

Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Arquitectura

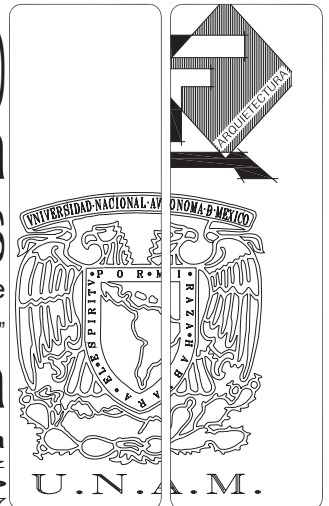
Apuntes de Construcción en concreto y cimentaciones  
para la materia de construcción de sexto semestre

“Material didáctico que para obtener el título de Arquitecto presenta.”

**Alfredo Avila Tapia**

sinodales: Dr. en I. Perla Santana Lozada  
Arq. Jorge Ernesto Alonso Hernández  
Arq. Ángel Rojas Hoyo

Noviembre de 2007



U.N.A.M.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**

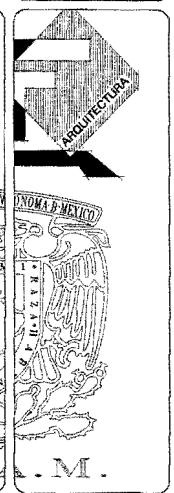
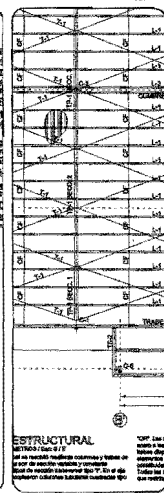
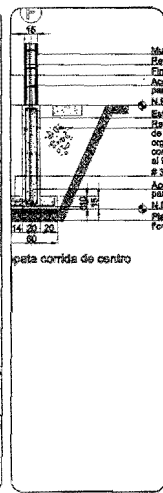
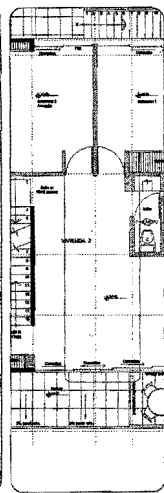
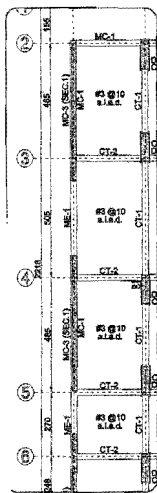
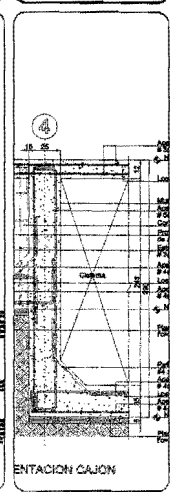
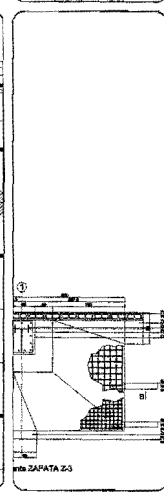
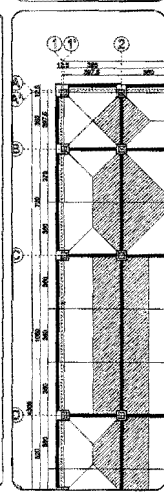
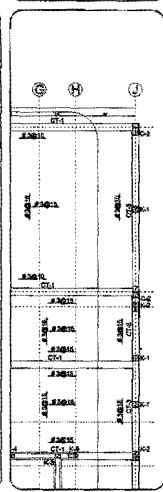
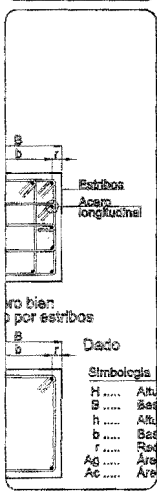
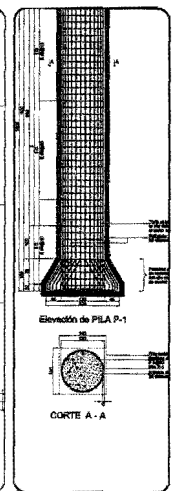
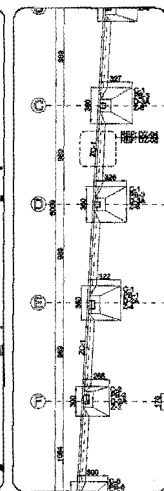
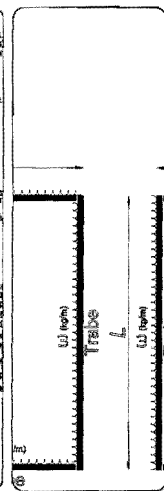
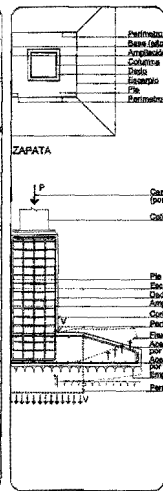
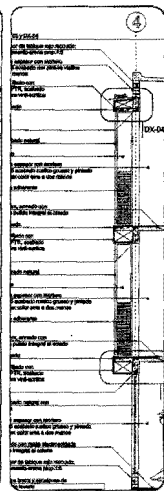
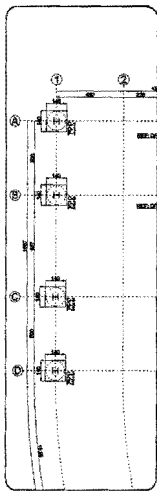


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**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.



<b>Oa.</b>	Introducción	00
<b>I.</b>	Estructuración	
<b>I.a</b>	Proceso de diseño	01
<b>I.b</b>	Principios básicos de la estructuración	02
<b>II.</b>	Acciones (cargas)	
<b>II.a</b>	Acciones a las que se vera sujeta una estructura	13
	Acciones permanentes	
	Acciones de funcionamiento	
	Acciones accidentales	
<b>II.b</b>	Análisis de cargas	14
<b>II.c</b>	Repartición de cargas	23
<b>II.d</b>	Factores de cargas	25
<b>III.</b>	Suelos	
<b>III.a</b>	Suelos cohesivos	27
<b>III.b</b>	Suelos friccionantes	28
<b>III.c</b>	Clasificación de los suelos en el D.F.	28
<b>IV.</b>	Materiales estructurales	
<b>IV.a</b>	Concreto	33
<b>IV.b</b>	Componentes del concreto	34
<b>V.</b>	Cimentaciones	
<b>V.a</b>	Zapatas (superficiales)	37
<b>V.a1</b>	Dados	40
<b>V.a2</b>	Proyectos	42
<b>V.b</b>	Losas de cimentación (semiprofundas)	56
<b>V.b1</b>	Proyectos	58
<b>V.c</b>	Pilotes y pilas (profundas)	70
<b>V.c1</b>	Proyectos	73
<b>Ob.</b>	Conclusiones	86
<b>Oc.</b>	Bibliografía	87

## Oa. Introducción.

Dentro del proceso de formación de un arquitecto hay una gran cantidad de contenidos o disciplinas que se deben de comprender, entender y saber aplicar para poder desarrollar un proyecto arquitectónico; sin embargo dada la complejidad y cantidad de estas, es muy común que se elija desarrollar más a fondo unas que otras, por lo que en general, el arquitecto tiene que colaborar con distintos especialistas de áreas ya sea de instalaciones, estructuras, suelos, exteriores, decoración, etc., para poder integrar un equipo multidisciplinario que resuelva un proyecto en particular. De aquí se deriva que el arquitecto se enfoque primordialmente al diseño arquitectónico de un proyecto. Lo cual no quiere decir que el arquitecto se vea desligado del resto de las especialidades, si no al contrario, debe prestar mucha atención para considerar si los resultados en conjunto de todas las áreas no interfieren o se contraponen con aspectos tanto estéticos como económicos del proyecto arquitectónico.

Una de estas disciplinas que es de gran importancia es el diseño estructural, que es a la que se aboca el contenido de este trabajo. El diseño estructural es un proceso creativo y complejo, el cual se puede subdividir en una serie de pasos, en los cuales se van resolviendo las características esenciales de una estructura. El objetivo de este documento es poder dar un esbozo del proceso de diseño estructural, donde se explica cuales son sus principales características, enfocándose directamente en el tema de cimentaciones, para lo cual se incluyen planos, detalles y conceptos generales de temas que tienen una relación directa con el proceso de diseño arquitectónico-estructural.

## I. Estructuración. I.a Proceso de diseño estructural.

El diseño estructural es un proceso creativo y complejo, el cual se puede subdividir en una serie de pasos, en los cuales se van resolviendo las características esenciales de una estructura, de manera que cumpla en forma óptima con sus objetivos.

A continuación tratamos de exponer los incisos que consideramos fundamentales dentro del proceso de diseño, precisando que este es solo un acercamiento ligero, para que el arquitecto tenga un criterio sobre dicho proceso.

- a. **Estructuración:** La estructuración es la parte donde se determinan los materiales de los que va a estar constituida la estructura, la forma global de ésta, el arreglo de sus elementos constitutivos, sus dimensiones y características más esenciales.
  
- b. **Análisis:** Son todos aquellos aspectos que influyen en la determinación de la respuesta de la estructura ante las diferentes acciones exteriores que pueden afectarla.
  - b.1 Modelar la estructura: Consiste en realizar, un modelo tridimensional de la estructura, factible de analizar con procedimientos de cálculo disponibles que en la mayoría de los casos es por medio de programas de computadora.
  
  - b.2 Determinar las acciones de diseño: En este punto se determinan las cargas permanentes y accidentales que determinan los esfuerzos que afectan a la estructura. Las cuales están definidas por los códigos o reglamentos locales.
  
  - b.3 Efectos de las acciones de diseño: En esta parte del proceso se determinan las fuerzas que se aplican sobre cada elemento de la estructura tales como momentos flexionantes, momentos de torsión, fuerzas axiales, fuerzas cortantes, desplazamientos, deflexiones y deformaciones.
  
- c. **Dimensionamiento:** En esta etapa se define a detalle la estructura, en cuanto a secciones, conexiones, armados etc., además de revisar si se cumplen con los requisitos mínimos de seguridad establecidos en los reglamentos adoptados.

Esta pequeña clasificación no significa que el proceso de diseño sea una secuencia unidireccional, debe entenderse que para lograr un resultado inmejorable, cada etapa tendrá una iteración sobre las otras hasta que la estructura se desarrolle hacia su forma final.

## I.b Principios básicos de la estructuración.

Dentro del proceso para lograr una adecuada estructura en cualquier tipo de edificación es importante tener en cuenta los siguientes conceptos básicos:

- a. **Objetivo:** El objetivo de toda estructura para cualquier tipo de edificación es resistir las fuerzas, tanto accidentales como permanentes, a las que estará sometida durante todo el tiempo de vida útil, sin que esta presente un mal comportamiento o en el peor de los casos un colapso.
- b. **Soluciones:** La solución estructural más apropiada para una edificación dependerá de varios aspectos tales como las restricciones que surgen con la interacción con los demás aspectos del proyecto ejecutivo, así como por las limitaciones de costo y tiempo de ejecución.

En este punto cabe aclarar que el arquitecto debe buscar la manera de hacer que la estructura sea parte del proceso de diseño como elemento de ornamentación y no solo de función; para así equilibrar los aspectos de eficiencia y economía.

- c. **Cálculos:** Los cálculos y comprobaciones, que deberán estar basados en una teoría de diseño estructural, servirán para definir en forma detallada las características de la estructura.

Es importante señalar que en general el proceso de estructuración y en especial este último punto referente al cálculo, en la mayoría de las veces se encarga a un especialista en la materia.

Lo cual no quiere decir que el arquitecto se vea desligado de este proceso si no al contrario, es en este punto donde el arquitecto debe prestar mucha mayor atención para poder concebir toda la estructura y considerar si los resultados de dicho cálculo no interfieren o se contraponen con aspectos tanto estéticos como económicos del proyecto inicial.

En toda estructuración es importante tener un criterio racional para lograr una disposición adecuada de los elementos portantes de la estructura, tanto principales, que son aquellos que tendrán la función de acoplar a los puntos de apoyo y sustentar a los elementos secundarios, por lo que en general estos presentan una mayor sección transversal; los elementos secundarios son aquellos que soportan directamente las cargas de los

sistemas de piso o cubierta, las cuales transmiten a los elementos principales y se apoyan directamente sobre estos y por último tenemos los puntos de apoyo que son los que reciben toda la carga de la estructuración y la transmiten al terreno a través de la cimentación.

Toda estructura se puede sustentar teniendo como mínimo un punto de apoyo y uno o varios elementos portantes, considerando que las secciones transversales de todos los elementos se incrementara en forma sustancial, en tanto se disminuya el número de componentes de un sistema estructural.

En los planos de estructuración que se presentan a continuación, se muestran tres ejemplos de inmuebles dos de uso comercial y uno de oficinas, donde se incluyen las plantas arquitectónicas las cuales muestran un criterio general de la disposición de sus elementos estructurales, de las plantas arquitectónicas se parte para hacer un razonamiento de estructuración del cual se llegara al producto final, el cual se muestra en el plano estructural final de los ejemplo.



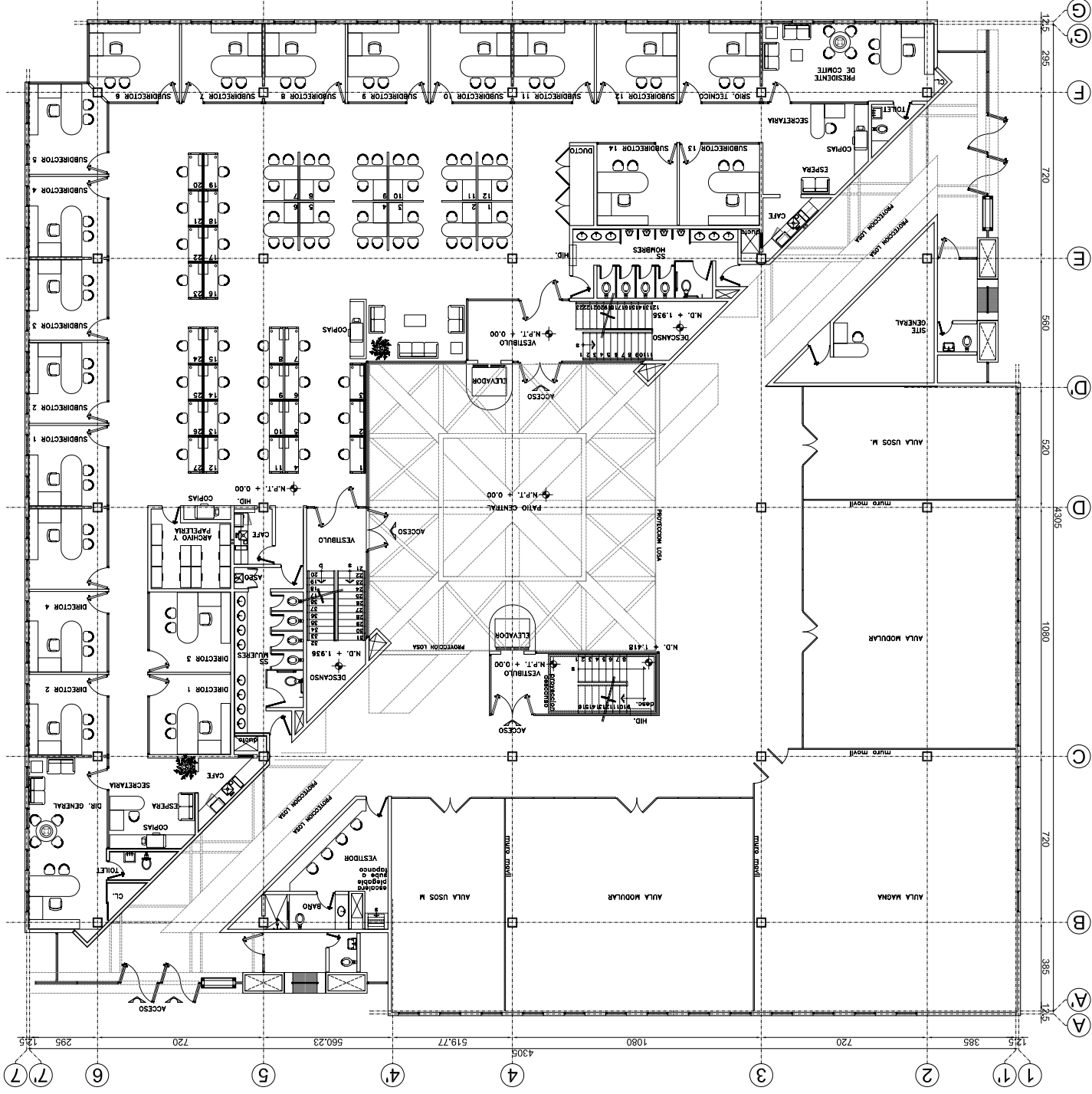
Título: PLANTA ARQUITECTÓNICA (Planta Baja)

COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: 1 / E  
Edificio de gobierno designado a oficinas.  
Ubicado en la delegación Venustiano Carranza,  
México, D.F.

El edificio está constituido por un solo cuerpo con un área de construcción de aproximadamente 5,400 m<sup>2</sup> distribuidos en cuatro niveles, que se encuentran desahogados en medios niveles entre ellos. De acuerdo a las características físicas y mecánicas del suelo la cimentación es del tipo semi-compensada empleando

estructurado mediante columnas de acero y trabes del mismo material que forman un sistema de marcos ortogonales en dos direcciones. Todas las columnas de acero bajan hasta la cimentación, transmitiendo así las cargas de los entribos de manera directa al terreno.

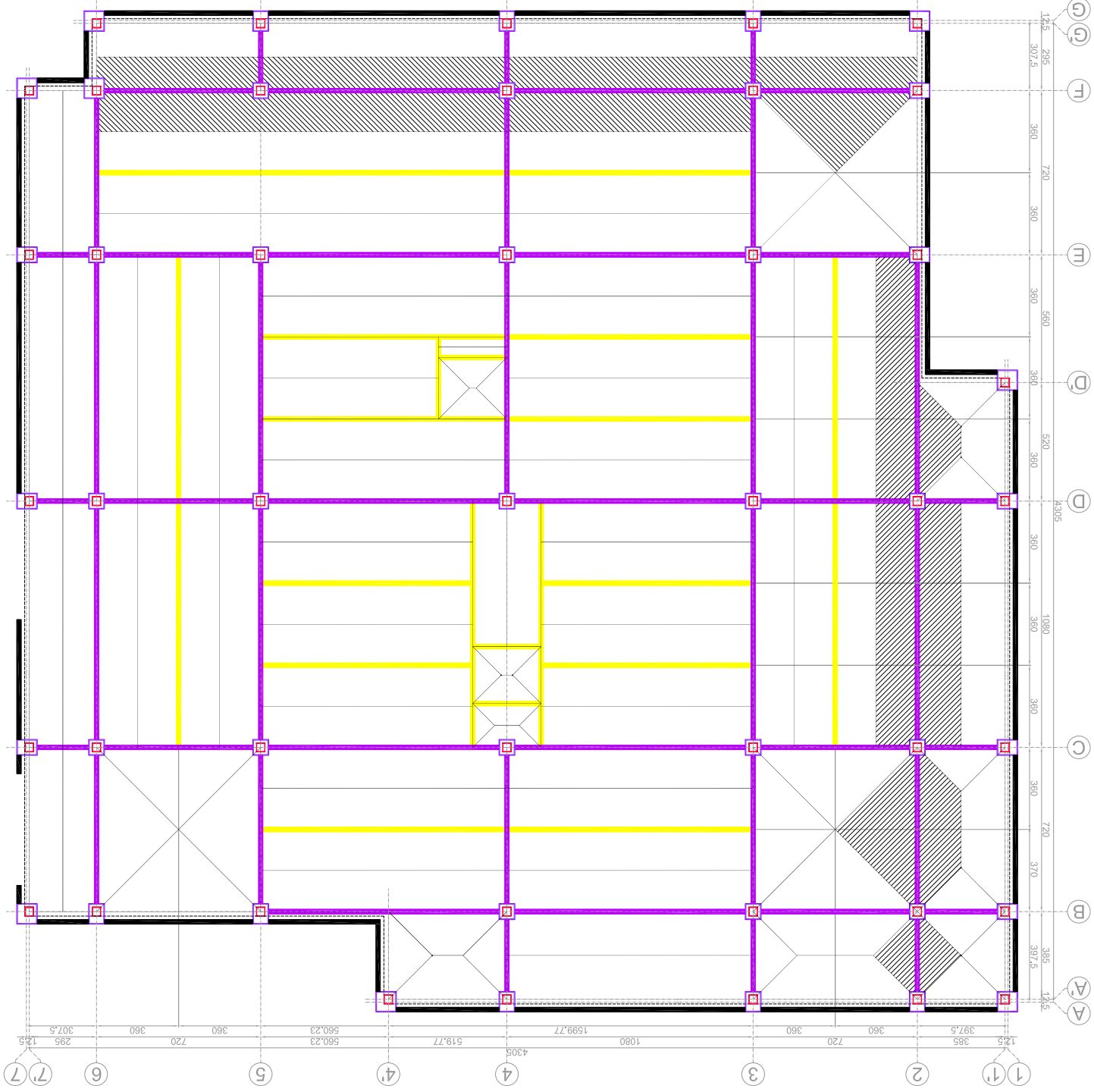
En resumen la edificación se encuentra clasificada como del Grupo B, subgrupo B1, su carga V<sub>m</sub> es de 250 kg/m<sup>2</sup> (oficina) y para efectos de análisis sísmico esta desplantada en la Zona III C (zona del lago), todo lo anterior de acuerdo a la zonificación y tablas del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.



Título: PLANTA ESQUEMÁTICA DE ESTRUCTURACIÓN

La estructura de la cimentación esta resuelta con una losa de cimentación que esta reforzada por contrabases principales sobre los ejes en ambos sentidos, lo cual genera tres tipos de tableros de losa segun sus dimensiones, adicionalmente se cuenta con contrabases secundarios en ambos sentidos para poder disminuir el tamaño de algunos de los tableros que estan delimitados por los ejes principales. Por las características del terreno se cuenta con un muro de contención en todo el perímetro, para absorber los empujes laterales que estan delimitados por los ejes principales. Para las características del terreno directamente las cargas de la estructura que se descargan por medio de las columnas.

secundarias en ambos sentidos para poder disminuir el tamaño de algunos de los tableros que estan delimitados por los ejes principales. Por las características del terreno directamente las cargas de la estructura que se descargan por medio de las columnas.



Simbología:

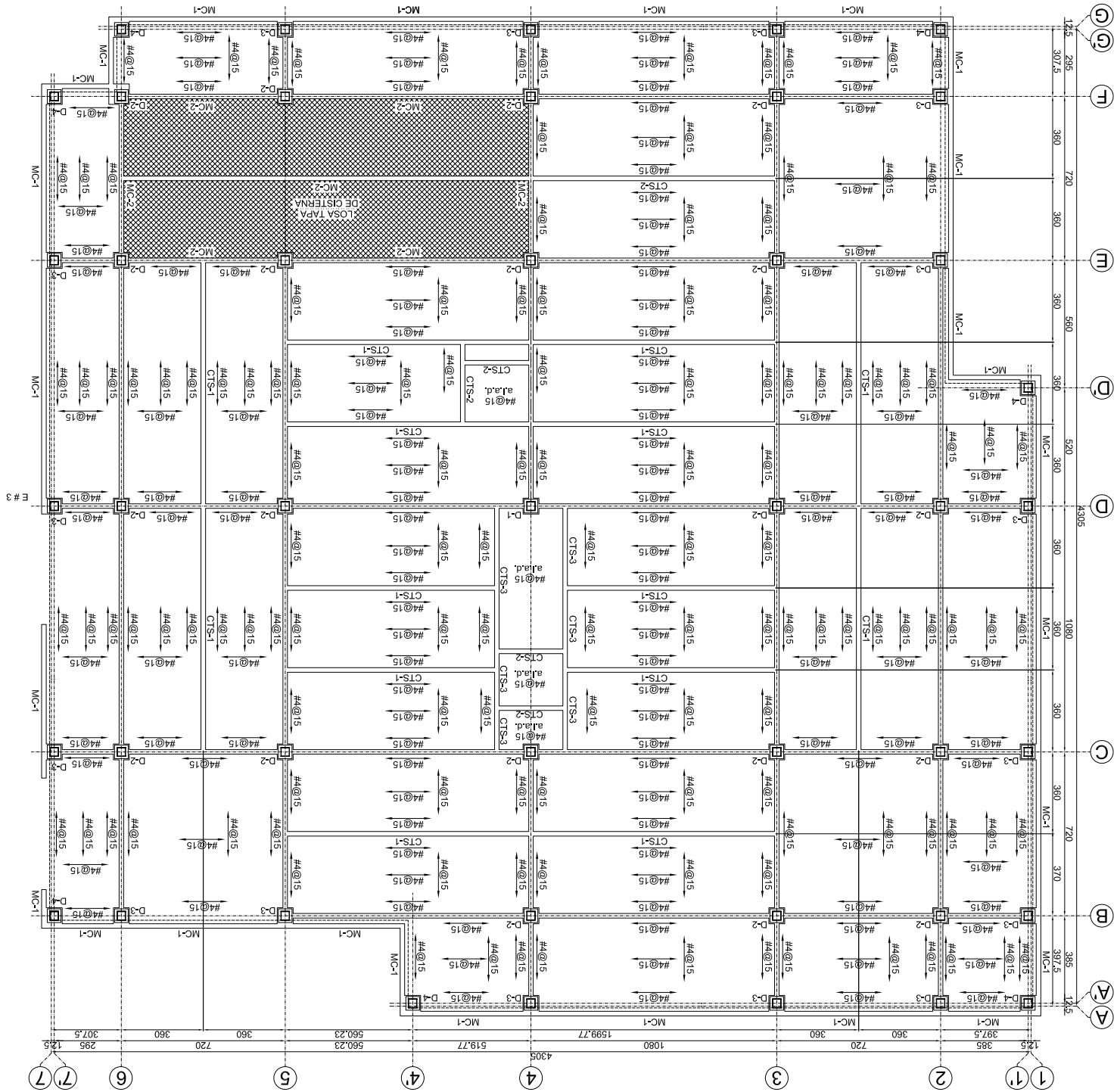
- Elemento de contención - Muro
- Punto de apoyo - Columna
- Elemento de transición - Dado
- Elemento portante principal - Contrabase
- Elemento portante secundario - Contrabase
- ▨ Área tributaria - Para los cuadrados de losa asignados
- ▨ Área tributaria - Para los cuadrados de losa asignados
- ▨ al elemento por medio de áreas tributarias, ver punto 1.c

PLANTA ESTRUCTURAL (Cimentación)

COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: 5 / E  
 La cimentación se resolvió mediante una cimentación a 2,80 m de profundidad. La losa de fondo de cimentación fue delimitada mediante contrarribes de concreto para repartir las cargas de

forma uniforme a esta losa. El peralte de la losa de concreto es de 30 cm de peralte, con un armado del #4 a cada 15 cm en ambos lados y ambas direcciones, mientras que las contrarribes se consideraron de 25 x 120 cm de sección transversal. Solamente en uno de los entrees (E-F, 4-6) de la cimentación

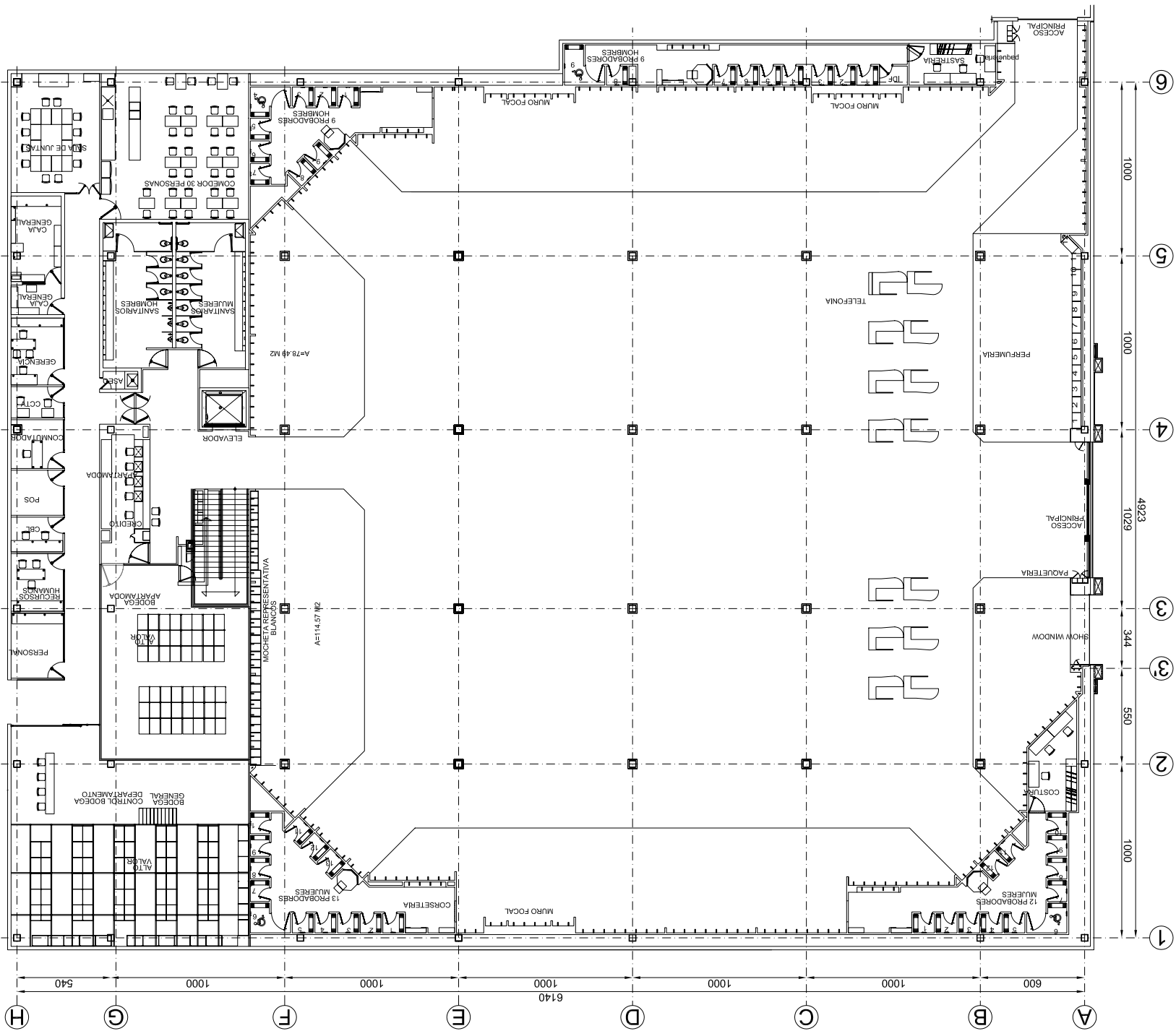
se profundizó hasta 5,10 m, debido que esta zona alberga el sistema de agua potable de la edificación, dicha zona cuenta con una losa fondo de 30 cm de peralte y una losa tapa de 15 cm de espesor. La profundidad de la cimentación es de 2,00 m. Ilustración



- Datos de losa
- Peralte efectivo. 25 cm
- Recubrimiento. 5 cm
- Peralte total. 30 cm
- Concreto f.c. 250 kg/cm<sup>2</sup>
- Acero fy. 4200 kg/cm<sup>2</sup>
- Ø Varilla. 1/2" (#4)

Título: PLANTA ARQUITECTÓNICA (Entrepiso)

COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: S / E  
 Tienda departamental de artículos para el hogar.  
 Ubicada en Culiacán, Sinaloa.



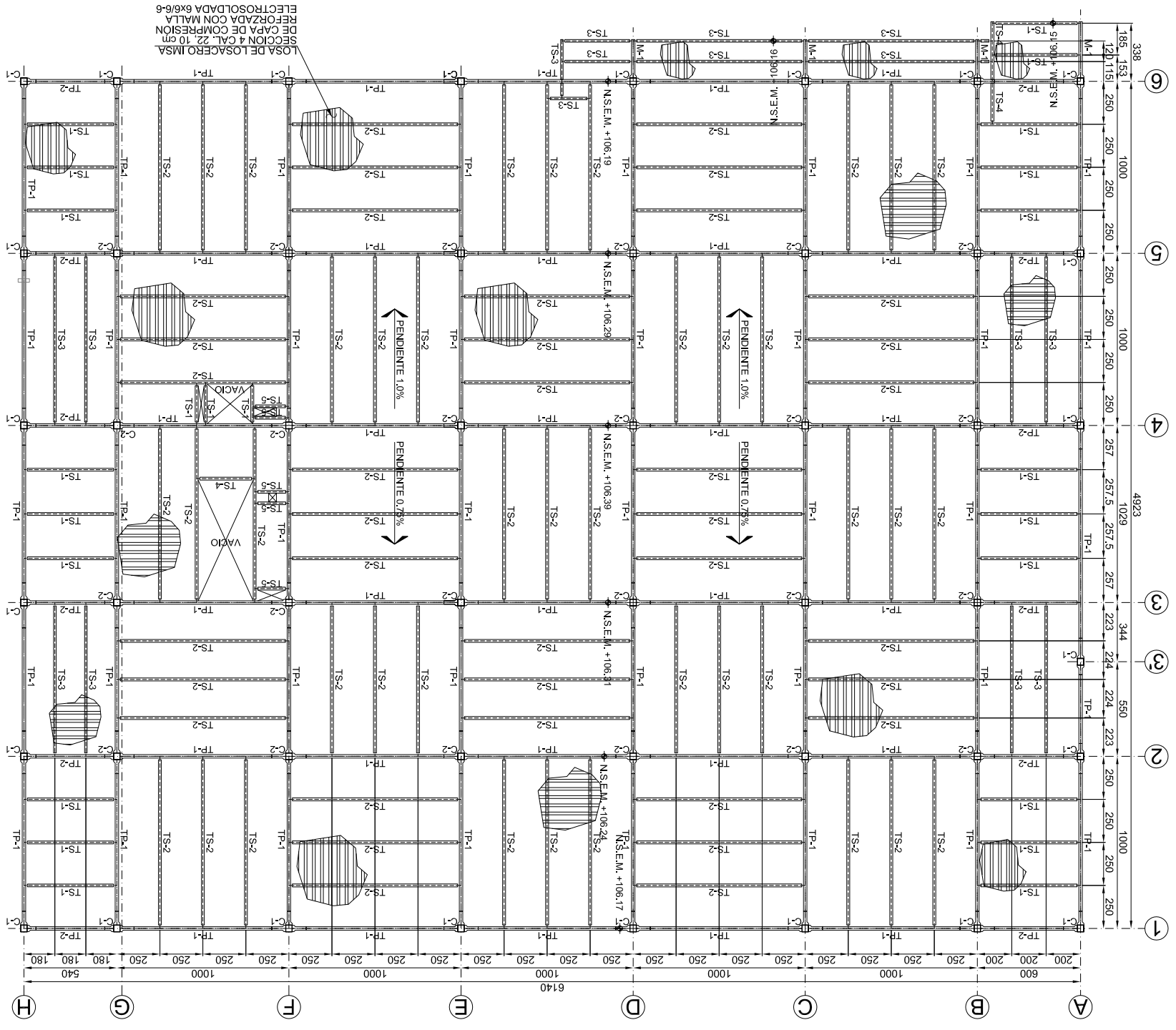


Título: PLANTA ESTRUCTURAL  
 COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: S / E

La estructura se resolvió mediante marcos rígidos metálicos en ambas direcciones de la nave, tanto para soportar cargas gravitacionales como cargas accidentales.

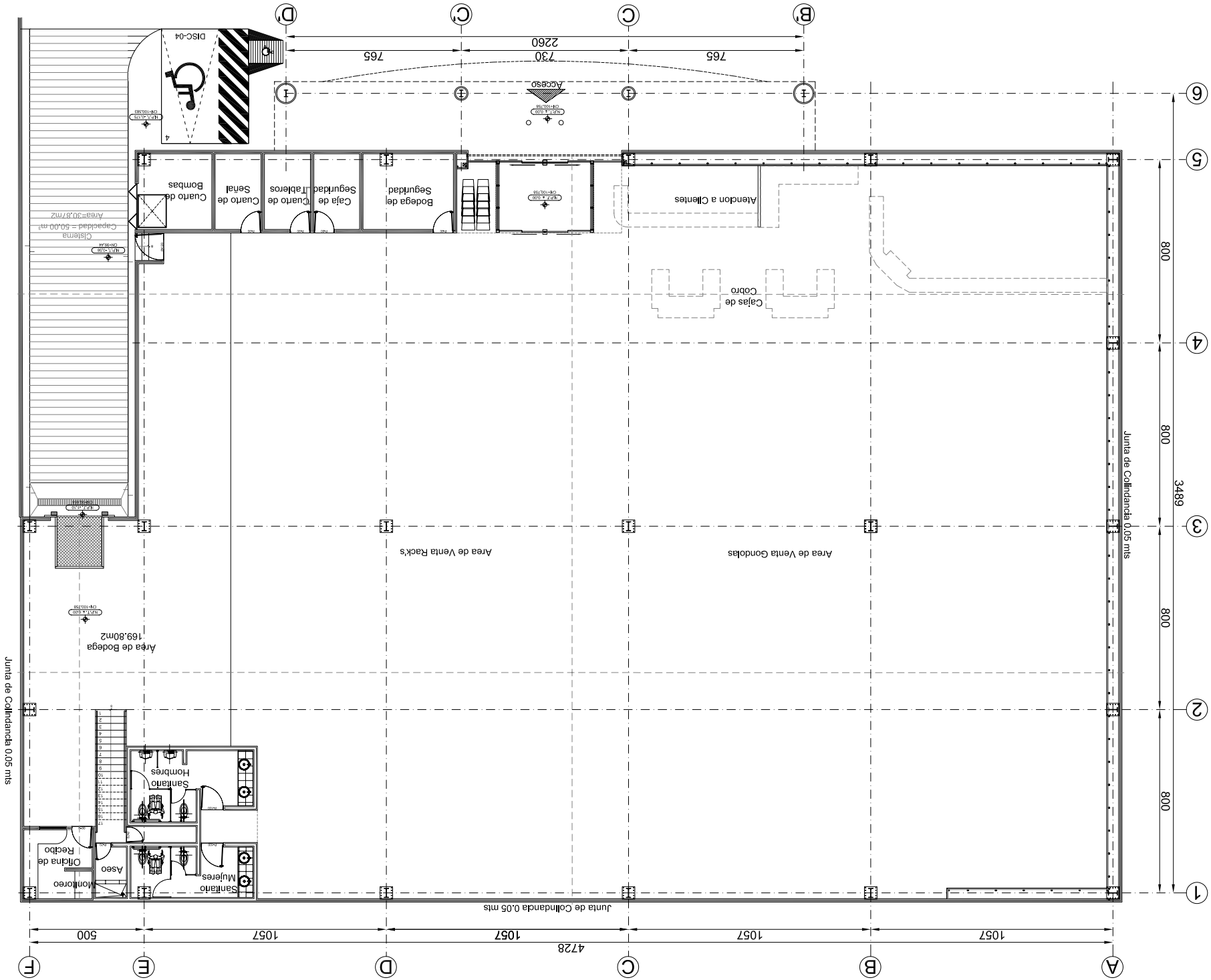
El sistema de cubierta de toda la tienda es mediante losacero

sección 4 calibre 22, la cual se encuentra soportada mediante vigas secundarias tipo R de 60 cm de peralte aproximadamente espaciadas a una distancia promedio de 2.5 m. Las vigas secundarias fueron dispuestas curvadas sobre las bases de cargas se distribuyen de manera uniforme sobre las bases principales. Las columnas se encuentran resueltas a base de secciones en caja formadas por cuatro placas soldadas con un



**Simbología:**  
 □ Columna C  
 ▬ Trabe Principal TP  
 ▬ Trabe Secundaria TS

PLANTA ARQUITECTÓNICA (Planta baja)

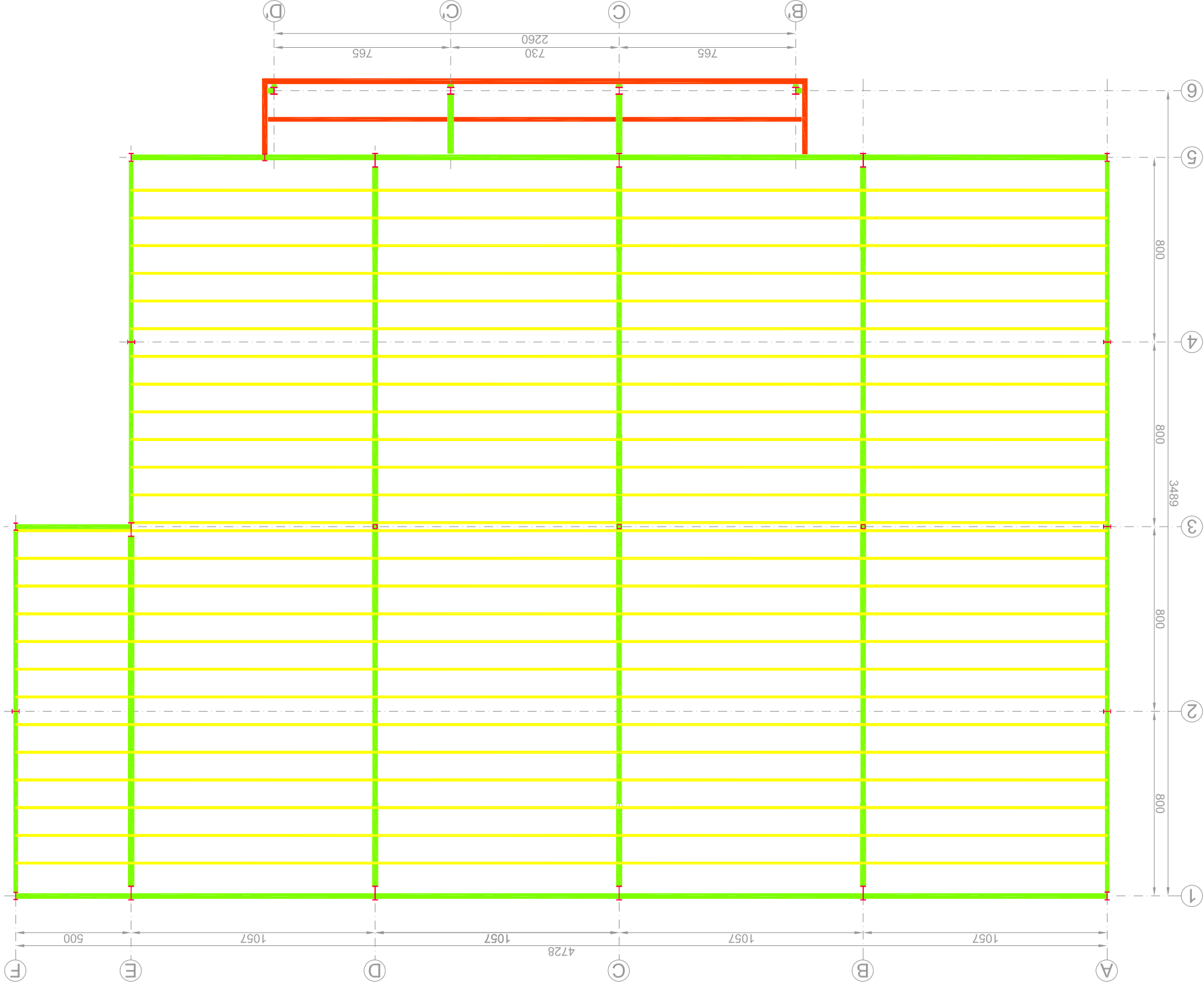


El edificio está constituido por un solo cuerpo de un nivel.  
 En el sentido largo se cuenta con 6 ejes principal y a lo ancho con 3 ejes principales. La cubierta está formada por dos superficies inclinadas a dos aguas.

Título: PLANTA ESQUEMÁTICA DE ESTRUCTURACIÓN  
 COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: S / E

Simbología:

- Elemento portante secundario - Lateral
- Elemento portante secundario - Trabe
- Elemento portante principal - Trabe
- Punto de apoyo - Columna





PLANTA ESTRUCTURAL

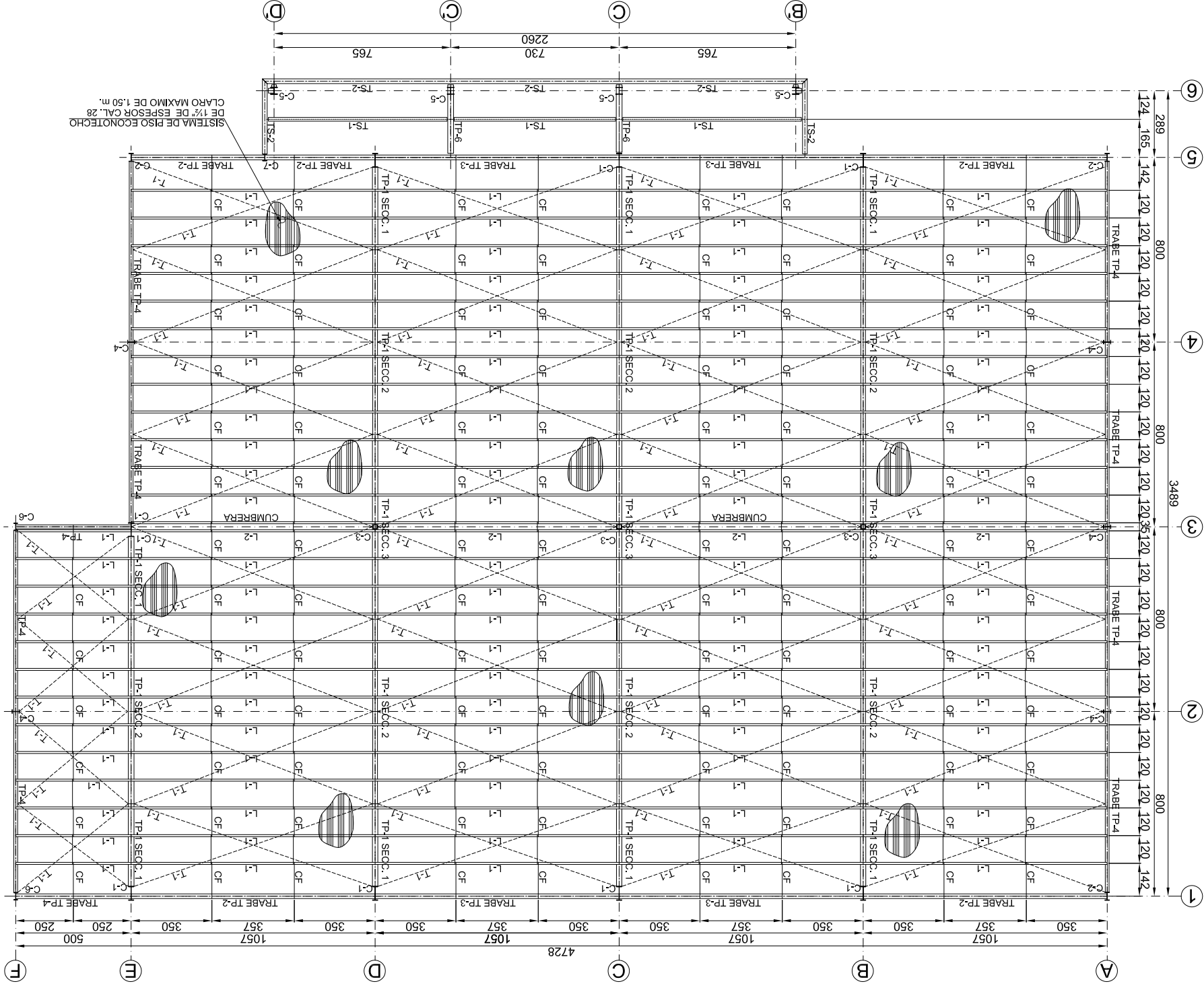
Título: COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: S / E  
 La estructura principal se resolvió mediante columnas y trabes de acero. Las columnas son de sección variable y constantes y formadas por siete tipos de sección transversal tipo "T". En el eje de la cumbrera se emplearon columnas tubulares cuadradas tipo

"OR". Las columnas se encuentran unidas entre sí por trabes de acero a las que llegan largueros de acero de tipo montón (cl). Las trabes dispuestas sobre las vigas se convierten como los elementos principales del sistema estructural. Las cuñas están constituidas por tres secciones distintas a lo largo de las mismas. Todas las trabes están contraventeadas con rondos de acero que restringen su pandeo lateral.

Así mismo estas trabes sustentan en la parte superior largueros que a su vez dan apoyo al panel de cubierta, los largueros cuentan con contrambos, estos tienen la función de restringir el pandeo de los mismos en el sentido perpendicular a la sección. En el perímetro de la estructura se cuenta con trabes que tienen la finalidad de acoplar el sistema estructural.

Simbología:  
 I Columna C  
 Trabe Principal TP  
 Trabe Secundaria TS  
 --- Languero L  
 --- Tensores T-1

Contralambos CF



## II. Cargas.

### II.a Acciones a las que se vera sujeta una estructura.

En el diseño de toda estructura deberán tomarse en cuenta todas las acciones que afectaran de forma significativa el comportamiento de la misma. De la adecuada determinación y clasificación de estas acciones sobre cada estructura en particular dependerá la capacidad de carga de sus elementos y por lo tanto de sus dimensiones.

La clasificación de estas acciones se puede hacer según su origen o la forma en que actúan:

- a. **Acciones permanentes:** Son aquellas que actúan de forma continua sobre la estructura y cuya magnitud no varia considerablemente con el tiempo, como la carga por el peso propio de la estructura, elementos no estructurales (partidas) como muros divisorios, acabados, instalaciones, etc., así como empujes estáticos de líquidos y tierras.
- b. **Acciones de funcionamiento:** Son aquellas que actúan sobre la estructura con una intensidad variable, pero obtienen valores considerables durante largos lapsos de tiempo, se incluyen las cargas producidas por el uso y funcionamiento propias de la edificación y que no tienen un carácter permanente.

Las acciones de funcionamiento o cargas vivas se dividen en tres partes:

- b.1 **Carga viva máxima ( $W_m$ ):** se emplea en el diseño estructural por fuerzas gravitacionales.
- b.2 **Carga instantánea ( $W_a$ ):** se emplea en el diseño estructural por fuerzas de sismo y viento.
- b.3 **Carga media ( $W$ ):** se emplea en el diseño estructural para el cálculo de asentamientos diferenciales y el cálculo de flechas diferidas.
- c. **Acciones accidentales:** Son aquellas que se producen por causas ajenas a la estructura y que pueden alcanzar valores sustanciales durante un período corto de tiempo, pero sin embargo son las que pueden producir el mayor daño a la estructura, estas son acciones excepcionales como sismos, viento y oleaje.

No obstante el criterio que se adopte para clasificar las acciones, es importante realizar un análisis de cargas de acuerdo con los códigos o reglamentos locales.

## II.b Análisis de cargas.

El objetivo principal de un análisis de cargas es determinar **el peso por metro cuadrado** de un sistema de piso o cubierta de cualquier estructura, para poder obtener dicho peso es necesario establecer dos cosas:

### a.- Las acciones permanentes (cargas muertas)

Donde se deben precisar:

a.1 **El sistema estructural** que se haya elegido para resolver la estructura (losa maciza, vigueta y bovedilla, losacero, etc.)

a.2 **Los acabados** del proyecto arquitectónico (donde se incluyen terminados de pisos, rellenos, entortados, impermeabilizantes, pesos por instalaciones, muros divisorios, equipos de gran tamaño, etc.)

Para la evaluación de las cargas muertas se emplearán las dimensiones específicas de los elementos constructivos y los pesos unitarios de los materiales de construcción, así como de los acabados (ver tabla 1). Para estos últimos se utilizarán valores mínimos probables, que en la mayoría de los casos se obtienen de los códigos y reglamentos locales.

### b.- Las acciones de funcionamiento (cargas vivas)

Estas cargas vivas están en función del uso que se destinara a la edificación, tales como habitación, de oficinas, comercio, garajes, comunicación, etc.

De igual forma los valores de las cargas vivas estarán determinados por códigos o reglamentos locales (ver tabla 2), en este caso en específico la magnitud de la carga estará regida por el uso de la edificación, caso contrario de las cargas muertas que para todos los tipos de usos, los valores de los pesos siempre son los mismos.

Tabla 1

**Tabla de pesos de materiales**

Material	Peso en t/m <sup>3</sup>	
	Mínimo	Máximo
<b>1. Piedras naturales</b>		
Chilucas y canteras (secas)	1.75	2.45
Chilucas y canteras (saturadas)	2.00	2.50
Basaltos (piedra braza)	2.35	2.60
Granito	2.40	3.20
Mármol	2.55	2.60
Pizarras	2.30	2.80
Tepetate (seco)	0.75	1.60
Tepetate (saturado)	1.30	1.95
Tezontle (seco)	0.65	1.25
Tezontle (saturado)	1.15	1.55

<b>2. Suelos</b>		
Arena de mina (seca)	1.40	1.75
Arena de mina (saturada)	1.85	2.10
Grava	1.40	1.60
Arcilla típica del valle de México	1.20	1.50
Cemento	1.50	1.60
Mortero	1.00	1.00
<b>3. Piedras artificiales y concretos</b>		
Concreto simple y agregado normal	2.00	2.20
Concreto reforzado	2.20	2.40
Mortero cal y arena	1.40	1.50
Mortero cemento arena	1.90	2.10
Tabique de barro prensado	1.60	2.20
Tabique de barro macizo recocido	1.30	1.5
Bloque hueco de concreto (ligero)	0.90	1.30
Bloque hueco de concreto (medio)	1.30	1.70
Bloque hueco de concreto (pesado)	2.00	2.20
<b>4. Varios</b>		
Caoba (seca)	0.55	0.65
Caoba (saturada)	0.70	1.00
Cedro (seco)	0.40	0.55
Cedro (saturado)	0.50	0.70
Oyamel (seco)	0.30	0.40
Oyamel (saturado)	0.55	0.65
Pino (seco)	0.45	0.65
Pino (saturado)	0.80	1.00
Encino (seco)	0.80	0.90
Encino (saturado)	0.80	1.00
Vidrio plano	0.80	3.10
Yeso	1.10	1.5
		Peso en kg/m <sup>2</sup>
Azulejo	10.0	15.0
Mosaico de pasta	25.0	35.0
Mosaico de terrazo (20 x 20)	35.0	45.0
Mosaico de terrazo (30 x 30)	45.0	55.0
Granito de terrazo (40 x 40)	55.0	65.0
Loseta asfáltica o vinílica	5.00	10.0
Falso plafón de aplanado	40.0	-----
Mármol de 2.5 cm. de espesor	52.5	-----
Cancelería metálica para oficina	35.0	-----
Tabla roca de 1.25 cm.	8.50	-----

Para la aplicación de las cargas vivas unitarias se deberá tomar en consideración las siguientes disposiciones extraídas del reglamento de construcciones para el distrito federal:

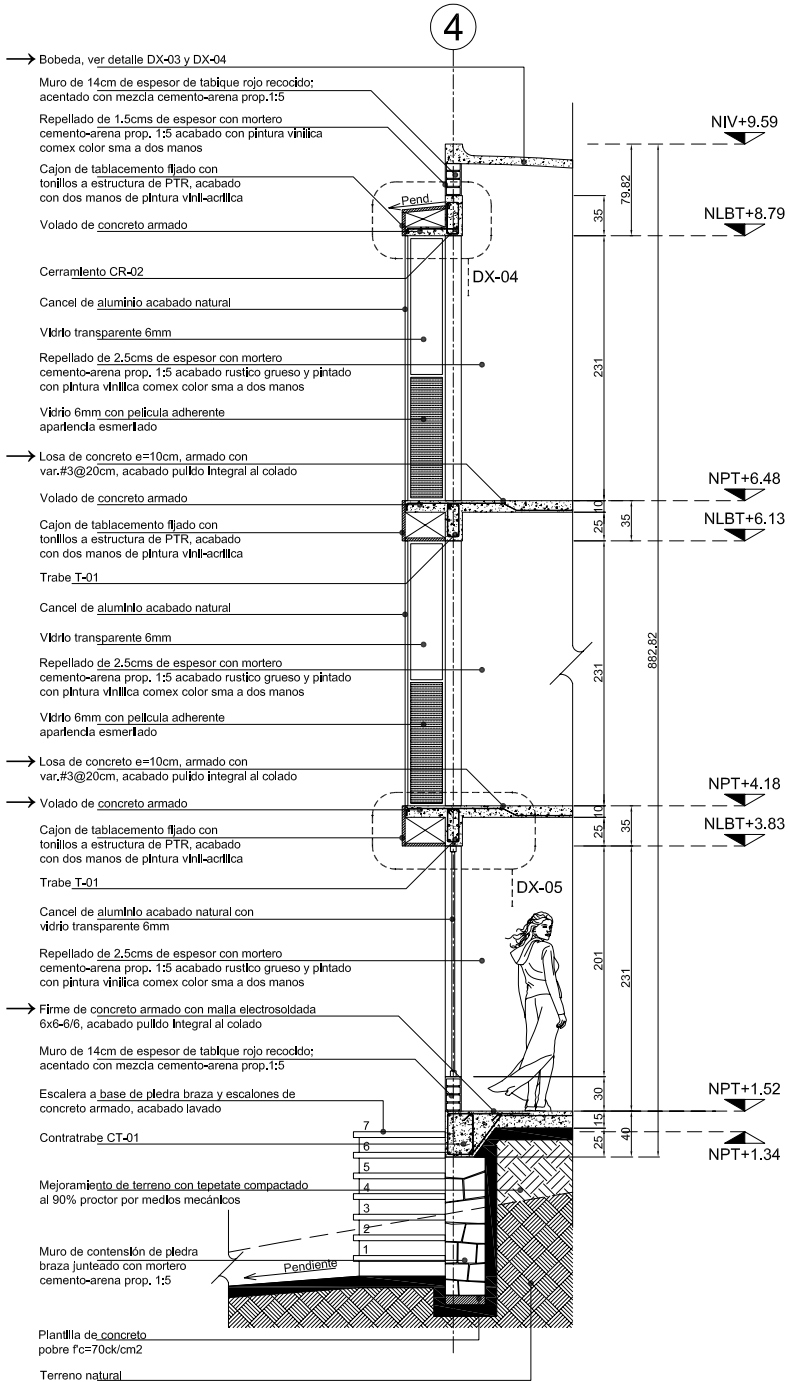
Tabla 2

<b>Tabla de cargas vivas unitarias (kg/m<sup>2</sup>)</b>			
	<i>W</i>	<i>Wa</i>	<i>Wm</i>
1. Habitación (casa-habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)	70	90	170
2. Oficina, despachos y laboratorios	100	180	250
3. Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	40	150	350
4. Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales	40	350	450
5. Otros lugares de reunión (templos, cines, teatros, gimnasios, salones de baile, restaurantes, bibliotecas, aulas, salas de juego y similares)	40	250	350
6. Cubiertas y azoteas con pendiente no mayor de 5%	15	70	100
7. Cubiertas y azoteas con pendiente mayor de 5%	5	20	40
8. Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	15	70	300
9. Garajes y estacionamientos (para automóviles exclusivamente)	40	100	250

Los análisis de cargas se elaborarán de acuerdo con las necesidades específicas de cada proyecto en particular. En los planos de acabados o en los cortes por fachada es donde podemos obtener la información necesaria para la realización de el o los análisis de cargas (ver plano CF-01 y CF-02), ya que en un mismo proyecto podemos tener más de un tipo de sistema de piso o cubierta, y es en estos planos es donde se especifican los materiales y acabados que el arquitecto tiene pensado utilizar.

A continuación se presentan algunos ejemplos de cómo se puede integrar un análisis de cargas; en los cuales veremos que los valores que pueden variar indistintamente son los de carga muerta. Las magnitudes de carga viva dependen estrictamente del destino (habitacional, comercial, etc.) de la edificación y permanecen constante independientemente del sistema de piso que se este utilizando.

Los resultados de las magnitudes obtenidos, por comodidad al manejar las cantidades de números, se recomienda redondearlos al siguiente valor entero superior inmediato.



Tema: **Análisis de cargas**  
**Corte por fachada**

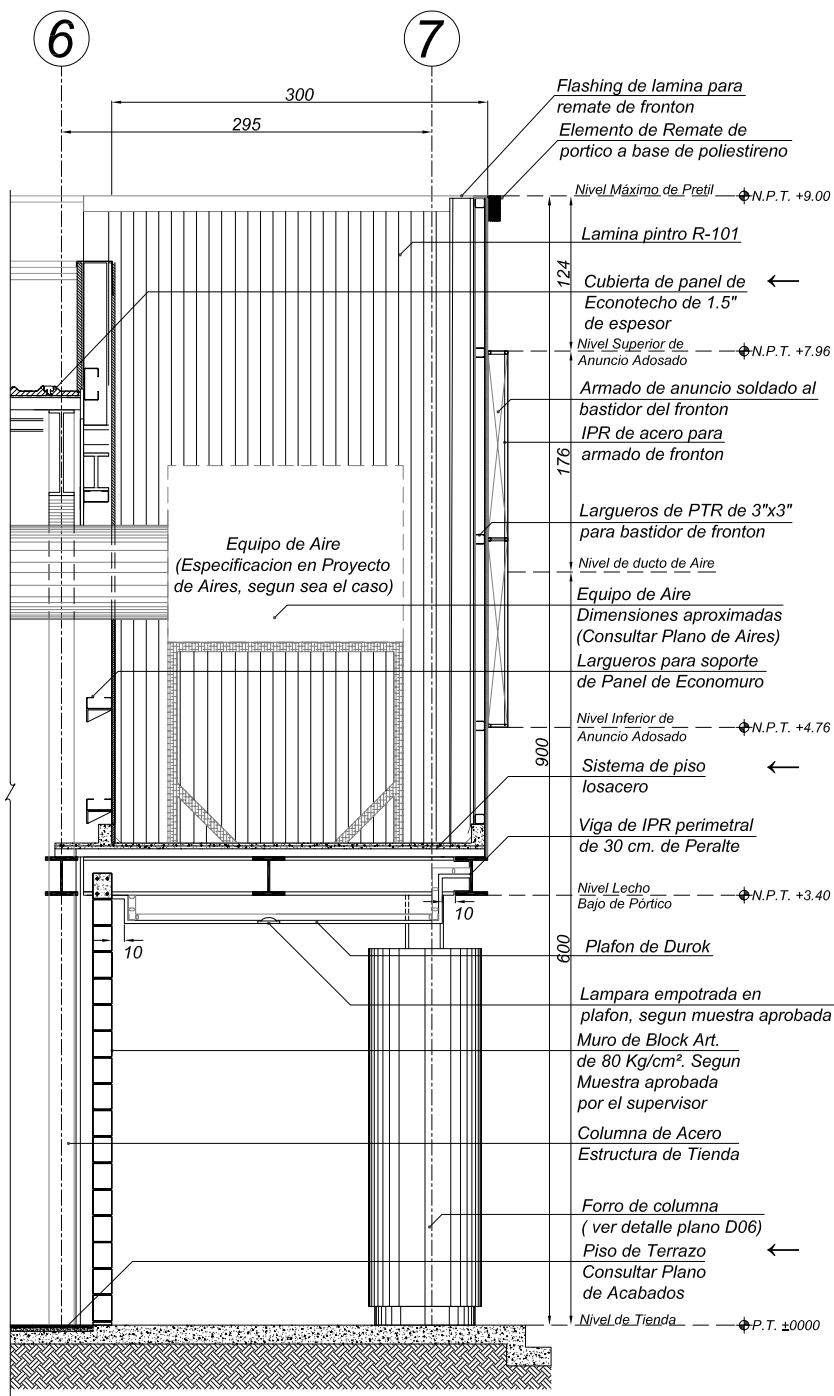
CF-01 17

Clave:

Título: **CORTE POR FACHADA**

COTAS EN CENTIMETROS / Esc: S/E

Corte por fachada de una vivienda mínima, donde se especifican los materiales, acabados y sistemas constructivos. Información indispensable para poder realizar un análisis de cargas preciso.



Tema: **Análisis de cargas**  
**Corte por fachada**

Clave: **CF-02** 18

Título: **CORTE POR FACHADA**

COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: S/E

Corte por fachada de un inmueble de uso comercial, donde el sistema de piso de cubierta es a base de multitecho y el sistema de piso de entripiso es a base de losacero.

## I.b1 Sistemas de piso de azotea.

En los sistemas de piso de azotea las cargas vivas por reglamento se dividen en dos grupos: las azoteas o cubiertas con pendiente mayor a 5% y las azoteas o cubiertas con pendiente menor a 5%, puntos 5 y 6 de la tabla 2, estos valores son indistintos del destino de la edificación.

**Los de losacero de azotea con pendiente <5%**

Concepto		Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.-	Los de losacero romsa Sección 4, cal. 22 capa de compresión de 6 cm reforzado con malla electrosoldada 6x6-6/6.	220	220	220
2.-	Plafon e Instalaciones	20	20	20
3.-	Sobrecarga de colado (Sec. 5.1.2 R.C.D.F)	40	40	40
4.-	Relleno de tezontle	95	95	95
5.-	Entortado de 5 cm	98	98	98
6.-	Enladrillado	35	35	35
7.-	Carga viva (Azotea pend <5%)	100	70	15
TOTAL.		608	578	523

**Los de losacero de azotea con pendiente >5%**

Concepto		Wm (kN/m <sup>2</sup> )	Wa (kN/m <sup>2</sup> )	W (kN/m <sup>2</sup> )
1.-	Losacero romsa QL-99 M62 cal. 22 con 5 cm de capa de compresión.	225	225	225
2.-	Plafon e Instalaciones	30	30	30
3.-	Sobrecarga de colado (Sec. 5.1.2 R.C.D.F)	20	20	20
4.-	Entortado de 5 cm	100	100	100
5.-	Carga viva (Azotea pend >5%)	40	20	5
TOTAL.		415	395	380

**Los de multy panel de azotea con pendiente <5%**

Concepto		Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.-	Sistema de piso de panel "W" de 2" con una capa de compresión de 5 cm	127	127	127
2.-	PoPo. Estructura (montantes).	30	30	30
3.-	Entortado de 5cm	96	96	96
4.-	Enladrillado	37	37	37
5.-	PoPo. Instalaciones y Acabados	40	40	40
6.-	Sobrecarga de colado (Art. 197)	40	40	40
7.-	Carga viva azotea (pend < 5%)	100	70	15
TOTAL.		470	440	385

**Los de multy panel de azotea con pendiente >5%**

Concepto		Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.-	Sistema de piso de Econo techo de 2" cal. 28 claro máximo de 1.50 m	13	13	13
2.-	PoPo. Instalaciones y Acabados	30	30	30
3.-	PoPo. Largueros	12	12	12
4.-	Carga viva azotea (pend >5%)	40	20	5
TOTAL.		95	75	60



**Losa de vigueta y bovedilla de azotea pendiente > 5%**

Concepto		Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.-	Losa de vigueta y bovedilla marca Premex o similar (vigueta tipo T-4), con bovedillas de poliestireno de 13 cm y capa de compresión de 4 cm, reforzada con malla electrosoldada 6x6-10/10.	155	155	155
2.-	Relleno de tezontle	30	30	30
3.-	PoPo. Instalaciones y Acabados	20	20	20
4.-	Sobrecarga de colado (Sec. 5.1.2 R.C.D.F)	20	20	20
5.-	Enladrillado	15	15	15
6.-	Entortado de 5cm	12	12	12
7.-	Carga viva (pendiente >5%)	40	20	5
<b>T O T A L.</b>		<b>292</b>	<b>272</b>	<b>257</b>

**Losa de rejilla Irving de azotea con pendiente <5%**

Concepto		Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.-	Sistema de piso de rejilla Irving lisa tipo IS-05 de 4.8 x 50.8 mm (3/16" x 2")	68	68	68
2.-	PoPo. Instalaciones y Acabados	30	30	30
3.-	Carga viva (Helicóptero SIKORSKY S-76C+)	435	435	435
4.-	Carga viva (Azotea pend < 5%)	100	70	15
<b>T O T A L.</b>		<b>633</b>	<b>603</b>	<b>548</b>

**Losa de lámina de azotea con pendiente >5%**

Concepto		Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.-	Lamina Zintro tipo R-101 Cal. 24	5.5	5.5	5.5
2.-	PoPo. Joist (Largueros)	12.5	12.5	12.5
3.-	PoPo. Instalaciones y Acabados	20	20	20
4.-	Carga viva (pendiente > 5%)	40	20	5
<b>T O T A L.</b>		<b>78</b>	<b>58</b>	<b>43</b>

**Losa maciza de azotea con pendiente < 5%**

Concepto		Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.-	Losa maciza de 12 cm	288	288	288
2.-	Relleno de tezontle	91	91	91
3.-	PoPo. Instalaciones y Acabados	20	20	20
4.-	Sobrecarga de colado (Sec. 5.1.2 R.C.D.F)	20	20	20
5.-	Enladrillado	30	30	30
6.-	Entortado de 5cm	90	90	90
7.-	Carga viva azotea ( pend < 5%)	100	70	15
<b>T O T A L.</b>		<b>639</b>	<b>609</b>	<b>554</b>

**Losa reticular de azotea pendiente > 5%**

Concepto		Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.-	Losa reticular de 40 cm con casetones a cada 60 cm en las dos direcciones.	96	96	96
2.-	PoPo. Instalaciones	40	40	40
3.-	Sobrecarga de colado (Sec. 5.1.2 R.C.D.F)	40	40	40
4.-	Enladrillado	33	33	33
5.-	Carga viva (pendiente >5%)	40	20	5
<b>T O T A L.</b>		<b>249</b>	<b>229</b>	<b>214</b>

II.b2 **Sistemas de piso de entrepiso.**

En los sistemas de piso para entrepiso las cargas vivas por reglamento se determinan de acuerdo al destino de la edificación ya sea habitacional, de oficina, de estacionamiento, etc. Ver puntos 1, 2, 4 y 9 de la tabla 2.

**Losa de losacel de entrepiso, claro de 5 m peralte losa 20cm peralte**

Concepto		Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.-	Losa reticular marca losacel o similar, con bovedillas de poliestireno y capa de compresión de 5 cm, reforzada con malla electrosoldada 6x6-6/6.	270	270	270
2.-	Acabado de piso de cerámica	30	30	30
3.-	PoPo. Instalaciones	20	20	20
4.-	Sobrecarga de colado (Sec. 5.1.2 R.C.D.F)	40	40	40
5.-	Carga viva (archivo muerto)	350	315	280
<b>T O T A L.</b>		<b>710</b>	<b>675</b>	<b>640</b>

**Losa de vigas "T" de entrepiso**

Concepto		Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.-	Losa a base de vigas dobe "T" con capa de compresión de 3 cm.	400	400	400
2.-	Acabados de cerámica	27	27	27
3.-	PoPo. Instalaciones	20	20	20
4.-	Sobrecarga de colado (Sec. 5.1.2 R.C.D.F)	20	20	20
5.-	Carga viva (estacionamiento)	250	100	40
<b>T O T A L.</b>		<b>717</b>	<b>567</b>	<b>507</b>

**Losa de losacero de entrepiso**

Concepto		Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.-	Losa de losacero romsa Sección 4, cal. 22 capa de compresión de 6 cm reforzado con malla electrosoldada 6x6-6/6.	220	220	220
2.-	Acabado de cerámica	40	40	40
3.-	Plafon e Instalaciones	30	30	30
4.-	Sobrecarga de colado (Sec. 5.1.2 R.C.D.F)	40	40	40
5.-	Particiones	100	100	100
6.-	Carga viva (biblioteca)	350	250	40
<b>T O T A L.</b>		<b>780</b>	<b>680</b>	<b>470</b>

**Losa maciza de entrepiso**

Concepto		Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.-	Losa maciza de 12 cm	288	288	288
2.-	Acabado de marmol o cerámica en piso	32	32	32
3.-	Instalaciones	20	20	20
4.-	Sobrecarga de colado (Sec. 5.1.2 R.C.D.F)	40	40	40
5.-	Particiones	100	100	100
6.-	Carga viva (restaurante)	350	250	40
<b>T O T A L.</b>		<b>830</b>	<b>730</b>	<b>520</b>

**Losa reticular de entrepiso**

Concepto		Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.-	Losa reticular de 40 cm con casetones a cada 60 cm en las dos direcciones.	430	430	430
2.-	Acabados de marmol o ceramica	52	52	52
3.-	PoPo. Instalaciones	25	25	25
4.-	Sobrecarga de colado (Sec. 5.1.2 R.C.D.F)	40	40	40
5.-	Particiones de panel o tablaroca	50	50	50
6.-	Carga viva (oficinas)	250	180	100
<b>TOTAL.</b>		<b>847</b>	<b>777</b>	<b>697</b>

**Losa de vigueta y bovedilla de entrepiso**

Concepto		Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.-	Losa de vigueta y bovedilla marca Premex o similar (vigueta tipo T-1), con bovedillas de poliestireno de 13 cm y capa de compresión de 4 cm, reforzada con malla electrosoldada 6x6-10/10.	155	155	155
2.-	Acabado de piso de cerámica	30	30	30
3.-	PoPo. Instalaciones	20	20	20
4.-	Particiones de panel W	50	50	50
5.-	Sobrecarga de colado (Sec. 5.1.2 R.C.D.F)	20	20	20
6.-	Carga viva (casa habitación)	170	90	70
<b>TOTAL.</b>		<b>445</b>	<b>365</b>	<b>345</b>

**II.b3 Sistemas de piso de circulaciones y volados.**

En los sistemas de piso de circulaciones, tanto verticales como horizontales (de acceso libre al público) y los sistemas de voladizos, las cargas vivas por reglamento fijan un solo valor no importando el destino de la edificación. Ver puntos 3 y 8 de la tabla 2.

**Escalera**

Concepto		Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.-	Escalones de concreto de 5 cm de espesor	120	120	120
2.-	PoPo. Instalaciones y Acabados	10	10	10
3.-	Sobrecarga de colado (Sec. 5.1.2 R.C.D.F)	40	40	40
4.-	Bastidor de metal escalones	10	10	10
5.-	Peso propio estructura.	20	20	20
6.-	Carga viva (circulaciones)	350	150	40
<b>TOTAL.</b>		<b>550</b>	<b>350</b>	<b>240</b>

**Volado perimetral de madera**

Concepto		Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.-	Triplay de 19 mm de espesor	16	16	16
2.-	PoPo. Estructura (monten).	30	30	30
3.-	PoPo. Instalaciones y Acabados	40	40	40
4.-	Carga viva (en vía pública)	300	70	15
<b>TOTAL.</b>		<b>386</b>	<b>156</b>	<b>101</b>

Valores que se determinan dependiendo del proyecto arquitectónico.

## II.c Repartición de cargas.

El proceso de repartición de cargas consiste en determinar que cantidad de metros cuadrados de un sistema de piso, se asignara a un elemento portante ya sea principal o secundario. Para poder establecer esta cantidad de metros cuadrados, es necesario conocer el área tributaria de cada elemento.

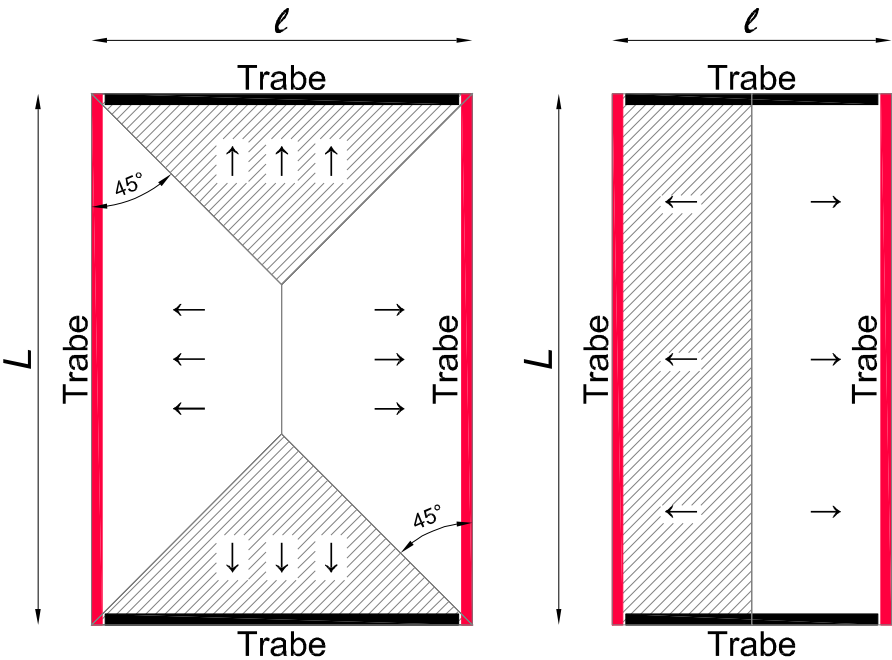
Las áreas tributarias se obtienen a partir de la relación ancho-largo de la superficie a repartir:

- Si la relación es  $l/L \geq 0.5$ , la superficie se distribuye en triángulos y trapecios con ángulos de  $45^\circ$ .

En este caso el sistema de piso debe trabajar en ambas direcciones; tal es el caso de: losas reticulares, losas macizas, etc; cabe destacar que estas últimas pueden también trabajar en una sola dirección.

- Si la relación es  $l/L < 0.5$ , la superficie se distribuye en rectángulos.

En este caso el sistema de piso solo debe trabajar en una dirección; como los sistemas de piso a base de losacero, multytecho o vigueta y bovedilla.



Teniendo establecida el área tributaria de cada elemento, el siguiente paso es determinar la magnitud de la carga,  $\omega$  (omega), por metro lineal que este deberá soportar.

Omega  $\omega$  se obtiene de la siguiente manera:

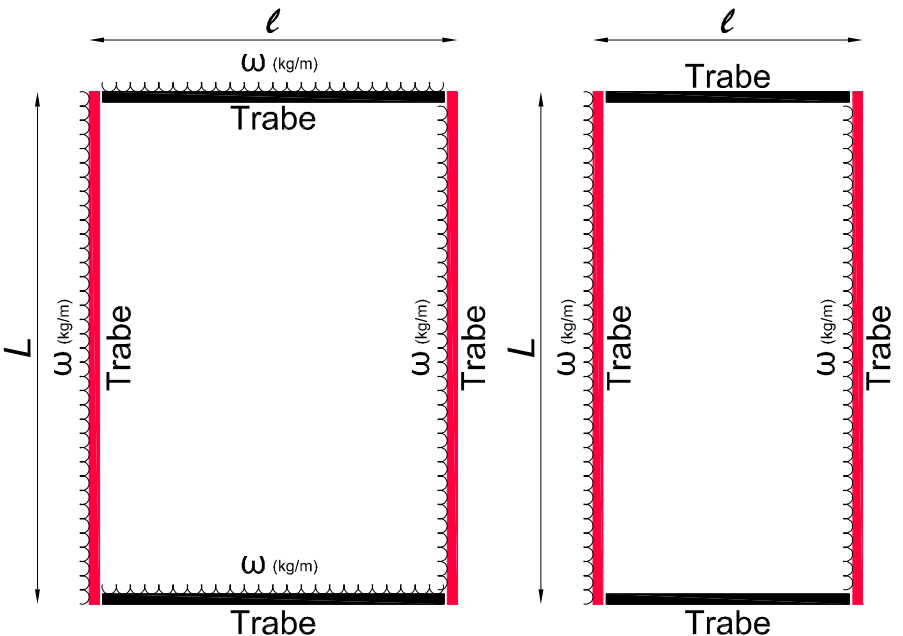
$$\omega = ( \text{Área} * Wm ) / \ell$$

El área total tributaria se multiplica por la Carga máxima  $Wm$  obtenida del análisis de cargas.

**Losa maciza de entrepiso**

Concepto	Wm (kg/m <sup>2</sup> )	Wa (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
1.- Losa maciza de 12 cm	288	288	288
2.- Acabado de marmol o cerámica en piso	32	32	32
3.- Instalaciones	20	20	20
4.- Sobrecarga de colado (Sec. 5.1.2 R.C.D.F)	40	40	40
5.- Particiones	100	100	100
6.- Carga viva (restaurante)	350	250	40
<b>TOTAL.</b>	<b>830</b>	<b>730</b>	<b>520</b>

La magnitud resultante  $W$  (kg/m<sup>2</sup>) se divide entre la longitud  $\ell$  (m) total del elemento portante, dando como resultado omega  $\omega$  (kg/m) que es la carga uniformemente repartida.



## II.d Factores de cargas.

Dentro del proceso de análisis estructural se debe considerar que las magnitudes de carga, producto de los análisis de cargas, deben incrementarse para poder absorber efectos de sobrecarga imprevistos. Para estos incrementos de carga el Reglamento de Construcciones para el D.F. determina estos factores de carga  $F_c$  de la siguiente manera:

- a. Para combinaciones de acciones permanentes o acciones de funcionamiento, las cuales serán tomadas con su intensidad máxima, se aplicará un factor de carga de 1.4 para edificaciones del grupo B y de 1.5 para edificaciones del grupo A.
  - a.1 **Edificaciones del Grupo A:** Son todas aquellas que por su falla estructural o funcionamiento son de vital importancia cuando se presenta una emergencia urbana tales como: hospitales, escuelas, terminales de transporte, estaciones de bomberos, centrales eléctricas, estadios, depósitos de sustancias tóxicos o flamables, museos y edificios que alojen archivos y registros públicos de particular importancia y otros edificaciones a juicio de la Secretaría de Obras y Servicios.
  - a.2 **Edificaciones del Grupo B:** Son todas aquellas edificaciones de uso común como: oficinas, viviendas, locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales no incluidas en el grupo A.
    - a.2.1 **Subgrupo B1:** Son edificaciones de más de 30 m de altura o con más de 6000 m<sup>2</sup> de área total construida, ubicadas en las zonas I y II (ver punto III.c) y construcciones de más de 15 m de altura o más de 3000 m<sup>2</sup> de área total construida, desplantados en zona III (ver punto III.c); en ambos casos las áreas se refieren a un solo cuerpo del edificio que cuente con medios propios de desalojo: acceso y escaleras, incluyendo las áreas de anexos, como pueden ser los propios cuerpos de escaleras, El área de un cuerpo que no cuente con medios propios de desalojo se adicionará a la de aquel otro a través del cual se desaloje;
      - a.2.1.2 Edificios que tengan locales de reunión que puedan alojar más de 200 personas, templos, salas de espectáculos, así como anuncios auto soportados, anuncios de azoteas y estaciones repartidoras de comunicación celular o inalámbrica.
    - a.2.2 **Subgrupo B2:** Todas las demás de este grupo.
- b. Para combinaciones que incluyan acciones permanentes, acciones de funcionamiento y acciones accidentales, considerando a todas con su valor instantáneo, se aplicará un factor de carga de 1.1.

### III. Suelos.

Los suelos o terrenos tienen una vital importancia en la construcción de una edificación, ya que son estos los que soportan las acciones permanentes, las acciones de servicio y las acciones accidentales que la estructura le transmite por medio de la cimentación.

De esto podemos determinar que un terreno o suelo deberá durante toda su vida útil cumplir con las siguientes condiciones:

1. *Capacidad portante a hundimientos con un coeficiente de seguridad establecido para cada proyecto.*
2. *Guardar una variación mínima dimensional como compactación o abultamientos.*
3. *Seguridad frente al deslizamiento.*
4. *Ausencia de acometividad del terreno o del agua contenida en el mismo.*

Por tal motivo es preciso conocer las características físicas y mecánicas del suelo donde se desplanta la estructura, ya que de acuerdo a las particularidades de cada uno, se puede determinar el tipo de cimentación más adecuada con mayor o menor grado de complejidad.

Las propiedades físicas permiten identificar la clase de terreno mientras que las mecánicas tienen por objeto definir el comportamiento del mismo frente a las acciones externas.

Para conocer dichas características del suelo y no alterar su estado de equilibrio, se debe contar con un estudio de mecánica de suelo, para poder determinar las reacciones entre el edificio y el suelo y así evitar daños a causa de un asentamiento excesivo o irregular y garantizar la estabilidad de la construcción.

Los suelos en general se encuentran en la naturaleza en forma de mezclas de materiales: piedras, gravas, arenas, limos, arcillas y materia orgánica en proporciones variables. Dependiendo de las cantidades y características de cada material que se encuentren en un suelo o terreno se determinará su capacidad de carga.

La materia orgánica, formada por restos de plantas o restos de organismos animales, puede encontrarse en mayor o menor porcentaje en un suelo o terreno y dependiendo de la cantidad de esta disminuye la capacidad de los suelos. Los terrenos con mayor cantidad de materia orgánica se encuentran en zonas lacustres, pantanosas, etc.

De aquí podemos hacer una división de los suelos según su composición en función del tamaño de sus partículas.

- a. Suelos cohesivos: formados principalmente por limos y arcillas.
- b. Suelos friccionantes: formados principalmente por gravas y arenas gruesas.

Tabla de tamaños de granos.

Piedras	Gravas	Arena			Limo			Arcilla
		Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	
mm	63	2	0.6	0.2	0.06	0.02	0.006	0.002

### III.a Suelos Cohesivos.

Los suelos cohesivos formados principalmente por arcillas y limos, tienen como principal característica la adherencia de unos granos con otros y aumenta al crecer el contenido de arcilla. Los suelos cohesivos presentan una gran impermeabilidad, la cual se amplifica cuando están mezclados con arena, sin embargo cuando se saturan tardan mucho tiempo en expulsar el agua cuando son sometidos a una presión y al aumentar la cantidad de humedad en los suelos cohesivos disminuyen su resistencia.

La diferencia entre limo y arcilla se deriva de las características físicas y químicas:

- a. **Arcillas:** Son los granos finos plásticos, muy impermeables y con partículas de forma laminar, menores a 0.002 mm.

Se considera un suelo medianamente bueno para cimentar siempre y cuando este seco y tenga un espesor como mínimo de 3 metros, no obstante esta capacidad se considera como muy baja. Los agentes que se deben cuidar son: una excesiva desecación, las heladas así como el exceso de agua ya que todos estos factores disminuyen en gran medida su resistencia.

- b. **Limos:** Son los componentes no plásticos del suelo, entre 0.002 y 0.06 mm.

En estado seco y en capas de un espesor considerable, el limo puede soportar cargas similares a la arcilla, de igual forma un contenido alto de agua disminuye notablemente su capacidad.



### III.b Suelos Friccionantes.

Las arenas y gravas se consideran suelos sin cohesión ya que carecen de adherencia entre sus partículas (granos sueltos) y son altamente permeables al agua. Su resistencia aumenta considerablemente con el tamaño de los granos y de la aglutinación de los estratos. Su capacidad de carga se considera como buena y es superior al de los suelos cohesivos.

Las principales discrepancias entre las gravas y arenas son las siguientes:

- a. **Arenas:** Son los fragmentos de piedra, muy permeables, entre 0.06 y 2.0 mm.
- b. **Gravas:** Son los fragmentos de piedra, permeables, entre 2.0 y 63.0 mm.

Se considera un suelo muy bueno para cimentar siempre y cuando éste no presente oquedades significativas en su estratificación o depósitos de materiales cohesivos intercalados. Su resistencia aumenta en las capas más profundas, pues suelen ser más compactas debido al peso de las capas superiores.

### III.c Clasificación de los suelos en el D.F.

El suelo en el Distrito Federal se divide en tres zonas de acuerdo con las características de los materiales que lo conforman. Esta clasificación esta basada en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

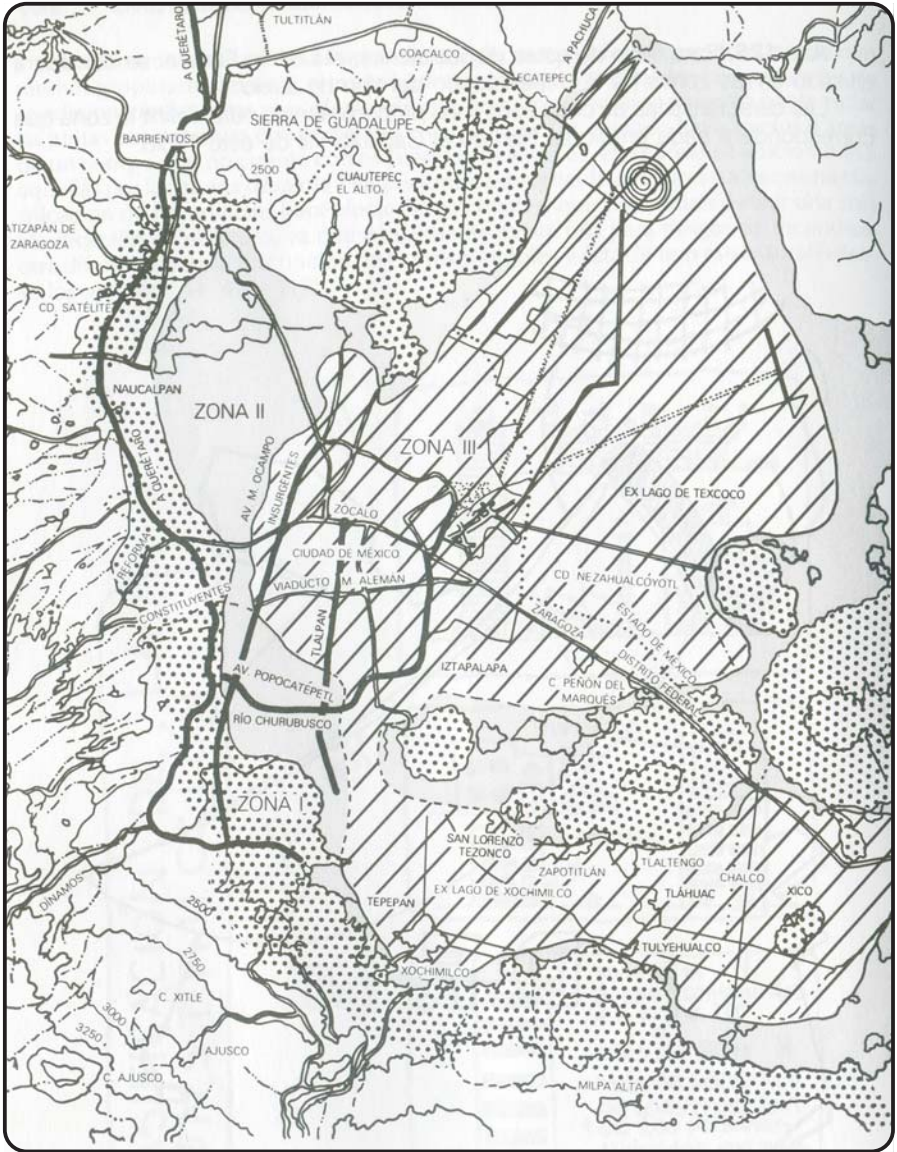
- Zona I. Lomas
- Zona II. Transición
- Zona III. Lacustre

Con las siguientes características:

- a. **Zona I:** Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona es frecuente la presencia de oquedades en rocas y de cavernas y túneles excavados en suelo para explorar minas de arena.
- b. **Zona II:** Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad, o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limo arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de estas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros.

# Zonificación Geotécnica de la Ciudad de México.

Elaborado por R.C.D.F.



Zona I



Zona II



Zona III

- c. Zona III:** Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m.

Para efectos que consideren análisis por sismo, el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, divide la Zona III en cuatro subzonas:

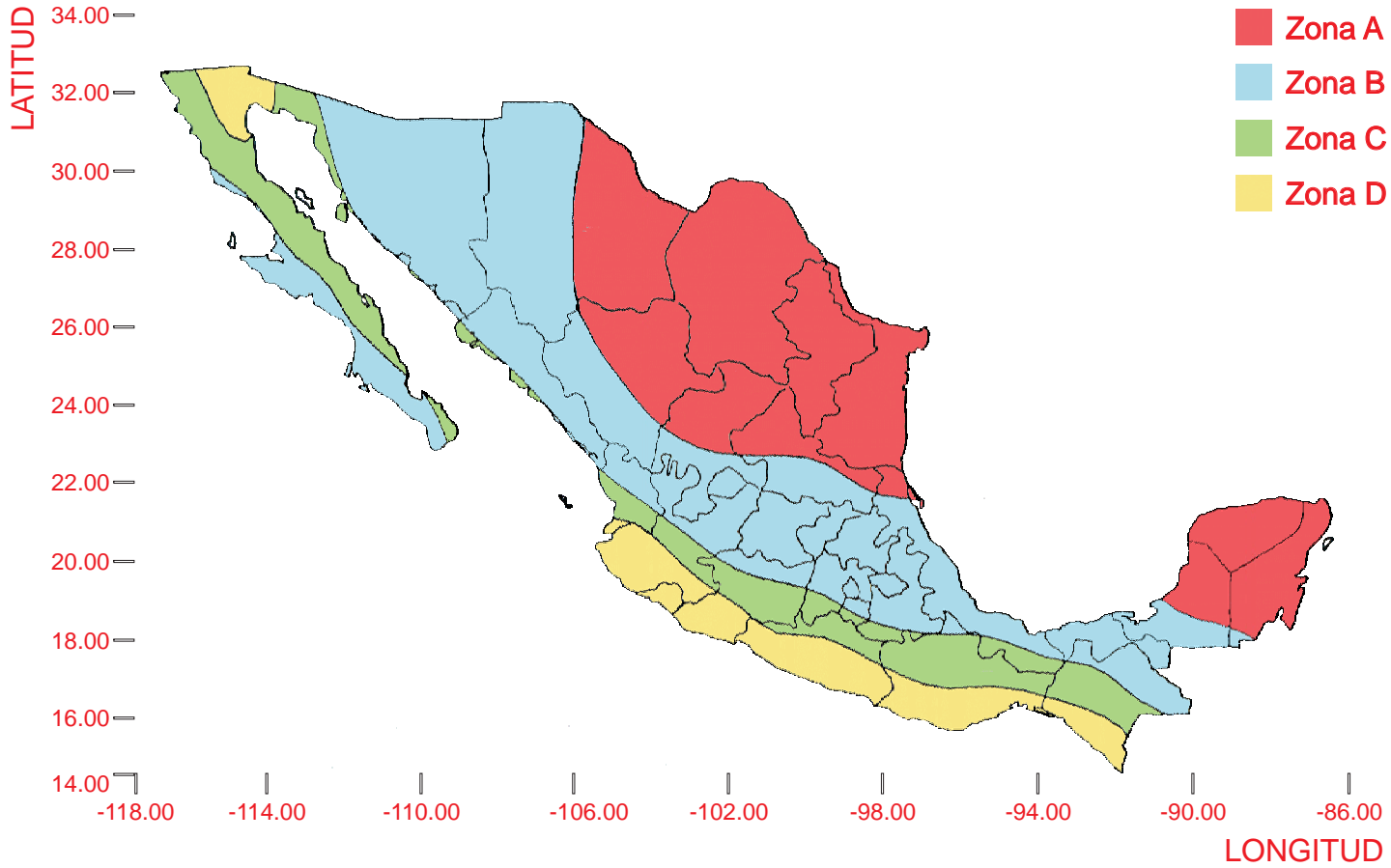
III<sub>a</sub>, III<sub>b</sub>, III<sub>c</sub> y III<sub>d</sub>

para las cuales las normas técnicas complementarias por sismo fijan los valores de los parámetros para calcular los espectros sísmicos de aceleraciones, utilizados en el análisis dinámico modal.

ZONA	c	A <sub>0</sub>	T <sub>a</sub> <sup>1</sup>	T <sub>b</sub> <sup>1</sup>	r
I	0.16	0.004	0.2	1.35	1.0
II	0.32	0.008	0.2	1.35	1.33
III <sub>a</sub>	0.40	0.10	0.53	1.8	2.0
III <sub>b</sub>	0.45	0.11	0.85	3.0	2.0
III <sub>c</sub>	0.40	0.10	1.25	4.2	2.0
III <sub>d</sub>	0.30	0.10	0.85	4.2	2.0

<sup>1</sup> periodos en segundos

Para el interior de la República Mexicana las zonas sísmicas se dividen en cuatro A, B, C y D, siendo la zona A la de menor intensidad sísmica, mientras que la de mayor es la zona D, de acuerdo con el Manual de diseño de obras civiles, diseño por sismo de la Comisión Federal de Electricidad, ver mapa de regionalización sísmica de la República Mexicana.

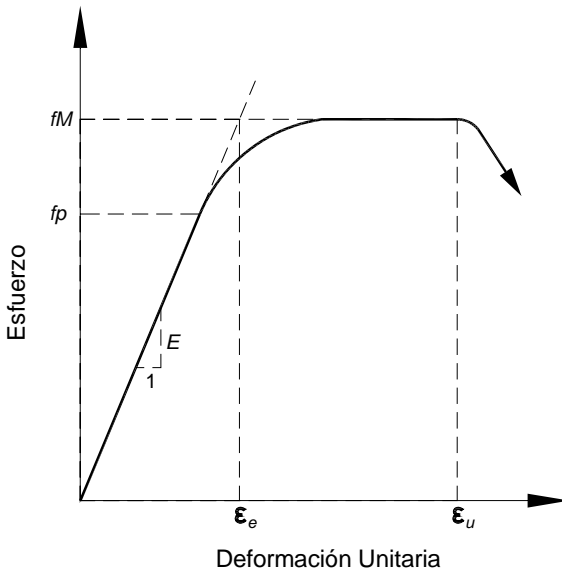


Regionalización Sísmica de la República Mexicana. Elaborado por la CFE

#### IV. Materiales estructurales.

Las propiedades que definen a un material como estructural son sus propiedades mecánicas y su costo principalmente; Adicionalmente a sus funciones estructurales los materiales deben tener características de permeabilidad, durabilidad, de aislamiento térmico y aislamiento acústico. Las principales propiedades (de tensión y compresión) estructurales de un material pueden representarse mediante gráficas (curvas) de esfuerzo deformación, de donde se obtienen características de resistencia y rigidez principalmente.

Curva típica esfuerzo-deformación de un material estructural



- $f_p$  Límite de proporcionalidad
- $f_M$  Esfuerzo máximo resistente
- $\epsilon_e$  Deformación para el esfuerzo máximo resistente
- $\epsilon_u$  Deformación última
- $E$  Módulo de elasticidad

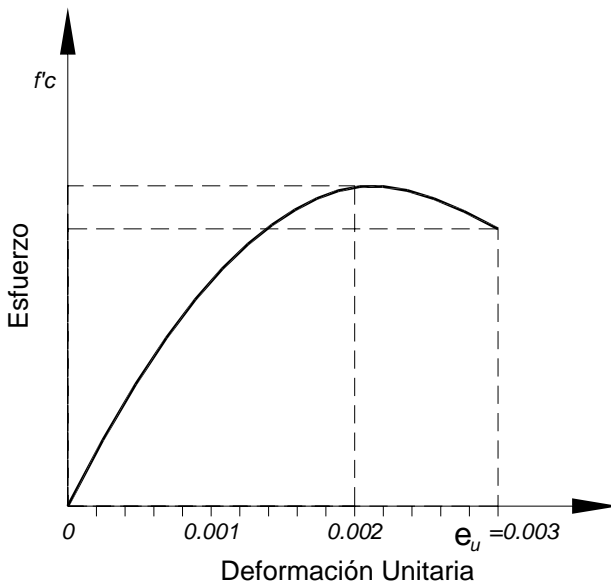
En algunos materiales, como el acero, las resistencias a compresión y a tensión son prácticamente iguales recalcando que este se emplea principalmente para trabajos a tensión, mientras que para materiales pétreos, como el concreto, son mucho menos resistentes a tensión que a compresión siendo este último su principal característica; estas diferencias dependen de la naturaleza interna del material.

El concreto es uno de los dos materiales estructurales más utilizados dentro de la construcción, se puede definir como un material artificial que resulta de la mezcla de otros, llamados agregados, los cuales se clasifican en agregados activos y agregados inertes:

- a. **Agregados activos:** Son el agua y el cemento que al unirse provocan una reacción química formando una pasta "lechada" la cual fragua y endurece hasta alcanzar gran solidez.
- b. **Agregados inertes:** Son la arena y la grava los cuales sirven para dar volumen y adherencia a las partículas de los agregados activos.

A la mezcla de estos dos tipos de agregados se le conoce como concreto simple el cual tiene un peso volumétrico de 2000 a 2200 kg/cm<sup>3</sup>.

Existe otro tipo de concreto, llamado concreto reforzado, el cual lleva un refuerzo metálico en su interior (que generalmente es acero corrugado "varillas") el cual absorbe los esfuerzos de tensión ya que el concreto como piedra artificial es un material que trabaja a compresión; su peso volumétrico es de 2400 kg/cm<sup>3</sup>.



Curva típica esfuerzo-deformación del concreto.

## IV.b Componentes del concreto.

- a. **Cemento:** Es el elemento principal del concreto y también el más caro, el cemento tipo **Pórtland** es el más usado en la fabricación del concreto y esta compuesto por: aluminato tricálcico, silicato dicálcico, ferroaluminato tricálcico y silicato tricálcico y con esta mezcla base en México se fabrican cinco tipos de cemento **Pórtland**.
- a.1 **Cemento Pórtland Tipo I:** Destinado a usos generales, como estructuras, pavimentos, bloques, etc. Puede encontrarse también este tipo de cemento en color blanco.
- a.2 **Cemento Pórtland Tipo II:** Modificado, se utiliza en la construcción de obras hidráulicas por su moderado calor de hidratación y su regular resistencia a los sulfatos.
- a.3 **Cemento Pórtland Tipo III:** Resistencia rápida, recomendable cuando se requiere rapidez en la ejecución de la obra, ya que adquiere una determinada resistencia (aproximadamente el 80%), en la tercera parte del tiempo que el cemento Tipo I, sin embargo la resistencia final es la misma que el cemento normal tipo I.
- a.4 **Cemento Pórtland Tipo IV:** Bajo calor, se recomienda en la construcción de presas, donde se requieren grandes espesores porque su calor de hidratación es muy bajo y su resistencia se adquiere muy lentamente.
- a.5 **Cemento Pórtland Tipo V:** De alta resistencia a los sulfatos, se recomienda para la construcción de cimentaciones que vayan a estar expuestas al ataque desintegrador del suelo o aguas altamente sulfatadas.
- b. **Agua:** Se debe utilizar en el mezclado del concreto, agua exenta de materias orgánicas o sales, tales como los cloruros y los sulfatos, ya que la presencia de éstos reducen considerablemente su resistencia.
- c. **Arena:** Es de los agregados inertes, el que recibe el nombre de agregado fino. El tamaño máximo que debe tener es de 5 a 6 milímetros de diámetro, en la práctica de preferencia debe

utilizarse arena color azul en diámetros de 2 a 3.5 milímetros, de esta forma se puede obtener una mezcla de muy buena calidad.

- d. **Grava:** Es el denominado agregado grueso, su tamaño máximo debe ser de 35 milímetros de diámetro y un mínimo de 5 milímetros de diámetro. Este deberá estar constituido por fragmentos de roca sana, dura y resistente, de forma esférica o cúbicas y por ningún motivo deberán ser de forma alargada o lajeada.

## V. Cimentaciones.

La cimentación o subestructura, es el elemento por el cual se transmitirán las fuerzas, que se presentan en una estructura o superestructura, al suelo en el cual se apoya, para que estas fuerzas, que se presentan en la base de la estructura, se transmitan adecuadamente deberán cumplirse una serie de puntos de seguridad tales como:

### a. De falla:

- a.1 Flotación.
- a.2 Desplazamiento plástico local o general del suelo bajo la cimentación.
- a.3 Falla estructural de pilotes, pilas u otros elementos de la cimentación.

### b. De servicio:

- b.1 Movimiento vertical medio, asentamiento o emersión, con respecto al nivel de terreno circundante.
- b.2 Inclinación media.
- b.3 Deformación diferencial.

Un aspecto importante dentro del diseño de las cimentaciones es poder determinar los estratos del suelo que son capaces de resistir las fuerzas transmitidas por la superestructura, determinar la forma de la cimentación que mejor se adapte para realizar la transición entre estructura y suelo así como el método constructivo más apropiado, todo esto aunado a tiempos y costos.

Otro de los factores primordiales es poder detectar y solucionar los problemas que se presentaran en la etapa de excavación tales como bombeo, compactación, etc; y el efecto que estos procedimientos tienen sobre las construcciones colindantes.



utilizarse arena color azul en diámetros de 2 a 3.5 milímetros, de esta forma se puede obtener una mezcla de muy buena calidad.

- d. **Grava:** Es el denominado agregado grueso, su tamaño máximo debe ser de 35 milímetros de diámetro y un mínimo de 5 milímetros de diámetro. Este deberá estar constituido por fragmentos de roca sana, dura y resistente, de forma esférica o cúbicas y por ningún motivo deberán ser de forma alargada o lajeada.

## V. Cimentaciones.

La cimentación o subestructura, es el elemento por el cual se transmitirán las fuerzas, que se presentan en una estructura o superestructura, al suelo en el cual se apoya, para que estas fuerzas, que se presentan en la base de la estructura, se transmitan adecuadamente deberán cumplirse una serie de puntos de seguridad tales como:

### a. De falla:

- a.1 Flotación.
- a.2 Desplazamiento plástico local o general del suelo bajo la cimentación.
- a.3 Falla estructural de pilotes, pilas u otros elementos de la cimentación.

### b. De servicio:

- b.1 Movimiento vertical medio, asentamiento o emersión, con respecto al nivel de terreno circundante.
- b.2 Inclinación media.
- b.3 Deformación diferencial.

Un aspecto importante dentro del diseño de las cimentaciones es poder determinar los estratos del suelo que son capaces de resistir las fuerzas transmitidas por la superestructura, determinar la forma de la cimentación que mejor se adapte para realizar la transición entre estructura y suelo así como el método constructivo más apropiado, todo esto aunado a tiempos y costos.

Otro de los factores primordiales es poder detectar y solucionar los problemas que se presentaran en la etapa de excavación tales como bombeo, compactación, etc; y el efecto que estos procedimientos tienen sobre las construcciones colindantes.

De tal forma el diseño de la cimentación deberá cuidar tres aspectos primarios:

- c.1 Los efectos provocados por la interacción entre el suelo, la cimentación y la superestructura, así como determinar las fuerzas y deformaciones que se provocarían por dicha interacción.
- c.2 Revisar la capacidad del suelo y los hundimientos del mismo por las cargas que actúan sobre este.
- c.3 El dimensionamiento de la cimentación, considerando las solicitaciones que la estructura presenta sobre esta.

Las cimentaciones se clasifican en función de la profundidad de los estratos a los que se transmite la mayor parte de las cargas que provienen de la superestructura, así se pueden dividir en los siguientes términos:

- d.1 **Superficiales:** Son aquellas que se apoyan en estratos poco profundos que tienen suficiente capacidad para resistir las cargas de la estructura. En este grupo se encuentran las zapatas (corridas o aisladas) que son ensanchamientos de las secciones de las columnas o muros con los que se distribuye la carga de éstos a un área mayor de suelo.

Otro tipo de cimentación superficial son las losas de cimentación en las que el apoyo se realiza sobre toda el área de la construcción. Estas losas pueden ser planas (sin vigas) o con retículas de vigas (contratraves), en ocasiones la losa de cimentación, la losa de planta baja y las contratraves y muros de lindero forman cajones de cimentación que pueden llegar a profundidades relevantes y permiten bajo ciertas condiciones, aprovechar el peso del suelo excavado para compensar parcial o totalmente el peso de la construcción y aliviar así la presión neta en la superficie de contacto con el suelo.

- d.2 **Profundas:** Están constituidas esencialmente por pilotes que transmiten su carga por punta o por fricción y que se denominan pilas cuando su sección transversal es de gran tamaño. Los pilotes pueden colocarse bajo zapatas o bajo losas de cimentación y pueden combinarse con éstas de manera que la carga se resista en parte por apoyo superficial y en parte por apoyo profundo.

## V.a Zapatas.

Este tipo de cimentación superficial se usa cuando existen a poca profundidad estratos de suelo con la capacidad de carga y rigidez necesarias para aceptar las presiones transmitidas por las zapatas sin que ocurran fallas o hundimientos excesivos. Se recomienda que cuando el área del terreno cubierta por las zapatas se acerca a la mitad de la superficie total, es conveniente adoptar otro tipo de cimentación. En cuanto a los materiales estos pueden ser: mampostería de piedras naturales o de concreto reforzado.

Conviene que las zapatas aisladas bajo columnas sean cuadradas en planta (ver plano DZ-00), ya que ésta es la forma para la cual los momentos flexionantes inducen una menor fatiga sobre la zapata; se recurrirá a una planta rectangular sólo cuando las condiciones del predio impidan extenderse en alguna dirección o cuando la columna transmita, además de carga axial, momentos flexionantes importantes.

En zonas de riesgo sísmico moderado o grande es conveniente unir las zapatas de una construcción por medio de trabes de liga, cuya función es lograr que la estructura se mueva como una sola unidad ante la acción de un desplazamiento horizontal del terreno.

Las zapatas corridas bajo muros de carga serán de preferencia simétricas, excepto bajo muros de lindero en cuyo caso hay que considerar en el diseño el efecto de la excentricidad. Estas zapatas están sujetas generalmente a una descarga uniforme en toda su longitud, por lo cual basta analizar un tramo de longitud unitaria.

Las zapatas aisladas y las zapatas corridas, tanto de centro como de colindancia, se deben revisar por: flexión, cortante y penetración.

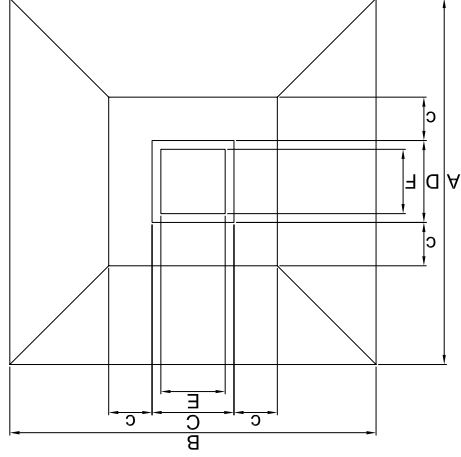
Para diseñar una zapata se consideran varios elementos de la superestructura, mismos que determinan ciertas dimensiones de la misma y que por razones arquitectónicas o estructurales no podemos cambiar. La sección transversal de la columna, ya sea de concreto o de acero, determina el tamaño del dado, el cual se recomienda que sea 5.0 cm por lado más grande que la dimensión de la columna, en secciones de concreto ó que la placa base en secciones de acero.

Los datos básicos para poder diseñar una zapata son:

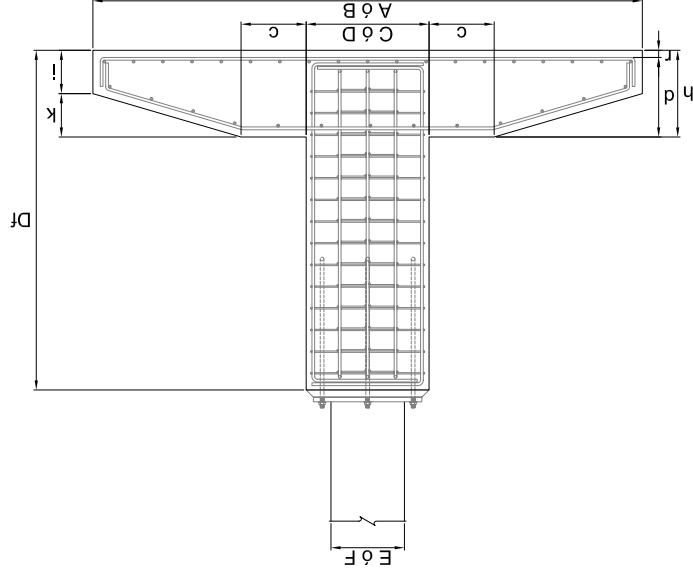
**P\_** Carga axial por gravedad o sismo en t. Magnitud obtenida del análisis estructural.

**Q\_** Capacidad de carga del terreno en t/m<sup>2</sup>. Esfuerzo que determina el estudio de mecánica de suelos.

PLANTA ZAPATA



ELEVACIÓN ZAPATA



Simbología

A .....	Ancho de la zapata
B .....	Largo de la zapata
C .....	Largo del dado
D .....	Ancho del dado
E .....	Largo de la columna
F .....	Ancho de la columna
c .....	Ampliación de la zapata
h .....	Peralte total de la zapata
r .....	Recubrimiento
l .....	Peralte extremo de la zapata
d .....	Peralte efectivo
k .....	Escarpio
Df .....	Profundidad de desplante

El primer paso para calcular una zapata (de centro) es determinar el área de la misma, base y ancho, ya que esta servirá para transmitir de forma satisfactoria el peso de la superestructura al suelo.

La base de la zapata se obtiene con la siguiente expresión.

$$b = ( P/Q )^{0.5}$$

Donde:

b\_ Es la base, largo y ancho ( m )

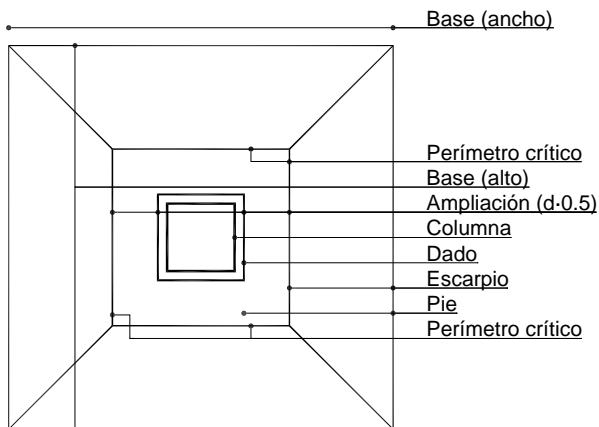
P\_ Carga axial ( t )

Q\_ Capacidad de carga del terreno ( t/m<sup>2</sup> )

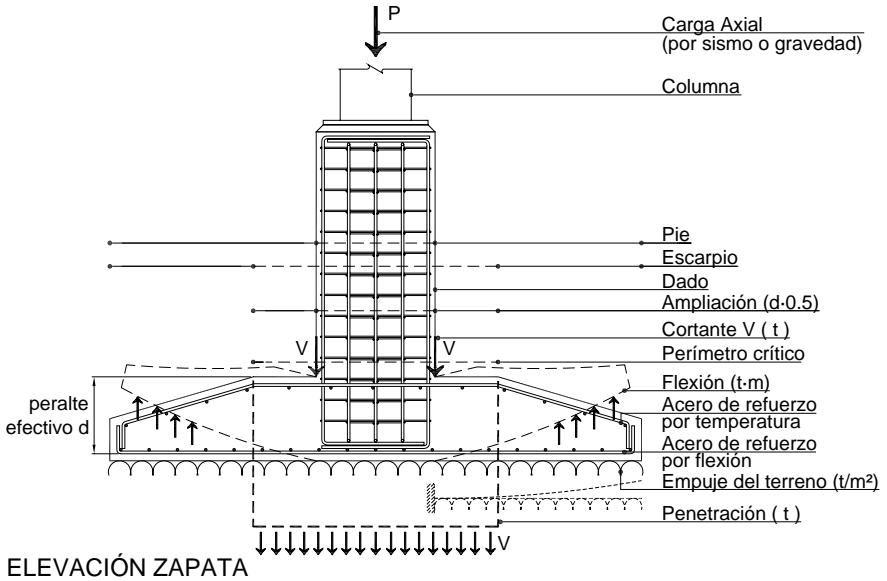
Al determinar la base de la zapata, el terreno tendrá una reacción sobre esta, aplicando un esfuerzo sobre la cara de contacto de la zapata, que tratará de empujarla hacia arriba, este esfuerzo se traducirá en una carga uniformemente repartida.

La sección del pie de la zapata se revisará, como una viga empotrada aplicándole la carga uniformemente repartida del terreno, para verificar que el peralte efectivo de la zapata resista la fuerza cortante (trabajo absorbido totalmente por la masa de concreto); el trabajo de flexión, debe ser tomado por el acero de refuerzo y deberá colocarse en el lecho inferior de la zapata, ya que el pie de la zapata intentará flexionarse hacia arriba. En zapatas cuyo peralte rebase los 20 cm, deberá agregarse un armado por temperatura en su lecho superior, para evitar agrietamientos del concreto.

La penetración es la magnitud de cortante que la columna y el dado inducen al perímetro crítico de la zapata, esta fuerza trata de traspasar la base de la zapata, por tal motivo el peralte efectivo de la zapata deberá ser el suficiente para soportar dicha acción.

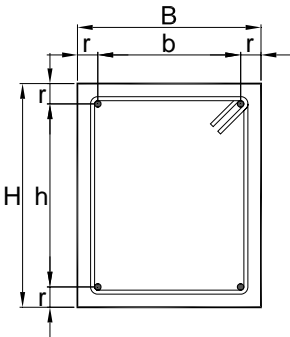


PLANTA ZAPATA



V.a1 Datos.

Entre la columna de la superestructura y la zapata, se encuentra un elemento de transición en forma de dado, con el fin de evitar enterrar la columna hasta la parte superior de la zapata, lo que podría provocar problemas de corrosión cuando la columna es de acero y de recubrimiento insuficiente en columnas de concreto.



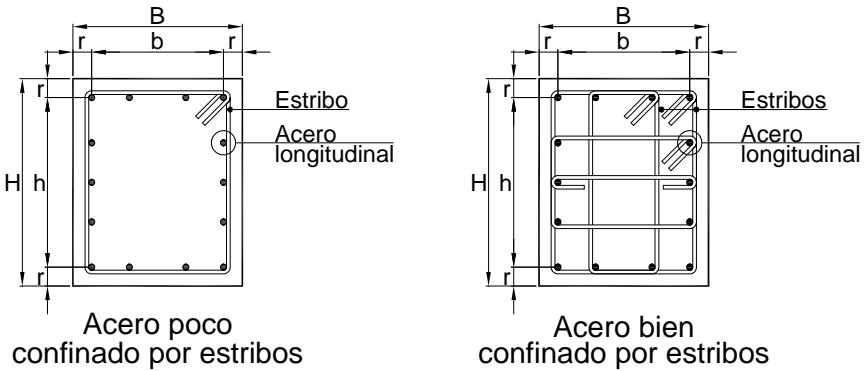
### Dado

#### Simbología

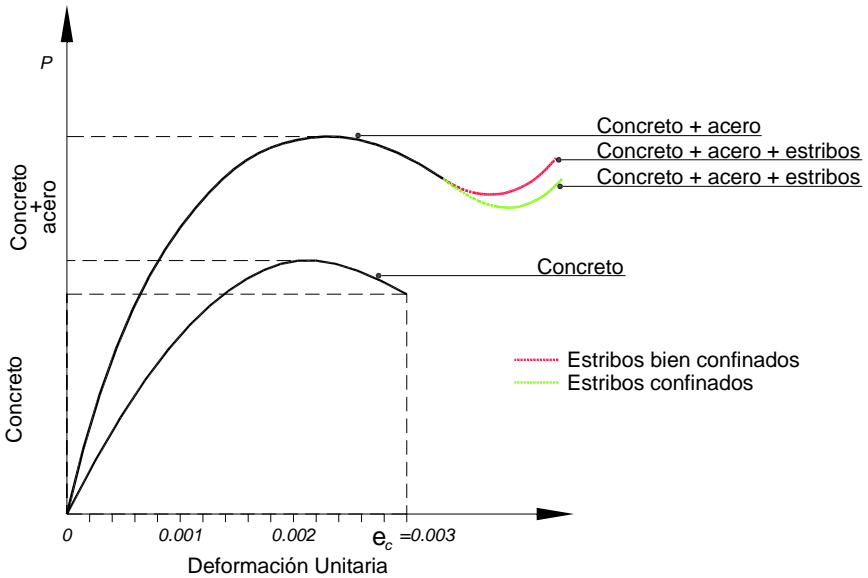
H	.....	Altura
B	.....	Base
h	.....	Altura confinada
b	.....	Base confinada
r	.....	Recubrimiento
Ag	.....	Área bruta (B·H)
Ac	.....	Área confinada (b·h)

Los dados son elementos que se pueden denominar columnas cortas, debido a su proporción entre altura y su dimensión de ancho-largo, las cuales trabajan a pura compresión, por lo cual son capaces de resistir grandes magnitudes de carga. Sin embargo aunque la mayoría de veces el puro concreto soporta las solicitaciones inducidas por la estructura es necesario colocar acero de refuerzo longitudinal, el cual tomara los esfuerzos de tensión que son relativamente pequeños, además de incrementar la resistencia del dado.

Adicionalmente a este refuerzo los dados deben tener un área de concreto confinada que esta delimitada por los estribos a todo lo largo del dado, los cuales comienzan a trabajar e incrementar la resistencia del dado cuando el recubrimiento se bota (desconcha) debido a una carga extraordinaria. Un apropiado confinamiento optimiza el buen funcionamiento de la sección.



En la siguiente gráfica se observan las curvas de deformación del concreto simple, del concreto más el refuerzo del acero longitudinal y las curvas de concreto más acero longitudinal más estribos bien confinados y poco confinados; donde se observa claramente el incremento de la resistencia del concreto cuando trabaja conjuntamente con el refuerzo de acero.



## Tienda departamental de artículos para oficina.

**Ubicación:** Cholula, Puebla.

**Uso:** Comercial.

**Tipo de estructura:** Grupo B.

**Área de construcción:** 1977 m<sup>2</sup>.

**Factor de carga:** 1.4.

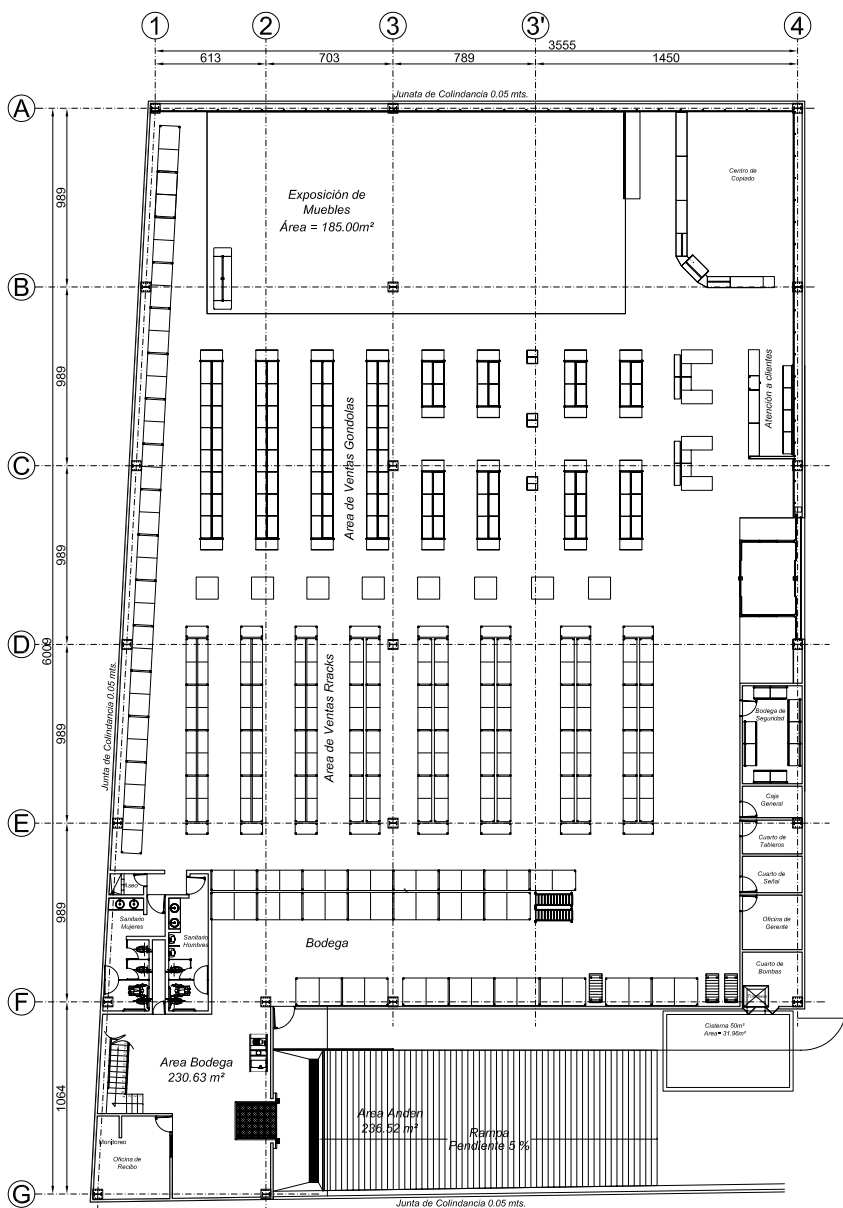
**Tipo de suelo:** Zona B, terreno tipo II, de acuerdo con la zonificación geotécnica de la CFE.

**Resistencia del terreno:** 42 ton/m<sup>2</sup>, de acuerdo a mecánica de suelos.

**Profundidad de desplante:** 1.00 m, de acuerdo a mecánica de suelos.

La cimentación de este proyecto está resuelta mediante zapatas y de acuerdo a las condiciones del proyecto se diseñaron zapatas de centro, de colindancia y corridas. Toda la cimentación se encuentra desligada debido a los claros, por lo cual se debe garantizar el correcto desplante de la estructura en el estrato indicado por el estudio de mecánica de suelos. Las dimensiones de las zapatas están determinadas por la fatiga que induce el edificio a estas y de acuerdo a la resistencia del terreno, sus dimensiones no son muy grandes, aun cuando las cargas transmitidas a la cimentación son considerables.

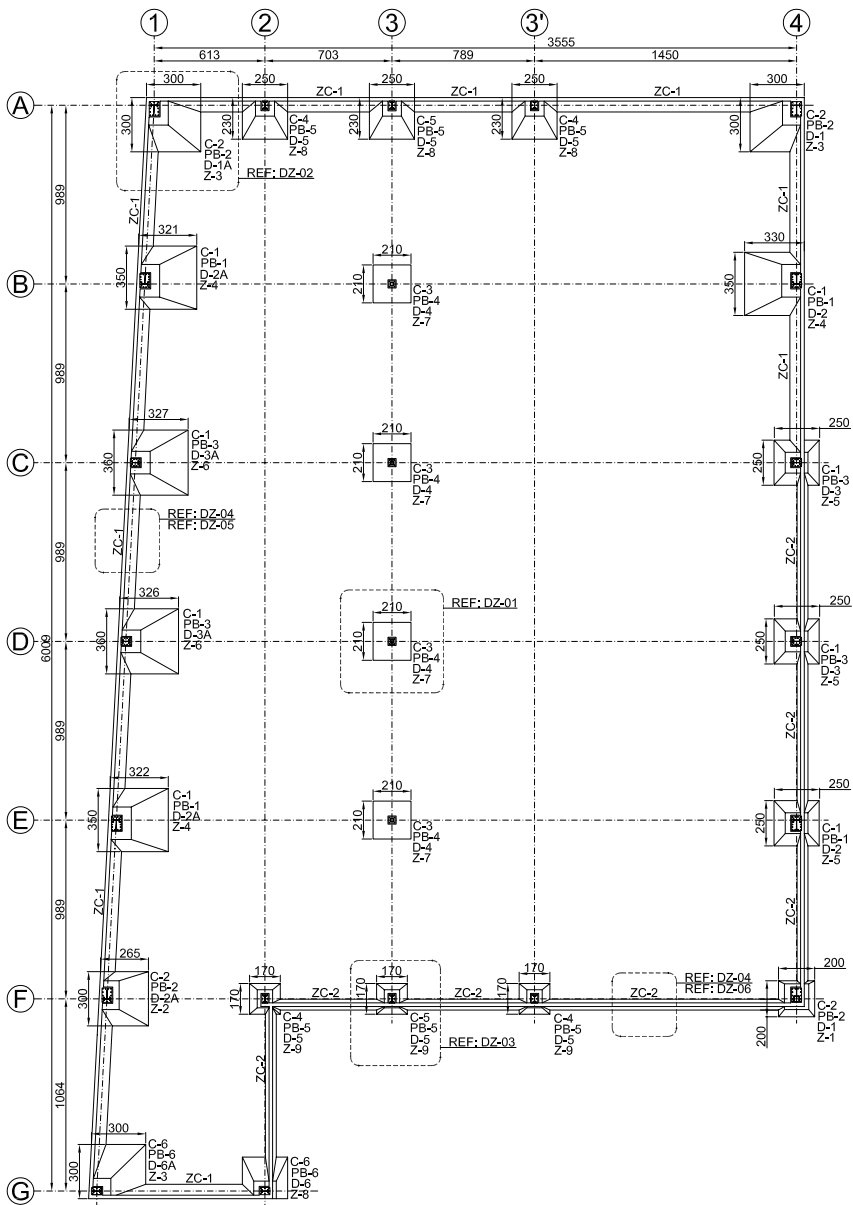




Tema: **Cimentaciones superficiales Zapatas aisladas y corridas**

Título: **PLANTA ARQUITECTÓNICA**  
COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: 1 : 400

Clave: **PZ-01** 43



Tema: **Cimentaciones superficiales**  
**Zapatas aisladas y corridas**

Clave: **PZ-02** 44

Título: **PLANTA DE CIMENTACIÓN**

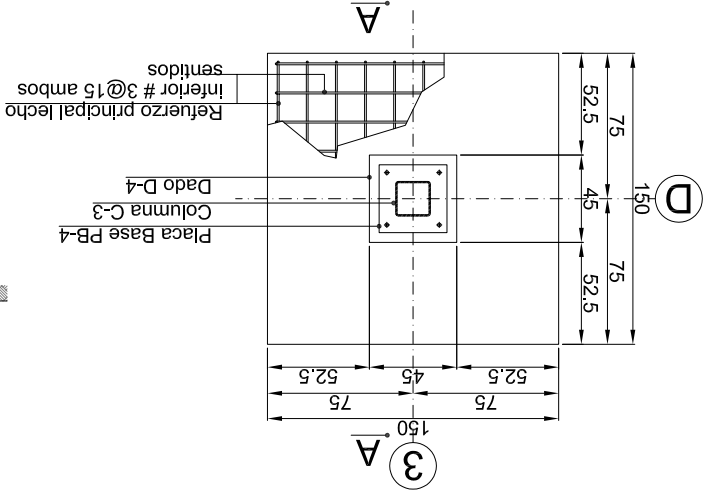
COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: 1 : 400

PLANTA DE CIMENTACIÓN A BASE DE ZAPATAS AISLADAS Y  
 CORRIDAS TANTO DE CENTRO COMO DE COLINDANCIA.  
 SOBRE LAS ZAPATAS CORRIDAS SE DESPLANTA UN MURO  
 DE MAMPOSTERÍA.

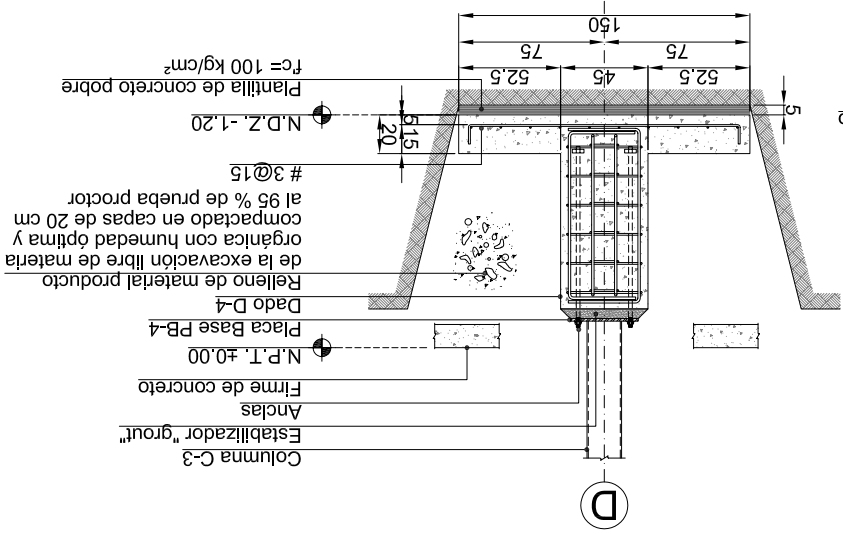
Título: ZAPATA AISLADA DE CENTRO

ESTE TIPO DE ZAPATA AISLADA ES LA MAS SENCILLA, YA QUE SU PERALTE TOTAL ES CONTINUO, PRESENTA SOLO EL REFUERZO POR CARGAS AXIALES QUE DEBE SOPORTAR NO SON MUY GRANDES.

Planta ZAPATA Z-7



CORTE A - A



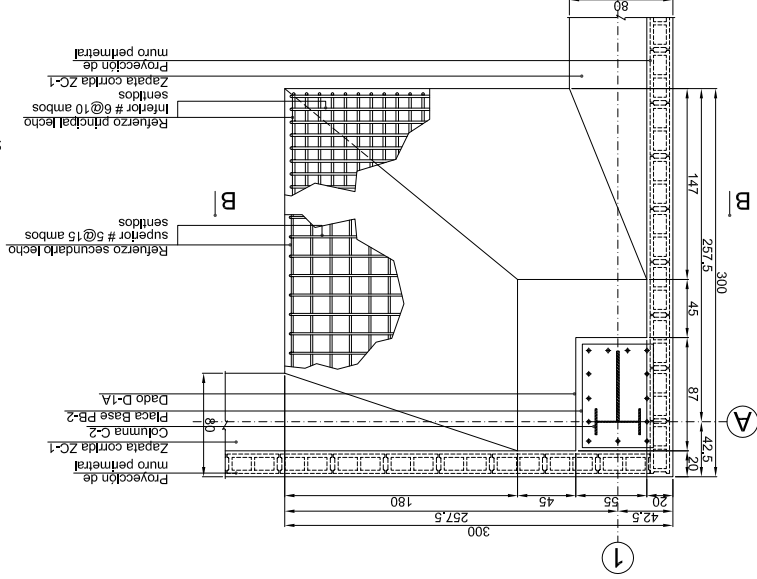
- Columna C-3
- Estabilizador "gROUT"
- Anclas
- Firme de concreto
- N.P.T. ±0.00
- Placa Base PB-4
- Dado D-4
- Relleno de material producto de la excavación libre de materia orgánica con humedad óptima y compactado en capas de 20 cm # 3@15
- N.D.Z. -1.20
- Plantilla de concreto pobre f'c= 100 kg/cm²

COTAS EN CENTÍMETROS

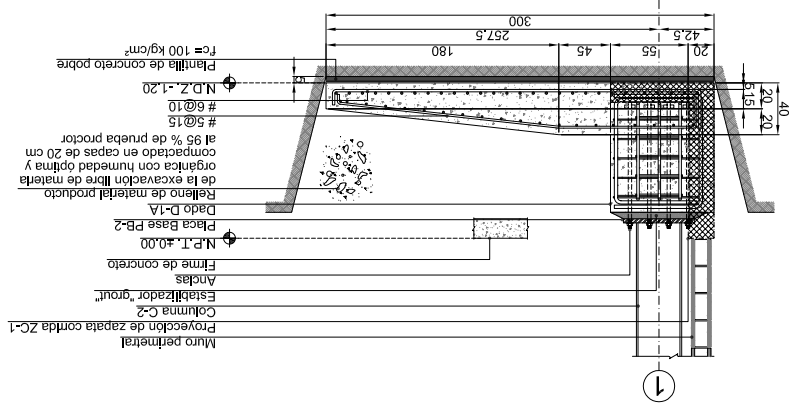
EN ESTE DETALLE DE ZAPATA ENCONTRAMOS UNA COMBINACIÓN DE UNA ZAPATA AISLADA DE ESQUINA Y UNA ZAPATA CORRIDA, AMBAS DE COLINDANCIA, LA FUNCIÓN PRINCIPAL DE LA ZAPATA CORRIDA ES LA DE SOPORTAR EL MURO PERIMETRAL DEL PROYECTO.

EN PROYECTOS DONDE LOS MUROS SON DIVISORIOS O DE MAMPONERÍA LIGERA, SE PUEDEN CIMENTAR SOLO CON UNA AMPLIACIÓN DE FIRME.

Planta ZAPATA Z-3



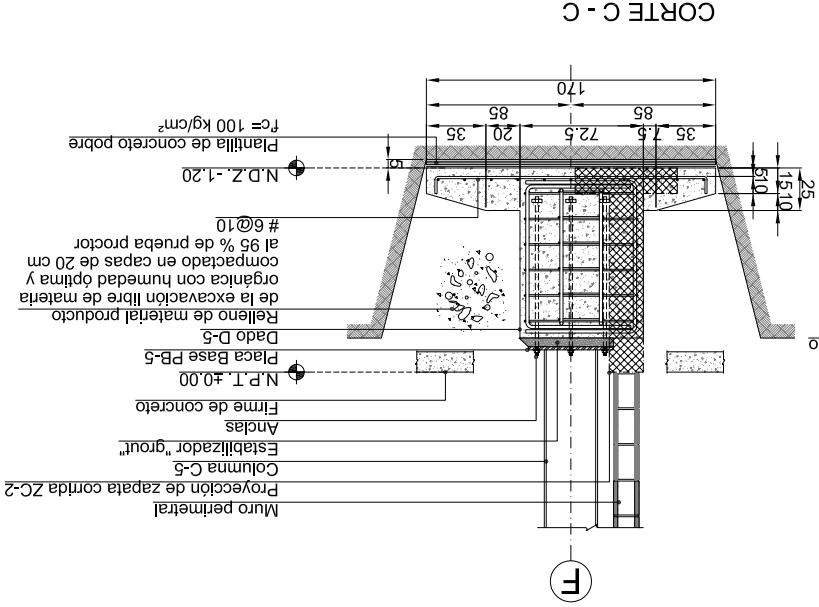
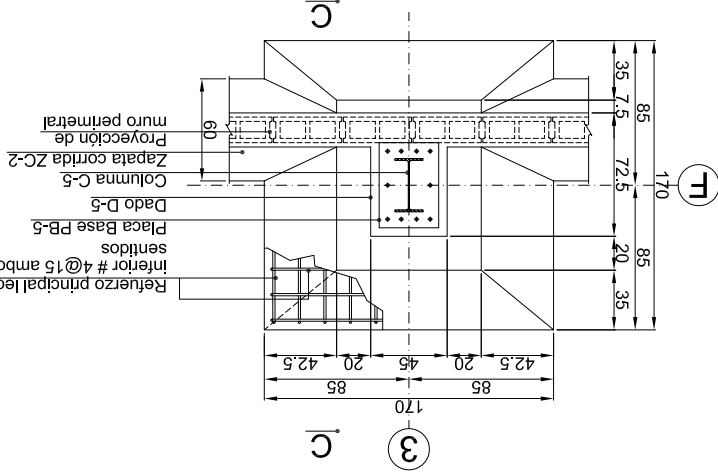
CORTE B - B



- Muro perimetral
- Proyección de zapata corrida ZC-1
- Columna C-2
- Estabilizador "grout"
- Anclas
- Firme de concreto
- N.P.T. #0.00
- Placa Base PB-2
- Dado D-1A
- Relleno de material producto de la excavación libre de materia orgánica con humedad óptima y compactado en capas de 20 cm al 95 % de prueba proctor
- # 5@15
- # 6@10
- N.D.Z.-1.20
- Planchilla de concreto pobre
- F<sub>c</sub> = 100 kg/cm<sup>2</sup>

Título: ZAPATA AISLADA DE CENTRO

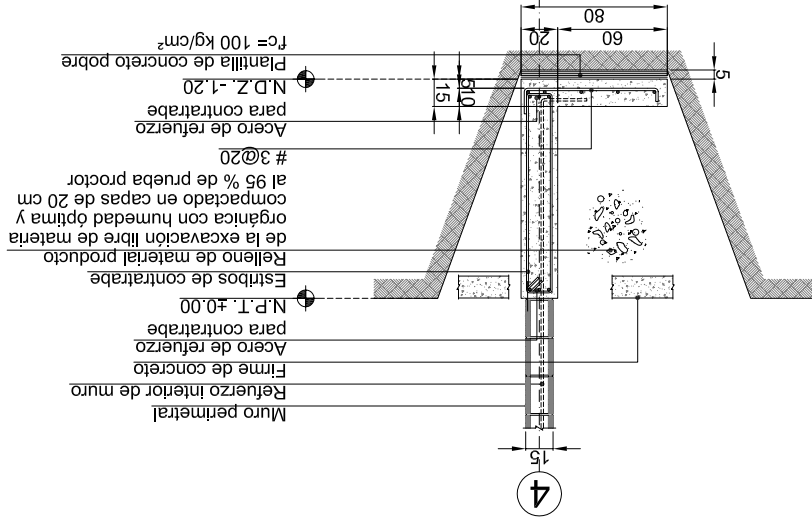
EN ESTE CASO TENEMOS UNA ZAPATA MAS COMPLEJA, YA QUE SU PERALTE PRESENTA UN ESCARPIO JUNTO CON UNA AMPLIACION DEL DADO QUE SE COMBINA CON UNA ZAPATA CORRIDA DE CENTRO, POR LO CUAL, ESTE SE ALARGA EN SU SECCION LONGITUDINAL, SIRVE UNICAMENTE PARA CIMENTAR EL MURO PERIMETRAL, POR DE IGUAL FORMA QUE EN EL CASO ANTERIOR LA ZAPATA CORRIDA, LO CUAL LAS DIMENSIONES DE ESTA SON MUY CONSERVADORAS.



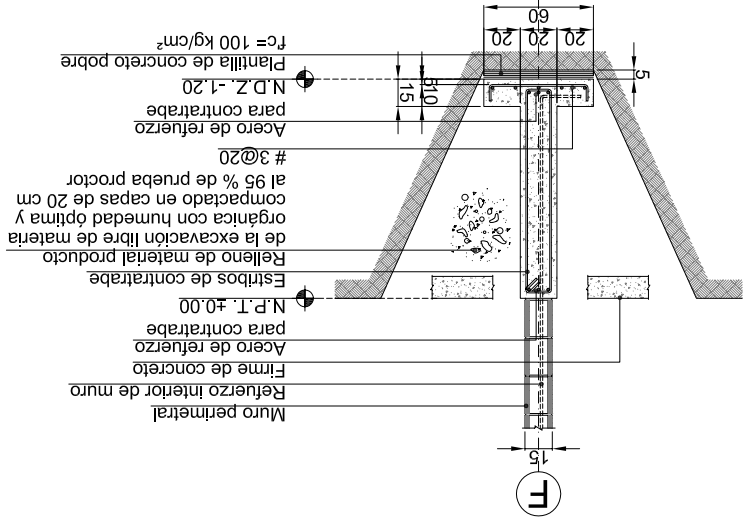
ES IMPORTANTE SEÑALAR QUE LAS ZAPATAS CORRIDAS EN ESTE CASO SON PARA SOPORTAR LOS MUROS DE BLOCK PERLIMETRALES DEL PROYECTO, POR LO QUE EL NIVEL SUPERIOR DE CONTRABE DEBE DE TERMINAR EN EL NIVEL ±0.00, NIVEL DE DESPLANTE DE MUROS

INDICADO EN EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO, EN PROYECTOS DONDE LOS MUROS SON DIVISORIOS O DE MAMPOSTERÍA LIGERA, SE PODRÁN HACIENDO UNA AMPLIACION DE ESTE, VER DETALLE DZ-05 Y DZ-06.

Zapata corrida de colindancia



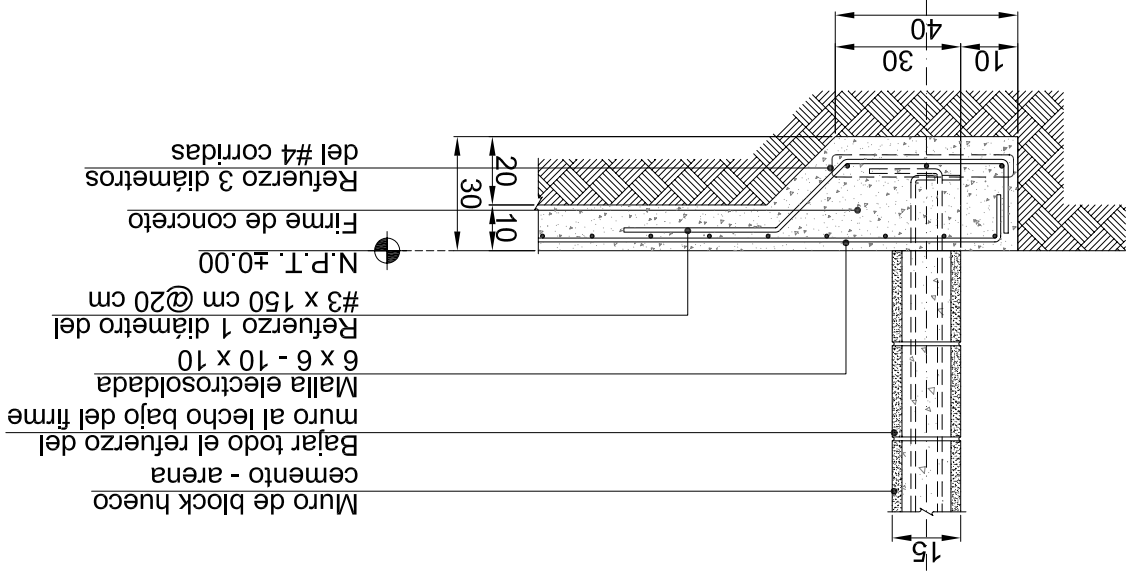
Zapata corrida de centro

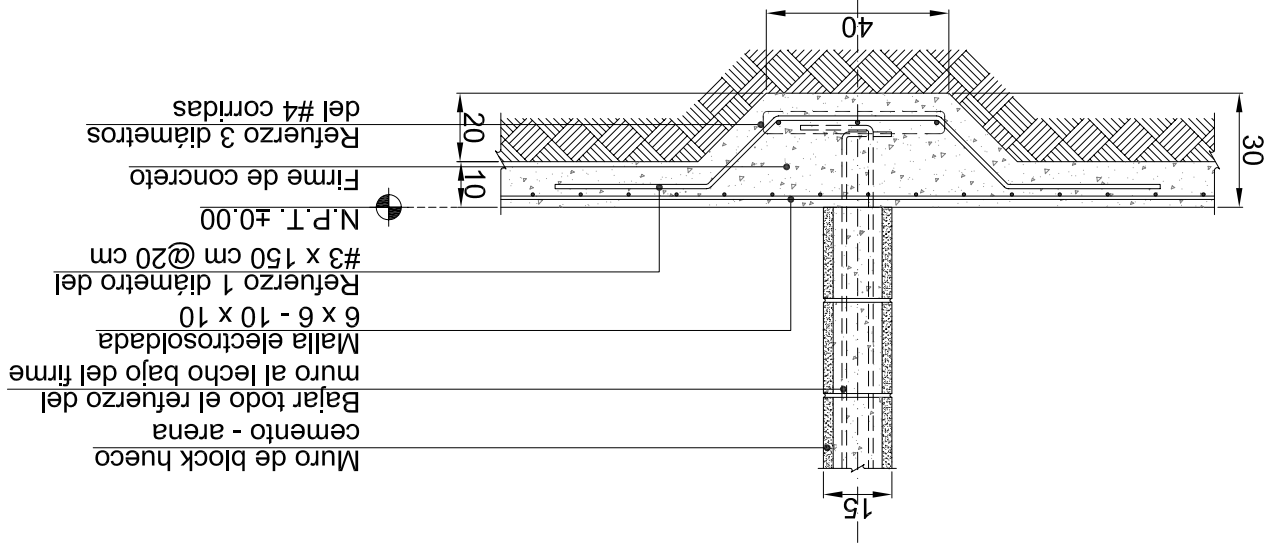


## Titulo: DESPLANTE DE MURO PERIMETRAL

DETALLE DE LA AMPLIACION DEL FIRME PARA EL DESPLANTE  
DE MUROS PERIMETRALES. ESTA AMPLIACION DEBE DE  
REFORZARSE CON UN ACERO POR TEMPERATURA A TODO LO  
LARGO DEL MURO, ADEMAS DE LA MALLA ELECTROSOLDADA.

COTAS EN CENTIMETROS







## Biblioteca.

**Ubicación:** Toluca, Estado de México.

**Uso:** Biblioteca.

**Tipo de estructura:** Grupo A.

**Área de construcción:** 850 m<sup>2</sup>.

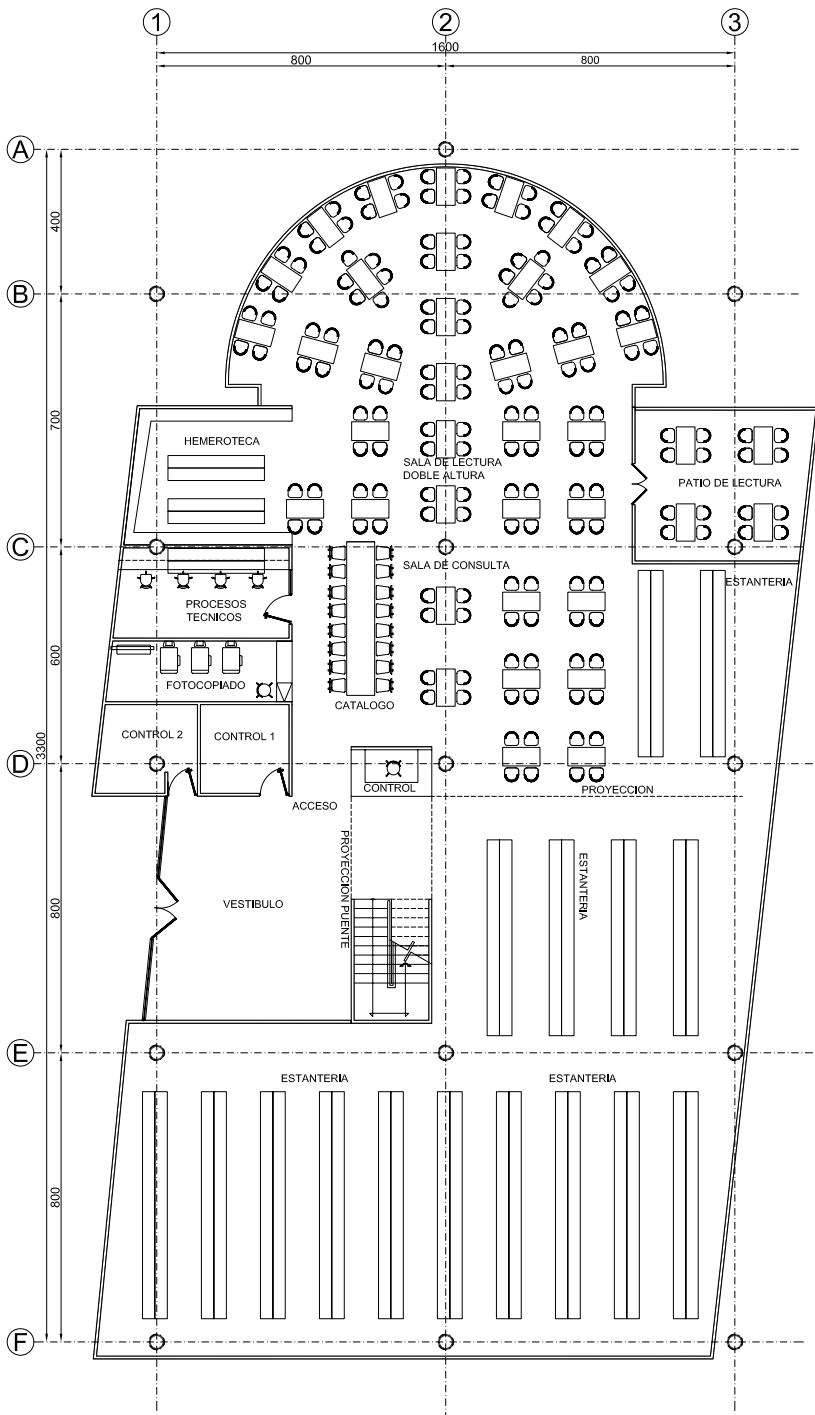
**Factor de carga:** 1.5.

**Tipo de suelo:** Zona B, terreno tipo I, de acuerdo con la zonificación geotécnica de la CFE.

**Resistencia del terreno:** 25 ton/m<sup>2</sup>, de acuerdo a mecánica de suelos.

**Profundidad de desplante:** 3.00 m, de acuerdo a mecánica de suelos.

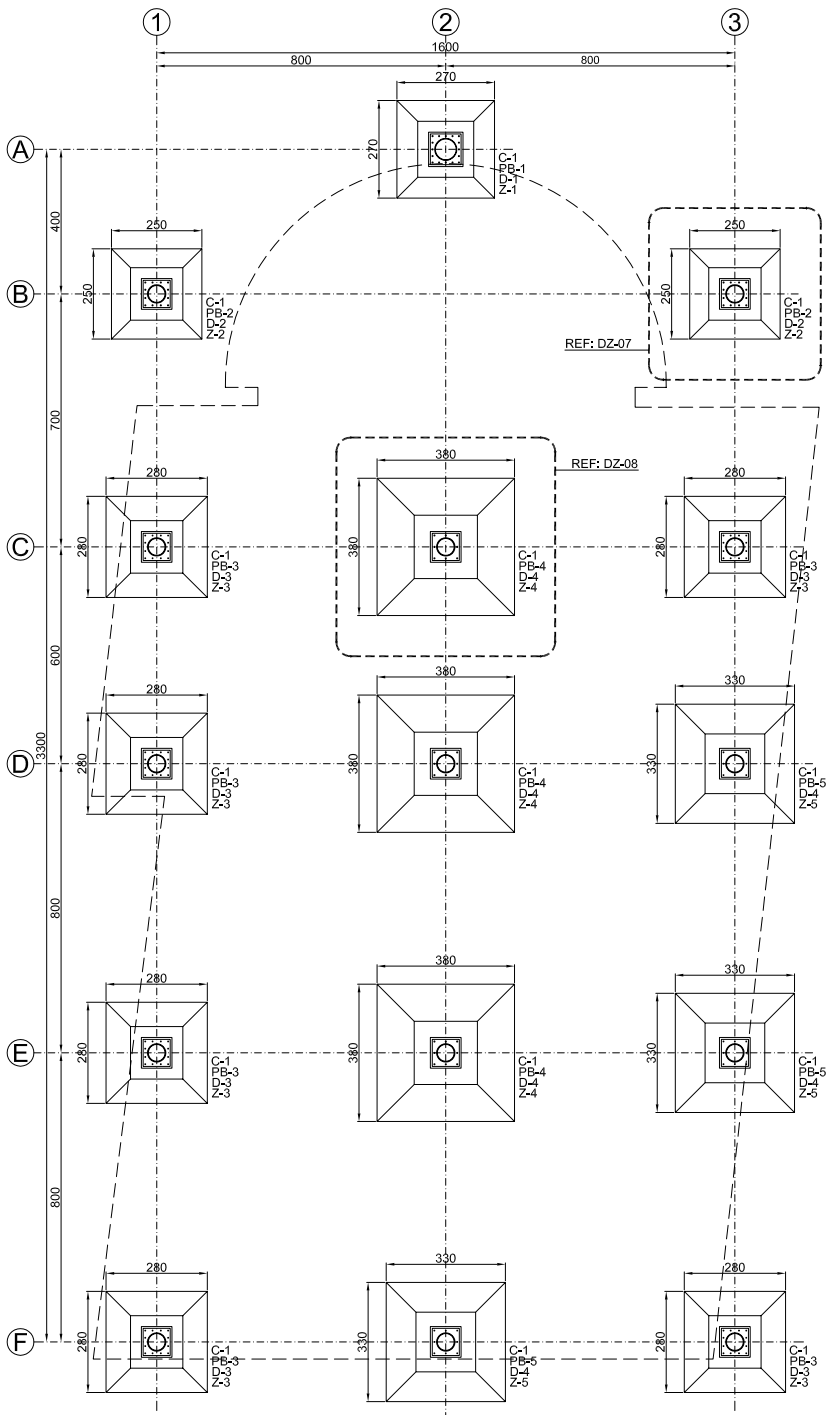
La cimentación de este proyecto esta resuelta mediante zapatas de centro, ya que no existe ningún tipo de restricción de colindancias. Toda la cimentación se encuentra desligada ya que el estudio de mecánica de suelos así lo estipulaba, de tal modo se debe garantizar el correcto desplante de la estructura en el estrato indicado por el mismo.



Tema: **Cimentaciones superficiales Zapatas aisladas de centro**

Título: **PLANTA ARQUITECTONICA**  
COTAS EN CENTIMETROS / Esc: 1 : 200

Clave: **PZ-03** 52



Tema: **Cimentaciones superficiales**  
**Zapatas aisladas de centro**

Clave: **PZ-04** 53

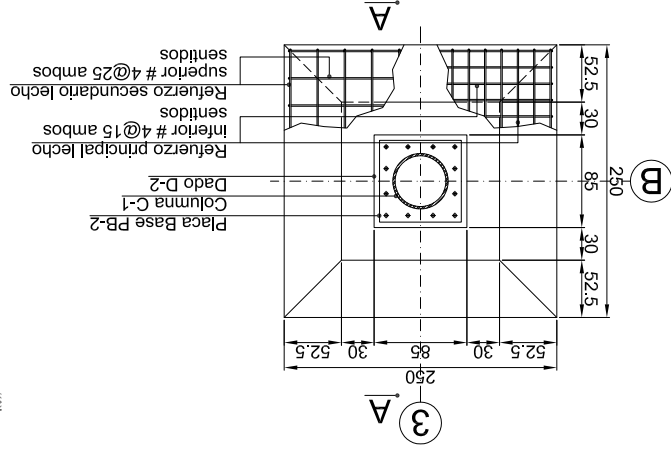
Título: **PLANTA DE CIMENTACIÓN**

COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: 1 : 200

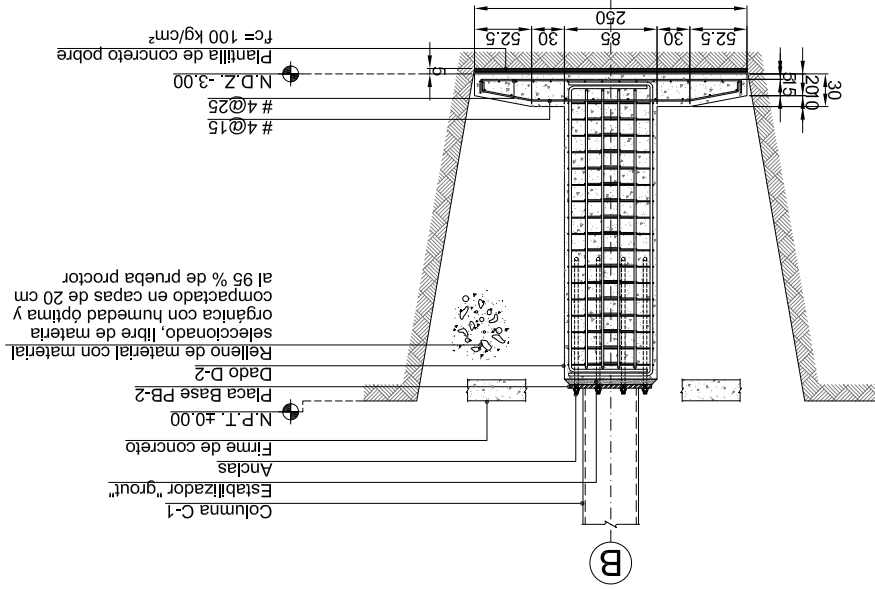
PLANTA DE CIMENTACIÓN A BASE DE ZAPATAS AISLADAS DE CENTRO.

COTAS EN CENTÍMETROS  
LAS ZAPATAS DE ESTE PROYECTO AL SER TODAS DE CENTRO RESULTAN MUY SIMILARES EN CUANTO A SUS DIMENSIONES Y A PESAR DE QUE EL TIPO DE SUELO ES MUY BUENO, DEBIDO AL USO DEL EDIFICIO, LAS CARGAS QUE SE TRANSMITEN A LA CIMENTACION SON BASTANTE CONSIDERABLES, LO CUAL REPERCUTE EN ZAPATAS MUY ROBUSTAS. TODAS LAS ZAPATAS DEL PROYECTO TIENEN UNA AMPLIACION CONSTANTE, UN ESCARPIO IGUAL EN TODAS SUS DIRECCIONES Y DEBIDO AL TAMAÑO DE SU PERALTE DEBEN LLEVAR ARMADO EN SUS DOS LECHOS.

Planta ZAPATA Z-2



CORTE A - A

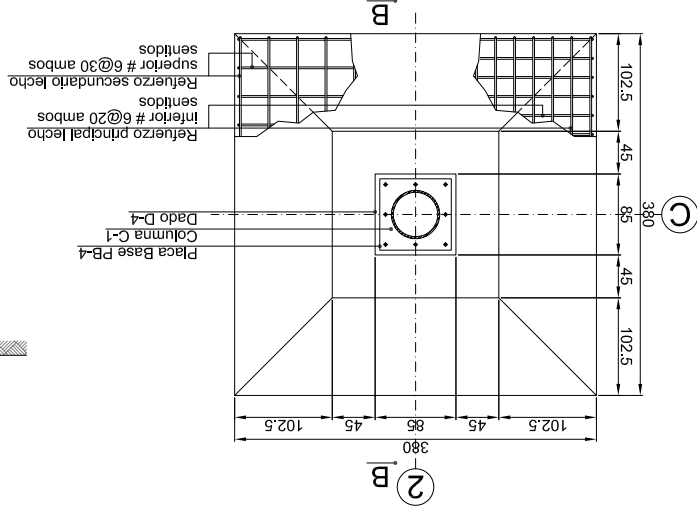


Título: ZAPATA AISLADA DE CENTRO

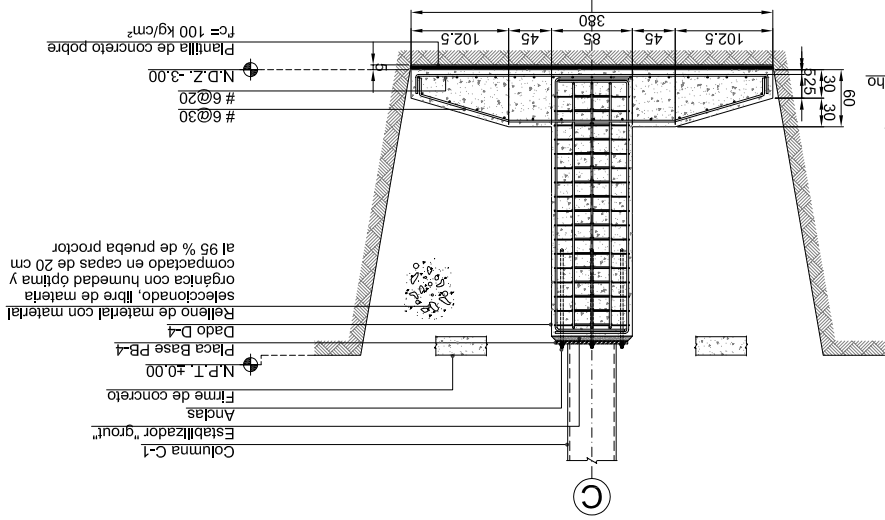
EN ESTE PROYECTO LOS MUROS SON DE NO CARGA, POR LO TANTO NO ES NECESARIO LEVAR UNA ZAPATA CORRIDA PARA SOPORTARLOS, SE PUEDEN DESPLANTAR SOBRE EL FIRME (VER DETALLE DZ-05 Y DZ-06) Y DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO NO ES NECESARIO LIGAR LA CIMENTACION.

COTAS EN CENTÍMETROS

Planta ZAPATA Z-4



CORTE B - B



## V.b Losas de cimentación.

Las losas de cimentación constituyen un tipo de cimentación superficial que cubre toda el área bajo la estructura; se emplean cuando la resistencia del suelo es baja o cuando es necesario limitar en forma muy estricta los asentamientos diferenciales en construcciones particularmente sensibles a éstos.

Existen dos tipos principales de losas de cimentación con diversas variantes.

a. **Losa plana:** En donde las columnas se apoyan sobre la losa de cimentación, directamente o por intermedio de capiteles, pero sin que existan vigas de unión en los ejes de columna. La losa plana puede aligerarse con diversos procedimientos y tiene la ventaja de la sencillez constructiva, pero a costa de volúmenes mayores de concreto.

b. **Losa con contratraves:** Se emplea cuando los claros y las cargas son elevados y se convierte frecuentemente en una estructura en cajón con losa en la parte inferior y superior de la contratrabe. Otra modalidad es una losa con contratraves inferiores en la que el lecho superior es plano y constituye un piso utilizable; además es posible evitar el uso de cimbras al vaciar el concreto directamente en zanjias con superficies cubiertas de ladrillo o de concreto pobre para evitar la contaminación de éste al contacto con el suelo.

La construcción de una losa de cimentación implica la excavación total del suelo bajo la construcción hasta cierto nivel. Con ello se está liberando el suelo subyacente de la carga de material escavado, de manera que si la construcción de la cimentación y de la edificación se hace con la suficiente rapidez y con las debidas precauciones, la parte del peso de ésta que iguala al del material escavado no producirá incrementos de esfuerzos ni hundimientos en el subsuelo. En los suelos saturados y poco permeables, como las arcillas de la cuenca del Valle de México, se aprovecha este principio para realizar cimentaciones flotantes, o por sustitución, en que una cimentación de tipo cajón se coloca a una profundidad tal que sustituye totalmente, o en algunos casos sólo parcialmente, el peso del subsuelo.

En las cimentaciones resueltas por cajones de cimentación es necesario prever ciertos aspectos externos que pueden hacer que falle:

- c.1 Inundación del cajón de cimentación con agua proveniente de instalaciones hidráulicas del edificio, que cambia la condición de peso seco a la de peso sumergido en las consideraciones hechas para el diseño de la cimentación.
- c.2 Filtraciones del agua del subsuelo a través del cajón de cimentación, lo que genera la necesidad de achicarla mecánicamente por medio de bombas. Esta acción hace perder la subpresión ejercida sobre el cajón por el agua del subsuelo.
- c.3 Bombeo en obras vecinas, cuyo nivel de desplante es más profundo y necesario para poder construir la nueva cimentación con lo que se resta flotación a la más superficial.
- c.4 Diferencias del espesor de la capa blanda bajo la planta del edificio, lo que genera un asentamiento diferencial; caso típico sobre zonas de distinto grado de consolidación.

## **E**dificio de departamentos.

**Ubicación:** Col. Del Valle, México D.F.

**Uso:** Habitacional.

**Tipo de estructura:** Grupo B.

**Área de construcción:** 1700 m<sup>2</sup>.

**Factor de carga:** 1.4.

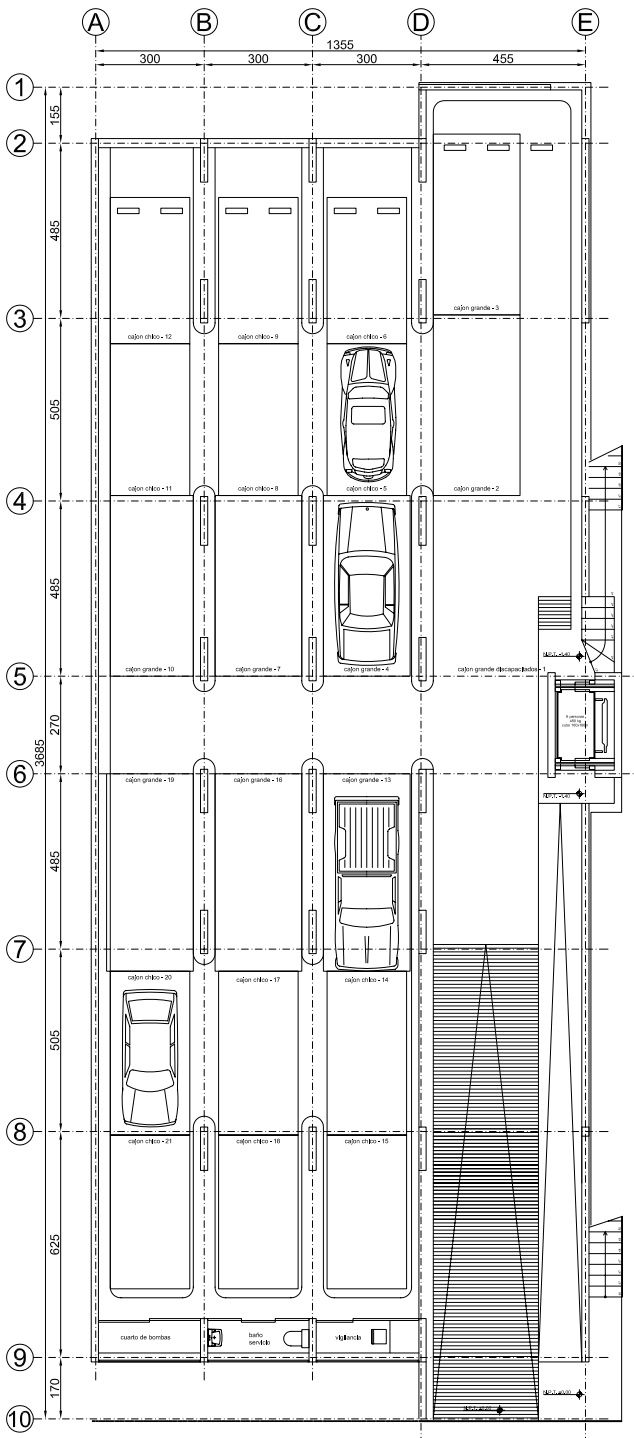
**Tipo de suelo:** Zona II, de acuerdo con el reglamento del Distrito Federal.

**Resistencia del terreno:** 5.2 ton/m<sup>2</sup>, de acuerdo a mecánica de suelos.

**Profundidad de desplante:** 2.00 m, de acuerdo a mecánica de suelos.

De acuerdo a las características del terreno y los requisitos arquitectónicos, la cimentación se resolvió mediante una cimentación semi-compensada empleando un cajón de cimentación, a 2.0 m de profundidad. La losa de fondo de cimentación fue delimitada mediante muros perimetrales de contención así como de contratraves de concreto para repartir las cargas de forma uniforme a esta losa.

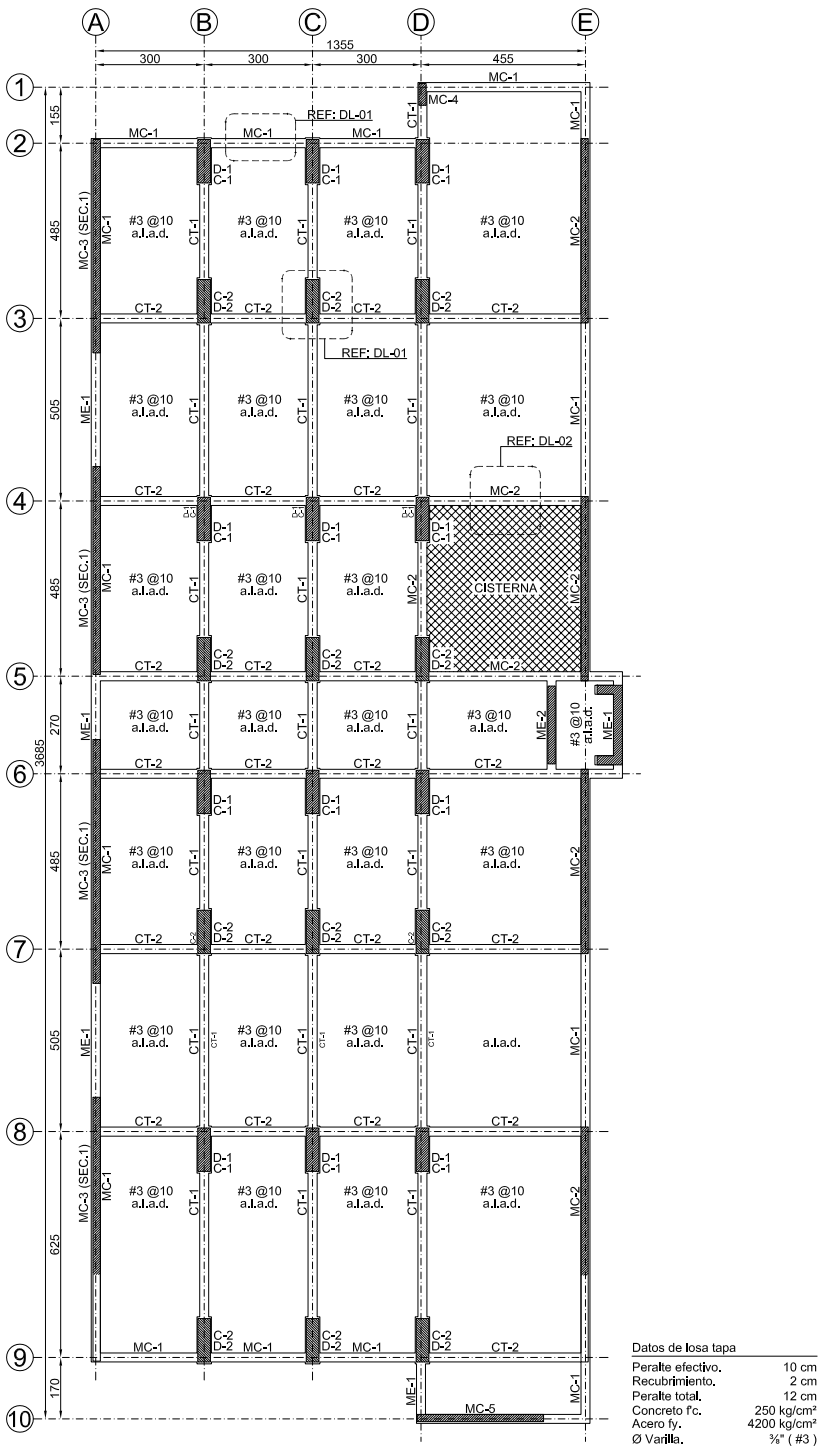




Tema: **Cimentaciones semiprofundas**  
**Cajón de cimentación**

Título: **PLANTA ARQUITECTÓNICA**  
 COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: 1 : 200

Clave: **PL-01** 59



Tema: **Cimentaciones semiprofundas**  
**Cajón de cimentación**

Clave: **PL-02** (60)

Título: **PLANTA DE CIMENTACIÓN**  
 COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: 1 : 200

PLANTA DE CIMENTACIÓN A BASE DE UN CAJÓN DE COMPENSACION FORMADO POR LOSAS FONDO Y TAPA, MUROS PERIMETRALES Y CONTRATABES EN AMBOS SENTIDOS PARA FORMAR LOS TABLEROS.

Clave:

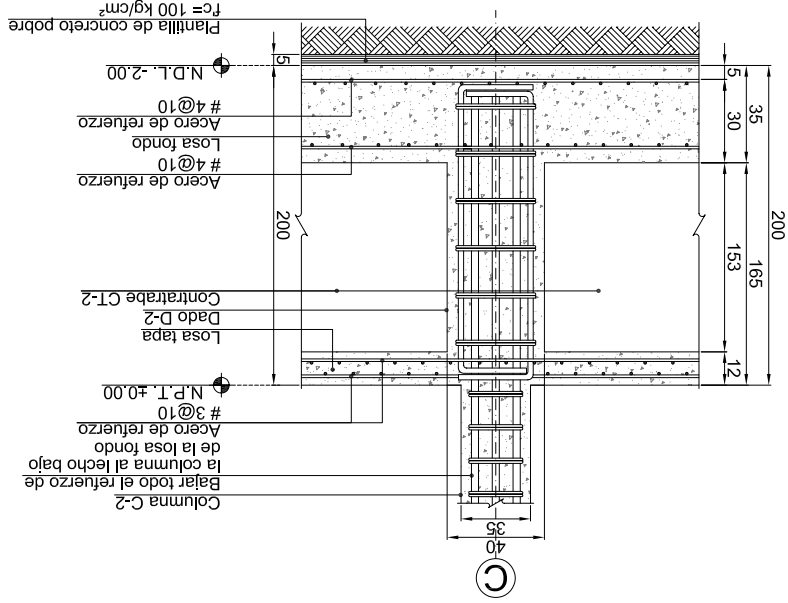
DL-01  
51

Temas: Cimentaciones semiprofundas  
Cajón de cimentación

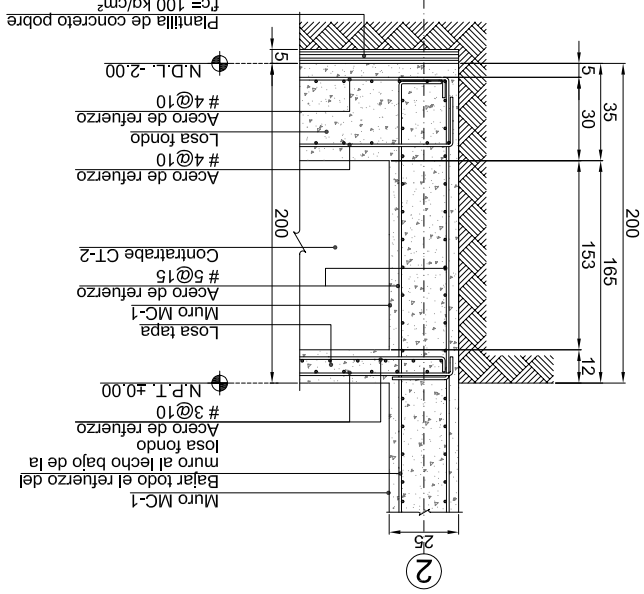
Título: LOSA DE CIMENTACION CAJON

COTAS EN CENTIMETROS  
CORTE DE CAJÓN DE CIMENTACIÓN UNIDA CON  
CONTRATABES EN AMBOS SENTIDOS

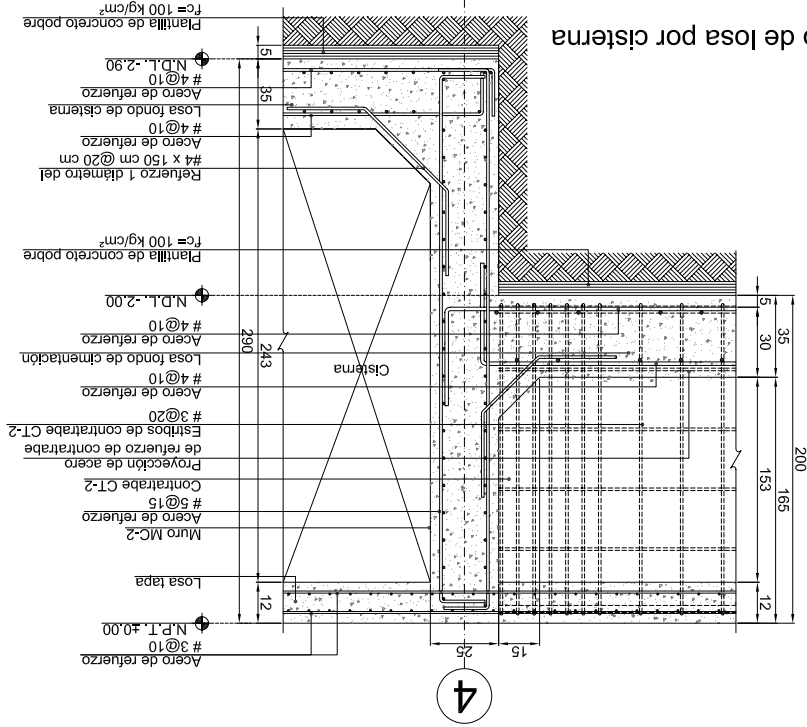
Corte intermedio de losa



Corte de colindancia de losa

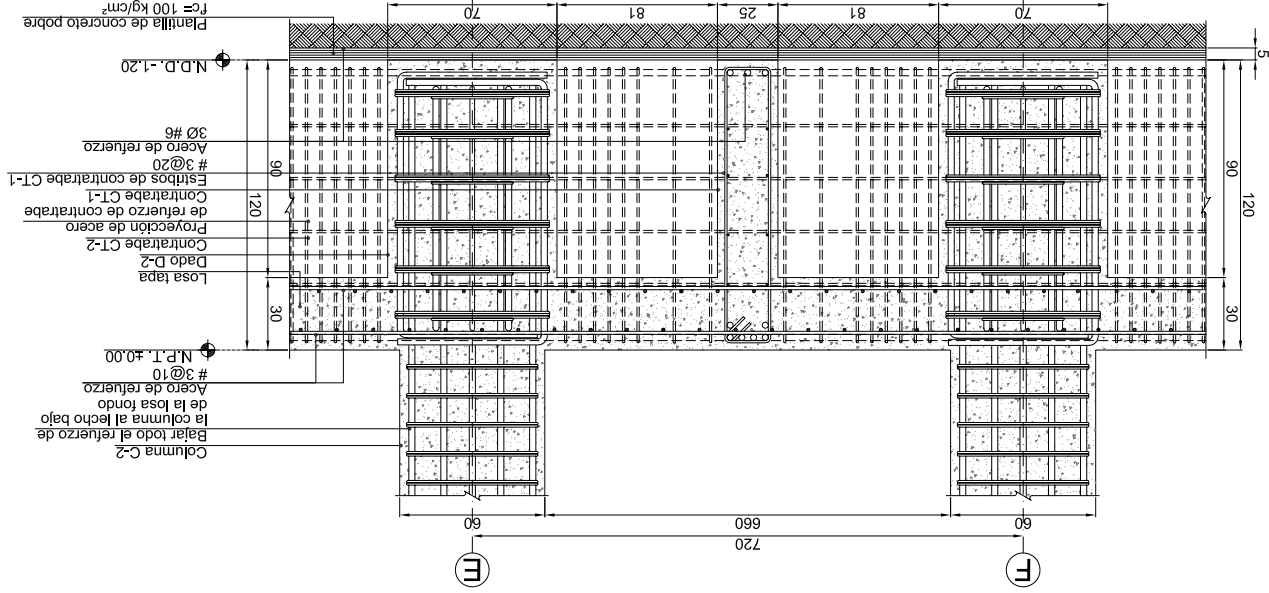


## Corte intermedio de losa por cisterna



ESTA OPCION DE CIMENTACION SE PUEDE APLICAR EN TERRENOS  
COTAS EN CENTIMETROS  
APROVECHA LA LOSA COMO PISO DE LA EDIFICACION, YA QUE LOS  
DADOS Y CONTRATABES ESTAN POR DEBAJO DE LA MISMA.

Corte de losa intermedio



## Casa habitación duplex.

**Ubicación:** Chulavista, Tijuana, B.C.

**Uso:** Habitacional.

**Tipo de estructura:** Grupo B.

**Área de construcción:** 537 m<sup>2</sup>.

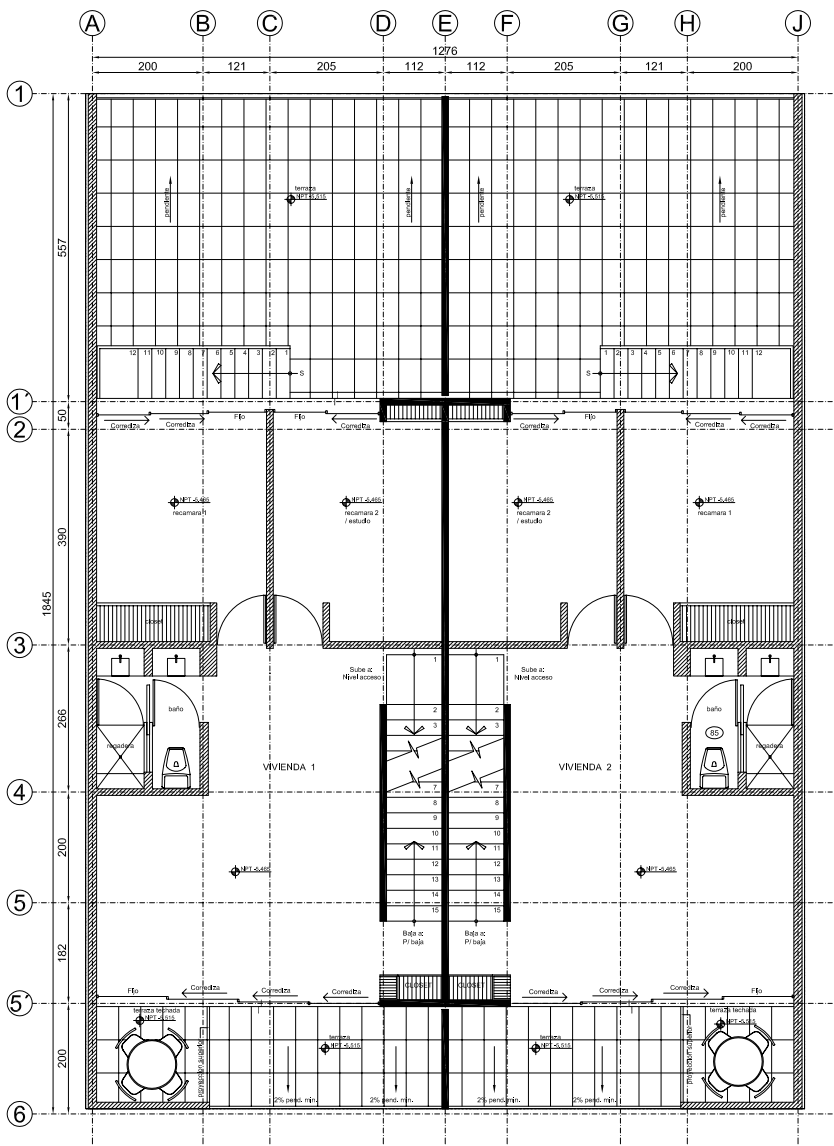
**Factor de carga:** 1.4.

**Tipo de suelo:** Zona C, terreno tipo II, de acuerdo con la zonificación geotécnica de la CFE.

**Resistencia del terreno:** 9.4 ton/m<sup>2</sup>, de acuerdo a mecánica de suelos.

**Profundidad de desplante:** 0.60 m, de acuerdo a mecánica de suelos.

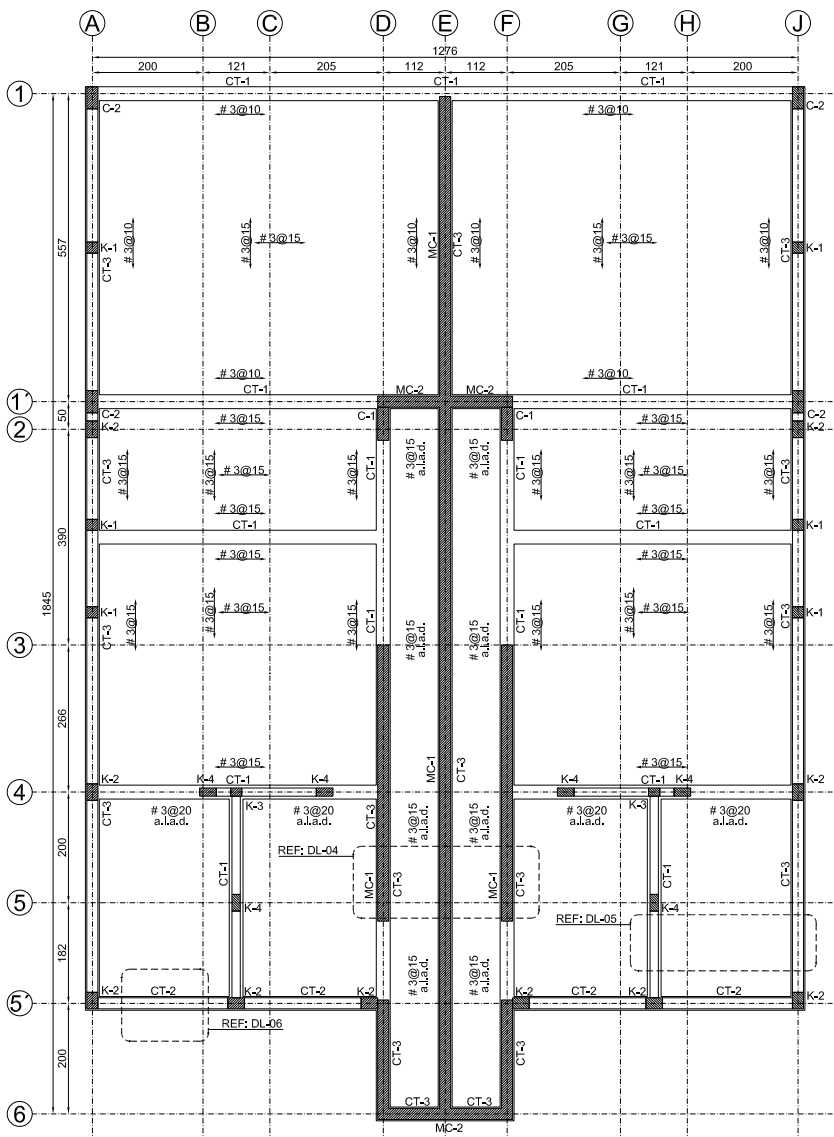
La cimentación de este proyecto está resuelta mediante una losa plana con contrarabes que soportan los muros de concreto y mampostería. De acuerdo a las características del terreno y los requisitos arquitectónicos, la cimentación tiene la peculiaridad de tener en un mismo nivel una losa de entrepiso de vigueta y bovedilla la cual debe de unirse a la losa de cimentación.



Tema: **Cimentaciones superficiales**  
**Losa de cimentación**

Título: **PLANTA ARQUITECTONICA**  
 COTAS EN CENTIMETROS / Esc: 1 : 200

Clave: **PL-03** 65



Datos de losa tapa	
Peralte efectivo.	15 cm
Recubrimiento.	5 cm
Peralte total.	20 cm
Concreto f.c.	250 kg/cm <sup>2</sup>
Acero fy.	4200 kg/cm <sup>2</sup>
Ø Varilla.	3/8" (#3)

Tema: **Cimentaciones superficiales**  
**Losas de cimentación**

Clave: **PL-04** 66

Título: **PLANTA DE CIMENTACIÓN**  
 COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: 1 : 200  
 PLANTA DE CIMENTACION A BASE DE LOSA PLANA CON  
 CONTRATABES POR DEBAJO DE LA MISMA DONDE  
 DESPLANTAN ELEMENTOS DE CONCRETO REFORZADO Y  
 MUROS DE MAMPOSTERIA.

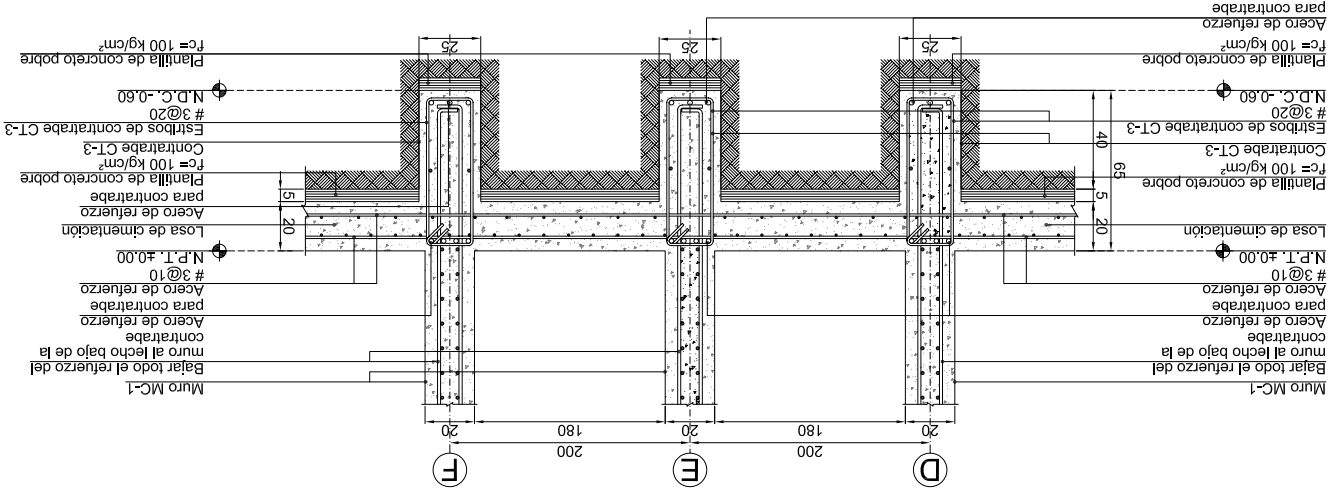


Losas de cimentación

Título: CORTES DE LOSA DE CIMENTACIÓN

COTAS EN CENTÍMETROS  
CORTE DE LOSA DE CIMENTACIÓN CON CONTRABES  
POR DEBAJO DE LA MISMA, SOBRE LAS CUALES SE  
DESPLANTAN MUROS DE CONCRETO REFORZADO

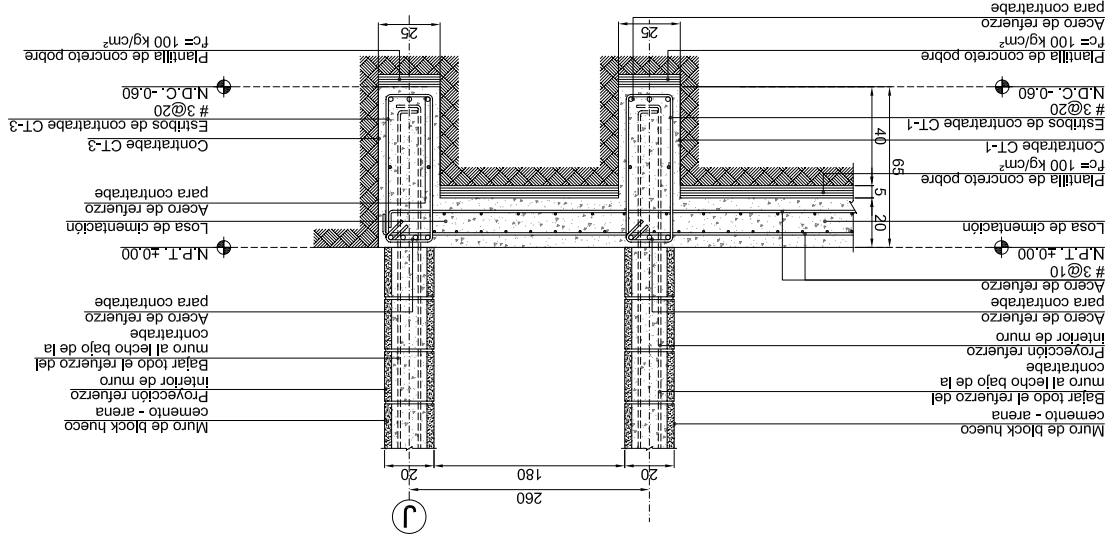
Desplante de muros de concreto



## Título: CORTES DE LOSA DE CIMENTACIÓN

EN ESTE DETALLE DE LA LOSA DE CIMENTACION EL  
DESPLANTE DE MUROS DE MAMPOSTERIA SE DEBE DE  
HACER DIRECTAMENTE SOBRE LAS CONTRATABES YA  
QUE SON MUROS DE CARCA.

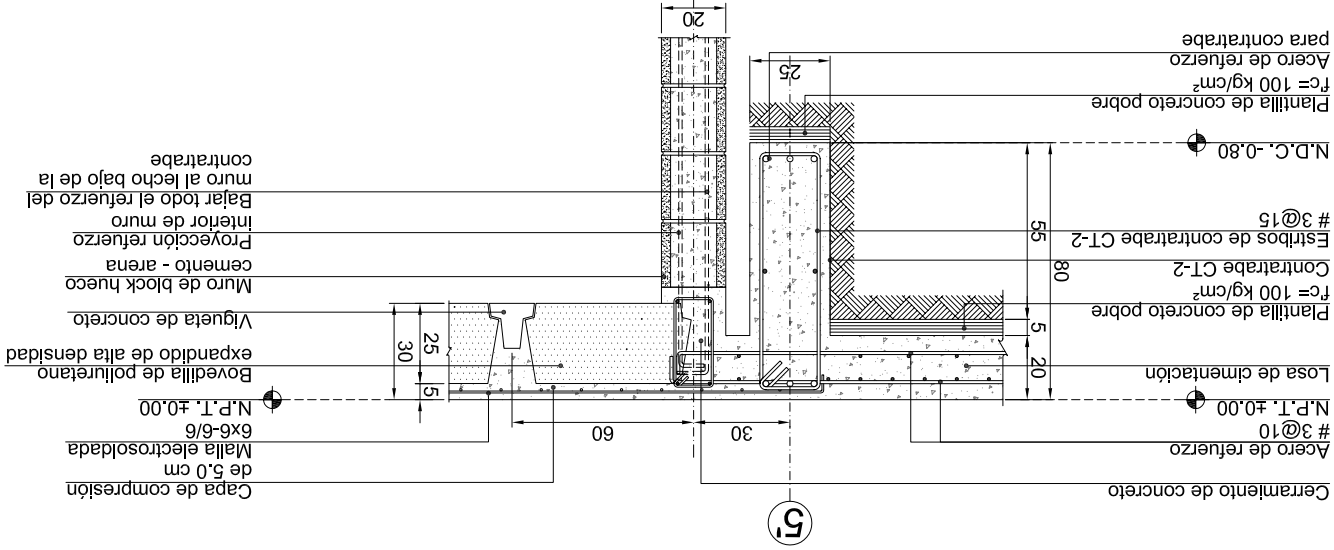
## Desplante de muros de mampostería



Título: CORTES DE LOSA DE CIMENTACIÓN Y LOSA DE ENTREPISO

NOTAS:  
COTAS EN CENTÍMETROS  
POR RAZONES DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO SE  
NECESITA UNIR LA LOSA DE CIMENTACIÓN CON UNA LOSA  
DE ENTREPISO DE VIGUETA Y BOVEDILLA.

Unión de losa de cimentación  
y losa de vigueta y bovedilla



## V.c Pilas y pilotes.

Los pilotes son postes que se introducen profundamente en el terreno para transmitir las cargas de la cimentación a los estratos más resistentes. Cuando estos elementos tienen dimensiones grandes en su sección transversal (mayores a 60 cm.) se denominan pilas.

Los pilotes se emplean cuando el terreno superficial tiene baja capacidad de carga, cuando se tienen requisitos muy estrictos de asentamientos admisibles y cuando se quieren evitar cimentaciones muy voluminosas apoyadas en estratos de suelo poco favorables para la construcción, como en obras marítimas o en suelos saturados.

Un pilote desarrolla resistencia por apoyo directo en su punta y por fricción en la superficie de contacto con el suelo. Los pilotes que se apoyan en un estrato de suelo muy firme y que por tanto, desarrollan la mayor parte de su resistencia por dicho apoyo directo, se denominan pilotes de punta. Los pilotes que quedan totalmente embebidos en estratos de baja capacidad de carga y por tanto desarrollan su resistencia casi exclusivamente por adherencia y por rozamiento entre su superficie y el suelo adyacente, se llaman pilotes de fricción.

En muchos casos ambos componentes de la resistencia son significativos y deben tomarse en cuenta, de manera que la profundidad a que se apoyará un pilote será tal que su resistencia total, debida al efecto combinado de los dos componentes de la resistencia, sea la necesaria para las cargas que debe soportar. Además de la capacidad de carga, existen otros aspectos que pueden influir en la selección del tipo de pilote, como son la posibilidad de asentamientos generales de los estratos del subsuelo y las variaciones del nivel freático.

En cuanto a su proceso constructivo, se pueden dividir los pilotes en prefabricados y colados en el lugar. El proceso constructivo influye en forma importante en el comportamiento de los pilotes; los prefabricados se hincan en el terreno, generalmente por impacto, produciendo el desplazamiento del suelo para dar paso al pilote; esto provoca una perturbación del suelo que altera sus propiedades mecánicas. Además, un pilote prefabricado está sujeto a esfuerzos adicionales que se producen durante su transporte, izado e hincado; especialmente estos últimos suelen ser más severos que los que se presentan una vez colocado el pilote y determinan por tanto sus características estructurales. Los pilotes colocados en el lugar requieren una perforación previa que no implica desplazamiento del suelo y por tanto produce una menor perturbación de las propiedades de éste. Una ventaja de los pilotes prefabricados es que su hincado constituye de hecho una prueba de carga que asegura una capacidad mínima una vez colocados en su lugar.

Existe un gran número de tipos de pilotes en cuanto a su sección, materiales y procedimientos de fabricación. Especialmente en lo referente a este último aspecto. Los sistemas suelen estar patentados y los pilotes son construidos por empresas especializadas.

En cuanto al material, éstos suelen ser de madera de sección circular; de acero, en general de sección tubular o en "H" o de concreto reforzado o preesforzado de sección circular, triangular, cuadrada o poligonal. Los pilotes de madera se usan donde abunda este material y generalmente como pilotes de fricción. Su duración puede ser indefinida si se utilizan en terreno exento de variaciones importantes de humedad, por ejemplo si se encuentra en el agua o en un terreno saturado sin cambios en el nivel freático; sin embargo, su duración puede no exceder de un par de años si se someten a ciclos continuos de humedecimiento y secado.

Los pilotes de acero tienen la ventaja sobre los de concreto de que, por su menor peso y por sus paredes delgadas, en las secciones tubulares o en "H", facilitan el hincado por el de cuchilla de sus paredes. Por otra parte, una vez instalados, se forma en sus extremos un patrón de suelo que asegura un efecto de punta similar al que se tiene en una sección cerrada. Por tanto su capacidad de punta se suele determinar con el área total de la envolvente de la sección. La corrosión no es crítica en los pilotes de acero hincados en un suelo inalterado sin variaciones en el nivel de agua; de lo contrario requieren de una protección anticorrosiva.

Los pilotes de concreto garantizan un mejor desempeño en lo referente a durabilidad ante condiciones agresivas. Los prefabricados en planta suelen ser preesforzados, ya que requieren menor sección y refuerzo para soportar las sollicitaciones por manejo e hincado. Cuando se cuenta con suficiente espacio en la obra, resulta generalmente más económico prefabricarlos en sitio para eliminar costos de transporte. Para facilitar el manejo y el hincado, los pilotes largos se prefabrican en secciones que se conectan con dispositivos diseñados para resistir tensiones que se presentan durante el hincado. Los pilotes colados en el lugar se forman rellenando una perforación previa hecha con equipo rotatorio o por hincado de una camisa metálica que se extrae a medida que se rellena la cavidad. En este último caso puede contarse con una ampliación en el extremo, llamada campana, con la cual se incrementa la capacidad de punta.

Las pilas son coladas en el lugar en una excavación previa; existen diversos métodos de excavación que incluyen el hincado previo de un cilindro que forma después la pared exterior de la pila. Los pilotes pueden ser inclinados cuando se utilizan para tomar cargas horizontales importantes y suelen colocarse en grupos debajo de una zapata o cabezal, o de una losa de cimentación.

Aunque la función más común de los pilotes es la de transmitir cargas de compresión a los estratos resistentes del suelo, en ocasiones se emplean también para tomar tensiones. Tal es el caso de una estructura ligera enterrada abajo del nivel freático y que recibe por empuje hidrostático una subpresión mayor que su propio peso; se colocan pilotes para que en su trabajo por fricción equilibren las fuerzas que tienden a hacer emerger la estructura. En caso de construcciones muy esbeltas, es probable que las cargas laterales de sismo o viento provoquen momentos de volteo que impliquen la aparición de tensiones en los pilotes de uno de los extremos de la base de la estructura y que este efecto rija la longitud necesaria del pilote.

Como se ha mencionado, para transmitir la carga de la estructura a los pilotes se requieren elementos intermedios que sean capaces de resistir las altas concentraciones de cargas impuestas por los pilotes y las columnas. Estos elementos son zapatas de cimentación y dados, o las contratraves mismas, en cimentaciones corridas.

Par lograr una adecuada continuidad es necesario que las cabezas de los pilotes queden ancladas dentro de la zapata o dado. Es recomendable que el pilote sobresalga al menos 15 cm del lecho bajo de la zapata o dado y quede ahogado dentro de estos. En pilotes de concreto reforzado es práctica acostumbrada demoler el concreto en la zona que queda embebida en la zapata o dado y anclar el refuerzo así descubierto al colar el concreto de los mismos.

## **E**dificio de oficinas.

**Ubicación:** Atrampa, Estado de México.

**Uso:** Comercial.

**Tipo de estructura:** Grupo B.

**Área de construcción:** 6300 m<sup>2</sup>.

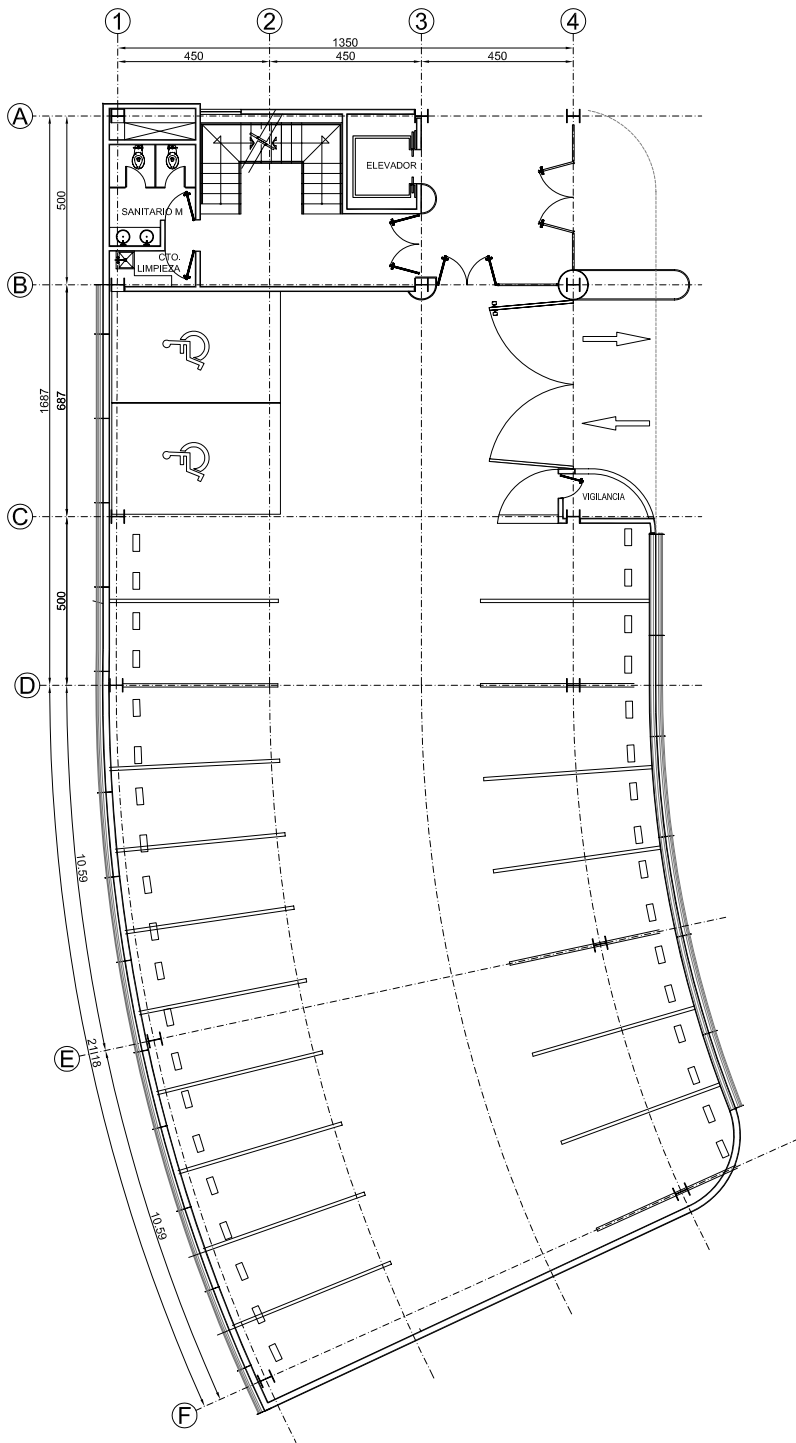
**Factor de carga:** 1.4.

**Tipo de suelo:** Zona B, terreno tipo I, de acuerdo con la zonificación geotécnica de la CFE.

**Resistencia del terreno:** 101.3 ton/m<sup>2</sup>, de acuerdo a mecánica de suelos.

**Profundidad de desplante:** 10.00 m, de acuerdo a mecánica de suelos.

De acuerdo a las características mecánicas del terreno y las condiciones del proyecto arquitectónico se planteo una solución a base de pilas con una profundidad de desplante de 10.00 m con respecto al nivel de terreno natural, ya que se cuenta con una zona importante de rellenos de 9.00 m aproximadamente. Todas las pilas tienen en su parte inferior con una ampliación en su base llamada campana, además de que la cabeza de la pila se encuentra ahogada en el dado correspondiente para cada columna del proyecto.

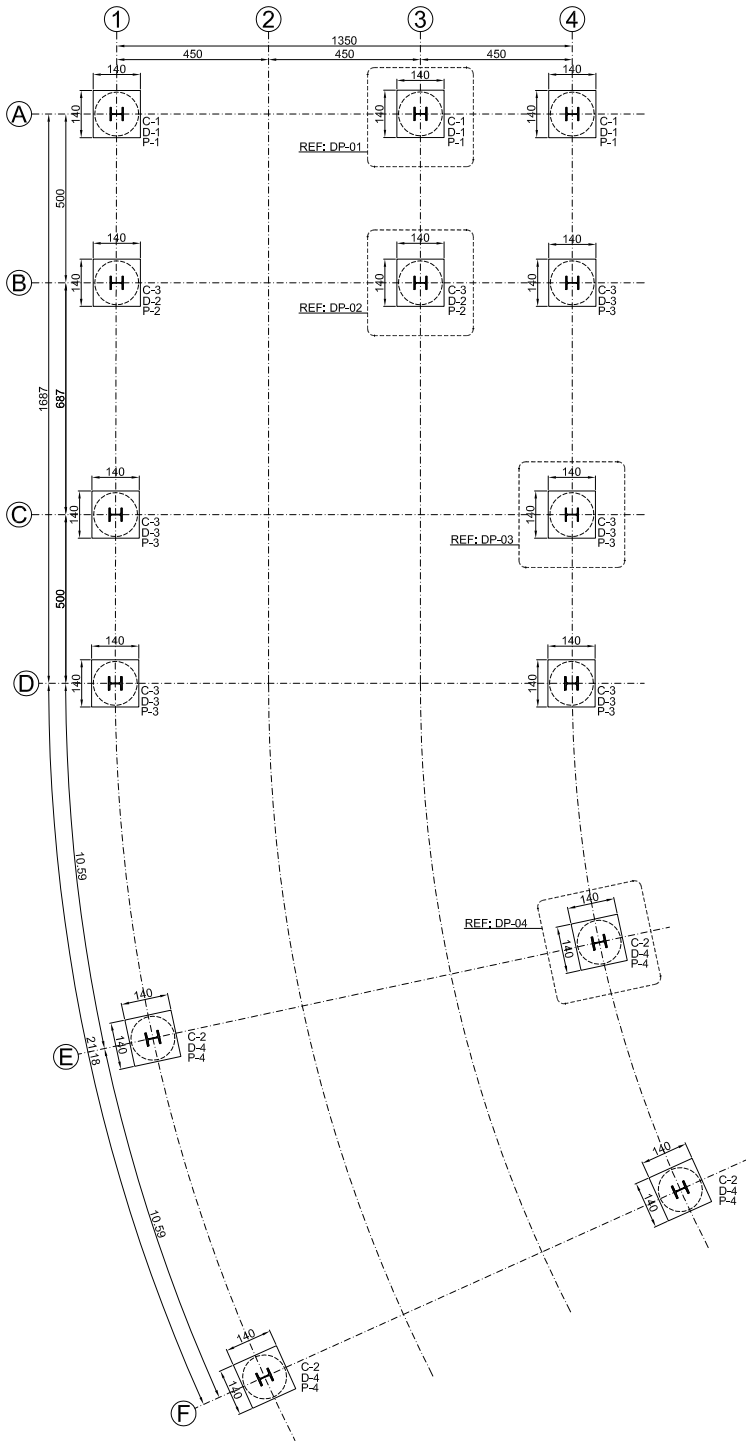


Tema: **Cimentaciones profundas**  
**Pilas de cimentación**

Título: **PLANTA ARQUITECTONICA**  
 COTAS EN CENTIMETROS / Esc: 1 : 200

Clave: **PP-01** 74





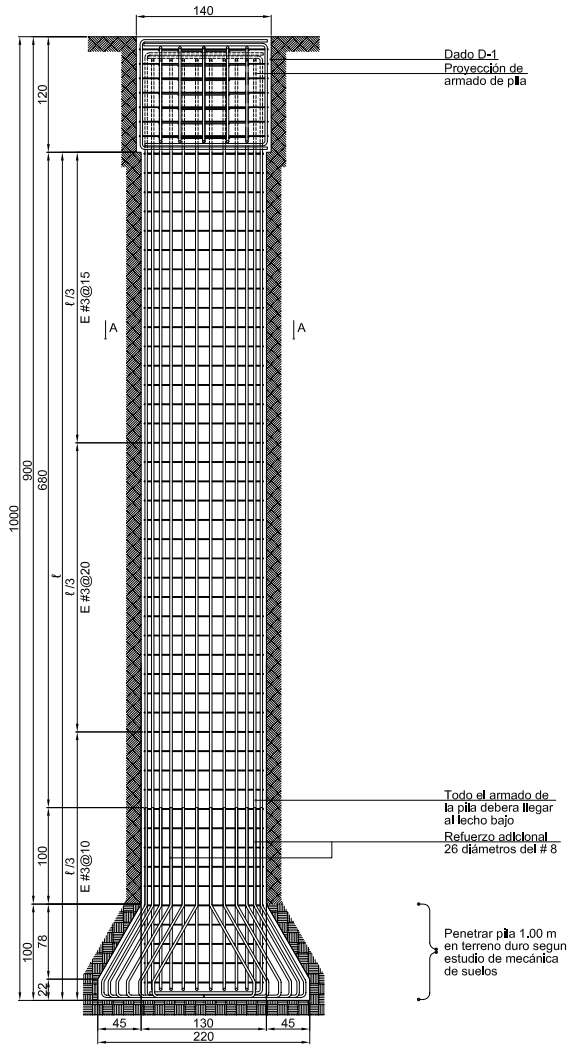
Tema: **Cimentaciones profundas**  
**Pilas de cimentación**

Clave: **PP-02** 75

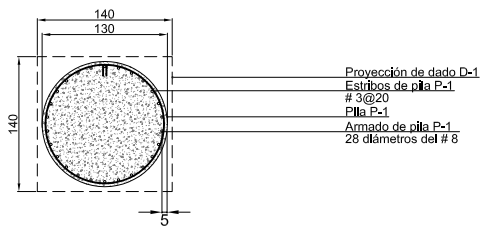
Título: **PLANTA DE CIMENTACIÓN**

COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: 1 : 200

PLANTA DE CIMENTACIÓN A BASE DE PILAS DE CONCRETO  
 UBICADAS DEBAJO DE LAS COLUMNAS.



Elevación de PILA P-1

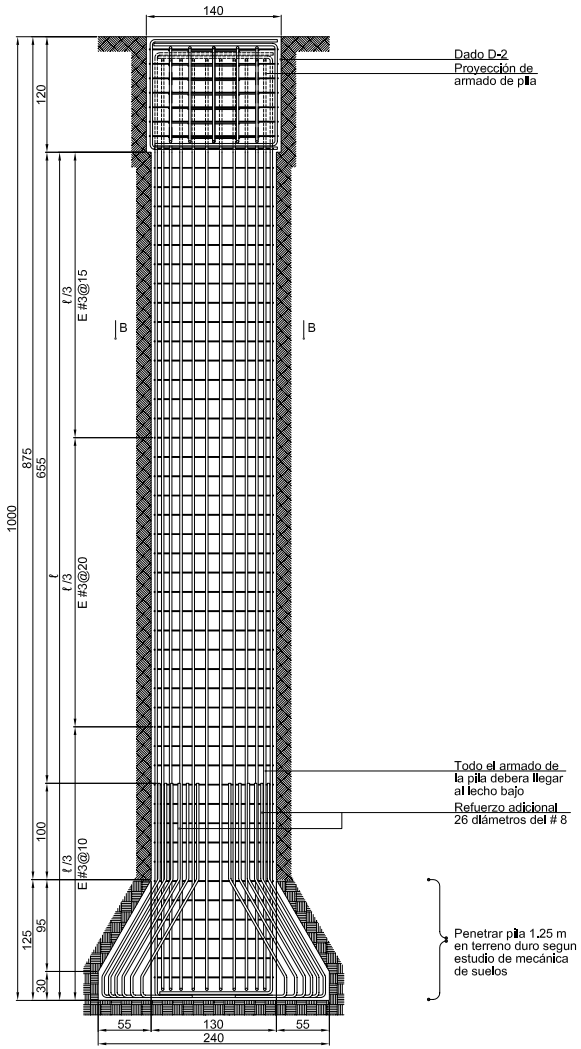


CORTE A - A

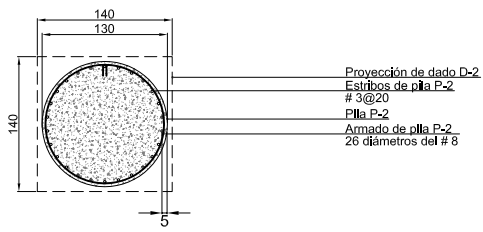
Tema: Cimentaciones profundas  
 Pilas

Título: DETALLES DE PILAS  
 COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: 1 : 75  
 PLANTA Y ELEVACIÓN DE PILAS.

Clave: DP-01 76



Elevación de PILA P-2

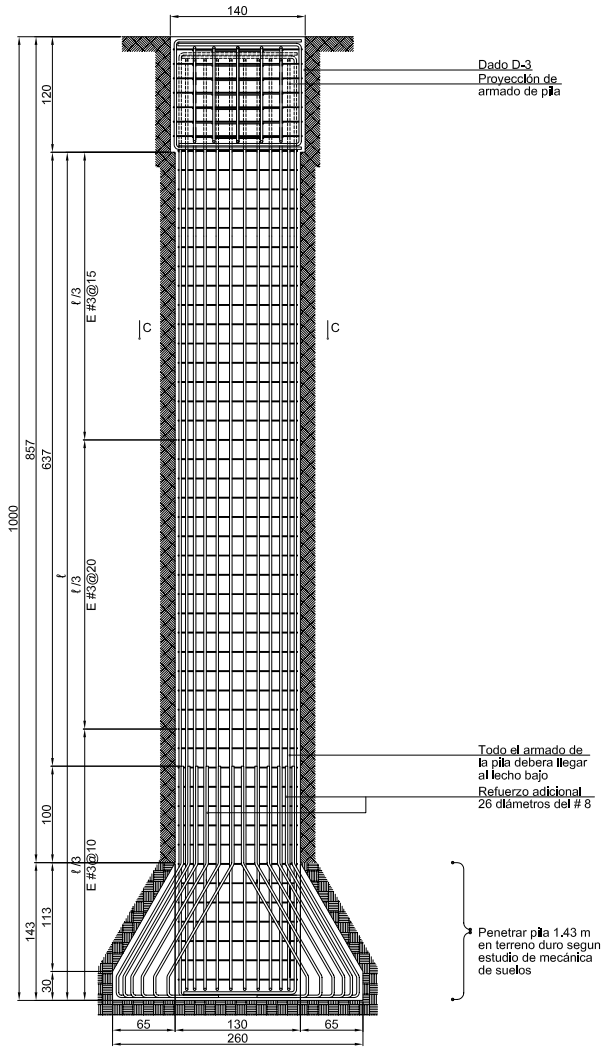


CORTE B - B

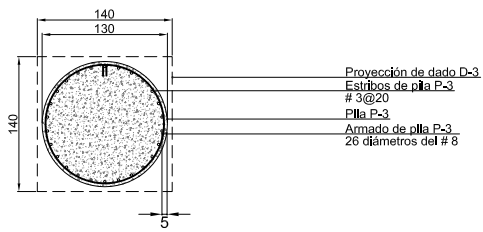
Tema: Cimentaciones profundas  
Pilas

Título: DETALLES DE PILAS  
COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: 1 : 75  
PLANTA Y ELEVACIÓN DE PILAS.

Clave: DP-02 77



Elevación de PILA P-3

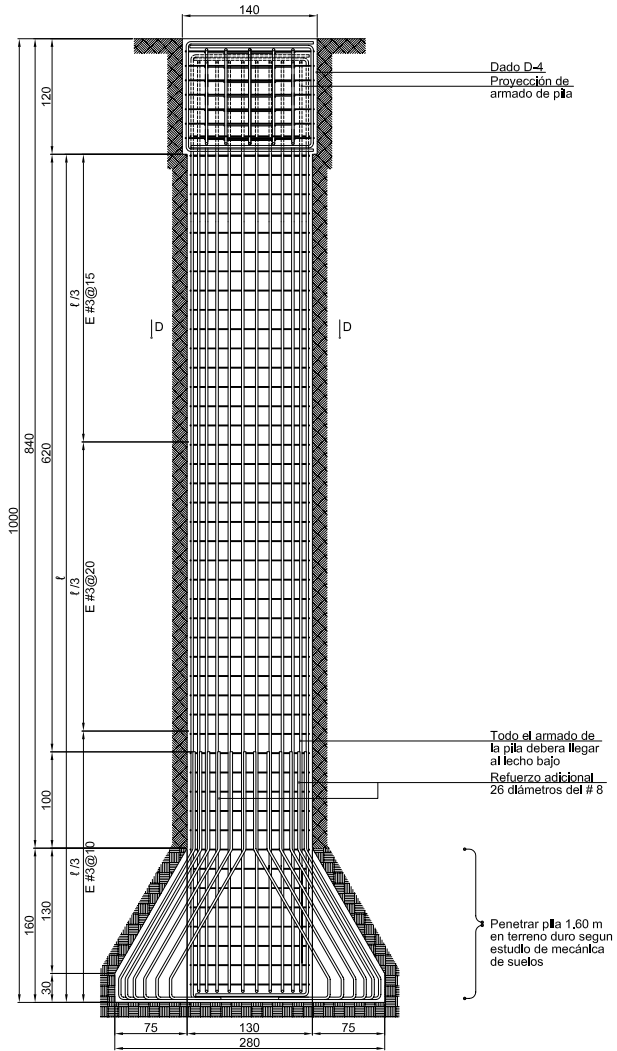


CORTE C - C

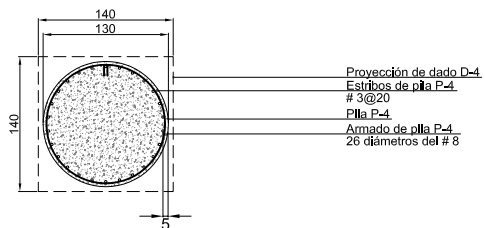
Tema: Cimentaciones profundas  
 Pilas

Título: DETALLES DE PILAS  
 COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: 1 : 75  
 PLANTA Y ELEVACIÓN DE PILAS.

Clave: DP-03 78



Elevación de PILA P-4



CORTE D - D

Tema: Cimentaciones profundas  
Pilas

Clave: DP-04 79

Título: DETALLES DE PILAS  
COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: 1 : 75  
PLANTA Y ELEVACIÓN DE PILAS.

## Tienda de autoservicio.

**Ubicación:** Cuajimalpa, Distrito Federal.

**Uso:** Comercial.

**Tipo de estructura:** Grupo B.

**Área de construcción:** 853.5 m<sup>2</sup>.

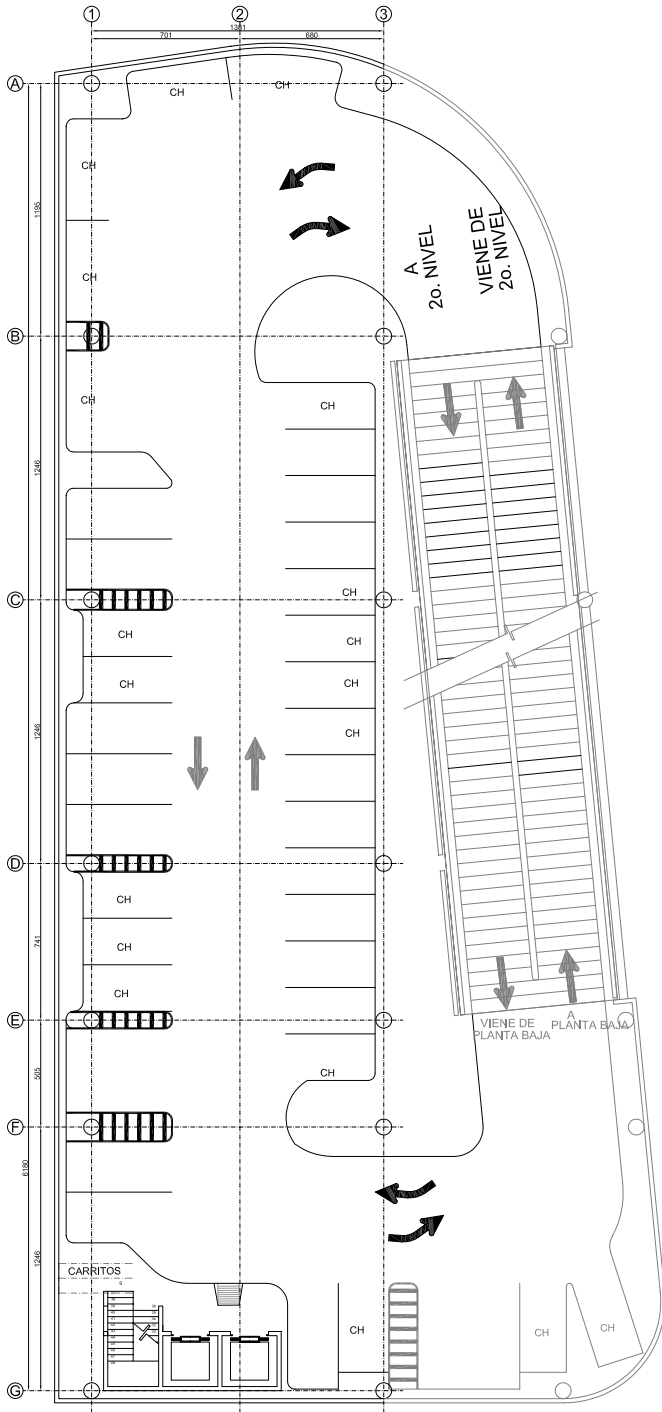
**Factor de carga:** 1.4.

**Tipo de suelo:** Zona I, de acuerdo con el reglamento del Distrito Federal.

**Resistencia del terreno:** 45.3 ton/m<sup>2</sup>, de acuerdo a mecánica de suelos.

**Profundidad de desplante:** 12.00 m, de acuerdo a mecánica de suelos.

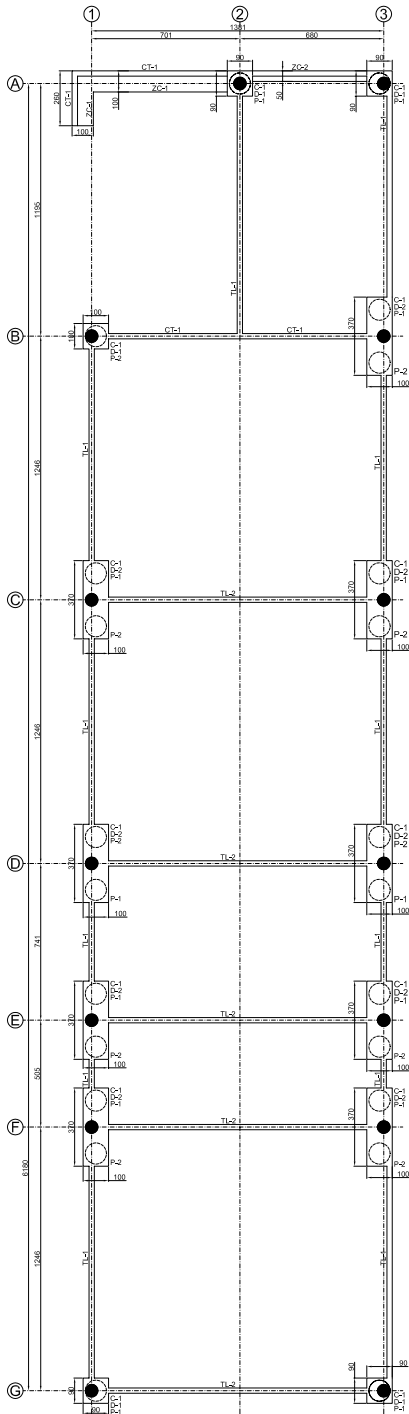
Para la cimentación de este proyecto se planteo una solución a base de pilotes de punta con una profundidad de desplante de 12.00 m con respecto al nivel de terreno natural, ya que se cuenta con una zona importante de terreno de alta compresibilidad de 11.00 m aproximadamente. Todos los pilotes en su parte superior se descabezan para poder ligarse a los dados y contrarabes de la cimentación.



Tema: **Cimentaciones semiprofundas**  
**Pilas de cimentación**

Título: **PLANTA ARQUITECTONICA**  
 COTAS EN CENTIMETROS / Esc: 1 : 200

Clave: **PP-03** 81



Datos de losa tipo	
Paredes eléctricos.	25 cm
Paredes interiores.	9 cm
Paredes totales.	30 cm
Concreto f.c.	250 kg/cm <sup>3</sup>
Acero f.c.	4200 kg/cm <sup>2</sup>
© Van B.	37' (44')

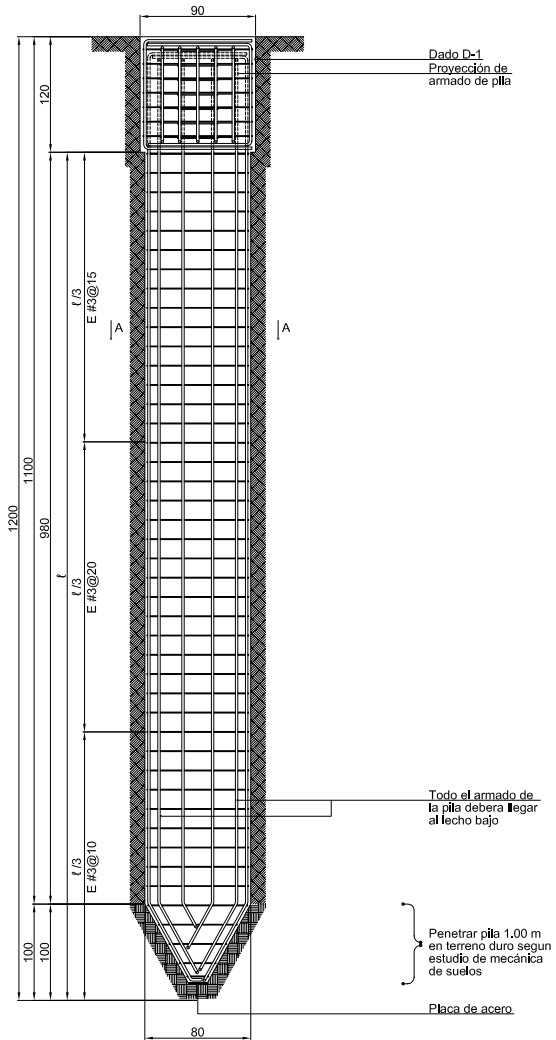
Tema: **Cimentaciones semiprofundas**  
**Pilas de cimentación**

Clave: **PP-04** 82

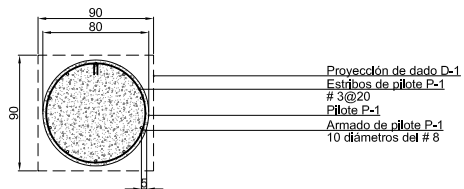
Título: **PLANTA DE CIMENTACIÓN**  
 COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: 1 : 200

PLANTA DE CIMENTACIÓN A BASE DE PILAS DE CONCRETO  
 UBICADAS DEBAJO DE LAS COLUMNAS, UNIDAS CON  
 TRABES DE LIGA Y UNA PARTE DE ZAPATAS CORRIDAS





Elevación de PILOTE P-1

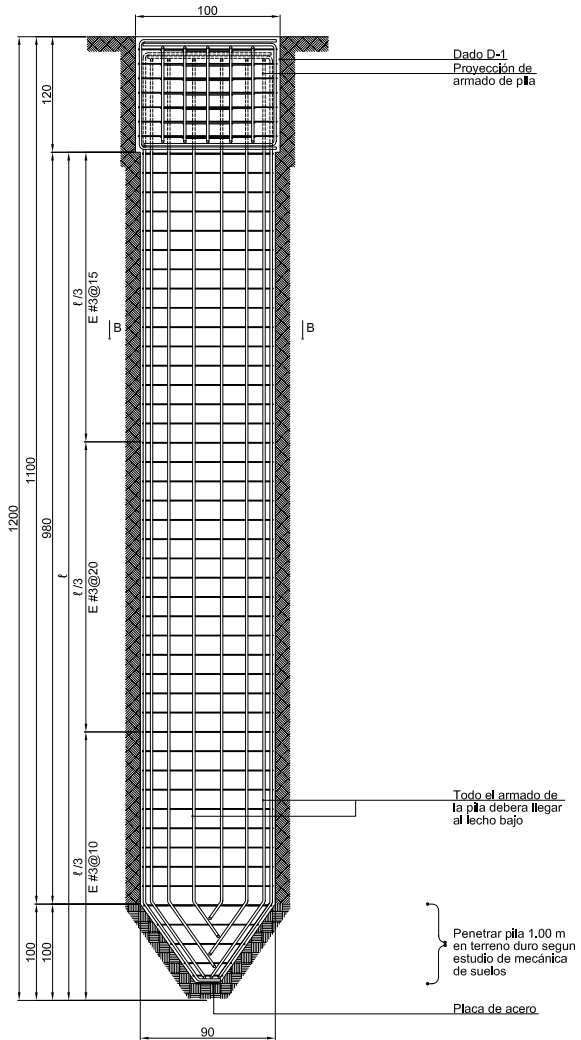


CORTE A - A

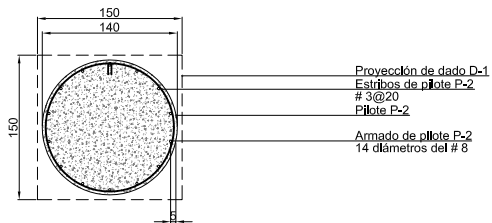
Tema: **Cimentaciones profundas  
Pilotes**

Clave: **DP-06** 83

Título: **DETALLES DE PILOTES**  
COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: 1 : 75  
PLANTA Y ELEVACIÓN DE PILOTE.



Elevación de PILOTE P-2



CORTE B - B

Tema: Cimentaciones profundas  
Pilotes

Clave: DP-06 84

Título: DETALLES DE PILOTES  
COTAS EN CENTÍMETROS / Esc: 1 : 75  
PLANTA Y ELEVACIÓN DE PILOTE.

Clave:

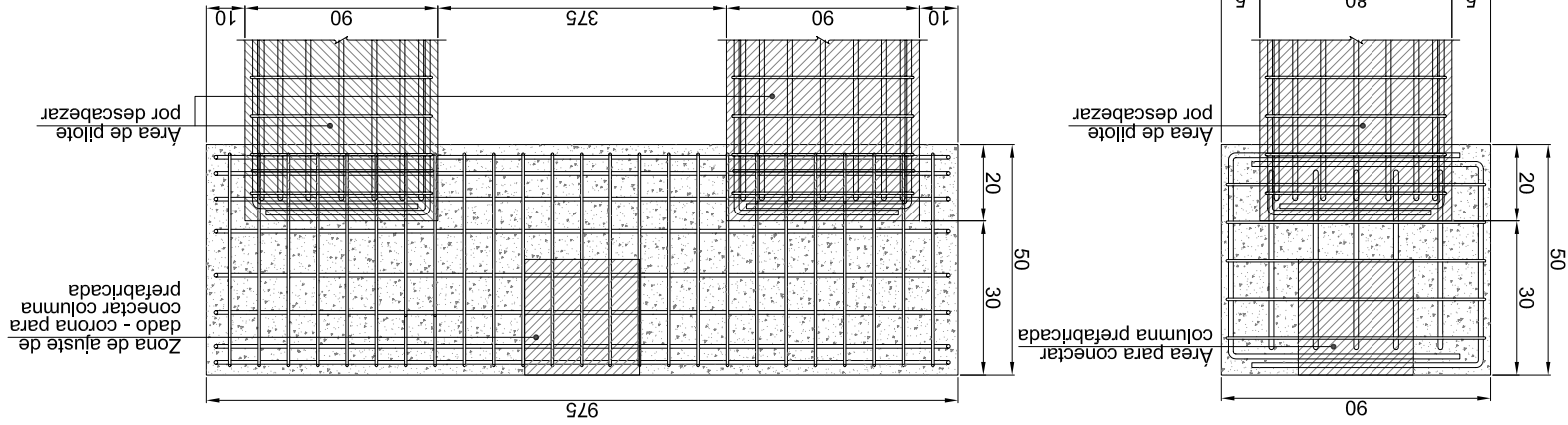
DP-07  
85

Pilotes

Temas: Cimentaciones profundas

Título: DETALLE DE PILOTES  
COTAS EN CENTÍMETROS  
DETALLE DE LA UNIÓN ENTRE EL DADO Y LA CABEZA DEL  
PILOTE.

DETALLE DE PILOTES



## Ob. Conclusiones.

Dentro de las conclusiones a cerca de este trabajo podemos puntualizar dos aspectos primordiales: uno es el objetivo que se cumple de hacer de una manera más fácil y comprensible los aspectos fundamentales que todo arquitecto debe de conocer y saber aplicar acerca del proceso de diseño estructural, ya que este tema en particular es un tanto delegado y en muchas ocasiones evitado por los arquitectos, siendo que es básico, ya que de este se desprende que tipo de estructura, sistemas de piso, cimentación, etc., es el más apropiado para cada proyecto en particular, de acuerdo a puntos específicos tales como: tipo de suelo, el tipo de edificación, el tipo de materiales empleados en el proyecto arquitectónico.

Así como el aspecto personal, que representa haber estudiado, un tema que parece muy alejado del quehacer de un arquitecto y de esta manera reflexionar sobre las inmensas posibilidades que se tienen dentro del campo profesional, el cual no debe de estar limitado solo por la experiencia ganada dentro de la facultad o el enfoque primario de la carrera, si no por las decisiones tomadas dentro de la práctica profesional.

## Oc. Bibliografía.

«Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, Diseño por Sismo»; México, D. F. 1993.

«Reglamento de las Construcciones del Departamento del Distrito Federal»; México, 2005.

«Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto»; México, D. F., 2005.

«Concreto Armado en las Estructuras: Teoría Elástica»; Pérez Alamá, Vicente. México, D. F., 1990.

«Diseño y Cálculo de Estructuras de Concreto Reforzado: Diseño por Resistencia Máxima y Servicio»; Pérez Alamá, Vicente. México, D. F., 1993.

«Mecánica de Suelos, Tomo I»; Juárez Badillo, Eulalio. México, D. F., 2001.

«Diseño Estructural»; Meli, Roberto. México, D. F., 2005.