



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**PROYECTO PARA FABRICAR TURBINAS
HIDRAULICAS DE 10,000 HASTA
350,000 KW.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

P R E S E N T A :

DAVID PONCE HERRERA

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PREFACIO

Considerando un proyecto como una serie de actividades interdependientes entre sí, con principio y fin definido, al que se asignan uno o más recursos y presupuestos para la producción de bienes y servicios y siendo estos últimos la forma más usual de elevar el nivel de desarrollo de un país y por ende el nivel de vida de sus habitantes, es nuestra intención en el presente trabajo mostrar el desarrollo de un proyecto desde su concepción inicial hasta su puesta en marcha.

Los energéticos son parte esencial de nuestra sociedad, por lo que su desarrollo no se concibe sin el estudio de éstos, debido a lo anterior la presente Tesis trata del "Proyecto para fabricar Turbinas Hidráulicas en México de hasta ---- 350,000 Kw" que el sector público y un fabricante de turbinas de reconocido prestigio mundial llevan a cabo en la ciudad de Morelia, Mich.

Actualmente la aportación de la tecnología mexicana en la construcción y puesta en marcha de una central hidroeléctrica es del orden de un 70% , por lo que con el proyecto de fabricar turbinas hidráulicas, gradualmente se llegaría a un 100%.

El proyecto contempla inicialmente en una primera etapa la fabricación de algunos componentes de una turbina (tubo de succión, carcasa espiral, tapas, antedistribuidor, etc) hasta lograr la fabricación y ensamble integral de una turbina.

Coincide el nacimiento del proyecto con el inicio de una de las crisis económicas más severas que ha padecido el país en los últimos años, por lo que el proyecto queda inscrito en el marco: inflación, devaluación, escasez de divisas, etc., factores que vienen a reforzar la justificación y vigencia -- del mismo.

La tesis fue realizada tratando de equilibrar dos factores básicos: observaciones realizadas en la obra e ingeniería de proyecto. Estamos conscientes, debido a la magnitud del proyecto, que eventualmente podríamos caer en la generalidad o también en algunos casos en lo específico. Nuestra meta es ambiciosa pero tampoco pretendemos abarcar todos los detalles del proyecto.

Los aspectos de ingeniería civil fueron tratados en este trabajo pues es indudable su íntima relación con la ingeniería mecánica.

SUMARIO

En el capítulo I se justifica la realización del proyecto analizando los siguientes factores:

- a) Necesidad de energía
- b) Fuentes energéticas disponibles
- c) Análisis de mercado

Además en el mismo capítulo se analiza el posible proveedor de tecnología, así como las industrias complementarias necesarias, diversificación de productos y localización de la planta.

En el capítulo II se determina el proceso de fabricación necesario en la fabricación de una turbina hidráulica, para esto primeramente se selecciona el tipo de turbina a fabricar y se hace un despiece de la misma. También se menciona el equipo necesario para su fabricación con lo cual se hace la distribución de la planta. Por último se calcula la capacidad de la planta.

En el capítulo III, una vez determinadas las necesidades de maquinaria y su distribución se procede al diseño y construcción de la planta para esto se divide al proyecto en las siguientes partes:

- Mecánica de suelos
- Cimentación
- Estructura metálica
- Proyecto eléctrico
- Proyecto hidráulico
- Servicios auxiliares

En el capítulo IV se trata lo concerniente a la inversión del proyecto, para lo cual primeramente se mencionan dos diferentes componentes de los

costos su distribución y calendario de inversión. Por último se trata lo referente a la contratación de la obra.

En el capítulo V se menciona el montaje y puesta en marcha de las máquinas más importantes: Grúas, horno, roladora, torno vertical y mandrinadora.

AGRADECIMIENTOS

PREFACIO

SUMARIO

I N D I C E

CAPITULO I

IMPORTANCIA ESTRATEGICA DEL PROYECTO

1.1. NECESIDAD DE ENERGIA

1.2. FUENTES ENERGETICAS DISPONIBLES

1.2.1) Evolución de la oferta de energía primaria.

1.2.2) Evolución de la generación de energía eléctrica.

1.2.3) Análisis de las distintas fuentes para generar energía eléctrica.

1.2.4) Costos de las opciones energéticas.

1.3. ANALISIS DEL MERCADO

1.3.1) Contexto económico internacional y nacional.

1.3.2) Potencial hidroeléctrico internacional y nacional.

1.4. SELECCION DEL PROVEEDOR DE TECNOLOGIA

1.5. INDUSTRIAS COMPLEMENTARIAS

1.6. DIVERSIFICACION DE PRODUCTOS

1.7. LOCALIZACION DE LA PLANTA

CAPITULO II.

PROCESOS DE FABRICACION

- 2.1. INTRODUCCION
- 2.2. SELECCION DEL TIPO DE TURBINA A FABRICAR
- 2.3. DESPIECE DE UNA TURBINA FRANCIS
- 2.4. NECESIDADES DE MAQUINARIA PARA EL PROCESO DE FABRICACION
 - 2.4.1) Tubo de desfogue
 - 2.4.2) Antedistribuidor
- 2.5. DISTRIBUCION DE LA PLANTA
- 2.6. SELECCION DE MAQUINARIA
- 2.7. CAPACIDAD DE LA PLANTA

CAPITULO III

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA PLANTA

- 3.1. MECANICA DE SUELOS
 - 3.1.1) Generalidades
 - 3.1.2) Tipos de sondeo en la planta
 - 3.1.3) Características estratiográficas y físicas del suelo
 - 3.1.4) Análisis de capacidad de carga - y movimientos verticales
 - 3.1.5) Conclusiones

3.2.

CIMENTACIONES

- 3.2.1) Generalidades
- 3.2.2) Selección del tipo de cimentación
- 3.2.3) Procedimiento constructivo
- 3.2.4) Control de calidad del concreto
- 3.2.5) Camino de acceso
- 3.2.6) Pavimentos
- 3.2.7) Pisos en la nave

3.3.

PROYECTO ESTRUCTURAL

- 3.3.1) Descripción del proyecto
- 3.3.2) Lineamientos generales de diseño de la estructura.
- 3.3.3) Descripción genral de los componentes de la estructura.
- 3.3.4) Proceso de montaje

3.4.

PROYECTO ELECTRICO

- 3.4.1) Descripción
- 3.4.2) Carga instalada
- 3.4.3) Capacidad de la subestación
- 3.4.4) Memoria de cálculo
- 3.4.5) Diseño e instalación de la subestación receptora.
- 3.4.6) Diseño e instalación de la subestación transformadora.
- 3.4.7) Sistema de tierras
- 3.4.8) Sistema de pararrayos

- 3.5. PROYECTO HIDRAULICO
 - 3.5.1) Protección contra inundaciones
 - 3.5.2) Instalación hidráulica
 - 3.5.3) Drenaje sanitario

3.6. SERVICIOS AUXILIARES

CAPITULO IV

COSTOS DE INVERSION

4.1. INTRODUCCION

4.2. COMPONENTES DE LOS COSTOS DE INVERSION

4.3. DISTRIBUCION Y CALENDARIO DE INVERSION

4.4. CONTRATOS DE OBRA CIVIL

CAPITULO V

MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA

5.1. CONSIDERACIONES INICIALES

5.2. GRUAS VIAJERAS

- 5.2.1) Descripción
- 5.2.2) Montaje
- 5.2.3) Puesta en marcha

5.3. HORNO PARA TRATAMIENTOS TERMICOS

- 5.3.1) Introducción
- 5.3.2) Selección del tipo de horno
- 5.3.3) Condiciones del tipo de horno
- 5.3.4) Fabricación
- 5.3.5) Puesta en marcha

5.4.

ROLADORA

5.4.1) Descripción

5.4.2) Montaje

5.4.3) Puesta en marcha

5.5.

TORNO VERTICAL

5.5.1) Descripción

5.5.2) Montaje

5.5.3) Puesta en marcha

5.6.

MANDRINADORA

5.6.1) Descripción

5.6.2) Montaje

5.6.3) Puesta en marcha

CONSIDERACIONES FINALES

BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

IMPORTANCIA ESTRATEGICA DEL PROYECTO

- 1.1. NECESIDAD DE ENERGIA
- 1.2. FUENTES ENERGETICAS DISPONIBLES
 - 1.2.1) Evolución de la oferta de energía primaria
 - 1.2.2) Evolución de la generación de energía eléctrica.
 - 1.2.3) Análisis de las distintas fuentes para generar energía eléctrica.
 - 1.2.4) Costos de las opciones energéticas
- 1.3. ANALISIS DEL MERCADO
 - 1.3.1) Contexto económico internacional y nacional.
 - 1.3.2) Potencial hidroeléctrico internaciona y nacional.
- 1.4. SELECCION DEL PROVEEDOR DE TECNOLOGIA
- 1.5. INDUSTRIAS COMPLEMENTARIAS
- 1.6. DIVERSIFICACION DE PRODUCTOS
- 1.7. LOCALIZACION DE LA PLANTA

C A P I T U L O I

1.1. NECESIDAD DE ENERGIA.

La inmensa mayoría de los medios que satisfacen las necesidades humanas, se obtienen de la naturaleza por vía de extracción, transformación, modificación de los caracteres físicos, químicos o biológicos, por medio de un desplazamiento en el espacio (transporte), o de la conservación en el tiempo (refrigeración), para lo cual es necesario el suministro de energía. Dichas necesidades son:

Primarias: éstas son imprescindibles para la existencia del hombre en la sociedad actual y son: alimentación, vestido y vivienda.

Secundarias: estas se generan por el hecho de vivir en sociedad y de ser parte integrante de la misma entre las que podemos mencionar tenemos: transporte, comunicaciones, educación, servicios, etc.

Suntuarias: éstas producen satisfacción individual sin ser biológicamente necesarias, por ejemplo: turismo, perfumería, bellas artes, etc.

Las sociedades actuales, en cualquier nivel de desarrollo, descansan sobre una diversificada base económica que, accionada por energía, genera una serie de bienes cuyo destino último es el consumo por sus miembros. Siendo los - -

bienes, medios materiales que satisfacen necesidades humanas, - es pues la generación de éstos lo que determina el nivel de desarrollo de un país, éstos son:

Bienes de Consumo.- Satisfacen directamente las necesidades humanas.

Bienes de Capital.- Satisfacen indirectamente las necesidades humanas, o sea son " bienes que producen bienes ".

Estos bienes necesitan el suministro de energía, algunos para su transformación y otros para su producción; de esto se concluye que: el hombre para satisfacer sus necesidades debe generar energía.

Debido a que, cualquier actividad ya sea humana, animal o industrial está asociada a un consumo de energía, es inevitable que la variación del Producto Interno Bruto (PIB) de un país sea aunado a la variación del consumo de energía.

En la fig. 1.1 se muestra en forma cualitativa una curva que relaciona el ingreso per cápita contra el consumo energético per cápita. Para cada país la relación de éstos parámetros nos proporciona un punto, y los puntos correspondientes a todos los países forman una nube a lo largo de la curva. En esta figura se puede observar un fenómeno interesante; los países menos desarrollados, necesitan aumentar con más fuerza su consumo energético por habitante que los países más desarrollados, si a esto aunamos el hecho de que los países más pobres, son los que tienen las tasas de crecimiento demográficas más altas, con ello resulta que el crecimiento de la demanda energética en estos países es mucho mayor que la de los países desarrollados, tal es el caso de México.

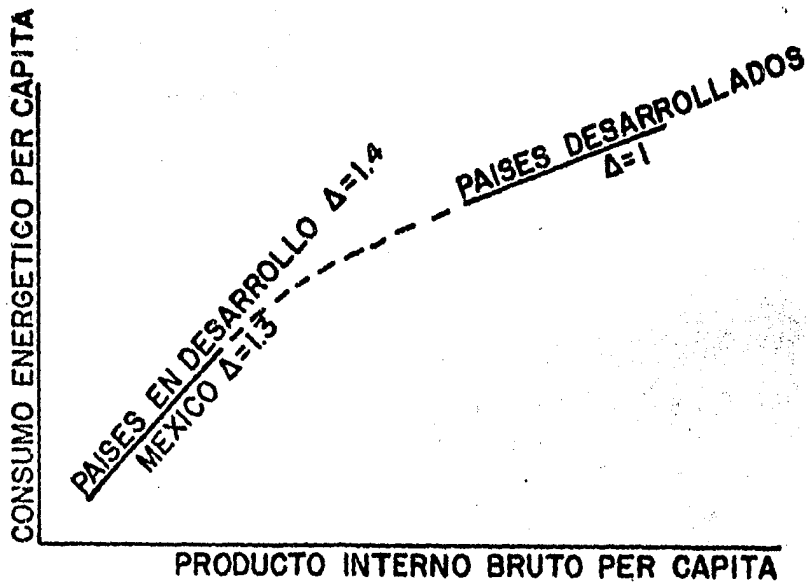


fig. 1.1 RELACION ENTRE EL INGRESO PER CAPITA Y CONSUMO ENERGETICO PER CAPITA

FUENTE: REVISTA CIENCIA Y DESARROLLO. MARZO/ABRIL DE 1980. No. 31

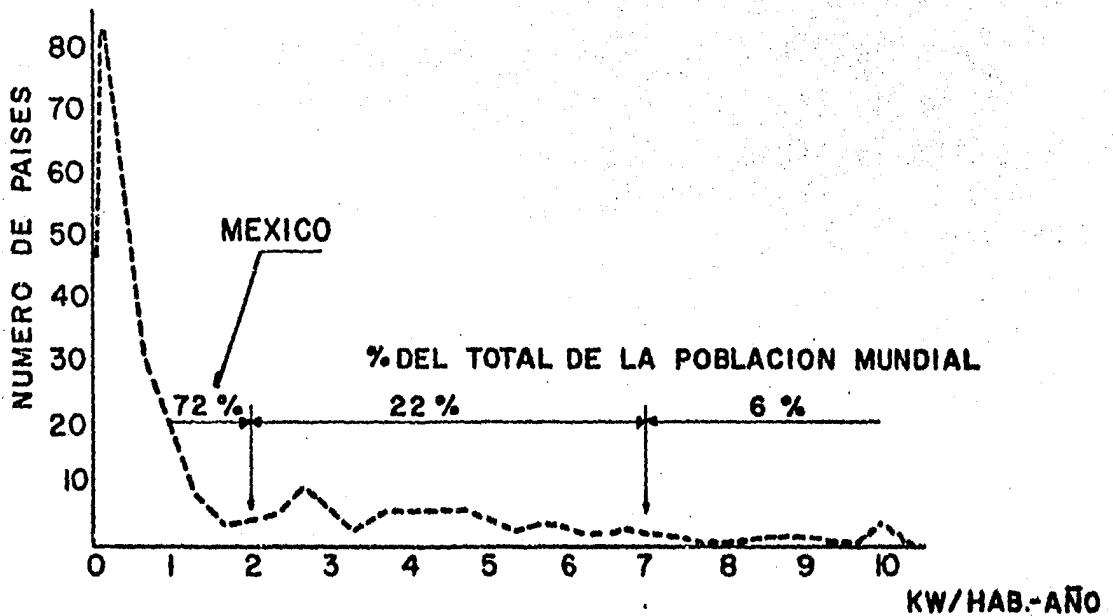


fig 1.2 DISTRIBUCION DEL CONSUMO ENERGETICO (1980)

FUENTE: IDEM.

De acuerdo a la fig. 1.2, en términos relativos el consumo energético es bajo, denotado por dos indicadores:

1º El Consumo de Energía Primaria.- Este por-
unidad de PIB para 1977, fue de 0.97 lts. de petróleo crudo -
por cada dólar de PIB, y para 1978 es de 0.8, y es aproximada-
mente la mitad de lo que consumen los países desarrollados, y
el doble de los países subdesarrollados.

2º El Consumo Energético Per Cápita.- El 72 %
de la población mundial, consume en promedio menos de 2 KW, --
mientras que sólo el 6 % de la población mundial consume más -
de 7 KW. A México le corresponde, un lugar ligeramente infe-
rior al promedio mundial (2 KW) pero muy por abajo del nivel -
de un país desarrollado.

A partir de las consideraciones anteriores, po-
demos concluir, que "nuestro país figura consistentemente en-
tre los primeros 15 países del mundo, según diversos indicado-
res, por su infraestructura productiva y social. Ello, resul-
ta un gran potencial, que es necesario preservar y transformar
en capacidad de desarrollo y bienestar crecientes, para lo
cual, la generación de energía, merece atención prioritaria y
debe ser, parte de un proyecto nacional. (1)

1.2 FUENTES ENERGETICAS DISPONIBLES.

Una vez planteada la necesidad de generar energía, surge como consecuencia el saber de qué recursos se dispone para lograrlo y cual o cuáles son los más factibles de acuerdo al desarrollo que exige el país. A continuación plantearemos los puntos más importantes para evaluar los recursos disponibles:

- Evolución de la oferta de energía primaria.
- Evolución de la generación de energía eléctrica.
- Análisis de las distintas fuentes para generar energía eléctrica.
- Costos de las distintas alternativas energéticas.

1.2.1. EVOLUCION DE LA OFERTA DE ENERGIA PRIMARIA.

Para conocer el sector energético de cualquier país es importante conocer las fuentes primarias con que se satisface la demanda.

Fué en los primeros años de este siglo cuando se empezó a formar la industria petrolera que explotó el subsuelo mexicano. Cuando el país comenzó su tardía industrialización, en la época postrevolucionaria y cuando su red de comunicaciones llegó a ser importante, la industria del petróleo ya estaba bien establecida, por lo que tanto comunicaciones como industria basaron su desarrollo en el uso casi exclusivo de

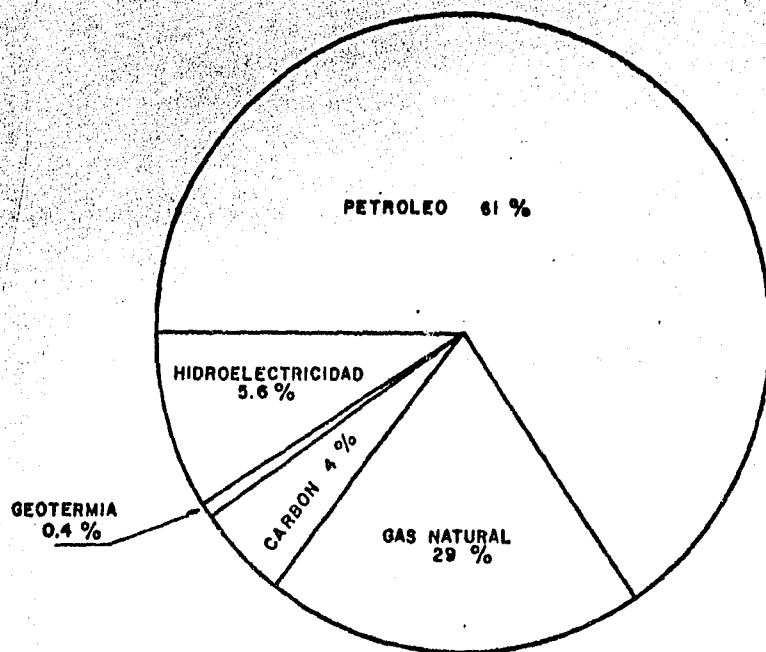


fig. 1.3 ORIGEN DE LA ENERGIA EN MEXICO DURANTE 1980

FUENTE: COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.

hidrocarburos.

El carbón mineral se utilizaba en pequeña escala desde el siglo pasado, pero el auge petrolero no permitió el desarrollo de una industria importante del carbón, con todos estos antecedentes fácilmente se puede comprender la fuerte independencia que el país tiene respecto a los hidrocarburos como se muestra en la fig. 1.3.

Esta enorme dependencia de los hidrocarburos se ha ido agravando en los últimos años, lo que puede ilustrarse comparando la composición de la oferta de energía primaria de 1975 a 1980 como se muestra en la tabla 1.1.

TABLA 1.1.

EVOLUCION DE LA COMPOSICION DE LA OFERTA DE ENERGIA PRIMARIA- EN MEXICO:					
Energía Primaria (%)	1975	1977	1978	1979	1980
Petróleo	64.4	65.3	64.52	63	61
Gas natural	21.9	19.9	23	24.6	29
Carbón	5.3	5.1	5.2	5	4
Energía hidroeléctrica	8.1	9.1	7	7	5.6
Geotermia	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4

Fuente: Energéticos, Boletín Informativo del Sector Energético, publicado por la Comisión de Energéticos, SEPA--FIN.

1.2.2. EVOLUCION DE LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA.

Destacan tres características del desarrollo -- del sector eléctrico en México: El rápido crecimiento durante

un período relativamente largo; la considerable dimensión absoluta del sistema interconectado; y el hecho de depender cada vez más de combustibles fósiles particularmente hidrocarburos.

Para tener una idea del desarrollo que ha tenido la industria eléctrica en cuanto a generación se refiere - en México, se tiene la siguiente información acerca de la capacidad instalada en la República Mexicana de acuerdo a los datos disponibles. Estos se muestran en las Tablas 1.2, 1.3 y figs. 1.4 y 1.5.

TABLA 1.2.

CAPACIDAD INSTALADA EN GW POR TIPO DE PLANTA.			
AÑO	HIDROELECTRICAS	TERMoeLECTRICAS	TOTAL
1945	0.4	0.3	0.7
1950	0.6	0.6	1.2
1955	0.9	1.0	1.9
1960	1.3	1.6	2.9
1965	2.3	3.0	5.3
1975	4.0	5.8	9.8
1978	5.2	8.8	14.0
1980	6.5	8.7	15.5
1981	6.5	10.9	17.4
1982	6.5	11.9	18.4

costos su distribución y el precio de la energía eléctrica en México se trata de referir a la capacidad instalada de potencia eléctrica en promedio de la capacidad instalada de potencia eléctrica en algunos datos relacionados con el crecimiento - En el capítulo V se menciona el montaje y puesta en marcha de las máquinas más importantes: Grúas, horno, toladora, torno vertical y mandrina.

TABLA 1.3.

CRECIMIENTO PROMEDIO DE LA CAPACIDAD INSTALADA EN LA REPUBLICA MEXICANA HASTA 1980.	
PERIODO CONSIDERADO	CRECIMIENTO PROMEDIO TOTAL (MW/año)
1951 - 1955	160
1956 - 1960	350
1961 - 1965	420
1966 - 1970	460
1971 - 1975	540
1976 - 1980	1140
1981 - 1982	1200

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad.

De los datos obtenidos se observa:

Durante las últimas décadas, la generación eléctrica creció a una tasa media anual del 10 %. Este crecimiento es más de 1.6 veces el P.I.B. durante el mismo periodo. Ello ha permitido duplicar cada siete años la electricidad generada.

Un porcentaje mayor de la energía ha sido generada por recursos térmicos. El rápido crecimiento de la demanda de bienes de capital utilizados en esta industria, ofrece al igual que en el caso del petróleo una gran oportunidad para iniciar o ampliar su fabricación en el país. La magnitud del mercado de maquinaria y equipo eléctrico hace posible establecer una industria nacional que opere a costos unita-

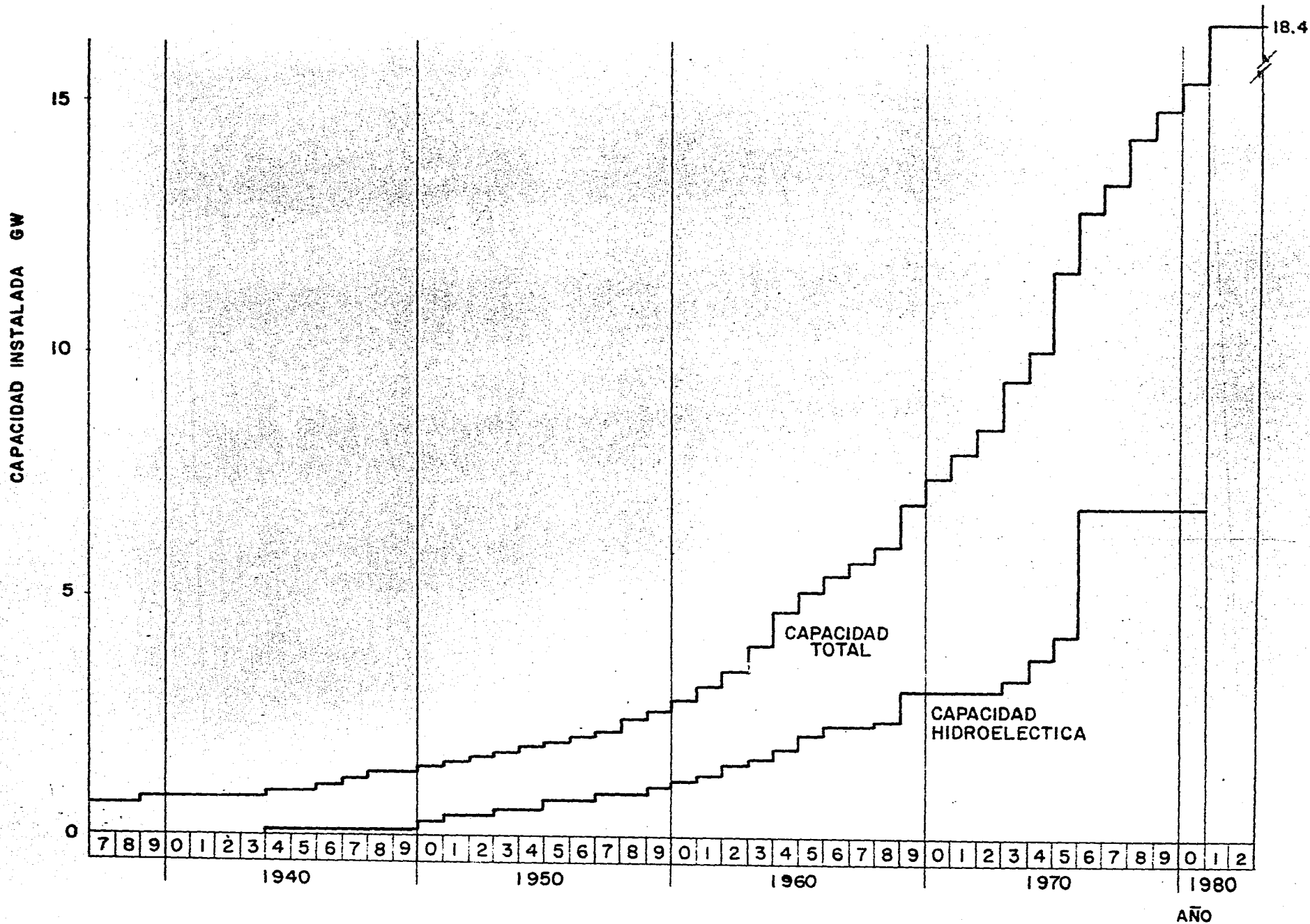


fig. 1.4 EVOLUCION DE LA POTENCIA HIDROELECTRICA INSTALADA

MILLONES KWH

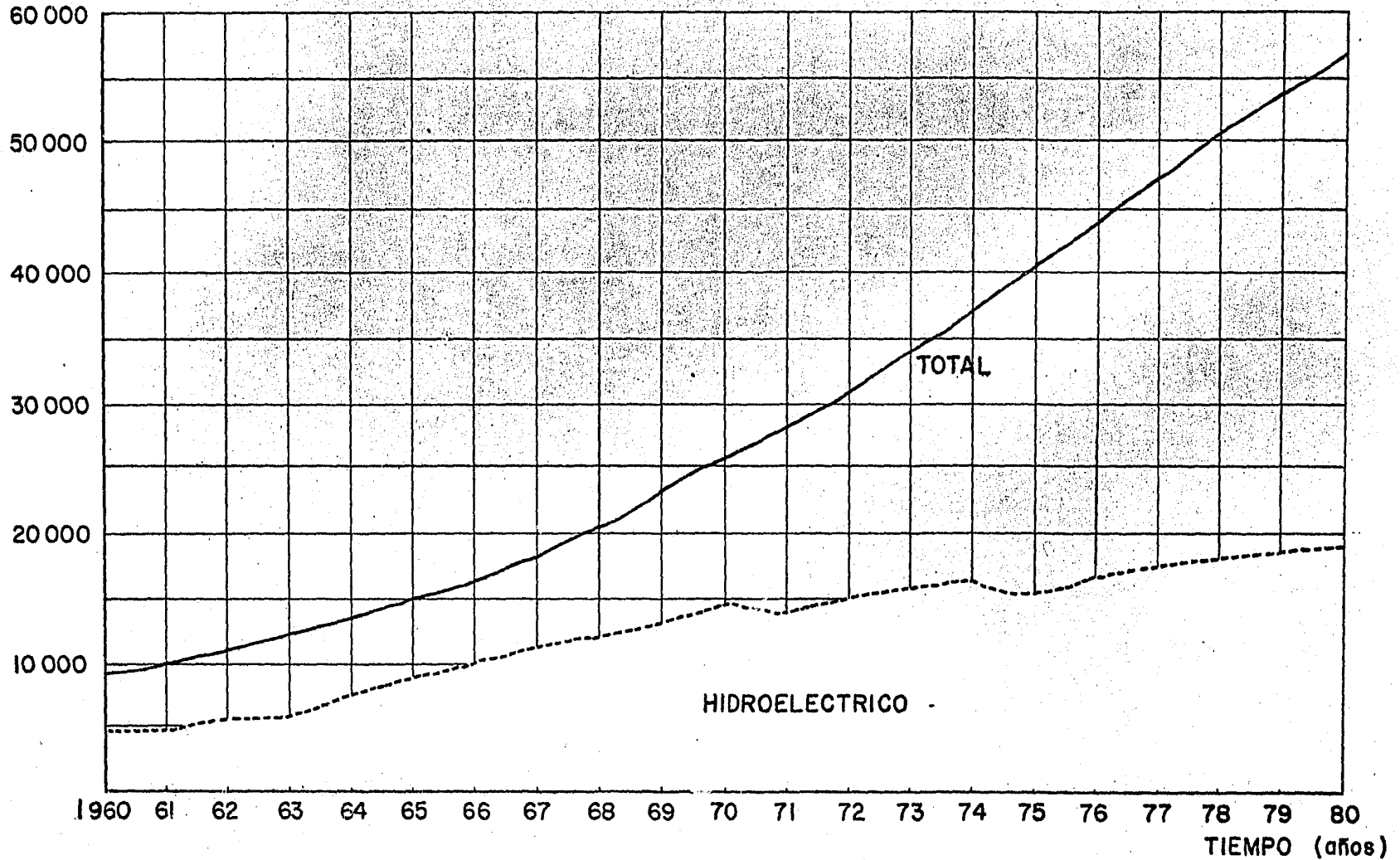


fig. 1.5 EVOLUCION DE LA GENERACION DE ENERGIA HIDROELECTRICA EN MEXICO

rios razonables.

1.2.3. ANALISIS DE LAS DISTINTAS FUENTES PARA GENERAR ENERGIA ELECTRICA.

Hidrocarburos.

México cuenta con grandes reservas de hidrocarburos. Con base en las reservas probadas de hidrocarburos líquidos, México se encuentra entre los cinco países más importantes del mundo. En cuanto a gas natural, México se ubica entre los siete países más importantes tanto por sus reservas probadas como por su extracción neta. En 1980 estos representaban más de dos terceras partes de la exportación de mercancías y casi la mitad de los ingresos de divisas al país. Por estas razones, la generación de energía eléctrica en este renglón se encuentra caracterizada por:

- Cada vez hay una mayor dependencia de los hidrocarburos, así para 1982 más del 64 % de la energía eléctrica generada fué a base de éstos.

- Una alta relación entre las reservas de hidrocarburos y su producción actual.

Para octubre de 1983, el Subsecretario de energía, minas e industrias paraestatales, Eliseo Mendoza Berrueto anunció que las reservas de hidrocarburos totales a esa fecha expresadas en millones de barriles de petróleo crudo equivalente, eran las siguientes:

Reservas probadas	72,000 millones de barriles.
-------------------	------------------------------

Reservas probables 45,000 millones de barriles.

Reservas potenciales 200,000 millones de barriles.

A continuación se mencionan las inconveniencias de utilizar hidrocarburos.

a) La figura 1.6 muestra uno de los resultados típicos que obtuvo el WAES (Workshop on Alternative Energy Strategies) sobre las predicciones de oferta y demanda de petróleo para los próximos años.

b) Corolario del punto anterior es lo siguiente: Los precios de los hidrocarburos, que aumentaron vertiginosamente a partir de 1973, crecerán aún mucho más en ésta década, cuando comiencen a sentirse los síntomas de que la demanda está a punto de superar la oferta (en agosto de -- 1983 la URSS incrementó el precio de su barril de exportación en 1 dólar) de ahí que no es casual que los países ricos (con mayor consumo de energía) tomen ahora medidas para ahorrar y almacenar petróleo.

c) La única fuente de material prima para la industria petroquímica, son los yacimientos de los hidrocarburos. Cada barril que se "queme" es un barril menos para la petroquímica, industria que le da un valor agregado mucho más alto a estas materias primas, que el que le puede dar la industria de la generación de energía.

d) Por su escasez, por la distribución de las reservas, por sus costos y por la dificultad para sustituirlos, los hidrocarburos han llegado a ser uno de los recur

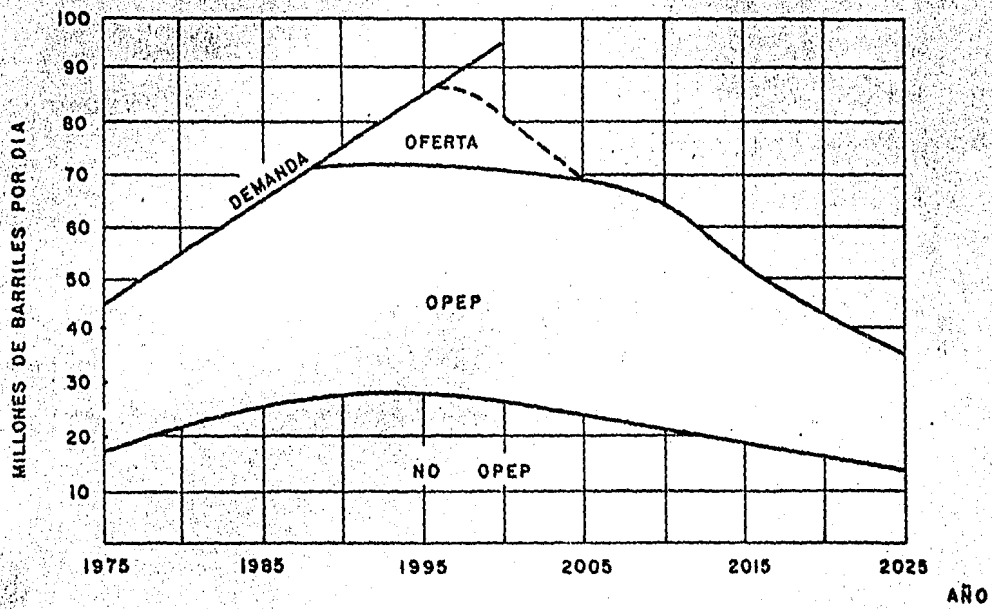


fig. 1.6 PROYECCION TIPICA OFERTA-DEMANDA DE PETROLEO ELABORADO POR WAES

Los recursos estratégicos más importantes que se manejan en el mercado mundial. Dando a los países un alto poder de negociación internacional.

Por las razones anteriormente expuestas, es mejor "quemar" la menor cantidad de hidrocarburos para cubrir la demanda energética y utilizar el máximo de recursos energéticos alternos.

En todo caso y dada la crisis de escasez de divisas que sufre el país, resulta más redituable exportar hidrocarburos y basar la producción de energía eléctrica en otros energéticos que "quemar" aquellos.

Partiendo de la condición de que es conveniente ahorrar hidrocarburos, para satisfacer la demanda interna, la siguiente consideración se hace sobre fuentes alternas a desarrollarse en los próximos años.

Carbón.

Las reservas probadas de carbón coquizable son actualmente de alrededor de 1500 millones de toneladas "in situ", equivalente a más de 1000 millones de toneladas de carbón, su utilización se circunscribe a la industria minero-metalúrgica en un 70 % y 30 % en los dos procesos (alto horno y reducción directa). Para generar energía eléctrica se utiliza una pequeña planta de Nava, Coahuila y en un sitio cercano se encuentra la carboeléctrica de Río Escondido, con una capacidad de 1200 MW. El mineral de carbón que se ha cuantificado, es de mala calidad, con contenidos de carbón inferiores al 50 % y un gran contenido de cenizas y materias volátiles, ésto último le da la característica a la producción de

energía eléctrica mediante carbón, de causar la mayor contaminación, ya que las emisiones gaseosas contienen cantidades muy apreciables de compuestos de azufre, nocivos para plantas y animales y los "limpiadores" que se han utilizado, no han dado resultados satisfactorios.

Las posibilidades a largo plazo de ésta fuente de energía, dependen de los resultados de la exploración que en materia de carbón se realice en el país.

Geotermia.

Actualmente la capacidad de esta fuente cubre un poco más del 2 % de la demanda de energía eléctrica, por medio del campo geotérmico de Cerro Prieto, Baja California con una capacidad instalada de 112.5 MW.

En la región de los Azufres, Michoacán, se trabaja con una inversión exploratoria; sin embargo no se puede negar la existencia de problemas asociados con la obtención de energía eléctrica, por este medio son:

a) La evaluación de los potenciales geotérmicos aun no se puede determinar con una certeza que permita hacer grandes inversiones para desarrollarlos.

b) La tecnología para la perforación y desarrollo de los pozos está todavía en proceso con costos aún muy altos.

c) El vapor que se extrae del subsuelo viene acompañado de cantidades apreciables de sales que deben controlarse, pues se trata de una contaminación muy concreta que puede destruir el hábitat de la región.

Nuclear.

A pesar de ser una alternativa realmente a nivel masivo que pueda sustituir a los hidrocarburos en la generación de energía eléctrica y del potencial de reservas de uranio (150,000 toneladas en el estado de Chihuahua y las probadas de 10,000 ton. de U_3O_8), éste combustible presenta en la actualidad diversos factores que influyen negativamente en su uso:

a) Costo. El costo estimado de generación de 1 KWH en una planta nucleoelectrica, es más elevado que el KWH generado en una planta hidroeléctrica, carboeléctrica o geotérmica y sólo es mayor el de una termoeléctrica convencional que utilice combustóleo a precio internacional, por lo que no resultan competitivos en las condiciones de México, con otros medios de generación disponibles.

b) Dependencia del extranjero.

La dependencia sería en tres aspectos: La ingeniería de proyectos, la compra de maquinarias y equipos y el ciclo de combustible. Dado que la tecnología para la construcción de la planta, el enriquecimiento del combustible y su operación no se han desarrollado en el país, el costo inherente para su utilización no puede ser importado dada la crisis económica actual.

c) La dificultad en el correcto almacenamiento de desechos radiactivos, dada la inexperiencia en el mismo y la dificultad para encontrar un lugar adecuado fuera y dentro del territorio nacional.

d) El rechazo que a las políticas nucleares-

tiene la opinión pública, producto de recientes accidentes en centrales de este tipo, puesto que ningún proceso en ingeniería tiene una seguridad de operación al 100 %.

Por todo lo anterior, la energía nuclear no es en la actualidad una fuente que pueda ayudar a sustituir el uso de hidrocarburos en la generación de energía eléctrica.

Fuentes Nuevas de Energía.

Las llamadas fuentes nuevas de energía, comprenden una variedad de conceptos, que tienen como común denominador un desarrollo tecnológico aún incompleto para suministrar energía económica, en la forma intensiva que lo demanda un país con industria.

En esta situación se encuentran: la energía solar, la biomasa, la eólica, la de las mareas, la energía térmica de los océanos, de las olas, de las corrientes marinas, etc.

Capítulo aparte lo constituye la energía de fusión, que es otro tipo de energía nuclear que puede llegar a desplazar en el próximo siglo a casi todas las demás.

Hidroeléctricas.

El incremento al precio internacional del combustible a partir de la crisis petrolera de 1973, aunado al incremento de los costos de la inversión de plantas térmicas y nucleares, la crisis estructural que sufre el país, son suficientes para invertir en el desarrollo de plantas hidroeléctricas. A continuación se mencionan algunos de las ventajas de las plantas hidroeléctricas.

a) La energía hidráulica es un recurso renovable debido a la energía solar, que es la que produce el ciclo hidráulico. Su uso para generar electricidad permite - - ahorrar el consumo de recursos no renovables y prolongar así la disponibilidad de éstos.

b) La larga vida de las instalaciones hidroeléctricas y los bajos costos de operación hacen que el costo de la energía generada sea muy poco afectado por la inflación, al contrario de lo que ocurre con las plantas termoeléctricas y nucleoeeléctricas, donde el precio de los combustibles afecta en forma importante el costo de la energía generada.

c) La componente nacional en el costo de las plantas hidroeléctricas es actualmente de más de 70 %, mientras que en las termoeléctricas es del 55 %, en las nucleares del 12 %.

Esta componente para centrales hidroeléctricas podría elevarse al 100 %, si se desarrolla la fabricación en México de turbinas hidráulicas y los generadores eléctricos correspondientes.

d) Los desarrollos hidroeléctricos constituyen frecuentemente una parte de un aprovechamiento hidráulico de usos múltiples, ya que su capacidad de almacenamiento - - anual permite regular el gasto del río y obtener beneficios - adicionales para la agricultura, mediante el riego y control de avenidas.

e) Las plantas hidroeléctricas no son contaminantes, (a diferencia de las termoeléctricas), en general - tienen una influencia positiva en la ecología de la región.

Su construcción crea una fuente importante de empleo para la mano de obra local y contribuye a mejorar la infraestructura de la zona, mediante la apertura de las vías de comunicación, centros de población y en ocasiones desarrollos turísticos.

f) Dado que el potencial hidroeléctrico pendiente de desarrollar en América Latina, éste podría ser un campo propicio para la exportación de ingeniería y tecnología mexicanas.

1.2.4. COSTOS DE LAS OPCIONES ENERGETICAS.

A continuación se muestran los costos de las distintas opciones energéticas, con el objeto de efectuar una comparación económica de centrales generadoras mediante:

1.- Una comparación de costos de inversión bruto y costos de operación promedio, para conocer las ventajas relativas de un tipo de central con respecto a otras. En la tabla 4 se muestra dicha comparación.

2.- Una gráfica que efectue la comparación económica de centrales generadoras, considerando, costos de inversión y operación, de cada tipo de central, todos expresados en costos anuales por KW ($\$/KW - \text{año}$). En la figura 1.7- se muestra la gráfica de gastos totales anuales de centrales generadoras (precio mayo 1982).

En la elaboración de la tabla y la gráfica se consideraron los siguientes datos:

a) Las centrales generadoras se consideran -

formadas por una sola unidad.

b) Se utiliza una tasa de descuento de 14 %, la cual se ha encontrada como el interés promedio que el sector eléctrico incurre en sus movimientos financieros internacionales.

c) Se considera la inversión bruta como el costo total para comprar equipo e instalarlo y construir, expresado en pesos por KW instalado (\$/KW_i).

d) Los costos de operación se dividen en:

Costos fijos: comprenden los gastos de mantenimiento, sueldos, salarios y tratamiento de aguas entre otros.

Costos variables: son asociados directamente al consumo de combustible.

TABLA 1.4

COSTOS DE INVERSION Y COSTOS DE OPERACION DE CENTRALES GENERADORAS.

PRECIOS DE MAYO DE 1982.

CATEGORIA	INVERSION DIs/KW	BRUTA \$/KW	VIDA UTIL (AÑOS)	COSTOS DE OPERACION	
				FIJOS (\$/KW)	VARIABLES (\$/KWH)
T350	377.8	17756.6	30	383	1.417
T160	435.7	20477.9	30	540	1.550
T84	493.5	23194.5	30	542	1.806
C350	463.1	21765.7	30	487	0.46
GT110	1220.3	57354.1	30	893	- - -
GT55	1244.3	57542	30	1305	- - -
N900L	1249.5	58726	30	1006	0.191
N600H	1521.8	71524.6	30	1006	0.108
CC240	328.6	15444.2	20	405	2.264
TG30	235.6	11073.2	20	251	3.268
HIDRO	994.7	46750.9	EM : 30&& C : 50	60	- - -

& 1 D1 = 47 M.N.

&& vida de equipo electromecánico (EM)

vida obra civil (C)

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad.

De la tabla 1.4 y figura 1.7, concluimos que:

Para centrales generadoras de base (con factor de planta alto mayor de 65 %) las carboeléctricas de gran capacidad instalada son las más redituables.

Para centrales generadoras de carga tipo (con un factor de planta de 30 %) las de mayor conveniencia son las hidroeléctricas.

1.3. ANALISIS DE MERCADO.

Para éste análisis se consideran los siguientes puntos:

- El contexto económico internacional y nacional actual.

- El potencial hidroeléctrico nacional.

- Análisis de otros posibles mercados.

a) Fabricación de equipo pesado para la industria petrolera.

b) Reparación de componentes de centrales hidroeléctricas

c) Posibilidad de ofrecer servicios a empresas de tecnología altamente especializada.

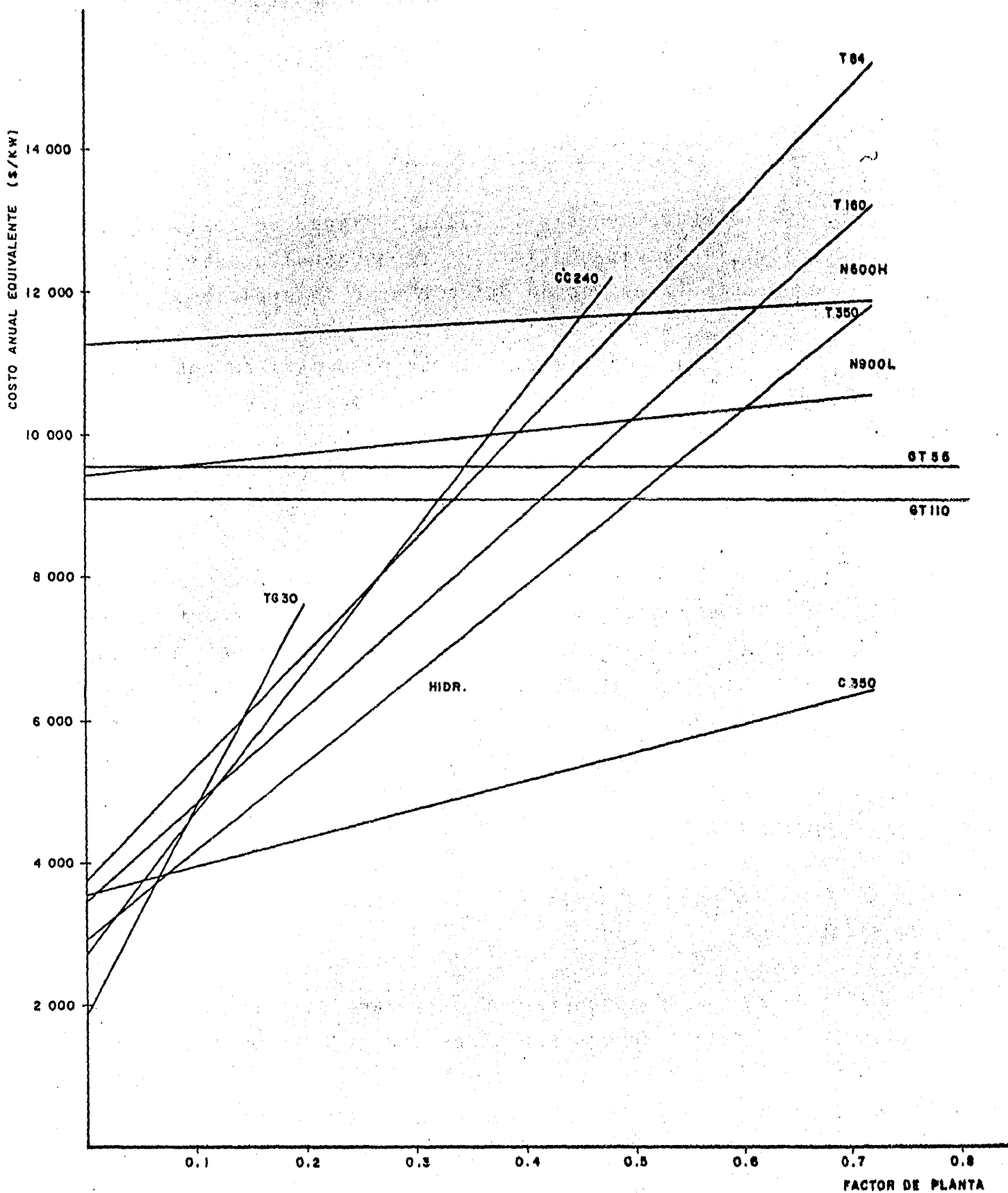


fig.1.7 COMPARACION GRAFICA DE GASTOS TOTALES ANUALES DE CENTRALES GENERADORAS.

PRECIOS MAYO 1982.

Fuente C.F.E.

1.3.1. CONTEXTO ECONOMICO INTERNACIONAL Y NACIONAL.

Contexto Internacional.

Para reducir la vulnerabilidad del país frente al exterior, la estrategia interna de desarrollo debe tomar como referencia la evolución del contexto internacional.

La economía mundial se encuentra en una situación crítica, y para superar esta etapa va a llevar tiempo. Esta crisis se originó por una contracción en la demanda de bienes de consumo duradero y la sobreproducción de bienes intermedios (productos siderúrgicos, petroquímicos).

Al iniciarse la presente década, el comportamiento de los mercados internacionales de materias primas, no es muy alentador. La recuperación económica a escala mundial es incierta, por lo que la demanda de materias primas continuará restringida y los precios mantendrán la tendencia a la baja. De acuerdo con las previsiones más recientes, el precio real del petróleo, después de haberse deteriorado hasta mediados de los ochenta, tendería a estabilizarse y a incrementarse ligeramente, mientras que el nivel de consumo de petróleo de los países industrializados permanecería constante durante todo el decenio.

Este comportamiento frenará el proceso de sustitución de hidrocarburos por otros energéticos y reforzará el nivel de la demanda, sobre todo en los países en desarrollo, por otro lado, la debilidad de los precios reales tenderá a desalentar el incremento en la producción, sobre todo en los países industrializados, donde se concentran las zonas de altos costos.

Los países en desarrollo con horizonte amplio-

de reservas volverán a ampliar, en el mediano plazo, su participación en la producción y en el mercado mundial de petróleo.

Contexto Nacional.

La crisis estructural del país tiene diversas e importantes consecuencias sobre la economía nacional (que propician una alta vulnerabilidad frente al exterior). Estas consecuencias son: crecimiento del PIB nulo (ver tabla 1.5), insuficiencia del ahorro interno, escases de divisas, desigualdad en la distribución de los beneficios económicos, desequilibrios de la planta productiva y distributiva.

La evolución de la estructura económica del país ha sido dispareja, restando eficiencia al conjunto pues en algunos sectores ha habido acelerados avances contrastando con otros donde ha habido atrasos considerables.

Este crecimiento disparejo se manifiesta como:

- Incapacidad para enfrentar la competencia externa.
- Gran dependencia de insumos.
- Bienes de capital y tecnologías importadas.
- Tecnologías que no usan adecuadamente los recursos humanos y naturales disponibles.
- Escasa difusión tecnológica
- Concentración de la actividad económica.

TABLA 1.5

PRODUCTO INTERNO BRUTO Tasas de Crecimiento.						
	1971-1976	1977-1982	1981	1982 ^p	1984 ^e	PROMEDIO
PRODUCTO INTERNO BRUTO	6.2	6.1	7.9	(-0.2)	0.0-2.5	5.0-6.0
Agropecuario, silvicultura y pesca.	2.7	4.0	6.1	(-0.4)	0.0-2.0	3.5-4.5
Minería	6.1	14.0	15.3	9.6	2.8-3.5	3.7-4.7
Industria manufacturera.	6.8	6.0	7.0	(+2.4)	1.0-4.0	6.7-7.9
Construcción	6.8	6.7	11.8	(-4.2)	(-3.0)-4.2	7.0-9.0
Electricidad.	10.3	7.9	8.4	6.8	2.0-4.0	6.2-7.2

FUENTE: SP.P. Sistema de Cuentas Nacionales de México (1971-1981)
 (1982 preliminar)
 (1984-1988) Estimación del --
 Plan Nacional de Desarrollo.

- Disparidades en la productividad dentro de cada rama económica.
- Escalas inapropiadas al tamaño del mercado interno.

Estructura Industrial.

Está caracterizada por:

- Uso de insumos externos.
- Poca capacidad para exportar; así para 1980-tuvo un déficit de 13000 millones de dólares que representó un 7 % del PIB contra un 4 % en 1970.
- Aparato productivo poco diversificado, con una sustitución de importaciones ineficientes.
- Concentración de la actividad económica en unas cuantas zonas urbanas, tan sólo en el área metropolitana de la Cd. de México se genera el 30 % del PIB. Esta concentración provoca costos mayores para proveer la infraestructura necesaria.

Sin embargo, a pesar de las deficiencias de la estructura industrial se posee una infraestructura física importante, haciendo falta una mayor integración interna, autonomía frente al exterior, mejor ubicación en el territorio nacional, tamaño de las empresas equilibrado.

1.3.2. POTENCIAL HIDROELECTRICO NACIONAL

Potencial Bruto Teórico (2)

El potencial bruto teórico de hidrogenación es la energía que podría producirse, si fuera factible aprovechar la totalidad del agua que escurre en la superficie del país, y considerando que se utiliza todo el desnivel desde donde se produce el escurrimiento hasta su desembocadura, se estima que en la totalidad del territorio de la república de aproximadamente 2 billones de m^2 , se tiene una precipitación media anual de 850 mm. Es decir el volumen anual proveniente de las lluvias que cae en el país, se pierde por evaporación o se infiltra a corrientes subterráneas, de tal manera que sólo el 25 % (400 mil millones de m^3 anuales) es el que potencialmente se puede utilizar para generar energía eléctrica. Si fuese posible utilizar, el ciento por ciento del escurrimiento medio anual y aprovechar las condiciones particulares de la topografía de nuestro país, se estima que se podría generar anualmente alrededor de 500 TWH anuales (56322 MW medios).

En la tabla 1.6 y figura 1.8, se muestra el potencial bruto teórico por cuencas hidrográficas.

Potencial Identificado (2)

Es la energía que se produciría si todos los sitios identificados como adecuados para localizar una presa fueran factibles. La estimación de este potencial se realiza mediante el conocimiento del gasto medio, de una carga hidráulica aprovechable. Este potencial no considera la factibilidad técnica, social y económica de los proyectos.

Para 1980 se han identificado un total de 541-

TABLA 1.6 POTENCIALES BRUTO TEORICO E IDENTIFICADO Y SU RELACION SEGUN CUENCAS HIDROGRAFICAS.

CUENCA HIDROLOGICA	AREA km ²	VOLUMEN ANUAL ESCURRIDO (MLL. m ³)	(T) POIENCIAL TEORICO (MW MEDIOS)	(I) IDENTIFI- CADO (MW)	R = I/T
Yaqui-Mayo.	93,600	3,700	1,421	603.0	0.42
Fuerte	42,900	5,400	1,956	482.3	0.38
Sinaloa-Culiacán	37,760	5,800	1,629	227.6	0.14
Sn. Lorenzo-Elota	17,750	2,700	979	177.3	0.18
Piaxtla-Presidio	12,330	2,700	718	234.0	0.32
Baluartes.	6,740	1,700	367	275.6	0.75
Acaponeta.	7,900	1,500	315	102.6	0.32
San Pedro.	30,300	2,900	1,157	177.9	0.15
Lerma Santiago	127,040	10,000	4,266	1,092.7	0.27
Ameca.	11,560	2,500	616	169.5	0.26
Armería - Coahuayana.	17,030	3,400	885	230.7	0.26
Balsas.	108,000	18,000	8,580	2,245.9	0.27
Unión - Papagayo.	18,750	10,000	2,628	541.2	0.13
Ometepec.	13,290	9,400	952	401.0	0.42
Verde	16,820	6,000	1,047	608.8	0.58
Col. Tehuantepec	22,210	4,400	390	270.2	0.69
Pij. Cint. Such.	8,700	10,500	1,351	247.1	0.18
Grijalva-Usumacinta.	85,800	110,000	8,970	5,847.7	0.67
Ton.-Coatzacoalcos.	26,800	20,000	1,493	670.0	0.38
Papaloapan	46,600	38,000	4,457	1,409.5	0.33
Jamapa-Antigua.	8,700	4,500	1,845	453.2	0.24
Nautla-Tecolutla.	14,710	8,000	3,152	740.4	0.21
Cazones-Tuxpan.	8,760	4,000	334	308.0	0.92
Pánuco.	84,200	14,500	2,153	758.6	0.35
S. Marina-San Fernando	39,510	1,300	209	20.0	0.09
Bravo	248,220	5,500	1,518	102.0	0.07
Nazas.	93,780	1,100	1,415	31.0	0.02
Planicie Costera de	175,730	91,100	1,057	177.3	0.16
Cuencas Cerradas.	265,760	3,100	0	0	0
Baja California	144,090	2,500	0	0	0
Península de Yucatán	134,880	5,800	0	0	0
P. Baja Carga (45)			0	777.2	0
P. Particulares (335)			0	145.9	0
P. Pequeñas Oper. (37)			0	33.0	0
P. Pequeñas Proy. (85)			0	157.8	0
TOIAL EN LA REP. MEXI- CANA.	1970,000	410,000	56,322	19,619.0	0.39

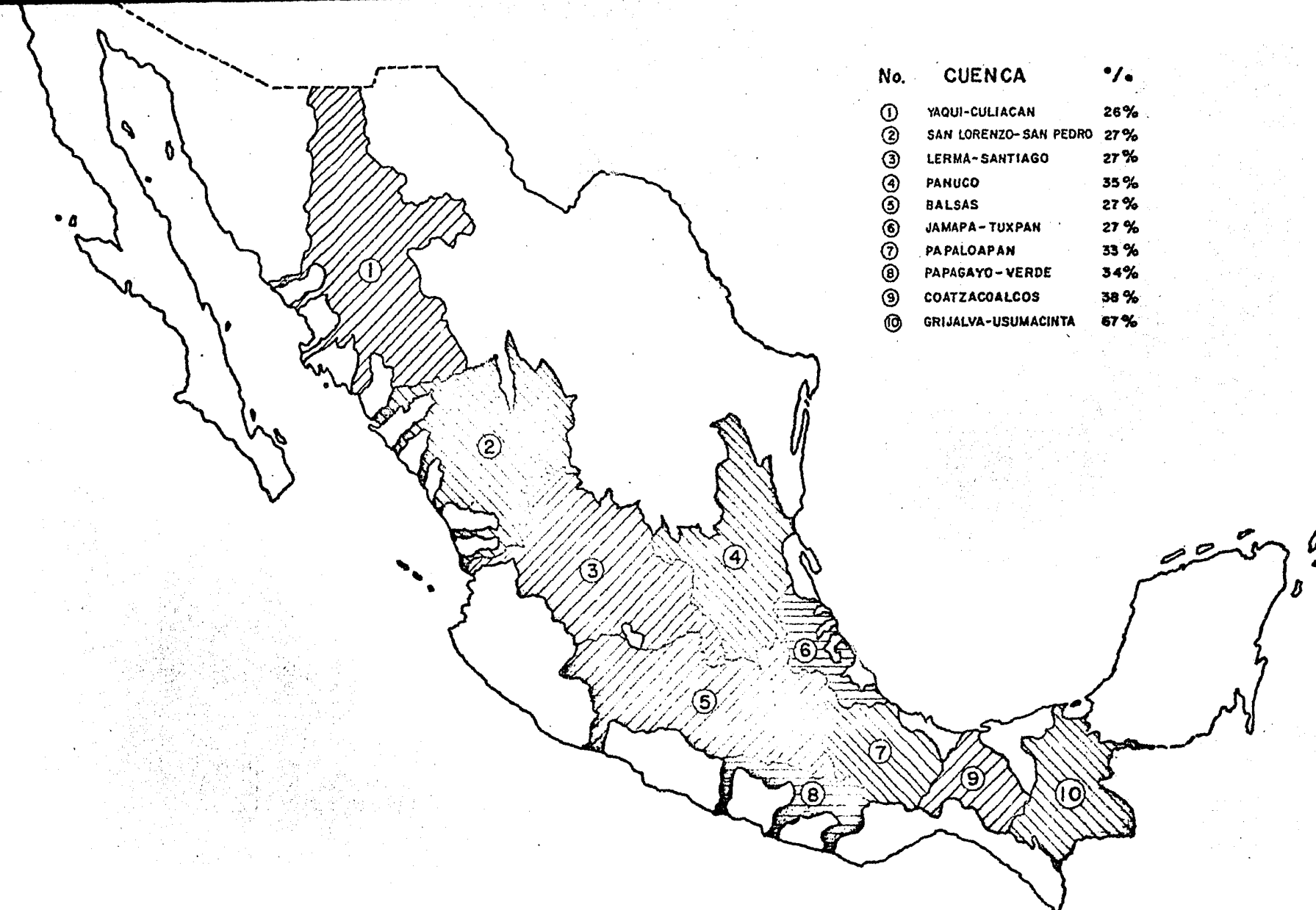


fig. 1.8 RELACION ENTRE EL POTENCIAL IDENTIFICADO Y EL POTENCIAL BRUTO TEORICO SEGUN CUENCAS HIDROGRAFICAS.

proyectos (incluyen los proyectos que están en operación, construcción y en estudio) en todo el país, y se calcula que podrían generar alrededor de 172 TWh anuales, estos ⁵ de enlistan en el apéndice I.

Las tablas 1.7 y 1.8, muestran del total de los proyectos, aquellos cuyo estudio están en fase de prefactibilidad o anteproyecto y los que tienen ya determinada su factibilidad técnica, social y económica, ésto es, se encuentran en nivel de proyecto.

En base a las tablas 1.7 y 1.8, el Programa de Obras de Inversión del Sector Eléctrico (POISE) del 26 de mayo de 1983, prevee para el año de 1992 un incremento en la capacidad instalada de plantas hidroeléctricas de 4887 MW, es decir un crecimiento promedio anual del 11 %, durante los próximos 10 años, a pesar de que dicha participación se ha diferido hasta el año de 1986.

Esto último nos prevee un crecimiento promedio anual de 543 MW/año.

TABLA 1.7 PROYECTOS CUYO NIVEL ES PREFACTIBILIDAD.

NOMBRE DEL PROYECTO	CUENCA HIDROGRAFICA.	CAPACIDAD INSTALADA (MW)	GENERACION MEDIA ANUAL (GW-H).
1. Guadalupe	Santiago	143	500
2. Santa Cruz	Santiago	286	1000
3. La Mucura	Santiago	314	1100
4. La Yesca	Santiago	342	1200
5. Cajones	Santiago	400	1400
6. Vicenteño	Santiago	117	410
7. Santo Domingo	Papaloapan	267	700
8. Progreso	Papaloapan	100	261
9. Yaxilá	Papaloapan	320	681
10 Yovego	Papaloapan	237	624
11 Usila	Papaloapan	85	224
12 Blanco I	Papaloapan	386	693
13 La Angostura So.	Yaqui	11	30
14 Las Adjuntas Tam.	Soto La Marina	15	40
15 Chacté	Tacotalpa	406	1780
16 Santa Elena	Usumacinta	454	1990
17 El Zapotal	Usumacinta	411	1800
18 Rápidos Sto. Domingo	Usumacinta	610	2670
19 La Catarata	Usumacinta	353	1541
20 Boca del Cerro	Usumacinta	1020	4060
21 Rápidos El Colorado	Usumacinta	466	2040
22 Transferencia Itzantún	Usumacinta	191	835
23 Apulco	Tecolutla	50	131
24 Chicontla	Tecolutla	53	138
25 Acala	Grijalva	98	429
26 San Miguel	Grijalva	110	482

FUENTE: C.F.E.

PROYECTOS CUYO NIVEL ES FACTIBILIDAD

TABLA 1.8

NOMBRE DEL PROYECTO	CUENCA HIDROGRAFICA.	CAPACIDAD INSTALADA (MW)	GENERACION MEDIA ANUAL (GW-H)
1. Peñitas	Grijalva	500	1319
2. Temascal	Papaloapan	200	506
3. Bacurato	Sinaloa	90	275
4. Comedero	San Lorenzo	90	285
5. La Amistad	Bravo	54	157
6. Itzantún	Tacotalpa	330	1344
7. Cuaitláhuac	Tacotalpa	170	750
8. Copainalá	Grijalva	380	1000
9. Agua Prieta	Aguas Negras	249	436
10. Huites	Guadalajara		
Huites	Fuerte	400	1005
Haw	Humaya	60	0
Aguamilpa	Santiago	800	2100

FUENTE: C.F.E.

A continuación se muestra el programa hidroeléctrico por año; según POISE de mayo de 1983.

1986

UNIDAD	CAPACIDAD (MW)	MES
Caracol 1a. U.	190	Julio
Caracol 2a. U.	190	Agosto
Bacurato 1a. U.	45	Agosto
La Amistad 1a. U.	33	Agosto
Caracol 3a. U.	190	Septiembre
Bacurato 2a. U.	45	Diciembre
La Amistad 2a. U.	33	Diciembre

TOTAL : 726 MW.

1987

UNIDAD	CAPACIDAD (MW)	MES
Peñitas 1a. U.	100	Abril
Peñitas 2a. U.	100	Agosto
Peñitas 3a. U.	100	Octubre
Peñitas 4a. U.	100	Diciembre

TOTAL : 400 MW

1988

UNIDAD	CAPACIDAD (MW)	MES
Comedero 1a. U.	45,000	Enero
Comedero 2a. U.	45,000	Mayo.

TOTAL : 90 MW

1989

UNIDAD	CAPACIDAD (MW)	MES
Agua Prieta 1a. U.	87	Enero
Temascal II 1a. U.	120	Junio
Agua Prieta 2a. U.	87	Julio
Itzantum 1a. U.	220	Septiembre
Temascal II 2a. U.	120	Diciembre
Itzantum 2a. U.	220	Diciembre
Agua Prieta 3a.U.	87	Diciembre

TOTAL : 941 MW

1990

UNIDAD	CAPACIDAD (MW)	MES
Tepoa 1a. U.	150	Febrero
Huites 1a. U.	150	Agosto

UNIDAD	CAPACIDAD (MW)	MES
Tepoa 2a. U.	150	Octubre
Huites 2a. U.	150	Diciembre

TOTAL : 600 MW

1991

UNIDAD :	CAPACIDAD (MW)	MES
San J. Tetelcingo	180	Marzo
Aguamilpa 1a. U.	230	Abril
San J. Tetelcingo 2a. U.	180	Julio
Aguamilpa 2a. U.	230	Agosto
San J. Tetelcingo 3a. U.	180	Noviembre
Aguamilpa 3a. U.	230	

TOTAL : 1230 MW

1992

UNIDAD	CAPACIDAD (MW)	MES
La Yesca 1a. U.	150	Enero
Cajones 1. U.	150	Marzo
La Yesca 2a. U.	150	Mayo
Cajones 2a. U.	150	Junio
La Yesca 3a. U.	150	Septiembre

UNIDAD	CAPACIDAD (MW)	MES
Cajones 3a. U.	150	Septiembre

TOTAL : 900 MW.

FUENTE: POISE 26 de mayo, de 1983.

1.4 SELECCION DEL PROVEEDOR DE TECNOLOGIA.

Una vez analizada la situación energética de México y la posibilidad de generar energía eléctrica con recursos hidráulicos, y dado que en el país no se tiene experiencia en la fabricación de turbinas, surge la necesidad de obtener un proveedor de tecnología, el cual se selecciona bajo los siguientes criterios:

Existen actualmente países como Japón, Alemania y Suiza, con los que México es socio en muchos proyectos, además de que las relaciones comerciales con estos países en los últimos años se han intensificado positivamente. También se toman en cuenta, las características hidrológicas de estos países (cargas y gastos medios) similares a las de nuestro país, considerando que más del 80% de la energía eléctrica generada en Suiza, Alemania y Japón se obtienen de recursos hidráulicos.

Otro factor importante para la selección, es la participación y experiencia de diferentes empresas en la aportación de la tecnología requerida para fabricar las turbinas empleadas en las diversas plantas hidroeléctricas del país, y no sólo las turbinas sino también equipo electromecánico para plantas hidroeléctricas.

El apéndice II (2) muestra el desarrollo histórico de las plantas hidroeléctricas y la participación de las distintas empresas. De acuerdo a esta tabla, se puede observar que son las empresas Escher Wyss, filial del grupo Sulzer Brothers, Mitsubishi gran empresa japonesa y la antiguamente, Voith, empresa alemana que diseñó las primeras plantas, las que más experiencia han tenido en la construcción de plantas hidroeléctricas en el país.

Una vez distinguidas estas tres empresas, se hace un análisis para definir a cual de las tres se le va a solicitar la tecnología para la fabricación de turbinas hidráulicas en México.

A pesar de la amplia experiencia del grupo Voith, se tuvo durante la segunda guerra mundial fuertes discrepancias desde que México se unió con los aliados contra los países del eje, esto ocasionó que diversos equipos ya comprados fueran bombardeados en el trayecto de su transportación hacia México, por lo que las relaciones con esa empresa terminaron. Para decidir entre Escher Wyss y Mitsubishi, se consulta con el principal comprador de turbinas hidráulicas, que es la Comisión Federal de Electricidad, y de acuerdo a esto se selecciona Escher Wyss ya que Mitsubishi tuvo problemas técnicos de cavitación y empuje hidráulico en la instalación de una turbina en la planta hidroeléctrica de Chicoasen.

Se optó por Escher Wyss, porque goza de un gran prestigio en la fabricación de turbinas hidráulicas, además de las experiencias en las plantas hidroeléctricas de la Angostura, Temascal y Malpaso entre otras.

Cabe aclarar, finalmente que para decidir so--

bre la tecnología a usar para la fabricación de turbinas hidráulicas de este proyecto, se somete a un concurso, diferentes empresas envían sus propuestas a sobre cerrado y se decide en base a los criterios antes mencionados.

1.5. INDUSTRIAS COMPLEMENTARIAS.

En esta parte se analiza si hay en el país la infraestructura que satisfaga los requerimientos del proceso de fabricación de turbinas, tanto en materias primas como en accesorios electromecánicos.

Es objetivo del proyecto evitar que se dupliquen o multipliquen las inversiones en un mismo campo, las cuales - desafortunadamente existen en México con el consiguiente desperdicio de recursos, esto implica construir la infraestructura para equipo y maquinaria en que se puedan fabricar componentes de equipos y bienes de capital que no se puedan fabricar - actualmente en el país.

Para analizar lo anterior, describiremos inicialmente los componentes principales de una turbina, que en una - etapa inicial se podrán fabricar por el proyecto, que representan en esta etapa inicial el 48 % de integración, éstos son, - con los probables proveedores de materia prima (ver fig. 2.7).

COMPONENTE	MATERIA PRIMA	PROVEEDOR MAT.P.
Tubo de succión	Placas acero A-36	AHMSA
Carcaza espiral	Placas acero A-36	AHMSA
Antedistribuidor	Aceros especiales de fundición.	NKS ACEROS SOLAR.
Tapas de la turbina	Placa de acero A-36	AHMSA
Anillo de regulación	Aceros especiales	ACEROS SOLAR
Chumaceras	Fundiciones.	NKS ACEROS SOLAR
Tubo de protección del eje	Tubería o placa	TAMSA AHMSA
Tubería en general	Tubería	TAMSA.
Pasamanos, escaleras cubierta anti-derrapante.	Placa y tubería	TAMSA AHMSA.

En una segunda etapa se podrá llegar al 60 % de integración con las siguientes componentes:

COMPONENTE	MAT.PRIMA	PROVEEDOR
Rodete	Fundición	NKS
Anillos del laberinto	Fundición	NKS
Alabes directores o - directrices.	Fundición	NKS

Finalmente el restante 40 % de integración se --
logrará comprando en el mercado nacional, los componentes elec-
tromeccánicos, eléctricos y de instrumentación así como el eje-
o flecha, haciendo únicamente el ensamble en la planta.

COMPOENENTE	PROVEEDOR
Eje	NKS
Regulador electrónico	SUECO-MEX
Regulador oleodinámico	
Servomotores	
Enfriadores de aceite	

De lo anterior se desprende que a mediano plazo-
el porcentaje de integración para la fabricación de turbinas -
será del 90 % - 100 %, por lo que se concluye la factibilidad-
técnica.

1.6 DIVERSIFICACION DE PRODUCTOS.

Una vez seleccionado al proveedor de tecnología, se define quienes serán los encargados del financiamiento del proyecto y asegurar su rentabilidad a mediano plazo, - "definido por las necesidades de nuestro desarrollo, por la - envargadura del mismo, los altos requerimientos de capital -- consecuentes, su baja rentabilidad a corto plazo y la necesidad de que la generación eléctrica se mantenga bajo control - nacional, esto hace poco factible la participación de particulares"⁽¹⁾, luego entonces, la única posibilidad, es que se maneje como un proyecto nacional.

Por lo anterior, sólo un organismo con características tales como las de Nacional Financiera, S.A., puede financiar el proyecto. Esto se hace con un 70 % de la inversión, cumpliendo así con la ley de inversiones extranjeras y de empresas constituidas en el país, en las que el capital nacional debe ser superior al 50 %, apoyándose por completo en la tecnología de la compañía Escher Wyss del grupo Sulzer, - que es la que aporta el resto del capital constitutivo (30%), con este apoyo, la calidad de los equipos que se fabricarán - estará garantizada.

Sin embargo, la construcción de una planta de esta magnitud, para un solo producto (turbinas hidráulicas) y con un solo cliente (CFE), es un error. Por lo que previendo un eventual cambio en la política energética y para asegurar la inversión de los que aportan el capital, según el análisis de mercado, se hace necesaria la diversificación de productos.

Para lograr la diversificación, se plantea en una primera etapa fabricar componentes de plantas hidroeléctricas, con lo cual se puede ofrecer el paquete completo para una planta de esta naturaleza, con los consiguientes beneficios, no solo para la empresa fabricante al vender más, sino para la empresa compradora al poder asegurar el suministro completo de componentes electromecánicos necesarios para la instalación de una planta, como son: tuberías de presión, distribuidores de gran tamaño, compuertas, válvulas de mariposa tipo biplano, válvulas esféricas, etc. En esta misma etapa, la planta dará servicios de mantenimiento a centrales hidroeléctricas, industrias químicas y petroquímicas, petrolera y naval, asegurando así la inversión.

En un lapso, no mayor de 5 años, se podrán fabricar para la industria química, reactores evaporadores, torres de destilación, decantadores, tanques de almacenamiento, etc. En la industria petroquímica se producirán: tanques evaporadores, separadores de columna, de platos, etc. En la industria naval se producirán hélices fijas y hélices variables, tuberías, etc. Actualmente México importa dichos productos de Francia, Suiza, Alemania, Estados Unidos, etc.

Ya que la fabricación de turbinas hidráulicas se hace sobre pedido y no en serie, es necesario que el diseño de la planta, sea únicamente con la infraestructura necesaria, ya que un exceso de esta, además de ser onerosa, no estaría aprovechada en su total capacidad inicialmente, pero esto no deja de plantear futuras expansiones al diseño de las instalaciones, lo cual lleva consigo un mejor aprovechamiento del terreno así como la adecuada distribución de las instalaciones.

1.7 LOCALIZACION DE LA PLANTA.

El problema de localización del proyecto se aborda en dos etapas: en la primera se decide la zona general en que se instalará y en la segunda se elige el punto preciso, considerando ya los problemas de detalle (costos de terrenos, estímulos fiscales, facilidades administrativas).

La primera etapa de localización se realiza, tomando en cuenta la localización de probables mercados.

De acuerdo a la fig. 1.8 pueden distinguirse tres zonas significativas, en donde concentran la mayoría de los aprovechamientos hidrológicos identificados, las cuales se muestran en la fig. 1.9, donde se puede elegir la zona 2 como una primera opción de localización (la numeración de la zona se hace en función del porcentaje del potencial identificado)

Finalmente de acuerdo al segundo factor que es la corrosión, que la cercanía a las costas acentúa. La corrosión ocasiona problemas graves de mantenimiento a la maquinaria y equipo, por lo cual se excluyen todas las costas para la localización de la planta.

La segunda etapa de localización, se encuentra ya definida por la primera, por lo que la localización se hace en base a la zona elegida en la primera etapa.

Se hace una evaluación geográfica, técnica, política y social de 6 ciudades localizadas en la zona 2. Los datos fueron tomados de los boletines informativos de la Secretaría de Programación y Presupuesto. La tabla 1.9 muestra dicha evaluación, la cual se hizo en base a 18 conceptos, evaluados en un rango de 1 a 10 (mínimo y máximo aceptables) y ponderan-



fig. 1.9 LOCALIZACION DEL PROYECTO

do cada una de éstas calificaciones de 1-5 (mín-máx) de acuerdo a la importancia que tienen éstas para el proyecto.

Al final de la tabla se toma un valor de selección que define la ciudad elegida para la localización, dicho valor se obtiene de la suma de puntos obtenidos en cada uno de los conceptos analizados.

Entre los factores sociales, económicos y técnicos se distinguen los siguientes:

Sociales.

- Necesidad de generar fuentes de trabajo.
- Infraestructura cultural.
- Infraestructura educativa.
- Disponibilidad de centros de estudios técnicos para mano de obra intermedia y calificada así como profesional.
- Tensiones sociales (huelgas, problemas estudiantiles, problemas ejidales, etc.).

Técnicos.

- Humedad (inferior al 60 %).
- Temperatura media promedio.
- Incidencia de fenómenos sísmicos y meteorológicos.

Económicos.

- Cercanía a proveedores y consumidores.
- Facilidad en el suministro de servicios.
- Estímulos fiscales.
- Costo del terreno.

Políticos.

- Desconcentración.

De acuerdo a la tabla 1.9, el proyecto se decide localizar en Morelia Michoacán a $19^{\circ}14'$ latitud norte, $101^{\circ}7'$ longitud oeste, 1923 m.s.n.m., una presión barométrica de 609 mm de Hg. y una temperatura promedio a las 12 del día de 30°BS y 19°BH . Se adquiere un terreno situado 5 km. aproximadamente del centro de la ciudad, con una área total de aproximadamente 13.5 Has. (ver figura 3.1).

EVALUACION DE PARAMETROS PARA LA LOCALIZACION DE LA PLANTA

PARAMETRO	COSTO DEL TERRENO	ESTIMULOS FISCALES	TEMPERATURA	HUMEDAD	INFRAESTRUCTURA CULTURAL	CERCANIA A PROVEEDORES	CERCANIA A COMANDANTES	TRANSPORTES	COMUNICACIONES	DISPONIBILIDAD DE PROFESIONALES	SINDICATOS	INDICIA DE FENOMENOS METEOROLOGICOS	DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA CALIFICADA	DISPONIBILIDAD DE MATERIALES REFACCIONES	CONCENTRACION INDUSTRIAL	PROBLEMAS ESTUDIANTILES	COSTO DE VIDA	SERVICIO AUXILIAR	OBSERVACIONES	CALIFICACIONES
VALOR PROMEDIADO	3	4	3	4	4	5	5	3	4	3	4	4	4	4	3	3	2	2		
SAN JUAN DEL RIO	5	1	7	8	6	6	5	9	9	7	4	6	8	9	5	5	6	9	INSUFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA NECESARIA PARA UNA INDUSTRIA METAL MECANICA	405
TOTAL	15	04	21	32	24	30	25	27	36	21	16	24	32	36	15	15	12	18		
QUERETARO	5	1	8	9	8	6	5	9	9	9	2	6	5	9	6	6	6	9	EXISTE UNA ROTACION CONTINUA DE LA MANO DE OBRA	418
TOTAL	15	04	24	36	32	30	25	27	36	27	08	32	20	36	16	10	12	18		
MORELIA	8	9	9	8	9	9	9	6	7	8	8	5	4	6	8	4	6	8	FALTA DE MANO DE OBRA CALIFICADA, - ASI COMO PROBLEMAS ESTUDIANTILES	448
TOTAL	24	26	27	32	36	45	45	18	28	21	32	20	16	24	24	12	12	16		
APIZACO	8	9	6	9	6	7	8	9	7	8	9	6	7	8	9	8	8	7	CAMBIO BRUSCO DE TEMPERATURA	413
TOTAL	24	36	18	36	24	35	40	27	28	24	36	24	28	32	27	24	16	14		
S. L. POTOSI	6	8	7	8	8	8	5	9	7	7	9	7	6	7	8	8	8	7	LEJANIA DE LOS CENTROS CONSUMIDORES, ASI COMO COMUNICACIONES DEFICIENTES	470
TOTAL	18	32	21	32	32	60	25	27	28	21	36	28	24	28	24	24	16	14		

EVALUACION DE PARAMETROS PARA LA LOCALIZACION DE LA PLANTA

PARAMETRO	COSTO DEL TERRENO	ESTIMULOS FISCALES	TEMPERATURA	HUMEDAD	INFRAESTRUCTURA CULTURAL	CERCANIA A PROVEEDORES	CERCANIA A CONSUMIDORES	TRANSPORTES	COMUNICACIONES	DISPONIBILIDAD DE PROFESIONALES	SINDICATOS	INCIDENCIA DE FENOMENOS METEOROLOGICOS	DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRERA CALIFICADA	DISPONIBILIDAD DE MATERIALES REFACCIONES	CONCENTRACION INDUSTRIAL	PROBLEMAS ESTUDIANTILES	COSTO DE VIDA	SERVICIOS AUXILIARES	OBSERVACIONES	CALIFICACIONES
VALOR PONDERADO	3	4	3	4	4	5	5	3	4	3	4	4	4	4	3	3	2	2		
SAN JUAN DEL RIO	5	1	7	8	6	6	5	9	9	7	4	6	8	9	5	5	6	9	INSUFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA NECESARIA PARA UNA INDUSTRIA METAL MECANICA	403
TOTAL	15	04	21	32	24	30	25	27	36	21	16	24	32	36	15	15	12	18		
QUERETARO	5	1	8	9	8	6	5	9	9	9	2	6	5	9	6	6	6	9	EXISTE UNA ROTACION CONTINUA DE LA MANO DE OBRERA	418
TOTAL	15	04	24	36	32	30	25	27	36	27	08	32	20	36	18	18	12	18		
MORELIA	8	9	9	8	9	9	9	6	7	8	8	5	4	6	8	4	6	8	FALTA DE MANO DE OBRERA CALIFICADA, ASI COMO PROBLEMAS ESTUDIANTILES	468
TOTAL	24	36	27	32	36	45	45	18	28	21	32	20	16	24	24	12	12	16		
APIZACO	8	9	6	9	6	7	8	9	7	8	9	6	7	8	9	8	8	7	CAMBIOS BRUSCOS DE TEMPERATURA	413
TOTAL	24	36	18	36	24	35	40	27	28	24	36	24	28	32	27	24	16	14		
S. L. POTOSI	6	8	7	8	8	8	5	9	7	7	9	7	6	7	8	8	8	7	LEJANIA DE LOS CENTROS CONSUMIDORES, ASI COMO COMUNICACIONES DEFICIENTES	470
TOTAL	18	32	21	32	32	40	25	27	28	21	36	28	24	28	24	24	16	14		

CAPITULO II

PROCESO DE FABRICACION

2.1 INTRODUCCION.

2.2 SELECCION DEL TIPO DE TURBINA A FABRICAR.

2.3 DESPIECE DE UNA TURBINA FRANCIS.

2.4 NECESIDADES DE MAQUINARIA PARA EL PROCESO DE FABRICACION.

2.4.1) TUBO DE DESFOGUE.

2.4.2) ANTEDISTRIBUIDOR.

2.5 DISTRIBUCION DE LA PLANTA.

2.6 SELECCION DE MAQUINARIA.

2.7 CAPACIDAD DE LA PLANTA.

2.1. INTRODUCCION.

Una vez determinada la factibilidad técnica, económica y social del proyecto así como su localización geográfica, se procede a continuación a seleccionar una pieza característica (turbina) para fabricar, de acuerdo a las necesidades del país - y analizar su proceso de fabricación.

En el proceso de fabricación de una turbina influye determinantemente la disposición de la fábrica, esto implica colocar las máquinas y demás equipo de la manera que permita a los materiales avanzar con mayor facilidad, el costo más bajo y con el mínimo de manipulación, desde que se reciben las materias primas hasta que se despachen los productos terminados.

Este análisis reviste gran importancia, pues en base a esto se determina:

- Selección de maquinaria, equipos y servicios.
- Distribución de maquinaria y equipos.
- Diseño de la planta.
- Alternativas de crecimiento.

2.2. SELECCION DEL TIPO DE TURBINA A FABRICAR.

Existen cuatro tipos de turbinas hidráulicas y son: Pelton, Francis, Kaplan y Bulbo, la elección de cuál o cuáles se fabricarán se hace de la siguiente manera:

En la figura 2.1 se graficaron en las ordenadas las potencias instaladas de las plantas construidas hasta 1978 por C.F.E. y en las abscisas se graficaron los años en que fueron puestas en operación.

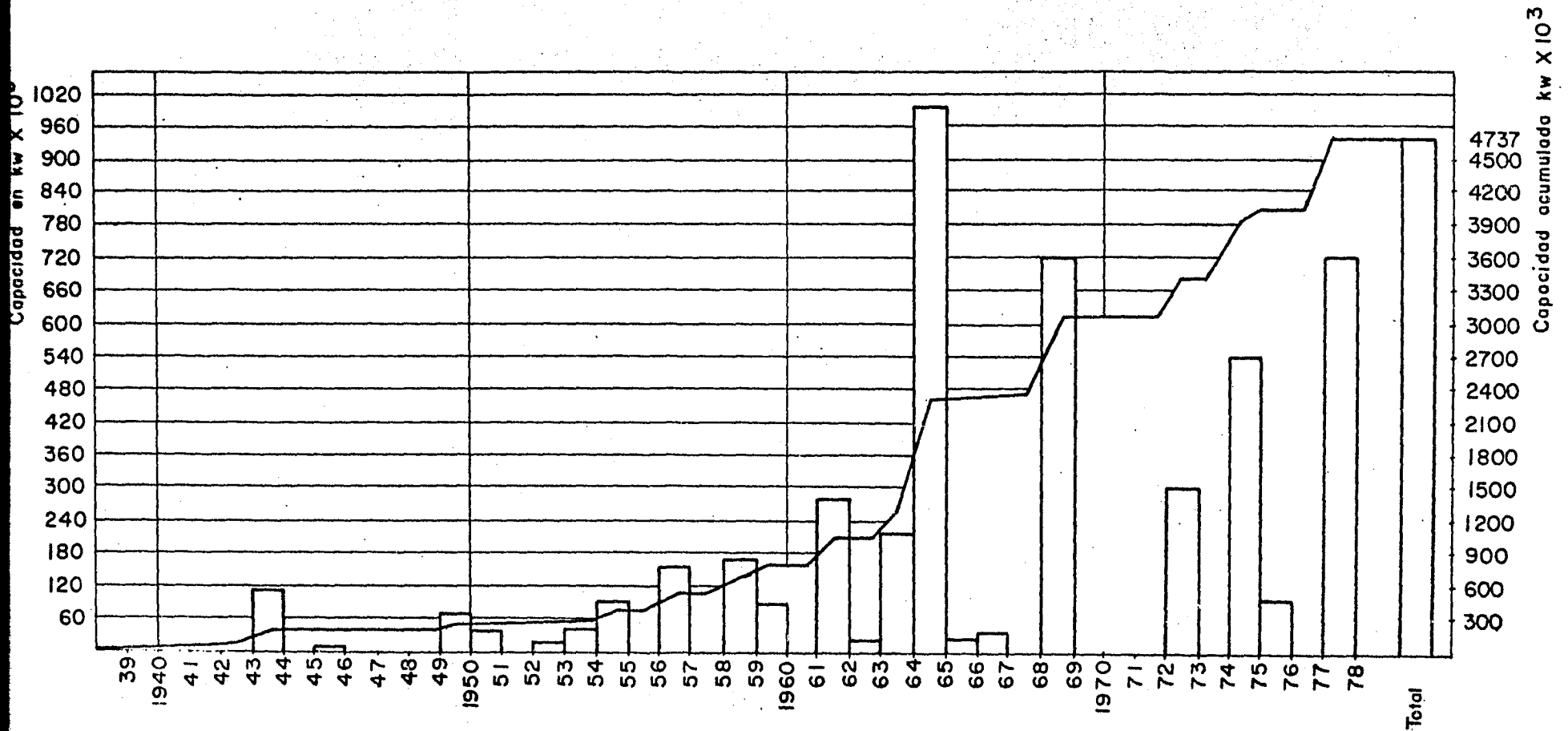


fig. 2.1 Potencia Instalada de las Plantas Hidroeléctricas Construidas por C.F.E.

De esta lámina se infiere que existen dos períodos bien marcados: el primero de ellos de 1940-1964 cuando se construyeron plantas con una potencia instalada total de 1302 MW y que corresponde a un promedio de 31.7 MW/planta, en cambio en el periodo 1965-1978 solo se construyeron 8 con un promedio de 339.4 MW/planta, promedio casi 11 veces mayor que en el periodo anterior.

Las del primer período corresponden a plantas pequeñas, que fundamentalmente aprovechan los escurrimientos de las partes altas de las cuencas hidrográficas, esto es, son plantas de caídas estáticas importantes y de bajo gasto turbinado. En el segundo periodo las plantas tienen en forma acentuada, características inversas de carga y gasto.

El proceso referido es lógico, ya que es lógico empezar el aprovechamiento hidráulico de una cuenca de aguas arriba hacia aguas abajo, sin embargo, la estrategia de construcción de hidroeléctricas en nuestro país se ha hecho, pasando del aprovechamiento de las partes altas de los ríos a la realización de centrales ubicadas en las desembocaduras de las corrientes con caudal importante, tales como las plantas de Infiernillo, Villita y Malpaso, sin haber antes explotado más los recursos hidráulicos de alta caída y los de partes intermedias de las cuencas, que son las partes a explotar subsecuentemente.

Como parte básica en la selección del tipo de turbina adecuado a un aprovechamiento hidroeléctrico, se tienen, la capacidad deseada y el salto disponible a partir de los cuales se fije la velocidad específica (n_s) que constituye la base de selección del tipo de turbina.

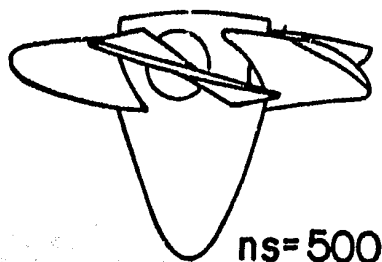
En las figuras 2.2 y 2.3 se representan las diversas turbinas y sus curvas correspondientes de rendimiento.

Las figuras 2.4 y 2.5 indican los límites de aplicación de las diversas turbinas de acuerdo con la carga. En la figura 2.2 se observa como en las turbinas Francis va cambiando la forma del rodete, pasando de rodetes en los que predomina el flujo radial (velocidad específica baja) $N_s=100$, a otras en que predomina el flujo axial ($N_s = 200$). En los rodetes Kaplan, se observa como cambia el número y forma de los álabes del rodete. Para velocidades específicas grandes, el número de álabes es menor.

La figura 2.4 muestra los límites de aplicación de las turbinas. Se observa que la turbina Kaplan puede trabajar con una carga máxima de 80 mts. Las Francis, con 500 y las Pelton hasta 2000 mts. Únicamente por razones de construcción se modifican los límites mencionados; los cuales sin embargo, han ido aumentando gracias a las mejoras en el diseño.

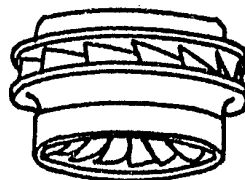
La figura 2.6 muestra las posibles velocidades específicas y las correspondientes a cargas de succión, para cargas de 1 a 2000 mts. Cuando se trata de turbinas Kaplan y Francis, la carga de succión (H_s) se entiende a nivel del mar.

Una vez analizadas las necesidades de los posibles desarrollos hidroeléctricos del país, de acuerdo a sus características hidrográficas se toma la decisión de fabricar turbinas tipo Francis y algunas tipo Kaplan con capacidades de 10000 a 350000 Kw ya que las primeras se utilizan en un am



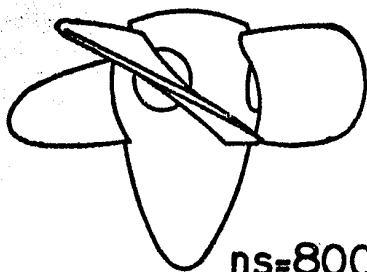
ns=500

KAPLAN

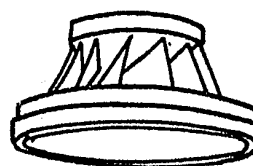


ns=100

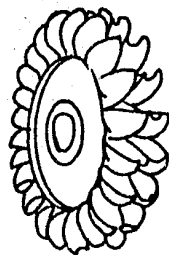
FRANCIS



ns=800

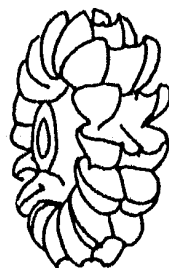


ns=400



ns=20

PELTON



ns=30

fig. 2.2 TIPOS DE RODETES

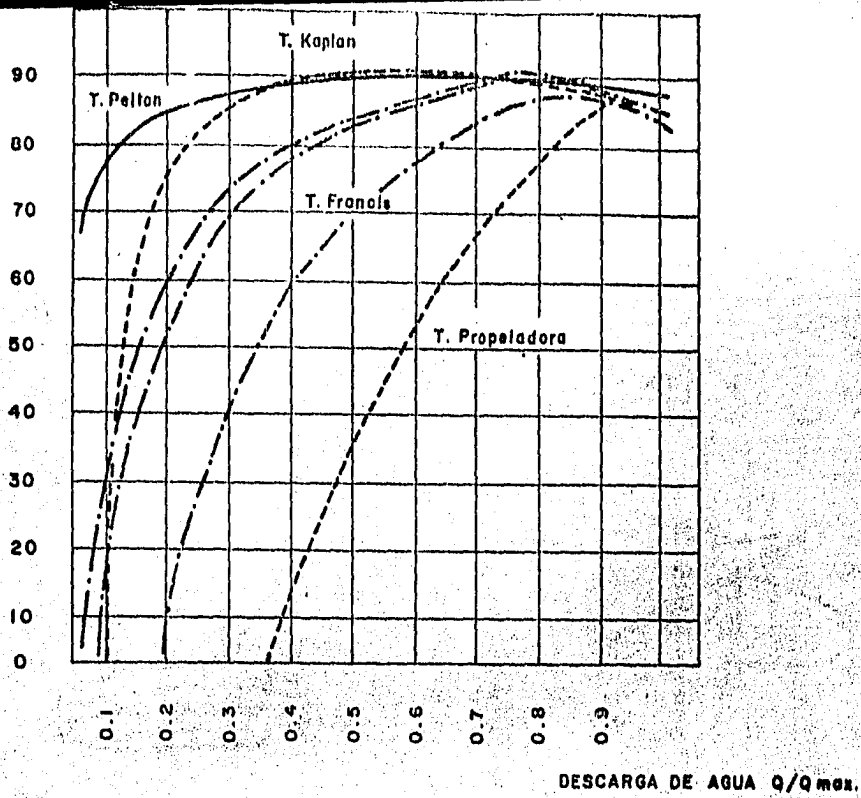


fig. 2.3 CURVAS DE EFICIENCIA

FUENTE: VIEJO, ZUBICARAY Y ALONSO. " ENERGIA HIDROELECTRICA."

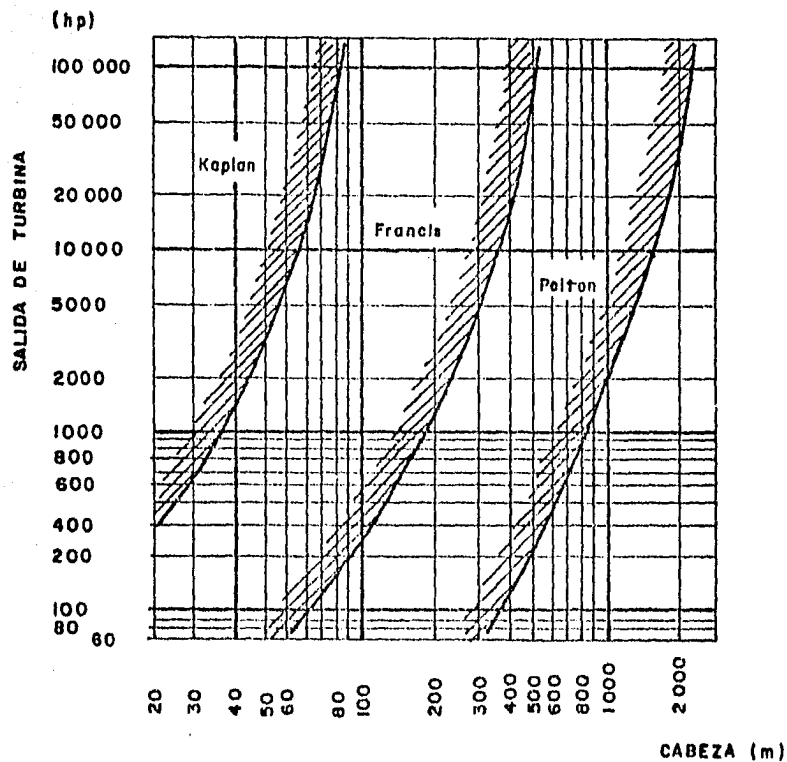


fig. 2.4 LIMITES DE APLICABILIDAD DE LAS TURBINAS

FUENTE: IDEM.

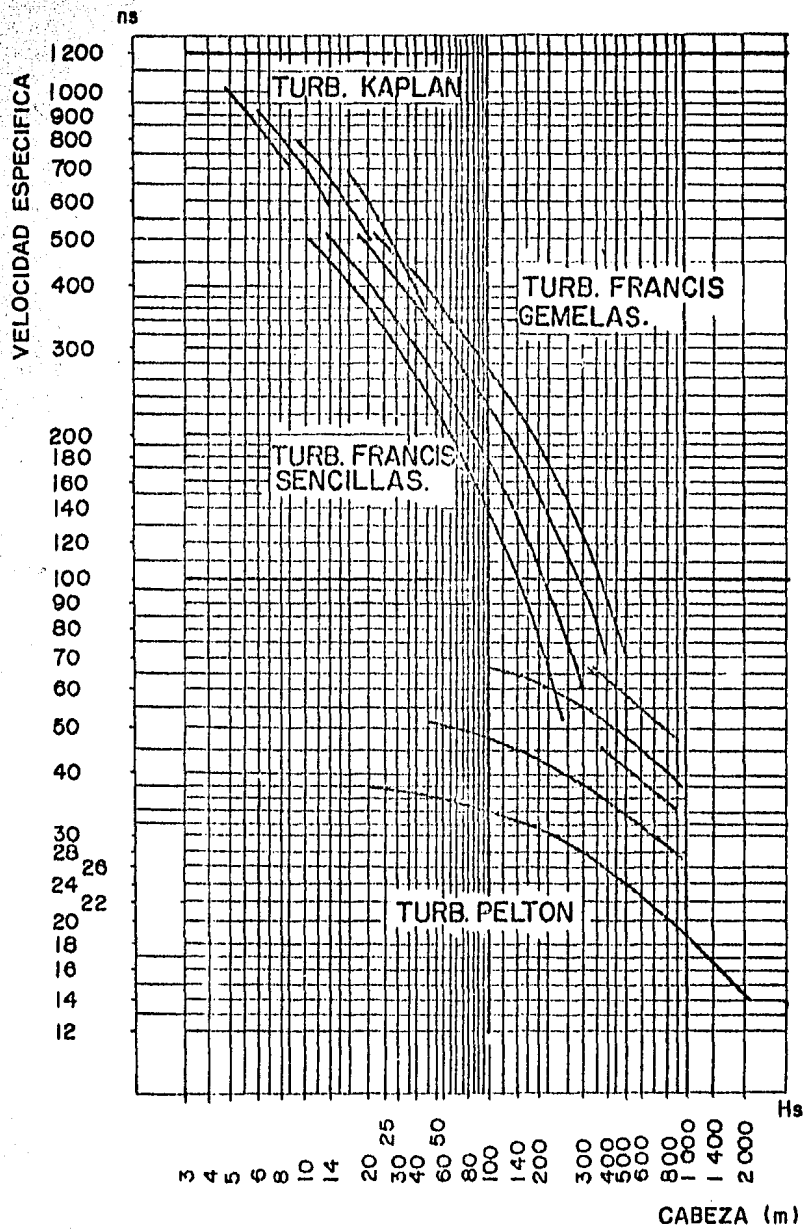


fig. 2.6 RELACIONES n_s y H_s

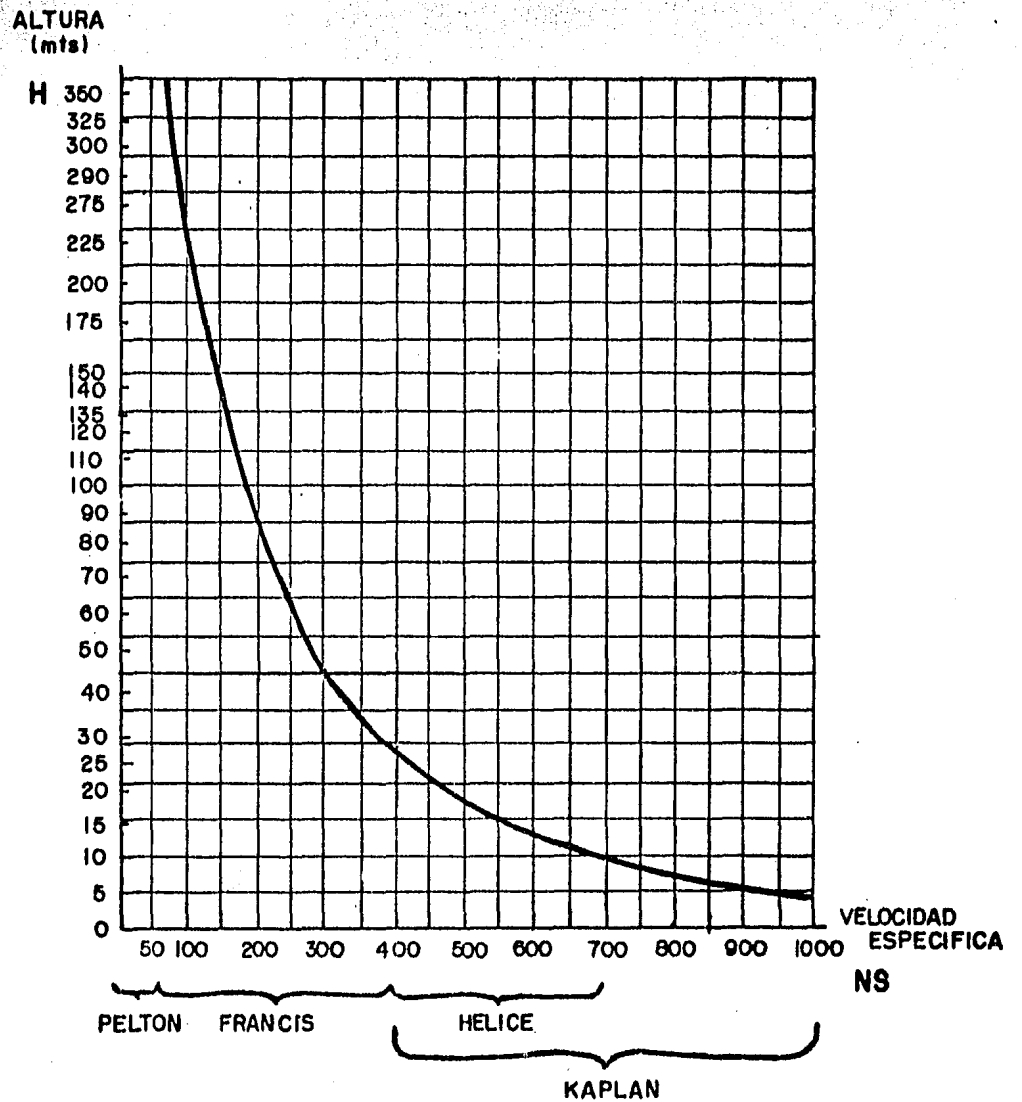


fig. 2.5 EL DIAGRAMA INDICA APROXIMADAMENTE EL VALOR MAXIMO DE NS EN FUNCION DE H.

plio rango de cargas, desde aproximadamente 30 a 400 m. y gastos de agua variables de 10 hasta 500 m³/seg. y las segundas se utilizan para grandes caudales y cargas pequeñas.

A continuación mencionamos sus características más importantes:

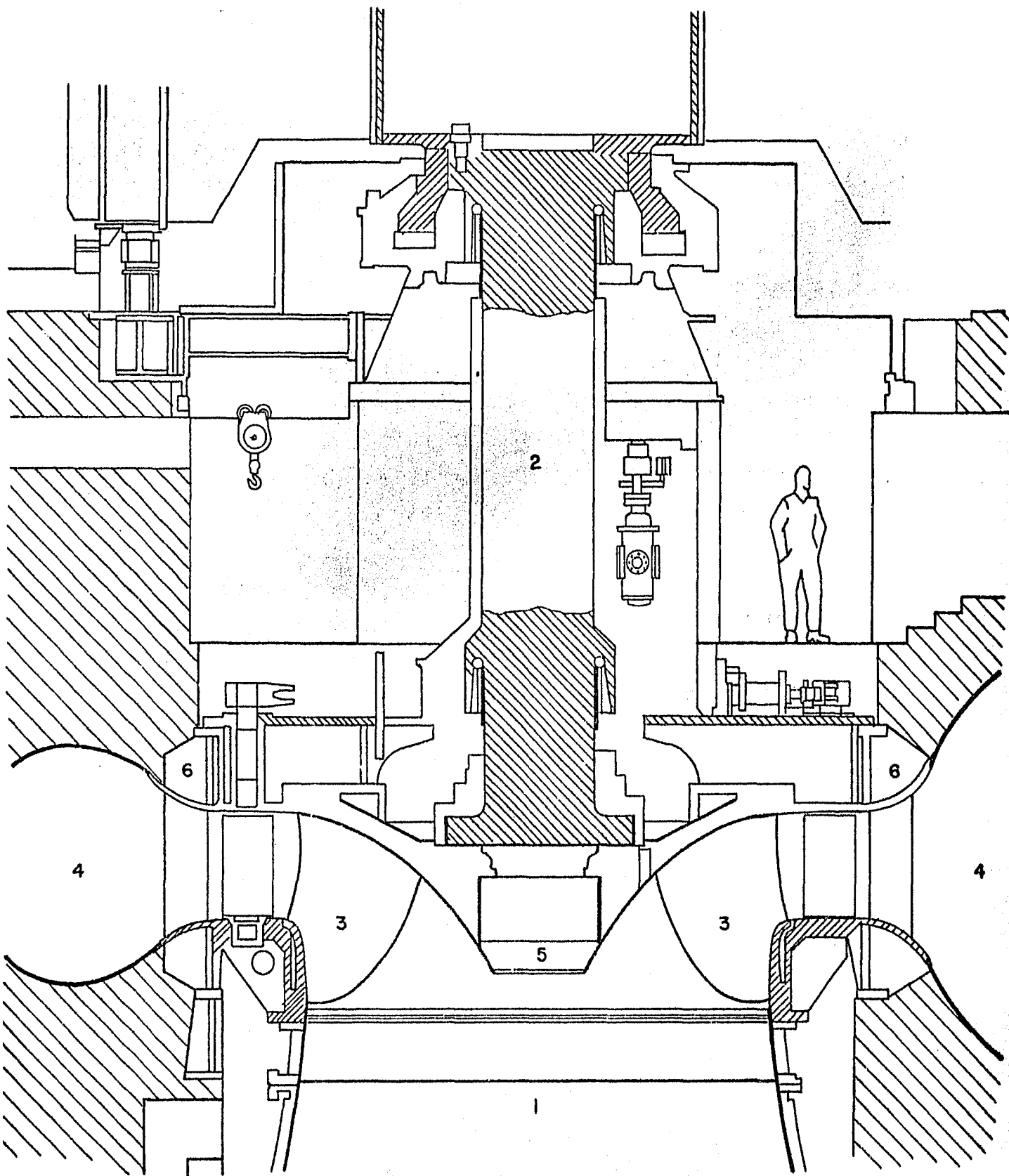
Las turbinas Francis son el tipo más representativo de las turbinas radio-axiales, también se les denomina de reacción porque utilizan la energía estática del agua pero son también capaces de aprovechar la energía dinámica del agua.

La turbina Francis encuentra buena aplicación en aprovechamientos hidráulicos de características muy variadas de carga y caudal. Sus aplicaciones van de los 30 a 400-m. de carga y de 10 a 500 m/seg. para caudal. Esta versatilidad ha hecho que la turbina Francis sea la turbina hidráulica más generalizada en el mundo hasta el momento actual.

2.3 DESPIECE⁽²⁾ DE UNA TURBINA FRANCIS.

Los órganos principales de una turbina Francis son: la caja espiral o carcaza, el distribuidor, el rodete móvil y el tubo de desfogue. Esto se muestra en la figura 2.7.

Caja espiral.- Según las dimensiones de la turbina se construye de acero colado, chapa roblonada o soldada u hormigón armado. Las espirales de las turbinas Francis grandes son de fabricación enteramente soldada para las caídas de mediana importancia, y pueden ser de fabricación mixta para las caídas altas. La utilización de aceros



- 1 TUBO DE DESFOGUE
- 2 FLECHA
- 3 RODETE
- 4 CAJA ESPIRAL
- 5 CONO DEL RODETE
- 6 DISTRIBUIDOR

$H = 110 \text{ m}$
 $Q = 202 \text{ m}^3/\text{seg}$
 $P = 270\,000 \text{ PS}$
 $n = 116.38 \text{ U/min.}$

fig. 2.7 **TURBINA FRANCIS**

especiales de límite elástico elevado permite reducir los espesores e influye mucho sobre las posibilidades de realización de cárcazas de grandes dimensiones. La soldadura se efectúa casi siempre en el lugar.

- El Distribuidor.- Está constituido por una serie de álabes directamente en forma de persiana circular, cuyo paso se puede modificar con la ayuda de un servomotor, lo que permite imponer el fluido la dirección de ataque exigida por el rodete móvil y además regular el gasto de acuerdo con la potencia pedida a la turbina desde valores máximos a un valor cero. En el distribuidor se transforma parcialmente la energía de presión en energía cinética.

- El Rodete Móvil o Rotor.- Está conformado por los propios álabes, los cuales están colocados en un plato perpendicular al eje de la máquina, de cuyo plato arrancan siguiendo la dirección axial, tomando en forma progresiva un alabeo y abriéndose hacia la dirección radial. El rotor de la turbina, es el elemento básico de la turbina, pues en él se logra la transferencia energética. Para su fabricación, más allá de cierto tonelaje, es necesario abandonar la solución de moldeado en una sola pieza y adoptar otros métodos de fabricación. El material de fabricación son aceros inoxidables con diferentes contenidos de Cr. y Ni.

- El Tubo de Desfogue o Difusor.- Da salida al agua y al mismo tiempo procura una ganancia en carga estática hasta el valor de la presión atmosférica, debido a su forma divergente. Se tiene así a la salida del rotor una presión dinámica más alta a través del rodete. Su forma puede ser simplemente cónica, o más compleja cuando es acodada (la sección es cónico-elíptica-cuadrangular).

2.4. NECESIDADES DE MAQUINARIA PARA EL PROCESO DE FABRICACION.

La descripción anterior de una turbina Francis sirve como base para hacer un análisis de la misma, y con éste poder analizar el proceso de fabricación necesario para cada una de las piezas, y a su vez la selección de maquinaria, con lo que se puede diseñar la planta.

Inicialmente, debido al proceso de absorción-tecnológica, solo se fabricarán el 50 % de los componentes de una turbina, lográndose en dos años aumentar la fabricación a un 70 %. Dentro de este contexto, se proyectó un proceso de fabricación de las piezas más simples y que no se pudiesen fabricar en México, como un paso inicial para lograr la integración total de la fabricación de turbinas hidráulicas de hasta 350 MW en México, y también poder fabricar otros productos. Los componentes de la turbina así como las partes de fabricación inicial se muestran en la figura 2.7.

Los componentes de una turbina Francis que se van a fabricar en México en una primera etapa son; El distribuidor, el tubo de desfogue y la caja espiral. El rodete y la flecha no se van a poder fabricar en México por que se necesitarían máquinas de tecnología altamente especializada y equipos de control de calidad también altamente especializados que incrementarían los costos de depreciación.

En seguida analizaremos las necesidades de maquinaria para los procesos de fabricación del tubo de desfogue y el antedistribuidor.

2.4.1. TUBO DE DESFOGUE

Para una potencia de 350 MW las dimensiones aproximadas de el tubo de desfogue son:

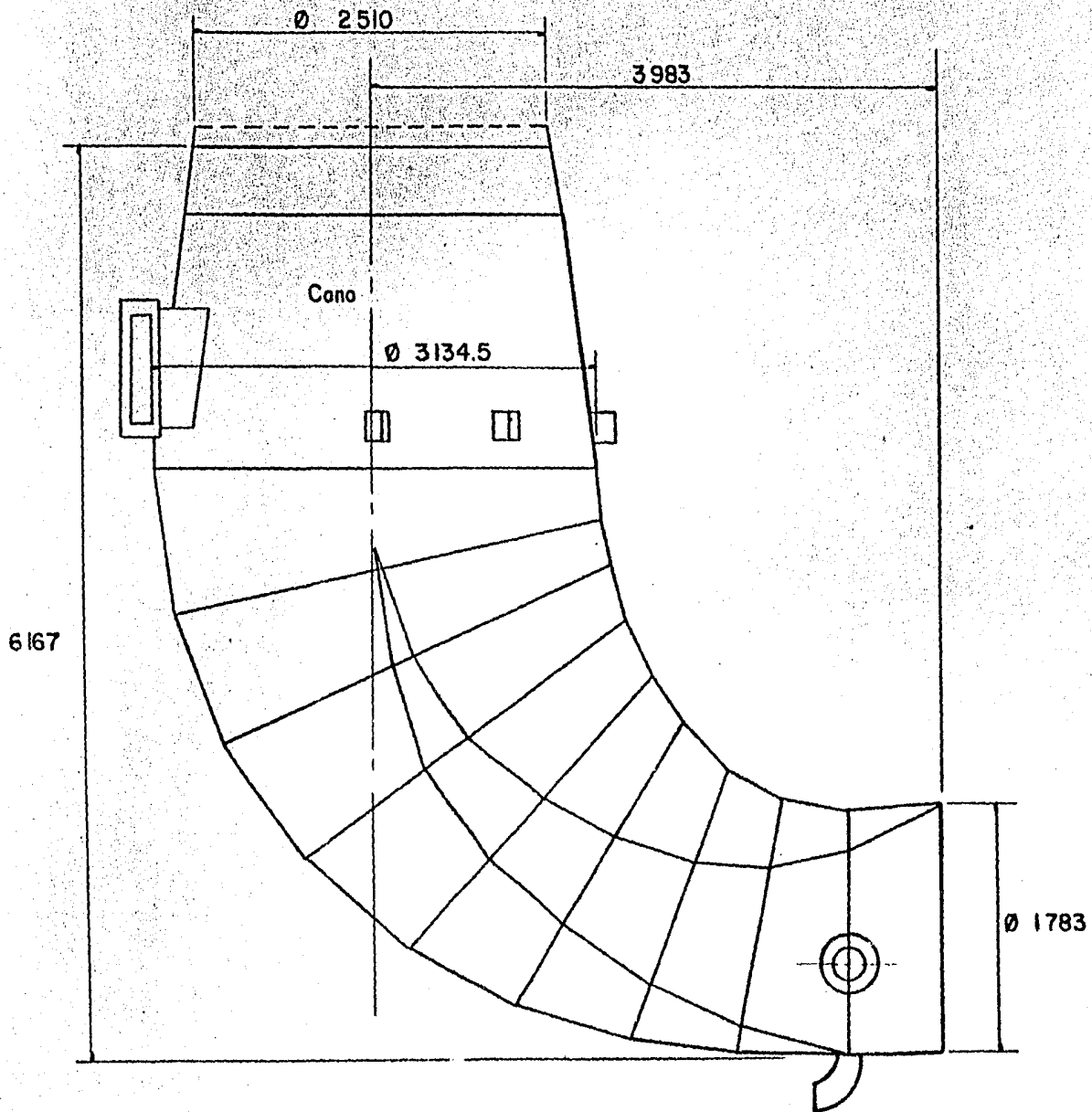


fig. 2.8

ACOT. MM.

- Corte.- Para lograr el corte de material se necesita una cortadora de flama que tenga las siguientes características:

Métodos precisos para el control del corte.

Amplio rango de espesores de corte (hasta - - 250 mm).

Capacidad de optimizar material aprovechables es decir, que el material de desperdicio sea el mínimo.

- Rolado.- Para el curvado de las placas se necesita una máquina de las siguientes características:

Amplio rango de capacidad de rolado, es decir rolado para diferentes espesores de placas.

Debe tener 4 rodillos para lograr ángulos de curvado muy pequeños, dichos rodillos deben ser accionados independientemente para lograr conicidades con diferentes ángulos de inclinación y radios requeridos por la pieza.

- Soldado.- Antes de proceder al soldado de las diferentes piezas del tubo de succión, es preciso presentarlas y asegurarse que en el momento del soldado no tenga movimientos indeseables, para lo cual se utiliza un posicionador con las siguientes características:

Capacidad de carga superior para ensamble (el tubo de succión pesa aproximadamente 17 Ton).

Posibilidad de girar la pieza y volcarla según la necesidad del proceso de soldadura.

Una vez posicionada la pieza, necesita ser soldada, dada la gran magnitud de los cordones, en longitud y espesor, así como para abatir los costos, es necesario un portador de soldadura automático con las siguientes características:

Soldadura de arco sumergido.

Amplio rango de velocidad de trabajo.

Óptima calidad del proceso de soldado.

- Relevado de esfuerzos.- Dados los esfuerzos concentrados en las partes trabajadas (rolado y soldado) que incrementan la dureza del material y disminuyen su ductilidad, se hace necesario un horno de tratamientos térmicos para el relevado de esfuerzos con las siguientes características:

Rango de temperatura máxima de calentamiento de 900°C.

Control sobre el proceso de calentamiento en °C/Hr. que sea programado.

- Limpieza.- Una vez que la pieza sale del horno, es necesaria una limpieza con chorro de arena, cuyas características de selección son:

Dimensiones considerables.

Anticontaminantes de polvo.

Capacidad de pintar en el interior.

Servicio continuo.

- Maquinado.- La parte superior del tubo de desfogue de aproximadamente 3 m. de \emptyset , debe tener un buen acabado superficial para lograr el ensamble con la carcasa de la turbina, para ésto se requiere un torno de las siguientes características:

Diámetro de torneado de 3 m. como mínimo.

Presión de maquinado.

Capacidad de carga.

Diversidad de movimientos para el maquinado.

2.4.2. ANTEDISTRIBUIDOR.

Para su fabricación es necesario:

Suministro de material.

Control de Calidad.

Corte.

Rolado.

Maquinado.

Se cortan y se curvan 4 piezas para después unir en el proceso de :

- Soldadura.- En este proceso se forma un anillo, para lo cual se requiere primero, que sea posicionado,

en un posicionador cuya capacidad exceda a 25 ton. y que sea posible girar para fijar un mástil de soldadura, que al girar la pieza, logra un cordón continuo en toda la periferia del anillo. Cuyas dimensiones son $\varnothing = 4.5$ m. y altura de 2.5 m. aproximadamente.

- Maquinado.- Una vez soldado en la periferia del antedistribuidor, se necesitan preparar superficies maquinadas para unir los álabes fijos a dicho antedistribuidor, las superficies son de 50 x 100 cm. además de esto, se tiene que hacer barrenos de diferentes diámetros en toda la periferia del anillo.

Antes de darle tratamiento térmico, es necesario prefabricar cada álabe por medio de una fresadora para superficies curvas y líneas con las siguientes características:

Programable.

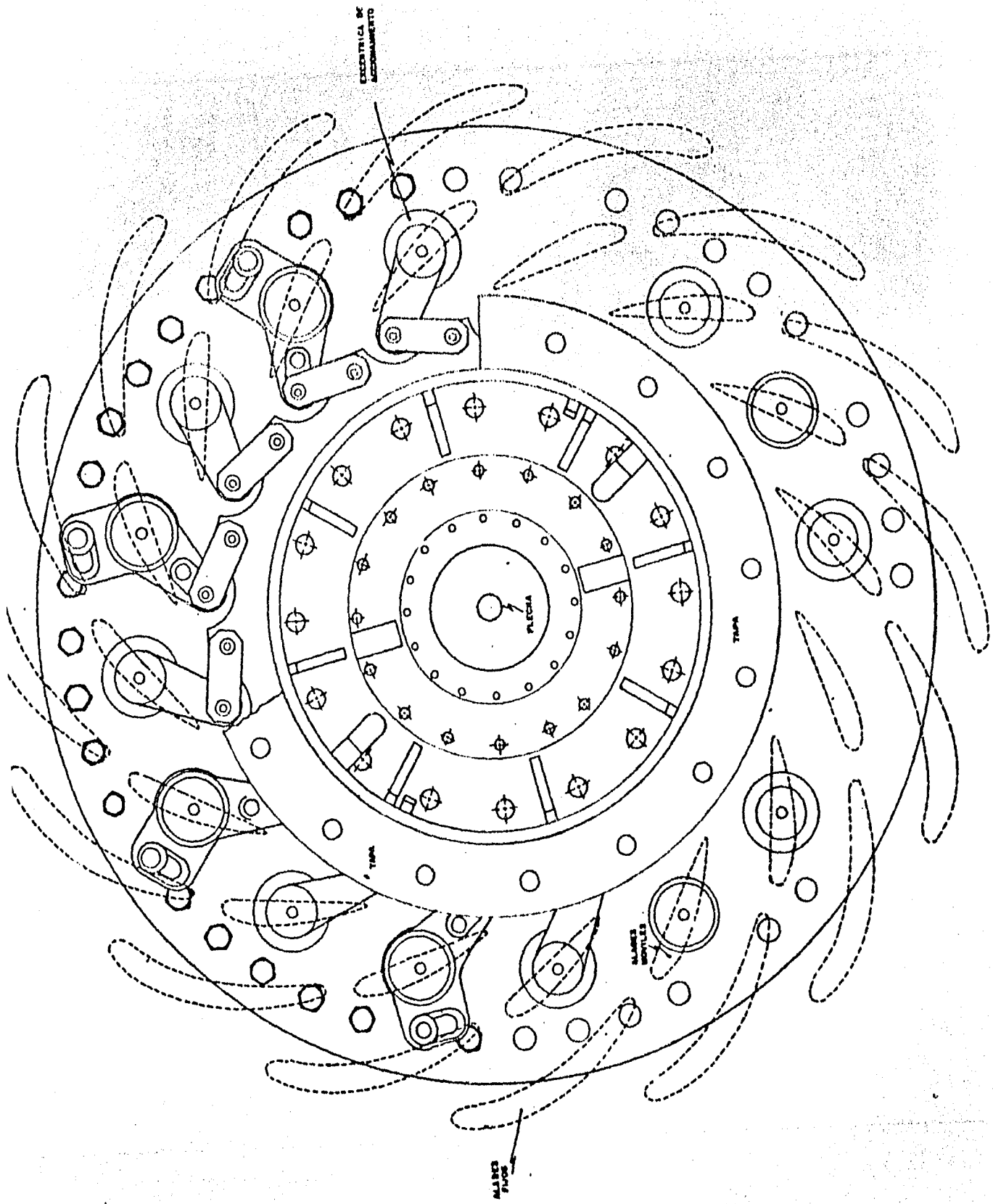
Capacidad de carga.

Versatilidad de movimientos y tipo de trabajo.

Versatilidad en los tipos de desplazamiento.

Una vez prefabricados, se sueldan al anillo del antedistribuidor, para poder darles tratamiento térmico hasta temperaturas de aproximadamente 700 °C y limpieza de escoria mediante el equipo de chorro de arena.

- Maquinado.- Hay necesidad de torneear piezas de diámetros hasta de 12 m. y alturas de 4 m., por lo que se requiere un torno programable, para el tipo de curvas que requiere la pieza. Las características del distribuidor se muestran en la figura 2.9



2.5. DISTRIBUCION DE LA PLANTA.

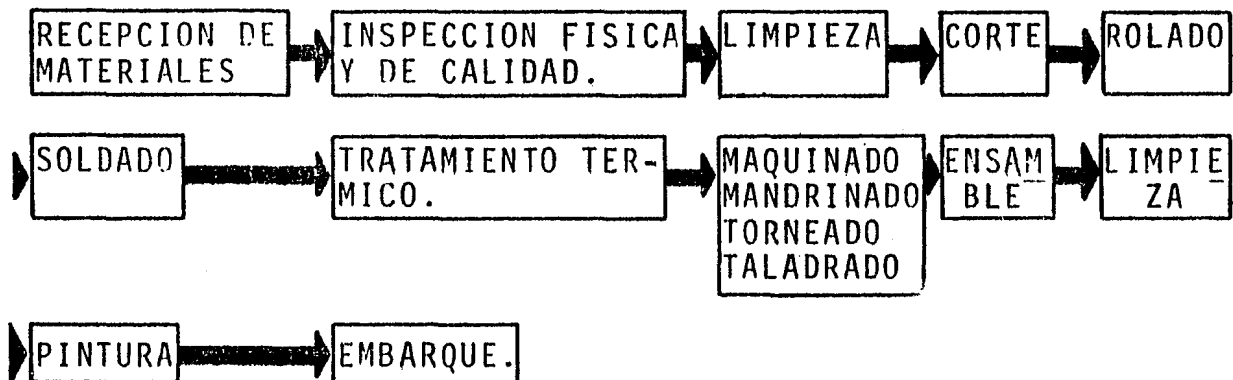
Distribución de áreas de trabajo.

La distribución de la maquinaria y equipo, está hecha en tres áreas específicas que son:

- + Area de pailería.
- Area de maquinado.
- Area de equipos.

Flujo de materiales.

Dada la naturaleza de la empresa, el proceso de fabricación de cada pedido es diferente, esto es, la empresa trabaja por pedidos unitarios por lo que no existe un flujo común de la materia prima para todos los productos, sin embargo, el flujo de una pieza característica que utilizáse - el total de maquinaria y equipo, sería:



Esta distribución y el flujo de trabajo se observan en la fig. 2.10.

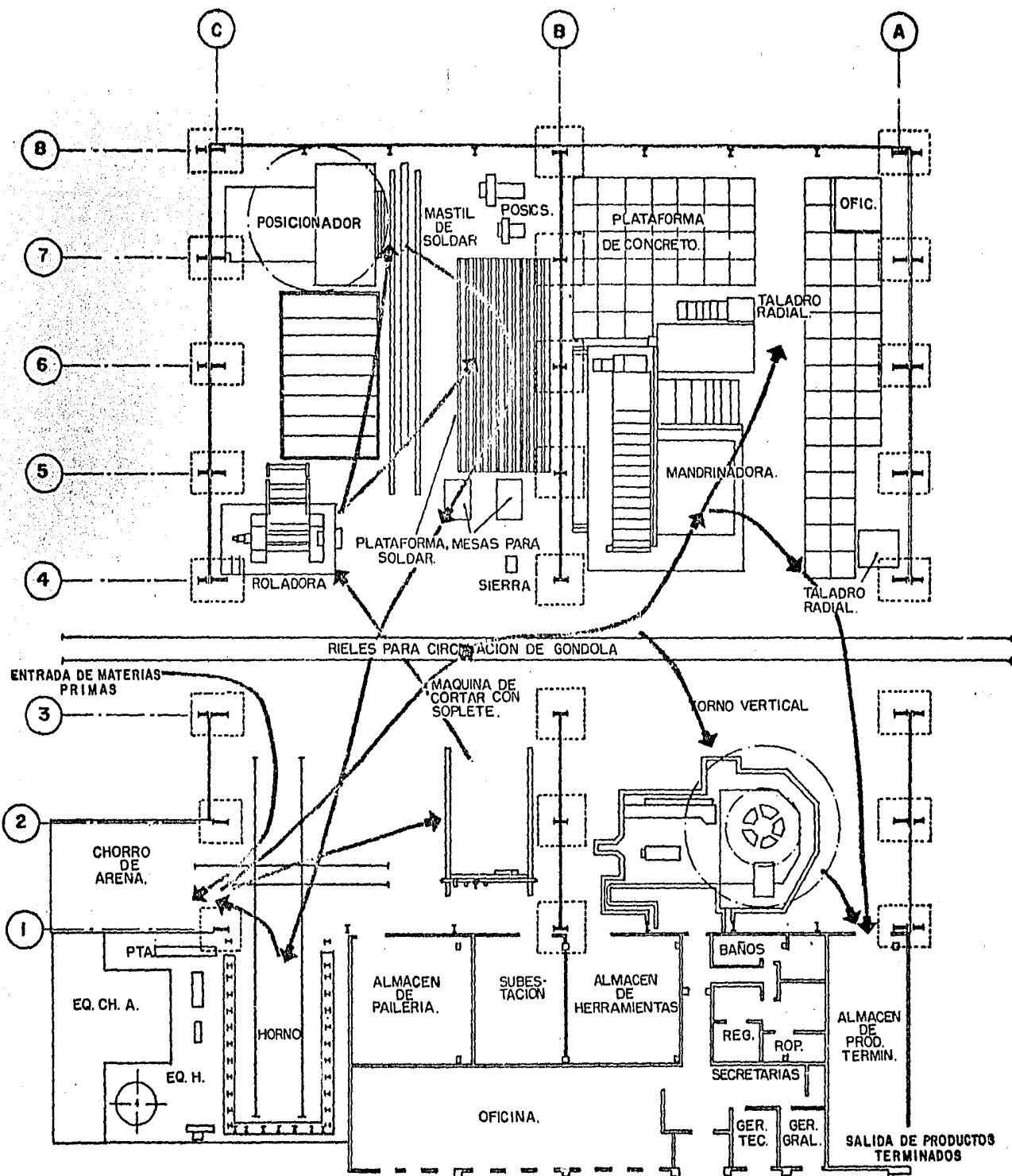


fig. 2.10 LOCALIZACION DE EQUIPO

2.6. SELECCION DE MAQUINARIA.

La maquinaria utilizada en el proceso de fabricación distribuida por áreas de trabajo es la siguiente:

AREA DE PAILERIA.

* Cortadora de flama (MAQ. OXICORTE) (VER FOTOGRAFIA)

Especificación:

Espesor máximo de corte de placa	254 mm
Velocidad máxima de corte	6000 mm/min
Presión de trabajo:	
Propano	0.5 Bar
Oxígeno	9.0 Bar

Métodos de Operación

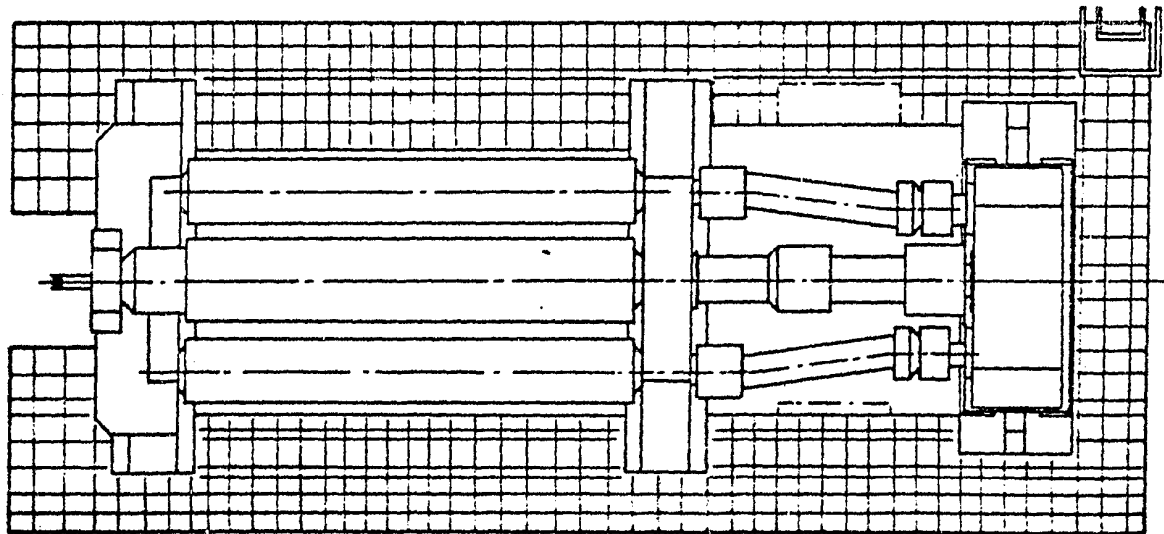
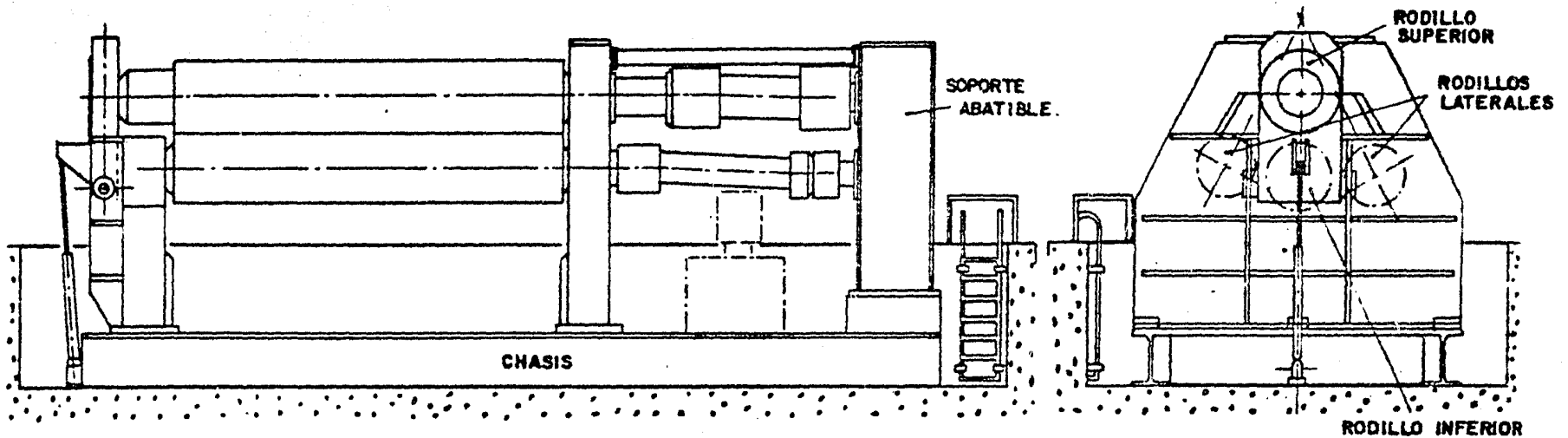
Control óptico	(Fotoeléctrico).
Control numérico	(Programable)
Control manual	(Por coordenadas)

* Curvadora de Chapa de cuatro rodillos (Roladora)

Espesor máximo de roladora de placa	98 mm (FIG.2.10(a))
Resistencia máxima de placa	60 kg/mm ²
Ancho de placa máximo	3000 mm
Velocidad de trabajo	4 mts/min
Fuerza máxima de apoyo	10 Ton.

* Equipo de soldadura automático (MASTIL DE SOLDAR).

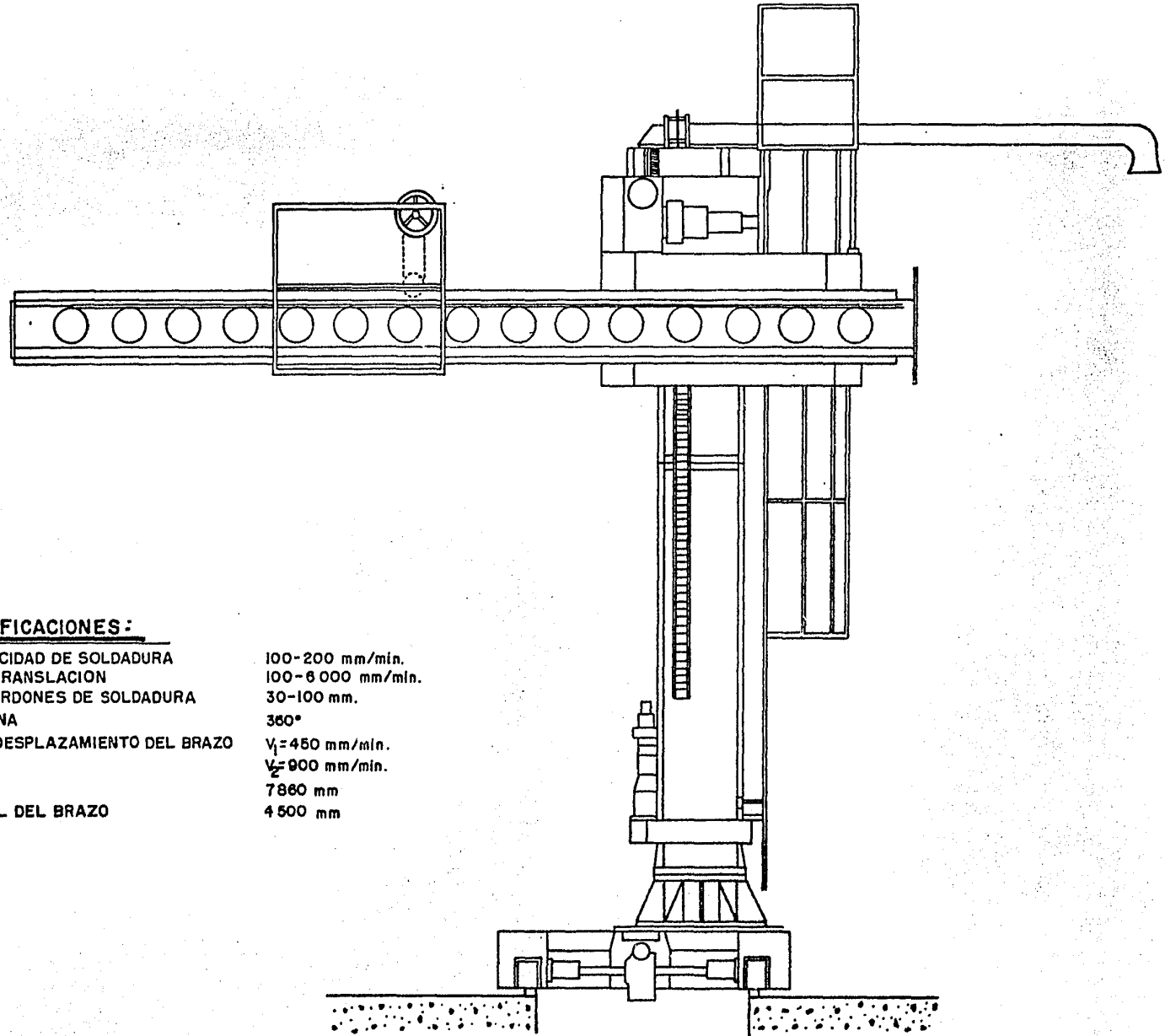
Altura total	7860 mm FIGURA 2.11
Rangos de velocidad de	



ESPECIFICACIONES

CORVADORA DE CHAPA DE 4 RODILLOS.	HASTA 98 mm.
ESPELOR DE PLACA DE ROLADO.	60 kg/mm ²
RESISTENCIA MAXIMA DE PLACA.	36 kg/mm ²
LIMITE DE ESTIRADO DE PLACA.	3000 mm
ANCHO MAXIMO DE PLACA.	4 m/min.
VELOCIDAD DE TRABAJO.	10 ts.
FUERZA MAXIMA DE APOYO.	220 HP
POTENCIA REQUERIDA.	

fig. 2.10(a) ROLADORA



ESPECIFICACIONES :

RANGO DE VELOCIDAD DE SOLDADURA	100-200 mm/mín.
VELOCIDAD DE TRANSLACION	100-6 000 mm/mín.
ESPESOR DE CORDONES DE SOLDADURA	30-100 mm.
GIRO DE COLUMNA	360°
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO DEL BRAZO	$V_1 = 480$ mm/mín.
	$V_2 = 900$ mm/mín.
ALTURA TOTAL	7860 mm
LONGITUD UTIL DEL BRAZO	4500 mm

fig. 2.11 MASTIL DE SOLDAR

soldadura	100-200 mm/min.
Velocidad traslación	100-6000 mm/min.
Espesor de cordones.	30-100 mm.
Giro de columna.	360°

* Posicionador DK 75 FIGURA 2.12

Parade giro en el plato	25000 kg.
Carga maxima horizontal	75000 kg.
Carga máxima vertical	52500 kg.
Diámetro del plato.	6000 mm
Rotación del plato	360°
Velocidad de volqueo	0.0749 R.P.M.
Alcance de volqueo.	0135°

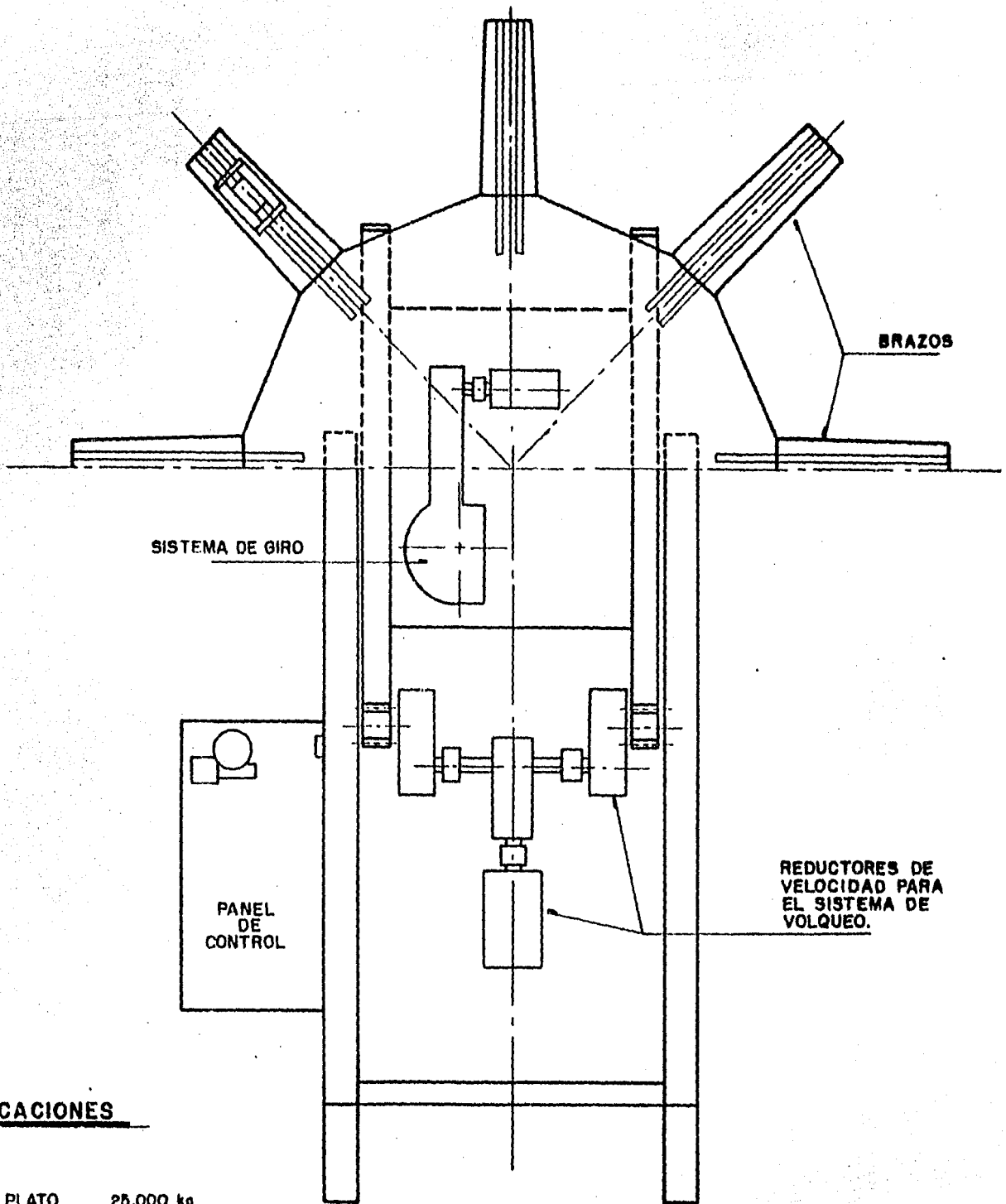
AREA DE MAQUINADO.

* Mandrinadora. (FIGURA 2.13 2.14)

Peso total.	137500 kg.
Longitud de desplazamiento	
Eje X	10000 mm
Eje Y	4500 mm
Eje Z	1300 mm
Eje W	1300 mm
Diámetro del husillo de trabajo.	200 mm
Número de revoluciones	25-800
Potencia	135/90.

AVANCES

Vel.normal ejes X,Y,Z y W	1-6000 mm/min.
Vel. rápida " " "	10,000 mm/min



ESPECIFICACIONES

PAR DE GIRO EN EL PLATO.	25,000 kg.
CARGA MAXIMA HORIZONTAL.	75,000 kg.
CARGA MAXIMA VERTICAL	52,800 kg.
DIAMETRO DEL PLATO.	8000 mm. a/brazos prolg.
	10,500 mm. a/brazos prolg.
ROTACION DEL PLATO.	360°
VELOCIDAD DE VOLQUEO	0.0749 rpm.
ALCANCE DE VOLQUEO.	0.135°

fig. 2.12 POSICIONADOR DE 75 TN.

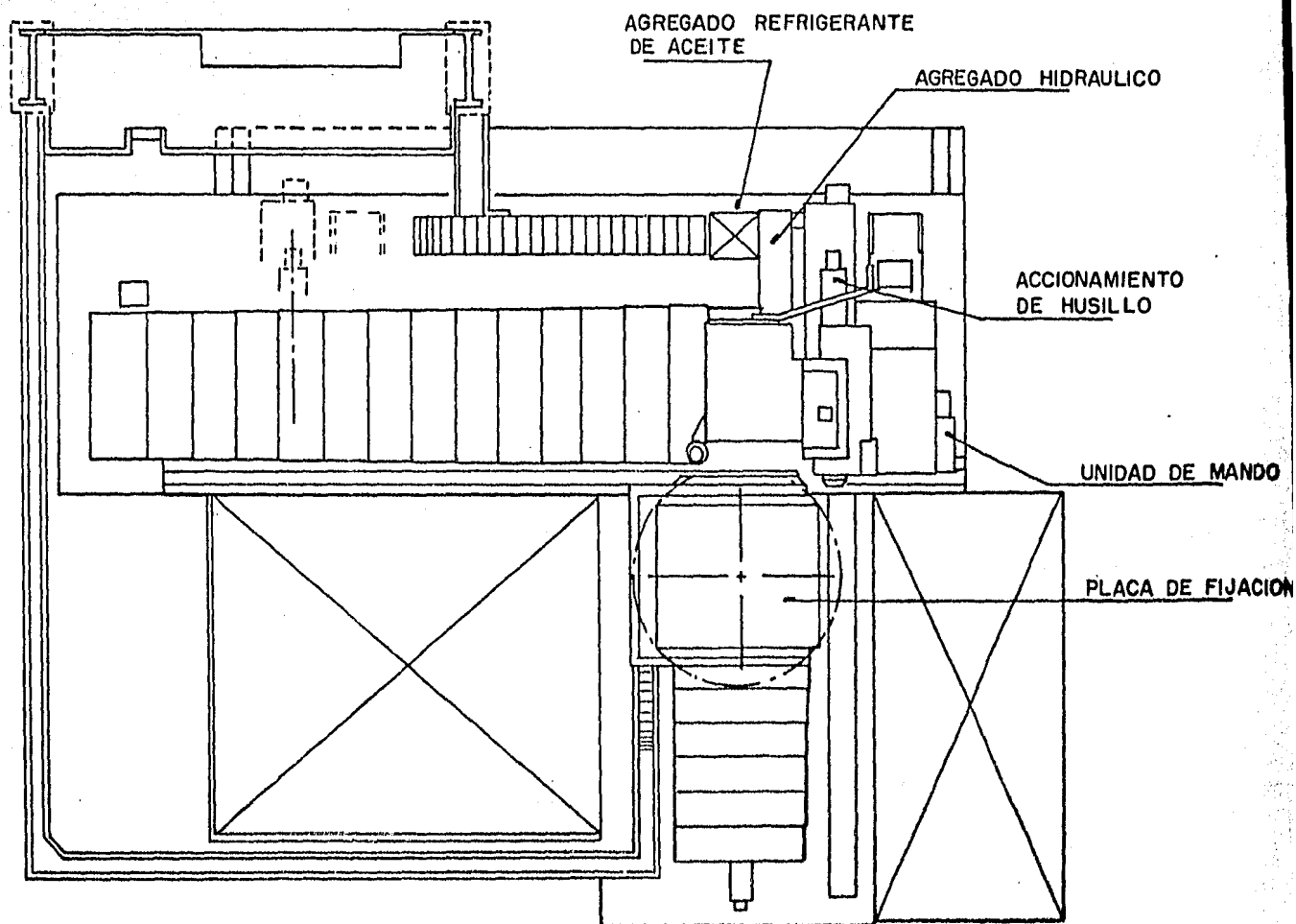
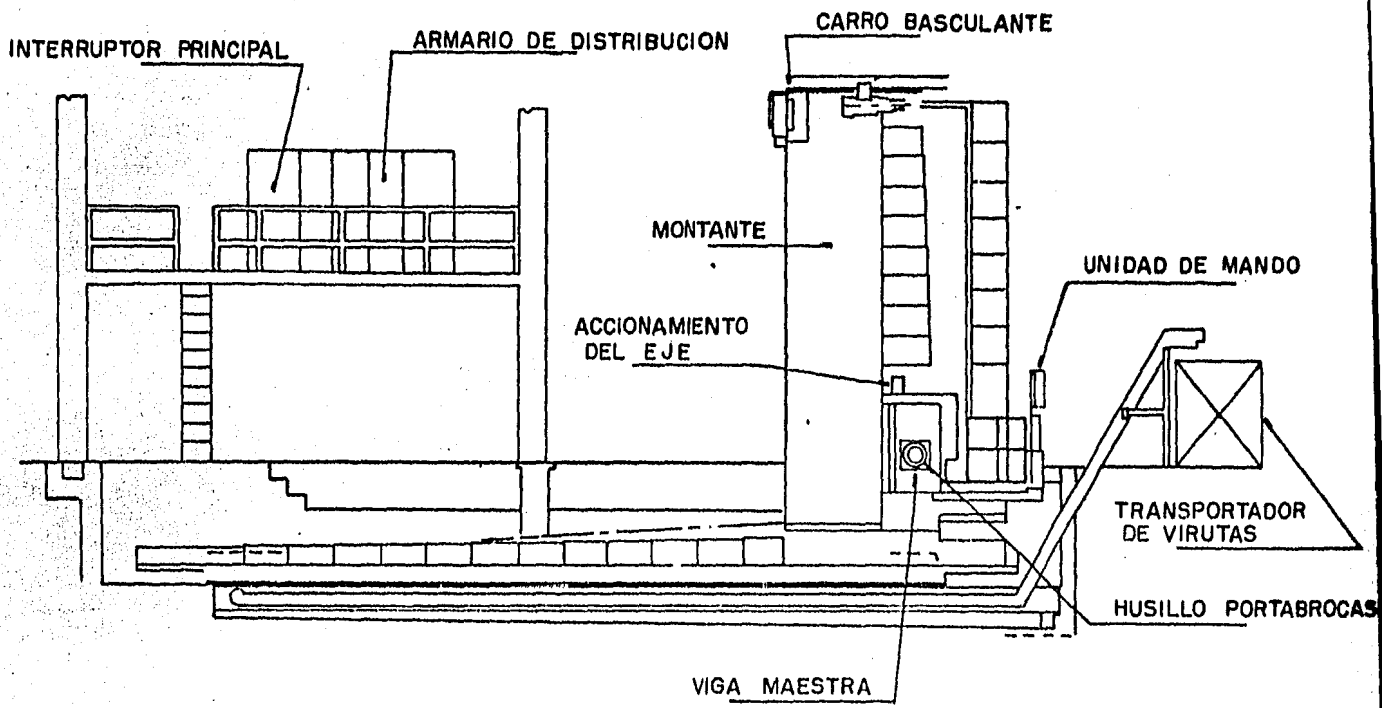
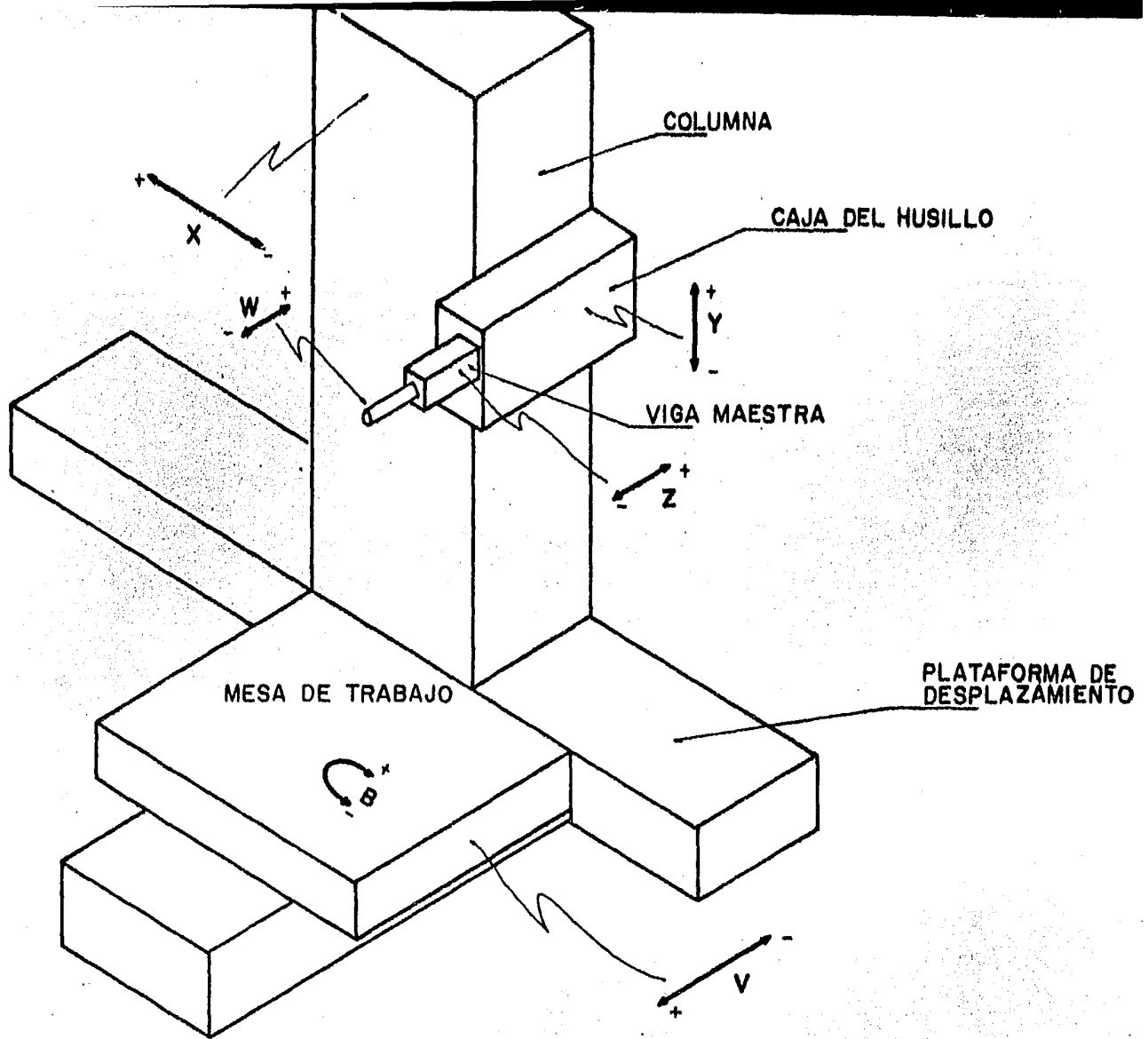


fig. 2.13 MANDRINADORA



ESPECIFICACIONES:

DESPLAZAMIENTOS TRANSVERSALES DEL MONTANTE EJE X	10 000 mm
DESPLAZAMIENTO DE CAJA DEL HUSILLO EJE Y	4 500 mm
DESPLAZAMIENTO DE VIGA MAESTRA EJE Z	1 300 mm
POTENCIA VARIABLE	120-180 H.P.
VELOCIDAD DE CORTE VARIABLE	7- 10 000 mm/min
EJES DE CORTE	7
GIRO DE MESA	360°
DIAMETRO DEL HUSILLO	200 mm
REVOLUCIONES DEL HUSILLO	2.5- 800 min ⁻¹

fig. 2.14 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA MANDRINADORA

Vel.mesa de trabajo normal	
ejes V y B	1-6000 mm/min
Vel.mesa de trabajo rápida	
ejes V y B	10000 mm/min

INSTALACIONES ADICIONALES

Agua de refrigeración
 Agua de refrigeración por el centro del husillo.
 Agregado de refrigerante de aceite.
 Transportador de Viruta.

TORNO VERTICAL.

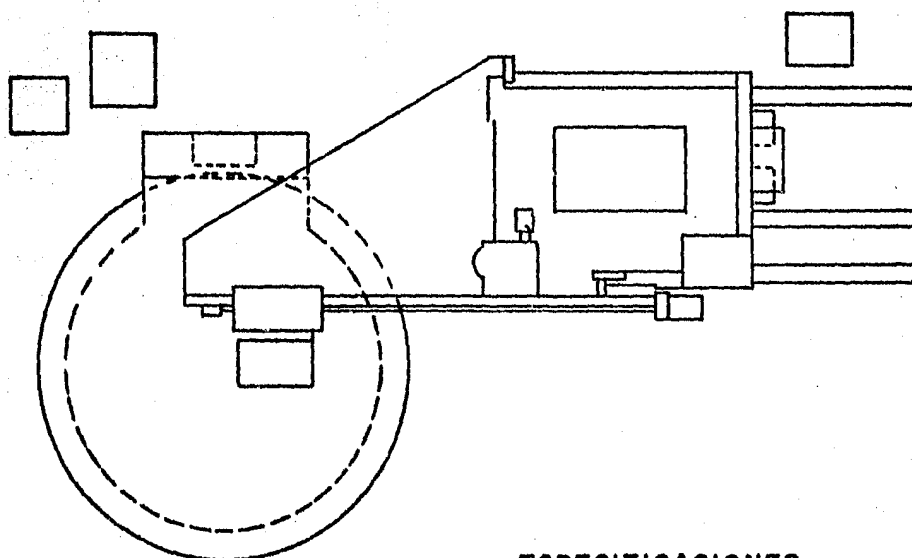
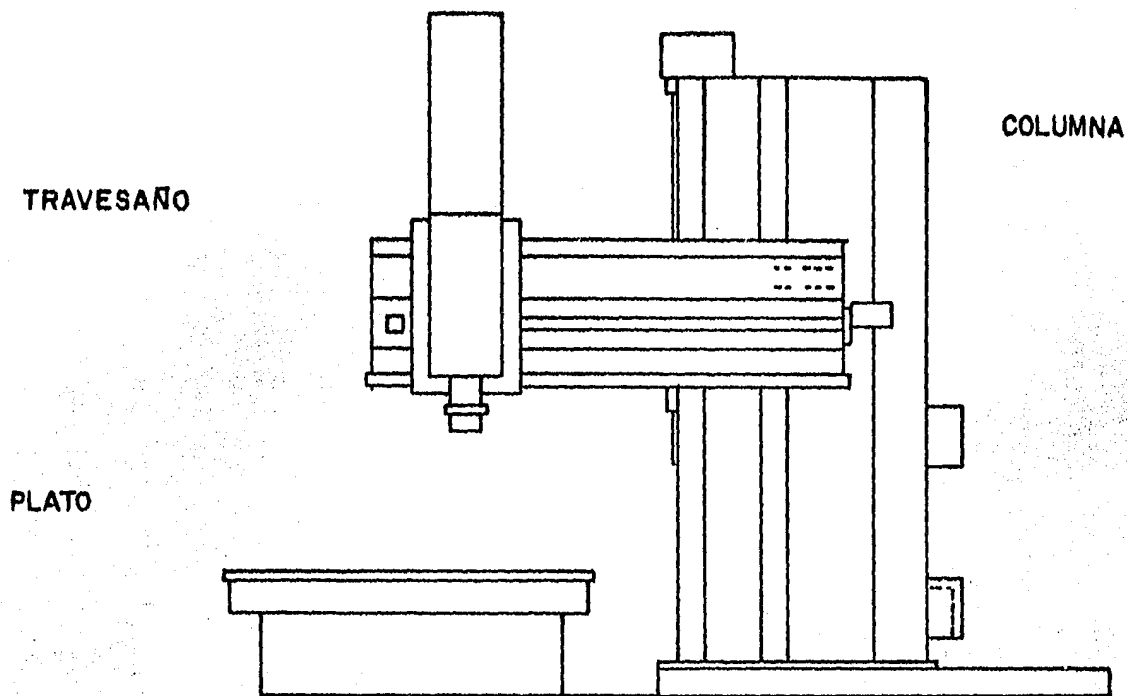
Diámetro del plato del tonno (FIG. 2.15. 2.16)	6000	mm
Altura total de la máquina.	10750	mm
Altura máxima de la pieza a trabajar	5000	mm
Diámetros de torneado máximas	de 7000-12000	mm
Desplazamiento de la traviesa	4000	mm
Desplazamiento del montante	2500	mm
Potencia conectada	350	KVA
Interruptor	500	A
Carga admisible	200000	Kg
Número de revoluciones	50-2000	r.p.m.

TALADRO RADIAL (TR-3)

VER FOTOGRAFIA

ESPECIFICACIONES:

Diámetro	110	mm
Carrera	450	mm
Cono morse	6	



ESPECIFICACIONES

DIAMETRO DE TORNEADO MAXIMO	12 000 mm
DIAMETRO DEL PLATO	6 000 mm
CARGA MAXIMA ADMISIBLE	200 000 Kg
ALTURA TOTAL	10 760 mm
ALTURA MAXIMA DE LA PIEZA A TRABAJAR	6 000 mm
DESPLAZAMIENTO DEL TRAVESAÑO	4 000 mm
DESPLAZAMIENTO DE LA COLUMNA	2 000 mm
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL	360 mm/min
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL	200 mm/min

fig. 2.15

TORNO VERTICAL

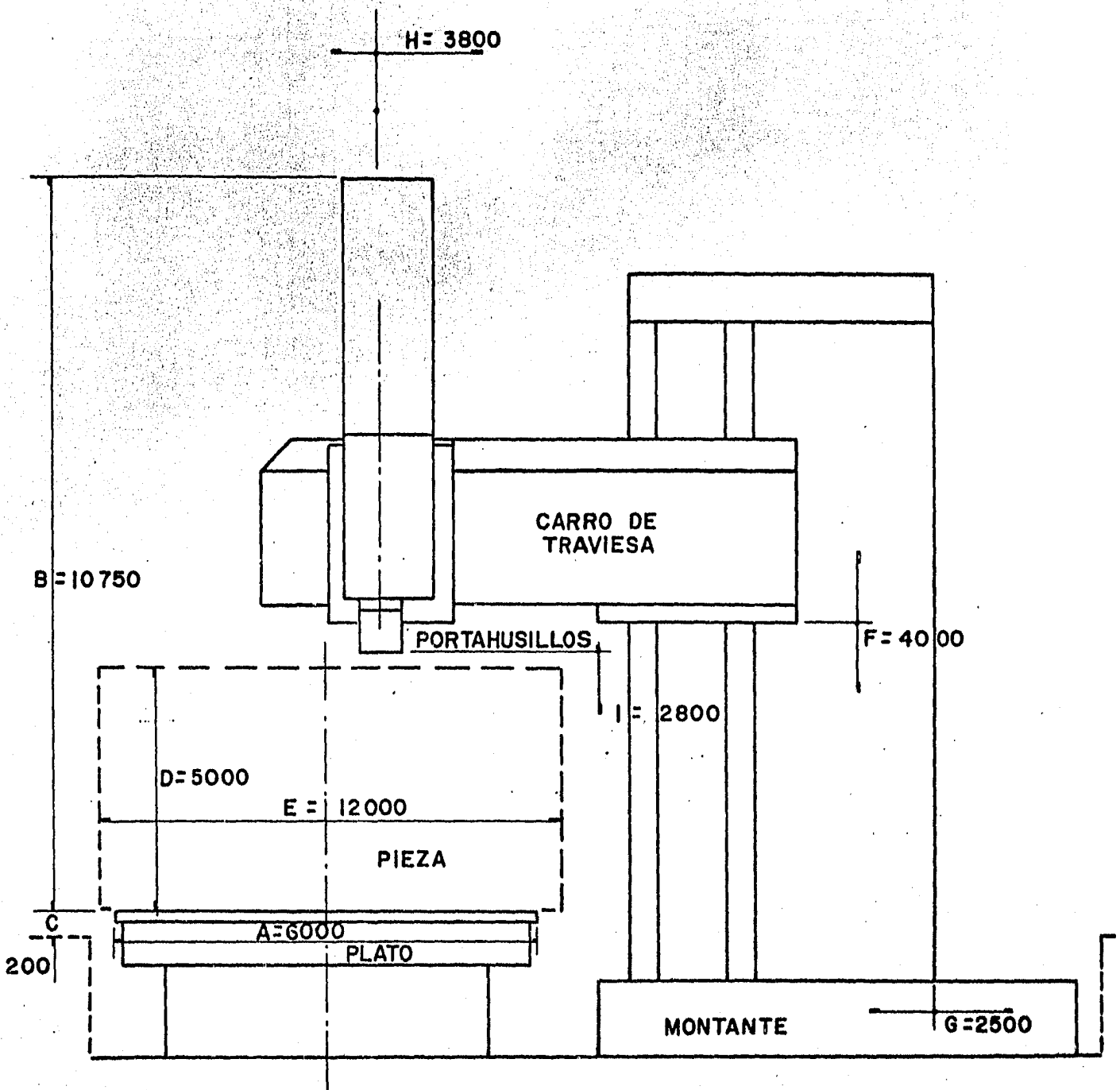


fig.2.16 DIMENSIONES PRINCIPALES Y RECORRIDOS DE DESPLAZAMIENTO.
 (mm.)

Número de velocidades	16
Rango de velocidades	90-1475 r.p.m.
Rango de velocidad de avance	0.05-0.82 mm/rev.

AREA DE EQUIPOS.

*EQUIPO DE LIMPIEZA (SAND-BLAST). FIGURA 2.17

Dimensiones: Útiles

Largo	12543 mm
Ancho	8540 mm
Alto	7010 mm
Capacidad de los colectores de polvo (2)	911.2 m ³
Potencia de los extractores.	78.225 KW
Potencia extractores de pintura	15 KW
Capacidad del carro de trabajo	50 Ton.
Volumen de ductería	591.5 m ³
Tipo de abrasivo	Angular G-25
Requerimientos electricos	9.9 m ³ /min 550 KVA

*HORNO PARA TRATAMIENTO TERMICO.

Capacidad calorífica	3'978,000 Kcal/Hr
Temperatura máxima de trabajo	900 °C.
Rango de calentamiento	0-100°C/hr.
Carga admisible	80000 KG
Espesor de aislamiento (fibra cerámica)	80 mm
Rango de presión de trabajo	± 15 mm c.a.
Suministro de aire	150 m ³ /min.
Dimensiones útiles:	
ancho	7000 mm
alto	7000 mm
largo	12000 mm

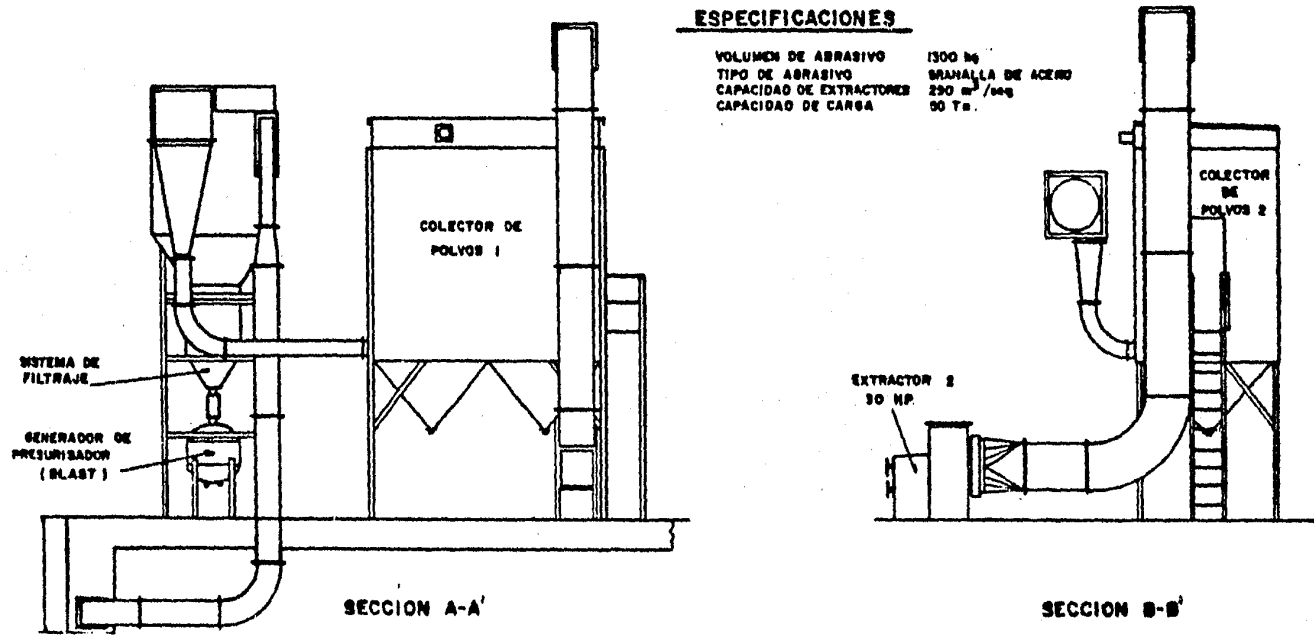
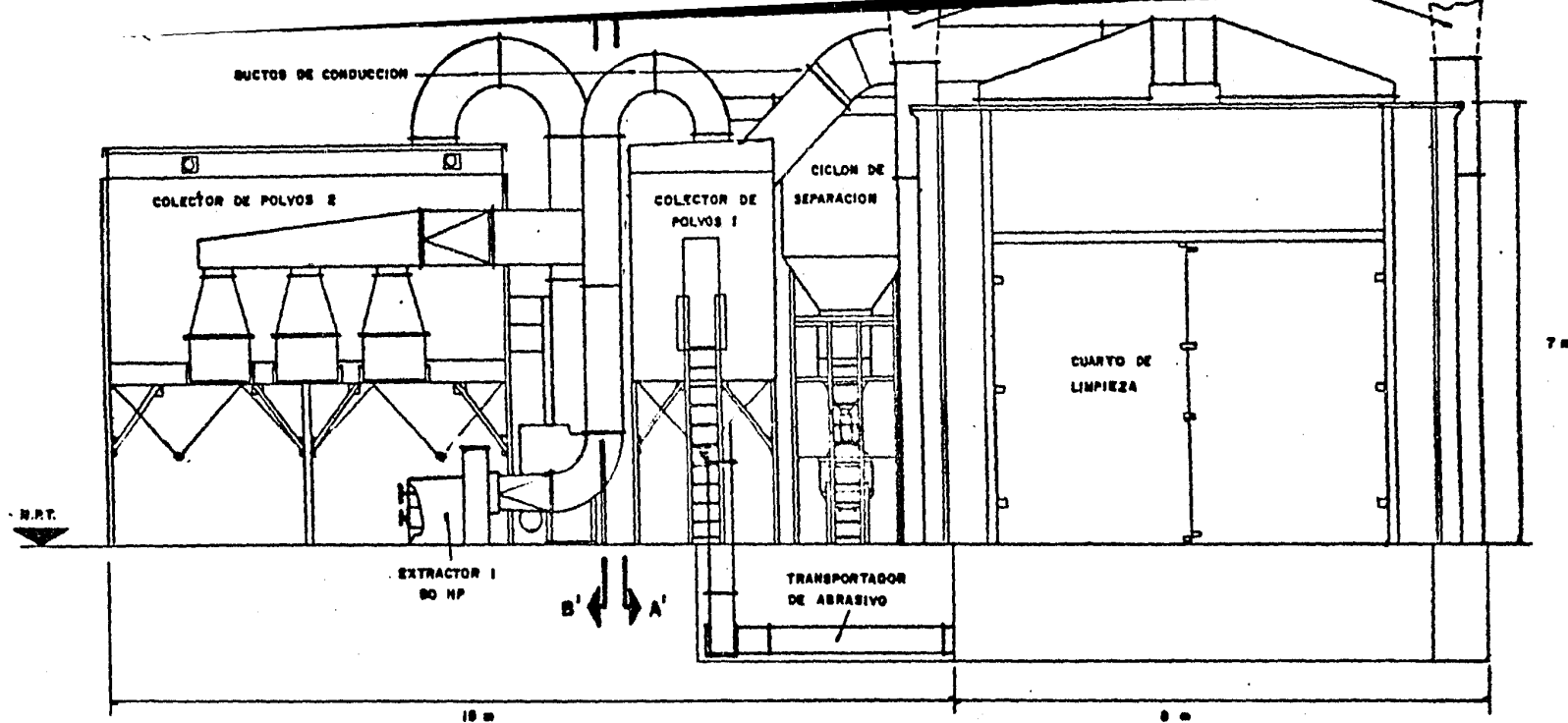


Fig. 2.17 EQUIPO DE LIMPIEZA (SAND BLAST)

*COMPRESOR. (FIGURA 2.18)

Rango de presión de trabajo	6.0-8.0 Kg/cm ²
Potencia	67 KW

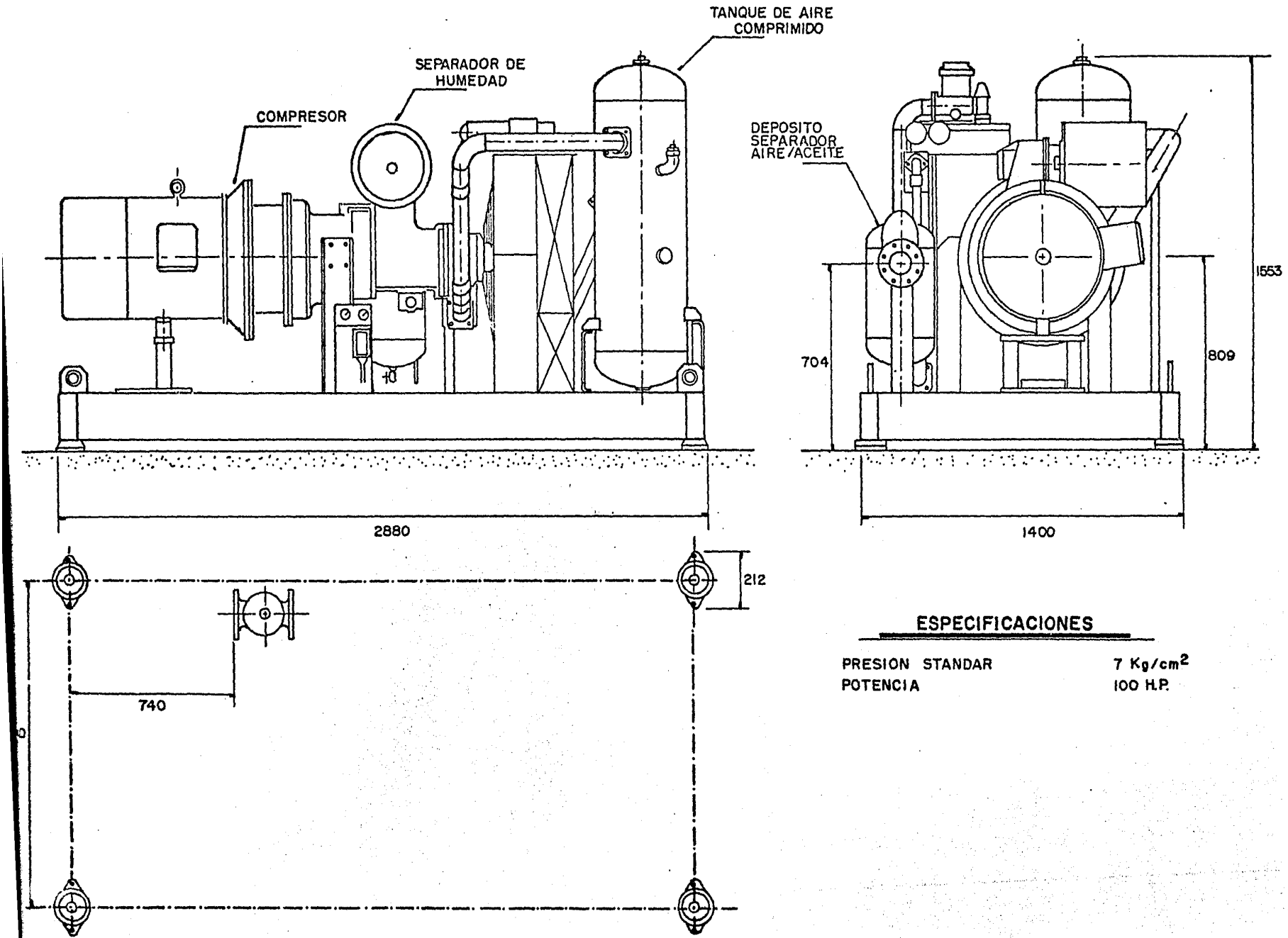
MAQUINARIA DE TRANSPORTE.

En todo proceso metal mecánico es necesario transportar piezas en el interior de la planta así como del exterior de la misma hacia el interior y viceversa. Para lograr este desplazamiento es necesario contar con un equipo móvil que debe tener las siguientes características:

- Capacidad de carga.
- Libertad de desplazamiento en el interior de las naves.
- Libertad de desplazamiento fuera de la nave.

Las necesidades de transporte de piezas en general pueden ser satisfechas por el siguiente equipo.

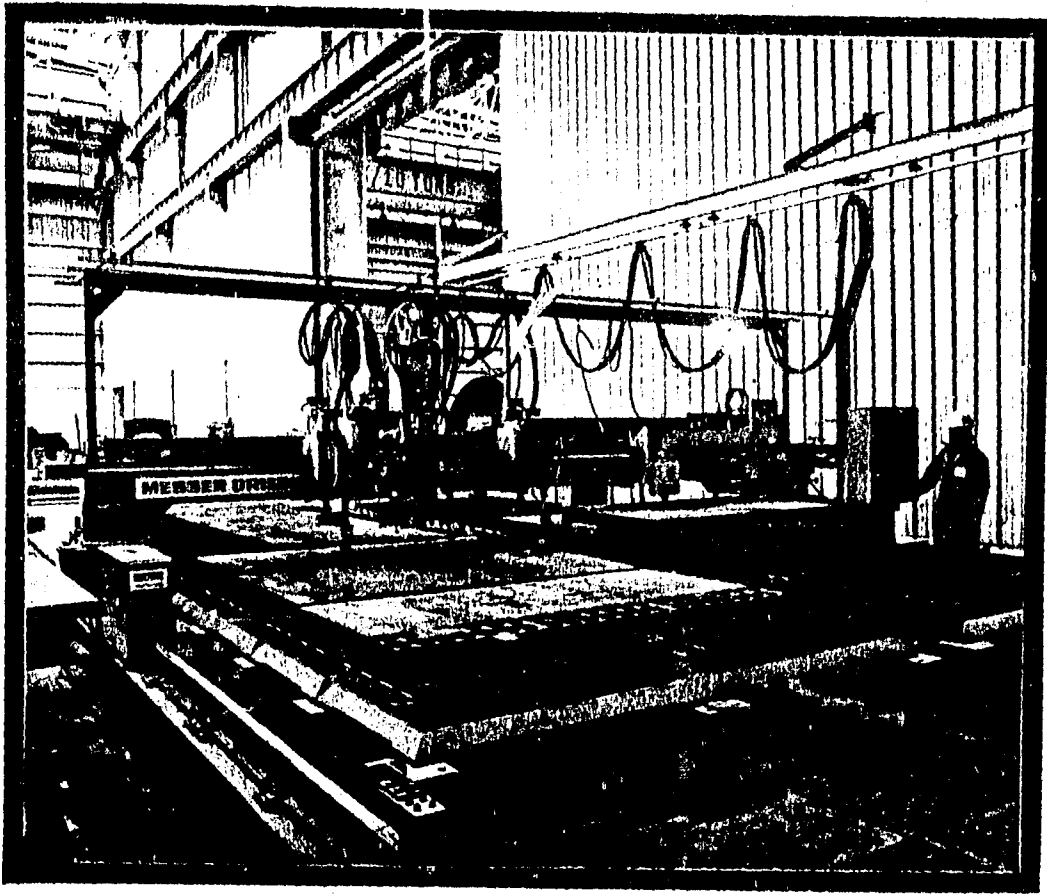
EQUIPO	CAPACIDAD DE CARGA
Grúas viajeras	50 Toneladas
Grúa hidráulica autopropulsada	20 "
Montacargas	5 "



ESPECIFICACIONES

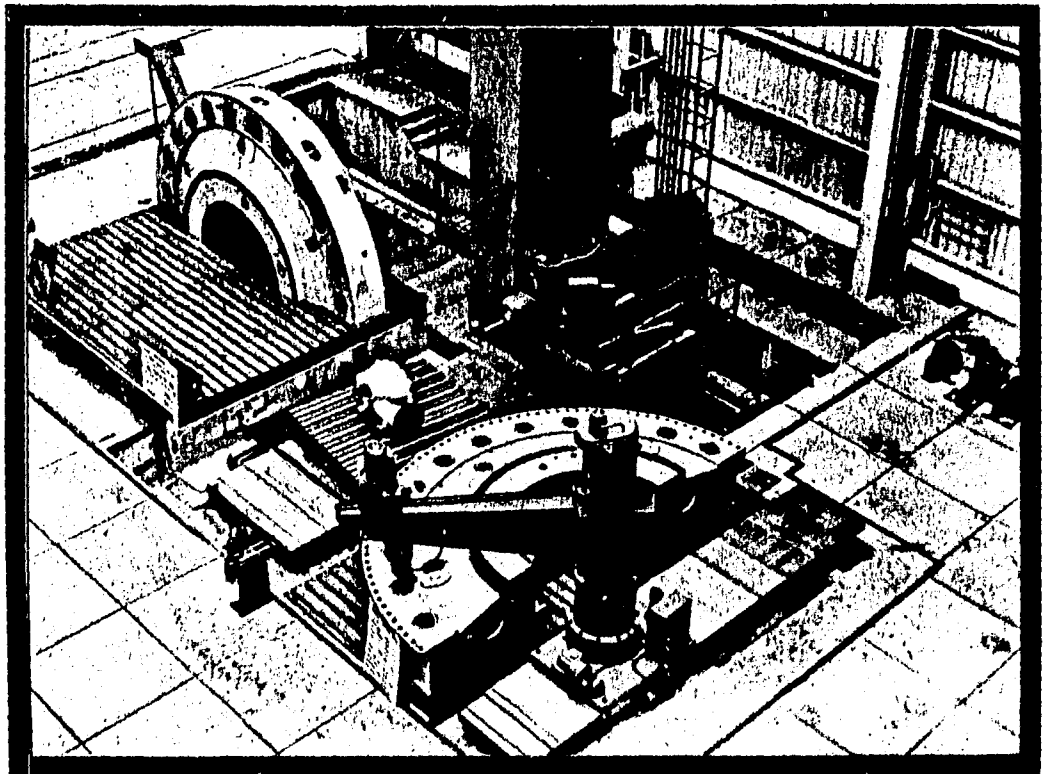
PRESION STANDAR	7 Kg/cm ²
POTENCIA	100 H.P.

fig. 2.18 COMPRESOR



MAQUINA DE OXICORTE.

1) TALADRO RADIAL.



2.7 CAPACIDAD DE LA PLANTA

La capacidad de la planta se determina en base a:

- A) El mercado disponible para el producto.
- B) El número mínimo de máquinas necesario para el proceso de fabricación.
- C) El área disponible para cada trabajador.

A) De acuerdo al mercado disponible, tendremos un crecimiento promedio de 543 MW/año durante los próximos años. Por otra parte de acuerdo a datos estadísticos de empresas fabricantes de partes para centrales hidroeléctricas (escher wyss, Mitsubishi), para producir 1-MW de energía hidroeléctrica, son necesarios 500 Hrs/hombre.

Suponiendo para el proyecto un 50 % del total del mercado esto es 271.5 MW/año y 50 % de integración en una etapa inicial, lo anterior nos da una capacidad inicial del proyecto.

Capacidad de la planta = $543 \text{ MW/año} \times 50 \% \text{ del mercado} \times 50 \% \text{ de integración} \times 500 \text{ H/MW} + 67\ 875 \text{ H.H./año}$.

Capacidad de la planta = 67 875 H.H./año.

B) De el proceso de fabricación se puede ver que el número mínimo de máquinas necesarias para empezar a producir son 34 :

- 1 torno
- 1 mandrinadora
- 1 roladora
- 1 posicionador de 75 ton.
- 1 oxicortadora
- 1 posicionador de 10 ton.
- 1 posicionador de 3 ton.
- 1 horno para tratamientos térmicos
- 1 mástil de soldar
- 8 soldadoras manuales
- 6 cortadoras manuales de propano
- 1 sierra
- 2 taladradoras radiales
- 2 cortadoras de argón
- 1 soldadora de arco sumergido
- 2 calentadores de electrodo
- 1 equipo de chorro de arena
- 3 máquinas semiautomáticas, de soldadura

Hay 34 máquinas con una capacidad de 1728 Hr-máq/año; este factor de Hr-máq/año se obtiene de la siguiente consideración:

Se tiene una jornada semanal discontinua de - 48 Hrs. por lo que en un año son 2304 Hr/año, tomando como fac tor de utilización de cada máquina un 75 %, debido a que el - 25 % del tiempo restante se utiliza en:

- 20 % Tiempo de preparación de piezas
- Tiempo suplementario
- Tiempo improductivo imputable al trabajador
- 5 % Mantenimiento correctivo impredecible
- Mantenimiento predictivo

Entonces las horas productivas del años son:

$$2304 \times 0.75 = 1728 \frac{\text{Hr}}{\text{Máq-año}}$$

De este modo, podemos obtener la capacidad de la planta para un turno diario:

$$\text{CAPACIDAD DE LA PLANTA} = 34 \times 1728 = 58752 \frac{\text{Hr}}{\text{Hombre-Máq.}}$$

Sin embargo las grandes máquinas pueden trabajar 2 turnos, debido a su régimen de operación, así como al -- alto costo de arranque, por lo que prorrateando tiempos entre:

Torno vertical
Mandrinadora
Roladora
Chorro de arena

Obtenemos 10 000 Hr/hombre-Máq. adicionales, -- entonces la capacidad de la planta se estima en :

$$68752 \frac{\text{Hr}}{\text{Hombre-Máq.}}$$

C) Finalmente para obtener la capacidad de la planta en base al número máximo de horas hombre efectivas, con una relación 5:1 entre pailería y maquinado y una relación 2:1 entre maquinado y ensable, tenemos:

a) Personal para pailería

Calificación	No.
Oficial paileros	13
Oficial soldadores	13
Operador oxicorre	1
Operador roladora	1
Operador Ch, Arena	2
	<u>30 personas</u>

b) Personal para maquinado

Calificación	No.
Operador de mandrinadora	2
Operador de torno vertical	2
Operador de taladros	<u>2</u>
	6 personas

c) Personal para ensamble

Calificación	No.
Mecánico	2
Pintor	<u>1</u>
	3 personas

Con una jornada efectiva de 6.30 H.H./día tenemos el total por día de cada área.

Pailería	$6.3 \times 30 = 189$ H.H./día
Maquinado	$6.3 \times 6 = 37.8$ H.H./día
Ensamble	$6.3 \times 3 = 19.0$ H.H./día

Número de días laborables al año:

Días del año	365	
Deducción	79	
	<u>286</u>	días/año

Deducción al año:

Domingos	52
Vacaciones	6
Días festivos	10
Enf. y permisos	<u>11</u>
	79

No. de horas al año por área de trabajo:

Pailería = 189 H.H./día x 286 día/año = 54,054 H.H./año

Maquinado = 37.8 H.H./día x 286 día/año = 10,810.8 H.H./año

Ensamble = 19.0 H.H./día x 286 día/año = 5,434 H.H./año

De los datos anteriormente se obtiene que la capacidad de la planta en una etapa inicial es de 70,298.8 Hrs/año.

CAPITULO III

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA PLANTA.

3.1 MECANICA DE SUELOS.

3.2 CIMENIACIONES.

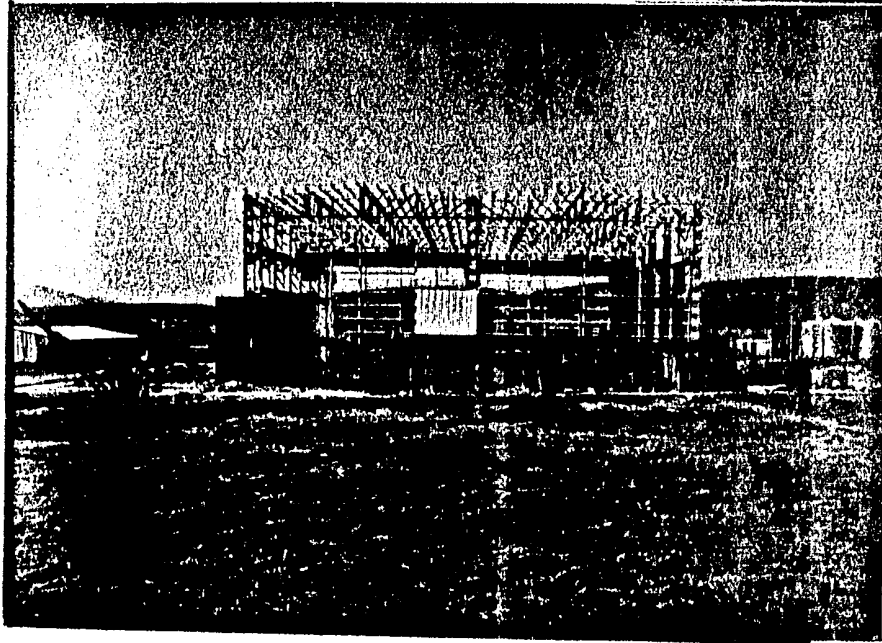
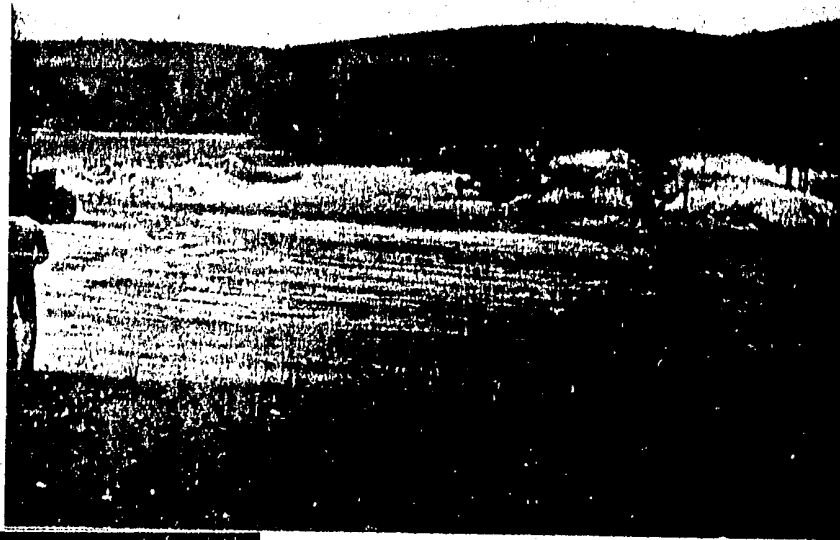
3.3 PROYECTO ESTRUCTURAL.

3.4 PROYECTO ELECTRICO.

3.5 PROYECTO HIDRAULICO.

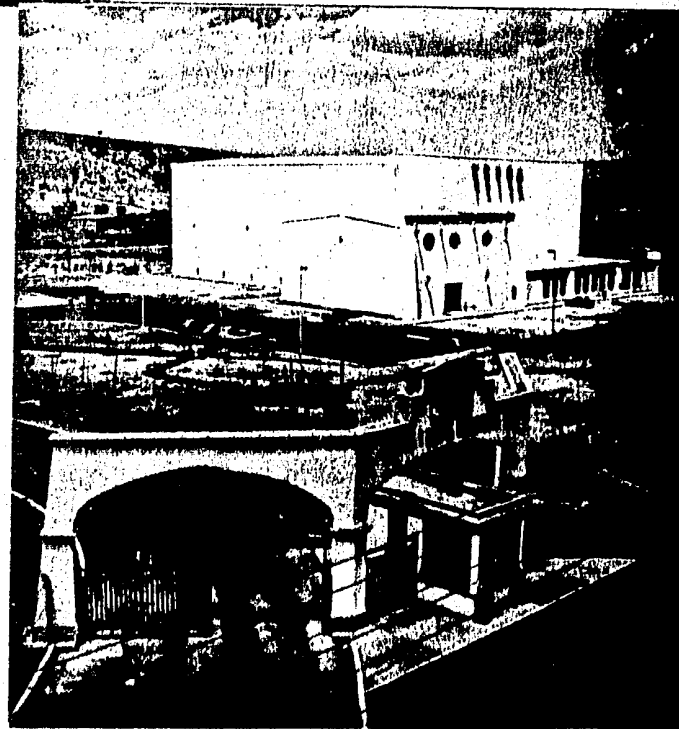
3.6 SERVICIOS

Fase Inicial del Proyecto.
Escavación para las sapatas
de la Estructura.



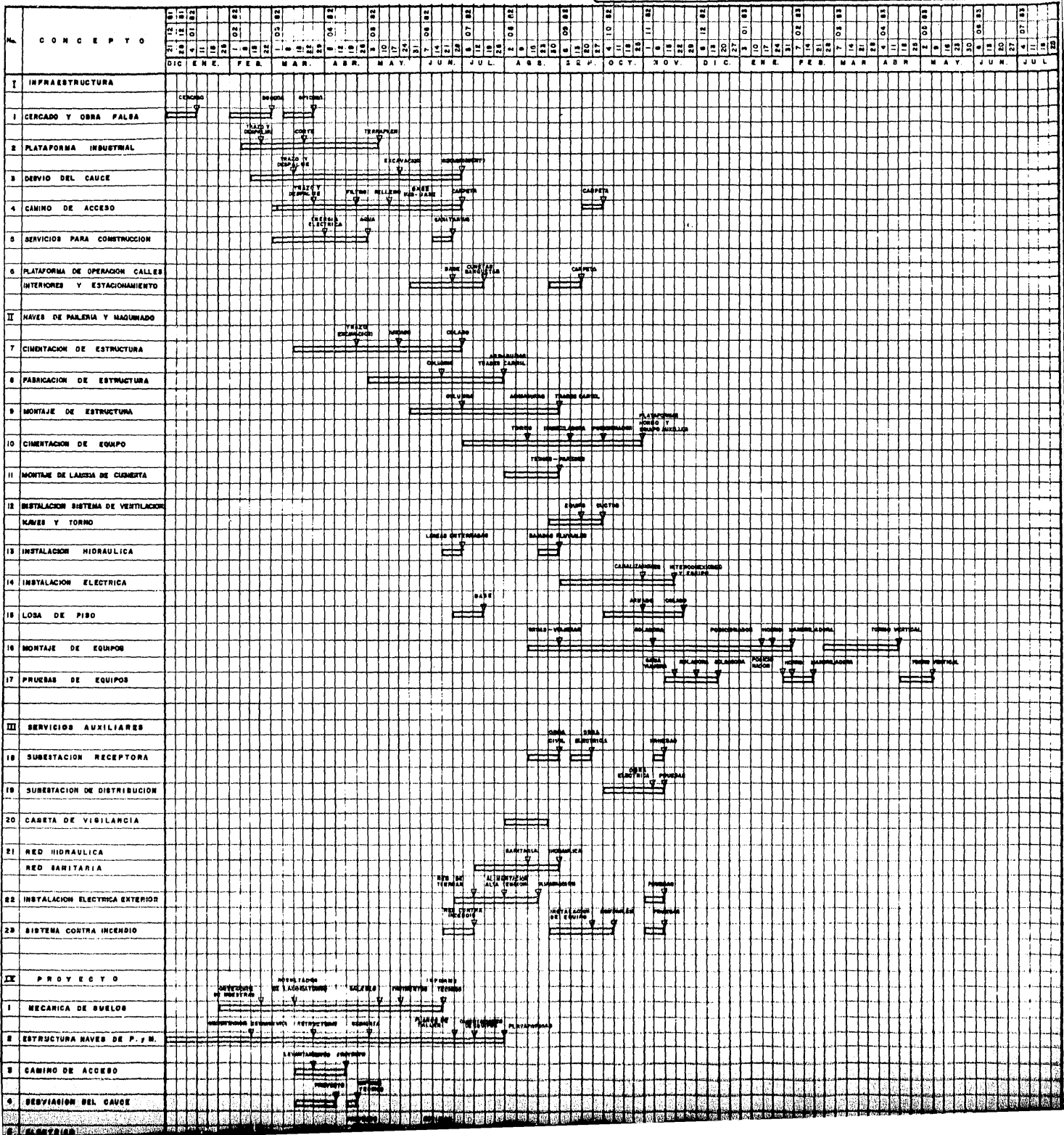
Fase Intermedia del Proyecto.
En donde se aprecia la-
estructura de la nave y
construcción de las ofi-
cinas.

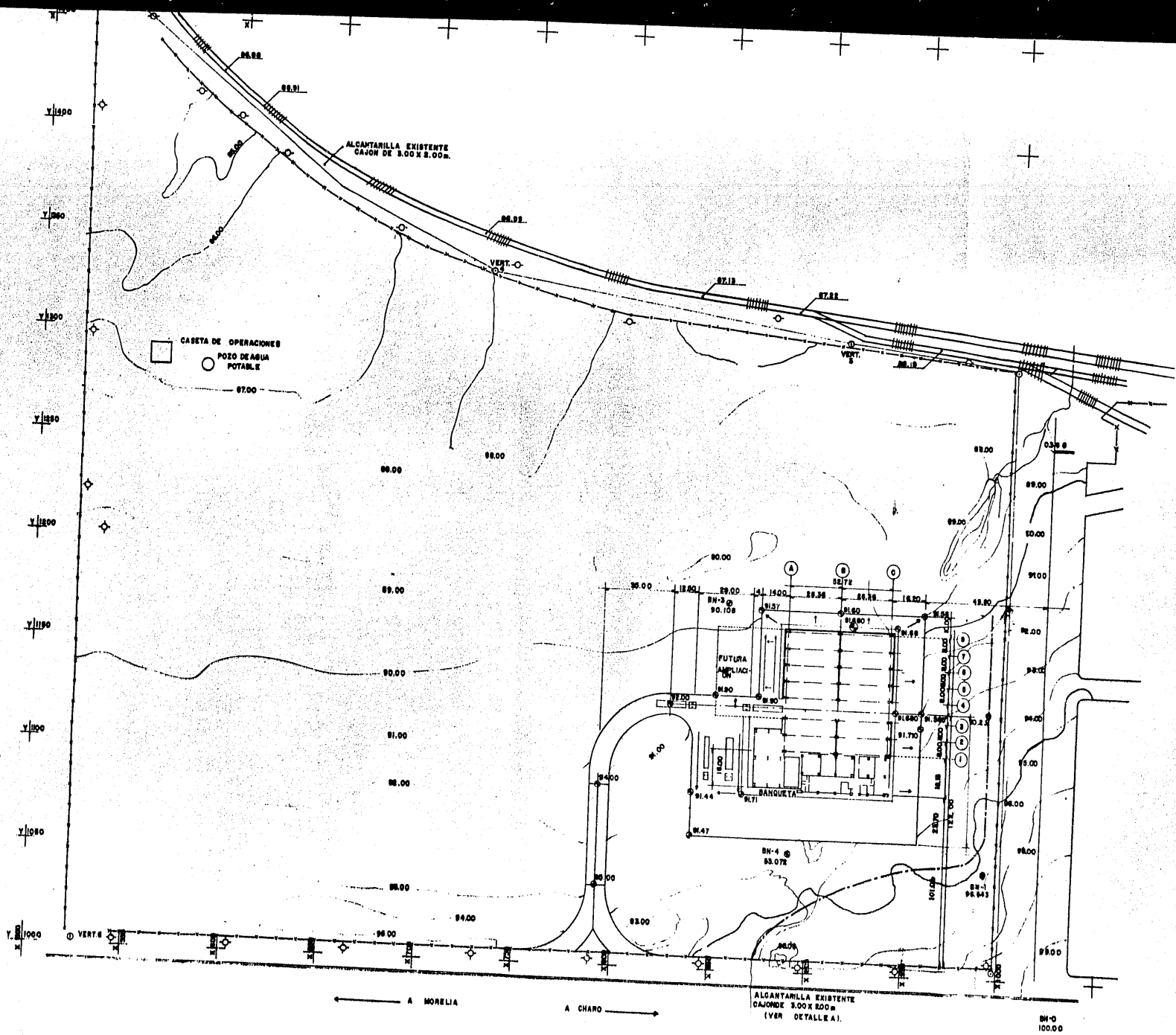
Fase Final de Proyecto.
Enfoque global de toda--
la planta.



ACTIVIDADES DE PROYECTO Y OBRA

PROGRAMA GENERAL





1130 **DISEÑO CONCEPTUAL**

C A P I T U L O I I I

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA PLANTA.

Debido a que un proyecto incluye el diseño y desarrollo de conjuntos, una vez que se ha definido la capacidad requerida por la demanda (70,000 H.H./año en una primera fase) determinadó el sitio por los factores que intervienen en la selección, así como eligiendo la maquinaria de acuerdo al proceso de fabricación, toca en esta parte describir en forma general el diseño de los diferentes proyectos que integran el proyecto global, poniendo énfasis en la Ingeniería básica y denotando los lineamientos generales de diseño, seguidos en la elaboración de cada uno de los proyectos.

También se describen los pasos seguidos en la construcción de cada uno de los proyectos, cuando la importancia de éste así lo requiere, así como el control de calidad necesario en su elaboración.

Puesto que el proyecto está formado por una serie de actividades que se ejecutan en forma coordinada, así la ejecución de éstas determina la realización escalonada de las distintas actividades, éstas se enlistan en un plano general de trabajo, con fechas de inicio y terminación, en el que también se incluye el programa de montaje y puesta en marcha de maquinaria y equipos.

La figura 3.1 muestra el programa de todas las actividades del proyecto y la figura 3.2 el diseño conceptual de la misma en el que se incluyeron: alcance, forma y bases de la planta, condiciones del sitio, orientación y arreglo general.

3.1. MECANICA DE SUELOS.

3.1.1. GENERALIDADES.

3.1.2. TIPOS DE SONDEO DE LA PLANTA.

3.1.3. CARACTERISTICAS ESTRATIGRAFICAS Y FISICAS DEL SUELO.

3.1.4. ANALISIS DE CAPACIDAD DE CARGA Y MOVIMIENTOS VERTICALES.

3.1.5. CONCLUSIONES.

3.1. MECANICA DE SUELOS.

3.1.1. GENERALIDADES.

3.1.2. TIPOS DE SONDEO DE LA PLANTA.

3.1.3. CARACTERISTICAS ESTRATIGRAFICAS Y FISICAS DEL SUELO.

3.1.4. ANALISIS DE CAPACIDAD DE CARGA Y MOVIMIENTOS VERTICALES.

3.1.5. CONCLUSIONES.

3.1. MECANICA DE SUELOS.

3.1.1. GENERALIDADES.

Los suelos se presentan en la naturaleza en una gran variedad con propiedades mecánicas diferentes. Lo anterior trae consigo la necesidad de aplicar métodos de perforación distintos para obtener el tipo de muestra adecuado a la naturaleza del suelo y la ejecución de pruebas de laboratorio diferentes. En la tabla 3.1 se indican las pruebas apropiadas al problema de ingeniería que se trate.

Generalmente las propiedades mecánicas de más interés en un problema de cimentaciones son: resistencia del suelo, su compresibilidad, características esfuerzo deformación, permeabilidad (flujo de agua), flexibilidad (pavimentos).

La naturaleza del suelo y las características propias de la obra son determinantes para la elección del método de perforación.

Se pueden realizar dos tipos de muestreo:

- a) Inalterado.
- b) Alterado.

a) Este tipo de muestreo se realiza cuando se quieren conocer todas las características que el suelo tiene "in situ", es decir sin alterar su estructuración, contenido de agua, etc, que condicionan su resistencia, compresibilidad y demás propiedades.

b) Se utiliza cuando la estructuración del suelo, será destruida y no tiene sentido obtener muestreo inalterado, esto se puede ver por ejemplo para la construcción de una presa o del terraplén de una carretera.

3.1.2. TIPOS DE SONDEOS EN LA PLANTA.

Para la solución del problema de cimentaciones de la planta se realizaron dos tipos de sondeo:

a) preliminar con muestras inalteradas (máquina rotatoria de tubo SELBY).

b) Definitivo con muestras alteradas (pozos a cielo abierto).

a) Este muestreo se realizó en todo el terreno disponible para conocer el tipo de suelo, esto es conocer su consolidación, compresibilidad, esfuerzo al corte, etc. y así poder localizar el sitio para desplantar el terraplén para la plataforma de la planta.

Estos sondeos mostraron que la estructura del suelo en la mayor parte del terreno disponible es arcilla expansiva, excepto en la parte noreste del predio que es tepetate, según se muestra en la fig. 3.1.1., por lo que se localiza ahí la plataforma para la nave industrial.

Los sondeos se realizaron a una profundidad de 9.60 m. con máquina rotatoria de tubo SELBY.

b) Una vez localizada la plataforma y debido a los requerimientos del proceso de fabricación, se procede:

TABLA 3.1.

PROBLEMA DE INGENIERIA	TIPO DE SUELOS	PRUEBAS APROPIADAS
Capacidad de carga	Arcillas y limos	1) Contenido de agua 2) Límites de consistencia 3) Peso específico relativo 4) Peso volúmetrico 5) Compresión simple 6) Compresión triaxial 7) 3),4),6),7) Compacidad.
	Arenas	8) Distribución de tamaños de partículas.
	Gravas	3), 4), 7), 8).
Asentamientos	Arcillas y limos	1), 2),3),4),9), Prueba de <u>con</u> solidación,
	Arenas	1),3),4),7).
	Gravas	3),4),7).
Flujo de agua en suelos	Arcillas y limos	1),2),4),10) Pruebas de permea <u>bi</u> lidad.
	Arenas	1),3),4),6),7),8),10).
	Gravas	3),4),6),7),8).
Estabilidad de taludes	Arcillas y limos	1),2),3),4),5),6),11) Prueba de corte directo.
	Arenas	1),2),3),4),6),7),8),11
	Grava	3),4),7),8).

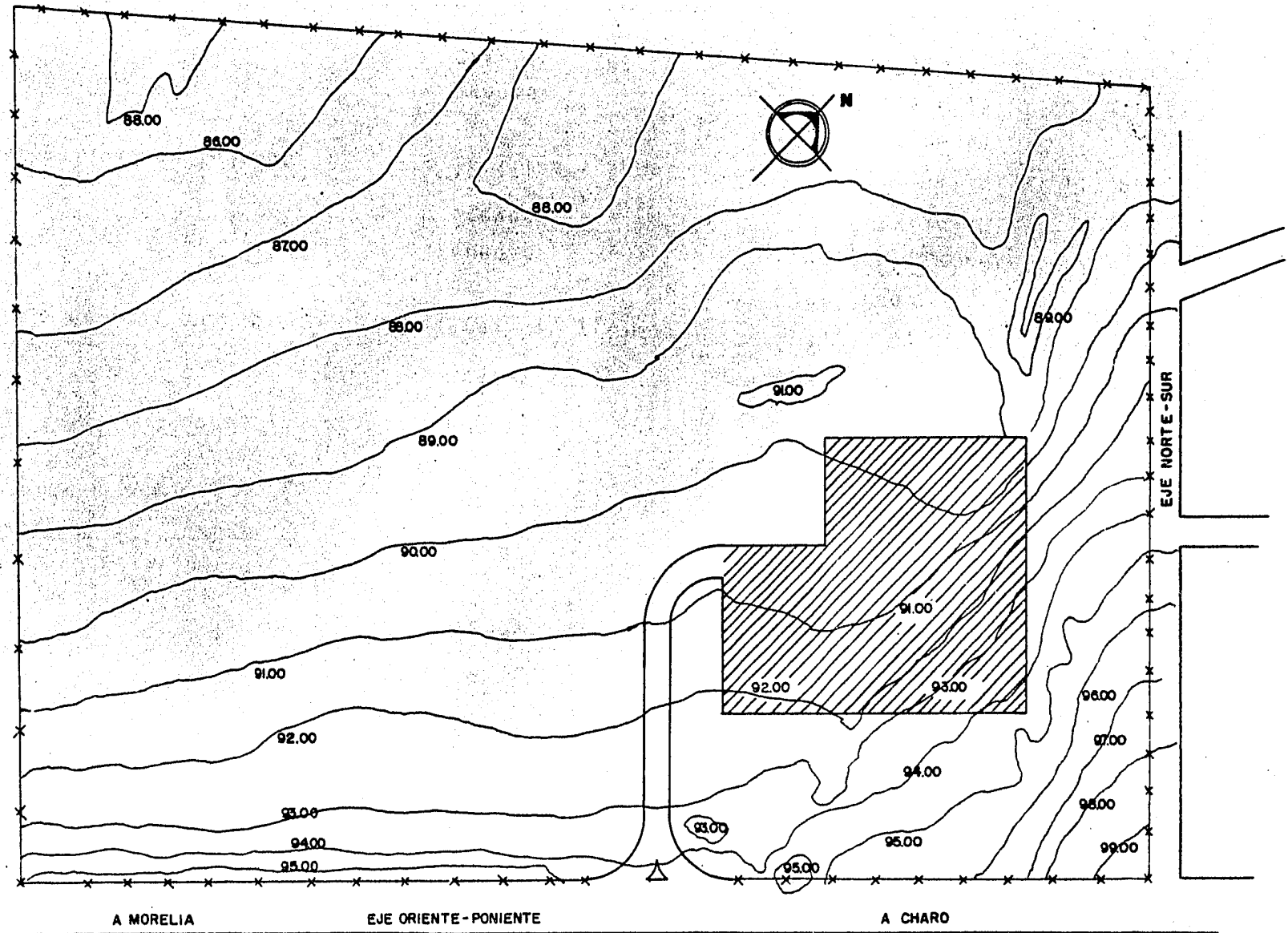


fig. 3.1.1 CROQUIS DE LOCALIZACION

NIVELES EN MTS.

a perforar pozos a cielo abierto en las zonas donde se desplazarán los cimientos de los equipos más pesados y las áreas más importantes. En la figura 3.1.2. se muestran los puntos donde se realizaron los pozos a cielo abierto.

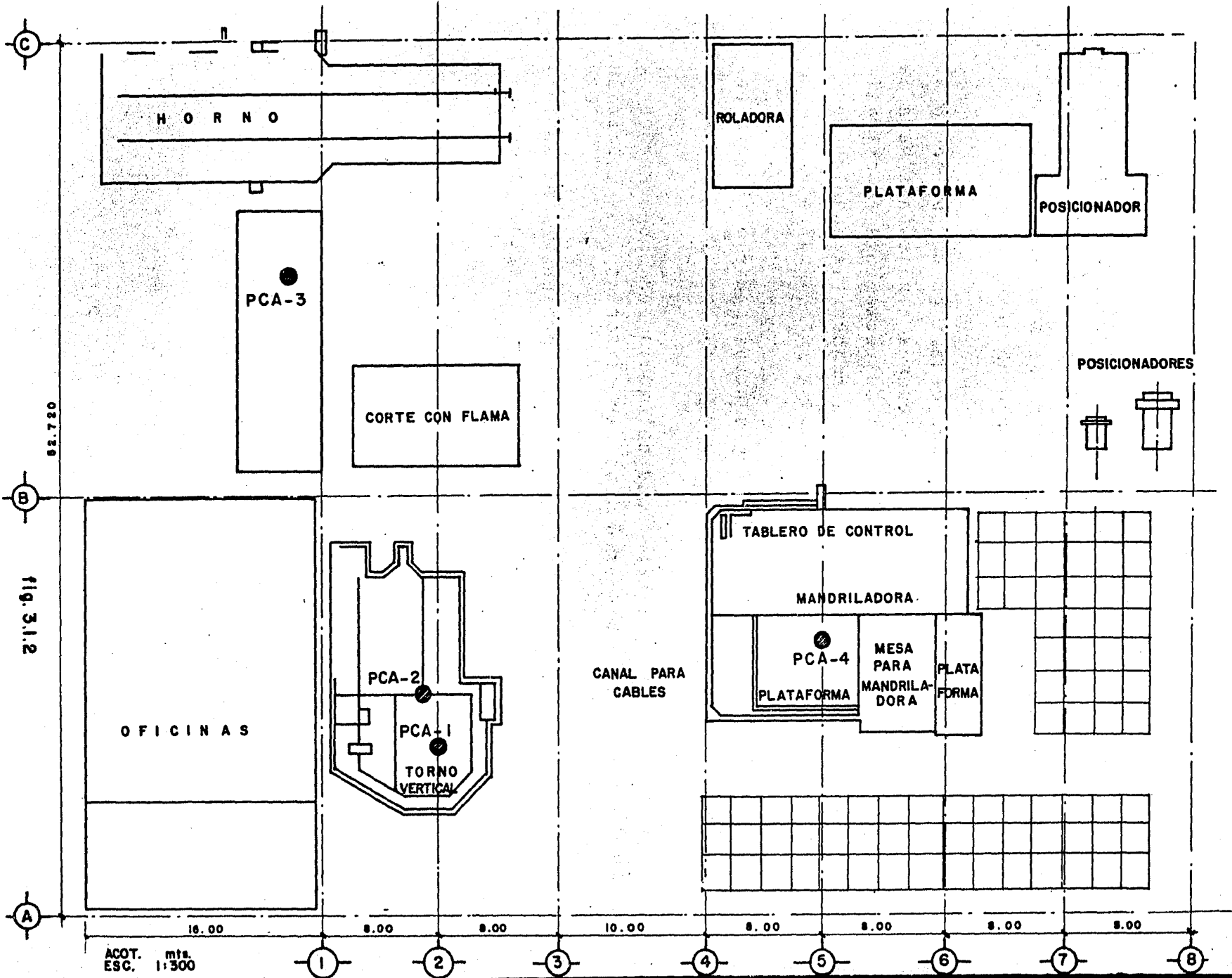
Se debe resaltar que este tipo de sondeo se realiza cuando el terreno presenta buenas condiciones para la cimentación, además permite observar directamente la estratigrafía del subsuelo, también permite conocer la angulosidad y trabazón de las partículas que constituyen el estrato.

El objetivo de los sondeos a cielo abierto en la planta son conocer:

- a) La capacidad del suelo para soportar cargas estáticas, transitorias y de vibración.
- b) Los hundimientos que presentará el suelo debido a la aplicación de estas cargas.

En las muestras representativas alteradas se realizaron las siguientes pruebas.

- Clasificación visual y al tacto.
- Contenido natural de agua.
- Límites de consistencia.
- Densidad de sólidos.
- Análisis granulométrico por mallas.



H O R N O

ROLADORA

PLATAFORMA

POSICIONADOR

PCA-3

CORTE CON FLAMA

POSICIONADORES

O F I C I N A S

PCA-2

PCA-1

TORNO VERTICAL

CANAL PARA CABLES

TABLERO DE CONTROL

MANDRILADORA

PCA-4

PLATAFORMA

MESA PARA MANDRILADORA

PLATAFORMA

82.730

Fig. 3.1.2

ACOT. mts.
ESC. 1:300

16.00

8.00

8.00

10.00

8.00

8.00

8.00

8.00

1

2

3

4

5

6

7

8

A

B

C

- Contracción lineal.
- Compactación próctor estándar.

En las muestras cúbicas inalteradas se hicieron:

- Compresión simple.
- Compresión triaxial no consolidada (no drenada).
- Peso volumétrico natural y seco.
- Consolidación unidimensional.

3.1.3. CARACTERISTICAS ESTRATIGRAFICAS Y FISICAS DEL SUELO.

PCA - 1

PROFUNDIDAD	DESCRIPCION
0.00-1.1	Arcilla gris oscura, con arena fina y raicillas.
1.1-4.00	Arena fina limo arcillosa con grumos, color café claro.

PCA-2

0.00-1.20	Arcilla gris oscura con arena fina y raicillas, caliza.
-----------	---

PROFUNDIDAD	DESCRIPCION
1.20-2.60	Arena fina limo-arcillosa, con grumos color café claro.
PCA-3	
0.00-0.55	Arcilla gris oscura con arena fina y arcillosa con grumos calizos.
0.55-2.45	Arena fina limo-arcillosa café claro.
PCA-4	
0.00-0.83	Arcilla gris oscura, con arena fina y arcilla con grumos calizos.
0.83-3.00	Arena arcillosa, café claro.

En la figura 3.1.3. se muestra la columna estratigráfica de uno de los pozos excavados, así como las propiedades índice de los estratos superficiales.

En la figura 3.1.4 se observan los envolventes de los círculos de Mohr para los estados de esfuerzo desviador máximo obtenidos de las pruebas triaxiales no consolidadas drenadas, indicando la cohesión y el ángulo de fricción.

Los resultados de las pruebas próctor estándar, para un pozo excavado se presentan en la figura 3.1.5.

TIPO DE SONDEO. P. C. A - I
 COTA. 93.11 m.

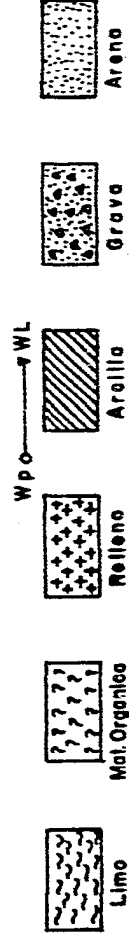
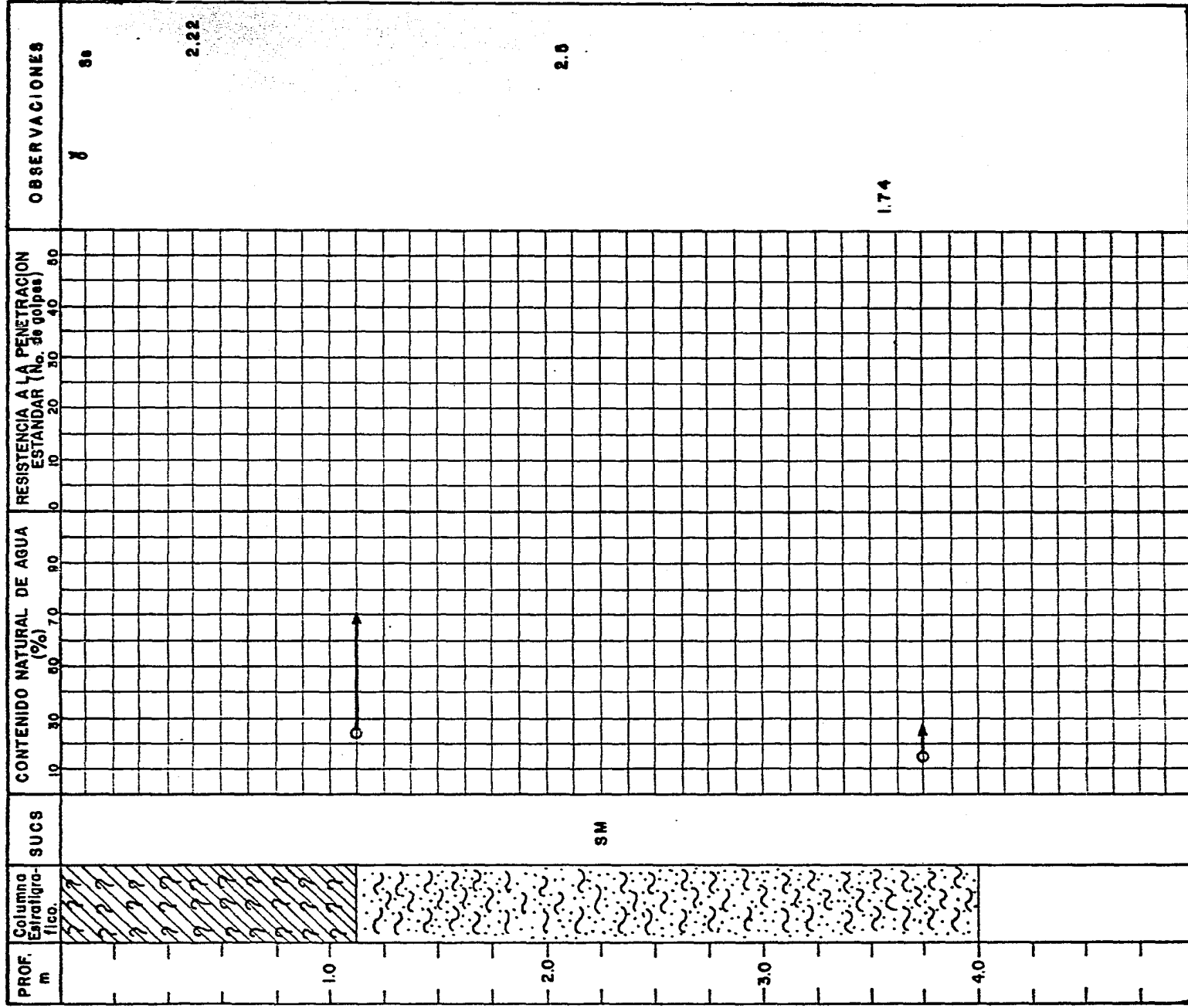


Fig. 3.13

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

NO CONSOLIDADA CONSOLIDADA
 NO DRENADA NO DRENADA CONSOLIDADA
 DRENADA

PRUEBA No.	W i %	W f %	e i	e f	(Sr) i %	(Sr) f %	∇ III ton./m ²	∇ I- ∇ III ton./m ²	γ ton/m ³	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL ESF. CORTANTE
1	6.0						5.0	21.57	1.41	$\phi = 39.5^\circ$ $C = 4.7 \text{ ton/m}^2$
2	10.0						10.0	53.05	1.44	
3	10.0						20.0	88.33	1.52	
4										
5										

SONDEO No. _____ P. C. A. - 1

MUESTRA No. _____ PROF. 3.7 - 40 m.

DESCRIPCION: _____ ARENA FINA

_____ CAFE CLARO POCO LIMOSA

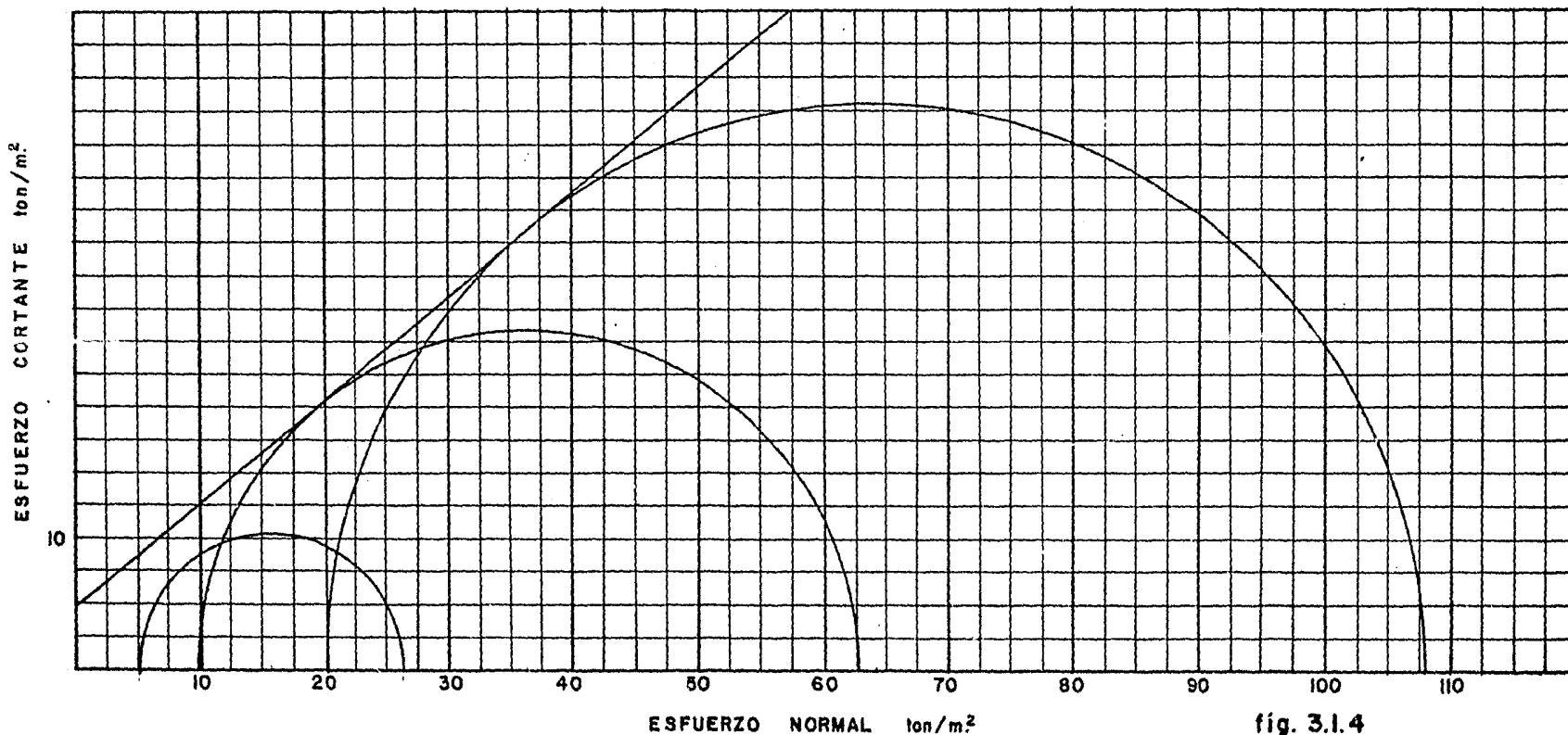


fig. 3.1.4

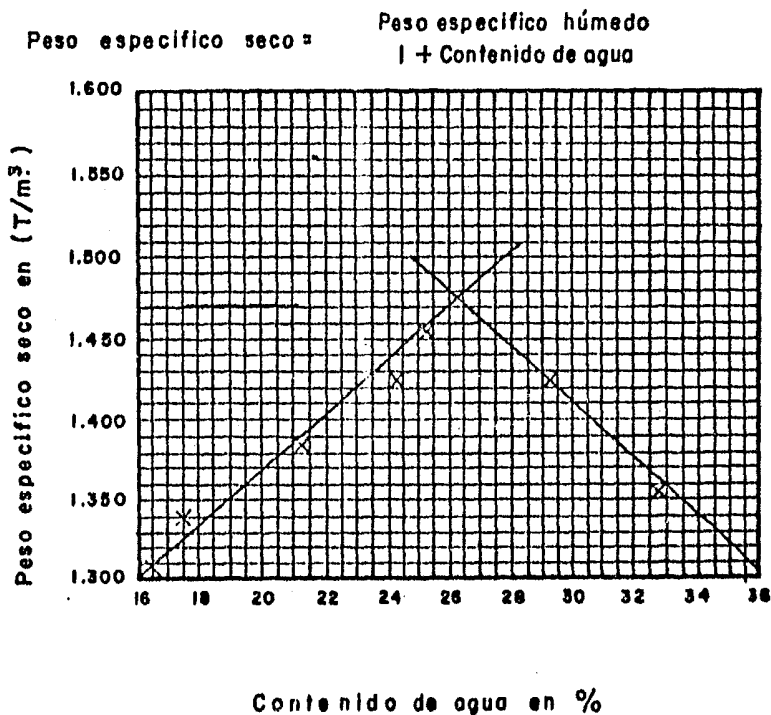
LOCALIZACION: MORELIA MICHOACAN
 ENSAYE N° : SONDEO N° P. C. A. I
 MUESTRA N° : PROF : 0.00 1.10
 DESCRIPCION: ARCILLA CON ARENA
GRIS OSCURA

COMPACTACION

Tipo de prueba: PROCTOR STANDARD
 Molde N° 5 vol. 0.925 cm³ peso: 1.848 gr.
 peso martillo: gr. Altura caída: cm.
 N° de capas: N° de golpes por capa:

FECHA: 2 - III - 82
 OPERADOR:
 CALCULO

Determinación N°	1	2	3	4	5	6	7
Peso molde + suelo húmedo (gr)	3.260	3.396	3.400	3.490	3.562	3.549	3.518
Peso molde (gr)	1.848						
Peso suelo húmedo (gr)	1.412	1.458	1.552	1.642	1.714	1.701	1.670
Peso específico húmedo (T/m ³)	1.527	1.576	1.678	1.775	1.853	1.839	1.805
Cápsula N°	131	63	59	89	122	29	63
Peso cápsula + suelo húmedo (gr)	166.63	171.47	201.50	129.33	219.19	217.73	210.02
Peso cápsula + suelo seco (gr)	158.40	162.07	185.15	173.69	196.73	193.02	184.92
Peso del agua (gr)	8.23	9.400	16.35	15.84	22.46	24.71	25.10
Peso cápsula (gr)	108.81	108.48	107.89	108.80	111.42	108.73	108.48
Peso suelo seco (gr)	49.59	53.59	77.26	64.89	85.31	84.29	76.44
Contenido de agua (%)	16.60	17.54	21.17	24.41	26.33	29.32	32.84
Peso específico seco (T/m ³)	1.310	1.341	1.385	1.427	1.467	1.422	1.359
Relación de vacíos e							



Datos sobre saturación

	W	γ_d
GW = 100 %	<u>26.20 %</u>	<u>1.470 ton/m.³</u>
GW = 80 %	<u> </u>	<u> </u>

$\gamma_d = \frac{S_s \gamma_o}{1 + e}$

OBSERVACIONES

fig. 3.1.5

En la figura 3.1.6. se reportan las curvas de compresibilidad obtenidas de las pruebas de consolidación unidimensional.

3.1.4. ANALISIS DE CAPACIDAD DE CARGA Y MOVIMIENTOS VERTICALES.

Una vez obtenidos los resultados de las pruebas de laboratorio se procede a calcular la capacidad de carga del terreno y los diferentes asentamientos que se presentan.

Capacidad de carga.

Considerando que los suelos afectados por la superficie potencial de fallas son cohesivos-friccionantes se utilizó el criterio de Hansen dado por la siguiente expresión:

$$q_{UH} = c N_c S_c d_c \left[i_c g_c b_c + \bar{q} N_q d_q i_q g_q h_q + \frac{1}{2} B N_\gamma S_\gamma d_\gamma \right] \left[\frac{g_f b_f}{b_f} \right]$$

donde:

q_{UH} .- Capacidad última de carga.

S_c , S_q y S_γ .- Factores de forma de acuerdo a las características de la cimentación en el desarrollo de la superficie de falla.

d_c , d_q y d_γ .- Factores de profundidad de acuerdo a la profundidad de desplante del cimiento con rela--

ción al ancho del mismo.

i_c, i_q e i_γ .- Factores de inclinación del cimiento.

C = Cohesión del suelo.

$$\bar{q} = \gamma D_f$$

γ = Peso volumétrico del suelo.

D_f = Profundidad de desplante del cimiento.

g_c, g_q y g_γ .- Factores de suelo.

b_c, b_q y b_γ .- Factores de base.

N_c, N_q y N_γ .- Factores de capacidad de carga del suelo que dependen del ángulo de fricción interna del material.

Para calcular la capacidad de carga admisible se utilizó un factor de corrección propuesto por Zeevaert - - dado por:

$$q_{adm} = \frac{0.1 + D_r}{GS} q_{uH}$$

Donde:

q_{adm} = Capacidad admisible de carga.

D_r = Densidad relativa.

GS = Factor de seguridad (igual a 3).

Laboratorio de Mecánica de Suelos
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Sondeo, P. C. A. - I Localización, MORELIA

SIMBOLO MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	w (%)	e_0	S_r (%)	p (kg/cm ²)	p (kg/cm ²)	p_c (kg/cm ²)
X—X	3.70 - 4.0	8.7	0.598	36			

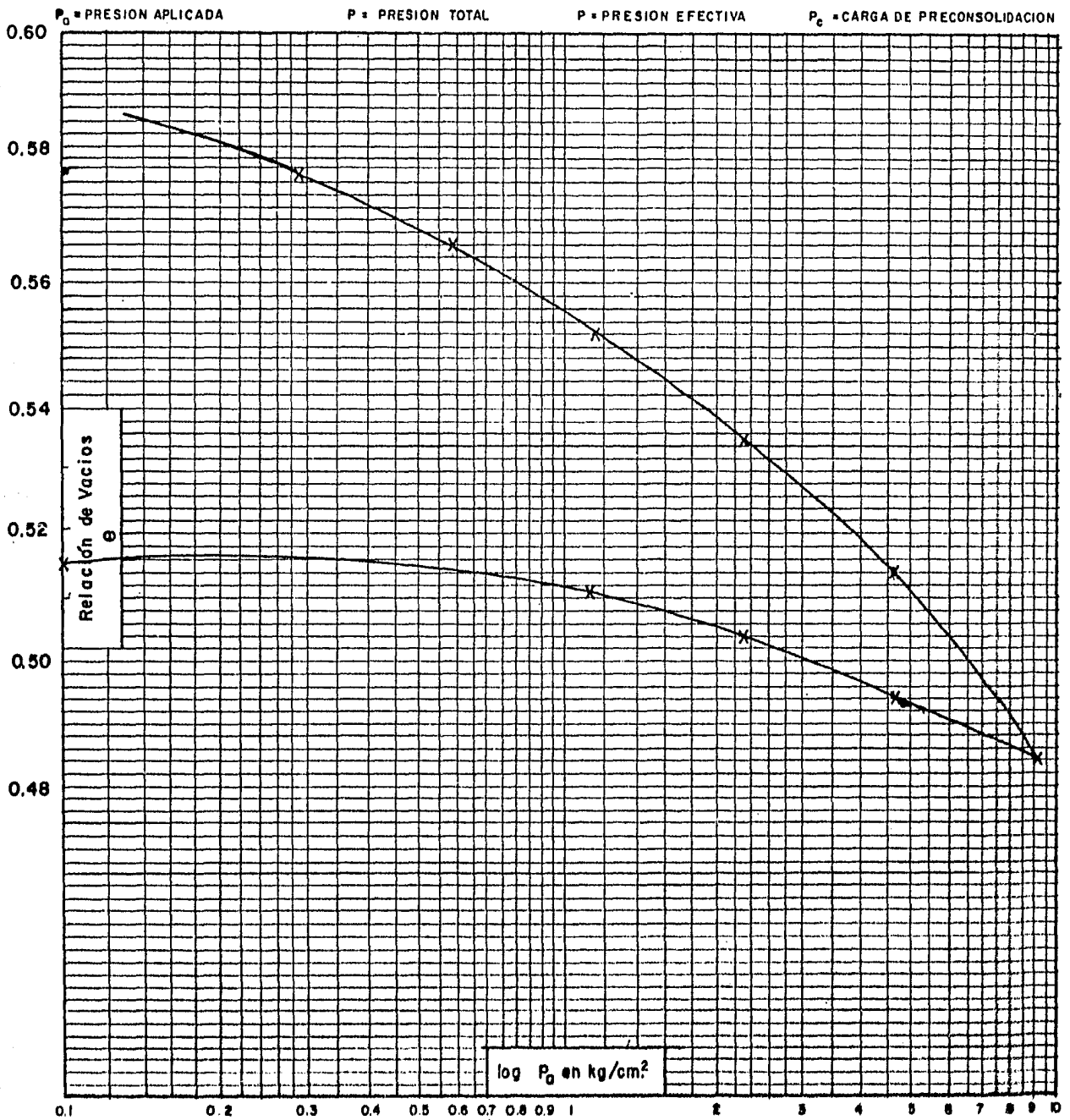


fig. 3.1.8

Para el análisis de capacidad de carga, se utilizó una cohesión promedio de 4 Ton/m² y un ángulo de fricción interna de 20°.

En la tabla 3.1.1 se presentan las capacidades de carga para cada uno de los equipos.

Movimientos verticales.

El asentamiento total estará compuesto por el asentamiento ^{or}distorsional más el asentamiento por consolidación primaria.

a) Asentamiento Distorsional.

Se calculó el asentamiento distorsional que sufrirán los cimientos de los equipos, debido a la presión de contacto que aplicarán, utilizando la fórmula de la teoría de la elasticidad.

$$S_d = q B \frac{(1-\nu)^2}{E} I_w$$

Donde:

S_d = Asentamiento elástico o distorsional.

q = Presión de contacto del equipo.

B = Ancho de cimiento del equipo.

E = Módulo de elasticidad del terreno.

V = Relación de Poisson.

I_w = Coeficiente de influencia que depende de la forma del cimiento y de su rigidez.

b) Asentamientos por Consolidación Primaria.

Los calculos de hundimiento por consolidación primaria se basan en el incremento de presión en cada estrato provocado por la sobrecarga, el estado de esfuerzos efectivos del suelo antes de la sobrecarga y las curvas de compresibilidad. La tabla 3.1.2 muestra los hundimientos que presentarán los equipos.

3.1.5. CONCLUSIONES.

Los estudios de mecánica de suelos indican que:

a) La capacidad de carga del terreno a nivel de desplante de los cimientos de los equipos es de 20 Ton/m^2 con un factor de 3.

b) Las características estratigráficas obtenidas muestran que el material de desplante es expansivo, por lo que hay que evitar que los niveles freáticos estén cerca de las losas de cimentación, así como que se filtre el agua superficial en las losas de los pisos, para ésto, se debe proteger los cimientos de los equipos más pesados con una capa de tezontle de 10 cm. compactada al 95 % antes de la plantilla de cimentación de los equipos.

c) Los asentamientos que se presentarán, tendrán una componente a corto plazo y otra a largo plazo.

Los asentamientos a corto plazo (distorsionales) ocurrirán durante el período de construcción de la obra civil y variarán de 4 a 11 cm.

Los asentamientos a largo plazo (consolidación primaria) variarán de 5 a 30 cm. y estos ocurren en el transcurso de operación de la planta.

d) La magnitud de las expansiones elásticas - que se presentaran al excavar las áreas destinadas a recibir la cimentación de los equipos, es de 0.06 m. la máxima, que para las dimensiones del área se considera aceptable.

TABLA 3.1.1.

CAPACIDAD DE CARGA DE LOS CIMIENTOS DE LOS EQUIPOS				
EQUIPO	LARGO (M)	CIMENTACION ANCHO (M)	PROFUNDIDAD DE DESPLANTE.	CAPACIDAD (TON/M ²) CARGA DEL SUBSUELO
TORNO	12.40	4.92	6.40	20.00
MANDRINADORA	14.16	4.0	5.20	20.00
MESA DE LA MANDRINADORA.	16.5	7.0	3.70	20.00
POSICIONADOR	4.00	8.00	2.50	20.00
ROLADORA	5.24	8.725	1.725	18.75

TABLA 3.1.2.

HUNDIMIENTOS QUE PRESENTARAN LOS CIMIENTOS DE LOS EQUIPOS.			
EQUIPO	ASENTAMIENTO ELASTICO (CM)	ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION (CM)	ASENTAMIENTO TOTAL (CM)
TORNO	11	26	41
MANDRINADORA	11	14	25
POSICIONADOR	5	8	11
ROLADORA	1	6	9

3.2. CIMENTACIONES.

3.2.1. GENERALIDADES.

3.2.2. SELECCION DEL TIPO DE CIMENTACION.

3.2.3. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

3.2.4. CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO.

3.2.5. CAMINO DE ACCESO.

3.2.6. PAVIMENTOS.

3.2.7. PISOS EN LA NAVE.

3.2. CIMENTACIONES.

3.2.1. GENERALIDADES.

La cimentación es el conjunto formado por la subestructura, los pilotes en los que ésta se apoye en su caso, y el suelo en que aquella o éstos se desplanten.

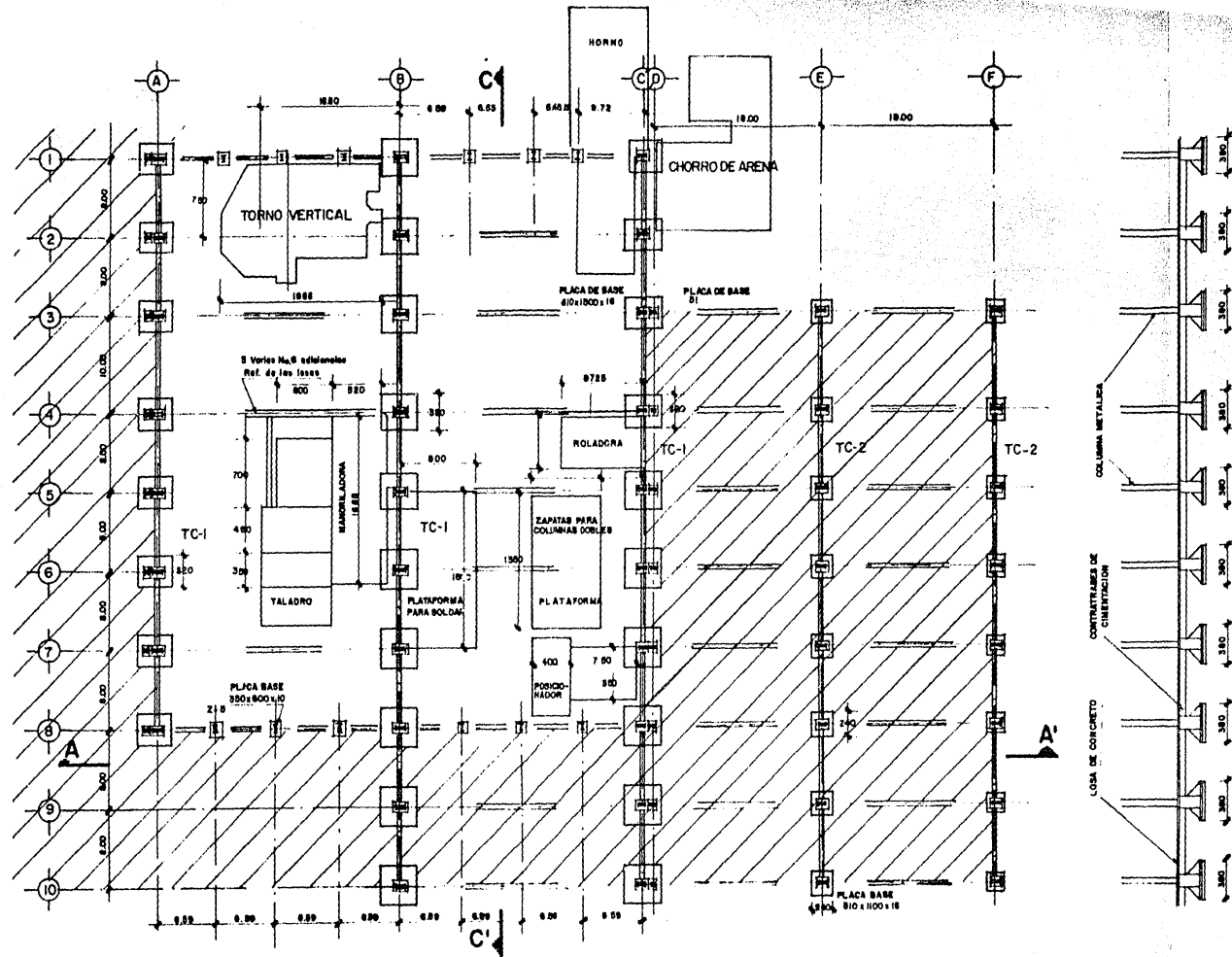
Las cimentaciones no deben en ningún caso desplantarse sobre tierra vegetal o sobre desechos sueltos, ya que los primeros sufren reducción de su volumen por un proceso biológico de fermentación y los segundos no aseguran el correcto asentamiento de las mismas, pudiendo sufrir éstas, fracturas por asentamientos diferidos.

Los tipos más comunes de cimentaciones son: - las zapatas corridas y zapatas aisladas, losas corridas, cajones superficiales y los pilotes o pilas de fricción o punta. Entre ellas se elige el más conveniente de acuerdo a las características del terreno (natural o estabilizado), el tipo de estructura, la magnitud de las cargas aplicadas, los requerimientos relativos a seguridad, el costo y la sencillez del procedimiento constructivo.

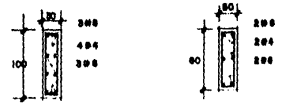
3.2.2. SELECCION DEL TIPO DE CIMENTACION.

En el proyecto de cimentaciones de la planta se utilizan de dos tipos mostrados en la figura 3.2.1.

- a) Para estructura metálica.
- b) Para maquinaria y equipo.



PLANTA DE CIMENTACION



CONTRATRABES DE CIMENTACION

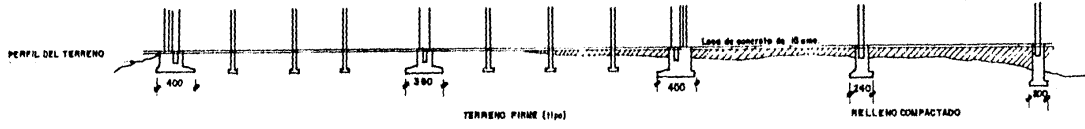


fig. 3.2.1 CORTE A-A'

CORTE C-C'

a) Para la estructura se utilizan cimentaciones desplazadas en zapatas, que no son otra cosa que una ampliación de la base de los elementos estructurales, utilizando una combinación de dos tipos de zapatas, aisladas y corridas que permiten un trabajo monolítico de la estructura y cimentación. Aquí cabe hacer la siguiente observación; para que la estructura trabaje monolíticamente con la cimentación, primeramente se pueden unir a las zapatas aisladas mediante tensores con lo que transmiten uniformemente a toda ella, pero esto está limitado por que las cimentaciones de los equipos interferían en el trazo de éstos, por lo que se optó por contratraveses de carga, que no son más que una zapata corrida, utilizando únicamente cuatro tensores, formando marcos que distribuyen la carga uniformemente, según se observa en las figuras.

b) Para las cimentaciones de los equipos, debido a la magnitud de las cargas aplicadas de los equipos (por ejemplo la mandrinadora; su peso con todo y piezas a trabajar es de 203 ton.), a la capacidad de carga del terreno (20 ton/m^2 con un factor de seguridad de 3) y a los tipos de cortes para alcanzar el nivel de piso terminado, se determina que el tipo de cimentación más adecuado es el de cajones superficiales.

No se elige para la cimentación, losa corrida en toda el área de la nave, primeramente por el alto costo que esto implica, también por que de acuerdo al estudio de mecánica de suelos, la capacidad de carga del terreno es suficiente (20 ton/m^2 con un factor de seguridad de 3), y además porque el peso de las cimentaciones de cada uno de los equipos es diferente.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores y de acuerdo a la figura 3.2.2, se definen seis áreas de trabajo monolítico dentro de la misma nave en las que trabajan uniformemente, estructura, cimentaciones y losas de concreto hidráulico.

De la figura 3.2.3, se puede ver que las zapatas aisladas están unidas por contratrabes de concreto, éstas dan rigidez a la estructura y transmiten los esfuerzos uniformemente a toda la estructura; las trabes de carga dan mayor estabilidad a la estructura, soportando el peso de una manera uniforme.

3.2.3. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Antes que ningún otro trabajo se realice y de acuerdo al estudio de mecánica de suelos, se elige el lugar para situar la plataforma donde irán desplantados estructura y equipos, y se procede a su formación. Dicha localización se muestra en la figura 3.2.

Construcción de la Plataforma.

a) Movimientos de tierra.

Para lograr la estabilización del terreno se realiza un movimiento de terracerías, para la construcción de una plataforma a la cota + 91.85 de 110 m. de largo x 80 m. de ancho, comprendida entre las cotas 95.50 x 01.00 y ubicado a 60 m. de la orilla del terreno, lado sur (carretera Morelia

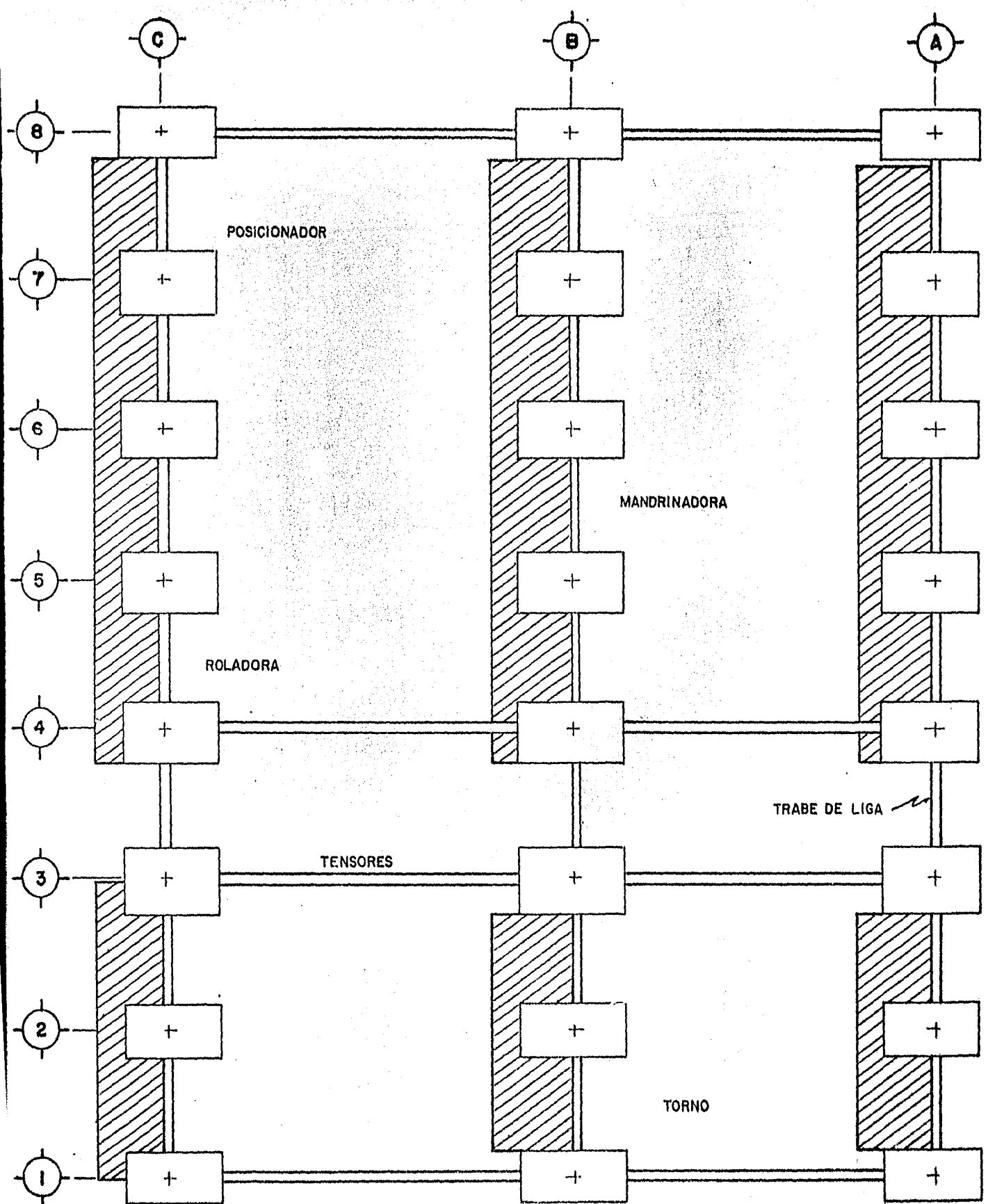
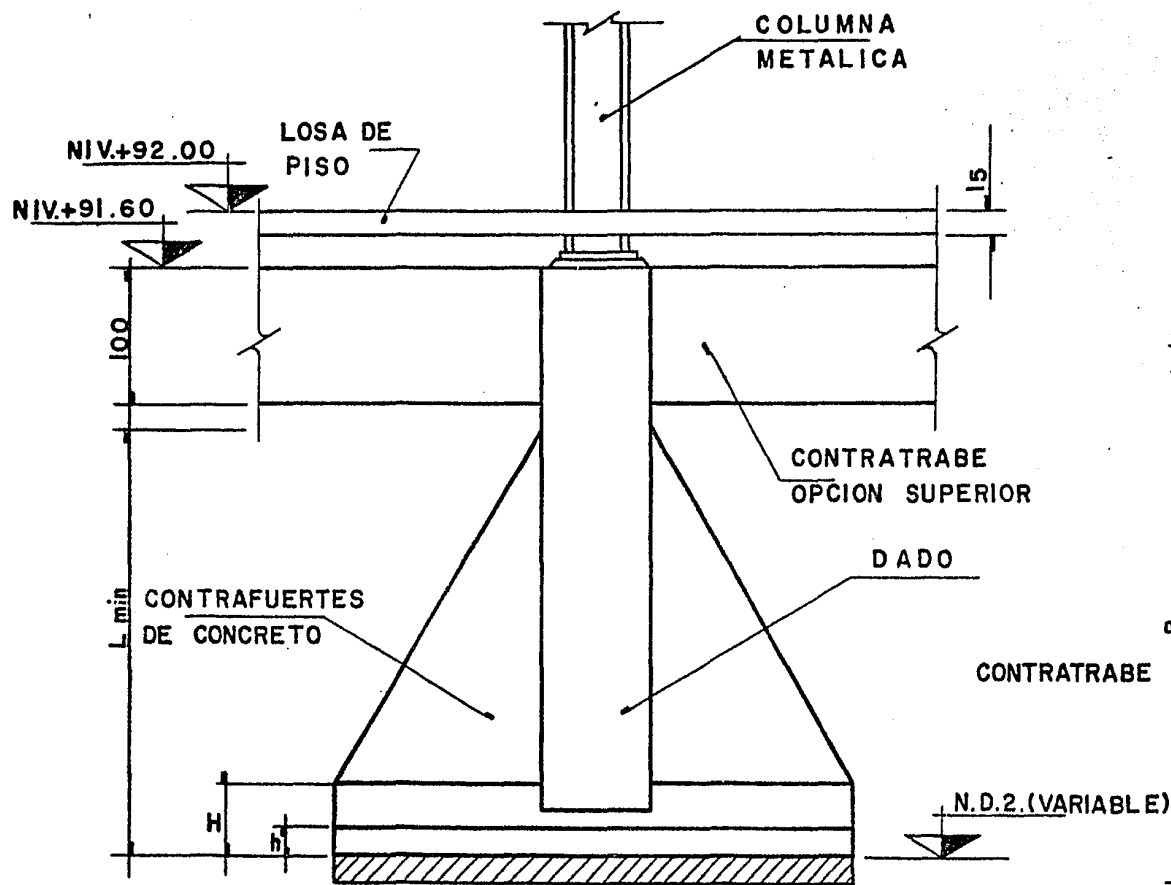
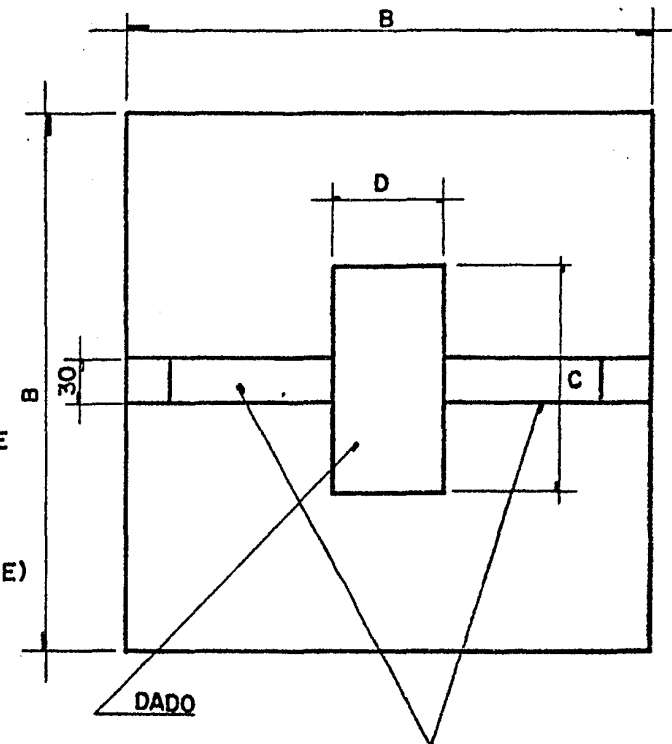


fig. 3.2.2 PLANTA DE CIMENTACIONES



ELEVACION

TABLA DE ZAPATAS					
TIPO	B (cm)	C (cm)	D (cm)	H (cm)	h (cm)
Z-1	320	160	80	30	20
Z-2	380	160	80	40	20
Z-3	240	120	70	30	20
Z-4	200	120	70	20	15
Z-5	100	70	45	15	10



CONTRAFUERTE

PLANTA

fig. 3.23 ZAPATA CARACTERISTICA TIPO I

-Charo) y a 45.0 m. de la orilla poniente (calle norte-sur) - ver plano 3:2 . . . La estabilización se logra con el despalmado o sea la remoción de capas superficiales de terreno natural (mediante un bulldozer, un traxcavo y camiones de volteo) cuyo material es inapropiado para la construcción de las cimentaciones; se efectue el corte en toda el área del terreno hasta eliminar la arcilla expansiva negra, este material se remueve a otro lugar del mismo terreno entre cotas + 90.50 y + 91.00 se localiza un arroyo, en el cauce del cual se abre una caja hasta quitar la arcilla hasta una profundidad promedio de 1.80 m. y un ancho de 8 m. Para referencia de niveles y su localización se muestra en la figura 3.1.1.

b) Escarificación.

En las partes donde es necesario rellenar - para dar la cota + 91.85, se escarifica al igual que en toda la superficie de desplante de la plataforma; la escarificación sirve para formar una liga entre el material natural y los rellenos que forman los terraplenes, tienen que ser como mínimo 30 cm. de profundidad, bajo la superficie del terreno previamente despalmado y limpio.

c) Formación del terraplen.

Este se forma con materiales de bancos cercanos, éstos materiales tienen que estar libres de materia orgánica antes de proceder su compactación; la compactación se realiza con material colocado en capas sensiblemente horizontales de un espesor máximo de 20 cm. de tepetate en estado seco, el cual se tiene que homogeneizar, para dar un conteni-

do de humedad óptimo que evite la falla del material por encarpamiento.

A cada capa compactada se le tiene que realizar la prueba de compactación próctor estandar, es decir, su peso volumetrico, el cual debe estar en el rango de 1470 a - 1550 Kg/m³, siendo el máximo de 1610 Kg/m³, o sea una compactación ligeramente superior al 90 %. Una vez formada la plataforma se inicia el trazado de las dos naves industriales, donde van desplantadas los siguientes equipos; Mandrinadora, y torno vertical, en la nave de maquinado; roladora, posicionador, plataforma para soldar, cortadora de soporte, taladro radial y las vías de posicionador en la nave de pailería, -- fuera de las naves van las cimentaciones del equipo de chorro de arena y bases para el equipo del horno.

Una vez formado el terraplén, se procede a -- realizar las excavaciones para realizar primero las cimentaciones de zapatas y equipos más pesados, como son: roladora, horno, mandrinadora, torno vertical, posicionador de 75 ton. y plataforma de soldar, por qué es necesario un espacio mayor para las maniobras.

Procedimiento constructivo de las cimentaciones de los equipos.

El procedimiento constructivo de la cimentación de cada uno de los equipos depende de la geometría de ésta; así por ejemplo las excavaciones para la cimentación de

la mandrinadora y torno vertical se hacen con taludes para: - permitir el acceso de camiones, mantener estable la excava--- ción, mientras que en los demás equipos se hace con taludes - horizontales.

Las excavaciones para las cimentaciones siem- pre se hacen de un diámetro mayor, para permitir movilidad - en el momento de preparar la cimbra y hacer el colado, los - excedentes obtenidos se compactan generalmente a mano.

A continuación se procede a describir el pro- ceso de construcción de la roladora y se anexan planos con - procedimiento constructivo de las cimentaciones del torno ver- tical y mandrinadora.

Procedimiento Constructivo de la Cimentación- de la Roladora.

La primera excavación se realiza con taludes- de 1:2.20 cm. arriba del nivel del proyecto (89.775 m) utili- zando para ello equipo mecánico y la parte restante se afina- con pico y pala, hasta llegar al nivel de proyecto (89.775 m) y preparar la superficie de desplante para plantilla de con- creto pobre, se coloca una capa de tezontle de 10 cm. que - - tiene los siguientes objetivos:

- Permitir amortiguar las expansiones de los suelos de las cimentaciones.
- Drenar la humedad del terreno adyacente.

- Transmitir la vibración de los equipos - - uniformemente, además que los asentamientos tanto distorsionales como por consolidación primaria, se transmitan uniformemente sin causar fisuras en el concreto y en el suelo.

Después se cuela una plantilla de concreto pobre en toda la superficie de contacto con la losa de cimentación de un $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$, la cual tiene los siguientes objetivos:

- Dar los niveles de desplante de la losa de cimentación.
- Tener una superficie firme para colocar el acero de refuerzo y poder colar el concreto.
- Evitar que el concreto vaciado pierda humedad por filtramiento, disminuyendo su resistencia pudiendo hacerse quebradizo e impidiendo un buen curado del mismo.
- Evita la contaminación del terreno.

Una vez colada la plantilla de concreto pobre se inicia el armado del acero de refuerzo en pisos y muros - respetando las trabes y niveles de proyecto, se utilizan varillas corrugadas de 1/2" a 1". Se dejan preparaciones para las anclas que consisten en cilindros de tubo cédula No. 40 ó bien de madera impregnada de diesel o petróleo, perfectamente

fijos al armado.

Para lograr que la cimentación trabaje monolíticamente se dejan juntas de colado en las intersecciones - - entre losas y muros, la superficie de estas juntas debe estar completamente limpia y rugosa antes de efectuar el nuevo colado; para la cimbra de los muros se utiliza triplay de 16 mm.

Después se cuelan los muros perimetrales de la fosa para la roladora, dejando juntas constructivas para apoyo de losa de piso, el concreto colado tiene $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y se dosificó de la siguiente manera:

4.5 Botes de grava.

3.5 Botes de arena.

- 1 Bulto de cemento con un revenimiento de 10 cm. por ser colado en muros dejándose preparaciones para el colado en la losa.

Se realiza el colado de la losa, agregando en las juntas de colado aditivos para unir concreto viejo con concreto nuevo, teniendo cuidado que la superficie de dichas juntas se encuentre completamente limpia y rugosa antes de iniciar el nuevo colado. Durante el colado hay que hacer el vibrado del concreto para evitar que las burbujas de aire - - atrapados en el concreto ocasionen fisuramientos. Para referencia ver figura 3.2.4.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE TORNO VERTICAL Y MANDRINADORA.

- La excavación se efectúa con máquinas hasta 30 cm. arriba del nivel de excavación y la parte restante se afina a base de pico y pala.
- Las excavaciones serán con taludes verticales en la parte profunda de la cimentación masiva y taludes 1:2 según planta y cortes de los planos.
- La superficie de excavación seguirá la configuración de la masa de cimentación, según profundidades mostrados en los planos de armado, cubriéndose con una plantilla de concreto pobre de 8 cm. de espesor.

Se colocan muros de tabique para proteger los taludes verticales (cimbra muerta) con las siguientes características:

- a) Son de tabique rojo recocido de 15 cm. de espesor.
- b) El mortero para juntar el tabique es cemento-cal-arena en proporciones 1:1:6.
- c) El espesor máximo de las juntas de mortero de 1 y 1/2 cm. respectivamente.
- d) Las intersecciones de muros donde no exista castillo, los tabiques se colocan traslapados.
- e) Todas las superficies del tabique en con-

tacto con el castillo están dentados.

f) Las juntas de tabiques están traslapadas.

g) Se cuelan castillos en los muros de tabique a una separación máxima de 2.5 m. anclados en los firmes de concretos pobre.

- Antes de efectuar el colado de la cimentación, el tabique se humedece de tal manera que se evite absorber agua del concreto.

- Una vez preparadas las excavaciones y protegidas mediante el procedimiento descrito, se procede a colar el concreto masivo en las etapas mostradas en los planos de armado de las cimentaciones.

- El concreto debe poseer las siguientes características:

a) El concreto masivo se fabrica con los siguientes materiales: Concreto Portland Tipo I, agregado grueso con tamaño máximo de 1.5 cm., agregado fino con espesor máximo de 0.47 cm. y agua libre de impurezas.

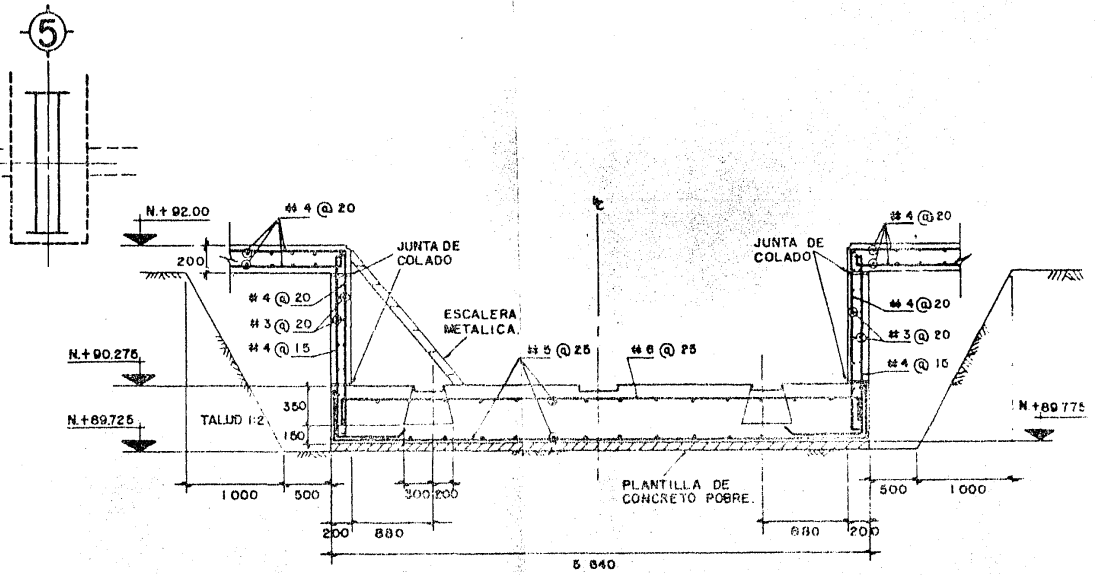
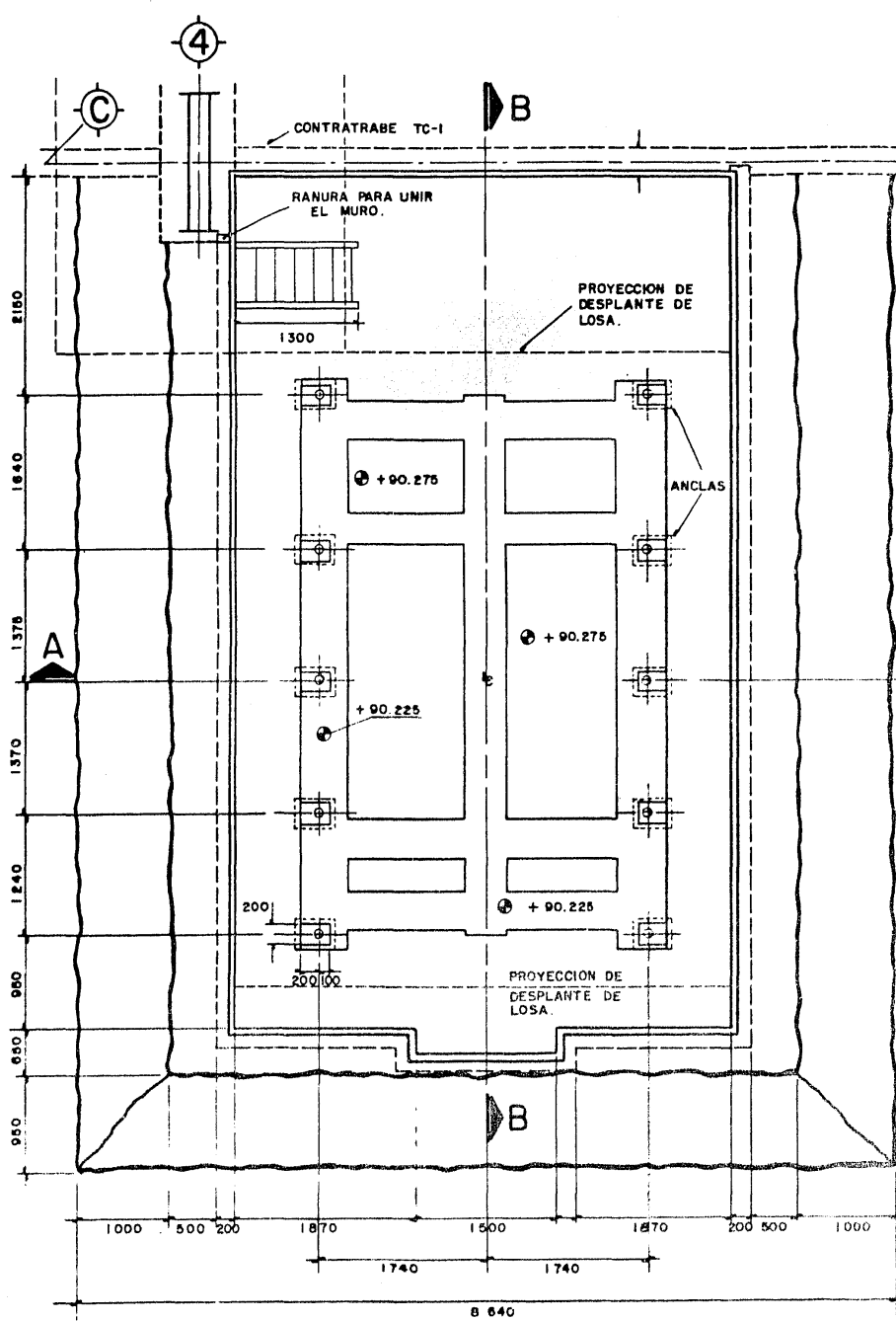
b) La calidad del cemento y de los agregados estará regida por las normas - ASTM.

c) El revenimiento máximo del concreto masivo será de 6 cm.

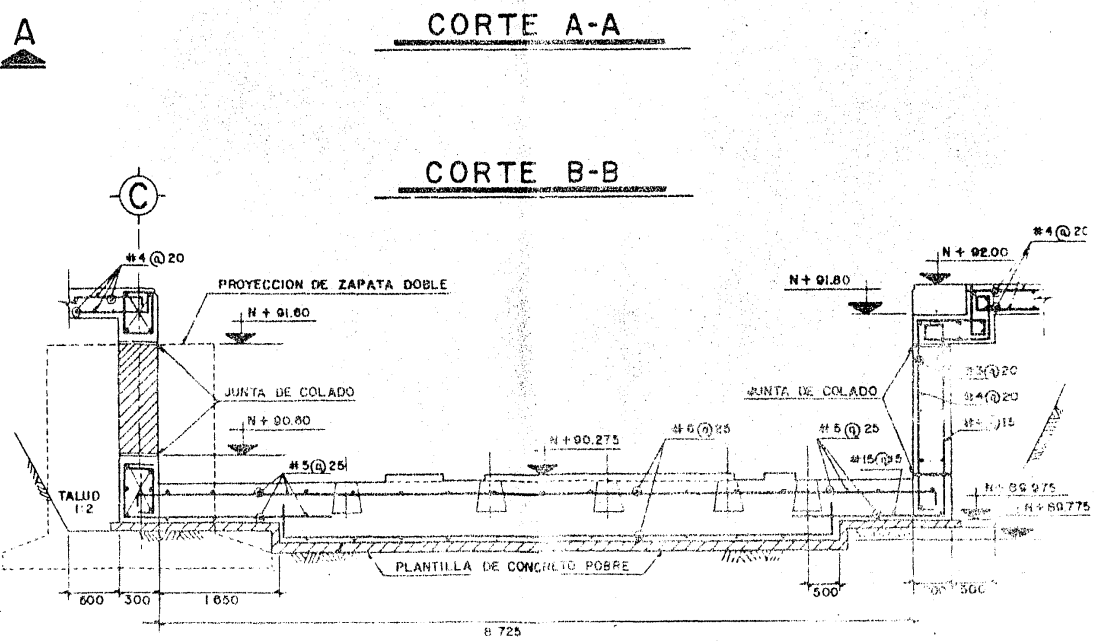
d) Los vibradores para el concreto debe
rán ser de diámetro mínimo de 3".

- El colado se efectúa en forma inmediata a la excavación del terreno y preparación de plantillas y taludes.
- Al efectuar el colado de las áreas en los niveles de operación, se dejan las preparaciones para los anclajes de los equipos.
- La compactación en el perímetro de las cimentaciones se hace con rodillo pequeño en donde el área lo permite o bien con pisones hasta lograr las especificaciones exigidas por mecánica de suelos.

Para referencia ver fig. 3.2.4. a 3.2.6.(b).



CORTE A-A



CORTE B-B

fig.3.2.4 PLANTA DE CIMENTACION Y ARMADOS ROLADORA

ACOT. MM.

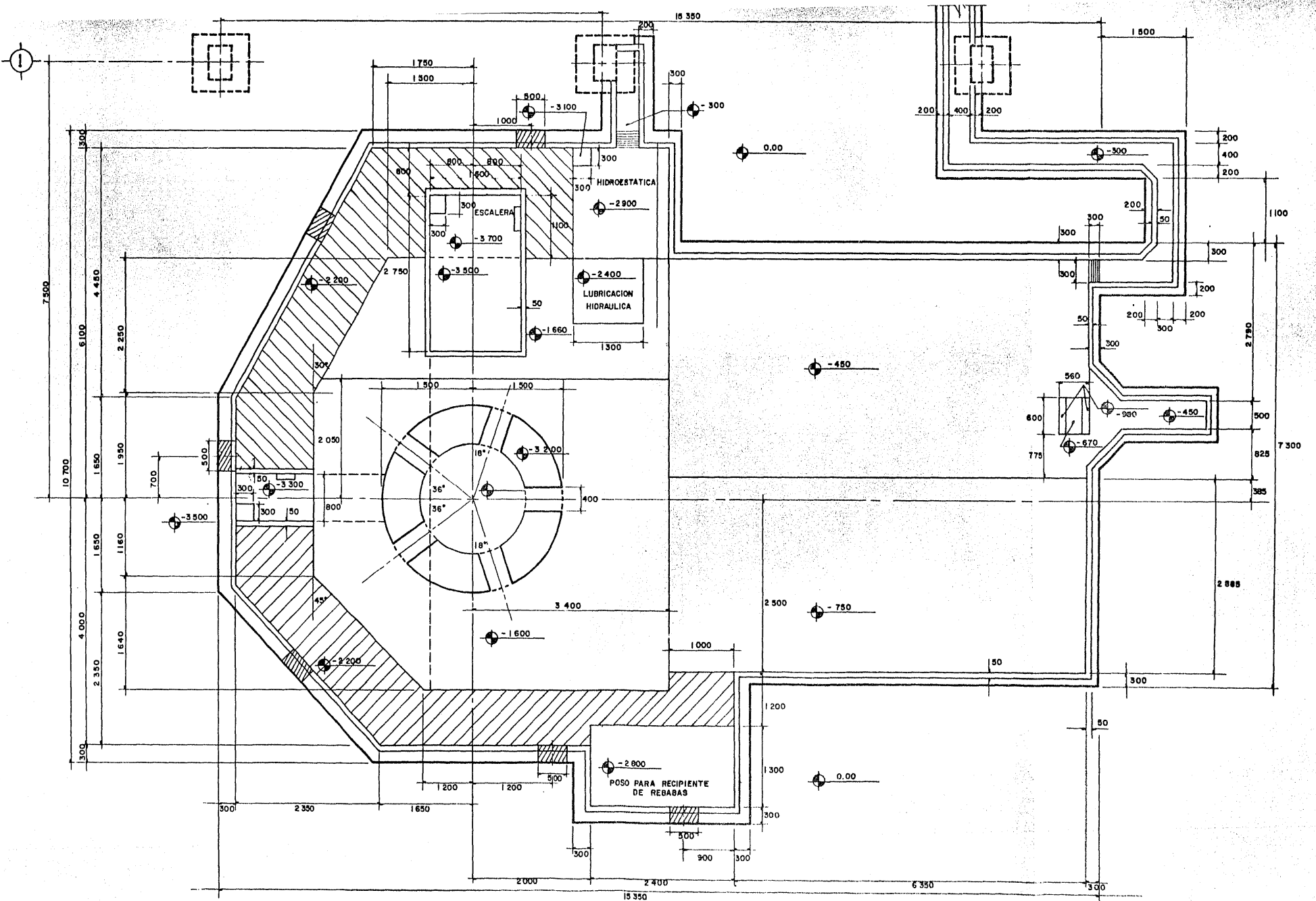


fig. 3.2.5(a) PLANTA DE CIMENTACION DEL TORNO VERTICAL

ACOT. MM

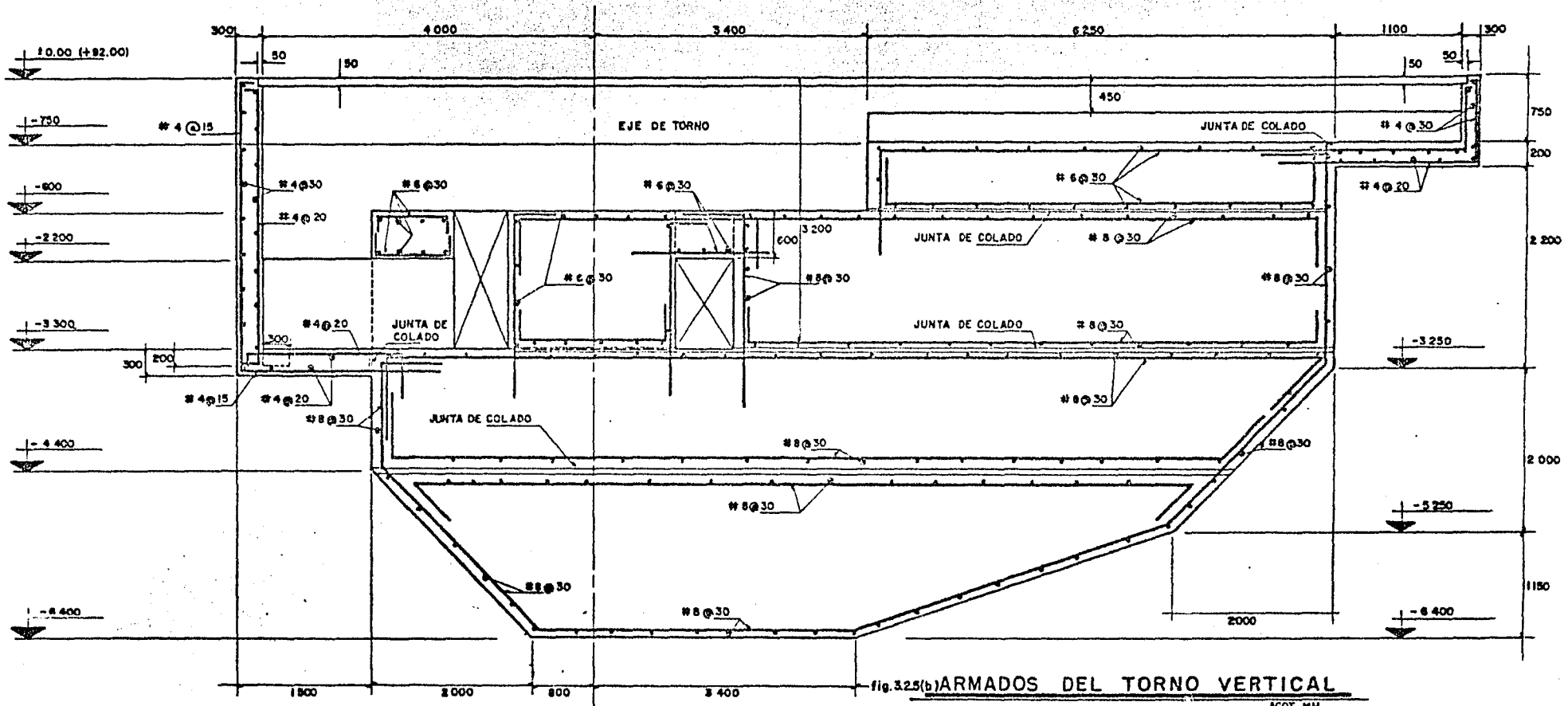
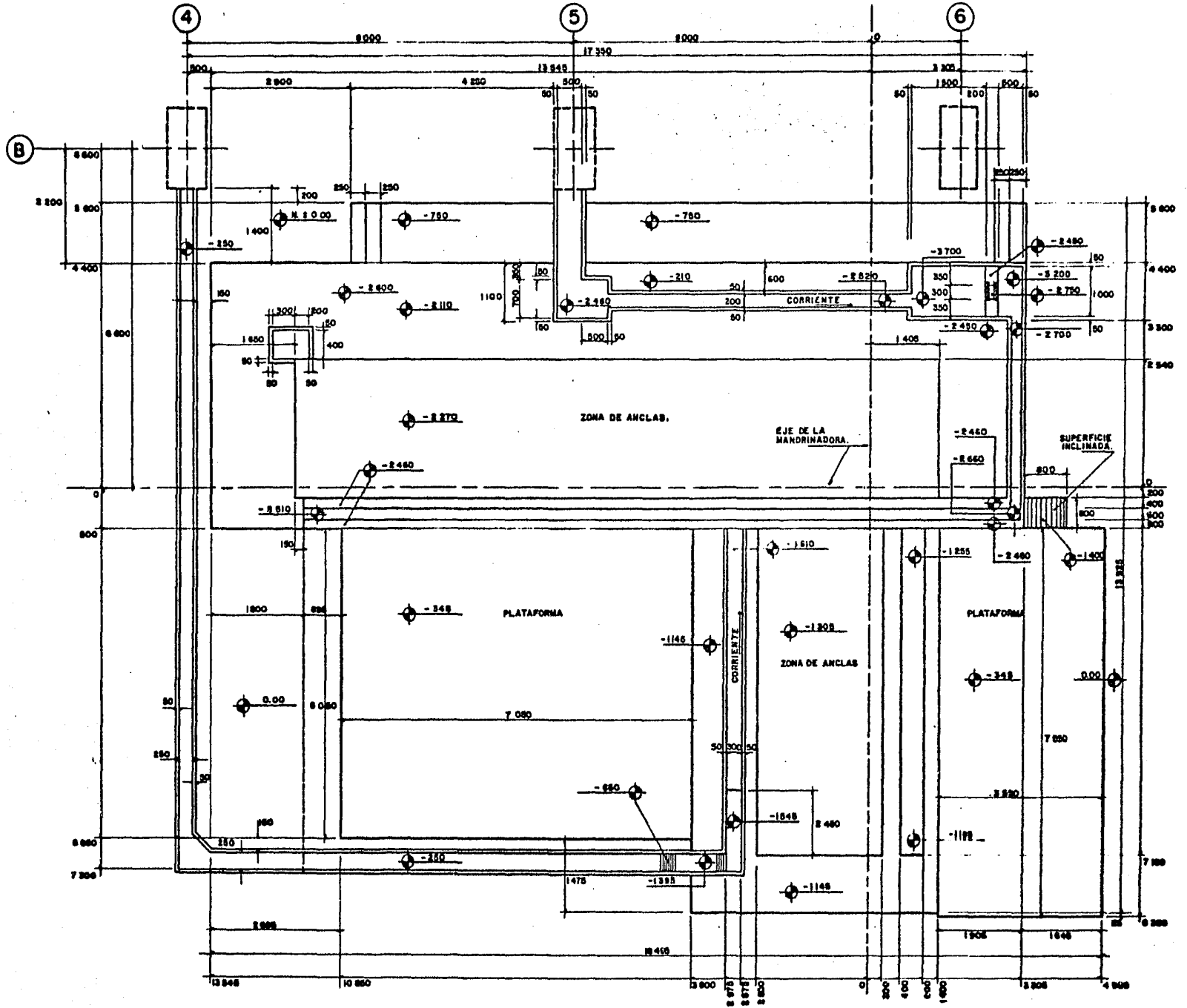


fig. 3.25(b) ARMADOS DEL TORNO VERTICAL
ACOT. MM.



No. 3.2.2 (a) **PLANTA DE CIMENTACION DE LA MANDRINADORA**

ACOT. MM.

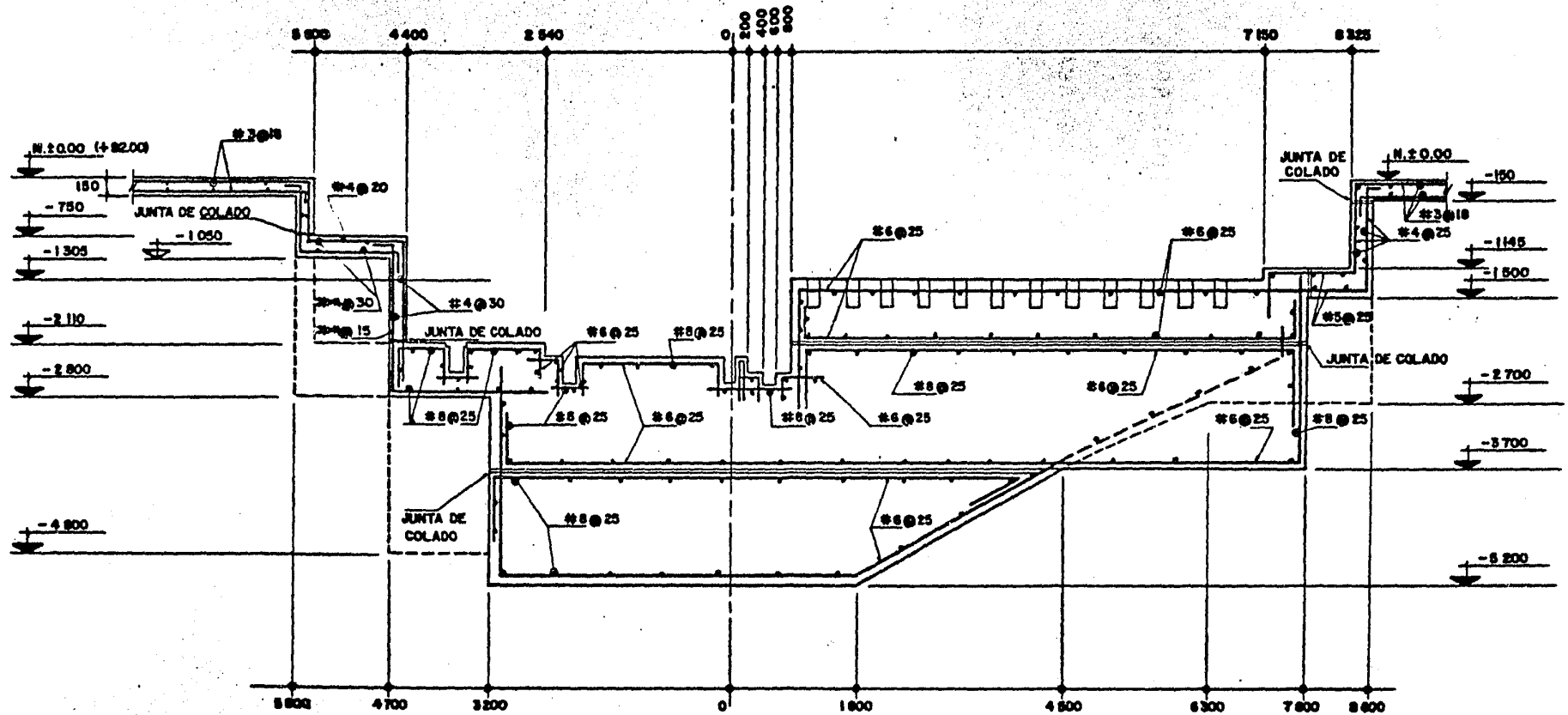


fig. 3.2.6(b) ARMADOS DE LA MANDRINADORA

ACOT. MM.

VOLUMENES DE OBRA.

ACERO DE REFUERZO.

TORNO 20 TONELADAS.

MANDRINADORA 31 TONELADAS.

HORNO 13.5 TONELADAS.

ROLADORA 9.5 TONELADAS.

CONCRETO.

TORNO 400 m³.

MANDRINADORA 650 m³.

HORNO 130 m³.

ROLADORA 36 m³.

3.2.4. CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO.

Generalidades.

Toda cimentación tiene dos componentes fundamentales, cuyas funciones son complementarias.

Concreto-trabaja a compresión.

Acero de refuerzo-trabaja a tensión.

El concreto es una mezcla de cemento, agregados inertes (grava y arena) y agua, la cual se endurece después de una reacción química exotérmica, en donde un 33 % del contenido de agua reacciona en dos períodos: Fraguado inicial (45 min) y fraguado final (10 hrs), siendo este lapso necesario para que la mezcla pase de estado fluido a esta sólido. Los agregados inertes sirven de esqueleto, ocupando gran parte del volumen final, disminuyendo los efectos de la reacción química, que son la elevación de la temperatura y la contracción de la lechada (cemento + agua) al endurecerse, de ahí que la dosificación correcta de éstos, así como su procedimiento de mezclado y vertido entre el acero de refuerzo - - influye decisivamente en la resistencia final del concreto.

Condiciones de Suministro, Proporción y Almacenamiento de Materiales.

- a) El tiempo de almacenamiento del cemento - es inferior a un mes; evitar el contacto con la humedad, debe ser estibado en pi--

las menores de 2 m. y por lotes separados para tener un mejor flujo de material y control del mismo.

b) Los agregados inertes (grava y arena) se almacenan en lotes separados y deben estar limpios antes de su mezclado.

c) Se emplea agua de la red municipal, cuidando que los depósitos de almacenamiento no tengan productos contaminantes (grasas, compuestos químicos, etc.) que disminuyan la resistencia del concreto.

d) El proporcionamiento adecuado de cada uno de los componentes del cemento, tanto de la relación agua-cemento, como de la granulometría de los agregados, debe satisfacer dos requisitos:

- La mezcla sea trabajable (fluída).

- El volumen de vacíos entre los agregados, destinado a ser ocupado por la lechada.

Si en la lechada existe exceso de agua, ocurre el fenómeno de segregación; o bien si la cantidad de agua es menor que la necesaria, aumenta el calor de hidratación, disminuyendo con la edad el valor de su resistencia.

En la figura 3.2.7 se muestra la relación -

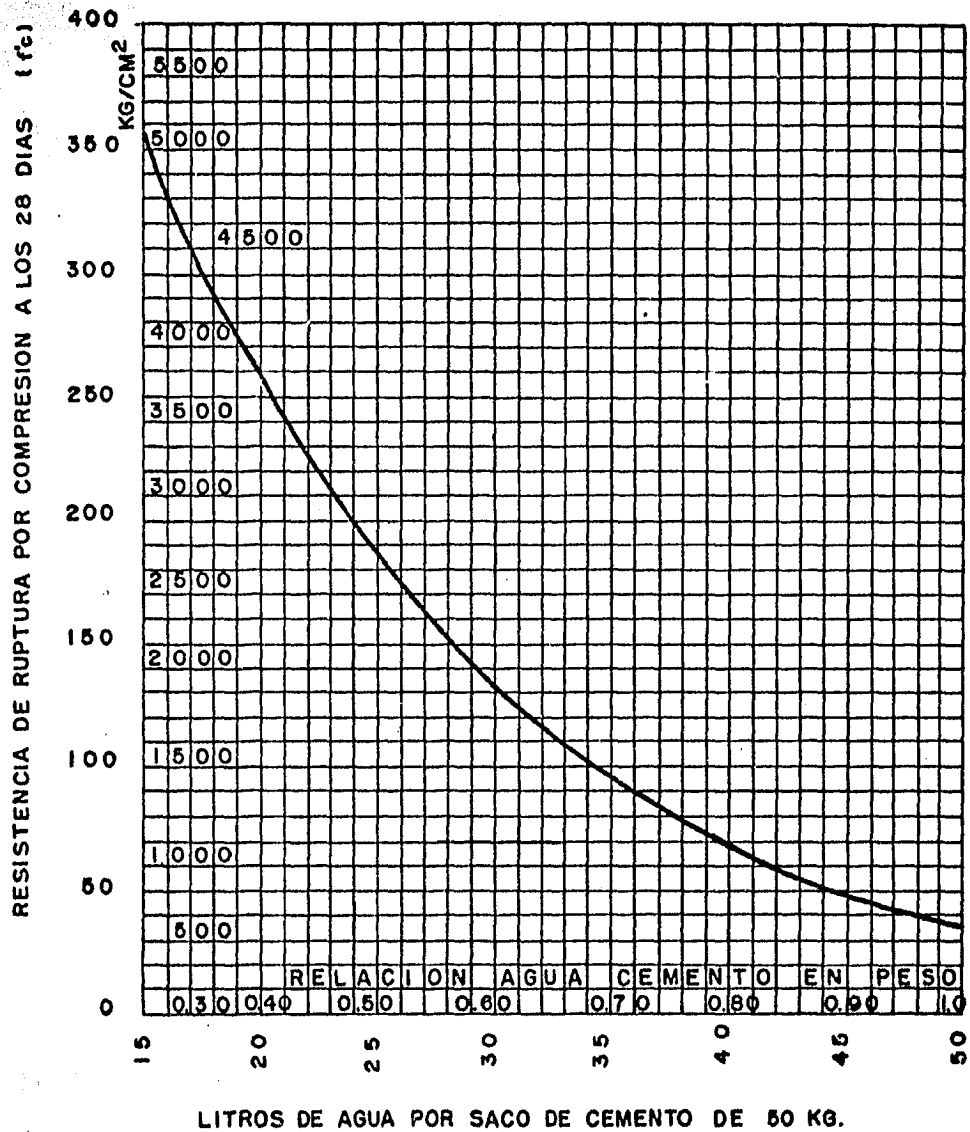


fig. 3.2.7 CURVA DE ABRANS PARA CONDICIONES COMUNES
DE TRABAJO.

entre agua y resistencia a la ruptura. Se puede observar que para resistencias a la ruptura altas, la cantidad de agua que se requiere es baja.

Pruebas de Revenimiento.

Esta prueba muestra la resistencia de un concreto de acuerdo a la relación agua-cemento, mediante el cono de Abrams. La prueba se realiza así:

- a) Se toman tres muestras de la dosificadora o revolvedora en el momento de vaciado.
- b) Cada muestra tomada se vacía dentro del cono y se compacta en tres etapas con 25-golpes de varilla.
- c) Se quita el recipiente y se toma la diferencia entre la altura inicial de la mezcla y la altura final. La diferencia no debe exceder de 8 cm. para obtener una resistencia superior a 200 Kg/cm^2 .

Utilización de Aditivos.

Estos son necesarios para un mejor proceso de colado y mejoramiento de la propiedades del concreto.

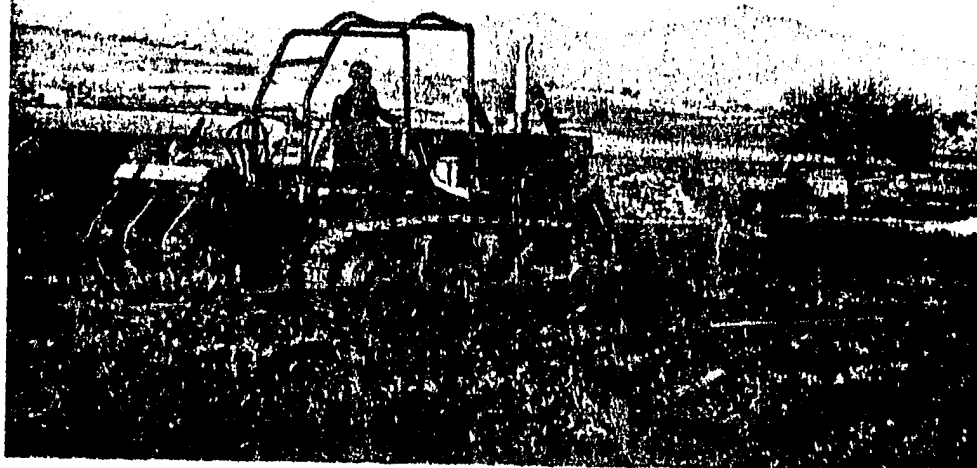
Cuando se requiere un tiempo adicional para el transporte del concreto de la fábrica a la obra, se recurre al uso de retardadores del fraguado inicial, compuestos por yeso, de anhídrido sulfúrico, o resinas sintéticas; de

igual manera puede acelerarse el fraguado con la adición de - sustancias alcalinas o sales de cloruro de calcio.

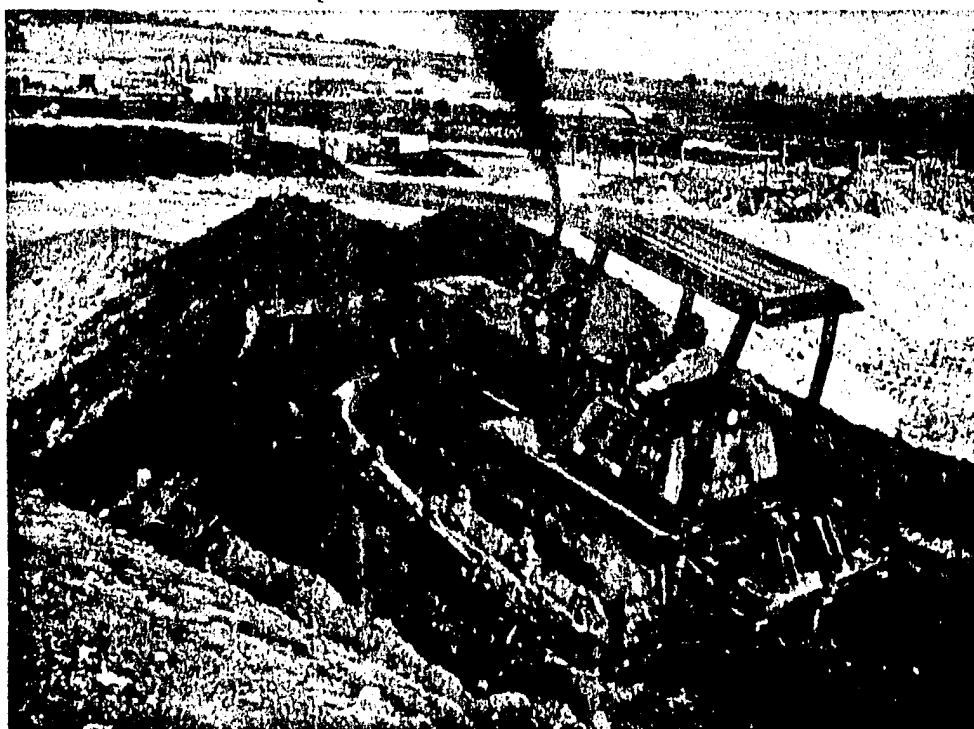
Cuando por el volumen considerable de concreto a vaciar no debe ser colocado en una sola etapa, es importante utilizar aditivos para ligar concreto viejo con nuevo.

Después de terminado un colado, es necesario curarlo para mantenerlo humedo, dado que la reacción de endurecimiento es muy lenta, lo cual permite la evaporación de -- parte del agua necesaria para la hidratación del cemento, que se traduce en una notable disminución de la resistencia final.

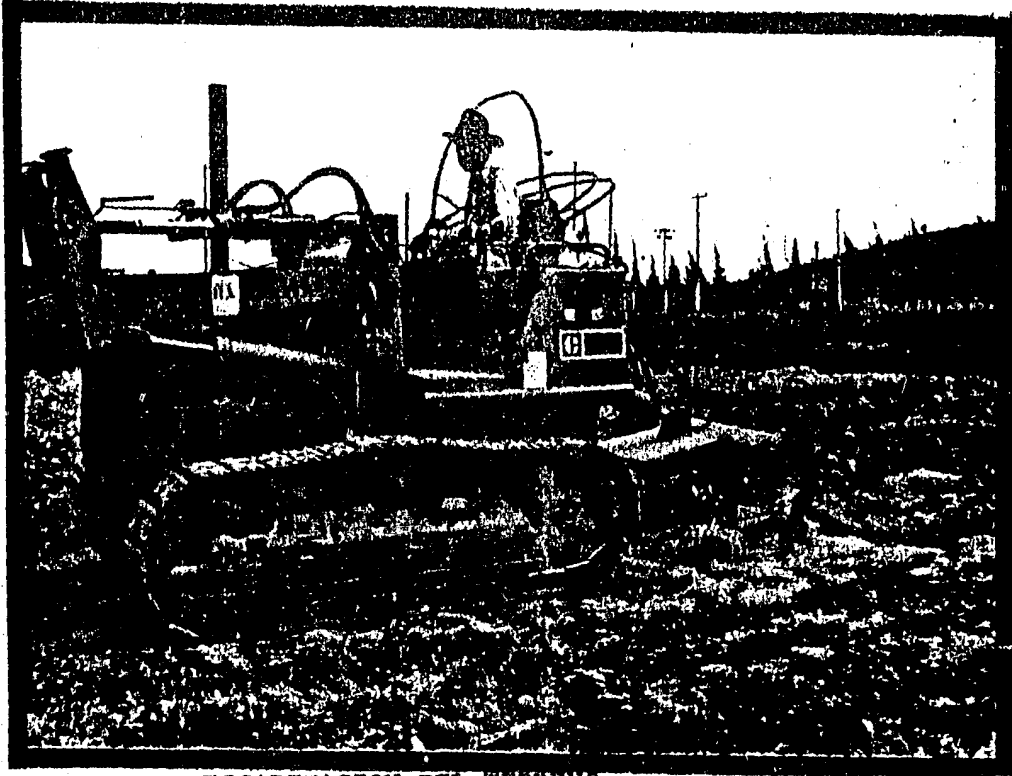
A continuación se muestra una secuencia fotográfica de la construcción de las cimentaciones.



Despalme del Terreno.



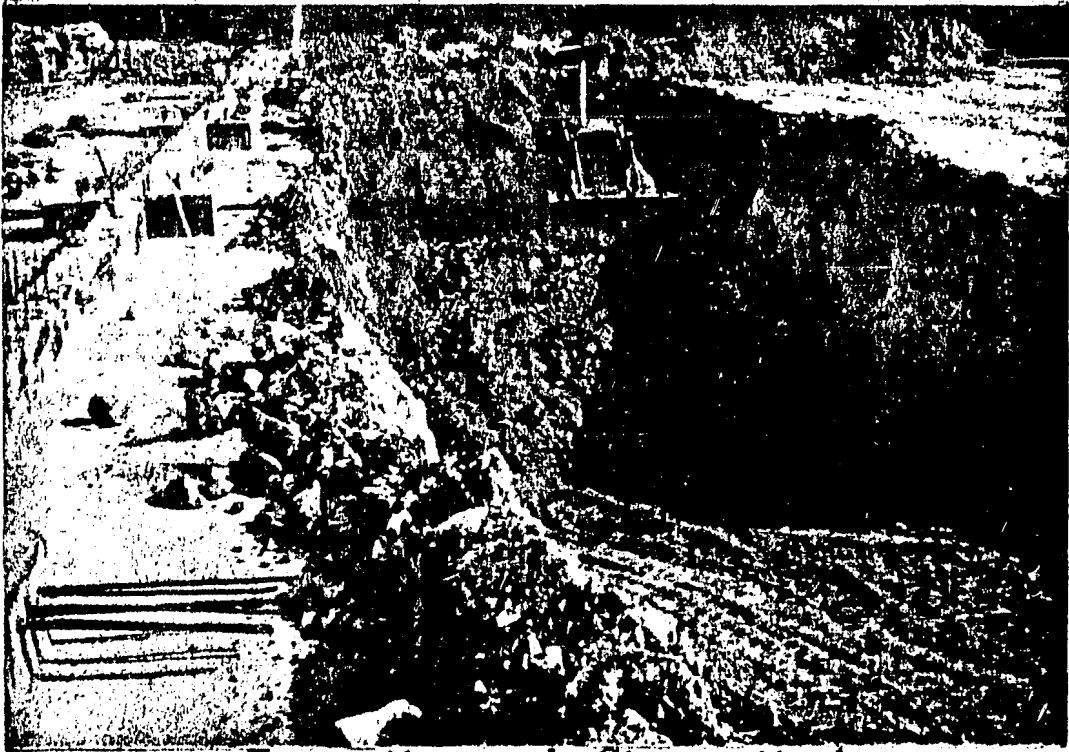
Movimientos de Terracerias



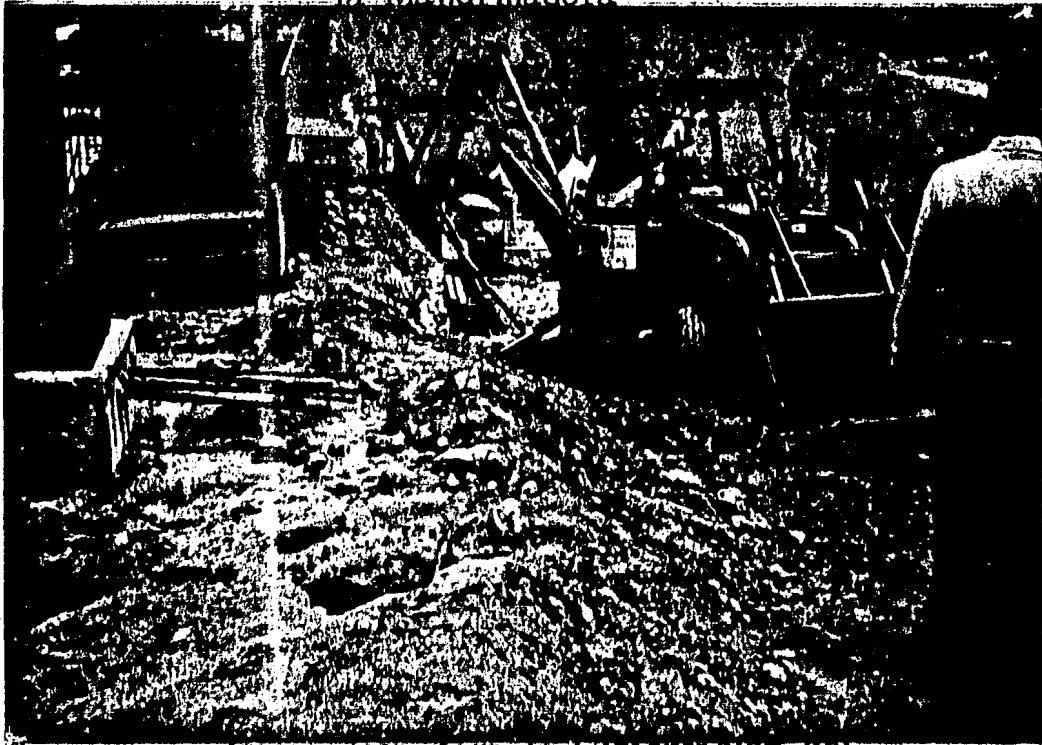
ESCARIFACION DEL TERRENO



FORMACION DE LA PLATAFORMA INDUSTRIAL



Excavación para la Cimentación de
la Mandrinadora



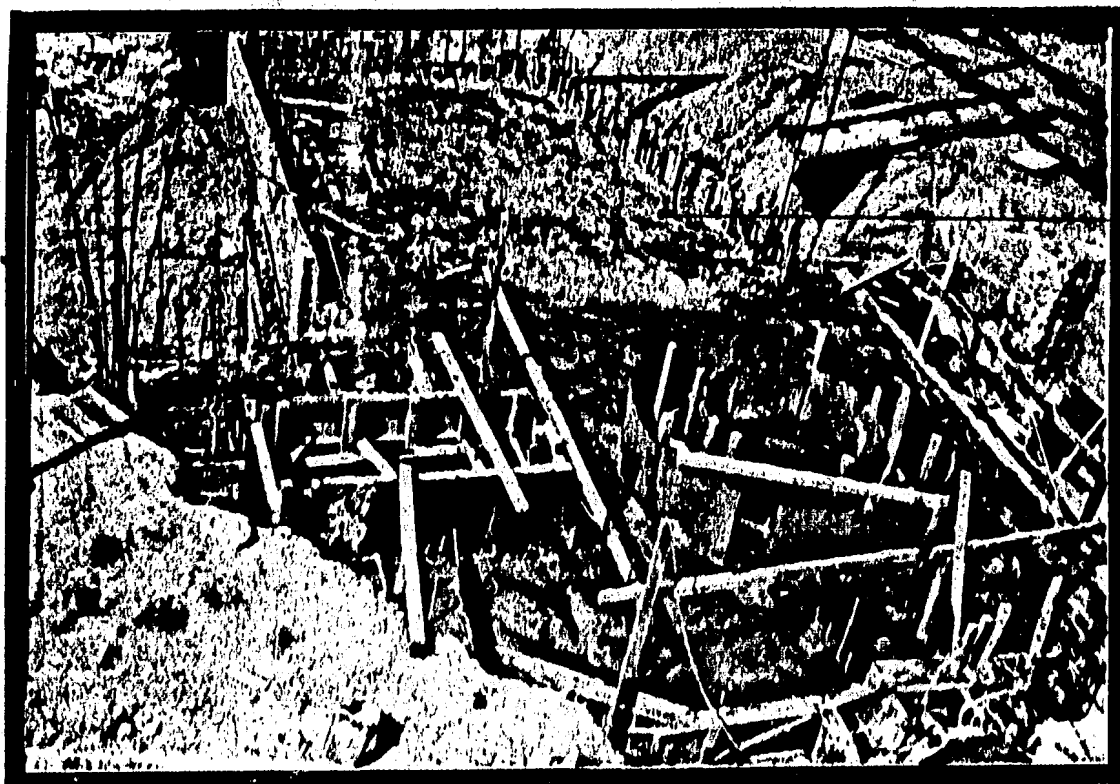
Excavación para la Cimentación del
Torno Vertical



▼ 0.000

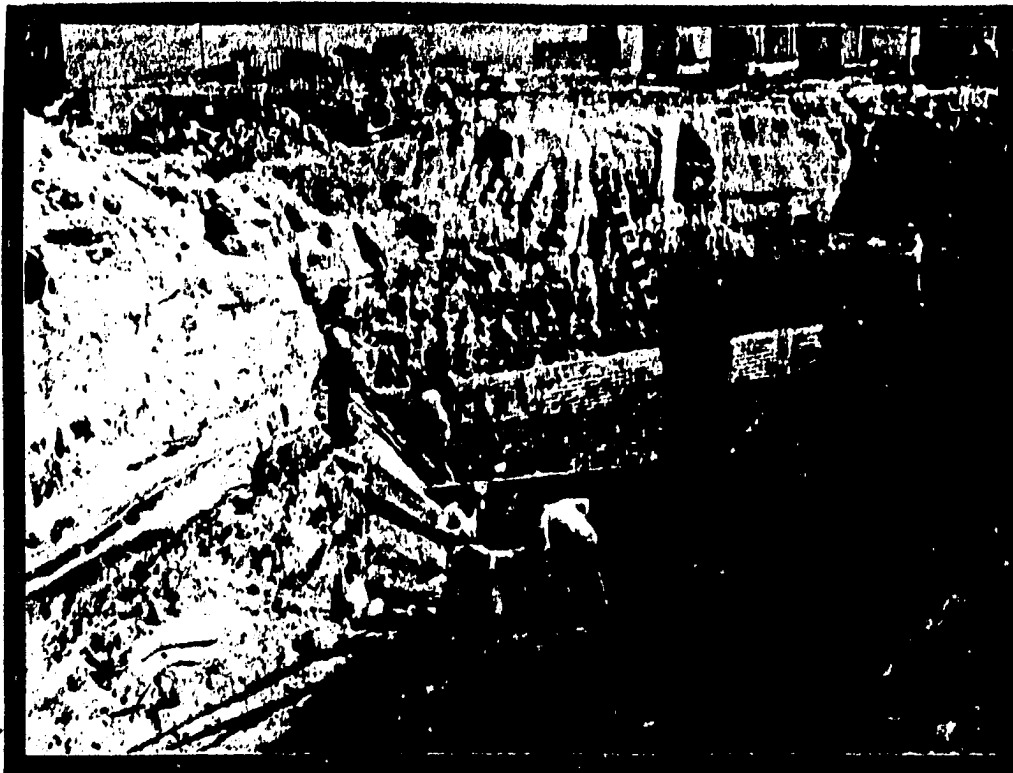
▼ -3300

COLADO DE CIMENTACION DEL TORNO VERTICAL



▼ -1600

COLADO DE CIMENTACION DEL TORNO VERTICAL



0.000

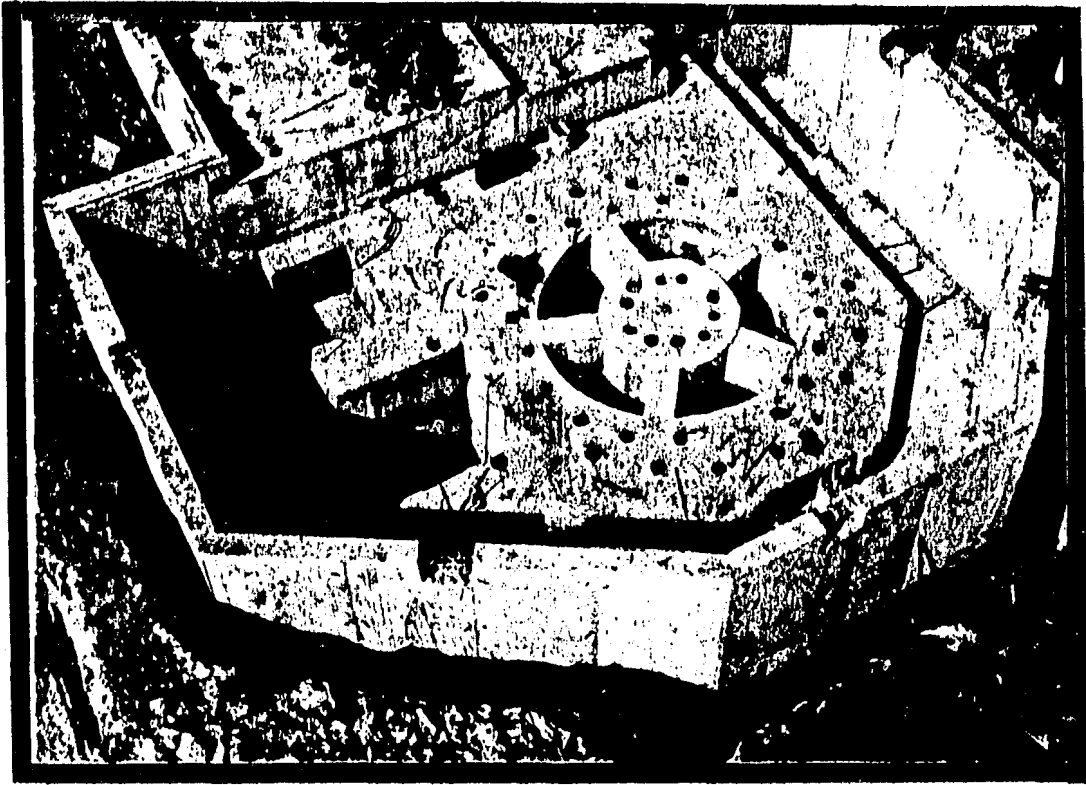
- 3250

-6400

**ETAPA INICIAL DEL COLADO DE LA CIMENTACION
DEL TORNO VERTICAL**



**SEGUNDA ETAPA DE COLADO DE LA CIMENTACION
DEL TORNO VERTICAL**

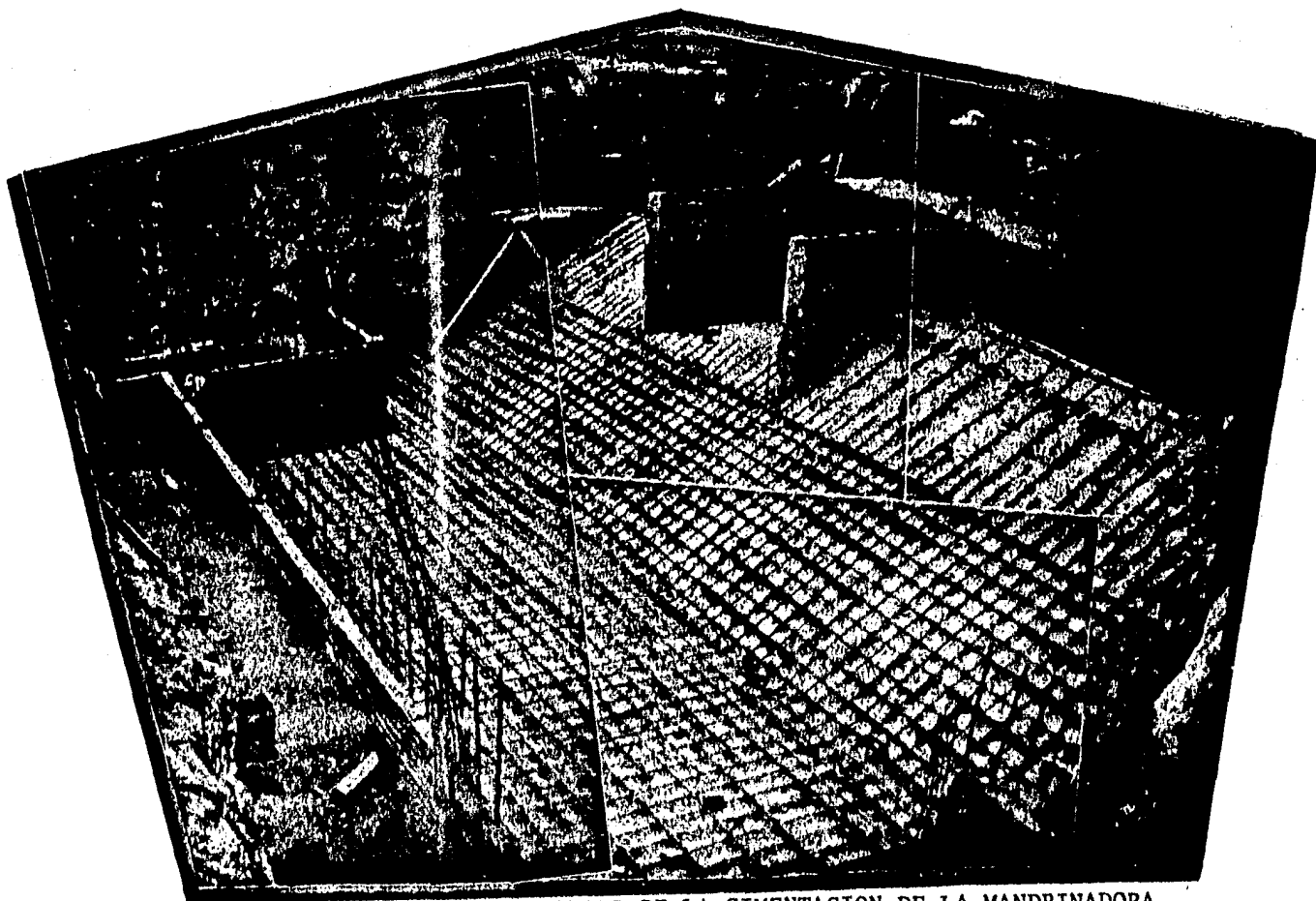


CIMENTACION DEL TORNO VERTICAL

- 5200

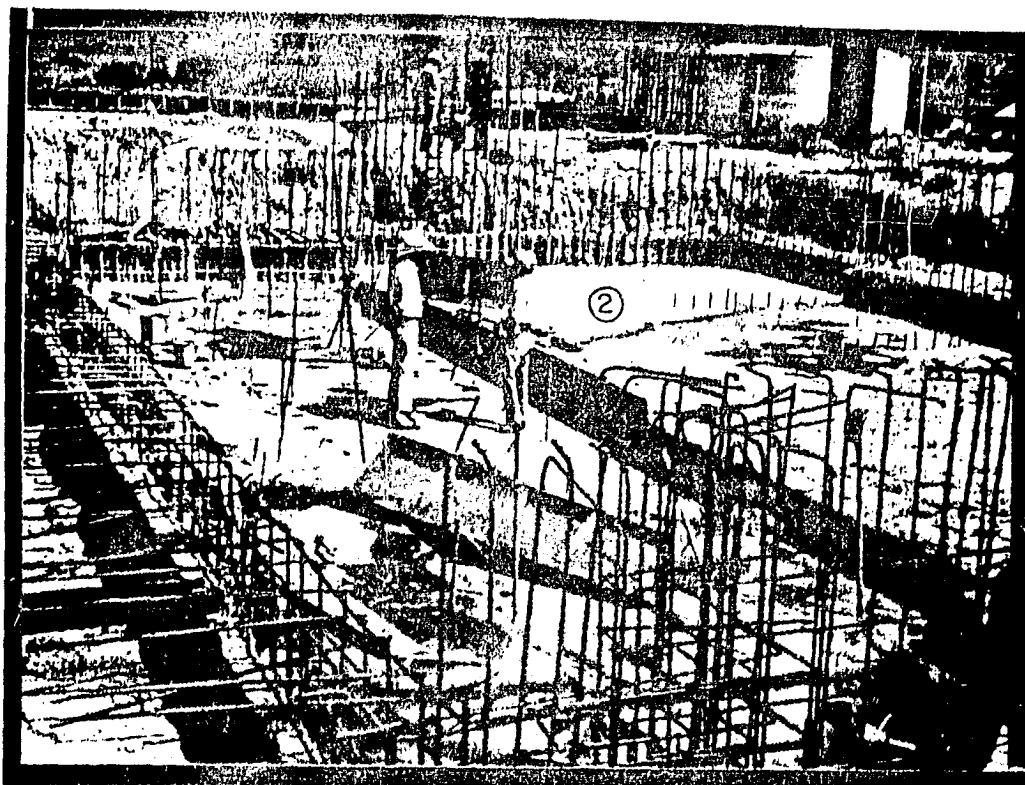


CIMBRA MUERTA EN MANDRINADORA



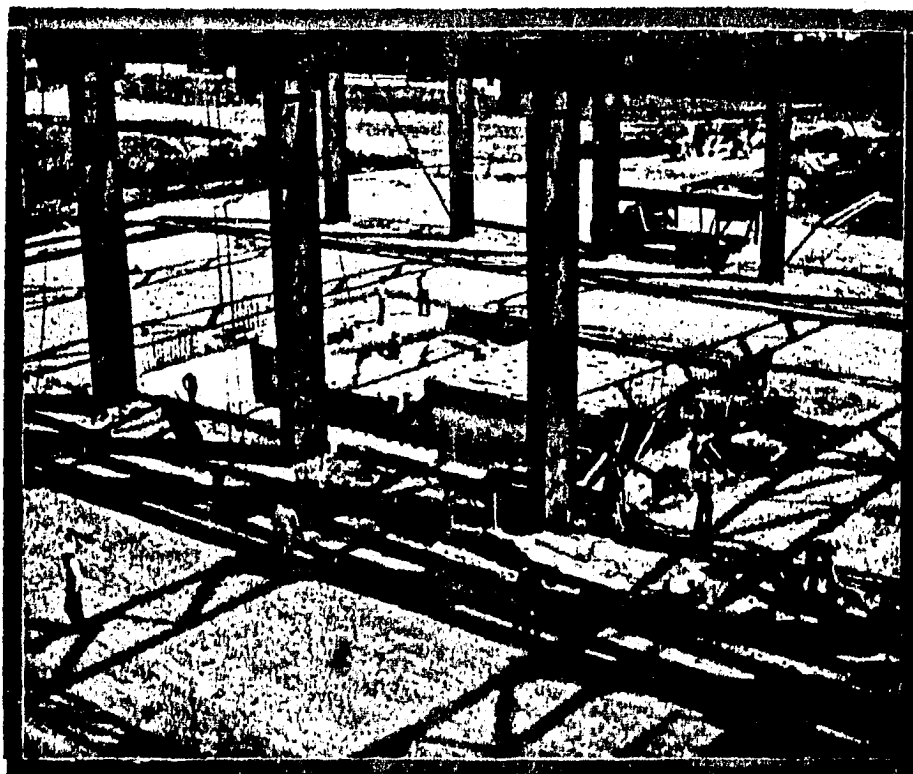
SEGUNDA ETAPA DEL COLADO DE LA CIMENTACION DE LA MANDRINADORA

-2270

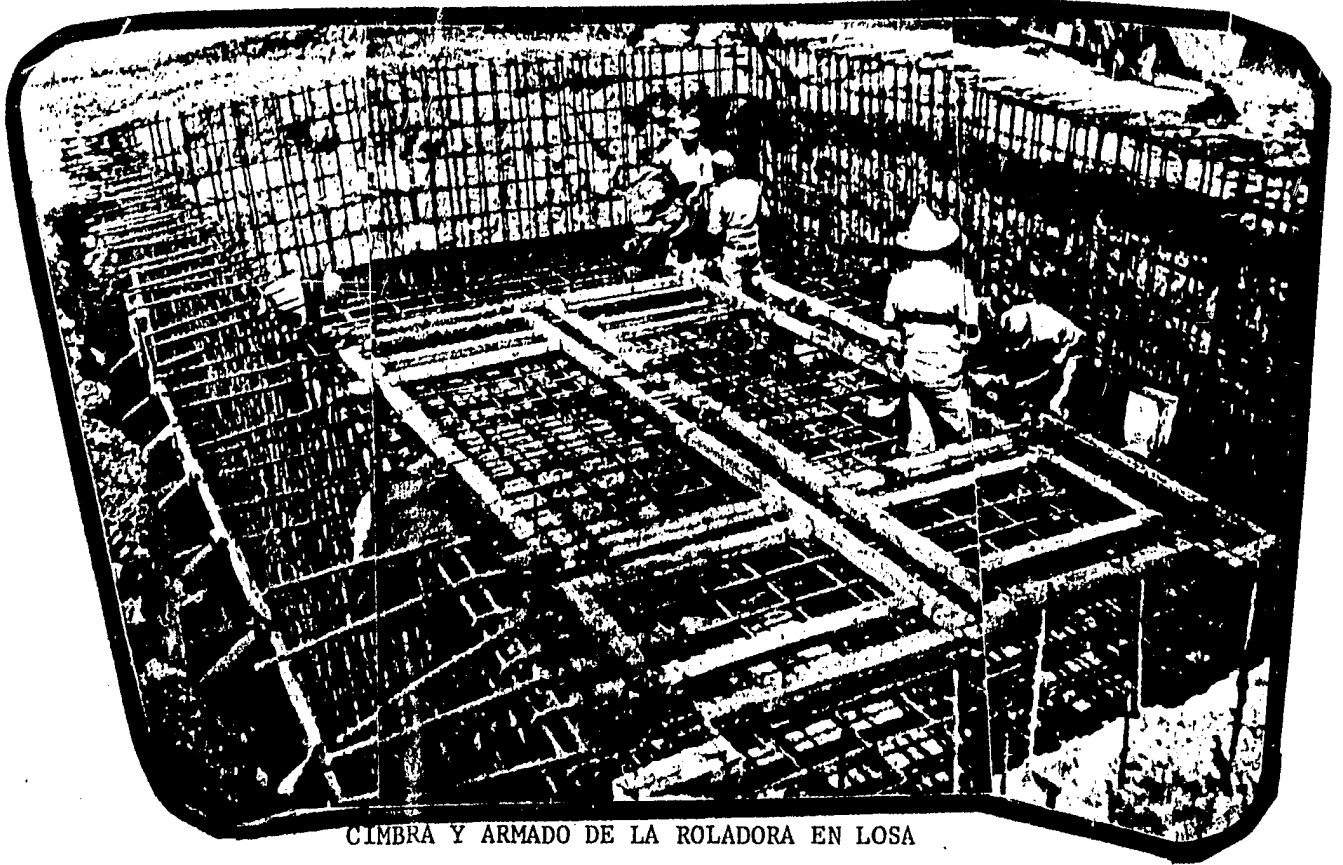


↓
-1500

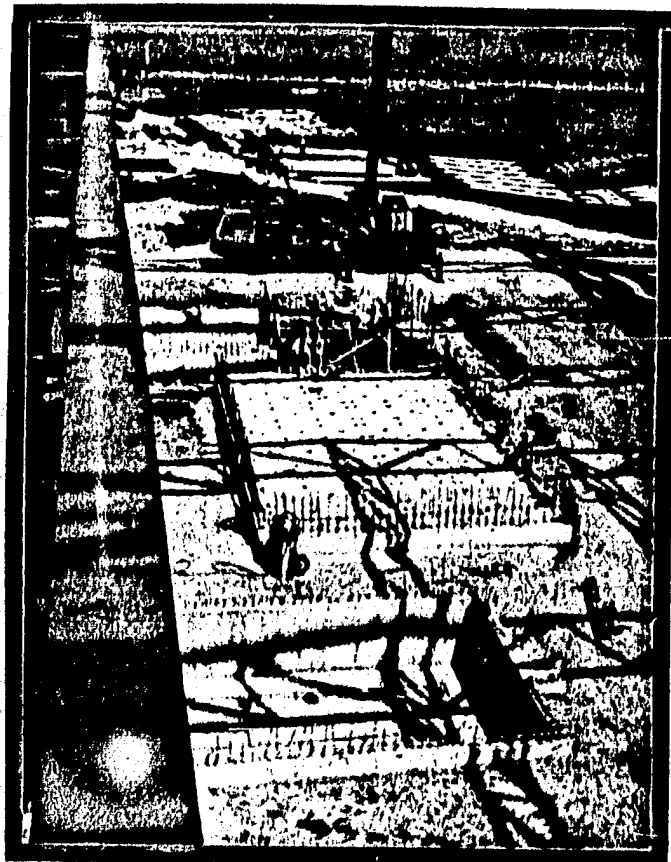
TERCERA ETAPA DEL COLADO DE LA CIMENTACION
DE LA MANDRINADORA



ETAPA FINAL DEL COLADO DE LA CIMENTACION
DE LA MANDRINADORA



CIMBRA Y ARMADO DE LA ROLADORA EN LOSA



CIMENTACION PARA LA ROLADORA Y POSICIONADOR
(ABAJO Y ARRIBA)

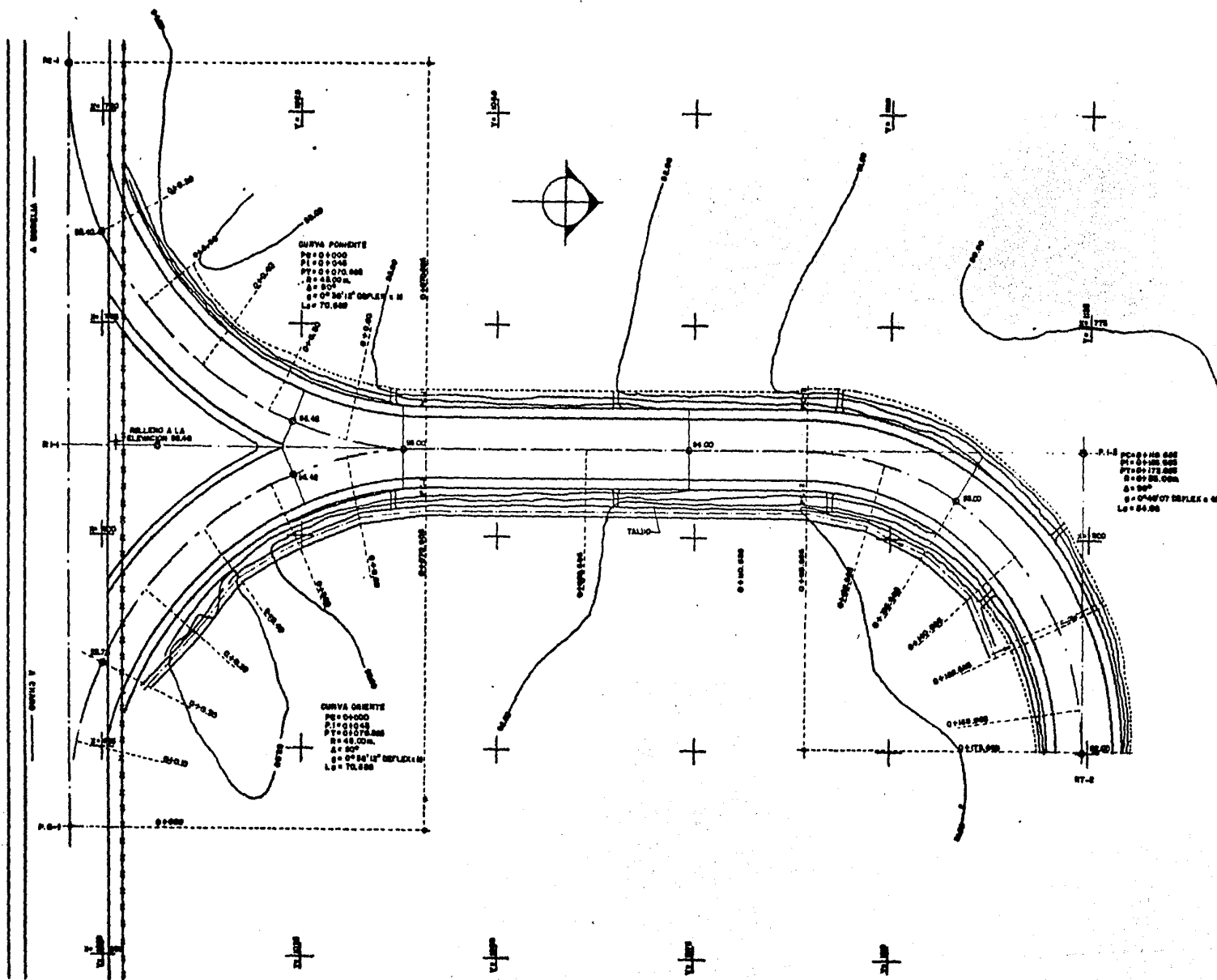


Fig. 3.2.8 PROYECTO DEL CAMINO DE ACCESO

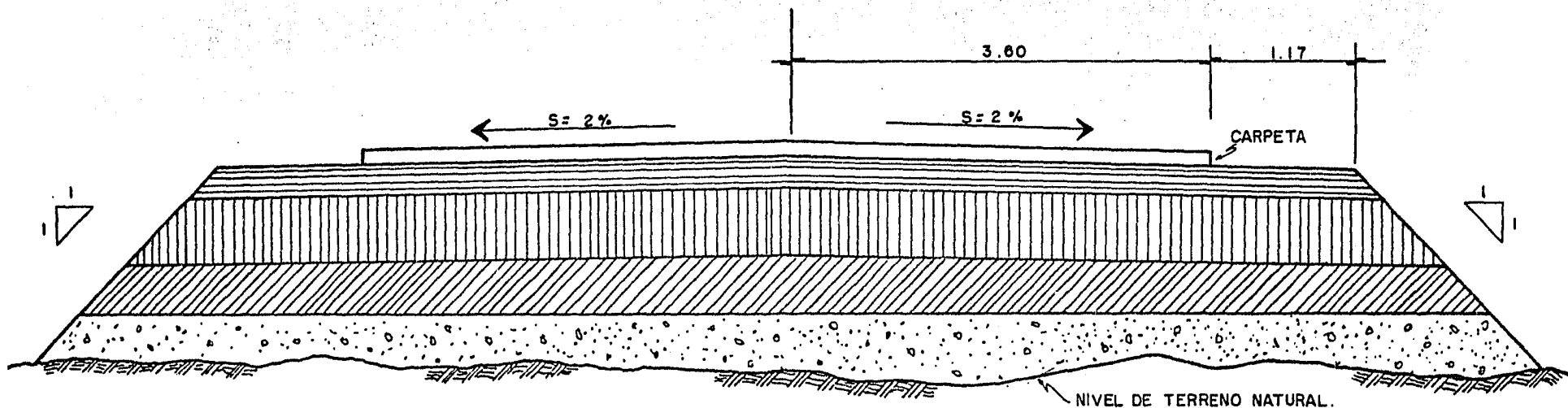
3.2.5. CAMINO DE ACCESO.

Diseño.

Para diseñar el camino de acceso se utiliza un vehículo de proyecto; que es un vehículo hipotético cuyas características se emplean para establecer los lineamientos que regirán el proyecto geométrico del camino de acceso, este vehículo se selecciona de modo que represente un porcentaje significativo del tránsito del camino y las tendencias de los fabricantes para modificar el vehículo. De acuerdo a las características geométricas del vehículo, se toman los radios de giro para diseñar el camino de la tabla 3.2.1.

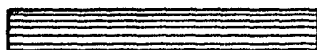
Para el diseño del camino de acceso, dado que los vehículos que van a transitar por ese camino son muy pesados, la pendiente del camino debe ser como máximo 2.8 %.

A continuación se muestra el plano para el camino de acceso y su sección tipo; figuras 3.2.8 y 3.2.9 respectivamente.



SECCION TIPO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

CAPA BASE.



CAPA SUB-RASANTE.



CUERPO DEL TERRAPLEN.



FILTRO.



fig. 3.2.9

CAMINO DE ACCESO

ACOT. MTS.

TABLA 3.2.1 TABLA DE SELECCION DE VEHICULO HIPOTETICO

	DE-335	DE-450	DE-610	DE-1220	DE-1525*	
LONGITUD DEL VEHICULO (L)	580	730	915	1525	1678	
DISTANCIA ENTRE EJES (D)	335	450	610	1220	1525	
DISTANCIA ENTRE EJES EXTREMOS DEL TRACTOR (DET)	-	-	-	397	915	
DISTANCIA ENTRE EJES EXTREMOS DEL SEMIREMOLQUE	-	-	-	762	610	
VUELO DELANIERO (V)	92	200	122	122	92	
VUELO TRASERO (VT)	153	180	183	183	61	
DISTANCIA ENTRE TANDENES DEL TRACTOR (Tt)	-	-	-	-	122	
DISTANCIA ENTRE EJES TANDENES DEL SEMIREMOLQUE (DS)	-	-	-	701	793	
ANCHO TOTAL DEL VEHICULO (A)	214	244	259	259	259	
ENIREVIA DEL VEHICULO (EV)	183	244	259	259	259	
RADIO GIRO (RG)	732	1040	1281	1220	1372	
PESO TOTAL	VEH. VAC. 2500	VEH. CARG. 5000	4000 10000	7000 17000	11000 25000	14000 30000

* DE-1525 Distancia entre Ejes 1525 cm.

VOLUMEN DE OBRA PARA CAMINO DE ACCESO.

COMPACTACION	MATERIAL LIMO-ARENOSO	
Base hidráulica 95 %	50	%
SUBRASANTE 95 %	25	%
Cuerpo de terraplén 90 %	10	%
Carpeta asfáltica.	109.78	m ³
Base Hidráulica	434.73	m ³
Subrasante	907.07	m ³
Cuerpo de terraplén	1114.16	m ³
Volumen de filtro	1163.24	m ³
Despalme	2908.1	m ³
Excavación extra para sust. de material.	225	m ³
Relleno de mat. mejorado.	222	m ³

Construcción de camino de acceso.

a) Despalme.

Como primer paso se procede al despalme o remoción de las capas superficiales del terreno natural, cuyo material es inapropiado para la construcción.

El estudio de mecánica de suelos muestra que los diversos estratos están constituidos por material orgánico, arena, limos y arcilla de alta plasticidad, es decir muy expansivas, por lo que tuvieron que ser removidas ya que la materia orgánica sufre fermentaciones, degradándose y provocando asentamiento. Las arcillas con material orgánico producen estados de descomposición o fermentación lo que produce agrietamientos en los pisos.

b) Escarificación.

Después del despalme del terreno se procede a la escarificación del mismo, dicha escarificación se efectúa hasta una profundidad como mínimo de 10 cm. bajo la superficie del terreno previamente despalmado y limpio. Esta escarificación sirve para formar una liga entre el material natural y los rellenos que forman una liga entre el material natural y los rellenos que forman los bordes o terraplenes.

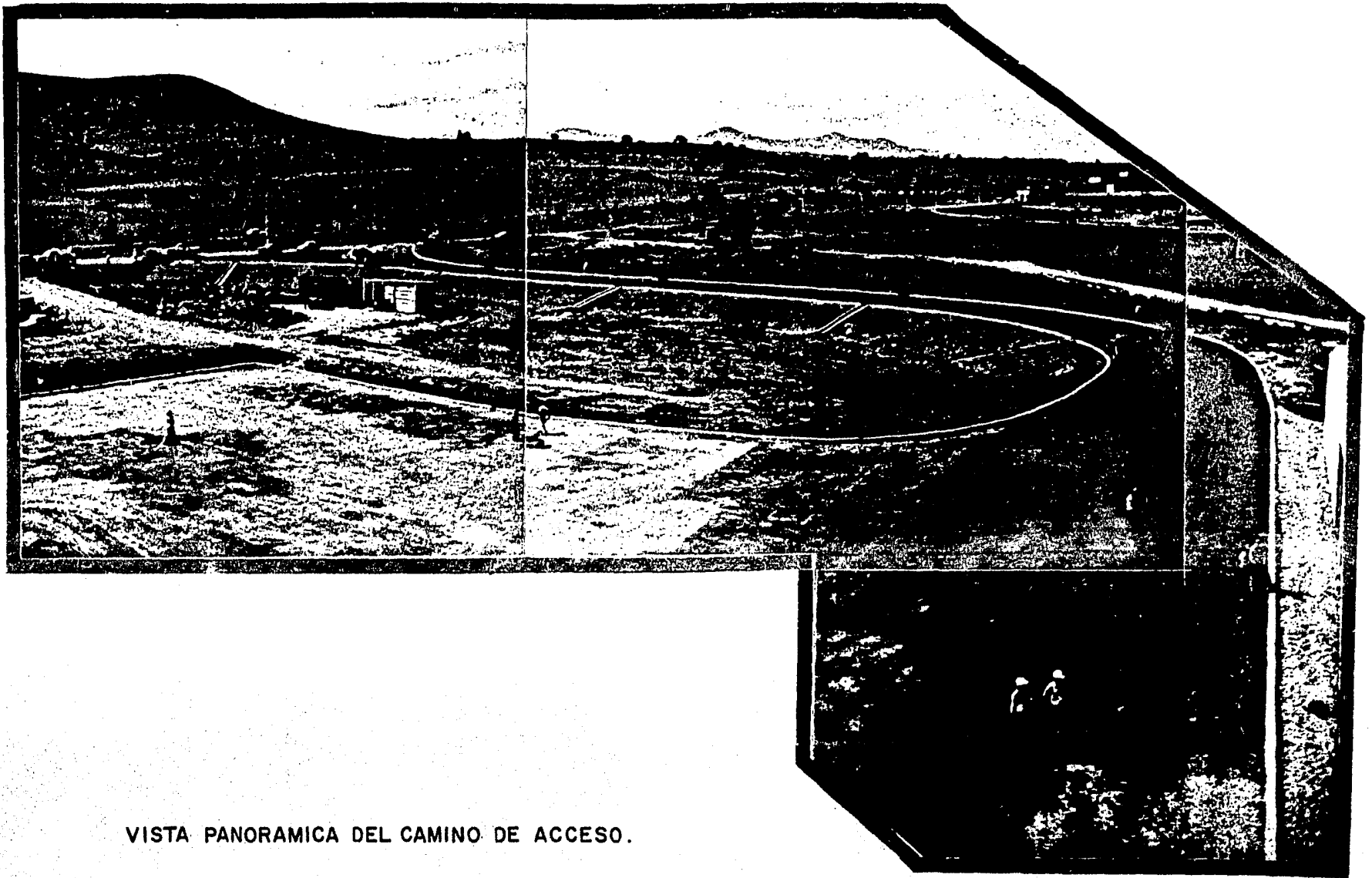
c) Terraplenes.

Los terraplenes se forman sobre el terreno --

previamente despalmado y escarificado. El material para la construcción de dichos terraplenes debe ser de clasificación arenosa-limosa o arcillosa de baja plasticidad.

El material utilizado se coloca por capas horizontales con un espesor uniforme, igual o menor de 20 cm. - con la humedad del material que permita obtener una compactación del 85 % al 100 % de PVMS de material según el terraplén y el tipo de pavimento.

La siguiente fotografía muestra el camino de acceso totalmente terminado.



VISTA PANORAMICA DEL CAMINO DE ACCESO.

3.2.6. PAVIMENTOS.

Sobre la plataforma se van a desplantar dos tipos de pavimentos:

Pavimentos Flexibles.

Para estacionamiento, caminos internos y para patio de maniobras.

Después de rellenar los niveles mostrados en las figuras, se aplicó una capa base de características similares a las del camino de acceso, además de su carpeta asfáltica con el mismo procedimiento de construcción.

Pavimentos Rígidos.

Dichos pavimentos se desplantaron en una área de 72 m. de largo por 52.72 m. de ancho, en donde se localiza el area destinada a la fabricación de turbinas, en donde también se distinguen dos secciones, a saber:

- a) Nave industrial.
- b) Zona de acceso a camiones, donde también se encuentra instalada la góndola.

En los pisos de la nave industrial se distinguen tres tipos de capas.

- La capa de relleno, que tiene las mismas -

características a las del camino de acceso.

- La capa base, de semejantes características a las del camino de acceso.
- Losa de concreto hidráulico de 15 cm. de espesor.

Esto lo ilustra la figura 3.2.10

Tiene un concreto con $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ y con revestimiento de 6 a 8 cm. máximo, además de acero de refuerzo diseñado para temperatura, ya que la losa no va a tener asentamientos debido a la compactación de las capas base y de relleno de características semejantes a la capa subrasante que es del 95% PVSM.

Pavimentos de camino de acceso (flexibles)

Los pavimentos flexibles que se usan en los caminos de acceso, se muestran en la figura 3.2.8, se notan las capas que constituyen el terraplén, además se puede ver que a partir del terreno natural se pone una plantilla de filtro de 10 cm. de espesor, constituida de tezontle o grava que actuará como drenaje y evitará hundimientos o contraconiones en el pavimento.

Las capas subsecuentes (cuerpo del terraplén y capa subrasante) a pesar de ser del mismo material se diferencian en el grado de expansión, en el valor relativo de soporte y la expansión del material.

	COMPACTACION PVSM	VALOR RELATIVO DE SOPORTE.
Cuerpo de terraplén	85 %	10 %
Capa subrasante	90 %	25 %

La capa base se construyo directamente sobre la capa subrasante y está constituida por material granular - con características cementantes, tezontle, arcilla y cemento; tiene las siguientes características:

	COMPACTACION PVSM	VALOR RELATIVO DE SOPORTE
Capa base	95 %	50 %

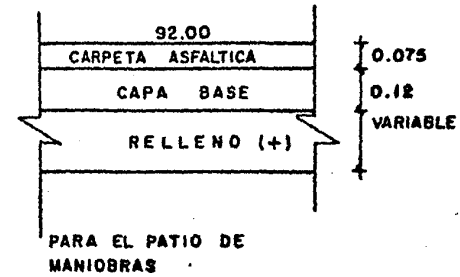
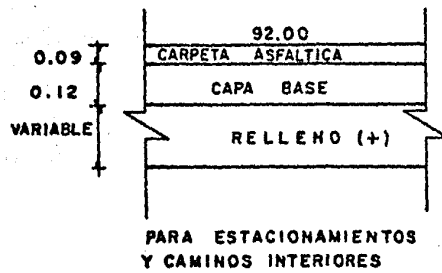
Es importante que la mezcla de materiales sea homogénea antes de compactarse.

Riego de impregnación.

Una vez terminada la construcción de la capa-subrasante, se dejó orear un tiempo de 24 hrs. y se aplica el riego de impregnación con asfalto rebajado, tipo FM-1 a razón de 1.8 lt/m² y a una temperatura de aplicación mayor de 70°C, después de ésto se aplica un riego de liga con producto asfáltico FR-3 a razón de 0.4 lt/m².

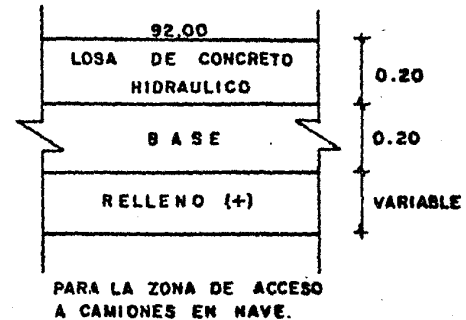
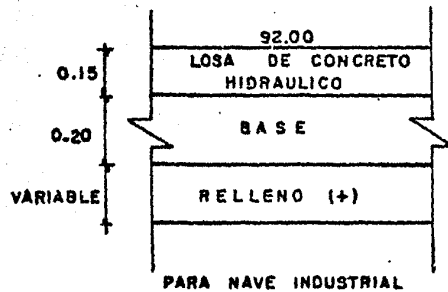
SECCIONES PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

(a)



SECCIONES PARA PAVIMENTOS RIGIDOS

(b)



(+) EL TERRENO ESTARA CONSTITUIDO POR MATERIAL QUE CUMPLA LAS ESPECIFICACIONES PARA LA CAPA SUBRASANTE.

fig. 3.2.10 **SECCIONES DE PAVIMENTOS**

ACOT. EN MTS.
ESC. VERTICAL 1:15
ESC. HORIZONTAL 8:1

Carpeta de rodamiento o asfalto.

Esta se construye con una mezcla asfáltica -- formada por material pétreo graduado, y como aglutinante cemento asfáltico No. 6.

Sobre el riego de liga se construye la carpeta asfáltica compactada al 95 %. Para el tendido se emplea una petrolizadora que coloca la mezcla uniformemente con un espesor constante, a una temperatura de 120°C, a continuación se compacta con una plancha de rodillo de 8 toneladas a una temperatura superior a 90°C. Por último se da un tratamiento de sellado a la carpeta con material pétreo 3-A y asfalto que sirve como protección a la carpeta asfáltica contra la lluvia y da mayor consistencia a la misma.

Pisos en nave industrial.

El acero de refuerzo se diseña por temperatura, por que el concreto con el calor se dilata produciendo -- agrietamientos, dicho calor proviene del horno y del proceso de soldadura, para evitar estos agrietamientos, el acero de refuerzo permite dichas expansiones. El acero de refuerzo utilizado se coloca en retículas en ambos lechos con varillas del # 3 cada 18 cm.

Además para permitir el paso de tránsito pesado se dota a la losa de concreto de un aditivo endurecedor -- llamado MASTER-PLATE, hecho de polvo de acero y que sirve para evitar el desgaste de la losa de concreto.

Se coloca también una capa de MASTER-SEALS -- que es una membrana de protección contra la intemperización.

Entre losas de concreto (colocadas independientemente) se colocan pasajuntas que son varillas lisas que permiten pequeños desplazamientos, tanto en el sentido vertical como horizontal. En la cabeza del pasajuntas va un casquillo de PVC en el que queda holgada la cabeza del pasajuntas permitiendo así los -- desplazamientos.

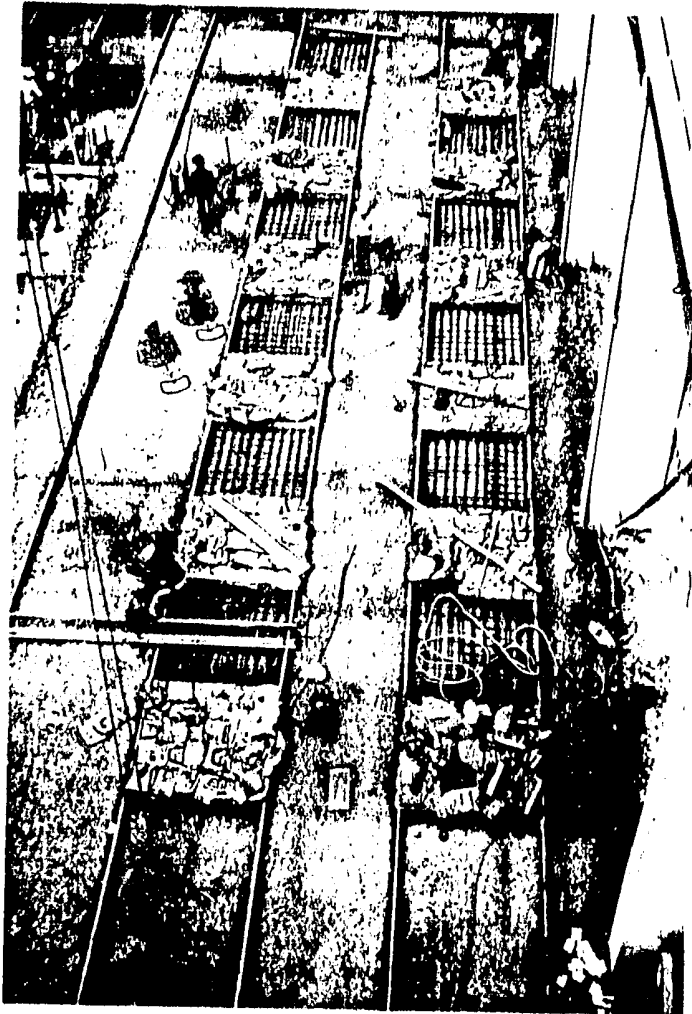
Para preparar el concreto se dosifica de la siguiente manera:

4 botes de grava por 4 botes de arena por un bulto de cemento.

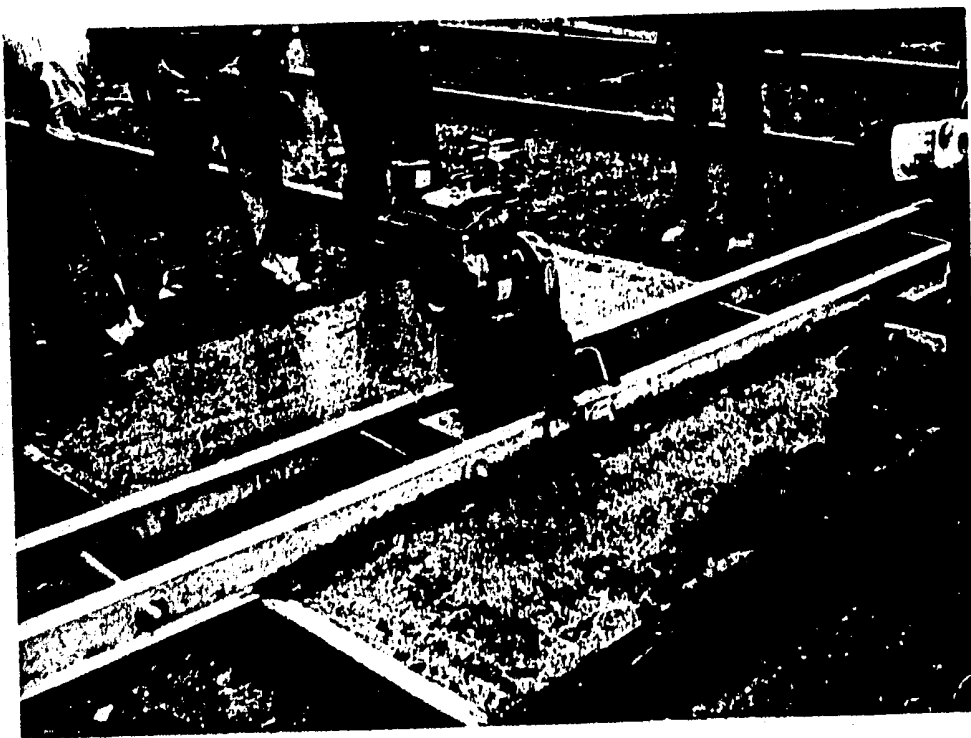
Para la construcción de las losas de concreto hidráulico se utiliza el método de ajedrez, esto es se cuelan mosaicos independientes con una cimbra metálica, habiendo ya colocado el acero de refuerzo y los pasajuntas entre mosaico.

Se elige este tipo de colado en lugar de losa corrida por que gracias a esto se evita que una fractura se propague por toda la losa.

Primeramente se vacía el concreto y se vibra con una regla vibratoria y se nivela con la misma regla., lo anterior se ilustra en las siguientes fotografías.



**ARMADO Y CIMBRA PARA LOZAS DE CONCRETO HIDRAULICO
(PAVIMENTOS RIGIDOS)**



**VIBRADO Y NIVELADO DE LOZAS PARA PAVIMENTOS
RIGIDOS**

PROYECTO ESTRUCTURAL

- 3.3.1. DESCRIPCION DEL PROYECTO.
- 3.3.2. LINEAMIENTOS GENERALES DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.
- 3.3.3. DESCRIPCION GENERAL DE LOS COMPOENENTES . DE LA ESTRUCTURA.
- 3.3.4. PROCESO DE MONTAJE.

3.3.1. DESCRIPCION DEL PROYECTO.

En el proyecto estructural se tienen las siguientes alternativas:

Estructura de concreto.

Se utiliza principalmente en edificios de proceso. En la mayoría de los casos es más económica que una estructura metálica, pero su costo se eleva porque el tiempo empleado en construir, es mucho mayor que para una estructura metálica.

Estructura metálica.

Es más fácil de montar y el tiempo empleado se reduce. Este tipo de estructura se utiliza en naves de gran altura. Su costo es mayor que una estructura de concreto, pero esta desventaja en el costo se compensa con la rapidez con que se construye, evitando con ella que la inflación lo altere profundamente. Otra de las ventajas de las estructuras metálicas es que se puede desarmar.

Por todo lo anterior, se elige para el proyecto estructural, una estructura de 670 toneladas de peso con las siguientes características:

Un edificio de un solo nivel, que consta de dos naves, en cuyo sentido transversal se compone de 16 marcos paralelos de 26.36 m. de claro y 20.9 m. de altura, formado cada uno por: dos columnas de 4 placas y un cabezal de armadura de alma abierta, sobre la armadura, se apoyan los largueros del techo y el material de cubierta (lámina pinto, tensores).

En el sentido longitudinal, las columnas están ligadas por puntales y por contraventeos. En este mismo sentido corren ocho travesaños para soportar cuatro grúas viajeras.

Cada nave tiene techo de dos aguas con canales para drenaje pluvial, además ambas naves se encuentran cubiertas por 7659 m² de lámina pinto calibre # 26 y 316 m² de lámina translúcida.

La distribución de la estructura y su denominación se hizo de la siguiente manera:

Consta de 3 ejes con 8 columnas para cada eje. A estos ejes se les denominó A, B y C. En esta área se desplantan, las cimentaciones del torno, mandrinadora, posicionadores, roladora, mástil de soldar, máquina de oxicorte y las plataformas para montaje y soldura. Entre los ejes denominados con los números 3 y 4, hay una puerta de acceso a la fábrica y un pasillo destinado para el tránsito de los camiones pesados y la circulación de una góndola, que está ubicada permanentemente dentro de la misma. Estas características se muestran en las figuras 3.3.1 a 3.3.4.

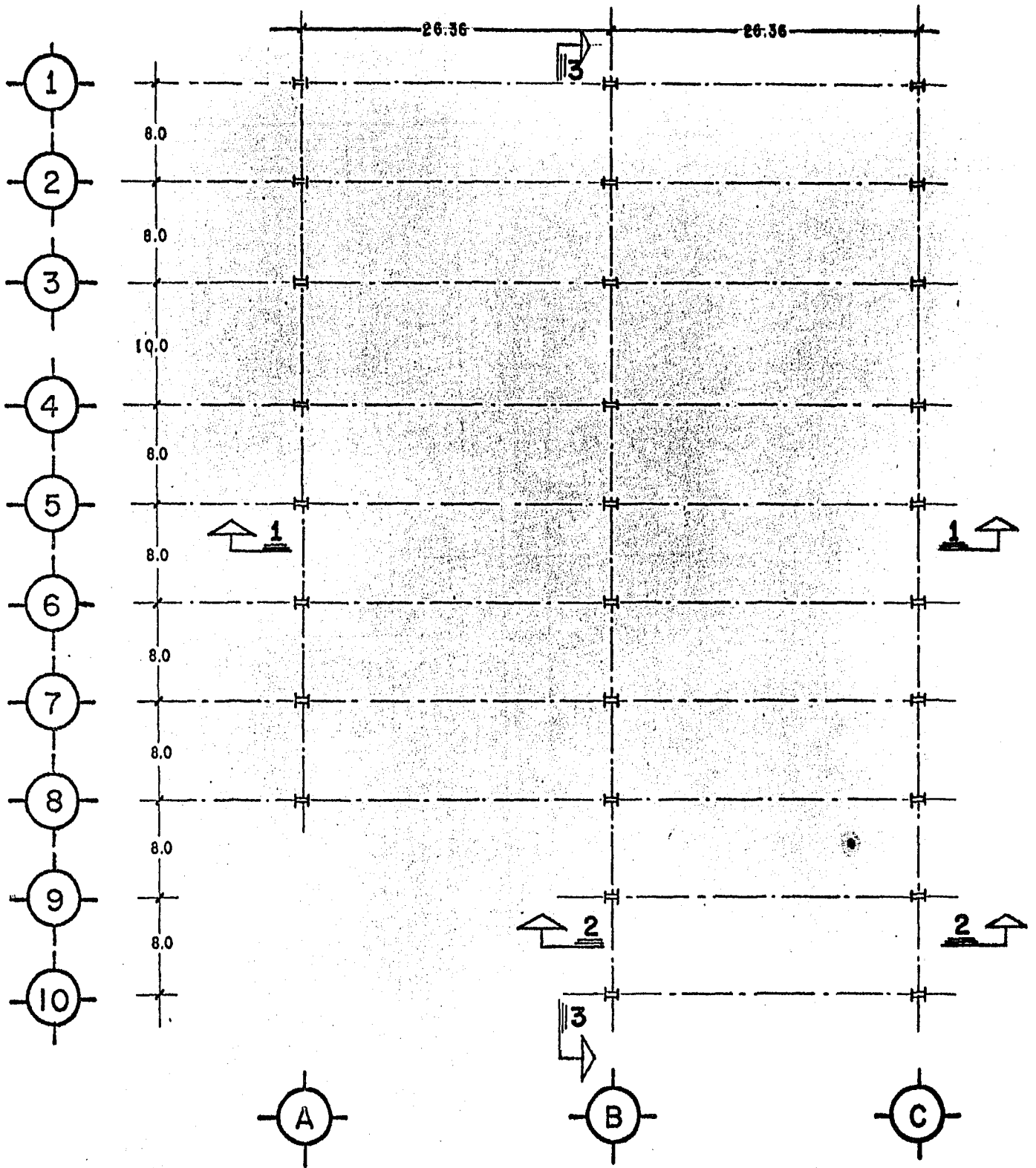


fig.33.1 PLANTA

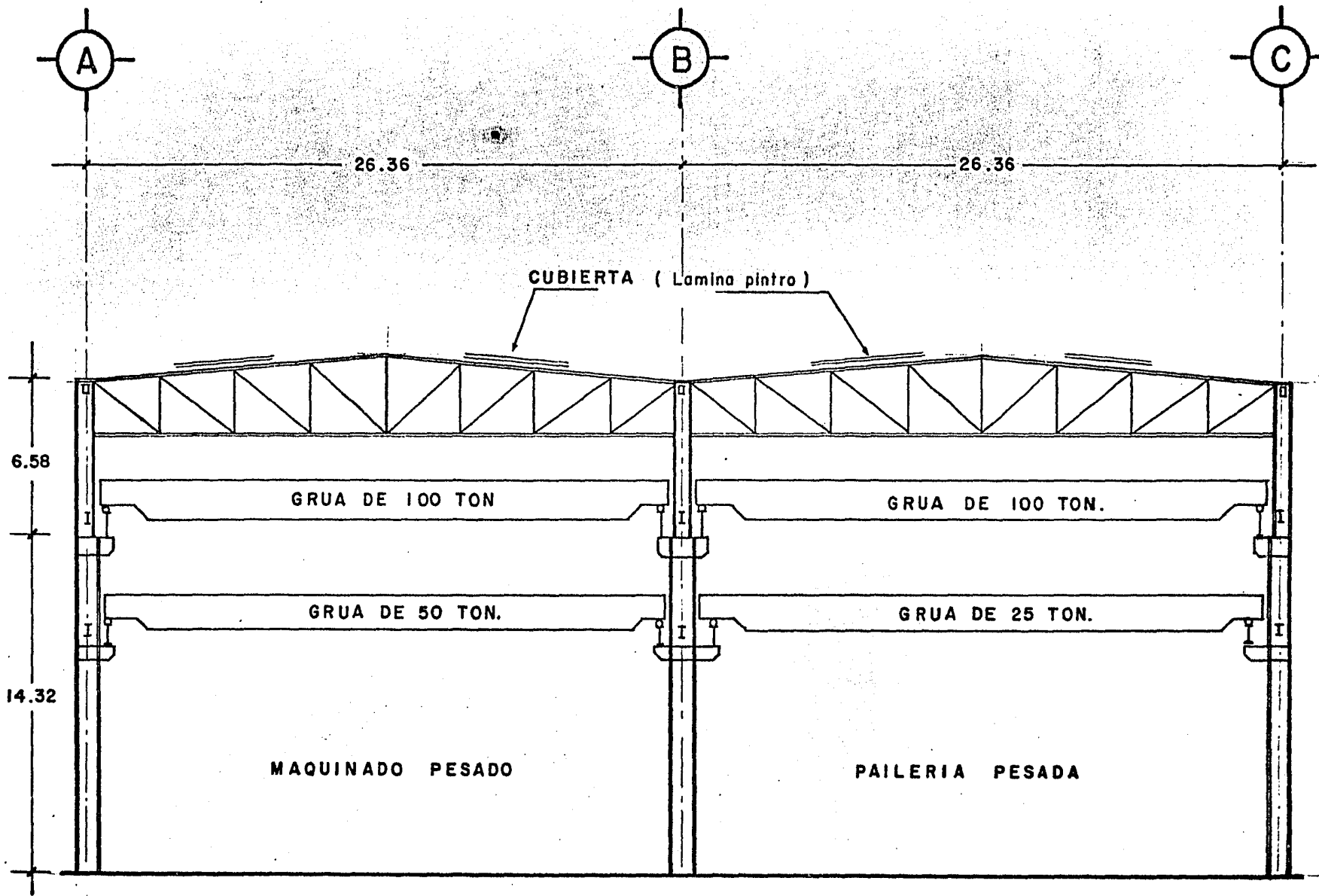


fig. 3.3.2 CORTE 1-1

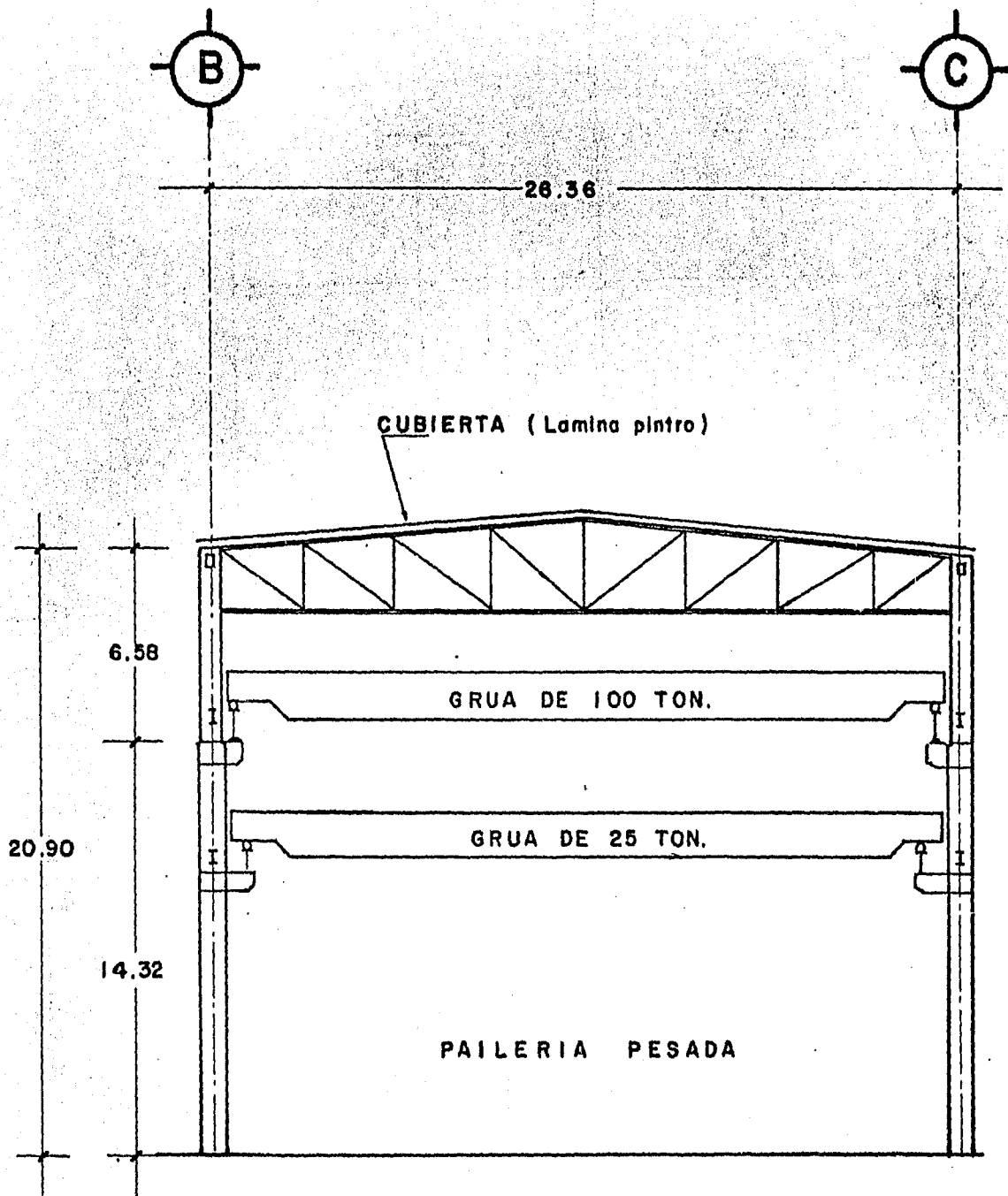


fig. 3.3.3 CORTE 2-2

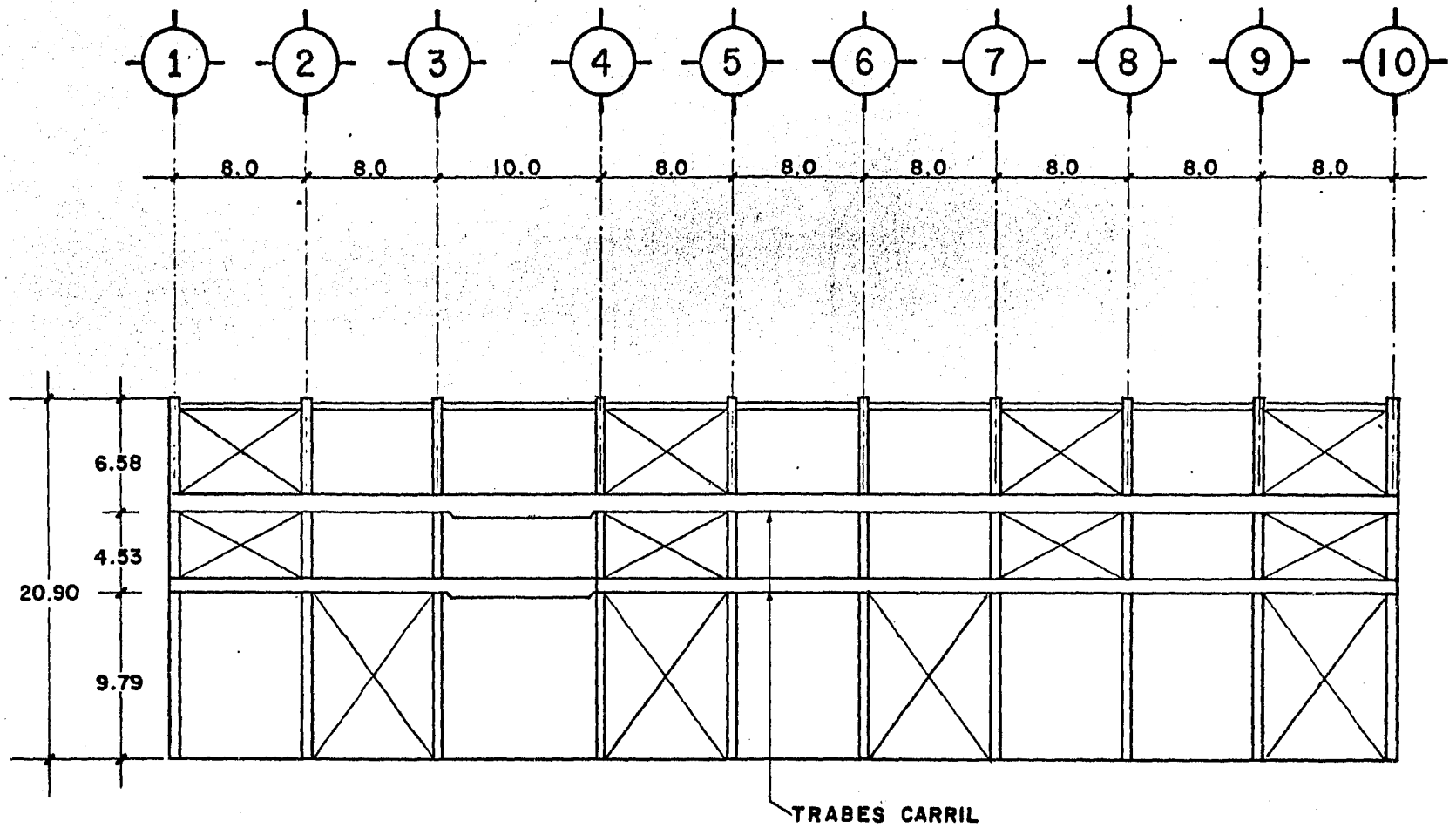


fig. 3.3.4 CORTE 3-3

3.3.2 LINEAMIENTOS GENERALES DEL DISEÑO DE ESTRUCTURA.

El funcionamiento de ambas naves, requiere el empleo en distintas etapas, de varias traveses grúas, dos con capacidad útil de 100 toneladas, una con capacidad de 50 toneladas y otra de 25 toneladas (En una primera etapa solo se requiere de dos traveses grúas de 50 ton., de acuerdo a los requerimientos del proceso de fabricación). Es la presencia de estas grúas, el elemento que define fundamentalmente las características de la estructura de la nave, y su diseño depende de las siguientes condiciones:

- a) Solicitaciones de carga.
- b) Combinación de acciones.

Solicitaciones de Carga.

La estructura se diseñó bajo el efecto de las solicitaciones siguientes:

a) Carga permanente.- Paso propio de la estructura, estimado a partir de los planos y el peso de la lámina del techo y las paredes.

Peso de lámina de techo 15 kg/m²

Peso propio de la estructura 25 kg/m²

T O T A L: 40 kg/m²

b) Carga no permanente.- Carga viva como lluvia, granizo, personas caminando sobre cubierta.

$$\text{Carga viva} = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Carga total} &= \text{Carga permanente} + \text{Carga no permanente} = 40 + 60 \\ &= 100 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Las condiciones de carga total se muestran en la figura 3.3.5.

c) Cargas de las gruas incluyendo efectos de impacto y cabeceo según figuras 3.3.6 y 3.3.7.

d) Efecto del sismo.- Por la localización de la planta (Morelia Mich), está clasificado en una zona sísmica tipo 2 según normas de CFE y su magnitud está dada.

$$F_i = C.S. \times W$$

$$W = \text{Peso total.}$$

$$C.S. = \text{Coeficiente sísmico} = 0.10$$

Este efecto se muestra en la figura 3.3.8.

e) Efecto del viento.- La estructura se clasifica de acuerdo a las normas de CFE como tipo I.

$$V = 1 \times 1.2 \times 115 = 138 \text{ km/hr.}$$

Velocidad del viento a 10 m. de altura.

$$V = V \left(\frac{20}{10} \right) = 115 \left(\frac{20}{10} \right) = 127 \text{ km/hr.}$$

$$P = 0.0048 G C V$$

$$G = \frac{8 + 1.9}{8 + 2 (1.9)} = 0.84$$

$$P = 0.0048 (115) (0.84) C = 53.32 C$$

$$P = 0.0048 (0.84) (127) C = 65 C.$$

La distribución de presiones se muestra en -
la figura 3.3.9.

A continuación se enumeran las 13 condicio--
nes básicas de carga que se solicitan dentro de la estructura
y 20 combinaciones posibles que se ilustran en las siguientes
figuras.

3.5. PROYECTO HIDRAULICO.

Parte importante de cualquier proyecto, es el diseño adecuado de sus instalaciones hidráulica, pues un buen diseño permite un adecuado funcionamiento de todas las demás instalaciones, además de proteger al conjunto estructura-cimentaciones de los fenómenos meteorológicos.

El proyecto hidráulico se divide en tres - partes principales:

3.5.1. PROTECCION CONTRA INUNDACIONES.

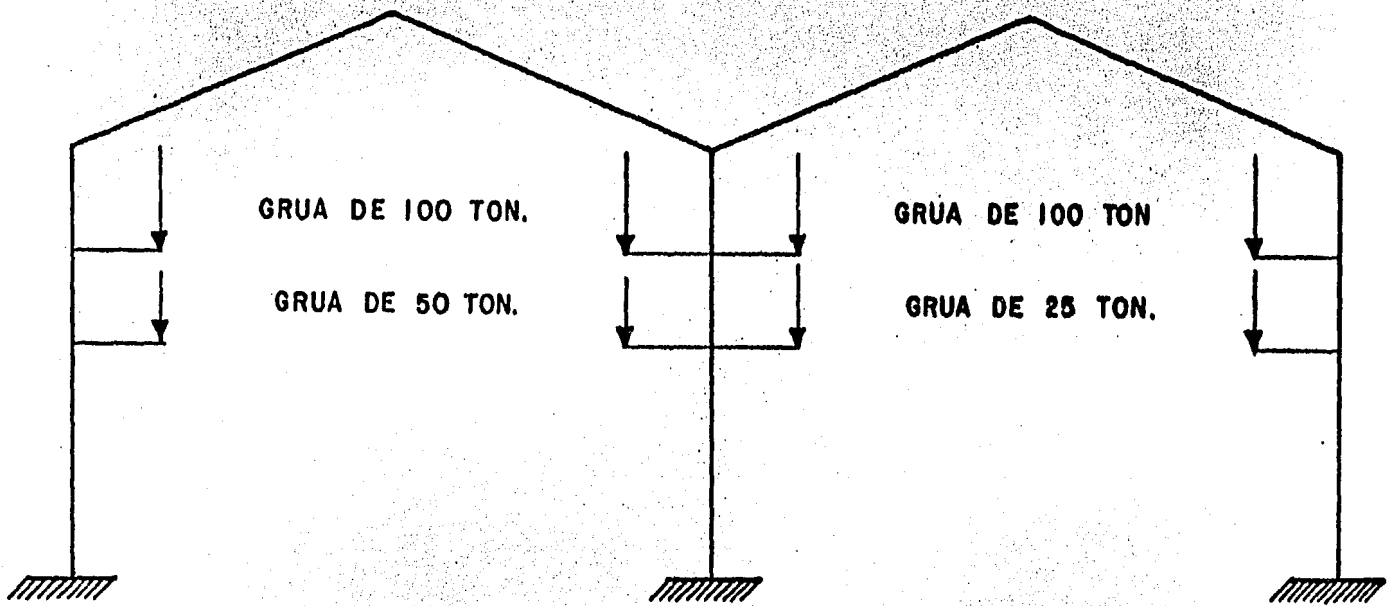
- a) Rectificación del cauce.
- b) Drenaje pluvial.

3.5.2. INSTALACION HIDRAULICA.

- a) Para limpieza de obreros y empleados.
- b) Para uso industrial.
- c) Para riego de jardines.

3.5.3. DRENAJE SANITARIO.

CARGA VERTICAL DE LAS GRUAS DE 100, 50, 25 TON.



$$\text{CARGA VERTICAL} = \text{PESO DE LAS GRUAS} + \text{CAPACIDAD DE CARGA} + \text{IMPACTO (25 \% DE LA CAPACIDAD DE CARGA)}$$

fig. 3.3.5

CARGAS HORIZONTALES DE LAS GRUAS

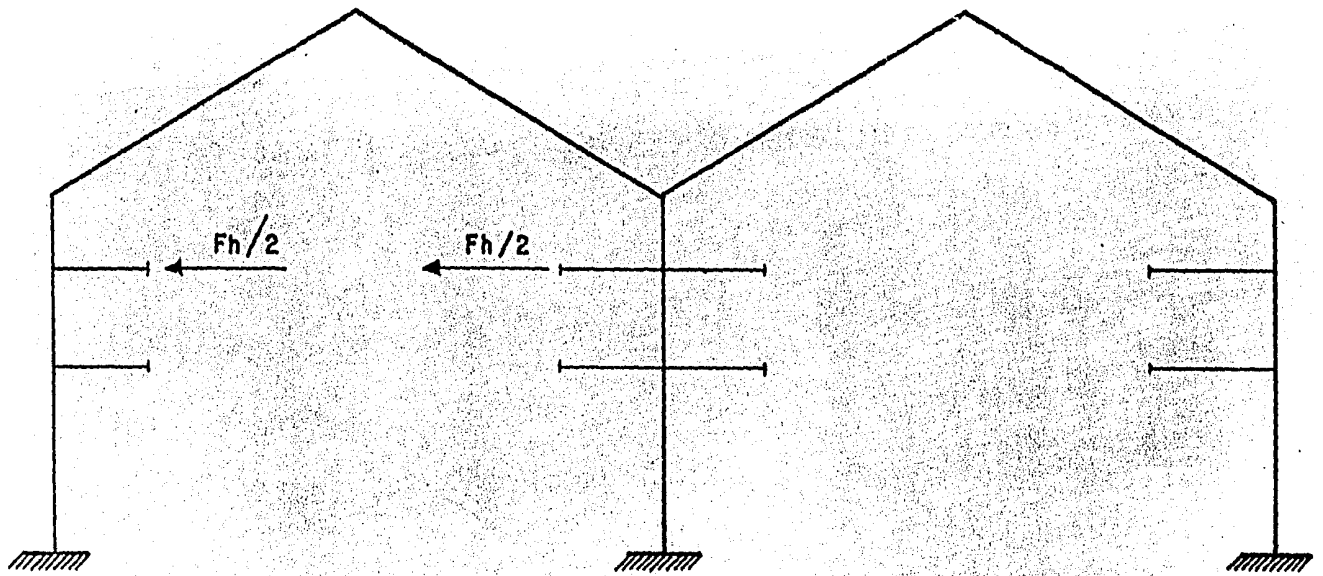
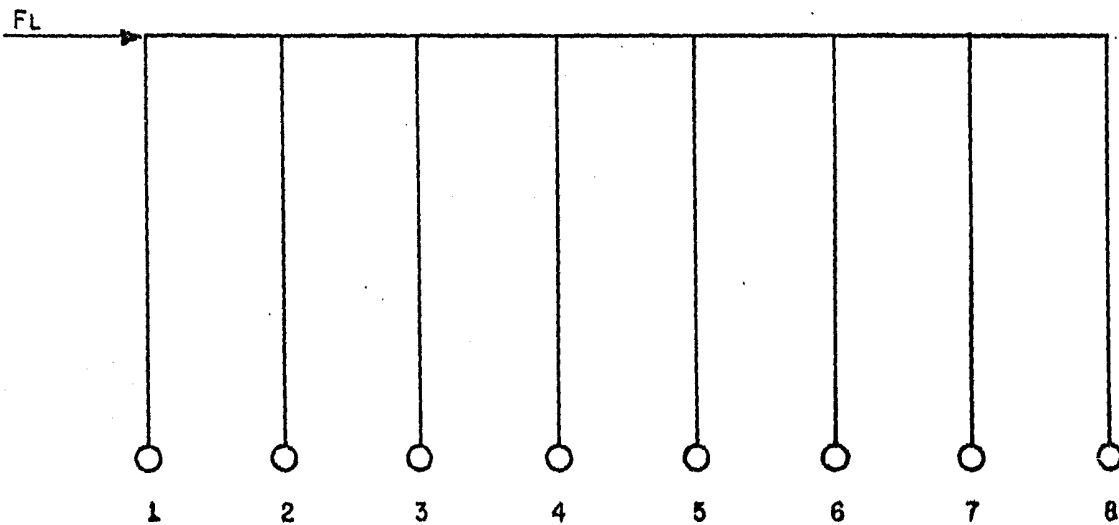


fig. 3.3.6

FUERZAS HORIZONTALES TRANSVERSALES PRODUCIDAS POR EL FRENAJE O ARRANQUE DEL CARRO DE LA GRUA.

$F_h = 20\%$ (CAPACIDAD DE CARGA DE LA GRUA + EL PESO DEL CARRO)

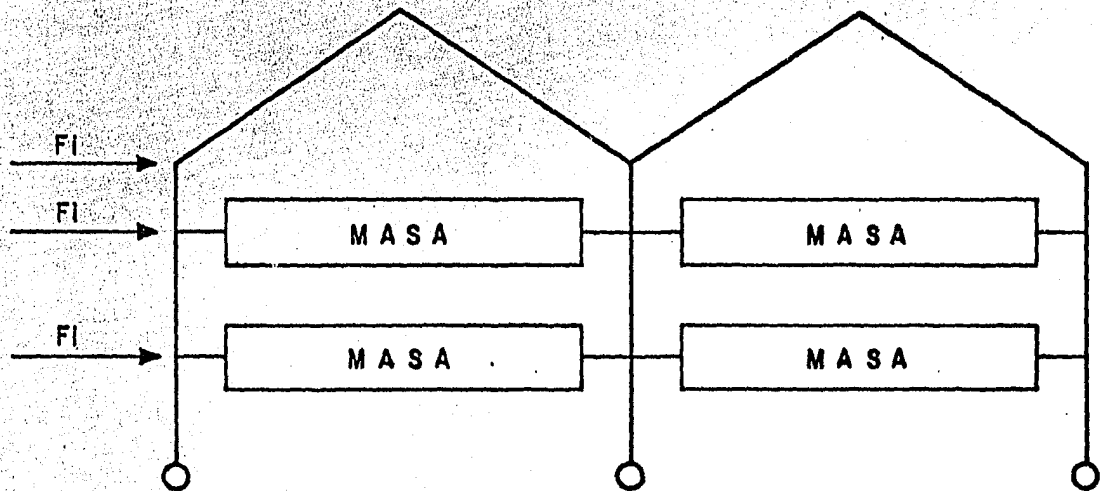
IV) CARGAS HORIZONTALES LONGITUDINALES DE LAS GRUAS.



$F_L = 20\%$ (CAPACIDAD DE CARGA DE LA GRUA + EL PESO DEL CARRO)

fig. 3.3.7

EFFECTO DEL SISMO DE ACUERDO A NORMAS DE C. F. E.



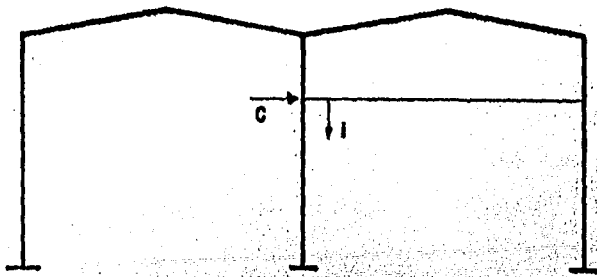
$$F_I = C. S. \times W$$

W = PESO

C. S. = COEFICIENTE SISMICO QUE DEPENDE DE LA ZONA Y EL TIPO DE ESTRUCTURA.

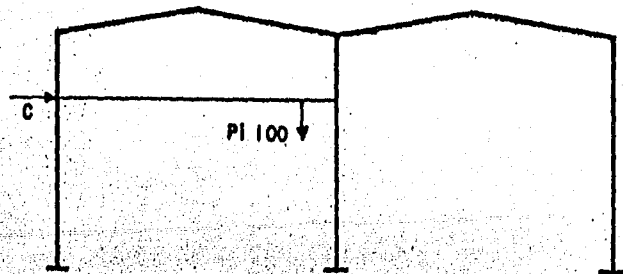
C. S. = 0.10

fig. 3.3.8



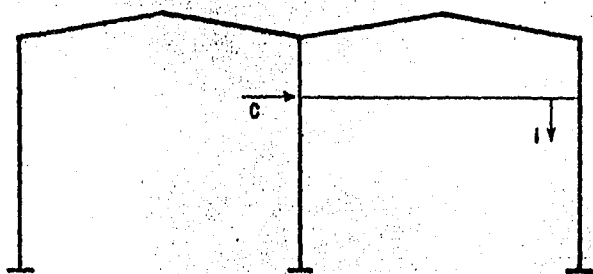
1

CABECEO E IMPACTO GRUA DE 100 TON.
(CENTRO)



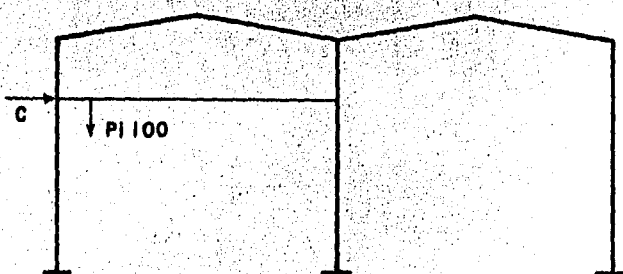
4

GRUA DE 100 TON. (CENTRO)



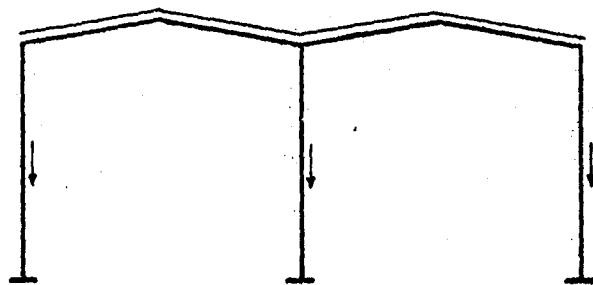
2

CABECEO E IMPACTO GRUA DE 100 TON.
(EXTREMO)



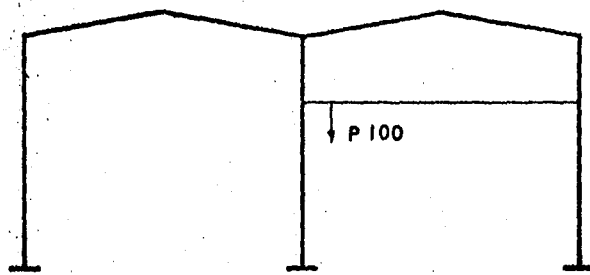
5

GRUA DE 100 TON. (EXTREMO)



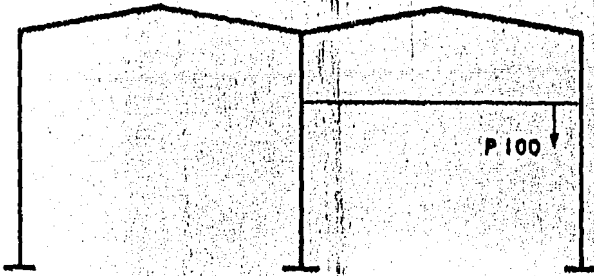
3

CARGA MUERTA + CARGA VIVA DE CUBIERTA



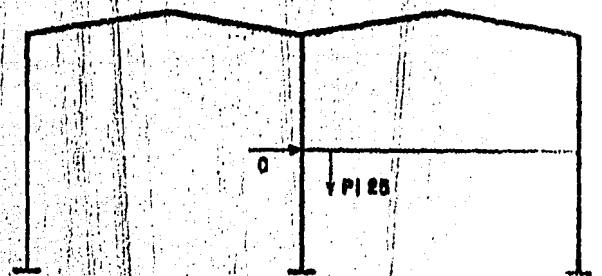
6

GRUA DE 100 TON. (CENTRO)
SIN IMPACTO NI CABECEO



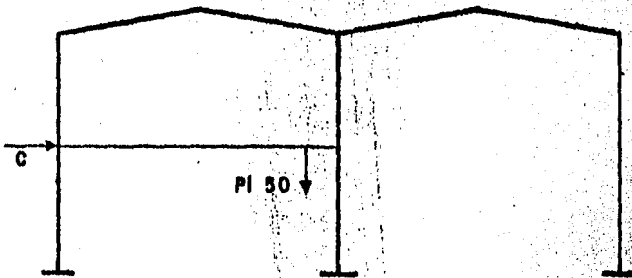
7

GRUA DE 100 TON. (EXTREMO)
SIN IMPACTO NI CABECEO.



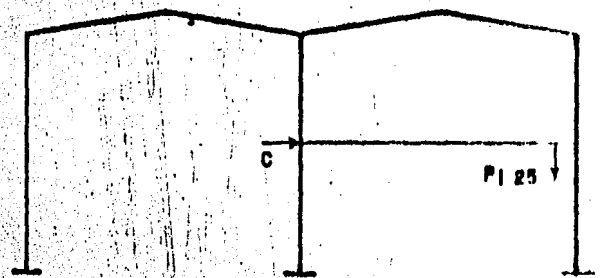
10

GRUA DE 25 TON. (CENTRO)



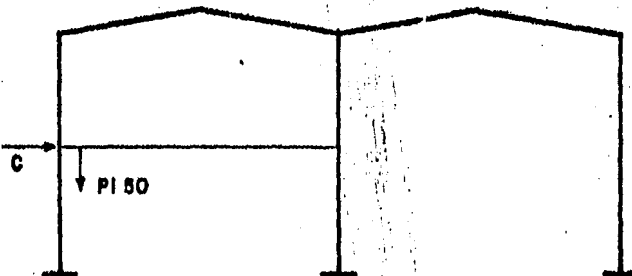
8

GRUA DE 50 TON. (CENTRO)



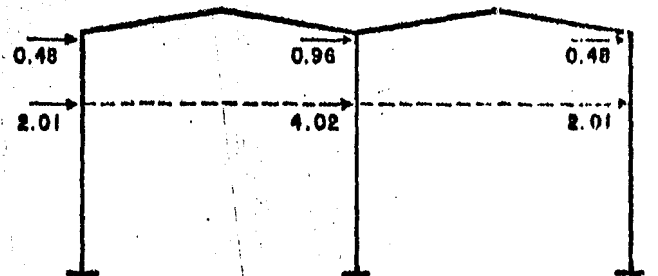
11

GRUA DE 25 TON. (EXTREMO)



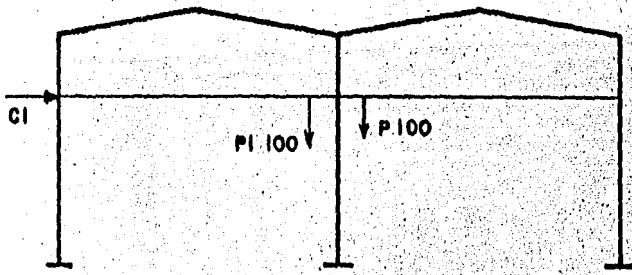
9

GRUA DE 50 TON. (EXTREMO)



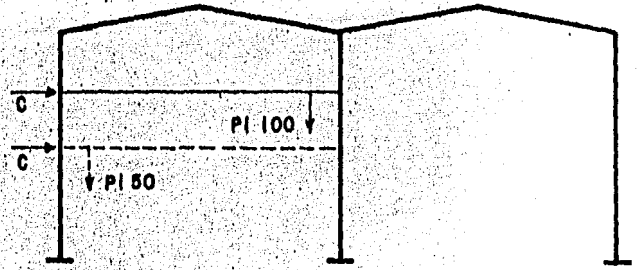
12

SISMO TRANSVERSAL



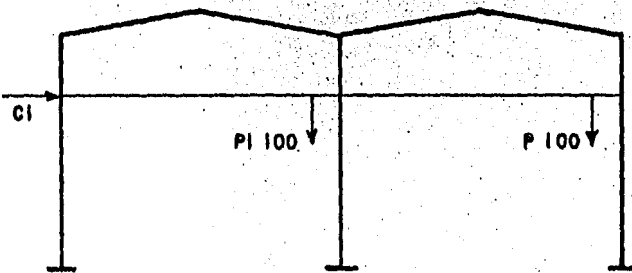
14

2 GRUAS DE 100 TON. (CENTRO)



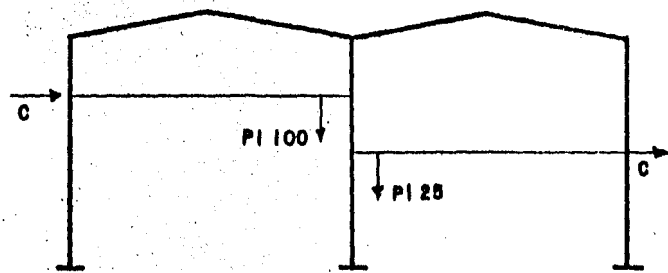
17

GRUA DE 100 TON. + 75 % G - 50
(CENTRO EXTREMO)



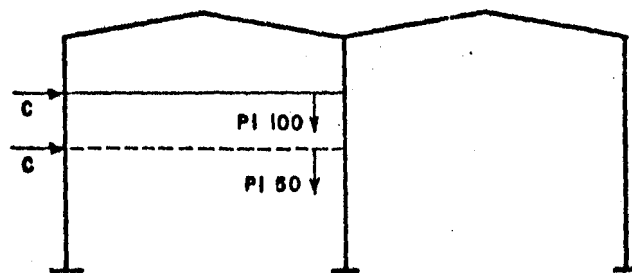
15

2 GRUAS DE 100 TON.
(UNA AL CENTRO OTRA AL EXTREMO)



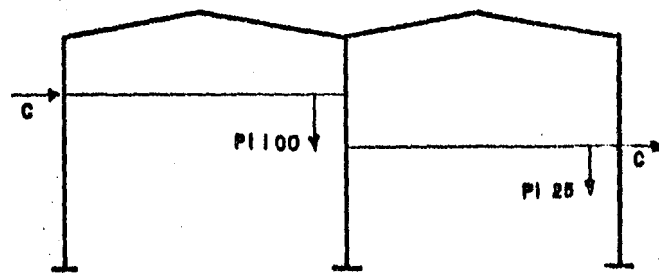
18

GRUA DE 100 TON. + G - 25 TON.
(CENTRO)



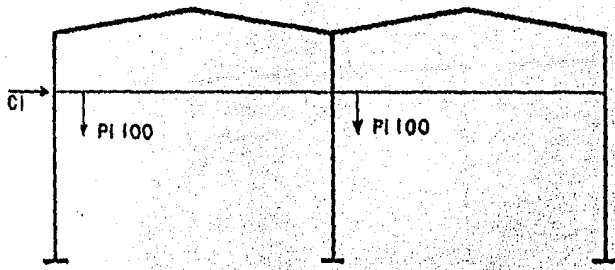
16

GRUA DE 100 TON. + 75 % G - 50
(CENTRO)



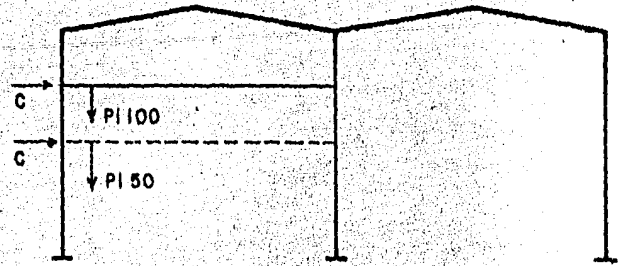
19

GRUA DE 100 TON. + G - 25 TON.
(CENTRO EXTREMO)



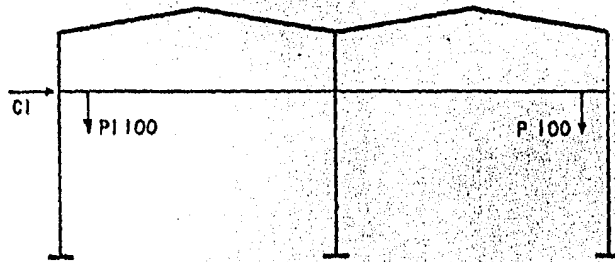
20

2 GRUAS DE 100 TON. (EXTREMO CENTRO)



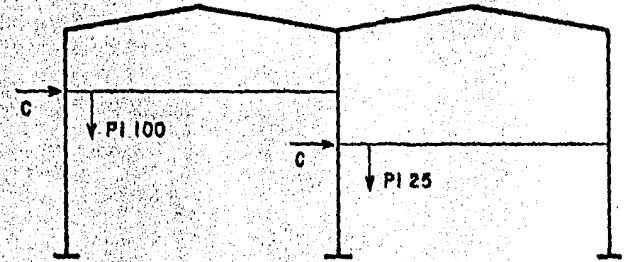
23

GRUA DE 100 TON. + 75 % G-50
(EXTREMO)



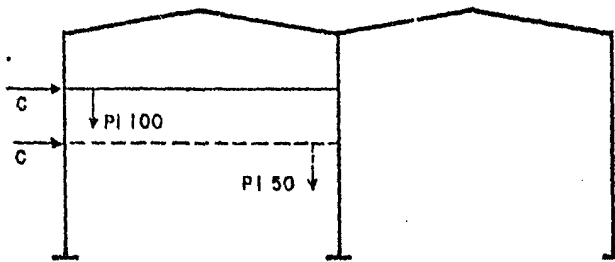
21

2 GRUAS DE 100 TON. (EXTREMO CENTRO)



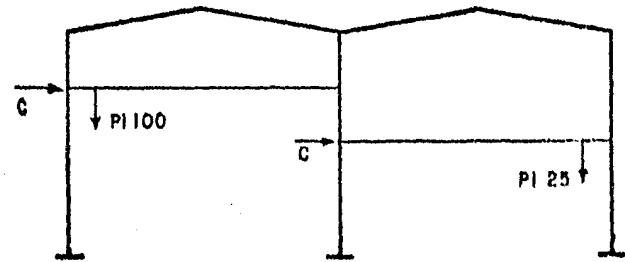
24

GRUA DE 100 TON. + G-25
(EXTREMO CENTRO)



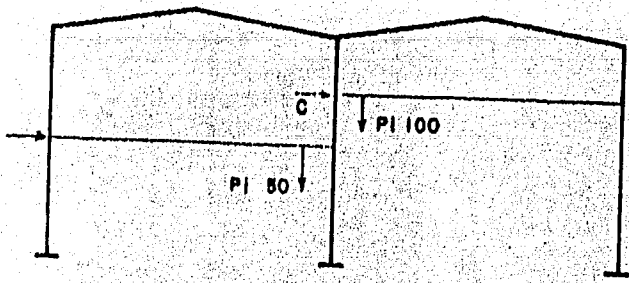
22

GRUA DE 100 TON + 75 % G-50
(EXTREMO CENTRO)



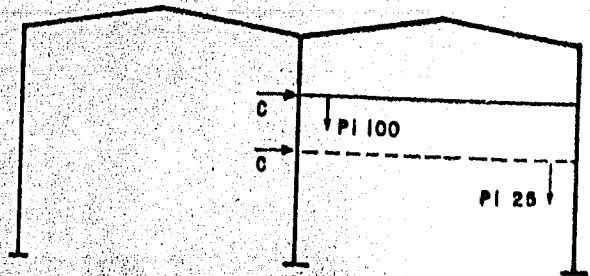
25

GRUA DE 100 TON. + G-25
(EXTREMO EXTREMO)



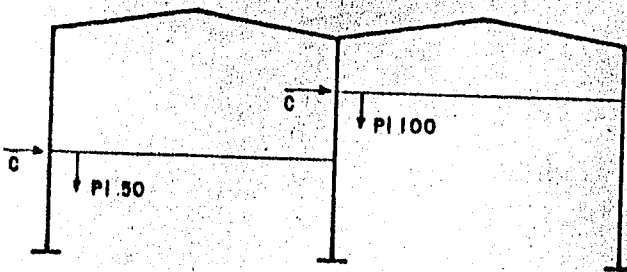
26

GRUA DE 50 TON. + G - 100 TON (CENTRO)



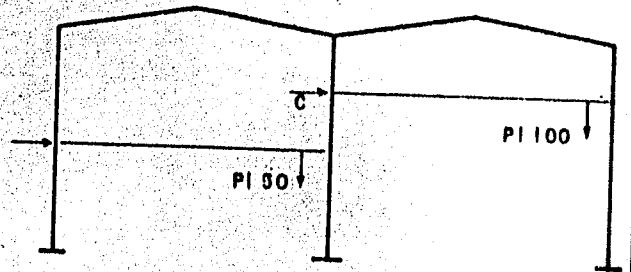
29

GRUA DE 100 TON. + 70 % G - 25 TON (CENTRO EXTREMO)



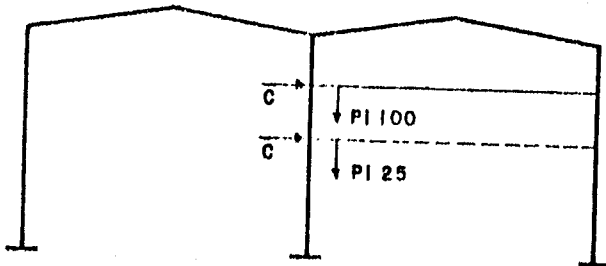
27

GRUA DE 50 TON + G - 100 TON (EXTREMO CENTRO)



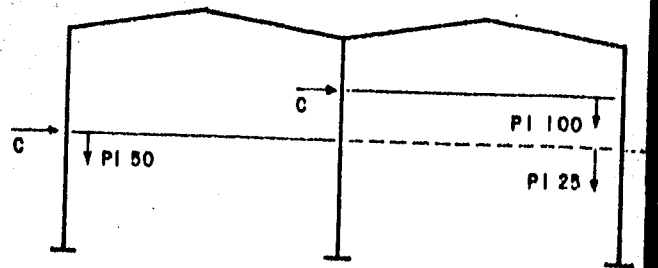
30

GRUA DE 50 TON. + G - 100 TON. (CENTRO EXTREMO)



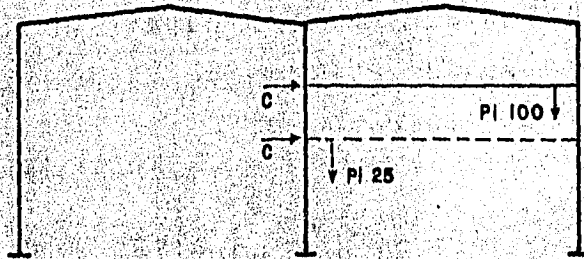
28

GRUA DE 100 TON + 70 % G - 25 (CENTRO)



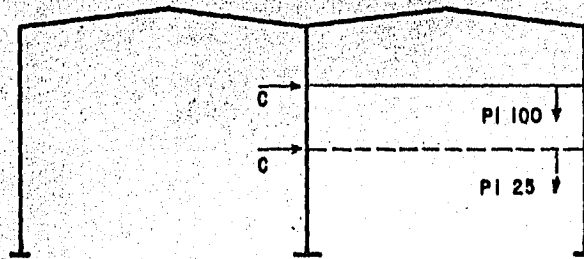
31

GRUA DE 50 TON + G - 100 TON + 70 % G - 25 TON.



32

GRUA DE 100 TON. + 70 % G - 25 TON. (EXTREMO CENTRO)



33

GRUA DE 100 TON. + 70 % G - 25 TON. (EXTREMO)

3.3.3. DESCRIPCION GENERAL DE LOS COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA.

Toda la estructura es de acero A-36, que es de alta resistencia y con un coeficiente de dilatación térmica de $0.0008172 \text{ m}/^\circ\text{C}$, que evita deformaciones muy amplias por incrementos de temperatura.

En general los perfiles utilizados en la estructura son:

- a) Vigas (trabes carril, trabes liga).
- b) Columnas en los tres ejes.
- c) Canales:
 - Pesados.
 - Semipesados.
 - Ligeros.
- d) Angulos.
- e) Placas.
- f) Montenes.

a). Vigas

Las vigas fueron utilizadas en traveses con -- las siguientes dimensiones.

	PATIN		
ALMA		CLARO DE 8 MTS.	CLARO DE 10 MTS.
ESPESOR		3/8" 1"	5/8" 1 1/4"
ANCHO		36"	42"
ALTO		16"	16"

En las traveses de liga se utilizaron vigas - IPR de 12" x 8". Se puede mencionar que se utilizaron dos tipos diferentes de vigas:

- 1.- IPS. Son vigas cuadradas con patin y - alma del mismo espesor:
- 2.- IPR. Tienen patin de diferente ancho y el espesor del mismo varia de adentro - hacia afuera.

b) Columnas.

Son los soportes de la estructura y los que dan cuerpo a la nave industrial. Están constituidas por dos partes, las cuales se encuentran unidas en el nivel 13.957. - Son los soportes de la estructura y los que dan cuerpo a la nave industrial.

Las columnas de doble alma tienen las siguientes características:

Parte inferior	Patín dos placas	PLS 16" x 13/4"
	Alma dos placas	PLS 30" x 3/8"
Parte superior	Patines 2 (LPS)	12" x 3/4"
	Almas 2 (LPS)	24" x 3/8"

Las almas vienen biseladas en los extremos a 45° para aplicar soldadura.

Las dimensiones características se encuentran en las figuras 3.3.10 y 3.3.11.

c) Canales.

Estos se utilizan en el nivel 20.523 para unir la parte superior de las columnas. Se utilizan dos canales ligeros CPS de 22.76 kg/m para formar el canal de liga. - A estos canales se les pusieron placas de refuerzo soldados -

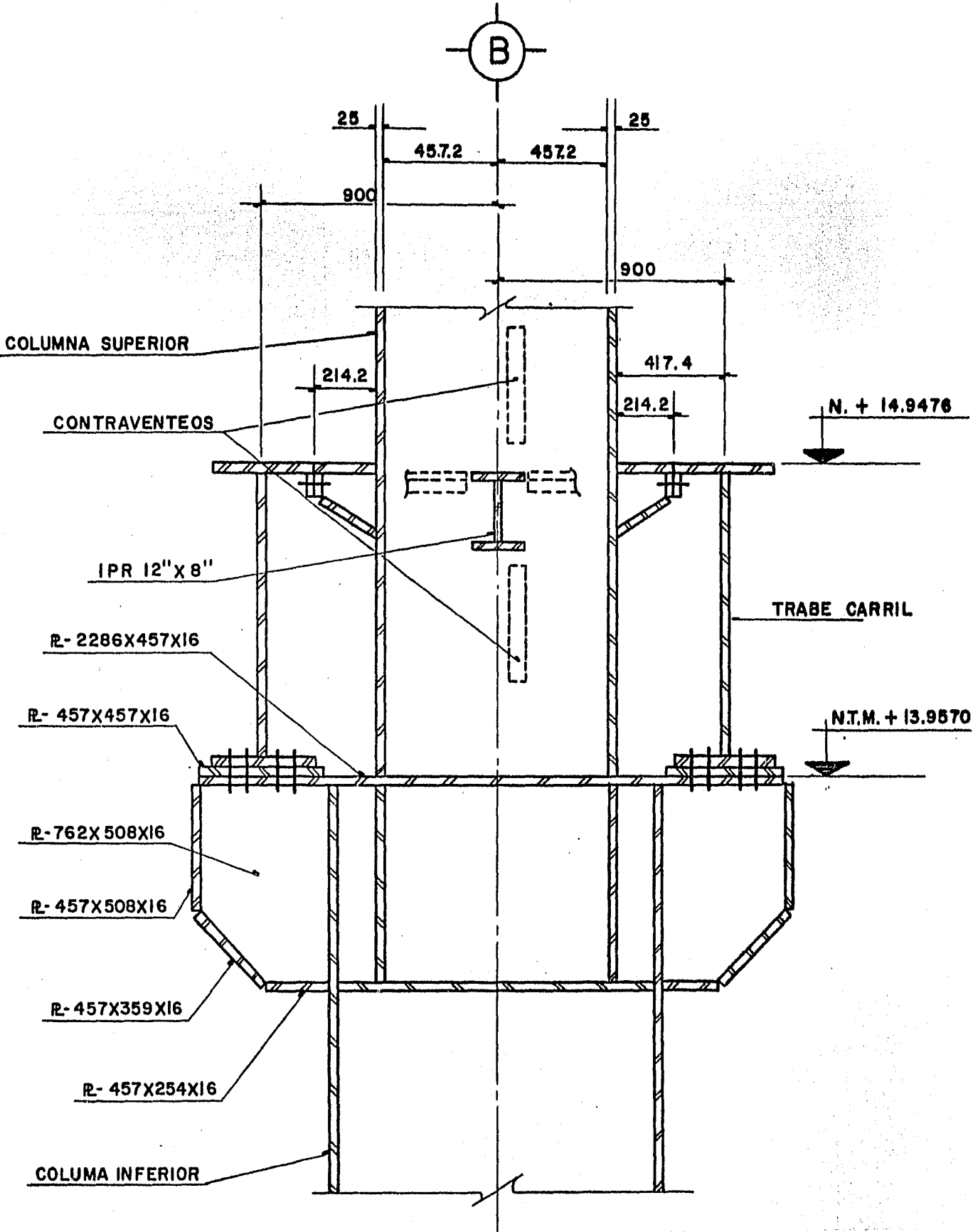


fig. 3.3.11 COLUMNA CENTRAL. EJE "B"

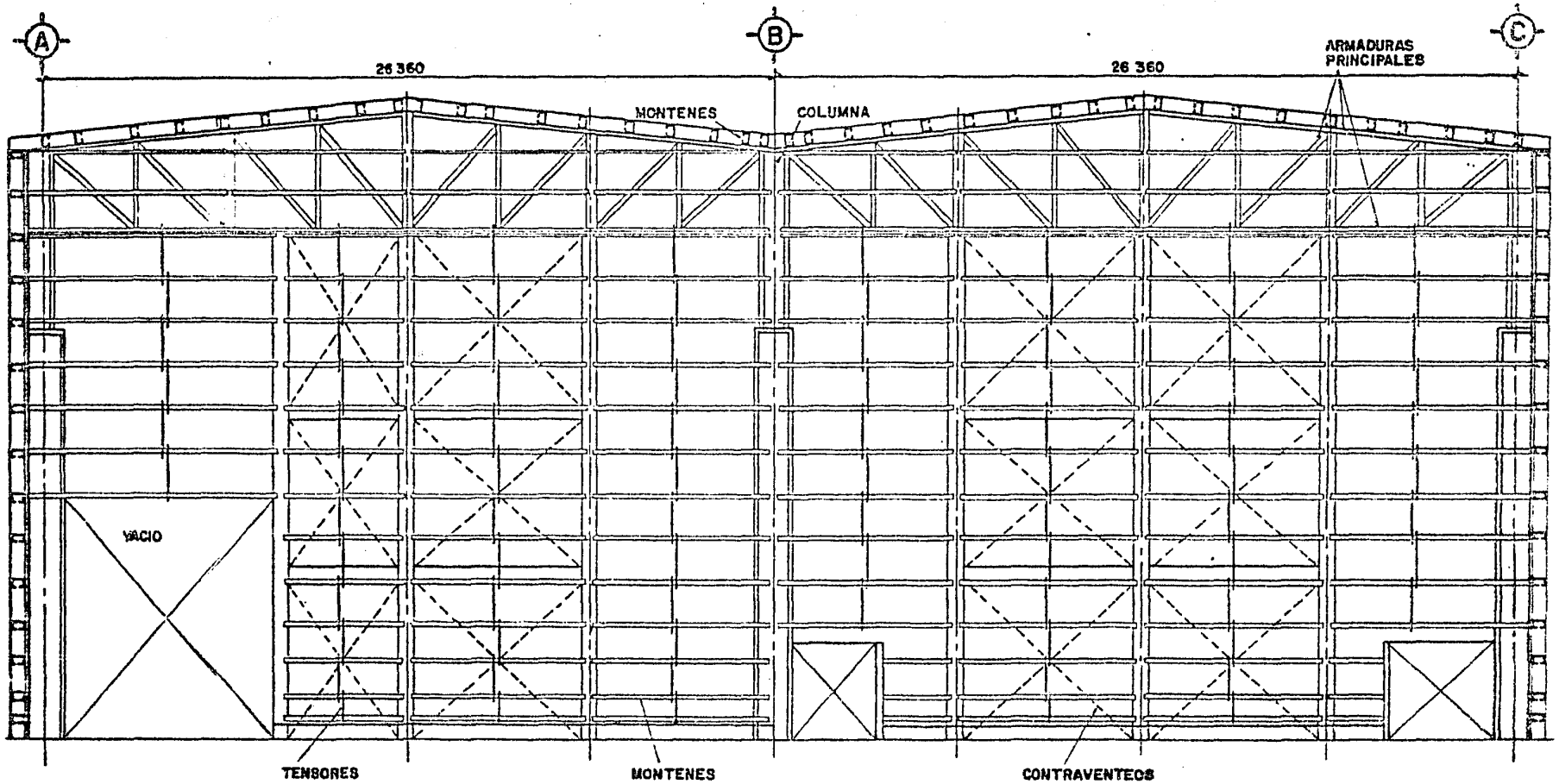


fig. 3.3.12 FACHADA PRINCIPAL

ACOT. MM.

para darle mayor peso y resistencia. Las placas son de 8" x 3/8". Los canales también se utilizan en las cuerdas o cordones superior e inferior de la estructura con sus cubre - - placas respectivos. Las dimensiones de los canales son - - - 2 CPS-22.7 kg/m de 8" x 3/8" de 6.6 m. de largo.

d) Angulos.

Son elementos que se usan en la estructura y tienen muy variados usos, a saber, soportar montenes, formar la celosía, formar armaduras principales y secundarias. Sus dimensiones son muy variadas y se encuentran en toda la estructura.

e) Placas.

Sirven para unir montenes de techo y también para dar cuerpo a las armaduras principales y secundarias, para fijar contraventeos y contraflambeos.

f) Montenes.

Son perfiles estructurales de espesor delgado. Semejantes a un canal. Sirven de apoyo a la lámina que cubre la nave.

Todos estos componentes se muestran en la - figura 3.3.12.

3.3.4. PROCESO DE MONTAJE.

Una secuencia adecuada de montaje asegura la correcta colocación de las partes de la estructura, además de permitir una distribución más uniforme de las cargas de trabajo.

A continuación se hace una descripción de cada uno de los pasos seguidos en el proceso de montaje y observaciones sobre los cuidados que deben tenerse en el mismo.

Colado de Anclas.

Las anclas son dispositivos situados en la base de las columnas, que las fijan a la zapata y permiten pequeños desplazamientos de éstas.

El áncla está constituida de dos partes:

- El espárrago.
- La funda.

El espárrago es un cilindro de acero de alta resistencia de 1 1/4" de diámetro, doblada en la parte inferior con objeto de tener una mejor unión al dado, esta parte doblada va ahogada en el concreto. El esparrago contiene cuerda en la parte superior para colocar la tuerca. La camisa o funda es un tubo de acero de cédula # 40, dentro del cual se llena con un estabilizador de volumen llamado GROUT.

Las anclas se encuentran ahogadas en el concreto de los dados de cimentación (ver figura 3.3.13), dicho concreto tiene las siguientes características: $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y un límite elástico de 4200 kg/cm^2 para la varilla de armado.

El proceso para el colado de anclas es el siguiente:

Sobre una plantilla de madera de las mismas dimensiones de la placa base de la columna (60 x 1500 x 100 mm, para ejes de columnas A.B.C. y 350 x 610 x 10 mm en fachadas 7 y 8), se hacen barreros de círculo donde entran los espárragos de las anclas, logrando así la verticalidad de los mismos. La plantilla, con los espárragos de las anclas dentro de los barrenos, se fija al acero de refuerzo del dado de cimentación mediante alambre, se cimbra y comienza el colado, quedando el ancla ahogada en el concreto sin permitir que ésta se hunda o mueva, una vez terminado el colado se quita la plantilla.

Una vez coladas las anclas, se colocan tuercas de nivelación, en la parte roscada de los espárragos de las anclas, fijándolas con puntos de soldadura, las tuercas se localizan en la parte inferior de la placa base de la columna, es necesario verificar que todas las tuercas se encuentren a un mismo nivel antes de puntear con soldadura.

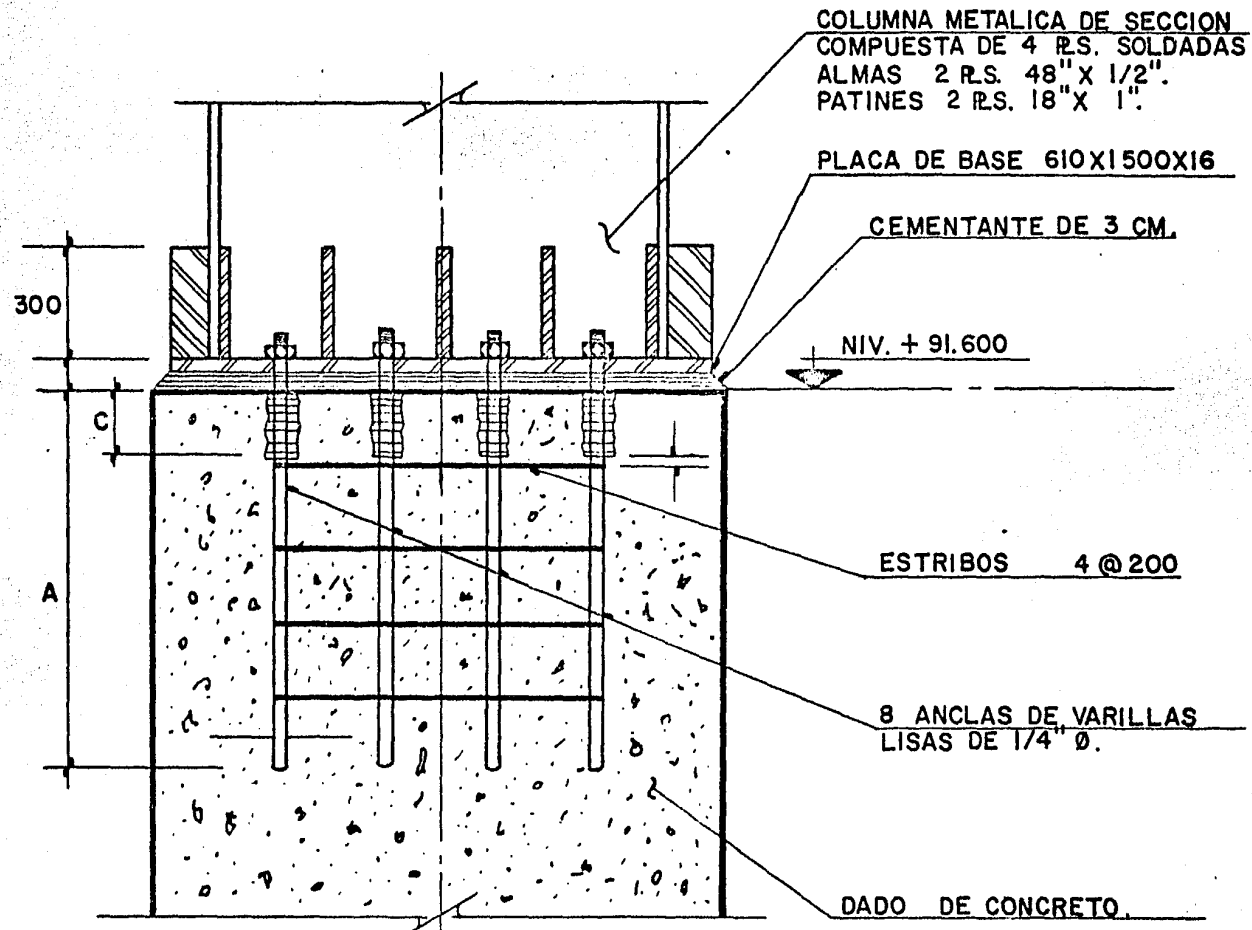
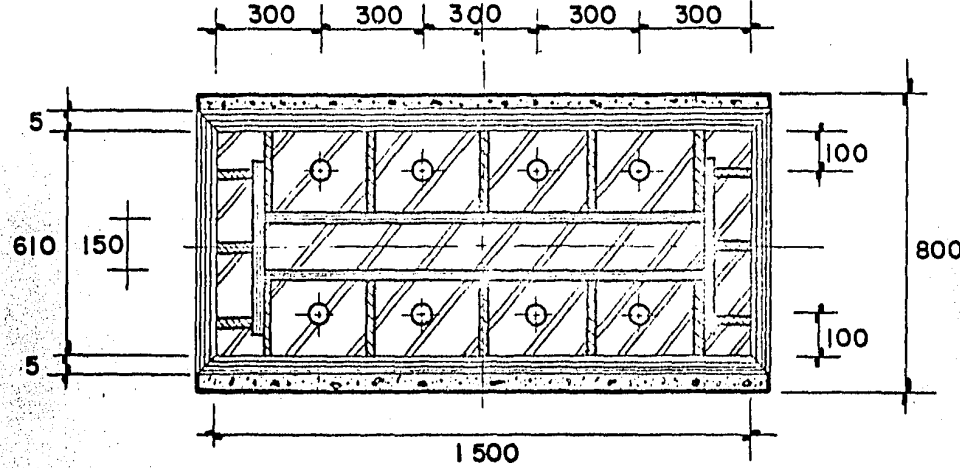


fig. 3.3.13

Chequeo de Ejes.

Esto consiste en asegurar el paralelismo de ejes A, B y C y la perpendicularidad de éstos con ejes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, para tener adecuado montaje de columnas en ambos sentidos.

Para lograr lo anterior en campo, se calcula el valor de la hipotenusa de un triángulo rectángulo cuyas -- aristas se determinan por los centros dados de cimentación. -- Con el valor obtenido se asegura la perpendicularidad de ejes por lo tanto el alineamiento correcto de las columnas. Expli-- camos ésto, porque los ejes A, B y C pueden estar bien alinea-- dos y ser paralelos, pero pueden no ser perpendiculares con -- los ejes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Para evitar lo anterior, se utiliza una es-- cuadra o bien se transporta la medida 90° con el teódolito -- nivelado los 360° . La tolerancia máxima de desalineamiento -- tanto horizontal como perpendicular es de 10 mm. de centro -- a centro de columnas, tomando una referencia fija.

Montaje de Columnas.

El montaje de columnas se hizo en dos partes:

- a) Montaje de parte inferior de columnas -- hasta nivel 15.100.

- b) Montaje de parte superior de columnas -- hasta nivel 21.000

Antes de proceder al montaje de éstas, es importante realizar las siguientes actividades con el fin de -- evitar un defectuoso montaje, es decir su desalineamiento.

- I) Marcar dos líneas perpendiculares entre sí que se intersectan en el centro de -- las 8 anclas del dado de cimentación.

- II) Realizar la misma operación en la placa-base de la columna, en el centro de ba-- rrenos de la placa y se deben intersec-- tar las marcas.

- a) Montaje de la parte inferior de la columna. (Hasta nivel 15.1).

Una vez marcadas, el dado y la placa base de la columna en el momento del montaje de la parte inferior de la columna, las marcas se hacen coincidir e inmediatamente se fijan por medio de tuercas en la parte superior de las placas base de la columna, las tuercas entran en la rosca de los -- espárragos, asegurando así la fijación de la misma y su nive-- lacion.

Otro procedimiento a seguir sin usar tuercas de nivelación es el de colocar calzas de metal abajo de la --

placa base de la columna (calibrando al nivel deseado) en el momento de levantar la columna y meterla abajo de los espárragos, las calzas permiten hacer la nivelación de columna posteriormente y dejar el espacio necesario para colocar el estabilizador de volumen (GROUT) pero también la columna tiene que ser fijada con tuercas de sujeción.

Para levantar la parte inferior de las columnas se utiliza una grúa de 20 toneladas, mediante estrobos (cables de acero) y para evitar que la fricción de metal con metal puede cortar el cable se colocan "polines" de 2" x 2" o de 4" x 4" o bien medias cañas (fotografía).

Una vez levantadas las columnas de un eje -- procede al "plomeo" de la parte inferior de las mismas, el "plomeo" consiste en asegurar la perpendicularidad de éstas con el piso, ésto se hace con un teodolito con una tolerancia de 1 mm. por metro de altura de columna; para lograr lo anterior, primero se plomea una columna y se deja como referencia un punto de la misma, dicho punto se transporta por medio del teodolito a cada una de las otras columnas (para esto hay que asegurar la nivelación del teodolito los 360° y evitar su movimiento).

Como recomendación se hace el plomeo de columnas todos los días (mientras dura el montaje de la parte inferior de las columnas), a la misma temperatura pues éstas sufren dilataciones con el ascenso y descenso de temperatura según la hora del día, lo que repercutiría en errores de medición.

Unión de Columnas con Trabes de Liga.

La parte inferior de las columnas se une con la trabe de liga a nivel 10.400, la viga es del tipo IPR - - (Viga I perfil rectangular) de 12" x 8" (56.6 kg/m). La trabe de liga se levanta y se une a dos cartabones o placas de conexión de 300 x 300 x 10 (mm) con soldadura y tornillos de armado. Es importante realizar esta unión, porque de otra manera las columnas pueden caer si reciben algún golpe.

La unión entre columnas con trabes de liga - se hace centro a centro de almas, pero también puede hacerse la union con trabes carril, las cuales van atornilladas a unas ménsulas formadas por placas soldadas de diferentes dimensiones y a unos apoyos que van soldados a la columna, en total son 10 tornillos de 7/8" de \emptyset en cuerda por 5" de longitud, son tornillos de alta resistencia ASTM-A-325.

Las trabes carril son viga tipo "I" con espesores de patín (TW) de 15.88, 19.1, 25.4, 31.75 y 15.88 mm y espesores de alma (tf) 6.35, 9.53, 12.70 y 15.88 mm. y longitudes de alma variables (H), así como ancho de patin - (B), reforzados en los extremos de los patines con atiesadores, que son placas que evitan que los patines se deformen - porque están sujetos al trabajo de las grúas, es decir que se flexionen.

La figura 3.3.14 muestra que las columnas de -- los ejes A, B y C se unan, ya sea con trabe carril o bien - con trabe de liga.

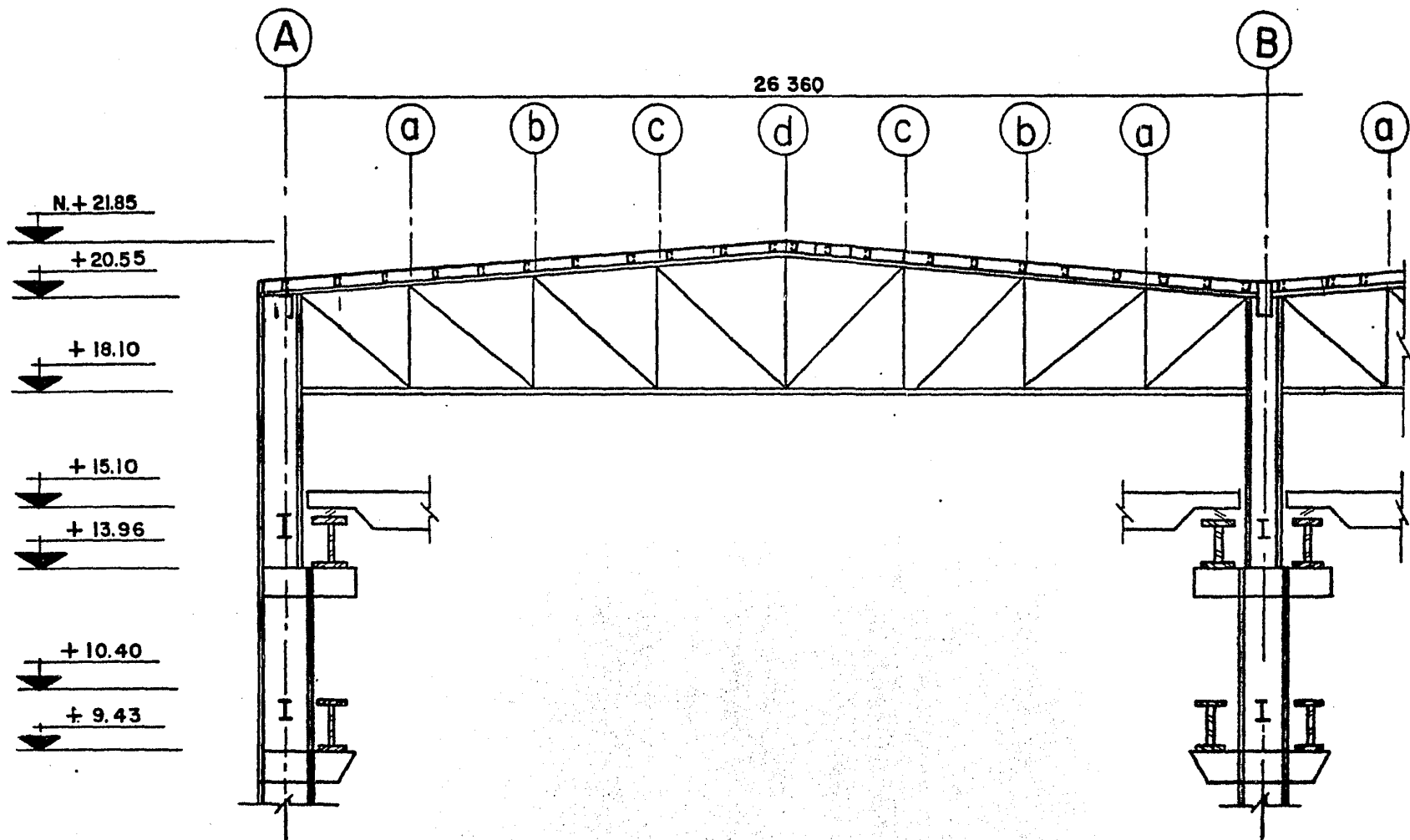


fig.3.3.14 ARMADURAS PRINCIPALES Y TRABES CARRIL

Una vez que se han unido todas las columnas en su parte inferior, se procede a montar las traveses de liga faltantes y también las traveses carril.

Ensamble parte superior de columna .

La parte inferior de la columna trae en el capitel una placa de conexión que sirve para empalmar la parte superior de la columna.

Dicha placa viene soldada a la parte inferior de la columna y trae barrenos que sirven para atornillar la parte superior. Aquí cabe hacer una breve observación, en el montaje de todas las piezas, siempre se atornillan rápidamente y se ponen puntos de soldadura para evitar que se muevan, ya que el costo de grúa se incrementaría, si se tuviera que mantener parada sosteniendo una pieza mientras se fija firmemente ya sea con soldadura o tornillos.

La parte superior de la columna se encuentra unida con la parte inferior por medio de soldadura alrededor de los patines y almas.

Se coloca sobre los atiesadores de la columna inferior, para distribuir mejor las cargas y así evitar el fallo de las columnas por flexión. Una vez ensambladas dichas partes de las columnas se monta.

Colocación de Trabe Carril Nivel 15.100.

Esta se sube con una grúa de capacidad de 20 toneladas autopropulsada y se atornilla en la ménsula de nivel 15.100.

Unión de Parte Superior de Columna con Canales de Liga.

Los canales de liga están constituidos por 2 CPS (Canales de perfil estándar) de 10" y 22.76 kg/m. reforzados en su parte interna con una placa soldada todo alrededor y se encuentran a nivel 20.55. Estos canales van unidos a la columna por medio de cartabones que están soldadas a la columna.

Montaje de Armaduras Principales.

Estas unen columnas con los ejes A, B, C y están constituidas por las siguientes piezas además de ser armadas en campo:

Una cuerda superior 2 cps 10" - 22.76 kg/m.

Una cuerda inferior 2 cps 10" - 22.76 kg/m.

Montantes 2 aps- 4" x 5/8"

Diagonales 2 aps- 4" x 1/2"

Las armaduras se unen a las columnas por una placa de conexión que vienen soldadas a las columnas. Las armaduras se ensamblan en campo antes de montar atornillando primeramente y después soldando placas y ángulos que sirven para conexiones subsecuentes. La parte superior de la columna tiene un capitel donde asienta la cuerda superior y con placas de conexión de campo MP13 y MP7 se une la columna, punteándola y después soldándola.

Montaje de Armaduras Puntales.

Estas son ensambladas en campo primeramente con tornillos de armado y soldadas en la misma forma que fue descrita anteriormente.

Están constituidas de ángulos APS que llevan placas de conexión donde se sueldan y atornillan.

Estas se suben con la grúa y se sueldan a las placas o cartabones que vienen soldadas en las columnas.

Las armaduras principales llevan placas de conexión y éstas se sueldan a las armaduras puntales.

Colocar Largueros o Montenes a Nivel Techo.

Los montenes son perfiles ligeros con dos patines atiesados formados en frío. Estos sirven para soportar

las láminas a nivel techo y se atornilla en los ángulos (APS-6" x 3/8") de las placas de conexión de las armaduras puntales.

Colocación de tensores a nivel techo.

Son varillas lisas redondas de 19 mm. de \emptyset y sirven para evitar la flexión de los montenes que pueda ser ocasionada por su peso, el de la lámina soportada y el de los vientos.

Chequeo de Traveses Carril.

Las traveses carril deben estar alineadas y niveladas para evitar que las placas de desgaste por donde transitan las grúas sufran deformaciones o desgastes.

La alineación se hace de la siguiente manera:

Se colocan varillas en los extremos de la trabe carril, las varillas deben ser perpendiculares a la trabe carril.

Se toma como punto de referencia una distancia X medida con el teodolito, entre el centro del alma y un punto de la varilla.

Se pone un hilo de nylon o cáñamo que une -- los puntos tomados de referencia en ambas varillas. Con respecto al hilo puesto, se alinean todas las demás traveses de carril moviéndolas con el montacargas si están desalineadas.

Colocación de Celosía.

Está formada por ángulos que une la trabe de liga con la trabe carril y sirven para evitar el desalineamiento de la trabe carril cuando la grúa se encuentra en movimiento.

Colocación de Contravientos en Cuerda Superior.

Estos sirven para tensar la estructura y lograr así un movimiento uniforme de toda la estructura en conjunto. Son varillas redondas de 1" \varnothing y longitud variable y se unen soldadas a las placas que traen las armaduras principales.

Para evitar que sufran flexión por su propio peso y para que vengán bien la estructura, tienen que ser -- tensadas, por lo que resulta inconveniente unir con soldadura, sino con cuerda y tuerca usando un diseño especial de caja -- que logra tensarlos.

Contraventeos en Cuerda Inferior.

Al igual que los anteriores permiten un trabajo uniforme en toda la estructura.

Colocar Contraventeo Vertical.

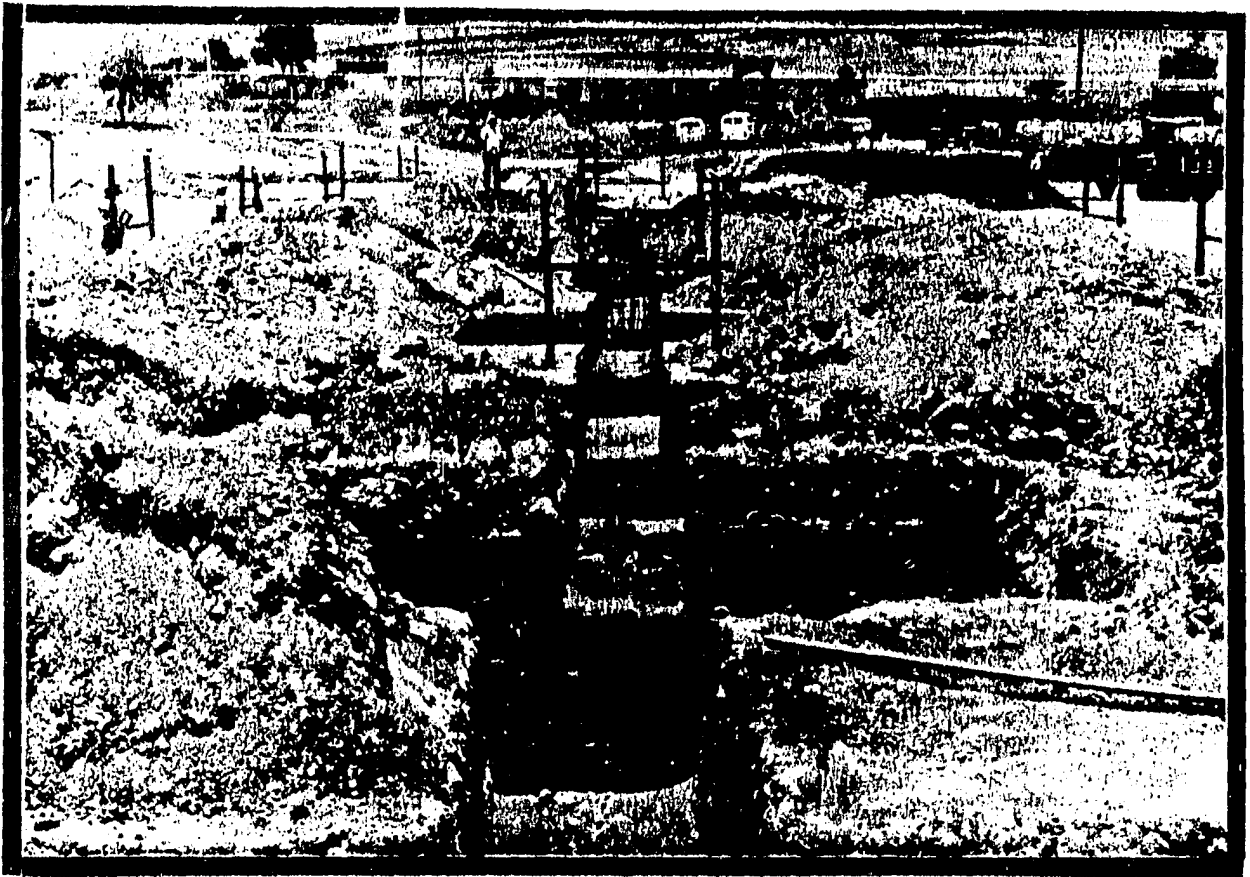
Estos son ángulos que unen columnas y evitan que las mismas se ladeen.

Colocar Montenes en Fachada.

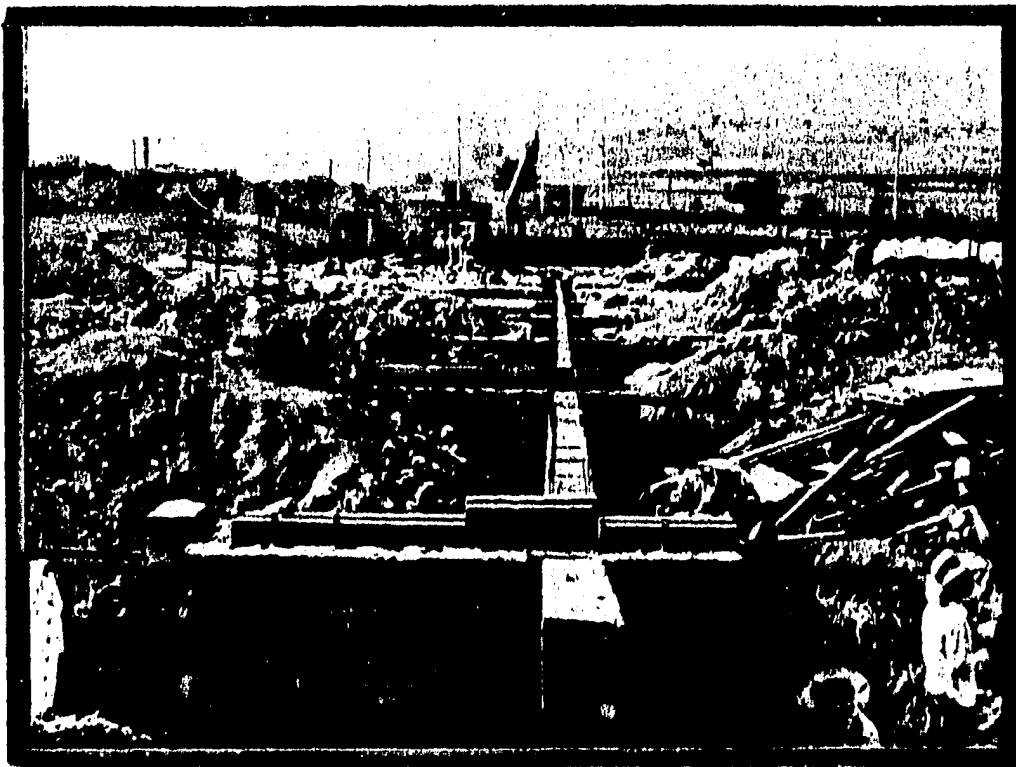
Estas se montan soldadas a placas que trae la columna para tal función. Sirven para fijar la lámina que cubre el edificio en todas sus fachadas y son iguales a los de nivel techo. El montaje de éstos se logra uniendo todos los que se necesitan entre dos columnas desde nivel piso hasta nivel techo por medio de tensores, levantando todas las juntas se puntean en los ángulos que están dispuestos para eso y después se sueldan.

Aplicar estabilizador de volumen.

Esta operación puede realizarse en este punto, pero también se puede hacer una vez que han sido completamente montadas las columnas, siendo esto último lo más recomendable ya que se fija bien la columna para soportar el peso



EXCAVACION PARA LA CIMENTACION DE LAS ZAPATAS

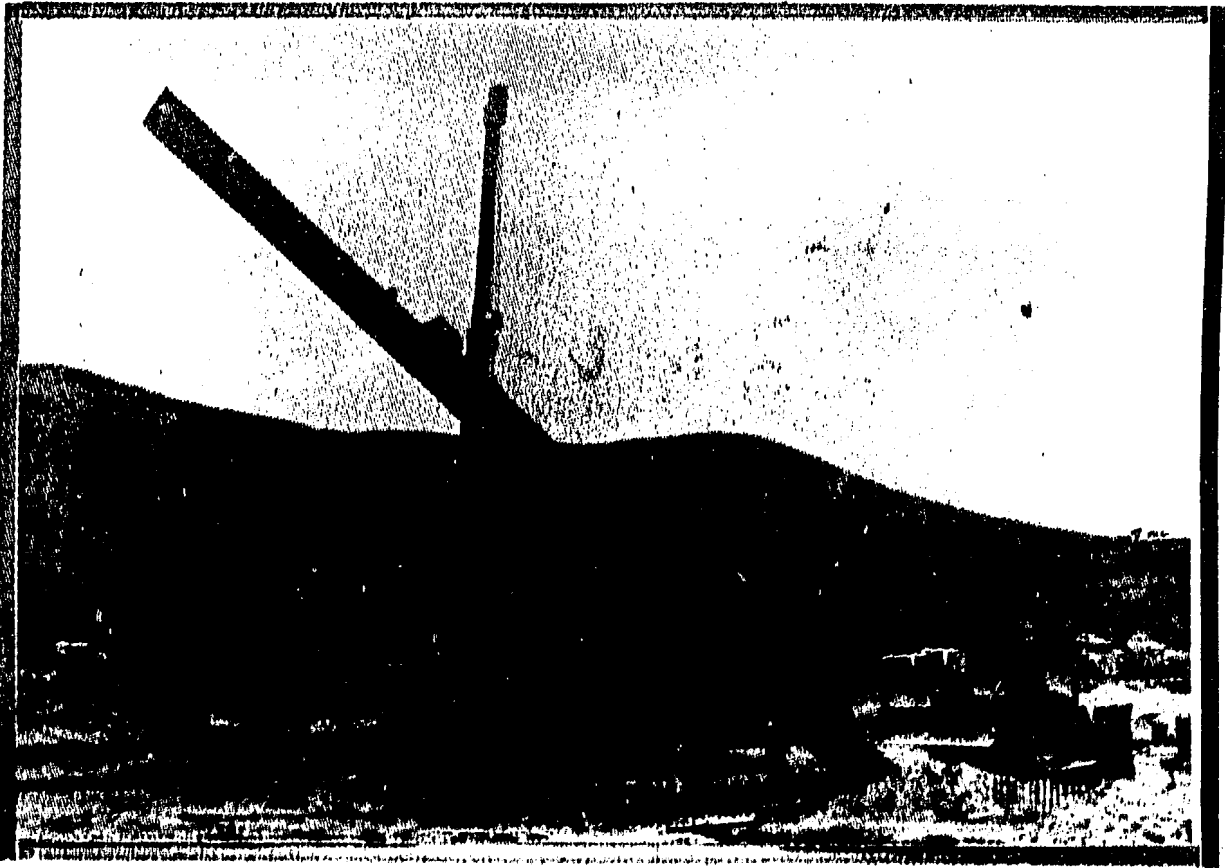


ZAPATAS Y CONTRATRABES COLADAS

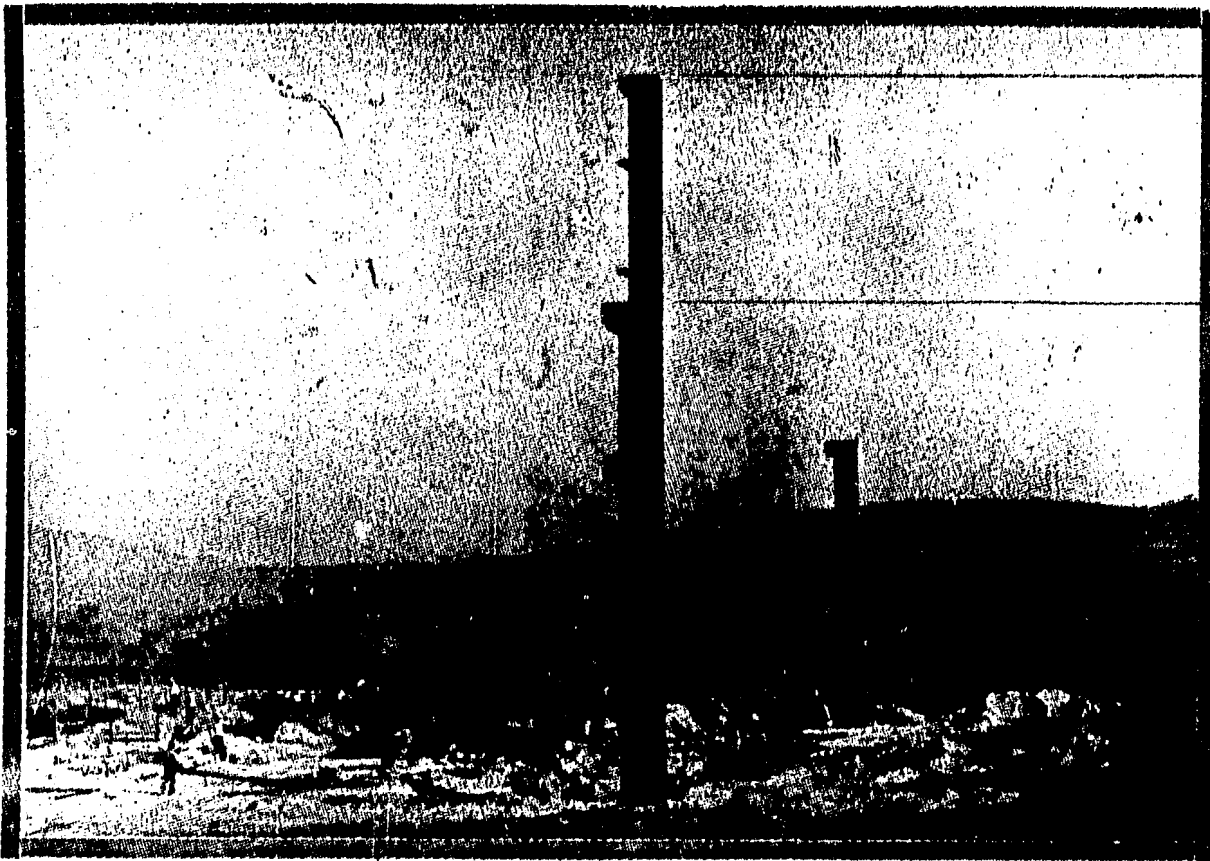
adicional de todos los demás componentes de la estructura.

El aditivo cementante es una mezcla de cemento y arena bien graduada con un aditivo estabilizador de volumen o metálico, lo que hace que dicho aditivo no tenga contracción obteniéndose resistencias de hasta 600 kg/cm^2 , la función esencial de este aditivo es permitir que la carga de la estructura se transmita uniformemente sobre los dados de cimentación.

A continuación se muestra una secuencia fotográfica del montaje de la estructura hasta su laminación.



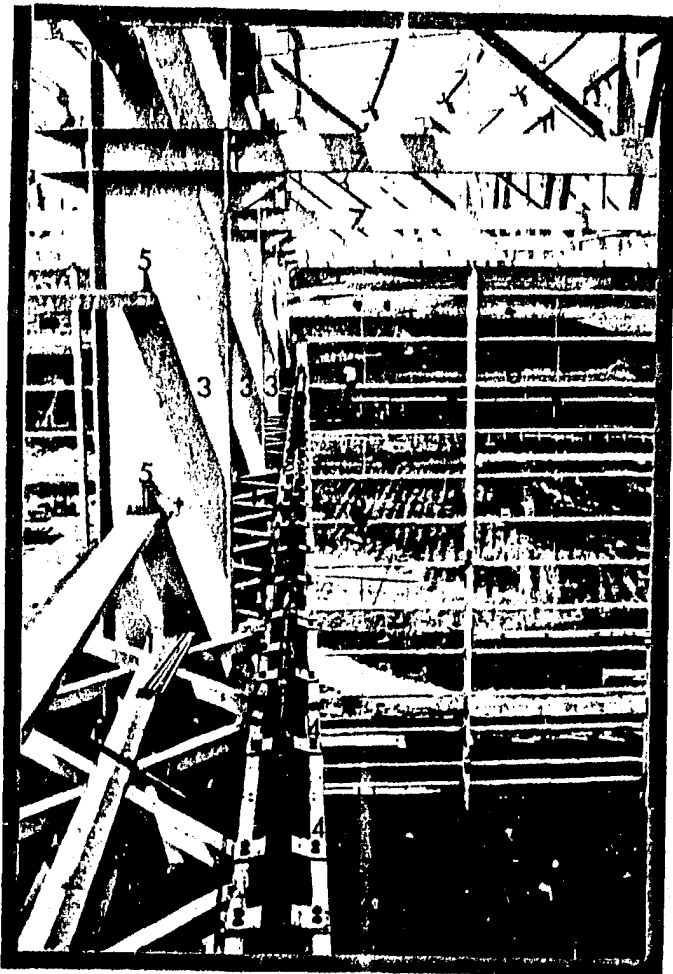
MANIOBRA PARA MONTAR COLUMNAS



▼ 20.46

▼ 14.32

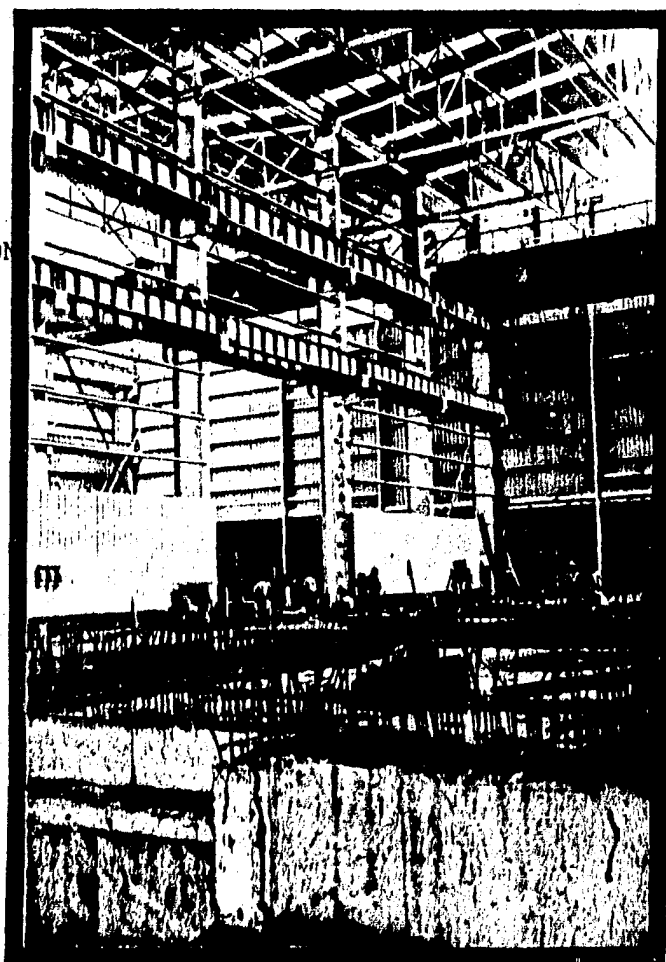
PRIMERAS COLUMNAS MONTADAS

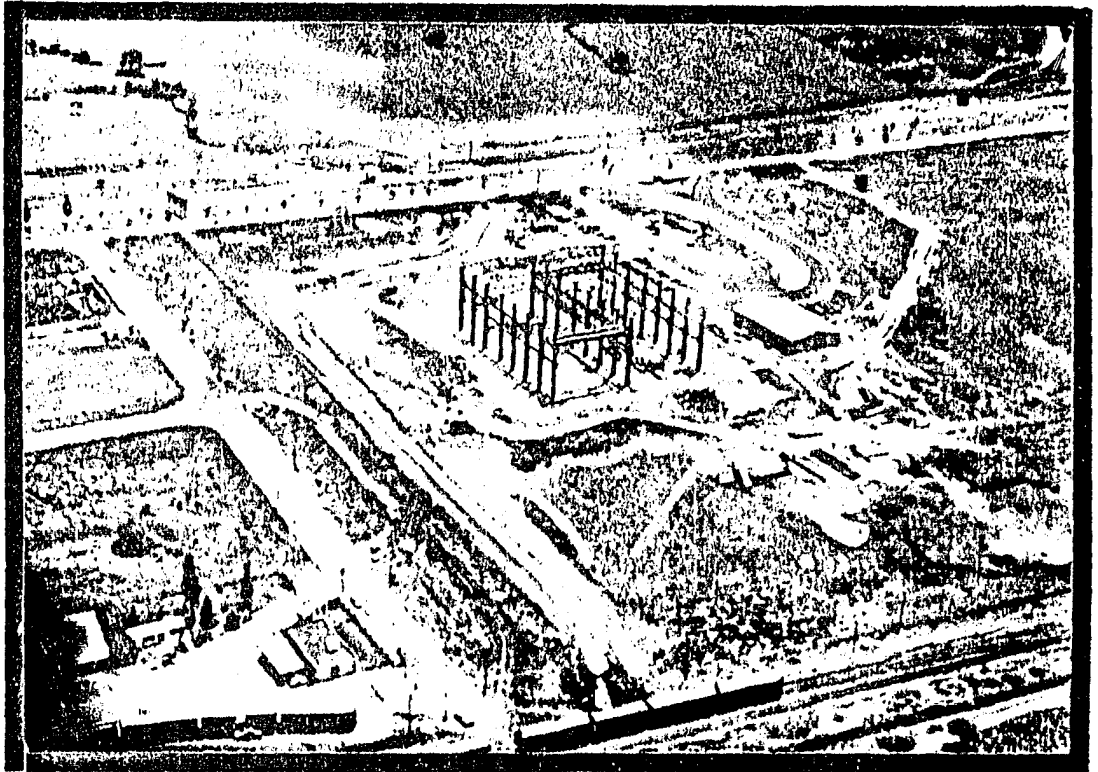


- 1.- CELOSIA EN EJE B
- 2.- RIEL EN TRABE CARRIL
- 3.- COLUMNAS DE EJE B
- 4.- SUJETADORES O "CLIPS"
- 5.- CARTABONÉS
- 6.- MONTENES
- 7.- ARMADURAS PRINCIPALES

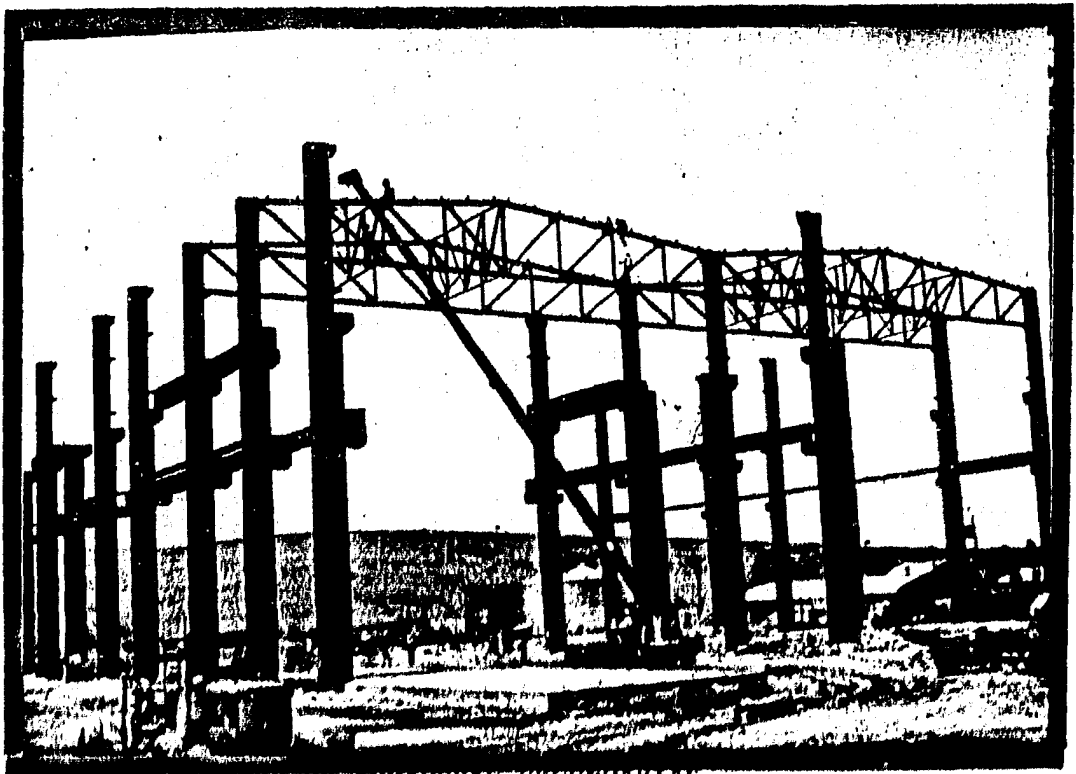
VISTA INTERIOR DE NAVE

- 1.- MUROS PERIMETRALES DE CIMENTACION DE POSICIONADOR PARA SOLDAR
- 2.- CANALES DE LIGA
- 3.- ARMADURAS PRINCIPALES
- 4.- GRUA VIAJERA DE 50 TON.
- 5.- ARMADURAS SECUNDARIAS.

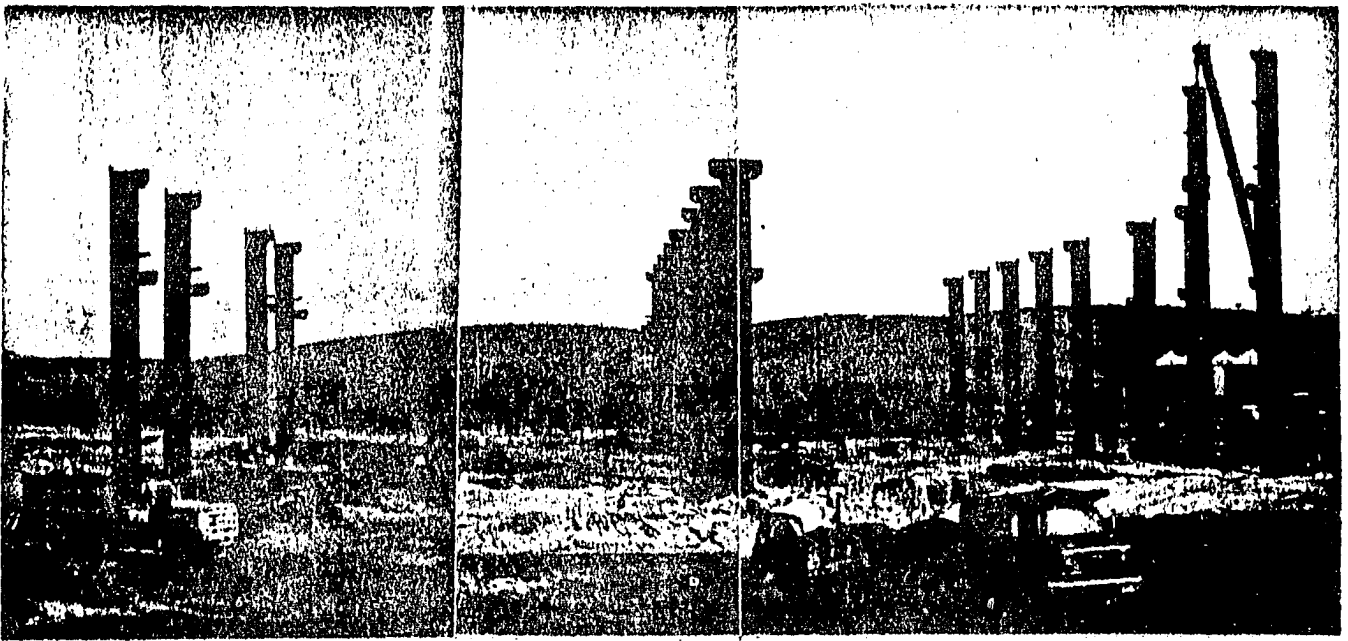




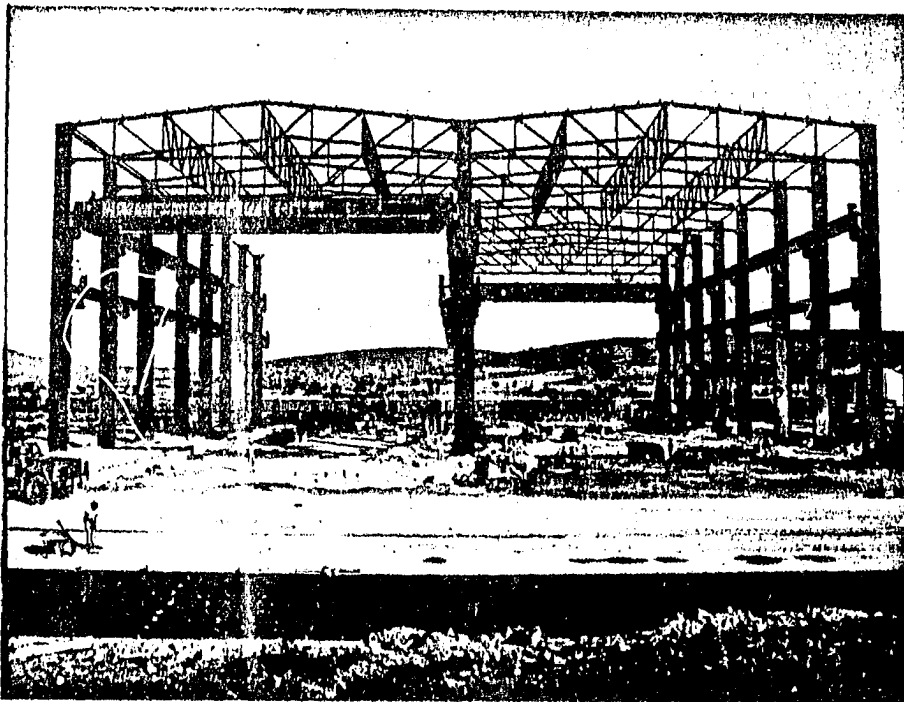
VISTA AEREA DE LA PLANTA



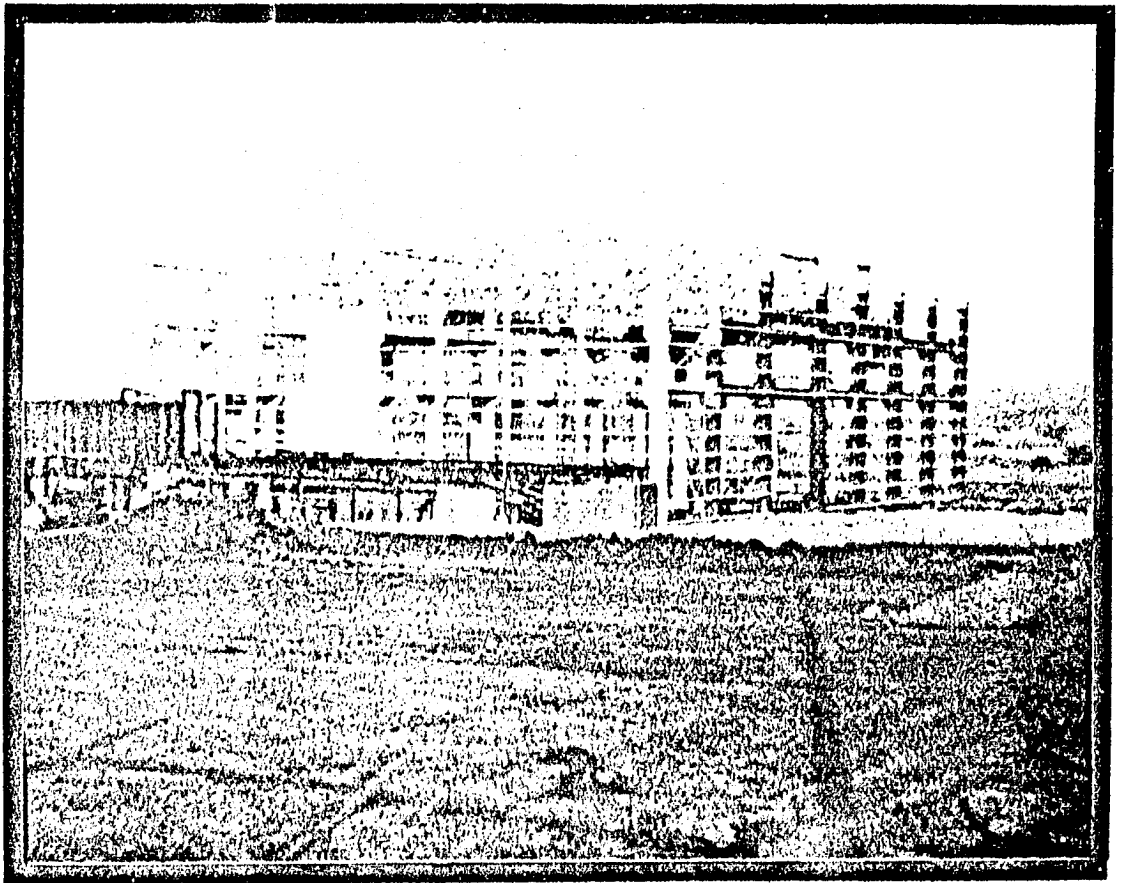
MONTAJE DE ARMADURAS SECUNDARIAS



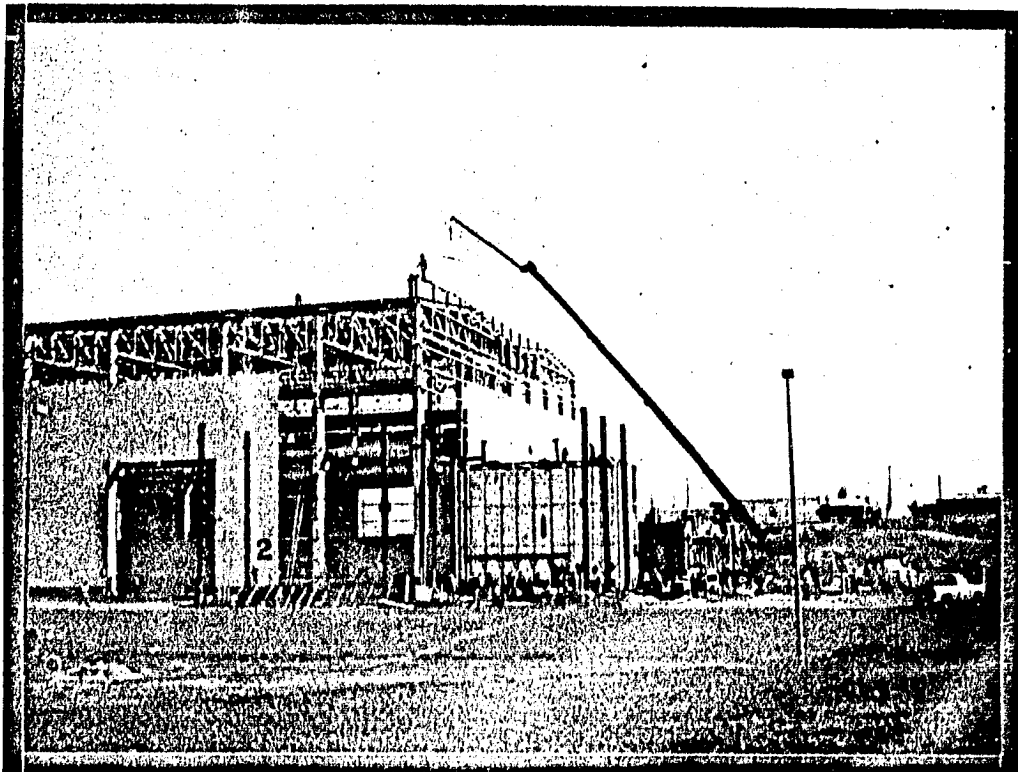
MONTAJE DE PARTES SUPERIOR DE COLIMNAS



**PANORAMICA DEL CONJUNTO ESTRUCTURAL
(24 COLUMNAS, 16 ARMADURAS Y 6 PUNTALES)**



VISTA GENERAL DE LA PLANTA



FASE FINAL DE LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA
DONDE SE PUEDE APRECIAR

- 1.- HORNO
- 2.- AREA DE EQUIPO DE CHORRO DE ARENA
- 3.- AREA DE OFICINAS

3.4 PROYECTO ELECTRICO.

3.4.1. DESCRIPCION.

3.4.2. CARGA INSTALADA.

3.4.3. CAPACIDAD DE LA SUBESTACION.

3.4.4. MEMORIA DE CALCULO.

3.4.5. DISEÑO E INSTALACION DE SUBESTACION RECEP
TORA.

3.4.6. DISEÑO E INSTALACION DE SUBESTACION TRANSFORMADORA.

3.4.7. SISTEMA DE TIERRAS.

3.4.8. SISTEMA DE PARARRAYOS.

3.4. PROYECTO ELECTRICO.

3.4.1. DESCRIPCION.

El suministro del fluído eléctrico, indispensable para el proceso de fabricación, su canalización, conducción, así como la adecuada localización de cada una de las acometidas, se desarrolla de la siguiente manera:

De acuerdo a la distribución de la planta obtenida en el proceso de fabricación, se realiza la localización de acometidas a maquinaria y zonas de trabajo en donde se especifican cargas, dimensionamiento de tuberías y ductos de canalización, tipos de tableros, capacidad de interruptores y número de tomas de acuerdo a las necesidades de iluminación (110 V y 220 V) y fuerza (220 y 440 V).

Lo anterior se realiza primeramente, cuantificando el total de carga necesaria para la maquinaria y equipo de acuerdo a los datos proporcionados por los fabricantes, de donde multiplicando la carga obtenida por el factor de demanda (F.d.) y el factor de simultaneidad (F.s.) se selecciona la subestación transformadora.

El siguiente paso es realizar el diagrama unifilar de toda la instalación eléctrica, dimensionando sus componentes en base a la memoria de cálculo.

A partir de ésto se hace el diseño e instalación de la subestación y posteriormente la distribución de fuerza en alta y baja tensión. También se realiza el diseño e instalación del sistema de tierras, pararrayos e iluminación tanto interior como exterior.

3.4.2 CARGA INSTALADA.

Las necesidades de carga para la planta con sus respectivos factores de demanda y simultaneidad son:

CONCEPTO	CARGA INSTALADA (KW)	F.d.	F.s.	CARGA EN OPERACION (KW)
Alumbrado y contactos a 220 V y 110 V en naves de Paileria y Mag.	65.1	0.8	0.9	47.7
Chorro de Arena.	97.0	0.7	0.35	24.0
Horno	47	0.85	0.35	14.0
Compresor	112	0.60	0.50	34.0
Grúa en nave de Maquina do.	120.47	0.60	0.60	43.4
Grúa en nave de Paile--ria.	120.47	0.60	0.60	43.4
Mandrinadora	223.27	0.85	0.60	114.0
Contactos 30 KW (21 Pzas).	630.0	0.75	0.80	284.0
Contactos 40 KW (7 Pzas)	280.0	0.80	0.70	134.0
Roladora	170.0	0.85	0.70	116.0
Posicionador 75 Tn.	60.0	0.85	0.80	36.0
Posicionador 10 Tn.	8.3	0.85	0.80	5.0
Posicionador 3 Tn.	7.4	0.85	0.80	5.0
Torno vertical	297.25	0.80	0.80	190.0
Mastil de soldar.	140.0	0.90	0.80	100.0
T O T A L:				1142.8

La carga necesaria para operación es 1142.8 KW.

ción de la subestación y posteriormente la distribución de -- fuerza en alta y baja tensión. También se realiza el diseño e instalación del sistema de tierras, pararrayos e iluminación tanto interior como exterior.

3.4.3. CAPACIDAD DE LA SUBESTACION.

Las características del sistema de fuerza, distribución y control son:

440 V ; 3 Ø ; 4 hilos.

Con un factor de potencia de 0.85 para cargas inductivas (motores).

$$f.p. = \frac{\text{potencia real (operación)}}{\text{potencia aparente}} \quad \frac{(KW)}{(KVA)}$$

$$0.85 = \frac{1142.8}{X} \quad \frac{KW}{KVA}$$

$$X = \frac{1142.8}{0.85} = 1344.47 \text{ (KVA).}$$

La capacidad de la subestación necesaria es de 1344.5 KVA. Por lo tanto se eligen dos transformadores de -- 750 KVA cada uno, conexión Delta-Estrella, tensión primaria de 13.2 KV, tensión secundaria de 440/220 V y una impedancia Z = 5.75 %.

Los transformadores llevarán un interlock mecá

nico que interconecta con los buses de alimentación, para en caso de que falle un transformador se pueda seguir operando el equipo indispensable, teniendo cuidado de no sobrecargar el transformador en operación.

Además para alumbrado exterior y servicios se requiere de 80 KVA y 210 amp. para lo cual se selecciona un transformador de 112.5 KVA.

Por lo anterior la capacidad total de la sub-estación será de 1612.5 KW.

3.4.4. MEMORIA DE CALCULO.

En esta parte solo anotaremos, dada su importancia el cálculo de la alimentación en alta tensión hasta los tableros generales de distribución.

a) Alimentación en Alta Tensión.

Conductores

Carga total en transformadores 1612.5 KVA

Voltaje en alta tensión 13.2 KV

Corriente en alta tensión $I_{AT.} = \frac{1612.5}{13.2 \sqrt{3}} = 70.6$ amp.

Corriente de selección $I_r = 70.6 \times 1.25 = 88.2$ amp

De tablas se selecciona un conductor calibre-
12 tipo sintenax o vulcanel EP para alta tensión.

Interruptores

Fusible principal de alta tensión.

$$I = 70.6 \times 1.6 = 112.96 \text{ Amp.}$$

Entonces tomando el valor comercial para el -
fusible se tiene que es de 125 amp.

Ductos

Del poste a la subestación receptora.

El conductor # 2 sintenax tiene un diámetro -
= 0.88 in.

$$\text{Area del conductor} = 0.61 \text{ in}^2.$$

$$\text{Area de tres conductores} = 1.83 \text{ in}^2.$$

Considerando tubería conduit galvanizada de -
4" de diámetro.

$$\text{Area} = 12.57 \text{ in}^2$$

Factor de agrupamiento 40 %.

$$A = 12.57 \times 0.4 = 5.03 \text{ in}^2$$

Entonces la acometida del poste al primer registro son dos tubos conduit pared gruesa de 4" con tres cables No.2.

Desde el primer registro hasta el registro de la subestación transformadora, se usa un banco de 3 ductos de asbesto cemento de 76 mm de diámetro que aloja un cable cada uno, con registros a cada 25 cm. y una profundidad de 1.2 m.

b) Alimentación del Secundario de los Transformadores al Tablero de Distribución - Principal "DP".

Interruptor

$$I = \frac{750 \times 1000}{440 \times 1.73} = 985.29 \text{ amp.}$$

$$I_r = 985.29 \times 1.25 = 1231.61 \text{ amp.}$$

Capacidad nominal 1200 amp.

Capacidad interruptiva 25000 amp.

Alimentadores.

Corriente de 1231.61 amp.

De tablas tenemos cable calibre 750 MCM, 475 amp., tipo vinanel 900 de donde:

$$\frac{1231.61}{475} = 2.59 \text{ cables por fase.}$$

Entonces se utilizan 3 cables de 750 MCM por fase por transformador de 750 KVA.

c) Alimentación de Tablero "DP" a Tableros Derivados.

El tablero de distribución principal tiene - el control de las siguientes cargas (tabla No. 3.4.1.).

Interruptores termomagnéticos.

Tablero A.

Para obtener 220 V y 127 V se usa un transformador de 45 KVA.

$$\text{Corriente en el primario } I = \frac{45000}{440 \sqrt{3}} = 59 \text{ amp.}$$

$$\text{Corriente de selección } I_r = 59 \times 1.25 = 73.8 \text{ amp}$$

Se usan interruptores de 70 amp. (3P-70A).

$$\text{Corriente en el secundario } I = \frac{45000}{220 \sqrt{3}} = 118 \text{ amp}$$

$$I_a = 118 \times 1.25 = 147.5 \text{ amp.}$$

Se usan interruptores principales de 150 amp. (3P - 150 A) de manera similar obtenemos la tabla 3.4.2.

Alimentadores.

Para calcular el calibre de los conductores se emplea la siguiente fórmula:

$$S = \frac{I \times \sqrt{3} \times L}{e\% \times E}$$

Donde:

I = Corriente de régimen.

S = Area del conductor.

L = Longitud del conductor.

e% = Caída de tensión.

E = Voltaje entre fases.

Se entra a tablas con el área del conductor calculado. Después con la corriente de régimen y el factor de agrupamiento se obtiene de tablas de otro calibre. El que resulte mayor de los dos será la selección más adecuada.

De esta manera obtenemos la tabla 3.4.3.

TABLA 3.4.1. TOTAL DE CARGAS POR TABLERO.

TABLERO	A R E A	CARGA (KW)
"A"	Iluminación y contacto a 220.	65.1
"B"	Equipos de chorro de arena y horno.	256.0
"C"	Máquina de oxicorte y sierra.	8.0
"D"	Grúa en nave de pailería.	120.7
"E-1"	Mástil para soldar.	140.0
"E-2"	Rolado, posicionado y plantas para soldar.	815.7
"F"	Fresado y taladro	283.27
"G"	Torneado	297.25
"H"	Grúa viajera en nave de maquinado	120.7
"I"	Contactos de 30 KW en planta.	450.0
"J"	Contactos de 40 KW en planta.	280.0

TABLA 3.4.2. SELECCION DE INTERRUPTORES PARA LA ALIMENTACION DEL TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL D.- P. A TABLEROS DERIVADOS.

TABLERO	CORRIENTE DE REGIMEN I_r (Amp).	CORRIENTE DE SELECCION I_a (Amp) $I_a = I_r \times 1.25$	INTERRUPTOR SELECCIONADO
"A"	Primario 5 g	73.8	(3P - 70A)
"B"	Secundario 118	147.5	(3P - 150A)
"B"	395.19	494.7	(3P - 600A)
"C"	12.3	15.4	(3P - 15A)
"D"	186.32	233	(3P - 200A)
"E-1"	216.09	270.11	(3P - 300A)
"E-2"	564.14	705.17	(3P - 700A)
"F"	437.8	547	(3P - 700A)
"G"	459	573	(3P - 500A)
"H"	186.32	232	(3P - 200A)
"I"	591	325	(3P - 400A)
"J"	367	183.5	(3P - 225A)

TABLA 3.4.3 SELECCION DE ALIMENTADORES DE TABLERO D.P. A TABLEROS DERIVADOS.

TABLERO	I (amp)	S (mm ²)	L (m)	e (%)	e (V)	No. CABL CAL (MCM)	NEUTRO CAL (MCM)
"A"							
Primario	5959	51	50	1	2.2	(3-1/0)	(1-6)
Secundario	118	4	10	1	4.4	(3-1/0)	(1-8)
"B"	395	136	10	2	8.8	(6-300)	(1-2/0)
"C"	122.33	3.81	45	1	4.4	(3-8)	(1-6)
"D"	186	38.4	30	1	4.4	(3-3/0)	(1-4)
"E-1"	216	119.1	80	2	8.8	(3-300)	(1-4/0)
"E-2"	564	165.61	80	2	8.8	(6-400)	(2-250)
"F"	438	98.19	65	2	8.8	(6-300)	(2-1/0)
"G"	459	113.9	36	1	4.4	(6-300)	(2-1/0)
"H"	186	38.4	30	1	4.4	(3-3/0)	(1-1/0)
"I"	591	163.0	80	2	8.8	(6-300)	(2-1/0)
"J"	367	101.2	80	2	8.8	(3-500)	(1-4/0)

En el cálculo de alimentadores e interruptores a los tableros de control y la red de distribución se siguen criterios similares por lo que únicamente varía el dimensionamiento de los ductos y tuberías de conducción.

d) Calculo de la Corriente de Corto Circuito.

Transformador de 750 KVA.

$$I = 985 \text{ amp.}$$

$$Z = 5.75 \%$$

$$I_{cc} = \frac{985}{0.0575} = 17135 \text{ amp.}$$

Contribución al corto circuito por motores.

4 veces la corriente nominal:

$$4I = 4 \times 985 = 3940 \text{ amp.}$$

Corriente total de corto circuito.

$$I_{cca} = I_{cc} + 4I = 17135 + 3940.$$

$$I_{cca} = 26342 \text{ amp.}$$

Los datos obtenidos de la memoria de cálculo se muestran en la figura 3.4.1. (Diagrama unifilar).

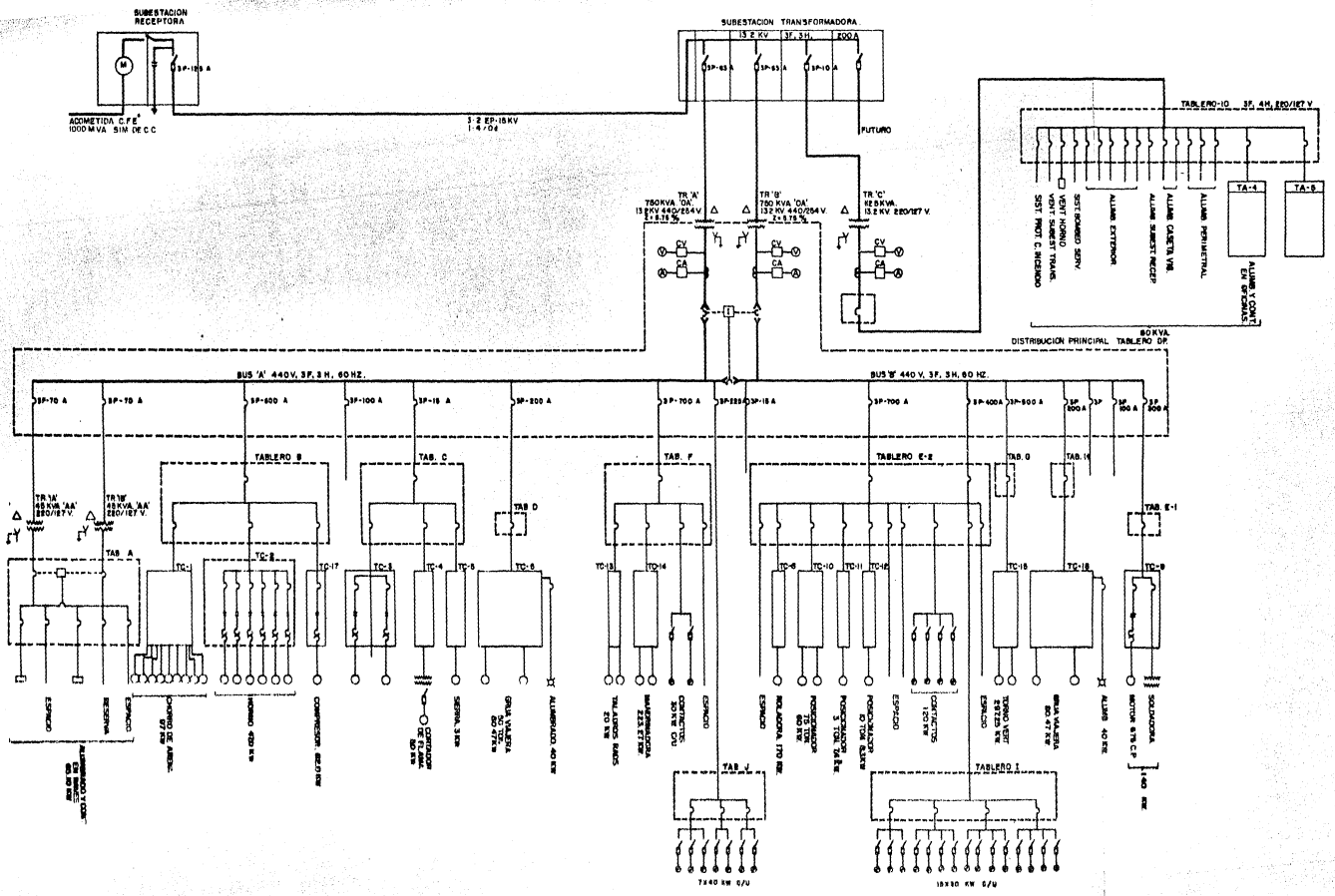


Fig. 3.41 DIAGRAMA UNIFILAR

e). Cálculo de alumbrado.

Requisitos de alumbrado:

Patio de maniobras	300 luxes.
Almacén de piezas terminadas	200 luxes.
Oficinas.	500 luxes.
Baños oficinas	100 luxes.
Almacén para herramientas	200 luxes.
Baños y vestidores de la planta	100 luxes.
Almacén de pailería	200 luxes.
Area de equipos	200 luxes.
Area de gases	100 luxes.
Nave de pailería	300 luxes.
Subestación	100 luxes.
Nave de maquinado	500 luxes.
Vialidad	15 luxes.
Caseta de vigilancia	500 luxes.

Para el cálculo se emplea el siguiente sistema:

El flujo luminoso se mide en lumens.

La intensidad luminosa (claridad) se mide en luxes.

$$1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen/m}^2$$

$$\text{Fórmula empleada } F_t = \frac{E \times S}{V \times C}$$

Donde:

F_t = Flujo total del local en lumens.

E = Intensidad de luxes.

S = Superficie para alumbrar en m^2 .

V = Coeficiente de utilización.

C = Coeficiente de depreciación.

El coeficiente de utilización se determina:

Primero determinando el radio de cavidad --
del cuarto (RCC).

$$RCC = \frac{5h (L+A)}{L \times A}$$

Donde:

h = Altura de montaje o altura de plano de-
trabajo.

L = Largo del local.

A = Ancho del local.

Posteriormente se localiza el coeficiente de utilización en las curvas de la luminaria a utilizar. -
Para determinar el coeficiente de depreciación se usarán las recomendaciones del fabricante de cada equipo a utilizar.

Ejemplificando:

Para la nave de pailería tenemos:

$$A = 26.4 \text{ mts.}$$

$$L = 58 \text{ mts.}$$

$$h = 17.4 \text{ mts.}$$

$$E = 300 \text{ luxes.}$$

$$RCC = \frac{5(17.4)(58.+ 26.4)}{58 \times 26.4} = 4.80$$

Considerando que se utilizan lámparas tipo-Li Ld de la marca Crouse Hinds de 1000 W, vapor de mercurio.

$$V = 0.612$$

$$C = 0.6$$

$$F_t = \frac{300 \times 1531.2}{0.612 \times 0.6} = 1\ 241\ 513.51 \text{ lumens.}$$

$$\text{No. de luminarias} = \frac{1241413.51}{48219} = 25.73 \text{ unidades.}$$

Serán 26 unidades con distribución uniforme en toda la nave.

3.4.5. DISEÑO E INSTALACIÓN DE LA SUBESTACIÓN RECEPTORA.

La subestación receptora y la subestación transformadora forman la subestación eléctrica de la planta. Se tratan independientemente porque se encuentran separadas y es debido a que en las normas técnicas para instalaciones eléctricas indica que la recepción de la acometida debe de estar a más de 10 mts. de la red de distribución.

La localización de las subestaciones se muestra en la figura 3.4.2.

La función de la subestación receptora es de recibir la línea de servicio, derivar al equipo de medición de la compañía suministradora y abastecer a la subestación eléctrica transformadora.

La línea de servicio la componen tres cables -- vulcanel No. 2EP-15KV que conectan con la subestación receptora y salen de esta hacia la subestación transformadora, con un cable de tierra cal. 4/0 desnudo.

La subestación receptora es del tipo compacta,-

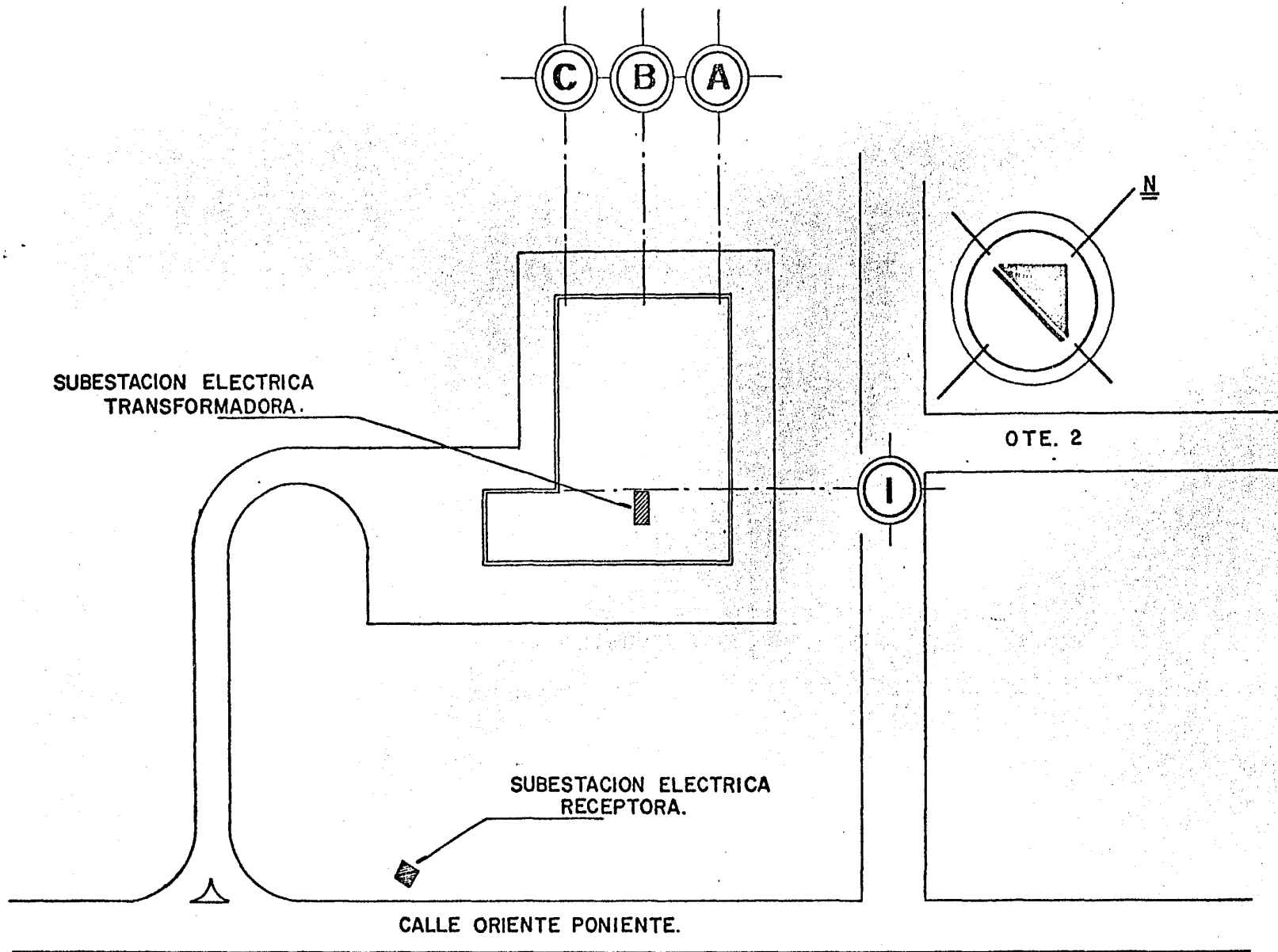
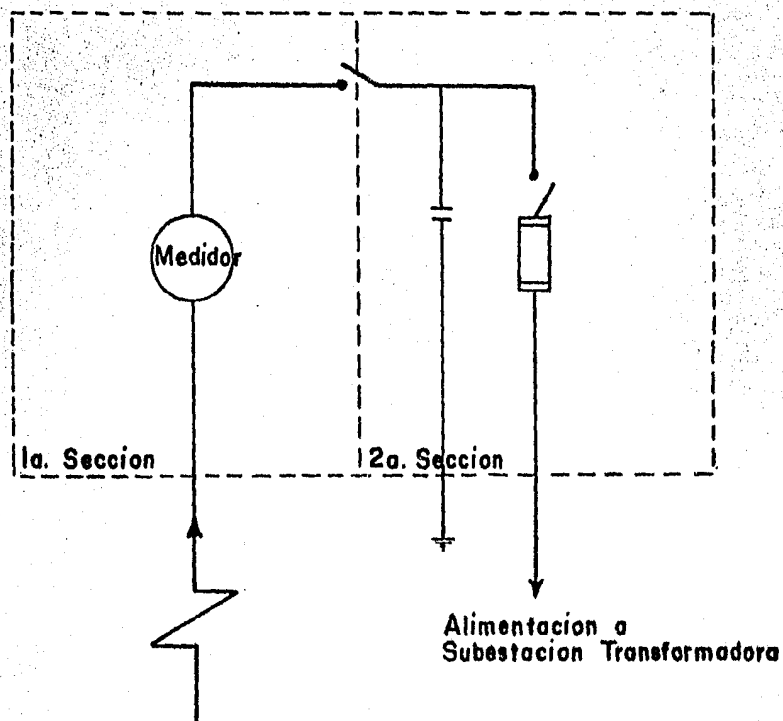


fig. 3.4.2

LOCALIZACION

para servicio exterior con capacidad para 13.2 KV. Está formada por dos gabinetes de lámina de acero rolada en frío. - el primer gabinete contiene: tres barras de cobre y es donde conectan los cables vulcanel, cuchillas tripolares de paso, el transformador del equipo de medición. El segundo gabinete contiene los elementos de conexión y protección siguientes: Barras colectoras trifásicas de cobre, juego de cuchillas de operación en grupo, un seccionador principal tripolar, tres apartarrayos autovalvulares y aisladores de apoyo.

El siguiente diagrama unifilar muestra la conexión de la subestación receptora.



La subestación eléctrica receptora está resguardada por una cerca de malla ciclónica. El piso es de Tezontle de la región y la protege un canal de desagüe. El montaje del equipo de medición será sobre una base de concreto de 80 x 80 cm., la figura 3.4.3a y b ilustra lo anterior.

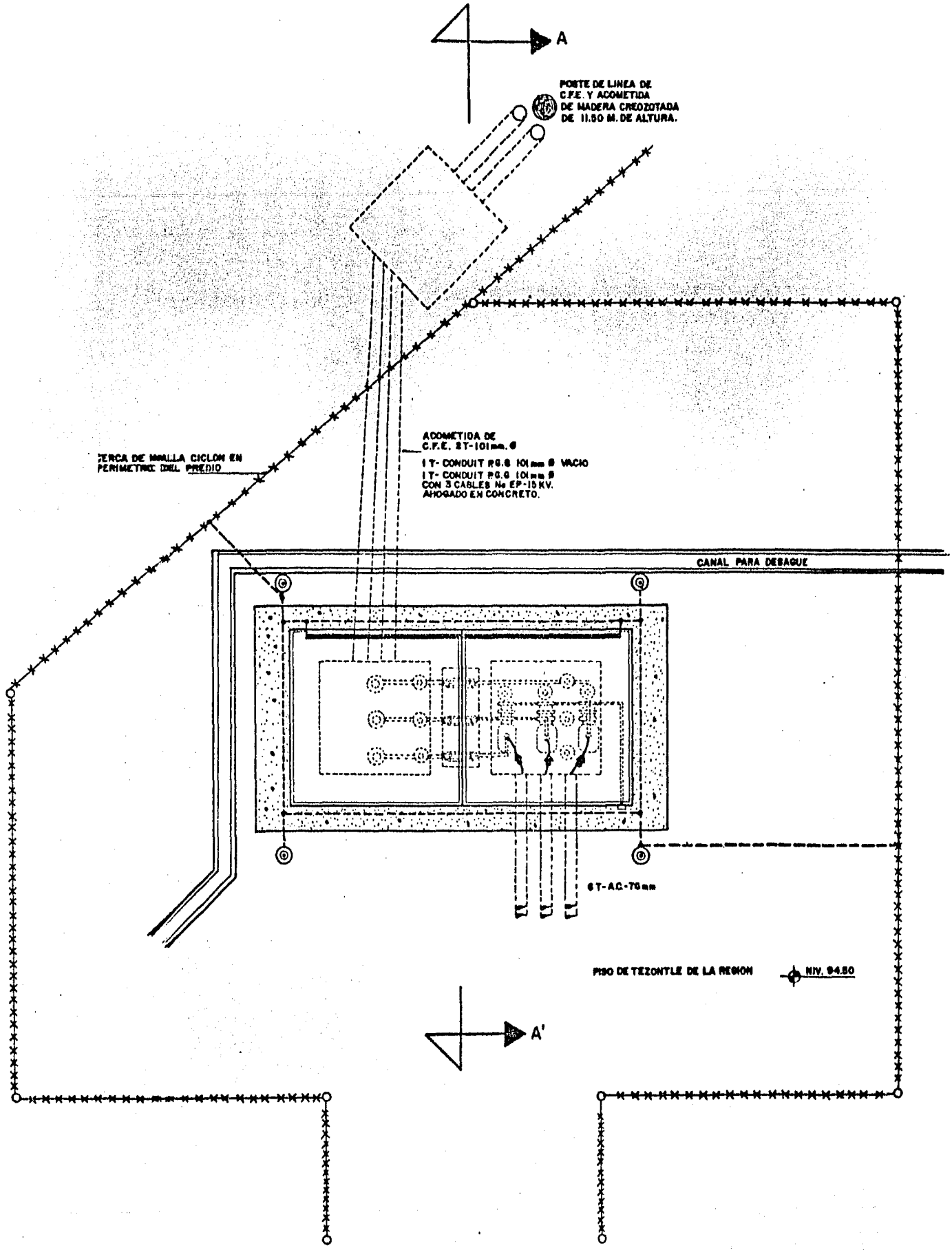


fig. 3.4.3 (a) SUBESTACION RECEPTORA

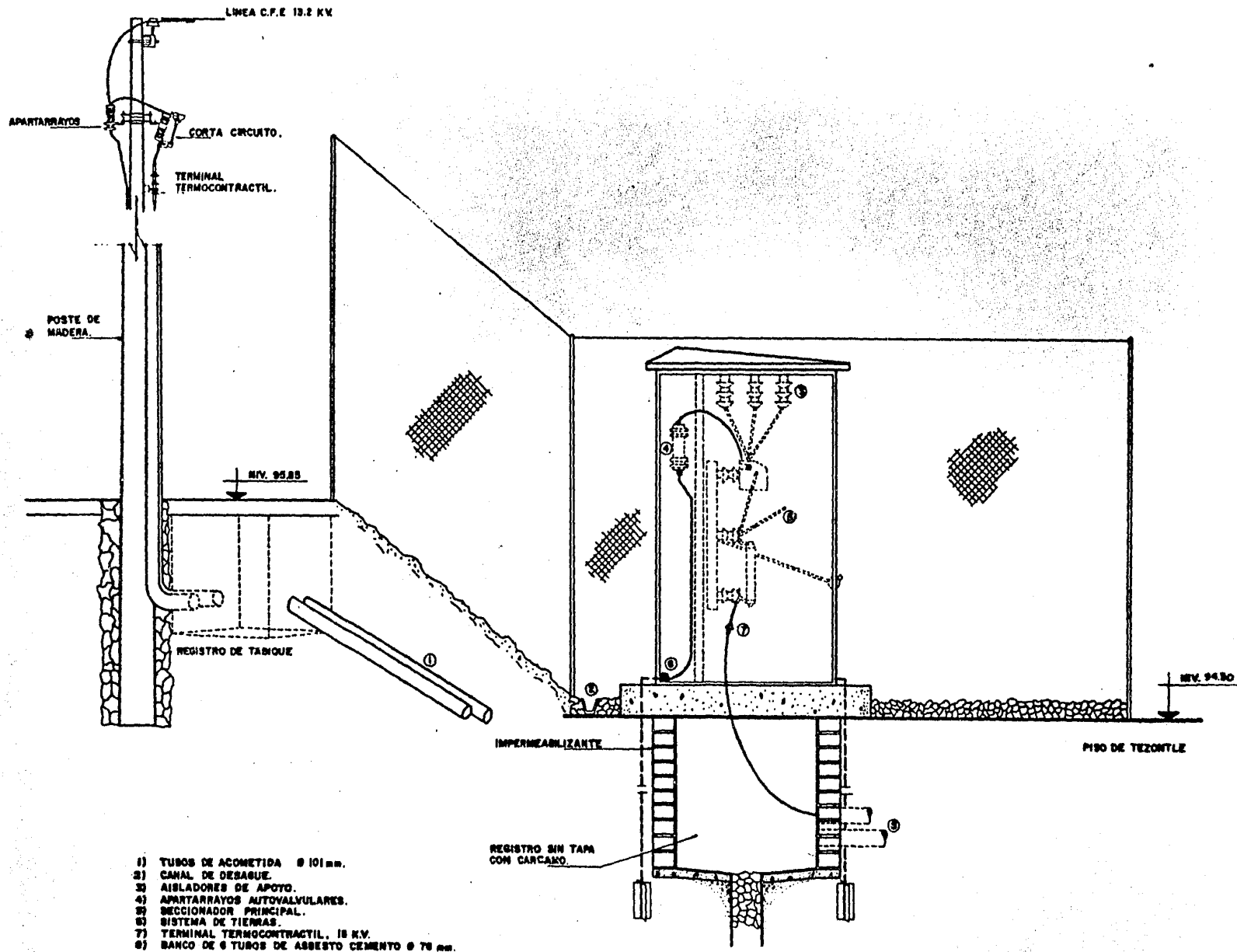


Fig. 3.4.3 (b) CORTE A-A

El equipo auxiliar de la subestación receptora lo forman el sistema de tierras, un extinguidor de CO₂, caja de herramientas con casco, guantes, gafas, etc., y unos alicates aislados para reposición de fusibles en alta tensión. Toda la instalación de la subestación se muestran en la figura 3.4.3.

Instalación.

En el cableado se preparan los cables en la punta de conexión con terminales del tipo Raychen de alto voltaje. El cable se prepara cortando circunferencialmente la chaqueta y la capa semiconductora, la longitud del corte está dado en una guía dimensional y depende del rango de voltaje entre fases. Se corta el aislamiento justamente a la longitud del cuerpo del conector quedando el alambre al desnudo y listo para recibir el conector. Se limpia el cuerpo y se aplica una o dos vueltas de cinta aislante.

Se usa una soguilla para aterrizar la terminal soldándola al semiconductor y procurando no sobrecalentar el semiconductor para evitar dañarlo. La soguilla tendrá una longitud aproximada de 80 cm. y va conectada al seccionador principal.

Posteriormente se aplica un compuesto para el control de cargas distribuyéndolo uniformemente sobre el corte de la capa semiconductora y el aislamiento.

Se coloca el tubo graduador de esfuerzos sobre el aislamiento del cable. Se traslapa el tubo entre el punto de fijación de la soguilla y la orilla de la chaqueta. Se debe contraer el tubo por el extremo inferior por medio del calor.

Se envuelve la chaqueta con una vuelta de cinta aislante, se baja la soguilla sobre la cinta y se envuelve con otra capa de la misma cinta aplicada a la chaqueta y se corta la cinta. Finalmente se coloca el tubo termocontráctil a todo lo largo de la preparación del cable. Se aplica la flama con movimientos rápidos para evitar que se quememe. Se contrae todo el tubo cuidando de que este quede bien apretado al cable. Si se requiere se introduce uno o tres conos de alivio que ajustan el tubo termocontráctil aplicando de la misma manera el calor de la flama.

Una vez preparado el cable queda listo para su conexión con las barras selectoras en la llegada a la subestación receptora y al seccionador principal en la salida hacia la subestación transformadora.

La tubería de la subestación receptora a la transformadora será de asbesto cemento de 76 mm de diámetro y en cada tubería se aloja un cable vulcanel. Se instalan tres tuberías más para una posible ampliación.

3.4.6. DISEÑO E INSTALACION DE LA SUBESTACION TRANSFORMADORA.

a) Localización.

La localización de la subestación eléctrica -- transformadora se hace en base a las siguientes características:

- a) Fácil acceso para operación y mantenimiento.
- b) Debe estar lo más cercano posible a la -- planta ya que las pérdidas de conducción -- en bajo voltaje son mayores que en elto -- voltaje.
- c) Deberá ser un lugar aislado de los movi- -- mientos propios de la planta para evitar -- posibles daños materiales.
- d) Deberá de estar fuera de las áreas determi- -- nadas para las futuras ampliaciones.

Por estas razones se localiza en el área de -- oficinas, entre el almacén de pailerfa y el almacén de herra- -- mientas.

b) Diseño.

La subestación eléctrica transformadora está clasificada por su servicio, en primaria siendo reductora por su operación, de corriente alterna y por su construcción del tipo interior. La transformación de voltajes de la subestación será de 13.2 KV a 440 V para el sistema de fuerzas y de 13.2 a 220 V para el sistema de alumbrado.

El diseño de la subestación transformadora está basado en los requerimientos de operación y carga demandada por los equipos a instalar.

El equipo principal lo componen:

Subestación eléctrica transformadora tipo compacta con servicio interior de 13.2 KV/440 V con capacidad para 1,612.5 KVA formada por cinco gabinetes de lámina de acero rolada en frío calibre No. 12.

Los gabinetes para la subestación transformadora están montados sobre un registro trinchera y contiene:

La primera sección será una celda de transición.

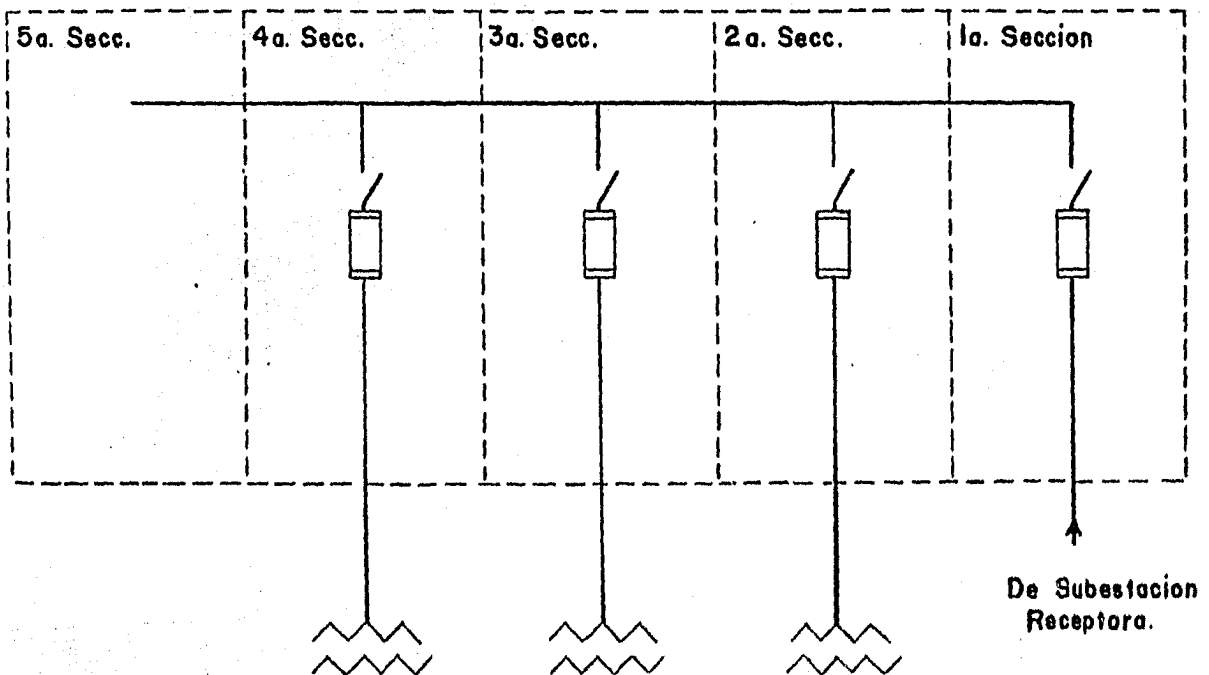
La segunda sección tiene un seccionador en aire de apertura con carga para servicio -

interior en 13.2 KV con capacidad para 400-A. en las cuchillas de carga con fusibles - de 10 Amps.

La tercera y cuarta sección son idénticas a la segunda sección pero con fusibles de 60-amps.

La quinta sección será una celda vacía para interruptores futuros.

El siguiente diagrama unifilar muestra la - conexión de la subestación transformadora:



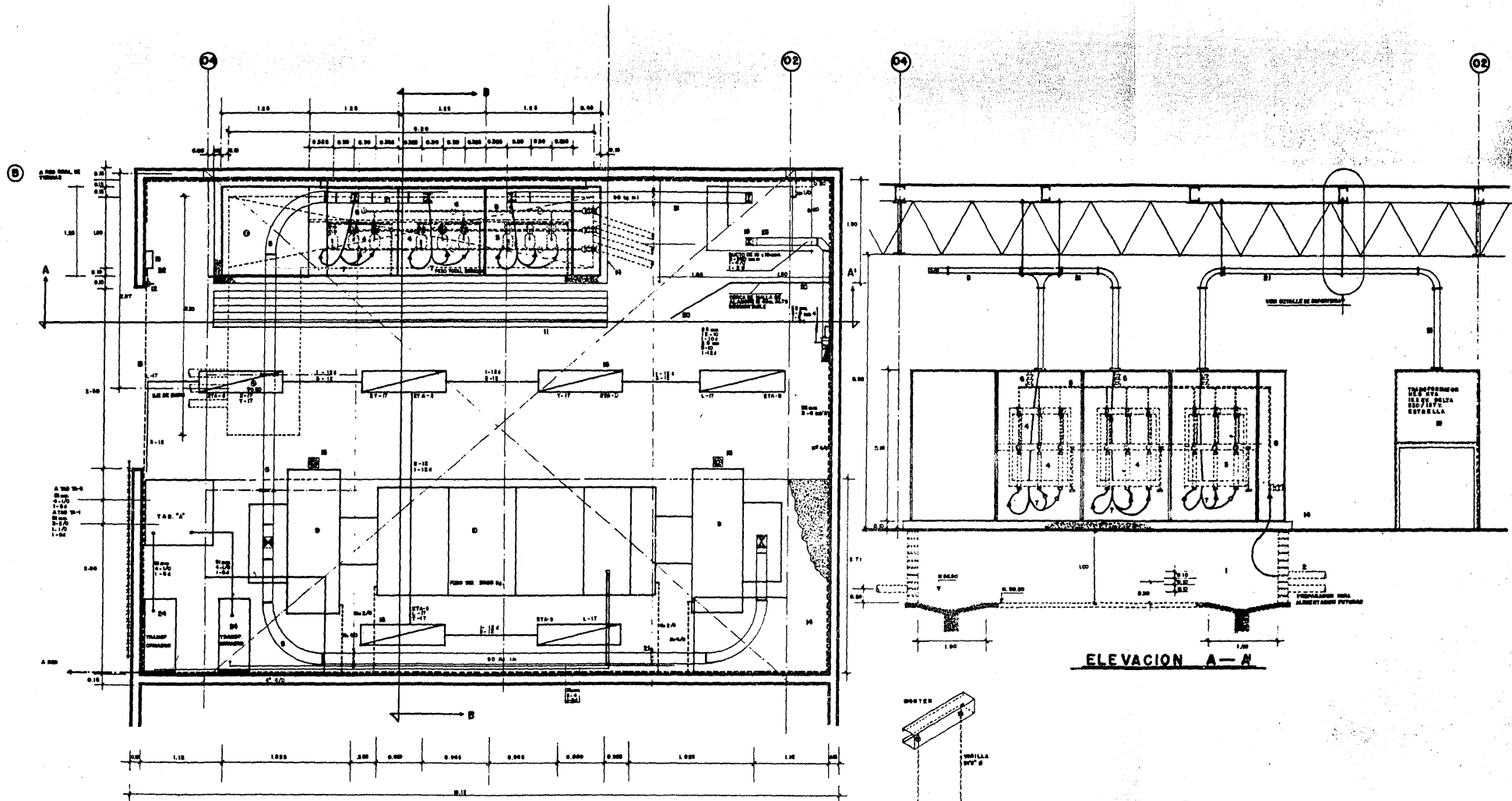
Dos transformadores de distribución autoenfriado en aceite tipo "OA", con capacidad de 750 KVA, para 13.2 KV, conexión delta-estrella 220 V / 127 V.

Dos transformadores de distribución tipo seco clase AA, con capacidad de 45 KVA cada uno, conexión delta-estrella 220 V / 127 V.

Un tablero general de baja tensión, del tipo autosoportado con interruptor principal electromagnético.

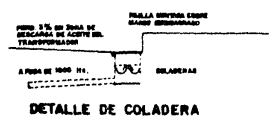
Dentro de la subestación transformadora se encuentra también un tablero denominado "D" para servicio interior en gabinete de 220 V / 127 V y un tablero denominado "10" de 220 V / 127 V.

La distribución del equipo anterior se muestra en la figura 3.4.4.

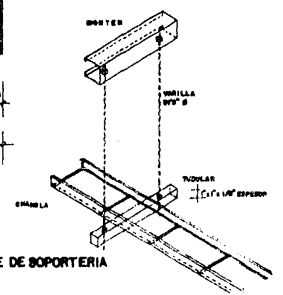


PLANTA

ELEVACION A-B



DETALLE DE COLADERA



DETALLE DE SOPORTERIA

SUBSTACION ELECTRICA TRANSFORMADORA
 PLANTA Y ELEVACION
 fig. 3.4.4

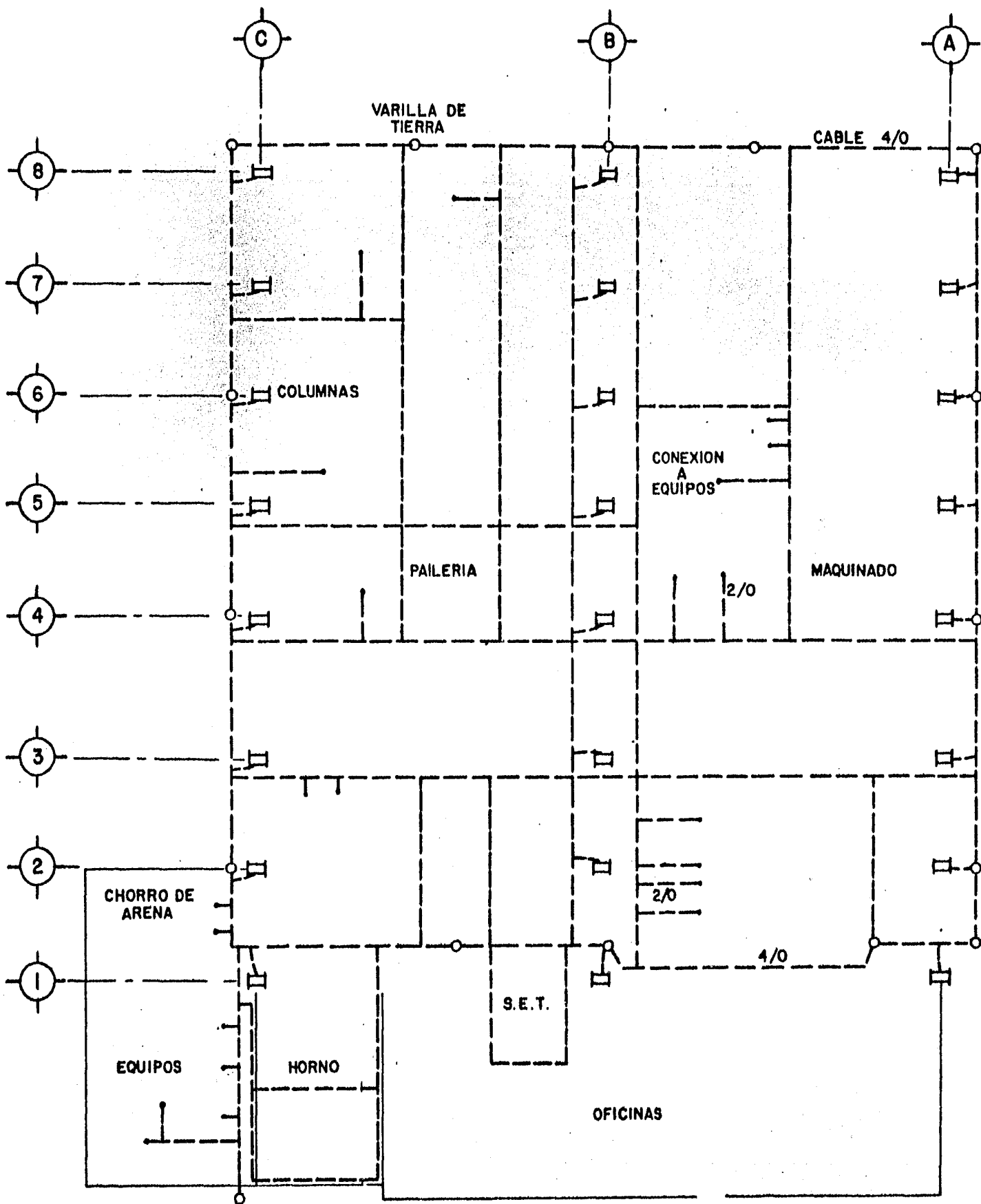


FIG. 34.5 SISTEMA DE TIERRAS

3.4.7. INSTALACION ELECTRICA DEL SISTEMA DE TIERRAS.

El sistema de tierras es necesario ya que - protege la instalación eléctrica y a los equipos de sobretensiones; fija el nivel de potencial de las masas metálicas - con respecto al suelo; asegura la protección del personal - en lo que se refiere a los peligros de descargas de corriente eléctrica.

La elección del tipo de sistema de tierras depende esencialmente del tipo de terreno, ya que éstos - - poseen diferentes resistencias óhmicas.

Los resultados del estudio de mecánica de suelos mostraron que se tiene un terreno arcilloso cuya resistividad es de 100 ohms/m. la cual se considera alta. En base a ésto se elige un sistema de tierras que consta de cable de cobre desnudo semiduro y dispersores del tipo de rehilete.

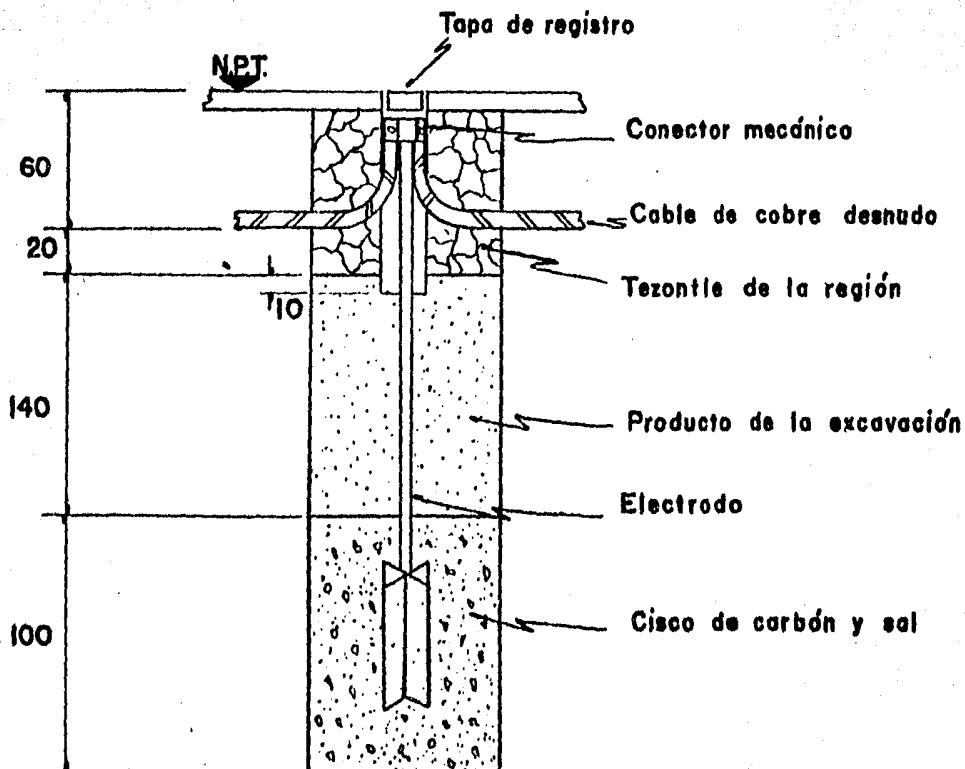
El sistema general de tierras está compuesto por un circuito principal, que se encuentra localizado - alrededor de la nave y dentro de ella. Este circuito está - interconectado con un circuito secundario que se encuentra - únicamente dentro de la nave. El circuito principal se encuentra conectado a los dispersores y también a las colum--nas de la estructura, el circuito derivado conecta a los -- equipos y las partes de las instalaciones que requieren - - aterrizamiento, tales como rieles, tuberías, armaduras, etc.

La capa de cisco de carbón y sal tiene una resistividad muy baja que permite el paso de la sobrecorriente en una forma rápida. Es recomendable que esta capa se conserve húmeda, lo cual se logra agregando agua por la tapa del registro cada seis meses.

La figura 3.4.5 muestra la distribución del sistema general de tierras.

Los dispersores son del tipo rehilete. Está formado por un electrodo o varilla coperwell de 15.8 mm de diámetro y 3,050 mm. de longitud. En su parte inferior tiene cuatro placas de cobre unidas al electrodo que ayudan a aumentar el área de dispersión de corriente, en la parte superior se une el cable de tierras por medio de un conector mecánico.

La siguiente figura muestra la instalación de un rehilete.



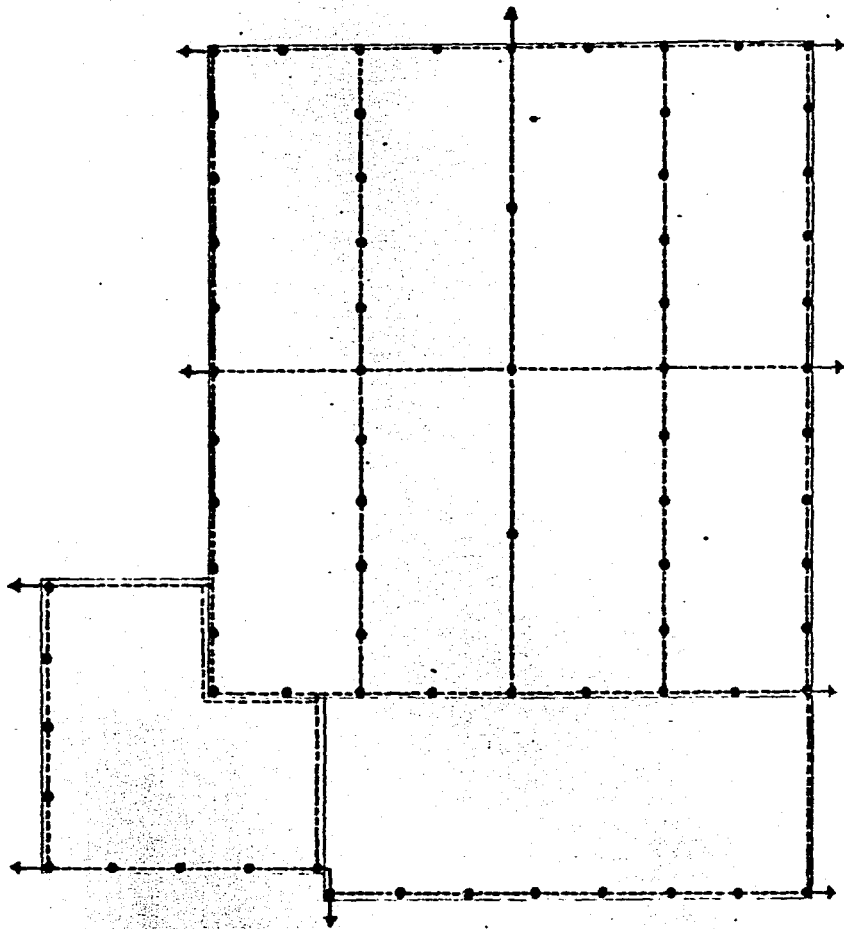
SISTEMA DE PARARRAYOS.

Tiene por objeto proteger la planta de tormentas eléctricas. El sistema elegido es del tipo de jaula de Faraday, que consta de puntos de cobre cromadas y cable de cobre desnudo 2/0 AWG con 26 hilos. Este sistema es independiente del sistema de tierras, pero en los casos en que las bayonetas se encuentren muy próximas, se interconectan las bayonetas de ambos sistemas, para evitar una diferencia de potencial que ocasione ruptura de rigidez dieléctrica del terreno.

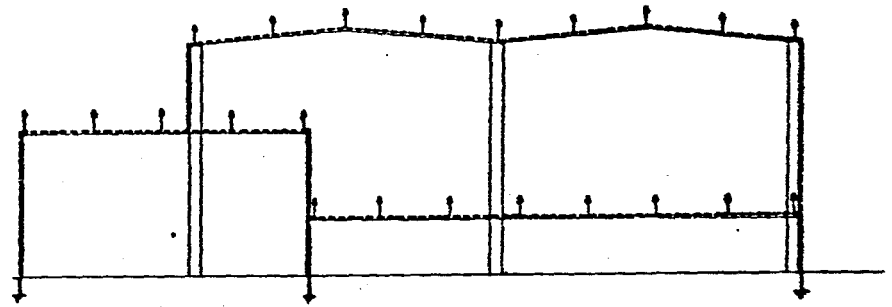
La fig. 3.4.6 muestra la instalación y distribución del sistema de pararrayos.

La instalación del sistema se hace de la siguiente manera:

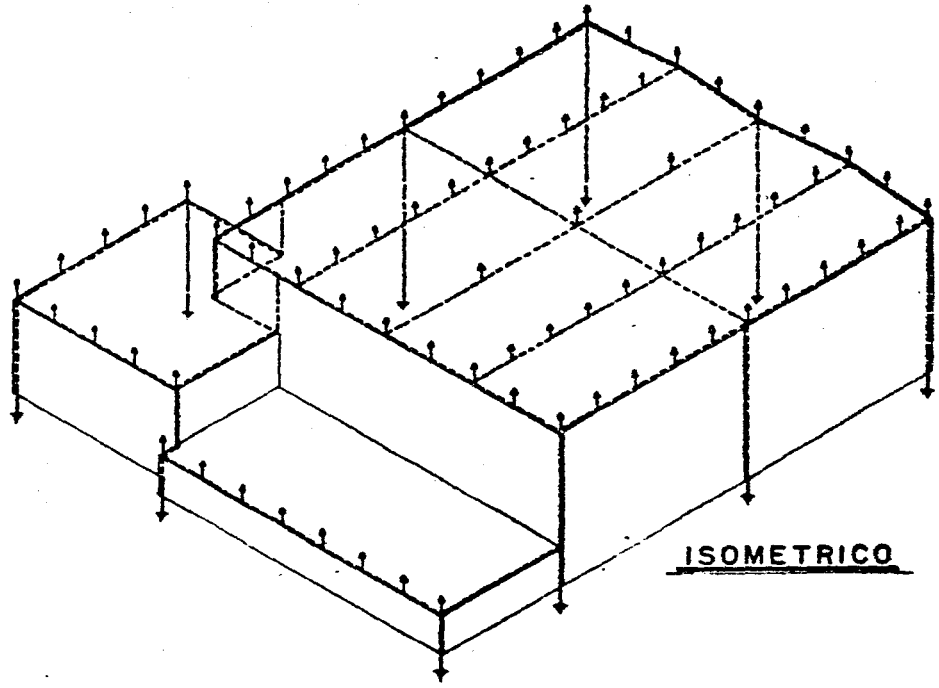
Primeramente se fija el cable a la columna por medio de una pistola neumática. Posteriormente se procede a conectar las bayonetas con el cable y una vez terminados los techos se conectan los cables a las puntas por medio de una unión mecánica.



PLANTA

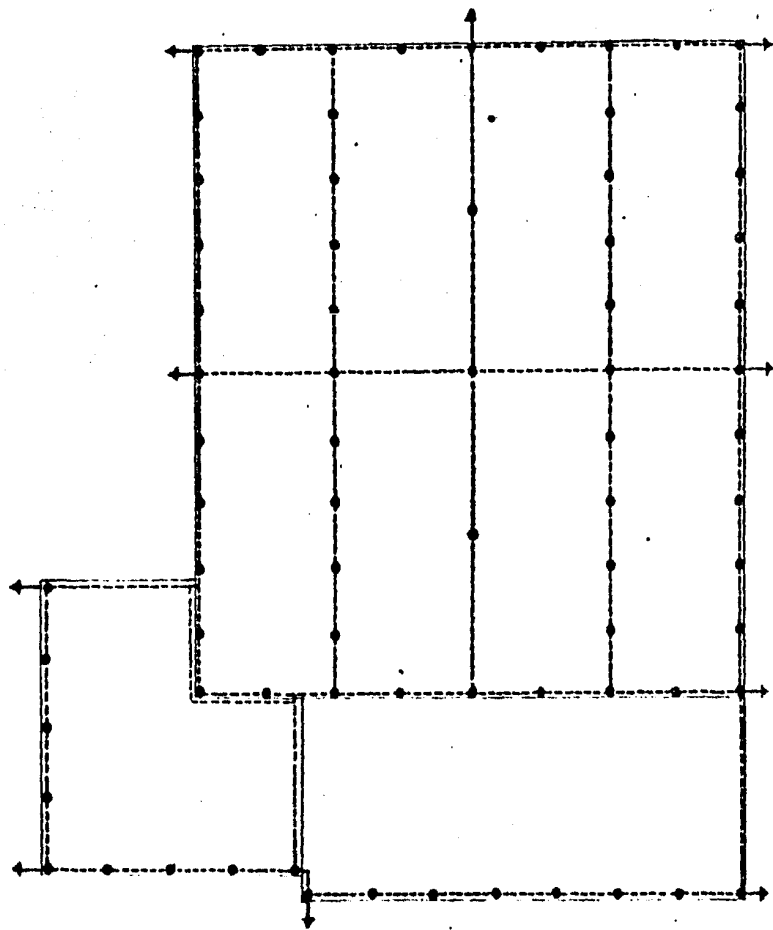


ELEVACION

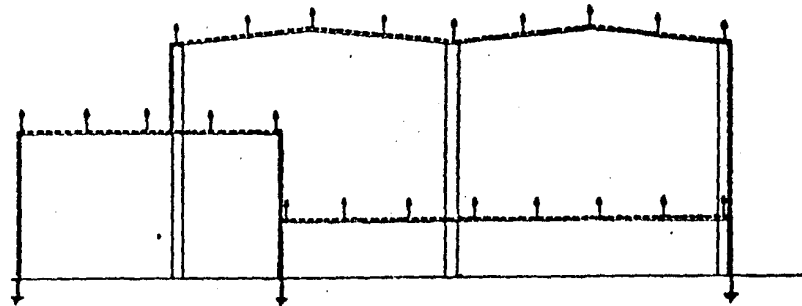


ISOMETRICO

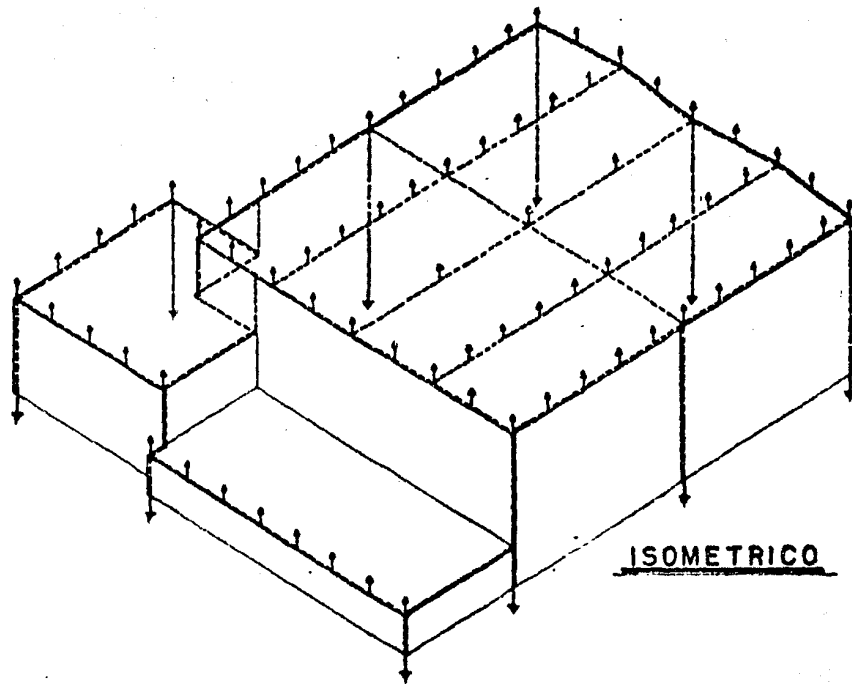
FIG. 34.6 SISTEMA DE PARARRAYOS



PLANTA



ELEVACION



ISOMETRICO

FIG. 34.8

SISTEMA DE PARARRAYOS

3.5. PROYECTO HIDRAULICO.

3.5.1. PROTECCION CONTRA INUNDACIONES.

3.5.2. INSTALACION HIDRAULICA.

3.5.3. DRENAJE SANITARIO.

3.5. PROYECTO HIDRAULICO.

Parte importante de cualquier proyecto, es el diseño adecuado de sus instalaciones hidráulica, pues un buen diseño permite un adecuado funcionamiento de todas las demás instalaciones, además de proteger al conjunto estructural-cimentaciones de los fenómenos meteorológicos.

El proyecto hidráulico se divide en tres partes principales:

3.5.1. PROTECCION CONTRA INUNDACIONES.

- a) Rectificación del cauce.
- b) Drenaje pluvial.

3.5.2. INSTALACION HIDRAULICA.

- a) Para limpieza de obreros y empleados.
- b) Para uso industrial.
- c) Para riego de jardines.

3.5.3. DRENAJE SANITARIO.

3.5.1. PROTECCION CONTRA INUNDACIONES.

Existen diversas razones para proyectar - - esta protección entre las cuales mencionaremos las siguientes:

- La topografía del terreno de la planta.
- Las características hidrológicas de la - cuenca que descarga en el terreno de la planta.
- Evitar que el nivel freático ascienda y perjudique cimentaciones de equipo, pavimentos rígidos y flexibles, ésto es, evitar agrietamientos y deslaves de las mismas.

Rectificación del cauce.

En el terreno de la planta pasa un ramal - del río Grande de Morelia, que tuvo que ser desviado, debido a que su cauce original pasaba por donde habían sido proyectadas las instalaciones de la planta industrial que podía - ocasionar inundaciones.

Existen dos alternativas de desvío:

- a) Desviarla por el este de la planta.

b) Desviarla hacia el oeste de la planta.

Se hizo el siguiente análisis:

	E S T E	O E S T E
TOPOGRAFIA	X	/
VOLUMEN DE OBRA	X	/
COSTOS	/	X
NO AFECTACION A POSIBLES AMPLIA CIONES DE LA -- PLANTA.	/	X.

/ FAVORABLES.

X DESFAVORABLES.

De acuerdo al análisis anterior el cauce -- del afluente se podría llevar más fácilmente por el oeste, sin embargo esto provocaba estancamientos e inundaciones en las futuras ampliaciones de la planta, a pesar de que el -- volumen de obra era menor hacia el oeste sin embargo, ahí -- no existe una alcantarilla que pase bajo la vía del tren y que comunique con el río Grande por lo que su construcción -- incrementaría considerablemente los costos.

De donde se elige que pase por el este de la planta.

Secuencia para la rectificación del cauce.

El proceso que se sigue para la rectificación del cauce es el siguiente.

- Realizar levantamiento topográfico.
- Hacer un análisis hidrológico de la cuenca que drena.
- Hacer un análisis de la cantidad de obra y movimiento de tierra.
- Definir el lado de desvío del cauce.
- Dimensionar el canal de acuerdo a datos obtenidos.

Levantamiento topográfico.

Levantar una poligonal cerrada que incluya los ejes de los trazos preliminares del camino de acceso, de la rectificación del cauce, así como un tramo marginal de la carretera.

Esta poligonal deberá incluir las siguientes

tes tolerancias:

Error angular

$$\gamma_A = a \sqrt{n}$$

a = aproximación del aparato.

n = número de vértices.

La tolerancia lineal es menor del 1 a 10000. Se referencia dicha poligonal con puntos de fácil identificación como por ejemplo la vía del ferrocarril.

Se colocan estacas en cada vértice de la poligonal y se referencia a por lo menos tres puntos, con objeto de reubicar los vértices fácilmente.

Se efectúa una nivelación diferencial a lo largo de los ejes preliminares del camino de acceso y de la rectificación del cauce cuya tolerancia es de 1 cm. por kilómetro.

En un corredor de 50 x 25 m. a cada lado de los ejes se levantan secciones transversales a cada 20 m.

Apoiado en el tramo de la poligonal que se

sigue en el eje de la calle marginal y tomando como punto -
de partida la intersección del eje de proyecto preliminar -
del camino de acceso, dan al eje de la calle marginal, se -
levantan a 100 m. cada lado de éste puente en 5 secciones -
transversales (a cada 50 m.).

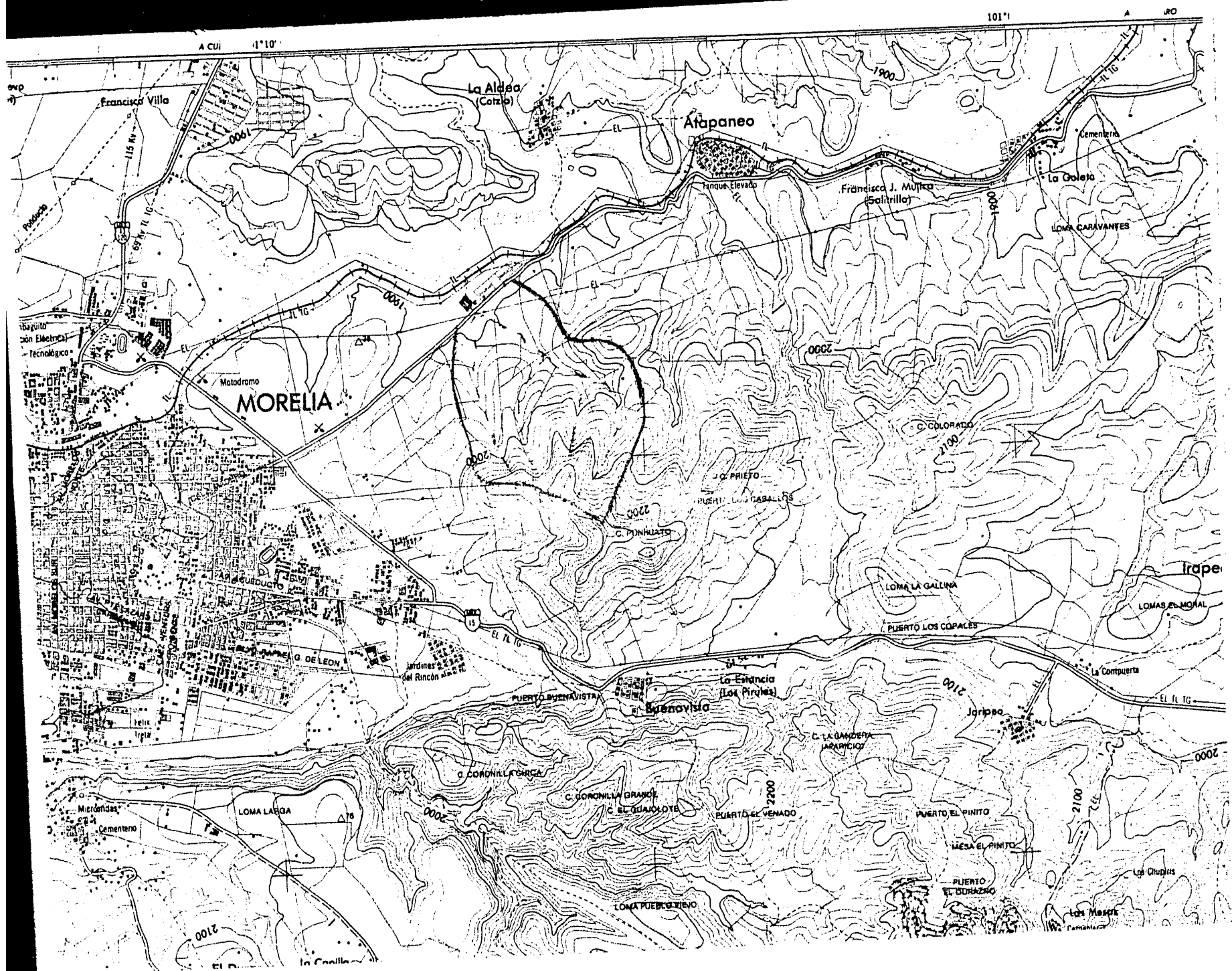
Levantamiento geométrico de la alcantarilla
existente en el cruce de la carretera Morelia-Charo con el -
cauce en estudio.

Análisis Hidrológico.

El análisis hidrológico se realiza con da--
tos obtenidos de:

- Plano topográfico de DETENAL escala - --
1:50 000.
- Registros de intensidades de lluvias de-
la región.
- Conocimientos visuales sobre la cobertu-
ra vegetal.
- Características hidrológicas de la cuen-
ca.

En base a la carta topográfica (ver carta -



anexa) con curvas de nivel a cada 20 m. se define el parteaguas del cauce que pasa por la planta, en donde se dibujan los principales arroyos que descargan el cauce, de donde se observa que existen cuatro afluentes que se unen antes de llegar al cruce con la carretera Morelia-Charo en donde a través de una alcantarilla entra al terreno, por el que sigue en la dirección norte, cruza por la alcantarilla bajo la vía del ferrocarril hasta descargar en el río Grande de Morelia. De la misma carta se ve que el área del mencionado cauce es superior a las 226 has. y presenta un notorio cambio de pendiente, ya que en los primeros 2.5 km. baja -- cerca de 300 m., mientras que en los siguientes 2.5 km. solamente baja 30 m.

El terreno se encuentra a 3 km. del punto más alejado del parteaguas y se tiene una pendiente media de la cuenca hasta ese punto de 10%.

Analizando los registros de lluvia en la región y efectuando un análisis estadístico, se puede establecer una regresión, que relacione las intensidades de lluvia con la duración de las mismas para diferentes periodos de ocurrencia.

Con el área drenada por el cauce, la intensidad de lluvia, las características topográficas y cobertura vegetal de la cuenca, se define la tormenta de diseño que sirve para calcular el gasto y la geometría del canal.

La regresión lineal aplicable a la estación

pluviográfica más cercana al sitio en estudio y para un periodo de retorno de cinco años es del tipo:

$$I = a/d^b$$

I = Intensidad de lluvia $\frac{mm}{hr}$

d = Tiempo de concentración de lluvia.

a y b = Parametros representativos del comportamiento de lluvia de la región.

El tiempo de concentración (d) es el tiempo que tarda en llegar el agua desde el punto más lejano de la cuenca hasta el sitio en que se requiera cuantificar el - - gasto.

Utilizando la fórmula de Kirpich para cuencas pequeñas, el tiempo de concentración es:

$$d = 0.003245 \frac{\sqrt{L}}{\sqrt{s}} \quad (0.77)$$

L = Longitud desde el punto más alejado al sitio de evaluación en (m).

s = Pendiente media.

b = 1 m (ancho de plantilla).

$$z = 1 \text{ (talud)}$$

$$d = 0.003245 \left(\frac{3000}{0.1} \right)^{0.77} = 0.375 \text{ lts.}$$

$$d = 22' 30''$$

Para calcular la intensidad:

$$a = 416.7$$

$$b = 0.60 \quad I = 46.7/d^{0.69} \quad 46.7/225 = 62.6 \text{ mm/H}_2\text{O.}$$

Para un período de ocurrencia de cinco años.

El gasto máximo se obtuvo con la siguiente fórmula.

$$Q_m = 0.278 CIA$$

Q_m = Gasto máximo en m/s.

C = Coeficiente de escurrimiento.

I = Intensidad de lluvia.

A = Area del cauce m.

$$Q_m = 0.278 \times 0.2 \times 62.6 \times 2.23$$

$$Q_m = 7.87 \text{ m}^3/\text{s} \text{ gasto máximo.}$$

Dimensionamiento del canal.

Para definir la sección transversal del cauce se hacen las siguientes consideraciones:

Teniendo fijo el ancho de la plantilla (1 m) y un talud de 1:2, se procedió al cálculo del tirante normal, considerando un régimen laminar.

De acuerdo a la fórmula de Manning se tiene

$$Q = \frac{A}{n} (R^{2/3}) (S^{1/2})$$

Q = gasto.

A = área hidráulica.

n = coeficiente de rugosidad.

R_H = radio hidráulico. $R_H = A/P_m$

P_m = perímetro mojado.

S = pendiente longitudinal del canal.

Para el cálculo se usan los siguientes - - -
datos:

$$Q = 7.83 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$b = 1 \text{ m (ancho de plantilla).}$$

$$Z = 1 \text{ (talud).}$$

$$n = 0.020 \text{ (para zampeado).}$$

$$S = 0.017$$

$$\frac{Qn}{s^{1/2}} = \frac{7.87 \times 0.020}{(0.017)^{1/2}} = 1.207$$

$$1.207 = \frac{[(b + Zy)^{5/3}]}{b + 2y \sqrt{1 + Z^2}}$$

$$1.207 = \frac{[(1 + y) y]^{5/3}}{(1 + 2.828y)^{2/3}}$$

Donde:

$$y = 0.97$$

Se propone un libre bordo de 53 cm. quedando la profundidad total del canal de 1.50 m. finalmente se-

tiene:

$$b = 1 \text{ m.}$$

$$Z = L$$

$$y = 1.0 \text{ m.}$$

$$Y = 1.50 \text{ m.}$$

$$A = 2.0 \text{ m}^2$$

$$V = 3.93 \text{ m/seg.}$$

$$Q = 7.87 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Por recomendaciones de mecánica de suelos, el recubrimiento es a base de un zampeado seco, para permitir que la arcilla expansiva al contacto con la humedad, aumente su volumen entre los huecos dejados por las piedras y no bote el revestimiento.

$$h = 0.02 \text{ para zampeado (rugosidad).}$$

$$S = 0.017$$

$$\frac{Q}{S^{1/2}} = \frac{7.87 \times 0.02}{(0.017)^{1/2}} = 1.207$$

$$1.207 = A \times R^{2/3}$$

$$1.207 = \frac{(B + ZY + Y)^{5/3}}{b + 2Y (1+Z^2)^{1/2}}$$

$$1.207 = \frac{((1+Y) Y)^{5/3}}{(1+2.828 Y)^{2/3}}$$

$$Y = 0.97$$

VOLUMENES DE OBRA DE RECTIFICACION DEL CAUCE

VOLUMEN DE EXCAVACION = 2634.97 m.

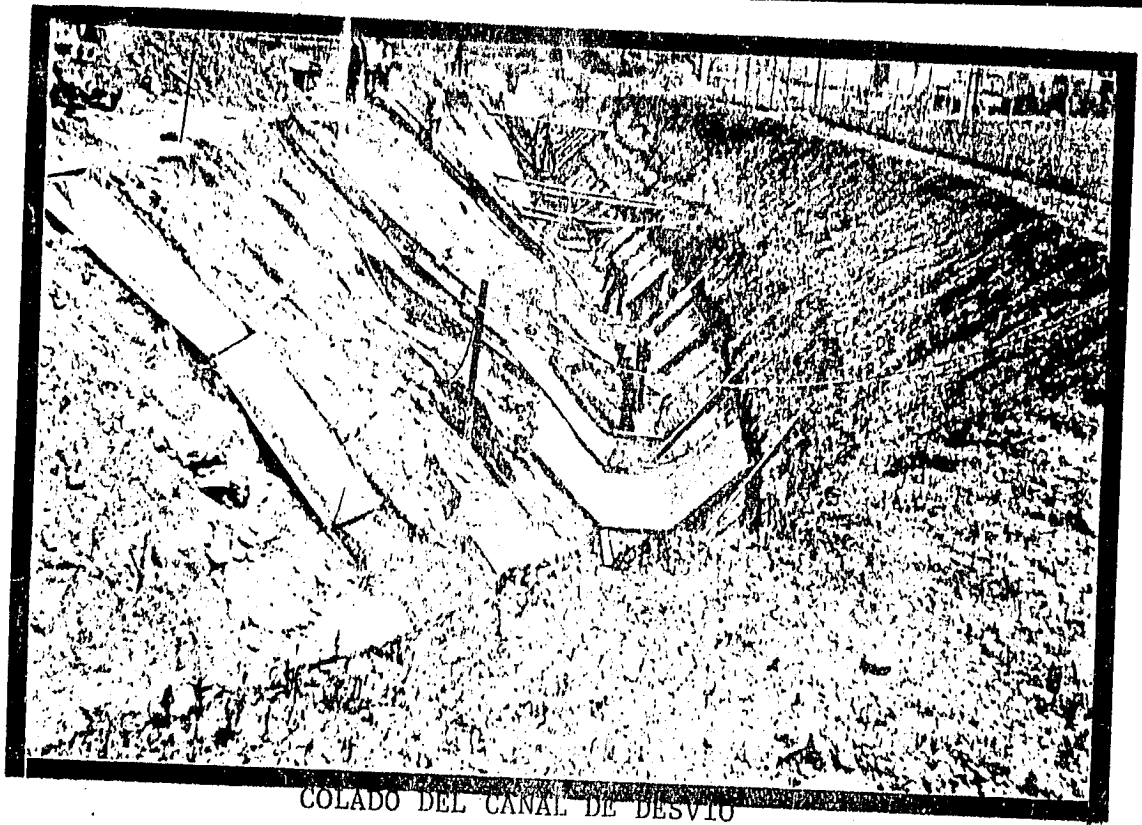
VOLUMEN DE RELLENO = 673.49 m.

VOLUMEN DE MAMPOSTERIA = 216 m.

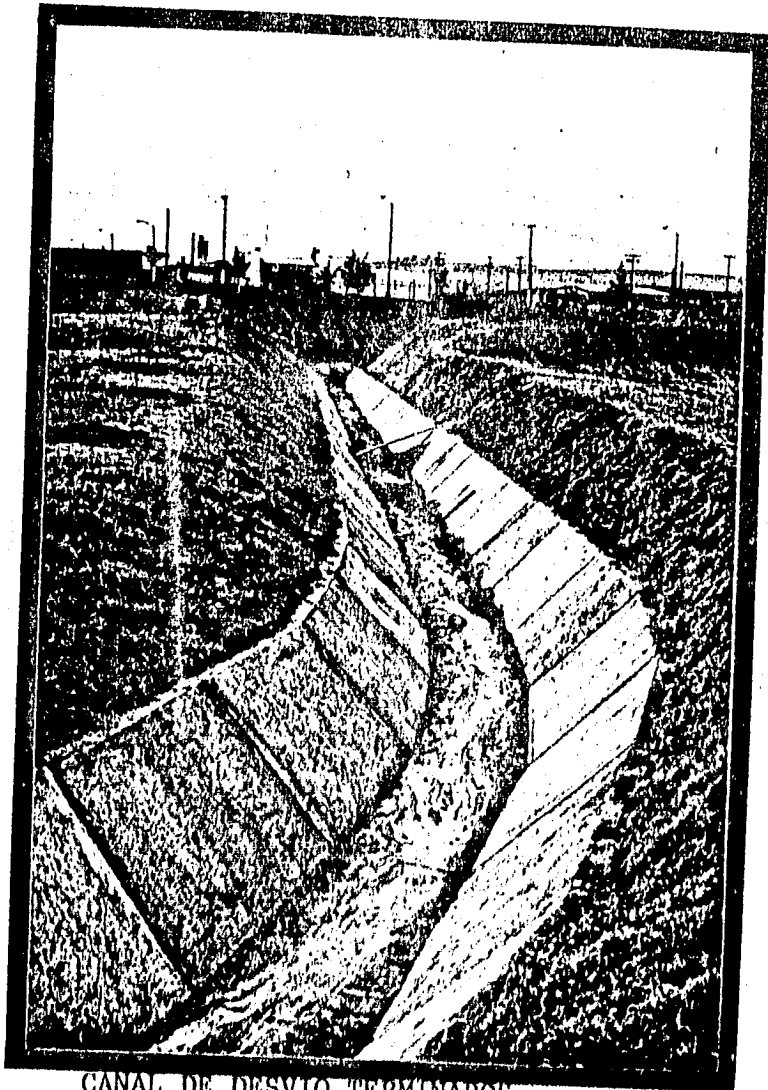
RECUBRIMIENTO DE ZAMPEADO SECO. 1148.53 m.

Los volúmenes son los correspondientes a -- 300 m. de canal, después de esto se deja que la corriente siga su cauce natural.

Los taludes del canal se protegen con vegetación donde no haya recubrimiento para evitar la erosión. La construcción del mismo se muestra en la siguiente secuencia fotográfica.



COLADO DEL CANAL DE DESVIO



CANAL DE DESVIO TERMINADOS

Drenaje Pluvial.

El drenaje pluvial se basa en el estudio de rectificación del cauce para su dimensionamiento.

Con una intensidad de lluvia de 62.6 mm/Hr. para un período de ocurrencia de 5 años, se resuelve el drenaje por medio de pendientes en las calles. En la figura 3.5.1 se puede apreciar que dichas pendientes varían de 0.6 % a 2 % en todo el perímetro de la planta, para evitar que el agua drene hacia el interior de las naves, perjudicando cimentaciones, pavimentos rígidos y equipo.

Para el drenaje exterior de las naves y con el objeto de evitar que disminuya la vida útil de los pavimentos flexibles (camino de acceso, patio de maniobras y estacionamientos) se proyectan cunetas perimetrales con descarga hacia el terreno natural o al cauce rectificado por medio de lavaderos.

Para la nave industrial, el volumen estimado de desalojo total es:

$$AxI = 3057 \times 0.062 = 189.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$A = \text{Area total} = 52.72 \times 58 = 3057 \text{ m}^2$$

$$I = \text{Intensidad de lluvia} = 0.62 \text{ m/h}$$

Este volumen se logra desalojar mediante 3 canales longitudinales en el techo y bajadas con tubería de 6" de \emptyset , cuya salida de agua se hace por medio de tubería enterrada, con registros para recibir aportaciones de las demás bajadas, hasta el desalojo de las mismas, fuera de la planta. En la figura 3.5.2 se muestra el detalle de las bajadas pluviales.

3.5.2. INSTALACION HIDRAULICA.

Para realizar este proyecto, se analizan los diferentes tipos de demanda que se tendrán en la planta tomando en cuenta restricciones propias de la industria para el sistema de enfriamiento del torno vertical y mandrinadora, así como la ubicación y características de las tomas en las zonas de pailería y maquinado, éstos requerimientos son tomados en cuenta en su ubicación, presión y gasto.

El diámetro de la acometida a la red municipal es de 2" de diámetro tomando en cuenta que el parte industrial en donde se localiza la planta se abastece de dos pozos profundos y que serán necesarios cuatro pozos en el futuro, por lo que se tienen variaciones en la eficiencia, gasto y presión, por lo cual se recomienda un diámetro de 2" t tomas siamesas.

Análisis de demandas.

- a) Agua para limpieza de obreros y empleados.

La planta cuenta con los siguientes muebles que demandan agua como se muestra en la figura 3.5.3. y - - 3.5.3a.

14 WC con fluxómetro.

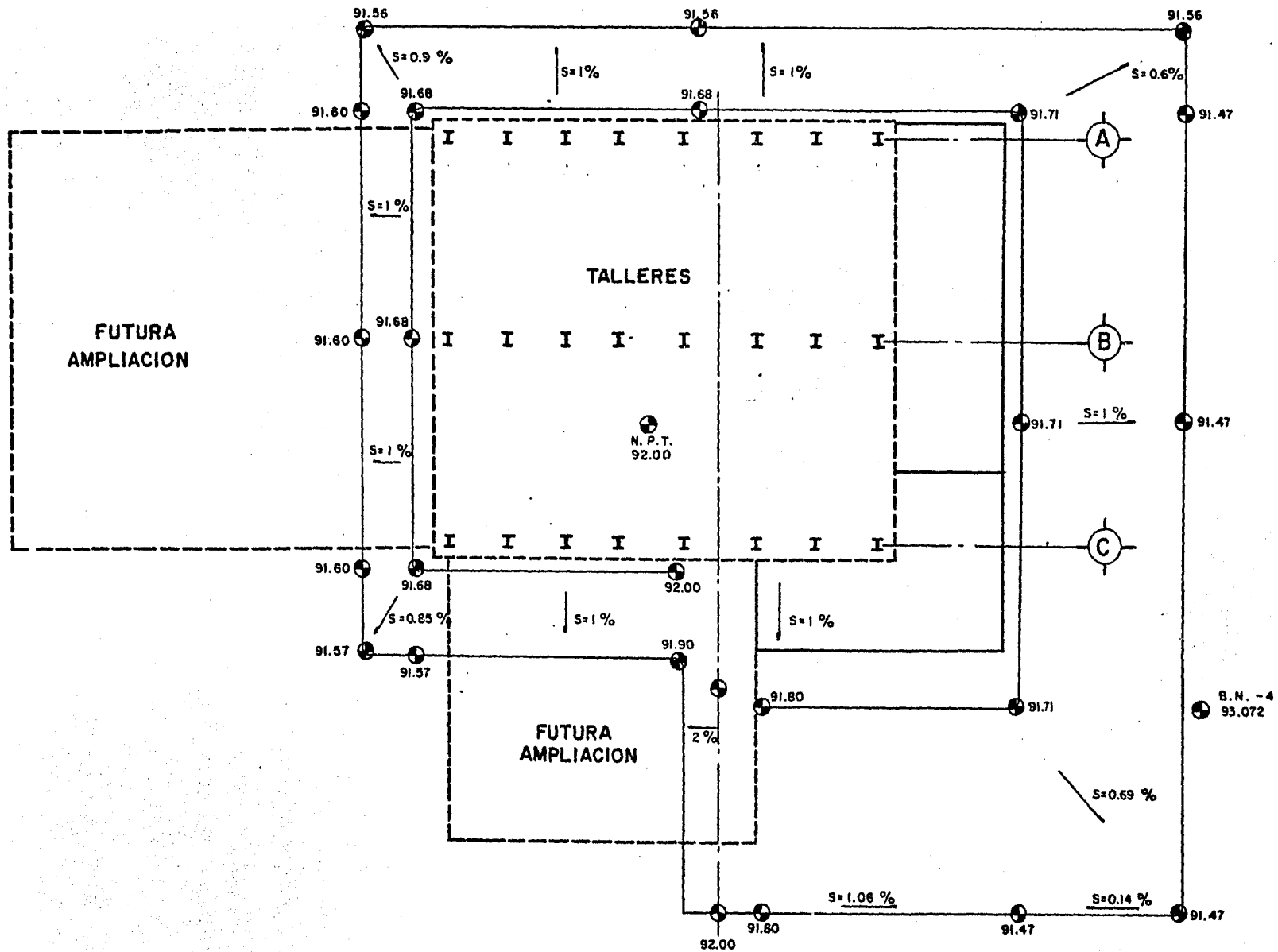


fig.3.51 PENDIENTES DE LA PLANTA

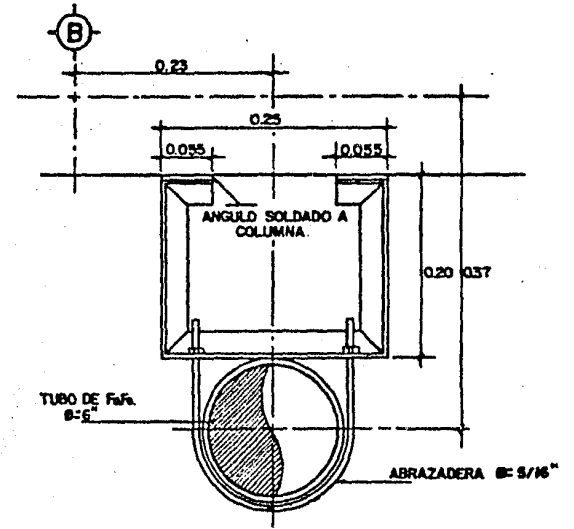
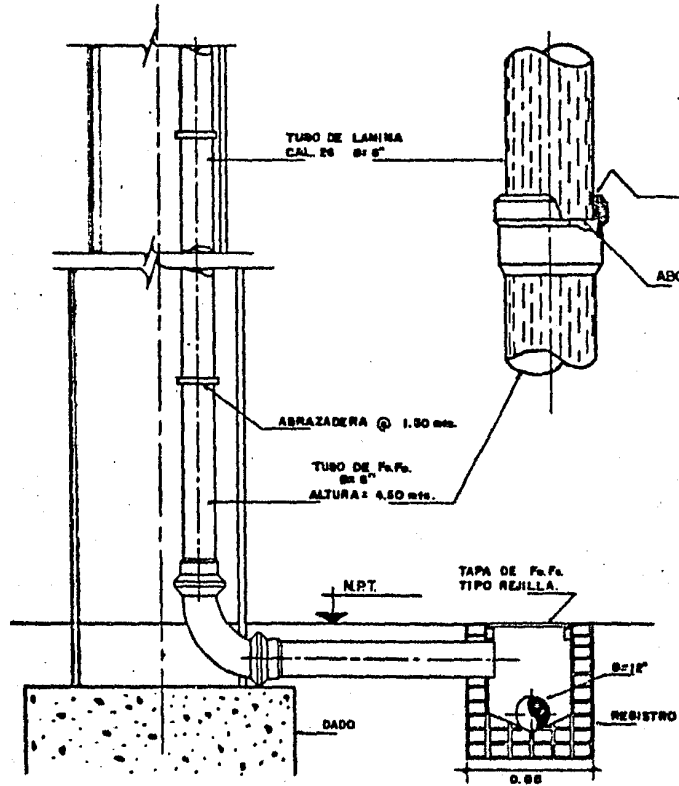
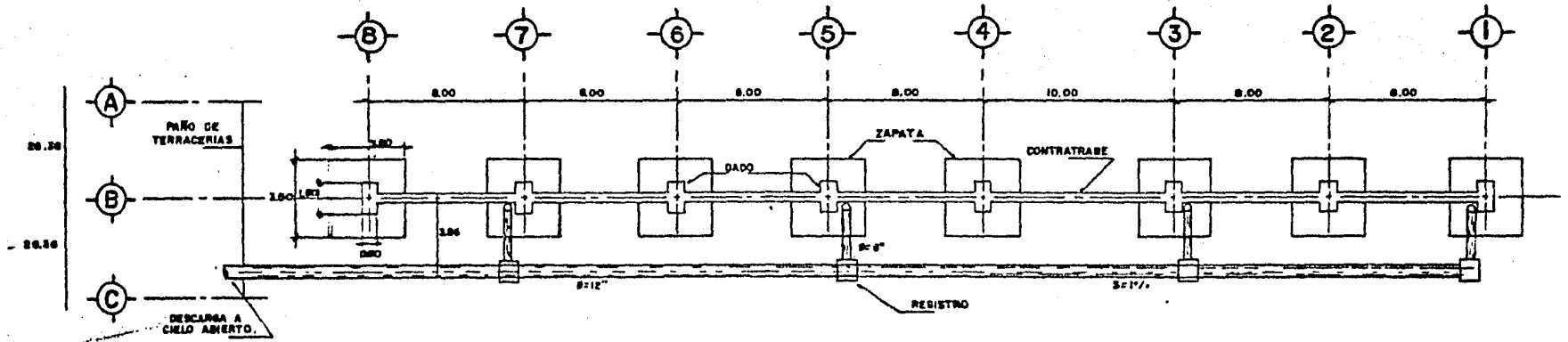


fig. 3.5.2 **DRENAJE PLUVIAL**
4001. 018

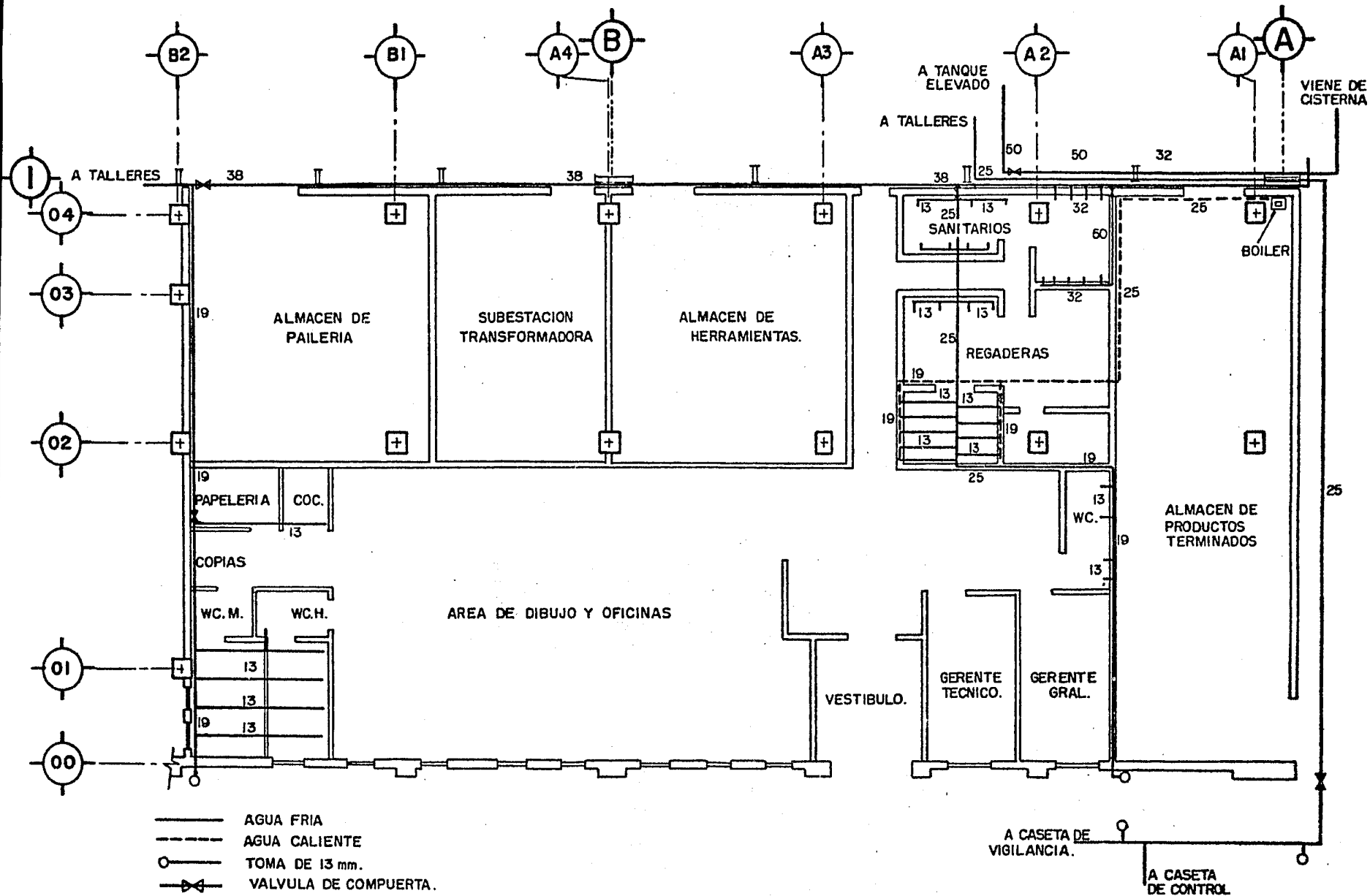


fig. 3.5.3 RED DE AGUA POTABLE

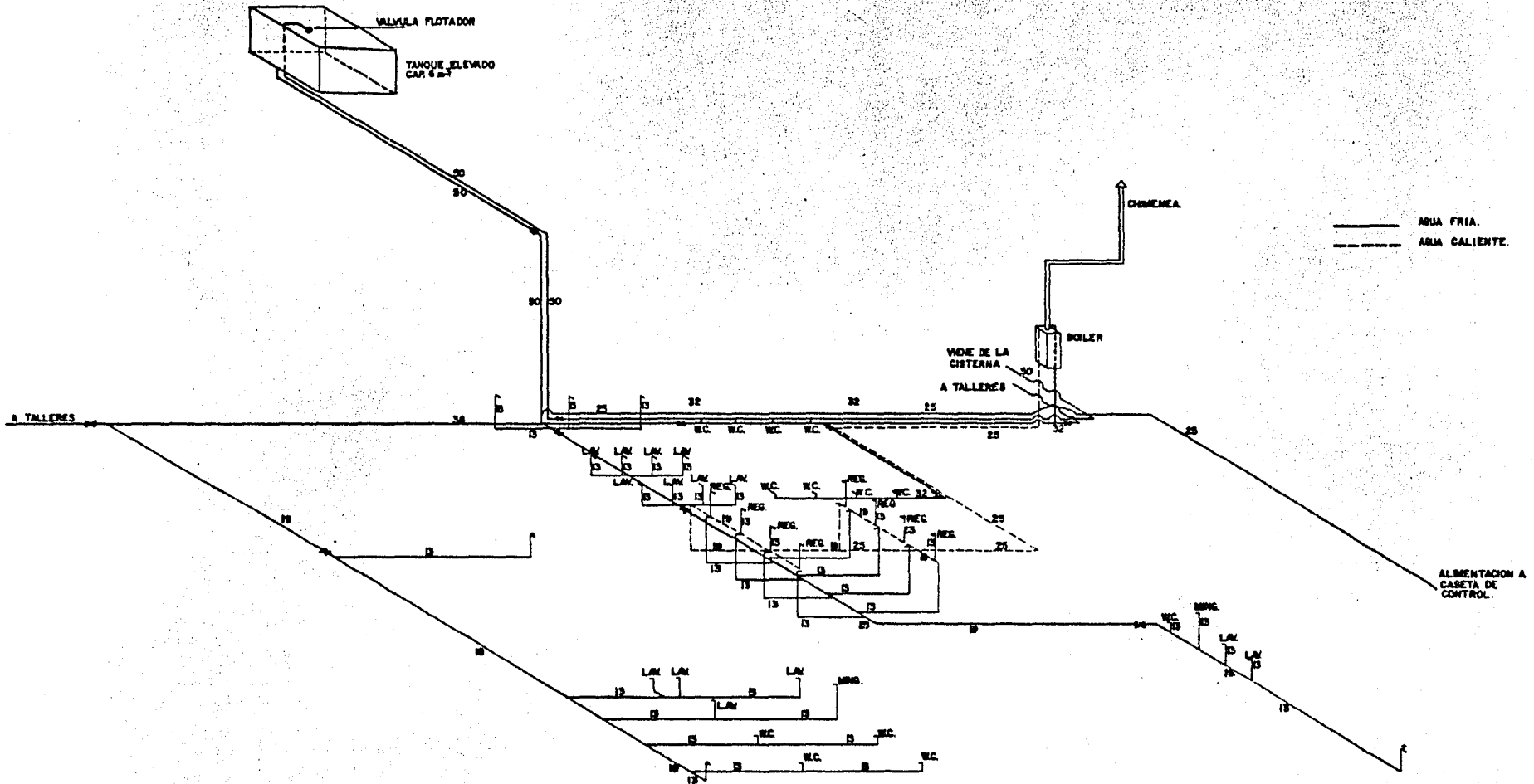


Fig. 3.3.3 (a) INSTALACION HIDRAULICA

2 urinarios con fluxometro..

1 urinario de charola.

8 regaderas.

12 lavabos.

Las ocho regaderas funcionarán simultáneamente a la hora de salida de los obreros considerando un gasto de 20 lts. por cada regadera, por lo que el gasto es de 2.67 lts., el urinario de charola funciona de manera constante con un gasto de 0.19 l/s. Para obtener el gasto del resto de las instalaciones se usa el metodo de unidades mueble y su probabilidad de uso simultáneo.

USO SIMULTANEO

MUEBLE	No.	VM	VM.ACUMULADA	GASTO
W.C. FLUX	14	10	140	
URINARIO FLUX	2	5	150	
LAVABOS	12	2	174	5.41. lts.

El gasto total máximo requerido para lim pieza de obreros y empleados será de 8.27 lts.

b) Uso Industrial.

Se tienen requerimientos para la roladora y

torno vertical, además de tres tomas adicionales en nave de pailería y tres en nave de maquinado. Esto se muestra en la figura 3.5.4.

	No. SALIDAS	L/S/S	L/S
TORNÓ VERTICAL	1	0.1	0.1
ROLADORA	1	0.1	0.1
TOMAS EN NAVE DE PAILERIA	1	0.19	0.57
TOMAS EN NAVE DE MAQUINADO	3	0.19	0.57
			1.34

c) Agua para riego de jardines.

Para el sistema de riego se han considerado pequeñas franjas de pasto en los taludes del camino de acceso, así como en el perímetro de la planta.

Se consideran riegos alternados cada tercer día, ésto es, se regarán la mitad de áreas verdes. Si no existe abastecimiento de agua proveniente de la red municipal, estos riegos se deberán de suspender.

Para calcular la demanda se consideran los siguientes datos de diseño:

Area por regar 3600 m²

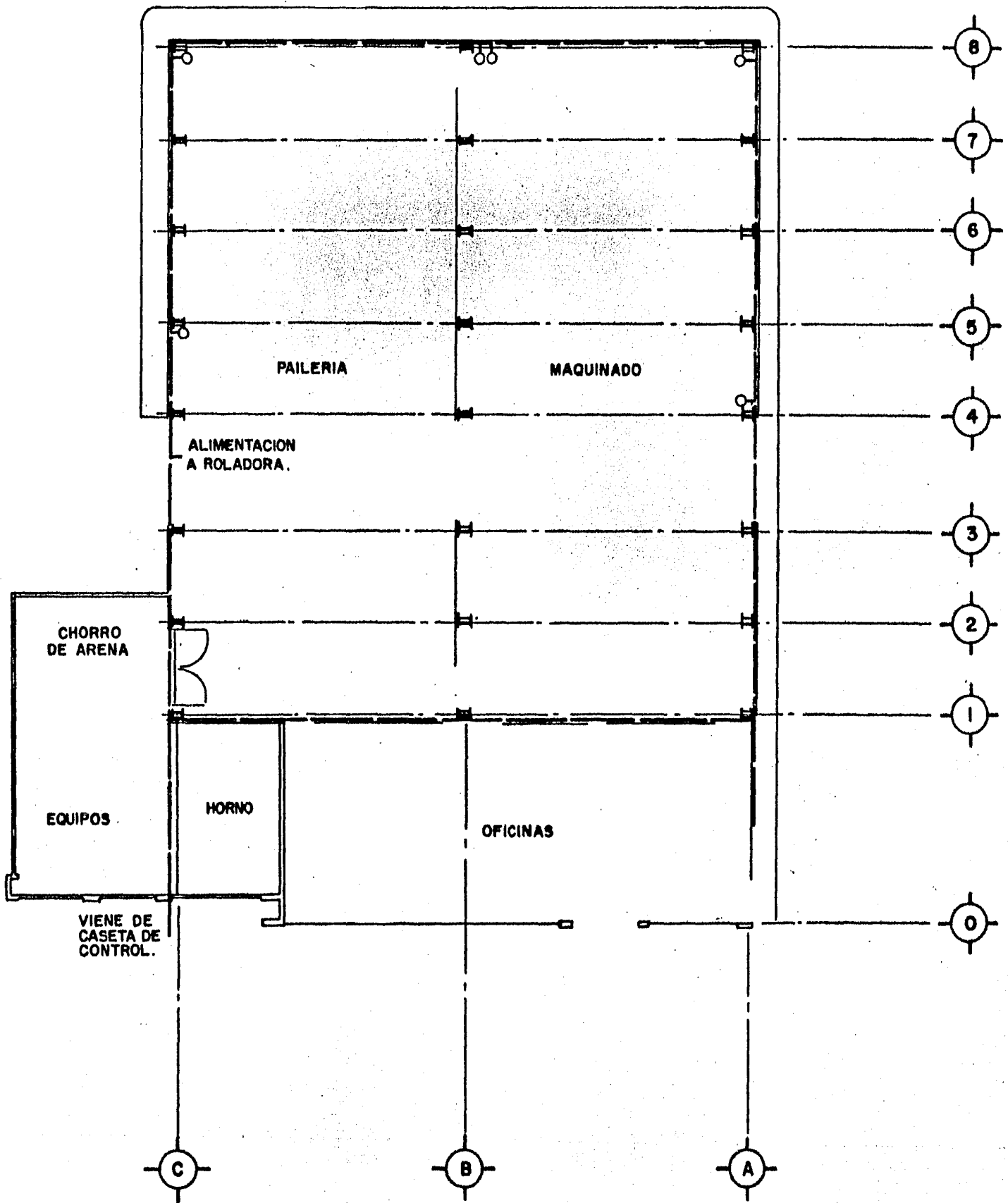


fig. 3.5.4

TOMAS DE AGUA EN TALLERES

eficiencia de riego, clima templado. 75 %

Considerando que se riegan 1800 m. diariamente:
mente:

$$\text{Vol} = \frac{1800 \times 0.010}{75} = 24 \text{ m}^3/\text{día.}$$

Si son cuatro horas de riego.

$$Q = \frac{24}{4} = \frac{24 \times 3600}{4} = 1.6/ \text{ lts/seg.}$$

Este gasto no se sumara a la demanda máxima debido a que se regaña en horas fuera del horario industrial.

Determinación del diámetro de la acometida de la red Municipal.

Para un gasto industrial de 1.34 lts., durante una jornada de 18 horas, se obtiene un volumen máximo de 38.59 m; considerando que las tomas de las naves de pa_llería y maquinado (Q = 1.04 lts) no son constantes, se consideran trabajando de manera constante durante 1/2 jornada (14.97 m), obteniendo un volumen industrial promedio de: - 24.77 m.

Volumen industrial promedio = 24.77 m.

Volumen demandado por obreros y empleados -
(por jornada).

(Considernado que se bañan 16 obreros duran
te 15 minutos).

$$VOL = 16 \times 20 \text{ lpm} \times 15 \text{ m} = 4.8 \text{ m}^3$$

Volumen de charola de mingitorio por turno:

$$VOL = 0.19 \times 8 \times 3600 = 5.472 \text{ m}.$$

VOLUMEN MEDIO POR TURNO DE LAS INSIALACIONES
SANITARIAS.

	No.	GASTO	TIEMPO (SEG)	No.USOS POR TURNO	VOLUMEN (LTS)
LAVABOS	12	0.19	15	40	114
W.C.	14	2.5	8	21	420
MINGITORIOS	2	1.0	8	40	320
					<hr/> 854.000

$$VOL = 0.86 \text{ m}^3.$$

Volumen diario por riego = 24 m^3

Volumen por turno
industrial 24.77 m^3

Empleados y obreros:

Regaderas 4.8 m^3

Mingitorio 5.47 m^3

Sanitario 0.86 m^3

35.9 m^3 /turno

Considerando el riego.

$$VUL = 35.9 + 24 = 59.90 \text{ m}^3$$

Se puede considerar una velocidad de entrada al predio de la planta de 2 m/seg .

$$Q \text{ medio} = \frac{59.9}{86400} = 0.69 \text{ m}^3/\text{seg}.$$

Si el diámetro es de $1''$ el área es:

$$A = 5.07 \text{ cm}^2$$

$$Q = 1.01 \text{ lts/seg}.$$

Para un turno se necesitarían 16.42 hrs., -
para satisfacer el volumen requerido.

Para dos turnos de trabajo:

$$VOL = 59.9 \times 2 = 95.8 \text{ m}^3$$

Con tubería de 1" se requerirían 26.35 hrs.
lo cual es excesivo.

Si el diámetro es de 2".

$$Area = 20.27 \text{ cm}^2$$

$$Q = 4.05 \text{ lts/seg.}$$

Tiempo para un turno = 6.56 horas.

Tiempo para tres turnos = 9.03 hrs.

$$VOL = 131.7 \text{ m}^3$$

3.5.3. DRENAJE SANITARIO.

El primer paso para diseñar el sistema de filtración consiste en realizar pruebas de filtración; el procedimiento para realizar las pruebas es el siguiente:

- 1º Efectuar en el terreno, una excavación de 50 x 50 x 100 (cm).
- 2º Llenar con agua la excavación hasta una altura de entre aproximadamente 20 x 30 cms.
- 3º Se toma el tiempo que el agua tarda en filtrarse; repitiéndose la prueba varias veces (3 o 4) según haya filtración o no.

Cuando el terreno es limo arcilloso se puede asegurar que el terreno es permeable.

Los resultados obtenidos son:

P1 Profundidad de 1.2 m.

Tiempo de prueba, 45 min.

Tirante 30 cm.

Terreno: arcilloso.

Resultado: no bajó el agua.

P2

Profundidad de 1.20 m.

Tirante 25 cm.

Primera prueba:

Tiempo: 8 min. 40 seg.

Resultado: no bajó el agua

Segunda prueba:

Tiempo: 6 min. 30 seg.

Resultado: bajó el agua 2.54 cm.

Tercera prueba:

Tiempo: 11 min. 30 seg.

Resultado: bajó el agua 1".

TERRENO LIMO ARCILLOSOS

P3

Profundidad 1 m.

Tirante: 25 cm.

1ra. Prueba:

Tiempo: 10 min. 10 seg.

Resultado: Bajó el agua 2.54 cm.

2a. Prueba:

Tiempo: 2 min. 38 seg.

Resultado: Bajó el agua 2.54 cm.

3er- Prueba:

Tiempo: 2 min. 54 seg.

Resultado: Bajó el agua 2.54 cm.

Una vez realizadas las pruebas se procede a calcular la capacidad de los tanques sépticos; para calcular la capacidad, se considera un gasto del 80 % de la demanda de agua potable.

Gasto de agua potable = 8.27 lts.

Gasto de aguas negras o de drenaje sanitario = $0.8 \times 8.27 = 6.62$ lts.

El tiempo para el llenado de los tanques sépticos se estima en 20 min. a la hora de la salida, pues sería el tiempo en que los obreros gastan más agua (baño, lavabos, mingitorios, etc.), de acuerdo a ésto la capacidad de los tanques es:

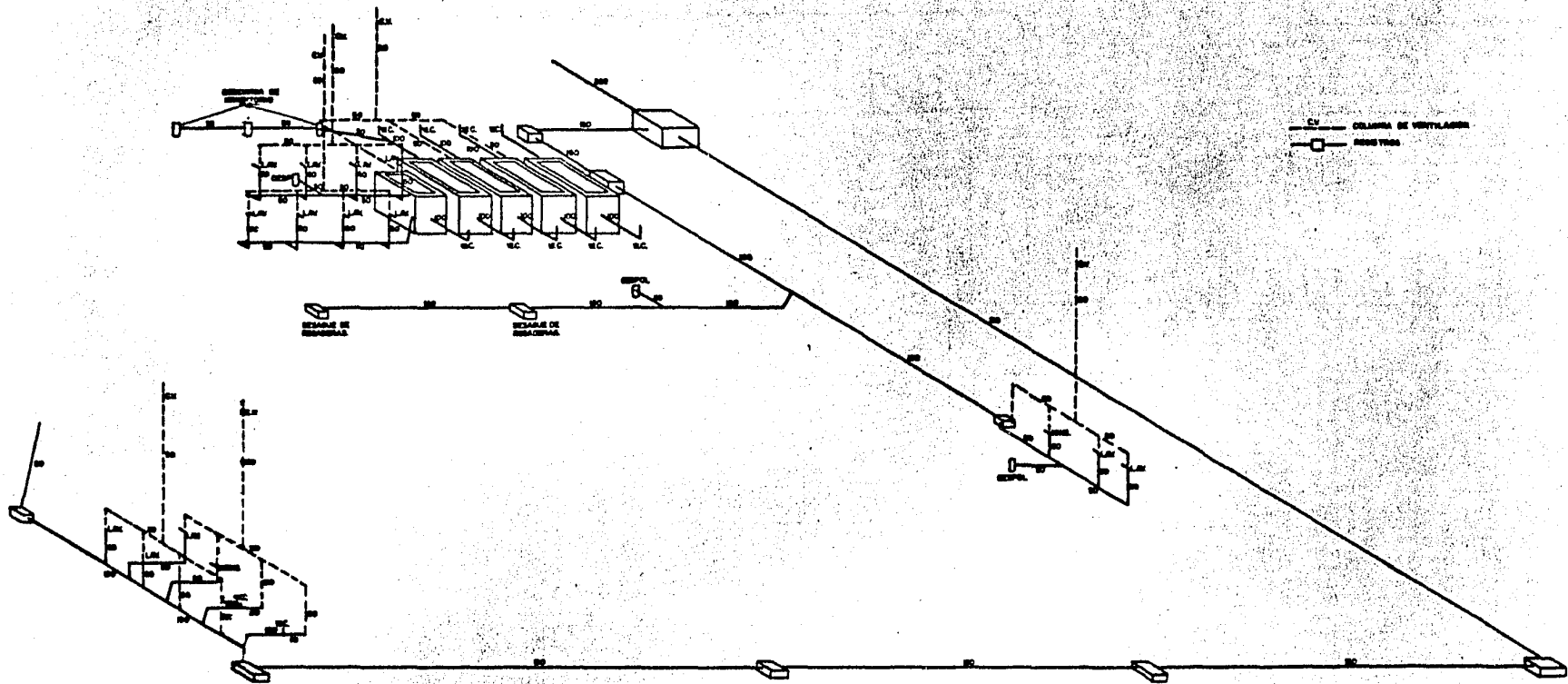
Capacidad = $6.62 \times 1200 = 7.95$ m.

De donde se eligen cinco tanques sépticos - en donde se sedimentan los sólidos y se degradan anaeróbica_{mente}. Los tanques son cilindros de cemento-asbesto de - - 1.50 m. de diámetro por 1.55 m. de profundidad. En la figura 3.56 se muestra la instalación de los tanques sépticos.

La tubería es de concreto de 10 cm. de diámetro con una ranura de 1/2" en la parte inferior, la ranura es con el objeto de que los líquidos tengan una salida y se vayan drenando los sólidos hasta el pozo de absorción. -

La tubería hasta antes del campo de filtración es de PVC y se pone 90 cm. abajo de la red de agua potable y de contraincendio.

En la figura 3.5.5 y 3.5.6 se muestra la -- distribución de drenaje sanitario para oficinas así como -- los tanques sépticos, pozo de absorción, registros y tuberías para el drenaje.



No. 2.5.5 (a) INSTALACION SANITARIA

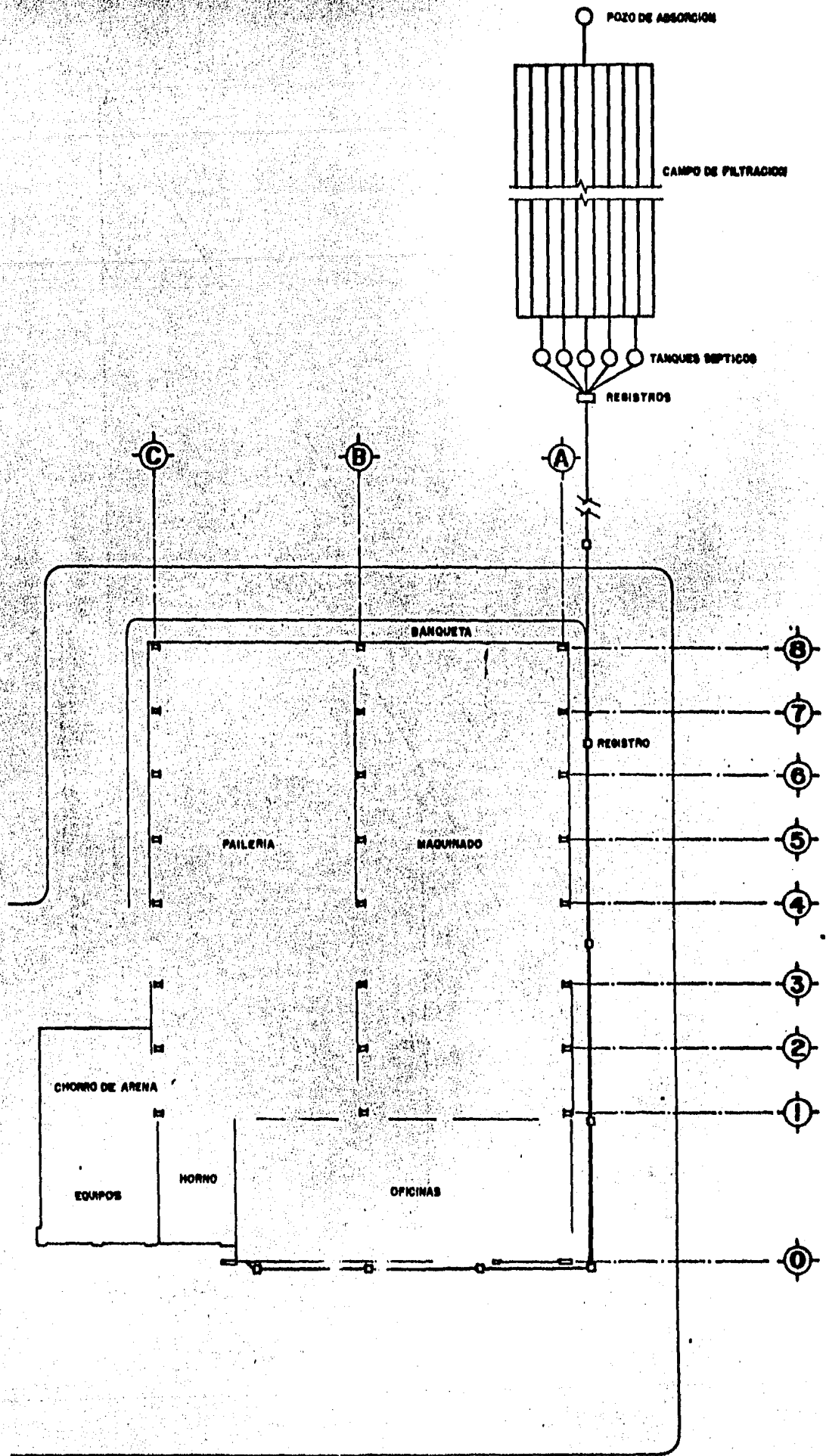


Fig. 3.5.6 INSTALACION DE TANQUES SEPTICOS

3.6. SERVICIOS AUXILIARES

En esta parte explicaremos los servicios auxiliares a la planta, excepto los servicios de energía eléctrica y agua que son tratados en el capítulo 3.5 y 3.4, respectivamente.

Los gases necesarios para operar la planta son: oxígeno, propano, acetileno, argón, CO_2 , mezclas (85% argón, 15% CO_2), aire comprimido.

Su distribución es:

Aire comprimido	-	Instalación periférica.
Oxígeno	-	Instalación periférica.
Propano	-	Instalación periférica.
Acetileno	-	Botellas.
Argón	-	Botellas.
CO_2	-	Instalación periférica.
Mezclas	-	Instalación periférica.

AIRE COMPRIMIDO.

Utilización: Soplete.

Herramientas neumáticas.

Presión 100 psi.

Bajada con tres terminales.

La localización de las bajadas se muestra -
en la Figura 3.6.1.

- Soldadura

Para almacenes existen tres bajadas, una --
por cada almacén.

Dimensionamiento de tubos (acero)

Las bajadas de 1/2"

Instalación periférica 1.5"

Tubería inicial 2" - 2.5".

Propano:

1 máquina de corte a soplete (pantógrafo)	3 m/Hr.
2 máquinas de corte autógena	1.5 m/Hr.
15 cortadores	7 m/Hr.

Presión aproximada 1 bar.

La localización de las bajadas se muestra -
en la figura 3.6.1

Igual dimensionamiento que en oxígeno (co-
bre o acero).

Oxígeno.

1 máquina de corte a soplete	100 m/hr.
15 cortadores	150 m/hr.
5 soldaduras	50 m/hr.
2 máquinas corte autógeno.	20 m/hr.
10 precalentadores	<u>200</u> m/hr.
	520 m/hr.

Factor de utilización 0.6

$$VOL = 520 \times 0.6 = 312 \text{ m/Hr.}$$

Presión de trabajo: 10 Bar.

La localización de bajadas se muestra en la figura 3.6.1.

Dimensionamiento del tubo (cobre o acero).

Tubo tubo 1"

Instalación periférica 1.5"

Bajada de 1-3 terminales 1/2"

Bajada de 4-6 terminales 3/4"

Mezclas

CO₂ y mezclas (dos sistemas separados).

Para 8 máquinas 6 m/Hr.

La localización de las bajadas en la figura
3.6.1

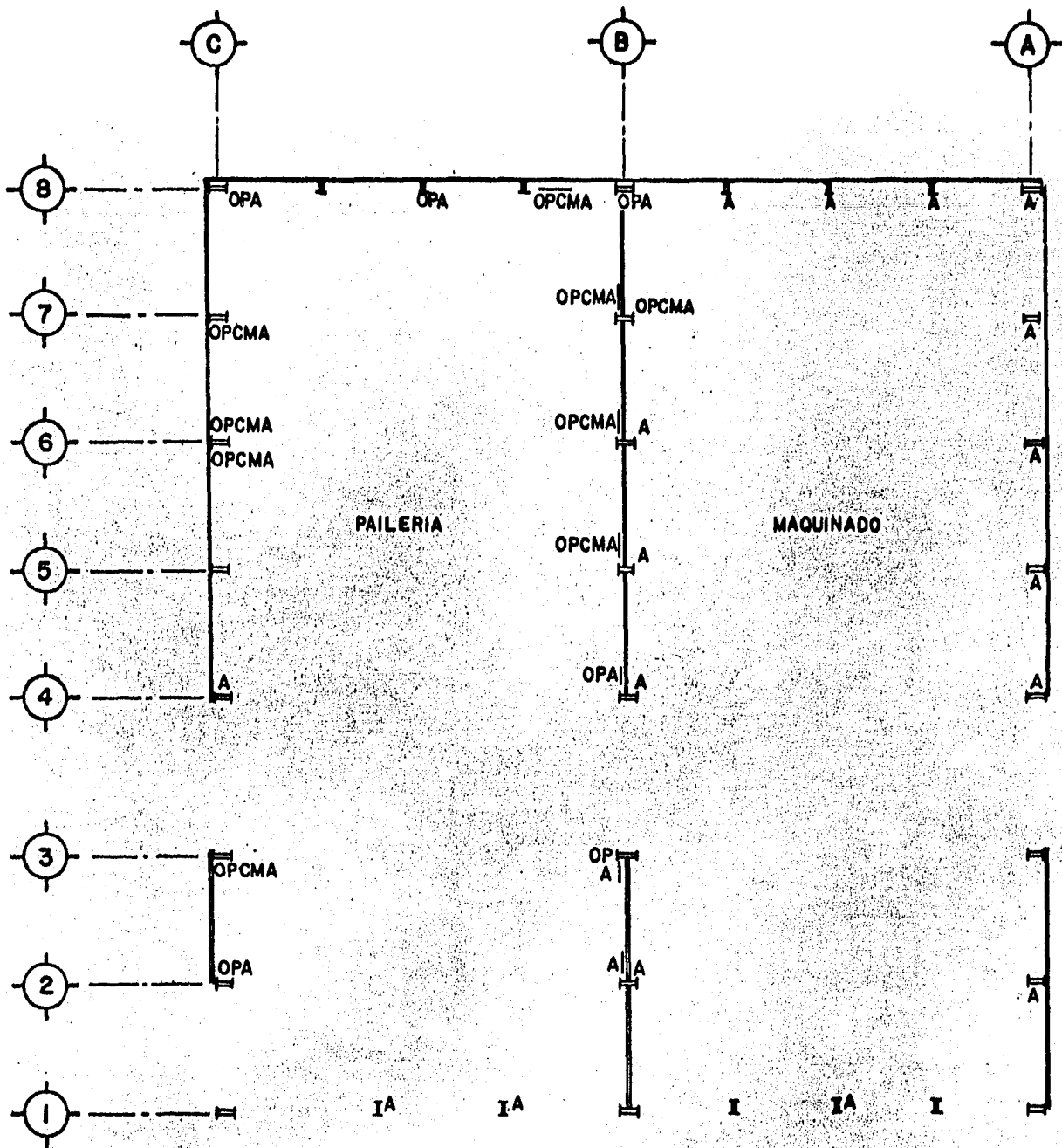
Dimensionamiento

Tubo de Cobre.

Instalación periférica 1"

Bajada 1/2"

En la tabla 3.6.1 se muestran los gastos --
promedios de cada uno de los gases por equipo utilizado.



- NOMENCLATURA**
- O - OXIGENO
 - P - PROPANO
 - C - CO₂
 - M - MEZCLA
 - A - AIRE COMPRIMIDO

fig. 3.6.1 DISTRIBUCION DE GASES

TABLA 3.6.1

No. Maq.	Equipo	Oxigeno	Propano	Co2 y Mezclas	Argon	Acetile_ No.
1	Máquina de Oxicorte 3xK200 para espesor de 100 mm.	45m/Hr	1.5 m/Hr	-	-	-
15	Cortadores manuales factor de uso 0.2	30 m/Hr	3 m/Hr	-	-	-
5	Soldadores	10 m/Hr	-	-	-	-
2	Máquinas de corte manual.	10 m/Hr	1 m/Hr	4 m/Hr	4 m/Hr	-

CAPITULO IV

4.1. INTRODUCCION

4.2. COMPONENTES DE LOS COSTOS DE INVERSION

4.3. DISTRIBUCION Y CALENDARIO DE INVERSION

4.4. CONTRATOS DE OBRA CIVIL

CAPITULO IV

4.1 INTRODUCCION

Los costos de proyecto son costos de inversión y comprenden el conjunto de bienes que no son motivo de transacciones corrientes por parte de la empresa, adquiriéndose de una vez durante las instalaciones del proyecto y se utilizan a lo largo de su vida útil, estos constituyen el activo fijo de la empresa. Bajo la premisa anterior y debido a la etapa inflacionaria por la que atraviesa el país, es característica del proyecto, ser lo más austero posible, ya que, si la inversión inicial es grande, la empresa estará obligada a vender más, lo cual es muy riesgoso debido a la incertidumbre del mercado.

Lo anterior da pauta para determinar la capacidad de la planta y preveer el tipo de crecimiento, por lo que se proyecta el conjunto mínimo necesario para tener la capacidad de fabricación en el plazo menor y así empezar a amortizar la inversión, una vez que se empiecen a obtener ganancias, éstas se reinvertirán en ampliaciones que vayan integrando el proceso de fabricación.

Debido a las características del proyecto, no se visualiza obtener ganancias a corto plazo, por lo que se busca también que los costos de ventas no se elevaran por concepto de la depreciación de maquinaria y edificios haciendo invendibles los proyectos.

4.2 COMPONENTES DE LOS COSTOS DE INVERSION.

Los rubros que componen la inversión fija son:

- a). Costo de las investigaciones y estudios previos.
- b). Costo de los terrenos para la instalación.
- c). Costo de estudio del proyecto final.
- d). Costo del edificio industrial (obra civil).

- Estructuras
- Cimentaciones
- Oficinas y almacenes
- Rectificación del cauce
- Camino de acceso

- e). Costo de instalaciones auxiliares.

- Area de gases
- Energía eléctrica
- Drenaje sanitario
- Agua de alimentación

- f). Costos de maquinaria y equipos

- g). Costo de instalación de los equipos.

- h). Costos de transferencia de tecnología.

- i). Costos indirectos.

- Organización de la empresa
- Oficinas administrativas
- Personal
- Gastos de representación

- j). Costos de ingeniería y administración durante la construcción, montaje y puesta en marcha.

- k). Escalación de los precios unitarios durante la construcción y montaje.

- l). Imprevistos (accidentes, seguros de maquinaria, etc).

La distribución de gastos para los costos de inversión de acuerdo a los rubros anteriores se muestra en la tabla 4.1 para la obra civil. La tabla 4.2 muestra los costos para maquinaria y equipo, la tabla 4.3 muestra costos administrativos, supervisión y proyecto (indirectos), finalmente la tabla 4.4 muestra el costo activo fijo, así como los años de depreciación de cada uno de los conceptos a un año, considerando una inflación del 4.5 % mensual, siendo este concepto de intereses del capital durante la construcción.

TABLA 4.1.

INVERSION EN OBRA CIVIL.

C O N C E P T O	C O S T O *
Estructuras para edificio.	73.398
Cimentaciones y pavimentación	58.817
Oficinas y almacenes.	15.046
Drenajes y canales para agua.	6.488
Caseta de control y areas de acceso	1.835
Registro y ductos para electricidad	1.809
Cerca para el terreno.	1.010
Rieles y espuelas para ferrocarril	1.585
Instalación eléctrica.	45.7
T O T A L	205,688

* En millones de pesos.

C O N C E P T O

C O S T O *

Equipo de transporte

2.138

T O T A L

687.009

* Cantidades en millones de pesos.

TABLA 4.2.

INVERSION EN MAQUINARIA Y EQUIPO INDUSTRIAL.

C O N C E P T O	C O S T O *
Torno vertical con accesorios.	234.218
Mandrinadora completa	170.936
Posicionador de 75 tons.	
Posicionador de 10 tons.	61.520
Posicionador de 3 tons.	
Mástil de soldar	
Roladora de placa con 8 rodillos y acondicionamiento hidráulico.	55.760
2 grúas viajeras	38.983
Máquina de oxicorte	25.402
Taladro radial, banda fija de 6 m. con accesorios.	13.092
Grúa autopropulsora de 20 ton. con accesorios.	12.200
Plataforma para soldar y fabricación de un juego de elementos estructurales.	5.000
Equipo completo de chorro de arena.	47.046
Fabricación, suministro y montaje de un horno de tratamiento térmico con todos sus accesorios.	20.714

TABLA 4.3.

C O N C E P T O	C O S T O *
Impuestos y gastos de importación de maquinaria y equipo.	7.53
Puesto en marcha	2.2
Realización de Proyecto y supervisión	14.261
Gastos de administración y operación (indirectos)	60.2
T O T A L	84.191

* Cantidades en millones de pesos.

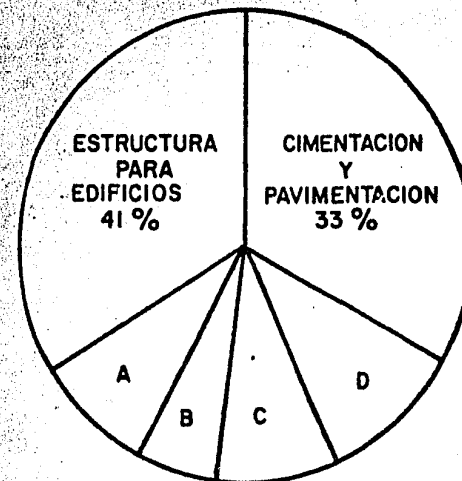
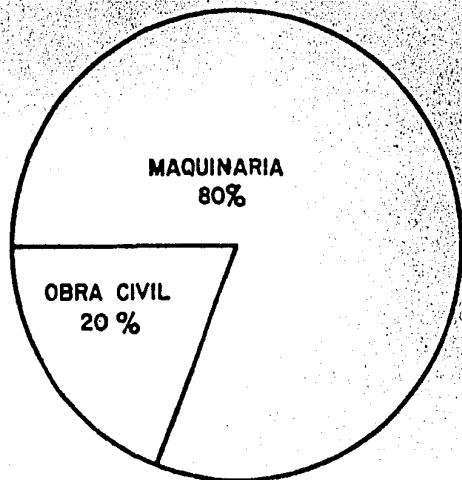
TABLA 4.4.

INVERSION	DEPRECIACION	PAILERIA	MAQUINADO	ENSAMBLE	CONTROL COSTOS.	FABRICA	OFICINAS
EDIFICIO	30					295.1	
INSTALACIONES	30	36.6	16.9	1.1			1.7
GRUAS	30					50.9	
MAQ.DE PAILERIA	20	235.5					
MAQ.MAQUINADO Y ENSAMBLE.	26		477.2				
EQUIPO DE TRANSP.	10					19	
HERRAMIENTAS	5	4.3	17.4	2.0			
EQUIPO DE CONTROL DE COSTOS	5				13		
EQUIPO OFICINAS	10						6.6
EQUIPO DIVERSO	15	3.0	5.0				
AUTOMOVILES	5					0.9	4.5
S U M A		279.4	516.5	3.1	13.	365.9	12.8

CANTIDADES EN MILLONES DE PESOS.

4.3. DISTRIBUCION Y CALENDARIO DE INVERSION.

La figura 4.1 muestra la distribución (en %) - del gasto ejercido de maquinaria y obra civil. La figura 4.2 muestra el mismo tipo de gráfica anterior para la obra civil, finalmente la figura 4.3 muestra el ejercicio total de la obra civil contra el tiempo empleado para la construcción y puesta en marcha.



- A) OBRAS COMPLEMENTARIAS. 5.8%
- B) DRENAJES Y CANALES . 3.7%
- C) PROYECTO Y SUPERVISION DE OBRA. 8%
- D) OFICINAS Y ALMACENES. 8.5%

4.1 DISTRIBUCION DEL GASTO EN OBRA CIVIL Y MAQUINARIA

fig. 4.2 DISTRIBUCION DEL GASTO DE OBRA CIVIL

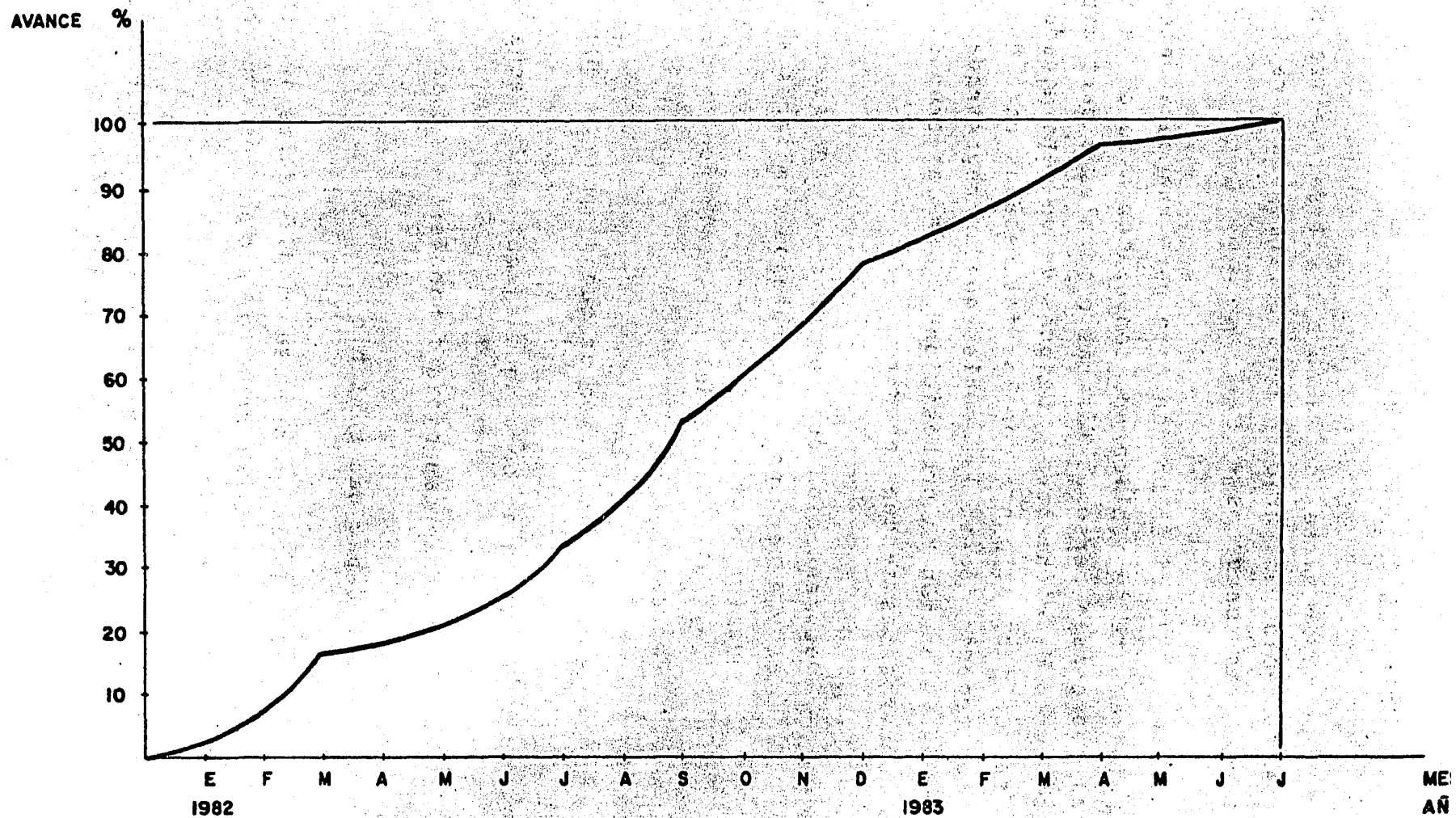


fig. 4.3 GRAFICA DEL EJERCICIO DE OBRA CIVIL

4.4. CONTRATOS DE OBRA CIVIL.

La mayor parte de la obra civil se realiza por contratos a precios unitarios y obra determinada para lo - - cual se realizan concursos.

Para adjudicar un contrato para una obra determinada, primeramente se publica una convocatoria donde se invita a las empresas o personas físicas o morales a participar en el concurso de dicha obra. Después de un determinado - - tiempo se realiza una junta con los interesados para que presenten sus proposiciones, las cuales quedan registradas en una acta de recepción de proposiciones. En las proposiciones de los concursantes se debe anexar.

- Documentación que compuebe la capacidad técnica y experiencia en trabajos similares a los que son motivo de la convocatoria, así como el curriculum vitae del personal técnico de la - .. empresa.
- Relación de equipo de que dispone la empresa.
- Relación de obras que ejecuta a la fecha.
- Demostrar capacidad financiera en base a:
 - a) Capacidad contable.
 - b) Líneas de crédito en diferentes instituciones del cumplimiento de los créditos - concedidos.
 - c) Constancia de las mismas instituciones - del cumplimiento de los créditos concedidos.

- Además deberá cumplir con todos los requisitos establecidos en la documentación particular de cada concurso.

Los contratos se otorgan en una segunda junta pública a la empresa o persona física que, entre los postores, reuna las condiciones necesarias y garantice satisfactoriamente el cumplimiento del contrato y la ejecución de la obra, además de presentar las mejores condiciones de tiempo y costo.

Los plazos para la iniciación y terminación de los trabajos motivo de cada contrato, contarán a partir de la fecha de adjudicación. La iniciación de la obra no será mayor a un plazo de 15 días a partir de su adjudicación.

C A P I T U L O V.

MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA.

5.1. CONSIDERACIONES INICIALES

5.2. GRUAS VIAJERAS.

5.2.1. DESCRIPCION.

5.2.2. MONTAJE.

5.2.3. PUESTA EN MARCHA.

5.3. HORNO PARA TRATAMIENTOS TERMICOS.

5.3.1. INTRODUCCION.

5.3.2. SELECCION DEL TIPO DE HORNO.

5.3.3. CONDICIONES DE DISEÑO.

5.3.4. FABRICACION.

5.3.5. PUESTA EN MARCHA.

5.4. KOLADORA.

5.4.1. DESCRIPCION.

5.4.2. MONTAJE.

5.4.3. PUESTA EN MARCHA.

5.5. TORNO VERTICAL.

5.5.1. DESCRIPCION.

5.5.2. MONTAJE.

5.5.3. PUESTA EN MARCHA.

5.6. MANDRINADORA.

5.6.1. DESCRIPCION.

5.6.2. MONTAJE.

5.6.3. PUESTA EN MARCHA.

5.1. CONSIDERACIONES INICIALES.

Antes de proceder a la instalación y puesta en marcha de la maquinaria y equipo que tiene la planta, se toman en cuenta diversos factores que aseguran y facilitan el montaje y su tiempo de realización.

Transporte.

La forma más adecuada y económica de realizar el transporte dada las dimensiones del equipo de importación y su costo, es por vía marítima, eligiéndose por las condiciones del puerto (alto calado) y capacidad de las grúas de carga y descarga, el de Tampico, Tamps.

La transportación del puerto o fábrica a planta, se realiza por medio de carretera, haciendo un recorrido inicial para ver el estado de las mismas y su disponibilidad, esto es, se realiza un recorrido previo, deteniéndose especialmente en el paso de puentes y túneles, líneas de transmisión de alta y baja tensión y líneas telefónicas.

Recepción de Equipo.

Al recibir el equipo, se procede de inmediato a una revisión general del mismo, de acuerdo con las listas de embarque, haciendo de inmediato una reclamación a la Compañía de Seguros en caso de desperfectos o pérdidas de partes del mismo.

Después se procede a proteger y almacenar el -- equipo, aunque la mayoría de las partes vienen limpias y con una aplicación de compuesto anticorrosivo como grasa, vaselina o aceite y protegidas con piezas de madera o metálicas, se almacena en lugar seco, de preferencia dentro de la planta, a no ser que las condiciones normales del equipo sean para trabajar a la intemperie. Además la colocación de las diversas piezas de la maquinaria, se realiza con un orden determinado, para -- evitar que unas piezas impidan el desplazamiento de otras -- cuando se muevan para llevarlas al lugar de su instalación.

Posteriormente se procede a una revisión de instructivos de instalación y operación, los cuales contienen:

- a) Normas de instalación para tener un servi-- cio máximo con el costo y el mínimo desgaste.
- b) Ajustes y operación para obtener el máximo rendimiento.
- c) Datos para el mantenimiento y operación de las máquinas, con el listado de partes de -- repuesto.

Plan de Trabajo.

Una vez que se tiene el equipo completo y la -- herramienta necesaria para el montaje y puesta en marcha se -- elabora un plan de trabajo que contiene:

a) Programa de entrega de equipo.

b) Especificaciones del equipo.

c) Programa detallado de cada uno de los distintos montajes de las diversas máquinas anotando los requerimientos de personal y material de consumo.

A continuación, procederemos a hacer una descripción del montaje y puesta en marcha, de algunos equipos que integran la planta, y que, por sus características de diseño y construcción son, a nuestro juicio, representativos del equipo que integra la planta.

Se distinguen dos grupos:

a) Maquinaria que dadas las dimensiones de las mismas y sus características estructurales, sus diversos componentes se arman y montan en planta, como por ejemplo: horno para tratamientos térmicos, grúas viajeras y equipo de chorro de arena.

b) Maquinaria y equipo, armada y ensamblada en fábrica, procediéndose únicamente, a su montaje en la planta, dentro de éstas son:

Mandrinadora, torno vertical, roladora, mástil de soldar, máquina de oxicortes, etc.

5.2. GRUAS VIAJERAS.

5.2.1. DESCRIPCION.

De acuerdo al proceso de fabricación establecido, es indispensable el flujo de materias primas y subensambles de equipo fabricado en las naves de pailería y maquinado, para lograrlo se requiere de equipo móvil con las siguientes características.

- Capacidad de carga.
- Altura de operación de acuerdo con las dimensiones del equipo fabricado.
- Facilidad de desplazamiento.

Por lo que se elige una grúa puente con las siguientes características (ver.fig. 5.2.1.)

C O N C E P T O	U N I D A D
Capacidad de carga	50/10 tons.
Altura de montaje	15.100 m.
Velocidad de translación	5.1 m/s
Velocidad de izaje	3.2 m/s
Claro	24.56 m.
Peso del carro	13.274 kg.
Peso de una trabe	13958.5 kg.

C O N C E P T O

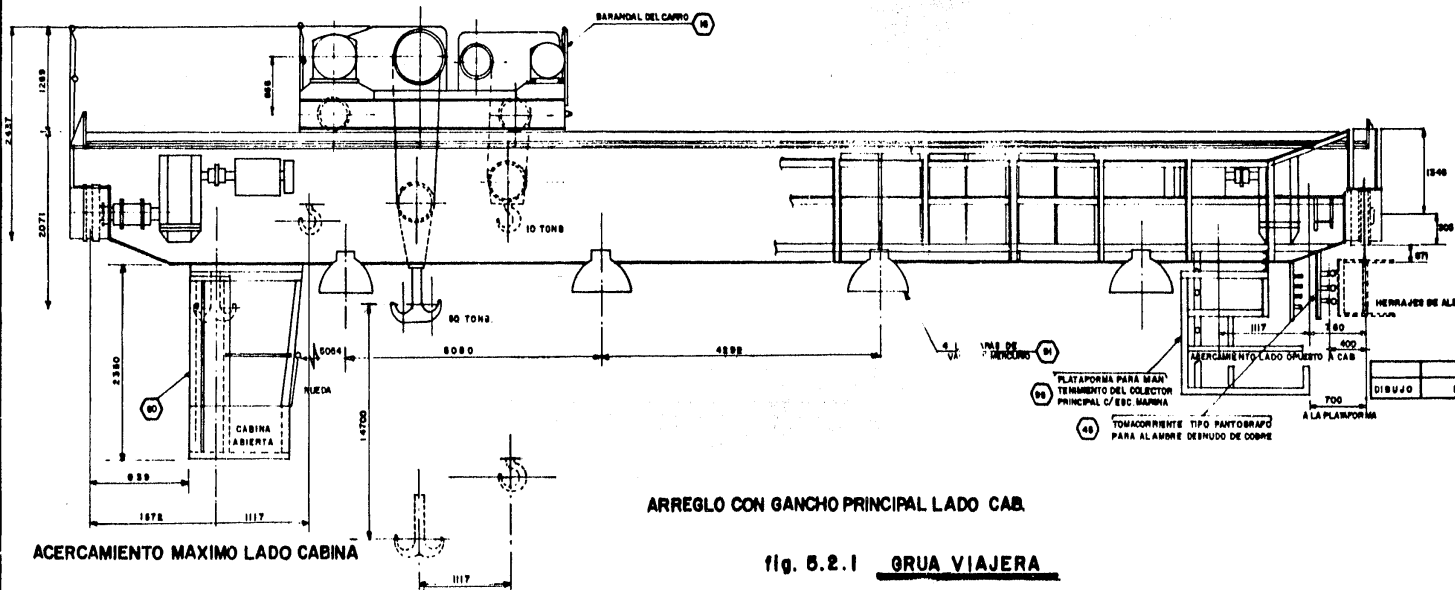
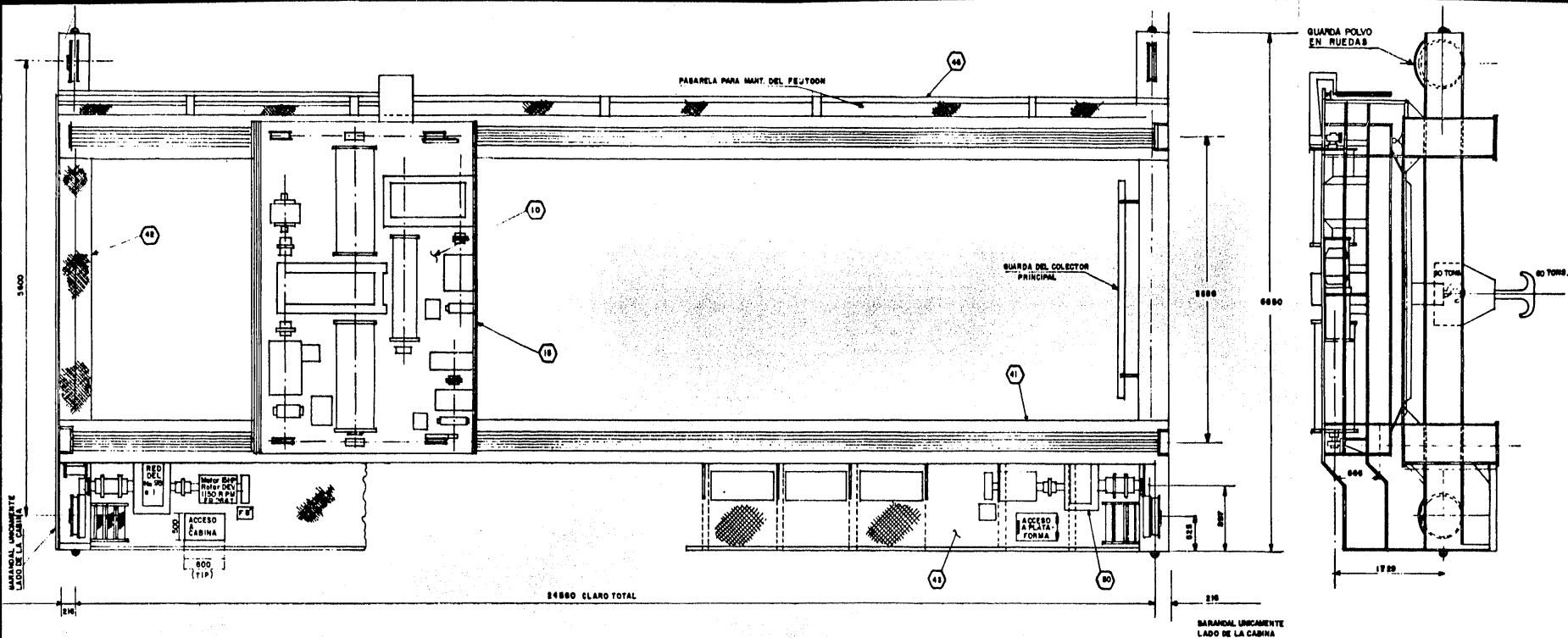
U N I D A D

Peso total 53141 kg.

Voltaje de alimentación 440 V.

Los componentes principales de las grúas son:

- Cabeceras.
- Puentes.
- Sistema de traslación.
- Sistema de izaje.
- Tableros de fuerza y control.



CARACTERISTICAS TECNICAS	
CAPACIDAD	80/10 Tons
CLARO	24.86 m
LEVANTE	16.7 m

DESCRIPCION	8 PRINCIPAL	8 AUXILIAR	CARRO	PUENTE
VELOCIDADES	8.0 m/min	8.0 m/min	17.8 m/min	18.8 m/min
POTENCIA DEL MOTOR	80 HP	157.5 HP	7.5 HP	16 HP
FREIOS	EDDMAS	EDDMAS	MM REVER	MM REVER
CONTROLES	EDDMAS	MM REVER	MM REVER	REV.PL

CARGA MAX. P/RUEDA 34800 KG (900 LB/PICTO)

D31883	08	AC SOLD	PLATAFORMA DE MANT. P/Colector	
D31887	01	ENSAMBLE	COLOCACION DE LAMPARAS	
D31898	60	ENSAMBLE	CABINA	
D31900	80	ENSAMBLE	ARRIBLO DE LA TRANSL	
D31894	40	ENSAMBLE	SISTEMA FEUTOON	
D31846	46	ENSAMBLE	COLECTOR PRINCIPAL	
D31893	03	AC SOLD	PARRILLA Y BARANDAL	
D31892	42	AC SOLD	CABECERAS	
D31891	41	AC SOLD	T R A B E S	
D31888	08	AC SOLD	BARANDAL DE CARRO	
D31886	10	ENSAMBLE	AR	
CRV025	PZA C.P	MATERIAL	DIMENSIONES	POR C.B

fig. 6.2.1 GRUA VIAJERA

5.2.2 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE LA GRUA

Antes de iniciar el montaje de la grúa es necesario verificar que la estructura se encuentre alineada y fijar las columnas con grout en las bases para evitar futuros movimientos de las mismas, que pueden ocasionar problemas en operación normal de la grúa. También es indispensable que las trabes carril se encuentren niveladas para poder colocar la placa de desgaste y sobre esta el riel por donde transita la grúa. Así mismo verificar que las trabes estén paralelas con una tolerancia máxima de 10 mm. y además fijar a las columnas. Otra de las precauciones que se deben tomar es asegurar que se cuente con todos los contraventeos proyectados.

La secuencia de montaje es el siguiente:

- a). Poner soportes sobre trabe carril punteados con soldadura.
- b). Subir las cabeceras de grúas y fijarlas sobre los soportes con puntos de soldadura.
- c). Subir puentes y montarlo sobre cabeceras.
- d). Atornillar y soldar puentes a las cabeceras.
- e). Montar las ruedas de la grúa en las cabeceras por medio de chumaceras soldadas y atornilladas.
- f). Poner placa de desgaste sobre trabe carril, primeramente punteada para posteriormente fijarla.
- g). Subir los rieles por partes y fijarlos a la trabe carril por medio de clips.

a). Nivelación

Para verificar la alineación de rieles se procede de la siguiente manera:

Se coloca el tránsito sobre el asiento de la trabe, se nivela la gota 360° . En el otro extremo de la trabe carril se toma una medida de referencia arbitraria por medio de un estadal; se ponen marcas a la mitad de cada columna sobre la trabe carril y en la unión con la ménsula en que van apoyadas sobre las columnas, se nivela la gota del teodolito que está colocado sobre el tope de la trabe carril 360° y se toma un punto de referencia a cualquier distancia entre un punto de la columna y el centro de la trabe carril, dicho teodolito nivelado 360° pone puntos de referencia en la otra trabe carril para lograr su alineación.

Se toman medidas cada dos metros desde el punto de referencia hasta el lugar donde está colocado el teodolito.

Una vez registrados los datos anteriores se logra la alineación del riel, moviéndolo por medio de un gato para un lado o para el otro según se necesite, previamente desatornillando los clips que lo sujetan en cada uno de los rieles.

Otro procedimiento para lograr la alineación es: Alinear una trabe carril y con un flexómetro tensado por un dinamómetro, se toma la distancia del centro del riel de una trabe al centro del riel de la otra procurando que esta distancia sea uniforme.

Las tolerancias para la nivelación son ± 3 mm. y para la alineación es de ± 2 mm.

b). Control de calidad.

a). Reductores de velocidad.

Encontramos reductores de velocidad en los sistemas de translación de puentes y carro; izajes principal y auxiliar, en estos se debe verificar:

Juego de fondo.

Entre los dientes en contacto de los engranes debe existir un huelgo entre la cresta de uno y el valle del otro de aproximadamente 15% de la longitud del diente, si este huelgo es muy pequeño o nulo origina excesivo calentamiento -- que disminuye las propiedades mecánicas del material de los engranes, pudiendo provocar fracturas. Si este juego es mayor -- produce golpeteo en el funcionamiento de los mismos y disminuye la eficiencia de transmisión del par.

Juego axial.

El desplazamiento axial permitido en los engranes del reductor es de 8 a 16 milésimas de pulgada, este se verifica con un micrómetro de carátula, moviendo el engrane, en un sentido u otro por medio de una palanca; si el huelgo detectado es pequeño, se origina calentamiento en las tapas de los baleros, por lo que es necesario desbastar la superficie que queda en contacto con la carcasa. Si el juego es mayor hay un golpeteo metálico, por lo que se tienen que poner laines entre la tapa del balero y la carcasa.

Superficie de contacto.

La superficie de contacto entre dientes se verifica con un colorante (azúl de prusia) aplicado en un engrane, el cual al hacer contacto sobre otro marca la superficie de contacto de un diente sobre otro, la superficie debe ser uniforme a lo largo del diente, de no ser así el engrane en el momento de montarlo no queda alineado.

Baleros.

En el momento de montar los baleros es necesario

verificar que se encuentren completamente limpios o libres de partículas o polvo, ya que de no ser así se pueden rayar los rodamientos disminuyendo su vida útil. Es importante también asegurarse que al calentarlos no sea con fuego directo sino con aceite a una temperatura aproximada de 120°C.

b). Sistema Eléctrico:

La alimentación a la grúa se hace a través de un bus trifásico con 440 V. Existen cuatro tableros y un circuito de alumbrado.

-) Tablero de izaje principal.
-) Tablero de izaje auxiliar.
-) Tablero de dirección o translación del carro.
-) Tablero de translación del puente.

Cada uno de los tableros consta de dos sistemas.

- Sistema de fuerza.
- Sistema de control.

Al verificar la instalación eléctrica de la grúa es conveniente asegurarse de lo siguiente:

- Secuencia adecuada de contactos de acuerdo a las diferentes velocidades de ascenso o descenso de los ganchos de izaje principal auxiliar.
- Que todos los cables en las cajas de conexiones.
- Que los tomacorrientes flexibles de carbón se encuentren limpios, así como las líneas de alimentación.

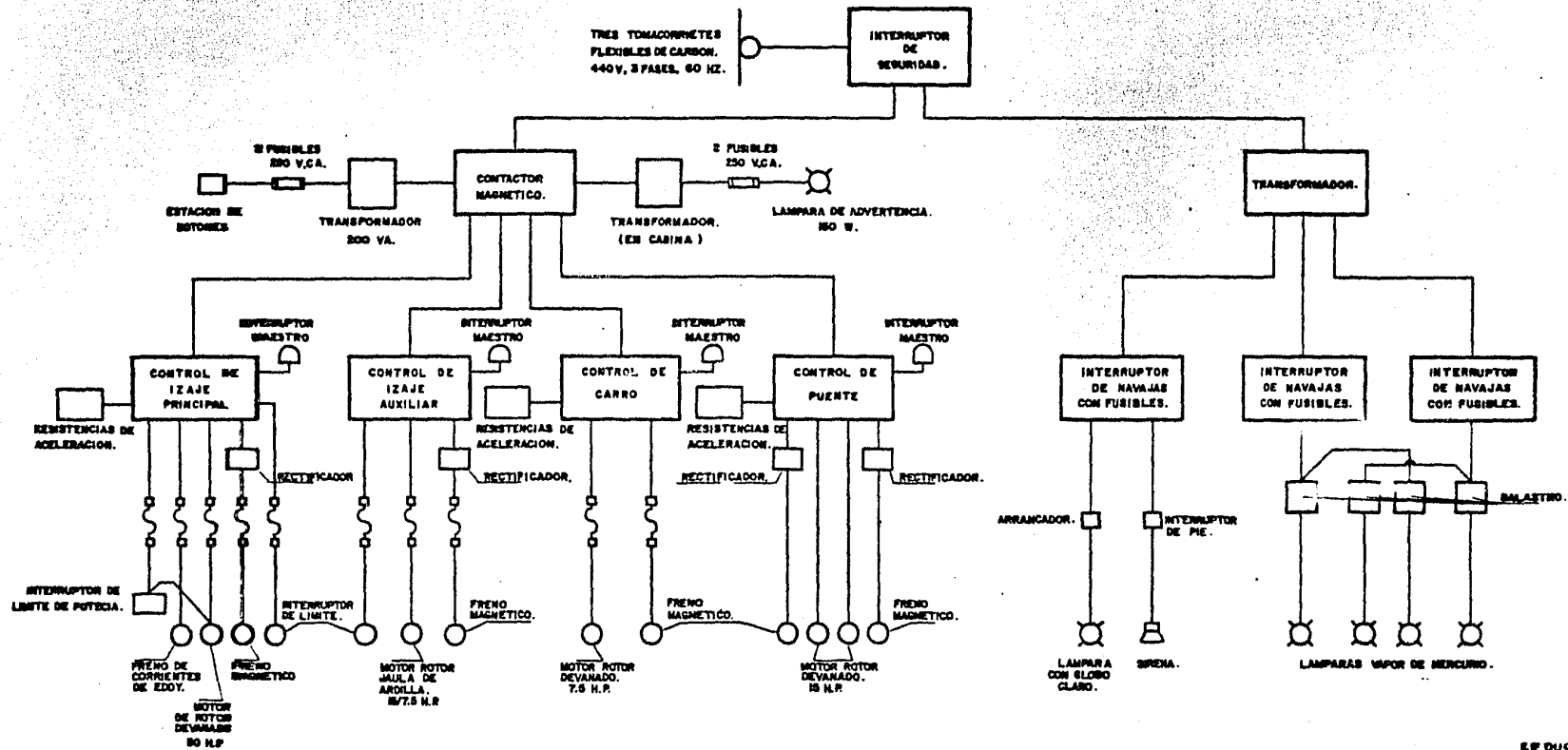


Fig. 5.2.2 DIAGRAMA UNIFILAR

REDUCIR
AL 50%

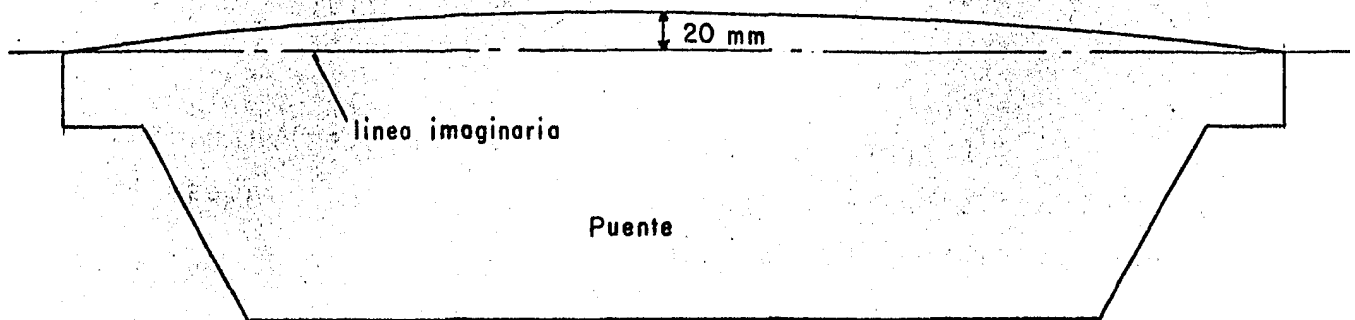
c). Estructura de la grúa.

Componentes.

Tanto las cabeceras como los puentes están contruidos de placas de 1/2" soldadas que dan cuerpo a la grúa, - entre las placas se encuentran atiesadores que dan rigidez a - la estructura y evitan el fallo por flexión.

Debido al gran claro que hay entre una cabecera y otra a la carga que tienen que soportar, los puentes se dise-- ñan con una contraflecha, esto consiste en lo siguiente:

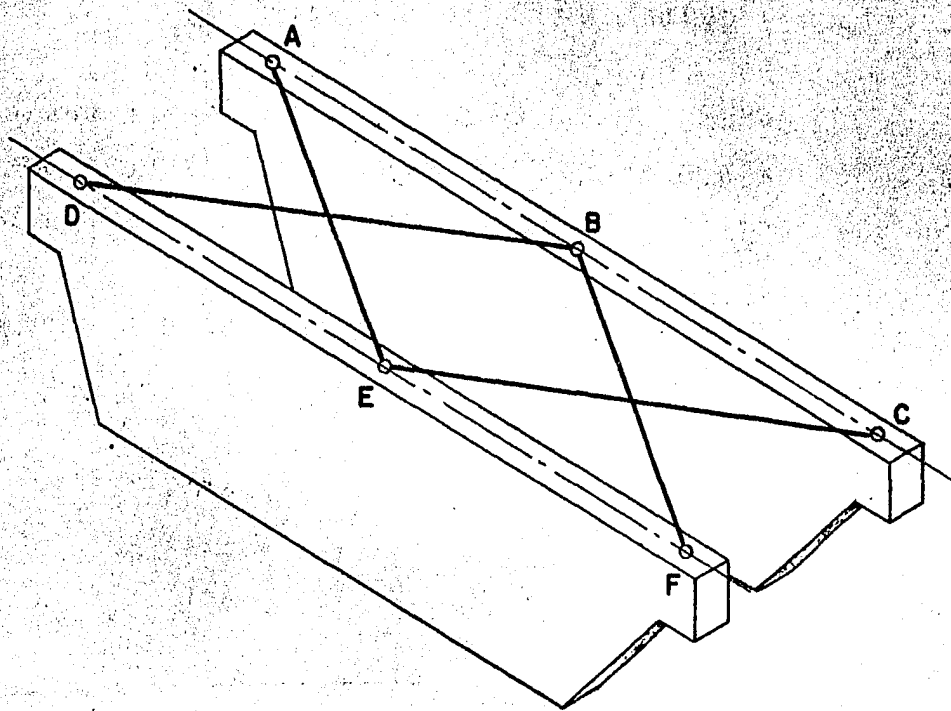
Si se traza una horizontal sobre alguna arista de los puentes se puede observar lo siguiente cuando no está car-- gada.



Una vez que se tienen una carga máxima, la arista coincide con la horizontal imaginaria. Hay que verificar que - la longitud de la contraflecha sea la adecuada.

Para asegurar el paralelismo entre los puentes de la grúa, se realiza una prueba que se llama "TRIANGULACION" la cual se realiza del siguiente modo:

Existen sobre los puentes de la grúa, seis puntos, como se indica en el croquis.



Cuando la grúa está correctamente triangulada, -- las distancias entre puntos \overline{AE} y \overline{EC} deben ser iguales, lo mismo que las distancias \overline{DB} y \overline{BF} .

Con esta verificación se puede asegurar la perpendicularidad de los puentes con respecto a las vigas carril -- consiguiendo con esta un desplazamiento uniforme de la grúa sobre el riel evitando el desgaste de ruedas de translación, así como un mal manejo de la carga y desbalanceo de la misma al momento de frenar.

En general una mala triangulación origina una ma-

la operación de todas las partes mecánicas de la grúa (desalineamiento, golpeteo friccionante) por lo que esta es la característica que más hay que cuidar en el montaje.

5.2.3 PUESTA EN MARCHA

La puesta en marcha se hace de la siguiente manera:

- Se revisa que todas las conexiones estén identificadas, según diagramas de fuerza y control.
- Asegurar que las conexiones estén sujetas, con zapatas adecuadas a los diferentes calibres de cables.
- Revisar el sentido de rotación de los motores, esto es que se tenga una secuencia adecuada de fases.
- Verificar la secuencia adecuada de contactos en tablero de contactos, de acuerdo a las distintas velocidades de; carro, translación de puentes e izaje auxiliar y principal.
- Revisar el funcionamiento de interruptores límite de izaje principal y auxiliar.
- Verificar alineación y nivelación de rieles.
- Accionar las distintas partes del sistema independientemente y con incrementos continuos de velocidad.
- Iniciar todos los movimientos despacio y mover las palancas de control, paso por paso, hasta tener la máxima velocidad.
- Parar paso a paso de la misma manera que en el accionamiento.
- Probar cada uno de los movimientos de la grúa con una carga ligera durante una hora o más.

- Examinar todas las partes, en especial las chumaceras si no hay calentamiento y aplicar plena descarga a las grúas.
- Identificar con un estetoscopio, los ruidos y vibraciones en los reductores de velocidad de;_ translación del puente, carro e izaje, a distintas cargas.

5.3 HORNO PARA TRATAMIENTOS TERMICOS

5.3.1 INTRODUCCION

De el proceso de fabricación surge la necesidad - de contar con un horno de tratamientos térmicos para relevado - de esfuerzos, ya que las piezas después de trabajarlas en frío o en caliente (rolado, corte, soldado) sufren concentración de esfuerzos modificando sus propiedades mecánicas.

5.3.2 SELECCION DEL TIPO DE HORNO

Factores importantes que influyen en la selección del horno:

- Tipo de tratamiento térmico que se requiere; im- plica la temperatura máxima de trabajo admisi- ble en el horno.
- Grado de calentamiento; es decir el incremento - de temperatura en la unidad de tiempo.
- Dimensiones de las piezas a las cuales se les - va a dar tratamiento térmico.
- Temperatura mínima requerida en la parte exter- na del horno, ya que de esto depende la canti- dad de aislante del horno y por lo tanto su cos- to.
- Peso de las piezas y forma de transportarlas - hacia el horno.
- Tipo de enfriamiento.
- Dado que el volumen de las piezas como el peso - de las mismas es considerable, las dimensiones - del horno deben ser considerables, y por otra - parte se debe también contar con un carro para - introducir las piezas en el horno.
Este carro debe fabricarse con un material que - sea capaz de soportar grandes cambios de tempe-

ratura, sin que por ello pierda sus propiedades mecánicas. También se debe evitar que el material se endurezca y se haga frágil.

De acuerdo a todo lo anterior se elige UN HORNO - TIPO CARRO CON PUERTA CORREDIZA PARA TRATAMIENTOS TERMICOS, -- formado de acero estructural (A-36) con aislamiento de lana mineral y concreto refractario de liga cerámica de las siguientes dimensiones:

Altura útil - 7000 mm.
Largo - 12000 mm.
Ancho - 7000 mm.

Ver figuras 5.3.1 y 5.3.2

5.3.3 DISEÑO DEL HORNO

a). Consideraciones generales.

El horno está diseñado para efectuar tratamientos térmicos hasta una temperatura máxima de 900°C, con incrementos de temperatura máximos de 100°C / Hr., y con una carga máxima de 80 ton.

El gradiente de temperatura dentro del horno no debe de exceder de 4°C para que el tratamiento de la pieza sea homogéneo. Debe estar cubierto para evitar que se moje el aislamiento y quemadores.

La estructura del horno se diseña para resistir - cargas de viento, sismos y dilataciones, esto último es muy importante por que permite que el horno en su conjunto no sufra deformaciones.

b). Aislamiento.

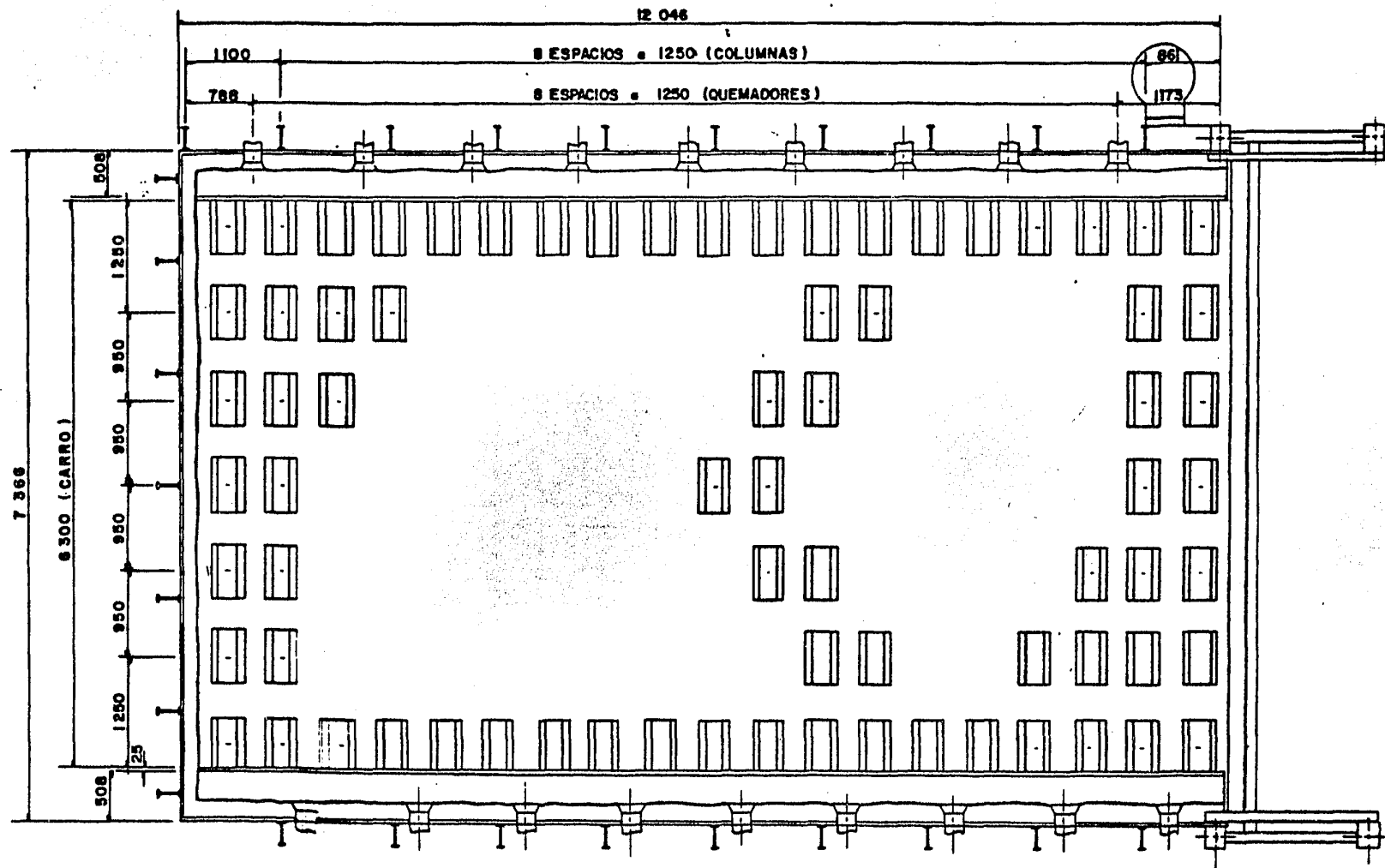


Fig. 6.3.1 **HORNO. PLANTA**

ESC. 1:50

ACOT. MM.

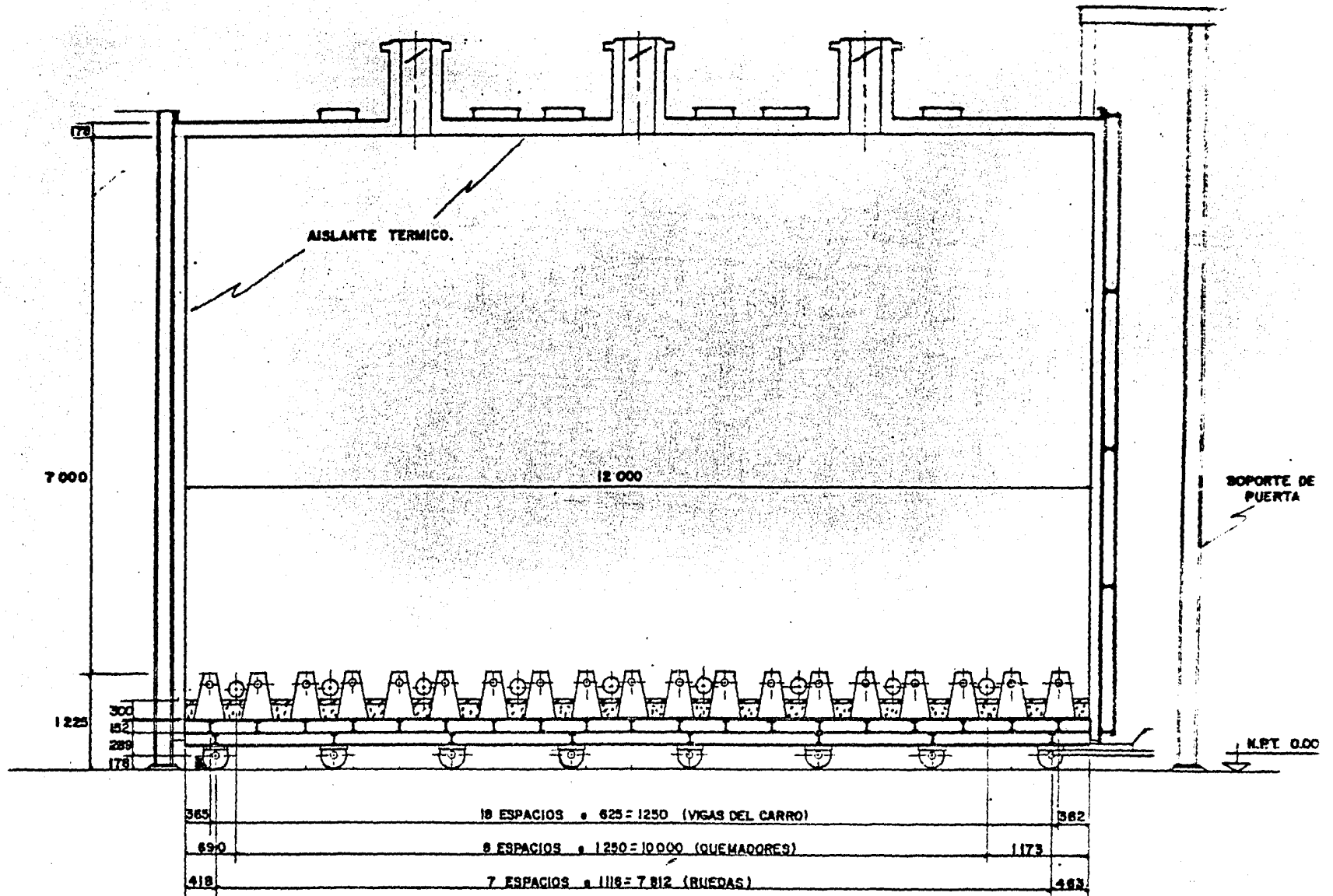


Fig. 5.3.2 **HORNO. V.L.**

Para que el horno conserve una temperatura y presión de trabajo adecuadas y uniformes en el interior, se hace hermético de la siguiente manera:

Primero se aísla con material refractario, que tiene las siguientes funciones:

- a). Evita la transmisión de calor hacia la parte externa del horno.
- b). Evita caídas de presión, para lo cual las uniones entre los aislamientos están traslapados de una capa superior a la inmediata inferior.

La Temperatura de trabajo máxima admisible del refractario es de 1315°C por lo que puede soportar la temperatura de trabajo máxima admisible del horno (900°C).

En las paredes, en el techo y en la puerta del horno, se usó como refractario lana mineral con un espesor de 7", consistiendo en una capa de fibra cerámica de 2" de espesor y una densidad de 641 Kg/m^3 con una temperatura máxima de trabajo admisible de 1315°C y una capa de lana mineral de 2" de espesor para una temperatura máxima de trabajo de 900°C , tres capas de fibra cerámica de 1" de espesor con una densidad de 96 Kg/m^3 con una temperatura máxima de trabajo de 1024°C .

La colocación de las capas refractarias está determinada por la temperatura máxima de trabajo que soportan, esto último tiene una relación directa con la densidad del material e inversa con el espesor del aislante, por lo que las más delgadas y de mayor densidad se colocan en contacto con la temperatura máxima dentro del horno.

Este aislamiento además de cerrar herméticamente el horno permite que la temperatura máxima en el exterior del horno sea de 50°C.

El aislamiento para el carro consiste en 126 soportes de concreto refractario que se encuentran distribuidos longitudinal y transversalmente sobre las vigas de la segunda tarima del carro, con alta resistencia a compresibilidad y abrasión.

El espacio del carro no cubierto por los soportes de refractario, está cubierto por fibra cerámica de la misma clase y espesor que las paredes, con lo que se logra el hermetismo del horno. Además en la parte inferior del horno se logra el cierre hermético por medio del carro ya que cuenta con canales de sello de arena en toda su periferia. La estructura del mismo se muestra en la figura 5.3.1

Para lograr el sellado por la parte frontal existe una puerta corrediza con movimiento lateral por medio de 2 cilindros neumáticos, ésta puerta se encuentra aislada con el mismo material y espesor que las paredes y techo del horno. El sello de la puerta con el horno será efectuado con 4 cilindros neumáticos, los cuales se encuentran accionados mientras el horno está en operación.

c). Control de Temperatura y Presión.

El horno está provisto de 18 quemadores que trabajan con gas natural y diesel, logran una distribución adecuada de la temperatura debido a que se dispusieron en forma alterada (esto es, un quemador de un lado de la pared no se encuentra frente a otro) ya que la flama no incide directamente sobre la pieza de trabajo, ni sobre el refractario sino en medio

de las separaciones entre soportes en un sentido y otro, lo -- que evita zonas de calentamiento excesivo dentro del horno.

En el techo del horno se encuentran localizadas - tres salidas de gases, las cuales cuentan con compuertas para regular el flujo de los mismos, las compuertas son accionadas por medio de tres motores actuadores, uno en cada compuerta, - los cuales a su vez son posicionados por medio del controlador de presión interna del horno.

d). Sistema de seguridad.

Dentro del diseño del horno se cuenta con un sistema de seguridad que actuará automáticamente cerrando la válvula de suministro de combustible a quemadores y pilotos si ocurren cualquiera de las siguientes fallas:

- Baja presión de gas y/o diesel.
- Alta presión de gas y/o diesel.
- Baja presión de aire de combustión.
- Exceso de temperatura.
- Falla de energía.

En cada uno de los casos anteriores se energizará una alarma indicando al operador cualquiera de estas anomalidas.

El horno cuenta con un sistema de protección con el cual se podrán encender los pilotos si todas las válvulas de gas a la zona están cerradas y los controles a fuego mínimo, al establecerse esta condición los pilotos se encienden desde el tablero para posteriormente encender manualmente cada quemador.

e). Equipo de combustión.

El horno tiene una capacidad de calentamiento de 3 978 000 Kcal/Hr. dadas por 18 quemadores con una capacidad de calentamiento de 221 000 Kcal/Hr., los quemadores son duales, es decir están diseñados para trabajar con diesel o gas natural por lo que incluyen una válvula de mariposa para el aire, válvula macho para el gas, 1 de ajuste, placa de orificio para medir el flujo.

El aire de combustión lo suministra un turbo soplador con una capacidad de 120 m³/min., a una presión de 848 mm. de columna de agua con un motor de 40 HP.

Para lograr una combustión eficiente se necesita un suministro de gas natural de 510 m³/Hr., a una presión de 4 Kg/cm² y de gas diesel 113 GPH a una presión de 5 Hg/cm².

5.3.4 FABRICACION DEL HORNO.

La estructura del horno se compone esencialmente de vigas tipo IPR y placa de 3"/16 g y el carro se fabrica con elementos IPR y placa de 1"/4 de espesor. Las placas son de acero A-36 cuyo espesor esta en función de la temperatura máxima de trabajo, por lo general en esta parte se toma en cuenta el costo de las mismas y del refractario por lo que en su elección se optimizan estas dos variables.

El proceso constructivo del horno consta de las siguientes etapas:

- Se hacen las cimentaciones de los dados para las columnas que forman 9 marcos dispuestos longitudinalmente.

- Verificar la nivelación y cimentación de dados, además de asegurar que las camisas de las anclas tengan el juego adecuado. Se asegura que los ejes de dados y las columnas estén alineados, para que al momento del montaje de columnas estas coincidan. Para lograr esto en el colado de anclas se trazan ejes de referencia en el momento del colado de barrenancias.
- Se revisa la cimbra del riel por donde se desplaza el carro que entra en el horno, asegurándose que estos sean paralelos.
- Se montan las columnas con grúa, y se calzan entre la base de columna y el dado de cimentación con un espesor de 7 cm., en donde se agrega posteriormente el aditivo estabilizador de volumen.
- Montar las traveses uniendo dos columnas por la parte superior, plomeando y enderezando, una vez montadas las traveses se conformaron los marcos que dan cuerpo a la estructura.
- Colocar plantas de 3/16" de espesor marcos, estas van soldadas intermitentemente con 2" de cordón de soldadura cada 15 cm. y se deja un espacio libre entre placa y placa para expansión de las mismas, ocasionadas por el calentamiento. La soldadura se alternó en un 70%, en traveses y columnas, la soldadura es corrida.
- Se limpia el interior, con c-orro de arena, esto se hace para quitar lo oxidado de las paredes de lámina por medio de aire comprimido y arena fina.

- Se limpia exteriormente el horno.
- Se pinta el interior y el exterior, con pintura de aluminio que resiste la temperatura de 180°C y de acuerdo al diseño la temperatura en la lámina será de 50 a 60°C.
- Instalar tuberías de gas, de aire y líneas neumáticas para accionar los cilindros que abren - (cuatro) y sellan las puertas corredizas (dos).
- Realizar una cuadrícula de 20 cms. en todas las paredes del horno, para la localización de las anclas que soportan el aislamiento térmico. Se colocan las anclas que son puntas de acero inoxidable.
- Colocar la fibra aislante en base a la temperatura máxima de trabajo que tiene que soportar. La temperatura máxima de trabajo esta en relación inversa con el espesor del aislamiento, ya sea de la fibra cerámica o de la lana mineral, lo que significa que las fibras de mayor espesor reducen más la temperatura pero no soportan la máxima temperatura, por lo que su colocación debe ser la adecuada, esto es más delgadas las que estan en contacto con el calor (son 3 de 1") y la más gruesa (son 2 de 2").

A continuación se muestra una secuencia fotográfica de la fabricación del horno.

5.3.5 PUESTA EN MARCHA.

A). Acondicionamiento de equipos.

- a). Limpieza interior de las tuberías de: aire de combustión, aire de atomización, gas a pilotos y gas a quemadores con aire comprimido.
- b). Limpieza de tubería de diesel por medio de recirculación y purgado con diesel de todas las líneas.
- c). Limpieza de turbosopladores, lubricación de sus motores eléctricos y balanceo.
- d). Limpieza de actuadores e instrumentos de sistemas de control y protección.
- e). Limpieza y ajuste de las bombas de combustible diesel.

B). Pruebas a equipos.

- a). Revisar la instalación estructural de acuerdo con la ingeniería aprobada para construcción.
- b). Revisar la adecuada colocación y anclaje de aislamientos y refractarios.
- c). Revisar la instalación eléctrica con pruebas de continuidad y aislamiento.
- d). Revisar instalación de instrumentos y equipos de control de acuerdo a planos de proyecto.

- e). Comprobar el funcionamiento del tablero de control y de todo el instrumental.
- f). Probar y corregir, según el caso, la red de interconexión de termopares, dándoles la polaridad correcta para tener una indicación verídica.
- g). Ajuste y calibración de equipos.
- h). Calibración de instrumentos.
 - a). Calibrar registrador de temperatura para obtener 0°C como lectura mínima y la amplitud de la escala a 1000°C , para preparar de calibración tipo "K". Ajustar también la ganancia del instrumento para lecturas intermedias.
 - b). Calibrar controladores de temperatura en escala de 0°C a 1100°C al igual que su ganancia para lecturas intermedias.
 - c). Calibrar el paso de acoplamiento de impedancias a los controladores para el programador de temperatura a la escala correspondiente a ellos de 0°C a 1100°C , mediante señales de milivoltajes, generadas por un potenciómetro.
 - d). Calibrar el controlador de presión interna del horno para una señal de 4-20 mA mínima y máxima, correspondiente a $0.15''\text{ C.A.}$ y $+ 0.15''\text{ C.A.}$
 - e). Calibrar el límite de control de temperatura

interna del horno hasta 950°C.

ü). Calibración del sistema de combustión.

a). Para que la capacidad calorífica máxima suministrada por cada quemador sea de 1 MM BTV/HR, la relación aire-combustible suministrada en las líneas, medida en unidades de presión y flujo es:

LINEA	PRESION
Aire de atomización.	30 OSI (onzas por pulgada cuadrada).
Aire de combustión.	16" C.A. (quemadores apagados).
Aire de combustión.	20" C.A. (quemadores encendidos).

Presión de diesel máx. 10 PSIG

LINEA	FLUJU
Flujo de diesel máximo	7 G.P.H.
Flujo de diesel mínimo	2.5 G.P.H.

Sin embargo la presión de combustión durante el periodo de encendido de quemadores es de 7.5" C.A.

b). Calibrar las válvulas de control de diesel en cada zona del horno de tal manera que a fuego bajo se tenga un 20% de apertura y a fuego alto un 60% de apertura.

c). La presión de descarga de las bombas de diesel es de 55 PSIG para el suministro de toda

la línea.

d). El regulador de presión de diesel a la entrada de cada quemador se calibra a 10 PSIG.

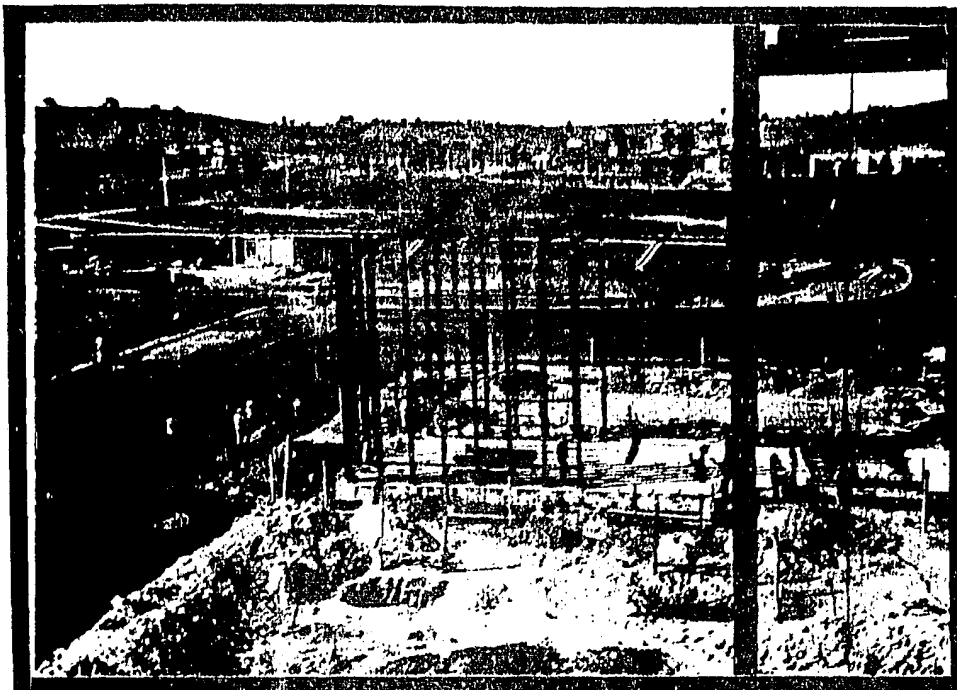
e). Los límites de presión se calibran como sigue:

Baja presión de aire	40" C.A.
Baja presión de diesel	10 PSIG.
Alta presión de diesel	25 PSIG.

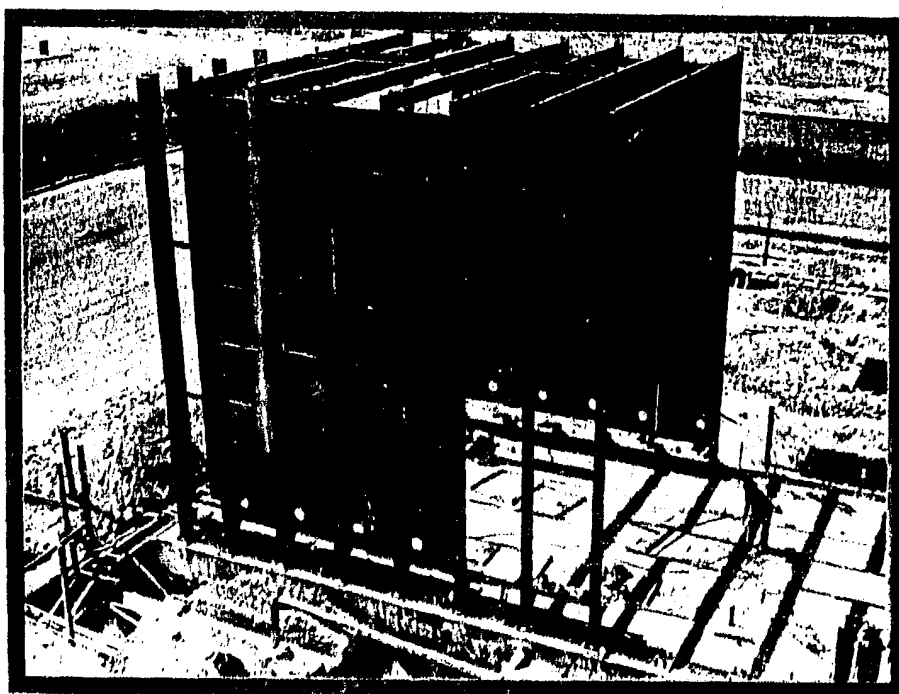
En las líneas de pilotos se calibra de la siguiente manera:

Presión de gas	15" C.A.
Presión de aire	16" C.A.

Las siguientes fotografías muestran algunos de los componentes característicos del horno para Tratamientos Térmicos así como una secuencia del montaje.



CONSTRUCCION DEL HORNO PARA TRATAMIENTOS TERMICOS



CONSTRUCCION DEL HORNO PARA TRATAMIENTOS TERMICOS

5.4. ROLADORA.

5.4.1. DESCRIPCION GENERAL.

La roladora está provista de un armazón fundamental o chásis sobre la cual se montan las diferentes piezas de la máquina (soporte abatible, soporte de accionamiento, etc) Esta construcción impide la transmisión de las fuerzas sobre la cimentación, ya que el flujo de fuerzas que se necesitan para curvar se absorben dentro de la única carga sobre la cimentación. Los componentes de la misma se observan en la figura 2.10(a)

5.4.2. MONTAJE.

5.4.2.1. LIMPIEZA.

Después de la recepción la máquina se limpia a fondo. Las piezas cubiertas de antioxidante o grasa, se limpian con petróleo (o disolvente). Todas las piezas limpiadas de esta forma, se protegen después con una capa de aceite.

Todos los puntos de engrase se limpian cuidadosamente, con el fin de que al engrasarlos con la bomba, no penetre suciedad en los cojinetes.

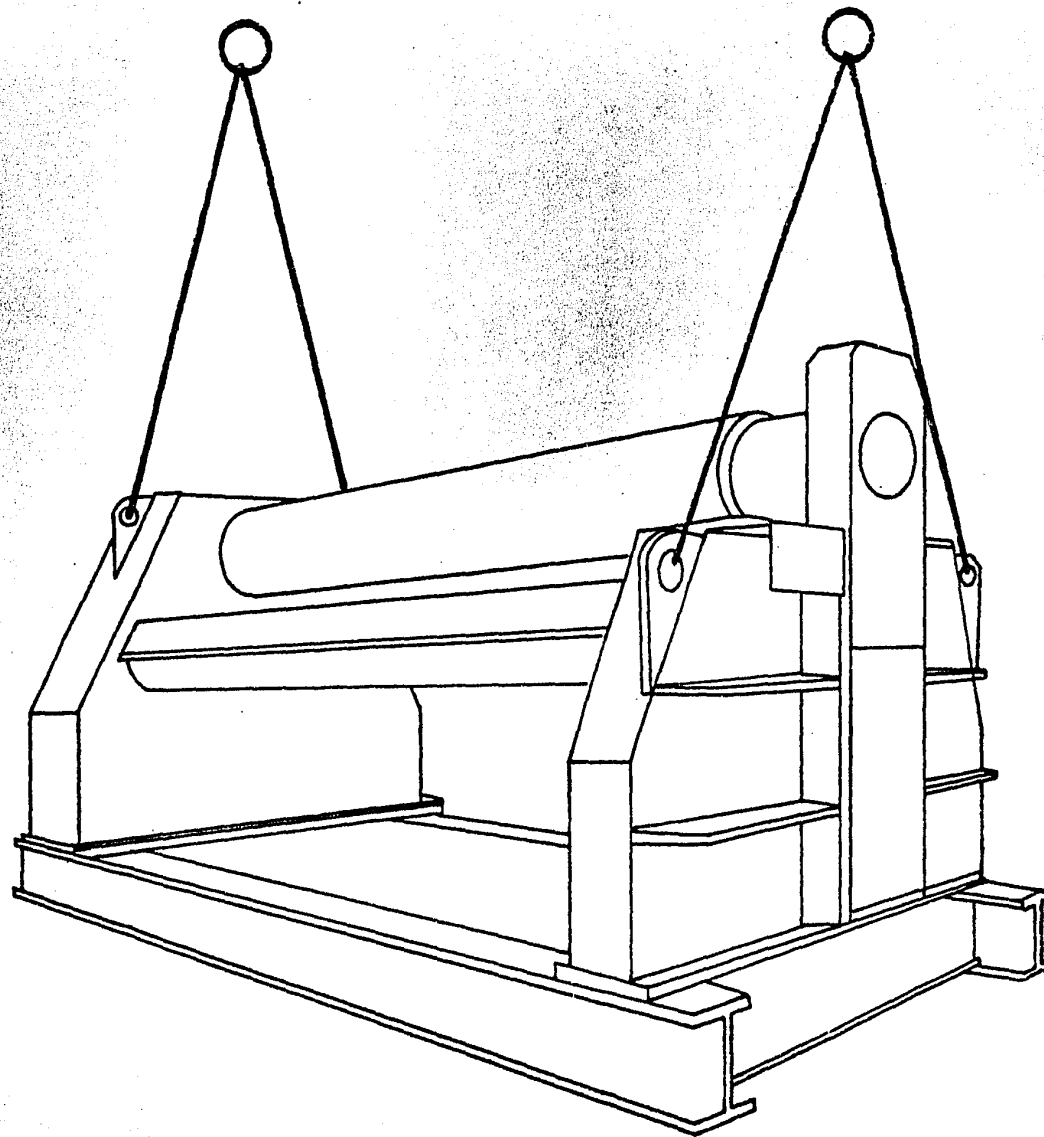


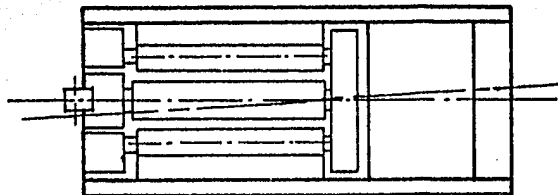
fig. 5.4.1 TRANSPORTE DE LA ROLADORA

5.4.2.2. ALINEAMIENTO

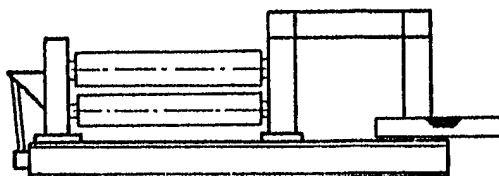
La máquina se alinea de tal forma que al abrir o cerrar el cojinete volcable, el mismo entre fácilmente en el casquillo de guiado del rodillo superior. Para lograr lo anterior se procede de la siguiente manera:

1) Nivelar la máquina.

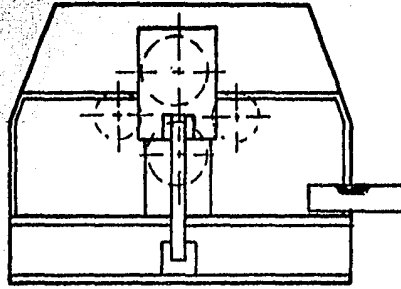
a) Ajustar a lo largo del eje longitudinal.



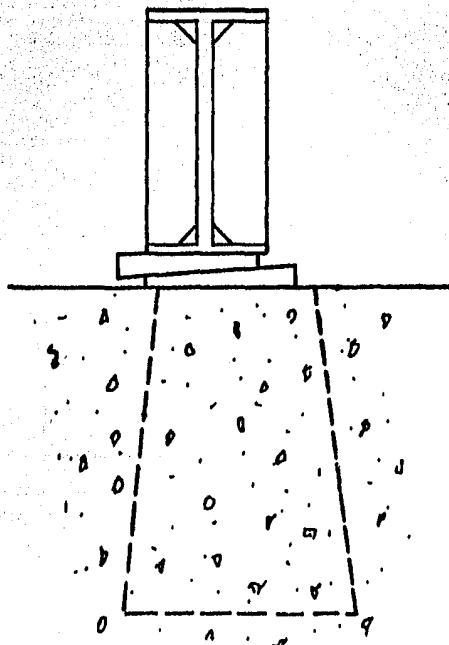
b) Ajustar horizontalmente, por medio de un nivel de burbuja en el largero de su armazón.



c) Ajustar horizontalmente y controlar el nivel en el travezaño de su armazón.



d) Para corregir el desajuste horizontal, se usan placas o cuñas soldadas al marco del armazón.



b) Anclaje.

Los cimientos de cemento y el anclaje se realizan después de controlar todas las funciones de la máquina, - ésto se hace de la siguiente manera:

a) Fijando el ancla, con tuerca y contratuerca.

b) Verter el estabilizador de volumen (Grout) en los huecos.

c) Sujetar el ancla, apretando la tuerca una vez que se ha endurecido el Grout (6 horas después).

5.4.3. PUESTA EN MARCHA.

La secuencia de puesta en marcha se realiza de la siguiente manera:

- Se revisa que las conexiones eléctricas estén conforme a los planos, antes de cargar al equipo con aceite y hacer la acometida del fluido eléctrico.

- Se revisa las juntas de bombas, válvulas, - conexiones y bridas para evitar fugas de aceite en el sistema

hidráulico.

- Purgar tanque de almacenamiento de aceite y tuberías.

- Se revisa alineación y ajuste entre motores, reductores de velocidad y bombas para evitar desgaste o rotura de piezas.

- El fluido hidráulico (aceite DTE 25) se filtra antes de agregarse al sistema, con una malla de 25-micras.

- Se verifican sentidos de rotación de motores.

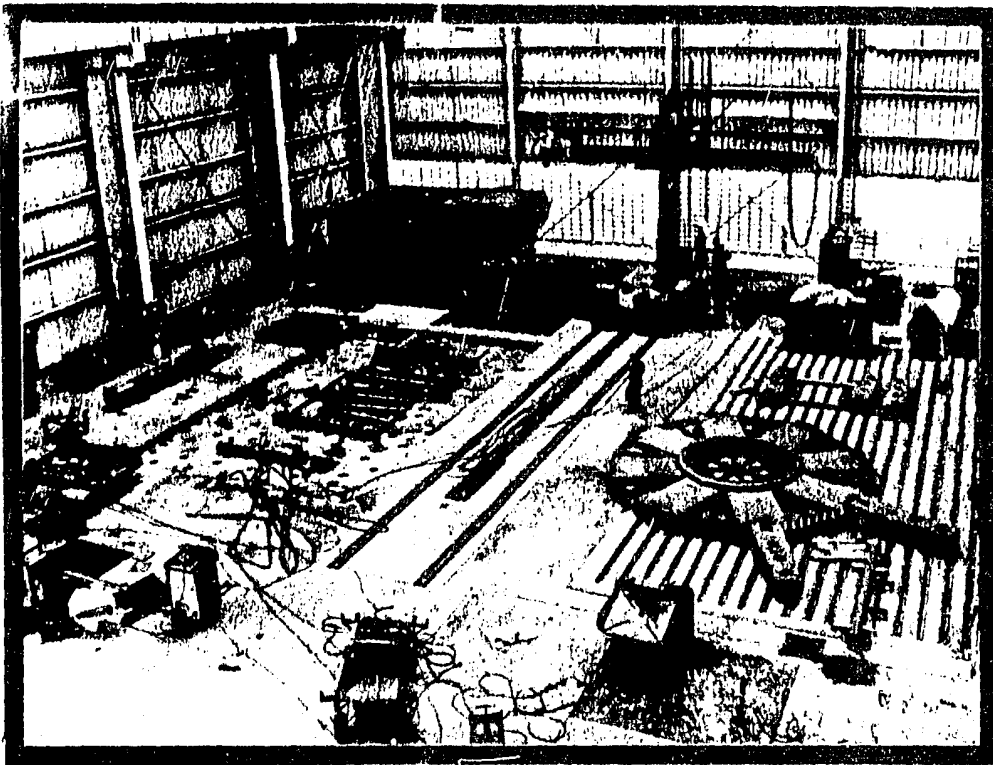
- La presión en las válvulas y el sistema se mantiene baja en principio, hasta detectar todas las fugas.

- Durante la marcha del equipo de baja presión, se procede al purgado. Simultáneamente se observa el nivel de aceite en el tanque, para en caso de ser necesario, adicionar aceite.

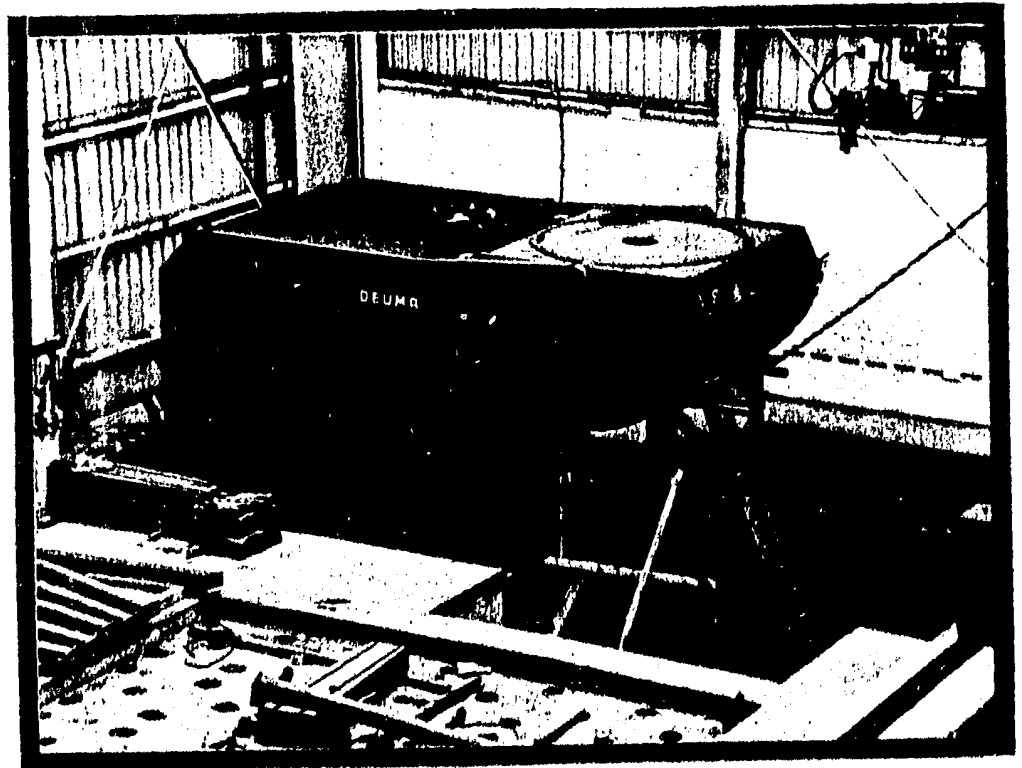
- Una vez alcanzada la presión de servicio definitiva y funcionando el equipo a conformidad, se procede a graduar interruptores, presóstatos y termostatos, etc.

- Hacer reporte de las graduaciones.

MONTAJE .



NAVE DE PAILERIA



POSICIONADOR DE 75 TNS.

5.5. TORNO VERTICAL.

5.5.1. DESCRIPCION.

El torno vertical de un solo montante se presta para toda clase de operaciones de torneado como son: torneado copiado, torneado cónico, tallado de roscas, taladro frezado. Puede ser ocupado para operaciones únicas o en serie.

La máquina comprende:

- Asiento de base con plato de torno.
- Accionamiento principal.
- Montante con barras direccionales.
- Mecanismo de desplazamiento de la traviesa.
- Soporte de la traviesa.
- Mecanismos de accionamiento de avances.
- Soporte lateral.
- Poste hidráulico y sistema de lubricación.

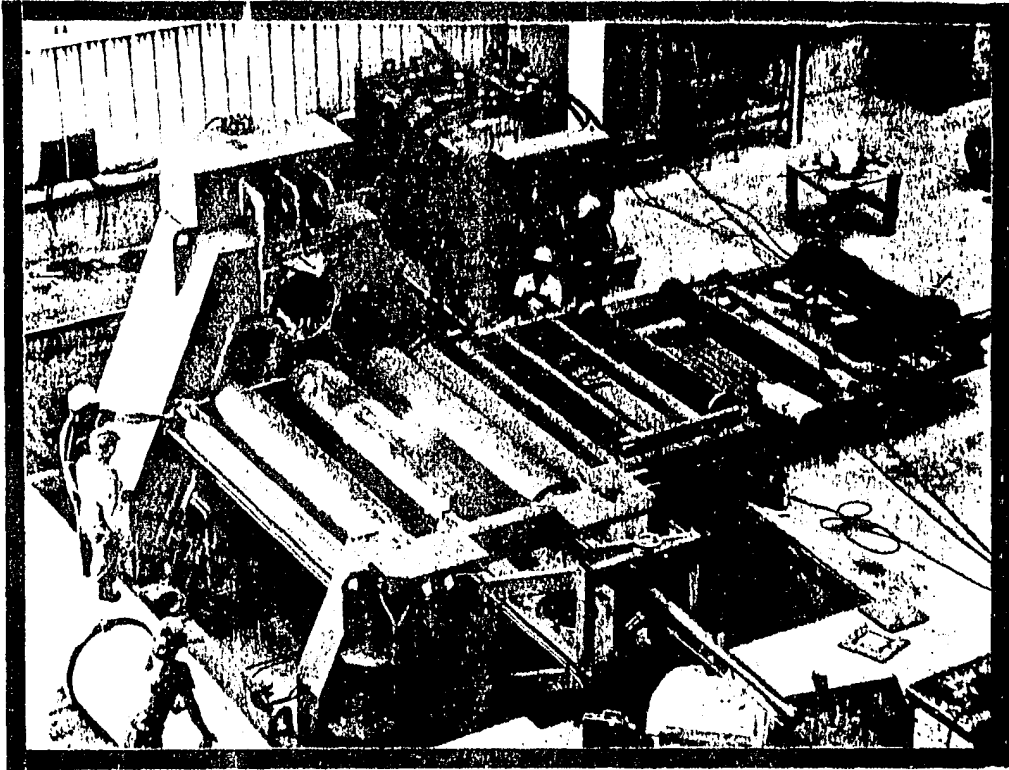
Estos componentes se muestran en la figura

5.5.2.

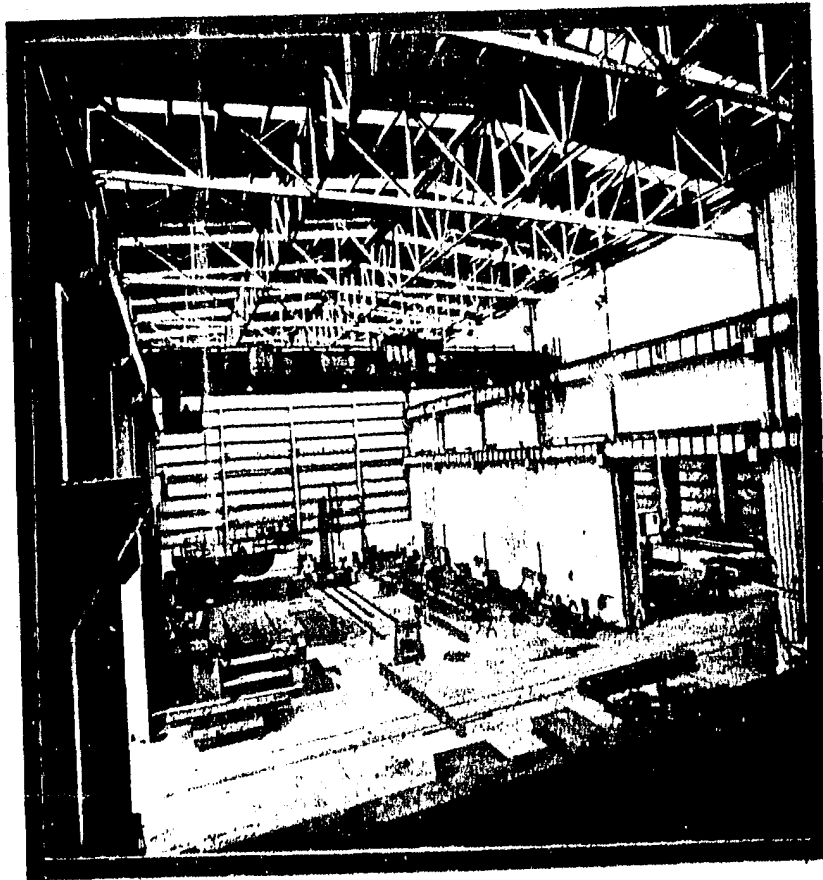
MONTAJE.

- Antes de erguir la máquina, la cimentación -- tiene que estar completamente seca.
- Se coloca la máquina sobre elementos de nivelación reajustables, éstos ofrecen la ventaja de poder nivelar en todo momento la máquina - sin afectar a la cimentación. Todos los elementos de nivelación se ajustan a la misma altura antes de ser colocados en la bancada de la máquina. El ajuste normal al colocarlos - es de aproximadamente 1 mm. mas alto que su - posición más baja.
- Para el recibido de tornillos de anclaje y - elementos de nivelación se utiliza estabilizador de volumen (Grout) no debiendo quedar particúlas de aire. Para lograr lo anterior, - éste se añade solamente por un lado, hasta - que salga por si mismo al otro lado. Antes - de añadirlo, las preparaciones de la cimentación deben de estar completamente húmedas.
- Se procede a la limpieza de las sustancias anticorrosivas con que vienen recubiertos todos los componentes para impedir la formación de herrumbre, ésto se hace con petróleo.
- A continuación las superficies limpias se lubrican y engrasan ligeramente para evitar la-

MONTAJE.



ROLADORA.



NAVE DE PAILERIA.

formación de herrumbre.

Antes de la instalación de elementos que se deslizan sobre vías de conducción (p.e. el montante sobre la bancada, la traviesa a lo largo del montante, etc.), las vías de conducción deben ser lubricadas, para impedir todo deterioro de la superficie de deslizamiento con motivo de la puesta en servicio del complejo.

5.5.3. PUESTA EN MARCHA.

- Comprobar si la tensión de la red corresponde a la tensión de servicio de la máquina.
- Asegurarse que todos los recipientes de aceite estén llenados del tipo de aceite correcto y que todos los sistemas de lubricación funcionen correctamente.
- Conectar el sistema de accionamiento principal y operarlo en régimen de velocidad reducida. Escuchar si existen ruidos en los reductores de velocidad y controlar la velocidad de frenado en el momento de la desconexión.
- Aumentar la velocidad del plato del torno hasta el nivel máximo.
- Controlar todas las funciones de la máquina -

(avances, marchas rápidas, números de revoluciones, etc.), así como la precisión geométrica.

- Después de un período prolongado de servicio (p.e. después de la elaboración de una pieza de prueba) se verifica el funcionamiento de los sistemas de accionamiento y lubricación. Las temperaturas de los aceites no deben exceder de 60°C.
- Finalmente se procede a limpiar filtros de aceite y/o sustituir cartuchos filtrantes. En caso necesario, se purga el aceite y se filtra con un tamiz de mallas.

5.6. MANDRINADORA.

5.6.1. DESCRIPCION.

La fresadora taladradora está dividida en los siguientes grupos de construcción.

- Bancada de la máquina.

Contiene tres grías de conducción para el carro de la misma.

- Carro de la bancada.

Con sistemas de accionamiento para el eje "x"

- Montante.

Con sistema de accionamiento para el eje "y"

Con dos guías de conducción en el eje "y"

- Caja del husillo.

Con viga maestra.

Con disco de torno (montado).

Con alojamiento de husillo para fresadora y taladradora.

Con engranaje de tres velocidades.

Con accionamiento principal independiente para fresadora y taladradora.

Con husillo portabrocas de fijación.

Con sistema de nivelación por contrapeso.

- Cambiador de herramienta semiautomático.

- Transportador de viruta.

- Grupo mesa giratorio a 360°

Eje V. desplazamiento long.

3000 mm.

Tamaño

2500 x 3000 mm

Carga admisible.

65 000 kg.

- Desplazamientos (referenciarse a fig.)

Eje X	10 000 mm.
Eje Y	4 500 mm.
Eje Z	1 300 mm.
Eje W	1 300 mm.

- Husillo de trabajo.

Diámetro	200 mm
No. de Rev.	2.5 - 800
Potencia	90/135

- Velocidades de trabajo.

Eje x-Y-Z y W	normal	1-6000 rpm.
	rápida	10 000 rpm.

La localización de cada una de las partes se encuentran en la figura

5.6.2. MONTAJE.

Una vez llegada la máquina se debe inspeccionar con respecto a daños de transporte y su integridad.

Al descargarse las piezas, tienen que colgarse de los lugares para ello previsto, también tienen que colgarse en forma vertical y sin sobrepeso de la grúa. Los cables no

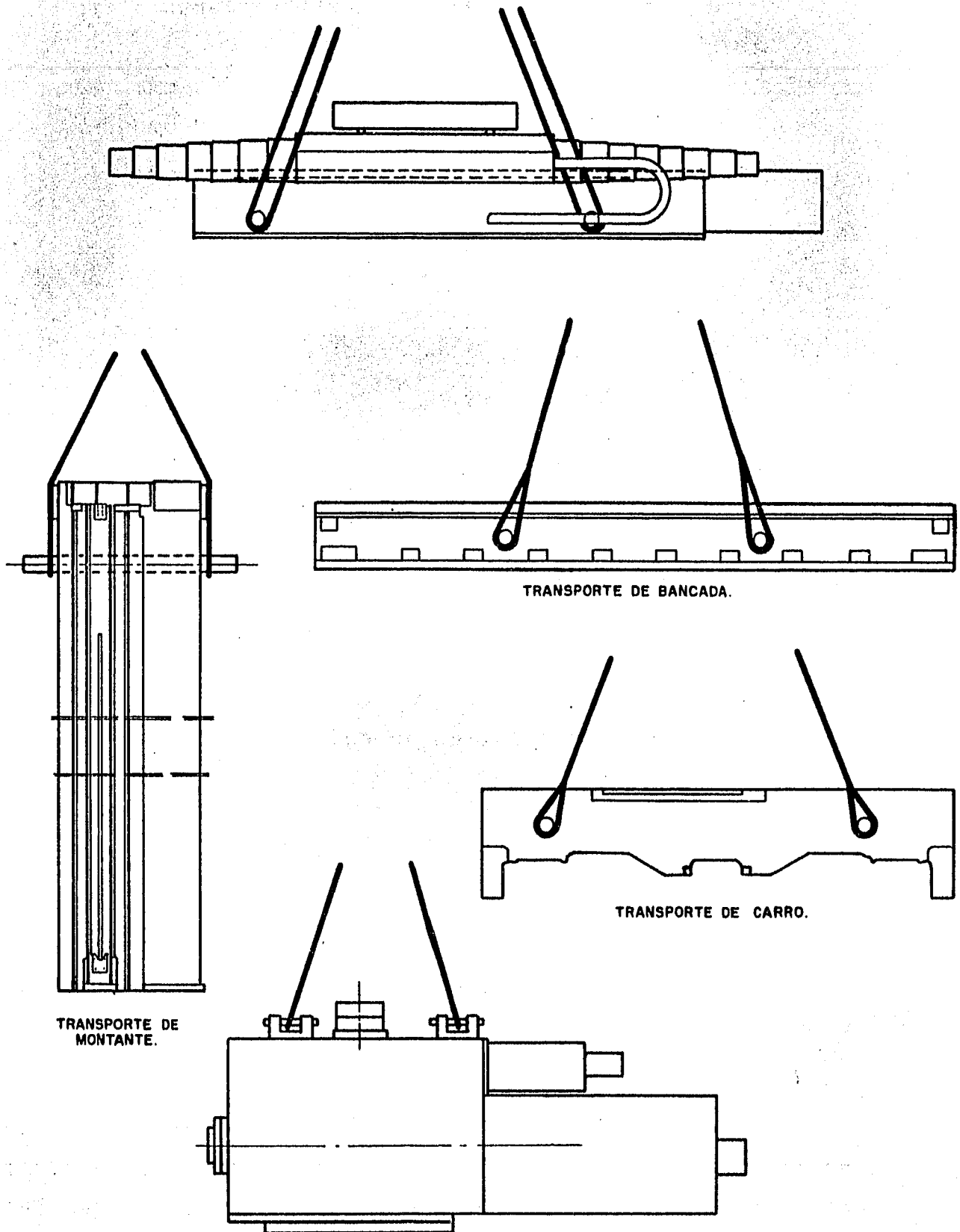


fig. 5.6.1 MONTAJE DE LA MANDRINADORA

deben tocar las piezas de las máquinas. Se deben evitar los golpes fuertes y las sacudidas. Las siguientes figuras muestran como deben de ser transportadas apropiadamente las piezas.

1° Eliminar el protector contra corrosión - por medio de aceite de lavado y kerosén (nunca gasolina o nitrócluciones) y manta (no utilizar franela o estropajo, pues se desprenderían partículas que se pueden introducir a los componentes eléctricos).

2° Colocar la bancada sobre la cimentación, - ésta debe ser colocada de tal manera que los dispositivos niveladores coincidan con las preparaciones para las anclas.

3° Alinear las bancadas con un nivel de burbujas.

4° Asegurarse que todos los dispositivos de nivelación estén totalmente apoyados sobre el piso, para lograr una correcta nivelación.

5° Limpiar la preparación para las anclas y humedecerla 3 días para evitar que el calor de hidratación requerido por el estabilizador de volumen sea superior al especificado impidiendo un fraguado adecuado con los que se evitan fracturas.

6° Engrasar todos los conductores eléctricos para evitar su corrosión.

7° Una vez limpia la columna ensamblarla en la bancada.

8° Colocar la viga maestra.

9° Colocar el husillo.

10° Montar tablero de control y hacer conexiones eléctricas.

11° Colocar los grupos de locomoción de bancada, husillo principal y viga maestra.

12° Alineamiento del husillo principal de acuerdo a los siguientes factores:

a) Gradiente de temperatura con respecto a la altura de la máquina.

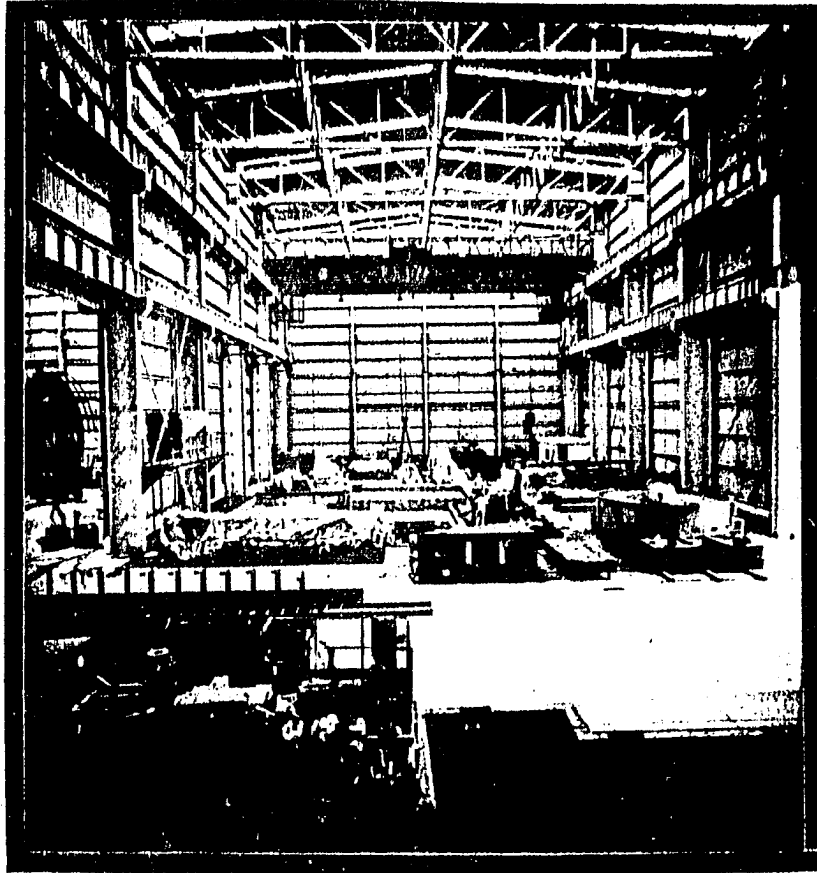
b) Humedad relativa.

c) Presión atmosférica.

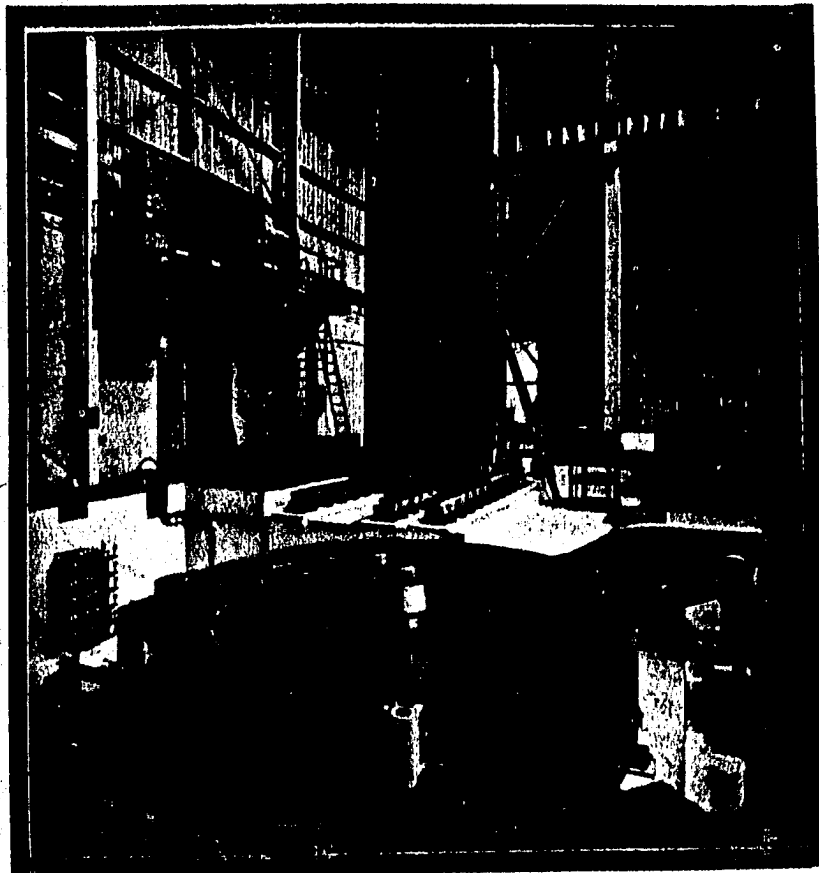
d) Volumen de aire en movimiento.

Las fotografías precedentes muestran una secuencia del montaje puesta en marcha de los equipos de la Nave de Maquinado.

MONTAJE.

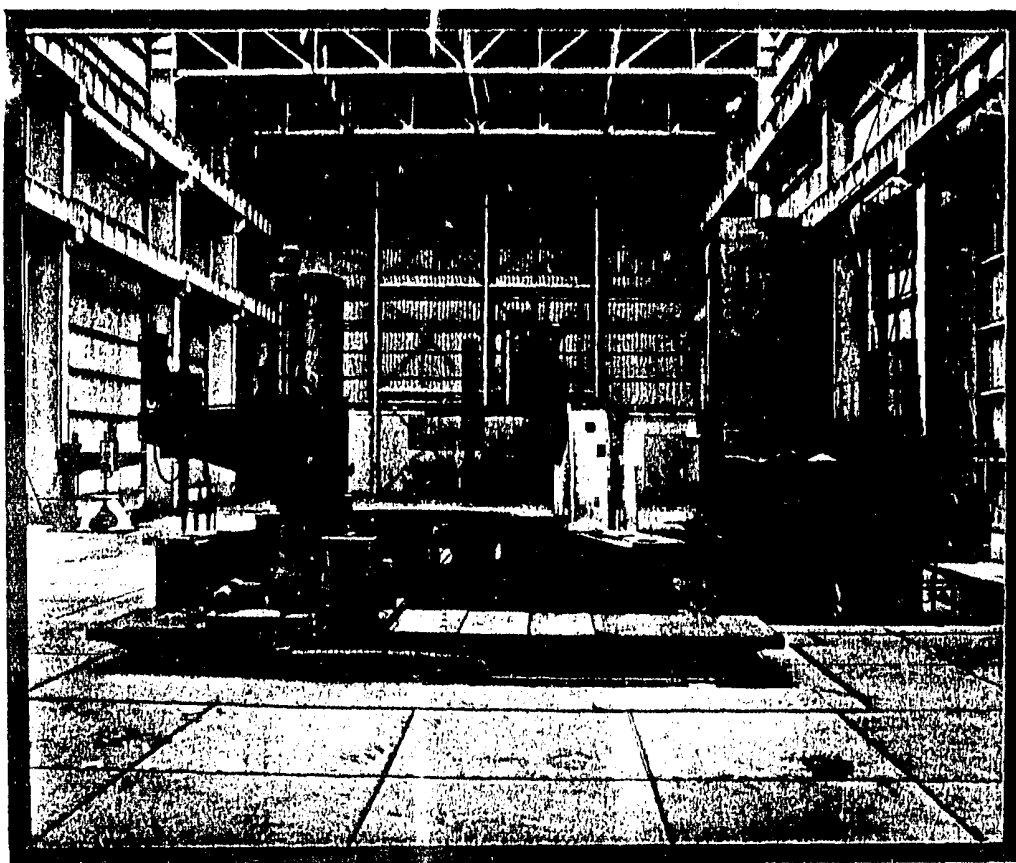


NAVE DE MAQUINADO.



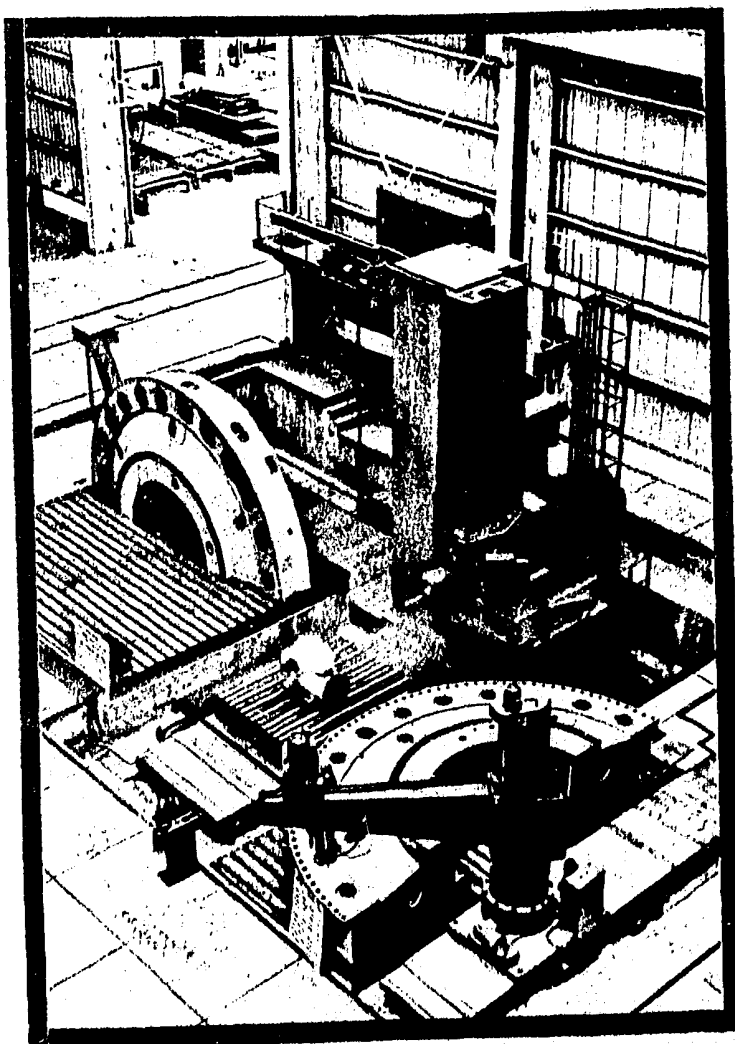
TORNO VERTICAL.

PUESTA EN MARCHA.

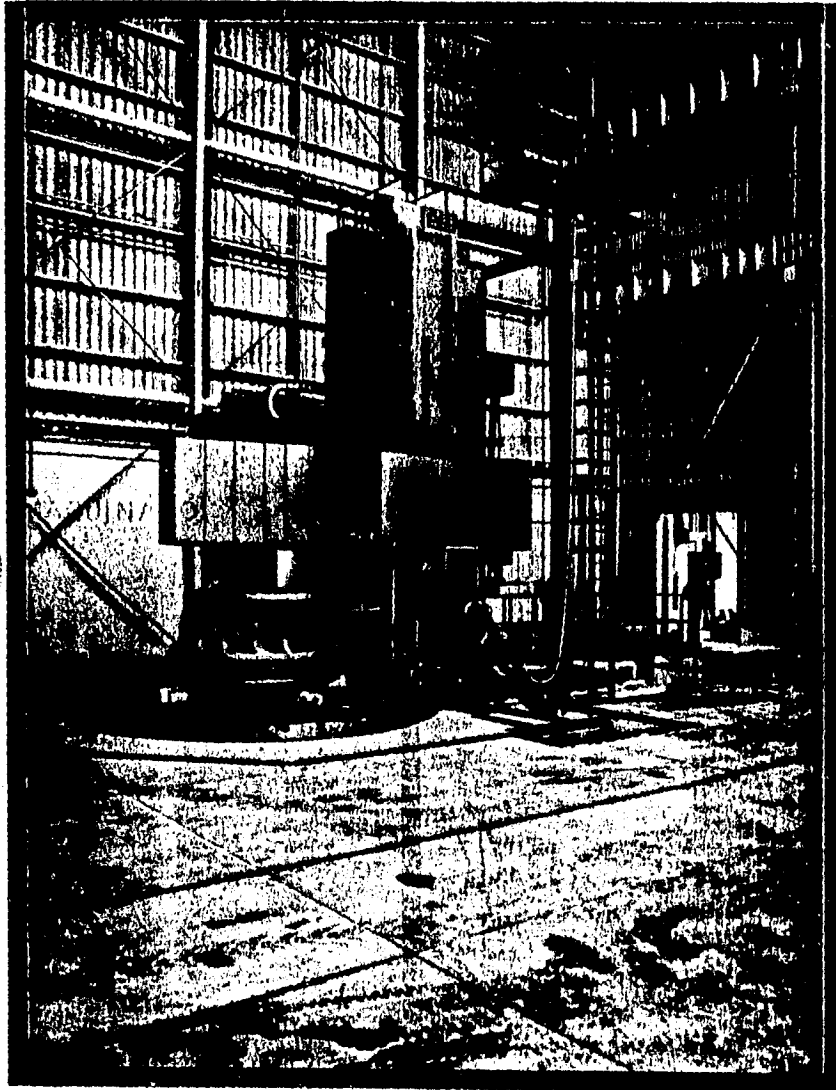


NAVE DE MAQUINADO.

MANDRINADORA.



PUESTA EN MARCHA.



TORNO VERTICAL.

CONSIDERACIONES FINALES

El trabajo antecedente es resultado no de un estudio racional y metódico acerca de la naturaleza de un proyecto sino mas bien de la experiencia obtenida dentro de la construcción y puesta en marcha del mismo, es también producto de múltiples consultas con Ingenieros, Técnicos y personal de campo - quienes con su esfuerzo y dedicación hacen posible el desarrollo creciente de la infraestructura de nuestro país a quienes damos nuestro agradecimiento.

El proyecto, consideramos es un impulso más al desarrollo de la industria siderúrgica y metal-mecánica nacional teniendo como finalidad la fabricación dentro de nuestro país - de bienes de capital para generar energía con patrones de calidad semejantes a los de los países desarrollados logrando - con lo anterior entre otros aspectos el incremento de obra calificada, la sustitución de importación e impulsar a la industria nacional a un crecimiento uniforme en sus patrones de calidad.

Finalmente es nuestro deseo que esta tesis sirva de in--centivo a nuestros compañeros que se inician en el estudio de la Ingeniería Mecánica Eléctrica, para buscar su desarrollo - profesional dentro de una rama de la amplia gama de posibilidades que ofrece nuestra carrera, a todos ellos nuestros mejores deseos.

APENDICE I

POTENCIAL HIDROELECTRICO EN LA REPUBLICA MEXICANA EN M. W.

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL.A.E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot.Med. M. W.	Gen.Med. G.W.H.
1	Boca del Cerro.	Chis.	Usumacinta	Usumacinta	56,000	1,775	60	699	6,123
2	Chicoasen.	Chis.	Grijalva.	Grijalva.	11,883	377	180	637	5,580 *
3	Infiernillo.	Gro.	Balsas.	Balsas.	15,000	476	101	379	3,317 *
4	Malpaso.	Chis.	Grijalva.	Grijalva.	19,273	611	85	365	3,200 *
5	Agua Azul.	Chis.	Usumacinta	Usumacinta	56,000	1,775	25	291	2,549
6	Yaxila.	Oax.	Papaloapan	Sayolapan.	1,100	35	1,150	264	2,313
7	Chacté II.	Chis.	Grijalva.	Tacotalpa.	2,500	80	500	262	2,295
8	La Angostura.	Chis.	Grijalva.	Grijalva.	11,824	375	92	257	2,251 *
9	Sta. Elena.	Chis.	Usumacinta	Sto. Domingo	2,500	80	425	223	1,954
10	Reforma.	Oax.	Verde.	Reforma.	2,000	63	500	207	1,813
11	Sta. Catarina.	Oax.	Ometepec.	Sta. Catarina	2,200	70	450	207	1,813
12	Itzantón.	Chis.	Grijalva.	Tacotalpa.	2,800	89	350	204	1,787
13	Las Tazas.	Chis.	Usumacinta	Jataté.	3,000	95	270	168	1,472
14	La Villita.	Mich.	Balsas.	Balsas.	14,329	454	44	163	1,418 *
15	Aguamilpa.	Nay.	Santiago.	Santiago.	7,421	235	100	154	1,349
16	Tres Naciones.	Chis.	Usumacinta	Lacantón.	29,300	929	25	152	1,332
17	Peñitaa.	Chis.	Grijalva.	Grijalva.	21,900	694	33	150	1,314
18	El Caracol.	Gro.	Balsas.	Balsas.	7,000	222	100	146	1,280
19	La Catarata.	Chis.	Usumacinta	Sto. Domingo.	6,600	209	100	137	1,200
20	Chacté I.	Chis.	Grijalva.	Tacotalpa.	1,300	41	500	135	1,183
21	Pico de Oro.	Chis.	Usumacinta	Lacantón.	25,000	793	25	130	1,139
22	Chajul.	Chis.	Usumacinta	Lacantón.	20,400	647	30	128	1,121
23	Pescados.	Ver.	Jamapa-Antigua.	Pesc.-Puentes.	1,500	48	400	126	1,104
24	Sto. Tomás.	Gro.	Balsas.	Balsas.	12,000	381	50	125	1,095
25	La Ciudad.	Dgo.	Baluarte.	Chavarría.	600	19	1,000	125	1,095

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL.A.E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot.Med. M. W.	Gen.Med. G. W. H.
26	Zapata.	Chis.	Usumacinta	Usumacinta	57,000	1,807	10	118	1,034
27	El Tigre.	Chis.	Usumacinta	Usumacinta	55,000	1,744	10	114	999
28	Colorado.	Chis.	Usumacinta	Sto. Domingo	10,950	347	50	114	999
29	Ráps. Sto. Domingo	Chis.	Usumacinta	Sto. Domingo	5,400	171	100	112	981
30	S.J. Tetelcingo.	Gro.	Balsas.	Balsas.	4,700	149	115	112	981
31	Yovego.	Oax.	Papaloapan	Cajonos.	2,535	80	200	105	920
32	Yolotepec.	Oax.	Verde.	Yolotepec.	3,300	105	150	103	902
33	El Rosario.	Chis.	Usumacinta	Jataté.	1,800	57	270	101	885
34	Ometepec.	Gro.	Ometepec.	Ometepec.	6,000	190	80	100	876
35	Temascal I.	Oax.	Papaloapan	Tonto.	8,266	262	50	98	858 *
36	El Gavilán.	Gro.	Balsas.	Balsas.	4,500	143	100	94	823
37	Yashjá.	Chis.	Grijalva.	Tulijá.	1,600	51	280	94	823
38	Meandro Oeste.	Son.	Yaqui.	Papigóchic.	1,930	61	225	90	789
39	Sto. Domingo II.	Oax.	Papaloapan	Sto. Domingo.	2,863	91	150	90	789
40	El Cajón.	Nay.	Santiago.	Santiago.	4,260	135	100	89	780
41	Huites.	Sin.	Fuerte.	Fuerte.	3,500	111	120	87	762
42	Altamirano.	Chis.	Usumacinta	Tzaconejá.	1,200	38	350	87	762
43	El Aguacate.	S.L.P.	Pánuco.	Moctezuma.	910	29	450	86	753
44	La Yesca.	Jal.	Santiago.	Santiago.	3,420	108	120	85	745
45	Chimalapa.	Ver.	Coatzacoalcos.	Chimalapa.	4,100	130	100	85	745
46	La Unión.	Gro.	Unión-Papagayo.	La Unión.	2,000	63	200	83	727
47	Coscomatepec.	Ver.	Jamapa-Antigua.	Jamapa.	800	25	500	82	718
48	El Naranjo.	Chis.	Grijalva.	Tulijá.	6,500	206	60	81	709
49	San Jerónimo.	Gro.	Balsas.	Balsas.	13,000	412	30	81	709
50	Xúchiles.	Ver.	Papaloapan	Blanco.	1,291	41	300	81	709
51	La Caimanera.	Gro.	Balsas.	Balsas.	12,840	407	30	80	701

NUM.	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL. A. E. $10^6 m^3$	Q m^3/seg	CARGA m	Pot. Med. M. W.	Gen. Med. G. W. H.
52	Cosautlán.	Ver.	Jamapa-Antigua.	Pescados.	945	30	400	79	692
53	Uvero.	Oax.	Coatzacoalcos.	Suchilapan.	7,100	225	50	74	648
54	Tecuatepec.	Pue.	Nautla-Tecolutla.	Tecuatepec.	2,025	64	175	73	639
55	Paso Reyna.	Oax.	Verde.	Verde.	4,700	149	75	73	639
56	Tepoa.	Gro.	Balsas.	Balsas.	7,000	222	50	73	639
57	Peñas Blancas.	Ver.	Coatzacoalcos.	Coatzacoalcos.	14,000	444	25	73	639
58	Meandro Este.	Chih.	Yaqui.	Papigóchio.	600	19	568	71	622
59	Tingambato.	Méx.	Balsas.	Tilóstoc.	851	27	380	70	615*
60	Huixtla II.	Chis.	Huixtla.	Huixtla.	1,680	53	200	69	604
61	Ixtapan.	Oax.	Verde.	Atoyac.	1,100	35	300	69	604
62	Tehuipango.	Oax.	Papaloapan	Tonto.	1,069	34	300	67	587
63	Tamol.	Ver.	Pánuco.	Pánuco.	2,126	67	150	66	578
64	Coatzacoalcos II.	Ver.	Coatzacoalcos.	Coatzacoalcos.	15,750	500	20	66	578
65	Otzoloapan.	Méx.	Balsas.	Temascaltepec.	400	13	780	66	578
66	Verde.	Oax.	Coatzacoalcos.	Verde.	6,300	200	50	66	578
67	Tuxpan.	Jal.	Coahuayana	Tuxpan.	700	22	450	65	569
68	Mazatepec.	Pue.	Nautla-Tecolutla.	Apulco.	550	17	480	65	569*
69	Mascota.	Jal.	Ameca.	Mascota.	400	13	750	64	561
70	Temascal II.	Oax.	Papaloapan	Tonto-Sto.-Domingo.	14,505	460	50	63	552*
71	Guadalupe.	Dgo.	Baluarte.	Guadalupe.	1,000	32	300	63	552
72	El Triunfo.	Chis.	Grijalva.	La Venta.	1,500	48	200	63	552

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL. A. E. $10^6 m^3$	Q m^3/seg	CARGA m	Pot. Med. M. W.	Gen. Med. G. W. H.
73	Ahuijullo.	Jal.	Coahuayana.	Ahuijullo.	1,700	54	175	62	543
74	Tzendales.	Chis.	Usumacinta	Tzendales.	2,500	79	120	62	543
75	El Cedro.	Chis.	Usumacinta	Salinas.	15,000	476	20	62	543
76	Sayula.	Chis.	Grijalva.	Sayula.	1,475	47	200	62	543
77	La Venta.	Chis.	Grijalva.	La Venta.	2,900	92	100	60	526
78	Jalpan.	Qro.	Pánuco.	Sta. Maria.	1,126	36	250	59	517
79	El Limón.	Nay.	Santiago.	Santiago.	3,780	120	75	59	517
80	Ixtapantongo.	Méx.	Balsas.	Tilóstoc.	803	25	328	58	510*
81	Samaria.	Tab.	Grijalva.	Grijalva.	27,000	856	10	56	490
82	Livingston.	Chis.	Usumacinta	Tzanconeja.	600	19	450	56	490
83	San Miguel.	Chis.	Grijalva.	San Miguel.	3,800	120	70	55	482
84	Chinipas.	Chih.	Fuerte.	Chinipas.	881	28	300	55	482
85	Bochil.	Chis.	Grijalva.	Chicoasén.	400	13	650	55	482
86	La Múcura.	Jal.	Santiago.	Santiago.	2,900	92	90	54	473
87	Santa Cruz.	Chis.	Grijalva.	Chicoasén.	500	16	500	52	456
88	Usila.	Oax.	Papaloapan	Usila.	2,500	79	100	52	456
89	Plátanos.	Chis.	Grijalva.	Tacotalpa.	630	20	400	52	456
90	Beltrán.	Hgo.	Cazones - Tuxpan.	Beltrán.	500	16	500	52	456
91	Santa Elena.	Ver.	Pánuco.	Pánuco.	6,241	198	40	52	456
92	Mezcalapa.	Chis.	Grijalva.	Grijalva.	25,100	796	10	52	456
93	Jopala.	Pue.	Nautla-Tecolutla.	Laxaxalpan.	1,000	32	250	52	456
94	Los Remedios.	Dgo.	San Lorenzo.	Los Remedios	500	16	500	52	456
95	Necaxa.	Pue.	Nautla-Tecolutla.	Necaxa.	455	14	444	51	447*
96	Papagayo.	Gro.	Unión-Papagayo.	Papagayo.	1,650	52	150	51	447
97	Balojaqui.	Chih.	Fuerte.	Verde.	2,426	77	100	51	447

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL.A.E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot.Med. M. W.	Gen.Med. G. W. H.
98	Chinatd.	Chih.	Fuerte.	Turuáchic.	218	7	1,100	51	447
99	Buenaventura.	Nay.	San Pedro.	Mezquital.	2,400	76	100	50	438
100	Omitlán.	Gro.	Omitlán.	Omitlán.	3,200	101	75	50	438
101	San Gregorio.	Chis.	Grijalva.	Grijalva.	3,400	108	70	50	438
102	Acala.	Chis.	Grijalva.	Grijalva.	11,800	374	20	49	429
103	El Novillo (PEC)	Son.	Yaqui.	Yaqui.	2,488	79	87	49	429*
104	Meandro Sur.	Son.	Yaqui.	Papigóchic.	1,020	32	235	49	429
105	San Miguel.	Chih.	Fuerte.	Verde.	2,355	75	100	49	429
106	Jesús Carranza.	Ver.	Coatzacoalcos.	Jaltepec.	4,730	150	50	49	429
107	Osumacín.	Oax.	Papaloapan	Cajonos.	3,053	97	75	48	420
108	Cupatitzio.	Mich.	Balsas.	Cupatitzio.	450	14	450	48	420*
109	Zapotal.	Chis.	Usumacinta	Sto.Domingo.	3,000	95	75	47	412
110	Cotzocón.	Oax.	Papaloapan	Trinidad.	565	18	400	47	412
111	La Parota.	Gro.	Unión-Papagayo.	Papagayo.	3,750	119	60	47	412
112	Laxaxalpan.	Pue.	Nautla-Te-colutla.	Laxaxalpan.	1,500	48	150	47	412
113	Vicenteño.	Nay.	Santiago.	Santiago.	7,500	238	30	47	412
114	Jiliapan.	Qro.	Pánuco.	Moctezuma.	644	20	350	46	403
115	Huaynamota I.	Nay.	Santiago.	Huaynamota.	2,200	70	100	46	403
116	Sta. Bárbara.	Méx.	Balsas.	Tilóctoc.	1,088	34	262	46	403*
117	Macuspana.	Tab.	Grijalva.	Macuspana.	4,300	136	50	45	394
118	Der.Chicoasén.	Chis.	Grijalva.	Chicoasén.	1,200	38	180	45	394
119	Cumeyatla.	Pue.	Cazones-Tuxpan.	San Marcos.	600	19	350	44	385
120	Pujal.	S.L.P.	Pánuco.	Moctezuma.	5,225	166	40	44	385
121	Quito.	Jal.	Coahuayana.	Tuxpan.	480	15	450	44	385
122	Verde.	Chih.	Yaqui.	Verde.	425	13	500	43	377
123	Piaxtla.	Dgo.	Piaxtla.	Del Pilar.	400	13	500	43	377

NUM	PROYECTO.	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL.A.E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot.Med. M. W.	Gen.Med. G. W. H.
124	El Humaya.	Sin.	Culiacán.	Humaya.	1,807	57	65	43	377 *
125	Acuyo.	Mich.	Balsas.	Carácuaro.	2,050	65	100	43	377
126	San Jerónimo.	Gro.	Unión-Papagayo.	Sn.Jerónimo.	400	13	500	43	377
127	Quetzalapa.	Gro.	Ometepec.	Quetzala.	800	26	250	43	377
128	Miraflores.	S.L.P.	Pánuco.	Amajac.	398	13	500	43	377
129	Xiucayucan.	Pue.	Nautla-Te-colutla.	Xiucayucan.	260	8	800	42	368
130	El Rincón.	Dgo.	Culiacán.	Humaya.	1,000	32	200	42	368
131	Mezquital III.	Nay.	San Pedro.	Mezquital.	2,000	64	100	42	368
132	Básis.	Dgo.	San Lorenzo	Quebrada.	1,000	32	200	42	368
133	Lacantón.	Chis.	Usumacinta	Lacantón.	20,000	634	10	42	368
134	Salinas.	Chis.	Usumacinta	Salinas.	20,000	634	10	42	368
135	Copalita I.	Oax.	Tehuantepec.	Copalita.	500	16	400	42	368
136	Las Juntas.	Oax.	Tehuantepec	Copalita.	1,000	32	200	42	368
137	Chicomuselo.	Chis.	Grijalva.	San Miguel.	2,000	63	100	41	359
138	Villa Juárez.	Pue.	Cazones-Tuxpan.	San Marcos.	800	25	250	41	359
139	Güeráchic.	Chih.	Fuerte.	Verde.	966	31	200	41	359
140	La Parota.	Mich.	Balsas.	Itzicuaro.	550	17	370	41	359
141	Tuzantla.	Mich.	Balsas.	Tuzantla.	1,910	61	100	40	350
142	Tepeitxtla.	Gro.	Unión-Papagayo.	Coyuca.	500	16	380	40	350
143	Tatempa.	Ver.	Nautla-Te-colutla.	Ingenio.	250	8	740	39	342
144	Cuatempan.	Pue.	Nautla-Te-colutla.	Zempoala.	300	10	600	39	342
145	La Trinidad.	Oax.	Papaloapan	Trinidad.	3,100	98	60	39	342
146	Pijinto.	Nay.	Ameca.	Ameca.	1,150	36	160	38	333
147	Zempoala.	Pue.	Nautla-Te-colutla.	Zempoala.	400	13	450	38	333

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL.A.E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot.Med. M. W.	Gen.Med. G. W. H.
148	Bavispe.	Son.	Yaqui.	Bavispe.	1,200	38	150	37	324
149	Cucharas.	Nay.	Acaponeta.	Acaponeta.	900	28	200	37	324
150	Carrizal.	Gro.	Unión-Papagayo.	Tecpan.	600	19	300	37	324
151	Mtz.de la Torre.	Ver.	Nautla-Tecoluitla.	Nautla.	1,781	56	100	37	324
152	Quiotepec.	Oax.	Papaloapan	Sto.Domingo.	1,433	45	125	37	324
153	Progreso.	Oax.	Papaloapan	Soyolapan.	2,400	76	75	37	324
154	Xicatlacotla.	Mor.	Balsas.	Amacuzac.	1,800	57	100	37	324
155	Lacanjah II.	Chis.	Usumacinta	Lacanjah	3,500	111	50	36	315
156	Tecomate.	Sin.	Baluarte.	Maratón.	1,200	38	140	35	307
157	Tampiscol.	S.L.P.	Pánuco.	Moctezuma.	8,125	258	20	34	298
158	Matatán.	Sin.	Baluarte.	Baluarte.	1,650	52	100	34	298
159	Mulatos.	Son.	Yaqui.	Mulatos.	800	25	200	33	289
160	Tepatlaxco.	Ver.	Jamapa-Antigua.	Jamapa.	800	25	200	33	289
161	Azoyú.	Gro.	Ometepec.	Quetzala.	800	25	200	33	289
162	Pichucalco I.	Chis.	Grijalva.	Pichucalco.	800	25	200	33	289
163	San Gregorio.	Dgo.	San Lorenzo.	San Gregorio.	800	25	200	33	289
164	Jacomulco.	Ver.	Jamapa-Antigua.	Antigua.	1,600	51	100	33	289
165	Zoquimota.	Ver.	Nautla-Tecoluitla.	Bobos.	530	17	300	33	289
166	Jungapeo.	Mich.	Balsas.	Tuxpan.	550	17	300	33	289
167	27 de Septiembre	Sin.	Fuerte.	Fuerte.	4,553	144	9	32	280*
168	Santa Rosa.	Jal.	Santiago.	Santiago.	2,734	87	71	32	280*
169	Siquirichic.	Chih.	Fuerte.	Urique-Conchos.	215	7	700	32	280
170	Teapa. II.	Tab.	Grijalva.	Teapa.	1,300	33	120	32	280

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL.A.E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot.Med. M. W.	Gen.Med. G. W. H.
171	San Bartolo.	Nay.	Acaponeta.	San Bartolo.	750	24	200	31	272
172	Mezquital II.	Dgo.	San Pedro.	Mezquital.	1,500	48	100	31	272
173	Huaynamota II.	Nay.	Santiago.	Huaynamota.	1,500	48	100	31	272
174	Progreso.	Pue.	Nautla-Tecoluitla.	Necaxa.	1,000	32	150	31	272
175	Suchiapa.	Chis.	Suchiate.	Suchiate.	3,000	95	50	31	272
176	El Chico.	Jal.	Tomatlán.	Chico.	500	16	300	31	272
177	Coatzacoalcos I.	Ver.	Coatzacoalcos.	Coatzacoalcos.	15,000	475	10	31	272
178	Lacanjah I.	Chis.	Usumacinta.	Lacanjah.	3,000	95	50	31	272
179	Río Blanco II.	Ver.	Papaloapan	Blanco.	1,441	46	100	30	263
180	Urique.	Chih.	Fuerte.	Urique.	326	10	450	30	263
181	Río Blanco I.	Ver.	Papaloapan	Blanco.	1,441	46	100	30	263
182	Micos.	S.L.P.	Pánuco.	Valles.	1,025	33	140	30	263
183	Sto.Domingo.I.	Oax.	Papaloapan	Sto.Domingo.	1,438	46	100	30	263
184	Morirato.	Sin.	Culiacán.	Humaya.	1,435	46	100	30	263
185	Zoró.	Gto.	Lerma.	Lerma.	1,341	43	105	30	263
186	Santa Inés.	S.L.P.	Pánuco.	Moctezuma.	940	30	150	30	263
187	Tayoltite.	Dgo.	Pixtla.	Pixtla.	700	22	200	29	254
188	Tiquicheo.	Mich.	Balsas.	Tuzantla	2,000	63	70	29	254
189	Tlacolula.	Oax.	Papaloapan	Sto.Domingo.	919	29	150	29	254
190	Sto.Domingo II.	Chis.	Usumacinta	Sto.Domingo.	925	29	150	29	254
191	Purungueo.	Mich.	Balsas.	Purungueo.	1,180	37	120	29	254
192	Chaucingo.	Gro.	Balsas.	Amacuzac.	2,085	66	68	29	254
193	Tepuxtepec.	Mich.	Lerma.	Lerma.	647	21	194	29	254*
194	Yaxé.	Oax.	Tehuantepec.	De la Virgen.	300	10	459	29	254
195	Infiernillo.	S.L.P.	Pánuco.	Moctezuma.	336	11	400	29	254
196	Nexapa.	Pue.	Balsas.	Nexapa.	1,400	44	98	28	245
197	Macuspana.	Tab.	Grijalva.	Macuspana.	4,500	143	30	28	245

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL. A. E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot. Med. M. W.	Gen. Med. G. W. H.
198	Torimena.	Sin.	Sinaloa.	Sinaloa.	1,334	42	100	28	245
199	Santa Cruz.	Jal.	Santiago.	Santiago.	2,650	84	50	28	245
200	San Cristóbal.	Jal.	Santiago.	Santiago.	2,650	84	50	28	245
201	Yutamá.	Oax.	Verde.	Yutamá.	100	3	1,350	27	237
202	Tesechoacán I.	Ver.	Papaloapan	Tesechoacán.	13,000	412	10	27	237
203	Salto de Agua.	Chis.	Grijalva.	Tulijá.	6,500	206	20	27	237
204	Comedero.	Sin.	San Lorenzo	Sn. Lorenzo	1,300	41	100	27	237
205	Altamirano.	Gro.	Balsas.	Balsas.	12,800	406	10	27	237
206	Honey.	Pue.	Cazones-Tuxpan.	Trinidad.	200	6	650	26	228
207	Huahuasco.	Méx.	Balsas.	Tilóstoc.	1,200	38	105	26	228
208	Ixcatlán.	Nay.	San Pedro.	Mezquital.	2,500	79	50	26	228
209	Montecillo.	Mich.	Balsas.	Tacámbaro.	2,500	79	50	26	228
210	Uspanapa II.	Ver.	Coatzacoalcos.	Uspanapa.	2,525	80	50	26	228
211	El Mezquite.	Son.	Yaqui.	Yaqui.	2,500	79	50	26	228
212	El Cóbano.	Mich.	Balsas.	Cupatitzio.	1,200	38	332	26	228*
213	La Dura.	Son.	Yaqui.	Yaqui.	2,500	79	50	26	228
214	Eslabón.	Oax.	Verde.	Atoyac.	500	16	250	26	228
215	Atoyaquillo.	Oax.	Verde.	Atoyaquillo.	500	16	250	26	228
216	San Pedro.	Chis.	Usumacinta	San Pedro.	2,450	78	50	26	228
217	Huixtán.	Chis.	Usumacinta	Huixtán.	400	13	300	26	228
218	Bellaco.	Ver.	Papaloapan	San Juan.	6,100	193	20	25	219
219	Bernal.	Tamps	Pánuco.	Tamesí.	2,698	86	45	25	219
220	Teapa I	Tab.	Grijalva.	Teapa.	800	25	150	25	219
221	Chicontla.	Pue.	Nautla-Tecolutla.	Necaxa.	600	19	200	25	219
222	El Real.	Chis.	Usumacinta	Azul	1,200	38	100	25	219
223	Chocoljah I.	Chis.	Usumacinta	Chocoljah	600	19	200	25	219
224	Las Juntas.	Dgo.	Piactla.	Piactla.	600	19	200	25	219

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL. A. E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot. Med. M. W.	Gen. Med. G. W. H.
225	Acatic.	Zac.	Santiago.	Verde.	600	19	200	25	219
226	Atenguillo.	Jal.	Ameca.	Atenguillo.	600	19	200	25	219
227	Pánuco.	Ver.	Pánuco.	Pánuco.	12,000	380	10	25	219
228	Pueblo Viejo.	Son.	Yaqui.	Papigóchic.	1,200	38	100	25	219
229	Yaveo.	Oax.	Papaloapan	Chisme.	1,135	36	100	24	210
230	Colimilla.	Jal.	Santiago.	Santiago.	1,300	41	127	24	210*
231	Hondo.	Chis.	Grijalva.	Hondo.	185	6	600	24	210
232	Bacurato.	Sin.	Sinaloa.	Sinaloa.	1,322	42	85	23	201
233	Tepengueo.	Mich.	Balsas.	Papaloapan.	160	5	700	23	201
234	Tulijá.	Chis.	Grijalva.	Tulijá.	11,000	349	10	23	201
235	P. de Guadalupe.	Jal.	Santiago.	Santiago.	2,200	70	50	23	201
236	Tejeda.	Ver.	Jamapa-Antigua.	Doblado.	1,000	32	110	23	201
237	Cuitzian.	Mich.	Balsas.	Turicato.	1,100	35	100	23	201
238	Oteros.	Chih.	Fuerte.	Oteros.	300	10	350	23	201
239	Ixcatlán.	Oax.	Verde.	Cuananá.	300	10	350	23	201
240	Colotepec.	Oax.	Colotepec.	Colotepec.	1,085	34	100	22	193
241	Coahuayana.	Col.	Coahuayana.	Coahuayana.	1,800	57	60	22	193
242	Azueta.	Ver.	Papaloapan.	Tesechoacan.	5,300	168	20	22	193
243	Espinal.	Ver.	Nautla-Tecolutla.	Tecolutla.	2,100	67	50	22	193
244	Matatán.	Zac.	Santiago.	Verde.	700	22	150	22	193
245	L. Cárdenas.	Dgo.	Nazas.	Nazas.	1,098	35	95	22	193
246	Molcajac.	Pue.	Balsas.	Atoyac.	300	9	350	21	184
247	Patla.	Pue.	Nautla-Tecolutla.	Necaxa.	500	16	200	21	184*
248	Atlahuilco.	Oax.	Papaloapan	Atlahuilco.	170	5	650	21	184
249	Bobos.	Ver.	Nautla-Tecolutla.	Bobos.	265	8	400	21	184
250	Tuxpango.	Ver.	Papaloapan	Blanco.	823	26	169	21	184*

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL.A.E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot.Med. M. W.	Gen.Med. G. W. H.
251	Tecuyo.	Sin.	Piaxtla.	Piaxtla.	1,010	32	100	21	184
252	San Marcos.	Pue.	Cazones-Tuxpan.	San Marcos.	1,000	32	100	21	184
253	Pantepec.	Pue.	Cazones-Tuxpan.	Pantepec.	2,000	63	50	21	184
254	Tlachichilco.	Hgo.	Cazones-Tuxpan.	San Jerónimo	400	13	250	21	184
255	Huayacocotla.	Hgo.	Cazones-Tuxpan.	Vinazco.	400	13	250	21	184
256	Xichú.	Qro.	Pánuco.	Sta.María.	502	16	200	21	184
257	Toayana.	Sin.	Sinaloa.	Sinaloa.	1,008	32	100	21	184
258	El Recodo.	Nay.	Acaponeta.	Acaponeta.	1,000	32	100	21	184
259	Taxicaringa.	Dgo.	San Pedro.	Mezquital.	1,000	32	100	21	184
260	Chapalangana.	Zac.	Santiago.	Chapalangana.	1,000	32	100	21	184
261	Tecolotlán.	Jal.	Tomatlán.	Tomatlán.	1,000	32	100	21	184
262	Puente Nal.	Ver.	Jamapa-Antigua.	Antigua.	2,000	63	50	21	184
263	Palmarito.	Dgo.	Presidio.	Presidio.	500	16	200	21	184
264	Amoltepec.	Oax.	Verde.	Cuananá.	500	16	200	21	184
265	Tepalcatepec I.	Mich.	Balsas.	Tepalcatepec.	900	29	110	21	184
266	Xochistlahuaca.	Gro.	Ometepec.	Puente.	650	21	150	21	184
267	San Agustín.	Chis.	Usumacinta.	Jataté.	272	9	350	21	184
268	Basaseáchic.	Chih.	Yaqui.	Verde.	85	3	1,100	21	184
269	Santa Catarina.	Oax.	Sta.Catarina.	Sta.Catarina.	987	31	100	20	175
270	Metatitos.	Dgo.	Cullacán.	Humaya.	482	15	200	20	175
271	Turicato.	Mich.	Balsas.	Turicato.	950	30	100	20	175
272	Cintalapa.	Chis.	Cintalapa.	Cintalapa.	958	30	100	20	175
273	S.J. Manso.	Oax.	Papaloapan	Manso.	1,882	60	50	20	175
274	Puente Enríquez.	Ver.	Nautla-Tecolotla.	Jalacingo.	480	15	200	20	175

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL.A.E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot.Med. M. W.	Gen.Med. G. W. H.
275	San Gregorio	Chis.	Usumacinta	Huixtán.	300	10	300	20	175
276	El Jaral.	Dgo.	Presidio.	Jaral.	300	10	300	20	175
277	Zihuatanejo.	Gro.	Unión-Papagayo	Ixtapa.	300	10	300	20	175
278	Jataté.	Chis.	Usumacinta	Jataté.	3,700	117	25	19	166
279	Santiago.	Oax.	Papaloapan.	Santiago.	1,199	38	75	19	166
280	Zapata.	Ver.	Jamapa-Antigua.	Antigua.	1,800	57	50	19	166
281	Encajonado.	Chis.	Grijalva.	La Venta.	900	29	100	19	166
282	S.J.Teita.	Oax.	Verde.	Cuananá.	200	6	450	18	158
283	Los Sauces.	Nay.	Ameca.	Atenguillo.	1,775	56	50	18	158
284	Las Pilas.	Mich.	Lerma.	Lerma.	800	25	110	18	158
285	Pijijiapan.	Chis.	Pijijiapan	Pijijiapan.	877	28	100	18	158
286	Ixcamilpa.	Pue.	Balsas.	Tlapaneco.	1,090	35	80	18	158
287	Jaltepec.	Oax.	Coatzacoalcos.	Jaltepec.	1,730	55	50	18	158
288	Chalchijapa.	Ver.	Coatzacoalcos.	Chalchijapa.	1,730	55	50	18	158
289	Valle Nacional.	Oax.	Papaloapan	Valle Nal.	863	27	100	18	158
290	Cuirindal.	Mich.	Balsas.	Carácuaro.	850	27	100	18	158
291	Tempoal.	S.L.P.	Pánuco.	Tempoal.	2,900	92	30	18	158
292	Camotal.	Nay.	Santiago.	Santiago.	8,440	268	10	18	158
293	Rancho Apulco.	Pue.	Nautla-Tecolotla.	Apulco.	140	4	700	18	158
294	Las Tórtolas.	Dgo.	Nazas.	Nazas.	1,600	51	50	17	149
295	La Honduras.	S.L.P.	Pánuco.	Moctezuma.	1,160	37	70	17	149
296	Temamatla.	S.L.P.	Pánuco.	Amajac.	1,140	36	70	17	149
297	Mixtlián.	Oax.	Papaloapan	Cajonos.	825	26	100	17	149
298	Tilóstoc.	Méx.	Balsas.	Tilóstoc.	1,050	33	78	17	149
299	Babanore.	Chih.	Mayo.	Mayo.	400	13	200	17	149

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL.A.E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot.Med. M. W.	Gen.Med. G. W. H.
300	Guajaray.	Son.	Yaqui.	Guajaray.	400	13	200	17	149
301	Tutuaca.	Chih.	Yaqui.	Tutuaca.	400	13	200	17	149
302	Fronteras.	Mich.	Balsas.	San Diego.	450	14	180	17	149
303	Jalacingo.	Ver.	Nautla-Te colutla.	Jalancingo.	200	6	400	16	140
304	Zenzontla.	Jal.	Armeria.	Armeria.	800	25	100	16	140
305	Apazolco.	Jal.	Santiago.	Bolaños.	800	25	100	16	140
306	Ixpalino.	Sin.	Piactla.	Piactla.	800	25	100	16	140
307	Tepexic.	Pue.	Nautla-Te colutla.	Necaxa.	378	12	209	16	140*
308	Chilón.	Chis.	Grijaiva.	Tulijá.	200	6	400	16	140
309	Coatán.	Chis.	Coatán.	Coatán.	800	25	100	16	140
310	Santa Cruz.	Sin.	San Lorenzo	San Lorenzo.	1,575	50	50	16	140
311	Jocutla.	Gro.	Unión-Papa gayo.	Azul.	250	8	300	16	140
312	Tamazula.	Dgo.	Culiacán.	Tamazula.	615	19	125	16	140
313	Perlas.	Chis.	Usumacinta.	Perlas.	750	24	100	16	140
314	Coronilla.	Mich.	Balsas.	Turicato.	750	24	100	16	140
315	Ayuquila.	Jal.	Armeria.	Ayuquila.	252	8	300	16	140
316	Cajón de Peña.	Jal.	Tomatlán.	Tomatlán.	1,077	34	70	16	140
317	Baluarte.	Sin.	Baluarte.	Baluarte.	1,500	48	50	16	140
318	Atenco.	Zac.	Santiago.	Atenco.	750	24	100	16	140
319	Juchateango.	Oax.	Verde.	Atoyac.	750	24	100	16	140
320	Nexpa.	Oax.	Tehuantepec	Grande.	365	12	200	16	140
321	Tecpatán.	Chis.	Grijaiva.	Copainalá.	500	16	150	16	140
322	Novillero.	Chis.	Novillero.	Novillero.	719	23	100	15	131
323	Taracatío.	Mich.	Balsas.	Grande.	930	29	80	15	131
324	Tufanito.	Son.	Yaqui.	Yaqui.	2,500	79	30	15	131
325	San Nicolás.	Nay.	San Nicol- lás.	San Nicolás.	900	28	80	15	131

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL.A.E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot.Med. M. W.	Gen.Med. G. W. H.
326	Poza Rica.	Ver.	Cazones- - Tuxpan.	Cazones.	1,450	46	50	15	131
327	Sto. Tomás.	Gro.	Balsas.	Balsas.	7,000	222	10	15	131
328	San Juan.	Ver.	Papaloapan	San Juan.	7,000	222	10	15	131
329	Tecusiapa.	Sin.	Sinaloa.	Petatlán.	706	22	100	14	123
330	Suchiate.	Chis.	Suchiate.	Suchiate.	703	22	100	14	123
331	San Luis.	Gro.	Unión-Pa- pagayo.	San Luis.	700	22	100	14	123
332	Atoyac.	Gro.	Unión-Pa- pagayo.	Atoyac.	700	22	100	14	123
333	Ometepec.	Gro.	Ometepec.	Ometepec.	6,800	216	10	14	123
334	Ixpamino.	Sin.	Piactla.	Piactla.	1,350	43	50	14	123
335	Colorado.	Mich.	Balsas.	Colorado.	100	3	700	14	123
336	Boquerón.	Pue.	Balsas.	Atoyac.	738	23	90	14	123
337	El Marquez.	Oax.	Tehuante- pec.	Tehuantepec.	1,340	43	50	14	123
338	Euseba.	Chis.	Usumacinta.	Euseba.	650	21	100	14	123
339	Yalalag.	Oax.	Papaloapan	Cajonos.	1,371	43	50	14	123
340	El Meco.	S.L.P.	Pánuco.	Valles.	651	21	100	14	123
341	Ováchic.	Son.	Yaqui.	Yaqui.	2,591	82	36	14	123*
342	El Granero.	Chih.	Bravo.	Conchos.	667	21	100	14	123
343	La Amistad.	Coah.	Bravo.	Bravo.	2,268	72	30	14	123
344	El Palmito.	Dgo.	Nazas.	Nazas.	1,320	42	50	14	123
345	Cerro del Carbón.	Ver.	Nautla-Te- colutla.	Tecolutla.	2,200	70	30	14	123
346	El Realito.	Chih.	Fuerte.	San Miguel.	658	21	100	14	123
347	Chilapan.	Ver.	Papaloapan	Grande.	255	8	98	13	114*
348	Canoas.	Jal.	Armeria.	Armeria.	900	28	70	13	114
349	Cortijos.	Oax.	Sta. Cata- rina.	Cortijos.	643	20	100	13	114

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL.A.E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot.Med. M. W.	Gen.Med. G. W. H.
350	Cumuripa	Son.	Yaqui.	Yaqui.	2,550	81	25	13	114
351	Acaponeta.	Nay.	Acaponeta.	Acaponeta.	1,275	40	50	13	114
352	Pitillal.	Nay.	Cuale.	Cuale.	200	6	320	13	114
353	Quetzala.	Oax.	Sta.Catari na.	Quetzala.	637	20	100	13	114
354	Yautepec.	Oax.	Tehuante- pec.	Costoche.	250	8	250	13	114
355	Tapichahuá.	Sin.	Presidio.	Presidio.	630	20	100	13	114
356	Pahuatlán.	Pue.	Cazones- Tuxpan.	San Marcos.	400	13	150	13	114
357	Coatzintla.	Ver.	Cazones- Tuxpan.	Cazones.	1,300	41	50	13	114
358	La Venta.	Gro.	Unión-Pa- pagayo.	Papagayo.	4,954	157	38	13	114
359	Río Verde.	Zac.	Santiago.	Verde.	500	16	120	13	114
360	El Naranjo.	S.L.P.	Pánuco.	Sta. María.	615	20	100	13	114
361	Las Adjuntas (VG)	Tamps.	Soto la - Marina.	Soto la Mari na.	982	31	62	13	114
362	Mololoa.	Nay.	Santiago.	Mololoa.	150	5	400	13	114
363	Bolaños.	Jal.	Santiago.	Bolaños.	600	19	100	12	105
364	El Cuale.	Nay.	Cuale.	Cuale.	300	9	200	12	105
365	Petatlán.	Gro.	Unión-Pa- pagayo.	Petatlán.	300	9	200	12	105
366	Tavela.	Oax.	Tehuante- pec.	Grande.	600	19	100	12	105
367	Cantón.	Oax.	Papaloo- pan.	Sto.Domingo.	6,000	190	10	12	105
368	Euseba.	Chis.	Usumacinta.	Sto.Domingo.	6,000	190	10	12	105
369	Tesechoacán II.	Ver.	Papaloo- pan.	Tesechoacán.	6,000	190	10	12	105

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL.A.E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg.	CARGA m	Pot.Med. M. W.	Gen.Med. G. W. H.
370	Tempoal.	S.L.P.	Pánuco.	Tempoal.	6,000	190	10	12	105
371	La Colmillona.	Dgo.	Presidio.	Jaral.	200	6	300	12	105
372	Cotaxtla.	Ver.	Jamapa-An tigua.	Atoyac.	1,200	38	50	12	105
373	Salvatierra.	Gto.	Lerma.	Lerma.	1,174	37	50	12	105
374	Pichucalco II.	Chis.	Grijalva.	Pichucalco.	1,210	38	50	12	105
375	Nonoava.	Chih.	Bravo.	Conchos.	600	19	100	12	105
376	Chancala.	Chis.	Usumacinta	Chocoljah.	1,200	38	50	12	105
377	La Joya.	Chih.	Bravo.	Conchos.	600	19	100	12	105
378	Tancochapa.	Ver.	Coatzacoal cos	Taconchapa.	2,350	75	25	12	105
379	Eyipantla.	Ver.	Papaloapan	Grande.	382	12	150	12	105
380	H.Mtz.de Meza.	Méx.	Balsas.	Malacatepec.	276	9	376	12	105*
381	Vinazco (chiflón)	Hgo.	Cazones- Tuxpan.	Vinazco.	1,200	38	50	12	105
382	La Boquilla.	Chih.	Bravo.	Conchos.	863	27	68	12	105*
383	Tecomatlán.	Pue.	Balsas.	Mixteco.	1,100	35	53	12	105
384	De la Arena.	Oax.	Colotepec.	De la Arena.	567	18	100	12	105
385	Tzimol.	Chis.	Grijalva.	Tzimol.	75	2	800	12	105
386	Desembocada.	Jal.	Ameca.	Mascota.	550	17	100	11	96
387	Tomatlán II.	Jal.	Tomatlán.	Tomatlán.	1,100	35	50	11	96
388	Tzirintzicuaro.	Mich.	Lerma.	Lerma.	550	17	100	11	96
389	Playa Vicente.	Ver.	Papaloapan	P.Vicente.	5,500	174	10	11	96
390	Despoblado.	Chis.	Despoblado	Despoblado.	363	11	150	11	96
391	Huixtla I.	Chis.	Huixtla.	Huixtla.	544	17	100	11	96
392	Siqueros.	Sin.	Presidio.	Presidio.	1,080	34	50	11	96
393	Falcón.	Tamps.	Bravo.	Bravo.	3,850	122	31	11	96*
394	Solís.	Qro.	Lerma.	Lerma.	1,056	33	50	11	96
395	Tepazolco.	Pue.	Balsas.	Atoyac.	550	17	100	11	96*
396	Margaritas.	Chis.	Margaritas	Margaritas.	529	17	100	11	96

NUM	P R O Y E C T O	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL.A.E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot.Med. M. W.	Gen.Med. G. W. H.
397	El Pedregal.	Ver.	Coatzacoalcos.	Pedregal.	1,100	35	50	11	96
398	Purificación.	Nay.	San Nicolás	Purificación.	600	19	85	11	96
399	Minatitlán.	Col.	San Nicolás	Minatitlán.	600	19	85	11	96
400	Platanal.	Chis.	Grijalva.	Platanal.	1,020	32	50	11	96
401	Chorros del Varal	Mich.	Balsas.	Itzicuaró.	500	16	100	10	88
402	El Durazno.	Méx.	Balsas.	Tilóstoc.	788	25	105	10	88*
403	Las Juntas.	Jal.	Santiago.	Santiago.	1,300	41	71	10	88*
404	El Encanto.	Ver.	Nautla-Te-colutla.	Nautla.	600	19	79	10	88*
405	Yajalón.	Chis.	Grijalva.	Tulijá.	160	5	320	10	88
406	La Junta.	Chih.	Yaqui.	Papigóchic.	520	16	100	10	88
407	Sta.Ma.del Oro.	Nay.	Santiago.	Cofradía.	100	3	500	10	88
408	Sextín.	Dgo.	Nazas.	Nazas.	500	16	100	10	88
409	San Diego.	Jal.	Tomatlán.	San Diego.	500	16	100	10	88
410	Tecpan.	Gro.	Unión-Papagayo.	Tecpan.	1,000	32	50	10	88
411	Carrillo Puerto.	Ver.	Jamapa-Atigua.	Atoyac.	1,000	32	50	10	88
412	El Fuerte.	Sin.	Fuerte.	Fuerte.	5,000	158	10	10	88
413	Atoyac.	Oax.	Verde.	Verde.	5,000	158	10	10	88
414	Tonto.	Oax.	Papaloapan	Tonto.	5,000	158	10	10	88
415	La Sierra.	Tab.	Grijalva.	Tacotalpa.	5,000	158	10	10	88
416	Temascalcingo.	Méx.	Lerma.	Lerma.	625	20	80	10	88
417	Huazamota.	Nay.	Santiago.	Jesús María.	500	16	100	10	88
418	Uspanapa.	Ver.	Coatzacoalcos.	Uspanapa.	2,500	79	20	10	88
419	Coachoapa.	Ver.	Coatzacoalcos.	Coancoapa.	2,500	79	20	10	88

NUM	P R O Y E C T O	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL.A.E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot.Med. M. W.	Gen.Med. G. W. H.
420	Cajón de Peña.	Jal.	Tomatlán.	Tomatlán.	965	31	50	10	88
421	Tepalcatepec II.	Mich.	Balsas.	Tepalcatepec.	1,000	32	50	10	88
422	Bejucos.	Méx.	Balsas.	Bejucos.	390	12	120	10	88
423	Valsequillo.	Pue.	Balsas.	Atoyac.	250	8	200	10	88
424	Mariscalá.	Oax.	Balsas.	Mixteco.	650	21	72	10	88
425	V. Guerrero.	Pue.	Balsas.	Pollutla.	1,000	32	50	10	88
426	Las Flores.	Chis.	Grijalva.	Cintalapa.	500	16	100	10	88
427	Bombaná II.	Chis.	Grijalva.	Chicoasén.	250	8	200	10	88
428	Sto.Domingo. I.	Chis.	Usamacinta	Sto.Domingo.	500	16	100	10	88
429	Tolosa.	Oax.	Coatzacoalcos.	Tolosa.	950	30	50	10	88
430	Oaxaca.	Oax.	Coatzacoalcos.	Oaxaca.	950	30	50	10	88
431	El Jabal.	S.L.P.	Pánuco.	Gallinas.	945	30	50	10	88
432	Las Vírgenes.	Chih.	Bravo.	Conchos.	500	16	100	10	88
433	Coyuca.	Gro.	Unión-Papagayo.	Coyuca.	950	30	50	10	88
434	Marte R. Gómez.	Tamps.	San Juan.	San Juan.	994	32	47	10	88
435	Papasquiario.	Dgo.	Nazas.	Nazas.	500	16	100	10	88
436	Puente Grande.	Jal.	Santiago.	Santiago.	1,150	37	71	9	79*
437	El Salto.	S.L.P.	Pánuco.	Valles.	645	20	113	9	79*
438	Mocúzari.	Son.	Mayo.	Mayo.	917	29	45	9	79*
439	Minas.	Ver.	Nautla-Te-colutla.	Minas.	100	3	450	9	79*
440	Zautla.	Pue.	Nautla-Te-colutla.	Apulco.	100	3	450	9	79
441	La Marona.	Zac.	Santiago.	Atenco.	450	14	100	9	79
442	Cihuatlán.	Col.	San Nicolás.	Marabasco.	900	28	50	9	79

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL.A.E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot.Med. M. W.	Gen.Med. G. W. H.
443	El Remolino.	Ver.	Nautla-Tecolotla.	Tecolotla.	4,500	143	10	9	79
444	San Miguel.	Chis.	Grijalva.	Grijalva.	4,400	140	10	9	79
445	Chamácuaro.	Cto.	Lerma.	Lerma.	1,100	35	40	9	79
446	La Piedad.	Mich.	Lerma.	Lerma.	1,750	55	25	9	79
447	San Antonio.	S.L.P.	Pánuco.	Verde.	215	7	200	9	79
448	El Encino.	Gro.	Balsas.	Tlapaneco.	800	25	55	9	79
449	Río Blanco.	Chis.	Grijalva.	Río Blanco.	600	19	75	9	79
450	Alameda.	Méx.	Balsas.	Malinalco.	124	4	347	9	79*
451	Ahuacatlán.	Nay.	Ameca.	Ameca.	215	7	200	9	79
452	San Quintín.	Chis.	Usumacinta	Jataté.	4,200	133	10	9	79
453	Huicicila.	Nay.	Huicicila.	Huicicila.	100	3	400	9	79
454	Paso Piedras.	Ver.	Jamapa-Antigua	Chicayán.	1,278	41	34	9	79
455	San Bartolo.	Méx.	Balsas.	Malacatepec.	276	9	276	8	70*
456	Guelavila.	Oax.	Tehuantepec.	De la Virgen.	200	6	200	8	70
457	Actopan.	Ver.	Actopan.	Actopan.	400	13	100	8	70
458	Mezquital I.	Dgo.	San Pedro.	Mezquital.	400	13	100	8	70
459	Botello.	Mich.	Lerma.	Duero.	190	6	205	8	70*
460	Curucupaseo.	Mich.	Balsas.	San Diego.	300	9	140	8	70
461	Tequisistlán.	Oax.	Tehuantepec.	Tequisistlán.	380	12	100	8	70
462	Ixtayatlán.	Hgo.	Pánuco.	Amajac.	260	8	150	8	70
463	Chacamax.	Chis.	Grijalva.	Chacamax.	800	25	50	8	70
464	La Pimienta.	Chis.	Usumacinta	Sto.Domingo.	400	13	100	8	70
465	La Chichihua.	Oax.	Coatzacoalcos.	Chichihua.	790	25	50	8	70
466	El Corte.	Oax.	Coatzacoalcos.	El Corte.	790	25	50	8	70

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL.A.E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot.Med. M. W.	Gen.Med. G. W. H.
467	Uspanapa I	Oax.	Coatzacoalcos.	Uspanapa.	790	25	50	8	70
468	Nanchital II	Ver.	Coatzacoalcos.	Nanchital.	790	25	50	8	70
469	Monte Nuevo.	S.L.P.	Pánuco.	Sta. María.	384	12	100	8	70
470	L.L.León.	Chih.	Bravo.	Conchos.	610	19	62	8	70
471	Fco. Zarco.	Dgo.	Nazas.	Nazas.	1,095	35	35	8	70
472	Tres Palos.	Gro.	Unión-Papagayo.	Papagayo.	3,800	120	10	8	70
473	Guápoca.	Chih.	Yaqui.	Chico.	380	12	100	8	70
474	La Guasa.	Sin.	Fuerte.	Fuerte.	3,730	118	10	8	70
475	Sanalona.	Sin.	Culiacán.	Tamazula.	762	24	48	8	70*
476	El Sauz.	Nay.	Santiago.	Santiago.	3,650	116	10	8	70
477	Coachoapa.	Ver.	Coatzacoalcos.	Coachoapa.	1,400	44	25	7	61
478	La Patria (SARH)	Tamps.	Soto la Marina.	Soto la Marina.	800	25	44	7	61
479	Las Animas.	Tamps.	Pánuco.	Guayalejo.	1,191	38	29	7	61
480	Bca.del Cobre.	Chih.	Fuerte.	Oteros.	34	1	1,000	7	61
481	El Salto.	Sin.	Elota.	Elota.	350	11	100	7	61
482	Tezoatlán.	Oax.	Balsas.	Tonalá.	500	16	70	7	61
483	Matlatoyuca.	Hgo.	Cazones-Tuxpan.	Pantepec.	700	22	50	7	61
484	El Nacimiento.	S.L.P.	Pánuco.	Puerco.	96	3	350	7	61
485	La Manga.	Nay.	Santiago.	Santiago.	3,300	105	10	7	61
486	Cuitzamala.	Nay.	San Nicolás	Cuitzamala.	450	14	70	7	61
487	Higuerillas.	Nay.	San Nicolás	Cuitzamala.	400	13	80	7	61
488	Río Grande.	Oax.	Sta. Catarina.	Grande.	317	10	100	7	61

NUM	P R O Y E C T O	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL. A. E. $10^6 m^3$	Q m^3/seg	CARGA m	Pot. Med. M. W.	Gen. Med. G. W. H.
489	Jaltepec.	Oax.	Papaloapan	V. Nacional.	3,200	101	10	7	61
490	Los Hules.	Ver.	Pánuco.	Los Hules.	801	25	40	7	61
491	Tapijulapa.	Tab.	Grijalva.	Tacotalpa.	3,200	101	10	7	61
492	Cúliacán.	Sin.	Cúliacán.	Cúliacán.	3,140	101	10	7	61
493	Vista Hermosa.	Chis.	Grijalva.	V. Hermosa.	160	5	200	7	61
494	Moctezuma.	Ver.	Papaloapan	Blanco.				7	61
495	Sto. Domingo.	Chis.	Grijalva.	Sto. Domingo.	640	20	50	7	61
496	Bombaná I.	Chis.	Grijalva.	Chicoasén.	110	4	274	7	61*
497	La Angostura.	Son.	Yaqui.	Şavispe.	435	14	65	6	53
498	Juchipila.	Zac.	Santiago.	Juchipila.	300	9	100	6	53
499	El Aguacate.	Gro.	Unión Pa- pagayo.	Azul.	300	9	100	6	53
500	Tlacolulan.	Ver.	Jamapa-An tigua.	Cedeño.	200	6	150	6	53
501	Tonalá.	Ver.	Coatzacoal cos.	Tonalá.	1,500	48	20	6	53
502	Tamesí.	Tamps.	Pánuco.	Tamesí.	3,000	95	10	6	53
503	Tlacotepec.	Méx.	Lerma.	Lerma.	600	19	50	6	53
504	El Toro.	Tab.	Grijalva.	Grijalva.	3,000	95	10	6	53
505	Tonalá.	Chis.	Zanatenco.	Zanatenco.	292	9	100	6	53
506	Puruarán.	Mich.	Balsas.	Turicato.	100	3	300	6	53
507	San Marcos.	Oax.	Balsas.	Salado.	235	7	122	6	53
508	El Chisme.	Oax.	Papaloo- pan.	Chisme.	178	6	150	6	53
509	Tatahuicapa.	Oax.	Papaloo- pan.	De la Lana.	535	17	50	6	53
510	Las Juntas.	Chis.	Grijalva.	Sto. Domingo.	1,250	40	25	6	53
511	Nanchital I.	Ver.	Coatzacoal cos.	Nanchital.	630	20	50	6	53

NUM	P R O Y E C T O	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL. A. E. $10^6 m^3$	Q m^3/seg	CARGA m	Pot. Med. M. W.	Gen. Med. G. W. H.
512	Huazuntlán II.	Ver.	Coatzacoal cos.	Huazuntlán.	280	9	100	6	53
513	La Encantada.	Tamps.	Pánuco.	Guayalejo.	301	9	100	6	53
514	Pastoría.	Hgo.	Pánuco.	Calabozo.	960	30	30	6	53
515	Hualepango.	S.L.P.	Pánuco.	Amajac.	620	20	50	6	53
516	Guadalupe.	S.L.P.	Pánuco.	Frio.	440	14	60	6	53
517	Suchiapa.	Chis.	Grijalva.	Suchiapa.	550	17	50	6	53
518	La Calera.	Zac.	Santiago.	Teocaltiche.	863	27	32	6	53
519	San Pedro.	Sin.	San Pedro.	San Pedro.	2,730	87	10	6	53
520	Intermedia.	Jal.	Santiago.	Santiago.	1,250	40	22	6	53*
521	El Dorado.	Dgo.	Presidio.	El Salto.	50	2	500	6	53
522	Charco Verde.	Dgo.	Presidio.	Jaral.	50	2	500	6	53
523	Tapalpa.	Jal.	Armeria.	Jiquilpan.	50	2	500	6	53
524	El Retiro (JCV).	Chis.	Coatán.	Coatán.	520	16	140	6	53*
525	Platanal.	Mich.	Lerma.	Duero.	44	1	102	5	44*
526	Usila.	Oax.	Papaloo- pan.	Usila.	2,500	79	10	5	44
527	Suaqui.	Son.	Yaqui.	Yaqui.	2,500	79	10	5	44
528	Cardel.	Ver.	Jamapa-An tigua.	Antigua.	2,500	79	10	5	44
529	Corrinches.	Jal.	Ameca.	Mascota.	160	5	150	5	44
530	Malinaltenango.	Méx.	Balsas.	Almoloya.	95	3	250	5	44
531	Chigüe.	Tamps.	Pánuco.	Guayalejo.	206	7	100	5	44
532	San Fernando.	Tamps.	San Fer- nando.	San Fernando.	483	15	50	5	44
533	Rosetilla.	Chih.	Bravo.	Conchos.	800	25	25	5	44*
534	El Limonal.	S.L.P.	Pánuco.	Valles.	350	11	70	5	44
535	Alamo.	Ver.	Caznes- Tuxpan.	Tuxpan.	2,400	76	10	5	44

NUM	PROYECTO	EDO	CUENCA RIO	CORRIENTE RIO	VOL. A. E. 10 ⁶ m ³	Q m ³ /seg	CARGA m	Pot. Med. M. W.	Gen. Med. G. W. H.
536	Puerto Vallarta.	Jal.	Ameca.	Ameca.	2,400	76	10	5	44
537	Amatitán.	Nay.	San Nicó lás.	Amatitán.	450	14	50	5	44
538	El Salto.	Jal.	Santiago.	Santiago.	1,100	35	20	5	44*
539	La Luz.	Dgo.	Presidio.	El Salto.	24	1	750	5	44
540	Palmillas.	N.L.	Pánuco.	Guayalejo.	45	2	380	5	44
541	Rincón Grande.	Ver.	Papaloa- pan.	Blanco.				5	44
TOTAL A NIVEL NACIONAL.								19,616	171,866

* La generación consignada es resultado de estudios de detalle o de la operación de las plantas

BIBLIOGRAFIA:

- 1.- Aguilar Rodríguez, Martiniano.
CRITERIOS DE DISEÑO DE PLANTAS TERMoeLECTRICAS.
Edit. Limusa, Méx. 1981.
P.P 22,39,365 y 374.
- 2.- Enríquez Harper, Gilberto.
ELEMENTOS DE CENTRALES ELECTRICAS 1.
Edit. Limusa, Méx. 1962
P.P. 38,51,69,74, 170 y 200.
- 3.- Gonzales Villarreal, J.
EL ESTADO ACTUAL DE LA EVALUACION DEL POTENCIAL
HIDROELECTRICO NACIONAL.
Revista de Ingeniería No. 3 U.N.A.M
Méx. 1980
- 4.- Pólo Enzinas, Manuel.
TURBO MAQUINAS HIDRAULICAS.
Edit. Limusa. Méx. 1976
P. 115, 128,225,230.
- 5.- Viejo Zubicaray, Manuel y Pedro Alonzo Palacios.
ENERGIA HIDROELECTRICA TURBINAS Y PLANTAS
GENERADORAS.
Edit. Limusa. Méx. 1977.
P. 73,125,169,188.
- 6.- Viqueira Landa, Jacinto.
MEXICO ENCRUCIJADA ENERGETICA.
Edit. Editia Mexicana.
Méx. 1971.