

3872

FACULTAD DE INGENIERIA

UNICO

- Estudio de una Planta Móvil para Elementos de Concreto Pretensado.

T E S I S

Que para obtener el título de :

INGENIERO CIVIL

p r e s e n t a :

FERNANDO LEYECUIEN GOMEZ

MEXICO, D. F.

1968





cal

UNICO

**ESTUDIO DE UNA PLANTA MOVIL PARA ELEMENTOS
DE CONCRETO PRETENSADO**

FERNANDO

LEYEQUIEN

GOMEZ

MEXICO, D. F.

1968

Con gratitud a mis maestros por sus enseñanzas, cariño a mi madre por sus consejos, amor a mi esposa por su devoción, ilusiones a mi hija por su futuro; afecto a mis compañeros por su amistad, y un profundo respeto a mi querida escuela



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
Dirección
Núm. 73
Exp. Núm. 73/214.2/1.

Al Pasante señor FERNANDO LEYEQUIEN GOMEZ
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso - el señor profesor Ingeniero Francisco Robles F.V., para que lo desarrolle como tesis en su exámen profesional de Ingeniero CIVIL.

ESTUDIO DE UNA PLANTA MOVIL PARA ELEMEN
TOS DE CONCRETO PRETENSADO.

El estudio debe comprender el diseño de las instalaciones fundamentales de una planta móvil de pretensado, consideraciones sobre su organización, análisis del costo de instalación y de operación y un estudio de los costos de productos típicos que pueden producirse en la planta. Además debe llegarse a conclusiones respecto a la conveniencia del sistema de planta propuesto en la solución de problemas de construcción.

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

Muy atentamente,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F. a 4 de Septiembre de 1967
EL DIRECTOR


Ing. Manuel Paulín Ortiz

I N D I C E

	Pág.
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
CAPITULO II PLANEACION DE LA PLANTA	9
CAPITULO III DISEÑO DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPO FUNDAMENTALES	22
CAPITULO IV ORGANIZACION DE LA PLANTA	65
CAPITULO V OPERACIONES DE MONTAJE, DESMONTAJE Y TRASLADO DE LA PLANTA	68
CAPITULO VI ESTUDIO ECONOMICO	74
CAPITULO VII CONCLUSIONES	103
BIBLIOGRAFIA	105

C A P I T U L O I

Planteamiento del Problema.

1-1 PLANTAS DE PRETENSADO

La fabricación de elementos estructurales de concreto pretensado, generalmente se lleva a cabo en plantas de ubicación permanente, ya que -- las instalaciones y el equipo usado para su funcionamiento suelen ser de -- grandes proporciones con objeto de poder solventar los problemas que plantea la producción y manejo de los productos. El establecimiento permanente de estas plantas es conveniente cuando en la periferia existe la sufi-- ciente demanda para justificar su estabilidad.

Si existe la necesidad de transportar los elementos a sitios alejados de su lugar de origen, los precios tienden a elevarse dando por resul-- tado que las condiciones competitivas sean desfavorables, ya que los cos-- tos de transportación pueden hacer antieconómica la producción. La solu-- ción podría lograrse mediante una planta móvil en la que las instalaciones y el equipo se proyectaran de manera tal que en su mayor parte fueran recu-- perables y fácilmente desmontables, para que al concluir la demanda en de-- terminada zona pudieran ser trasladadas a otro lugar más adecuado para su-- operación y en donde el renglón de transporte de productos resultara de mu

cho menor envergadura.

Tal y como el título de la tesis lo indica el problema que debemos de resolver es el de diseñar una planta móvil para elementos de concreto pretensado, misma que deberá ser funcional en todas sus partes y a la vez resultar económica dentro de lo posible. Para esto debemos plantear - cuáles son las instalaciones y el equipo que por sus características y por su costo conviene que sean recuperables y cuál deberá amortizarse dentro - de la obra en cuestión.

1-2 INSTALACIONES FUNDAMENTALES

A grandes rasgos enumeraremos las instalaciones y equipo fundamentales de una planta de pretensado, después, en subsiguientes capítulos, estudiaremos ampliamente el uso de equipo y el proyecto de las instalaciones que mejor se adapten a la planta móvil.

- a).- Mesa de pretensado
- b).- Planta mezcladora de concreto
- c).- Equipo para manejo del concreto y de los productos terminados
- d).- Moldes y cimbra
- e).- Equipo de curado.
- f).- Patios de almacenaje y maniobras de productos terminados
- g).- Instalaciones hidráulicas y eléctricas
- h).- Oficinas y talleres

1-3 PRETENSADO EN MEXICO

En nuestro país el pretensado aún se encuentra en plena etapa de desarrollo, las obras y las empresas dedicadas a este ramo de la construcción son pocas comparadas con las que usan los métodos convencionales. En

muchas ocasiones los colados en el lugar compiten ventajosamente con la prefabricación pretensada y muchos constructores se inclinan definitivamente - por el primero de los sistemas - Sin embargo, creemos que en un futuro no lejano la prefabricación adquiera el auge que es de esperarse y en este caso el pretensado tome parte muy activa dentro de la economía nacional, mucha más de la que hasta ahora ha tomado.

Las fábricas de pretensado en México emplean básicamente como materia prima alambres que van desde 2 mm. de diámetro, hasta torón de 1/2 -- pulgada, utilizando uno o varios de ellos dependiendo de las instalaciones que posean. La limitación en cuanto a tipos está supeditada a la fabricación nacional de alambre de presfuerzo, ya que actualmente son pocas las em presas que se dedican a este ramo.

1-4 CONCRETO PRETENSADO

Es conveniente tratar, aunque sea ligeramente, algunos tópicos interesantes acerca del concreto presforzado.

El Comité del ACI en Concreto Pretensado, nos ofrece la siguiente definición:

"Concreto pretensado es el concreto en el cual se han introducido esfuerzos de magnitud y distribución tales, que los esfuerzos resultantes de las cargas exteriores se contrarrestan hasta el grado deseado".

Existen diferentes métodos de efectuar el pretensado, de los cuales los más comunes son los que utilizan alambres, cables o barras de alta resistencia. Por consecuencia directa el concreto usado debe ser también - de alta resistencia. En algunas partes de Europa se emplean concretos hasta de un $f'c = 600 \text{ kgs/cm}^2$, mientras que en México se han logrado fabricar concretos en Laboratorio de $f'c = 500 \text{ kgs/cm}^2$, y aun más, aunque por las - condiciones locales de trabajo solamente se llegue a $f'c = 400 \text{ kgs/cm}^2$, -- que para nuestro medio es suficiente.

La forma más usual de lograr el pretensado es mediante el uso de gatos, los cuales tensan el alambre contra muertos de anclaje, sigue a esta operación el colado de los elementos. Posteriormente se cortan los alambres y la tensión a que estaban sometidos se transfiere al concreto por medio de adherencia produciendo en el mismo una compresión, como lo muestra la figura 1-1.

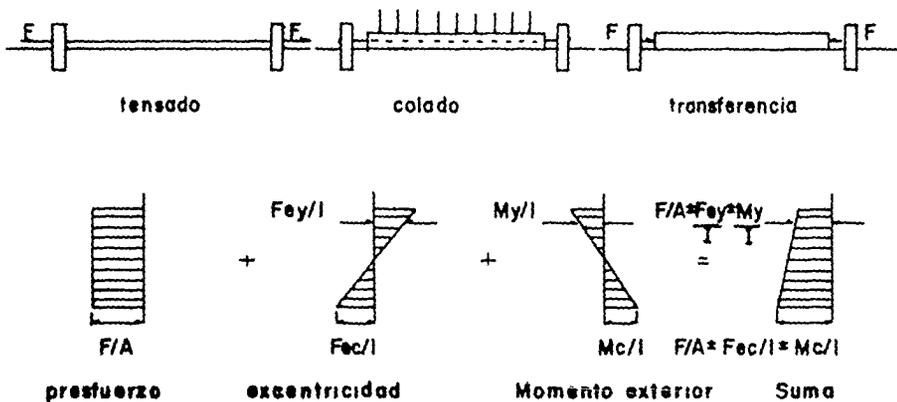


Fig. 1 - 1.- Principios básicos del pretensado.

Al precomprimir la zona de tensión del concreto se logra aumentar la capacidad de carga de los elementos, igualmente se puede disminuir la escurrida y además se cuenta con la posibilidad de salvar grandes claros con elementos esbeltos y económicos.

1-5 PRODUCTOS TÍPICOS

Debemos tomar en consideración que el objetivo principal de la planta móvil estará supeditado a un estudio que hagamos de la clase de productos que se puedan fabricar y de las condiciones en que se trabaje.

Como no conviene encajonar una planta de este tipo dentro de una sola línea de producción, analizaremos las diferentes posibilidades que --

pueden presentarse y posteriormente llegaremos a conclusiones definidas acerca de las soluciones que nos parezcan más acertadas.

Hemos supuesto que después de hacer un estudio de mercados, contamos con la suficiente demanda para producir los elementos que a continuación detallamos:

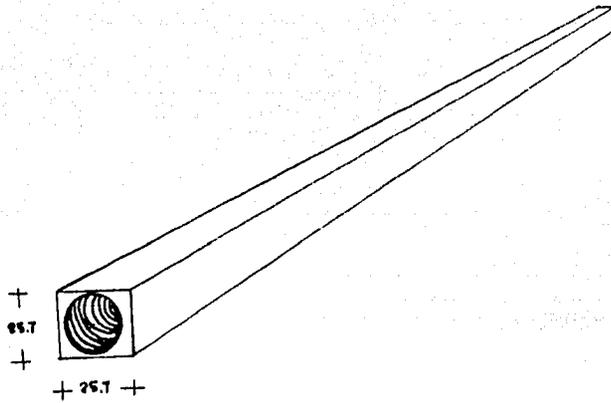
- a).- Postes para líneas de transmisión eléctrica
- b).- Durmientes para vías de F.C.
- c).- Vigas de sección rectangular
- d).- Vigas de sección I
- e).- Trabes T invertidas para techos o para puentes

Al limitar nuestro estudio a los elementos descritos, de ninguna manera queremos decir que esto signifique abarcar, ni siquiera en un porcentaje reducido, el campo del presforzado, pues existen infinidad de productos en los que la aplicación del sistema es del todo aconsejable, pero dada la magnitud de nuestro trabajo sería del todo imposible analizar todos y cada uno de los miembros que pueden ser pretensados.

Hecha esta aclaración, veamos las características que deben llenar los elementos anotados y fijemos limitaciones en cuanto a peso y longitud a fin de que con estas mismas bases podamos proyectar las instalaciones y el equipo.

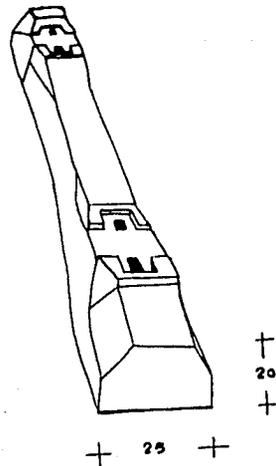
- a).- Postes para líneas de transmisión eléctricas

Serán de sección troncopiramidal aligerados y con longitud y peso máximos de 12 metros y 860 kg., respectivamente.



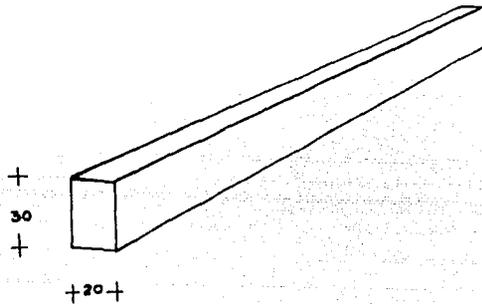
b).- Durmientes para vias de F.C.

Se trata de elementos de sección trapezoidal de 2.80 m. de longitud y peso de 360 kg.



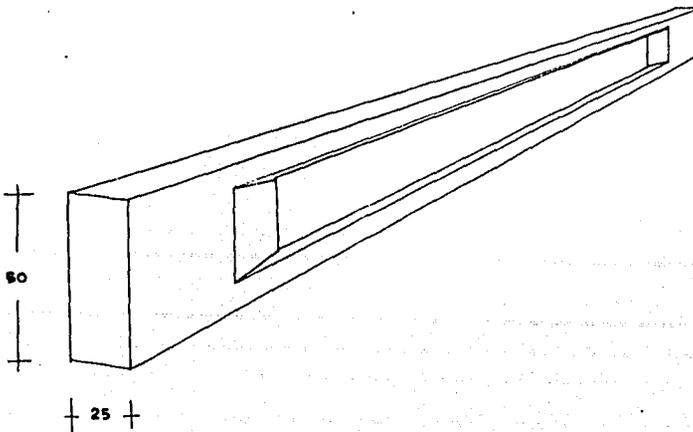
c).- Vigas de sección rectangular

La longitud en que se fabricarán sera de 5.00 a 7.00m. En nuestro caso suponemos que existe mercado para elementos de 6.00 m. con peso de 870 kg.



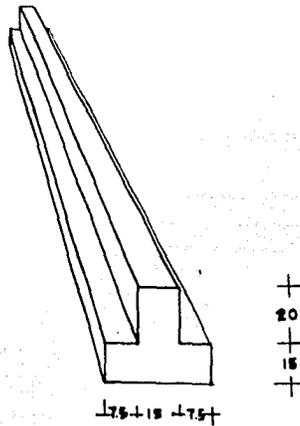
d).- Vigas de sección I

Se producirán con longitudes de 12.00 a 16.00 m. Para nuestro estudio seleccionaremos las traves I de 12.00m. con peso de 2080 Kg.



e).- Vigas T invertidas para techos o para puentes

Su longitud será de 10.00 a 12.00 m. Optaremos por fabricar las vigas de 10.00 m. con peso de 1200 kg. suponiendo que tenemos demanda para este producto.



C A P I T U L O I I

Planeación de la Planta.

2-1 METODOS DE PRETENSADO

Ya antes dejamos anotada la existencia de diferentes métodos de pretensar. El presente Capítulo lo iniciaremos analizando algunos de los que han tenido mayor aceptación en México.

Uno de los más usados es el que consiste en tensar el alambre entre dos "muertos" de anclaje separados entre sí una cierta distancia, de tal manera que la producción se efectúa en serie. Con este procedimiento, en una sola línea se puede efectuar el colado en forma masiva. Los muertos pueden estar anclados en la tierra independientemente o bien, pueden estar conectados por una mesa de pretensado. (ver figura 2-1).

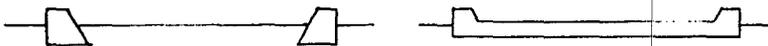


Fig. 2 - 1.- Mesas de Pretensado.

Los dispositivos para fijar el alambre o los cables de pretensa-

do a los muertos son de muy diversas formas y casi podemos asegurar que cada una de ellas está respaldada por su patente respectiva. Aunque diferentes, podemos decir que casi todos ellos se basan fundamentalmente en el uso de cuñas y en el principio del desarrollo de fricción. (ver figura 2-2)

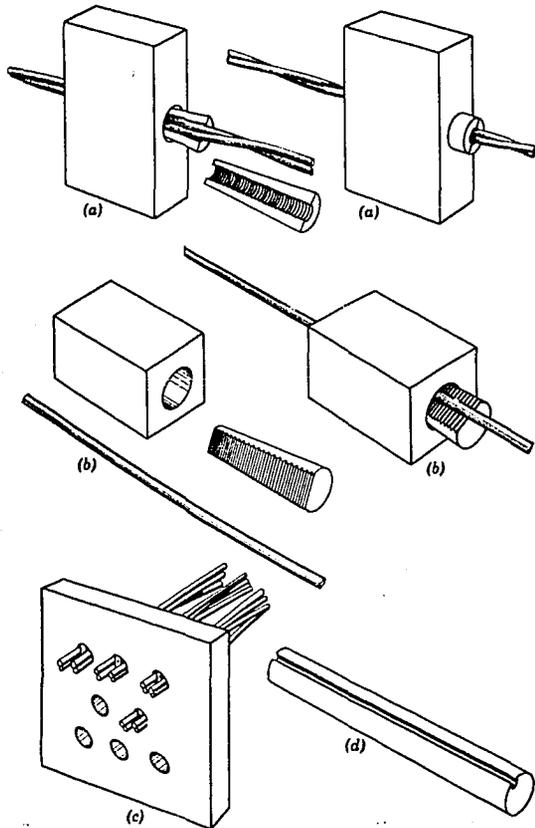


Fig. 2-2.- Cuñas Típicas.

Cuando se utiliza alambre de 2 mm. se forma un haz de un número determinado de alambres, los cuales se colocan en la posición requerida -- por medio de placas guía, en cada uno de los extremos se inserta un anillo

dentro del cual se dispara una cuña, dichos anillos se colocan en barras - especiales, una de ellas puede quedar anclada en un extremo de la mesa y del otro lado se conecta la barra al vástago de una máquina tensadora misma que se encarga de jalarlo y darle la tensión requerida. Una vez logrado lo anterior la barra se ancla al muerto.

Un poco diferente es el sistema usado para tensar alambre de 5 y 7 mm., así como torones de 3/8 o de 1/2", pues en este caso, se usan también placas guía para mantener el alambre en su posición, pero en los extremos de cada alambre se insertan dos conos, dentro de los cuales se encuentran las cuñas. (ver figura 2-3).



Fig. 2 - 3. - Cuña para Cables.

La diferencia consiste en que el gato de tensado solamente puede jalar uno de los alambres o cables cada vez, en lugar de un haz completo, y estos pueden quedar anclados directamente al muerto por medio de los conos y sus cuñas.

En el primero de los casos se hace necesario contar con un dispositivo especial para colocar los rollos de alambre así como de una mesa exclusiva para manufactura de los haces. La gente que labora en este proceso debe contar con un entrenamiento previo para poder desarrollar eficazmente el trabajo, además, no es muy sencillo colocar a mano los haces en su lugar, debe contarse con un aparato mecánico que se encargue de hacerlo, también la máquina tensadora tiene características muy especiales tanto por su tamaño como por su instalación. Todo lo arriba expuesto nos hace descartar por completo este sistema pues no sería funcional dentro de la finalidad que queremos lograr.

Hemos optado por aceptar el segundo de los sistemas descritos, utilizando bien alambre o torón, ya que las instalaciones para manejo de los rollos son mucho más sencillas y los haces se pueden manufacturar en el piso jalando el alambre a mano a través de las placas guía. La tensión se logra mediante un gato de fácil manejo. Como podemos ver, la sencillez descrito en este párrafo es la que nos ha orillado a planear la planta dentro de este sistema de pretensado. (ver figura 2-4)

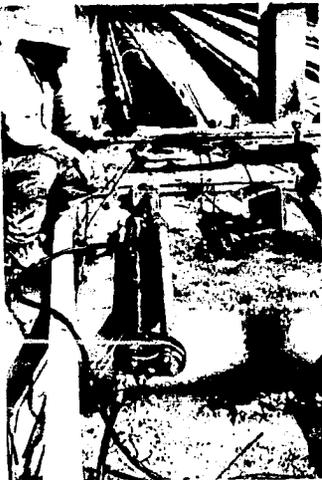


Fig. 2 - 4. - Tensado de Torón.

2-2 BOSQUEJO DE LA PLANTA

Se plantearán dos soluciones y de acuerdo con estas, se propondrá la que a nuestro juicio funcione mejor dentro del objetivo que nos hemos fijado.

1a. SOLUCION.

La planta constará de un area total igual a 2,640.00 m²., (ver - figura 2-5), misma que estará dividida en las siguientes areas parciales:

a).- Oficinas, talleres y subestación	120.00 m ² .
b).- Espacio para colocar el torón con el que se manufacturan los haces	60.00 "
c).- Mesa de tensado	1,089.06 "
d).- Area de maniobras del gato de tensado	30.75 "
e).- Caldera	15.00 "
f).- Cemento, arena y grava	82.50 "
g).- Almacén de productos terminados	524.88 "
h).- Mezcladora, tanque elevado y pasillos	717.81 "
T o t a l	<hr/> 2,640.00 m ² .

Enumeraremos a continuación el equipo necesario en la planta.

- 1.- Subestación
- 2.- Dos marcos que servirán; uno para el colado de los elementos y el otro para maniobras de carga de los mismos
- 3.- Gato de tensar
- 4.- Mezcladora
- 5.- Carro tolva para transportar el concreto hasta el sitio de colado.
- 6.- Caldera
- 7.- Tanque elevado

2a. SOLUCION.

La disposición de la planta será similar a la anterior pero en este caso su longitud será menor ya que al utilizar una grúa torre el area del almacenamiento se nos concentra. (ver figura 2-5). El area total de la planta aumenta a 6,409.09 m²., que estará formada por los siguientes espacios:

a).- Oficinas, talleres y subestación	120.00 m ²
b).- Espacio para colocar el torón con el que se manufacturan los haces	60.00 "
c).- Mesa de tensado	1,089.06 "
d).- Area de maniobras del gato de tensado	30.75
e).- Caldera	15.00
f).- Cemento, arena y grava	82.50
g).- Via de la grúa torre	376.10 "
h).- Almacén de productos terminados	3,007.88 "
i).- Mezcladora, tanque elevado y pasillos	1,627.80 "
T o t a l	6,409.09 m ²

El equipo será igual al de la primera solución con la diferencia de que solamente se contará con un marco para colar, pero en cambio se incluye una grúa torre para maniobras.

Una vez planteadas las dos soluciones, ya estamos en condiciones de escoger una de ellas, exponiendo las razones que nos han llevado a tal adopción.

Como ya hemos visto, en el primer caso el area que ocupa la planta es menor pero teniendo dos marcos que deberán circular en la misma vía-tendremos el inconveniente de que en determinados momentos se interferirán en sus funciones lo cual puede redundar en pérdidas de tiempo nocivas para-

el trabajo, además las maniobras de carga se vuelven mucho más lentas con este equipo.

En el segundo caso en lugar del marco destinado a maniobras se contará con una grúa torre que podrá trabajar completamente independiente del marco de colado, el área total de almacenaje estará cubierta por la zona de influencia de la grúa y además tenemos un pasillo de tránsito de camiones con la fluidez suficiente para que no se produzcan embotellamientos de gran importancia en las maniobras de carga. Debido a lo anterior, la segunda solución propuesta es la que adoptaremos para nuestro estudio; aun que aparentemente sea la más cara, puede resultar económicamente ventajosa.

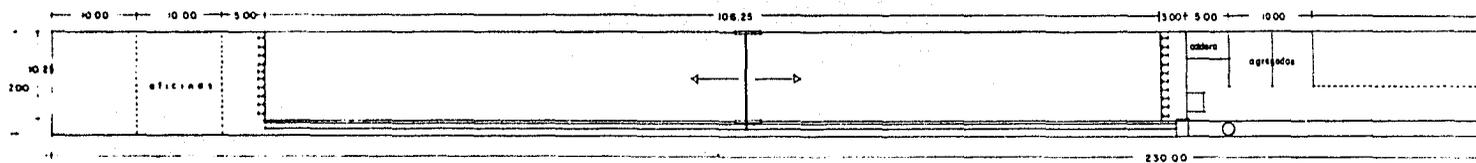
2-3 CAPACIDAD DE LA PLANTA

Los elementos que hemos escogido para producirse dentro de la planta móvil, nos conducen a buscar la capacidad de producción, suponiendo que en la mesa se colará un solo tipo de elementos.

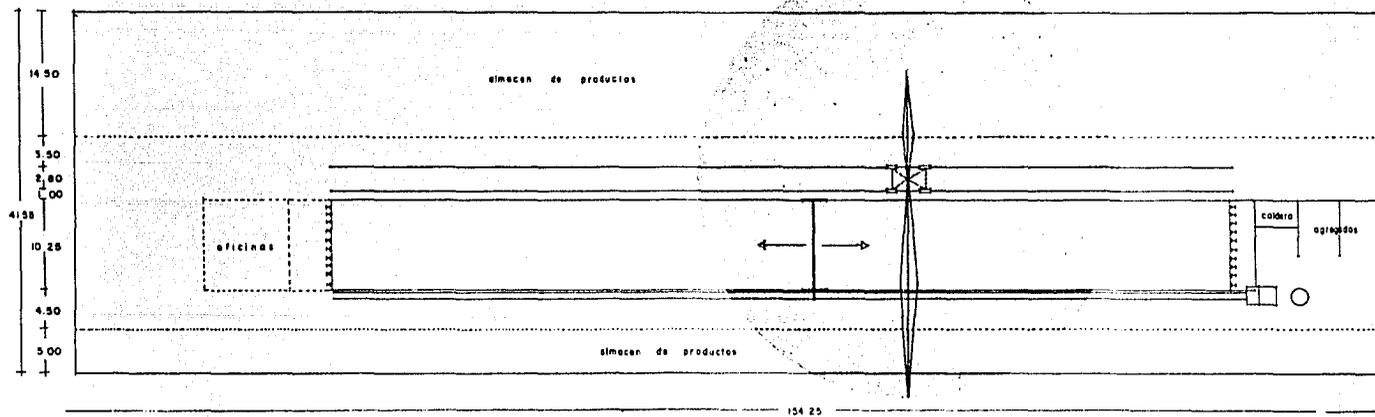
POSTES PARA LINEAS DE TRANSMISION ELECTRICA

Ya hemos visto en la figura 2-5 que la longitud de la mesa de colado es de 106.25 m., por lo tanto analizaremos la colocación de las líneas de producción (ver figura 2-6). El análisis lo haremos para postes de 12 m.

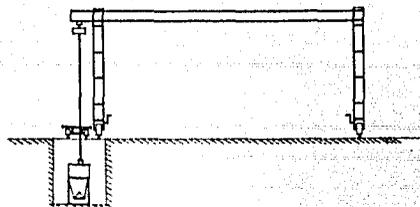
PRIMERA SOLUCION



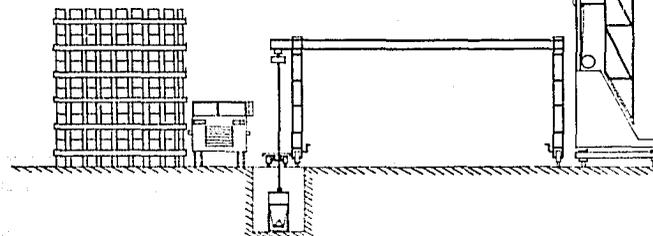
SEGUNDA SOLUCION



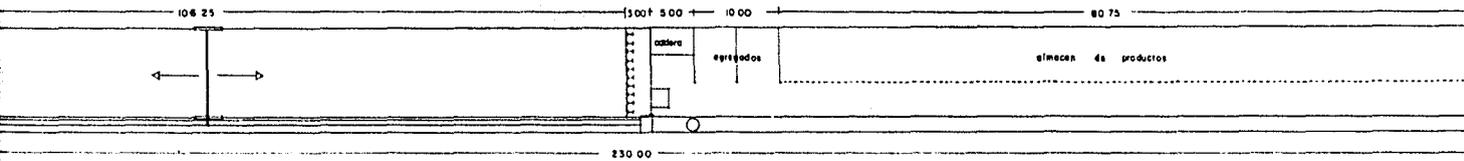
PRIMERA SOLUCION



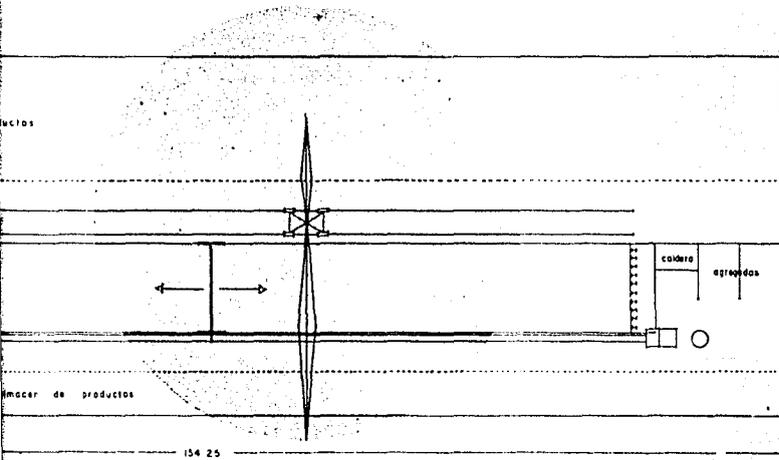
SEGUNDA SOLUCION



PRIMERA SOLUCION



SEGUNDA SOLUCION



SEGUNDA SOLUCION

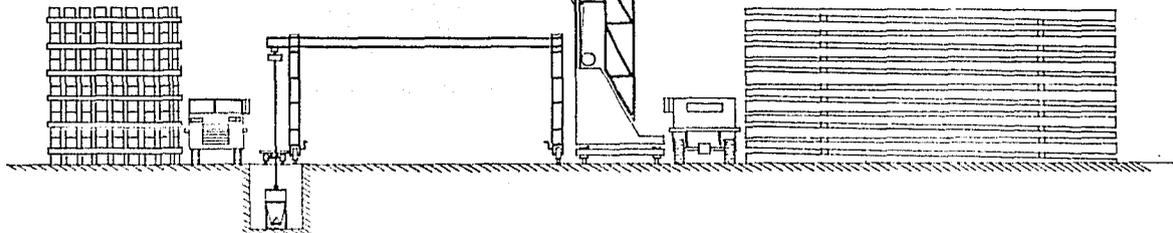
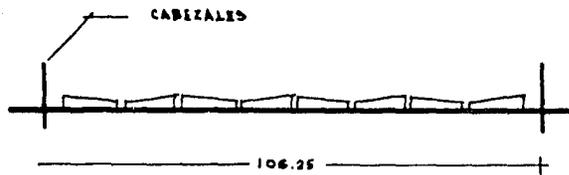


Fig. 2-5 Mesas móviles de prensado



COLOCACION DE MOLDES

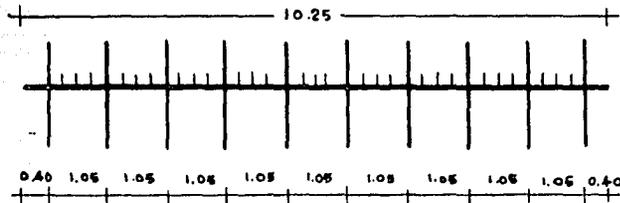


Fig. 2-6.- Colocación de los Moldes de Postes

Longitud total de postes

96.00 m.

El consumo de cable será igual a:

long. de mesa + 1.00 m de cabezales = 107.25 m.

$$\eta = \frac{96.00}{107.25} \times 100 = 89.5 \%$$

La capacidad total de producción será de:

16 postes x 8 líneas = 128 postes.

Utilizaremos la mesa al 50% de su capacidad total.

4 líneas x 16 postes/línea = 64 postes/día.

El pasillo de la derecha de 1.625 m. se dejará para ser utilizado en la limpieza de mandriles.

DURMIENTES PARA VIAS DE F.C.

Con la misma distribución de espacio entre cabezales, longitud - de mesa y anchura de la misma, se puede lograr la siguiente producción de durmientes. (ver figura 2-7)

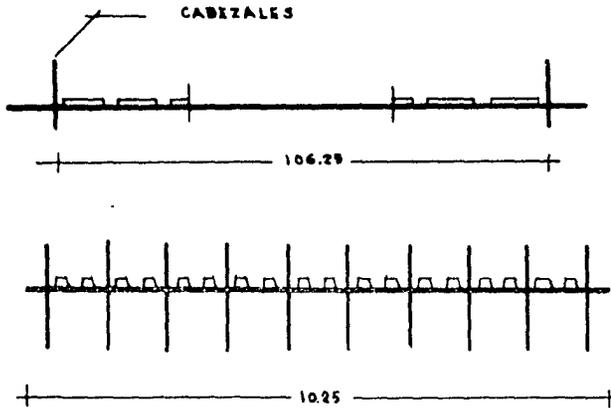


Fig. 2 - 7 .- Colocación de los moldes de durmientes

Los durmientes tienen una longitud de 2.80 m. Dejando un espacio entre cada uno de ellos de 0.20, tenemos:

$$\text{No. de piezas por línea} = \frac{106.25}{3.00} = 35 \text{ piezas.}$$

Longitud de durmientes 98.00 m.

Longitud de cable de consumo 107.25 m.

La eficiencia de la mesa será de:

$$\eta = \frac{98.00}{107.25} \times 100 = 91.5\%$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad total de producción} &= 18 \text{ líneas} \times 35 \text{ pzas/línea} = \\ &= 630 \text{ piezas.} \end{aligned}$$

Utilizaremos el 30 % de la capacidad total:

$$6 \text{ líneas} \times 35 \text{ piezas/línea} = 210 \text{ piezas/día.}$$

VIGAS DE SECCION RECTANGULAR

Se producirán vigas R/B de 0.20 x 0.30 y de 6.00 m. de longitud.

Como ya tenemos fija la longitud de la mesa así como el ancho -- útil, la producción de las vigas nos quedará como sigue: (Fig. 2-8)

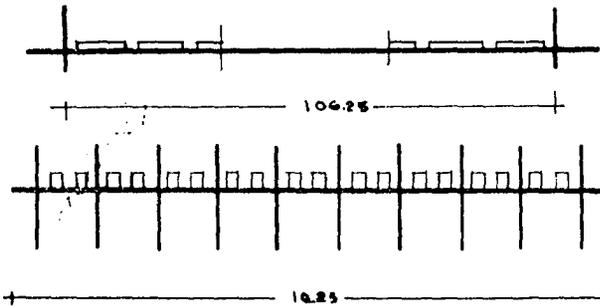


Fig. 2-8 Colocación de los moldes de vigas rectangulares.

Podemos dejar una separación longitudinal entre productos de -- 0.50 m. por lo tanto:

$$\text{No. de piezas por línea} = \frac{106.25}{6.50} = 16 \text{ pzas.}$$

Longitud de piezas 96.00 m.

Longitud de cable de consumo 107.25 m.

La eficiencia de la mesa será de:

$$\eta = \frac{96.00}{107.25} \times 100 = 89.5 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad total de producción} &= 18 \text{ líneas} \times 16 \text{ piezas/línea} \\ &= 288 \text{ piezas.} \end{aligned}$$

Utilizaremos la mesa al 22.2 % de su capacidad total:

$$4 \text{ líneas} \times 16 \text{ pzas/línea} = 64 \text{ pzas/día.}$$

VIGAS DE SECCION I.

La sección considerada para estas vigas es de 0.25 x 0.50 y con longitud de 12.00 mts. La distribución lograda para estas traves se puede ver en la Figura 2-9.

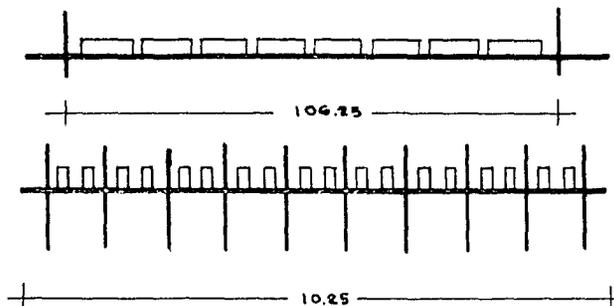


Fig. 2-9 Colocación de moldes de vigas I

Dejando una separación entre piezas de 0.50 m. tenemos:

$$\text{No. de pzas. por línea} = \frac{106.25}{12.50} = 8.5 \text{ pzas. Por lo tanto dejamos 8 pzas.}$$

Longitud de piezas 96.00 m.

Longitud de cable de consumo 107.25 m.

Eficiencia de la mesa:

$$\eta = \frac{96.00}{107.25} \times 100 = 89.5 \%$$

Capacidad total de producción = 18 líneas x 8 piezas/línea
= 144 piezas.

Utilizaremos la mesa al 16.7 % de su capacidad.

Producción diaria = 3 líneas x 8 piezas/línea
= 24 piezas/día.

TRABES T INVERTIDAS PARA TECHOS O PUESTES

Serán de una longitud de 10.00 m y con una sección de 0.30 x 0.35 en la cual el alma de la trabe es de 0.15 x 0.20. La capacidad de la mesa se puede ajustar tal y como a continuación se indica (Fig. 2-10).

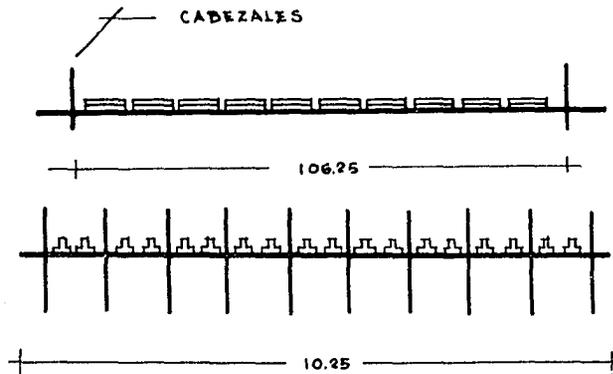


Fig. 2-10 Colocación de moldes de traveses \perp

La separación entre piezas es de 0.50 m.

$$\text{No. de pzas. por línea} = \frac{106.25}{0.50} = 10.15. \text{ Por lo tanto dejamos } 10 \text{ pzas.}$$

Longitud de las piezas 100.00 m.

Longitud de cable de consumo 107.25 m.

$$\eta = \frac{100.00}{107.25} \times 100 = 93.00\%$$

Capacidad total de producción = 18 líneas x 10 pzas/línea
= 180 piezas.

Utilizaremos la mesa al 16.7 % de su capacidad total.

Producción diaria = 3 líneas x 10 pzas/línea
= 30 pzas/día.

Para aumentar la eficiencia de las mesas se puede contar con anclajes dobles, cuya función es la de unir dos puntas de un cable lo cual nos permite utilizar una de las puntas un sinúmero de veces mientras que la otra será el consumo del cable más el desperdicio necesario.

Desde luego que para producir se puede buscar la combinación de 2 o más tipos de elementos en la mesa de colado pero eso nos llevaría a - extendernos demasiado en este capítulo ya que puede haber una gran cantidad de combinaciones, por lo tanto, completaremos el estudio basándonos - únicamente en la posibilidad de colar la mesa con uno solo de los productos descritos cada vez.

2-4 FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA

Como ya hemos adoptado la solución de la planta con una grúa torre, detallaremos los procesos que deben seguirse en la producción.

Es conveniente que todos los días se empiecen las labores con - un proceso determinado y que se terminen con el colado y limpieza general. Esto lo podemos lograr planeando la producción de tal forma que al inicio del trabajo tengamos siempre líneas libres para tensor, armar y colar, -- por lo tanto será suficiente con trabajar diariamente a las siguientes capacidades:

PRODUCTO	%	PIEZAS/DIA
Postes	50.0	64
Durmientes	30.0	210
Trabes R B	22.2	64
Trabes I B	16.7	24
Trabes L	16.7	30

Tabla 2-11 Capacidad de producción .

C A P I T U L O I I I

Diseño de las Instalaciones y Equipo Fundamentales.

3-1 MESA DE COLADO

Existen diferentes soluciones y principios para el diseño de mesas de pretensado. A continuación analizaremos algunas de ellas.

MESAS DE PRETENSADO FORMADAS POR DOVELAS POSTENSADAS.

Por lo regular se trata de elementos de sección canal en una o en otra posición, que presentan una superficie lo suficientemente lisa para que en ellas se asienten los productos pretensados. Se pueden colocar de tal forma que se tengan mesas aisladas o grupos de mesas. (ver Fig. 3-1).

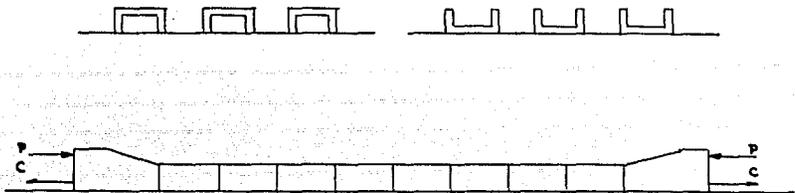


Fig. 3-1 Mesas de dovelas postensadas.

Dichas dovelas se pueden construir de un ancho aproximado de --- 0.80 m, por una altura de 0.35 m y un largo no mayor de 4.00 m, pues esto permite su fácil manejo y su transporte no representa problema alguno. Se puede hacer que las dovelas extremas tengan la función de soportar la tensión del presfuerzo y las intermedias soportar la carga para trabajar como columnas.

En este tipo de mesas se presentan dificultades que en la planta proyectada nos parecen definitivas para su exclusión, además de otras no tan determinantes pero que también resultan de importancia para nuestro -- proyecto.

El problema principal con el que tropezamos es que en la longitud de mesa proyectada el diseño de las dovelas tendría que ser demasiado robusto para poder resistir el flambéo que se produce al tensar el presfuerzo, a menos que se colocaran restricciones laterales a las dovelas. Además es te tipo de mesas solo son aconsejables cuando se tienen longitudes cortas, digamos de unos 20 a 30 mts. luego, para que trabajen en forma satisfactoria, su construcción debe presentar caras de alto paralelismo y coincidencia estricta de los ductos en que se aloja el cable de postensado. En su colocación debe buscarse el perfecto ajuste entre una y otra dovela.

En nuestro caso también debemos tomar en consideración que cualquier golpe de los moldes podría romper la mesa y su reparación resultaría bastante costosa tanto por tiempo como por economía.

Queda pues asentado que, en nuestra planta, desechamos este tipo de mesas por no reunir las condiciones de trabajo que nos hemos fijado.

El diseño se reduce a calcularlas como si fueran columnas con -- carga excéntrica y de longitud total o parcial dependiendo de las restricciones laterales de que ya hemos hablado.

MESAS A BASE DE ELEMENTOS DE COMPRESION Y AMARRE

El principio en que se basan dichas mesas se ilustra en la Fig.

3-2.

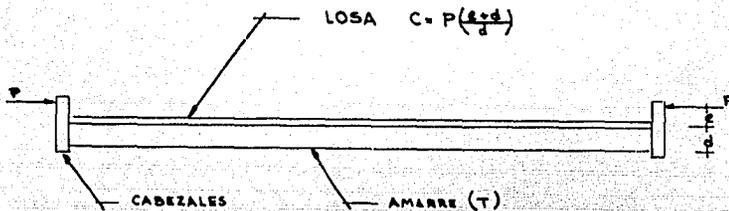


Fig. 3-2 Mesa de compresión y amarre.

La fuerza de tensado P se observa con la tensión del amarre y con la compresión en la losa intermedia.

Este tipo de mesas es ideal para cuando se tienen excentricidades de cierta magnitud, pero por otro lado existen desventajas cuando la fuerza de presfuerzo es de consideración, pues como se puede ver por simple suma de fuerzas la compresión en la losa es mayor que el presfuerzo ($C = P + T$) y sus dimensiones resultan grandes para prevenir el posible flambéo. Además, existe el efecto de deformación de la mesa durante la aplicación del presfuerzo ya que en este momento el amarre se alarga mientras que la mesa tiende a acortarse, estas deformaciones se amplían al nivel de los tendones de presfuerzo debido a la sección de palanca de los cabezales. También estas mesas solo son recomendables para longitudes cortas.

DISEÑO A BASE DE MUERTOS DE ANLAJE Y TERRENO APLANADO Y COFORMADO

Como ya vimos en el 2o. capítulo estas mesas consisten en diseñar los muertos de anclaje del presfuerzo para que resistan por sí solos la fuerza que se aplica al tensar los elementos. (Fig. 3-3)

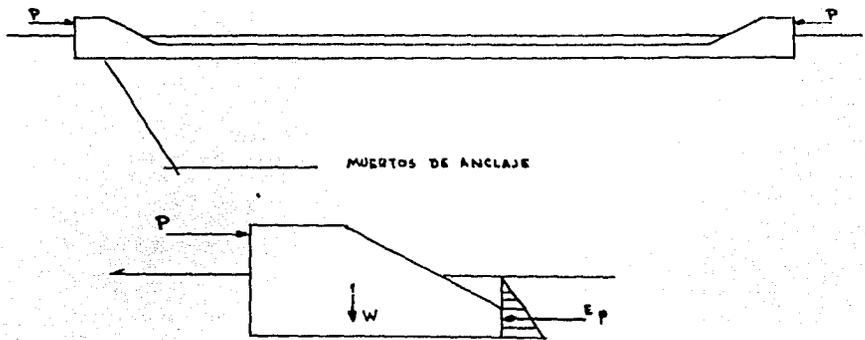


Fig. 3-3 Mesas formadas por muertos de anclaje.

La estabilidad queda a cargo de su propio peso y del empuje pasivo del terreno para impedir el volteamiento a que quedan sometidas por la aplicación de la fuerza de presfuerzo.

Como en este caso el tipo de mesa se presta para la amplitud del proyecto, haremos un diseño de la misma para posteriormente someterla a -- análisis.

Supongamos que los muertos de anclaje van a ser desplantados en una arena cuyas características ya fueron estudiadas.

DATOS:

ARENA.

$$\gamma = 1,600 \text{ Kg/m}^3$$

$$\phi = 30^\circ$$

CONCRETO.

$$f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_s = 60 \% f_y = 1,520 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Delta = 2,400 \text{ Kg/m}^3$$

$$j = 0.8$$

FACTOR DE VOLTEAMIENTO.

$$F = 1.5$$

DESPLANTE.

Se desplantará sobre un firme de:

$$f_p = 4 \text{ kg/cm}^2$$

FUERZA DE PRESFUERZO.

La fuerza máxima de presfuerzo a que quedará sometida será la que proporcionen 20 cables de 3/8" con una tensión por cable de 6,350 kgs. colocados en cada metro de ancho.

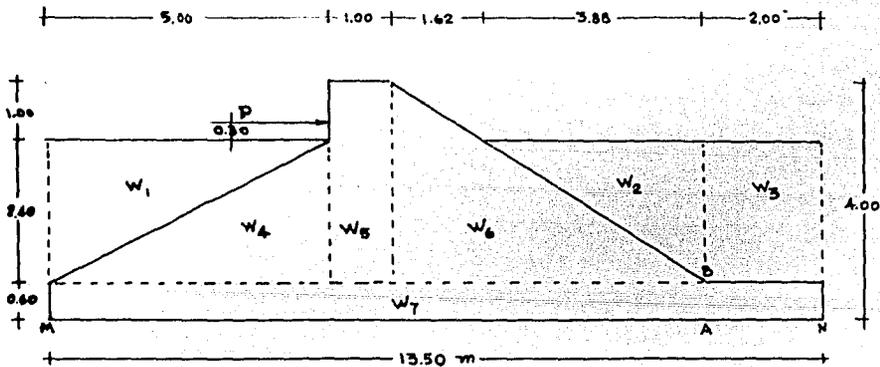


Fig. 3-4 Muertos de anclaje.

Analizaremos los muertos de anclaje por un metro de ancho.

$$b = 1.00 \text{ m}$$

FUERZAS VERTICALES.

PESO DE LA TIERRA.

$$W_1 = 1/2 \times 5.00 \times 2.40 \times 1.00 \times 1.6 = 9.60 \text{ T}$$

$$W_2 = 1/2 \times 3.88 \times 2.40 \times 1.00 \times 1.6 = 7.45 \text{ T}$$

$$W_3 = 2.00 \times 2.40 \times 1.00 \times 1.6 = 7.68 \text{ T}$$

W tierra 24.73 T

PESO DEL CONCRETO.

$$W_4 = 1/2 \times 5.00 \times 2.40 \times 1.00 \times 2.4 = 14.40 \text{ Ton.}$$

$$W_5 = 1.00 \times 3.40 \times 1.00 \times 2.4 = 8.15 \text{ ''}$$

$$W_6 = 1/2 \times 5.50 \times 3.40 \times 1.00 \times 2.4 = 22.50 \text{ ''}$$

$$W_7 = 13.50 \times 0.60 \times 1.00 \times 2.4 = 19.45 \text{ ''}$$

$$W_c = \text{Peso total del concreto} \quad \underline{64.50 \text{ Ton.}}$$

$$\text{Volumen del concreto} = \frac{64.50}{2.4} = 26.9 \text{ m}^3$$

$$\Sigma F_v = 24.73 + 64.50 = 89.23 \text{ Ton.}$$

FUERZAS HORIZONTALES.

Fuerza de tensado:

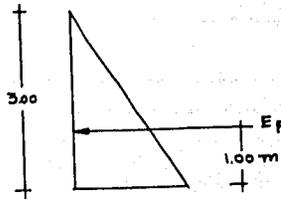
$$P = 20 \times 6.35 = 127 \text{ Ton.}$$

EMPUJE PASIVO.

$$E_p = 1/2 \gamma H^2 N \phi = 1/2 \gamma H^2 \times \frac{1 + \sin 30^\circ}{1 - \sin 30^\circ}$$

$$\sin 30^\circ = 0.5$$

$$E_p = 1/2 \times 1.6 \times 3.00^2 \times \frac{1.5}{0.5} = 21.6 \text{ T.}$$



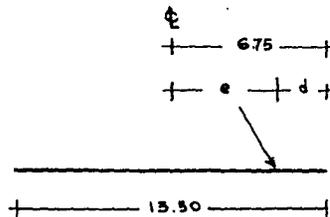
F_V	BRAZO	M_V Ton-m
9.60	8.83	84.70
7.45	3.29	24.60
7.68	1.00	7.68
14.40	10.16	146.00
8.15	8.00	65.00
22.50	5.66	127.50
19.45	6.75	131.50
ΣF_V	89.23	ΣM_V 586.98

F_H	BRAZO	M_H Ton-m
127.00	3.30	419.10
- 21.60	1.00	- 21.60
ΣF_H	105.40	ΣM_H 397.50

Análisis al volteamiento:

$$\frac{\Sigma M_V}{\Sigma M_H} \geq 1.5 \quad ; \quad \frac{586.98}{397.50} = 1.47 \text{ lo dejamos.}$$

Fatigas del terreno.



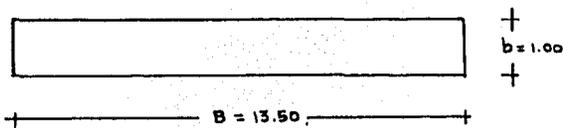
$$\Sigma M_V - \Sigma M_H = \Sigma F_V \times d$$

$$d = \frac{\Sigma M_V - \Sigma M_H}{\Sigma F_V}$$

$$d = \frac{586.98 - 397.50}{89.23} = \frac{189.48}{89.23} = 2.12 \text{ m.}$$

$$e = 6.75 - 2.12 = 4.63 \text{ m.}$$

La base es un rectángulo.



$$f = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{I} y$$

$$S = \frac{I}{y} = \frac{\frac{1}{12} \times B^3}{\frac{B}{2}} = \frac{B^2}{6}$$

Sustituyendo.

$$f = \frac{\Sigma F_v}{B} \pm \frac{\Sigma F_v \times e}{\frac{B^2}{6}} = \frac{\Sigma F_v}{B} \left(i \pm \frac{6 e}{B} \right)$$

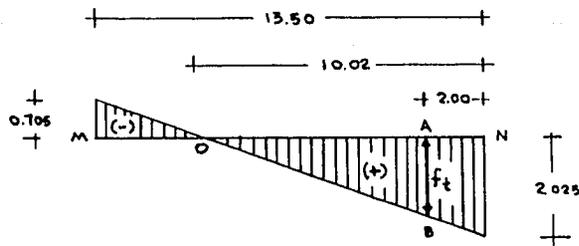
$$\therefore f = \frac{89.23}{13.50} \left(i \pm \frac{6 \times 4.63}{13.50} \right) = 6.6 (i \pm 2.05)$$

$$f_1 = 6.60 + 13.65 = 20.25 \text{ T/m}^2 = 2.025 \text{ k/c}^2 < 4 \text{ k/c}^2 \text{ CORRECTO}$$

$$f_2 = 6.60 - 13.65 = -7.05 \text{ " } = -0.705 \text{ "}$$

Análisis del escalón.

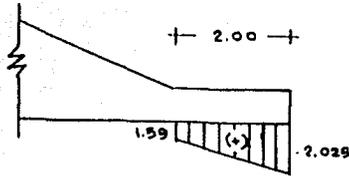
Trabjará como cantiliver; debemos revisar la sección AB



$$M_0 = \frac{13.50 \times 0.705}{2.73} = 3.48 \text{ m.}$$

$$N_0 = 13.50 - 3.48 = 10.02 \text{ m.}$$

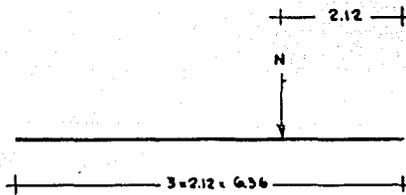
$$f_t = \frac{2.025 \times 8.02}{10.02} = 1.59 \text{ k/c}^2$$



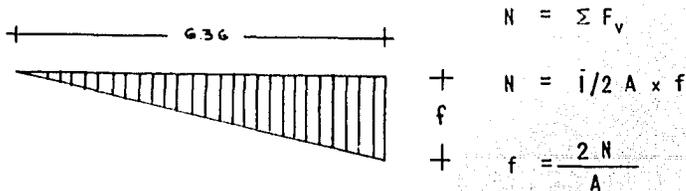
$$R_t = \frac{2.025 + 1.590}{2} \times 200 \times 1.00 = 361.50 \text{ K/m.}$$

Veamos que pasa si tomamos la fatiga incrementada.

La posición crítica de la Resultante será cuando ocupe el límite del tercio medio.



Se considera la sección idealizada anterior y se obtiene la revisión por fatiga incrementada



$$f = 2 \times \frac{89.23}{6.36} = 31.25 \text{ T/m}^2 = 3.125 \text{ k/c}^2 < 4.00 \text{ k/c}^2$$

esfuerzo permisible de tensión = $0.03 f'c = 0.03 \times 140 = 4.2 \text{ k/c}^2$.

$$f = \frac{M}{S} = \frac{6 M}{H^2} \quad \therefore \quad H = \sqrt{\frac{6 M}{f}}$$

$$H = \sqrt{\frac{6 \times 53,320}{4.2}} = 243 \text{ cm. de aqui vemos que el escalón queda-}$$

escaso de altura.

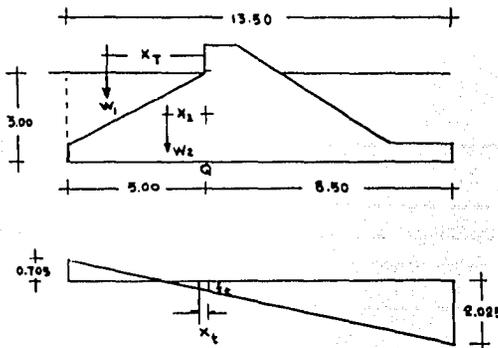
Este momento lo tomaremos con armado en la base.

$$A_s = \frac{M}{f_s j d} = \frac{53,320}{1,300 \times 0.8 \times 57} = 0.90 \text{ cm}^2/\text{m.}$$

usaremos varilla de $3/8''$ con $a_s = 0.71 \text{ cm}^2$

$N = \text{número de varillas/m} = 2 \quad @ \quad 0.50 \text{ m.}$

REVISION DEL ESCALON DEL LADO DEL TENSADO.



ESCALON

PESO DE LA TIERRA.

$$W_T = 9.60 \text{ ton/m} = 96 \text{ kg/cm.}$$

$$X_T = \frac{2}{3} \times 5.00 = 3.33 \text{ m.}$$

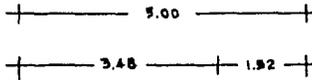
PESO DEL ESCALON.

$$W_E = \frac{3.00 + 0.60}{2} \times 5.00 \times 1.00 \times 2.4 = 21.6 \text{ Ton} = 216 \text{ k/c,}$$

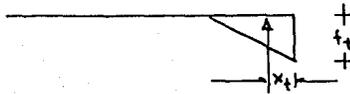
$$X_E = \frac{5.00}{3} \left(\frac{2 \times 0.60 + 3.00}{0.60 + 3.00} \right) = 1.66 \times \frac{4.8}{3.6} = 2.22 \text{ m.}$$

REACCION DEL TERRENO.

$$f_t = \frac{2.025 \times 1.52}{10.02} = 0.306$$



$$x_t = \frac{1.52}{3} = 0.51 \text{ m.}$$



$$R_t = \frac{1}{2} \times 152 \times 0.306 \times 1.00 = 23.3 \text{ k/c}$$

$$M_T = 96 \times 333 = 96,000 \text{ k-c.}$$

$$M_E = 216 \times 222 = 48,000 \text{ "}$$

$$M_t = -23.3 \times 51 = -1,190 \text{ "}$$

$$142,810 \text{ "}$$

REVISEMOS LA ALTURA DEL ESCALON.

$$H = \sqrt{\frac{6 \times 142,810}{4.2}} = 450 \text{ cm.}$$

IGUALMENTE TOMAREMOS EL MOMENTO CON REFUERZO

$$A_s = \frac{M}{f_s j d} = \frac{142,810}{1,300 \times 0.8 \times 296} = 0.465 \text{ cm}^2/\text{m.}$$

Se pondrá una varilla de 3/8" por metro.

Como hemos podido observar las tensiones que se presentan en el concreto realmente son pequeñas.

REVISEMOS EL DESLIZAMIENTO.

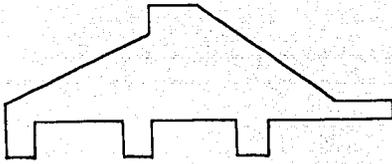
Tomemos $\mu = 0.6$

$$\frac{\sum F_v \times \mu}{\sum F_H} = \frac{89.23 \times 0.6}{105.4} = 0.51 < 1.5$$

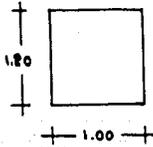
tendremos el problema del deslizamiento. Lo podemos resolver si dejamos --
encantillones en la base.

$$1.5 = \frac{\sum F_v \times 0.6}{\sum F_H} \quad \therefore \quad \sum F_H = \frac{\sum F_v \times 0.6}{1.5} = 0.4 \sum F_v$$

$105.4 - 35.8 = 69.6$ Fuerza que se tendrá que absorber con escanti-
llones.



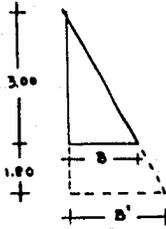
ESCANTILLONES



$$W = 1.00 \times 1.20 \times 1.00 \times 2.4 = 2.88 \text{ Ton.}$$

$$W_E = 3 \times 2.88 = 8.64 \text{ Ton.}$$

DEL EMPUJE PASIVO TENIAMOS.



$$B = \frac{2 \cdot 1.60 \times 2}{3} = 14.4$$

$$B' = \frac{14.4 \times 4.20}{3} = 20.1$$

$$E_p' = \frac{14.4 + 20.1}{2} \times 1.20 = 20.7 \text{ Ton.}$$

$$20.7 \times 3 = 62.1 \text{ Ton.}$$

$$\Sigma F_v = 89.23 + 8.64 = 97.87 \text{ Ton.}$$

$$\Sigma F_H = 105.40 - 62.10 = 43.30 \text{ Ton.}$$

$$\frac{\Sigma F_v \times 0.6}{\Sigma F_H} = \frac{97.87 \times 0.6}{43.30} = 1.35 \text{ LO DEJAMOS}$$

$$V = 20.7 \text{ Ton/Escantillón.}$$

$$v = \frac{V}{b d} = \frac{20,700}{100 \times 116} = 1.79 \text{ k/c}^2$$

$$v' = 0.03 \times 140 = 4.2 \text{ k/c}^2 > 1.79 \text{ k/c}^2 \text{ No se necesita refuerzo.}$$

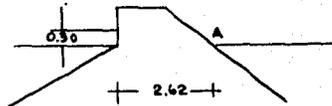
$$M_F = P \times L = 43.3 \times 0.80 = 34.6 \text{ Ton-m. (considerando P aplicada a } 2/3 \text{ H)}$$

$$A_s = \frac{3,460,000}{1,300 \times 0.8 \times 96} = 34.6 \text{ cm}^2$$

pondremos varillas de 3/4" con $a_s = 2.87 \text{ cm}^2$

$$N = \frac{34.6}{2.87} = 12.1 \text{ dejaremos } 12 \text{ @ } 8.3 \text{ cm.}$$

REVISION DE LA PARTE SUPERIOR



POR MOMENTO

$$M_A = 127,000 \times 30 = 3,810,000 \text{ kg-cm}$$

$$A_s = \frac{M}{f_s j d} = \frac{3,810,000}{1,300 \times 0.8 \times 258} = 14.1 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usaremos varilla de 3/4" ; $a_s = 2.87 \text{ cm}^2$

$$N = \frac{14.10}{2.87} = 4.95 \quad \text{Dejamos 5 varillas mismas que se prolon-}$$

garán 40 diámetros

$$s = \frac{100}{5} = 20 \text{ cm. c. a. c.}$$

POR CORTANTE

$$V = 127,000 \text{ kg.}$$

$$v_c = 0.03 \times 140 = 4.2 \text{ kg/cm}^2.$$

$$v = \frac{V}{b j d} = \frac{127,000}{100 \times 0.8 \times 258} = 6.2 \text{ k/c}^2 > 4.2 \text{ k/c}^2$$

$$v' = v - v_c = 6.2 - 4.2 = 2.00 \text{ k/c}^2$$

lo absorvemos con estribos verticales.

$$v' = v' b l = 2.00 \times 100 \times 100 = 20,000 \text{ kg.}$$

usaremos varilla de 1/2" con dos ramas.

$$t = A_v f_v = 2.00 \times 1.27 \times 1,265 = 3,200 \text{ kg.}$$

$$N = \frac{v'}{t} = \frac{20,000}{3,200} = 6.25 \text{ por lo tanto dejamos 7 estribos.}$$

$$S = \frac{100}{7} = 14.3 \text{ cm. c.a.c.}$$

Como podemos ver por el análisis los muertos de anclaje aislados nos resultan de dimensiones aparatosas y casi podríamos decir que económicamente prohibitivos para la planta que planeamos.

MESAS DE TENSADO PILOTEADAS.

Una variante de las mesas nombradas en el punto anterior se tiene al utilizar pilotes en los muertos de anclaje. En esta forma se incrementa la estabilidad y se reducen las dimensiones. Los pilotes trabajan - de un lado a la tensión y del otro a la compresión. (fig. 3-E)

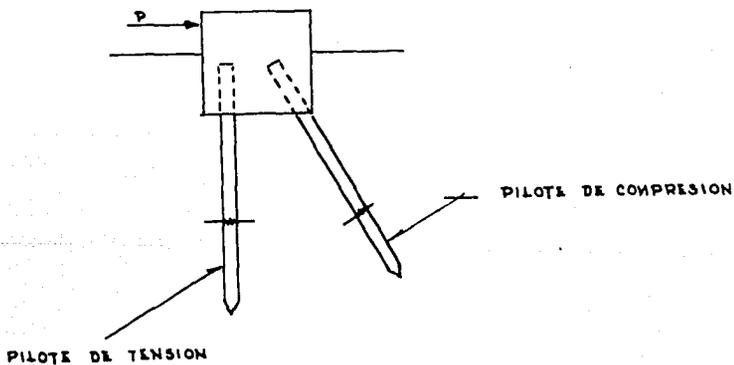
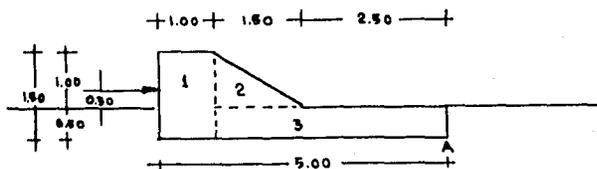


Fig. 3 - 5.- MESAS PILOTEADAS.

Se calculan las fuerzas que deben soportar los pilotes y de acuerdo con estas se diseñan los mismos.

Veamos la aplicación a nuestro problema.



$$W_1 = 1.00 \times 1.50 \times 1.00 \times 2.4 = 3.60 \text{ Ton.}$$

$$W_2 = \frac{1}{2} \times 1.50 \times 1.00 \times 1.00 \times 2.4 = 1.80 \text{ "}$$

$$W_3 = 4.00 \times 0.50 \times 1.00 \times 2.4 = 4.80 \text{ "}$$

$$W_c = 10.20 \text{ "}$$

Brazo respecto a A

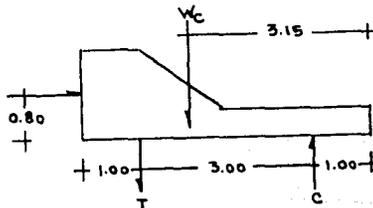
$$d = \frac{3.60 \times 4.50 + 1.80 \times 3.50 + 4.80 \times 2.00}{10.20} = \frac{32.10}{10.20} = 3.15 \text{ m.}$$

$$\Sigma M_{V_A} = 10.20 \times 3.15 = 32.10 \text{ Ton-m}$$

$$\Sigma M_{H_A} = 127.00 \times 0.80 = 101.60 \text{ "}$$

Despreciamos el empuje pasivo ya que la fuerza de compresión será absorbida por el pilote.

El momento de volteamiento sobre el punto A es el que debemos absorber por medio de los pilotes.



$$\Sigma F_y = 0$$

$$C = W_c + T$$

$$\Sigma M_A = 0$$

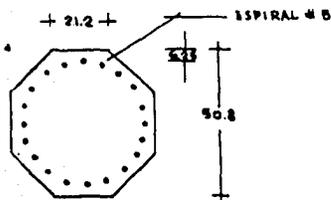
$$P \times 0.80 + C \times 1.00 - W_c \times 3.15 - T \times 4.00 = 0$$

$$101.00 + (10.20 + T) \times 1.00 - 32.10 - 4.00 T = 0$$

$$T = \frac{101.00 + 10.20 - 32.10}{3} = \frac{79.10}{3} = 26.37 \text{ Ton.}$$

$$C = 10.20 + 26.37 = 36.57 \text{ Ton.}$$

Utilizaremos pilotes de fricción hincados en arena densa. Elegimos el tipo de pilote octogonal de concreto pretensado que muestra la figura 3-6.



DATOS

$$d = 50.8 \text{ cm.}$$

20 strands de 3/8"

$$A_c = 2,130 \text{ cm}^2$$

$$S = 14,400 \text{ cm}^3$$

$$r = 13.1 \text{ cm.}$$

Fig. 3-6.- PILOTE PRETENSADO.

DATOS DE LA ARENA

$$S = c + p \text{ tang } \phi$$

Despreciaremos la resistencia de punta y la cohesión de la arena

$$c = 0$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$p = 2 \text{ k/c}^2$$

$$S = 2 \times 0.577 = 1.154 \text{ k/c}^2$$

$$\bar{\omega} = 8 \times 21.2 = 169.6 \text{ cm.}$$

Calcularemos la carga para un grupo de pilotes.

Ancho de la mesa = 10.25 m.

Carga de compresión/metro de ancho = 36.57 T.

$$C_c = 36.57 \times 10.25 = 375 \text{ Ton.}$$

Carga de tensión/metro de ancho = 26.37 Ton.

$$C_T = 26.37 \times 10.25 = 270 \text{ Ton.}$$

La separación aconsejable es de $3d = 3 \times 50.8 = 152.4 \text{ m.}$ por lo tanto la separación centro a centro debe ser igual a:

$$152.4 + 50.8 = 203.2 \text{ m.}$$

$$N = \frac{10.25}{2.032} = 5 \text{ Pilotes.}$$

Utilizaremos la siguiente ecuación.

$$Q_c = Q_{dr} + \sum p \times D \times S \quad (i)$$

En donde:

Q_c = Carga admisible por pilote.

Q_{dr} = Capacidad de carga de la base a una profundidad D_f

(por tratarse de pilotes de fricción este término se -
desprecia).

D_f = Profundidad de hincado

S = Resistencia al corte de la arena

Σp = Suma de perímetros del grupo de pilotes.

Para los pilotes de compresión tomaremos un factor de 3 y para -
los de tensión de 4 debido a que la extracción del pilote disminuye la fric-
ción lateral de confinamiento.

$$Q_c \text{ (compresión)} = 3 \times 375,000 = 1.125,000 \text{ Kg.}$$

$$Q_c \text{ (Tensión)} = 4 \times 270,000 = 1.080,000 \text{ Kg.}$$

$$P_p = 8 \times 21.2 \times 5 = 845 \text{ cm.}$$

De la ecuación (1) la incógnita es D_f

$$D_f = \frac{Q_c}{\Sigma p \times S} \quad (2)$$

Profundidad de hincado de pilotes de compresión

$$D_{fc} = \frac{1.125,000}{845 \times 1.154} = 865 \text{ cm.}$$

Profundidad de hincado de los pilotes de tensión.

$$D_{ft} = \frac{1.080,000}{845 \times 1.154} = 830 \text{ cm.}$$

Resultaron prácticamente iguales por lo tanto dejamos una longitud de hincado de pilotes igual a 865 cm.

Los pilotes de concreto presforzado se deben fabricar con el suficiente esfuerzo de compresión para evitar los esfuerzos de tensión que se presentan por el rechazo del pilote a los golpes del martinete de hincado. La experiencia indica que un presfuerzo inicial de 56 kg/cm^2 es suficiente para este propósito. Cuando existen condiciones muy severas de hincado, la magnitud del presfuerzo debe ser incrementado.

Como no existen suficientes datos para determinar una fórmula empírica de suficiente aproximación, podemos establecer valores conservativos del esfuerzo permisible que puede usarse.

Basaremos nuestro análisis en las propiedades de pilotes típicos.

$$f'_c = 350 \text{ k/c}^2$$

$$f_{F_i} = 56 \text{ k/c}^2$$

$$f_F = 0.8 f_{F_i} = 0.8 \times 56 = 44.8 \text{ k/c}^2$$

$$f_t = 9,600 \text{ k/c}^2$$

$$E_c = 324,000 \text{ k/c}^2$$

$$E_s = 2,000,000 \text{ k/c}^2$$

En donde:

$$f_{F_i} = \text{presfuerzo inicial}$$

$$f_F = \text{presfuerzo final}$$

$$f_t = \text{presfuerzo final en los strands.}$$

Veamos ahora la carga que pueden soportar los pilotes presforzados.

P = carga externa total

P_c = parte de P que produce los esfuerzos en el concreto

P_s = parte de P que resulta del decremento en los esfuerzos de los tendones al aplicar la carga.

Δ = acortamiento neto del miembro.

Tenemos:

$$P = P_c + P_s \quad (1)$$

Usando las ecuaciones de deformación para el concreto y para el acero.

$$\Delta = \frac{P_c L}{A_c E_c} \quad (2)$$

$$\Delta = \frac{P_s L}{A_s E_s} \quad (3)$$

Como (2) y (3) son iguales podemos escribir:

$$\frac{P_c L}{A_c E_c} = \frac{P_s L}{A_s E_s}$$

Y

$$P_s = P_c \frac{A_s E_s}{A_c E_c}$$

Sustituyendo en (i)

$$P = P_c + P_c \frac{A_s E_s}{A_c E_c} = P_c \left(1 + \frac{A_s E_s}{A_c E_c} \right)$$

Por lo tanto.

$$P_c = \frac{P}{1 + \frac{A_s E_s}{A_c E_c}} \quad (4)$$

Los valores de A_c y A_s dependen del pilote que se escoja pero el radio sigue siendo:

$$\frac{f_F}{f_t} = \frac{44.8}{9,600} = 0.00466$$

$$P_c = \frac{P}{1 + \frac{0.00466 \times 2,000,000}{324,000}} = \frac{P}{1 + 0.062} = 0.94 P.$$

Entonces en un pilote con las propiedades aqui usadas, el incremento del esfuerzo de compresión debido a una carga P aplicada será de --- $0.94 P/A_c$.

Nuestro pilote tiene un esfuerzo de cedencia de 280 k/c^2 y un -- presfuerzo final de $44.8 \text{ k/c}^2 \therefore 280 - 44.8 = 235.2 \text{ k/c}^2$.

En términos de la carga externa que puede ser aplicada tendremos:

$$235.2/0.94 = 251 \text{ k/c}^2$$

Para columnas cortas de este tipo es usual un factor de seguridad de 4, lo cual da una carga admisible de $251/4 = 63 \text{ k/c}^2$.

Como se trata de un pilote que tiene refuerzo helicoidal y además es pretensado, su capacidad de carga será superior a una columna del mismo tipo reforzada dentro del rango en donde el flambéo determina la capacidad de carga.

Utilizaremos la siguiente fórmula para determinar la longitud del pilote que está del lado de la seguridad cuando $P/A = 63 \text{ k/c}^2$.

$$\frac{P}{A} = 0.225 f'c \left(1.3 - 0.03 \frac{L}{d} \right)$$

El esfuerzo $f'c$ es el siguiente:

$$f'c = 350.0 - 44.8 = 305.2 \text{ k/c}^2.$$

por lo tanto,

$$63 = 0.225 \times 305.2 \left(1.3 - 0.003 \frac{L}{d} \right)$$

$$\frac{L}{d} = 12.75$$

Para el pilote que escogimos,

$$r = 0.258 d$$

$$\frac{L}{r} = \frac{12.75}{0.258} = 49.3$$

Para poder determinar la carga de los pilotes con $r \geq 120$ usaremos la fórmula de Euler para columnas.

$$P_1 = \frac{\pi^2 E I}{L^2}$$

Como $I = A r^2$, se puede escribir

$$P' = \frac{\pi^2 E A r^2}{L^2}$$

ó

$$\frac{P'}{A} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2}$$

En donde P'/A es el esfuerzo unitario de compresión. En la fórmula de Euler P' es la carga a la cual la columna se flambeara, como esta es la carga última de la columna debe tomarse un factor de seguridad que en nuestro caso tomaremos de 2.

Finalmente nos queda:

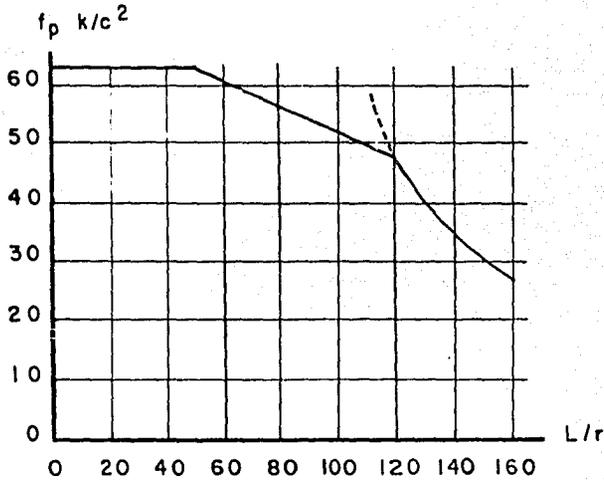
$$\frac{P'}{A} = \frac{\pi^2 E}{2\left(\frac{L}{r}\right)^2}$$

Obtengamos la siguiente tabla de valores

$\frac{L}{r}$	$\frac{1}{2} \frac{P'}{A}$ (K/c ²)
120	48.2
130	41.0
140	35.4
150	30.8
160	27.1

TABLA 3 - 7

Con estos valores podemos hacer la siguiente gráfica.



Analizemos nuestro pilote.

$$F_l = 6,300 \times 22 = 149,500 \text{ kg.}$$

$$f_{fl} = \frac{149,500}{2,130} = 65.5 \text{ k/c}^2$$

$$\frac{L}{r} = \frac{865}{13.1} = 66$$

De la gráfica.

$$f_p = 58 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_t = \frac{375,000}{5 \times 2,130} = 35.1 \text{ k/c}^2$$

Por lo tanto nuestro pilote está correcto.

Si adoptáramos este tipo de mesas se nos presentarían los siguientes problemas:

- 1.- Tener que acudir al alquiler de una piloteadora cada vez -- que se translade la Planta.
- 2.- La fabricación de pilotes no forma parte de nuestros productos de línea, por lo tanto tendrían que efectuarse gastos adicionales para producirlos.
- 3.- La fabricación deberá ser anticipada al traslado lo cual -- nos redundaría en gastos de transporte.

MESAS FORMADAS POR CABEZALES DE CONCRETO Y LOSA DE COMPRESION

Este es el tipo de mesas más comúnmente usadas en las Plantas de productos pretensados. (Fig. 3-8)

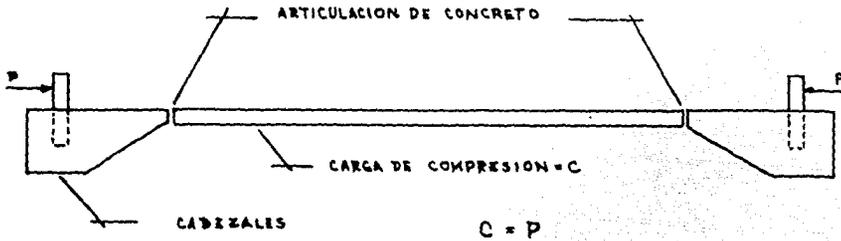


Fig. 3-8 Mesas con losa de compresión.

Se calculan encontrando el volteamiento de los muertos de anclaje sobre la articulación de concreto y se diseñan estos para soportarlo por su propio peso, aplicando un factor de seguridad. El deslizamiento de los muertos se restringe con la losa entre ellos, se deja la articulación de concreto entre los muertos de anclaje y la losa para asegurar que la losa quede sujeta a fuerza axial solamente, misma que en magnitud debe ser igual a la fuerza de presfuerzo.

La losa se diseña como columna de concreto simple y se puede usar malla soldada como refuerzo con objeto de controlar el agrietamiento debido a las contracciones del concreto.

Para diseñar esta mesa contamos con el dato del número de torones que se podrán tensar por metros de ancho.

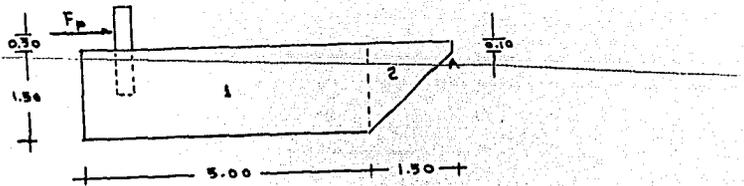
Se tensarán 20 torones de 3/8" de 7 cables cada uno y con una fuerza de 6.35 Ton. por cable.

$$F_p = 20 \times 6.35 = 127 \text{ Ton.}$$

$$A = 2.4 \text{ Ton/m}^3$$

$$f'_c = 210 \text{ k/c}^2$$

$$\text{Factor de seguridad} = 1.5$$



CALCULO DE LOS ANCLAJES

Presfuerzo:

$$F_p = 127 \text{ Ton.}$$

$$\text{brazo al punto A} = 0.40 \text{ m}$$

$$M_{F_p} = 127 \times 0.40 = 50.8 \text{ Ton-m}$$

Peso:

$$W_1 = 5.00 \times 1.50 \times 1.00 \times 2.4 = 18.00 \text{ Ton}$$

$$W_2 = \frac{1.50 + 0.10}{2} \times 1.50 \times 1.00 \times 2.4 = 2.88 \text{ "}$$

$$W_T = 20.88 \text{ "}$$

brazo al punto A.

$$d = \frac{18.00 \times 4.00 + 2.88 \times 3 \left(\frac{2 \times 1.50 + 0.10}{1.50 + 0.10} \right)}{20.88} = \frac{74.79}{20.88} = 3.58 \text{ m}$$

$$M_{W_A} = 20.88 \times 3.58 = 74.79 \text{ ton-m}$$

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{74.79}{50.8} = 1.47 \hat{=} 1.50 \text{ lo dejamos.}$$

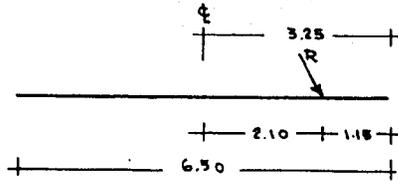
Volumen de concreto total.

$$\text{Muertos} = 10.25 \left(5.00 \times 1.50 + \frac{1.50 + 0.10}{2} \times 1.50 \right) \times 2 = 178 \text{ m}^3$$

$$\text{Losa} = 10.25 \times 99.5 \times 0.10 =$$

$$V_T = \frac{101.50}{279.50} \text{ m}^3$$

FATIGA DEL TERRENO



$$d = \frac{\sum M_V - \sum M_H}{\sum F_V}$$

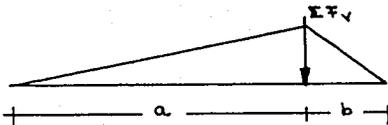
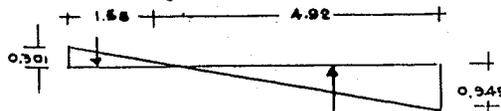
$$d = \frac{74.79 - 50.80}{20.88} = \frac{23.99}{20.88} = 1.15 \text{ m}$$

$$e = 3.25 - 1.15 = 2.10 \text{ m}$$

$$f = \frac{20.88}{6.50} \left(1 \pm \frac{6 \times 2.10}{6.50} \right) = 3.22 \left(1 \pm 1.94 \right) = 3.22 \pm 6.23$$

$$f_1 = 3.22 + 6.23 = 9.45 \text{ ton/m}^2 = 0.945 \text{ k/c}^2 < 3 \text{ k/c}^2$$

$$f_2 = 3.22 - 6.23 = -3.01 \text{ Ton/m}^2 = -0.301 \text{ k/c}^2$$



$$M = \frac{Pah}{L} = \frac{20.88 \times 5.35 \times 1.15}{6.50} = 19.8 \text{ ton-m}$$

$$A_s = \frac{M}{f_s j d} = \frac{1,980,000}{1,300 \times 0.8 \times 147} = 13 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usaremos varillas de 3/4" con $a_s = 2.87 \text{ cm}^2$

$$N = \frac{13}{2.87} = 4.55 \text{ Dejamos 5 varillas de } 3/4'' \text{ con } S = 20 \text{ cm.}$$

$$V = 20,880 \text{ kg.}$$

$$v_c = 0.03 \times 210 = 4.2 \text{ k/c}^2$$

$$v = \frac{V}{b j d} = \frac{20,880}{100 \times 0.8 \times 147} = 1.77 \text{ kg/cm}^2 < 4.2 \text{ k/c}^2$$

por lo tanto el cortante lo toma el concreto.

Se puede poner refuerzo por temperatura (ACI-63)

$$0.002 \times 100 \times 150 = 75 \text{ cm}^2$$

LOSA.

$$A = 1.00 \times 0.10 = 0.10 \text{ m}^2$$

$$P = 127 \text{ Ton.}$$

$$f = \frac{P}{A} = \frac{127,000}{1,000} = 127 \text{ k/c}^2$$

Para un $f'c = 210 \text{ k/c}^2$ el concreto resiste al aplastamiento

$$f_c = 0.53 f'c = 0.53 \times 210 = 111 \text{ k/c}^2 < 127 \text{ k/c}^2$$

por lo tanto la sección está escasa.

Veamos cuales son las dimensiones mínimas que puede tener la losa.

$$f_p = \frac{P}{A} = \frac{P}{100 \times h}$$

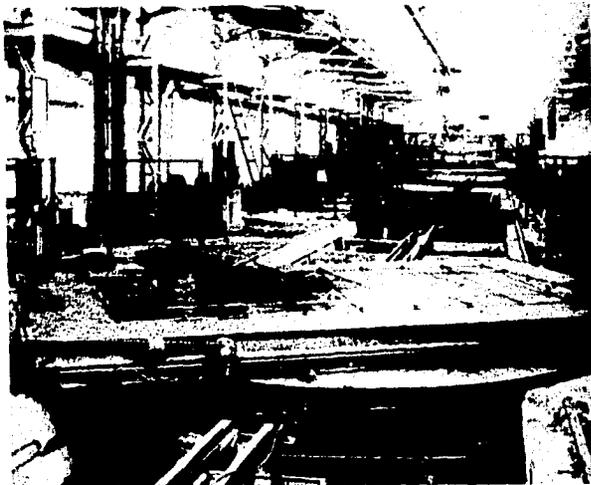
$$h = \frac{P}{f_p \times 100} = \frac{127,000}{111 \times 100} = 11.2 \text{ cm. dejamos estas dimensiones.}$$

Después de haber hecho este análisis de las mesas de pretensado estamos en condiciones de optar por la solución del tipo de mesa que nos convenga.

Aceptaremos la solución del tipo de mesa formada por cabezales y losas de compresión cuyo estudio acabamos de hacer, pues, aunque no sea recuperable podemos pensar en que habiendo una producción consistente se pueden amortizar en uno o dos años. Ya estudiaremos su amortización en el capítulo 6 en el cual fijaremos también la permanencia mínima de la Planta en un centro de trabajo.

A guisa de información mencionaremos que existen otros tipos de mesas tales como las formadas por tubos metálicos de alta resistencia los cuales soportan el presfuerzo de los alambres. El ensamblaje completo se coloca en posición adecuada y se cuela. Después de alcanzar la transferencia del concreto, los tubos se remueven y el presfuerzo se transfiere al concreto por adherencia. En Francia a este método se le conoce con el nombre de Sistema Chalos.

Asimismo puede usarse el método de moldes individuales con el cual se logran piezas presforzadas en dos o más direcciones.



El presfuerzo contínuo se logra mediante dos tipos de máquinas; una consistente en una mesa giratoria con un sistema alimentador estacionario y la otra que consiste en una mesa estacionaria con un sistema alimentador móvil. El alambre de presfuerzo es alimentado al molde con tensiones controladas y es colocado mediante procesos determinados al ir trayéndolo en espigas de acero fijas a los moldes.

3-2 REVOLVEDORA, BACHAS Y CARRO TOLVA

Para diseñar la revolvedora primero debemos efectuar un análisis de las necesidades de los volúmenes de concreto y del tiempo de entrega de los mismos.

ELEMENTO	VOL. UNIT. m ³	PIEZA/DIA	VOL. TOTAL	LINEAS/DIA	% CACIDAD DE MESA
Postes	0.358	64	23.0	4(dobles)	50
Durmientes	0.150	210	31.5	6	33.3
Vigas Rect.	0.360	64	23.0	4	22.2
Vigas I	0.867	24	20.8	3	16.6
Trabes I	0.750	30	22.5	3	16.6

TABLA 3 - 1

El volumen mayor corresponde a los durmientes mismo que debemos tomar como base.

Supongamos 4 horas de colado contínuo.

$$\frac{31.5 \text{ m}^3}{240 \text{ min.}} = 0.131 \text{ m}^3/\text{minuto.}$$

Tiempo de revolvedora. 2 min.

Tiempo de carro tolva ida y vuelta(v=110 m/min.) 2 min.

Tiempo en que el marco toma la bacha 1 min.

Total 5 min.

En este tiempo debemos proporcionar un volumen de concreto igual a:

$$5 \times 0.131 = 0.655 \text{ m}^3$$

Estamos tomando la máxima condición de transporte de concreto, pues -- conforme el colado se acerque a la revolvedora el tiempo disminuirá. Podemos -- usar una revolvedora con capacidad de 0.5 m^3 por bachada.

Cada bacha deberá consumir la capacidad del concreto de la revolvedora, así pues, deberán usarse bachas de 0.5 m^3 y el sistema comprenderá un mínimo de 3; una recibiendo la revoltura, otra en el carro tolva y la última deberá estar colando. (Fig. 3-11)

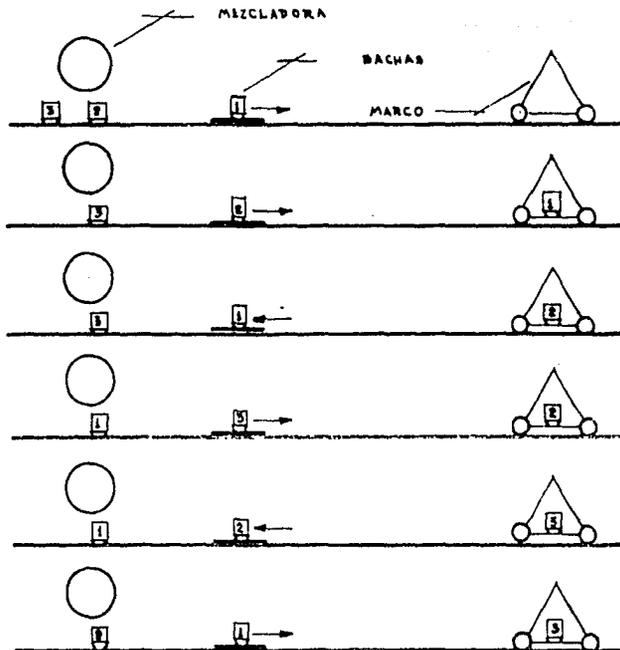


Fig. 3-11 Ciclo Completo del Colado.

El carro tolva deberá recorrer la distancia de ida y vuelta en el tiempo previsto de 2 minutos.

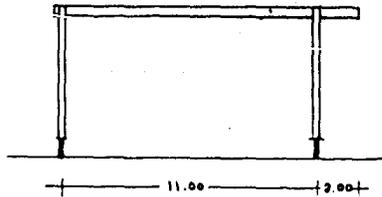
3 - 3 MARCO DE COLADO

Diseñaremos el marco de colado para la capacidad de una bacha de 0.5m^3 de concreto. Le daremos una capacidad adicional para poder utilizarlo en maniobras.

Datos de cálculo:

Peso del concreto	1,100 kg.
Peso de la bacha	200 "
Capacidad adicional	300 "
Impacto al 25 % de la suma de los pesos anteriores.	400 "
	$W_T = 2,000 "$

Claro entre apoyos	11 m
Voladizo	2 "
Factor de seguridad obtenido	1.75 "

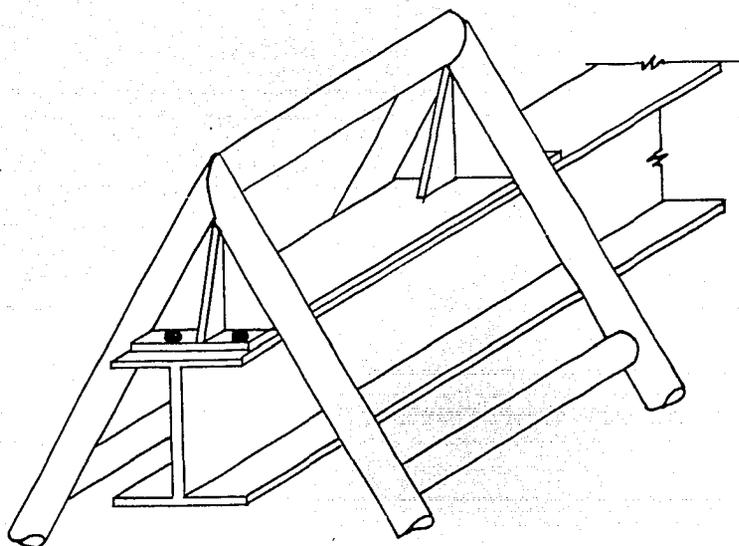


Calculando por medio de la teoría elástica nos resultó una vigueta de sección I de 12" pesada con:

$$S = 734.5 \text{ cm}^3$$

$$A = 76.39 \text{ cm}^2$$

Para formar el marco podemos sostener la vigueta a base de tubos por medio de un arreglo como el que aparece en la Figura 3-12. Es preferible, para facilidad de maniobras, que las ruedas sean acopladas pudiéndose utilizarse llantas de camión.



3-4 CALDERA E INSTALACIONES DE VAPOR

La capacidad de la caldera se proyectará de acuerdo con la cantidad de elementos que deben curarse con vapor y del tiempo necesario para obtener la resistencia suficiente de detensado.

Volvamos nuevamente a nuestra tabla 3-1. Los únicos elementos que deben curarse en un día son los postes puesto que estamos utilizando el 50 % de la capacidad de la planta, los demás productos pueden tener hasta dos o tres días de reposo, tiempo en que fácilmente puede alcanzarse la resistencia requerida sin necesidad de vapor, o bien, pueden ser curados y entonces se podrán detensar en menor tiempo, sobre todo para recuperar los moldes sin que el producto sufra deterioros.

Tomando como base los postes tenemos un volumen de concreto diario de 23 m³.

Utilizaremos un generador de vapor marca Clayton de las siguientes características:

Modelo	- W50
Caballos caldera suministrados con agua de alimentación a 15.6 °C	- 50 BHP
Evaporación a 14 k/c ²	- 649 kg/Hr
Consumo de aceite combustible	- 57 lts/Hr
Motor eléctrico	- 3 HP

Por condiciones de trabajo podemos considerar que el consumo de agua y la evaporación son de 500 lts/Hr.

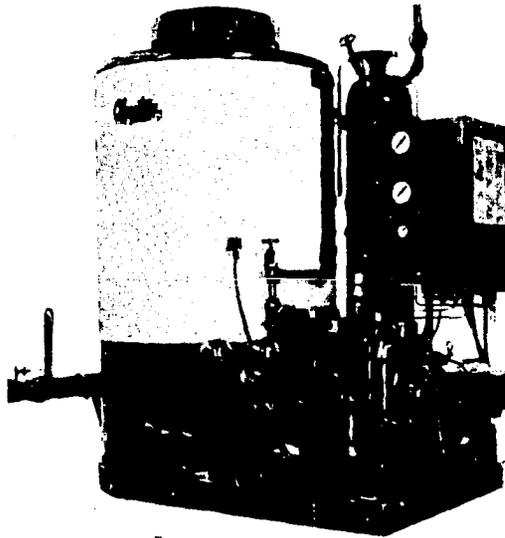


Fig. 3-14 Caldera de Vapor.

3 - 5 CISTERNA Y TANQUE ELEVADO

La capacidad de la cisterna estará en función del colado y del curado principalmente.

Vimos en el punto anterior que la caldera tiene un consumo de agua de 500 lts/Hr. Suponiendo 10 horas de trabajo de la caldera, tendremos un total -

de 5,000 lts. por día.

El mayor consumo de agua para el colado nos lo marcará la producción de durmientes pues éstos tienen un volumen de $31.5 \text{ m}^3/\text{día}$ (ver tabla 3-1).

Si consumimos aproximadamente $200 \text{ lts}/\text{m}^3$ tendremos:

$$31.5 \text{ m}^3 \text{ de concreto} \times 200 \text{ lts}/\text{m}^3 = 6,300 \text{ lts}/\text{día.}$$

Por lo tanto la capacidad de la cisterna será el volumen diario de consumo más un día de reserva.

$$2 (6,300 + 5,000) = 23,600 \text{ lts.} = 236 \text{ m}^3$$

El tanque elevado puede construirse con un tinaco de 1,000 lts. y una torre formada a base de ángulos atornillados para que sea desarmable. La altura de la torre será de aproximadamente 5.00 mts.

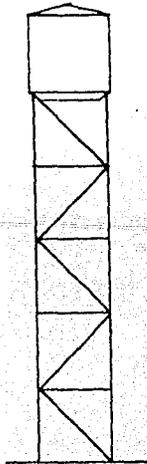


Fig. 3-15 Tanque elevado.

3 - 6 GRUA TORRE

Usaremos una grúa torre pingón P-26 con un alcance horizontal de 25 - mts. y con una altura de 11.36 m. suficiente para librarnos el marco de colado.

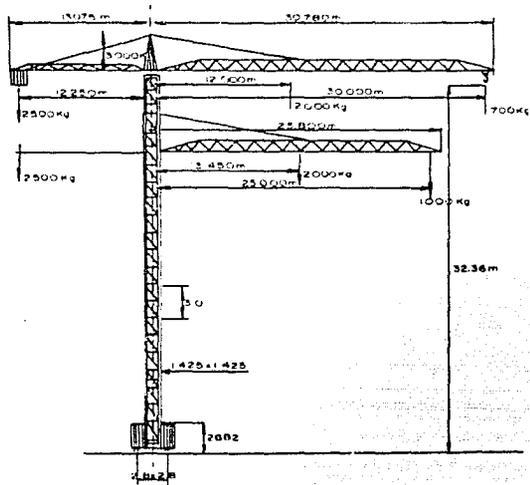


Fig. 3-16 Grúa Torre.

Características de la Grúa.

Carga máxima en la punta		- 1,000 kg.
Carga a los 12 m		- 2,000 kg.
Movimiento	motores potencia	velocidad
levante	11-13 CV	23-46 m/min.
giro	4-3 CV	0.8 r.p.m.
carro	1-7 CV	31 m/min.
translación	3 CV	30 m/min.
carga de lastre		9,660 kg.

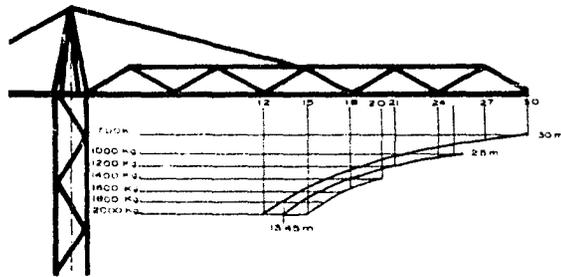


Fig. 3-17 Gráfica de capacidades de carga.

a).- Trabaja con corriente trifásica de 50 a 60 ciclos 220 V a 440 V

b).- Potencia necesaria:

instantánea al arranque	- 50 kw
en trabajo	- 16 kw

c).- V(a):

separación de rieles	- 2.80 m.
rieles	- 60 ASCE
durmientes de madera creosotada	- 3.80 y 1.00 m

(ver Fig. 3-18).

Se compactará previamente el terreno dejando una capa de balasto de -
5 cm.

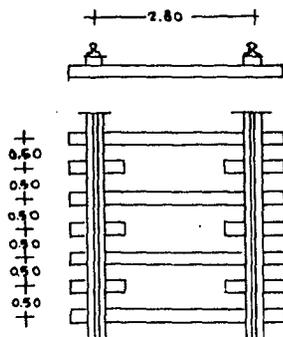


Fig. 3-18 Separación de durmientes.

3-7 EQUIPO ESPECIAL

i.- Vibradores de chicote.

Podemos usar cualquier marca que sea eficiente en vibradores siempre y cuando existan refacciones en el mercado nacional.

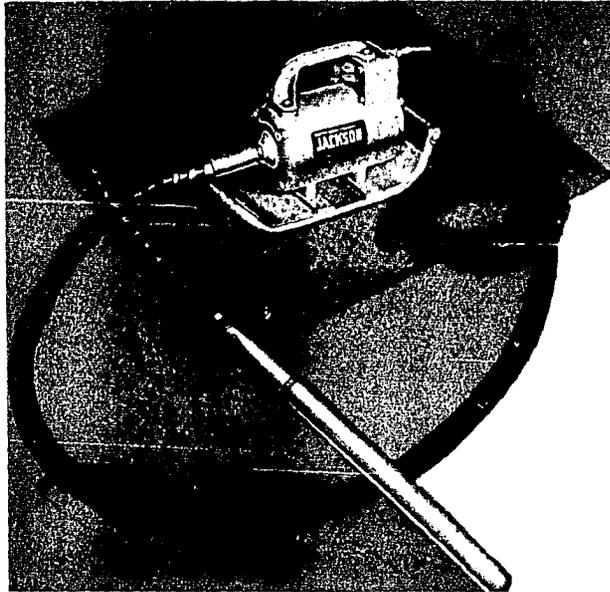


Fig. 3-19 Vibradores de chicote.

2.- Gatos de tensado.

Su capacidad deberá andar por las 10 toneladas y conviene que su operación sea eléctrica.

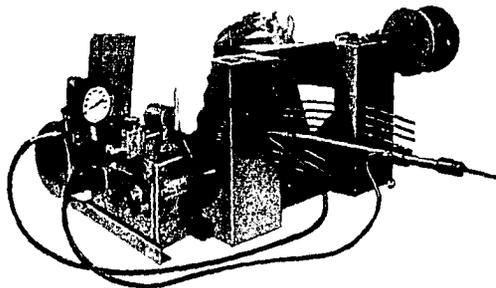


Fig. 3-20 Gatos Hidráulicos.

3.- Moldes.

Para obtener una buena calidad, fina apariencia y acabado aceptable de los productos se recomienda el uso de moldes metálicos ya que los de madera dejan mucho que desear. Además se justifica su empleo por el número de usos que puede tener cada molde y que a la postre resulta definitivo en el aspecto económico.

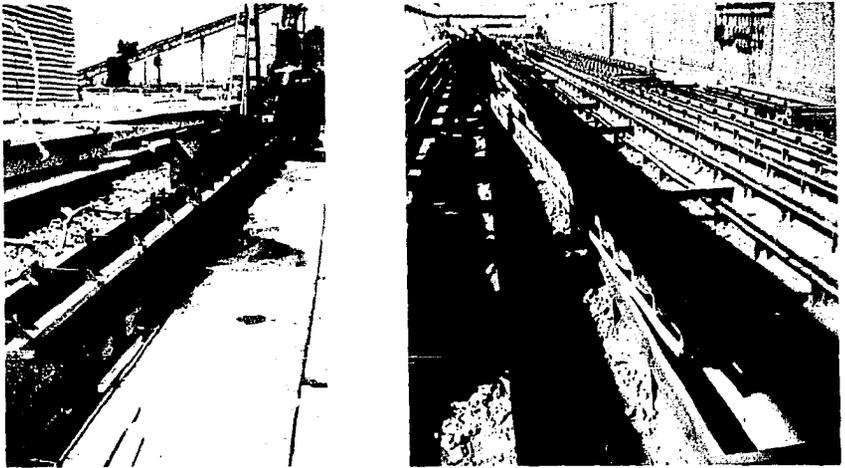


Fig. 3-21 Moldes metálicos.

El diseño del molde es sumamente importante, pues de éste dependerá su eficiencia. Un molde mal diseñado se deteriorará rápidamente y consecuentemente se obtendrán productos de mala apariencia.

En nuestro caso podemos suponer que los productos son estandard por lo tanto, en nuestra planta utilizaremos moldes metálicos.

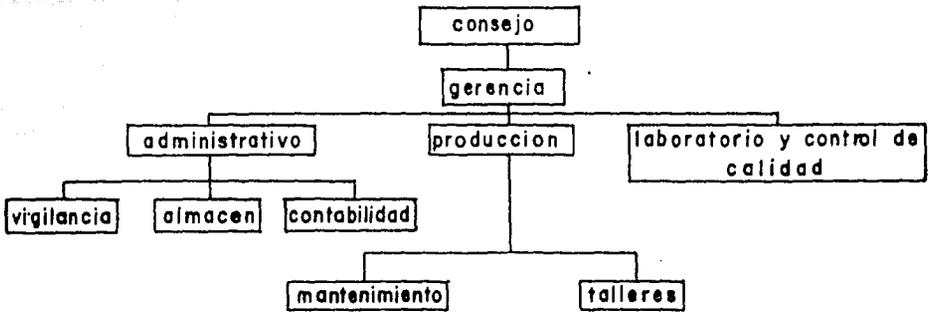
C A P I T U L O I V

Organización de la Planta.

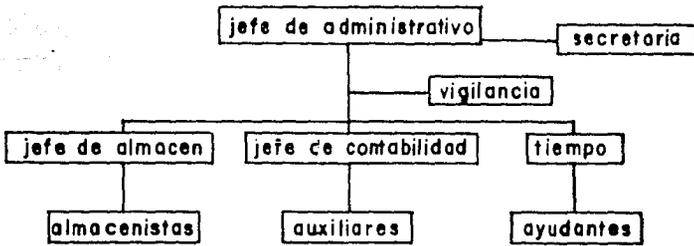
Suponemos que la planta estará constituida como una Sociedad -- que constará de las siguientes unidades o células dentro de su organización.

- 1.- Consejo de administración
- 2.- Gerencia general
- 3.- Personal técnico
- 4.- Personal administrativo
- 5.- Personal obrero

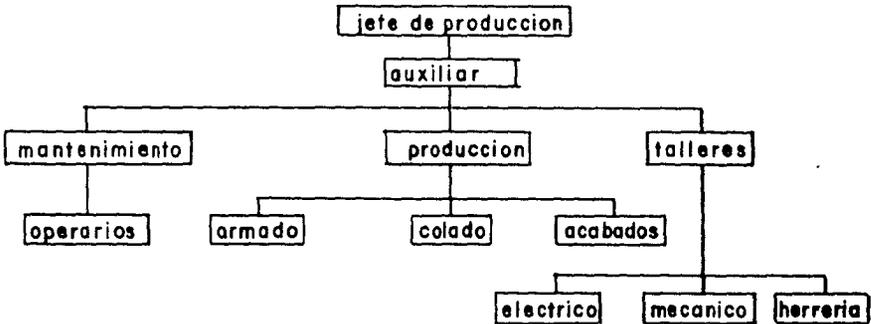
A continuación damos los organigramas de los Departamentos en -- que se divide la empresa.



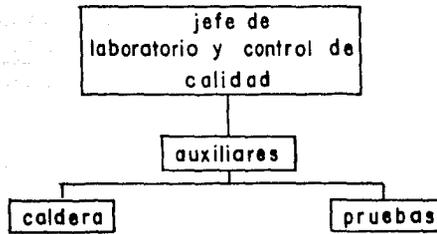
ORGANIGRAMA GENERAL



ORGANIGRAMA DEL DEPTO. ADMINISTRATIVO



ORGANIGRAMA DEL DEPTO. DE PRODUCCION



ORGANIGRAMA DEL LABORATORIO

Prescindiremos del Departamento técnico pues los cálculos se --- pueden contratar con algún especialista en la materia, cuando se presente esta necesidad.

El personal administrativo será estable, mientras que el obrero podrá variar en número dependiendo de la clase de elemento que se produzca. Un análisis más detallado lo efectuaremos en el Capítulo VI, en donde estudiaremos el aspecto económico de la planta.

C A P I T U L O V

Operaciones de Montaje, Desmontaje y Traslado de la Planta.

Para efectuar un estudio de esta capítulo utilizaremos la programación por ruta crítica (critical path method).

El CPM es un método de programación basado en el costo-tiempo - de los procesos u operaciones de una obra con los cuales se puede formar un diagrama o red esquemática que presenta las operaciones componentes y las relaciones de unas con otras. Su ejecución puede efectuarse por diferentes combinaciones de: Métodos de Construcción, equipo, capacidad de cuadrillas, horas de trabajo, etc. Los principales factores pueden ser - costo, tiempo, o ambos.

Un diagrama o red consta de actividades (representadas por flechas) y eventos, (representados por nodos). Las actividades consumen -- tiempo y los eventos no, por ser estos la terminación de una actividad.

Toda actividad tiene un evento que le precede, pudiendo ser este el inicio de todo el trabajo, o la terminación de una actividad precedente. La terminación de una actividad señala el principio de una actividad que depende de aquélla, en consecuencia, no se deben traslapar actividades. Esto permite un mayor grado de control sobre todas las operacio--

nes de la obra.

Hemos utilizado la siguiente notación para nuestra programación:



TMP = Terminación más próxima

TMT = Terminación más tardía

FT = Tiempo flotante total

FL = Tiempo flotante libre

FI = Tiempo flotante de interferencia

Una vez instalada la planta debemos encontrar el ciclo completo entre el montaje, desmontaje y el traslado de la planta a fin de que el tiempo en que se deje de producir en un sitio y el inicio de producción en otro sea nulo o, en caso contrario, éste represente el mínimo tiempo necesario.

En el caso de la elección del terreno deberá procurarse que sea sensiblemente plano lo cual aliviará en forma notable los trabajos de nivelación y conformación.

Haremos un programa de instalación primaria y posteriormente procederemos a estudiar el ciclo completo.

PROGRAMA DE INSTALACION PRIMARIA

No.	ACTIVIDAD Descripción	Dura								OBS.
		ción	IMP	IMT	TMP	TMT	FT	FL	FI	
1-2	Localic. y Renta del Terreno	15	0	0	15	15	0	0	0	*
2-3	Trazo y nivelación	4	15	15	19	19	0	0	0	*
3-4	Conformación del Terreno	5	19	19	24	24	0	0	0	*
10-4	Obtención del material	15	0	9	15	24	9	8	1	
4-5	Construcción de la cisterna	3	24	41	27	44	17	0	17	
13-9	Manufact. del marco de colado	8	28	36	36	44	8	0	8	
11-12	Obtención de la mezcladora	10	0	31	10	41	31	23	8	
12-9	Colocación de la mezcladora	3	33	41	36	44	8	0	8	
4-7	Excav. de los muertos de Anclaje	6	24	31	30	37	7	0	7	
4-6	Habilitación de Varilla	4	23	33	27	37	10	2	8	
7-8	Armado muertos de Anclaje y Losa	5	30	37	35	42	7	0	7	
8-9	Cimbrado	2	35	42	37	44	7	0	7	
9-31	Colado	12	37	44	49	56	7	0	7	
31-32	Colocación de cabezales	3	48	56	51	59	8	8	0	
18-19	Compra de la Grúa Torre	35	0	19	35	54	19	19	0	
4-14	Compactación terreno vía Grúa-Torre	8	24	24	32	32	0	0	0	*
14-16	Plantilla de la vía	4	32	32	36	36	0	0	0	*
15-16	Obtención de accesorios de vía	10	0	26	10	36	26	26	0	
16-17	Colocación de durmientes	10	36	36	46	46	0	0	0	*
17-19	Colocación de rieles	8	46	46	54	54	0	0	0	*
19-32	Erección de la Grúa Torre	5	54	54	59	59	0	0	0	*
25-26	Fabricación Carro Tolva	6	0	45	6	51	45	0	45	
26-32	Colocación de Vía Carro Tolva y Montaje	8	6	51	14	59	45	45	0	
30-32	Compra y fabricación moldes	38	0	21	38	59	21	21	0	
28-29	Manufactura torre del tinaco	4	0	53	4	57	53	0	4	
29-32	Colocación torre del tinaco	2	4	57	6	59	53	53	0	
22-23	Obtención de tubería	5	0	46	5	51	46	0	46	
23-24	Red hidráulica	7	5	52	12	59	47	47	0	
20-21	Compra de caldera	15	0	34	15	49	34	0	34	
21-32	Colocación de caldera	10	15	49	25	59	34	34	0	
23-32	Red de vapor	8	5	51	13	59	46	46	0	
10-32	Instalaciones Eléctricas	20	0	39	20	59	39	39	0	
5-32	Construcción oficinas	13	26	46	39	59	20	20	0	
27-32	Compra Equipo de oficinas	15	0	44	15	59	44	44	0	

* CRITICA

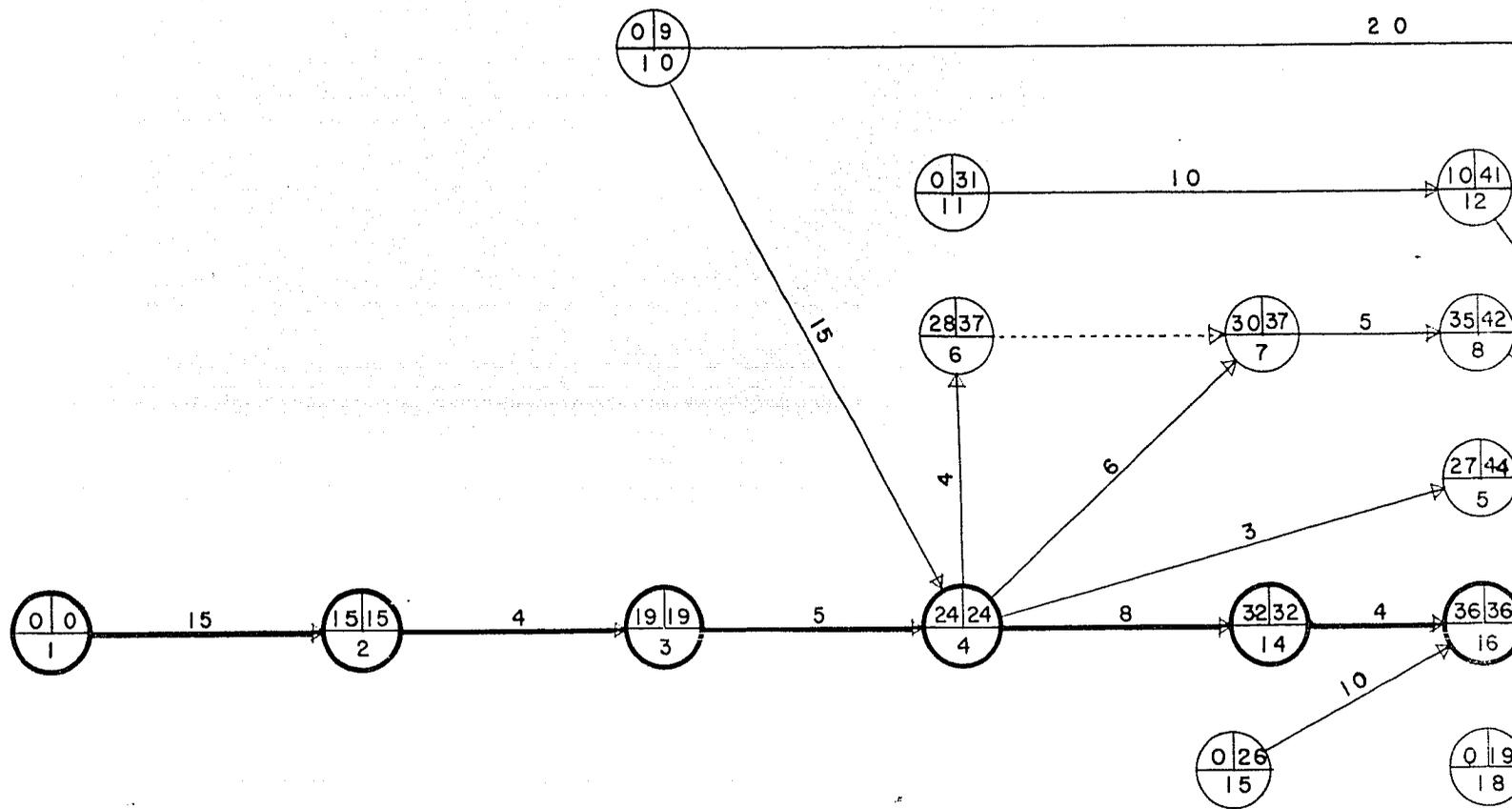
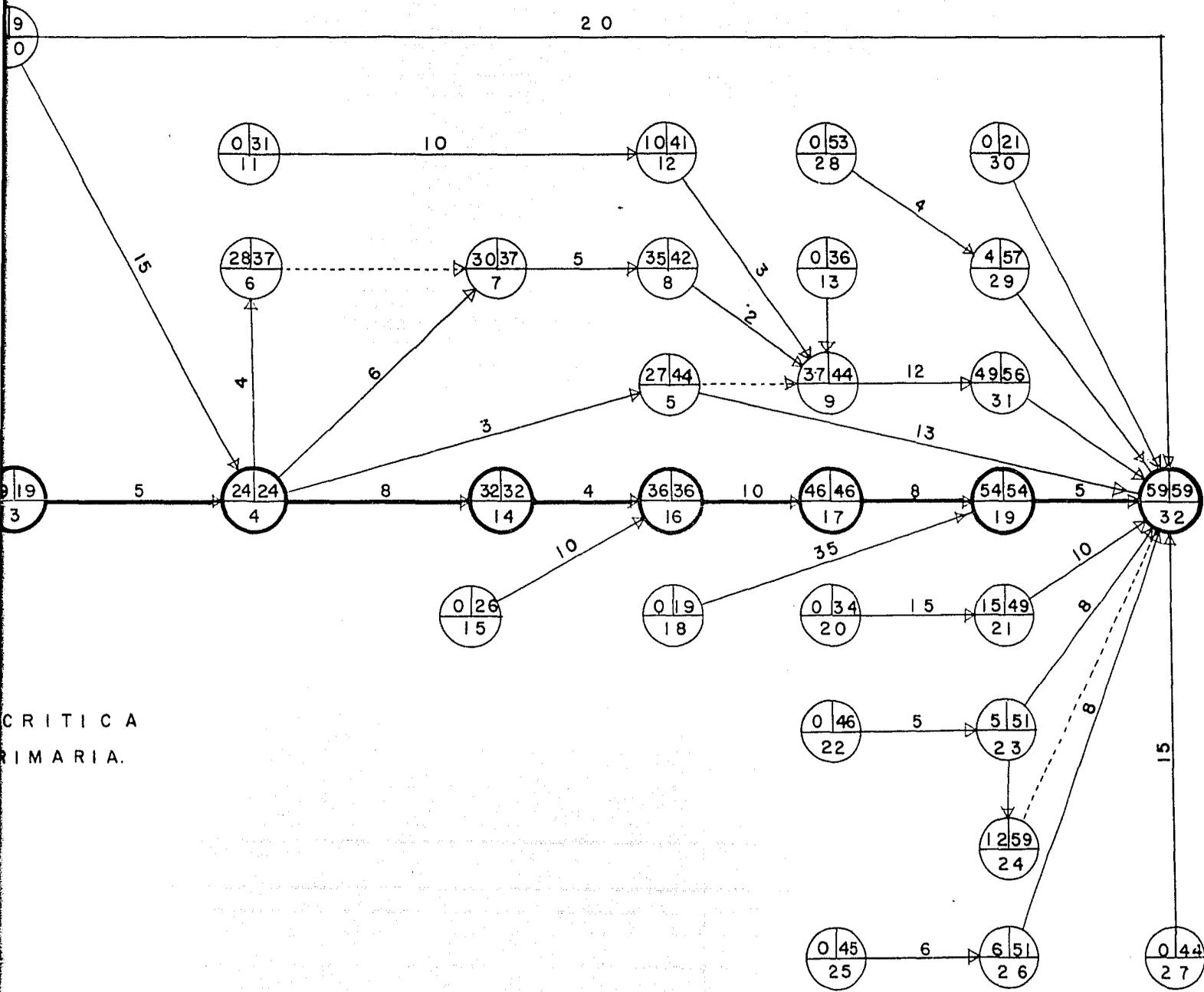
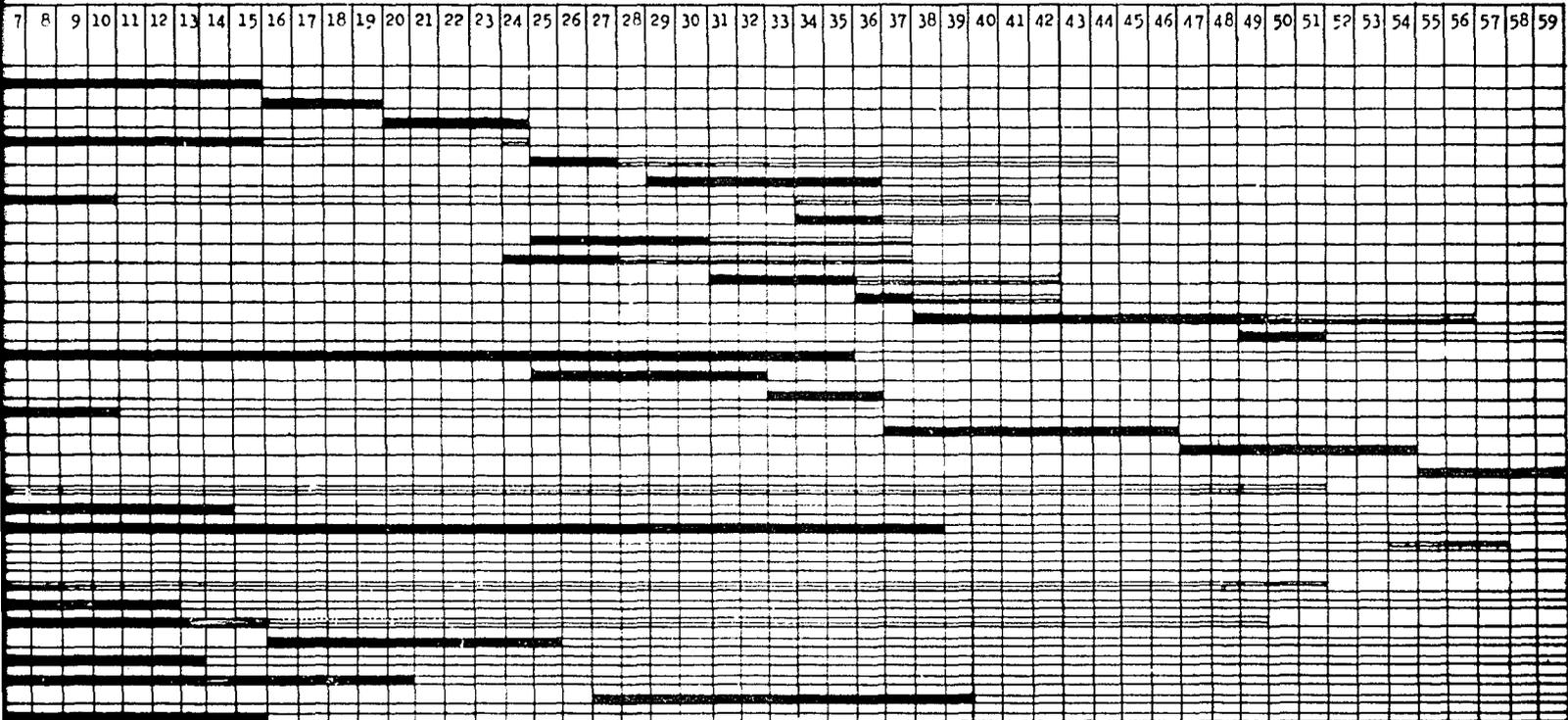


DIAGRAMA DE RUTA CRITICA
INSTALACION PRIMARIA.



CRITICA
PRIMARIA.

PROGRAMA DE INSTALACION PRIMARIA
 TIEMPO EN DIAS



ACTIVIDAD PROGRAMADA

TIEMPO FLOTANTE LIBRE

TIEMPO FLOTANTE DE INTERFERENCIA

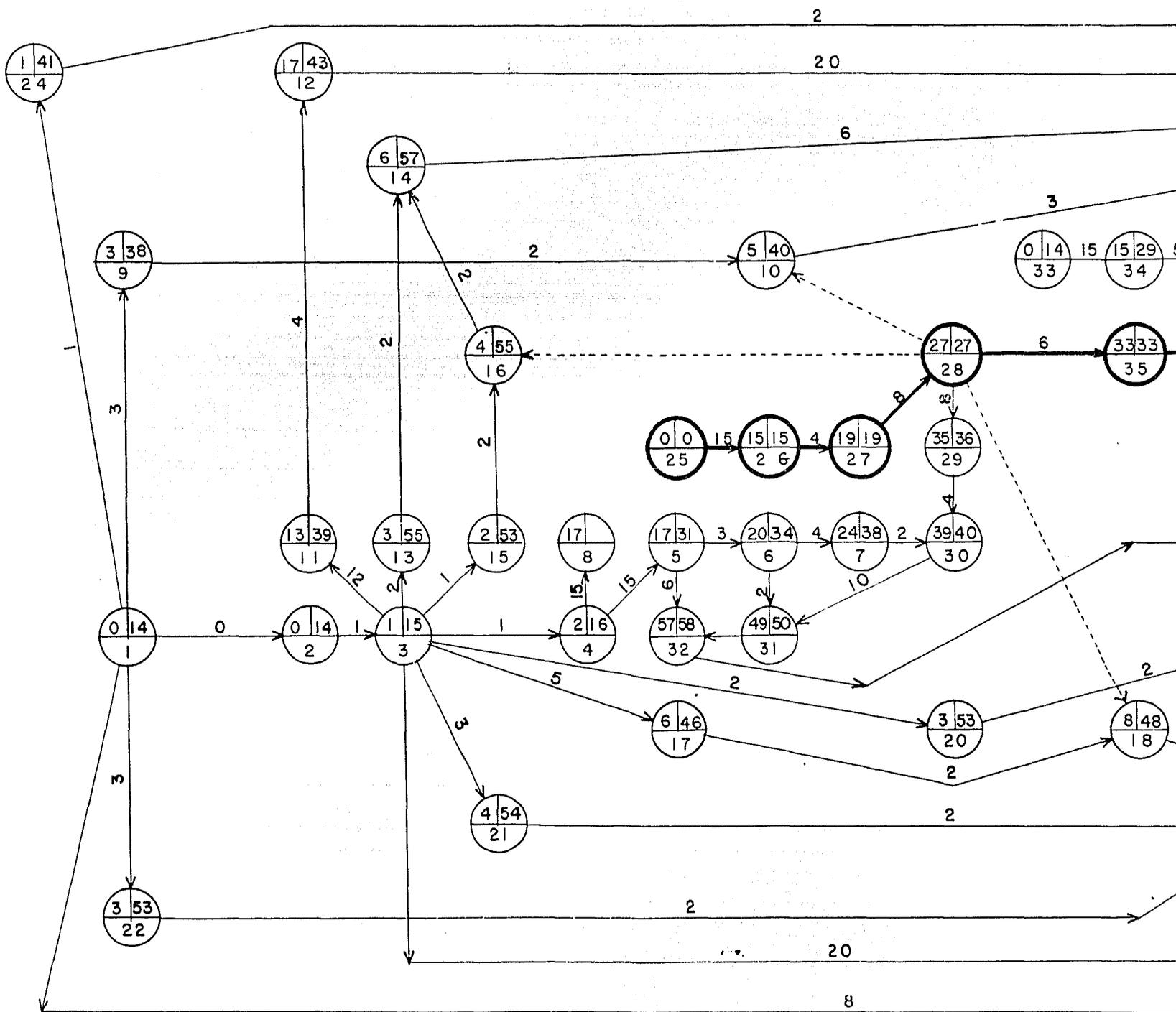
PROGRAMA DE DESMONTAJE, MONTAJE Y TRASLADO

No.	ACTIVIDAD Descripción	Dura ción								OBS.
			IMP	IMT	TMP	TMT	FT	FL	FI	
1-2	Fin de producción	0	0	14	0	14	14	14	0	
2-3	Corte de cables	1	0	14	1	15	14	0	14	
3-4	Estibe de productos	1	1	15	2	16	14			
4-8	Carga de productos	15	2	-	17	-	SE ALQUILARA CAMION			
1-24	Desmontaje del marco de colado	1	0	40	1	41	40	0	40	
24-28	Envío del marco de colado	2	1	41	3	43	40	40	0	
1-9	Desmontaje de la mezcladora	3	0	35	3	38	35	0	35	
9-10	Envío de la mezcladora	2	3	38	5	40	35	0	35	
1-22	Desmontaje de la vía del carro- tolva	3	0	50	3	53	50	0	50	
22-23	Envío de la vía del carro tolva	2	3	53	5	55	50	50	0	
3-15	Desmontaje de la torre del tinaco	1	1	52	2	53	51	0	51	
15-16	Envío de la torre del tinaco	2	2	53	4	55	51	0	51	
3-17	Desmontaje de la caldera	5	1	41	6	46	40	0	40	
17-18	Envío de la caldera	2	6	46	8	48	40	0	40	
3-21	Desmontaje de la tubería de vapor	3	1	51	4	54	50	0	50	
21-19	Envío de la tubería de vapor	2	4	54	6	56	50	10	40	
3-13	Desmontaje de la tubería de agua	2	1	53	3	55	52	0	52	
13-14	Envío de la tubería de agua	2	3	55	5	57	52	1	51	
3-20	Desmontaje de cabezales	2	1	51	3	53	50	0	50	
20-39	Envío de cabezales	2	3	53	5	55	50	50	0	
4-5	Desmontaje de la grúa torre	15	2	16	17	31	14	0	14	
5-32	Envío de la grúa torre	6	17	52	23	58	35	34	1	
5-6	Desmontaje de rieles vía grúa torre	3	17	31	20	34	14	0	14	
6-31	Envío de rieles vía grúa torre	2	20	48	22	50	28	1	27	
6-7	Desmontaje de durmientes	4	20	34	24	38	14	0	14	
7-30	Envío de durmientes	2	24	38	26	40	14	1	13	
3-11	Desmontaje instalaciones eléctricas	12	1	27	13	39	26	0	26	
11-12	Envío de Inst. eléctricas	4	13	39	17	43	26	0	26	
3-40	Envío de moldes	20	1	43	21	63	42	42	0	
1-40	Envío de equipo oficina	8	0	55	8	63	55	55	0	
25-26	Localización y renta del terreno	15	0	0	15	15	0	0	0	*
26-27	Trazo y nivelación	4	15	15	19	19	0	0	0	*
27-28	Conformación del terreno	8	19	19	27	27	0	0	0	*
33-34	Obtención de materiales	15	0	14	15	29	14	0	14	
34-37	Construcción de cisterna	5	14	38	19	43	24	24	0	
10-38	Colocación de la mezcladora	3	5	40	8	43	35	35	0	
34-40	Construcción de oficinas	18	15	45	33	63	30	30	0	
28-35	Excavación de muertos de anclaje	6	27	27	33	33	0	0	0	*
34-35	Habilitación de fierro	4	15	29	19	33	14	14	0	
35-36	Armado muertos de anclaje y losas	7	33	33	40	40	0	0	0	*
36-38	Cimbrado	3	40	40	43	43	0	0	0	*
38-39	Colado	12	43	43	55	55	0	0	0	*
39-40	Colocación de cabezales	3	55	60	58	63	5	5	0	

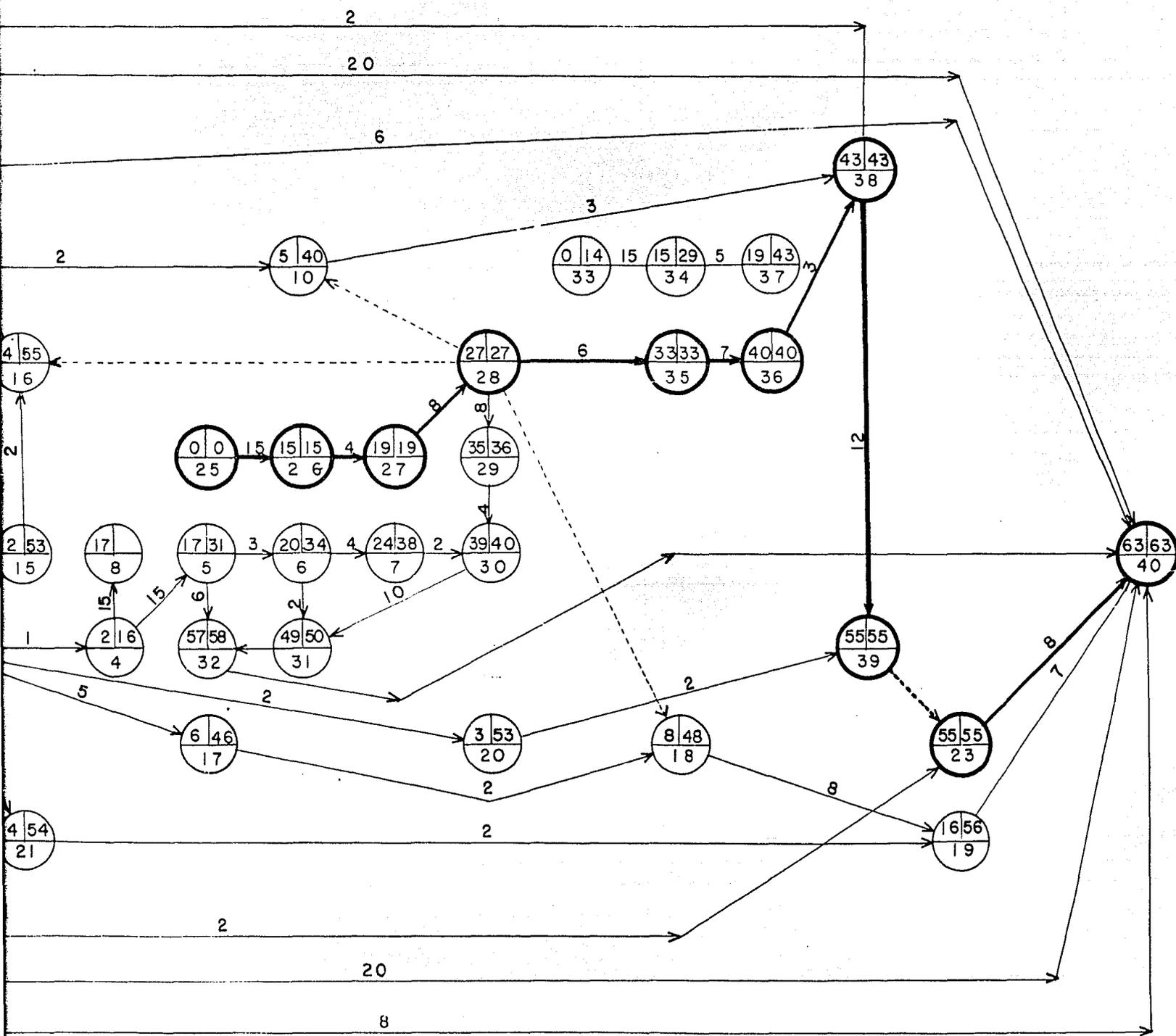
28-29	Compactación del terreno vía grúa-torre	8	27	28	35	36	1	0	1
29-30	Plantilla de la vía grúa torre	4	35	36	39	40	1	0	1
30-31	Colocación de durmientes	10	39	40	49	50	1	0	1
31-32	Colocación de rieles	8	49	50	57	58	1	0	1
32-40	Erección de grúa torre	5	57	58	62	63	1	1	0
23-40	Colocación de la vía carro tolva	8	55	55	63	63	0	0	0
16-14	Colocación de la torre del tinaco	2	4	55	6	57	51	0	51
14-40	Colocación de la tubería del agua	6	6	57	12	63	51	51	0
18-19	Colocación de la caldera	8	8	48	16	56	40	0	40
19-40	Colocación de la tubería de vapor	7	16	56	23	63	40	40	0
12-40	Colocación de la inst. eléctrica	20	17	43	37	63	26	26	0

* CRITICA

DIAGRAMA DE RUTA CRITICA DE DESMONTAJE, MONTAJE Y TRAS

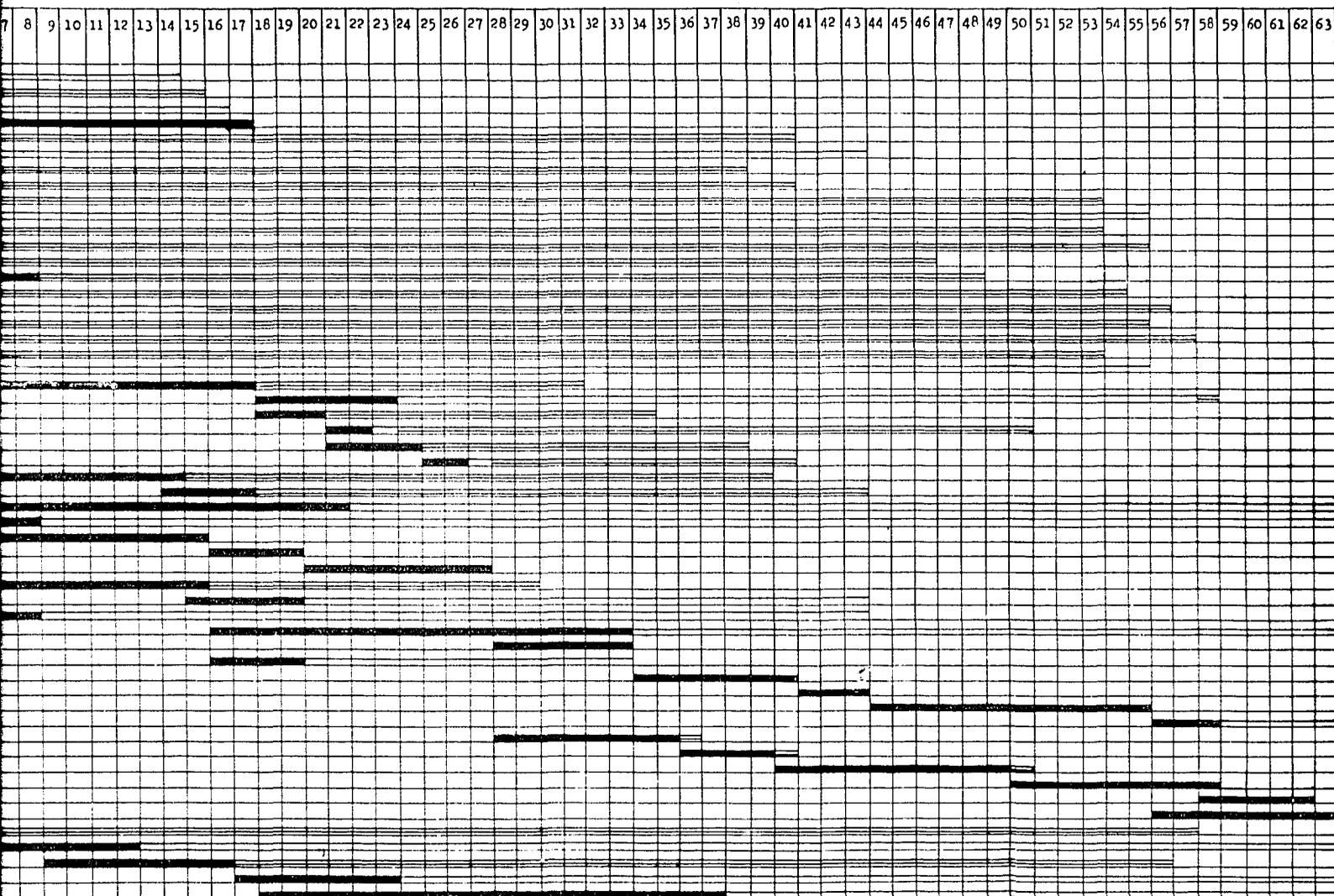


UTA CRITICA DE DESMONTAJE, MONTAJE Y TRASLADO



PROGRAMA DE DESMONTAJE, MONTAJE Y TRASLADO

TIEMPO EN DIAS



 ACTIVIDAD PROGRAMADA
 TIEMPO FLOTANTE LIBRE
 TIEMPO FLOTANTE DE INTERFERENCIA

Creemos interesante hacer notar que, según el programa, cuando-
menos 14 días antes de terminar la producción en la planta ya debe haber-
se iniciado la labor de localización y renta del terreno y por supuesto -
mucho antes ya debe estar decidido el nuevo sitio de trabajo.

C A P I T U L O VI

E s t u d i o E c o n ó m i c o .

La Economía es una parte esencial en todas las empresas modernas, ya que de ella depende la vida activa de las mismas.

Obviamente, toda obra o actividad debe ir acompañada de un estudio económico lo que nos dará una información de todo el conjunto, o de algún proceso en particular. Por principio, el ingreso de cualquier actividad económica debe ser superior a su costo.

Iniciaremos este capítulo con el costo de la maquinaria y equipo.

MAQUINARIA Y EQUIPO.-

PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
1	Grúa Torre	1	\$ 280,375.00	\$ 280,375.00
2	Rieles para Grúa	7.7 Ton.	3,000.00	23,100.00
3	Durmientes	360 m.	120.00	43,200.00
4	Accesorios de vía	Lote	3,000.00	3,000.00
5	Caldera	1	85,000.00	85,000.00
6	Marco de colado	1	20,000.00	20,000.00
7	Mezcladora	1	85,000.00	85,000.00
8	Instalaciones Eléctricas	Lote	15,000.00	15,000.00
9	Instalaciones Hidráulicas y de vapor	Lote	30,000.00	30,000.00
10	Gatos de Tensado	2	15,200.00	30,400.00
11	Polipastos Elect.	3	12,500.00	37,500.00
12	Vibradores de chicote	6	8,600.00	51,600.00
13	Bachas de concreto	4	6,000.00	24,000.00
14	Equipos de acetileno	2	2,000.00	4,000.00
15	Máquinas soldadoras	2	7,000.00	14,000.00
16	Carro tolva	1	10,000.00	10,000.00
17	Vía del Carro tolva	3.9 Ton.	3,000.00	11,700.00
18	Equipo de oficina	Lote	15,000.00	15,000.00
19	Pulidoras	3	3,000.00	9,000.00
20	Mobiliario	Lote	10,000.00	10,000.00
21	Torre de Tinaco	1	4,000.00	4,000.00
22	Cabezales de tensado	2.65 Ton.	2,500.00	6,600.00
23	Vehículo	1	60,000.00	60,000.00
24	Bomba de agua	1	5,000.00	5,000.00
25	Herramientas de armado, colado y taller	Lote	28,000.00	28,000.00
26	Equipo de Laboratorio	Lote	25,000.00	25,000.00

T O T A L : . . .				\$ 930,475.00
27	Moldes metálicos para postes	64	\$ 9,000.00	\$ 576,000.00
28	Moldes metálicos para durmientes	210	2,000.00	420,000.00
29	Moldes metálicos para traves RB	72	3,000.00	216,000.00
30	Moldes metálicos para traves IB	29	7,000.00	203,000.00
31	Moldes metálicos para traves J	36	4,000.00	144,000.00

GASTOS DE INSTALACION.-

PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
1	Trazo y nivelación del terreno	6,409.09 m ²	\$ 1.00 m ²	\$ 6,409.09
2	Conformación	3,260.00 m ²	9.00 m ²	29,340.00
3	Cisterna	Lote		6,000.00
4	Bases para Mezcladora	Lote		2,000.00
5	Construc. de oficinas y almacén	100 m ²	220.00 m ²	22,000.00
6	Muertos de anclaje	220 m ³		179,960.00
7	Losa en mesa de colado	1,275 m ²	70.00 m ²	89,250.00
8	Coloc. de vía grúa torre	106 m	120.00 m.	12,720.00
9	Coloc. de vía para carro tolva	100 m	20.00 m.	2,000.00
10	Instalac. Caldera	Lote		8,000.00
11	Instalac. Torre del Tinaco	Lote		900.00
12	Instalac. tubería de agua	Lote		3,000.00
13	Instalac. tubería de vapor	Lote		6,000.00
14	Instalac. Eléct.	Lote		9,000.00
15	Instalac. Cabezales	20 pzs.	50.00	1,000.00
16	Instalac. Varias	Lote		5,000.00
17	Limpieza General	Lote		3,000.00

TOTAL				\$ 385,579.00

GASTOS DE TRANSPORTE DE LA PLANTA.-

PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	T O T A L
1	Transporte Marco de Colado.	3	Ton.	150.00	450.00
2	Desmontaje Marco de Colado	::	Lote		200.00
3	Transporte Mezcladora	4	Ton.	150.00	600.00
4	Desmontaje de la Mezcladora		Lote		400.00
5	Transporte Carro Tolva	1	Ton.	150.00	150.00
6	Desmontaje Carro Tolva		Lote		50.00
7	Desmontaje Vía - Carro Tolva		Lote		300.00
8	Transporte Vía - Carro Tolva	3.9	Ton.	150.00	585.00
9	Desmontaje Torre Tinaco		Lote		200.00
10	Transporte Torre de Tinaco		Lote		300.00
11	Desmontaje de la Caldera		Lote		500.00
12	Transp. Caldera	3.5	Ton.	150.00	525.00
13	Desm. Tub. Vapor		Lote		600.00
14	Transp. Tub. Vapor	3	Ton.	150.00	450.00
15	Desm. Tub. Agua		Lote		400.00
16	Transp. Tub. Agua	0.5	Ton.	150.00	75.00
17	Desm. cabezales		Lote		300.00
18	Transp. cabezales	3.3	Ton.	150.00	495.00
19	Desm. Grúa Torre		Lote		3,000.00
20	Transp. Grúa Torre	12	Ton.	150.00	1,800.00
21	Desm. rieles G. T.		Lote		1,000.00
22	Transp. rieles G. T.	6	Ton.	150.00	900.00
23	Desm. durmientes		Lote		700.00
24	Transp. durmientes	25	Ton.	150.00	3,750.00
25	Desm. Inst. Eléct.		Lote		1,000.00
26	Transp. Inst. Eléct.		Lote		500.00
T O T A L :					\$19,230.00
27	Transp. Moldes Postes	64	Ton.	150.00	9,600.00
28	Transp. Moldes durmientes	63	Ton.	150.00	9,450.00
29	Transp. Moldes RB	72	Ton.	150.00	10,800.00
30	Transp. Moldes IB	43.5	Ton.	150.00	6,525.00
31	Transp. Moldes <u> </u>	43.2	Ton.	150.00	6,480.00

Particularizando para cada producto tenemos:

Postes	19,230.00 + 9,600.00 = 28,830.00
Durmientes	19,230.00 + 9,450.00 = 28,680.00
Vigas RB	19,230.00 + 10,800.00 = 30,030.00
Vigas IB	19,230.00 + 6,525.00 = 25,755.00
Vigas \perp	19,230.00 + 6,480.00 = 25,710.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.-

De acuerdo con las condiciones que nos hemos fijado, este estudio de precios se deberá hacer separadamente para cada producto.

Primero estudiaremos los factores que son comunes para todos y luego procederemos al estudio particular.

CARGOS FIJOS.-

Comprenderán: Cargo por Depreciación, interés, seguros, almacenamiento e impuestos.

El cargo por depreciación lo tomaremos lineal:

$$C_D = \frac{P_a - V_r}{V_u}$$

C_D = Cargo por depreciación

P_a = Precio de adquisición

V_r = Valor de rescate

V_u = Vida útil

Cargos por intereses.-

Al adquirir una máquina ésta representa una inversión y por lo tanto el capital invertido deberá devengar intereses.

$$C_i = i \times \frac{1}{2} \left(Pa + \frac{Pa}{n} \right)$$

i = tasa de interés (tomaremos 10%)

n = número de años de vida útil.

Cargo por seguros.-

Generalmente las máquinas se deben asegurar puesto que representan bienes de capital sujetos a riesgos.

$$C_s = S \times \frac{1}{2} \left(Pa + \frac{Pa}{n} \right)$$

S = tasa anual de seguros.

En nuestro caso tomaremos:

S = 5% en vehículos

S = 3% en maquinaria pesada

Cargos por impuestos.-

Estos cargos se refieren a gravaciones sobre las máquinas.

$$C_r = \frac{1}{2} F \left(Pa + \frac{Pa}{n} \right)$$

F = Impuesto anual.

Cargo por almacenamiento.-

Este cargo depende del volumen de la máquina y es función del valor del terreno donde se almacena.

Para nuestro estudio será suficiente con efectuar el análisis de precios tomando en consideración únicamente los tres primeros cargos en los conceptos que lo ameriten. Tomaremos el cargo por día.

1.- GRUA TORRE.-

$$C_D = \frac{280,375.00 - 28,037.50}{3,000} = \$ 84.11/\text{día.}$$

$$C_I = 0.1 \times \left(280,375.00 + \frac{280,375.00}{10} \right) \frac{1}{300} = \frac{15,420.63}{300} = \$ 51.40$$

$$C_S = 0.03 \times \left(280,375.00 + \frac{280,375.00}{10} \right) \frac{1}{300} = \frac{4,626.19}{300} = \$ 15.42 \quad \$ 150.93/\text{día.}$$

2.- RIELES DE LA GRUA TORRE.-

$$C_D = \frac{23,100.00 - 2,310.00}{3,000} = \frac{20,790.00}{3,000} = \$ 6.93$$

$$C_I = 0.1 \times \left(23,100.00 + \frac{23,100.00}{10} \right) \frac{1}{300} = \frac{1,270.00}{300} = \$ 4.26 \quad \$ 11.19$$

3.- DURMIENTES.-

$$C_D = \frac{43,200.00 - 4,320.00}{3,000} = \frac{38,880.00}{3,000} = \$ 12.96$$

$$C_I = 0.1 \times \left(43,200.00 + \frac{43,200.00}{10} \right) \frac{1}{300} = \frac{23,760.00}{300} = \$ 7.92 \quad \$ 20.88$$

4.- ACCESORIOS PARA VIA.-

$$C_D = \frac{3,000.00 - 300.00}{3,000} = \frac{2,700.00}{3,000} = \$ 0.90$$

$$C_I = 0.1 \times \left(3,000.00 + \frac{3,000.00}{10} \right) \frac{1}{300} = \frac{165.00}{300} = \$ 0.55 \quad \$ 1.45$$

5.- CALDERA.-

$$C_D = \frac{85,000.00 - 8,500.00}{3,000} = \frac{76,500.00}{3,000} = \$ 25.50$$

$$C_I = 0.1 \times \left(85,000.00 + \frac{85,000.00}{10} \right) \frac{1}{300} = \frac{4,675.00}{300} = \$ 15.60$$

$$C_S = 0.03 \times \left(85,000.00 + \frac{85,000.00}{10} \right) \frac{1}{300} = \frac{1,402.50}{300} = \$ 4.67 \quad \$ 45.77$$

6.- MARCO DE COLADO.-

$$C_D = \frac{20,000.00 - 2,000.00}{3,000} = \frac{18,000.00}{3,000} = \$ 6.00$$

$$C_I = 0.1 \times \left(20,000.00 + \frac{20,000.00}{10} \right) \frac{1}{300} = \frac{1,100.00}{300} = \$ 3.66 \quad \$ 9.66$$

7.- MEZCLADORA.-

$$C_D = \frac{85,000.00 - 8,500.00}{1,500} = \frac{76,500}{1,500} = \$ 56.32$$

$$C_i = 0.1 \times \left(85,000.00 + \frac{85,000.00}{5} \right) \frac{1}{300} = \frac{5,100.00}{300} = \$ 17.00$$

$$C_s = 0.03 \times \left(85,000.00 + \frac{85,000.00}{5} \right) \frac{1}{300} = \frac{1,530.00}{300} = \$ 5.10 \quad \$ 78.32$$

8.- INSTALACION ELECTRICA.-

$$C_D = \frac{15,000.00 - 1,500.00}{1,500} = \frac{13,500.00}{1,500} = \$ 9.00$$

$$C_i = 0.1 \times \left(15,000.00 + \frac{15,000.00}{5} \right) \frac{1}{300} = \frac{900.00}{300} = \$ 3.00 \quad \$ 12.00$$

9.- INSTALACION HIDRAULICA Y DE VAPOR.-

$$C_D = \frac{30,000.00 - 3,000.00}{3,000} = \frac{27,000.00}{3,000} = \$ 9.00$$

$$C_i = 0.1 \times \left(30,000.00 + \frac{30,000.00}{10} \right) \frac{1}{300} = \frac{1,650.00}{300} = \$ 5.50 \quad \$ 14.50$$

10.- GATOS DE TENSADO.

$$C_D = \frac{30,400.00 - 3,040.00}{1,500} = \frac{27,360.00}{1,500} = \$ 18.24$$

$$C_i = 0.1 \times \left(30,400.00 + \frac{30,400.00}{5} \right) \frac{1}{300} = \frac{1,824.00}{300} = \$ 6.08$$

$$C_s = 0.03 \times \left(30,400.00 + \frac{30,400.00}{5} \right) \frac{1}{300} = \frac{547.20}{300} = \$ 1.82 \quad \$ 26.14$$

11.- POLIPASTOS.-

$$C_D = \frac{37,500.00 - 3,750.00}{1,500} = \frac{33,850.00}{1,500} = \$ 22.56$$

$$C_I = 0.1 \times \frac{1}{2} \times \left(37,500.00 + \frac{37,500.00}{5} \right) \frac{1}{300} = \$ 7.50 \quad \$ 30.06/d \text{ a.}$$

12.- VIBRADORES DE CHICOTE.-

$$C_D = \frac{51,600.00 - 5,160.00}{600} = \frac{46,440.00}{600} = \$ 74.06$$

$$C_I = 0.1 \times \frac{1}{2} \times \left(51,600.00 + \frac{51,600.00}{2} \right) \frac{1}{300} = \$ 12.90 \quad \$ 86.96$$

13.- BACHAS DE CONCRETO.-

$$C_D = \frac{24,000.00 - 2,400.00}{900} = \frac{21,600.00}{900} = \$ 24.00$$

$$C_I = 0.1 \times \frac{1}{2} \times \left(24,000.00 + \frac{24,000.00}{3} \right) \frac{1}{300} = \$ 5.33 \quad \$ 29.33$$

14.- EQUIPOS DE ACETILENO.-

$$C_D = \frac{4,000.00 - 400.00}{1,500.0} = \frac{3,600.00}{1,500} = \$ 2.40$$

$$C_I = 0.1 \times \frac{1}{2} \times \left(4,000.00 + \frac{4,000.00}{5} \right) \frac{1}{300} = \$ 0.80 \quad \$ 3.20$$

15.- MAQUINAS SOLDADORAS.-

$$C_D = \frac{14,000.00 - 1,400.00}{3,000} = \frac{12,600.00}{3,000} = \$ 4.20$$

$$C_I = 0.1 \times \left(14,000.00 + \frac{14,000.00}{10} \right) \frac{1}{300} = \$ 2.56 \quad \$ 6.76$$

16.- CARRO TOLVA.-

$$C_D = \frac{10,000.00 - 1,000.00}{3,000} = \frac{9,000.00}{3,000} = \$ 3.00$$

$$C_I = 0.1 \times \left(10,000.00 + \frac{10,000.00}{10} \right) \frac{1}{300} = \$ 1.83 \quad \$ 4.83$$

17.- VIA DEL CARRO TOLVA.-

$$C_D = \frac{11,700.00 - 1,170.00}{3,000} = \frac{10,530.00}{3,000} = \$ 3.51$$

$$C_I = 0.1 \times \left(11,700.00 + \frac{11,700.00}{10} \right) \frac{1}{300} = \$ 2.14 \quad \$ 5.65$$

18.- EQUIPO DE OFICINA.-

$$C_D = \frac{15,000.00 - 1,500.00}{1,500} = \frac{13,500.00}{1,500} = \$ 9.00$$

$$C_I = 0.1 \times \left(15,000.00 + \frac{15,000.00}{5} \right) \frac{1}{300} = \$ 3.00 \quad \$ 12.00$$

19.- PULIDORAS.-

$$C_D = \frac{9,000.00 - 900.00}{300} = \frac{8,100.00}{300} = \$ 27.00$$

$$C_I = 0.1 \times \left(9,000.00 + \frac{9,000.00}{1} \right) \cdot \frac{1}{300} = \$ 3.00 \quad \$ 30.00$$

20.- MOBILIARIO.-

$$C_D = \frac{10,000.00 - 1,000.00}{3,000} = \frac{9,000.00}{3,000} = \$ 3.00$$

$$C_I = 0.1 \times \left(10,000.00 + \frac{10,000.00}{10} \right) \cdot \frac{1}{300} = \$ 1.83 \quad \$ 4.83$$

21.- TORRE DEL TINACO.-

$$C_D = \frac{4,000.00 - 400.00}{3,000} = \frac{3,600.00}{3,000} = \$ 1.20$$

$$C_I = 0.1 \times \left(4,000.00 + \frac{4,000.00}{10} \right) \cdot \frac{1}{300} = \$ 0.73 \quad \$ 1.93$$

22.- CABEZALES DE TENSADO.-

$$C_D = \frac{6,600.00 - 660.00}{3,000} = \frac{5,940.00}{3,000} = \$ 1.98$$

$$C_I = 0.1 \times \left(6,600.00 + \frac{6,600.00}{10} \right) \cdot \frac{1}{300} = \$ 1.21 \quad \$ 3.19$$

23.- VEHICULOS.-

$$C_D = \frac{60,000 - 6,000.00}{1,500} = \quad \$ 36.00$$

$$C_I = 0.1 \times \left(60,000.00 + \frac{60,000.00}{5} \right) \frac{1}{300} = \quad \$ 12.90 \quad \$ 48.90$$

24.- BOMBA DE AGUA.-

$$C_D = \frac{5,000.00 - 500.00}{900} = \frac{4,500.00}{900} = \quad \$ 5.00$$

$$C_I = 0.1 \times \left(5,000.00 + \frac{5,000.00}{3} \right) \frac{1}{300} = \quad \$ 1.11 \quad \$ 6.11$$

25.- HERRAMIENTAS.-

$$C_D = \frac{28,000.00 - 2,800.00}{300} = \frac{25,200.00}{300} = \quad \$ 84.00$$

$$C_I = 0.1 \times \left(28,000.00 + \frac{28,000.00}{1} \right) \frac{1}{300} = \quad \$ 9.33 \quad \$ 93.33$$

26.- EQUIPO DE LABORATORIO.-

$$C_D = \frac{25,000.00 - 2,500.00}{1,500} = \frac{22,500.00}{1,500} = \quad \$ 15.00$$

$$C_I = 0.1 \times \left(25,000.00 + \frac{25,000.00}{5} \right) \frac{1}{300} = \quad \$ 5.00 \quad \$ 20.00$$

TOTAL = \$757.92

M O L D E S . -

27.- POSTES.-

$$C_0 = \frac{576,000.00 - 57,600.00}{1,000} = \frac{518,400.00}{1,000} = \$ 518.40$$

$$C_1 = 0. i \times \left(576,000.00 + \frac{576,000.00}{3.3} \right) \frac{i}{300} = \$ 125.09 \quad \$ 643.49$$

28.- DURMIENTES.-

$$C_0 = \frac{420,000.00 - 42,000.00}{1,000} = \frac{378,000.00}{1,000} = \$ 378.00$$

$$C_1 = 0. i \times \left(420,000.00 + \frac{420,000.00}{3.3} \right) \frac{i}{300} = \$ 91.21 \quad \$ 469.21$$

29.- TRABES RB.-

$$C_0 = \frac{216,000.00 - 21,600.00}{1,000} = \frac{194,400.00}{1,000} = \$ 194.40$$

$$C_1 = 0. i \times \left(216,000.00 + \frac{216,000.00}{3.3} \right) \frac{i}{300} = \$ 52.09 \quad \$ 246.49$$

30.- TRABES IB.-

$$C_0 = \frac{203,000.00 - 20,300.00}{1,000} = \frac{182,700.00}{1,000} = \$ 182.70$$

$$C_1 = 0. i \times \left(203,000.00 + \frac{203,000.00}{3.3} \right) \frac{i}{300} = \$ 40.86 \quad \$ 223.56$$

31.- TRABES T INVERTIDAS.-

$$C_0 = \frac{144,000.00 - 14,400.00}{1,000} = \frac{129,600.00}{1,000} = \$ 129.60$$

$$C_1 = 0.1 \times \left(144,000.00 + \frac{144,000.00}{3.3} \right) \frac{1}{300} = \$ 30.73 \quad \$ 160.33$$

Cargos Administrativos.

1.- Gerencia

Gerente	\$ 10,000.00/mensual	
secretaria	1,800.00	\$ 11,800.00

2.- Administrativo

Jefe de Administración	4,500.00	
secretaria	1,250.00	
Jefe Almacén	2,500.00	
Jefe Contabilidad	4,000.00	
2 almacenistas	2,300.00	
2 Auxiliares Contabilidad	3,600.00	
2 Vigilantes	4,400.00	
2 Ayudantes de Tiempo	2,500.00	
Tomador de Tiempo	1,150.00	
Mozo	1,000.00	
Chofer	1,500.00	28,700.00

3.- Departamento Producción

Jefe de Producción	6,000.00	
Auxiliar Producción	2,500.00	8,500.00

4.- Laboratorio

Jefe Laboratorio	5,000.00	
Auxiliar	2,500.00	
2 Caldereros	2,800.00	
2 Ayudantes	2,200.00	12,500.00
		\$ 61,500.00

Consideramos un factor de 1.3

$$\text{cargo/día} = \frac{61,500.00}{30} \times 1.3 = \$ 2,665.00$$

Analizaremos ahora el precio unitario de cada uno de los productos.

1.- Postes.-

Producción por día = 64 postes.
Volumen = 23 m³

a).- Materiales.-

Cemento	= 0.500 x 23 x \$ 300.00 =	\$ 3,450.00/día
Arena	= 23 x 0.455 x \$ 35.00 =	367.00
Grava	= 23 x 0.740 x \$ 35.00 =	595.00
Acero de presfuerzo		
	3,432 m x 0.450 Kg/m. x \$ 6.00/kg =	9,266.40
Acero de Refuerzo		
	Longitudinal ϕ 1/4 G.D. -650 Kg. x \$ 5.00 =	3,250.00
	Estribos y Ganchos ϕ 1/4"-1,250m x 312 Kg. x \$ 3.00	936.00
	Alambre recocido : 64 kg. x \$ 3.00 =	192.00
Molducreto	\$ 8.00 x 64 =	512.00
Diesel	\$ 0.36 x 64 =	23.04
		\$ 18,591.44
	Desperdicio 3 %	557.74
		<hr/>
	TOTAL	\$ 19,149.18

b).- MANO DE OBRA.-

Tomaremos como salario el existente en el D.F.
Determinación de salarios.

Salario mínimo	\$ 28.50
70. día = $28.50/6 = 4.75$	4.75
Días de descanso obligatorio	
$\frac{5}{308} = 28.50$	0.46
Seguro Social 15% de 28.50	4.28
Vacaciones Prom. $\frac{8}{308} \times 28.50$	0.74
Sub-total	\$ 38.73
Impuesto 4% \$ 28.50	1.14
Salario Real	\$ 39.87

$$\text{Factor} = \frac{38.73}{28.50} = 1.36$$

Personal necesario	Salario	Total
1 Sobrestante	1 x 75.00 x 1.36	\$ 102.00
1 Jefe de mantenimiento	1 x 60.00 x 1.36	81.60
2 Operarios	2 x 32.00 x 1.36	89.02
1 maestro de armado	1 x 60.00 x 1.36	81.60
1 maestro de colado	1 x 60.00 x 1.36	81.60
1 cabo de armado	1 x 45.00 x 1.36	61.20
3 oficiales	3 x 38.00 x 1.36	155.04
25 peones de armado	25 x 39.87	996.75
2 cabos de colado	2 x 45.55 x 1.36	122.40
4 albañiles	4 x 38.00 x 1.36	176.72
15 peones de colado	15 x 39.87	598.05
2 ayudantes de revol. v.	2 x 32.00 x 1.36	87.04
4 acarreo de material	4 x 39.87	159.48
1 maestro electricista	1 x 55.00 x 1.36	74.80
2 ayudantes	2 x 35.00 x 1.36	95.20
1 maestro mecánico	1 x 55.00 x 1.36	74.80
1 ayudante	1 x 32.00 x 1.36	43.51
1 maestro herrero	1 x 55.00 x 1.36	74.80
1 ayudante	1 x 32.00 x 1.36	43.51
1 oficial de resanes	1 x 38.00 x 1.36	51.64
4 ayudantes	4 x 32.00 x 1.36	174.08
1 operador de grua	1 x 40.00 x 1.36	54.40
2 ayudantes	2 x 30.00 x 1.36	81.60
1 oficial para limpiar mandriles	1 x 38.00 x 1.36	51.64
5 peones para limpiar mandriles	5 x 39.87	199.35
1 Enc. maniobras	1 x 40.00 x 1.36	54.40
2 peones para maniobras	2 x 39.87	79.74
	TOTAL	\$ 3,945.97

c).- INDIRECTOS.-

1.- Curado de vapor

Combustible 570 lts. \$ 0.36	\$ 205.20	\$/día.
Agua 6000 lts. \$ 0.005	3.00	\$ 208.20/día

2.- Depreciación

General	\$ 757.92	
Moldes	\$ 643.49	
Cuñas de Anclaje	17.00	1,418.41

$$64 \left(128 \text{ cuñas} \times \frac{\$ 80.00}{300 \text{ usos}} \right)$$

3.- Personal administrativo		\$ 2,665.00
4.- Energía Eléctrica		160.00
5.- Renta del terreno	$\frac{\$ 10,000.00}{30}$	333.33
6.- Maniobras	\$ 10.00/pza. x 64	640.00
7.- Acabados	\$ 5.00/pza. x 64	320.00
8.- Polines para tongas	2 pzas. por cada 8 postes \$ 30.00 pza.	480.00
9.- Cargo Estimado por Reparaciones y Refacciones- Generales.		50.00
10.- Acarreo y Cascajos		150.00
11.- Gasolina		80.00
12.- Limpieza de la planta		120.00
		<hr/>
	TOTAL	\$ 6,624.94

El estudio lo haremos para un tiempo de permanencia de la planta en un sitio determinado de un año.

Materiales		19,149.18	
Mano de Obra		3,945.97	
		23,095.15	\$ 23,095.15

Indirectos		6,624.94
Instalación	$\frac{385,579.00}{365} =$	1,056.38

Transporte de la Planta	$-\frac{28,830.00}{365} =$	78.99
		7,760.31

		7,760.31
TOTAL:		<u>\$ 30,855.46</u>

Costo Directo		30,855.46
---------------	--	-----------

Imprevistos 3 %		925.66
-----------------	--	--------

SUBTOTAL		31,781.12
----------	--	-----------

Utilidad 10 %		3,178.11
---------------	--	----------

TOTAL		<u>34,959.23</u>
-------	--	------------------

Precio/pza =	$\frac{34,959.23}{64} =$	\$ 546.24
--------------	--------------------------	-----------

Precio/m ³ =	$\frac{546.24}{0.358} =$	\$ 1,525.81
-------------------------	--------------------------	-------------

2.- Durmientes

Producción por día =	210 pzas.
----------------------	-----------

Volumen =	31.5 m ³
-----------	---------------------

a).- Materiales

Cemento :	0.500 x 31.5 x \$ 300.00 =	\$ 4,730.00
-----------	----------------------------	-------------

Arena:	0.455 x 31.5 x \$ 35.00 =	510.00
--------	---------------------------	--------

Grava:	0.740 x 31.5 x \$ 35.00 =	\$ 817.00
Acero de pres- fuerzo:	2.570m x 0.450 x \$ 6.00 =	6,940.00
Molducreto =	0.3 x 210 x \$ 8.00 =	505.00
Diesel =	0.2 x 210 x \$ 0.36 =	152.00
		13,654.00
	Desperdicio 2 %	273.08
	TOTAL:	\$ 13,927.08

b).- Mano de obra

1 sobrestante	102.00
1 jefe de mantenimiento	81.60
2 operarios	89.02
1 maestro de armado	81.60
1 maestro de colado	81.60
1 cabo de armado	61.20
2 oficiales	103.36
10 peones de armado	398.70
2 cabos de colado	122.40
3 albañiles	155.04
12 peones	478.44
2 ayudantes en revol.	87.04
4 peones acarreo de mat.	159.48
1 maestro electricista	74.80
2 ayudantes	95.20
1 maestro mecánico	74.80
1 ayudante	43.51
1 maestro herrero	74.80
1 ayudante	43.52
1 oficial de acabados	51.64
2 ayudantes	87.04
1 operador de grúa	54.40
2 ayudantes	81.60

1 enc. maniobras		\$	54.40
2 peones de maniobras			79.74
			<hr/>
	TOTAL	\$	2,816.93

c).- Indirectos

1.- Curado de vapor (10 hrs.)			208.20
2.- Depreciación			
General	757.92		
moldes	469.21		
Cuñas de anclaje 48 x \$ 80.00/300	12.80		1,239.93
3.- Administrativo			2,665.00
4.- Energía Eléctrica			160.00
5.- Renta del terreno			333.33
6.- Maniobras	\$ 2.00/pza x 210		420.00
7.- Acabados	\$ 0.50/pza x 210		105.00
8.- Reps. y Refs. Grls.			50.00
9.- Acarreo de cascajo			150.00
10.- Gasolina			80.00
11.- Limpieza de la Planta			100.00
			<hr/>
	TOTAL	\$	5,511.46

Materiales	13,654.00		
Mano de obra	2,816.93		16,470.93
Indirectos			5,511.46
Instalación			1,056.38
Trasp. Planta	28,680.00		78.58
	<hr/>		
	365		
		TOTAL	\$ 23,117.35

Costo Directo		23,117.35
Imprevistos 3%		693.52
	SUB TOTAL	23,810.87
	Utilidad 10 %	2,381.09
	T O T A L	26,191.96

Precio/pza. =	$\frac{26,191.96}{210}$	=	\$ 124.72
Precio/m ³ =	$\frac{124.72}{0.150}$	=	\$ 831.47

3.- Trabes R.B.

Producción por día =	64 piezas
Volumen	23 m ³

a).- Materiales.

Cemento; 0.500 x 23 x \$ 300.00	\$ 3,450.00	
Arena; 0.455 x 23 x \$ 35.00	358.00	
Grava; 0.740 x 23 x \$ 35.00	595.00	
Acero de Presf.supondremos 8 cables/pza. 4 x 8 x 107.25 x 0.450 x \$ 6.00	9,250.00	
Acero de Refuerzo-100 kgs/pza. 0.1 x 64 x \$ 2,000.00	12,800.00	
Alambre recocado.- 1 kg/pza. 1 x 64 x \$ 3.00	198.00	
Molducreto.- 0.5 x 64 x \$ 8.00	256.00	
Diesel 0.3 x 64 x \$ 0.36	6.90	26,913.90
	Desperdicio 3 %	807.42
	T O T A L	\$ 27,721.32

b).- Mano de Obra

1 sobrestante	102.00
1 jefe de mantenimiento	81.60
2 operarios	89.02

1 maestro de armado	\$ 81.60
1 maestro de colado	81.60
1 cabo de armado	61.20
5 oficiales	258.40
18 peones de armado	717.66
2 cabos de colado	122.40
4 albañiles	176.72
20 peones de colado	797.40
2 ayudantes en revolvedora	87.04
4 peones en acarreo de materiales	159.48
1 maestro electricista	74.80
2 ayudantes	95.20
1 maestro mecánico	74.80
1 ayudante	43.51
1 maestro herrero	74.80
3 ayudantes	130.56
1 oficial acabados	51.64
3 ayudantes	130.56
1 operador de grúa	54.40
2 ayudantes	81.60
1 encargado de maniobras	54.40
4 peones de maniobras	159.48

T O T A L \$ 3,841.87

c).- Indirectos.

1.-Curado		208.20
2.-Depreciación		
General	757.92	
moldes	246.49	
cuñas 64 x $\frac{80.00}{300}$	17.97	
	<u>1,022.38</u>	1,022.38

3.- Administrativo		\$ 2,665.00
4.- Electricidad		160.00
5.- Renta		333.33
6.- Maniobras	64 x \$ 15.00	960.00
7.- Acabados	64 x \$ 10.00	640.00
8.- Polines (4 c/8 pzas)	$\frac{4 \times 64}{8} = 32 \times \$ 30.00$	960.00
9.- Refs. y Reps. Grales.		50.00
10.- Cascajo		200.00
11.- Gasolina		80.00
12.- Limpieza		150.00
	T O T A L	\$ 7,220.71

Materiales	27,721.32	
Mano de obra	3,841.87	31,563.19
Indirectos		7,220.71
Instalación		1,056.38
Transporte de la Planta	$\frac{30,030.00}{365.00} =$	82.27
	T O T A L	\$ 39,922.55

Costo directo		39,922.55
Imprevistos 3 %		1,197.68
	SUBTOTAL	\$ 41,120.23
Utilidad 10 %		4,112.02
	T O T A L	\$ 45,232.25

Precio/pza = $\frac{45,232.25}{64} = \$ 706.75$

Precio/m.³ = $\frac{706.75}{0.360} = \$ 1,963.19$

4.- Trabes IB

No. de pzas./dfa 24

a).- Materiales

Volumen de concreto/dfa	20.8 m ³	
Cemento	0.500 x 20.8 x \$ 300.00	\$ 3,120.00
Arena	0.455 x 20.8 x \$ 35.00	332.00
Grava	0.740 x 20.8 x \$ 35.00	540.00
Acero de presf.- (10 cables/pza)	30 x 107.25 x \$ 6.00	8,700.00
Acero de refuerzo	0.300 x 24 x \$ 2,000.00	14,400.00
Alambre recocido	1.5 x 24 x \$ 3.00	108.00
Molducreto	1.0 x 24 x \$ 8.00	192.00
Diesel	0.5 x 24 x \$ 0.36	4.35
Accesorios	2 x 24 x \$ 15.00	720.00
		28,116.35
	Desperdicio 3 %	843.50
	T O T A L	\$ 28,959.85

b).- Mano de obra

1 sobrestante	102.00
1 jefe de mantenimiento	81.60
2 operarios	89.02
1 maestro de armado	81.60
1 maestro de colado	81.60
2 cabos de armado	122.40
6 oficiales de armado	310.08
24 peones de armado	957.88
2 cabos de colado	122.40
6 albañiles	310.08
15 peones de colado	598.05
2 ayudantes en revolv.	87.04
4 peones en acarreo de materiales	159.48
1 maestro electricista	74.80
2 ayudantes	95.20

1 maestro mecánico	\$ 74.80
1 ayudante	43.51
1 maestro herrero	74.80
2 ayudantes	87.02
1 oficial acabados	51.64
4 ayudantes	174.08
1 operador grúa	54.40
2 ayudantes	81.60
1 encargado maniobras	54.40
4 peones	159.48
T O T A L	\$ 4,128.96

c).- Indirectos.

1.- Curado	208.20
2.- Depreciación	
General	\$ 757.92
Moldes	223.56
Cuñas $\frac{60 \times \$ 80.00}{300} =$	16.00
	997.48
3.- Administrativo	2,665.00
4.- Electricidad	160.00
5.- Renta	333.33
6.- Maniobras (25.00/pza)	600.00
7.- Acabados 24 x \$ 20.00	480.00
8.- Polines 4 c/8 pzas. 4 x $\frac{24}{8}$ x \$ 30.00	360.00
9.- Refs. y Reps. Grales.	50.00
10.- Cascajo	250.00
11.- Gasolina	80.00
12.- Limpieza	150.00
T O T A L	\$ 6,334.01

Materiales	28,959.85		
Mano de obra	4,128.96	\$	33,088.81
Indirectos			6,334.01
Instalaciones			1,056.38
Transporte	<u>25,755.00</u>		70.50
	365		
T O T A L			\$40,549.70

Costo directo			40,549.70
Imprevistos 3 %			1,216.49
SUBTOTAL			\$41,766.19
Utilidad 10 %			4,176.62
T O T A L			\$45,942.81

Precio/pza.	<u>45,942.81</u>	=	\$ 1,914.28
	24		
Precio/m ³	<u>1,914.28</u>	=	\$ 2,207.94
	0.867		

5.- Trabes .:T invertidas

No. de piezas por dfa	30 pzas.
Volumen de concreto/dfa	22.5 m ³

a).-Materiales

Cemento 0.500 x 22.5 x \$ 300.00	3,375.00
Arena 0.455 x 22.5 x \$ 35.00	358.31
Grava 0.740 x 22.5 x \$ 35.00	582.75
Acero de presf. (9 cables/pza.) 9 x 3 x 107.25 x 0.450 x \$ 6.00	7,830.00
Acero de refuerzo 0.150 x 30 x \$ 2,000.00	9,000.00
Alambre recocido 1.40 x 30 x \$ 3.00	128.00
Molducemento 0.9 x 30 x \$ 8.00	216.00
Diesel 0.5 x 30 x \$ 0.36	5.40
Accesorios 2 x 30 x \$ 15.00	900.00
<u>\$ 22,395.46</u>	

Desperdicio 3 % \$ 671.86

T O T A L \$ 23,067.32

b).- Mano de obra

1 sobrestante	102.00
1 jefe de mantenimiento	81.60
2 operarios	89.02
1 maestro de armado	81.60
1 maestro de colado	81.60
1 gato de armado	61.20
3 oficiales armado	155.00
20 peones de armado	797.40
1 gato de colado	61.20
5 albañiles	258.40
18 peones de colado	717.66
2 ayudantes en revolvedora	87.04
4 peones acarreo material	159.48
1 maestro electricista	74.80
2 ayudantes	95.20
1 maestro mecánico	74.80
1 ayudante	43.51
1 maestro herrero	74.80
3 ayudantes	130.56
1 oficial de acatados	51.64
3 ayudantes	130.56
1 operador de grúa	54.40
2 ayudantes de grúa	81.60
1 encargado de maniobras	54.40
4 peones	159.48

T O T A L \$ 3,758.95

c).- Indirectos.

1.- Curado		₡	208.20
2.- Depreciación:			
General	₡	757.92	
Moldes		160.33	
Cuñas	$\frac{54 \times ₡ 80.00}{300} =$	14.73	918.25
3.- Administrativo			2,665.00
4.- Energía eléctrica			160.00
5.- Renta			333.33
6.- Maniobras (₡ 20.00/pza. x 30)			600.00
7.- Acabados (₡ 15.00 x 30)			450.00
8.- Polines			360.00
9.- Refs. y Reqs. Grales.			50.00
10.- Cascajo			275.00
11.- Gasolina			80.00
12.- Limpieza			175.00
		T O T A L	₡ 6,274.78

Materiales	23,067.32	
Mano de obra	3,758.95	26,826.27
Indirectos		6,274.78
Instalación		1,056.38
Transporte	25,710.00/365	70.44
		T O T A L
		₡ 34,227.87

Costo directo	34,227.87	
Imprevistos 3 %	1,026.84	
	SUBTOTAL	₡ 35,254.71
Utilidad 10 %	3,525.47	
	T O T A L	₡ 38,780.18
Precio/pza.	$= \frac{38,780.18}{30} =$	₡ 1,292.67
Precio/m ³	$= \frac{1,292.67}{0.750} =$	1,723.56

C A P I T U L O VII

C o n c l u s i o n e s .

Hemos llegado a este capítulo después de haber hecho un estudio de las condiciones en que debe planearse una planta móvil de pretensado.

A través de ellas nos hemos fijado una serie de suposiciones que han sido necesarias para lograr establecer las bases tanto económicas como de carácter general, estas suposiciones no están del todo alejadas de la realidad solo que, como ya hemos dicho, fueron introducidas para que el presente trabajo fuera complementado en forma razonable ya que algunos de los capítulos por sí solos podrían ser tema de un estudio mucho más amplio.

La conveniencia del tipo de planta propuesta estriba en el tipo de producción masiva y hasta cierto punto mecanizada, que nos puede resolver problemas de construcción en un plazo relativamente corto. La economía se logra mediante la introducción del presfuerzo ya que se obtienen elementos mucho más esbeltos para las mismas condiciones de carga y por ende mucho más livianos. Así también puede lograrse una mejor calidad debido al riguroso control que debe existir en la producción. El costo de las

instalaciones y traslado de la planta casi no pinta con relación a otros - conceptos como son mano de obra, materiales y gastos administrativos, esto nos lleva a la conclusión de que este tipo de planta puede trabajar ventajosamente uno o más años en un solo lugar, haciendo la aclaración de que - si trabaja más de un año no sería de consideración el ahorro en el costo del producto.

De aquí vemos que el traslado de la planta no representa un grave problema como no sea la inactividad en la producción que de acuerdo con nuestro programa sería de dos meses.

El sistema propuesto conviene localizarlo, de ser posible, dentro del propio lugar de consumo, o en un lugar en que el área de influencia resulte económica ya que el costo de transporte de los productos puede significar un renglón elevado dentro del costo total. En ocasiones llega a pagarse hasta \$ 150.00 la tonelada a una distancia de unos 100 a 200 km. del lugar de embarque, un precio que podemos considerar razonable sería el de pagar unos \$ 40.00/tonelada. por lo tanto la planta debe localizarse, - de preferencia, dentro de esta zona.

La división que hicimos del estudio, particularizando en cada -- producto propuesto, fue con la idea de que la planta tuviera cierta versatilidad y que esta pudiera avocarse a resolver problemas urbanos o rurales.

En nuestro medio podemos pensar que una presa para producir energía debe estar ligada al tendido de líneas para conducción, a su vez una - carretera puede llevar en su trazo una serie de puentes que podrían solucionarse mediante travesaños presforzados, también hemos visto que la formación de complejos industriales trae aparejada la construcción de naves de trabajo en cuyo caso puede tener lugar el aprovechamiento del concreto --- presforzado, igualmente podrían darse soluciones para planes de educación mediante la edificación de escuelas y como estas proposiciones puede haber otras muchas en las cuales la utilización del presfuerzo puede introducirse con ventaja dentro de los métodos constructivos.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Libby, J. R., "Prestressed Concrete". The Ronald Press Company, New York (1961)
- 2.- Lin, T. Y., "Design of Prestressed Concrete Structures." (second edition), John Wiley & Sons, Inc., New York --- (1963).
- 3.- Preston, H. K., "Practical Prestressed Concrete", Mc. Graw Hill Book Co., Inc., New York (1960).
- 4.- Robles, F., "Prefabricación de estructuras de Concreto," IMCYC (1963).
- 5.- Ferguson, P. M., "Reinforced Concrete Fundamentals", -- John Wiley & Sons, Inc., United States of America, (1961).
- 6.- Peurifoy, R. L., "Construction, Planning, Equipment and Methods", Mc Graw - Hill Book Co., New York, (1956).
- 7.- Terzaghi - Peck, "Mecánica de suelos", El Ateneo, Buenos Aires (1958).

- 8.- Dunham, C. W., "Foundations of Structures", Mc. Graw - Hill Book Co, New York, (1962).
- 9.- "Reglamento de las construcciones de concreto reforzado", (ACI 318-63), INCYC, México, (1966).
- 10.- "Manual para Constructores", Cía. Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S. A., Monterrey (1965).
- 11.- Alatríste, S., "Técnica de los Costos", Editorial Finanzas, México, (1953).
- 12.- Antill, J., Woodhead, R, "Método de la ruta crítica y su aplicación a la construcción", Editorial Limusa Wiley S. A., México, (1967).