



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"

149

OPTIMIZACION DE ARMADURAS
METALICAS TRIANGULARES
ESTATICAMENTE DETERMINADAS

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de:
INGENIERO CIVIL

Presenta:

GERMAN EDUARDO SANVICENTE MUCINO

SAN JUAN DE ARAGON ESTADO DE MEXICO, 1987.



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.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ARAGON
DIRECCION

UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

GERMAN EDUARDO SANVICENTE MUCINO
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 18 de abril del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. GUSTAVO A. JIMENEZ VILLEGAS pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado " OPTIMIZACION DE ARMADURAS METALICAS TRIANGULARES ESTATICAMENTE DETERMINADAS ", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi atenta consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
San Juan de Aragón, Edo. de Méx., mayo 14 de 1986
EL DIRECTOR

LIC. SERGIO GUERRERO VERDEJO

c.c.p. Coordinación de Ingeniería
Unidad Académica
Departamento de Servicios Escolares
Asesor de Tesis

A MI ESPOSA " M E N A "
A MIS HIJOS RICARDO Y RAFAEL
POR SU COMPRESION Y CARIÑO
QUE ME HAN BRINDADO.

A ELLA EJEMPLO DE MUJER ABNEGADA
Y GUIA DE MI FORMACION
A MI MADRE
GRACIELA MUCIÑO VDA. DE S.
A MI ABUELITA
VENTURA MARTINEZ VARGAS.

A LA MEMORIA DE MI PADRE
ISIDRO SANVICENTE QUIROZ
A MI ABUELITO
ANTONIO GALICIA PACHECO.

A mis hermanos:

IRMA

RAUL

EVELIA

PATRICIA

ARTURO

RODOLFO

DAVID.

Mi agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron para alcanzar mi objetivo.

MI AGRADECIMIENTO A LOS INGENIEROS :

GUSTAVO A. JIMENEZ VILLEGAS.

JAVIER OLVERA YAÑEZ.

POR SU VALIOSA ORIENTACION Y APOYO QUE ME BRINDARON

EN LA REALIZACION DE ESTA TESIS.

I N D I C E .

INTRODUCCION.	-----	1
CAPITULO I	ESTRUCTURACION	
	1.- Definición de armadura. -----	3
	2.- Componentes de una armadura. -----	3
	3.- Tipos de configuración. -----	5
	4.- Tipos de solicitaciones. -----	7
	5.- Contraventeos. -----	9
CAPITULO II	CONDICIONES DE DISEÑO.	
	1.- Cargas. -----	11
	2.- Materiales para techados. -----	11
	3.- Viguetas y largueros. -----	12
	4.- Cargas colgadas. -----	13
	5.- Peso estimado. -----	13
	6.- Carga de nieve. -----	15
	7.- Cargas de viento. -----	16
	8.- Análisis. -----	17
CAPITULO III	ANALISIS ESTRUCTURAL.	
	1.- Hipótesis de cálculo. -----	19
	2.- Método convencional de los nudos. -----	21
	3.- Método convencional de las secciones. -----	23
	4.- Método gráfico de Cremona. -----	26
CAPITULO IV	OPTIMIZACION. -----	35
CONCLUSIONES.	-----	166
BIBLIOGRAFIA.	-----	167

INTRODUCCION.

Las armaduras se pueden definir como vigas largas, de alma abierta y gran peralte. En general están integradas por un conjunto de barras conectadas de manera que formen uno o más triángulos, siendo el número de combinaciones casi infinito. El propósito de las armaduras para techados es de servir de apoyo a una cubierta para protegerse contra la acción de los elementos naturales (sol, lluvia, viento y nieve), así como soportar las cargas aplicadas en su parte inferior (producidas por ductos, tuberías y plafones). Además de cumplir estas funciones, tales estructuras deberán ser capaces de soportar el peso de la techumbre y el propio.

A menudo, el Ingeniero se enfrenta al problema de seleccionar entre una armadura o una viga de alma llena para cubrir la longitud de un claro determinado. Sin otros factores por considerar, la decisión probablemente se basará en aspectos económicos. Al cubrir un cierto claro, si se usan armaduras, casi siempre se utilizará menor cantidad de material, pero el costo de fabricación y el montaje de la armadura será probablemente más alto que el requerido en la utilización de vigas.

Para claros cortos, el costo global de las vigas (material más fabricación y montaje), será decididamente menor que para armaduras; sin embargo a medida que los claros por cubrir sean mayores, los altos costos de la fabricación y montaje, serán anulados por el ahorro en material y peso en relación con otras estructuras. Una ventaja adicional de las armaduras es la que se --

refiere a su rigidez, que es superior a la de vigas con igual cantidad de material.

Con respecto al peralte de las armaduras, debe considerarse que, para claro y carga dados, conforme una armadura se hace más peraltada los miembros de las cuerdas se irán haciendo menores, pero también las longitudes de las barras del alma irán aumentando. Esto significa que, las relaciones de esbeltez de los miembros del alma se conviertan en un factor determinante por necesitarse miembros más pesados.

Las armaduras se pueden construir de madera o acero. El uso de los perfiles de acero estructural hace posible construir cualquier tipo de armadura para techo.

Las secciones más frecuentemente empleadas en la construcción de las armaduras de acero constan de dos ángulos, de lados iguales o desiguales.

La conexión de estos generalmente se construye en los nudos mediante la introducción de una placa de unión entre los ángulos y se aseguran por medio de remaches o soldadura.

ESTRUCTURACION.

I.1.- Definición de armadura.- Una armadura es una configuración estructural de elementos, generalmente soportada sólo en sus extremos y formada por una serie de miembros rectos arreglados y conectados, de modo tal, que sus ejes se intersecten en un punto común para que ninguno de los esfuerzos en los miembros pueda causar momento respecto a este punto.

Por esta razón los esfuerzos son axiales, de tensión o de compresión y son constantes a lo largo, de los miembros.

I.2.- Componentes de una armadura.- En general, una armadura está compuesta por las cuerdas superior e inferior y por los miembros del alma -- fig. (1). La cuerda superior es la línea de miembros más alta que se extiende de un apoyo a otro pasando por la cumbrera. Para armaduras triángulares y simplemente apoyadas, el esfuerzo máximo que rige el diseño de estas ocurre generalmente en la cuerda superior en el miembro continuo al apoyo.

En este tipo de estructuras los miembros de la cuerda superior siempre estarán sometidos a esfuerzos de compresión. La cuerda inferior de una armadura está compuesta por la línea de miembros más baja que va de un apoyo a otro.

Como en la cuerda superior, el esfuerzo máximo en la cuerda inferior de armaduras triángulares, se establece en el miembro adyacente al apoyo.

Los miembros que unen las juntas de las cuerdas superior e infe-

rior son miembros del alma, y dependiendo de su posición se llaman verticales o montantes y diagonales. En base al tipo de esfuerzo, los miembros a compresión de una armadura se llaman "puntales" mientras que aquellos miembros que están sometidos a esfuerzos a tensión se llaman " tirantes ".

La junta en el pico más alto de una armadura triangular se llama cumbre; La junta en el apoyo se llama junta de talón y los puntos donde se unen los miembros del alma a las cuerdas reciben el nombre de nudos.

El claro de una armadura es la distancia entre sus nudos extremos y la distancia de la cumbre a la línea más baja (cuerda inferior) se llama Peralte.

Un panel es la porción de una armadura que se encuentra comprendida entre dos juntas consecutivas de la cuerda superior.

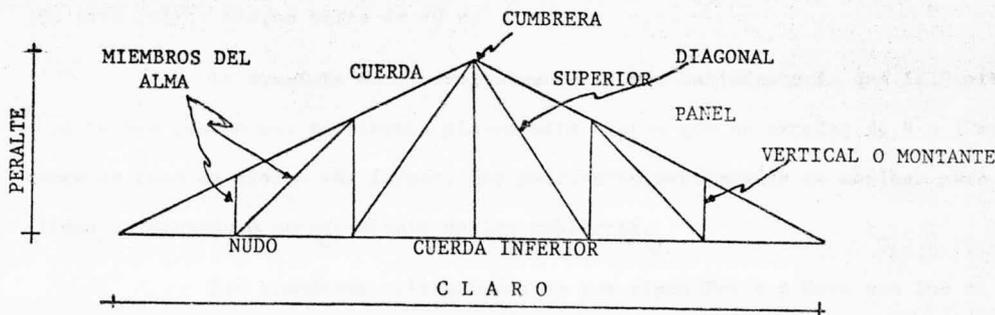


Fig (1)

I.3.- Tipos de configuración. Las armaduras para techos pueden ser de cuerdas paralelas o de dos aguas (triangulares). En el pasado las armaduras de techo a ~~dos aguas~~ ^{cu} probablemente han sido más usadas para construcciones de claros cortos y las de cuerdas paralelas para claros mayores. Sin embargo, la tendencia actual, ya sean claros grandes o cortos parece desentenderse de las armaduras a dos aguas y preferir las de cuerdas paralelas, ésta preferencia parece obedecer a consideraciones de aspecto arquitectónico y quizás a la construcción más económica de las cubiertas.

Varios de los tipos más comunes de éstas armaduras se muestran en la Fig. (2). Algunas de ellas llevan el nombre del Ingeniero o Arquitecto que las diseñaron por primera vez. A continuación se hacen algunos comentarios acerca de cada una de tales armaduras.

Las armaduras Warren y Pratt de cuerdas paralelas son, sin duda alguna, las que más se utilizan en techumbres planas, (con pendientes de 7cm/m a 10cm/m), pues los componentes de la cubierta pueden colocarse más fácilmente que en otros tipos. Estas armaduras pueden utilizarse con ventaja en techos planos con claros que varían de 12 a 40 m; sin embargo, también se han utilizado para cubrir claros hasta de 60 m.

La armadura Warren normalmente es más satisfactoria que la Pratt. Los techos pueden ser totalmente planos para claros que no excedan de 9 a 12m; pero en caso de claros más largos, las pendientes mencionadas se emplean para fines de drenado o escurrimiento de las cubiertas.

Las armaduras triangulares de los tipos Pratt y Howe son los tipos más comunes de armadura de peralte medio. Las pendientes usuales en estas armaduras varían entre las dadas para la Warren, Pratt y Fink. Los claros - -

máximos económicos están entre los 27 y 30 m.

Para techumbres con pendiente fuertes (con declives de 40cm/m a 50cm/m), las armaduras Fink y sus variantes son muy utilizadas. Las armaduras triangulares Pratt y Howe, también se pueden utilizar para pendientes fuertes, pero normalmente no son tan económica. La armadura Fink ha sido utilizada para claros hasta de 36 m. Una cualidad que la hace más económica es que la mayor parte de sus miembros estructurales trabajan a tensión, y que los sujetos a compresión son relativamente cortos. La configuración de una armadura se proyecta tomándo en cuenta el espaciamiento de los largueros. Como normalmente se desea que los largueros carguen únicamente sobre las juntas de la armadura, conviene subdividir los tramos principales. Las armaduras de tipo Fink pueden subdividirse en tantos paneles como sea necesario, para satisfacer casi cualquier condición de claro o de espaciamiento de los largueros. La estructura Fink de abanico ilustra adecuadamente el proceso de subdivisión.

Si se requieren techumbres curvas, la armadura tipo Bowstring, se emplea económicamente para claros hasta de 36 m., aunque en ocasiones ha sido satisfactoria para claros mucho más largos. Cuando se diseña adecuadamente, ésta armadura tiene la gran ventaja de desarrollar fuerzas muy pequeñas en los miembros del alma. A pesar del gasto adicional para techar la cuerda superior, ésta armadura ha probado ser muy popular en bodegas y supermercados.

Las armaduras tipo tijera (así llamadas por su parecido a un par de tijeras), se puede utilizar satisfactoriamente en techados de claros cor - tos, iglesias o templos y en construcciones con techos de pendiente fuerte.

Las armaduras en diente de sierra se utilizan en cubiertas donde se requiere una iluminación natural adecuada por medio de ventanales.

La armadura cuadrangular de arco se ha empleado para cubrir claros mayores de 30 m. En esta armadura los miembros diagonales a uno y otro lado del centro, tienen inclinaciones opuestas, con el objeto de mantenerlas, -- hasta donde sea posible trabajando a tensión.

I.4.- Tipo de solicitaciones- La elección de un tipo particular de armaduras para techos depende de cierto número de detalles, entre los que pueden citarse: claro, carga, tipo de cubierta desde el punto de vista arquitectónico, clima, iluminación, aislamiento y ventilación. En los siguientes párrafos se presentan algunos de los factores más importantes que pueden determinar la elección.

Inclinación o declive. El declive deseado en una armadura controla en gran parte la selección del tipo de armadura por emplear, porque, como se indicó anteriormente la cuestión económica es importante.

Consideraciones de fabricación y transporte. Las dificultades de transporte y fabricación deben considerarse al seleccionar el tipo de armadura por usar, en cada caso particular. Económicamente es conveniente fabricar en el taller tanto como sea posible, si es posible la armadura completa y embarcarla a la obra para su montaje. Desde el punto de vista del transporte el peralte de una armadura es a menudo el factor determinante.

Clima. El clima en un área determinada, puede ser de importancia particular, como son los casos ya sea de tener que drenar lluvias, nieve o hielo.

Material de cubierta. El tipo de material por utilizar en la cubierta de techumbre tiene importancia en la selección de peralte.

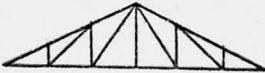
Por ejemplo, las cubiertas de composición terminadas con asfalto probablemente



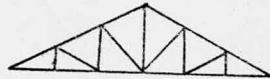
Warren



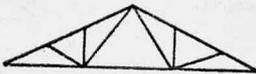
Pratt



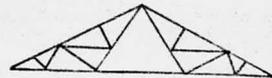
Pratt



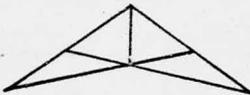
Howe



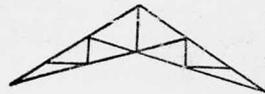
Abanico simple



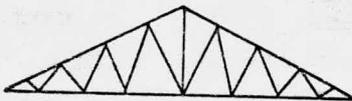
Fink



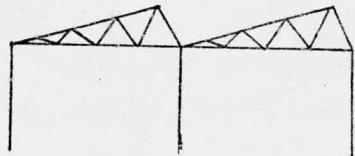
Tijera simple



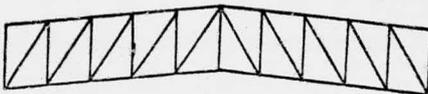
Tijera modificada



Tipo Belga



Diente de sierra



Cuadrangular

DIFERENTES TIPOS DE ARMADURAS

Fig (2)

no son satisfactorias para declives grandes, ya que el material tenderá a escu-
rrir durante los meses calientes. Para recubrimiento con asbesto cemento se pi-
de normalmente una pendiente del 13%.

Efecto arquitectónico. La idea del Arquitecto, como es el efecto
estético que se desee, puede ser el factor determinante.

I.5.- Contraventeo de armaduras.- Armaduras diseñadas apropiada-
mente, o los marcos triangulares para naves de talleres pueden resistir satis-
factoriamente cargas verticales y horizontales que les sean aplicadas en el -
plano de la armadura, como se muestra en la fig. (3). Sin embargo, para lo -
grar que una serie de armaduras o marcos permanezcan normales al plano de las
estructuras, debe instalarse un sistema conveniente de contraventeo y arrios -
tramiento lateral entre armaduras.

El contraventeo colocado entre armaduras o entre las piezas extre-
mas del módulo de las naves para taller tiene por objeto la transferencia de -
las cargas laterales a la cimentación de la construcción. La cantidad del con-
traventeo utilizado, varía mucho con el criterio de cada Ingeniero.

No se requieren sistemas completos de contraventeo en los planos
de las cuerdas superior e inferior; sin embargo, la presencia de cargas pesadas
moviéndose y las vibraciones considerables pueden cambiar la situación.
Deberá usarse contraventeo diagonal en cruz en los planos de los miembros de la
cuerda superior. Estos miembros ligan las armaduras entre sí y con la ayuda de
los largueros (que actúan como montantes), suministran el contraventeo nece-
sario de la cuerda superior sólo cada tres o cuatro claros, como se muestra en
la fig. (3a).

El contraventeo diagonal en el plano de la cuerda inferior de estructuras pequeñas es omitido a menudo, siempre y cuando no se hayan previsto en el edificio cargas pesadas de tipo vibratorio. Para estructuras mayores, es usual poner contraventeo en el plano de las cuerdas inferiores cada tres o cuatro tramos, como se muestran en la fig. (3b).

El contraventeo longitudinal también es necesario en el plano de las columnas. La fuerza del viento actuando contra el extremo del edificio se transfiere por el contraventeo mencionado a las bases de las columnas. En los dibujos de la fig. (3c,d), se ven ejemplos de este tipo de contraventeo.

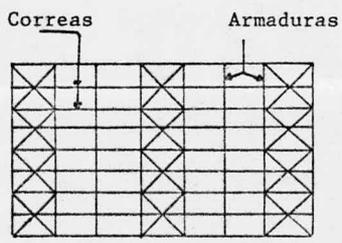


fig.- 3 a Arriostramiento en el plano de la cuerda superior.

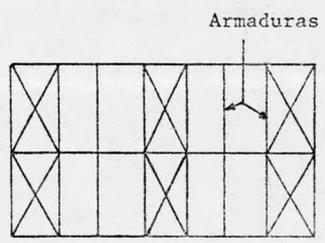


fig.-3 b Arriostramiento en el plano de la cuerda inferior.

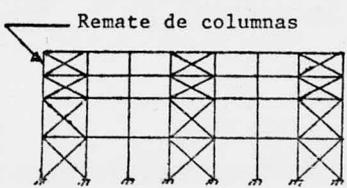


fig. 3c arriostramiento en el plano de las columnas.

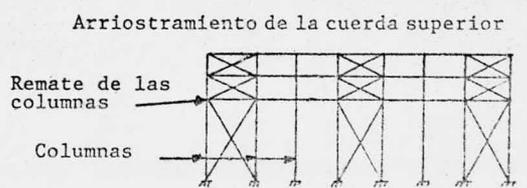


fig. 3d Arriostramiento en el plano de las columnas.

CAPITULO II

CONDICIONES DE DISEÑO.

II.1.- Cargas en armadura.- Para determinar los esfuerzos a los que van a estar sometidos los miembros de la armadura, el primer paso es estimar las cargas que serán necesarias soportar con la armadura. En general serán cargas muertas y cargas vivas. Las primeras incluyen el peso de todos los materiales de construcción y las últimas incluyen las cargas de nieve y/o granizo y las de viento.

Los materiales que se consideran al estimar las cargas muertas son: cubierta de techo, largueros, viguetas de techo y contraventeo, plafón, cargas suspendidas y el peso propio de la armadura. Obviamente, todas estas cargas no se pueden determinar exactamente antes de que se diseñe la armadura, pero todas ellas pueden ser revisadas después para ver si se han estimado con suficiente aproximación.

Las cargas muertas y las cargas vivas de nieve y/o granizo son fuerzas verticales hacia abajo, y por esto, las reacciones o fuerzas soportantes de la armadura son también verticales (solo que de sentido opuesto), para estas cargas.

II.2.- Materiales para techados.- los materiales que constituyen la cubierta del techo, tales como la pizarra, el tejado, la lámina galvanizada, la de asbesto cemento y en algunas ocasiones las losas de concreto con sus diferentes tipos, se determinan primero.

La tabla I proporciona los pesos aproximados de algunos de los materiales de cubierta de mayor uso. En todos los casos el Ingeniero investigará con el proveedor del producto el peso de su material.

TABLA I PESO APROXIMADO DE MATERIALES PARA TECHO.

Material del techado	lbs/pie ²	Kg/m ²
Tejamanil		
madera -----	3.0	16.0
asbesto-----	5.0 - 7.0	20.0 - 28.0
asfalto, pizarra-recubierta -----	2.0	9.8
Pizarra		
1/8" de espesor-----	4.5	22.0
3/16" de espesor-----	6.75 - 7.0	33.0
1/4" de espesor-----	10.0	45.0
Tejas de barro		
plana -----	12.0 - 16.0	87.9
española -----	10.0 - 14.0	41.5
Lámina corrugada		
calibre 20 -----	2.0	11.0
calibre 18 -----	3.0	6.1
Hojalata estañada -----	1.0	3.1
Cobre en lámina -----	1.0	6.1
Plomo en lámina -----	7.0	36.6
Enduelado de madera		
pino y abeto americano 1" -----	2.25 - 2.50	11.0 - 12.2
pino amarillo de 1" de espesor. -----	3.5	17.1
Concreto pobre de 1" de espesor. -----	8.0	
Losa de concreto, de ceniza. -----	9.0	
Placa de yeso de 1" de espesor. -----	8.0	29.3
Plafón de yeso -----	10.0	48.8

II.3.- Viguetas y largueros de techo.- Los pesos usuales para viguetas de techo hechos de maderas se dan en la tabla II. Según las condiciones, los largueros de madera y acero pesan en promedio de 7.3 a 21.9 kg/m². Es conveniente estimar su peso en kilogramos por metro cuadrado de la superficie del techo, de tal modo que se pueda agregar a las otras cargas muertas en la determinación de las fuerzas hacia abajo en los nudos.

TABLA II PESOS DE LARGUEROS DE TECHO POR PIE CUADRADO DE SUPERFICIE DE TECHO

Clase de Madera	Pino blanco, pino y abeto americano				Pino amarillo			
	12"	16"	20"	24"	12"	16"	20"	24"
Separación plg	lbs	lbs	lbs	lbs	lbs	lbs	lbs	lbs
2 X 4	1.3	0.9	0.8	0.6	1.7	1.2	1.0	0.8
2 X 6	1.9	1.4	1.1	1.0	2.5	1.9	1.5	1.3
2 X 8	2.5	1.9	1.5	1.3	3.4	2.5	2.0	1.7
2 X 10	3.2	2.4	2.0	1.7	4.3	3.2	2.6	2.2.
2 X 12	3.9	2.9	2.3	2.0	5.2	3.9	3.1	2.6

Cuando no existe construcción de plafón, es generalmente admisible instalar el contraventeo en la cuerda inferior de las armaduras para mantenerlas en los planos verticales. La construcción de techos rígidos puede servir como contraventeo suficiente para la cuerda superior. Sin embargo, para armaduras con claros de (18.30 m) o mayores, el contraventeo se usa invariablemente. El peso del contraventeo rara vez excede de 5 kg/m² de la superficie del techo.

II.4.- Cargas colgadas.- Cuando se cuelga un plafón de la cuerda inferior su peso se debe considerar al diseñar la armadura. Generalmente es admisible suponer 50.0 kg/m² para el peso de esta construcción, otras cargas que suelen colgarse son los candiles y grandes implementos de iluminación. Sus pesos se deberán estimar en forma aproximada y determinar sus posiciones exactas.

II.5.- Peso estimado de las armaduras.- El peso de una armadura puede ser estimado por el calculista en base a su experiencia previa o mediante algunas referencias a diversas tablas, curvas o fórmulas que han sido desarrolladas para tal fin. Un factor importante que debe tenerse presente es que el calculista no puede desde luego, suponer las cargas de nieve, hielo o viento con más del 1% de aproximación. Además, sólo puede estimarse con cierta aproximación lo que los usuarios del inmueble pueden colgar de las armaduras. Esto demuestra que es --

ilusorio que el calculista estime los pesos de la armadura con aproximación del 1%. De hecho, estimaciones con aproximación del 10%, son razonables.

Un método de aproximarse al valor del peso de una armadura y su arriostramiento, es considerarla aproximadamente igual al 10% de la carga que se requiere que soporte. Para claros grandes el porcentaje deberá aumentarse un poco. Cuando el diseño de la armadura se termina deberá calcularse aproximadamente su peso y compararse con el estimado originalmente para ver si la estimación estuvo dentro de lo razonable.

Con base en experiencias previas del cálculo, el proyectista puede estimar el peso de las armaduras considerando un cierto número de kg/m² de superficie de techo. Se recomiendan los valores siguientes, que varían un poco según los diferentes claros e inclinaciones del techo.

- 1.- Para los claros de 12.00 m y la relación de peralte a claro variando de un tercio a un cuarto, el peso estimado de la armadura varía entre 10 y 17.5 kg/m² de superficie de techo.
- 2.- Por cada 3.08 m de incremento del claro hasta 24.00 m los valores indicados deben aumentarse aproximadamente en (0.4536 kg).
- 3.- Aumentar los valores en un 2.5 a 5 kg/m² de superficie para techos planos.
- 4.- Disminuir los valores en aproximadamente 2.5 a 5 kg/m² de superficie de techo en las cubiertas de pendiente fuerte.

Con los años se han desarrollado algunas fórmulas absolutamente empíricas para estimar el peso de las armaduras. Casi todas estas expresiones

darán estimaciones razonables si son aplicadas con propiedad.

Sin embargo, debe hacerse un comentario con relación a expresiones que ya tienen varias décadas. A menos que se tome en cuenta los esfuerzos permisibles, darán probablemente pesos estimados del lado alto con los aceros actuales, que tienen esfuerzos permisibles considerablemente más altos que los utilizados cuando las fórmulas se presentaron por primera vez.

TABLA III PESOS DE ARMADURAS DE ACERO POR PIE CUADRADO DE SUPERFICIE DE TECHO.

Claro	Inclinación $\frac{1}{2}$	Inclinación $\frac{1}{3}$	Inclinación $\frac{1}{4}$	Plano
pies	1b	1b	1b	1b
Hsta 40	5.25	6.3	6.8	7.6
40 a 50	5.75	6.6	7.2	8.0
50 a 60	6.75	8.0	8.6	9.6
60 a 70	7.25	8.5	9.2	10.2
70 a 80	7.75	9.0	9.7	10.8
80 a 100	8.50	10.0	10.8	12.0
100 a 120	9.50	11.0	12.0	13.2

II.6.- Cargas de nieve.- La carga de nieve que se suponga para el cálculo de un techo dependen principalmente de la localidad donde se construirá y de la inclinación de éste.

La nieve seca pesa aproximadamente 128 kg/m², la nieve mojada pesa de 160 a 196 kg/m², llegando a su máximo cuando está combinada con granizo siendo los valores que adquiere de 400 a 480 kg/m².

En vista de que las cargas de nieve actúan verticalmente, algunos diseñadores agregan esta carga a la carga muerta con el propósito de hacer un

solo cálculo. Sin embargo, frecuentemente, es deseable conocer los esfuerzos en los miembros ocasionados sólo por cargas de nieve. En este caso se puede dibujar un diagrama para cargas de nieve o estimarse apartir de los esfuerzos para cargas muertas, ya que son directamente proporcionales.

Donde exista probabilidad de nieve, la carga mínima para este concepto debe computarse a razón de 122 kg/m² de proyección horizontal para techos cuya inclinación no pase de 20°; ésta carga se reducirá en (4.88241 kg/m²), por cada grado que aumente sobre 20° en la inclinación, hasta llegar a 45°, en techos con mayor inclinación es innecesario tomar en consideración el peso de la nieve.

La nieve acumulada en algunos puntos del techo producen cargas parciales concentradas que son necesarias tomar en cuenta.

II.7.- Cargas de viento.- Aunque la dirección de viento es variable, para su estimación se supone que actúan horizontalmente. Se acepta generalmente que una presión del viento de 146 kg/m², actuando perpendicularmente a la superficie inclinada del techo rara vez se excede. El viento se desvía cuando sopla sobre una superficie inclinada, para valuar la fuerza que ejerce sobre el techo se calcula la componente normal a la superficie de éste. Esta es la fuerza que se considera.

De acuerdo con su uso y a la naturaleza de los principios efectos que el viento puede ocasionar en las estructuras para techados totalmente cerrados se clasifican en tipo 1 (estructuras poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos de viento).

Para el diseño de las estructuras tipo 1 según las N.T.C. bastará tener en cuenta los empujes estáticos del viento, presiones o succiones, los

1

cuales, se suponen perpendiculares a la superficie sobre la cual actúan. Su intensidad se ~~calcula~~ calcula con la expresión:

$$P = 0.0055 CV^2 \text{-----}(a)$$

donde:

P = Presión o succión del viento (kg/m²)

C = Factor de empuje.

V = Velocidad de diseño (Km/h)

Cuando C es positivo, se trata de empuje; cuando C es negativo, se trata de succión.

La velocidad del viento para el diseño será proporcional a la raíz cúbica de la altura sobre el terreno, tomándo la velocidad a 10 m. de altura y está no será menor a 80 Km/h.

Los empujes de viento se valuarán suponiendo las presiones o succiones calculadas según la ecuación (a) actuando sobre el área expuesta, que en las estructuras reticulares se considera el 40% del área limitada por las aristas exteriores de la armadura.

II.8.- Análisis de armaduras.- Una armadura se analiza separadamente para cada una de las diferentes cargas porque lo más probable es que nunca se presenten en forma simultánea. Como ilustración, no parece lógico considerar que un tejado inclinado se cubrirá con la carga total de nieve cuando esté soplando un viento de 150 Km/h. La mayoría de los ingenieros sienten que la mayor parte de la nieve será barrida bajo tales condiciones, cuando menos del lado de barlovento. Otros ingenieros piensan que la nieve puede ser capaz de haberse cristalizado y permanecer en el techo durante el huracán.

Hay varias combinaciones de carga posibles que es lógico pueden ser aplicadas al mismo tiempo, para el diseño de los miembros, son:

- 1.- Carga muerta + carga completa de nieve.
- 2.- Carga muerta + carga completa de viento.
- 3.- Carga muerta + carga completa de viento + $\frac{1}{2}$ carga de nieve.

Los esfuerzos en cada miembro se calculan para cada una de las cargas dadas y posteriormente se hacen las combinaciones utilizándose el esfuerzo máximo para el diseño de cada miembro, sin tomar en cuenta la combinación de la que resultó. Si el miembro está sujeto a tensión para una combinación y a compresión para la otra, debe ser diseñado para ambos valores.

CAPITULO III.

ANALISIS ESTRUCTURAL.

III.1.- Hipótesis de cálculo.- Con el fin de simplificar el análisis de las armaduras se consideran las siguientes hipótesis:

- a).- Las barras o elementos de la armadura son elementos rígidos interconectados por medio de remaches o soldadura perfectamente ajustados a los miembros que unen.
- b).- Toda las cargas activas y reactivas se concideran aplicadas en los nudos y están contenidas en el plano definido por to dos los miembros que constituyen la armadura.
- c).- Los nudos constituyen articulaciones sin rozamiento. En la realidad no se cumple está condición por efectos de la unión-remachada o soldada, originándose en consecuencia esfuerzos secundarios de poca importancia.
- d).- Todos los miembros son elementos perfectamente rectilíneos, si no lo fueran, las fuerzas axiales causarían sobre ellos momentos flexionantes.

Para poder resolver este tipo de sistema mecánico o estructural es necesario garantizar primero su isostaticidad.

A causa de las restricciones de interconexión a la que se encuen

20

tran sometidos los elementos que constituyen la armadura, resulta simple obtener una expresión genérica que permite determinar fácilmente su grado de hiperasticidad.

Supóngase una armadura constituida por "b" barras y "n" uniones-articuladas.

De acuerdo con los lineamientos de la estática, puede escribirse:

Número de incógnitas:

Del sistema interno 4b

Del sistema externo r

Número de ecuaciones:

Ecuaciones de barras 3b

Ecuaciones de uniones 2n

Comparando las cantidades anteriores puede determinarse la isostaticidad, hiperestaticidad o hipostaticidad de la armadura.

La armadura es "hipostática" si

$$3b+2n > 4b+r$$

La armadura es "hiperestática" si

$$3b+2n < 4b+r$$

La armadura es "isostática"

$$3b+2n=4b+r$$

De la ecuación anterior se obtiene la expresión denominada "condición general de isostaticidad de una armadura" que se escribe.

$$b = 2n - r$$

Garantizada la isostaticidad de la estructura, antes de proceder a su solu-

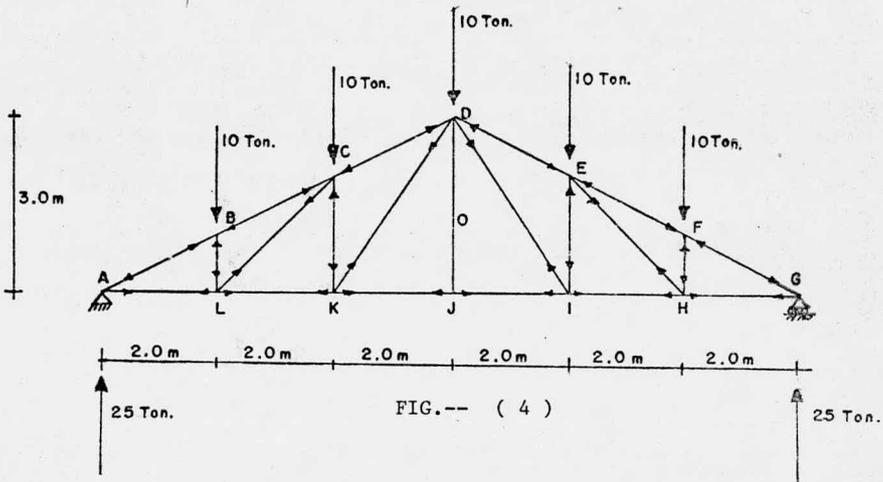
ción, es necesario garantizar también su estabilidad, para lo cual se aplica los lineamientos generalizados anteriormente.

Garantizadas, la isostaticidad y la estabilidad de la estructura, se continúa con el análisis de la armadura para conocer la magnitud y dirección de las fuerzas que actúan sobre cada uno de sus miembros.

Para la resolución de estos sistemas, mecánicos o estructurales se tienen diferentes métodos para su solución, de entre los cuales pueden citarse los siguientes:

- a) Método de los nudos.
- b) Método de las secciones.
- c) Método gráfico de Cremona.

III.2.- Método convencional de los nudos.- El análisis convencional de armaduras estáticamente determinadas empieza por lo general con la determinación de las componentes de las reacciones. Una vez determinadas estas reacciones, se procede a dibujar un diagrama de cuerpo libre de cualquier nudo de la armadura, en el cual, no actúen más de dos fuerzas desconocidas. Se impone esta limitante porque el sistema de fuerzas es concurrente, de modo que solo puede disponerse, como es natural, de dos ecuaciones para su solución. Así se va pasando de un nudo a otro hasta que se hayan determinado todas las fuerzas incógnitas de la armadura.



Cálculo de las reacciones.

$$\sum MA=0 \quad 10(2)+10(4)+10(6)+10(8)+10(10)-R_G(12)=0$$

$$20+40+60+80+100-R_G(12)=0$$

$$300-R_G(12)=0$$

$$R_G = \frac{300}{12} = 25 \text{ TON.}$$

$$\sum Fy=0 \quad -10(5)+R_Ay+25$$

$$-50+25+R_A=0$$

$$-25+R_A=0$$

$$R_A=25 \text{ TON.}$$

NUDO A

$$\sum Fy=0 \quad 25+AB \text{ sen } 26.56^\circ=0 \quad \circ \circ \quad AB= 55.9 \text{ TON.}$$

$$\sum Fx=0 \quad -AB \text{ cos } 26.56^\circ+AL=0 \quad \circ \circ \quad AL= 50.0 \text{ TON.}$$

NUDO B

$$\sum Fx=0 \quad AB \text{ cos } 26.56^\circ-BC \text{ cs } 26.56^\circ=0 \quad \circ \circ \quad BC=55.9 \text{ TON.}$$

$$\sum Fy=0 \quad -10+AB \text{ sen } 26.56^\circ-BC \text{ sen } 26.56^\circ+BL=0 \quad \circ \circ \quad BL=10 \text{ TON.}$$

NUDO I.

$$\sum F_y = 0 = BL + LC \text{ sen } 45.00^\circ = 0 \quad \circ \circ \quad LC = 14.2 \text{ TON.}$$

$$\sum F_x = 0 = AL + LC \text{ cos } 45.00^\circ + LK = 0 \quad \circ \circ \quad LK = 40.0 \text{ TON.}$$

NUDO C

$$\sum F_x = 0 = BC \text{ cos } 26.56^\circ - LC \text{ cos } 45.00^\circ - CD \text{ cos } 26.56^\circ = 0 \quad \circ \circ \quad CD = 44.7 \text{ TON.}$$

$$\sum F_y = 0 = BC \text{ sen } 26.56^\circ - LC \text{ sen } 45.00^\circ - CD \text{ sen } 25.56^\circ - 10 + CK = 0 \quad \circ \circ \quad CK = 15.0 \text{ TON.}$$

NUDO K

$$\sum F_y = 0 = -CK + KD \text{ sen } 56.30^\circ = 0 \quad \circ \circ \quad KD = 18.0 \text{ TON.}$$

$$\sum F_x = 0 = -LK + KD \text{ cos } 56.30^\circ + KJ = 0 \quad \circ \circ \quad KJ = 30.0 \text{ TON.}$$

NUDO J.

$$\sum F_y = 0 \quad JD = 0 \quad \circ \circ \quad JD = 0$$

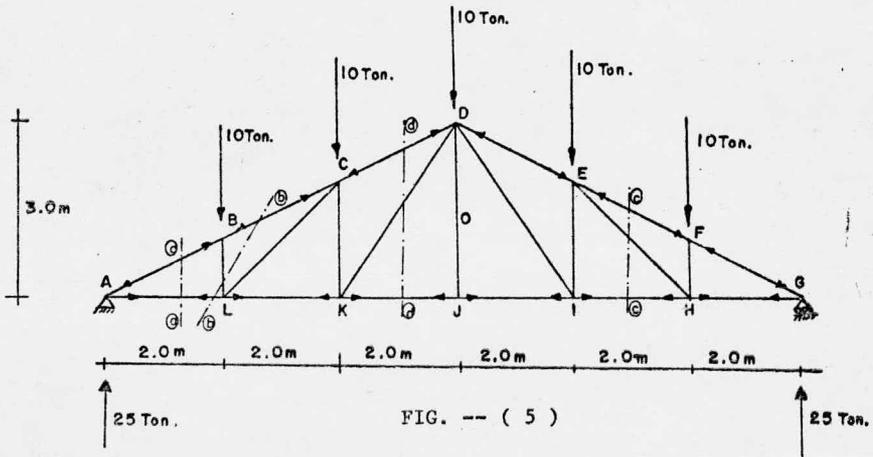
$$\sum F_x = 0 \quad KJ = JI = 0 \quad \circ \circ \quad JI = 30.0 \text{ TON.}$$

III-3.- Método convencional de las secciones.- Al igual que en el capítulo anterior, en este método se determinan primero las componentes de las reacciones y una vez determinadas éstas se escoge una sección de la armadura como diagrama de cuerpo libre. Esto requiere cortar imaginariamente un cierto número de los elementos que componen la armadura, incluyendo aquellos cuyas fuerzas se desconocen, con el objeto de aislar una parte de la armadura. Las fuerzas que actúan en los elementos cortados obran como fuerzas exteriores que ayudan a mantener en equilibrio esa parte de la armadura. Como el sistema no es concurrente ni paralelo, se disponen de tres ecuaciones. Por lo tanto, en cualquiera de los cortes realizados no pueden hallarse más de tres fuerzas desconocidas. Hay que asegurarse de aislar completamente el diagra-

TABLA.-IV METODO DE LOS NUDOS.

MIEMBROS	MAGNITUD DE LA - FUERZA (TON).	TIPO DE FUERZA.
AB=FG	55.9	COMPRESION
AL=GH	50.0	TENSION
BC=FE	55.9	COMPRESION
BL=FH	10.0	COMPRESION
LC=HE	14.2	TENSION
LK=HJ	40.0	TENSION
CD=ED	44.7	COMPRESION
CK=EJ	15.0	COMPRESION
KD=ID	18.0	TENSION
KJ-IJ	30.0	TENSION
JD	0	

ma de cuerpo libre y al mismo tiempo de no tener más de tres fuerzas desconocidas.



Cálculo de las reacciones.

$$\sum MA = 0 \quad 10(2) + 10(4) + 10(8) + 10(10) - R_G(12) = 0$$

$$20 + 40 + 60 + 80 + 100 - R_G(12) = 0$$

$$300 - R_G(12) = 0$$

$$R_G = \frac{-300}{-12}$$

$$R_G = 25 \text{ TON.}$$

$$\sum F_y = 0 \quad -50 + 25 = R_A = 0$$

$$-25 + R_A = 0$$

$$R_A = 25 \text{ TON.}$$

1.- Tomando la parte izquierda del corte g-a

$$\begin{aligned} \sum MB=0 & -25(2)-AL(1)=0 & \circ \circ & AL=50.0 \text{ TON.} \\ \sum ML=0 & 25(2)-AB \cos 26.56^\circ = 0 & \circ \circ & AB=55.9 \text{ TON.} \end{aligned}$$

2.- Tomando la parte izquierda del corte b-b

$$\begin{aligned} \sum ML=0 & 10(2)-BC(2)=0 & \circ \circ & BL=10.0 \text{ TON.} \\ \sum ML=0 & 25(2)-BC \cos 26.56^\circ (1)=0 & \circ \circ & BC=55.9 \text{ TON.} \\ \sum ML=0 & 25(2)-AL(1)=0 & \circ \circ & AL=50.0 \text{ TON.} \end{aligned}$$

3.- Tomando la parte derecha del corte c-c

$$\begin{aligned} \sum ME=0 & -10(2)+25(4)-IH(2)=0 & \circ \circ & IH=LK=40.0 \text{ TON.} \\ \sum MG=0 & -10(2)+HE \sin 45.00^\circ (2)=0 & \circ \circ & HE=LC=14.2 \text{ TON.} \\ \sum MH=0 & 25(2)-FE \cos 26.56^\circ (1)=0 & \circ \circ & FE=BC=55.9 \text{ TON.} \end{aligned}$$

4.- Tomando la parte derecha del corte d-d

$$\begin{aligned} \sum MD=0 & -25(6)+10(4)+10(2)+KJ(3)=0 & \circ \circ & KJ=30.0 \text{ TON.} \\ \sum MK=0 & 25(4)-10(2)-CD \cos 26.56^\circ (2)=0 & \circ \circ & CD=44.7 \text{ TON.} \\ \sum MA=0 & -10(2)-10(4)+KD \sin 56.30^\circ (4)=0 & \circ \circ & KD=18.0 \text{ TON.} \end{aligned}$$

5.- Tomando la parte derecha del corte e-e

$$\begin{aligned} \sum MG=0 & 10(2)+10(4)-EI(4)=0 & \circ \circ & EI=15.0 \text{ TON.} \\ \sum MI=0 & 25(4)-10(2)+ED \cos 26.56^\circ (2)=0 & \circ \circ & ED=CD=44.7 \text{ TON.} \\ \sum ME=0 & 10(2)-25(4)+HI(2)=0 & \circ \circ & HI=LK=40.0 \text{ TON.} \end{aligned}$$

6.- Tomando la parte derecha de corte f-f

$$\begin{aligned} \sum F_x=0 & -DE \cos 26.56^\circ + DI \cos 56.30^\circ + KJ+DJ=0 \\ & 44.7 \cos 26.56^\circ + 18 \cos 56.30^\circ + 30 + DJ=0 & \circ \circ & DJ=0 \end{aligned}$$

III-4.- Método gráfico de cremona.- Es el procedimiento gráfico más generalizado para la determinación de los esfuerzos en las barras.

TABLA.-V.-METODO DE LAS SECCIONES.

MIEMBROS	MAGNITUD DE LAS - FUERZA (TON).	TIPO DE FUERZA.
AL=GH	50.0	TENSION
AB=FG	55.9	COMPRESION
BL=FH	10.0	COMPRESION
BC=EF	55.9	COMPRESION
IH=LK	40.0	TENSION
HE=LC	14.2	TENSION
KJ=IJ	30.0	TENSION
CD=ED	44.7	COMPRESION
KD=ID	18.0	TENSION
EJ=CK	15.0	COMPRESION

En cada nudo las fuerzas exteriores que en él se aplican han de estar en equilibrio, así como los esfuerzos interiores correspondientes a las barras que al mismo concurren. El conjunto de fuerzas mencionadas ha de construir en cada nudo un polígono cerrado. Esto permite encontrar dos esfuerzos de barras desconocidas en un nudo, si se conocen los de las barras concurrentes al mismo. Este método tiene la ventaja de ofrecer una solución rápida y sobre todo proporciona una revisión en el trabajo.

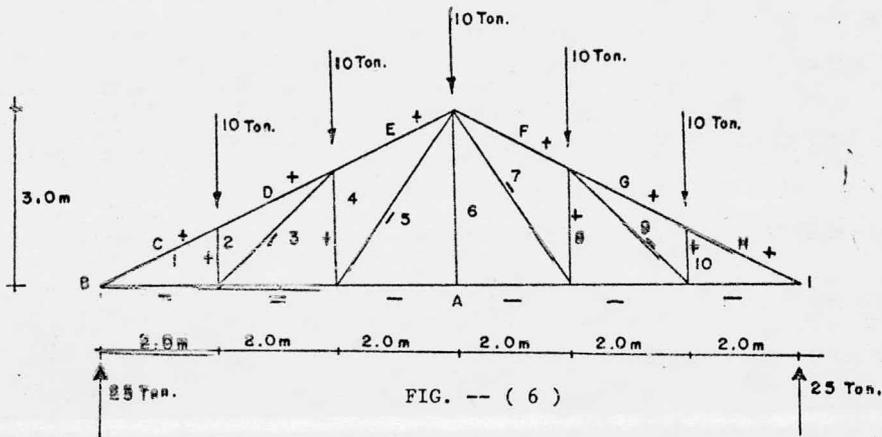
Así como conocemos la magnitud de las fuerzas, es igualmente importante conocer su tipo, esto es, la tensión (-) o compresión (+) a la que trabajan los miembros de la armadura. Para determinar éste tipo de fuerza, se procede a leer a los miembros que concurren al nudo en el sentido de las manecillas del reloj. Si la dirección se lee hacia el nudo de referencia, la fuerza es de compresión y si se lee alejándose del nudo, la fuerza será de tensión.

Procedamos ahora con la armadura de los ejemplos anteriores y descubramos lo sencillo que es construir un diagrama de fuerza, así como, el determinar el tipo de éstas.

La figura (6), representa una armadura con carga vertical total de 50 Ton., la armadura está cargada en forma simétrica se requiere construir un diagrama de fuerzas y determinar el tipo y la magnitud de los esfuerzos en los miembros de la armadura, así como los poligonales de fuerzas de cada nudo.

Al igual que en los métodos anteriores lo primero es determinar

las reacciones. La carga total es de 50 ton. y como la armadura está cargada en forma simétrica, cada reacción es igual a $\frac{1}{2}$ de 50 ton. o 25 ton. Las reacciones son verticales. Conocemos ahora todas las cargas externas.



De acuerdo a lo mencionado en los párrafos anteriores emplearemos la dirección en el sentido de las manecillas del reloj al identificar las fuerzas.

Iniciemos con los polígonos de fuerzas de los nudos, considere mos las fuerzas respecto al nudo A,B,C,I. Hay aquí tres fuerzas AB, CI, y IA de ellas conocemos una AB= 25 Ton. Puesto que por los datos, las tres fuer zas concurrentes están en equilibrio, su polígono de fuerzas debe ser cerrado. Para construir éste polígono de fuerzas, trazemos una línea vertical ab a una escala conveniente, por ejemplo 1 cm=10 ton. Así, ab en el polígono de fuerzas será de 2.5 cm de longitud. Nótese que en vista de que la fuerza AB es hacia arriba, a estará abajo y b en la parte superior de la línea ab fi gura (7- a). Continuando con el sentido de las manecillas del re loj la siguiente fuerza es CI. De ésta fuerza conocemos únicamente su direc-

ción, su magnitud se desconoce. Por eso, por b dibujamos una línea paralela a C1, el punto 1 estará en algún lugar de ésta línea. La siguiente fuerza es 1A. Por el punto a en el polígono de fuerzas, dibujamos una línea paralela a 1A. El punto 1 estará en algún lugar de ésta línea. La intersección de estas dos líneas determinan el punto 1 y completa así el polígono de fuerzas para los miembros AB, C1 y 1A. Ahora, para determinar la magnitud de las fuerzas en los miembros C1 y 1A, lo que se necesita es medir las longitudes de las líneas C1, y 1A, a la misma escala usada. Para estos miembros $C1 = 5.6 \text{ cm} = 56.0 \text{ Ton.}$ y $1A = 5.0 \text{ vm} = 50 \text{ Ton.}$ figura (7 - A). Para conocer el tipo de fuerza que actúan en estos miembros consideremos el miembro C1 respecto al nudo A, B, C, 1. Nótese que éste miembro es C1, no IC, porque en el diagrama de fuerzas se dibujó en el sentido de las manecillas del reloj.

Al regresar al diagrama de la armadura. fig. (7 - A), el miembro bc se lee hacia la izquierda leyendo hacia la junta de referencia A, B, C, 1 y por eso el miembro está a compresión.

Para la barra 1A, referenciada hacia la misma junta A, B, C, 1, leemos alejándonos el punto de referencia, por eso el miembro la está a tensión.

Respecto al nudo C, D, 1, 2, hay cuatro fuerzas, CD, D2, 1-2 y 1C. 1C se conoce que es de 56 Ton. y CD es de 10 Ton. Notamos que aquí hay dos incógnitas únicamente, D2 y 1-2; por ésto es posible construir un polígono de fuerzas. Dibujemos mb y bc, fig. (7 - B), dos lados del polígono a la misma escala usada previamente. Trazemos ahora por el punto d una línea paralela a D2 y por el punto 1 una línea paralela a 1-2, por lo que, el punto 2 estará en la intersección de ambas líneas. Así se establece el punto 2

y se completa el polígono de fuerzas. Las magnitudes de los esfuerzos en los miembros D_2 y $1-2$ se determinan midiendo sus longitudes correspondientes en el polígono de fuerzas antes terminado, $1-2=1\text{cm}=10\text{ Ton.}$ y $D_2 = 5.6\text{ cm} = 56\text{ Ton.}$

Para determinar el tipo de fuerza en estos miembros procedemos de la misma manera que en el caso anterior, por lo que, D_2 y $1-2$ se leen hacia la junta de referencia y por eso ambos miembros están a compresión.

De la misma manera podemos construir los polígonos de fuerzas para cada uno de los nudos restantes de la armadura. En la fig. (7 C, D, E, F), se muestran los polígonos de fuerzas para los nudos $1, 2, 3, A., D, E, 2, 3, 4., 3, 4, 5, A., E, F, 4, 5, 6, 7.$ Las magnitudes y los tipos de todas estas fuerzas se tabulan en la tabla. (VI).

Trazo de un diagrama de fuerzas.- Para construir un diagrama de fuerzas, el principal paso consiste en dibujar el polígono de las fuerzas externas. Al leer en el sentido de las manecillas del reloj, éstas fuerzas son BC, CD, DE, EF, FG, GH, HI, IA y AB. Para comenzar trácese la línea de cargas cd, de, ef, fg, gh, Fig. (7 - G). Esta línea es vertical y paralela a la dirección de las cargas. La siguiente fuerza es IA, una fuerza hacia arriba igual a la mitad de la carga total de la armadura, así se establece el punto a. La última fuerza es AB, también hacia arriba y de igual magnitud que IA, completando el polígono de fuerzas externas.

Ahora al empezar con el nudo A, B, C, 1, tenemos $ab=25\text{ ton.}$, así que a través del punto b dibujamos una línea paralela al miembro de la armadura C, 1 y por el punto a una paralela a IA. La intersección de estas lí

líneas determina el punto 1, completando el polígono de fuerzas respecto al nudo A,B,C,1. $C1=5.6 \text{ cm}=56 \text{ Ton.}$ y $1A=5.0 \text{ cm}=50 \text{ Ton.}$

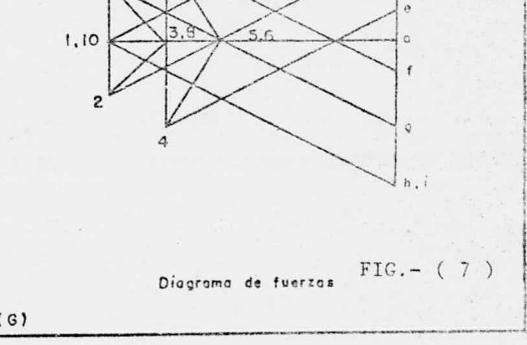
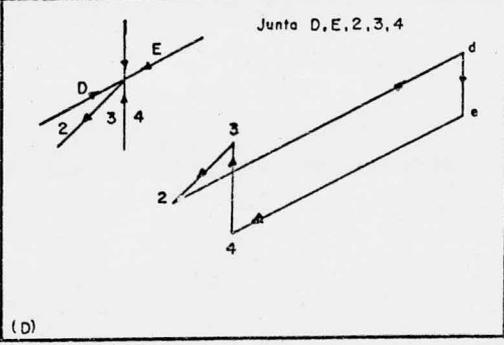
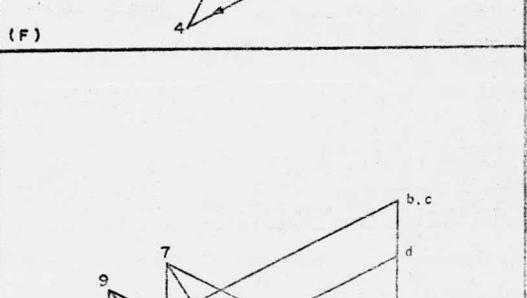
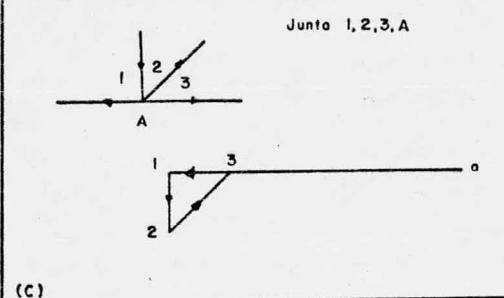
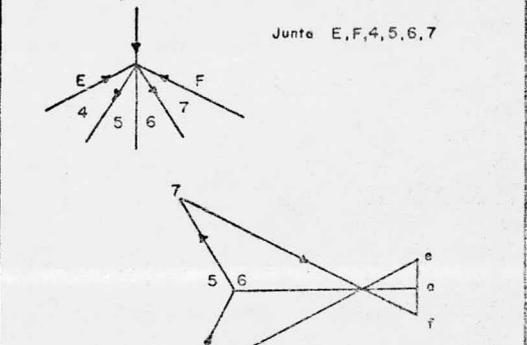
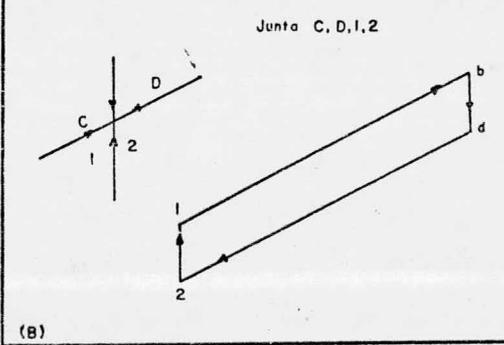
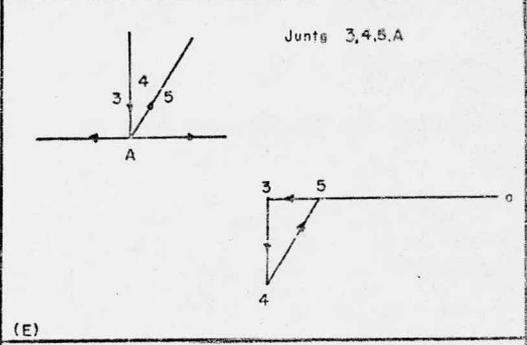
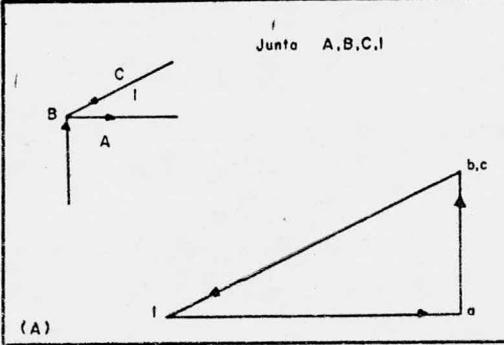
Tomemos ahora la junta C,D,1,2, aquí se conoce $CD=10 \text{ Ton.}$ y $C1=56 \text{ Ton.}$ trazamos una línea por el punto d paralela a D2 y otra por 1 paralela a 1-2, la intersección de ambas determina el punto 2, completando así el polígono de fuerzas respecto al nudo C,D,1,2. $1-2=1.0 \text{ cm}=10 \text{ Ton}$ y $D2=5.6 \text{ cm}=56 \text{ Ton.}$

Consideramos ahora la junta 1,2,3,A, en este nudo se conocen $1-2=10 \text{ ton.}$ y $A-1=50 \text{ ton.}$, al igual que en los pasos anteriores, trazamos una paralela a al y una paralela a 2-3 y la intersección de estas nos determina el punto 3, completando el polígono de fuerzas con respecto a la junta 1,2,3,A. $3-A=4.0 \text{ cm}=40 \text{ Ton.}$ y $2-3=1.4 \text{ cm}=14 \text{ Ton.}$ de modo similiar, podemos tomar los nudos restantes de la armadura y completar el diagrama de fuerzas como se muestra en la fig. (7 - G). Al inspeccionar este diagrama se nota que los números 5 y 6 coinciden en el mismo punto. Esto indica que 5,6 no tiene longitud; es decir, el miembro 5-6 tiene fuerza cero. Por consiguiente, a éste se le llama miembro redundante y solo se emplea para evitar el pandeo posible en esta porción de la cuerda inferior.

Todos los resultados de los nudos de esta armadura se tabulan en la tabla (VI).

TABLA .- VI - METODO GRAFICO.

MIEMBRO	TIPO DE FUERZA	LONGITUD (CM)	MAGNITUD DE LAS FUERZAS (TON)
C1=H10	COMPRESION	5.6	56
1A=10A	TENSION	5.0	50
D2=G9	COMPRESION	5.6	56
1-2=9-10	COMPRESION	1.0	10
2-3-8-9	TENSION	1.4	14
3 A=8A	TENSION	4.0	40
3-4=8-7	COMPRESION	1.5	15
E a=F7	COMPRESION	4.5	45
4-5=6-7	TENSION	1.8	18
5 A=6A	TENSION	3.0	30
6-6	0	0	0



CAPITULO IV.

OPTIMIZACION.

La optimización será solo para el acero estructural y estará basada en los miembros que están sujetos a mayor carga y/o a los miembros de mayor longitud.

Esta optimización de las armaduras triangulares consiste en lo siguiente:

Dado un claro, se propone un tipo de armadura y teniendo la carga a que va ha estar sujeta, se procede a variar el peralte en forma ascendente, se calculan los esfuerzos en las barras para cada peralte propuesto y se tabulan en una tabla para posteriormente proceder a su diseño.

Una vez diseñadas todas las barras de las armaduras, se cuantifica su volumen y cantidad del acero por armadura, en seguida se procederá a graficar los resultados, la primera gráfica será de peralte contra cantidad de acero y la segunda de un factor $\alpha = 1/h$ contra volumen de acero, donde l es igual a claro de la armadura y h es el peralte, se trazará una curva por todos los puntos graficados y el punto más bajo de ésta gráfica nos

proporcionará el peralte óptimo.

Se analizarán 3 tipos de armaduras triangulares con diferentes claros 18 m, 21m y 24m.

Para el diseño de las barras de las armaduras triangulares se realizará por medio del método elástico y se empleará un programa en BASIC para el diseño de miembros de acero sujetos a compresión axial, el cual se muestra en las hojas siguientes, el tipo de acero estructural que se usará será A - 36.

DISEÑO DE MIEMBROS DE ACERO SUJETOS A COMPRESION AXIAL Y TENSION.

Notación:

Según el manual de diseño de obras civiles de la Comisión Federal de Electricidad sección I - estructuras de acero.

$C_c = \frac{\sqrt{2\pi^2 E}}{F_y}$ Relación de esbeltez que separa los intervalos de comportamiento elástico e inelástico.

E= Módulo de elasticidad del acero (2,039,000.00 kg/cm²).

F_y= Punto de fluencia mínimo especificado según el tipo de acero usado(kg/cm²). (A-36 = 2530 KG/CM²)

F_a= Esfuerzo permitido en compresión axial, en ausencia de esfuerzos de flexión (kg/cm²).

$\frac{Kl}{r}$ Relación de esbeltez efectiva máxima del miembro.

F_t= Esfuerzo permisible a la tensión.

f_s= factor de seguridad.

ESFUERZOS PERMISIBLES.

$$\text{Si } Kl/r > Cc \quad Fa = \frac{10480000}{(Kl/r)^2}$$

$$\text{Donde } fs = 1.92$$

$$\text{Si } Kl/r < Cc \quad Fa = \frac{1 - \frac{(Kl/r)^2}{(Cc)^2}}{fs} \frac{2(Cc)^2}{fs}$$

$$\text{Donde } fs = \frac{5}{3} + \frac{3(Kl/r)}{8 Cc} - \frac{(Kl/r)^3}{8(Cc)^3}$$

$$Et = 0.6 fy.$$

COMPRESION AXIAL.

Variables:

Fy=Y	$(Kl/r)^3=V$	
Cc=c	$(Kl/r)^2=U$	Fs=s
$Kl/r=T$	Fa =F	

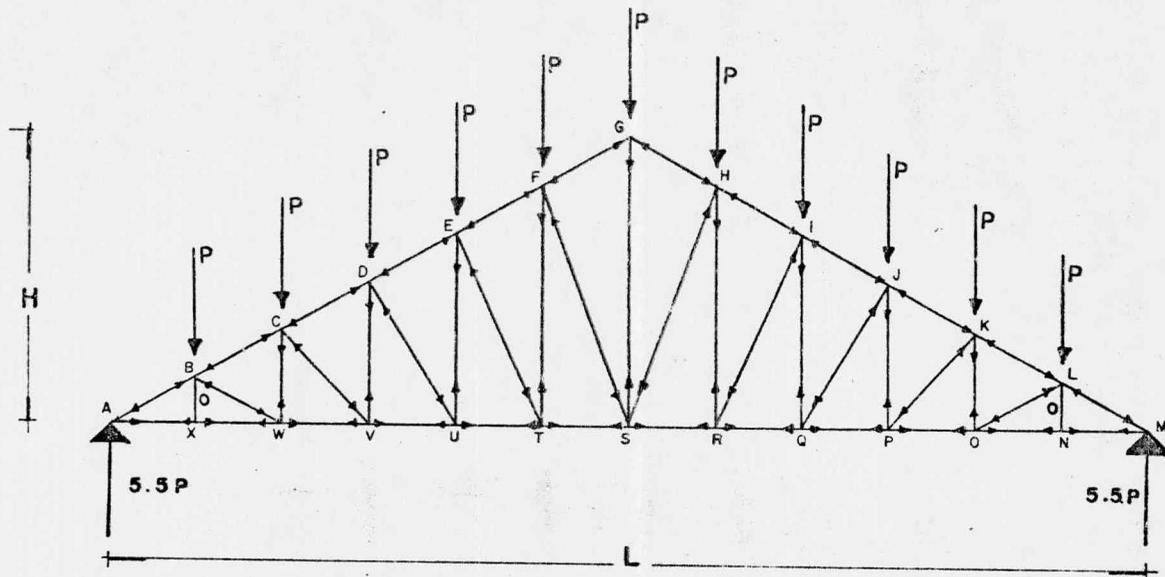
Programa:

```

10 PRINT "COMPRESION"
20 INPUT "DAME E=",E
30 INPUT "DAME Y"=,Y
40 PRINT "CALC DE C"
50 C=SQR[(2*PI^2*E)/Y]
60 INPUT "DAME K=",K
70 INPUT "DAME L=",L
80 INPUT "DAME R=",R
90 PRINT "CALC DE Kl/r"
100 T=(K*L)/R
110 U=(K*L/R)^2
120 V=(K*L/R)^3
130 IF T>C THEN 200
140 PRINT "DONDE T<C"
150 PRINT "CALC DE S"
160 S=(5/3)+((3/8)*(T/C))-((1/8)*(V/C^3))
170 PRINT "CALC DE F"
180 F=(Y*(1-(U/(2*C^2))))/S
190 GOTO 230
200 PRINT "CALC DONDE T>C"
210 PRINT "CALC DE F"
220 F=10480000/U
230 PRINT "RESULT DE F=",F
240 PRINT "CAP DE CARGA"
250 INPUT "DAME AREA=",A
260 IF A=0 THEN 300
270 C=A*F
280 PRINT "CARGA C=",C
290 GO TO 240
300 PRINT "END"

```

ESTRUCTURA TRIANGULAR TIPO "HOWE"



CLARO : $L = 1800 \text{ CM.}$
CARGA : $P = 1000 \text{ KG.}$
PERALTE : $H = \text{VARIABLE}$

PROGRAMA EN BASIC PARA LA OBTENCION DE LOS ESFUERZOS EN LAS
BARRAS DE LA ARMADURA TRIANGULAR TIPO "HOWE" DE 18 MTS. DE CLARO.

```
10 PRINT "HOWE"
20 INPUT "DAME P=", P
30 IF P=0 THEN 560
40 INPUT "DAME Q=", Q
50 INPUT "DAME W=", W
60 INPUT "DAME E=", E
70 INPUT "DAME R=", R
80 INPUT "DAME T=", T
90 A1=5.5*P/SINQ
100 A2=5.5*P/TANQ
110 A3=0
120 A4=A2
130 A5=5*P/SINQ
140 A6=0.5*P/SINQ
150 A7=0.5*P
160 A8=5*P/TANQ
170 A9=1.5*P/(SINW+COSW*TANQ)
180 A10=(3.5*P+A9*SINW)/SINQ
190 A11=A9*SINW
200 A12=A8-A9*COSW
210 A13=(P+A9*SINW)/(SINE+COSE*TANQ)
220 A14=(2.5*P+A13*SINE)/SINQ
230 A15=A13*SINE
240 A16=A12-A13*COSE
250 A17=(P+A13*SINE)/(SINR+COSR*TANQ)
260 A18=(1.5*P+A17*SINR)/SINQ
270 A19=A17*SINR
280 A20=A16-A17*COSR
290 A21=(P+A17*SINR)/(SINT+COST*TANQ)
300 A22=(0.5*P+A21*SINT)/SINQ
310 A23=2*A21*SINT
320 PRINT "ESF A1=", A1
330 PRINT "ESF A2=", A2
340 PRINT "ESF A3=", A3
350 PRINT "ESF A4=", A4
360 PRINT "ESF A5=", A5
370 PRINT "ESF A6=", A6
380 PRINT "ESF A7=", A7
390 PRINT "ESF A8=", A8
400 PRINT "ESF A9=", A9
410 PRINT "ESF A10=", A10
420 PRINT "ESF A11=", A11
430 PRINT "ESF A12=", A12
440 PRINT "ESF A13=", A13
450 PRINT "ESF A14=", A14
460 PRINT "ESF A15=", A15
470 PRINT "ESF A16=", A16
480 PRINT "ESF A17=", A17
490 PRINT "ESF A18=", A18
500 PRINT "ESF A19=", A19
```

510 PRINT "ESF A20=";A20
520 PRINT "ESF A21=";A21
530 PRINT "ESF A22=";A22
540 PRINT "ESF A23=";A23
550 PRINT "ESF A24=";A24
550 GO TO 20
560 PRINT "END"

h=200 cm	h=250 cm	h=300 cm	h=350 cm	h=400 cm	h=450 cm	h=500 cm	h=550 cm	h=600 cm	h=650 cm
p=1000kg	p=1000kg	p=1000 kg	p=1000kg						
Q=12.53°	Q=15.52°	Q=18.43°	Q=21.25°	Q=23.96°	Q=26.56°	Q=29.05°	Q=31.42°	Q=33.69°	Q=35.75°
W=23.96°	W=29.05°	W=33.69°	W=37.87°	W=41.65°	W=45.00°	W=48.01°	W=50.81°	W=53.13°	W=55.20°
E=33.69°	E=39.80°	E=45.00°	E=49.39°	E=53.13°	E=56.30°	E=59.03°	E=61.38°	E=63.43°	E=65.22°
R=41.63°	R=48.01°	R=53.13°	R=57.34°	R=60.67°	R=63.43°	R=65.68°	R=67.75°	R=69.41°	R=70.93°
T=48.01°	T=54.24°	T=59.04°	T=62.81°	T=65.75°	T=68.19°	T=70.12°	T=71.86°	T=73.30°	T=74.53°

A1=AB=ML	25351	20555	17397	15175	13554	12301	11327	10550	9915	9414
A2=AX=MN	24748	19806	16505	14143	12376	1102	9902	9003	8250	7640
A3=XB=NL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A4=XW=NO	24748	19806	16505	14143	12376	11102	9902	9003	8250	7640
A5=BC=LK	23047	18686	15815	13795	12312	11182	102297	9591	9014	8558
A6=BW=LO	2305	1869	1582	1380	1231	1118	1030	959	901	856
A7=WC=OK	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
A8=WV=OP	22498	18005	15004	12857	11251	10002	9002	8185	7500	6945
A9=CV=KP	2462	2059	1803	1629	1505	1414	1345	1292	1250	1218
A10=CD=KJ	20742	16818	14234	12416	11082	10064	9267	8635	8113	7702
A11=VD=PJ	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
A12=VU=PQ	20248	16205	13504	11572	10127	9002	8102	7369	6750	6251
A13=DU=JQ	2704	2343	2122	1976	1875	1803	1749	1710	1677	1653
A14=DE=IJ	18437	14949	12653	11036	9850	8946	8238	7675	7211	6848
A15=UE=IQ	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
A16=UT=RQ	17998	14404	12004	10286	9002	8002	7201	6550	6000	5558
A17=ET=IR	3010	2691	2500	2377	2295	2236	2193	2162	2136	2119
A18=EF=IH	16132	13081	11072	9660	8620	7828	7205	6716	6309	5995
A19=TF=RH	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
A20=TS=RS	15748	12604	10504	9003	7877	7002	6298	5731	5250	4865
A21=FS=HS	3363	3081	2916	2812	2742	2693	2655	2631	2610	2598
A22=FG=HG	13827	11212	9491	8281	7388	6709	6172	5756	5408	5141
A23=SG	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000

Para un peralte $h = 200$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	25351	153

Sección propuesta: Γ 3 x 5/16" Donde:

Area = 22.96 cm^2 r.mín. = 2.34 cm. $k = 1.0$ $k_l/r < C_c$

Fa = 1188 kg/cm² Cap. de carga = 27274 kg. > 25351 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FS	3363	224

Sección propuesta: Γ 1 3/4 x 1/2" Donde:

Area = 10.40 cm^2 r.x. = 1.35 cm. $k = 1.0$ $k_l/r > C_c$

Fa = 381 kg/cm² Cap. de carga = 3958 kg. > 3363 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AX	24748	150

Sección propuesta: \perp 2 x 3/8" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 17.54 cm^2 r.mín. = 1.50 cm. $k = 1.0$

$k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 100 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 17.54 \text{ cm}^2 = 26660 \text{ kg.} > 24748 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GS	5000	200

Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 5.48 cm^2 r.mín. = 1.40 cm. $k = 1.0$

$k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 143 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.} > 5000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3

Vol. de acero a compresión = 61311.76 cm^3

Vol. de acero a tensión = 38169.92 cm^3

Vol. total de acero = 99481.68 cm^3

Cantidad de acero = $0.09948168 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 795.9 \text{ kg.}$

Para un peralte h= 250 cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	20555	155

Sección propuesta: Γ 3 x 1/4" Donde:
 Area=18.58cm.² r.mín.=2.36 cm. k=1.0 k_l/r < C_c
 Fa= 1186 kg/cm.² Cap. de carga= 22032 kg.> 20555 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FS	3081	256

Sección propuesta: Γ 1 3/4 x 5/16" Donde:
 Area=12.78cm.² r.x.=1.32 cm. k=1.0 k_l/r > C_c
 Fa= 279 kg/cm.² Cap. de carga= 3561 kg.> 3081 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AX	19806	150

Sección propuesta: \perp 2 x 5/16" Donde:
 Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm.² = 1520 kg./ cm.²
 Area=14.84cm.² r.mín.=1.52 cm. k=1.0
 k_l/r ≤ 240; k_l/r= 99 < 240
 T =Et.A = 1520 kg./cm.² x 14.84 cm.² = 22557 kg.> 19806 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GS	5000	250

Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8" Donde:
 Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm.² = 1520 kg./cm.²
 Area=5.48 cm.² r.mín.= 1.40 cm. k=1.0
 k_l/r ≤ 240; k_l/r= 178 < 240
 T =Et.A = 1520 kg./cm.² x 5.48 cm.² = 8330 kg.> 5000 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m.³
 Vol. de acero a compresión = 60169.92 cm.³
 Vol. de acero a tensión = 34942.96 cm.³
 Vol. total de acero = 95112.88 cm.³
 Cantidad de acero = 0.09511288 m.³ x 8000 kg./m.³ = 760.9 kg.

Para un peralte $h=300$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	17397	158

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 5/16"$ Donde:

Area = 8.96 cm^2 r.mín. = 1.93 cm . $k=1.0$ $kl/r \leq Gc$

Fa = 1065 kg/cm^2 Cap. de carga = $20184 \text{ kg} > 17397 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FS	2916	291

Sección propuesta: Γ $2 \times \frac{1}{4}"$ Donde:

Area = 2.12 cm^2 r.x. = 1.55 cm . $k=1.0$ $kl/r > Cc$

Fa = 297 kg/cm^2 Cap. de carga = $2969 \text{ kg} > 2916 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AX	16505	150

Sección propuesta: \perp $2\frac{1}{2} \times 3/16"$ Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 11.62 cm^2 r.mín. = 1.98 cm . $k=1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 75 < 240$

$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.62 \text{ cm}^2 = 17662 \text{ kg} > 16505 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GS	5000	300

Sección propuesta: \perp $1\frac{3}{4} \times 1/8"$ Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 5.48 cm^2 r.mín. = 1.40 cm . $k=1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 214 < 240$

$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg} > 5000 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero =	8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión =	62587.92 cm^3
Vol. de acero a tensión =	30780.00 cm^3
Vol. total de acero =	93367.92 cm^3
Cantidad de acero =	$0.09336792 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 746.9 \text{ kg}$.

Para un peralte $h=350$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	15175	160

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ " Donde:

Area = 15.36 cm^2 r.mín. = 1.96 cm. $k=1.0$ $kl/r < C_c$

Fa = 1066 kg/cm^2 Cap. de carga = 16381 kg. > 15175 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FS	2812	328

Sección propuesta: Γ $2 \times \frac{1}{2}$ " Donde:

Area = 12.12 cm^2 r.x. = 1.55 cm. $k=1.0$ $kl/r > C_c$

Fa = 234 kg/cm^2 Cap. de carga = 2836 kg. > 2812 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AX	14143	150

Sección propuesta: JL $1\frac{3}{4} \times \frac{1}{2}$ " Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 10.4 cm^2 r.mín. = 1.35 cm. $k=1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 111 < 240$

$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 10.40 \text{ cm}^2 = 15808 \text{ kg.} > 14143 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GS	5000	350

Sección propuesta: JL $2 \times 3/16$ " Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 9.22 cm^2 r.mín. = 1.57 cm. $k=1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 230 < 240$

$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 9.22 \text{ cm}^2 = 14014 \text{ kg.} > 5000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	= 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión	= 58239.84 cm^3
Vol. de acero a tensión	= 38100.44 cm^3
Vol. total de acero	= 96340.28 cm^3
Cantidad de acero	= $0.09634028 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 770.70 \text{ kg.}$

Para un perfilte $h=400$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	13554	164
Sección propuesta: Γ $2 \times 3/8"$ Donde:		
Area = 17.54 cm^2	r.mín. = 1.50 cm.	$k=1.0$ $k1/r < Cc$
Fa = 822 kg/cm ²	Cap. de carga = 14502 kg.	> 13554 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FS	2742	365
Sección propuesta: Γ $2 \times 3/8"$ Donde:		
Area = 17.54 cm^2	r.x. = 1.50 cm.	$k=1.0$ $k1/r > Cc$
Fa = 177 kg/cm ²	Cap. de carga = 3104 kg.	> 2742 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AX	12376	150
Sección propuesta: \perp $2 \times 3/16"$ Donde:		
$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 9.22 cm^2	r.mín. = 1.57 cm.	$k=1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 95 < 240$		
$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 9.22 \text{ cm}^2 = 14014 \text{ kg.}$	> 12376 kg.	

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GS	5000	400
Sección propuesta: \perp Donde:		
$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 11.62 cm^2	r.mín. = 1.98 cm.	$k=1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 202 < 240$		
$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.62 \text{ cm}^2 = 17662 \text{ kg.}$	> 5000 kg.	

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero =	8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión =	79596.52 cm^3
Vol. de acero a tensión =	44530.48 cm^3
Vol. total de acero =	124127.00 cm^3
Cantidad de acero =	$0.12412700 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 993.0 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 450$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	12301	167

Sección propuesta: Γ $2 \times 3/8''$ Donde:

Area = 17.54 cm^2 r.mín. = 1,50 cm. $k = 1.0$ $kl/r < Cc$

Fa = 808 kg/cm^2 Cap. de carga = $14169 \text{ kg.} > 12301 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FS	2693	403

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 3/16''$ Donde:

Area = 11.62 cm^2 r.x. = 1.98 cm. $k = 1.0$ $kl/r > Cc$

Fa = 253 kg/cm^2 Cap. de carga = $2940 \text{ kg.} > 2693 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AX	11002	150

Sección propuesta: \perp $1\frac{3}{4} \times \frac{1}{4}''$ Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 10.40 cm^2 r.mín. = 1.35 cm. $k = 1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 114 < 240$

$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 10.40 \text{ cm}^2 = 15808 \text{ kg.} > 11002 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GS	5000	450

Sección propuesta: \perp $2\frac{1}{2} \times 3/16''$ Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 11.62 cm^2 r.mín. = 1.98 cm. $k = 1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 227 < 240$

$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.62 \text{ cm}^2 = 17762 \text{ kg.} > 5000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	=	8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión	=	68546.04 cm^3
Vol. de acero a tensión	=	50094.00 cm^3
Vol. total de acero	=	118640.04 cm^3
Cantidad de acero	=	$0.11864004 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 949.1 \text{ kg.}$

Para un peralte $h=500$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	11327	171

Sección propuesta: Γ 2 x 5/16" Donde:
Area=14.84 cm² r.mín.=1.52cm. k=1.0 kl/r < Cc
Fa= 797 kg/cm² Cap. de carga=11823 kg.> kg.11327

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FS	2655	441

Sección propuesta: Γ 2½ x ½" Donde:
Area=15.36 cm² r.x.= cm.1.96 k=1.0 kl/r > Cc
Fa= 207 kg/cm² Cap. de carga=3179 kg.>2655 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AX	9902	150

Sección propuesta: Γ 1 3/4 x 3/16" Donde:
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm² = 1520 kg./cm²
Area=8.06 cm² r.mín.=1.37 cm. k=1.0
kl/r ≤ 240; kl/r= 109 < 240
T = Et.A = 1520 kg./cm² x 8.06 cm² = 12251 kg.> 9902 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GS	5000	500

Sección propuesta: Γ 3 x ½" Donde:
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm² = 1520 kg./cm²
Area=18.58 cm² r.mín.=2.36 cm. k=1.0
kl/r ≤ 240; kl/r= 213 < 240
T = Et.A = 1520 kg./cm² x 18.58 cm² = 28242 kg.> 5000 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m³
Vol. de acero a compresión = 76224.48 cm³
Vol. de acero a tensión = 79352.20 cm³
Vol. total de acero = 155576.68 cm³
Cantidad de acero = 0.15557668 m³ x 8000 kg./m³ = 1244.6 kg.

Para un peralte $h = 550$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	10550	175
Sección propuesta: Γ 2 x 5/16" Donde:		
Area = 14.84 cm ²	r.mín. = 1.52 cm.	k = 1.0
Fa = 771 kg/cm ²	Cap. de carga = 11059 kg.	> 10550 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FS	2631	482
Sección propuesta: Γ 2 1/2 x 1/2" Donde:		
Area = 15.36 cm ²	r.x. = 1.96 cm.	k = 1.0
Fa = 173 kg/cm ²	Cap. de carga = 2661 kg.	> 2631 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AX	9003	150
Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 3/16" Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm ²	= 1520 kg./cm ²	
Area = 8.06 cm ²	r.mín. = 1.37 cm.	k = 1.0
k1/r ≤ 240; k1/r = 109 < 240		
T = Et.A = 1520 kg./cm ² x 8.06 cm ²	= 12251 kg.	> 9002 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GS	5000	550
Sección propuesta: \perp 3 x 1/4" Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm ²	= 1520 kg./cm ²	
Area = 18.58 cm ²	r.mín. = 2.36 cm.	k = 1.0
k1/r ≤ 240; k1/r = 233 < 240		
T = Et.A = 1520 kg./cm ² x 18.58 cm ²	= 28242 kg.	> 5000 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero =	8000 kg./m ³
Vol. de acero a compresión =	80408.16 cm ³
Vol. de acero a tensión =	75859.16 cm ³
Vol. total de acero =	156267.32 cm ³
Cantidad de acero =	0 15626732 m ³ x 8000 kg./m ³ = 1250.1 kg.

Para un peralte $h = 600$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	9915	180

Sección propuesta: Γ $2 \times 5/16''$ Donde:

Area = 14.84 cm^2 r.mín. = 1.52 cm. $k = 1.0$ $k1/r < Cc$

Fa = 739 kg/cm^2 Cap. de carga = $10948 \text{ kg.} > 9915 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FS	2610	522

Sección propuesta: Γ $2 \frac{1}{2} \times 5/16''$ Donde:

Area = 18.96 cm^2 r.x. = 1.93 cm. $k = 1.0$ $k1/r > Cc$

Fa = 143 kg/cm^2 Cap. de carga = $2716 \text{ kg.} > 2610 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AX	8250	150

Sección propuesta: \perp $1 \frac{3}{4} \times 1/8''$ Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 5.48 cm^2 r.mín. = 1.40 cm. $k = 1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 107 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.} > 8250 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GS	5000	550

Sección propuesta: \perp $4 \times 3 \times \frac{1}{4}''$ Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 21.80 cm^2 r.mín. = 3.25 cm. $k = 1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 185 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 21.80 \text{ cm}^2 = 33136 \text{ kg.} > 5000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3

Vol. de acero a compresión = 97049.28 cm^3

Vol. de acero a tensión = 88344.00 cm^3

Vol. total de acero = 185393.28 cm^3

Cantidad de acero = $0.18539328 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1483.2 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 650$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	9414	185

Sección propuesta: Γ $2 \times 5/16''$ Donde:
Area = 14.84 cm^2 r.mín. = 1.52 cm. $k = 1.0$ $k1/r < Cc$
Fa = 706 kg/cm^2 Cap. de carga = $10471 \text{ kg.} > 9414 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FS	2598	562

Sección propuesta: Γ $2 \frac{1}{2} \times 3/8''$ Donde:
Area = 22.32 cm^2 r.x. = 1.91 cm. $k = 1.0$ $k1/r > Cc$
Fa = 121 kg/cm^2 Cap. de carga = $2701 \text{ kg.} > 2598 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AX	7640	150

Sección propuesta: L $1 \frac{3}{4} \times 1/8''$ Donde:
 $E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area = 5.48 cm^2 r.mín. = 1.40 cm. $k = 1.0$
 $k1/r \leq 240$; $k1/r = 107 < 240$
 $T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.} > 7640 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
CS	5000	650

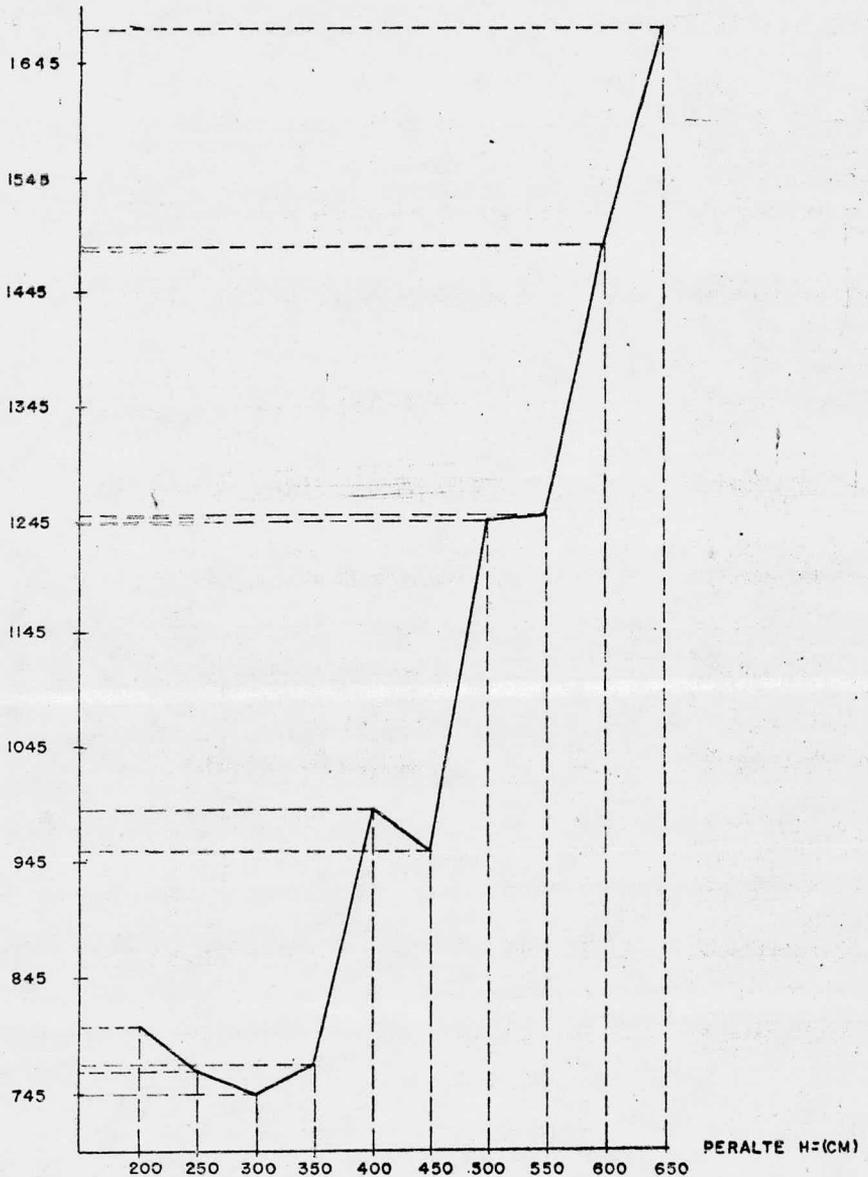
Sección propuesta: L $4 \times 3 \times \frac{1}{4}''$ Donde:
 $E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area = 21.80 cm^2 r.mín. = 3.25 cm. $k = 1.0$
 $k1/r \leq 240$; $k1/r = 200 < 240$
 $T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 21.80 \text{ cm}^2 = 33136 \text{ kg.} > 5000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 114502.08 cm^3
Vol. de acero a tensión = 94884.00 cm^3
Vol. total de acero = 209386.08 cm^3
Cantidad de acero = $0.20938608 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1675.1 \text{ kg.}$

CANTIDAD (KG)



UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"	
	CANTIDAD DE ACERO PERALTE	
GRAFICA N°1	ABRIL -1987	EDO. DE MEXICO

VOLUMEN (CM³)

210 000

204 167

198 333

192 450

186 666

180 833

175 000

169 166

163 332

157 499

151 665

145 832

139 998

134 165

128 321

122 498

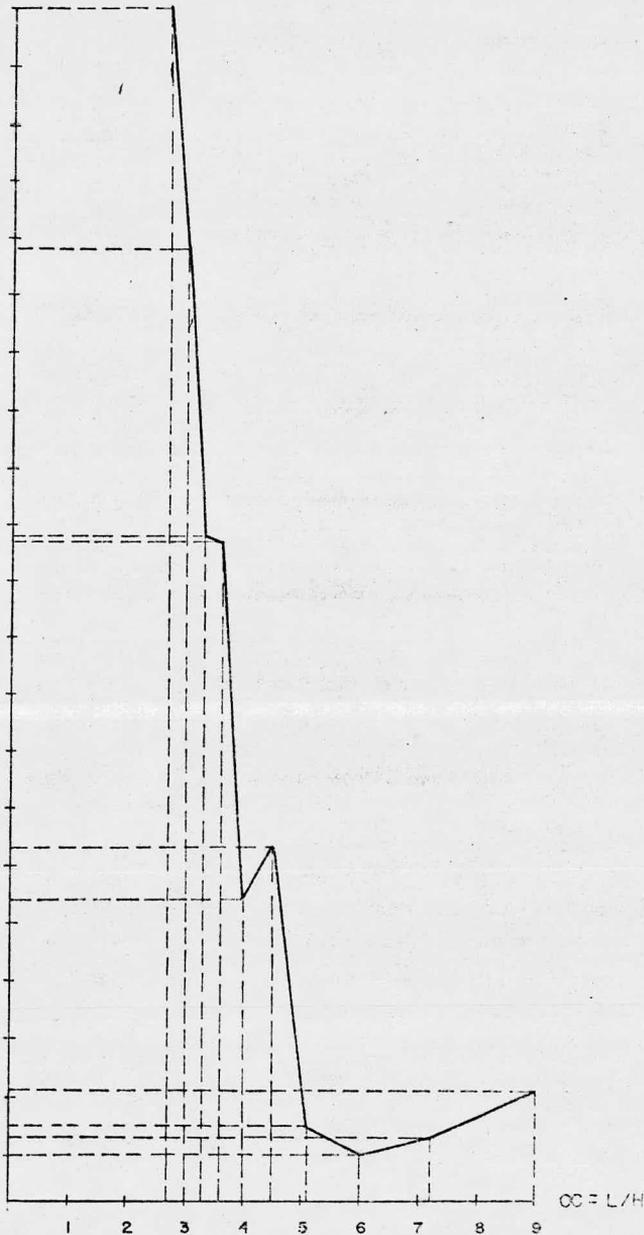
116 664

110 831

104 997

99 164

93 300

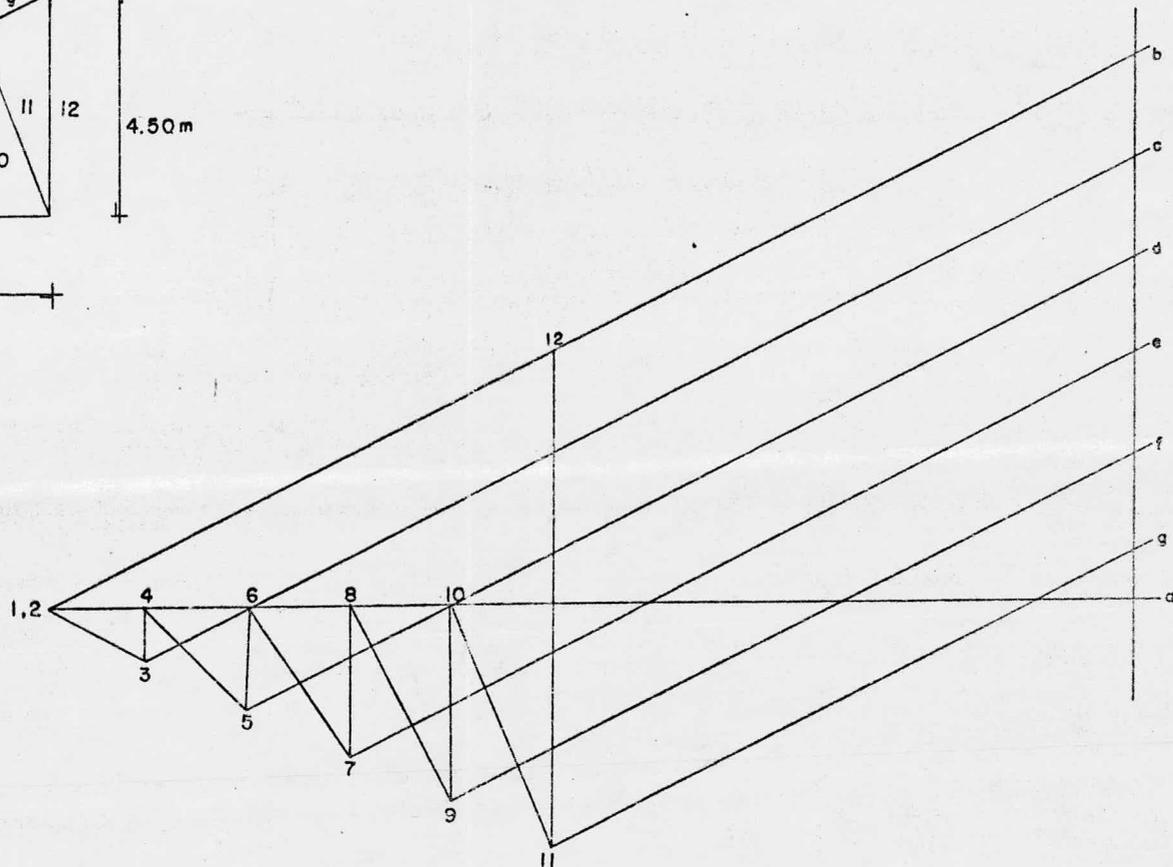
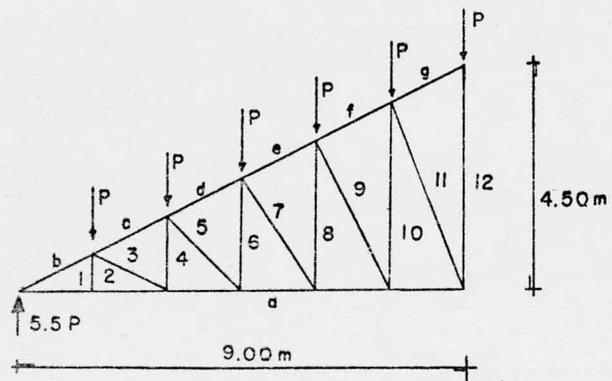


UNAM

ESCUELA NACIONAL DE
ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"

VOLUMEN — CC = L/H

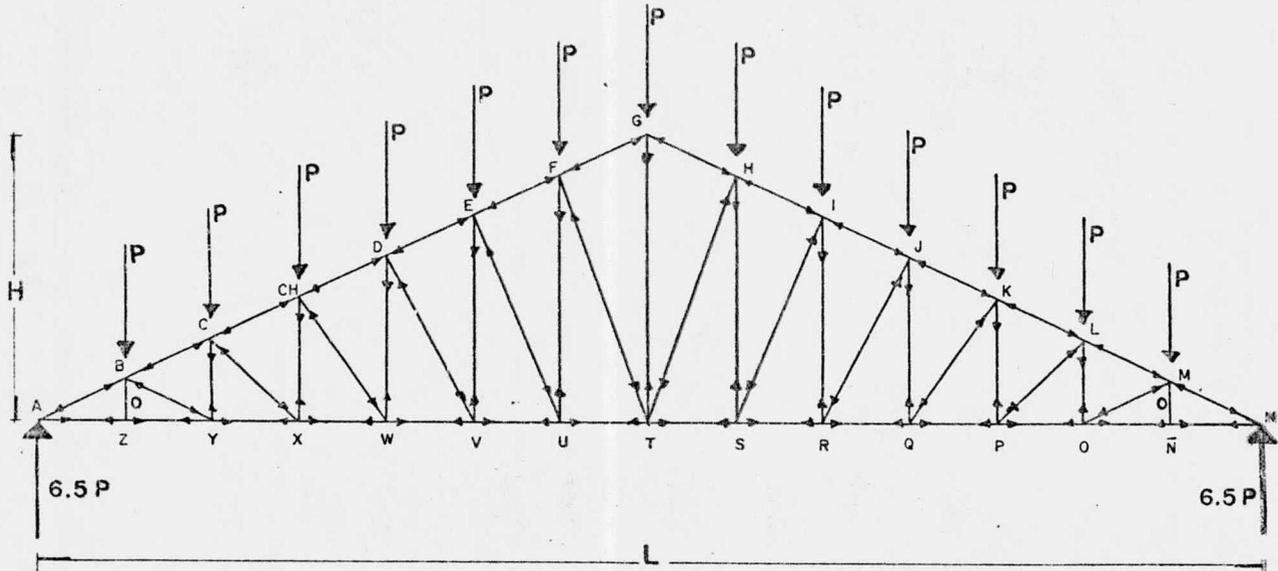
GRAFICA N° 2 | ABRIL - 1987 | EDO. DE MEXICO



CUERDA SUPERIOR	CUERDA INFERIOR	VERTICALES TIRANTES	DIAGONALES FUNTALES
+b-1 12350	-a-1 11000	-1-2 0	+2-3 1100
+c-3 11200	-a-2 11000	-3-4 500	+4-5 1450
+d-5 10100	-a-4 10000	-5-6 1000	+6-7 1800
+e-7 8900	-a-6 8950	-7-8 1500	+8-9 2250
+f-9 7800	-a-8 7600	-9-10 2000	+10-11 2700
+g-11 6650	-a-10 6600	-11-12 5000	

UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"	
	DIAGRAMA GRAFICO DE CREMONA DE LA ESTRUCTURA TRIANGULAR "HOWE"	
ABRIL 1987	ARAGON EDO DE MEXICO.	ESC: 1:50

ESTRUCTURA TRIANGULAR TIPO "HOWE"



CLARO: $L = 2100 \text{ CM.}$
CARGA: $P = 1000 \text{ KG.}$
PERALTE: $H = \text{VARIABLE}$

PROGRAMA EN BASIC PARA LA OBTENCION DE LOS ESFUERZOS EN LAS
BARRAS DE LA ARMADURA TRIANGULAR TIPO "HOWE" DE 21 MTS. DE CLARO.

```

10 PRINT "HOWE"
20 INPUT "DAME P=",P
30 IF P=0 THEN 650
40 INPUT "DAME Q=",Q
50 INPUT "DAME W=",W
60 INPUT "DAME E=",E
70 INPUT "DAME R=",R
80 INPUT "DAME T=",T
90 INPUT "DAME Y=",Y
100 A1=6.5*P/SINQ
110 A2=6.5*P/TANQ
120 A3=0
130 A4=A2
140 A5=6*P/SINQ
150 A6=0.5*P/SINQ
160 A7=0.5*P
170 A8=A6*P/TANQ
180 A9=1.5*P/(SINW+COSW*TANQ)
190 A10=(4.5*P+A9*SINW)/SINQ
200 A11=A9*SINW
210 A12=A8-A9*COSW
220 A13=(P+A9*SINW)/(SINE+COSE*TANQ)
230 A14=(3.5*P+A13*SINE)/SINQ
240 A15=A13*SINE
250 A16=A12-A13*COSE
260 A17=(P+A13*SINE)/(SINR+COSR*TANQ)
270 A18=(2.5*P+A17*SINR)/SINQ
280 A19=A17*SINR
290 A20=A16-A17*COSR
300 A21=(P+A17*SINR)/(SINT+COS*TANQ)
310 A22=(1.5*P+A21*SINT)/SINQ
320 A23=A21*SINT
330 A24=A20-A21*COST
340 A25=(P+A21*SINT)/(SINY+COSY*TANQ)
350 A26=(0.5*P+A25*SINY)/SINQ
360 A27=2*A25*SINY
370 PRINT "ESFA1=",A1
380 PRINT "ESFA2=",A2
390 PRINT "ESFA3=",A3
400 PRINT "ESFA4=",A4
410 PRINT "ESFA5=",A5
420 PRINT "ESFA6=",A6
430 PRINT "ESFA7=",A7
440 PRINT "ESFA8=",A8
450 PRINT "ESFA9=",A9
460 PRINT "ESFA10=",A10
470 PRINT "ESFA11=",A11
480 PRINT "ESFA12=",A12

```

```
490 PRINT "ESFA13=",A13
500 PRINT "ESFA14=",A14
510 PRINT "ESFA15=",A15
520 PRINT "ESFA16=",A16
530 PRINT "ESFA17=",A17
540 PRINT "ESFA18=",A18
550 PRINT "ESFA19=",A19
560 PRINT "ESFA20=",A20
570 PRINT "ESFA21=",A21
580 PRINT "ESFA22=",A22
590 PRINT "ESFA23=",A23
600 PRINT "ESFA24=",A24
610 PRINT "ESFA25=",A25
620 PRINT "ESFA26=",A26
630 PRINT "ESFA27=",A27
640 GO TO 20
650 PRINT "END"
```

h=200 cm	h=250 cm	h=300 cm	h=350 cm	h=400 cm	h=450 cm	h=500 cm	h=550 cm	h=600 cm	h=650 cm
p=1000kg									
Q=10.78°	Q=13.39°	Q=15.94°	Q=18.43°	Q=20.85°	Q=23.19°	Q=25.46°	Q=27.64°	Q=29.74°	Q=31.75°
W=20.85°	W=25.46°	W=29.74°	W=33.69°	W=37.30°	W=40.60°	W=43.60°	W=46.33°	W=48.81°	W=51.07°
E=29.74°	E=35.53°	E=40.60°	E=45.00°	E=48.81°	E=52.12°	E=55.00°	E=57.52°	E=59.74°	E=61.70°
R=37.28°	R=43.60°	R=48.81°	R=53.13°	R=56.72°	R=59.74°	R=62.30°	R=64.48°	R=66.37°	R=68.00°
T=43.60°	T=49.97°	T=55.00°	T=59.03°	T=62.30°	T=64.98°	T=67.71°	T=69.10°	T=70.70°	T=72.09°
Y=48.81°	Y=55.00°	Y=59.74°	Y=63.43°	Y=66.37°	Y=68.74°	Y=70.70°	Y=72.34°	Y=73.73°	Y=74.93°

A1=AB=NP	34752	28068	23668	20560	18262	16507	15120	14011	13103	12352
A2=AZ=NN	34139	27305	22758	19506	17066	15173	13652	12412	11377	10504
A3=ZB=NM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A4=ZY=NO	34139	27305	22758	19506	17066	15173	13652	12412	11377	10504
A5=BC=ML	32079	25905	21848	18979	16858	15237	13957	12933	12095	11402
A6=BY=MO	2673	2159	1821	1582	1405	1270	1163	1078	1008	950
A7=YC=OL	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
A8=YX=OP	31513	25205	21007	18005	15754	14006	12602	11567	10502	9696
A9=CX=LP	2810	2326	2106	1803	1650	1537	1450	1383	1329	1286
A10=CCH=LK	29406	23750	20067	17397	15453	13967	12794	11856	11087	10453
A11=XCH=PK	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
A12=XW=PQ	28887	23105	19257	16505	14441	12839	11552	10503	9627	8888
A13=CHW=KQ	3024	2581	2305	2122	1993	1901	1831	1778	1737	1704
A14=CHD=KJ	26733	21591	18207	15816	14048	12698	11631	10778	10079	9502
A15=WD=QJ	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
A16=VW=OR	26261	21004	17507	15005	13128	11672	10501	9551	8752	8080
A17=DV=JR	3302	2900	2658	2500	2392	2316	2259	2216	2183	2157
A18=DE=JI	24059	19432	16386	14235	12643	11428	10468	9700	9072	8552
A19=VE=IR	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
A20=VU=RS	23634	18904	15756	13505	11815	10505	9451	8593	7877	7272
A21=EU=IS	3625	3265	3052	2916	2824	2759	2713	2676	2649	2627
A22=EF=IH	21386	17273	14566	12653	11239	10159	9328	8622	8063	7602
A23=UF=SH	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
A24=UT=ST	21008	16804	14005	12004	10502	9338	8422	7638	7001	6464
A25=FT=HT	3987	3662	3473	3355	3275	3219	3188	3148	3125	3107
A26=FG=HG	18713	15114	12745	11072	9835	8888	8162	7544	7055	6651
A27=TG	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000

Para un peralte $h = 200$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	34752	152

Sección propuesta: Γ 3 x 7/16" Donde:
Area = 31.36 cm^2 r.mín. = 2.31 cm. $k = 1.0$ $kl/r < Cc$
Fa = 1185 kg/cm^2 Cap. de carga = $37160 \text{ kg.} > 34752 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FT	3987	227

Sección propuesta: Γ 1 3/4 x 5/16" Donde:
Area = 2.73 cm^2 r.x. = 1.32 cm. $k = 1.0$ $kl/r > Cc$
Fa = 354 kg/cm^2 Cap. de carga = $4511 \text{ kg.} > 3987 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	34139	150

Sección propuesta: \perp 3 x 5/16" Donde:
 $E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area = 22.96 cm^2 r.mín. = 2.34 cm. $k = 1.0$
 $kl/r \leq 240$; $kl/r = 64 < 240$
 $T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 22.96 \text{ cm}^2 = 34899 \text{ kg.} > 34139 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GT	6000	200

Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8" Donde:
 $E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area = 5.48 cm^2 r.mín. = 1.40 cm. $k = 1.0$
 $kl/r \leq 240$; $kl/r = 143 < 240$
 $T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.} > 6000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 96013.08 cm^3
Vol. de acero a tensión = 55942.80 cm^3
Vol. total de acero = 151955.88 cm^3
Cantidad de acero = $0.15195588 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1215.7 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 250$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	28068	154
Sección propuesta: Γ 4 x $\frac{1}{4}$ " Donde:		
Area = 25.04 cm ²	r. mín. = 3.18 cm.	k = 1.0
Fa = 1299 kg/cm ²	Cap. de carga = 32536 kg.	> 28068 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FT	3662	263
Sección propuesta: Γ 2 x $\frac{1}{4}$ " Donde:		
Area = 12.12 cm ²	r. x. = 1.55 cm.	k = 1.0
Fa = 364 kg/cm ²	Cap. de carga = 4411 kg.	> 3662 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	27305	150
Sección propuesta: \perp 2 x $\frac{1}{4}$ " Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm ²	= 1520 kg./cm ²	
Area = 18.58 cm ²	r. mín. = 2.36 cm.	k = 1.0
kl/r ≤ 240; kl/r = 64	< 240	
T = Et.A = 1520 kg./cm ² x 18.58 cm ²	= 28242 kg.	> 27305 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GT	6000	250
Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8" Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm ²	= 1520 kg./cm ²	
Area = 5.48 cm ²	r. mín. = 1.40 cm.	k = 1.0
kl/r ≤ 240; kl/r = 170	< 240	
T = Et.A = 1520 kg./cm ² x 5.48 cm ²	= 8330 kg.	> 6000 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	= 8000 kg./m ³
Vol. de acero a compresión	= 83268.17 cm ³
Vol. de acero a tensión	= 48673.76 cm ³
Vol. total de acero	= 131941.93 cm ³
Cantidad de acero	= 0.13194193 m ³ x 8000 kg./m ³ = 1055.6 kg.

Para un peralte $h=300$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	23668	156

Sección propuesta: $\Gamma \Gamma$ $2\frac{1}{2} \times 3/8"$ Donde:
Area= 22.32 cm^2 r.mín.=1.91cm. $k=1.0$ $k1/r < Cc$
Fa= 1066 kg/cm^2 Cap. de carga= $23795 \text{ kg.} > 23668 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FT	3473	295

Sección propuesta: $\Gamma \Gamma$ $2 \times \frac{1}{4}"$ Donde:
Area= 12.12 cm^2 r.x.=1.55 cm. $k=1.0$ $k1/r > Cc$
Fa= 289 kg/cm^2 Cap. de carga= $3500 \text{ kg.} > 3473 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	22758	150

Sección propuesta: JL $2\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}"$ Donde:
 $Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area= 15.36 cm^2 r.mín.=1.96 cm. $k=1.0$
 $k1/r \leq 240$; $k1/r = 76 < 240$
 $T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 15.36 \text{ cm}^2 = 23347 \text{ kg.} > 22758 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GT	6000	300

Sección propuesta: JL $1\frac{3}{4} \times 1/8"$ Donde:
 $Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area= 5.48 cm^2 r.mín.=1.40 cm. $k=1.0$
 $k1/r \leq 240$; $k1/r = 214 < 240$
 $T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.} > 6000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 80404.32 cm^3
Vol. de acero a tensión = 43665.36 cm^3
Vol. total de acero = 124069.68 cm^3
Cantidad de acero = $0.12406968 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 992.60 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 350$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	20560	158
Sección propuesta: $\Gamma \Gamma$ $2\frac{1}{2} \times 3/8$ " Donde:		
Area = 22.32 cm^2	r.mín. = 1.91 cm.	$k=1.0$ $kl/r < Cc$
Fa = 1058 kg/cm^2	Cap. de carga = $23610 \text{ kg.} > 20560 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FT	3355	335
Sección propuesta: $\Gamma \Gamma$ $2 \times 3/8$ " Donde:		
Area = 17.54 cm^2	r.x. = 1.50 cm.	$k=1.0$ $kl/r > Cc$
Fa = 210 kg/cm^2	Cap. de carga = $3685 \text{ kg.} > 3355 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	19506	150
Sección propuesta: JL $2 \times 5/16$ " Donde:		
$Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 14.84 cm^2	r.mín. = 1.52 cm.	$k=1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 97 < 240$		
$T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 14.84 \text{ cm}^2 = 22557 \text{ kg.} > 19506 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GT	6000	350
Sección propuesta: JL $2 \times 3/16$ " Donde:		
$Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 9.22 cm^2	r.mín. = 1.57 cm.	$k=1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 222 < 240$		
$T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 9.22 \text{ cm}^2 = 14014 \text{ kg.} > 6000 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 99395.92 cm^3
Vol. de acero a tensión = 53753.00 cm^3
Vol. total de acero = 153148.92 cm^3
Cantidad de acero = $0.15314892 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1225.2 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 400$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	18262	160

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 5/16"$ Donde:

Area = 18.96 cm^2 r.mín. = 1.93 cm. $k = 1.0$ $kl/r < Cc$

Fa = 1056 kg/cm^2 Cap. de carga = $20029 \text{ kg.} > 18262 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FT	3275	373

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 3/16"$ Donde:

Area = 11.62 cm^2 r.x. = 1.98 cm. $k = 1.0$ $kl/r > Cc$

Fa = 295 kg/cm^2 Cap. de carga = $3431 \text{ kg.} > 3275 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	17066	150

Sección propuesta: \perp $2 \times 1"$ Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 12.12 cm^2 r.mín. = 1.55 cm. $k = 1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 97 < 240$

$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 12.12 \text{ cm}^2 = 18422 \text{ kg.} > 17066 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GT	6000	400

Sección propuesta: \perp $2\frac{1}{2} \times 3/16"$ Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 11.62 cm^2 r.mín. = 1.98 cm. $k = 1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 198 < 240$

$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.62 \text{ cm}^2 = 17662 \text{ kg.} > 6000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3

Vol. de acero a compresión = 78213.52 cm^3

Vol. de acero a tensión = 57918.28 cm^3

Vol. total de acero = 136131.80 cm^3

Cantidad de acero = $0.13613180 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1089.0 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 450$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	16507	163

Sección propuesta: $\Gamma \Gamma$ $2\frac{1}{2} \times 5/16"$ Donde:
Area $= 78.96 \text{ cm}^2$ r.mín. $= 1.93 \text{ cm}$. $k = 1.0$ $k l / r \leq C_c$
Fa $= 1044 \text{ kg/cm}^2$ Cap. de carga $= 19793 \text{ kg} > 16507 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FT	3219	414

Sección propuesta: $\Gamma \Gamma$ $2\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}"$ Donde:
Area $= 15.36 \text{ cm}^2$ r.x. $= 1.96 \text{ cm}$. $k = 1.0$ $k l / r > C_c$
Fa $= 235 \text{ kg/cm}^2$ Cap. de carga $= 3607 \text{ kg} > 3219 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	15173	150

Sección propuesta: $\perp \perp$ $1\frac{3}{4} \times \frac{1}{4}"$ Donde:
Et $= 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area $= 10.40 \text{ cm}^2$ r.mín. $= 1.35 \text{ cm}$. $k = 1.0$
 $k l / r \leq 240$; $k l / r = 111 < 240$
T $= Et \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 10.40 \text{ cm}^2 = 15808 \text{ kg} > 15173 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GT	6000	450

Sección propuesta: $\perp \perp$ $2\frac{1}{2} \times 3/16"$ Donde:
Et $= 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area $= 11.62 \text{ cm}^2$ r.mín. $= 1.98 \text{ cm}$. $k = 1.0$
 $k l / r \leq 240$; $k l / r = 227 < 240$
T $= Et \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.62 \text{ cm}^2 = 17662 \text{ kg} > 6000 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero $= 8000 \text{ kg./m}^3$

Vol. de acero a compresión $= 94446.24 \text{ cm}^3$

Vol. de acero a tensión $= 58350.04 \text{ cm}^3$

Vol. total de acero $= 152796.28 \text{ cm}^3$

Cantidad de acero $= 0.15279628 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1222.4 \text{ kg}$.

Para un peralte h=500 cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	15120	166

Sección propuesta: Γ 2½ x ¼" Donde:

Area=15.36 cm.² r.mín.=1.96cm. k=1.0 kl/r < Cc

Fa=1042 kg/cm.² Cap. de carga=16005 kg.> 15120 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FT	3188	457

Sección propuesta: Γ 2½ x 5/16" Donde:

Area=18.96 cm.² r.x.1.93 cm. k=1.0 kl/r > Cc

Fa= 187 kg/cm.² Cap. de carga= 3543 kg.> 3188 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	13652	150

Sección propuesta: \perp 1 3/4 x ¼" Donde:

Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm.² = 1520 kg./ cm.²

Area=10.4 cm.² r.mín.=1.35 cm. k=1.0

kl/r ≤ 240; kl/r= 111 < 240

T =Et.A = 1520 kg./cm.² x 10.40 cm.² =15808 kg.> 13652 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GT	6000	500

Sección propuesta: \perp 3 x ¼" Donde:

Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm.² =1520 kg./cm.²

Area=18.58 cm.² r.mín.=2.36 cm. k=1.0

kl/r ≤ 240; kl/r= 212 < 240

T =Et.A = 1520 kg./cm.² x 18.58 cm.² = 28242kg.> 6000 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m.³

Vol. de acero a compresión = 104180.16 cm.³

Vol. de acero a tensión = 87315.92 cm.³

Vol. total de acero = 191496.08 cm.³

Cantidad de acero = 0.19149608 m.³ x 8000 kg./m.³ =1532.0kg.

Para un peralte $h=550$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	14011	169

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$ " Donde:

Area=15.36cm.² r.mín.=1.96 cm. k=1.0 $kl/r \leq Cc$

Fa= 1029 kg/cm.² Cap. de carga=15814 kg.>14011 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FT	3473	472

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 3/8$ " Donde:

Area=22.32cm.² r.x.=1.91 cm. k=1.0 $kl/r > Cc$

Fa= 172 kg/cm.² Cap. de carga= 3830 kg.> 3473 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	12142	150

Sección propuesta: \perp $1\frac{3}{4} \times \frac{1}{4}$ " Donde:

Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm.² = 1520 kg./cm.²

Area=10.40cm.² r.mín.=1.35 cm. k=1.0

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 111 < 240$

T = Et.A = 1520 kg./cm.² x 10.40 cm.² = 15808 kg.> 12412 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GT	6000	550

Sección propuesta: \perp $4 \times 3 \times \frac{1}{4}$ " Donde:

Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm.² = 1520 kg./cm.²

Area=21.80cm.² r.mín.=3.25 cm. k=1.0

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 169 < 240$

T = Et.A = 1520 kg./cm.² x 21.80cm.² = 33136kg.> 6000 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero =	8000 kg./m. ³
Vol. de acero a compresión =	121247.04 cm. ³
Vol. de acero a tensión =	105421.20 cm. ³
Vol. total de acero =	226668.24 cm. ³
Cantidad de acero =	0.22666824 m. ³ x 8000 kg./m. ³ = 1813.40kg.

Para un peralte $h = 600$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	13103	172
Sección propuesta: Γ 2 x 3/8" Donde:		
Area = 17.54 cm^2	r.mín. = 1.50 cm.	$k = 1.0$ $kl/r < Cc$
Fa = 776 kg/cm^2	Cap. de carga = $13600 \text{ kg.} > 13103 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FT	3125	533
Sección propuesta: Γ 3 x 1/4" Donde:		
Area = 18.58 cm^2	r.x. = 2.36 cm.	$k = 1.0$ $kl/r > Cc$
Fa = 205 kg/cm^2	Cap. de carga = $3817 \text{ kg.} > 3125 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	11377	150
Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 3/16" Donde:		
$Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 8.06 cm^2	r.mín. = 1.37 cm.	$k = 1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 109 < 240$		
$T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 8.06 \text{ cm}^2 = 12251 \text{ kg.} > 11377 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GT	6000	600
Sección propuesta: \perp 4 x 3 x 1/4" Donde:		
$Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 21.8 cm^2	r.mín. = 3.25 cm.	$k = 1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 185 < 240$		
$T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 21.80 \text{ cm}^2 = 33136 \text{ kg.} > 6000 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 118748.76 cm^3
Vol. de acero a tensión = 108268.00 cm^3
Vol. total de acero = 227016.76 cm^3
Cantidad de acero = $0.22701676 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1816.0 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 650$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	12352	176

Sección propuesta: Γ 2 x 3/8" Donde:

Area = 17.54 cm^2 r.mín. = 1.50 cm. $k = 1.0$ $k1/r < Cc$
 Fa = 750 kg/cm^2 Cap. de carga = $13147 \text{ kg.} > 12352 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FT	3107	574

Sección propuesta: Γ 3 x 1/4" Donde:

Area = 18.58 cm^2 r.x. = 2.36 cm. $k = 1.0$ $k1/r > Cc$
 Fa = 177 kg/cm^2 Cap. de carga = $3291 \text{ kg.} > 3107 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	10504	150

Sección propuesta: JL 1 3/4 x 3/16" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
 Area = 8.06 cm^2 r.mín. = 1.37 cm. $k = 1.0$
 $k1/r \leq 240$; $k1/r = 109 < 240$
 T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 8.06 \text{ cm}^2 = 12251 \text{ kg.} > 10504 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GT	6000	650

Sección propuesta: JL 4 x 3 x 1/4" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
 Area = 21.80 cm^2 r.mín. = 3.25 cm. $k = 1.0$
 $k1/r \leq 240$; $k1/r = 200 < 240$
 T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 21.80 \text{ cm}^2 = 33136 \text{ kg.} > 6000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	= 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión	= 124410.24 cm^3
Vol. de acero a tensión	= 116988.00 cm^3
Vol. total de acero	= 241398.24 cm^3
Cantidad de acero	= $0.24139824 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1931.9 \text{ kg.}$

CANTIDAD (KG)

1900

1800

1700

1600

1500

1400

1300

1200

1100

1000

200

250

300

350

400

450

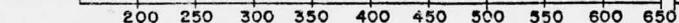
500

550

600

650

PERALTE H₂(CM)



UNAM

ESCUELA NACIONAL DE
ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"

CANTIDAD DE ACERO
PERALTE

GRAFICA N° 1

ABRIL-1987

EDO DE MEXICO

VOLUMEN (CM³)

240 000

230 000

220 000

210 000

200 000

190 000

180 000

170 000

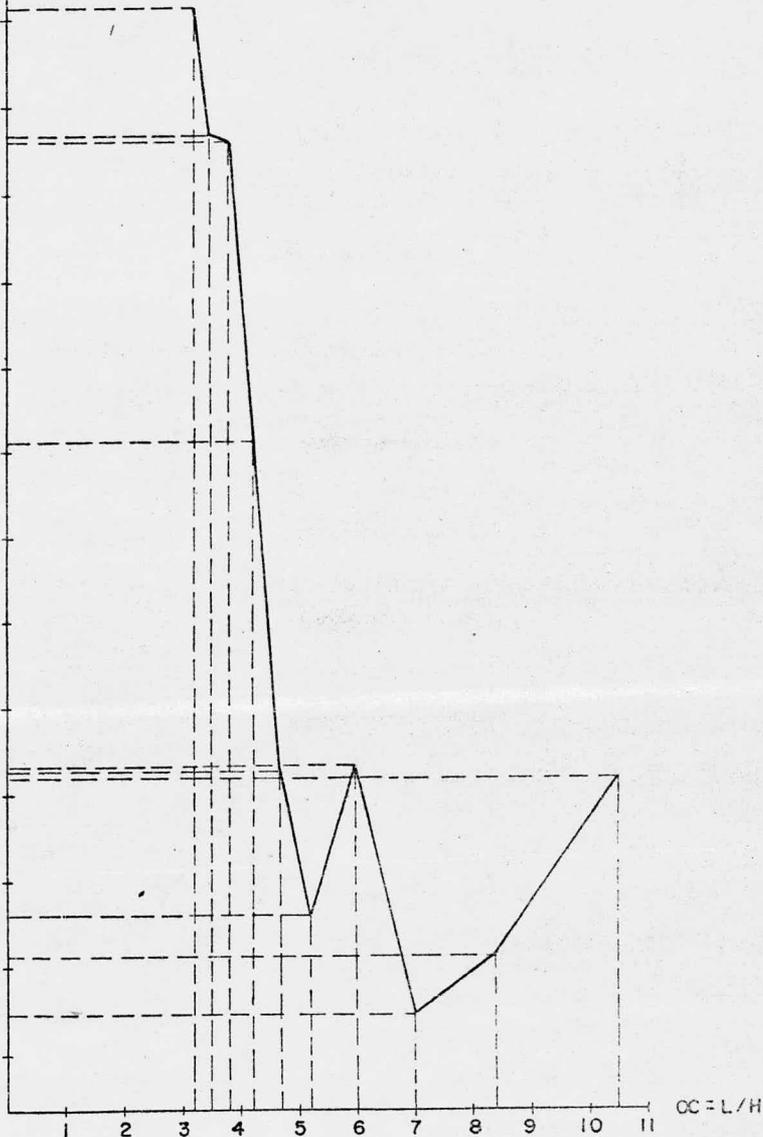
160 000

150 000

140 000

130 000

120 000

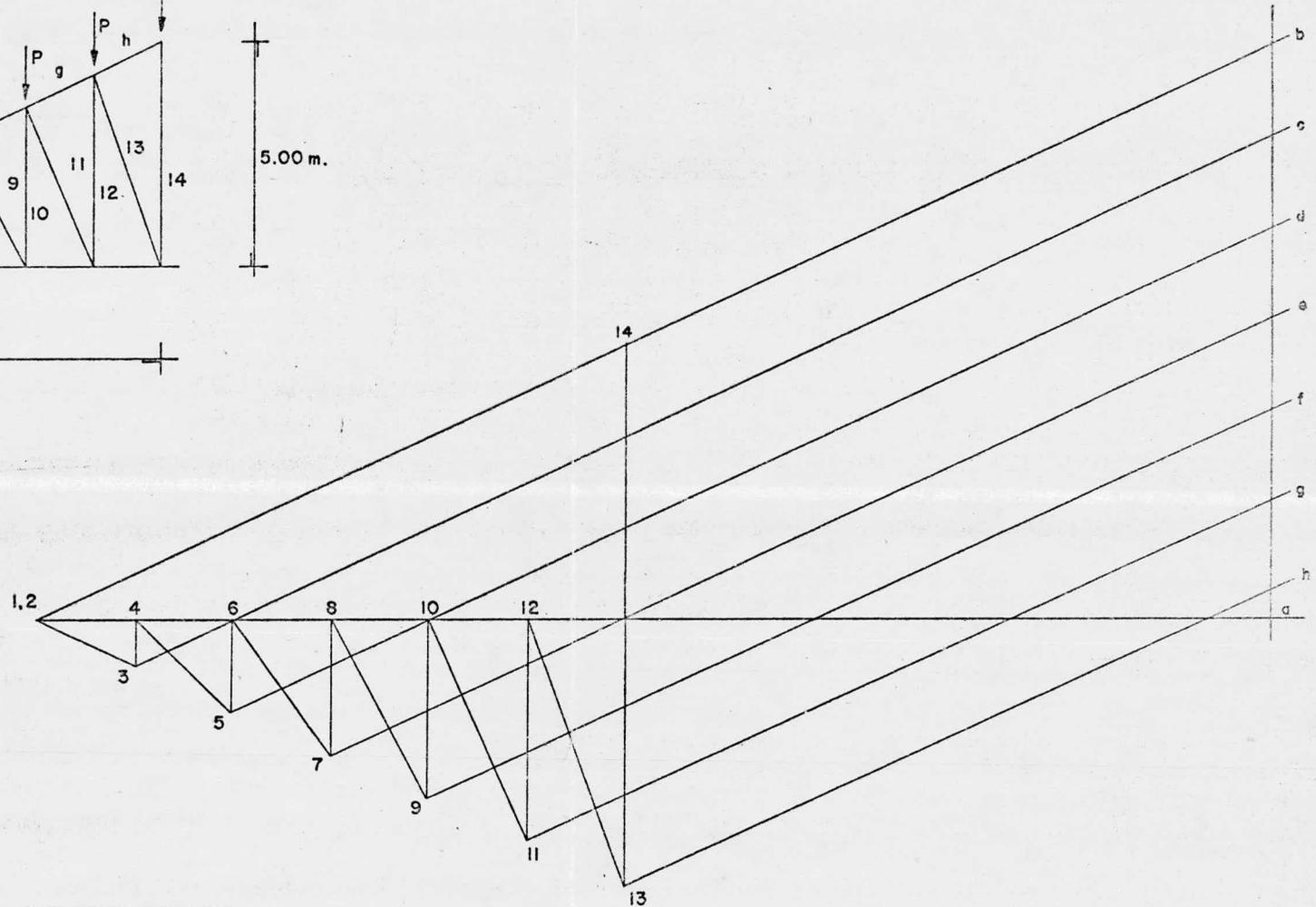
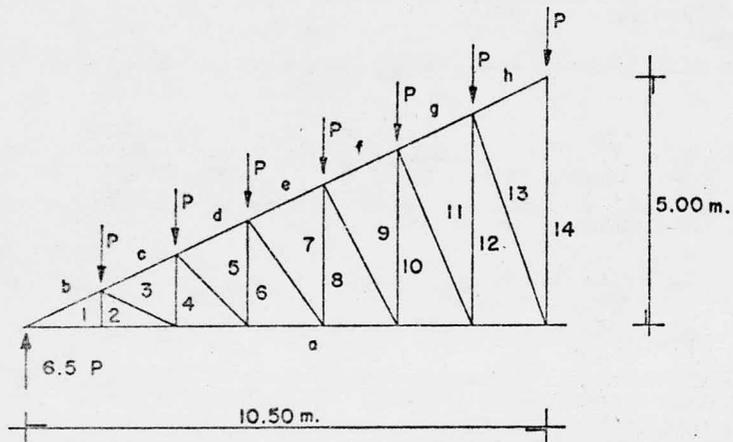


UNAM

ESCUELA NACIONAL DE
ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"

VOLUMEN — OC=L/H

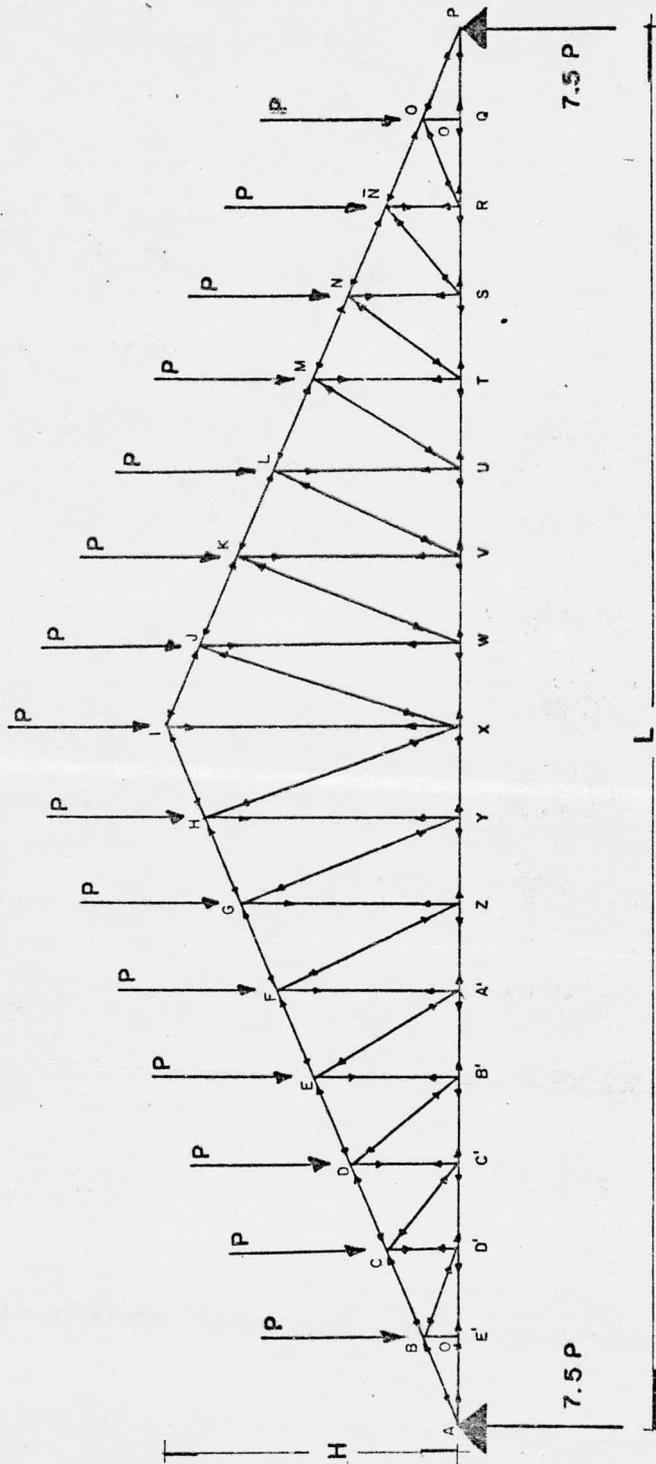
GRAFICA N° 2 ABRIL-1987 EDO DE MEXICO



CUERDA SUPERIOR	CUERDA INFERIOR	VERTICALES TIRANTES	DIAGONALES PUNTALES
+b-1 15150	-a-1 13750	-1-2 0	+2-3 1200
+c-3 14000	-a-2 13750	-3-4 500	+4-5 1500
+d-5 12800	-a-4 12650	-5-6 1000	+6-7 1850
+e-7 11600	-a-6 11550	-7-8 1500	+8-9 2100
+f-9 10400	-a-8 10500	-9-10 2000	+10-11 2700
+g-11 9200	-a-10 9400	-11-12 2500	+12-13 3100
+h-13 8000	-a-12 8300	-13-14 6000	

UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"	
	DIAGRAMA GRAFICO DE CREMONA DE LA ESTRUCTURA TRIANGULAR "HOWE"	
ABRIL 1987	ARAGON EDO. DE MEXICO.	ESC: 1:50

ESTRUCTURA TRIANGULAR TIPO "HOWE"



CLARO: $L = 2400$ CM.
 CARGA: $P = 1000$ KG.
 PERALTE: $H = \text{VARIABLE}$

PROGRAMA EN BASIC PARA LA OBTENCION DE LOS ESFUERZOS -
EN LAS BARRAS DE LA ARMADURA TRIANGULAR TIPO HOWE DE 24 MTS. DE CLARO.

```

1 Ø PRINT "HOWE"
2 Ø INPUT "DAMEP=",P
3 Ø IFP=Ø THEN. 74Ø.
4 Ø INPUT "DAME Q=",Q
5 Ø INPUT "DAME W=",W
6 Ø INPUT "DAME E=",E
7 Ø INPUT "DAME R=",R
8 Ø INPUT "DAME T=",T
9 Ø INPUT "DAME Y=",Y
10 Ø INPUT "DAME V=",V
11 Ø A1=7.5*P/SINQ
12 Ø A2=7.5*P/TANQ
13 Ø A3= Ø
14 Ø A4= A2
15 Ø A5= 7*P/SINQ
16 Ø A6= 0.5*P/SINQ
17 Ø A7= 0.5*P
18 Ø A8= 7*P/TANQ
19 Ø A9= 1.5*P/(SINW+COSW*TANQ)
20 Ø A10=(5.5*P+A9*SINW)/SINQ
21 Ø A11=A9*SINW
22 Ø A12=A8-A9*COSW
23 Ø A13=P+A11/(SIN E+COSE*TANQ)
24 Ø A14=(4.5*P+A13*SINE)/SIN Q
25 Ø A15=A13*SINE
26 Ø A16=A12-A13*COSE
27 Ø A17=P+15/(SINR+COSR*TANQ)
28 Ø A18=(3.5*P+A17*SINR)/SINQ
29 Ø A19=A17*SINR
30 Ø A20=A16-A17*COSR

```

```
31 Ø A21=P+A19/(SINT+COST*TANQ)
32 Ø A22=(2.5*P+A21*SINT)/SINQ
33 Ø A23=A21*SINT
34 Ø A24=A20+A21*COST
35 Ø A25=P+A23/SINY*COSY*TANQ
36 Ø A26=1.5*P+A25*SINY/SINQ
37 Ø A27= A25*SINY
38 Ø A28= A24-A25*COSY
39 Ø A29=P+A27/SINV V+COSV*TANQ
40 Ø A30= 0.5*P+A29*SINV/SINQ
41 Ø A31= 2*A29*SINV
42 Ø PRINT "ESFA1=",A1
43 Ø PRINT "ESFA2=",A2
44 Ø PRINT "ESFA3=",A3
45 Ø PRINT "ESFA4=",A4
46 Ø PRINT "ESFA5=",A5
47 Ø PRINT "ESFA6=",A6
48 Ø PRINT "ESFA7=",A7
49 Ø PRINT "ESFA8=",A8
50 Ø PRINT "ESFA9=",A9
51 Ø PRINT "ESFA10=";A1Ø
52 Ø PRINT "ESFA11=";A11
53 Ø PRINT "ESFA12=";A12
54 Ø PRINT "ESFA13=";A13
55 Ø PRINT "ESFA14=";A14
56 Ø PRINT "ESFA15=";A15
57 Ø PRINT "ESFA16=";A16
58 Ø PRINT "ESFA17=";A17
59 Ø PRINT "ESFA18=";A18
60 Ø PRINT "ESFA19=";A19
61 Ø PRINT "ESFA20=";A2Ø
62 Ø PRINT "ESFA21=";A21
63 Ø PRINT "ESFA22=";A22
64 Ø PRINT "ESFA23=";A23
65 Ø PRINT "ESFA24=";A24
```

```
66 Ø PRINT "ESFA25="A25
67 Ø PRINT "ESFA26="A26
68 Ø PRINT "ESFA27="A27
69 Ø PRINT "ESFA28="A28
70 Ø PRINT "ESFA29="A29
71 Ø PRINT "ESFA30="A30
72 Ø PRINT "ESFA31="A31
73 Ø GØ TØ 2Ø
74 Ø PRINT "END"
```


Para un peralte $h = 200$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra AB	Fuerza (kg) 45632	Longitud (cm) 152
Sección propuesta: Γ 4 x 3/8" Donde:		
Area = 36.90 cm ²	r. mín. = 3.12 cm.	k = 1.0
Fa = 1298 kg/cm ²	Cap. de carga = 47881 kg.	> 45632 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra HX	Fuerza (kg) 4611	Longitud (cm) 230
Sección propuesta: Γ 2 x 1/2" Donde:		
Area = 12.12 cm ²	r. x. = 1.55 cm.	k = 1.0
Fa = 476 kg/cm ²	Cap. de carga = 5769 kg.	> 4611 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra AE'	Fuerza (kg) 45011	Longitud (cm) 150
Sección propuesta: \perp 4 x 5/16" Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm ²	= 1520 kg./cm ²	
Area = 30.96 cm ²	r. mín. = 3.15 cm.	k = 1.0
k1/r ≤ 240; k1/r = 48	< 240	
T = Et.A = 1520 kg./cm ²	x 30.96 cm ²	= 47059 kg. > 45011 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra IX	Fuerza (kg) 7000	Longitud (cm) 200
Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8" Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm ²	= 1520 kg./cm ²	
Area = 5.48 cm ²	r. mín. = 1.40 cm.	k = 1.0
k1/r ≤ 240; k1/r = 178	< 240	
T = Et.A = 1520 kg./cm ²	x 5.48 cm ²	= 8330 kg. > 7000 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	= 8000 kg./m. ³
Vol. de acero a compresión	= 121107.36 cm. ³
Vol. de acero a tensión	= 83072.00 cm. ³
Vol. total de acero	= 204179.36 cm. ³
Cantidad de acero	= 0.20417936 m. ³ x 8000 kg./m. ³ = 1633.4 kg.

Para un peralte $h = 250$ cm.

A) = Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	36798	153

Sección propuesta: Γ 3 x 7/16" Donde:

Area = 31.36 cm^2 r.mín. = 2.36 cm. $k = 1.0$ $k1/r \leq Cc$
Fa = 1192 kg/cm^2 Cap. de carga = $37374 \text{ kg.} > 36798 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B) - Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HX	4261	264

Sección propuesta: Γ 2 x 1" Donde:

Area = 12.12 cm^2 r.x. = 1.55 cm. $k = 1.0$ $k1/r > Cc$
Fa = 361 kg/cm^2 Cap. de carga = $4378 \text{ kg.} > 4261 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C) - Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	36026	150

Sección propuesta: \perp 4 x 1/2" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area = 25.04 cm^2 r.mín. = 3.18 cm. $k = 1.0$
 $k1/r \leq 240$; $k1/r = 47 < 240$
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 25.04 \text{ cm}^2 = 38061 \text{ kg.} > 36026 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D) - Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IX	7000	250

Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area = 5.48 cm^2 r.mín. = 1.40 cm. $k = 1.0$
 $k1/r \leq 240$; $k1/r = 178 < 240$
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.} > 7000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E) - Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 110802.24 cm^3
Vol. de acero a tensión = 69620.24 cm^3
Vol. total de acero = 180422.48 cm^3
Cantidad de acero = $0.18042248 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1443.4 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 300$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	30937	154

Sección propuesta: Γ 3 x 3/8" Donde:

Area = 27.22 cm^2 r.mín. = 2.31 cm. $k = 1.0$ $kl/r < Cc$

Fa = 1179 kg/cm^2 Cap. de carga = $32087 \text{ kg.} > 30937 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HX	4031	307

Sección propuesta: Γ 2 x 3/8" Donde:

Area = 17.54 cm^2 r.x. = 1.50 cm. $k = 1.0$ $kl/r > Cc$

Fa = 250 kg/cm^2 Cap. de carga = $4388 \text{ kg.} > 4031 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	30014	150

Sección propuesta: \perp 2 1/2 x 3/8" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 22.32 cm^2 r.mín. = 1.91 cm. $k = 1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 78 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 22.32 \text{ cm}^2 = 33972 \text{ kg.} > 30014 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IX	7000	300

Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1 7/8" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 5.48 cm^2 r.mín. = 1.40 cm. $k = 1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 214 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.} > 7000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3

Vol. de acero a compresión = 121373.88 cm^3

Vol. de acero a tensión = 66884.40 cm^3

Vol. total de acero = 188258.28 cm^3

Cantidad de acero = $0.18825828 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1506.0 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 350$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	26786	156

Sección propuesta: Γ 3 x 5/16" Donde:

Area = 22.96 cm^2 r.mín. = 2.34 cm. $k = 1.0$ $k1/r < Cc$

Fa = 1179 kg/cm^2 Cap. de carga = $27006 \text{ kg.} > 26786 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HX	3897	341

Sección propuesta: Γ 2½ x 3/16" Donde:

Area = 11.62 cm^2 r.x. = 1.98 cm. $k = 1.0$ $k1/r > Cc$

Fa = 353 kg/cm^2 Cap. de carga = $4105 \text{ kg.} > 3897 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	25715	150

Sección propuesta: \perp 2 x 3/8" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 17.54 cm^2 r.mín. = 1.50 cm. $k = 1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 100 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 17.54 \text{ cm}^2 = 26661 \text{ kg.} > 25715 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IX	7000	350

Sección propuesta: \perp 2 x 1½ x 1/8" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 5.40 cm^2 r.mín. = 1.60 cm. $k = 1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 219 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8208 \text{ kg.} > 7000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3

Vol. de acero a compresión = 96165.44 cm^3

Vol. de acero a tensión = 57494.80 cm^3

Vol. total de acero = 153660.24 cm^3

Cantidad de acero = $0.15366024 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1229.3 \text{ kg.}$

Para un peralte $h=400$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	23723	158

Sección propuesta: $\Gamma \Gamma 3 \times 5/16''$ Donde:

Area = 22.96 cm^2 r.mín. = 2.34 cm. $k=1.0$ $k1/r \leq Cc$
 Fa = 1173 kg/cm^2 Cap. de carga = $26926 \text{ kg.} > 23723 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HX	3808	381

Sección propuesta: $\Gamma \Gamma 2\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}''$ Donde:

Area = 15.36 cm^2 r.x. = 1.96 cm. $k=1.0$ $k1/r > Cc$
 Fa = 277 kg/cm^2 Cap. de carga = $4260 \text{ kg.} > 3808 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HE'	22506	150

Sección propuesta: $\perp \perp 2 \times 5/16''$ Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
 Area = 14.84 cm^2 r.mín. = 1.52 cm. $k=1.0$
 $k1/r \leq 240$; $k1/r = 92 < 240$
 T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 14.84 \text{ cm}^2 = 22557 \text{ kg.} > 22506 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IX	7000	400

Sección propuesta: $\perp \perp 2\frac{1}{2} \times 3/16''$ Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
 Area = 11.62 cm^2 r.mín. = 1.98 cm. $k=1.0$
 $k1/r \leq 240$; $k1/r = 202 < 240$
 T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.62 \text{ cm}^2 = 17662 \text{ kg.} > 7000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	= 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión	= 113584.63 cm^3
Vol. de acero a tensión	= 84768.00 cm^3
Vol. total de acero	= 198352.63 cm^3
Cantidad de acero	= $0.19835263 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1586.8 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 450$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	21366	160

Sección propuesta: $\Gamma \Gamma$ $3 \times \frac{1}{4}$ " Donde:
Area = 18.58 cm^2 r.mín. = 2.36 cm $k = 1.0$ $k_l/r < C_c$
Fa = 1171 kg/cm^2 Cap. de carga = $21752 \text{ kg} > 213666 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HX	3475	422

Sección propuesta: $\Gamma \Gamma$ $2\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$ " Donde:
Area = 15.36 cm^2 r.x. = 1.96 cm $k = 1.0$ $k_l/r > C_c$
Fa = 227 kg/cm^2 Cap. de carga = $3477 \text{ kg} > 3472 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	20006	150

Sección propuesta: JL $2 \times 5/16$ " Donde:
 $E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area = 14.84 cm^2 r.mín. = 1.52 cm $k = 1.0$
 $k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 97 < 240$
 $T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 14.84 \text{ cm}^2 = 22557 \text{ kg} > 20006 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IX	7000	450

Sección propuesta: JL $2\frac{1}{2} \times 3/16$ " Donde:
 $E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area = 11.62 cm^2 r.mín. = 1.98 cm $k = 1.0$
 $k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 227 < 240$
 $T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.62 \text{ cm}^2 = 17662 \text{ kg} > 7000 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 107591.68 cm^3
Vol. de acero a tensión = 77664.00 cm^3
Vol. total de acero = 185255.68 cm^3
Cantidad de acero = $0.18525568 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1482.0 \text{ kg}$.

Para un peralte $h = 500$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	19500	162

Sección propuesta: $\Gamma \Gamma$ $2\frac{1}{2} \times 5/16"$ Donde:

Area = 18.96 cm^2 r.mín. = 1.93 cm . $k = 1.0$ $k1/r < Cc$

Fa = 1048 kg/cm^2 Cap. de carga = $19872 \text{ kg.} > 19500 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HX	3700	463

Sección propuesta: $\Gamma \Gamma$ $2\frac{1}{2} \times 3/8 "$ Donde:

Area = 22.32 cm^2 r.x. = 1.91 cm . $k = 1.0$ $k1/r > Cc$

Fa = 178 kg/cm^2 Cap. de carga = $3981 \text{ kg.} > 3700 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	18000	150

Sección propuesta: $\perp \perp$ $2 \times \frac{1}{4}"$ Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 12.12 cm^2 r.mín. = 1.55 cm . $k = 1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 97 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 12.12 \text{ cm}^2 = 18422 \text{ kg.} > 18000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IX	7000	500

Sección propuesta: $\perp \perp$ $3 \times \frac{1}{4}"$ Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 18.58 cm^2 r.mín. = 2.36 cm . $k = 1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 212 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 18.58 \text{ cm}^2 = 28242 \text{ kg.} > 7000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3

Vol. de acero a compresión = 143111.52 cm^3

Vol. de acero a tensión = 103593.80 cm^3

Vol. total de acero = 246705.32 cm^3

Cantidad de acero = $0.24670532 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1973.7 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 550$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	1803	165

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 5/16"$ Donde:

Area = 18.96 cm^2 r.mín. = 1.93 cm. $k = 1.0$ $kl/r < Cc$

Fa = 1035 kg/cm^2 Cap. de carga = $19634 \text{ kg.} > 18003 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HX	3666	504

Sección propuesta: Γ $3 \times \frac{1}{4}"$ Donde:

Area = 18.58 cm^2 r.x. = 2.36 cm. $k = 1.0$ $kl/r > Cc$

Fa = 230 kg/cm^2 Cap. de carga = $4269 \text{ kg.} > 3666 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	16366	150

Sección propuesta: \perp $2\frac{1}{2} \times 3/16"$ Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 11.62 cm^2 r.mín. = 1.98 cm. $k = 1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 76 < 240$

T = $E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.62 \text{ cm}^2 = 17662 \text{ kg.} > 16366 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HX	3666	550

Sección propuesta: \perp $3 \times \frac{1}{4}"$ Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 18.58 cm^2 r.mín. = 2.36 cm. $k = 1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 233 < 240$

T = $E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 18.58 \text{ cm}^2 = 28294 \text{ kg.} > 7000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3

Vol. de acero a compresión = 133637.40 cm^3

Vol. de acero a tensión = 109825.80 cm^3

Vol. total de acero = 243463.20 cm^3

Cantidad de acero = $0.24346320 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1947.7 \text{ kg.}$

Para un peralte h=600 cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	16773	167

Sección propuesta: Γ 2 1/2 x 5/16" Donde:

Area = 18.96 cm² r.mín. = 1.93 cm. k = 1.0 kl/r ≤ Cc
 Fa = 1023 kg/cm² Cap. de carga = 19394 kg. > 16773 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HX	3640	550

Sección propuesta: Γ 3 x 5/16" Donde:

Area = 22.96 cm² r.x. = 2.34 cm. k = 1.0 kl/r > Cc
 Fa = 190 kg/cm² Cap. de carga = 4355 kg. > 3640 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE	15003	150

Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/2" Donde:

Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm² = 1520 kg./cm²
 Area = 0.40 cm² r.mín. = 1.35 cm. k = 1.0
 kl/r ≤ 240; kl/r = 111 < 240
 T = Et.A = 1520 kg./cm² x 0.40 cm² = 608 kg. > 15003 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IX	7000	600

Sección propuesta: \perp 4 x 1/2" Donde:

Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm² = 1520 kg./cm²
 Area = 25.04 cm² r.mín. = 3.18 cm. k = 1.0
 kl/r ≤ 240; kl/r = 189 < 240
 T = Et.A = 1520 kg./cm² x 25.04 cm² = 38061 kg. > 7000 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m.³
 Vol. de acero a compresión = 160208.16 cm.³
 Vol. de acero a tensión = 145152.00 cm.³
 Vol. total de acero = 305360.16 cm.³
 Cantidad de acero = 0.30536016 m.³ x 8000 kg./m.³ = 2442.9 kg.

Para un peralte $h = 650$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	15748	171
Sección propuesta: Γ 2½ x 5/16" Donde:		
Area = 18.96 cm ²	r. mín. = 1.93 cm.	k = 1.0
Fa = 1010 kg/cm ²	Cap. de carga = 19151 kg.	kl/r < Cc

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HX	3619	588
Sección propuesta: Γ 3 x 5/16" Donde:		
Area = 22.96 cm ²	r. x. = 2.34 cm.	k = 1.0
Fa = 166 kg/cm ²	Cap. de carga = 3810 kg.	kl/r > Cc

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	13848	150
Sección propuesta: \perp 2 x 3/16" Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm ²		= 1520 kg./cm ²
Area = 9.22 cm ²	r. mín. = 1.57 cm.	k = 1.0
kl/r ≤ 240; kl/r = 95		< 240
T = Et.A = 1520 kg./cm ² x 9.22 cm ²		= 14014 kg. > 13848 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

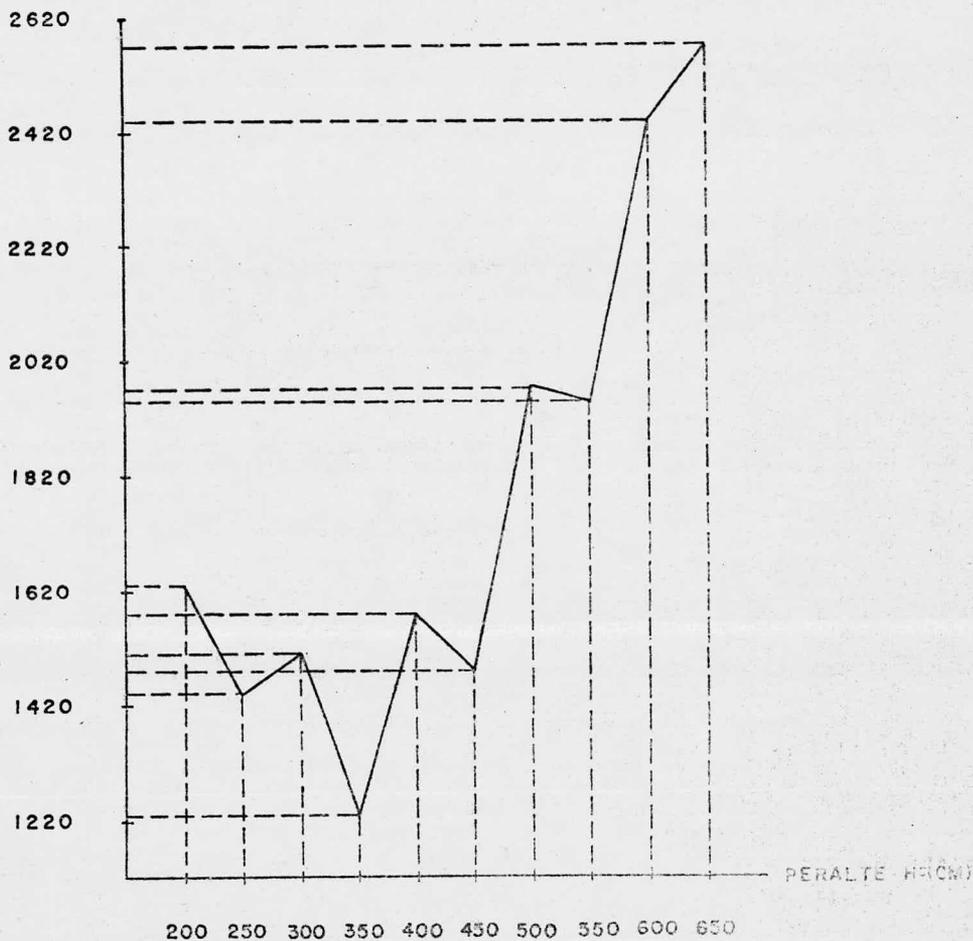
Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IX	7000	650
Sección propuesta: \perp 4 x ½" Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm ²		= 1520 kg./cm ²
Area = 25.04 cm ²	r. mín. = 3.18 cm.	k = 1.0
kl/r ≤ 240; kl/r = 204		< 240
T = Et.A = 1520 kg./cm ² x 25.04 cm ²		= 38061 kg. > 7000 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	= 8000 kg./m ³
Vol. de acero a compresión	= 169659.36 cm ³
Vol. de acero a tensión	= 152235.84 cm ³
Vol. total de acero	= 321895.20 cm ³
Cantidad de acero	= 0.32189520 m ³ x 8000 kg./m ³ = 2572.2 kg.

CANTIDAD (KG)



UNAM

 ESCUELA NACIONAL DE
 ESTUDIOS PROFESIONALES
 "ARAGON"

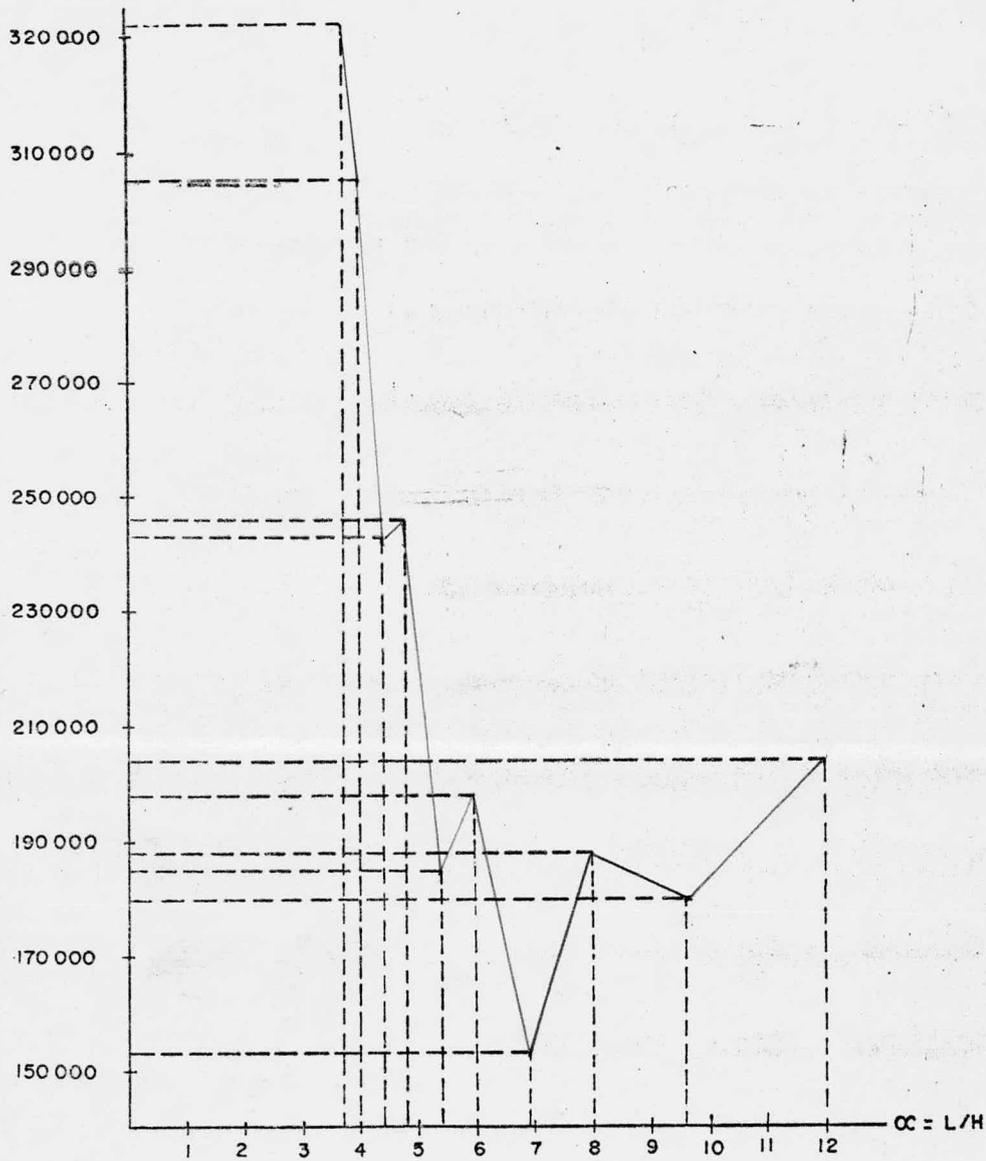
 CANTIDAD DE ACERO
 PERALTE

GRAFICA N°1

ABRIL 1987

EDO DE MEXICO

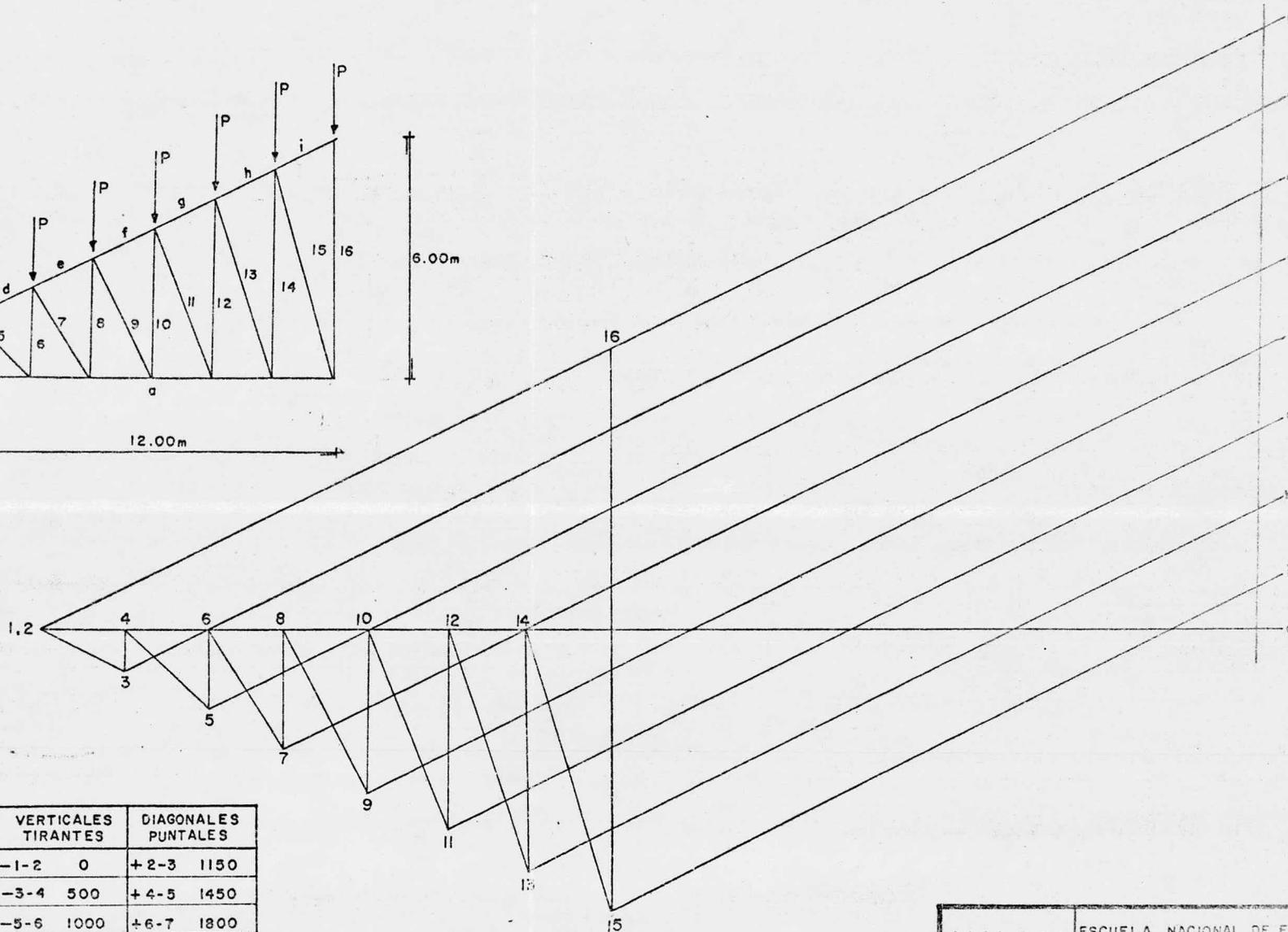
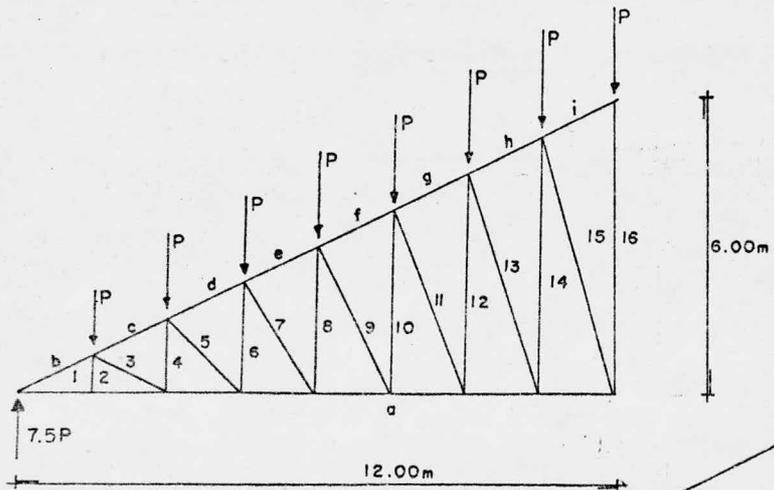
VOLUMEN CM³



UNAM ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"

VOLUMEN - OC = L/H

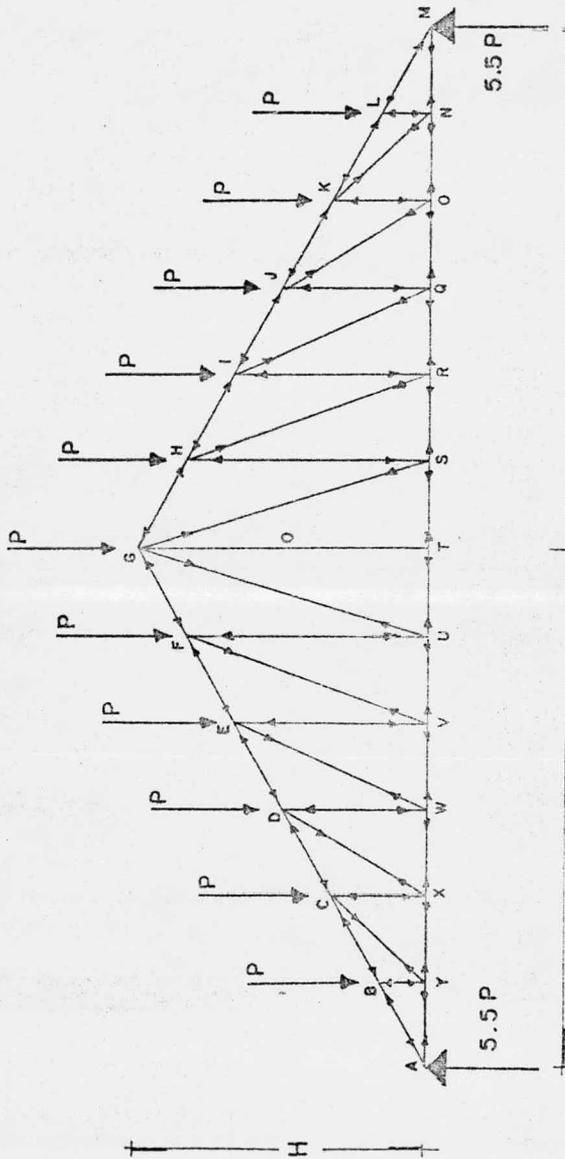
GRAFICA N°2 ABRIL 1987 EDO DE MEXICO



CUERDA SUPERIOR	CUERDA INFERIOR	VERTICALES TIRANTES	DIAGONALES PUNTALES
+b-1 16800	-a-1 15000	-1-2 0	+2-3 1150
+c-3 15700	-a-2 15000	-3-4 500	+4-5 1450
+d-5 14600	-a-4 14000	-5-6 1000	+6-7 1800
+e-7 13500	-a-6 13000	-7-8 1500	+8-9 2300
+f-9 12400	-a-8 12000	-9-10 2000	+10-11 2700
+g-11 11150	-c-10 11000	-11-12 2500	+12-13 3200
+h-13 10500	-a-12 10000	-13-14 3000	+14-15 3650
+i-15 8950	-a-14 9000	-15-16 7000	

UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"	
	DIAGRAMA GRAFICO DE CREMONA DE LA ESTRUCTURA TRIANGULAR "HOWE"	
ABRIL 1967	ARAGON EDO. DE MEXICO.	ESC. 1:50

ESTRUCTURA TRIANGULAR TIPO "PRATT"



CLARO : $L = 1800$ CM.
 CARGA : $P = 1000$ KG.
 PERALTE : $H =$ VARIABLE .

PROGRAMA EN BASIC PARA LA OBTENCION DE LOS ESFUERZOS
EN LAS BARRAS DE LA ARMADURA TRIANGULAR TIPO "PRATT"
DE 18 MTé. DE CLARO.

89

```
10 PRINT "PRATT"
20 INPUT "DAMEP=",P
30 IF P=0 THEN 570
40 INPUT "DAME Q=",Q
50 INPUT "DAME W=",W
60 INPUT "DAME E=",E
70 INPUT "DAME R=",R
80 INPUT "DAME T=",T
90 INPUT "DAME Y=",Y
100 A1=5.5 *P/SIN Q
110 A2=5.5 *P/TAN Q
120 A3= A1
130 A4= P
140 A5= P/SIN W
150 A6= A2- P/TAN W
160 A7= A6/COS Q
170 A8= 2*P-P*TAN Q/TAN W
180 A9= A8/SIN E
190 A10=A6-A8/TAN E
200 A11=A10 /COS Q
210 A12=P+A8- [(A6-A1)*TAN Q]
220 A13=A12/SIN R
230 A14=A10-A13*COS R
240 A15=A14/COS Q
250 A16=P+A12 - [(A10 -A14)* TAN Q]
260 A17=A16 / SIN T
270 A18=A14-A17* COST
280 A19=A18/COS Q
290 A20=P+A16- [(A14-A18)* TAN Q]
300 A21=A20 /SIN Y
310 A22=A18-A20 /TAN Y
320 A23=0
330 PRINT "ESF A1=", A1
340 PRINT "ESF A2=", A2
350 PRINT "ESF A3=", A3
360 PRINT "ESF A4=", A4
370 PRINT "ESF A5=", A5
380 PRINT "ESF A6=", A6
390 PRINT "ESF A7=", A7
400 PRINT "ESF A8=", A8
410 PRINT "ESF A9=", A9
420 PRINT "ESF A10=",A10
430 PRINT "ESF A11=",A11
440 PRINT "ESF A12=",A12
450 PRINT "ESF A13=",A13
460 PRINT "ESF A14=",A14
470 PRINT "ESF A15=",A15
480 PRINT "ESF A16=",A16
490 PRINT "ESF A17=",A17
500 PRINT "ESF A18=",A18
510 PRINT "ESF A19=",A19
520 PRINT "ESF A20=",A20
530 PRINT "ESF A21=",A21
540 PRINT "ESF A22=",A22
550 PRINT "ESF A23=",A23
560 GOTO 20
570 PRINT "END"
```

A1=	AB=	ML	25351	20555	17397	15175	13544	12301	11327	10550	9915	9414
A2=	AY=	MN	24748	19806	16505	14143	12376	11002	9902	9003	8250	7640
A3=	BC=	LK	25351	20555	17397	15175	13544	12301	11327	10550	9915	9414
A4=	BY=	LN	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
A5=	YC=	NK	2462	2059	1803	1629	1505	1414	1345	1290	1250	1218
A6=	YX=	NO	22497	18005	15005	12857	11252	10002	9002	8188	7500	6945
A7=	CD=	KJ	23046	18687	15816	13795	12313	11183	10297	9595	9014	8557
A8=	CX=	KO	1500	1500	1500	-1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
A9=	XD=	OJ	2704	2343	2112	1976	1875	1803	1749	1711	1677	1652
A10=	XV=	OQ	20247	16205	13505	11571	10127	9002	8102	7369	6750	6253
A11=	DE=	JI	20741	16818	14235	12415	11082	10064	9267	8635	8112	7704
A12=	DW=	JQ	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
A13=	WE=	QI	3010	2691	2500	2375	2294	2236	2195	2182	2136	2117
A14=	WV=	QR	17997	14405	12004	10289	9003	8002	7198	6350	6000	5561
A15=	EF=	IH	18436	14950	12653	11040	9852	8946	8233	7675	7211	6852
A16=	EY=	IR	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
A17=	VE=	RH	3363	3081	2916	2812	2743	2693	2656	2632	2610	2597
A18=	VU=	RS	15747	12604	10504	9004	7876	7001	6294	5730	5250	4868
A19=	FC=	HG	16131	13081	11072	9661	8619	7827	7200	6715	6309	5998
A20=	FU=	HS	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
A21=	UC=	SG	3750	3499	3355	3266	3204	3162	3128	3110	3092	3084
A22=	UT=	ST	13947	10303	9003	7718	6751	6061	5395	4912	4500	4174

Para un peralte $h = 200$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	25351	153

Sección propuesta: Γ $3 \times 5/16''$ Donde:

Area = 22.96 cm^2 r.mín. = 2.34 cm $k=1.0$ $kl/r < Cc$

Fa = 1188 kg/cm^2 Cap. de carga = $27274 \text{ kg} > 25351 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3000	167

Sección propuesta: Γ $1 \ 3/4 \times 1/8''$ Donde:

Area = 5.48 cm^2 r.x. = 1.40 cm $k=1.0$ $kl/r < Cc$

Fa = 730 kg/cm^2 Cap. de carga = $4000 \text{ kg} > 3000 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AY	24748	150

Sección propuesta: \perp $2 \times 3/8''$ Donde:

$Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 17.54 cm^2 r.mín. = 1.50 cm $k=1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 100 < 240$

$T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 17.54 \text{ cm}^2 = 26660 \text{ kg} > 24748 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
UG	3750	250

Sección propuesta: \perp $1 \ 3/4 \times 1/8''$ Donde:

$Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 5.48 cm^2 r.mín. = 1.40 cm $k=1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 179 < 240$

$T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg} > 3750 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3

Vol. de acero a compresión = 47656.48 cm^3

Vol. de acero a tensión = 43825.28 cm^3

Vol. total de acero = 91486.76 cm^3

Cantidad de acero = $0.09148676 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 731.85 \text{ kg}$.

Para un peralte $h = 250$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	20555	153
Sección propuesta: Γ 3 x 1/4" Donde:		
Area = 18.58 cm^2	r.mín. = 2,36 cm.	$k = 1.0$ $k1/r < Cc$
Fa = 1186 kg/cm ²	Cap. de carga = 22032 kg.	> 20555 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3000	208
Sección propuesta: Γ 1 3/4 x 3/16" Donde:		
Area = 8.06 cm^2	r.x. = 1.37 cm.	$k = 1.0$ $k1/r > Cc$
Fa = 455 kg/cm ²	Cap. de carga = 3664 kg.	> 3000 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AY	19806	150
Sección propuesta: \perp 2 x 5/16" Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 14.84 cm^2	r.mín. = 1.52 cm.	$k = 1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 99 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 14.84 \text{ cm}^2 = 22557 \text{ kg.}$	> 19806 kg.	

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
UG	3499	291
Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8" Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 5.48 cm^2	r.mín. = 1.40 cm.	$k = 1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 208 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.}$	> 3499 kg.	

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	= 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión	= 46664.92 cm^3
Vol. de acero a tensión	= 39217.36 cm^3
Vol. total de acero	= 85882.28 cm^3
Cantidad de acero	= $0.08588228 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 687.0 \text{ kg.}$

Para un peralte $h=300$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	17397	158
Sección propuesta: Γ $2 \frac{1}{2} \times 5/16''$	Donde:	
Area = 18.96 cm^2	r.mín. = 1.93 cm	$k=1.0$
Fa = 1065 kg/cm^2	Cap. de carga = 20184 kg	$> 17397 \text{ kg}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3000	250
Sección propuesta: Γ $1 \frac{3}{4} \times 5/16''$	Donde:	
Area = 12.78 cm^2	r.x. = 1.32 cm	$k=1.0$
Fa = 292 kg/cm^2	Cap. de carga = 3719 kg	$> 3000 \text{ kg}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AY	16505	150
Sección propuesta: \perp $2 \frac{1}{2} \times 3/16''$	Donde:	
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 11.62 cm^2	r.mín. = 1.98 cm	$k=1.0$
$k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 76 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.62 \text{ cm}^2 = 17662 \text{ kg}$	$> 16505 \text{ kg}$	

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
UG	3555	335
Sección propuesta: \perp $1 \frac{3}{4} \times 1/8''$	Donde:	
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 5.48 cm^2	r.mín. = 1.40 cm	$k=1.0$
$k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 239 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg}$	$> 3555 \text{ kg}$	

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	= 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión	= 58952.16 cm^3
Vol. de acero a tensión	= 34900.00 cm^3
Vol. total de acero	= 93852.16 cm^3
Cantidad de acero	= $0.09385216 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 750.0 \text{ kg}$.

Para un peralte $h=350$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	15175	160
Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{4}$ " Donde:		
Area = 15.36 cm^2	r. mín. = 1.96 cm .	$k=1.0$ $k_l/r < C_c$
Fa = 1066 kg/cm^2	Cap. de carga = $16381 \text{ kg.} > 15175 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3000	292
Sección propuesta: Γ $2 \times 1\frac{1}{4}$ " Donde:		
Area = 12.12 cm^2	r. x. = 1.55 cm .	$k=1.0$ $k_l/r > C_c$
Fa = 295 kg/cm^2	Cap. de carga = $3758 \text{ kg.} > 3000 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AY	14143	150
Sección propuesta: \perp $1\frac{3}{4} \times 1\frac{1}{4}$ " Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 10.40 cm^2	r. mín. = 1.35 cm .	$k=1.0$
$k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 111 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 10.40 \text{ cm}^2 = 15808 \text{ kg.} > 14143 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
UG	3265	380
Sección propuesta: \perp $2\frac{1}{2} \times 3/16$ " Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 11.62 cm^2	r. mín. = 1.98 cm .	$k=1.0$
$k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 192 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.62 \text{ cm}^2 = 17662 \text{ kg.} > 3265 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 54967.50 cm^3
Vol. de acero a tensión = 51395.44 cm^3
Vol. total de acero = 106362.94 cm^3
Cantidad de acero = $0.10636294 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 850.9 \text{ kg.}$

Para un peralte $h=400$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	13544	164

Sección propuesta: Γ 2 x 3/8" Donde:

Area = 17.54 cm^2 r.mín. = 1.50 cm. $k=1.0$ $k1/r \leq Cc$

Fa = 822 kg/cm^2 Cap. de carga = $14502 \text{ kg.} > 13544 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3000	335

Sección propuesta: Γ 2 x 5 / 1 6" Donde:

Area = 14.84 cm^2 r.x. = 1.52 cm. $k=1.0$ $k1/r > Cc$

Fa = 224 kg/cm^2 Cap. de carga = $3201 \text{ kg.} > 3000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AY	12376	150

Sección propuesta: \perp 2 x 3 / 16" Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 9.22 cm^2 r.mín. = 1.57 cm. $k=1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 95 < 240$

T = $E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 9.22 \text{ cm}^2 = 14104 \text{ kg.} > 12376 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
UG	3204	427

Sección propuesta: \perp 2 1/2 x 3/16" Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 11.62 cm^2 r.mín. = 1.98 cm. $k=1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 216 < 240$

T = $E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.62 \text{ cm}^2 = 17662 \text{ kg.} > 3204 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3

Vol. de acero a compresión = 70045.68 cm^3

Vol. de acero a tensión = 152571.52 cm^3

Vol. total de acero = 122617.20 cm^3

Cantidad de acero = $0.12261720 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 980.25 \text{ kg.}$

Para un peralte $h=450$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	12301	167

Sección propuesta: Γ $2 \times 3/8"$ Donde:

Area = 17.5 cm^2 r.mín. = 1.50 cm k = 1.0 $k l / r < C_c$

Fa = 808 kg/cm^2 Cap. de carga = $14169 \text{ kg.} > 12301 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3000	375

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 3/16"$ Donde:

Area = 11.62 cm^2 r.x. = 1.98 cm k = 1.0 $k l / r > C_c$

Fa = 292 kg/cm^2 Cap. de carga = $3395 \text{ kg.} > 3000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AY	11002	150

Sección propuesta: JL $1\frac{3}{4} \times 1/4"$ Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 10.40 cm^2 r.mín. = 1.35 cm k = 1.0

$k l / r \leq 240$; $k l / r = 114 < 240$

T = $E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 10.40 \text{ cm}^2 = 15808 \text{ kg.} > 11002 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
UG	3162	474

Sección propuesta: JL $2\frac{1}{2} \times 3/16"$ Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 11.62 cm^2 r.mín. = 1.98 cm k = 1.0

$k l / r \leq 240$; $k l / r = 239 < 240$

T = $E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.62 \text{ cm}^2 = 17662 \text{ kg.} > 3162 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3

Vol. de acero a compresión = 66524.19 cm^3

Vol. de acero a tensión = 58088.56 cm^3

Vol. total de acero = 124612.75 cm^3

Cantidad de acero = $0.12461275 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 996.90 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 500$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	11327	171
Sección propuesta: $\Gamma \Gamma 2 \times 5/16''$ Donde:		
Area = 14.84 cm^2	r.mín. = 1.52 cm.	$k = 1.0$ $k1/r < Cc$
Fa = 797 kg/cm^2	Cap. de carga = 11823 kg.	$> 11327 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3000	415
Sección propuesta: $\Gamma \Gamma 2 \frac{1}{2} \times 1/4''$ Donde:		
Area = 15.36 cm^2	r.x. = 1.96 cm.	$k = 1.0$ $k1/r > Cc$
Fa = 234 kg/cm^2	Cap. de carga = 3590 kg.	$> 3000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AY	9902	150
Sección propuesta: $\perp \perp 1 \frac{3}{4} \times 3/16''$ Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 8.06 cm^2	r.mín. = 1.37 cm.	$k = 1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 109 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 8.06 \text{ cm}^2 = 12251 \text{ kg.}$	$> 9902 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
UG	3128	522
Sección propuesta: $\perp \perp 3 \times 1/4''$ Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 18.58 cm^2	r.mín. = 2.36 cm.	$k = 1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 221 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 18.58 \text{ cm}^2 = 28242 \text{ kg.}$	$> 3128 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 94687.20 cm^3
Vol. de acero a tensión = 60772.20 cm^3
Vol. total de acero = 1554459.40 cm^3
Cantidad de acero = $0.15545940 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1243.6 \text{ kg.}$

Para un peralte $h=550$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	10550	175

Sección propuesta: $\Gamma \Gamma 2 \times 5/16''$ Donde:

Area = 14.84 cm^2 r.mín. = 1.52 cm. $k=1.0$ $k1/r < Cc$

Fa = 771 kg/cm^2 Cap. de carga = $11059 \text{ kg.} > 10550 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3000	458

Sección propuesta: $\Gamma \Gamma 2 \frac{1}{2} \times 5/16''$ Donde:

Area = 18.96 cm^2 r.x. = 1.93 cm. $k=1.0$ $k1/r > Cc$

Fa = 186 kg/cm^2 Cap. de carga = $3528 \text{ kg.} > 3000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AY	9003	150

Sección propuesta: $\perp \perp 1 \frac{3}{4} \times 3/16''$ Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 8.06 cm^2 r.mín. = 1.37 cm. $k=1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 109 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 8.06 \text{ cm}^2 = 12251 \text{ kg.} > 9003 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
UG	3110	570

Sección propuesta: $\perp \perp 4 \times 1/4''$ Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 25.04 cm^2 r.mín. = 3.18 cm. $k=1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 179 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 25.04 \text{ cm}^2 = 38061 \text{ kg.} > 3110 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3

Vol. de acero a compresión = 92821.92 cm^3

Vol. de acero a tensión = 114567.84 cm^3

Vol. total de acero = 207389.76 cm^3

Cantidad de acero = $0.20738976 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1659.1 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 600$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra AB	Fuerza (kg) 9915	Longitud (cm) 180
Sección propuesta: Γ 2 x 5/16" Donde:		
Area = 14.84 cm^2	r.mín. = 1.52 cm.	$k = 1.0$ $kl/r < Cc$
Fa = 739 kg/cm^2	Cap. de carga = 10948 kg.	$> 9915 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra FU	Fuerza (kg) 3000	Longitud (cm) 500
Sección propuesta: Γ 2 1/2 x 3/8" Donde:		
Area = 22.32 cm^2	r.x. = 1.91 cm.	$k = 1.0$ $kl/r > Cc$
Fa = 153 kg/cm^2	Cap. de carga = 3413 kg.	$> 3000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra AY	Fuerza (kg) 8250	Longitud (cm) 150
Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8" Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 5.48 cm^2	r.mín. = 1.40 cm.	$k = 1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 107 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.} > 8250 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra UG	Fuerza (kg) 3092	Longitud (cm) 618
Sección propuesta: \perp 4 x 1/4" Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 25.04 cm^2	r.mín. = 3.18 cm.	$k = 1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 194 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 25.04 \text{ cm}^2 = 38061 \text{ kg.} > 3092 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero =	8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión =	112406.40 cm^3
Vol. de acero a tensión =	117636.16 cm^3
Vol. total de acero =	230042.56 cm^3
Cantidad de acero =	$0.23004256 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1840.34 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 650$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	9414	185
Sección propuesta: Γ 2 x 5/16" Donde:		
Area = 14.84 cm^2	r.mín. = 1.52 cm	$k = 1.0$ $k_l/r < C_c$
Fa = 706 kg/cm^2	Cap. de carga = 10471 kg	$> 9414 \text{ kg}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3000	542
Sección propuesta: Γ 3 x 1/4" Donde:		
Area = 18.58 cm^2	r.x. = 2.36 cm	$k = 1.0$ $k_l/r > C_c$
Fa = 199 kg/cm^2	Cap. de carga = 3691 kg	$> 3000 \text{ kg}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AY	7640	150
Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8" Donde:		
$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 5.48 cm^2	r.mín. = 1.40 cm	$k = 1.0$
$k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 107 < 240$		
$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg}$	> 7640	kg

El perfil propuesto es aceptable.

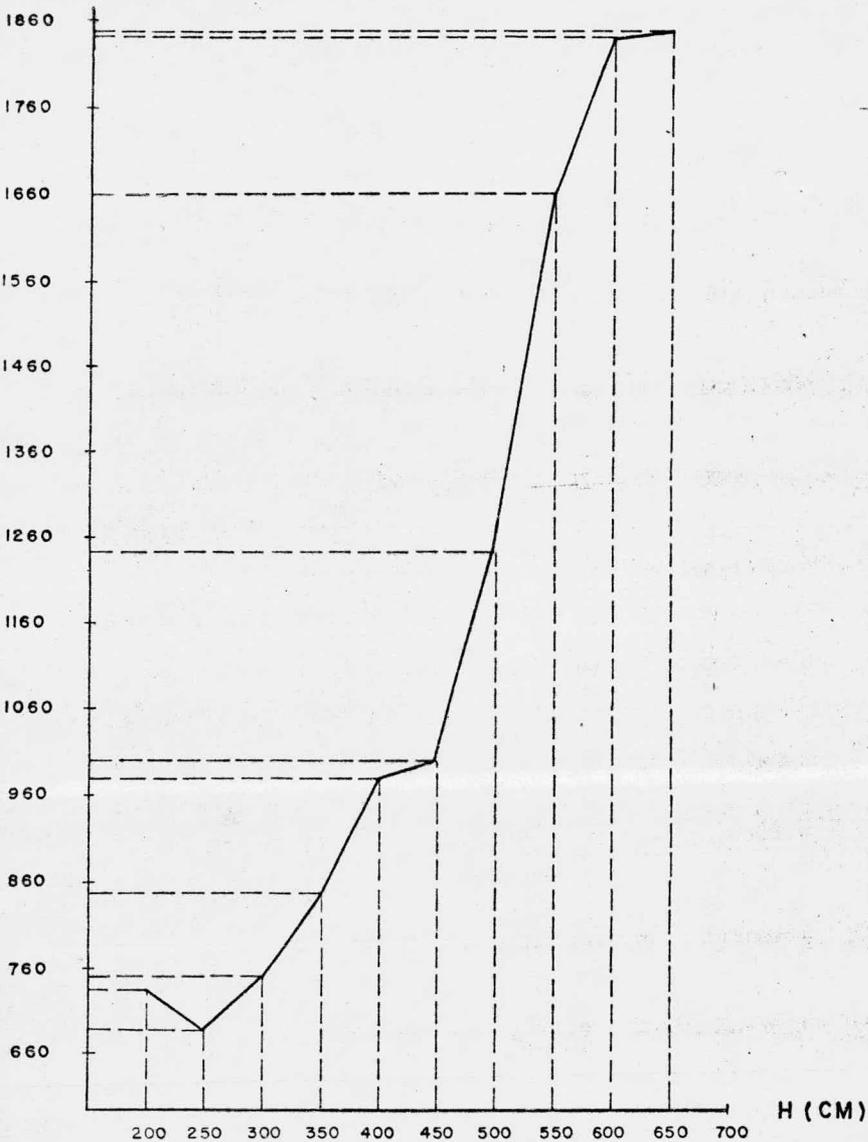
D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
UG	3084	677
Sección propuesta: \perp 4 x 1/4" Donde:		
$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 25.04 cm^2	r.mín. = 3.18 cm	$k = 1.0$
$k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 209 < 240$		
$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 25.04 \text{ cm}^2 = 38061 \text{ kg}$	> 3084	kg

El perfil propuesto es aceptable.

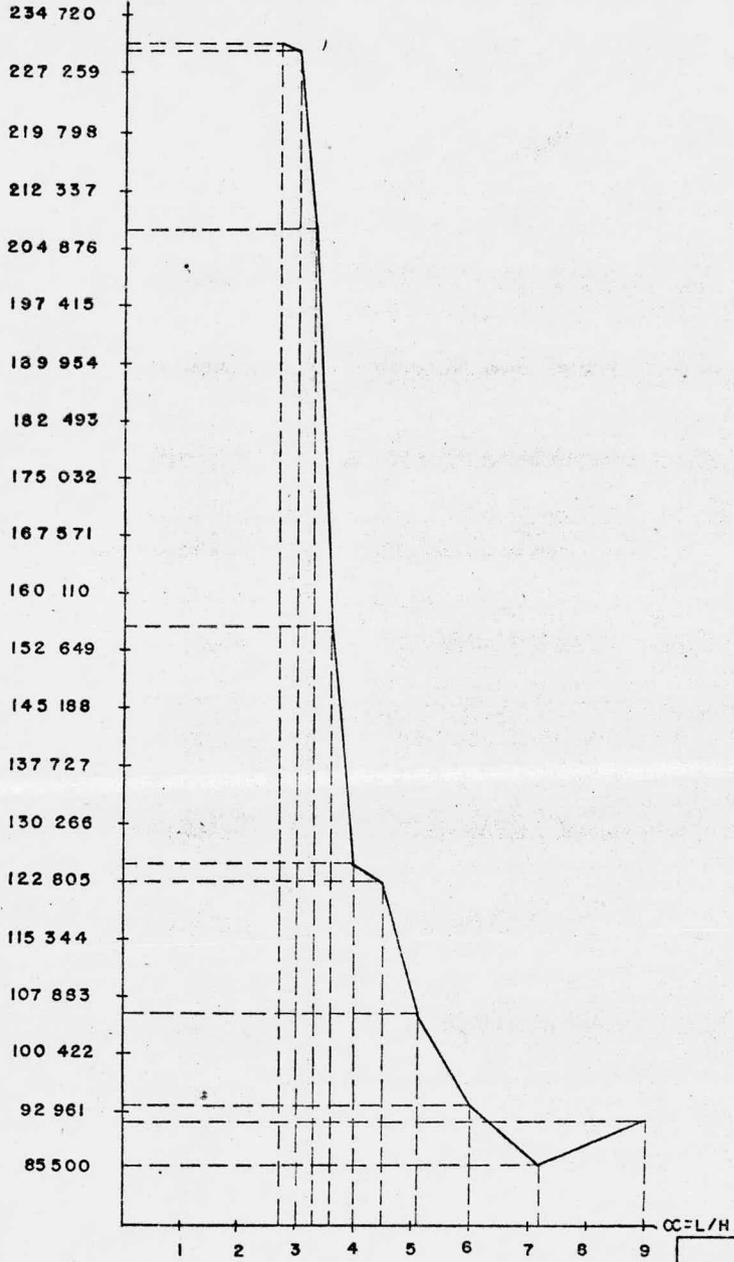
E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero =	8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión =	105406.80 cm^3
Vol. de acero a tensión =	125498.72 cm^3
Vol. total de acero =	230905.52 cm^3
Cantidad de acero =	$0.23090552 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1847.3 \text{ kg}$



UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"
	CANTIDAD DE ACERO PERALTE
GRAFICA N° 1	ABRIL 1987 EDO DE MEXICO

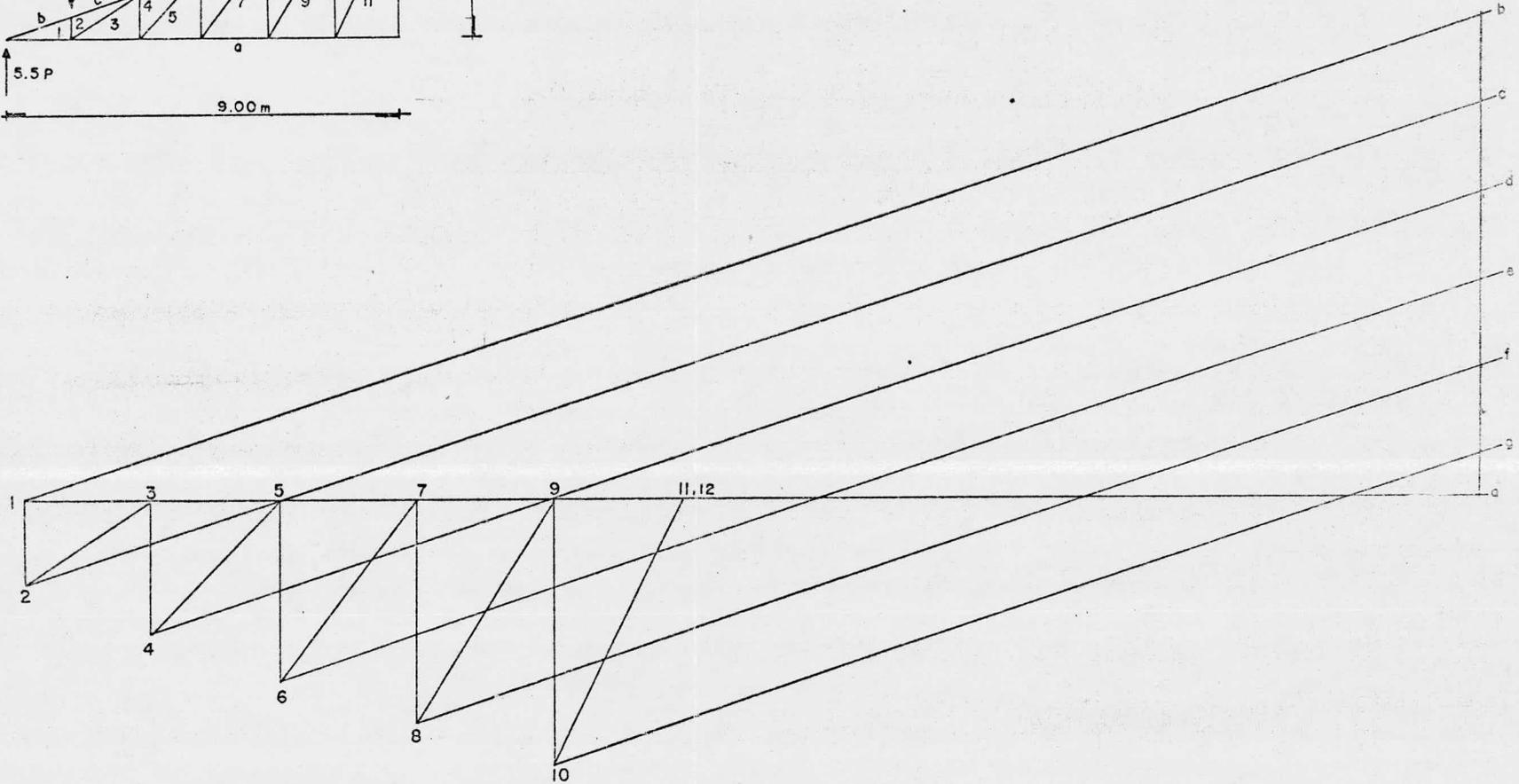
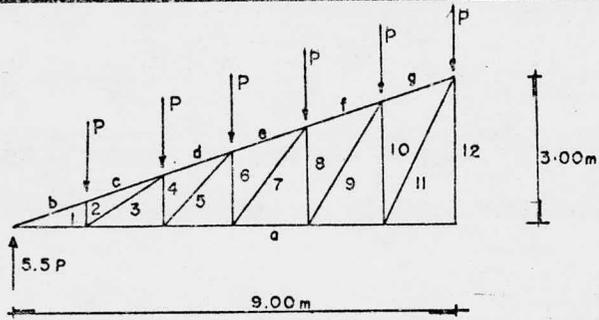
VOLUMEN (CM³)



UNAM

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"

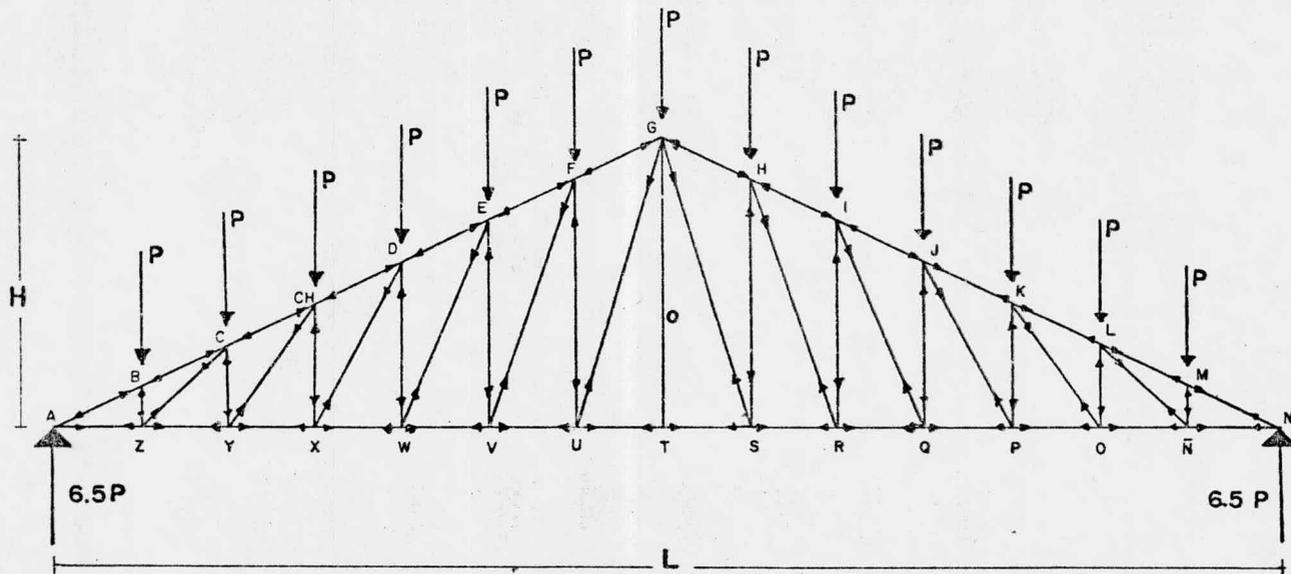
VOLUMEN — CC = L/H



CUERDA SUPERIOR	CUERDA INFERIOR	VERTICALES PUNTALES	DIAGONALES TIRANTES
+b-1 17450	-a-1 16550	+1-2 1000	-2-3 1750
+c-2 17450	-a-3 15150	+3-4 1500	-4-5 2150
+d-4 15800	-a-5 13650	+5-6 2000	-6-7 2600
+e-6 14400	-a-7 12100	+7-8 2500	-8-9 3000
+f-8 12750	-a-9 10550	+9-10 3000	-10-11 3350
+g-10 11100	-a-11 9050	11-12 0	

UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"	
	DIAGRAMA GRAFICO DE CREMONA DE LA ESTRUCTURA TRIANGULAR "PRATT"	
ABRIL 1987	ARAGON 500 DE MEXICO	ESC. 1150

ESTRUCTURA TRIANGULAR TIPO "PRATT"



CLARO : $L = 2100 \text{ CM.}$
CARGA : $P = 1000 \text{ KG.}$
PERALTE : $H = \text{VARIABLE}$

PROGRAMA EN BASIC PARA LA OBTENCION DE LOS ESFUERZOS EN

LAS BARRAS DE LA ARMADURA TRIANGULAR TIPO "PRATT" DE 21MST. DE CLARO.

```

10 PRINT "PRATT"
20 INPUT "DAME P=",P
30 IF P=0 THEN 660
40 INPUT "DAME Q=",Q
50 INPUT "DAME W=",W
60 INPUT "DAME E=",E
70 INPUT "DAME R=",R
80 INPUT "DAME T=",T
90 INPUT "DAME Y=",Y
100 INPUT "DAME V=",V
110 A1=6.5*P/SIN Q
120 A2=6.5*P/TAN Q
130 A3= A1
140 A4= P
150 A5= A4/SIN W
160 A6= A2-P/TANW
170 A7= A6/COSQ
180 A8= 2*P-P*TAN Q/TANW
190 A9= A8/SIN E
200 A10=A6-A8/TANE
210 A11=A10/COSQ
220 A12=P+A8[(A6-A10)*TANQ]
230 A13= A12/SINR
240 A14= A10-A13*COSR
250 A15= A14/COSQ
260 A16= P+A12[(A10-A14)*TANQ]
270 A17= A16/SINT
280 A18= A14-A17*COST
290 A19= A18/COSQ
300 A20= P+A16[(A14-A18)*TANQ]
310 A21= A20/SINY
320 A22= A18-A20/TANY
330 A23= A22/COSQ
340 A24= P+A20[(A18-A22)*TANQ]
350 A25= A24/SINV
360 A26= A22-A24/TANV
370 A27= 0
380 PRINT "ESF A1= ", A1
390 PRINT "ESF A2= ", A2
400 PRINT "ESF A3= ", A3
410 PRINT "ESF A4= ", A4
420 PRINT "ESF A5= ", A5
430 PRINT "ESF A6= ", A6
440 PRINT "ESF A7= ", A7
450 PRINT "ESF A8= ", A8
460 PRINT "ESF A9= ", A9
470 PRINT "ESF A10=", A10
480 PRINT "ESF A11=", A11
490 PRINT "ESF A12=", A12

```

```
500 PRINT "ESF A13=", A13
510 PRINT "ESF A14=", A14
520 PRINT "ESF A15=", A15
530 PRINT "ESF A16=", A16
540 PRINT "ESF A17=", A17
550 PRINT "ESF A18=", A18
560 PRINT "ESF A19=", A19
570 PRINT "ESF A20=", A20
580 PRINT "ESF A21=", A21
590 PRINT "ESF A22=", A22
600 PRINT "ESF A23=", A23
610 PRINT "ESF A24=", A24
620 PRINT "ESF A25=", A25
630 PRINT "ESF A26=", A26
640 PRINT "ESF A27=", A27
650 GO TO 20
660 PRINT "END"
```


Para un peralte $h = 200$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	34752	152

Sección propuesta: Γ 3 x 7/16" Donde:

Area = 31.36 cm^2 r.mín. = 2.31 cm. $k = 1.0$ $kl/r < Cc$

Fa = 1185 kg/cm^2 Cap. de carga = $37160 \text{ kg.} > 34752 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3500	171

Sección propuesta: Γ 1 3/4 x 1/8" Donde:

Area = 5.48 cm^2 r.x. = 1.40 cm. $k = 1.0$ $kl/r < Cc$

Fa = 701 kg/cm^2 Cap. de carga = $3846 \text{ kg.} > 3500 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	34140	150

Sección propuesta: \perp 3 x 5/16" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 22.96 cm^2 r.mín. = 2.34 cm. $k = 1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 64 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 22.96 \text{ cm}^2 = 34899 \text{ kg.} > 34140 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
UG	4375	250

Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 5.48 cm^2 r.mín. = 1,40 cm. $k = 1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 179 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.} > 4375 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero =	8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión =	74460.88 cm^3
Vol. de acero a tensión =	61400.88 cm^3
Vol. total de acero =	135861.76 cm^3
Cantidad de acero =	$0.13586176 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1089.9 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 250$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	28068	154

Sección propuesta: Γ 4 x 1/4" Donde:

Area = 25.04 cm^2 r.mín. = 3.18 cm. $k = 1.0$ $k1/r < Cc$

Fa = 1299 kg/cm^2 Cap. de carga = $32536 \text{ kg.} > 28068 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3500	216

Sección propuesta: Γ 1 3/4 x 1/4" Donde:

Area = 10.4 cm^2 r.x. = 1.35 cm. $k = 1.0$ $k1/r > Cc$

Fa = 409 kg/cm^2 Cap. de carga = $4275 \text{ kg.} > 3500 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	27305	150

Sección propuesta: \perp 3 x 1/4" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 18.58 cm^2 r.mín. = 2.36 cm. $k = 1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 64 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 18.58 \text{ cm}^2 = 28242 \text{ kg.} > 27305 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
UG	4082	291

Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 5.48 cm^2 r.mín. = 1.40 cm. $k = 1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 208 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.} > 4082 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	=	8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión	=	72311.05 cm^3
Vol. de acero a tensión	=	53759.20 cm^3
Vol. total de acero	=	126070.25 cm^3
Cantidad de acero	=	$0.12607025 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1008.6 \text{ kg.}$

Para un peralte $h=300$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	23668.	156
Sección propuesta: Γ 2 $\frac{1}{2}$ x 3/8" Donde:		
Area=22.32 cm. ²	r.mín.=1.91cm.	k=1.0 k1/r < Cc
Fa= 1066 kg/cm. ²	Cap. de carga=23795 kg.	> 23668 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3500	254
Sección propuesta: Γ 1 3/4 x 5/16" Donde:		
Area=12.78 cm. ²	r.x.=1.32 cm.	k=1.0 k1/r > Cc
Fa= 283 kg/cm. ²	Cap. de carga=3671 kg.	> 3500 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	22758	150
Sección propuesta: \perp 2 $\frac{1}{2}$ x 1/4" Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm. ²	= 1520 kg./cm. ²	
Area=15.36 cm. ²	r.mín.=1.96 cm.	k=1.0
k1/r ≤ 240; k1/r= 76	< 240	
T =Et.A = 1520 kg./cm. ² x 15.36 cm. ²	=23347 kg.	> 22758 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
UG	3913	335
Sección propuesta: \perp 2 x 3/16" Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm. ²	=1520 kg./cm. ²	
Area=9.22 cm. ²	r.mín.=1.57cm.	k=1.0
k1/r ≤ 240; k1/r= 213	< 240	
T =Et.A = 1520 kg./cm. ² x 9.22 cm. ²	= 14014kg.	> 3913 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	= 8000 kg./m. ³
Vol. de acero a compresión	= 75354.84 cm. ³
Vol. de acero a tensión	= 59639.40 cm. ³
Vol. total de acero	= 134991.24 cm. ³
Cantidad de acero	= 0.13499124 m. ³ x 8000 kg./m. ³ = 1080.0kg.

Para un peralte $h = 350$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra AB	Fuerza (kg) 20560	Longitud (cm) 158
Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 3/8''$ Donde:		
Area = 22.32 cm^2	r. mín. = 1.91 cm.	$k = 1.0$ $kl/r < C_c$
Fa = 1058 kg/cm^2	Cap. de carga = 23610 kg.	$> 20560 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra FU	Fuerza (kg) 3500	Longitud (cm) 300
Sección propuesta: Γ $2 \times 5/16''$ Donde:		
Area = 14.84 cm^2	r. x. = 1.52 cm.	$k = 1.0$ $kl/r > C_c$
Fa = 269 kg/cm^2	Cap. de carga = 3992 kg.	$> 3500 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra AZ	Fuerza (kg) 19506	Longitud (cm) 150
Sección propuesta: \perp $2 \times 5/16''$ Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 14.84 cm^2	r. mín. = 1.52 cm.	$k = 1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 97 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 14.84 \text{ cm}^2 = 22257 \text{ kg.}$	$> 19506 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra GU	Fuerza (kg) 3808	Longitud (cm) 380
Sección propuesta: \perp $2\frac{1}{2} \times 3/16''$ Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 11.67 cm^2	r. mín. = 1.98 cm.	$k = 1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 192 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.67 \text{ cm}^2 = 17662 \text{ kg.}$	$> 3808 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
 Vol. de acero a compresión = 85729.84 cm^3
 Vol. de acero a tensión = 69463.52 cm^3
 Vol. total de acero = 155193.36 cm^3
 Cantidad de acero = $0.15519336 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1241.6 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 400$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	18262	160

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 5/16''$ Donde:

Area = 18.96 cm^2 r.mín. = 1.93 cm. $k = 1.0$ $k1/r < Cc$

Fa = 1056 kg/cm^2 Cap. de carga = $20029 \text{ kg.} > 18262 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3500	342

Sección propuesta: Γ $2 \times 3/8''$ Donde:

Area = 17.54 cm^2 r.x. = 1.50 cm. $k = 1.0$ $k1/r > Cc$

Fa = 202 kg/cm^2 Cap. de carga = $3536 \text{ kg.} > 3500 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	17066	150

Sección propuesta: \perp $2 \times \frac{1}{4}''$ Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 12.12 cm^2 r.mín. = 1.55 cm. $k = 1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 97 < 240$

$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 12.12 \text{ cm}^2 = 18422 \text{ kg.} > 17066 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GU	3738	427

Sección propuesta: \perp $2\frac{1}{2} \times 3/16''$ Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 11.62 cm^2 r.mín. = 1.98 cm. $k = 1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 216 < 240$

$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.62 \text{ cm}^2 = 17662 \text{ kg.} > 3738 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	=	8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión	=	91477.16 cm^3
Vol. de acero a tensión	=	67400.36 cm^3
Vol. total de acero	=	158877.36 cm^3
Cantidad de acero	=	$0.15887736 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1271.0 \text{ kg.}$

Para un peralte $h=450$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	16507	163
Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 5/16"$ Donde:		
Area= 18.96 cm^2	r.mín.=1.93 cm.	$k=1.0$ $k1/r \leq Cc$
Fa= 1044 kg/cm ²	Cap. de carga= 19793 kg.	> 16507 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3500	386
Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{4}"$ Donde:		
Area= 15.36 cm^2	r.x.=1.96 cm.	$k=1.0$ $k1/r > Cc$
Fa= 270 kg/cm ²	Cap. de carga= 4150 kg.	> 3500 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	15173	150
Sección propuesta: \perp $1\frac{3}{4} \times 1\frac{1}{4}"$ Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm ²	= 1520 kg./cm ²	
Area= 10.40 cm^2	r.mín.= 1.35cm.	$k=1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 111 < 240$		
T = Et.A = 1520 kg./cm ² x 10.40 cm ²	= 15808 kg.	> 15173 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GU	3689	474
Sección propuesta: \perp $2\frac{1}{2} \times 3/16"$ Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm ²	= 1520 kg./cm ²	
Area= 11.62 cm^2	r.mín.= 1.98 cm.	$k=1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 239 < 240$		
T = Et.A = 1520 kg./cm ² x 11.62 cm ²	= 17662 kg.	> 3689 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	= 8000 kg./m ³
Vol. de acero a compresión	= 91527.84 cm ³
Vol. de acero a tensión	= 67785.48 cm ³
Vol. total de acero	= 159313.32 cm ³
Cantidad de acero	= 0.15931332 m ³ x 8000 kg./m ³ = 1274.5 kg.

Para un peralte $h = 500$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	15120	166
Sección propuesta: $\Gamma \Gamma 2\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$ Donde:		
Area = $15,36 \text{ cm}^2$	r. mín. = 1.96 cm.	$k=1.0$ $k1/r \leq Cc$
Fa = 1042 kg/cm^2	Cap. de carga = 16005 kg.	$> 15120 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3500	437
Sección propuesta: $\Gamma \Gamma 2\frac{1}{2} \times 5/16$ Donde:		
Area = $18,96 \text{ cm}^2$	r. x. = 1.93 cm.	$k=1.0$ $k1/r > Cc$
Fa = 204 kg/cm^2	Cap. de carga = 3875 kg.	$> 3500 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	13652	150
Sección propuesta: $\perp \perp 1\frac{3}{4} \times \frac{1}{4}$ Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = $10,40 \text{ cm}^2$	r. mín. = 1,35 cm.	$k=1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 111 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 10,40 \text{ cm}^2 = 15808 \text{ kg.}$	$> 13652 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GU	3654	520
Sección propuesta: $\perp \perp 3 \times \frac{1}{4}$ Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = $18,58 \text{ cm}^2$	r. mín. = 2,36 cm.	$k=1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 220 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 18,58 \text{ cm}^2 = 28241 \text{ kg.}$	$> 3654 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = $102511,68 \text{ cm}^3$
Vol. de acero a tensión = $102105,60 \text{ cm}^3$
Vol. total de acero = $204617,28 \text{ cm}^3$
Cantidad de acero = $0,20461728 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1636,9 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 550$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	14011	169

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$ " Donde:

Area = 15.36 cm^2 r.mín. = 1.96 cm. $k = 1.0$ $k1/r \leq Cc$

Fa = 1029 kg/cm^2 Cap. de carga = $15814 \text{ kg.} > 14011 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3500	468

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 3/8$ " Donde:

Area = 22.32 cm^2 r.x. = 1.91 cm. $k = 1.0$ $k1/r > Cc$

Fa = 172 kg/cm^2 Cap. de carga = $3896 \text{ kg.} > 3500 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	12412	150

Sección propuesta: \perp $1\frac{3}{4} \times \frac{1}{4}$ " Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 10.40 cm^2 r.mín. = 1.35 cm. $k = 1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 111 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 10.40 \text{ cm}^2 = 15808 \text{ kg.} > 12412 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GU	3628	570

Sección propuesta: \perp $4 \times 3 \times \frac{1}{4}$ " Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 21.8 cm^2 r.mín. = 3.25 cm. $k = 1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 175 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 21.80 \text{ cm}^2 = 33136 \text{ kg.} > 3628 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	= 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión	= 121916.64 cm^3
Vol. de acero a tensión	= 123122.80 cm^3
Vol. total de acero	= 245039.44 cm^3
Cantidad de acero	= $0.24503944 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1960.3 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 600$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	13103	172
Sección propuesta: Γ $2 \times 3/8''$ Donde:		
Area = 17.54 cm^2	r. mín. = 1.50 cm	$k = 1.0$
Fa = 776 kg/cm^2	Cap. de carga = 13600 kg	$k1/r < Cc$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3500	513
Sección propuesta: Γ $3 \times 1/2''$ Donde:		
Area = 18.58 cm^2	r. x. = 2.36 cm	$k = 1.0$
Fa = 320 kg/cm^2	Cap. de carga = 4088 kg	$k1/r > Cc$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	11377	150
Sección propuesta: \perp $1 \ 3/4 \times 3/16''$ Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 8.06 cm^2	r. mín. = 1.37 cm	$k = 1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 109 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 8.06 \text{ cm}^2 = 12251 \text{ kg}$	$> 11377 \text{ kg}$	

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GU	3608	618
Sección propuesta: \perp $4 \times 3 \times 1/4''$ Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 21.80 cm^2	r. mín. = 3.25 cm	$k = 1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 190 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 21.80 \text{ cm}^2 = 33136 \text{ kg}$	$> 3608 \text{ kg}$	

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 120086.52 cm^3
Vol. de acero a tensión = 126144.00 cm^3
Vol. total de acero = 246230.52 cm^3
Cantidad de acero = $0.24623052 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1969.9 \text{ kg}$.

Para un peralte $h = 650$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	12352	176
Sección propuesta: Γ $2 \times 3/8''$ Donde:		
Area = 17.54 cm^2	r.mfn. = 1.5 cm.	$k=1.0$ $k1/r \leq Cc$
Fa = 750 kg/cm^2	Cap. de carga = 13147 kg.	$> 12352 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
FU	3500	554
Sección propuesta: Γ $3 \times 1/4''$ Donde:		
Area = 18.58 cm^2	r.x. = 2.36 cm.	$k=1.0$ $k1/r > Cc$
Fa = 190 kg/cm^2	Cap. de carga = 3533 kg.	$> 3500 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	10504	150
Sección propuesta: \perp $1 \ 3/4 \times 3/16''$ Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 8.06 cm^2	r.mfn. = 1.37 cm.	$k=1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 109 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 8.06 \text{ cm}^2 = 12251 \text{ kg.}$	$> 10504 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
GU	3592	667
Sección propuesta: \perp $4 \times 3 \times 1/4''$ Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 21.80 cm^2	r.mfn. = 3.25 cm.	$k=1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 205 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 21.80 \text{ cm}^2 = 33136 \text{ kg.}$	$> 3592 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3	
Vol. de acero a compresión = 122350.78 cm^3	
Vol. de acero a tensión = 133904.80 cm^3	
Vol. total de acero = 256255.58 cm^3	
Cantidad de acero = $0.25625558 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 2050.1 \text{ kg.}$	

CANTIDAD (KG)

2000

1900

1800

1700

1600

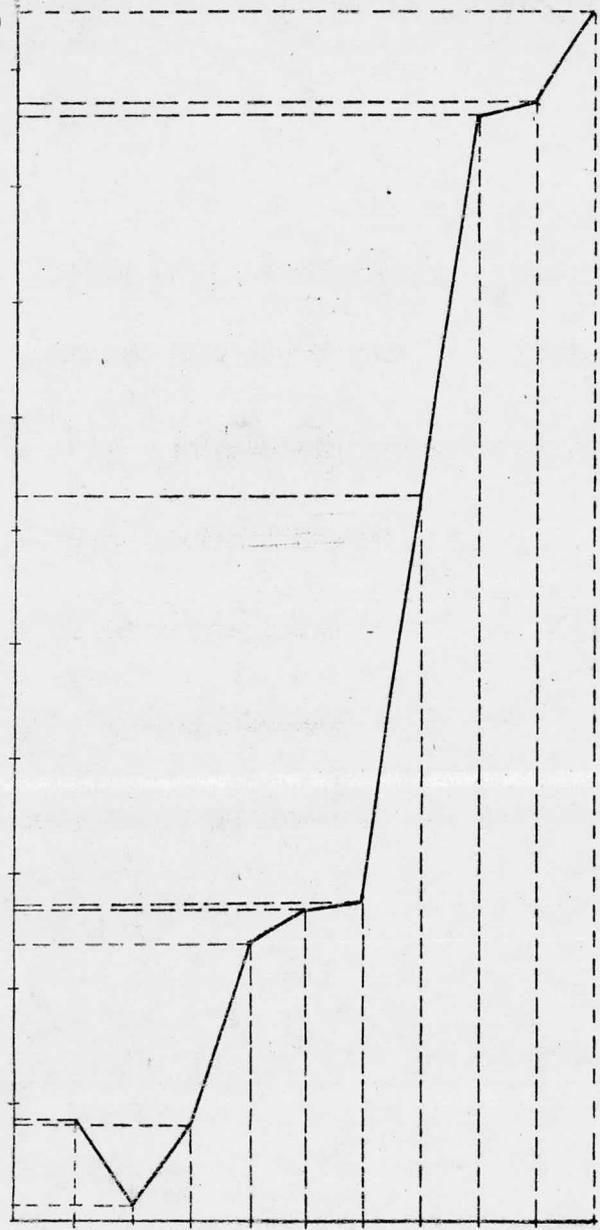
1500

1400

1300

1200

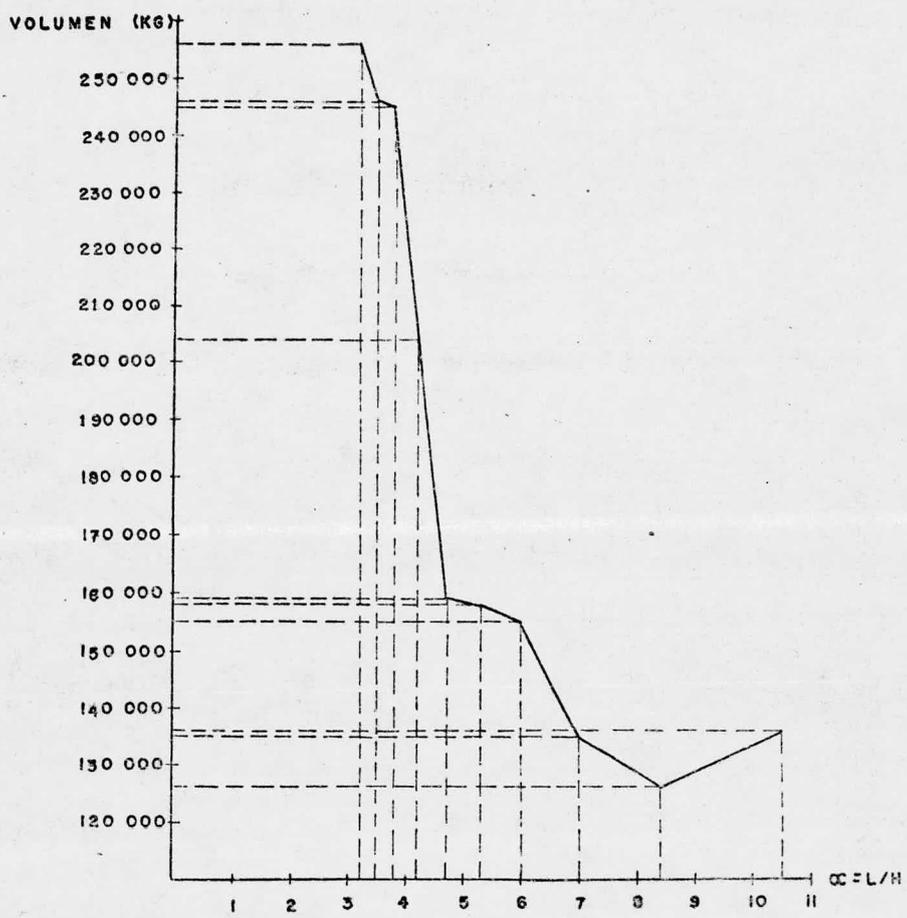
1100



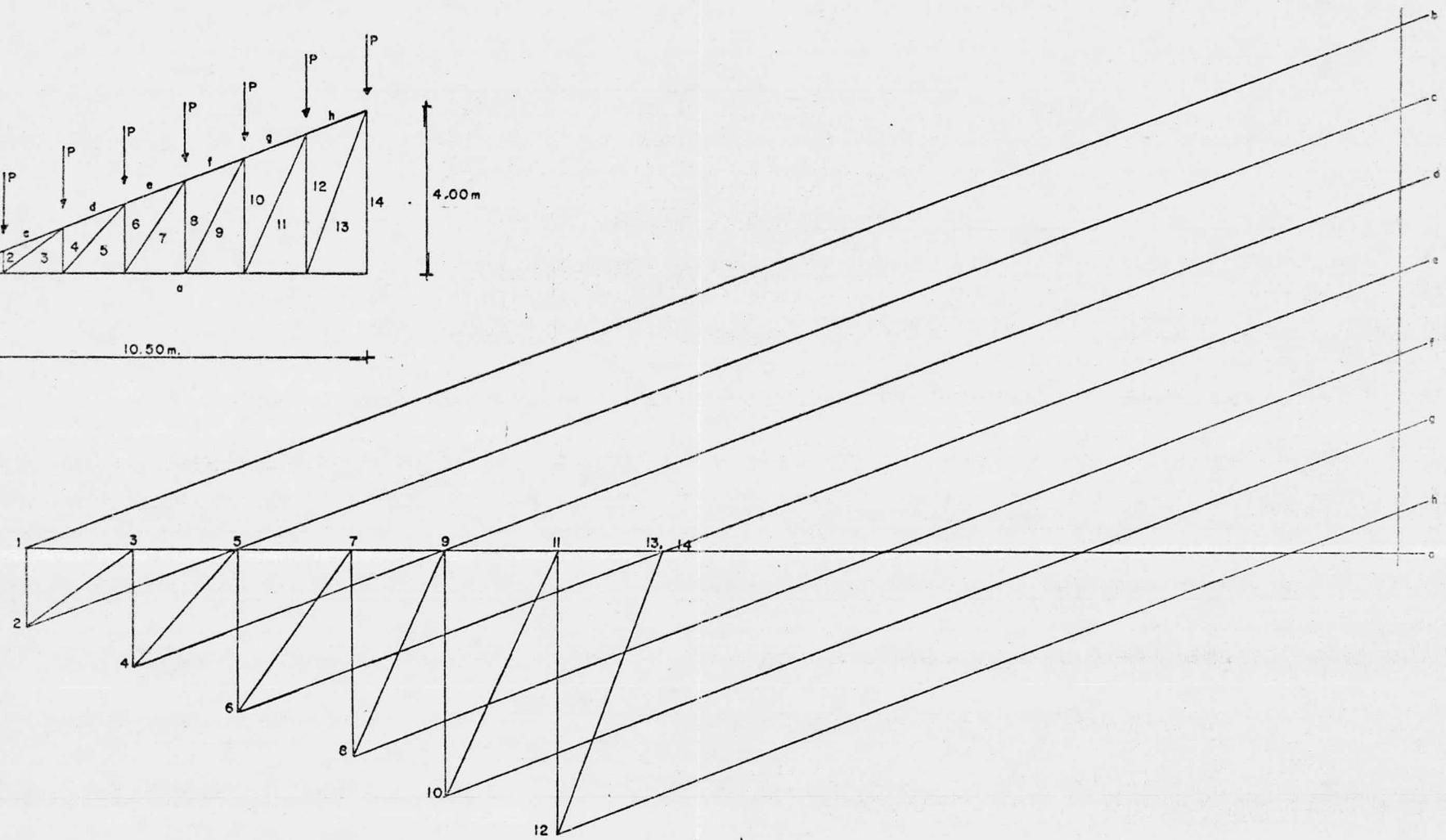
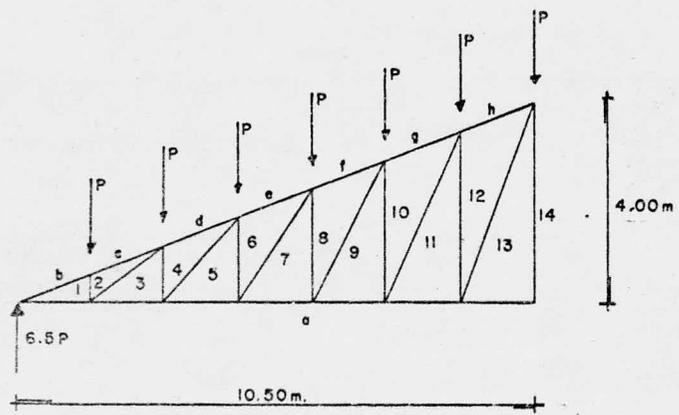
PERALTE=H (CM)

200 250 300 350 400 450 500 550 600 650

UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"	
	CANTIDAD DE ACERO PERALTE	
GRAFICA N° 1	ABRIL-1987	EDO DE MEXICO



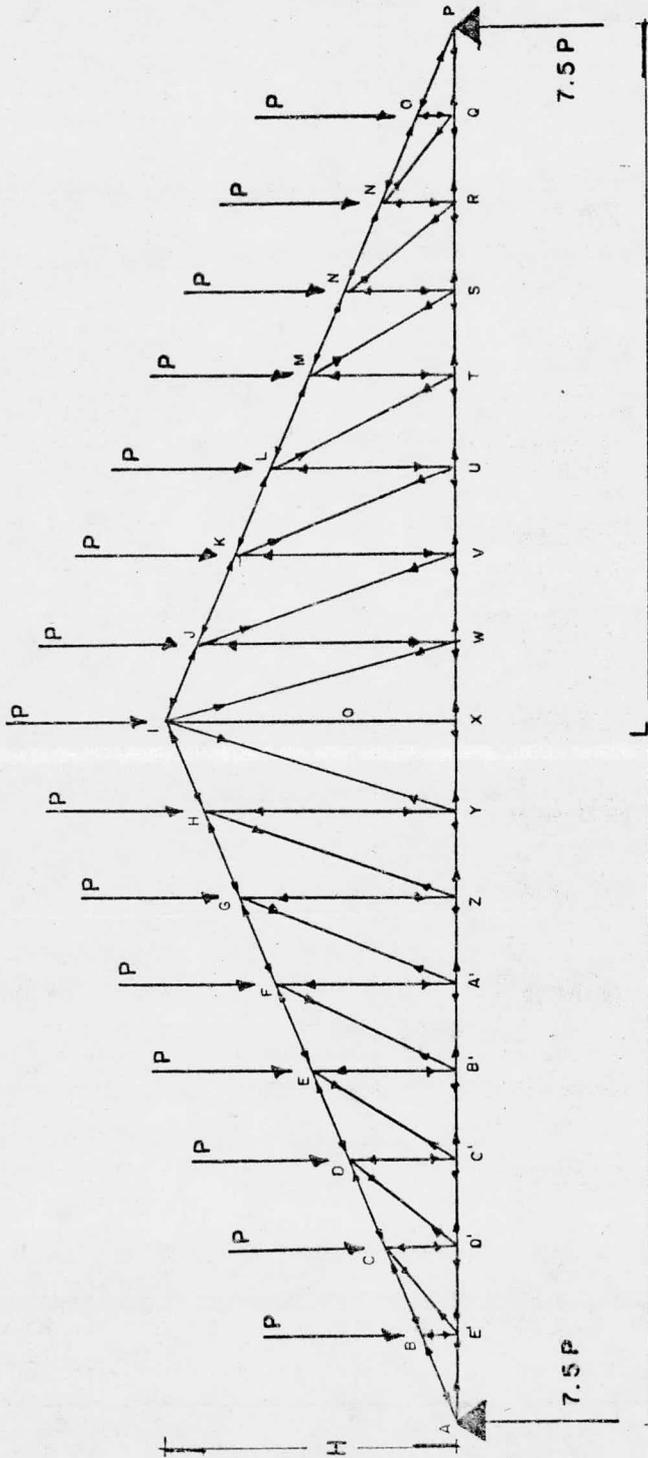
UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"
	VOLUMEN — $\alpha = L/H$
GRAFICA N° 2	ABRIL-1967 EDO DE MEXICO



CUERDA SUPERIOR	CUERDA INFERIOR	VERTICALES PUNTALES	DIAGONALES TIRANTES
+b-1 18300	-a-1 17100	+1-2 1000	-2-3 1650
+c-2 18300	-a-3 15750	+3-4 1500	-4-5 1950
+d-4 16800	-a-5 14450	+5-6 2000	-6-7 2500
+e-6 15500	-a-7 13100	+7-8 2500	-8-9 2850
+f-8 14000	-a-9 11850	+9-10 3000	-10-11 3300
+g-10 12700	-a-11 10450	+11-12 3500	-12-13 3700
+h-12 11200	-a-13 9150	13-14 0	

UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"	
	DIAGRAMA GRAFICO DE CREMONA DE LA ESTRUCTURA TRIANGULAR "PRATT"	
ABRIL 1987	ARAGON EDO DE MEXICO	ESC. 1:50

ESTRUCTURA TRIANGULAR TIPO "PRATT"



CLARO: $L = 2400$ CM.
 CARGA: $P = 1000$ KG.
 PERALTE: $H =$ VARIABLE

PROGRAMA EN BASIC PARA LA OBTENCION DE LOS EFUERZOS EN LAS BARRAS
DE LA ARMADURA TRIANGULAR TIPO "PRATT" DE 24 MTS. DE CLARO.

120

```
1 Ø PRINT "PRATT"
2 Ø INPUT "DAMEP=", P
3 Ø IF=P=Ø THEN 75 Ø
4 Ø INPUT "DAME Q =",Q
5 Ø INPUT "DAME W =",W
6 Ø INPUT "DAME E =",E
7 Ø INPUT "DAME R =",R
8 Ø INPUT "DAME T =",T
9 Ø INPUT "DAME Y =",Y
10 Ø INPUT "DAME V =",V
11 Ø INPUT "DAME Z =",Z
12 Ø A1=7.5*P/SINQ
13 Ø A2=7.5*P/TANQ
14 Ø A3=A1
15 Ø A4=P
16 Ø A5=A4/SINW
17 Ø A6=A2-P/TANW
18 Ø A7=A6/COSQ
19 Ø A8=2*P-P*TANQ/TANW
20 Ø A9=A8/SINE
21 Ø A10=A6-A8/TANE
22 Ø A11=A1Ø/COSQ
23 Ø A12= P+A8-[(A6-A1Ø) *TANQ]
24 Ø A13=A12/SINT
25 Ø A14=A1Ø-A13*COSR
26 Ø A15=A14/COSQ
27 Ø A16=P+A12-[(A1Ø-A14)*TANQ]
28 Ø A17=A16/SINT
29 Ø A18=A14-A17*COST
30 Ø A19=A18/COSQ
31 Ø A2Ø=P+A16-[(A14-A18)*TANQ]
32 Ø A21=A2Ø/SINY
33 Ø A22=A18-A2Ø/TANY
34 Ø A23=A22/COSQ
35 Ø A24=P+A2Ø[A18-A22]*TANQ]
36 Ø A25=A24/SIN V
37 Ø A26=A22-A24/TANV
38 Ø A27=A26/COSQ
39 Ø A28=P+A29[(A22-A26)*TANQ]
40 Ø A29=A28/SINZ
41 Ø A3Ø=A26-A28/TANZ.
42 Ø A31=Ø
43 Ø PRINT"ESFA1=",A1
44 Ø PRJNT "ESFA2=",A2
45 Ø PRINT "ESFA3=",A3
46 Ø PRINT "ESFA4=",A4
47 Ø PRINT "ESFA5=",A5
48 Ø PRINT "ESFA6=",A6
49 Ø PRINT "ESFA7=",A7
50 Ø PRINT "ESFA8=",A8
51 Ø PRINT "ESFA9=",A9
52 Ø PRINT "ESFA1Ø=",A10
53 Ø PRINT "ESFA11=",A11
```

```
54 Ø PRINT "ESFA12=", "A12
55 Ø PRINT "ESFA13=", "A13
56 Ø PRINT "ESFA14=", "A14
57 Ø PRINT "ESFA15=", "A15
58 Ø PRINT "ESFA16=", "A16
59 Ø PRINT "ESFA17=", "A17
60 Ø PRINT "ESFA18=", "A18
61 Ø PRINT "ESFA19=", "A19
62 Ø PRINT "ESFA20=", "A20
63 Ø PRINT "ESFA21=", "A21
64 Ø PRINT "ESFA22=", "A22
65 Ø PRINT "ESFA23=", "A23
66 Ø PRINT "ESFA24=", "A24
67 Ø PRINT "ESFA25=", "A25
68 Ø PRINT "ESFA26=", "A26
69 Ø PRINT "ESFA27=", "A27
70 Ø PRINT "ESFA28=", "A28
71 Ø PRINT "ESFA29=", "A29
72 Ø PRINT "ESFA30=", "A30
73 Ø PRINT "ESFA31=", "A31
74 Ø GO TO 2Ø
75 Ø PRINT "END"
```

h=200 cm p=1000kg h=250 cm h=300 cm h=350 cm h=400 cm h=450 cm h=500 cm h=550 cm h=600 cm h=650 cm
 p=1000kg
 Q=9.46° Q=11.76° Q=14.03° Q=16.26° Q=18.43° Q=20.55° Q=22.62° Q=24.62° Q=26.56° Q=28.44°
 W=18.43° W=22.78° W=26.56° W=30.25° W=33.69° W=36.86° W=39.80° W=42.51° W=45.00° W=47.29°
 E=26.56° E=31.79° E=36.86° E=41.18° E=45.00° E=48.36° E=51.34° E=53.97° E=56.30° E=58.39°
 R=33.69° R=39.57° R=45.00° R=49.38° R=53.13° R=56.30° R=59.03° R=61.38° R=63.43° R=65.22°
 T=39.80° T=45.93° T=51.34° T=55.56° T=59.03° T=61.92° T=64.35° T=66.42° T=68.19° T=69.23°
 Y=45.00° Y=51.11° Y=56.30° Y=60.25° Y=63.43° Y=66.03° Y=69.18° Y=70.01° Y=71.56° Y=72.89°
 V=49.39° V=55.34° V=60.25° V=63.90° V=66.80° V=69.14° V=71.07° V=72.68° V=74.05° V=75.22°
 Z=53.13° Z=59.03° Z=63.43° Z=66.80° Z=69.44° Z=71.56° Z=73.30° Z=74.74° Z=75.96° Z=77.00°

A1=AB=PO	45632	36798	30937	26786	23723	21366	19500	18003	16773	15748
A2=AE=PO	45011	36026	30014	25715	22505	20006	18000	16366	15003	13842
A3=BC=ON	45632	36798	30937	26786	23723	21366	19500	18003	16773	15748
A4=BE=OQ	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
A5=E'C=QN	3163	2583	2236	1985	1803	1667	1562	1480	1414	1361
A6=E'D=QR	42040	33645	28013	24000	21006	18673	16800	15275	14003	12925
A7=CD=NN	42589	34366	28875	25000	22142	19942	18200	16803	15655	14699
A8=CD'=RN	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
A9=D'D=RN	3355	2847	2501	2278	2127	2007	1921	1855	1803	1761
A10=D'C'=RS	39009	31225	26013	22285	19506	17339	15600	14184	13003	12002
A11=DE=NM	39547	31891	26812	23214	20561	18517	16900	15603	14537	13649
A12=DC'=NS	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
A13=C'E=MS	3605	3140	2829	2635	2500	2404	2332	2278	2236	2203
A14=C'B'=TS	36009	28805	24012	20570	18006	16005	14399	13093	12003	11078
A15=EP=ML	36505	29422	24751	21429	19880	17093	15599	14402	13419	12599
A16=EB'=MT	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
A17=B,F=IL	3906	3479	3202	3031	2916	2834	2773	2728	2693	2665
A18=B'A'=TU	33008	26385	22012	18856	16506	14671	13199	12002	11002	10155
A19=FC=LK	33463	26951	22689	19642	17398	15668	14299	13202	12300	11549
A20=FA'=LU	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
A21=A'G=UK	4243	3854	3606	3455	3354	3283	3210	3192	3162	3139
A22=A'Z=UV	30038	23965	20011	17141	15006	13337	12058	10911	10002	9232
A23=GH=JK	30422	24479	20627	17856	15817	14244	13063	12002	11182	10499
A24=GZ=JW	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500
A25=ZH=VJ	4610	4255	4031	3897	3808	3745	3726	3665	3640	3620
A26=ZY=VM	27007	21545	18011	15427	13506	12003	10849	9819	9001	8308
A27=HI=JI	27397	22007	18565	16070	14236	12819	11753	10801	10063	9448
A28=HY=JW	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
A29=YI=WI	5000	4665	4473	4352	4272	4216	4198	4146	4123	4095

Para un peralte $h = 200$ cm.

123

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	45632	152

Sección propuesta: Γ 4 x 3/8" Donde:
Area = 36.90 cm^2 r.mín. = 3.12 cm. $k=1.0$ $k_l/r \leq C_c$
Fa = 1298 kg/cm^2 Cap. de carga = $47881 \text{ kg.} > 45632 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HY	4000	175

Sección propuesta: Γ 1 3/4 x 3/16" Donde:
Area = 8.05 cm^2 r.x. = 1.37 cm. $k=1.0$ $k_l/r > C_c$
Fa = 642 kg/cm^2 Cap. de carga = $5177 \text{ kg.} > 4000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	45011	150

Sección propuesta: \perp 4 x 5/16" Donde:
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area = 30.96 cm^2 r.mín. = 3.15 cm. $k=1.0$
 $k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 48 < 240$
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 30.96 \text{ cm}^2 = 47059 \text{ kg.} > 45011 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IY	5000	250

Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8" Donde:
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area = 5.48 cm^2 r.mín. = 1.40 cm. $k=1.0$
 $k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 178 < 240$
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.} > 5000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 102637.00 cm^3
Vol. de acero a tensión = 89560.32 cm^3
Vol. total de acero = 192197.32 cm^3
Cantidad de acero = $0.19219732 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1537.6 \text{ kg.}$

Para un peralte $h=250$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

124

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	36798	153

Sección propuesta: Γ $3 \times 7/16''$ Donde:
Area = 31.36 cm^2 r.mín. = 2.36 cm $k=1.0$ $k1/r < Cc$
Fa = 1192 kg/cm^2 Cap. de carga = $37374 \text{ kg.} > 36798 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HY	4000	217

Sección propuesta: Γ $1 \ 3/4 \times 1/2''$ Donde:
Area = 10.4 cm^2 r.x. = 1.35 cm $k=1.0$ $k1/r > Cc$
Fa = 406 kg/cm^2 Cap. de carga = $4218 \text{ kg.} > 4000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	36026	150

Sección propuesta: JL $4 \times 1/2''$ Donde:
 $E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area = 25.04 cm^2 r.mín. = 3.18 cm $k=1.0$
 $k1/r \leq 240$; $k1/r = 47 < 240$
 $T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 25.04 \text{ cm}^2 = 38061 \text{ kg.} > 36026 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IY	4665	291

Sección propuesta: JL $1 \ 3/4 \times 1/8''$ Donde:
 $E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area = 5.48 cm^2 r.mín. = 1.40 cm $k=1.0$
 $k1/r \leq 240$; $k1/r = 208 < 240$
 $T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.} > 4665 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3

Vol. de acero a compresión = 97423.68 cm^3

Vol. de acero a tensión = 76996.20 cm^3

Vol. total de acero = 174419.88 cm^3

Cantidad de acero = $0.17441988 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1395.4 \text{ kg.}$

Para un peralte $h=300$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	30937	154
Sección propuesta: Γ 3 x 3/8" Donde:		
Area = 27.22 cm^2	r.mín. = 2.31 cm.	$k=1.0$ $kl/r < Cc$
Fa = 1179 kg/cm^2	Cap. de carga = 32087 kg.	$> 30937 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HY	4000	268
Sección propuesta: Γ 2 x 1/4" Donde:		
Area = 12.12 cm^2	r.x. = 1.55 cm.	$k=1.0$ $kl/r > Cc$
Fa = 350 kg/cm^2	Cap. de carga = 4280 kg.	$> 4000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	30074	150
Sección propuesta: \perp 2 1/2 x 3/8" Donde:		
$Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 22.32 cm^2	r.mín. = 1.91 cm.	$k=1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 78 < 240$		
$T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 22.32 \text{ cm}^2 = 33926 \text{ kg.}$	$> 30074 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IY	4473	335
Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8" Donde:		
$Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 5.48 cm^2	r.mín. = 1.40 cm.	$k=1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 239 < 240$		
$T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.}$	$> 4473 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 96521.68 cm^3
Vol. de acero a tensión = 72517.84 cm^3
Vol. total de acero = 169039.52 cm^3
Cantidad de acero = $0.16903952 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1352.3 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 350$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	26786	156

Sección propuesta: Γ 3 x 5/16" Donde:

Area = 22.96 cm^2 r.mín. = 2.34 cm. $k = 1.0$ $k_l/r < C_c$

Fa = 1179 kg/cm^2 Cap. de carga = $27066 \text{ kg.} > 26786 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HY	4000	306

Sección propuesta: Γ 2 x 3/8" Donde:

Area = 17.54 cm^2 r.x. = 1.50 cm. $k = 1.0$ $k_l/r > C_c$

Fa = 252 kg/cm^2 Cap. de carga = $4417 \text{ kg.} > 4000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	25715	150

Sección propuesta: \perp 2 x 3/8" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 17.54 cm^2 r.mín. = 1.50 cm. $k = 1.0$

$k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 100 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 17.54 \text{ cm}^2 = 26661 \text{ kg.} > 25715 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IY	4352	381

Sección propuesta: \perp 2½ x 3/16" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 11.62 cm^2 r.mín. = 1.98 cm. $k = 1.0$

$k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 192 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.62 \text{ cm}^2 = 17662 \text{ kg.} > 4352 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3

Vol. de acero a compresión = 106595.56 cm^3

Vol. de acero a tensión = 86205.52 cm^3

Vol. total de acero = 192801.08 cm^3

Cantidad de acero = $0.19280108 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1542.4 \text{ kg.}$

Para un peralte $h=400$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	23723	158

Sección propuesta: Γ 3 x 5/16" Donde:

Area = 22.96 cm^2 r.mín. = 2.34 cm. $k=1.0$ $kl/r < Cc$

Fa = 1173 kg/cm^2 Cap. de carga = 26926 kg. > 23723 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HY	4000	350

Sección propuesta: Γ 2½ x ½" Donde:

Area = 15.36 cm^2 r.x. = 1.96 cm. $k=1.0$ $kl/r > Cc$

Fa = 329 kg/cm^2 Cap. de carga = 5048 kg. > 4000 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	22506	150

Sección propuesta: JL 2 x 5/16" Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 14.84 cm^2 r.mín. = 1.52 cm. $k=1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 99 < 240$

$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 14.84 \text{ cm}^2 = 22557 \text{ kg.} > 22506 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IY	4272	487

Sección propuesta: JL 3 x ¼" Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 18.58 cm^2 r.mín. = 2.36 cm. $k=1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 206 < 240$

$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 18.58 \text{ cm}^2 = 28242 \text{ kg.} > 4272 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero =	8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión =	107194.88 cm^3
Vol. de acero a tensión =	114168.92 cm^3
Vol. total de acero =	221363.80 cm^3
Cantidad de acero =	$0.22136380 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1770.9 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 450$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	21336	160
Sección propuesta: Γ 3 x $\frac{1}{4}$ " Donde:		
Area = 18.58 cm^2	r.mín. = 2.36 cm.	$k=1.0$ $k1/r < Cc$
Fa = 1171 kg/cm^2	Cap. de carga = $21752 \text{ kg.} > 21336$	kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HY	4000	394
Sección propuesta: Γ 2 $\frac{1}{2}$ x 5/16" Donde:		
Area = 18.96 cm^2	r.x. = 1.93 cm.	$k=1.0$ $k1/r > Cc$
Fa = 251 kg/cm^2	Cap. de carga = $4767 \text{ kg.} > 4000$	kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	20006	150
Sección propuesta: \perp 2 x 5/16" Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 14.84 cm^2	r.mín. = 1.52 cm.	$k=1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 97 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 14.84 \text{ cm}^2 = 22557 \text{ kg.} > 20006$		kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IY	4216	474
Sección propuesta: \perp 3 x $\frac{1}{4}$ " Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 18.58 cm^2	r.mín. = 2.36 cm.	$k=1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 201 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 18.58 \text{ cm}^2 = 28242 \text{ kg.} > 4216$		kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 115820.8 cm^3
Vol. de acero a tensión = 119894.9 cm^3
Vol. total de acero = 235715.7 cm^3
Cantidad de acero = $0.2357157 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1885.8 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 500$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	19500	162
Sección propuesta: $\Gamma \Gamma$ 2 $\frac{1}{2}$ x 5/16" Donde:		
Area = 18.96 cm^2	r. mín. = 1.93 cm.	$k = 1.0$ $k l / r < C_c$
Fa = 1048 kg/cm^2	Cap. de carga = 19872 kg.	$> 19500 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HY	4000	438
Sección propuesta: $\Gamma \Gamma$ 3 x $\frac{1}{4}$ " Donde:		
Area = 18.58 cm^2	r. x. = 2.36 cm.	$k = 1.0$ $k l / r > C_c$
Fa = 304 kg/cm^2	Cap. de carga = 5653 kg.	$> 4000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	18000	150
Sección propuesta: $\perp \perp$ 2 x $\frac{1}{4}$ " Donde:		
$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 12.12 cm^2	r. mín. = 1.55 cm.	$k = 1.0$
$k l / r \leq 240$; $k l / r = 97 < 240$		
$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 12.12 \text{ cm}^2 = 18422 \text{ kg.}$	$> 18000 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IY	4198	522
Sección propuesta: $\perp \perp$ 3 x $\frac{1}{4}$ " Donde:		
$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 18.58 cm^2	r. mín. = 2.36 cm.	$k = 1.0$
$k l / r \leq 240$; $k l / r = 221 < 240$		
$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 18.58 \text{ cm}^2 = 28242 \text{ kg.}$	$> 4198 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3

Vol. de acero a compresión = 123650.10 cm^3

Vol. de acero a tensión = 120687.40 cm^3

Vol. total de acero = 244337.50 cm^3

Cantidad de acero = $0.24433750 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1954.7 \text{ kg.}$

Para un peralte $h=550$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	18003	165
Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 5/16"$ Donde:		
Area= 18.96 cm^2	r.mín.= 1.93 cm .	$k=1.0$ $kl/r < Cc$
Fa= 1035 kg/cm^2	Cap. de carga= 19634 kg .	$>18003 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HY	4000	481
Sección propuesta: Γ $3 \times \frac{1}{4}"$ Donde:		
Area= 18.58 cm^2	r.x.= 2.36 cm .	$k=1.0$ $kl/r > Cc$
Fa= 252 kg/cm^2	Cap. de carga= 4688 kg .	$> 4000 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	16366	150
Sección propuesta: \perp $2\frac{1}{2} \times 3/16"$ Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area= 11.62 cm^2	r.mín.= 1.98 cm .	$k=1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 76 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.62 \text{ cm}^2 = 17662 \text{ kg}$.	$>16366 \text{ kg}$.	

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IY	4146	570
Sección propuesta: \perp $4 \times 3 \times \frac{1}{4}"$ Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area= 21.8 cm^2	r.mín.= 3.25 cm .	$k=1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 176 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 21.80 \text{ cm}^2 = 33136 \text{ kg}$.	$> 4146 \text{ kg}$.	

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 131922.20 cm^3
Vol. de acero a tensión = 144038.40 cm^3
Vol. total de acero = 276030.60 cm^3
Cantidad de acero = $0.27603060 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 2208.3 \text{ kg}$.

Para un peralte $h = 600$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	16773	168

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 5/16"$ Donde:

Area = 18.86 cm^2 r.mín. = 1.93 cm. $k=1.0$ $k1/r < Cc$

Fa = 1023 kg/cm^2 Cap. de carga = 19394 kg. > 16773 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HY	4000	525

Sección propuesta: Γ $3 \times 5/16"$ Donde:

Area = 22.96 cm^2 r.x. = 2.34 cm. $k=1.0$ $k1/r > Cc$

Fa = 208 kg/cm^2 Cap. de carga = 4780 kg. > 4000 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	15003	150

Sección propuesta: \perp $1\frac{3}{4} \times \frac{1}{4}"$ Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 10.4 cm^2 r.mín. = 1.35 cm. $k=1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 111 < 240$

$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 10.40 \text{ cm}^2 = 15804 \text{ kg.} > 15003 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IY	4123	618

Sección propuesta: \perp $4 \times 3 \times \frac{1}{4}"$ Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 21.8 cm^2 r.mín. = 3.25 cm. $k=1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 190 < 240$

$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 21.80 \text{ cm}^2 = 36136 \text{ kg.} > 4123 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3

Vol. de acero a compresión = 161172.00 cm^3

Vol. de acero a tensión = 151530.80 cm^3

Vol. total de acero = 312702.80 cm^3

Cantidad de acero = $0.31270280 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 2501.6 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 650$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	15748	171

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 5/16"$ Donde:

Area = 18.96 cm^2 r.mín. = 1.93 cm. $k = 1.0$ $k_l/r \leq C_c$

Fa = 1010 kg/cm^2 Cap. de carga = $19151 \text{ kg.} > 15748 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
HY	4000	569

Sección propuesta: Γ $3 \times 5/16"$ Donde:

Area = 22.96 cm^2 r.x. = 2.34 cm. $k = 1.0$ $k_l/r > C_c$

Fa = 177 kg/cm^2 Cap. de carga = $4069 \text{ kg.} > 4000 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AE'	13848	150

Sección propuesta: \perp $2 \times 3/16"$ Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 9.22 cm^2 r.mín. = 1.57 cm. $k = 1.0$

$k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 95 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 9.22 \text{ cm}^2 = 14014 \text{ kg.} > 13848 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
IY	4105	667

Sección propuesta: \perp $4 \times 3 \times \frac{1}{4}"$ Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 21.80 cm^2 r.mín. = 3.25 cm. $k = 1.0$

$k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 205 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 21.80 \text{ cm}^2 = 36136 \text{ kg.} > 4105 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3

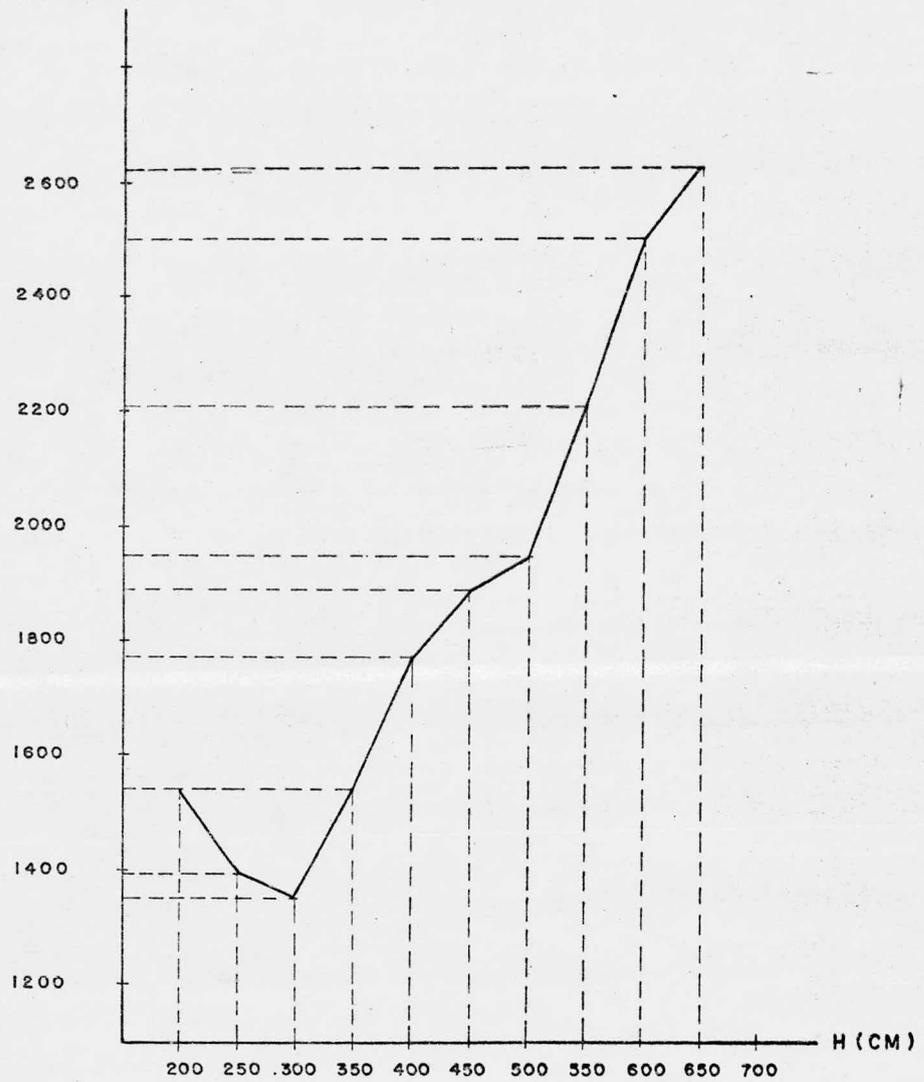
Vol. de acero a compresión = 171174.72 cm^3

Vol. de acero a tensión = 155587.60 cm^3

Vol. total de acero = 326762.32 cm^3

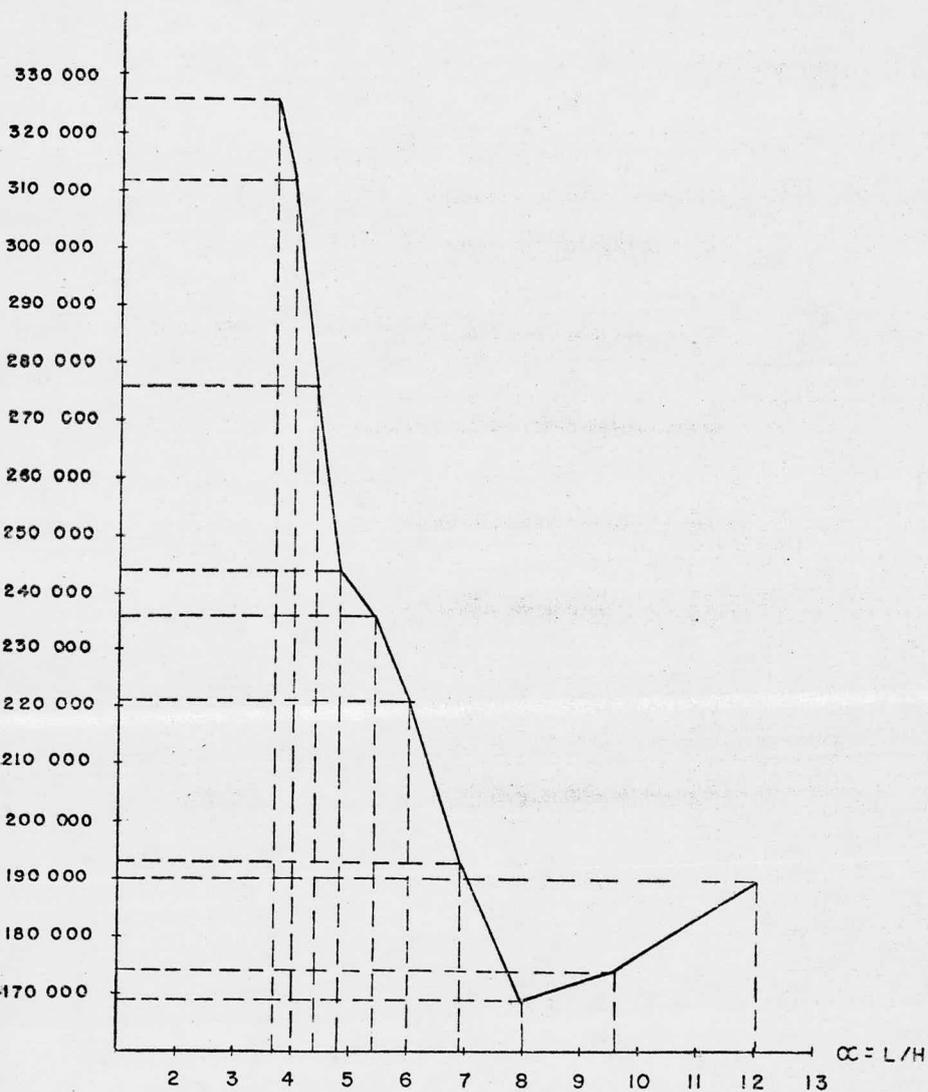
Cantidad de acero = $0.32676232 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 2614.1 \text{ kg.}$

CANTIDAD (KG)



UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"
	CANTIDAD DE ACERO PERALTE
GRAFICA N° 1 ABRIL - 1987 EDO. DE MEXICO	

VOLUMEN (CM³)

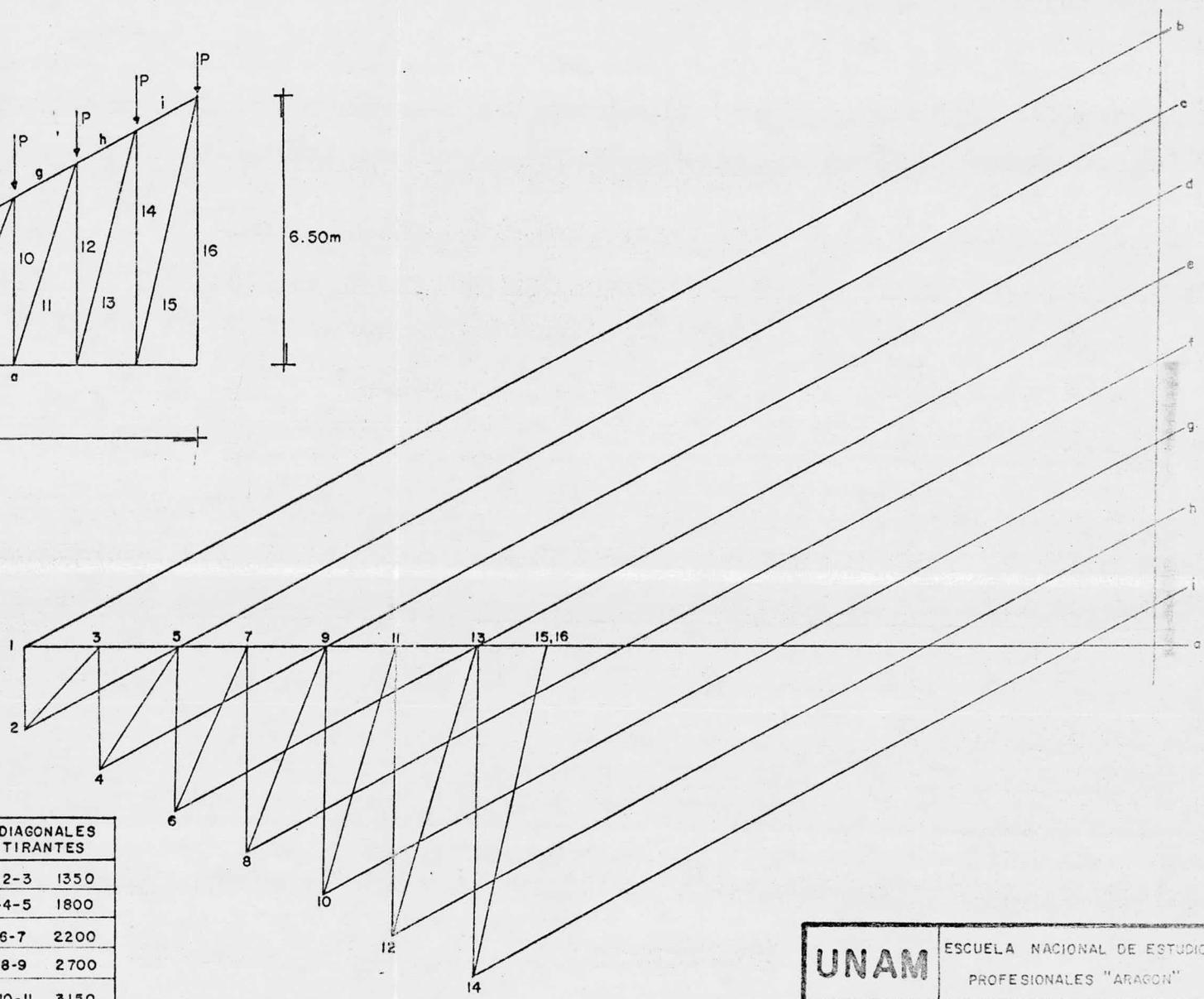
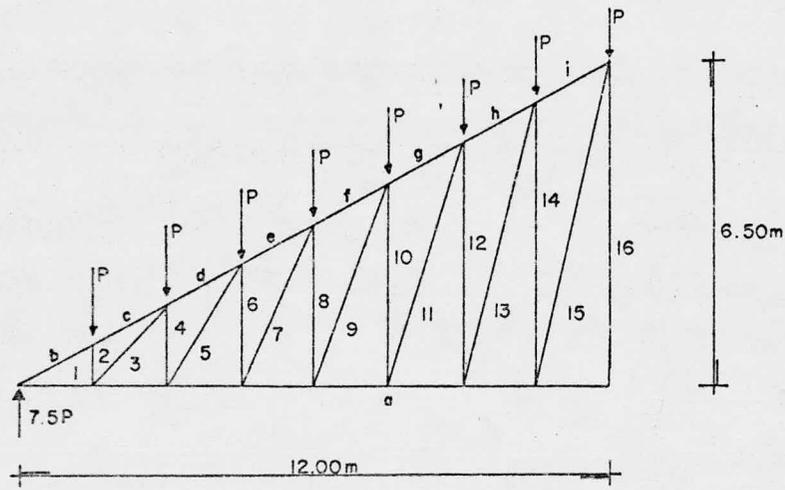


UNAM

ESCUELA NACIONAL DE
ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"

VOLUMEN - $\alpha = L/H$

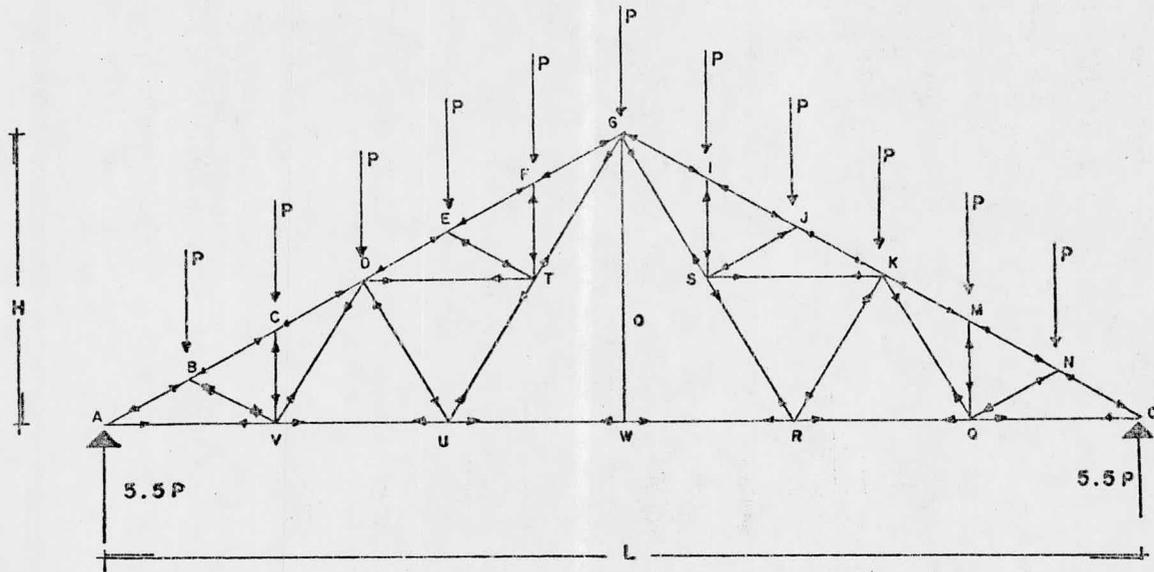
GRAFICA N°2 | ABRIL 1987 | EDO DE MEXICO



CUERDA SUPERIOR	CUERDA INFERIOR	VERTICALES PUNTALES	DIAGONALES TIRANTES
+b-1 15750	-a-1 13850	+1-2 1000	-2-3 1350
+c-2 15750	-a-3 12900	+3-4 1500	-4-5 1800
+d-4 14700	-a-5 11900	+5-6 2000	-6-7 2200
+e-6 13600	-a-7 11050	+7-8 2500	-8-9 2700
+f-8 12500	-a-9 10100	+9-10 3000	-10-11 3150
+g-10 11550	-a-11 9200	+11-12 3500	-12-13 3650
+h-12 10550	-a-13 8250	+13-14 4000	-14-15 4100
+i-14 9450	-a-15 7400	15-16 0	

UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"	
	DIAGRAMA GRAFICO DE CREMONA DE LA ESTRUCTURA TRIANGULAR "PRATT"	
ABRIL 1987	ARAGON EDO. DE MEXICO	ESC. 150

ESTRUCTURA TRIANGULAR TIPO "FINK"



CLARO : $L = 1800$ CM.
CARGA : $P = 1000$ KG.
PERALTE : $H =$ VARIABLE

PROGRAMA EN BASIC PARA LA OBTENCION DE LOS ESFUERZOS EN LAS

BARRAS DE LA ARMADURA TRIANGULAR TIPO FINK DE 18.00 M DE CLARO.

```

10 PRINT "FINK"
20 INPUT "DAME P=",P
30 IF=P0 THEN 460
40 INPUT "DAME L=",L
50 INPUT "DAME H=",H
60 INPUT "DAME W=",W
70 INPUT "DAME X=",X
80 INPUT "DAME Z=",Z
90 A1=5.5*P/SINW
100 A2=5.5*P/TANW
110 A3=0.5*P/SINW
120 A4= 5*P/SINW
130 A5= A4
140 A6=P
150 A7=1.5*P/SINX
160 A8= 5*P/TAN w-1.5*P/TANX
170 A9= (3*P*L)/(2*H)
180 A10=(A8-A9)*TANW/(COSZ*TANW+SINZ)
190 A11=A10*SINZ/SINX
200 A12=(2.5*P)/SINW+(A10*SINZ)/SINW
210 A13=(A7+A11)*COSX-(A5-A12)*COSW
220 A14=A3
230 A15= A12-A14
240 A16= A6
250 A17= A15
260 A18= 1.5*P/SINZ+A10
270 PRINT "ESFA1=",A1
280 PRINT "ESFA2=",A2
290 PRINT "ESFA3=",A3
300 PRINT "ESFA4=",A4
310 PRINT "ESFA5=",A5
320 PRINT "ESFA6=",A6
330 PRINT "ESFA7=",A7
340 PRINT "ESFA8=",A8
350 PRINT "ESFA9=",A9
360 PRINT "ESFA10=",A10
370 PRINT "ESFA11=",A11
380 PRINT "ESFA12=",A12
390 PRINT "ESFA13=",A13
400 PRINT "ESFA14=",A14
410 PRINT "ESFA15=",A15
420 PRINT "ESFA16=",A16
430 PRINT "ESFA17=",A17
440 PRINT "ESFA18=",A18
450 GO TO 20
460 PRINT "END"

```


Para un peralte $h = 200$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	25351	153
Sección propuesta: Γ	$3 \times 5/16''$	Donde:
Area = 22.96 cm^2	r.mín. = 2.34 cm.	$k=1.0$
Fa = 1188 kg/cm^2	Cap. de carga = $27274 \text{ kg.} > 25351$	$kl/r \leq Cc$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
DU	4055	180
Sección propuesta: Γ	$1 \ 3/4 \times 3/16''$	Donde:
Area = 8.06 cm^2	r.x. = 1.37 cm.	$k=1.0$
Fa = 607 kg/cm^2	Cap. de carga = $4893 \text{ kg.} > 4055$	$kl/r > Cc$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AV	24748	300
Sección propuesta: \perp	$2 \times 3/8''$	Donde:
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 17.54 cm^2	r.mín. = 1.50 cm.	$k=1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 200 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 17.54 \text{ cm}^2 = 26661 \text{ kg.} > 24748 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
VU	20248	300
Sección propuesta: \perp	$2 \times 5/16''$	Donde:
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 14.84 cm^2	r.mín. = 1.52 cm.	$k=1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 197 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 14.84 \text{ cm}^2 = 25557 \text{ kg.} > 20248 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 52149.36 cm^3
Vol. de acero a tensión = 56503.20 cm^3
Vol. total de acero = 108652.56 cm^3
Cantidad de acero = $0.10865256 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 896.2 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 250$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra AB	Fuerza (kg) 20555	Longitud (cm) 155
Sección propuesta: Γ 3 x $\frac{1}{2}$ " Donde:		
Area = 18.58 cm^2	r.mfn. = 2.36 cm.	$k=1.0$ $k1/r < Cc$
Fa = 1186 kg/cm^2	Cap. de carga = 22036 kg.	$> 20555 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra DU	Fuerza (kg) 3517	Longitud (cm) 195
Sección propuesta: Γ 1 $\frac{3}{4}$ x 3/16" Donde:		
Area = 8.06 cm^2	r.x. = 1.37 cm.	$k=1.0$ $k1/r > Cc$
Fa = 517 kg/cm^2	Cap. de carga = 4169 kg.	$> 3517 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra AV	Fuerza (kg) 19806	Longitud (cm) 300
Sección propuesta: \perp 2 x 5/16" Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 14.84 cm^2	r.mfn. = 1.52 cm.	$k=1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 197 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 14.84 \text{ cm}^2 = 22557 \text{ kg.}$	$> 19806 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra VU	Fuerza (kg) 16205	Longitud (cm) 300
Sección propuesta: \perp 2 $\frac{1}{2}$ x 3/16" Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 11.62 cm^2	r.mfn. = 1.98 cm.	$k=1.0$
$k1/r \leq 240$; $k1/r = 152 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 11.62 \text{ cm}^2 = 17662 \text{ kg.}$	$> 16205 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero =	8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión =	45407.56 cm^3
Vol. de acero a tensión =	53089.40 cm^3
Vol. total de acero =	98496.96 cm^3
Cantidad de acero =	$0.9849696 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 788.0 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 300$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	17397	158

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 5/16''$ Donde:

Area = 18.96 cm^2 r.mín. = 1.93 cm. $k=1.0$ $k1/r \leq Cc$

Fa = 1065 kg/cm^2 Cap. de carga = $20184 \text{ kg.} > 17397 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
DU	3185	220

Sección propuesta: Γ $1\frac{3}{4} \times 5/16''$ Donde:

Area = 8.06 cm^2 r.x. = 1.37 cm. $k=1.0$ $k1/r \geq Cc$

Fa = 406 kg/cm^2 Cap. de carga = $3275 \text{ kg.} > 3185 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AV	16505	300

Sección propuesta: \perp $2\frac{1}{2} \times 3/16''$ Donde:

$Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 1.62 cm^2 r.mín. = 1.98 cm. $k=1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 151 < 240$

$T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 1.62 \text{ cm}^2 = 17674 \text{ kg.} > 16505 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
VU	13504	300

Sección propuesta: \perp $2 \times 3/16''$ Donde:

$Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 9.22 cm^2 r.mín. = 1.57 cm. $k=1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 191 < 240$

$T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 9.22 \text{ cm}^2 = 14015 \text{ kg.} > 13504 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero =	8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión =	47812.48 cm^3
Vol. de acero a tensión =	44150.40 cm^3
Vol. total de acero =	91963.28 cm^3
Cantidad de acero =	$0.9196328 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 735.7 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 350$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	15175	160

Sección propuesta:  $2\frac{1}{4} \times 1$ " Donde:
 $Area = 15.36 \text{ cm}^2$ $r. \text{mín.} = 1.96 \text{ cm.}$ $k = 1.0$ $kl/r < Cc$
 $Fa = 1066 \text{ kg/cm}^2$ $Cap. \text{ de carga} = 16381 \text{ kg.} > 15175 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

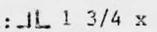
Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
DU	2693	230

Sección propuesta:  $1\frac{3}{4} \times 1$ " Donde:
 $Area = 10.4 \text{ cm}^2$ $r. \text{x.} = 1.35 \text{ cm.}$ $k = 1.0$ $kl/r > Cc$
 $Fa = 361 \text{ kg/cm}^2$ $Cap. \text{ de carga} = 3752 \text{ kg.} > 2693 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AV	14143	300

Sección propuesta:  $1\frac{3}{4} \times 1$ " Donde:
 $Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
 $Area = 10.40 \text{ cm}^2$ $r. \text{mín.} = 1.35 \text{ cm.}$ $k = 1.0$
 $kl/r \leq 240$; $kl/r = 222 < 240$
 $T = Et \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 10.40 \text{ cm}^2 = 15808 \text{ kg.} > 14143 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
VU	11571	300

Sección propuesta:  $1\frac{3}{4} \times \frac{3}{16}$ " Donde:
 $Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
 $Area = 8.06 \text{ cm}^2$ $r. \text{mín.} = 1.37 \text{ cm.}$ $k = 1.0$
 $kl/r \leq 240$; $kl/r = 219 < 240$
 $T = Et \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 8.06 \text{ cm}^2 = 12251 \text{ kg.} > 11571 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
 Vol. de acero a compresión = 45798.40 cm^3
 Vol. de acero a tensión = 40320.80 cm^3
 Vol. total de acero = 86119.20 cm^3
 Cantidad de acero = $0.8611920 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 688.95 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 400$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	13543	164
Sección propuesta: Γ	$2 \times 3/8"$	Donde:
Area = 17.54 cm^2	r.mín. = 1.5 cm.	$k = 1.0$
Fa = 822 kg/cm ²	Cap. de carga = 14502 kg.	$k_1/r \leq Cc$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
DU	2814	250
Sección propuesta: Γ	$1 \ 3/4 \times 1/4"$	Donde:
Area = 10.40 cm^2	r.x. = 1.35 cm.	$k = 1.0$
Fa = 306 kg/cm ²	Cap. de carga = 3178 kg.	$k_1/r \geq Cc$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AV	12376	300
Sección propuesta: Γ	$2 \times 3/16"$	Donde:
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 9.22 cm^2	r.mín. = 1.57 cm.	$k = 1.0$
$k_1/r \leq 240$; $k_1/r = 191 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 9.22 \text{ cm}^2 = 14014 \text{ kg.} > 12376 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
VU	10126	300
Sección propuesta: Γ	$1 \ 3/4 \times 3/16"$	Donde:
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 8.06 cm^2	r.mín. = 1.37 cm.	$k = 1.0$
$k_1/r \leq 240$; $k_1/r = 219 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 8.06 \text{ cm}^2 = 12251 \text{ kg.} > 10126 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero =	8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión =	52073.92 cm^3
Vol. de acero a tensión =	39970.00 cm^3
Vol. total de acero =	92043.92 cm^3
Cantidad de acero =	$0.9204392 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 736.4 \text{ kg.}$

Para un paralte $h = 450$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	12300	167
Sección propuesta: Γ $2 \times 3/8"$ Donde:		
Area = 17.54 cm^2	r.mín. = 1.5 cm.	$k=1.0$ $kl/r < Cc$
Fa = 808 kg/cm^2	Cap. de carga = $14169 \text{ kg.} > 12300 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
DU	2705	270
Sección propuesta: Γ $1 \ 3/4 \times 1/2"$ Donde:		
Area = 10.4 cm^2	r.x. = 1.35 cm.	$k=1.0$ $kl/r > Cc$
Fa = 262 kg/cm^2	Cap. de carga = $2724 \text{ kg.} > 2705 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AV	11002	300
Sección propuesta: \perp $1 \ 3/4 \times 1/2"$ Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 10.40 cm^2	r.mín. = 1.35 cm.	$k=1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 222 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 10.40 \text{ cm}^2 = 15808 \text{ kg.} > 11002 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
VU	9002	300
Sección propuesta: \perp $1 \ 3/4 \times 3/16"$ Donde:		
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 8.06 cm^2	r.mín. = 1.35 cm.	$k=1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 219 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 8.06 \text{ cm}^2 = 12251 \text{ kg.} > 9002 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 53953.80 cm^3
Vol. de acero a tensión = 43867.20 cm^3
Vol. total de acero = 97821.00 cm^3
Cantidad de acero = $0.09782100 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 782.6 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 500$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	11307	171

Sección propuesta: Γ $2 \times 5/16''$ Donde:

Area = 14.84 cm^2 r.mín. = 1.52 cm $k=1.0$ $k1/r \leq Cc$

Fa = 797 kg/cm^2 Cap. de carga = $11823 \text{ kg} > 11307 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
DU	2625	290

Sección propuesta: Γ $2 \times 3/16''$ Donde:

Area = 9.22 cm^2 r.x. = 1.57 cm $k=1.0$ $k1/r > Cc$

Fa = 307 kg/cm^2 Cap. de carga = $2832 \text{ kg} > 2625 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AV	9902	300

Sección propuesta: \perp $1 \frac{3}{4} \times 3/16''$ Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 8.06 cm^2 r.mín. = 1.37 cm $k=1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 219 < 240$

$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 8.06 \text{ cm}^2 = 12251 \text{ kg} > 9902 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
VU	8101	300

Sección propuesta: \perp $1 \frac{3}{4} \times 1/8''$ Donde:

$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 5.48 cm^2 r.mín. = 1.40 cm $k=1.0$

$k1/r \leq 240$; $k1/r = 214 < 240$

$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8345 \text{ kg} > 8101 \text{ kg}$.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero =	8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión =	48227.84 cm^3
Vol. de acero a tensión =	32811.20 cm^3
Vol. total de acero =	81039.04 cm^3
Cantidad de acero =	$0.08103904 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 648.30 \text{ kg}$.

Para un paralte $h = 550$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	10550	175

Sección propuesta: Γ 2 x 5/16" Donde:
 Area = 14.84 cm^2 r.mín. = 1.52 cm. $k=1.0$ $k1/r < Cc$
 Fa = 771 kg/cm^2 Cap. de carga = $11050 \text{ kg.} > 10550 \text{ kg.}$
 El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
DU	2565	314

Sección propuesta: Γ 2 x 1/2" Donde:
 Area = 12.12 cm^2 r.x. = 1.55 cm. $k=1.0$ $k1/r > Cc$
 Fa = 225 kg/cm^2 Cap. de carga = $3095 \text{ kg.} > 2565 \text{ kg.}$
 El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AV	9003	300

Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 3/16" Donde:
 $Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
 Area = 8.06 cm^2 r.mín. = 1.37 cm. $k=1.0$
 $k1/r \leq 240$; $k1/r = 219 < 240$
 $T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 8.06 \text{ cm}^2 = 12251 \text{ kg.} > 9003 \text{ kg.}$
 El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
VU	7366	300

Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8" Donde:
 $Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
 Area = 5.48 cm^2 r.mín. = 1.40 cm. $k=1.0$
 $k1/r \leq 240$; $k1/r = 214 < 240$
 $T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8327 \text{ kg.} > 7366 \text{ kg.}$
 El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
 Vol. de acero a compresión = 56179.68 cm^3
 Vol. de acero a tensión = 34203.12 cm^3
 Vol. total de acero = 90382.80 cm^3
 Cantidad de acero = $0.09038280 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 723.1 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 600$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra AB	Fuerza (kg) 9915	Longitud (cm) 180
Sección propuesta: Γ 2 x 5/16"	Donde:	
Area = 14.84 cm^2	r. mín. = 1.52 cm.	$k = 1.0$
Fa = 739 kg/cm^2	Cap. de carga = $10948 \text{ kg.} > 9915 \text{ kg.}$	$k_l/r < C_c$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra DU	Fuerza (kg) 2515	Longitud (cm) 335
Sección propuesta: Γ 2 x 1/4"	Donde:	
Area = 12.12 cm^2	r. x. = 1.55 cm.	$k = 1.0$
Fa = 224 kg/cm^2	Cap. de carga = $2719 \text{ kg.} > 2515 \text{ kg.}$	$k_l/r > C_c$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra AV	Fuerza (kg) 8250	Longitud (cm) 300
Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8"	Donde:	
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 5.48 cm^2	r. mín. = 1.40 cm.	$k = 1.0$
$k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 214 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.} > 8250 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra VU	Fuerza (kg) 6750	Longitud (cm) 300
Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8"	Donde:	
Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 5.48 cm^2	r. mín. = 1.40 cm.	$k = 1.0$
$k_l/r \leq 240$; $k_l/r = 214 < 240$		
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.} > 6750 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
 Vol. de acero a compresión = 58597.20 cm^3
 Vol. de acero a tensión = 30724.80 cm^3
 Vol. total de acero = 89340.00 cm^3
 Cantidad de acero = $0.08934000 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 714.70 \text{ kg.}$

Para un paralte $h = 650$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	9414	185

Sección propuesta: Γ 2 x 5/16" Donde:

Area = 14.84 cm^2 r.mín. = 1.52 cm. $k = 1.0$ $kl/r < Cc$

Fa = 706 kg/cm^2 Cap. de carga = $10471 \text{ kg.} > 9414 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
DU	2504	358

Sección propuesta: Γ 2 x 5/16" Donde:

Area = 14.84 cm^2 r.x. = 1.52 cm. $k = 1.0$ $kl/r > Cc$

Fa = 189 kg/cm^2 Cap. de carga = $2803 \text{ kg.} > 2504 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AV	7640	300

Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 5.48 cm^2 r.mín. = 1.40 cm. $k = 1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 214 < 240$

T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.} > 7640 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
VU	6253	300

Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/8" Donde:

Et = $0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 5.48 cm^2 r.mín. = 1.40 cm. $k = 1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 214 < 240$

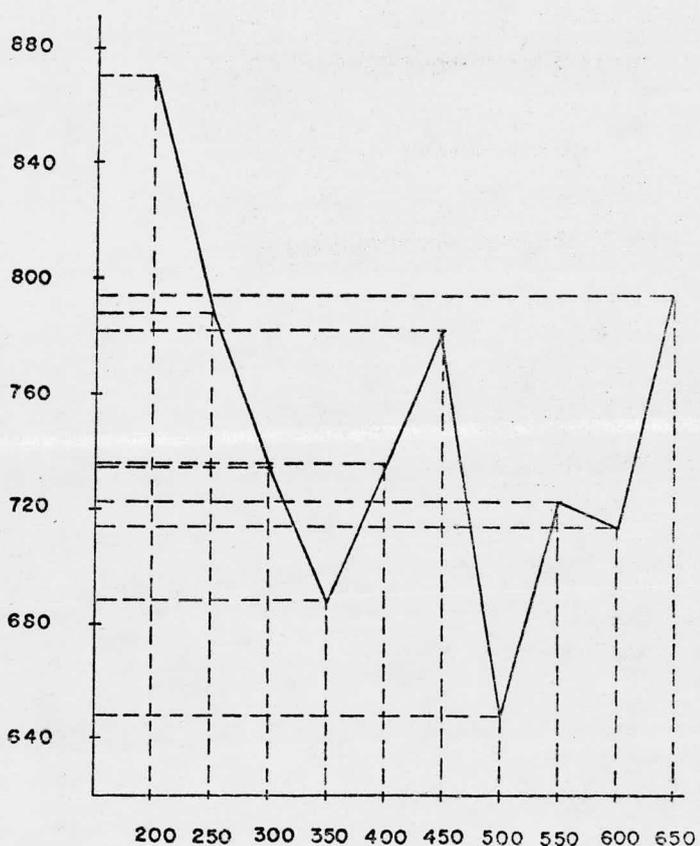
T = Et.A = $1520 \text{ kg./cm}^2 \times 5.48 \text{ cm}^2 = 8330 \text{ kg.} > 6253 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

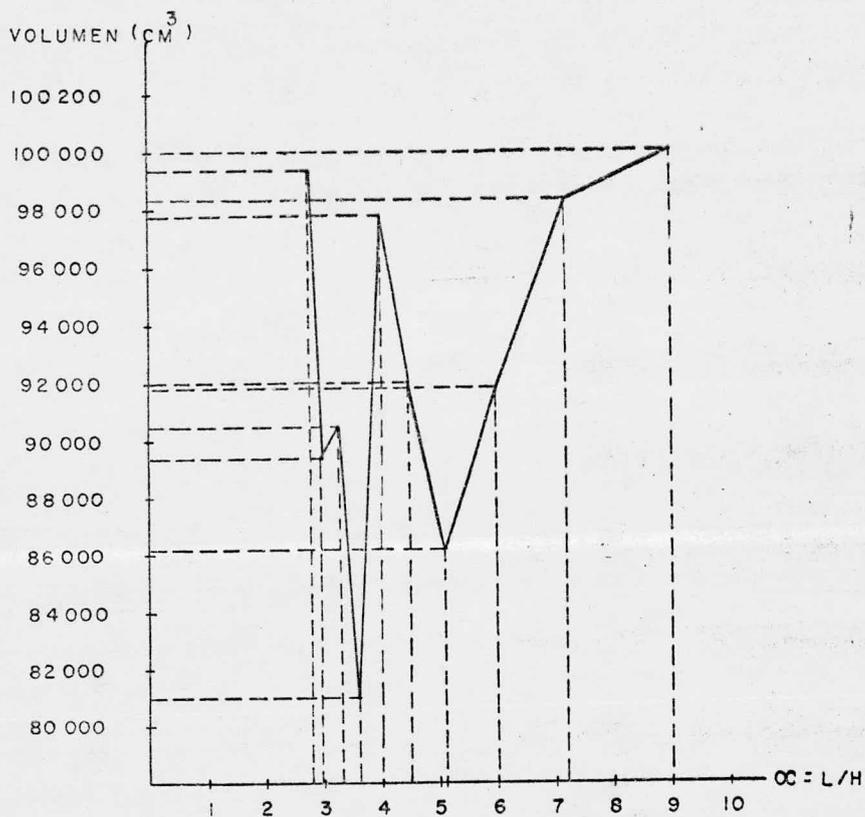
Peso volumétrico del acero	= 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión	= 67373.60 cm^3
Vol. de acero a tensión	= 32047.04 cm^3
Vol. total de acero	= 99420.64 cm^3
Cantidad de acero	= $0.09942064 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 795.40 \text{ kg.}$

CANTIDAD (KG)



PERALTE H = (CM)

UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"	
	CANTIDAD DE ACERO PERALTE	
GRAFICA 1	ABRIL 1987	EDO DE MEXICO



UNAM

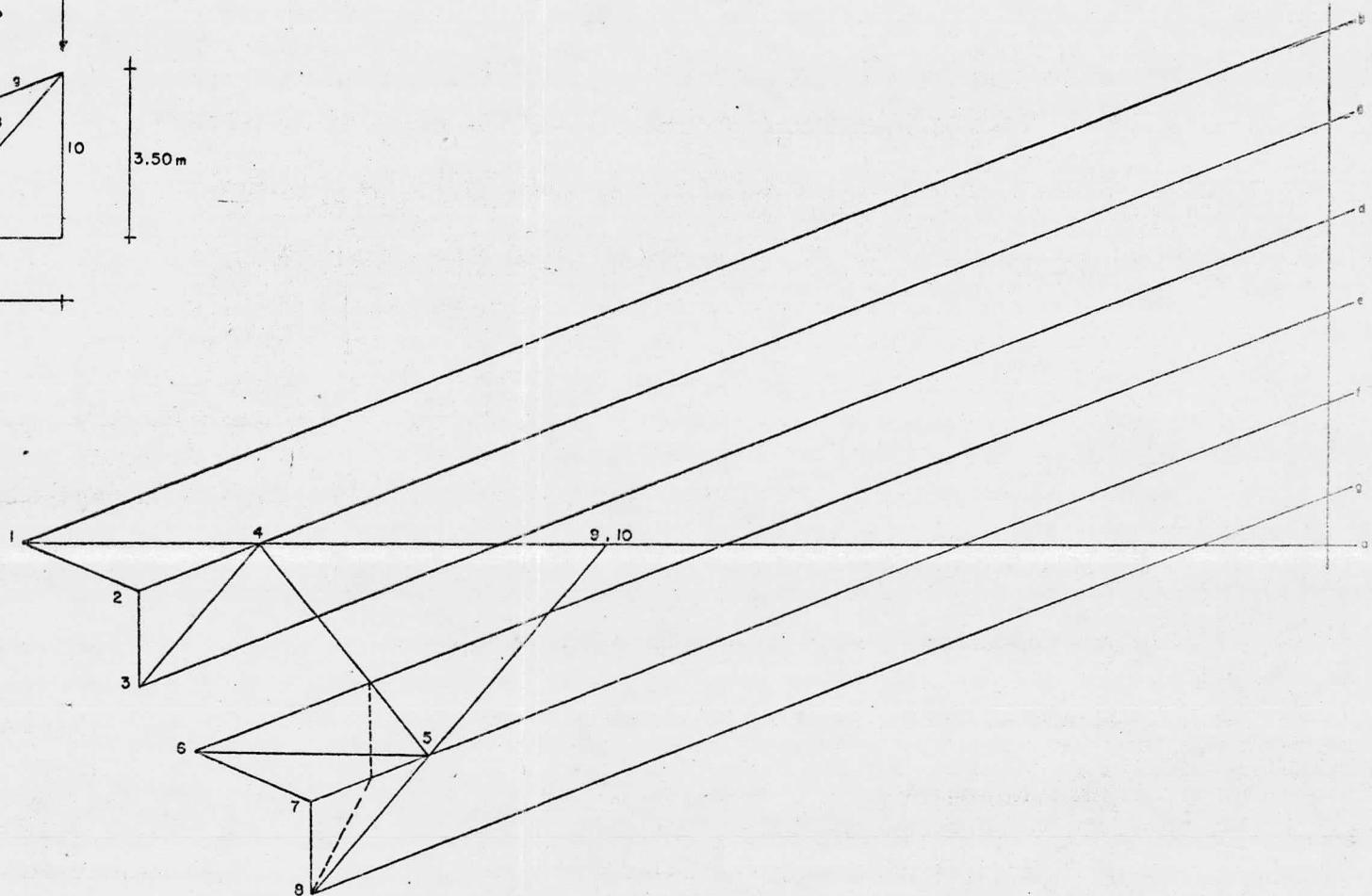
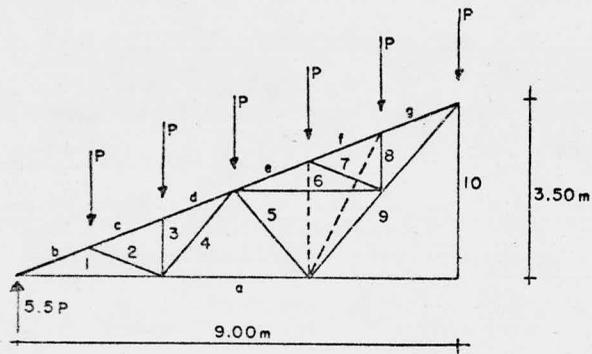
ESCUELA NACIONAL DE
ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"

VOLUMEN - OC = L/H

GRAFICA N°2

ABRIL 1987

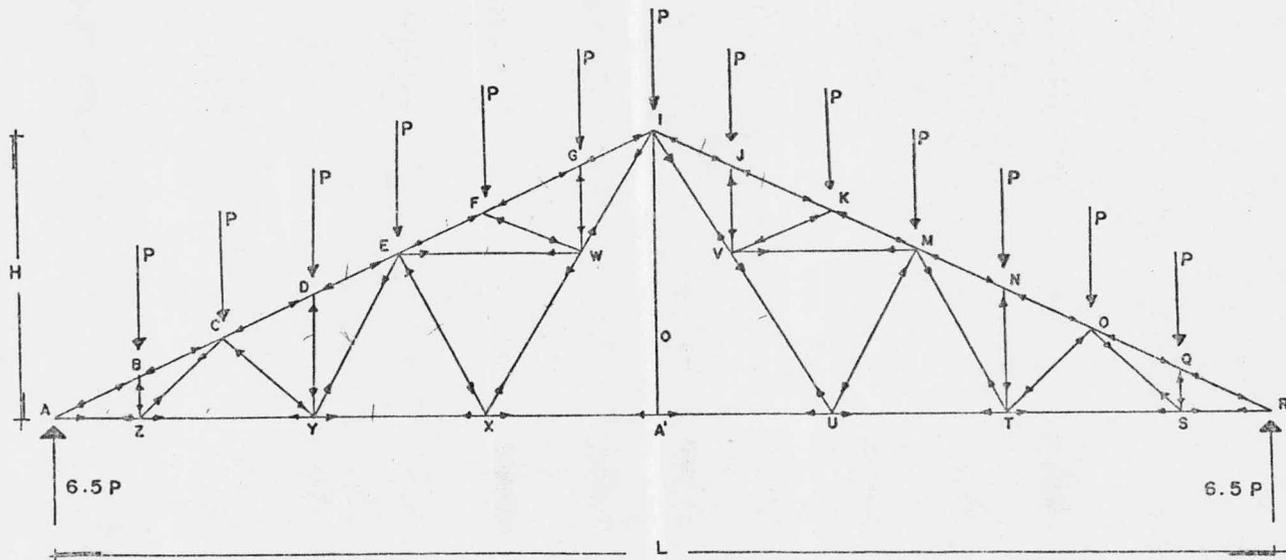
EDO DE MEXICO



CUERDA SUPERIOR	CUERDA INFERIOR	DIAGONALES	VERTICALES	HORIZONTAL
+b-1 15100	-a-1 14100	+1-2 1350	-2-3 1000	-6-5 2500
+c-2 13750	-a-4 11500	-3-4 2000	-7-8 1000	
+d-3 13750	-a-3 7700	+4-5 2900		
+e-6 13100		+6-7 1350		
+f-7 11700		-5-9 2900		
+g-8 11700		-8-9 4900		

UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"	
	DIAGRAMA GRAFICO DE CREMONA DE LA ESTRUCTURA TRIANGULAR "FINK"	
ABRIL 1967	ARAGON EDO DE MEXICO	ESC. 150

ESTRUCTURA TRIANGULAR TIPO "FINK"



CLARO : $L = 2100 \text{ CM.}$
 CARGA : $P = 1000 \text{ KG.}$
 PERALTE : $H = \text{VARIABLE}$

PROGRAMA EN BASIC PARA LA OBTENCION DE LOS ESFUERZOS EN LAS -
BARRAS DE LA ARMADURA TRIANGULAR TIPO FINK DE 21.00 M DE CLARO.

```

10 PRINT "FINK"
20 INPUT "DAME P=",P
30 IF P=0 THEN 560
40 INPUT "DAME L=",L
50 INPUT "DAME H=",H
60 INPUT "DAME W=",W
70 INPUT "DAME X=",X
80 INPUT "DAME Y=",Y
90 INPUT "DAME Z=",Z
100 A1=6.5*P/SINW
110 A2=6.5*P/TANW
120 A3=A1
130 A4=P
140 A5=A4/SINX
150 A6=A2-(A4/TANX)
160 A7= (A6 * TANW - 4.5P) / (SIN X+COSX*TANW)
170 A8= (4.5*P+A7*SINX)/SINW
180 A9= A8
190 A10= P
200 A11=(A7*SINX+A10)/SINY
210 A12=(A6-A7)*COSX-A11*COSY
220 A13=(24.5*P*L)/(14*H)
230 A14=(A12-A13)*TANY/(SINZ+TANY*COSZ)
240 A15= A14*SINZ/SINY
250 A16=A9+((A15-A11)*SINY-P)/SINW
260 A17=(A11-A15)*COSY-(A9-A16)*COSW
270 A18= P/2*SINW
280 A19= A16-A18
290 A20= A19
300 A21= P
310 A22= 1.5*P/SINZ+A14
320 = PRINT "ESFA=",A
330 = PRINT "ESFA1=",A1
340 = PRINT "ESFA2=",A2
350 = PRINT "ESFA3=",A3
360 = PRINT "ESFA4=",A4
370 = PRINT "ESFA5=",A5
380 = PRINT "ESFA6=",A6
390 = PRINT "ESFA7=",A7
400 = PRINT "ESFA8=",A8
410 = PRINT "ESFA9=",A9
420 = PRINT "ESFA10=",A10
430 = PRINT "ESFA11=",A11
440 = PRINT "ESFA12=",A12
450 = PRINT "ESFA13=",A13
460 = PRINT "ESFA14=",A14
470 = PRINT "ESFA15=",A15
480 = PRINT "ESFA16=",A16
490 = PRINT "ESFA17=",A17
500 = PRINT "ESFA18=",A18

```

```
510 = PRINT "ESFA19=",A19
520 = PRINT "ESFA20=",A20
530 = PRINT "ESFA21=",A21
540 = PRINT "ESFA22=",A22
550 GO TO 20
560 PRINT "END"
```


Para un peralte $h = 200$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra AB	Fuerza (kg) 34752	Longitud (cm) 152
Sección propuesta: Γ 3 x 7/16" Donde:		
Area = 31.36 cm ²	r.mín. = 2.31 cm.	k = 1.0 kl/r < Cc
Fa = 1185 kg/cm ²	Cap. de carga = 37160 kg.	> 34752 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra EX	Fuerza (kg) 4627	Longitud (cm) 188
Sección propuesta: Γ 1 3/4 x 1/2" Donde:		
Area = 10.40 cm ²	r.x. = 1.35 cm.	k = 1.0 kl/r > Cc
Fa = 540 kg/cm ²	Cap. de carga = 5620 kg.	> 4627 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra AZ	Fuerza (kg) 34138	Longitud (cm) 150
Sección propuesta: \perp 3 x 5/16" Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm ²	= 1520 kg./cm ²	
Area = 22.96 cm ²	r.mín. = 2.34 cm.	k = 1.0
kl/r ≤ 240; kl/r = 64	< 240	
T = Et.A = 1520 kg./cm ² x 22.96 cm ²	= 34899 kg.	> 34138 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra ZY	Fuerza (kg) 31513	Longitud (cm) 300
Sección propuesta: \perp 2 1/2 x 3/8" Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm ²	= 1520 kg./cm ²	
Area = 22.32 cm ²	r.mín. = 1.91 cm.	k = 1.0
kl/r ≤ 240; kl/r = 157	< 240	
T = Et.A = 1520 kg./cm ² x 22.32 cm ²	= 33926 kg.	> 31513 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero =	8000 kg./m ³
Vol. de acero a compresión =	80711.68 cm ³
Vol. de acero a tensión =	102855.36 cm ³
Vol. total de acero =	183567.04 cm ³
Cantidad de acero =	0.18356704 m ³ x 8000 kg./m ³ = 1468.5 kg.

Para un peralte h= 250 cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	28068	154

Sección propuesta: Γ 4 x $\frac{1}{4}$ " Donde:

Area=25.04cm² r.mín.=3,18 cm. k=1.0 kl/r < Cc

Fa= 1299 kg/cm² Cap. de carga= 32536 kg.>28068 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
EX	4062	207

Sección propuesta: Γ 1 3/4 x $\frac{1}{4}$ " Donde:

Area=10.40cm² r.x.= 1.35 cm. k=1.0 kl/r > Cc

Fa= 446 kg/cm² Cap. de carga= 4635 kg.> 4062 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	27305	150

Sección propuesta: \perp 3 x $\frac{1}{4}$ " Donde:

Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm² = 1520 kg./cm²

Area=18.58cm² r.mín.=2,36 cm. k=1.0

kl/r ≤ 240; kl/r= 64 <240

T =Et.A = 1520 kg./cm² x 18.58cm² = 28242 kg.> 27305 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
ZY	25205	300

Sección propuesta: \perp 2 x 3/8" Donde:

Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm² = 1520 kg./cm²

Area=17.54cm² r.mín.= 1.50 cm. k=1.0

kl/r ≤ 240; kl/r= 200 <240

T =Et.A = 1520 kg./cm² x 17.54cm² = 26661 kg.> 25205 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

- Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m³
- Vol. de acero a compresión = 69440.64 cm³
- Vol. de acero a tensión = 85919.96 cm³
- Vol. total de acero = 155360.60 cm³
- Cantidad de acero = 0.15536060 m³ x 8000 kg./m³ = 1242.9 kg.

Para un peralte h= 300 cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	23668	156

Sección propuesta: Γ 2 1/2 x 3/8" Donde:

Area=22.32 cm.² r.mín.=1.91cm. k=1.0 kl/r < Cc

Fa= 1066 kg/cm.² Cap. de carga=23795 kg.> 23668 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
EX	3725	226

Sección propuesta: Γ 1 3/4 x 1/2" Donde:

Area=10.4 cm.² r.x.=1.35 cm. k=1.0 kl/r > Cc

Fa= 374 kg/cm.² Cap. de carga=3889 kg.> 3725 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	22758	150

Sección propuesta: \perp 2 1/2 x 1/2" Donde:

Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm.²= 1520 kg./ cm.²

Area=15.36cm.² r.mín.= 1.96 cm. k=1.0

kl/r ≤ 240; kl/r= 76 <240

T =Et.A = 1520 kg./cm.² x 15.36 cm.²= 23347 kg.> 2758 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
ZY	21008	300

Sección propuesta: \perp 2 x 5/16" Donde:

Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm.²=1520 kg./cm.²

Area=14.84cm.² r.mín.=1.52 cm. k=1.0

kl/r ≤ 240; kl/r= 197 <240

T =Et.A = 1520 kg./cm.² x 14.84cm.² =22557kg.> 21008 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m.³

Vol. de acero a compresión = 65574.08 cm.³

Vol. de acero a tensión = 75292.00 cm.³

Vol. total de acero = 140866.08 cm.³

Cantidad de acero = 0.14086608 m.³ x 8000 kg./m.³ =1127.0kg.

Para un peralte $h = 350$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra AB	Fuerza (kg) 20500	Longitud (cm) 158
Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 3/8"$ Donde:		
Area = 22.32 cm^2	r.mín. = 1.91 cm.	$k = 1.0$ kl/r $\leq Cc$
Fa = 1058 kg/cm^2	Cap. de carga = $23610 \text{ kg.} > 20500 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra EX	Fuerza (kg) 3503	Longitud (cm) 250
Sección propuesta: Γ $1\frac{3}{4} \times 5/16"$ Donde:		
Area = 12.7 cm^2	r.x. = 1.32 cm.	$k = 1.0$ kl/r $> Cc$
Fa = 292 kg/cm^2	Cap. de carga = $3734 \text{ kg.} > 3503 \text{ kg.}$	

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra AZ	Fuerza (kg) 19506	Longitud (cm) 150
Sección propuesta: \perp $2 \times 5/16"$ Donde:		
$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 14.84 cm^2	r.mín. = 1.52 cm.	$k = 1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 97 < 240$		
$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 14.84 \text{ cm}^2 = 22257 \text{ kg.} > 19506 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra ZY	Fuerza (kg) 18006	Longitud (cm) 300
Sección propuesta: \perp $2 \times \frac{1}{2}"$ Donde:		
$E_t = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$		
Area = 12.12 cm^2	r.mín. = 1.55 cm.	$k = 1.0$
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 193 < 240$		
$T = E_t \cdot A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 12.12 \text{ cm}^2 = 18422 \text{ kg.} > 18006 \text{ kg.}$		

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
 Vol. de acero a compresión = 72069.12 cm^3
 Vol. de acero a tensión = 69463.20 cm^3
 Vol. total de acero = 141532.32 cm^3
 Cantidad de acero = $0.14153232 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1132.3 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 400$ cm.

158

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	18262	160

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times 5/16''$ Donde:

Area = 18.96 cm^2 r.mín. = 1.93 cm. $k = 1.0$ $kl/r \leq 0e$
Fa = 1056 kg/cm^2 Cap. de carga = $20029 \text{ kg.} > 18262 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
EX	3352	272

Sección propuesta: Γ $2 \times 5/16''$ Donde:

Area = 14.84 cm^2 r.x. = 1.52 cm. $k = 1.0$ $kl/r > 0e$
Fa = 327 kg/cm^2 Cap. de carga = $4856 \text{ kg.} > 3352 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	17006	150

Sección propuesta: JL $2 \times \frac{1}{4}''$ Donde:

$Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area = 12.12 cm^2 r.mín. = 1.55 cm. $k = 1.0$
 $kl/r \leq 240$; $kl/r = 97 < 240$
 $T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 12.12 \text{ cm}^2 = 18422 \text{ kg.} > 17006 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
ZY	15754	300

Sección propuesta: JL $1\frac{3}{4} \times \frac{1}{4}''$ Donde:

$Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$
Area = 10.40 cm^2 r.mín. = 1.35 cm. $k = 1.0$
 $kl/r \leq 240$; $kl/r = 222 < 240$
 $T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 10.40 \text{ cm}^2 = 15808 \text{ kg.} > 15754 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión = 68321.68 cm^3
Vol. de acero a tensión = 54572.00 cm^3
Vol. total de acero = 122893.68 cm^3
Cantidad de acero = $0.12289368 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 983.15 \text{ kg.}$

Para un peralte $h = 450$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	16507	163
Sección propuesta: Γ 2 1/2 x 5/16" Donde:		
Area = 18.96 cm ²	r.mín. = 1.93 cm.	k = 1.0 kl/r < Cc
Fa = 1044 kg/cm ²	Cap. de carga = 19793 kg.	> 16507 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
EX	3246	296
Sección propuesta: Γ 2 x 5/16" Donde:		
Area = 14.84 cm ²	r.x. = 1,52 cm.	k = 1.0 kl/r > Cc
Fa = 276 kg/cm ²	Cap. de carga = 4101 kg.	> 3246 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	15173	150
Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 1/2" Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm ²	= 1520 kg./cm ²	
Area = 10.40 cm ²	r.mín. = 1,35 cm.	k = 1.0
kl/r ≤ 240; kl/r = 111 < 240		
T = Et.A = 1520 kg./cm ² x 10.40 cm ²	= 15808 kg.	> 15173 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
ZY	14006	300
Sección propuesta: \perp 2 x 3/16" Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm ²	= 1520 kg./cm ²	
Area = 9.22 cm ²	r.mín. = 1.57 cm.	k = 1.0
kl/r ≤ 240; kl/r = 191 < 240		
T = Et.A = 1520 kg./cm ² x 9.22 cm ²	= 14014 kg.	> 14006 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	= 8000 kg./m ³
Vol. de acero a compresión	= 59026.80 cm ³
Vol. de acero a tensión	= 54736.96 cm ³
Vol. total de acero	= 113763.76 cm ³
Cantidad de acero	= 0.11376376 m ³ x 8000 kg./m ³ = 910.10 kg.

Para un peralte $h = 500$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	15120	166

Sección propuesta: Γ $2\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$ " Donde:

Area = 15.36 cm^2 r.mín. = 1.96 cm. $k=1.0$ $kl/r < Cc$

Fa = 1042 kg/cm^2 Cap. de carga = $16005 \text{ kg.} > 15120 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
EX	3164	324

Sección propuesta: Γ $2 \times 3/8$ " Donde:

Area = 17.54 cm^2 r.x. = 1,50 cm. $k=1.0$ $kl/r > Cc$

Fa = 225 kg/cm^2 Cap. de carga = $3940 \text{ kg.} > 3164 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	13652	150

Sección propuesta: \perp $1\frac{3}{4} \times \frac{1}{4}$ " Donde:

$Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 10.40 cm^2 r.mín. = 1,35 cm. $k=1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 111 < 240$

$T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 10.40 \text{ cm}^2 = 15808 \text{ kg.} > 13652 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
ZY	12602	300

Sección propuesta: \perp $2 \times 3/16$ " Donde:

$Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 9.22 cm^2 r.mín. = 1.57 cm. $k=1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 191 < 240$

$T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 9.22 \text{ cm}^2 = 14014 \text{ kg.} > 12602 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

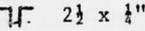
E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero =	8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión =	75863.24 cm^3
Vol. de acero a tensión =	57152.60 cm^3
Vol. total de acero =	133015.84 cm^3
Cantidad de acero =	$0.13301584 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1064.1 \text{ kg.}$

Para un peralte h= 550 cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra AB	Fuerza (kg) 14011	Longitud (cm) 169
-------------	----------------------	----------------------

Sección propuesta:  2 1/2 x 1/4" Donde:

Area=15.36 cm.² r.mfn.=1,96cm. k=1.0 kl/r < Cc

Fa= 1029 kg/cm.² Cap. de carga=15814 kg.> 14011 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra EX	Fuerza (kg) 3104	Longitud (cm) 347
-------------	---------------------	----------------------

Sección propuesta:  2 x 3/8" Donde:

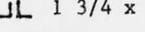
Area=17.54 cm.² r.x.=1.50 cm. k=1.0 kl/r > Cc

Fa= 196 kg/cm.² Cap. de carga=3435 kg.> 3104 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra AZ	Fuerza (kg) 12412	Longitud (cm) 150
-------------	----------------------	----------------------

Sección propuesta:  1 3/4 x 1/4" Donde:

Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm.² = 1520 kg./cm.²

Area=10.40cm.² r.mfn.=1,35 cm. k=1.0

kl/r ≤ 240; kl/r= 111 < 240

T =Et.A = 1520 kg./cm.² x 10.40 cm.² =15808 kg.> 12412 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra ZY	Fuerza (kg) 11458	Longitud (cm) 300
-------------	----------------------	----------------------

Sección propuesta:  1 3/4 x 3/16" Donde:

Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm.² =1520 kg./cm.²

Area=8.06 cm.² r.mfn.=1.37 cm. k=1.0

kl/r ≤ 240; kl/r= 219 < 240

T =Et.A = 1520 kg./cm.² x 8.06 cm.² =12251 kg.> 11458 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero = 8000 kg./m.³

Vol. de acero a compresión = 79665.56 cm.³

Vol. de acero a tensión = 55127.80 cm.³

Vol. total de acero = 134793.36 cm.³

Cantidad de acero = 0.13479336 m.³ x 8000 kg./m.³ =1078.3 kg.

Para un peralte $h = 600$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	13103	172
Sección propuesta: Γ 2 x 3/8" Donde:		
Area = 17.54 cm ²	r.mín. = 1.50 cm.	k = 1.0
Fa = 776 kg/cm ²	Cap. de carga = 13600 kg.	> 13103 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
EX	3058	373
Sección propuesta: Γ 2½ x ¼" Donde:		
Area = 15.36 cm ²	r.x. = 1.96 cm.	k = 1.0
Fa = 289 kg/cm ²	Cap. de carga = 4445 kg.	> 3058 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	11377	150
Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 3/16" Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm ²	= 1520 kg./cm ²	
Area = 8.06 cm ²	r.mín. = 1.37 cm.	k = 1.0
k1/r ≤ 240; k1/r = 109	< 240	
T = Et.A = 1520 kg./cm ² x 8.06 cm ²	= 12251 kg.	> 11377 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
ZY	10502	300
Sección propuesta: \perp 1 3/4 x 3/16" Donde:		
Et = 0.6 fy = 0.6 x 2530 kg./cm ²	= 1520 kg./cm ²	
Area = 8.06 cm ²	r.mín. = 1.37 cm.	k = 1.0
k1/r ≤ 240; k1/r = 219	< 240	
T = Et.A = 1520 kg./cm ² x 8.06 cm ²	= 12251 kg.	> 11458 kg.

El perfil propuesto es aceptable.

E)-Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	= 8000 kg./m ³
Vol. de acero a compresión	= 82633.12 cm ³
Vol. de acero a tensión	= 52261.04 cm ³
Vol. total de acero	= 134894.16 cm ³
Cantidad de acero	= 0.13489416 m ³ x 8000 kg./m ³ = 1079.2 kg.

Para un peralte $h = 650$ cm.

A)- Para la barra a máxima compresión (cuerda superior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AB	12352	176

Sección propuesta: Γ 2 x 3/8" Donde:

Area = 17.54 cm^2 r.mín. = 1.50 cm. $k=1.0$ $kl/r < Cc$

Fa = 750 kg/cm^2 Cap. de carga = $13147 \text{ kg.} > 12352 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

B)- Para la barra de mayor longitud a compresión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
EX	3023	400

Sección propuesta: Γ 2 1/2 x 1/2" Donde:

Area = 15.36 cm^2 r.x. = 1.98 cm. $k=1.0$ $kl/r > Cc$

Fa = 252 kg/cm^2 Cap. de carga = $3865 \text{ kg.} > 3023 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

C)- Para la barra a máxima tensión (cuerda inferior)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
AZ	10504	150

Sección propuesta: Γ 1 3/4 x 3/16" Donde:

$Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 8.06 cm^2 r.mín. = 1.37 cm. $k=1.0$

$kl/r \leq 240$; $kl/r = 109 < 240$

$T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 8.06 \text{ cm}^2 = 12251 \text{ kg.} > 10504 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

D)- Para la barra de mayor longitud a tensión (montante y/o diagonal)

Barra	Fuerza (kg)	Longitud (cm)
ZY	9696	300

Sección propuesta: Γ 1 3/4 x 3/16" Donde:

$Et = 0.6 f_y = 0.6 \times 2530 \text{ kg./cm}^2 = 1520 \text{ kg./cm}^2$

Area = 8.06 cm^2 r.mín. = 1.37 cm. $k=1.0$

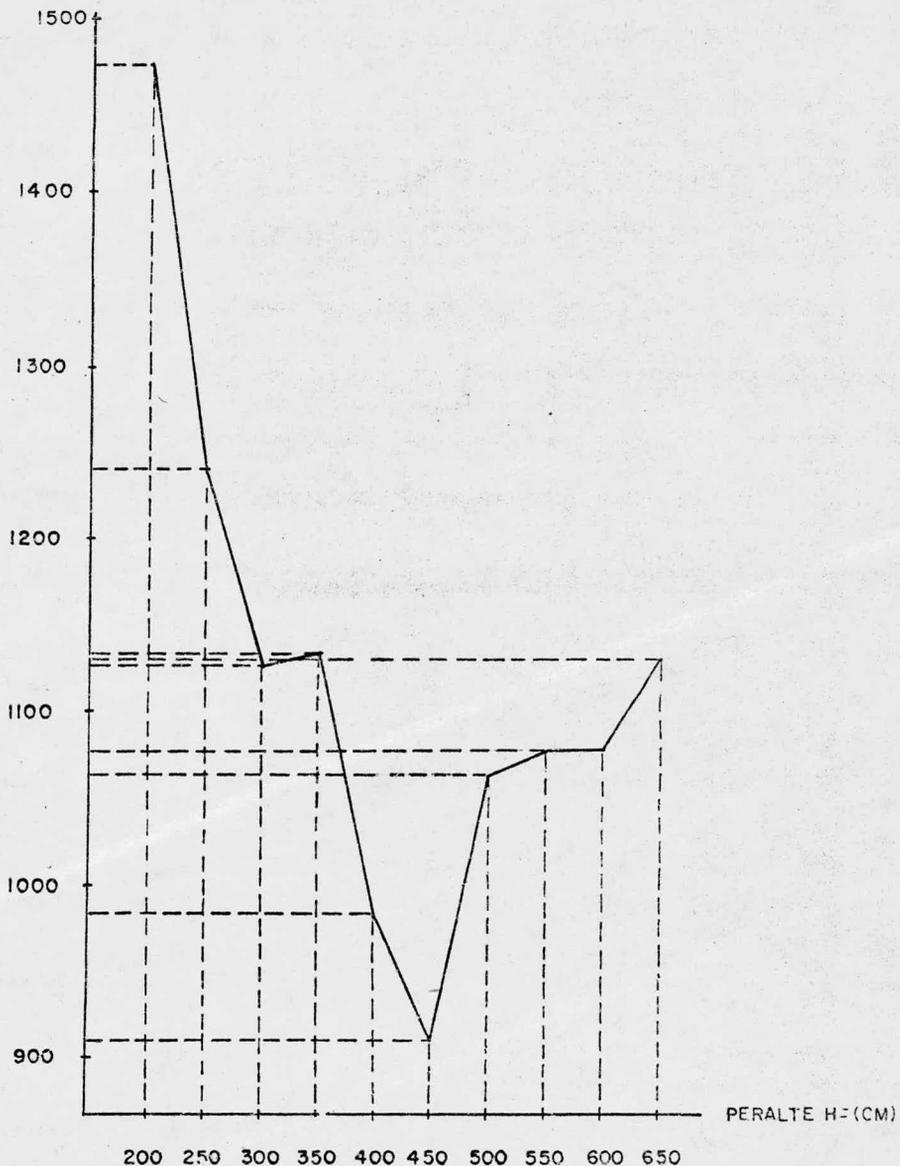
$kl/r \leq 240$; $kl/r = 219 < 240$

$T = Et.A = 1520 \text{ kg./cm}^2 \times 8.06 \text{ cm}^2 = 12251 \text{ kg.} > 9696 \text{ kg.}$

El perfil propuesto es aceptable.

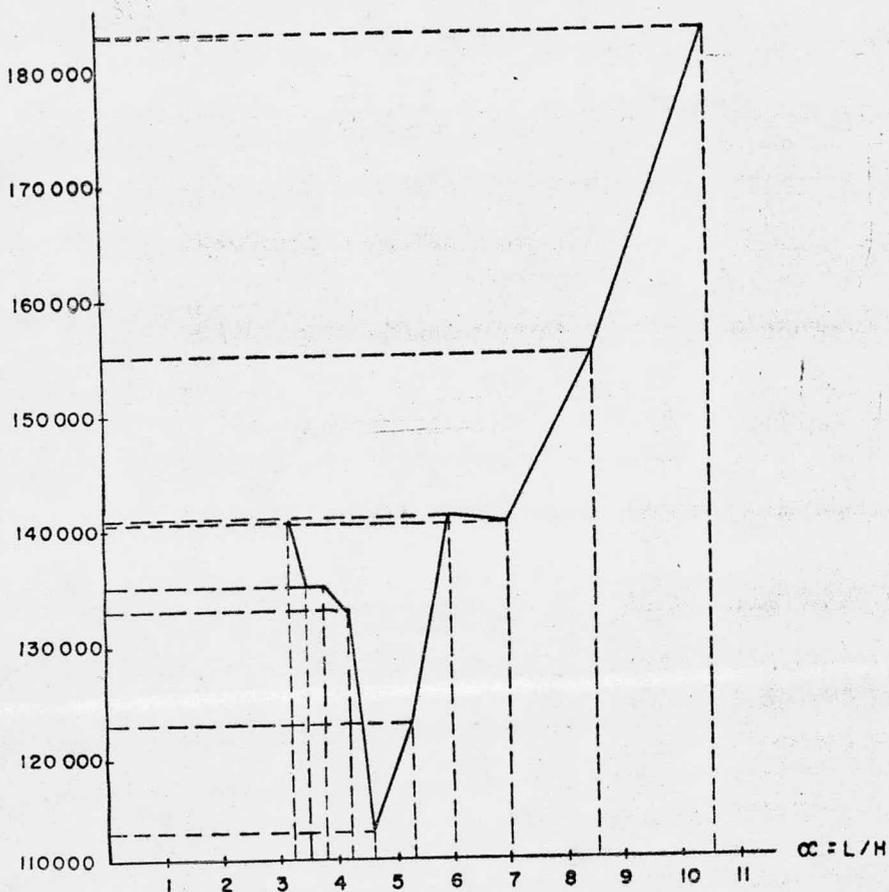
E)- Cantidad de acero

Peso volumétrico del acero	=	8000 kg./m^3
Vol. de acero a compresión	=	86103.68 cm^3
Vol. de acero a tensión	=	54421.12 cm^3
Vol. total de acero	=	140524.80 cm^3
Cantidad de acero	=	$0.14052480 \text{ m}^3 \times 8000 \text{ kg./m}^3 = 1124.2 \text{ kg.}$

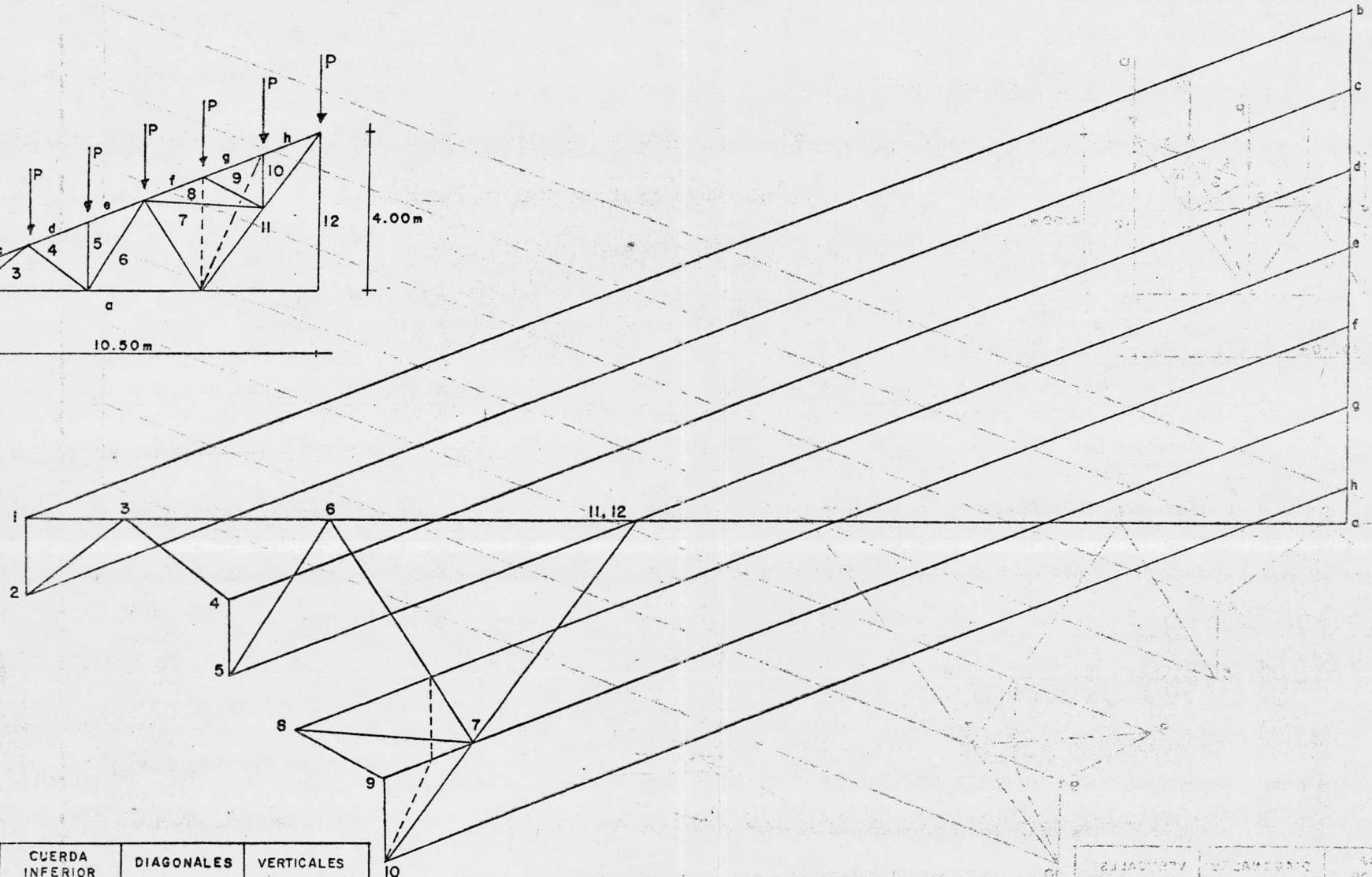
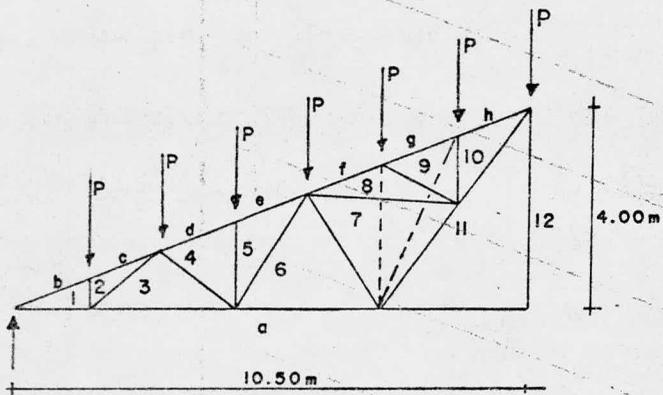


UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"
	CANTIDAD DE ACERO PERALTE
GRAFICA N°1	ABRIL 1987 EDO DE MEXICO

VOLUMEN (CM)³



UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"	
	VOLUMEN — CC = L/H	
GRAFICA N°2	ABRIL 1987	EDO DE MEXICO



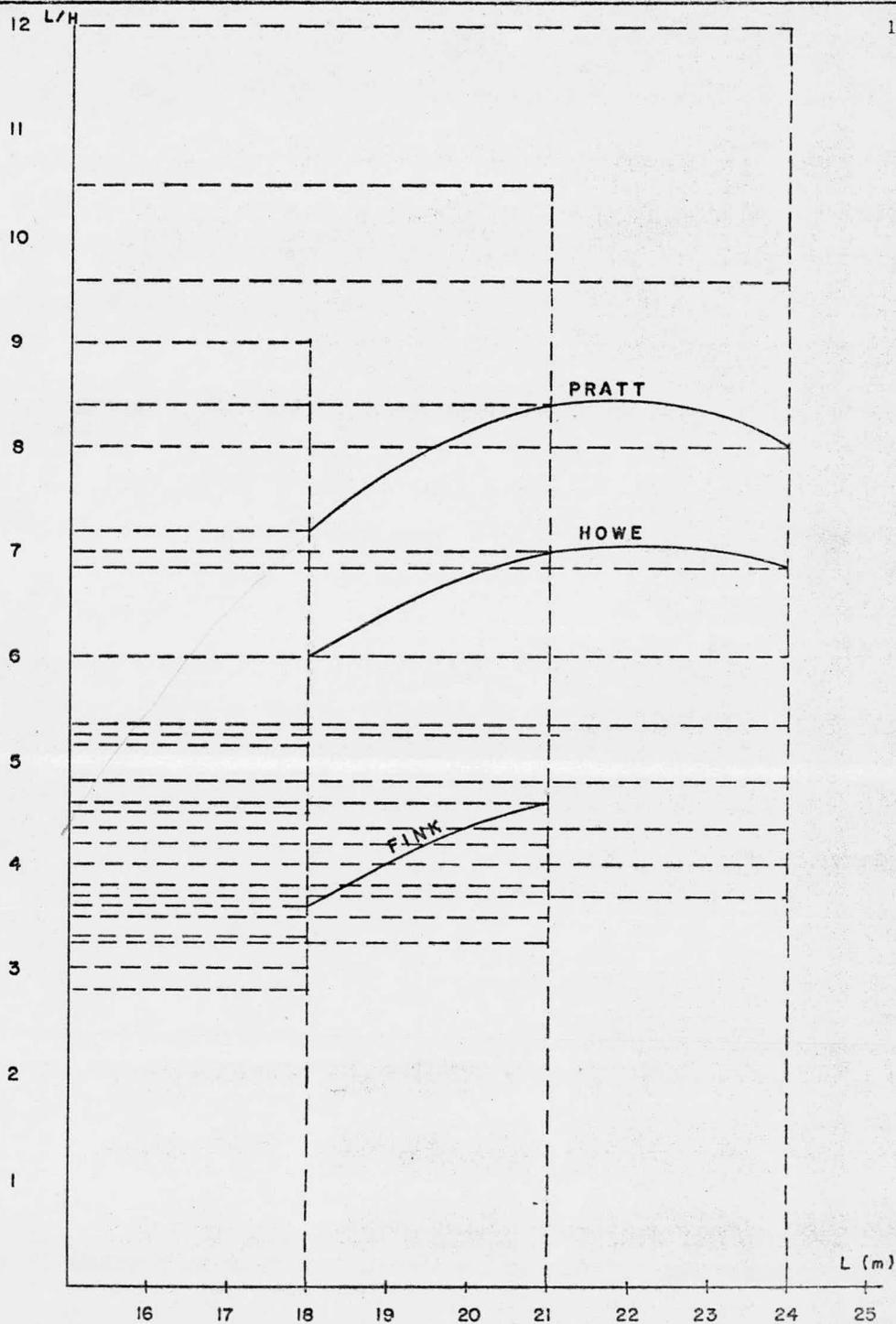
CUERDA SUPERIOR	CUERDA INFERIOR	DIAGONALES	VERTICALES
+ b-1 18200	- a-1 17100	- 2-3 1650	+ 1-2 1000
+ c-2 18200	- a-3 15700	+ 3-4 1650	+ 4-5 1000
+ d-4 15450	- a-6 13100	- 5-6 2350	+ 9-10 1000
+ e-5 15450	- a-11 9100	+ 6-7 3400	11-12 0
+ f-8 14500		+ 8-9 1300	
+ g-9 13300		- 7-11 3500	
+ h-10 13300		- 10-11 5400	

HORIZONTAL
- 7-8 2300

UNAM ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"

DIAGRAMA GRAFICO DE CREMONA DE LA ESTRUCTURA TRIANGULAR "FINK"

ABRIL 1987 ARAGON EGO DE MEXICO ESC. 150



CONCLUSIONES.

La forma de utilizar la gráfica de conclusiones es la siguiente se entra en el eje de las abscisas con el valor de L conocido, se traza una vertical hasta intersectar la línea óptima de la armadura que se desee, de aquí trazamos una horizontal hasta intersectar el eje de las ordenadas en el cual podremos leer un valor que igualaremos a L/h de aquí despejamos h que será precisamente nuestro peralte óptimo.

Si este peralte no es conveniente para nuestro diseño, ya sea por cuestiones -- arquitectónicas u otras podremos tomar un $\pm 10\%$ teniendo la precaución de no alejarnos de nuestra línea óptima para que nuestro diseño siga siendo económico en cierta medida.

Todos los resultados obtenidos a lo largo de este trabajo se cumplieron en la gráfica de conclusiones. En esta gráfica observamos que se tiene tres líneas de optimización, una para cada tipo de estructura analizada.

Como comprobación de los resultados obtenidos al aplicar las -- ecuaciones que nos determinan la magnitud de la fuerza a que estará sometido cada una de las barras de la armadura, se dibujó un diagrama gráfico de Cremona a escala 1:50. Uno para cada claro analizado en esta tesis.

B I B L I O G R A F I A .

- AHMSA, Manual de construcción de acero, México AHMSA 1975.
- C.F.E. Manual de diseño de obras civiles, estructuras. México C.F.E. 1979
- HARRY Parker M.C., Diseño simplificado de armaduras de techo para arquitectos y constructores, México Ed. Limusa, 1982.
- LUTHE García Rodolfo, Análisis estructural, México, Ed Representaciones y servicios de ingeniería, 1981.
- McCORMAC Jack C., Diseño de estructuras metálicas, México, Ed. Representaciones y servicios de ingeniería, 1979.
- MONTERREY., Manual de construcción de acero, México, Fundidora de fierro y acero Monterrey 1974.
- MURRIETA Bacelis y Mora, Aplicaciones de la estática, 2a. Ed., México, - Ed Limusa 1978.
- OLVERA Yañez Javier., Optimización de vigas de alma abierta, México, tesis UNAM 1985.
- SINGER Ferdinand L. Mecánica para ingenieros, Tomo I Estatica, 3a. Ed., - México, Ed. HARLA S.A. 1979.
- UNAM Manual de diseño por viento (407) , México, UNAM 1977.