

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO.

Def. 132

FACULTAD DE INGENIERIA

U N A M.

ELEMENTOS PRETENSADOS ESTANDARES

TRABAJO ESCRITO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

ROBERTO PEREZ TORRES.

MEXICO, D. F.



1981



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A MIS PADRES:

DR. ROBERTO PEREZ GARCIA
MARGARITA TORRES DE PEREZ

Con respeto, admiración y
gratitud.

A MIS HERMANOS:

EDUARDO Y RAUL

Con cariño.

A MI MAESTRO:

ING. CONSTANCIO RODRIGUEZ CABELLO.

Por su enseñanza y desinteresada--
ayuda.

A LA FACULTAD DE INGENIERIA.

U N A M.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

Al Pasante señor ROBERTO PEREZ TORRES
P a s a n t e

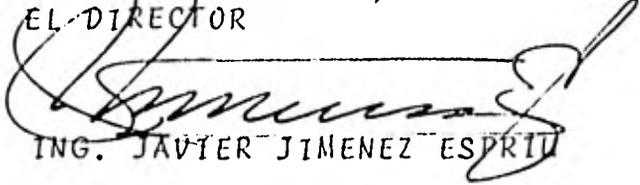
En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Constancio Rodríguez Cabello, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.

"ELEMENTOS PRETENSADOS ESTANDARES"

1. Introducción
2. Trabes
3. Losas
4. Elementos varios
5. Conclusiones

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 6 de octubre de 1981
EL DIRECTOR


ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU

Ch
JJETOBLH/etb.

I N D I C E.

I.- INTRODUCCION.

1.- Objeto del trabajo.

II.- TRABES.

2.1.- Trabes Portantes.

2.1.1.- Sección rectangular, T invertida, L y canal:

2.1.2.- Sección I (AAHSTO).

2.1.3.- Sección TY

2.2.- Trabes Losas.

2.2.1.- Trabes Sección T.

2.2.1.1.- Trabes T sin firme.

2.2.1.2.- Trabes T con firme.

2.2.2.- Trabes Sección TT.

2.2.2.1.- Trabes TT sin firme.

2.2.2.2.- Trabes TT con firme.

2.2.3.- Trabes de Sección Variable (TTV)

III.- LOSAS.

3.1.- Vigüeta y Bovedilla.

3.2.- Losa Extruida.

3.2.1.- Losa extruida sin firme.

3.2.2.- Losa extruida con firme.

IV.- ELEMENTOS VARIOS.

4.1.- Pilotes de Concreto Presforzado.

4.2.- Tanques de Concreto Presforzado.

4.3.- Postes de Concreto Presforzado.

4.4.- Tubos, Tuberías a Presión y Acueductos de Concreto Presforzado.

4.5.- Durmientes para Ferrocarril de Concreto Presforzado

4.6.- Pavimentos de Carreteras y Aeropuertos de Concreto Presforzado.

4.7.- Bardas de Concreto Presforzado.

4.8.- Cajón con aletas de Concreto Presforzado.

V.- CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

I.- INTRODUCCION.

Los elementos pretensados estandares son elementos es---
tructurales de concreto presforzado prefabricado usados para
la estructuración de: Edificios, escuelas, hoteles, iglesias,
auditorios, gimnacios, habitación, puentes, almacenes, tan--
ques, muelles, naves industriales, etc. Obteniéndose con --
ellos mayor rapidez de ejecución de obra, control de cali---
dad, economía y productividad.

Las modalidades básicas para realizar la estructuración-
con estos elementos son las siguientes:

- a).- Formar estructuras a base de elementos estandarizados -
que se ligan entre si, mediante juntas que proporcionan un -
grado variable de continuidad. Esta modalidad se presta para
el empleo de los citados elementos producidos en serie.
- b).- Utilizar elementos pretensados que se combinen con co-
lados en el lugar. La ventaja de esta solución consiste en--
que los elementos prefabricados suelen ser relativamente li-
geros, lo que facilita su montaje, y los colados en el lugar,
simplifican el logro de soluciones continuas, siendo ésto --
lo más usado en México.
- c).- Concebir la estructura como monolítica dividida en por-
ciones. Las porciones en que se divide la estructura se pre-
fabrican y se ligan de manera que se conserve la naturaleza-
monolítica tal y como fue originalmente concebida, siendo es
ta solución menos recomendable por su alto costo.

Cualquiera que sea la modalidad adoptada, la meta ---
ideal es lograr una estructura que conserve todas las ----

ventajas del monolitismo de las estructuras de concreto convencional, ya que el ensamble de estos elementos suele implicar un sacrificio de la continuidad, y de ahí la importancia de colocar juntas y conexiones adecuadas para cumplir con esta meta.

Debido a que estos elementos son de concreto presforzado-prefabricado, conviene mencionar a continuación algunas características y definiciones generales.

PREFABRICACION.

La prefabricación es un sistema constructivo basado en la elaboración de elementos estructurales en una posición distinta de la que tendrá una estructura determinada.

Se clasifican en:

- a).- Estructuras con elementos de concreto reforzado en su totalidad.
- b).- Estructuras con elementos pretensados únicamente.
- c).- Estructuras mixtas es decir, con elementos de concreto reforzado y con concreto pretensado.

PRESFORZADO.

Según E. Freyssinet, presforzar un elemento estructural, consiste en crear en él, mediante algún procedimiento antes, o al mismo tiempo que la aplicación de las acciones exteriores, esfuerzos tales que al combinarse con los correspondientes a las cargas externas, anulen los esfuerzos de tensión o los mantengan menores que los esfuerzos permisibles de los materiales empleados.

Las modalidades del presfuerzo son:

- a).- Pretensado.- Se tensa el acero de presfuerzo antes de colar el concreto.

b).- Postensado.- Se tensa el acero de presfuerzo después de colar el concreto.

CONCRETO PRESFORZADO.

El concreto presforzado es un material usado con el propósito de mejorar el comportamiento general del elemento estructural, ya sea, eliminando las tensiones ó evitando las flechas; para lograrlo se requiere emplear acero y concreto que cumpla con las siguientes características:

ACERO.

a).- Emplear aceros de alta resistencia a la tensión, siendo esta seis veces mayor que el acero normal de refuerzo.

b).- El módulo de elasticidad de estos aceros es de 2×10^6 ó 1.9×10^6 Kg/cm² dependiendo si es alambre o toron (conjunto de 7 alambres trensados) respectivamente.

c).- El límite de fluencia de estos aceros no está definido, y por consiguiente es necesario calcularlo en base a las gráficas esfuerzo - deformación del fabricante.

CONCRETO.

a).- Usar concreto con una resistencia a compresión al doble del generalmente empleado en los elementos de concreto reforzado convencional.

b).- La resistencia a tensión es del 10 al 15% de su resistencia a compresión.

c).- No se recomienda el uso de concretos ligeros, debido a que el módulo de elasticidad es bajo, provocando con esto un aumento en las pérdidas de presfuerzo, que conduce a una mayor contraflecha y a mayores deformaciones bajo con-

diciones de carga permanente ó sostenida.

ELEMENTOS ESTANDARIZADOS.

Los elementos estandarizados deben reunir los siguientes requisitos:

- 1.- Poder emplearse indistintamente en edificios destinados a diferentes usos.
- 2.- Adaptarse a funciones diversas (techos, muros, etc.).
- 3.- Prestarse a la realización simultánea de varias funciones.
- 4.- Poder adaptar facilmente sus dimensiones a distintos usos.
- 5.- Su almacenaje, transporte y montaje deben ser sencillos.
- 6.- Prestarse a la fabricación por medios mecanizados.
- 7.- Los detalles de las conexiones con que se unen deben ser sencillos.

Por consiguiente los elementos pretensados estandares -- ofrecen al proyectista las siguientes ventajas:

- a).- CLARO MAYOR.- Obteniéndose un ahorro importante de columnas ó muros, a la vez que se dispone de un mayor espacio-útil.
- b).- PERALTE MENOR.- Para un mismo claro el peralte se reduce aproximadamente a la mitad con los consiguientes ahorros de carga muerta y de fachadas, o bien se puede disponer de mayor altura libre.
- c).- ARQUITECTURA.- Facilitan la concepción modular al ser elementos repetitivos.
- d).- CALIDAD.- Ofrecen calidad de producto industrial controlado y excelentes acabados.

e).- **RAPIDEZ EN OBRA.**- Incrementan notablemente la rapidez de la construcción ya que estos elementos se fabrican simultáneamente con los trabajos de cimentación en obra y su montaje y ensamble se realizan con limpieza y rapidez.

f).- **VARIOS.**- Además los elementos son: Impermeables, resistentes a la corrosión, resistentes al fuego y no requieren mantenimiento.

1.1.- Objeto del trabajo:

El objeto de este trabajo escrito es de proporcionar un conocimiento actualizado de los tipos y características tanto geométricas como mecánicas de travesaños, losas y elementos varios pretensados estandares, que se fabrican en el área metropolitana de la Ciudad de México, para ser utilizados en obras.

II.- TRABES.

Las trabes se pueden clasificar en:

Trabes Portantes y

Trabes Losas.

2.1.- Trabes Portantes.

Son elementos estructurales de concreto presforzado --- prefabricado cuya finalidad es la de soportar cargas que - actúan en su propio plano y transmitir las a los cimientos- a través de estructuras de orden superior como son las co- lumnas.

En el área metropolitana de la Ciudad de México se fa-- brican las siguientes secciones típicas:

- a).- Sección rectangular.
- b).- Sección T invertida.
- c).- Sección L.
- d).- Sección Canal.
- e).- Sección I (AAHSTO).
- f).- Sección TY.

2.1.1.- Sección rectangular, T invertida, L y canal.

Estos elementos tienen el inconveniente de no ser estanda- rizados, ya que los claros y secciones son variables según-- los problemas estructurales específicos con que cuenta cada- proyectista, por lo que se recomienda solicitar asesoría en- el departamento técnico de cada empresa fabricante, en la -- etapa de anteproyectos.

Como datos generales de estas trabes se pueden mencionar- los siguientes:

Son elementos que pueden ser usados para la estructura--- ción de cualquier obra de edificación como: edificios, hote-

- 7 -

les, gimnacios, auditorios, naves industriales, etc, su fabricación es a base de pretensado en línea usando para su elaboración moldes metálicos con longitudes de 44 m y materiales según el diseñador, pudiendo ser los siguientes:

Concreto Presforzado $f'_c = 380 \text{ Kg/cm}^2$

Acero de Presfuerzo $f_{sr} = 18\ 000 \text{ Kg/cm}^2$

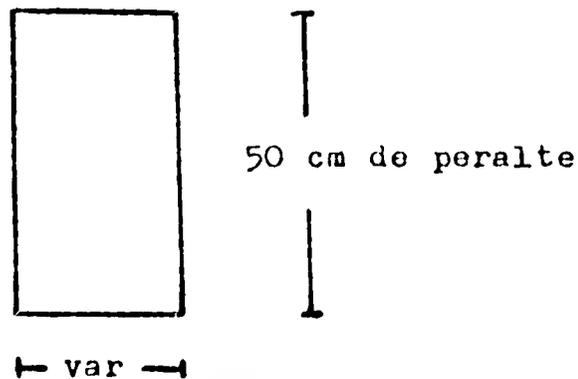
Acero de refuerzo $f'_y = 4\ 000 \text{ Kg/cm}^2$

La secuencia de producción es la siguiente:

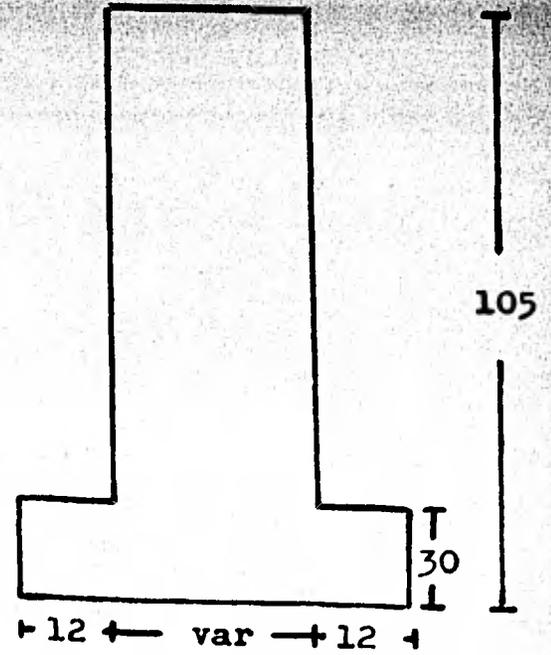
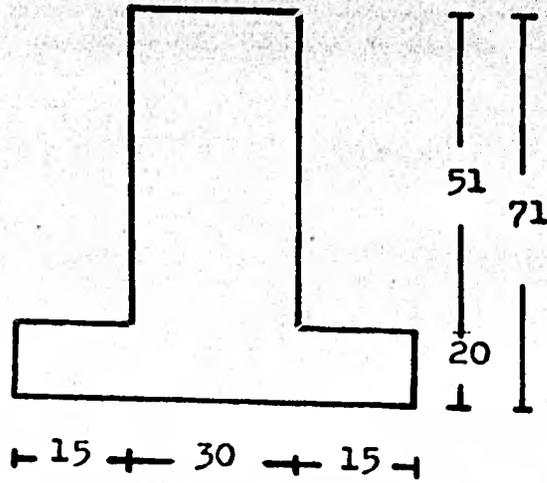
- a).- Colocar el acero de presfuerzo a lo largo de la cama, fijar los torones al muerto de presfuerzo, aplicar el esfuerzo y anclar.
- b).- Colocar el acero de refuerzo formando los estribos ó cubriendo el acero faltante.
- c).- Colar y vibrar el concreto.
- d).- Curar el concreto y destensar.
- e).- Separar las traveses a la longitud requerida.
- f).- Izar los elementos del molde y almacenarlos.

Las secciones más comunes son las que se muestran en las siguientes figuras, pudiéndose fabricar hasta claros de --- 10 m y pendientes en el patín superior del 6%.

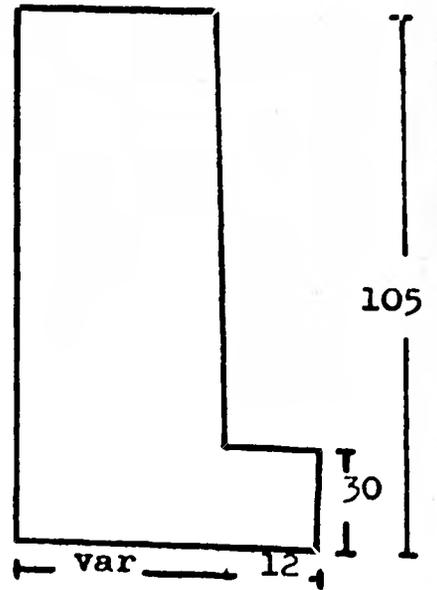
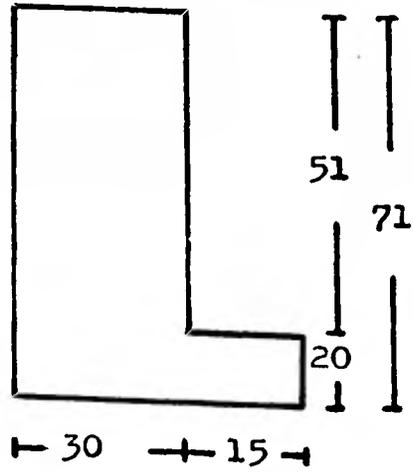
Sección Rectangular



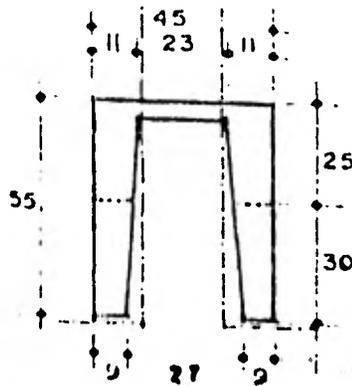
T invertida



Seccion L



Seccion Canal



2.1.2.- SECCION I (AAHSTO).

Este elemento estructural cuyo diseño fué hecho -- a base de las normas norteamericanas AAHSTO, permite soportar cargas y vibraciones en grandes claros, por lo que su empleo se recomienda para estructurar puentes carreteros ó de caminos con objeto de salvar barrancas, ríos, -- etc.

Su fabricación es a base de pretensado en línea, pudiendose emplear los siguientes materiales:

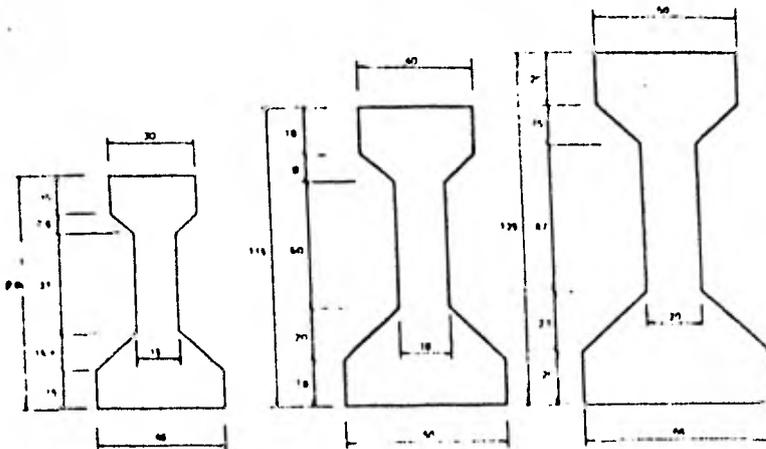
Cemento normal tipo 1

Acero de Presfuerzo $f_{sr} = 17\ 500$ y $18\ 500$ Kg/cm²

Acero de refuerzo $f'_y = 4\ 000$ Kg/cm²

Agregados naturales.

En proyectos específicos se fabrican piezas para salvar claros de 15 m hasta 30 m. En las siguientes figuras se pueden observar las secciones nominales de 90, -- 115 y 135 cm. de peralte.



SECCIONES NOMINALES (SIPSA)

2.1.3.- Sección TY

Las trabes TY son elementos estructurales que cumplen con lo especificado en las normas vigentes de diseño por ejemplo el PCI (Prestressed Concrete Institute) con objeto de asegurar la calidad y tolerancia de fabricación, teniéndose con ello las ventajas siguientes: Mayor economía, no requieren de mantenimiento, la tercera parte de su cubierta es de concreto.

Su utilización se recomienda donde:

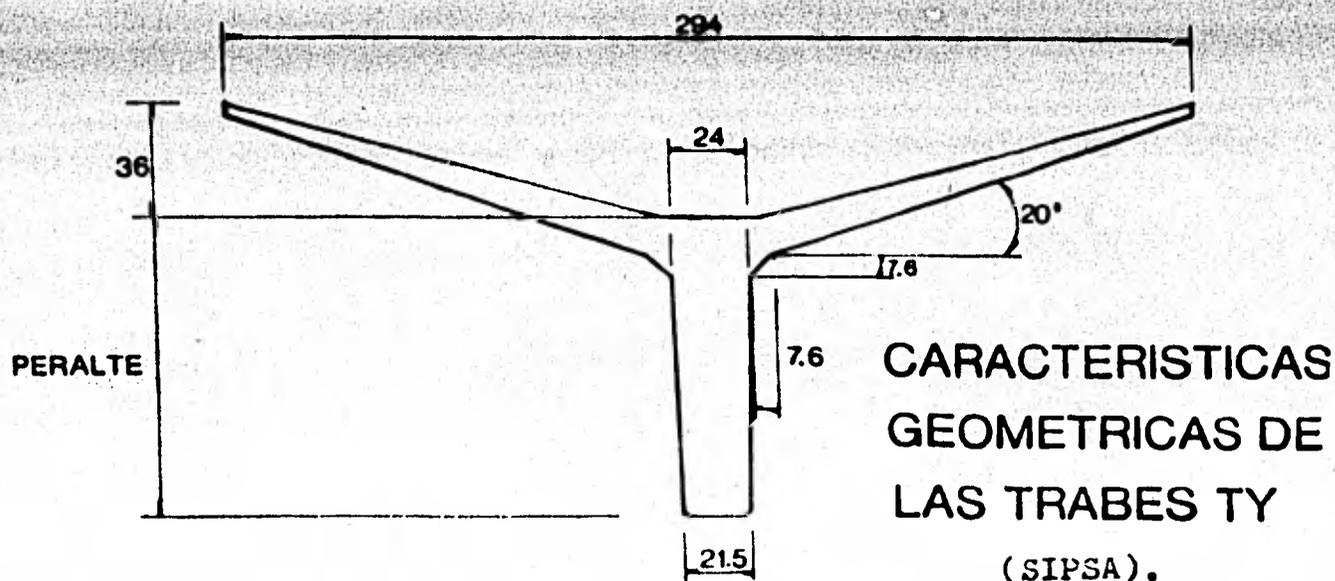
- a).- Se requiera techar grandes claros.
- b).- Se requieran domos de acrílico para iluminación central.
- c).- Se desee un agradable acabado y.
- d).- Para cubiertas de centros comerciales, naves industriales, bodegas, etc.

Su fabricación es en moldes metálicos a la longitud requerida según la necesidad de proyecto empleándose el método de pretensado en línea, utilizando por ejemplo los siguientes materiales, ya que varían según el fabricante.

- Concreto presforzado $f'c = 380 \text{ Kg/cm}^2$
- Acero de presfuerzo $f_{SR} = 18 \text{ 000 Kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo $f'_y = 4 \text{ 000 Kg/cm}^2$
- Agregados naturales
- Cemento normal tipo I

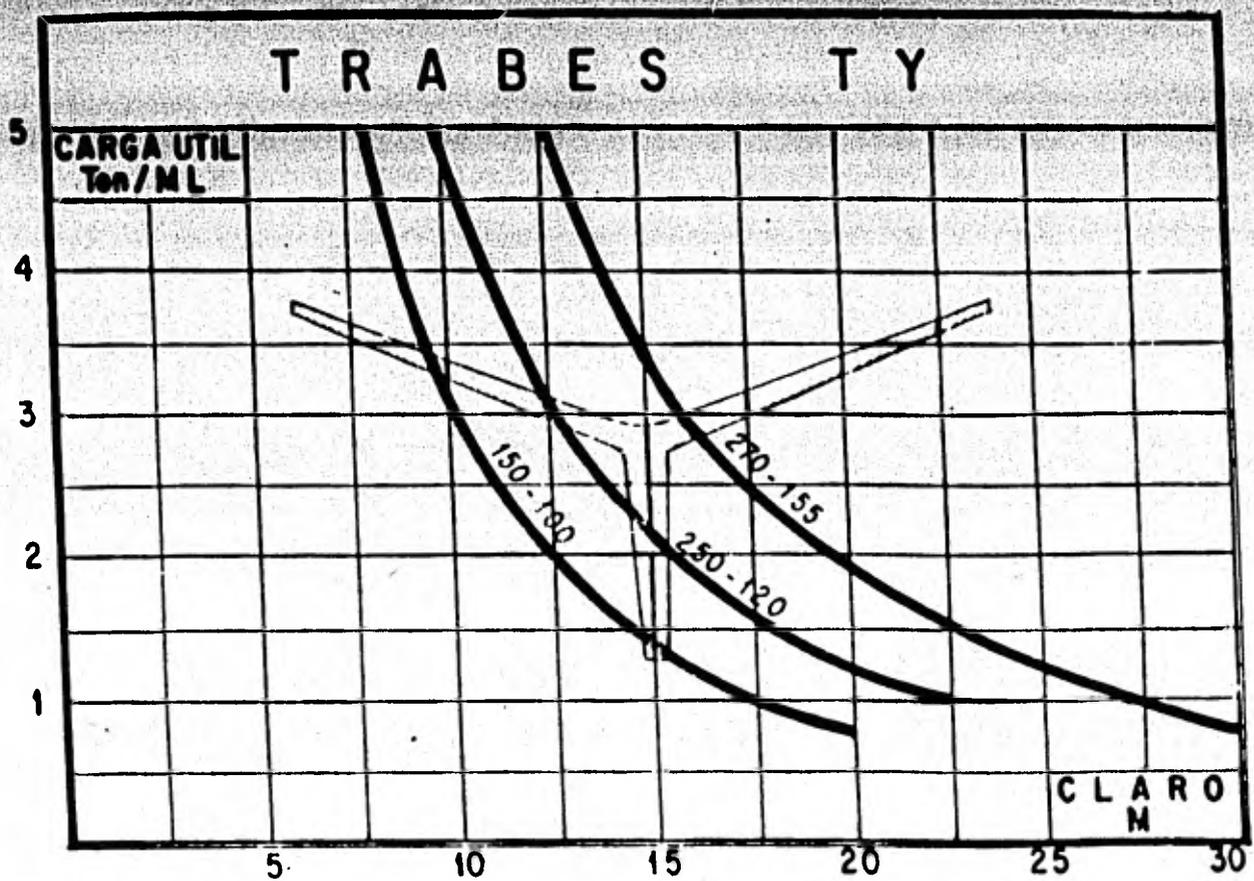
Los peraltes nominales que se encuentran en el mercado son: 80, 100, 120, 155 cm y con anchos de patín de 294, 270, 250 y 150 cm.

En la siguiente figura se puede observar las características geométricas de estas trabes donde el peralte es variable y con un ancho de patín de 294 cm.



Con objeto de evaluar las propiedades mecánicas de las ---
trabes, los fabricantes obtienen de cada uno de sus produc--
tos gráficas de capacidad de carga, por medio de las cuales--
podremos saber la carga útil que soportan estos elementos ex
presado en Ton/ml ó en Kg/m² según el claro que se tenga que
salvar, conduciendo ésto a limitar la utilización de las --
trabes para que el comportamiento tanto en condiciones de --
servicio como de resistencia sea el adecuado, garantizando -
así una seguridad razonable.

A continuación se muestran gráficas de trabes TY en don-
de la absisa representa el claro por salvar expresado en me-
tros y en la ordenada la capacidad de carga útil del elemen-
to expresado en Ton/ml, siendo los peraltes de estas trabes--
de 155, 120 y 100 cm, con anchos de patín superior de 270, -
250 y 150 cm respectivamente, así como también sus pesos --
propios. (")



GRAFICAS DE CAPACIDAD DE CARGA
 PESO PROPIO TRABES TY :

TY 270 - 155	0.82	Ton/ML
TY 250 - 120	0.76	
TY 150 - 100	0.50	

(PRESISA)

ANCHO PERALTE

" (La capacidad de carga útil es independiente del peso propio de la trabe y los valores expresados son para vigas simplemente apoyadas).

A manera de ejemplo en el uso de estas trabes se propone la siguiente estructuración de una cubierta para una nave industrial, asociada con láminas de asbesto (SIPSA), donde la tabla (1) nos muestra el rango de utilización de estos elementos para este propósito, observándose que la longitud y el peralte máximo permitido es de 30 m y 120 cm respectiva

mente teniéndose un apoyo mínimo con la columna de 25 cm --
(figuras 3 y 4).

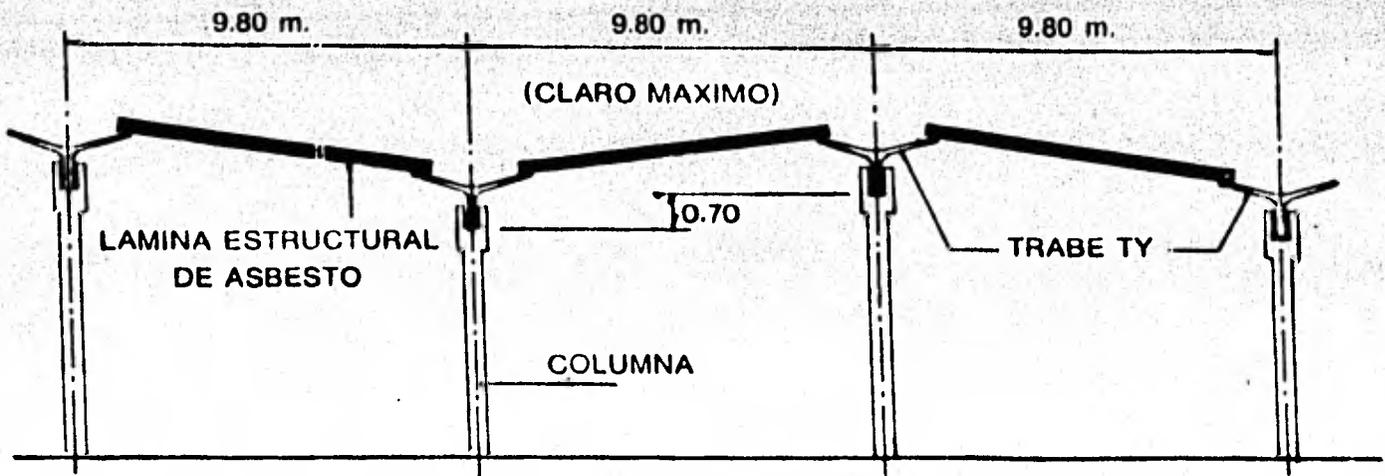
En las figuras 1 y 2 se tiene una vista transversal y -
una vista longitudinal de esta nave, mostrando la forma de -
estructurar las traves portantes con la columna y las lá-
minas de asbesto, donde la separación máxima entre columnas
es de 9.80 m en el corte transversal y de 30 m en el corte-
longitudinal, mostrándose en la figura (5) el detalle para
apoyar la lámina de asbesto en trabe TY.

TABLA DE UTILIZACION PARA CUBIERTAS CON
TRABES TY ASOCIADAS CON LAMINAS DE ASBESTO

S O B R E C A R G A S : LAMINA 20 kg. m.
RELLENO Y OTROS 100 kg. m.
CARGA VIVA 50 kg. m.

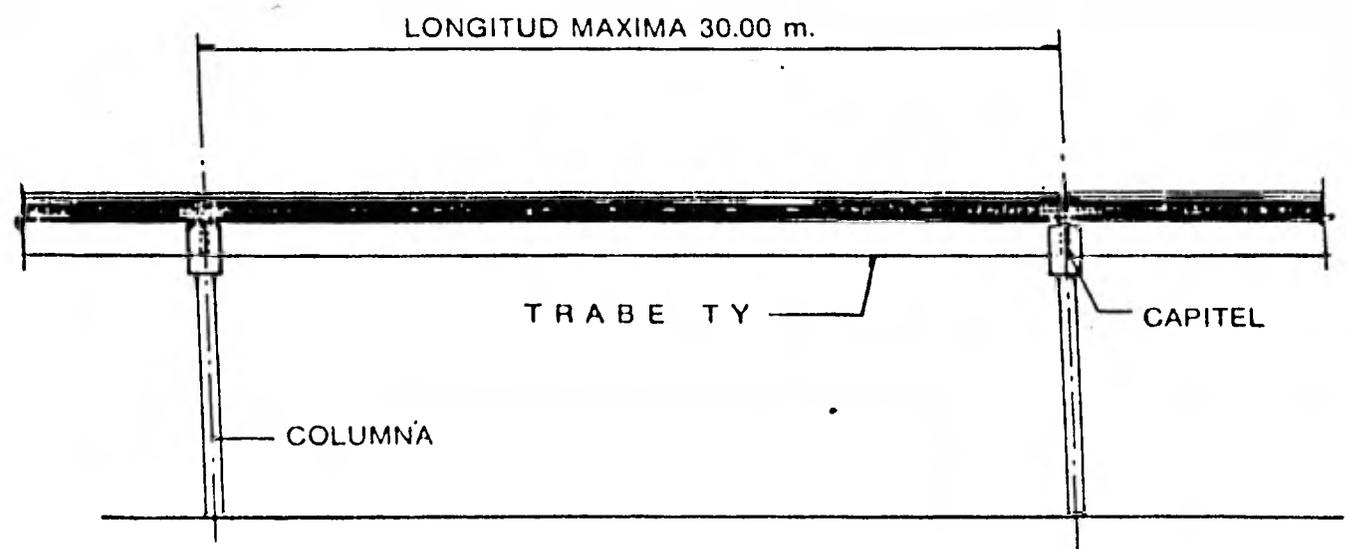
LONGITUD EN METROS	PERALTE	PESO PROPIO	APOYO MINIMO (a)	ANCHO MINIMO (b)	ALTURA MAXIMA (h)
DE 15 A 20	80 cm.	1.0 T ml.	20 cm.	15 cm.	55 cm.
DE 20 A 25	100 cm.	1.1 T ml.	25 cm.	17.5 cm.	75 cm.
DE 25 A 30	120 cm.	1.2 T ml.	25 cm.	20.0 cm.	95 cm.

TABLA (1) (SIPSA)



CORTE TRANSVERSAL

FIGURA 1 (SIPSA)



CORTE LONGITUDINAL

FIGURA 2 (SIPSA)

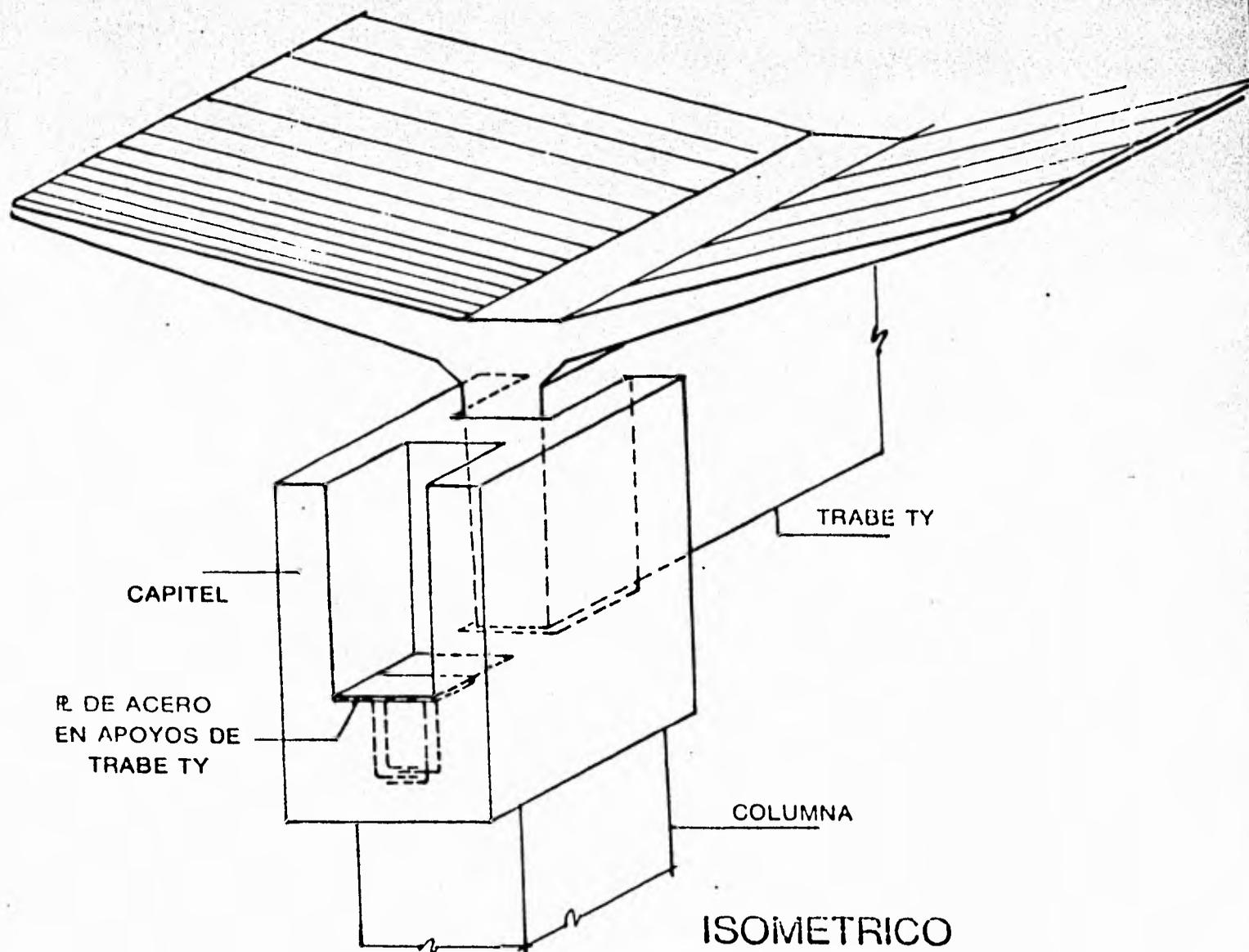
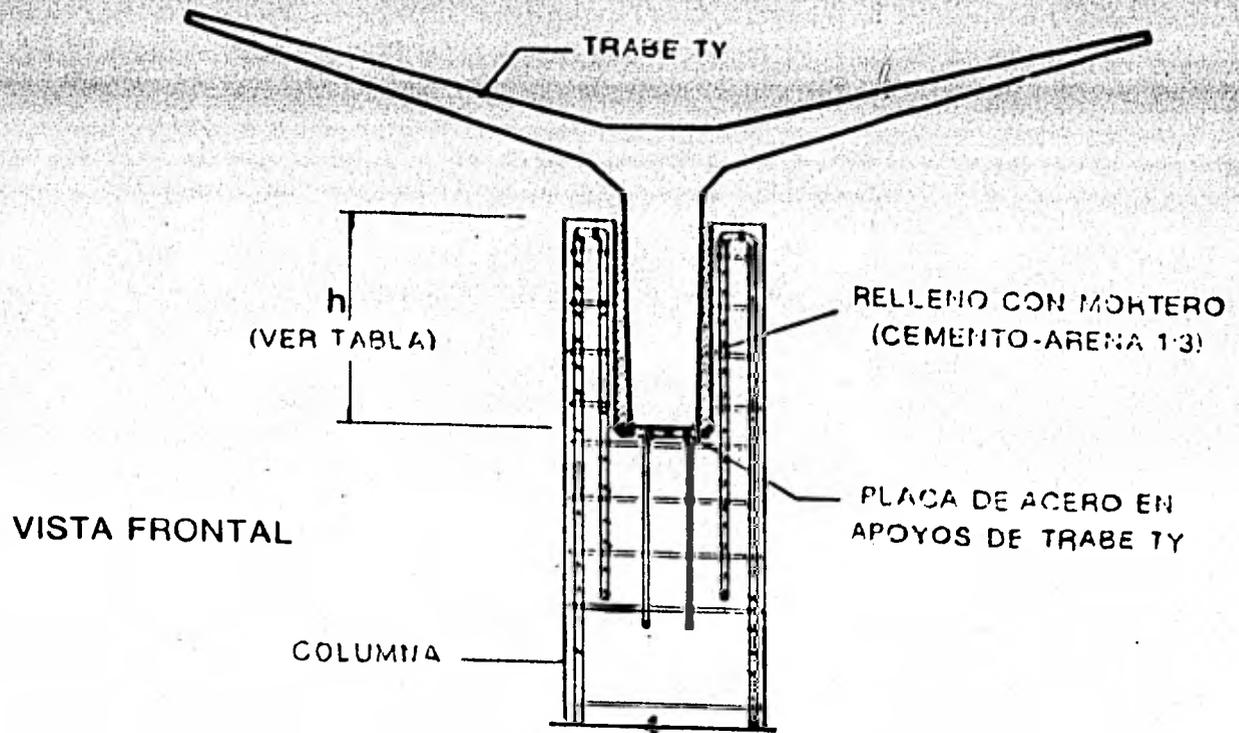


FIGURA 3

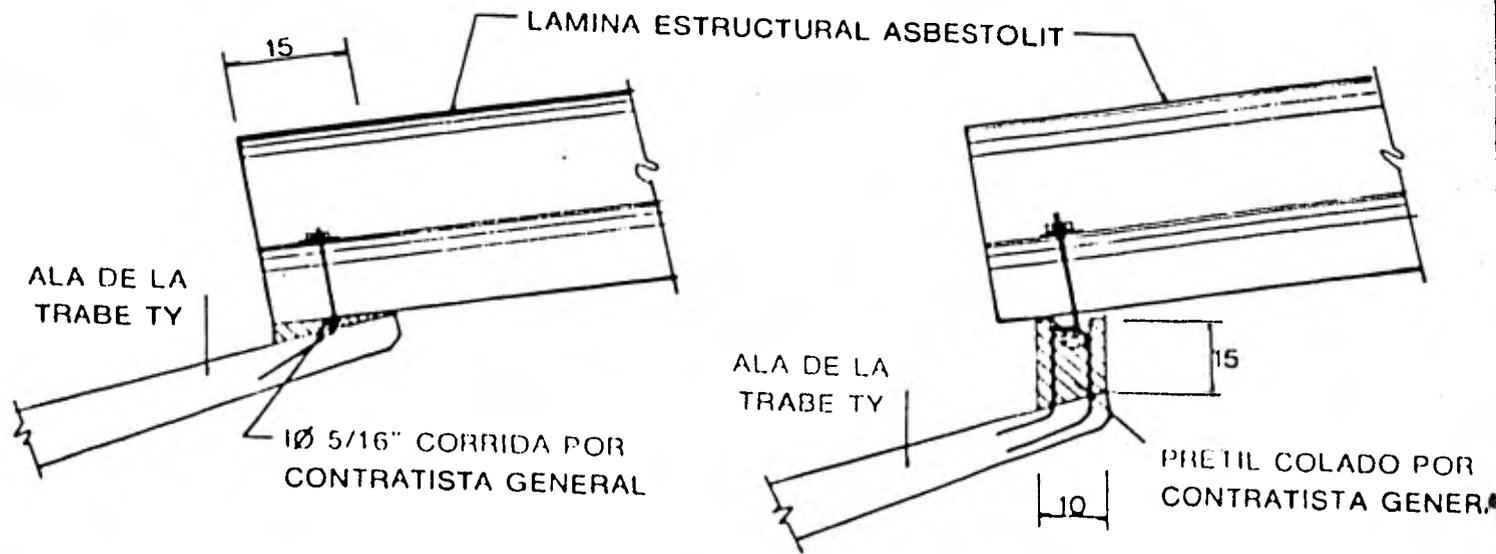
DETALLE DE APOYO DE LA TRABE TY
CON COLUMNA.

(SIPSA)



DETALLE DE APOYO DE LA TRABE TY

FIGURA 4 (SIPSA)



APOYO DE LAMINA EN TRABE TY

FIGURA 5 (SIPSA)

2.2.- Trabes Losas.

Son elementos estructurales de concreto presforzado, prefabricado cuya finalidad es la de limitar espacio teniendo como norma una superficie plana. Su cometido es la de distribuir las cargas y transmitir las, siendo ésta de orden inferior, generalmente son piezas para cubiertas y para entrepisos.

En el área metropolitana de la ciudad de México existen -- las siguientes secciones:

- a).- Trabe sección T
- b).- Trabe sección TT
- c).- Trabe de sección variable (TTV).

Su empleo se recomienda donde:

- 1.- Se requiera salvar o techar grandes claros.
- 2.- Se desee obtener un agradable acabado aparente.
- 3.- Obren cargas relativamente altas.

2.2.1.- Trabes Sección T

Estas trabes son elementos idóneos para salvar grandes --- claros y soportar sobrecargas altas. Comúnmente forman sistemas para entrepisos, techos, muros de fachadas, etc; aplicándose en la estructuración de gimnacios, auditorios, laboratorios, escuelas, naves industriales, centros comerciales y puentes.

Se clasifican en:

- a).- Trabes T sin firme.
- b).- Trabes T con firme.

2.2.1.1.- Trabes T sin firme.

Son piezas que se elaboran con el método de pretensado en línea utilizándose moldes metálicos de 120 m de Longitud, rea-

lizando la transferencia del presfuerzo una vez que el concreto ha alcanzado su resistencia mínima especificada (0.8f'c).

Por lo general los materiales empleados para su elaboración pueden ser los siguientes:

Cemento Normal tipo I

Acero de presfuerzo $f_{sr} = 18\ 000\ \text{Kg/cm}^2$

Acero de refuerzo $f'y = 4\ 000\ \text{Kg/cm}^2$

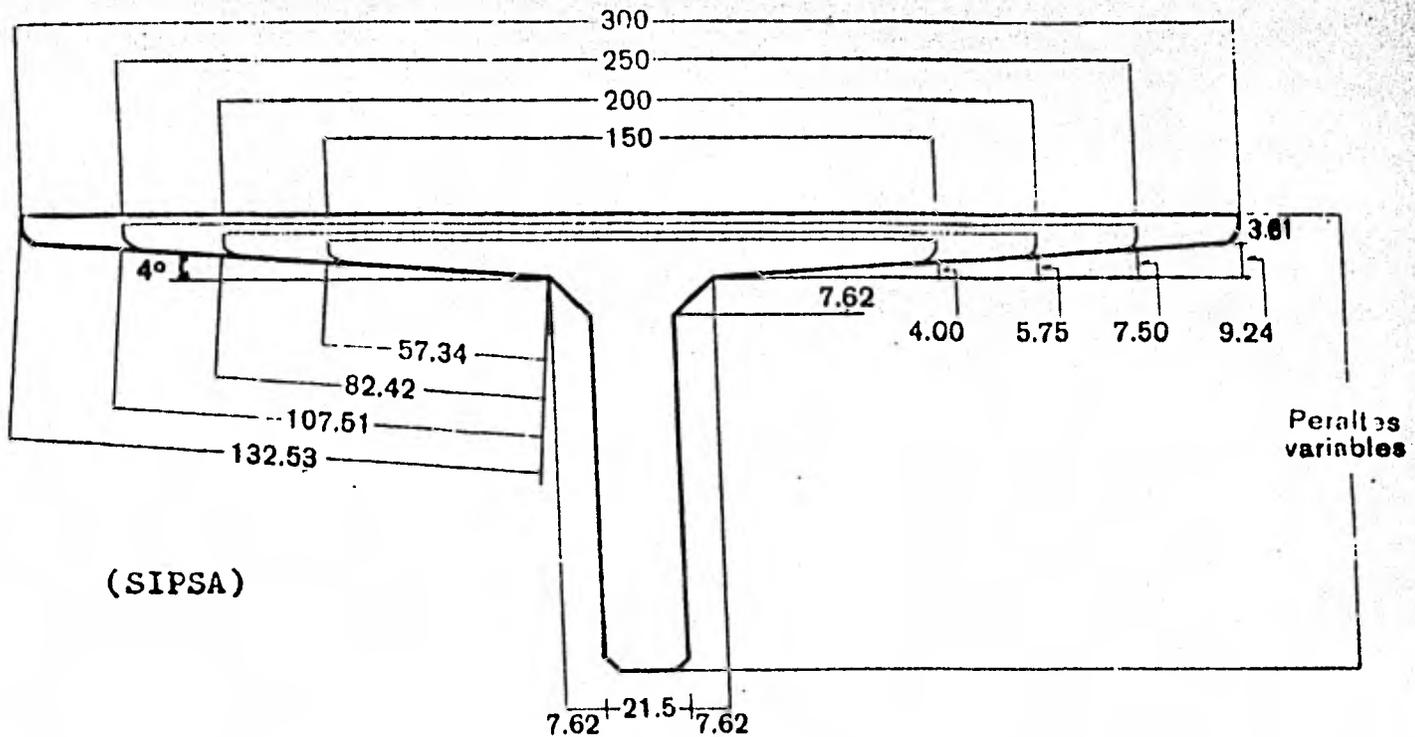
Agregados naturales.

Estos elementos proporcionan un óptimo comportamiento en estructuras hiperestáticas de gran magnitud, en cargas verticales y horizontales como: viento, sismo, asentamientos diferenciales etc.

El diseño de estas trabes cumple con lo especificado por las normas vigentes, teniéndose como objetivo la obtención de una alta capacidad de carga en grandes claros y para lograrlo es necesario aprovechar la compresión de su patín al máximo. El área de acero de presfuerzo se proporciona de acuerdo a la longitud y capacidad de carga de la pieza.

En la siguiente figura se puede observar las características geométricas de las vigas T donde el peralte es variable y los anchos del patín superior son de 300, 250, 200 y 150 cm.

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS NOMINALES DE LAS VIGAS T



En el cuadro siguiente se aprecian algunas secciones típicas nominales que se fabrican en el área metropolitana, mostrando los diferentes anchos de patín y peraltes expresados en centímetros, así como también sus correspondientes pesos propios en Kg/m^2 .

SECCIONES TÍPICAS NOMINALES

(SIPSA)

PESO PROPIO DE LAS VIGAS T SIN FIRME EN Kg/m²

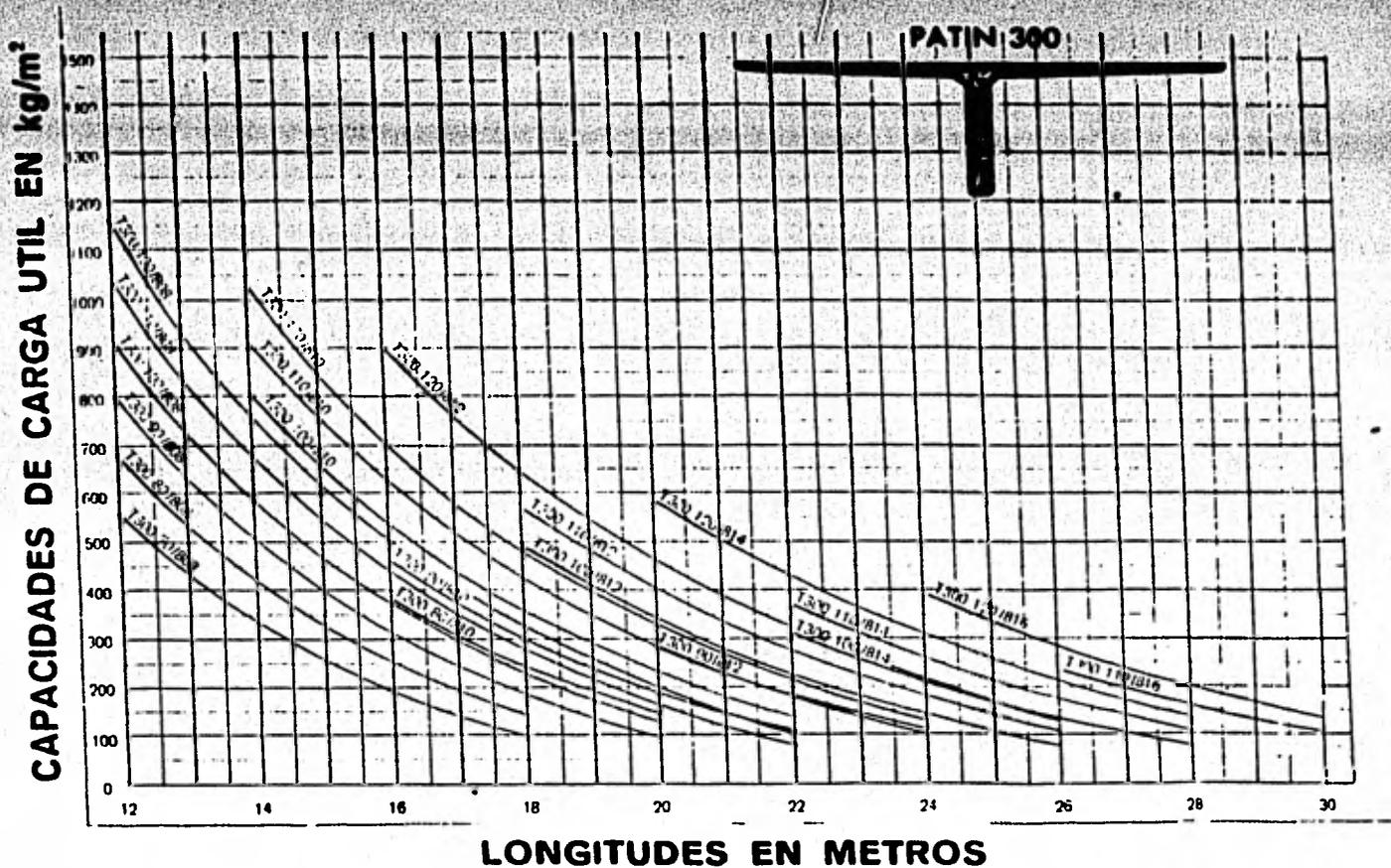
Perfil en cm.	PATIN 300	PATIN 250	PATIN 200	PATIN 150
60	300 	295 	305 	330 
70	315 	315 	330 	360 
80	330 	335 	355 	395 
90	350 	355 	380 	430 
100	365 	375 	400 	460 
110	380 	395 	425 	495 
120	395 	415 	450 	525 

Los fabricantes con objeto de evaluar las propiedades -- mecánicas de sus productos, obtienen gráficas de capacidad-- de carga útil para asegurar que el comportamiento del elemen-- to tanto en condiciones de servicio como de resistencia sea-- el adecuado.

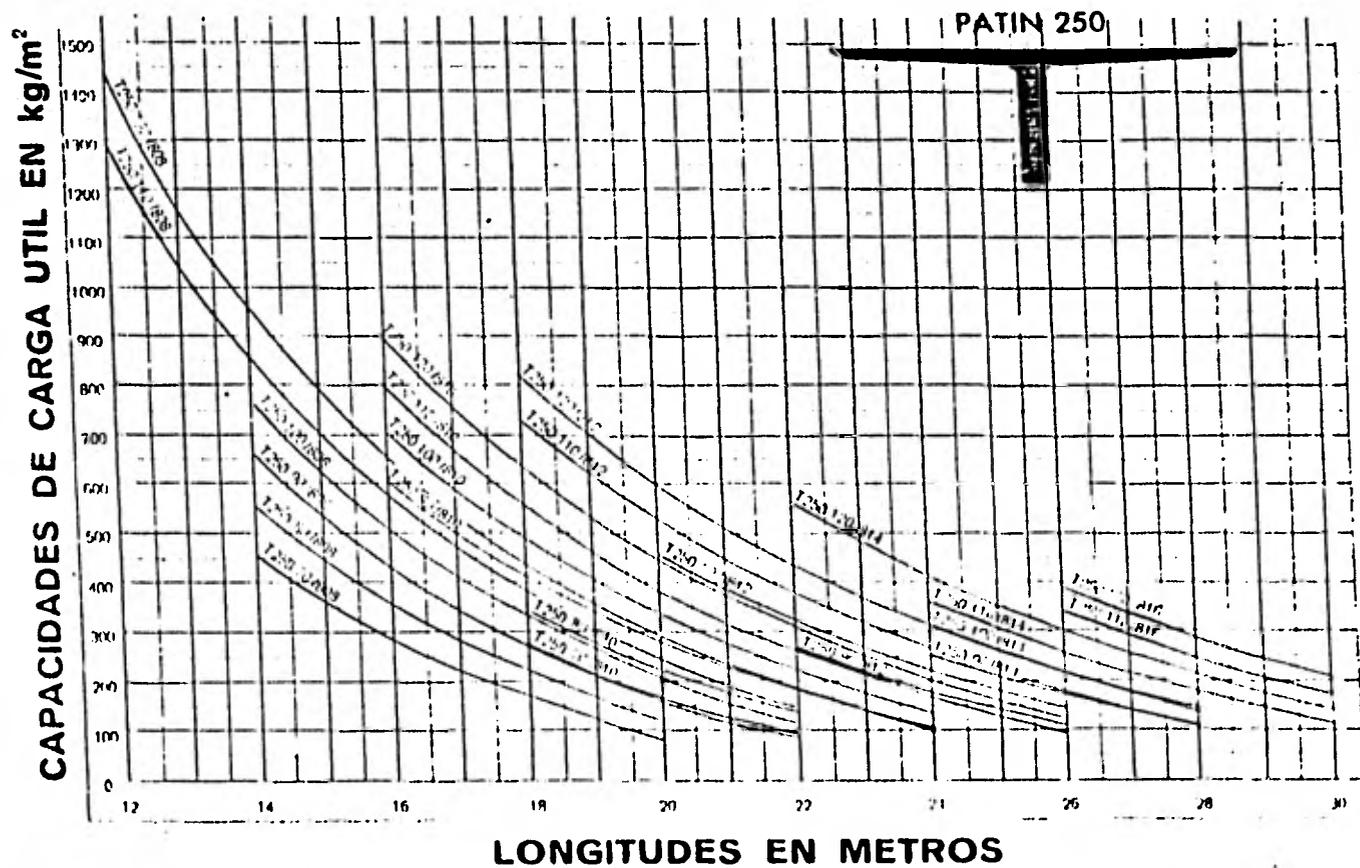
Todas estas gráficas se obtienen sin considerar el peso-- propio de la trabe y los valores expresados tanto en el cla-- ro como en la carga son para vigas simplemente apoyadas.

En seguida se presentan gráficas de capacidad de carga - útil para las secciones típicas nominales mencionadas ante-- riormente (las ordenadas nos representan los valores de la - capacidad de carga útil expresado en Kg/m^2 y las abcisas los claros expresado en metros).

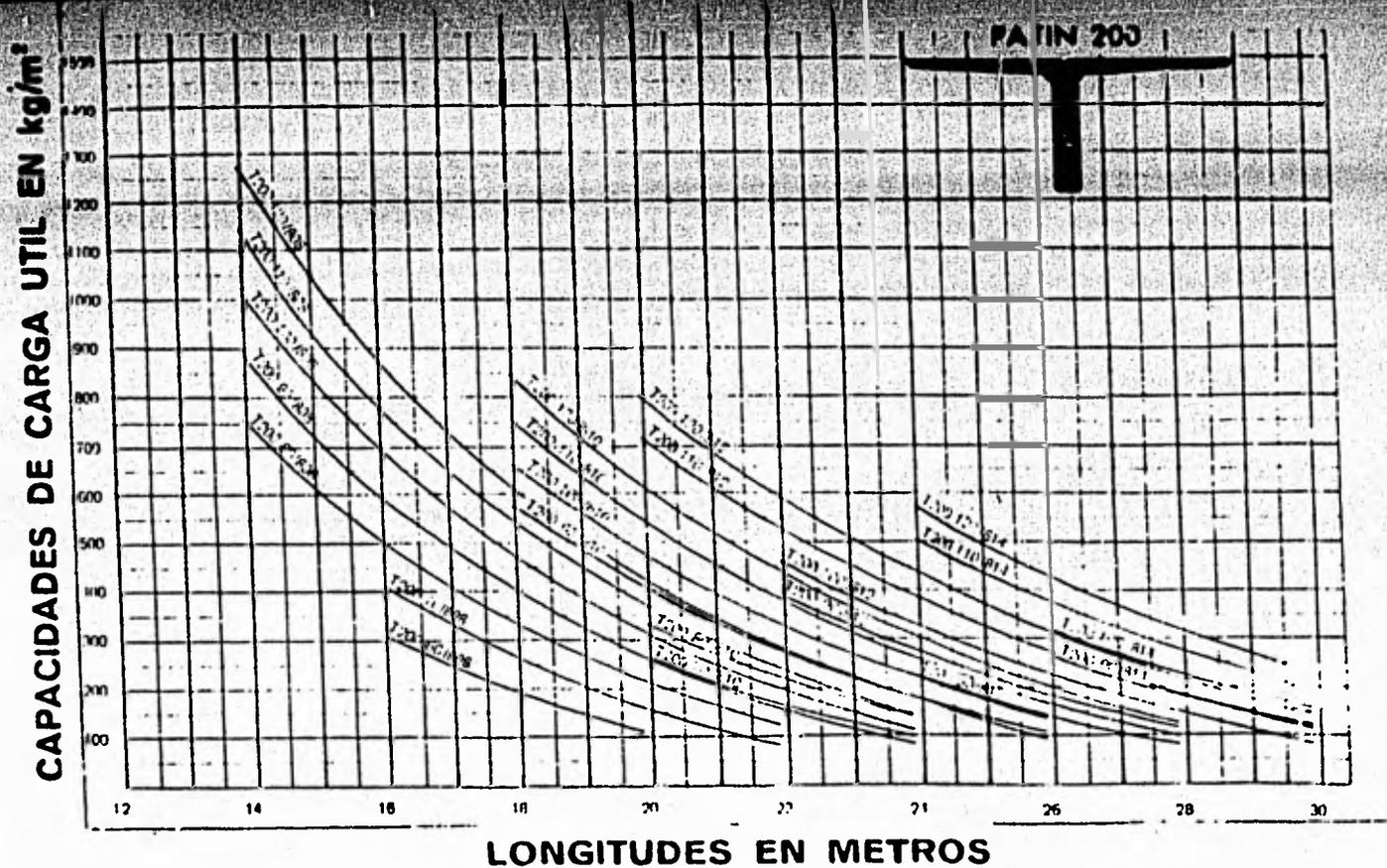
Arriba de cada curva se tiene la siguiente nomenclatu-- ra, por ejemplo T300-90/812, donde 300 significa el ancho de patín superior (cm), 90 el peralte (cm) y 812 el número de - producto.



Gráfica de capacidad de carga útil para trabe T con un ancho de patin superior de 300 cm y peralte variable. (SIPSA)

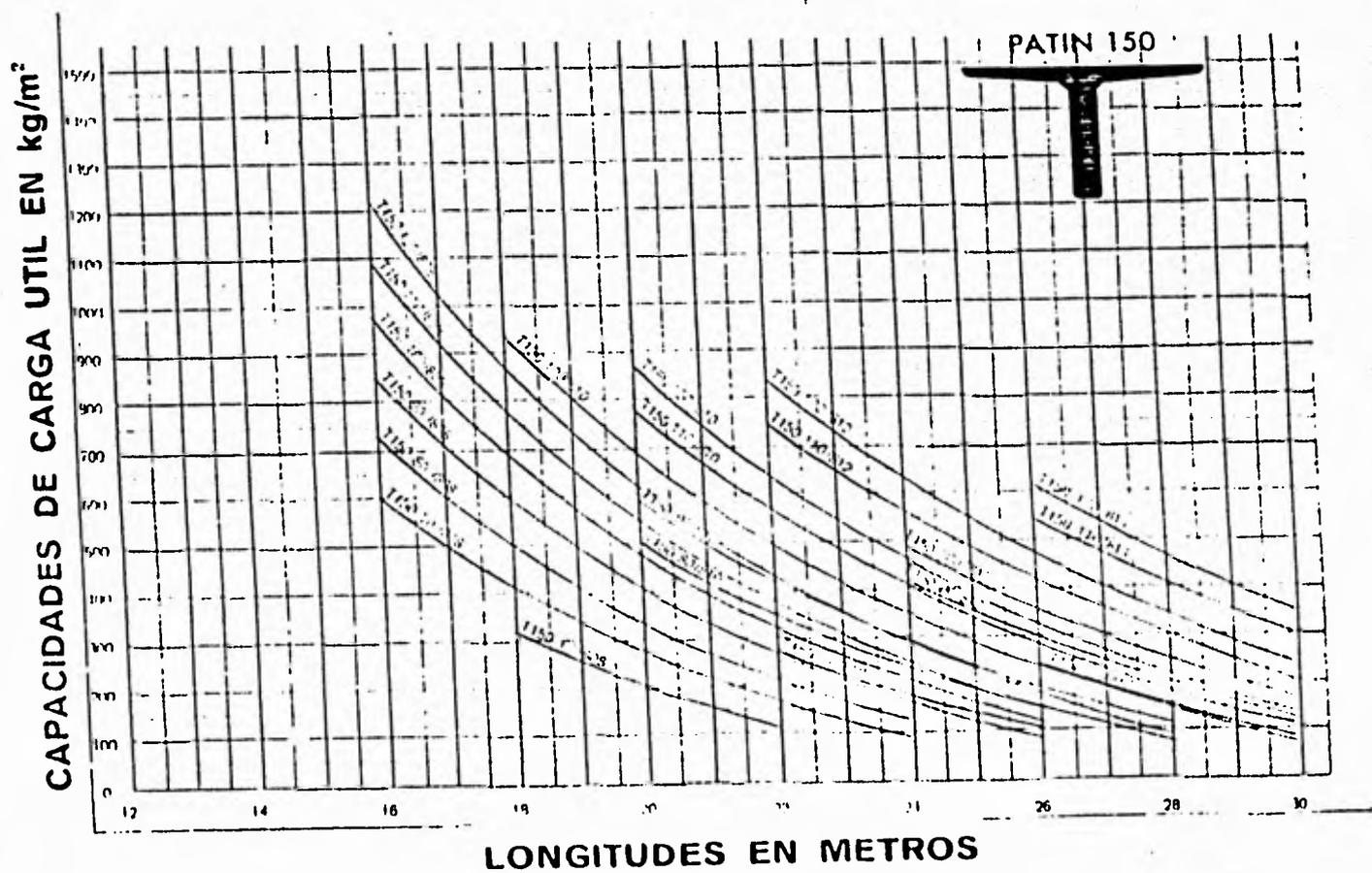


Gráfica de capacidad de carga útil para trabe T con un ancho de patin superior de 250 cm y peralte variable. (SIPSA)



LONGITUDES EN METROS

Gráfica de capacidad de carga útil para trabe T con un ancho de patín superior de 200 cm y peralte variable. (SIPSA)



LONGITUDES EN METROS

Gráfica de capacidad de carga útil para trabe T con un ancho de patín superior de 150 cm y peralte variable. (SIPSA)

2.2.1.2.- Trabes T con firme.

El firme estructural complementario se recomienda en -- los siguientes casos:

- 1.- Como base para pisos.
- 2.- Cuando obren cargas concentradas de importancia.
- 3.- ~~Cuando se desee~~ una impermeabilización integral.
- 4.- Cuando se desee mayor aislamiento térmico.
- 5.- Como diafragma para distribuir fuerzas sísmicas.

Las especificaciones del firme complementario son en --- términos generales los siguientes:

Espesor: .3 a 5 cm

Armado: electromalla 66-1010 ó 66-66

Concreto: 150 a 250 Kg/cm²

Peso propio: 70 a 115 Kg/m²

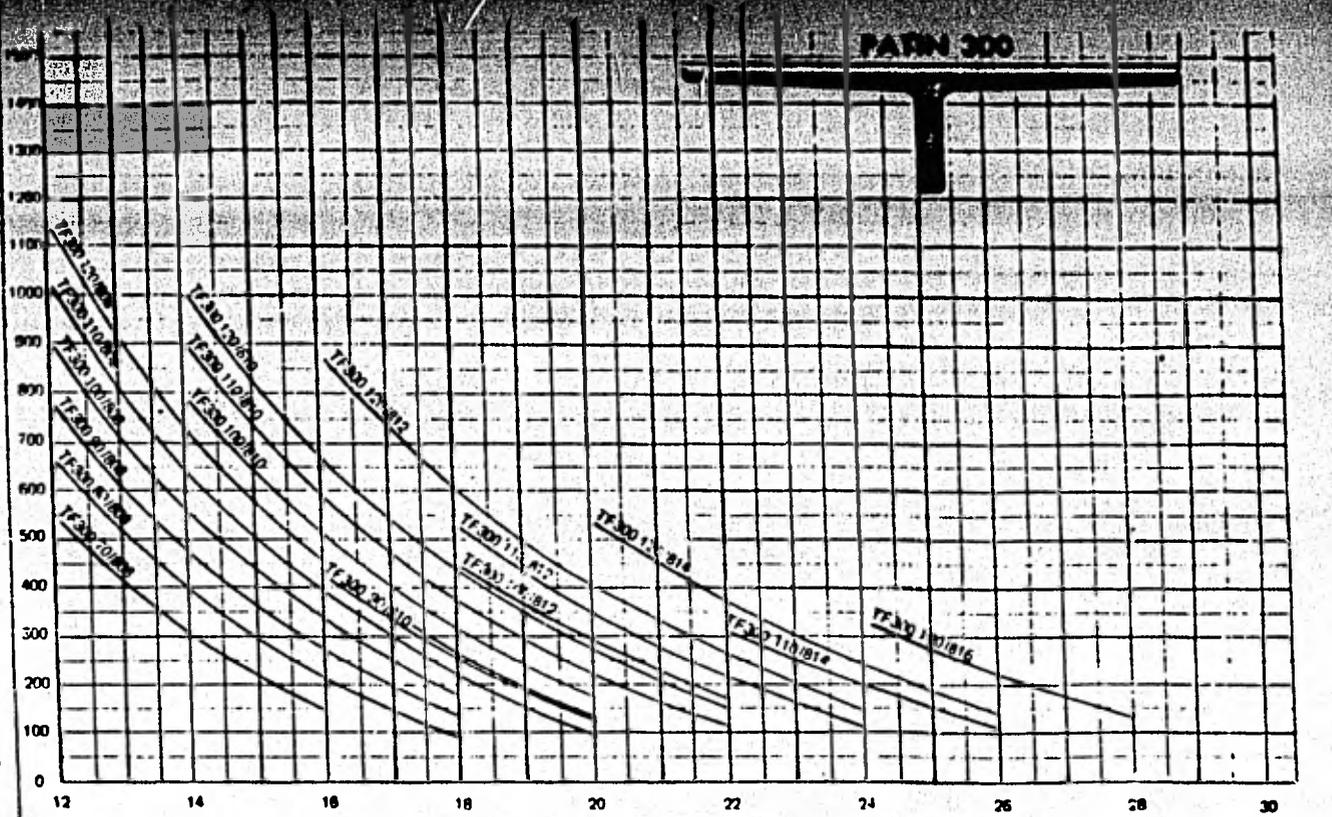
A continuación se presentan algunas secciones típicas -- nominales que se fabrican en el área metropolitana, mostrando los peraltes, anchos de patín y pesos propios, en forma-- semejante a la trabe T sin firme.

SECCIONES TÍPICAS NOMINALES (SIPSA)
PESO PROPIO DE LAS VIGAS T INCLUYENDO FIRME EN Kg/m²

Perfil en cm.	PATIN 300	PATIN 250	PATIN 200	PATIN 150
60	 420	 415	 425	 450
70	 435	 435	 450	 490
80	 450	 455	 475	 515
90	 470	 475	 500	 550
100	 485	 495	 520	 580
110	 500	 515	 545	 615
120	 515	 535	 570	 645

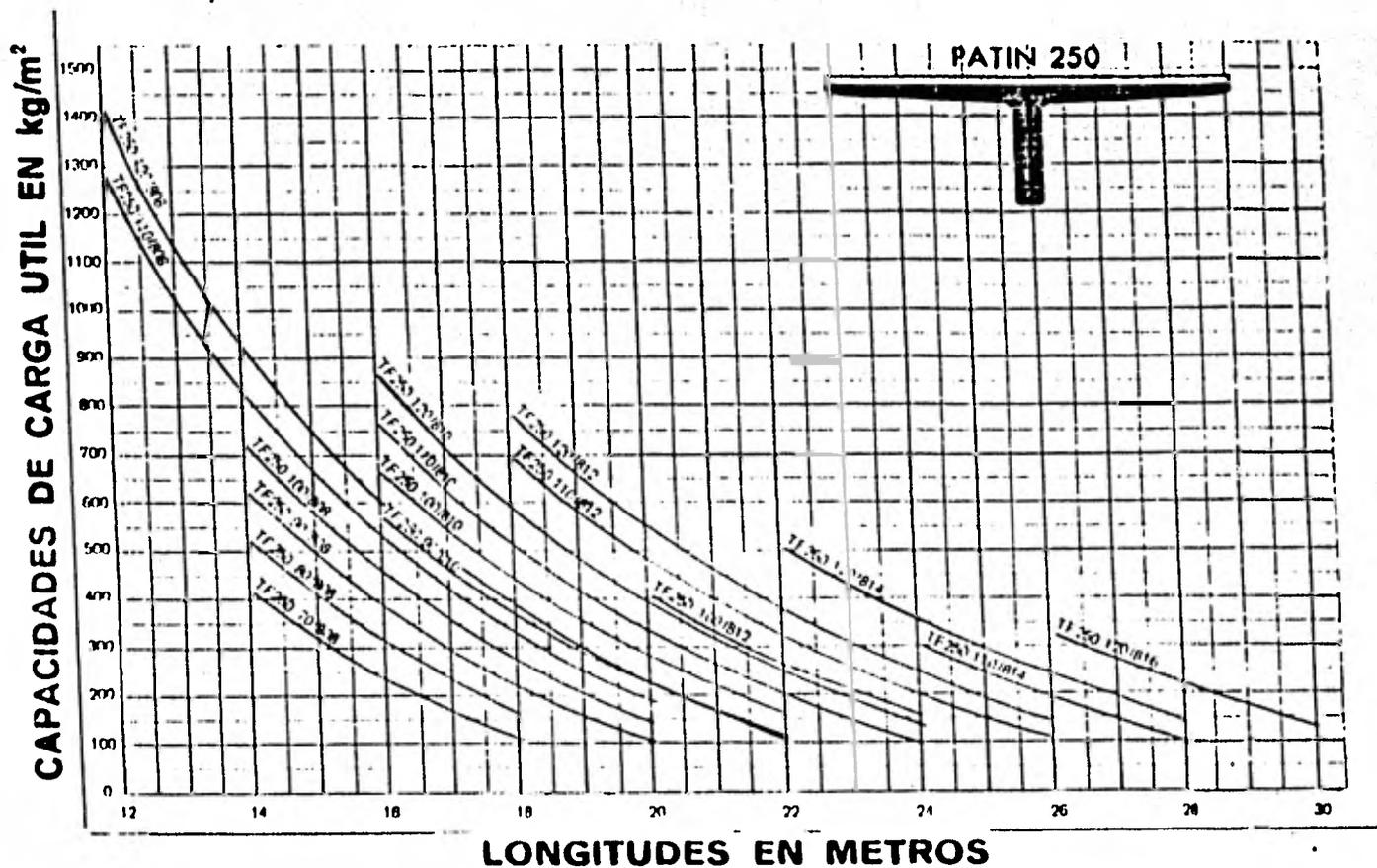
Las gráficas de capacidad de carga útil para las secciones anteriores, como se observan son similares a las de las traveses T sin firme.

CAPACIDADES DE CARGA UTIL EN kg/m²



LONGITUDES EN METROS

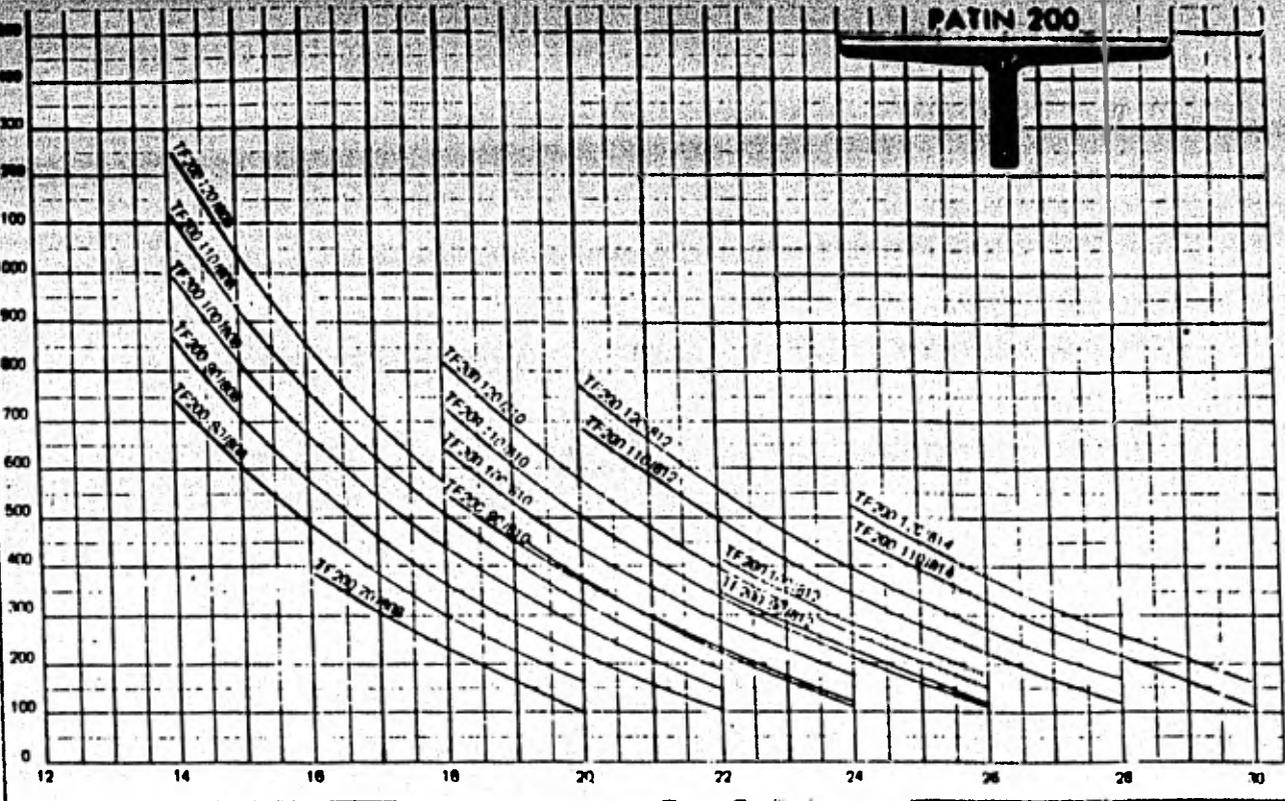
Gráfica de capacidad de carga útil para trabe T con firme, con un-
ancho de patin de 300 cm y peralte variable. (SIPSA)



LONGITUDES EN METROS

Gráfica de capacidad de carga útil para trabe T con firme, con un-
ancho de patin de 250 cm y peralte variable. (SIPSA)

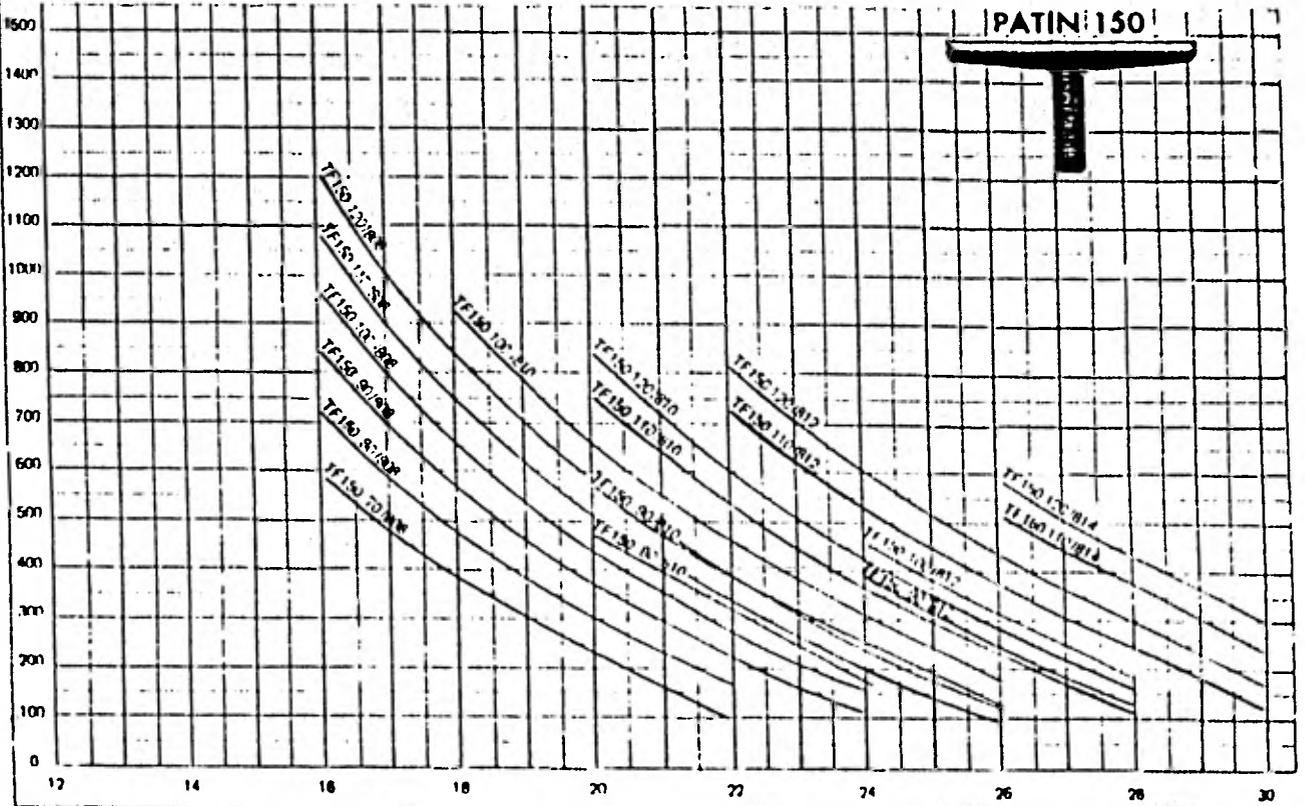
CAPACIDADES DE CARGA UTIL EN kg/m²



LONGITUDES EN METROS

Gráfica de capacidad de carga útil para trabe T con firme, con un ancho de patín de 200 cm y peralte variable. (SIPSA)

CAPACIDADES DE CARGA UTIL EN kg/m²



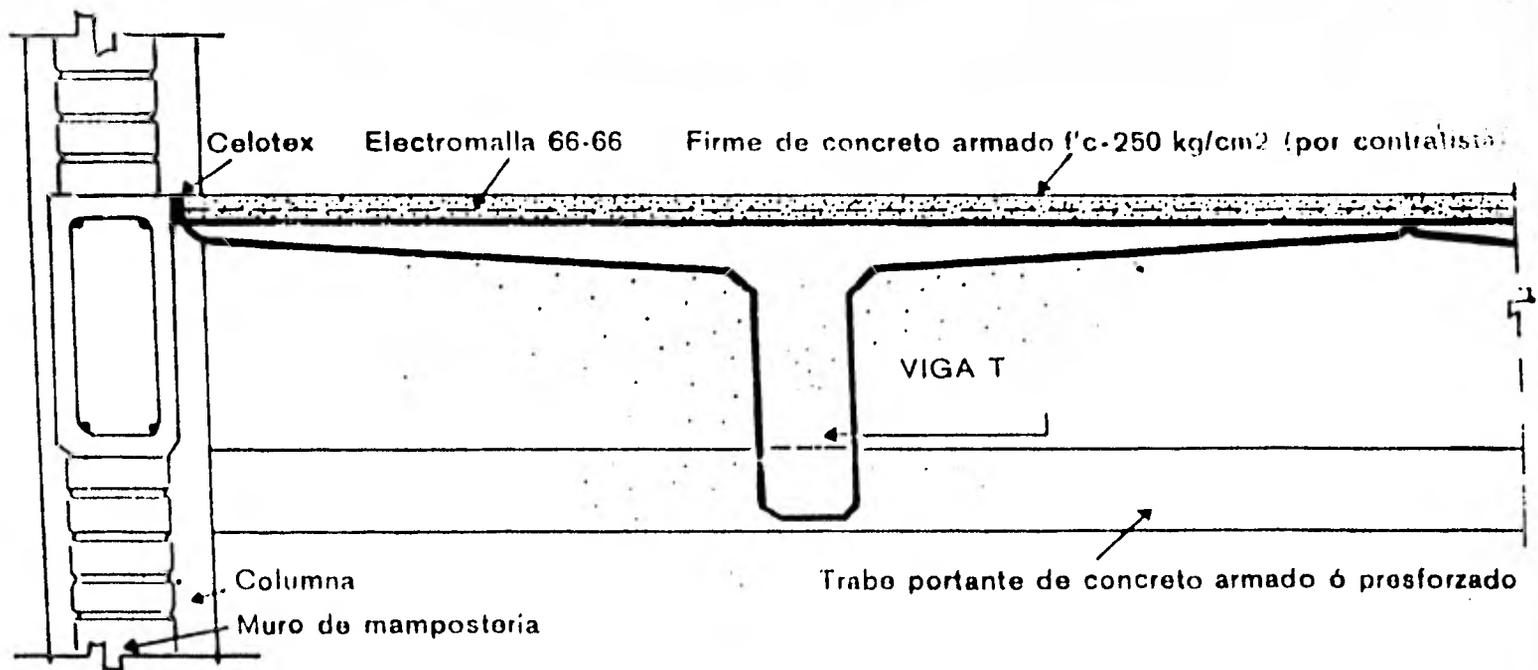
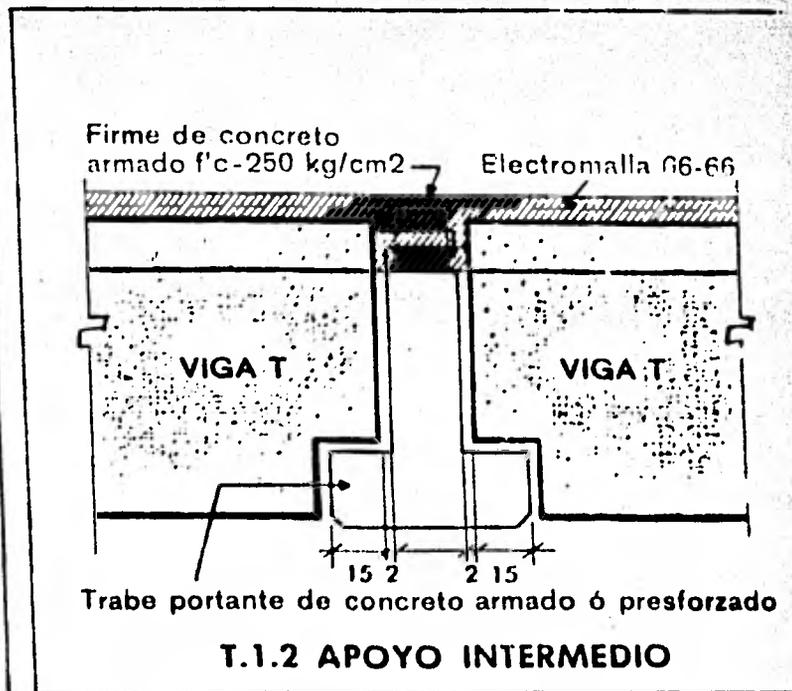
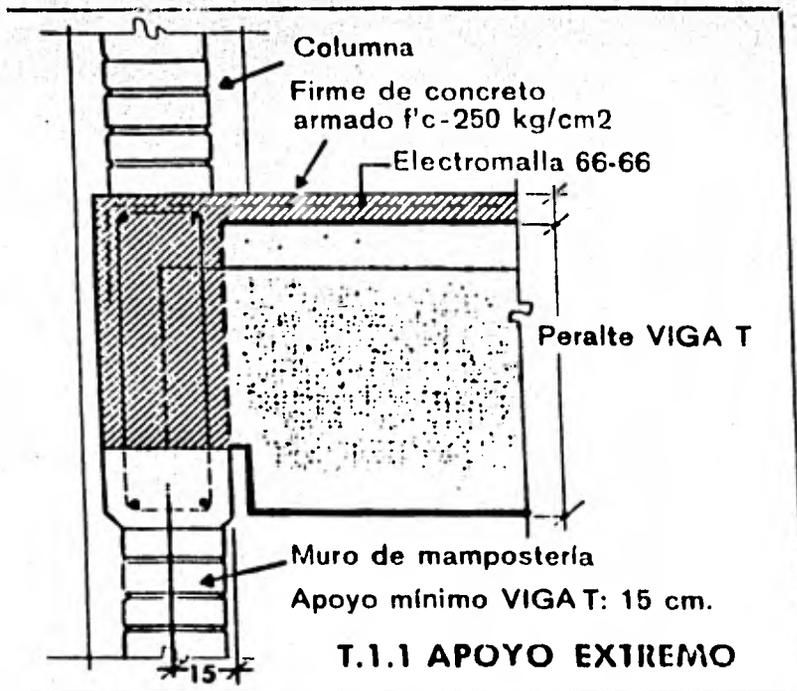
LONGITUDES EN METROS

Gráfica de capacidad de carga útil para trabe T con firme, con un ancho de patín de 150 cm y peralte variable. (SIPSA)

A manera de ejemplo se muestran detalles de conexiones - en techos y entrepisos tanto para las vigas T con firme como para las vigas T sin firme, con objeto de obtener continuidad a lo largo de la vida de una estructura.

CONEXIONES

A) VIGAS T EN ENTREPISOS (SIPSA)

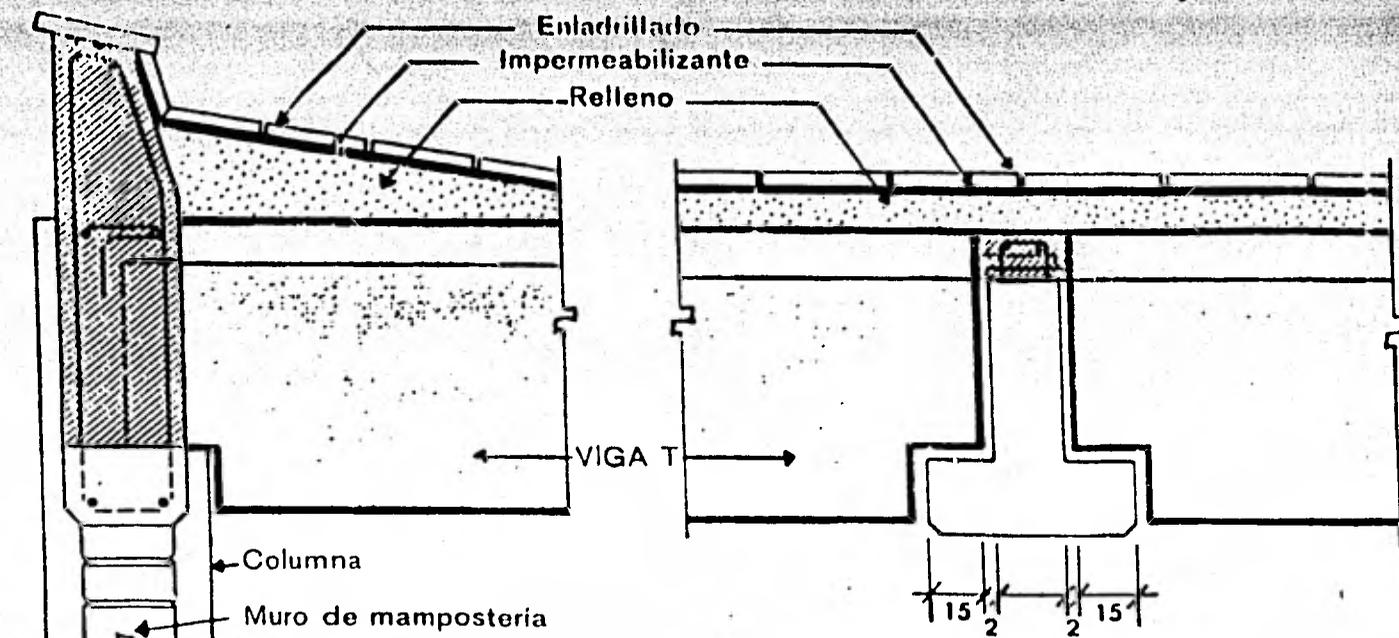


T.1.3 REMATE LATERAL

CONEXIONES

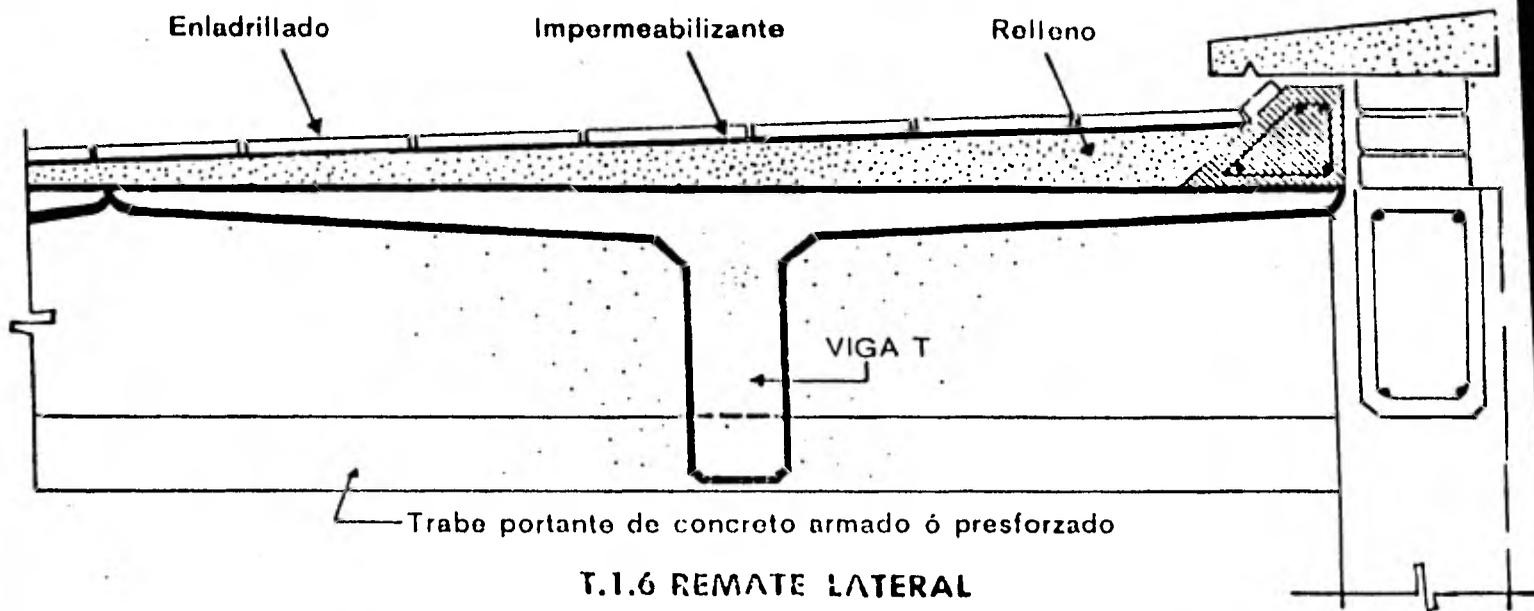
B) VIGAS T EN TECHOS

(SIPSA)



T.1.4 APOYO EXTREMO

T.1.5 APOYO INTERMEDIO



T.1.6 REMATE LATERAL

Estas conexiones como todas en general deben diseñarse y ejecutarse de manera que:

- 1.- Transmitan el aplastamiento, el cortante, el momento, la tensión y la compresión axial según lo requiera el diseño.
- 2.- Absorban los cambios de volumen debido al flujo plástico,

la contracción y la temperatura, sin exceder los esfuerzos--- y deformaciones permisibles en el miembro, su apoyo , y en el ensamble total de la conexión.

3.- Se adapten a todas las combinaciones de carga de diseño,- incluyendo la superposición de la carga viva, el viento y las cargas sísmicas, dentro de los esfuerzos y deformaciones permisibles en el miembro, su apoyo y en el ensamble total de la conexión.

4.- Acepten las sobrecargas, es decir, la carga última de diseño, de manera que no se presenten fallas en las juntas y -- conexiones, antes de la falla principal en el miembro.

5.- Lleven a cabo continuamente su función de conexión, se--- gún el diseño.

6.- Tengan suficiente protección contra la corrosión y el fue go.

7.- Sean prácticas y económicas para fijarlas a los miembros- y durante el montaje.

2.2.2.- Trabes sección TT.

Estos elementos se utilizan para salvar grandes claros -- con sobrecargas elevadas, para ser aplicados en edificios in- dustriales, comerciales, habitacionales, educativos y deporti vos; formando con ellos sistemas para entrepisos, techos, mu- ros de fachada, cubiertas, etc.

Se clasifican en:

- a).- Trabes TT sin firme.
- b).- Trabes TT con firme.

2.2.2.1.- Trabes TT sin firme.

Estas trabes se fabrican con el método de pretensado en-- línea, donde la transferencia del presfuerzo se realiza una -

vez que el concreto ha alcanzado su resistencia mínima especificada, utilizando para ello moldes metálicos y materiales que varían según el fabricante, pudiendo ser los siguientes:

$$\text{Acero de presfuerzo } f_{sr} = 18\,000 \text{ Kg/cm}^2$$

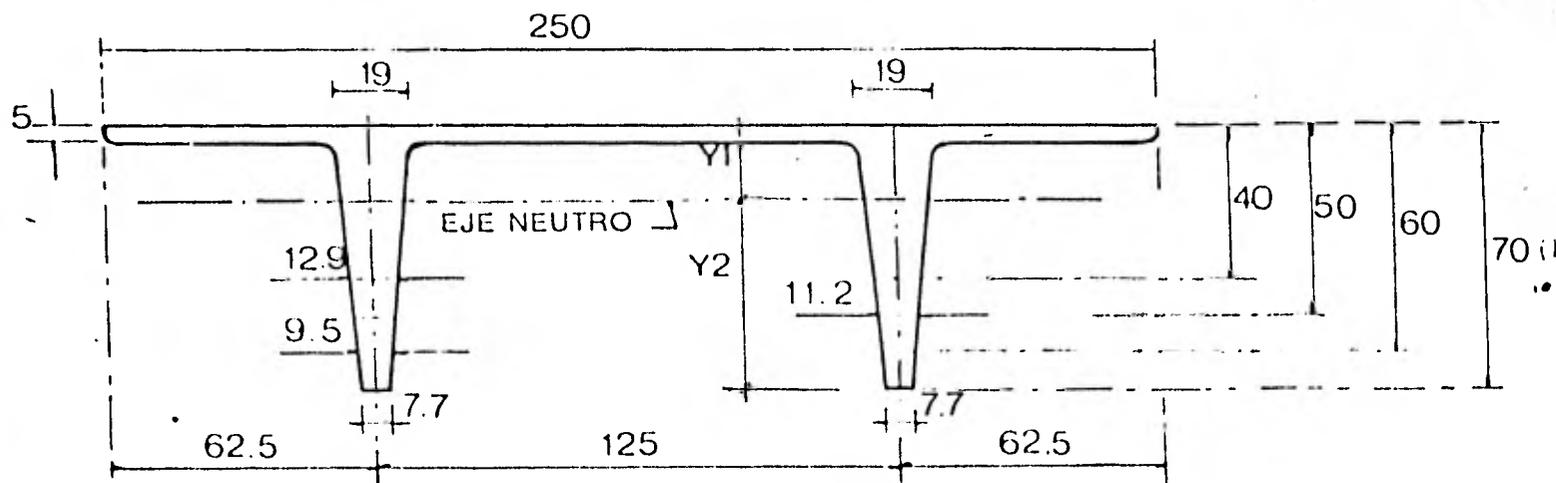
$$\text{Acero de refuerzo } f'_y = 4\,200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Concreto presforzado } f'_c = 400 \text{ Kg/cm}^2$$

Los peraltes que se encuentran en mercado son de: 40,- 50, .60, 70, 30, 31, 41, 51 y 61 cm, con anchos de patín de 250 y 150 cm, los claros varían según el proyecto desde 6 m hasta 24m.

En el siguiente esquema se pueden apreciar algunas características geométricas de estas trabes para ancho de patín de 250 cm, mostrando sus dimensiones, así como también sus valores de momento de Inercia, área de la sección, distancia de la fibra inferior al eje neutro, distancia de la fibra superior al eje neutro, modulos de sección y peralte total.

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LAS VIGAS TT



TRABE TT - 250 (SIPSA)

VIGAS TT SIN FIRME

PATIN	h.	Y ₁	Y ₂	A	Z ₁	Z ₂	I
250	40.64	11.60	29.0	2401.5	29452	11752	341383
250	50.80	14.70	36.1	2646.9	40764	16670	601045
250	60.96	17.80	43.20	2857.8	52398	21556	931051
250	71.12	20.60	50.60	3034.0	64031	26043	1316664

h = peralte total de la sección en cm.

Y₂ = distancia de la fibra inferior al eje neutro en cm.

Z₁ y Z₂ = módulos de sección en cm³.

Y₁ = distancia de la fibra superior al eje neutro en cm.

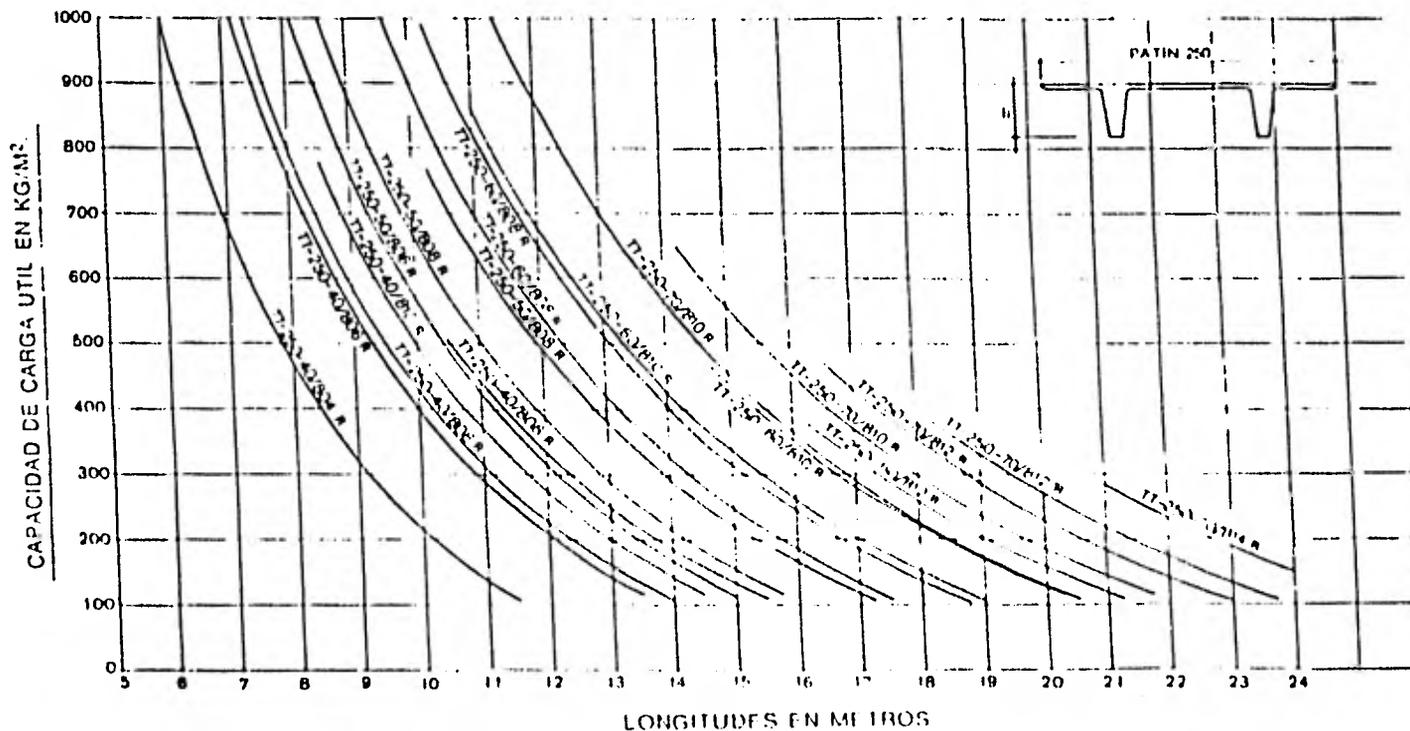
A = área de la sección en cm².

I = momento de inercia en cm⁴.

Sus correspondientes gráficas de capacidad de carga se --
muestran a continuación (en las abcisas se tienen los valo--
res del claro en metros y en las ordenadas los valores de la--
capacidad de carga útil en Kg/ m²).

Arriba de cada curva se observa la siguiente nomenclatura
por ejemplo TT - 250 - 60/810R donde 250 es el ancho de patín
(cm), 60 el peralte (cm) y 810R el número de producto.

GRAFICAS DE UTILIZACION DE LAS VIGAS TT SIN FIRME

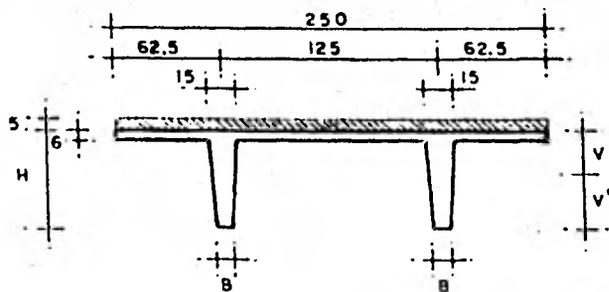


Los valores expresados en las gráficas son para vigas simplemente apoyadas.

Gráfica de capacidad de carga trabe TT-250 (SIPSA)

Existen fabricantes donde nos muestran en un esquema, tanto las propiedades geométricas de las trabes como sus correspondientes gráficas de capacidad de carga. Por ejemplo el -- esquema (1) y el esquema (2)

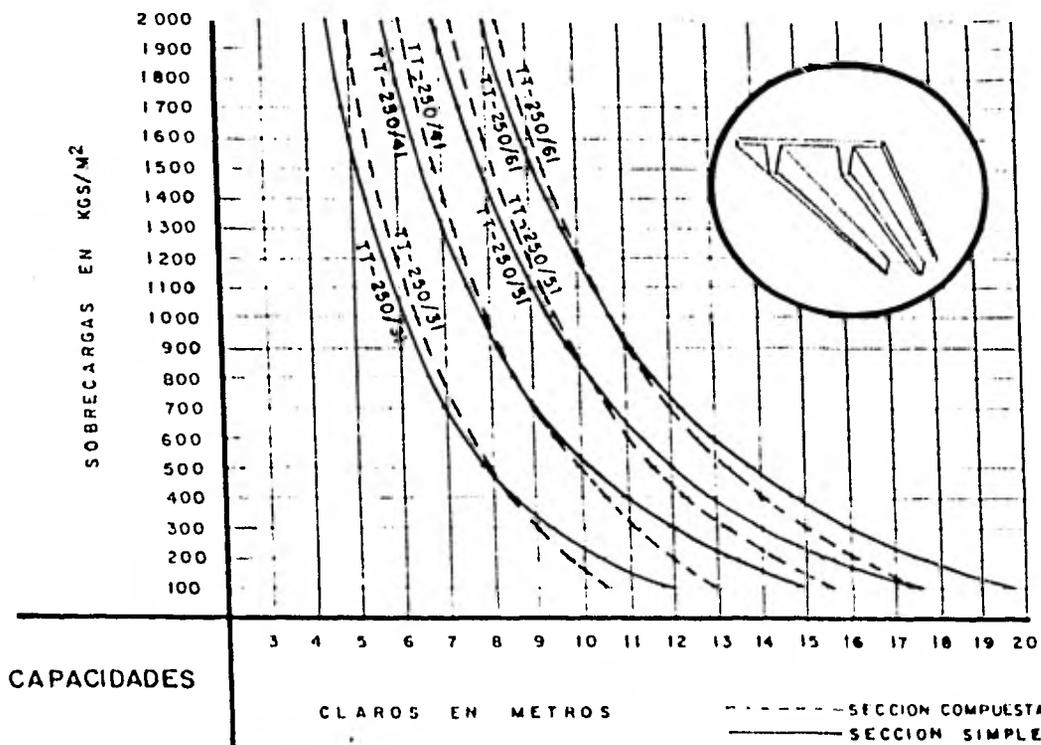
ESQUEMA (1)



VIBOSA



LOSAS TT



PROPIEDADES											
LOSA TT	H	B	AREA	VOL	PESO	I	V	V'	I/V	I/V'	
	CM.	CM.	CM ²	M ³ .M	KG. ML	CM ⁴	CM.	CM.	CM ³	CM ³	
250/31	31	12.8	2195	.2195	526.8	149000	7.8	23.2	19200	6400	
250/41	41	11.9	2445	.2445	585.96	326000	10.6	30.4	30700	10700	
250/51	51	11.0	2670	.2670	640.8	587000	13.6	37.4	43100	15700	
250/61	61	10.0	2875	.2875	690.0	936000	16.7	44.3	56000	21100	
250/31	31	12.8	3445	.3445	826.8	218296	9.8	26.2	22275	8330	
250/41	41	11.9	3691.5	.36915	885.96	440500	12.1	33.9	36400	12990	
250/51	51	11.0	3920	.3920	940.8	762700	14.6	41.4	52240	18420	
250/61	61	10.0	4125	.4125	990.0	1190000	17.7	48.8	69186	24380	

TRABE TT-250

H.- Peralte.

B.- Ancho de las nervaduras inferiores.

I.- Momento de inercia.

V⁰.- Distancia de la fibra inferior al eje neutro.

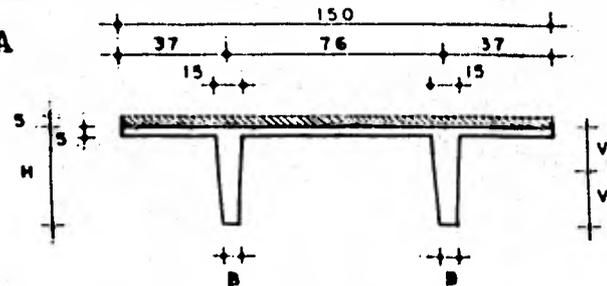
V.- Distancia de la fibra superior al eje neutro.

1/V.- Módulo de Sección.

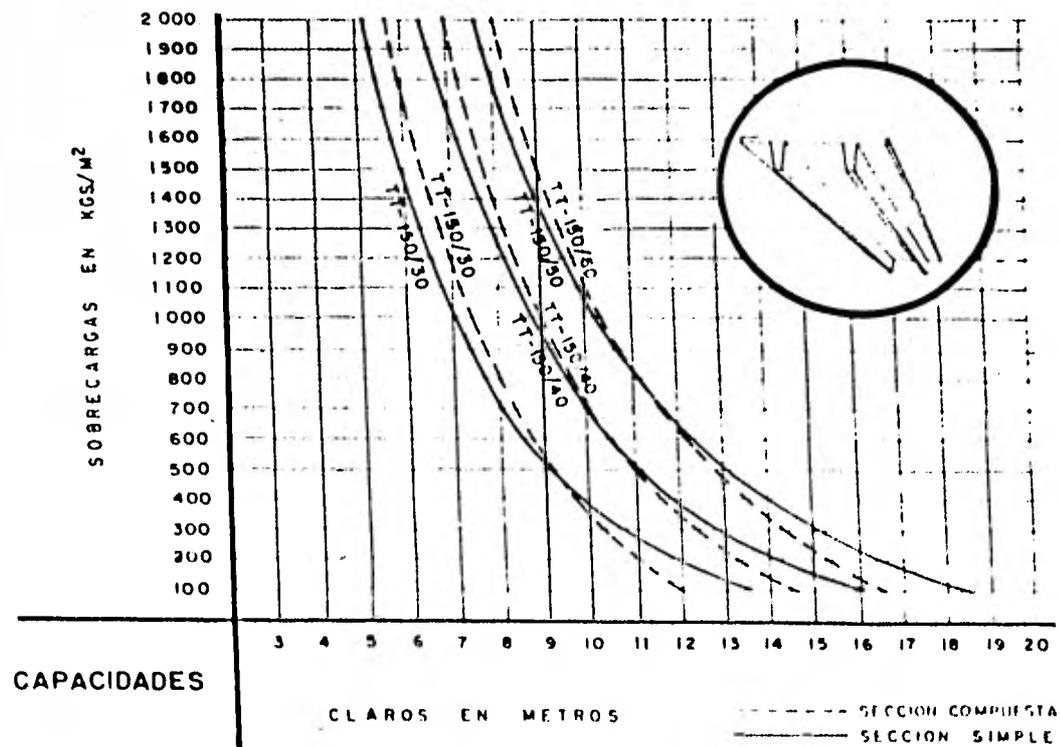
ESQUEMA (2)



VIBOSA



LOSAS TT - 150



CAPACIDADES

CLAROS EN METROS

SECCION COMPUESTA

SECCION SIMPLE

PROPIEDADES											
SECCION	LOSA TT	H	B	AREA	VOL.	PESO	I	V	V'	1/V	1/V'
COMPLETA		CM.	CM.	CM. ²	M. ³	KG./M. ³	CM. ⁴	CM.	CM.	CM. ³	CM. ³
COMPLETA	150/30	30	11.5	1412.5	1412.5	539	108 000	9.2	20.8	11 700	5 200
	150/40	40	9.7	1614.5	1614.5	387.48	229 000	12.5	27.5	18 300	8 300
	150/50	50	8.1	1789.5	1789.5	429.48	397 000	15.7	34.3	25 300	11 600
	150/30	30	11.5	2162.5	2162.5	519	161 220	11.5	24.0	14 650	6 700
	150/40	40	9.7	2364.5	2364.5	567.48	319 000	13.8	31.2	23 110	10 200
	150/50	50	8.1	2539.5	2539.5	609.48	531 000	16.5	38.8	32 100	15 200

2.2.2.2.- Trabes TT con firme.

El firme complementario se recomienda en los siguientes -
casos:

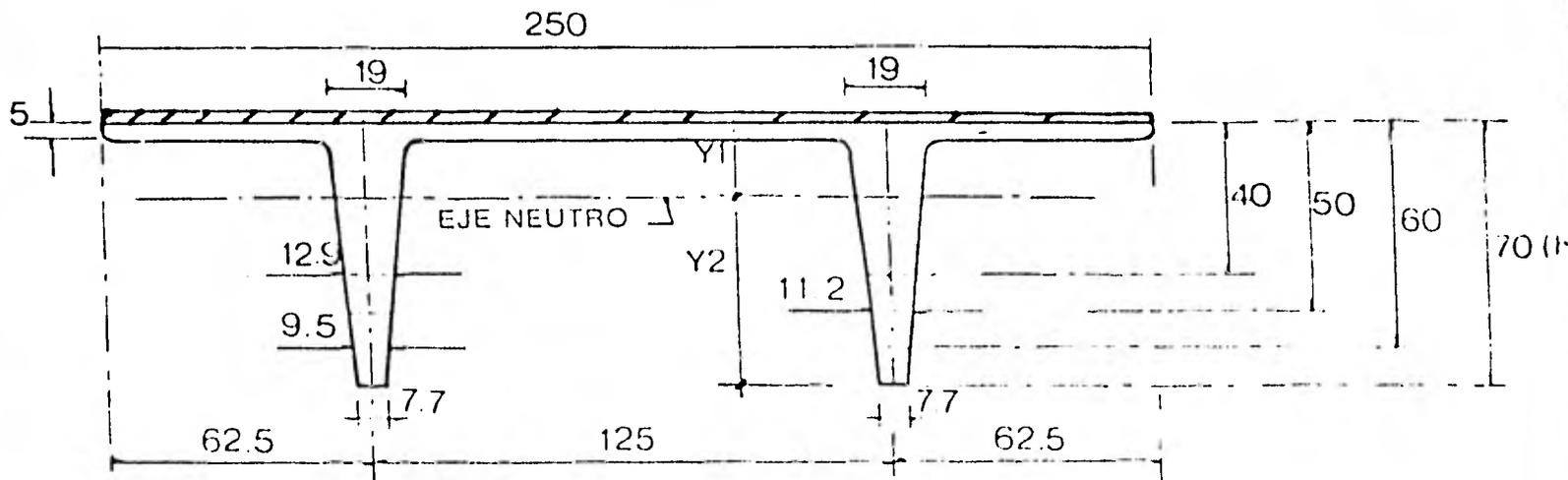
- 1.- Como base para pisos.
- 2.- Cuando obren cargas concentradas de importancia.
- 3.- Cuando se desee una impermeabilización integral.
- 4.- Cuando se desee mayor aislamiento térmico.
- 5.- Como diafragma para distribuir fuerzas sísmicas.

Las especificaciones del firme complementario son en tér-
minos generales los siguientes:

Espesor:	3 a 5 cm
Armado:	malla 66 -1010
Concreto:	no menor de 150 Kg/cm ²
Peso propio:	70 a 115 Kg/m ²

A continuación se muestran las características geométricas
de la trabe TT-250 en forma similar a la trabe TT sin firme.

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LAS VIGAS TT



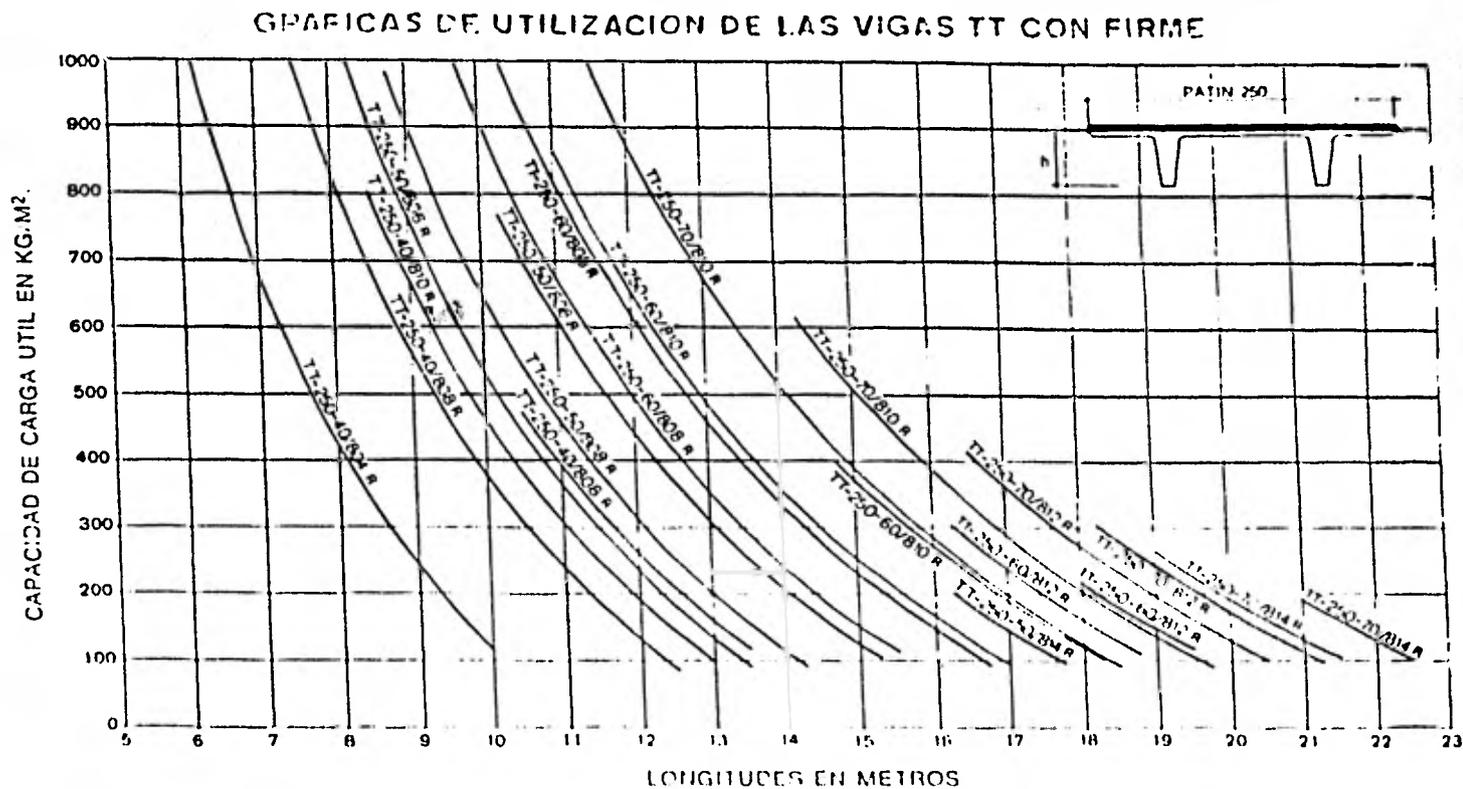
TRABE TT - 250 CON FIRME (SIPSA)

VIGAS TT CON FIRME							
PATIN	h.	Y ₁	Y ₂	A	Z ₁	Z ₂	I
250	40.64	12.80	32.84	3285.4	36836	14358	471509
250	50.80	15.43	40.37	3530.8	51850	19814	799928
250	60.96	17.98	47.98	3741.6	67307	25224	1210233
250	71.12	20.36	55.76	3917.9	82642	30175	1682574

h = peralte total de la sección en cm
 Y₂ = distancia de la fibra inferior al eje neutro en cm
 Z₁ y Z₂ = módulos de sección en cm³.

Y₁ = distancia de la fibra superior al eje neutro en cm.
 A = área de la sección en cm²
 I = momento de inercia en cm⁴.

Las gráficas de capacidad de carga para las secciones -- anteriores como se observa son similares a la trabe TT sin-firme.



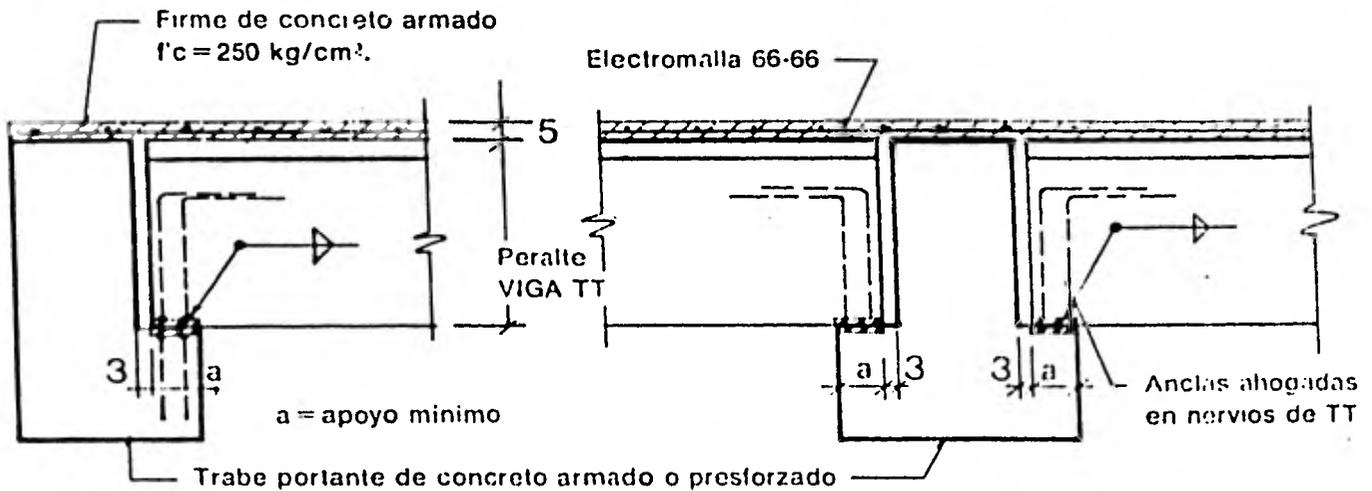
La capacidad de carga útil es independiente del peso propio de las VIGAS TT y del firme.

Gráfica de capacidad de carga trabe TT - 250 con firme. (SIPSA)

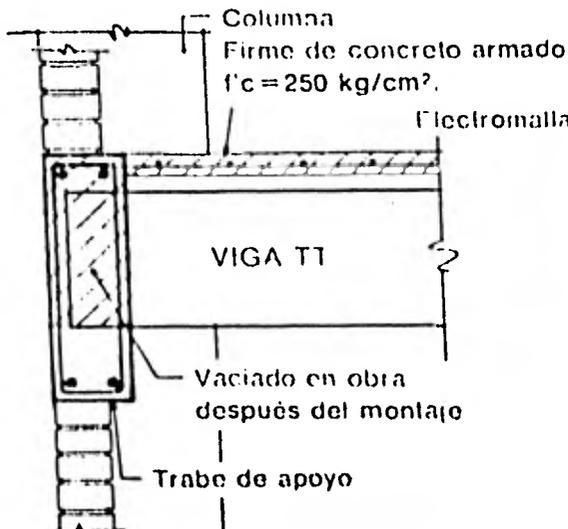
Dada la importancia de las juntas y conexiones al momento de estructurar éstos elementos, es conveniente presentar a continuación algunos detalles mas convenientes de éstas, válidas tanto para la trabe TT con firme como para la trabe TT sin firme.

C O N E X I O N E S (SIPSA)

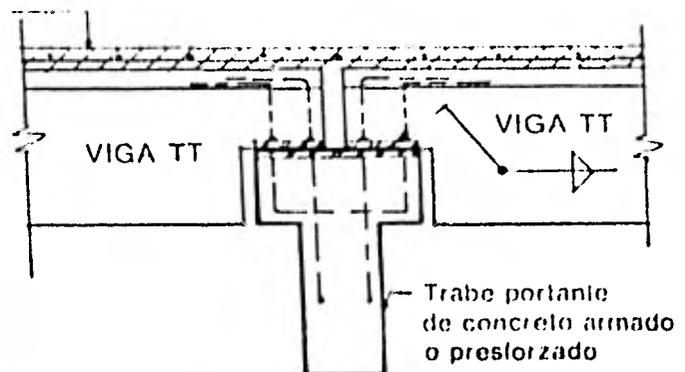
PERALTE EN CM	ANCHO DE PATIN EN CM	PESO PROPIO KG/m ²		APOYO MINIMO
		CON FIRME	SIN FIRME	
40	250	350	230	10 cm
50	250	375	255	12 cm
60	250	400	280	15 cm
70	250	400	280	15 cm

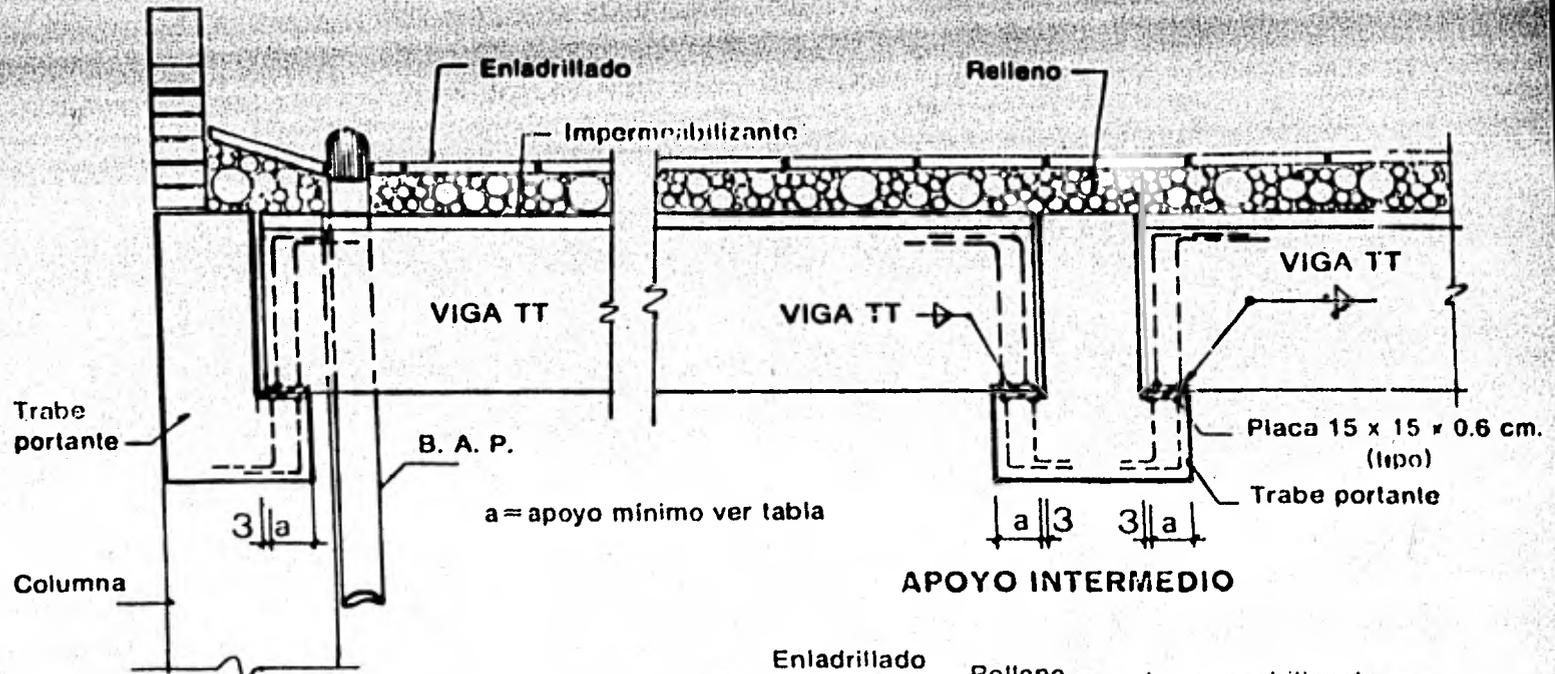


APOYO EXTREMO

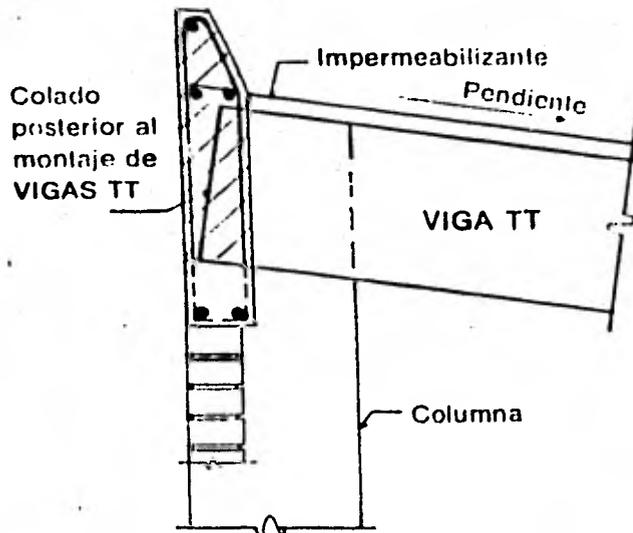


APOYO INTERMEDIO

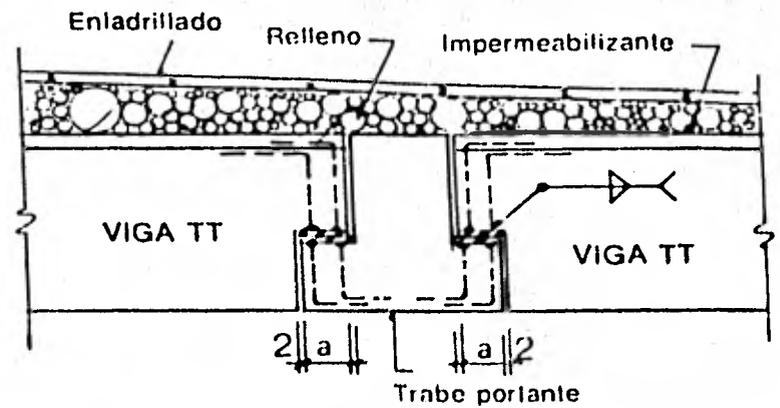




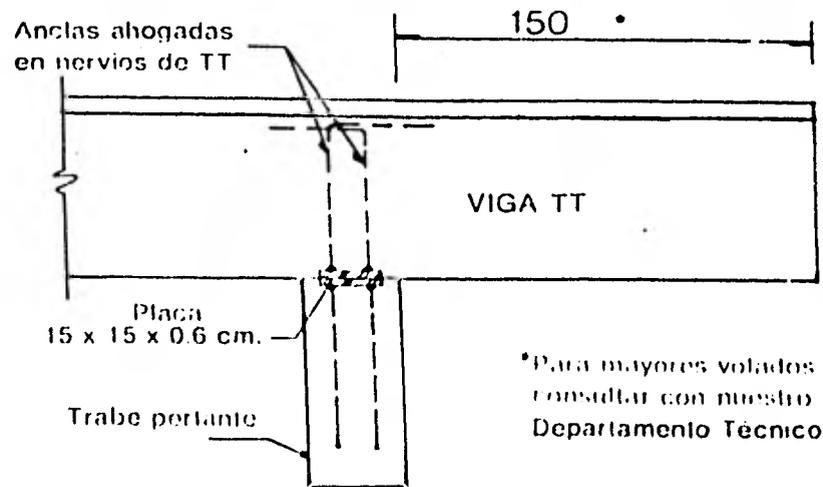
APOYO LATERAL



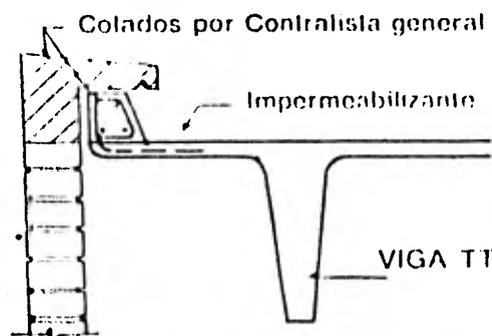
APOYO LATERAL



APOYO INTERMEDIO



APOYO EN CANTILIVER



REMATE LATERAL

*Para mayores volados consultar con nuestro Departamento Técnico

(SIPSA)

Como se puede observar existen diversas formas de realizar las conexiones, pero todas en general caen dentro de las siguientes teorías:

- 1.- Placas y ángulos de acero, soldados a las varillas de refuerzo ó a los anclajes.
- 2.- Tornillos colocados dentro de tubos en el concreto ó a través de placas ahogadas en el mismo.
- 3.- Dovelas asentadas en los agujeros correspondientes del miembro adyacente y fijadas con lechada de baja contracción, ó con material epóxico.
- 4.- Conexiones tipo enchufe, colocando el miembro precolado y fijandolo con lechada de cemento ó con concreto.
- 5.- Juntas de concreto coladas en sitio, en las que se ahogan las varillas de refuerzo sobresalientes de los miembros prefabricados, las cuales se traslapan ó se sueldan.

2.2.3.- Trabes de Sección Variable (TTV).

Son elementos estructurales diseñados específicamente para servir como cubierta. Debido a su geometría no requieren rellenos, enladrillados ni firmes, el desagüe pluvial se realiza de manera natural.

Estas trabes se utilizan para la estructuración de: Bodegas, clínicas, centros comerciales, gimnacios y escuelas.

Su fabricación es a base de moldes metálicos, utilizando el método de pretensado en línea y los materiales empleados pueden ser:

Cemento Portland Normal Tipo I

Acero de Presfuerzo $f_{sr} = 18\ 000\ \text{Kg/cm}^2$

Acero de Refuerzo $f'_y = 4\ 000\ \text{Kg/cm}^2$

Agregados Póetros Naturales.

Los peraltes nominales que se encuentran en mercado son de: 75,90 y 105 cm ,con un ancho de patin estandar de 300 cm y claros que van desde 15m hasta 25m.

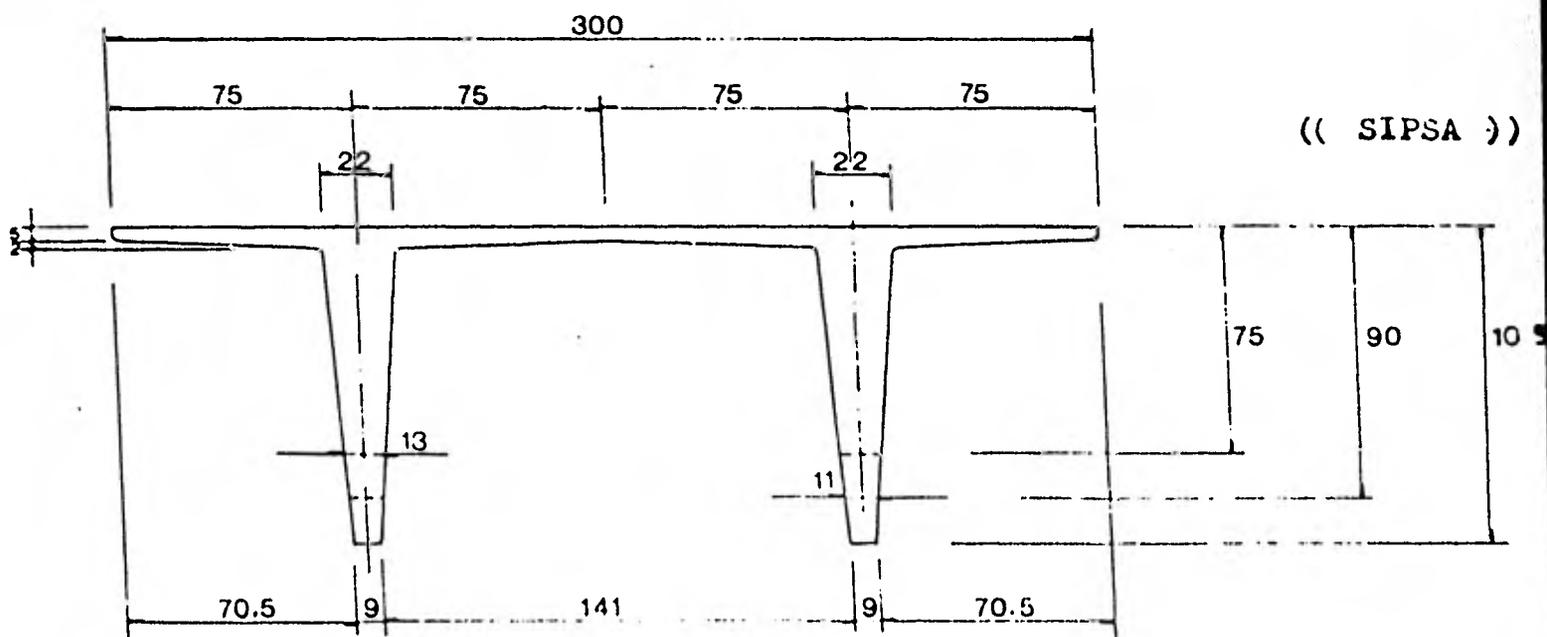
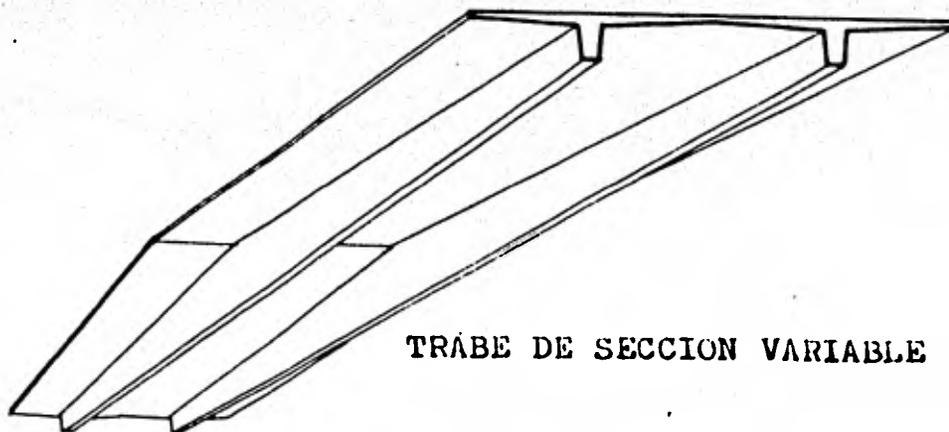
En el siguiente cuadro se puede observar algunos datos generales para el uso de éstas trabes.

DATOS GENERALES PARA EL USO DE LAS TRABES TTV

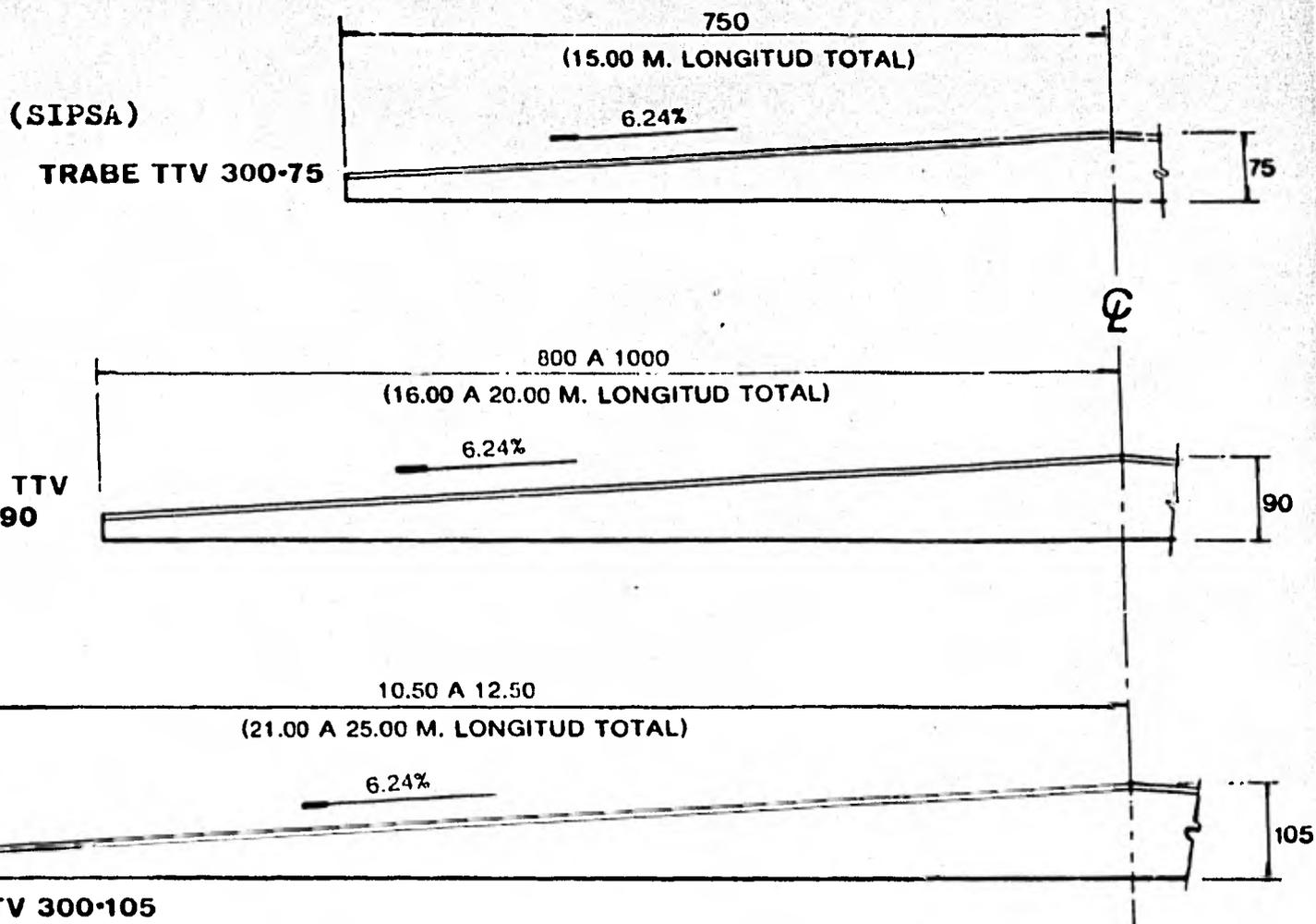
SOBRECARGA UTIL = 80 kg/m ² .				
TRABE	LONGITUD	PESO PROPIO	APOYO MINIMO	PESO TOTAL
TTV 300 75	15.00 m.	274 kg/m ² .	15 cm.	12.4 Ton.
TTV 300 90	17.50 m.	280 kg/m ² .	17.5 cm.	14.7 Ton.
TTV 300 90	20.00 m.	285 kg/m ² .	20.0 cm.	17.1 Ton.
TTV 300 105	22.50 m.	290 kg/m ² .	20.0 cm.	19.6 Ton.
TTV 300 105	25.00 m.	295 kg/m ² .	20.0 cm.	22.2 Ton.

(SIPSA)

A continuación se muestran las características geométricas de las trabes al centro del claro. Observando la longitud total y la pendiente en su patín superior de 6.24%.



Características geométricas de la TRABE TTV al \varnothing



Trabes de sección variable con ancho de patín superior de 300 cm y peraltes de 75, 90, y 105 cm b

III.- LOSAS.

Las losas prefabricadas presforzadas, son piezas estructurales cuya dimensión es relativamente grande en comparación con su peralte. Las acciones principales sobre ellas son regularmente cargas normales a su plano, aunque en ocasiones, actúan también fuerzas contenidas en el plano de la misma. Se apoyan en muros o vigas que a su vez descansan sobre columnas formando el conjunto de todos estos miembros lo que se conoce con el nombre de " losas perimetralmente apoyadas".

En el mercado se conocen dos modalidades para formar estas losas estandares, además de los elementos ya mencionados en el capítulo anterior y son:

- a).- Vigüeta y Bovedilla.
- b).- Losa Extruida.

3.1.- Vigüeta y Bovedilla.

Vigüeta y Bovedilla es un sistema constructivo compuesto por elementos prefabricados pretensados que se complementan con un firme colado en el lugar, integrando así una resistente y ligera losa estructural. El firme complementario de compresión hace trabajar a la losa como monolítica, reduciendo la vibración y las deformaciones.

Sus componentes son:

- 1.- Vigüetas presforzadas. Constituyen los nervios estructurales de la losa, su elaboración son con materiales de alta-resistencia por ejemplo: Concreto con una $f'_c = 400 \text{ Kg/cm}^2$ y acero con una resistencia $f_{gr} \pm 17\,500 \text{ Kg/cm}^2$, debido a que existen variaciones según el fabricante.

Las secciones de estas vigüetas son de T invertida con--

anchos de patín de 13 cm y peralte de 14 cm, siendo los claros admisibles de 2.95 m hasta 8 m y pesos propios de 30 Kg/m.

2.- Bovedillas. Son las piezas aligerantes de la losa, que cubren espacio y a la vez sirven de cimbra para el firme, estos elementos son pequeñas bóvedas que se van apoyando entre las viguetas, siendo los espaciamientos de ellas de 50, 60, 70, 80 y 93 cm. Los peraltes de las bovedillas son de 14, 20, 25 y 30 cm. disponiéndose básicamente de dos tipos:

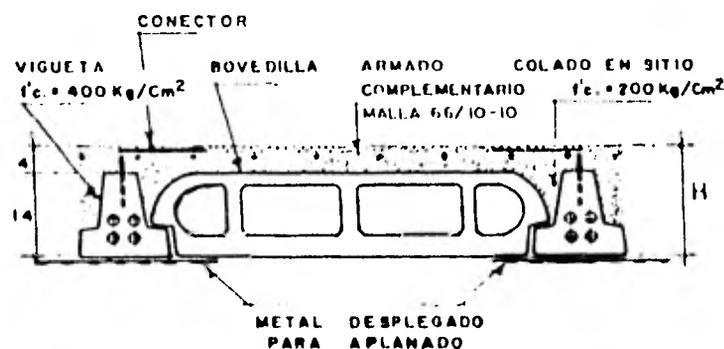
- a).- Bovedilla normal y
- b).- Bovedilla extraligera.

3.- Firme. Al fraguar el firme se integra estructuralmente a las viguetas por lo cual deberán observarse los siguientes requisitos:

- a).- Concreto no menor de 200 Kg/cm^2 .
- b).- Espesor mínimo de 4 cm.
- c).- Armado a base de malla 66-1010 y de calibres más gruesos para cargas mayores de 200 Kg/m^2 .

En el esquema siguiente se pueden observar los componentes ya mencionados.

LOSA PREFABRICADA-TIPO VIBOSA



Losa prefabricada con Vigueta y Bovedilla mostrando sus componentes.

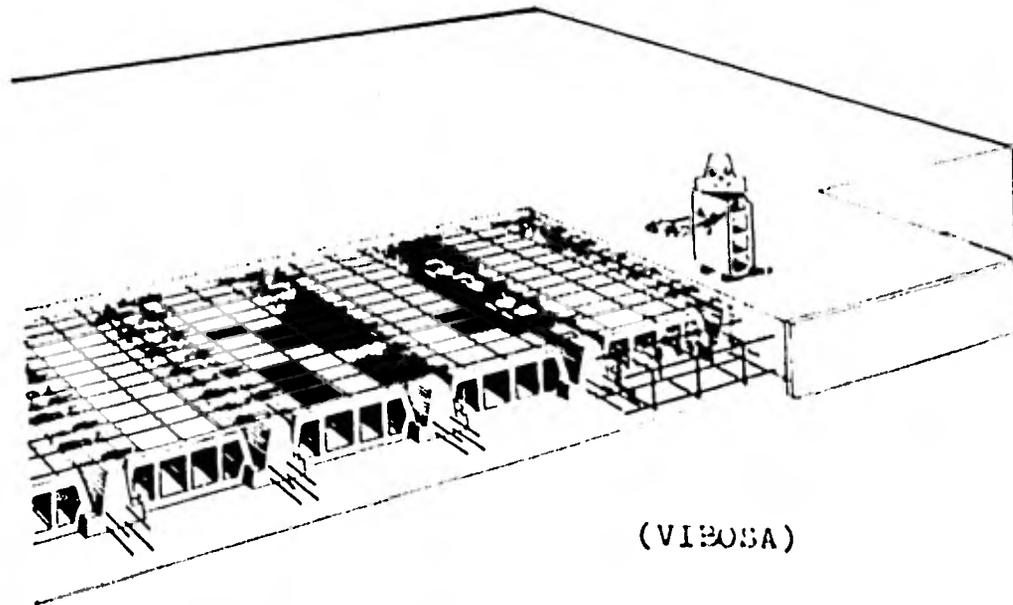
Este tipo de losas son muy usadas en entrepisos y azoteas de casas, edificios y oficinas, teniéndose las siguientes características:

- 1.- Menor tiempo de construcción que las losas convencionales.
- 2.- Mayor ligereza.

LOSA	PESO PROPIO LOSA TERMINADA
Normal	250 Kg/m ²
Extraligera	170 Kg/m ²

- 3.- Autocimbrable.
- 4.- Limpieza en obra.
- 5.- Colocación manual.
- 6.- Más económica que otras losas convencionales.
- 7.- Adaptable a cualquier geometría arquitectónica.
- 8.- Mayor aislamiento térmico y acústico.
- 9.- Puede alojar instalaciones hidráulicas y eléctricas.

A continuación se muestra un dibujo isométrico de este sistema constructivo para formar la losa, observándose las viguetas, las bovedillas y el firme estructural.



(VIBOSA)

Generalmente las losas acabadas tienen los siguientes peraltes: 18, 24, 30 y 35 cm, con claros admisibles que van de 2.95 m hasta 8 m, como se puede observar en la siguiente tabla de utilización.

TABLA DE UTILIZACION

ESPACIAMIENTO (E) A EJE DE VIGUETAS (cms.)	PERALTES (cms.)			CLAROS ADMISIBLES (cms.)
	VIGUETA	BOVEDILLA	LOSA ACABADA	
80	14	14	18	295 a 475
70	14	14	18	475 a 495
60	14	14	18	495 a 535
50	14	14	18	535 a 600
60	14	25	30	hasta 700
60	14	30	35	hasta 800

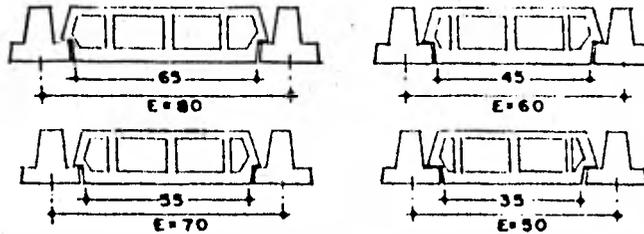
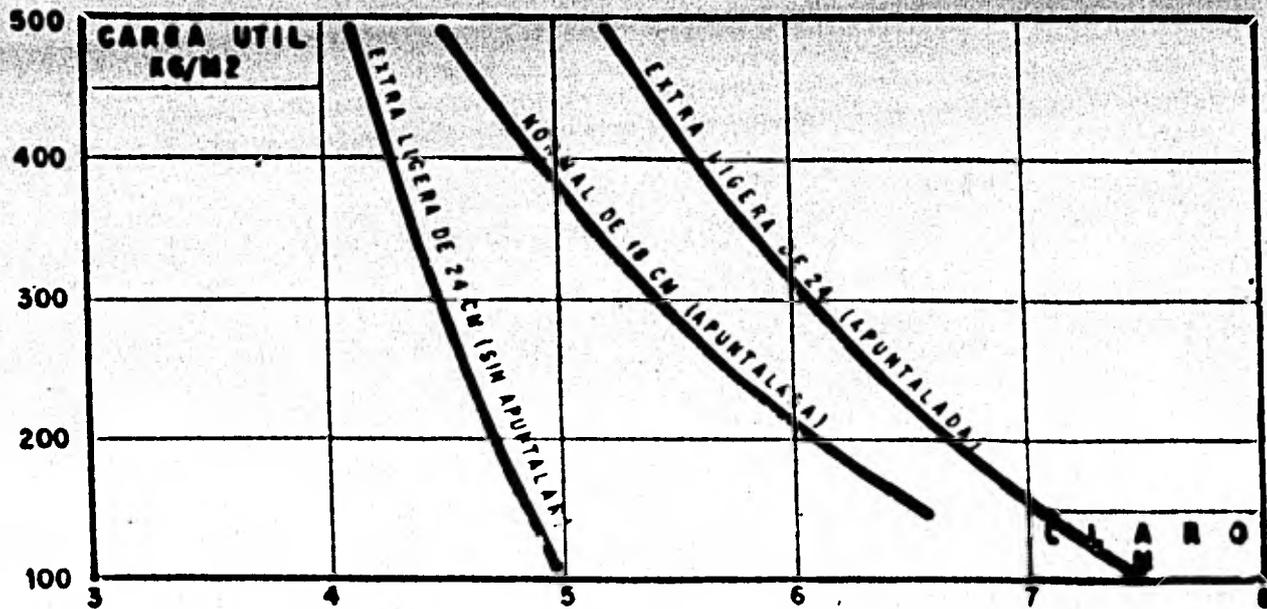


Tabla de utilización para losa formada con vigueta y bovedilla mostrándose además los espaciamientos entre viguetas. (VIBOSA)

Para garantizar el adecuado comportamiento de las losas, tanto en condiciones de servicios como de resistencia, los fabricantes obtienen gráficas de capacidad de carga en forma -- semejante a las gráficas obtenidas para las trabes. A conti-- nuación se muestran tres de ellas: una para una losa extrali-- gera de 24 cm de peralte, otra para una losa normal de 18 cm. de peralte y una más de 24 cm de peralte (sin apuntalar).

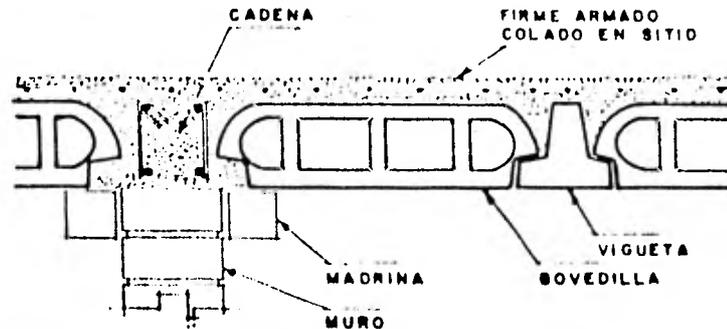


GRAFICAS DE CAPACIDAD DE CARGA

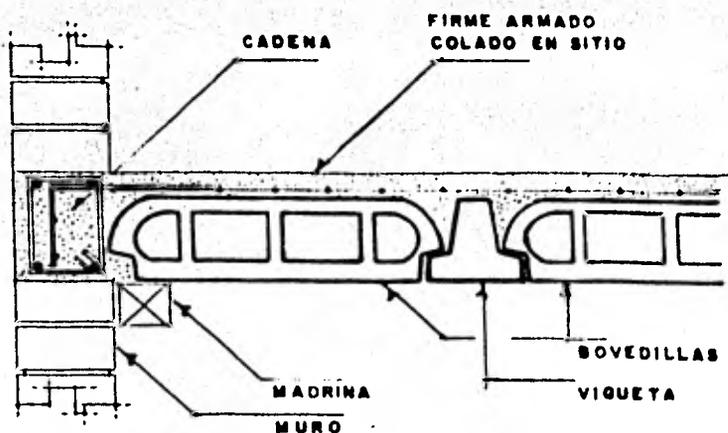
En las abcisas se encuentran los valores del claro - expresado en metros y en las ordenadas los valores - de la carga útil expresado en Kg/m². (PRESISA).

A manera de ejemplo se enumeran los siguientes detalles de conexiones con objeto de que al estructurar todos estos elementos se comporten en forma continua y monolítica a lo largo de la vida de una estructura, cumpliéndose su diseño con las disposiciones generales ya mencionadas en el capítulo II.

1.- Conexión de Bovedilla-cadena (VIBOSA).



5.- Conexión cadena - bovedilla, mostrándose la unión con el muro de carga (VIBOSA).



3.2.- Losa Extruida.

Son placas de concreto pretensado prefabricado, elaboradas mediante el procedimiento de extrusión y compactación, utilizado para formar sistemas de techos, entrepisos, pisos y también como muros de fachadas, muros divisorios y bardas ornamentales, en los que se busque altas resistencias y acabados aparentes.

Se clasifican en:

- a).- Losa extruida sin firme.
- b).- Losa extruida con firme.

3.2.1.- Losa extruida sin firme.

Estas placas se elaboran en camas de presfuerzo de 135 m de longitud utilizando el método de pretensado en línea, cogtándose a la medida especificada una vez que el concreto ha alcanzado su resistencia de proyecto y habiéndose realizado la transferencia del presfuerzo, siendo los materiales empleados para su manufactura en forma general los siguientes:

Concreto presforzado $f'_c = 300$ y 350 Kg/cm^2

Cemento Normal tipo 1

Acero de presfuerzo de 17 500 y 18 900 Kg/cm²

Agregados naturales.

El área de acero de presfuerzo se proporciona de acuerdo a la longitud de la losa requerida y a la sobrecarga especificada, cumpliendo su diseño con las normas vigentes.

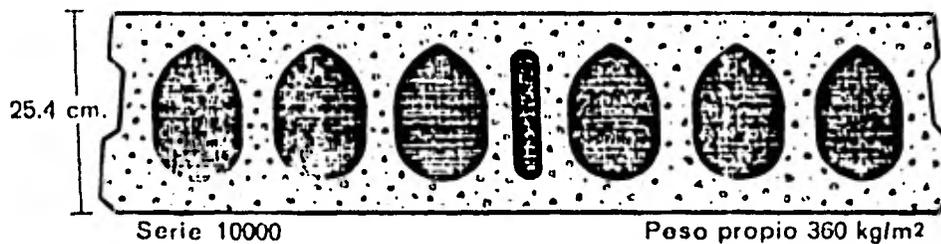
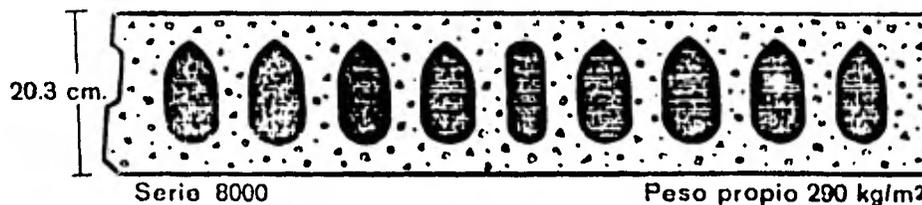
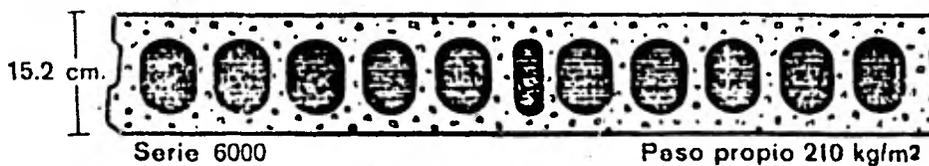
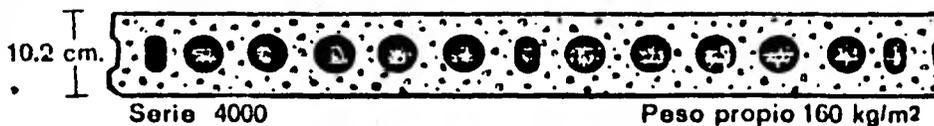
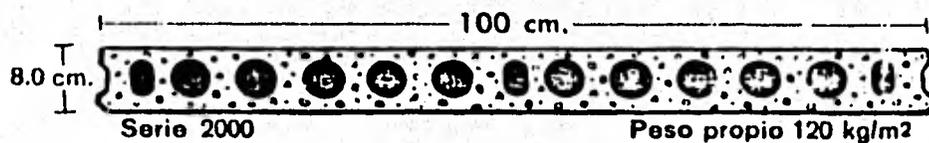
Se fabrican en los siguientes peraltes nominales de: 5, - 8, 10, 15, 20, 25 cm, siendo el ancho estandar de 100, 120 - cm y teniéndose longitudes de centímetro en centímetro desde 2.5 m hasta 15 m. El peso volumétrico del concreto es de --- 2 200 Kg/m³ lográndose un importante ahorro en el peso propio de las losas debido a los huecos longitudinales donde se pueden colocar instalaciones eléctricas, hidráulicas, térmicas - etc. Dicho ahorro del peso va desde un 30 a un 40% en rela--- ción a una losa maciza.

Gracias a su perfil lateral las losas una vez unidas trabajan como un conjunto y no como piezas independientes debido a que cuando son sometidas a cargas puntuales o a cargas provenientes del muro, la distribución lateral de ellas se logra precisamente por medio de las uniones que se efectúa con mortero cemento-arena en proporción volumétrica 1:3 ó 1:4.

Estas losas son planas, no admitiendo diferencias en contraflechas entre dos piezas adyacentes mayores a 10 mm; diferencia que cuando existe se corrige previamente a su junteo, - lo que permite obtener superficies uniformes y de aspecto muy agradable.

Algunas secciones típicas nominales de estas piezas se -- muestran a continuación, donde se observa el ancho estandar - de 100 cm, los huecos longitudinales para aligerar al elemen- to, los peraltes y sus correspondientes pesos propios.

SECCIONES TIPICAS NOMINALES



(SIPSA)

Las características geométricas de las secciones son las marcadas en el siguiente cuadro.

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LAS SECCIONES

a) SPANCRETE

SERIE SPANCRETE	PERALTE	ANCHO	AREA	Y _t	Y _b	MOMENTO DE INERCIA
2000	8.0 cm	100 cm	567 cm ²	4.0 cm	4.0 cm	3455 cm ⁴
4000	10.2 —	100 —	805 —	5.1 —	5.1 —	8128 —
6000	15.2 —	100 —	956 —	7.6 —	7.6 —	26000 —
8000	20.3 —	100 —	1390 —	10.0 —	10.3 —	61700 —
10000	25.4 —	100 —	1755 —	12.4 —	13.0 —	123000 —

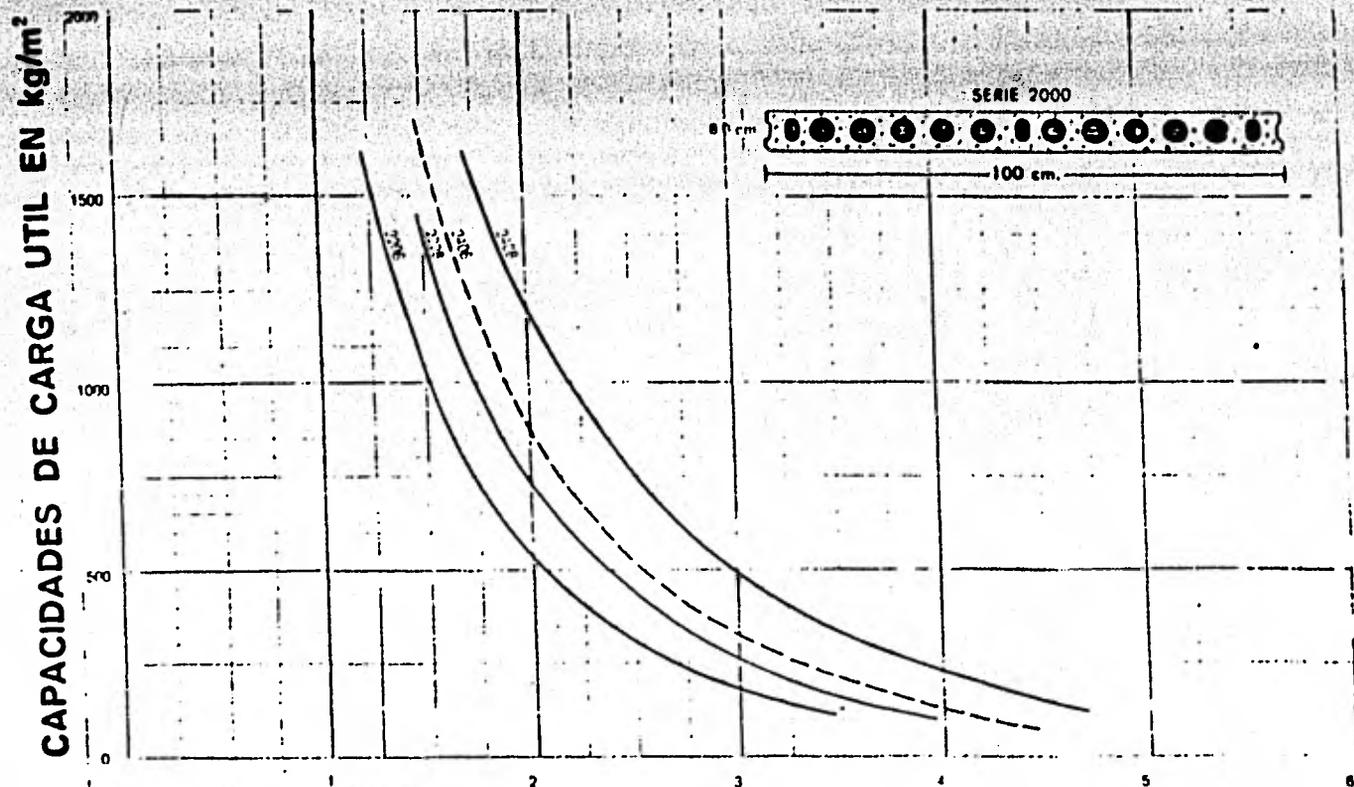
(SIPSA)

Y_t.- Distancia de la fibra superior al eje neutro.

Y_b.- Distancia de la fibra inferior al eje neutro.

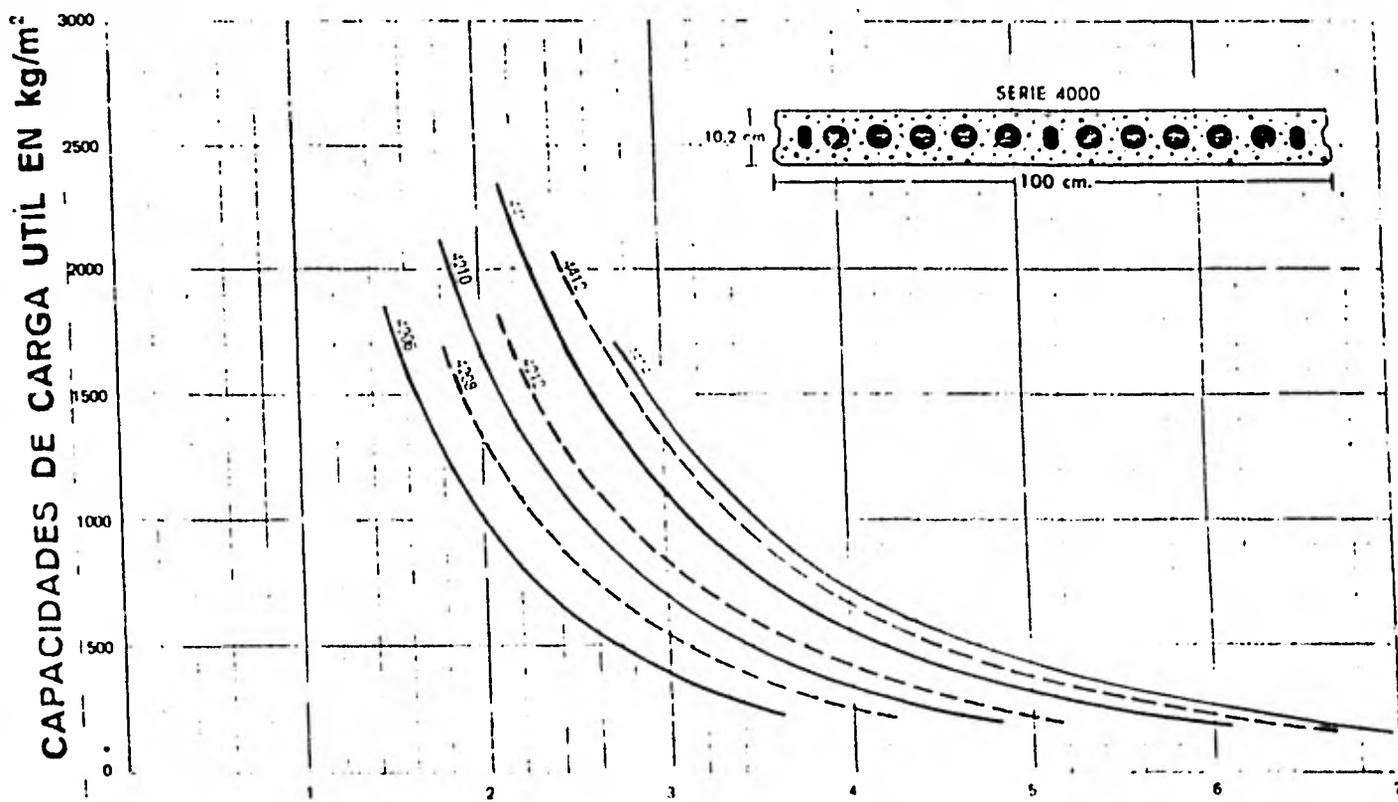
En forma semejante como se ha venido presentando a lo largo de este trabajo; los fabricantes de estos productos obtienen gráficas de capacidad de carga con objeto de garantizar el adecuado comportamiento tanto en condiciones de servicio como de resistencia, siendo sus correspondientes gráficas de las secciones mencionadas anteriormente las siguientes (en las abcisas se tienen los valores del claro en metros, y en las ordenadas los valores de la capacidad de carga útil en Kg/m²).

* Cada curva nos representa un producto diferente identificado por el número de seriación localizado en la parte superior de la misma.



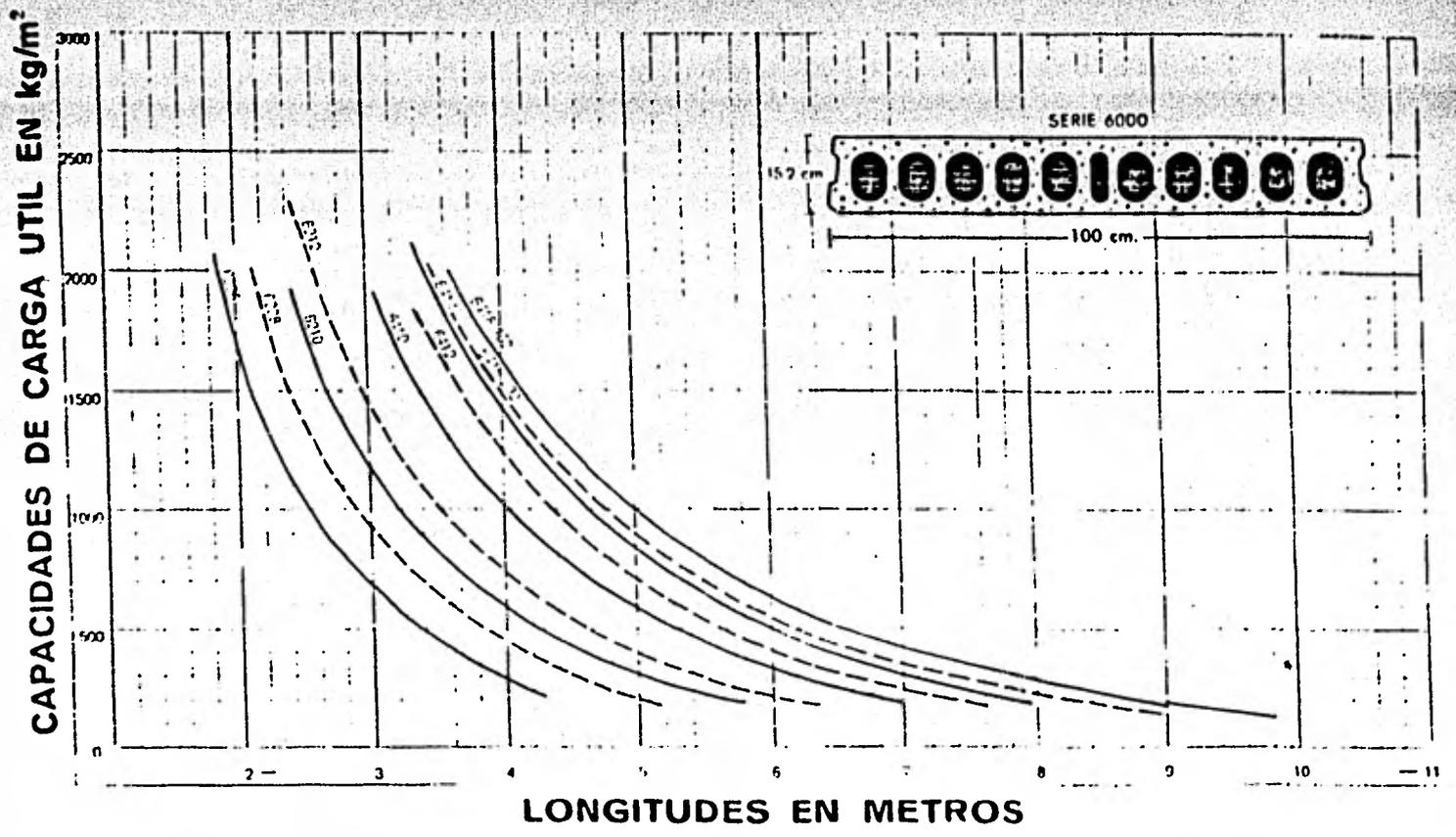
LONGITUDES EN METROS

Gráficas de capacidad de carga para losa extruida de 100 cm de ancho y 8 cm de peralte. (serie 2 000 SIPSA)

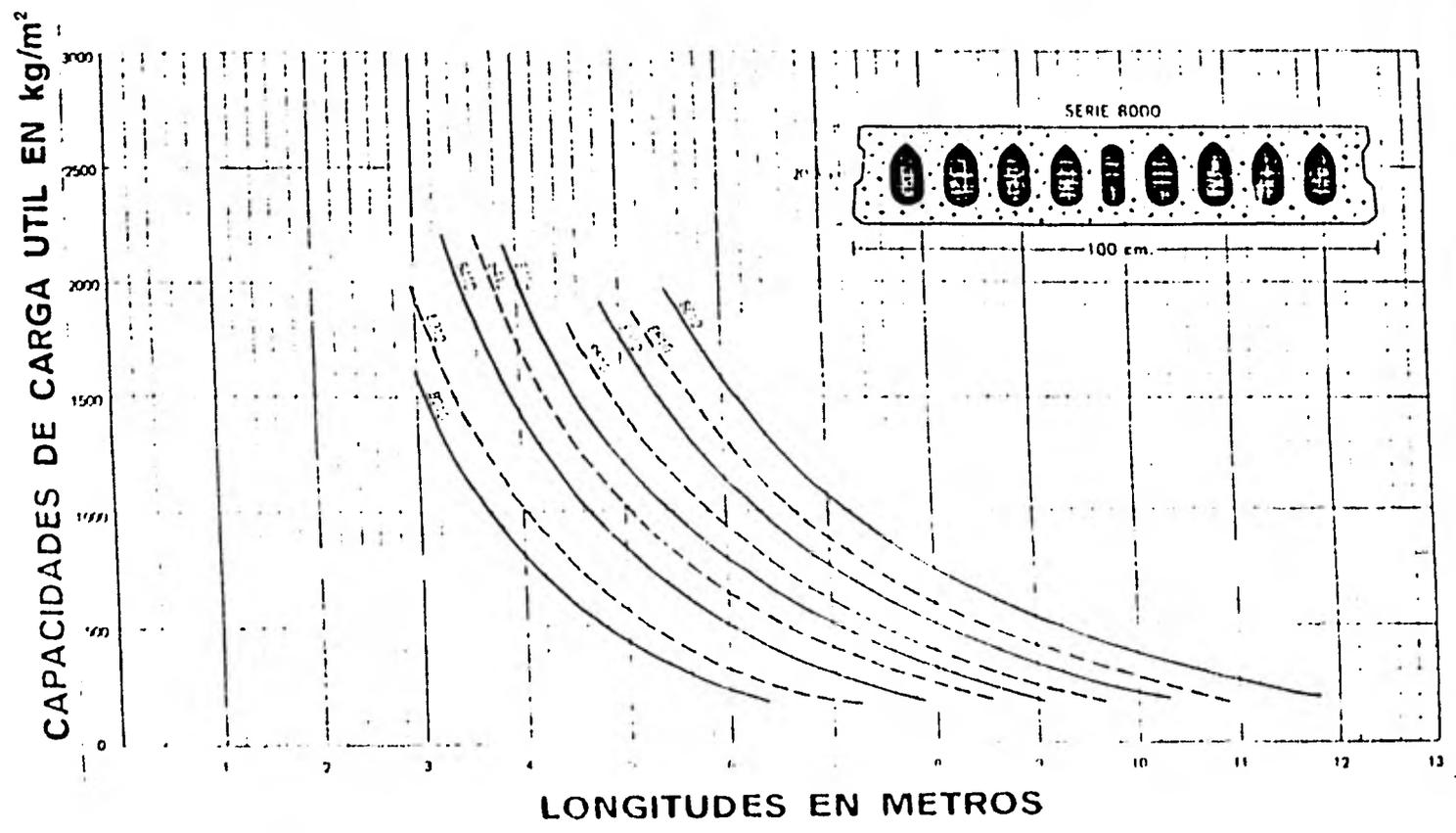


LONGITUDES EN METROS

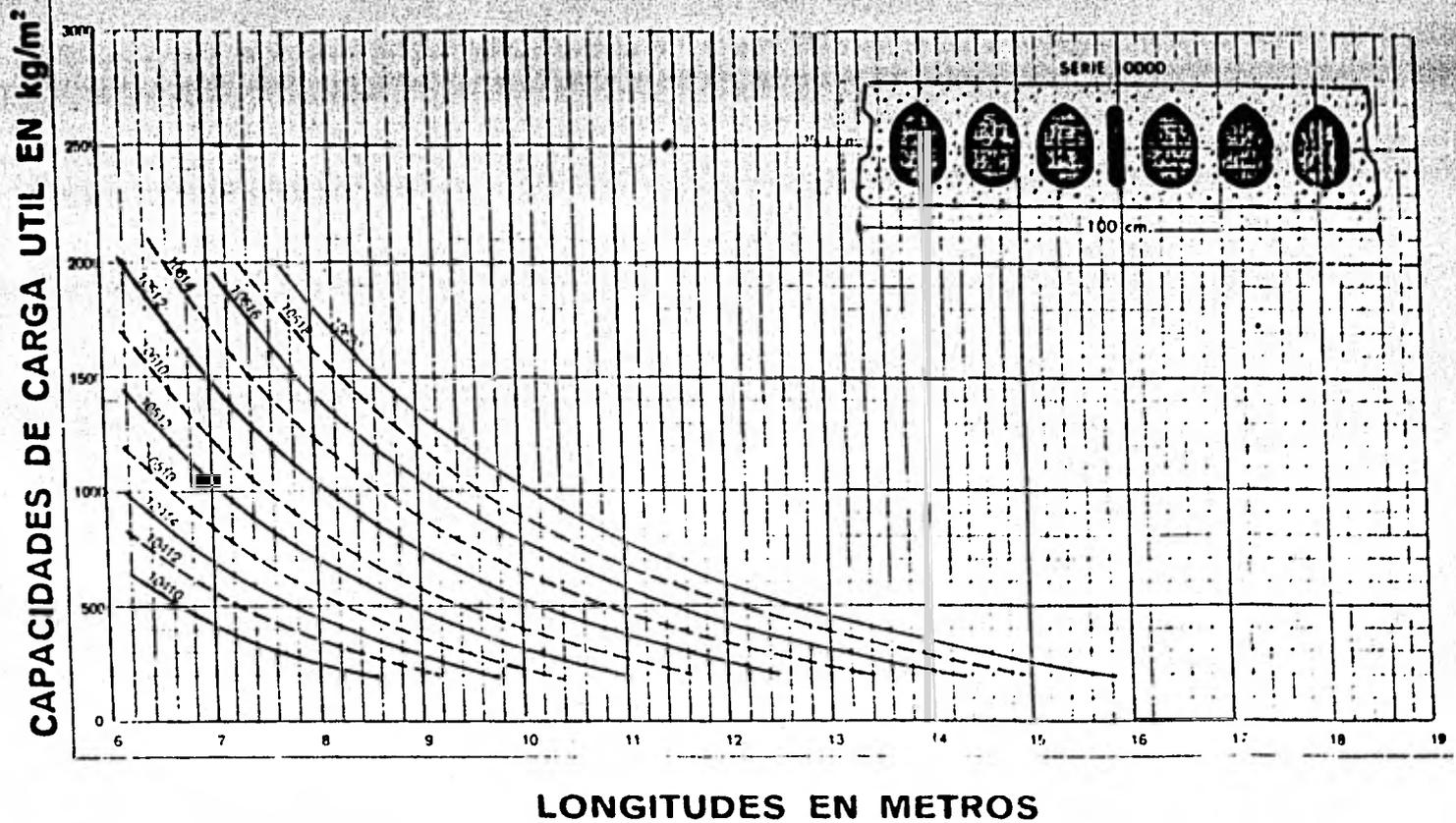
Gráficas de capacidad de carga para losa extruida de 100 cm de ancho y 10.2 cm de peralte. (serie 4 000 SIPSA)



Gráficas de capacidad de carga para losa extruida de 100 cm de ancho y 15.2 cm de peralte. (serie 6 000 SIPSA)



Gráficas de capacidad de carga para losa extruida de 100 cm de ancho y 20.3 cm de peralte. (serie 8 000 SIPSA)



Gráficas de capacidad de carga para losa extruida de 100 cm de ancho y 25.4 cm de peralte. (serie 10 000 SIPSA)

3.2.2.- Losa extruida con firme.

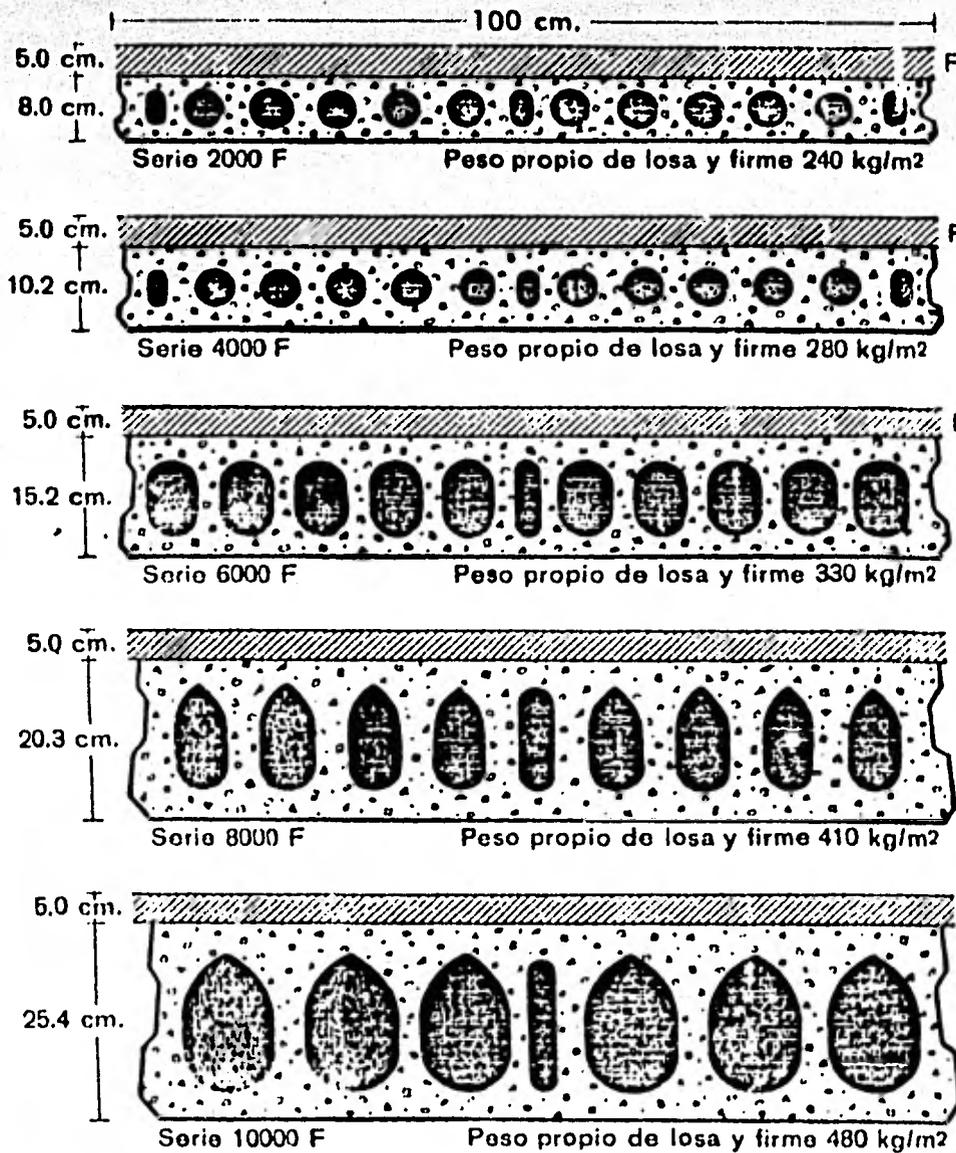
Las especificaciones del firme complementario son en términos generales los siguientes:

- Concreto: $f'_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$
- Espesor: 5 cm
- Armado: electromalla 66 - 66 ó similar

Dentro de ciertos límites el firme colado en obra colabora con la losa incrementando su capacidad de carga.

Algunas secciones típicas nominales que se fabrican en el área metropolitana se presentan a continuación, mostrándose el espesor del firme, los pesos propios de losa y firme, los peraltes y el ancho estandar de 100 cm en forma semejante a la losa extruida sin firme.

SECCIONES TÍPICAS NOMINALES



(SIPSA)

Las características geométricas de estas secciones son las marcadas en el siguiente cuadro.

b) SPANCRETE CON FIRME DE 5 cm

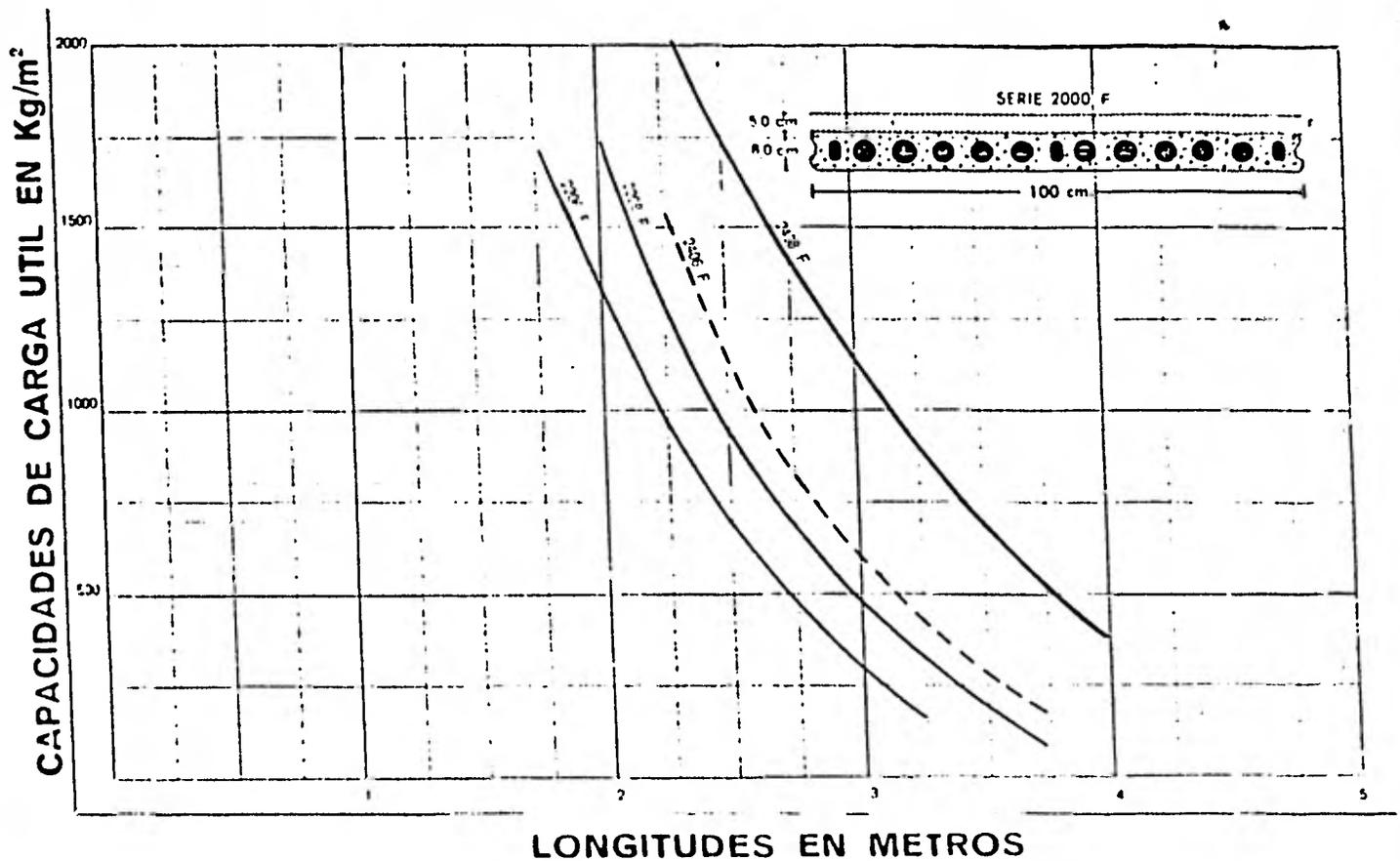
SERIE SPANCRETE	PERALTE TOTAL	ANCHO	AREA	Y ₁	Y _b	MOMENTO DE INERCIA
2000 F	13.0 cm	100 cm	1067 cm ²	6.1 cm	6.9 cm	15086 cm ⁴
4000 F	15.2 —	100 —	1305 —	7.2 —	8.0 —	63650 —
6000 F	20.2 —	100 —	1460 —	9.2 —	11.0 —	27617 —
8000 F	25.3 —	100 —	1890 —	11.7 —	13.6 —	121300 —
10000 F	30.4 —	100 —	2255 —	14.1 —	16.3 —	210000 —

(SIPSA)

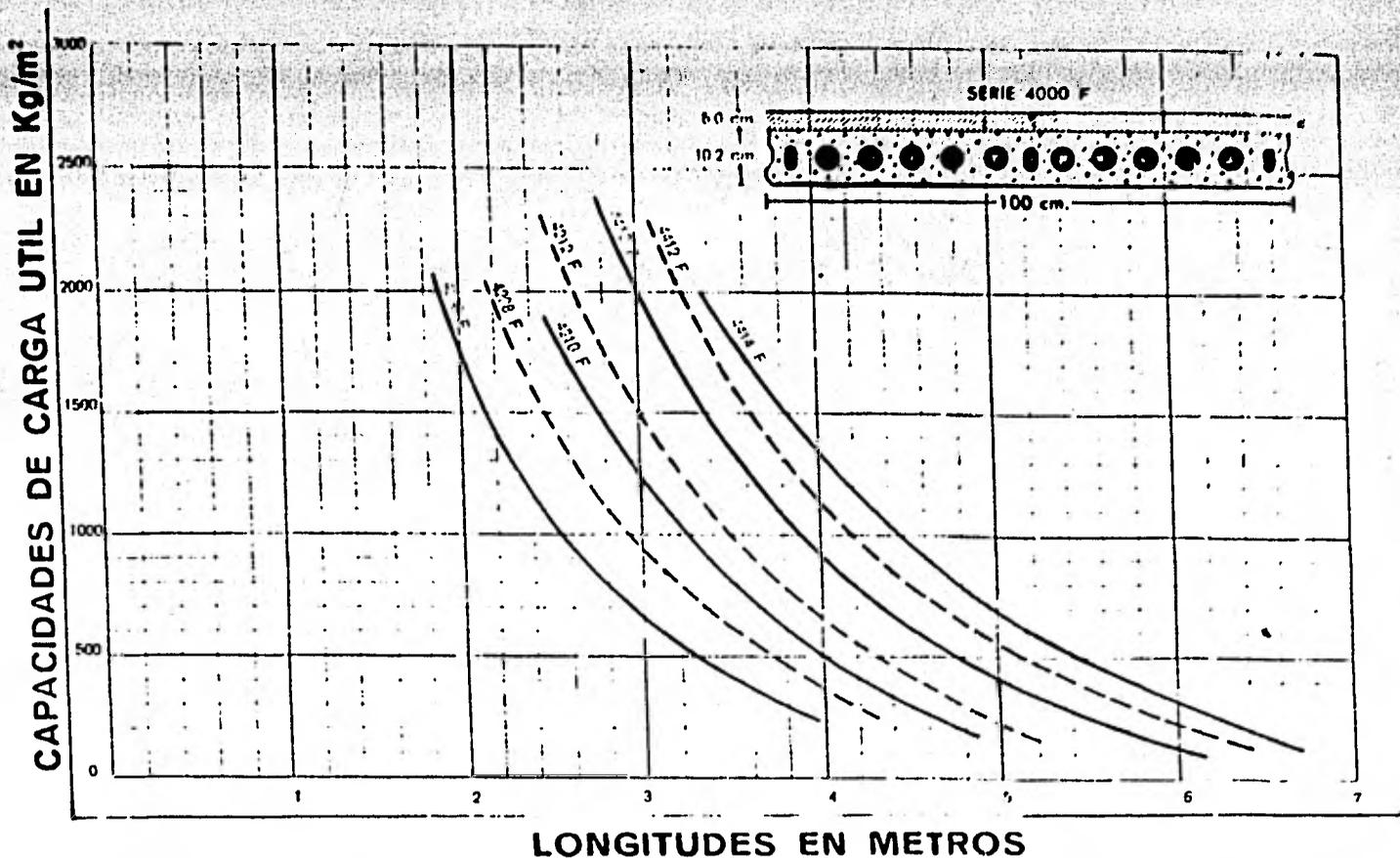
Y_t .- Distancia de la fibra superior al eje neutro.

Y_b .- Distancia de la fibra inferior al eje neutro.

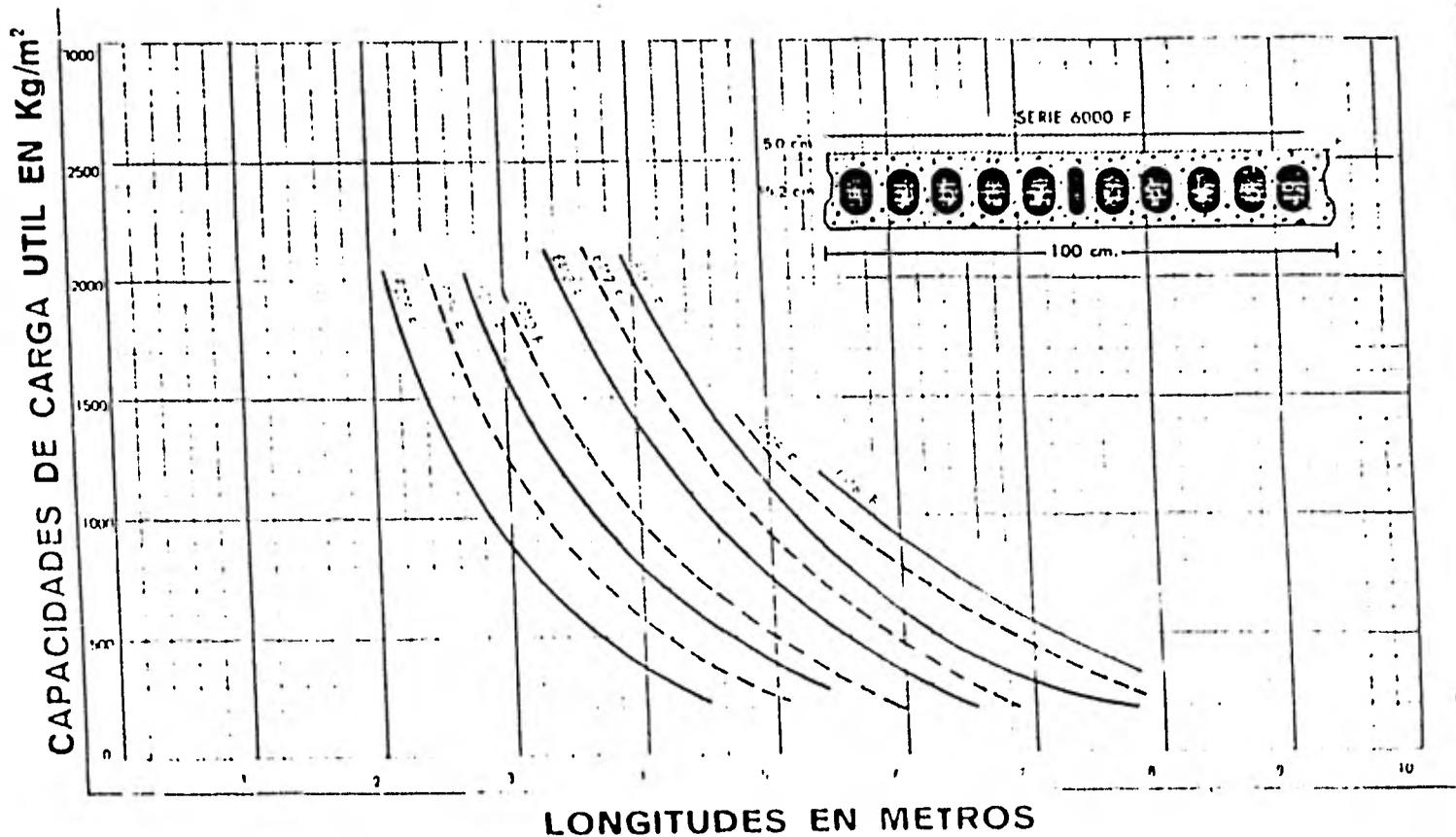
Las gráficas de capacidad de carga útil para las secciones anteriores, como se observan son similares a las de las losas -- extruidas sin firme.



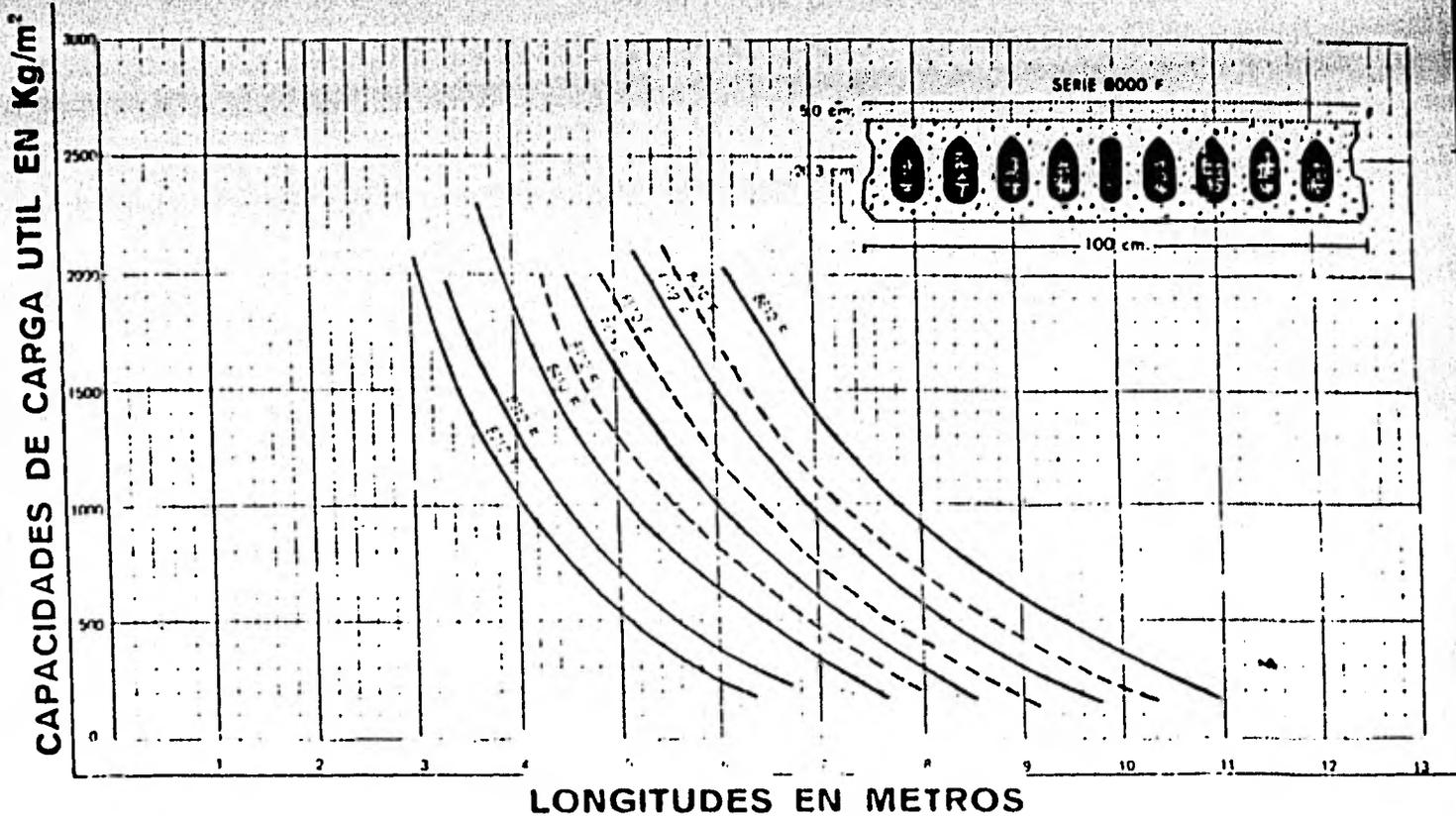
Gráficas de capacidad de carga para losa extruida con firme de -- 100 cm de ancho y 13 cm de peralte total (serie 2000F SIPSA)



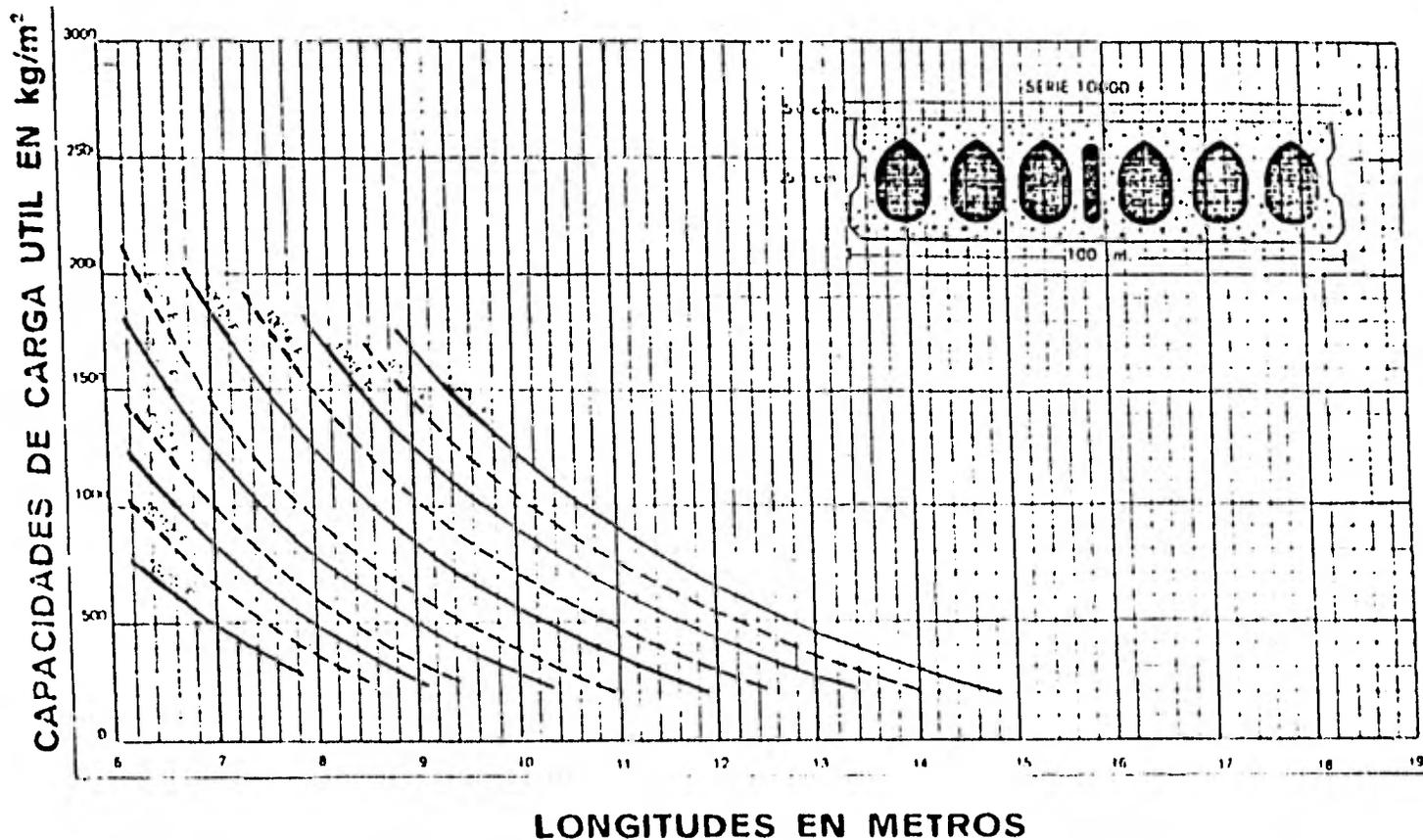
Gráficas de capacidad de carga para losa extruida con firme de --
100 cm de ancho y 15.2 cm de peralte total (serie 4000 F SIPSA)



Gráficas de capacidad de carga para losa extruida con firme de --
100 cm de ancho y 20.2 cm de peralte. (SERIE 6000 F SIPSA)



Gráficas de capacidad de carga para losa extruida con firme de 100 cm de ancho y 25.3 cm de peralte. (SERIE 8000 F SIPSA)



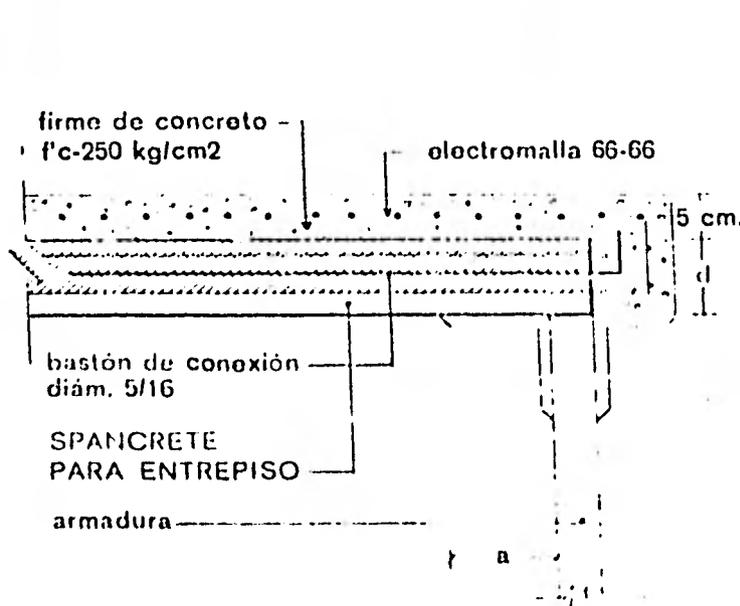
Gráficas de capacidad de carga para losa extruida con firme de 100cm de ancho y 30.4 cm de peralte. (serie 10 000 F SIPSA)

Debido a las diversas formas de realizar las conexiones de estos elementos, enseguida se muestran algunos detalles de conexiones para techos y entrepisos cuyo diseño cae dentro de las teorías ya mencionadas en el capítulo II, siendo válidas tanto para la losa extruida con firme como para la losa extruida sin firme.

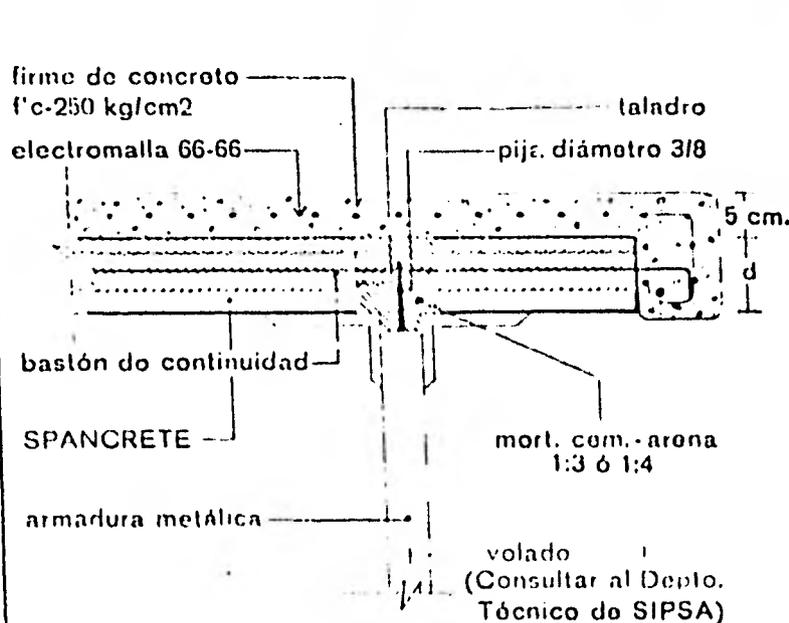
CONEXIONES SIPSA

APOYOS MINIMOS DE LOSAS SPANCRETE EN TECHOS Y ENTREPISOS	Peralte en cm (d)	APOYOS MINIMOS EN CM (a)							
		MAMPOSTERJA		TRABES DE CONCRETO		ACERO ESTRUCTURAL		PREFABRICADOS PREFORZADOS	
		Orilla	intermedio	Orilla	intermedio	Orilla	intermedio	Orilla	intermedio
	8.0	10.0	5.0	10.0	5.0	7.5	5.0	7.5	5.0
	10.2	10.0	5.0	10.0	5.0	7.5	5.0	7.5	5.0
	15.2	12.5	10.0	12.5	10.0	10.0	7.5	10.0	7.5
	20.3	15.0	10.0	15.0	10.0	12.5	10.0	12.5	10.0
	25.4	15.0	12.5	15.0	12.5	12.5	10.0	12.5	10.0

ENTREPISO

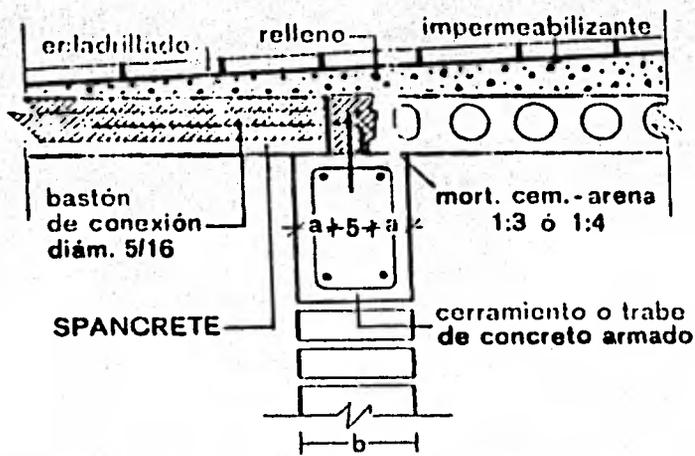


S.1.15 APOYO EXTREMO EN ENTREPISO

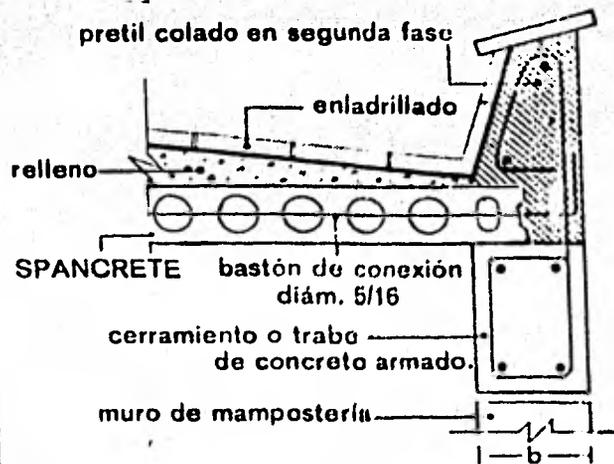


S.1.16 SPANCRETE EN VOLADIZOS

TECHO

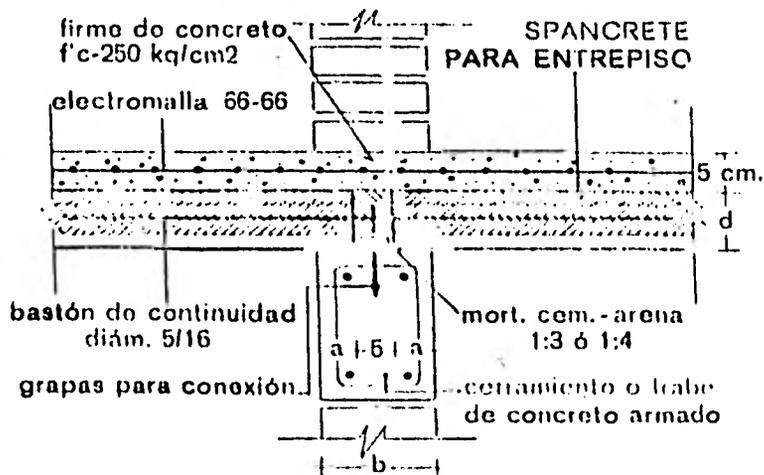


S.1.7 APOYO INTERMEDIO EN TECHO A NIVEL

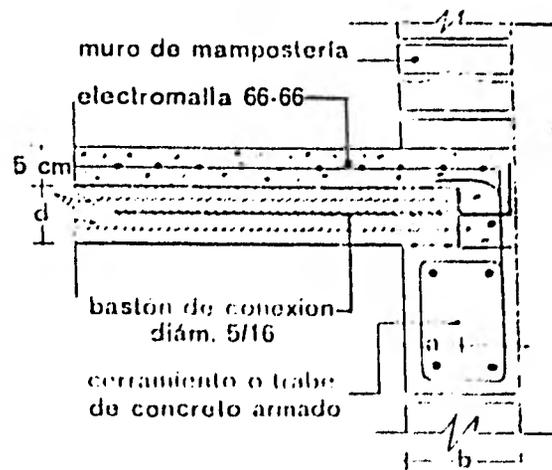


S.1.8 APOYO EXTREMO EN TECHO A NIVEL

ENTREPISO



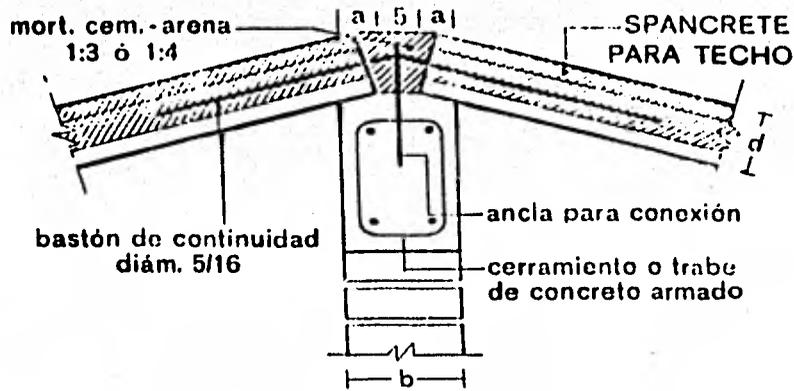
S.1.9 APOYO INTERMEDIO EN ENTREPISO



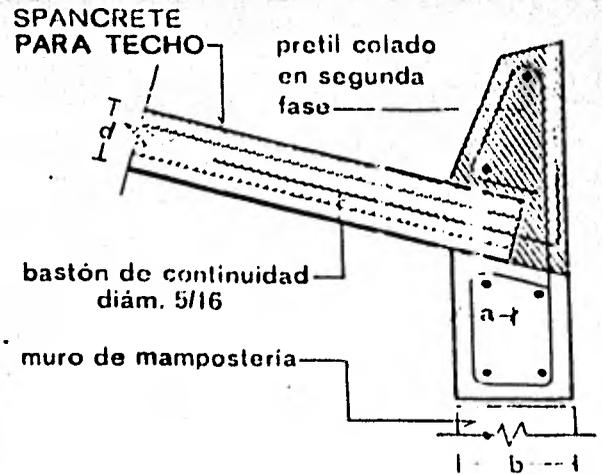
S.1.10 APOYO EXTREMO EN ENTREPISO

CONEXIONES EN TECHOS

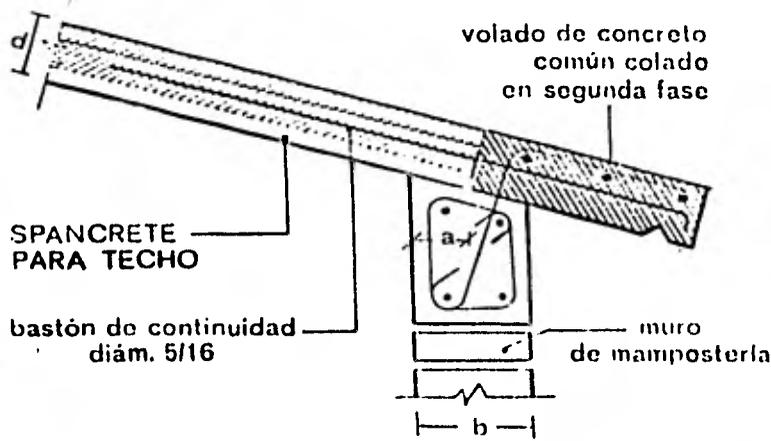
a-apoyo mínimo de la losa SPANCRETE b-ancho del apoyo
d-peralte de losa SPANCRETE



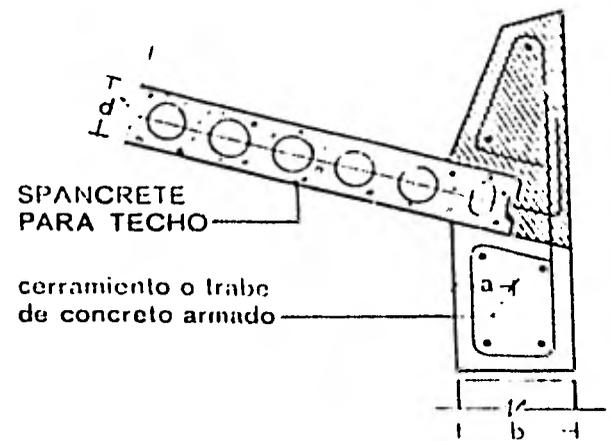
S.1.1 CUMBRERA EN TECHO A DOS AGUAS



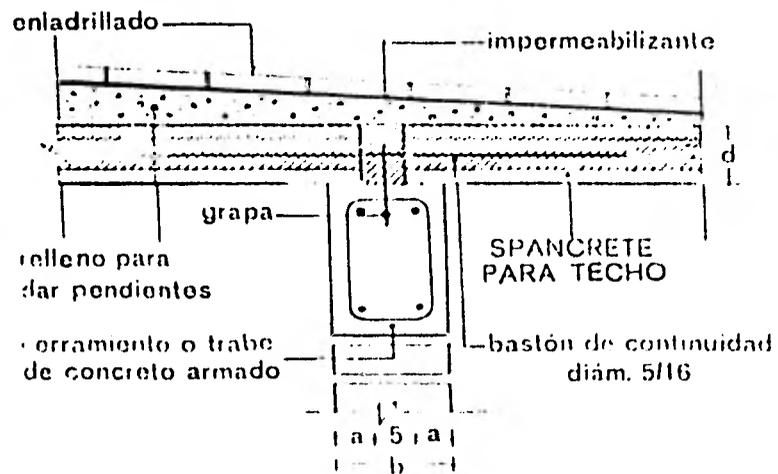
S.1.2 LINDERO EN TECHO A UN AGUA



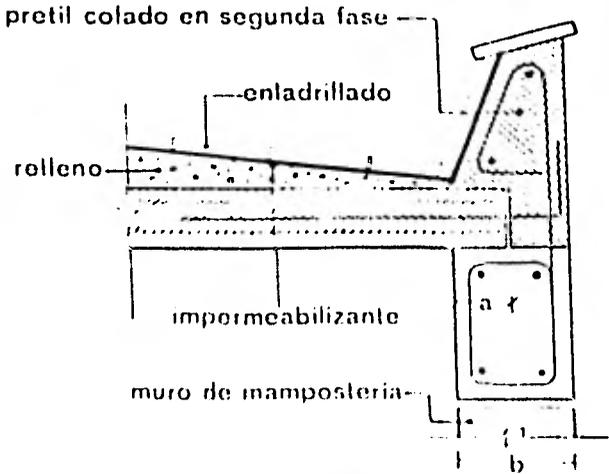
S.1.3 CAIDA LIBRE EN TECHOS



S.1.4 LINDERO EN TECHO A UN AGUA



S.1.5 APOYO INTERMEDIO EN TECHO A NIVEL



S.1.6 APOYO EXTREMO EN TECHO A NIVEL

(SIPSA)

IV.- ELEMENTOS VARIOS.

Como se ha podido observar en los capítulos II y III, la mayoría de los elementos se aplican para la estructuración de edificaciones diversas como son: escuelas, hoteles, iglesias, auditorios, gimnasios, habitación, almacenes y naves industriales. Pero existen otros miembros de concreto presforzado-cuya utilización se aplica a diversas obras de ingeniería -- como son:

- a).- Pilotes de Concreto Presforzado.
- b).- Tanques de Concreto Presforzado.
- c).- Postes de Concreto Presforzado.
- d).- Tubos, Tuberías a Presión y acueductos de Concreto Presforzado.
- e).- Durmientes para ferrocarril de Concreto Presforzado.
- f).- Pavimentos de carreteras y Aeropuertos de Concreto --- Presforzado.
- g).- Bardas de Concreto Presforzado y
- h).- Cajón con Aletas de Concreto Presforzado.

A continuación se hará mención de algunas característi--cas importantes de cada uno de ellos.

4.1.- Pilotes de Concreto Presforzado.

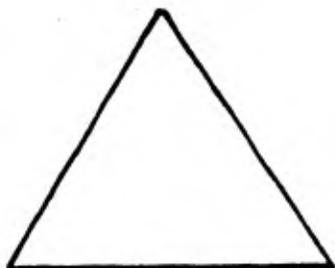
Los pilotes de Concreto Presforzado se usan mucho en la -- cimentación de estructuras marinas y de edificios, teniendo -- como ventajas su alta resistencia a la flexión y a la tensión-- así como su durabilidad en ambientes adversos, su capacidad -- para soportar el hincado fuerte, y su buen comportamiento de -- interacción entre el terreno y el pilote. Su empleo se roco--- mienda como pilotes de punta apoyados sobre roca o material -- resistente y como pilotes friccionantes hincados en arenas o -

arcillas, siendo las dimensiones y forma de éstos variables - de acuerdo al diseño y uso de los mismos pero en forma general se puede decir lo siguiente:

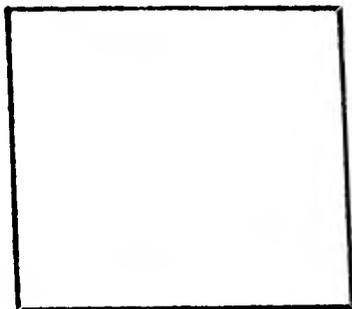
Las dimensiones en su sección transversal varían de 25 cm a 1.80 m, y con longitudes hasta de 80 m, mostrándose en los siguientes esquemas algunas secciones típicas generalmente usadas.

FORMA

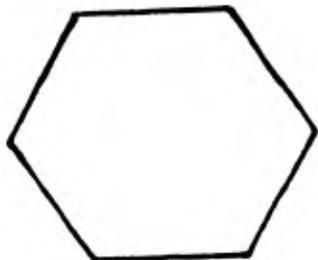
VENTAJAS



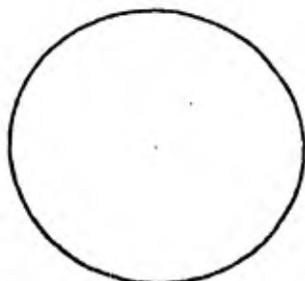
Mayor relación entre el perímetro para fricción y el área de la sección transversal. Bajo costo de fabricación.



Buena relación entre el perímetro para fricción y el área de la sección transversal. Bajo costo de fabricación. Buena resistencia a la flexión sobre sus ejes principales.



Resistencia a la flexión - aproximadamente igual en todos sus ejes. Buena estabilidad como columna.



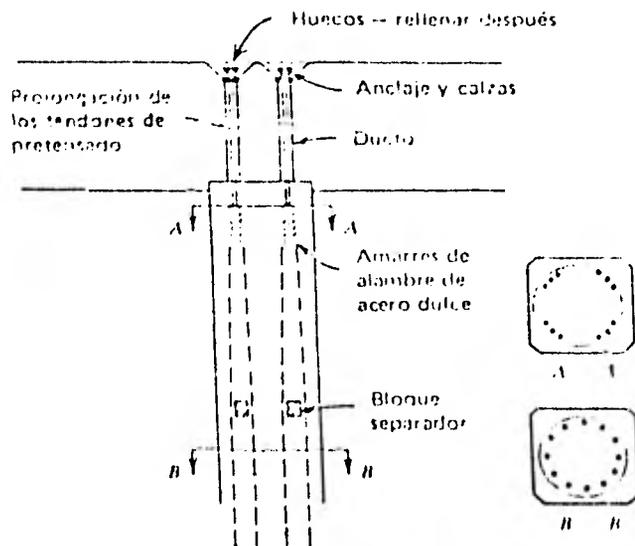
Resistencia a la flexión - igual en todos sus ejes. No tiene esquinas agudas, lo cual, ayuda a la apariencia y a la durabilidad. Buena estabilidad como columna.

Estos pilotes se diseñan con valores convencionales de -- presfuerzo para satisfacer las necesidades de manejo e hinca do y para resistir la combinación de carga directa y momento flexionante , presentándose en la cabeza la sección crítica, donde se debe de utilizar acero de refuerzo adicional así -- como en los puntos de izaje.

Para resistir los esfuerzos producidos por el hincado a lo largo del pilote se recomienda las siguientes cantidades de esfuerzo en espiral.

En los 30 cm superiores	1.0%
En los siguientes 60 cm	0.6%
En el cuerpo del pilote	0.3% en pilotes sólidos. 0.4% en pilotes huecos.
En los 60 cm por encima de la punta	0.6%
En los 30 cm de la punta	1.0%

La conexión entre el cabezal y el pilote se realiza prolongando los tendones de presfuerzo dentro del cabezal a una distancia de 45 a 75 cm, y debiéndose separar entre sí como se muestra en el esquema siguiente.



Los tendones de -- pretensado se prolongan y se presfuerzan al cabezal del pilote.

La distribución de los tendones para cualquier sección -- es en forma circular, resultando ésto ser lo más eficiente.

El método utilizado para la prefabricación de estas piezas es el pretensado en línea hasta longitudes de 80m. La secuencia de producción es como sigue:

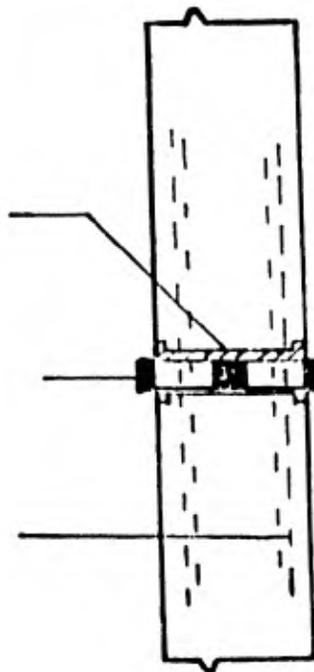
- 1.- Colocar el refuerzo de acero en forma de espiral cortado previamente en la cimbra.
- 2.- Colocar los torones a lo largo de la cama, fijarlos al - bloque de presfuerzo, aplicar el esfuerzo y anclar.
- 3.- Ligar a los torones el acero de refuerzo en forma de espiral.
- 4.- Colar y vibrar el concreto.
- 5.- Curar el concreto y destensar.
- 6.- Izar los pilotes de la cimbra y almacenarlos.

La forma más común es fabricar estos pilotes en longitudes estandarizados de 12 m y empalmarlos al hincar el pilote en la obra. En el siguiente esquema se muestra la manera de empalmar estas secciones.

Placa central de apoyo

Soldadura

Varillas de anclaje para placas extremas.



4.2.- Tanques de Concreto Presforzado.

Estos tanques se utilizaron primeramente para agua pero su uso puede extenderse para almacenar petróleo, aceites, -- gas, líquidos, materiales químicos etc.

El objetivo es presforzar el concreto lo suficiente por medio del pretensado y postensado para que no se originen -- grietas bajo los esfuerzos normales de trabajo, con un mar-- gen de seguridad calculado sobre la base de las probabilidad-- des de sobrecarga y de las consecuencias del agrietamiento, -- requiriéndose un esfuerzo nulo de tensión bajo la carga de -- diseño.

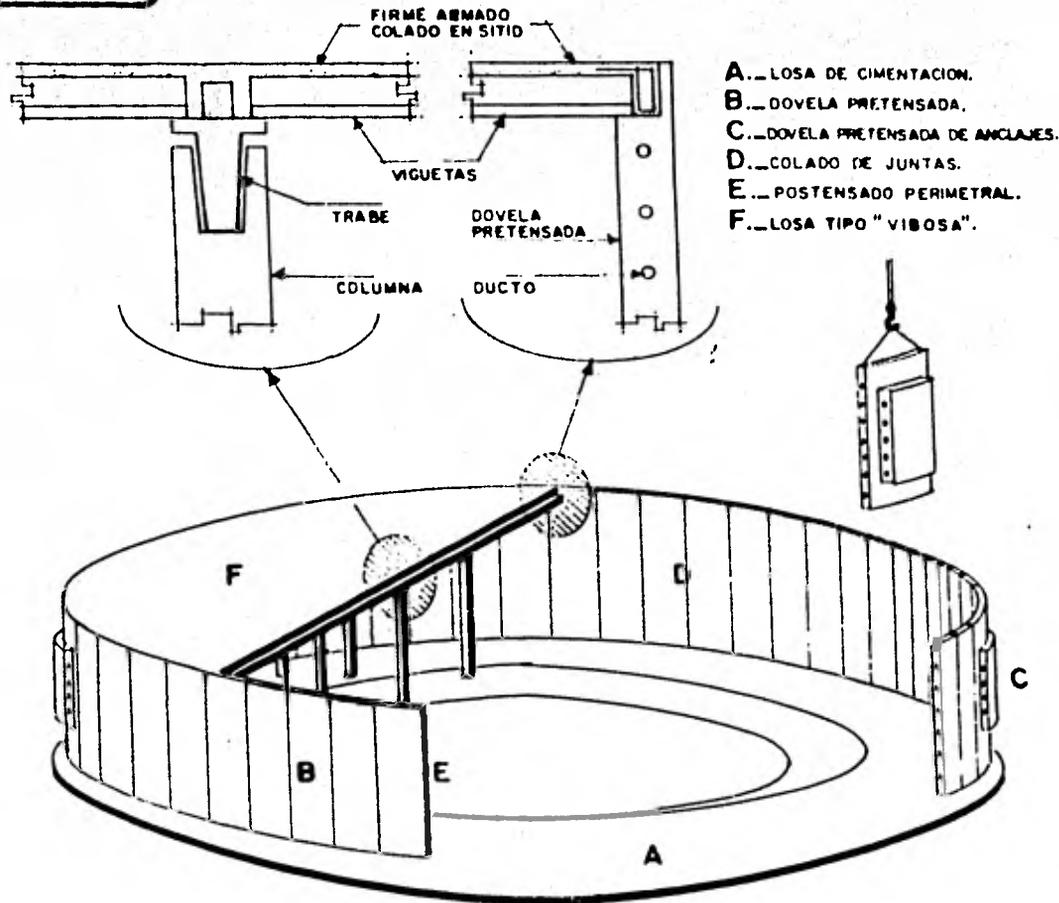
Los tanques son de sección circular con presforzado -- perimetral que elimina los esfuerzos tensoriales en cada --- anillo, teniéndose una capacidad de 500 a 25 000 m³ y cum-- pliendo con las siguientes ventajas:

- 1.- Versatilidad en el diseño.- Para adecuarse a los terre-- nos disponibles y a las necesidades hidráulicas.
- 2.- Gran velocidad en la instalación.
- 3.- Impermeabilidad sin aditivos.
- 4.- Gran estabilidad.- Por su diseño permiten grandes cargas y aún movimientos diferenciales en la cimentación.

Estos tanques están contruidos por medio de dobelas --- precoladas y pretensadas, donde se tienen ductos para las va-- rillas de postensado. En el siguiente esquema se puede apre-- ciar lo antes dicho.

VIBOSA

TANQUES DE ALMACENAMIENTO PREFABRICADOS — PRESFORZADOS



Para almacenar gas, debe de usarse además de un recubrimiento de acero con anclajes adecuados al concreto.

En la losa de piso y en las paredes se usa una conexión no rígida para reducir los esfuerzos de flexión y permitir los movimientos de los muros bajo el presfuerzo y las variaciones de carga, siendo las losas del techo precoladas y apoyadas sobre postes interiores, donde las conexiones entre las paredes y el techo pueden ser monolíticas o separadas. El refuerzo es de malla de alambre soldada o varillas convenciona-

les de acero reforzado.

Los tanques cuando vayan a contener petróleo ó gasolina deben de emplearse pinturas en su interior a base de hule, latex-vinílico y epóxicas.

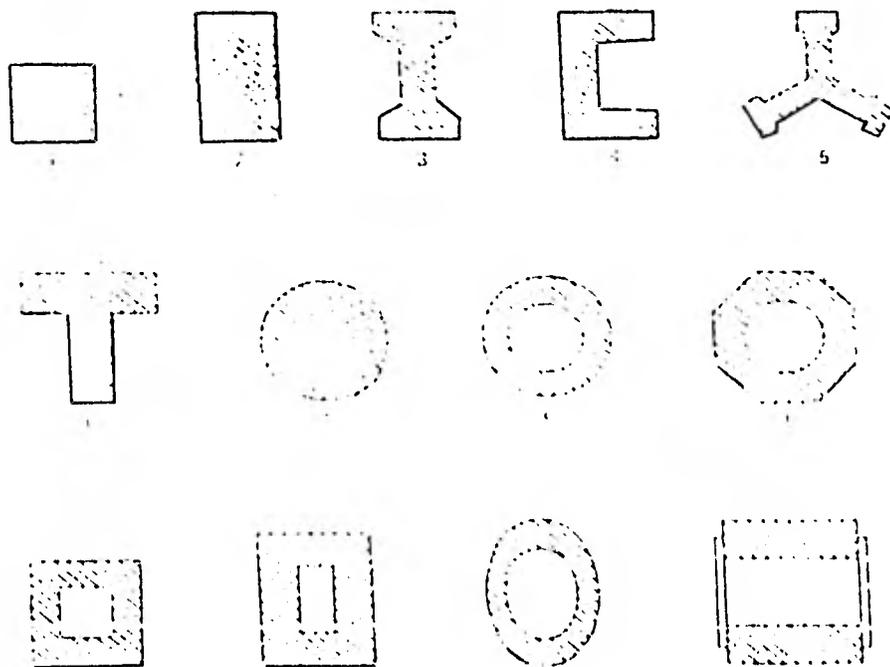
4.3.- Postes de Concreto Presforzado.

El concreto presforzado es un material útil para esta aplicación, ofreciendo durabilidad contra la corrosión y la erosión así como ductilidad en temperaturas frías y en regiones montañosas, son muy adecuadas para instalaciones urbanas, colocándolos directamente en agujeros perforados en el terreno con o sin relleno de concreto.

Estos postes se han usado en:

Líneas de energía para señales, alumbrado, líneas telefónicas y líneas de transmisión eléctrica.

Casi todos los postes son huecos y su sección transversal varía como se muestra en el siguiente esquema.



Secciones de postes hechos de concreto presforzado.

El núcleo hueco es útil para reducir peso y para dar caída a los alambres eléctricos. Por lo general el viento no es un factor dominante para su diseño, sino la resistencia torcional y de flexión por consiguiente las secciones cuadradas, rectangulares y H son las más adecuadas, tratando de conservar la sección transversal constante a todo lo largo del poste para el uso más efectivo del presfuerzo y las conexiones.

En la base del poste debe tenerse una sección de concreto sólido con tendones presforzados e incrementándolo con acero de refuerzo, ya que el momento flexionante máximo se presenta ahí, por consiguiente los tendones deben de anclarse mecánicamente o tener una longitud de transferencia lo más corta que sea posible.

Estos postes se fabrican en camas usando el método de pretensado en línea como en el caso de los pilotes.

4.4.- Tubos, Tuberías a Presión y Acueductos de Concreto Presforzado.

El concreto presforzado se utiliza ampliamente para conducir agua en tubos, tuberías a presión, sifones y acueductos en tamaños hasta de 4.5 m de diámetro empleándose también para el uso de sistemas y líneas submarinas, debido a que combinan la resistencia circular con la rigidez y resistencia longitudinal de una viga, teniendo con éllo durabilidad y peso para efectos de estabilidad.

Estos tubos se fabrican mediante el proceso de colado vertical o bien horizontalmente con una guía desmontable.

Con el método de colado vertical se prefabrican tubos con diámetros mayores de 1.8 m y en largos de 4.9 m hasta

7.3 m. Para formar la base se usa un anillo marginado de acero, colocándose posteriormente una jaula soldada de refuerzo--
conteniendo los ductos para el presfuerzo, se coloca la cimbra
exterior colocando el concreto y curándolo con vapor, por ---
último se destensa y decimbra.

El presfuerzo longitudinal mejora la resistencia al ---
agrietamiento, se tiene mayor resistencia de viga y puede --
usarse también para unir varias secciones empleando coples --
en los tendones. Las juntas pueden ser coladas ó unidas con--
material epóxico, pudiendo ser flexibles cuando las atravie--
zan los tendones.

Las secciones para los acueductos se colocan horizontal--
mente en cimbras estandares siendo sus secciones trapezoida--
les ó semicirculares, reforzadas transversalmente de forma --
convencional y usando el método de pretensado en línea. Se --
cuelan en claros simples sobre apoyos flexibles.

En las tuberías el presfuerzo circular se aplica por ----
medio de tendones curvos en sectores de 180° a 270° aunque --
las pérdidas por fricción debido a la curvatura son altas, --
pueden mantenerse dentro de límites razonables usando ductos--
rígidos con curvatura suave y aplicando el presfuerzo en am--
bos extremos o presforzándose longitudinalmente en un solo --
sentido.

4.5.- Durmientes para Ferrocarril de Concreto Presforzado.

Estos durmientes ofrecen las ventajas del anclaje y la -
estabilidad para los rieles soldados, una vida estimada del-
doble de la madera, eliminación de los cortes bajo los rieles
por la acción de cargas pesadas y un mantenimiento muy reduci
do para las vías y el balasto.

Estos elementos se han utilizado con mayor frecuencia -- últimamente por el deseo de tener cargas más pesadas por eje y velocidades mayores, así como la disminución del ruido producido por las ruedas del tren al contacto con los rieles metálicos sobre todo en las uniones.

Las piezas son pretensadas obteniéndose resultados satisfactorios con el uso de una área adecuada para los torones, - aplicación gradual del presfuerzo y un ligero aumento en la longitud del durmiente. Por lo general se da una forma fle--- xionada a los torones para tener una mayor capacidad por momento positivo bajo el riel y un presfuerzo aproximadamente-- concéntrico en el centro, además se han desarrollado dife--- rentes tipos de cuñas y de clips con resorte para fijar el-- riel al durmiente bajo un esfuerzo positivo.

El pretensado en línea es el método utilizado en la -- producción de durmientes para tránsito rápido, usando cim---- bras múltiples y siendo el presfuerzo extremadamente uniforme, obteniéndose excelentes superficies para el concreto.

Generalmente no se requieren estribos de acero reforzado para cortante; sin embargo en algunos diseños se usan para -- ligar los tendones con el fin de reducir la longitud de trans_u ferencia y para evitar el agrietamiento.

4.6.- Pavimentos de Carreteras y Aeropuertos de Concreto Presforzado.

Los pavimentos en pistas para aeropuertos son más usados que para carreteras ya que las cargas que soportan son mucho-- más grandes. Gracias a este tipo de pavimentos los espesores-- se reducen, proporcionando además una superficie suave, un -- recubrimiento impermeable para la subbase, una vida mayor y - una reducción substancial en las juntas.

Debido a su sección delgada los pavimentos de concreto-presforzado son más flexibles, distribuyendo la carga de manera más eficiente sobre la subbase, lo cual produce menores esfuerzos en el pavimento bajo la acción de las cargas de -- las ruedas.

El sistema que se emplea para su construcción es el móvil donde el pavimento se desliza sobre la subbase dilatándose y contrayéndose debido a los cambios de temperatura y de humedad. El presfuerzo se imparte por medio de tendones interiores ya sea usando el pretensado o el postensado.

Los ductos longitudinales se presfuerzan y se tensan -- contra apoyos distantes a 900 m ó más, posteriormente los -- ductos transversales se apoyan en los longitudinales. El cuidado debe aplicarse y mantenerse cuidadosamente así como de dar una pequeña cantidad de presfuerzo a la losa para contra restar los esfuerzos ocasionados por la contracción; esto -- puede hacerse a edades de 1 a 3 días, aplicando el presfuerzo final a los 7 días.

Las áreas problemáticas de estos pavimentos son las juntas y la torcedura de los bordes evitándose por medio de un engrosamiento de los mismos, y hacer juntas con combinaciones de acero, hule (neopreno) y concreto.

4.7.- Bardas de Concreto Presforzado.

Estas bardas de concreto pretensado son utilizadas para residencias, conjuntos habitacionales, escuelas, centros deportivos, comerciales, etc.

Sus características son las siguientes: Rapidez de instalación, apariencia agradable, nulo mantenimiento, seguridad, duración, eliminación de castillos y dalas, resistencia

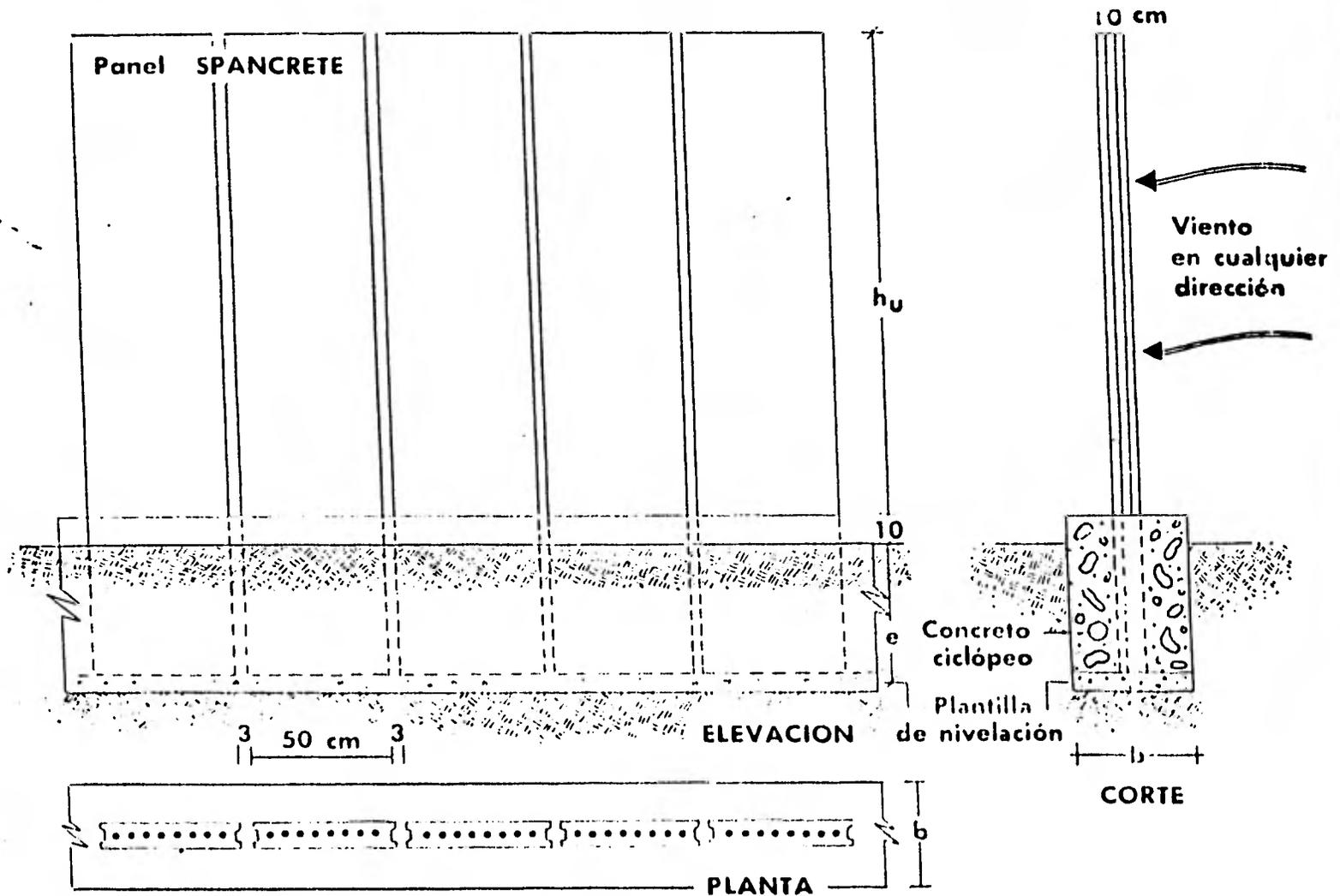
a vientos.

En cuanto a los materiales empleados para su fabricación son en general los siguientes:

Concreto de alta resistencia $f'_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$

Acero de presfuerzo $f_{sr} = 17\,000 \text{ Kg/cm}^2$

En el siguiente esquema se puede observar las características de estas bardas, mostrándonos en la tabla de utilización las alturas de las mismas (h_u), sus correspondientes anchos (b) y profundidades de desplante (e), según la velocidad del viento que sople en cualquier dirección.



BARDAS (SIPSA)

TABLAS DE UTILIZACION

VELOCIDAD DEL VIENTO 85 KPH			VELOCIDAD DEL VIENTO — 115 KPH		
WV = 60 kg/m ²			WV = 100 kg/m ²		
h _u (cm)	b (cm)	e (cm)	h _u (cm)	b (cm)	e (cm)
150	40	40	150	50	50
175	40	40	175	50	60
200	40	50	200	60	60
225	50	50	225	60	60
250	50	50			

(SIPSA)

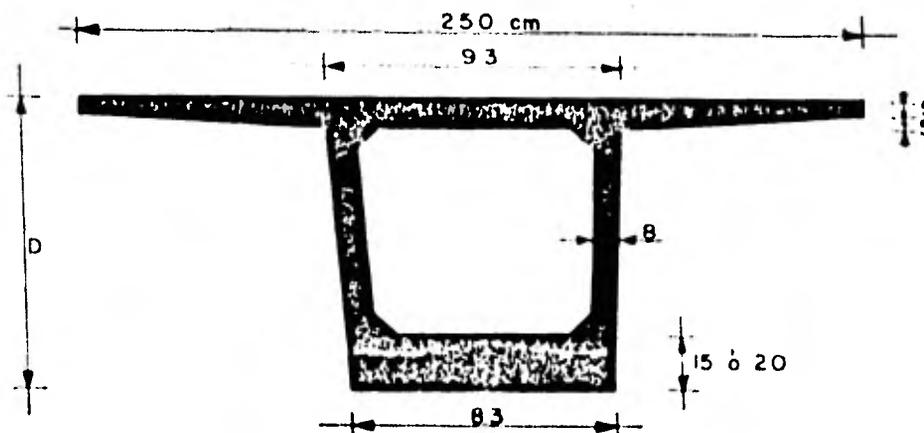
4.8.- Cajón con aletas de Concreto Presforzado.

Este elemento debido a sus características de resistencia, eficiencia y ligereza se ha usado para la construcción de puentes hasta 30 m de claro efectivo y cargas HS-20.

Debido al diseño de su sección transversal constituido en su patín superior por un voladizo evita el uso de cimbra.

A continuación se muestra las características geométricas de su sección transversal así como una tabla de datos generales de varios cajones.

CAJON CON ALETAS



(SEPSA)

DATOS GENERALES

TIPO	L m	D cm	wpp kg/m	W Ton	A cm ²	I cm ⁴	y ₁ cm
CA - 110 - 428	28	110	1 216.2	34.1	5 067.5	9 303 932.9	62.4
CA - 100 - 348	24	100	1 178.3	28.3	4 909.7	7 385 538.3	57.0
CA - 090 - 288	20	90	1 057.6	21.2	4 406.6	5 274 778.0	54.3
CA - 080 - 228	16	80	1 019.7	16.3	4 248.6	3 958 974.8	48.6
CA - 070 - 158	12	70	981.9	11.8	4 091.3	2 848 514.6	42.7

L.- Longitud del claro.

D.- Peralte total.

W_{pp}.- Peso propio de la pieza.

W.- Peso total.

A.- Area del elemento.

I.- Momento de inercia.

Y₁.- Distancia de la fibra inferior al eje neutro

V.- CONCLUSIONES.

Los elementos pretensados estandares, son elementos estructurales de concreto presforzado prefabricado adecuado para la fabricación en planta y sólo en casos excepcionales -- se emplean en obra.

En la fábrica se cuelan y curan, transportándolos, montándolos e integrándolos después al resto de la estructura, tratando de conservar el monolitismo que ofrecen los elementos de concreto convencional colados in situ lográndolo por medio de juntas y conexiones adecuadas.

La estandarización es un factor esencial en la producción en serie de estas piezas, siendo ésto una de las mejores maneras de obtener volumen de obra considerable, diseño uniforme, adopción de sistemas modulares, fabricación por medios--mecanizados, empleo de secciones transversales más ventajosas, y economía. Se pueden aplicar estos elementos estructurales-- más comunmente en:

Edificios, escuelas, hoteles, auditorios, gimnasios, --- puentes, habitación, almacenes, tanques y naves industriales.

Frecuentemente estas piezas pueden combinarse con el concreto reforzado convencional colado en obra para lograr una-estructuración monolítica y dar soluciones continuas, siendo esta estructuración la más usada en México y recomendada.

Los elementos además de ofrecernos características geométricas más ventajosas gracias a su estandarización, también-aceptan claros mayores para una misma carga y peralte, y para un mismo claro el peralte se reduce aproximadamente a la- mitad con el consiguiente ahorro de carga muerta, ya que el-

presfuerzo mejora el comportamiento general de la estructura con respecto al concreto reforzado convencional, además proporciona resistencia a la corrosión, resistencia al fuego, impermeabilidad, no requiere mantenimiento, evita el agrietamiento y disminuye el peso del elemento estructural con respecto a uno de concreto convencional para una misma carga.

Debido a la fabricación en planta se pueden tener las siguientes ventajas:

- 1.- Control de la contracción del concreto. Ya sea reduciendo las relaciones agua-cemento ó curando adecuadamente el concreto por medio de vapor.
- 2.- Reducción del flujo plástico.- Dejando fraguar adecuadamente antes del montaje o produciendo un concreto de mayor resistencia.
- 3.- Control de calidad.- Ya que su fabricación es bajo las mejores condiciones en cuanto a cimbras, colocación del refuerzo, colocación, vibrado y curado del concreto; así como obtener excelentes acabados.
- 4.- Disponibilidad oportuna.- Debido a que se pueden suministrar a la obra en muy poco tiempo, y por consiguiente se tiene una mayor rapidez de ejecución, ya que además su montaje y ensamble se realizan con limpieza y rapidez.
- 5.- Economía.- La mano de obra y el equipo pueden usarse a su máxima eficiencia aprovechando la mecanización del proceso de fabricación, evitándose así el costo por obra falsa y el desperdicio de materiales.

Entre las desventajas se tiene:

- 1.- Necesidad en invertir en equipos.
- 2.- Dificultad en el diseño de las juntas y conexiones para -

formar estructuras monolíticas.

- 3.- Mayor costo del diseño estructural.
- 4.- Necesidad de una programación detallada.
- 5.- Necesidad de una supervisión.
- 6.- Costo adicional por transporte y montaje.
- 7.- Colocación de ductos para instalaciones y detalles constructivos.

Por lo tanto los elementos pretensados estandares por su aplicación práctica es sin duda una innovación muy importante en el desarrollo del concreto estructural en los últimos años, conduciendo ésto a una transformación revolucionaria en la construcción del concreto armado siendo la concepción modular y repetitiva en gran escala, necesaria para cubrir las necesidades actuales de edificación en México.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Ben C. Gerwick Jr., Construcción de Estructuras de Concreto Presforzado, Editorial Limusa S.A., México, D. F. 1978.
- 2.- Apuntes de la materia.
Catálogos de los Sigüientes Fabricantes.
- 3.- PRESISA S.A., Valle de las Alamedas No. 70, San Francisco Chilpan, Tultitlán Izcalli del Valle. Edo.- México.
- 4.- SEPSA, Servicios y Elementos Presforzados, S. A., Nuevo-- León No. 249, México 11, D. F.
- 5.- SIPSA, Sistimas Presforzados S. A., San Lorenzo No. 167 - Col. del Valle, México 12, D. F.
- 6.- TICONSA, Técnicas Internacionales de Construcción S. A.,- Prolongación de Ayuntamiento No. 110 Desp.- 101-102, Col. Coyoacán, México 21, D. F.
- 7.- VIBOSA, Vigueta y Bovedilla S. A., Prolongación Av. San-- Antonio No. 428, Col. San Pedro de los Pi-- nos, México, D. F.