



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO, DE DIECIOCHO NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A N :

O S V A L D O C R U Z M E N D O Z A  
J U A N M I G U E L S Á N C H E Z T O R R E S

DIRECTOR DE TESIS

M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ



MÉXICO, D.F.

2006

## **AGRADECIMIENTOS.**

Un reconocimiento muy especial al M. en I. José Luis Trigos Suarez, por dirigir esta tesis y brindarnos la enseñanza y confianza necesaria para la realización de este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México; la Facultad de Ingeniería, y a todos nuestros profesores, que nos formaron para luchar por nuestros ideales y alcanzar nuestras metas.

**Oswaldo Cruz Mendoza**  
**Juan Miguel Sánchez Torres**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres:  
Leobardo y Francisca  
muestra de cariño y apoyo incondicional.

A mis hermanos:  
Eduardo, Diana y Adriana  
unión y confianza en todo momento.

A mi familia:  
Por su comprensión y empuje.

A mi esposa:  
Giselle  
por tu amor y confianza.

A mi hija:  
Jimena  
Llama de ternura permanente  
en mi corazón.

A mi amigo:  
Jesus  
Ejemplo de dedicación y entrega.

A todas las personas que colaboraron  
con la recabación de la información indis-  
pensable para la realización de este trabajo.

En memoria del Arq. Bernardo Calderón  
Cabrera.

**Oswaldo Cruz Mendoza**

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo está dedicado muy especialmente y con mucho respeto a mi padre Leonel, por nunca dar paso atrás y brindarme su apoyo hasta donde dios se lo permitió.

A mi madre María Eugenia, por su gran esfuerzo y dedicación que nunca terminaré de agradecer.

A mi hermana Blanca Lilia, por su gran apoyo y confianza.

A mis demas hermanos:  
Miriam  
Armando  
Leonel

A mi esposa Isabel, por su presencia en mi vida.

A mis Amigos: Osvaldo, Luis, Oscar R.  
Guillermo, Sergio A., Raul, Oscar y Raymundo.

Y a familiares y amigos que me ayudaron a mi realización personal.

**Juan Miguel Sánchez Torres**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

Vo Bo

22-03-06

Miguel A. Rob. Vega

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/012/05

Señores  
OSVALDO CRUZ MENDOZA  
JUAN MIGUEL SÁNCHEZ TORRES  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M.I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

**"ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO, DE DIECIOCHO NIVELES, DISEÑO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO"**

- INTRODUCCIÓN
- I. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO
- II. ESTUDIOS ANALÍTICOS
- III. ANALISIS DE RESULTADOS
- IV. CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Ruego a ustedes cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo les recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Visto Bueno   
090306

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria a 17 de Febrero de 2005.  
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO  
GFB/AJP/crc.

Vo. Bo 10/03/06  
  
VICTOR FRANCO

M.I. Reginaldo Hernandez L.

Vo.Bo.   
13/03/06

Asunto: Propuesta de Tema de Tesis  
OFICIO No.

**M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO**  
**DIRECTOR DE LA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM**  
Presente

En atención a su oficio de fecha \_\_\_\_\_, en el que se solicita proponer **TESIS**, para que sea desarrollado por los señores **Oswaldo Cruz Mendoza y Juan Miguel Sanchez Torres**, registrados con números de cuenta, **9223409-3 y 9561822-9**, respectivamente, y puedan presentar su Examen Profesional de la Carrera de **Ingeniero Civil**, me permito someter a su consideración el siguiente:

**TEMA: ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO, DE DIECIOCHO NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.**

**INTRODUCCIÓN**

- I. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.**
- II. ESTUDIOS ANALÍTICOS.**
- III. ANALISIS DE RESULTADOS.**
- IV. CONCLUSIONES.**

**BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.**

Atentamente  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
Cd. Universitaria, D.F., a 25 de Enero de 2005.

**NOMBRE DEL DIRECTOR DE  
TESIS**

**M.I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ.**

**FIRMA DEL DIRECTOR DEL  
TEMA**

\_\_\_\_\_

TELÉFONOS DE LOS ALUMNOS: 56-41-87-92; 56-76-95-31

## **INTRODUCCIÓN.**

Los movimientos de la tierra son una consecuencia de la evolución geológica del planeta, razón por la cual el territorio mexicano ha sufrido considerables movimientos telúricos durante varias decenas de millones de años, La evidencia histórica registrada de la actividad sísmica en nuestro país es reducida; en su mayor parte se remonta al siglo pasado, estos movimientos provienen de temblores de subducción en la frontera entre las placas, de eventos de falla normal en la placa subducida y de temblores superficiales en la placa continental. De ellos, los más frecuentes y mejor comprendidos son los de subducción. La brecha sísmica de Guerrero parece tener un alto potencial sísmico. Ahí la última secuencia de grandes temblores terminó hace unos 75 años. No se sabe si la liberación de energía acumulada ocurrirá en un evento como el del 19 de septiembre de 1985, o en varios más pequeños.

Los sismos representan la causa principal del mayor número de fallas en las estructuras, es por esto, que la ingeniería actual ha intensificado su estudio y complementado sus reglamentos y normas; debido a que los eventos sísmicos han sobrepasado las previsiones que se tenían contempladas en función de la estadística existente.

La arcilla limosa típica de la ciudad de México se comporta altamente elástica durante la acción sísmica. Por tanto las ondas de estos fenómenos encuentran un ambiente propicio para ser transmitidas eficientemente, produciendo importantes cambios en la superficie del suelo que afectan las cimentaciones de los edificios, por lo que representa un reto mayor el hacer edificaciones cada vez mas grandes. El sismo de 1985 mostró algunas deficiencias existentes del reglamento vigente en la época (RCDF76), por lo que marcó el parteaguas para la reestructuración de dicho reglamento, en el cual se modificaron parámetros de seguridad, tales como coeficientes sísmicos, clasificación de las estructuras, cargas, aspectos del diseño arquitectónico y reducción de desplazamientos.

El comportamiento estructural de los inmuebles al ser sometidos a fuerzas sísmicas mayores a las que estaban diseñados, dió como resultado pérdidas humanas, económicas y culturales. Estas fallas en los edificios consistieron principalmente en agrietamientos diagonales en vigas, columnas y muros así como pérdida de concreto en vigas y columnas debido a compresión causada por flexión o por la combinación de flexión y fuerzas axiales; los inmuebles con mayor incidencia de fallas fueron los de 6 a 15 pisos con sistemas de estructuras del tipo esquelético a base de vigas peraltadas.

Como muestra de estos inmuebles se tiene el edificio estudiado, en lo relativo a este tipo de fenómenos, en particular a los situados en la zona del centro histórico de la ciudad de México, dicho edificio fue elegido por haber presentado una serie de fallas estructurales en elementos verticales y horizontales (columnas y trabes ). Para lo cual se recopiló información de campo en visitas realizadas durante su demolición, así mismo se colectó información de gabinete, consistente en planos arquitectónicos y estructurales.

El inmueble se encuentra clasificado dentro del grupo B de acuerdo al Art. 174 (RCDF93), con veinte niveles, en los cuales se desarrollaban actividades de hospedaje, se encontraba en el primer cuadro de esta ciudad.

Al inicio del estudio el inmueble contaba con 16 niveles, ya que con anterioridad, en una propuesta de reestructuración, decidieron demoler cuatro niveles de los veinte originales.

Este trabajo presenta los estudios realizados para el diagnóstico estructural del edificio en su estado original, aplicando los reglamentos vigentes durante su construcción y al inicio de este estudio: Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal de 1966 y 1993 respectivamente y el análisis Sísmico Dinámico Modal Espectral (ASDME) y Análisis Sísmico Estático Equivalente (ASEE) de este inmueble, así mismo se realizó la revisión del estado en que se encontraba la estructura al iniciar esta tesis, esto es, con 16 niveles tomando en cuenta el RCDF93 y un análisis ASDME, se planteó también la revisión de tres propuestas de aprovechamiento estructural con el fin de que el inmueble cumpliera con las especificaciones establecidas en el reglamento.

En el capítulo I se presenta una descripción del edificio, mediante los respectivos proyectos arquitectónicos, estructurales e información geométrica recopilada y geotécnica con la que se dispuso.

En el capítulo II se muestran los criterios en los cuales están sustentados los estudios analíticos de acuerdo a los reglamentos empleados, desde la concepción de los modelos, propiedades geométricas y mecánicas, cargas y acciones permanentes, variables y accidentales.

En el capítulo III se revisan los resultados obtenidos en los análisis confrontándolos con los estados límite marcados en el RCDF93 y sus NTC's, y el RCDF66, para cada uno de los modelos.

Finalmente, en capítulo IV se plasman las conclusiones y recomendaciones obtenidas por el análisis realizado.



## I. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.

### **I.A DESCRIPCIÓN DEL INMUEBLE Y SU ENTORNO URBANO.**

El inmueble referido en este estudio se encontraba localizado en la manzana que forman la Avenida Juárez y las calles Luis Moya y José María Marroquí, al Norte, Poniente y Oriente, respectivamente, del primer cuadro de esta ciudad.

El edificio tenía como género y rango de magnitud, respectivamente, el de Servicios de Alojamiento y Hoteles de más de 250 cuartos; se estima que fue proyectado y construido a principios de los años sesentas, por lo que tendría alrededor de cincuenta años de servicio. Se distinguieron pocas modificaciones o alteraciones a la concepción original, que podría ser la demolición de cinco pisos.

Durante los sismos de Septiembre de 1985, sufrió daños estructurales graves; entonces se propuso como parte de un proyecto de rehabilitación realizar la demolición de cuatro de los niveles superiores, sin embargo desde entonces la construcción se encuentra desocupada.

El edificio tenía originalmente las siguientes características:

Veinte niveles: Sótano uno (N00), Sótano dos (N00'), Planta Baja (N01), Planta Mezanine (N02), Planta Salones (N03), Planta (N04), Planta tipo uno (N05 a N07), Planta (N08), Planta tipo dos (N09 a N16), Planta (N17), Planta (N18), Planta (N19), y Planta (N20). Tenía forma aproximadamente rectangular en planta, con una entrante en la esquina surponiente y una saliente en la esquina suroriente. En la dirección longitudinal, paralela a la calle Luis Moya, está delimitado por los ejes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 6', 7, 8, 9 10 y 11, con distancias entre ellos de 8.63 m, 6.37 m, 7.75 m, 7.75 m, 7.75 m, 4.38 m, 3.37 m, 7.75 m, 7.75 m, 7.75 m y 8.40 m, respectivamente, para un total de 77.65 m; en la dirección transversal, paralela a la avenida Juárez, con los ejes: A, B, C, D, E y E', con distancias entre ellos de 6.11 m, 5.40 m, 4.55 m, 6.80 m y 0.90 m, para un ancho total de 23.76 m. La superficie aproximada de construcción era de 23,902.29 m<sup>2</sup>.

Las dimensiones de las plantas son:		Longitudes	Área Aproximada	Niveles
Sótano 1	[ N00 ]:	19.93 m por 79.10 m	1370 m <sup>2</sup>	NPT-9.15
Sótano 2	[ N00' ]:	19.93 m por 79.10 m	1370 m <sup>2</sup>	NPT-4.80
Planta Baja	[ N01 ]:	19.93 m por 79.10 m	1370 m <sup>2</sup>	NPT+0.00
Mezanine	[ N02 ]:	18.75 m por 79.10 m	1061 m <sup>2</sup>	NPT+3.70
Salones	[ N03 ]:	18.75 m por 79.10 m	1220 m <sup>2</sup>	NPT+8.25
Nivel 4	[ N04 ]:	19.93 m por 79.10 m	1341 m <sup>2</sup>	NPT+13.25
Nivel 5	[ N05 ]:	19.93 m por 79.10 m	1224 m <sup>2</sup>	NPT+16.35
Nivel 6	[ N06 ]:	19.93 m por 79.10 m	1224 m <sup>2</sup>	NPT+19.45
Nivel 7	[ N07 ]:	19.93 m por 79.10 m	1224 m <sup>2</sup>	NPT+22.55
Nivel 8	[ N08 ]:	19.93 m por 79.10 m	1224 m <sup>2</sup>	NPT+25.65
Nivel 9	[ N09 ]:	19.93 m por 79.10 m	1135 m <sup>2</sup>	NPT+28.75
Nivel 10	[ N10 ]:	19.93 m por 79.10 m	1135 m <sup>2</sup>	NPT+31.85
Nivel 11	[ N11 ]:	19.93 m por 79.10 m	1135 m <sup>2</sup>	NPT+34.95
Nivel 12	[ N12 ]:	19.93 m por 79.10 m	1135 m <sup>2</sup>	NPT+38.08

Nivel 13	[ N13 ]:	19.93 m por 79.10 m	1135 m <sup>2</sup>	NPT+41.15
Nivel 14	[ N14 ]:	19.93 m por 79.10 m	1135 m <sup>2</sup>	NPT+44.25
Nivel 15	[ N15 ]:	19.93 m por 79.10 m	1135 m <sup>2</sup>	NPT+47.35
Nivel 16	[ N16 ]:	19.93 m por 79.10 m	1135 m <sup>2</sup>	NPT+50.45
Nivel 17	[ N17 ]:	18.40 m por 79.10 m	1135 m <sup>2</sup>	NPT+54.80
Nivel 18	[ N18 ]:	19.93 m por 55.00 m	726 m <sup>2</sup>	NPT+59.00
Tipo 19	[ N19 ]:	17.85 m por 23.25 m	203 m <sup>2</sup>	NPT+63.49
Nivel 20	[ N20 ]:	17.85 m por 23.25 m	123 m <sup>2</sup>	NPT+67.44

En la Planta del Sótano 2 se alojaban los servicios del hotel tales como: Cuarto de Máquinas, Lavandería, Equipo de Aire Acondicionado, Almacén, etc; en Planta Baja se tenía: Lobby, Oficina de Recepción y Registro, Locales Comerciales, Restoran, Cocina, Escaleras, tres Elevadores Principales y dos Elevadores de Servicio.

En la Planta de Mezanine existían espacios dedicados a Restoran-Bar, Gerencia General, Subgerencia, Ventas, Salón de Belleza, Peluquería, Áreas de circulación, Escaleras, tres Elevadores Principales y dos Elevadores de Servicio. En la Planta Nivel 3, existían una serie de salones, Áreas para preparar alimentos, Servicios Sanitarios, Áreas de circulación, Escaleras, tres Elevadores Principales y dos Elevadores de Servicio.

En las tres Plantas Tipo 1, ( N05 a N07 ) contaba con 29 habitaciones por nivel, de las cuales 10 eran las predominantes, con dimensiones aproximadas de 3.875 m por 8.40 m; mientras que seis tenían dimensiones de 3.875 m por 10.20 m, una tenía dimensiones mayores y las restantes tenían dimensiones menores. Todas contaban con baño y guardarropa, disponían de Zona de Servicios, Vestíbulo, Escalera, tres Elevadores Principales y dos Elevadores de Servicio.

En Planta N08 y la Planta Tipo 2, ( N09 a N16 ), que corresponde a los Niveles del 9 al 16 se tenían 25 habitaciones por nivel, con características muy similares a las de la Planta Tipo 1.

En el piso 17 se encontraban las áreas de recreo, con alberca, vestidores y un salón de baile denominado Camichín.

Por lo que se refiere a la Azotea, su uso correspondía a Cuartos de Máquinas de Elevadores, y a todo lo relacionado a los servicios de estas instalaciones.

Por tanto el Hotel disponía de 312 habitaciones en total, para una cantidad máxima aproximada de 1,400 huéspedes.

#### Cimentación.

La cimentación del edificio consistía en un cajón de compensación apoyado en 617 pilotes de punta, de concreto reforzado  $f'c=300 \text{ Kg/cm}^2$ , de 0.50 m de diámetro, apoyados en la primer capa dura, a 34 m. de profundidad bajo el nivel de banqueta, se presentó una emersión a consecuencia del hundimiento regional por consolidación de las formaciones de arcilla y la presencia de los pilotes de punta apoyados en la capa dura, dicha emersión era de entre 70 a 80 cm en el año 2003.

### Estructura.

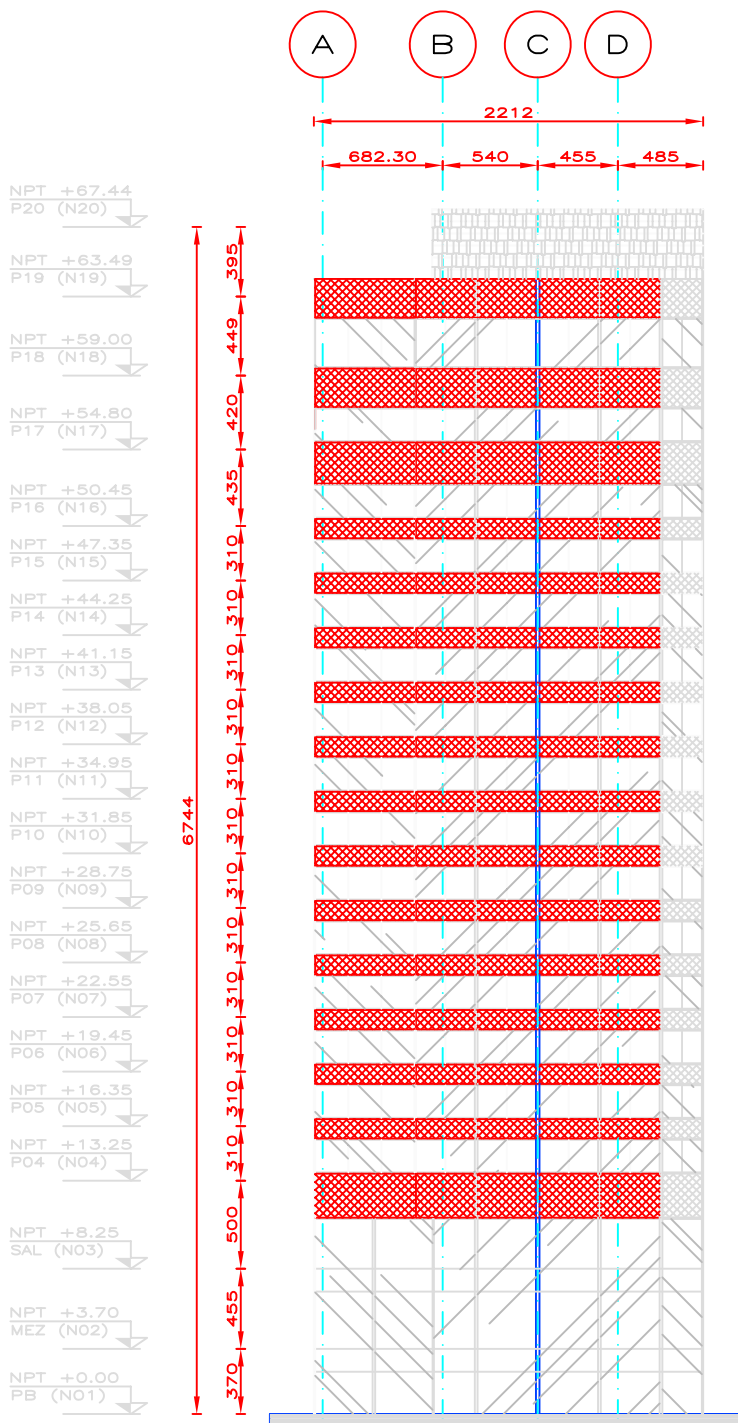
La estructura del edificio se encontraba resuelta mediante columnas de concreto reforzado, que soportaban sistemas de piso formados por trabes y losa maciza de concreto reforzado, colado in situ; existían muros de mampostería que no contribuían a la resistencia de la estructura.

### Acabados.

El edificio contaba con fachadas en cantera de color café oscuro y cristales claros, se observaba que los pisos consistían en losa de concreto con acabados pulidos, los muros estaban recubiertos con aplanados de diferentes materiales: repellado de mortero, yeso y/o pasta. Se tenían falsos plafones en áreas comunes y/o de circulación, a base de bastidores metálicos con malla y yeso, que permitían alojar la instalación eléctrica y la de aire acondicionado, las habitaciones se iluminaban a base de focos incandescentes, y las puertas de las habitaciones eran de madera, baños con azulejo y pisos recubiertos con alfombra.

A continuación se muestra dibujos arquitectónicos de: Fachada Oriente, Fachada Norte, Sótano, Planta Baja, Mezanine, Planta Salones, Planta Tipo 1, Planta Tipo 2, Nivel 17, Nivel 18 y Planta Azotea.



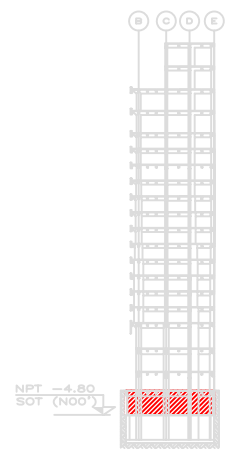
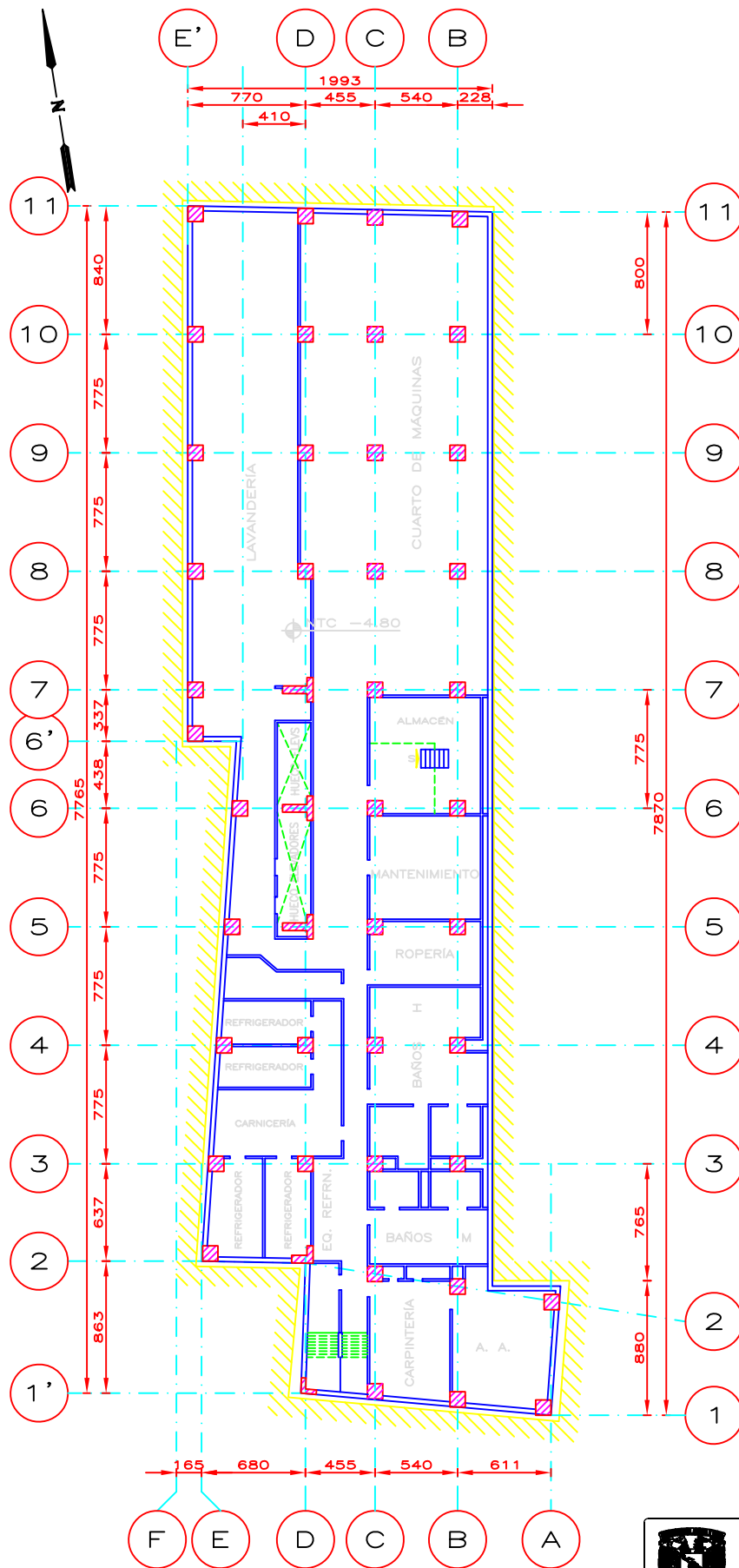


**NOTAS**

1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 1.2 FACHADA NORTE**

	<small>tesis profesional</small> <b>ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LAGUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.</b>		
	<small>presentación</small> <b>OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES</b>		
<small>director de tesis</small> <b>M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ</b>			
<small>concepto</small> <b>ANÁLISIS ESTRUCTURAL</b>	<small>diseño</small> <b>JLT/OCM</b>	<small>archivo</small> <b>HAFNOR02</b>	<small>escala</small> <b>1:500</b>
<small>dibujo</small> <b>ARQUITECTÓNICO: FACHADA NORTE</b>		<small>fecha</small> <b>05/04/05</b>	<small>figura</small> <b>1.2</b>

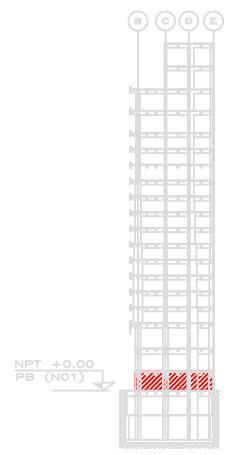
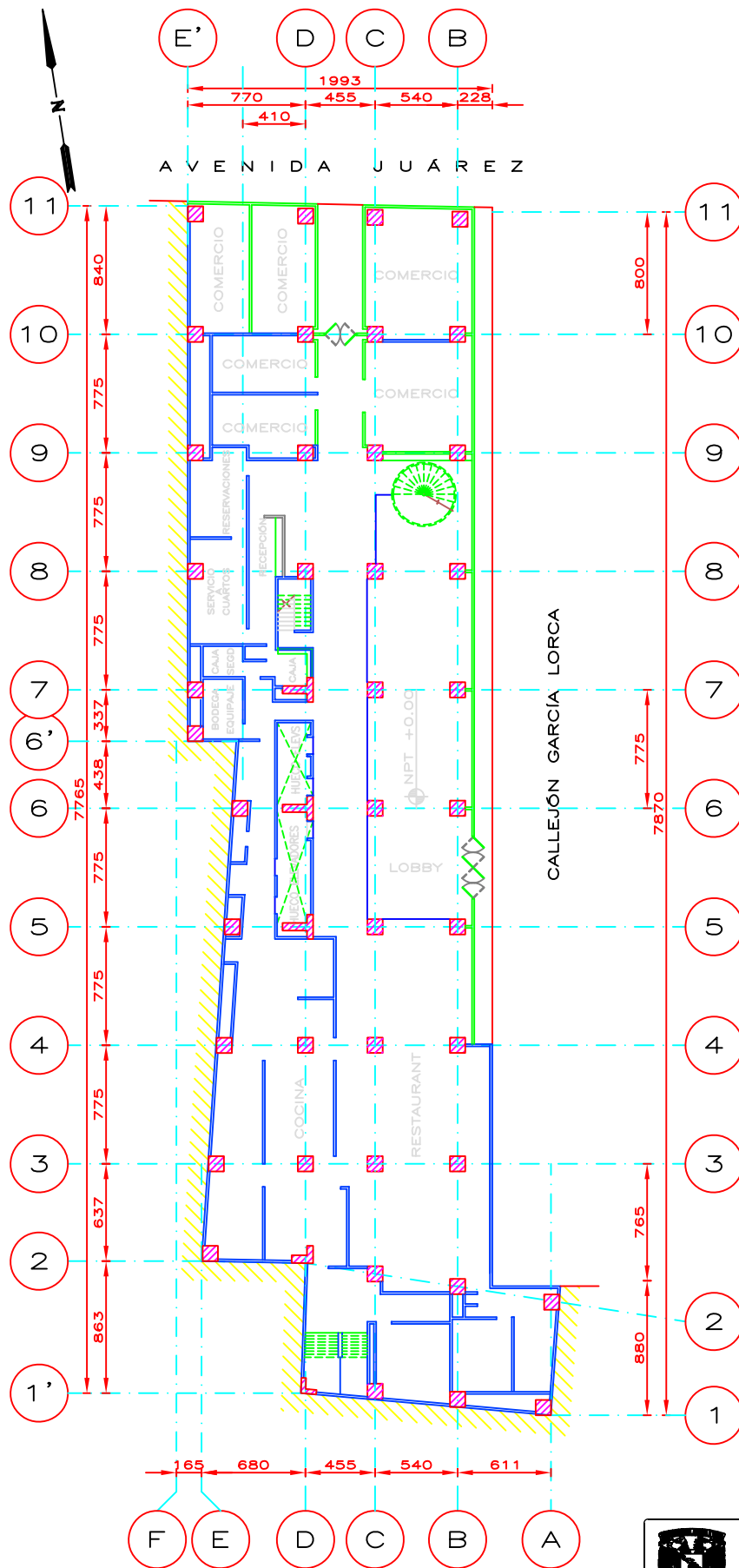


**NOTAS**

1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 1.3 PLANTA SÓTANO (N00')**

tesis profesional: <b>ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUÍDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LAGUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>			
presentador: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepción: PLANTAS ARQUITECTÓNICAS	dibujo: JLT/OCM	revisión: HAARSOT	estado: SIN
dibujo: PLANTA SÓTANO (N00')		fecha: 02/05/03	figura: 1-3

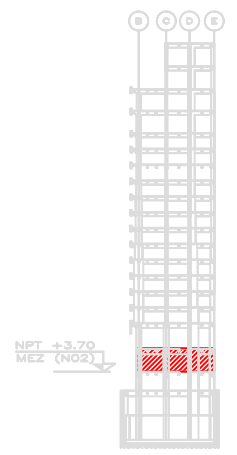
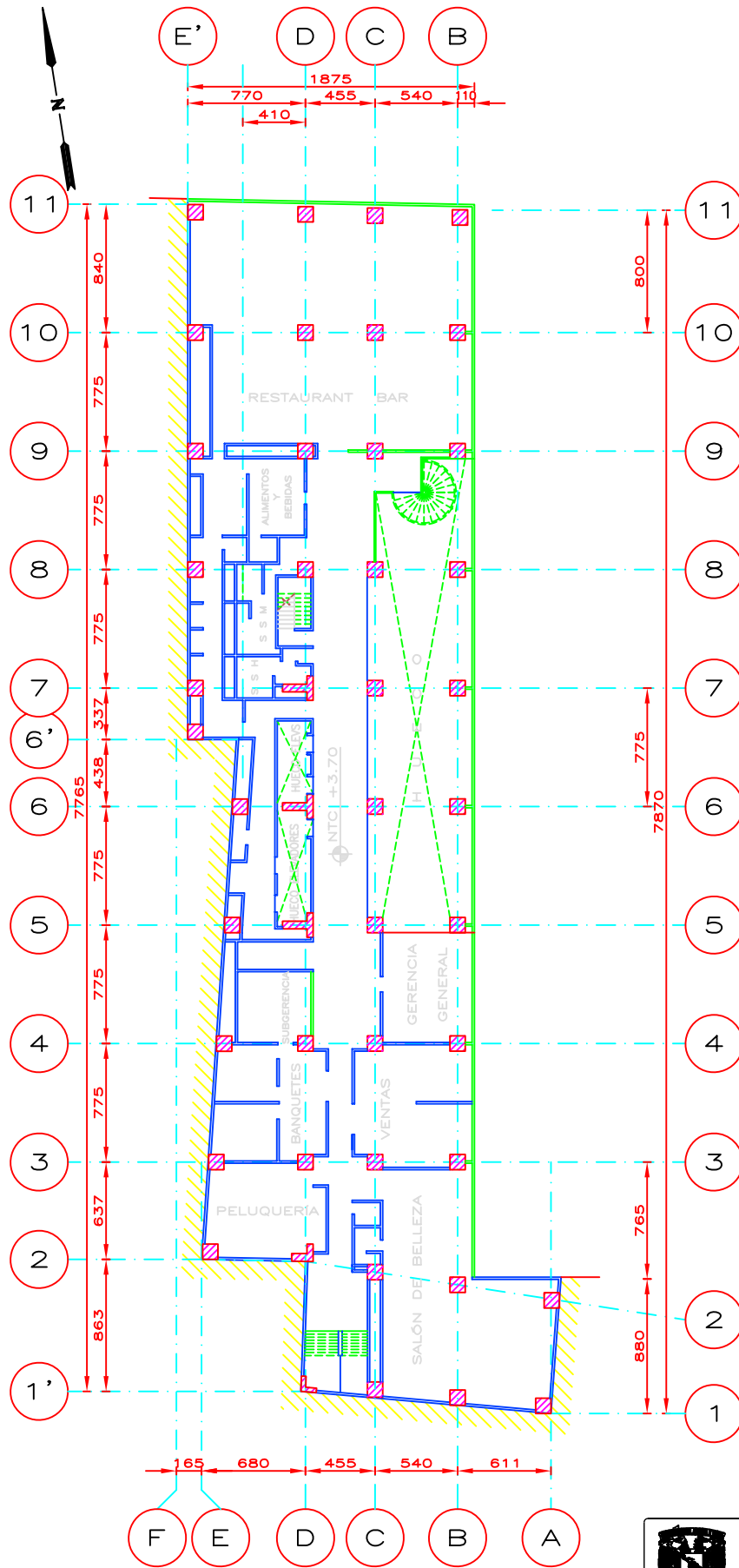


**NOTAS**

1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 1.4 PLANTA BAJA (NO1)**

tesis profesional: <b>ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LAQUISTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.</b>				
Presentación: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES				
Director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ				
Conceptor: PLANTAS ARQUITECTÓNICAS	Diseñador: ULT/OCM	Archivero: HAARPB	Estado: SIN	
Título: PLANTA BAJA (NO1)		Fecha: 02/05/03	Figura: 1-4	



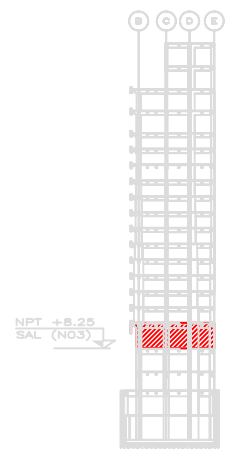
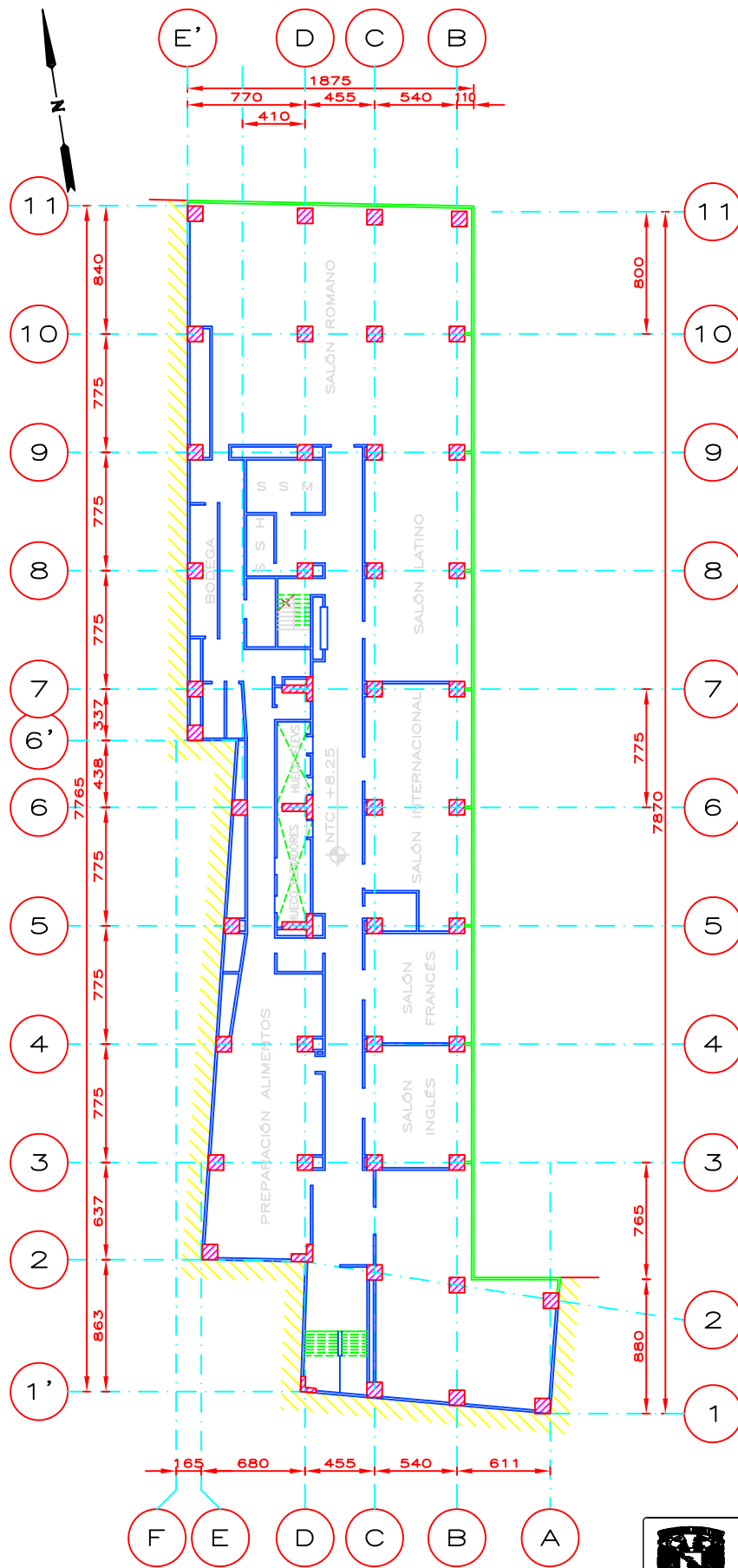
**NOTAS**

1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 1.5 PLANTA MEZANINE (N02)**

Tesis profesional: <b>ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL          DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO          DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE          LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA          ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>			
Presentación: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
Director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
Profesor: PLANTAS ARQUITECTÓNICAS	Asesor: JLT/OCM	Profesor: HAARPME	Estado: SIN
Título: PLANTA MEZANINE N(02)	Fecha: 02/05/03	Figura: 1.5	





**NOTAS**

1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 1.6 PLANTA SALONES (NO3)**

ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LAOUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO			
Presentador:	OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES		
Director de obra:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
Diseñador:	PLANTAS ARQUITECTÓNICAS	Aprobador:	ULT/OCM
Revisor:	HAARPSAL	Revisor:	SIN
Título:	PLANTA SALONES (NO3)		Figura:
Fecha:	02/05/03	Hoja:	1-8

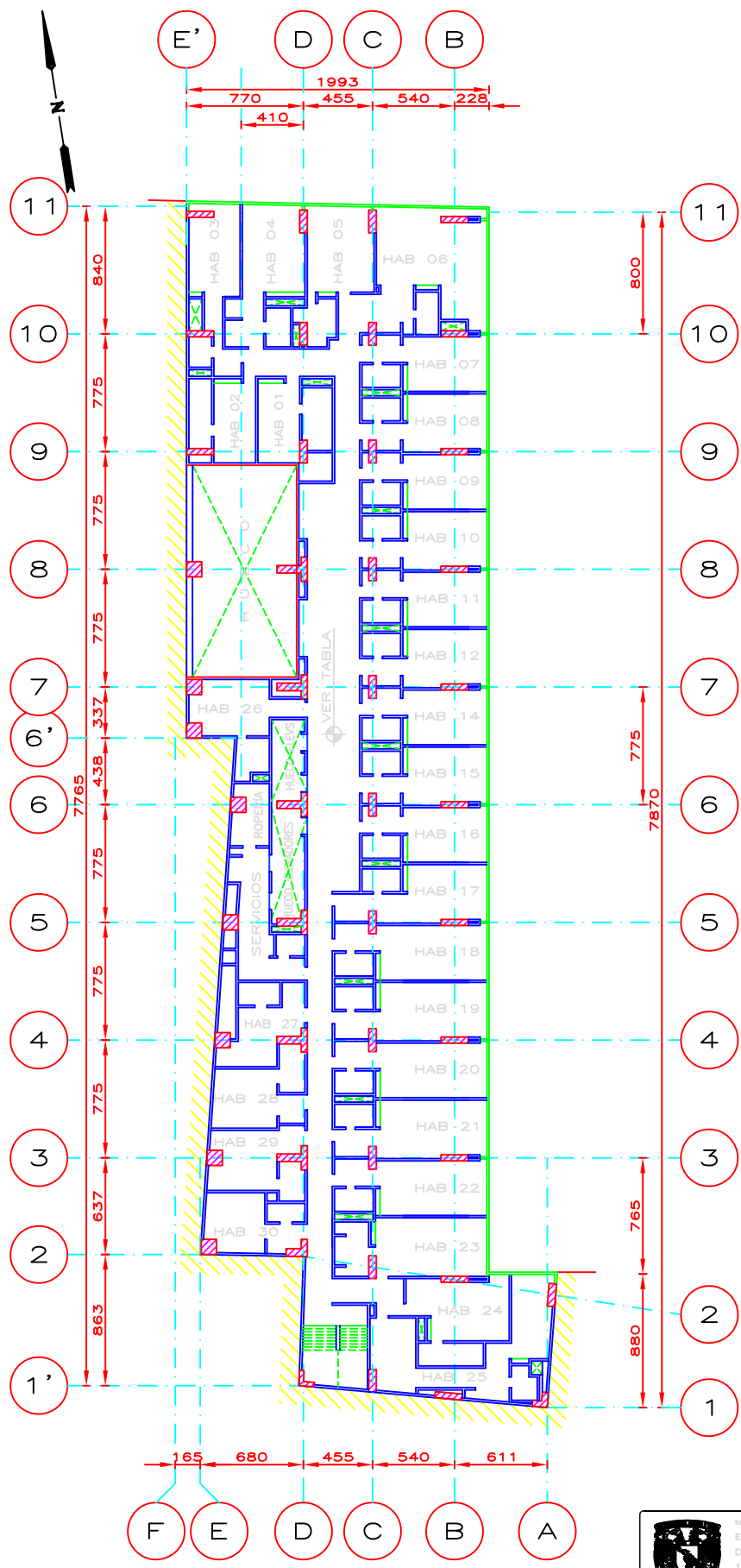
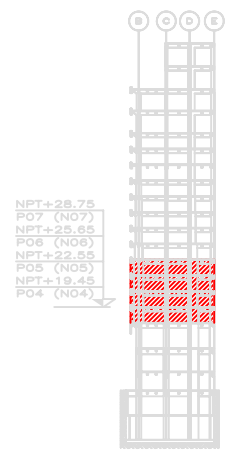


TABLA N P T	
P04(N04)	+19.45
P05(N05)	+22.55
P06(N06)	+25.65
P07(N07)	+28.75



**N O T A S**

1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.  
 2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 1.7 PLANTA TIPO 1 (N04 A N07)**

ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUÍDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LAQUISRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.			
Presentación:	OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES		
Director de obra:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
Conceptor:	PLANTAS ARQUITECTÓNICAS	ULT/OCM	arquitecto: HAARPTO
Redactor:	PLANTA TIPO_01(N04-N07)	fecha: 02/05/03	figura: 1-7

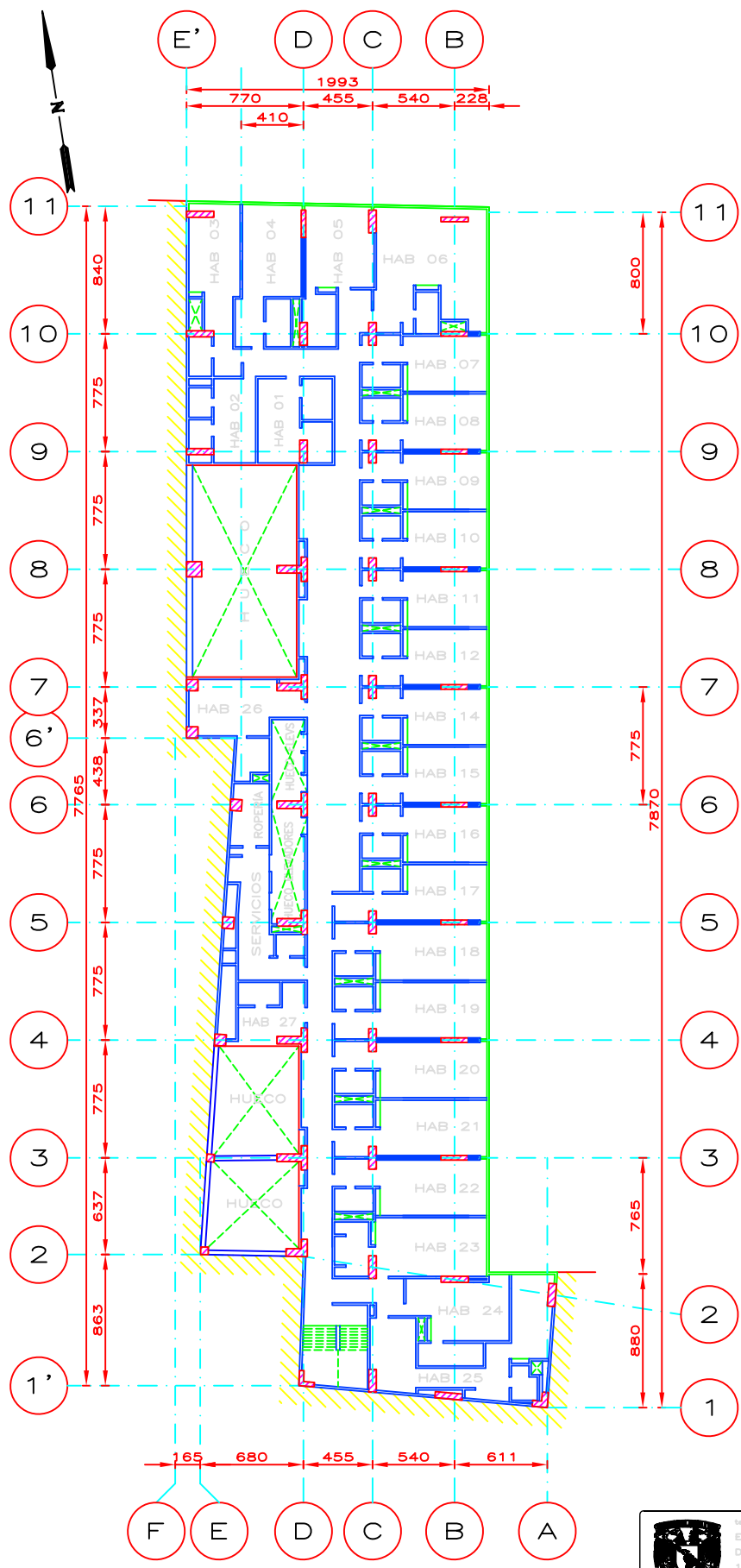
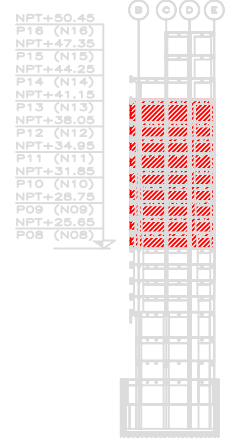



TABLA N P T	
P16(N16)	+50.45
P15(N15)	+47.35
P14(N14)	+44.25
P13(N13)	+41.15
P12(N12)	+38.05
P11(N11)	+34.95
P10(N10)	+31.85
P09(N09)	+28.75
P08(N08)	+25.65



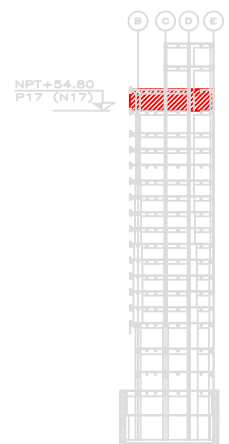
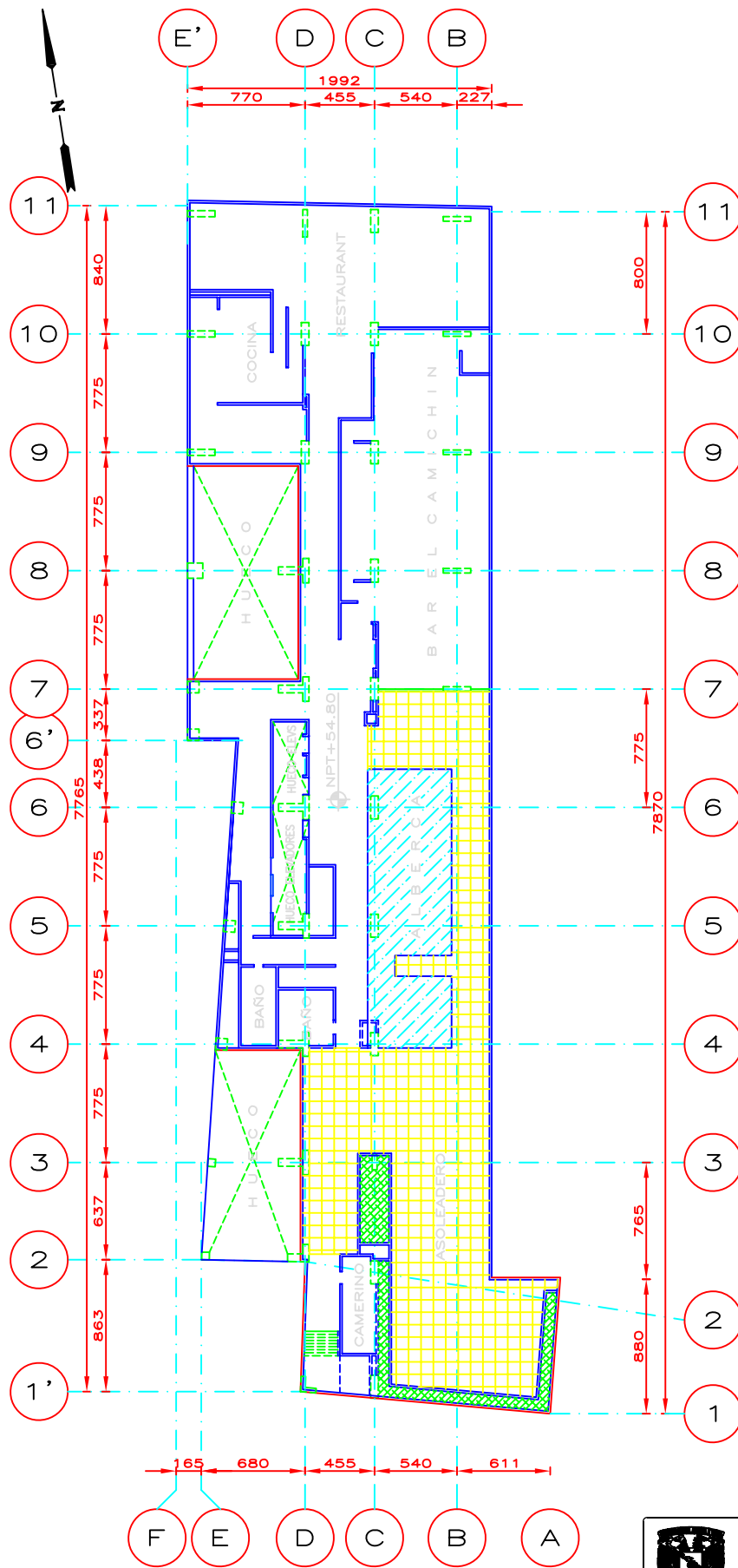
**NOTAS**

1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 1.8 PLANTA TIPO 2 (N08 A N16)**


 Inge. profesional:  
**ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUÍDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LAQUISRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.**

Presentación:	OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES				
Director de obra:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ				
Diseño:	PLANTAS ARQUITECTÓNICAS	OPCIÓN:	HAARPTOS	MODAL:	SIN
Dibujó:	PLANTA TIPO 02 (N08-N16)	Fecha:	02/05/03	Figura:	1-8



**NOTAS**

1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 1.9 PLANTA NIVEL 17**

				tesis profesional: <b>ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LAQUISTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.</b>			
				presentador: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
concepción: PLANTAS ARQUITECTÓNICAS		aprobación: ULT/OCM		revisión: HAARN17		estado: SIN	
dibujo: PLANTA NIVEL 17 (NIV. 17)				fecha: 02/05/03		figura: 1-9	

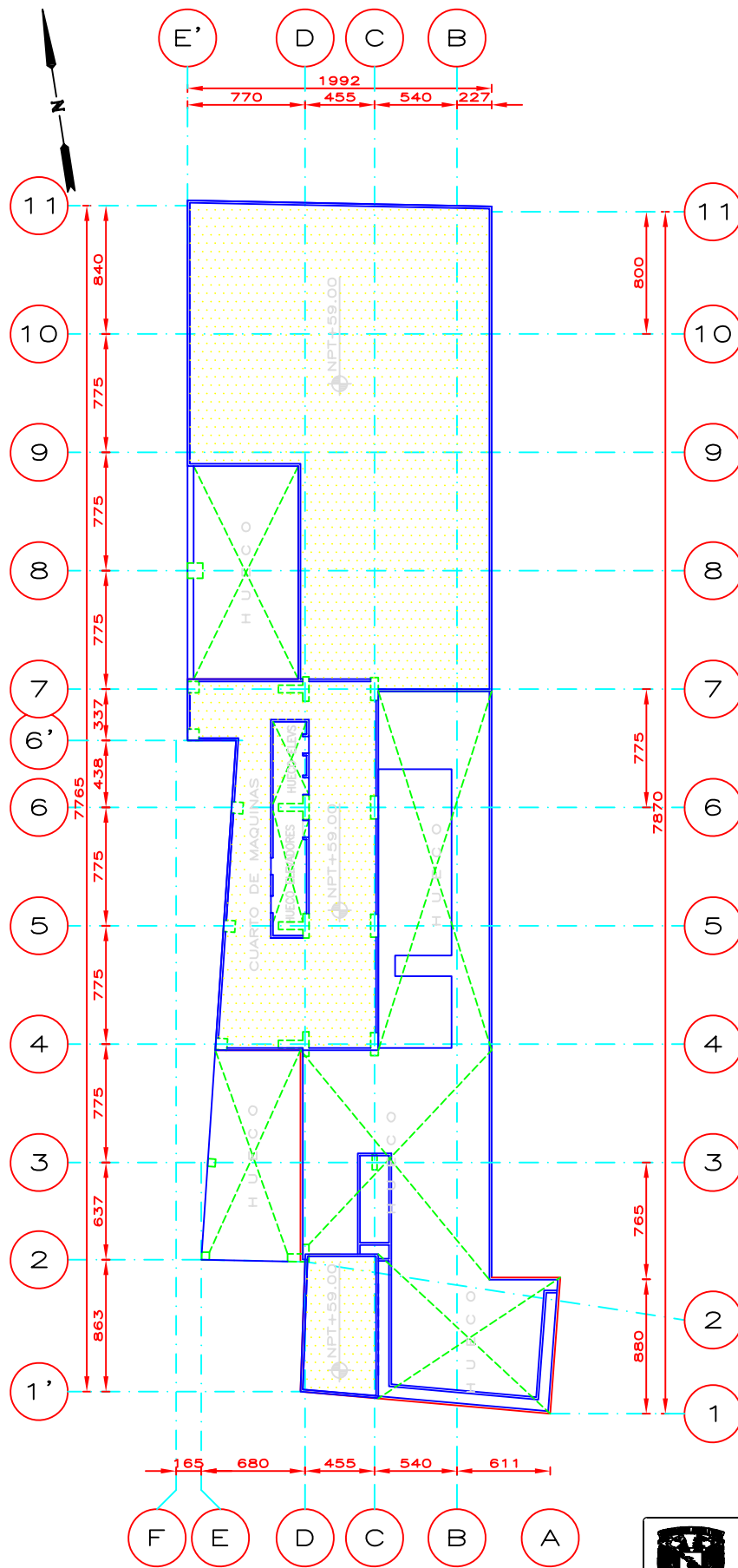


FIG. 1.10 PLANTA NIVEL 18

**NOTAS**

1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

tesis profesional: <b>ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LAOUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.</b>			
presentador: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
conceptor:	PLANTAS ARQUITECTÓNICAS	aprobador:	ULT/OCM
revisor:	HAARN18	moderador:	SIN
elaborador:	PLANTA NIVEL 18 (NIV. 18)	fecha:	02/05/03
		figura:	1-10

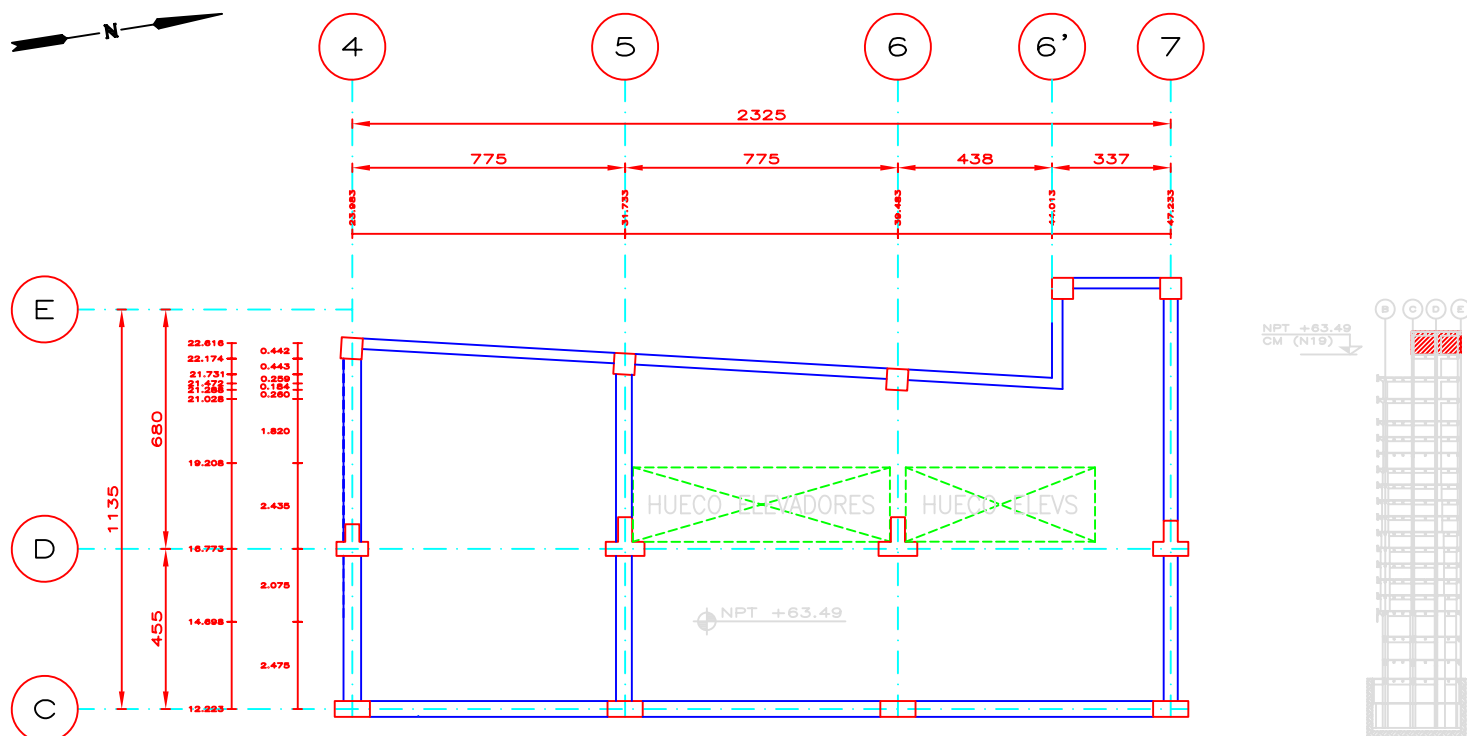


FIG. 1.11a PLANTA CUARTO DE MAQUINAS (N19)

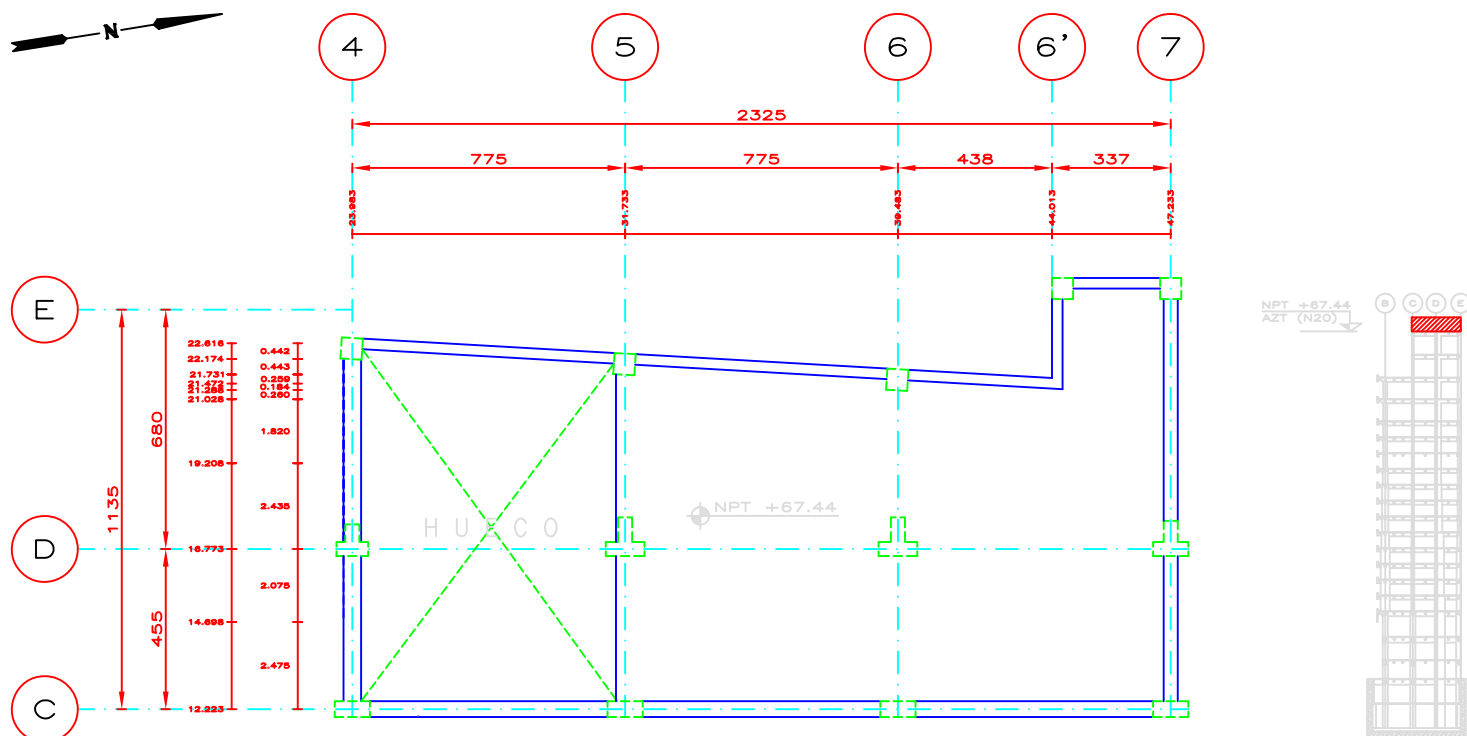


FIG. 1.11b PLANTA AZOTEA (NIV 20)

**NOTAS**

1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO			
Presentación: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
Director de obra: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
Concepto:	PLANOS ARQUITECTONICOS	aprobó:	JLT/OCM
archivo:	HAARNCM	esquema:	SIN
dibujo:	PLANTAS CUARTO DE MAQUINAS	fecha:	020503
figura:	1.11		

## I.B CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA Y SU CIMENTACIÓN.

### a. Estructura

La estructura estaba resuelta mediante columnas de concreto reforzado que soportaban los sistemas de piso a base de losas macizas apoyadas en Trabes, formando así un conjunto de marcos rígidos en dos direcciones ortogonales.

El diseño original del edificio estaba basado en el Reglamento de Construcciones para el D.F., en su versión del año 1966 ( RCDF66).

Constaba de veinte niveles a partir de la planta baja: Planta Baja (N01), Planta Mezanine (N02), Planta Salones (N03), Planta (N04), Planta tipo uno (N05 a N07), Planta (N08), Planta tipo dos (N09 a N16), Planta (N17), Planta (N18), Planta (N19), y Planta (N20). Tiene forma rectangular en planta, con una entrante en la esquina surponiente y una saliente en la esquina suroriente. En la dirección longitudinal, paralela a la Calle Luis Moya, estaba delimitado por los ejes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 6', 7, 8, 9, 10 y 11, con distancias entre ellos de 8.63 m, 6.37 m, 7.75 m, 7.75 m, 7.75 m, 4.38 m, 3.37 m, 7.75 m, 7.75 m, 7.75 m y 8.40 m, respectivamente, para un total de 77.65 m con los ejes: A, B, C, D, E y E', se tenían distancias entre ellos de 6.11 m, 5.40 m, 4.55 m, 6.80 m y 0.90 m, para un ancho total de 23.76 m.

### b. Cimentación.

La cimentación se resolvió mediante un cajón apoyado en pilotes de punta (tipo botón), los cuales se utilizan cuando se desea un incremento en el área de apoyo del pilote, dichos pilotes se desplantaron en la primera capa dura que esta a aproximadamente 34 m de profundidad, bajo el nivel de banquetta.

Los pilotes de botón usados en esta cimentación son de las siguientes características:

El botón es precolado con 0.50 m. de diámetro, de concreto con resistencia de 300 kg/cm<sup>2</sup>, el cual contenía un tornillo de 1.95 cm. de diámetro ( 3/4" ) por 20.32 cm ( 8" ), de largo colado en el centro de la parte superior de cada botón para atornillar este posteriormente a la camisa del pilote.

La camisa fue a base de un tubo de acero con diámetro exterior de 35.5 cm, y espesor de 2.28 mm. El acero es de grado estructural, con un límite elástico de 2,300 kgf/cm<sup>2</sup>.

El tubo se fabricó en dos partes: una de 12 m y otra recortada a la profundidad exacta del pilote. Cada una de las partes estaba formada por tres secciones traslapadas y soldadas entre sí con soldadura continua. Cada sección de tubo llevó entonces tres cordones de soldadura longitudinal y ninguno en sentido transversal. La cabeza de la segunda parte del tubo de acero se abría a que tocara el tubo exterior, con el fin de evitar que se introdujera entre ambos el concreto. La primera sección del tubo contenía en la base un tapa en forma de casquete esférico, hecho con la misma lamina calibre 13, con una perforación central de 6 cm de diámetro, para permitir el fácil paso a través de la punta del tornillo de 1.95 cm ( 3/4" ) que estaba ahogada en el botón.

Las características del cajón de cimentación fueron:

Un cajón de cimentación de aproximadamente 9.5 m de profundidad respecto al nivel de banqueta, con una losa de fondo de 65 cm de espesor, concreto de 250 kgf/cm<sup>2</sup>, con varillas de acero grado estructural de 1,265 kgf/cm<sup>2</sup>, se reforzó a base de retículas formadas por muros o contratrabes de concreto armado de 250 kgf/cm<sup>2</sup>.

Debido a que se retiró el material de suelo en el cajón de cimentación, se logró compensar el equilibrio de fuerzas verticales y así mitigar los efectos de hundimientos diferenciales a que estaría sujeta la estructura en toda la longitud del cuerpo del edificio.

El cajón de cimentación se dividía en dos secciones, la primera consistía en celdas formadas por muros de concreto armado desplantados sobre la losa de fondo a una profundidad aproximada de menos 9.65 m y alcanzando un nivel de menos 4.80 m por debajo del nivel de banqueta, los muros interiores y perimetrales tenían un espesor de 30 y 70 cm respectivamente, con columnas de sección cuadrada de 1 m, según se ilustra en la figura 2.1.

La segunda sección consistía en muros de concreto reforzado perimetrales con espesor de 30 cm, en el interior se encontraban las columnas cuadradas de 1 m donde se desplantaba la superestructura.

A continuación se presentan los dibujos de los cortes estructurales longitudinales y transversales de la estructura, así como la planta de cimentación de esta.



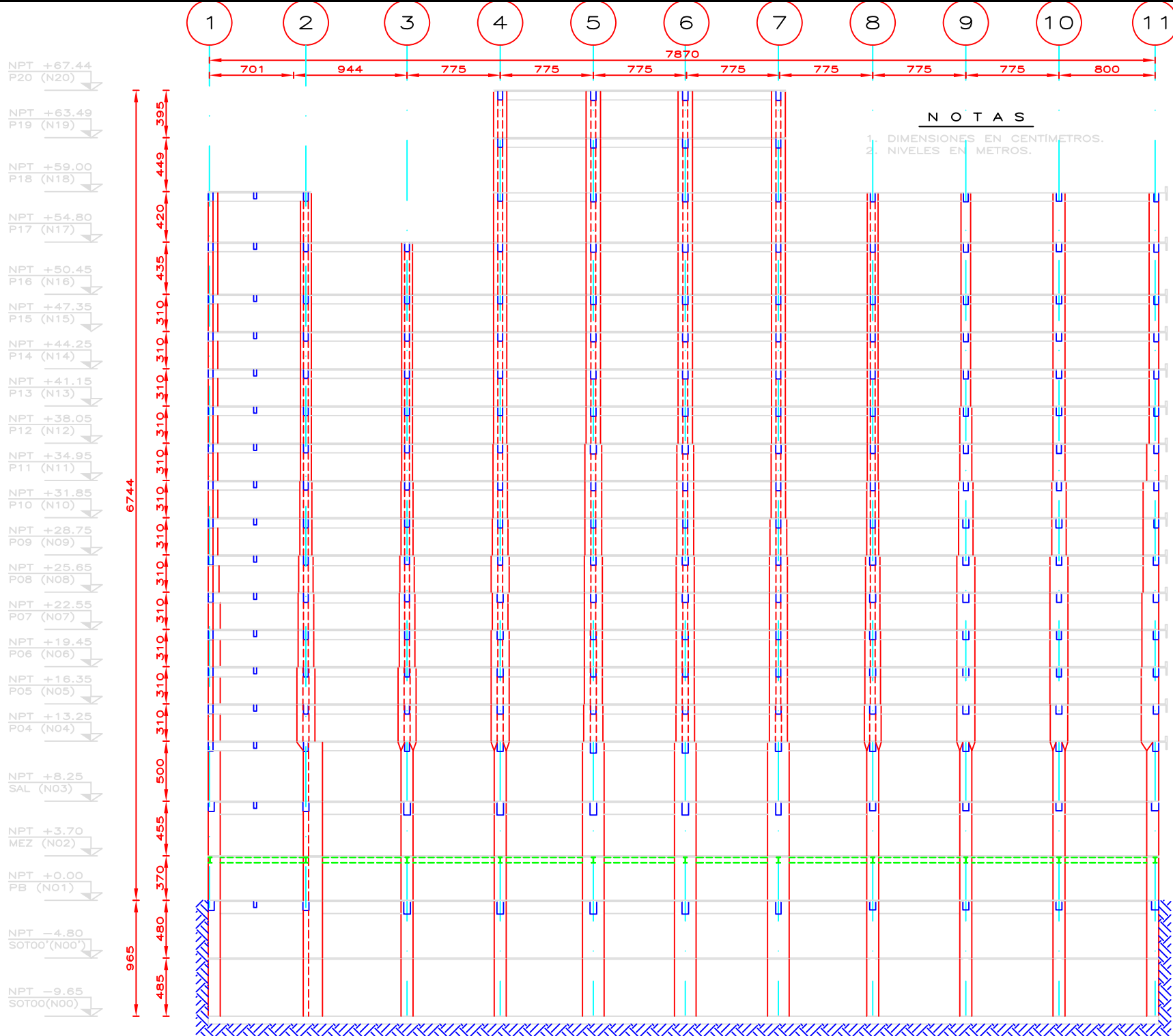
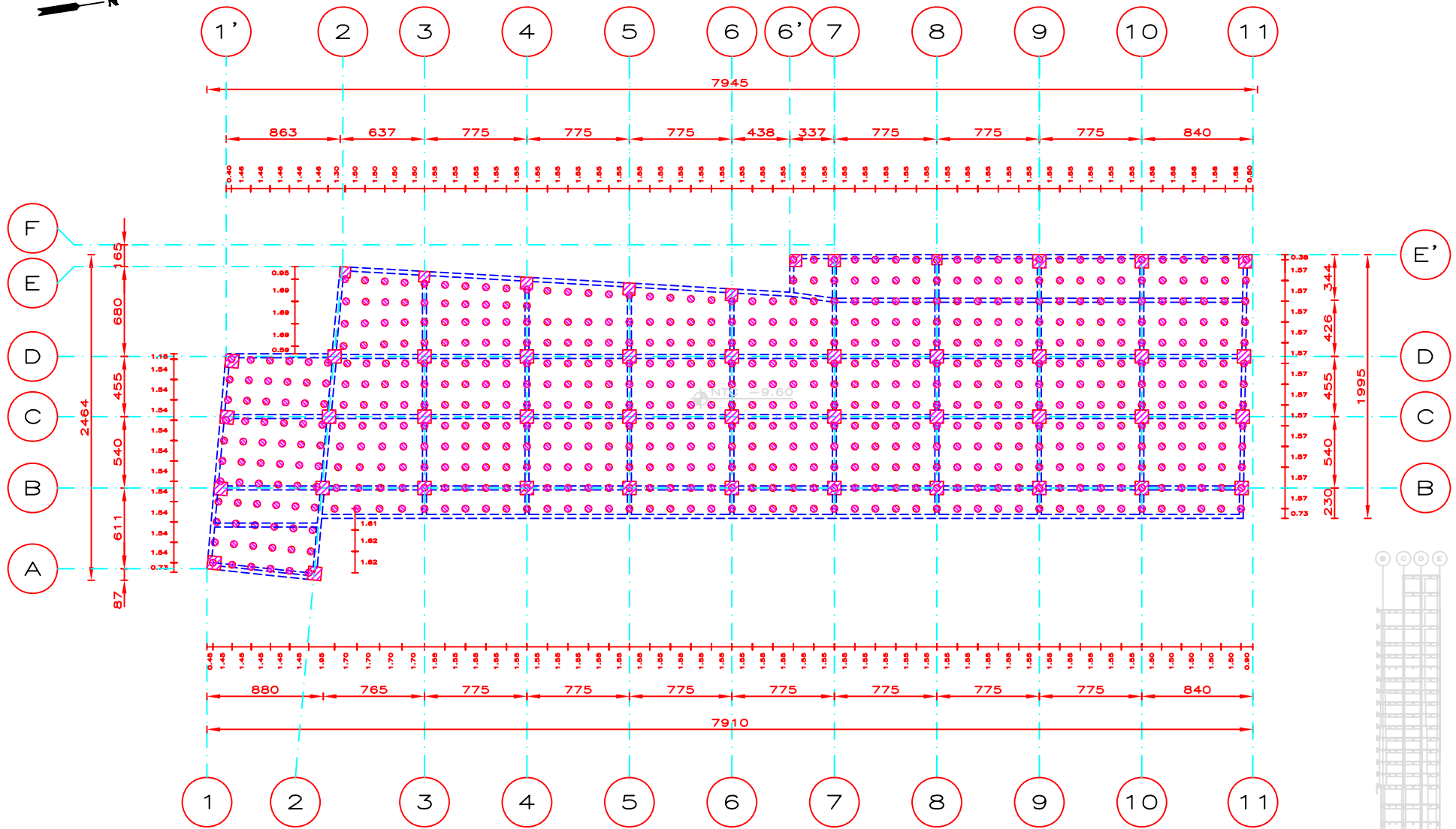
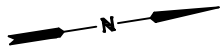


FIG. 1.12 CORTE LONGITUDINAL





**SIMBOLOGÍA**

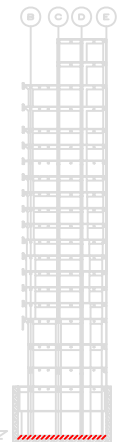
- 1. PILOTE TIPO BOTON
- 2. COLUMNA
- 3. CONTRATRABE

**NOTAS**

- 1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
- 2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 1.14 PLANTA DE CIMENTACIÓN**

NPT -9.65  
PB (N01)



teste profesional: <b>ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL          DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE          18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE          LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA          ZONA "LAGUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.</b>			
presentan: <b>OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES</b>			
director de tesis: <b>M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ</b>			
concepto: ANÁLISIS ESTRUCTURAL	aprobó: JLT/OCM	archivo: HAPCIMO1	escala: 1:500
dibuja: ESTRUCTURACIÓN: PLANTA DE CIMENTACIÓN	fecha: 050405	figura: 1-14	

## **I.C ESTADO DEL EDIFICIO AL INICIO DEL ESTUDIO.**

El Edificio experimentó daños estructurales fuertes durante los sismos del 19 y 20 de septiembre de 1985, por lo que fue causa de su desocupación inmediata, quedando fuera de servicio a partir de esa fecha.

En los primeros años de la década de lo 90's se demolieron cuatro niveles de los veinte con los que contaba el inmueble, con el propósito de disminuir las cargas y el riesgo de colapso de los elementos fisurados, teniendo como intención habilitar al edificio. Sin embargo, por diversas circunstancias, el edificio no reanudó a sus actividades y siguió en estado de desocupación.

Los daños estructurales del edificio fueron principalmente en columnas y trabes, ya que una gran parte de estos elementos presentaron grietas y fisuras de diferentes dimensiones, debido a la presencia de fuerzas cortantes durante el sismo, causaron agrietamientos en sentido diagonal a los elementos, verticales (columnas), con espesores o anchos del orden de 0.1 mm hasta 15 mm aproximadamente y los elementos horizontales (trabes) se dañaron en menor magnitud. La fallas más severas se presentaron en los niveles superiores, esto originó un estado de alto riesgo para la estructura en general.

Los daños no estructurales también fueron muy significativos, se observaban fallas de gran magnitud en elementos como son: muros divisorios, aplanados y elementos decorativos. En algunos niveles las fracturas de los muros eran excesivas y en diversas áreas los recubrimientos en las fachadas se desprendieron y cayeron.

Al inicio del estudio ya habían transcurrido 18 años desde que el inmueble se había dañado a causa del sismo. Presentaba empujamiento de la construcción de 0.70 m aproximadamente con respecto al nivel de banqueta sobre el acceso en la Avenida Juárez, cabe mencionar que no existía desplome en aristas de las fachadas del inmueble, a pesar de los severos daños estructurales que presentaba; se observaba un estado de mantenimiento insuficiente, abandono total, desmantelamiento de mobiliario e instalaciones originales. Todo lo anterior nos lleva a concluir, que el edificio mostraba condiciones francamente deplorables.

## **I. D TIPIFICACIÓN DEL EDIFICIO.**

Conforme al reglamento de construcciones, del 2 de agosto, 1993, RCDF93, que establece en su artículo 5 que para efectos del mismo, las edificaciones del Distrito Federal se clasifican según géneros y rangos de magnitud. El género del edificio es de servicios, y es dedicado al uso de alojamiento de más de 100 cuartos, teniendo más de mil ocupantes.

La importancia del inmueble depende de las instalaciones que alberga y por la ocupación del mismo; según el artículo 174, la construcción se clasifica dentro del grupo B, considerando que es una edificación destinada a servicio de Hotel.

De acuerdo a la ubicación del edificio y al plano de zonificación geotécnica del RCDF93, y a los artículos 175 y 219, se encuentra desplantado dentro de la denominada zona III, ya que cumple con la siguiente descripción: Lacustre integrada por considerables depósitos de arcilla altamente compresible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla; donde las capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables de centímetros a

varios metros; y los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales.

Para el reglamento de construcciones, en su versión de 1966, RCDF66, se establecía en su artículo 268 que para efectos del mismo, las edificaciones del Distrito Federal se clasificaban según su destino, por lo cual se encasillaba dentro de las estructuras del grupo B, que eran las construcciones para habitación privada o de uso público donde no existía frecuente aglomeración de personas.

En cuanto a su estructura se clasificó como Tipo I, las cuales eran las que poseían dos o más elementos resistentes a fuerza cortante horizontal y cuyas deformaciones, ante la acción de cargas laterales en dicha dirección se debieran esencialmente a flexión de los miembros estructurales.

De acuerdo a la ubicación de la estructura y al artículo 190, se encontraba dentro de la denominada zona de alta compresibilidad.

## **I. E PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DEL SUELO.**

### Características Geológicas y Geotécnicas

En la zonificación del subsuelo de la ciudad de México se observa la compleja estratigrafía de las zonas poniente, lago y transición; la exploración del subsuelo con el cono eléctrico y muestreo inalterado selectivo ha permitido la definición de perfiles estratigráficos más detallados.

Para comprender la naturaleza geológica de los depósitos sobre los que se edifica la ciudad de México es necesario considerar los siguientes tres marcos de referencia: el geológico general, el paleoclimático general y el vulcanológico.

En el marco geológico general la cuenca de la ciudad de México asemeja una enorme presa azolvada; la cortina, situada al sur, está representada por los basaltos de la sierra Chichinautzin, mientras que los rellenos del vaso están constituidos en su parte superior por arcillas lacustres y en su parte inferior por clásticos derivados de la acción de ríos, arroyos, glaciares y volcanes, además de capas de cenizas y estratos de pómez producto de las erupciones volcánicas menores y mayores durante el último medio millón de años.

Sobre este complejo relleno ha crecido la ciudad de México. Desde la fundación de Tenochtitlán, hará 600 años, los pobladores del lugar han tenido que enfrentarse a las características difíciles del relleno central; hacia la mitad de este siglo, sus edificios y obras se fueron desplantando sobre los rellenos correspondientes al borde de la planicie, compuestos transicionales y en lo que va de la segunda mitad de la centuria, la urbe se ha extendido aún más, rebasando los límites de la planicie y subiendo a los extensos flancos occidentales de la cuenca, espacio cubierto por los abanicos volcánicos de la sierra de las Cruces, conocido como de lomas. Sus depósitos clásticos difieren en mucho de los depósitos arcillosos superficiales de la cuenca.

En el marco paleoclimático la cuenca de México, desde su cierre en el sur por los basaltos de la sierra de Chichinautzin, ha pasado por dos periodos de glaciación, el Illinois y el Wisconsin y dos interglaciales, el Yarmouth y el Sangamon.

Investigaciones recientes han permitido comprobar en el espacio de las lomas, depósitos formados por glaciares pertenecientes al Illinois. Debajo de las arenas azules de Santa Fe, especialmente en la mina Totolapa, se descubrieron restos de depósitos morrénicos, además de superficies en roca atribuibles a la acción glacial.

Hay que señalar que todas las manifestaciones de glaciares descritas sobreyacen a secuencias de suelos rojos del tipo interglacial o sea el Yarmouth. Este horizonte indicador paleoclimático define los fenómenos de origen glacial.

Uno de los productos típicos acompañado de la existencia de glaciares son los suelos eólicos. las llamadas brisas del valle y montaña que se desarrollan hoy en día en la cuenca, deben haberse acentuado extraordinariamente durante los climas glaciares, transformándose en vendavales. Es casi seguro que estos fuertes vientos acarrearán importantes volúmenes de partículas finas de polvo volcánico alterado al valle. Al precipitarse este polvo llamado loess en el lago, se hidrataba fácilmente creando las conocidas arcillas lacustres del valle; con este mecanismo se interpreta hoy que las arcillas son producto principal de la alteración físico-química de loess glacial.

En el marco vulcanológico todo material contenido en los depósitos de la cuenca del valle de México es directa o indirectamente de origen volcánico.

De origen volcánico directo son las lavas de los domos, brechas, tezontles, arenas azules y productos arrastrados por lahares calientes y lahares fríos

De origen indirecto se deben mencionar las acumulaciones de polvo eólico, las regiones volcánicas de por sí abundan en dentritos finos derivados de cenizas volcánicas. El viento levanta este polvo y lo transporta a grandes distancias, si estas cenizas se depositan en un lago como el antiguo lago de Texcoco y sus partículas se hidratan transformándose en arcillas.

Evolución de las propiedades mecánicas.

Consolidación natural. El proceso de formación de los suelos implicó que se consolidaran bajo su propio peso, excepto en las costras duras, que se preconsolidaron fuertemente por deshidratación o secado solar y que en su parte inferior formaron una zona ligeramente preconsolidada. Considerando que la masa del suelo predominante era muy blanda y normalmente consolidada, la variación de su resistencia al corte con la profundidad debió ser lineal y seguramente muy similar en cualquier punto del lago. Es factible que en el lago de Texcoco, que prácticamente no sufrió etapas de sequía, y donde el contenido salino de sus aguas era más alto, las arcillas fueran más blandas y compresibles en el resto de la cuenca.

Consolidación inducida. El desarrollo urbano de la zona lacustre de la cuenca del valle de México ha ocasionado un complejo proceso de consolidación, en el que se distinguen los siguientes factores de influencia:

- La colocación de rellenos desde la época precortesiana, necesarios para la construcción de viviendas y pirámides, como el desarrollo de zonas agrícolas.

- La apertura de tajos y túneles para el drenaje de aguas pluviales y negras que provocó el abatimiento del nivel freático, lo que a su vez incrementó el espesor de la costra superficial y

consolidación de la masa de arcilla.

-La extracción de agua del subsuelo, que ha venido consolidando progresivamente a las arcillas, desde los estratos más profundos a los superficiales.

-La construcción de estructuras que ha propiciado el reciente crecimiento urbano.

Las características estratigráficas de la zona del lago son la siguientes:

a) Costra superficial. Este estrato está integrado por tres subestratos, que constituyen una secuencia de materiales cubiertos con un relleno artificial heterogéneo, a saber:

-Relleno artificial, se trata de restos de construcción y relleno arqueológico, cuyo espesor varía entre 1 y 7 m.

-Suelo blando, se le puede describir como una serie de depósitos aluviales blandos con material eólico, intercalados.

-Costra seca, se formó como consecuencia de un abatimiento del nivel del lago, quedando expuestas algunas zonas del fondo a los rayos solares.

b) Serie arcillosa lacustre superior, el perfil estratigráfico de los suelos del lago, entre la superficie y la llamada capa dura, es muy uniforme; se pueden identificar cuatro estratos principales, acordes con su origen geológico y con los efectos de la consolidación inducidas por sobrecargas superficiales y bombeo profundo; estos estratos tienen intercalados estratos secundarios. A esta parte se le identifica como serie arcillosa lacustre superior y tiene un espesor que varía entre 25 y 50 m aproximadamente. La estratigrafía anterior se resume a continuación:

-Arcilla preconsolidada superficial, en este estrato superficial, las sobrecargas y rellenos provocaron un proceso de consolidación que transformó a los suelos normalmente consolidados, localizados por debajo de la costra superficial en arcillas preconsolidadas.

-Arcilla normalmente consolidada, se localiza por debajo de la profundidad hasta la que afectan las sobrecargas superficiales y por arriba de los suelos preconsolidados por el bombeo profundo.

-Arcilla preconsolidada profunda, el bombeo para abastecer a la ciudad de agua potable ha generado un fenómeno de consolidación, más significativo en las arcillas profundas que en las superficiales.

-Lentes duros, los estratos de arcilla están interrumpidos por lentes duros que pueden ser costras de secado solar, arena o vidrio (pómez) volcánicos; estos lentes se utilizan como marcadores de la estratigrafía.

c) Capa dura, la capa dura es un depósito heterogéneo en el que predomina material limo arenoso con lentes de arcilla y ocasionales gravas, tiene una cementación muy variable, su espesor puede cambiar hasta casi imperceptible en la zona central del lago que no llegó a secarse, hasta alcanzar unos 5 m en lo que fueron orillas del lago.

d) Serie arcillosa lacustre inferior, es una secuencia de estratos de arcilla separados por lentes duros, en un arreglo semejante al de la serie arcillosa superior; el espesor de este estrato es de unos 15 m al centro del lago y prácticamente desaparece en las orillas. La información disponible de este estrato es muy reducida, como para intentar una descripción más completa.

e) Depósitos profundos, es una serie de arenas y gravas aluviales limosas, cementadas arcillas duras y carbonatos de calcio; la parte superior de estos depósitos, es de 1 a 5 m abajo de la cual se encuentran estratos menos cementados y hasta arcillas preconsolidadas.

Las principales características del subsuelo de la ciudad de México consisten en que esta formado por un relleno superior, natural o artificial, variable en composición de un punto a otro y espesor comprendido entre uno y ocho metros. Debajo se encuentra una formación heterogénea, integrada por capas de arcilla con propiedades físicas muy distintas; en estudios de microscopía electrónica conjuntamente con los análisis térmicos, parecen indicar que el mineral predominante es la "Ilita" (47%), en tanto la montmorilonita figura con un 20% de la materia sólida, y que se extiende hasta una profundidad de 45 a 50 m. en algunas zonas es posible distinguir dentro de esa corteza arcillosa dos mantos separados por la "capa dura", sobre la que usualmente se desplantan los pilotes de los edificios, tiene una potencia del orden de los 4 m y el material se puede clasificar como una arena limosa cementada. Entre los 50 y 70 m de profundidad el subsuelo está constituido por una sucesión de capas areno-limosas, limo arcillosas compactas o simplemente arenosas con espesores muy variables, a continuación y hasta los 200 m debajo de la superficie del terreno se presentan depósitos de acarreo intercalados con capas delgadas de limo o areno-limosa compactas poco compresibles.

El comportamiento de la superficie del suelo debido al bombeo de agua de los estratos profundos es de especial importancia en el comportamiento del subsuelo de la Ciudad de México, los piezómetros y bancos de nivel instalados a las profundidades de 3 m 34 m y 49 m en la Alameda Central de la ciudad han sido observados durante un buen número de años. Estas observaciones han ayudado a entender el fenómeno en el subsuelo de esta zona.

La distribución de la presión hidrostática con respecto a la profundidad, obtenida de observaciones piezométricas, muestra de la parte superior del depósito de arcilla limosa suave, hasta una profundidad del orden de 28 m bajo la superficie, no ha sufrido hasta la fecha una reducción apreciable debido al bombeo en los estratos acuíferos profundos. El abatimiento principal se observa en el primer estrato resistente a 33 m de profundidad y en los estratos de arena a mayores profundidades.

La arcilla limosa altamente compresible, formación "Tarango", es responsable en gran parte del hundimiento de la superficie, su consolidación ha alcanzado hasta 22 cm por año en 1949. En observaciones recientes en el periodo de 1970 a 1980, en los mismos puntos de referencia antes mencionados, en el banco de nivel profundo de la Alameda Central de la Ciudad de México han mostrado un hundimiento de la superficie en esta zona que continúa prácticamente con velocidades constantes de 7.33 cm, 1.0 cm y 4.3 cm por año.

Métodos de estudio del subsuelo en el área donde se desplantó el edificio

El método geotécnico usado para la investigación del subsuelo en el edificio estudiado fue el de



sondeos en seco con extracción de testigos. Para dicho estudio se utilizó un equipo “estándar” compuesto de una máquina de balancín y cuchara de extracción; en los pozos a cielo abierto se hizo la excavación a pico y pala.

Se realizaron dos pozos de muestreo hasta una profundidad de 45 m, 6 pozos más para utilizarlos como puntos de observación de movimientos y lecturas piezométricas a una profundidad de 12 m y 2 pozos a cielo abierto sin ademe a una profundidad de 3 m.

Con objeto de poder diseñar la carga de los pilotes que soportarían éste edificio, así como para verificar la consistencia estratigráfica del manto resistente y en general del subsuelo en el lugar se realizaron dos pozos de exploración localizados como se muestra en la [Figura 1.15](#).

La exploración en estos pozos se llevo a cabo a una profundidad aproximada de 44 m en ellos se determinó la estratigrafía con una cuchara abierta hasta una profundidad aproximada de 30 m donde principia el primer manto resistente correspondiente a la formación “Tarango”, a partir de 30 m se llevó a cabo un muestreo de precisión hasta la profundidad total del pozo.

Las muestras obtenidas fueron analizadas en el laboratorio para determinar sus propiedades mecánicas de resistencia y compresibilidad y en esta forma conocer las características mecánicas de los depósitos que soportarían la carga de los pilotes.

Además, se llevaron a cabo junto a los pozos 1 y 2 respectivamente, dos determinaciones de resistencia al esfuerzo cortante por medio de la “Veleta Sueca”, los resultados de esta investigación se ven reflejados en la [Figura 1.18](#).

Con objeto de poder efectuar observaciones de levantamiento durante las excavaciones, así como de variaciones en los niveles piezométricos superiores se instalaron una serie de puntos de referencia que sirven también de piezómetros, las elevaciones que ahí se muestran fueron efectuadas con respecto al banco ABN3, instalado en la alameda central con elevación 100 y que ha servido de base para el estudio de otros edificios de esa zona.

De los estudios de los perfiles geotécnicos que se reportan en las Figuras 1.16 y 1.17 correspondiente a los pozos 1 y 2, se llega a la conclusión que la estratigrafía del subsuelo en la zona es representada por estos dos pozos de muestreo es concordante y está íntegramente representada en igual forma desde el punto de vista geológico en ambos pozos.

Se encuentra que la formación “Tacubaya”, de arcillas volcánicas principia a 4 m de profundidad y continúa interceptada por numerosas lentes de arena hasta una profundidad de 29.5 m en el pozo 2 y de 29.7 m en el pozo 1.

El contenido de agua de estos depósitos de arcilla volcánica era de aproximadamente 350 % en la parte superior del depósito y se reduce aproximadamente a 250 % en la parte inferior de dicho depósito.

Entre 30 m y 34 m de profundidad se encuentra el primer depósito resistente que corresponde a: arena 1 Tarango, formado por una serie de depósitos de arenas y limos andesíticos ligeramente cementados; las características de resistencia al esfuerzo cortante dadas por el ángulo de fricción interna entre los granos y la cohesión del material, se encuentra en los perfiles mencionados.

De ellos se puede observar que la compactación de este depósito en el pozo 2 es ligeramente mayor aún y cuando la cementación es menor, es decir en el pozo 1, el material de este estrato se encuentra menos compacto, sin embargo ligeramente más cementado, ya que la cohesión es de aproximadamente el doble de la que registra en el pozo 2.

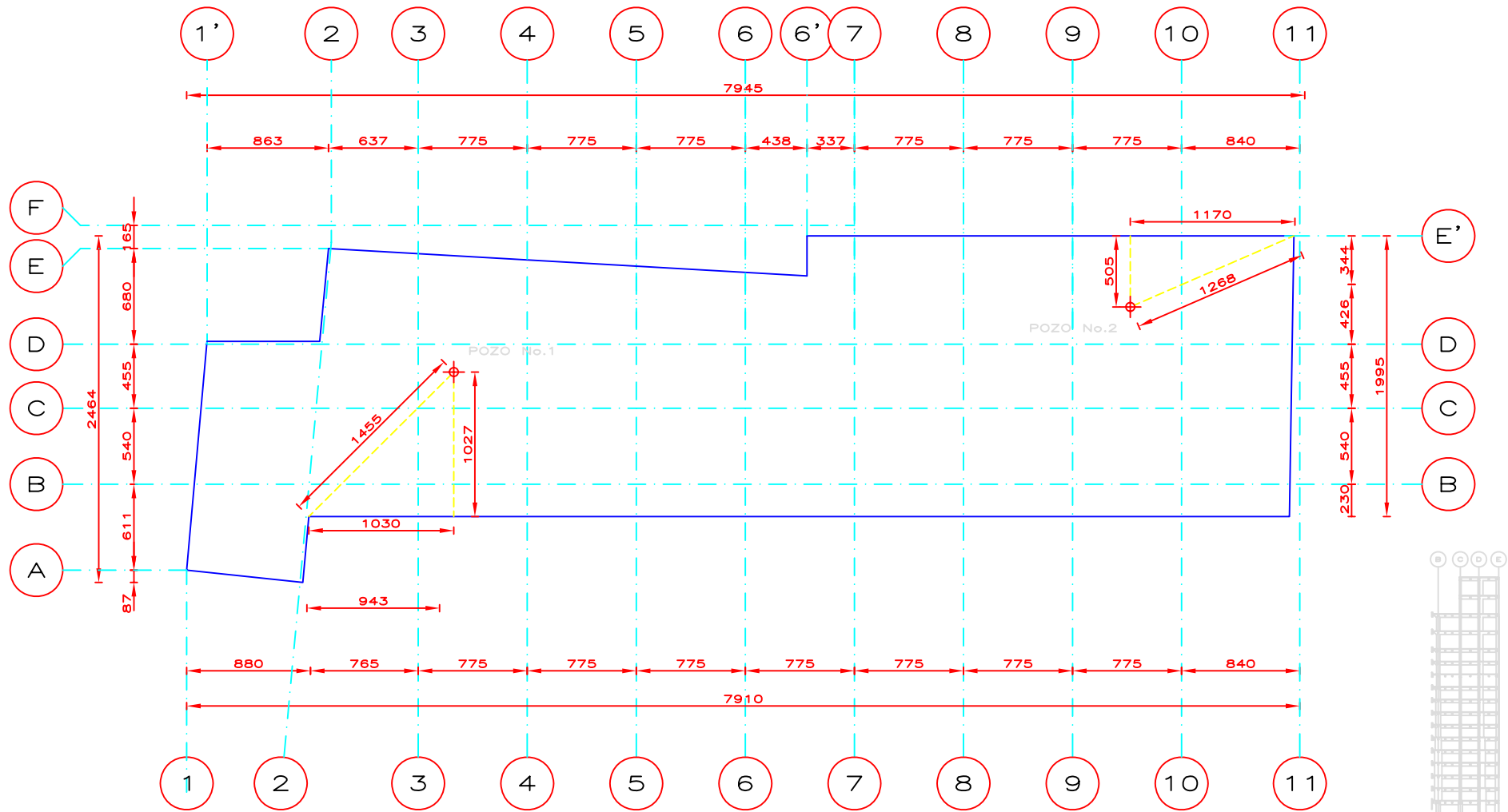
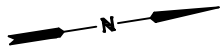
Las características de resistencia reportadas sirvieron para formular la capacidad de carga y diámetro de los pilotes requeridos en el diseño de la cimentación.

A partir de los 34 m y hasta aproximadamente 42.5 m de profundidad, se encuentra otro depósito de arcilla lacustre volcánica en estado mas compacto que el superior, ya que dicho depósito tiene un contenido de agua de 175 %, prácticamente constante en toda su profundidad. En éste depósito fueron obtenidas muestras inalteradas de 5" de diámetro con las cuales se llevaron a cabo pruebas de compresibilidad.

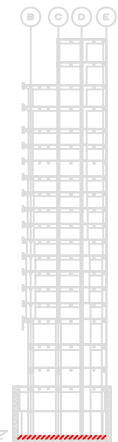
Con objeto de averiguar las presiones efectivas fueron instalados dos piezómetros profundos a 31 m de profundidad en los pozos 1 y 2 respectivamente.

Además, para poder valorizar con precisión la fricción negativa probable que existiría en los pilotes hincados con resistencia de punta en el primer manto resistente, se hicieron dos investigaciones cerca de los pozos de muestreo 1 y 2, por medio de la "veleta sueca", para determinar en el lugar la resistencia al esfuerzo cortante al corte de la veleta, la cual puede verse en la [Figura 1.18](#), fue comparada con la resistencia al esfuerzo cortante en sentido vertical determinada por medio de probetas de arcilla inalterada obtenidas a las profundidades donde se indican en dichos perfiles los valores representativos de tal resistencia.

Con la información que proporcionó el estudio del subsuelo, se llegó a la conclusión de que el primer depósito resistente correspondiente a Arena 1 Tarango, presenta una superficie aceptable de apoyo para pilotes de punta.



NPT -9.65  
SOT (NOO)



**SIMBOLOGÍA**

- 1. POZO DE MUESTREO
- 2. EJE DE ATAGUIA

**NOTAS**

- 1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
- 2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 1.15 LOCALIZACIÓN DE POZOS DE MUESTREO**

teste profesional: <b>ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LAGUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.</b>			
presentan: <b>OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES</b>			
director de tesis: <b>M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ</b>			
concepto: ANÁLISIS ESTRUCTURAL	aprobó: JLT/OCM	archivó: HAUBPOZ1	escala: 1:500
dibujo: MECÁNICA DE SUELOS: LOCALIZACIÓN DE POZOS	fecha: 05/04/05	figura: 1-15	

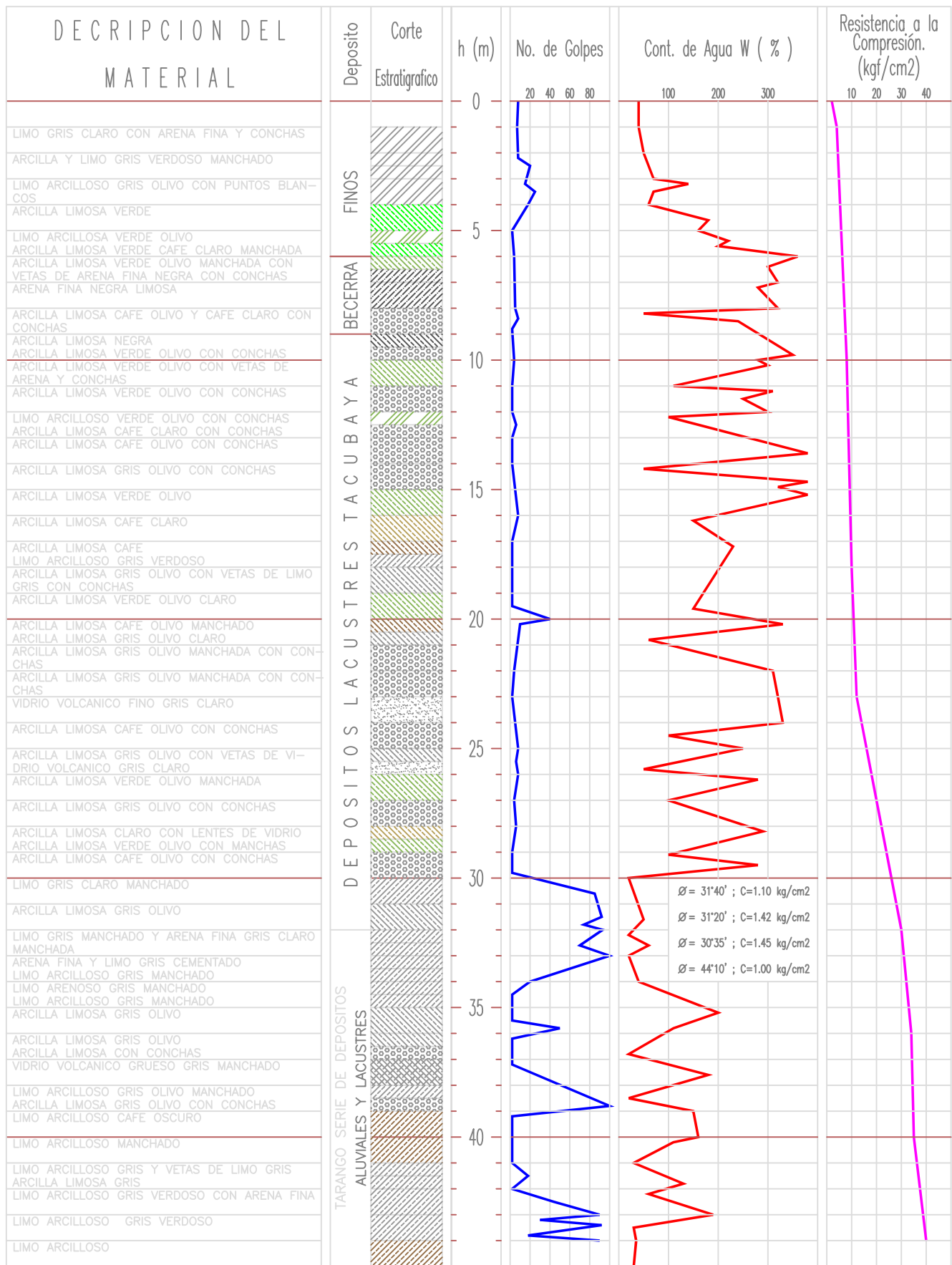


FIG. 1.16 PERFIL ETRATIGRÁFICO DEL POZO No. 01

tesis profesional: ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO			
Director de tesis:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
tema:	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	grupo:	JLT/OCM
fecha:	05/04/05	serie:	ISOHA02
figura:	1.16	estado:	SIN

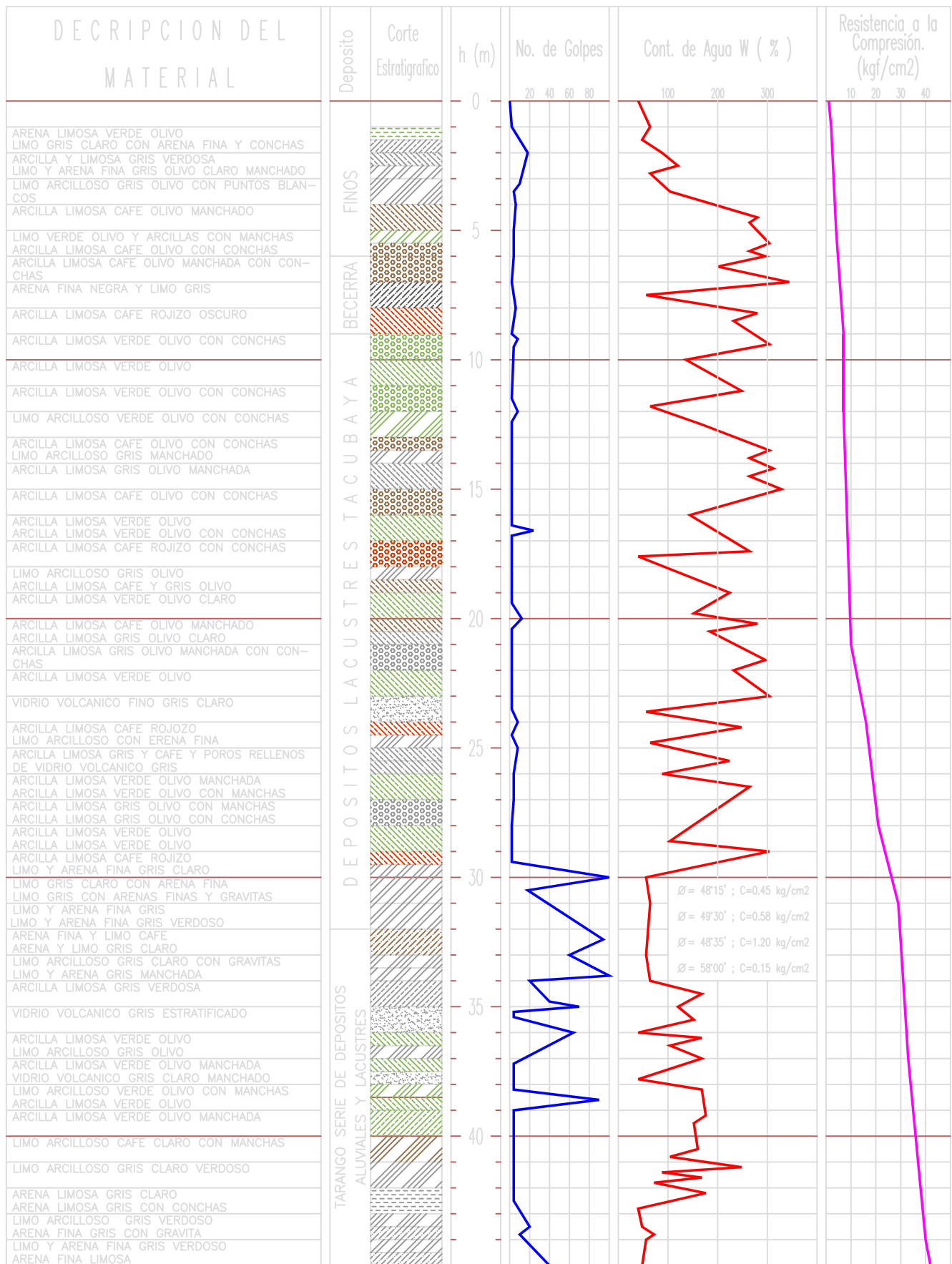

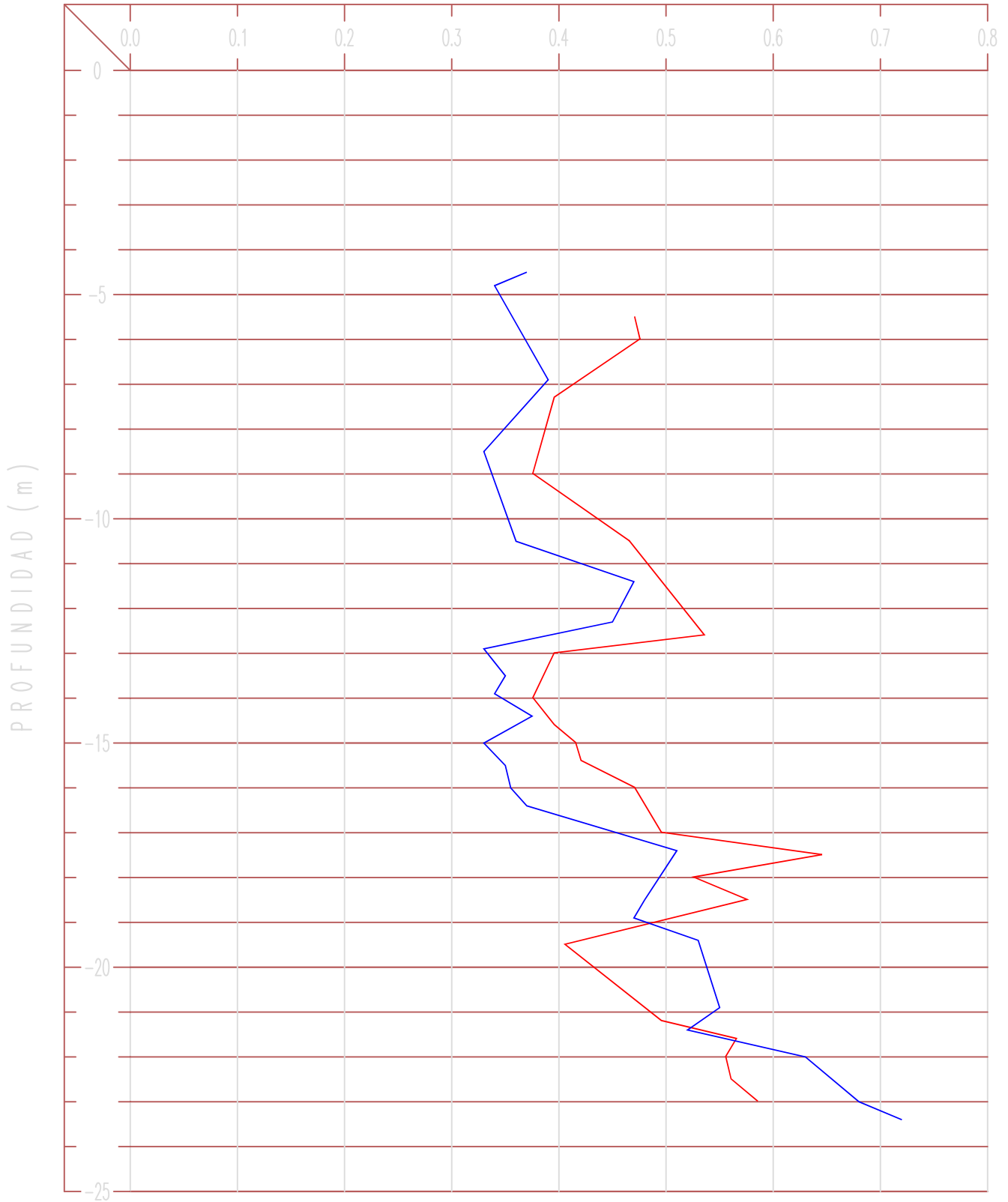


FIG. 1.17 PERFIL ETRATIGRÁFICO DEL POZO No. 02


			
tesis profesional: ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.			
autor: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
especialidad: ANÁLISIS ESTRUCTURAL	grado: I.T./O.C.M.	materia: IS04A02	escala: SIN
proyecto: CORTE ESTRATIGRAFICO POZO 02		número: 050405	página: 1.17

ESFUERZO CORTANTE ( kgf / cm<sup>2</sup> )



POZO NO. 01 ———  
 POZO NO. 02 ———

FIG. 1.18 ESFUERZO CORTANTE POR MEDIO DE LA "VELETA SUECA"

		tesis profesional:	
		ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.	
Presentado por:		OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES	
Director de tesis:		M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ	
Asesorador:	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	Aprobado:	JLT/OCLU
Revisor:	ESFUERZOS CORTANTES "VELETA SUECA"	Archivo:	ES04A02
		Fecha:	SIN
		Figura:	1.18

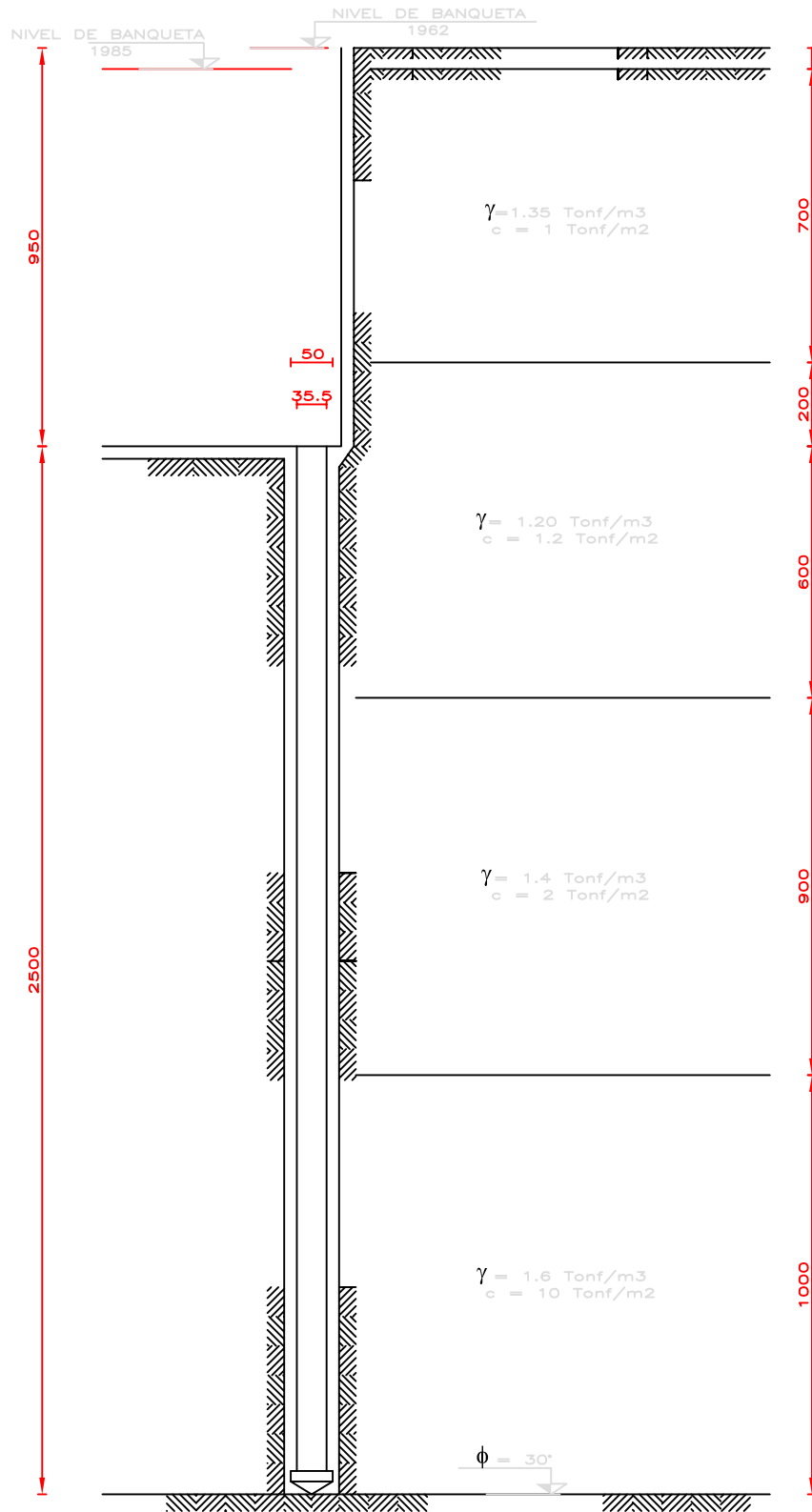


FIG. 1.19 PILOTE Y PROPIEDADES FISICAS DE LOS ESTRATOS

Tesis profesional: ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MEXICO			
Presentación: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
Director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
Asesoría:	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	Supervisor:	JLT/OCM
Asesoría:		Asesoría:	HACORPIL
Asesoría:		Asesoría:	SIN
Dibujo:	PILOTE Y ESTRATOS	Fecha:	02/05/03
		Figura:	1-19

## **II. ESTUDIOS ANALÍTICOS.**

En la actualidad los ingenieros estructuristas al igual que muchos profesionistas, hacen uso de programas de cómputo durante su desarrollo laboral buscando aumentar su eficiencia y al mismo tiempo cubrir las necesidades planteadas por los clientes en un mercado laboral cada vez más competido. Sin embargo, la obtención de resultados confiables al efectuar un análisis estructural depende de realizar un modelo satisfactorio que represente las características reales de la estructura, así como la modelación de las cargas a las que se encuentra sometida, es por esto, que si bien los programas de cálculo se encuentran al alcance de cualquier persona, es importante señalar que la ejecución de un análisis de un inmueble real del que se tome alguna decisión trascendental deberá ser efectuado por profesionales que conozcan e interpreten adecuadamente las especificaciones establecidas en los reglamentos de construcción vigentes en el lugar en que se ubique o pretenda establecer dicho inmueble.

### **II. A. BASES Y ESPECIFICACIÓN PARTICULAR DE REVISIÓN ESTRUCTURAL. REGLAMENTOS.**

Para el Distrito Federal, su primer Reglamento moderno data del año de 1920; a través del tiempo ha sido modificado, como en otros lugares, debido a evolución, progreso y la manifestación de terremotos intensos que sobrepasan las previsiones que se estimaban, en función de las estadísticas existentes. Los cambios más representativos se han hecho en los años 1942, 1957 (normas de emergencia), 1966, 1976, 1985 (normas de emergencia), 1987 y 1993; en todos estos casos por adecuaciones principalmente al diseño sísmico, métodos de análisis y mejoras en el desarrollo de las construcciones.

El trabajo que se presenta a continuación es un estudio del comportamiento del inmueble tomando como referencia dos reglamentos vigentes: uno pocos años después de su construcción (1962), y otro al empezar este estudio (2003), siendo estos [RCDF66], y [RCDF93] con sus Normas Técnicas Complementarias, NTCs.

Cabe resaltar que existen cambios considerables en estos dos reglamentos tales como la modificación de los coeficiente sísmicos en las zonificaciones geotécnicas establecidas para la Ciudad de México, donde el primer reglamento identifica al lugar donde se encontraba el inmueble como zona de alta compresibilidad, designándole un coeficiente sísmico de 0.060 y el establece su ubicación como zona III, o zona del lago, con coeficiente sísmico de 0.40, lo cual representa un incremento de 6.66 veces.

Para el estudio de la cimentación se utilizó el método de Zeevaert para pilotes hincados en suelos cohesivos friccionantes, respetando lo establecido en los artículos 217 a 227 del RCDF93 y sus Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones; y los artículos 190 a 204 del RCDF66. Haciendo uso de la información disponible de mecánica de suelos y de los suelos existentes en el sitio, recopilada en la bibliografía alterna.



## II.B MODELACIÓN ANALÍTICA.

El análisis general de la estructura y su cimentación se hizo considerando la hipótesis de comportamiento elástico-lineal. Para evaluar los efectos por sismo se aplicaron dos métodos: el análisis sísmico estático equivalente [ASEE] y el análisis sísmico dinámico modal espectral [ASDME]; el primero para tener un índice inicial aproximado del comportamiento de la estructura y el segundo para obtener una evaluación mas detallada de las fuerzas sísmicas y sus efectos de acuerdo a los RCDF93 y RCDF66.

El comportamiento de la estructura se estudió mediante el planteamiento de ocho modelos analíticos tridimensionales, los cuatro primeros, correspondientes al estado original del inmueble, esto es con veinte niveles, aplicando el ASDME y ASEE para los reglamentos RCDF66 y RCDF93. El quinto modelo corresponde al estado en que se encontraba el edificio al inicio del análisis, esto es, dieciséis niveles, tras una demolición producto de una propuesta de reestructuración hecha tras las afectaciones de elementos durante el sismo del 19 de septiembre de 1985. Finalmente, los tres restantes, corresponden a una revisión del comportamiento de la estructura, al proponer una posible demolición parcial de los pisos superiores, hasta los siguientes niveles: catorce, once y nueve, cabe señalar que para estos últimos cuatro modelos se aplicó el ASDME del RCDF93.

Los modelos estructurales se formularon usando un sistema global, tridimensional, de coordenadas ortogonales, estableciendo dos ejes horizontales ( X y Z ), y el eje vertical ( Y ), dentro de este sistema se especificaron los nudos que conforman los puntos de inicio y fin de cada uno de los elementos conforme a su propio sistema local de coordenadas ( x, y, z ) en donde estos ejes representan su longitud, ancho y peralte. Así mismo se definieron las propiedades mecánicas de los materiales que los conforman. La aplicación de cargas en los elementos considera los dos sistemas de coordenadas estableciendo correctamente el sentido y dirección de las aplicaciones de las fuerzas actuantes. Se establecieron cinco condiciones básicas de carga correspondientes a Carga Muerta ( CM ), Carga Viva Máxima ( Cvmax ), Carga Viva Accidental ( CVa ), Fuerzas Sísmicas en X ( FSX ) y Fuerzas Sísmicas en Z ( FSZ ), así como sus posibles combinaciones de acuerdo al reglamento empleado. Para establecer el comportamiento del inmueble ente cargas estáticas y accidentales se obtuvieron los resultados requeridos para la revisión de los estados límites de servicio y falla.

Los modelos matemáticos en que se efectuaron los análisis consisten en la aplicación extensiva del método de las rigideces y desplazamientos como caso particular del método del Elemento Finito.

## II.C MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

En virtud de la escasa información de mecánica de suelos del sitio en donde se desplantó el inmueble y al no presentar problemas de hundimiento y desplomes, al inicio del estudio se propuso la modelación del conjunto cimentación-estructura, sin los efectos directos de pilotes y suelo, que se revisaron por separado.

Debido a la poca información existente de la topología, propiedades geométricas, y refuerzo en los elementos de concreto que conformaron al inmueble, fue necesario realizar visitas durante su demolición, se recabó información y se definió un parámetro de comparación con los resultados obtenidos en el análisis.

La estructura original se modeló analítica y matemáticamente mediante un conjunto tridimensional de 2,202 nudos y 4,832 elementos: 904 columnas, 142 muros y 3,786 trabes, de concreto reforzado; Para la estructura al inicio del estudio con 1,754 nudos y 3,884 elementos: 728 columnas, 142 muros y 3,014 trabes, de concreto reforzado.

Para la propuesta de demolición parcial hasta el nivel 14 se modelaron 1,530 nudos y 3,410 elementos: 640 columnas, 142 muros y 2,628 trabes, de concreto reforzado.

Para la propuesta de demolición parcial hasta el nivel 11 se modelaron 1,188 nudos y 2,685 elementos: 506 columnas, 142 muros y 2,037 trabes, de concreto reforzado.

Para la propuesta de demolición parcial hasta el nivel 09 se modelaron 952 nudos y 2,183 elementos: 414 columnas, 142 muros y 1627 trabes, de concreto reforzado.

La geometría de la estructura en las plantas, se presenta en las [figuras 2.1 a 2.11](#), los componentes del modelo completo en isométrico en las [figuras 2.12 y 2.13](#).

Para evaluar los efectos por sismo se aplicaron los métodos de análisis sísmico estático y sísmico dinámico modal espectral.

En II.D.2.1 se consignan las propiedades geométricas de las columnas que componen la estructura, de las trabes están indicadas en II.D.2.2; en II.E los valores de las propiedades mecánicas de los materiales empleados en el análisis, en II.F las cargas actuantes en la estructura, condiciones Básicas de Carga, combinaciones de carga para revisión de desplazamientos y combinaciones de carga para revision de elementos de concreto reforzado.

Posteriormente, en las secciones VIII.D.1 a VIII.D.4 se presentan los resultados del análisis y la revisión de los componentes de la estructura - cimentación: desplazamientos de nudos, revisión de columnas, revisión del cajón de cimentación y pilotes.

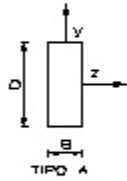
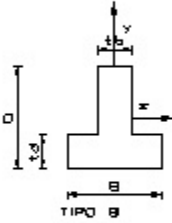
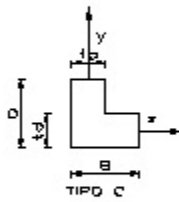
**II.D. Propiedades Geométricas de los Elementos.**

Tabla 2.1 Propiedades Geométricas de Columnas, cm.

ELEME	TIPO	B	D	td	tb	ELEME	TIPO	B	D	td	tb						
<p>TIPO A</p>						<p>TIPO B</p>						<p>TIPO C</p>					
SÓTANO ( N 00 ) a ( N 00 ' )						MEZANINE ( N02 ) a SALONES ( N03 )											
C0001	A	30	30	-	-	C0204	A	100	100	-	-						
C0002	A	70	70	-	-	C0205	C	160	180	50	45						
C0003	A	70	75	-	-	C0206	B	180	200	50	50						
C0004	A	80	80	-	-	SALONES ( N03 ) a NIVEL ( N04 )											
C0005	A	90	90	-	-	C0301	A	70	75	-	-						
C0006	A	100	100	-	-	C0302	A	80	80	-	-						
C0007	C	160	180	50	50	C0303	A	90	90	-	-						
C0008	B	180	200	50	50	C0304	A	100	100	-	-						
SÓTANO ( N00 ' ) a PLANTA BAJA ( N01 )						C0305	C	160	180	50	45						
C00'01	A	30	30	-	-	C0306	B	180	200	50	50						
C00'02	A	70	75	-	-	NIVEL ( N04 ) a NIVEL ( 05 )											
C00'03	A	80	80	-	-	C0401	A	50	50	-	-						
C00'04	A	90	90	-	-	C0402	A	80	80	-	-						
C00'05	A	100	100	-	-	C0403	A	40	180	-	-						
C00'06	C	160	180	50	50	C0404	A	140	45	-	-						
C00'07	B	180	200	50	50	C0405	A	45	185	-	-						
PLANTA BAJA ( N01 ) a MEZANINE ( N02 )						C0406	A	145	50	-	-						
C0101	A	70	75	-	-	C0407	A	150	50	-	-						
C0102	A	80	80	-	-	C0408	A	160	50	-	-						
C0103	A	90	90	-	-	C0409	A	150	55	-	-						
C0104	A	100	100	-	-	C0410	C	100	100	40	40						
C0105	C	160	180	50	45	C0411	B	150	180	50	50						
C0106	B	180	200	50	50	C0412	B	150	200	50	50						
MEZANINE ( N02 ) a SALONES ( N03 )						C0413	B	155	200	50	50						
C0201	A	70	75	-	-	C0414	B	160	200	50	50						
C0202	A	80	80	-	-	C0415	B	140	145	40	40						
C0203	A	90	90	-	-	-	-	-	-	-	-						

**II.D. Propiedades Geométricas de los Elementos.**

Tabla 2.1 Propiedades Geométricas de Columnas, cm.

																	
ELEMENTOS	TIP	B	D	td	tb	ELEMENTOS	TIPO	B	D	td	tb						
NIVEL ( 05 ) a NIVEL ( N06 )						NIVEL ( N06 ) a NIVEL ( N07 )											
C0501	A	50	50	-	-	C0614	B	150	170	40	40						
C0502	A	75	75	-	-	C0615	B	150	180	50	40						
C0503	A	80	80	-	-	NIVEL ( N07 ) a NIVEL ( N08 )											
C0504	A	40	180	-	-	C0701	A	50	50	-	-						
C0505	A	140	45	-	-	C0702	A	60	60	-	-						
C0506	A	150	45	-	-	C0703	A	70	70	-	-						
C0507	A	150	50	-	-	C0704	A	75	75	-	-						
C0508	A	160	50	-	-	C0705	A	80	80	-	-						
C0509	A	150	55	-	-	C0706	A	140	40	-	-						
C0510	C	100	100	40	40	C0707	A	40	180	-	-						
C0511	B	150	180	50	40	C0708	A	140	45	-	-						
C0512	B	150	180	40	40	C0709	A	150	50	-	-						
C0513	B	130	130	40	40	C0710	A	160	50	-	-						
NIVEL ( N06 ) a NIVEL ( N07 )						NIVEL ( N08 ) a NIVEL ( N09 )											
C0601	A	50	50	-	-	C0801	A	50	50	-	-						
C0602	A	60	60	-	-	C0802	A	70	70	-	-						
C0603	A	75	75	-	-	C0803	A	40	150	-	-						
C0604	A	80	80	-	-	C0804	A	130	45	-	-						
C0605	A	140	40	-	-	C0805	A	150	45	-	-						
C0606	A	40	180	-	-	C0806	A	150	50	-	-						
C0607	A	140	45	-	-	C0807	C	90	90	40	40						
C0608	A	150	45	-	-												
C0609	A	150	50	-	-												
C0610	A	160	50	-	-												
C0611	A	150	55	-	-												
C0612	C	100	100	40	40												
C0613	B	130	130	40	40												

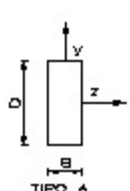
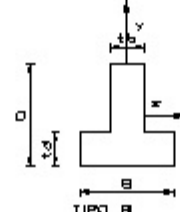
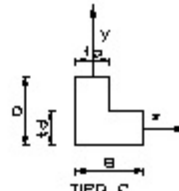
**II.D. Propiedades Geométricas de los Elementos.**

Tabla 2.1 Propiedades Geométricas de Columnas, cm.

ELEMENTOS	TIP	B	D	td	tb	ELEMENTOS	TIP	B	D	td	tb
NIVEL ( N09 ) a NIVEL ( N10 )						NIVEL ( N11 ) a NIVEL ( N12 )					
C0901	A	50	50	-	-	C1105	A	130	45	-	-
C0902	A	60	60	-	-	C1106	C	80	80	40	40
C0903	A	40	120	-	-	C1107	B	90	100	40	40
C0904	A	40	150	-	-	C1108	B	120	120	40	40
C0905	A	120	45	-	-	C1109	B	140	130	40	40
C0906	A	150	45	-	-	NIVEL ( N12 ) a NIVEL ( N13 )					
C0907	C	80	80	40	40	C1201	A	50	50	-	-
C0908	B	100	100	40	40	C1202	A	60	60	-	-
C0909	B	130	130	40	40	C1203	A	80	40	-	-
C0910	B	140	140	40	40	C1204	A	40	100	-	-
NIVEL ( N10 ) a NIVEL ( N11 )						C1205	A	125	45	-	-
C1001	A	50	50	-	-	C1206	A	130	45	-	-
C1002	A	60	60	-	-	C1207	C	80	80	40	40
C1003	A	100	40	-	-	C1208	B	90	100	40	40
C1004	A	120	40	-	-	C1209	B	110	100	40	40
C1005	A	40	150	-	-	C1210	B	115	100	40	40
C1006	A	125	45	-	-	C1211	B	120	120	40	40
C1007	A	150	45	-	-	NIVEL ( N13 ) a NIVEL ( N14 )					
C1008	C	80	80	40	40	C1301	A	50	50	-	-
C1009	B	100	100	40	40	C1302	A	60	60	-	-
C1010	B	120	120	40	40	C1303	A	80	40	-	-
C1011	B	140	140	40	40	C1304	A	40	90	-	-
NIVEL ( N11 ) a NIVEL ( N12 )						C1305	A	100	40	-	-
C1101	A	50	50	-	-	C1306	C	80	80	40	40
C1102	A	60	60	-	-	C1307	B	90	100	40	40
C1103	A	40	100	-	-	C1308	B	110	120	40	40
C1104	A	40	120	-	-	C1309	B	120	120	40	40

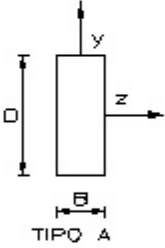
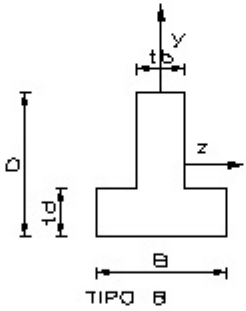
## II.D. Propiedades Geométricas de los Elementos.

Tabla 2.1 Propiedades Geométricas de Columnas, cm.

																	
ELEMENTOS	TIPO	B	D	td	tb	ELEMENTOS	TIPO	B	D	td	tb						
NIVEL ( N13 ) a NIVEL ( N14 )						NIVEL ( N16 ) a NIVEL ( N17 )											
C1310	B	115	100	40	40	C1604	A	40	90	-	-						
NIVEL ( N14 ) a NIVEL ( N15 )						NIVEL ( N17 ) a NIVEL ( N18 )											
C1401	A	50	50	-	-	C1605	A	100	40	-	-						
C1402	A	60	60	-	-	C1606	C	80	80	40	40						
C1403	A	80	40	-	-	C1607	B	90	100	40	40						
C1404	A	40	90	-	-	C1608	B	110	120	40	40						
C1405	A	100	40	-	-	C1609	B	120	120	40	40						
C1406	C	80	80	40	40	C1610	B	115	100	40	40						
C1407	B	90	100	40	40	NIVEL ( N17 ) a NIVEL ( N18 )											
C1408	B	110	120	40	40	C1701	A	50	50	-	-						
C1409	B	120	120	40	40	C1702	A	60	60	-	-						
C1410	B	115	100	40	40	C1703	A	40	80	-	-						
NIVEL ( N15 ) a NIVEL ( N16 )						C1704	C	80	80	40	40						
C1501	A	50	50	-	-	C1705	B	90	100	40	40						
C1502	A	60	60	-	-	C1706	B	110	120	40	40						
C1503	A	80	40	-	-	C1707	B	115	100	40	40						
C1504	A	40	90	-	-	C1708	B	120	120	40	40						
C1505	A	100	40	-	-	NIVEL ( N18 ) a NIVEL ( N19 )											
C1506	C	80	80	40	40	C1801	A	60	60	-	-						
C1507	B	90	100	40	40	C1802	A	40	80	-	-						
C1508	B	110	120	40	40	C1803	B	110	90	40	40						
C1509	B	120	120	40	40	C1804	B	120	120	40	40						
C1510	B	115	100	40	40	NIVEL ( N19 ) a NIVEL ( N20 )											
NIVEL ( N16 ) a NIVEL ( N17 )						C1901	A	60	60	-	-						
C1601	A	50	50	-	-	C1902	A	40	80	-	-						
C1602	A	60	60	-	-	C1903	B	110	50	40	40						
C1603	A	80	40	-	-	C1904	B	120	100	40	40						
						-	-	-	-	-	-						

## II.D. Propiedades Geométricas de los Elementos.

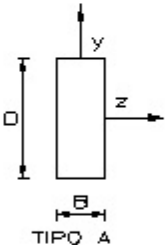
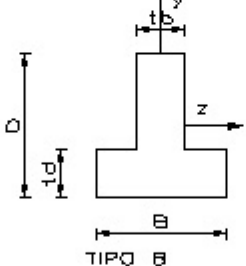
Tabla 2.2 Propiedades Geométricas de Trabes, cm.

ELEMENTOS	B	D	ELEMENTOS	B	D
PLANTA BAJA NIVEL ( N01 )			MEZANINE NIVEL ( N02 )		
EJE 01	50	85	EJE 01	30.48	49.5
EJE 02	50	85	EJE 02	30.48	49.5
EJE 03	50	80	EJE 03	30.48	49.5
EJE 04	50	80	EJE 04	30.48	49.5
EJE 05	55	115	EJE 05	30.48	49.5
EJE 06	55	115	EJE 06	30.48	49.5
EJE 06'	30	90	EJE 06'	13.97	38.1
EJE 07	45	115	EJE 07	30.48	49.5
EJE 08	50	80	EJE 08	30.48	49.5
EJE 09	50	80	EJE 09	30.48	49.5
EJE 10	50	80	EJE 10	30.48	49.5
EJE 11	60	80	EJE 11	30.48	49.5
EJE A	50	85	EJE A	30.48	49.5
EJE A'	25	60	EJE A'	13.97	38.1
EJE A''	30	100	EJE A''	-	-
EJE B	40	100	EJE B	30.48	49.5
EJE B'	25	60	EJE B'	13.97	38.1
EJE B''	25	60	EJE B''	13.97	38.1
EJE C	50	110	EJE C	30.48	49.5
EJE C'	25	60	EJE C'	13.97	38.1
EJE D	50	110	EJE D	30.48	49.5
EJE D'	25	60	EJE D'	13.97	38.1
EJE D''	25	60	EJE D''	13.97	38.1
EJE E	30	90	EJE E	30.48	49.5
EJE D'''	25	60	EJE D'''	13.97	38.1
EJE E'	40	95	EJE E'	30.48	49.5

## II.D. Propiedades Geométricas de los Elementos.

Tabla 2.2 Propiedades Geométricas de Travesas, cm.

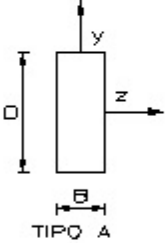
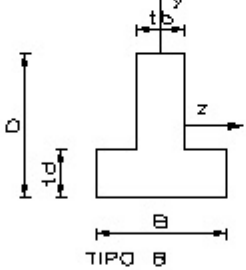



ELEMENTOS	B	D	ELEMENTOS	B	D
SALONES NIVEL ( N03 )			NIVEL ( N04 )		
EJE 01	50	85	EJE 01	40	85
EJE 02	50	85	EJE 02	40	85
EJE 03	50	85	EJE 03	40	85
EJE 04	50	80	EJE 04	50	85
EJE 05	55	115	EJE 05	50	100
EJE 06	55	115	EJE 06	50	100
EJE 06'	30	90	EJE 06'	30	70
EJE 07	45	115	EJE 07	50	85
EJE 08	50	80	EJE 08	50	85
EJE 09	50	80	EJE 09	50	85
EJE 10	50	80	EJE 10	50	85
EJE 11	60	80	EJE 11	50	85
EJE A	50	85	EJE A	40	85
EJE A'	25	60	EJE A'	25	60
EJE A''	-	-	EJE A''	30	70
EJE B	40	100	EJE B	30	70
EJE B'	25	60	EJE B'	25	60
EJE B''	25	60	EJE B''	25	60
EJE C	50	110	EJE C	50	80
EJE C'	25	60	EJE C'	25	60
EJE D	50	110	EJE D	50	80
EJE D'	25	60	EJE D'	25	60
EJE D''	25	60	EJE D''	25	60
EJE E	30	90	EJE E	30	70
EJE D'''	25	60	EJE D'''	25	60
EJE E'	40	95	EJE E'	30	70



## II.D. Propiedades Geométricas de los Elementos.

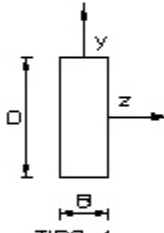
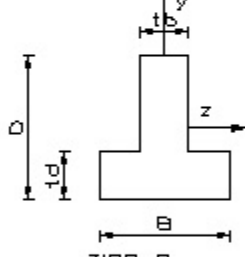
Tabla 2.2 Propiedades Geométricas de Trabes, cm.

ELEMENTOS	B	D	ELEMENTOS	B	D
NIVEL ( N05 )			NIVEL ( N06 )		
EJE 01	40	85	EJE 01	40	85
EJE 02	40	85	EJE 02	40	85
EJE 03	40	85	EJE 03	40	85
EJE 04	50	85	EJE 04	50	85
EJE 05	45	85	EJE 05	45	85
EJE 06	45	85	EJE 06	45	85
EJE 06'	30	60	EJE 06'	30	60
EJE 07	45	85	EJE 07	40	85
EJE 08	50	85	EJE 08	50	85
EJE 09	50	85	EJE 09	50	85
EJE 10	50	85	EJE 10	40	85
EJE 11	45	85	EJE 11	45	85
EJE A	40	85	EJE A	40	85
EJE A'	25	60	EJE A'	25	60
EJE A''	27	70	EJE A''	27	70
EJE B	30	60	EJE B	30	60
EJE B'	25	60	EJE B'	25	60
EJE B''	25	60	EJE B''	25	60
EJE C	40	85	EJE C	40	85
EJE C'	25	60	EJE C'	25	60
EJE D	40	85	EJE D	40	85
EJE D'	25	60	EJE D'	25	60
EJE D''	25	60	EJE D''	25	60
EJE E	30	60	EJE E	30	60
EJE D'''	25	60	EJE D'''	25	60
EJE E'	30	60	EJE E'	30	60

## II.D. Propiedades Geométricas de los Elementos.

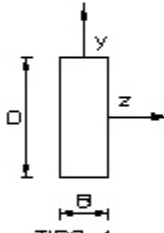
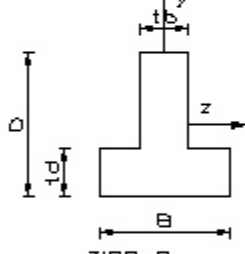
Tabla 2.2 Propiedades Geométricas de Traves, cm.

ELEMENTOS	B	D	P	ELEMENTOS	B	D	P
NIVEL ( N07 )				NIVEL ( N08 )			
EJE 01	40	85	-	EJE 01	40	85	-
EJE 02	40	85	-	EJE 02	40	85	-
EJE 03	40	85	-	EJE 03	40	85	-
EJE 04	50	85	-	EJE 04	50	85	-
EJE 05	45	85	-	EJE 05	45	85	-
EJE 06	50	85	-	EJE 06	50	85	-
EJE 06'	30	60	-	EJE 06'	30	60	-
EJE 07	40	85	-	EJE 07	40	80	-
EJE 08	50	85	-	EJE 08	50	85	-
EJE 09	50	85	-	EJE 09	50	85	-
EJE 10	40	85	-	EJE 10	40	85	-
EJE 11	45	85	-	EJE 11	45	85	-
EJE A	40	85	-	EJE A	40	85	-
EJE A'	25	60	-	EJE A'	25	60	-
EJE A''	27	70	-	EJE A''	27	70	-
EJE B	30	60	-	EJE B	30	60	-
EJE B'	25	60	-	EJE B'	25	60	-
EJE B''	25	60	-	EJE B''	25	60	-
EJE C	40	85	-	EJE C	40	80	-
EJE C'	25	60	-	EJE C'	25	60	-
EJE D	40	85	-	EJE D	40	80	-
EJE D'	25	60	-	EJE D'	25	60	-
EJE D''	25	60	-	EJE D''	25	60	-
EJE E	30	60	-	EJE E	30	60	-
EJE D'''	25	60	-	EJE D'''	25	60	-
EJE E' (6'-7)	30	60	-	EJE E' (6'-7)	30	60	-
EJE E' (7-9)	60	60	30	EJE E' (7-9)	60	60	30
EJE E' (9-11)	30	60	-	EJE E' (9-11)	30	60	-

## II.D. Propiedades Geométricas de los Elementos.

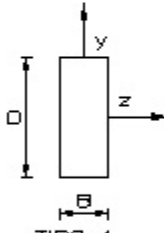
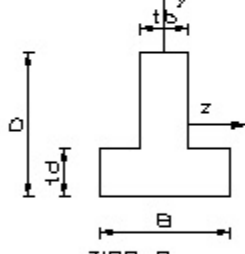
Tabla 2.2 Propiedades Geométricas de Traves, cm.

ELEMENTOS	B	D	P	ELEMENTOS	B	D	P
NIVEL ( N09 )				NIVEL ( N10 )			
EJE 01	40	85	-	EJE 01	40	85	-
EJE 02	40	85	-	EJE 02 (A-B)	27	70	-
EJE 03	40	80	-	EJE 02 (B-D)	40	85	-
EJE 04	40	85	-	EJE 03	40	80	-
EJE 05 (B-C)	45	85	-	EJE 04	40	85	-
EJE 05 (C-E)	50	90	-	EJE 05 (B-C)	40	80	-
EJE 06	50	85	-	EJE 05 (C-E)	45	85	-
EJE 06'	30	60	-	EJE 06 (B-C)	40	80	-
EJE 07	40	80	-	EJE 06(C-D)	45	85	-
EJE 08	50	85	-	EJE 06'	30	60	-
EJE 09	50	85	-	EJE 07 (B-C)	40	80	-
EJE 10	45	85	-	EJE 07 (C-D)	45	85	-
EJE 11	45	85	-	EJE 08	40	80	-
EJE A	40	85	-	EJE 09	50	85	-
EJE A'	25	60	-	EJE 10 (B-C)	50	85	-
EJE A''	27	70	-	EJE 10 (C-E)	45	85	-
EJE B	30	60	-	EJE 11	40	80	-
EJE B'	28	60	-	EJE A	40	85	-
EJE B''	28	60	-	EJE A'	25	60	-
EJE C	40	90	-	EJE A''	27	70	-
EJE C'	28	60	-	EJE B	30	60	-
EJE D	40	90	-	EJE B'	25	60	-
EJE D'	28	60	-	EJE B''	25	60	-
EJE D''	28	60	-	EJE C	40	85	-
EJE E	30	60	-	EJE C'	25	60	-
EJE D'''	28	60	-	EJE D	40	85	-
EJE E' (6'-7)	30	60	-	EJE D'	25	60	-
EJE E' (7-9)	60	60	27	EJE D''	25	60	-

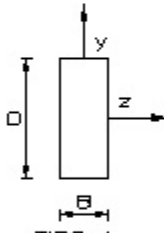
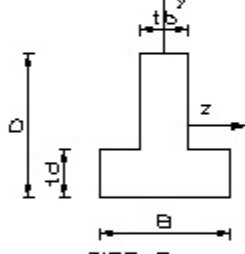
## II.D. Propiedades Geométricas de los Elementos.

Tabla 2.2 Propiedades Geométricas de Trabes, cm.

											
ELEMENTOS	B	D	P	ELEMENTOS	B	D	P				
NIVEL ( N09 )				NIVEL ( N10 )							
EJE E' (9-11)	30	60	-	EJE E	30	60	-				
-	-	-	-	EJE D'''	25	60	-				
-	-	-	-	EJE E' (6'-7)	30	60	-				
-	-	-	-	EJE E' (7-9)	60	60	27				
-	-	-	-	EJE E' (9-11)	30	60	-				
NIVEL ( N11 )				NIVEL ( N12 )							
EJE 01	40	80	-	EJE 01	40	80	-				
EJE 02	40	80	-	EJE 02	40	80	-				
EJE 03	40	80	-	EJE 03	40	80	-				
EJE 04	40	80	-	EJE 04 (B-D)	40	80	-				
EJE 05 (B-C)	40	80	-	EJE 04 (D-E)	60	80	-				
EJE 5 (C-E)	40	85	-	EJE 05 (B-C)	40	80	-				
EJE 06 (B-C)	40	80	-	EJE 05 (C-E)	50	90	-				
EJE 06 (C-E)	45	85	-	EJE 06 (B-C)	40	80	-				
EJE 06'	30	60	-	EJE 06 (C-E)	50	90	-				
EJE 07 (B-C)	40	80	-	EJE 06'	30	60	-				
EJE 07 (C-E)	45	85	-	EJE 07 (B-C)	40	80	-				
EJE 08	40	80	-	EJE 07 (C-E)	45	85	-				
EJE 09	40	80	-	EJE 08	40	80	-				
EJE 10 (B-C)	40	80	-	EJE 09	40	80	-				
EJE 10 (C-E)	45	80	-	EJE 10 (B-C)	40	80	-				
EJE 11	40	80	-	EJE 10 (C-E)	45	80	-				
EJE A	40	80	-	EJE 11	40	80	-				
EJE A'	25	60	-	EJE A	40	80	-				
EJE A''	27	70	-	EJE A'	25	60	-				
EJE B	30	60	-	EJE A''	27	70	-				
EJE B'	25	60	-	EJE B	30	60	-				
EJE B''	25	60	-	EJE B'	25	60	-				

## II.D. Propiedades Geométricas de los Elementos.

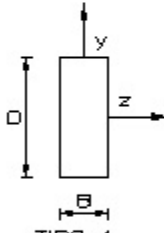
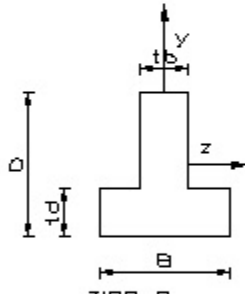
Tabla 2.2 Propiedades Geométricas de Trabes, cm.

ELEMENTOS	B	D	P	ELEMENTOS	B	D	P
NIVEL 11				NIVEL 12			
EJE C	40	80	-	EJE B''	25	60	-
EJE C'	25	60	-	EJE C	40	80	-
EJE D	40	80	-	EJE C'	25	60	-
EJE D'	25	60	-	EJE D	40	80	-
EJE D''	25	60	-	EJE D'	25	60	-
EJE E	30	60	-	EJE D''	25	60	-
EJE D'''	25	60	-	EJE E	30	60	-
EJE E' (6'-7)	30	60	-	EJE D'''	25	60	-
EJE E' (7-9)	60	60	27	EJE E' (6'-7)	30	60	-
EJE E' (9-11)	30	60	-	EJE E' (7-9)	60	60	27
-	-	-	-	EJE E' (9-11)	30	60	-
NIVEL ( N13 ) a Nivel (N17)				NIVEL ( N18 )			
EJE 01	40	80	-	EJE 01 (C-D)	40	80	-
EJE 02 (A-B)	30	75	-	EJE 02 (C-D)	40	80	-
EJE 02 (B-D)	40	80	-	EJE 03 (C-D)	40	80	-
EJE 03	40	80	-	EJE 04 (C-E)	60	80	-
EJE 04 (B-D)	40	80	-	EJE 05 (C-E)	45	85	-
EJE 04 (D-E)	60	80	-	EJE 06 (C-E)	45	85	-
EJE 05 (B-C)	40	85	-	EJE 06' (E-E')	30	60	-
EJE 05 (C-E)	45	85	-	EJE 07 (B-E')	40	80	-
EJE 06 (B-C)	40	85	-	EJE 08 (B-D)	40	80	-
EJE 06 (C-E)	45	85	-	EJE 09 (B-E')	40	80	-
EJE 06'	30	60	-	EJE 10 (B-E')	45	80	-
EJE 07	40	80	-	EJE 11 (B-E')	40	80	-
EJE 08	40	80	-	EJE B (7-11)	30	60	-
EJE 09	40	80	-	EJE B' (7-11)	25	60	-
EJE 10	45	80	-	EJE B'' (7-11)	25	60	-
EJE 11	40	80	-	EJE C (1-10)	40	80	-
EJE A	40	80	-	EJE C (10-11)	45	80	-

## II.D. Propiedades Geométricas de los Elementos.

Tabla 2.2 Propiedades Geométricas de Traves, cm.

ELEMENTOS	B	D	P	ELEMENTOS	B	D	P
NIVEL ( N13 ) a Nivel (N17)				NIVEL ( N18 )			
EJE A'	25	60	-	EJE C' (1'-11)	25	60	-
EJE A''	30	75	-	EJE D	40	80	-
EJE B	30	60	-	EJE D' (4-7)	25	60	-
EJE B'	25	60	-	EJE D' (9-11)	25	60	-
EJE B''	25	60	-	EJE D'' (4-7)	25	60	-
EJE C	45	80	-	EJE D'' (9-11)	25	60	-
EJE C'	25	60	-	EJE E (4-7)	30	60	-
EJE D	40	80	-	EJE D''' (9-11)	25	60	-
EJE D'	25	60	-	EJE E' (6'-7)	30	60	-
EJE D''	25	60	-	EJE E' (7-9)	60	60	-
EJE E	30	60	-	EJE E' (9-11)	30	60	-
EJE D'''	25	60	-	-	-	-	-
EJE E' (6'-7)	30	60	-	-	-	-	-
EJE E' (7-9)	60	60	-	-	-	-	-
EJE E' (9-11)	30	60	-	-	-	-	-
NIVEL ( N19 )				NIVEL ( N20 )			
EJE 04 (C-E)	60	80	-	EJE 04 (C-E)	60	80	-
EJE 05 (C-E)	45	85	-	EJE 05 (C-E)	45	85	-
EJE 06 (C-E)	45	85	-	EJE 06 (C-E)	45	85	-
EJE 6' (E-E')	30	60	-	EJE 6' (E-E')	40	80	-
EJE 07 (C-E')	40	80	-	EJE 07 (C-E')	40	80	-
EJE C (4-7)	40	80	-	EJE C (4-7)	40	80	-
EJE C' (4-7)	25	60	-	EJE C' (5-7)	25	60	-
EJE D (4-7)	40	80	-	EJE D (5-7)	40	80	-
EJE D' (4-7)	25	60	-	EJE D' (5-7)	25	60	-
EJE D'' (4-7)	25	60	-	EJE D'' (5-7)	25	60	-
EJE E (4-7)	30	60	-	EJE E (5-7)	30	60	-
EJE E' (6'-7)	30	60	-	EJE E' (6'-7)	30	60	-

## II.E Propiedades mecánicas de los materiales

De acuerdo con las especificaciones de los planos estructurales originales, las propiedades mecánicas de los materiales del proyecto son:

Concreto en estructura con peso volumétrico,  $\geq 2400 \text{ kgf/m}^3$

Resistencia de elementos verticales

Columnas:	$f'c = 300 \text{ kgf/cm}^2$
Trabes:	$f'c = 300 \text{ kgf/cm}^2$
Pilotes:	$f'c = 300 \text{ kgf/cm}^2$

Acero de refuerzo: en toda la estructura original

Trabes y losas:	$f_y = 2000 \text{ kgf/cm}^2$
Cimentación:	$f_y = 2000 \text{ kgf/cm}^2$
Columnas:	$f_y = 2300 \text{ kgf/cm}^2$

Modulo de elasticidad:

$f'c = 300 \text{ kgf/cm}^2$   $E_c = 14,000 \sqrt{300} = 242,487 \text{ kgf/cm}^2$

## II.F Cargas actuantes en la estructura.

Con el fin de verificar los estados límite de servicio y de falla de los elementos que conforman al sistema estructural del inmueble, se establecieron cinco condiciones básicas de carga que representan las acciones permanentes, variables y accidentales (sismo) que actúan sobre la estructura, así mismo se ha realizado la combinación de estas condiciones afectándolas por los factores de carga correspondientes, todo esto conforme a los artículos 185, 188, 193 y 194 del RCDF93, obteniendo dieciocho combinaciones de carga, nueve para la revisión de desplazamientos y nueve para la revisión de la resistencia de los elementos de concreto.

a. Condiciones Básicas de Carga.

C01 = Carga Muerta (CM)  
 C02 = Carga Viva Máxima (CVm)  
 C03 = Carga Viva Instantánea (CVa)  
 C04 = Sismo Estático o Dinámico en Dirección en X (SX)  
 C05 = Sismo Estático o Dinámico en Dirección en Z (SZ)

b. Combinaciones de Carga para Revisión de Desplazamientos.

CC06 = 1.00 ( CM + CVmáx )  
 CC07 = 1.00 [ CM + CVa + Q ( SDX + 0.30 SDZ ) ]  
 CC08 = 1.00 [ CM + CVa + Q ( SDX - 0.30 SDZ ) ]  
 CC09 = 1.00 [ CM + CVa + Q ( -SDX + 0.30 SDZ ) ]  
 CC10 = 1.00 [ CM + CVa + Q ( -SDX - 0.30 SDZ ) ]

$$\begin{aligned} CC11 &= 1.00 [ CM + CVa + Q ( 0.30 SDX + SDZ ) ] \\ CC12 &= 1.00 [ CM + CVa + Q ( 0.30 SDX - SDZ ) ] \\ CC13 &= 1.00 [ CM + CVa + Q (-0.30 SDX + SDZ ) ] \\ CC14 &= 1.00 [ CM + CVa + Q (-0.30 SDX - SDZ ) ] \end{aligned}$$

c. Combinaciones de Carga para Revisión de Elementos de Concreto Reforzado.

$$\begin{aligned} CC15 &= 1.40 ( CM + CVmáx ) \\ CC16 &= 1.10 ( CM + CVa + SDX + 0.30 SDZ ) \\ CC17 &= 1.10 ( CM + CVa + SDX - 0.30 SDZ ) \\ CC18 &= 1.10 ( CM + CVa - SDX + 0.30 SDZ ) \\ CC19 &= 1.10 ( CM + CVa - SDX - 0.30 SDZ ) \\ CC20 &= 1.10 ( CM + CVa + 0.30 SDX + SDZ ) \\ CC21 &= 1.10 ( CM + CVa + 0.30 SDX - SDZ ) \\ CC22 &= 1.10 ( CM + CVa - 0.30 SDX + SDZ ) \\ CC23 &= 1.10 ( CM + CVa - 0.30 SDX - SDZ ) \end{aligned}$$

Las acciones que se consideraron para la revisión de estructura y cimentación son las siguientes:

### **Cargas Permanentes**

a. Carga Muerta (CM).

Se consideran para esta categoría:

- Peso propio de la estructura.
- Peso de muros, pisos y techos.
- Peso de elemento de fachada.

b. Carga Viva (CV).

Se consideran los valores indicados a continuación:

En lugares cuyo destino sea cuarto de hotel:

$$\begin{array}{ll} CVmáx = 170 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF93)} & CVmáx = 350 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF66)} \\ CVa = 90 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF93)} & CVa = 110 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF66)} \end{array}$$

En lugares cuyo destino sea oficina:

$$\begin{array}{ll} CVmáx = 250 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF93)} & CVmáx = 350 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF66)} \\ CVa = 180 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF93)} & CVa = 110 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF66)} \end{array}$$

En lugares cuyo destino sea salón de belleza y restaurant:

$$\begin{array}{ll} CVmáx = 350 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF93)} & CVmáx = 400 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF66)} \\ CVa = 250 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF93)} & CVa = 200 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF66)} \end{array}$$



En azotéas con pendiente no mayor al cinco por ciento:

$$\begin{aligned} CV_{\text{máx}} &= 100 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF93)} \\ CV_a &= 70 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF93)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CV_{\text{máx}} &= 100 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF66)} \\ CV_a &= 40 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF66)} \end{aligned}$$

En lugares cuyo destino sea escaleras, pasillos o similares:

$$\begin{aligned} CV_{\text{máx}} &= 350 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF93)} \\ CV_a &= 150 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF93)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CV_{\text{máx}} &= 500 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF66)} \\ CV_a &= 250 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF66)} \end{aligned}$$

En lugares cuyo destino sea comercios y bodegas:

$$\begin{aligned} CV_{\text{máx}} &= 350 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF93)} \\ CV_a &= 315 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF93)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CV_{\text{máx}} &= 400 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF66)} \\ CV_a &= 250 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF66)} \end{aligned}$$

En lugares cuyo destino sea el de alojamiento de equipo de elevadores:

$$\begin{aligned} CV_{\text{máx}} &= 500 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF93)} \\ CV_a &= 450 \text{ kgf/m}^2 \text{ (RCDF93)} \end{aligned}$$

### Cargas Accidentales, Sismo.

#### RCDF93.

- Según el destino de la estructura: Grupo B1
- Según el tipo de suelo existente en el terreno: Zona III
- Coeficiente sísmico básico:  $C = 0.40$
- Factor de comportamiento sísmico:  $Q = 2.0$
- Factor de reducción (NO CUMPLE condiciones de regularidad):  $Q' = 0.8 \times 2.0 = 1.60$
- Coeficiente sísmico de diseño:  $C_d = (1.0 \times 0.40) / 1.60 = 0.250$

Conforme al inciso seis de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo del RCDF93 se enlistan los requisitos especificados en este.

1. La planta es sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales por lo que toca a masas, así como muros y otros elementos resistentes. **NO CUMPLE.**
2. La relación de su altura a la dimensión menor de su base no pasa de 2.5.  
 $67.44 \text{ m} / 18.75 \text{ m} = 3.60 > 2.50$  **NO CUMPLE.**
3. La relación de largo a ancho de la base no excede de 2.5  
 $79.45 \text{ m} / 18.75 \text{ m} = 4.24 > 2.50$  **NO CUMPLE.**
4. En planta no tiene entrantes ni salientes cuya dimensión exceda de 20% de la planta medida paralelamente a la dirección que se considera de la entrante o saliente.  
 Dirección longitudinal (norte-sur) =  $8.80 \text{ m} / 79.45 \text{ m}$   
 $= 0.11 < 0.20$  **SI CUMPLE.**

$$\begin{aligned} \text{Dirección transversal (este-oeste)} &= 7.70 \text{ m} / 19.93 \\ &= 0.39 > 0.20 \end{aligned}$$

**NO CUMPLE.**

5. En cada nivel tiene un sistema de techo o piso rígido y resistente.

**SI CUMPLE.**

6. No tiene aberturas en su sistema de techo o piso cuya dimensión exceda de 20 % de la dimensión en planta medida paralelamente a la dimensión que se considera de la abertura, las áreas huecas no ocasionan asimetrías significativas ni difieren en posición de un piso a otro y el área total de aberturas no excede en ningún nivel de 20 % del área de la planta.

**NO CUMPLE.**

7. El peso de cada nivel, incluyendo la carga viva que debe considerarse para diseño sísmico, no es mayor que el del piso inmediato inferior ni, excepción hecha del último nivel de la construcción, es menor que 70 % de dicho peso.

**SI CUMPLE.**

8. Ningún piso tiene un área, delimitada por los paños exteriores de sus elementos resistentes verticales, mayor que la del piso inmediato inferior ni menor que 70 % de ésta. Se exige de este último requisito únicamente al último piso de la construcción.

**SI CUMPLE.**

9. Todas las columnas están restringidas en todos los pisos en dos direcciones ortogonales por diafragmas horizontales y por trabes o losas planas.

**SI CUMPLE.**

10. La rigidez al corte de ningún entrepiso excede en más de 100 % a la del entrepiso inmediatamente inferior.

**SI CUMPLE.**

11. En ningún entrepiso la excentricidad torsional calculada estáticamente,  $e_s$ , excede del 10 % de la dimensión en planta de ese entrepiso medida paralelamente a la excentricidad mencionada.

**NO CUMPLE.**

Se considera una estructura **NO REGULAR**, por tanto:  
Coeficiente sísmico de diseño:

$$\begin{aligned} Q' &= 0.8 \times 2.0 = 1.60 \\ C_d &= (1.0 \times 0.400) / (0.8 \times 2.0) \\ C_d &= 0.250 \text{ [RCDF93]} \end{aligned}$$

**RCDF66**

- Según el destino de la estructura:
- Según su estructuración:
- Según el tipo de suelo existente en el terreno:
  
- Coeficiente sísmico:

Grupo B  
Tipo 1  
Zona alta  
compresibilidad

$$C = 0.060$$

$$C_d = 0.060 \text{ [RCDF66]}$$

**II.G Análisis de la estructura ante cargas estáticas.**

Tabla 2.3 Fuerzas Sísmicas Estáticas Equivalentes [RCFD93].

NIVEL	$h_i$ m	$W_{cm\ i}$ tonf	$W_{cvai}$ tonf	$W_i$ tonf	$W_i h_i$ tonf-m	$F_i$ tonf	$V_i$ tonf
ACM	67.44	219.03	10.98	230.01	15,511.70	125.75	125.75
CM	63.49	329.06	61.47	390.53	24,794.75	201.00	326.74
ASAL	59.00	973.88	98.48	1,072.37	63,269.56	512.90	839.64
P17	54.80	1,378.10	303.90	1,682.00	92,173.77	747.21	1,586.85
P 16	50.45	1,247.50	128.51	1,376.02	69,419.99	562.75	2,149.60
P 15	47.35	1,220.88	128.51	1,349.39	63,893.65	517.95	2,667.55
P 14	44.25	1,220.88	128.51	1,349.39	59,710.54	484.04	3,151.60
P 13	41.15	1,228.67	128.51	1,357.18	55,848.13	452.73	3,604.33
P 12	38.05	1,229.90	128.51	1,358.41	51,687.45	419.00	4,023.33
P 11	34.95	1,236.96	128.51	1,365.47	47,723.29	386.87	4,410.20
P 10	31.85	1,267.09	128.51	1,395.61	44,450.02	360.33	4,770.54
P 09	28.75	1,317.82	128.51	1,446.33	41,582.11	337.09	5,107.62
P 08	25.65	1,401.90	134.75	1,536.65	39,415.00	319.52	5,427.14
P 07	22.55	1,419.28	136.53	1,555.81	35,083.47	284.40	5,711.54
P 06	19.45	1,425.52	136.53	1,562.04	30,381.71	246.29	5,957.83
P 05	16.35	1,444.50	136.53	1,581.03	25,849.78	209.55	6,167.38
P 04	13.25	1,778.69	144.24	1,922.93	25,478.82	206.54	6,373.93
P SAL	8.25	1,815.94	275.71	2,091.64	17,256.06	139.89	6,513.81
P MEZ	3.70	1,408.95	218.78	1,627.73	6,022.61	48.82	6,562.64
<b>TOTAL</b>		23,564.56	2,685.98	26,250.54	809,552.42	6,562.64	

$$F_i = C_d \frac{\sum W_i}{\sum W_i h_i} W_i h_i \quad F_i = 0.25 \frac{26,250.54}{809,552.42} W_i h_i$$

$$F_i = 0.0081 W_i h_i$$

**II.G Análisis de la estructura ante cargas estáticas.**

Tabla 2.4 Fuerzas Sísmicas Estáticas Equivalentes [RCDF66].

NIVEL	$h_i$ m	$W_{cm}$ i tonf	$W_{cva}$ i tonf	$W_i$ tonf	$W_i h_i$ tonf-m	$F_i$ tonf	$V_i$ tonf
ACM	67.44	219.03	6.27	225.30	15,194.35	29.56	29.56
CM	63.49	329.06	64.63	393.68	24,994.96	48.62	78.18
ASAL	59.00	973.88	80.26	1,054.14	62,194.20	120.98	199.16
P17	54.80	1,378.10	242.94	1,621.05	88,833.26	172.79	371.95
P 16	50.45	1,247.50	171.91	1,419.41	71,609.40	139.29	511.24
P 15	47.35	1,220.88	171.91	1,392.79	65,948.52	128.28	639.52
P 14	44.25	1,220.88	171.91	1,392.79	61,630.88	119.88	759.40
P 13	41.15	1,228.67	171.91	1,400.58	57,633.93	112.11	871.51
P 12	38.05	1,229.90	171.91	1,401.81	53,338.73	103.75	975.26
P 11	34.95	1,236.96	171.91	1,408.87	49,240.03	95.78	1,071.04
P 10	31.85	1,267.09	171.91	1,439.00	45,832.23	89.15	1,160.19
P 09	28.75	1,317.82	171.91	1,489.73	42,829.79	81.38	1,241.56
P 08	25.65	1,401.90	171.91	1,573.81	40,368.28	76.70	1,318.26
P 07	22.55	1,419.28	173.84	1,593.12	35,924.87	68.26	1,386.52
P 06	19.45	1,425.52	178.13	1,603.65	31,190.94	59.26	1,445.79
P 05	16.35	1,444.50	178.13	1,622.63	26,530.03	50.41	1,496.19
P 04	13.25	1,778.69	178.13	1,956.82	25,927.86	49.26	1,545.46
P SAL	8.25	1,815.94	182.23	1,998.17	16,484.87	31.32	1,576.78
P MEZ	3.70	1,408.95	146.64	1,655.60	6,125.70	11.64	1,588.42
<b>TOTAL</b>		<b>23,564.55</b>	<b>3,078.39</b>	<b>26,642.94</b>	<b>821,832.81</b>	<b>1,588.42</b>	

$$F_i = C_d \frac{\sum W_i}{\sum W_i h_i} W_i h_i \quad F_i = 0.06 \frac{26,642.94}{821,832.81} W_i h_i$$

$$F_i = 0.0019 W_i h_i$$

**II.1. Análisis Sísmico Dinámico Modal Espectral.**

## a. Espectro de Aceleración [RCDF93].

Según el tipo de suelo existente en el terreno:	Zona III
Coefficiente sísmico básico:	$C = 0.40$
Ordenada inicial del espectro de diseño:	$a_0 = 0.10$
Periodo característico inicial del espectro de diseño:	$T_a = 0.60$
Periodo característico final del espectro de diseño:	$T_b = 3.90$
Exponente en las expresiones para calcular las ordenadas del espectro de diseño:	$r = 1.00$

La ordenada del espectro de aceleraciones para diseño sísmico, estará definida por:

$$a = (1 + 3T/T_a) c/4 \quad \text{para } T < T_a, \text{ sustituyendo valores:}$$

$$a = 10 + 0.1667 T \quad \text{para } T < 0.60 \text{ seg}$$

$$a = C \quad \text{si } T_a \leq T \leq T_b, \text{ aplicando los valores de } T_a, T_b \text{ y } C:$$

$$a = 0.40 \quad \text{para } 0.60 \text{ seg} \leq T \leq 3.90 \text{ seg}$$

$$a = qc, \quad \text{si } T > T_b$$

$$q = (T_b/T)^r \quad \text{es decir,}$$

$$a = (1.56/T) \quad \text{para } T > 3.90 \text{ seg}$$

Factor de comportamiento sísmico:

$$Q = 2.0$$

Factor reductivo:

$$Q' = 1 + (T/T_a)(Q - 1) \quad \text{si } T \leq T_a,$$

$$Q' = 1 + 1.667 T \quad \text{si } T < 0.60 \text{ seg}$$

$$Q' = Q \quad \text{si } T \geq T_a,$$

$$Q' = 2.00, \quad \text{si } T \geq 0.60 \text{ seg}$$

Las fuerzas sísmicas se reducen dividiéndolas entre  $Q'$

## b. Espectro de Aceleración [RCDF66].

Según el tipo de la estructura:	Grupo B
Según su estructuración:	Tipo 1
Según el tipo de suelo existente en el terreno: compresibilidad	Zona alta
Coefficiente para diseño sísmico:	$C = 0.060$
Periodo característico inicial del espectro de diseño:	$T_1 = 0.10$
Periodo característico final del espectro de diseño:	$T_2 = 2.50$

La ordenada del espectro de aceleraciones para diseño sísmico, estará definida por:

$$a = 0.5 (1 + T) C \text{ para } T < T_1, \text{ sustituyendo valores:}$$

$$a = 0.03 + 0.03 T \text{ para } T < 0.10 \text{ seg}$$

$$a = C \text{ si } T_1 \leq T \leq T_2, \text{ aplicando los valores de } T_1, T_2 \text{ y } C:$$

$$a = 0.06 \text{ para } 1.00 \text{ seg} \leq T \leq 2.50 \text{ seg}$$

$$a = (2.5 / T) C \text{ si } T < T_2 \text{ es decir,}$$

$$a = (0.15 / T) \text{ para } T < 2.5 \text{ seg}$$

Comparación de modos de vibrar de los RCDF66 y RCDF93.

Tabla 2.5 Modos de Vibrar de la Estructura para los análisis ASDME.

PERIODOS DE VIBRAR (seg)							
MODELO		1	3	5	6	7	8
No. PLANTAS		20	20	16	14	11	09
NPT		+67.4	+67.44	+50.45	+44.25	+34.95	+28.75
MODOS	Grados de Libertad	RCDF93	RCDF66	RCDF93	RCDF93	RCDF93	RCDF93
1	Dx	2.122	2.136	1.614	1.400	1.189	1.028
2	Dz	2.083	2.097	1.568	1.346	1.027	0.935
3	De	1.831	1.847	1.426	1.251	1.011	0.825
4	Dx	1.024	1.025	1.017	1.014	0.985	0.789
5	Dz	0.971	0.978	0.859	0.818	0.759	0.717
6	De	0.823	0.832	0.766	0.753	0.736	0.686

## II.J. Comportamiento de la Cimentación.

El comportamiento de un grupo de pilotes es distinto del de un pilote aislado. Si en el caso de un pilote solo, las incertidumbres de diseño son limitadas, en el caso de un grupo de pilotes que constituya una cimentación real, estas incertidumbres son tanto mayores, que puede decirse que todo el conocimiento teórico del que hoy se dispone no pasa de ser un marco de referencia que sirva para encasillar debidamente el criterio y la experiencia del proyectista, que juegan un papel decisivo todavía en el logro de los buenos resultados prácticos. Es evidente, por otra parte que cualquier cosa que se piense o ejecute en torno a una cimentación real debe de estar respaldada por un conocimiento exhaustivo de la estratigrafía del suelo por pilotear, conocimiento que debe de llegar a profundidades suficientes para la toma de decisiones.

Para nuestro caso se realizó el estudio de la Cimentación de acuerdo a lo establecido en los artículos 217 a 227 del RCDF'93 y los artículos 190 a 204 del RCDF'66, para ello nos apoyamos en los estudios de mecánica de suelos que se describen a continuación.

Para realizar el proyecto del edificio se realizó el estudio de mecánica de suelos que generó dos perfiles estratigráficos, con sus propiedades mecánicas correspondientes de los diferentes estratos. Como se observa en los resultados de estos estudios, las propiedades del suelo son de un perfil

típico de la zona del fondo del lago, detectándose la primera capa dura a una profundidad de 34 metros con respecto al nivel de terreno natural del año de 1959.

Las características de los pilotes, se presentan en la figura 1.19, la cual muestra las dimensiones de los elementos de cimentación y de los diferentes estratos en los que se encontraban colocados. En la figura 1.18 se presentan los resultados de las pruebas de esfuerzo cortante por medio de la “Veleta Sueca”.

Capacidad de carga de la Cimentación.

Cajón.

Debido al intenso abatimiento de la presión de poro de los últimos años en el valle de México, la Formación Arcillosa Superior se ha visto afectada por severos asentamientos de la masa de suelo y provocó emergimiento de la estructura, por lo cual se perdió gran parte del contacto en la parte baja del cajón y el suelo, llevando así la mayor parte de las descargas totales de la estructura a los pilotes de cimentación, por lo cual, para este estudio, se tomará en cuenta que todas las descargas de la estructura son tomadas por los pilotes de cimentación.

Carga Compensada.

Conforme al volumen del cajón de cimentación, la cantidad de suelo excavado fue de 13,497.88 m<sup>3</sup>, para un peso compensado de 17,689.33 Tonf. Dada la emersión de la estructura desde el año de su construcción en 1962 al sismo de 1985, el cajón se encontraba aproximadamente 50 cm por encima del nivel de desplante original.

Esta emersión afectó la compensación de la siguiente manera:

Volumen excavado 12,787.47 m<sup>3</sup>, para un peso compensado de 16,836.83 Tonf.

Fricción Negativa en Cajón.

Debido al hundimiento regional se genera un movimiento diferencial entre el cajón de cimentación y el suelo que lo rodea. Este movimiento es causante de la Fricción Negativa.

La experiencia a demostrado que en arcillas blandas como las encontradas en el sitio de la cimentación del edificio, es satisfactorio suponer que la adherencia entre el elemento de cimentación y la arcilla es igual a la cohesión de ésta, calculada en prueba rápida o aún con base en una prueba de compresión simple, la cual es de  $c = 1$  Tonf/m<sup>2</sup> para nuestro estudio.

Esta fuerza es función de los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante y de los esfuerzos efectivos a diferentes profundidades. Para evaluar la fricción negativa en el cajón se empleó la siguiente expresión:

$$S_{0z} = K_{\phi} \sigma_{0z} \quad ; \quad K_{\phi} = \frac{1 - \sin^2 \phi_r}{1 + \sin^2 \phi_r} \tan \phi_r \quad ; \quad S_{0z} = c$$

Se define así, la variación de la resistencia por fricción con la profundidad. El volumen de esfuerzos

definido por esta variación de resistencia en el perímetro del cajón es igual al valor de la fricción negativa. El valor calculado con el procedimiento anterior es de:  $F_{N\text{cajón}} = 1,356.98$  Tonf.

Utilizando el RCDF'93 y en Condiciones estáticas se tienen las siguientes descargas.

Carga Muerta	( CM )	= 32,472.63 Tonf
Carga Viva Máxima	( CVM )	= 5,734.63 Tonf
Carga Viva Accidental	( CVA )	= 3,448.24 Tonf
Agua en Celdas		= 7,814.56 Tonf
Fricción Negativa en Cajón		= 1,356.98 Tonf
Suelo Excavado		= 16,836.83 Tonf
Área de Cimentación		= 1,420.83 m <sup>2</sup>
Número de Pilotes		= 617 Pzas.

Utilizando el RCDF'66 y en Condiciones estáticas se tienen las siguientes descargas.

Carga Muerta	( CM )	= 32,472.63 Tonf
Carga Viva Máxima	( CVM )	= 8,812.71 Tonf
Carga Viva Accidental	( CVA )	= 3,938.96 Tonf
Agua en Celdas		= 7,814.56 Tonf
Fricción Negativa en Cajón.		= 1,356.98 Tonf
Suelo Excavado		= 16,836.83 Tonf
Área de Cimentación		= 1,420.83 m <sup>2</sup>
Número de Pilotes		= 617 Pzas.

En estas condiciones se tienen las siguientes descargas por pilote:

**Tabla 2.6** Descarga por pilote (RCDF'93)

RCDF'93	Combinación de Carga	
	Q, Tonf	CM+CVM
Qa, Tonf	49.50	45.80
Qu, Tonf	74.25	68.7

**Tabla 2.7** Descarga por pilote de (RCDF'66)

RCDF'66	Combinación de Carga	
	Q, Tonf	CM+CVM
Qa, Tonf	54.49	46.6
Qu, Tonf	72.65	62.13



## Capacidad de Carga

Se investigó la capacidad última de carga de los pilotes mediante el Criterio de Zeevaert con la siguiente expresión:

$$q_u = \gamma_1 (c N_c + \gamma_z N_q) (D_r + 0.1)$$

Considerando una cohesión,  $c$ , de 10 Tonf / m<sup>2</sup>, una densidad relativa del suelo de 0.8 y un ángulo de fricción interna de 30°,  $\gamma_1 = 1.2$ ,  $\gamma_z = 35.2$  Tonf/m<sup>2</sup> estos valores son apoyados y ajustados de acuerdo a las condiciones del sitio y a los estudios de mecánica de suelos del lugar.

Para nuestro estudio, los pilotes de cimentación del edificio son pilotes tipo “Botón”, los cuales tienen la punta más ancha que el resto del cuerpo del pilote, esto aunado a que se apoyan en un estrato firme, hacen que estos elementos trabajen principalmente como pilotes de punta, sin embargo no se desprecian los efectos de las fuerzas originadas por la fricción negativa y la fricción positiva, por lo tanto a continuación se analizarán la intervención de estas fuerzas.

### Fricción Negativa en Pilotes

Los pilotes de punta, apoyados en un estrato no consolidable y resistente permanecen comparativamente fijos, respecto a los suelos blandos que se enjutan, tendiendo a bajar a lo largo de su fuste. Esta tendencia induce esfuerzos de fricción en el fuste de los pilotes que, por ser en sentido descendente, sobrecargan al colgarse materialmente el suelo circunvecino de los pilotes. Si estas cargas no han sido tomadas en cuenta en el diseño, pueden llegar a producir el colapso del pilote por penetración en el estrato resistente. Este es el fenómeno de fricción negativa en los pilotes de punta. En el mejor de los casos, es decir, cuando los pilotes soportan la sobrecarga, la estructura apoyada sobre los pilotes parece emerger sobre la superficie del terreno, con lo que fácilmente producirá daños a estructuras vecinas.

Para estudiar el efecto de la fricción negativa en los pilotes, se utilizó el método de Zeevaert, mediante el cálculo de las áreas de influencia para cada pilote. Estas áreas están en función de la profundidad y de la distribución de los pilotes, ya que en un grupo de pilotes se requiere calcular la influencia de cada pilote con el resto del grupo. Para el análisis se tipificó a los pilotes en pilote de esquina, centro, borde paralelo al eje Z o borde paralelo al eje X, y se analizaron los efectos por fricción negativa.

**Tabla 2.8** Fricción Negativa y Descarga Total(RCDF'93).

PILOTE	FN Tonf	$Q_T = Q_a + NF$ ('93) Tonf
ESQUINA	163.15	208.95
CENTRO	64.52	110.32
BORDE Z	130.60	176.40
BORDE X	130.60	176.40

Tabla 2.9 Fricción Negativa y Descarga Total(RCDF'66).

PILOTE	FN Tonf	$Q_T = Q_a + NF$ ('66) Tonf
ESQUINA	163.15	209.75
CENTRO	64.52	111.12
BORDE Z	130.60	177.20
BORDE X	130.60	177.20

## Fricción Positiva

Los problemas que relacionan la conducta de grupos de pilotes únicamente de fricción, representan mas dificultades para su estudio. En los casos en que las cargas puntuales son soportadas por estratos suaves, estos se ubican en las condiciones mas desfavorables y difíciles para la cimentación. Los pilotes que trabajan a punta que son los referentes a nuestro estudio, también son afectados pero en menor grado.

Para estudiar el efecto de la fricción positiva en los pilotes, se utilizó el método de Zeevaert, mediante el calculo de las áreas de influencia que son las mismas que se obtuvieron para el análisis de la fricción negativa. Estas áreas están en función de la profundidad y de la distribución de los pilotes, ya que en un grupo de pilotes se requiere calcular la influencia de cada pilote con el resto del grupo. Para el análisis se tipificó a los pilotes en pilote de esquina, centro, borde paralelo al eje Z o borde paralelo al eje X, y se analizaron los efectos por fricción Positiva.

$$Q_{PU} + (PF)_{Z0} = (NF)_{Z0} + Q_a$$

E.L.S. = Estado Límite de Servicio.

E.L.F = Estado Límite de Falla.

N.F= Fricción Negativa.

P.F. = Fricción Positiva. ; E=Emersión.

Tabla 2.10 Resultados de Pilotes, Servicio y Falla (RCDF'93).

RESULTADOS CON RCDF'93					
PILOTE	$Q_T$ Tonf	$Q_{PU}$ (E. L. F.) Tonf	Emersión $E < 0.30$ m	(E.L.F.) Vs. $Q_T$	(E.L.S.) Vs. E %
ESQUINA	208.95	130.33	0.75	-60.32 %	-250
CENTRO	110.32	130.33	0.75	15.35 %	-250
BORDE Z	176.40	130.33	0.75	-35.35 %	-250
BORDE X	176.40	130.33	0.75	-35.35 %	-250

Tabla 2.11 Resultados de Pilotes, Servicio y Falla (RCDF'66).

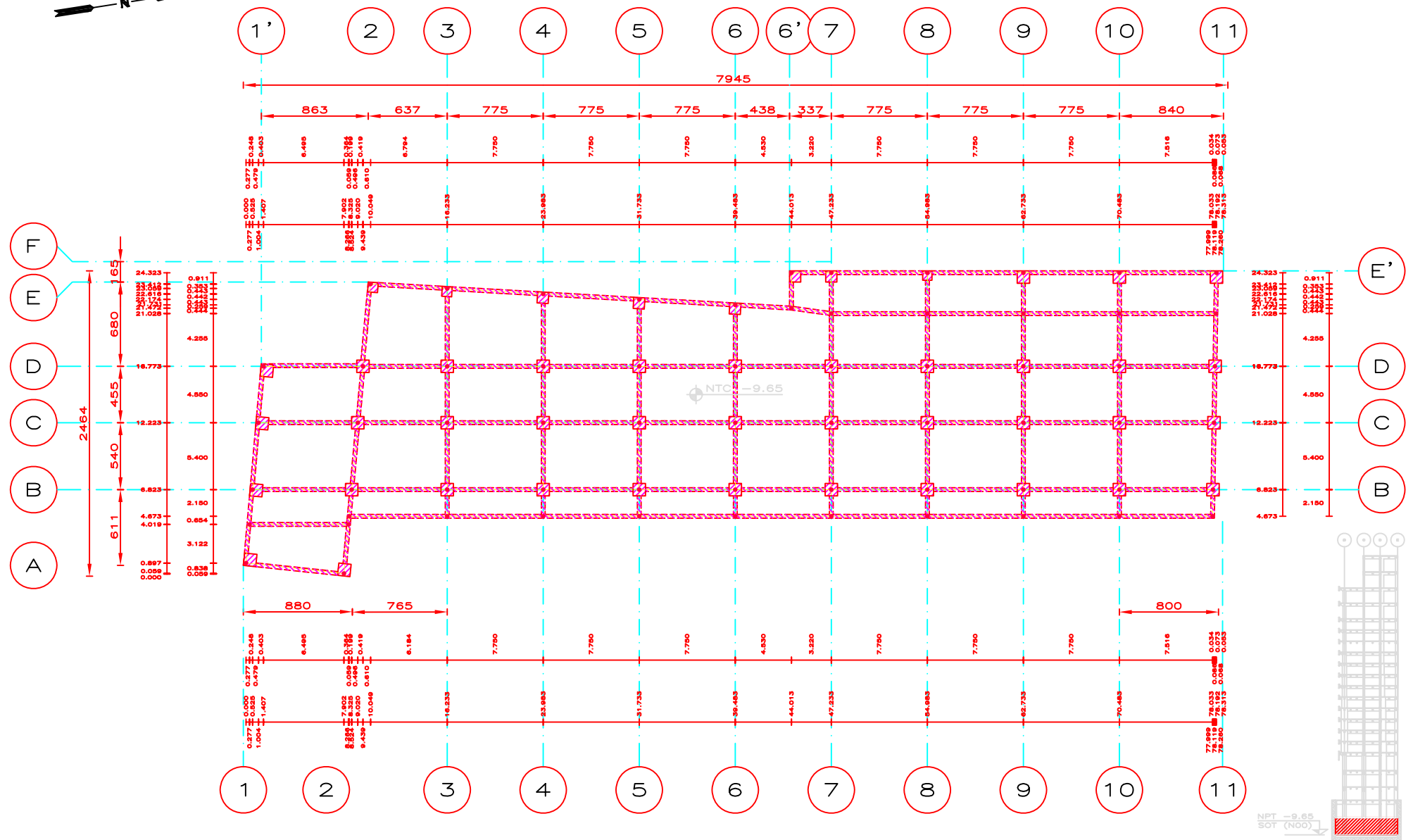
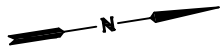
RESULTADOS CON RCDF'66					
PILOTE	$Q_T$ Tonf	$Q_{PU}$ (E. L. F.) Tonf	Emersión E < - m	(E.L.F.) Vs. $Q_T$	(E.L.S.) Vs. E %
ESQUINA	209.75	186.18	-	-12.66 %	-
CENTRO	111.12	186.18	-	40.32 %	-
BORDE Z	177.20	186.18	-	4.82 %	-
BORDE X	177.20	186.18	-	4.82 %	-

Tabla 2.12 Fricción Positiva en Pilotes.

PILOTE	PF ('66)	PF ('93)
ESQUINA	23.57	78.62
CENTRO	-	-
BORDE Z	-	46.07
BORDE X	-	46.07

La cimentación del edificio consistió en 617 pilotes trabajando de punta desplantados sobre el primer estrato resistente, de la zona del lago. En las tablas anteriores se puede observar que los elementos mas cargados por su ubicación son los encontrados en las esquinas y en las orillas del cajón de cimentación, en cambio los pilotes que se encuentran en las partes centrales son menos castigados por las cargas.

Después de realizar los análisis anteriores, podemos decir, que la causa de los daños estructurales, no se identificó en la capacidad de carga de la cimentación, por el contrario, esta soportó aceptablemente las cargas a las que fue sometida durante la existencia del inmueble; aclarando que el único problema que se detectó fue el emergimiento del edificio, debido a los hundimientos regionales que caracterizan a la zona del antiguo lago de la ciudad de México.



**SIMBOLOGÍA**

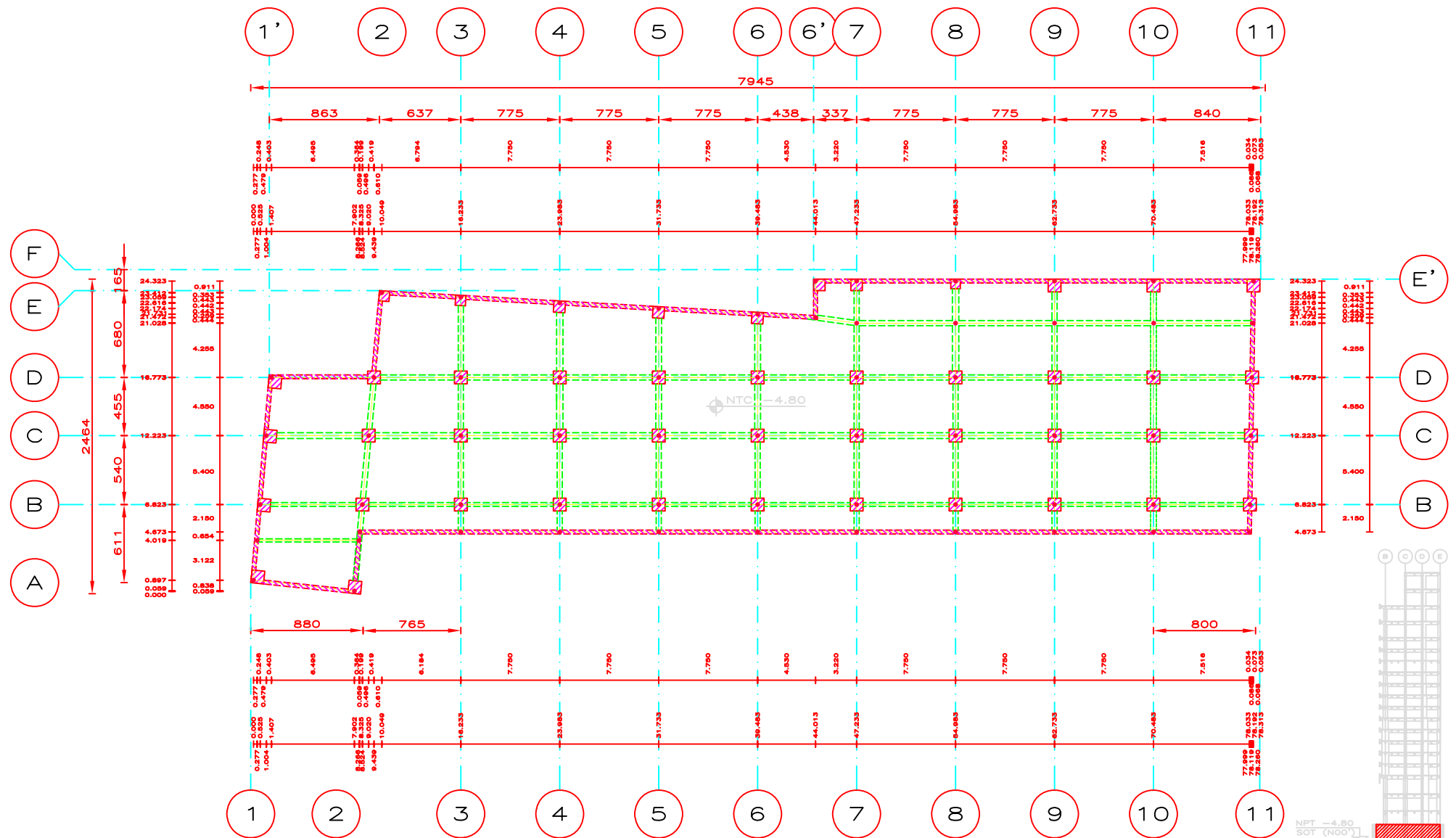
- 1. COLUMNA
- 2. NUDO
- 3. CONTRATRABE CIMENTACIÓN
- 4. MURO

**NOTAS**

- 1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
- 2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 2.1 PLANTA SÓTANO (NOO)**

Iste profesional: <b>ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL          DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE          18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE          LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA          ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.</b>			
Presentado por: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
Director de Taller: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
Concepto: ANÁLISIS ESTRUCTURAL	Grupo: ULT/OCM	Proyecto: HAPSOT02	Fecha: 11/09/03
Dibujo: MODELACIÓN PLANTA SÓTANO 00		Fecha: 27/09/03	Figura: 2.1



**SIMBOLOGÍA**

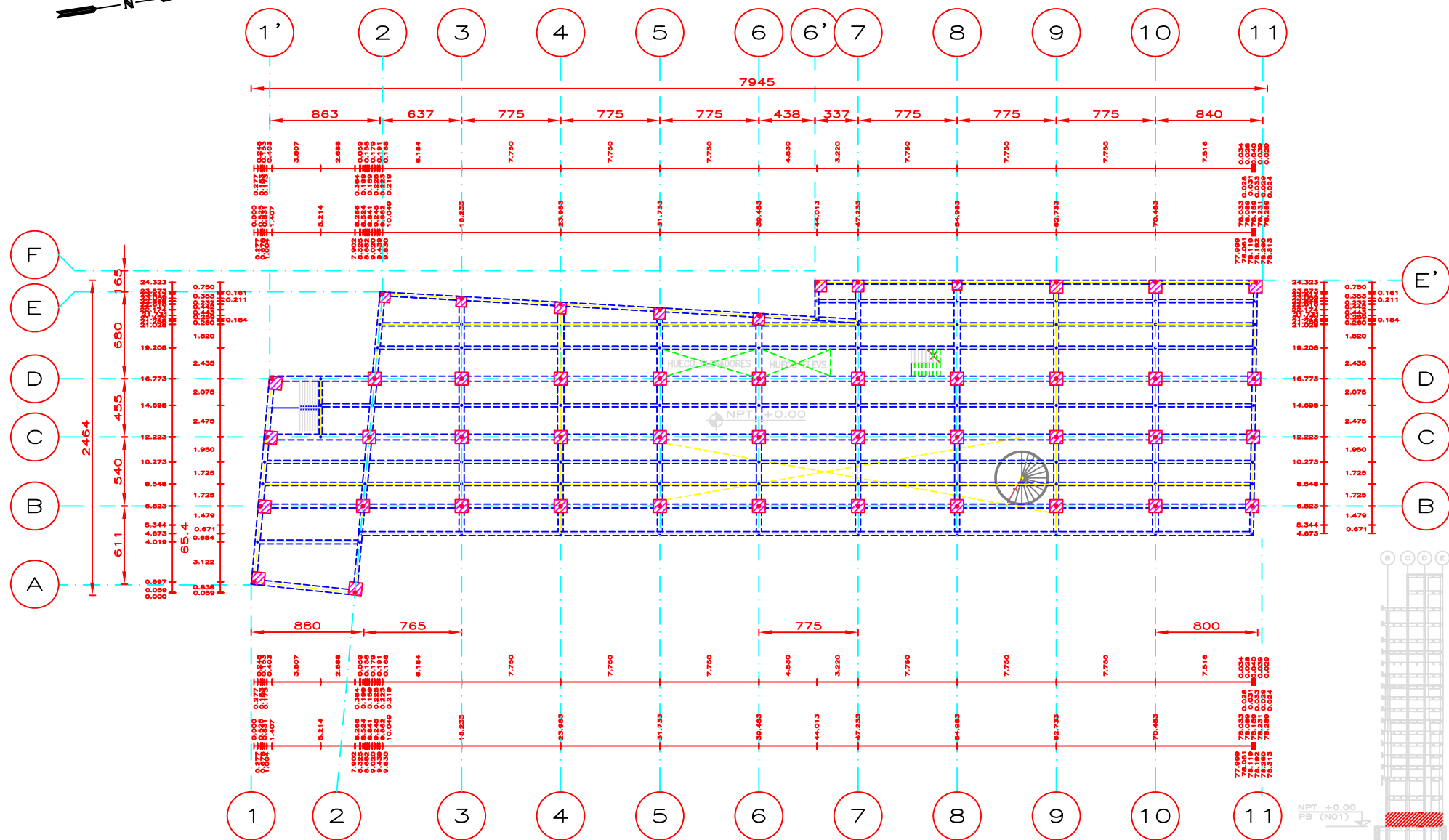
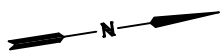
- 1. COLUMNA
- 2. NUDO
- 3. TRABE
- 4. MURO

**NOTAS**

- 1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
- 2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 2.2 PLANTA SÓTANO (N00')**

Inge. profesional: <b>ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.</b>			
Presentado por: <b>OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES</b>			
Director de Taller: <b>M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ</b>			
Concepto:	Proyecto:	Fecha:	Escala:
ANÁLISIS ESTRUCTURAL	ULT/OCM	MAY2023	1:500
Dibujo:	Hoja:	Figura:	Escala:
ESTRUCTURAL - PLANTA SOTANO (N00')	02/05/23	2.2	



**SIMBOLOGÍA**

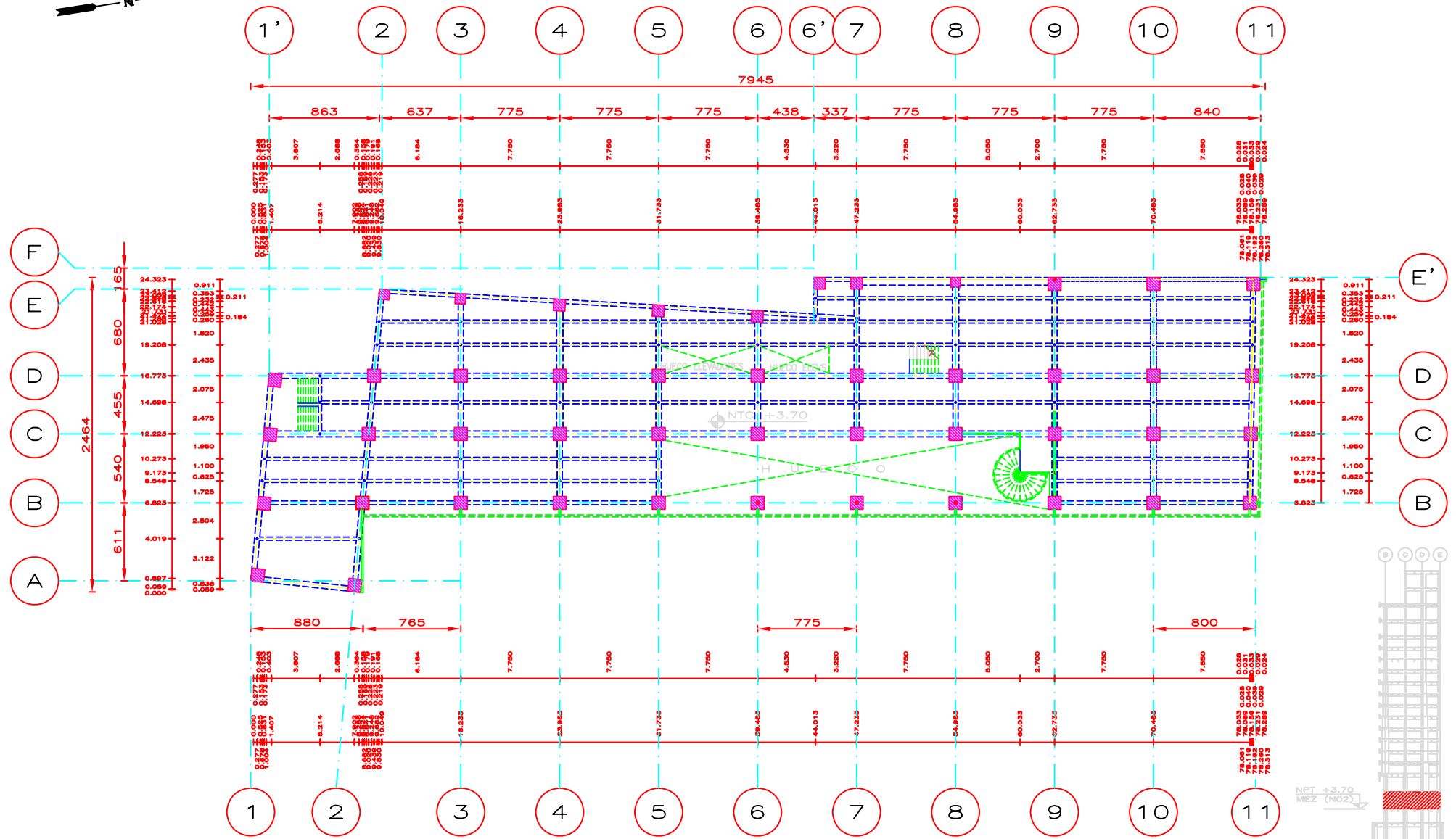
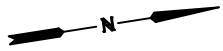
- 1. COLUMNA
- 2. NUDO COLUMNAS
- 3. NUDO TRABES
- 4. TRABE

**NOTAS**

- 1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
- 2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 2.3 PLANTA BAJA (NO1)**

Inge. profesional: <b>OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES</b>			
Director de Taller: <b>M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ</b>			
Concepto:	Proyecto:	Fecha:	Escala:
ANÁLISIS ESTRUCTURAL	ULT/OCM	11/15/20	1:500
Revisión:	Fecha:	Figura:	
ESTRUCTURAL PLANTA BAJA	02/05/20	2.3	



**SIMBOLOGÍA**

- 1. COLUMNA
- 2. NUDO COLUMNAS
- 3. NUDO TRABES
- 4. TRABE

**NOTAS**

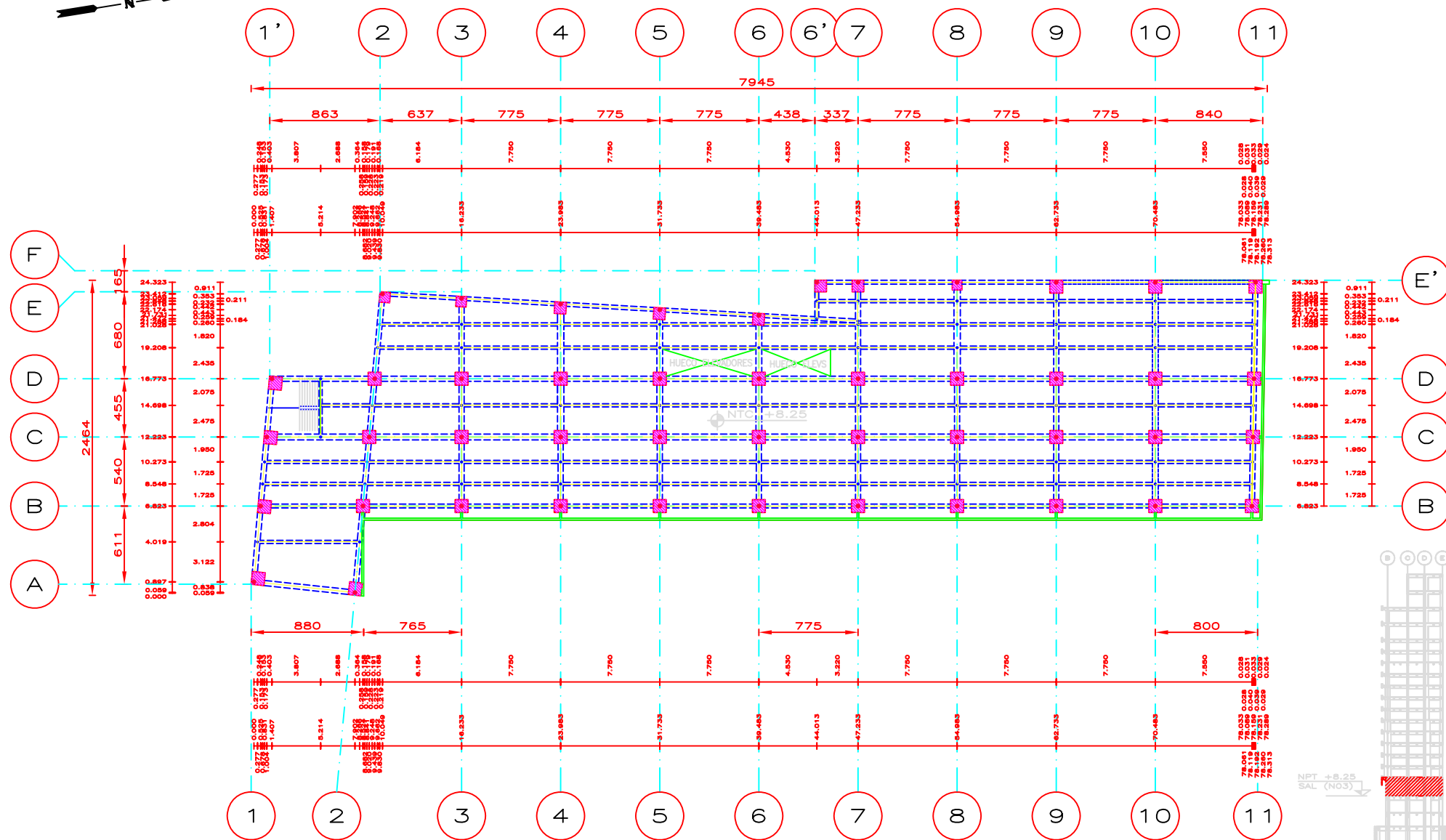
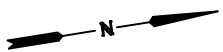
- 1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
- 2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 2.4 PLANTA MEZANINE (N02)**

**Estudio profesional:**

ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

Presentado por: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
Director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
Analisis:	Proyecto:	Fecha:	Escala:
ANÁLISIS ESTRUCTURAL	ULT/OCM	JUL/OCM	1:500
Autor:		Fecha:	Figura:
ESTRUCTURAL PLANTA MEZANINE		02/05/03	2.4



### SIMBOLOGÍA

- 1. COLUMNA
- 2. NUDO COLUMNAS
- 3. NUDO TRABES
- 4. TRABE

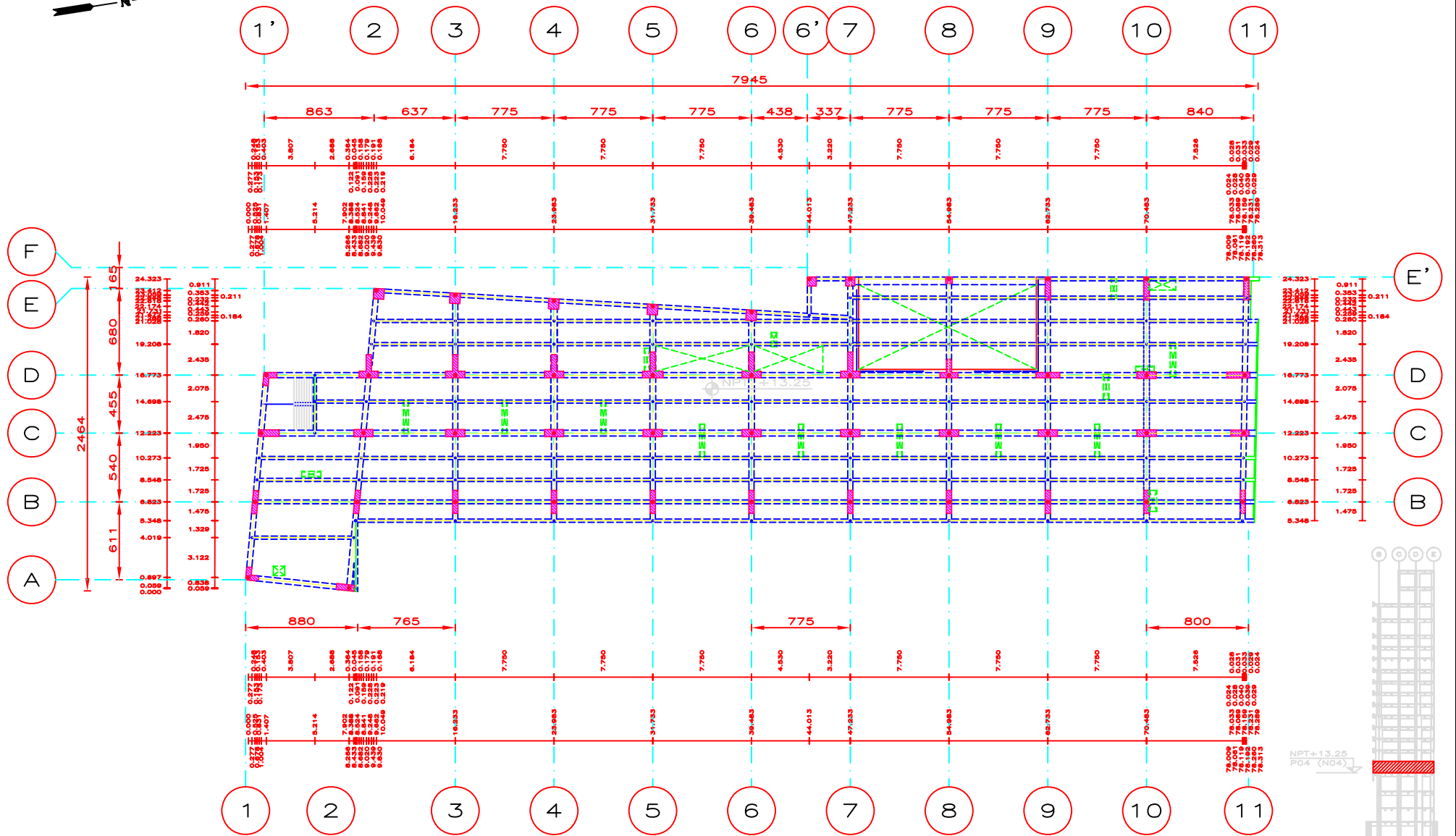
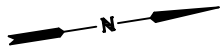
### NOTAS

- 1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
- 2. NIVELES EN METROS.

FIG. 2.5 PLANTA SALONES (NO3)

teste profesional: ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MEXICO.			
Presentado: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
Director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
Proyecto: ANÁLISIS ESTRUCTURAL	Proceso: ULT/OCM	Archivo: MAPSAL06	Fecha: 11/09/00
Proyecto: ESTRUCTURAL - PLANTA SALONES		Fecha: 02/08/03	Hoja: 2.5





**SIMBOLOGÍA**

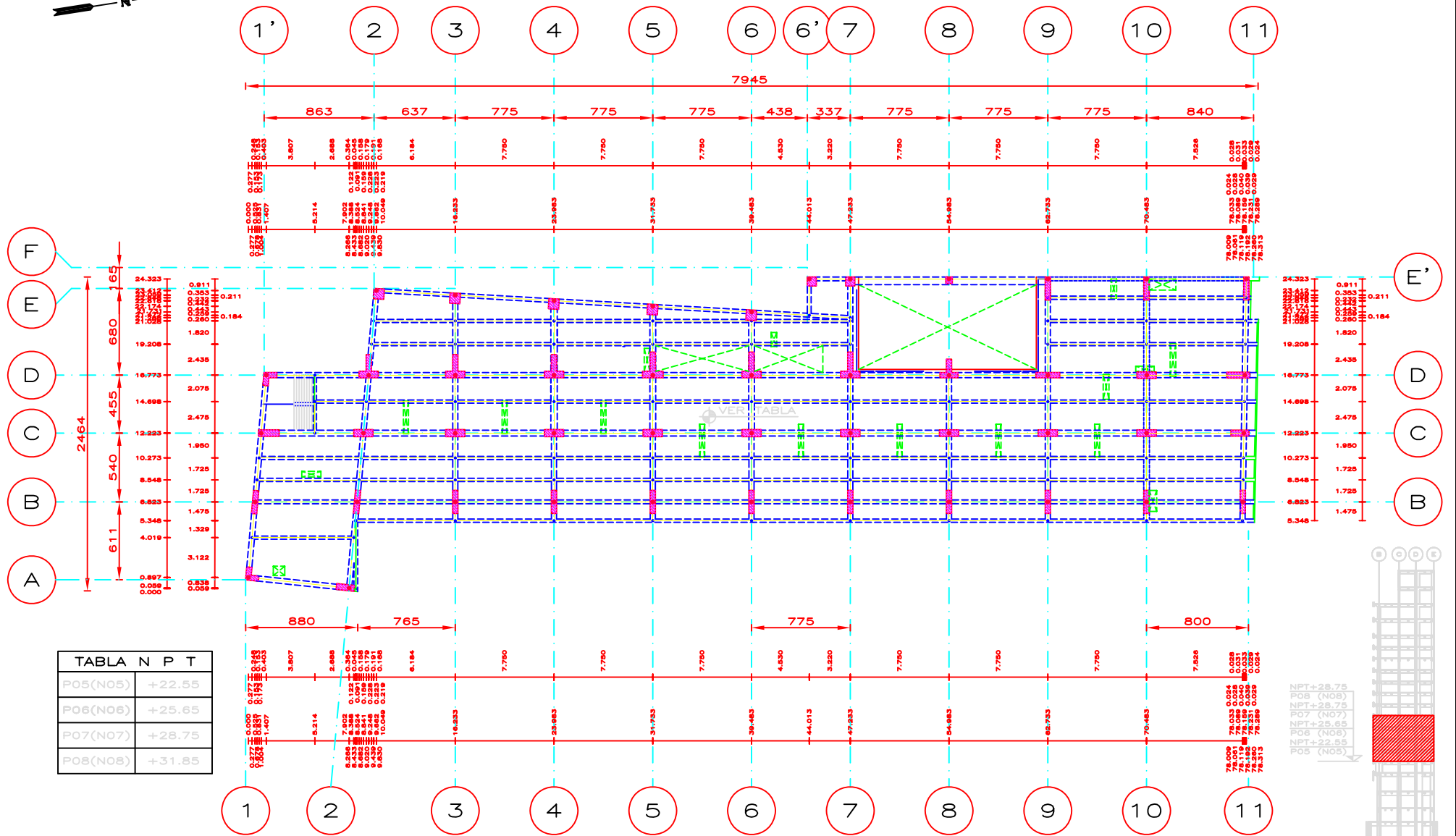
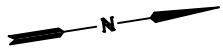
- 1. COLUMNA
- 2. NUDO COLUMNAS
- 3. NUDO TRABES
- 4. TRABE

**NOTAS**

- 1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
- 2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 2.6 PLANTA PISO 4 (NIV 04)**

Inge. profesional: <b>ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.</b>			
Presentado por: <b>OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES</b>			
Director de tesis: <b>M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ</b>			
Concepto:	Proyecto:	Fecha:	Folio:
ANÁLISIS ESTRUCTURAL	ULT/OCM	11/03/2017	11/03/2017
Autores:	Fecha:	Escala:	
ESTRUCTURAL PLANTA PISO 4 (N04)	02/05/2017	2.6	




**SIMBOLOGÍA**

1. COLUMNA
2. NUDO COLUMNAS
3. NUDO TRABES
4. TRABE

**NOTAS**

1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 2.7 PLANTA TIPO 1 (N05 A N08)**


 Ingepro: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES  
 Director de Taller: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ  
 Proyecto: ANALISIS ESTRUCTURAL  
 Cliente: ULT/OCM  
 Proyecto: NAFTO108  
 Fecha: 02/05/03  
 Figura: 2.7

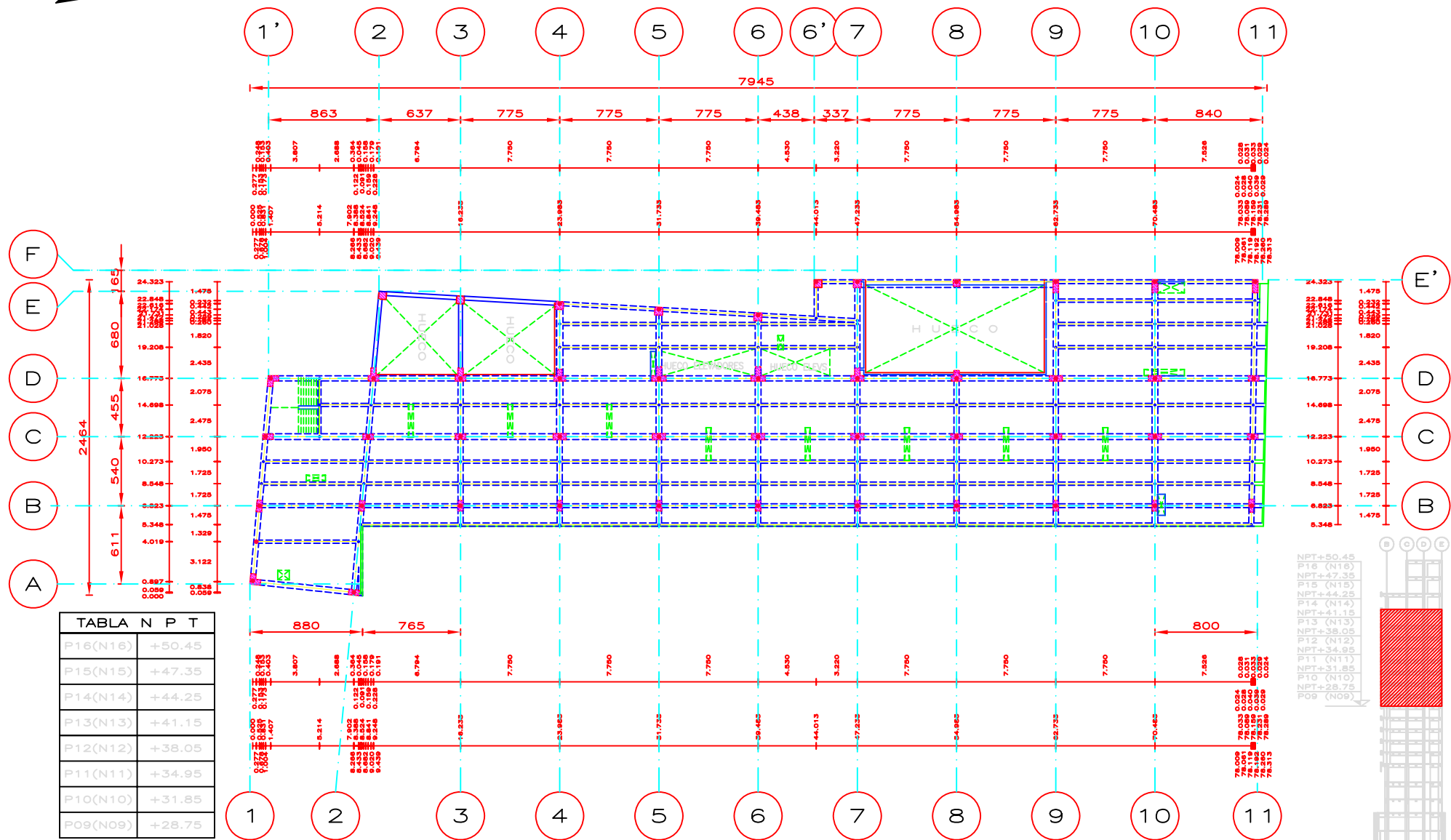
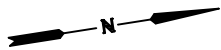


TABLA N P T	
P16(N16)	+50.45
P15(N15)	+47.35
P14(N14)	+44.25
P13(N13)	+41.15
P12(N12)	+38.05
P11(N11)	+34.95
P10(N10)	+31.85
P09(N09)	+28.75

**SIMBOLOGÍA**

- 1. COLUMNA
- 2. NUDO COLUMNAS
- 3. NUDO TRABES
- 4. TRABE

**NOTAS**

- 1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
- 2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 2.8 PLANTA TIPO 2 (N09 A N16)**

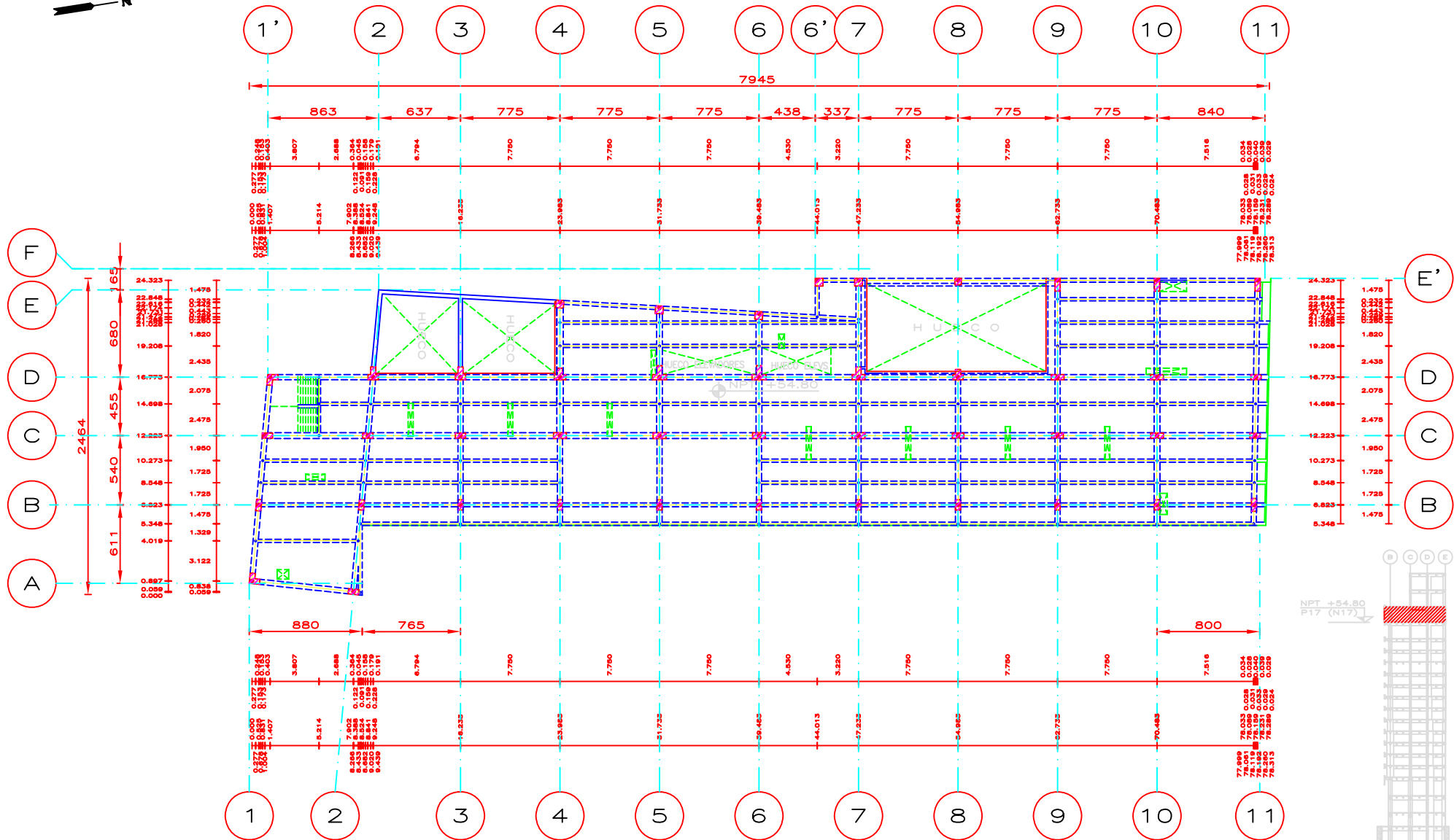
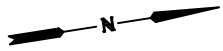
- NPT+50.45
- P16 (N16)
- NPT+47.35
- P15 (N15)
- NPT+44.25
- P14 (N14)
- NPT+41.15
- P13 (N13)
- NPT+38.05
- P12 (N12)
- NPT+34.95
- P11 (N11)
- NPT+31.85
- P10 (N10)
- NPT+28.75
- P09 (N09)

tests profesionales  
 ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL  
 DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE  
 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE  
 LOS AÑOS 1980 Y 1982, UBICADO EN LA  
 ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

---

Presentado por: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES  
 Director de Taller: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ

Proyecto: ANÁLISIS ESTRUCTURAL	Grupo: ULT/OCM	Proyecto: HAPT0209	Fecha: 1:500
Estado: ESTRUCTURAL: PLANTA TIPO 2 (N09 al N16)	Fecha: 020503	Folio: 2	de: 8



**SIMBOLOGÍA**

- 1. COLUMNA
- 2. NUDO COLUMNAS
- 3. NUDO TRABES
- 4. TRABE

**NOTAS**

- 1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
- 2. NIVELES EN METROS.

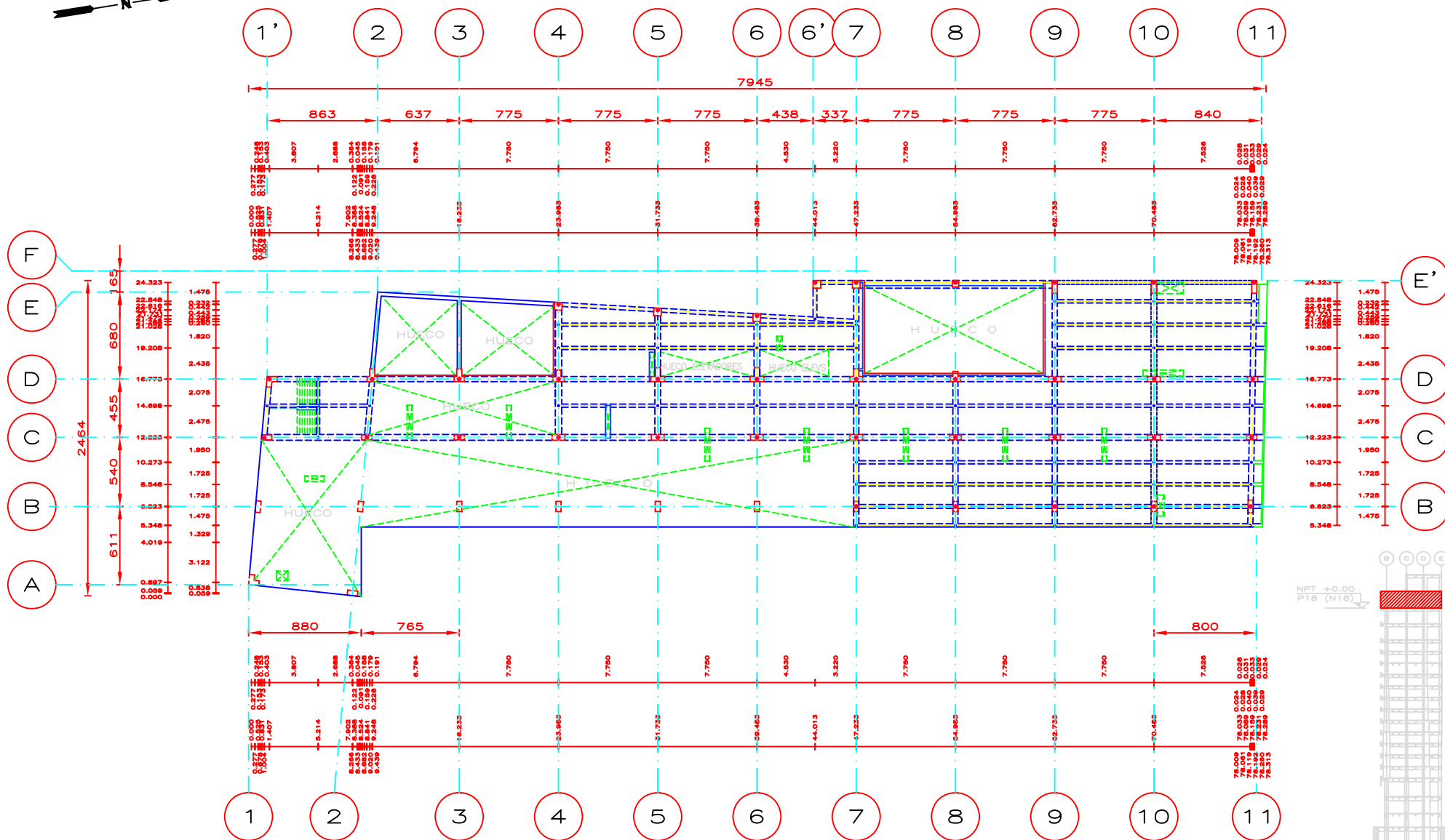
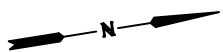
**FIG. 2.9 PLANTA SOLAR (N17)**

Este profesional:  
**ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL  
 DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE  
 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE  
 LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA  
 ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.**

Presentado por: **OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES**

Director de Taller: **M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ**

Concepto:	Proyecto:	Fecha:	Folio:
ANÁLISIS ESTRUCTURAL	ULT/OCM	MAR1710	11500
Escala:	Hoja:	Figura:	
ESTRUCTURAL PLANTA BAJA	020603	2.9	



**SIMBOLOGÍA**

- 1. COLUMNA
- 2. NUDO COLUMNAS
- 3. NUDO TRABES
- 4. TRABE


**NOTAS**

- 1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
- 2. NIVELES EN METROS.

**FIG. 2.10 PLANTA PISO 18 (NIV18)**

NPT +0.00  
P18 (N18)



			
Estable profesional: <b>ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL          DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE          LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA          ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MEXICO.</b>			
Presentan: <b>OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES</b>			
Director de Trabajo: <b>M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ</b>			
Concepto:	Proceso:	Proyecto:	Fecha:
ANÁLISIS ESTRUCTURAL	ULT/OCM	HAPP181	11/2020
Objeto:	Hoja:	Figura:	
ESTRUCTURAL- PLANTA PISO 18 (N18)	02/05/20	2-10	

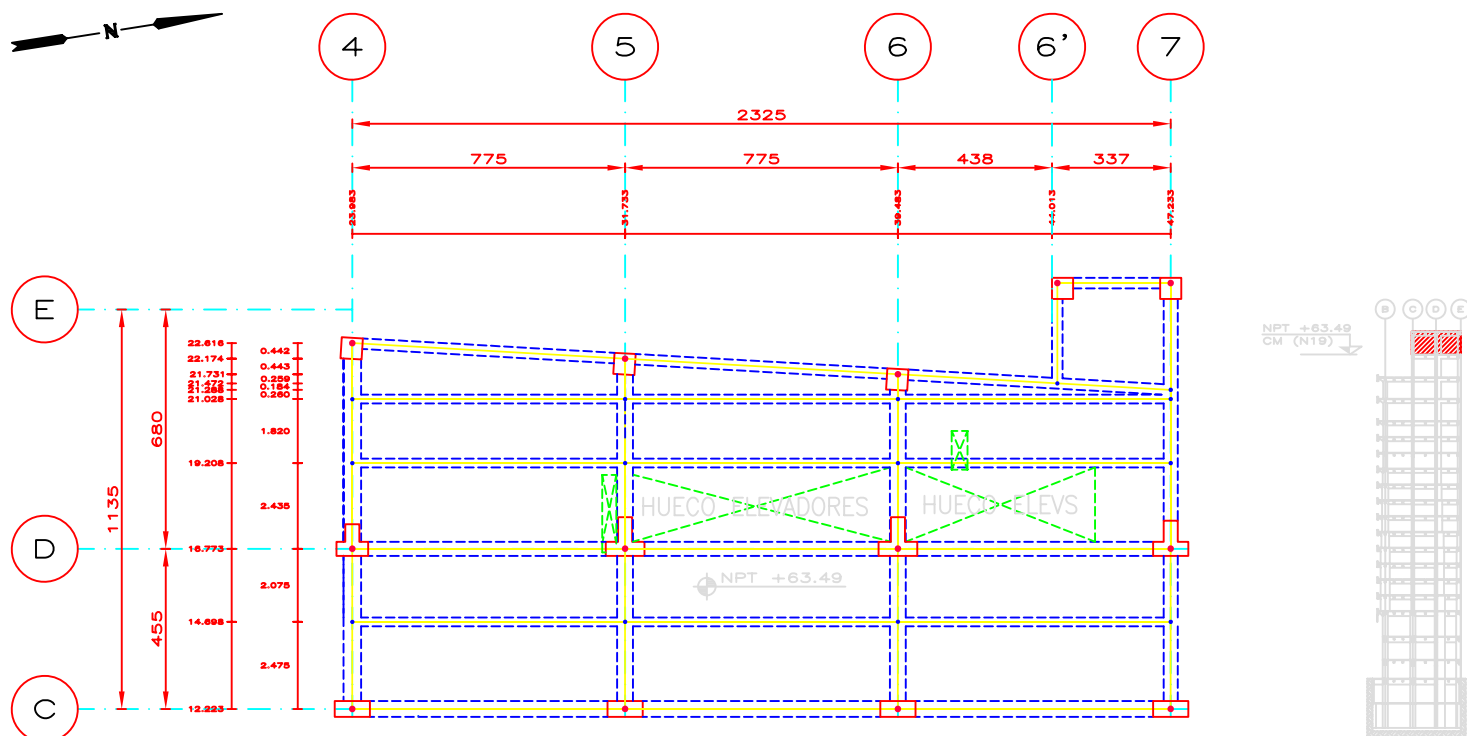


FIG. 2.11a PLANTA CUARTO DE MAQUINAS (N19)

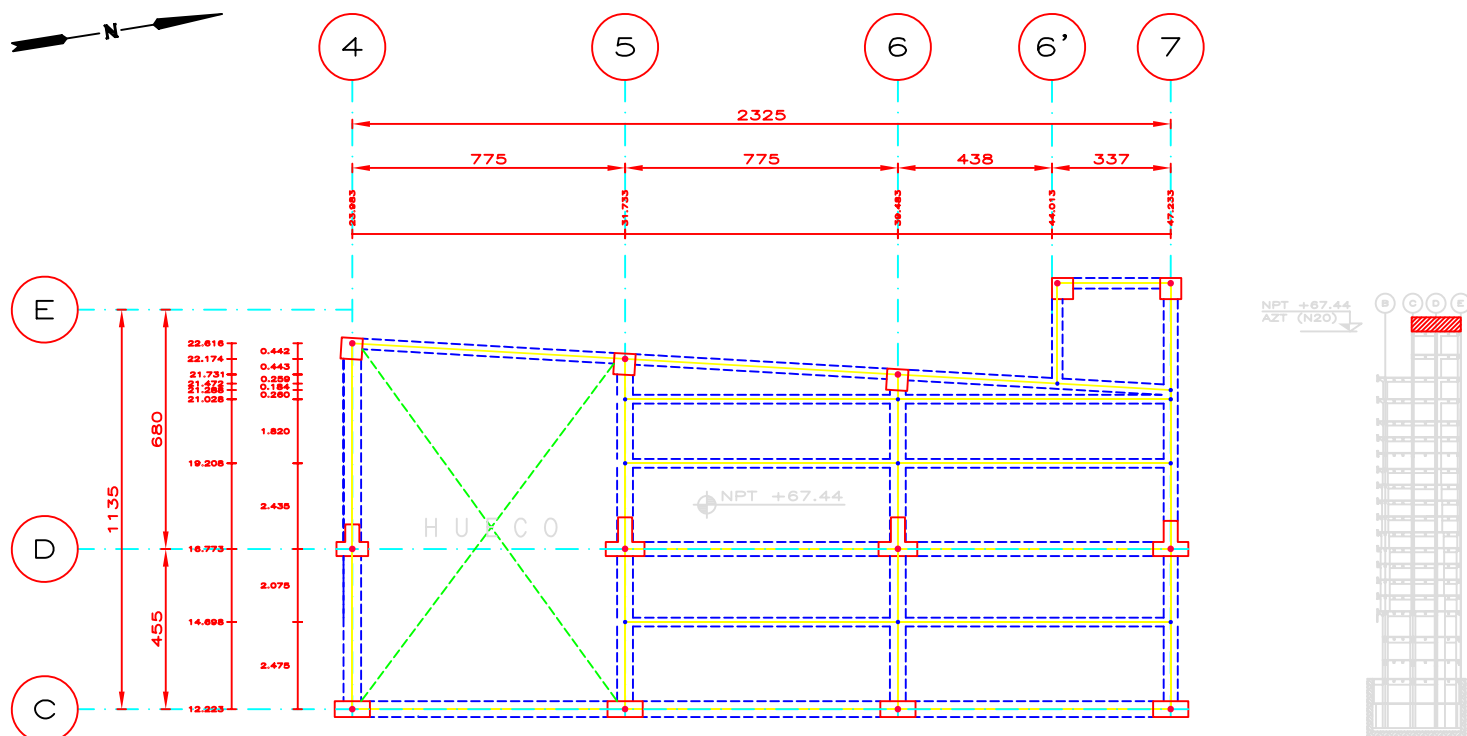


FIG. 2.11b PLANTA AZOTEA (NIV 20)

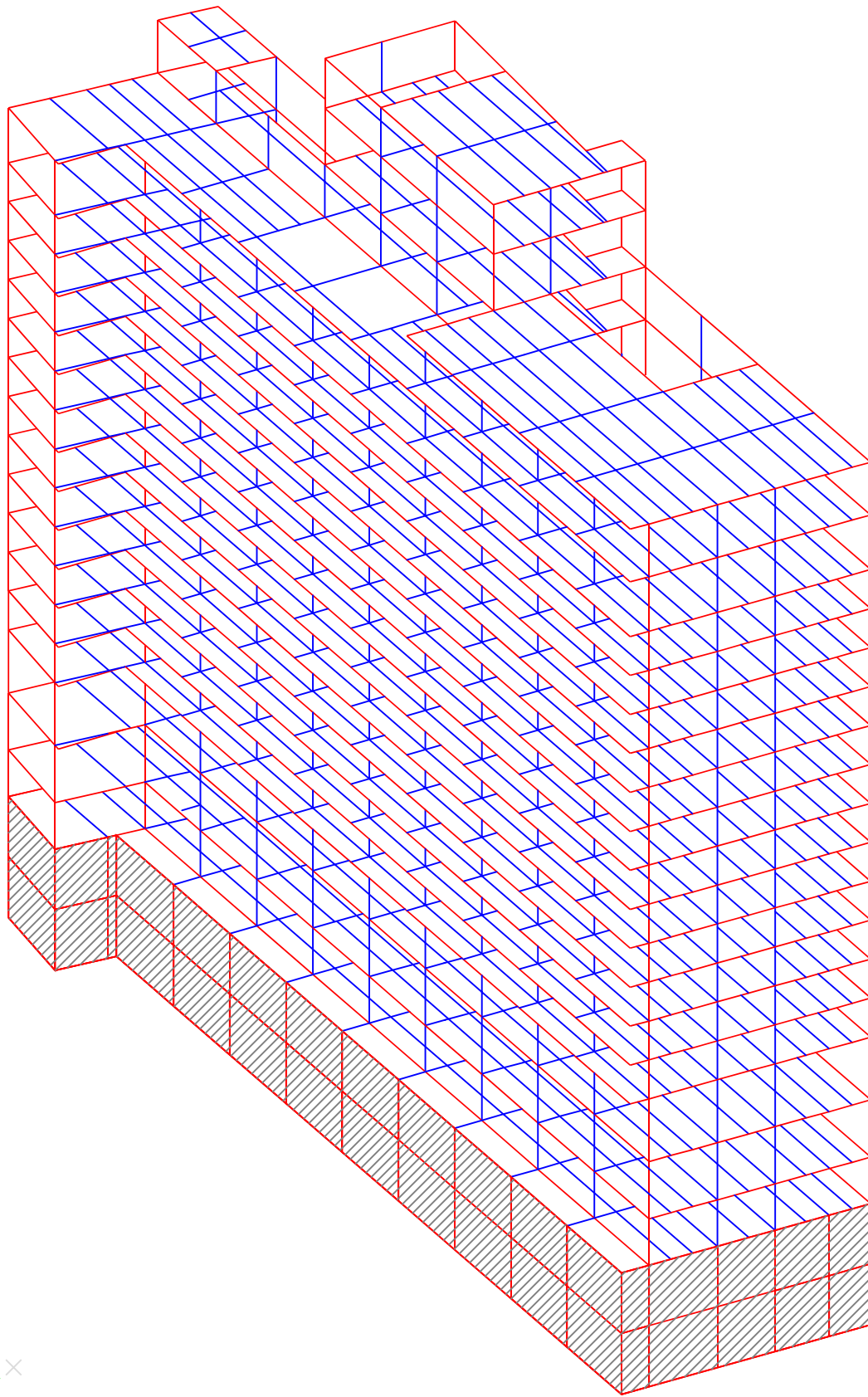
**SIMBOLOGÍA**

- 1. COLUMNA
- 2. NUDO COLUMNAS
- 3. NUDO TRABES
- 4. TRABE

**NOTAS**

- 1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.
- 2. NIVELES EN METROS.

tesis profesional: <b>ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUÍDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>			
Presentación: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
Director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
Concepto:	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	aprobó:	JLT/OCM
archivo:	HAPCEL11	escala:	1:500
fecha:	020503	figura:	2-11
ESTRUCTURAL: PLANTA BAJA			

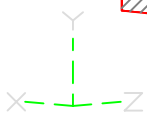
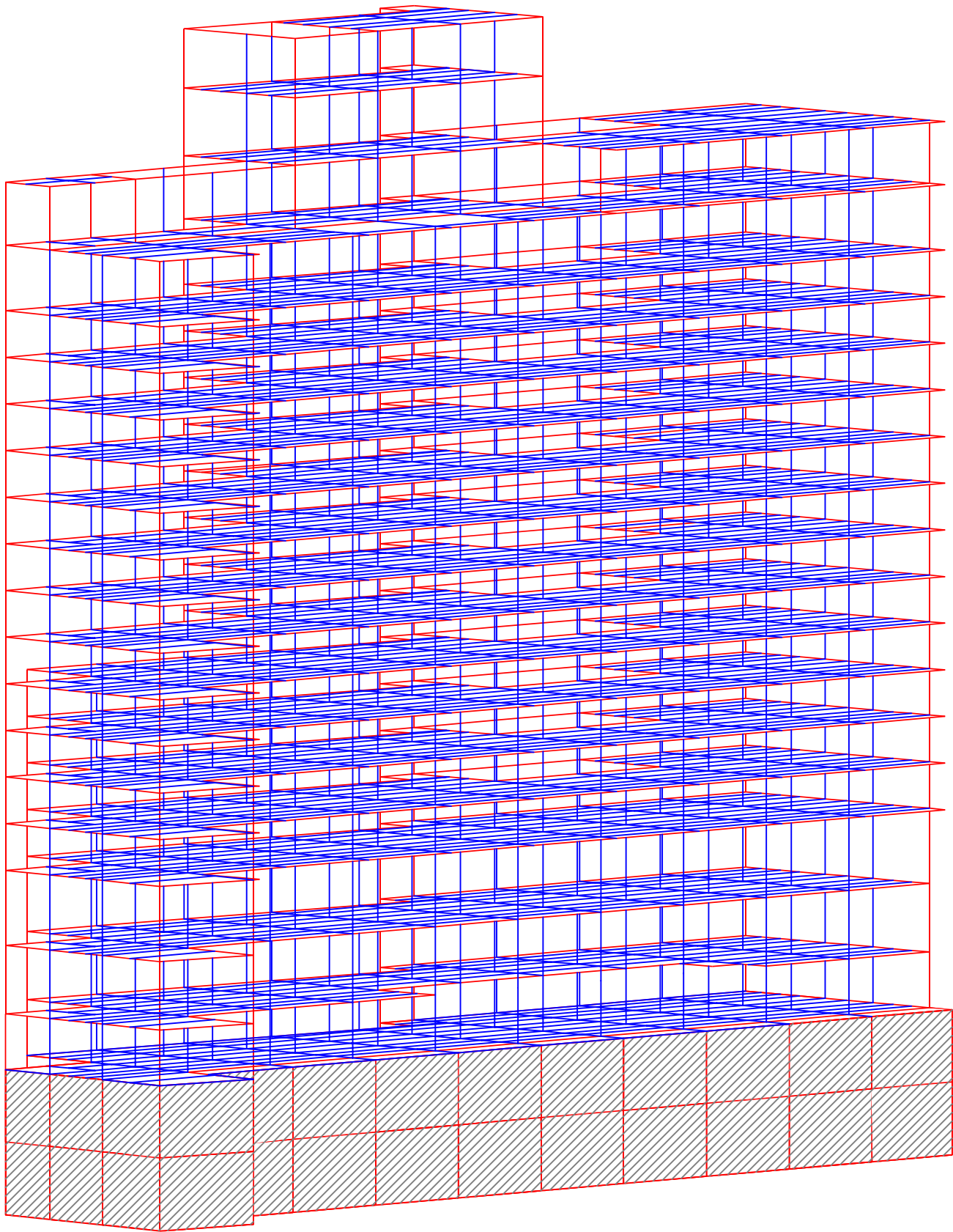


**DATOS ESTRUCTURA**

MODELO: R1N2093  
 N.N. = 2202  
 N.M. = 142  
 N.C. = 3786  
 N.T. = 904

**FIG. 2.12 MODELO ANALÍTICO ISOMÉTRICO**

	tesis profesional: <b>ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL          DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE          18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE          LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA          ZONA "LAQUÍSTEC" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.</b>			
	presentador: <b>OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES</b>			
director de tesis: <b>M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ</b>				
especialidad: <b>ANÁLISIS ESTRUCTURAL</b>	aprobador: <b>JLT/OCM</b>	organismo: <b>ISOHAD1</b>	estado: <b>SIN</b>	
modelo: <b>MODELACIÓN: ISOMÉTRICO ESTRUCTURAL</b>		fecha: <b>05/04/05</b>	página: <b>2.12</b>	



**DATOS ESTRUCTURA**

MODELO: R1N2093  
 N.N. = 2202  
 N.M. = 142  
 N.C. = 3786  
 N.T. = 904

**FIG.2.13 MODELO ANALÍTICO ISOMÉTRICO**

				tesis profesional: <b>ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL          DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE          18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE          LOS AÑOS 1980 Y 1982, UBICADO EN LA          ZONA "LAQUETRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.</b>			
				Presentador: <b>OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES</b>			
Director de tesis: <b>M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ</b>							
Asesor: <b>ANÁLISIS ESTRUCTURAL</b>		Asesor: <b>JLT/OCM</b>		Asesor: <b>ISOHA02</b>			
Asesor: <b>MODELACIÓN: ISOMÉTRICO ESTRUCTURAL</b>				Asesor: <b>080405</b>			
				Asesor: <b>2-13</b>			



### III. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

La estructura puede concebirse como un subsistema dentro del sistema principal constituido por la obra global, la función de la estructura es soportar las solicitaciones que se derivan del funcionamiento de la construcción, y de una serie de acciones externas que le ocasionan deformaciones, desplazamientos, y ocasionalmente, daños; todos éstos constituyen su respuesta a dichas acciones.

Por acciones se entiende lo que generalmente se denomina cargas. Pero esta acepción más general incluye a todos los agentes externos que inducen en la estructura fuerzas internas, esfuerzos y deformaciones. Por tanto, además de las cargas propias dichas, se incluyen las deformaciones impuestas, como los hundimientos de la cimentación y los cambios volumétricos, así como los efectos ambientales de viento, temperatura, corrosión, etc.

El objetivo del diseño estructural es proporcionar una seguridad adecuada ante la aparición de estados límites de falla para las acciones más desfavorables que puedan presentarse durante la vida útil de la construcción y procurar que en las condiciones normales de operación no se sobrepasen los límites de falla y servicio, como se describió en los capítulos previos, la estructura y su cimentación se modelaron analítica y matemáticamente, mediante un conjunto tridimensional formado por nudos y elementos. Se formularon cinco condiciones básicas de cargas permanentes y accidentales ( 01 a 05 ); nueve combinaciones de ellas para revisión de los desplazamientos en nudos de la estructura ( 06 a 14 ); nueve combinaciones para revisión de índices de seguridad en los elementos de concreto reforzado ( 15 a 23 ). Se efectuaron diversos análisis de los efectos de los sistemas de carga actuando sobre la estructura, planteando el equilibrio en la condición deformada, con objeto de considerar explícitamente efectos de segundo orden. Se revisaron todos los elementos de la estructura para todas las combinaciones de carga; a continuación se consigna un resumen de los principales resultados.

#### III. A REVISIÓN ESTRUCTURAL DE ELEMENTOS.

##### a. Columnas.

Se efectuaron análisis estructurales de segundo orden con objeto de considerar el equilibrio en la condición, deformada, revisando todas las columnas de los seis modelos en que se empleó el ASDME, se obtuvieron tres grupos de resultados: El Grupo A, de columnas que no tienen problemas y son satisfactorias, es aquel en que cada una de ellas el área de acero requerida para la combinación más crítica,  $A_{s_{req}}$ , es menor que el área de acero nominal,  $A_{s_{nom}}$ , suministrada en planos y en construcción, ésto es:  $A_{s_{req}} \leq A_{s_{nom}}$ ; otro conjunto de columnas, Grupo B, donde se tiene la condición aceptable  $A_{s_{nom}} < A_{s_{req}} \leq 1.20 A_{s_{nom}}$ ; El Grupo C donde se cumple la condición  $A_{s_{req}} > 1.20 A_{s_{nom}}$  así como la siguiente condición  $A_{s_{req}} > 0.08 A_{c_{nom}}$ , la cual fue considerada como estado de falla al requerir un área de acero de refuerzo mayor o igual al  $0.08 A_{c_{nom}}$ , estos resultados se muestran en las tablas T 3.4 a la T 3.9, en donde se presentan los análisis de las columnas de cada una de las plantas que conforman a los modelos, asignando para los tres grupos de resultados colores verde, azul y rojo para las condiciones de los grupos A, B y C respectivamente.

Para el estado original del inmueble 20 niveles se tienen un total de 780 columnas de las cuales al aplicar el RCDF93 y el ASDME, se tienen 46, 50 y 684 corresponden a los grupos A, B y C

respectivamente.

### **CONDICIONES DESFAVORABLES**

Para el estado original del inmueble 20 niveles se tienen un total de 780 columnas de las cuales al aplicar el RCDF66 y el ASDME, se tiene 686, 30 y 64 correspondientes a los grupos A, B y C respectivamente.

### **CONDICIONES FAVORABLES**

Para el estado en que se encontraba el inmueble al inicio del estudio 16 niveles se tiene un total de 604 columnas de las cuales al aplicar el RCDF93 y el ASDME, se tienen 169, 46 y 389 correspondientes a los grupos A, B y C respectivamente.

### **CONDICIONES DESFAVORABLES**

Para la propuesta de mantener 14 niveles se tiene un total de 516 columnas que al aplicar el RCDF93 y el ASDME. Se tienen 185, 45 y 286 correspondientes a los grupos A, B y C respectivamente.

### **CONDICIONES DESFAVORABLES**

Para la propuesta de mantener 11 niveles se tiene un total de 384 columnas que al aplicar el RCDF93 y el ASDME. Se tienen 256, 46 y 82 correspondientes a los grupos A, B y C respectivamente.

### **CONDICIONES DESFAVORABLES**

Para la propuesta de mantener 9 niveles se tiene un total de 292 columnas que al aplicar el RCDF93 y el ASDME. Se tienen 240, 21 y 31 correspondientes a los grupos A, B y C respectivamente.

### **CONDICIONES FAVORABLES**

b. Sistemas de Pisos: Trabes.

Para el modelo del estado original del inmueble, se realizó solo el análisis de las trabes con las que se contaba información de su acero de refuerzo, correspondientes a los sistemas de piso de la planta baja a la planta del nivel 13, aplicándoles los RCDF66 y RCDF93 con la finalidad de comparar las especificaciones establecidas por cada uno de estos. Los resultados de la revisión de trabes y nervaduras se clasificaron distinguiendo tres grupos: El Grupo A, de elementos que no presentan problemas y son satisfactorios, es aquél en que el área de acero requerida para las combinación más crítica en cada una de ellos es menor que el área de acero nominal suministrada en planos y en construcción, esto es:  $A_s \text{ req} \leq A_s \text{ nom}$ ; otro conjunto de trabes, Grupo B, donde se tiene la condición aceptable  $A_s \text{ nom} < A_s \text{ req} \leq 1.20 A_s \text{ nom}$ ; y finalmente el Grupo C donde se cumple la condición  $A_s \text{ req} > 1.20 A_s \text{ nom}$ .

## **III.B ESTADO LÍMITE DE SERVICIO.**

Se considera estado límite de una estructura a cualquier etapa de su comportamiento a partir de la cual su respuesta se considera inaceptable. Por tanto estado límite de servicio es la ocurrencia de desplazamientos, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten el funcionamiento de la edificación, pero que no perjudiquen su capacidad para soportar cargas.

Se emplearon las combinaciones de carga 6 a la 14 para el análisis de desplazamientos

horizontales, así mismo se seleccionaron 14 puntos que serán revisados para cada una de las plantas que conforman los ocho modelos, ver tabla T 3.10 y T 3.11, considerando que los desplazamientos horizontales permisibles entre pisos consecutivos no excederán de 0.003 y 0.006 veces la diferencia de elevaciones correspondientes, de acuerdo a los RCDF66 y RCDF93 respectivamente.

En la siguiente tabla se presentan los desplazamientos horizontales máximos en ejes X y Z en los ocho modelos realizados, así mismo se establece el método sísmico empleado para su análisis (ASDME y ASEE), el nudo y la combinación de carga que lo generan, así como la relación que existe entre los desplazamientos obtenidos con los permisibles de acuerdo al reglamento empleado para su análisis.

Tabla 3.1 Desplazamientos Máximos en Nudos.

	PISO	NIV (m)	RCDF	MET	Dx (cm)	NUDO	C.C.	Dx / Dlim	Dz (cm)	NUDO	C.C.	Dz / Dlim
1	20	67.4	<b>93</b>	ASDME	-108.3	20183	10	<b>2.68</b>	75.22	19103	11	<b>1.86</b>
2	20	67.4	<b>93</b>	ASEE	-133.9	20183	10	<b>3.31</b>	100.9	22124	13	<b>2.49</b>
3	20	67.4	<b>66</b>	ASDME	-11.32	22124	9	<b>0.56</b>	7.96	22124	13	<b>0.39</b>
4	20	67.4	<b>66</b>	ASEE	-14.49	20183	10	<b>0.72</b>	9.24	19102	11	<b>0.46</b>
5	16	50.5	<b>93</b>	ASDME	-55	20183	10	<b>1.82</b>	-41	19103	14	<b>1.35</b>
6	14	44.3	<b>93</b>	ASDME	-36.9	20183	10	<b>1.39</b>	29.3	22101	11	<b>1.1</b>
7	11	35	<b>93</b>	ASDME	-19.6	22104	10	<b>0.93</b>	17.5	22103	11	<b>0.83</b>
8	9	28.8	<b>93</b>	ASDME	-13.23	22104	10	<b>0.77</b>	11.56	22104	11	<b>0.67</b>

Como se muestra en la tabla anterior se confirma la hipótesis hecha al inicio del estudio la cual consistía en obtener desplazamientos permisibles en los nudos de la estructura al aplicar el reglamento vigente durante la construcción del inmueble (RCDF66) y deformaciones mayores a los permisibles al aplicar el vigente al inicio del estudio (RCDF93), así mismo se puede observar que al comparar los ASDME y ASEE se obtienen resultados semejantes siendo los del primero los que mejor reflejan el comportamiento real de la estructura.

El primer modelo representa el ASDME del inmueble en su estado original esto es 20 niveles, aplicando el reglamento de RCDF93, los desplazamientos horizontales obtenidos en los ejes X y Z son: 2.68 y 1.86 veces los permisibles respectivamente.

El segundo modelo representa el ASEE del inmueble con las mismas condiciones que el primer modelo, los desplazamientos horizontales obtenidos en los ejes X y Z son: 3.31 y 2.49 veces los permisibles respectivamente.

El tercer modelo representa el ASDME del inmueble en su estado original, aplicando el RCDF66, los desplazamientos horizontales obtenidos en los ejes X y Z son: 0.56 y 0.39 veces los permisibles respectivamente.

El cuarto modelo representa el ASEE del inmueble con las mismas condiciones que el tercer modelo, los desplazamientos horizontales obtenidos en los ejes X y Z son: 0.72 y 0.46 veces los permisibles respectivamente.

El quinto modelo representa el ASDME del inmueble al inicio de su estudio esto es con 16 niveles, aplicando el RCDF93, los desplazamientos horizontales obtenidos en los ejes X y Z son: 1.82 y 1.35 veces los permisibles respectivamente.

El sexto modelo representa el ASDME del inmueble considerando al inmueble con 14 niveles, aplicando el RCDF93, los desplazamientos horizontales obtenidos en los ejes X y Z son: 1.39 y 1.10 veces los permisibles respectivamente.

El séptimo modelo representa el ASDME del inmueble considerando al inmueble con 11 niveles, aplicando el RCDF93, los desplazamientos horizontales obtenidos en los ejes X y Z son: 0.93 y 0.83 veces los permisibles respectivamente.

El octavo modelo representa el ASDME del inmueble considerando al inmueble con 9 niveles, aplicando el RCDF93, los desplazamientos horizontales obtenidos en los ejes X y Z son: 0.77 y 0.67 veces los permisibles respectivamente.

### **III. D. Revisión de la Cimentación.**

Por último, la parte faltante del diagnóstico de la seguridad estructural del edificio en estudio, corresponde, a la revisión de los resultados obtenidos, que se realizaron con base a la información de mecánica de suelos que se tenía del sitio y a los procedimientos teóricos que respaldan todos los cálculos.

La seguridad de la estructura en su totalidad, dependió en gran parte, del comportamiento de la cimentación, ya que es la base fundamental para que toda construcción cumpla con los parámetros de seguridad en servicio y ante eventos accidentales.

A continuación se presentan los siguientes resultados donde se pueden observar el comportamiento de los elementos de cimentación ante las cargas actuantes, estos son representados por pilotes de Esquina, Centro, Borde en Z y Borde en X, se seleccionaron estos por ser los que representan los principales grupos de pilotes que se pueden encontrar en una cimentación geoméricamente hablando casi rectangular.

Como podemos observar, en la revisión, donde se tomó como base el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal de 1993(RCDF93), los pilotes que se encuentran a lo largo del perímetro del cajón de cimentación no cumplen con las condiciones de Falla que se les solicita, sin embargo no llegan al colapso de la Cimentación ya que su capacidad última es superior a las cargas actuantes; por otra parte los grupos de pilotes que se encuentran en las partes colindantes al las del borde(centrales), están sobrados en cuanto a su capacidad de carga de Falla y trabajaban en muy buenas condiciones.

Tabla 3.2 Revisión de Pilotes (RCDF93).

PILOTE	$Q_{PU} / Q_T$ (93) E.L.F.	> 1, ACEPTABLE < 1, INACEPTABLE
ESQUINA	0.62	INACEPTABLE
CENTRO	1.18	ACEPTABLE
BORDE Z	0.74	INACEPTABLE
BORDE X	0.74	INACEPTABLE

En la siguiente tabla se muestra la revisión donde se tomó como base el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal de 1966(RCDF66), los pilotes que se encuentran en las esquinas del cajón de cimentación no cumplen con las condiciones de Falla que se les solicita, ya que tienen una ligera diferencia desfavorable, debido a que según la geometría del edificio las esquinas eran las mas castigadas en cuanto a cargas, sin embargo no llegan al colapso de la cimentación, ya que su capacidad última es superior a las cargas actuantes; por otra parte los pilotes que se encuentran en las orillas y en las partes centrales están por arriba en cuanto a capacidad de carga de Falla se refiere, y trabajaban en muy buenas condiciones.

Tabla 3.3 Revisión de Pilotes (RCDF66).

PILOTE	$Q_{PU} / Q_T$ (66) E.L.F.	> 1, ACEPTABLE < 1, INACEPTABLE
ESQUINA	0.89	INACEPTABLE
CENTRO	1.68	ACEPTABLE
BORDE Z	1.05	ACEPTABLE
BORDE X	1.05	ACEPTABLE

Debido a que las revisiones que se hicieron con base a los dos reglamentos de construcción se encontraron elementos que no cumplieron con los requerimientos, podemos decir que con base al RCDF93, la cimentación del edificio se encontraba en un estado no muy favorable, sin embargo solucionable si se hubiesen planteado algún tipo de propuesta de reforzamiento de la cimentación, ya que los elementos que no cumplían son los de las orilla y las esquinas, estos comparado con el total de pilotes que si cumplen los requerimientos, son muy pocos.

Por último la revisión que se hizo con base al RCDF66 se encontró que los elementos que no cumplieron con los requerimientos son, los ubicados en las esquinas, sin embargo comparado con el numero total de pilotes era muy pequeña la sobrecarga a estos pilotes, por lo que podemos decir que la cimentación del edificio se encontraba en un estado favorable.

Tabla 3.4 Revisión de Acero de Refuerzo en Columnas, Nivel 20, (RCDF93).

Tabla 3.4 Revisión de Acero de Refuerzo en columnas, Nivel 20, (RCDF93).  
HARC2093.xls

EJE	NIV PB			NIV MEZ			NIV SAL		
	Ac nom	As nom	As req	Ac nom	As nom	As req	Ac nom	As nom	As req
A1	10000.00	228.00	FALLA	10000.00	182.40	436.00	10000.00	182.40	275.00
A2	10000.00	182.40	FALLA	10000.00	136.80	618.00	10000.00	136.80	254.00
B1	10000.00	342.00	FALLA	10000.00	205.92	499.00	10000.00	205.92	499.00
B2	10000.00	364.80	660.00	10000.00	319.20	534.00	10000.00	319.20	506.00
B3	10000.00	364.80	602.47	10000.00	273.60	485.00	10000.00	273.60	520.00
B4	10000.00	364.80	786.38	10000.00	364.80	429.00	10000.00	364.80	527.00
B5	10000.00	410.40	FALLA	10000.00	410.40	488.78	10000.00	410.40	536.24
B6	10000.00	501.60	FALLA	10000.00	501.60	504.02	10000.00	501.60	768.34
B7	10000.00	501.60	FALLA	10000.00	410.40	764.00	10000.00	410.40	657.65
B8	10000.00	410.40	FALLA	10000.00	364.80	452.16	10000.00	364.80	477.01
B9	10000.00	410.40	FALLA	10000.00	273.60	644.73	10000.00	273.60	561.52
B10	10000.00	410.40	FALLA	10000.00	410.40	FALLA	10000.00	410.40	576.23
B11	10000.00	273.60	FALLA	10000.00	228.00	721.56	10000.00	228.00	441.66
C1	10000.00	410.40	FALLA	10000.00	364.80	597.00	10000.00	364.80	667.00
C2	10000.00	364.80	590.00	10000.00	319.20	541.00	10000.00	319.20	639.00
C3	10000.00	273.60	492.00	10000.00	228.00	520.00	10000.00	228.00	520.00
C4	10000.00	410.40	464.00	10000.00	330.60	520.00	10000.00	330.60	534.00
C5	10000.00	410.40	FALLA	10000.00	364.80	506.00	10000.00	364.80	FALLA
C6	10000.00	410.40	FALLA	10000.00	410.40	FALLA	10000.00	410.40	FALLA
C7	10000.00	410.40	779.00	10000.00	364.80	765.00	10000.00	364.80	FALLA
C8	10000.00	410.40	471.00	10000.00	364.80	499.00	10000.00	364.80	646.00
C9	10000.00	319.20	464.00	10000.00	273.60	576.00	10000.00	273.60	716.00
C10	10000.00	364.80	541.00	10000.00	319.20	FALLA	10000.00	319.20	793.00
C11	10000.00	182.40	FALLA	10000.00	182.40	786.00	10000.00	182.40	FALLA
D1	10000.00	319.20	FALLA	10000.00	253.44	527.44	10000.00	253.44	583.00
D2	13848.58	364.80	600.00	13848.58	319.20	527.44	13848.58	319.20	583.00
D3	10000.00	364.80	569.00	10000.00	319.20	478.00	10000.00	319.20	681.00
D4	10000.00	410.40	597.00	10000.00	364.80	492.00	10000.00	364.80	506.00
D5	16499.40	410.40	597.00	16499.40	364.80	492.00	16499.40	364.80	506.00
D6	16499.40	182.40	597.00	16499.40	182.40	492.00	16499.40	182.40	506.00
D7	16499.40	364.80	597.00	16499.40	319.20	492.00	16499.40	319.20	506.00
D8	10000.00	364.80	714.76	10000.00	319.20	660.00	10000.00	319.20	625.00
D9	10000.00	364.80	492.00	10000.00	319.20	590.00	10000.00	319.20	667.00
D10	10000.00	364.80	555.00	10000.00	319.20	FALLA	10000.00	319.20	744.00
D11	10000.00	364.80	FALLA	10000.00	319.20	737.00	10000.00	319.20	786.00
E2	6400.00	126.72	FALLA	6400.00	95.04	211.84	6400.00	95.04	256.64
E3	6400.00	319.20	494.07	6400.00	273.60	404.48	6400.00	273.60	404.48
E4	8100.00	319.20	FALLA	8100.00	273.60	563.42	8100.00	273.60	520.30
E5	8100.00	319.20	FALLA	8100.00	273.60	FALLA	8100.00	273.60	FALLA
E6	8100.00	342.00	FALLA	8100.00	319.20	FALLA	8100.00	319.20	FALLA
E'(6-7)	8100.00	126.72	FALLA	8100.00	126.72	256.77	8100.00	126.72	154.71
E'7	8100.00	126.72	FALLA	8100.00	126.72	500.58	8100.00	126.72	494.91
E'8	5250.00	319.20	FALLA	5250.00	273.60	353.85	5250.00	273.60	FALLA
E'9	10000.00	364.80	793.00	10000.00	319.20	443.00	10000.00	319.20	436.00
E'10	10000.00	364.80	FALLA	10000.00	319.20	745.03	10000.00	319.20	443.00
E'11	10000.00	319.20	FALLA	10000.00	273.60	485.00	10000.00	273.60	114.00
	r<1	0%	0	r<1	0%	0	r<1	2%	1
	r≤1.2	4%	2	r≤1.2	7%	3	r≤1.2	0%	0
	r>1.2	96%	44	r>1.2	93%	43	r>1.2	98%	45
	TOTAL=	100%	46	TOTAL=	100%	46	TOTAL=	100%	46

Tabla 3.4 Revisión de Acero de Refuerzo en columnas, Nivel 20, (RCDF93).  
HARC2093.xls

EJE	NIV 04			NIV 05			NIV 06		
	Ac nom	As nom	As req	Ac nom	As nom	As req	Ac nom	As nom	As req
A1	6400.00	159.60	225.85	6400.00	159.60	356.76	6400.00	159.60	252.63
A2	6300.00	114.00	225.85	6300.00	114.00	356.76	6300.00	114.00	252.63
B1	7200.00	190.08	157.68	7200.00	158.40	162.72	7200.00	158.40	177.84
B2	7200.00	296.40	187.92	7200.00	250.80	223.20	7200.00	250.80	187.92
B3	7200.00	250.80	168.18	7200.00	205.20	354.24	7200.00	205.20	303.84
B4	7200.00	342.00	344.53	7200.00	296.40	315.67	7200.00	296.40	188.62
B5	7200.00	250.80	489.74	7200.00	205.20	336.64	7200.00	205.20	220.46
B6	7200.00	250.80	552.15	7200.00	205.20	388.61	7200.00	205.20	256.54
B7	7200.00	296.40	422.64	7200.00	205.20	337.72	7200.00	205.20	192.87
B8	7200.00	296.40	478.43	7200.00	250.80	416.58	7200.00	250.80	261.88
B9	7200.00	296.40	500.41	7200.00	250.80	416.10	7200.00	250.80	292.10
B10	7200.00	342.00	518.30	7200.00	296.40	431.01	7200.00	296.40	270.64
B11	7200.00	205.20	445.10	7200.00	159.60	264.34	7200.00	159.60	210.94
C1	8000.00	342.00	264.80	8000.00	296.40	567.20	8000.00	296.40	477.60
C2	7500.00	296.40	369.00	7500.00	250.80	FALLA	7500.00	250.80	FALLA
C3	7500.00	205.20	300.75	7500.00	182.40	FALLA	7500.00	182.40	579.00
C4	8250.00	296.40	469.42	7500.00	250.80	FALLA	7500.00	250.80	FALLA
C5	8250.00	319.20	FALLA	8250.00	273.60	FALLA	8250.00	273.60	FALLA
C6	8250.00	273.60	FALLA	8250.00	273.60	FALLA	8250.00	273.60	FALLA
C7	8250.00	182.40	579.15	8250.00	228.00	FALLA	8250.00	228.00	FALLA
C8	7500.00	186.24	FALLA	7500.00	147.60	FALLA	7500.00	147.60	FALLA
C9	7500.00	228.00	FALLA	7500.00	205.20	FALLA	7500.00	205.20	FALLA
C10	7500.00	228.00	FALLA	6750.00	205.20	FALLA	6750.00	205.20	FALLA
C11	6300.00	126.72	FALLA	6300.00	110.88	FALLA	6300.00	110.88	FALLA
D1	6400.00	237.60	FALLA	6400.00	205.92	FALLA	6400.00	205.92	FALLA
D2	13999.62	296.40	FALLA	13999.62	273.60	FALLA	13999.62	273.60	FALLA
D3	13999.62	296.40	FALLA	13999.62	273.60	FALLA	13999.62	273.60	FALLA
D4	15500.25	342.00	FALLA	13999.62	319.20	FALLA	13999.62	319.20	FALLA
D5	15252.25	285.00	FALLA	13999.62	250.80	FALLA	13999.62	250.80	FALLA
D6	15252.25	285.00	FALLA	13999.62	175.44	FALLA	13999.62	175.44	FALLA
D7	14998.90	296.40	FALLA	11599.29	250.80	FALLA	11599.29	250.80	FALLA
D8	9801.00	239.40	FALLA	8798.44	205.20	FALLA	8798.44	205.20	FALLA
D9	7500.00	158.40	FALLA	7500.00	126.72	FALLA	7500.00	126.72	FALLA
D10	2250.00	273.60	FALLA	6750.00	228.00	FALLA	6750.00	228.00	FALLA
D11	6300.00	158.40	FALLA	6300.00	126.72	FALLA	6300.00	126.72	FALLA
E2	6400.00	95.04	117.76	5625.00	95.04	186.19	5625.00	95.04	172.08
E3	6400.00	273.60	247.68	5625.00	228.00	272.81	5625.00	228.00	247.68
E4	6400.00	273.60	FALLA	5625.00	126.72	FALLA	5625.00	126.72	FALLA
E5	6400.00	273.60	FALLA	6400.00	228.00	456.21	6400.00	182.40	371.44
E6	6400.00	319.20	FALLA	6400.00	228.00	415.87	6400.00	228.00	330.51
E'(6-7)	6400.00	126.72	64.00	5625.00	110.88	56.25	5625.00	110.88	56.25
E'7	6400.00	126.72	220.80	5625.00	110.88	241.31	5625.00	110.88	284.62
E'8	2500.00	273.60	FALLA	2500.00	228.00	FALLA	2500.00	228.00	FALLA
E'9	8325.00	205.20	252.25	7200.00	182.40	157.68	7200.00	182.40	162.72
E'10	8325.00	364.80	188.14	7200.00	319.20	257.24	7200.00	319.20	157.68
E'11	7200.00	142.56	172.80	7200.00	126.72	112.32	7200.00	126.72	102.24
	r<1	15%	7	r<1	11%	5	r<1	17%	8
	r≤1.2	2%	1	r≤1.2	7%	3	r≤1.2	11%	5
	r>1.2	83%	38	r>1.2	83%	38	r>1.2	72%	33
	TOTAL=	100%	46	TOTAL=	100%	46	TOTAL=	100%	46

Tabla 3.4 Revisión de Acero de Refuerzo en columnas, Nivel 20, (RCDF93).  
HARC2093.xls

	NIV 07			NIV 08			NIV 09		
EJE	Ac nom	As nom	As req	Ac nom	As nom	As req	Ac nom	As nom	As req
A1	5599.53	136.80	234.58	4799.72	70.98	234.58	4799.72	70.98	300.00
A2	5850.00	91.20	234.58	4800.00	50.70	234.58	4000.00	50.70	300.00
B1	6000.00	70.98	177.60	4800.00	70.98	177.60	4800.00	70.98	199.20
B2	6000.00	205.20	211.20	4800.00	205.20	211.20	4800.00	205.20	273.12
B3	6000.00	159.60	295.20	4800.00	159.60	295.20	4800.00	159.60	189.12
B4	6000.00	159.60	173.40	4800.00	159.60	173.40	4800.00	159.60	247.07
B5	6000.00	205.20	190.20	4800.00	205.20	190.20	4800.00	205.20	287.57
B6	6000.00	205.20	234.58	4800.00	205.20	234.58	4800.00	205.20	317.82
B7	6000.00	205.20	160.80	4800.00	205.20	160.80	4800.00	205.20	251.61
B8	6750.00	205.20	215.40	4800.00	205.20	215.40	4800.00	205.20	280.34
B9	6750.00	205.20	233.86	4800.00	205.20	233.86	4800.00	205.20	296.24
B10	6750.00	174.24	231.85	4800.00	205.20	231.85	4800.00	205.20	323.94
B11	6000.00	142.56	190.20	4800.00	91.26	190.20	4800.00	91.26	286.56
C1	6750.00	81.12	FALLA	5400.00	70.98	FALLA	5625.00	70.98	FALLA
C2	6750.00	158.40	FALLA	5400.00	142.56	FALLA	4800.00	142.56	FALLA
C3	6750.00	81.12	540.00	5400.00	70.98	540.00	6750.00	70.98	FALLA
C4	7500.00	126.72	FALLA	6750.00	126.72	FALLA	6750.00	126.72	FALLA
C5	7500.00	126.72	FALLA	6750.00	126.72	FALLA	6750.00	126.72	FALLA
C6	7500.00	126.72	FALLA	6750.00	126.72	FALLA	6750.00	126.72	FALLA
C7	7500.00	126.72	FALLA	6750.00	126.72	FALLA	6750.00	126.72	FALLA
C8	6750.00	126.72	FALLA	5400.00	126.72	FALLA	4800.00	126.72	FALLA
C9	6750.00	144.12	FALLA	5400.00	126.72	FALLA	4800.00	126.72	FALLA
C10	6750.00	126.72	FALLA	5400.00	126.72	FALLA	4800.00	126.72	FALLA
C11	5850.00	70.98	FALLA	4800.00	110.88	FALLA	4800.00	110.88	FALLA
D1	5599.53	110.88	FALLA	4799.72	70.98	FALLA	4799.72	70.98	FALLA
D2	7999.51	134.64	FALLA	6400.00	134.64	FALLA	6400.00	134.64	FALLA
D3	7999.51	134.64	FALLA	6400.00	134.64	FALLA	6400.00	134.64	FALLA
D4	10399.92	166.32	FALLA	8798.44	134.64	FALLA	8798.44	134.64	FALLA
D5	11199.99	166.32	FALLA	9600.08	134.64	FALLA	9600.08	134.64	FALLA
D6	11199.99	303.12	FALLA	9600.08	136.80	FALLA	9600.08	136.80	FALLA
D7	10399.92	239.40	FALLA	9600.08	239.40	FALLA	9600.08	239.40	FALLA
D8	7999.51	166.32	FALLA	6400.00	150.48	FALLA	6400.00	150.48	FALLA
D9	6750.00	101.40	FALLA	5400.00	101.40	FALLA	4800.00	101.40	FALLA
D10	6750.00	190.08	FALLA	5400.00	190.08	FALLA	4800.00	190.08	FALLA
D11	5850.00	190.08	FALLA	4800.00	110.88	FALLA	4800.00	110.88	FALLA
E2									
E3									
E4	4900.00	126.72	FALLA	3600.00	110.88	FALLA	3600.00	110.88	FALLA
E5	4900.00	228.00	FALLA	3600.00	205.20	FALLA	3600.00	205.20	FALLA
E6	4900.00	60.84	364.61	3600.00	60.84	364.61	3600.00	60.84	FALLA
E'(6-7)	4900.00	95.04	131.32	3600.00	95.04	131.32	3600.00	95.04	116.64
E'7	4900.00	60.84	261.66	3600.00	60.84	261.66	3600.00	60.84	288.00
E'8	2500.00	40.56	FALLA	2500.00	40.56	FALLA	2500.00	40.56	FALLA
E'9	6000.00	91.26	169.20	4800.00	126.72	169.20	4800.00	39.90	219.36
E'10	6000.00	250.80	190.20	6000.00	250.80	190.20	6000.00	250.80	190.20
E'11	6000.00	159.60	110.40	4800.00	70.98	110.40	4800.00	70.98	212.64
	r<1	17%	8	r<1	9%	4	r<1	2%	1
	r≤1.2	4%	2	r≤1.2	11%	5	r≤1.2	2%	1
	r>1.2	78%	36	r>1.2	80%	35	r>1.2	95%	42
	TOTAL=	100%	46	TOTAL=	100%	44	TOTAL=	100%	44



Tabla 3.4 Revisión de Acero de Refuerzo en columnas, Nivel 20, (RCDF93).  
HARC2093.xls

	NIV 10			NIV 11			NIV 12		
EJE	Ac nom	As nom	As req	Ac nom	As nom	As req	Ac nom	As nom	As req
A1	4799.72	70.98	289.20	4799.72	60.84	250.00	4799.72	50.70	182.08
A2	4000.00	50.70	289.20	4000.00	40.56	250.00	3200.00	50.70	182.08
B1	4800.00	70.98	199.20	4000.00	110.88	208.00	4000.00	50.70	188.40
B2	4800.00	205.20	259.68	4000.00	159.60	247.20	4000.00	159.60	241.60
B3	4800.00	159.60	202.56	4000.00	159.60	174.40	4000.00	159.60	177.20
B4	4800.00	159.60	162.24	4000.00	114.00	191.20	4000.00	79.20	196.80
B5	4800.00	205.20	182.40	4000.00	159.60	163.20	4000.00	159.60	194.00
B6	4800.00	205.20	175.68	4800.00	159.60	209.28	4000.00	159.60	194.00
B7	4800.00	205.20	179.04	4800.00	159.60	216.00	4000.00	159.60	177.20
B8	4800.00	205.20	172.32	4000.00	159.60	174.40	4000.00	159.60	177.20
B9	4800.00	205.20	256.32	4000.00	159.60	182.80	4000.00	159.60	182.80
B10	4800.00	205.20	313.44	4000.00	159.60	213.60	4000.00	159.60	202.40
B11	4800.00	91.26	158.88	4000.00	70.98	191.20	4000.00	70.98	163.20
C1	5625.00	70.98	FALLA	4000.00	110.88	FALLA	4000.00	50.70	FALLA
C2	4800.00	142.56	FALLA	4000.00	110.88	FALLA	4000.00	95.04	FALLA
C3	6750.00	70.98	FALLA	4000.00	110.88	FALLA	4000.00	70.98	FALLA
C4	6750.00	126.72	FALLA	5850.00	126.72	FALLA	5850.00	86.79	FALLA
C5	6750.00	126.72	FALLA	5850.00	126.72	FALLA	5625.00	182.40	FALLA
C6	6750.00	126.72	FALLA	5850.00	126.72	FALLA	5625.00	182.40	FALLA
C7	6750.00	126.72	FALLA	5850.00	110.88	FALLA	5850.00	63.36	FALLA
C8	4800.00	126.72	FALLA	4000.00	159.60	FALLA	4000.00	95.04	FALLA
C9	4800.00	126.72	FALLA	4000.00	159.60	FALLA	4000.00	101.04	FALLA
C10	4800.00	126.72	FALLA	4000.00	159.60	FALLA	4000.00	96.63	FALLA
C11	4800.00	110.88	FALLA	4000.00	70.98	FALLA	3200.00	50.70	FALLA
D1	4799.72	70.98	FALLA	4799.72	79.20	FALLA	4799.72	70.98	FALLA
D2	6400.00	134.64	FALLA	6000.05	102.96	FALLA	6000.05	102.96	FALLA
D3	6400.00	134.64	FALLA	6000.05	118.80	FALLA	6000.05	102.96	FALLA
D4	8798.44	134.64	FALLA	7999.51	166.32	FALLA	6799.65	142.56	FALLA
D5	9600.08	134.64	FALLA	9200.65	166.32	FALLA	7999.51	126.72	FALLA
D6	9600.08	136.80	FALLA	9200.65	158.40	FALLA	7999.51	136.80	FALLA
D7	9600.08	239.40	FALLA	7999.51	136.80	FALLA	7000.67	164.40	FALLA
D8	6400.00	150.48	FALLA	6000.05	91.20	FALLA	6000.05	289.80	FALLA
D9	4800.00	101.40	FALLA	4000.00	91.26	FALLA	4000.00	91.26	FALLA
D10	4800.00	190.08	FALLA	4000.00	174.24	FALLA	4000.00	142.56	FALLA
D11	4800.00	110.88	FALLA	4000.00	70.98	FALLA	3200.00	70.98	FALLA
E2									
E3									
E4	3600.00	110.88	FALLA	3600.00	182.40	288.00	3600.00	60.84	282.96
E5	3600.00	205.20	FALLA	3600.00	182.40	FALLA	3600.00	182.40	FALLA
E6	3600.00	60.84	FALLA	3600.00	182.40	FALLA	3600.00	182.40	FALLA
E'(6-7)	3600.00	95.04	114.12	3600.00	95.04	114.12	3600.00	95.04	111.60
E'7	3600.00	60.84	FALLA	3600.00	60.84	FALLA	3600.00	60.84	280.44
E'8	2500.00	40.56	FALLA	2500.00	40.56	FALLA	2500.00	40.56	187.75
E'9	4800.00	39.90	239.52	4000.00	70.98	180.00	4000.00	70.98	182.80
E'10	6000.00	250.80	236.16	4800.00	205.20	202.56	4000.00	205.20	300.40
E'11	4800.00	70.98	111.84	4000.00	70.98	163.20	4000.00	70.98	160.40
	r<1	11%	5	r<1	2%	1	r<1	0%	0
	r≤1.2	2%	1	r≤1.2	9%	4	r≤1.2	11%	5
	r>1.2	83%	38	r>1.2	85%	39	r>1.2	89%	39
	TOTAL=	96%	44	TOTAL=	96%	44	TOTAL=	100%	44

Tabla 3.4 Revisión de Acero de Refuerzo en columnas, Nivel 20, (RCDF93).  
HARC2093.xls

	NIV 13			NIV 14			NIV 15		
EJE	Ac nom	As nom	As req	Ac nom	As nom	As req	Ac nom	As nom	As req
A1	4800.00	50.70	182.08	4799.72	40.56	FALLA	4799.72	40.56	FALLA
A2	3200.00	50.70	182.08	3200.00	40.56	FALLA	3200.00	40.56	FALLA
B1	3600.00	50.70	184.68	3600.00	40.56	159.48	3600.00	40.56	257.76
B2	3200.00	159.60	229.12	3200.00	136.80	224.64	3200.00	136.80	179.84
B3	3200.00	159.60	166.40	3200.00	136.80	159.58	3200.00	136.80	184.32
B4	3200.00	79.40	168.64	3200.00	63.52	159.68	3200.00	63.52	168.64
B5	3200.00	114.00	164.16	3200.00	91.20	168.64	3200.00	91.20	168.64
B6	3200.00	127.56	182.08	3200.00	92.52	175.36	3200.00	92.52	166.40
B7	3200.00	145.76	197.76	3200.00	107.08	159.68	3200.00	107.08	161.92
B8	3200.00	159.60	191.04	3200.00	136.80	159.68	3200.00	136.80	155.20
B9	3200.00	134.12	188.80	3200.00	114.96	211.20	3200.00	114.96	159.68
B10	4000.00	134.12	168.80	4000.00	114.96	182.80	4000.00	114.96	174.40
B11	4000.00	70.98	241.60	4000.00	60.84	196.80	4000.00	60.84	138.00
C1	3200.00	50.70	FALLA	3200.00	40.56	FALLA	3200.00	40.56	FALLA
C2	3200.00	95.28	FALLA	3200.00	79.40	FALLA	3200.00	79.40	FALLA
C3	3200.00	70.98	FALLA	3200.00	60.84	FALLA	3200.00	60.84	FALLA
C4	3200.00	81.12	FALLA	3200.00	70.98	FALLA	3200.00	70.98	FALLA
C5	3200.00	182.40	FALLA	3200.00	159.60	FALLA	3200.00	159.60	FALLA
C6	3200.00	182.40	FALLA	3200.00	159.60	FALLA	3200.00	159.60	FALLA
C7	3200.00	63.52	FALLA	3200.00	47.64	FALLA	3200.00	47.64	FALLA
C8	3200.00	71.46	FALLA	3200.00	55.58	FALLA	3200.00	55.58	FALLA
C9	3200.00	79.40	FALLA	3200.00	63.52	FALLA	3200.00	63.52	FALLA
C10	4000.00	65.91	FALLA	4000.00	55.77	FALLA	4000.00	55.77	FALLA
C11	3200.00	50.70	FALLA	3200.00	40.56	FALLA	3200.00	40.56	FALLA
D1	4799.72	70.98	FALLA	4799.72	60.84	FALLA	4799.72	60.84	FALLA
D2	6000.05	95.28	FALLA	6000.05	79.40	FALLA	6000.05	79.40	FALLA
D3	6000.05	95.28	FALLA	6000.05	79.40	FALLA	6000.05	79.40	FALLA
D4	7600.35	142.92	FALLA	7600.35	127.04	FALLA	7600.35	127.04	FALLA
D5	4919.62	119.10	FALLA	4919.62	103.22	FALLA	4919.62	103.22	FALLA
D6	7999.51	136.80	FALLA	7999.51	136.80	FALLA	7999.51	136.80	FALLA
D7	7000.67	156.76	FALLA	7000.67	118.08	FALLA	7000.67	102.20	FALLA
D8	6000.05	119.10	FALLA	6000.05	103.22	FALLA	6000.05	103.22	FALLA
D9	3200.00	91.26	FALLA	3200.00	81.12	FALLA	3200.00	81.12	FALLA
D10	4000.00	142.92	FALLA	4000.00	127.04	FALLA	4000.00	127.04	FALLA
D11	3200.00	70.98	FALLA	3200.00	60.84	FALLA	3200.00	60.84	FALLA
E2									
E3									
E4	3600.00	60.84	207.36	3600.00	60.84	149.40	3600.00	60.84	134.28
E5	3600.00	182.40	227.52	3600.00	159.60	182.16	3600.00	159.60	212.40
E6	3600.00	182.40	227.52	3600.00	159.60	252.72	3600.00	159.60	207.36
E'(6-7)	3600.00	95.28	111.60	3600.00	79.40	101.52	3600.00	79.40	78.84
E'7	3600.00	60.84	222.48	3600.00	50.70	189.72	3600.00	50.70	184.68
E'8	2500.00	40.56	168.50	2500.00	30.42	170.25	2500.00	30.42	145.75
E'9	4000.00	50.70	191.20	4000.00	40.56	163.20	4000.00	40.56	177.20
E'10	4000.00	172.44	289.20	4000.00	153.28	252.80	4000.00	153.28	185.60
E'11	4000.00	70.98	252.80	4000.00	60.84	244.40	4000.00	60.84	177.20
	r<1	0%	0	r<1	0%	0	r<1	2%	1
	r≤1.2	7%	3	r≤1.2	7%	3	r≤1.2	2%	1
	r>1.2	93%	41	r>1.2	89%	41	r>1.2	91%	42
	TOTAL=	100%	44	TOTAL=	96%	44	TOTAL=	96%	44

Tabla 3.4 Revisión de Acero de Refuerzo en columnas, Nivel 20, (RCDF93).  
HARC2093.xls

EJE	NIV 16			NIV 17			NIV 18		
	Ac nom	As nom	As req	Ac nom	As nom	As req	Ac nom	As nom	As req
A1	4799.72	30.42	FALLA						
A2	3200.00	30.42	FALLA						
B1	3600.00	30.42	FALLA						
B2	3200.00	114.00	188.80						
B3	3200.00	114.00	197.76						
B4	3200.00	47.64	226.88						
B5	3200.00	68.40	FALLA						
B6	3200.00	73.36	166.40						
B7	3200.00	84.28	146.24	3200.00	84.28	170.88			
B8	3200.00	114.00	128.32	3200.00	114.00	144.00			
B9	3200.00	95.80	135.04	3200.00	95.80	123.84			
B10	4000.00	95.80	163.20	3200.00	95.80	99.20			
B11	4000.00	50.70	163.20	3200.00	50.70	92.48			
C1	3200.00	30.42	238.08	3200.00	30.42	197.76			
C2	3200.00	63.52	FALLA	3200.00	63.52	213.44			
C3	3200.00	50.70	FALLA	3200.00	50.70	170.88			
C4	3200.00	60.84	251.52	3200.00	60.84	188.80	3200.00	50.70	157.44
C5	3200.00	136.80	FALLA	3200.00	136.80	229.12	3200.00	114.00	159.68
C6	3200.00	136.80	FALLA	3200.00	136.80	247.04	3200.00	114.00	150.72
C7	3200.00	47.64	FALLA	3200.00	47.64	226.88	3200.00	47.64	104.04
C8	3200.00	47.64	FALLA	3200.00	47.64	197.76			
C9	3200.00	47.64	240.32	3200.00	47.64	195.52			
C10	4000.00	45.63	252.80	3200.00	45.63	197.76			
C11	3200.00	30.42	197.76	3200.00	30.42	206.72			
D1	4799.72	50.70	197.76	5199.85	50.70	206.72			
D2	6000.05	63.52	197.76	6000.05	63.52	206.72			
D3	6000.05	63.52	197.76	6000.05	63.52	206.72			
D4	7600.35	111.16	197.76	6400.00	111.16	206.72	6400.00	95.28	104.04
D5	4919.62	87.34	197.76	4919.62	87.34	206.72	4919.62	79.40	104.04
D6	7999.51	114.00	197.76	7999.51	114.00	206.72	7999.51	91.20	104.04
D7	7000.67	79.40	197.76	7000.67	79.40	206.72	6400.00	79.40	104.04
D8	6000.05	87.34	197.76	6000.05	87.34	206.72			
D9	3200.00	70.98	FALLA	3200.00	70.98	229.12			
D10	4000.00	111.16	300.40	3200.00	111.16	FALLA			
D11	3200.00	50.70	FALLA	3200.00	50.70	FALLA			
E2									
E3									
E4	3600.00	50.70	119.16	3600.00	50.70	136.80	3600.00	40.56	104.04
E5	3600.00	136.80	169.56	3600.00	136.80	114.12	3600.00	114.00	83.88
E6	3600.00	136.80	160.00	3600.00	136.80	139.32	3600.00	114.00	71.28
E'(6-7)	3600.00	63.52	91.44	3600.00	63.52	73.80	3600.00	47.64	109.08
E'7	3600.00	40.56	169.56	3600.00	40.56	169.56	3600.00	30.42	232.56
E'8	2500.00	20.28	117.75	2500.00	20.28	96.75			
E'9	4000.00	30.42	199.60	3200.00	30.42	161.92			
E'10	4000.00	134.12	216.40	3200.00	134.12	179.84			
E'11	4000.00	50.70	219.20	3200.00	50.70	170.88			
	r<1	0%	0	r<1	3%	1	r<1	15%	2
	r≤1.2	5%	2	r≤1.2	8%	3	r≤1.2	15%	2
	r>1.2	95%	42	r>1.2	89%	32	r>1.2	69%	9
	TOTAL=	100%	44	TOTAL=	100%	36	TOTAL=	100%	13

Tabla 3.4 Revisión de Acero de Refuerzo en columnas, Nivel 20, (RCDF93).

HARCN2093.xls

NIV 19			
EJE	Ac nom	As nom	As req
A1			
A2			
B1			
B2			
B3			
B4			
B5			
B6			
B7			
B8			
B9			
B10			
B11			
C1			
C2			
C3			
C4	3200.00	40.56	90.24
C5	3200.00	91.20	121.60
C6	3200.00	91.20	96.96
C7	3200.00	47.64	101.44
C8			
C9			
C10			
C11			
D1			
D2			
D3			
D4	6400.00	79.40	101.44
D5	4900.00	63.52	101.44
D6	7199.52	91.20	101.44
D7	6400.00	63.52	101.44
D8			
D9			
D10			
D11			
E2			
E3			
E4	3600.00	30.42	36.00
E5	3600.00	91.20	48.60
E6	3600.00	91.20	61.20
E(6-7)	3600.00	47.64	83.88
E'7	3600.00	30.42	126.72
E'8			
E'9			
E'10			
E'11			
	r<1	15%	2
	r≤1.2	23%	3
	r>1.2	62%	8
	TOTAL=	100%	13

Tabla 3.4 Revisión de Acero de Refuerzo en columnas, Nivel 20, (RCDF93)  
RCN2093.xls

**RESUMEN DE REVISIÓN DE COLUMNAS**

NIVEL	r<1	r≤1.2	r>1.2	COLS POR NIVEL
PLANTA BAJA ( N01 )	0	2	44	46
MEZANINE NIVEL ( N02 )	0	3	43	46
SALONES NIVEL ( N03 )	1	0	45	46
NIVEL ( N04 )	7	1	38	46
NIVEL ( N05 )	5	3	38	46
NIVEL ( N06 )	8	5	33	46
NIVEL ( N07 )	8	3	35	46
NIVEL ( N08 )	4	5	35	44
NIVEL ( N09 )	1	1	42	44
NIVEL ( N10 )	5	1	38	44
NIVEL ( N11 )	1	4	39	44
NIVEL ( N12 )	0	5	39	44
NIVEL ( N13 )	0	3	41	44
NIVEL ( N14 )	0	3	41	44
NIVEL ( N15 )	1	1	42	44
NIVEL ( N16 )	0	2	42	44
NIVEL ( N17 )	1	3	32	36
NIVEL ( N18 )	2	2	9	13
NIVEL ( N19 )	2	3	8	13
<b>TOTAL</b>	<b>46</b> 6%	<b>50</b> 6%	<b>684</b> 88%	<b>780</b>

Tabla 3.5 Revisión de Acero de Refuerzo en columnas, Nivel 20, (RCDF66)  
RCN2066.xls

**RESUMEN DE REVISIÓN DE COLUMNAS**

NIVEL	r<1	r≤1.2	r>1.2	COLS POR NIVEL
PLANTA BAJA ( N01 )	42	1	3	46
MEZANINE NIVEL ( N02 )	46	0	0	46
SALONES NIVEL ( N03 )	46	0	0	46
NIVEL ( N04 )	46	0	0	46
NIVEL ( N05 )	46	0	0	46
NIVEL ( N06 )	46	0	0	46
NIVEL ( N07 )	41	2	3	46
NIVEL ( N08 )	42	1	1	44
NIVEL ( N09 )	40	2	2	44
NIVEL ( N10 )	37	4	3	44
NIVEL ( N11 )	36	1	7	44
NIVEL ( N12 )	36	2	6	44
NIVEL ( N13 )	34	4	6	44
NIVEL ( N14 )	34	3	7	44
NIVEL ( N15 )	34	3	7	44
NIVEL ( N16 )	31	4	9	44
NIVEL ( N17 )	26	2	8	36
NIVEL ( N18 )	12	0	1	13
NIVEL ( N19 )	11	1	1	13
<b>TOTAL</b>	<b>686</b> 88%	<b>30</b> 4%	<b>64</b> 8%	<b>780</b>

Tabla 3.6 Revisión de Acero de Refuerzo en columnas, Nivel 16, (RCDF93)  
RCN1693.xls

**RESUMEN DE REVISIÓN DE COLUMNAS**

NIVEL	r<1	r≤1.2	r>1.2	COLS POR NIVEL
PLANTA BAJA ( N01 )	2	9	35	46
MEZANINE NIVEL ( N02 )	14	3	29	46
SALONES NIVEL ( N03 )	11	4	31	46
NIVEL ( N04 )	23	3	20	46
NIVEL ( N05 )	14	4	28	46
NIVEL ( N06 )	15	6	25	46
NIVEL ( N07 )	14	1	31	46
NIVEL ( N08 )	10	3	31	44
NIVEL ( N09 )	10	3	31	44
NIVEL ( N10 )	12	1	31	44
NIVEL ( N11 )	11	3	30	44
NIVEL ( N12 )	11	1	32	44
NIVEL ( N13 )	13	3	20	36
NIVEL ( N14 )	4	0	9	13
NIVEL ( N15 )	5	2	6	13
<b>TOTAL</b>	<b>169</b> 28%	<b>46</b> 8%	<b>389</b> 64%	<b>604</b>

Tabla 3.7 Revisión de Acero de Refuerzo en columnas, Nivel 14, (RCDF93)  
RCN1493.xls

**RESUMEN DE REVISIÓN DE COLUMNAS**

NIVEL	r<1	r≤1.2	r>1.2	COLS POR NIVEL
PLANTA BAJA ( N01 )	9	4	33	46
MEZANINE NIVEL ( N02 )	16	8	22	46
SALONES NIVEL ( N03 )	13	4	29	46
NIVEL ( N04 )	27	5	14	46
NIVEL ( N05 )	15	6	25	46
NIVEL ( N06 )	20	3	23	46
NIVEL ( N07 )	15	0	31	46
NIVEL ( N08 )	13	4	27	44
NIVEL ( N09 )	16	1	27	44
NIVEL ( N10 )	12	1	31	44
NIVEL ( N11 )	20	8	8	36
NIVEL ( N12 )	4	0	9	13
NIVEL ( N13 )	5	1	7	13
<b>TOTAL</b>	<b>185</b> 36%	<b>45</b> 9%	<b>286</b> 55%	<b>516</b>



Tabla 3.8 Revisión de Acero de Refuerzo en columnas, Nivel 11, (RCDF93)  
RCN1193.xls

**RESUMEN DE REVISIÓN DE COLUMNAS**

NIVEL	r<1	r≤1.2	r>1.2	COLS POR NIVEL
PLANTA BAJA ( N01 )	24	2	20	46
MEZANINE NIVEL ( N02 )	37	3	6	46
SALONES NIVEL ( N03 )	32	8	6	46
NIVEL ( N04 )	38	4	4	46
NIVEL ( N05 )	34	7	5	46
NIVEL ( N06 )	37	6	3	46
NIVEL ( N07 )	21	9	16	46
NIVEL ( N08 )	25	4	7	36
NIVEL ( N09 )	4	0	9	13
NIVEL ( N10 )	4	3	6	13
<b>TOTAL</b>	<b>256</b> 67%	<b>46</b> 12%	<b>82</b> 21%	<b>384</b>

Tabla 3.9 Revisión de Acero de Refuerzo en columnas, Nivel 9, (RCDF93)  
RCN0993.xls

**RESUMEN DE REVISIÓN DE COLUMNAS**

NIVEL	r<1	r≤1.2	r>1.2	COLS POR NIVEL
PLANTA BAJA ( N01 )	31	5	10	46
MEZANINE NIVEL ( N02 )	41	3	2	46
SALONES NIVEL ( N03 )	43	3	0	46
NIVEL ( N04 )	45	1	0	46
NIVEL ( N05 )	35	8	3	46
NIVEL ( N06 )	36	0	0	36
NIVEL ( N07 )	4	0	9	13
NIVEL ( N08 )	5	1	7	13
<b>TOTAL</b>	<b>240</b> 82%	<b>21</b> 7%	<b>31</b> 11%	<b>292</b>

Tabla 3.10 Revisión de Acero de Refuerzo en Trabes, Nivel 20, (RCDF93).

RTN1493.xls

**RESUMEN DE REVISIÓN DE TRABES**

NIVEL	TRABES ANALIZADAS	TRABES SIN REFUERZO	r<1	r≤1.2	r>1.2	TRABES REVISADAS P/NIVEL
NIVEL 3	196	187	0	0	9	9
NIVEL 4	216	70	0	0	146	146
NIVEL 5	205	186	0	0	19	19
NIVEL 5	205	194	0	0	11	11
NIVEL 7	205	182	0	0	23	23
NIVEL 8	205	144	0	1	60	61
NIVEL 9	193	147	0	1	45	46
NIVEL 10	193	169	0	0	24	24
NIVEL 11	193	134	0	0	59	59
NIVEL 12	193	172	0	0	21	21
NIVEL 13	193	161	0	0	32	32
<b>TOTAL</b>	<b>2197</b>	<b>1746</b>	<b>0</b> 0.00%	<b>2</b> 0.44%	<b>449</b> 99.56%	<b>451</b>

Tabla 3.11 Revisión de Acero de Refuerzo en Trabes, Nivel 20, (RCDF66).

RTN1466.xls

**RESUMEN DE REVISIÓN DE TRABES**

NIVEL	TRABES ANALIZADAS	TRABES SIN REFUERZO	r<1	r≤1.2	r>1.2	TRABES REVISADAS P/NIVEL
NIVEL 3	90	9	0	0	9	9
NIVEL 4	90	9	18	35	93	146
NIVEL 5	90	12	2	1	16	19
NIVEL 6	90	12	3	1	7	11
NIVEL 7	90	12	4	1	18	23
NIVEL 8	90	12	11	9	41	61
NIVEL 9	90	12	2	0	44	46
NIVEL 10	90	12	4	0	20	24
NIVEL 11	90	12	11	5	43	59
NIVEL 12	90	12	5	6	10	21
NIVEL 13	90	12	4	1	27	32
<b>TOTAL</b>	<b>1520</b>	<b>277</b>	<b>64</b> 14%	<b>59</b> 13%	<b>328</b> 73%	<b>451</b>

Tabla 3.12 Revisión de Desplazamientos en columnas, ASDME, Nivel 20, (RCDF93).

HAN20D93ASM.xls		NUDOS	h (m)	COMBINACIÓN 10		$\Delta X / h$	COMBINACION 11		$\Delta Z / h$
				DX (cm)	$\Delta X$ (cm)		DZ (cm)	$\Delta Z$ (cm)	
PB (N01)	1-A	3101		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	
	2-A	3102		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	
	2-B	3116		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	
	4-B	3119		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	
	7-B	3121		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	
	9-B	3123		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	
	11-B	3125		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	
	1-D	3171		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	
	2-D	3173		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	
	2-E	3203		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	
	4-E	3205		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	
	7-F	3217		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	
	9-F	3219		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	
	14-F	3221		0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	
MEZ (N02)	1-A	4101	4.55	-3.5610	-3.5610	0.0078	4.3542	4.3542	0.0096
	2-A	4102	4.55	-4.0021	-4.0021	0.0088	4.3738	4.3738	0.0096
	2-B	4106	4.55	-4.0332	-4.0332	0.0089	4.8121	4.8121	0.0106
	4-B	4109	4.55	-5.7568	-5.7568	0.0127	4.8145	4.8145	0.0106
	7-B	4111	4.55	-5.7869	-5.7869	0.0127	4.8878	4.8878	0.0107
	9-B	4113	4.55	-6.4716	-6.4716	0.0142	4.9677	4.9677	0.0109
	11-B	4115	4.55	-5.6202	-5.6202	0.0124	4.9675	4.9675	0.0109
	1-D	4158	4.55	-3.5926	-3.5926	0.0079	4.3665	4.3665	0.0096
	2-D	4160	4.55	-4.0456	-4.0456	0.0089	4.3665	4.3665	0.0096
	2-E	4190	4.55	-4.0423	-4.0423	0.0089	3.7355	3.7355	0.0082
	4-E	4192	4.55	-5.3018	-5.3018	0.0117	3.7376	3.7376	0.0082
	7-F	4204	4.55	-6.1024	-6.1024	0.0134	3.4759	3.4759	0.0076
	9-F	4206	4.55	-6.4718	-6.4718	0.0142	3.4754	3.4754	0.0076
	14-F	4208	4.55	-5.6312	-5.6312	0.0124	3.4752	3.4752	0.0076
SAL (N03)	1-A	5101	5.00	-9.7768	-6.2158	0.0124	11.2415	6.8873	0.0138
	2-A	5102	5.00	-9.9646	-5.9625	0.0119	11.3505	6.9767	0.0140
	2-B	5106	5.00	-9.9851	-5.9519	0.0119	10.6856	5.8735	0.0117
	4-B	5109	5.00	-11.0885	-5.3317	0.0107	10.6875	5.8730	0.0117
	7-B	5111	5.00	-11.8825	-6.0956	0.0122	10.6887	5.8009	0.0116
	9-B	5113	5.00	-13.4164	-6.9448	0.0139	10.6892	5.7215	0.0114
	11-B	5115	5.00	-14.9846	-9.3644	0.0187	10.6893	5.7218	0.0114
	1-D	5161	5.00	-9.7791	-6.1865	0.0124	9.5952	5.2287	0.0105
	2-D	5163	5.00	-9.9833	-5.9377	0.0119	9.5950	5.2285	0.0105
	2-E	5193	5.00	-9.9861	-5.9438	0.0119	9.0932	5.3577	0.0107
	4-E	6195	5.00	-10.6873	-5.3855	0.0108	9.1284	5.3908	0.0108
	7-F	5207	5.00	-11.8824	-5.7800	0.0116	8.9552	5.4793	0.0110
	9-F	5209	5.00	-13.4164	-6.9446	0.0139	8.9553	5.4799	0.0110
	14-F	5211	5.00	-15.0225	-9.3913	0.0188	8.9554	5.4802	0.0110
P04 (N04)	1-A	6101	3.10	-16.9270	-7.1502	0.0231	19.1129	7.8714	0.0254
	2-A	6102	3.10	-16.8937	-6.9291	0.0224	19.3140	7.9635	0.0257
	2-B	6106	3.10	-16.8945	-6.9094	0.0223	17.9936	7.3080	0.0236
	4-B	6121	3.10	-17.3800	-6.2915	0.0203	17.6961	7.0086	0.0226
	7-B	6123	3.10	-18.6791	-6.7966	0.0219	17.6960	7.0073	0.0226
	9-B	6125	3.10	-21.8223	-8.4059	0.0271	17.6961	7.0069	0.0226
	11-B	6127	3.10	-25.0745	-10.0899	0.0325	17.6963	7.0070	0.0226
	1-D	6173	3.10	-16.8992	-7.1201	0.0230	16.2412	6.6460	0.0214
	2-D	6175	3.10	-16.8896	-6.9063	0.0223	16.2412	6.6462	0.0214
	2-E	6205	3.10	-16.8862	-6.9001	0.0223	15.4756	6.3824	0.0206
	4-E	6207	3.10	-17.2485	-6.5612	0.0212	15.5440	6.4156	0.0207
	7-F	6218	3.10	-18.6791	-6.7967	0.0219	15.3265	6.3713	0.0206
	9-F	6220	3.10	-21.8223	-8.4059	0.0271	15.3262	6.3709	0.0206
	14-F	6222	3.10	-25.1394	-10.1169	0.0326	15.3260	6.3706	0.0206

Tabla 3.12 Revisión de Desplazamientos en columnas, ASDME, Nivel 20, (RCDF93).

HAN20D93ASM.xls		NUDOS	h (m)	COMBINACIÓN 10		$\Delta X / h$	COMBINACION 11		$\Delta Z / h$
				DX (cm)	$\Delta X$ (cm)		DZ (cm)	$\Delta Z$ (cm)	
P05 (N05)	1-A	7101	3.10	-20.9557	-4.0287	0.0130	24.1306	5.0177	0.0162
	2-A	7102	3.10	-20.8483	-3.9546	0.0128	24.3797	5.0657	0.0163
	2-B	7106	3.10	-20.8471	-3.9526	0.0128	22.9296	4.9360	0.0159
	4-B	7121	3.10	-21.3760	-3.9960	0.0129	22.5573	4.8612	0.0157
	7-B	7123	3.10	-23.0448	-4.3657	0.0141	22.5574	4.8614	0.0157
	9-B	7125	3.10	-26.9475	-5.1252	0.0165	22.5574	4.8613	0.0157
	11-B	7127	3.10	-31.1929	-6.1184	0.0197	22.5573	4.8610	0.0157
	1-D	7173	3.10	-20.9148	-4.0156	0.0130	20.5229	4.2817	0.0138
	2-D	7175	3.10	-20.8365	-3.9469	0.0127	20.5228	4.2816	0.0138
	2-E	7203	3.10	-20.8331	-3.9469	0.0127	19.6023	4.1267	0.0133
	4-E	7205	3.10	-21.0748	-3.8263	0.0123	19.6912	4.1472	0.0134
	7-F	7214	3.10	-23.0447	-4.3656	0.0141	19.4857	4.1592	0.0134
	9-F	7216	3.10	-26.9474	-5.1251	0.0165	19.4858	4.1596	0.0134
	14-F	7218	3.10	-31.2754	-6.1360	0.0198	19.4859	4.1599	0.0134
P06 (N06)	1-A	8101	3.1	-24.7987	-3.8430	0.0124	29.0977	4.9671	0.0160
	2-A	8102	3.1	-24.6385	-3.7902	0.0122	29.3948	5.0151	0.0162
	2-B	8106	3.1	-24.6356	-3.7885	0.0122	27.6415	4.7119	0.0152
	4-B	8121	3.1	-25.5053	-4.1293	0.0133	27.1997	4.6424	0.0150
	7-B	8123	3.1	-27.5271	-4.4823	0.0145	27.1997	4.6423	0.0150
	9-B	8125	3.1	-32.1614	-5.2139	0.0168	27.1996	4.6422	0.0150
	11-B	8127	3.1	-37.2970	-6.1041	0.0197	27.1996	4.6423	0.0150
	1-D	8173	3.1	-24.7499	-3.8351	0.0124	24.7985	4.2756	0.0138
	2-D	8175	3.1	-24.6248	-3.7883	0.0122	24.7985	4.2757	0.0138
	2-E	8203	3.1	-24.6242	-3.7911	0.0122	23.7333	4.1310	0.0133
	4-E	8205	3.1	-25.0100	-3.9352	0.0127	23.8381	4.1469	0.0134
	7-F	8214	3.1	-27.5271	-4.4824	0.0145	23.5981	4.1124	0.0133
	9-F	8216	3.1	-32.1614	-5.2140	0.0168	23.5980	4.1122	0.0133
	14-F	8218	3.1	-37.3965	-6.1211	0.0197	23.5980	4.1121	0.0133
P07 (N07)	1-A	9101	3.1	-28.5956	-3.7969	0.0122	33.9588	4.8611	0.0157
	2-A	9102	3.1	-28.4387	-3.8002	0.0123	34.3018	4.9070	0.0158
	2-B	9106	3.1	-28.4360	-3.8004	0.0123	32.2785	4.6370	0.0150
	4-B	9121	3.1	-29.6573	-4.1520	0.0134	31.7672	4.5675	0.0147
	7-B	9123	3.1	-32.0308	-4.5037	0.0145	31.7673	4.5676	0.0147
	9-B	9125	3.1	-37.4140	-5.2526	0.0169	31.7673	4.5677	0.0147
	11-B	9127	3.1	-43.4718	-6.1748	0.0199	31.7673	4.5677	0.0147
	1-D	9173	3.1	-28.5418	-3.7919	0.0122	28.9911	4.1926	0.0135
	2-D	9175	3.1	-28.4271	-3.8023	0.0123	28.9910	4.1925	0.0135
	2-E	9203	3.1	-28.4303	-3.8061	0.0123	27.7888	4.0555	0.0131
	4-E	9205	3.1	-28.9727	-3.9627	0.0128	27.9086	4.0705	0.0131
	7-F	9214	3.1	-32.0307	-4.5036	0.0145	27.6049	4.0068	0.0129
	9-F	9216	3.1	-37.4140	-5.2526	0.0169	27.6049	4.0069	0.0129
	14-F	9218	3.1	-43.5882	-6.1917	0.0200	27.6049	4.0069	0.0129
P08 (N08)	1-A	10101	3.1	-32.4159	-3.8203	0.0123	38.6711	4.7123	0.0152
	2-A	10102	3.1	-32.2199	-3.7812	0.0122	39.0605	4.7587	0.0154
	2-B	10106	3.1	-32.2178	-3.7818	0.0122	36.7820	4.5035	0.0145
	4-B	10121	3.1	-33.8394	-4.1821	0.0135	36.2051	4.4379	0.0143
	7-B	10123	3.1	-36.5837	-4.5529	0.0147	36.2052	4.4379	0.0143
	9-B	10125	3.1	-42.6284	-5.2144	0.0168	36.2052	4.4379	0.0143
	11-B	10127	3.1	-49.5672	-6.0954	0.0197	36.2053	4.4380	0.0143
	1-D	10173	3.1	-32.3582	-3.8164	0.0123	33.0967	4.1056	0.0132
	2-D	10175	3.1	-32.2100	-3.7829	0.0122	33.0966	4.1056	0.0132
	2-E	10203	3.1	-32.2142	-3.7839	0.0122	31.6664	3.8776	0.0125
	4-E	10205	3.1	-33.0303	-4.0576	0.0131	31.8000	3.8914	0.0126
	7-F	10214	3.1	-36.5837	-4.5530	0.0147	31.4878	3.8829	0.0125
	9-F	10216	3.1	-42.6284	-5.2144	0.0168	31.4878	3.8829	0.0125
	14-F	10218	3.1	-49.7000	-6.1118	0.0197	31.4878	3.8829	0.0125

Tabla 3.12 Revisión de Desplazamientos en columnas, ASDME, Nivel 20, (RCDF93).

HAN20D93ASM.xls		NUDOS	h (m)	COMBINACIÓN 10		$\Delta X / h$	COMBINACION 11		$\Delta Z / h$
				DX (cm)	$\Delta X$ (cm)		DZ (cm)	$\Delta Z$ (cm)	
P09 (N09)	1-A	11101	3.1	-36.4840	-4.0681	0.0131	43.2504	4.5793	0.0148
	2-A	11102	3.1	-36.3171	-4.0972	0.0132	43.6861	4.6256	0.0149
	2-B	11106	3.1	-36.3173	-4.0995	0.0132	41.1190	4.3370	0.0140
	4-B	11121	3.1	-38.1096	-4.2702	0.0138	40.4723	4.2672	0.0138
	7-B	11123	3.1	-41.2365	-4.6528	0.0150	40.4723	4.2671	0.0138
	9-B	11125	3.1	-47.9379	-5.3095	0.0171	40.4724	4.2672	0.0138
	11-B	11127	3.1	-55.5701	-6.0029	0.0194	40.4724	4.2671	0.0138
	1-D	11173	3.1	-36.4209	-4.0627	0.0131	36.9870	3.8903	0.0125
	2-D	11175	3.1	-36.3083	-4.0983	0.0132	36.9869	3.8903	0.0125
	4-E	11199	3.1	-37.2295	-4.1992	0.0135	35.5698	3.7698	0.0122
	7-F	11208	3.1	-41.2366	-4.6529	0.0150	35.1986	3.7108	0.0120
	9-F	11210	3.1	-47.9379	-5.3095	0.0171	35.1986	3.7108	0.0120
	14-F	11212	3.1	-55.7185	-6.0185	0.0194	35.1987	3.7109	0.0120
	P10 (N10)	1-A	12101	3.1	-40.8736	-4.3896	0.0142	47.7474	4.4970
2-A		12102	3.1	-40.7419	-4.4248	0.0143	48.2313	4.5452	0.0147
2-B		12106	3.1	-40.7449	-4.4276	0.0143	45.3907	4.2717	0.0138
4-B		12121	3.1	-42.6608	-4.5512	0.0147	44.6713	4.1990	0.0135
7-B		12123	3.1	-46.0785	-4.8420	0.0156	44.6713	4.1990	0.0135
9-B		12125	3.1	-53.4135	-5.4756	0.0177	44.6713	4.1989	0.0135
11-B		12127	3.1	-61.9434	-6.3733	0.0206	44.6713	4.1989	0.0135
1-D		12173	3.1	-40.8052	-4.3843	0.0141	40.7776	3.7906	0.0122
2-D		12175	3.1	-40.7339	-4.4256	0.0143	40.7775	3.7906	0.0122
4-E		12199	3.1	-41.7354	-4.5059	0.0145	39.2397	3.6699	0.0118
7-F		12208	3.1	-46.0785	-4.8419	0.0156	38.8384	3.6398	0.0117
9-F		12210	3.1	-42.6608	5.2771	0.0170	45.3914	10.1928	0.0329
14-F		12212	3.1	-62.1082	-6.3897	0.0206	38.8382	3.6395	0.0117
P11 (N11)		1-A	13101	3.1	-45.3302	-4.4566	0.0144	52.2257	4.4783
	2-A	13102	3.1	-45.2217	-4.4798	0.0145	52.7586	4.5273	0.0146
	2-B	13106	3.1	-45.2252	-4.4803	0.0145	49.5917	4.2010	0.0136
	4-B	13121	3.1	-47.3246	-4.6638	0.0150	48.7954	4.1241	0.0133
	7-B	13123	3.1	-50.9791	-4.9006	0.0158	48.7954	4.1241	0.0133
	9-B	13125	3.1	-59.1231	-5.7096	0.0184	48.7953	4.1240	0.0133
	11-B	13127	3.1	-68.5112	-6.5678	0.0212	48.7953	4.1240	0.0133
	1-D	13173	3.1	-45.2558	-4.4506	0.0144	44.5230	3.7454	0.0121
	2-D	13175	3.1	-45.2138	-4.4799	0.0145	44.5229	3.7454	0.0121
	4-E	13199	3.1	-46.3093	-4.5739	0.0148	42.8307	3.5910	0.0116
	7-F	13208	3.1	-50.9791	-4.9006	0.0158	42.3936	3.5552	0.0115
	9-F	13210	3.1	-59.1230	-16.4622	0.0531	42.3935	-2.9979	0.0097
	14-F	13212	3.1	-68.6929	-6.5847	0.0212	42.3935	3.5553	0.0115
	P12 (N12)	1-A	14101	3.1	-49.9800	-4.6498	0.0150	56.6184	4.3927
2-A		14102	3.1	-49.8228	-4.6011	0.0148	57.2032	4.4446	0.0143
2-B		14106	3.1	-49.8265	-4.6013	0.0148	53.7873	4.1956	0.0135
4-B		14121	3.1	-51.9035	-4.5789	0.0148	52.9176	4.1222	0.0133
7-B		14123	3.1	-55.8300	-4.8509	0.0156	52.9177	4.1223	0.0133
9-B		14125	3.1	-64.9896	-5.8665	0.0189	52.9177	4.1224	0.0133
11-B		14127	3.1	-75.2545	-6.7433	0.0218	52.9178	4.1225	0.0133
1-D		14173	3.1	-49.8998	-4.6440	0.0150	48.2216	3.6986	0.0119
2-D		14175	3.1	-49.8138	-4.6000	0.0148	48.2216	3.6987	0.0119
4-E		14199	3.1	-50.8725	-4.5632	0.0147	46.3568	3.5261	0.0114
7-F		14208	3.1	-55.8299	-4.8508	0.0156	45.8785	3.4849	0.0112
9-F		14210	3.1	-64.9895	-5.8665	0.0189	45.8785	3.4850	0.0112
14-F		14212	3.1	-75.4535	-6.7606	0.0218	45.8785	3.4850	0.0112

Tabla 3.12 Revisión de Desplazamientos en columnas, ASDME, Nivel 20, (RCDF93).

HAN20D93ASM.xls		NUDOS	h (m)	COMBINACIÓN 10		$\Delta X / h$	COMBINACION 11		$\Delta Z / h$
				DX (cm)	$\Delta X$ (cm)		DZ (cm)	$\Delta Z$ (cm)	
P13 (N13)	1-A	15101	3.1	-54.4320	-4.4520	0.0144	60.7661	4.1477	0.0134
	2-A	15102	3.1	-54.2453	-4.4225	0.0143	61.4000	4.1968	0.0135
	2-B	15106	3.1	-54.2467	-4.4202	0.0143	57.6348	3.8475	0.0124
	4-B	15121	3.1	-56.3594	-4.4559	0.0144	56.6884	3.7708	0.0122
	7-B	15123	3.1	-60.6230	-4.7930	0.0155	56.6885	3.7708	0.0122
	9-B	15125	3.1	-70.5734	-5.5838	0.0180	56.6885	3.7708	0.0122
	11-B	15127	3.1	-81.7678	-6.5133	0.0210	56.6886	3.7708	0.0122
	1-D	15173	3.1	-54.3462	-4.4464	0.0143	51.6557	3.4341	0.0111
	2-D	15175	3.1	-54.2352	-4.4214	0.0143	51.6556	3.4340	0.0111
	4-E	15199	3.1	-55.3044	-4.4319	0.0143	49.6531	3.2963	0.0106
	7-F	15208	3.1	-60.6231	-4.7932	0.0155	49.1434	3.2649	0.0105
	9-F	15210	3.1	-70.5735	-5.5840	0.0180	49.1434	3.2649	0.0105
	14-F	15212	3.1	-81.9828	-6.5293	0.0211	49.1434	3.2649	0.0105
	P14 (N14)	1-A	16101	3.1	-58.7159	-4.2839	0.0138	64.5830	3.8169
2-A		16102	3.1	-58.5355	-4.2902	0.0138	65.2613	3.8613	0.0125
2-B		16106	3.1	-58.5387	-4.2920	0.0138	61.2771	3.6423	0.0117
4-B		16121	3.1	-60.8147	-4.4553	0.0144	60.2660	3.5776	0.0115
7-B		16123	3.1	-65.3519	-4.7289	0.0153	60.2660	3.5775	0.0115
9-B		16125	3.1	-75.8754	-5.3020	0.0171	60.2660	3.5775	0.0115
11-B		16127	3.1	-87.7425	-5.9747	0.0193	60.2660	3.5774	0.0115
1-D		16173	3.1	-58.6264	-4.2802	0.0138	54.8238	3.1681	0.0102
2-D		16175	3.1	-58.5256	-4.2904	0.0138	54.8237	3.1681	0.0102
4-E		16199	3.1	-59.6546	-4.3502	0.0140	52.6651	3.0120	0.0097
7-F		16208	3.1	-65.3518	-4.7287	0.0153	52.1078	2.9644	0.0096
9-F		16210	3.1	-75.8753	-5.3018	0.0171	52.1078	2.9644	0.0096
14-F		16212	3.1	-87.9717	-5.9889	0.0193	52.1078	2.9644	0.0096
P15 (N15)		1-A	17101	3.1	-62.6305	-3.9146	0.0126	67.8922	3.3092
	2-A	17102	3.1	-62.4755	-3.9400	0.0127	68.6089	3.3476	0.0108
	2-B	17106	3.1	-62.4806	-3.9419	0.0127	64.3911	3.1140	0.0100
	4-B	17121	3.1	-64.9963	-4.1816	0.0135	63.3209	3.0549	0.0099
	7-B	17123	3.1	-69.7060	-4.3541	0.0140	63.3210	3.0550	0.0099
	9-B	17125	3.1	-80.6487	-4.7733	0.0154	63.3210	3.0550	0.0099
	11-B	17127	3.1	-93.0630	-5.3205	0.0172	63.3210	3.0550	0.0099
	1-D	17173	3.1	-62.5397	-3.9133	0.0126	57.5624	2.7386	0.0088
	2-D	17175	3.1	-62.4674	-3.9418	0.0127	57.5623	2.7386	0.0088
	4-E	17199	3.1	-63.7476	-4.0930	0.0132	55.2749	2.6098	0.0084
	7-F	17208	3.1	-69.7060	-4.3542	0.0140	54.6791	2.5713	0.0083
	9-F	17210	3.1	-80.6487	-4.7734	0.0154	54.6790	2.5712	0.0083
	14-F	17212	3.1	-93.3038	-5.3321	0.0172	54.6790	2.5712	0.0083
	P16 (N16)	1-A	18101	3.1	-66.1621	-3.5316	0.0114	70.7271	2.8349
2-A		18102	3.1	-66.0585	-3.5830	0.0116	71.4764	2.8675	0.0092
2-B		18106	3.1	-66.0667	-3.5861	0.0116	67.0428	2.6517	0.0086
4-B		18121	3.1	-68.9068	-3.9105	0.0126	65.9221	2.6012	0.0084
7-B		18123	3.1	-73.7076	-4.0016	0.0129	65.9220	2.6010	0.0084
9-B		18125	3.1	-84.9268	-4.2781	0.0138	65.9219	2.6009	0.0084
11-B		18127	3.1	-97.7708	-4.7078	0.0152	65.9219	2.6009	0.0084
1-D		18173	3.1	-66.0728	-3.5331	0.0114	59.9083	2.3459	0.0076
2-D		18175	3.1	-66.0549	-3.5875	0.0116	59.9082	2.3459	0.0076
4-E		18199	3.1	-67.5512	-3.8036	0.0123	57.5034	2.2285	0.0072
7-F		18208	3.1	-73.7076	-4.0016	0.0129	56.8627	2.1836	0.0070
9-F		18210	3.1	-84.9268	-4.2781	0.0138	56.8626	2.1836	0.0070
14-F		18212	3.1	-98.0211	-4.7173	0.0152	56.8626	2.1836	0.0070



Tabla 3.12 Revisión de Desplazamientos en columnas, ASDME, Nivel 20, (RCDF93).

HAN20D93ASM.xls		NUDOS	h (m)	COMBINACIÓN 10		$\Delta X / h$	COMBINACION 11		$\Delta Z / h$
				DX (cm)	$\Delta X$ (cm)		DZ (cm)	$\Delta Z$ (cm)	
P17 (N17)	1-A	19101	3.95	-70.8996	-4.7375	0.0120	74.3744	3.6473	0.0092
	2-A	19102	3.95	-70.9315	-4.8730	0.0123	75.1623	3.6859	0.0093
	2-B	19118	3.95	-70.9476	-4.8809	0.0124	69.3608	2.3180	0.0059
	4-B	19121	3.95	-74.3166	-5.4098	0.0137	69.3614	3.4393	0.0087
	7-B	19123	3.95	-79.1786	-5.4710	0.0139	69.3618	3.4398	0.0087
	9-B	19125	3.95	-90.6235	-5.6967	0.0144	69.3623	3.4404	0.0087
	11-B	19127	3.95	-103.8861	-6.1153	0.0155	69.3623	3.4404	0.0087
	1-D	19171	3.95	-70.8162	-4.7434	0.0120	62.9563	3.0480	0.0077
	2-D	19173	3.95	-70.9373	-4.8824	0.0124	62.9562	3.0480	0.0077
	4-E	19197	3.95	-72.8490	-5.2978	0.0134	60.3859	2.8825	0.0073
	7-F	19206	3.95	-79.1785	-5.4709	0.0139	59.6971	2.8344	0.0072
	9-F	19208	3.95	-90.6234	-5.6966	0.0144	59.6971	2.8345	0.0072
	14-F	19210	3.95	-104.1471	-6.1260	0.0155	59.6971	2.8345	0.0072
	P18 (18)	7-B	20106	4.49	-83.7980	-4.6194	0.0103	71.6696	-2.7048
9-B		20108	4.49	-94.9060	-17.3783	0.0387	71.6697	-3.4926	0.0078
11-B		20110	4.49	-108.0018	28.4757	0.0634	71.6698	2.3090	0.0051
1-D		20144	4.49	-75.4104	-4.7144	0.0105	65.0103	-4.3511	0.0097
2-D		20146	4.49	-75.5306	-6.7878	0.0151	65.0101	-4.3517	0.0097
4-E		20170	4.49	-77.7251	-4.8761	0.0109	62.2713	-7.0910	0.0158
7-F		20179	4.49	-83.7984	-4.6199	0.0103	61.5411	-7.8212	0.0174
9-F		20181	4.49	-94.9058	-4.2824	0.0095	61.5409	-1.4154	0.0032
14-F		20183	4.49	-108.2574	-4.1103	0.0092	61.5409	-1.4153	0.0032
P19 (N19)	4-E	21121	4.20	-82.3022	-4.5771	0.0109	63.8677	1.5964	0.0038
	7-F	21127	4.20	-89.2043	-5.4059	0.0129	63.0890	1.5479	0.0037
P20 (N20)	4-E	22118	4.35	-85.3889	-3.0867	0.0071	64.8628	0.9951	0.0023
	7-F	22124	4.35	-92.6717	-3.4674	0.0080	64.0915	1.0025	0.0023

		NUDOS	H (m)	COMBINACIÓN 10		$\Delta X / H$	COMBINACION 11		$\Delta Z / H$
				DX (cm)	$\Delta X$ (cm)		DZ (cm)	$\Delta Z$ (cm)	
EDIFICIO	1-A	19101	54.80	-70.8996	-70.8996	0.0129	74.3744	74.3744	0.0136
	2-A	19102	54.80	-70.9315	-70.9315	0.0129	75.1623	75.1623	0.0137
	2-B	19118	54.80	-70.9476	-70.9476	0.0129	69.3608	69.3608	0.0127
	4-B	19121	54.80	-74.3166	-74.3166	0.0136	69.3614	69.3614	0.0127
	7-B	20106	59.00	-83.7980	-83.7980	0.0142	71.6696	71.6696	0.0121
	9-B	20108	59.00	-94.9060	-94.9060	0.0161	71.6697	71.6697	0.0121
	11-B	20110	59.00	-108.0018	-108.0018	0.0183	71.6698	71.6698	0.0121
	1-D	20144	59.00	-75.4104	-75.4104	0.0128	65.0103	65.0103	0.0110
	2-D	20146	59.00	-75.5306	-75.5306	0.0128	65.0101	65.0101	0.0110
	2-E	10203	25.65	-32.2142	-32.2142	0.0126	31.6664	31.6664	0.0123
	4-E	22118	67.44	-85.3889	-85.3889	0.0127	64.8628	64.8628	0.0096
	7-F	22124	67.44	-92.6717	-92.6717	0.0137	64.0915	64.0915	0.0095
	9-F	20181	59.00	-94.9058	-94.9058	0.0161	61.5409	61.5409	0.0104
	14-F	20183	59.00	-108.2574	-108.2574	0.0183	61.5409	61.5409	0.0104

H = Altura del Edificio  
h = Altura de Entrepiso  
DX = Desplazamiento Global  
 $\Delta X$  = Desplazamiento Relativo

Tabla 3.13 Revisión de Desplazamientos en columnas, ASEE, Nivel 20, (RCDF93).

HAN20D93ASE.xls		NUDOS	h (m)	COMBINACIÓN 10		$\Delta X / h$	COMBINACION 13		$\Delta Z / h$
				DX (cm)	$\Delta X$ (cm)		DZ (cm)	$\Delta Z$ (cm)	
EDIFICIO	1-A	19101	54.80	-54.9302	-54.9302	0.0100	92.0751	92.0751	0.0168
	2-A	19102	54.80	-65.7972	-65.7972	0.0120	92.0056	92.0056	0.0168
	2-B	19118	54.80	-66.4198	-66.4198	0.0121	92.8793	92.8793	0.0169
	4-B	19121	54.80	-94.6622	-94.6622	0.0173	92.8724	92.8724	0.0169
	7-B	20106	59.00	-113.9717	-113.9717	0.0193	96.0212	96.0212	0.0163
	9-B	20108	59.00	-126.4640	-126.4640	0.0214	96.0580	96.0580	0.0163
	11-B	20110	59.00	-133.6663	-133.6663	0.0227	96.0636	96.0636	0.0163
	1-D	20144	59.00	-59.3783	-59.3783	0.0101	92.1576	92.1576	0.0156
	2-D	20146	59.00	-70.2219	-70.2219	0.0119	92.1597	92.1597	0.0156
	2-E	10203	25.65	-31.6249	-31.6249	0.0123	43.9946	43.9946	0.0172
	4-E	22118	67.44	-100.4544	-100.4544	0.0149	99.7419	99.7419	0.0148
	7-F	22124	67.44	-123.7378	-123.7378	0.0183	100.8864	100.8864	0.0150
	9-F	20181	59.00	-126.4109	-126.4109	0.0214	93.2636	93.2636	0.0158
	14-F	20183	59.00	-133.8470	-133.8470	0.0227	93.2817	93.2817	0.0158

**H** = Altura del Edificio  
**h** = Altura de Entrepiso  
**DX** = Desplazamiento Global  
 **$\Delta X$**  = Desplazamiento Relativo

Tabla 3.14 Revisión de Desplazamientos en columnas, ASDME, Nivel 20, (RCDF66).

HAN20D66ASM.xls		NUDOS	h (m)	COMBINACIÓN 10		$\Delta X / h$	COMBINACIÓN 11		$\Delta Z / h$
				DX (cm)	$\Delta X$ (cm)		DZ (cm)	$\Delta Z$ (cm)	
EDIFICIO	1-A	19101	54.80	-9.4455	-9.4455	0.0017	9.1455	9.1455	0.0017
	2-A	19102	54.80	-9.4823	-9.4823	0.0017	9.2364	9.2364	0.0017
	2-B	19118	54.80	-9.4864	-9.4864	0.0017	8.5645	8.5645	0.0016
	4-B	19121	54.80	-10.0014	-10.0014	0.0018	8.5646	8.5646	0.0016
	7-B	20106	59.00	-11.3815	-11.3815	0.0019	8.8559	8.8559	0.0015
	9-B	20108	59.00	-12.801	-12.8009	0.0022	8.8559	8.8559	0.0015
	11-B	20110	59.00	-14.4615	-14.4615	0.0025	8.8559	8.8559	0.0015
	1-D	20144	59.00	-10.1851	-10.1851	0.0017	8.0983	8.0983	0.0014
	2-D	20146	59.00	-10.2269	-10.2269	0.0017	8.0982	8.0982	0.0014
	2-E	10203	25.65	-4.2240	-4.2240	0.0016	3.9158	3.9158	0.0015
	4-E	22118	67.44	-11.7184	-11.7184	0.0017	8.1910	8.1910	0.0012
	7-F	22124	67.44	-12.8689	-12.8689	0.0019	8.1209	8.1209	0.0012
	9-F	20181	59.00	-12.8010	-12.8010	0.0022	7.7180	7.7180	0.0013
	14-F	20183	59.00	-14.4940	-14.4940	0.0025	7.7179	7.7179	0.0013

**H** = Altura del Edificio  
**h** = Altura de Entrepiso  
**DX** = Desplazamiento Global  
 **$\Delta X$**  = Desplazamiento Relativo

Tabla 3.15 Revisión de Desplazamientos en Columnas, ASEE, Nivel 20, (RCDF66).

HAN20D66ASEE.xls	NUDOS	h (m)	COMBINACIÓN 09		$\Delta X / h$	COMBINACION 13		$\Delta Z / h$	
			DX (cm)	$\Delta X$ (cm)		DZ (cm)	$\Delta Z$ (cm)		
EDIFICIO	1-A	19101	54.80	-5.3654	-5.3654	0.0010	7.2413	7.2413	0.0013
	2-A	19102	54.80	-6.2307	-6.2307	0.0011	7.2153	7.2153	0.0013
	2-B	19118	54.80	-6.2730	-6.2730	0.0011	7.2005	7.2005	0.0013
	4-B	19121	54.80	-8.3330	-8.3330	0.0015	7.1903	7.1903	0.0013
	7-B	20106	59.00	-10.0714	-10.0714	0.0017	7.4116	7.4116	0.0013
	9-B	20108	59.00	-10.752	-10.7517	0.0018	7.4050	7.4050	0.0013
	11-B	20110	59.00	-10.8109	-10.8109	0.0018	7.3961	7.3961	0.0013
	1-D	20144	59.00	-5.8919	-5.8919	0.0010	7.2089	7.2089	0.0012
	2-D	20146	59.00	-6.8223	-6.8223	0.0012	7.2028	7.2028	0.0012
	2-E	10203	25.65	-2.8983	-2.8983	0.0011	3.4187	3.4187	0.0013
	4-E	22118	67.44	-9.3060	-9.3060	0.0014	7.9157	7.9157	0.0012
	7-F	22124	67.44	-11.3154	-11.3154	0.0017	7.9620	7.9620	0.0012
	9-F	20181	59.00	-10.7593	-10.7593	0.0018	7.2604	7.2604	0.0012
	14-F	20183	59.00	-10.8368	-10.8368	0.0018	7.2474	7.2474	0.0012

H = Altura del Edificio  
h = Altura de Entrepiso  
DX = Desplazamiento Global  
 $\Delta X$  = Desplazamiento Relativo

Tabla 3.16 Revisión de Desplazamientos en Columnas, ASDME, Nivel 16, (RCDF93).

HAN16D93ASM.xls		NUDOS	h (m)	COMBINACION 10		$\Delta X / h$	COMBINACION 14		$\Delta Z / h$
				DX (cm)	$\Delta X$ (cm)		DZ (cm)	$\Delta Z$ (cm)	
EDIFICIO	1-A	19101	54.80	-37.5470	-37.5470	0.0069	-40.8162	-40.8162	0.0074
	2-A	19102	54.80	-37.0637	-37.0637	0.0068	-41.1677	-41.1677	0.0075
	2-B	19118	54.80	-37.0360	-37.0360	0.0068	-38.6302	-38.6302	0.0070
	4-B	19121	54.80	-38.4478	-38.4478	0.0070	-38.6307	-38.6307	0.0070
	7-B	20106	59.00	-43.0467	-43.0467	0.0073	-39.7048	-39.7048	0.0067
	9-B	20108	59.00	-47.7747	-47.7747	0.0081	-39.7049	-39.7049	0.0067
	11-B	20110	59.00	-54.1337	-54.1337	0.0092	-39.7050	-39.7050	0.0067
	1-D	20144	59.00	-39.0091	-39.0091	0.0066	-36.8162	-36.8162	0.0062
	2-D	20146	59.00	-38.5952	-38.5952	0.0065	-36.8162	-36.8162	0.0062
	2-E	10203	25.65	-25.0662	-25.0662	0.0098	-24.8077	-24.8077	0.0097
	4-E	22118	67.44	-42.2247	-42.2247	0.0063	-36.8723	-36.8723	0.0055
	7-F	22124	67.44	-46.5225	-46.5225	0.0069	-36.5737	-36.5737	0.0054
	9-F	20181	59.00	-47.7745	-47.7745	0.0081	-35.3809	-35.3809	0.0060
	14-F	20183	59.00	-54.2641	-54.2641	0.0092	-35.3809	-35.3809	0.0060

**H** = Altura del Edificio  
**h** = Altura de Entrepiso  
**DX** = Desplazamiento Global  
 **$\Delta X$**  = Desplazamiento Relativo

Tabla 3.17 Revisión de Desplazamientos en Columnas, ASDME, Nivel 14, (RCDF93).

HAN14D93ASM.xls		NUDOS	h (m)	COMBINACION 10		$\Delta X / h$	COMBINACION 11		$\Delta Z / h$
				DX (cm)	$\Delta X$ (cm)		DZ (cm)	$\Delta Z$ (cm)	
EDIFICIO	1-A	19101	54.80	-27.4769	-27.4769	0.0050	28.8749	28.8749	0.0053
	2-A	19102	54.80	-26.9639	-26.9639	0.0049	29.0754	29.0754	0.0053
	2-B	19118	54.80	-26.9282	-26.9282	0.0049	27.6586	27.6586	0.0050
	4-B	19121	54.80	-27.6724	-27.6724	0.0050	27.6589	27.6589	0.0050
	7-B	20106	59.00	-30.7898	-30.7898	0.0052	28.6971	28.6971	0.0049
	9-B	20108	59.00	-33.1293	-33.1293	0.0056	28.6971	28.6971	0.0049
	11-B	20110	59.00	-36.8639	-36.8639	0.0062	28.6971	28.6971	0.0049
	1-D	20144	59.00	-28.6772	-28.6772	0.0049	27.1064	27.1064	0.0046
	2-D	20146	59.00	-28.2072	-28.2072	0.0048	27.1063	27.1063	0.0046
	2-E	10203	25.65	-21.6550	-21.6550	0.0084	21.1208	21.1208	0.0082
	4-E	22118	67.44	-30.8710	-30.8710	0.0046	27.8123	27.8123	0.0041
	7-F	22124	67.44	-33.7736	-33.7736	0.0050	27.6785	27.6785	0.0041
	9-F	20181	59.00	-33.1292	-33.1292	0.0056	26.4189	26.4189	0.0045
	14-F	20183	59.00	-36.9452	-36.9452	0.0063	26.4189	26.4189	0.0045

**H** = Altura del Edificio  
**h** = Altura de Entrepiso  
**DX** = Desplazamiento Global  
 **$\Delta X$**  = Desplazamiento Relativo

Tabla 3.18 Revisión de Desplazamientos en Columnas, ASDME, Nivel 11, (RCDF93).

HAN11D93ASM.xls	NUDOS	h (m)	COMBINACIÓN 10		$\Delta X / h$	COMBINACIÓN 11		$\Delta Z / h$	
			DX (cm)	$\Delta X$ (cm)		DZ (cm)	$\Delta Z$ (cm)		
EDIFICIO	1-A	19101	54.80	-15.2705	-15.2705	0.0028	15.0734	15.0734	0.0028
	2-A	19102	54.80	-15.0581	-15.0581	0.0027	15.1028	15.1028	0.0028
	2-B	19118	54.80	-15.0393	-15.0393	0.0027	14.9653	14.9653	0.0027
	4-B	19121	54.80	-15.6658	-15.6658	0.0029	14.9654	14.9654	0.0027
	7-B	20106	59.00	-17.1298	-17.1298	0.0029	16.0171	16.0171	0.0027
	9-B	20108	59.00	-16.6929	-16.6929	0.0028	16.0171	16.0171	0.0027
	11-B	20110	59.00	-17.1300	-17.1300	0.0029	16.0171	16.0171	0.0027
	1-D	20144	59.00	-16.1901	-16.1901	0.0027	15.8528	15.8528	0.0027
	2-D	20146	59.00	-16.0351	-16.0351	0.0027	15.8528	15.8528	0.0027
	4-E	22118	67.44	-18.1141	-18.1141	0.0027	17.1349	17.1349	0.0025
	7-F	22124	67.44	-19.6320	-19.6320	0.0029	17.1198	17.1198	0.0025
	9-F	20181	59.00	-16.6929	-16.6929	0.0028	15.8719	15.8719	0.0027
	14-F	20183	59.00	-17.1476	-17.1476	0.0029	15.8719	15.8719	0.0027

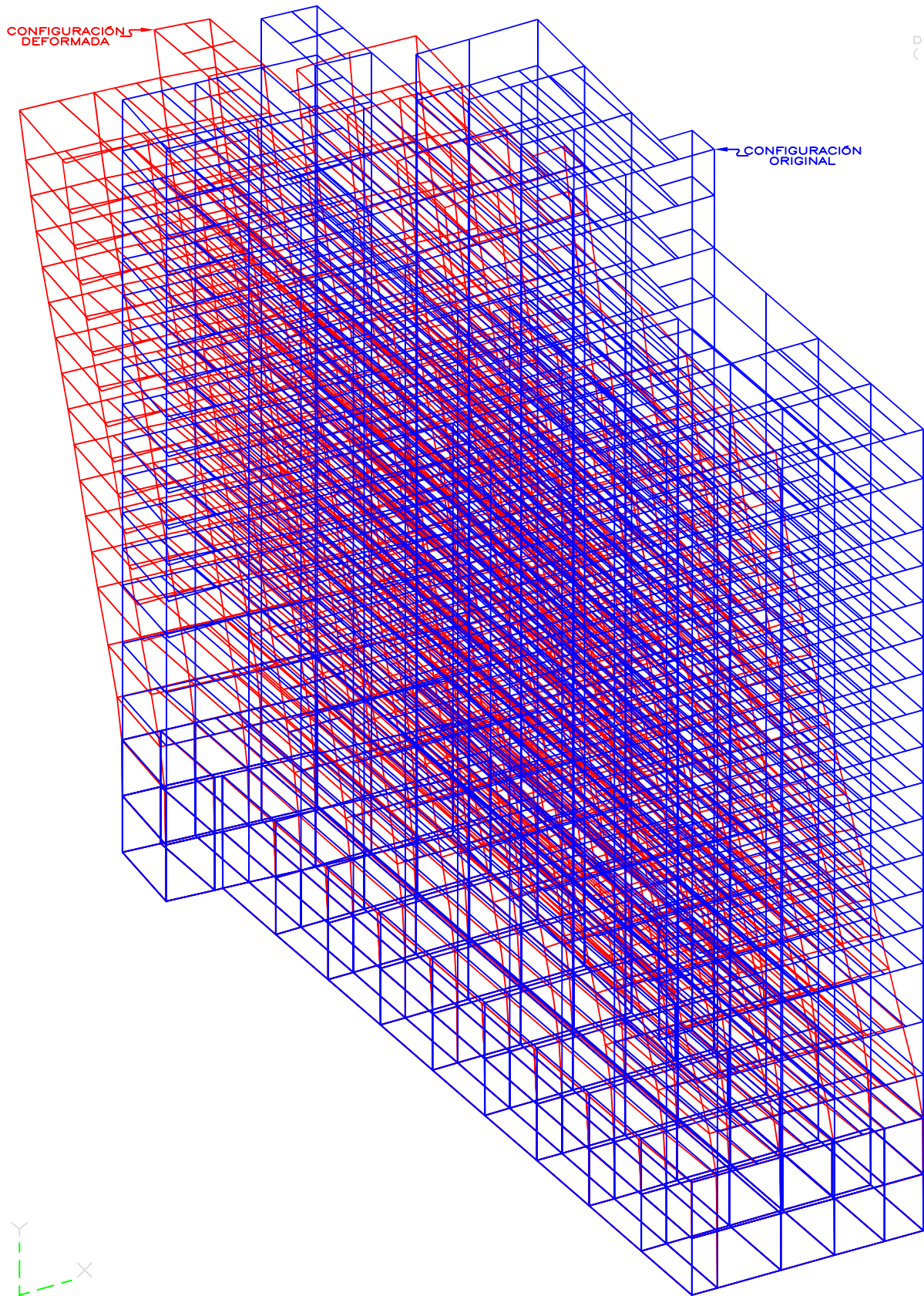
**H** = Altura del Edificio  
**h** = Altura de Entrepiso  
**DX** = Desplazamiento Global  
 **$\Delta X$**  = Desplazamiento Relativo

Tabla 3.19 Revisión de Desplazamientos en Columnas, ASDME, Nivel 9, (RCDF93).

HAN09D93ASM.xls		NUDOS	h (m)	COMBINACIÓN 10		$\Delta X / h$	COMBINACIÓN 11		$\Delta Z / h$
				DX (cm)	$\Delta X$ (cm)		DZ (cm)	$\Delta Z$ (cm)	
EDIFICIO	1-A	19101	54.80	-8.3188	-8.3188	0.0015	8.9349	8.9349	0.0016
	2-A	19102	54.80	-8.4414	-8.4414	0.0015	8.9427	8.9427	0.0016
	2-B	19118	54.80	-8.4465	-8.4465	0.0015	8.9517	8.9517	0.0016
	4-B	19121	54.80	-9.5788	-9.5788	0.0017	8.9518	8.9518	0.0016
	7-B	20106	59.00	-10.8195	-10.8195	0.0018	10.0009	10.0009	0.0017
	9-B	20108	59.00	-9.7807	-9.7807	0.0017	10.0009	10.0009	0.0017
	11-B	20110	59.00	-9.3415	-9.3415	0.0016	10.0009	10.0009	0.0017
	1-D	20144	59.00	-9.1426	-9.1426	0.0015	9.8531	9.8531	0.0017
	2-D	20146	59.00	-9.3240	-9.3240	0.0016	9.8531	9.8531	0.0017
	4-E	22118	67.44	-11.5543	-11.5543	0.0017	11.0232	11.0232	0.0016
	7-F	22124	67.44	-13.2317	-13.2317	0.0020	10.9488	10.9488	0.0016
	9-F	20181	59.00	-9.7807	-9.7807	0.0017	9.7336	9.7336	0.0016
	14-F	20183	59.00	-9.3407	-9.3407	0.0016	9.7335	9.7335	0.0016

**H** = Altura del Edificio  
**h** = Altura de Entrepiso  
**DX** = Desplazamiento Global  
 **$\Delta X$**  = Desplazamiento Relativo






DFDR CC = 10  
( X 10.0 )

**DATOS ESTRUCTURA**

MODELO: R1N2093  
 N.N. = 2202  
 N.M. = 142  
 N.C. = 3786  
 N.T. = 904

**FIG. 3.1 ISOMÉTRICO DESPLAZAMIENTO**

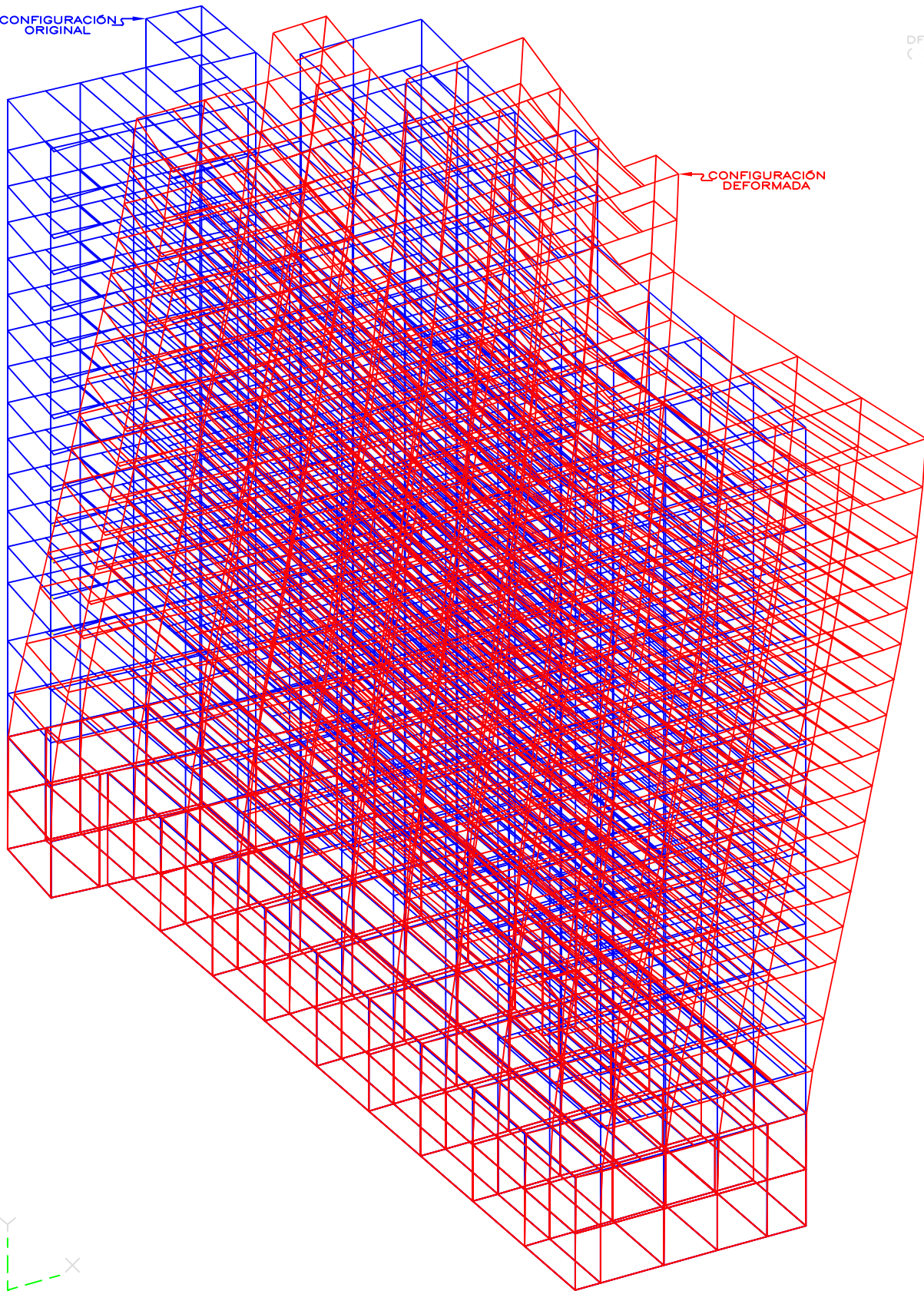
**COMBINACIÓN DE CARGA No. 10**

			
tesis profesional: <b>ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL          DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE          18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE          LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA          ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>			
presentador: <b>OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES</b>			
director de tesis: <b>M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ</b>			
especialidad: <b>ANÁLISIS ESTRUCTURAL</b>	grado: <b>ULT/OCM</b>	número: <b>120C1093</b>	estado: <b>SIN</b>
límite de servicio: ISOMÉTRICO CC 10		fecha: <b>05/04/05</b>	figura: <b>3.1</b>

CONFIGURACIÓN ORIGINAL

DFDR CC = 11  
( X 10.0 )

CONFIGURACIÓN DEFORMADA



**DATOS ESTRUCTURA**

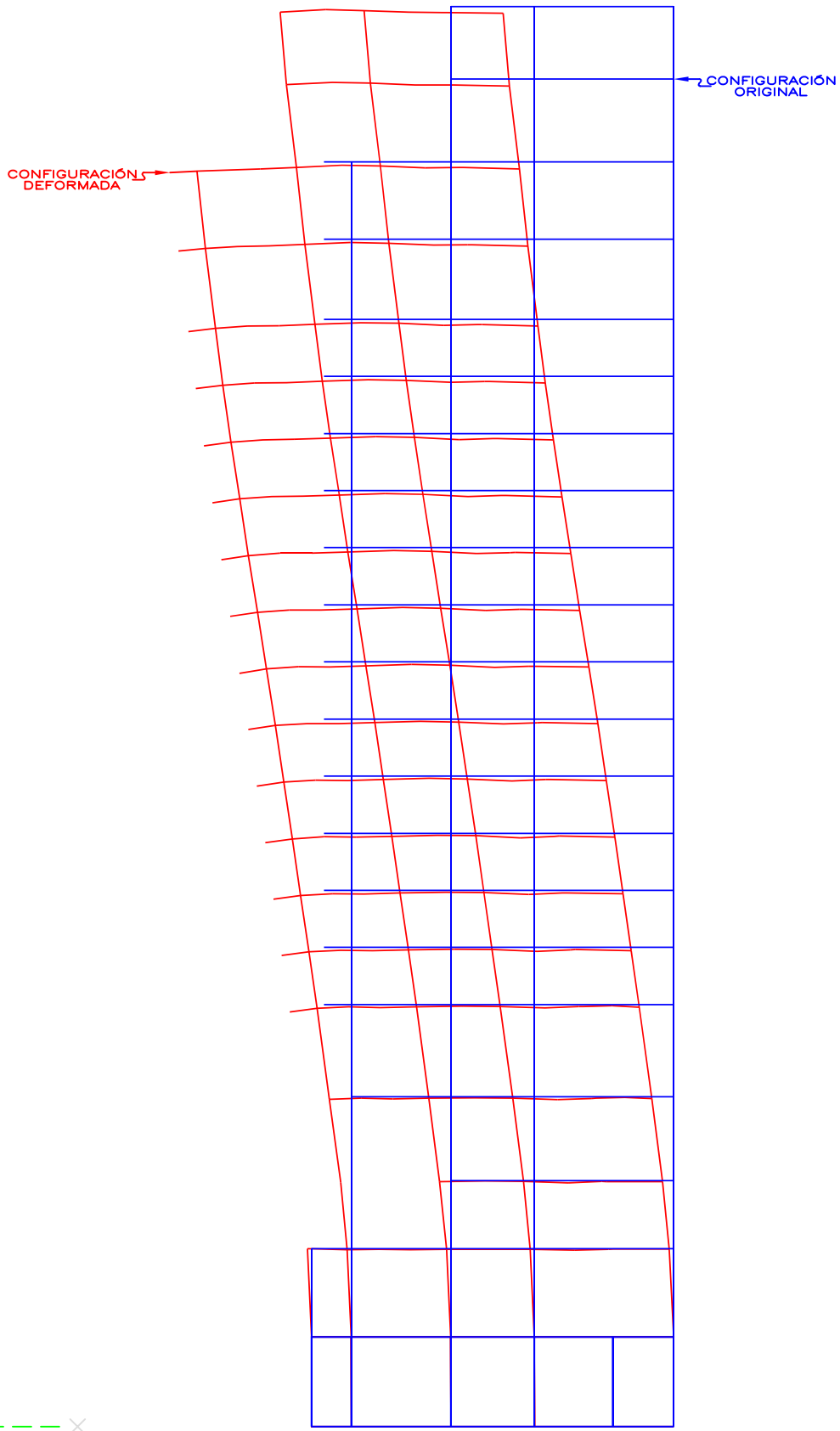
MODELO: R1N2093  
N.N. = 2202  
N.M. = 142  
N.C. = 3786  
N.T. = 904

**FIG. 3.2 ISOMÉTRICO DESPLAZAMIENTO**

**COMBINACIÓN DE CARGA No. 11**

técnic profesional: ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO			
presentador: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
tema: ANÁLISIS ESTRUCTURAL	aprobador: JLT/OCM	registro: 120C1193	estado: SIN
límite de servicio: ISOMÉTRICO CC 11		fecha: 05/04/05	hoja: 3.3

DFDR CC = 10  
( X 10.0 )



**DATOS ESTRUCTURA**

MODELO: R1N2093  
N.N. = 2202  
N.M. = 142  
N.C. = 3786  
N.T. = 904

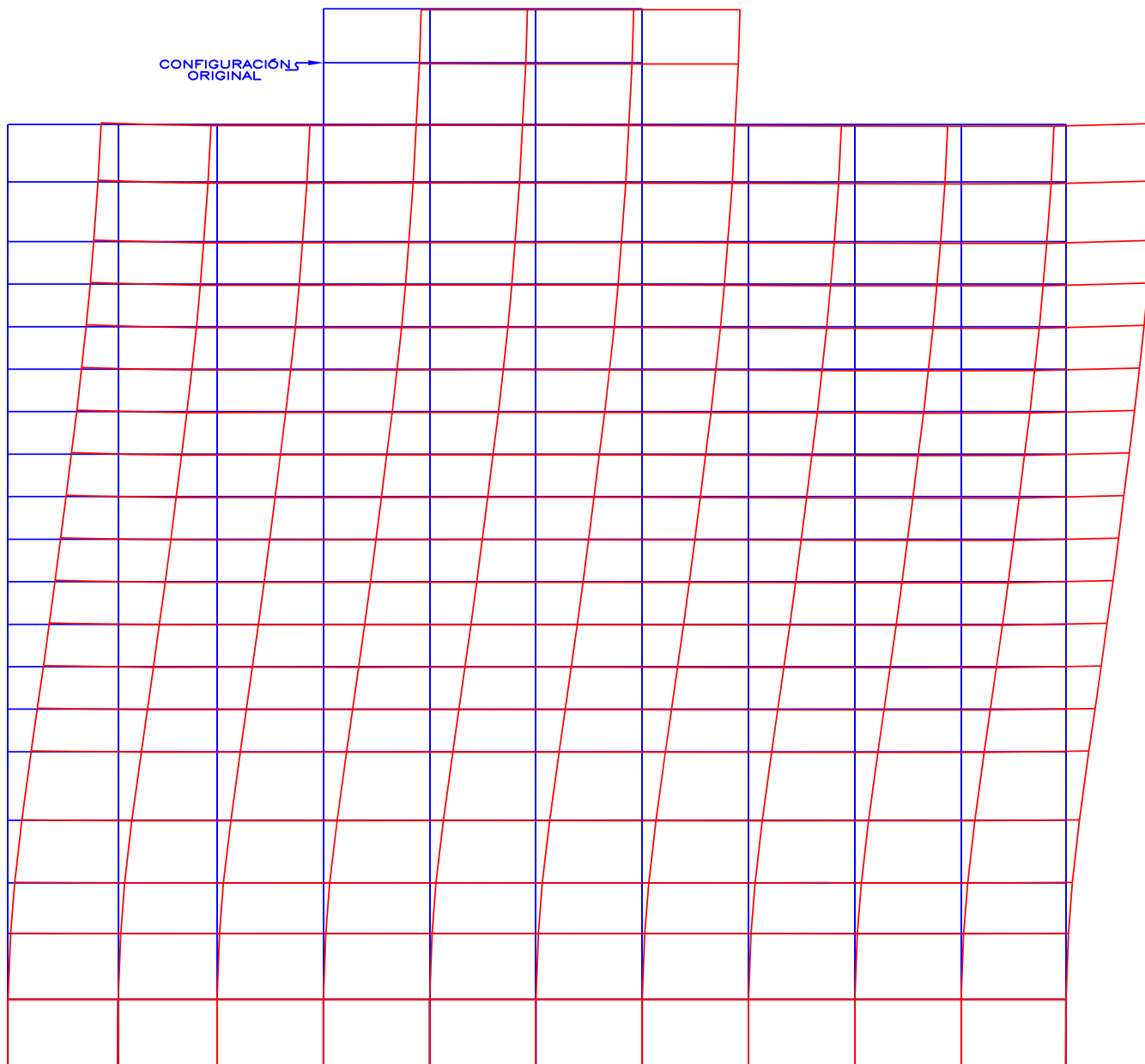
**FIG. 3.3 EJE TRANSVERSAL 7**  
**DESPLAZAMIENTO C.C. 10**

título profesional: ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO			
presentador: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
tema: ANÁLISIS ESTRUCTURAL	autor: JLT/OCM	archivo: E07C1093	estado: SIN
dibujo: LÍMITE DE SERVICIO: EJE 07 CC 10		fecha: 05/04/05	figura: 3.3

DFDR CC = 11  
( X 10.0 )

CONFIGURACIÓN ORIGINAL

CONFIGURACIÓN DEFORMADA




DATOS ESTRUCTURA

MODELO: R1N2093  
N.N. = 2202  
N.M. = 142  
N.C. = 3786  
N.T. = 904

FIG. 3.4 EJE LONGITUDINAL C

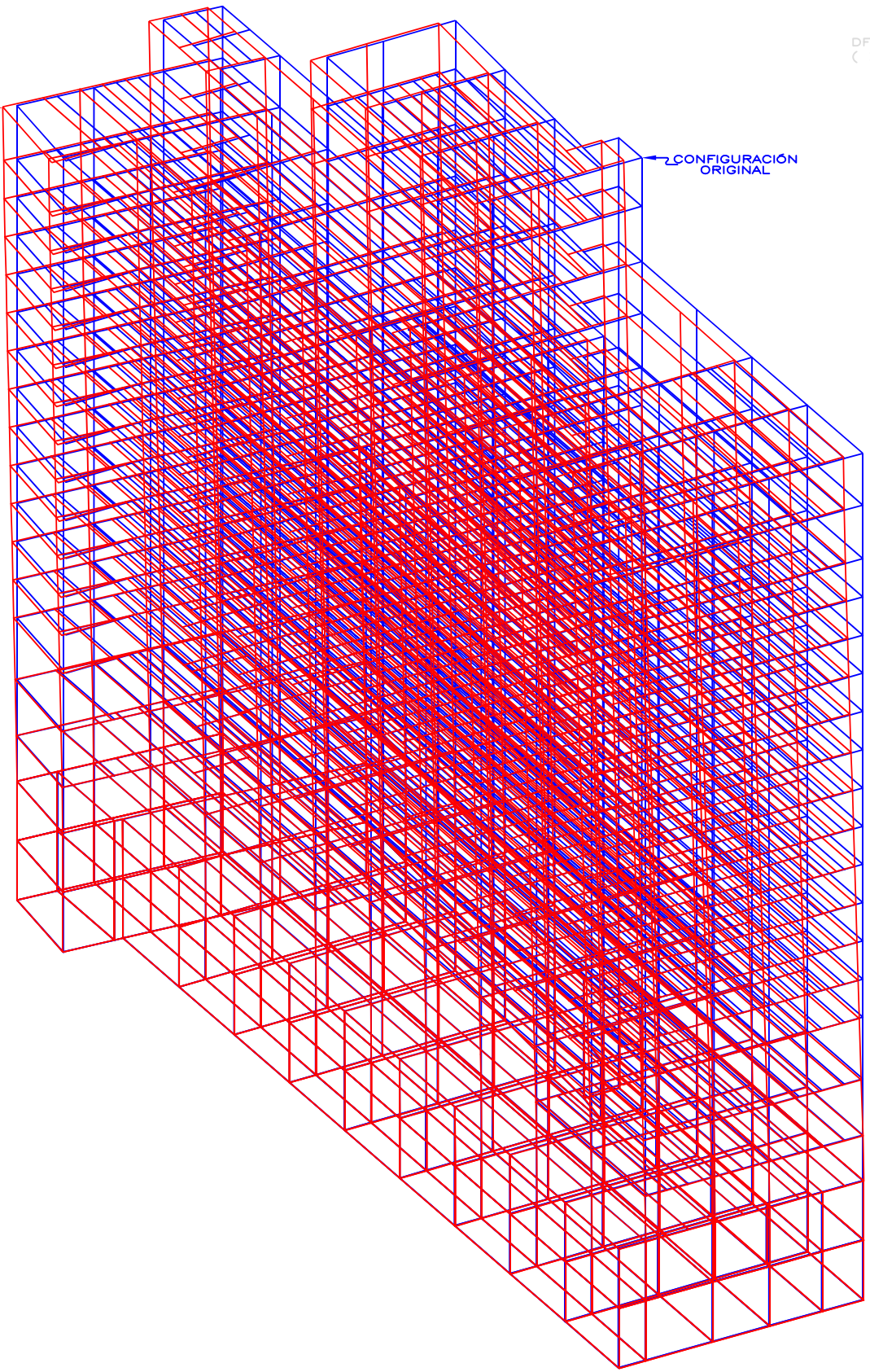
DESPLAZAMIENTO C.C. 11

			
Instituto Profesional: ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.			
Presentado por: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
Director de Trabajo: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
Concepto: ANÁLISIS ESTRUCTURAL	Proceso: JLT/OCM	Proyecto: ECCC1193	Estado: SIN
Dibujo: LÍMITE DE SERVICIO: EJE C CC 11	Fecha: 05/04/05	Figura: 3.4	

DFDR CC = 10  
( X 10.0 )

CONFIGURACIÓN DEFORMADA

CONFIGURACIÓN ORIGINAL




**DATOS ESTRUCTURA**

MODELO: R3N2066  
 N.N. = 2202  
 N.M. = 142  
 N.C. = 3786  
 N.T. = 904

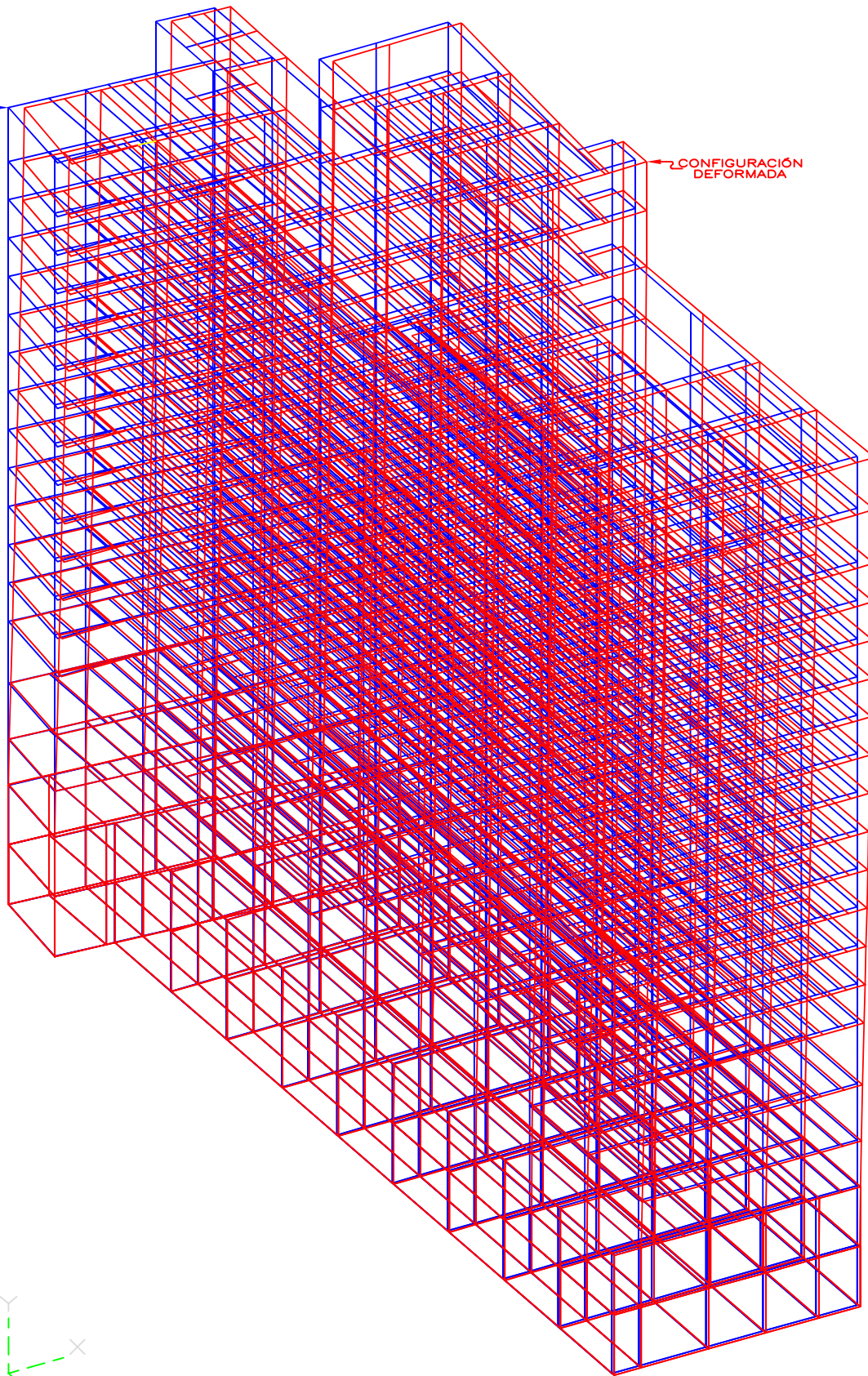
FIG. 3.5 ISOMÉTRICO DESPLAZAMIENTOS

COMBINACIÓN DE CARGA No. 10

			
tesis profesional: ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO			
Presentador: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
Director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
disciplina: ANÁLISIS ESTRUCTURAL	aprobador: JLT/OCM	número: 120C1066	estado: SIN
título: LÍMITE DE SERVICIO: ISOMÉTRICO CC10		fecha: 05/04/05	página: 3.5

CONFIGURACIÓN ORIGINAL

CONFIGURACIÓN DEFORMADA




**DATOS ESTRUCTURA**

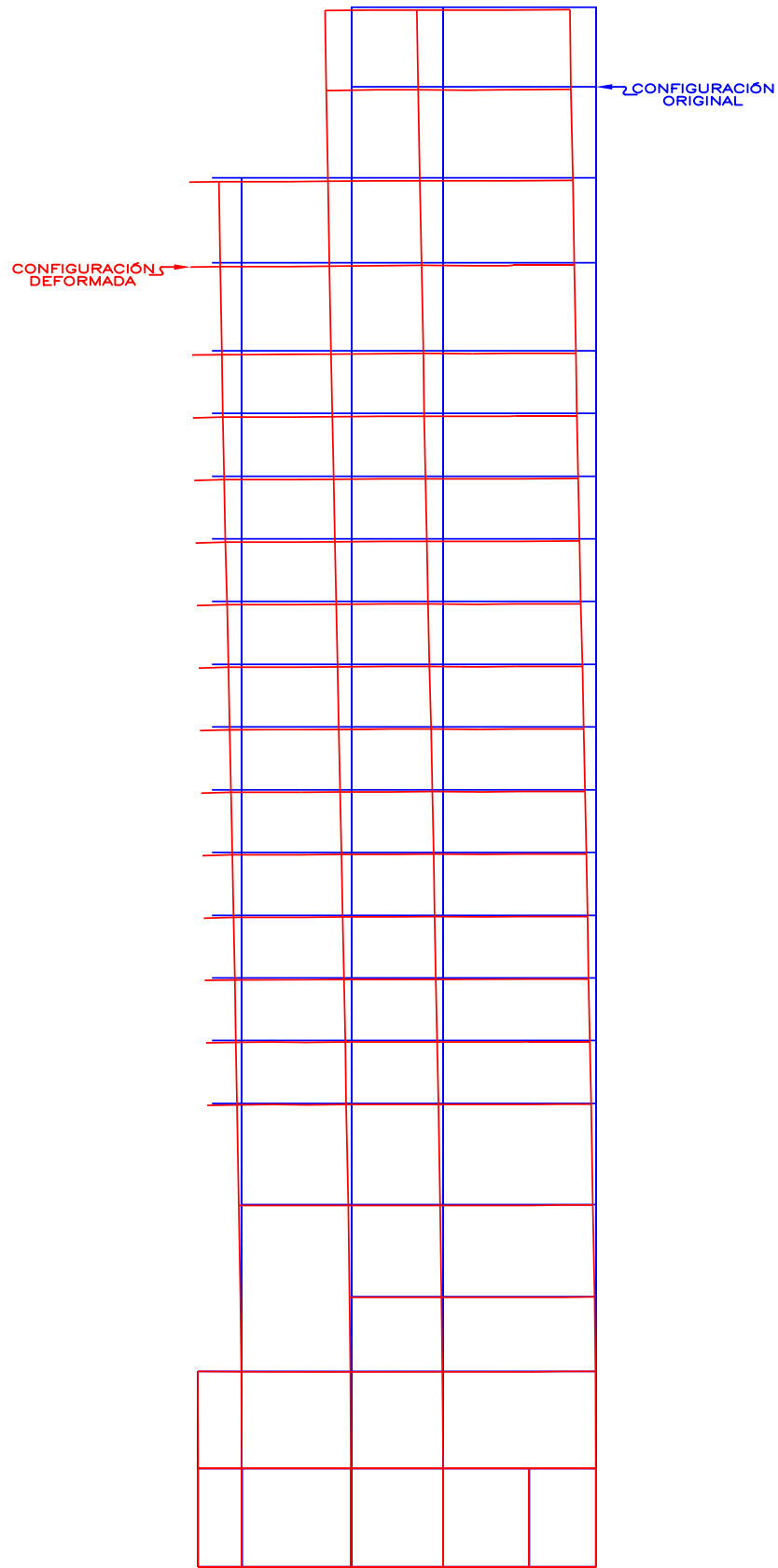
MODELO: R3N2066  
 N.N. = 2202  
 N.M. = 142  
 N.C. = 3786  
 N.T. = 904

**FIG. 3.6 ISOMÉTRICO DESPLAZAMIENTOS**

**COMBINACIÓN DE CARGA No. 11**

 Iste profesional: ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO			
Presentación: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
Director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
tema: ANÁLISIS ESTRUCTURAL	asesor: JLT/OCM	registro: 120C1166	estado: SIN
límite: LÍMITE DE SERVICIO- ISOMÉTRICO CC 11	fecha: 05/04/05	hoja: 3-6	

DFDR CC = 10  
( X 10.0 )




**DATOS ESTRUCTURA**

MODELO: R3N2093  
N.N. = 2202  
N.M. = 142  
N.C. = 3786  
N.T. = 904

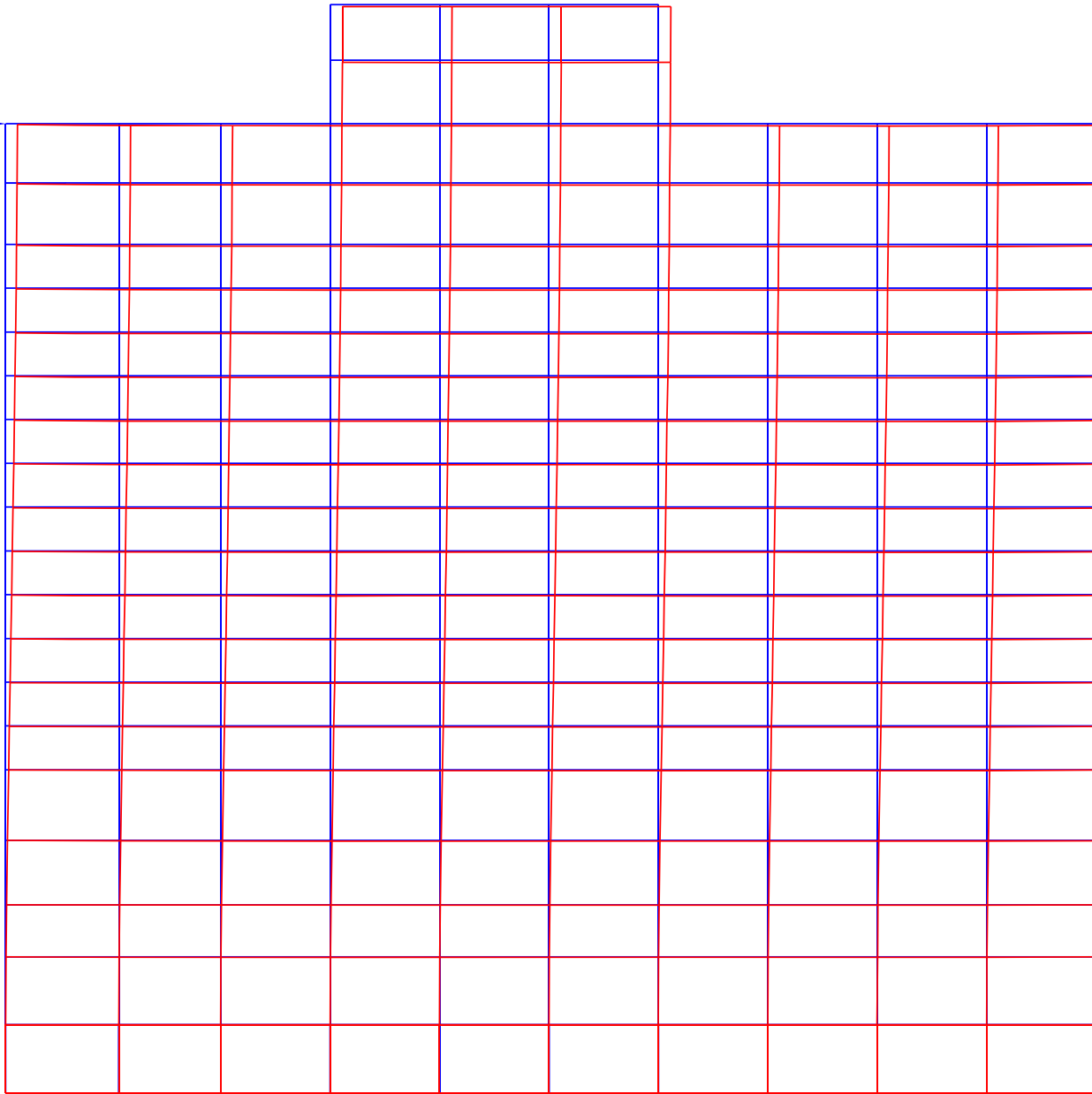
**FIG. 3.7 EJE TRANSVERSAL 7**

**DESPLAZAMIENTO C.C. 10**

			
técnic profesional: ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO			
presentado por: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto: ANÁLISIS ESTRUCTURAL	aprobado: JLT/OCM	archivo: E07C1068	estado: SIN
dibujó: LÍMITE DE SERVICIO: EJE 07 CC 10		fecha: 05/04/05	figura: 3.7

CONFIGURACIÓN ORIGINAL

CONFIGURACIÓN DEFORMADA




**DATOS ESTRUCTURA**

MODELO: R3N2093  
 N.N. = 2202  
 N.M. = 142  
 N.C. = 3786  
 N.T. = 904

FIG. 3.8 EJE LONGITUDINAL C

DESPLAZAMIENTO C.C. 11

			
Ingeniero Profesional: ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO DE 18 NIVELES, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1962, UBICADO EN LA ZONA "LACUSTRE" DE LA CIUDAD DE MÉXICO.			
Presentado por: OSVALDO CRUZ MENDOZA Y JUAN M. SÁNCHEZ TORRES			
Director de Trabajo: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
Concepto:	Proceso:	Profesional:	Estado:
ANÁLISIS ESTRUCTURAL	JLT/OCM	ECCC1186	SIN
Dibujo:	Fecha:	Figura:	
LÍMITE DE SERVICIO: EJE C CC 11	05/04/05	3.8	



#### IV. CONCLUSIONES.

Al proyectar un inmueble se debe tener en cuenta que la estructura encargada de soportar las acciones estáticas, permanentes, variables y accidentales deberá cumplir con las condiciones básicas y particulares de diseño, estas son condiciones de regularidad que permiten obtener estructuras sencillas, simétricas que guarden relaciones adecuadas entre ancho, largo y alto, así como proporcionar rigidez y resistencia, en todos sus elementos, adecuadas que tomen en consideración las propiedades del suelo para cumplir condiciones de seguridad y servicio.

Se puede concluir que el edificio y su estructura, conforme al RCDF66, utilizado para proyecto y construcción, satisfacía las condiciones de seguridad y servicio estipuladas en el, sin embargo no se contemplaba la posibilidad de experimentar sismos con magnitud de 8.1 en la escala de Richter en la zona centro de la ciudad de México, como el del 19 de septiembre de 1985, por lo que se pueden explicar las fallas presentadas en la estructura por este evento.

Sin embargo, en el caso referido, al aplicar el RCDF93 y sus normas técnicas para revisión, podemos concluir que la concepción original del inmueble no satisfizo dichas condiciones, ya que el dimensionamiento y características de la estructura no cumplió completamente lo establecido en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo.

Al realizar la revisión del modelo correspondiente al estado original del inmueble y aplicando las disposiciones del RCDF93 y sus Normas, se obtuvieron resultados desfavorables para los estados límites de servicio y de falla en la estructura, por lo que se pueden explicar los graves daños que experimentó durante los sismos de septiembre de 1985. Así mismo, se calculó un periodo natural de vibración de 2 segundos en la estructura, que concuerda con el de los movimientos armónicos de la masa de suelo, registrados en la zona centro de la ciudad de México, por lo que se establece que el inmueble entró en resonancia durante este evento sísmico, con las consecuencias relatadas.

Al inicio de este estudio el inmueble se encontraba con cuatro niveles demolidos, ésto es, de los veinte niveles originales se conservaban dieciseis, por lo cual al hacer el análisis correspondiente al ASDME, tomando como base el RCDF93, se obtuvo que los elementos verticales y horizontales rebasaban los estados límite de servicio y de falla, por lo que el edificio en ese estado no cumplía con las condiciones de seguridad y servicio requeridas para su funcionamiento, razón por la cual se mantuvo desocupado y fuera de servicio desde su afectación en 1985.

Así mismo, se encontró que para los análisis de las propuestas de reutilización establecidas conservando catorce, once y nueve niveles remanentes, los resultados referentes a los estados límite de servicio y de falla, se disminuye gradualmente el número de elementos que rebasan las condiciones de seguridad, sin embargo, para el modelo con nueve niveles todavía persistían 31 elementos verticales que rebasaban los estados límite de falla, por lo que una propuesta factible para el aprovechamiento del inmueble sería realizar un proyecto de refuerzo local en esos elementos, buscando aumentar su capacidad de carga y obtener condiciones de seguridad y servicio adecuadas, disminuyendo costos para hacerla rentable.

El objetivo principal de una cimentación es transmitir las cargas de la estructura, sus contenidos y acabados a los estratos resistentes del subsuelo, en forma estable y con asentamientos tolerables durante su vida útil. Es por esto que, después de obtener las descargas totales en los cuatro grupos de pilotes representativos ( esquina, bordes en X y Z, y centro ), que conforman la cimentación, se revisaron los estados límites de falla y de servicio establecidos en el RCDF66, con las cargas totales, observándose que la cimentación se encontraba en condiciones satisfactorias, ya que no se rebasa la carga última  $q_u > Q_T$ ; de éstos resultados se obtuvo que, a pesar de que algunos pilotes no cumplían con los estados límite de falla, ninguno de ellos llegaría a su capacidad última comprometiendo la seguridad de la cimentación.

Al revisar la cimentación conforme el RCDF93, se encontraron algunos resultados desfavorables para el estado límite de falla en los pilotes de esquina y bordes,  $Q_{pu} < Q_T$  en la que  $Q_T = Q_a$ ; si a esto agregamos que la estructura, en 2003, no presentaba pérdida de verticalidad apreciable en ninguna de sus fachadas y esquinas, concluimos que el comportamiento de la cimentación, en su conjunto ( cajón - pilotes ), fué aceptable y sin riesgo ostensible para la seguridad del edificio. Por otra parte, la cimentación no cumplía totalmente con los estados límite de servicio, ya que su emergimiento era de 75 cm, 2.5 veces mayor a lo permitido por el RCDF93, sin embargo al verificar en campo las condiciones de los edificios colindantes, se constató que no se encontraban afectados en su verticalidad por este emergimiento.

Reuniendo toda la información obtenida en este trabajo, observamos que el problema principal del edificio no estuvo en la cimentación, si no, en los criterios de análisis y diseño sísmico estipulados en el reglamento vigente durante el periodo de su construcción ( RCDF66 ), y observando la recurrencia de estos problemas en edificios con características similares, se realizó la revisión del reglamento, incorporando resultados de estudios y avances en el conocimiento, para establecer mayores márgenes de seguridad para los inmuebles que se diseñan y construyen en la ciudad.

FOTOGRAFÍA No. 1  
FACHADA PRINCIPAL



FOTOGRAFÍA No. 2  
MUESTRA DE DAÑOS  
EN COLUMNAS

FOTOGRAFÍA No. 3  
MUESTRA DE DAÑOS  
EN COLUMNAS



FOTOGRAFÍA No. 4  
TRABAJOS DE DEMOLICIÓN.

FOTOGRAFÍA No. 5  
FACHADA ORIENTE AL  
INICIO DEL ESTUDIO.



FOTOGRAFÍA No. 6  
PANORAMA DEL FINAL  
DE LA DEMOLICIÓN.

## L I S T A D E T A B L A S ( T ) Y F I G U R A S ( F )

<b>I. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO</b>	<b>Clave</b>
Fachada Lateral (Oriente).	F 1.1
Fachada Principal (Norte).	F 1.2
Planta Arquitectónica de Sótano (N00).	F 1.3
Planta Arquitectónica planta Baja (N01).	F 1.4
Planta Arquitectónica de Mezanine (N02).	F 1.5
Planta Arquitectónica de Salones (N03).	F 1.6
Planta Arquitectónica de Nivel 04 a Nivel 07 (N04-N07).	F 1.7
Planta Arquitectónica de Nivel 08 a Nivel 16 (N08-N16).	F 1.8
Planta Arquitectónica de Nivel 17 (N17).	F 1.9
Planta Arquitectónica de Nivel 18 (N18).	F 1.10
Planta Arquitectónica Vista de Planta Niveles 19 y 20 (N19-N20).	F 1.11
Geometría y Estructuración. Elevación Corte Longitudinal.	F 1.12
Geometría y Estructuración. Elevación Corte Transversal.	F 1.13
Geometría y Estructuración.Planta de Cimentación.	F 1.14
Localización de Puntos de Observación. Pozos de Muestreo.	F 1.15
Estudios. Estratigrafía y Props para Análisis. Perfil Estratigráfico (Pozo No.01).	F 1.16
Estudios. Estratigrafía y Props para Análisis. Perfil Estratigráfico (Pozo No.02).	F 1.17
Determinación del Esfuerzo Cortante con la “Veleta Sueca” (Pozo No.01 y 02).	F 1.18
Estudios. Estrat. y Props para Análisis. Características Geom. y Mec. de Pilotes.	F 1.19
<b>II. ESTUDIOS ANALÍTICOS</b>	
Propiedades Geométricas de las Columnas.	T 2.1
Propiedades Geométricas de las Trabes.	T 2.2
Análisis de Cargas. Análisis Sísmico Estático Equivalente, (RCDF93).	T 2.3
Análisis de Cargas. Análisis Sísmico Estático Equivalente, (RCDF66).	T 2.4
Modos de vibrar del Análisis Sísmico Dinámico Modal Espectral (RCDF93).	T 2.5
Descarga por Pilote (RCDF93).	T 2.6
Descargas por Pilote (RCDF66).	T 2.7
Fricción Negativa y Descarga Total (RCDF93).	T 2.8
Fricción Negativa y Descarga Total (RCDF66).	T 2.9
Resultados de Pilotes, Servicio y Falla (RCDF93).	T 2.10
Resultados de Pilotes, Servicio y Falla (RCDF66).	T 2.11
Fricción Positiva en Pilotes (RCDF93).	T 2.12
Modelación Estructura. Planta Losa de Sótano (N00).	F 2.1
Modelación Estructura. Planta Losa de Sótano (N00').	F 2.2
Modelación Estructura. Planta Losa Planta Baja (N01).	F 2.3
Modelación Estructura. Planta Losa Mezanine (N02).	F 2.4
Modelación Estructura. Planta Losa Salones (N03).	F 2.5
Modelación Estructura. Planta Losa Nivel 04 (N04).	F 2.6

Modelación Estructura. Losa de Planta Tipo 01 (N05-N08).	F 2.7
Modelación Estructura. Losa de Planta Tipo 02 (N09-N16).	F 2.8
Modelación Estructura. Planta Losa Nivel 17 (N17).	F 2.9
Modelación Estructura. Planta Losa Nivel 18 (N18).	F 2.10
Modelación Estructura. Planta Losa Nivel 19 y 20 (N19-N20).	F 2.11
Modelación Estructura. Isométrico 1.	F 2.12
Modelación Estructura. Isométrico 2.	F 2.13

### III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Desplazamientos Máximos en Nudos.	T 3.1
Revisión de Pilotes (RCDF93).	T 3.2
Revisión de Pilotes (RCDF66).	T 3.3
Revisión Límites de Falla. Acero de Refuerzo en Columnas, Nivel 20, (RCDF93).	T 3.4
Revisión Límites de Falla. Acero de Refuerzo en Columnas, Nivel 20, (RCDF66).	T 3.5
Revisión Límites de Falla. Acero de Refuerzo en Columnas, Nivel 16, (RCDF93).	T 3.6
Revisión Límites de Falla. Acero de Refuerzo en Columnas, Nivel 14, (RCDF93).	T 3.7
Revisión Límites de Falla. Acero de Refuerzo en Columnas, Nivel 11, (RCDF93).	T 3.8
Revisión Límites de Falla. Acero de Refuerzo en Columnas, Nivel 09, (RCDF93).	T 3.9
Revisión Límites de Falla. Acero de Refuerzo en Trabes, Nivel 20, (RCDF93).	T 3.10
Revisión Límites de Falla. Acero de Refuerzo en Trabes, Nivel 20, (RCDF66).	T 3.11
Revisión Límites de Servicio. Desplazamientos, ASME, Nivel 20, (RCDF93).	T 3.12
Revisión Límites de Servicio. Desplazamientos, ASEE, Nivel 20, (RCDF93).	T 3.13
Revisión Límites de Servicio. Desplazamientos, ASME, Nivel 20, (RCDF66).	T 3.14
Revisión Límites de Servicio. Desplazamientos, ASEE, Nivel 20, (RCDF66).	T 3.15
Revisión Límites de Servicio. Desplazamientos, ASME, Nivel 16, (RCDF93).	T 3.16
Revisión Límites de Servicio. Desplazamientos, ASME, Nivel 14, (RCDF93).	T 3.17
Revisión Límites de Servicio. Desplazamientos, ASME, Nivel 11, (RCDF93).	T 3.18
Revisión Límites de Servicio. Desplazamientos, ASME, Nivel 09, (RCDF93).	T 3.19
Isométrico de Desplazamiento, ASME, Combinación No.10, N20 (RCDF93).	F 3.1
Isométrico de Desplazamiento, ASME, Combinación No.11, N20 (RCDF93).	F 3.2
Modelación Estructura. Elevación Marco Eje 7, (RCDF93).	F 3.3
Modelación Estructura. Elevación Marco Eje C, (RCDF93).	F 3.4
Isométrico de Desplazamiento, ASME, Combinación No.10, N20 (RCDF66).	F 3.5
Isométrico de Desplazamiento, ASME, Combinación No.11, N20 (RCDF66).	F 3.6
Modelación Estructura. Elevación Marco Eje 7, (RCDF66).	F 3.7
Modelación Estructura. Elevación Marco Eje C, (RCDF66).	F 3.8

**BIBLIOGRAFÍA.**

1. Anónimo, “Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, Diario Oficial, Agosto 2, 1993.
2. Anónimo, “Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto”, Marzo 25, 1996.
3. Anónimo, “Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo”, Febrero 27, 1995.
4. Anónimo, “Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones”, Febrero 27, 1995.
5. Anónimo, “Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería”, Febrero 27, 1995.
6. Anónimo, “Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal”, Diario Oficial, Febrero 9, 1966.
7. Zeevaert, L., “Sismo-Geodinámica de la Superficie del Suelo”, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, 1988.
8. Zeevaert, L., “Foundation Engineering for Difficult Subsoil Conditions”, Van Nostrand, 1983.
9. Simposio de Mecánica de Suelos., “Los Sismos de 1985: Casos de Mecánica de Suelos”, Sociedad de Mécanica de Suelos, 1986.
10. Juárez E., “Mecánica de Suelos”, Limusa 1999.
11. Meli R., “Diseño Estructural”, Limusa 2000.
12. Luthe R. “Análisis Estructural”, Alfaomega 1998.
13. González O. “Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado”, Limusa 2000.