

224
135



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**“CIMENTACION PARA UNA PRENSA
HIDRAULICA EN UNA PLANTA
INDUSTRIAL”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :
RAFAEL MERCADO LEON



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.

**CIMENTACION DE UNA PRENSA HIDRAULICA
PARA UNA PLANTA INDUSTRIAL**

- 1.- INTRODUCCION**
 - 1.1 Estudio de mercado .
 - 1.2 Mercado Internacional.
 - 1.3 Descripción técnica general.
 - 1.4 Especificaciones técnicas.

- 2.- DESCRIPCION DEL EQUIPO**

- 3.- ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y RECOMENDACIONES**
 - 3.1 Introducción .
 - 3.2 Exploración y muestreo .
 - 3.3 Ensayes de laboratorio .
 - 3.4 Estratigrafía y propiedades .
 - 3.5 Cimentación .
 - 3.6 Equipos e instalaciones en talleres .
 - 3.7 Empuje lateral de tierras en estructuras enterradas.

 - 3.8 Empuje lateral de tierras en elementos de contención temporal.
 - 3.9 Recomendaciones de cimentación de equipos e instalaciones en talleres.

- 4.- ELEMENTOS QUE COMPONEN LA CIMENTACION**

- 5.- PREDISENO DE LA CIMENTACION**

- 6.- ANALISIS DEFINITIVO**

- 7.- DISEÑO DE ELEMENTOS QUE COMPONEN LA CIMENTACION**
 - 7.1 Diseño de pedestales .
 - 7.2 Diseño de cabezal .
 - 7.3 Diseño de pilas .
 - 7.4 Diseño de muros .

- 8.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**

- 9.- CONCLUSIONES**

- 10.- BIBLIOGRAFIA.**

1 INTRODUCCION

La planta esta principalmente compuesta como se muestra en el arreglo general, en acería, forja, fundición y maquinado para la fabricación de piezas fundidas, forjadas y maquinado de productos para la industria pesada.

Los principales productos serán partes pesadas de alrededor de 70 Tons por pieza (50 a 60 Tons de peso terminado), la capacidad de producción nominal por año del taller de fundición y forja serán de 20,000 Ton respectivamente (la cual es equivalente a 14,000 Ton como peso de producto terminado respectivamente).

La capacidad nominal de producción será de 10,000 Ton por año.

El taller de maquinado tendrá suficiente capacidad para maquinado y terminación de flechas y ejes, así como maquinado de partes pesadas. Además, este taller esta también equipado con una área de terminado y ensamble, capaz de ensamblar 10 juegos por año de maquinaria pesada tales como molinos de laminación y otros.

1.1. Estudios de Mercado.

El mercado para aceros vaciados, forjados y fabricados en México fué estudiado.

El estudio del mercado es basado en el presente y en los planes futuros de industrias básicas tales como generación de energía, minería, cemento, petroquímicas, turbos y aceros e industrias no ferrosas.

El estudio de factibilidad comprende hasta el año de 1989, porque en ese año será 6 años después de terminada la planta, la cuál puede estar en una operación normal y estable.

La demanda para aceros vaciados, forjados y fabricados en 1989 será -- segun la tabla 1.1

1.2 Mercado Internacional

Desde el punto de vista económico y geográfico el mercado más atractivo y pontencial es Estados Unidos, el cuál importo alrededor de 130,000 - Ton de acero forjado en 1978.

En las primeras etapas de producción, la nueva compañía deberá ser el mejor esfuerzo para introducirse al mercado por lo ya mencionado anteriormente. Como una manera de recalcar hay una demanda de acero forjado en la industria del Petróleo alrededor de 6 500 Ton por año. La nueva compañía deberá entonces de tener una gran posibilidad de ser accesible al mercado.

1.3 Descripción Técnica General.

FORJA:

La prensa hidráulica de forja más moderna será instalada y podrá ser - operada por medio del control de una persona (operario). Las 4000 Ton de forjado pueden llegar a 6 000 Ton para obtener la suficiente calidad interna de un lingote de 100 Ton en orden y producir tales aceros de alta resistencia tales como rotores de turbinas ó varias clases de piezas con un tratamiento de calor específico serán llevadas a cabo. En resumen, para productos pesados como ejes de F.F.C.C. pueden ser - producidos eficientemente utilizando la forja de 1 500 Ton , con un - manipulador integrado para ejes y para laminación de ruedas.

1.4 Especificaciones Técnicas.

El tipo de operación con aceite hidráulico es adoptado por las siguientes. razones:

- a) La descompresión puede ser hecha en un corto tiempo y esto permite una operación más rápida.
- b) El mantenimiento es muy sencillo, ya que la corrosión por el fluido de trabajo ocurre muy raramente.
- c) En el tipo de operación con aceite hidráulico la velocidad fija de operación puede ser obtenida debido a la velocidad fija de presión y entonces los productos forjados de alta calidad pueden ser producidos.

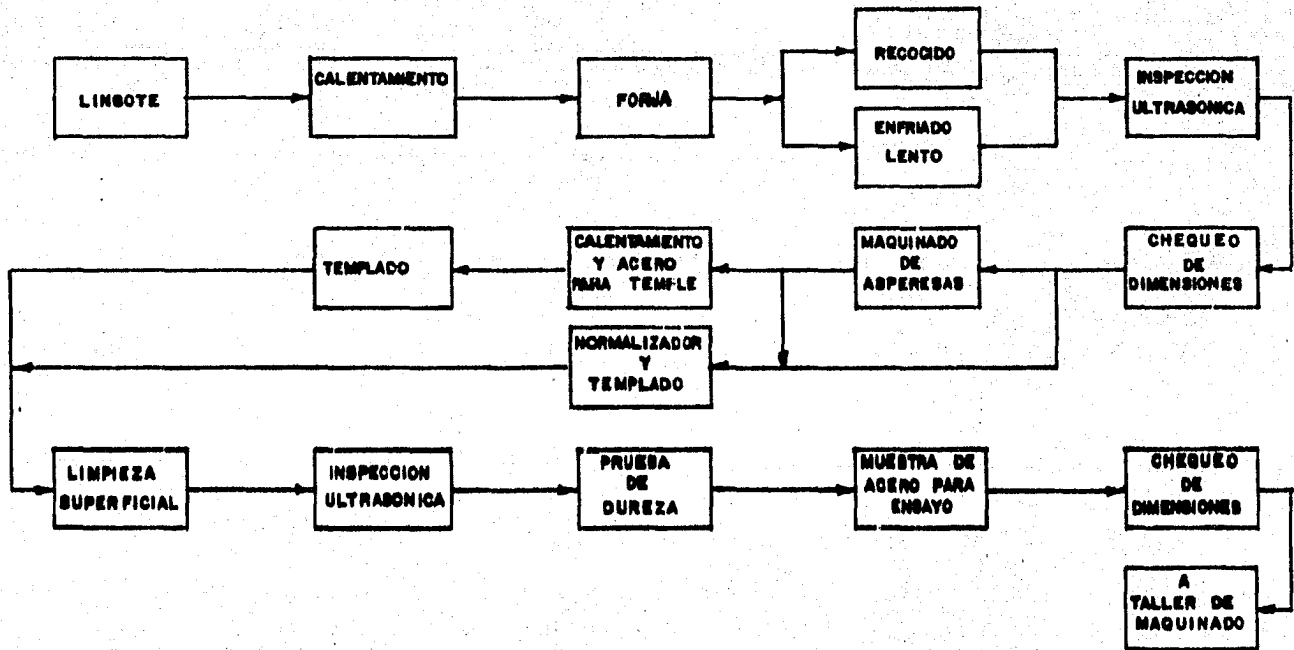


DIAGRAMA DE PROCESO

TABLA I-I DEMANDA DOMESTICA ESPERADA EN 1989

(PESO POR AÑO DE PIEZAS TERMINADAS)

PRODUCTO	PESO UNITARIO (TON.)	DEMANDA ESPERADA										TOTAL		
		GENERACION ELECTRICA	MINERIA Y CEMENTO	PETRO-QUIMICA	RODILLOS	FIERRO ACERO Y NO FERROSOS	AZUCAR	MAQUINA TURBO	MISCE-LANEOS	*3	OTROS			
ACERO FUNDIDO	<0,3	—	8000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8000
	0,35-0	450	1220	3900	8500	1850	45	365	190	—	—	—	—	18570
	5-10	250	625	1000	550	1720	360	180	120	—	—	—	—	4905
	10-50	1200	1680	—	8000	3100	—	310	200	—	—	—	—	14490
	60-100	300	35	—	—	1300	—	—	—	—	—	—	—	1635
TOTAL		2200	11860	4900	17150	7970	405	855	610	0	—	—	—	46800
ACERO FORJADO	0,35-0	10	120	12630	4850	370	—	785	225	4200 ^{#1}	—	—	—	22870
	5-10	100	90	200	740	300	110	350	—	—	—	—	—	1910
	10-50	1100	400	600	540	900	540	140	400	6500 ^{#2}	—	—	—	11420
	60-100	500	—	—	—	130	—	—	—	—	—	—	—	630
	TOTAL		1710	610	13430	6150	1700	650	1255	625	10700	—	—	—
ACERO FABRICADO	<30	1,00	25	11645	—	3275	—	—	2190	—	—	—	—	17955
	30-50	300	30	3950	—	950	—	—	—	—	—	—	—	6230
	50-100	190	565	3360	—	3365	—	—	—	—	—	—	—	7480
	100-200	740	2050	8625	—	900	—	—	—	—	—	—	—	12345
	200-400	—	920	1600	—	2810	—	—	—	—	—	—	—	5330
TOTAL		1830	3620	29000	0	11300	0	0	2190	0	—	—	—	47440

* 1: EJES PARA VIAS FERREAS.

* 2: EXPORTACION.

* 3: MOVIMIENTO DE TIERRAS, INSTALACION DE MAQUINARIA Y CONSTRUCCION NAVAL.

2 DESCRIPCION DEL EQUIPO.

Para la descripción de un sistema de forjado con una capacidad de producción considerable como anteriormente se ha mencionado, será necesario hacer una sub-división interna del sistema de forjado para una mejor comprensión e interpretación de los equipos principales y auxiliares del propio sistema, ya sea para su análisis, como para su diseño, y un tanto más para una mejor visualización del procedimiento constructivo.

Esta decisión se justificara conforme se vayan describiendo cada una de las configuraciones y dimensiones básicas necesarias para la cimentación de los equipos.

En el dibujo 2.1 se plantea la configuración (vista en planta) del sistema de forjado, en donde se indican claramente las zonas de cimentación de cada uno de los equipos, estas zonas quedan delimitadas por las líneas de ensamble que se indican en el mismo dibujo.

Como se puede apreciar en el dibujo 2.1 el sistema de forjado es complicado, ya que se localizan: Un manipulador izquierdo (12), un manipulador derecho (11), un cuarto de control para una forja de 1 500 Ton (10), una mesa de transferencia 8 Ton (9), un túnel de descarga de escamas para la forja de 1 500 Ton (8), forja de 1 500 Ton (7), un manipulador de 120 Ton (6), cuarto de control para la forja de 4 000/ 6 000 Ton (5), cuarto eléctrico para forjas y manipuladores (4), estación de aceite hidráulico (3), túnel de descarga de escama para la forja de 4 000/ 6 000 Ton (2), y por último la forja de 4 000/ 6 000 Ton siendo este último equipo el principal del sistema de forjado y a su vez el tema principal de este trabajo.

Siendo la forja de 4 000/ 6 000 Ton Una prensa hidráulica y tema principal de este trabajo, se procede a dar la configuración y dimensiones básicas necesarias de la cimentación de este equipo.

En el dibujo 2.2 se presentan la planta y cortes generales del sistema de forjado, y posteriormente en el dibujo 2.3 ya se observa la prensa hidráulica principal o forjado de 4 000/ 6 000 Ton con sus cortes generales. En este dibujo 2.3 se aprecian los niveles de desplantes requeridos, así como los escalonamientos necesarios para las condiciones de apoyo de la -- prensa hidráulica, cabe hacer notar que se empieza a delimitar el área disponible para el desplante de cimentación, en esta área disponible se tendrá que diseñar la cimentación capaz de absorber las presiones de hasta 6 000 Ton En forma gradual; es decir, la prensa hidráulica transmitirá esfuerzos a la cimentación en forma de presión, más no de impacto.

3 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y RECOMENDACIONES.

3.1 Introducción :

El presente informe contiene, los resultados en el predio donde se proyecta construir una planta de acería, fundición, forja, maquinado y --
paileria pesada en Lázaro Cárdenas, Mich.

El estudio, cuyo objeto final es determinar las cimentaciones más apropiadas para los diversos edificios, equipos e instalaciones que conformaran la planta, se basan tanto en la característica del subsuelo, determinadas a partir de los trabajos de campo y laboratorio, como en los datos de proyecto y descargas. Se incluye información de los talleres de la planta, se resumen los trabajos de campo y los ensayos de laboratorio realizados, así como la estratigrafía y propiedades derivadas de ellos, y finalmente se proporcionan las conclusiones y recomendaciones para diseño y construcción de las cimentaciones, conforme a la información disponible del proyecto.

3.2 Exploración y muestreo :

En todos los sondeos se efectuarán pruebas de penetración estándar --- según normas ASTM D-1586 , a intervalos de 1.0 m , extrayendo a la vez muestras alteradas de los suelos para su análisis en laboratorio.

La perforación a través de depositos de grava y boleos se realizó ---- utilizando tanto barriles equipados con broca de diamante B y N, como barrenos helicoidales.

Las perforaciones se estabilizarán con ademe metálico recuperable, liso en diámetro B o helicoidal con diámetro de 15 cm Por otra parte, en toda su longitud se emplearon lodos bentoníticos densos con aditivos - para evitar la floculación.

3.3 Ensayes de Laboratorio

Todas las muestras se ensayaron en laboratorio para determinarles:

- a) Grupo del Sistema Unificado de clasificación de suelos (SUCS)
- b) Contenido de agua
- c) Límites de atterberg, líquido y plástico
- d) Porcentaje de finos (fracción que pasa por la malla 200) por el método de lavado
- e) Contenido de materia orgánica
- f) granulometría por el método mecánico de mallas
- g) Cohesión aparente en compresión no confinada
- h) Resistencia al corte en compresión triaxial no consolidada- no drenada
- i) Compresibilidad en consolidación unidimensional
- j) Peso específico relativo ó densidad de sólidos
- k) Relación de vacíos, peso volumétrico y grado de saturación

3.4 Estratigrafía y propiedades.

A partir de los resultados de campo y laboratorio se definen los perfiles estratigráficos y de propiedades.

Se detecta gran irregularidad en estratigrafía y propiedades del subsuelo; también de manera general, se logran distinguir cuatro capas principales:

- a) Rellenos sobre los suelos naturales, en todos los sondeos existe material de relleno. El relleno esta constituido predominantemente por grava-arena con contenido reducido de partículas finas. El espe-

sor es muy variable.

- b) Capa 1.- Arcilla limosa y lomo arenoso, con raicillas y algunas inclusiones de materia orgánica, color café y gris de consistencia, muy blanda y firme
- c) Capa 2.- Depósitos aluviales de arena y grava poco limosos y/o arcillosos, color gris y café, en ocasiones conteniendo boleos; intercalados en forma errática, existen lentes de limo arenoso compacto y arcilla limosa firme hasta 1.2 m. de espesor.
- d) Capa 3.- Suelos arcillosos- limosos y limo-arcillosos de consistencia blanda a muy firme, color gris-verde y café-gris, conteniendo lentes y vetas de arena fina y de materia orgánica, con fragmentos de madera en descomposición a diferentes profundidades.
- e) Capa 4.- Arena fina y media poco limosa y/o arcillosa, color gris, con grava fina, de resistencia a la penetración estándar muy alta.

En síntesis, la capa confiable de apoyo para las --- estructuras e instalación, pesadas es la capa 4, la capa de mayor erraticidad es la 2, tanto en el tipo como en las propiedades del suelo. La capa 3 es particularmente irregular en su espesor.

3.5 Cimentación.

En base a la información del subsuelo y de las estructuras se propone el uso de cimientos profundos desplazados en la capa 4 de arena fina y media de alta compactación.

La penetración de los cimientos se fija en 1.0 m como mínimo por debajo de los lentes arcillosos de la capa 4 .

Considerando que la profundidad mínima de desplante de un cimiento --- corresponde a la elev. -24.0 m y la condición más desfavorable del subsuelo, se obtiene que la capacidad de carga en la punta o base de un - cimiento es de 600 Ton/m^2 , aplicando el criterio de Meyerhof.

$$q_a = \bar{\sigma} N_q / F$$

donde:

q_a = Capacidad de carga admisible en la base del cimiento, en t/m^2

$\bar{\sigma}$ = Presión vertical efectiva al nivel de desplante,

N_q = Factor de capacidad de carga adimensional.

F = Factor de seguridad.

El ángulo de fricción interna se estima por correlación con el número de golpes N de la prueba de penetración estándar, corregido por la -- presión de confinamiento a la profundidad de desplante.

La contribución de la fricción lateral dependerá del tipo de cimiento y del procedimiento constructivo.

Aunque se prevean cimientos colados en sitio, no se toma en cuenta, en virtud de la fricción negativa que pudiera desarrollarse por consoli-- dación de estratos compresibles (producida por el peso del relleno -- requerido para alcanzar la razante del proyecto) y para compensar en

alguna medida otras condiciones desfavorables.

Para el diseño de los cimientos sometidos a fuerzas horizontales, se proporcionan valores del módulo de reacción horizontal, deducidos a partir de correlaciones empíricas en suelos granulares y de resultado de pruebas triaxiales en suelos cohesivos.

De los dos tipos de cimientos, pilas ó pilotes, las primeras ofrecen ventaja por su mayor capacidad de carga y facilidad constructiva. Los pilotes implican las operaciones y tiempos de prefabricación, perforación previa, estabilizada con lodos, e hincado.

En cambio, las pilas solo requieren de perforación previa y colado de lodos.

El tipo de pila a utilizar, circular u oblonga, dependerá fundamentalmente de las ventajas estructurales, constructivas y económicas.

3.6 Equipos e Instalaciones en Talleres.

En lo referente a las instalaciones de equipo y maquinaria se recomienda mejorar el terreno superficial y controlar la compactación de rellenos en las áreas específicas de construcción de la planta.

Respecto al primero, se retirarán las raíces y se sustituirá el mayor espesor posible de los suelos blandos de la capa -1, de modo que el espesor mínimo de rellenos sea de 4.0 m

El material de relleno a utilizar es el granular producto de dragado que sobre el nivel freático se compactará en capas de modo de alcanzar una compacidad relativa mínima de 80% ; bajo el agua el material se colocará siguiendo un procedimiento tal que produzca el máximo desplazamiento de sedimentos sueltos, sin atraparlos, auxiliándose en su extracción con equipo apropiado, como draga de arrastre.

Una decisión de mejorar la capacidad de la arena suelta natural, al parecer se encuentra aislada y dispersa, es un problema que debe apoyarse en una información suficiente del subsuelo, también necesaria para optar por el método conveniente.

Para el terreno preparado de esta forma y aceptando un cierto riesgo de licuación, si se decide no mejorar la compactación de la arena suelta, todas las instalaciones y equipos de carácter secundario (ligeros, que admiten deformaciones diferenciales que no afectan operaciones de la planta), podrán desplantarse directamente sobre el terreno, a 1 m de profundidad sobre la razante de proyecto, de modo que bajo los cimientos el espesor de relleno compactado sea por lo menos de 3.0 m. Respecto a esta profundidad de desplante se hace excepción de aquellas instalaciones o equipos en los que es obligada una mayor profundidad, en cuyo caso se trata de estructuras de fondo cerrado y estancas, donde la presión de contacto es más bien reducida.

Para los cimientos del tipo de zapata continua, combinadas ó aisladas, desplantados a 1.0 m de profundidad se estima que una presión de contacto de 20 t/m² es más que suficiente desde el punto de vista de capacidad de carga, asentamientos y dimensionamiento económico. Este valor puede incrementarse en cimientos de ancho reducido, en los que el incremento de presiones no sea mayor del 10% bajo los rellenos.

Excepción de lo anterior son las instalaciones y equipos especiales, como los hornos eléctricos del taller de acería, las prensas del taller de forja y otros similares, en los que es conveniente una cimentación profunda diseñada bajo las bases del inciso 3.5

3.7 Empuje lateral de tierras en estructuras enterradas.

En las figuras 3.1 y 3.2 se indica la distribución de presiones horizontales debidas a empujes de tierras, la primera para muros en voladizo.

y la segunda para muros en los que el giro está impedido por losas de fondo y de tapa.

Las condiciones del terreno son las que se marcan en las mismas figuras y concuerdan con las recomendaciones referentes al mejoramiento del terreno, en las que se eliminan los suelos arcillosos blandos de la capa -1, por lo que los diagramas son aplicables únicamente para esta condición. En caso de no eliminarse los suelos arcillosos, las presiones laterales pueden incrementarse sustancialmente.

Al relleno de arena-grava se le asigna un peso volumétrico de 2.1. t/m³ y un ángulo de fricción interna de 40°, equivalente al valor más bajo para una compactación relativa mínima del 80%, siendo el coeficiente de empuje de tierras activo $K_a = 0.22$; para la condición de reposo se supone $K_o = 0.6$.

El suelo natural, después de eliminados los suelos arcillosos, es granular (arena, grava o mezclas de ambas, poco limosas), con diferentes grados de compactación, por lo que puede variar ampliamente, considerando de modo conservador que es de 28° al que le corresponde un $K_a = 0.39$; en condiciones de reposo $K_o = 0.5$.

Todos los valores anteriores presuponen que no habrá efectos de sobrecompactación de relleno situado en el respaldo de los muros; de lo contrario, las presiones se incrementan.

En los diagramas se agrega el efecto debido a sobrecargas en la superficie del relleno, como puede ser el peso de pisos, carga viva, equipos superficiales. Los efectos de cargas puntuales o de línea habrán de agregarse, si las hubiera conforme a los criterios usuales.

3.8 Empuje lateral de tierras en elementos de contención temporales.

Dependiendo de la profundidad de desplante de instalaciones enterradas, se elegirá el procedimiento de excavación. Las excavaciones en relleno que no revasen el nivel freático pueden efectuarse, si las instalaciones cercanas lo permiten, con taludes perimetrales hacia fuera del área específica de construcción con inclinación igual al ángulo de reposo del relleno de arena-grava, estimado alrededor de 40° . La otra opción consiste en el uso de ademe y troqueles, para la que conservadoramente puede aplicarse el diagrama de la figura 3.3.

Para la estabilidad de taludes es importante insistir en la eliminación de los suelos arcillosos de la capa - 1 .

El diagrama de la figura 3-3 es aplicable para excavaciones profundas, llevadas por el nivel freático y para cualquier tipo de ataguía o elemento de contención temporal. Estas excavaciones son en el caso del cajón de la prensa de forja. Se recomienda, dado el tipo de terreno - la utilización de muros colados "in situ" llevados por abajo del piso de excavación ; al empleo de bombeo profundo para abatir el nivel ---- freático.

3.9 Recomendaciones de cimentación para equipos e instalaciones en - talleres.

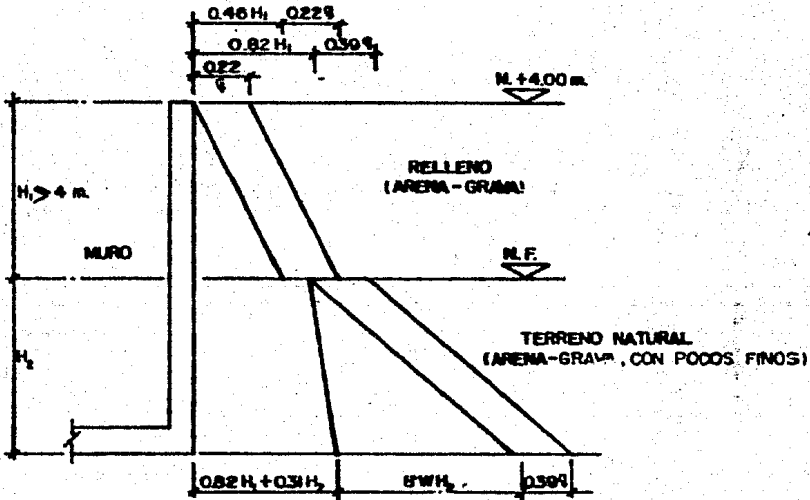
Para equipos especiales, como hornos, prensa, etc. el tipo de cimentación se decidirá en función de las cargas que transmitirá al subsuelo y de los asentamientos máximos permisibles.

Si las especificaciones son rígidas podría requerirse de una cimentación profunda tales como pilas las cuales se diseñaran bajo las siguientes condiciones:

- A) Las pilas se diseñaran para transmitir al subsuelo cargas axiales por su base. Ante cargas estáticas (permanentes y vivas de intensidad máxima) la capacidad de carga máxima admisible es de 600 T/m² ; para su combinación con cargas axidenciales, la capacidad de carga admisible no excederá de 780 T/m².
- B) Ante sollicitaciones horizontales, las pilas se diseñaran en base a los módulos de reacción horizontal recomendados.
- C) De acuerdo al tipo de pilas y equipo de construcción disponible para esta obra y el procedimiento constructivo, se determinará el ancho mínimo. En pilas circulares, puede especificarse 90 cm de diámetro y en pilas oblongas 80 cm de ancho. Las pilas serán de sección constante en toda su longitud y no es admisible la aplicación de su base. La separación mínima centro a centro de las pilas será de 2.5 veces su diámetro o ancho.
- E) El concreto deberá ser de las características y fluidez apropiadas para colado bajo lodos.
- Análisis químicos indican elevado contenido de sulfatos solubles en agua de ataque positivo y severo al concreto, que implica el uso de cementos especiales.
- E) La capacidad de carga recomendada se verificará mediante pruebas de carga. También se efectuarán pruebas de pilas sujetas a cargas horizontales, a fin de verificar las curvas carga-deformación determinadas analíticamente. Estas pruebas se harán por anticipado a la construcción, a fin de hacer, si fuera necesario, los ajustes de diseño.
- F) Las pilas se construirán desde los rellenos terminados o en su fase final de terminación.

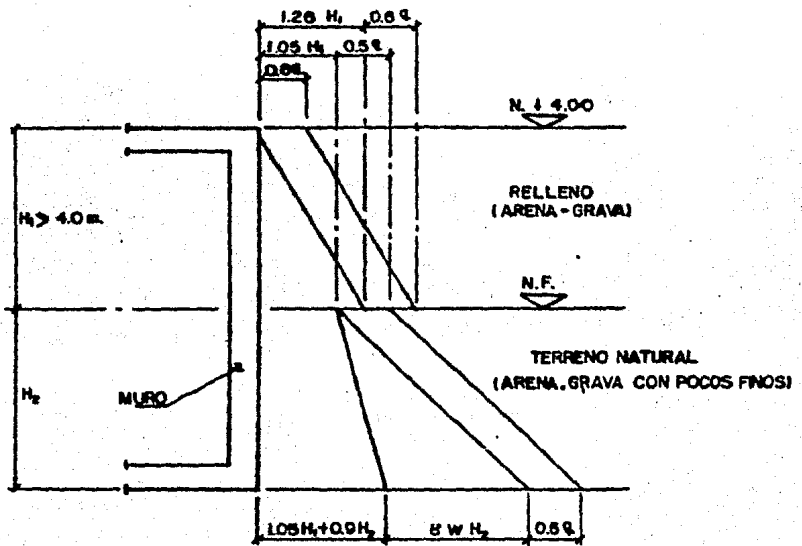
Las perforaciones, se harán con extracción total que garanticen la estabilidad de las paredes a través de estratos granulares -- que contienen gravas y boleas, así como la limpieza total de la perforación. La colocación del acero de refuerzo y colado se -- harán inmediatamente después alcanzada y verificada la profundidad de despiante.

- G) El desplazamiento máximo permisible de la pila con respecto a su posición de proyecto será: $1/24$ del diámetro de la pila ó 7.5 cm, rigiendo el menor. El despl me no excederá de 1.5 % - de la longitud de la pila, 12.5% del diámetro del fuste o de -- 35 cm, rigiendo la menor.
- H) Para cada pila se llevará un control de calidad muy cuidadoso, registrando la localización, tipo, diámetro, elevación de la cabeza, elevación del fondo y longitud colada de la pila; la -- longitud de perforación y observaciones durante ella; las fechas de iniciación y terminación; la calidad de los materiales.
- En la misma hoja de registro se incluirá un croquis en el que se marcarán las elevaciones, diámetro y toda información pertinente. Un cuidado muy especial requiere la determinación de la profundidad de desplante en un terreno donde la profundidad y presencia de lentes en la capa de apoyo son variables. Un ingeniero con - experiencia y conocimiento en mecánica de suelos debe estar al - frente de esta actividad, de modo que clasifique apropiadamente los materiales,establezca su secuencia y profundidad, para seña- lar la profundidad de desplante especificada. Con este fin es - conveniente determinar las condiciones del terreno bajo el des-- plante, a partir de pruebas de penetración estandar, con obten-- ción de muestras alteradas a una profundidad mínima de 4 m.



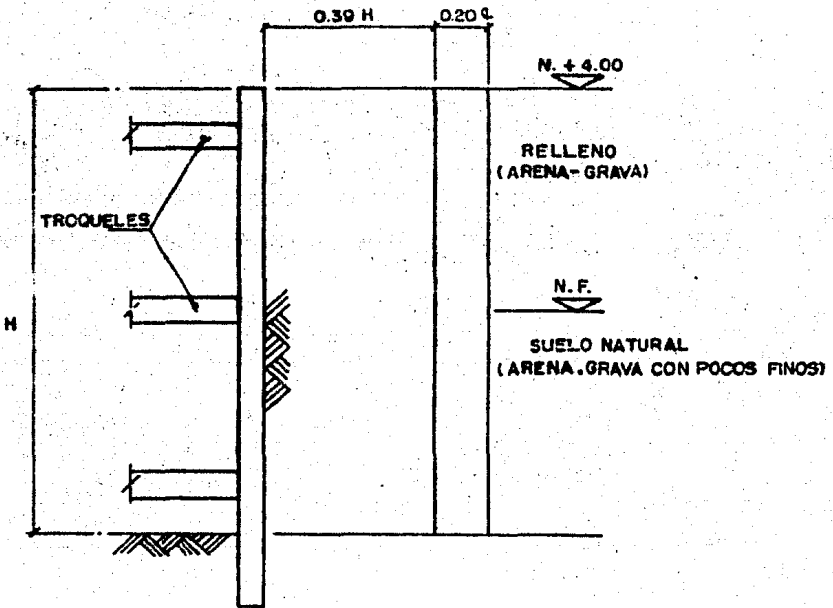
- q - CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA EN LA SUPERFICIE EN T/m^2
 $0.5W$ - PESO VOLUMETRICO DEL AGUA, IGUAL A $1.0 T/m^3$
 H_1 y H_2 - ALTURA EN m.
 LAS PRESIONES HORIZONTALES SON EN T/m^2

FIG. 3.1



- q - CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA EN LA SUPERFICIE EN T/m^2
 γ_w - PESO VOLUMETRICO DEL AGUA, IGUAL A $1.0 T/m^3$
 H_1, H_2 - ALTURA EN m.
 LAS PRESIONES HORIZONTALES SON EN T/m^2

FIG. 3.2



H - ALTURA DE EXCAVACION EN m.
 q - CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA EN LA SUPERFICIE EN T/m^2
 LAS PRESIONES HORIZONTALES SON EN T/m^2

FIG. 3.3

4 ELEMENTOS QUE COMPONEN LA CIMENTACION.

Dadas las características generales en el capítulo 2 y representadas en los dibujos 2.1 , 2.2 y 2.3 se aprecia que la cimentación será del tipo profunda, ya que viendo los cortes transversales en el dibujo 2.3, se tienen niveles de piso terminado de -7.2 m, siendo el nivel de piso terminado de la planta de + 4.30 m ; esto quiere decir que se tienen desniveles a pisos terminados de 11.50 m .

Si a la consideración anterior la complementamos con las presiones de operación de la prensa que son de 4 000/ 6 000 Ton , y las condiciones naturales del suelo en donde el nivel freático se encuentra en 0.00 m es decir, que se alcanzaran profundidades de desplante de 7.2 m más las dimensiones estructurales de los elementos que compongan la cimentación.

Basado en estos conceptos se podrá decir que uno de los elementos será una losa de concreto armado que abarque como mínimo la configuración requerida por el equipo visto en planta. Esta losa a su vez, se irá conformando en sus secciones transversales de acuerdo a los niveles y puntos de fijación indicados por el propio equipo.

La prensa hidráulica presenta cuatro puntos importantes de descarga tanto de efectos estáticos como dinámicos. Estos puntos de carga estáticas y dinámicas se presentan a un nivel de + 0.30 m por lo tanto los elementos para absorber estos efectos serán 4 pedestales de concreto que irán del nivel + 0.30 al nivel de -7.2 m. Estos pedestales a su vez se apoyaran en una zapata común para los 4 pedestales. Esta zapata común se apoyara sobre pilas. Dadas las profundidades de desplante de la cimentación y de los niveles de piso terminado, será necesario la intervención de muros de contención del terreno. En resumen los elementos componentes de la cimentación serán pilas zapata cabezal, dados, losas y muros de contención.

5 PREDISEÑO DE LA CIMENTACION.

La prensa hidráulica de 4 000/ 6 000 se cimentará sobre un cabezal de ----
8.9 m x 15.4 m . El cuál estará desplantado al nivel -7.2 m, teniendo un -
espesor de 2.5 m; a su vez estará apoyado sobre pilas, para este efecto se
proponen 12 pilas de 1.3 m de diámetro. (ver. dib. 5.1 y 5.2)

La prensa estara apoyada sobre 4 soportes a los cuáles transmite las siguientes solicitaciones:

- 1.- Carga vertical estática-----4 x 233 = 932 Ton
- 2.- Carga vertical dinámica-----4 x 803 = 3 212 Ton
- 3.- Carga horizontal dinámica -----4 x 42 = 168 Ton

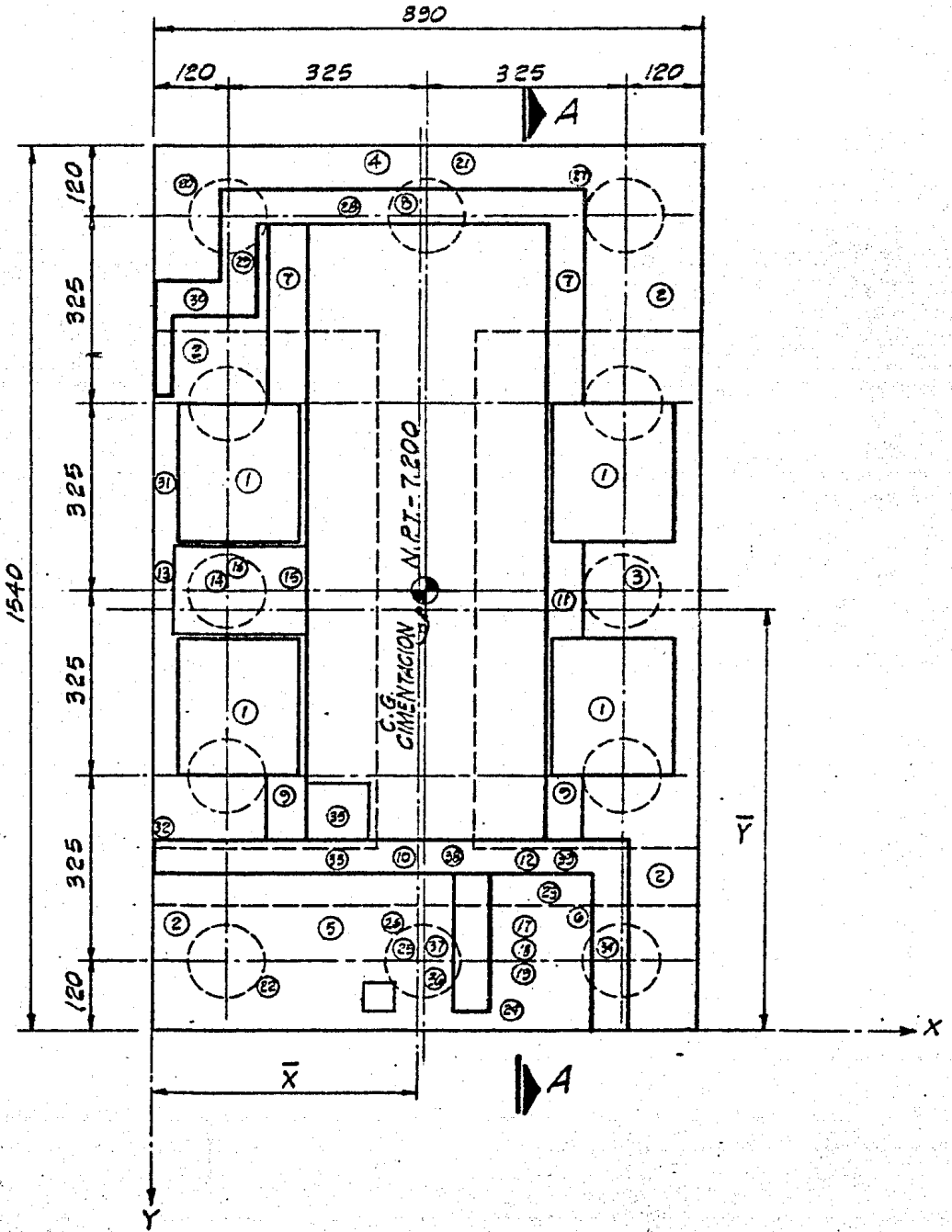
Para los efectos de sismo, en el análisis se consideran dos coeficientes ---
sismicos:

- a) Para el equipo C.S. = 0.4
- b) Muros C.S. = 0.345

La obtención de las cargas debido al cabezal, pedestales muros, rellenos, etc.
se tabulan en la tabla 5.1.

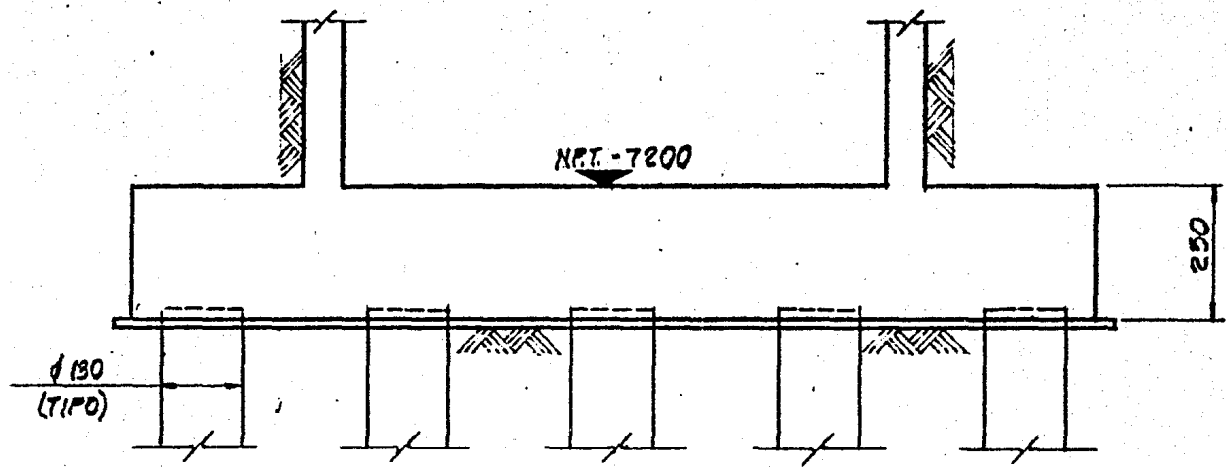
Con las dimensiones preliminares propuestas. se obtiene el centro de gravedad
de la cimentación.

$$\begin{aligned}W_{\text{Total}} &= 6\ 955.82 \text{ Ton} \quad (\text{Equipo más cimentación}) \\W(x) &= 12\ 218.608 + 4144 (4.5) = 30\ 866.608 \text{ Ton-M} \\W(y) &= 21\ 531.89 + 4144 (7.7) = 53\ 440.69 \text{ Ton-M} \\ \bar{x} &= \frac{W(x)}{W_{\text{Total}}} = \frac{30\ 866.608}{6\ 955.82} = 4.438 \text{ M} \\ \bar{y} &= \frac{W(y)}{W_{\text{Total}}} = \frac{53\ 440.69}{6\ 955.82} = 7.683 \text{ M} \\ e_x &= 4.450 - 4.438 = 0.012 \text{ M} \\ e_y &= 7.70 - 7.683 = 0.017 \text{ M} \end{aligned}$$



DIBUJO 5.1

DIBUJO 5.2



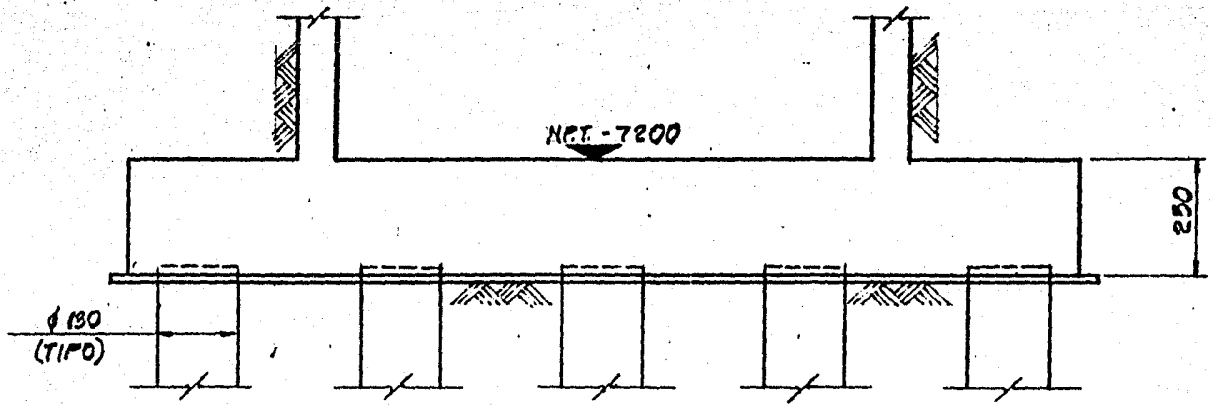
N.T. - 7200

652

∅ 130
(T.I.P.O.)

C O R T E A - A

DIBUJO 5-2



N.C.T. - 7200

250

φ 130
(TIP)

C O R T E A - A

TABLA - 5.1 25

No.	AREA m ²	ESPESOR m	U TOV/m ³	PESO W TON.	D.S-TANCA	D.S-TANCA	ALTURA C.G.	C.S.	MOVIMIENTO SISMICO	OBSERVACIONES
0	137.06	2.50	2.4	822.36	4.43	7.70	1.28	0.348	554.84	LOSA 2.50 m espesor - CABEZAL -
1	2450	7.50	2.4	441.00	4.43	7.70	6.23	0.348	960.91	4 SOPORTES 2.45 x 2.5 m.
3	31.68	7.50	1.8	427.68	4.43	7.70	6.28	0.348	822.18	RELLENO 7.5 m
4	2.88	7.50	1.8	38.88	6.00	7.70	6.28	0.348	83.86	RELLENO 7.5 m
4	3.90	7.50	1.8	52.65	4.46	15.03	6.28	0.348	113.93	RELLENO 7.5 m
5	4.40	7.50	1.8	69.40	2.55	1.98	6.23	0.348	126.08	RELLENO 7.5 m
6	0.88	7.50	1.8	7.43	6.38	1.37	6.28	0.348	18.02	RELLENO 7.5 m
7	3.80	7.50	2.4	64.80	4.43	12.55	6.28	0.348	139.73	MURO 7.5 m
8	3.12	7.50	2.4	56.16	4.43	14.35	6.28	0.348	121.18	MURO 7.5 m
9	1.28	7.50	2.4	22.08	4.48	3.67	6.23	0.348	48.86	MURO 7.5 m
10	2.18	7.50	2.4	38.88	3.85	3.09	6.23	0.348	83.84	MURO 7.5 m
11	0.98	7.50	2.4	17.28	6.60	7.70	6.23	0.348	37.26	MURO 7.5 m
12	0.60	4.70	2.4	6.77	5.35	3.09	7.60	0.348	17.87	MURO 4.7 m
13	0.40	7.50	2.4	7.20	0.13	7.70	6.28	0.348	15.92	MURO 7.5 m
14	0.87	4.48	2.4	6.09	1.20	7.75	4.73	0.348	9.84	MURO 4.48 m
15	0.27	4.48	2.4	2.88	2.30	6.05	4.73	0.348	4.70	MURO 4.48 m
16	1.98	0.30	2.4	1.43	1.35	8.09	7.10	0.348	3.30	LOSA 0.30 m
17	28.92	0.40	2.4	24.88	5.95	1.37	8.80	0.348	47.21	TUNEL 0.40 m espesor (ESCALERA)
18	—	—	—	10.08	5.95	0.80	8.27	0.348	11.38	RELLENO 60'
19	—	—	—	10.08	5.95	1.80	7.85	0.348	27.24	RELLENO SUR
20	3.03	4.00	1.8	29.02	0.87	14.27	12.00	0.348	120.74	RELLENO 4.0 m
21	4.39	4.00	1.8	31.81	4.28	18.03	12.00	0.348	150.87	RELLENO 4.0 m
22	10.28	4.00	1.8	73.80	1.73	1.47	12.00	0.348	305.53	RELLENO 4.0 m
23	0.32	1.35	1.8	15.36	6.20	1.38	9.33	0.348	46.44	RELLENO 1.35 m
24	8.23	4.00	1.8	37.87	8.40	1.58	12.00	0.348	186.95	RELLENO 4.00 m
25	3.50	1.85	1.8	18.32	4.48	1.37	10.03	0.348	89.08	RELLENO 1.85 m
26	8.70	1.50	2.4	24.12	4.48	1.67	12.60	0.348	104.88	LOSA 1.50 m
27	0.81	3.55	2.4	6.90	7.30	14.78	11.77	0.348	26.02	MURO 3.55 m
28	3.15	3.55	2.4	26.84	4.38	14.39	11.77	0.348	108.88	MURO 3.55 m
29	2.00	3.55	2.4	21.50	1.48	13.70	11.77	0.348	86.48	MURO 3.55 m
30	0.89	3.55	2.4	8.87	0.58	13.08	11.77	0.348	23.84	MURO 3.55 m
31	0.88	3.55	2.4	8.79	0.08	11.88	11.77	0.348	23.87	MURO 3.55 m
32	0.42	3.55	2.4	3.58	0.05	3.88	11.77	0.348	14.34	MURO 3.55 m
33	2.07	3.55	2.4	17.63	1.72	3.05	11.77	0.348	71.31	MURO 3.55 m
34	2.01	3.55	2.4	17.12	7.43	1.67	11.77	0.348	69.32	MURO 3.55 m
35	1.00	1.00	2.4	2.40	2.98	3.85	2.00	0.348	1.68	CARCAMO
36	—	—	—	12.00	4.48	1.98	14.00	0.40	67.20	TROQUELADORA C.S. SUPLENTO O SOBREPASA
37	—	—	—	40.00	4.48	1.98	—	—	—	L.D. TROQUELADORA
38	1.20	1.85	2.4	5.33	4.48	3.05	10.83	0.348	20.10	MURO 1.85 m
39	1.02	3.55	2.4	8.68	6.30	3.05	11.77	0.348	39.28	MURO 3.55 m
40	—	—	—	44.00	4.48	3.20	—	—	—	SOPORTES
41	—	—	—	11.00	7.60	1.80	—	—	—	SOPORTES
42	—	—	—	94.00	4.48	11.40	—	—	—	SOPORTES
43	—	—	—	34.00	7.48	12.90	—	—	—	SOPORTES
44	—	—	—	13.00	7.48	14.20	—	—	—	SOPORTES
45	—	—	—	23.70	4.48	14.20	—	—	—	SOPORTES
46	—	—	—	16.00	1.48	12.90	—	—	—	SOPORTES
47	—	—	—	45.00	1.48	11.40	—	—	—	SOPORTES
48	—	—	—	10.00	0.00	11.40	—	—	—	SOPORTES
Σ				2,811.82	18,360	283,680	850,280		4620.80	CIMENTACION - MURCS - RELLENC

Written by W. W. S. S. F. H. S. (10/1) M. S. S. (10/1)

Dadas las condiciones de cargas, se efectua un preanálisis de combinaciones de cargas, para la distribución de cargas a las pilas propuestas y proponer un peralte tentativo del cabezal. Para este caso, el cabezal se supone un elemento rígido para la distribución de las cargas .

COMBINACION - 1

Carga Estática + Carga Dinámica

Carga Axial Total :

Estática ----- 932.00 Ton

Dinámica ----- 3 212.00 Ton

Cimentación ----- 2 811.82 Ton

$$P_T = 6 955.82 \text{ Ton}$$

Se propone una distribución de 12 pilas de 1.3 M Ø

$$P_{T/12} = 579.65 \text{ Ton/Pila}$$

Carga Horizontal Total:

Dirección X - X (Dinámica) = 168 Ton = F_H

$$F_{H/12} = 14 \text{ Ton/Pila}$$

Altura = 10 m

Momentos de Volteo

$$M_y = F_H (\text{Altura}) + P_T (e_x) = 168 (10) + 6 955.82 (0.012) = 1 763.47 \text{ Ton-M}$$

$$M_x = P_T (e_y) = 6 955.82 (0.017) = 118.25 \text{ Ton-M}$$

$$I_x = \bar{y}^2 = 6 (6.5)^2 + 4 (3.25)^2 = 295.75 \text{ M}^2$$

$$I_y = \bar{x}^2 = 10 (3.25)^2 + 105.625 \text{ M}^2$$

$$M_x (Y_1) / I_x = 118.25 (6.5) / 295.75 = 1 2.60 \text{ Ton}$$

$$M_x (Y_2) / I_x = 118.25 (3.25) / 295.75 = 1 1.30 \text{ Ton}$$

$$M_y (X) / I_y = 1 763.47 (3.25) / 105.625 = 54.26 \text{ Ton}$$

Peso propio de la pila = $(0.65)^2 (15.8) (2.4) = 50.33 \text{ Ton}$

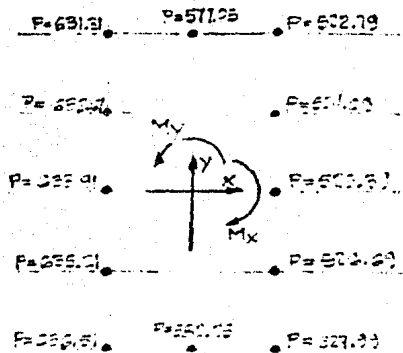
Pila (+) esforzada = 686.84 Ton

Pila (-) esforzada = 573.12 Ton

Capacidad de carga admisible del terreno = 600 Ton/M²

Diámetro de pila requerida = 1.21 M < 1.30 M

Por lo tanto se aceptan las pilas propuestas.



COMBINACION - 2

Carga estática + carga dinámica + sismo

Sismo en dirección X - X

Carga axial total = P_T = 6 955.82 Ton; P_T/12 = 579.65 Ton/Pila

Carga axial total:

Dinámica -----168.0 Ton

Estática -----378.8 Ton

Cimentación-----855.3 Ton

F_H = 1 396.1 Ton

Alturas = 10 m , 13.67 m

Momentos de volteo:

(Los del sismo se encuentran tabulados en la tabla 5-1)

M_y = F_{HD} (10) + F_{HE} (13.67) + P_T (ex) + 4 620.66 = 11 480.306 Ton-M

M_x = P_T (ey) = 6 955.82 (0.017) = 118.25 Ton-M

$$M_x (Y_1)/I_x = 118.25 (6.5) / 295.75 = 1 \quad 2.6 \text{ Ton}$$

$$M_x (Y_2)/I_x = 118.25 (3.25) / 295.75 = 1 \quad 1.3 \text{ Ton}$$

$$M_y (X)/I_y = 11 \quad 480.306 (3.25) / 105.625 = 1 \quad 333.24 \text{ Ton}$$

Peso propio de la pila = 50.33 Ton

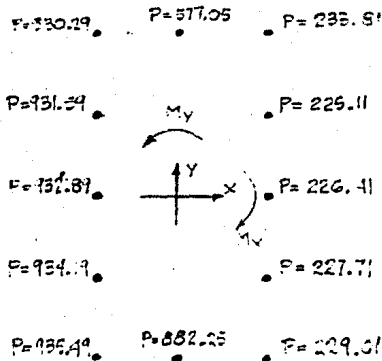
Pila (+) esforzada = 985.82 Ton

Pila (-) esforzada = 284.14 Ton

Capacidad de carga admisible = 780 Ton/M²

Diámetro de pila requerida $\emptyset = 1.27 \text{ M} < 1.30 \text{ M}$

Se acepta pila.



COMBINACION - 3

Carga estática + carga dinámica + sismo

Sismo en dirección Y - Y

Carga axial total = $P_T = 6 \quad 955.82 \text{ Ton}$; $P_T / 12 = 579.65 \text{ Ton/Pila}$

Carga horizontal total:

Dirección X - X ----- Dinámica = 168 Ton. Altura = 10 M

$$F_{HX} = 168/12 = 14.0 \text{ Ton/Pila}$$

Dirección Y - Y-----Estática = 372.8 Ton Altura 13.67 M

Cimentación = 855.3 Ton

$$F_{HY} = 1 \quad 228.10 \text{ Ton}$$

$$F_{Hy}/12 = 1\ 228.10/12 = 102.34 \text{ Ton/Pila}$$

$$F_H = 14.0^2 + 102.34^2 = 103.29 \text{ Ton/Pila}$$

Momentos de volteo:

(Los de sismo estan tabulados en la tabla 5-1)

$$M_y = F_{HD} (10) + P_T (ex) = 168 (10) + 6\ 955.82 (0.012) = 1\ 763.47 \text{ Ton-M}$$

$$M_x = F_{HE} (13.67) + P_T (ey) + 4\ 620.66$$

$$= 372.8 (13.67) + 6\ 955.82 (0.017) + 4\ 620.66 = 9\ 835.08 \text{ Ton-M}$$

$$M_y (Y_1) / 1x = 9\ 385.08 (6.5)/295.75 = \pm 216.16 \text{ Ton}$$

$$M_x (Y_2) / 1x = 9\ 385.08 (3.25)/295.75 = \pm 108.08 \text{ Ton}$$

$$M_y (X) / 1y = 1\ 763.47 (3.25)/105.625 = \pm 54.26 \text{ Ton}$$

Peso propio de pila = 50.33 Ton

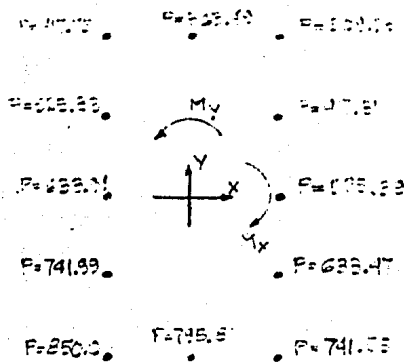
Pila (+) esforzada = 900.40 Ton

Pila (-) esforzada = 359.56 Ton

Capacidad de carga admisible = 780 Ton/M²

Diámetro de pila requerida = 1.21 m < 1.30 m

Se aceptan las pilas propuestas.



Revisión del cabezal por cortante

A) Cortante perimetral alrededor de los soportes

(Por combinación - 1)

$$V = 631.31 + 577.05 + 522.79 + 636.51 + 582.25 + 527.99$$

$$V = 3\,477.9 \text{ Ton}$$

$$V_u = 1.4 (3\,477.9) = 4\,869.06 \text{ Ton}$$

$$d = 225 \text{ cm}, \quad b_o = 2 (890 + 715) = 3\,210 \text{ cm}$$

$$V_{cr} = F_{rbod} \sqrt{f_c} = 0.8 (3\,210) 225 \sqrt{200} = 8\,171.3 \text{ Ton}$$

$$V_{cr} > V_u$$

Por lo tanto se acepta el peralte por penetración

B) Cortante como viga ancha

(Por combinación -3)

$$V = 850.07 + 795.81 + 741.55 = 2\,387.43 \text{ Ton}$$

$$V_u = 1.1 (2\,387.43) = 2\,626.17 \text{ Ton}$$

$$d = 225 \text{ cm}, \quad b = 890 \text{ cm}$$

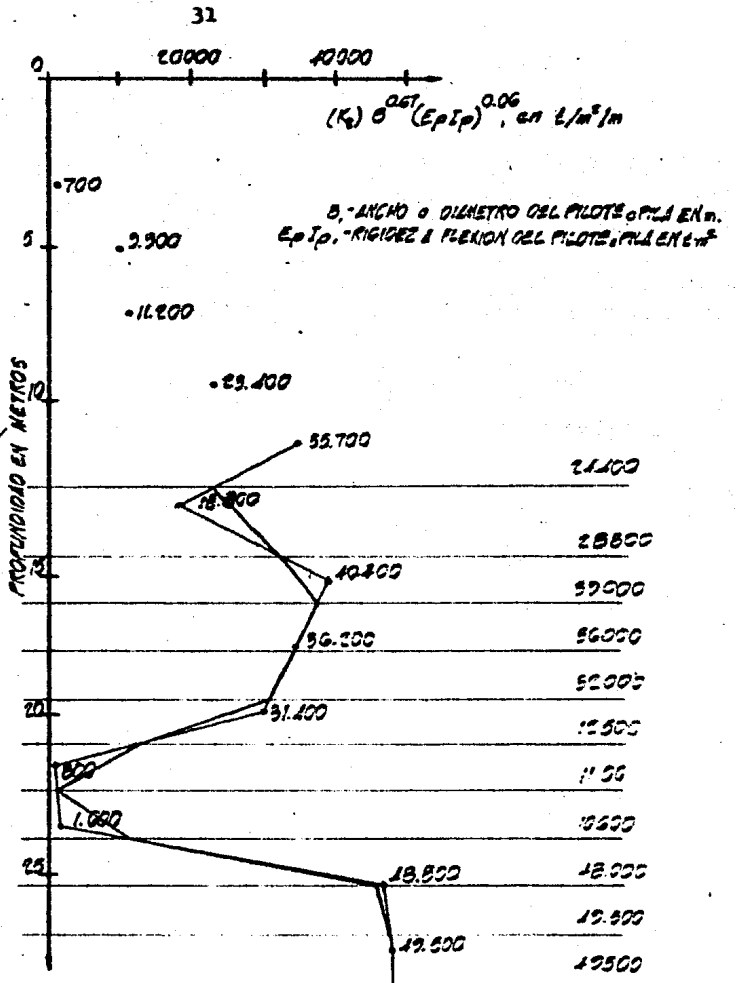
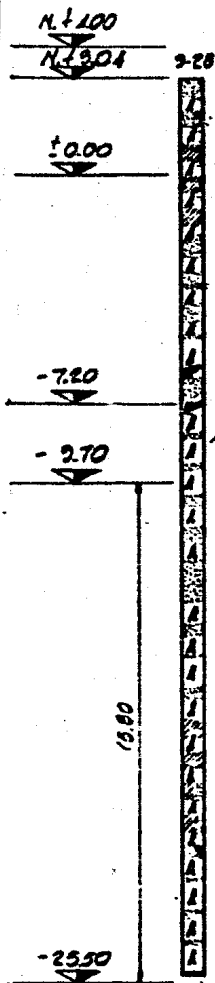
$$V_{cr} = 0.5 F_{rbd} \sqrt{f_c} = 0.5 (0.8) 890 (225) \sqrt{200} = 1\,132.78 \text{ Ton}$$

Como $V_u > V_{cr}$, se requiere refuerzo por cortante.

Proponiendo estribos # 4 (30 ramas) a cada 30 cm.

$$S = \frac{F_r A_v F_y D}{V_u - V_c} = \frac{0.8 (30) 1.27 (4\,200) 225}{2626170 - 1132780} = 19 \text{ cm}$$

Por considerar la separación muy cerrada, se proponen estribos del # 5, los cuáles quedan a $S = 30 \text{ cm}$.



MODULOS DE REACCION PARA LAS PILES DE LA CIM-
 ENTACION DE LA PRESA 1000T/6000T:

DIBUJO 5-3

Con la fuerza lateral máxima obtenida en las combinaciones anteriores, se analiza y diseña la pila tipo para el conjunto. Del análisis se obtienen los siguientes elementos mecánicos en 11 puntos considerados.

$E = \text{MOD. ELAS. PILA} = 158110 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$

$P_1 = \text{MOM INERCIA PILA} = 14020000 \text{ Cm}^4$

$L_0 = \text{LONGITUD PILA} = 15.8 \text{ M}$

$P = \text{CARGA LATERAL} = 121.69 \text{ Ton}$

$D = \text{LONG EQUIVALENTE} = .0001$

$OP = \text{DIAMETRO PILA} = 1.3 \text{ M}$

158110	14020000	15.8	121.69	.0001	1.3					
(1) S	(2) S	(3) S	(4) S	(5) S	(6) S	(7) S	(8) S	(9) S	(10) S	(11)
18800	28800	39000	36000	32000	12500	1100				
10600	48000	49500	49500							

PUNTO (1)

DEF (1) = .2410587 (Cm)

CORT (1) = 48.04682 (Ton)

MOM (1) = .0122023128 (T-M)

PUNTO (2)

DEF (2) = .17211294 (Cm)

CORT (2) = 85.8287 (Ton)

MOM (2) = -75.888872 (T-M)

PUNTO (3)

DEF (3) = .017713452 (Cm)

CORT (3) = 23.08363 (Ton)

MOM (3) = 97.137424 (T-M)

PUNTO (4)

DEF (4) = -.027305 (Cm)

CORT (4) = -13.919186 (Ton)

MOM (4) = 41.432808 (T-M)

PUNTO (5)

DEF (5) = -.02566924 (Cm)

CORT (5) = -15.28391 (Ton)

MOM (5) = 7.6899192 (T-M)

PUNTO (6)

DEF (6) = -.015374366 (Cm)

CORT (6) = -5.475694 (Ton)

MOM (6) = -1.9114424 (T-M)

PUNTO (7)

DEF (7) = -.007231888 (Cm)

CORT (7) = -.8501604 (Ton)

MOM (7) = -2.8305568 (T-M)

PUNTO (8)

DEF (8) = -.0022766782 (Cm)

CORT (8) = -.36773092 (Ton)

MOM (8) = -2.4312728 (T-M)

PUNTO (9)

DEF (9) = -.00005917438 (Cm)

CORT (9) = -.040953524 (Ton)

MOM (9) = -1.4944432 (T-M)

PUNTO (10)

DEF (10) = .0004755896 (Cm)

CORT (10) = .40572618 (Ton)

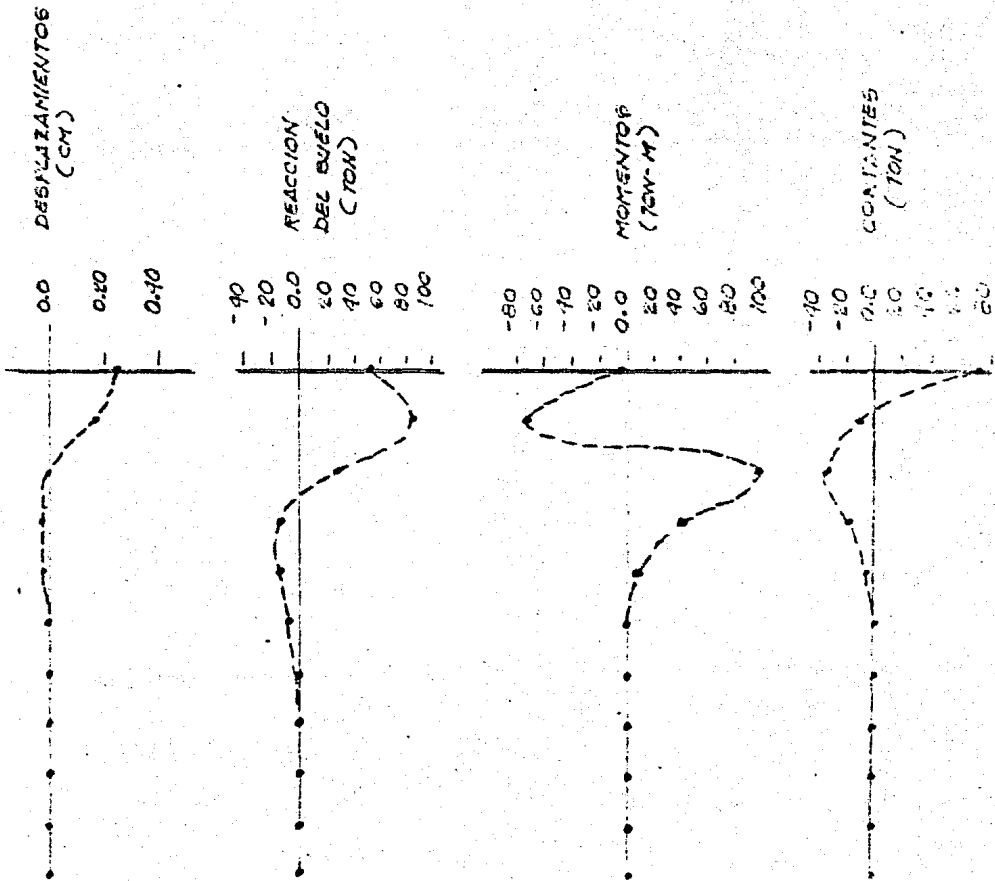
MOM (10) = -.4112556 (T-M)

PUNTO (11)

DEF (11) = .0005472684 (Cm)

CORT (11) = .26634818 (Ton)

MOM (11) = 0 (T-M)



DIAGRAMAS QUE PRESENTA LA PILA DE ACERCO A LOS RESULTADOS DEL ANALISIS

Diseño de la pila

Elementos de diseño

$$P = 182.46 \text{ Ton}$$

$$P_u = 200.71 \text{ Ton}$$

$$M = 97.14 \text{ Ton-M}$$

$$M_u = 106.85 \text{ Ton-M}$$

Sección : $D = 130 \text{ cm}$, $d = 111 \text{ cm}$, $d/D = 0.85$

Constantes adimensionales:

$$K = \frac{P_u}{F_R D^2 F''c} = \frac{200710}{0.85 (130)^2 170} = 0.0822$$

$$R = \frac{M_u}{F_R D^3 F''c} = \frac{10671000}{0.85 (130)^3 170} = 0.0337$$

De la gráfica se obtiene $q \doteq 0.10$

$$p = q f''c / f_y = 0.004 < p_{\text{min.}} = 20 / f_y = 0.0048$$

Se armara con $p = 0.010$, $A_s = 132.73 \text{ cm}^2$

Usando varillas # 8 ; No. vars. = 28

Revisión por cortante:

$$V = 73.65 \text{ Ton}$$

$$V_u = 81.02 \text{ Ton}$$

$$P = 0.7 f^*c A_g + 2000 A_s = 0.7 (200) 13273 + 2000 (141.96) = 2142.14 \text{ Ton}$$

Donde $2142.14 > 200.71$

$$V_{CR} = F_R A_g (0.2 + 30 p) \sqrt{f^*c} \left[1 + 0.007 \frac{P_u}{A_g} \right]$$

$$p = 0.33 (0.010) = 0.0033$$

$$V_{CR} = 44.90 \left[1 + 0.007 \frac{200710}{\pi (65)^2} \right]$$

$V_{CR} = 49.65 \text{ Ton} < V_u$; se requiere acero de refuerzo por cortante

se proponen estribos # 3 , $A_v = 1.42 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{F_r A_v d F_y}{V_u - V_{cr}} = \frac{0.8 (1.42) 114 (4200)}{81020 - 49650} = 17.3 \text{ cm}$$

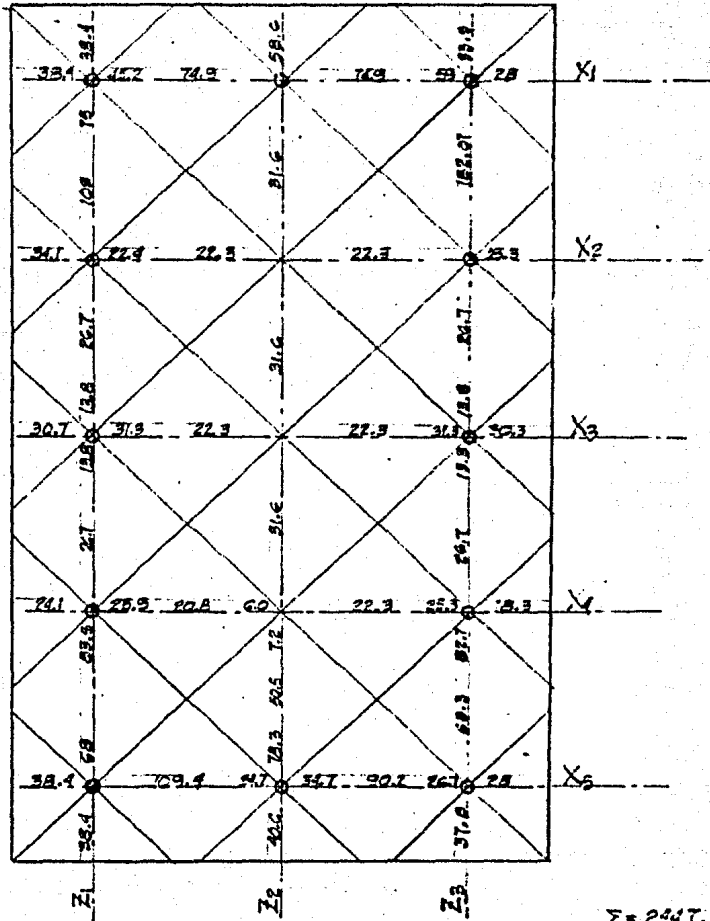
$$S \text{ max.} = (850 / \sqrt{4200}) 2.54 = 33 \text{ cm}$$

$$S \text{ max.} = 48 (0.95) = 45 \text{ cm}$$

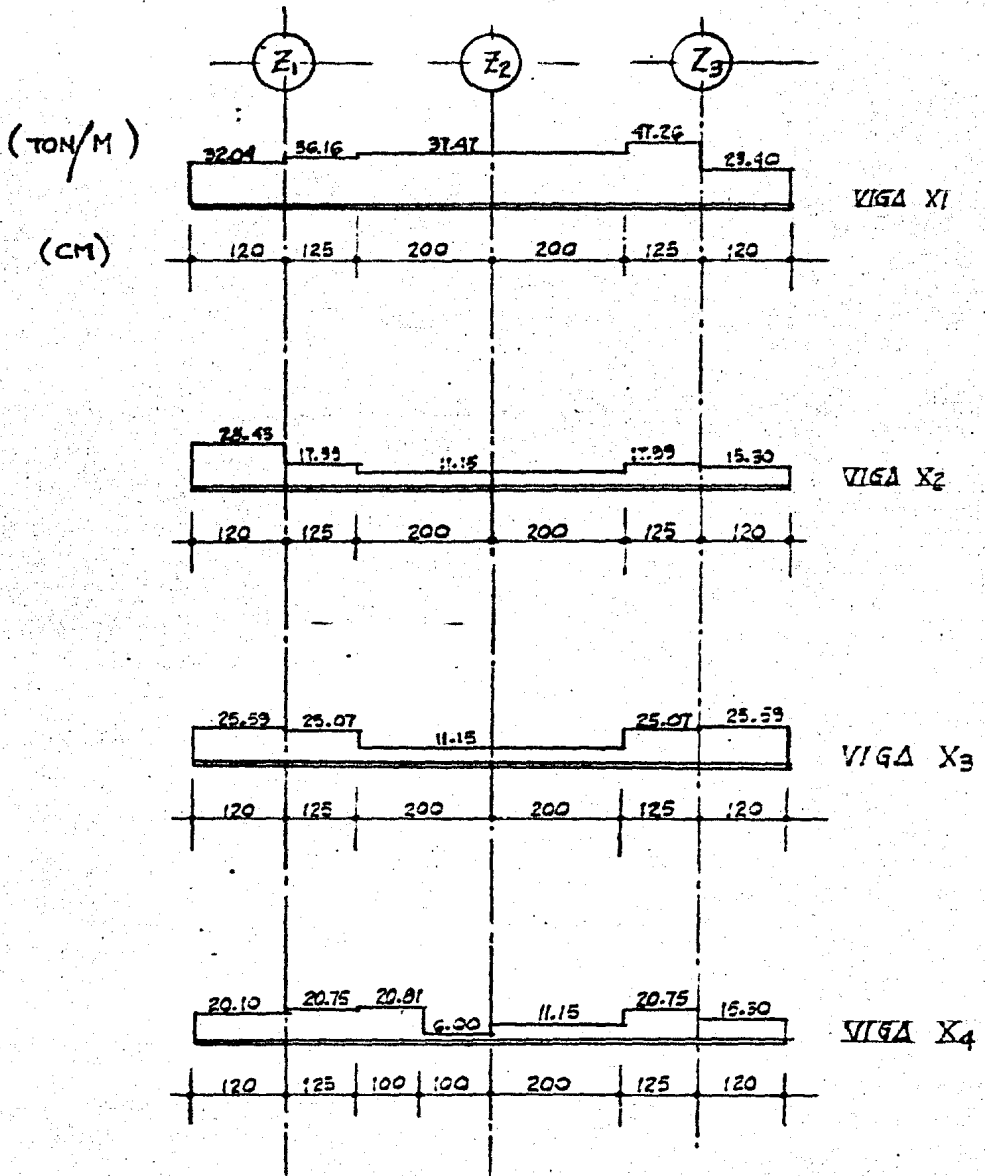
$$S \text{ max.} = 130/2 = 65 \text{ cm}$$

6 ANÁLISIS DEFINITIVO

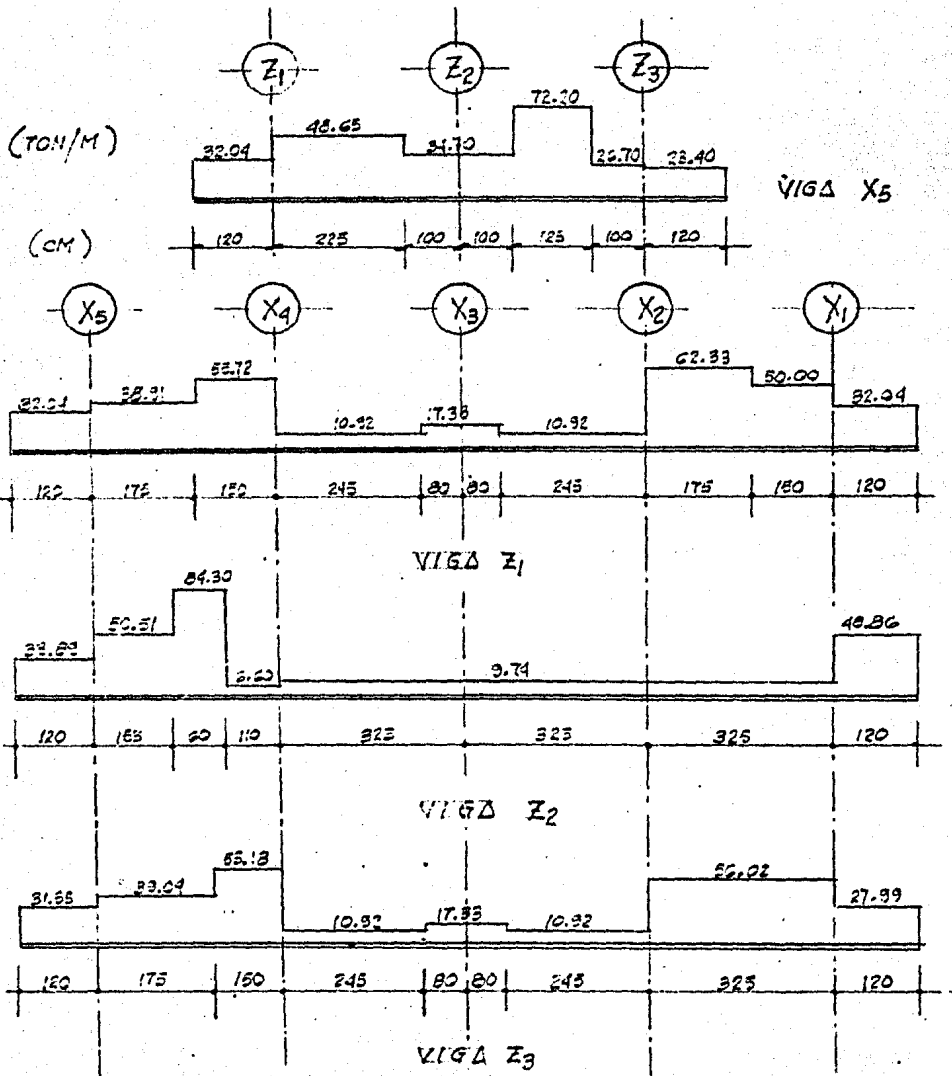
En el análisis definitivo, primeramente se obtienen cargas por condición estática y sismo del área involucrada, las cuáles se tomarán en cuenta - para cargar marcos idealizados. Los elementos componentes de estos marcos, serán, la zapata cabezal y las pilas donde se apoya.



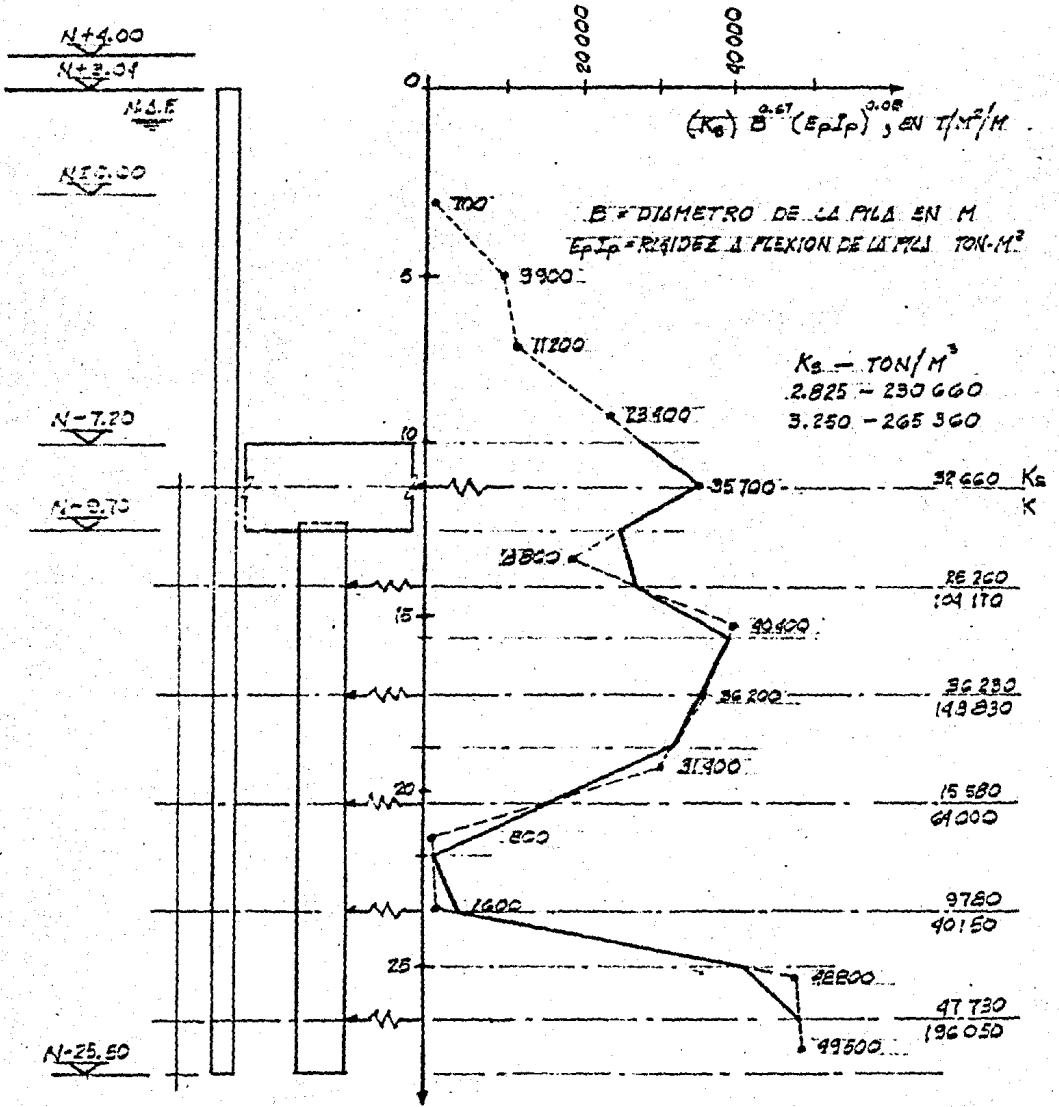
CARGA AXIAL : MUROS + RELLENOS



CARGAS SOBRE VIGAS

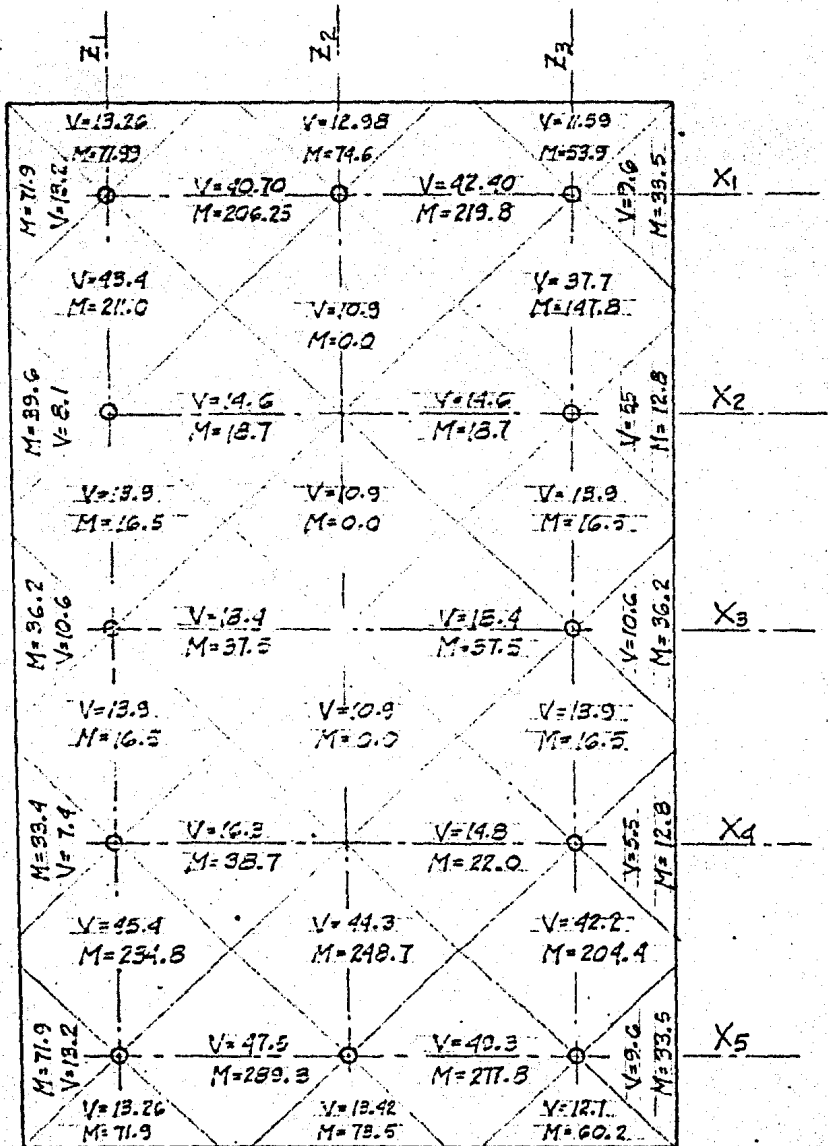


CARGAS SOBRE VIGAS



MODULOS DE REACCION PARA ANALISIS DE PILAS Y CABEZAL

CARGA ACCIDENTAL POR 515MO



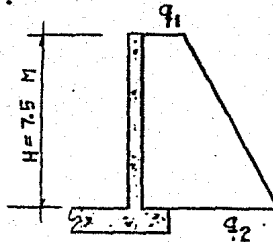
$$\Sigma M = 3068.3 \text{ TON-M}$$

$$\Sigma V = 749.9 \text{ TON}$$

Análisis de muros perimetrales para obtener momentos y cortantes que se considerarán en el cabezal.

Muro de 7.5 de altura

Se supone el muro en voladizo, apoyado en el cabezal, considerándose una sobrecarga uniforme de 6.0 t/m².



El diagrama de presiones se obtiene de los coeficientes dados por mecánica de suelos para muros en voladizo (capítulo-3).

$$q_1 = 0.39 q = 0.39 (6.0) = 2.34 \text{ T/M}^2$$

$$q_2 = 0.31 H + \gamma_{WH} + 0.39 q$$

$$q_2 = 0.31 (7.5) + 0.39 (6.0) + 1.0(1.5) = 12.165 \text{ TON/M}^2$$

Momentos en la base por unidad de ancho (1.0 m):

$$M = \frac{q_1 L^2}{2} + \frac{(q_2 - q_1) L^2}{6}$$

$$M = \frac{2.34 (7.5)^2}{2} + \frac{(12.165 - 2.34) 7.5^2}{6} = 157.92 \text{ T-M/M}$$

Cortante en la base:

$$V = \frac{(q_1 + q_2) L}{2} = \frac{(2.34 + 12.165) 7.5}{2} = 54.39 \text{ T/M}$$

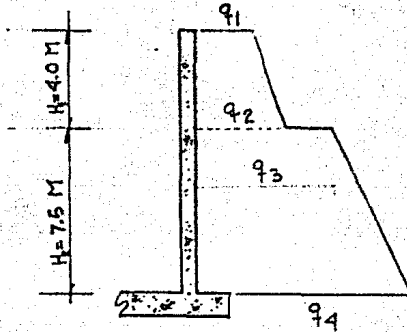
Sin considerar sobrecarga:

$$q_1 = 0 ; q_2 = 0.31 H + \gamma_{WH} = 0.31 (7.5) + 1.0 (7.5) = 9.825 \text{ T/M}^2$$

$$M = \frac{wL^2}{6} = \frac{9.825 (7.5)^2}{6} = 92.11 \text{ T-M/M}$$

$$V = \frac{wL}{2} = \frac{9.825 (7.5)}{2} = 36.85 \text{ T/M}$$

Muro de 11.5 de altura



$$q_1 = 0.22 q = 0.22 (6.0) = 1.32 \text{ T/M}^2$$

$$q_2 = 0.46 H_1 + 0.22 q = 0.46 (4.0) + 0.22 (6.0) = 3.16 \text{ T/M}^2$$

$$q_3 = 0.82 (H_1) + 0.39 q = 0.82 (4.0) + 0.39 (6.0) = 5.62 \text{ T/M}^2$$

$$q_4 = 0.82 (H_1) + 0.31 (H_2) + \gamma_w H_2 + 0.39 (q)$$

$$q_4 = 0.82 (4.0) + 0.31 (7.5) + 1.0 (7.5) + 0.39 (6.0) = 15.44 \text{ T/M}^2$$

Momento en la base:

$$M = 5.28 (9.5) + 3.68 (8.83) + 42.15 (3.75) + 73.68 (2.5)$$

$$M = 424.94 \text{ T-M/M}$$

Cortante en la base:

$$V = (1.32 + 3.16) 2 + (5.62 + 15.44) 3.75$$

$$V = 87.95 \text{ T/M}$$

Muro de 9.35 M de altura:

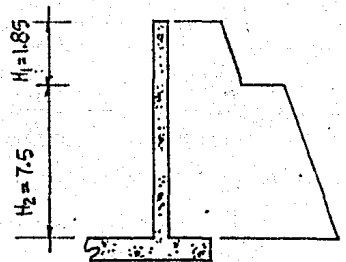
Considerando una sobrecarga 13 T/M²

$$q_1 = 0.22 q = 0.22 (13) = 2.86 \text{ T/M}^2$$

$$q_2 = 0.46 H_1 + 0.22 q = 0.46 (1.86) + 0.22 (13)$$

$$q_2 = 3.71 \text{ T/M}^2$$

$$q_3 = 0.82 H_1 + 0.39 q = 0.82 (1.86) + 0.39 (13)$$



$$q_3 = 6.587 \text{ T/M}^2$$

$$q_4 = 0.82 (H_1) + 0.32 (H_2) + \gamma_w H_2 + 0.39 q$$

$$q_4 = 0.82 (1.86) + 0.32 (7.5) + 7.5 + 0.39 (13)$$

$$q_4 = 16.41 \text{ T/M}^2$$

Momento de la base:

$$M = 0.786 (8.12) + 5.29 (8.42) + 36.84 (2.5) + 49.40 (3.75) = 328.31 \text{ T-M/M}$$

Cortante en la base:

$$V = (2.86 + 3.71) 0.925 + (16.41 + 6.58) 3.75 = 92.32 \text{ T/M}$$

Muro de 7.5 M de altura:

Considerando una sobrecarga de 16 T/M²

$$q_1 = 0.39 (q) = 0.39 (16) = 6.24 \text{ T/M}^2$$

$$q_2 = 0.31 (H) + \gamma_w H + 0.39 q$$

$$q_2 = 0.31 (7.5) + 7.5 + 0.39 (16)$$

$$q_2 = 16.06 \text{ T/M}^2$$

Momento en la base:

$$M = \frac{q_1 L^2}{2} + \frac{(q_2 - q_1) L^2}{6}$$

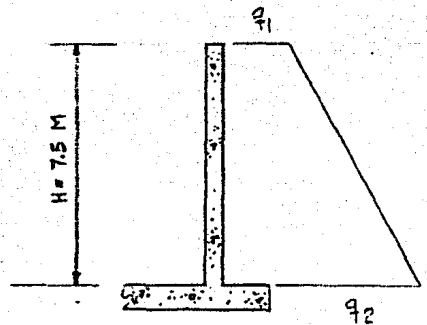
$$M = \frac{6.24 (7.5)^2}{2} + \frac{(16.06 - 6.24) 7.5^2}{6}$$

$$M = 267.61 \text{ T-M/M}$$

Cortante en la base:

$$V = \frac{(q_1 + q_2) L}{2} + \frac{6.24 + 16.06}{2} 7.5$$

$$V = 83.64 \text{ T/M}$$



Momento sísmico total:

Fuerza sísmica de la prensa .

F.S. = 372.80 Ton

Aplicada a 13.67 M sobre la base

Fuerza sísmica en pedestales .

F.S. = 160.06 Ton

Aplicada a 6.25 M sobre la base

Resumiendo:

1.-	372.8 (13.67)	-----	5 096.18 Ton-M
2.-	160.06 (6.25)	-----	1 000.38 Ton-M
3.-	749.91 (1.25)	-----	937.39 Ton-M
4.-	M	-----	3 068.38 Ton-M

$$M_T = 10 102.33 \text{ TON-M}$$

Momentos tabulados:

1.-	372.8 (13.67)	-----	5 096.18 Ton-M
2.-	4 620.66	-----	4 620.66 Ton-M

$$M_T = 9 716.84 \text{ TON-M}$$

Incremento del 4% neto de momento

Fuerza sísmica total:

F.S. Prensa ----- 372.80 Ton

F.S. Pedestales ----- 160.06 Ton

F.S. Cimentación ----- 749.91 Ton

$$V_T = 1 282.77 \text{ Ton}$$

Cortantes tabulados:

1.- 372.80

2.- 855.27

$$V_T = 1228.07$$

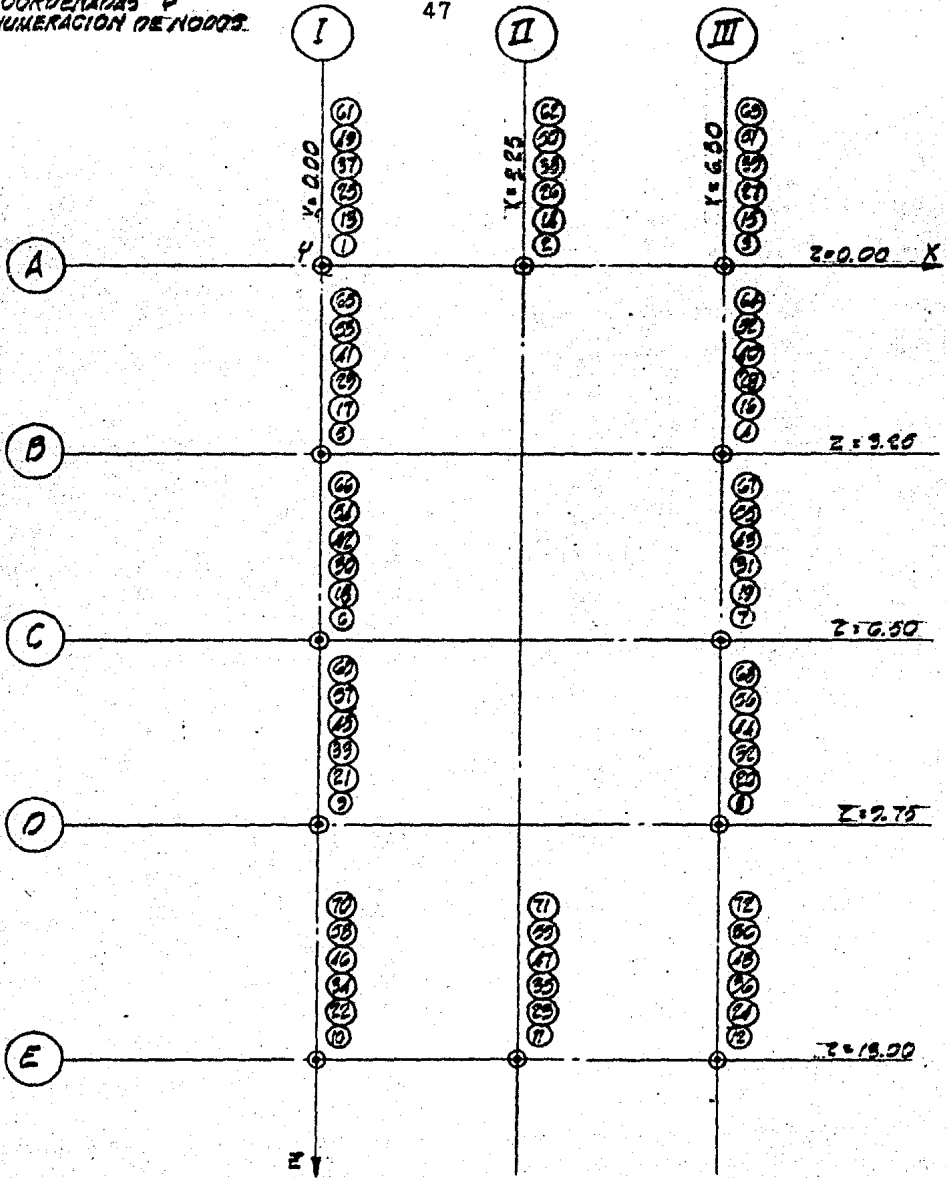
Incremento de 4.5% neto de cortante.

$$M = \frac{wL^2}{6} = \frac{9.825 (7.5)^2}{6} = 92.11 \text{ T-M/M}$$

$$V = \frac{wL}{2} = \frac{9.825 (7.5)}{2} = 36.85 \text{ T/M}$$

COORDENADAS Y
NUMERACION DE NODOS.

47

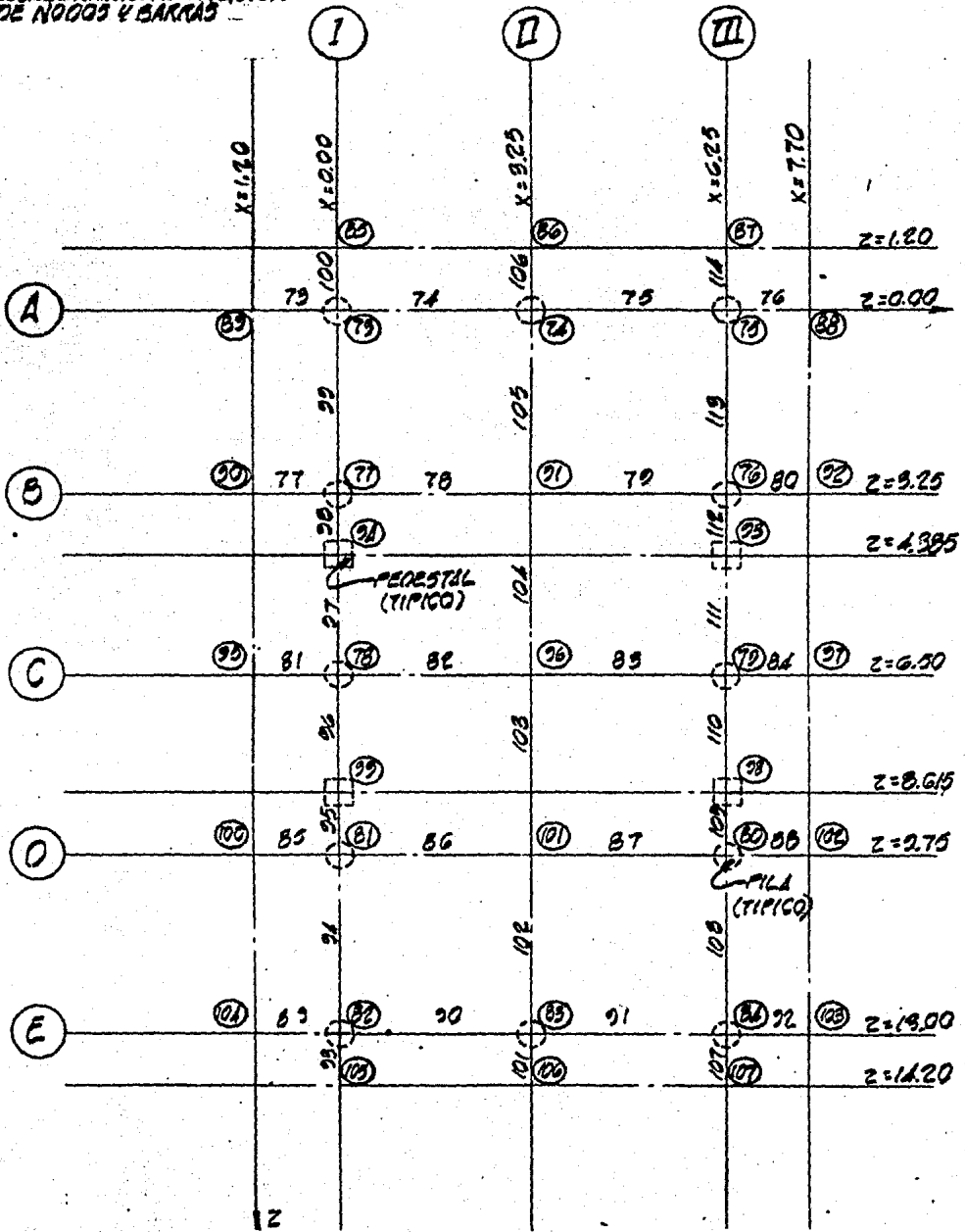


PLANTA NIVELES 25500 AL 21280

LAS MARCAS A B I Y II SON ARBITRARIOS
PARA UBICAR LA NUMERACION DE BARRAS Y
NODOS

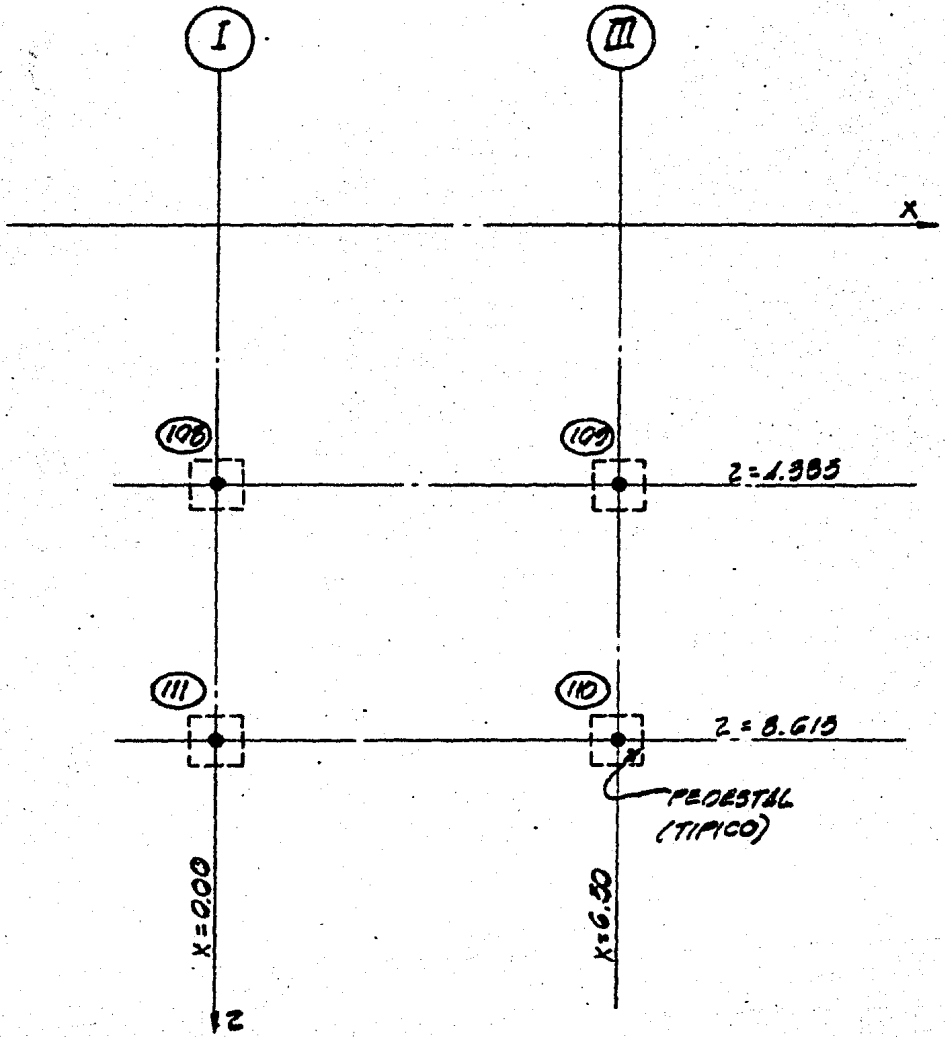
COORDENADAS Y NUMERACION DE NODOS Y BARRAS

48



PLANTA NIVEL 8450

COORDENADAS Y NUMERACION DE BARRAS Y NODOS



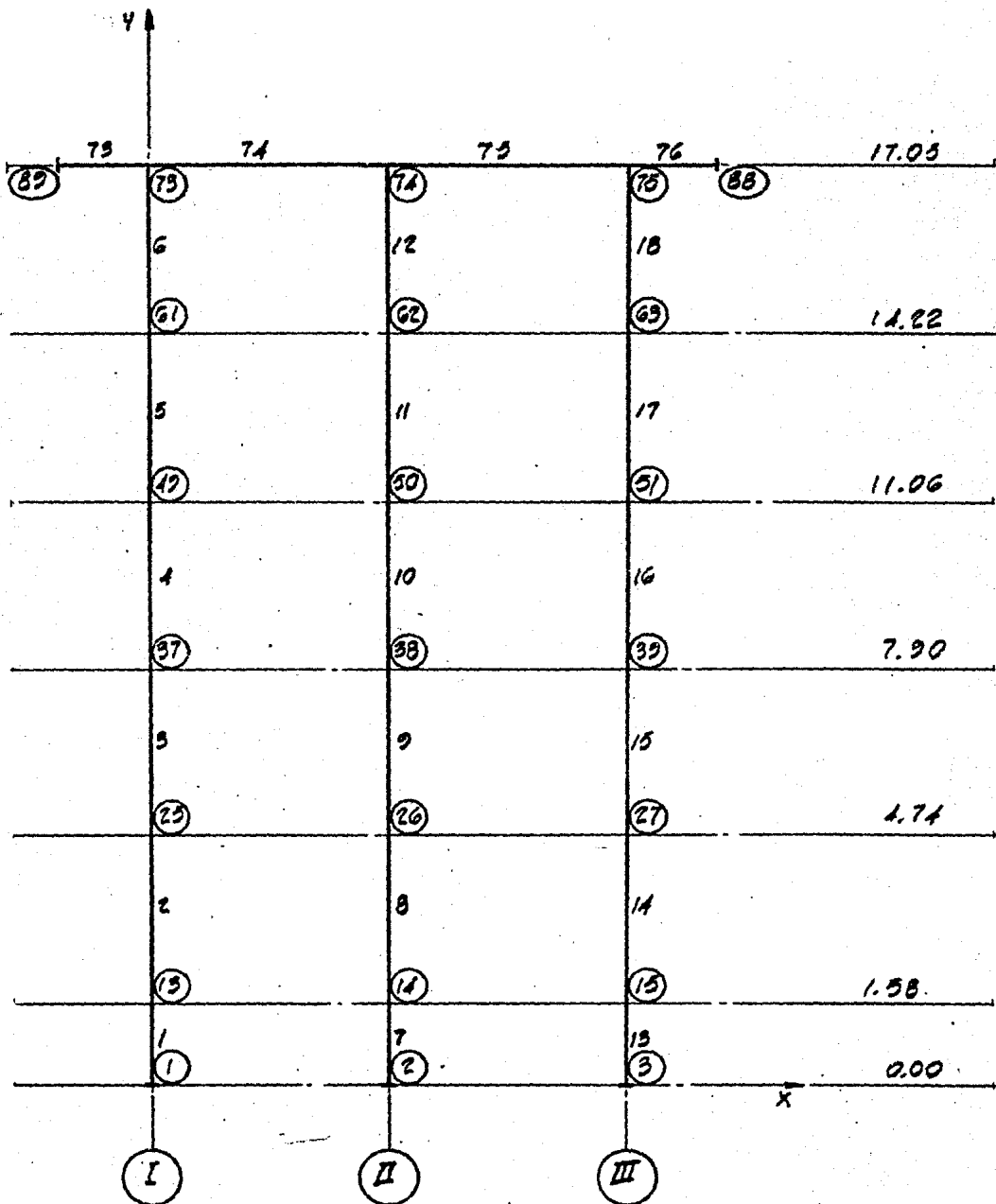
PLANTA NIVEL + 300

NIVEL (mm)	COORDENADA Y (m)	No. DE NODO
-25500	0.00	1 AL 12
-23920	1.58	13 AL 24
-20760	4.74	25 AL 36
-17600	7.90	37 AL 48
-14440	11.06	49 AL 60
-11280	14.22	61 AL 72
-8120	17.05	73 AL 107
300	25.80	108 AL 111

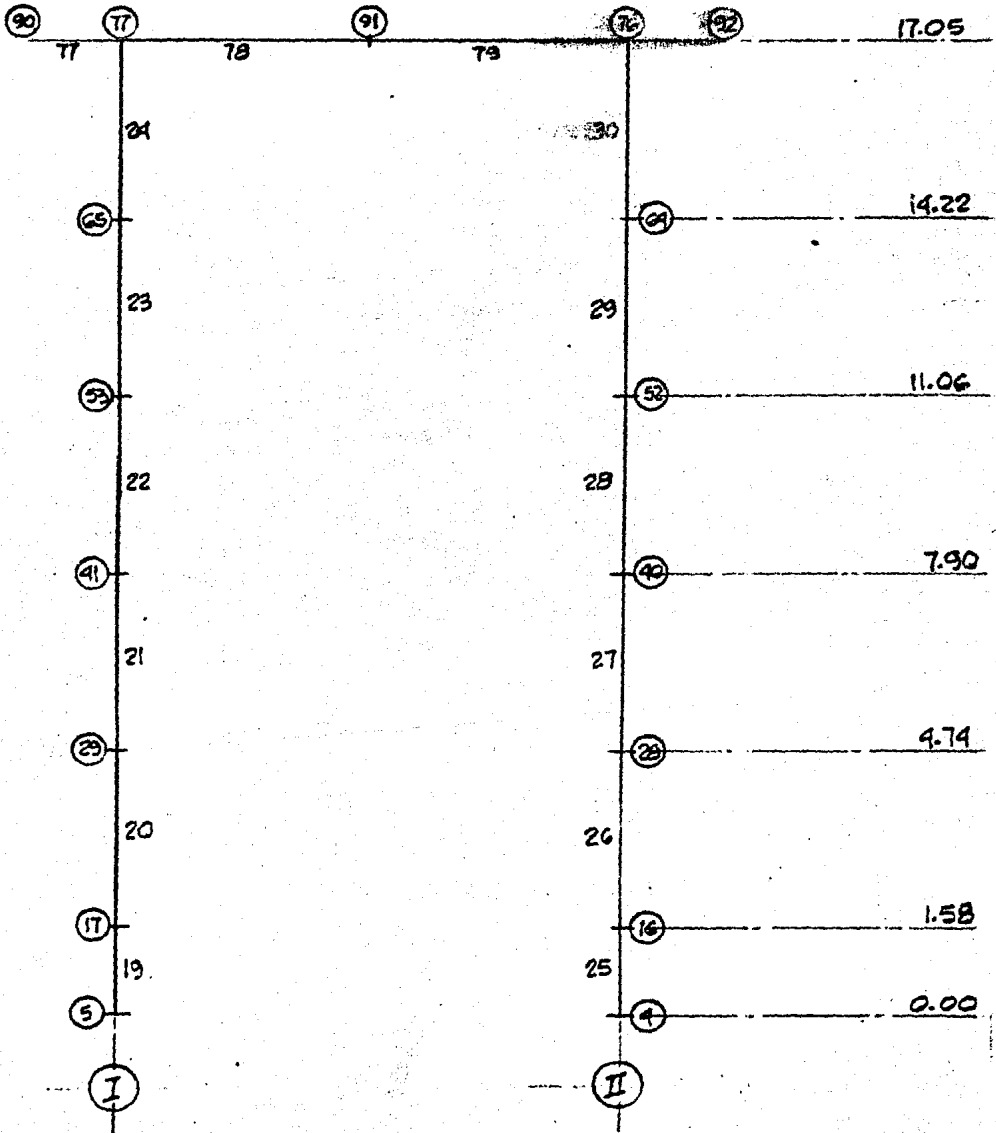
NUMERO DE BARRAS = 118

COORDENADAS "Y" - NIVEL - 25500 AL 300

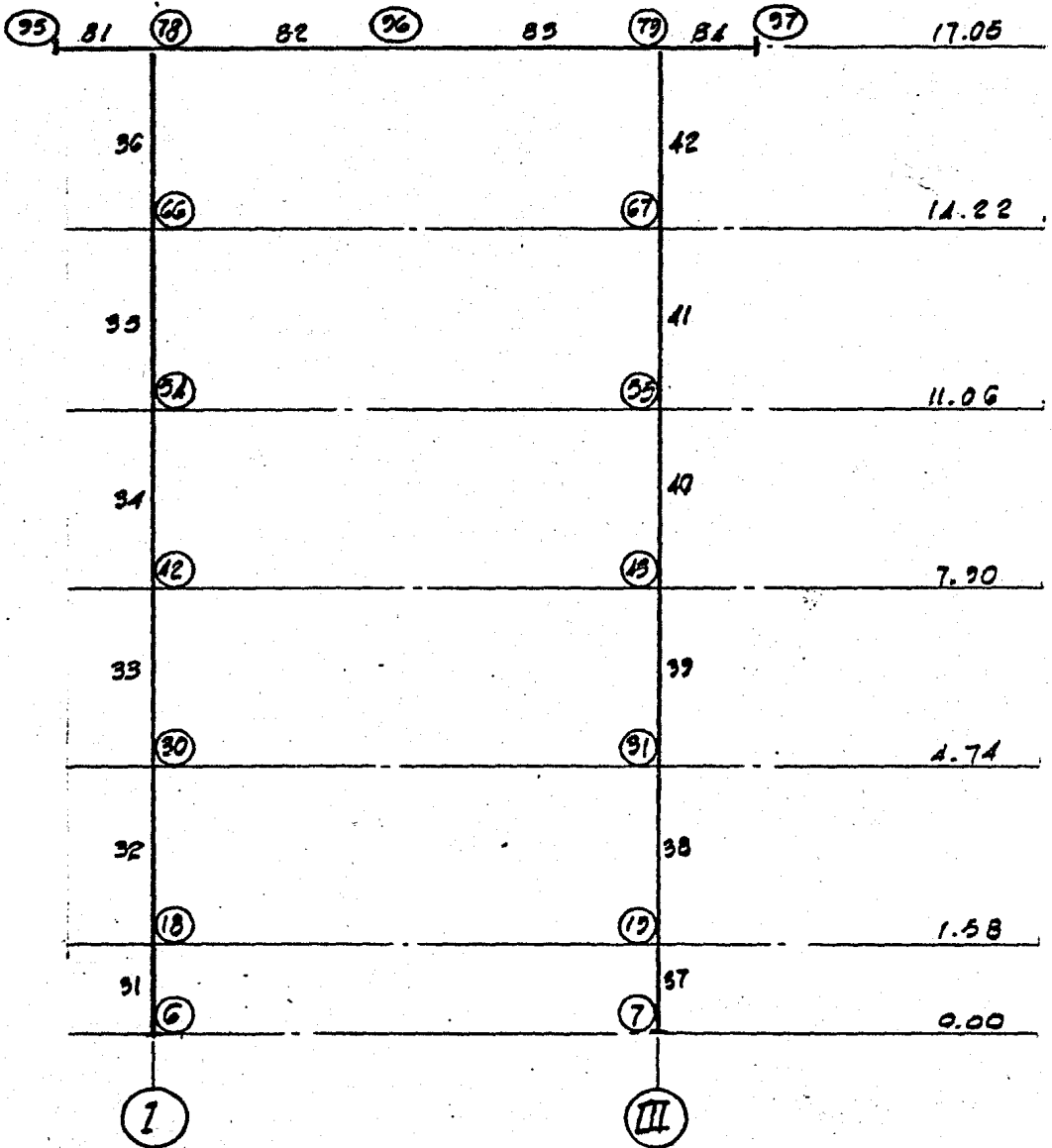
COORDENADAS Y NUMERACION DE NODOS Y BARRAS



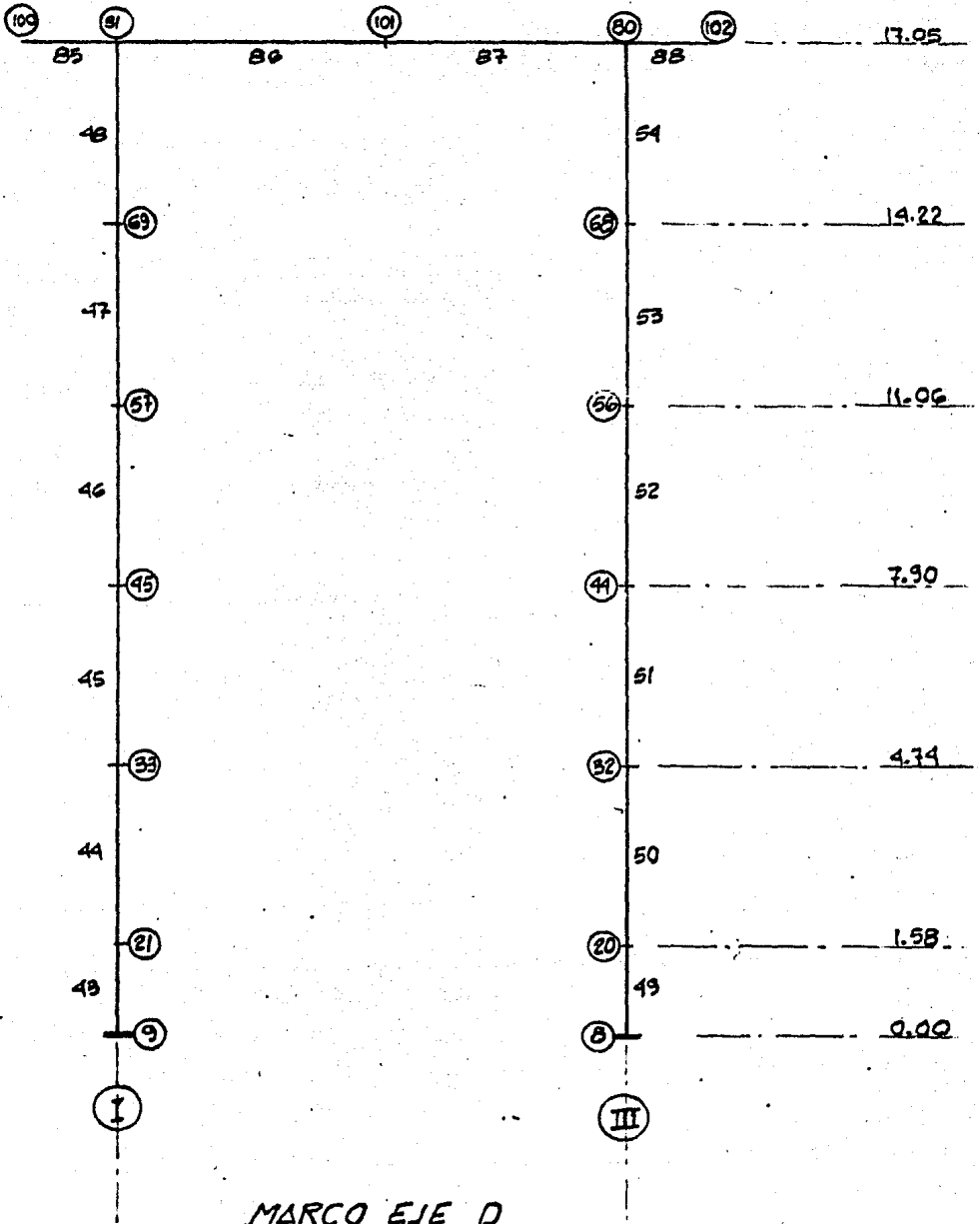
ELEVACION MARCO (A)

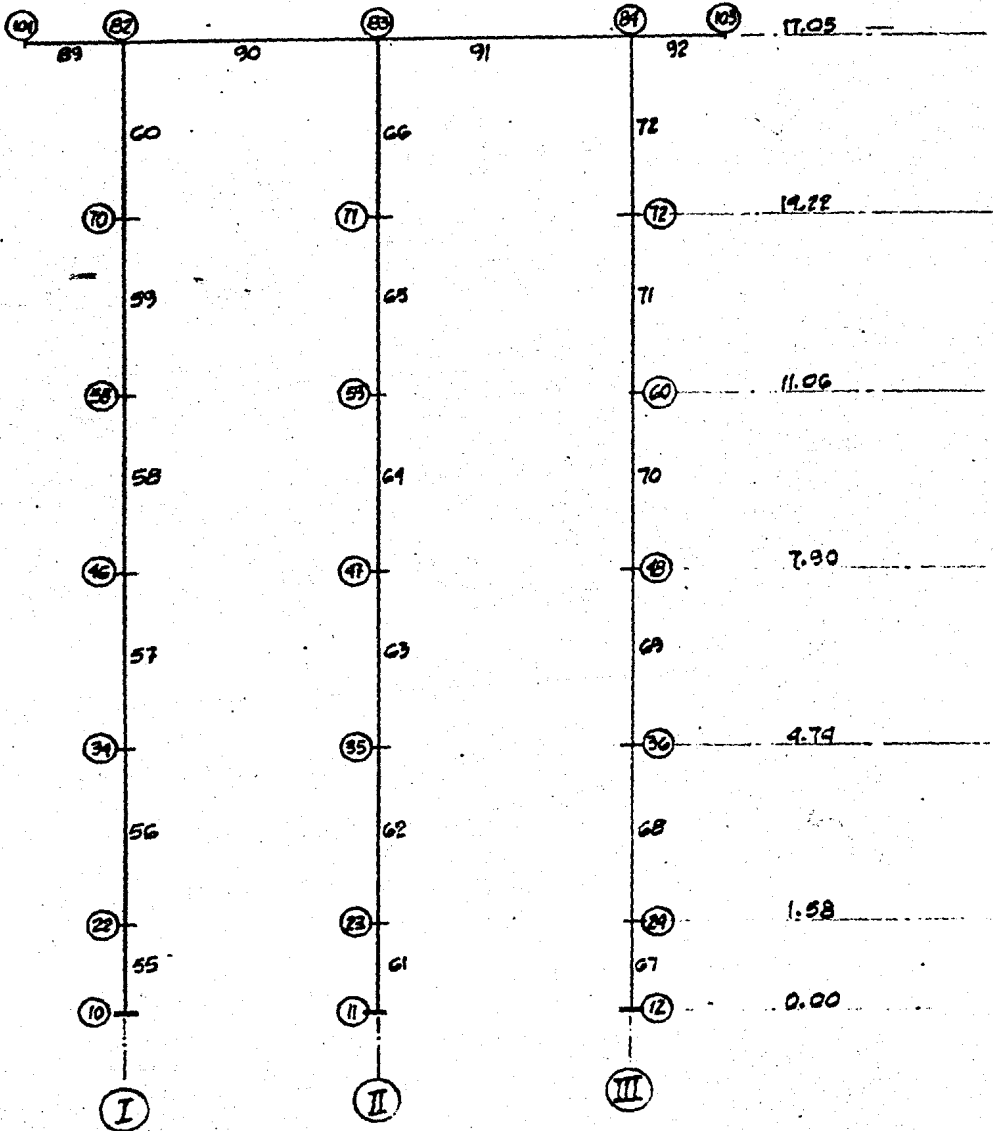


ELEVACION MARCO EJE - B



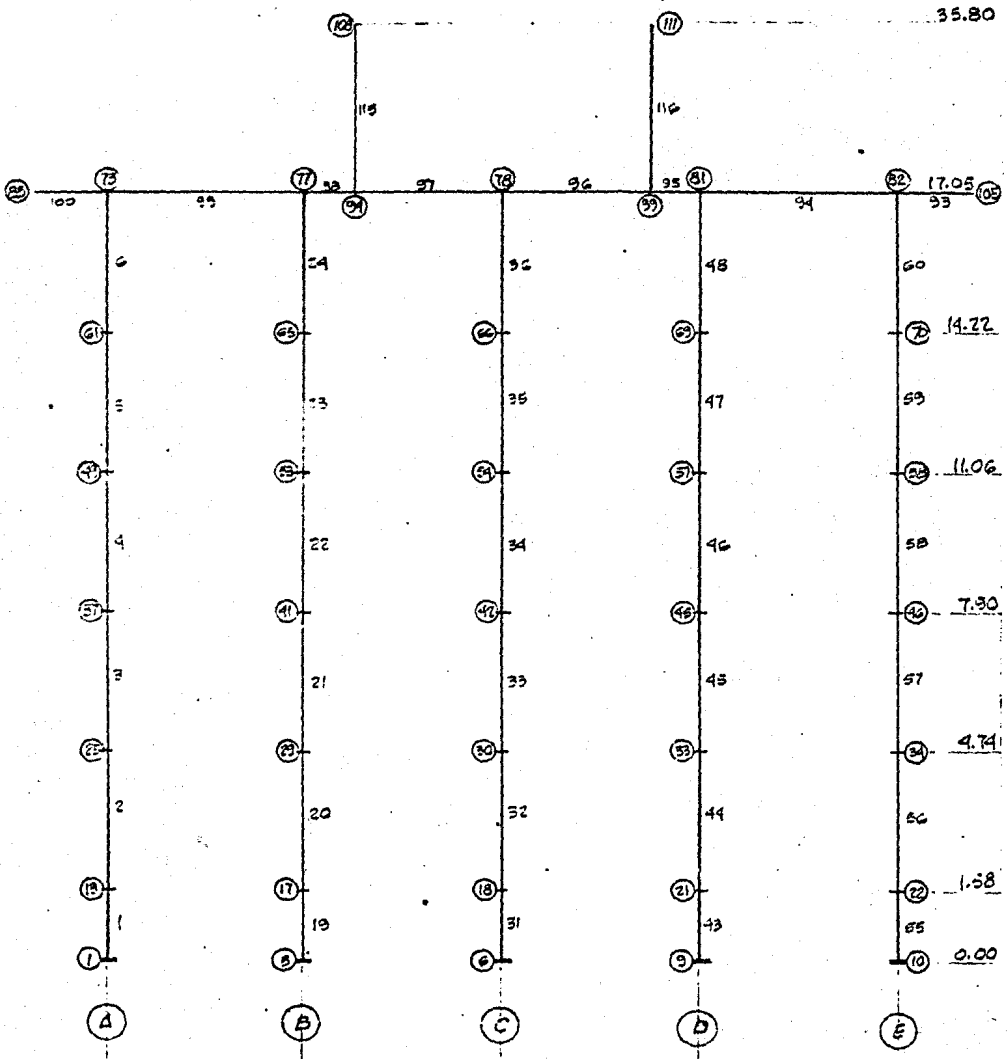
MARCO EJE C



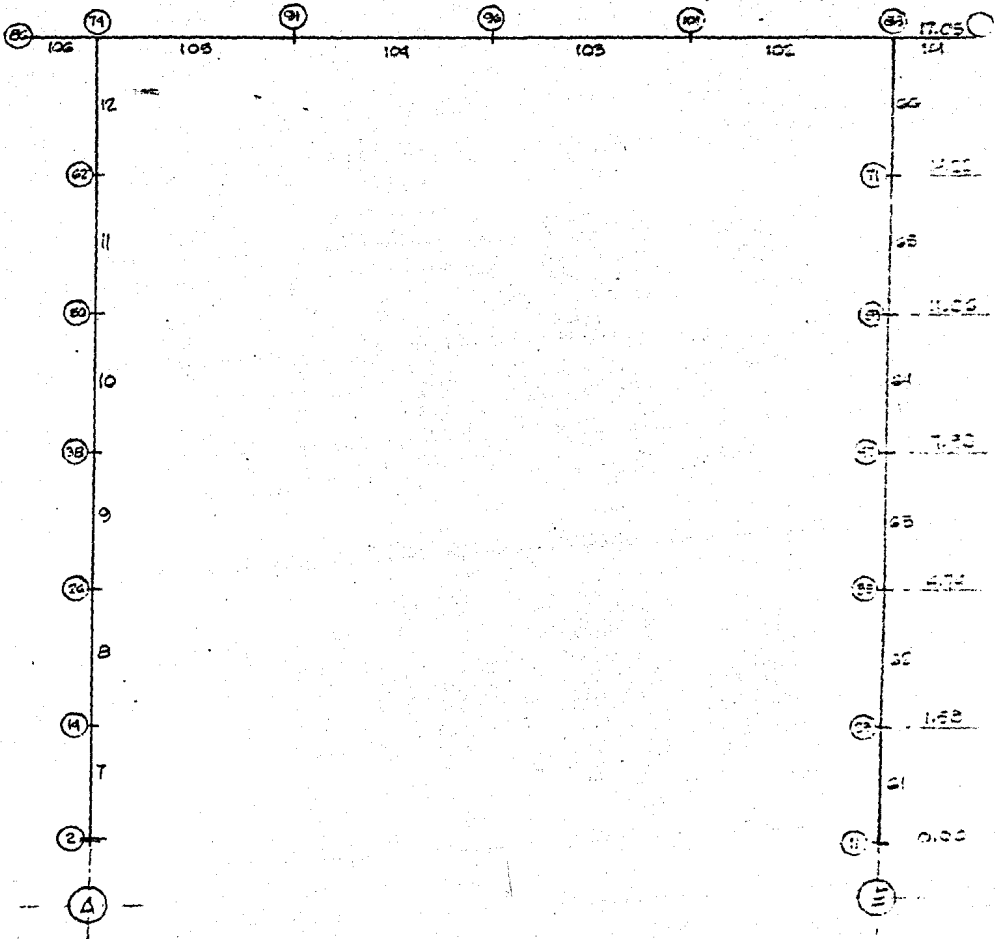


ELEVACION MARCO EIE-E

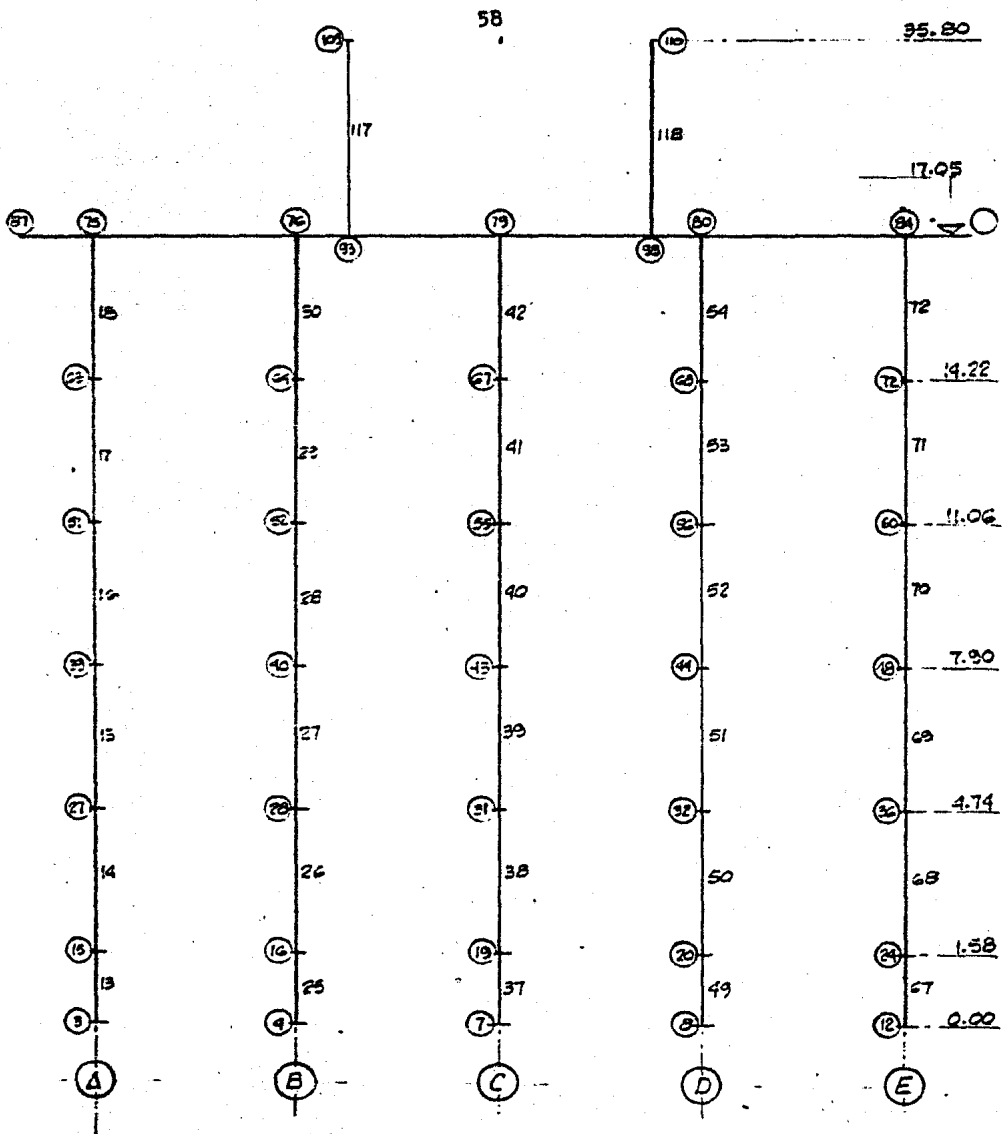
56



ELEVACION MARCO EJE-I



ELEVACION MARCO EIS - I



ELEVACION MARCO EJE - III

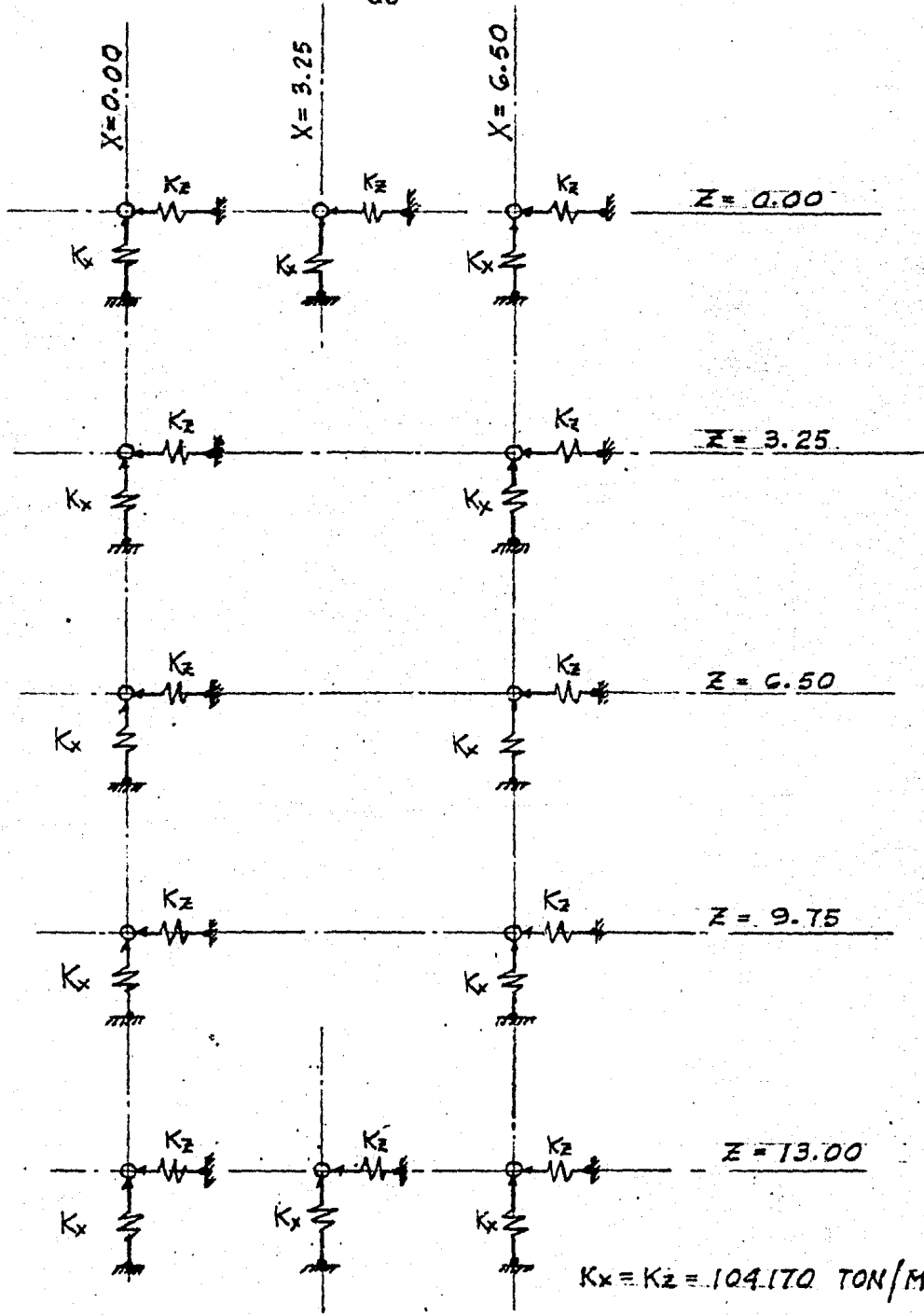
Estructuración del modelo "MARCO TRIDIMENSIONAL" para la interacción Cimentación Suelo, por medio de marcos longitudinales y transversales.

Para el análisis del modelo "MARCO TRIDIMENSIONAL" ; se utilizó el programa --- STRUDL-II .

Para el efecto de este análisis, se presentan las distribuciones en planta de los resortes que idealizan las reacciones del suelo a diferentes niveles, sobre la estructura de cimentación.

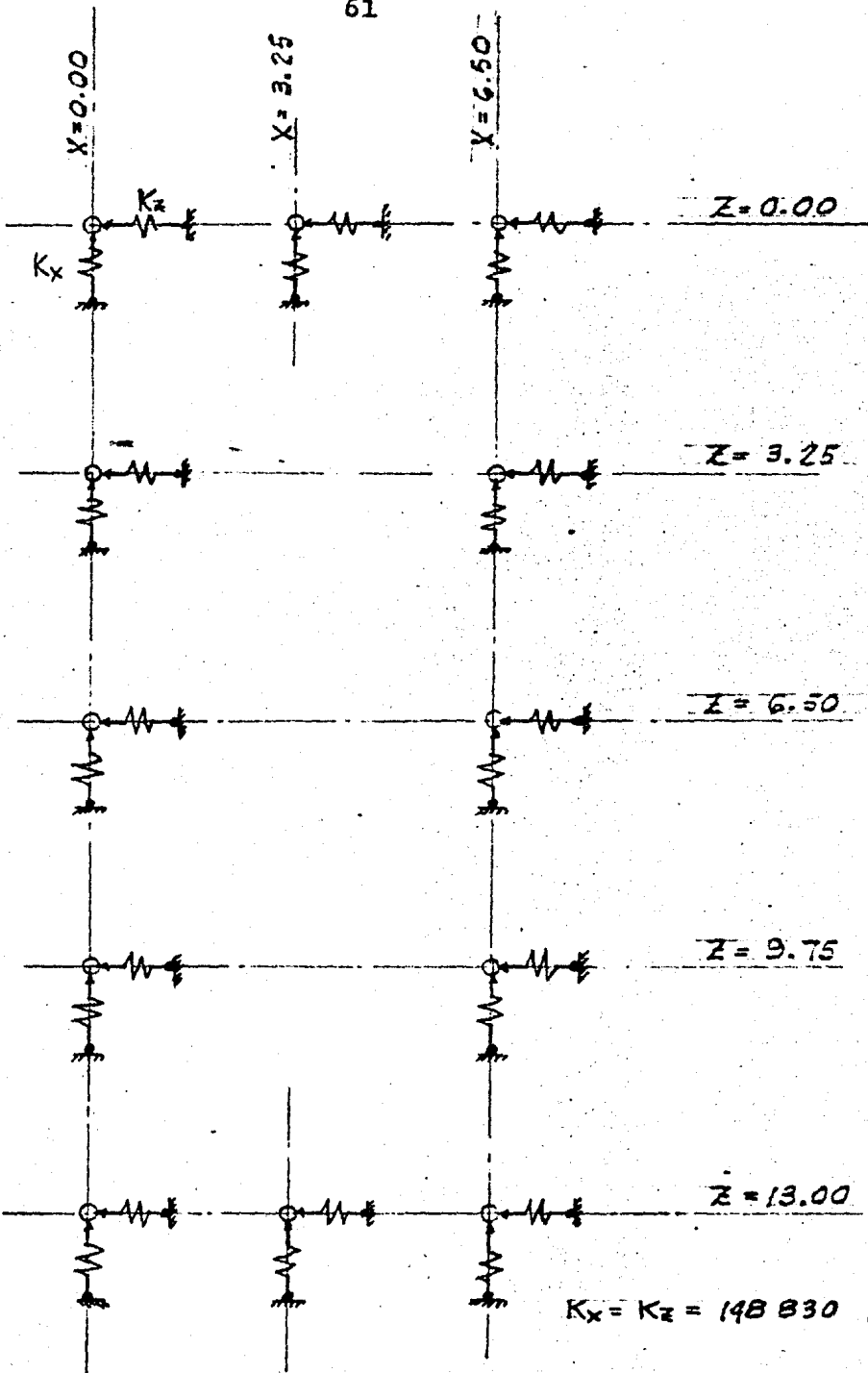
Se considerarán dos resortes en cada pila y por cada nivel.

"Kx" y "Kz" son los resortes debido al terreno. En el modelo, los resortes solo proporcionarán apoyo lateral en la dirección que se indica.

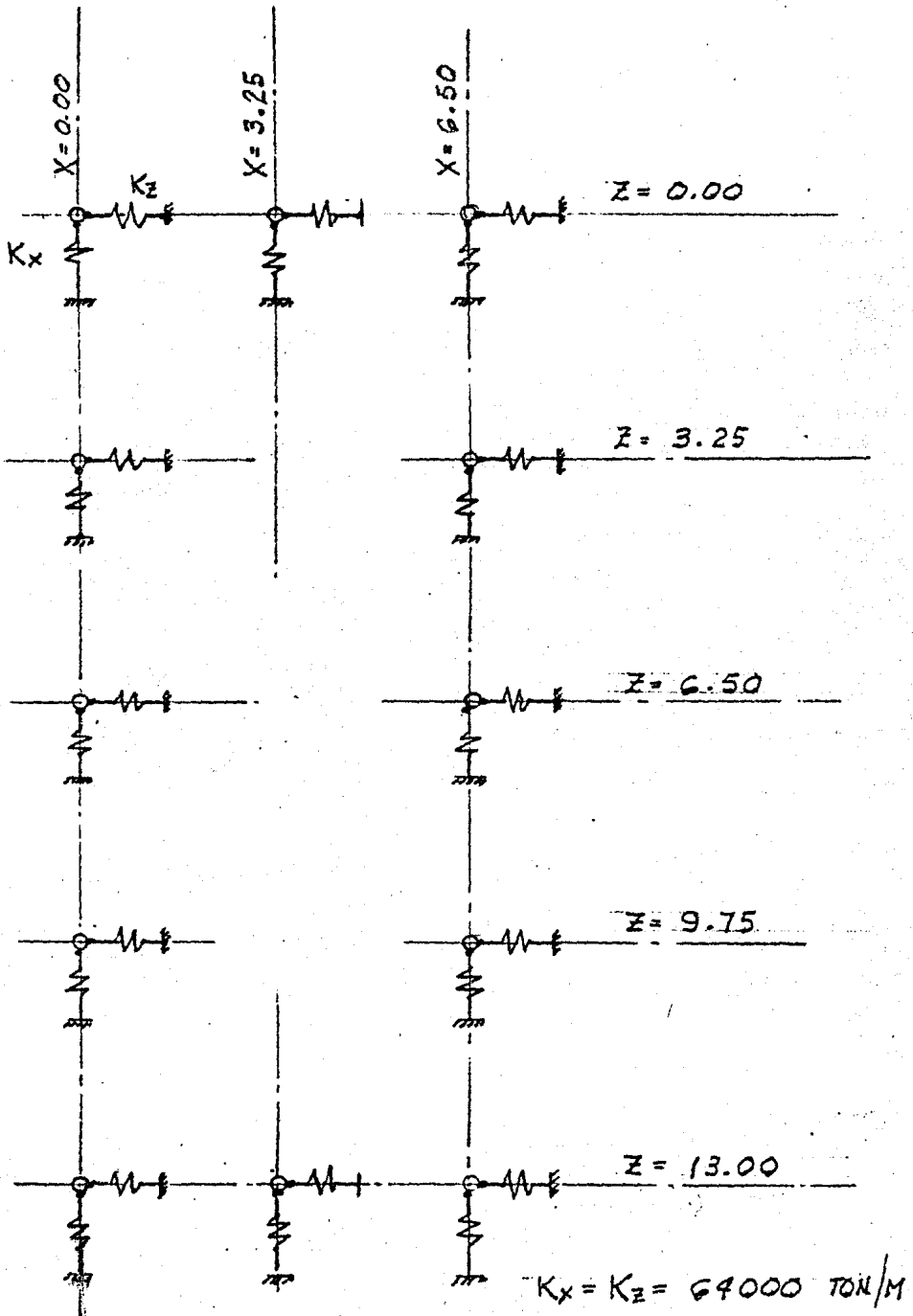


$K_x = K_z = 104.170 \text{ TON/M}$

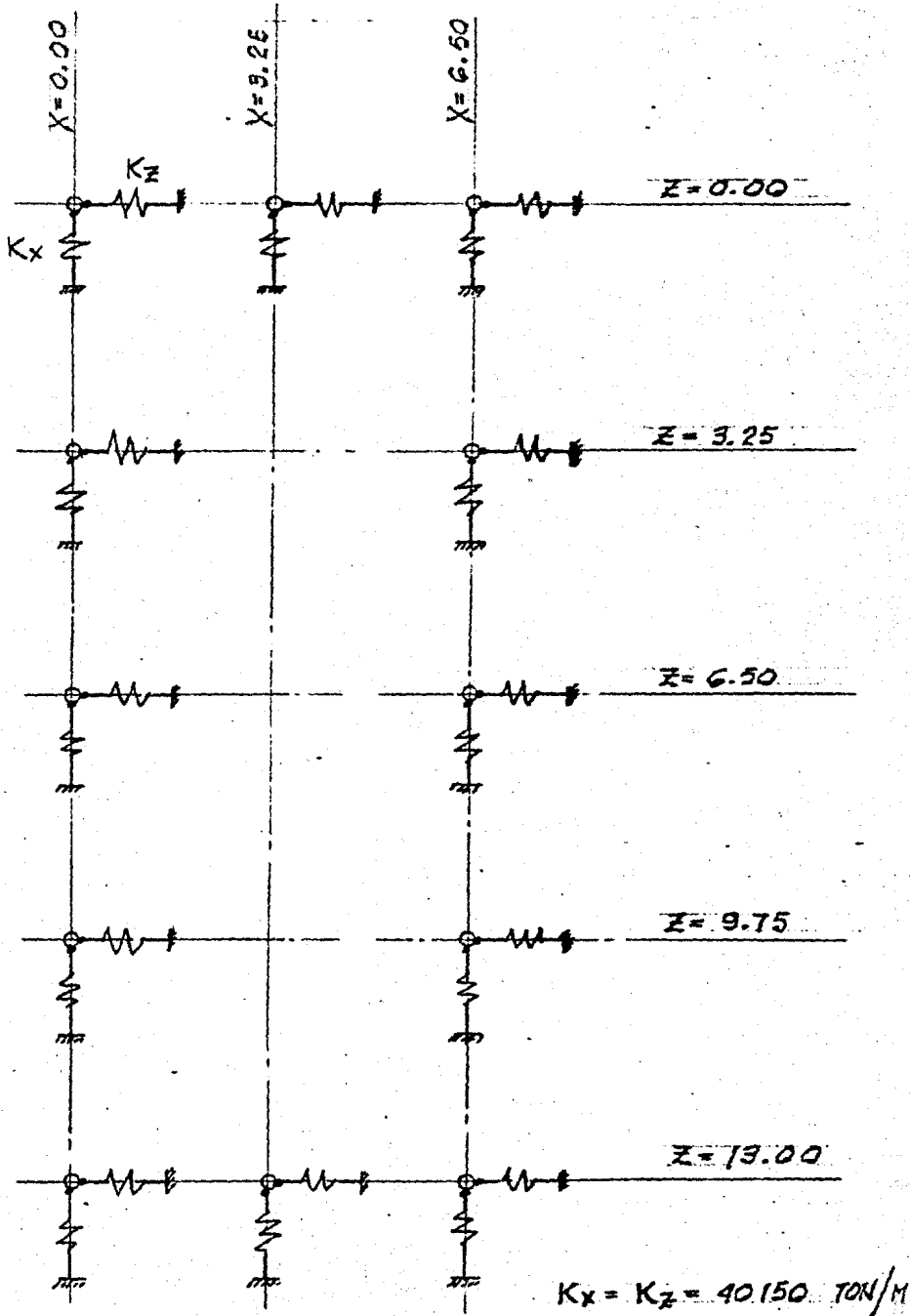
PLANTA NIVEL - 11.230



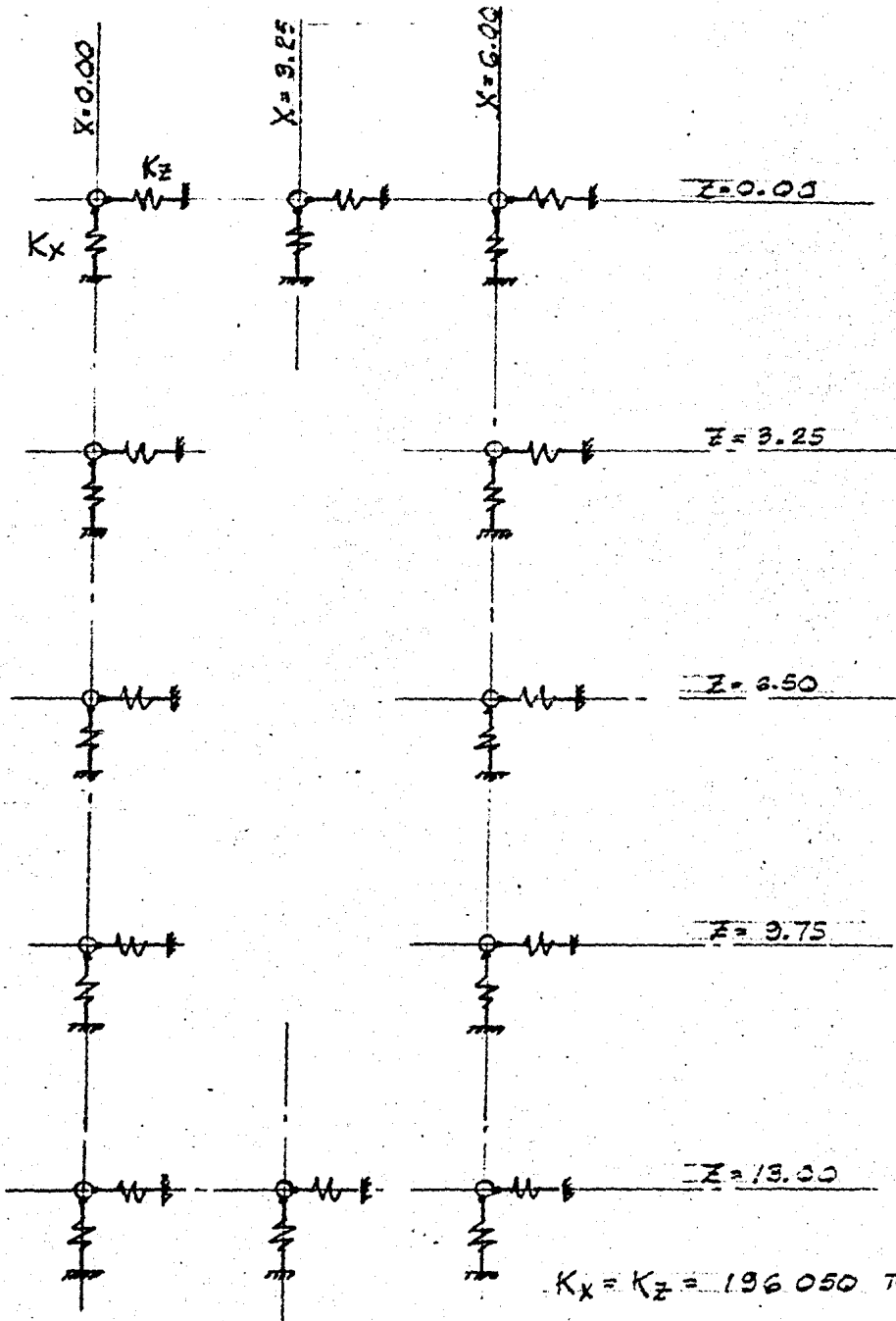
PLANTA NIVEL - 14.440



PLANTA NIVEL - 17.600

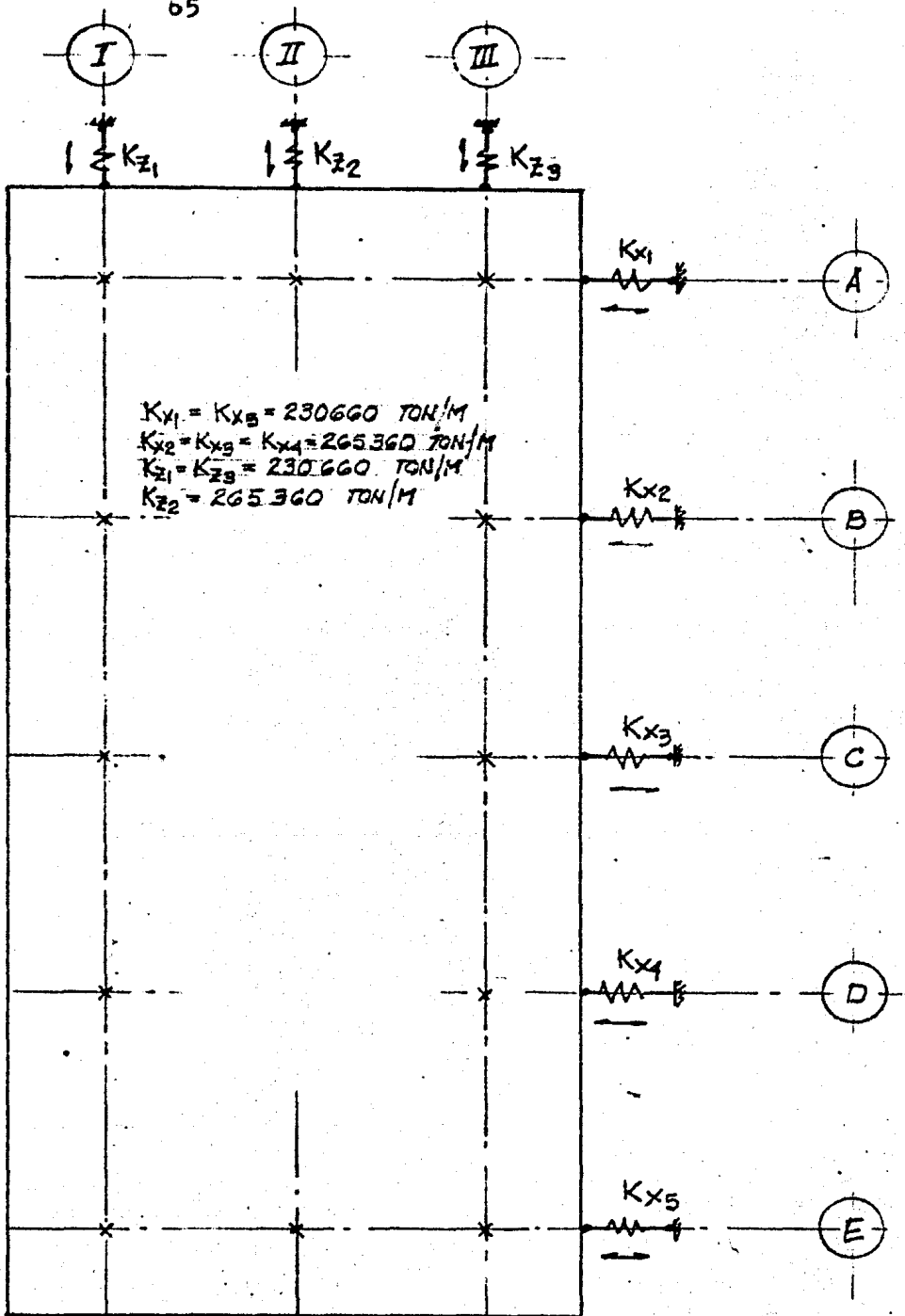


PLANTA NIVEL - 20.760



PLANTA NIVEL - 23.920

65



PLANTA NIVEL - 8.450

Secciones y propiedades geométricas:

Barras 73 al 76 ;

" 89 al 92

" 98 al 100

" 112 al 114

" 93 al 95

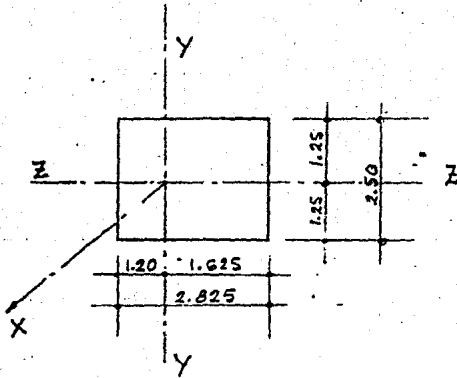
" 107 al 109

$$A_x = 7.0625 \text{ M}^2$$

$$I_y = 5.0152 \text{ M}^4$$

$$I_z = 3.6783 \text{ M}^4$$

$$I_x = \frac{3.825 \times 2.5^3}{3} \left[1 - 0.63 \frac{2.5}{2.825} + 0.052 \frac{2.5}{2.825}^5 \right] = 6.92568 \text{ M}^4$$



Barras 77 al 88

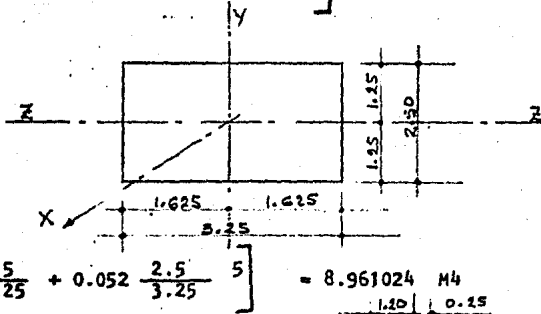
" 101 al 106

$$A_x = 8.125 \text{ M}^2$$

$$I_y = 7.15169 \text{ M}^4$$

$$I_z = 4.23177 \text{ M}^4$$

$$I_x = \frac{3.25 \times 2.5^3}{3} \left[1 - 0.63 \frac{2.5}{3.25} + 0.052 \frac{2.5}{3.25}^5 \right] = 8.961024 \text{ M}^4$$



Barras 96,97,110 y 111

$$A_x = 13.195 \text{ M}^2$$

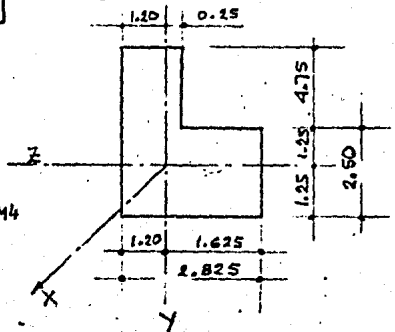
$$I_y = 7.776585 \text{ M}^4$$

$$I_z = 107.13437 \text{ M}^4$$

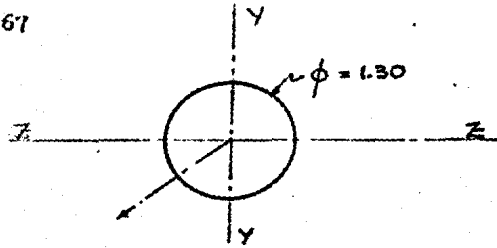
$$I_y = \frac{1}{3} \left[4.75 \times 1.45^3 + 2.825 \times 2.5^3 \right] = 19.54053 \text{ M}^4$$

Barras 1 al 72

$$A_x = 1.3273229 \text{ M}^2$$



67



$$I_y = I_z = 0.1401985 \text{ M}^4$$

$$I_x = \frac{\pi \times 1.3^4}{32} = 0.280397 \text{ M}^4$$

Barras 115 al 118

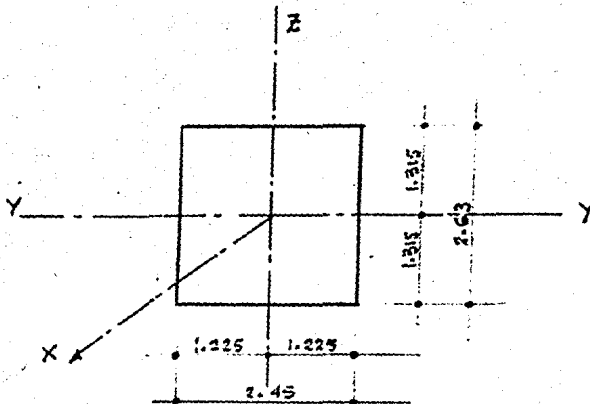
$$A_x = 6.4435 \text{ M}^2$$

$$I_y = 3.7140871 \text{ M}^4$$

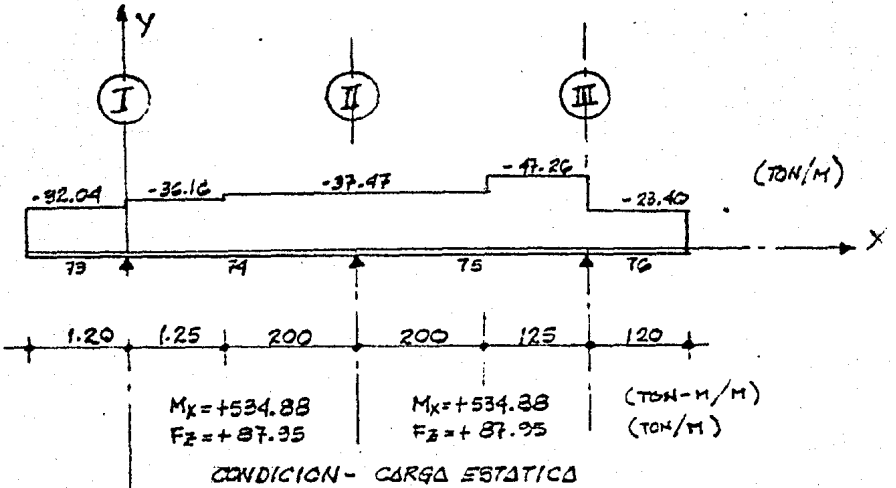
$$I_z = 3.2230924 \text{ M}^4$$

$$I_x = \frac{2.63 \times 2.45^3}{3} \left[1 - 0.63 \frac{2.45}{2.63} + 0.052 \frac{2.45}{2.63} \right] = 5.79638 \text{ M}^4$$

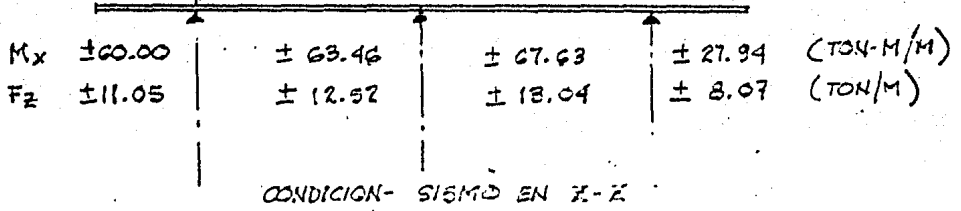
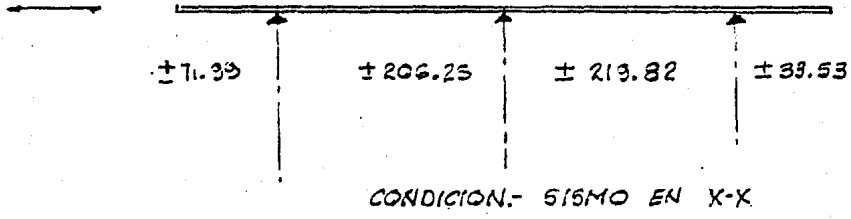
$$E = 10^4 \sqrt{250} = 1581139 \text{ Ton/M}^2$$



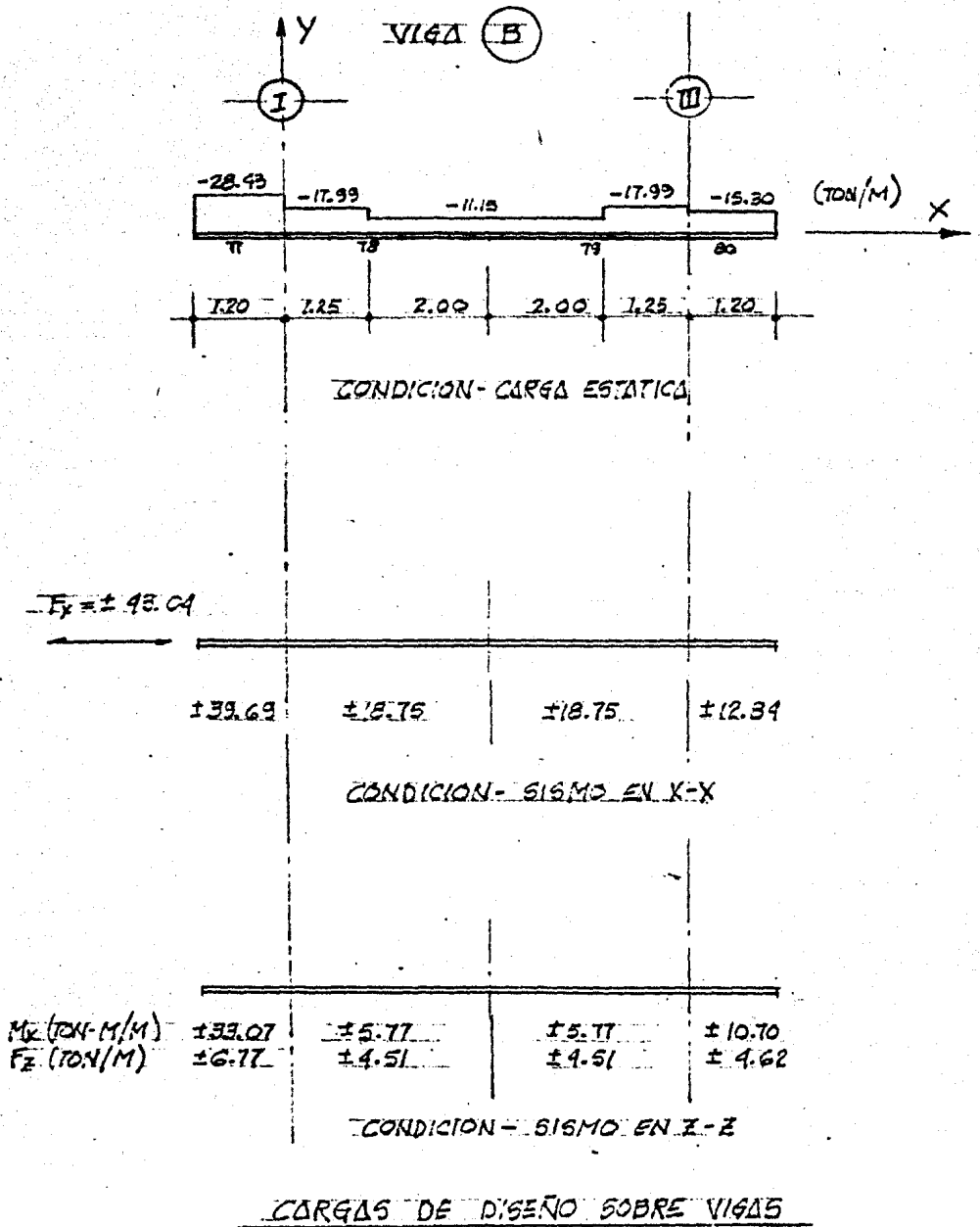
VIETA (A)

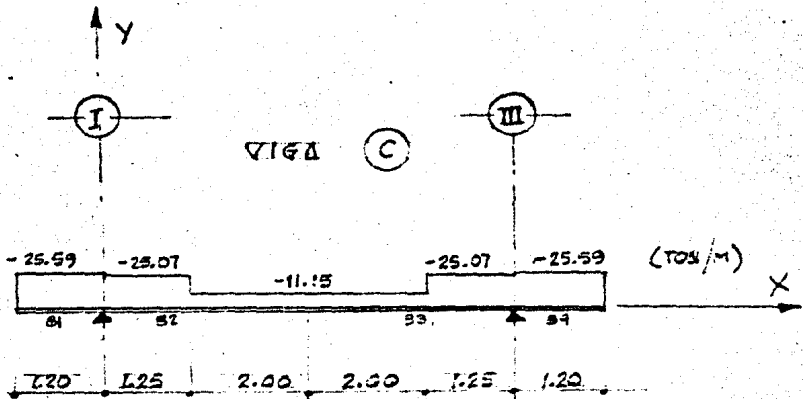


$F_x = \pm 106.03$ TON (& TODO LO CARGO)



CARGAS DE DISEÑO SOBRE VIETA





CONDICION - CARGA ESTADICA

$F_x = \pm 58.09 \text{ TON}$

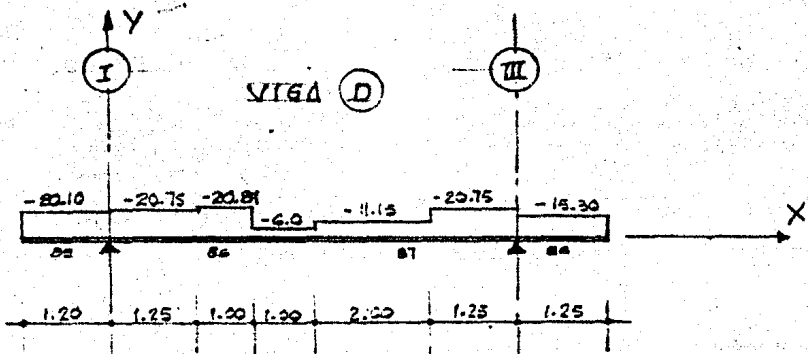
± 36.25 ± 37.51 ± 37.51 ± 36.25

CONDICION - SISTEMA EN X-Y

M_x EN TON-M/M	± 30.20	± 11.54	± 11.54	± 30.20
F_z EN TON/M	± 8.83	± 5.67	± 5.67	± 8.83

CONDICION - SISTEMA EN X-Z

CARGAS DE DISEÑO SOBRE VIGAS



CONDICION - CARGA ESTADICA

$F_x = \pm 44.25 \text{ TON}$

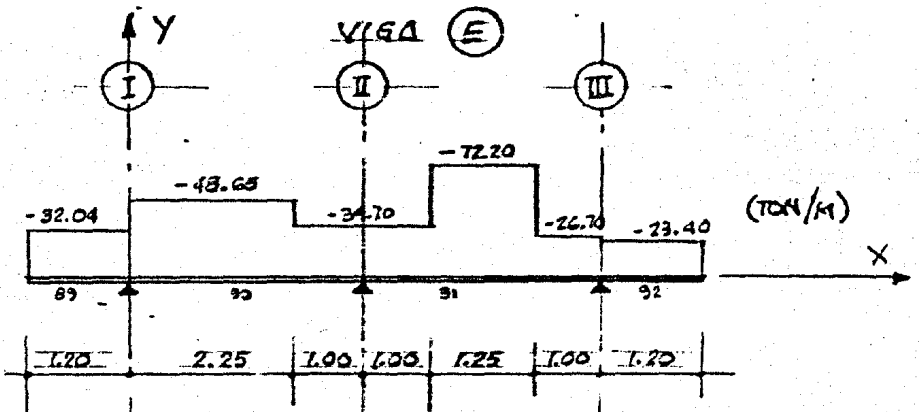
± 33.49	± 38.72	± 22.06	± 72.89
-------------	-------------	-------------	-------------

CONDICION - SISMO X-X

$M_x = \text{TON-M/M}$	± 27.95	± 11.91	± 6.78	± 10.70
$F_z = \text{TON/M}$	± 6.22	± 5.04	± 4.56	± 4.62

CONDICION - SISMO Z-Z

CARGAS DE DISEÑO EN VIGA



CONDICION - CARGA ESTADICA

$F_x \pm 119.83 \text{ TON}$



CONDICION - SISMO X-X

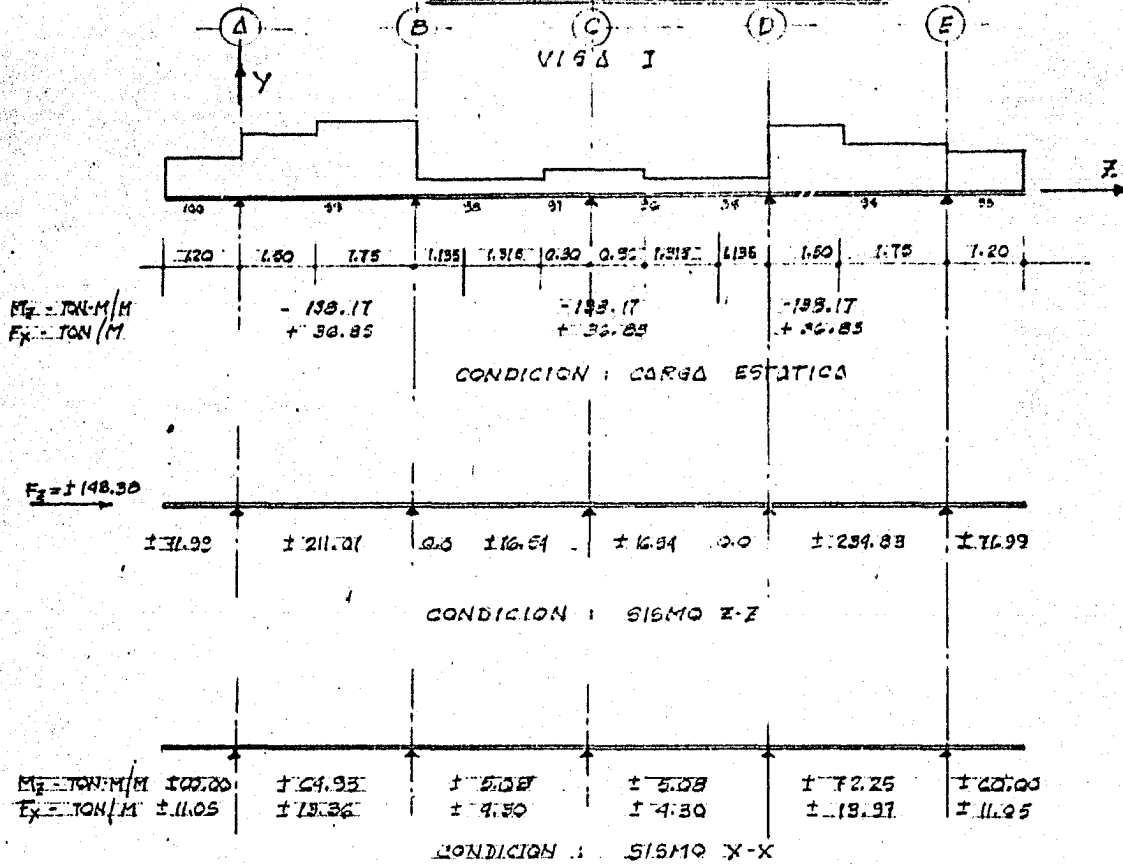
$M_y = T \cdot M/M$	± 60.00	± 89.02	± 95.39	± 27.94
$F_z = T/M$	± 11.05	± 14.64	± 15.16	± 8.97

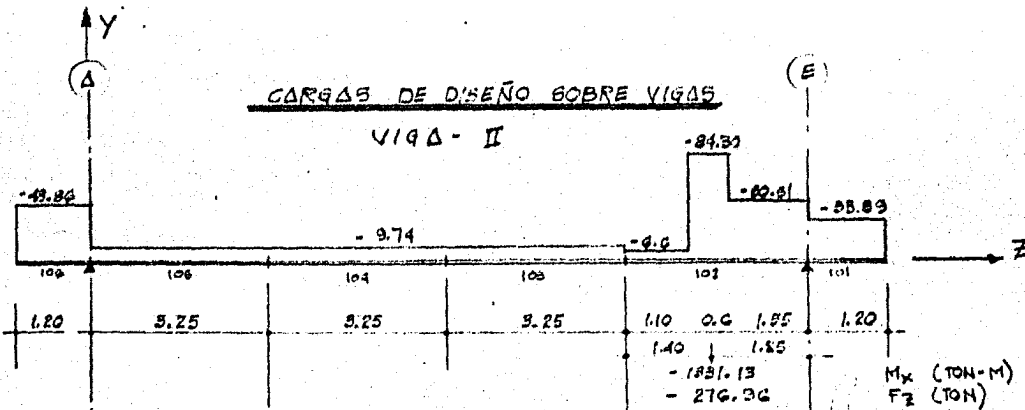
CONDICION - SISMO Z-Z

CARGAS DE DISEÑO SOBRE VIGAS

CARGA DE DISEÑO SOBRE VIGA

VIGA I





CONDICION - CARGA ESTATICA

$F_z = \pm 103.67$ TON

	± 74.60	0.0	0.0	0.0	± 248.13	± 73.52
--	-------------	-----	-----	-----	--------------	-------------

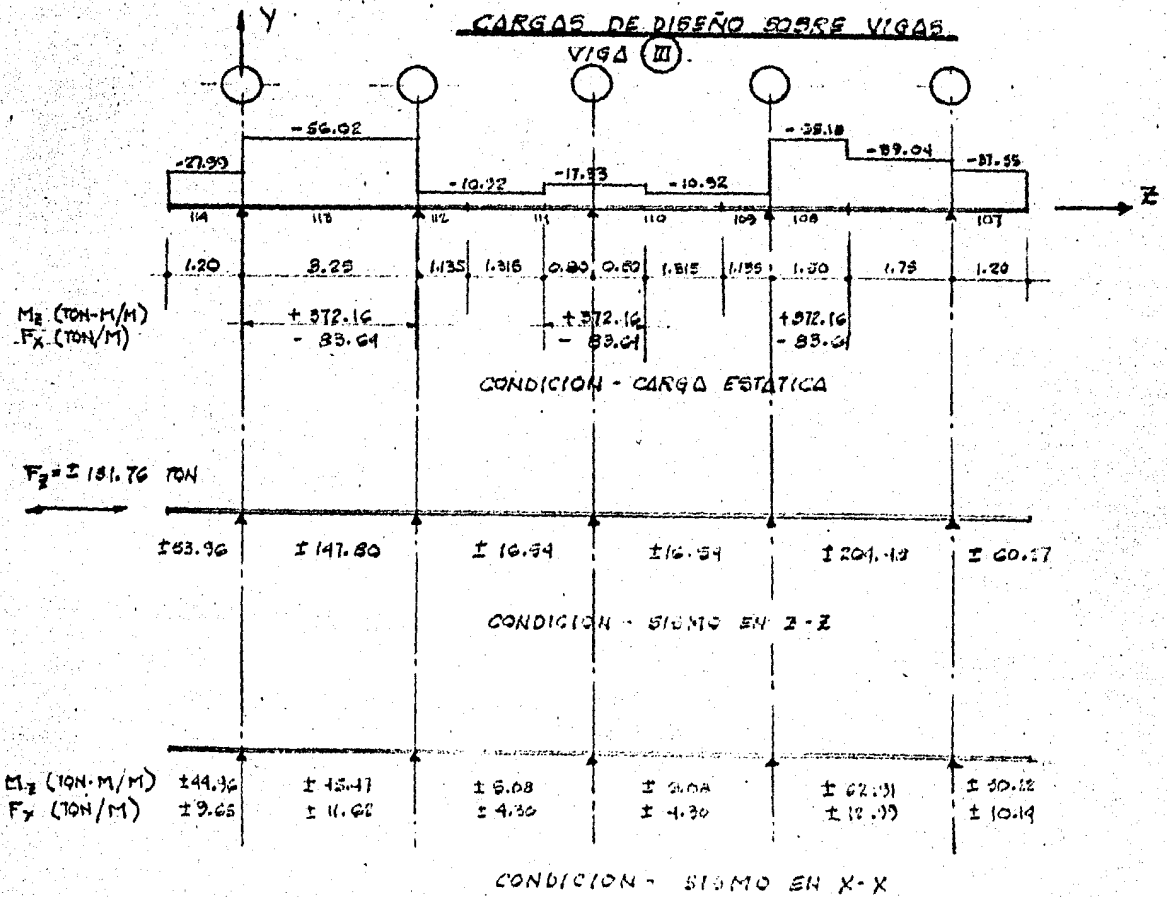
CONDICION - SISMO Z-Z

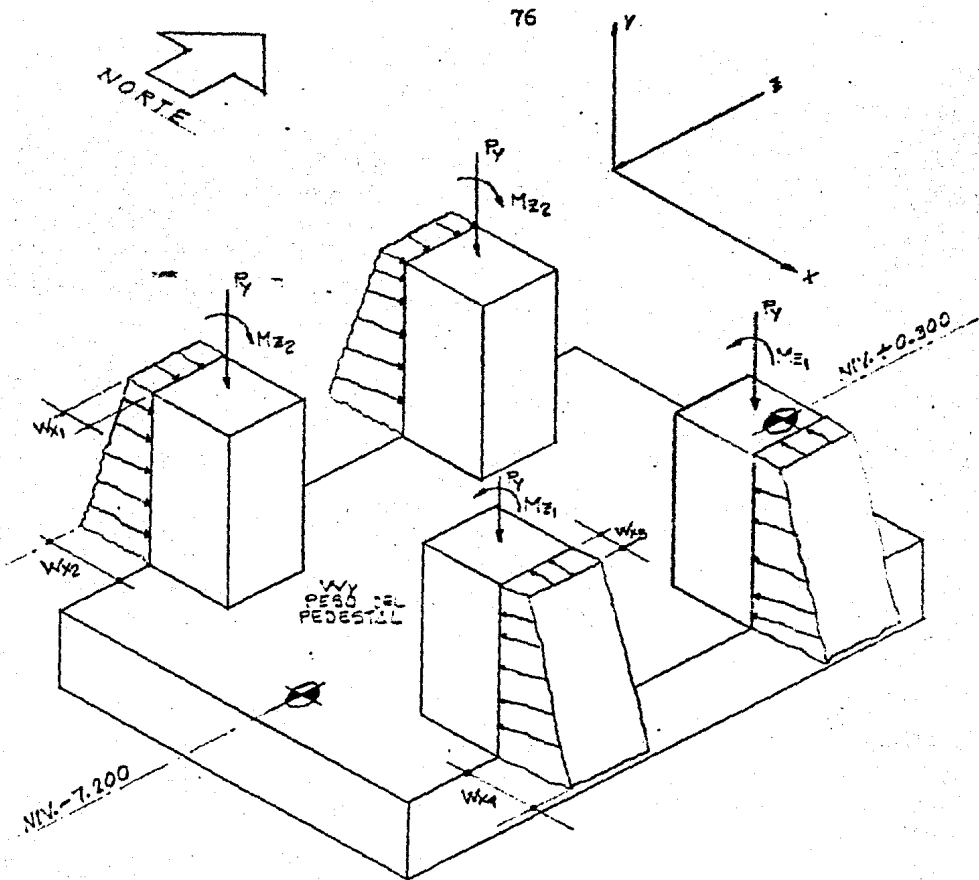
M_z (TON-M)	± 66.10	0.0	0.0	0.0	± 76.54	± 91.26
F_x (TON)	± 13.81	± 3.36	± 3.36	± 3.36	± 13.45	± 11.18

CONDICION - SISMO X-X

CARGAS DE DISEÑO SOBRE VIGAS

VIGA III



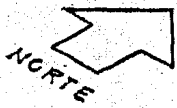


ESTOS ELEMENTOS MECANICOS ESTAN LOCALIZADOS EN EL NIVEL +0.300

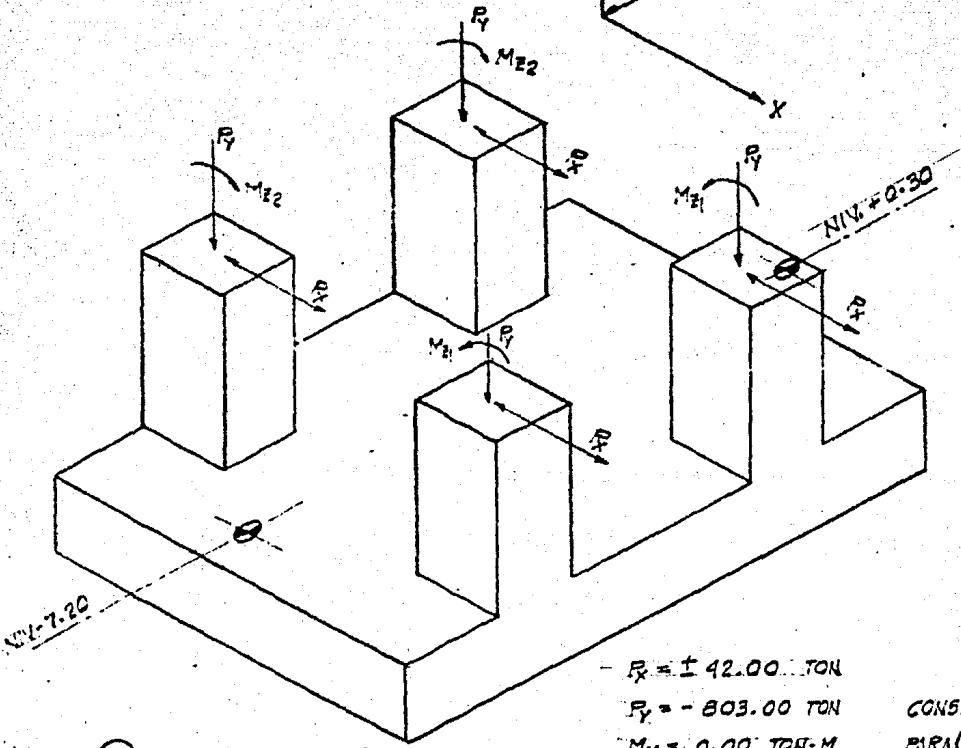
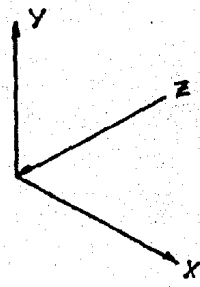
$$\left\{ \begin{array}{l} R_y = 235.0 \text{ TON} \\ M_{z1} = 52.425 \text{ TON-M} \\ W_{x1} = 0.00 \text{ TON/M} \\ W_{x2} = +25.21 \\ W_{x3} = -16.91 \\ W_{x4} = -40.10 \\ W_y = -12.16 \end{array} \right.$$

CONDICION ① CARGA PERMANENTE

CARGAS EN PEDESTALES



77



- 2a) CUANDO R_x ES (+)
- 2b) CUANDO R_x ES (-)

$R_x = \pm 42.00 \text{ TON}$

$R_y = -803.00 \text{ TON}$

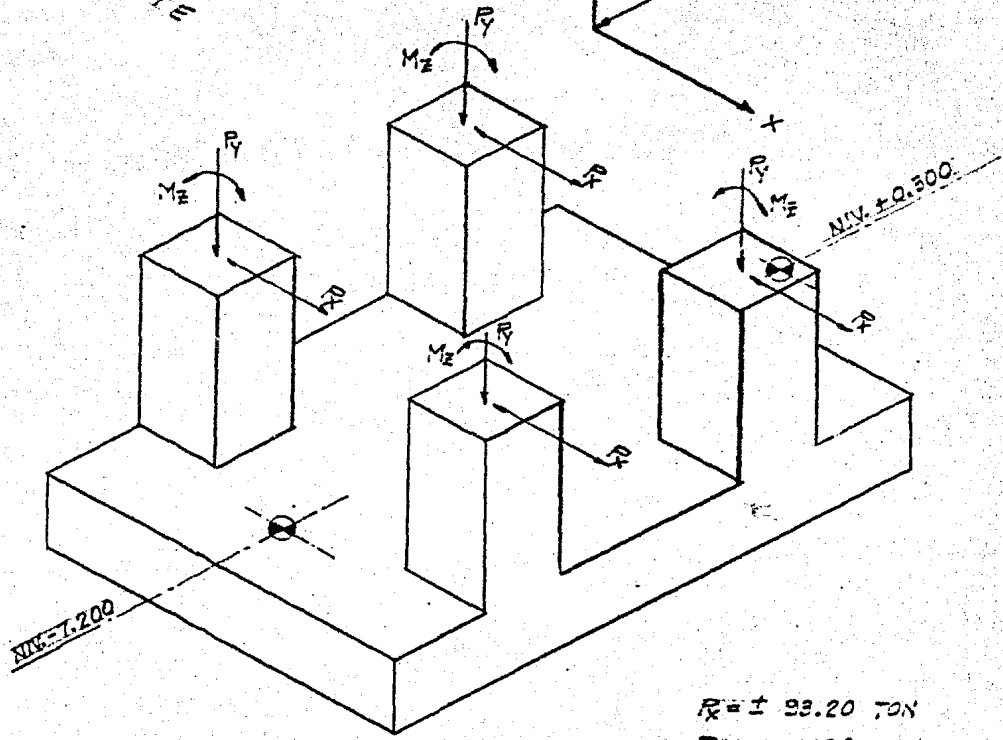
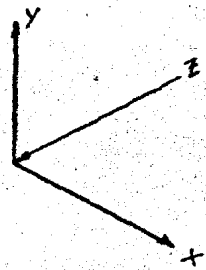
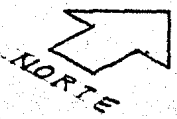
$M_x = 0.00 \text{ TON-M}$

$M_{z1} = M_{z2} = +180.67 \text{ TON-M}$

ESTOS ELEMENTOS MECANICOS ESTAN LOCALIZADOS EN EL NIV. +0.30

CONSTANTES PARA 2a) Y 2b)

CONDICION 2) CARGA DINAMICA
CARGAS EN PEDESTALES

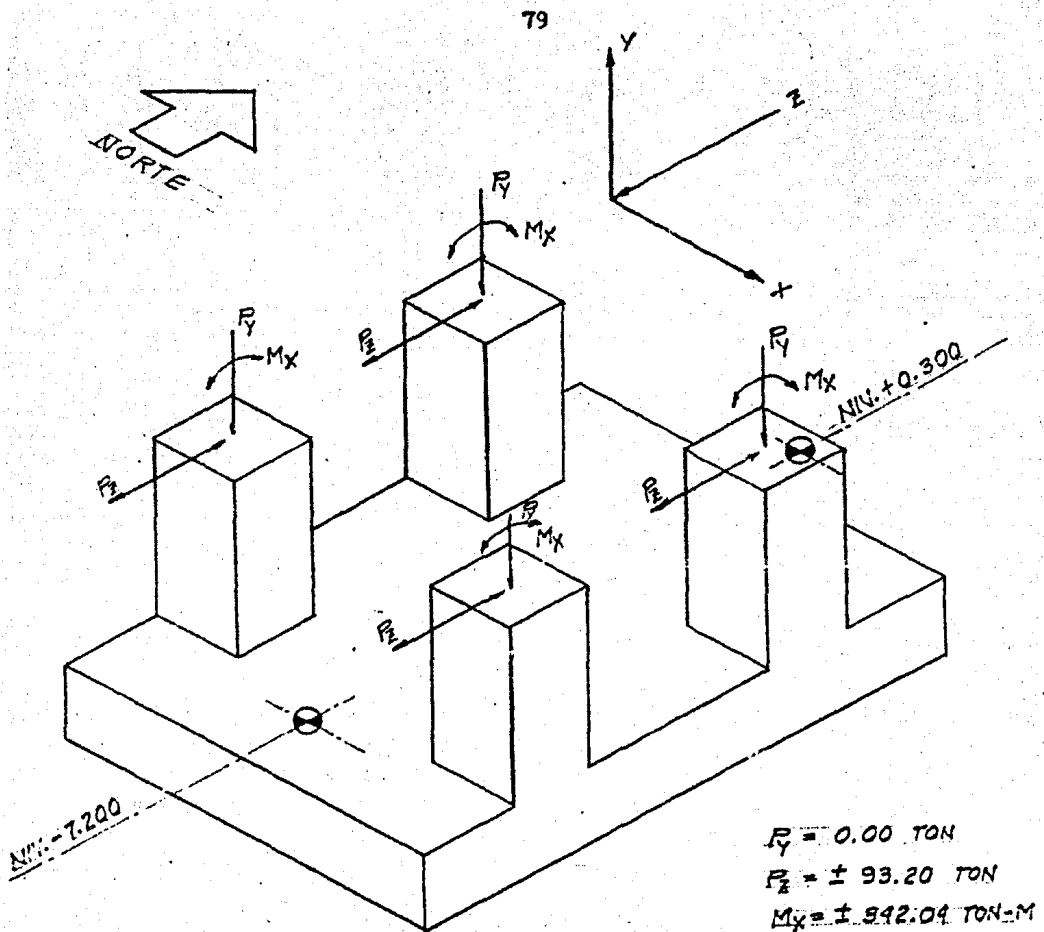


$$R_x = \pm 93.20 \text{ TON}$$

$$R_y = 0.00 \text{ TON}$$

$$M_z = \pm 342.04 \text{ TON-M}$$

CONDICION (3) CARGA POR SISMO SENTIDO "X"
CARGAS EN PEDESTALES



CONDICION A CARGA POR SISMO EN SENTIDO 'Z'

CARGAS EN PEDESTALES

Habiendo cargado los marcos Longitudinales y Transversales para el análisis del modelo " MARCO TRIDIMENSIONAL " ; Las condiciones de carga son las siguientes:

- 1 - Carga permanente (estática)
- 2 - Carga Dinámica 2a - P_x (+)
2b - P_x (-)
- 3 - Carga Sismo "x"
- 4 - Carga Sismo "y"

Con estas condiciones de carga, se analiza , y se llega la conclusión que las -- combinaciones posibles más desfavorables que se pueden presentar son:

- I ----- (1 + 2a) 1.4
- II ----- (1 + 2b) 1.4
- III ----- (1 + 2a + 3) 1.1
- IV ----- (1 + 2a - 3) 1.1
- V ----- (1 + 2b + 3) 1.1
- VI ----- (1 + 2b - 3) 1.1
- VII----- (1 + 2a + 4) 1.1
- VIII----- (1 + 2a - 4) 1.1
- IX ----- (1 + 2b - 4) 1.1
- X ----- (1 + 2b - 4) 1.1

Con estas condiciones de cargas y combinaciones posibles, se obtienen los elementos mecánicos en cada uno de los elementos componentes de la estructura, de los -- cuáles se seleccionan los más desfavorables para su diseño definitivo (capítulo 7)

7. - DISERNO DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LA CIMENTACION:

7.1 Diseño de pedestales.

Materiales:

Concreto $F'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$

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

Efectos de esbeltez:

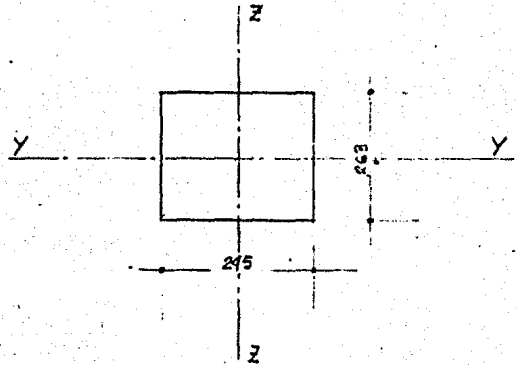
Se desprecian si $H'/r < 22$

$$H' = 2 H = 1\,500 \text{ cm}$$

$$r = 0.30 (245) = 73.5 \text{ cm}$$

$$\frac{H'}{r} = \frac{1\,500}{73.5} = 20.4 < 22$$

Por lo tanto se desprecian los efectos de esbeltez.



Elementos mecánicos en las barras 115, 116, 117 y 118 (obtenidos del análisis de computadora por el programa STRUCL - 11)

Condición - 6 (carga permanente + carga dinámica 2a) 1.4

$$P_u = 1\,639.84 \text{ Ton.}$$

$$M_{u_z} = 1\,152.95 \text{ Ton-M}$$

$$V_u = 300.5 \text{ Ton.}$$

Exc. acc. en z = 0.05 (2.45 = 0.1225 m)

$$M_{u_z} = 1\,152.95 + 0.1225 (1\,639.84) = 1\,353.83 \text{ Ton-M}$$

Condición - 7 (carga permanente + carga dinámica 2b) 1.4

$$P_u = 1\,639.84 \text{ Ton}$$

$$M_{u_z} = 2\,181.95 \text{ Ton-M}$$

$$V_u = 418,10 \text{ Ton}$$

$$M_{u_z} = 2\,181.95 + 0.1225 (1\,639.84) = 2\,382.8 \text{ Ton-M}$$

Condición - 8 (carga permanente + carga dinámica 2a + sismo x) 1.1

$$P_u = 1\,288.45 \text{ Ton}$$

$$M_{u_z} = 2\,296.66 \text{ Ton-M}$$

$$V_u = 273.07 \text{ Ton}$$

$$M_{u_z} = 2\,296.66 + 0.1225 (1\,288.45) = 2\,454.5 \text{ Ton-M}$$

Condición - 11 (carga permanente + carga dinámica 2b + sismo-x) 1.1

$$P_u = 1\,288.45 \text{ Ton}$$

$$M_{u_z} = 2\,987.68 \text{ Ton-M}$$

$$V_u = 431.03 \text{ Ton}$$

$$M_{u_z} = 2\,987.68 + 0.1225 (1\,288.45) = 3\,145.52 \text{ Ton-M}$$

Condición - 12 (carga permanente + carga dinámica 2a + sismo-z) 1.1

$$P_u = 1\,288.45 \text{ Ton} \quad \text{Excentricidad accidental en Y}$$

$$M_{u_z} = 1\,023.36 \text{ Ton-M} \quad \text{Exc.} = 0.05 (2.63) = 0.1315 \text{ M}$$

$$M_{u_y} = 1\,273.30 \text{ Ton-M}$$

$$V_{u_z} = 102.52 \text{ Ton} \quad M_{u_z} = 1\,023.36 + 0.1225 (1288.45) + 1181.20 \text{ T-M}$$

$$V_{u_y} = 170.55 \text{ Ton} \quad M_{u_y} = 1\,273.30 + 0.1315 (1288.45) = 1442.73 \text{ T-M}$$

Condición 14 (carga permanente + carga dinámica 2b + sismo - z) 1.1

$$P_u = 1\,288.45 \text{ Ton}$$

$$M_{u_z} = 1\,714.39 \text{ Ton-M}$$

$$M_{u_y} = 1\,273.30 \text{ Ton-M}$$

$$V_{u_z} = 102.52 \text{ Ton}$$

$$V_{u_y} = 328.51 \text{ Ton}$$

$$M_{u_z} = 1\,714.39 + 0.1225 (1\,288.45) = 1\,872.23 \text{ Ton-M}$$

$$M_{u_y} = 1\,273.30 + 0.1315 (1\,288.45) = 1\,442.73 \text{ Ton-M}$$

Revisión del pedestal por condición - 7

$$P_{\text{min}} = 20/F_y = 0.0048$$

$$\text{Sección : } b = 263 \text{ cm, } h = 245 \text{ cm, } d = 235 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{H} = \frac{235}{245} = 0.959$$

$$K = \frac{P_u}{F_R b h f''c} = \frac{1639840}{0.85 \times 263 \times 245 \times 170} = 0.176$$

$$R = \frac{Mu}{Fr b h^2 f''c} = \frac{23828300}{0.85 \times 265 \times 245^2 \times 170} = 0.105$$

De la gráfica - 9 ; $q = 0.15$, $p = qf''c / fy = 0.006 > P \text{ min.}$

Condición - 11 :

$$K = \frac{128 \ 8450}{0.85 \times 263 \times 245 \times 170} = 0.138$$

$$R = \frac{314 \ 552 \ 000}{0.85 \times 263 \times 245^2 \times 170} = 0.138$$

$q = 0.20$; $p = 0.0081 > P \text{ min.}$

Condición - 14

$$e_x = My/P = 1.1197$$

$$e_y = Mz/p = 1.4531$$

$$\frac{e_x}{b} = \frac{1.1197}{2.63} + 0.4257$$

$$\frac{e_y}{h} = \frac{1.4531}{2.45} = 0.5931$$

$$\frac{e_x}{b} < \frac{e_y}{h} ; \text{ Bien.}$$

$$R_x = \frac{Mux}{Fr b^2 h f''c} = \frac{144 \ 273 \ 000}{0.85 \times 263^2 \times 245 \times 170} = 0.059$$

$$R_y = \frac{Muy}{Fr b h^2 f''c} = \frac{187 \ 223 \ 000}{0.85 \times 263 \times 245^2 \times 170} = 0.082$$

$$\frac{R_x}{R_y} = \frac{0.059}{0.082} = 0.7195$$

Se interpolará entre las relaciones $R_x/R_y = 1.0$ ----- 0.5

Utilizando las gráficas 41 ($R_x/R_y = 0.5$) y 49 ($R_x/R_y = 1.0$)

$$K = \frac{Pu}{Fr b h f''c} = \frac{128 \ 8450}{0.85 \times 263 \times 245 \times 170} = 0.138$$

De gráfica 41 ----- $q = 0.15$

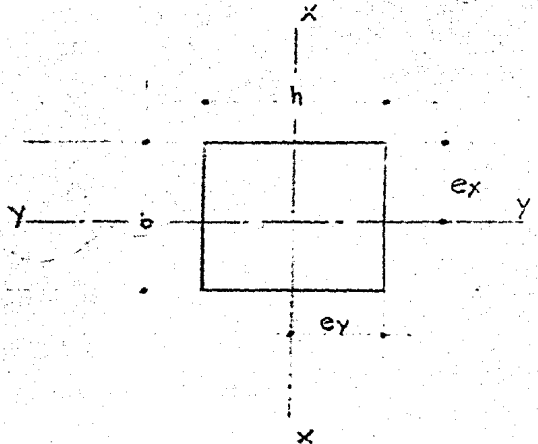
De gráfica 49 ----- $q = 0.20$

Interpolando para $R_x/R_y = 0.7195$; $q = 0.172$, $p = 0.007$

De las tres condiciones revisadas el porcentaje de acero máximo obtenido fue de :

$p = 0.0081$; como $0.0081 < 0.01$, se amara con $p = 0.01$

$$A_s = pbh = 0.01 \times 263 \times 245 = 644.35 \text{ cm}^2$$



Usando vars. # 8 , se requieren 128 vars. # 8

Revisión por cortante (condición - II)

$$P_u = 1\,288.45 \text{ Ton}$$

$$V_u = 431.03 \text{ Ton}$$

$$b = 263 \text{ cm} , h = 245 \text{ cm} , d = 235 \text{ cm} , A_g = 64,435 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 648.96 \text{ cm}^2$$

$$P = 0.7 F_c A_g + 2\,000 A_s = 10\,318.82 \text{ Ton} > P_u$$

$$P = 0.0025$$

$$V_{cr} = F_r b d (0.2 + 30 p) \sqrt{f_c} \left[1 + 0.007 \frac{P_u}{A_g} \right] = 219.2 \text{ Ton}$$

como $V_{cr} < V_u$ se requiere refuerzo por cortante.

Se proponen 8 ramas con varillas del # 4 , $A_v = 10.16 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{F_r A_v F_y d}{V_u - V_{cr}} = \frac{0.8 \times 10.16 \times 4\,200 \times 235}{431030 - 219200} = 38 \text{ cm.}$$

$$S_{\text{max.}} = \frac{F_r A_v f_y}{3.5 b} = \frac{0.8 \times 10.16 \times 4\,200}{3.5 \times 263} = 46 \text{ cm.}$$

$$S = 850 (2.5) \sqrt[4]{4\,200} = 33 \text{ cm.}$$

$$S = 48 \times 1.27 = 61 \text{ cm.}$$

Se dejaran estribos # 4 a cada 20 cm.

7.2 DISEÑO DEL CABEZAL

Antes de proceder al diseño del cabezal, se revisa el equilibrio estático en las pilas del conjunto.

Se revisa la condición 1 --- carga permanente			carga axial	
Barra-----	1	----- 263.70		
"	7	----- 221.80	Peso prensa -----	-932.00
"	13	----- 90.09	Peso pedestales ---	-463.93
"	19	----- 474.13	Peso cimentación --	<u>-2447.77</u>
"	25	----- 292.05	Total=	<u>-3843.7</u> Ton
"	31	----- 499.05		(acciones)
"	37	----- 323.12		
"	43	----- 487.68		
"	49	----- 322.01		
"	55	----- 380.65		
"	61	----- 330.48		
"	67	----- <u>236.42</u>		
	Total	3 921.18	Ton (reacciones)	

La diferencia de pesos es 2%, se considera aceptable.

Se revisa la condición 2----- carga dinámica 2a.

Carga axial			Cargas Horizontales	
Barra	1	----- 166.21	Fuerzas horizontales =	- 168.04 Ton
"	7	----- 200.63	(reacción)	
"	13	----- 239.64		
"	19	----- 283.14	F.D.H =	- 168.04 Ton
"	25	----- 370.34	(Acciones)	
"	31	----- 300.93		
"	43	----- 283.25	Acciones verticales:	

Barra -----	49 -----	370.44	Prensa = -3 212.0 Ton
" -----	55 -----	166.47	
" -----	61 -----	200.90	
" -----	67 -----	<u>239.92</u>	
	Total =	3 212.01 Ton.	(reacciones)

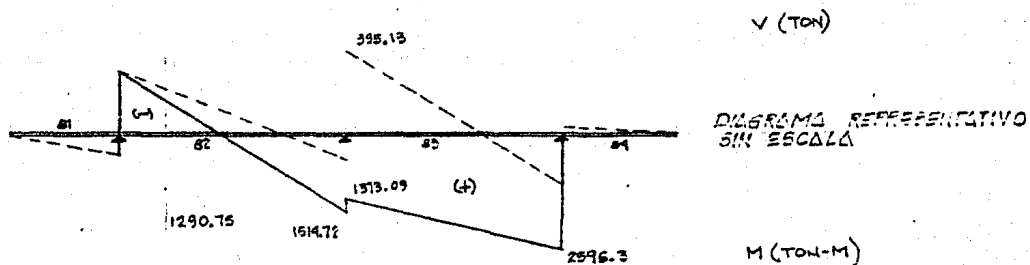
Diferencia de pesos es 0.0%, aceptable.

7.2 DISEÑO DEL CABEZAL

De los elementos mecánicos obtenidos de la corrida para las vigas ficticias --- consideradas para el análisis del cabezal (LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES), se revisan las condiciones 7 y 11.

CONDICION - 11

VIGA (C)

Sección : $b = 325 \text{ cm}$, $h = 250 \text{ cm}$ $d = 214.3 \text{ cm}$ $d^1 = 229.3 \text{ cm}$ $M \text{ max. (+)} = 2400 \text{ Ton-M}$ $M \text{ max. (-)} = 800 \text{ Ton-M}$ $P = 0.0045 > P \text{ min. req.}$ $P = 0.0013 < P \text{ min. req.} = 0.0026$ Armado hecho superior con $p = 0.0026$, $A_s = 193.8 \text{ cm}^2$

Usando varillas # 10 se requieren 25 a cada 25 cm

Armado de franja extrema

Ambos hechos con $p = 0.0026$

Con carillas # 10 a cada 25 cm

Cortante por fricción .

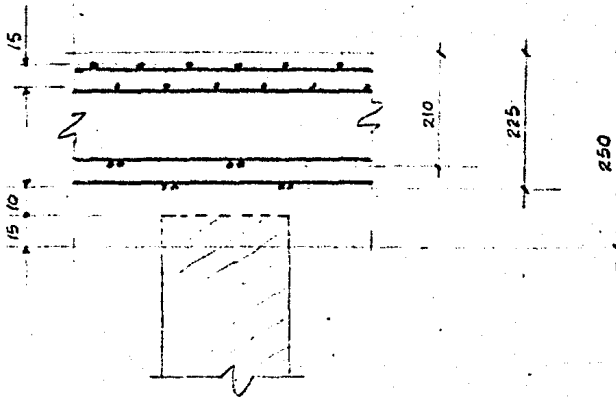
$$V_{\max.} = 395.13 \text{ Ton}$$

$$V = F_{rm} (A_v f_y) = 0.8 \times 1.4 \times 313.14 \times 4.2 = 1\,474.2 \text{ Ton}$$

$$V = (14 A + 0.8 A_v f_y) F_r = 1\,752.4 \text{ Ton}$$

$$V = 0.3 F_r f'_c A = 3\,900 \text{ Ton}$$

$$V_{cr} = 1\,474 \text{ Ton} > V_u = 395 \text{ Ton} \quad \text{Bien.}$$



Viga I Condición - 7

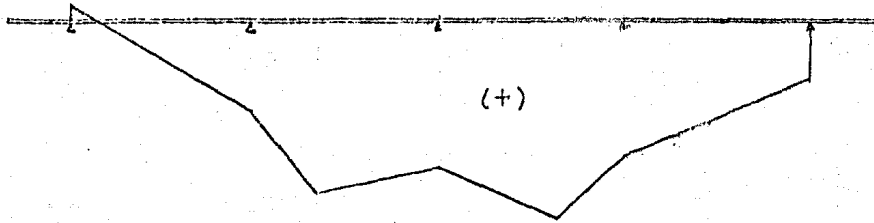


DIAGRAMA REPRESENTATIVO
SIN ESCALA

Sección : $b = 282.5 \text{ cm}$, $h = 250 \text{ cm}$, $d = 217.5 \text{ cm}$.

$M_{\text{max. (+)}} = 3,803.0 \text{ Ton-M}$

$P_{\text{req}} = 0.0034 > p_{\text{min}} = 0.0026$

Armado lecho inferior ($p = 0.0084$) = $A_s = 516.1 \text{ cm}^2$

Se requieren 66 vars. # 10

Armado lecho superior ($p_{\text{min.}} = 0.0026$) = $A_s = 170.8 \text{ cm}^2$

Se requieren 22 vars. # 10

Cortante por fricción : Area de contacto = $70\ 625 \text{ cm}^2$

$V_{\text{max.}} = 1\ 604.8 \text{ Ton}$.

$V_{\text{cr}} = F_r \mu A_v f_y = 2\ 427.7 \text{ Ton}$

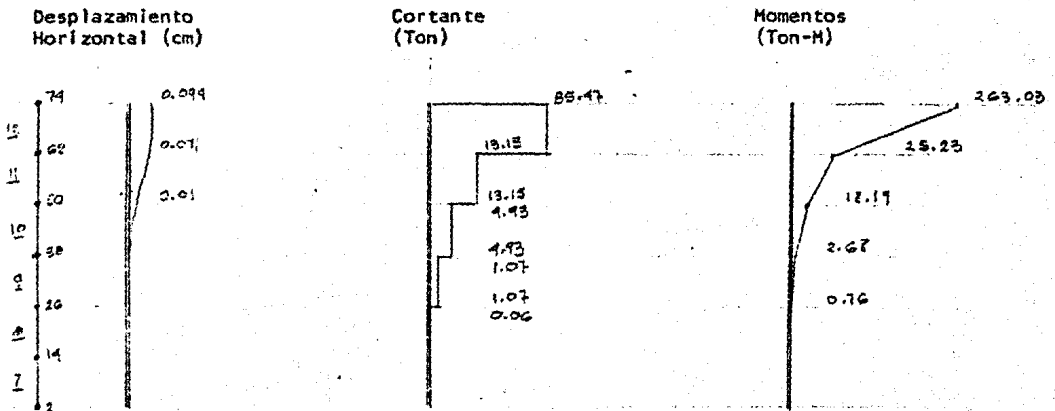
$V_{\text{cr}} > V_{\text{max.}}$ Bien.

7.3 DISEÑO DE PILAS

Revisión de pilas con los elementos mecánicos obtenidos de la corrida de computadora .

Considerando el caso más desfavorable

Condición - 6 (carga permanente + carga dinámica 2a.) 1.4



Carga axial ----- $P_u = 591.39$ Ton

Momento ----- $M_u = 263.03$ Ton-M

Cortante máximo ----- $V_u = 85.47$ Ton

Sección : $D = 130$ cm , $d = 114$ cm , $d/D = 0.85$

Materiales: $F_y = 4\ 200$ Kg/cm²

$F'_c = 250$ kg/cm²

Constantes dimensionales:

$$K = \frac{P_u}{F_r D^2 F'_c} = \frac{591\ 390}{0.85 \times 130^2 \times 170} = 0.2422$$

$$R = \frac{M_u}{F_r D^3 F'_c} = \frac{263\ 03\ 000}{0.85 \times 130^3 \times 170} = 0.0829$$

De las gráficas de diseño se obtiene:

$$q = 0.15, \quad p = qf'_c/f_y = 0.0061 > p_{\min.} = 20/f_y = 0.0048$$

Acero de refuerzo:

$$A_s = p A_g = 0.0061 \times \pi \times 65^2 = 90 \text{ cm}^2$$

Se requieren 28 vars. # 8

Revisión por cortante:

$$P = 0.7 f'_c A_g + 2000 A_s = 0.7 \times 200 \times \pi \times 65^2 + (2000 \times 141.96)$$

$$P = 2142.17 \text{ Ton} > P_u = 591.39 \text{ Bien.}$$

$$V_{cr} = F_r A_g (0.2 + 30 p) \sqrt{f'_c} \left(1 + \frac{P_u}{A_g} 0.007\right)$$

$$P = 0.33 (0.01) = 0.0033$$

$$V_{cr} = 0.8 \times \pi \times 65^2 (0.2 + 30 \times 0.0033) \sqrt{200} \left[1 + 0.007 \frac{591.390}{\pi \times 65^2}\right]$$

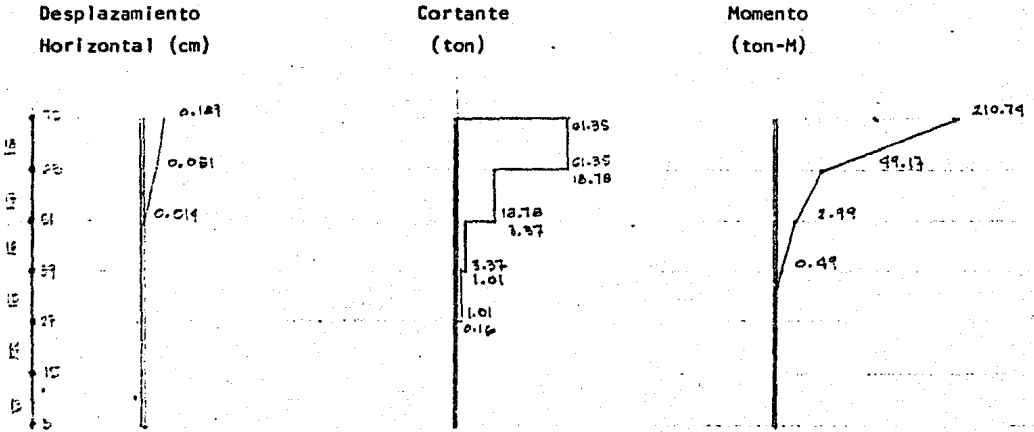
$$V_{cr} = 58.9 \text{ Ton} < V_u = 85.47 \text{ ----- se requiere refuerzo por cortante.}$$

Se proponen estribos # 3

$$s = \frac{F_r A_v f_y d}{V_u - V_{cr}} = \frac{0.8 \times 1.42 \times 4200 \times 114}{85470 - 58900} = 20.5 \text{ cm}$$

Se acepta el armado de la pila

Combinación - 11 (carga permanente + carga dinámica 2b + sismo - x) 1.1



Carga axial ----- $P_u = 61.42 \text{ Ton.}$

Momento ----- $M_u = 210.74 \text{ Ton-M}$

Cortante max. ----- $V_u = 61.35 \text{ Ton}$

$$K = \frac{P_u}{F_r D^2 f''_c} = 0.0252$$

$$R = \frac{M_u}{F_r D^3 f''_c} = 0.0664$$

} $q = 0.20$

$P \text{ min. } < p = 0.0081 < p = 0.010$

Revisión por cortante:

$$p = 0.01 \times 0.33 = 0.0033$$

$$V_{cr} = F_r A_g (0.2 + 30 p) \sqrt{f^*c} \left[1 + 0.007 \frac{P_u}{A_g} \right] = 46.35 \text{ Ton.}$$

$V_u > V_{cr}$ ---- Se requiere refuerzo, por cortante.

Proponiendo estribos # 3

$$S = (f_r A_v F_y D) / (v_u - V_{cr}) = 36 \text{ cm.}$$

Se acepta el armado propuesto.

7.4 DISEÑO DE MUROS

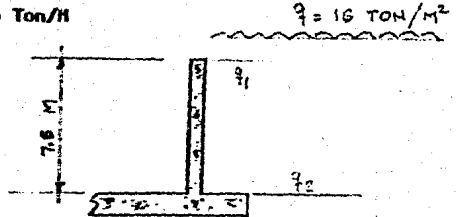
Análisis muro de 7.5 m de altura.

Se le considera una sobrecarga uniforme de 16 Ton/H

$$q_1 = 0.5 (16) = 0.8 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_2 = 0.9 (7.5) + 7.5 + 0.5 (16)$$

$$q_2 = 22.25 \text{ Ton/m}^2$$



Análisis del muro como placa .

Utilizando las gráficas para placas ($m = 0.15$) ref. --- bares.

$$a/b = \gamma = 7.5/3.0 = 2.5 > 2, \text{ se toma } \gamma = 2.0$$

Para una carga uniforme de $q = 8.0 \text{ Ton/m}^2$

$$M_{xs} = 0.0021 (7.5^2) 8.0 = 0.95 \text{ Ton-M}$$

$$M_{xvs} = -0.0139 (7.5)^2 8.0 = -6.26 \text{ Ton-M}$$

$$M_{ys} = 0.0406 (3)^2 8.0 = 2.92 \text{ Ton-M}$$

$$M_{yas} = 0.045 (3)^2 8.0 = 3.24 \text{ Ton-M}$$

$$M_{yvs} = -0.083 (3)^2 8.0 = -5.98 \text{ Ton-M}$$

$$M_{yva} = -0.0845 (3)^2 8.0 = -6.08 \text{ Ton-M}$$

Para una carga triangular $q = 14.25$

$$M_{xs} = 0.0012 (7.5)^2 14.25 = 0.96 \text{ Ton-M}$$

$$M_{xvs} = 0.0112 (7.5)^2 14.25 = 8.98 \text{ Ton-M}$$

$$M_{ys} = 0.0191 (3)^2 14.24 = 2.45 \text{ Ton-M}$$

$$M_{yas} = 0.0041 (3)^2 14.25 = 0.53 \text{ Ton-M}$$

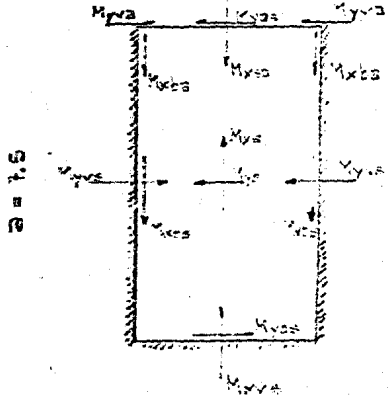
$$M_{yvs} = -0.0412 (3)^2 14.25 = 5.28 \text{ Ton-M}$$

$$M_{yva} = -0.0046 (3)^2 14.24 = 0.59 \text{ Ton-M}$$

Superponiendo causas y efectos, se obtiene.

$$M_{xs} = 0.95 + 0.96 = 1.91 \text{ Ton-M}$$

$$M_{xvs} = 6.26 - 8.98 = -15.24 \text{ Ton-M}$$



$$a = 3.0$$

$$M_{ys} = 2.92 + 2.45 = 5.37 \text{ Ton-M}$$

$$M_{yas} = 3.24 + 0.53 = 3.77 \text{ Ton-M}$$

$$M_{yvs} = -5.98 - 5.28 = -11.26 \text{ Ton-M}$$

$$M_{yva} = -6.08 - 0.59 = -6.67 \text{ Ton-M}$$

Tomando una franja unitaria:

$$b = 100 \text{ cm} , d = 50 \text{ cm} , h = 60 \text{ cm}$$

Franja transversal:

$$M (+) = 5.37 (1.4) = 7.52 \text{ Ton-M}$$

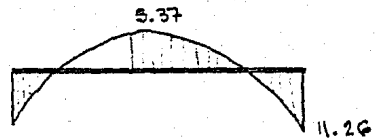
$$M (-) = 11.26 (1.4) = 15.76 \text{ Ton-M}$$

$$P (+) = 0.0008$$

$$P (-) = 0.0017$$

$$P \text{ min} = 0.0026 , A_s = 13 \text{ cm}^2$$

con varillas # 6 @ 20 cm



Franja longitudinal.

$$M (+) = 1.91 (1.4) = 2.67 \text{ Ton-M}$$

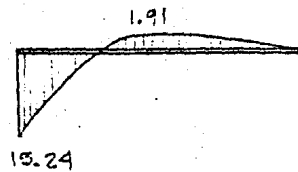
$$M (-) = 15.24 (1.4) = 21.34 \text{ Ton-M}$$

$$P (+) = 0.0003$$

$$P (-) = 0.0023$$

$$P \text{ min} = 0.0026 , A_s = 13 \text{ cm}^2$$

con varilla # .6 @ 20 cm

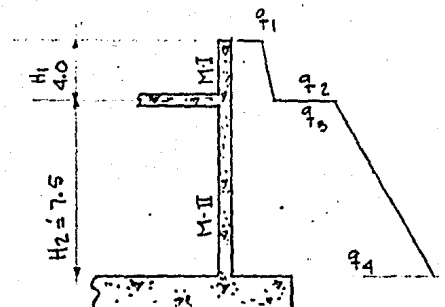


Análisis muro de 11.5 m de altura.

Se le considera una sobrecarga de 6 Ton/M²

$$q_1 = 0.22 (6) = 1.32 \text{ Ton/M}^2$$

$$q_2 = 0.46 (4) + 0.22 (6) = 3.16 \text{ Ton/M}^2$$



$$q_3 = 1.05 (4) + 0.5 (6) = 7.2 \text{ Ton/M}^2$$

$$q_4 = 1.05 (4) + 0.9 (7.5) + 0.5 (6)$$

$$q_4 = 21.45 \text{ Ton/M}^2$$

Muro en voladizo (Muro 1)

$$M = \frac{1.32 (4)^2}{2} + \frac{1.84 (4)^2}{6} = 15.47 \text{ Ton-M}$$

Proponiendo : $b = 100 \text{ cm}$, $h = 60 \text{ cm}$, $d = 50 \text{ cm}$.

$$M_u = 1.4 (15.47) = 21.65 \text{ Ton-M/M}$$

$$P = 0.0024 < P \text{ min.} = 0.0026 , A_s = 13.18 \text{ cm}^2$$

Con vars. # 6 @ 20

Análisis como placa para muro- II

$$a/b = 7.5/4 = 1.875 = \lambda ; a/b = 4/7.5 = 0.533 = \lambda$$

Para carga uniforme $q = 7.2 \text{ Ton/M}^2$

$$M_{xs} = 0.0030 (7.5)^2 7.2 = 1.22 \text{ Ton-M}$$

$$M_{xvs} = -0.0163 (7.5)^2 7.2 = -6.6 \text{ Ton-M}$$

$$M_{ys} = 0.0397 (7.5)^2 7.2 = 4.57 \text{ Ton-M}$$

$$M_{yvs} = -0.082 (7.5)^2 7.2 = -9.46 \text{ Ton-M}$$

Para una carga triangular de $q = 14.25 \text{ Ton/M}^2$

$$M_{xvso} = -0.0126 (7.5)^2 14.25 = -10.10 \text{ Ton-M}$$

$$M_{xvsa} = -0.0034 (7.5)^2 14.25 = -2.73 \text{ Ton-M}$$

$$M_{ys} = 0.0198 (4)^2 14.25 = 4.51 \text{ Ton-M}$$

$$M_{y \text{ max}} = 0.0228 (4)^2 14.25 = 5.2 \text{ Ton-M}$$

$$M_{yvs} = -0.0403 (4)^2 14.25 = -9.19 \text{ Ton-M}$$

$$M_{yv \text{ max}} = -0.0487 (4)^2 14.25 = -11.1 \text{ Ton-M}$$

$$M_{x\max} = 0.0035 (7.5)^2 14.25 = 2.8 \text{ Ton-M}$$

$$M_{xs} = 0.0016 (7.5)^2 14.25 = 1.28 \text{ Ton-M}$$

Superponiendo causas y efectos, se obtiene :

$$M_{xs} = 1.22 + 1.28 = 2.5 \text{ Ton-M}$$

$$M_{x\max} = 1.22 + 1.8 = 4.02 \text{ Ton-M}$$

$$M_{xvso} = -6.6 - 10.1 = -16.7 \text{ Ton-M}$$

$$M_{xvsa} = -6.6 - 2.73 = -9.33 \text{ Ton-M}$$

$$M_{ys} = 4.57 + 4.51 = 9.08 \text{ Ton-M}$$

$$M_{y\max} = 4.57 + 5.2 = 9.77 \text{ Ton-M}$$

$$M_{yvs} = -9.46 - 9.19 = -18.65 \text{ Ton-M}$$

$$M_{yv\max} = -9.46 - 11.1 = -20.56 \text{ Ton-M}$$

Diseño de una franja unitaria: $b = 100 \text{ cm}$, $h = 60 \text{ cm}$, $d = 50 \text{ cm}$.

Franja Transversal.

$$M (+) = 9.77 (1.4) = 13.68 \text{ Ton-M} ; P = 0.0015$$

$$M (-) = 20.56 (1.4) = 28.78 \text{ Ton-M} ; P = 0.0032 , A_s = 15.85 \text{ cm}^2$$

Franja Longitudinal

$$M (x) = 4.02 (1.4) = 5.63 \text{ Ton-M} ; P = 0.0006$$

$$M (-) = 16.7 (1.4) = 23.38 \text{ Ton-M} ; P = 0.0026 ; A_s = 13 \text{ cm}^2$$

Como otra alternativa en el diseño de muros, se diseñaran a flexocompresión.

Ancho Tributario = 2.6 M

Revisando una sección de columna de 100 x 60 cm

$$d = 50 \text{ cm.}$$

$$d/h = 0.85$$

$$\text{Material: } f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$$

Sentido Horizontal.

$$P_u = 21.19 (1.4) = 29.67 \text{ Ton}$$

$$M_u = 11.26 (1.4) = 15.76 \text{ Ton-M}$$

$$K = \frac{P_u}{F_r b h f''c} = 0.0342 ; q = 0.10$$

$$R = \frac{M_u}{F_r b h^2 f''c} = 0.0303 \quad P = q f''c / f_y = 0.004 \quad P_{\min.}$$

Se armaran con $P_{\min.} = 0.005$, $A_s = 15 \text{ cm}^2$

Sentido vertical.

$$P_u = 0.0 \text{ Ton}$$

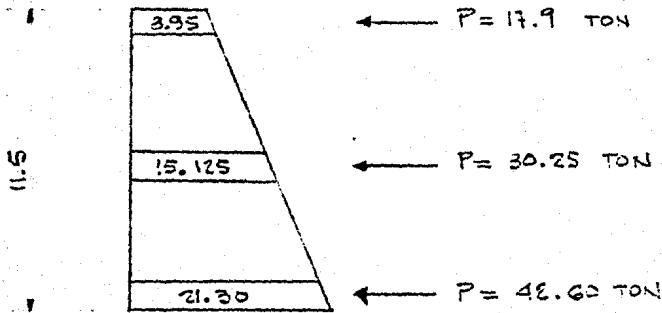
$$M_u = 15.24 (1.4) = 21.34 ; K = 0 , R = 0.0413$$

$$q = 0.15 \text{ (gráficas No. 3)}$$

$$P = 0.0061$$

$$A_s = 18.2 \text{ cm}^2$$

Muro de 11.5 M de altura, con ancho tributario de 2 m



Sentido horizontal

$$P_u = 17.9 (1.4) = 25.06 \text{ Ton}$$

$$M_u = 20.56 (1.4) = 28.78 \text{ Ton-M}$$

$$K = 0.0289$$

$$R = 0.0553$$

$$q = 0.15$$

$$P = 0.0061 ; A_s = 18.2 \text{ cm}^2$$

Sentido vertical

$$P_u = 5.74 (1.4) = 8.06 \text{ Ton}$$

$$M_u = 16.7 (1.4) = 23.38 \text{ Ton-M}$$

$$K = 0.0093$$

$$R = 0.0449$$

$$q = 0.15$$

$$P = 0.0061 , A_s = 18.2 \text{ cm}^2$$

Análisis de trabe

$$W_I = 4 (4) 1.32 + 4 (4) 1.84 (0.5) = 35.84 \text{ Ton}$$

$$W_{II} = 4 (2) 7.2 (0.5) + 4 (2) 3.9 (0.5) (0.5) \\ = 36.6 \text{ Ton}$$

$$W_t = W_I + W_{II}$$

$$= 35.84 + 36.6 = 72.44 \text{ Ton}$$

$$W = W_t/L = 72.44/4 = 18.11 \text{ Ton/M}$$

Momento flexionante.

$$M (-) = WL^2/12 = 18.11 (4)^2/12 = 24.15 \text{ Ton-M}$$

Se propone : $b = 60 \text{ cm}$, $h = 60 \text{ cm}$, $d = 50 \text{ cm}$

$$\text{Porcentaje requerido} \text{ ————— } P = 0.0065 , A_s = 19.45 \text{ cm}^2$$

Revisión por cortante.

$$V_{cr} = Fr b d (0.2 + 30 p) \sqrt{f'_c} = 15.99 \text{ Ton}$$

Cortante a un peralte del paño:

$$V = 36.22 - 0.5 (18.11) = 27.17 \text{ Ton}$$

$$V_u = 38.03 \text{ Ton} > V_{cr}$$

Se requiere refuerzo por cortante:

Proponiendo estribos # 4 en 4 ramas

$$S = \frac{Fr A_v f_y d}{V_u - V_{cr}} = 38.7 \text{ cm}$$

$$S_{max} = \frac{Fr A_v f_y}{3.5 b} = 70 \text{ cm} \quad \delta b/2 = 30 \text{ cm}$$

8 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Antes de desarrollar el procedimiento constructivo de la cimentación de la prensa hidráulica en sí, se plantea un panorama general en isométrico de las cimentaciones y excavaciones que se tendrán que efectuar para el sistema de prensas; esta se aprecia en los dibujos 8.1 y 8.2

El procedimiento constructivo en sí de la cimentación de la prensa, se efectuará a base de muros milán, dadas las necesidades de excavación profunda para los desplantes de cimentación; por lo tanto, las etapas a seguir son las siguientes:

- ETAPA I .- 1** Excavación y estabilización de las paredes con lodo bentónico, armar y colar los muros milán, ver dibujo 8-3
- ETAPA II.- 2** Instalación del sistema de bombeo que garantice la excavación en seco, efectuar la excavación hasta el nivel en que se colocará el 1er. nivel de puntales, efectuar el descabezado de pilas que interfiera con los puntales.
- 3** Colocar los puntales y darles la presión adecuada con gatos hidráulicos y posteriormente colocar las cuñas correspondientes.
- 4** Sujetar los puntales en forma permanente para evitar un movimiento vertical accidental. Por ningún motivo deberá colocarse carga sobre los puntales, ver dibujo 8.3
- ETAPA III.-5** Bombeo de agua, efectuar la excavación hasta el punto que permita la colocación del 2º nivel de puntales.
- 6** Efectuar los puntos 3 y 4 para el 2º nivel de puntales, y verificar que los puntales del 1º nivel tengan la presión adecuada,
- ETAPA IV.- 7** Proseguir con los trabajos de excavación hasta alcanzar el nivel -9.80 m. .
- 8** Continuamente deberá verificarse el apriete de las cuñas, en caso de detectar aflojamiento, ajustar la presión correspondiente por medio de los gatos hidráulicos.

ETAPA V 9.- Construir una plantilla de concreto de $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ para tener una superficie seca de trabajo.

10.- Descubrir el armado del muro milán para anclarlo con el cabezal de cimentación, ver detalle - 3 en dibujo 8.3

ETAPA VI 11.-Efectuar el armado y colado del cabezal de cimentación según los dibujos de armados del capítulo - 7

12.- Retirar el 2° nivel de puntales cuando el concreto del cabezal - tenga el 70% de la resistencia especificada.

13.- Proseguir la construcción de los muros y demas elementos interiores se llevara hasta la cota - 2.20 m

14.- Cuando el concreto de los muros interiores alcance el 70% de la - resistencia especificada, se iniciara el relleno de las zonas laterales mismo que se hara con grava cementada compactada al 95% - de la prueba proctor estandar.

15.- Cuando el concreto de los muros alcance el 100 % de la resistencia especificada, se retirará el 1° nivel de puntales y se proseguira con el colado de los muros y elementos faltantes.

16.- Cuando el concreto de los muros colados en el punto 15, alcancen el 70% de la resistencia especificada, se completara el relleno de -- las zonas laterales.

17.- Durante todo el procedimiento constructivo se verificaran las posibles filtraciones de agua al interior de la fosa, procediendo a su sellado inmediato usando un sellador instantaneo para concreto marca integral a-2 fester o similar.

Ver las etapas de colado en el dibujo 8.4

9.- CONCLUSIONES.

El principal objetivo de este trabajo es proporcionar una orientación en forma general de como iniciar y concluir la cimentación de equipos especiales, como es el caso de esta prensa hidráulica, que por su magnitud y capacidad, no son muy comunes en México.

En el inicio y la terminación de este trabajo, la secuela que se presento, fue partiendo de la recopilación de información tanto histórica como de mercadotecnia, así como también de la fundamental que es la técnica. En la información de mercadotecnia se obtuvo una visualización de las ventajas económicas que representa la instalación de este tipo de plantas industriales, ya que en México se carece en lo absoluto del tipo de producción mencionado en los primeros capítulos. La información técnica se presento para el sistema de prensas y manipuladores solo en forma dimensional, con el objetivo de ir teniendo un acercamiento global a lo que fue el tema de este trabajo: La prensa hidráulica 4 000/ 6 000 Ton. Posteriormente se dio ubicación y posición de la prensa, con lo cual se definieron las posiciones y puntos de aplicación de las descargas de equipo a cimentación.

Obtenidas las cargas, se pudo apreciar que estas fueron del tipo estáticas, dinámicas y sísmicas. Para poder iniciar un preanálisis, se procedio a proponer una estructura de cimentación apriori, con lo cual se obtienen datos de entrada, los cuales a su vez se utilizaron para obtener un prediseño de la cimentación: esta etapa de trabajo se tiene en el capítulo - 5 .

Con los resultados obtenidos en el prediseño de la cimentación, se procede a un análisis definitivo, del cual se obtuvieron los elementos mecánicos de diseño definitivo. En el capítulo - 7 se presentaron los dibujos en los cuales se interpretan las secciones y armados definitivos de cada uno de los componentes de la cimentación.

Ya conocida la dimensión definitiva de la cimentación, se procedió a indicar el procedimiento constructivo de la misma, auxiliándose de los dibujos del - capítulo - 8 .

Como conclusión final, se puede apreciar que en este trabajo se inicia desde la recopilación de datos y termina con las recomendaciones y procedimientos constructivos, por lo cuál lo considero de gran utilidad como guía para una secuela de cálculo e interpretación de dibujos o planos de cimentaciones de equipos especiales.

10 BIBLIOGRAFIA

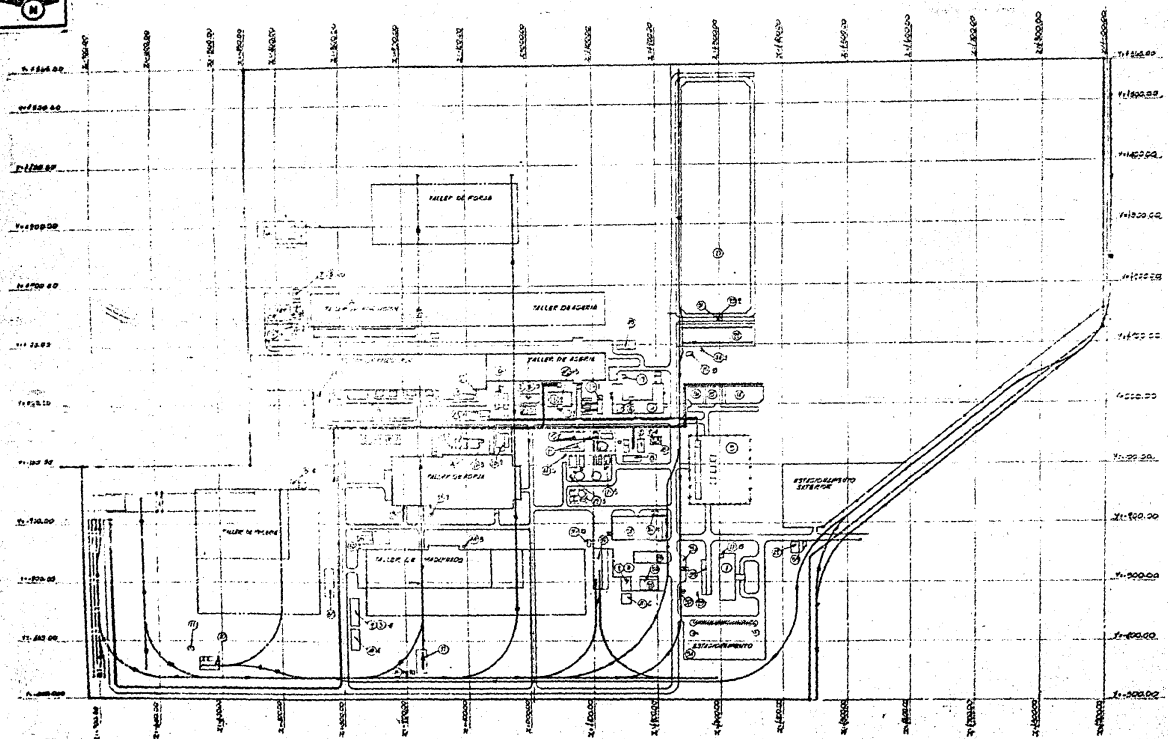
ANALISIS ESTRUCTURAL
RODOLFO LUTHE
REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S. A.

FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN
JOSEPH E. BOWLES
SEGUNDA EDICION
MC GRAW - HILL KOGAKUSHA, LTD.

GRAFICAS PARA DISEÑAR COLUMNAS DE CONCRETO REFORZADO
INSTITUTO DE INGENIERIA
U.N.A.M.

TABLAS PARA EL CALCULO DE PLACAS Y VIGAS PARED
RICHARD BARES
EDITORIAL GUSTAV GILI, S.A. BARCELONA

REGLAMENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE CONCRETO REFORZADO
ACI-318-77
INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y CONCRETO A. C.



1- ARREGLO GENERAL

LEGENDA

1	...
2	...
3	...
4	...
5	...
6	...
7	...
8	...
9	...
10	...
11	...
12	...

PLAN DE REFINANCION

1	...
2	...
3	...
4	...
5	...
6	...
7	...
8	...
9	...
10	...
11	...
12	...
13	...
14	...
15	...
16	...
17	...
18	...
19	...
20	...
21	...
22	...
23	...
24	...
25	...
26	...
27	...
28	...
29	...
30	...
31	...
32	...
33	...
34	...
35	...
36	...
37	...
38	...
39	...
40	...
41	...
42	...
43	...
44	...
45	...
46	...
47	...
48	...
49	...
50	...
51	...
52	...
53	...
54	...
55	...
56	...
57	...
58	...
59	...
60	...
61	...
62	...
63	...
64	...
65	...
66	...
67	...
68	...
69	...
70	...
71	...
72	...
73	...
74	...
75	...
76	...
77	...
78	...
79	...
80	...
81	...
82	...
83	...
84	...
85	...
86	...
87	...
88	...
89	...
90	...
91	...
92	...
93	...
94	...
95	...
96	...
97	...
98	...
99	...
100	...

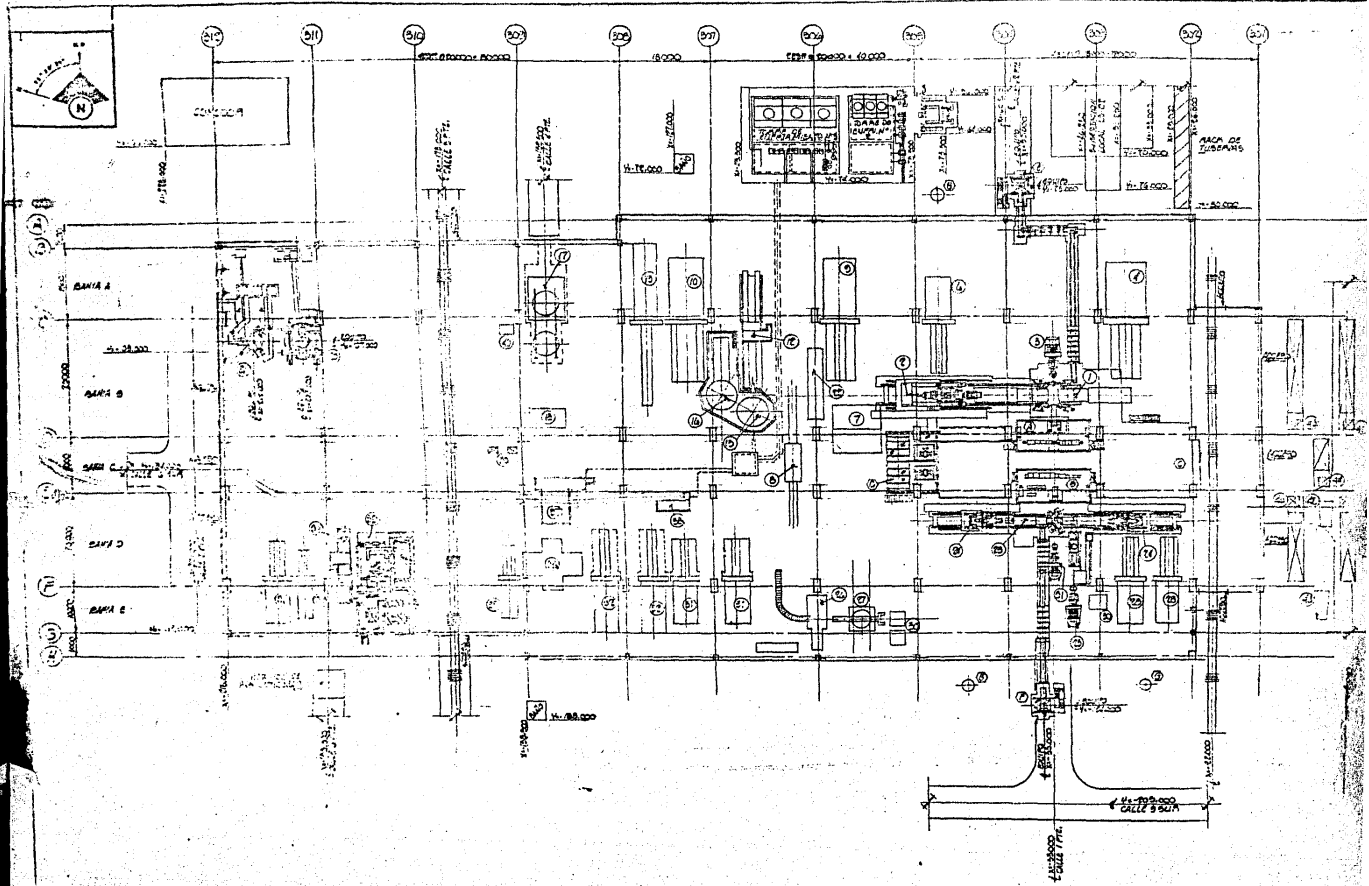
- 1. Prensas de forja 1000, 5000 TONS.
- 2. Forjadora de forja 100 TONS.
- 3. Manipulador de herramientas T 2000-M.
- 4. Rodas de calentamiento 20 TONS.
- 5. Futuro.
- 6. Rodas de calentamiento 20 TONS.
- 7. Máquina automática de corte por plasma.
- 8. Carro trasladadora 50 TONS.
- 9. Rodas de calentamiento 100 TONS.
- 10. Rodas de tratamiento térmico 100 TONS.
- 11. Futuro.
- 12. Rodas de tratamiento térmico 100 TONS.
- 13. Rodas de tratamiento térmico 50 TONS.
- 14. Futuro.
- 15. Tanque 100 l de agua de templado.
- 16. Tanque 100 l de aceite de templado.
- 17. Máquina de campo de perfiles.
- 18. Superficie de placas 100 l.
- 19. Futuro.
- 20. Rodas vertical 20 TONS.
- 21. Rodas de templado por inducción.
- 22. Aparato de calentamiento por arco.
- 23. Prensa de forja 1000 TONS.
- 24. Manipuladora de forja 10 TONS.
- 25. Manipuladora de carga T 2000-M.
- 26. Carrión de anillos forjados.
- 27. Manipuladora de laminador.
- 28. Rodas de calentamiento 20 TONS.
- 29. Futuro.
- 30. Rodas de calentamiento estacionario 20 TONS.
- 31. Rodas de tratamiento térmico 20 TONS.
- 32. Rodas de tratamiento térmico 50 TONS.
- 33. Rodas de tratamiento térmico 10 TONS.
- 34. Rodas de tratamiento térmico 10 TONS.
- 35. Rodas de tratamiento térmico 10 TONS.
- 36. Rodas de calentamiento por arco.
- 37. Rodas de calentamiento por arco.
- 38. Rodas de templado 50 TONS.
- 39. Rodas de templado 50 TONS.
- 40. Rodas de calentamiento por inducción.
- 41. Rodas de calentamiento por inducción.
- 42. Rodas de calentamiento por inducción.
- 43. Rodas de calentamiento por inducción.
- 44. Rodas de calentamiento por inducción.
- 45. Rodas de calentamiento por inducción.
- 46. Rodas de calentamiento por inducción.
- 47. Rodas de calentamiento por inducción.
- 48. Rodas de calentamiento por inducción.
- 49. Rodas de calentamiento por inducción.
- 50. Rodas de calentamiento por inducción.
- 51. Rodas de calentamiento por inducción.
- 52. Rodas de calentamiento por inducción.
- 53. Rodas de calentamiento por inducción.
- 54. Rodas de calentamiento por inducción.
- 55. Rodas de calentamiento por inducción.
- 56. Rodas de calentamiento por inducción.
- 57. Rodas de calentamiento por inducción.
- 58. Rodas de calentamiento por inducción.
- 59. Rodas de calentamiento por inducción.
- 60. Rodas de calentamiento por inducción.
- 61. Rodas de calentamiento por inducción.
- 62. Rodas de calentamiento por inducción.
- 63. Rodas de calentamiento por inducción.
- 64. Rodas de calentamiento por inducción.
- 65. Rodas de calentamiento por inducción.
- 66. Rodas de calentamiento por inducción.
- 67. Rodas de calentamiento por inducción.
- 68. Rodas de calentamiento por inducción.
- 69. Rodas de calentamiento por inducción.
- 70. Rodas de calentamiento por inducción.
- 71. Rodas de calentamiento por inducción.
- 72. Rodas de calentamiento por inducción.
- 73. Rodas de calentamiento por inducción.
- 74. Rodas de calentamiento por inducción.
- 75. Rodas de calentamiento por inducción.
- 76. Rodas de calentamiento por inducción.
- 77. Rodas de calentamiento por inducción.
- 78. Rodas de calentamiento por inducción.
- 79. Rodas de calentamiento por inducción.
- 80. Rodas de calentamiento por inducción.
- 81. Rodas de calentamiento por inducción.
- 82. Rodas de calentamiento por inducción.
- 83. Rodas de calentamiento por inducción.
- 84. Rodas de calentamiento por inducción.
- 85. Rodas de calentamiento por inducción.
- 86. Rodas de calentamiento por inducción.
- 87. Rodas de calentamiento por inducción.
- 88. Rodas de calentamiento por inducción.
- 89. Rodas de calentamiento por inducción.
- 90. Rodas de calentamiento por inducción.
- 91. Rodas de calentamiento por inducción.
- 92. Rodas de calentamiento por inducción.
- 93. Rodas de calentamiento por inducción.
- 94. Rodas de calentamiento por inducción.
- 95. Rodas de calentamiento por inducción.
- 96. Rodas de calentamiento por inducción.
- 97. Rodas de calentamiento por inducción.
- 98. Rodas de calentamiento por inducción.
- 99. Rodas de calentamiento por inducción.
- 100. Rodas de calentamiento por inducción.

- A. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- B. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- C. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- D. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- E. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- F. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- G. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- H. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- I. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- J. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- K. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- L. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- M. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- N. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- O. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- P. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- Q. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- R. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- S. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- T. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- U. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- V. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- W. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- X. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- Y. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.
- Z. Cantidad de operación prensa 1000 TONS.

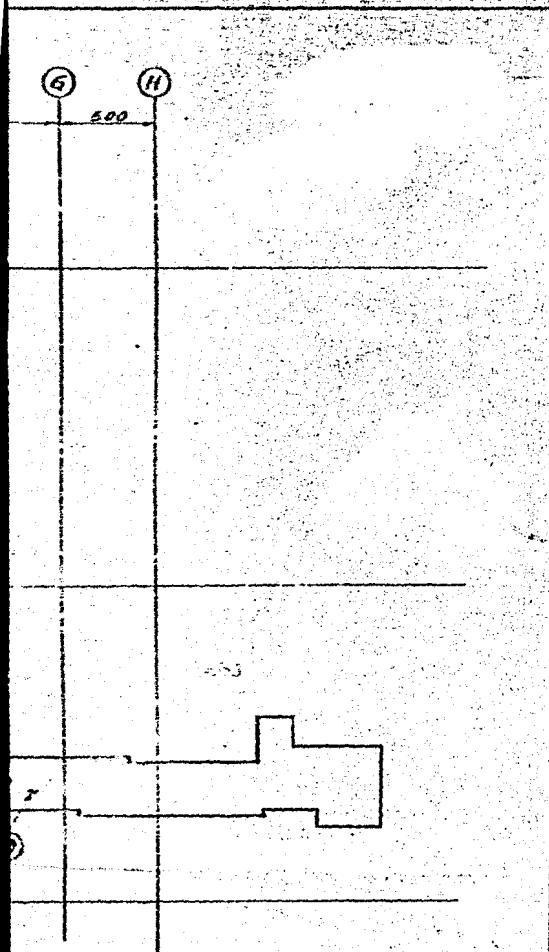
NOTAS:

- 1. COORDENADAS EN MILIMETROS.
- 2. COORDENADAS EN METROS.

PLANTA TALLER DE FORJA



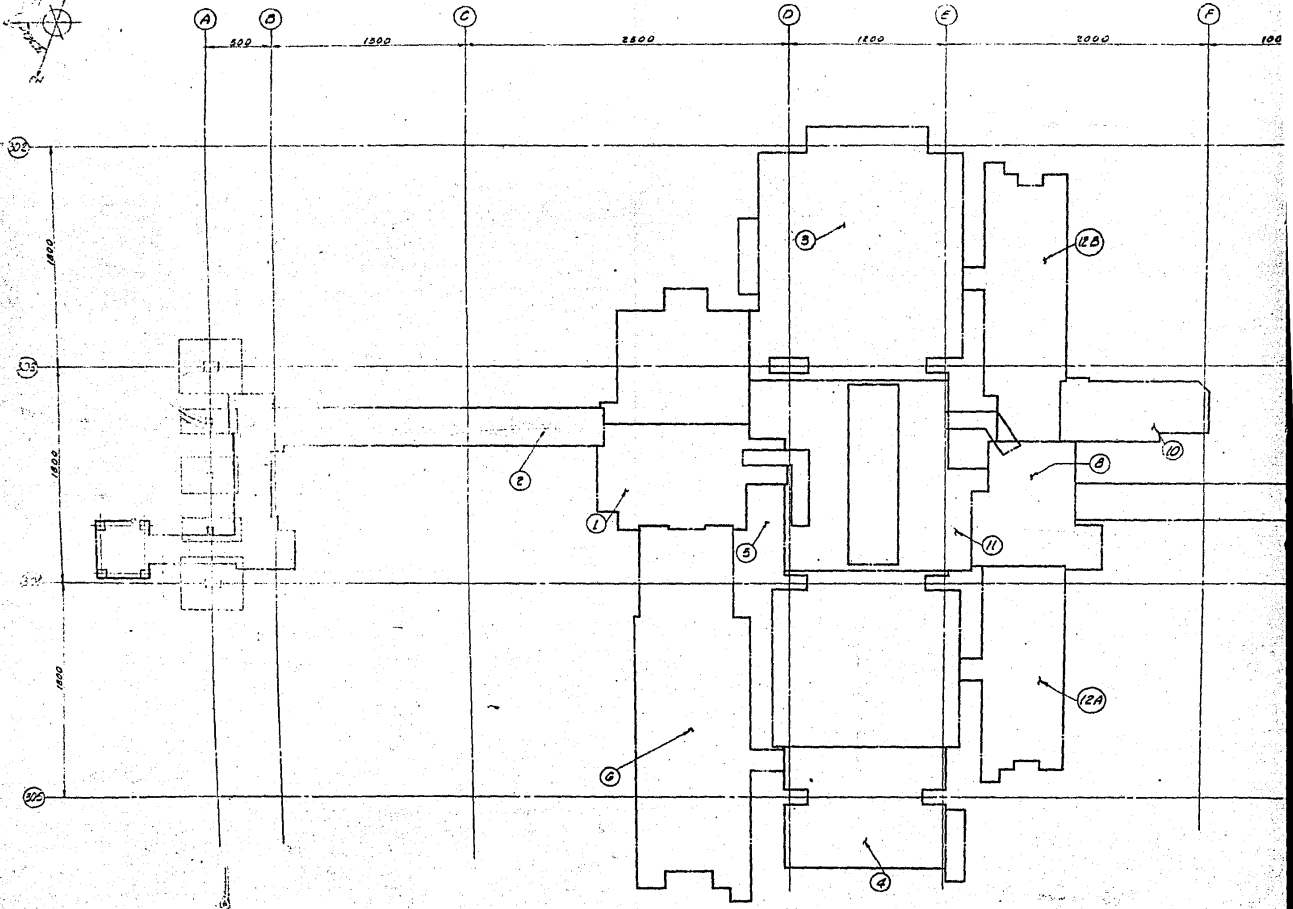
PLANTA DE ARREGLO DE EQUIPO EN TALLER DE FOAJA



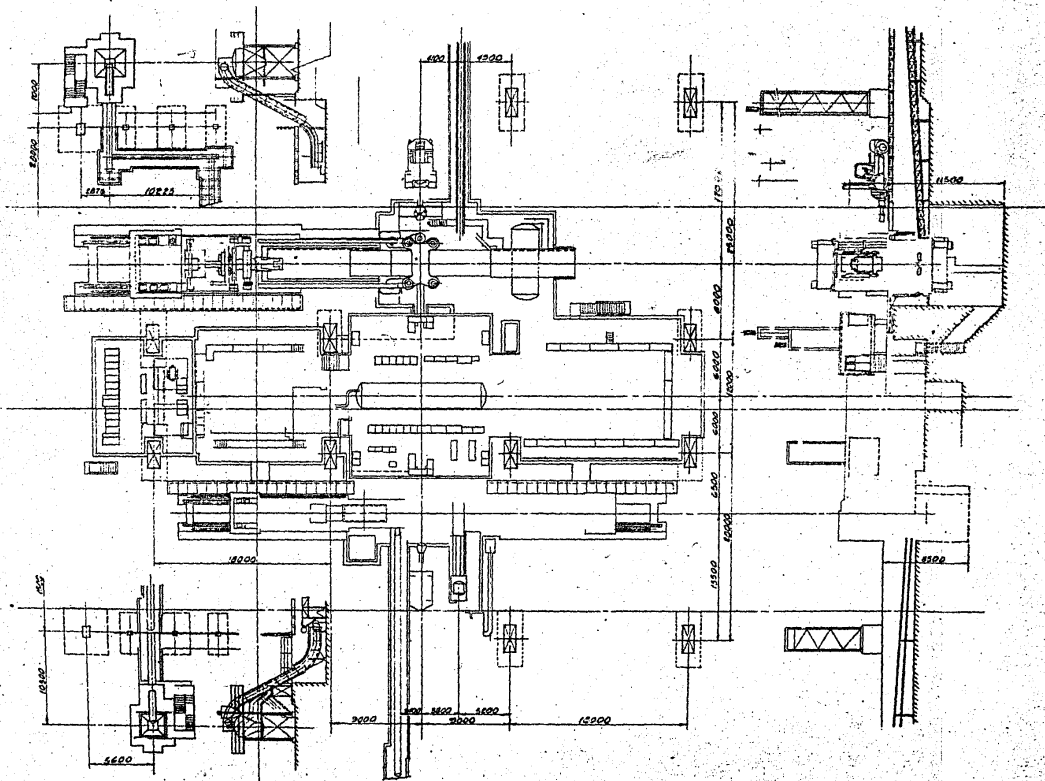
11A	ÁREAS ASES DE 1500 TON. PLANTERO	1512
11B	INSULACION DE FIBRA DE CARBONO	1512
12	CENTRO DE CONTROL PARA POCJA DE 1500 TON.	
13	ÁREA DE TRANSFERENCIA 8 TON.	1518
14	TUNEL DE DESCARGA DE ESCALERA PARA POCJA DE 1500 TON.	1528
15	POCJA DE 1500 TON.	1528
16	TRANSFERENCIA DE FIBRA	1508
17	CAMPO DE FIBRA PARA POCJA DE 4000/5000 TON.	
18	GRUPO ELÉCTRICO PARA FORTA Y TRANSFORMADORES	
19	DETALLES DE ACERTE INDEFINIDOS	
20	TUNEL DE DESCARGA DE ESCALERA PARA POCJA DE 1000/5000 TON.	1501
21	POCJA DE 5000/5000 TON.	1501
22	DESCRIPCION DEL EQUIPO	EQUIPO 42

DISTRIBUCION DE AREAS
DE CIMENTACION POR
EQUIPO

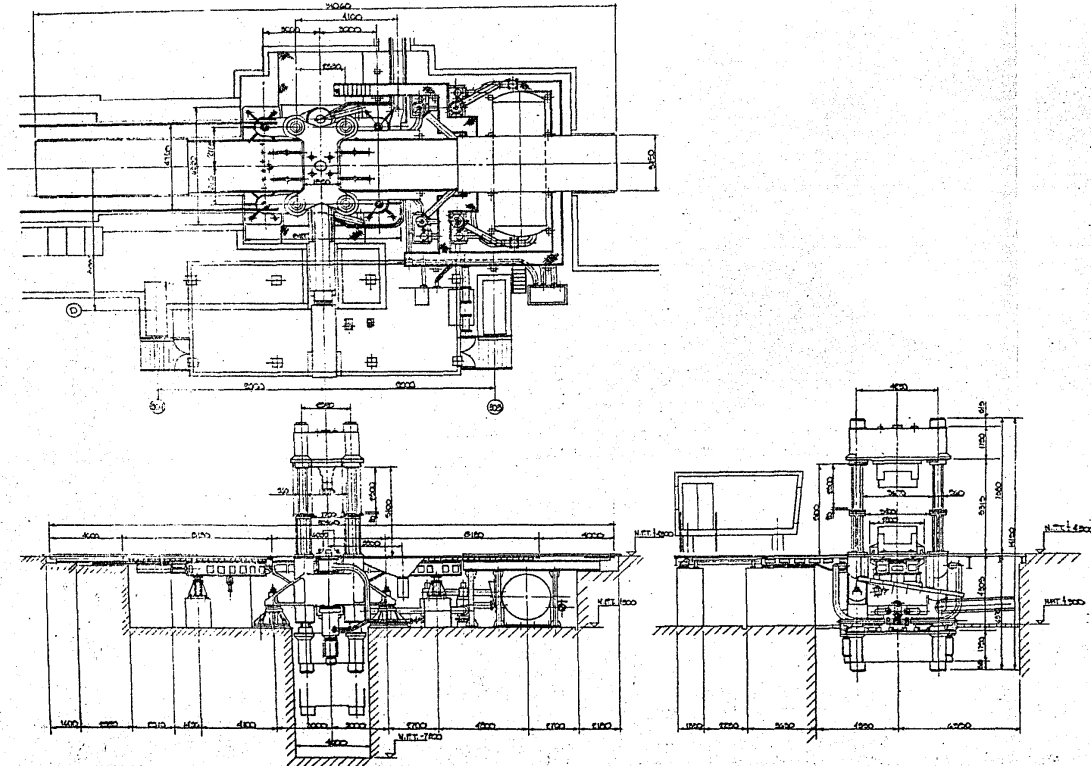
DIBUJO 2.1



PLANTA GENERAL ZONA DE FORJA

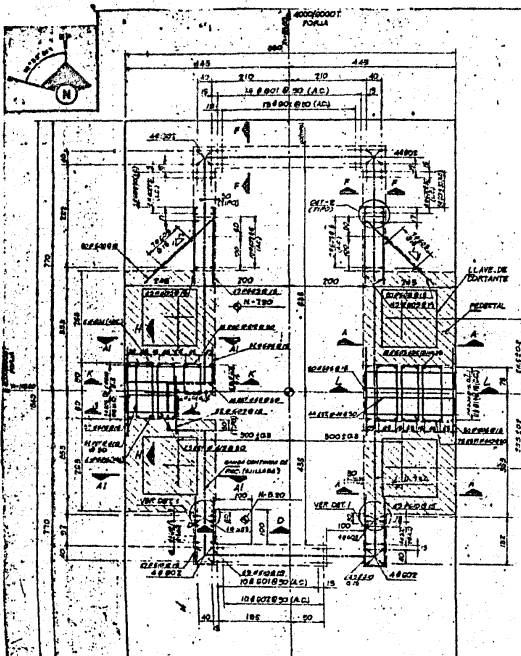


FRONTA DIMENSIONAL
 DE LA ZONA DE FRIERA
 DIBUJO 2.2

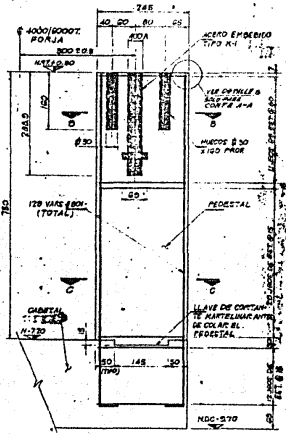


PLANTA Y CORTES DIMENSIONALES
DEL EQUIPO A CIMENTAR.

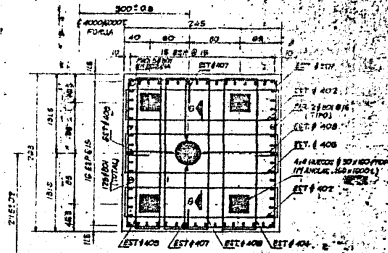
DIBUJO 2.3



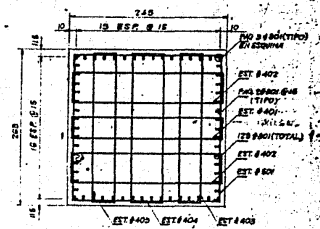
PLANTA ARMADO DE PEDESTALES



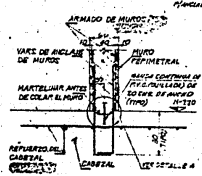
CORTE A-A
ARMADO DE PEDESTALES



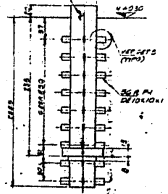
CORTE B-B



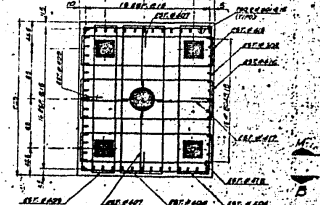
CORTE C-C



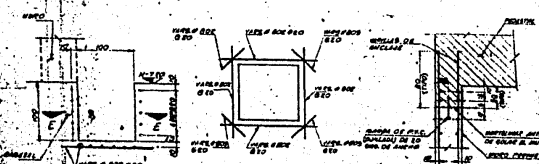
CORTE F-F



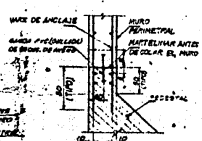
CORTE G-G



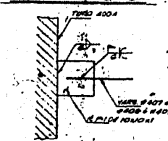
CORTE H-H



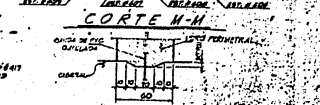
CORTE D-D
ARMADO ADICIONAL PARA CARGA



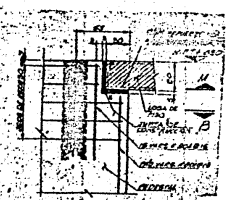
DETALLE 1



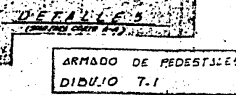
DETALLE 2



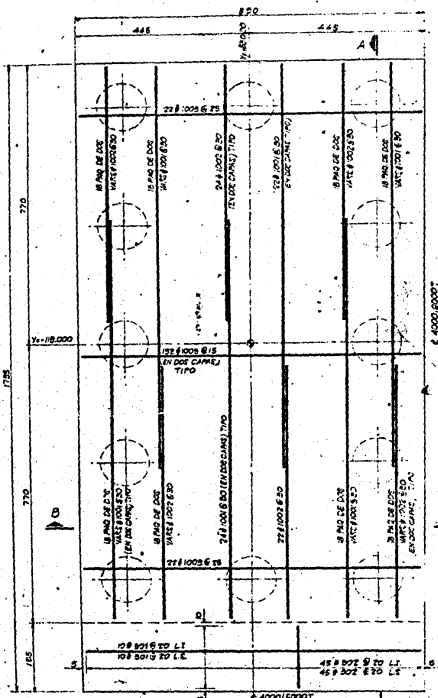
DETALLE 3



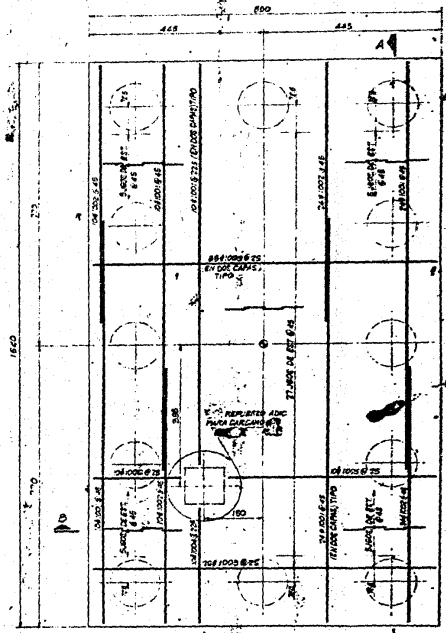
DETALLE 4



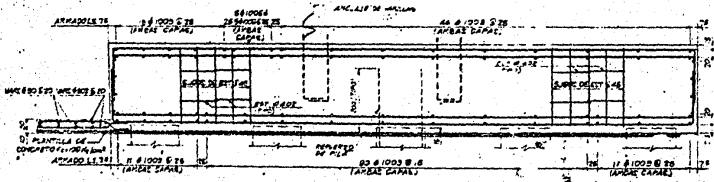
DETALLE 5
ARMADO DE PEDESTALES
DIBUJO T.1



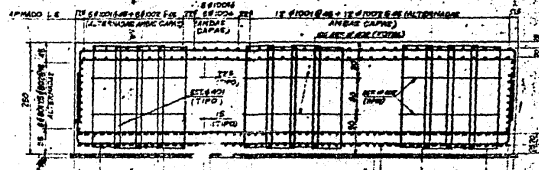
PLANTA CABEZAL-ARMADO LECHO INFERIOR



PLANTA CABEZAL-ARMADO LECHO SUPERIOR

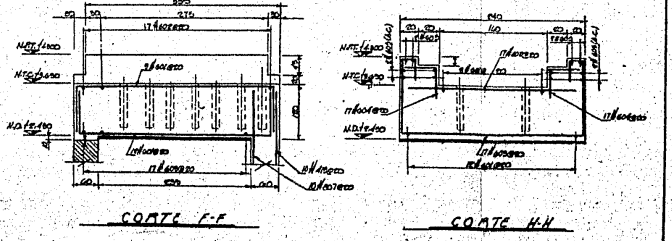
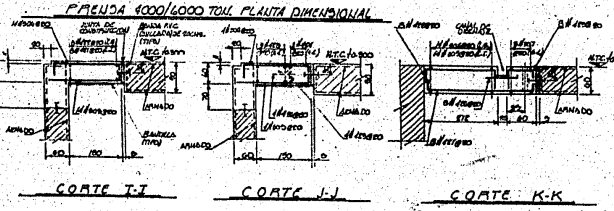
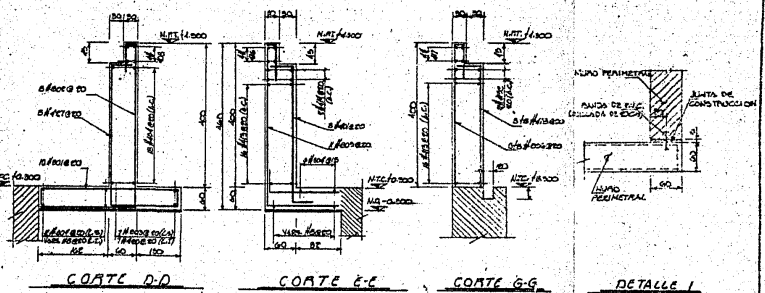
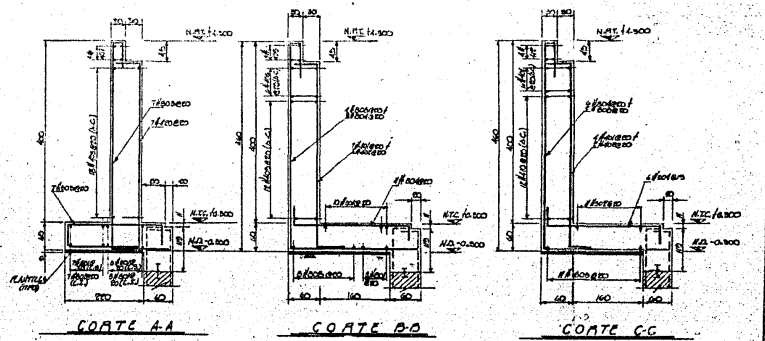
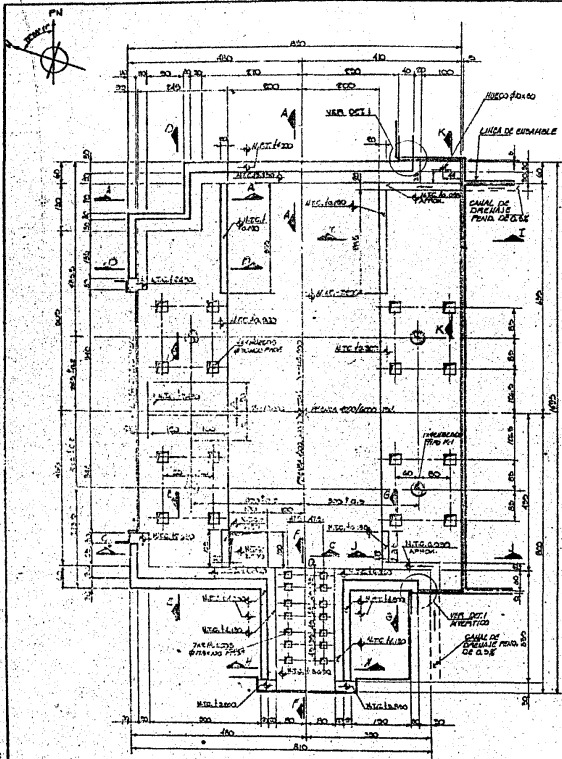


CORTE A-A

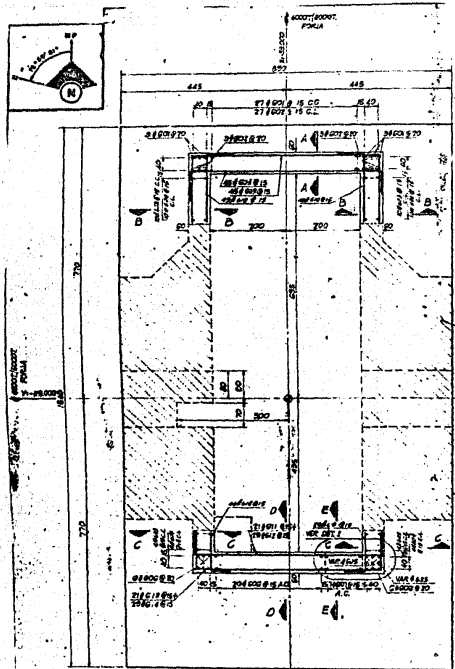


CORTE B-B

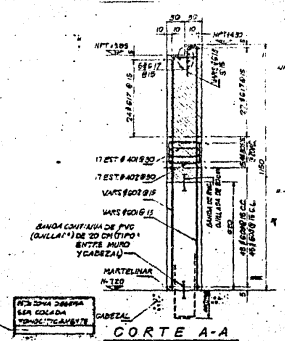
ARMADO DEL CABEZAL
DIBUJO 7.2



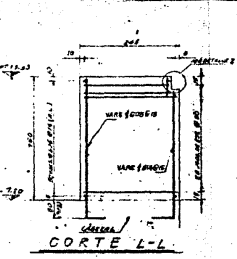
ARMADO DE MUROS
DIBUJO 7.3



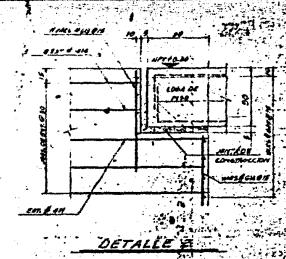
PLANTA ARMADO DE MUROS



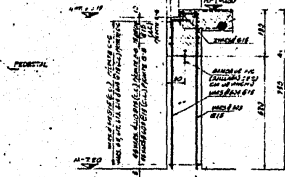
CORTE A-A



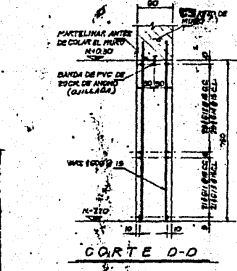
CORTE L-L



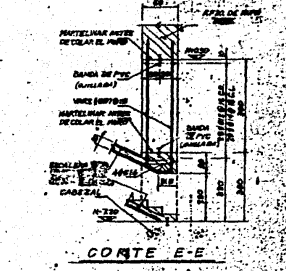
DETALLE E



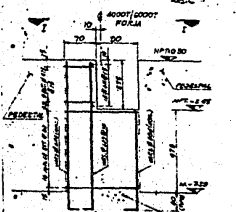
CORTE D-D



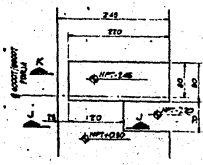
CORTE E-E



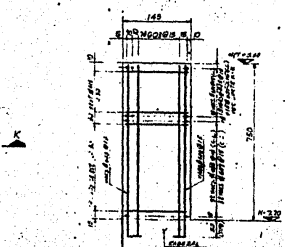
CORTE E-E



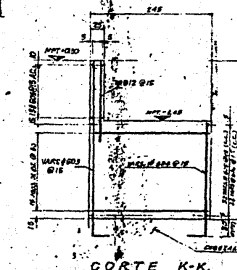
CORTE H-H



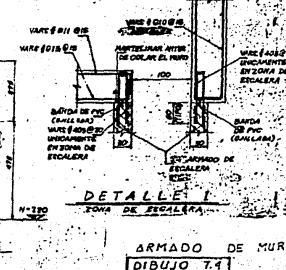
VISTA J-J



CORTE J-J

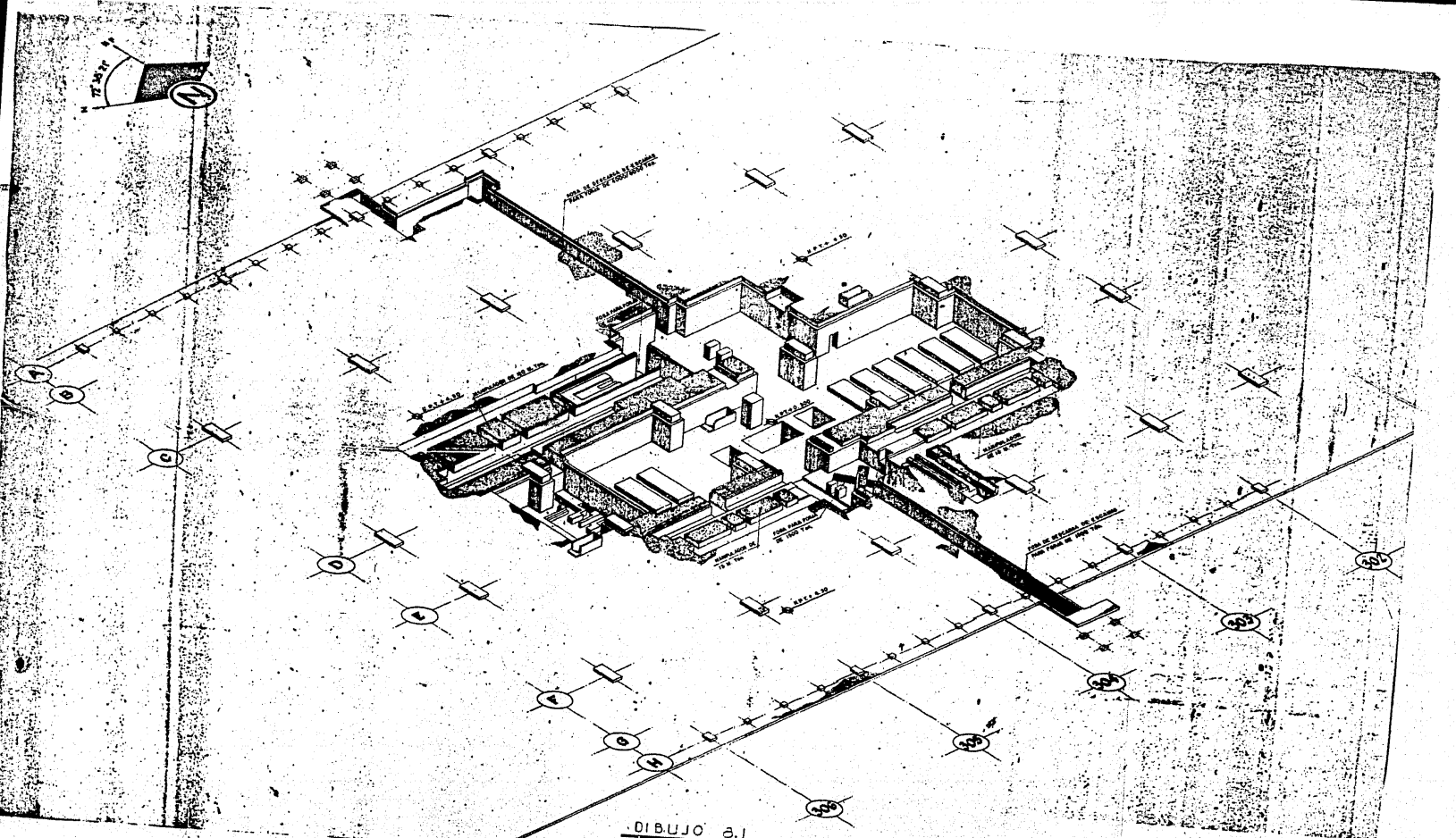


CORTE K-K



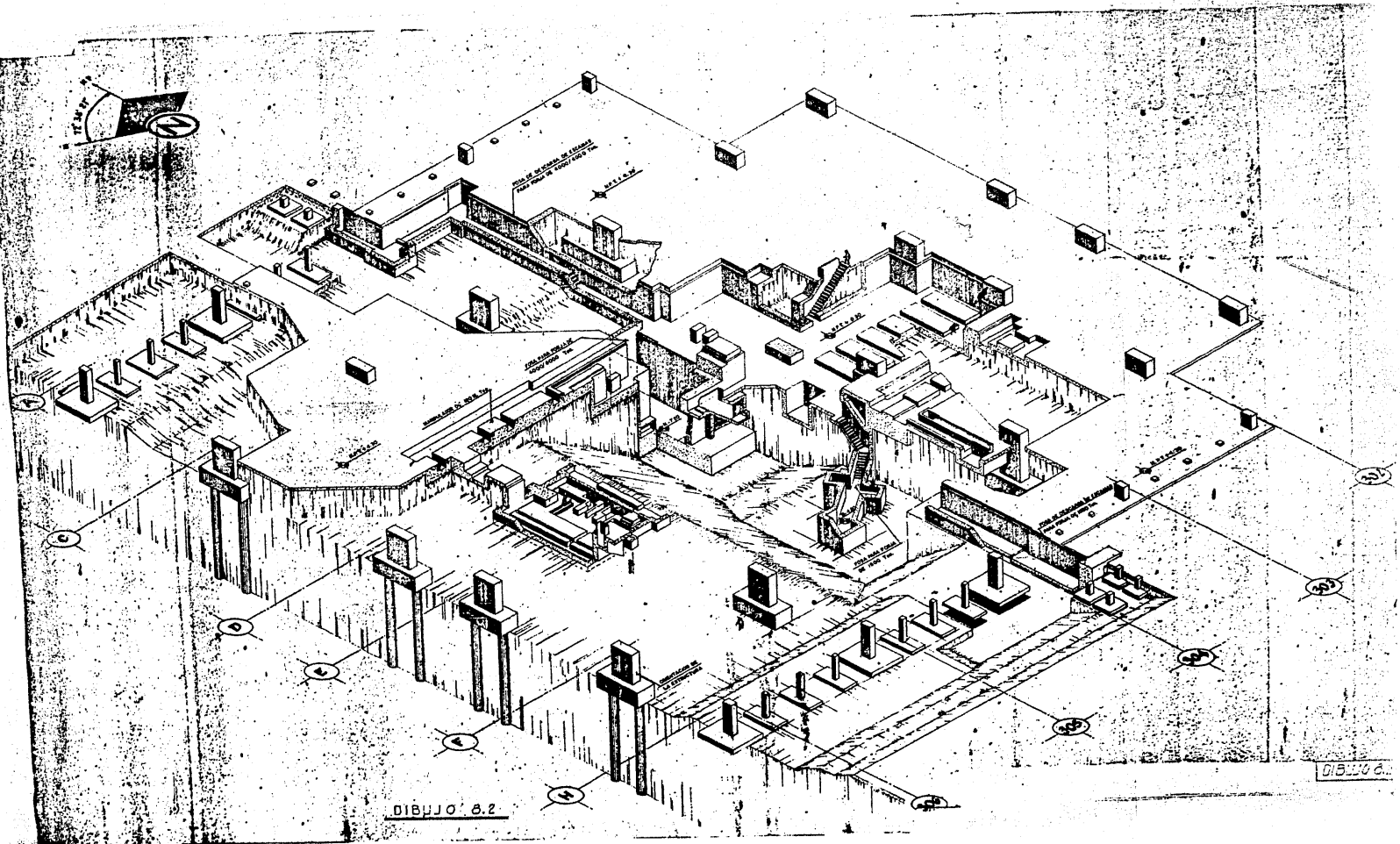
DETALLE I

ARMADO DE MUROS
DIBUJO 7.1



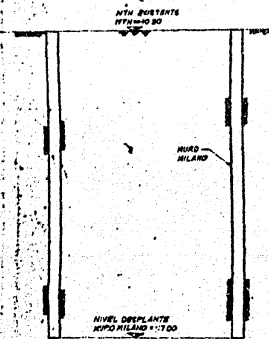
DIBUJO 8.1

DIBUJO 8.1

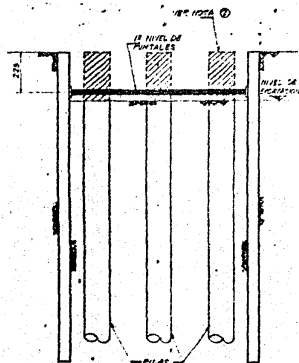


DIBUJO 6.2

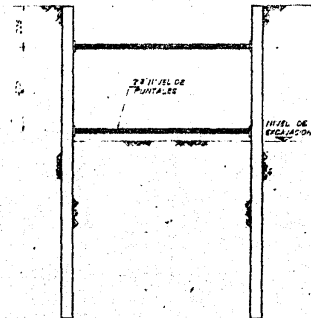
DIBUJO 6.



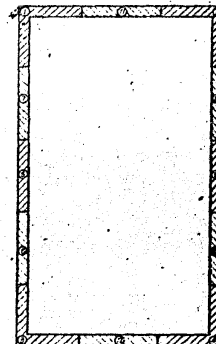
I ETAPA



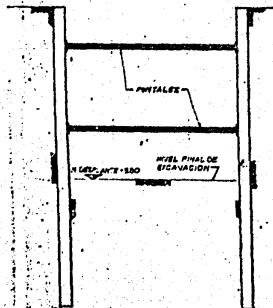
II ETAPA



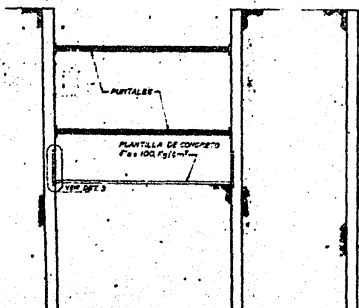
III ETAPA



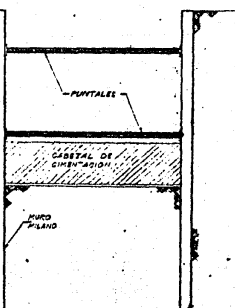
PLANTA
DETALLE Y SECUENCIA
DE COLADO DE MUROS MILANO



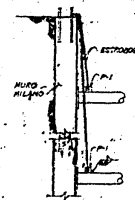
IV ETAPA



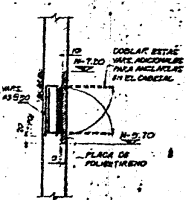
V ETAPA



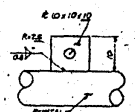
VI ETAPA



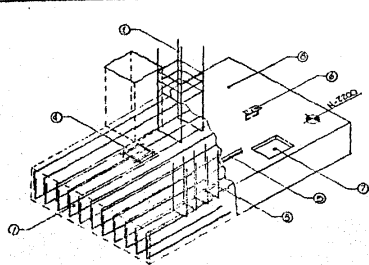
DETALLE-2



DETALLE-3

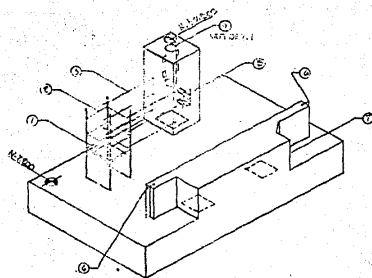


PLACA P-1



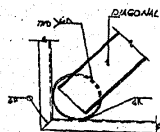
1ª ETAPA DE COLADO

- ① COLOCAR EL ARMADO DEL SUBCELO.
- ② COLOCAR EL ARMADO PERIFÉRICO DE LOS PEDESTALES Y LOS ENTRENQUE QUE QUEDAN PARA EL ANILLO INTERIO.

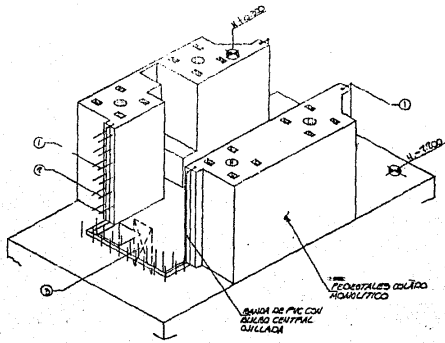


2ª ETAPA DE COLADO

- ① LIMPIAR LA LLAVE DE CONTACTO QUE SE DA EN EL FONDO DE LA PIEZA DE COLADO

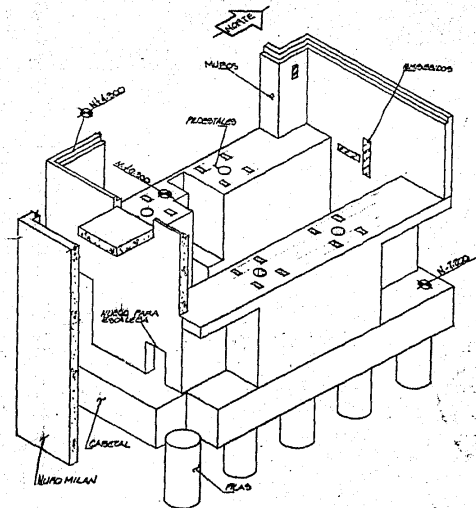


PLANTA DETALLE 3

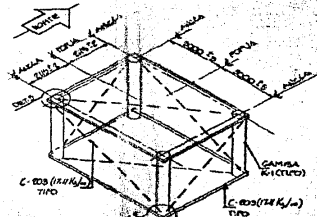


3ª ETAPA DE COLADO

- ① DESPUÉS DE HABER COLADO LOS PEDESTALES, LIMPIAR LA BARRA DE PVC Y LAS VAPAS PARA SUJALTA.



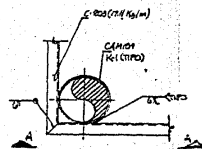
ISOMETRICO DE CIMENTACION FORJA 1000/6000 TON.



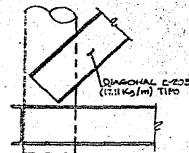
DETALLE 1

ESTRUCTURA AUXILIARIA PARA CAMISAS KI

- ① LA FUNCIÓN DE ESTA ESTRUCTURA AUXILIAR ES LA DE GARANTIZAR QUE EXISTA LA DISTANCIA DEBIDA ENTRE SUJALTA Y EVITAR POSIBLES MOVIMIENTOS AL MOMENTO DE COLOCAR EL ARMADO Y EL COLADO DE LOS PEDESTALES.
- ② ESTA ESTRUCTURA AUXILIAR MANTIENE EN LOS PEDESTALES Y ENTRENQUE LOS PERFILES DE CONTACTO QUE QUEDAN FUERA DE LOS PEDESTALES.



PLANTA DETALLE 3



VISTA A-A