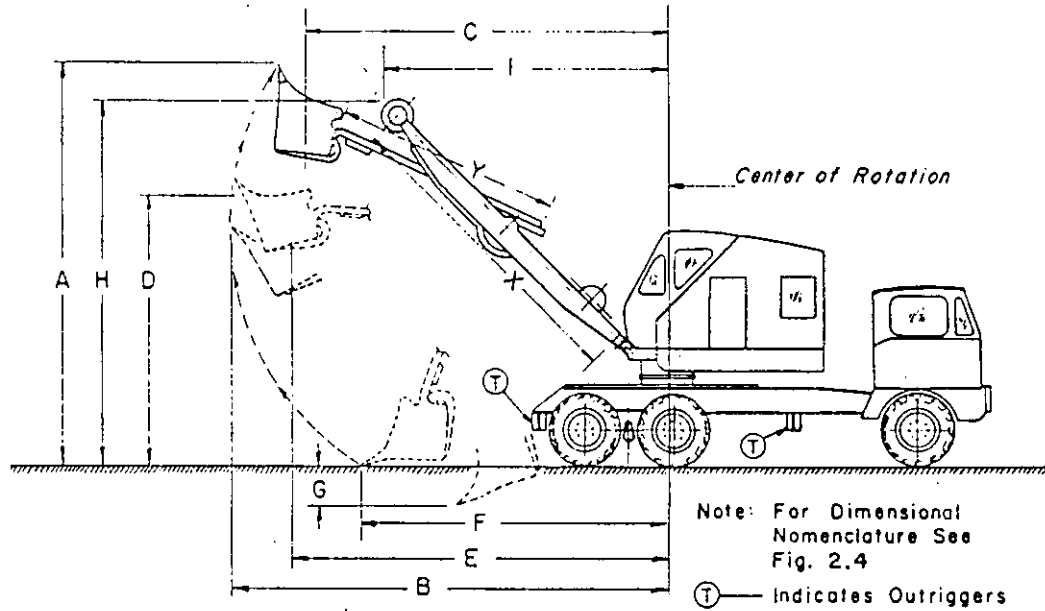
#### (b) Summary of lost time

Moving into cut	3 per cent
Grading and trimming	4
Maintenance	3
Operator delays	3
Repairs and adjustments	3
Total lost time	16 per cent



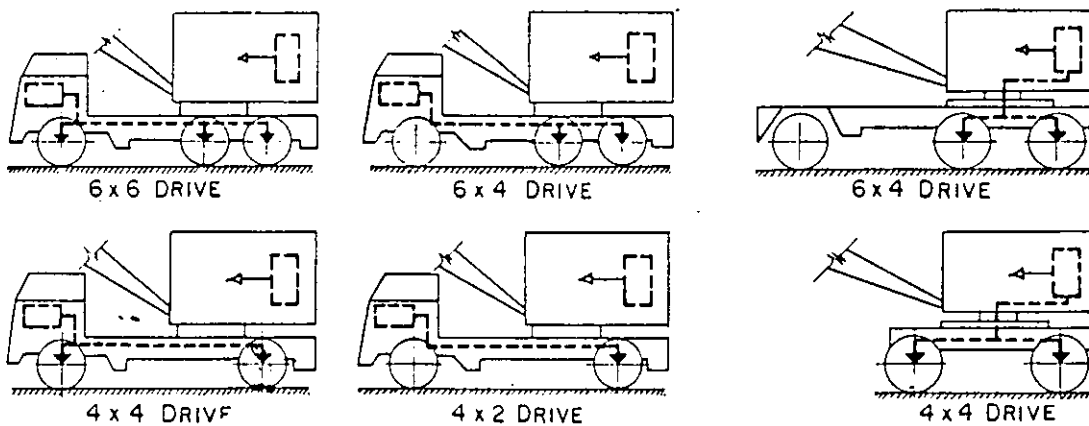
(c) ANGLE OF SWING  
FRONTAL APPROACH  
INITIAL PENETRATION

RUBBER-TIRED MOUNTINGS



LORAIN MODEL No. 107	DIMENSIONS										
DIPPER CAPACITY = 3/8 Cu Yd	X	Y	A	B	C	D	E	F	G	H	I
BOOM ANGLE = 45°	15' 0"	9' 7"	18' 8"	20' 7"	16' 8"	12' 10"	17' 11"	14' 5"	2' 0"	16' 8"	13' 2"

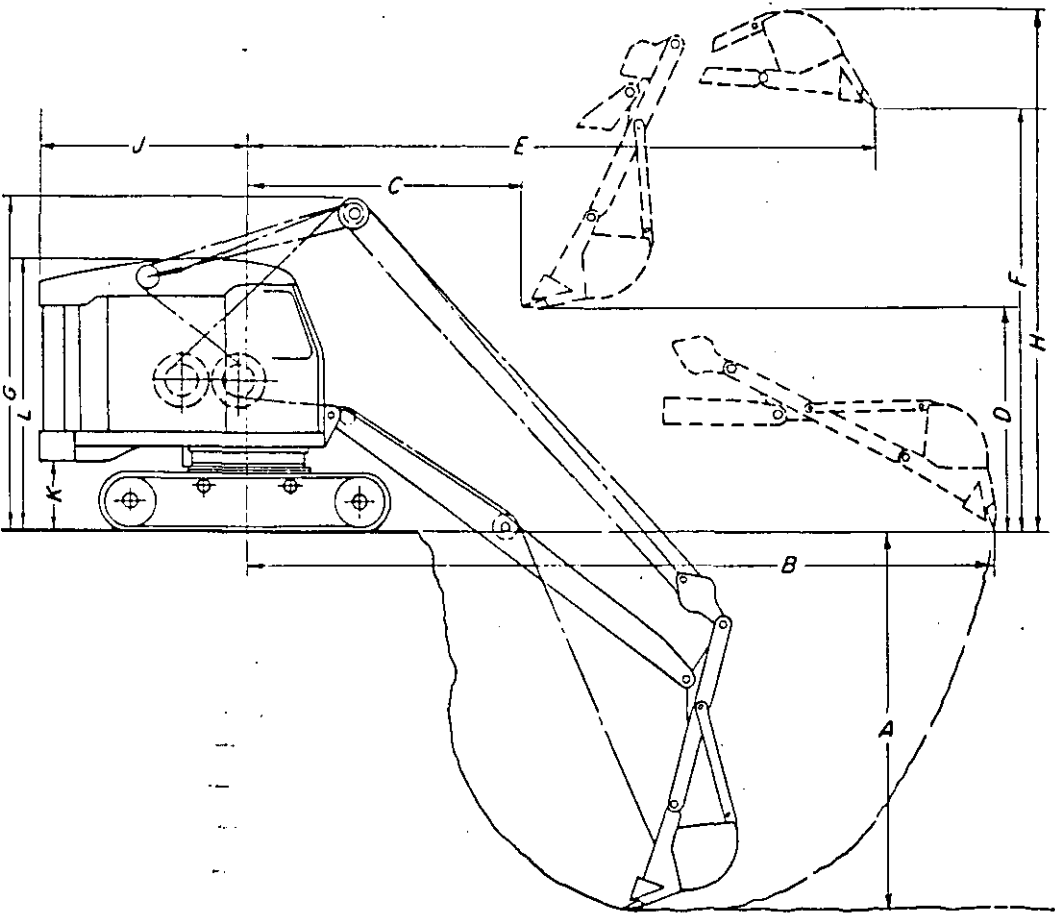
(a) TRUCK-MOUNTED POWER SHOVEL



(b) TRUCK

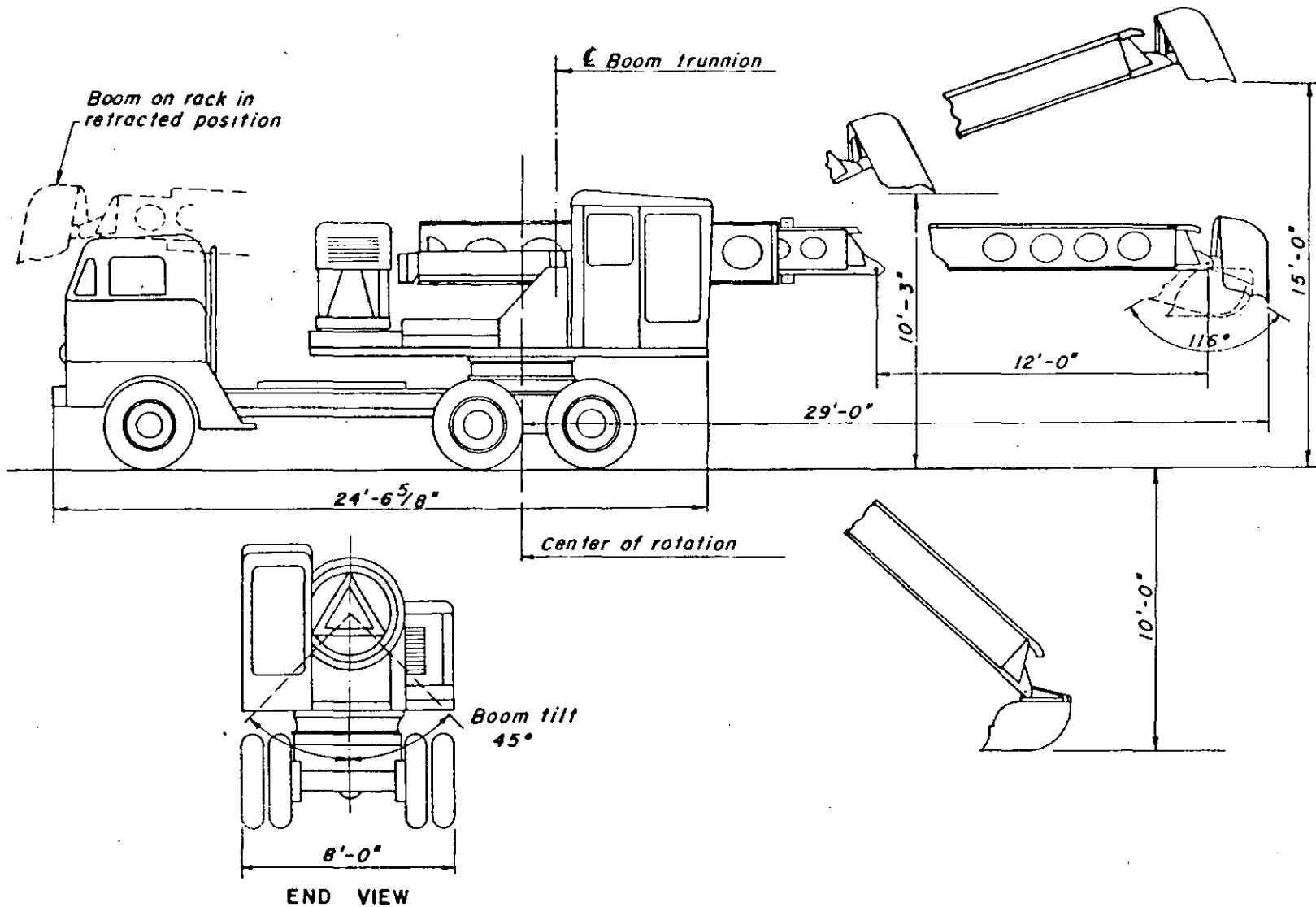
(c) WHEEL

## OPERATING DIMENSIONS OF BACKHOES

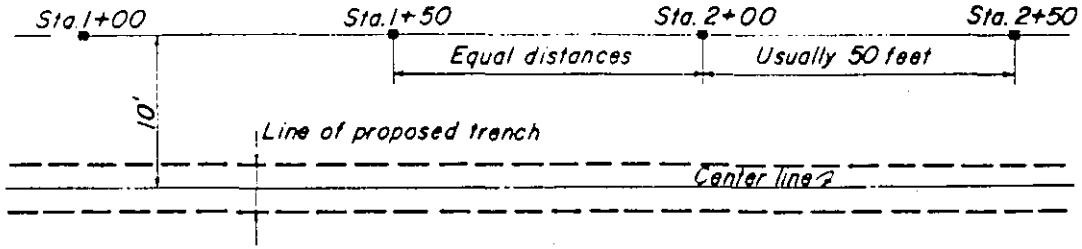


### Backhoe working ranges

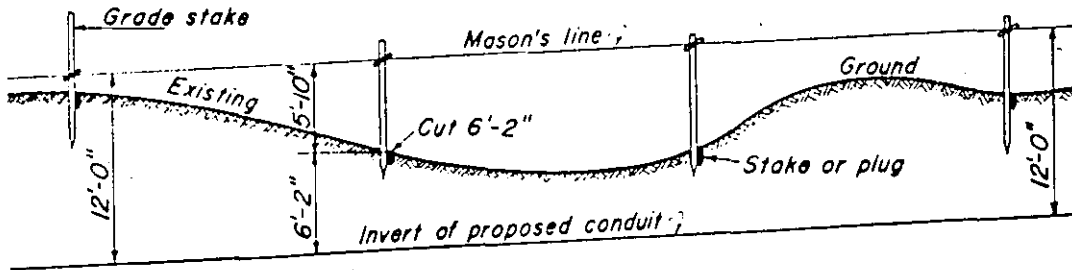
Dimension	Bucket size (rated) and manufacturer and model number						
	3/8 Bucyrus Erie (70-B)	1/2 Unit (614)	3/4 Link Belt (LS-88)	1 Marion (43-M)	1 1/4 Lorain (56)	1 1/2 Insley (W-8)	1 3/4 Link- Belt (K-370)
A Digging depth over front of mounting	12'0"	15'4"	20'8"	25'9"	24'6"	24'0"	26'11"
B Digging radius or reach (max)	24'3"	26'10"	34'9"	38'6"	38'1"	38'8"	44'2"
C Radius at beginning of dump	8'0"	8'0"	10'7"	13'3"	13'7"	14'0"	14'0"
D Height at beginning of dump; clearance under dipper	8'6"	9'8"	11'2"	13'3"	11'9"	14'9"	12'4"
E Radius at end of dump	18'6"	19'7"	25'6"	29'3"	27'3"		34'2"
F Height at end of dump	16'9"	15'9"	19'4"	20'9"	24'0"	20'6"	19'5"
G Clearance height of A-frame	11'6"	12'3"	16'2"			12'5"	17'5"
H Clearance height over dipper (max)	20'0"	20'6"	25'3"	28'9"	29'7"		29'8"
Boom length	15'0"	16'0"	20'0"	24'0"	23'0"	24'0"	25'0"
Dipper stick length	6'9"	5'9"	10'4"	11'0"	8'0"	11'3"	14'11"



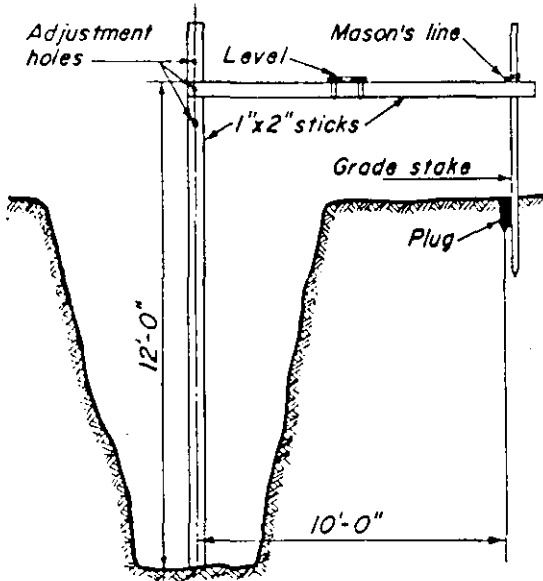
# CONTROL OF TRENCH DEPTH



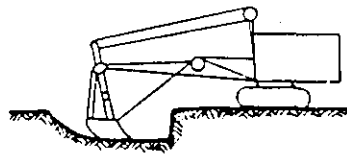
(a) PLAN OF PROPOSED TRENCH



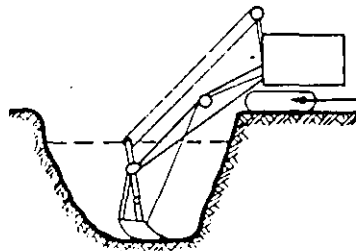
(b) SETTING A GUIDE LINE FOR TRENCHING



(c) CARRYING TRENCH GRADE



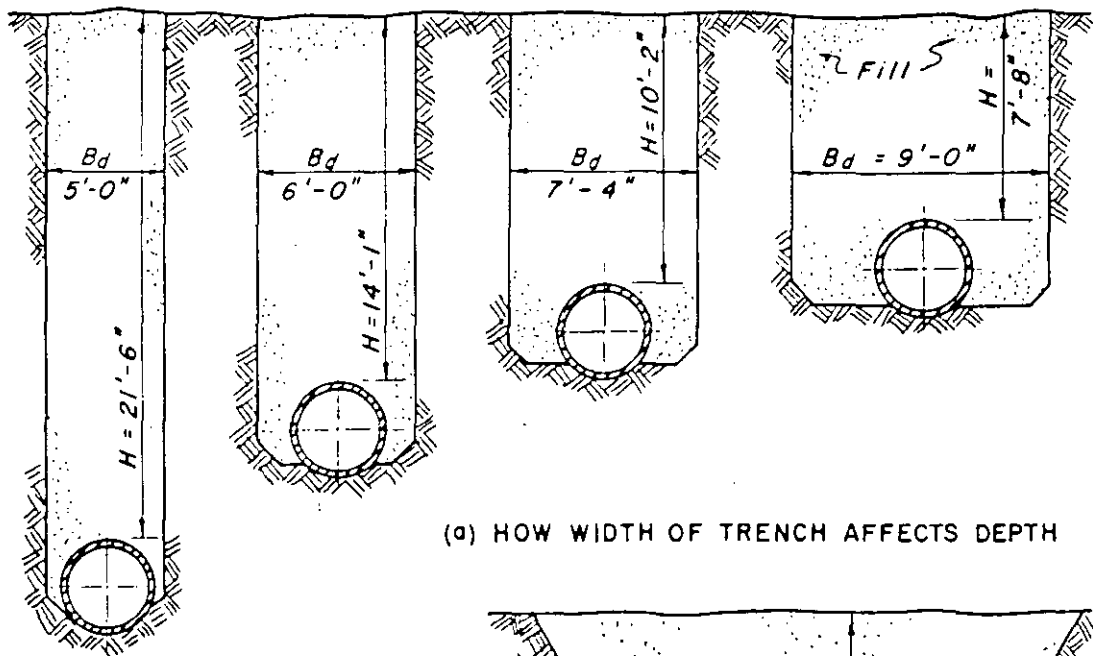
STEP NO. 1



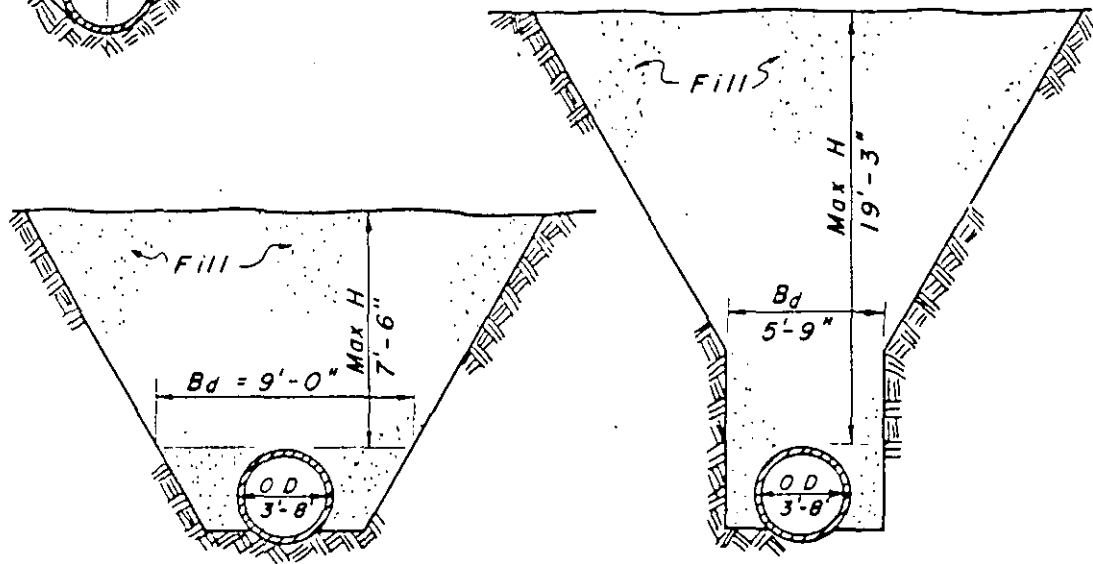
STEP NO. 2

(d) DIGGING STEPS

# TRENCH DEPTH AND WIDTH



(a) HOW WIDTH OF TRENCH AFFECTS DEPTH



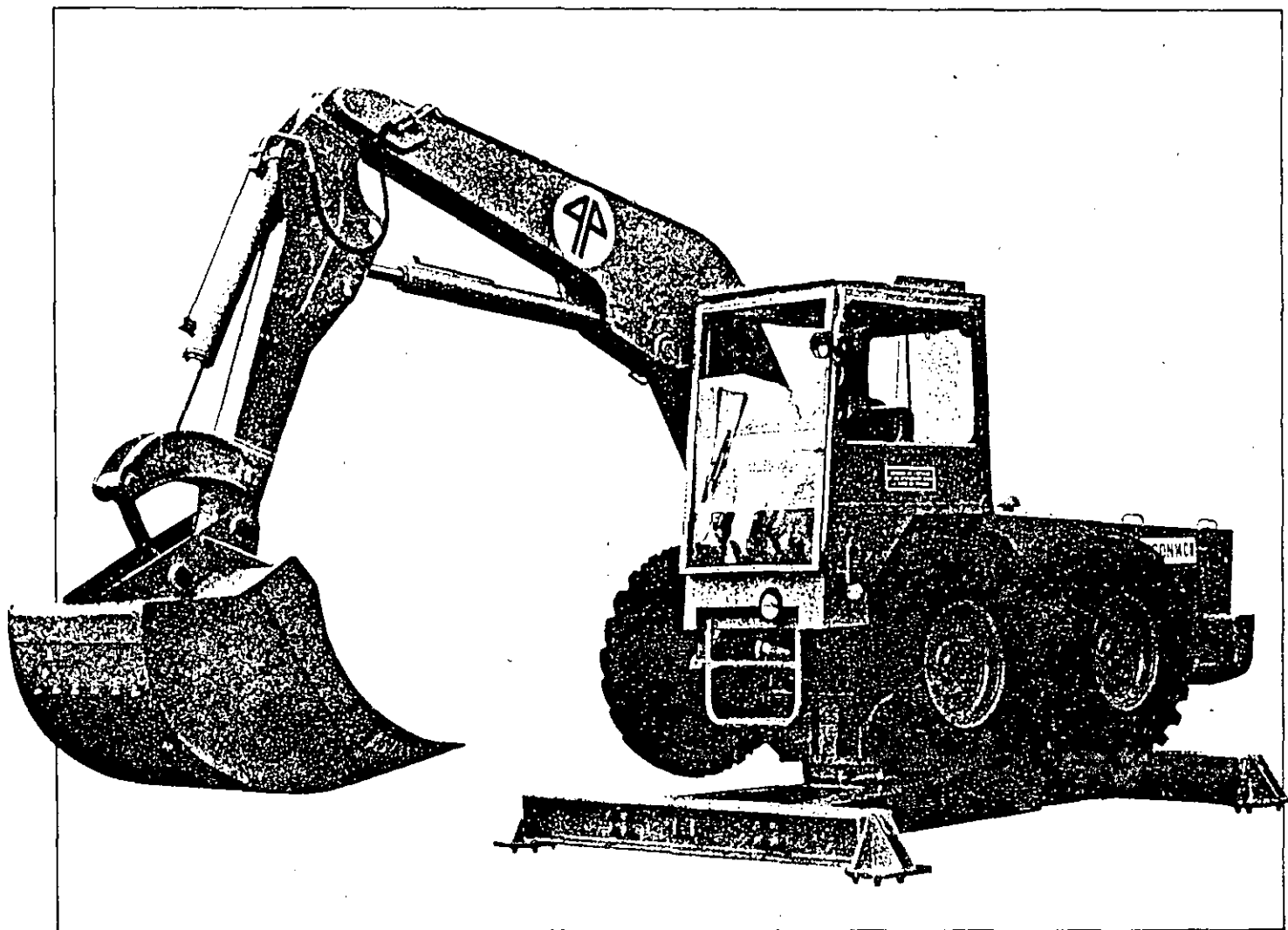
(b) HOW SHAPE OF TRENCH AFFECTS DEPTH

# Pingon

( 19 )

# 14C/CH

Godet rétro standard 780 l/1 000 mm



- Déplacements sur route rapides : 4 pneumatiques de grande section.
- Stabilité au travail : centre de gravité bas.
- Moteur Diesel Perkins, 6 cylindres à injection directe et refroidissement par eau.
- Puissance : 65 kW (94 ch) DIN.
- Transmission mécanique à 3 rapports avant, 1 arrière.
- Système hydraulique haute pression à débit constant.
- Flèche monobloc.
- Equipement chargeur : godet de 1 050 l / 1 500 mm.
- Commandes assistées.
- Capacité de levage à 6 m : 3 400 kg.
- Rampe franchissable : 80 %.

**IBH**



# équipement benne preneuse

# 14C/CH

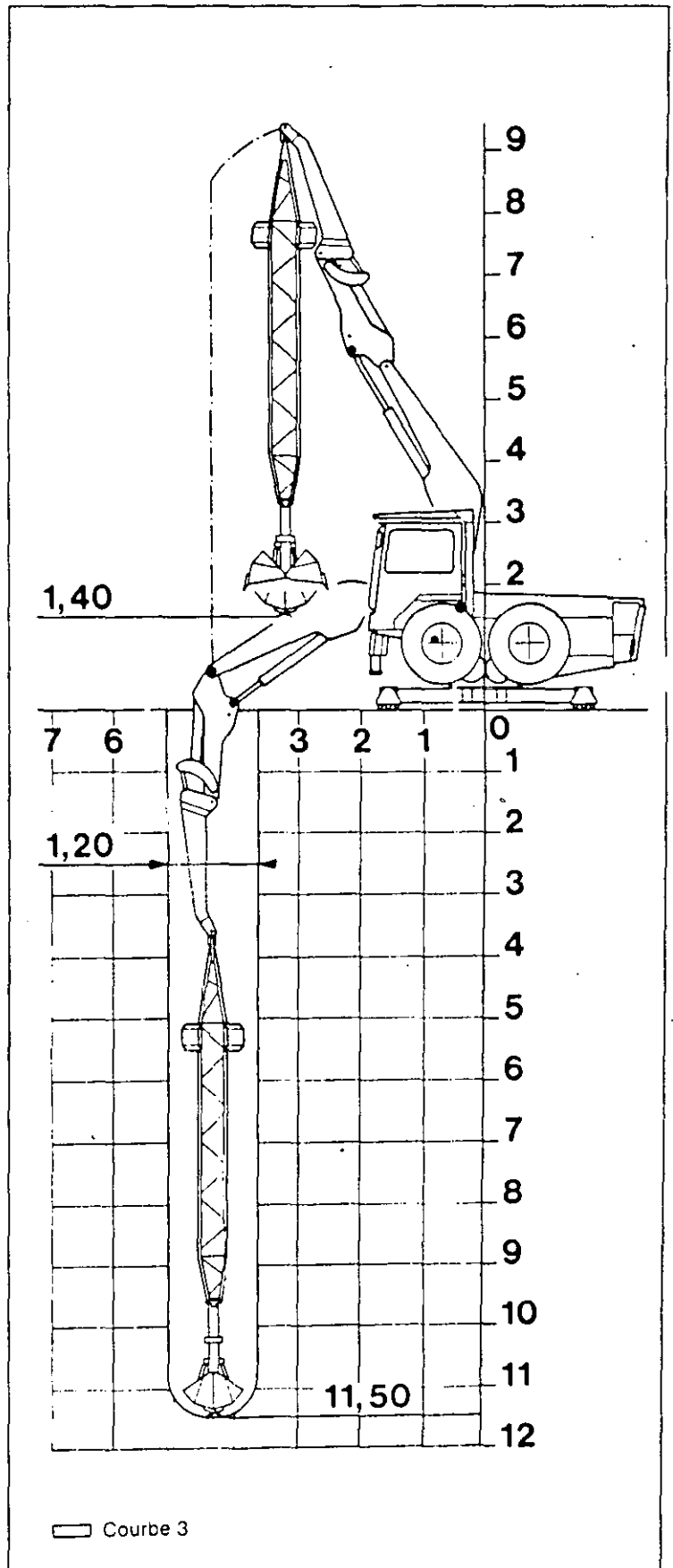
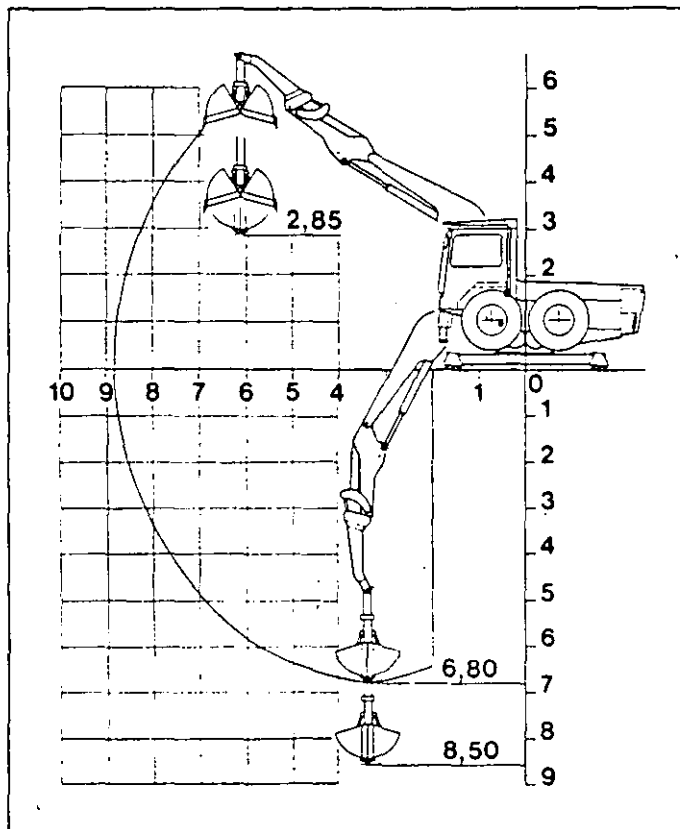
### Montage standard

Flèche	Longueur	4 100 mm
	Poids	1 065 kg
Bras	Longueur	2 100 mm
	Poids	585 kg
Fléchette	Longueur	1 500 mm
	Poids	185 kg
Benne	Largeur	910 mm
	Capacité	510 l
	Poids	635 kg
Poids en ordre de marche	14 C	12 970 kg
	14 CH	13 270 kg

### Autre montage

Rallonge de benne	Longueur	1 585 mm
	Poids	175 kg

■ Courbe 1    □ Courbe 2

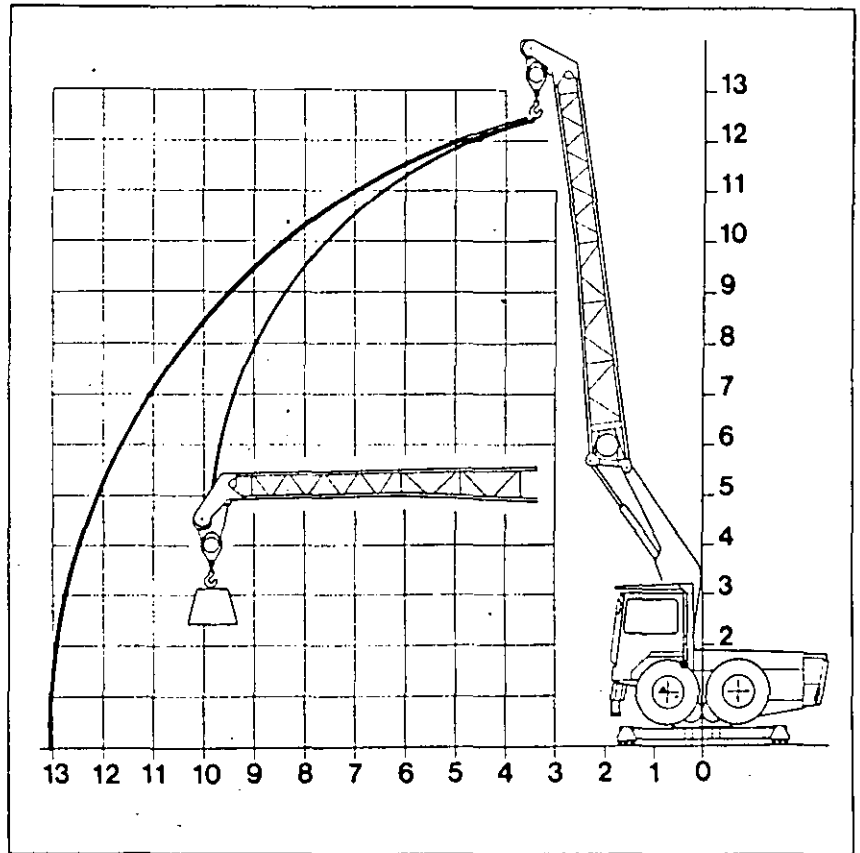


## Montage grue monobloc

Flèche	Longueur	4 100 mm
	Poids	1 065 kg
Grue treillis avec treuil hydraulique	Longueur	8 440 mm
	Poids	832 kg
Patins manutention (jeu de 4)		200 kg
Poids en ordre de marche	14 C	12 450 kg
	14 CH	12 750 kg

## Autre montage

Grue treillis en 3 parties (nous consulter).  
 Déplacement sur route sans dépose de l'équipement.  
 1 t à 15 m.  
 4 t à 6 m.



■ Courbe 1

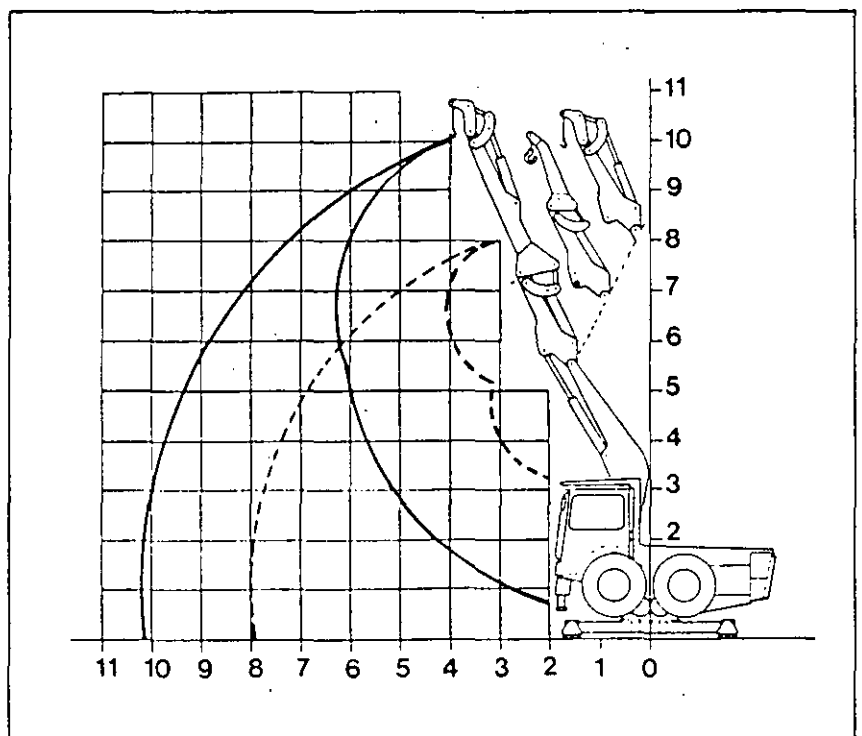
□ Courbe 2    - - - Courbe 3    ■ Courbe 4

## Montage standard

Flèche	Longueur	4 100 mm
	Poids	1 065 kg
Bras	Longueur	2 100 mm
	Poids	585 kg
Crochet	Poids	64 kg
	Force	4 t
Poids en ordre de marche	14 C	12 200 kg
	14 CH	12 500 kg

## Autres montages

Flèche et bras standards avec fléchette  
 1 500 mm et crochet.  
 Flèche et bras standards avec fléchette  
 2 100 mm et crochet.  
 Flèche et bras long (3 100 mm) et crochet.

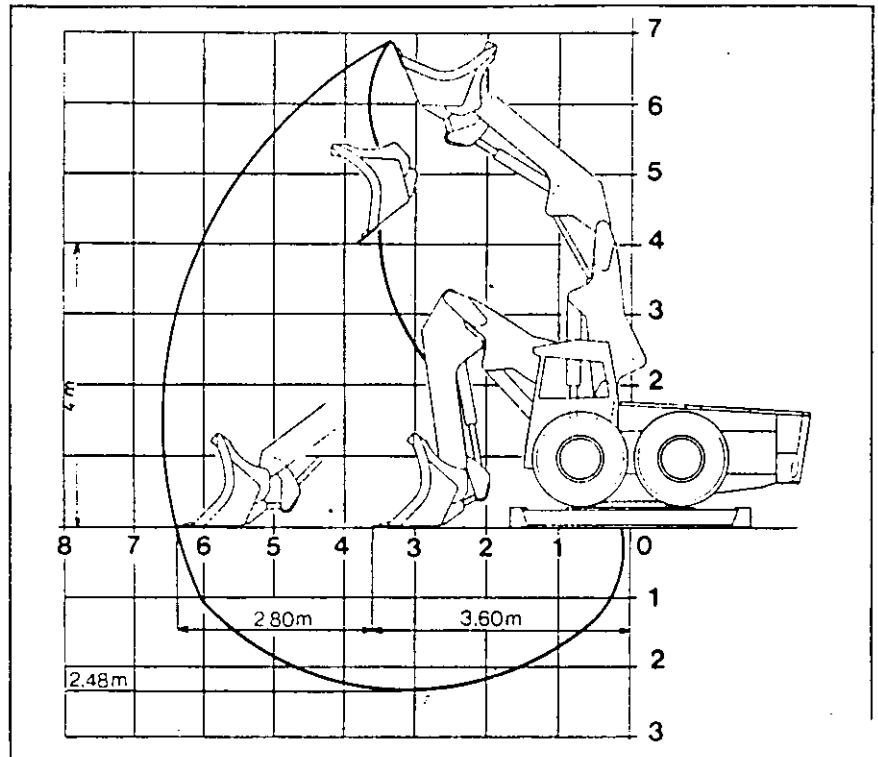


# équipement chargeur

# 14C/CH

## Montage standard

Flèche monobloc	Longueur	2 750 mm
	Poids	1 300 kg
Balancier	Longueur	2 500 mm
	Poids	850 kg
Godet carrière	Largeur	1 500 mm
	Capacité	1 000 l
	Poids	835 kg
	Etrave en V	
Angle de fermeture du godet		155°
Force de cavage maximum		10 000 daN
Force de pénétration maximum		16 000 daN
Poids en ordre de marche	14 C	13 500 kg
	14 CH	13 800 kg



## équipement butte

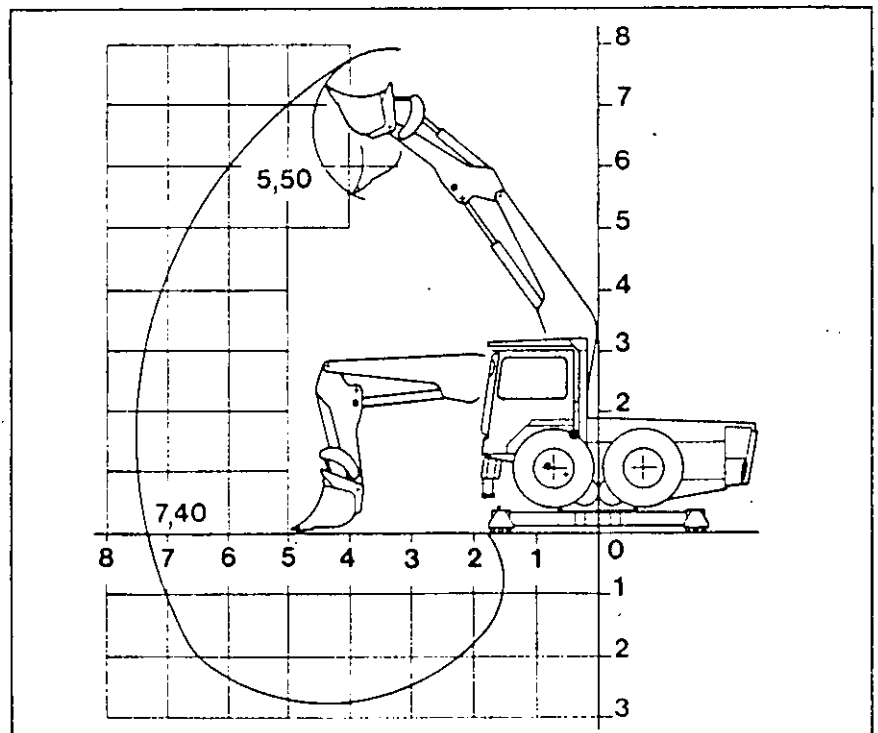
Cet équipement utilise la flèche et le bras standard

### Montage standard

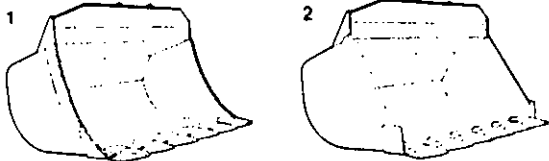
Flèche	Longueur	4 100 mm
	Poids	1 065 kg
Bras	Longueur	2 100 mm
	Poids	585 kg
Course horizontale		2 400 mm
Force de cavage maximum		7 600 daN
Force de pénétration maximum		13 000 daN
Poids en ordre de marche	14 C	12 600 kg
	14 CH	12 900 kg

### Autre montage

Bras : longueur	3 100 mm
poids	650 kg

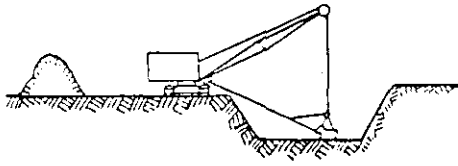


## Godets

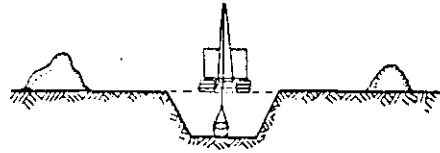


Type	Largeur (mm)	Capacité (l)	Poids (kg)	Bord d'attaque
1 carrière	1 500	780	630	en V
2 reprise	1 400	850	395	droit
	1 500	1 040	405	droit

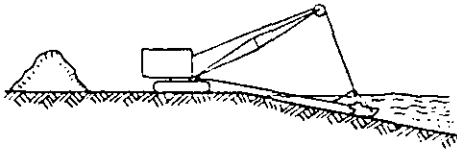
USES OF THE DRAGLINE



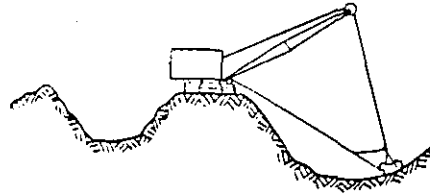
(a) *Excavating channels and canals*



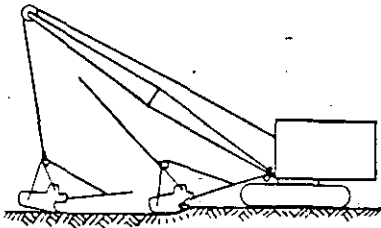
(b) *Excavating ditches and trenches*



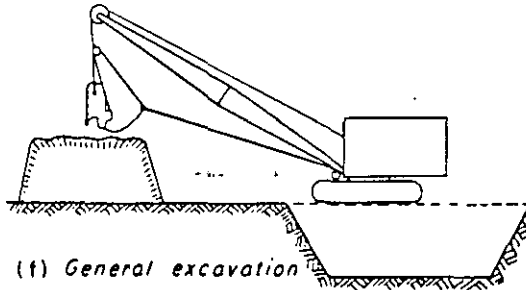
(c) *Excavating underwater soils*



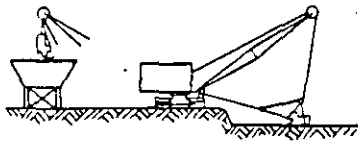
(d) *Stripping overburden*



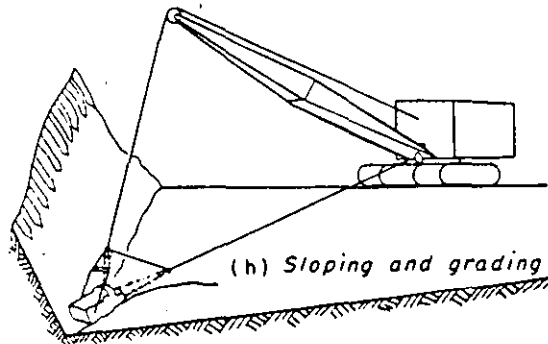
(e) *Shallow grading*



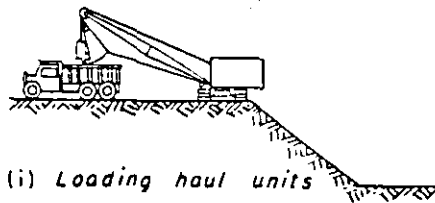
(f) *General excavation*



(g) *Loading into hoppers*



(h) *Sloping and grading*

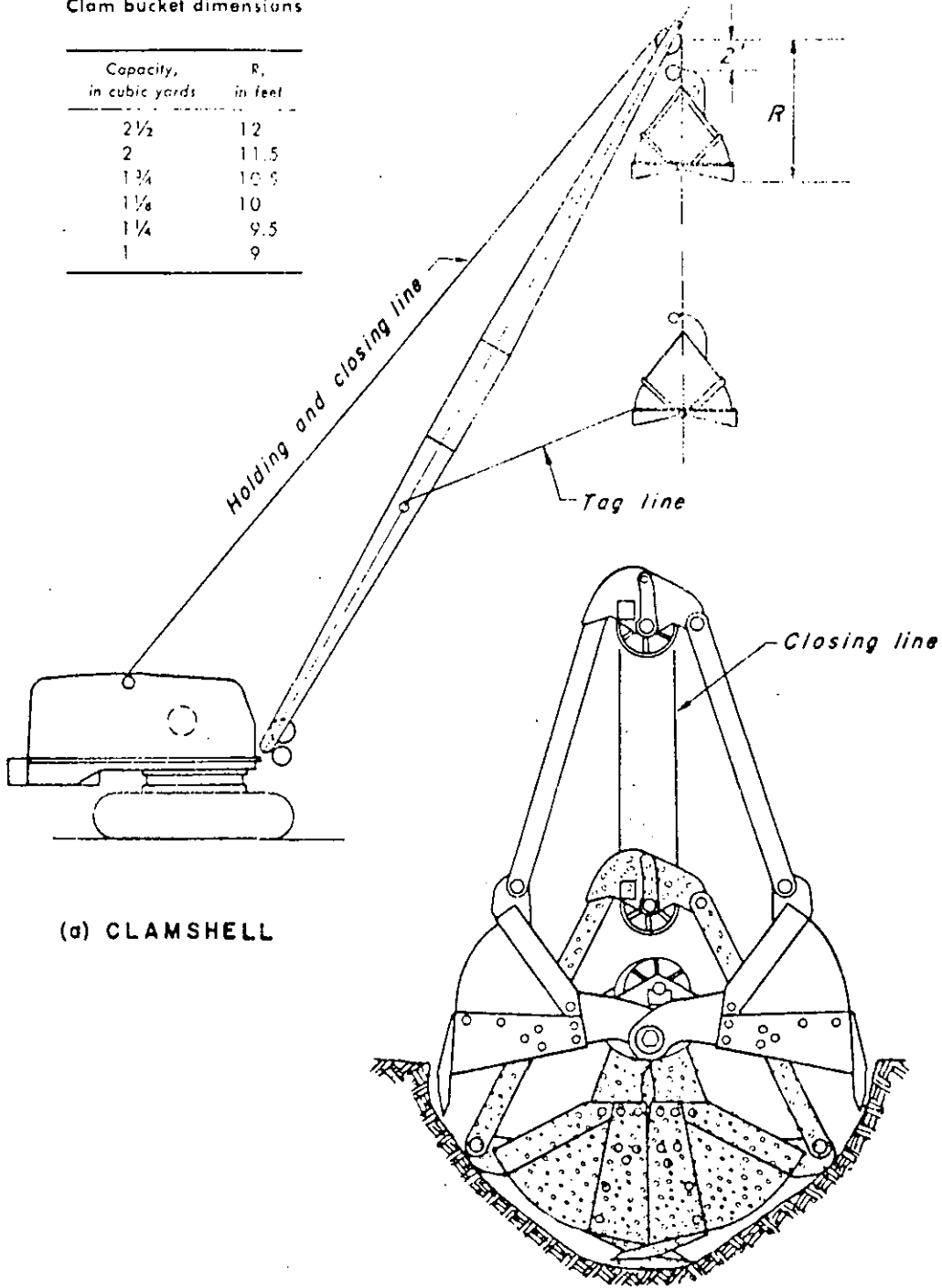


(i) *Loading haul units*

### THE CLAMSHELL AND BUCKET

Clam bucket dimensions

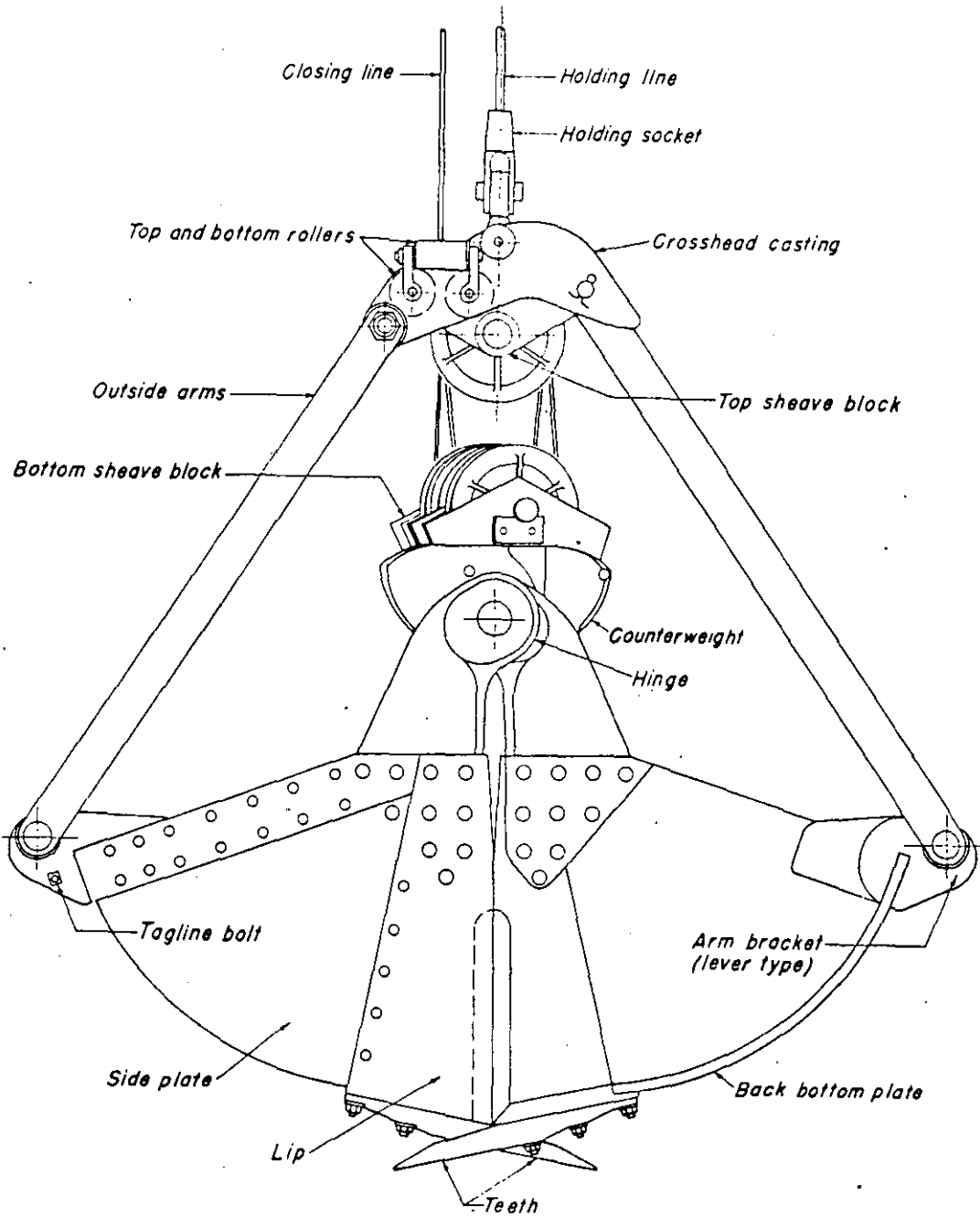
Capacity, in cubic yards	R, in feet
2½	12
2	11.5
1¾	10.5
1½	10
1¼	9.5
1	9



(a) CLAMSHELL

(b) CLAMSHELL BUCKET - DIGGING ACTION

### CLAMSHELL BUCKET NOMENCLATURE



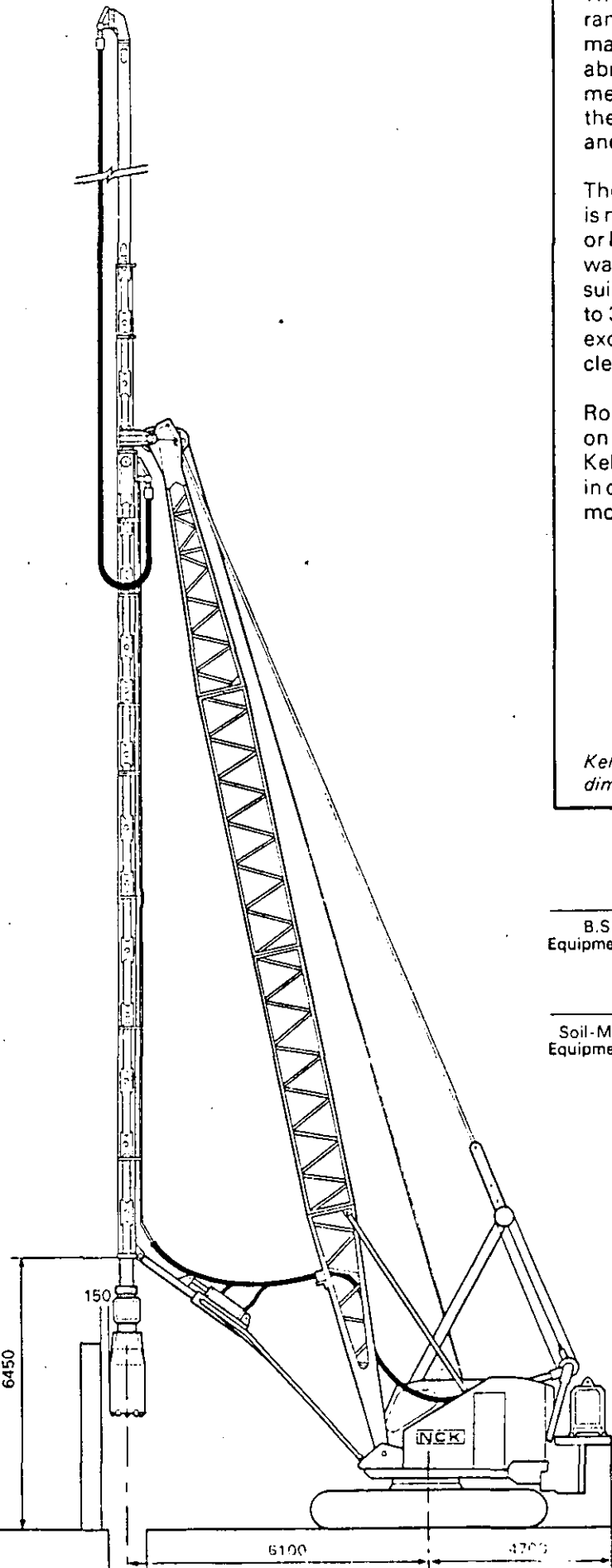
### Plant

The Company owns an extensive range of excavation equipment manufactured both in the UK and abroad. Two basic excavation methods are available: the Kelly-mounted hydraulic grab and the rope suspended grab.

The Kelly hydraulic grab equipment is mounted on either an NCK Andes or Pennine crane, depending upon wall width and Kelly bar height to suit maximum trench depth 10 metres to 36 metres. This equipment will excavate walls within 150mm clearance of existing structures.

Rope suspended grabs are mounted on similar cranes but without the Kelly bar and are on occasions used in conjunction with a guide box mounted on the grab.

*Kelly grab crane mounted with basic dimensions*



	Grab dimensions		
	Width of trench	Length of cut	Maximum depth of dig
B. S. P. Equipment	500	1880	24000
	600	1880	
	800	1880	
	1000	2135	
Soil-Mec Equipment	600	2500	36000
	800	2500	
	1000	2500	

# Trencha rig

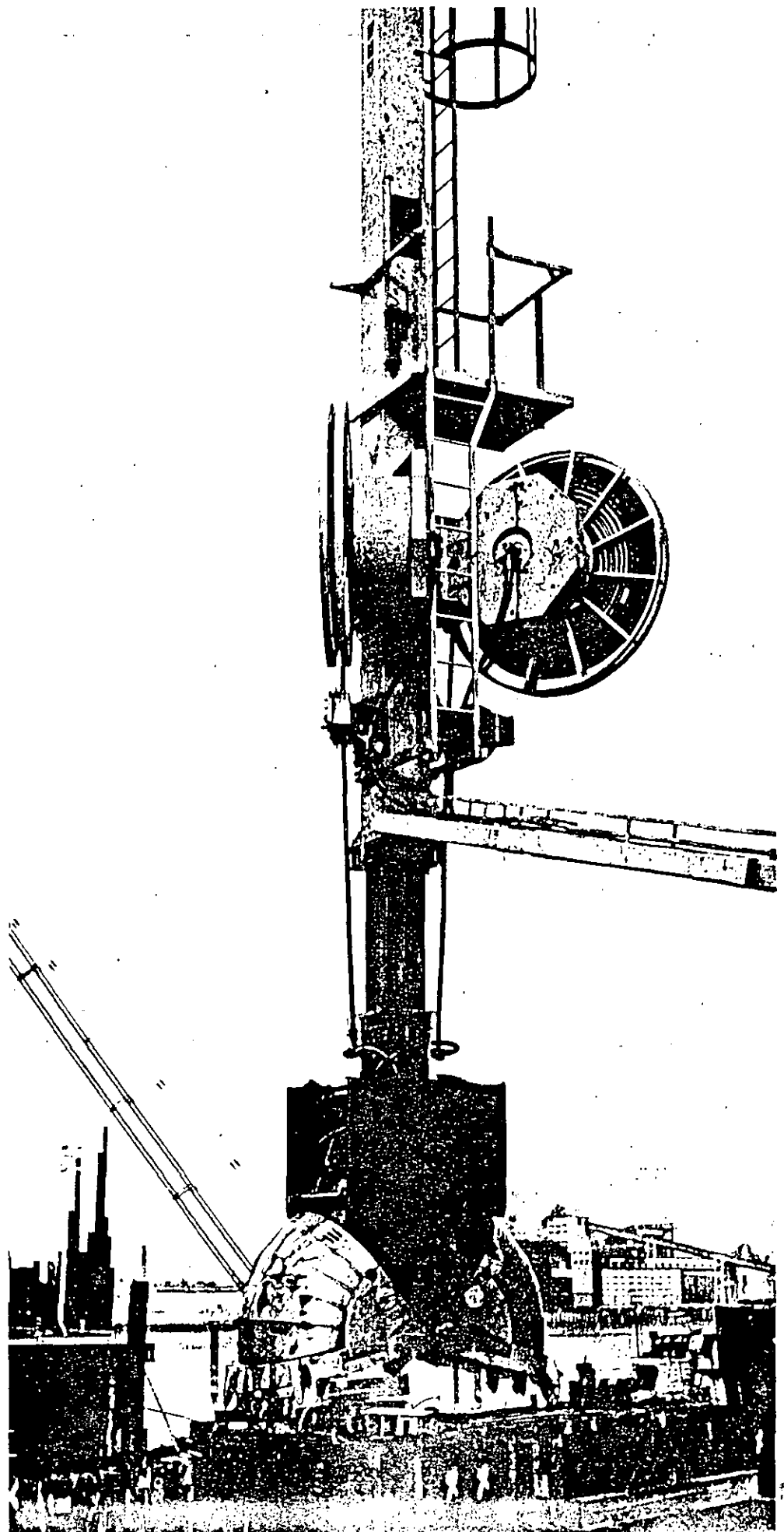
( 27 )

The Trencha Rig has been developed to excavate diaphragm walls at high speed. Production rates in excess of 100 sq. m (100 sq. ft.) have been obtained, working at an average rate of 30 cycles per hour during an 8 hour shift.

The long kelly bar telescopes through the kelly guide to enable the depth of excavation to be much greater than the length of the crane boom. The kelly is operated by the crane single hoist line thereby giving a fast cycle time. The kelly guide is attached to the crane boom head and to the boom foot, the latter connection being by a telescopic stay which allows immediate adjustment to be made. This ensures that the guide and the kelly are maintained in the vertical position. This adjustment facility together with the continuous support given to the kelly by the long kelly guide enables the diaphragm wall to be excavated to an accurate degree of verticality.

The hydraulic power pack, which is mounted on the rear of the crane, provides the power to operate the stay and the hydraulic Trencha grab.

Trencha Rigs can be attached to most makes of crane with a suitable specification. The modifications to the crane are minimal and the mounting and dismantling can be carried out without difficulty and delay. Access platforms and ladders are provided to service the rig.





# Trencha rig specifications

( 28 )

	T25	T35
Trench depth	D 25m (82ft)	35m (115ft)
Trench width	W	Up to 1220mm (48in)
Height of Rig from ground Level	A 21.74m (71ft 4in)	26.62m (87ft 4in)
Grab ground clearance in dump position	B	2m (6ft 8in)
Nom. working radius	C 5.87m (19ft 3in)	6.4m (21ft)
Wt. of front end equipment (excl. grab)	9125kg (20100lb)	10450kg (23050lb)
Wt. of power pack (rear mounted)		1270kg (2800lb)
Engine horsepower		90 b.h.p. max.
Pump delivery	151 litre/min (33.3 g.p.m.) – Can be increased to 189 litre/min (41.6 g.p.m.)	

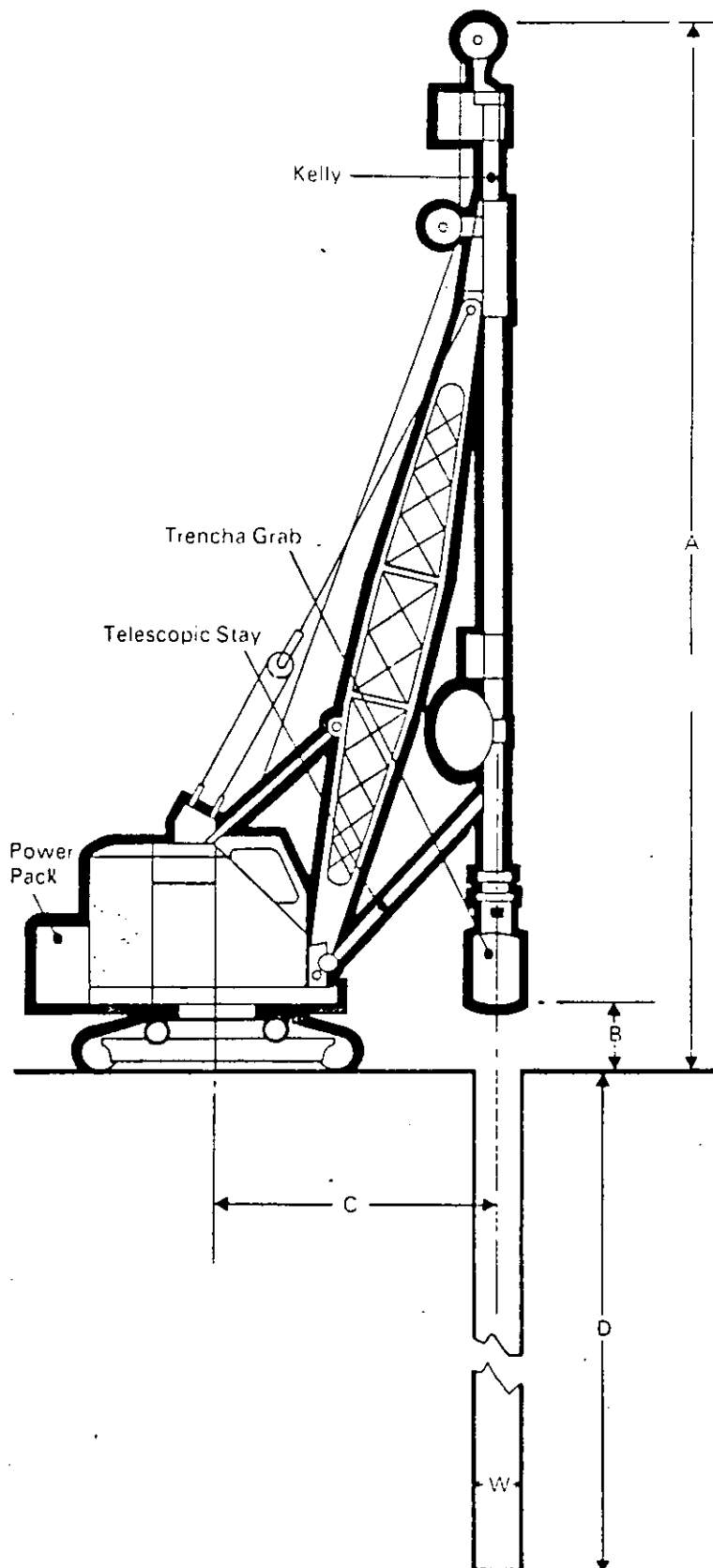
## Crane Requirements

Boom length	15.0/16.0m (50ft)	19.5/21.5m (64/70ft)
Load rating (not greater than 75% of tipping load) at 6.1m (20ft) radius	11000kg (24200lb)	760mm grab (30in) 13000kg (28600lb)
	13500kg (29700lb)	1220mm grab (48in) 15300kg (33700lb)
Single line pull	8530kg (18800lb)	760mm grab (30in) 9500kg (21000lb)
	11400kg (25100lb)	1220mm grab (48in) 12350kg (27200lb)

## Note

The above figures will give an indication of crane suitability but specific cranes should be referred to our technical department for confirmation.

Crane may require assistance during erection.



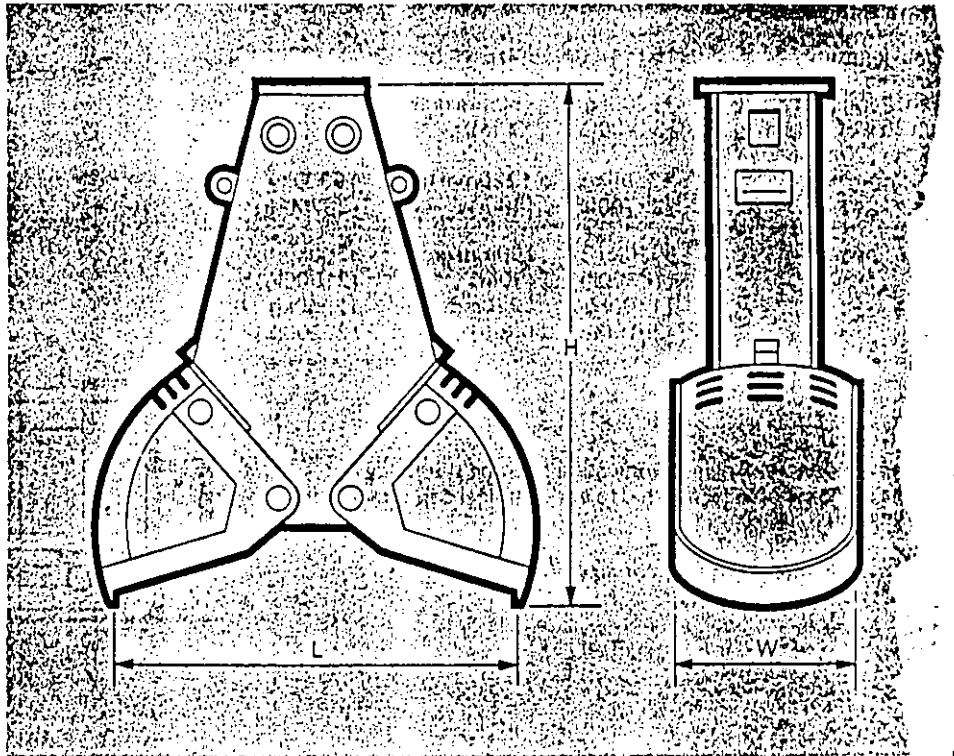
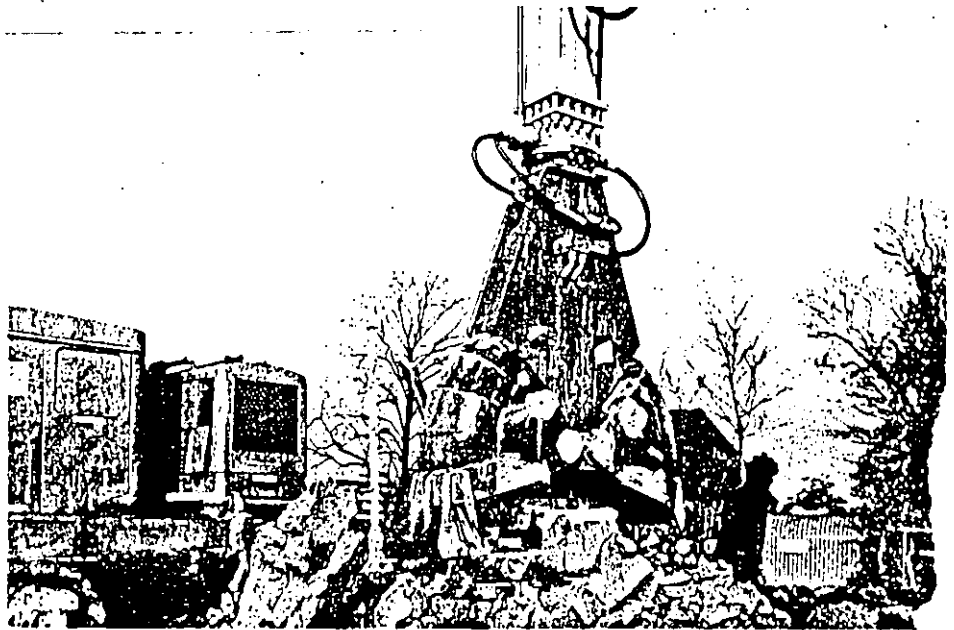
# Trencha grab for Diaphragm ( 29 )

The hydraulically operated Trencha Grab is designed to ensure that the maximum digging efficiency is obtained without using excessive power or having disproportionate weights.

The shock loads which are inevitable when operating the grab are absorbed through the main structure but are isolated from the hydraulic rams.

By alteration of the flange connection between the grab body and the Kelly the grab can be positioned in different positions relative to the rig, each position varying by 30°. There are two Trencha Grab bodies available one which is suitable for jaws in the 520 mm (20 in) to 760mm (30 in) size and the other for jaws 915mm (36 in) and 1220mm (48 in) size. Both grabs can be used with all models of Trencha Rig.

The jaws can be changed in the field in minutes by normal site personnel. The spoil is discharged instantly from the jaws by patented ejectors.



## Specification

Size	20	24	30	36	48
Weight Grab & Jaws	1800kg (3970lb)	1900kg (4190lb)	2050kg (4520lb)	3120kg (6880lb)	3300kg (7260lb)
Height H	2600mm (102in)	2600mm (102in)	2600mm (102in)	2600mm (102in)	2600mm (102in)
Length L	1880mm (70in)	1880mm (70in)	1880mm (70in)	2135mm (84in)	2135mm (84in)
Width W	510mm (20in)	610mm (24in)	760mm (30in)	915mm (36in)	1220mm (48in)
Approx. Capacity	0.6 cu.m (20 cu.ft.)	0.7 cu.m (24 cu.ft.)	0.9 cu.m (30 cu.ft.)	1.0 cu.m (36 cu.ft.)	1.4 cu.m (45 cu.ft.)

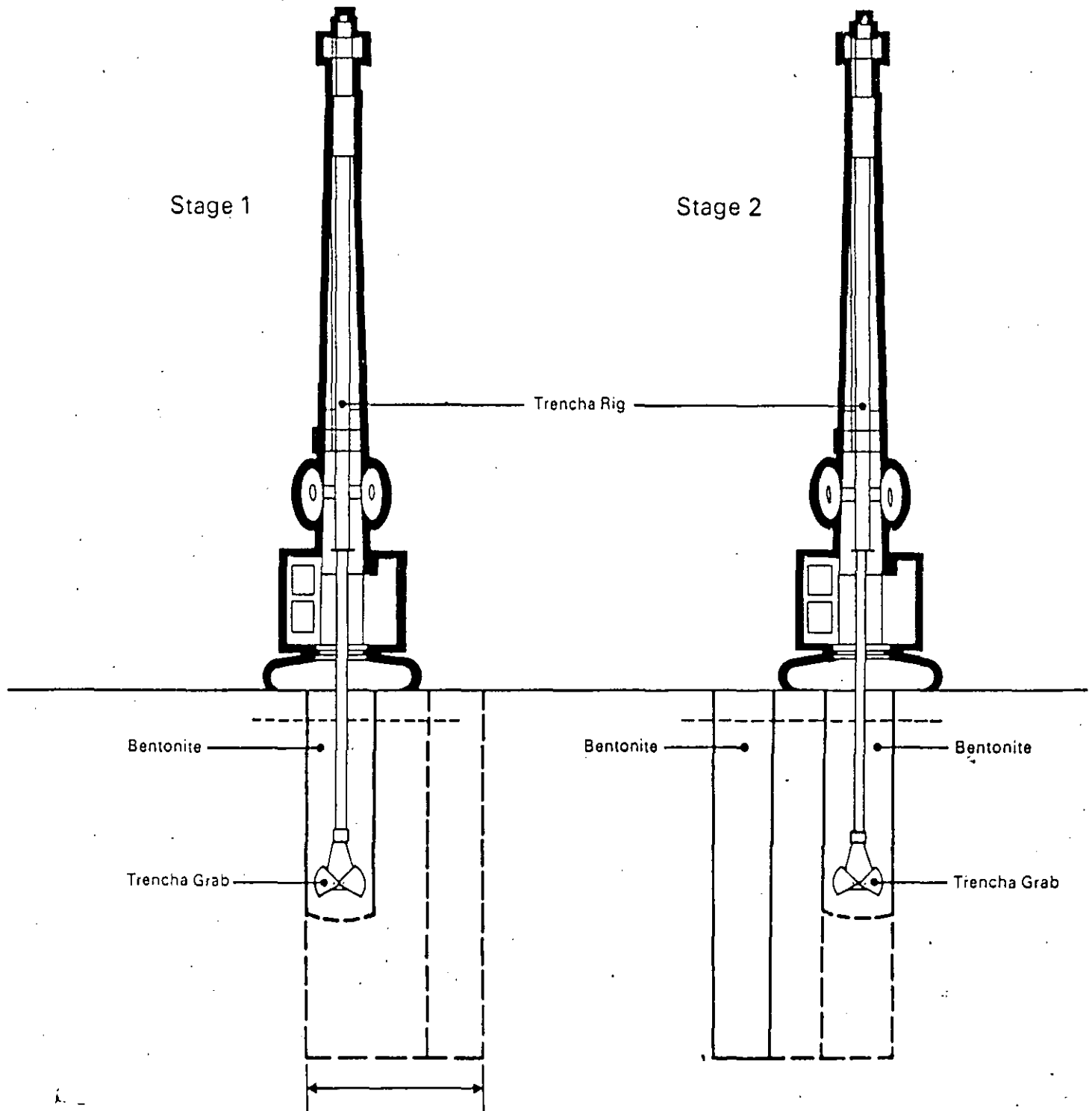
# The construction of diaphragm walls 30

The use of diaphragm walls in civil engineering is growing continuously. Their economic use for both temporary and permanent works associated with retaining walls and foundations is finding increased application in the construction of underground systems, quay walls, cofferdams, shafts, dam cutoffs etc.

The general method of construction is to excavate a deep narrow trench in the ground, the spoil being replaced during excavation by a bentonite suspension which stabilises the walls of the trench and prevents the walls from caving in. Excavation is continued until the required depth is reached, the trench wall stability is retained by ensuring that the excavation is kept filled with the bentonite suspension. The bentonite suspension is then replaced by reinforced or mass concrete, dependent upon the application, and a cast-in-situ separating wall or diaphragm is formed.

The diagrams and notes below illustrate a system of forming a diaphragm wall by the construction of panels using a Trencha Rig and Grab.

A panel length is equal to three times the length of the open Trencha grab jaws.

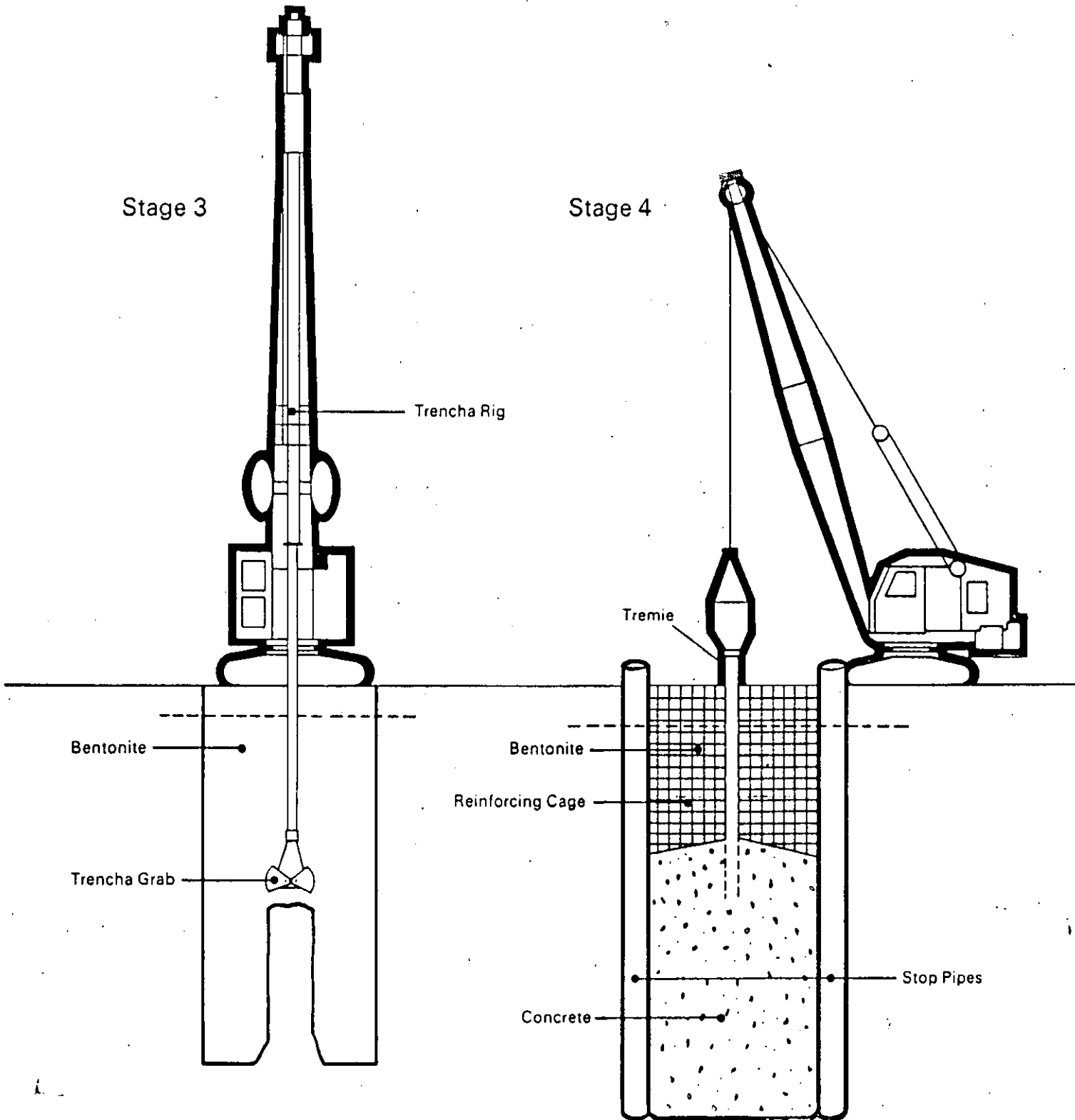
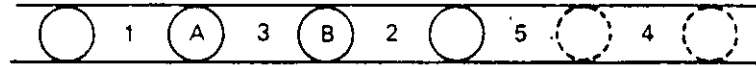


- (1) One end of the panel is excavated to full depth.
- (2) The opposite end of the panel is excavated to full depth.
- (3) Finally the centre of the panel is excavated to full depth. The panel is now completely excavated and full of bentonite suspension.

- (4) Stop-end pipes are placed in position at each end of the panel and, if required, the reinforcement cage placed in position. The concrete is then placed continuously using a tremie pipe and the stop-end pipes removed leaving the completed panel.

The panels forming the diaphragm wall are generally constructed in the order as shown in the diagram below.

Panel 3 is keyed between panels 1 and 2 in the socket formed by the removal of the stop end pipes A and B. This procedure is continued until the wall is completed.



## Retaining walls

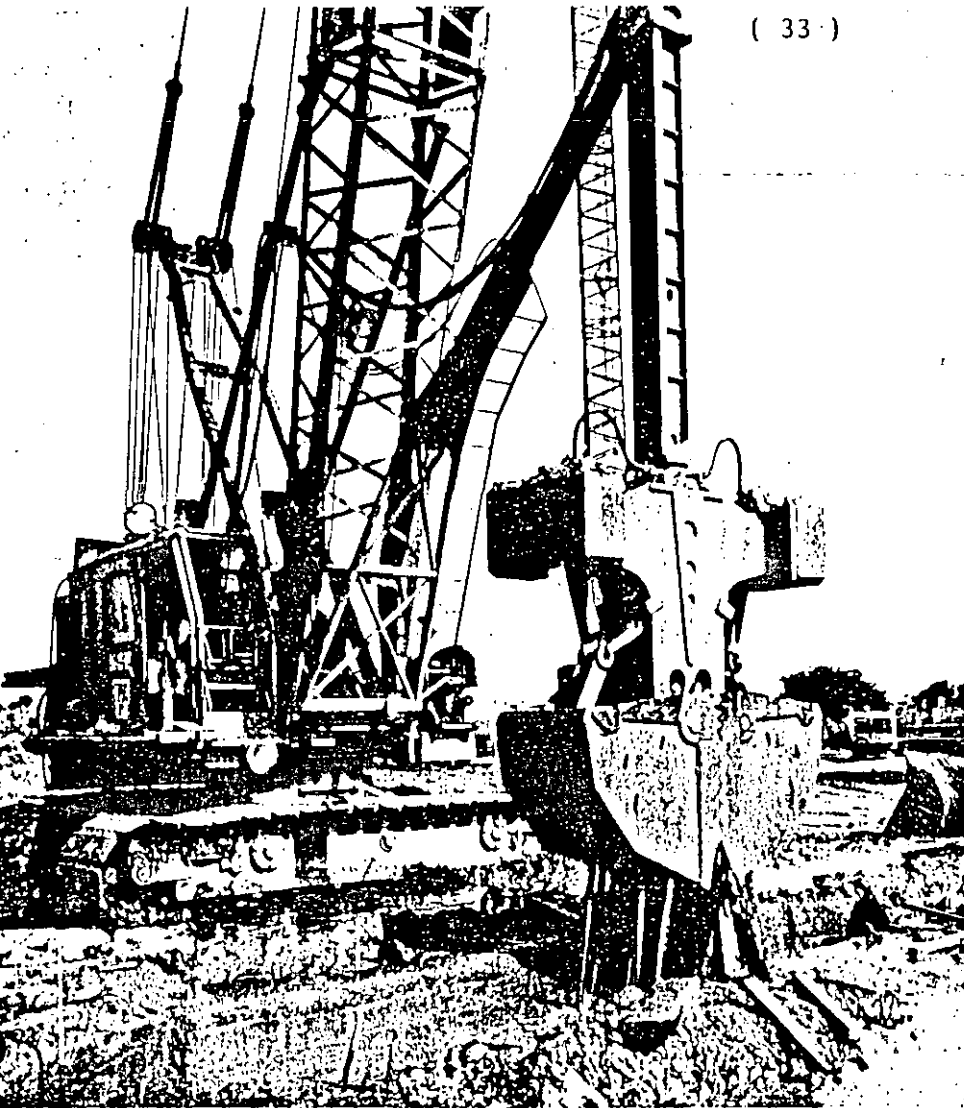
Among design and construct contracts successfully completed by Lilley Construction is one for a retaining wall built as part of extensions to the National Gallery of Scotland, in Edinburgh. The structure, castellated in plan, supported a steep embankment without the need for temporary shores or ground anchors.

## For major roadworks

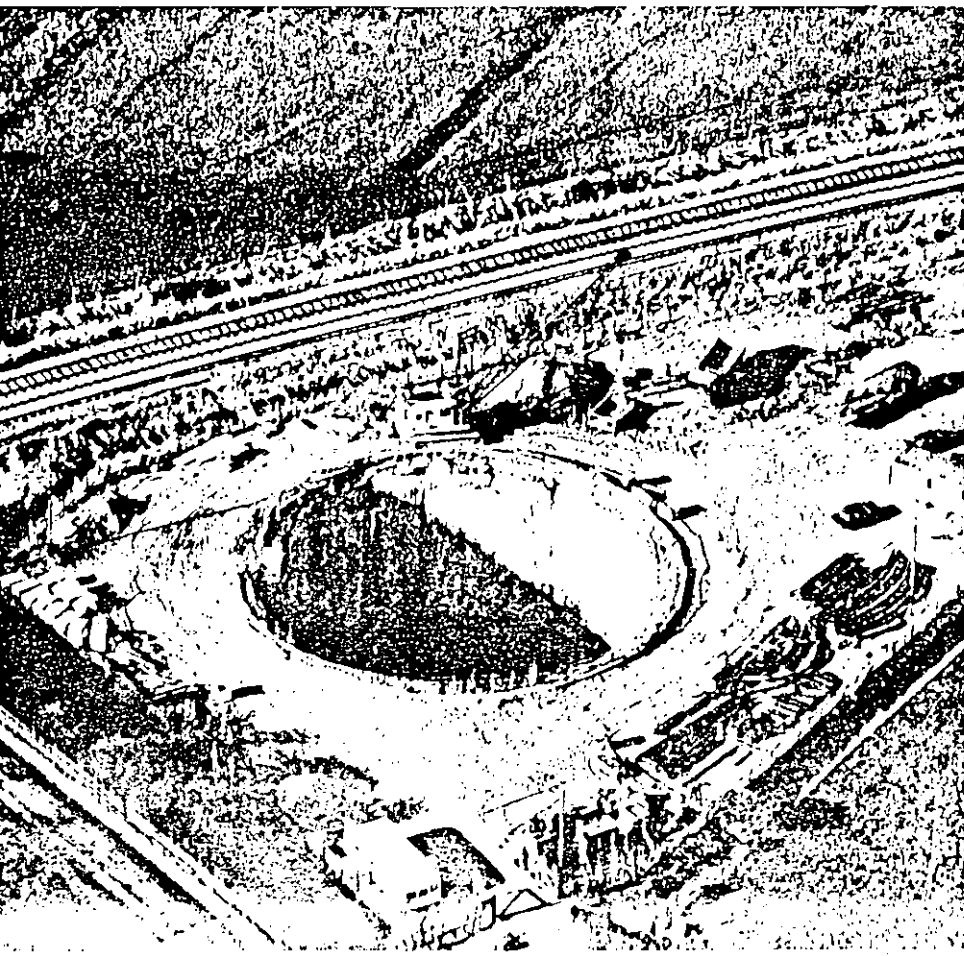
Subsequent retaining wall contracts include one for structural anchored diaphragm walls for a major road underpass in Bournemouth for Dorset County Council, and another for extensive retaining walls to ring road construction at Ashton under Lyne for the Greater Manchester Corporation.

*Panel excavation for retaining walls to extensions of National Gallery in Edinburgh*



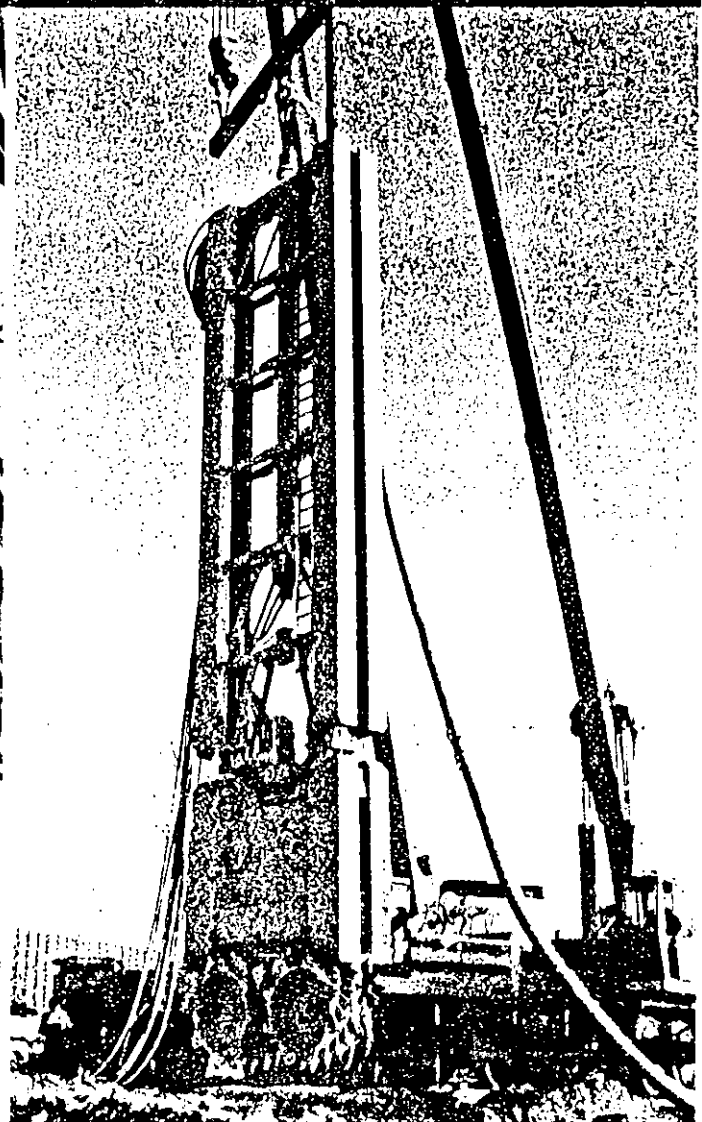
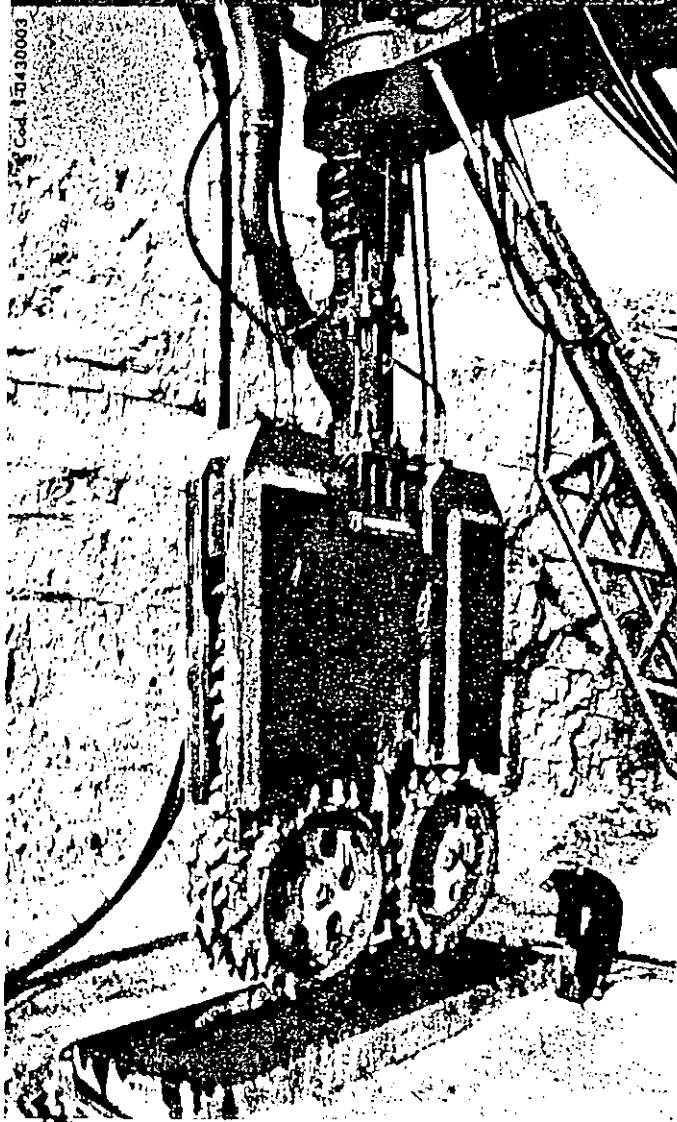


Upper Kelly mounted walling grab excavating a panel for a contract completed in 1975 by Lilly Construction for the City of Lancaster using diaphragms to form a pumphouse, circular in plan and some 13 metres deep without provision for internal wallings. Support for the walls in very soft clay was obtained from hoop compression in the wall



Lower Aerial photograph of diaphragm walling with excavation completed

# foundation equipment



**The experience from job sites:**  
Since 20 years 90% of the equipment and of the technology of Casagrande is exported everywhere in the world.

**M11 R3**  
Equipment suitable for the excavation of diaphragm wall in hard soil conditions.  
Two versions with Kelly guide or long guide are available.  
Tested in different soil conditions has guaranteed always productivity and perfect execution of the diaphragm wall.

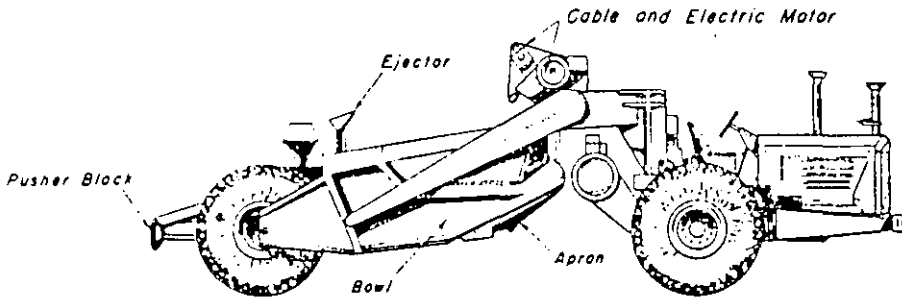


**casagrande s.p.a.**  
viale venezia, 97  
33074 Fontanafredda (pn) Italia  
telefoni (0434) 99316-7-8-9  
telex 450073 casag I

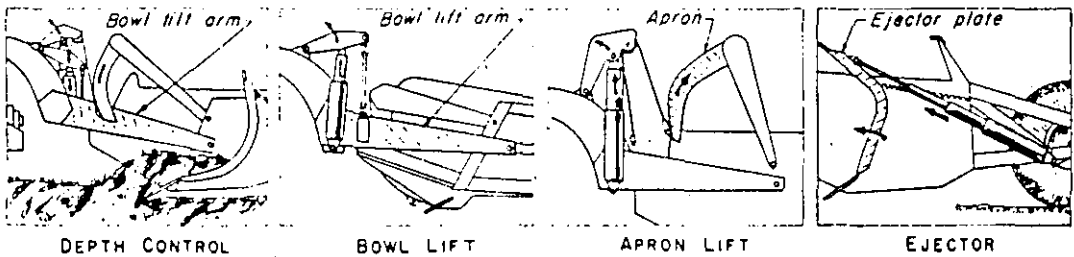
**CONMACO**  
**INC.**  
Call or write for  
technical information

P.O. Box 5097  
820 Kansas Avenue  
Kansas City, KS 66119  
913 - 371 - 3930

## SCRAPER CHARACTERISTICS



(a) CABLE OPERATED SELF-PROPELLED SCRAPER.



(b) DETAILS OF HYDRAULICALLY OPERATED SCRAPER

### Self-propelled scrapers

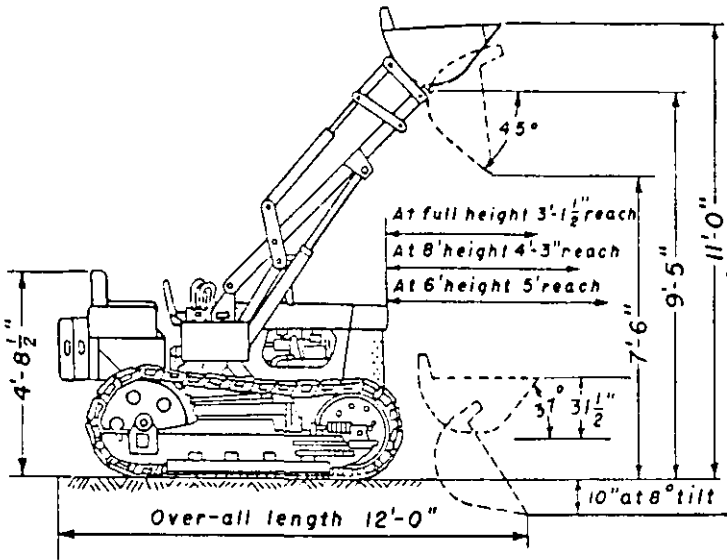
Manufacturer	Model No.	Struck capacity, in cu yd	Heaped capacity, in cu yd	Tons capacity	Shipping weight, in lb	Scraper control	Width of turn, in in.	Max travel speeds — top gear, in mph
Seaman-Gunnison	650-5	5	6	7	16,300	Hydraulic	264	20.5
Euclid	S-7	7	9	10.5	26,500	Hydraulic	336	22.0
Michigan	110	8	10.5	13	28,000	Hydraulic	340	31
Allis-Chalmers	TS-260	11	14	18	44,800	Hydraulic	371	28
Caterpillar	442	14	18	21	47,150	Cable	360	20
Euclid	SS-18	18	25	27.5	56,000	Hydraulic	496	21.5
Curtis-Wright	CW-220	20	27	31	69,000	Cable	438	34.4
LeTourneau Westinghouse	B	21	28	32.5	69,400	Electric	478	28.6
International Harvester	295	24	31	36	70,950	Cable	456	30.5

### Tractor-drawn scrapers

Manufacturer	Model No.	Struck capacity, in cu yd	Heaped capacity, in cu yd	Tons capacity	Shipping weight, in lb	Scraper control	Width of turn, in in.	Minimum tractor DBHP, in tons
Oliver	ST-530	2.5	3.0	4	4,600	Hydraulic	186	30
Allis-Chalmers	44	4	5.5	6.5	6,600	Hydraulic	237	40
BE-gc	ST-769	5.3	6.7	7.6	8,500	Hydraulic	228	50
Ateco	H-99	8	10	11	12,500	Hydraulic	252	60
Allied	KS-1000	10	13	14	20,600	Cable	228	100
LeTourneau Westinghouse	CT	12.2	18	20	25,100	Cable	378	110
International Harvester	4S-85	16	20	27.5	34,400	Cable	396	130
Caterpillar	463	22	28	33	34,800	Cable	348	180
Curtis-Wright	CWT-26	26	33	36.5	51,000	Cable	424	190

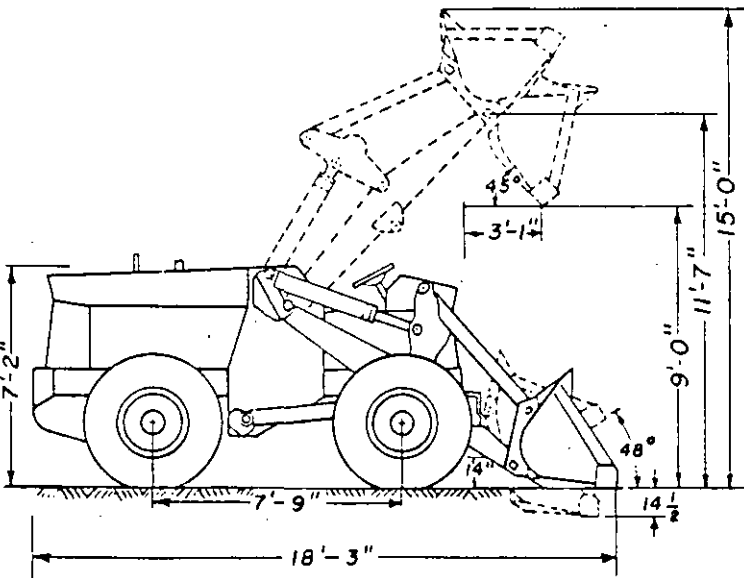


### FRONT-END LOADER DETAILS



Bucket capacity	3/8 cu yd
Width of bucket	4 ft 9 1/2 in.
Lifting time	6.0 sec
Lowering time	4.5 sec
Oliver model OC-46	

CRAWLER - MOUNTED TRACTOR - SHOVEL

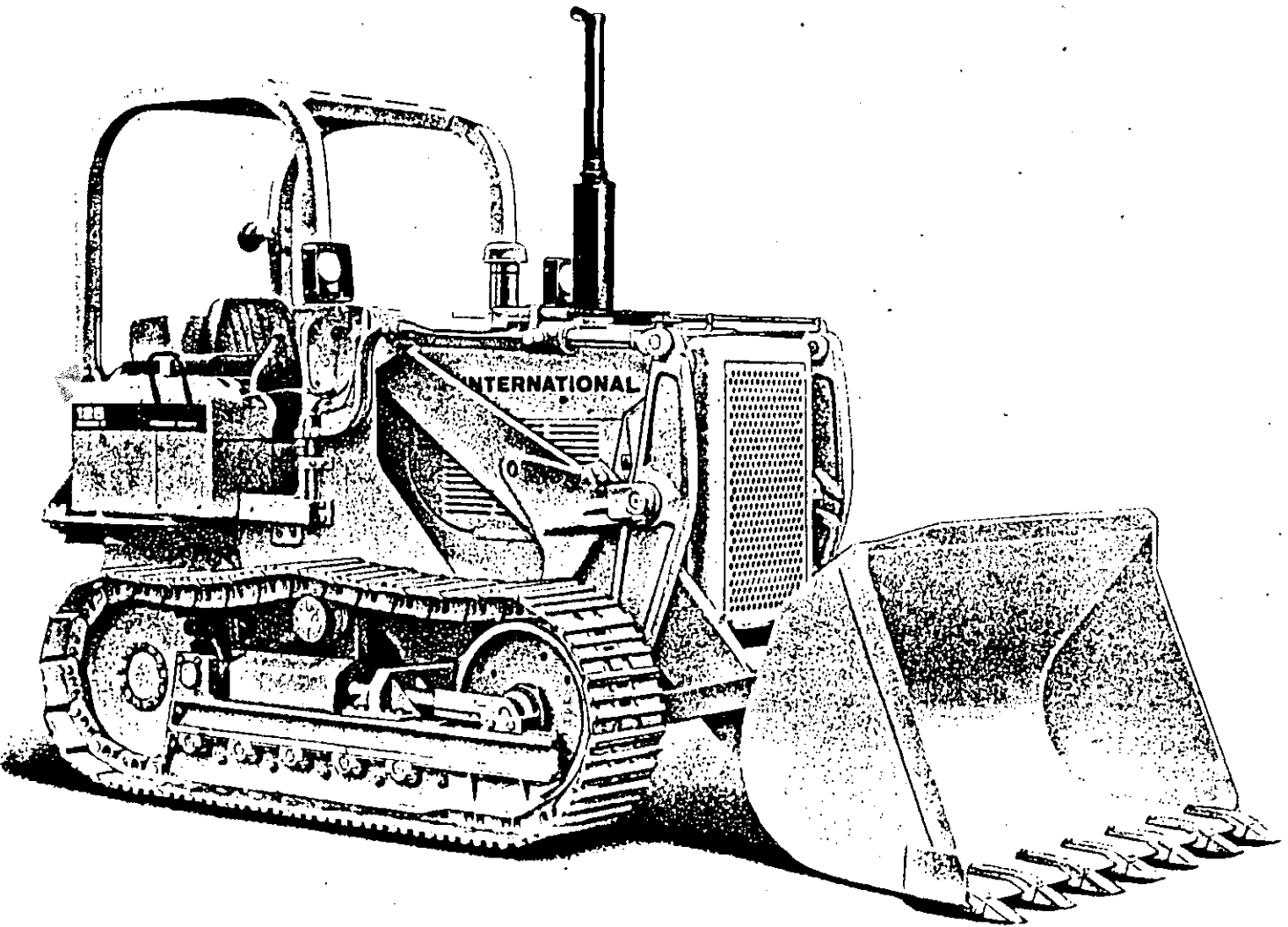


Bucket capacity	2 cu yd
Width of bucket	7 ft 4 in.
Lifting time	8.5 sec
Lowering time	6.0 sec
Tractomotive model TL-20D	

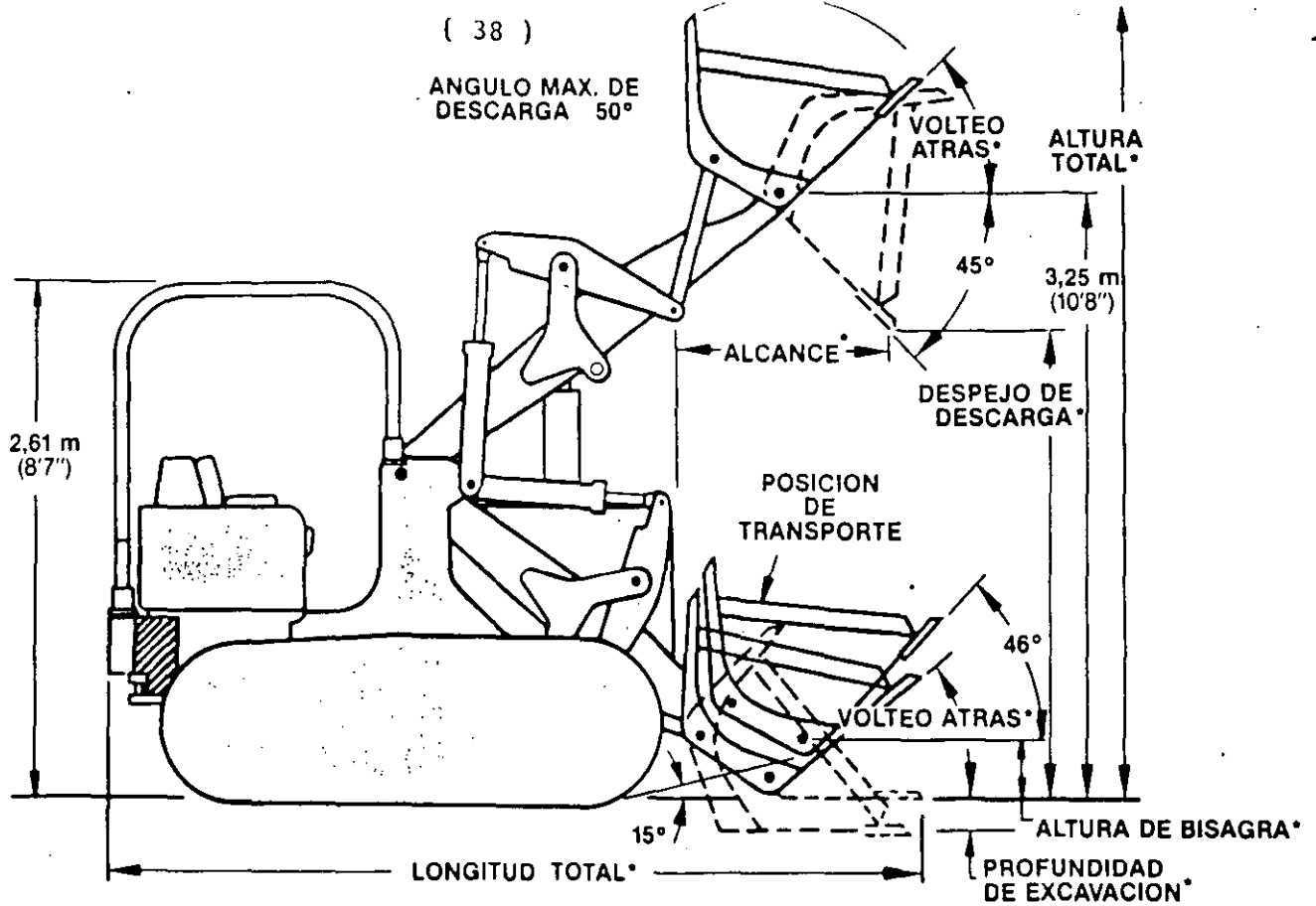
WHEEL - MOUNTED TRACTOR - SHOVEL

124E

# Cargador de Carriles Especificaciones



**INTERNATIONAL®**



\* LAS DIMENSIONES VARIAN SEGUN EL TAMAÑO DEL CUCHARON -  
CONSULTESE EL CUADRO QUE SIGUE

CUCHARONES	Uso General	Multi-Propósito
Capacidad nominal, m <sup>3</sup>	1,05	0,96
Capacidad al ras, m <sup>3</sup>	0,86	0,84
Borde de ataque, tipo	Recto	Recto
Ancho, m	1,82	1,89
Dientes opcionales	6	6
Despejo de descarga a máx. levante y 45° de descarga, m	2,62	2,56
Alcance a 45° ángulo de descarga y despejo de 2,13 m, m	1,28	1,38
Alcance a levante total y 45° de descarga, m	0,94	1,06
Profundidad de excavación, mm	94	173
Volteo atrás del cucharón a línea del suelo	38,5°	41,5°
Volteo atrás del cucharón a altura de descarga máx.	53°	56°
Altura de la bisagra en posición de transporte, m	0,38	0,35
Longitud total, m	4,17	4,37
Altura total, m	4,37	5,03
Carga estática, kg	6131	5861
Fuerza de excavación o rotura, kN	83,9	71,8
Peso de operación sin aditamentos, kg	9054	9632

#### EQUIPO STANDARD:

Ajustes del carril hidráulico  
 Alternador, 12V, 22 amperios  
 Arranque de éter  
 Asiento de lujo almohadado con alto respaldo y posabrazos  
 Batería de arranque frío  
 Bocina eléctrica de alarma  
 Caja de herramientas  
 Cobertizo contravuelcos (ROPS - SAE J1040B) con cinturón de seguridad  
 Contrapeso con barra de tiro de 560 kg para cucharón de uso general, de 782 kg para cucharón multi-propósito  
 Corazón del radiador blindado  
 Cucharón de uso general o multi-propósito con posicionador y nivelador automático a excavación  
 Decelerador  
 Depurador de aire, tipo seco con indicador de servicio  
 Dientes del cucharón con puntas std. reemplazables  
 Luces - 2 delanteras, 1 trasera y 1 en tablero

Horómetro eléctrico  
 Protección - cárter con manija, talbero de instrumentos, luces, radiador, rueda dentada, rodillo del carril con guía, transmisión  
 Protección anti-vandalismo, incluye tapones y candados para tubo de escape, tanque de combustible, tanque de fluido hidráulico, tablero, puerta de acceso al capó caja de batería y manómetro del nivel del aceite de bastidor trasero principal  
 Puertas laterales del capó  
 Silenciador  
 Sistema hidráulico - 110,7 L/min; 2 válvulas y 1 palanca (para cucharón de uso general); 3 válvulas y 2 palancas (para cucharón multi-propósito); tubería hidráulica (para cucharón multi-propósito)  
 Tamiz para el combustible  
 Ventilador soplador  
 Zapatas del carril de 355,6 mm, 3 agarrederas

# Cargador de Carriles

## ADITAMENTOS OPCIONALES: (Lista parcial)

Acumulador	Equipo para protector
Cabrestante Gearmatic 19	contravuelcos (ROPS)
Polea, 3 rodillos	Malla trasera
y montaje	Escardillos delanteros
Cabria transportadora de	Escarificador 397
troncos, modelo 78	de 3 dientes
Contrapeso, montado en el	Retroexcavador 3142A
escarificador	Cucharón de 0,17 m <sup>3</sup> para
Equipo hidráulico	trabajo pesado con
Configuración opcional	dientes reemplazables –
de válvulas	610 mm
	Ventilador reversible

### CABRESTANTE GEARMATIC 19

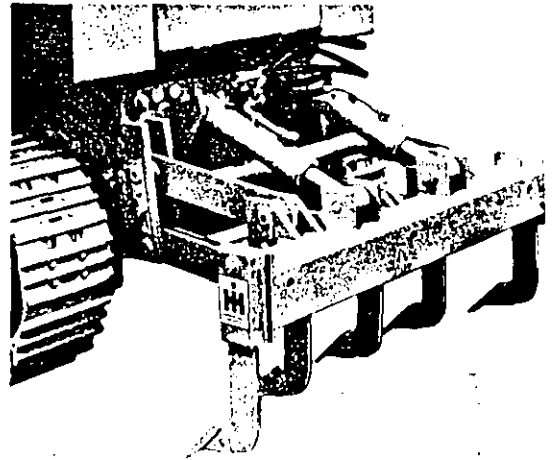
Mando	Mecánico
Control	Totalmente hidráulico
Tamaño del tambor de cable:	
Diámetro del tambor, mm	216
Capacidad del tambor de cable, m	
12,7 mm	110,95
14,3 mm	88,39
15,9 mm	73,15
19,1 mm	51,51
Control del tambor:	
Embrague	Fricción con bobina libre
Freno	Normalmente acoplado
Rotación del tambor	Encima del tambor
Máximo tiro en línea:	
Tambor descubierto, kg	12866
Tambor completo, kg	7924
Velocidad de línea – sin carga	
Tambor descubierto, m/min	57,91
Tambor completo, m/min	96,01

### RETROEXCAVADOR 3142A

(Las especificaciones se basan en cucharón de 610 mm 0,17 m<sup>3</sup>)

Profundidad de excavación máxima, m	4,39
Arco de giro	180°
Alcance desde pivote de giro, m	5,51
Altura de transporte, m	3,94
Altura de carga, m	3,89
Rotación del cucharón	178°
* Fuerza máxima de excavación – cucharón, kN	42,3
* Fuerza máxima de excavación –	
cilindro del vástago, kN	25,5

\*Basado en 14,5 MPa a velocidad del motor nominal.



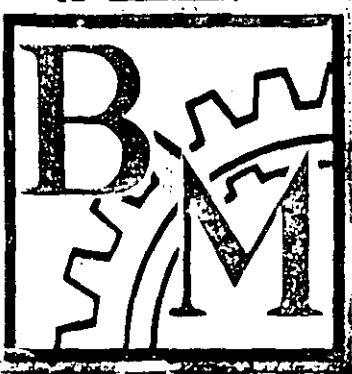
### ESCARIFICADOR 397

Ancho total, m	1,44
Cilindros hidráulicos (2) de acción doble	
Diámetro y carrera, mm	76 x 172
Número estándar de dientes (con disposición para 5)	3
Espaciamiento para 5 dientes, mm	343
Puntas del escarificador	Reemplazables
Longitud (punto más trasero hasta línea	
central de la rueda dentada), m	1,09
Peso aproximado (incluye hidráulicos), kg	499



**CONSTRUCTION EQUIPMENT**

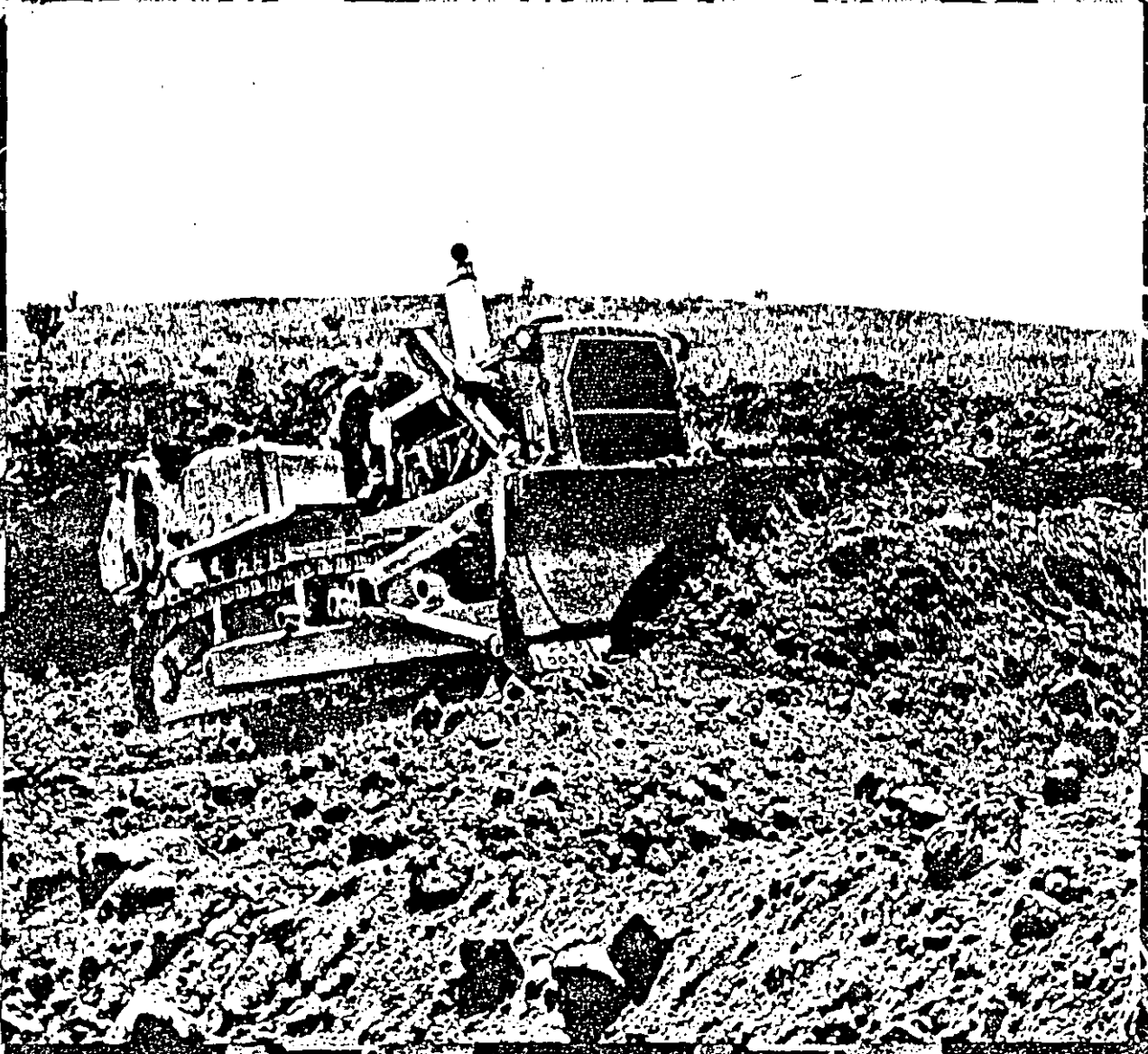
Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso. Las ilustraciones pueden incluir equipo y accesorios opcionales y pueden no incluir todo el equipo estándar.



(40)  
BOLSA DE MAQUINARIA

S.A. de C.V.

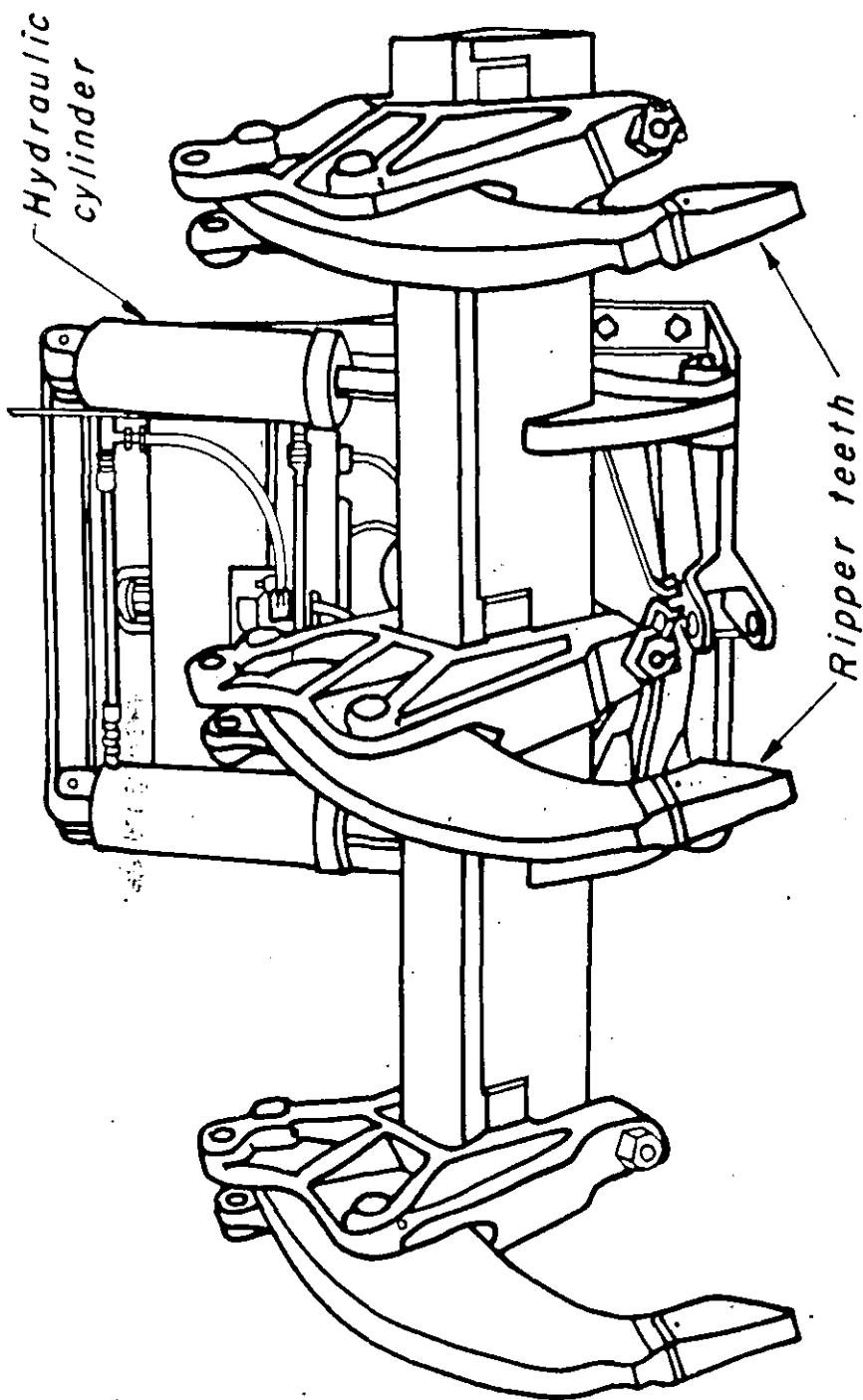
PRIMERA ARRENDADORA EN MEXICO



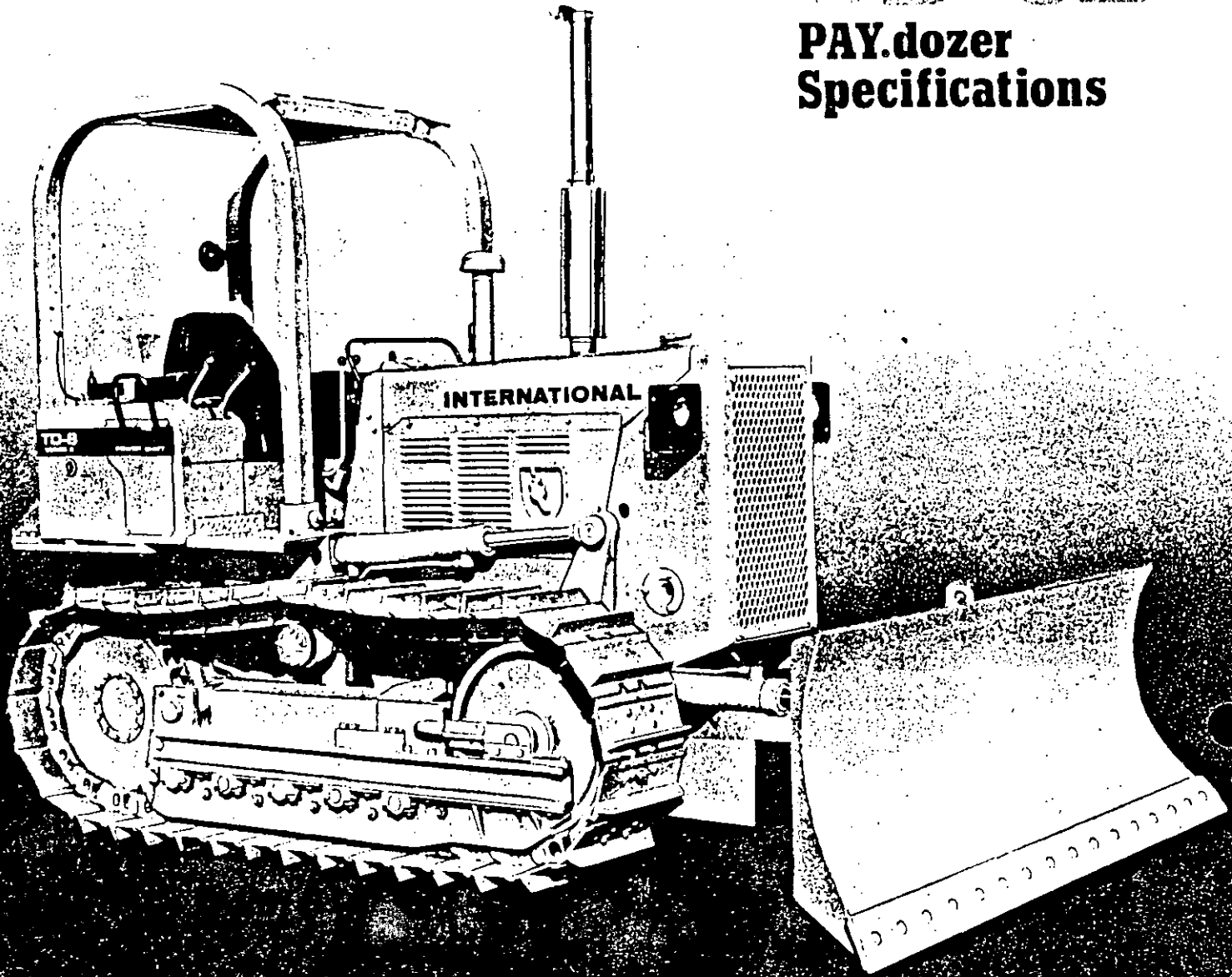
Autonista México-Queretaro No. 3150

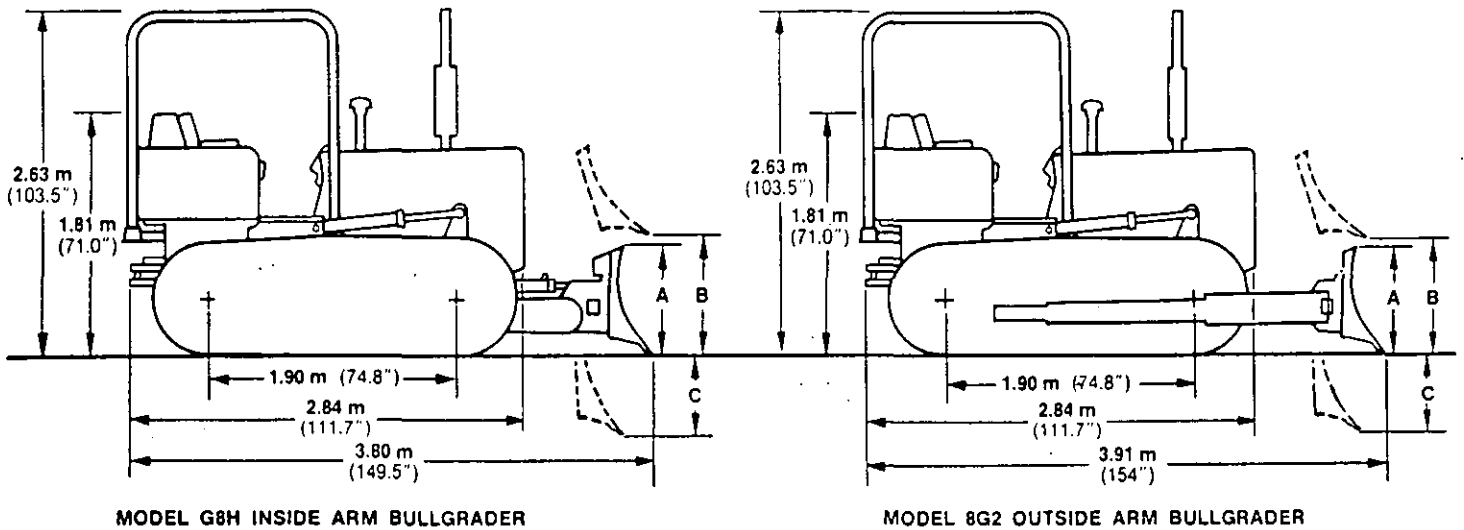
566 5740

TYPICAL HYDRAULIC RIPPER



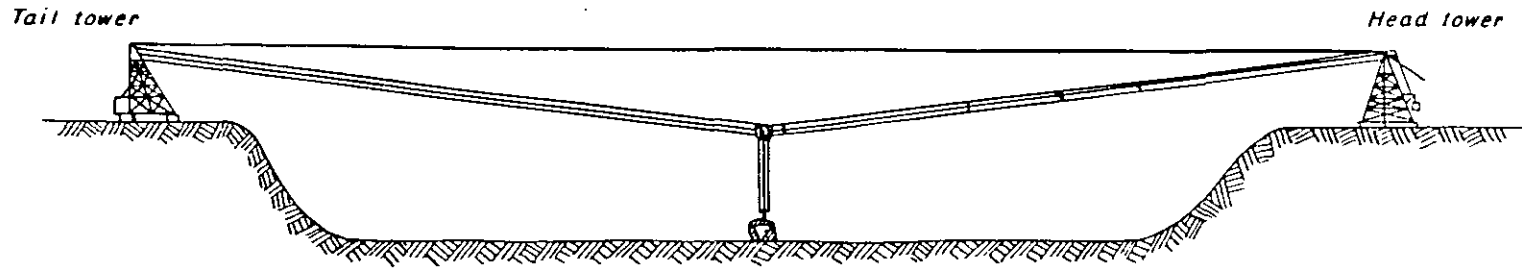
TD-8E

**PAY.dozer  
Specifications**

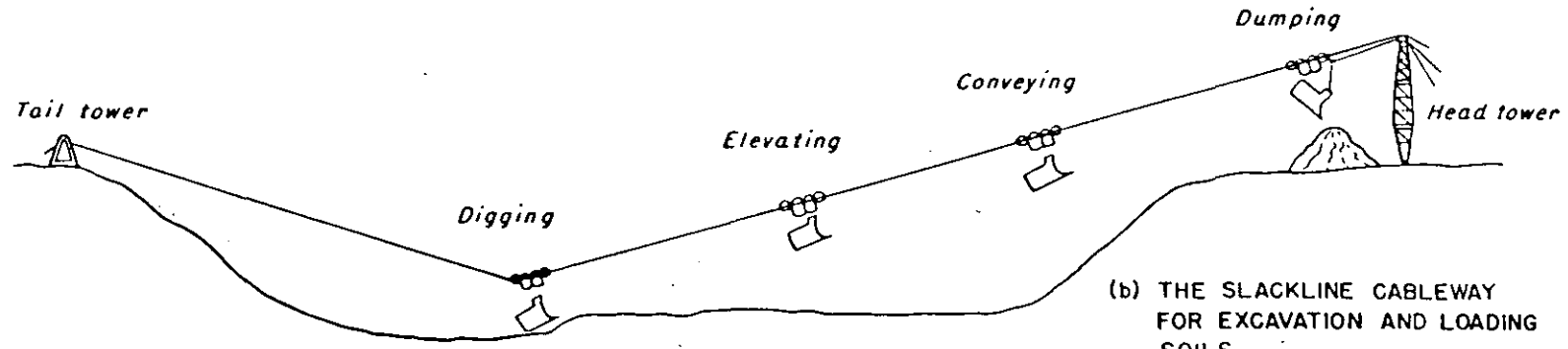
**BLADE:**

	Inside Arm Bullgrader G8H	Outside Arm Bullgrader 8G2
<b>Type Blade (Hydraulic)</b> .....		
<b>Models</b>		
Max. Usable Track Shoe Width, mm (in) .....	406 (16)	406 (16)
<b>Blade Dimensions: m (in)</b>		
Length over end bits .....	2.41 (95.0)	2.73 (107.6)
Height, struts centered .....	0.84 (33.0)	0.76 (30.0)
Max. lift, struts centered —		
Straight .....	1.01 (39.7)	1.29 (50.8)
Angled .....	1.21 (48.0)	1.50 (59.6)
Max. drop below ground level .....	0.35 (13.8)	0.40 (15.9)
Max. manual tilt adjustment, manual .....	—	0.28 (11.0)
Max. manual tilt adjustment, hydraulic .....	0.36 (14.0)	—
Blade angle either side .....	25°	25°
<b>Moldboard: Material</b> .....	Heat treated high alloy steel	
Construction .....	Box frame	Box frame
<b>Cutting Edge: Reversible, heat-treated steel, mm (in)</b>		
Length, each section .....	759 (29.88)	1673 (65.88)
Width .....	152.4 (6.0)	152.4 (6.0)
Thickness .....	19.0 (0.75)	15.7 (0.62)
<b>End Bits: (2) heat-treated high carbon steel mm (in)</b>		
Length .....	444.5 (17.5)	526.8 (20.74)
Width .....	152.4 (6.0)	152.4 (6.0)
Thickness .....	19.0 (0.75)	15.7 (0.62)
<b>Blade Lift Speed: (at rated engine rpm)</b>		
m/s (ft/s) average .....	.46 (1.50)	.46 (1.50)
<b>Overall Dimensions:</b>		
Tractor with blade mounted, m (in)		
Length, blade straight .....	3.80 (149.5)	3.86 (152.0)
Length, blade angled .....	4.3 (167.8)	4.4 (173.5)
Width, blade straight .....	2.41 (95.0)	2.73 (107.6)
Width, blade angled .....	2.18 (86.1)	2.20 (87.0)
Width over trunnions .....	—	2.06 (81.1)

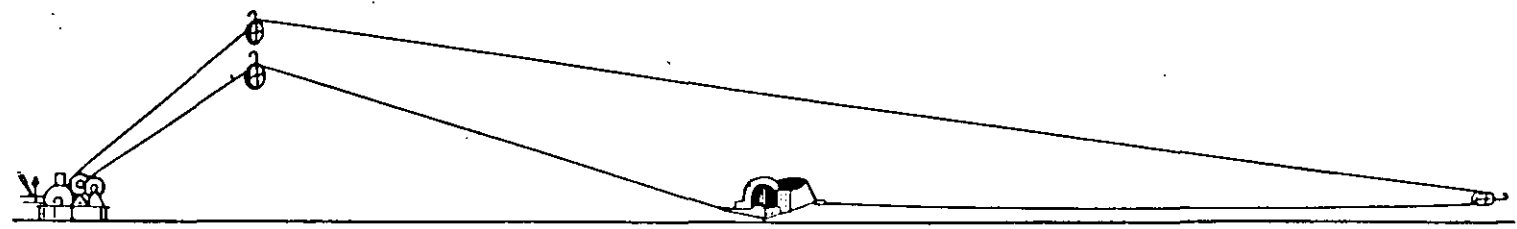




(a) THE TAUTLINE CABLEWAY FOR MUCKING OUT AND TRANSPORTING SOILS

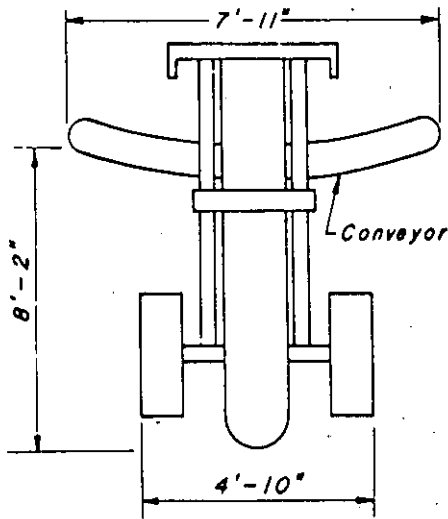
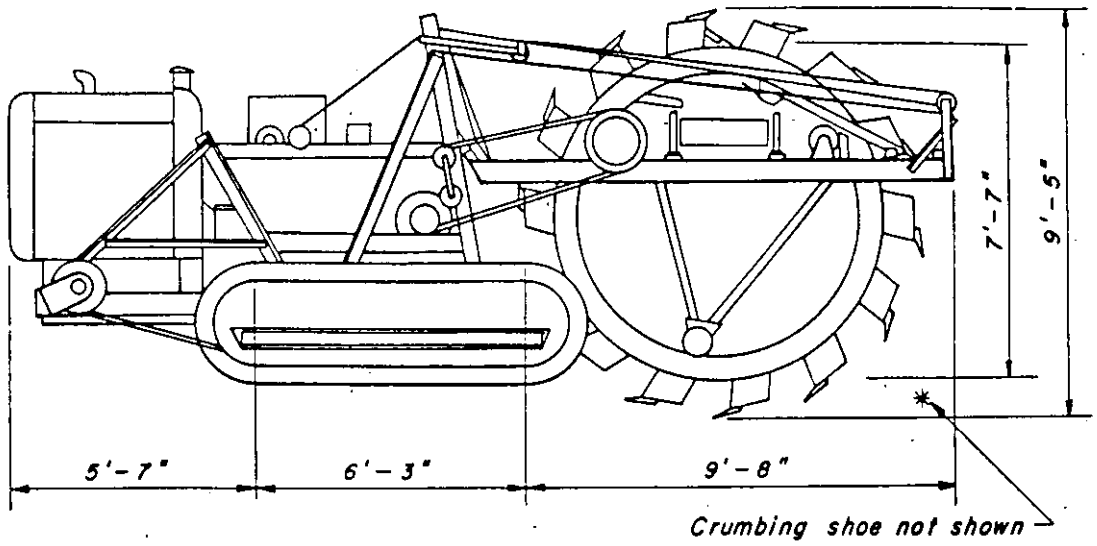


(b) THE SLACKLINE CABLEWAY FOR EXCAVATION AND LOADING SOILS



(c) THE DRAG SCRAPER CABLEWAY FOR DRAGGING AND STOCKPILING SOILS

CABLEWAYS



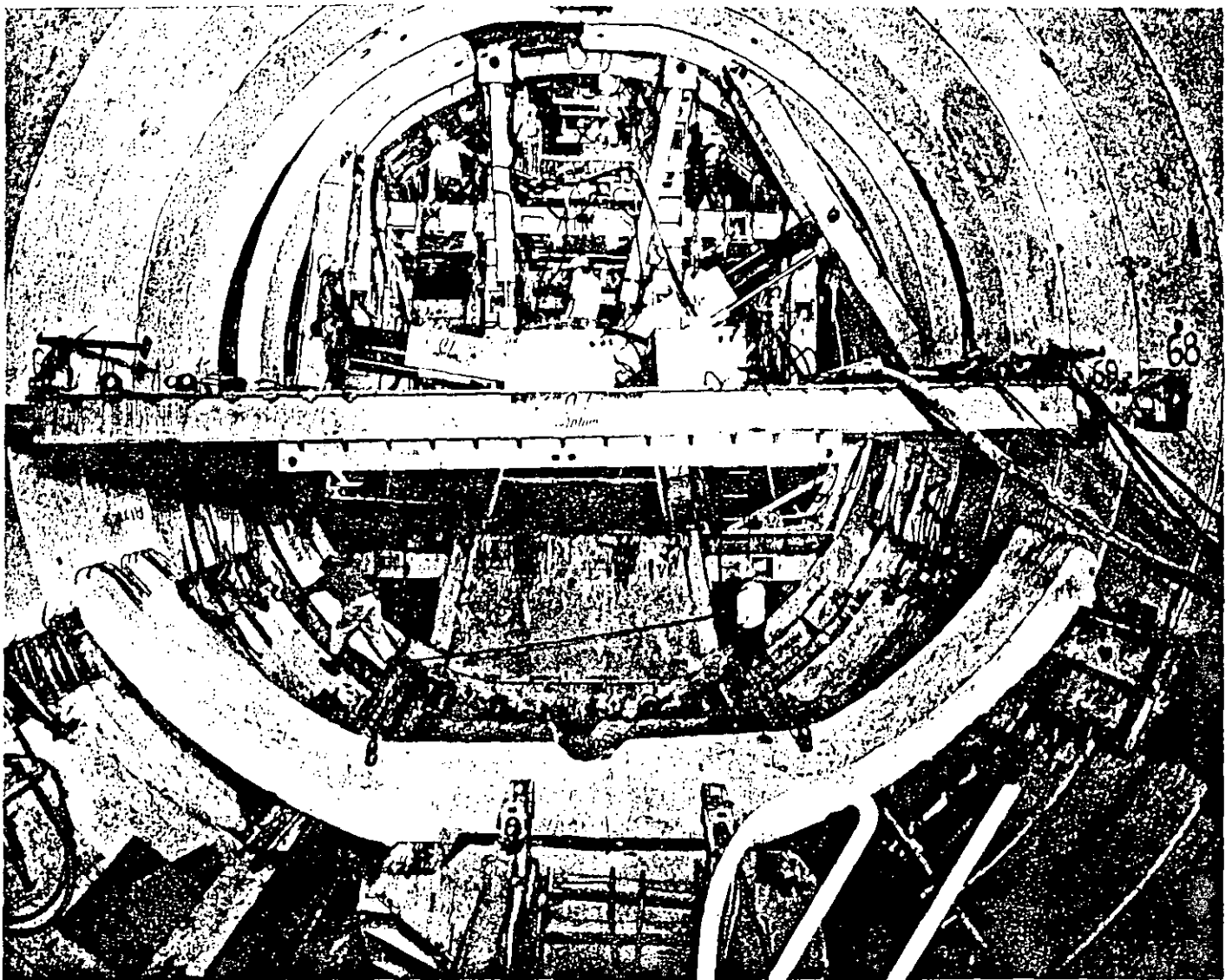
**Wheel trencher production rates for trenches 24 in. wide**

*Time is given in feet per minute. These production figures are valid only over short periods of time. Over wide areas, ideal trenching conditions seldom exist. Delays in providing lines and grades also slow production rates.*

Depth of trench	Dry-to-moist sand	Soft, dry clay	Moist clay	Hard clay and gravel	Sticky clay
	Production, in feet per minute				
1 ft 6 in.	32	28	26	22	16
2 ft	25	22	20	17	12
2 ft 6 in.	20	18	16	14	10
3 ft	16	15	13	11	8
3 ft 6 in.	14	13	11	10	7
4 ft	12	11	10	8	6
4 ft 6 in.	11	10	9	7	5
5 ft	10	9	8	6	4



# CONSTRUCCION ESPECIALIZADA



*Solum*

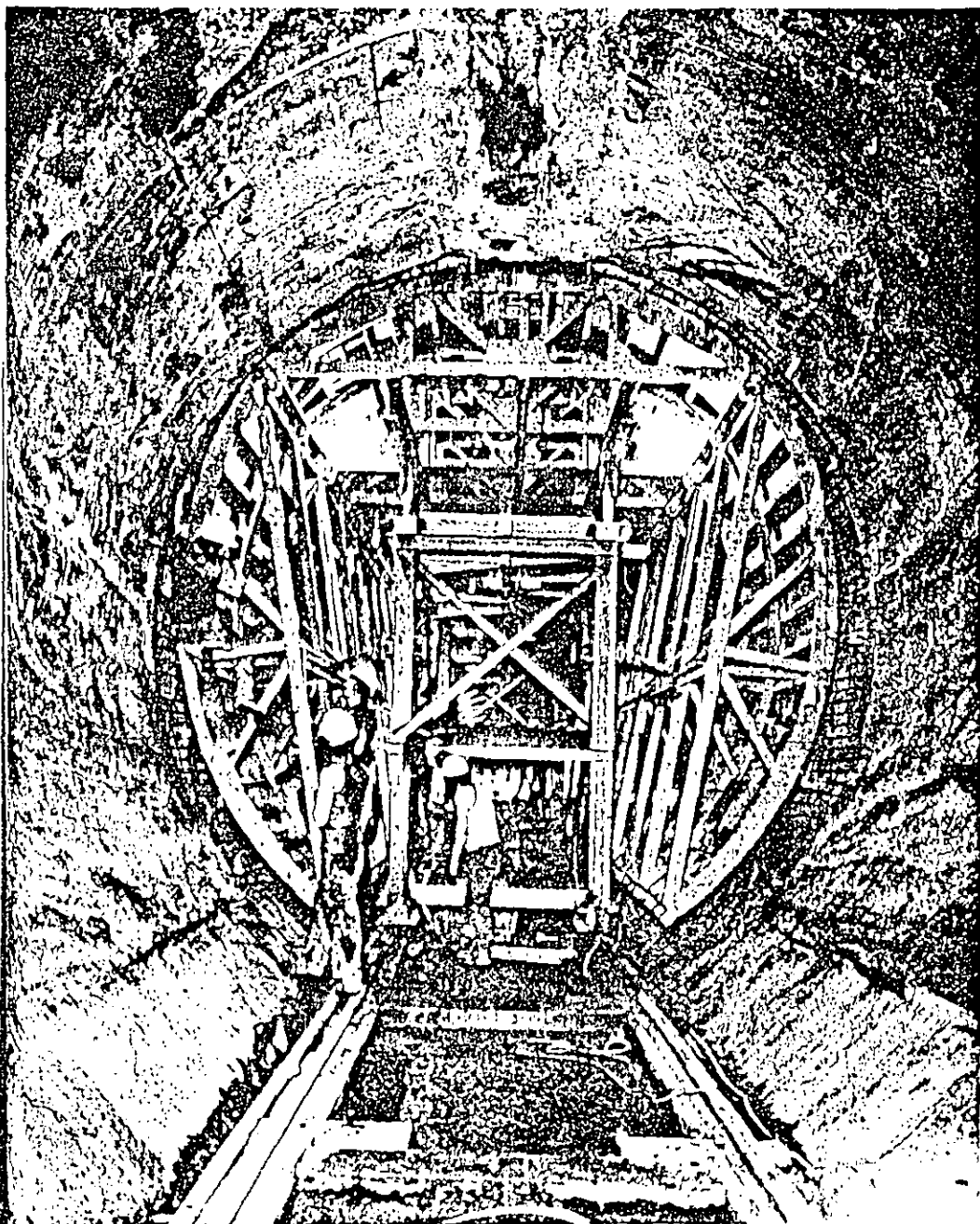
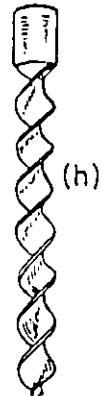
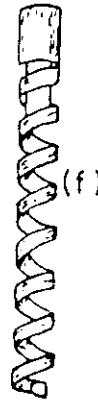
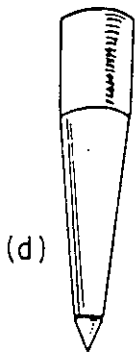
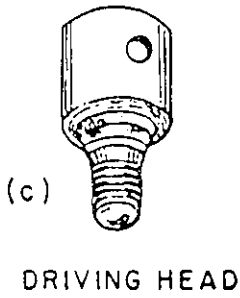
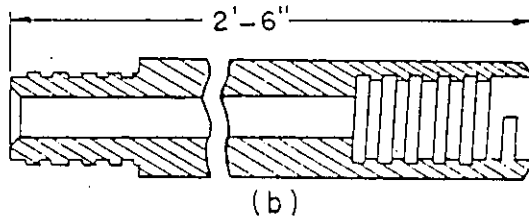
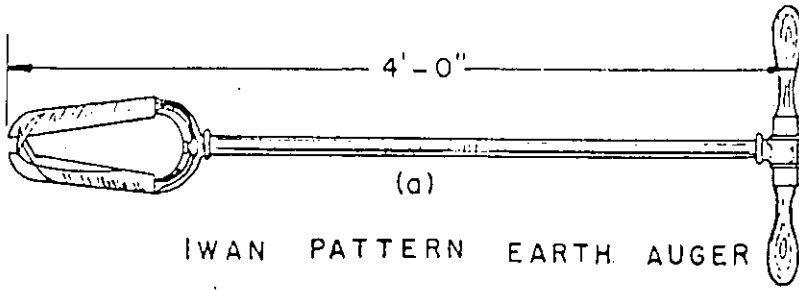
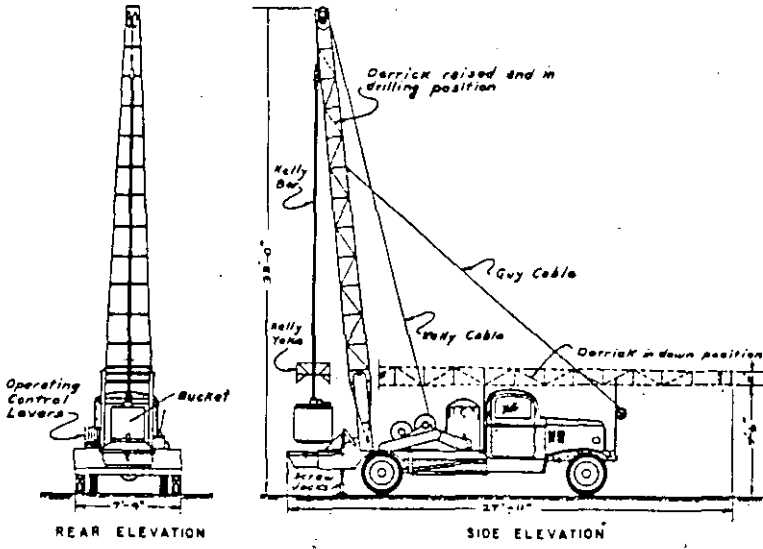


Fig. 8.1 - Travelling shutter for *in situ* reinforced concrete lining.

HAND DRIVING TOOLS



# AUGERS AND EARTH DRILLS



(g) BUCKET TYPE EARTH DRILL



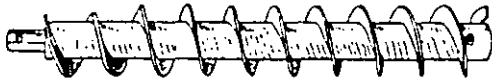
(b) ROCK BUCKET



(c) RIPPER TEETH



(d) CHOPPING BIT



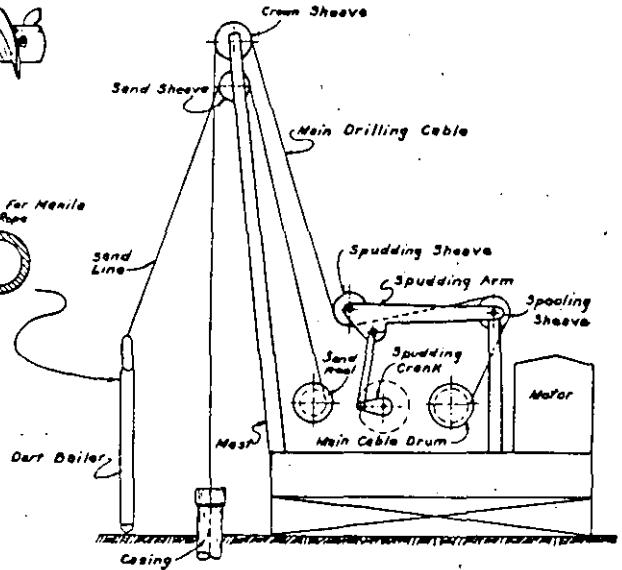
(e) CONTINUOUS-FLIGHT AUGER



(f) DART BAILER



(g) SINGLE-FLIGHT AUGER



(h) PERCUSSION DRILL RIG

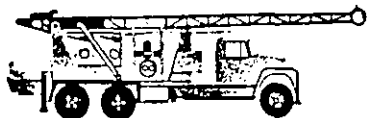
# TRUCK MOUNTED BUCKET RIGS



These versatile Calweld drill rigs are truck mounted, completely self-contained. They're designed to move in, set-up in a matter of minutes, and drill fast, clean bores in most formations. Ideal for water and dewatering wells, foundations, conductor holes and cesspools, they can be used profitably for almost any large diameter drilling.



CALWELD offers the most complete line of models, types and capacities to meet any requirement!



## HYDRAULIC DRIVE MODELS \*

### MODEL 42LH

Dia: 36" bucket  
to 84" with reamers  
Depths: to 96'

### MODEL 45LH

Dia: 42" bucket  
to 96" with reamers  
Depths: to 96'

### MODEL 52LH

Dia: 48" bucket  
to 120" with reamers  
Depths: to 96'

### MODEL 520LH

Dia: 48" bucket  
to 132" with reamers  
Depths: to 120'

### MODEL 5200LH

Dia: 48" bucket  
to 144" with reamers  
Depths: to 170'



## MECHANICAL DRIVE MODELS \*

### MODEL 150C

Dia: 36" bucket  
to 84" with reamers  
Depths: to 70'

### MODEL 175C

Dia: 36" bucket  
to 84" with reamers  
Depths: to 85'

### MODEL 200C

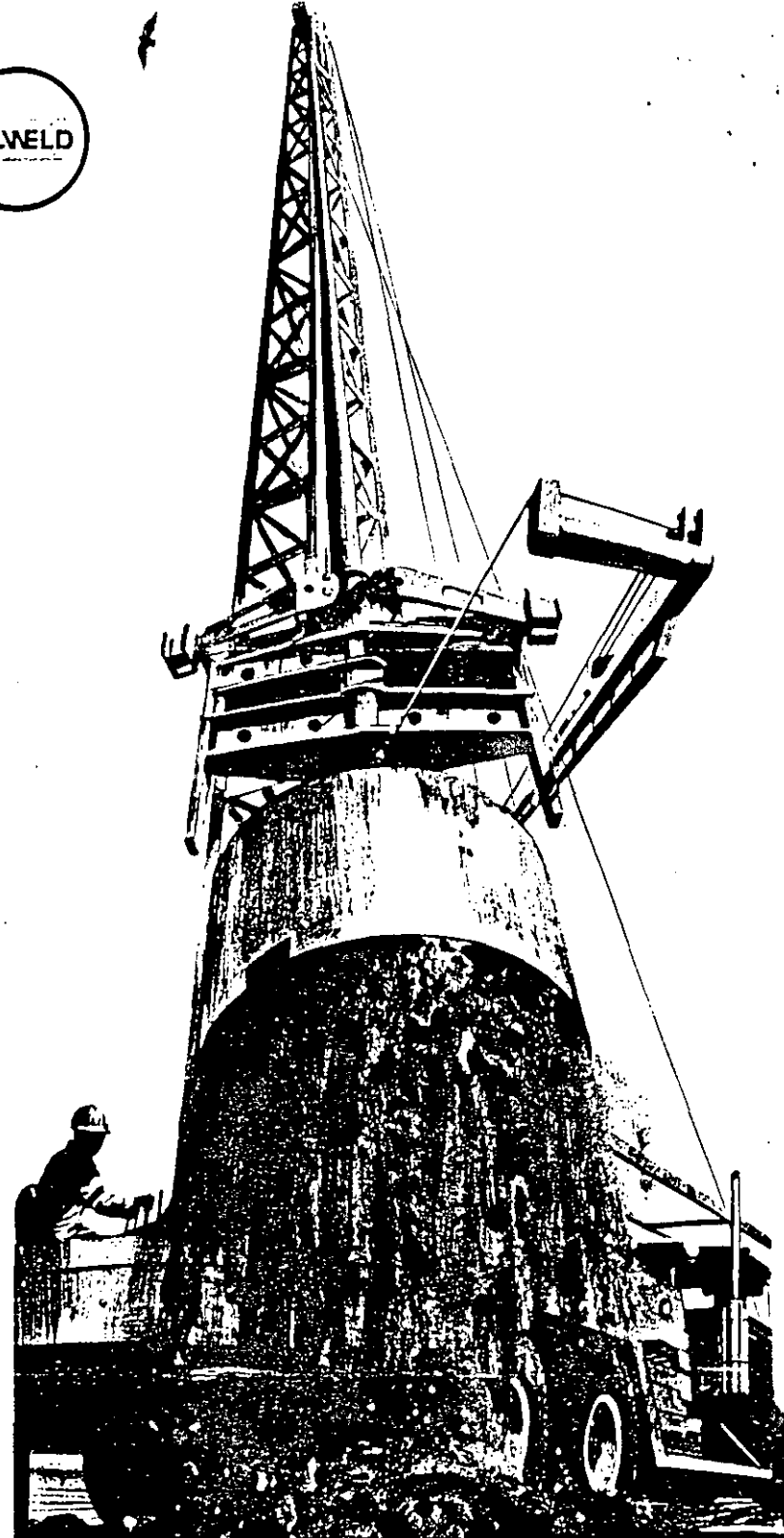
Dia: 48" bucket  
to 120" with reamers  
Depths: to 85'

### MODEL 250C

Dia: 48" bucket  
to 132" with reamers  
Depths: to 85'

\* Depths shown are typical only. Deeper drilling can be provided with special equipment or by adding drill stem.

Standard equipment for all Calweld models includes hydraulic derrick positioning and dump-arm actuation. Optional features are hydraulic Kelly crowd, rear outriggers, front leveling jack and direct or reverse circulation equipment. A full line of buckets and tools is also available.



*Fast, safe, hydraulically actuated dump arm speeds and simplifies drilling, saves labor.*

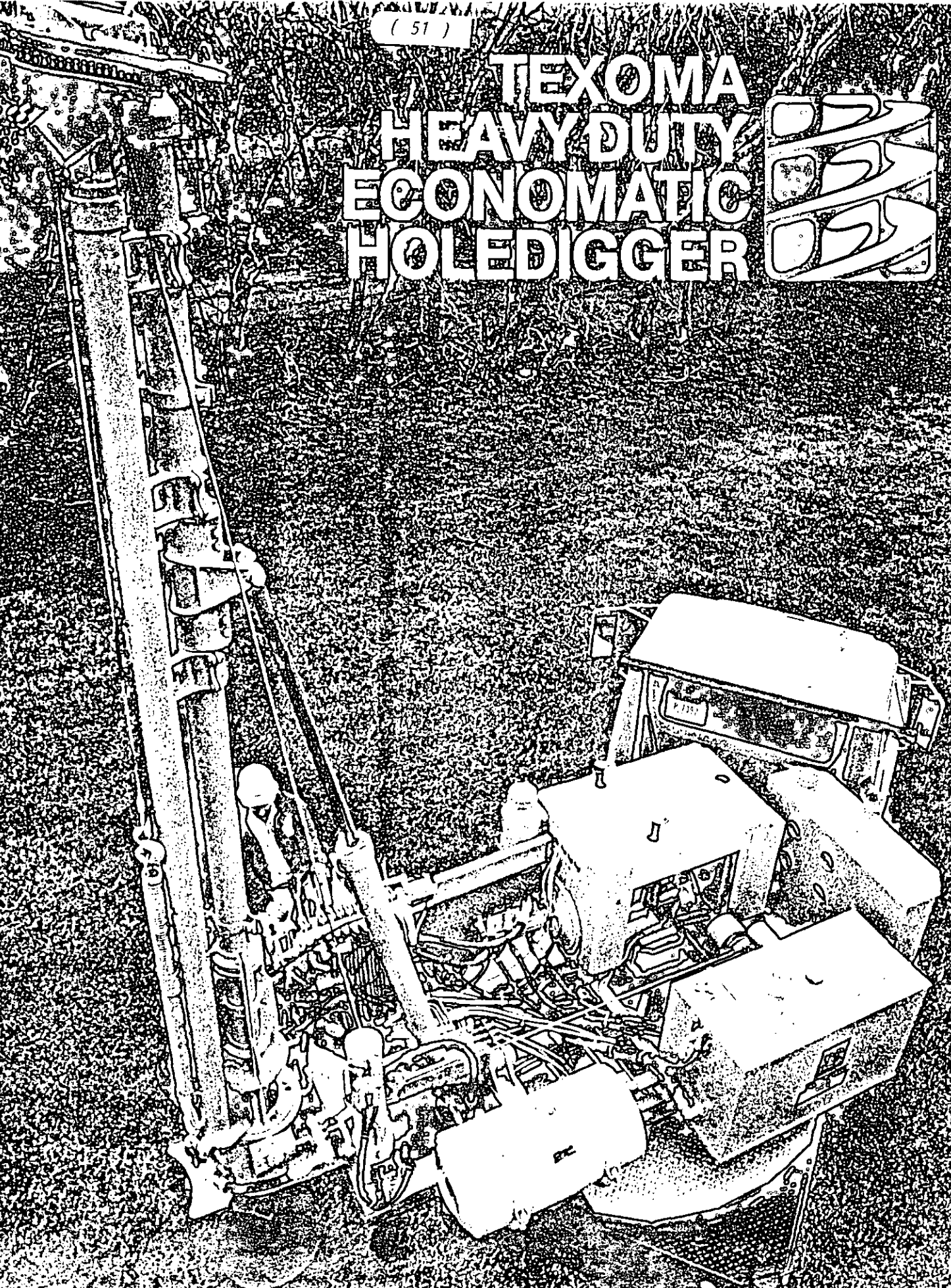
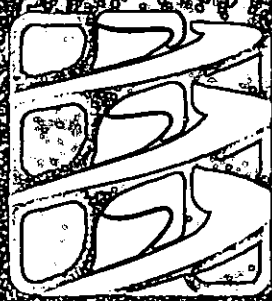
# ALL HYDRAULIC "POWER DRILLING"

Another full line of Calweld Bucket Drills offers smooth, powerful, all-hydraulic operation for maximum work capacity with minimum effort. A completely balanced hydraulic system, combined with heavy-duty hoists, allows precise control with automatic, pressure controlled braking under any power loss. Fully proven, they're safe and reliable. No chains, gears, sprockets or other moving parts are exposed.

*All hydraulic gauges, drilling and hoist controls are conveniently located*



# TEXOMA HEAVY DUTY ECONOMATIC HOLEDIGGER



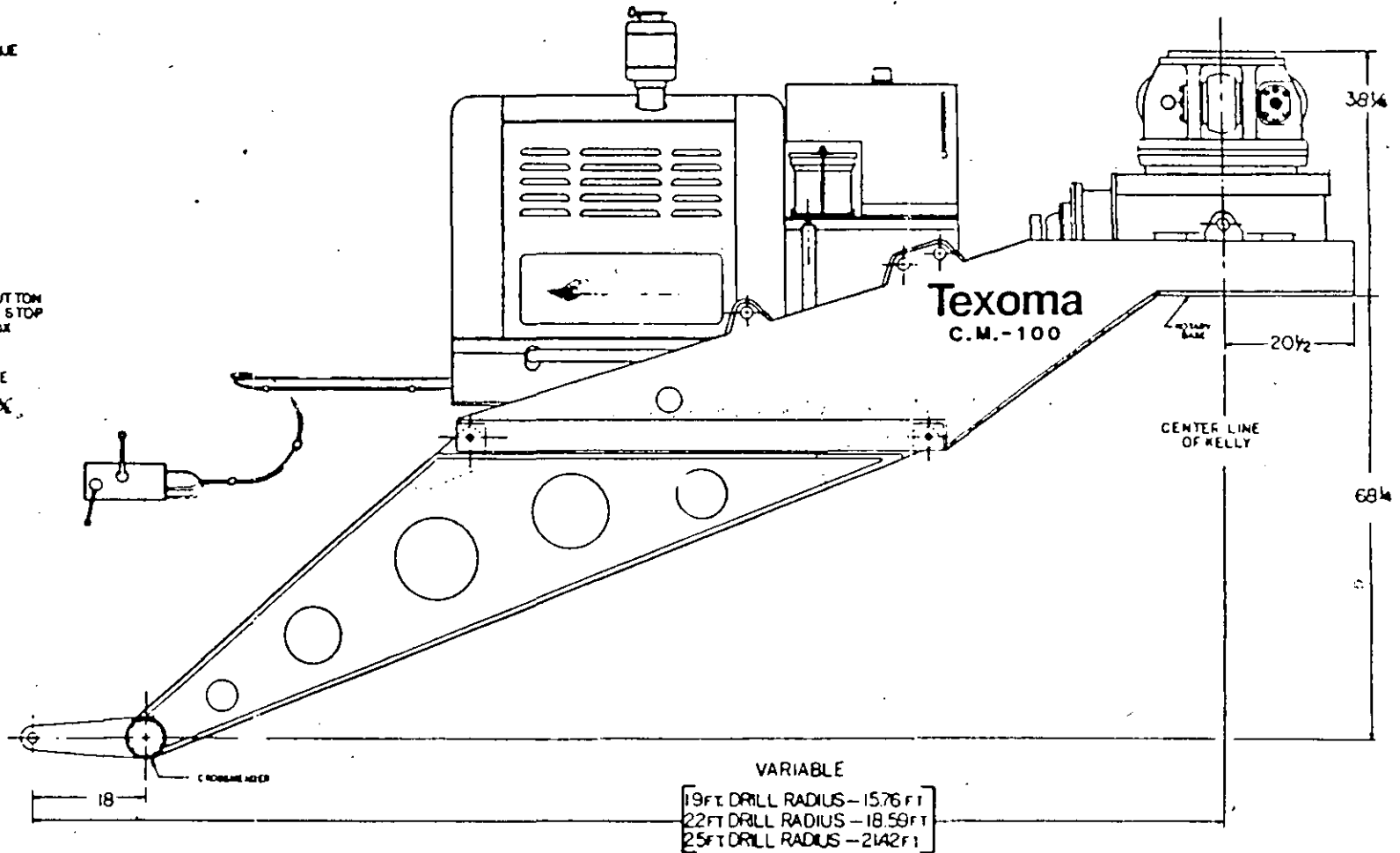


POWER UNIT:  
471 DIESEL- 400 FT/LB TORQUE

TRANSMISSION:  
ALLISON "TORQMATIC"  
TORQUE CONVERTER:  
LOW- 9705 FT/LB  
LOAD - 6.58 RPM  
NO LOAD - 23.02 RPM  
MED - 33200 FT/LB  
LOAD - 18.18 RPM  
NO LOAD - 62.04 RPM  
HIGH - 12338 FT/LB  
LOAD - 32.73 RPM  
NO LOAD - 104.21 RPM

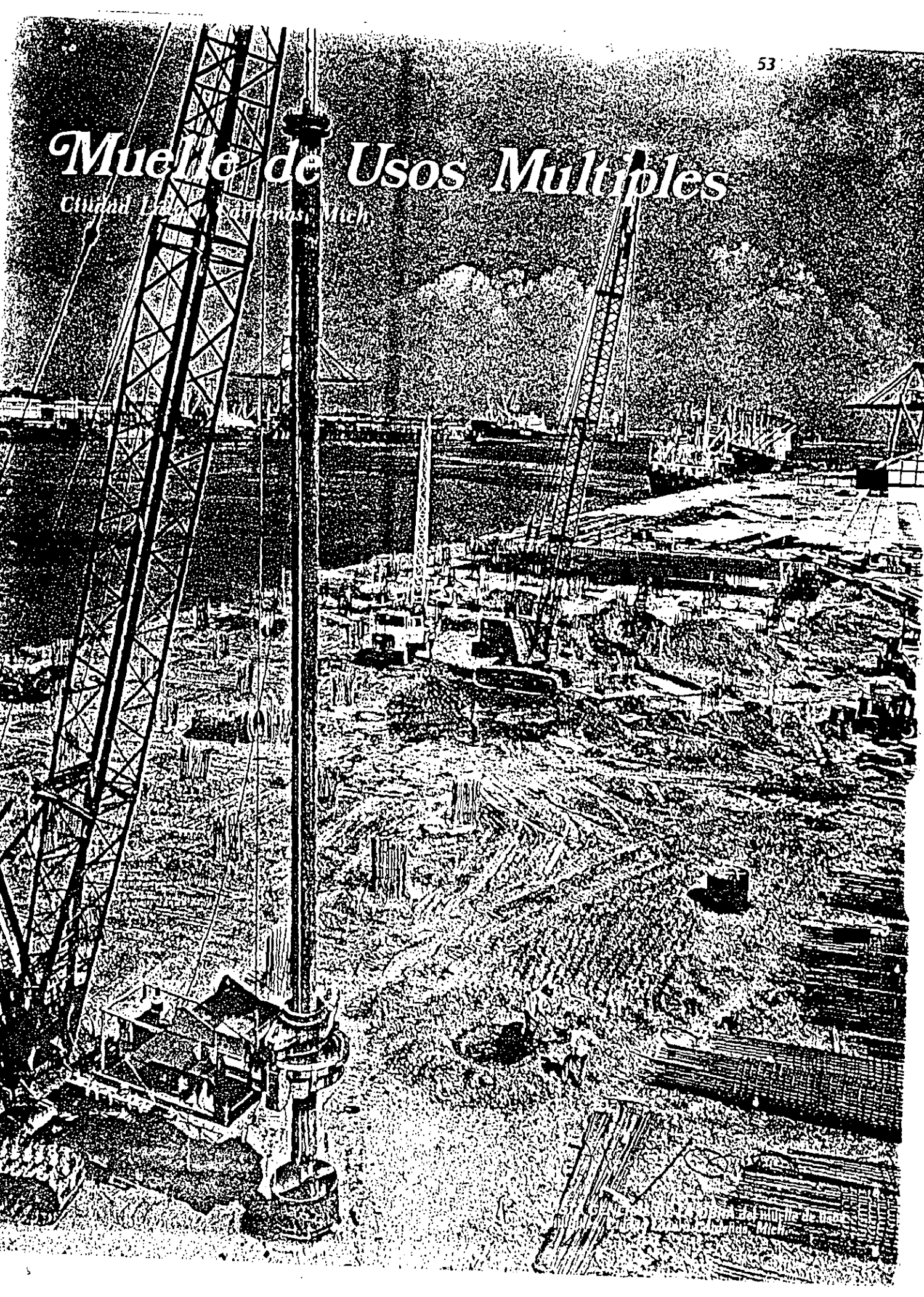
CONTROLS:  
CABLE DRIVEN; WITH PUSH BUTTON  
START, STOP AND EMERGENCY STOP  
LOCATED WITHIN CONTROL BOX

SLIDING FRAME (OPTIONAL)  
WHEN ATTACHED, THE DISTANCE  
BETWEEN ROTARY BASE AND  
CROSSMEMBER INCREASES 13%



# Muelle de Usos Múltiples

Ciudad Lázaro Cárdenas, Mich.



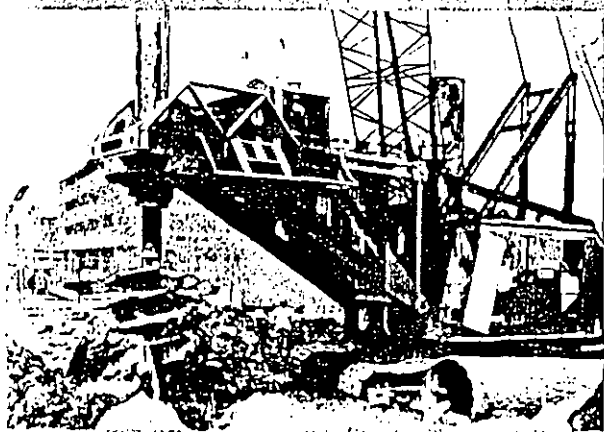
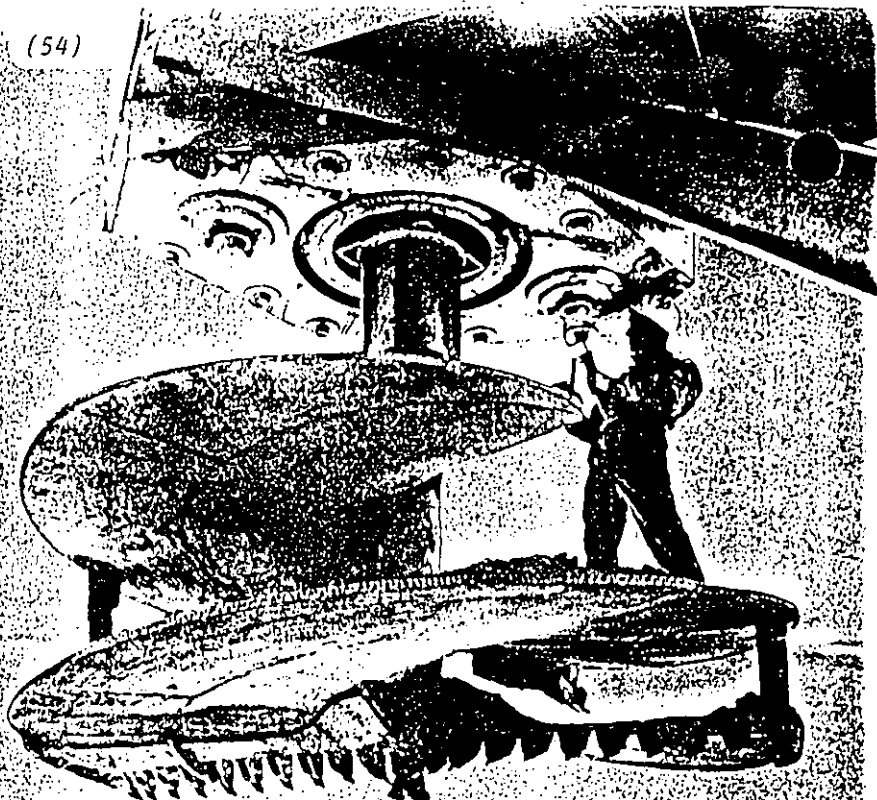
El Muelle de Usos Múltiples de la Ciudad Lázaro Cárdenas, Mich.

# CRANE ATTACHMENT DRILLS

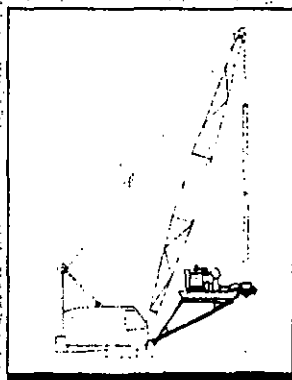


Convert any crane into a fast, efficient drilling rig with one of these compact Calweld units. It can be easily attached and removed, using the crane itself . . . and it adds another profitable function to existing crane investment.

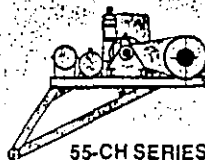
Self contained with its own power and sealed rotary drive, these versatile units save labor — let the crane operator perform high-speed auger drilling; deep or large diameter bucket drilling; and when fitted with circulation equipment can be used for extra-deep or rock socketing projects.



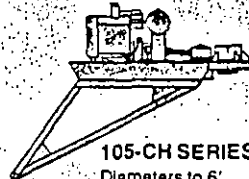
Modular design Calweld units allow the best combination of power unit, base and accessories for any formation.



Greater depths can be accomplished by adding special equipment and/or extended kelly bars.



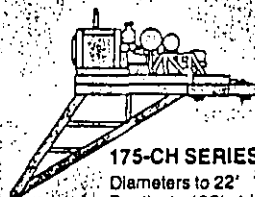
**55-CH SERIES**  
Diameters to 4"  
Depths to 100' std.



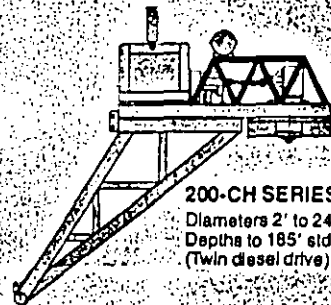
**105-CH SERIES**  
Diameters to 6"  
Depths to 150' std.



**155-CH SERIES**  
Diameters to 20"  
Depths to 185' std.



**175-CH SERIES**  
Diameters to 22"  
Depths to 185' std.

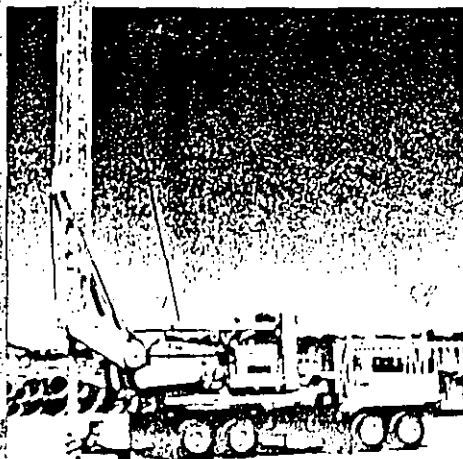


**200-CH SERIES**  
Diameters 2" to 24"  
Depths to 185' std.  
(Twin diesel drive)

# TRUCK MOUNTED AUGER RIGS

These extra-heavy duty auger-type drills are designed specifically for relatively shallow, large diameter holes where their portability, easy hydraulic set-up and fast penetration can save time, labor and money.

Self contained with diesel power and smooth torqmatic transmission, the entire drill unit is truck mounted on a 270° turntable with a patented, hydraulically actuated house lock for fast, accurate positioning and spin off of spoil. Features include a sealed-in-oil rotary drive, hydraulic mast positioning, kelly crowd and optional outriggers.



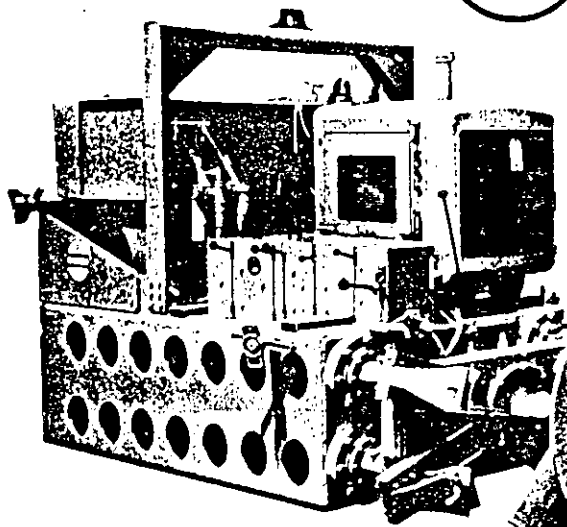
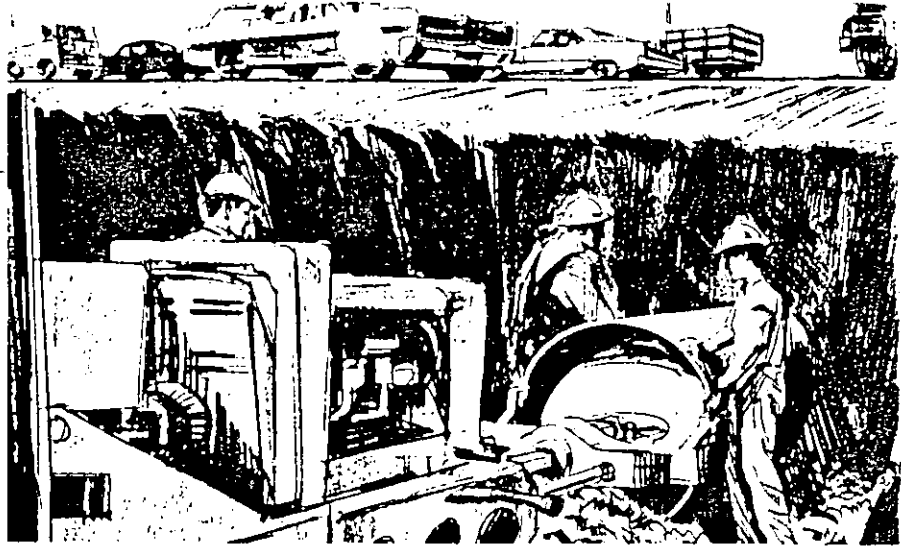
**MODEL ADL**  
Dia. to 72" Depths to 100'



**MODEL ADM**  
Dia. to 60" Depths to 60'

# HORIZON'AL BORING MACHINES

CALWELD



Using the powerful push of up to 600 tons, these horizontal drills are especially designed for straight, clean boring under streets, tracks, buildings or any other similar location — without disturbing traffic above. It offers an easy, economical way to run conduit, utility lines or even large diameter culverts.

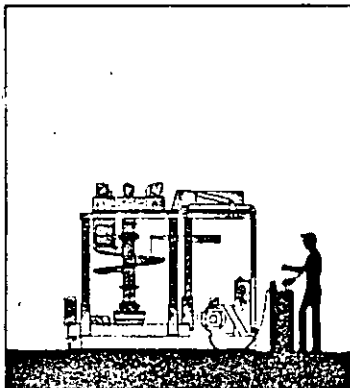
Using a flight auger, the Calweld horizontal boring machine can work at speeds up to two feet per minute, drilling straight holes from 6" to 60" in diameter. They can also hydraulically jack casing into the hole as they bore, to provide a fast, clean finished hole.



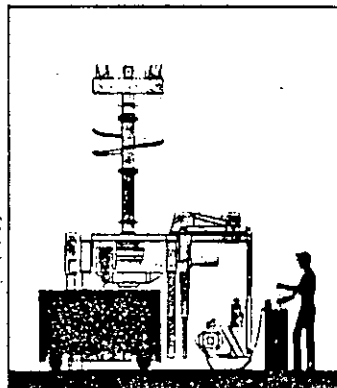
**MODEL HB-600**, Diameters to 60", bores to 300' horizontally, 600 tons push. (Not shown, Model HB-300, dia. 12" to 60", 300 tons push)

## VERTICAL THRUST BORER

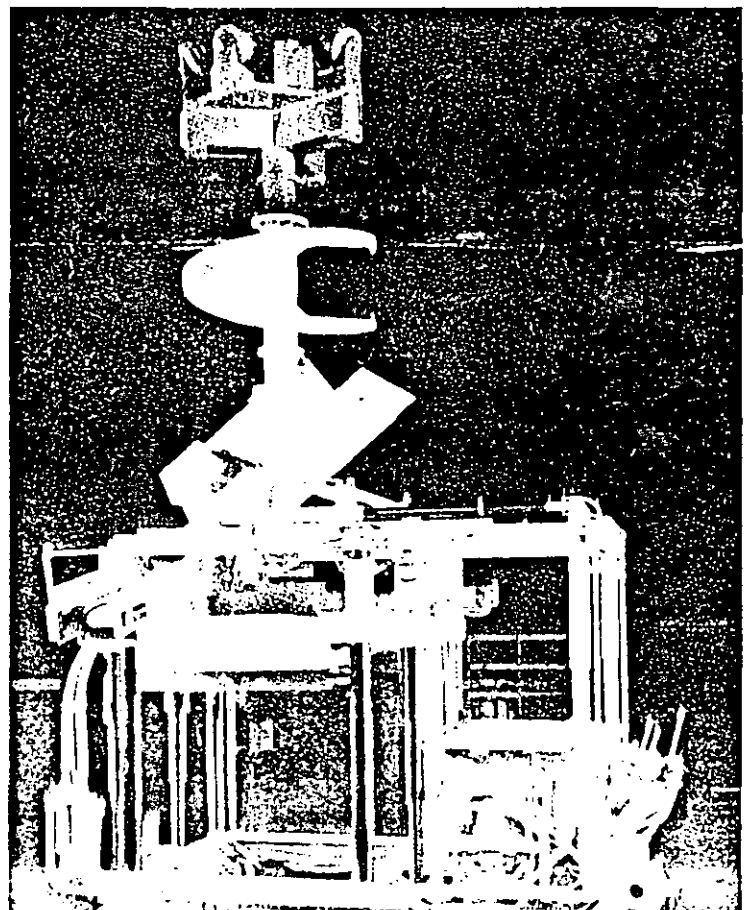
Compact, lightweight and self-contained, this unique boring machine was developed for fast, clean boring of vertical raises from the bottom up. It's ideal for ventilation shafts, manways, ore passes and other underground openings, with no pilot hole needed to drill a hole up to 52" in diameter, and heights to 250 feet in a single pass! Any type of cutter can be used, depending on drilling conditions, and the unit can also jack casing into the finished hole.

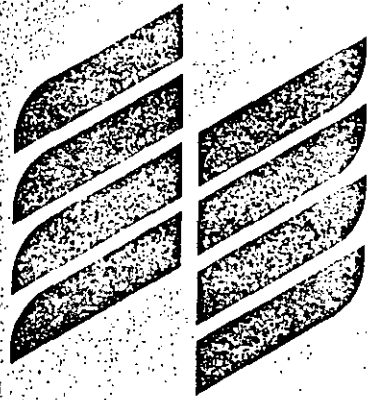


Ready to bore, the rotary table is at bottom position.

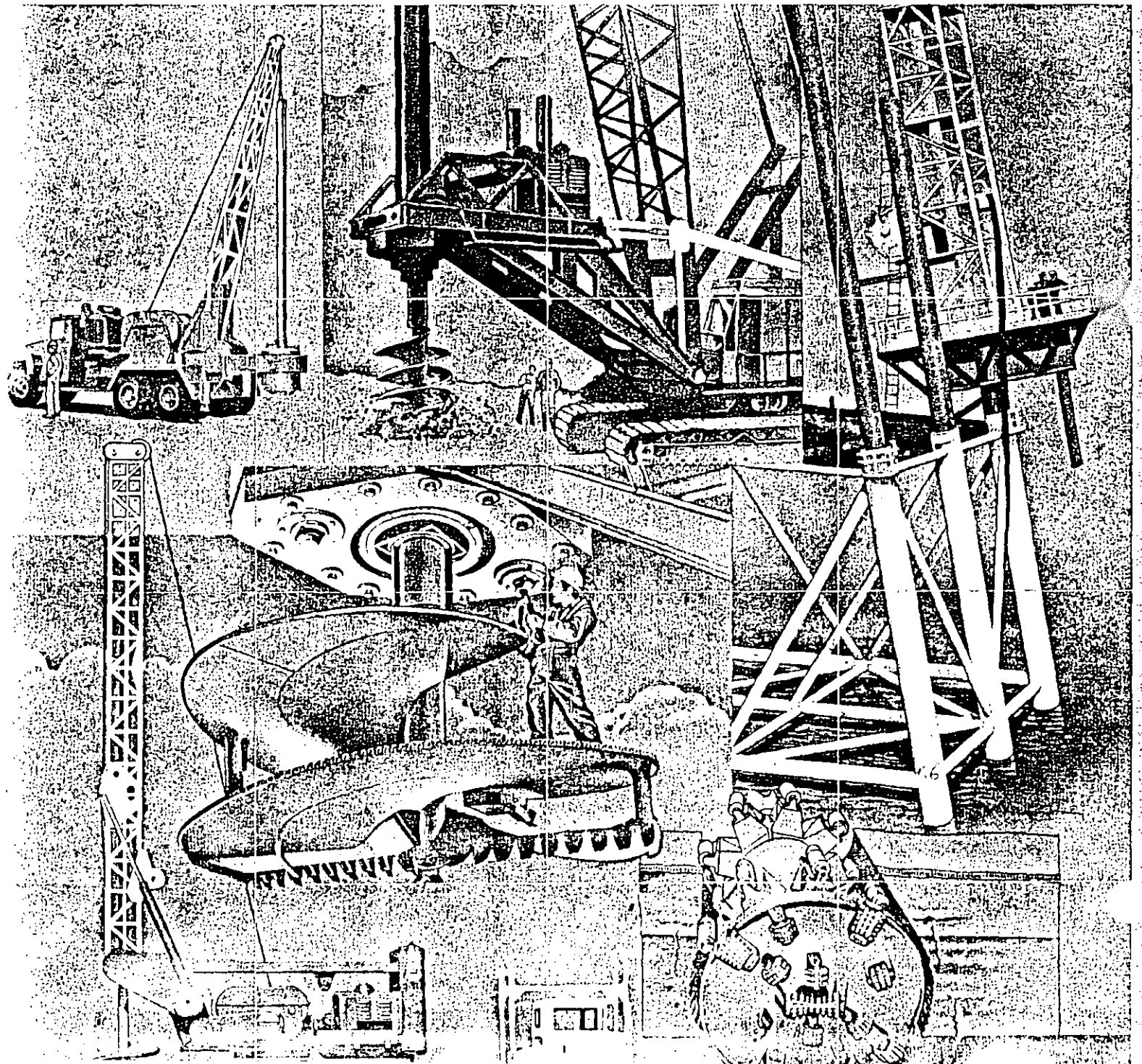


Boring upwards, hydraulic thrust pushes the entire rotary table and drill stem. Muck is conveyed to cars automatically.



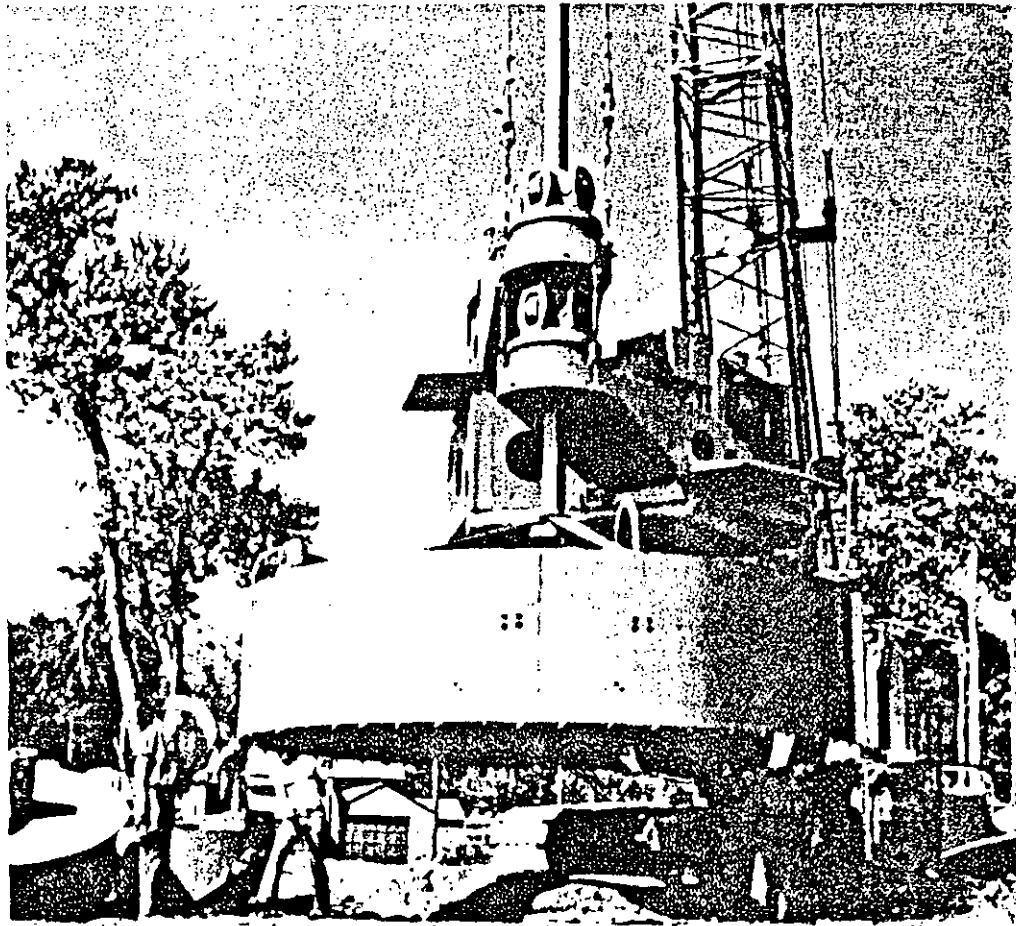


# Steven M. HAIN Co



# Double Duty Performer

Tri-State Drilling and Equipment mounted two Watson 5000 Crane rigs in tandem to achieve necessary torque on this location. Upon completion, the two rigs were sent to two different job sites.



Tri-State Drilling and Equipment of the Minneapolis-St. Paul metroplex is one of the country's most respected foundation drilling contractors and has produced foundation structures from Washington, D.C. to Washington state, and from Texas to Canada. The firm was founded in 1955. The officers include Wayne Riethmiller, Ralph Eisele, and Bob Melcher.

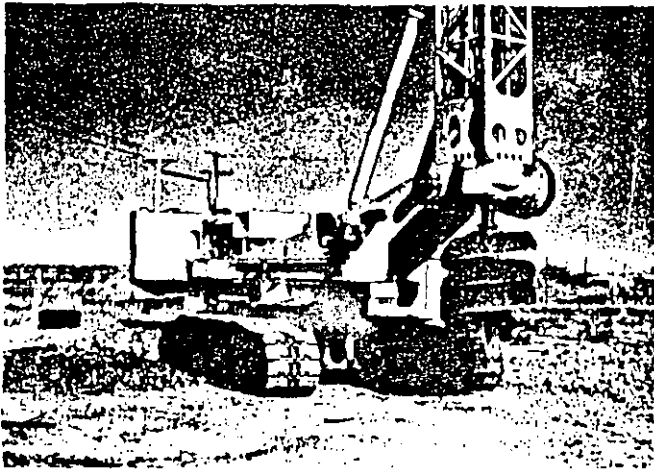
Tri-State owns and operates one or more of

each drill unit manufactured by Watson, and according to Wayne Riethmiller they are the most maintenance free drill rigs in the field.

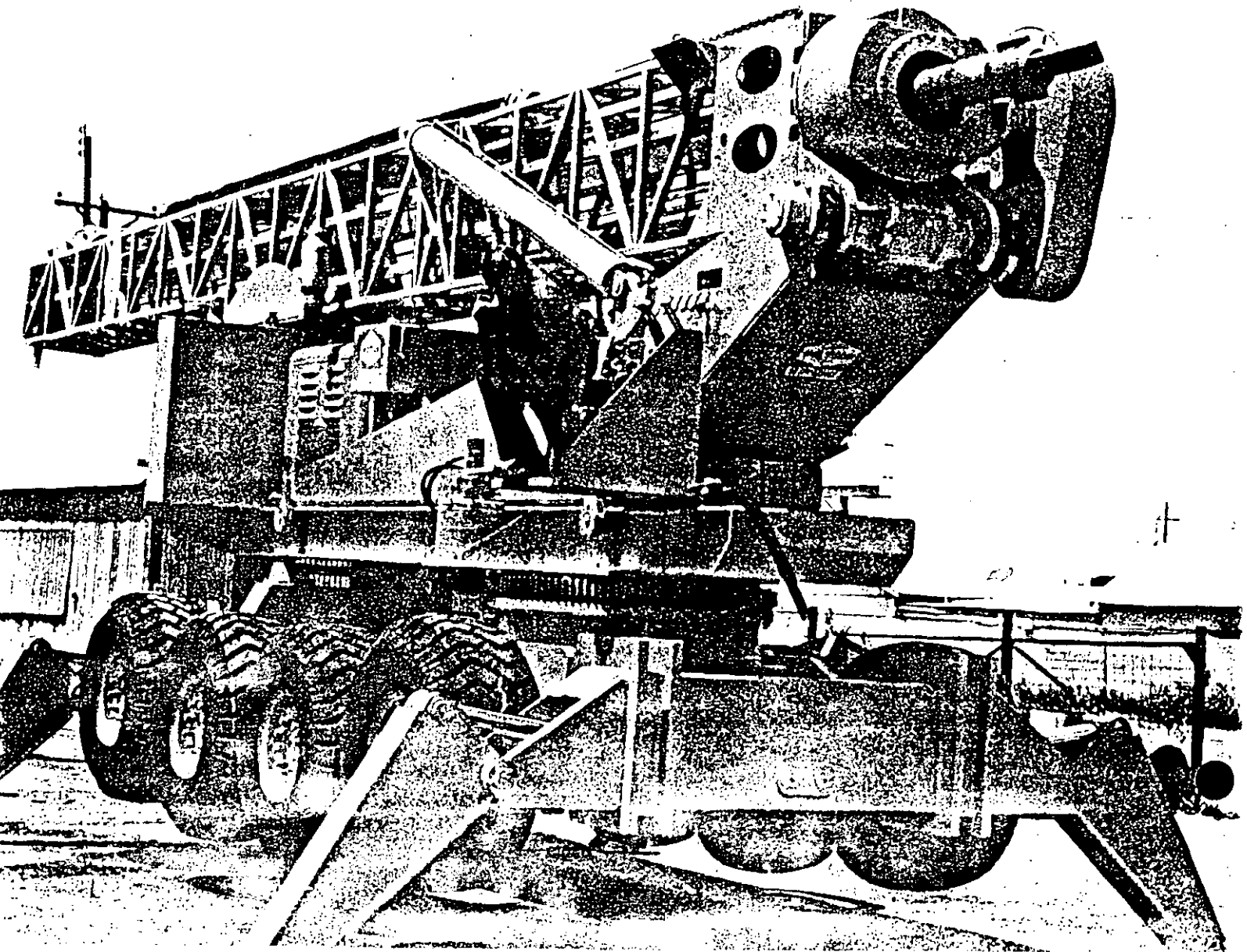
Watson drill units are offered for truck mounting, carrier mounting, crawler mounting, and crane attachments with a variety of drill depths. These drill units are operated by contractors in over 45 countries.

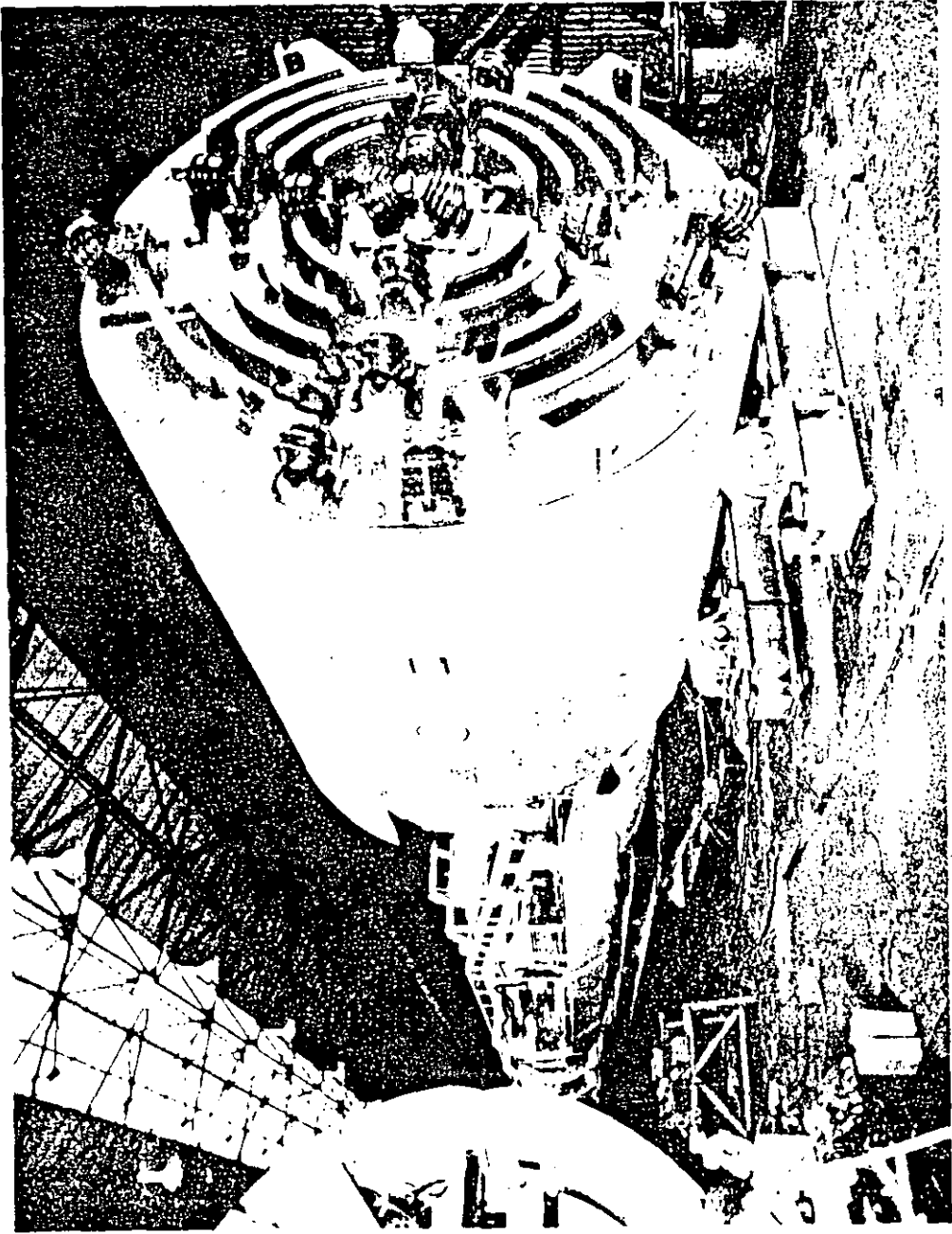


P.O. Box 11006 • 4015 S. Freeway • Fort Worth, Texas 76110 USA  
(817) 927-8486 • CABLE WAMCO • TWX 910-893-4025 WATSON FTW



Con la compañía Watson respaldando sus operaciones. Ud. puede llamarnos en caso de problemas especiales o consultarnos cuando se refiera a aplicaciones en campos poco usuales. Ud. puede, como propietario, tener el respaldo de este conocimiento y experiencia en cualquier momento que lo necesite.





Machine installed with rear hoist



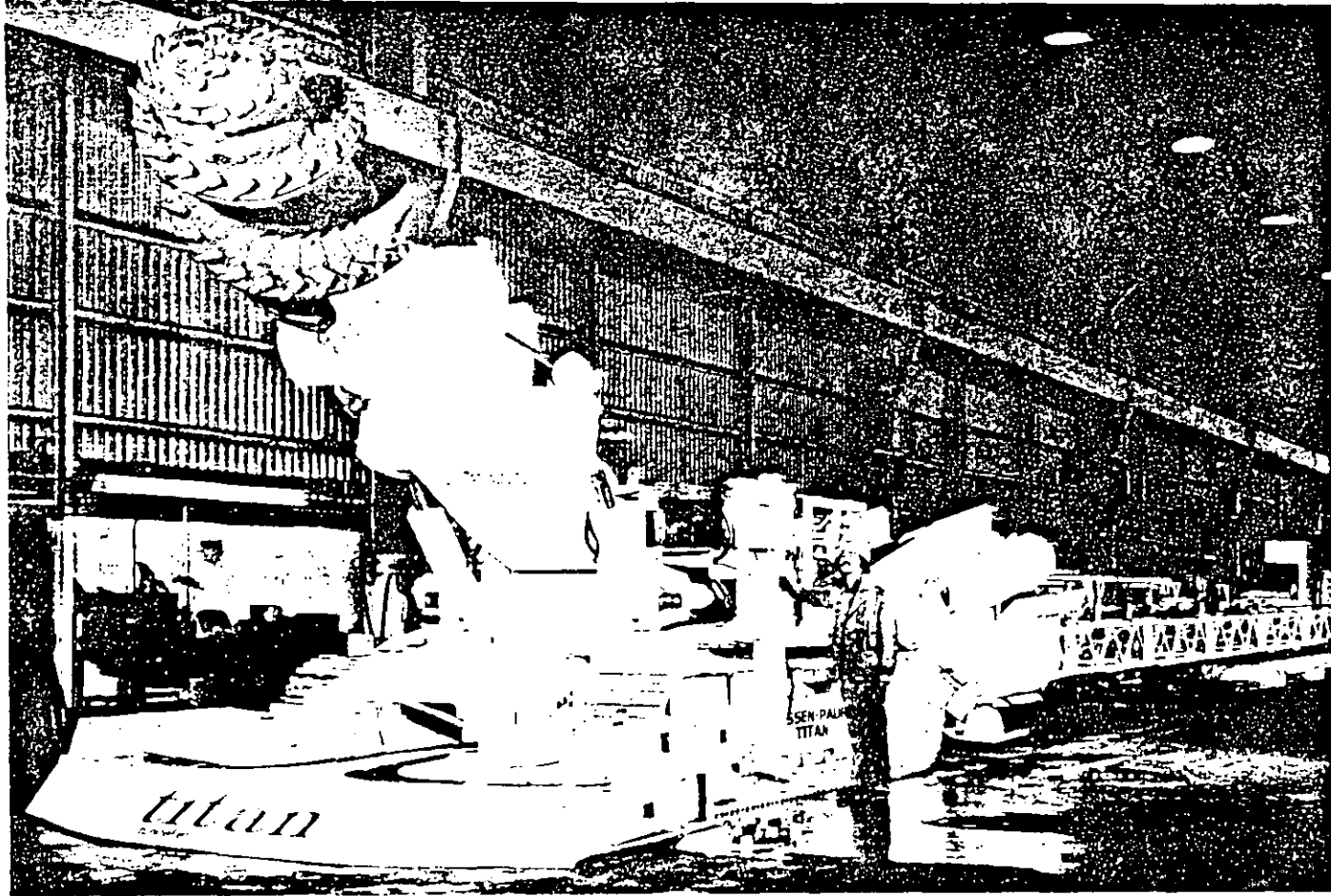
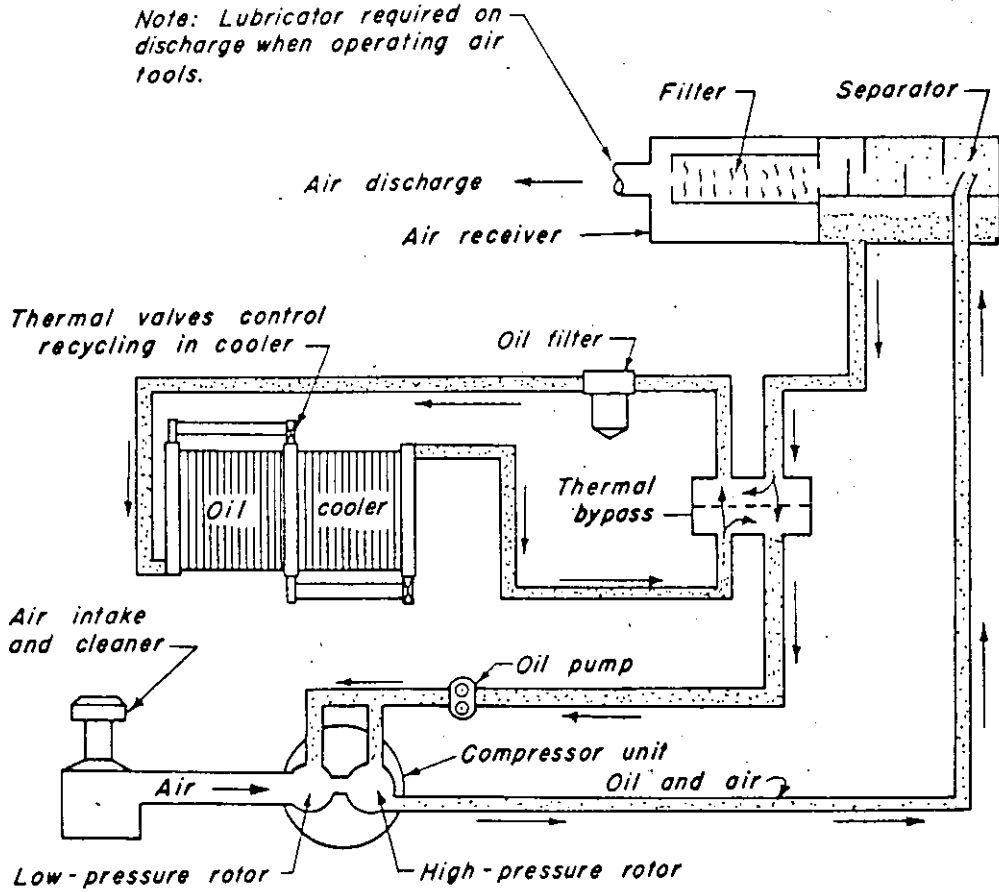
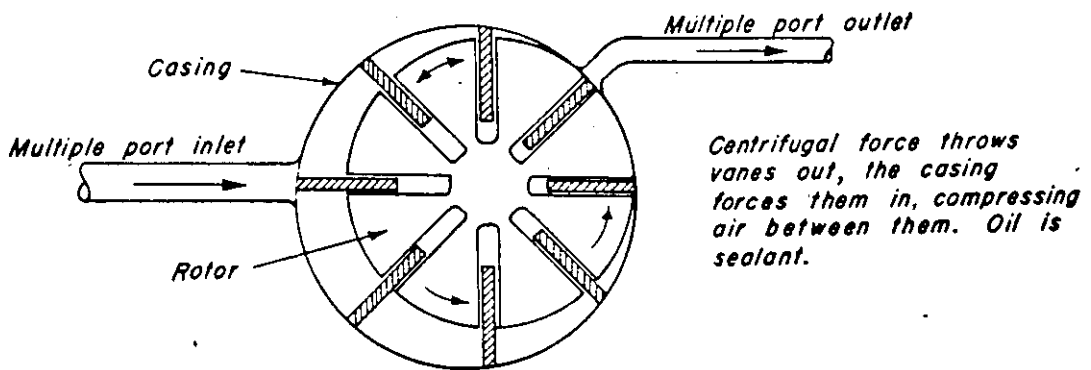


Fig. 7.9 Track mounted boom tunnelling machine with spiral cutting head. Debris is swept back automatically through the machine on to the belt conveyor behind (Thyssen (G.B.) Ltd.).

## ROTARY COMPRESSOR ELEMENTS

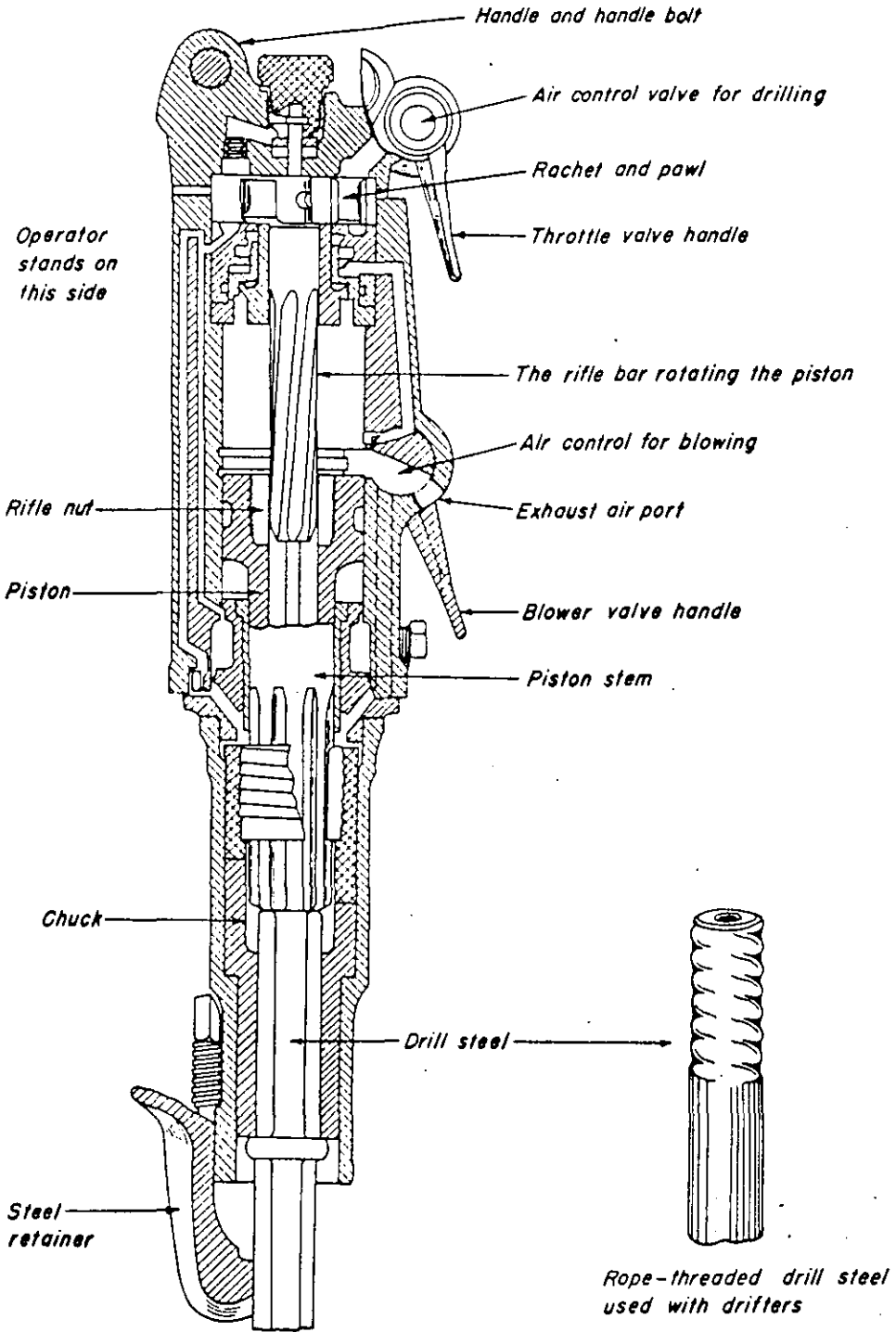


(a) AIR AND OIL CIRCULATION SYSTEMS — ROTARY COMPRESSORS

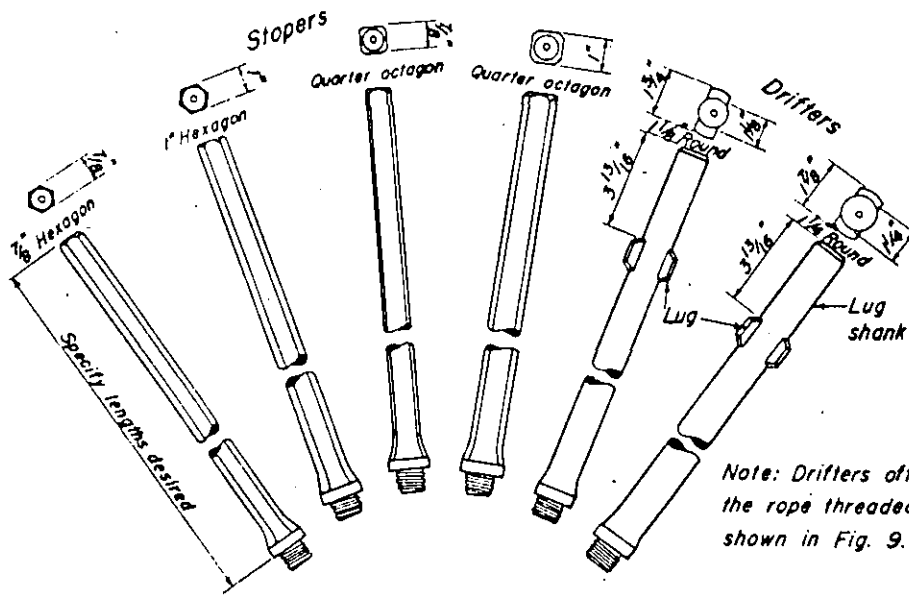
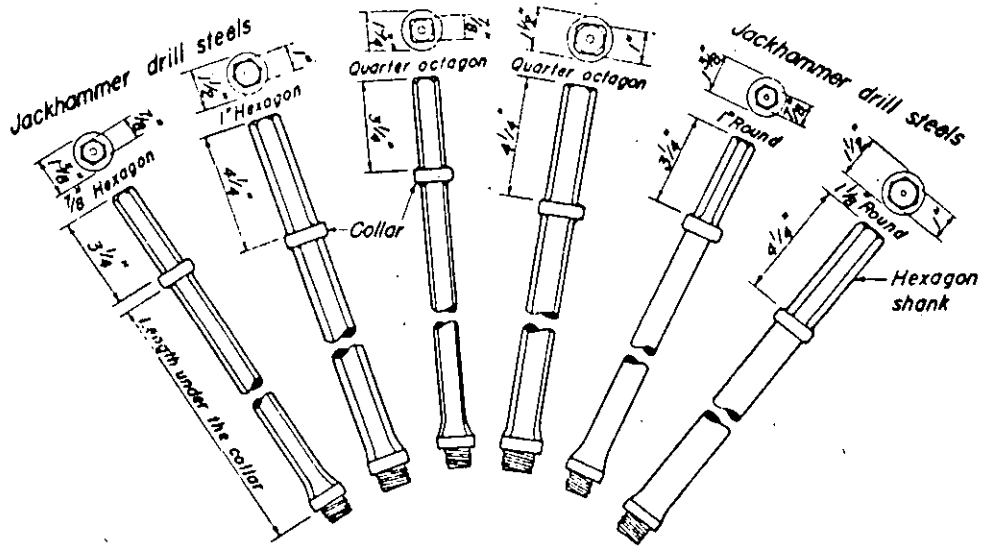


(b) PRINCIPLE OF THE SLIDING-VANE ROTARY COMPRESSOR

# THE JACKHAMMER



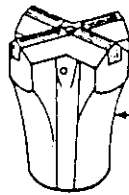
DRILLING ACCESSORIES



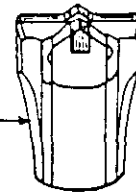
Note: Drifters often use the rope threaded shank shown in Fig. 9.7.

DRILL

STEEL



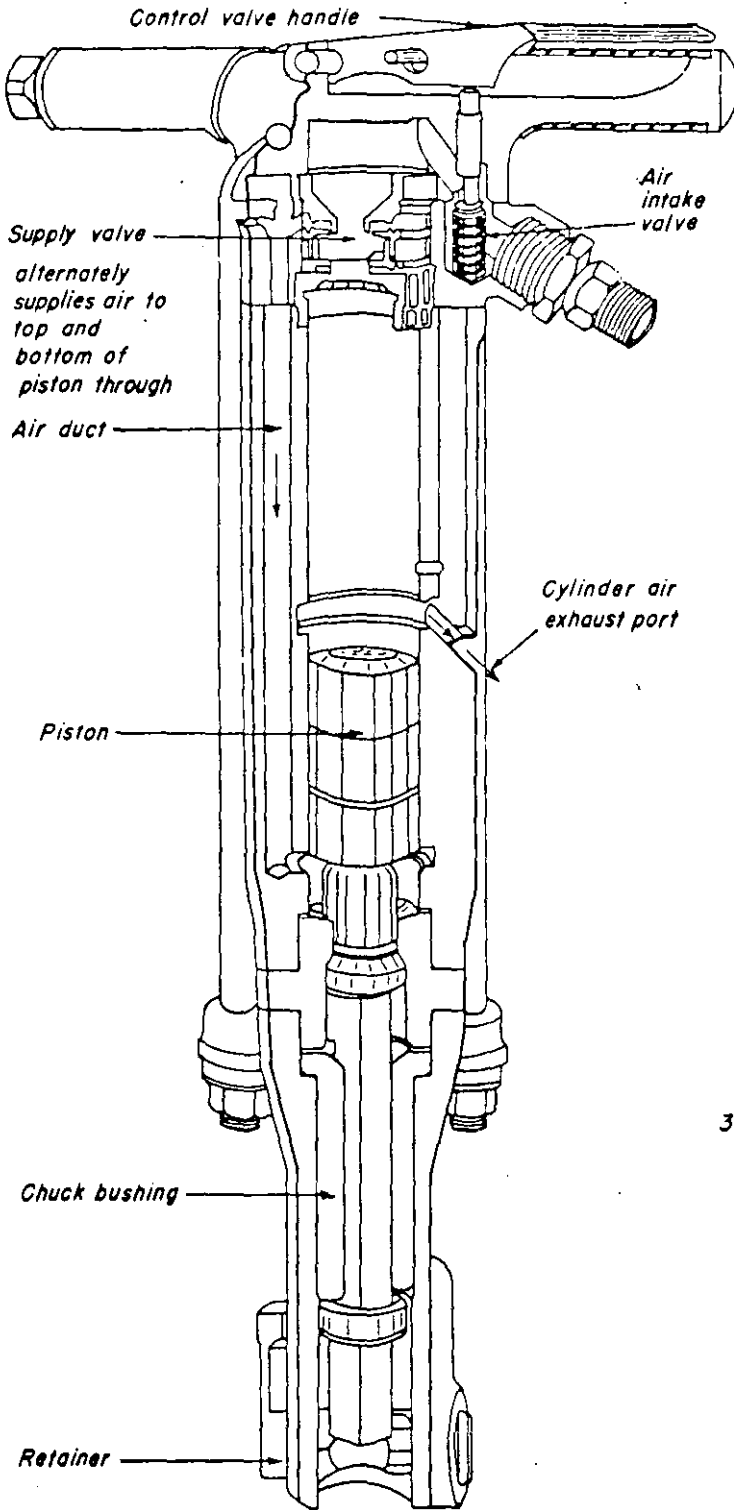
"X" BIT



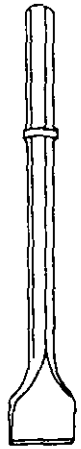
CROSS TYPE

Tungsten carbide insert bits

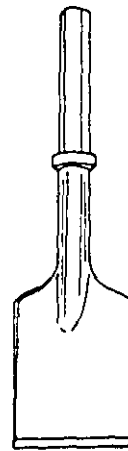
# THE BREAKER AND POINTS



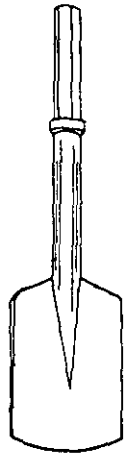
1. Moil point



2. Chisel point



3. Asphalt cutter



4. Clay spade

## DEVELOPMENT OF A DETONATION



*Original capsule*

*Note that major blast effect begins near center of explosives-loaded capsule.*

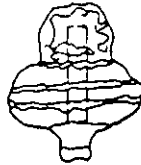


*At 28 millionths of a second*

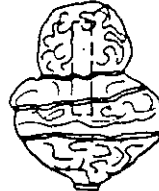
*Deflagrating explosives will have blast effect beginning at one end and traveling the length of the capsule.*



*At 56 millionths of a second*



*At 88 millionths of a second*

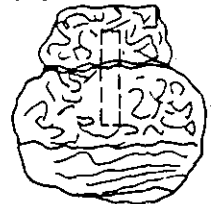


*At 128 millionths of a second*

*All detonations develop in the same pattern. That shown here—drawn from photographs—is of a capsule filled with 94% ammonium nitrate and 6% fuel oil. This mixture is a low-cost, low-grade explosive now coming into use where high strength explosives are not required and where ground conditions are dry.*

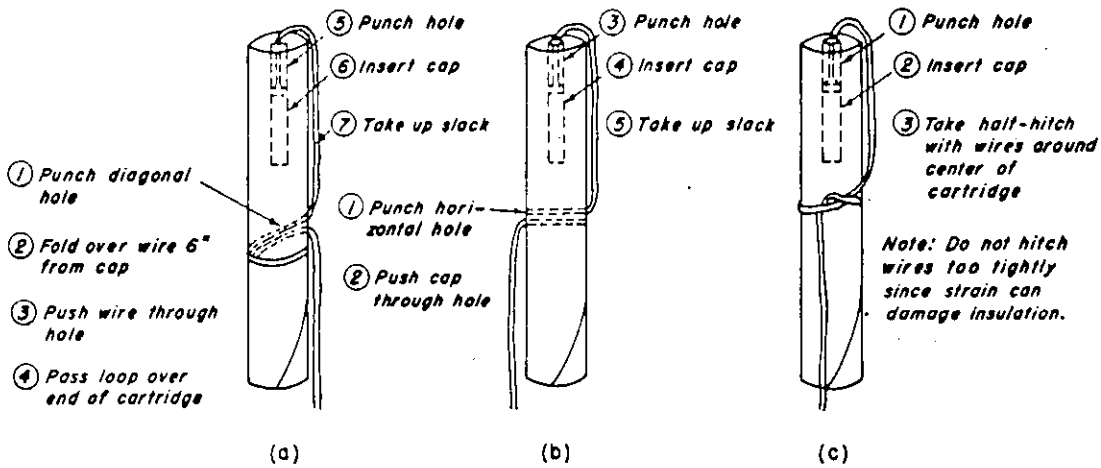


*At 160 millionths of a second*

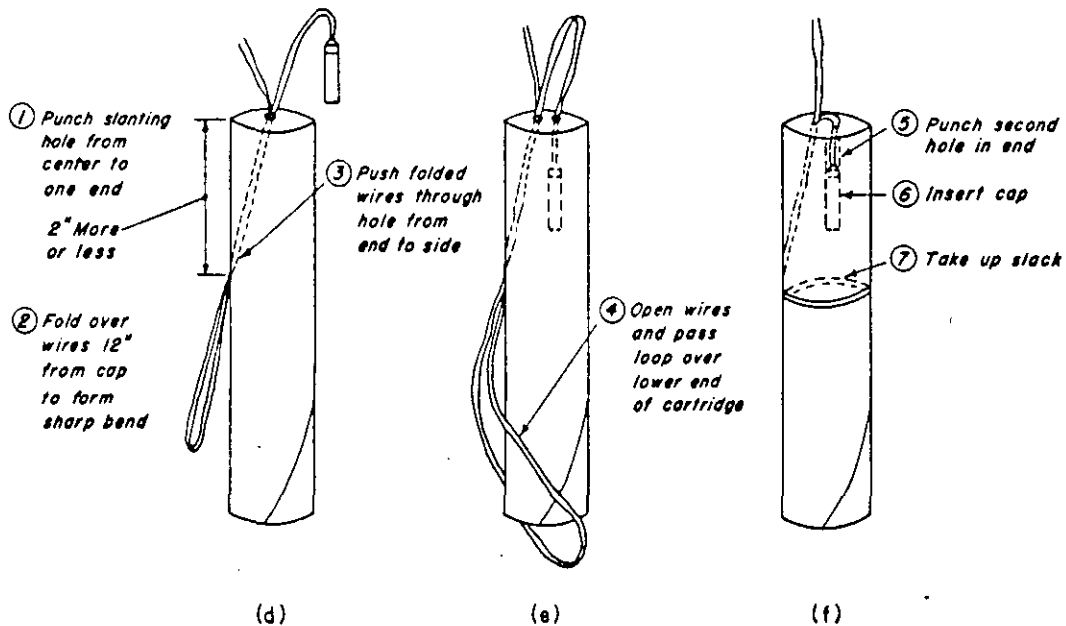


*At 184 millionths of a second detonation completed*

## PREPARATION OF PRIMERS



## THREE METHODS OF PRIMING A CARTRIDGE UNDER 2" IN DIAMETER



## THREE STEPS IN PRIMING A CARTRIDGE OVER 2" IN DIAMETER

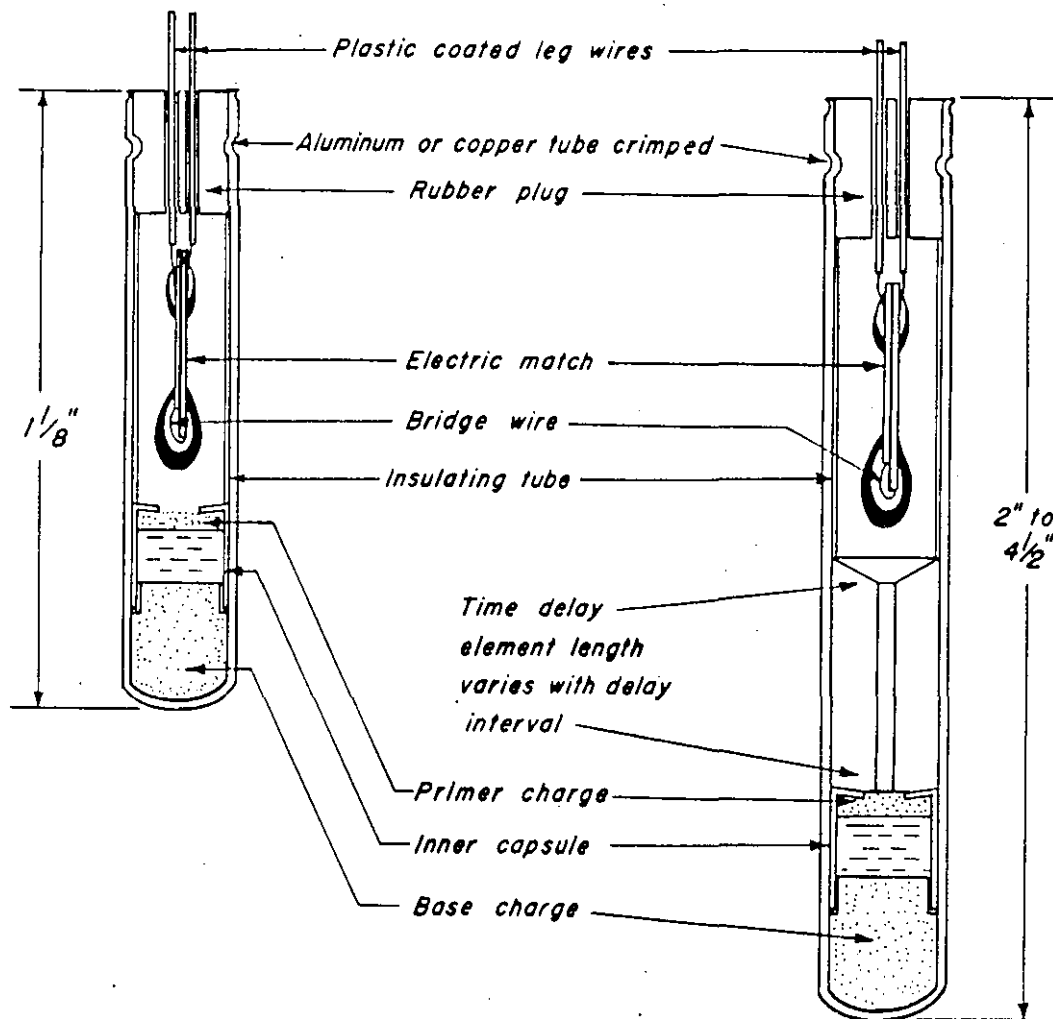
### Guide to explosives selection

*Only explosives made by E. I. DuPont DeNemours and Co., Inc. and commonly used for rock excavation have been included. There are eleven other manufacturers and many special dynamites available.*

Type	Trade name	Strength, per cent	Density, cartridges per 50 lb	Velocity, fps	Water resistance	Fumes
Straight	DuPont Straight	15-35	102	8,200-12,800	Poor	Fair
		40-50	102-104	13,800-16,100	Good	Very poor
		60	106	18,200	Excellent	Very poor
Extra	Red Cross Extra	16-29	110	8,000-9,500	Fair	Fair
		35-43	110	10,200-11,200	Good	Fair
		55	110	12,200	Good	Fair
Extra	DuPont Extra	20-25	172-162	8,800-8,900	Poor	Fair
		30	152	9,000	Poor	Fair
		35-45	142-128	9,300-9,900	Fair	Fair
		50-55	120-115	10,500-10,800	Fair	Fair
Gelatin	DuPont Gelatin	30-59	85-96	10,500-19,700	Excellent	Excellent
		67-79	101-107	20,600-22,300	Excellent	Very poor
	Hi-Velocity Gelatin	30-50	94-107	16,700-19,700	Excellent	Very good
		58-73	113-120	20,300-22,000	Excellent	Very poor
Gelatin extra	Special Gelatin	35-70	89-107	13,800-17,100	Excellent	Excellent
		79	109	19,700	Excellent	Poor



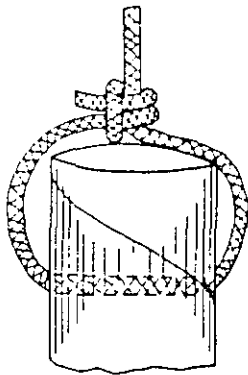
## STANDARD AND DELAY ELECTRIC BLASTING CAPS



**Typical interval variations in millisecond delay electric blasting caps**

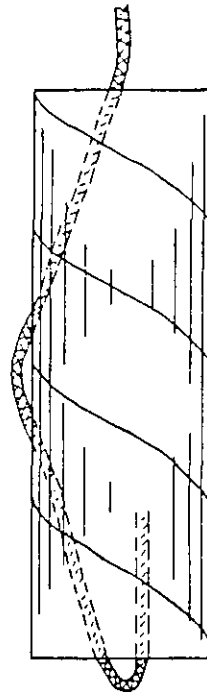
Type	Numerical sequence													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Time, in milliseconds													
DuPont's "MS" caps	25	50	75	100	125	150	175	200	250	300	350	400	450	500
Hercules' "SP" caps	25	50	75	100	135	170	205	240	280	320	360	400		

## PRIMACORD DETAILS



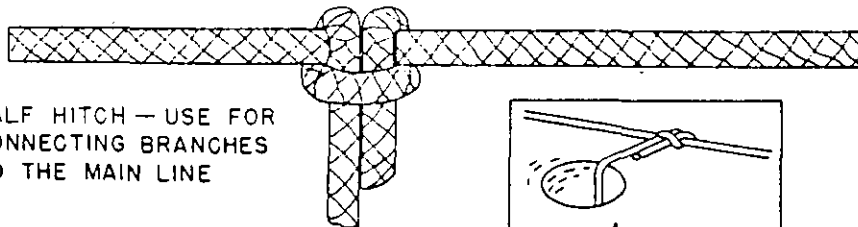
(a) LACING METHOD NO. 1

*Punch hole three inches from upper end of cartridge. Thread Primacord through hole and tie knot.*



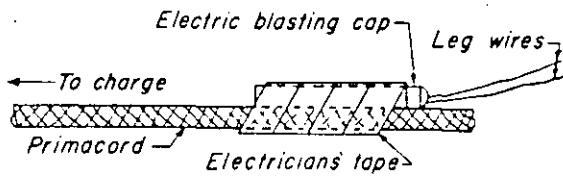
(b) LACING METHOD NO. 2

*Punch diagonal holes from the center to the top and bottom. Punch a third hole centrally in bottom. Lace Primacord as indicated and pull up snug.*

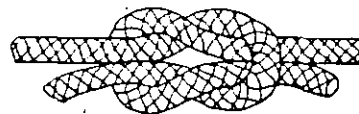


(c) HALF HITCH — USE FOR CONNECTING BRANCHES TO THE MAIN LINE

(d) CONNECTION TO MAIN LINE

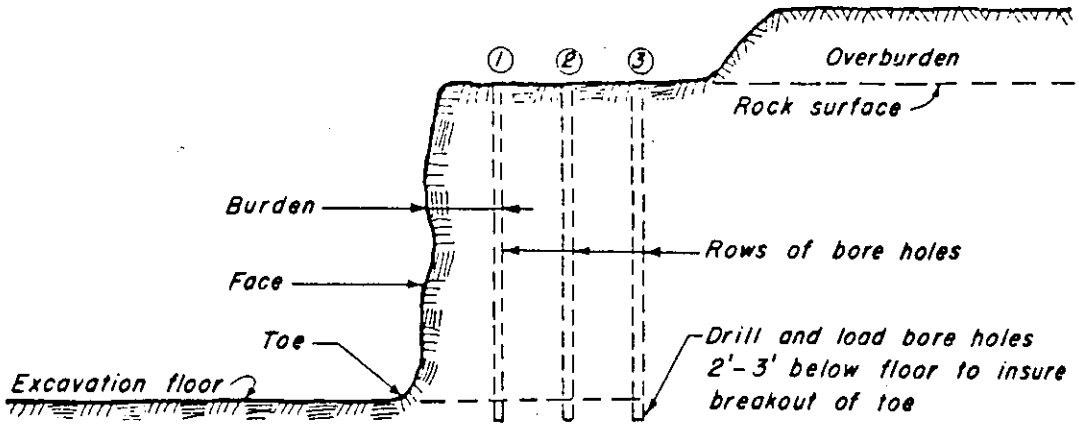


(e) DETONATING CONNECTION FOR PRIMACORD

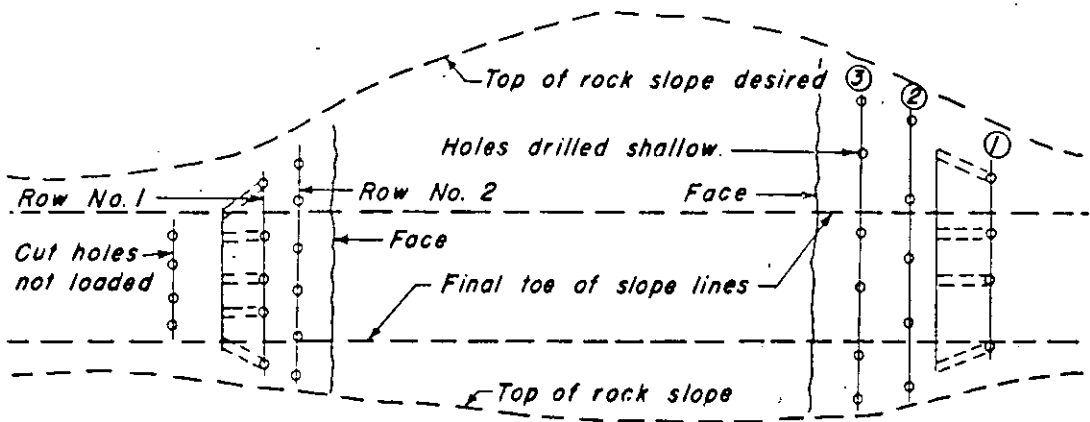


(f) SQUARE KNOT — USE ONLY ON MAIN LINE

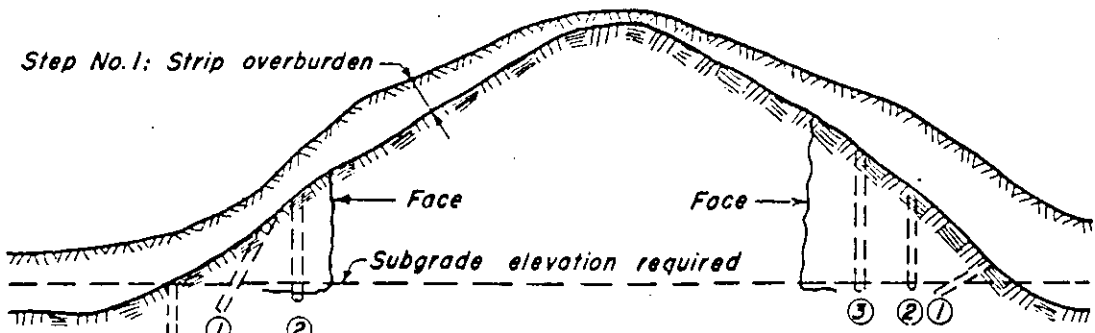
## DEVELOPING A FACE



(a) SECTION THROUGH BLASTING FACE AND TERMINOLOGY



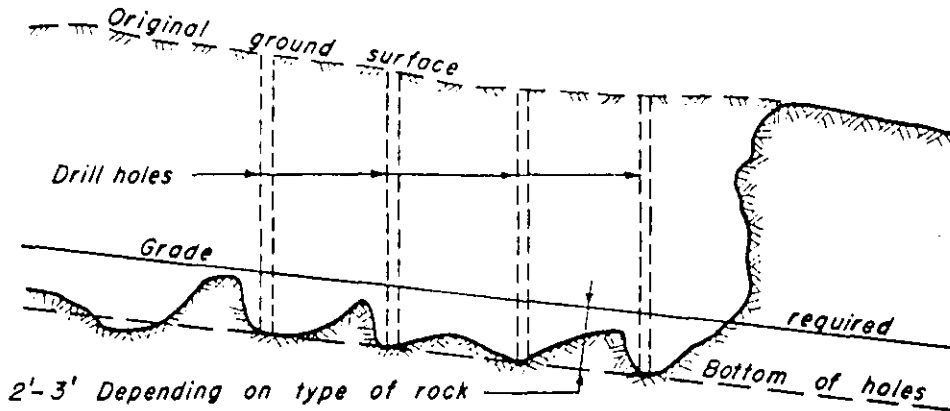
PLAN



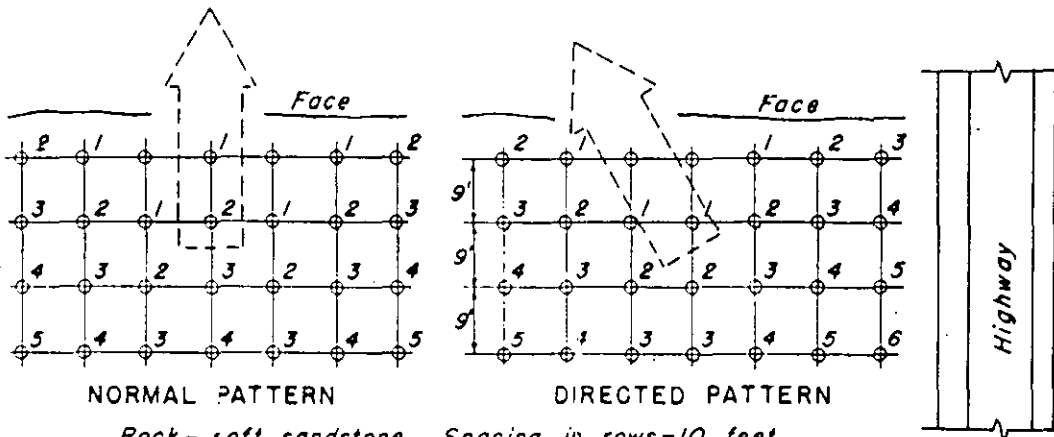
LONGITUDINAL SECTION

(b) ALTERNATE METHODS - DEVELOPING A FACE IN HIGHWAY CUTS

## BLASTING DETAILS

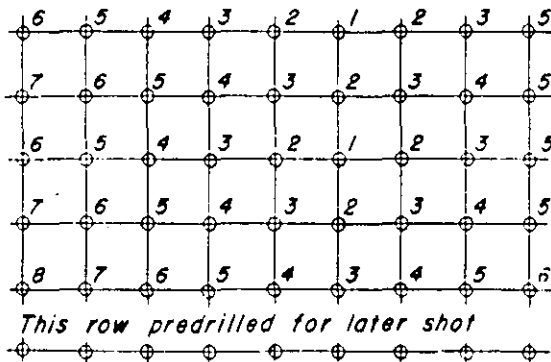


(a) "SHOOTING OUT THE TOE"



Rock - soft sandstone. Spacing in rows - 10 feet.  
Depths - variable. Dynamite - 40% gelatin.  $1/4$  lb/cu yd.

(b) DIRECTIONAL BLASTING WITH TIME DELAYS

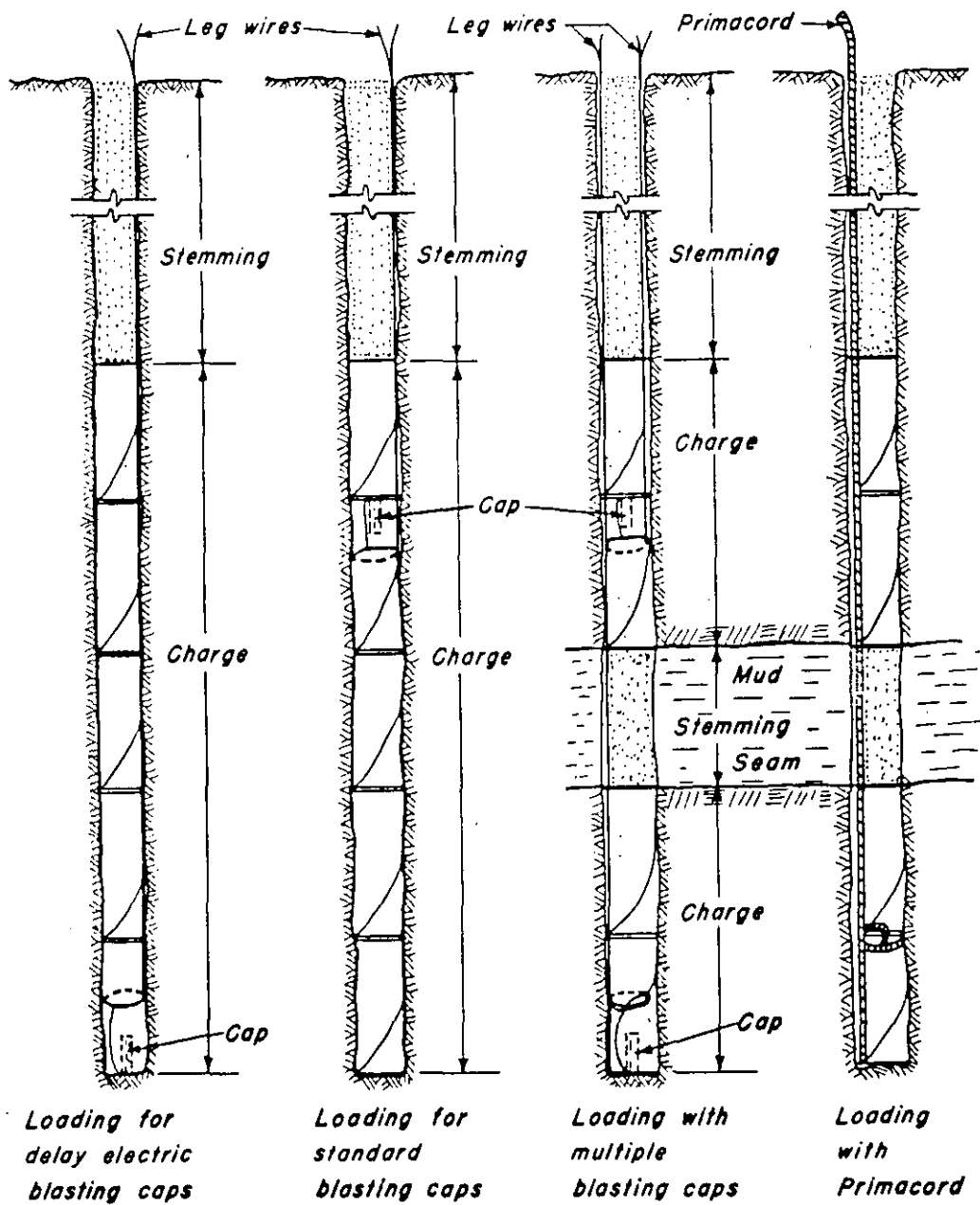


Breakback into predrilled holes prevents loading and increases depth of burden for next shot.  
Rock - trap rock (low density).  
Spacing - 5 feet both ways.  
Depth - 14 feet  
Dynamite - 60% gelatin  
0.85 lb/cu yd

(c) CONTROL OF BREAKBACK WITH TIME DELAYS

***EQUIPO DE TRANSPORTE***

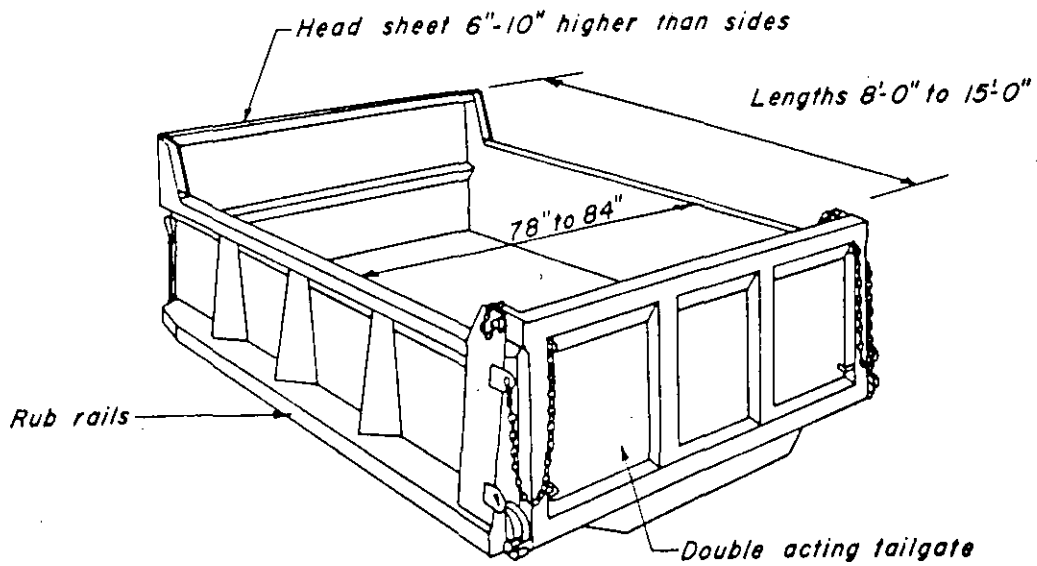
TYPES OF LOADING



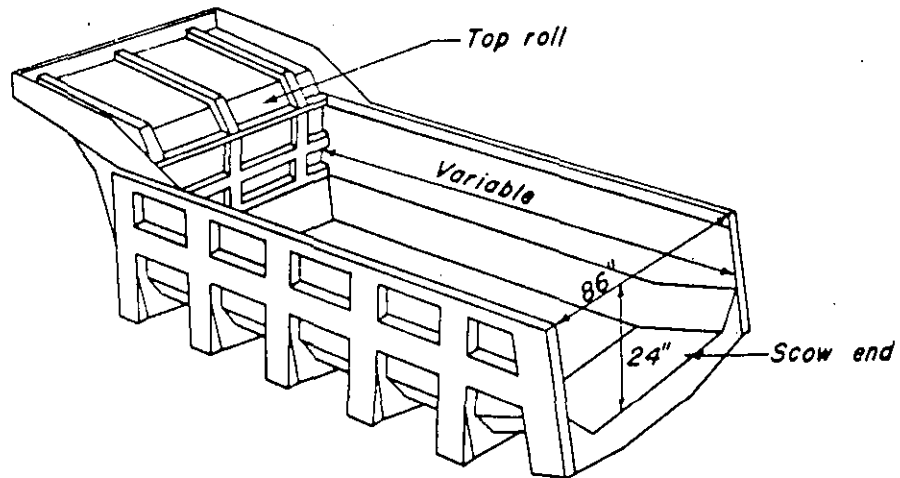
(a) COLUMN LOADING

(b) DECK LOADING

## TRUCK BODIES



(a) STANDARD DUMP TRUCK BODY

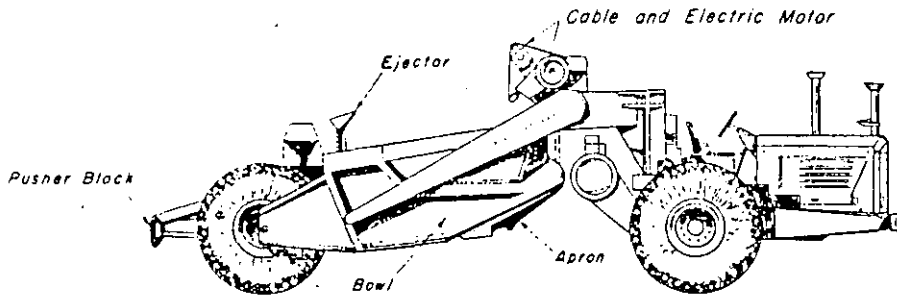


(b) STANDARD ROCK BODY

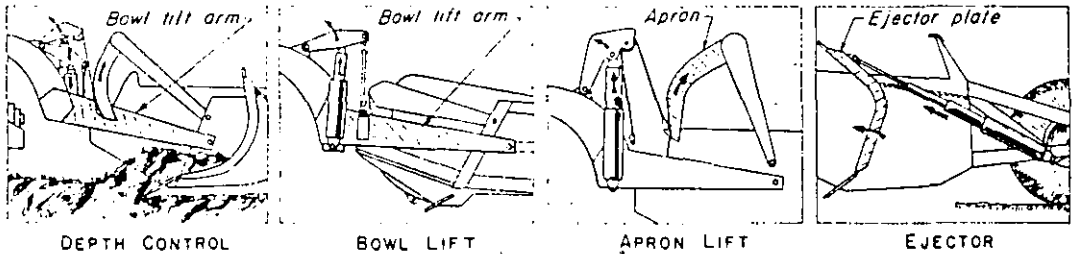
*EQUIPO DE BOMBEO*



## SCRAPER CHARACTERISTICS



(a) CABLE OPERATED SELF-PROPELLED SCRAPER



(b) DETAILS OF HYDRAULICALLY OPERATED SCRAPER

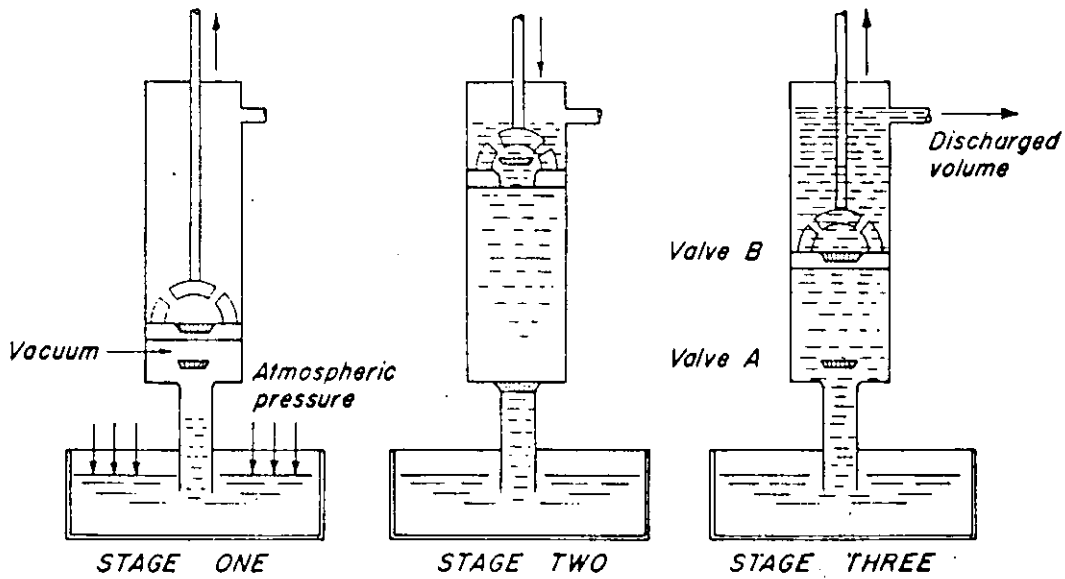
### Self-propelled scrapers

Manufacturer	Model No.	Struck capacity, in cu yd	Heaped capacity, in cu yd	Tons capacity	Shipping weight, in lb	Scraper control	Width of turn, in in.	Max travel speeds — top gear, in mph
Seaman-Gunnison	650-5	5	6	7	16,300	Hydraulic	264	20.5
Euclid	S-7	7	9	10.5	26,500	Hydraulic	336	22.0
Michigan	110	8	10.5	13	28,000	Hydraulic	340	31
Allis-Chalmers	TS-260	11	14	18	44,800	Hydraulic	371	28
Caterpillar	442	14	18	21	47,150	Cable	360	20
Euclid	SS-18	18	25	27.5	56,000	Hydraulic	496	21.5
Curtis-Wright	CW-220	20	27	31	69,000	Cable	438	34.4
LeTourneau Westinghouse	B	21	28	32.5	69,400	Electric	478	28.6
International Harvester	295	24	31	36	70,950	Cable	456	30.5

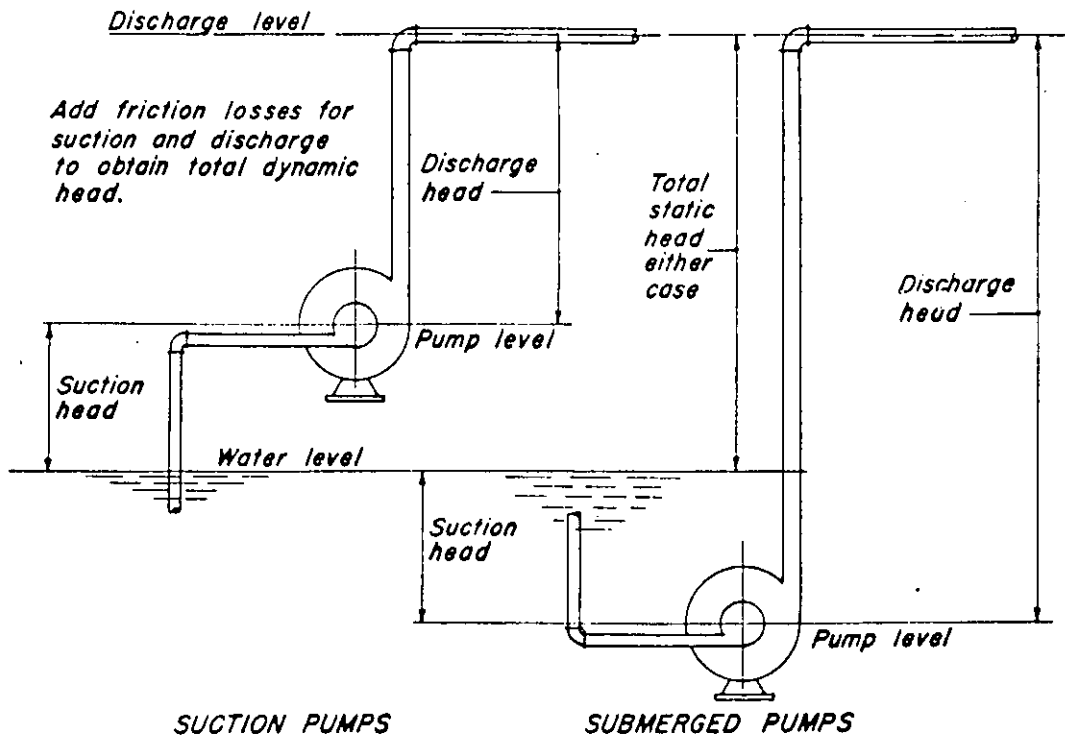
### Tractor-drawn scrapers

Manufacturer	Model No.	Struck capacity, in cu yd	Heaped capacity, in cu yd	Tons capacity	Shipping weight, in lb	Scraper control	Width of turn, in in.	Minimum tractor DBHP, in tons
Oliver	ST-530	2.5	3.0	4	4,600	Hydraulic	186	30
Allis-Chalmers	44	4	5.5	6.5	6,600	Hydraulic	237	40
BE-gge	ST-769	5.3	6.7	7.6	8,500	Hydraulic	228	50
Ateco	H-99	8	10	11	12,500	Hydraulic	252	60
Allied	KS-1000	10	13	14	20,600	Cable	228	100
LeTourneau Westinghouse	CT	12.2	18	20	25,100	Cable	378	110
International Harvester	45-85	16	20	27.5	34,400	Cable	396	130
Caterpillar	463	22	28	33	34,800	Cable	348	180
Curtis-Wright	CWT-26	26	33	36.5	51,000	Cable	424	190

PUMP PRINCIPLES

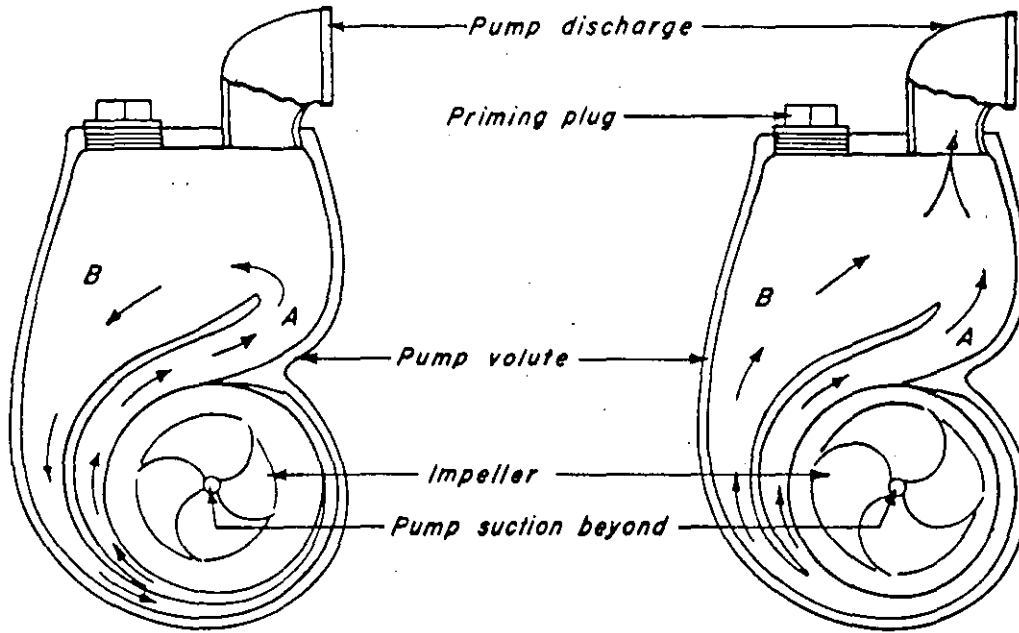


(a) PRINCIPLE OF THE LIFT PUMP



(b) PRINCIPLES OF DETERMINING PUMPING HEADS

THE SELF-PRIMING PRINCIPLE AND IMPELLERS



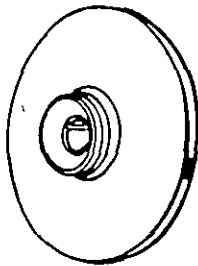
(a) PRIMING

*Air and water discharged through channel "A". Air escapes. Water returns through channel "B".*

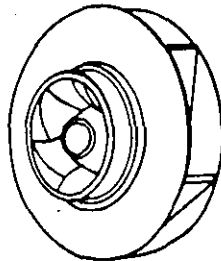
(b) PUMPING

*Priming cycle has been completed. Water now flows upward through both volute channels.*

PRINCIPLE OF SELF-PRIMING CENTRIFUGAL PUMP



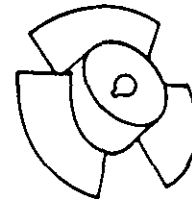
(c) STRAIGHT VANE  
up to 2000 gpm



(d) FRANCIS VANE  
2000 gpm to 10,000 gpm



(e) MIXED VANE  
10,000 gpm to 30,000 gpm

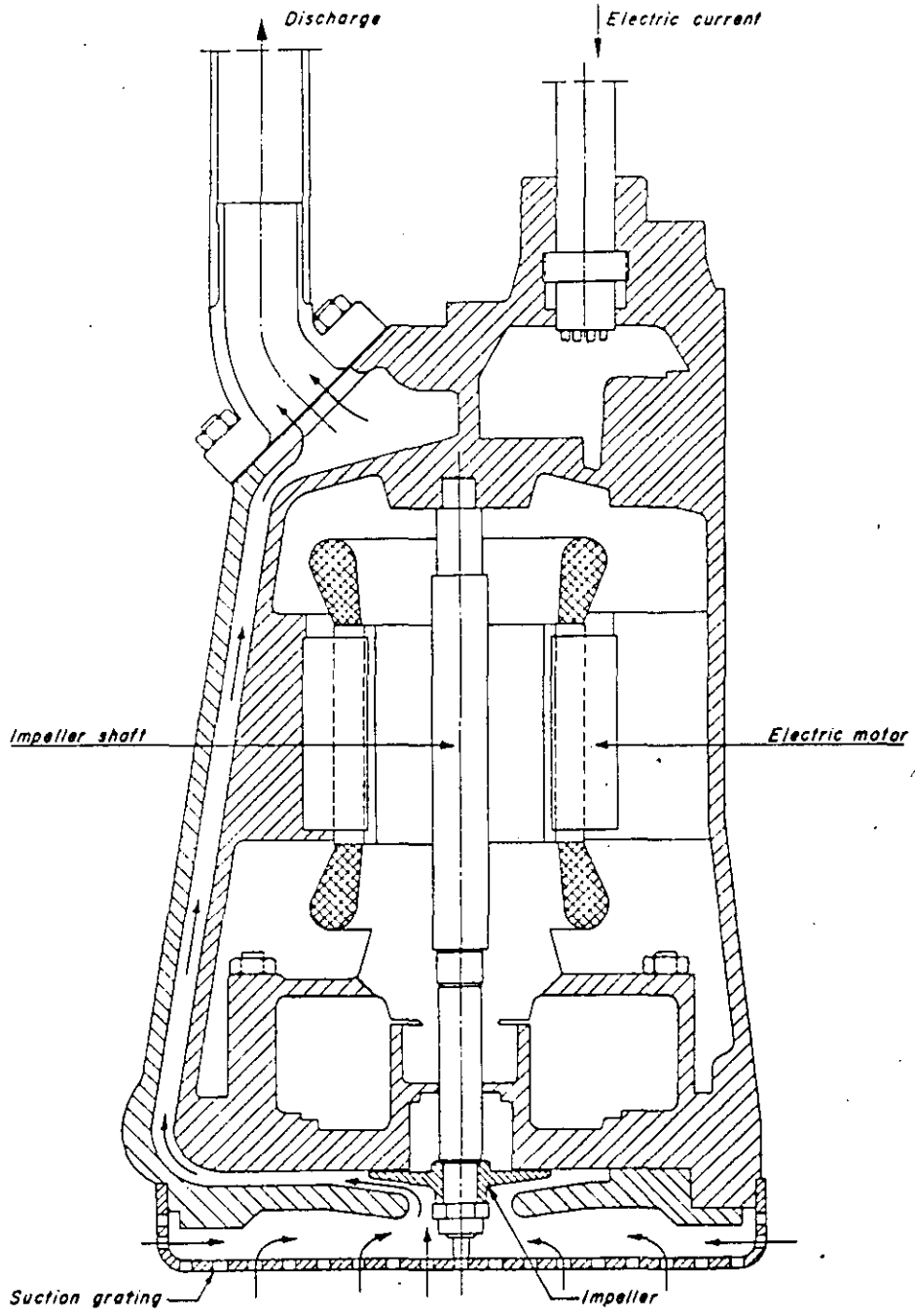


(f) AXIAL VANE  
over 30,000 gpm

*Capacities at 680 rpm for 30-foot head*

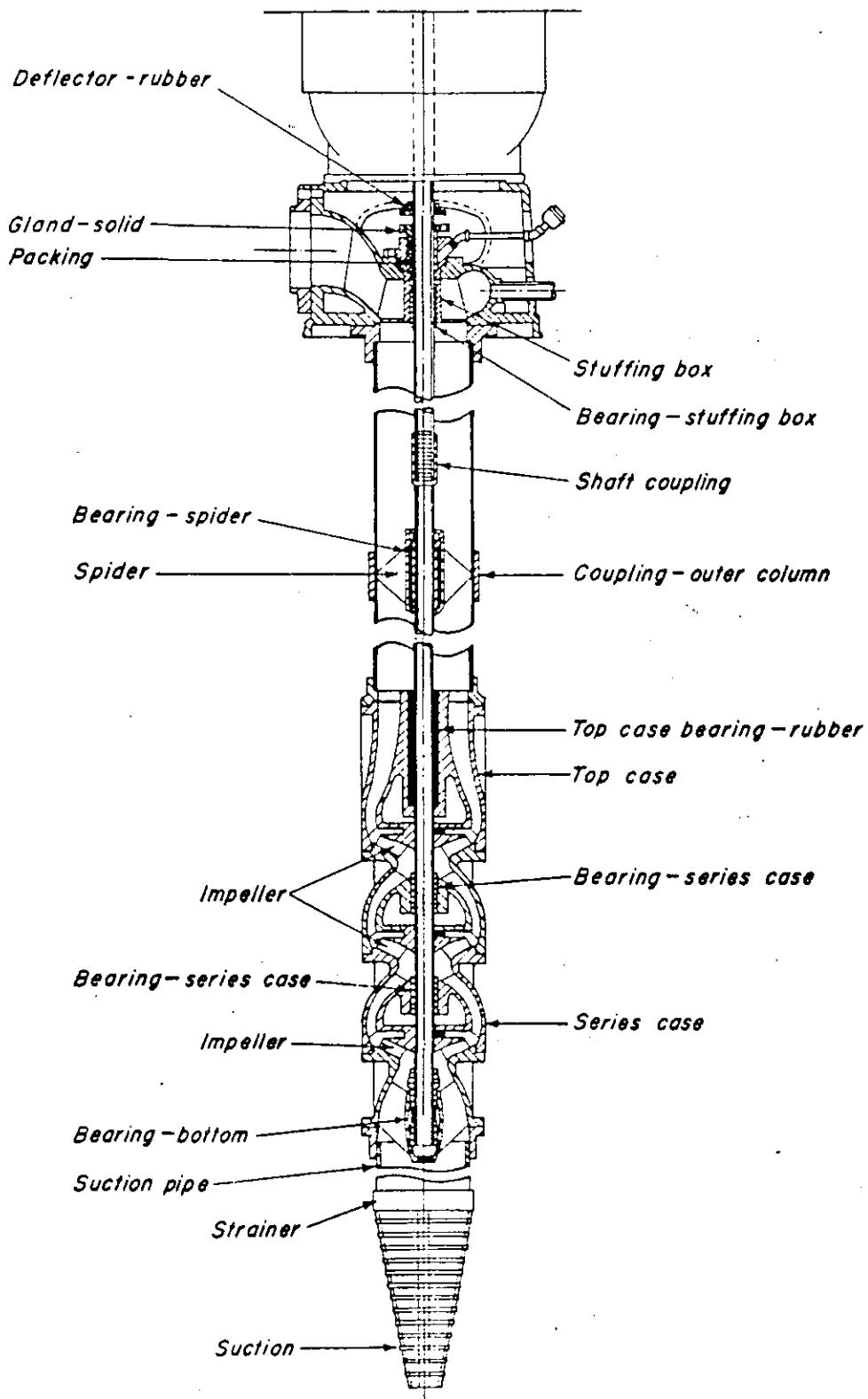
TYPES OF IMPELLERS

### THE FLYGT PUMP

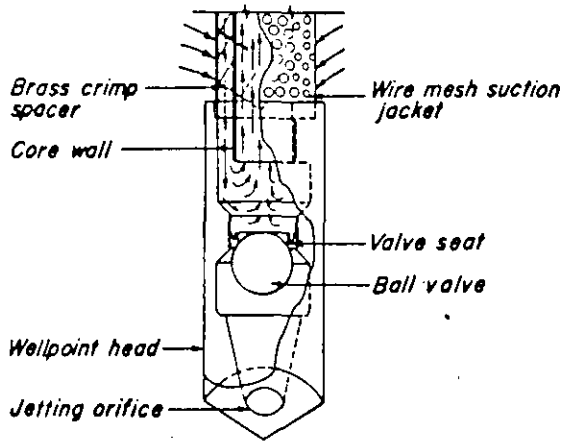
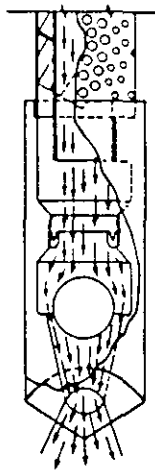


SUBMERSIBLE PUMP

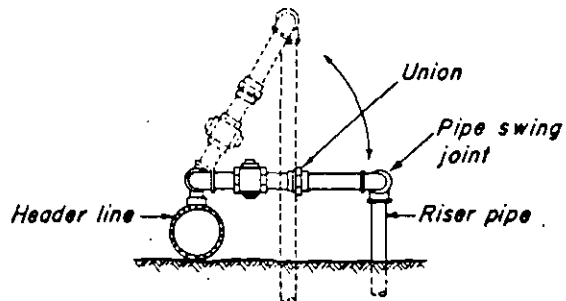
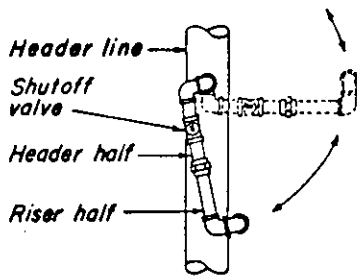
## DEEP-WELL TURBINE PUMP



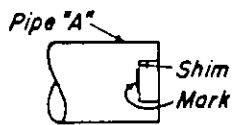
WELLPOINT ASSEMBLIES



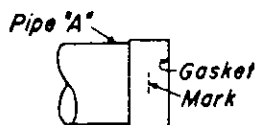
(a) Jetting and pumping



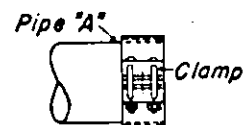
(b) Swing joint



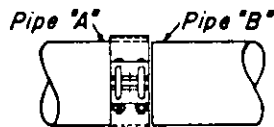
STEP 1. Mark pipe "A" with width of shim



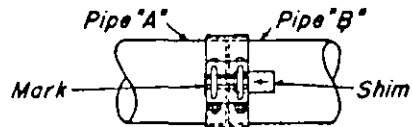
STEP 2. Slide rubber gasket on flush with pipe end



STEP 3. Slide clamp flush over gasket



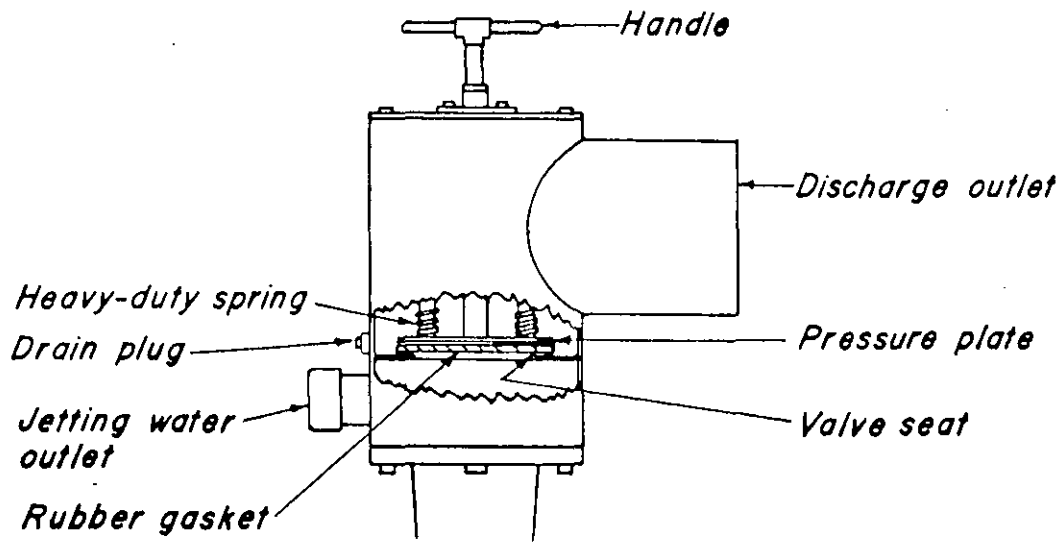
STEP 4. Butt pipe "B" to pipe "A"



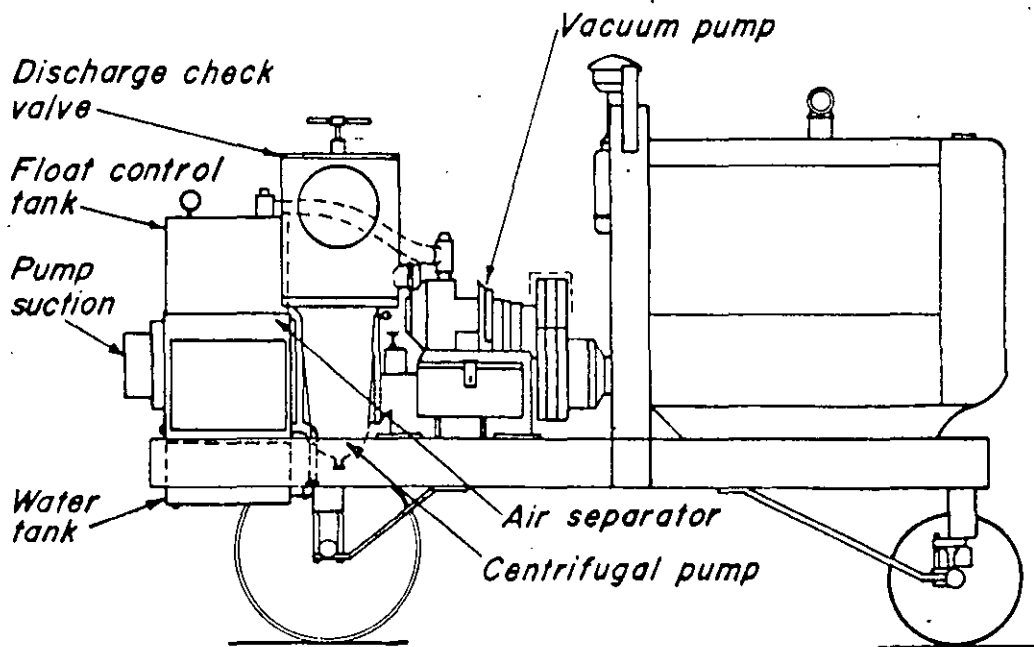
STEP 5. Slide coupling over pipe "B" until mark on pipe "A" is visible. Insert shim and tighten bolts.

(c) Band coupling assembly

## WELLPOINT PUMPS

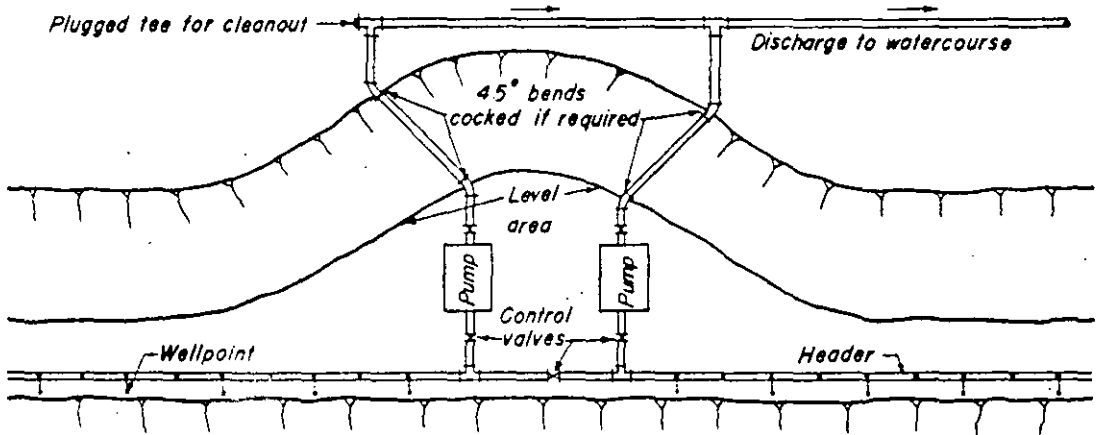


(a) Discharge check valve

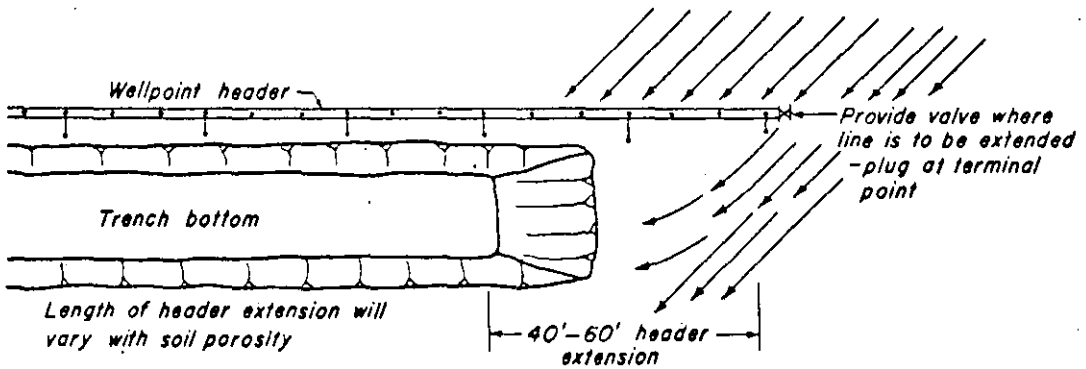


(b) Wellpoint pump

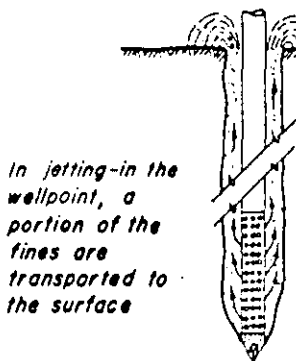
## FEATURES OF WELLPOINT INSTALLATIONS



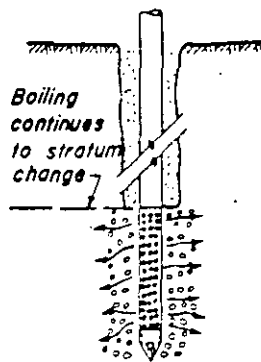
(a) WELLPOINT PUMP SETUP ON INTERMEDIATE BERM



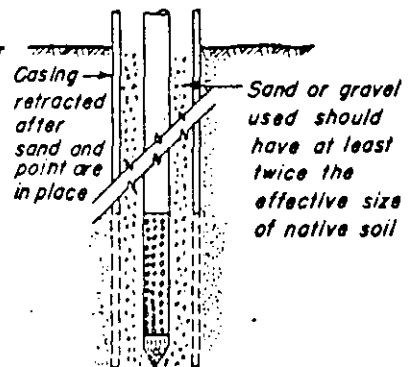
(b) EXTENSION OF TRENCH WELLPOINTS TO INTERCEPT ANGLED FLOW



(c) BOILING EFFECT



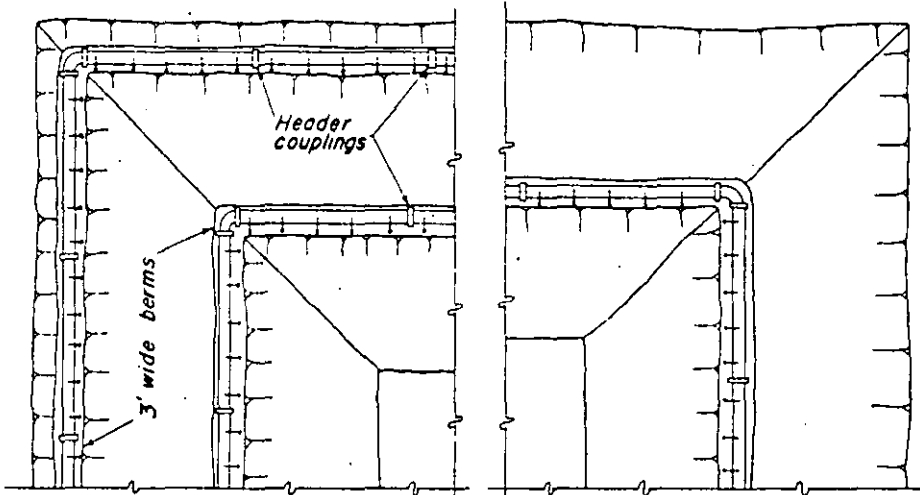
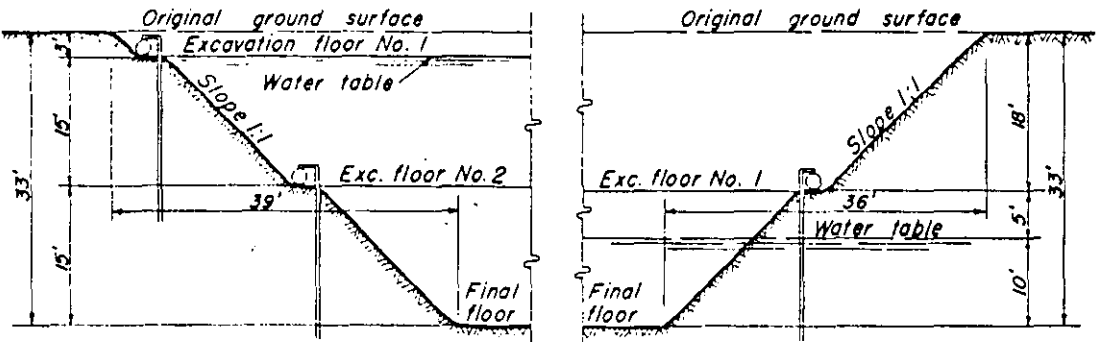
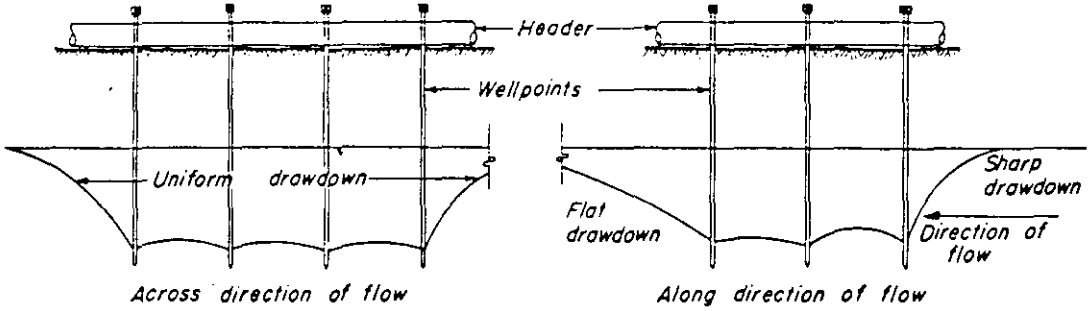
(d) LOSS OF BOIL



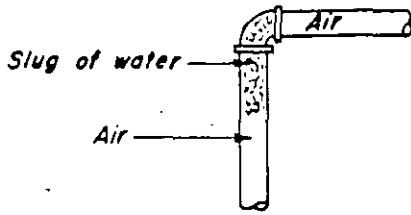
(e) SCREENED WELLPOINT



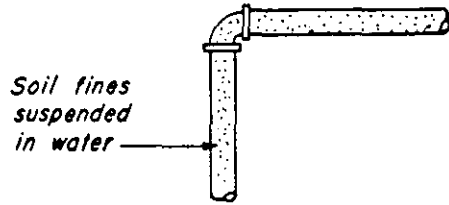
## CHARACTERISTICS OF WELLPOINT SYSTEMS



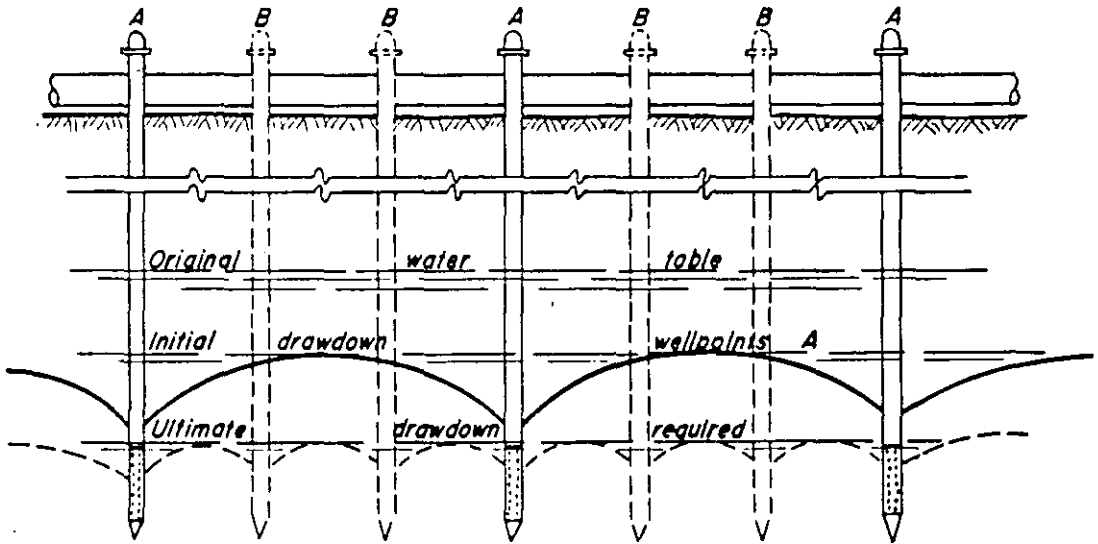
## CONDITIONS AFFECTING WELLPOINT OPERATION



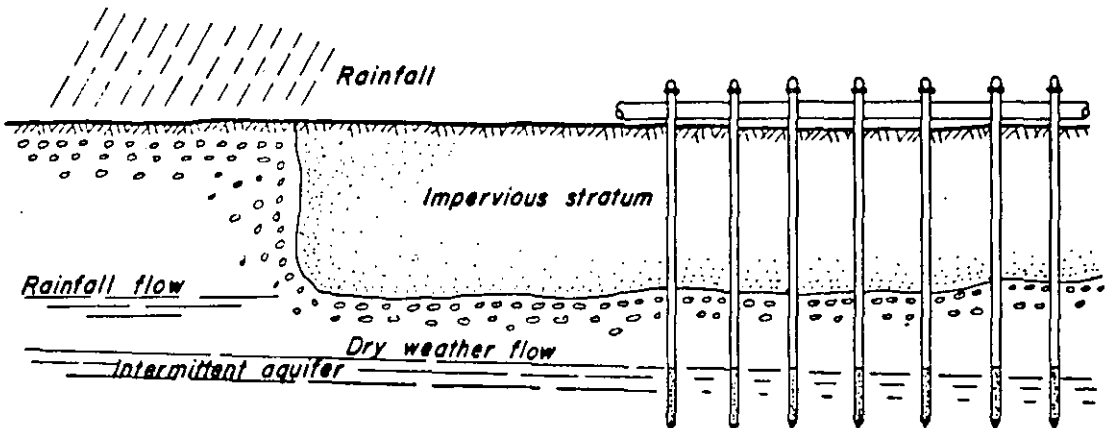
(a) INTERMITTENT FLOW CAUSING LOSS OF VACUUM: THROTTLE STOP COCK.



(b) HIGH VELOCITY TRANSPORTING FINES: REDUCE FLOW OR RE-JET.

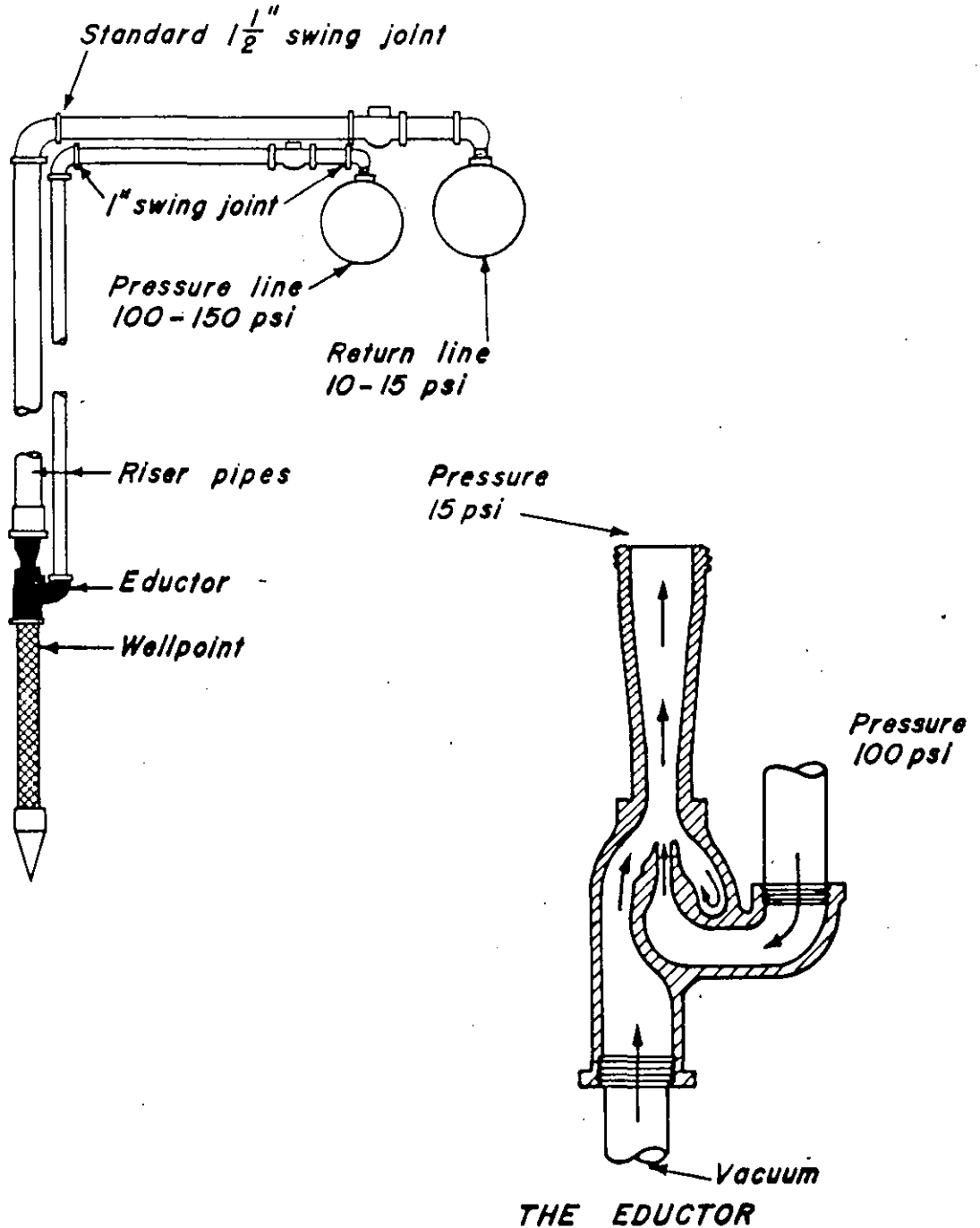


(c) CONTROL OF DRAWDOWN BY ADDING WELLPOINTS

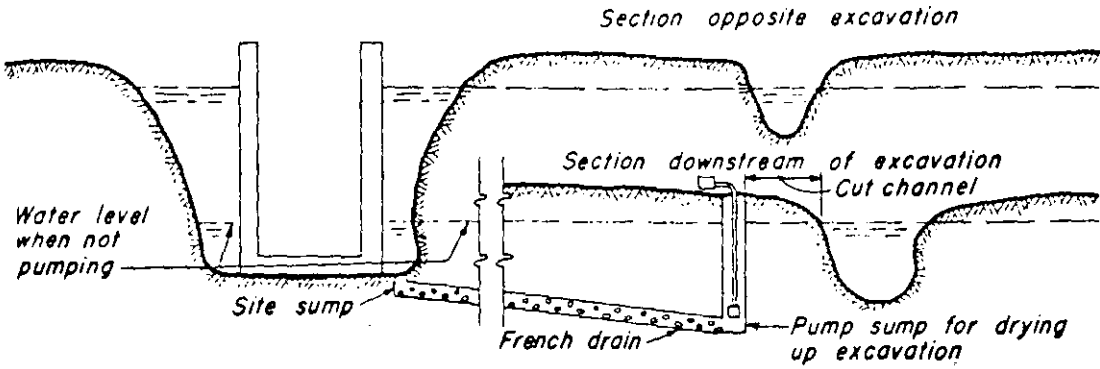


(d) VARIABLE FLOW INDUCED BY HYDROLOGIC CYCLE

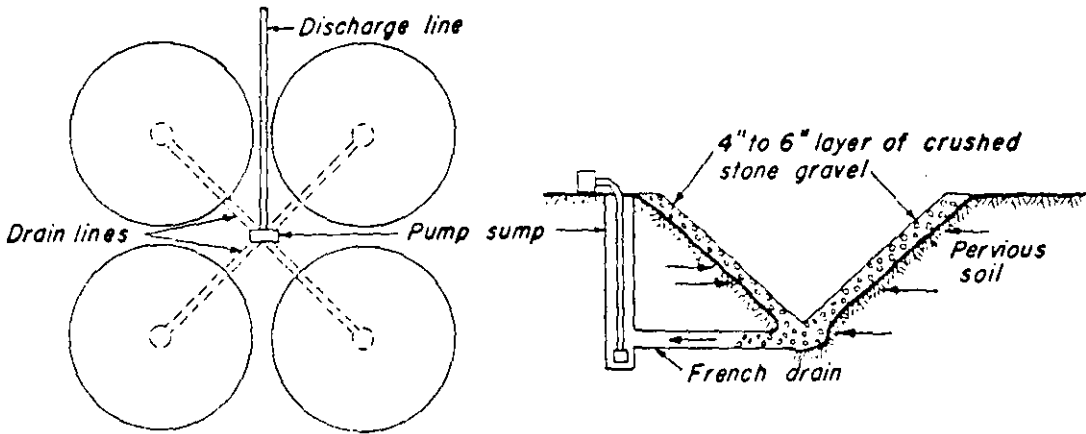
EDUCTORS USED WITH WELLPOINTS



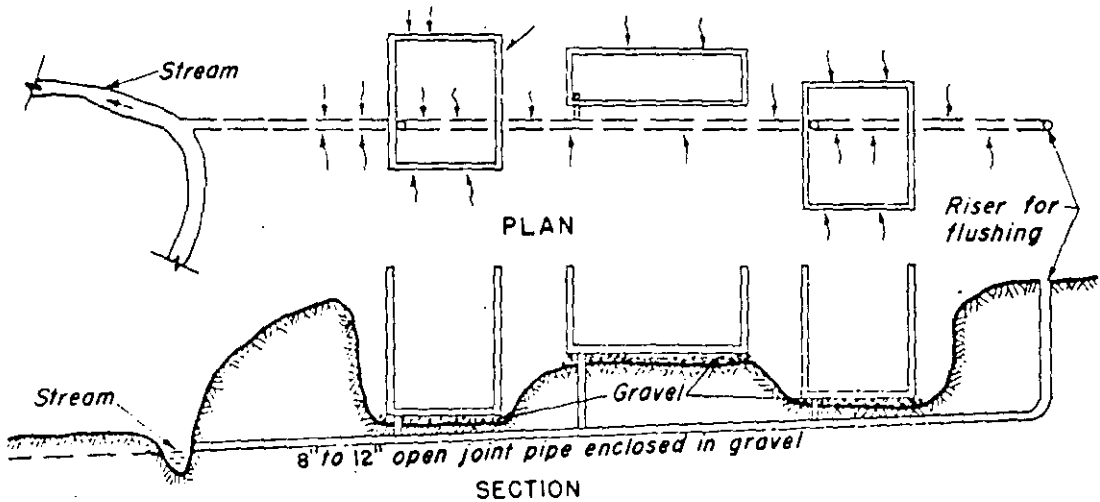
# DEWATERING SYSTEMS



(a) METHOD OF PROVIDING FLOTATION PROTECTION

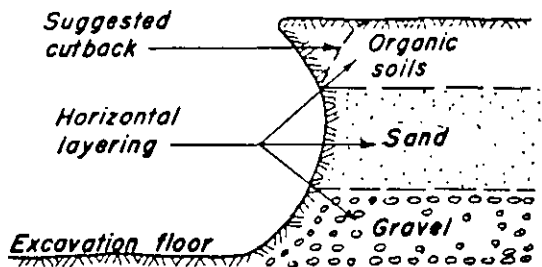


(b) DEWATERING SYSTEM FOR HOPPER BOTTOM TANKS

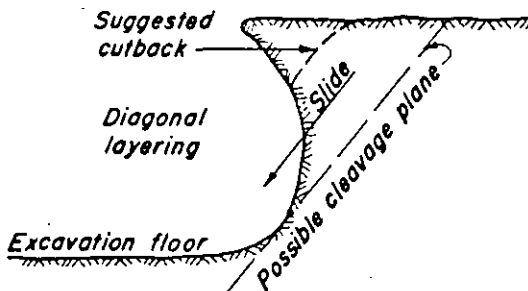


(c) PERMANENT DRAINAGE SYSTEM TO CONTROL UPLIFT

BASIC CAUSES OF BANK COLLAPSE

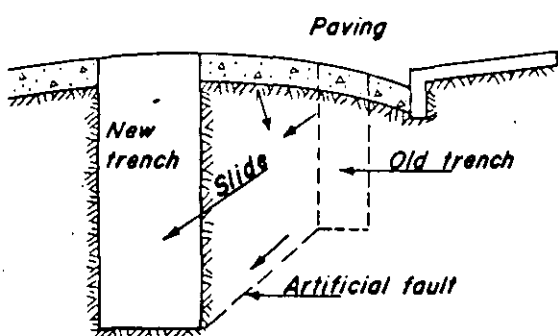


(a) WITH HORIZONTAL LAYERING

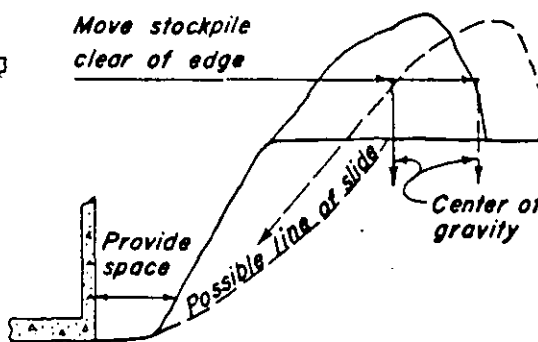


(b) WITH TILTED LAYERING

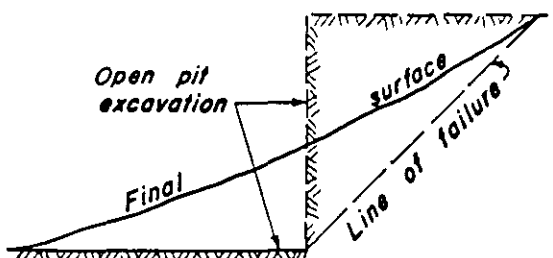
EFFECT OF STRATIFICATION ON BANK PRODUCED BY POWER SHOVEL



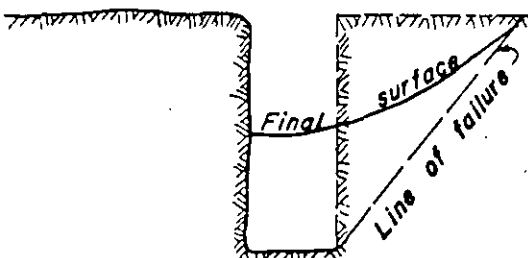
(c) EFFECT OF PREVIOUS EXCAVATION



(d) EFFECT OF OVERLOADING PIT BANK



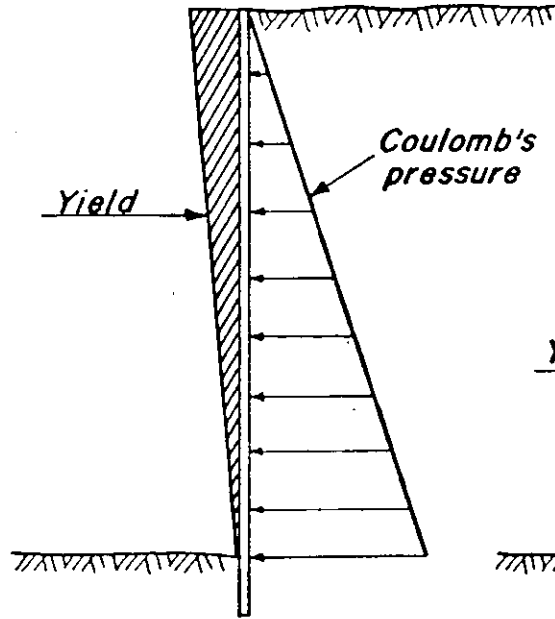
(e) EFFECT OF SLIDE IN OPEN PIT



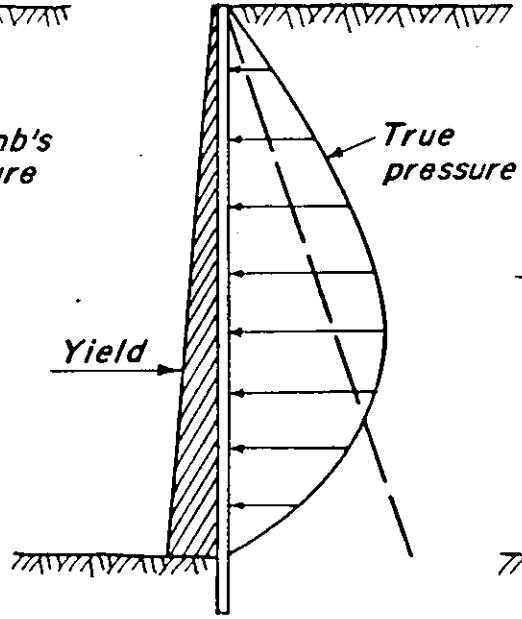
(f) EFFECT OF SLIDE IN TRENCH

ASPECTS OF "LET IT SLIDE AND SHOVEL IT OUT" PRINCIPLE

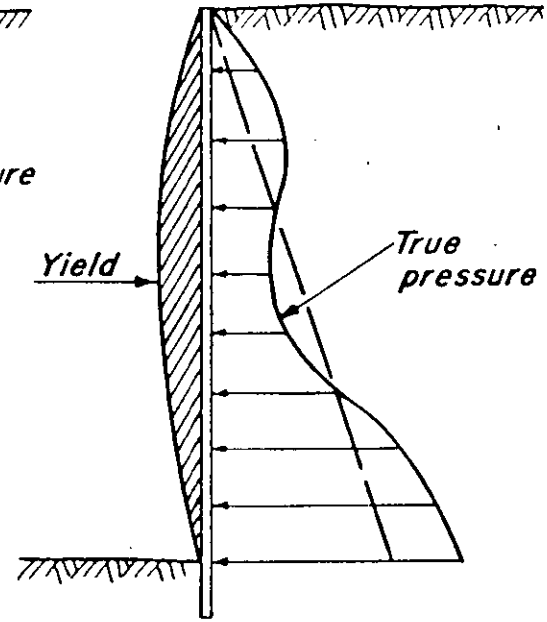
*TECNICAS PARALELAS*



(a) Case one  
Yield at top

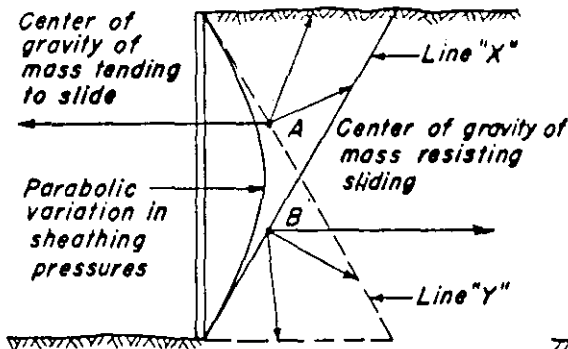


(b) Case two  
Yield at bottom

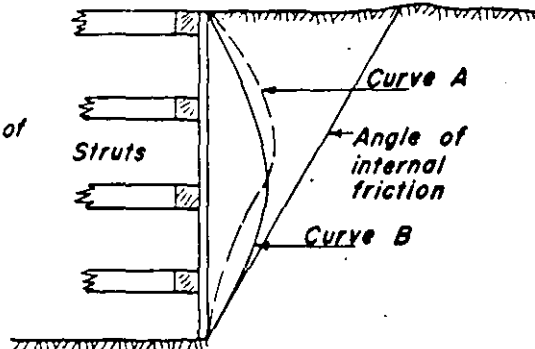


(c) Case three  
Yield at center

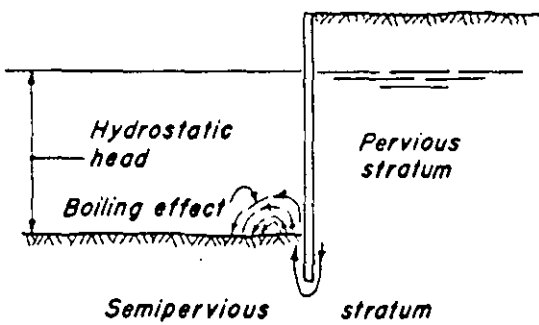
GENERAL SHEATHING DESIGN ELEMENTS



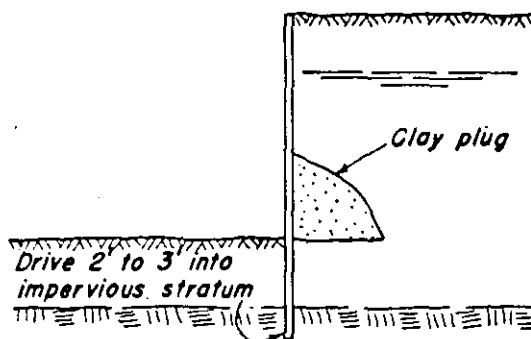
(a) THEORETICAL PRESSURE CURVE DEVELOPED BEHIND SHEATHING



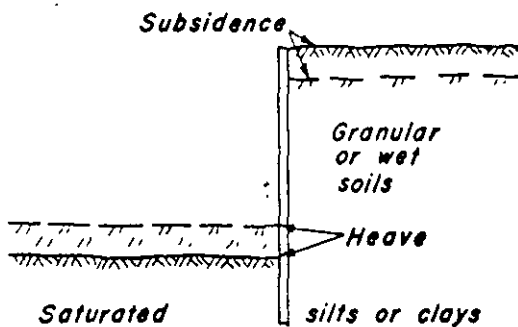
(b) ACTUAL PRESSURE CURVES DEVELOPED BY STRUT-LOADING



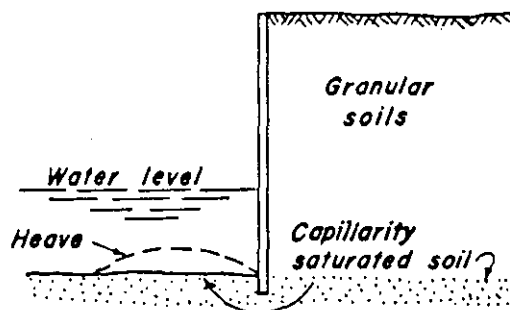
(c) BOILING EFFECT PRODUCED IN PERVIOUS AND SEMIPERVIOUS STRATA BY HYDROSTATIC HEAD



(d) ALTERNATE METHODS OF CONTROLLING BOIL



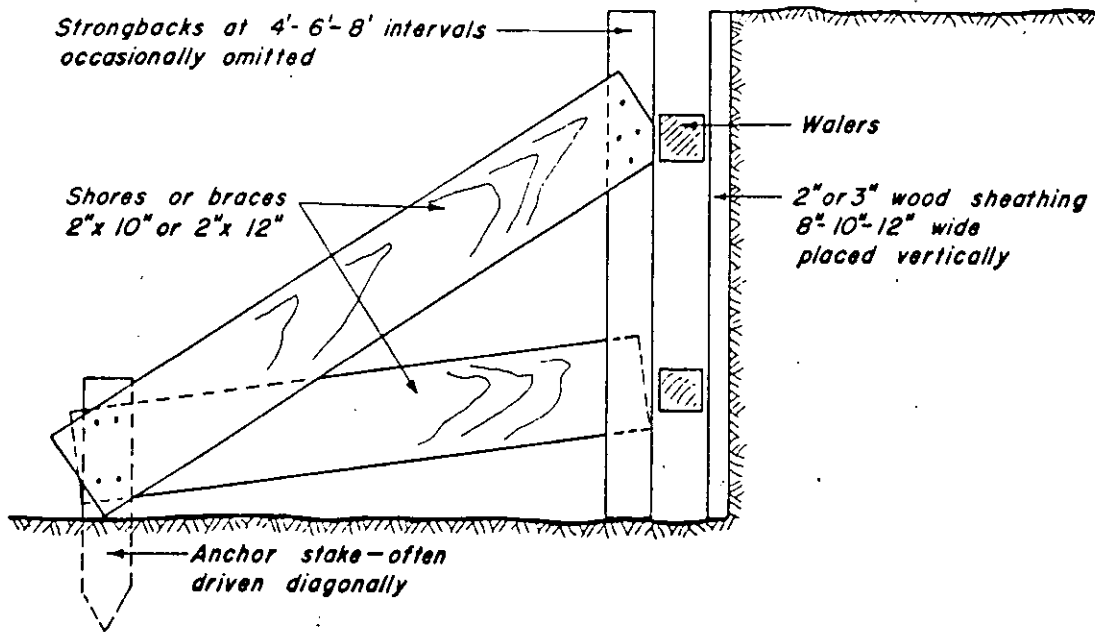
(e) HEAVE DUE TO SATURATION



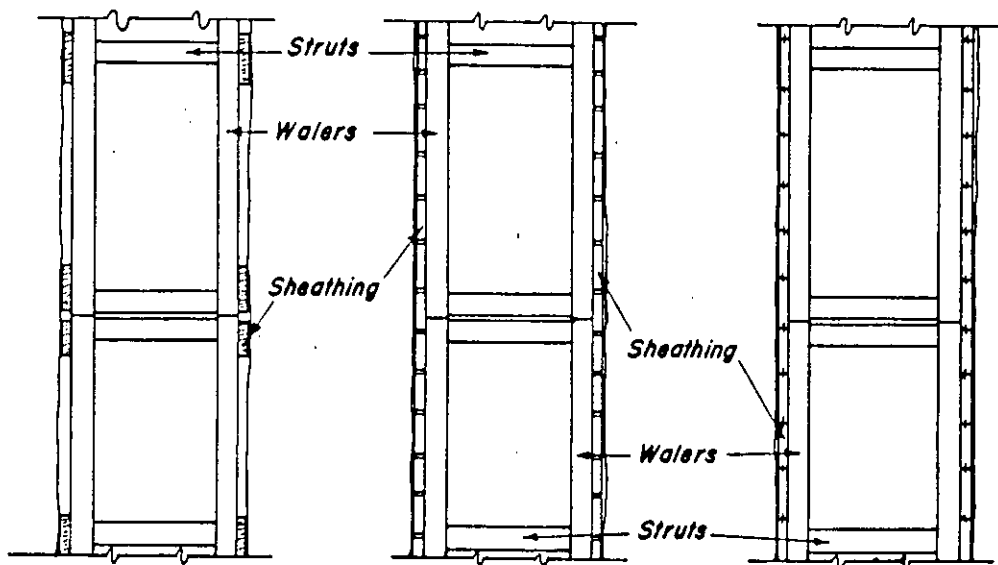
(f) HEAVE DUE TO CAPILLARITY



EXCAVATION TIMBERING



(a) NOMENCLATURE OF OPEN-PIT SHORING



(b) SKELETON SHEATHING

(c) CLOSE SHEATHING

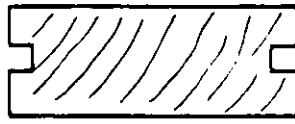
(d) TIGHT SHEATHING

PLAN VIEW — TRENCH SHEATHING TYPES

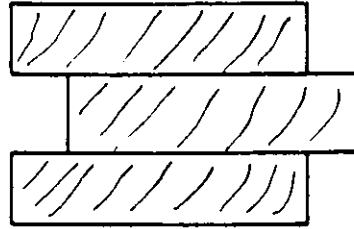
WOOD SHEATHING DETAILS



*Tongue and groove generally used*

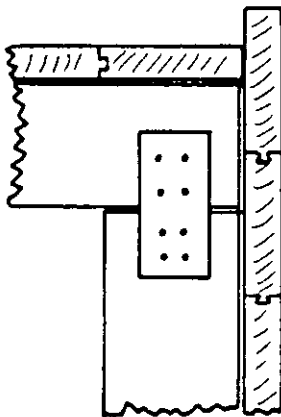


*Splined (spline is double tongue), Rare*

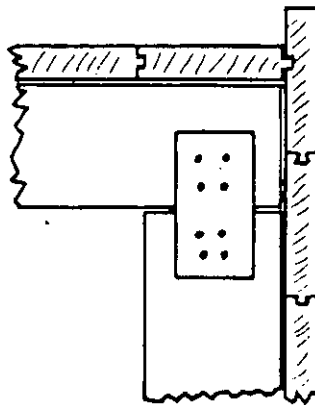


*Built-up (planks bolted or spiked)*

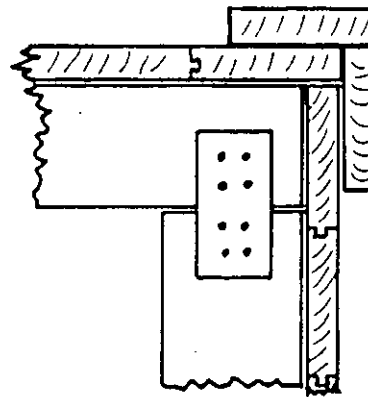
(a) TYPES OF WOOD SHEATHING



*Butted*



*Grooved*



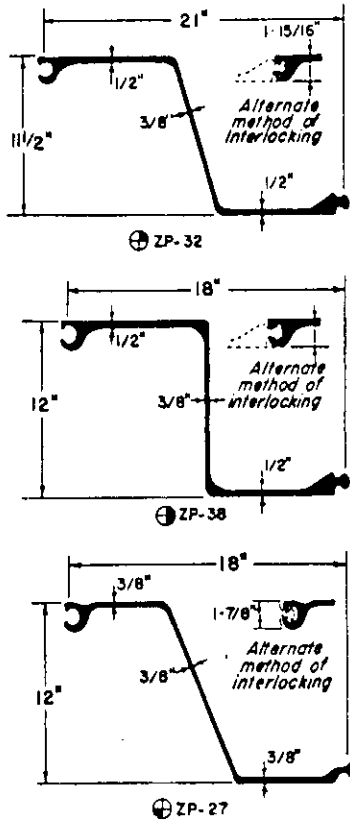
*Lapped*

(b) TYPES OF CORNER CLOSURES

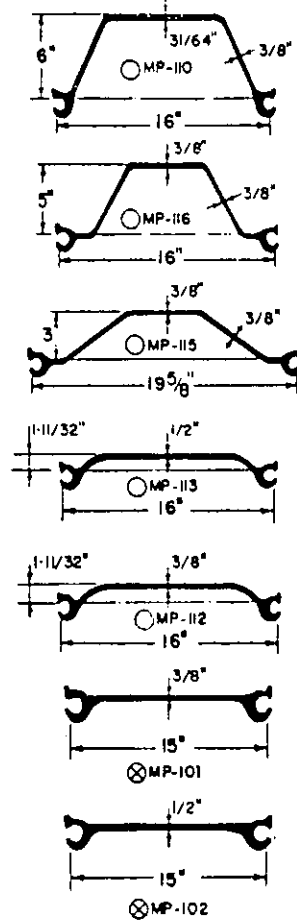
STEEL-SHEET PILING SECTIONS

STEEL-SHEET PILING SECTIONS ROLLED IN THE UNITED STATES

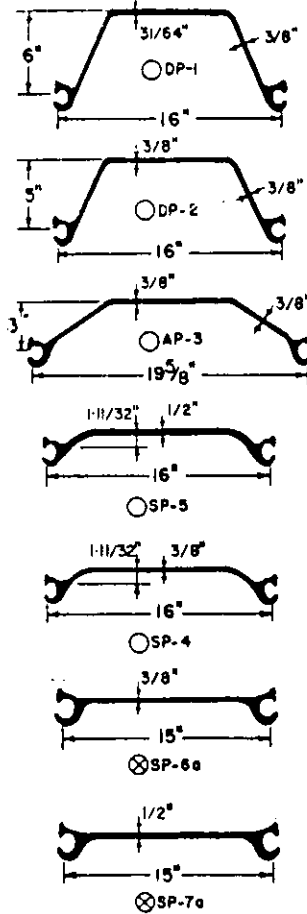
BETHLEHEM



U.S. STEEL

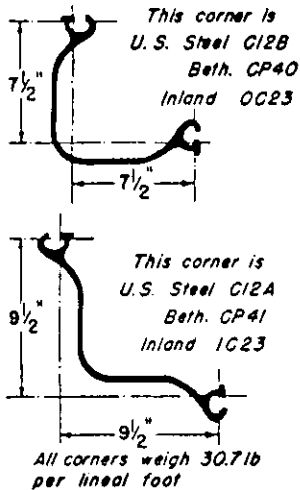


BETHLEHEM



Note: Comparable sections rolled by U.S. Steel are MZ-32, MZ-38, MZ-27

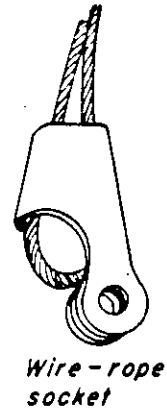
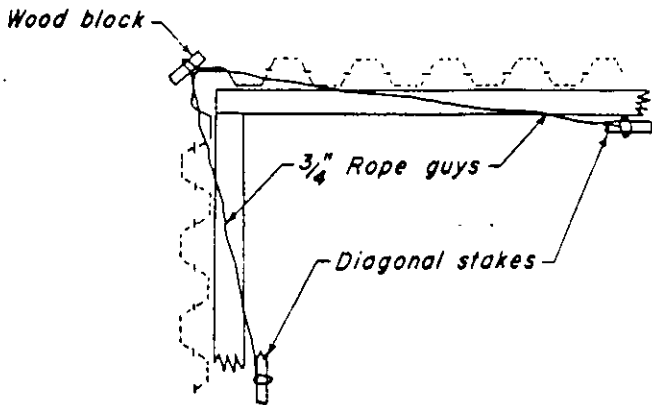
ROLLED CORNERS



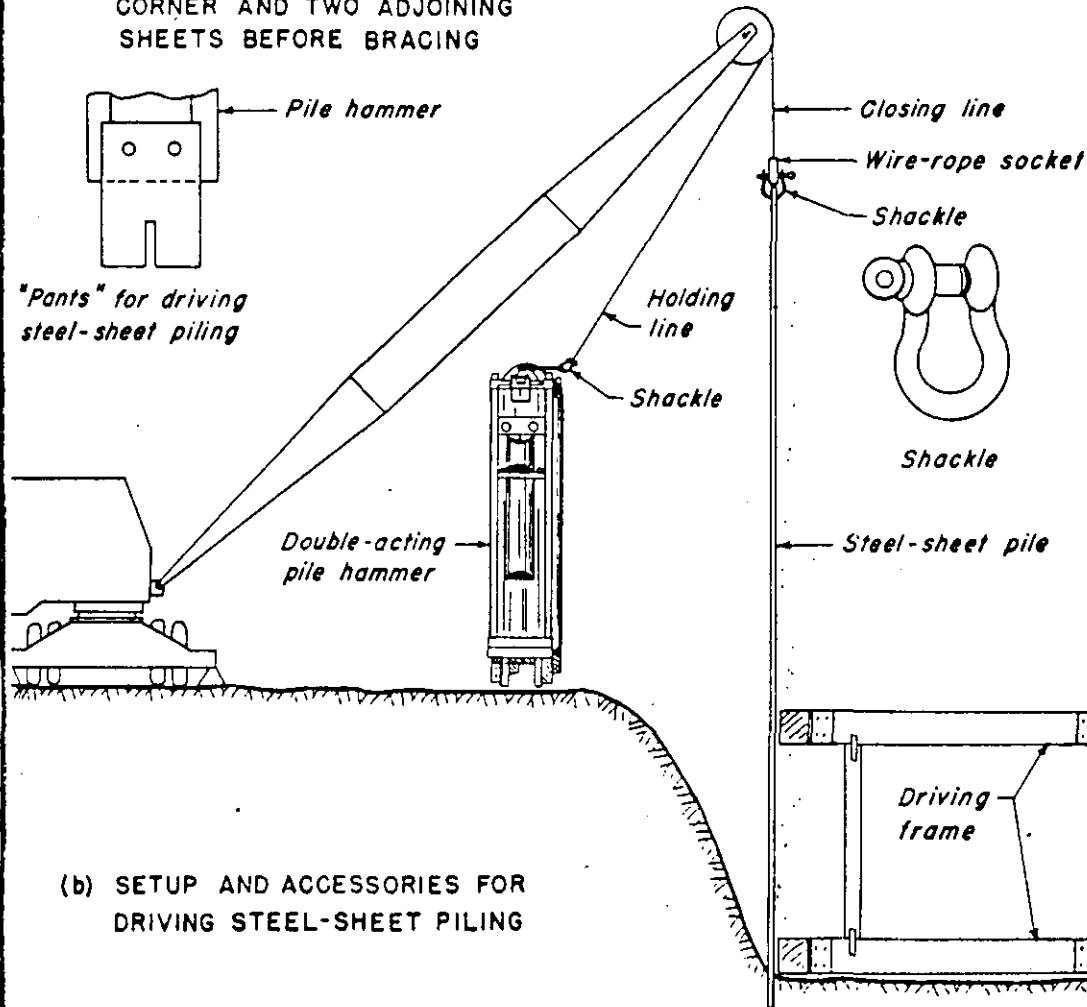
Characteristics of steel-sheet piling

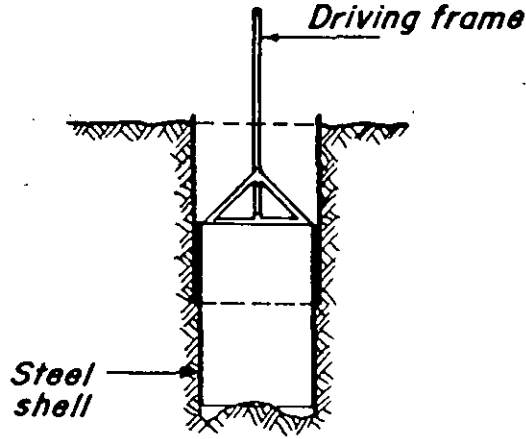
U.S. Steel symbol	MP 110	MP 116	MP 115	MP 113	MP 112	MP 101	MP 102	MZ 32	MZ 38	MZ 27
Bethlehem symbol	DP 1	DP 2	AP 3	SP 5	SP 4	SP 6A	SP 7A	ZP 32	ZP 38	ZP 27
Inland Steel symbol	I 32	I 27	I 22	I 28	I 23	I 285				
Weight per lineal foot	42.7	36.0	36.0	37.3	30.7	35.0	40.0	56.0	57.0	40.5
Weight per square foot	32.0	27.0	22.0	28.0	23.0	28.0	32.0	32.0	38.0	27.0
Section modulus inches per pile	20.4	14.3	8.8	3.3	3.2	2.4	2.4	67	70.2	45.3
Section modulus per lineal foot of wall	15.3	10.7	5.4	2.5	2.4	1.9	1.9	38.3	46.8	30.2

DRIVING STEEL-SHEET PILING



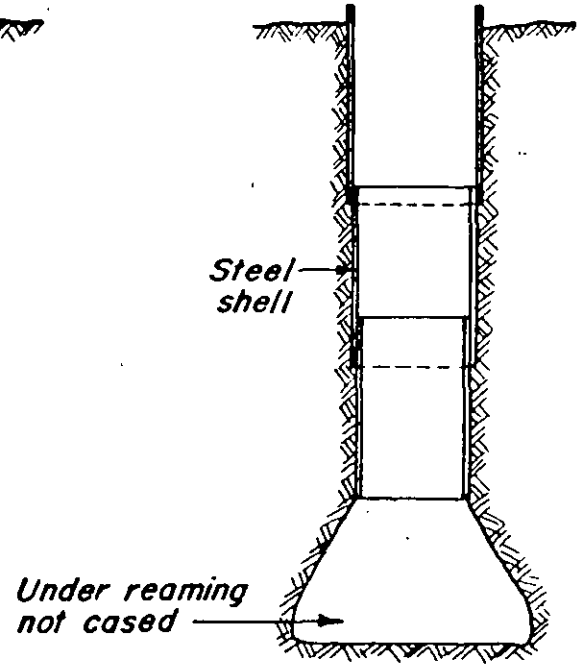
(a) BRACING INITIAL CORNER: SET CORNER AND TWO ADJOINING SHEETS BEFORE BRACING



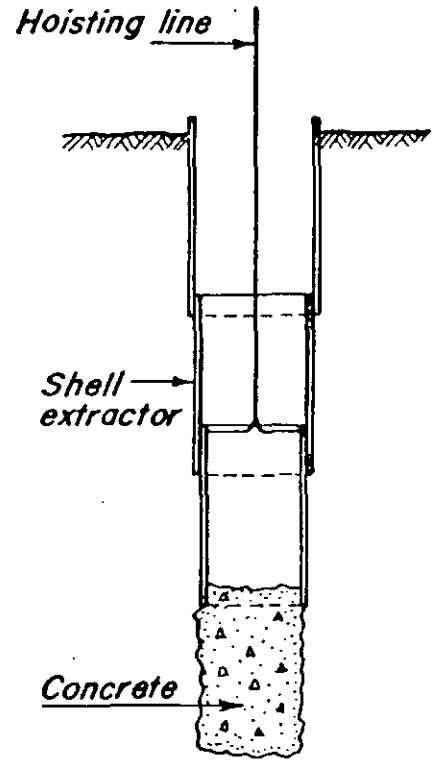


- Dig caisson:*
1. By hand
  2. With bucket drill
  3. With earth auger

(a) SINKING THE CAISSON



(b) UNDER REAMED DRILLED-IN CAISSON



(c) RETRACTING THE SHELL

## ESTABILIDAD DE TALUDES "ESTALS"

### DESCRIPCION

Para analizar la estabilidad de cortes en excavaciones, el método gráfico de Janbu resulta de gran ayuda en la determinación del factor de seguridad de taludes con geometría simple, material homogéneo y ausencia de nivel freático.

Este programa amplía el espectro de problemas que pueden tratarse, eliminando las limitaciones a la geometría y a la estratigrafía dentro del cuerpo del talud.

Para resolver un problema dado, conviene determinar primero el centro del círculo que daría Janbu para un problema aproximadamente similar al propuesto. Con ese centro como punto de partida y tomando en cuenta que el programa solo analiza círculos de falla que pasen por el pie del talud, se procede por tanteos a la determinación del centro del círculo crítico.

El número de vértices en el perfil del talud y el número de estratos a considerar son prácticamente limitados, indicándose el fin de datos con valores nulos de las coordenadas de un vértice o de las propiedades del estrato que no interesa.

El programa usa menos de 30 segundos para hallar el factor de seguridad de un círculo dado, de manera que en pocos minutos es factible investigar la estabilidad de un caso. En la pantalla del monitor se imprime el factor de seguridad, el radio y las coordenadas del centro del círculo. Con estos datos y considerando que todo círculo se descompone en 15 dovelas, es posible ampliar la investigación para casos más complicados que los resueltos por el programa, tales como la aparición de grietas en materiales con  $\phi = 0$ .

Antes de intentar el uso del programa se debe estar familiarizado con el problema, principalmente con su geometría; de manera que los círculos utilizados queden dentro de los límites laterales marcados por las abscisas de los vértices extremos del talud y que el límite inferior del último estrato considerado esté por debajo de tales círculos. En caso de no ser así el programa reportará un error y se detendrá.









## INSTRUCCIONES

El talud debe estar referido a los ejes cartesianos y deben conocerse las coordenadas de cada uno de sus vértices, pudiendo existir cualquier número de éstos y suponiéndose que están unidos entre sí por líneas rectas. El programa solicita las abscisas y ordenadas una por una, con la condición de que ningunas coordenadas describan al origen, pues el par 0,0 está reservado para indicar fin de datos geométricos. Conviene que el vértice del extremo más alejado del talud quede suficientemente lejos para que ninguno de los círculos investigados pase más allá de éste, pues es uno de los límites laterales del problema planteado. El otro extremo se halla en el pie de talud y puesto que todos los círculos pasarán por él, puede dejarse o no una porción horizontal entre el primer vértice y el inicio del talud.

Los estratos se consideran horizontales y una vez terminada la parte relativa a los datos geométricos el programa pregunta las propiedades de cada uno de los estratos en el siguiente orden: peso volumétrico,  $\phi$  c. y ordenada inferior del estrato. Para el estrato que ya no interese bastará responder con 0 al valor del peso volumétrico. Es mejor que la ordenada inferior del último estrato quede bien por debajo del pie del talud, para que ningún círculo lo corte; en cuyo caso se reportaría un error. A continuación aparecen en la pantalla las solicitudes para dar las coordenadas del centro del círculo que se desee investigar, y tras menos de 30 segundos, en que la pantalla queda en blanco, se imprime el factor de seguridad junto con la longitud del radio y las coordenadas del centro. Por facilidad de operación inmediatamente se solicitan las coordenadas del centro del nuevo círculo para un nuevo tanteo. Para pasar a otro problema se requiere ordenar STOP y después RUN.

## EJEMPLO

CALCULO DE ESTABILIDAD DE TALUDES POR PERCENTOS

PARA FINALIZAR LISTA DENSE CEROS

X1 = 5

X2 = 8

X3 = 10

Estals 8.

ANGULO DE FROCCION= 0 GRADOS

COHESION= 5 TON/ME

ORD. INFERIOR DEL ESTRATO= -2 M

ESTRATO 5

PESO VOLUMETRICO=

PARA LAS COORDENADAS DEL CENTRO

XC = 9.1

YC = 18.9

FAC. SEG = 1.89

RADIO = 14.492067

XC = 9.1

YC = 18.9

PARA LAS COORDENADAS DEL CENTRO

XC =

## 8.21 STABILIZATION BY ELECTROOSMOSIS

The method of stabilizing banks by the injection of materials into their voids, as has been noted, is suitable for granular soils of substantial permeability. A method of stabilizing soils of lower permeability, such as silts, was described in the discussion of sand drains (Sec. 7.32). A chance observation made by Leo Casagrande in connection with a laboratory test on clay has led to some stabilization of silts by the electroosmosis process. It would appear that this method might be limited to silts in a special category — silts containing a range of particles from clays to fine sands.

Clay particles are composed of thin atomic sheets of crystals. When dry, clay is electrically neutral. When immersed in water, clay particles develop a negative electrical charge. Water molecules have two poles, and the positive poles tend to adhere to the negatively charged clay particle, forming a layer of water molecules around it. Additional water molecules are held by the exposed negatively charged poles of the first layer of water. These forces gradually decrease with the distance from the clay particle until free water is reached. There is thus an immobilized layer of water surrounding each particle of clay, and the whole is in turn surrounded by free water.

Reference has previously been made to capillarity in fine-grained soils. Although capillarity is attributed to the surface tension of water, it is probable that it is aided, in some cases, by the electrolytic action just described. The amount of free water depends on the available spaces between particles. In pure clays, laid down and compressed, capillarity can be negligible. As particles of larger size or of different shape, as in silts, are introduced, larger voids are created.

If two electrodes, an anode and a cathode, are introduced into a saturated mixture of clay and silt and a direct current of electricity is caused to flow between them, the negative charge available at the cathode can

greatly exceed the combined negative charges of the intervening clay particles. The water molecules will then tend to adhere to the cathode. At the same time, the negative bond holding the water to the clay particle is neutralized, and more free water is developed. If there are sufficient voids to permit water to move toward the cathode, water will collect at that point. If the cathode is a sand-filtered wellpoint, water can be drawn off as it collects (a). This was termed the electroosmosis process of stabilization by Leo Casagrande in the *Journal of the Boston Society of Civil Engineers* in 1952.

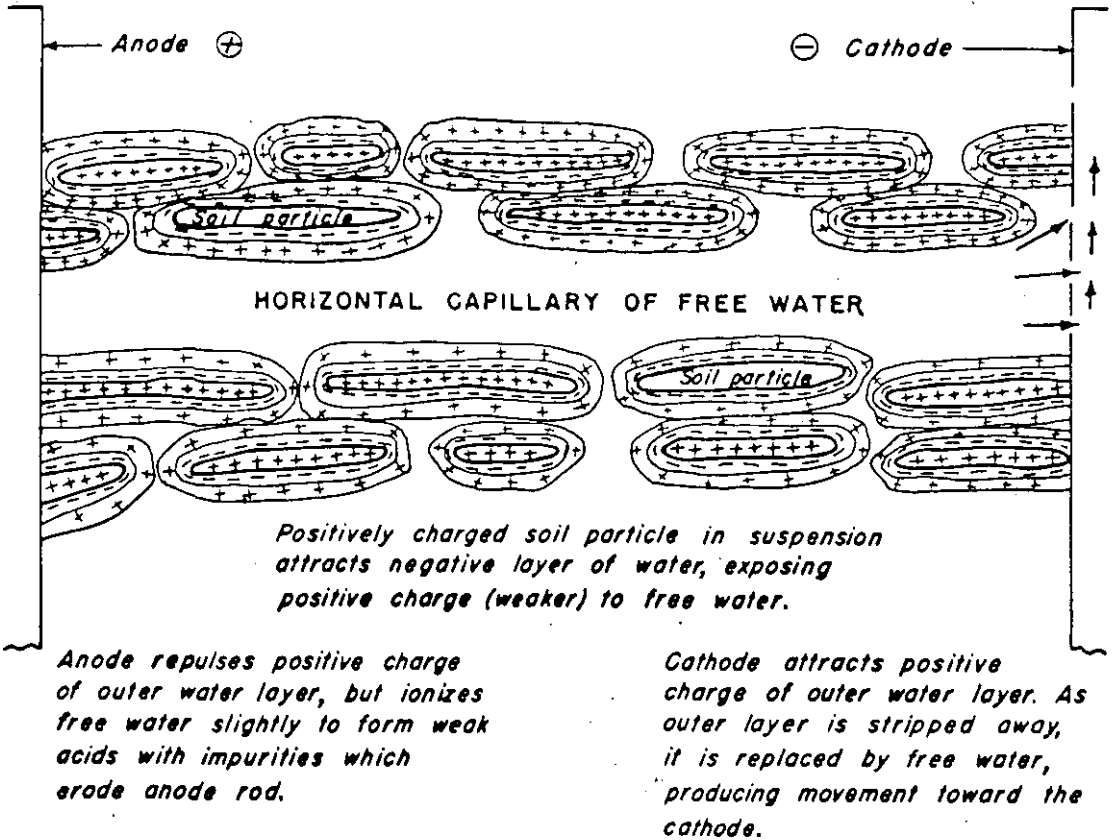
It is at once apparent that the *in situ* condition of the soils involved determines the effectiveness of this process. While laboratory examination of the soil may be useful, field experimentation must be resorted to for establishing spacing of electrodes, power requirements, and length of time required for stabilization.

In the few instances where this method has been employed, chiefly in Europe, the interval between anode and cathode was 30 ft, the electrical potential applied was 90 volts, and the energy consumed varied from 0.4 to 2 kilowatt hours per cubic yard of material to be stabilized. Closer spacing and lower potentials have been used.

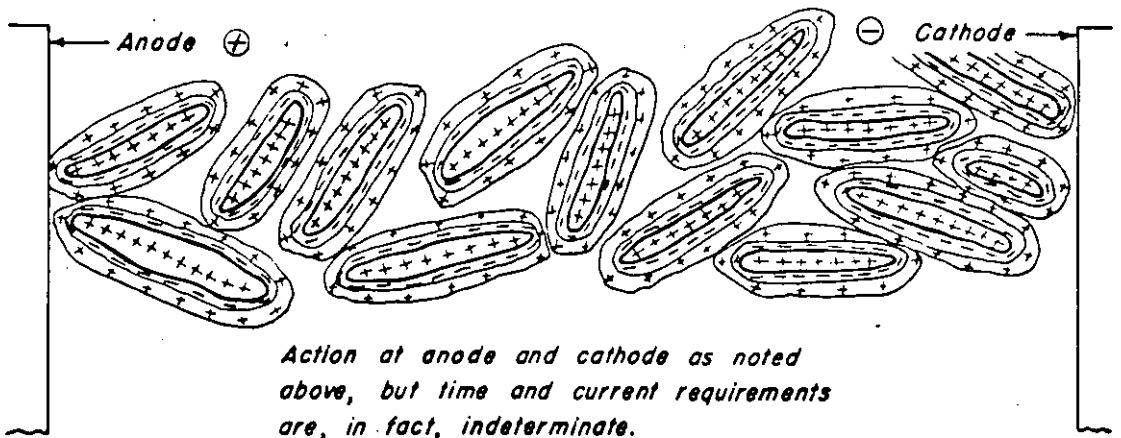
The time required to effect stabilization of clay-sand silts by the electroosmosis process may be several months, and it is one of the chief disadvantages to its use. The use of applied loads, as with sand drains, decreases the time requirements.

Its use has generally been limited to instances where steel-sheet piling has begun to move while excavation was in process, for example, the power plant in Bay City, Michigan. There the reduction by 2 or 3 per cent in water content of the silt increased its stability by as much as 300 per cent, permitting excavation to proceed without re-driving the sheathing.

## SOIL CAPILLARIES



(a) THEORETICAL ASSUMPTION OF OPEN CAPILLARY.



(b) ACTUAL PATH OF FREE WATER IS TORTUOUS

## ELECTROSMOSIS APLICADA A LA CONSTRUCCION

## RESUMEN

Los problemas de inestabilidad que presentan las excavaciones profundas que se realizan en suelos blandos

constituidos por limos o arcillas, bajo el nivel freático, son familiares para todo constructor que se ha visto en la necesidad de luchar contra esta clase de suelos. Las excavaciones en zanja presentan deslizamiento por el fondo, a pesar de que sus lados estén debidamente apuntalados, como ilustra el esquema 1a. En las excavaciones de gran anchura, con talud perimetral, se producen deslizamientos que afectan generalmente al talud y al fondo, esquema 1b. Es bien sabido que, por la baja permeabilidad hidráulica de estos suelos, el caudal de agua que fluye hacia el interior de la excavación es pequeño y se controla fácilmente. Sin em-

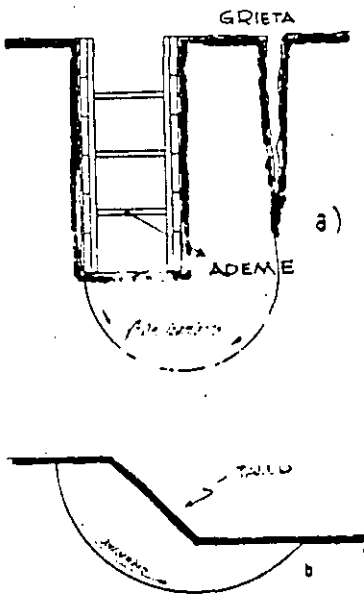


FIG. 1.- Fallas por deslizamiento.

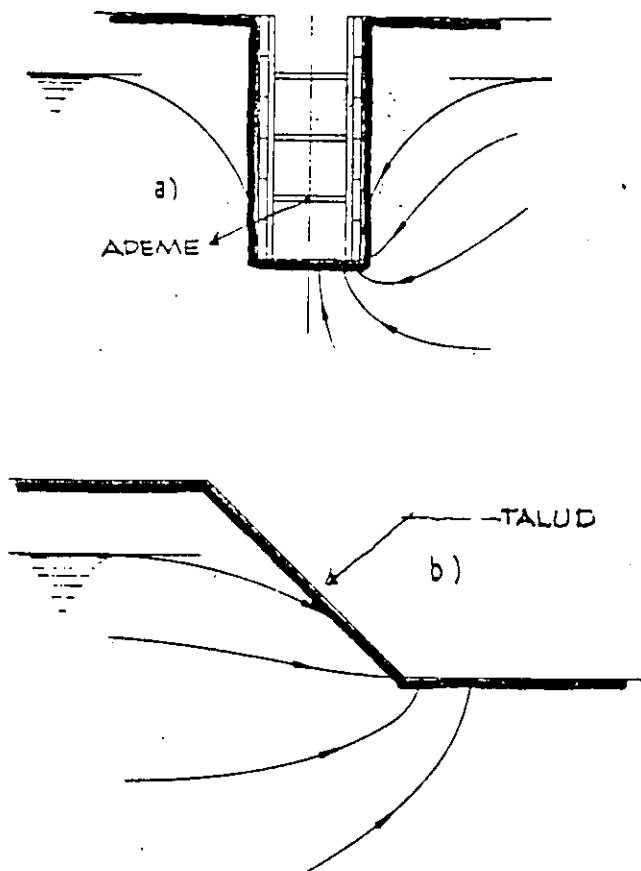


FIG. 2.- Dirección de las fuerzas de filtración.

bargo, las fuerzas de filtración que se desarrollan a consecuencia de este flujo constituyen el factor más importante de la inestabilidad. Figura 2a y 2b. Este fenómeno es bien conocido en la ejecución de excavaciones en arenas saturadas, en las cuales el control de dichas fuerzas de filtración mediante bombeo externo acarrea un notable incremento en la estabilidad de los taludes, además de permitir realizar los trabajos de construcción subsecuentes sin los problemas derivados de la presencia de agua en la excavación.

Pero el control de las filtraciones mediante el bombeo previo a las operaciones de excavación no solamente permite abatir el nivel freático en la zona por atacar, eliminando al mismo tiempo las fuerzas por filtración en los taludes y en el fondo, sino que, además favorece el desarrollo de fuerzas capilares en el agua que permanece adherida a las partículas de suelo que antes estaba 100% saturado; tales esfuerzos capilares se traducen en un incremento temporal de la resistencia al corte y, por consiguiente, la estabilidad de la excavación se ve doblemente favorecida por el abatimiento del nivel freático.

En forma semejante, se logra en la actualidad controlar las fuerzas de filtración e incrementar temporalmente la resistencia al corte de los limos y arcillas blandas saturadas, mediante la aplicación de una corriente eléctrica al suelo, combinada con la acción de dispositivos de bombeo. La presencia de la corriente eléctrica en el suelo origina una serie de fenómenos de naturaleza físico-química, cuya aplicación a la construcción resulta de gran interés cuando se trata con materiales de esta clase. Es el propósito del presente trabajo hacer una descripción general de algunos de estos fenómenos y sus consecuencias en la resolución de problemas constructivos.

#### FUNDAMENTOS (\*)

El dispositivo que ilustra la Figura 3 representa a un prisma de arcilla blanda colocado dentro de un tanque de material aislante de la electricidad y rodeado por agua; dentro del suelo se coloca una barra metálica A y un tubo metálico B con perforaciones en la pared. El nivel piezométrico dentro del prisma de suelo será, para estas condiciones, horizontal. Si los dos elementos metálicos, A y B, se conectan ahora a una fuente de corriente continua o directa, F, se inicia el desarrollo de varios fenómenos:

(\*) Para una discusión más detallada del fenómeno, véase: Leo Casagrande: *Electrosmotic Stabilization of Soils. Contributions to Soil Mechanics, 1941-1955. Boston Society of Civil Engineers.*



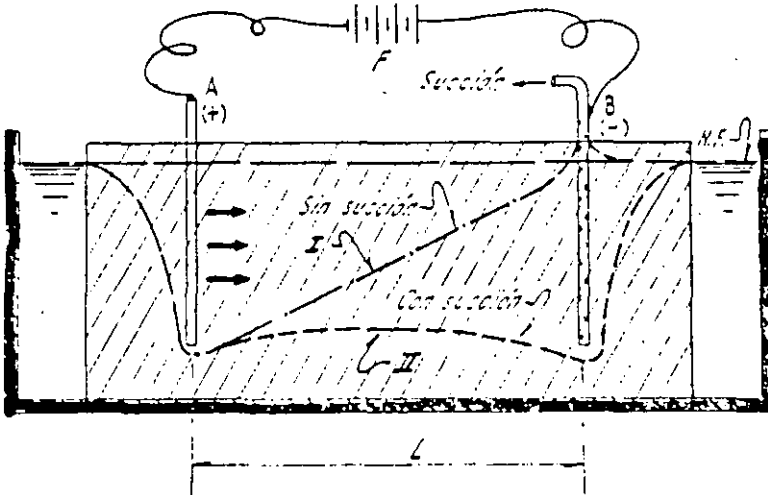


FIG. 3.

## A) ELECTROSMOSIS

El agua dentro del prisma de arcilla emigra del electrodo positivo, A, hacia el negativo, B, con una velocidad que, dependiendo del voltaje aplicado y la separación entre electrodos, puede ser del orden de 100 a 10,000 veces mayor que aquella con la que fluiría a través del mismo suelo bajo un gradiente hidráulico unitario. Este fenómeno del flujo del agua a través de los poros del suelo bajo la acción de un gradiente de potencial eléctrico se conoce con el nombre de "electrosmosis". Tras un lapso de algunos minutos de aplicado el potencial a los electrodos el agua se acumula y brota alrededor del negativo, y alrededor del positivo se observan pequeñas grietas en dirección radial, indicando con ello el desarrollo de un estado de tensiones en el agua del suelo vecino al electrodo, lo cual provoca contracción y agrietamiento. Es evidente que, en tales condiciones, la presión que existía en el agua de los poros del suelo antes de aplicar la corriente, no solamente

desaparece sino que adquiere un valor negativo; la correspondiente curva del nivel piezométrico afecta entonces una forma semejante a la que ilustra la curva I. Si, al mismo tiempo que se conecta la corriente eléctrica, se produce una succión en el tubo perforado del electrodo negativo, la superficie de abatimiento asume una forma semejante a la de la curva II. La rapidez con que se alcance el abatimiento y el desarrollo de tensiones en la masa de suelo afectada es una función del gradiente de potencial medio, - - - -  $i_e = V/L$ , expresado en volts por centímetro de separación entre electrodos; el consumo de energía necesaria para lograr estos efectos depende de dicho gradiente eléctrico, por una parte y, por otra, de la conductividad eléctrica del suelo, la cual está íntimamente ligada con la concentración y clase de iones que existen en el agua del suelo y los que están químicamente adheridos a las partículas coloidales, denominados bases intercambiables. Así, por ejemplo, la conductividad de un depósito de limo de origen fluvial es considerablemente menor que la de una arcilla marina. Es costumbre expresar la conductividad eléctrica de un suelo en miliamperes por centímetro cuadrado de sección transversal a la corriente, bajo un gradiente de potencial de un volt por centímetro. Tanto la rapidez con que se logra el abatimiento de la carga piezométrica como el desarrollo del estado de tensiones en el agua del suelo tienen gran importancia práctica en la estabilización de taludes y excavaciones en suelos finos, blandos y saturados.

En la Ciudad de México se ha empleado con éxito, en varios casos, el drenaje electrosmótico para controlar las expansiones que sufre el fondo de las excavaciones y para evitar la falla por deslizamiento de los taludes perimetrales. A continuación se describe uno de estos casos, con el fin de mostrar la forma de realizar las instalaciones, su funcionamiento y los resultados obtenidos.

En uno de los pasos a desnivel recientemente construido en la parte central de la Ciudad se hizo necesario llevar a cabo la excavación de un área con dimensiones

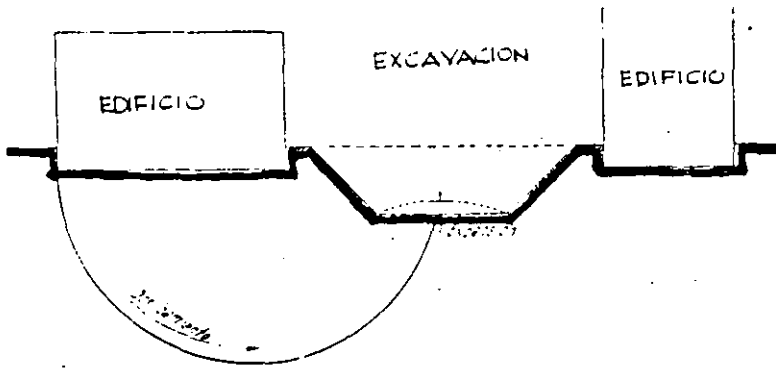


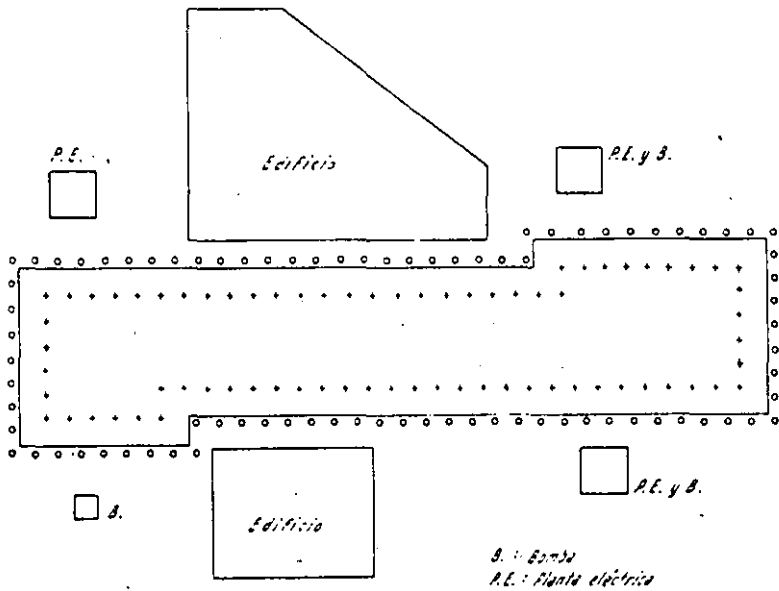
FIG. 4.

aproximadas de 30 m de anchura, 130 m de longitud, y profundidad variable de 6.5 a 8.0 m; en ambos lados de la excavación y a unos 6 m de distancia se encuentran edificios que transmiten al terreno una carga estimada en  $6 \text{ tons/m}^2$ , uno de los cuales había sufrido ya fuertes asentamientos diferenciales inducidos por su propio peso, Figura 4. El suelo de la zona está constituido por los depósitos de arcilla lacustre, de origen volcánico, que forman al subsuelo de la parte central de la Ciudad y de una gran extensión del Valle de México, alcanzando en este punto espesores de 45 m. Con excepción de un relleno superficial, artificial de 10 m de espesor medio, y de un estrato de materiales arena-limosos fuertemente consolidados, cuyo espesor medio es de 3 m y se encuentra a 36 m bajo la superficie, en el resto del perfil existen limos y arcillas blandas, expansivas, cuyo contenido natural de agua varía entre 200% y 400%. El nivel freático en esa zona se encuentra a 1.80 m de profundidad. La ejecución de tal excavación involucraba dos grandes riesgos: el primero, consistente en el desarrollo de importantes expansiones de los estratos localizados bajo el fondo de la excavación, a consecuencia de la eliminación de carga por la extracción del material excavado; se estimaba que dicha expansión alcanzaría una magni-

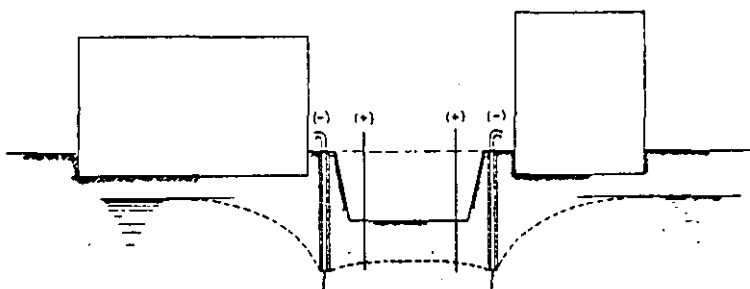
tud del orden de 80 cm, en un lapso de 4 meses, de la cual se recuperaría, aproximadamente, el 75% al cargar al suelo nuevamente con el peso de la estructura del puente. El segundo riesgo, pero no menos importante, era la amenaza de un deslizamiento del talud, que dañaría muy seriamente a los edificios cercanos; deslizamientos de este tipo están asociados a una disminución considerable de la resistencia al corte de las arcillas, por la absorción de agua que acompaña a la expansión.

El problema de la expansión por descarga de las arcillas se contrarrestó produciendo, en el área por excavar, una sobrecarga, previamente a las operaciones de extracción de la tierra. Tal sobrecarga se logró abatiendo el nivel freático hasta una profundidad de 7.5 m bajo el nivel que ocupaba originalmente, lo cual significaba una sobrecarga de 7.5 tons/m<sup>2</sup>, igual al peso de la estructura del puente por construir. La eliminación de la tierra al excavar relevaría una presión de 10.5 tons/m<sup>2</sup>; de tal manera que, siendo mayor esta última que el peso de la estructura, se tendrá una sobrecompensación de 3 tons/m<sup>2</sup>, con la cual deberá esperarse una expansión final del orden de 20 cm. En esas condiciones, se decidió permitir una expansión durante la construcción, que no excediera de esta cantidad, ya que, de no permitirse en esta etapa, se produciría de todas maneras después de terminada la obra; condición no deseable.

Las instalaciones necesarias para lograr el abatimiento en el tiempo y a la profundidad requeridos consistieron en una serie de 85 pozos de bombeo, perimetralmente distribuidos en el borde superior del futuro talud, Figura 5, con una separación de 4 m, diámetro de 20 cm y llevados hasta 14 m de profundidad. Dentro de cada uno de estos pozos se instaló un tubo de fierro, ranurado, de 4" de diámetro nominal, rellenando el espacio anular entre dicho tubo y la perforación con arena gruesa y grava fina de buena graduación, para formar un filtro. El extremo inferior del tubo está provisto de una barra de fierro con longitud de 2 m



P L A N T A



CORTE ESQUEMATICO

FIG. 5

y diámetro de 2.5 cm que penetra en el suelo, sirviendo así como electrodo negativo. Los electrodos positivos están formados por barras de 2.5 cm de diámetro y 12 de longitud, y se distribuyeron en dos hileras paralelas a los negativos, separadas 6 m de éstos hacia el interior del área. La extracción del agua de los pozos-cátodo se realizó por medio de pequeñas bombas de pozo profundo, del tipo inyector, instaladas dentro del tubo ranurado; el agua a presión para accionar a los inyectores se hacía llegar a éstos por tubería, desde una estación central de bombeo, tomada del tanque de recirculación a donde descargaba la tubería de retorno que conducía al agua extraída de los pozos más el gasto inyectado en las bombas; la diferencia entre éstos gastos salía por un vertedor en el tanque de recirculación, Figura 6.

Tres plantas generadoras convenientemente distribuidas alrededor del área se utilizaron para excitar los electrodos aplicando un potencial que se fué haciendo variar entre 60 y 120 volts, poniendo a funcionar simultáneamente el bombeo. Estaciones piezométricas instaladas dentro del área indicaron que el abatimiento deseado se había logrado 9 días después de iniciado el tratamiento, dando comienzo después de este lapso a las operaciones de extracción de la tierra, las cuales continuaron al máximo ritmo que permitía la capacidad del equipo de excavación y transporte. El drenaje electrosmótico se mantuvo funcionando hasta cuando se completó el colado de la bóveda del viaducto. La Figura 7 muestra un aspecto general de la obra, puede apreciarse aquí la limpieza con que pudo trabajarse atacando grandes áreas. La expansión máxima medida en bancos profundos fué de 23 cm, y los que se recuperaron 7 en el curso de la construcción. El asentamiento observado en el más pesado de los edificios vecinos fué de 4 cm, los cuales fueron sólo una insignificante adición a los ya existentes, de más de un metro, antes de la excavación.

En cuanto a las posibilidades de un deslizamiento

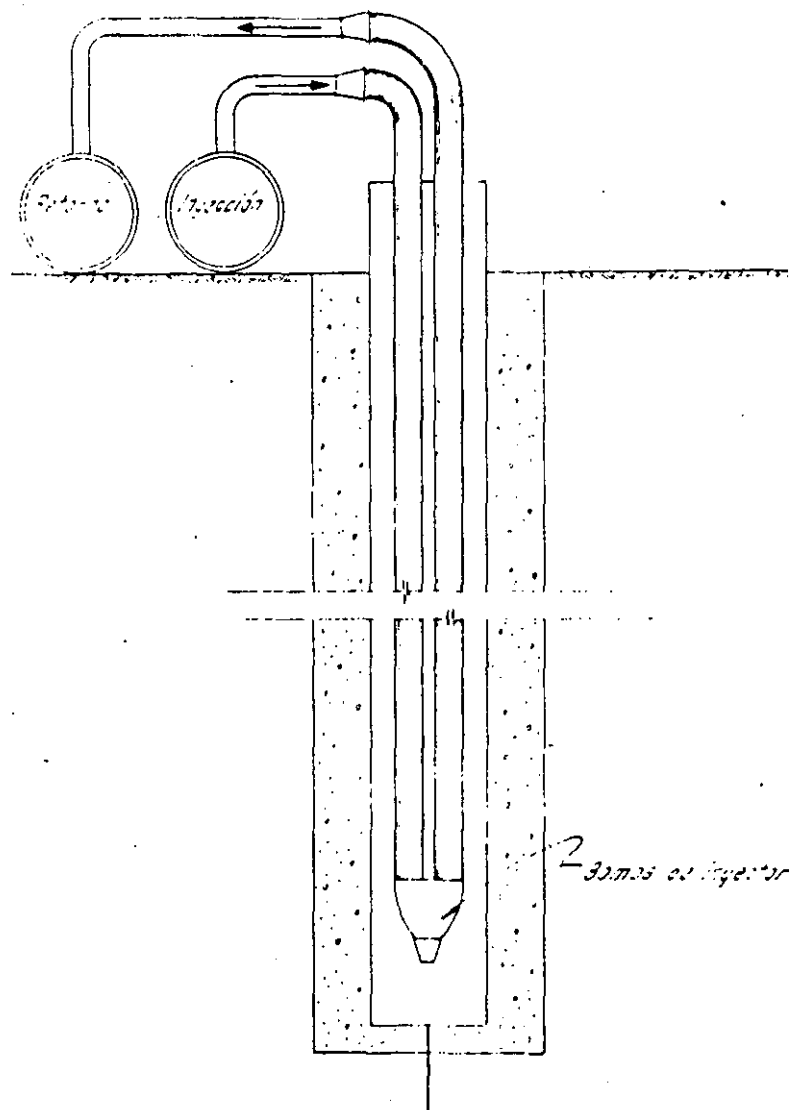


FIG. 6.- Esquema de la instalación de bombas de pozo profundo.



*FIG. 7. Tuberías y bombas, antes de la excavación.*



que arrastrara a las estructuras vecinas, ésta quedó eliminada evitando la presencia de fuerzas de filtración en el talud y el fondo, al mismo tiempo que se evitaba la pérdida de resistencia de las arcillas controlando su expansión. En la fotografía de la Figura 8 se aprecia la pendiente de los taludes, que fué de 0.5 horizontal por 1 vertical, alcanzando una altura máxima de 8 m; dimensiones, éstas, extraordinarias para todo constructor que ha tenido experiencia con los problemas de excavaciones profundas en los suelos del Valle de México.

#### BI FENOMENOS ELECTRO-QUIMICOS

Además del fenómeno electrosmótico en sí, la corriente eléctrica produce electrólisis, mediante la cual existe un intercambio iónico entre el ánodo y el cátodo a través del electrolito constituido por la solución salina en el agua del suelo. Es evidente que, el tipo de reacciones electroquímicas depende exclusivamente de la composición química del electrolito y del metal que constituye al ánodo, pero generalmente se observa un notable aumento de la alcalinidad del agua extraída en el cátodo y un incremento, también notable, de la acidez en la vecindad del ánodo, así como una fuerte corrosión de la barra metálica que forma a éste último. Pero ese constante ir y venir de iones en el agua del suelo trae como consecuencia importantes modificaciones en los iones adheridos a los coloides del suelo. Es un hecho experimental bien conocido que las propiedades mecánicas de una arcilla se modifican considerablemente cuando se substituyen sus bases intercambiables por otras químicamente diferentes.

Estos fenómenos tienen su aplicación en el endurecimiento electro-químico de las arcillas blandas y en el tratamiento de pilotes metálicos, para incrementar su adherencia con el suelo cuando trabajan a la fricción, con lo que se incrementa substancialmente su capacidad de carga. El



FIG. 8. • Excavación. Prof. 7.50m. Talud 0.5:1.

aluminio (\*) es hasta ahora el metal que más se ha usado en este tipo de reacciones, con excelentes resultados y se aplica introduciendo en el terreno barras que se hacen funcionar como ánodos, utilizando como cátodos barras o tubos de cualquier otro metal (hierro o cobre generalmente); los cátodos no sufren corrosión importante y son recuperables. En México se está estudiando en la actualidad los efectos del tratamiento eléctrico sobre pilotes de hierro tubular y estructural. Las observaciones realizadas hasta ahora en pruebas de extracción de electrodos positivos permiten asegurar importantes incrementos de la adherencia, tanto por el efecto de los iones de fierro sobre las propiedades de la arcilla, como por la desecación de ésta alrededor del pilote.

#### C) HINCADO DE CILINDROS DE PARED DELGADA

En un estudio realizado recientemente sobre los problemas a que dará lugar la construcción 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 nivel 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<sup>2</sup> de área perimetral del cilindro; esto implica que la pared del cilindro debería tener un espesor no menor de 1.25 m, si se descaba garantizar el peso suficiente para vencer la adherencia. Se pensó

---

(\*) *Leo Casagrande.- Electrosmotic Stabilization of Soils; citada en la página 4.*

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 a 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 el 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 tons/m<sup>2</sup>, sin tratamiento, a 0.1 ton/m<sup>2</sup>, 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, Núm. 14 ó 16, que 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 consecuencia 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.

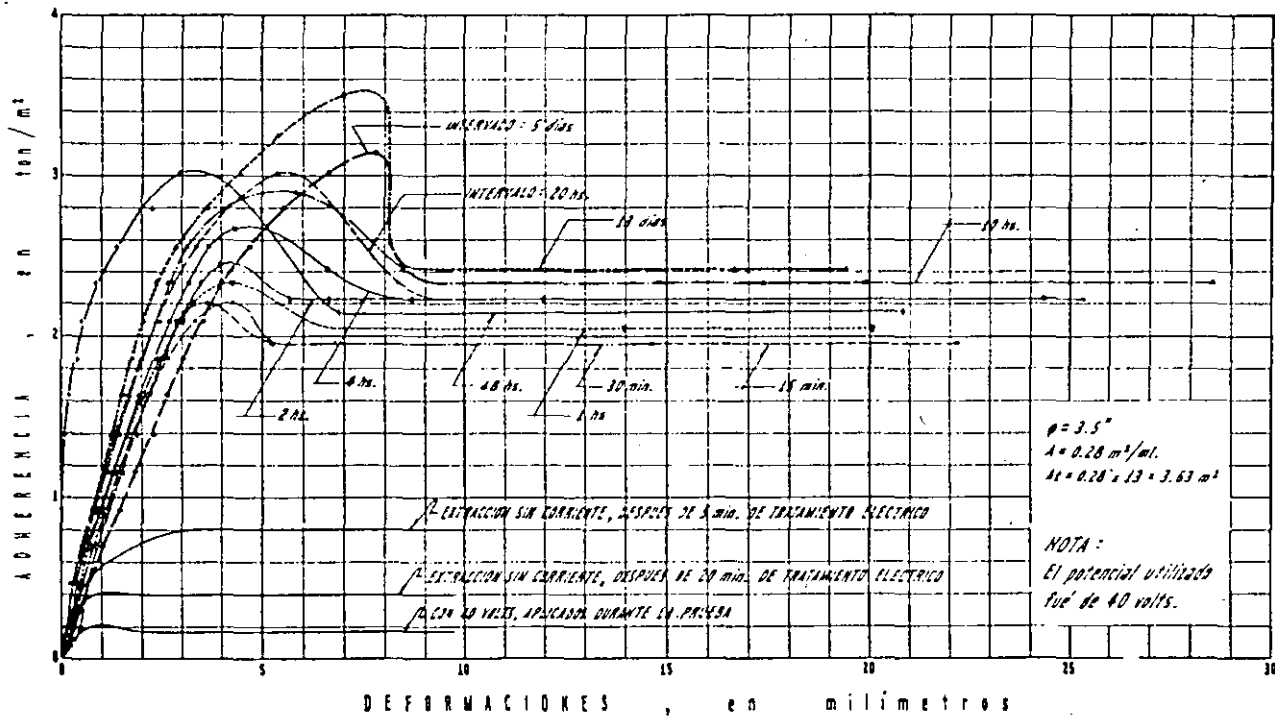


FIG. 9.- Prueba de extracción. Túneles La Raza.

Esta misma idea se podrá extender a la construcción de pilas de cimentación de gran diámetro, en las que el hincado, ya sea a presión o por su propio peso, dependiendo del diámetro, se facilite haciendo disminuir la adherencia con corriente eléctrica; invirtiendo la polaridad, después de instalada la pila, ocurre el fenómeno contrario.

## CONCLUSION

La energía eléctrica aplicada a los suelos finos, blandos y saturados facilita la ejecución de excavaciones profundas abatiendo con rapidez el nivel freático, eliminando las fuerzas de filtración que son desfavorables para la estabilidad y creando en la zona afectada por el fenómeno electrosmótico un estado de tensiones en el agua del suelo. Estos tres factores favorecen la estabilidad de los taludes de las excavaciones y permiten ejercer un control sobre la magnitud de las expansiones del fondo.

Los fenómenos electro-químicos y la desecación que ocurren alrededor de los ánodos tienen aplicación en el endurecimiento químico de los suelos blandos y en el mejoramiento de la capacidad de carga de pilotes de fricción.

La acumulación de agua que resulta alrededor del cátodo produce una considerable disminución de la adherencia, lo cual facilita el hincado de cilindros o pilas bajo su propio peso y permite emplear espesotes de la pared del cilindro relativamente delgados.

*Fin de:*

*"Electrósmosts aplicada a la Construcción".*

## 8.22 STABILIZATION BY FREEZING

Where soils are reasonably homogeneous aggregations of sands, of silts, or even of clays, methods suitable to their particular characteristics can be employed for stabilizing. It is often necessary to push excavation down through alternating layers of soils, where no such homogeneity exists. Frequently the only quality possessed in common by these layers is that they are thoroughly saturated with water. In these cases the water, being the common denominator, can often be used for stabilization by freezing.

Freezing has been used to stabilize areas of considerable extent, but its most frequent application has been in the sinking of shafts of limited diameter to depths of several hundred feet. In addition to its use in mixed soils, it has been used where dewatering methods might produce a general subsidence of the area and endanger older structures with limited foundations, or where working space is limited.

In the typical case of a deep shaft, a row of holes is drilled around the periphery. The diameter of this row in relation to the diameter of the shaft depends on the estimated strength of the required wall of ice. The compressive strength of frozen soils varies from 300 psi for pure ice to 1,700 psi for frozen sands. Either the lower figure must be used or tests must be run to determine the actual frozen strength of the soil.

Walls of ice 15 ft thick have been used to depths of 300 ft. In this case, drill holes were located on a circle whose diameter was 15 ft greater than that of the shaft to be excavated. Spacing between holes on the drilling circle will be 4–5 ft. Spacing of holes also depends on time — some saturated soils freeze faster than others.

The holes have a diameter of 8 in. or more and are carried to a rock surface, or to a depth below that of shaft excavation — by methods described in Chap. 1.

A 6-in. steel pipe with its bottom end sealed by a steel plug is lowered into the

drilled hole. Additional sections of pipe are welded to the initial section, as required, until the final section projects several feet above ground surface. A 2-in. steel pipe is then lowered into the 6-in. pipe. The 2-in. pipe is placed off-center within the 6-in. pipe and held in place by a steel plate, which is welded around it and over the top of the 6-in. pipe. A 2-in. outlet is provided in this plate for the removal of the refrigerant.

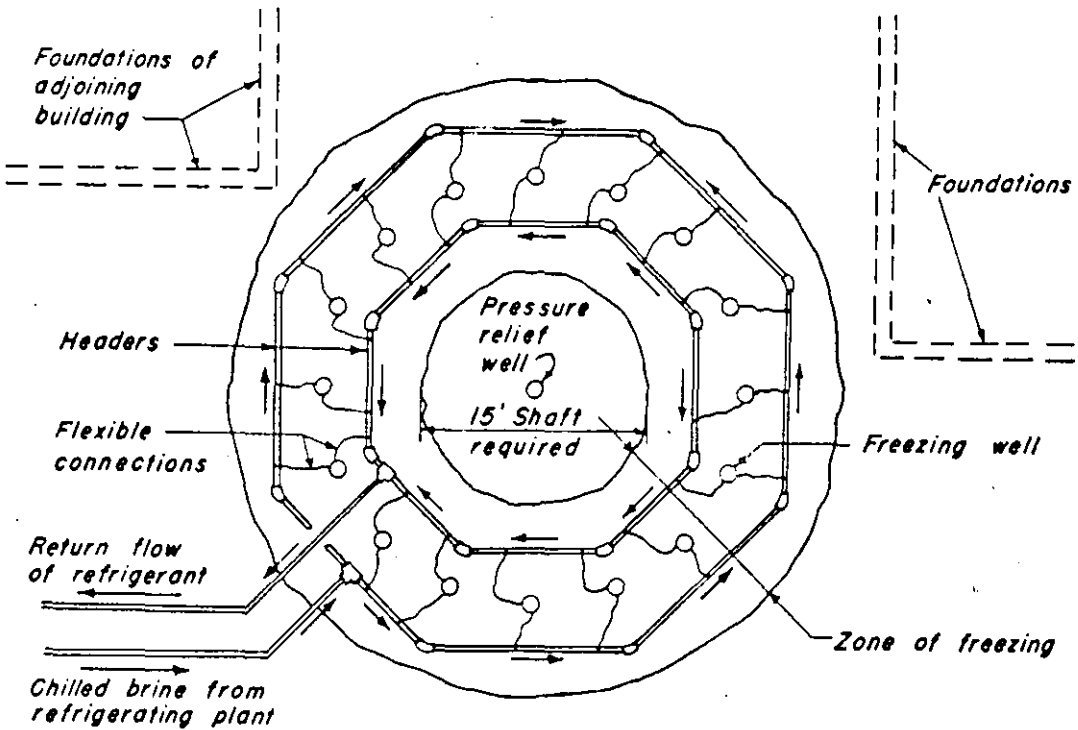
Refrigerating equipment is then set up at a convenient location outside the shaft area. The tops of the 2-in. pipes are connected flexibly to an 8-in. supply header. The 2-in. outlet of the 6-in. pipe connects to an 8-in. return header. Refrigerant, usually brine, is forced through the supply header, down through the 2-in. pipe, up the 6-in. pipe, and then into the return header.

At the center of the shaft area an additional pipe is drilled in. It is usually 12 in. in diameter and has a perforated wall. The freezing process involves considerable expansion, which is relieved by the center well. The center well is also needed for observation of the freezing progress. At the start, this center well will normally be full of water. As freezing progresses, the amount of water able to reach it will decrease. A submersible pump, pumping intermittently, (to avoid dewatering the area) will indicate the extent to which freezing is effective in sealing off the flow.

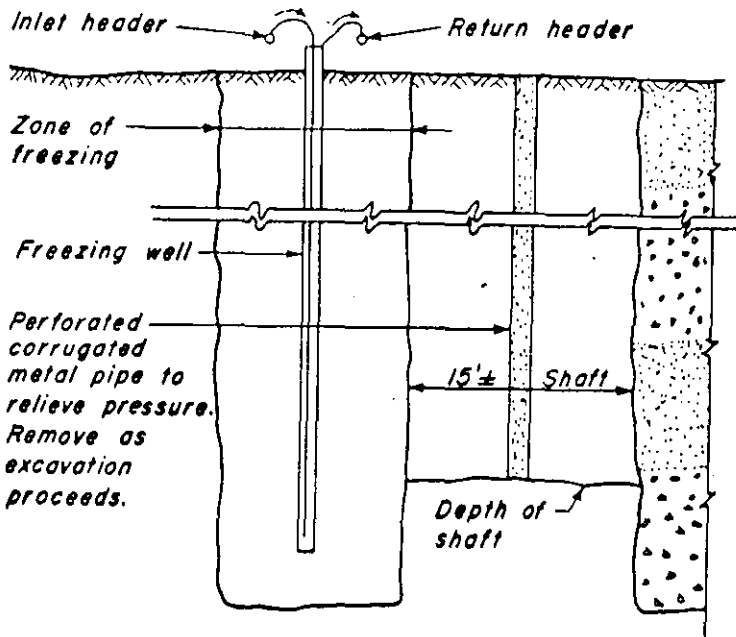
Refrigeration equipment, like pumping equipment, should be provided in duplicate so that the freezing process is continuous even if there is mechanical failure. The equipment must have a capacity sufficient to supply the volume of coolant required in the piping installation.

The freezing process is not a cheap method of stabilization and requires considerable time. A shaft with an 8-ft diameter may require a month and a half to freeze solid; a 15-ft shaft may require more than two months.

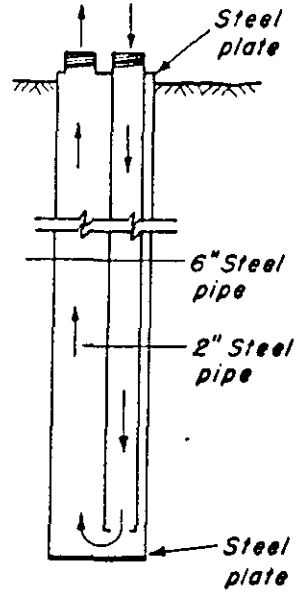
LAYOUT FOR SOIL FREEZING



PLAN



PART SECTION AT CENTER



WELL PIPE DETAIL



## 8.20 SOIL STABILIZATION BY INJECTION

Attention has been called to the fact that methods of excavation stabilization may frequently have the dual purpose of supporting the banks left by excavation as well as preventing the passage of water. There have been references to angles of repose and of internal friction as well as to compacted soils standing vertically, without sloughing, for substantial periods of time. One is led to ask, why not change the nature of the soil to improve the angle of repose, to increase the internal friction, or to increase its density by precompacting it. This expedient would not merely tend to stabilize the soil but could also prevent the passage of water.

Efforts have been made, some successful, to seal the voids in permeable soils by injecting fines under pressure. Three classes of materials have been used: (1) cement grout, (2) clay slurries, and (3) waterborne solutions of chemicals. All three classes of fillers are handled in the same way, and the method is expensive. Moreover, the results can be very uncertain.

Cement grouting is the method that has met with the most success in use. For cement grouting to be effective, the grain size of the soil into which it is injected must not be too small, and the soil must be reasonably homogeneous and unstratified. The effective size of the soil should not be less than 1 mm. The cement grout is composed of one part of cement to five or six parts of sand. The sand must be carefully graded to provide a maximum size considerably less than the effective size of the native soil.

The grout is placed by pumping it through header lines to grout pipes drilled into the stratum on approximately 10-ft centers (staggered). Pumps used are similar to those used for pumping concrete and are lined with special abrasion-resisting alloys. Vertical grout pipe should be attached to header lines with flexible connections so that the pipe can be raised as grouting progresses. The placing of grout in any given operation must be continuous.

The most successful use of cement grouting has been in sealing the bottom of a continuous line of steel-sheet piling that pulled-up on a rough surfaced rock formation overlain with glacial boulders and coarse gravel.

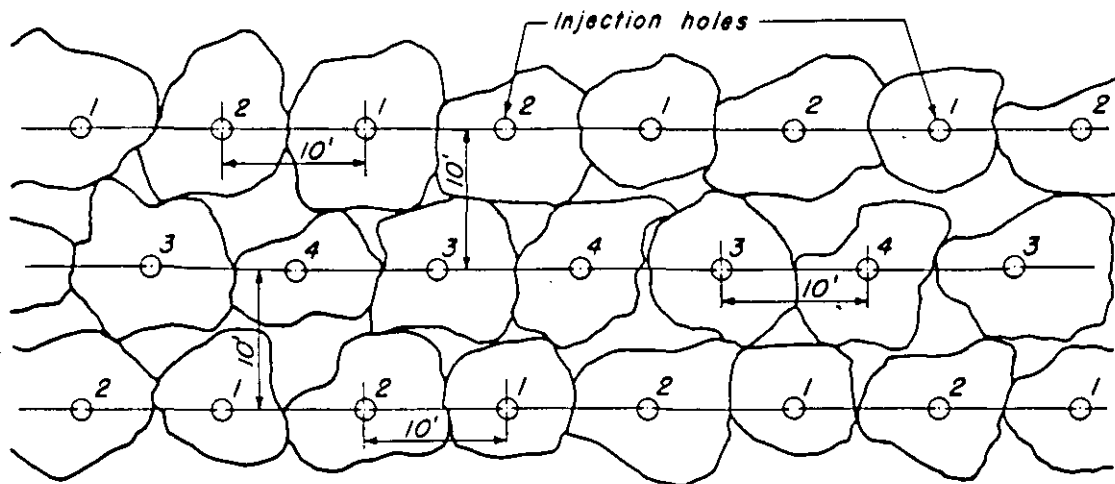
It would seem that fine natural soils could be sealed with clay slurries, since any degree of fineness can be obtained by removing the coarser fractions from natural clays. It appears, however, that there is a tendency with fine clays to form a film around voids and seal them off, which consequently prevents a sufficient mass of clay from being injected. This sealing effect is occasionally accelerated by electrolytic elements in the ground water. As a result, the effective size for clay slurries is not much different than that suitable for cement grouting — 1 mm. Moreover, although clay slurries tend to reduce the permeability of a soil, they seldom add anything to its strength or stability. Clay will remain in a plastic state indefinitely, whereas cements will ultimately set, even under water.

Chemical injections can be used in soils with an effective size down to about 0.1 mm. They too are expensive, particularly where the soils penetrated are not uniform and have strata of high permeability that must be similarly filled.

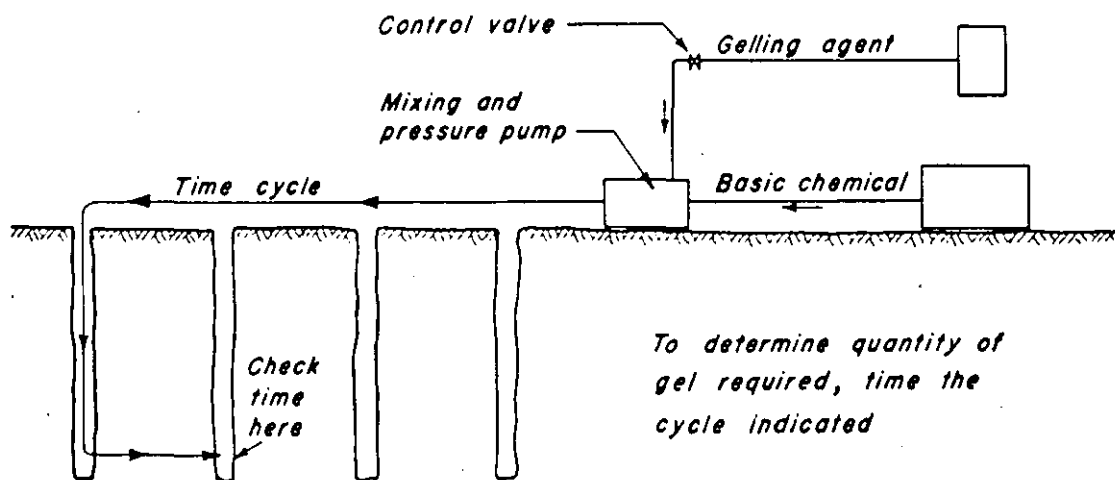
Solutions of sodium silicate (water glass) and calcium chloride react to form a cohesive binder and have frequently been used. Most chemical solutions injected must contain a buffer to delay and control the time of setting. All of these injection methods presuppose that the soil being stabilized is in a sufficiently wide bank. Materials, particularly chemicals, that set quickly can limit this band width. The chemical composition of the ground water may influence setting time and should be analyzed before a process is decided upon.

Experiments are currently being conducted with other materials such as synthetic resins, which, suitably mixed and injected, develop a soil mass of high strength.

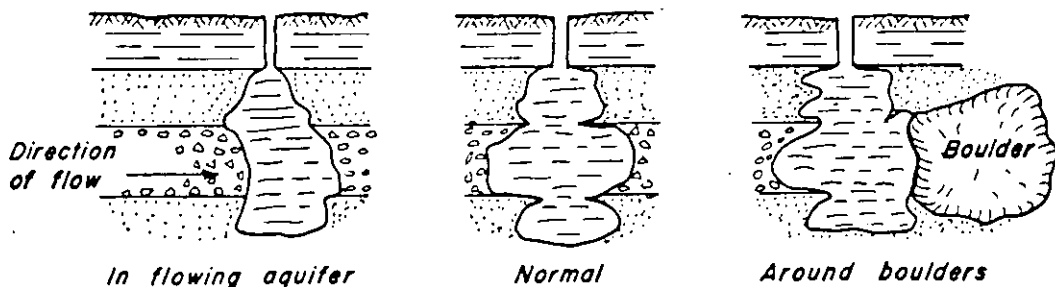
## INJECTION PATTERNS



(a) AN INJECTION PATTERN FOR SOIL STABILIZATION

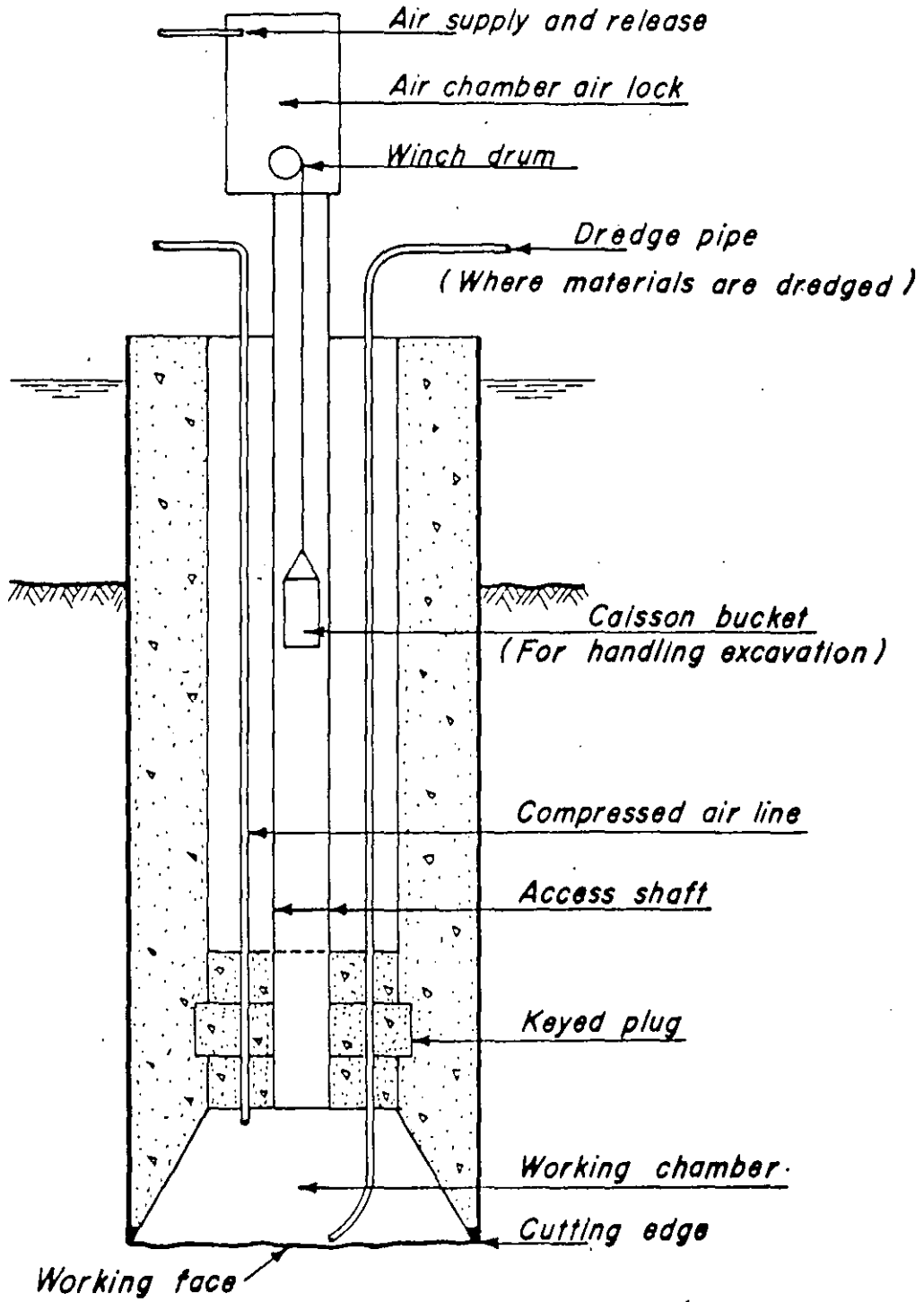


(b) SETUP FOR STABILIZATION WITH CHEMICALS

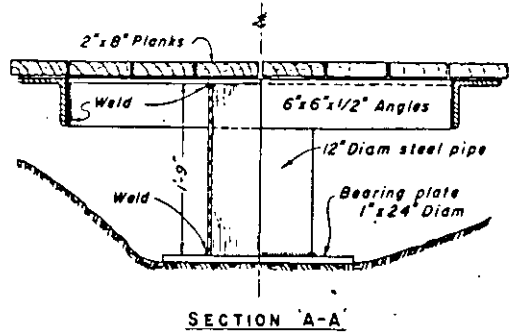
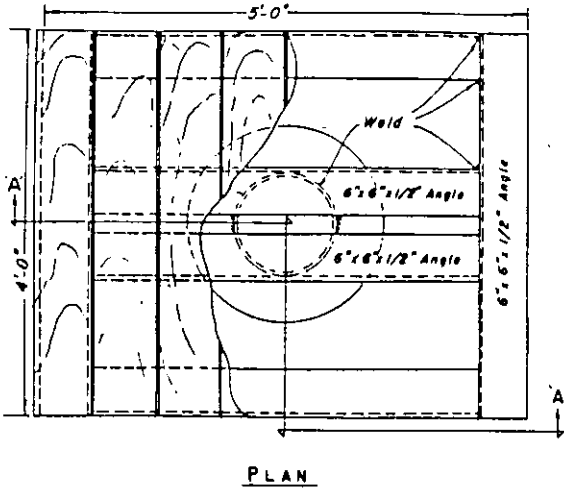


(c) EFFECT OF UNDERGROUND CONDITIONS ON GROUT

**SCHEMATIC OF COMPRESSED-AIR CAISSON**



## LOAD TEST METHODS



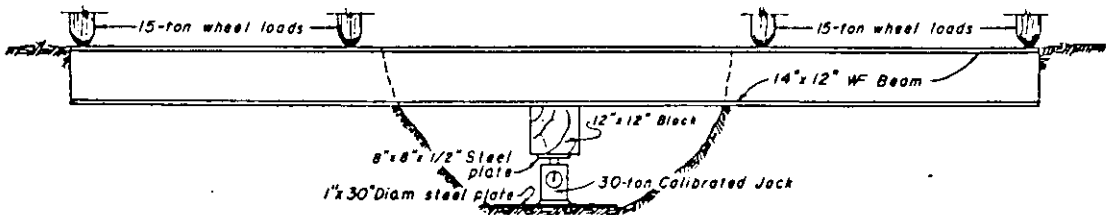
**NOTE:** Weight of platform =  $1000 \frac{\text{lb}}{\text{Sq Ft}}$   
 10-ton platform load =  $6380 \frac{\text{lb}}{\text{Sq Ft}}$  Soil Load

### Comparison of loading materials

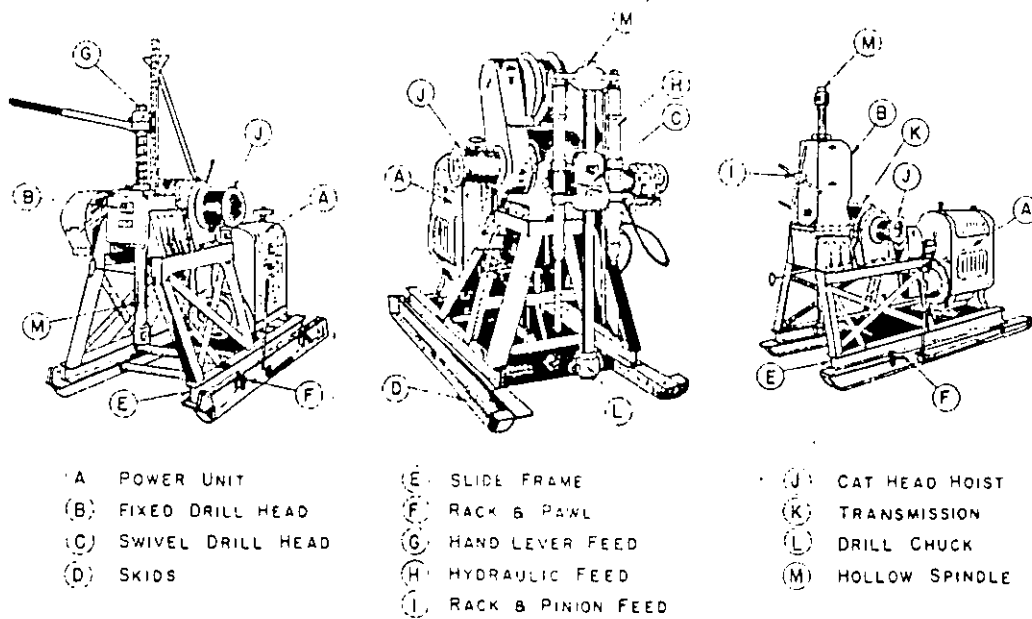
Unit	Material	Pounds per cu ft	Requirements for 10-ton load					Cost of material, in dollars
			Cubic feet	Allowance for voids, in cu ft	Platform space, in cu ft	Height on 4 X 5-ft platform	Price per cu ft, in dollars	
Pigs	Lead	710	28.2	5.8	34	1.7	110.00	3,100.00
Pigs	Iron	490	40.8	9.2	50	2.5	10.00	408.00
Blocks	Concrete	150	134	26	160	8.0	1.50	205.00
Tank	Water	62.5*	320		320	16.0	0.10	31.00

\* Weight of water tank is ignored.

### (a) FIXED LOAD METHOD



## TYPICAL POWER DRILLS FOR CORING

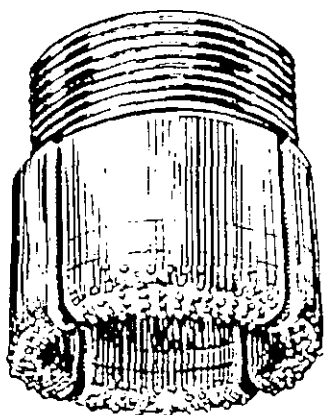


## TYPICAL UNITS

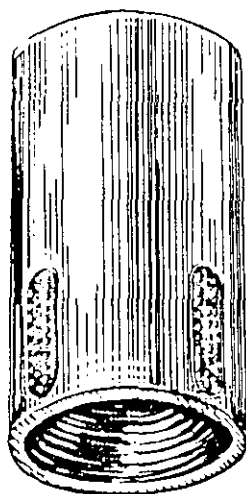
## Typical equipment characteristics

Size of core, in inches	Size of drill, in inches	Maximum depth of hole for drill size	Power, in horse-power	Type of engine	Weight on skids, in pounds	Price range with accessories, in dollars	Drill head	Type of feed	Spindle travel, in inches	Speeds, in rpm	Particularly designed for
3/8	1 1/4	50	5.5	Gasoline	32	800-1,000	Fixed	Body	None	0-3,600	Portability
1 1/8	1 3/4	150	7.5	Gasoline	1,700	1,500-1,800	Fixed	Hand lever	24	200	Diamond cores
		250	11	Gasoline	2,400-2,900	450					
		350	15	Diesel	3,100-3,600	900					
1 3/8	2 3/8	400	18	Gasoline	1,800	3,700-4,400	Swivel	Hydraulic	24-48	200	Diamond cores
		700	25	Diesel	5,200-6,000	450					
		700	30	Gasoline	2,000	4,100-4,600				900	
1 3/4	2 1/2	650	18	Gasoline	2,200	3,800-4,300	Fixed	Rack and pinion	24	100	Shot cores
		750	25	Diesel	5,200-5,600	200					
		750	30	Gasoline	2,400	4,100-4,500				400	

## DIAMOND BITS AND CORE BARRELS



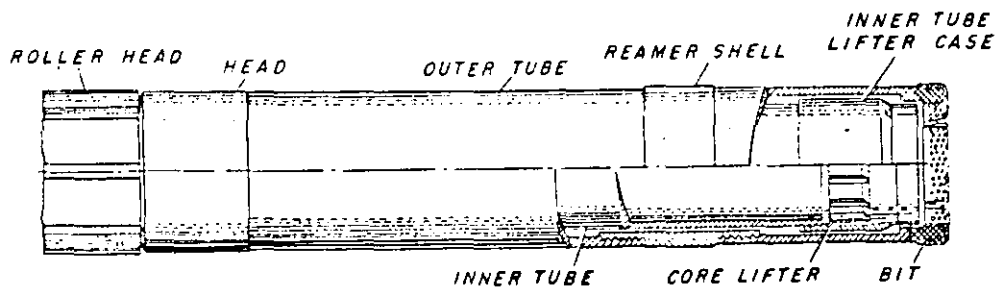
(a) DIAMOND CORE BIT



(b) REAMING SHELL

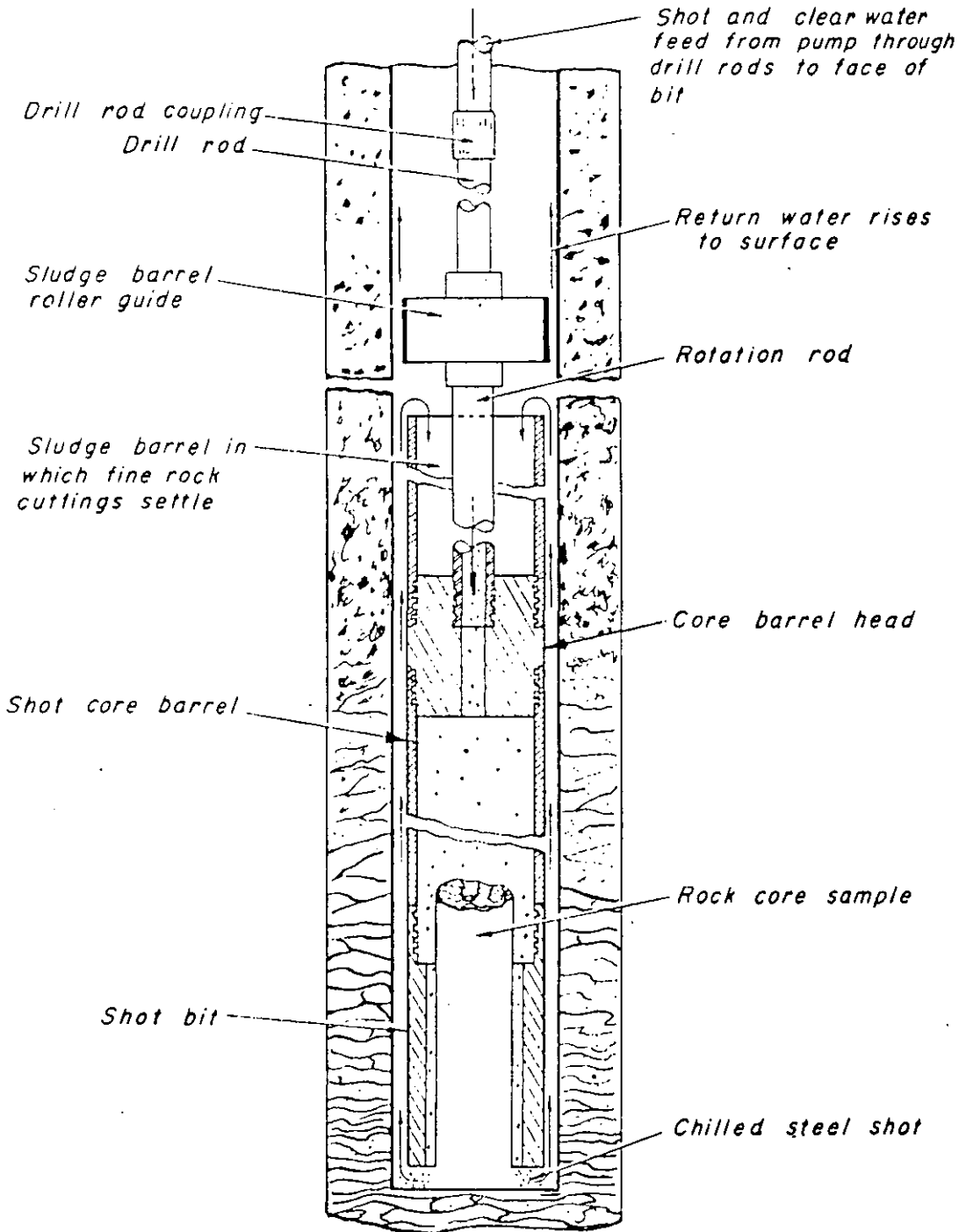


(c) SINGLE - TUBE CORE BARREL

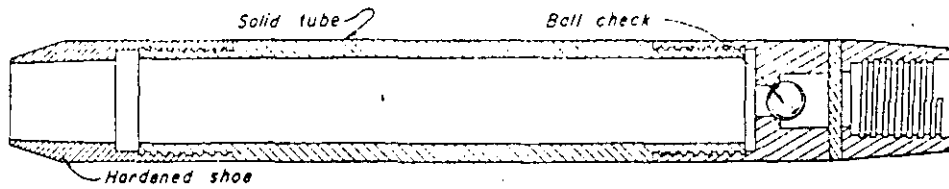


(d) DOUBLE - TUBE CORE BARREL

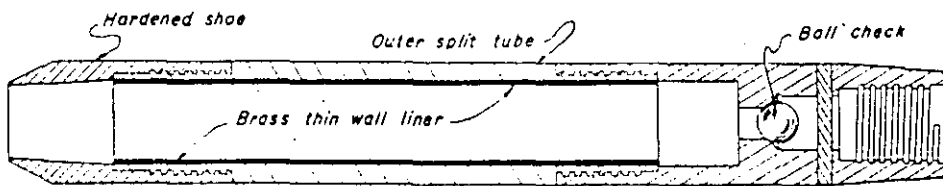
## TAKING CORES BY SHOT DRILLING



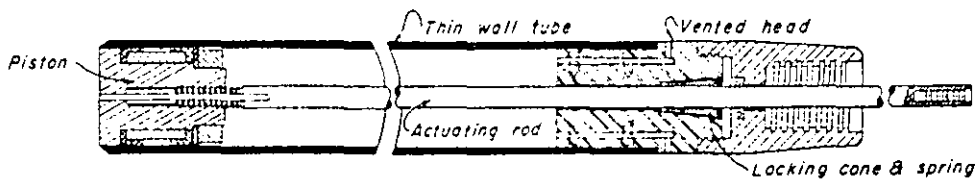
TYPICAL SOIL SAMPLERS



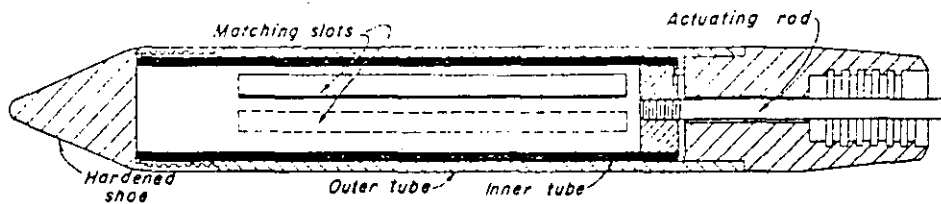
(a) SOLID - TUBE SAMPLER



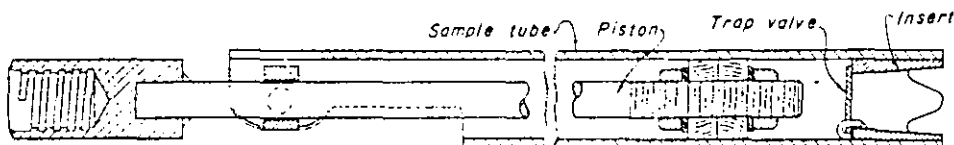
(b) SPLIT-TUBE SAMPLER WITH LINER



(c) STATIONARY PISTON SAMPLER



(d) GRAIN SAMPLER



(e) SAND - PUMP SAMPLER



RESUMEN DESDE 1979 ACERCA DEL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION QUE HEMOS LLAMADO NIVELES GEMELOS, APLICABLE A OBRAS EN EXCAVACIONES PROFUNDAS, EN CUALQUIER TIPO DE SUELO.

A).- ANTECEDENTES.

B).- ENCUADRE DEL PROCEDIMIENTO EN EL MEDIO ACTUAL DE LA CONSTRUCCION EN MEXICO.

C).- SINTESIS.

D).- APORTACIONES. 1.- En el área técnica.

2.- En el área financiera.

3.- En el área social.

E).- RECORDS ESTABLECIDOS CON MOTIVO DEL HOTEL MEXICO PLAZA HOLIDAY INN.

F).- DIFUSION.

G).- PANORAMA AL FUTURO.

A).- ANTECEDENTES.- El procedimiento nació en 1978 por una doble necesidad generada por una contratación de las acostumbradas en el pasado a precio alzado y tiempo determinado, con cláusula penal, celebrada para una obra con 3 sótanos de estacionamiento de vehículos y una celda de cimentación que sería usada como cisterna de agua potable; la excavación llegaría a 12.50 m. respecto del nivel de la banqueta y se ubica en la zona de lago, en las cercanías de la de transición. El edificio ocuparía en planta, aproximadamente 30 x 30 m. en su cuerpo principal y 20 x 10 m. en un cuerpo secundario.

La doble necesidad era:

- 1.- Por una parte suprimir la obra de sostenimiento del suelo, debido a que ella consumiría el 50% del contrato total.
- 2.- Reducir el tiempo que se necesitaba por métodos tradicionales en la excavación y consiguiente construcción de abajo hacia arriba, para hacer nacer cuanto antes la primera losa completa de la superestructura y poder iniciar en el mínimo tiempo posible la construcción -- hacia arriba del nivel de banqueta, lo que permitiría a la constructora, recuperar parcialmente lo que se sabía que se iba a perder en la subestructura por haberla contratado con un importe total, menor al presupuestado y sin cláusula escalatoria.

La obra se llevó a cabo con éxito en lo referente a la subestructura, no así en la superestructura pues el proyecto se suspendió por falta de crédito para la terminación del edificio.

La experiencia fué que se pudo proscibir la falla de fondo con el seccionamiento que se hizo en la excavación y también se proscibió la falla en taludes porque el muro estructural de contención se construía anticipadamente a la excavación, pero debido a la falta de ataguia, se registraron deformaciones en el suelo que aunque

moderadas porque su resistencia era aceptable, dejaron ver su efecto en las pequeñas - edificaciones adyacentes sin llegar a dañarlas de manera importante. El apoyo del edificio en este caso se hizo con una sustitución parcial y pilotes de punta localizados ex céntricamente respecto de las columnas y contratrabes para dotarlos con dispositivo de control. Un segundo proyecto fué realizado en Altavista 19 donde no fué necesario ningún tipo de cimientos profundos; el éxito en este caso fué total.

B).- **ENCUADRE.**- Este procedimiento nació y se ha mejorado desde 1979 gracias a la ayuda de expertos en finanzas, propietarios de edificios, e ingenieros mexicanos y hoy en día se encuentra en un momento tal en que varios factores se suman a favor de la construcción de muchos pisos hacia abajo, aún cuando este tipo de construcción ha representado - históricamente diversos problemas técnicos, los que todavía influyen en el ánimo de los proyectistas haciéndolos dar "media vuelta" ante estos problemas y motivándolos a construir los pisos de estacionamiento, hacia arriba del nivel de banqueta, mostrando una fuerte resistencia al cambio, a pesar de haberse demostrado con todo éxito su aplicación en uno de los edificios más importantes de México, como es el Edificio de Oficinas Ejecutivas de BANAMEX en el Paseo de la Reforma y Eje 1 Poniente.

C).- **SINTESIS.**- El procedimiento tiene por objeto **evitar** que la superestructura y -- junto con ella las instalaciones y los acabados, **dependan** del largo tiempo que toma la excavación y consiguiente construcción de abajo hacia arriba cuando se siguen procedimientos tradicionales en obras desplantadas a mucha profundidad. Para lograr este objetivo lo que se hace es proveer el apoyo de la losa de P.B. o de 1er. piso según proyecto, sin necesidad de contar con toda la subestructura completa.

D).- **APORTACIONES.**-

1.- En el área técnica permite enfrentarse a excavaciones muy profundas con toda seguridad evitando los peligros que han hecho a los proyectistas soslayar la conveniencia de construir los niveles de estacionamiento de vehículos hacia abajo del nivel de calle. Estos peligros en la zona de Lago han sido la **falla** de fondo, la falla de ataguías, la **falle** de taludes y las deformaciones excesivas en la masa de suelo circundante con el consiguiente daño a edificaciones adyacentes e instalaciones públicas ocultas bajo las calles y banquetas. En suelos secos no - existen estos peligros y en consecuencia cualquier procedimiento, inclusive este, se ve favorecido.

En el caso de edificios altos permite la **iniciación** de la superestructura en corto tiempo en condiciones de seguridad para efectos de solicitaciones horizontales, pues la **robustes** de las columnas desde un principio es la definitiva para - las condiciones finales del edificio, y lo de abajo se termina mucho antes de tener arriba esas condiciones finales, amén de que es fácil instalar diagonales si fuera necesario, durante la construcción inicial.

Cabe mencionar que lo de abajo no tendrá demora por interperie ya que siempre va a cubierto, lo único que se necesita de los proyectistas y calculistas --

para reducir sus resistencia al cambio, es su buena disposición para aceptar - que no solamente se puede construir de abajo hacia arriba sino también de - arriba hacia abajo. Otras ventajas ofrece este procedimiento como es por ejemplo no requerir pies derechos en la cimbra de las losas de sótano, ya su colado se hace directamente sobre el suelo, usado como cimbra de contacto.

- 2.- En el área financiera.- Es aquí donde éste procedimiento ofrece grandes ventajas para edificios altos y profundos porque ahorra mucho tiempo respecto de los procedimientos tradicionales y si se medita un poco sobre lo que significa ahorrar mucho tiempo en obras cuya inversión es de cientos o miles de millones podrá tenerse idea inmediata de los beneficios que acarrea. Para ésta meditación habría que considerar el impacto de la inflación en obras que duran mucho tiempo porque gran parte del programa general de obra lo toma salir - de la excavación y construcción de abajo hacia arriba hasta tener completa la primera losa de superestructura; también debe tenerse en cuenta como ventaja primordial, la reducción del tiempo para la terminación del edificio, lo que genera anticipadamente la rentabilidad de la inversión y consecuente amortización de capital e intereses, protegiendo al propietario contra el alto costo del dinero. Con el procedimiento NIVELES GEMELOS, estos dos factores aminoran su efecto ya que para reducir el impacto del primero se proporciona en un tiempo corto, la primera losa completa de superestructura, dando la posibilidad de iniciar acabados e instalaciones anticipadamente y **terminar** el edificio con -- igual anticipación. Para ayudar en el segundo cabe decir que produce una rentabilidad **anticipada** lo que es lo mismo que decir que el capital y los intereses se empiezan a pagar anticipadamente.

Adicionalmente si la resistencia y demás características del suelo lo permiten, puede **ahorrar** de entrada, el gasto total ó parcial en obras de aseguramiento - del suelo que suelen ser cuantiosas; en caso de que el suelo no lo permita, estos trabajos siempre serán necesarios.

Cabe mencionar que este procedimiento conduce a un sobre costo en la excavación, pero la suma de la rentabilidad anticipada más los ahorros en conceptos indirectos y directos de obra como son por ejemplo la simplificación de troqueles, eliminación de pies derechos y en su caso en las ataguñas, resulta mucho mayor que el sobre costo.

En el aspecto social coadyuvará a no construir losas de estacionamiento arriba del nivel de la banqueta subyaciendo a pisos de oficinas o de vivienda, pues -- esta solución que se ha ido poniendo de moda, repercutirá en la vida humana, cuando menos en lo siguiente:

- 1.- Retardar la salida de personas hacia la calle, en casos de sinietro.
- 2.- Ceder el espacio vertical a los automoviles que ya tienen actualmente gran parte del espacio horizontal.
- 3.- Modificar el paisaje urbano con fachadas que enmascaran el aspecto impersonal de un estacionamiento de autos, fachadas que si se ponen suelen ser costosas para pisos de renta barata como la de estacionamiento, si se le compara con la renta cara de -- oficinas.

E).- RECORDS.- Establecidos en el Edificio de Oficinas Ejecutivas BANAMEX.

- 1.- Profundidad de excavación 15 m. en suelo clasificado tipo lago sin que se hallan presentado ni falla de fondo ni de ataguas.
- 2.- Deformaciones en la masa de suelo circundante: Imperceptibles.
- 3.- En la zona de la Torre, solo se requirió un año y un mes (15 de Mayo de 1981 a 15 de Junio de 1982), para construir hacia abajo 4 sótanos, 1 cisterna y una losa maciza de 2 m. de altura como losa de cimentación y hacia arriba simultáneamente, la altura equivalente de 17 pisos aunque no terminados, además de construcción de lumbreras y columnas en el 80% de los cuerpos bajos y losa de sótano 1 en los frentes norte y sur de dichos cuerpos -- bajos.

- F).- DIFUSION.-
- 1.- Revista OBRAS Noviembre-1979. (México)
  - 2.- Revista OBRAS Octubre 1981. (México)
  - 3.- A.D.S.C. Enero 1982. (U.S.A.)
  - 4.- Construcción Panamericana Abril 1982. (Toda Latinoamerica)
  - 5.- Suplemento de El Universal Febrero 1980. (México)
  - 6.- Periódico El Universal Mayo 1982. (México)
  - 7.- Numerosas Conferencias tanto en Instituciones académicas como en simposiums y reuniones de Ingeniería y Arquitectura, Secretarías de Estado, D.D.F., Dependencias Oficiales y numerosos - particulares.
  - 8.- Probables: Geotecnia y Cimentaciones (España)  
Fac. de Ingeniería Universidad de Lyon (Francia)

- G).- PANORAMA FUTURO.- Las experiencias tenidas y las mejoras que se han ido implementando, hacen amplio el campo de posibilidades para este procedimiento en cualquier tipo de suelo pudiendo hacerse con seguridad excavaciones que antes se consideraban "muy difíciles"; y debido a su adaptabilidad ya se está en condiciones de intentar hasta 30 m. de -- profundidad. Cabe mencionar que en contra, este procedimiento tendría su principal limitación en edificios de un sótano y quizá de dos.

27 de Abril de 1987.

-----  
ING. JOSÉ MARCOS AGUILAR MORENO.

## CIMENTACIONES MECANIZADAS

Por el Ing. José Marcos Aguilar

A).-

### ANTECEDENTES

- I.- Origen geológico del Valle de México, causas y efectos del hundimiento de la Ciudad de México.
- II.- La erraticidad del subsuelo nos ha obligado a estudiar cada día mas y mejor los diferentes parámetros de resistencia y debemos seguir apoyando no solo la investigación aislada eventual sino la instrumentación sistemática - general recomendada entre otros por el Ing. L. Zeevaert.
- III.- Las fallas de cimentación mas comunes se traducen finalmente en dos tipos :
  - a).- Hundimiento del edificio.
  - b).- Aparente Emerción del edificio.

En ambos casos es común que la estructura se incline - en dos direcciones.

Estas fallas pueden o no llevar a la edificación al colapso en caso de - sismo.

Se investigó una Loma, por la presencia de pilotes sin edificios en zona - de consolidación por pérdida de humedad en el subsuelo.
- IV.- Los esfuerzos de Ingenieros Mexicanos por lograr buen comportamiento de los edificios ante el doble problema que plantea el suelo de la Ciudad, - débil y en proceso de consolidación por pérdida de humedad, data de cerca de 50 años y es larga la lista de nombres por lo que pueden escapar a

( 2 )

la memoria pero cabe mencionar a los pioneros como son el Arq. José L. Villagrán, el Ing. José A. Cuevas, el Ing. Manuel Arizmendi Lemus, el Ing. Manuel González Flores entre otros.

V.- Reducción de la capacidad de una columna inclinada para resistir sismos.

#### B).- DESARROLLO

I.- El ámbito de la presente participación se reduce dentro del Marco de Referencia General del presente curso, a las **CIMENTACIONES MECANIZADAS** en zona de lago con proceso de consolidación por pérdida de -- humedad en el subsuelo, aplicable a todo tipo de estructuras y cualquiera que sea su destino; sistema de cimentación de eficacia ampliamente probada desde hace casi 40 años.

Las características de éste sistema se traducen en importantes ventajas tanto en el área técnica como en lo Económico y Financiero por lo que redundan en beneficio de los Ingenieros, de los Propietarios y de la Comunidad.

#### II.- VENTAJAS FINANCIERAS

En obras nuevas ahorra todo el tiempo que duraría el piloteo previo tradicional, que puede ser de uno o varios meses.

#### III.- VENTAJAS PUBLICAS

No se afectan las instalaciones públicas ocultas bajo las banquetas, pues se igualan los asentamientos del edificio con los del subsuelo.

( 3 )

## IV.- VENTAJAS TECNICAS

- a).- La posición excéntrica de este tipo de pilotes, respecto de las contratrasbes y columnas permite el concurso constante de cuatro tipos de apoyo simultáneo que suman sus beneficios :
- 1.- Superficie.
  - 2.- Compensación.
  - 3.- Fricción entre suelo y fuste de los pilotes.
  - 4.- Apoyo de la punta del pilote en un estrato duro a profundidad.
- b).- Permiten hacer con facilidad la conversión de pilotes de fricción a pilotes de control, para corregir desviaciones indeseables del buen comportamiento del edificio; producidos tanto por agentes externos naturales ó humanos, o internos por diversas razones.
- c).- El 100% de los pilotes queda hincado con la carga de prueba sin costo adicional al del piloteo.
- d).- Permite desarrollar los pilotes de punta trabajando por fricción en los -- cuales no hay cambio de funcionamiento con el transcurso de los años -- cambiando el diseño del calculista, ni se desaprovecha la fricción en la altura del " colchón " tradicional en los pilotes flotantes, llamados comúnmente de fricción.
- Con o sin control, este sistema de pilotes no permite que la estructura sienta distintos grados de apoyo por la diferente respuesta entre el suelo y los pilotes inducida por la fricción negativa, la que genera distinto deslizamiento de los pilotes aún en la separación mínima centro a centro de ellos.

( 4 )

e).- Los pilotes equipados con un mecanismo que regule la carga sobre el suelo que subyace a la losa de cimentación se adaptan a los cambios ó factores desconocidos del suelo, en todo momento; permitiendo hacer combinaciones de apoyo entre suelo y pilotes, para contrarrestar tendencias inconvenientes del buen comportamiento de un edificio, -- por lo que este NO depende únicamente de las sorpresas del suelo -- sino de los mecanismos.

Por buen comportamiento se entiende Edificio VERTICAL y descendiendo igual que la ciudad, objetivo doble de los ingenieros del pasado y actuales para obtener por una parte la mejor condición en la ocurrencia de sismos y por otra evitar los inconvenientes y peligros de la aparente emersión.

f).- Permite instrumentaciones complejas en los pilotes, para levantar edificios de cualquier tipo, aun coloniales sin estructura continua.

#### V.- TIPOS DE MECANISMO

Hay diversos, que persiguen el buen comportamiento del edificio, la mayor parte de ellos son accesibles a la mano, aplicados axial a lateralmente en la cabeza del pilote, y otros inaccesibles al control humano por hallarse a profundidad.

Durante 30 años el más común por su sencillez ha sido el de dos apoyos constituyendo junto con el pilote, un sistema de fuerzas coplanar - paralelo.

#### VI.- MEJORAS RECIENTES

Se han hecho en los mecanismos más comunes y son :

- 1a.- Restringir los grados de libertad del cabezal bajo las fuerzas dinámicas por sismo, para evitar su falla por VOLTEO.



( 5 )

- 2a.- Dar capacidad a los mecanismos para transmitir fuerzas de TENSION a los pilotes durante la ocurrencia de sismos.

VII.- EJEMPLO DE APLICACION

Edificio esbelto en el paseo de la Reforma, recimentado y renivelado - antes de los sismos de 1985.

VIII.- NORMAS DE MANTENIMIENTO

IX.- RECOMENDACIONES ADICIONALES

**NORMAS  
DE  
MANTENIMIENTO  
DE LAS  
CIMENTACIONES MECANIZADAS**

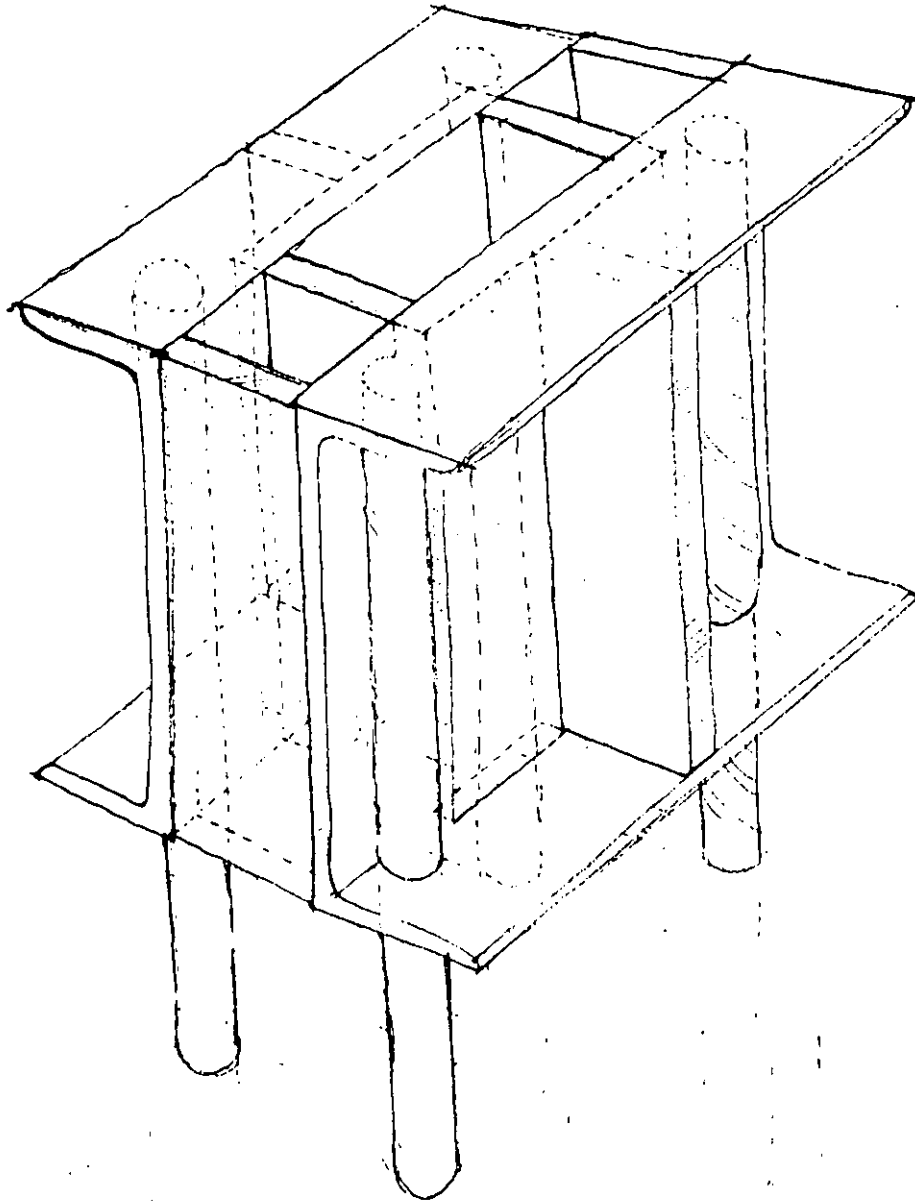
**RYPSA**

**Recimentaciones y Pilotajes S.A.**

# Rypsa

RECIMENTACIONES Y PILOTAJES, S. A.

-2-



## V.-MANTENIMIENTO.-

Las siguientes son las NORMAS que permiten obtener la eficacia esperada de los pilotes equipados con dispositivos de control.

# Rypsa

RECIMENTACIONES Y PILOTAJES. S. A.

-3-

A).-DESCARGA.-

Debe hacerse con equipo hidráulico y doble cabezal, aplicando la carga de diseño.

B).-RECORTE.-

La cabeza del pilote debe recortarse premarcando la altura límite, para que no se generen planos inclinados en la cabeza, por despostilladuras. La superficie puede ser rugosa pero siempre a nivel.

C).-CABECED.-

Debe hacerse con cimbra metálica de tal manera que se obtenga la sección transversal completa, y a nivel, empleando acelerante de fraguado para 12 hrs.

D).-ESTOPERO.-

Debe retacarse antes de volver a cargar el pilote ó en cualquier momento que presente fuga.

E).-CORROSION.-

Las anclas se protegen con Apco seal o cualquiera otra marca de producto similar resistente a la humedad. Los cabezales se protegen con pintura de aceite haciendo un raspado y cepillado previo de las partes agredidas por la humedad, lijando cuando sea necesario con herramienta eléctrica.

Los tornillos se protegen con grasa amarilla y aceite num. 10 en mezcla 80 %, 20 % aplicando la pasta con cepillo.

F).-CELDA DE DEFORMACION.-

Es de madera caoba en cubos de 5X5X5 cms. colocada con el grano horizontal cuatrapeado. El número de cubos correspondiente invariablemente a la CARGA DE DISEÑO considerando la carga de flujo plástico de cada cubo igual a 2 Ton. El número de capas de cubos de cada celda de deformación es invariablemente tres.

La máxima deformación permisible de la celda de deformación es 30%. Esto significa 1.5 cms. por cada capa de cubos ó 4.5 cms. en la altura total de la celda.

# Rypsa

RECIMENTACIONES Y PILOTAJES, S. A.

-4-

G). --PRECARGA.--

Primeramente se satisface la condición coplanar, luego se hace a las 12 hrs. del cabeceo, con doble cabezal y equipo hidráulico a la carga de diseño. En el final de esta carga el cabezal debe apoyarse en las anclas. Terminada la precarga se quita el equipo hidráulico y el doble cabezal.

H). --PREVENTIVO.--

Consiste en obtener 3 datos, niveles, plomos y estado de funcionamiento y preservación de la corrosión, lo primero es pasar una nivelación topográfica de precisión cada 3 meses para trazar perfiles y curvas de nivel. Preferentemente se pasará por puntos a igual cota respecto a un plano del edificio que se construyó a nivel. Los bancos de nivel serán exteriores en número de 3 y se localizarán en sitios ajenos a los movimientos del propio edificio y de edificios vecinos.

También se toma el desplome con teodolito en 2 direcciones ortogonales entre si.

También cada tres meses se inspecciona ocularmente cada control, llenando la forma "INSPECCION" para conocer pormenores de funcionamiento y del estado de la prevención de la corrosión.

I). --CORRECTIVO.--

Para conservar el edificio a nivel y a plomo, se correlacionan los tres datos del PREVENTIVO y se ejecutan los ajustes necesarios en los controles para ese objetivo.

Asi mismo se ejecutan los retoques de estoperos que tengan fuga y las reparaciones de controles que lo ameriten segun lo dicho en los párrafos que anteceden; tanto en lo relativo al funcionamiento como en lo relativo a la prevención a la corrosión.

J). --IMPERMEABILIZACION.--

Es preciso para el buen funcionamiento y mantenimiento de controles asi como para el cumplimiento de la estanquidad prevista por el calculista de los cajones de cimentación que se sellen TODAS las vías de agua freática a través de diversos puntos de la cimentación ajenos a los estoperos de los pilotes. Para el efecto en las inspecciones se incluye la información respectiva acerca de esta anomalía.

K). -REPORTE.-

Cada trimestre se entrega a la persona indicada un reporte que incluye el resultado del mantenimiento preventivo y del correctivo ejecutados en el trimestre incluyendo las vías de agua freática detectadas para su arreglo correspondiente por medio de presupuesto separado.



ING. JOSÉ MARCOS AGUILAR MORENO



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

CURSOS ABIERTOS

E D I F I C A C I O N .

ESTRUCTURAS DE CONCRETO  
ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL DISEÑO DE CIMBRAS  
Y OBRAS FALSAS

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO.

**" UNA CIMBRA PUEDE DEFINIRSE  
COMO UNA ESTRUCTURA PROVISIONAL  
CUYA FINALIDAD ES SOPORTAR UNA  
ESTRUCTURA PERMANENTE DURANTE  
SU CONSTRUCCION HASTA QUE ESTA  
SEA AUTOSOPORTANTE "**



**ASPECTOS QUE INFLUYEN DE  
MANERA SIGNIFICATIVA EN EL COSTO  
DE UNA CIMBRA**

**PLANEACION QUE LOGRE EL NUMERO  
MAXIMO DE USOS DE CIMBRA**

**DESARROLLO DE ELEMENTOS DE CIMBRA  
ECONOMICOS**

**METODOS EFICACES DE COLOCACION DE  
CIMBRA Y DESCIMBRADO**

**" SEGURIDAD "**

# OBJETIVOS FUNDAMENTALES DEL PROCESO DE DISEÑO DE CIMBRAS

## " CALIDAD "

EN CUANTO A RESISTENCIA, RIGIDEZ,  
DIMENSIONES Y ACABADO.

## " SEGURIDAD "

TANTO PARA LOS TRABAJADORES COMO  
PARA LA ESTRUCTURA DE CONCRETO  
MISMA.

## " MAXIMA ECONOMIA "

COMPATIBLE CON LA SEGURIDAD  
REQUERIDA

# ETAPAS DEL PROCESO DE DISEÑO DE CIMBRAS

**I . PLANTEO DEL PROBLEMA**

**II . COMPARACION TECNICA Y ECONOMICA  
DE ALTERNATIVAS**

**III . DISEÑO DETALLADO**

**IV . PLANOS Y ESPECIFICACIONES**

## PLANTEO DEL PROBLEMA

- a) DIMENSIONES Y TOLERANCIAS
- b) LOCALIZACION DE AGUJEROS Y ACCESORIOS QUE DEBEN QUEDAR ANCLADOS EN EL CONCRETO
- c) TIPO DE ACABADO
- d) NUMERO, LOCALIZACION Y DETALLE DE JUNTAS DE CONSTRUCCION Y EXPANSION
- e) CARGAS VIVAS UTILIZADAS EN EL DISENO DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO
- f) CARACTERISTICAS DE CHAFLANES
- g) GEOMETRIA DE FORMAS ESPECIALES ( CASCARONES, ETC. )
- h) CONTRAFLECHAS REQUERIDAS
- i) CARACTERISTICAS Y CAPACIDAD DEL EQUIPO PARA LA COLOCACION DEL CONCRETO
- j) CARACTERISTICAS DEL EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE MATERIALES ( GRUAS, ETC. )
- k) CARACTERISTICAS DE LA MANO DE OBRA DISPONIBLE
- l) RESISTENCIA DEL SUELO SOBRE EL QUE SE APOYARA LA CIMBRA
- m) CLIMA
- n) DATOS SOBRE REPOSICION DE PUNTALES O PIES DERECHOS
- o) CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES DISPONIBLES PARA LA CIMBRA

## COMPARACION TECNICA Y ECONOMICA DE ALTERNATIVAS

- a) COSTO INICIAL DE LAS CIMBRAS
- b) NUMERO DE USOS DE LOS COMPONENTES DE CIMBRA QUE PUEDE LOGRARSE Y POSIBILIDAD DE VOLVER A USAR ESTOS COMPONENTES EN OTRAS OBRAS
- c) COSTOS RELATIVOS DE MONTAR LAS CIMBRAS Y DE DESCIMBRAR
- d) EQUIPO Y PERSONAL REQUERIDOS
- e) COORDINACION CON OTROS ASPECTOS DE LA CONSTRUCCION (COLADO DEL CONCRETO, HABILITACION Y COLOCACION DEL REFUERZO, ETC.)

## DISEÑO DETALLADO

- a) Aprovechamiento optimo de los materiales disponibles en el mercado.
- b) Aprovechamiento optimo de los distintos elementos de la cimbra. (Diseno balanceado, es decir, procurar que todos los elementos se utilizen a su maxima capacidad.)
- c) Modulacion de los elementos de cimbra.
- d) Facil uso multiple.
- e) Sencillez del procedimiento de construccion.
- f) Facilidad de descimbrado.

EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS DIVERSOS COMPONENTES ESTRUCTURALES DE UNA CIMBRA ABARCA ASPECTOS TALES COMO:

- a) Determinacion de las acciones externas o cargas que actuan sobre las cimbras.
- b) Analisis de los efectos de las cargas sobre los componentes estructurales de la cimbra. (Determinacion de las acciones internas: fuerzas axiales, momentos, fuerzas cortantes.)
- c) Dimensionamiento de los componentes de manera que se garantice una seguridad razonable y un comportamiento adecuado. Esto debe hacerse de acuerdo con las normas vigentes en la localidad donde se este construyendo la obra.

# PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Suelen prepararse tres tipos de planos:

- a) Planos de conjunto, que ilustren el concepto general del sistema de cimbra propuesto.
- b) Planos de montaje, que indiquen como debe ensamblarse la cimbra.
- c) Planos de detalle, en los que se incluyan los datos que va a requerir el carpintero que fabrica la pieza o componente en cuestion. A veces resulta practico hacer un dibujo para cada componente.

## DATOS QUE DEBEN FIGURAR EN LOS PLANOS DE CIMBRA

- a) Geometria, tolerancias y características resistentes de los componentes de la cimbra
- b) Cargas vivas consideradas en el diseno
- c) Temperatura, rapidez y secuencia de colocacion del concreto supuestas en el analisis de cargas y presiones
- d) Metodo de compactacion del concreto
- e) Capacidad del terreno supuesta al dimensionar los apoyos de la cimbra
- f) Peso del equipo movil que puede circular sobre la cimbra
- g) Diagramas de contraflechas
- h) Tipo y numero de accesorios
- i) Secuencia de retiro de moldes y pies derechos
- j) Detalles de reapuntalamiento
- k) Detalles de los sistemas de rigidizacion (anclajes, diagonales, etc.)
- l) Localizacion de inclusiones y accesorios diversos
- m) Detalles y localizacion de juntas de expansion o construccion

# CARGAS QUE ACTUAN SOBRE LAS CIMBRAS

## CARGAS VERTICALES

### CARGAS MUERTAS

Debida al peso propio de la cimbra entre 15 y 75 kg/m<sup>2</sup>

Debida al peso del concreto fresco y ref. 2400 kg/m<sup>3</sup>

### CARGAS VIVAS

Debidas al peso de obreros, equipo, vehiculos para transporte, colocacion y compactacion del concreto, tendidos diversos para facilitar la circulacion y materiales almacenados temporalmente sobre la cimbra.

TITULO SEXTO, CAP. V. ART. 200 R.C.D.F.

"150 kg/m<sup>2</sup> y una concentracion de 150 kg en el lugar mas desfavorable

COMITE ACI-347

"245 kg/m<sup>2</sup> sin uso de equipo motorizado y 370 kg/m<sup>2</sup> cuando se usa equipo motorizado para el transporte del concreto"



# CARGAS LATERALES

## I. PRESION LATERAL DEL CONCRETO FRESCO

### FACTORES QUE INFLUYEN:

- a) Peso del concreto
- b) Rapidez de colocacion del concreto
- c) Vibrado
- d) Temperatura del concreto
- e) Otras variables que influyen en menor grado son: la consistencia del concreto, la cantidad y colocacion del refuerzo, el tamaño de los agregados, la geometria y dimensiones del elemento y la rugosidad de la cimbra.

## II. FUERZAS DEBIDAS A VIENTO, SISMO, FRENAJE DEL EQUIPO MOVIL, FALTA DE VERTICALIDAD DE SOPORTES.

- a) 150 kg/m del lado de la losa
- b) 2 % de la carga muerta total, distribuida como carga uniforme a lo largo de la losa.

# RECOMENDACIONES DEL COMITE ACI-347

(APLICABLES A CONCRETOS ORDINARIOS DE PESO VOLUMETRICO 2.4 Ton/m<sup>3</sup>, REU=10 cm VIBRADO INTERNO NORMAL, SIN PUZOLANAS NI ADITIVOS)

## PARA COLUMNAS

$$P = 730 + \frac{4500 R}{0.56T + 10}$$

$$P < 14600 \text{ Kg/m}^2$$

$$P < 2400 \text{ h}$$

## PARA MUROS

$$P = 730 + \frac{45000 R}{0.46T + 10} \quad ; \quad R < 2 \text{ m/hr}$$

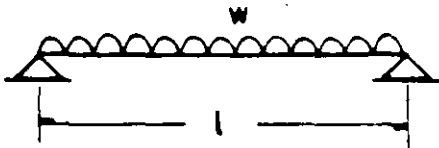
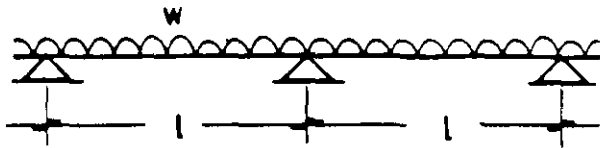
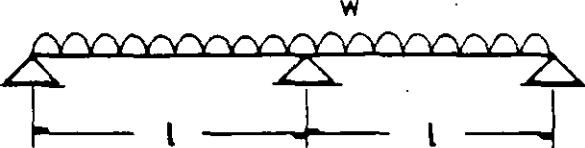
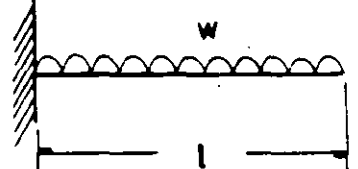
$$P = 740 + \frac{14000(4.7+R)}{0.56T + 10} \quad ; \quad 2 < R < 3 \text{ m/hr}$$

$$P = 2400 \text{ h} \quad ; \quad R > 3 \text{ m/hr}$$

PARA ESTOS CASOS SE DEBE CUMPLIR:

$$P < 10000 \text{ Kg/m}^2$$

$$P < 2400 \text{ h}$$

VIGA SIMPLEMENTE APOYADA	VIGA CONTINUA DE TRES ó MAS CLAROS
 $M_{\text{máx}} = \frac{wl^2}{8} \quad (\text{kgf-cm})$ $\Delta_{\text{máx}} = \frac{5}{384} \frac{wl^4}{EI} \quad (\text{cm})$ $V_{\text{máx}} = \frac{wl}{2} \quad (\text{kgf})$	 $M_{\text{máx}} = \frac{wl^2}{10} \quad (\text{kgf-cm})$ $\Delta_{\text{máx}} = \frac{1}{145} \frac{wl^4}{EI} \quad (\text{cm})$ $V_{\text{máx}} = 0.6 wl \quad (\text{kgf})$
VIGA CONTINUA DE DOS CLAROS IGUALES	VIGA EN VOLADIZO
 $M_{\text{máx}} = \frac{wl^2}{8} \quad (\text{kgf-cm})$ $\Delta_{\text{máx}} = \frac{1}{185} \frac{wl^4}{EI} \quad (\text{cm})$ $V_{\text{máx}} = \frac{5}{8} wl \quad (\text{kgf})$	 $M_{\text{máx}} = \frac{wl^2}{2} \quad (\text{kgf-cm})$ $\Delta_{\text{máx}} = \frac{1}{8} \frac{wl^4}{EI} \quad (\text{cm})$ $V_{\text{máx}} = wl \quad (\text{kgf})$

### OBSERVACIONES:

LAS CARGAS UNIFORMES  $w$  DEBEN ESTAR EN  $\text{kgf/cm}$  (SI LA CARGA ESTA DADA EN  $\text{ton/m}$ , MULTIPLIQUE POR 10 PARA CONVERTIRLA A  $\text{Kg/cm}$ ).

LAS LONGITUDES DEBEN ESTAR EN  $\text{cm}$ , LOS MOMENTOS DE INERCIA EN  $\text{cm}^4$  Y EL MODULO DE ELASTICIDAD  $E$  EN  $\text{kgf/cm}^2$ .

Fig. 1: FORMULAS DE VIGAS PARA DISEÑO DE CIMBRAS.

# PRINCIPIOS DE DISEÑO

**RECOMENDACIONES  
COMITE ACI-347**

**RECOMENDACIONES  
RCDF-NTC. MADERA**

## DEFLEXIONES

$$\Delta_{MAX} = L / 360$$

$$\Delta_{MAX} = L / 240 \quad ; \text{ SI } L < 3.5 \text{ M}$$

$$\Delta_{MAX} = L/240 + 0.5\text{cm} \quad ; \text{ SI } L > 3.5 \text{ M}$$

## FLEXION

$$M_R = f \cdot S$$

$$M_R = F_R \cdot f_{FU} \cdot S \cdot \phi$$

$f$  = Esfuerzo Permisible en flexión

$$F_R = 0.8$$

$S$  = Módulo de sección =  $b d^2 / 6$

$f_{FU}$  = Esfuerzo de Diseño en flexión  
 $= f'_{FU} \cdot K_H \cdot K_D \cdot K_C \cdot K_P \cdot K$

$K_{--}$  = Factores de Modificación

$S$  = Módulo de Sección =  $b d^2 / 6$

$\phi$  = Factor de Estabilidad Lateral

## CORTANTE

$$U = f_v \cdot b \cdot h / 1.5$$

$$U_R = F_R \cdot f_{vU} \cdot b \cdot d / 1.5$$

$f_v$  = Esfuerzo Permisible en  
Cortante

$$F_R = 0.7$$

$b, h$  = Dimensiones de la Sección  
Transversal del Elemento

$f_{vU}$  = Esfuerzo de Diseño a Cortante  
 $f_{vU} = f'_{vU} \cdot K_H \cdot K_D \cdot K_C \cdot K_R \cdot K_V$

$K_{--}$  = Factores de Modificación

$b, d$  = Dimensiones de la Sección  
Transversal del Elemento

**ASPECTOS FUNDAMENTALES**

**DEL DISEÑO DE**

**ESTRUCTURAS DE MADERA**

## 1. CONSIDERACIONES GENERALES

### 1.1 Alcance

Estas disposiciones son aplicables a elementos estructurales de madera aserrada de cualquier especie, cuya densidad relativa promedio,  $\gamma$ , sea igual o superior a 0.35, y a elementos estructurales de madera contrachapada.

Para efectos de las presentes Normas, las maderas usuales en la construcción se clasifican en *coníferas* y *latifoliadas*. Las latifoliadas se subdividen en los tres grupos siguientes de acuerdo con los valores de su módulo de elasticidad correspondiente al quinto percentil,  $E_{0.05}$  para madera seca (aquella cuyo contenido de humedad es  $\leq 18 \pm 2$  por ciento):

	Intervalo de valores de $E_{0.05}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
Grupo I	> 120 000
Grupo II	85 000 – 119 000
Grupo III	50 000 – 84 000

El valor de  $E_{0.05}$  deberá ser determinado experimentalmente con piezas de tamaño estructural.

Los proyectos de elementos estructurales de modalidades de la madera no cubiertas por estas Normas, tales como la madera laminada encolada y los diversos tipos de tableros (con excepción de los de madera contrachapada) deberán ser aprobados por el Departamento del Distrito Federal.

**EJEMPLOS DE LAS ESPECIES MAS  
COMUNMENTE COMERCIALIZADAS**

( NOMBRES COMUNES )

**ANGIOSPERMAS, LATIFOLIADAS U  
HOJOSAS.**

**GRUPO I**

**CHICOZAPOTE  
CENCERRO  
PUCTE'  
RAMÓN  
ENCINO BLANCO O  
ENCINO ROBLE**

**GRUPO II**

**MACHICHE  
AGUACATILLO  
CANSHÁN  
T'ZALAM  
ENCINO ROJO**

**GRUPO III**

**BARÍ  
LAUREL  
PRIMAVERA  
PASA'K  
AMAPOLA  
AILE**

**GIMNOSPERMAS O CONIFERAS**

**PINO  
OYAMEL  
CIPRES  
ABETO  
SABINO  
CEDRO BLANCO**

**DIMENSIONES ESTANDAR PARA MADERA  
ASERRADA Y CEPILLADA (MM)**

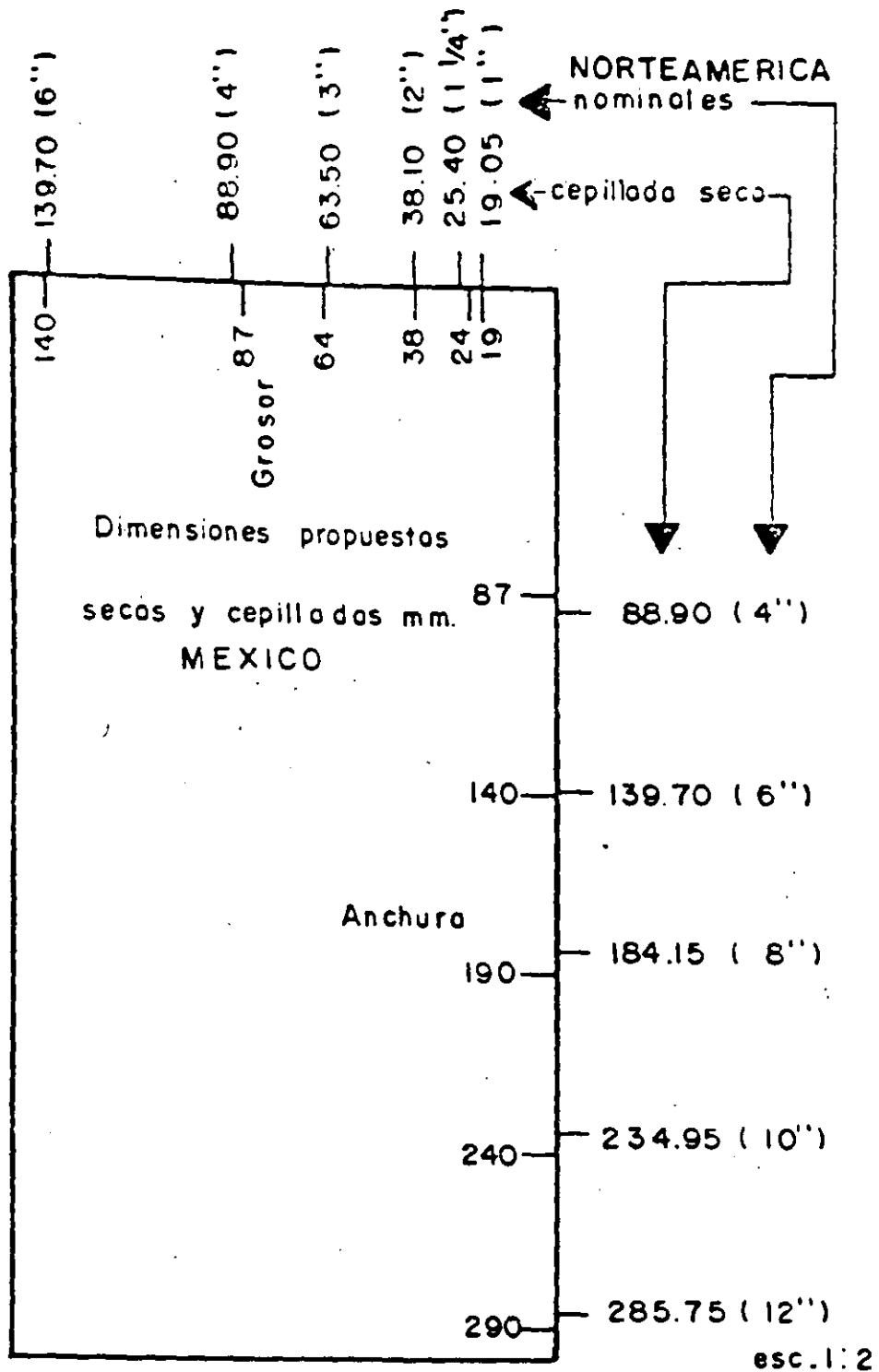
**(NOM-C-224-1983)**

ANCHO GROSOR	87	140	190	240	290
19	X	X	X		
24	X	X	X	X	X
38	X	X	X	X	X
64	X	X	X	X	X
87	X	X	X	X	X
140	X	X	X	X	X

<b>LARGO: 2440, 3050, 3660, 4270, 4870, 5480 6100</b>
-----------------------------------------------------------





CORRESPONDENCIA ENTRE MEDIDAS NOMINALES EN PULGADAS, MEDIDAS ESTANDAR SEGUN NOM-C-224-1983.

**TABLA 2.1 VALORES ESPECIFICADOS DE RESISTENCIAS Y MODULOS DE ELASTICIDAD DE MADERAS DE ESPECIES CONIFERAS (kg/cm<sup>2</sup>)**

		CLASE	
		A	B
Flexión	$f'_{tu}$	170	100
Tensión paralela a la fibra	$f'_{tu}$	115	70
Compresión paralela a la fibra	$f'_{cu}$	120	95
Compresión perpendicular a la fibra	$f'_{nu}$	40	40
Cortante paralelo a la fibra	$f'_{vu}$	15	15
Módulo de elasticidad promedio	$E_{0.05}$	100 000	80 000
Módulo de elasticidad correspondiente al 5° percentil	$E_{0.01}$	65 000	50 000

**TABLA 2.2 VALORES ESPECIFICADOS DE RESISTENCIAS Y MODULOS DE ELASTICIDAD DE MADERAS DE ESPECIES LATIFOLIADAS (kg/cm<sup>2</sup>)**

		GRUPO		
		I	II	III
Flexión	$f'_{tu}$	300	200	100
Tensión paralela a la fibra	$f'_{tu}$	200	140	70
Compresión paralela a la fibra	$f'_{cu}$	220	150	80
Compresión perpendicular a la fibra	$f'_{nu}$	75	50	25
Cortante paralelo a la fibra	$f'_{vu}$	25	20	12
Módulo de elasticidad promedio	$E_{0.05}$	160 000	120 000	75 000
Módulo de elasticidad correspondiente al 5° percentil	$E_{0.01}$	120 000	85 000	50 000

**TABLA 2.3 VALORES ESPECIFICADOS DE RESISTENCIAS, MODULO DE ELASTICIDAD Y MODULO DE RIGIDEZ DE MADERA CONTRACHAPADA DE ESPECIES CONIFERAS (kg/cm<sup>2</sup>)**

Flexión	$f'_{tu}$	190
Tensión	$f'_{tu}$	140
Tensión: fibra en las chapas exteriores perpendicular al esfuerzo (3 chapas)	$f'_{tu}$	90
Compresión		
En el plano de las chapas	$f'_{cu}$	160
Perpendicular al plano de las chapas	$f'_{nu}$	25
Cortante		
A través del grosor	$f'_{vu}$	20
En el plano de las chapas	$f'_{vu}$	5
Módulo de elasticidad promedio	$E_{0.05}$	105 000
Módulo de rigidez promedio	$G_{0.05}$	5 000

TABLA 2.4 FACTORES DE REDUCCION  
DE RESISTENCIA PARA MADERA MACIZA  
Y MADERA CONTRACHAPADA,  $F_R$

ACCION	PRODUCTO	
	Madera maciza	Madera contrachapada
Flexión	0.8	0.8
Tensión paralela	0.7	0.7
Compresión paralela y en el plano de las chapas	0.7	0.7
Compresión perpendicular	0.9	0.9
Cortante paralelo, a través del espesor y en el plano de las chapas	0.7	0.7

TABLA 2.5 FACTORES DE MODIFICACION POR HUMEDAD (APLICABLES CUANDO  $CH \geq 18\% \pm 2\%$ ),  $k_h$

Concepto	$k_h$
Madera maciza de coníferas	
Compresión paralela a la fibra	0.80
Compresión perpendicular a la fibra	0.45
Cortante	0.85
Madera maciza de latifoliadas	
Compresión paralela a la fibra	0.80
Compresión perpendicular a la fibra	0.45
Cortante	0.85
Módulo de elasticidad	0.80
Madera contrachapada	
Flexión, tensión, compresión paralela y perpendicular a la cara, cortante a través del grosor y en el plano de las chapas	0.80
Módulos de elasticidad y rigidez	0.85

TABLA 2.8 FACTORES DE MODIFICACION POR CLASIFICACION PARA MADERA MACIZA DE CONIFERAS,  $k_{c1}$

Regla de clasificación (Según NOM-C-239-1985)	$k_{c1}$
(I) Para valores especificados de resistencia	
Regla general (1)	0.80
Reglas especiales (2)	1.00
Regla industrial (3)	1.25
(II) Para valores de módulo de elasticidad	
Regla general (1)	0.90
Reglas especiales (2)	1.00
Regla industrial (3)	1.15

- (1) Aplicable a cualquier sección transversal especificada en la ref 2
- (2) Aplicables a secciones transversales particulares: todas las de 38 mm de grosor y las de  $87 \times 87$  mm y  $87 \times 190$  mm
- (3) Aplicable a secciones transversales de 38 mm de grosor únicamente

TABLA 2.6 FACTORES DE MODIFICACION POR DURACION DE CARGA (APLICABLES PARA MADERA MACIZA Y MADERA CONTRACHAPADA) <sup>(1)</sup>,  $k_d$

Condición de carga	$k_d$
Carga continua	0.90
Carga normal: carga muerta más carga viva	1.00
Carga muerta más carga viva en cimbras, obras falsas y techos (pendiente $< 5\%$ )	1.25
Carga muerta más carga viva más viento o sismo, y carga muerta más carga viva en techos (pendiente $\geq 5\%$ )	1.33
Carga muerta más carga viva más impacto	1.60

(1) No son aplicables a los módulos de elasticidad.

TABLA 2.7 FACTORES DE MODIFICACION POR PERALTE (APLICABLES A SECCIONES QUE TENGAN UN PERALTE,  $d$ , MENOR O IGUAL A 140 mm),  $k_p$

Concepto	$k_p$
Flexión	1.25
Tensión y Compresión paralelas a la fibra	1.15
Módulo de elasticidad	1.10
Todos los demás casos	1.00

TABLA 2.9 FACTORES DE MODIFICACION POR TAMAÑO DE LA SUPERFICIE DE APOYO,  $k_s$

Longitud de apoyo o diámetro de rondana (cm)	1.5	2.5	4.0	5.0	7.5	10.0	15.0
	o						o
	menor						más
$k_s$	1.80	1.40	1.25	1.20	1.15	1.10	1.00

Nota: Este factor es aplicable solamente cuando la superficie de apoyo diste por lo menos 8 cm del extremo del miembro.

## EJEMPLO 2

### Presión lateral del concreto fresco

Para  $R < 1 \text{ m/hr}$

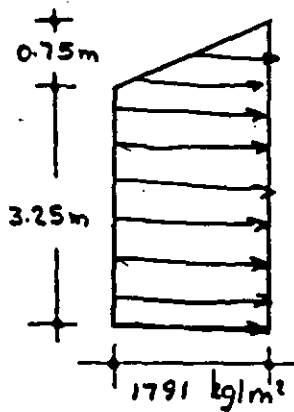
$$p = 730 + \frac{45000 R}{0.56T + 10} = 730 + \frac{45000 \cdot 0.5}{0.56 \cdot 20 + 10}$$

$$p = 1791 \text{ kg/m}^2 \left\{ \begin{array}{l} < 10000 \text{ kg/m}^2 \\ < 2400h = 9600 \text{ kg/m}^2 \end{array} \right.$$

la profundidad a la que se presenta esta presión es:

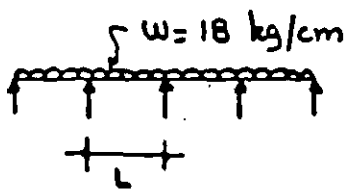
$$h = \frac{1791}{2400} = 0.75 \text{ m}$$

por lo que la cimbra se diseñará para el siguiente diagrama de presión



### DIMENSIONAMIENTO DEL FORRO

#### Dimensionamiento por flexión (3.2.2 NTC - Madera)



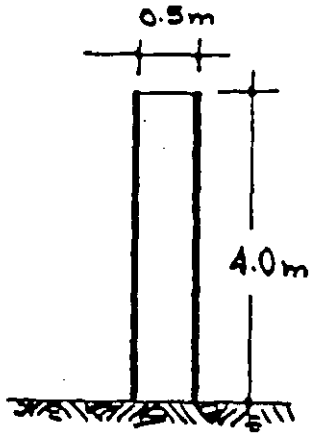
$$\begin{aligned} w &= 1791 \text{ kg/m}^2 \\ &\text{en una franja de } 1 \text{ m de ancho} \\ w &= 1791 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$w = 17.91 \text{ kg/cm} \approx 18 \text{ kg/cm}$$

Se propone usar duela de 24 mm de espesor, se calculará el espaciamiento que permite este espesor.

## EJEMPLO 2

### DISEÑO DE CIMBRA PARA MURO



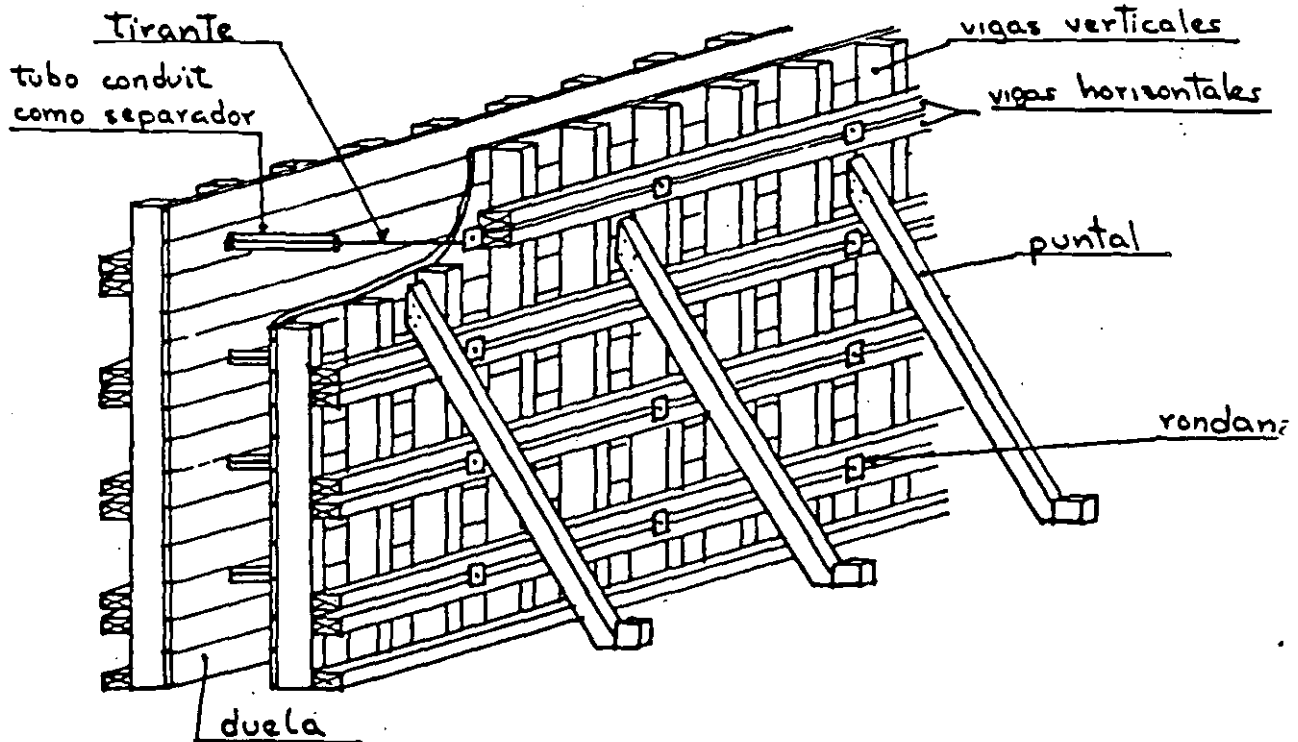
Madera calidad B

Velocidad de colado 0.5m/hr

Temperatura del concreto 20°C

CH > 18%

Se usará un sistema de cimbra como el que se muestra en la figura siguiente



## EJEMPLO 2

Esfuerzo de diseño

$$f'_{fv} = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$k_h = 1.0$$

$$k_d = 1.25$$

$$k_p = 1.25$$

$$k_{cl} = 0.80$$

$$f_{fv} = 125 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_R = F_R f_{fv} S \phi$$

$\phi = 1.0$  (No existe posibilidad de pandeo lateral)

$$S = bd^2/6 = \frac{100 \times 2.4^2}{6} = 96.0 \text{ cm}^3 \quad (\text{se considera una franja de } l_m \text{ de ancho})$$

$$M_U = 1.4 \times \frac{1}{10} w l^2$$

si,  $M_R = M_U$

$$F_R f_{fv} S \phi = 1.4 \times 0.1 w l^2$$

$$l^2 = \frac{F_R f_{fv} S \phi}{1.4 \times 0.1 w}$$

$$l^2 = \frac{0.8 \times 125 \times 96}{1.4 \times 0.1 \times 18}; \quad l = 61.7 \text{ cm}$$

Cálculo de la separación por deflexión

$$\Delta_{\max} = \frac{L}{240} \quad (\text{inciso a, 5 NTC-madera), no se afectan elementos no estructurales.}$$

$$\delta = \frac{w L^4}{145 E I} \quad (\text{manual de ayudas de análisis})$$

$$E'_{0.5} = 80000 \text{ kg/cm}^2$$

$$k_p = 1.10$$

$$k_{cl} = 0.90$$

$$E_{0.5} = 79200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Delta_{\max} = \delta$$

$$\frac{\chi}{240} = \frac{wL^3}{145EI}$$

$$L = \left( \frac{145 E_0.5 I}{240 w} \right)^{1/3}$$

$$I = \frac{100 \times 2.4^3}{12} = 115 \text{ cm}^4$$

$$L = \left( \frac{145 \times 79200 \times 115}{240 \times 18} \right)^{1/3} = 67.4 \text{ cm.}$$

Se usará separación a cada 60 cm.

### Revisión de la sección por cortante

Esfuerzo de diseño.

$$\left. \begin{array}{l} f'_{vu} = 15 \text{ kg/cm}^2 \\ K_h = 0.80 \\ K_d = 1.25 \\ K_v = 2.0 \end{array} \right\} f_{vu} = 30 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_u = 1.4 \times 0.6 w L = 1.4 \times 0.6 \times 18 \times 60 = 907 \text{ kg}$$

$$V_R = \frac{F_e f_{vu} b d}{1.5}$$

$F_e = 0.7$  (Tabla 2.4 vrc-madera)

$$V_R = \frac{0.7 \times 30 \times 100 \times 2.4}{1.5} = 3360 \text{ kg} > V_u$$

se acepta la sección

### Revisión por aplastamiento

$$R_s N_u = 1.4 \times 1.2 \times 18 \times 60 = 1814.4 \text{ kg.}$$



Esfuerzo de diseño.

$$\left. \begin{array}{l} f'_{nu} = 40 \text{ kg/cm}^2 \\ K_h = 0.45 \\ K_d = 1.25 \end{array} \right\} f_{nu} = 22.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$N_R = F_e f_{nu} A_a$$

$$F_e = 0.9$$

$$N_R = 0.9 \times 22.5 \times 100 \times \underbrace{3.8}_{L_{supuerto}} = 7695 \text{ kg} > N_u$$

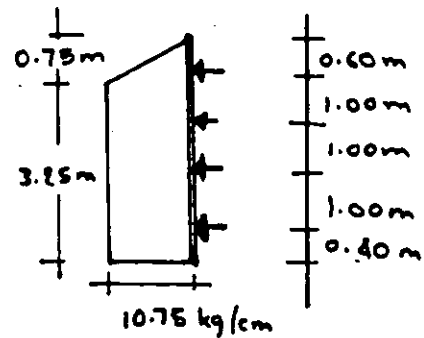
se acepta la sección

DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS VERTICALES

$$w = 1791 \text{ kg/m}^2$$

$$\bar{w}_{ml} = 1791 \times 0.60 = 1075 \text{ kg/m}$$

$$w_{cm} = 10.75 \text{ kg/cm}$$



Dimensionamiento por flexión

Esfuerzo de diseño

$$\left. \begin{array}{l} f'_{fv} = 100 \text{ kg/cm}^2 \\ K_h = 1.0 \\ K_d = 1.25 \\ K_c = 1.15 \\ K_d = 0.80 \\ K_{pe} = 1.25 \end{array} \right\} f_{fv} = 143.75 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_u = 1.4 \times \frac{1}{10} w l^2 = \frac{1.4 \times 10.75 \times 100^2}{10} = 15050 \text{ kg.cm}$$

$$M_R = F_e f_{fv} S_{\phi}$$

## EJEMPLO 2

$\phi = 1.0$  (no hay posibilidad de pandeo lateral)

$$F_e = 0.8$$

$$M_R = M_v$$

$$F_e f_{fv} S \phi = 15050$$

$$S = \frac{15050}{0.8 \times 143.75 \times 1.0} = 130.9 \text{ cm}^3$$

$$S = \frac{bd^2}{6}; \text{ se propone usar vigas con } b = 6.4 \text{ cm}$$

$$d^2 = \frac{6S}{b} = \frac{6 \times 130.9}{6.4}; \quad d = 11.1 \text{ cm.}$$

Se ensayará con sección  $6.4 \times 14 \text{ cm}$ .

Revisión por deflexión de la sección de  $6.4 \times 14 \text{ cm}$

$$\Delta_{\max} = \frac{L}{240} = \frac{100}{240} = 0.42 \text{ cm}$$

$$f = \frac{wL^4}{145EI}$$

$$\left. \begin{array}{l} E_{0.5} = 80000 \text{ kg/cm}^2 \\ K_p = 1.10 \\ K_{cl} = 0.90 \end{array} \right\} E_{0.5} = 79200 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = \frac{6.4 \times 14^3}{12} = 1463 \text{ cm}^4$$

$$f = \frac{10.75 \times 100^4}{145 \times 79200 \times 1463} = 0.063 < \Delta_{\max}$$

Se acepta la sección

Revisión por cortante de la sección de  $6.4 \times 14 \text{ cm}$

$$V_u = 1.4 \times 0.6 \times wL = 1.4 \times 0.6 \times 10.75 \times 100 = 903 \text{ kg}$$

## EJEMPLO 2

Esfuerzo de diseño

$$\left. \begin{array}{l} f'_{vu} = 15 \text{ kg/cm}^2 \\ K_h = 0.85 \\ K_d = 1.25 \\ K_c = 1.15 \\ K_v = 2.0 \end{array} \right\} f_{vu} = 36.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_e = 0.7$$

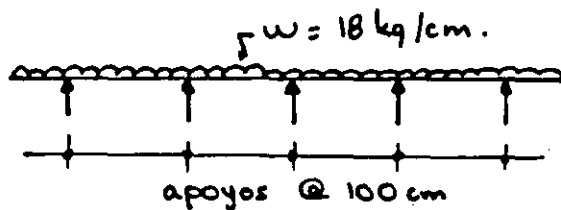
$$V_R = \frac{F_e f_{vu} b d}{1.5} \quad (3.7)$$

$$V_R = \frac{0.7 \times 36.7 \times 6.4 \times 14}{1.5} = 1534 \text{ kg} > V_u$$

se acepta la sección

### DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS HORIZONTALES

Se usarán 2 piezas.



$$w = 1791 \text{ kg/m}^2$$

$$w_{ml} = 1791 \text{ kg/m} \approx 18 \text{ kg/cm}$$

### Dimensionamiento por flexión.

Esfuerzo de diseño.

$$\left. \begin{array}{l} f'_{fv} = 100 \text{ kg/cm}^2 \\ K_d = 1.25 \\ K_{cl} = 0.80 \\ K_p = 1.25 \end{array} \right\} f_{fv} = 125 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_u = 1.4 \times \frac{1}{10} w l^2 = \frac{1.4 \times 18 \times 100^2}{10} = 25200 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$M_R = F_e f_{fv} S \phi$$

$F_e = 0.8$  (Tabla 2.4 NTC-madera)

$\phi = 1.0$  (supuesto, se revisará cuando se conozca la sección)

$$M_R = M_U$$

$$F_e f_v S = 25200$$

$$S = \frac{25200}{0.8(125)} = 252 \text{ cm}^3$$

Se proponen 2 sección con  $b = 6.4 \text{ cm}$ .

$$S = \frac{bd^2}{6}; \quad d^2 = \frac{6S}{b} = \frac{6 \times 252}{2 \times 6.4}; \quad d = 10.9 \text{ cm}$$

Ensayar 2 vigas, sección  $6.4 \times 14 \text{ cm}$ .

Verificación del valor del factor de estabilidad.

El factor de esbeltez es  $C_s = \sqrt{\frac{L_u d}{b^2}} = \sqrt{\frac{100(14)}{(6.4)^2}} = 5.8 < 6.0$

de acuerdo con la sección 3.2.3.2.3 de las NTC-madera si

$$C_s < 6.0 \Rightarrow \phi = 1.0$$

### Revisión por cortante

Esfuerzo de diseño.

$$\left. \begin{array}{l} f'_{vu} = 15 \text{ kg/cm}^2 \\ K_h = 0.85 \\ K_d = 1.25 \\ K_r = 2.0 \end{array} \right\} f_{vu} = 31.9 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_U = 1.4 \times 0.6 \times wL = 1.4 \times 0.6 \times 18 \times 100 = 1512 \text{ kg}$$

$$V_R = \frac{F_e f_{vu} b d}{1.5}$$

$F_e = 0.7$  (Tabla 2.4 NTC-madera)

$$V_R = \frac{0.7 \times 31.9 \times 6.4 \times 14 \times 2}{1.5} = 2668 \text{ kg} > V_U$$

se aceptan las secciones

Revisión de las secciones por deflexión

$$\delta = \frac{wL^4}{145EI}$$

$$\left. \begin{array}{l} E'_{0.6} = 80000 \text{ kg/cm}^2 \\ K_{cl} = 0.90 \end{array} \right\} E_{0.5} = 72000 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = \frac{6.4 \times 14^3}{12} = 1463.5 \text{ cm}^4$$

$$\delta = \frac{18 \times 100^4}{145 \times 72000 \times 2 \times 1463.5} = 0.06 \text{ cm.}$$

acceptable.

DIMENSIONAMIENTO DE LOS TIRANTES

$$T_f = 1.2 wL \times 1.4 = 1.2 \times 18 \times 100 \times 1.4 = 3024 \text{ kg}$$

$$A_{req} = \frac{T}{f_t}$$

$$f_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 4200 = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{req} = \frac{3024}{2520} = 1.2 \text{ cm}^2$$

Usar Tirantes de  $1/2" \phi$

DIMENSIONAMIENTO DE PLACA DE APOYO

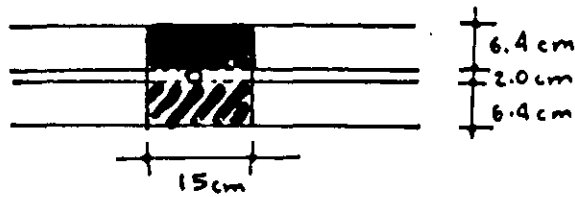
Esfuerzo de diseño

$$\left. \begin{array}{l} f_{nu} = 40 \text{ kg/cm}^2 \\ K_{th} = 0.45 \\ K_d = 1.25 \end{array} \right\} f_{nu} = 22.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_u = 3024 \text{ kg}$$

$$A_{req. \text{ de apoyo}} = \frac{P_u}{f_{nu}} = \frac{3024}{22.5} = 134.4 \text{ cm}^2$$

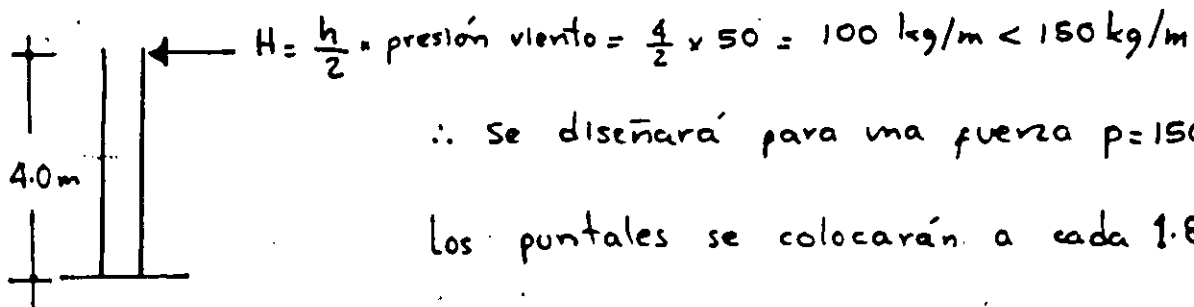
Se usarán placas de 15x15cm.



$$\begin{aligned} \text{Area disponible} &= 2 \times 6.4 \times 15 \\ &= 192 \text{ cm}^2 > A_{\text{req.}} \end{aligned}$$

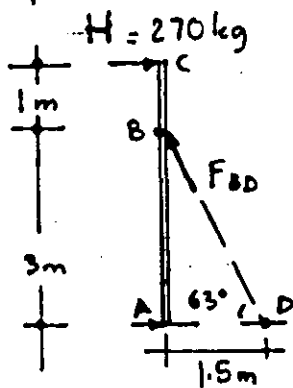
### DIMENSIONAMIENTO DE PUNTALES

Fuerza horizontal debida al viento



$\therefore$  se diseñará para una fuerza  $p = 150 \text{ kg/m}$ .

Los puntales se colocarán a cada 1.80m



$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0 \\ 270 \times 4 - 3 F_{BD} \cos 63^\circ &= 0 \end{aligned}$$

$$F_{BD} = 793 \text{ kg}$$

$$P_u = 1.4 \times 793 = 1110 \text{ kg}$$

Se propone sección 8.7x14 cm

Revisión por flexocompresión

Esfuerzos de diseño.

$$f_{fv} = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$K_h = 1.0$$

$$K_d = 1.25$$

$$K_{eL} = 0.80$$

$$f_{fv} = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cv} = 95 \text{ kg/cm}^2$$

$$K_h = 0.80$$

$$K_d = 1.25$$

$$K_{eL} = 0.80$$

$$f_{cv} = 76 \text{ kg/cm}^2$$

## EJEMPLO 2

$$E_{0.05} = 50000 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación de la esbeltez. (3.3.3 NTC - madera)

$$\frac{KL_v}{r} = \frac{335}{4.04} = 83.8 > 40.$$

$$r = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{14}{\sqrt{12}} = 4.04 \text{ cm}$$

Se deben considerar los efectos de esbeltez

Determinación del momento amplificado 3.3.5 NTC - madera

$$M_c = \delta M_0$$

$$\delta = \frac{C_m}{1 - P_v/P_{cr}}$$

$$C_m = 0.6 + 0.4 \left( \frac{M_1}{M_2} \right)^0 = 1.0$$

$$P_{cr} = F_n \frac{\pi^2 E_{0.05} I}{(KL)^2} K_d K_h$$

$$F_n = 0.7 \text{ (Tabla 2.4 NTC - madera)}$$

$$K_d = 1.25$$

$$K_h = 0.80$$

$$I = 1989.4 \text{ cm}^4$$

$$P_{cr} = \frac{0.7 \times \pi^2 \times 50000 \times 1989.4 \times 1.25 \times 0.80}{(1.0 \times 335)^2}$$

$$P_{cr} = 6123.5 \text{ kg}$$

sustituyendo valores  $\delta = \frac{1.0}{1 - \frac{1110}{6123.5}} = 1.22 \text{ (factor de amplificación)}$

Determinación de  $M_0$

Dedido a la excentricidad accidental y a excentricidad por encorvadura.

$$e = 0.05(14) = 0.7 \text{ cm}$$

$$e = \frac{L_v}{300} = \frac{335}{300} = 1.12 \text{ cm}$$

$$e_T = 0.7 + 1.12 = 1.82 \text{ cm.}$$

$$M_0 = e_T P_0 = 1.82 \times 1110 = 2020 \text{ kg.cm}$$

Momento amplificado.

$$M_c = 1.22 \times 2020 = 2464 \text{ kg.cm.}$$

Determinación de la resistencia del elemento

Resistencia a flexión

$$M_{R2} = F_e f_{pv} S \phi \quad (3.2)$$

$$F_e = 0.8 \text{ (Tabla 2.4 NTC-madera)}$$

$$S = 284 \text{ cm}^3$$

Cálculo del factor de estabilidad lateral (3.2.3.2 NTC-madera)

$$C_s = \sqrt{L_d/b^2} = \sqrt{167.5(14)/(8.7)^2} \quad *1$$

$$C_s = 5.6 < 6$$

de acuerdo con 3.2.3.2.3 de las NTC-madera si

$$C_s < 6 \Rightarrow \phi = 1.0$$

Sustituyendo valores en la expresión (3.2)

$$M_{R2} = 0.8 \times 100 \times 284 = 22720 \text{ kg.cm}$$

\*1 Se consideró anisotramiento del elemento a la mitad de su longitud.



Resistencia a compresión

$$P_R = F_e f_{cv} A$$

$$A = 121.8 \text{ cm}^2$$

$$F_R = 0.7 \text{ (Tabla 2.4 NTC-madera)}$$

$$P_R = 0.7 \times 76 \times 121.8 = 6480 \text{ kg.}$$

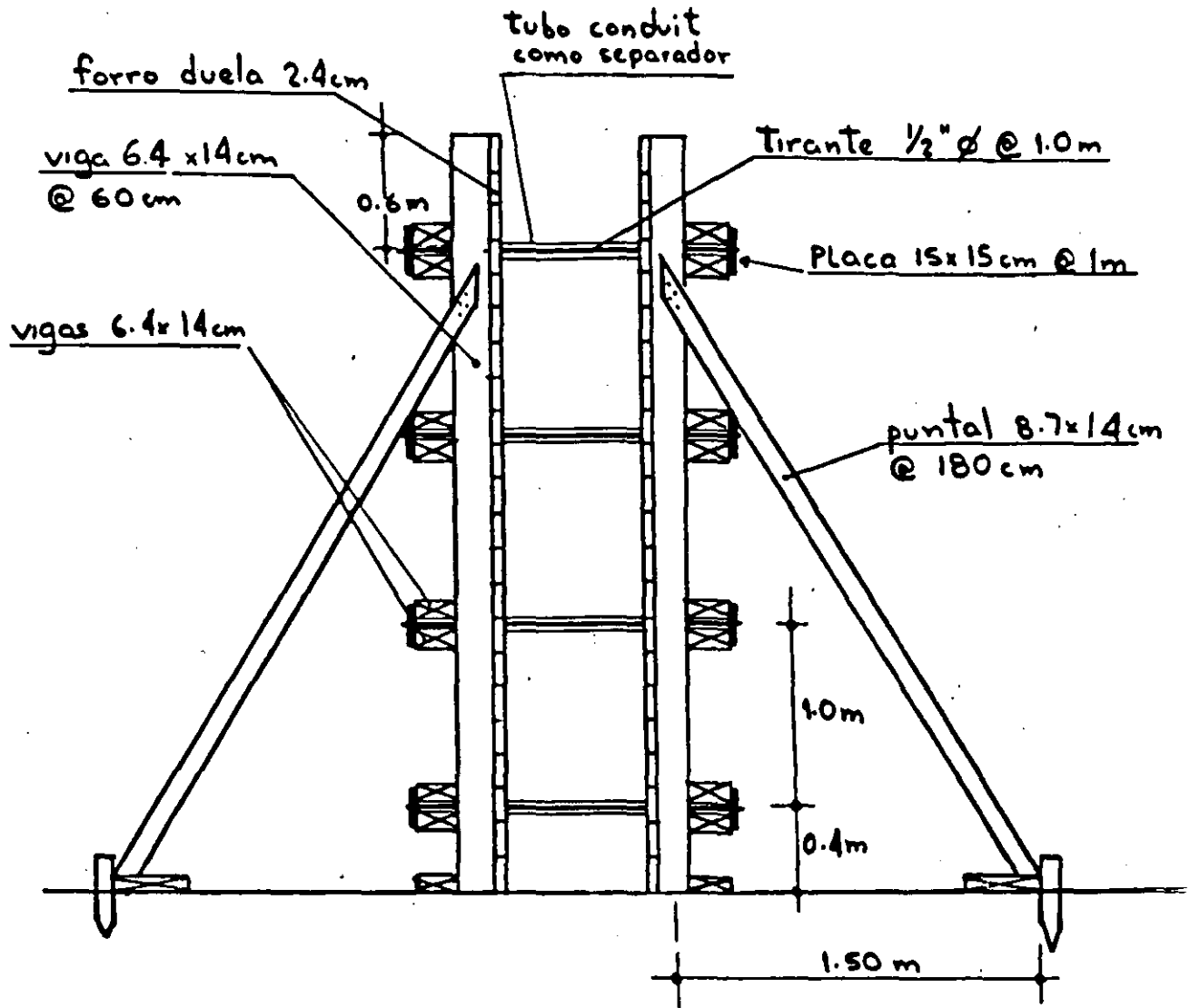
Sustituyendo valores en la expresión

$$\frac{P_u}{P_R} + \frac{M_c}{M_R} \leq 1$$

$$\frac{1110}{6480} + \frac{2464}{22720} = 0.3 < 1.0$$

Se acepta la sección, aunque un tanto sobrada de capacidad.

RESUMEN DE RESULTADOS





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

CURSOS ABIERTOS

EDIFICACION.

ESTRUCTURAS DE CONCRETO, DISEÑO DE MEZCLAS Y ACERO  
DE REFUERZO.

ING. J. JESUS MENDOZA ALVAREZ.

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.

### MÉTODOS DE DISEÑO.

Existen numerosos métodos desarrollados con la finalidad de establecer las proporciones en que deben mezclarse los diferentes ingredientes del concreto, de manera de lograr un producto con determinadas características o propiedades.

Muchos de estos métodos suelen presentarse en forma demasiado mecanizada, de manera que su aplicación tiende a convertirse en simples ejercicios numéricos que pueden dejar poca huella en el usuario si éste no dispone de medios para reproducir y juzgar las proporciones resultantes y para valorar sus consecuencias en el concreto endurecido. De aquí la necesidad de enfatizar que el diseño de mezclas de concreto es una actividad de carácter eminentemente experimental.

Como referencias útiles en esta actividad, cabe mencionar los distintos métodos desarrollados por el Instituto Americano del Concreto (ACI), que abarcan las condiciones y requerimientos más frecuentes en el uso del concreto:

- Práctica Recomendada para la Selección de Proporciones para Concreto Normal y Pesado Comité ACI 211.1

- Práctica Recomendada para la Selección de Proporciones para Concreto con Revenimiento Nulo.- Comité ACI211
- Práctica Recomendada para la Selección de Proporciones para Concreto Ligero  
Comité ACI 211.2

Así mismo, cuando se requiere diseñar mezclas de concreto con aditivos la siguiente referencia también proporciona información útil.

- Guía para el uso de Aditivos en el Concreto  
Comité ACI 212.

Los dos primeros métodos se apoyan básicamente en el uso del concepto agua/cemento como principio generador y moderador de las futuras propiedades del concreto. El tercer método sin abandonar este concepto se apoya más bien en el contenido unitario de cemento, ante la dificultad de establecer con certeza el agua neta de mezclado por el uso de agregados ligeros con elevada capacidad de absorción.

#### PROPIEDADES REQUERIDAS.

Si se considera que diseñar una mezcla de concreto consiste en establecer las proporciones en que deben combinarse sus ingredientes para que el producto final reúna ciertas características, es necesario distinguir las cualidades que son deseables en el concreto recién mezclado y las que demanda el concreto ya endurecido al ser puesto en servicio.

Aunque el concreto es el resultado de la combinación de varios componentes. (cemento, agua, arena, grava y, eventualmente, algún aditivo), el estudio de su comportamiento y propiedades tanto en estado fresco como ya endurecido, se facilita al considerarlo integrado por dos componentes básicos:

#### PASTA DE CEMENTO-AGREGADOS MINERALES.

La pasta se compone de cemento, agua y aire. Este último puede ser el que se atrapa normalmente durante el mezclado, o bien el que se promueve en forma intencional mediante el uso de un aditivo inclusor de aire. El comportamiento reológico de una pasta de cemento con aire incluido puede diferir radicalmente del de otra igual que no lo contenga.

Los agregados minerales consisten casi siempre de partículas de rocas, fragmentadas por la naturaleza o por el hombre, con dimensiones que abarcan desde algunas micras hasta varios centímetros. Se acostumbra distinguir como agregado fino, o arena, a las partículas menores de 5 mm y como agregado grueso, o grava, a las partículas mayores. Ocasionalmente se incorporan polvos minerales al concreto los cuales, por sus reducidas dimensiones, pasan a formar parte de la pasta y pueden modificar su comportamiento.

Aunque la pasta suele ser considerada como el componente "activo" del concreto, frecuentemente es deseable limitar su participación al mínimo compatible con la obtención de las propiedades requeridas, por consideraciones económicas y de otra índole.

En la Tabla 1 se indican algunas influencias, favorables unas y desfavorables otras, que la pasta y los agregados pueden ejercer sobre diferentes características y propiedades del concreto, cuya optimización deben buscarse en cada paso particular mediante el diseño adecuado de la mezcla.

REQUISITOS DEL CONCRETO FRESCO.

Al salir de la mezcladora, el concreto es una masa fácilmente deformable, integrada por cuerpos en estado sólido, líquido y gaseoso.

TABLA 1. INFLUENCIA DE DIVERSOS ASPECTOS EN LAS CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DEL CONCRETO.

ASPECTOS INFLUIBLES MEDIANTE SELECCION ADECUADA							
INGREDIENTES DEL CONCRETO				PROPORCIONES			
CEMENTO	AGREGADOS			ADITIVOS	AGUA/CEMENTO	GRAVA/ARENA	CONSISTENCIA
Características varias	Granulometría	Tamaño máximo	Forma y textura	Características varias	Calidad de la pasta	Proporción de mortero	Proporción de pasta
1	2	3	4	5	6	7	8

ASPECTO INFLUIDO	CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DESEABLES						
	CONCRETO FRESCO			CONCRETO ENDURECIDO			
	ECONOMIA	COHESION	MOLDEABILIDAD	RESISTENCIA	DURABILIDAD	ESTABILIDAD	IMPERMEABILIDAD
1	X			X	X	X	
2	X	X	X	X			
3	X	X	X	X		X	X
4	X	X	X	X			
5	X	X	X	X	X	X	X
6	X	X	X	X	X	X	X
7	X	X	X			X	
8	X	X	X	X	X	X	X

Si se admite que en ese momento el concreto es una mezcla homogénea de ingredientes bien proporcionados y dosificados, el primer objetivo es hacerlo llegar a los moldes en esas mismas condiciones de homogeneidad. Una vez colocado en los moldes, el segundo objetivo es moldear el concreto hasta convertirlo en un cuerpo compacto, ya que muchas propiedades deseables del concreto endurecido se relacionan con su compacidad.

Para facilitar el logro de estos objetivos, la mezcla de concreto debe aportar dos condiciones necesarias:

- 1.- Debe ser lo suficientemente cohesiva para conservar su homogeneidad en el curso de su traslado de la mezcladora a los moldes con el empleo de los medios aprobados.
- 2.- Debe poseer deformabilidad adecuada a la energía con que se compacte, conforme a las características de los equipos de uso especificados.

En consecuencia, los requisitos fundamentales en el concreto fresco, los cuales deben tenerse presentes al diseñar las mezclas, consisten en que posean una cohesión satisfactoria y una consistencia adecuada a las condiciones de aplicación del concreto. Para unos materiales determinados, la satisfacción de estos requisitos dependen en buena medida de las características que se obtengan en la pasta de cemento y de su participación proporcional en el concreto. El comportamiento de la pasta como cuerpo cohesivo y deformable suele depender de aspectos tales como la finura del cemento, la proporción en que se combine éste con el agua y el uso de aire intencionalmente incluido. El requerimiento de pasta en el concreto es influido principalmente por la consistencia de ésta y por el tamaño máximo, composición granulométrica, forma y textura de los agregados.

#### COMPORTAMIENTO DE LA PASTA.

La pasta de cemento es una suspensión de partículas en un medio que puede visualizarse como una red de fuerzas de atracción, conocidas como de Van der Waal, son intermoleculares y no obedecen a la ley de atracción universal. Las de repulsión son electrostáticas y se deben a las cargas superficiales de las partículas. La cohesión de la pasta es el resultado del balance entre estas fuerzas. Así una pasta con



poca agua es muy cohesiva porque las partículas se encuentran en contacto una con otras y predominan las fuerzas intermoleculares de atracción sobre las de rechazo. A medida que se incrementa el contenido de agua tienden a separarse las partículas, con lo cual las fuerzas de atracción se reducen drásticamente y adquieren predominio las de repulsión, disminuyendo la cohesión. Si el contenido de agua se continúa incrementando, la pasta pierde mas cohesividad teniendo a comportarse como el agua, que es un fluido de tipo Newtoniano, esto es, sin ninguna cohesión.

Consecuentemente, las pastas de consistencia seca que tienen poca agua (muy cohesivas) requieren la aplicación de fuerzas externas, tanto o mayores que las de atracción, para separarse por la simple acción de la gravedad, dado que prácticamente no poseen cohesión. Las primeras podrían ser representativas de los concretos masivos con revenimiento nulo, que suelen requerir la aplicación de intensa energía vibratoria para ser compactados, y las segundas corresponderían a los concretos con muy alto revenimiento, que a veces se utilizan para colados por gravedad.

El comportamiento reológico de la pasta de cemento, se pone de manifiesto al ensayarla en un viscosímetro, mediante la aplicación de distintos niveles de esfuerzo cortante relacionados con sus respectivas deformaciones, con lo cual se obtiene una gráfica como en la Fig. 1. Se observa que en un cierto intervalo inicial del esfuerzo aplicado la gráfica es curva, lo cual denota una etapa de transición de la pasta entre el estado plástico y el fluido. A partir de un determinado nivel de esfuerzo, llamado de cedencia, la gráfica se vuelve una línea recta y la pasta se comporta prácticamente como un fluido sin cohesión, tipo Newtoniano. Si el esfuerzo se anula, la pasta recobra su estado plástico inicial, como ocurre en el caso del fenómeno de tixotropía, el cual es un comportamiento característico de los fluidos tipo Bingham, como la pasta de cemento.

En el caso de las mezclas de concreto de uso común, suelen buscarse que la pasta posea una consistencia más bien plástica, a la cual corresponda una cohesión adecuada para inhibir la segregación durante los movimientos previos a su colocación en los moldes. Posteriormente, para darle suficiente compacidad al concreto ya colocado, dicha cohesión se anula por las fuerzas que le transmite el equipo de vibrado con lo cual, mientras permanece actuando la vibración, la mezcla se fluidiza, permitiendo la expulsión del aire atrapado y llenando el espacio confinado por los moldes. Al cesar la vibración, la mezcla ya compactada recupera su rigidez inicial, quedando así dispuesta para iniciar el proceso de fraguado y endurecimiento.

COEFICIENTES REOLOGICOS:

$$F = \text{límite de cedencia} = k_1 M_2$$

$$U = \text{viscosidad plástica} = k_2 \cot \alpha$$

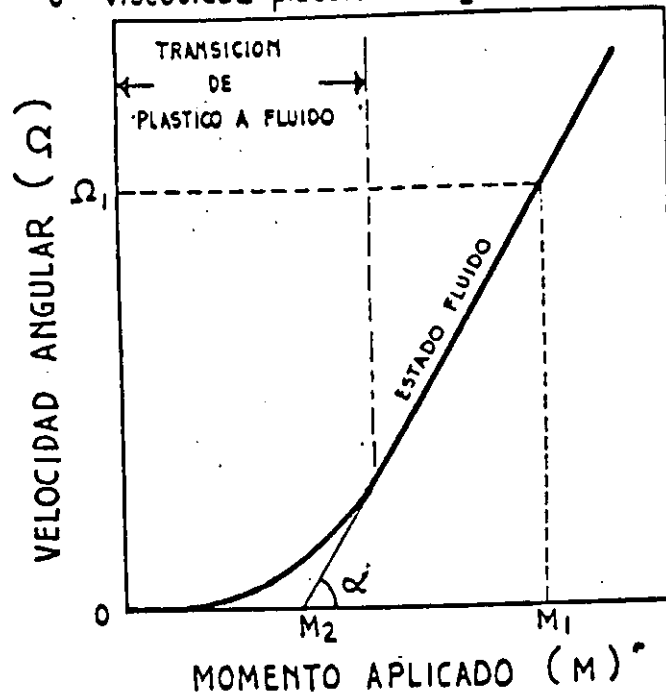


Fig. 1.- Comportamiento reológico de la pasta de cemento como fluido de tipo Bingham

Por otra parte, la pasta de cemento es la principal responsable de los cambios de volumen que ocurren en el concreto, tanto en su estado fresco como endurecido. De estos cambios, el más importante es la contracción por secado, que se denomina así por su aparente coincidencia con la pérdida de agua en el concreto. Cuando se manifiesta en el concreto aún fresco, se llama contracción plástica y, salvo en caso extremos, el concreto es capaz de absorberla sin fisurarse. No ocurre así en el concreto endurecido que, si no dispone de facilidad para contraerse sin restricciones, se agrieta irremediablemente.

La sola pasta de cemento puede contraerse entre 5 y 15 veces más que el concreto, cuya contracción reducida se debe a las restricciones que en él ejercen los agregados. De tal manera, bajo este aspecto, es deseable que la pasta de cemento, como componente del concreto, intervenga en la menor proporción que sea posible.

Aun cuando existen opiniones contravertidas respecto a las causas de la contracción por secado en la pasta, se coincide en que determinados factores la incrementan, entre los cuales se mencionan el contenido de agua y la finura, composición y consumo unitario de cemento en el concreto.

La contracción de una pasta con relación agua/cemento = 0.56 puede ser 50% mayor que la de otra con agua/cemento = 0.40. Los cementos con mayor finura y más aluminato tricálcico parecen conducir a una contracción fuerte en la pasta. En cuanto al consumo unitario de cemento en el concreto, si éste aumenta también aumenta la proporción unitaria de pasta en el mismo concreto y, no obstante que la relación agua/cemento disminuya y la resistencia se incremente, la contracción del concreto también aumenta. Como consecuencia, para reducir la probabilidad de contracción, es conveniente especificar mezclas de concreto cuyo contenido de cemento sea tan bajo como resulte compatible con el cumplimiento de las especificaciones de resistencia de la obra.

Para ilustrar lo anterior, en la fig. 2 se muestra la comparación de las contracción por secado de la pasta de cemento, el mortero y el concreto, para unas condiciones determinadas. La fig. 3 pone de manifiesto la influencia de la relación agua/cemento y del consumo unitario de cemento sobre la contracción por secado del concreto.

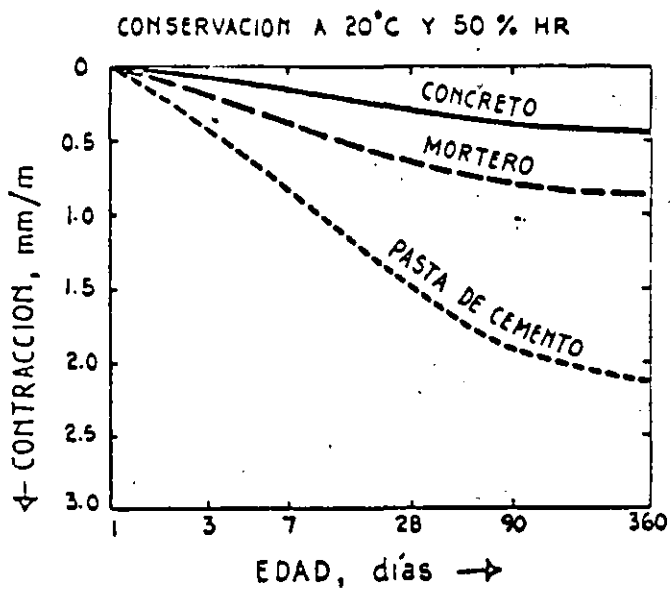


Fig. 2.- Contracción por secado comparada de concreto, mortero y pasta de cemento

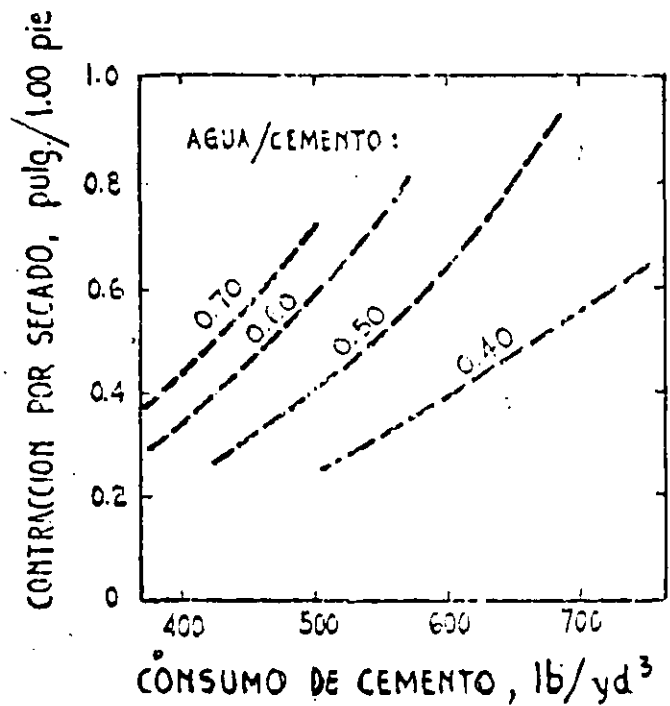


Fig. 3.- Influencia del consumo de cemento y de la relación agua/cemento en la contracción

## COMPORTAMIENTO DE LOS AGREGADOS

El concreto endurecido puede ser considerado como un material de dos fases, compuesto por partículas de grava embebidas en una matriz de mortero, si se acepta que ambas fases son homogéneas e isotropas. Del mismo modo, el mortero y la pasta de cemento parcialmente hidratada pueden ser considerados como materiales de dos fases.

De esta manera, el comportamiento reológico del material, sea éste pasta, mortero o concreto endurecido, depende no solamente del comportamiento propio de cada fase sino también de su interacción. En el caso del concreto, el modelo más aplicado para su análisis lo identifica como un material con un alto porcentaje de partículas gruesas, las cuales tienden a ser esféricas, distribuidas con uniformidad en una matriz de mortero razonablemente homogénea, compuesta de partículas menores embebidas en pasta de cemento.

Sin embargo, existen numerosas situaciones que invalidan esta concepción teórica del concreto. Las gravas no siempre se encuentran uniformemente rodeadas de mortero, sobre todo cuando se emplea granulometría discontinua, ni su forma tiende a ser esférica cuando se produce por trituración. Asimismo - una compactación deficiente o la presencia de sangrado pueden originar la formación de macrovacios, creándose diferentes condiciones de frontera entre el agregado grueso y la matriz de mortero.

Resulta entonces evidente la repercusión que tienen las características de los agregados en el comportamiento del concreto, lo cual se reconoce al aceptar que una misma pasta de cemento puede dar origen a concretos con muy diferentes características y propiedades, conforme se combinen los agregados.

Entre las características de los agregados que suelen repercutir de manera más significativa en las proporciones de la mezcla cuando ésta se diseña, pueden citarse el tamaño máximo, la composición granulométrica la forma de las partículas y su textura superficial.

En la práctica, es dable influir en la selección del tamaño máximo y en la composición granulométrica de la grava, si ésta se divide en dos o mas fracciones. También existe alguna probabilidad de influir en la granulometría de la arena combinándola con otra y, en cuanto a la forma de las partículas, si éstas son trituradas mediante una acertada selección del equipo de trituración. No suele existir posibilidad de ejercer influencia en la textura superficial de las partículas, por ser ésta una característica propia de las diferentes rocas, del modo como se fragmentaron y del acarreo sufrido antes de depositarse, en el caso de agregados naturales.

De manera general, cuando se diseñan mezclas de concreto, es conveniente manejar estos aspectos con los siguientes criterios operativos:

1.- Tamaño máximo y la composición granulométrica de la grava deben seleccionarse con base a resultados comparativos obtenidos sobre algunas mezclas de prueba, tomando en cuenta la granulometría de los agregados disponibles, las características geométricas y de refuerzo de las estructuras las aptitudes y capacidades de los equipos accesibles para el mezclado, transporte y colocación del concreto y, finalmente, el nivel de la resistencia requerida. //

2.- Los efectos adversos producidos por una granulometría inadecuada en la arena o por una forma deficiente de las partículas de grava pueden llegar a minimizarse incrementando el contenido unitario de mortero y/o de pasta de cemento en el concreto. También puede intentarse el uso de un aditivo plastificante que incluya aire.

3.- La falta de manejabilidad y tendencia al sangrado, que suelen presentarse con agregados de textura superficial áspera, también pueden reducirse a límites tolerables - aumentando el contenido unitario de pasta de cemento y/o con el uso de un agente inclusor de aire.

A continuación se describen algunas tendencias normales en cuanto a los efectos que pueden esperarse en el concreto como resultado de variaciones en las mencionadas características de los agregados.

#### TAMAÑO MÁXIMO DE LA GRAVA.

Conforme aumenta el tamaño máximo de la grava disminuye la superficie específica y el contenido de vacíos de los agregados. Consecuentemente, también disminuye la proporción de pasta que se requiere en el concreto, según se observa en la Fig. 4. De acuerdo con esta tendencia, si la calidad de la pasta gobierna la del concreto, debe ser conveniente, por economía y por baja contracción emplear el tamaño - más grande de grava que resulte compatible con las características de la estructura y de los equipos.

El concepto anterior tiene validez limitada, debido al papel que juega la adherencia entre la pasta y el agregado en el comportamiento del concreto bajo carga. Si se define como tamaño máximo óptimo aquél con el cual se logra la mayor eficiencia del cemento, existe evidencia de que, conforme aumenta la resistencia requerida en el concreto, tiende a disminuir el tamaño óptimo, según se pone de manifiesto en la Fig. 5.

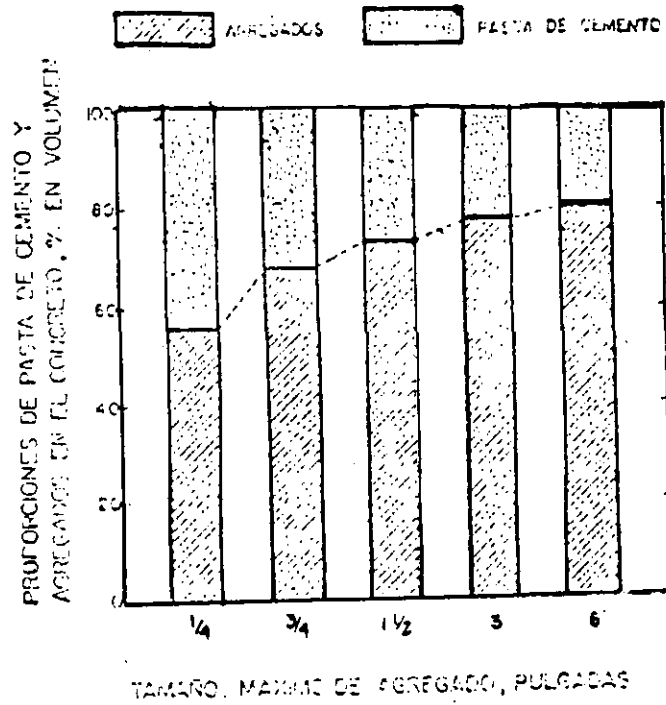


Fig. 4.- Influencia del tamaño máximo del agregado sobre el requerimiento de pasta en el concreto

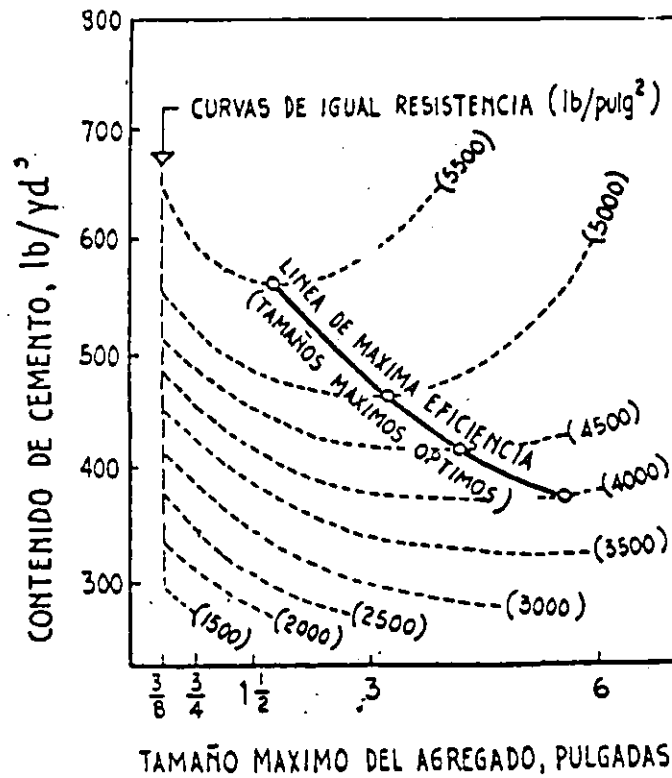


Fig. 5.- Influencia del nivel de la resistencia en el tamaño máximo óptimo del agregado



Como consecuencia de esta limitación, puede decirse en términos generales que, para concretos con resistencias requeridas de hasta 300 kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente, es válido el criterio de emplear el tamaño más grande de grava que sea compatible con las condiciones de aplicación del concreto. Para resistencias más altas es recomendable efectuar algunas pruebas con los agregados disponibles, con objeto de definir el tamaño máximo más conveniente para las condiciones dadas.

Otra limitación como la precedente se refiere a los concretos que se diseñan por flexión, como en el caso de los pavimentos rígidos. En este caso también existe alguna evidencia en el sentido de que, para una determinada relación agua/cemento, la resistencia a flexión disminuye al aumentar el tamaño máximo del agregado.

#### GRANULOMETRIA DE LA GRAVA.

Con frecuencia se considera que si se asegura la participación del agregado grueso en una proporción adecuada dentro del concreto, su distribución intrínseca de tamaños no ejerce influencia significativa en los resultados. Esta consideración es suficientemente aceptable mientras sólo se requiera en el concreto una determinada resistencia a la compresión, principalmente si ésta no es demasiado alta.

Aunque no existe un procedimiento generalmente aceptado para establecer la "granulometría ideal", del agregado grueso, suelen prevalecer dos tendencias, según se pretenda una granulometría continua o discontinua, como se comparan esquemáticamente en la Fig. 6.

En las curvas de granulometría continua, por lo general con tendencia parabólica, se fomenta el incremento proporcional de partículas a medida que aumenta su tamaño, tratando de buscar un efecto de "rodamiento", que redunde en beneficio de la manejabilidad del concreto. Esta tendencia suele encontrarse en los "usos granulométricos" contenidos en algunas especificaciones como la ASTM C 33.

La granulometría discontinua consiste en suprimir partículas en un determinado intervalo dimensional, haciendo una selección adecuada para que las partículas menores puedan ser "empacadas" durante la compactación del concreto en los intersticios de las partículas mayores con lo cual puede lograrse una masa más compacta y más resistente a esfuerzos de compresión. En este caso, al contrario que con la granulometría continua, las mezclas resultan poco trabajables por la interferencia de partículas y se requiere más energía para su compactación.

Sin pretender generalizar, puede considerarse razonablemente adecuado al criterio de tender a utilizar un agregado grueso continuamente graduado para los usos normales del concreto en obra y estimar la posibilidad del empleo de granulometría discontinua para elementos de concreto de muy alta resistencia, colados en condiciones que permitan garantizar su completa y eficiente compactación.

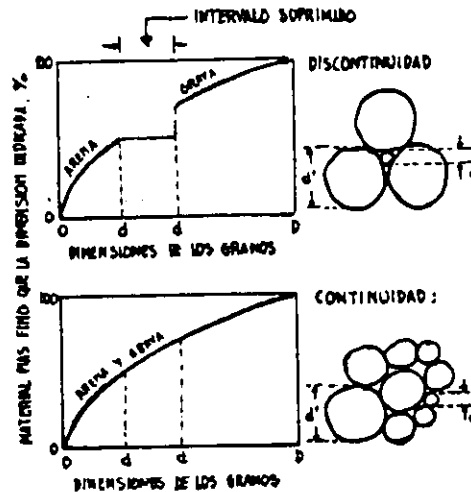


Fig. 6.- Comparación grafica de la granulometría continua y discontinua en los agregados

### GRANULOMETRIA DE LA ARENA.

La composición granulométrica de la arena suele identificarse por su módulo de finura, como se define en la especificación ASTM C 33, considerándose que un módulo de finura menor de 2.30 es representativo de una arena demasiado fina y mayor de 3.20 como correspondiente a una demasiado gruesa.

Aun cuando el módulo de finura no da una medida precisa de la verdadera distribución de tamaños en la arena, en la práctica resulta útil y algunos métodos de diseño de mezclas, como los del ACI mencionados al principio, lo utilizan como dato importante.

El requerimiento de pasta en el concreto puede estar relacionado con la granulometría de la arena pero, tal como se observa en la Fig. 7, el efecto en ese sentido puede minimizarse si se determina experimentalmente el contenido óptimo de la arena disponible, ya sea que ésta sea fina o gruesa, pero dentro del intervalo granulométrico aceptable.

En los casos en que se requiere trabajar con arenas demasiado gruesas, puede resultar de utilidad el empleo de un agente inclusor de aire, por que las "partículas neumáticas" incluidas pueden actuar como compensatorias de las finas que faltan en la arena. En estas circunstancias resulta conveniente hacer el ajuste necesario en el contenido original de arena, considerando que aproximadamente, el 50% del aire incluido pasa a formar parte de ésta.

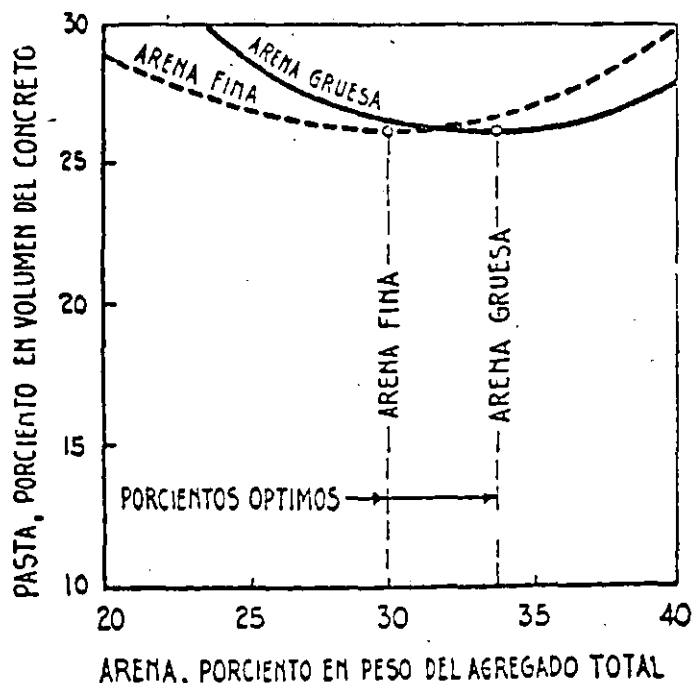


Fig. 7.- Influencia de la granulometría de la arena en su proporción óptima, que requiere menos pasta

Asimismo es necesario ajustar la relación agua/cemento, para tomar en cuenta la disminución de resistencia - que el aire incluido suele producir.

#### REQUISITOS DEL CONCRETO ENDURECIDO.

La primera cualidad que se apreció en el concreto desde sus principios fue su aptitud para resistir esfuerzos de compresión, de lo cual derivó tal vez la costumbre de - comprobar únicamente esta propiedad como medida de su calidad. Al difundirse y diversificarse la aplicación del concreto se le reconocieron también limitaciones, tales como - su reducida capacidad para resistir esfuerzos de tensión y su tendencia a contraerse con el tiempo. La primera se pudo superar con el uso del acero de refuerzo y la segunda dió origen a los llamados cementos expansivos.

Posiblemente respaldada por relaciones de dependencia entre la resistencia a compresión y otras propiedades deseables, la costumbre de comprobar principalmente la calidad del concreto mediante pruebas a compresión prosperó y se extendió hasta el presente. No obstante, sin detrimento aparente de esta práctica, se desarrolló la necesidad de fomentar otras características convenientes, para cuya satisfacción deberían adoptarse las precauciones necesarias durante el diseño de las mezclas de concreto.

#### RESISTENCIA A COMPRESION.

En 1842 Feret, en Francia, estableció la primera expresión empírica para relacionar la resistencia mecánica del mortero de cemento y su proporción de vacíos, siendo - estos los espacios ocupados por el agua y el aire. En 1918 Abrams, en los EEUU, introdujo el concepto agua/cemento mediante su conocida expresión de carácter empírico: »

$$S = \frac{A}{B^x}$$

en donde S es la resistencia a compresión del concreto a una cierta edad, A y B son constantes que dependen de la edad, las condiciones de trabajo y la calidad del cemento y x es la relación agua/cemento en volumen. En 1923 Talbot y Richart, también en los EEUU se apoyaron en los conceptos desarrollados por Feret para proponer una expresión que determina la resistencia en términos de la relación cemento/espacio, que equivale al volumen sólido de cemento entre el volumen de los vacíos en la pasta.

En la actualidad se reconoce que la resistencia de la pasta (y del concreto) es un atributo del gel que resulta de la hidratación del cemento. La resistencia propia del gel es una característica intrínseca que varía poco por efecto de los cambios de composición en el cemento, de modo que la resistencia de la pasta en un momento dado más bien depende de la concentración del gel por unidad del volumen de pasta que exista en ese momento. Al considerar la resistencia en función de los productos de hidratación existentes en el volumen total de la pasta, se inhibe la influencia que ejercen los cambios de composición del cemento, de las condiciones de temperatura y humedad y de otros aspectos que suelen limitar la aplicación de la relación agua/cemento de manera general. En la Fig. 8 se muestra la forma como varía la resistencia del mortero a compresión en función de la llamada relación gel/espacio de la pasta.

Este comportamiento confirma que la resistencia de la pasta, el mortero y el concreto, como en el caso de otros materiales, está gobernada por el concepto de porosidad esto es, la proporción de volumen sólido presente en un cierto espacio total disponible. De acuerdo con ello, la resistencia tiende a incrementarse con el consumo unitario de cemento y a reducirse con el contenido de agua y aire.

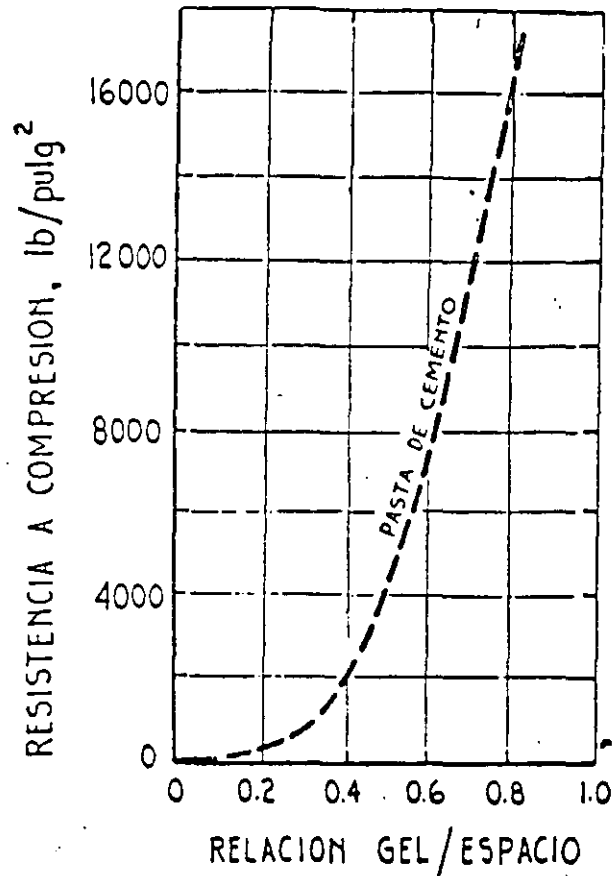


Fig. 8.- Influencia de la relacion gel/espacio de la pasta de cemento en la resistencia del mortero

No obstante lo anterior, la estimación de la resistencia en función de la relación agua/cemento sigue siendo factible si no se producen cambios significativos en las características del cemento y se reglamentan las condiciones de curado y la edad de prueba. Para su aplicación en el diseño de mezclas de concreto, el concepto agua/cemento suele complementarse con la llamada regla de Lyse según la cual, para unos materiales determinados, el consumo de agua requerido para obtener una cierta consistencia permanece aproximadamente constante y es independiente de la relación agua/cemento que se utilice.

#### IMPERMEABILIDAD.

Con frecuencia se supone que teniendo el concreto en sí mismo un coeficiente de permeabilidad bastante bajo - (del orden de  $10^{-8}$  cm/s), puede considerarse impermeable pa

ra fines prácticos. Sin embargo, la proporción de estructuras de concreto que requieren de la aplicación de recubrimientos su perfciales para hacerlas verdaderamente impermeables es consi derable.

Aunque la mayoría de la veces estas manifestaciones de permeabilidad son relacionables con fisuras o defectos de construcción es conveniente tener presente ciertas precaucio- nes cuando se diseña una mezcla de concreto, si se pretende a- plicarla en una estructura que vaya a estar en contacto con - agua.

La impermeabilidad del concreto es importante no - solamente para impedir el paso del agua sino también para pro teger adecuadamente el acero de refuerzo contra la corrosión, principalmente cuando existe un medio ambiente o de contacto con carácter corrosivo, como ocurre en las estructuras para obras marítimas.

Tal como se indica en la Fig. 9, la permeabilidad de la pasta de cemento está relacionada con su porosidad y, como ésta depende de la relación agua/cemento, resulta enton ces que ésta relación gobierna también la impermeabilidad del concreto, En la Fig. 10 se indica el tipo de dependencia que suelen presentar la resistencia y la permeabilidad del - concreto con respecto a su relación agua/cemento.

Conforme a lo anterior, para lograr un concreto que sea prácticamente impermeable, debe usarse una rela- ción agua/cemento suficientemente baja (menor de 0.5), de be procurarse la máxima compactación de la mezcla y debe mantenerse el concreto húmedo durante un periodo inicial adecuado (no menor de 14 días), para que el cemento se hi drate normalmente.

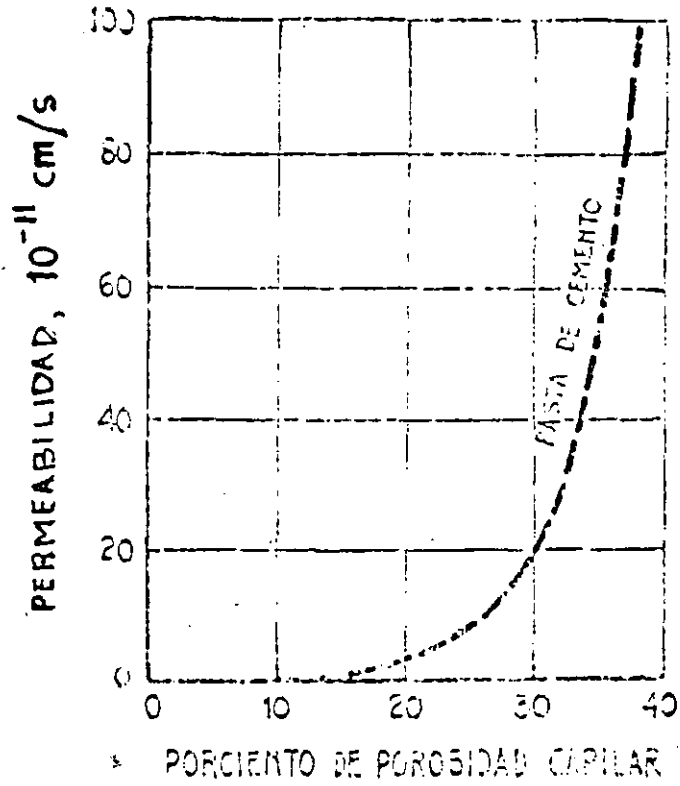


Fig. 9.- Influencia de la porosidad capilar en la permeabilidad de la pasta de cemento

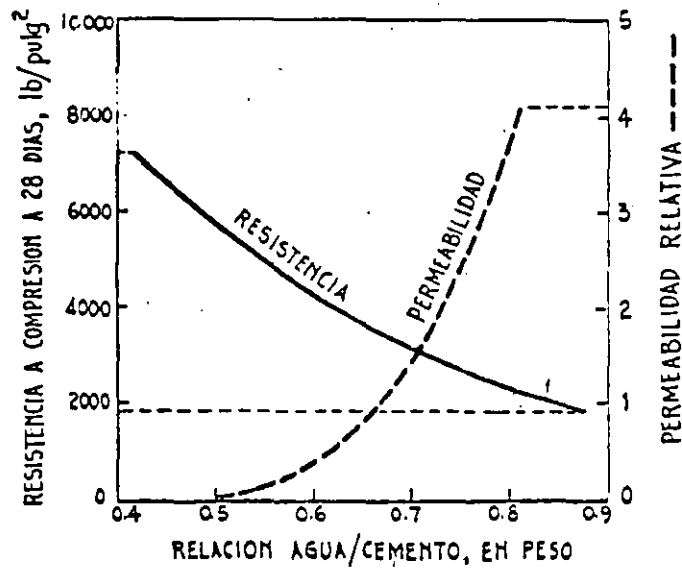


Fig. 10.- Influencia de la relación agua/cemento sobre la resistencia y permeabilidad del concreto



## DURABILIDAD.

La durabilidad del concreto es una propiedad bastante ligada a su impermeabilidad. Por ello, suele recomendarse el empleo de una relación agua/cemento no mayor de 0.45 cuando las condiciones de exposición y servicio de la estructura hacen temer su durabilidad.

En países de climas muy fríos, la durabilidad del concreto expuesto a la intemperie se relaciona más bien con su aptitud para resistir los efectos de la congelación y el deshielo. En estos casos, es requisito normal especificar el uso de un agente inclusor de aire para el diseño y aplicación de las mezclas de concreto, ya que las pequeñas burbujas de aire incluido proporcionan una adecuada defensa contra los efectos de la congelación del agua en el interior del concreto endurecido. Para que el contenido de aire sea eficaz en este sentido, pero que no ocasione excesiva pérdida de resistencia, el aditivo debe dosificarse de manera de lograr entre 7 y 9% de aire en la fracción mortero del concreto.

La durabilidad del concreto también puede ser afectada por reacciones químicas indeseables en las que interviene el cemento. Por ejemplo, en presencia de una alta concentración de sulfatos, éstos pueden reaccionar con el aluminato tricálcico del cemento para formar sulfoaluminato, cuya formación se acompaña de expansiones que pueden reventar al concreto. La medida de protección adecuada contra este riesgo, en la etapa del diseño de las mezclas, consiste en seleccionar un cemento que, como el tipo V, posea bajo contenido de aluminato tricálcico.

Otra reacción indeseable es la que a veces se produce entre cierto tipo de sílice contenida en algunos agregados y los alcalis del cemento. En este caso, el medio -- más efectivo de prevención consiste en seleccionar un cemento cuyo contenido de álcalis totales sea inferior a 0.60%. También suele ser útil el empleo de un material puzolánico que sea realmente eficaz para inhibir dicha reacción, cuyos efectos también se manifiestan en el concreto como reventones causados por expansión interna.

#### ESTABILIDAD VOLUMETRICA.

Según se mencionó al tratar el comportamiento de la pasta de cemento, ésta es responsable de los cambios volumétricos del concreto conocidos como contracción por secado. En consecuencia, una buena manera de limitarlos consiste en diseñar mezclas con el mínimo contenido de pasta que sea compatible con la obtención de los otros requisitos del concreto hidráulico, que son más susceptibles a los efectos de la contracción por secado, esa forma de limitar la pasta no siempre resulta suficiente para evitar el agrietamiento.

Esta circunstancia ha dado cierto impulso al empleo de cementos expansivos en ese tipo de estructuras, con cuya utilización se logra compensar la contracción y evitar las fisuras correspondientes. En la fig. 11 se muestra la comparación de las contracciones y expansiones de un concreto normal y de otro con cemento expansivo, compensador de la contracción.

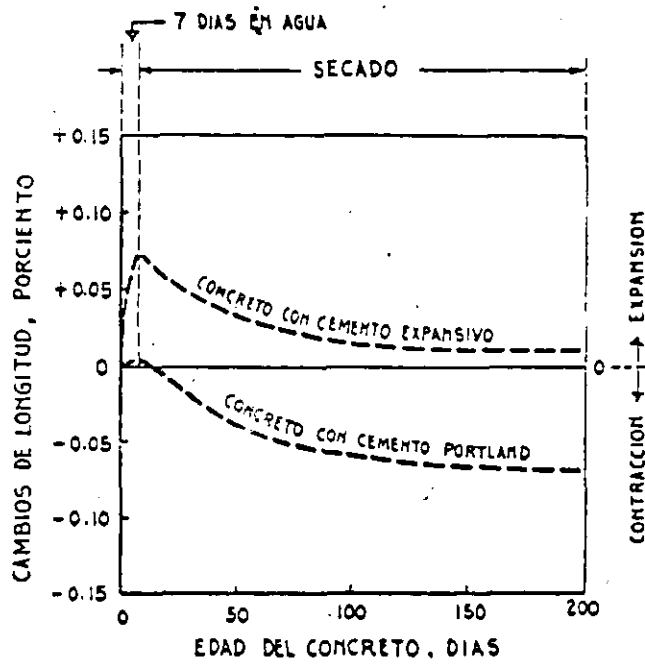


Fig. 11.- Cambios de longitud por secado en concretos con cementos Portland y expansivo

Otra circunstancia que fomenta cambios volumétricos en el concreto es la variación de temperatura. El concreto, como otros materiales, se dilata al calentarse y se contrae al enfriarse. Cuando las variaciones térmicas provienen del exterior, sus efectos en la estructura deben prevenirse mediante refuerzo de temperatura y juntas de contracción y/o dilatación localizadas en función de las características de la estructura, la magnitud previsible en los cambios de temperatura, la proporción de acero de refuerzo y el coeficiente de dilatación térmica del concreto.

Hay otra fuente probable de elevación de temperatura en el concreto, que es de carácter interno y que se debe al calor que genera el cemento al hidratarse. Este hecho suele tomarse en cuenta únicamente en el caso de estructuras voluminosas, en las que no existen facilidades para la rápida disipación de ese calor. En estos casos, las medidas más inmediatas de prevención consisten en reducir el mínimo posible el consumo unitario de cemento y en seleccionar uno que genere menos calor al hidratarse como el Portland tipo II, que es de moderado calor de hidratación. También puede resultar conveniente el empleo de un buen material puzolánico, ya que las reacciones químicas en que interviene generan menos calor que las relativas al cemento. En situaciones extremas, se acude al pre-enfriamiento del concreto fresco y/o al post-enfriamiento del concreto endurecido.

#### RESISTENCIA A TENSION.

Debido a que el concreto tiene una capacidad bastante mayor para resistir los esfuerzos de compresión que los de tensión, y dado que en cualquier condición de carga suelen estar presentes ambos, la falla del concreto casi siempre está asociada, en última instancia, con una falla por tensión. Esta situación es particularmente válida para estructuras en las que las condiciones de carga son a flexión, como en el caso de los pavimentos de concreto hidráulico, en donde el diseño de las mezclas se realiza con la

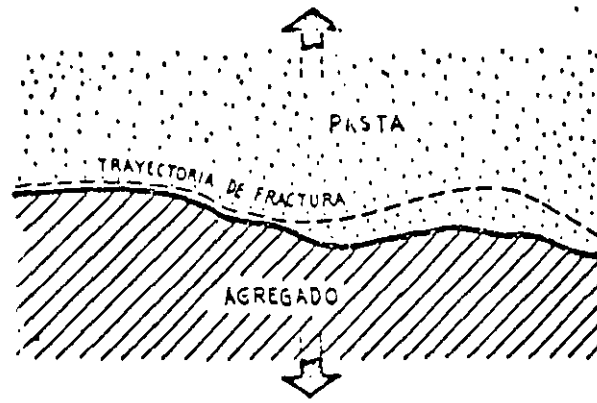
finalidad de obtener una cierta resistencia a tensión por flexión.

En el desarrollo de la resistencia a tensión, las características de forma y textura de los agregados juegan un papel importante, dado que las variaciones en éstas pueden originar diferencias notables en las condiciones de frontera entre los agregados y la pasta y, consecuentemente, en su interacción cuando el concreto es sometido a esfuerzos de tensión.

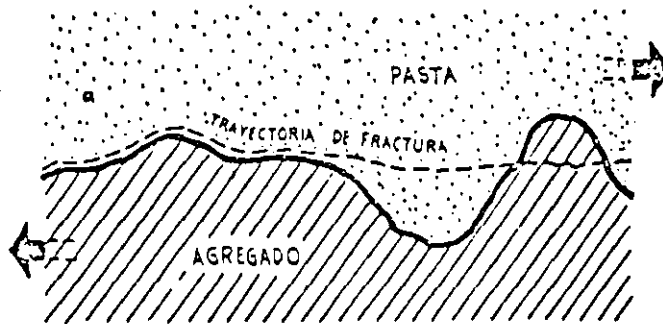
Si el concreto se hace trabajar a flexión hasta la falla, se producen fracturas en la vecindad del contacto pasta-agregado que pueden ser del tipo de falla por tensión o por cortante, según se indica esquemáticamente en la Fig. 12, en donde se destacan cuatro tipos principales de fractura:

- a) Por adherencia entre pasta y agregado
- b) Por tensión en la pasta.
- c) Por cortante en la pasta.
- d) Por cortante en el agregado

La falla por adherencia depende básicamente de la calidad de la pasta y de la forma y textura del agregado, de las cuales sólo es factible influir en la primera. En la Fig. 13 se indica la forma de dependencia que parece existir entre la relación agua/cemento de la pasta y su adherencia con el agregado. Se observa que en un cierto intervalo la adherencia mejora al disminuir la relación agua/cemento, pero llega un punto en que una mayor reducción de esta última produce el efecto contrario. Asimismo, la falla de la pasta por tensión o por cortante debe depender de su relación agua/cemento de un modo similar a como ésta influye en su resistencia a la compresión.



A) FALLA PRODUCIDA POR TENSION



B) FALLA PRODUCIDA POR CORTANTE

Fig. 12.- Tipos comunes de fractura en la zona de falla agregado-pasta de cemento

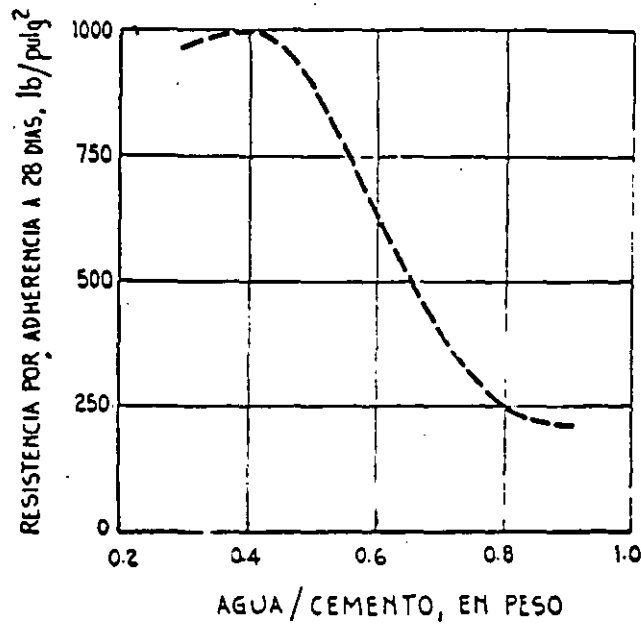


Fig. 13.- Influencia de la relación agua/cemento sobre la adherencia agregado-pasta de cemento

En la falla del agregado por cortante suelen influir su calidad, forma y tamaño máximo. Las partículas de formas redondeadas generalmente producen fallas por adherencia y no por cortante, debido a la regularidad de las superficies, sin la presencia de protuberancias que puedan representar planos de debilidad.

Como se indica en la Fig. 14 existe alguna evidencia en el sentido de que el aumento de tamaño máximo en el agregado produce cierta disminución en la resistencia por cortante entre éste y la pasta. Esta observación parece confirmar la conveniencia indicada con anterioridad, en el sentido de limitar el tamaño máximo del agregado, por consideraciones de esta naturaleza, cuando las mezclas de concreto se diseñan por flexión.

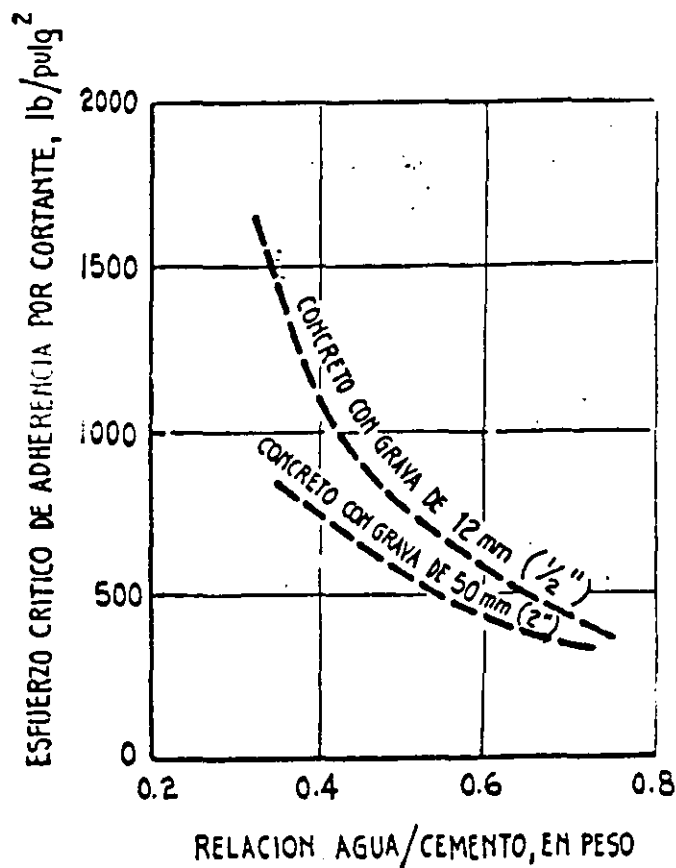


Fig. 14.- Influencia del tamaño máximo de grava en la adherencia por cortante agregado-pasta

### CONCRETO BOMBEADO.

El diseño de una mezcla de concreto para ser bombeada, sobre todo en condiciones en que hay que salvar grandes distancia o fuertes desniveles, suele presentar requerimientos que conducen a la necesidad de hacer concesiones en cuanto a las propiedades del concreto endurecido, en beneficio de las características deseables en el concreto fresco. Por ejemplo, en estos casos es frecuentemente necesario limitar el tamaño máximo del agregado en función del diámetro de la tubería, aumentar el contenido de agua para hacerla más fluida y así reducir la fricción con la tubería y la presión requerida para conducirla.

En la fig. 15 se comparan esquemáticamente las proporciones de dos concretos diseñados para la misma resistencia de proyecto, con diferentes requerimientos para ser trans

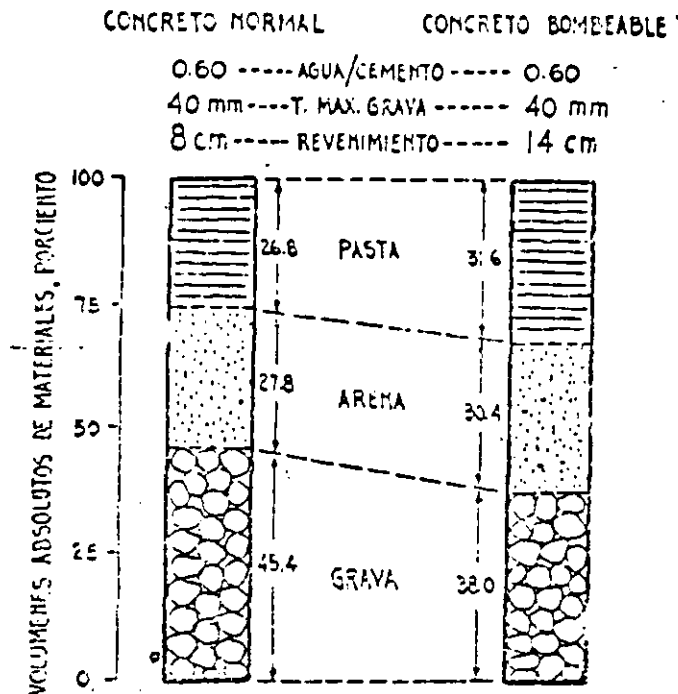


Fig. 15: Tendencias comunes en los cambios de las proporciones de materiales para concreto bombeable



portados: uno con los equipos normales que permiten el uso de un revenimiento de 8 cm. y el otro para ser bombeado con un revenimiento de 14 cm. Resulta evidente que la aceptación de - criterios opuestos en el diseño de esta última mezcla deriva de las ventajas que determinadas condiciones puede ofrecer el uso de de la bomba por medio de colocación del concreto.

La práctica recomendada por el Comité ACI 304 es - también una referencia útil para el diseño de mezclas de concreto bombeable.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- ACI-211.1-81 "Práctica para Dosificar Concreto Normal, Concreto Pesado y Concreto Masivo" IMCYC.
- 2.- ACI Committee 211.2. "Recommended Practice for Selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete", Detroit, 1969.
- 3.- Comité ACI 212 "guía para el empleo de aditivos en el concreto ", IMCYC, 1974
- 4.- ACI Committee 311, "ACI Manual of Concrete Inspection", Publication SP-2, Detroit, 1975.
- 5.- U.S. Bureau of Reclamation, "Concrete Manual", Eighth Edition, Washington, 1975.
- 6.- ASTM Designation C 33, "Standard Specification for Concrete Aggregates", Philadelphia, 1975.
- 7.- Powers, T.C. "Structure and Physical Properties of Hardened Portland Cement Paste", Journal of American Ceramic Society. Jan., 1958.
- 8.- Comité ACI 304, "Colocación del concreto por métodos de bombeo", IMCYC, 1974.
- 9.- A.M. Neville, "Tecnología del concreto" Tomo 3, IMCYC, 1984.

A N E X O S



nueva serie

2

práctica  
recomendable  
para dosificar  
concreto normal  
y concreto  
pesado  
(aci-2414)

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.

## ALCANCE

**1.1.** Esta práctica recomendable describe los métodos para seleccionar las proporciones de los concretos elaborados con agregados de peso volumétrico normal y alto (que se distinguen de los agregados de peso ligero y de alta densidad especial) y de trabajabilidad apropiada para la construcción común en el sitio de la obra (que se distingue de las mezclas especiales para la fabricación de productos de concreto).

**1.2.** Los métodos constituyen una primera aproximación a las proporciones que deben constatarse mediante las mezclas de prueba efectuadas en el laboratorio o en el campo y ajustarse, en la medida que sea necesario, para producir las características deseadas para el concreto.

**1.3.** Se han utilizado las unidades del sistema métrico en el cuerpo del texto.

**1.4.** Los métodos de prueba mencionados en el texto se incluyen en el Capítulo 9.

LIBRERIA  
INTEGRAL

## **PROCEDIMIENTOS PARA LA DOSIFICACION DE CONCRETO NORMAL**

**5.1.** El procedimiento para la selección de las proporciones de la mezcla incluido en esta sección es aplicable para el concreto de peso normal. Aunque puede utilizarse la misma información básica y procedimientos para obtener el proporcionamiento del concreto pesado, en los Capítulos 7 y 8 se incluye información adicional, así como un ejemplo de cálculo para este tipo de concreto.

**5.2.** La estimación de los pesos requeridos para las mezclas de concreto comprende una secuencia de pasos lógicos y directos que, en efecto, concuerda con las características de los materiales disponibles para obtener una mezcla apropiada para la obra. Frecuentemente el problema de la adaptabilidad no se le deja al individuo que selecciona las proporciones. Las especificaciones de la obra pueden contener todos o algunos de los siguientes puntos:

5.2.1. Relación agua/cemento máxima

5.2.2. Contenido mínimo de cemento

5.2.3. Contenido de aire

5.2.4. Revenimiento

5.2.5. Tamaño máximo del agregado

5.2.6. Resistencia

5.2.7. Otros requerimientos que se relacionen con temas tales como resistencia de sobrediseño, aditivos y tipos especiales de cemento o agregado.

**5.3.** Independientemente de que las características del concreto se señalen en las especificaciones o se dejen al individuo que seleccione las proporciones, el establecimiento de los pesos de la mezcla por metro cúbico de

concreto puede obtenerse mediante la siguiente secuencia:

5.3.1. *Paso 1. Elección del revenimiento.* Si el revenimiento no está especificado, se puede elegir un valor apropiado para la obra de acuerdo a la Tabla 5.3.1. Los valores del revenimiento mostrados son aplicables cuando se utiliza la vibración para compactar el concreto. Deben usarse mezclas de consistencia muy rígida, que puedan colocarse eficientemente.

Tabla 5.3.1. Revenimientos recomendables para diversos tipos de construcción

Tipos de construcción	Revenimiento, cm	
	Máximo*	Mínimo
Muros y zapatas de cimentación de concreto reforzado	8	2
Zapatas simples, cajones y muros de la subestructura	8	2
Vigas y muros de concreto reforzado	10	2
Columnas	10	2
Pavimentos y losas	8	2
Concreto masivo	5	2

\* Puede aumentar 2 cm cuando se utilicen métodos de compactación diferentes al de vibración.

5.3.2. *Paso 2. Elección del tamaño máximo del agregado.* Los agregados bien graduados de tamaño máximo tienen menos vacíos que los de tamaños menores. De aquí que los concretos con agregado de mayor tamaño requieran menos mortero por unidad de volumen de concreto. Generalmente, el tamaño máximo del agregado debe ser el mayor que se encuentre disponible económicamente y el que resulte compatible con las dimensiones de la estructura. Bajo ninguna circunstancia el tamaño máximo debe exceder de una quinta parte de la menor dimensión entre los lados de las cimbras, de una tercera parte del peralte de las losas, ni de tres cuartas partes del espaciamiento mínimo libre entre las varillas individuales de refuerzo, haces de varilla o cables pretensados. En algunas ocasiones estas limitaciones se descartan si la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto puede ser colocado sin que se formen cavidades o vacíos. Para lograr los mejores resultados cuando se desea obtener un concreto de alta resistencia, deben reducirse los tamaños máximos de los agregados, ya que éstos producen mayores resistencias con una relación agua/cemento dada.

5.3.3. *Paso 3. Estimación del agua de mezclado y del contenido de aire.* La cantidad de agua por unidad de volumen de concreto requerida

para producir un revenimiento dado depende del tamaño máximo, de la forma de la partícula y de la granulometría de los agregados, así como de la cantidad de aire incluido. La cantidad de cemento no la afecta en mayor grado. En la Tabla 5.3.3. se proporcionan estimaciones con respecto a la cantidad de agua de mezclado requerida para concretos elaborados con varios tamaños máximos de agregado, con y sin aire incluido. Dependiendo de la textura y de la forma del agregado, los requerimientos de agua de mezclado pueden estar un tanto por encima o por debajo de los valores tabulados, pero son suficientemente precisos para una primera estimación. Tales diferencias en los requerimientos de agua no se reflejan necesariamente en la resistencia, ya que existen otros factores compensatorios que

Tabla 5.3.3. Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos del agregado\*

Revenimiento, cm	Agua en kg/m <sup>3</sup> de concreto para los tamaños máximos del agregado indicados							
	10 mm	12.5 mm	20 mm	25 mm	40 mm	50 mm**	70 mm**	150 mm**
Concreto sin aire incluido								
3 a 5	205	200	185	180	160	155	145	125
8 a 10	225	215	200	195	175	170	160	140
15 a 18	240	230	210	205	185	180	170	—
Cantidad aproximada de aire atrapado en concreto sin aire incluido, por ciento	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
3 a 5	180	175	165	160	145	140	135	120
8 a 10	200	190	180	175	160	155	150	135
15 a 18	215	205	190	185	170	165	160	—
Próximo recomendable de contenido total de aire, por ciento.	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

\* Estas cantidades de agua de mezclado deben utilizarse en los cálculos de los factores de cemento para mezclas de prueba. Son las máximas para agregados gruesos angulares razonablemente bien formados, graduados dentro de los límites de las especificaciones aceptadas.  
 \*\* Los valores de revenimiento para un concreto que contenga un agregado mayor de 40 mm están basados en pruebas de revenimiento efectuadas después de remover las partículas mayores de 40 mm por medio de cribado húmedo.



pueden estar incluidos. Por ejemplo, con un agregado grueso redondo y uno angular, ambos graduados similarmente y de buena calidad, puede producirse concreto de aproximadamente igual resistencia a la compresión utilizando la misma cantidad de cemento, a pesar de las diferencias en la relación agua/cemento resultante de los distintos requerimientos de agua de mezclado. La forma de la partícula en sí no constituye un indicio de que un agregado esté por encima o por debajo del promedio en su capacidad de producción de resistencia.

La Tabla 5.3.3. indica la cantidad aproximada de aire atrapado que puede esperarse en un concreto sin aire incluido y también muestra los niveles recomendables de contenido de aire promedio para concreto en el que se ha incluido aire para efectos de durabilidad. El concreto con aire incluido debe usarse siempre en estructuras que estarán expuestas a los fenómenos de congelación y deshielo y generalmente en estructuras expuestas al agua de mar o al efecto de sulfatos. Cuando no se prevee una exposición severa del concreto, la inclusión de aire puede acarrear efectos benéficos en la trabajabilidad y en la cohesión del concreto, con niveles de contenido de aire de aproximadamente la mitad de aquéllos indicados para el concreto con aire incluido.

Cuando se usan mezclas de prueba para establecer relaciones de resistencia o para verificar la capacidad de producción de resistencia de una mezcla, debe usarse la combinación menos favorable de agua de mezclado y contenido de aire. Esto es, el contenido de aire deberá ser el máximo permitido o el que probablemente ocurra, y el concreto debe calcularse hasta el revenimiento más alto permisible. Lo anterior evitará que se haga una estimación demasiado optimista de la resistencia, bajo la suposición de que las condiciones promedio más que las extremas serán las que prevalezcan en el campo. Para información sobre las recomendaciones relativas a contenido de aire, ver los reportes de los Comités ACI 201, 301 y 302.

*5.3.4. Paso 4. Elección de la relación agua/cemento.* Los requerimientos de la relación agua/cemento se determinan no sólo por los requerimientos de resistencia sino también por factores tales como la durabilidad y las propiedades del acabado. Ya que los diferentes agregados y cementos generalmente producen resistencias distintas con la misma relación agua/cemento, es altamente recomendable conocer o desarrollar la correspondencia entre la resistencia y la relación agua/cemento para los materiales a usarse. En ausencia de tal información, pueden tomarse los valores aproximados y relativamente conservadores para concreto conteniendo cemento Portland Tipo I que se indican en la Tabla 5.3.4(a). Con materiales típicos, las relaciones agua/cemento tabuladas deben producir las resistencias mostradas, que están basadas en pruebas a los 28 días de muestras curadas bajo condiciones estándar de laboratorio. La resistencia promedio seleccionada debe, desde luego, exceder a la resistencia especificada por un margen sufi-

Para condiciones de exposición severas, la relación agua/cemento debe mantenerse baja, aun cuando los requerimientos de resistencia puedan cumplirse con un valor mayor. En la Tabla 5.3.4.(b) se proporcionan los valores límite.

5.3.5. *Paso 5. Cálculo del contenido de cemento.* La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto se obtiene de las determinaciones efectuadas en los Pasos 3 y 4. El cemento requerido es igual al contenido estimado de agua de mezclado (Paso 3), dividido entre la relación agua/cemento (Paso 4). Si, no obstante, la especificación incluye por separado un límite mínimo de cemento además de los requerimientos de resistencia y durabilidad, la mezcla debe basarse en aquel criterio que conduzca a la mayor cantidad de cemento.

El uso de puzolanas o de aditivos químicos afectará las propiedades tanto del concreto fresco como del endurecido.\*

5.3.6. *Paso 6. Estimación del contenido de agregado grueso.* Los agregados esencialmente similares en granulometría y en tamaño máximo producirán un concreto de trabajabilidad satisfactoria cuando se emplee un volumen determinado de agregado grueso y seco, compactado con varilla, por volumen unitario de concreto. En la Tabla 5.3.6. se proporcionan los

Tabla 5.3.6. Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto

Tamaño máximo del 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
12.5	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	0.76	0.74	0.72	0.70
50	0.78	0.76	0.74	0.72
70	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81

\* Los volúmenes están basados en agregados secos y compactados con varilla, como se describe en la Norma ASTM C 29, "Peso unitario de los agregados." Estos volúmenes se han seleccionado de relaciones empíricas para producir un concreto con un grado de trabajabilidad apropiado para la construcción reforzada usual. Para obtener un concreto con menos trabajabilidad como el que se utiliza en la construcción de pavimentos de concreto, estos valores se pueden aumentar en un 10%. Para un concreto con más trabajabilidad como el que algunas veces se requiere cuando la colocación se efectúa por bombeo, estos valores se pueden reducir hasta en un 10%.

\*\*El módulo de finura de la arena es igual a la suma de las relaciones (acumulativas) retenidas en tamices de malla con aberturas de 0.149, 0.297, 0.595, 1.19, 2.38 y 4.76 mm.

\* Ver NS-7, "Guía para el empleo de aditivos en el concreto" (ACI-212), publicada por el Instituto del Cemento y del Concreto, junio de 1976, páginas 40, 46 y 55.

**Tabla 5.3.4.(a). Correspondencia entre la relación agua/cemento y la resistencia a la compresión del concreto**

Resistencia a la compresión a los 28 días, kg/cm <sup>2</sup> *	Relación agua/cemento, por peso	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450	0.38	—
400	0.43	—
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

\* Los valores indican las resistencias promedio estimadas para concreto conteniendo un porcentaje de aire no mayor que el indicado en la Tabla 5.3.3. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme el contenido de aire aumenta. La resistencia está basada en cilindros de 15 x 30 cm, curados en húmedo por 28 días a 23° ± 1.7°C, de acuerdo con la Sección 9(b) de la Norma ASTM C 31, "Fabricación y Curado de Muestras de Concreto para Pruebas a Flexión y a Compresión en el Campo." La resistencia de cubos será aproximadamente 20% más alta. La correspondencia indicada asume un tamaño máximo del agregado de aproximadamente 20 a 30 mm; para agregados de una procedencia determinada, la resistencia producida para una relación agua/cemento dada aumentará conforme el tamaño máximo del agregado disminuya; ver Secciones 3.4 y 5.3.2.

**Tabla 5.3.4.(b). Relaciones agua/cemento máximas permisibles para concreto expuesto a condiciones severas\***

Tipo de estructura	Estructura continua o frecuentemente húmeda y expuesta a congelación y deshielo**	Estructura expuesta al agua de mar o a sulfatos
Secciones delgadas (rieles, bordillos, durmientes, obras ornamentales) y secciones con menos de 3 cm de recubrimiento sobre el acero.	0.45	0.40***
Todas las demás estructuras.	0.50	0.45***

\* Basada en el reporte del Comité ACI 201, "Durabilidad del concreto en servicio", citado previamente.

\*\* El concreto también debe ser del tipo de aire incluido.

\*\*\* Si se utiliza cemento resistente a los sulfatos (Tipo II o Tipo V de la Norma ASTM C 150), la relación agua/cemento permisible podrá aumentarse en 0.05.

ciente, para mantener el número de pruebas de resistencias bajas dentro de los límites especificados.\*

\* Ver "Práctica recomendada para la evaluación de resultados de ensayos de compresión de concreto en el campo" (ACI-214-65), publicada por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, noviembre de 1968.

valores adecuados para este volumen de agregado. Se puede observar que, para obtener una trabajabilidad similar, el volumen de agregado grueso para un volumen unitario de concreto sólo depende de su tamaño máximo y del módulo de finura del agregado fino. Las diferencias en la cantidad de mortero necesaria para obtener la trabajabilidad con agregados distintos, debidas a la forma y granulometría de las partículas, quedan automáticamente compensadas con las diferencias en el contenido de vacíos en el agregado seco y compactado con varilla.

El volumen del agregado, seco y compactado con varilla, por metro cúbico de concreto, se muestra en la Tabla 5.3.6. Este volumen se convierte al peso seco del agregado grueso requerido por metro cúbico de concreto multiplicándolo por el peso volumétrico del agregado grueso, seco y compactado con varilla.

5.3.6.1. Para obtener un concreto más manejable, como el que se requiere en algunas ocasiones cuando se usa una bomba para la colocación o cuando se coloca el concreto en zonas congestionadas con acero de refuerzo, sería recomendable reducir hasta en un 10% el contenido estimado de agregado grueso que se había determinado en la Tabla 5.3.6. Sin embargo, se debe tener cuidado en asegurar que el revenimiento resultante, la relación agua/cemento y las propiedades de resistencia del concreto sean compatibles con las recomendaciones proporcionadas en las Secciones 5.3.1. y 5.3.4. y que satisfagan los requerimientos aplicables de las especificaciones del proyecto.

Tabla 5.3.7.1. Primera estimación del peso del concreto fresco

Tamaño máximo del agregado, mm	Primera estimación del peso del concreto kg/m <sup>3</sup>	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
10	2285	2190
12.5	2315	2235
20	2355	2280
25	2375	2315
40	2420	2355
50	2445	2375
70	2465	2400
150	2505	2435

\* Valores calculados con la ec. (5-1) para concretos medianamente ricos (330 kg de cemento por m<sup>3</sup>) y revenimiento medio, con un agregado cuyo peso específico es de 2.7. Los requerimientos de agua están basados en los valores de revenimiento de 8 a 10 cm, de la Tabla 5.3.3. Si se desea, se puede precisar más la estimación del peso, como se indica a continuación, siempre que se posea la información necesaria: por cada 5 kg de diferencia en el agua de mezclado de la Tabla 5.3.3., para valores de 8 a 10 cm de revenimiento, se corregirá el peso por m<sup>3</sup> en 8 kg en la dirección opuesta; por cada 20 kg de diferencia en el contenido de cemento de 330 kg, se corregirá el peso por m<sup>3</sup> en 3 kg en la misma dirección; por cada 0.1 de desviación de 2.7 en el peso específico del agregado, se corregirá en 70 kg el peso del concreto en la misma dirección.

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

5.3.7. Paso 7. *Estimación del contenido de agregado fino.* Al concluir el Paso 6, se habrán calculado todos los ingredientes del concreto, a excepción del agregado fino. Su cantidad se determina por medio de las diferencias. Se puede emplear cualquiera de estos dos procedimientos: el método "por peso" (Sección 5.3.7.1.) o el método de "volumen absoluto" (Sección 5.3.7.2.).

5.3.7.1. Si el peso del volumen unitario de concreto se supone o puede estimarse por experiencia, el peso requerido de agregado fino es simplemente la diferencia entre el peso del concreto fresco y el peso total de los otros ingredientes. Por lo general, en base a experiencias anteriores con los materiales, se conoce el peso unitario del concreto con una precisión razonable. Si no se cuenta con esta información, se puede utilizar la Tabla 5.3.7.1. para hacer una primera estimación. Aunque el peso estimado por metro cúbico de concreto sea aproximado, las proporciones de la mezcla serán lo suficientemente exactas para permitir ajustes fáciles basados en las mezclas de prueba, como se mostrará en los ejemplos siguientes.

Si se desea obtener un cálculo teóricamente exacto del peso del concreto fresco por metro cúbico, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$U_m = 10 G_a (100 - A) + C_m (1 - G_a/G_c) - W_m (G_a - 1) \quad (5-1)$$

En donde:

$U_m$  = peso volumétrico del concreto fresco, kg/m<sup>3</sup>

$G_a$  = promedio obtenido de los pesos específicos de los agregados finos y gruesos combinados, a granel SSS\*

$G_c$  = peso específico del cemento (por lo general 3.15)

$A$  = contenido de aire, por ciento

$W_m$  = requerimiento de agua de mezclado, kg/m<sup>3</sup>

$C_m$  = requerimiento de cemento, kg/m<sup>3</sup>

5.3.7.2. Un procedimiento más exacto para calcular la cantidad requerida de agregado fino se basa en el uso de los volúmenes de los ingredientes. En este caso, el volumen total de los ingredientes conocidos—agua, aire, cemento y agregado grueso— se resta del volumen unitario de concreto para obtener el volumen requerido de agregado fino. El volumen que cualquier ingrediente ocupa en el concreto es igual a su peso dividido entre el peso específico de ese material (siendo este último el pro-

---

\* SSS indica que se utilizó la condición saturada y superficialmente seca para considerar el desplazamiento de una parte del agregado. El peso específico del agregado utilizado en los cálculos debe ser compatible con la condición de humedad supuesta en los pesos básicos del agregado por mezcla, es decir, de la masa seca si se establecen los pesos del agregado de acuerdo a la base seca, y del peso específico a granel SSS si los pesos se establecen con agregados saturados y superficialmente secos.

ducto del peso unitario del agua y la densidad del material).

5.3.8. *Paso 8. Ajustes por el contenido de humedad del agregado.* Debe considerarse la humedad de los agregados para pesarlos correctamente. Por lo general, los agregados están húmedos y a su peso en seco habrá que aumentarle el porcentaje de agua que contengan, tanto la absorbida como la superficial. El agua de mezclado que se agrega a la mezcla debe reducirse en una cantidad igual a la de la humedad libre que contiene el agregado, esto es, humedad total menos absorción.

5.3.9. *Paso 9. Ajustes en la mezcla de prueba.* Se deben verificar las proporciones calculadas de la mezcla por medio de mezclas de prueba preparadas y probadas de acuerdo a la Norma ASTM C 192, "Fabricación y curado de muestras de concreto para pruebas a presión y a compresión en el laboratorio", o con mezclas de campo de tamaño completo. Sólo debe utilizarse el agua suficiente para producir el revenimiento requerido sin considerar la cantidad supuesta en las proporciones de prueba. Se debe verificar el peso unitario y el rendimiento del concreto (ASTM C 138) así como el contenido de aire (ASTM C 138, C 173 o C 231). También debe observarse cuidadosamente que el concreto posea la trabajabilidad y las propiedades de acabado adecuadas y que esté libre de segregación. Se deberán hacer los ajustes pertinentes con las proporciones de las mezclas subsecuentes siguiendo el procedimiento indicado a continuación.

5.3.9.1. Se estima de nuevo la cantidad de agua de mezclado necesaria por metro cúbico de concreto, dividiendo el contenido neto de agua de mezclado de la mezcla de prueba entre el rendimiento de la mezcla de prueba en metros cúbicos. Si el revenimiento de la mezcla de prueba no fue el correcto, se aumenta o se disminuye la cantidad reestimada de agua en 2 kg por cada centímetro de aumento o disminución del revenimiento requerido.

5.3.9.2. Si no se obtuvo el contenido deseado de aire (para concreto con aire incluido), se estima nuevamente el contenido de aditivo requerido para el contenido adecuado de aire, y se reduce o aumenta el contenido de agua de mezclado indicado en el Párrafo 5.3.9.1. en 3 kg/m<sup>3</sup> por cada 1% de contenido de aire que deba aumentarse o reducirse de la mezcla de prueba previa.

5.3.9.3. Si la base para la dosificación es el peso estimado por metro cúbico de concreto fresco, la reestimación de ese peso se obtiene reduciéndole o aumentándole el porcentaje determinado por anticipado de aumento o disminución del contenido de aire de la mezcla, ajustado con respecto a la primera mezcla de prueba:

5.3.9.4. Se calculan los nuevos pesos de la mezcla partiendo del Paso 4 (Párrafo 5.3.4.), modificando el volumen de agregado grueso que aparece en la Tabla 5.3.6, si es necesario, para obtener una trabajabilidad adecuada.

## EJEMPLOS DE CALCULO PARA CONCRETO NORMAL

6.1. Para ilustrar la aplicación de los procedimientos de dosificación se utilizarán dos problemas como ejemplo. Se supondrán las siguientes condiciones:

6.1.1. Se usará cemento Tipo I, sin inclusor de aire, y se le supondrá un peso específico de 3.15.\*

6.1.2. En cada caso, los agregados fino y grueso serán de calidad satisfactoria y tendrán granulometrias que se encuentren dentro de los límites de las especificaciones generalmente aceptadas.\*\*

6.1.3. El agregado grueso tendrá un peso específico de 2.68\* y una absorción de 0.5%.

6.1.4. El agregado fino tendrá un peso específico de 2.64\*, una absorción de 0.7% y un módulo de finura de 2.8.

6.2. *Ejemplo 1.* Se requiere concreto para una parte de una estructura que va a quedar debajo del nivel del terreno en un sitio donde no estará expuesta a intemperismo severo o al ataque de sulfatos. Las consideraciones estructurales requieren que tenga una resistencia a la compresión de 250 kg/cm<sup>2</sup>\*\*\* a los 28 días. Con base en la información de la Tabla 5.3.1, así

\* Los valores del peso específico no se utilizan si las proporciones se seleccionan para obtener un peso estimado de concreto por metro cúbico.

\*\* Como se indica en las "Especificaciones para agregados para concreto", (ASTM C 33).

\*\*\* Esta no es la resistencia especificada utilizada para diseño estructural, sino una cantidad mayor que se espera obtener como promedio. El método para determinar la cantidad en la que la resistencia promedio debe exceder a la de diseño aparece en la "Práctica recomendable para la evaluación de resultados de ensayos de compresión de concreto en el campo" (ACI-214-65), publicada por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, noviembre de 1968.

como en experiencias previas, se ha determinado que, dadas las condiciones de colocación, el revenimiento deberá ser de 8 a 10 cm y que el agregado grueso disponible, que es de 4.75 mm (No. 4, ASTM) a 40 mm resulta el adecuado. Se ha determinado que el peso del agregado grueso, compactado con varilla y seco, es de 1 600 kg/m<sup>3</sup>. Empleando la secuencia descrita en la Sección 5, las cantidades de los ingredientes por metro cúbico de concreto se calcularán como sigue:

6.2.1. *Paso 1.* Como se indicó anteriormente, el revenimiento deseado es de 8 a 10 cm.

6.2.2. *Paso 2.* También ya se ha mencionado que el agregado de que se dispone en la localidad, graduado de 4.75 mm (No. 4) a 40 mm, es el adecuado.

6.2.3. *Paso 3.* Puesto que la estructura no estará expuesta a intemperismo severo, se utilizará concreto sin aire incluido. La cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir un revenimiento de 8 a 10 cm en un concreto sin aire incluido con agregado de 40 mm es de 175 kg/m<sup>3</sup>, de acuerdo a la Tabla 5.3.3. El aire atrapado se estima en 1%.

6.2.4. *Paso 4.* De acuerdo a la Tabla 5.3.4.(a), la relación agua/cemento necesaria para producir una resistencia de 250 kg/cm<sup>2</sup> en un concreto sin aire incluido se estima en aproximadamente 0.62.

6.2.5. *Paso 5.* De acuerdo a la información obtenida en los Pasos 3 y 4, el contenido requerido de cemento será de:

$$\frac{175}{0.62} = 282 \text{ kg/m}^3$$

6.2.6. *Paso 6.* La cantidad de agregado grueso se estima de acuerdo a la Tabla 5.3.6. Para un agregado fino con 2.8 de módulo de finura y un agregado grueso con tamaño máximo de 40 mm, dicha tabla recomienda el uso de 0.72 m<sup>3</sup> de agregado grueso, compactado con varilla y seco, por metro cúbico de concreto. Por lo tanto, el peso seco del agregado grueso será de:

$$0.72 \times 1\,600 = 1\,152 \text{ kg}$$

6.2.7. *Paso 7.* Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales restantes para completar un metro cúbico de concreto consistirán en arena y el aire que pueda quedar atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar con base en el peso o en el volumen absoluto, como se muestra a continuación:



6.2.7.1. *Con base en el peso.* De acuerdo a la Tabla 5.3.7.1., el peso de un metro cúbico de concreto sin aire incluido, elaborado con agregado de tamaño máximo de 40 mm, se estima en 2 420 kg. (Para la primera mezcla de prueba, los ajustes exactos de este valor, debidos a las diferencias usuales en el revenimiento, el factor de cemento y el peso específico de los agregados, no son críticos). Los pesos conocidos son los siguientes:

Agua (de mezclado neta)	=	175 kg
Cemento	=	282 kg
Agregado grueso	=	1 152 kg (seco)*
<b>Total</b>	=	<b>1 609 kg</b>

Por lo tanto, el peso de la arena se estima en:

$$2\ 420 - 1\ 609 = 811\ \text{kg (seco)*}$$

6.2.7.2. *Con base en el volumen absoluto.* Con las cantidades de cemento, agua y agregado grueso ya determinadas y tomando de la Tabla 5.3.3. el contenido aproximado de aire atrapado (diferente al aire incluido intencionalmente), se puede calcular el contenido de arena como sigue:

Volumen de agua	=	$\frac{175}{1\ 000}$	=	0.175 m <sup>3</sup>
Volumen absoluto de cemento	=	$\frac{282}{3.15 \times 1\ 000}$	=	0.090 m <sup>3</sup>
Volumen absoluto de agregado grueso	=	$\frac{1\ 152}{2.68 \times 1\ 000}$	=	0.430 m <sup>3</sup>
Volumen de aire atrapado	=	0.01 × 1.0	=	0.010 m <sup>3</sup>
Volumen absoluto total de los ingredientes, con excepción de la arena			=	0.705 m <sup>3</sup>
Volumen absoluto de arena requerido	=	1.000 - 0.705	=	0.295 m <sup>3</sup>
Peso requerido de arena seca	=	0.295 × 2.64 × 1 000	=	779 kg

6.2.7.3. A continuación se comparan los pesos para la mezcla de un metro cúbico de concreto, calculados según las dos bases:

	Con base en el peso estimado del concreto, kg	Con base en el volumen absoluto de los ingredientes, kg
Agua (de mezclado neta)	175	175
Cemento	282	282
Agregado grueso (seco)	1 152	1 152
Arena (seca)	811	779

\* No se toma en cuenta la absorción del agregado porque su magnitud resulta insignificante en relación con otras aproximaciones.

6.2.8. *Paso 8.* Las pruebas indican una humedad total del 2% en el agregado grueso y del 6% en el agregado fino. Si se utilizan las proporciones de la mezcla de prueba basadas en el peso estimado del concreto, los ajustes en los pesos de los agregados son:

Agregado grueso (húmedo)	= 1 152 (1.02)	= 1 175 kg
Agregado fino húmedo	= 811 (1.06)	= 860 kg

El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse del ajuste por adición de agua. De esta manera, la cantidad de agua superficial que aporta el agregado grueso es de  $2 - 0.5 = 1.5\%$ ; y el agregado fino aporta  $6 - 0.7 = 5.3\%$ . Por lo tanto, el requerimiento estimado de agua de adición es:

$$175 - 1\,152(0.015) - 811(0.053) = 115 \text{ kg}$$

Los pesos estimados de la mezcla para un metro cúbico de concreto son:

Agua (por añadir)	115 kg
Cemento	282 kg
Agregado grueso (húmedo)	1 175 kg
Agregado fino (húmedo)	860 kg
Total	<u>2 432 kg</u>

6.2.9. *Paso 9.* Para las mezclas de prueba de laboratorio, se ha considerado conveniente reducir a escala los pesos para producir  $0.02 \text{ m}^3$  de concreto. Aunque la cantidad calculada de agua por añadir fue de 2.30 kg, la cantidad que realmente se utilizó, en un intento por obtener el revenimiento deseado de 8 a 10 cm, fue de 2.70 kg. La mezcla, por consiguiente, consistió en:

Agua (añadida)	2.70 kg
Cemento	5.64 kg
Agregado grueso (húmedo)	23.50 kg
Agregado fino (húmedo)	<u>17.20 kg</u>
Total	49.04 kg

El concreto tiene un revenimiento medido de 5 cm y un peso unitario de  $2\,390 \text{ kg/m}^3$ . Se considera satisfactorio desde el punto de vista de su trabajabilidad y de sus propiedades de acabado. Para obtener el rendimiento adecuado y otras características en mezclas elaboradas posteriormente, se harán los siguientes ajustes:

6.2.9.1. Puesto que el rendimiento de la mezcla de prueba fue de:

$$\frac{49.04}{2\,390} = 0.0205 \text{ m}^3$$

y el contenido de agua de mezclado fue de 2.70 kg (añadida) + 0.34 (en el agregado grueso) + 0.86 (en el agregado fino) = 3.90 kg, la cantidad de agua de mezclado que se necesita para un metro cúbico de concreto con el mismo revenimiento de la mezcla de prueba debe ser:

$$\frac{3.90}{0.0205} = 190 \text{ kg}$$

Como se indicó en el Párrafo 5.3.9.1, esta cantidad debe incrementarse en 8 kg, para elevar el revenimiento medido de 5 cm al deseado de 8 a 10 cm aumentando, por consiguiente, a 198 kg la cantidad total de agua de mezclado.

6.2.9.2. Al aumentar el agua de mezclado se requiere agregar cemento adicional para mantener la relación agua/cemento deseada, de 0.62. El nuevo contenido de cemento es de:

$$\frac{198}{0.62} = 319 \text{ kg/m}^3$$

6.2.9.3. Puesto que se ha encontrado satisfactoria la trabajabilidad, se conservará la cantidad de agregado grueso por volumen unitario de concreto utilizada en la mezcla de prueba. La cantidad de agregado grueso por metro cúbico es de:

$$\frac{23.50}{0.0205} = 1\,146 \text{ kg (húmedo)}$$

que equivale a

$$\frac{1\,146}{1.02} = 1\,124 \text{ kg (seco)}$$

y

$$1\,124 \times 1.005 = 1\,130 \text{ kg (SSS*)}$$

6.2.9.4. La nueva estimación del peso por metro cúbico de concreto es de 2 390 kg. La cantidad de arena requerida es, por lo tanto:

$$2\,390 - (198 + 319 + 1\,130) = 743 \text{ kg (SSS)}$$

o

$$\frac{743}{1.007} = 738 \text{ kg (seca)}$$

Los pesos básicos ajustados de la mezcla por metro cúbico de concreto son:

Agua (de mezclado neta)	198 kg
Cemento	319 kg
Agregado grueso (seco)	1 124 kg
Agregado fino (seco)	738 kg

\* Saturado y superficialmente seco.

6.2.10. Los ajustes en las proporciones, determinados con base en el volumen absoluto, siguen un procedimiento semejante al descrito arriba. Se siguen los pasos sin explicaciones detalladas:

6.2.10.1. Las cantidades empleadas en una mezcla nominal de 0.02 m<sup>3</sup> son:

Agua (añadida)	2.70 kg
Cemento	5.64 kg
Agregado grueso (húmedo)	23.50 kg
Agregado fino (húmedo)	16.51 kg
Total	<u>48.35 kg</u>

El revenimiento medido es de 5 cm; el peso unitario, de 2 390 kg/m<sup>3</sup>; el rendimiento,  $\frac{48.35}{2\,390} = 0.0202$  m<sup>3</sup>; la trabajabilidad es satisfactoria.

6.2.10.2. Agua reestimada para un revenimiento igual al de la mezcla de prueba:

$$\frac{2.70 + 0.34 + 0.83}{0.0202} = 192 \text{ kg}$$

El agua de mezclado que se requiere para lograr un revenimiento de 8 a 10 cm es:

$$192 + 8 = 200 \text{ kg}$$

6.2.10.3. El ajuste del contenido de cemento por el incremento de agua es:

$$\frac{200}{0.62} = 323 \text{ kg}$$

6.2.10.4. Ajuste del agregado grueso requerido:

$$\frac{23.50}{0.0202} = 1\,163 \text{ kg (húmedo)}$$

$$\frac{1\,163}{1.02} = 1\,140 \text{ kg (seco)}$$

6.2.10.5. El volumen de los ingredientes, a excepción del aire, en la mezcla de prueba original fue:

$$\text{Agua} \quad = \frac{3.87}{1\,000} = 0.0039 \text{ m}^3$$

Cemento	$= \frac{5.64}{3.15 \times 1\,000}$	$= 0.0018 \text{ m}^3$
Agregado grueso	$= \frac{23.04}{2.68 \times 1\,000}$	$= 0.0086 \text{ m}^3$
Agregado fino	$= \frac{15.58}{2.64 \times 1\,000}$	$= 0.0059 \text{ m}^3$
Total		$= 0.0202 \text{ m}^3$

Puesto que el rendimiento obtenido fue también de  $0.0202 \text{ m}^3$ , no había aire en el concreto que pudiera detectarse dentro de la precisión de la prueba del peso unitario y de las cifras importantes de los cálculos. Una vez que se han establecido las proporciones de todos los ingredientes (a excepción del agregado fino) se puede completar la determinación de las cantidades ajustadas de la mezcla por metro cúbico como sigue:

Volumen de agua	$= \frac{200}{1\,000}$	$= 0.200 \text{ m}^3$
Volumen de cemento	$= \frac{323}{3.15 \times 1\,000}$	$= 0.103 \text{ m}^3$
Holgura para el volumen de aire	-----	$= 0.000 \text{ m}^3$
Volumen de agregado grueso	$= \frac{1\,140}{2.68 \times 1\,000}$	$= 0.425 \text{ m}^3$
Volumen total, sin incluir el agregado fino		$= 0.728 \text{ m}^3$
Volumen requerido de agregado fino	$1.000 - 0.728$	$= 0.272 \text{ m}^3$
Peso del agregado fino (seco)	$0.272 \times 2.64 \times 1\,000$	$= 718 \text{ kg}$

Los pesos básicos ajustados para obtener una mezcla de un metro cúbico de concreto son, por lo tanto:

Agua (de mezclado neta)	200 kg
Cemento	323 kg
Agregado grueso (seco)	1 140 kg
Agregado fino (seco)	718 kg

Estos pesos difieren ligeramente de los proporcionados en el Párrafo 6.2.9.4, de acuerdo al método del peso estimado del concreto. Las pruebas realizadas posteriormente o la experiencia pueden indicar pequeños ajustes adicionales para cualquiera de los dos métodos.

**6.3. Ejemplo 2.** Se requiere concreto para una pila de un puente que estará expuesta a agua dulce en un clima severo. El requerimiento promedio de resistencia a la compresión es de 200 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Las condiciones de colocación permiten un revenimiento de 3 a 5 cm, así como el uso de agregado grande, pero se utilizará el único agregado grueso de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual posee una graduación de 4.75 mm (malla No. 4) a 25 mm. Se determinó que su peso, compactado con varilla y seco, es de 1 520 kg/m<sup>3</sup>. Se indican otras características en la Sección 6.1.

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática. Obsérvese que es posible evitar confusiones si se siguen todos los pasos de la Sección 5, aun cuando parezcan repeticiones de los requerimientos ya especificados.

6.3.1. *Paso 1.* El revenimiento deseado es de 3 a 5 cm.

6.3.2. *Paso 2.* Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee una graduación de 4.75 a 25 mm.

6.3.3. *Paso 3.* Puesto que la estructura estará expuesta a intemperismo severo, se utilizará concreto con aire incluido. La cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir un revenimiento de 3 a 5 cm en un concreto con aire incluido con agregado de 25 mm es de 160 kg/m<sup>3</sup>, de acuerdo a la Tabla 5.3.3. El contenido recomendado de aire es del 5%.

6.3.4. *Paso 4.* De acuerdo a la Tabla 5.3.4. (a), la relación agua/cemento necesaria para producir una resistencia de 200 kg/cm<sup>2</sup> en un concreto con aire incluido se estima en aproximadamente 0.61. Sin embargo, la Tabla 5.3.4. (b) indica que la relación agua/cemento no debe exceder de 0.50 cuando se prevé una exposición a condiciones ambientales severas. Este valor (0.50) regirá y deberá usarse en los cálculos.

6.3.5. *Paso 5.* De acuerdo a la información obtenida en los Pasos 3 y 4, el contenido requerido de cemento será de:

$$\frac{160}{0.50} = 320 \text{ kg/m}^3$$

6.3.6. *Paso 6.* La cantidad de agregado grueso se estima de acuerdo a la Tabla 5.3.6. Para un agregado fino con 2.8 de módulo de finura y un agregado grueso con tamaño máximo de 25 mm, dicha tabla recomienda el uso de 0.67 m<sup>3</sup> de agregado grueso, compactado con varilla y seco, por cada metro cúbico de concreto. Por lo tanto, el peso seco del agregado grueso será de:

$$1\ 520 \times 0.67 = 1\ 018 \text{ kg}$$

6.3.7. *Paso 7.* Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento

y agregado grueso, los materiales restantes para completar un metro cúbico de concreto son la arena y el aire.

La cantidad de arena requerida se puede determinar con base en el peso o en el volumen absoluto, como se muestra a continuación:

6.3.7.1. *Con base en el peso.* De acuerdo a la Tabla 5.3.7.1, el peso de un metro cúbico de concreto con aire incluido, elaborado con agregados con tamaño máximo de 25 mm, se estima en 2 315 kg. (Para la primera mezcla de prueba, los ajustes exactos de este valor, debidos a las diferencias usuales en el revenimiento, el factor de cemento y el peso específico de los agregados, no son críticos). Los pesos conocidos son los siguientes:

Agua (de mezclado neta)	160 kg
Cemento	320 kg
Agregado grueso (seco)	1 018 kg
Total	<u>1 498 kg</u>

Por lo tanto, el peso de la arena se estima en:

$$2\,315 - 1\,498 = 817 \text{ kg (seco)}$$

6.3.7.2. *Con base en el volumen absoluto.* Con las cantidades de cemento, agua, aire y agregado grueso ya determinadas, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

Volumen de agua	$= \frac{160}{1\,000}$	$= 0.160 \text{ m}^3$
Volumen absoluto de cemento	$= \frac{320}{3.15 \times 1\,000}$	$= 0.102 \text{ m}^3$
Volumen absoluto de agregado grueso	$= \frac{1\,018}{2.68 \times 1\,000}$	$= 0.380 \text{ m}^3$
Volumen de aire	$= 0.05 \times 1.0$	$= 0.050 \text{ m}^3$
Volumen total de los ingredientes, con excepción de la arena		<u><math>= 0.692 \text{ m}^3</math></u>
Volumen absoluto requerido de arena	$= 1.000 - 0.692$	$= 0.308 \text{ m}^3$
Peso requerido de arena seca	$= 0.308 \times 2.64 \times 1\,000$	$= 813 \text{ kg}$

6.3.7.3. A continuación se comparan los pesos para la mezcla de un metro cúbico de concreto, calculados según las dos bases:

	Con base en el peso estimado del concreto, kg	Con base en el volumen absoluto de los ingredientes, kg
Agua (de mezclado neto)	160	160
Cemento	320	320
Agregado grueso (seco)	1 018	1 018
Arena (seca)	817	813

6.3.8. *Paso 8.* Las pruebas indican una humedad total del 3% en el agregado grueso, y del 5% en el agregado fino. Si se utilizan las proporciones de la mezcla de prueba basadas en el peso estimado del concreto, los ajustes en los pesos de los agregados son:

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso (húmedo)} &= 1\,018 (1.03) = 1\,048 \text{ kg} \\ \text{Agregado fino (húmedo)} &= 817 (1.05) = 858 \text{ kg} \end{aligned}$$

El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse del ajuste por adición de agua. De esta manera, la cantidad de agua superficial que aporta el agregado grueso es de  $3 - 0.5 = 2.5\%$ ; y el agregado fino aporta  $5 - 0.7 = 4.3\%$ . Por lo tanto, el requerimiento estimado de agua de adición es:

$$160 - 1\,018 (0.025) - 817 (0.043) = 100 \text{ kg}$$

Los pesos estimados de la mezcla para un metro cúbico de concreto son:

Agua (por añadir)	100 kg
Cemento	320 kg
Agregado grueso (húmedo)	1 048 kg
Agregado fino (húmedo)	858 kg
<b>Total</b>	<b>2 326 kg</b>

6.3.9. *Paso 9.* Para las mezclas de prueba de laboratorio, se reducen a escala los pesos para producir  $0.02 \text{ m}^3$  de concreto. Aunque la cantidad calculada de agua por añadir fue de 2 kg, la cantidad que realmente se utilizó, en un intento por obtener el revenimiento deseado, de 3 a 5 cm, fue de 1.78 kg. La mezcla, por consiguiente, consistió en:

Agua (añadida)	1.78 kg
Cemento	6.40 kg
Agregado grueso (húmedo)	20.96 kg
Agregado fino (húmedo)	17.16 kg
<b>Total</b>	<b>46.30 kg</b>

El concreto tiene un revenimiento medido de 5 cm, un peso unitario de  $2\,272 \text{ kg/m}^3$  y un contenido de aire de 6.5%. Se considera que está ligeramente excedido en arena, lo que dificulta su colocación. Para obtener



el rendimiento adecuado y otras características en mezclas elaboradas posteriormente, se harán los siguientes ajustes:

6.3.9.1. Puesto que el rendimiento de la mezcla de prueba fue de:

$$\frac{46.3}{2\ 272} = 0.02038\ m^3$$

y el contenido de agua de mezclado fue de 1.78 kg (añadida) + 0.50 (en el agregado grueso) + 0.70 (en el agregado fino) = 2.98 kg, la cantidad de agua de mezclado que se necesita para un metro cúbico de concreto con el mismo revenimiento de la mezcla de prueba debe ser:

$$\frac{2.98}{0.02038} = 146.2\ kg$$

El revenimiento fue satisfactorio pero, puesto que el contenido de aire se excedió en un 1.5%, se necesitará más agua para obtener el revenimiento adecuado cuando se corrija el contenido de aire. Como se indicó en el Párrafo 5.3.9.2, el agua de mezclado debe aumentarse aproximadamente en 3 kg por cada 1% de contenido de aire, por lo que se tiene  $3 \times 1.5\% = 4.5\ kg$  y, de esta manera, la nueva estimación será de 151 kg/m<sup>3</sup>.

6.3.9.2. Al disminuir el agua de mezclado se requerirá menos cemento para obtener la relación agua/cemento deseada de 0.5. El nuevo contenido de cemento es de:

$$\frac{151}{0.5} = 302\ kg/m^3$$

6.3.9.3. Puesto que se encontró que el concreto estaba excedido en arena, la cantidad de agregado grueso por volumen unitario se incrementará en un 10%, a 0.74, para tratar de corregir la situación. La cantidad de agregado grueso por metro cúbico es:

$$1\ 520 \times 0.74 = 1\ 125\ kg\ (seco)$$

o

$$1\ 125 \times 1.03 = 1\ 159\ kg\ (húmedo)$$

y

$$1\ 125 \times 1.005 = 1\ 131\ kg\ (SSS^*)$$

6.3.9.4. La nueva estimación del peso del concreto con 1.5% menos de aire es:

$$\frac{2\ 272}{1-0.015} = 2\ 307\ kg/m^3$$

---

\* Saturado y superficialmente seco.

Por lo tanto, el peso de la arena es:

$$2\ 307 - (151 + 302 + 1\ 131) = 723 \text{ kg (SSS)}$$

o

$$\frac{723}{1.007} = 718 \text{ kg (seca)}$$

Los pesos básicos ajustados de la mezcla por metro cúbico de concreto son:

Agua (de mezclado neta)	151 kg
Cemento	302 kg
Agregado grueso (seco)	1 125 kg
Agregado fino (seco)	718 kg

Se deberá reducir la dosificación del aditivo para obtener el contenido deseado de aire.

6.3.10. Los ajustes en las proporciones, determinados con base en el volumen absoluto, siguen el procedimiento descrito en el Párrafo 6.2.10, el cual no se repetirá en este ejemplo.

## REFERENCIAS

1. Fuller, William B., y Thompson, Sanford E., "The Laws of Proportioning Concrete," *Transactions, ASCE*, V. 59, Dic. 1907, pp. 67-143.
2. Abrams, Duff A., "Design of Concrete Mixtures," *Bulletin No. 1, Structural Materials Research Laboratory, Lewis Institute, Chicago*, 1918.
3. Edwards, L. N., "Proportioning the Materials of Mortars and Concretes by Surface Areas of Aggregates," *Proceedings, ASTM*, V. 18, Part 2, 1918, p. 235.
4. Young, R. B., "Some Theoretical Studies on Proportioning Concrete by the Method of Surface Area of Aggregate," *Proceedings, ASTM*, V. 19, Part 2, 1919, p. 444.
5. Talbot, A. N., "A Proposed Method of Estimating the Density and Strength of Concrete and of Proportioning the Materials by Experimental and Analytical Consideration of the Voids in Mortar and Concrete," *Proceedings, ASTM*, V. 21, 1921, p. 940.
6. Weymouth, C. A. G., "A Study of Fine Aggregate in Freshly Mixed Mortars and Concretes," *Proceedings, ASTM*, V. 38, Part 2, 1938, pp. 354-372.
7. Dunagan, W. M., "The Application of Some of the Newer Concepts to the Design of Concrete Mixes," *ACI JOURNAL, Proceedings* V. 36, No. 6, Junio 1940, pp. 649-684.
8. Goldbeck, A. T., y Gray, J. E., "A Method of Proportioning Concrete for Strength, Workability, and Durability," *Bulletin No. 11, National Crushed Stone Association*, Dic. 1942, 30 pp. (Revised 1953 y 1955).
9. Swayze, M. A., and Gruenwald, E., "Concrete Mix Design—Modification of Fineness Modulus Method," *ACI JOURNAL, Proceedings* V. 43, No. 7, Mar. 1947, pp. 829-844.
10. Discussion of "Concrete Mix Design—A Modification of the Fineness Modulus Method" por Stanton Walker y Fred F. Bartel, *ACI JOURNAL, Proceedings*, V. 43, Part 2, Dic. 1947, pp. 844-1—844-17.
11. Henrie, James O., "Properties of Nuclear Shielding Concrete," *ACI JOURNAL, Proceedings* V. 56, No. 1, Jul. 1959, pp. 37-46.
12. Mather, Katharine, "High Strength, High Density Concrete," *ACI JOURNAL, Proceedings* V. 62, No. 8, Ag. 1965, pp. 951-960.
13. Clendenning, T. G.; Kellam, B.; y MacInnis, C., "Hydrogen Evolution from Ferrophosphorous Aggregate in Portland Cement Concrete," *ACI JOURNAL, Proceedings* V. 65, No. 12, Dic. 1968, pp. 1021-1028.
14. Propovics, Sandor, "Estimating Proportions for Structural Concrete Mixtures," *ACI JOURNAL, Proceedings*, V. 65, No. 2, Feb. 1968, pp. 143-150.
15. "Tentative Specification for Aggregates for Radiation-Shielding Concrete," (ASTM C 637), American Society for Testing and Materials, Pihladelphia.
16. Davis, H.S., "Aggregates for Radiation Shielding Concrete," *Materials Research and Standards*, V. 7, No. 11, Nov. 1967, pp. 494-501.
17. *Concrete for Nuclear Reactors*, SP-34, American Concrete Institute, Detroit, 1972, 1736 pp.



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

CURSOS ABIERTOS

CURSO: EDIFICACION

TEMA: ACERO DE REFUERZO.

ING. JOSE RAFAEL LOPEZ MEJIA.

# ACERO DE REFUERZO

MATERIAL CON CAPACIDAD  
PARA TOMAR LAS TENSIONES  
QUE EL CONCRETO NO ES  
CAPAZ DE TOMAR.

EL ACERO EMPLEADO EN LA  
CONSTRUCCION DEBE CUMPLIR  
CON LAS NORMAS:

NOMB6  
NOMB294  
NOMB457

RELATIVAS A  
CORRUGACIONES  
Y LIMITES DE  
FLUENCIA.

NOMB290

PARA MALLA  
ELECTROSOLDADA

NOMB293  
NOMB292

ACERO DE  
PRESFUERZO.

EL REFUERZO ORDINARIO PARA CONCRETO ES BASICAMENTE A BASE DE VARILLAS LISAS O CORRUGADAS.

EN MEXICO SE CUENTA CON UNA VARIEDAD RELATIVAMENTE GRANDE DE ACEROS DE REFUERZO.

VARILLAS LAMINADAS EN CALIENTE :	VARILLAS TORCIDAS EN FRIO :
<ul style="list-style-type: none"><li>● 2300 kg/cm<sup>2</sup></li><li>● 3500 kg/cm<sup>2</sup></li><li>● 4200 kg/cm<sup>2</sup></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 4000 kg/cm<sup>2</sup></li><li>● 5000 kg/cm<sup>2</sup></li><li>● 6000 kg/cm<sup>2</sup></li></ul>

34 características generales del concreto y del acero

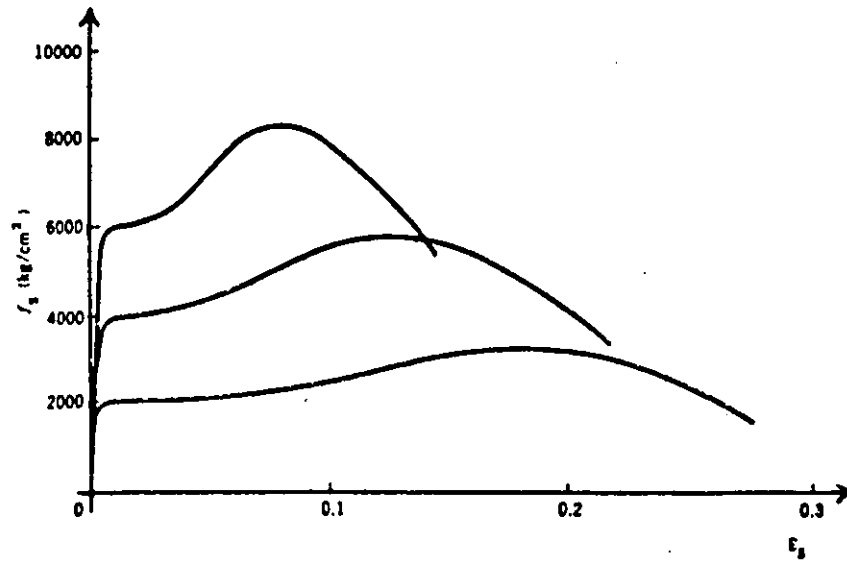


Figura 2.15 Curvas esfuerzo-deformación de aceros laminados en caliente para varillas de refuerzo de fabricación europea

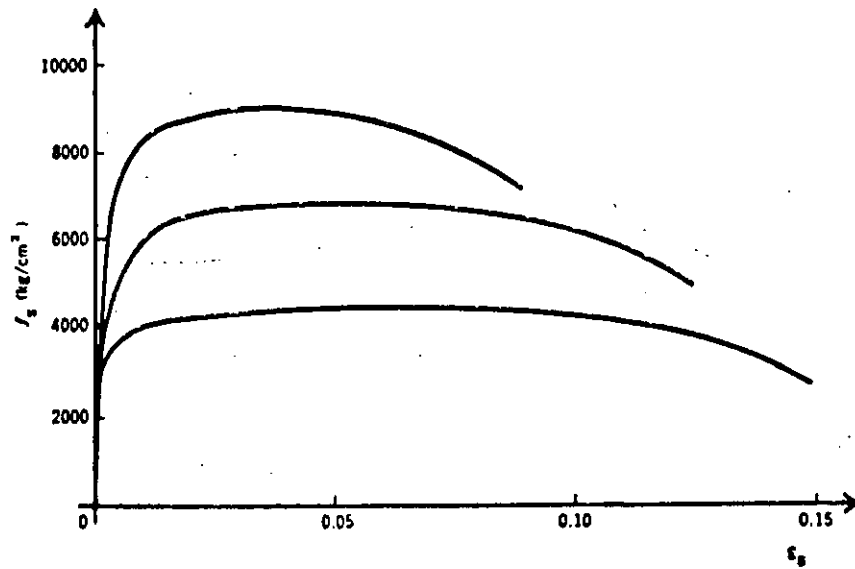


Figura 2.16 Curvas esfuerzo-deformación de acero trabajado en frío para varillas de refuerzo de fabricación europea



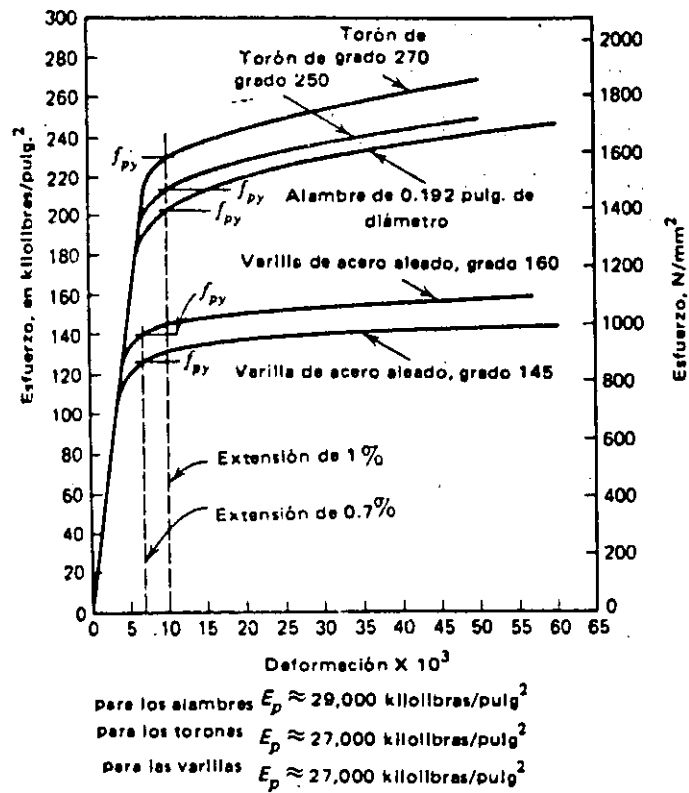
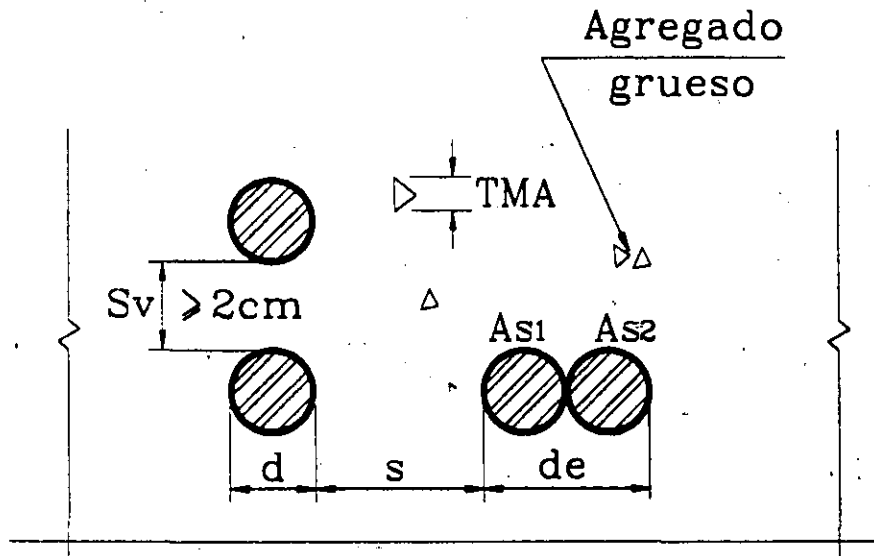


Figura 24 Curvas de esfuerzo-deformación típicas para aceros de presfuerzo.

# REQUISITOS COMPLEMENTARIOS DEL ACERO (CONTINUACION)

## SEPARACION ENTRE BARRAS



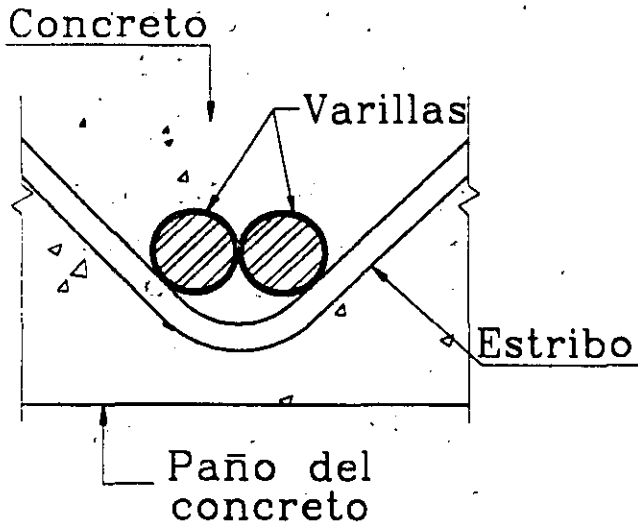
TMA= Tamaño máximo del agregado

VARILLAS DE REFUERZO	ACERO DE PRESFUERZO TORONES	ALAMBRE LISO
$s \geq d$ $s \geq 1.5(TMA)$	$s \geq 3d$ $s \geq 1.5(TMA)$	$s \geq 4d$ $s \geq 1.5(TMA)$
$S_{vertical} \geq 2 \text{ cm}$ $S_{vertical} \geq d$ $S_{vertical} \geq 1.5(TMA)$		

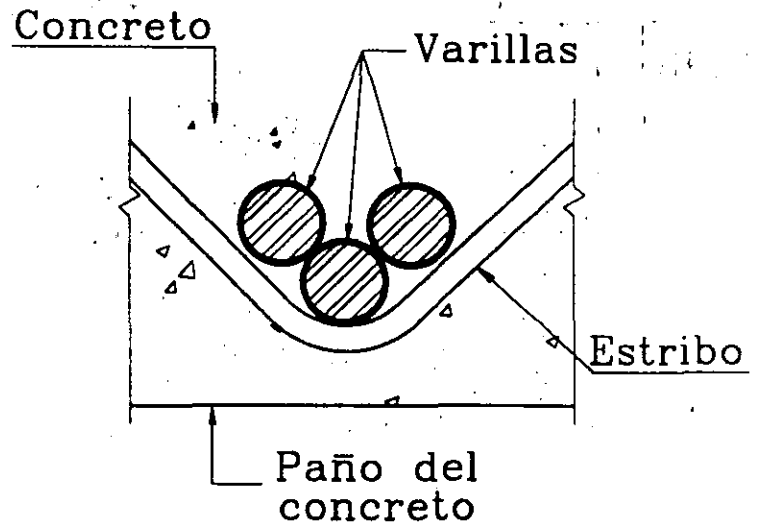
$$de = \text{diámetro equivalente} = d = \sqrt{\frac{4(As1 + As2)}{\pi}}$$

# REQUISITOS COMPLEMENTARIOS DEL ACERO (CONTINUACION)

## PAQUETES DE BARRAS

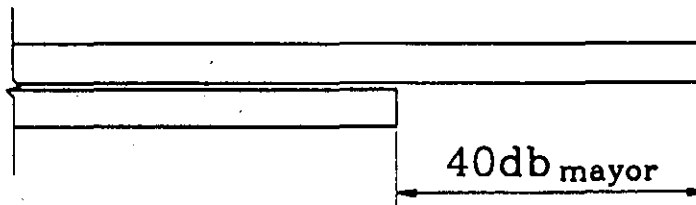


COLUMNAS  
máximo 2 barras



VIGAS  
máximo 3 barras

Es condición obligada el que el ángulo del estribo debe abrazar al paquete.



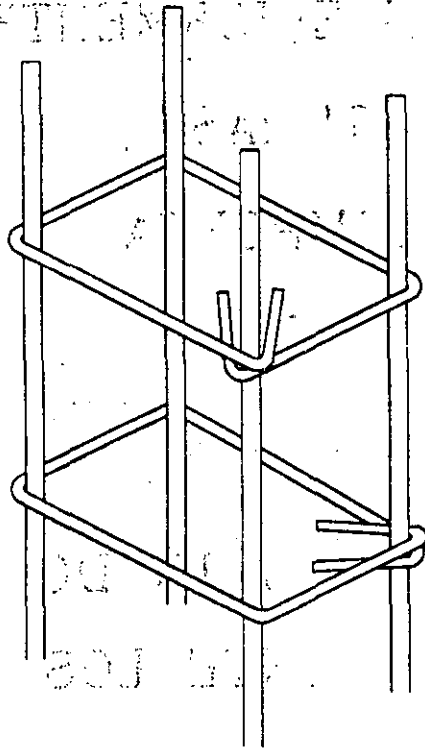
El corte de varillas en paquete se hará con una separación  $s \geq 40db_{\text{mayor}}$

LOS REQUISITOS MOSTRADOS ANTERIORMENTE SON LOS BASICOS PARA ESTRUCTURAS ESTANDAR CON FACTORES DE COMPORTAMIENTO SISMICO  $Q < 2$ .

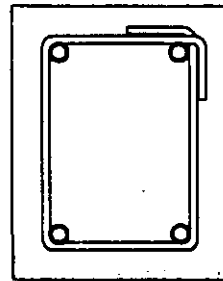
CUANDO  $Q > 2$  LOS REQUISITOS MOSTRADOS DEBERAN SATISFACER ADICIONALMENTE LOS INDICADOS EN LA SECCION 5 DE LA N.T.C. (MARCOS DUCTILES) PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO DEL D.F.

# DETALLES DE ARMADO

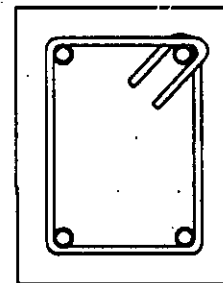
## COLOCACION DE ESTRIBOS



SE DETALLA



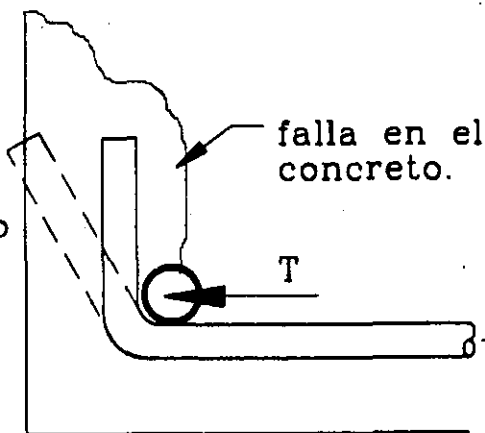
ESTRIBO CON DOBLECES INEFICIENTES



EL PUNTO DE DOBLEZ del estribo deberá ir cambiando de varilla de apoyo.

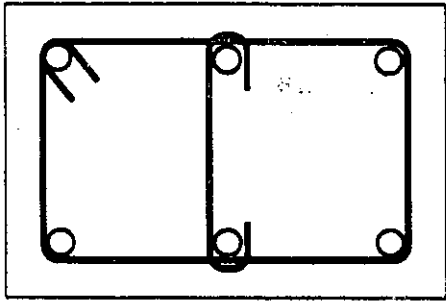
ES RECOMENDABLE EL GANCHO HACIA EL NUCLEO ESPECIALMENTE EN ZONAS SISMICAS.

Posible mecanismo de falla.

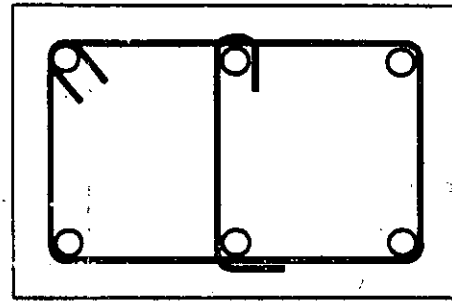


T demanda de tensión.

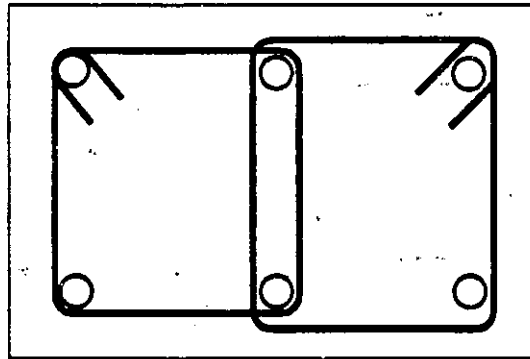
# DETALLES DE ARMADOS



SECCION REQUERIDA

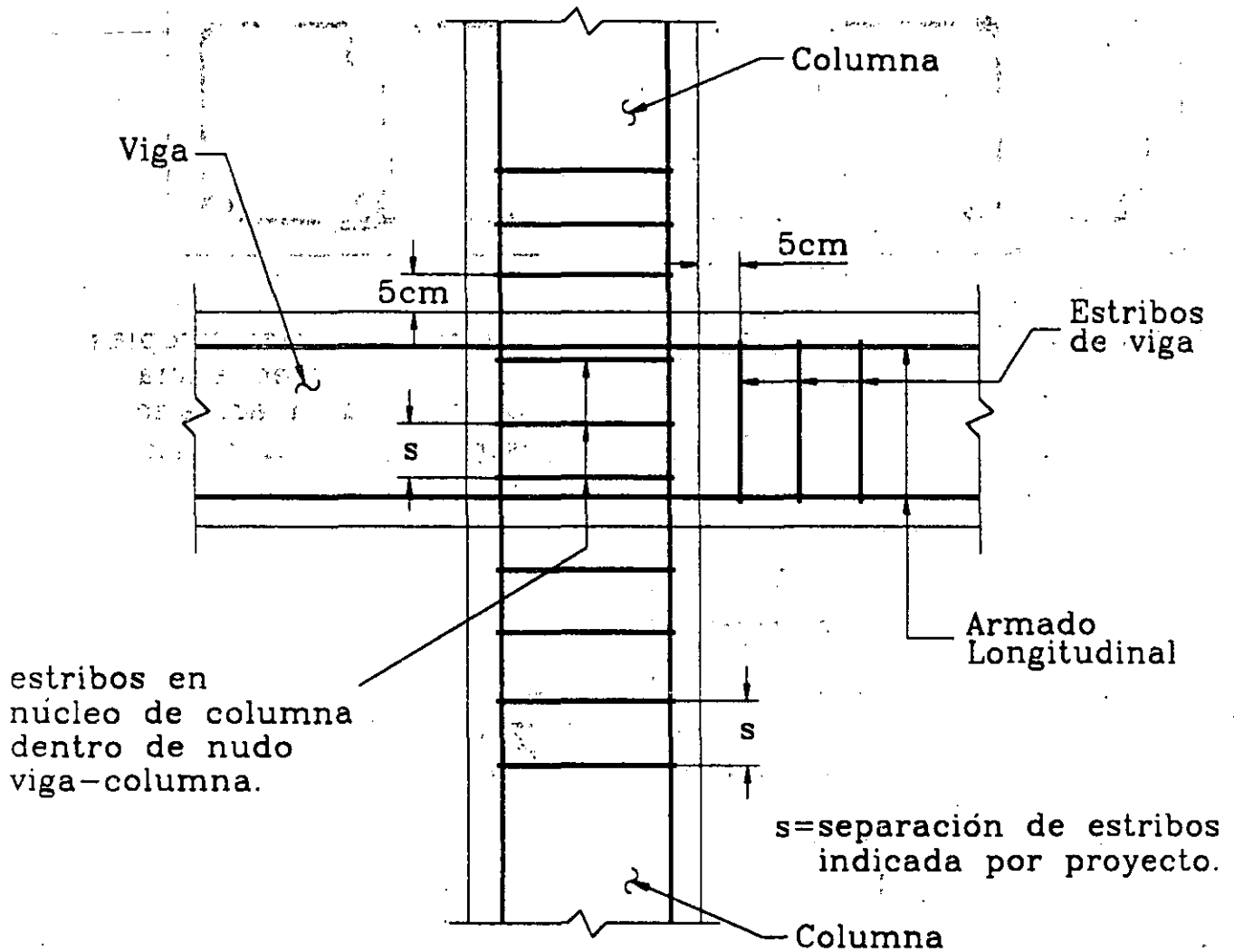


Por circunstancias propias de obra, con frecuencia solo se logra el armado mostrado con un punto ineficiente.



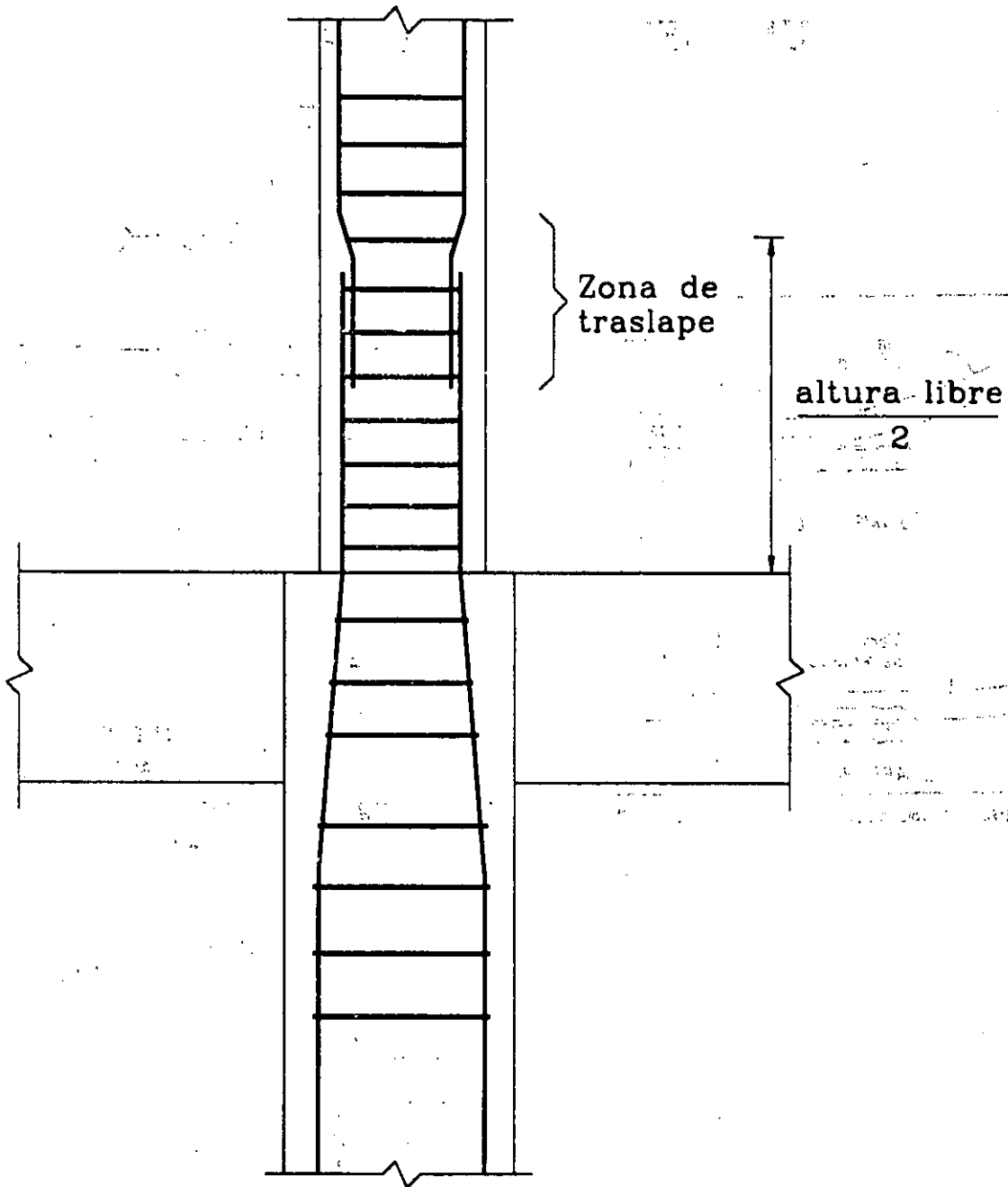
Cuando el elemento es muy importante o cuando  $Q > 2$  es preferible una solución sin puntos débiles.

# DETALLES DE ARMADOS



En zonas de actividad sísmica, la presencia de estribos de columna dentro del núcleo asegura la integridad del nudo manteniendo la unión con las vigas y permitiendo un mayor desarrollo de ductilidad.

# DETALLES DE ARMADOS



Detalle típico de columna con reducción de dimensiones.



# DETALLES DE ARMADOS

## CONEXIONES PARA ELEMENTOS PREFABRICADOS. UNIONES BARRA-PLACA

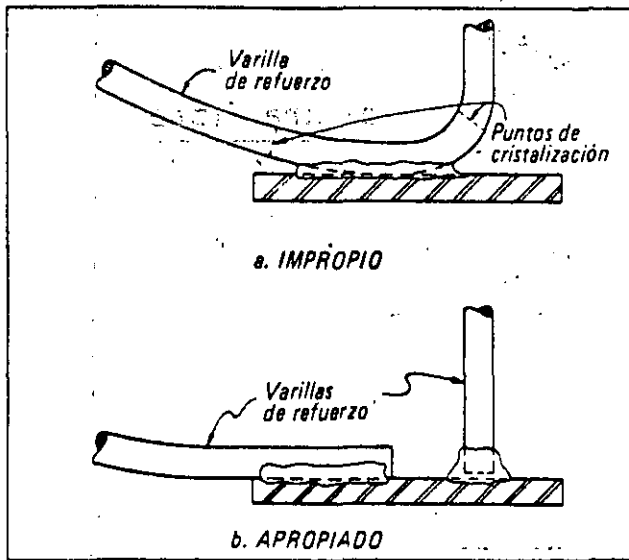
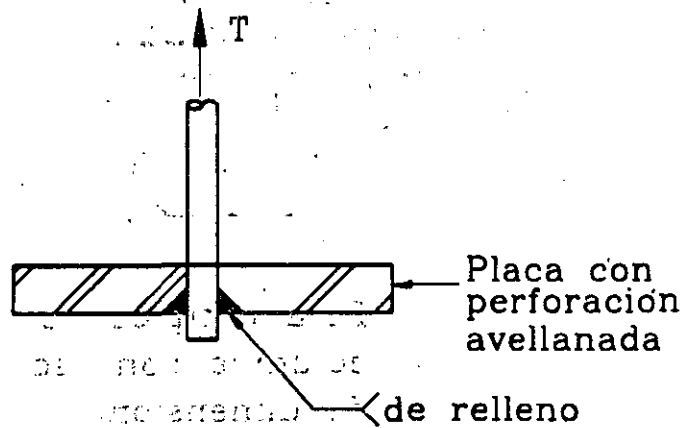
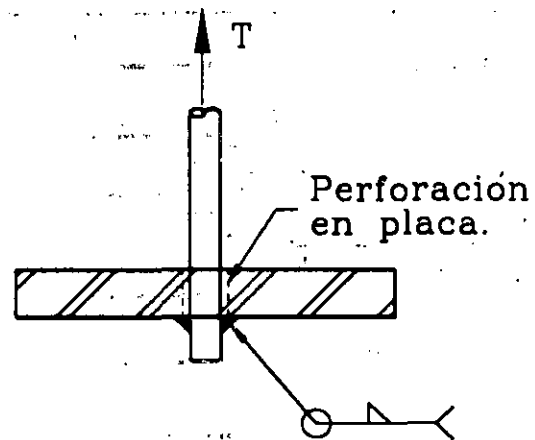
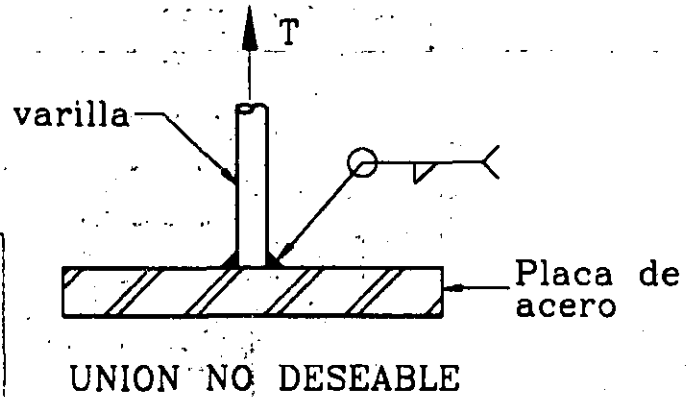


FIGURA 1-2. Soldadura de las varillas de refuerzo



SOLUCIONES DESEABLES

# CONEXIONES PARA ELEMENTOS PREFABRICADOS.

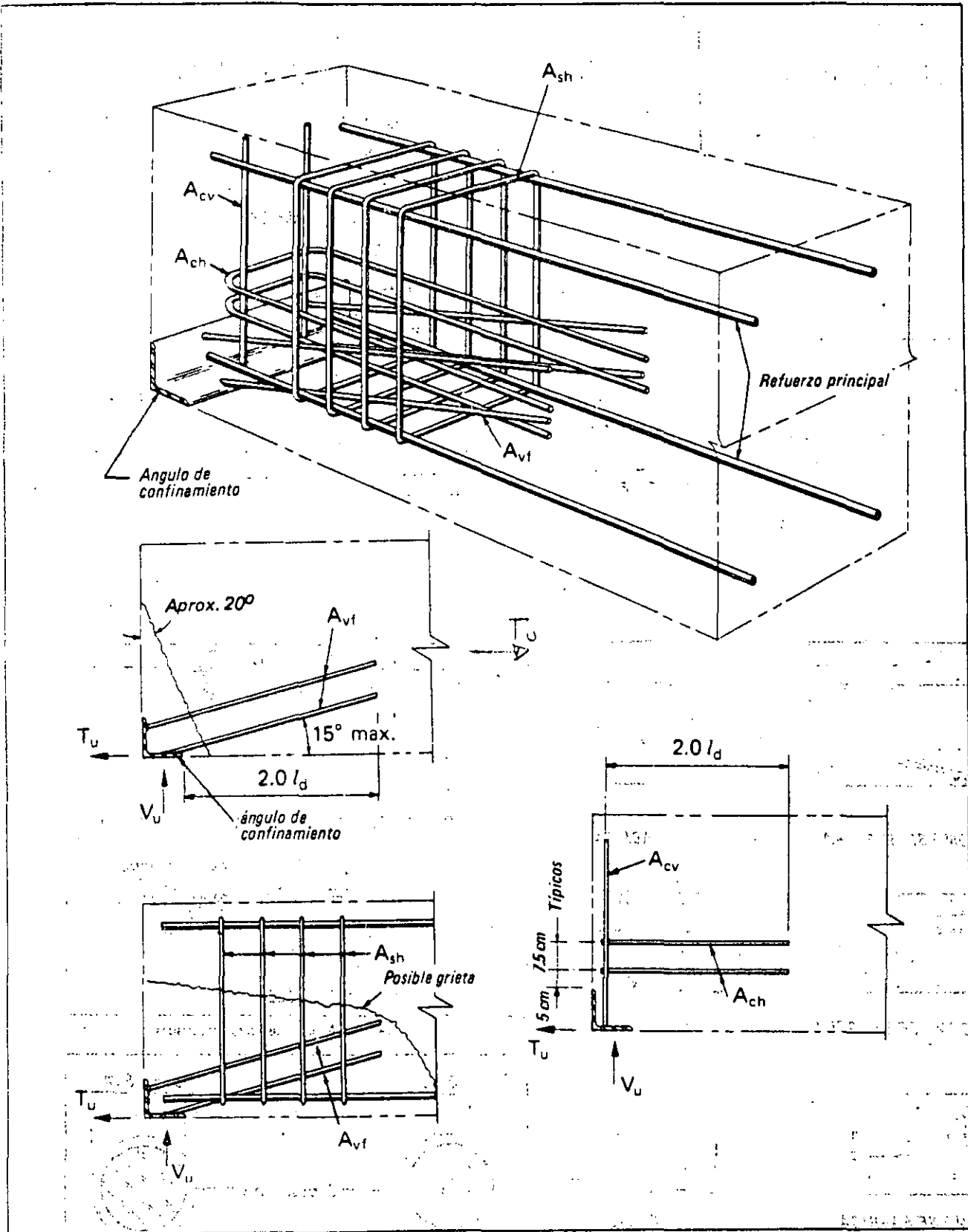


FIGURA 2-2. Condiciones del apoyo en concreto confinado

# CONEXIONES PARA ELEMENTOS PREFABRICADOS.

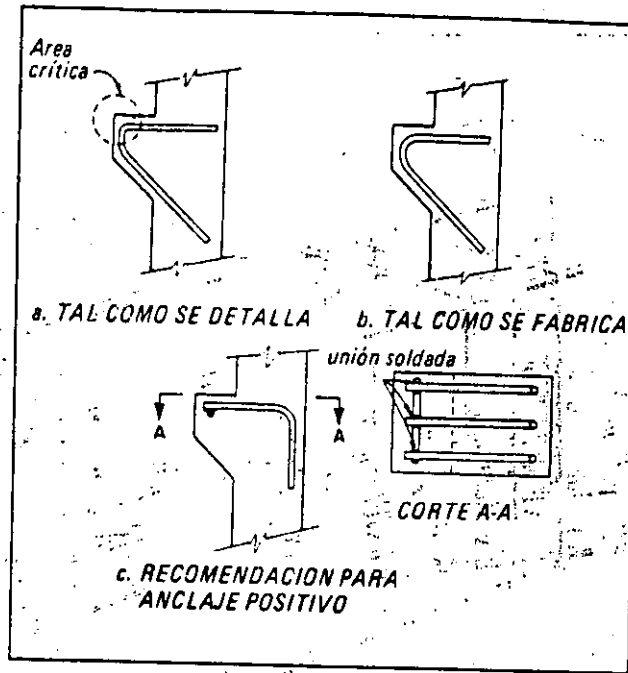


FIGURA 1-1. Doblado de las varillas de refuerzo

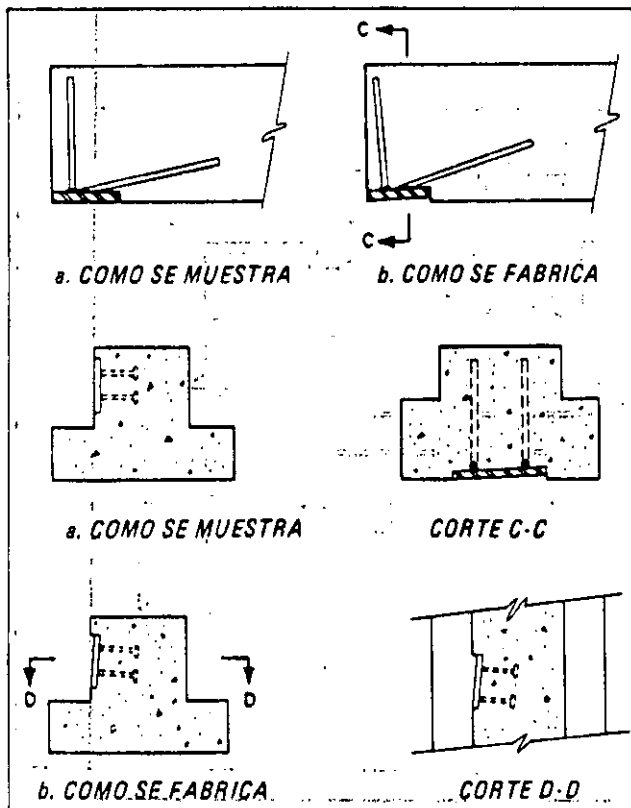


FIGURA 1-4. Placas de acero empotradas

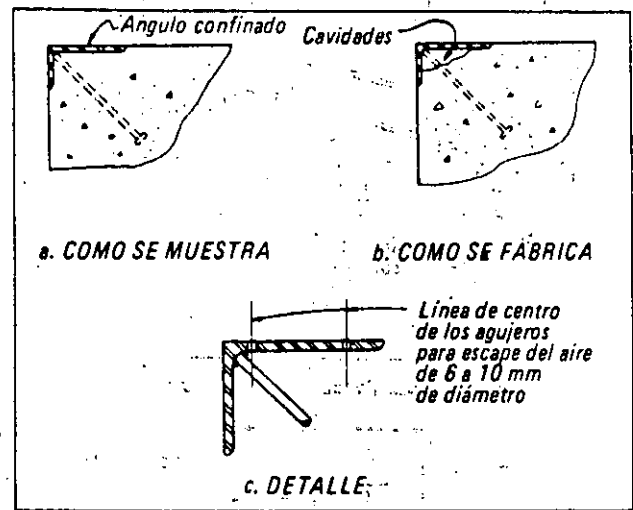


FIGURA 1-5. Angulos de acero empotrados

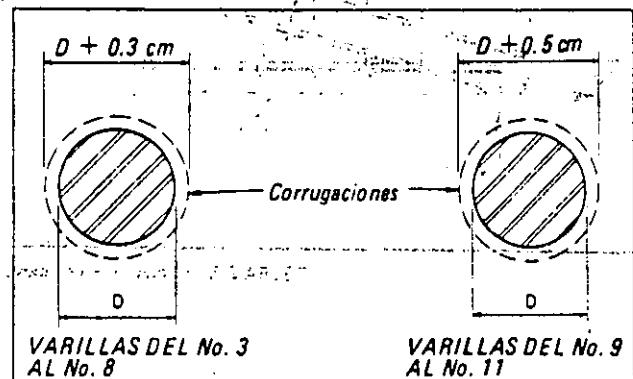


FIGURA 1-6. Corrugaciones de las varillas de refuerzo

# CONEXIONES PARA ELEMENTOS PREFABRICADOS

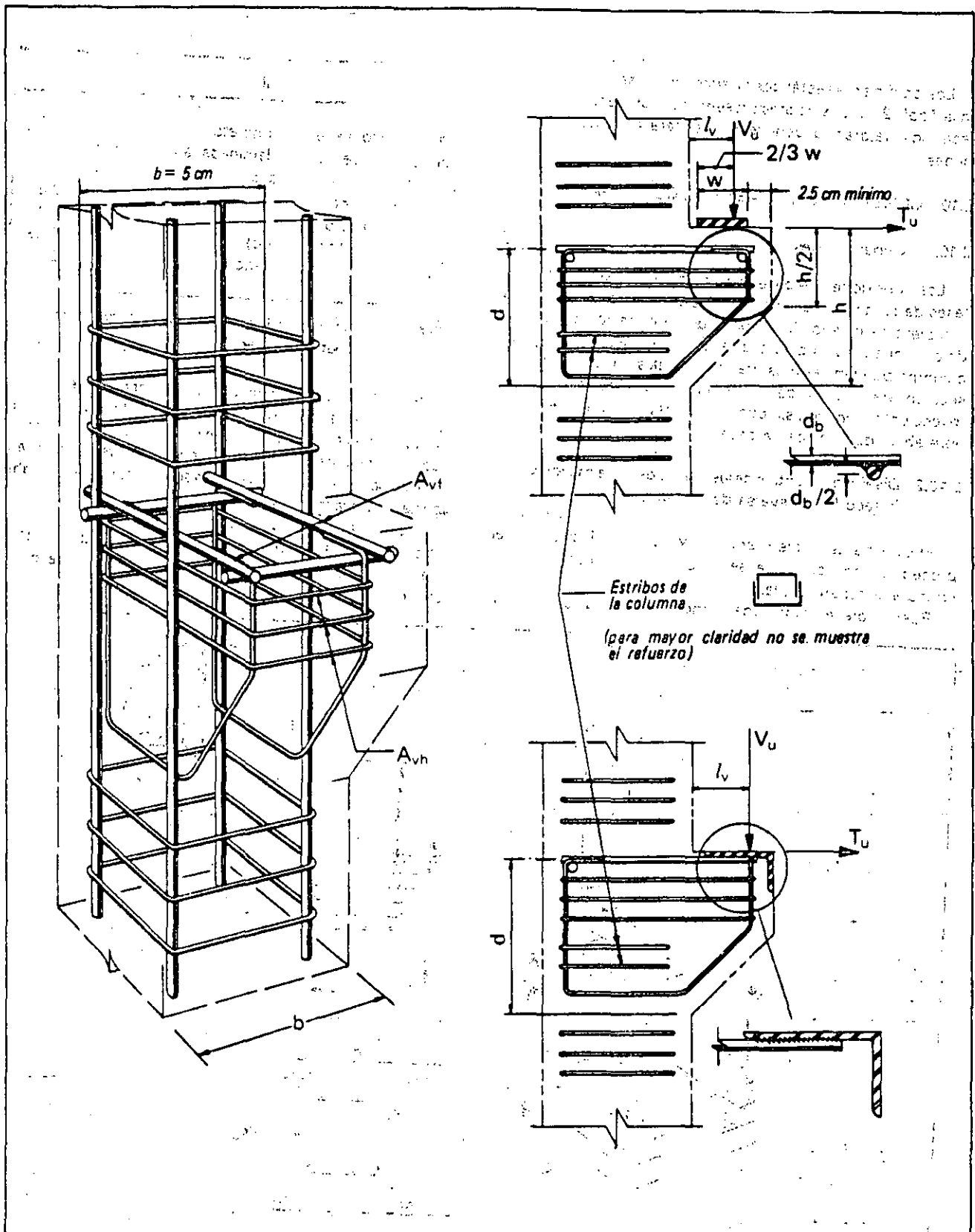


FIGURA 2-3. Ménsulas de concreto (cornisa)

# CONEXIONES PARA ELEMENTOS PREFABRICADOS.

Los coeficientes estáticos de fricción  $\mu_s$  se proporcionan en la Tabla 2-5. Los valores presentados son para condición seca; los valores deben reducirse para condiciones húmedas.

## 2.10 CONEXIONES DE BASES DE COLUMNAS

### 2.10.1 Generalidades

Las conexiones de bases de columnas experimentan dos fases de carga crítica: una al montaje y la otra la de la carga completa de diseño. Diversos tipos de conexiones de base de columna utilizan placas de acero. Las placas de base de columna pueden ser más grandes, iguales o menores que la sección transversal de la columna. Deberá usarse una inyección de lechada sin contracciones para llenar el espacio libre abajo de la placa de base.

### 2.10.2 Diseño de montaje de las placas de base mayores que la sección transversal de la columna (ver-Figura 2-11)

El sistema de doble tuerca e inyección de lechada es el procedimiento usual que se emplea para conectar la columna a la zapata o pila.

Puede presentarse una condición crítica cuando la

Material	$\mu_s$
Elastomérico a acero o concreto	0.7
Tela de lona de algodón laminada, a concreto	0.6
Lámina de fibra a concreto	0.5
Concreto a concreto	0.8
Concreto a acero	0.4
Acero a acero (no oxidado)	0.25
TFE a TFE (tetrafluoretileno)	0.05

Tabla 2.5 Coeficientes estáticos de fricción para materiales secos

columna se soporta por medio de los pernos del anclaje antes de colocar la inyección de lechada. A veces se utilizan las placas de fijación, similares a las que se usan en la construcción de acero, sin embargo, esto requiere que la placa de base de la columna se enderece después de haber recortado la placa de base.

Para el caso en que los pernos de anclaje estén en compresión, el espesor de la placa de base requiere satisfacer la condición de carga última a la flexión que puede determinarse de:

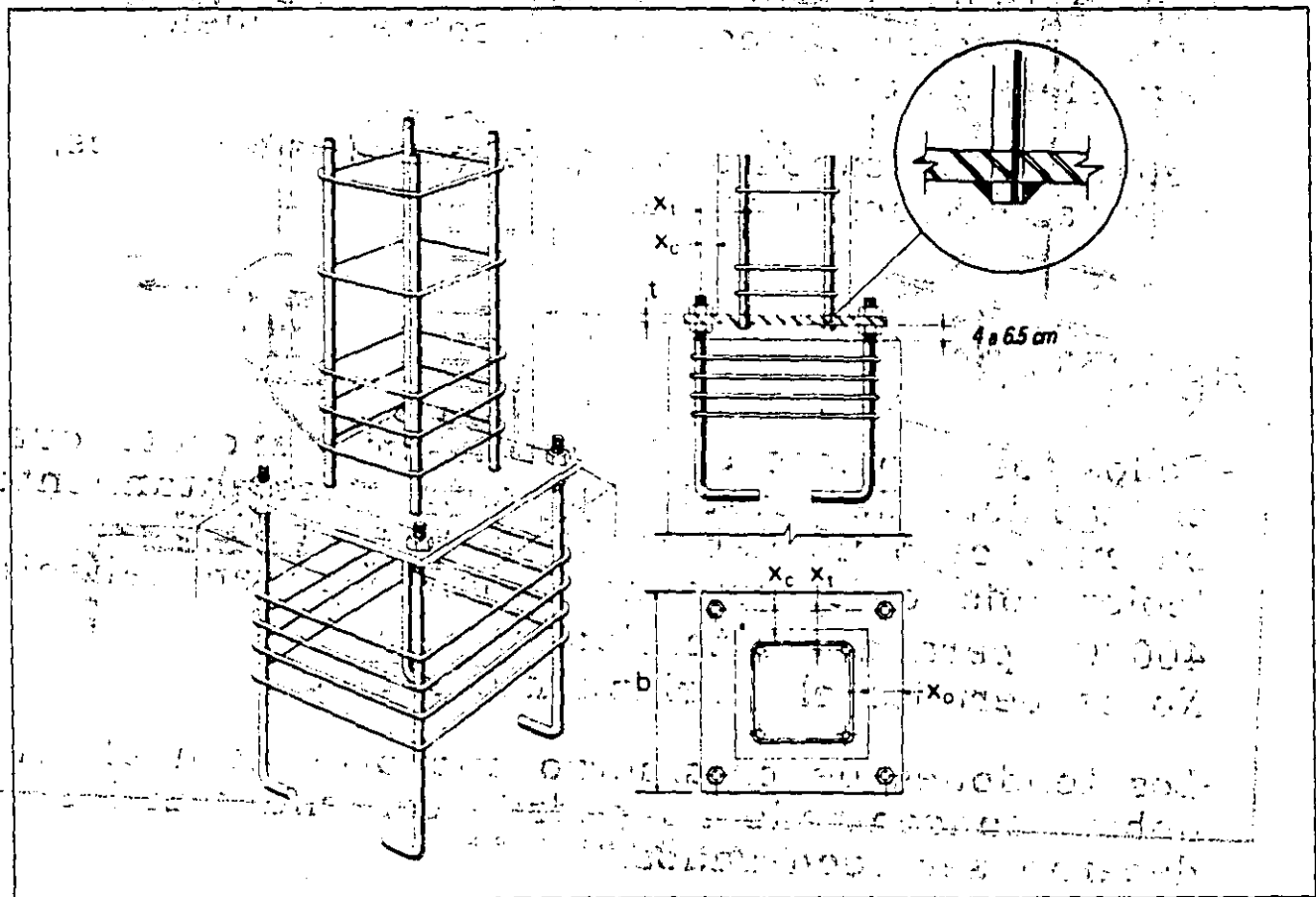


FIGURA 2-11. Placas de base de columna mayores que la sección transversal de la columna

#### CLASIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Deberá calificarse el procedimiento y hacer pruebas de tensión con 2 probetas de longitud igual a 16 veces el diámetro (más longitud de placa de empalme si la hay) para cada:

- Clasificación de electrodo y metal base.
- Tipo y forma de juntas, ya sean de penetración completa en gargantas V o bisel, dobles o simples, a tope directo; o ya sean con gargantas abocinadas dobles o simples, en traslapes directos o indirectos a a tope indirecto.
- Posición de soldar.
- Diámetro del electrodo o aumento posterior de éste.
- Barra de mayor diámetro con el mayor E.C. de las incluidas en una misma especificación de procedimiento que deba ser calificado.
- Corriente (volts o amperaje) o por un cambio de  $\pm 15\%$  de ellos.
- Temperatura de precalentamiento o por una disminución mayor del 10% (nunca menores que las de la tabla 18).
- Clase, tipo y grado de los elementos de empalme (placas, ángulos, etc.).
- No se hará calificación de filetes.

#### CLASIFICACION DE SOLDADORES

Se cumplirán los requisitos anteriores y además:

- Por cada procedimiento que le tocará hacer (generalmente todos).
- Por un solo tipo de electrodo (no por todos).
- Para juntas a tope directo usar una barra #9 con garganta en V o bisel simple, a 45° de abertura, raíz de 1/8" X 1/8". Si la especificación del procedimiento incluye barras menores que la N° 9 usar la menor con garganta en V simple a 60° con respaldo de 1/2 caña que cubra hasta 1/3 de altura el diámetro de la barra.
- Calificar para la posición (4G) de cabeza y/o para la (3G) vertical a tope directo y/o indirecto. Este último caso también calificará a los traslapes.

Examinar por radiografía las 2 probetas o tope directo. Si el contratista lo prefiere, una probeta a tensión y la otra al agua fuerte.

Las 2 probetas de juntas indirectas se probarán al agua fuerte. La calificación de un soldador será efectiva por 6 meses.

#### AVANCE

La soldadura en posición vertical deberá llevarse de abajo hacia arriba.

#### DESPUES

#### MATERIAL Y EQUIPO PROCEDIMIENTOS

El mismo equipo auxiliar que I. A.

Antes de calar comprobar que el acero está totalmente colocado de acuerdo a planos y correctamente sujeto y apoyado.

No deben doblarse barras parcialmente ahogadas en concreto.

Los extremos de barras que sobresalgan ("barbas") para servir de traslapes en construcción futura, deben doblarse, sin doblarse, en concreto pobre.

La varilla descubierta debe resanarse como se indica en el capítulo de concreto, inciso 3.2.5 página 43.

# CONTROL DE CALIDAD

Verificación de calidad del acero.

Verificación por laboratorio de: de resistencia a la tensión, límite de fluencia, alargamiento, pruebas de doblado, corrugado.

Se tomará una muestra de dos especímenes (solo se requiere uno) según N.T.C. Concreto sección 11.2) para cada prueba por cada lote de 10 ton o fracción, formado por barras de una misma marca, un mismo grado, un mismo diámetro y correspondientes a una misma remesa de cada proveedor.

No se permite tomar los especímenes de los extremos de las barras.

Se puede omitir el control anterior cuando el Corresponsable en Seguridad Estructural o el Director Responsable de Obra lo permitan, y se admitirá en su lugar la garantía por escrito del fabricante.

Verificación de calidad de soldaduras.

Calificación de los soldadores.

Verificación y observancia de las disposiciones reglamentarias para soldadura.

Inspección de soldaduras efectuadas por radiografías, líquidos penetrantes, etc.

Verificación de calidad en el manejo, habilitado y colocación del acero.

Observancia del cumplimiento del proyecto y requisitos complementarios.

## 11.2 Acero

El acero de refuerzo y especialmente el de presfuerzo y los ductos de postensado deben protegerse durante su transporte, manejo y almacenamiento.

Inmediatamente antes de su colocación se revisará que el acero no haya sufrido algún daño, en especial después de un largo periodo de almacenamiento. Si se juzga necesario, se realizarán ensayos en el acero dndoso.

Al efectuar el colado el acero debe estar exento de grasas, aceites, pinturas, polvo, tierra, oxidación excesiva y cualquier sustancia que reduzca su adherencia con el concreto.

No deben doblarse barras parcialmente ahogadas en concreto, a menos que se tomen las medidas para evitar que se dañe el concreto vecino.

Todos los dobleces se harán en frío, excepto cuando el corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director de Obra, cuando no se requiera de corresponsable, permita calentamiento, pero no se admitirá que la temperatura del acero se eleve a más de la que corresponde a un color rojo café (aproximadamente 530°C), si no está tratado en frío, ni a más de 400°C en caso contrario. No se permitirá que el enfriamiento sea rápido.

Los tendones de presfuerzo que presenten algún dobléz concentrado no se deben tratar de enderezar, sino que se rechazarán.

El acero debe sujetarse en su sitio con amarres de alambre, siletas y separadores, de resistencia y en número suficiente para impedir movimientos, durante el colado.

Antes de colar debe comprobarse que todo el acero se ha colocado en su sitio de acuerdo con los planos estructurales y que se encuentra correctamente sujeto.

### Control en la obra

El acero de refuerzo ordinario se someterá al control siguiente, por lo que se refiere al cumplimiento de la respectiva norma NOM.

Para cada tipo de barras (laminadas en caliente o torcidas en frío) se procederá como sigue:

De cada lote de 10 ton o fracción, formado por barras de una misma marca, un mismo grado, un mismo diá-

metro y correspondientes a una misma remesa de cada proveedor, se tomará un espécimen para ensaye de tensión y uno para ensaye de doblado, que no sean de los extremos de barras completas; las corrugaciones se podrán revisar en uno de dichos especímenes. Si algún espécimen presenta defectos superficiales, puede descartarse y sustituirse por otro.

Cada lote definido según el párrafo anterior debe quedar perfectamente identificado y no se utilizará en tanto no se acepte su empleo con base en resultados de los ensayos. Estos se realizarán de acuerdo con la norma NOM-B172. Si el porcentaje de alargamiento de algún espécimen en la prueba de tensión es menor que el especificado en la norma NOM respectiva, y además, alguna parte de la fractura queda fuera del tercio medio de la longitud calibrada, se permitirá repetir la prueba.

En sustitución del control en obra, el corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director de Obra, cuando no se requiera corresponsable, podrá admitir la garantía escrita del fabricante de que el acero cumple con la norma correspondiente; en su caso, definirá la forma de revisar que se cumplan los requisitos adicionales para el acero, establecidos en 5.1.

## 11.3 Concreto

### 11.3.1 Materiales componentes

La calidad y proporciones de los materiales componentes del concreto serán tales que se logren la resistencia, deformabilidad y durabilidad necesarias.

La calidad de los materiales componentes deberá verificarse al inicio de la obra, y también cuando exista sospecha de cambio en las características de los mismos, o haya cambio de las fuentes de suministro. Algunas de las propiedades de los agregados pétreos deberán verificarse con mayor frecuencia como se indica a continuación.

Coefficiente volumétrico de la grava Una vez por mes

Material que pasa la malla NOM

F 0.075 (No. 200) en la arena y

contracción lineal de los finos de

ambos agregados

Una vez por mes

La verificación de la calidad de los materiales componentes se realizará antes de usarlos, a partir de muestras



## BIBLIOGRAFIA

**1.- NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO**  
**REGLAMENTO DE CONSTRUCCION DEL D.F. 1987**

**2.- ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL CONCRETO REFORZADO**

**OSCAR M. GONZALEZ CUEVAS**

**FRANCISCO ROBLES**

**JUAN CASILLAS G. DE L.**

**ROGER DIAS DE COSSIO**

**LIMUSA**

**3.- ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO**

**R. PARK**

**T. PAULAY**

**LIMUSA**

**4.- DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES**

**WINTER, NILSON**

**Mc. GRAW HILL**

**5.- DISEÑO DE CONEXIONES DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO**

**NUEVA SERIE / IMCYC / 11**

**6.- MANUAL DE SUPERVISION DE OBRAS DE CONCRETO**

**FEDERICO GONZALEZ SANDOVAL**

**LIMUSA**

**7.- DETALLES Y DETALLADO DEL ACERO DE REFUERZO DEL CONCRETO**

**IMCYC**

**ACI-315**