

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



**ESTRUCTURACION DE NAVES INDUSTRIALES
CON ELEMENTOS PREFABRICADOS.**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
PRESENTA:**

DANIEL TREJO ZEPEDA

MEXICO, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

I N D I C E .

I.-> INTRODUCCION.

I.1.- Principios del presfuerzo.

I.1.a.- Comportamiento del concreto reforzado.

I.1.b.- Comportamiento del concreto presfuerzoado.

II.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES PREFABRICADOS ESTANDAR.

2.1.- Elementos prefabricados de concreto mas comunmente empleados.

2.2.- Descripción de naves industriales con elementos prefabricados.

III.- ESTRUCTURACION DE NAVES INDUSTRIALES CON ELEMENTOS PREFABRICADOS.

3.1.- Sistemas de construcción para naves industriales.

3.2.- Ejemplo de una nave industrial.

3.3.- Estructuración de naves superficiales portantes.

IV.- CONCLUSION.

V .- BIBLIOGRAFIA.

ESTRUCTURACION DE NAVES INDUSTRIALES
CON ELEMENTOS PREFABRICADOS

I.- INTRODUCCION.

I.1.- PRINCIPIOS DEL PRESFUERZO.

I.1.a.- Comportamiento del concreto reforzado.

Analizando, el comportamiento de una trabe de concreto no armado, sobre dos apoyos, (fig.a.), solicitada en su centro por una carga de intensidad creciente, (fig.b.). Bajo el peso propio y la sobrecarga, la parte inferior de la trabe se tensiona y la parte superior se comprime. Como el concreto es un material que resiste mal a la tensión, con un pequeño valor de sobrecarga, la zona central se agrieta y la trabe se rompe rapidamente.

Considerando la misma trabe pero con barras de acero en la parte inferior, (fig.c.). Con el aumento de la sobrecarga, el concreto de la zona inferior va de nuevo a llegar al límite de su resistencia a la tensión, pero ahora ese alargamiento y aún el mismo agrietamiento no ponen en peligro la estabilidad de la trabe, ya que las barras absorben dicha tensión.

Suponiendo que la sobrecarga que actua sobre la trabe de concreto supere a la de diseño, las grietas se abren todavia más y la trabe adquiere una flecha visible, (fig.d.). Esas grietas y esa flecha no desapareceran ni con la anulaci6n completa de la sobrecarga. Por lo que el concreto armado no es un material elástico.

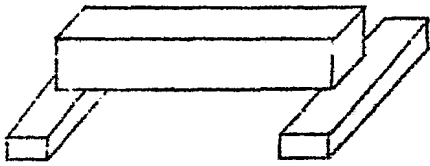


fig.a.

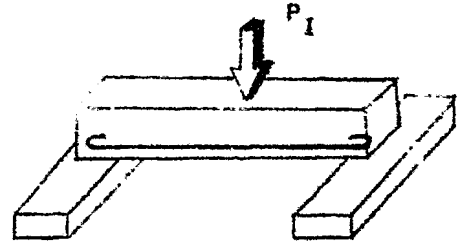


fig.c.

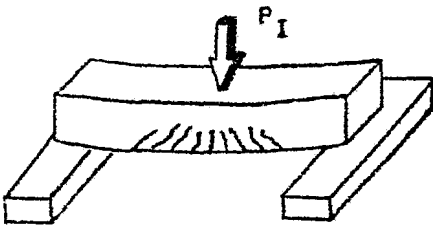


fig.b.

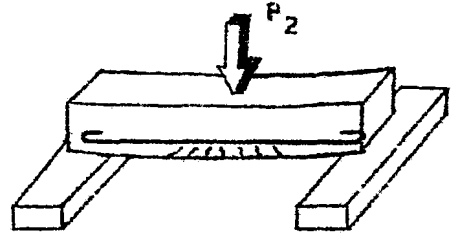
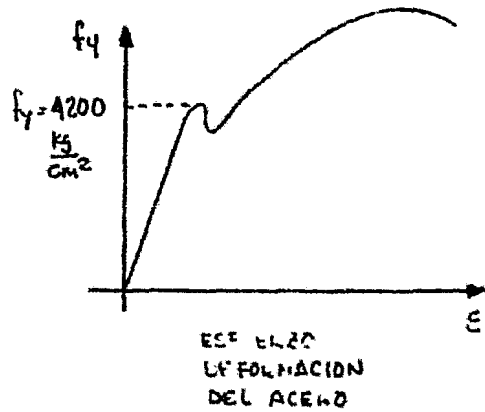
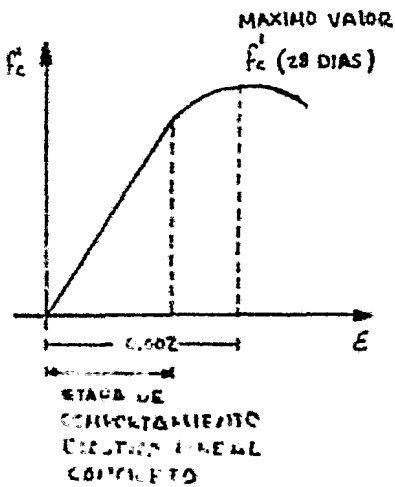


fig.d.

A continuación se presentan las respectivas graficas de comportamiento del concreto a compresión y acero de refuerzo.



I.I.b.- Comportamiento del concreto presforzado.

Considerando una trabe de concreto sin ningún armado y -- aplicando dos fuerzas exteriores idénticas y constantes como se -- indica en la (fig.e.),. Esas fuerzas comprimen la parte inferior y tensionan la parte superior de la trabe. Es posible siempre --- escoger la intensidad de las fuerzas y su posición, para que la -- tensión arriba y la compresión abajo queden entre límites admi -- sibles, sobre todo teniendo en cuenta que al aplicar las fuerzas -- el peso propio empieza a actuar.

La sobrecarga creciente crearía compresiones arriba y --- tensiones abajo, que combinadas con los esfuerzos existentes de -- ran compresiones arriba y abajo, evitándose de este modo tensio-- nes en el concreto, que desde luego no se agrieta, (fig.f.).

Debido a las dos fuerzas el concreto resiste ahora solo - , sin ningún refuerzo, a la sobrecarga. Las fuerzas exteriores, -- o sea el presfuerzo, transformaron al concreto no armado en un -- resistente material homogéneo. Si la sobrecarga aumentara excep-- cionalmente, el concreto se agrietaría, pero al bajar la intensi-- dad de la sobrecarga a su valor normal, las grietas se cerrarían -- de nuevo y la trabe tomaría exactamente el estado anterior bajo -- la acción de las dos fuerzas exteriores, (fig.g y fig.h.).

Las fuerzas exteriores consideradas anteriormente pueden lograrse de diversas formas ; con aros precalentados y gatos ---- hidráulicos.

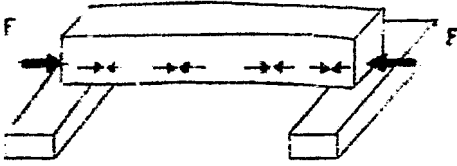


fig. e.

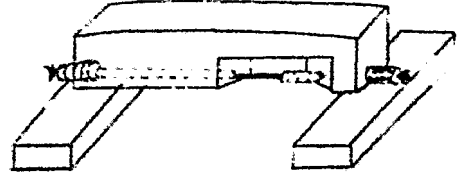


fig. g.

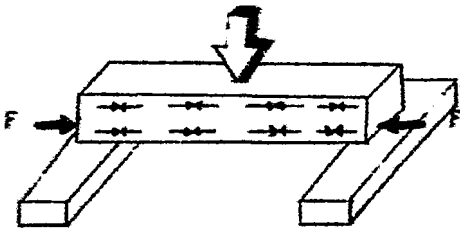


fig. f.

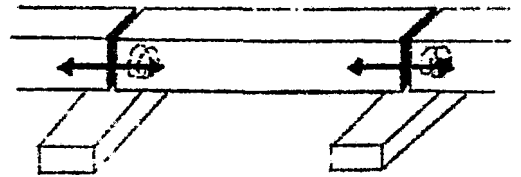
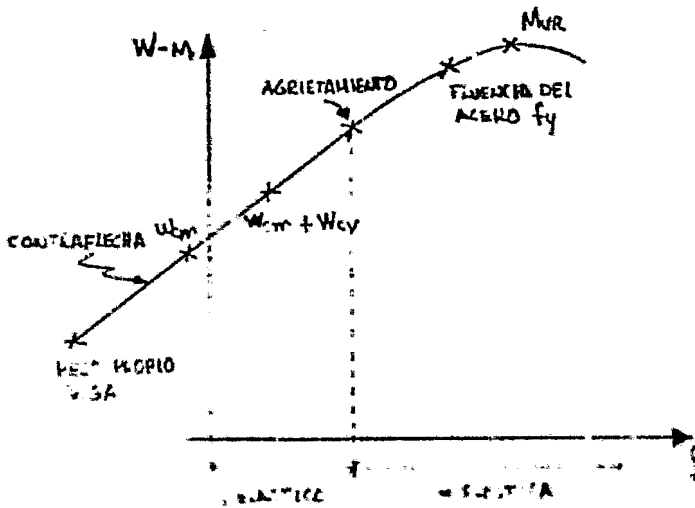


fig. h.

A continuación se presenta la respectiva grafica del comportamiento de vigas de concreto presforzado.



Sí bien existen muchos métodos para producir las fuerzas de --
presfuerzo en elementos estructurales, la modalidad más común, es
mediante cables de alta resistencia, que se tensan antes de que --
actúen las, sollicitaciones externas; pueda ser antes ó después --
del colado.

La prefabricación, es un sistema constructivo basado en la --
elaboración de elementos estandarizados que se ligan entre sí, se
utilizan para combinarse con colados en el lugar, su almacenaje, --
transporte y montaje deben ser sencillos.

Los elementos prefabricados de concreto son usados para la --
construcción de naves industriales, que se caracterizan por un --
sistema estructural propio y su condición funcional. Dichos siste
mas están sujetos a su construcción y sobre todo a lo siguiente.

- a).- Altura libre necesaria.
- b).- Iluminación.
- c).- Pendiente de las cubiertas.
- d).- Mecánica de suelos.
- e).- Fabricación, transporte y montaje.

Las naves industriales de una sola planta pueden ser con cu --
bierta plana ó no y se caracterizan por su gran superficie, sus --
moderadas alturas y pequeñas capacidades para soportar cargas.

Respecto a las formas y disposición constructiva se tiene lo --
siguiente.

- 1.- Los elementos desempeñan en la estructura una determinada fun
ción.
- 2.- Desde un punto de vista general hay direcciones distintas en
que conducir la construcción;

a).- Elementos de sencilla fabricación y transporte, que puedan realizarse en un taller y que en su mayoría sean piezas lineales de 30m de longitud y elementos pequeños de cerramiento de locales;

b).- Elementos de grandes dimensiones de tipo superficial, fabricados que desempeñen simultáneamente las funciones de soportar cargas y de cerrar espacios.

Cada vez se define más el desarrollo en dirección hacia elementos de gran superficie, los cuales pueden encontrarse formando numerosas combinaciones.

II.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES PREFABRICADOS ESTANDAR.

2.1.- Elementos prefabricados de concreto mas comunmente empleados

Los elementos pretensados estandar deben reunir los siguientes requisitos:

Algunas de las características de los elementos estandarizados es que se pueden adaptar a varias funciones como techos, muros, trabes, etc., y poder emplearse facilmente por sus dimensiones en navas y edificios destinados a diferentes usos, su almacenaje --- transporte y montaje deben ser sencillos, por consiguiente pres --- tarse a la fabricación por medios mecanizados.

A su vez los elementos estandar ofrecen al proyectista las siguientes ventajas:

- 1).- Claro mayor.- Obteniendose un ahorro importante de columnas --- ó muros, a la vez que se dispone de un mayor espacio útil.
- 2).- Peralte menor.- Para un mismo claro el peralte se reduce --- aproximadamente a la mitad con ahorro de carga muerta, tam --- bién se puede disponer de mayor altura libre.
- 3).- Calidad.- Ofrecen calidad de producto industrial controlado --- y excelentes acabados.
- 4).- Rápidez de obra.- Se incrementa notablemente la rapidez de --- la construcción ya que estos elementos se fabrican simulta --- neamente con los trabajos de cimentación en obra por lo que --- su montaje y ensamble se realizan con limpieza.

TRABES.

Las trabes se clasifican en;

Trabes portantes y

Trabes losas.

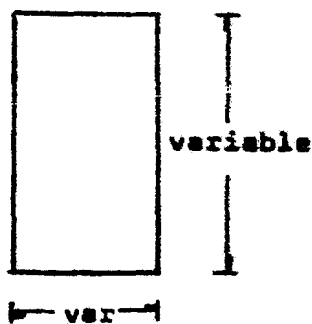
TRABES PORTANTES.- Estos elementos estructurales de concreto - presforzado, tienen como finalidad, la de soportar cargas que actúan en su propio plano y transmitir las a los cimientos a través de estructuras de orden superior como son las columnas.

En la ciudad de México se fabrican las siguientes secciones:

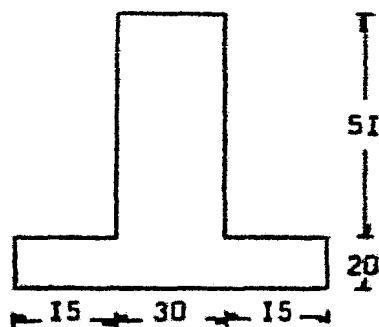
- a).- Sección rectangular.
- b).- Sección "T" invertida.
- c).- Sección "L".
- d).- Sección Canal.
- e).- Sección "I".
- f).- Sección "TY".

Sección Rectangular, T Invertida, L y Canal.

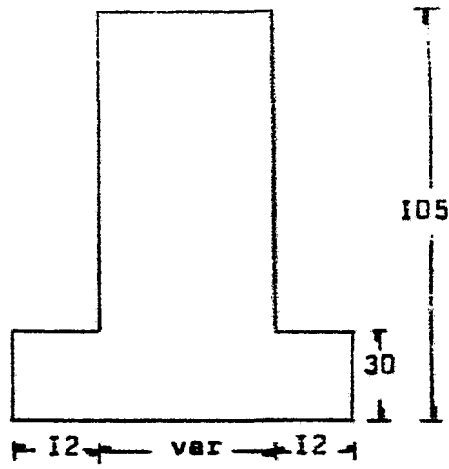
Estos elementos tienen el inconveniente de no ser estandarizados, ya que los claros y secciones son variables según los problemas estructurales, que se le presentan al proyectista.



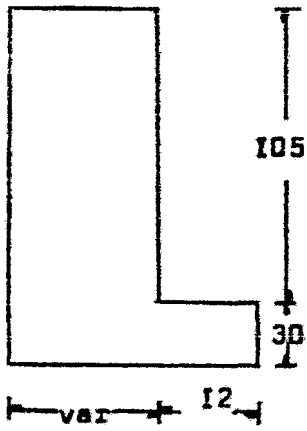
Sección Rectangular.



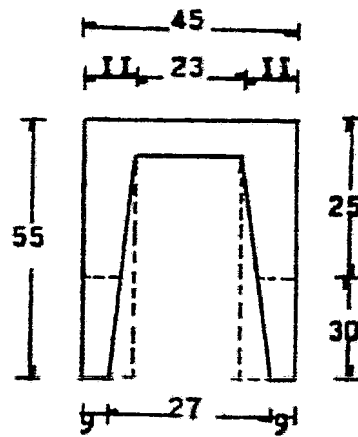
T invertida.



T invertida.



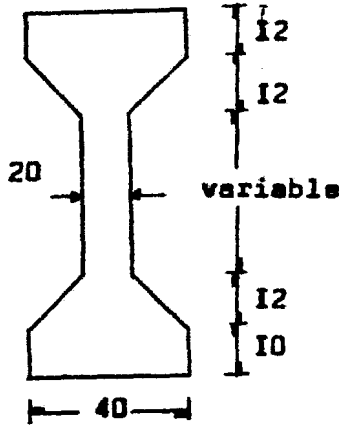
Sección "L".



Sección Canal.

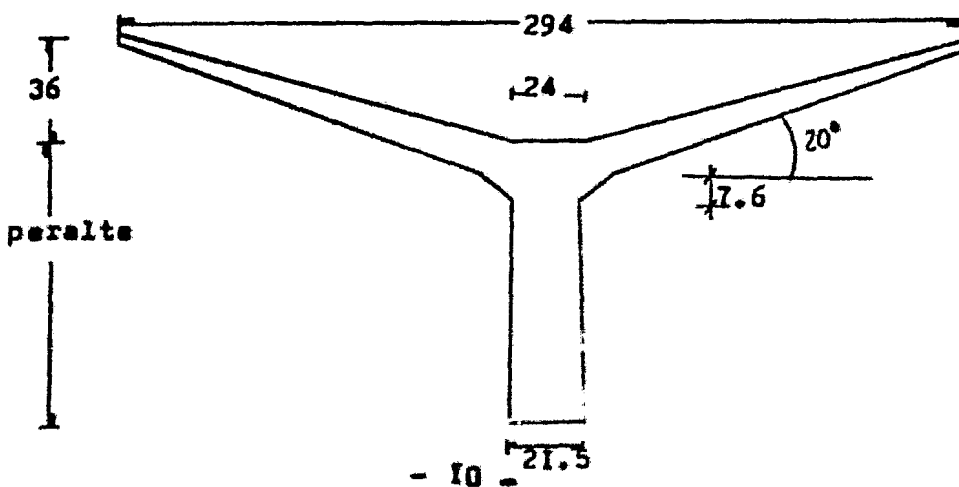
Sección I .- Elemento estructural, que permite soportar cargas y vibraciones en grandes claros.

En proyectos específicos se fabrican piezas para salvar claros de 15m hasta 30m. Figura siguiente.



Sección TY .- Las traveses TY son elementos estructurales que cumplen con lo especificado en las normas vigentes de diseño el PCI- (prestressed concrete institute).

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



TRABES LOSAS.- La finalidad de estos elementos es la de limitar espacio teniendo como norma una superficie plana. Su función es la de distribuir las cargas y transmitir las, siendo esta de -- orden inferior, generalmente son piezas para cubiertas y para entrepisos.

En la ciudad de México se tienen las siguientes:

Trabes sección "T"

Trabes sección "IT" .

Se emplea donde:

- Se requiera salvar ó techar grandes claros.
- Existen cargas relativamente altas.

TRABES SECCION "T".- Estas trabes son elementos ideales para salvar grandes claros y soportar sobrecargas altas. Generalmente forman sistemas para entrepisos, techos, muros de fachadas, etc;- aplicándose en la estructuración de naves industriales, auditorios, escuelas, etc.

Se clasifican en:

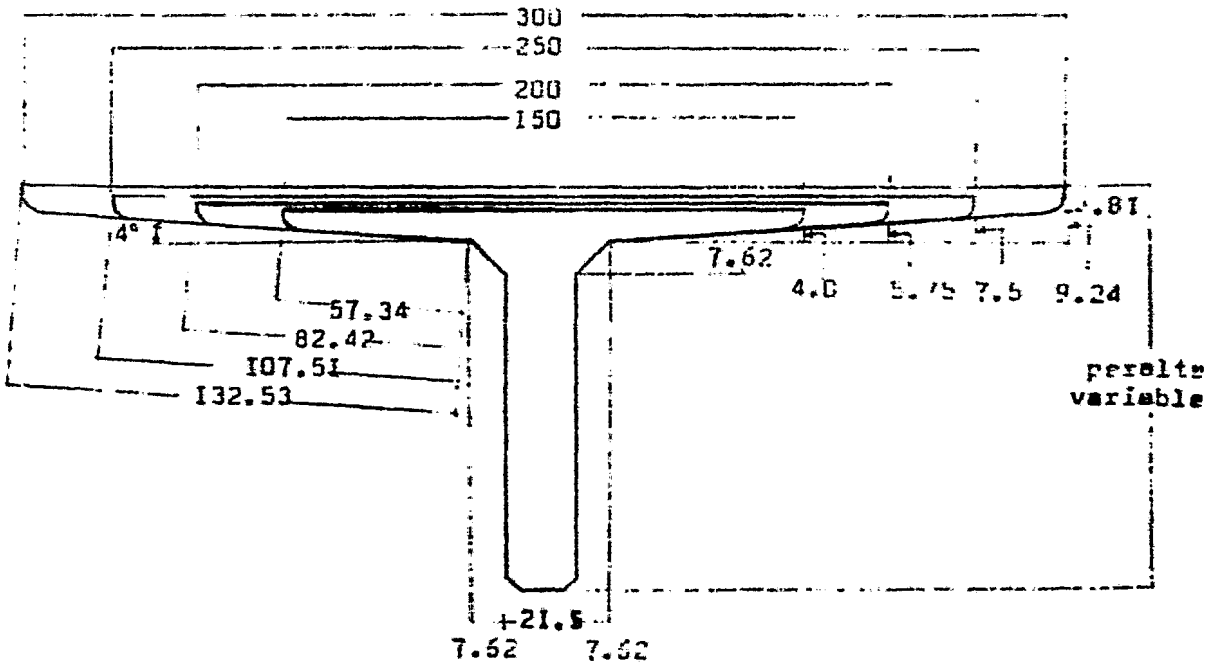
Trabes "T" sin firme

Trabes "T" con firme

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

A continuación se observan sus características geométricas.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS VIGAS T.



Trabes I con firme .- Las especificaciones del firme estructural complementario son en terminos 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

TRABES SECCION "TT" .- Estos elementos se utilizan para salvar grandes claros con sobrecargas elevadas, para ser aplicados en -- edificios industriales, habitacionales, y deportivos; formando -- con ellos sistemas para entrepisos, techos, muros de fachada, cubiertas, etc.

Se clasifican en:

Trabes TT sin firme.

Trabes TF con firme.

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:

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

Acero de refuerzo $f'y = 4\ 200\ \text{kg/cm}^2$

Concreto presforzado $f'c = 400\ \text{kg/cm}^2$

A continuación se observan algunas características geométricas de estas trabes.

TRABES TI CON FIRME .- El firme complementario se recomienda -

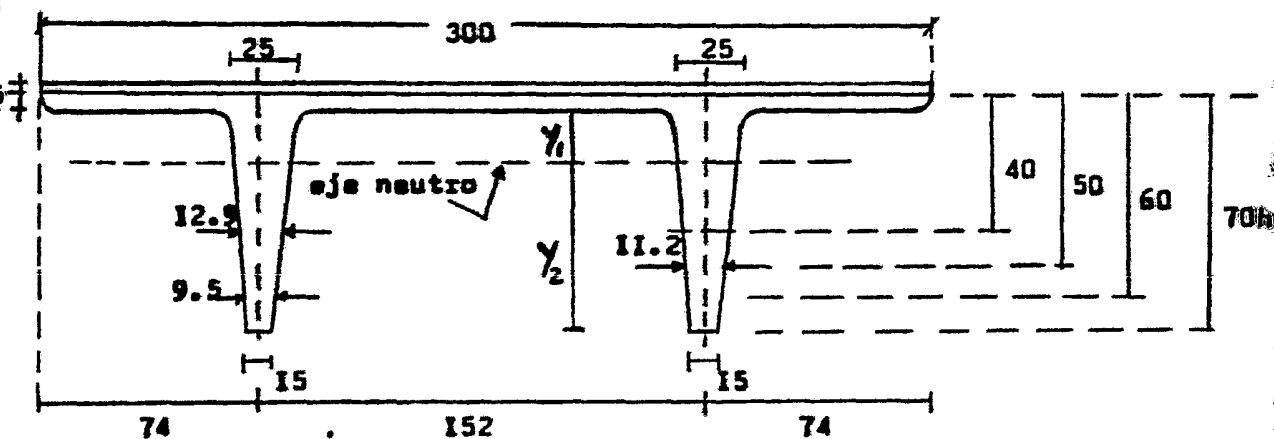
en los siguientes casos:

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

Las especificaciones del firme complementario son las siguientes:

Espesor;	3 a 5 cm.
Armado:	malla 66-1010
Concreto:	no menor de 150 kg/cm ²
Peso Propio:	70 a 150 kg/m ²

En la figura se muestra las características geométricas de la trabe TT-300



2.2.- Descripción de naves industriales con elementos prefabricados.

Las edificaciones industriales prefabricadas, se caracterizan principalmente por su condición funcional.

Naves lineales.

Las naves de tipo lineal son aquellas construcciones que están formadas por una crujía (6 vano).

Entre las naves industriales prefabricadas las de este tipo -- son las que han tenido bastante aplicación por su gran sencillez.

Existe una gran cantidad de tipos que se presentan entre las -- naves lineales prefabricadas y que predominan sobre todos los --- demas, las constituidas a base de una estructura resistente. Es -- decir aquellas que están formadas por elementos de función espe--- cializada, portante 6 de cerramiento (fig Ia y Ib).

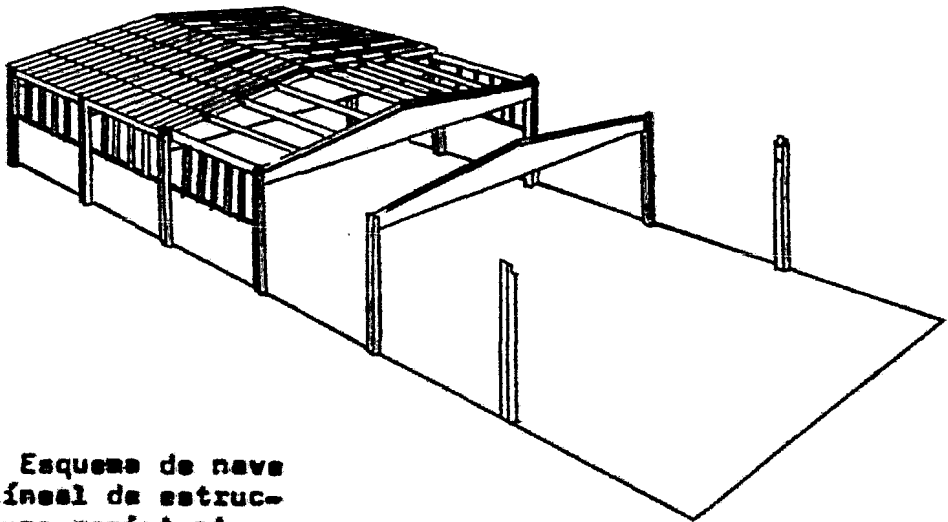
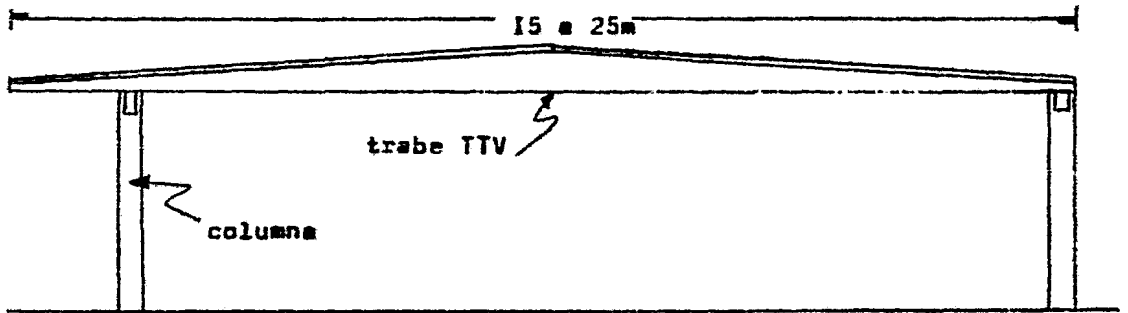
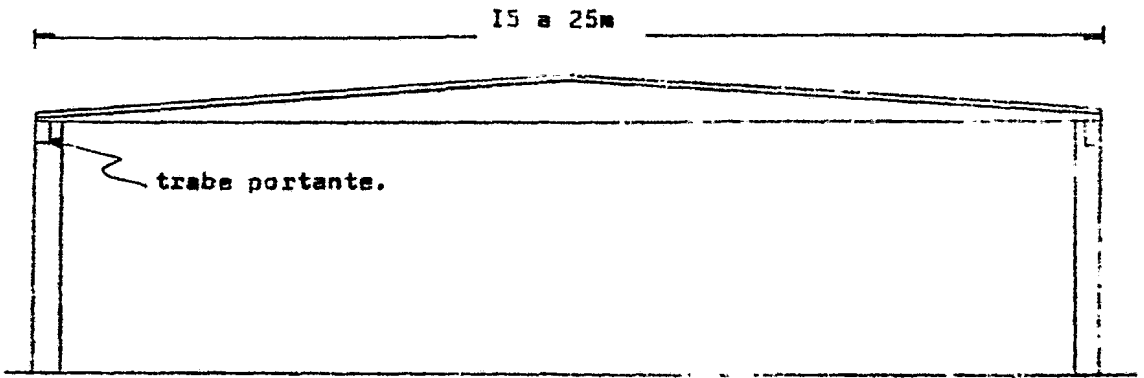
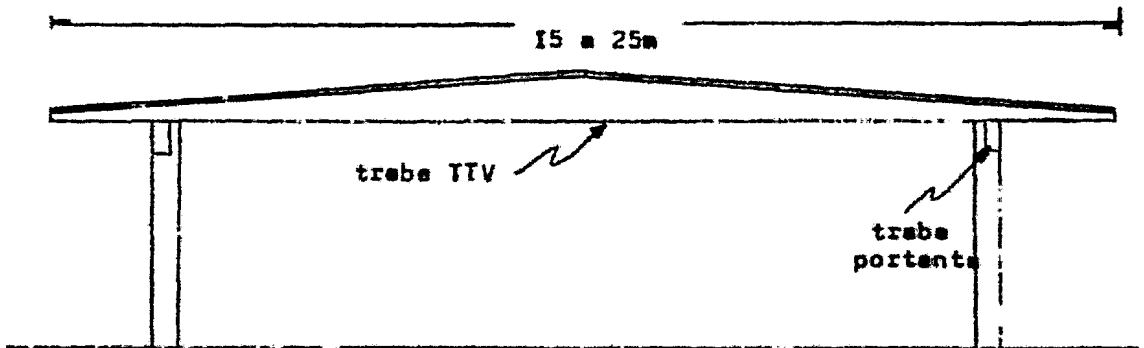


Fig. Ia.- Esquema de nave lineal de estructura resistente.

CORTES TRANSVERSALES.



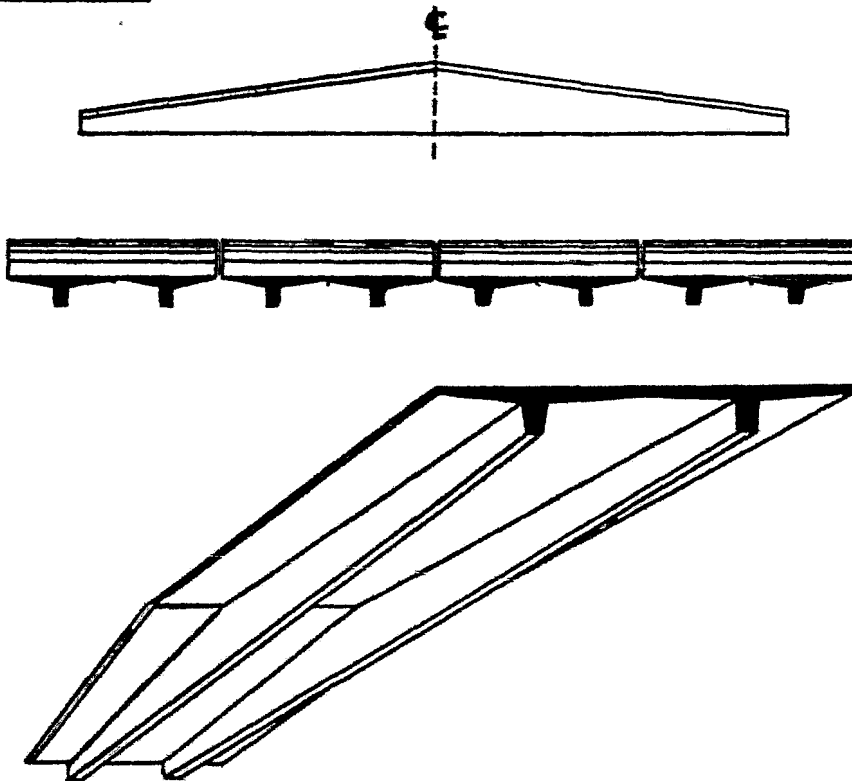
ALTERNATIVA CON UN VOLADO.



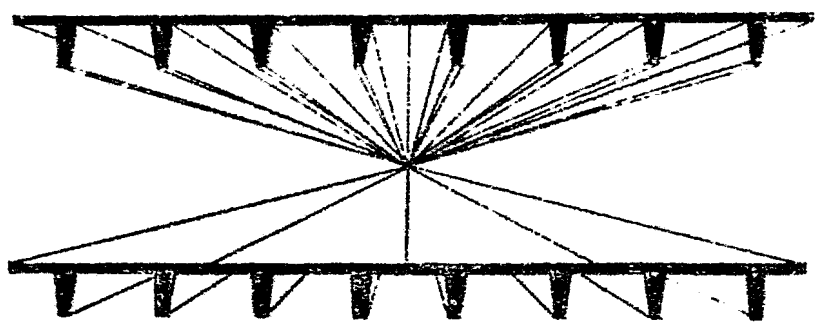
ALTERNATIVA CON DOS VOLADOS.

Existen otras soluciones estructurales de las naves industriales , cuya finalidad es la de distribuir las cargas y transmitir- las. Normalmente forman sistemas para entrepisos; cuando se requi- era salvar ó techar grandes claros, estos elementos prefabricados pueden ser losas TT 300/91, losas 2A TT, losas T y losas TY. De - acuerdo a las características de estos elementos y por su sencii- llez son de gran aplicación en la ciudad de México.(A continuaa- ción se muestran las siguientes figuras).

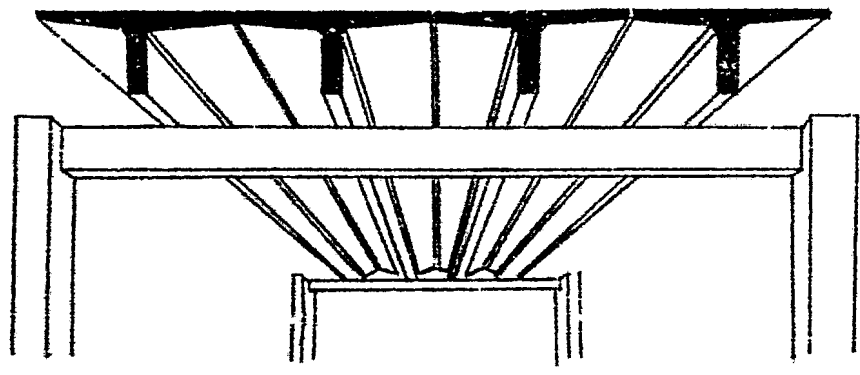
LOSAS 2ATT.



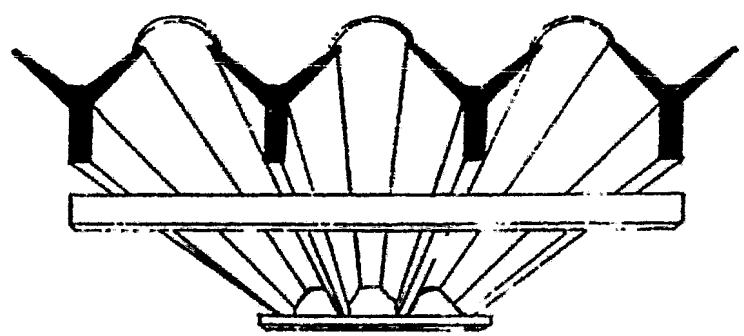
LOSAS TT.



LOSAS T.



LOSAS TY.



III.- ESTRUCTURACION DE NAVES INDUSTRIALES CON ELEMENTOS PREFABRICADOS.

3.1.- Sistemas de construcción para naves industriales.

Las estructuras prefabricadas de concreto son de muchos tipos porque casi todas las estructuras de concreto utilizadas, pueden prefabricarse.

Se distinguen las siguientes en la construcción de naves industriales.

- Sistemas de construcción en naves de una cruz.

Construcciones de estructuras con elementos rectos, columnas y vigas.

Estas construcciones se utilizan generalmente para los edificios de planta baja, tanto de pequeños como de claros mayores.

Y se distingue lo siguiente.

Columnas empotradas con viga unida mediante articulaciones:-- constituye el verdadero tipo de construcción prefabricada. Las piezas, de forma recta se fabrican y colocan en obra con mucha economía. La unión articulada de los extremos asegura una colocación rápida. Sus límites se hallan en los 30m. de claro y 10m. de altura del edificio, fig.1.

Cuando se trata de grandes claros, en cuyo caso sería difícil transportar la viga entera, constara de varias piezas construidas en fabrica, que despues se uniran en la obra.

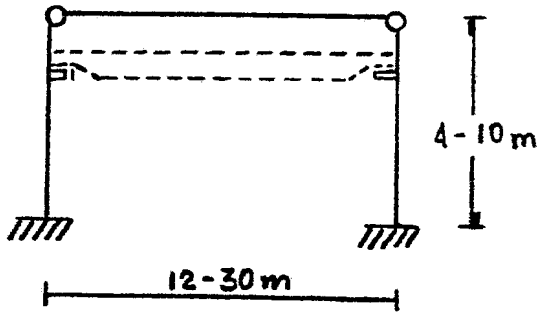


Fig.1. Sistemas de construcción en estructuras compuestas de elementos rectilíneos.
a).- Unión articulada.

Sistemas portantes en naves de varias cruñas.

Las naves de varias cruñas se realizan a base de los mismos sistemas portantes que los de una cruña. Las construcciones de una planta en particular, son un caso especial de las naves de varias cruñas que se caracterizan por su gran superficie cubierta y escasa altura libre.

- Naves de elementos rectilíneos a base de columnas y vigas.

Pueden ampliarse en igual forma a varias cruñas. En los apoyos intermedios puede efectuarse una unión para producir cierto efecto de continuidad, (fig.4a₁ y 4a₂).

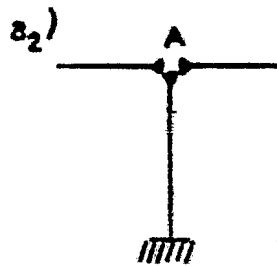
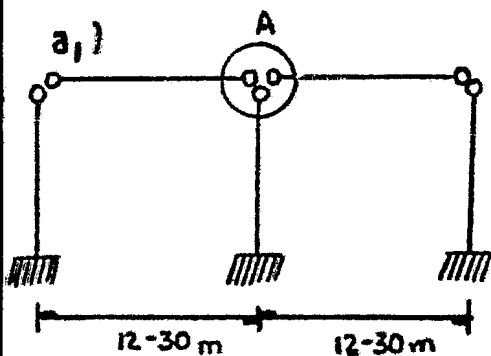
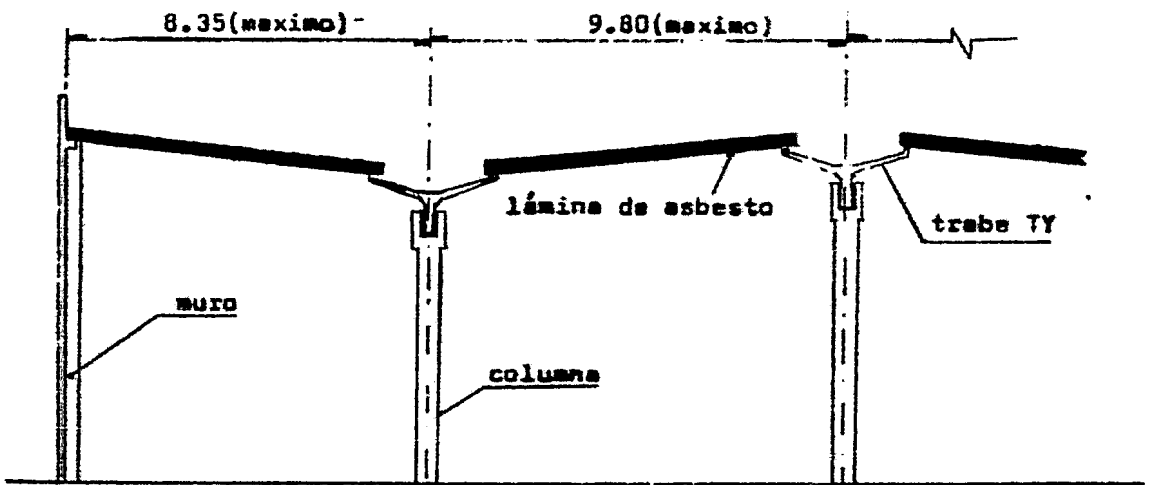
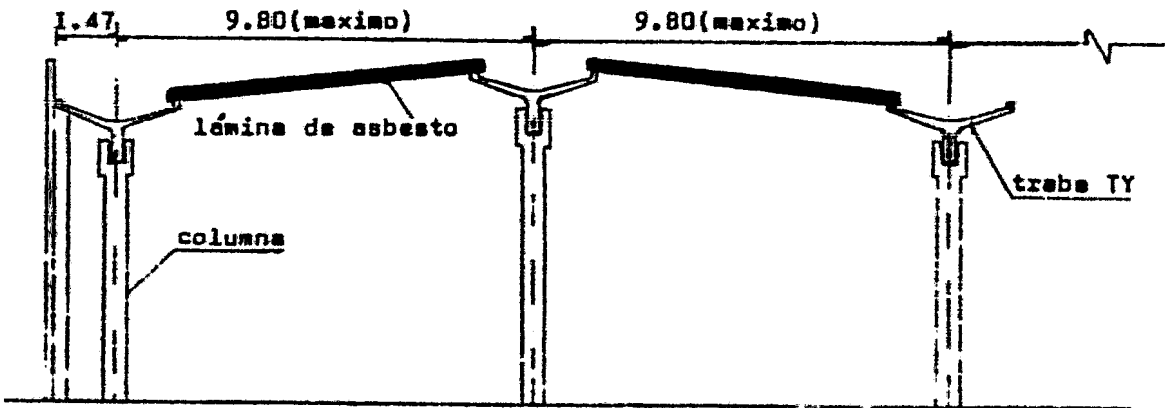


Fig.2. Nave de varias cruñas con elementos rectilíneos:
a₁).- Con simple apoyo sobre las columnas intermedias.
a₂).- con cierto efecto de continuidad sobre las columnas.

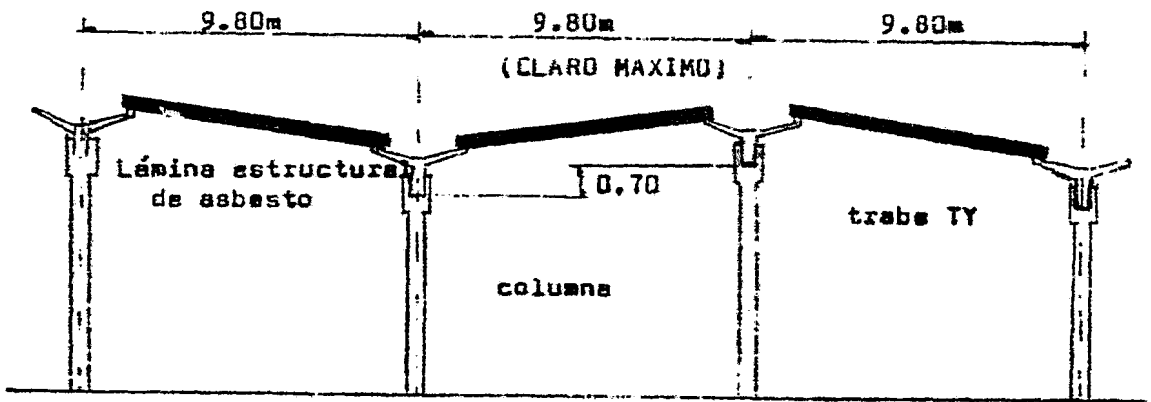
Se encuentra también otro tipo de construcción de naves lineales: como el de varias crujeas y que esta formada por elementos de gran sencillez y que incluyen muros, columnas, traveses TY; asociadas con cubiertas de asbesto. Además se pueden tener varias alternativas para la estructuración de una nave industrial, (a --- continuación se muestran las siguientes figuras).



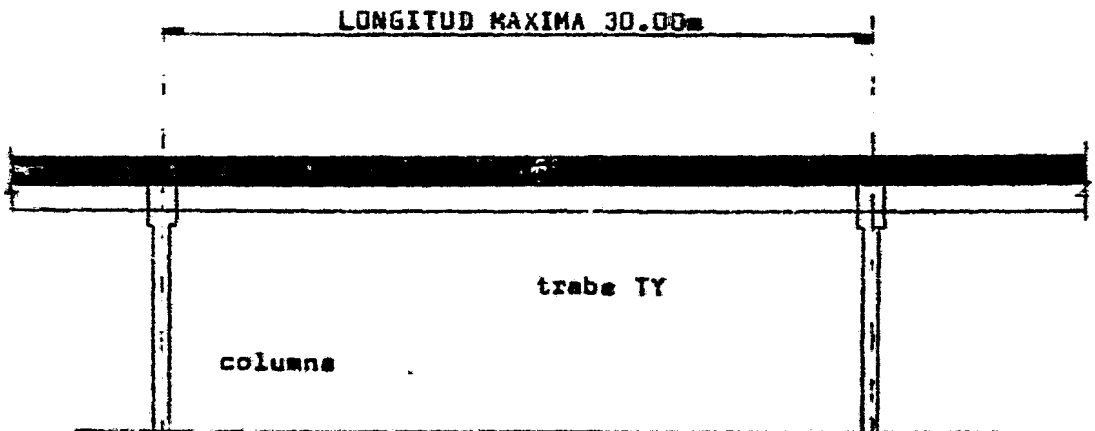
CORTE DE NAVE INDUSTRIAL.



ALTERNATIVA DE NAVE INDUSTRIAL.



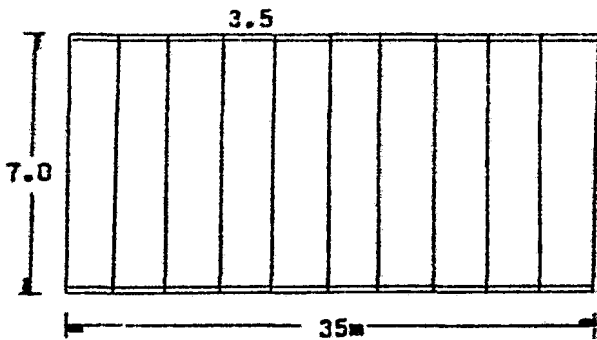
CORTE TRANSVERSAL.



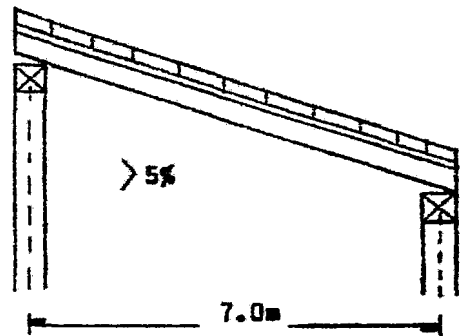
CORTE LONGITUDINAL.

3.2.- Ejemplo de una nave industrial.

Diseñar por flexión y resistencia el larguero pretensado para soportar la cubierta que se muestra a continuación.

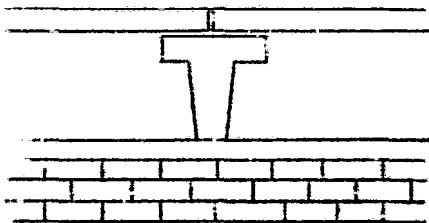


10 espacios a cada 3.5m

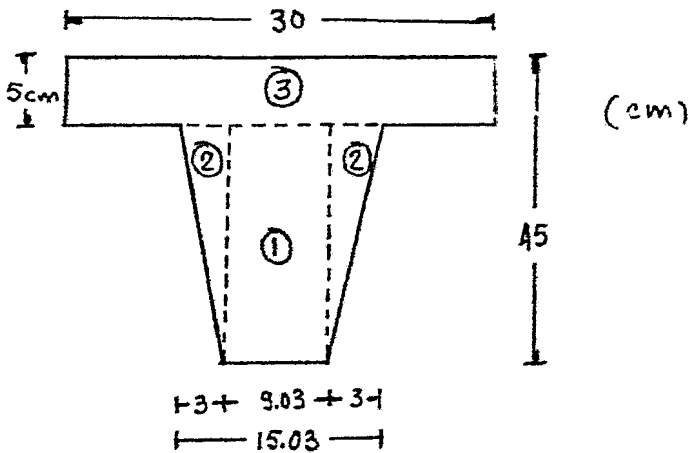


DATOS:

Larguero	$L = 7.0m$
m	$> 5\%$
Separación	$= 3.5m$
w_{cv}	$= 60 \text{ kg/m}^2$
w_{losa}	$= 167 \text{ kg/m}^2$
w_{imper}	$= 15 \text{ kg/m}^2$
w_{cm}	$= 40 \text{ kg/m}^2$
F_c	$= 350 \text{ kg/m}^2$
F_{sr}	$= 18\ 000 \text{ kg/m}^2$
Torones	$\phi = 3/8'' ; 0.516 \text{ as}$



SECCION TRANSVERSAL.



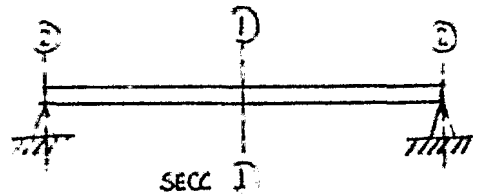
CALCULO DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS.

ELEMENTO	AREA	\bar{y}	$A\bar{y}$	d	d^2	Ad^2	I
1	361.2	20	7224	6.6	43.56	15,733.87	$\frac{bh^3}{12} = 48,160$
2	120	26.6	3192	0.0	0.0	0.0	$\frac{bh^3}{36} = 10,666.67$
3	150	42.5	6375	15.9	252.81	37,921.5	$\frac{bh^3}{12} = 312.50$
	631.2		16791			$\Sigma_1 = 53,655.30$	$\Sigma_2 = 59,139.17$

$$\bar{y}_x = \frac{\Sigma A\bar{y}}{\Sigma A} = \frac{16,791}{631.2} = 26.6 \text{ cm}$$

$$I_o = \Sigma_1 + \Sigma_2 = 112,794.47 \text{ cm}^4$$

$$y_s = h - \bar{y}_x = 45 - 26.6 = 18.4 \text{ cm}$$



INCOGNITAS

- CARGA P = ?
- N° DE TORONES n = ?
- UBICACION = ?
- REVISION DE ESFUERZOS PRINCIPALES
- MOR \leq F_{adm}
- DEF. LIM. CARGA

1. - CALCULO DE ESFUERZOS PERMISIBLES

ETAPA ① ANTES DE PERDIDAS DIFERIDAS $f'_c = 0.8 f'_c$

CONCRETO COMPRESION $0.6 f'_c = 0.6 \times 0.8 \times 350 = 168 \text{ Kg/cm}^2$

CONCRETO TENSION $\sqrt{f'_c} = \sqrt{0.8 \times 350} = 16.73 \text{ Kg/cm}^2$

ETAPA ② DESPUES DE PERDIDAS DIFERIDAS

CONCRETO COMPRESION $0.45 \times 350 = 157.50 \text{ Kg/cm}^2$

CONCRETO TENSION $2\sqrt{f'_c} = 2\sqrt{350} = 37.42 \text{ Kg/cm}^2$

ACERO.

ESFUERZO DE TENSION EN EL GATO ; $0.8 f_{sr} = 0.8 \times 18,000 = 14,400 \text{ Kg/cm}^2$
ANTES DE LAS PERDIDAS $f_s = 0.7 f_{sr} = 0.7 \times 18,000 = 12,600 \text{ Kg/cm}^2$

$F_0 = 0.5 f_s = 0.516 \times 12,600 = 6,500 \text{ Kg}$

POR SER ELEMENTO PRETENSADO 20% DE PERDIDAS

DESPUES DE LAS PERDIDAS $F = 0.8 F_0 = 0.8 \times 6,500 = 5,200 \text{ Kg}$

2. - DETERMINACION DE MOMENTOS ACTUANTES

ANALISIS DE CARGAS

$W_{cv} = 60 \text{ Kg/m}^2 \times 3.5 \text{ m} = 210 \text{ Kg/m}$

$W_{liup} = 15 \text{ Kg/m}^2 \times 3.5 \text{ m} = 52.5 \text{ Kg/m}$

$W_{cm} = 40 \text{ Kg/m}^2 \times 3.5 \text{ m} = 140 \text{ Kg/m}$

$W_{pp} = 0.0631 \times 2400 = 151.44 \text{ Kg/m}$

$W_{loca} = 167 \text{ Kg/m}^2 \times 3.5 \text{ m} = 584.5 \text{ Kg/m}$

$W_{total} = 1,138.44 \text{ Kg/m}$

$M_{OT} = \frac{W L^2}{8} = \frac{1,138.44 \text{ Kg/m} \times 3.5^2}{8} = 6.77 \text{ Tm-m}$

3.- ESFUERZOS ACTUALES SECCION ①-①

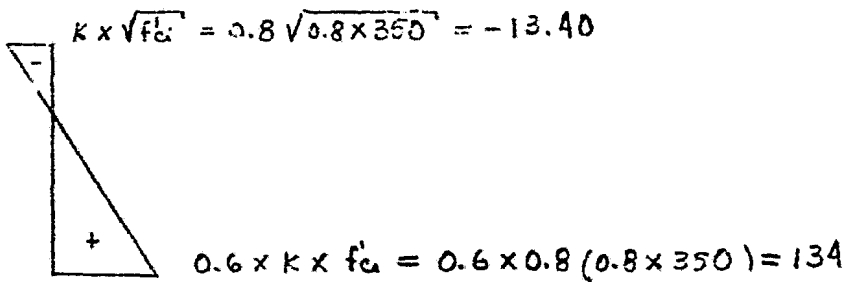
$$f_i = -\frac{M y_i}{I} = \frac{6.97 \times 10^5}{112,794} 26.6 = -164 \text{ Kg/cm}^2$$

TENSION

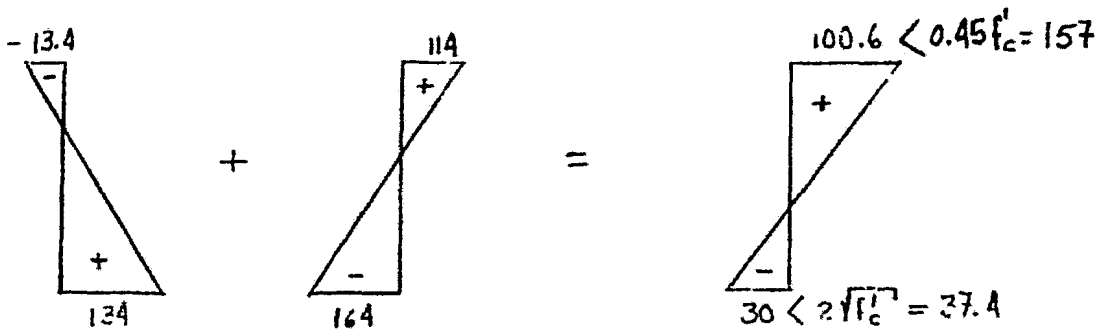
$$f_s = +\frac{M y_s}{I} = \frac{6.97 \times 10^5}{112,794} 18.4 = +114 \text{ Kg/cm}^2$$

COMPRESION

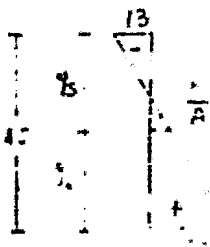
4.- OBTENCION DE LA CAPACIDAD DE RESFUEZO DE LA SECCION



5.- COMPARACION DE ESFUERZOS



6.- SE DEFINE EL PLF. FINIZADO



$$\frac{13 + 134}{45} = \frac{P/A + 13}{30} \quad ; \quad \frac{P}{A} = 47.11$$

$$P = 47.11 \times 0.16510 = 29,735.5 \text{ Kg}$$

$$M = 13 + 134 \times \frac{45}{2}$$

$$N^{\circ} \text{ DE TORONES ; } n = \frac{P}{F} = \frac{29,736}{5200} \approx 6 \text{ TORONES } \phi 3/8$$

$$P_{\text{REAL}} = \# \text{ TORONES} \times F ; P_{\text{REAL}} = 6 \times 5200 = 31,200$$

$$P_{0 \text{ REAL}} = \# \text{ TORONES} \times F_0 ; P_{0 \text{ REAL}} = 6 \times 6500 = 39,000$$

EXCENTRICIDAD TEORICA.

$$e_t = \frac{I(f_t - P/A)}{P y_i} ; e_t = \frac{112,794(134 - 47.11)}{29,736 \times 26.6} = 12.39$$

$$e'_t = y_i - 12.39 = 26.6 - 12.39 = 14.21$$

$$\underline{e'_t = 14.21 \text{ cm}}$$

7.- COLOCACION DE TORONES

80% PARTE INFERIOR ; 20% PARTE SUPERIOR
DE ESPECIFICACION.

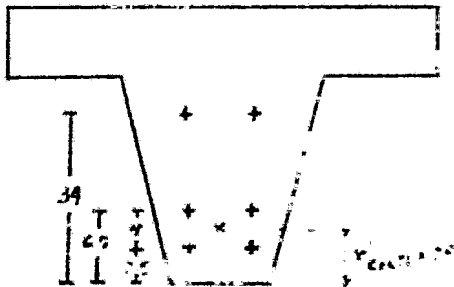
$$S_1 \geq 3\phi \geq 3(0.95) = 2.86 \approx 3 \text{ cm}$$

$$S_T = S_1 + \phi = 3 + 1 = 4 \text{ cm DISTANCIA C a C}$$

Y LIBRE = 2 cm EN NERVADURAS

$$Y_{\text{TOTAL}} = Y_1 + \frac{\phi}{2} = 2 + 0.5 = 2.5 \text{ cm}$$

SE PROPONE COLOCACION DE TORONES



$$\frac{2 \times 2.5 + 2 \times 6.5 + 2 \times 7}{6} = e'_t = 14.2$$

$$\underline{y = 34 \text{ cm}}$$

$$e_t = y_i - e'_t = 26.6 - 12.39 = 14.21$$

$$\underline{e_t = 14.21 \text{ cm}}$$

CALCULO DE ESFUERZO REAL DE PREESFUERZO

ETAPA ① ANTES DE PERDIDAS

$$f_i = \frac{P_0}{A} + \frac{P_0 e_r y_i}{I} ; f_i = \frac{39000}{631.2} + \frac{39000 \times 12.27 \times 26.61}{112794} = 174.68 \frac{kg}{cm^2}$$

$$f_s = \frac{P_0}{A} - \frac{P_0 e_r y_s}{I} ; f_s = \frac{39000}{631.2} - \frac{39000 \times 12.27 \times 18.4}{112794} = -16.28 \frac{kg}{cm^2}$$

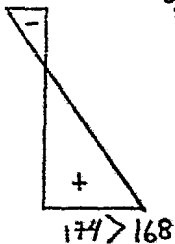
ETAPA ② DESPUES DE PERDIDAS

$$f_i = \frac{P}{A} + \frac{P e_r y_i}{I} ; f_i = \frac{31200}{631.2} + \frac{31200 \times 12.27 \times 26.6}{112794} = 140 \frac{kg}{cm^2}$$

$$f_s = \frac{P}{A} - \frac{P e_r y_s}{I} ; f_s = \frac{31200}{631.2} - \frac{31200 \times 12.27 \times 18.4}{112794} = -13.02 \frac{kg}{cm^2}$$

REVISION DE SECCION ② - ② ETAPA ①
ESFUERZOS ACTUANTES

$$16.28 < 16.7 \quad OK$$



EXISTE UN $M=0$ EN LA SECCION ② - ②

SE MODIFICA EL ESFUERZO EN COMPRESION POR SER MAYOR EL ESFUERZO REAL DE PREESFUERZO

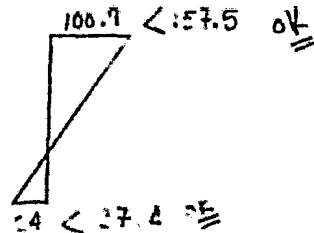
REVISION DE SECCION ① - ① ETAPA ②



+



=



CONCLUSION EL VARGUERO ESTA PROYECTADO EN CUANTO A LOS ESFUERZOS REALES. EXCEPTO EN LA SECCION ② - ② ETAPA INICIAL. EN PARTE INFERIOR SE ENTRA DE MÁS ESFUERZO, DE UN VALOR -

REVISIÓN POR RESISTENCIA

$$MUR = ?$$

$$MUR \geq M_{ua}$$

SECCION ① - ①

$$M_{ua} = F.C (M_a) = 1.4 \times 6.97 = 9.76 \text{ TN-m}$$

LOS TORONES DE LA PARTE SUPERIOR TRABAJAN MUY POCO, ÚNICAMENTE AL REVISAR POR RESISTENCIA SE VAN A TENER EN CUENTA LOS TORONES DE LA PARTE INFERIOR.

SECCION GEOMETRICA "T"

- SE SUPONE QUE LA SECCION TRABAJA COMO RECTANGULAR $a \leq t$

$$A_{sp} = 4 \times 0.516 = 2.064 \text{ cm}^2$$

$$f_{sp} = f_{sr} \left(1 - 0.5 P_p \frac{f_{sr}}{f'_c}\right) ; f_{sp} = 18,000 \left(1 - 0.5 \times 0.0017 \times \frac{18,000}{350}\right) = 17,213.7$$

$$f_{sp} = 17,213.7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$P_p = \frac{A_{sp}}{bd} = \frac{2.064}{30 \times 40.5} = 0.0017$$

$$r' = \frac{2 \times 2.5 + 2 \times 6.5}{4} = 4.5 \text{ cm}$$

$$d = h - r' = 45 - 4.5 = 40.5 \text{ cm}$$

$$T_{sp} = A_{sp} f_{sp} = 2.064 \times 17,213.7 = 35,529 \text{ kg}$$

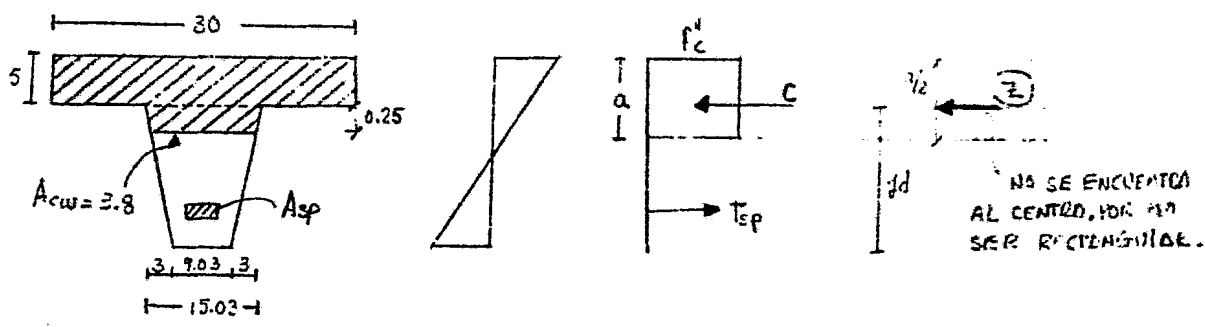
$$C = ab f'_c \quad f'_c = 0.8 f_c^* ; f_c^* = 0.8 \times 350 = 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$C = T_{sp} \quad f'_c = \left(1.05 - \frac{f_c^*}{1250}\right) f_c^* = 231 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$ab f'_c = 35,529$$

$$a = \frac{35,529}{30 \times 231} = 5.12 \text{ cm}$$

$a = 5.12 \text{ cm} > t = 5 \text{ cm}$ \therefore LA VIGA GEOMETRICAMENTE "T" TRABAJA COMO SECCION "T".



$$C = T_{sp} \quad ; \quad A_c \times f_c'' = T_{sp} = 35,529 \text{ kg}$$

$$A_c = \frac{35,529}{231} = 153.81 \text{ cm}^2$$

$$A_c = A_{cf} + A_{cw} \quad ; \quad A_{cw} = A_c - A_{cf}$$

$$A_{cf} = 30 \times 5 = \underline{150} \quad A_{cw} = 153.8 - 150 = 3.81$$

$$A_{cw} = \underline{3.81}$$

$$a = t + \frac{A_{cw}}{15.03} = 5 + \frac{3.81}{15.03} = 5.25 \text{ cm}$$

$$\frac{a}{2} = \underline{2.61}$$

MOMENTOS ESTATICOS.

$$Z = \frac{A_{cf} \times \frac{t}{2} + A_{cw} (t + \frac{a}{2})}{A_{cf} + A_{cw}} = \frac{150 \times 2.5 + 3.8 (5 + 0.25)}{150 + 3.8} = 2.56 \text{ cm}$$

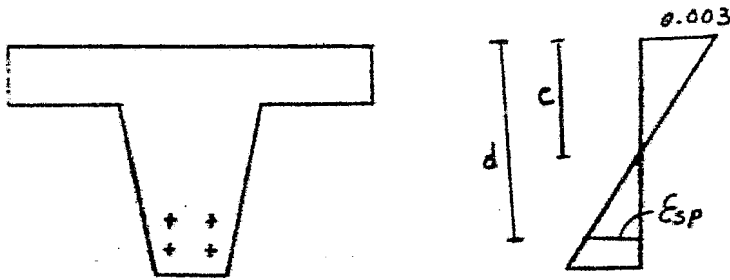
$$jd = d - z = 40.5 - 2.56 = 37.94 \text{ cm}$$

$$M_{ur} = F.R. (T_{sp} \times jd) = 0.9 [35,529 (37.94)] = 12.13 \text{ TN-M}$$

$$\boxed{M_{ur} = 12.13 \text{ TN-m} > M_{ud} = 7.76 \text{ TN-m}}$$

... LA SECCION ESTA ...

REVISIÓN DEL TIPO DE FALLA



$$c = \frac{a}{0.8} = \frac{5.25}{0.8} = 6.56 \text{ cm} ; d = 40.5$$

$$\frac{0.003}{6.56} = \frac{E_{sp}}{d-c} ; E_{sp} = 0.015$$

$$E_i = \frac{f_o}{E_s} = 0.7 \frac{f_{sr}}{E_s} = \frac{0.7 \times 18\,000}{1.9 \times 10^6} = 0.0066$$

$$E_i = 0.0066$$

$$E_{sp} + E_i = 0.015 + 0.0066 = 0.021 \geq 0.01$$

∴ EL ACERO DE PRESFUERZO ESTÁ FUNDIENDO Y SE PRESENTA LA FALLA DUCTIL.

3.3.- Estructuración de naves superficiales portantes.

La ventaja del concreto armado como material de construcción es la de poder reunir en sí las dos funciones, portante y de cerramiento. Lo cual ofrece la posibilidad de adaptarlo en forma de elementos de gran superficie y tamaño para cubiertas y paredes.

Las estructuras portantes superficiales, en general son apropiadas para naves industriales, edificios de planta baja y para cubrir grandes claros, como locales de deporte, salas de exposición, etc.

Existen dos tipos principales de elementos de cubierta:

- 1.- Estructura portante en forma de trabes nervadas ó trabes huecas.
- 2.- Estructuras plegadas, que se componen de paneles delgados planos, unidos entre sí.

El empleo de estructuras portantes superficiales en naves de varias crujeas, se requiere de una construcción en armadura ó por lo menos una serie de columnas. La diferencia esencial a las estructuras de tipo convencional consiste en que los tragaluz se forman mediante la misma estructura portante superficial.

I.- Trabes portantes resistentes, se tiene las siguientes:

- a).- Trabes Nervadas en "U", "T" ó "TT".
 - b).- Elementos de Cajón.
- a).- Las trabes nervadas son aplicables, según su modelo, hasta unos 30m. de claro.

Las trabes en "U" con una altura de unos 50cm. son apropiadas-

para claros de 12m. pueden presentarse, aunque no debe rebasarse un determinado claro de trabe para que el espesor de la misma no sea superior a 5cm. para un ancho de alrededor de 1.50m.

Las trabes "TT" de 50cm. de canto se emplean economicamente en claros de hasta 15m., cuando su ancho es de 2.50m. con anchuras más reducidas y mayores alturas, puede llegar a claros de 30m.

Las trabes en "T" sirven mejor para grandes claros ya que su forma disposición y método de fabricación le permite alcanzar mayor altura que las trabes en "TT", su claro puede llegar hasta 40m.(fig.1.).

b).- Los elementos tipo viga hueca se usan en claros grandes en forma de trabes con aligeramientos, suele tener unos 2.50m. de anchura, con 50cm de canto. Pueden salvar claros de 20m. (fig.2.).

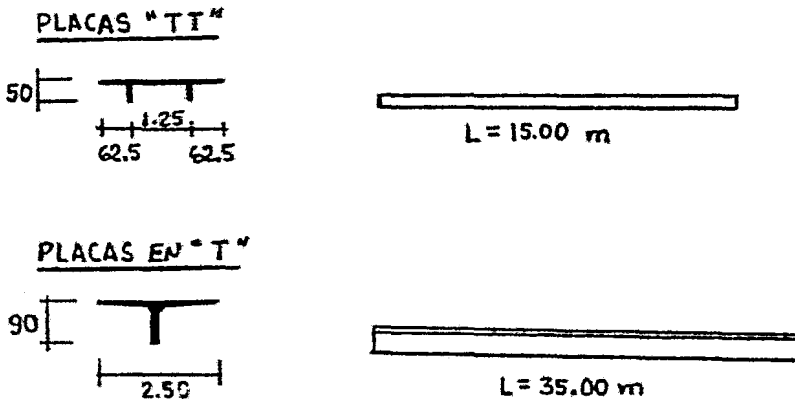


Fig.1.- Estructuras portantes en forma de vigas sencillas.

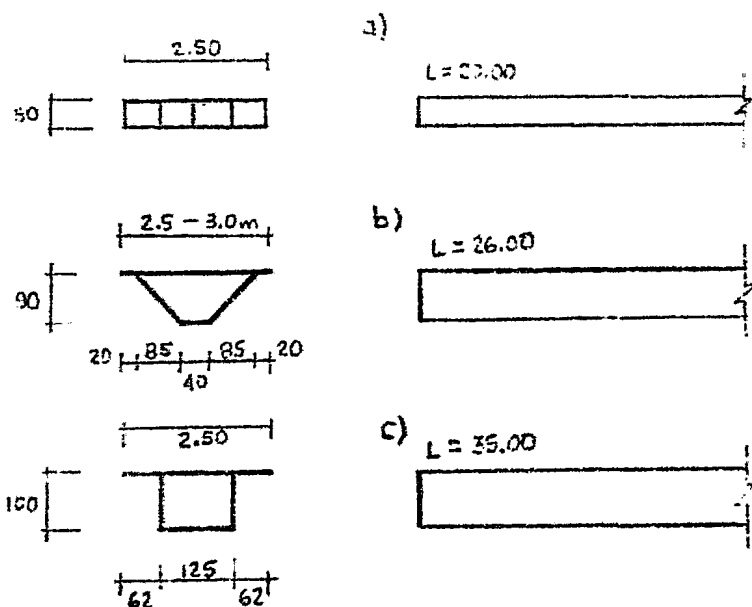


Fig.2.- Elementos de viga hueca;

- a) vigas de prismas múltiples.
- b) Cajas huecas procedentes de la estructura plegada.
- c) Cajas huecas procedentes de los elementos en "I".

2.- Estructuras plegadas.

Cuando estas estructuras actúan a modo de vigas sencillas, son prismáticas con paneles rectangulares. Adoptan las siguiente forma.

a).- Estructuras plegadas en "U".

b).- Estructuras plegadas en "V".

a y b).- Estructuras plegadas en "U" y en "V". Son las más apropiadas para una producción en serie. Tienen 2.50m. de ancho y pueden cubrir claros hasta de 24m., con un canto de 90cm. Si tienen que lograrse mayores claros, es posible aumentar su estructura mediante una nervadura longitudinal. De tal forma pueden cubrirse claros de más de 30m. (fig. 3a, b y c.).

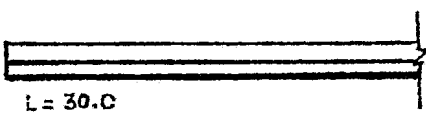
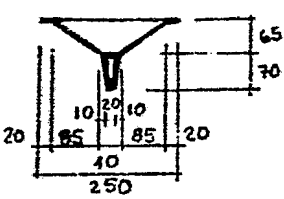
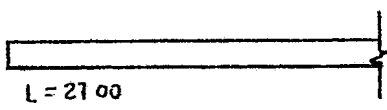
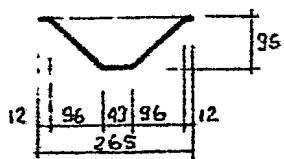
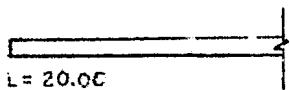
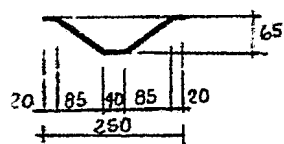


Fig.3.- Estructuras plegadas en U para diversos claros con -- nervadura central.

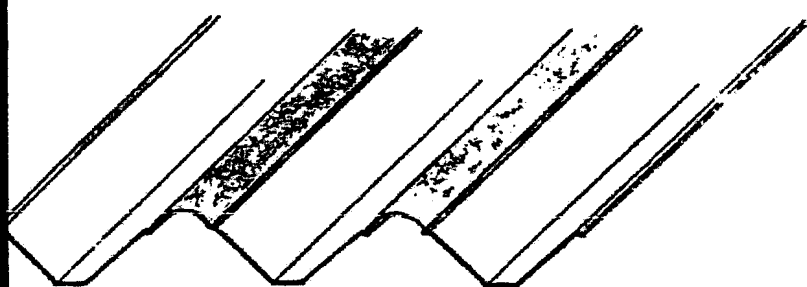


Fig.3b.- Disposición de los tragaluz con las estructuras plegadas en "U".

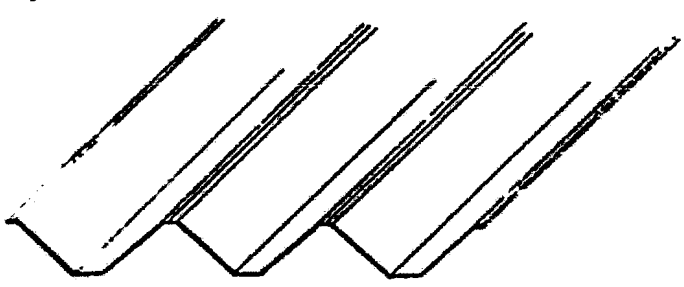


Fig.3c.- Disposición de las estructuras plegadas en "U".

Láminas cilíndricas como cascaras "SHED".

Tienen la ventaja de que, sin necesidad de ninguna construc --
ción adicional, pueden salvar grandes claros. A veces descansan --
directamente sobre los apoyos si la distancia transversal entre --
estos coincide con la anchura de las láminas; ó también sobre vi--
gas transversales que a su vez desempeñan varias funciones, como--
canales de desague, conductos para el aire acondicionado, etc.

También se utilizan como láminas convexas y concavas, así como
en forma de láminas onduladas.

El claro de las láminas "SHED" pueden ser de 30m. y mayor ----
(fig. a y b.).

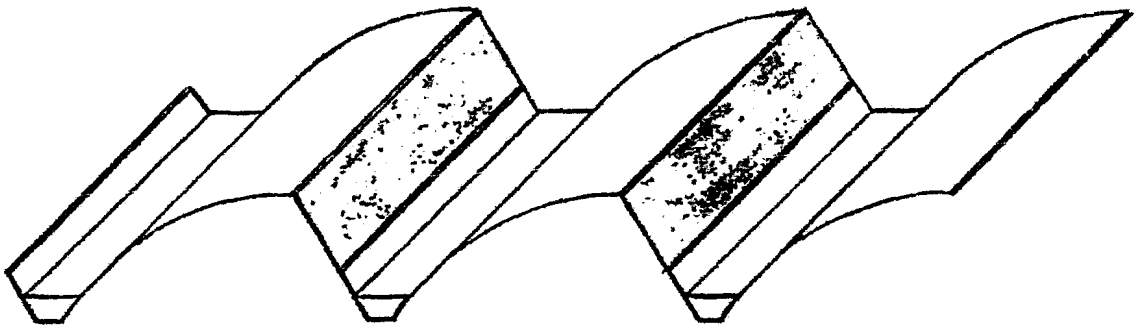


Fig.a.)

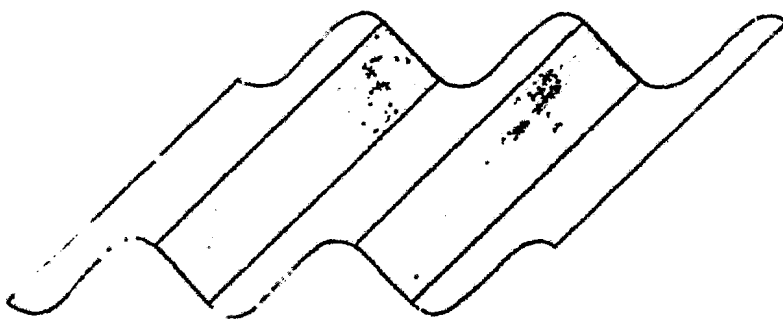


Fig.b.)

IV.- CONCLUSIONES.

Uno de los objetivos de este trabajo, es el mostrar las posibilidades para emplear elementos prefabricados estandar de concreto en la construcción de naves industriales.

De acuerdo a las características propias de estos elementos es factible emplearlos en la estructuración de dichas naves; resolviendo en parte la demanda de edificación en la ciudad de México. Con las consiguientes ventajas tales como ahorro en tiempo y por lo tanto la posibilidad de reducir los costos de financiamiento-- de la obra.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Leslo Morkk., Construcciones con materiales prefabricados de concreto armado, Ediciones Urmo.
- 2.- Konz., Manual de la construcción Prefabricada., Tomo I, II, III
2^a Edición.
- 3.- Fernández Ordoñez; Prefabricación Teoría y Práctica.
- 4.- P.C.I. Design Handbook Precast, Prestressed Concrete. , 2^a Ed.
- 5.- Ben C. Gerwick jr; Construcción de estructuras de concreto Preforzado., Edit. Limusa, México, D.F. 1978.

CATALOGOS.

- 6.- VIBOSA, ELEMENTOS ESTRUCTURALES PREFORZADOS S.A. Prolongación Av. Sn Antonio N^o. 428, Col. San Pedro de los Pinos, México, D.F.
- 7.- PRESISA S.A., Valle de las Alamedas No. 70, San Francisco Chilpan, Tultitlán Izcalli del Valle. Edo. Méx.