

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**“DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO  
ESCOLAR DE LABORATORIOS, DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES,  
SUPERFICIE DE 2,200 m<sup>2</sup>, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y  
1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO”**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA:**

**DANIEL VILLAVICENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI**

**DIRECTOR DE TESIS: M. EN I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ**

**CO-DIRECTOR DE TESIS: ING. JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ**

MÉXICO, D. F. 2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

---

---

## AGRADECIMIENTOS

**A mis padres:**  
con su gran apoyo  
logré culminar esta etapa  
tan importante de mi vida.

**A mis hermanos,**  
Raúl, Violeta, Luis.

**A Lau,**  
por ser mi motivación  
y estar siempre a mi lado.

**A mis amigos,**  
por su apoyo incondicional,  
consejos, amistad.

---

---

---

---

**Ing. Josué Garduño Chávez,**  
por ser una excelente persona,  
por enseñarme tanto, por tus consejos,  
por todo lo que me has enseñado  
y sobre todo por tu amistad.

**Ing. José Luis Trigos Suárez,**  
por haberme apoyado en la realización  
de este trabajo, por tu paciencia y  
enseñanza todo este tiempo.

**A mis profesores,**  
que fueron parte de esta culminación.

**Universidad Nacional Autónoma de México,**  
Por ser fundamental en mi formación académica,  
por haberme dado demasiado;  
amigos, experiencias, enseñanzas,  
metas, derrotas, victorias.

---

---



---

---

**“DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS, DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE DE 2,200 m<sup>2</sup>, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO”**

**ÍNDICE**

	<b>Página.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	2
<b>I. ANTECEDENTES</b>	4
A. HISTORIA	4
B. USO DEL EDIFICIO Y REMODELACIONES	8
<b>II. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO</b>	12
A. DESCRIPCIÓN DEL INMUEBLE Y SU ENTORNO	12
B. CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS DE LA EDIFICACIÓN	13
C. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA Y SU CIMENTACIÓN	14
D. TIPIFICACIÓN DEL EDIFICIO	15
<b>III. ESTUDIOS ANALÍTICOS</b>	24
A. BASES Y ESPECIFICACIONES DE ANÁLISIS Y REVISIÓN ESTRUCTURAL	24
B. MODELACIÓN ANALÍTICA	24
C. MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA	25
D. PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LOS ELEMENTOS	26
E. PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES	30
F. CARGAS ACTUANTES EN LA ESTRUCTURA	30
G. EFECTOS DE CARGAS PERMANENTES	34
H. EFECTOS DE CARGAS ACCIDENTALES: SISMO Y VIENTO	34
<b>IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS CONFORME A DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS</b>	60
A. REVISIÓN DE ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO	61
B. REVISIÓN DE ESTADOS LÍMITE DE FALLA	75
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	94
<b>BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS</b>	97
<b>LISTA DE TABLAS Y FIGURAS</b>	98
<b>REPORTE FOTOGRÁFICO</b>	103

---

---

## INTRODUCCIÓN

Todo ingeniero civil debe tener una visión y secuencia para poder optimizar las actividades que lleven a la culminación de proyectos que cumplan con objetivos de seguridad, economía, funcionalidad y estética.

Una vez que se tiene el proyecto en funcionamiento, después de unos lustros es necesario y muy recomendable se realice una revisión estructural para determinar si la estructura sigue cumpliendo con los estados límite de falla y de servicio que establece el Reglamento de Construcciones de la localidad en que está construido.

Los reglamentos de construcciones tienen cambios en los requerimientos de seguridad y de servicio de las estructuras; y estos cambios dan como resultado que algunos edificios construidos bajo otras disposiciones, diferentes a las actuales, no cumplan en su totalidad con las nuevas exigencias de seguridad estructural y funcionalidad; es por ello que al establecer que en una estructura se observen problemas o que se puedan presentar, es el resultado de diagnóstico estructural que determine si el nivel de seguridad es adecuado para que posea un comportamiento estructural aceptable en condiciones normales de operación y reducir la incertidumbre sobre la ocurrencia de posibles fallas estructurales futuras mediante acciones correctivas procedentes.

La evolución del Reglamento de Construcciones para Distrito Federal ha sido, como en otros lugares, causada principalmente por la manifestación de eventos naturales ocurridos que sobrepasan lo que se estimaba en estadísticas existentes y por avances tecnológicos. Para el Distrito Federal el primer reglamento moderno data del año 1920, el cual ha sido modificado en los siguientes años: 1942 (RCSUDF), 1957 (normas de emergencia), 1966, 1976, 1985 (normas de emergencia), 1987, 1993 y 2004 (versión vigente, RCDF04), en todos los casos se hicieron modificaciones respecto al diseño sísmico (conocimiento en cuanto a los métodos de análisis y diseño), y por mejoras en la práctica constructiva.

El edificio “D” fue diseñado y construido durante la vigencia del Reglamento de Servicios Urbanos del Distrito Federal de 1942, entre los años de 1952 y 1954, y no se cuenta hasta el día de hoy con un estudio estructural para dicha construcción.

Debido a esto, se cree necesario e importante el realizar un dictamen en seguridad estructural del edificio de laboratorios, (edificio “D”), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma

---

---

de México, ya que es una estructura que tiene cerca de 60 años de haber sido construida. Dicho estudio se centra en la revisión los estados límite de servicio y estados límite de falla para las columnas, haciendo uso del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal en su versión vigente 2004 (RCDF04), así como con el Reglamento de Servicios Urbanos del Distrito Federal de 1942 (RSUDF42).

En el capítulo dos se muestra una descripción tanto arquitectónica como estructural del edificio de laboratorios, así como indicar a que grupos pertenece de acuerdo al RCDF04 según su importancia, la cual asigna valores definidos a cada tipo de estructura.

Para saber cómo se modeló la estructura, y como se obtuvieron los resultados se explica en el capítulo tres, en el cual, también se muestran el análisis sísmico, para el RCDF04 y el RCSUDF42, y el análisis de viento, así como las combinaciones de carga que se deben tomar en cuenta para revisar los estados límite de servicio y los estados límite de falla.

Dichos estados límites, tanto de falla como de servicio, se deben comparar contra los valores permisibles que se establecen en el reglamento RCDF04, lo cual se describe en el capítulo cuatro, con la ayuda de tablas y figuras se explica el comportamiento de la estructura.

Después de haber realizado el estudio completo del edificio de laboratorios, en el capítulo cinco se muestran conclusiones y recomendaciones que se deberían realizar a la estructura para tener un conocimiento más detallado de su comportamiento y en el debido caso, saber si es recomendable reforzar ciertos elementos estructurales.

## I. ANTECEDENTES.

## I. ANTECEDENTES.

### A. HISTORIA.

Durante la época virreinal hasta el siglo XVIII, las minas mexicanas se habían explotado intensa e irracionalmente, sin planeación y, sobre todo, pensando en el beneficio inmediato. Esto había producido una caída importante en la producción, siendo causa de gran alarma para el gobierno en Madrid, España; minas inundadas, vetas perdidas y mineros descontentos se encontraban por doquier en aquellas épocas, sobre todo en la región de Pachuca y Real del Monte, centros próximos a la capital del virreinato, por lo que era necesario buscar un camino de conformidad tanto para trabajadores, propietarios y gobernantes.

Debido a esto, se forma un cuerpo de Ordenanzas de Minería, las cuales eran un conjunto de leyes con objeto de permitir un desarrollo armónico de la industria, apoyada en la formación de profesionales con sólida base científica, que serían los encargados de dirigir después la actividad minera.

Las primeras solicitudes para la formación de un organismo superior, que regulara las funciones de la minería fueron llevadas a España por el visitador Joseph de Gálvez, que señalaba la necesidad de unir y formar la minería en un cuerpo, elegir un tribunal que lo gobernara, entre otras más.

En 1776, el rey de España, Carlos III, expide en Madrid una Real Cédula en virtud de la cual se resuelve que el gremio de la minería de la Nueva España se erigiera en forma de cuerpo, por lo que se da el consentimiento y los permisos necesarios.

Cinco años más tarde, el mismo Carlos III expide las ordenanzas para la dirección, régimen y gobierno del Cuerpo de Minería de la Nueva España así como su Real Tribunal General, al quedar erigido el Real Tribunal de la Minería, se inicia una importante etapa de la ingeniería en México.

El Real Seminario de Minería es fundado el 1 de enero de 1792. Este seminario es el asiento del primer instituto de investigación científica del continente y sus egresados con el título de facultativos de minas obtienen el privilegio, a partir de 1797, de ser aceptados en el resto de América, Filipinas y en toda Europa, convirtiéndose así nuestro país, en el principal exportador de conocimientos técnicos y científicos del continente. En aquella época México poseía la vicepresidencia de la Asociación Mundial de Minería.

El mismo año de 1797, se inicia la construcción del Palacio de Minería que fue diseñado por el escultor y arquitecto valenciano Manuel Tolsá.

En 1808 se instituyen en el Seminario, junto con la primera Fundición de Artillería del país, los cursos que permiten contemplar la educación de los colegiales para formarlos como oficiales artilleros o como ingenieros militares.

El seminario, como centro de ideas avanzadas, produce una pléyade de jóvenes que al inicio de la gesta de independencia se unen a las fuerzas de Hidalgo, entre ellos estaban Casimiro Chowell, Ramón Fabio, Rafael Dávalos y Vicente Valencia, todos ellos fueron sacrificados en Guanajuato en 1810, y a Mariano Ximénez, director de la artillería insurgente, fusilado junto con Hidalgo en Chihuahua en 1811.

En ese mismo año, el Real Seminario de Minería ocupa el Palacio de Minería, cuya construcción total se termina en el año de 1813. **IMAGEN 1.1**

En 1843 se ofrecen en este Colegio las carreras de Agrimensor, Ensayador de Metales, Apartador de Oro y Plata, Geógrafo y por primera vez Ingeniero de Minas.



**IMAGEN 1.1. PALACIO DE MINERIA**

Los cursos del Colegio se ven forzados a cerrar cuando la Ciudad de México cae en poder del invasor norteamericano, debido a que el cuerpo de ingenieros es de los primeros en entrar en combate.

Una vez que triunfa la República, el entonces Presidente Benito Juárez, reorganiza la educación en el país y crea, apoyándose en el Colegio de Minas, la Escuela Nacional de Ingenieros, donde se estudian las carreras de Ingeniero Civil, de Minas, Mecánico, Electricista y posteriormente la de Topógrafo, Hidrógrafo y Agrimensor.

El 22 de septiembre de 1910, y como parte de los festejos del centenario de la Independencia de México, en “solemne ceremonia” encabezada por el presidente de la república, General Porfirio Díaz, se inauguró la Universidad Nacional, la cual correspondió a la imagen de progreso y civilización, que del país se quería forjar. El proyecto de creación de la Universidad, aunque sin un resultado inmediato, fué propuesto por Justo Sierra en 1881, siendo diputado y con la intención de contribuir a resolver el problema educativo.

Parte integral de la Universidad Nacional fue la Escuela Nacional de Ingenieros, que se llamó, a partir de 1930, Escuela Nacional de Ingenieros.

Al iniciarse el año escolar de 1954, siendo rector de la Universidad Nacional Autónoma de México el doctor Nabor Carrillo y director de la Escuela el Ingeniero José Luis de Parres, se inició una etapa de transición para el Palacio de Minería, pues los cursos de primer año se impartieron ya en el nuevo local de la Ciudad Universitaria y sólo los de años superiores permanecieron hasta 1956, año en el que los correspondientes a las carreras de Ingeniero Civil, Ingeniero Mecánico Electricista e Ingeniero Topógrafo se trasladaron a Ciudad Universitaria.

Continuaron en el Palacio de Minería la carrera tradicional de Ingeniero de Minas y las de Ingeniero Geólogo e Ingeniero Petrolero, tanto para aprovechar la disponibilidad de laboratorios y gabinetes, diseñados especialmente para estas disciplinas, como para dar facilidades al profesorado, pues los centros de trabajo se localizaban a distancia relativamente cercana del Palacio de Minería.

Posteriormente, en el recinto de la Ciudad Universitaria, se construyó un edificio diseñado para la enseñanza de Ciencias de la Tierra, por lo que hasta 1967 la Facultad de Ingeniería ocupa prácticamente el Palacio de Minería para estudios de licenciatura, pero años más tarde lo dedica a Educación Continua.

La creación de una División de Investigación (actual Instituto de Ingeniería) y la División de Estudios Superiores se logra gracias a la iniciativa del Ingeniero Javier Barros Sierra, razón por la que es elevada al rango de Facultad en el año de 1959. **IMAGEN 1.2**

El desarrollo de México, en todos los órdenes, ha sido factible, en gran medida, por la labor de generaciones de ingenieros mexicanos conscientes de su responsabilidad, que han dado lo mejor de ellos mismos para coadyuvar a la creación de un país más justo y mejor dotado de infraestructura.

El 2 de Julio del 2007 la Universidad Nacional Autónoma de México se volvió parte de la lista del Patrimonio de la Humanidad declarado por la UNESCO.



**IMAGEN 1.2. FACULTAD DE INGENIERÍA (CIUDAD UNIVERSITARIA)**



## B. USOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y REMODELACIONES.

El edificio de laboratorios fué construido entre 1952 y 1954, a partir de entonces su uso ha sido para el desarrollo de prácticas de distintas materias. Las instalaciones de los laboratorios fueron diseñadas para que los alumnos pudieran visualizar algunos fenómenos que ocurren en la naturaleza y ser representados a escala en los distintos laboratorios para que puedan tener una mejor asimilación del tema, así como para poder conocer algunos problemas que se encontrarán en la vida profesional. IMAGEN 1.3



IMAGEN 1.3. EDIFICIO DE LABORATORIOS EN SU CONSTRUCCIÓN (CIUDAD UNIVERSITARIA)

Esta construcción permite albergar cuatro diferentes laboratorios, los cuales cada uno de ellos está destinado a impartir prácticas para una especialidad en específico.

El laboratorio de Materiales “Ing. Miguel Madinaveitia J.” proporciona apoyo académico en la carrera de Ingeniería Civil a los departamentos de construcción y estructuras, algunas asignaturas son “Estática Estructural”, “Mecánica de Materiales I”, “Mecánica de Materiales II”, “Proyecto de Estructuras Metálicas” y “Proyecto Estructural para Edificaciones de Concreto y Mampostería”, mediante una serie de sesiones prácticas en las que se complementan los conceptos teóricos expuestos frente a grupo. Presta servicios de asesoría y material para la realización de modelos estructurales en los que sea posible observar mecanismos de comportamiento que posteriormente sean utilizados como material didáctico por los profesores y alumnos de la facultad.

El equipo que se destaca principalmente es:

- Máquina universal marca Satec con capacidad de 200 toneladas para ensayos estáticos
- Equipo universal marca Amstler con capacidad de 50 toneladas en pruebas estáticas y dinámicas.
- Máquina de Torsión marca Tinius Olsen con capacidad de 10,000 kilogramos por centímetro.
- Máquina de Impacto, Micro Covermeter, Compresómetro, entre otros.

En promedio se imparten 120 prácticas por semestre con una asistencia aproximada de 30 alumnos por grupo. Se cuenta con modelos a escala, material audiovisual, y equipo de laboratorio para apoyo didáctico en las materias de las áreas mencionadas, asesorías sobre materiales, construcción y ensaye de modelos estructurales, comportamiento y análisis de materiales y elementos estructurales. **IMAGEN 1.4**  
**A IMAGEN 1.6**

El laboratorio de Hidráulica permite a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil simular los fenómenos y aplicar los conocimientos básicos más importantes de las asignaturas de “Hidráulica Básica”, “Hidráulica de Máquinas”, “Hidráulica de Canales”, “Hidrología” y “Obras Hidráulicas”; cada una de estas materias cumple con cuatro prácticas a lo largo de todo el semestre. **IMAGEN 1.9**

El laboratorio de Térmica está destinado a los alumnos que cursan las carreras de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial. **IMAGEN 1.7**

Los alumnos que cursan las carreras de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica tienen en el laboratorio de Máquinas Eléctricas instalaciones para desarrollar sus prácticas lo más completas posibles. **IMAGEN 1.8**

De esta manera el estudiante reafirma lo visto en clase así como también adquiere los pasos a seguir, para su desarrollo, aprendizaje, operación de modelos y la realización de sus informes, logrando de esta manera complementar su formación profesional.

Han pasado más de 50 años desde la construcción de los laboratorios pero las actividades continúan enfocadas a impartir prácticas y así preparar mejores profesionistas.



IMAGEN 1.4 CILINDRO DE CONCRETO  
SIMPLE INSTRUMENTADO



IMAGEN 1.5 EQUIPO PARA  
ENSAYES DE TORSIÓN



IMAGEN 1.6 MAQUINA UNIVERSAL  
MARCA SATEC

IMAGEN 1.4 A 1.6  
LABORATORIO DE MATERIALES


 <p>Título Profesional "DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 2,200 m<sup>2</sup>, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"</p>	
Proyecto	DANIEL VILLACENCIO FERNÁNDEZ DE JAUREGUI
Director de obra	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	01/7/2011
LABORATORIO DE MATERIALES	1420111



IMAGEN 1.7 LABORATORIO DE TERMICA



IMAGEN 1.8 LABORATORIO DE ELECTRICIDAD



IMAGEN 1.9 LABORATORIO DE HIDRÁULICA

IMAGEN 1.7 A 1.9 LABORATORIOS DE TERMICA, HIDRÁULICA Y ELECTRICIDAD

	TITULO DEL PROYECTO "DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 2,200 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"	
	Autor DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI	Director de obra M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ
Tipo de obra DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	Ubicación QUITZAPÁN	Fecha MAR 2011
Descripción LABS. TERMICA, HIDRAULICA Y ELECTR.	Escala 1:20/1:1	Hoja 07/18

## **II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA.**



## II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA.

### A. DESCRIPCIÓN DEL INMUEBLE Y SU ENTORNO.

La concepción de la estructura, como un lugar para investigaciones y desarrollo de tecnología, debiese tener un gran espacio, formado por grandes claros y una altura considerable, con el fin de poder alojar grandes equipos y áreas de trabajo; se interpreta como una nave industrial de concreto reforzado.

#### IMAGEN 2.1

La construcción, que forma parte de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería, se encuentra ubicada en el Circuito Interior de Ciudad Universitaria; hacia el norte colinda con las instalaciones exteriores del Laboratorio de Hidráulica y “Las Islas”; hacia el sur con los salones del Edificio D, hacia el poniente con el auditorio Aula Magna y al oriente con el Edificio A “Principal” de la Facultad de Ingeniería. FIGURA 2.1 Y FIGURA 2.2



IMAGEN 2.1. ESTRUCTURA DE LABORATORIOS EN SU CONSTRUCCIÓN, FACULTAD DE INGENIERÍA.

### B. CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS DE LA EDIFICACIÓN.

La estructura es formada por 24 columnas de concreto reforzado cuadradas que varían con la altura en su sección transversal, con una base inicial de 50 cm y en la parte superior de 80 cm; su acabado es de concreto aparente, donde se observa el dibujo que dejó la duela que sirvió como cimbra.

Las trabes de concreto reforzado tienen sección transversal trapezoidal, con una base menor de 80 cm y en la parte superior de 100 cm; el peralte es de 55 cm, y al igual que las columnas tienen un acabado aparente.

El sistema de la techumbre está resulto por placas de concreto reforzado, que entre cada recuadro de ejes, forman una base piramidal rectangular truncada, que sirve como apoyo para las cúpulas de concreto reforzado con incrustaciones tipo vitrobloc, formando un domo que proporciona iluminación natural por el paso de la luz que permiten filtrar. **IMAGEN 2.2**

Los extremos de la techumbre, finalizan con volados ascendentes, rematados con una trabe perimetral, que funciona como gotero. **IMAGEN 2.3 A IMAGEN 2.4**

La altura total establecida en el proyecto arquitectónico es de 10.525 m por encima del nivel de piso terminado.

# DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA



IMAGEN 2.2 CÚPULA CON INCRUSTACIONES  
TIPO VITROBLOCK PARA FUNCIÓN  
DE TRAGALUZ




IMAGEN 2.3 VIGA PERIMETRAL COMO  
FUNCIÓN DE GOTERO



IMAGEN 2.4 TECHUMBRE DE AZOTEA  
CON VOLADIZOS PERIMETRALES

IMAGEN 2.2 A 2.4  
AZOTEA DE LABORATORIOS

	<p>Título Profesional "DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 2,200 m<sup>2</sup>, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"</p>
Proyecto	DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI
Elaboró el título	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	SI/NO/NO/ SI/NO/ SI/NO
AZÓTEA DE LABORATORIOS (EDIF. D)	1420111 01.2-3.4



### C. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA Y SU CIMENTACIÓN.

La estructura está formada por un conjunto de marcos ortogonales de concreto reforzado, con columnas de sección cuadrada de dimensión: de 50 cm por 50 cm en el extremo inferior a 80 cm por 80 cm en el extremo superior, tiene una altura libre de 7.0 m, trabes de sección trapezoidal las cuales tienen una base menor de 80 cm, base mayor de 100 cm y peralte de 55 cm; a la misma altura se encuentra el sistema de la techumbre a base de placas y cúpulas de concreto reforzado: las cúpulas, las bases de las cúpulas y los volados perimetrales tienen un espesor de 10 cm.

En la dirección longitudinal, paralela a la dirección poniente-oriente, está delimitada por los ejes: 3', 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 18' los cuales tienen separación entre ellos de 3.6 m, 5.1 m, 5.1 m, 5.1 m, 5.1 m, 5.1 m, 5.1 m, 5.1 m, 5.1 m, 5.1 m, 5.1 m, 5.1 m, 5.1 m, 5.1 m, 5.1 m y 3.6 m, para una longitud total de 78.60 m entre ejes extremos. En la dirección transversal, paralela al sentido norte-sur, tiene como límites los ejes B, C, D, F y G los cuales tienen separación entre ellos de 3.6 m, 5.1 m, 5.1 m, 5.1 m, 5.1 m respectivamente, con un volado de 3.5 m, para un ancho total de 27.5 m. Teniendo una superficie cubierta aproximadamente de 2,200m<sup>2</sup>. FIGURA 2.3 A FIGURA 2.7

El Ing. Daniel Ruiz Fernández, distinguido ingeniero que participó como residente en la construcción de edificios de C. U., en entrevista nos comentó como fué resulta la cimentación de esta estructura debido a que él fué residente de esta construcción. La cimentación del edificio construido fué a base de zapatas aisladas, las cuales se desplantan a una profundidad de 1.5 metros del terreno natural debido a la gran capacidad de carga que tiene el suelo.

## D. TIPIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN.

Esta estructura según el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, en su versión vigente 2004, en el Título Sexto referente a la Seguridad Estructural de las Edificaciones, en su artículo 139, clasifica a las construcciones en dos grupos: A y B.

La estructura en estudio pertenece al grupo "A", esto es debido a que forma parte del sector escolar y este debe seguir teniendo funcionamiento a raíz de una emergencia urbana.

En cuanto al tipo de suelo, el Artículo 170 del RCDF, clasifica al Distrito Federal en tres zonas, perteneciendo esta estructura a la Zona I, también llamada, "Zona de Lomas", la cual está formada por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona es frecuente la presencia de oquedades en rocas y de cavernas y túneles excavados en suelo para explotar minas de arena. IMAGEN 2.5

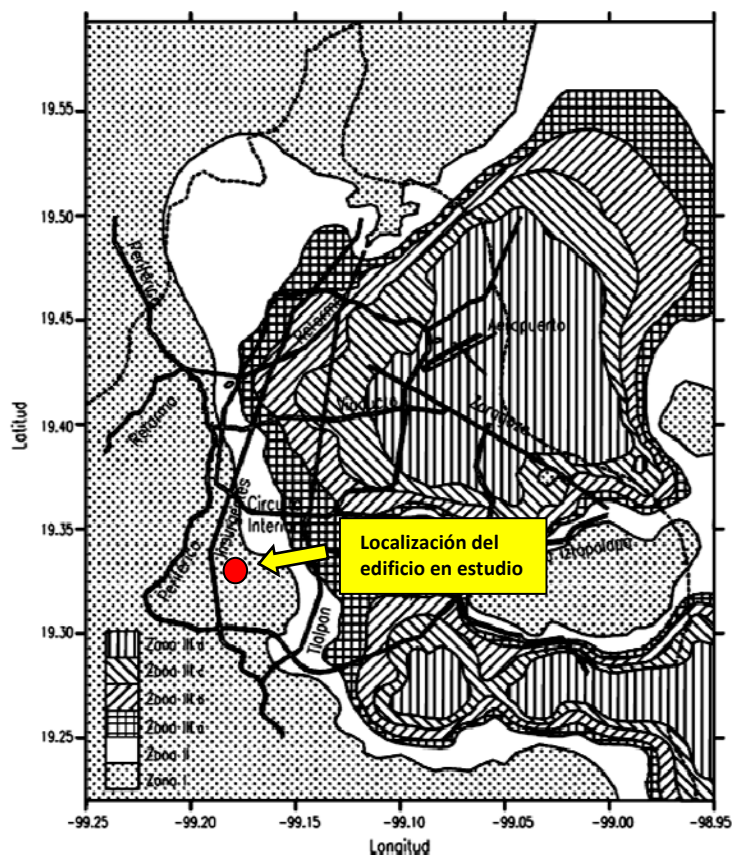


IMAGEN 2.5 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

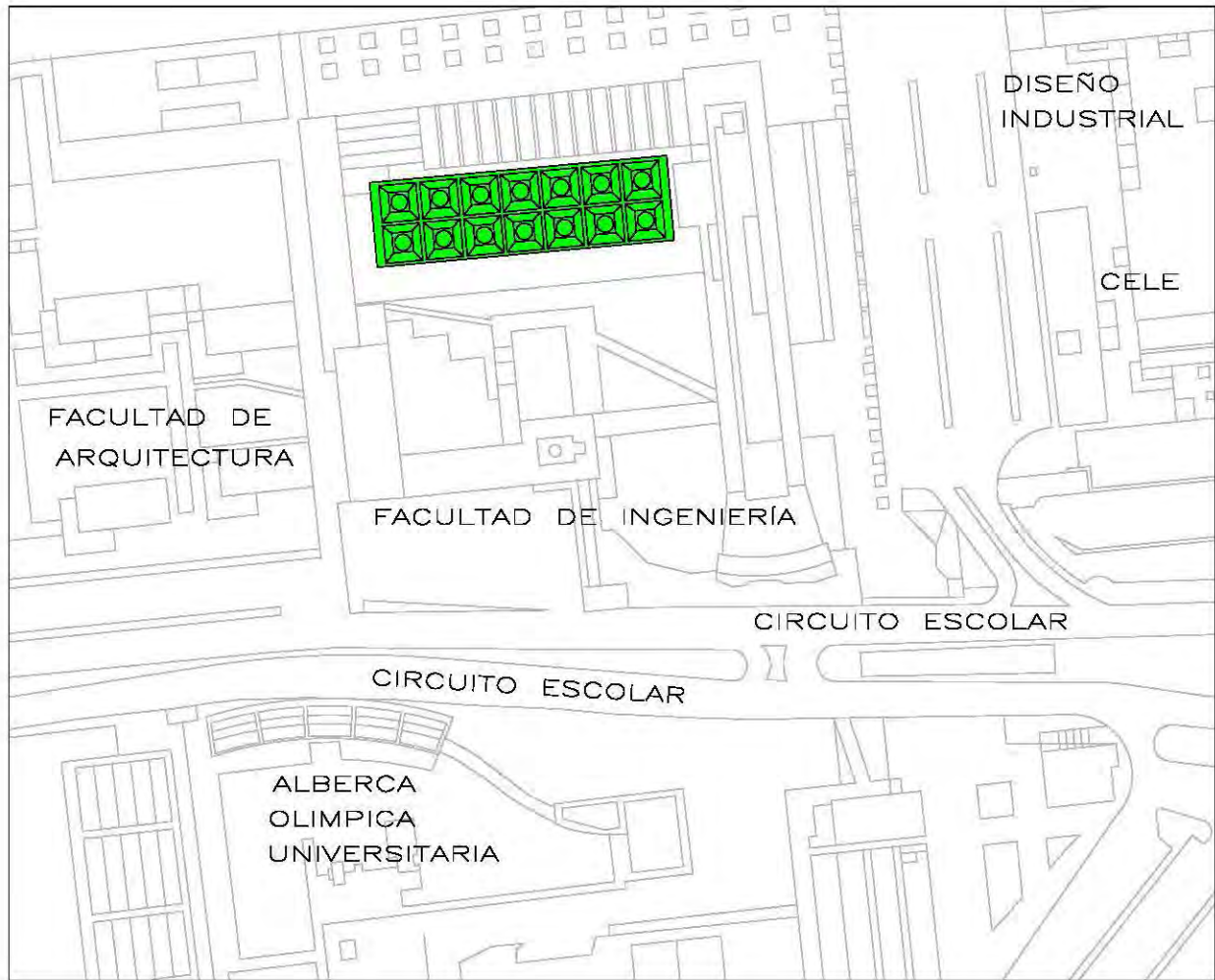
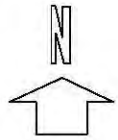
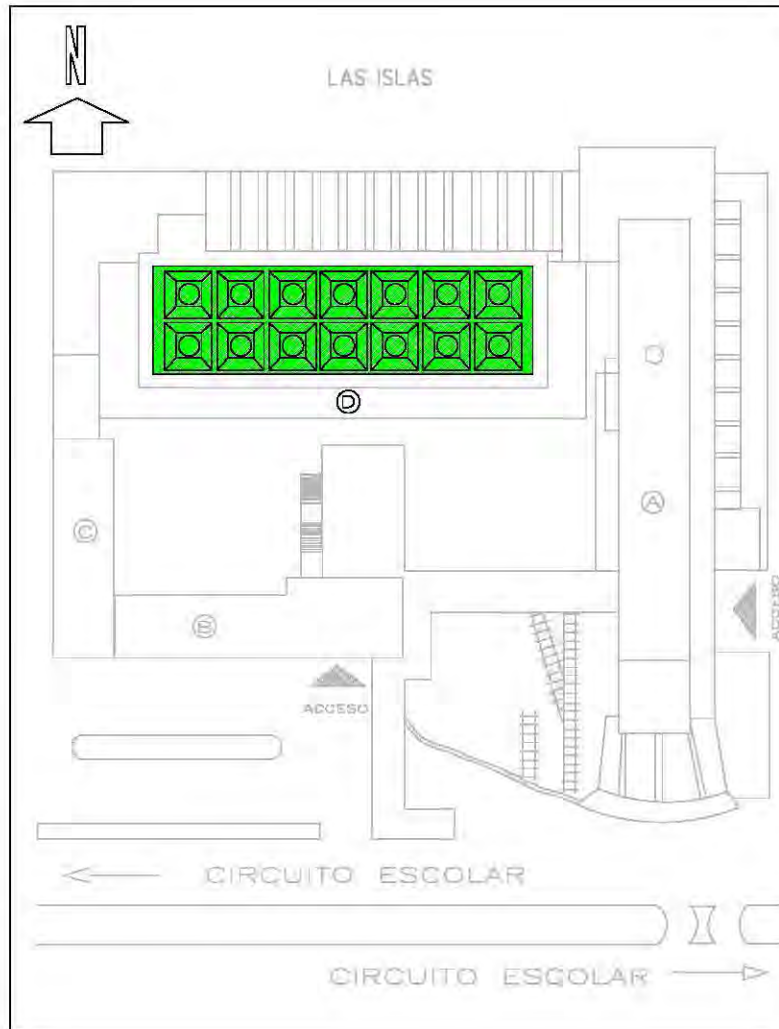


FIG. 2.1 LOCALIZACION DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS DENTRO DE CU

	Título Profesional		
	"DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 2,200 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUÍDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"		
Proyecto	DANIEL VILLAVICENCIO FERNÁNDEZ DE JAUREGUI		
Director de Tesis	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
Diagnóstico Estructural	CU/DF/J	1002 CU	8/E
Tema	LOCALIZACION DENTRO DE CU	Folio	140111 / 2.1

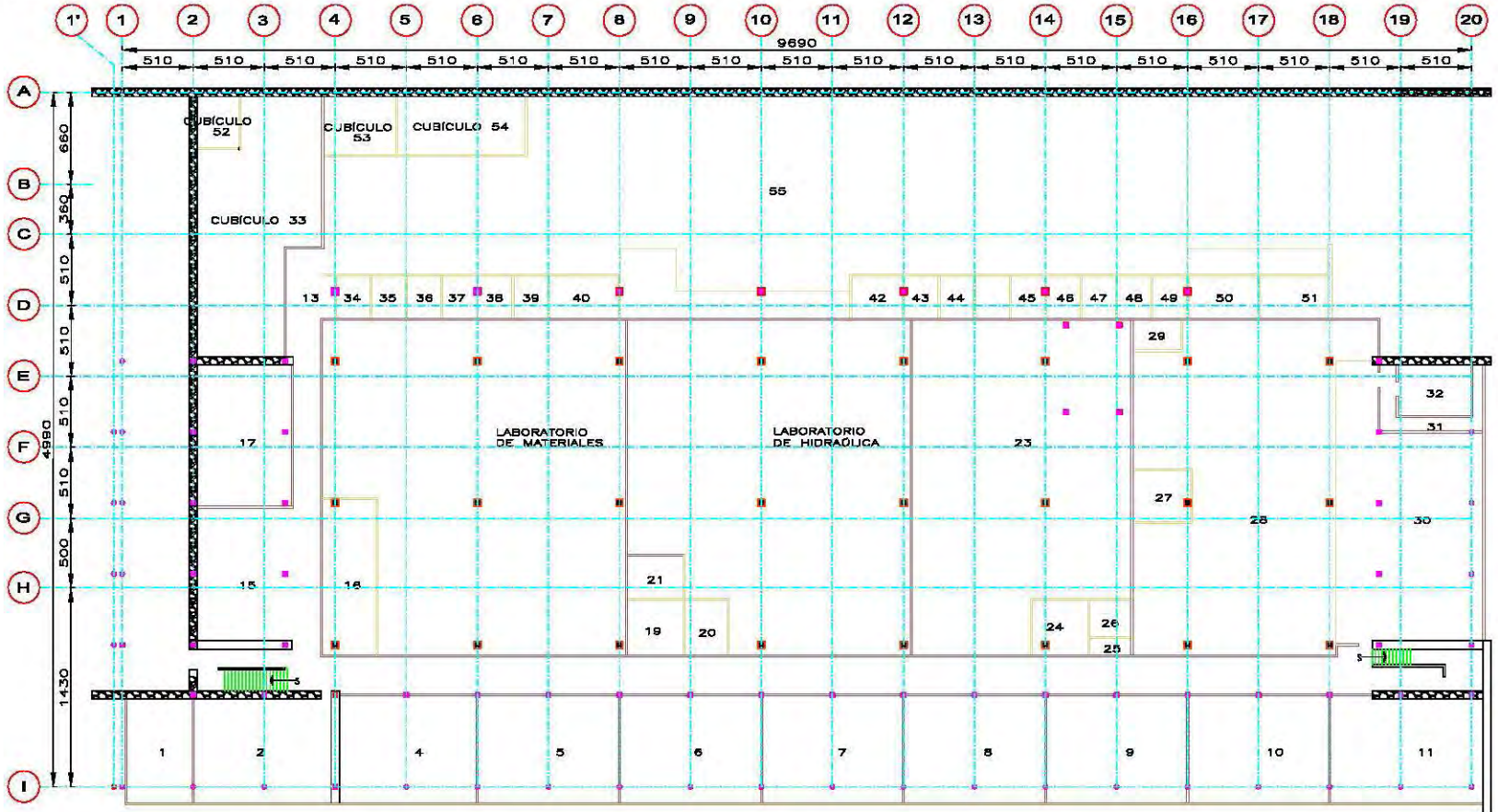
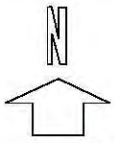


EDIFICIOS	
A	DIRECCIÓN, BIBLIOTECA, AUDITORIO, AULAS
B	EDIFICIO DE AULAS
C	EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA TIERRA
D	LABORATORIOS

FIG. 2.2 LOCALIZACIÓN DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS DENTRO DE FI

TÍTULO PROFESIONAL "DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 2,200 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Proyecto	DANIEL VILLAVICENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Director de obra	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
Diagnóstico Estructural	ULT/DVFJ	TDC FI	8/E
Fecha LOCALIZACIÓN DENTRO DE FI	140111	Fecha	2.2



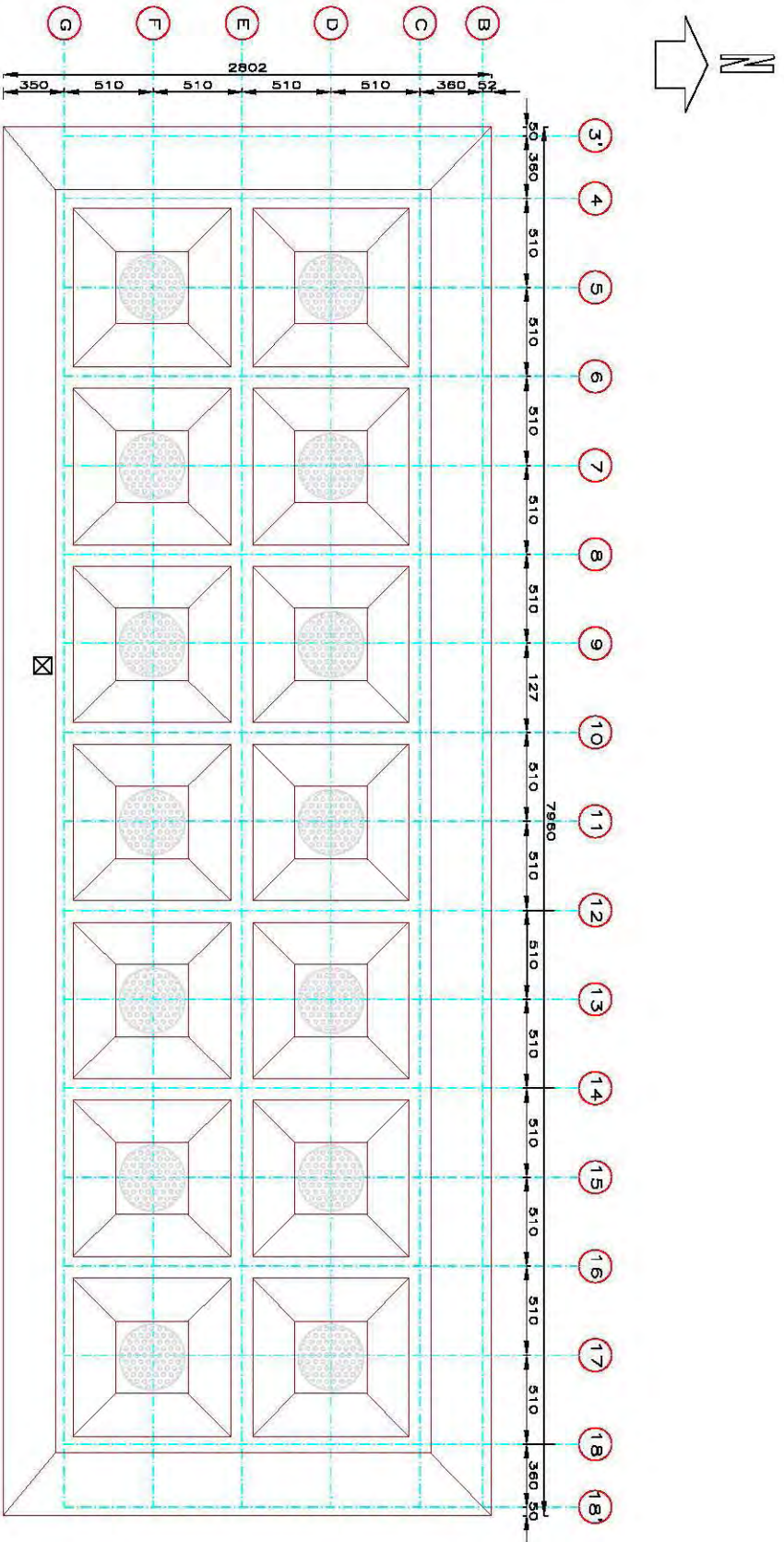


**NOTAS**

1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.

FIG. 2.3 PLANTA BAJA

		Tercer Profesional "DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 3.300 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"	
Proyecto:	DANIEL VILLAMCENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Director de Trabajo:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
Diagnostico Estructural:	IMC/DVFP	Fecha:	1/2000
Plan:	PLANTA BAJA	Folio:	120111 / 2.3



**NOTAS**  
1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.

FIG. 2.4 PLANTA ALTA DE LAZOTEA

INSTITUTO MEXICANO DE INGENIEROS ESTRUCTURALES DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORENTONOS DE CONSTRUCCIÓN REFORZADA, DOS FASES DE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MEXICO	
PROYECTO DANIEL VILLAMENDO FERNANDEZ DE JAUREGUI	AUTOR M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ
ESTADÍSTICO ESTRUCTURAL PLANTEA ALTA DE LAZOTEA	ESCALA 1:3000 FECHA 24
REGISTRO 130111	FOLIO 24



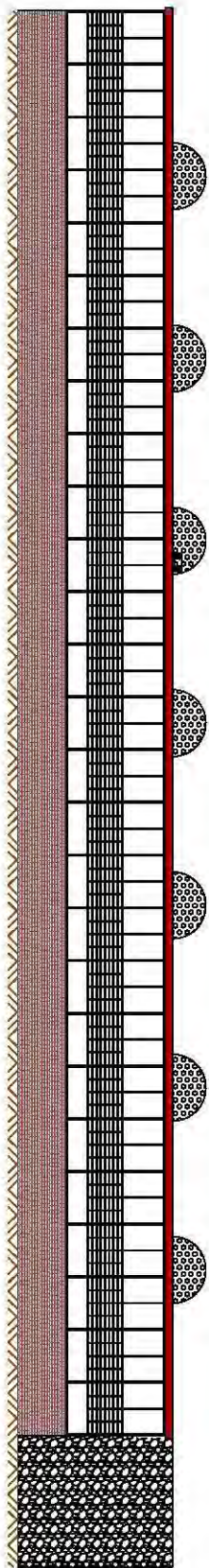



FIG. 2.5 V I S T A N O R T E

NOTAS  
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS

	
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, CON LABORATORIOS DE MATERIALES DE CONCRETO REFORZADO EN LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL, DE LA CIUDAD DE MÉRICO.	
Autor: DANIEL VILLAMENDO FERNÁNDEZ DE JAUREGUI	Escala: 1/200
Proyecto: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ	Fecha: 1988
Tipo: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	Vista: VISTA NORTE
No. Proyecto: 120111	Hoja: 23

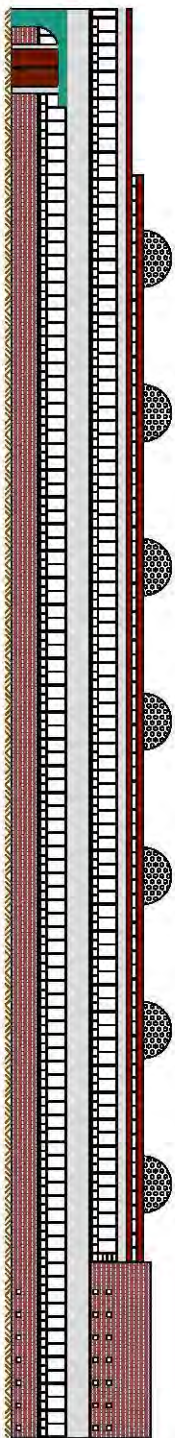
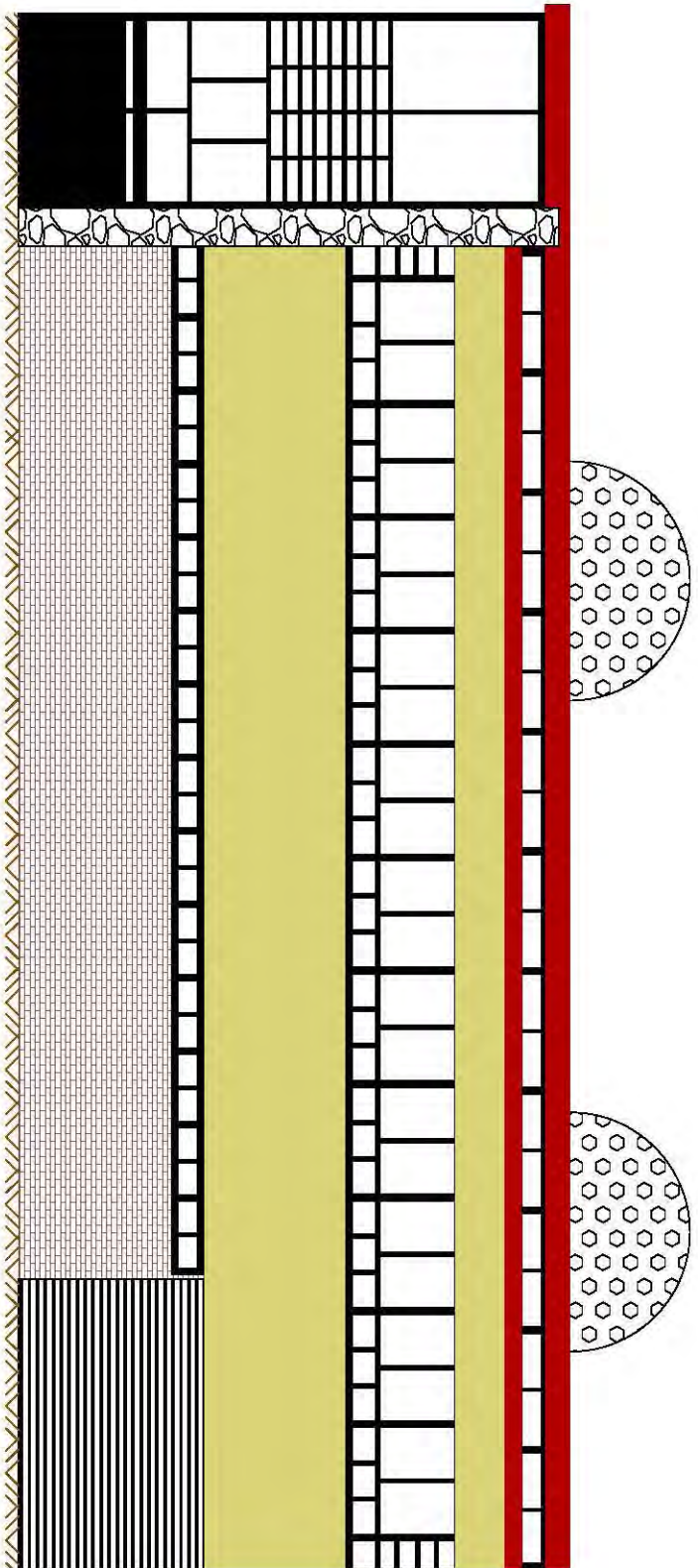


FIG. 2.6 V I S T A S U R

NOTAS  
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS


INSTITUTO MEXICANO DE ARQUITECTURA DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	
AUTOR DR. DANIEL VILLAMENDO FERNÁNDEZ DE JAUREGUI	ASESOR DR. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ
TÍTULO ESTUDIO ESTRUCTURAL DE LA VISTA SUR	ESCALA 1:500
FECHA VISTA SUR	LUGAR S.A.





NOTAS  
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS

FIG. 2.7 V I S T A O E S T E

	
INSTITUTO MEXICANO DE INGENIEROS ESTRUCTURALES DE LA ZONA DEL PEDREGAL EN LA CIUDAD DE MEXICO	
PROYECTO:	DANIEL VILLAMENDO FERNANDEZ DE JAUREGUI
DISEÑO DE:	M. EN I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ
ESTRUCTURA:	ESTRUCTURA ESTRUCTURAL
VISTA:	VISTA OESTE
ESCALA:	1/20
FECHA:	12/01/11
HOJA:	27

### **III. ESTUDIOS ANALÍTICOS.**

### III. ESTUDIOS ANALÍTICOS.

#### A. BASES Y ESPECIFICACIONES DE ANÁLISIS Y REVISIÓN ESTRUCTURAL.

En virtud de no disponerse de información de los proyectos arquitectónicos y estructurales originales, se realizó un conjunto de levantamientos y se corroboró con planos arquitectónicos contemporáneos.

Una vez definida la geometría del edificio, se planteó realizar un modelo analítico y matemático tridimensional de la estructura, para efectuar el análisis ante las diferentes acciones y/o combinaciones de carga. Para esto, se modeló la superestructura y se representó su condición actual para conocer el comportamiento frente a las diversas sollicitaciones que pudieran afectar a esta estructura.

Es importante mencionar que la estructura se revisó conforme al Reglamento de Construcciones del Distrito Federal en su versión 2004 (RCDF04), de igual modo que con el Reglamento de Construcciones y Servicios Urbanos del Distrito Federal versión 1942 (RCSUDF42), vigente en la época de construcción de la estructura.

#### B. MODELACIÓN ANALÍTICA.

Se tomaron en cuenta cada uno de sus elementos principales, esto es, columnas, trabes y placas de concreto, así como cúpulas, lográndose obtener una conexión entre cada uno de estos elementos para poder transmitir los elementos mecánicos en toda la estructura hacia la cimentación y al terreno de apoyo.

El modelo tridimensional se realizó con los programas STAAD Pro en su versión 2008 y SAP2000 en su versión 14, lo que permitió introducir la información necesaria para poder realizar los cálculos correspondientes de estados límites de servicio y estados límite de falla potenciales en la estructura.

La geometría de la estructura se define mediante tres ejes ortogonales entre sí, dos horizontales  $X$ ,  $Z$  y uno vertical  $Y$  en el programa STAAD Pro, para el programa SAP2000 los ejes horizontales son  $X$ ,  $Y$  y el vertical es  $Z$ .

Para revisar los componentes de la estructura debido a la acción sísmica, se realizó un análisis sísmico estático equivalente que permitió obtener las fuerzas de inercia a las cuales estará sujeta la estructura,

de igual manera la acción accidental debido al viento se calculó mediante un análisis estático equivalente.

### **C. MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA.**

El modelo tridimensional de la estructura se conforma por 7,109 nudos, los cuales sirvieron para unir 6,260 elementos, los cuales están formados por 5,492 elementos placa y 768 elementos sólidos. **FIGURA 3.1 A FIGURA 3.4**

Se realizaron dos modelos tridimensionales, el primero para verificar el comportamiento con respecto al RCDF04, y el segundo para el caso del RCSUDF42; esto es porque el Reglamento de Construcciones ha tenido varias modificaciones, tanto en las cargas que permite tomar en cuenta para el análisis, así como en el análisis sísmico, en el cual varían los coeficientes sísmicos de las zonas en que está dividido el Distrito Federal.

En ambos modelos tridimensionales solo se tomó como acción accidental los efectos de sismo, debido a que las acciones debidas a viento son menores en comparación con las fuerzas sísmicas actuantes en la estructura.

Cabe señalar que para la revisión de las columnas se exportó el archivo de STAAD Pro a SAP2000 versión 14.1 para facilitar dicha revisión, dado que este programa puede trabajar con columnas en sección variable y el STAAD Pro no lo permite; de esta manera se obtuvieron los elementos mecánicos de las columnas para revisar los estados límites de falla.

## D. PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LOS ELEMENTOS.

De los planos arquitectónicos así como de los levantamientos topográficos e inspecciones estructurales **IMAGEN 3.1 A IMAGEN 3.3.**, se determinaron las propiedades geométricas de todos los elementos, que básicamente son tres: las columnas de concreto **TABLA 3.1 Y FIGURA 3.5**, traveses de concreto reforzado **TABLA 3.2 Y FIGURA 3.9** y las placas de concreto de azotea la cual va tomando pendientes y curvas para formar las bases de cúpulas y las mismas cúpulas con diferentes espesores. **FIGURA 3.6**

Para la definición de estos elementos en el modelo tridimensional, se utilizaron sólidos como columnas y placas (shells) para las traveses y placas de concreto, y se tuvo que agregar sus propiedades (espesor, modulo de elasticidad, densidad, relación de Poisson) para ambos tipos de elementos.



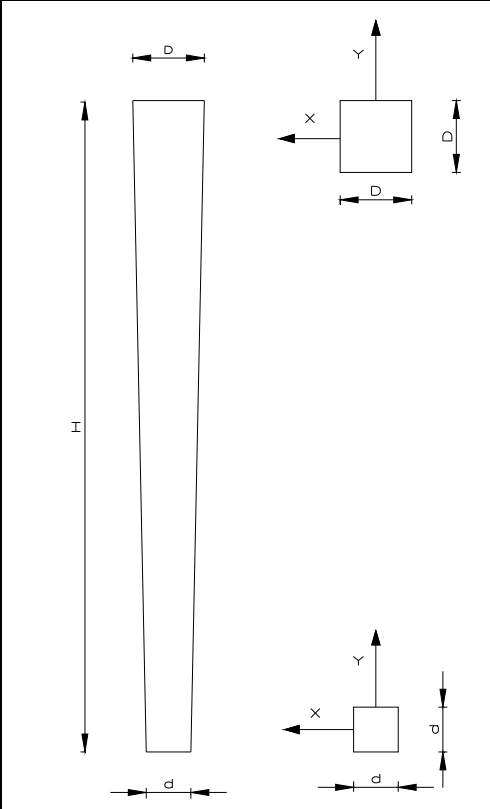
**IMAGEN 3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y OBTENCIÓN DE ACERO DE REFUERZO COLUMNAS (1)**



**IMAGEN 3.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y OBTENCIÓN DE ACERO DE REFUERZO COLUMNAS (2)**



**IMAGEN 3.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y OBTENCIÓN DE ACERO DE REFUERZO COLUMNAS (3)**



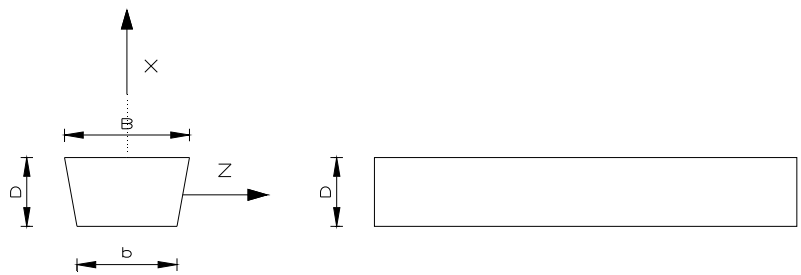
EJES	TIPO	D	d	H
G4	C-1	80	50	700
G6	C-1	80	50	700
G8	C-1	80	50	700
G10	C-1	80	50	700
G12	C-1	80	50	700
G14	C-1	80	50	700
G16	C-1	80	50	700
G18	C-1	80	50	700
E4	C-1	80	50	700
E6	C-1	80	50	700
E8	C-1	80	50	700
E10	C-1	80	50	700
E12	C-1	80	50	700
E14	C-1	80	50	700
E16	C-1	80	50	700
E18	C-1	80	50	700
C4	C-1	80	50	700
C6	C-1	80	50	700
C8	C-1	80	50	700
C10	C-1	80	50	700
C12	C-1	80	50	700
C14	C-1	80	50	700
C16	C-1	80	50	700
C18	C-1	80	50	700

ELEVACION PLANTA

TIPO C-1

TABLA 3.1. PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LAS COLUMNAS. DIMENSIONES EN CM.





TIPO TP-1

ELEMENTOS	TIPO	d	B	D
EJE C	TP-1	80	100	55
EJE E	TP-1	80	100	55
EJE G	TP-1	80	100	55
EJE 4	TP-1	80	100	55
EJE 6	TP-1	80	100	55
EJE 8	TP-1	80	100	55
EJE 10	TP-1	80	100	55
EJE 12	TP-1	80	100	55
EJE 14	TP-1	80	100	55
EJE 16	TP-1	80	100	55
EJE 18	TP-1	80	100	55

TABLA 3.2. PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LAS TRABES. DIMENSIONES EN CM.



## E. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ELEMENTOS.

Debido a que no se pudo obtener información acerca de los materiales utilizados, se tomó en consideración materiales estructurales que se usaban en esa época (mediados del siglo XX) los cuales son:

- a) Acero estructural

$$\text{Columnas y placas de concreto} \quad F_y = 2,300 \text{ kgf/cm}^2$$

- b) Concreto estructural

$$\text{Columnas y placas de concreto} \quad f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{Módulo de elasticidad} \quad E_c = 12,000 \sqrt{f'_c} \text{ kgf/cm}^2$$

$$E_c = 173,896.52 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{Peso volumétrico} \quad \gamma = 2,400 \text{ kgf/cm}^3$$

Es importante mencionar que la resistencia del concreto aumenta con el paso del tiempo, por lo que actualmente se podría contar muy probablemente con una resistencia a la compresión mayor que 210  $\text{kgf/cm}^2$

## F. CARGAS ACTUANTES EN LA ESTRUCTURA.

Se muestran las diferentes cargas básicas y combinaciones a las que está sometida la estructura del edificio, las cuales al combinarse entre sí podrán representar las condiciones críticas de diseño.

$$C01 = \text{Carga Muerta} \quad (CM)$$

$$C02 = \text{Carga Viva Máxima} \quad (CVmax)$$

$$C03 = \text{Carga Viva Accidental} \quad (CVa)$$

$$C04 = \text{Sismo en dirección X} \quad (SX)$$

$$C05 = \text{Sismo en dirección Z} \quad (SZ)$$

Aunque no se tomó en cuenta el viento explícitamente en las combinaciones de carga, es importante mencionar que no actúa sobre los cuatro lados de la estructura debido a que el lado oriente de la misma es contigua con el Edificio A de la Facultad de Ingeniería. FIGURA 3.7

*Carga Muerta.* Se considera como carga muerta al peso de los elementos de la estructura y de la construcción que ocupan un lugar permanente, y que no cambia considerablemente a través del tiempo.

*Peso Propio.* Se considera como peso propio al debido únicamente a los elementos de la estructura, es decir, las columnas, placas y cúpulas pertenecientes a la estructura. Dicho peso propio se obtuvo con ayuda del modelo STAAD Pro.

Peso Propio (PP)            565 kgf/m<sup>2</sup>

Impermeabilizante        15 kgf/m<sup>2</sup>

Sobrecarga RCDF04        40 kgf/m<sup>2</sup>

CM = PP + Impermeabilizante + Sobrecarga RCDF (RCDF04)

**CM = 620 kgf/m<sup>2</sup> (RCDF04)**

CM = PP + Impermeabilizante (RCSUDF42)

**CM = 565 kgf/m<sup>2</sup> (RCSUDF42)**

*Carga Viva.* Se considera como cargas vivas a las que no tienen un carácter permanente en la estructura y que varían de acuerdo al uso y ocupación de la construcción. Se divide en tres: carga viva máxima, carga viva media y carga viva accidental.

*Carga Viva Máxima.* Se considero la cargas vivas máxima igual a la de una azotea con una pendiente menor del 5%, y con pendiente mayor al 5% para la zona del volado perimetral así como para las bases de las cúpulas.

**CVmax = 100 kgf/m<sup>2</sup>** para zona de azotea con pendiente menor al 5%. (RCDF04)

**CVmax = 40 kgf/m<sup>2</sup>** para zona de azotea con pendiente mayor al 5%. (RCDF04)

**CVmax = 100 kgf/m<sup>2</sup>** para zona de azotea con pendiente menor o igual al 5%. (RCSUDF42)

*Carga Viva Accidental.* Se considera, aquella que podría estar presente al mismo tiempo que ocurriera un evento accidental como es el caso de sismo o viento.

**CVacc = 70 kgf/m<sup>2</sup>** para zona de azotea con pendiente menor al 5%. (RCDF04 y RCSUDF42)

**CVacc = 20 kgf/m<sup>2</sup>** para zona de azotea con pendiente mayor al 5%. (RCDF04 y RCSUDF42)

La seguridad de una estructura debe verificarse para el efecto combinado de todas las acciones que tengan una probabilidad no despreciable de ocurrir simultáneamente, considerándose dos categorías de combinaciones: combinaciones para revisar estados límite de servicio y combinaciones para revisar estados límite de falla.

Las combinaciones para revisar los estados límite de falla, revisión de resistencias de elementos, son:

$$C06 = 1.5 ( CM + CV_{max} )$$

$$C07 = 1.1 [CM + CVa + (SX + 0.30 SZ) ]$$

$$C08 = 1.1 [CM + CVa + (SX - 0.30 SZ) ]$$

$$C09 = 1.1 [CM + CVa + ( -SX + 0.30 SZ ) ]$$

$$C10 = 1.1 [CM + CVa + ( -SX - 0.30 SZ ) ]$$

$$C11 = 1.1 [CM + CVa + ( 0.30 SX + SZ ) ]$$

$$C12 = 1.1 [CM + CVa + ( -0.30 SX + SZ ) ]$$

$$C13 = 1.1 [CM + CVa + ( 0.30 SX - SZ ) ]$$

$$C14 = 1.1 [CM + CVa + ( -0.30 SX - SZ ) ]$$

Las diferentes combinaciones de carga para revisar los estados límite de servicio, desplazamientos, son:

$$C15 = 1.0 ( CM + CV_{max} )$$

$$C16 = 1.0 [CM + CVa + Q ( SX + 0.30 SZ ) ]$$

$$C17 = 1.0 [CM + CVa + Q ( SX - 0.30 SZ ) ]$$

$$C18 = 1.0 [CM + CVa + Q ( - SX + 0.30 SZ ) ]$$

$$C19 = 1.0 [CM + CVa + Q ( - SX - 0.30 SZ ) ]$$

$$C20 = 1.0 [CM + CVa + Q ( 0.30 SX + SZ ) ]$$

$$C21 = 1.0 [CM + CVa + Q ( - 0.30 SX + SZ ) ]$$

$$C22 = 1.0 [CM + CVa + Q ( 0.30 SX - SZ ) ]$$

$$C23 = 1.0 [CM + CVa + Q ( - 0.30 SX - SZ ) ]$$

## **G. EFECTOS DE CARGAS PERMANENTES.**

El Ingeniero Civil debe evaluar cada una de las solicitaciones a las que estará sujeta la construcción durante su vida útil, incluyendo todas y cada una de las que tengan una probabilidad significativa de presentarse, debido a que aunque alguna de ellas ocurra en lapsos breves podría poner en peligro la estabilidad de la estructura así como su resistencia. Se deberá tener en cuenta no solo empujes, fuerzas externas y pesos permanentes, sino que también aquellos estados temporales debidos a la construcción y efectos imprevistos.

Las cargas permanentes que se consideraron en la estructura son: peso propio, impermeabilizante, instalaciones y una sobrecarga adicional que considera el RCDF04.

## **H. EFECTOS DE CARGAS ACCIDENTALES: SISMO Y VIENTO.**

### **SISMO (RCDF04).**

El RCDF establece que para el diseño o revisión por sismo las estructuras deben analizarse bajo la acción de dos componentes horizontales ortogonales no simultáneos del movimiento del terreno ( $SX$ ,  $SZ$ ).

Según las características de la estructura se podrá analizar mediante el método simplificado, método estático ó uno de los métodos dinámicos, con las debidas limitaciones que se establecen. Para esta estructura es correcto aplicar el Análisis Sísmico Estático Equivalente (ASEE) ó simplemente método estático debido a que esta estructura cumple con el requisito de ser una estructura regular con altura no mayor a 40 m, y en estructuras irregulares no ser mayor a 30 m de altura.

Para ello primero se debe revisar las condiciones de regularidad de la estructura de acuerdo a la Sección 6 de las “Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (NTDS)”.

1. Su planta es sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales por lo que toca a masas, así como a muros y otros elementos resistentes. Estos son, además, sensiblemente paralelos a los ejes ortogonales principales del edificio.

CUMPLE

- 
- 
2. La relación de su altura a la dimensión menor de su base no pasa de 2.5.  
 $h = 10.525 \text{ m}$ ,  $b = 28.225 \text{ m}$ ;  $h/b = 0.373$
- CUMPLE
3. **La relación de largo a ancho de la base no excede de 2.5.**  
 **$l = 79.100$ ,  $b = 28.225$ ;  $l/b = 2.802$**
- NO CUMPLE**
4. En planta no tiene entrantes ni salientes cuya dimensión exceda de 20% de la dimensión de la planta medida paralelamente a la dirección que se considera del entrante o saliente.
- CUMPLE
5. En cada nivel tiene un sistema de techo o piso rígido resistente.
- CUMPLE
6. No tiene aberturas en sus sistemas de techo o piso cuya dimensión exceda de 20% de la dimensión en planta medida paralelamente a la abertura; las aéreas 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.
- CUMPLE
7. El peso de cada nivel, incluyendo la carga viva que deba considerarse para diseño sísmico, no es mayor que 110% del correspondiente piso inmediato inferior ni, excepción hecha del último nivel de la construcción, es menor que 70% de dicho peso.
- CUMPLE
8. Ningún piso tiene un área, delimitada por los paños exteriores de sus elementos resistentes verticales, mayor que 110% de la del piso inmediato inferior ni menor que 70% de esta. Se exime de este último requisito únicamente al último piso de la construcción. Además, el área de ningún entrepiso excede en más de 50% a la menor de los pisos inferiores.
- CUMPLE
9. Todas las columnas están restringidas en todos los pisos en dos direcciones sensiblemente ortogonales por diafragmas horizontales y por trabes o losas planas.
- CUMPLE

10. Ni la rigidez ni la resistencia al corte de ningún entrepiso difieren en más de 50% de la del entrepiso inmediatamente inferior. El último entrepiso queda excluido de este requisito.

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.

CUMPLE

Cuando una estructura no satisfaga uno o más de estos requisitos se considerara irregular, y será fuertemente irregular cuando se cumpla alguna de las condiciones siguientes:

1. La excentricidad torsional calculada estáticamente,  $e_s$ , excede en algún entrepiso de 20% de la dimensión en planta de ese entrepiso, medida paralelamente a la excentricidad mencionada.
2. La rigidez o la resistencia al corte de algún entrepiso exceden en más de 100% a la del piso inmediatamente inferior.

Debido a esto, se obtendrá un factor de reducción de la fuerza sísmica  $Q'$ , el cual se deberá multiplicar por 0.9 cuando no se satisfaga uno de los requisitos de las condiciones de irregularidad, por 0.8 cuando no se cumplan dos o más de los mismos requisitos, y por 0.7 cuando la estructura sea fuertemente irregular.

$$Q' = Q ; \quad \text{si se desconoce } T, \text{ ó si } T \geq T_a$$

$$Q' = 1 + \frac{T}{T_a}(Q - 1) ; \quad \text{si } T < T_a$$

Como se mencionó en el capítulo anterior la construcción, se desplanta en un suelo correspondiente a la Zona Tipo I (Zona de Lomas), al cual le corresponden los siguientes parámetros sísmicos. TABLA 3.3

Zona	C	$a_0$	$T_a$	$T_b$	r
I	0.16	0.04	0.2	1.35	1.0

$T_a$  y  $T_b$  en segundos.

TABLA 3.3. VALORES DE LOS PARÁMETROS SÍSMICOS PARA CALCULAR LOS ESPECTROS DE ACELERACIONES CORRESPONDIENTE AL SUELO ZONA TIPO I.

El factor de comportamiento sísmico correspondiente a esta estructura es  $Q = 2$ , debido a que cumple con los requisitos estipulados en la Sección 5.3 de NTCDS del RCDF04.

#### Análisis Sísmico Estático Equivalente.

Para aplicar este método de análisis, debemos hacer una suposición donde las fuerzas sísmicas que actúan en el suelo se podrán aplicar en cada uno de los puntos donde se consideran concentradas las masas. Cada una de estas fuerzas se podrá obtener mediante la siguiente ecuación:

$$F = \frac{c}{Q'} W_i h_i \frac{\sum W_i}{\sum W_i h_i} ; \frac{c}{Q'} \geq a_0$$

donde:

$W_i$  peso de la  $i$ -ésima masa, y

$h_i$  altura de la  $i$ -ésima masa sobre el nivel de desplante.

Como se mencionó anteriormente, esta estructura pertenece al Grupo A, por esta razón se deberá multiplicar el coeficiente sísmico de diseño por un factor de importancia ( $F_c$ ) de 1.5, debido a la importancia de la construcción se tiene que aumentar en un 50% este coeficiente.

$$c_d = \frac{c * F_r}{Q'}$$



Obteniendo de esta manera los siguientes resultados.

Debido a que la estructura no cumple con el punto 3 de las condiciones de regularidad, se deberá afectar el factor de reducción  $Q'$  por 0.9.

De esta manera resulta que el factor de comportamiento sísmico reducido será:

$$Q' = (2) (0.9)$$

$$Q' = 1.8$$

$$c_d = \frac{0.16 * 1.5}{1.8}$$

$$c_d = 0.133$$

Enseguida se muestra el análisis sísmico. TABLA 3.4

W, ton <sub>f</sub>	h, m	W*h, ton <sub>f</sub> -m	F, ton <sub>f</sub>	V, ton <sub>f</sub>
1473.60	10.525	15,503.32	195.98	195.98

TABLA 3.4. OBTENCIÓN DE FUERZA SÍSMICA RCDF04.

$$F = (0.133)(15,503.32) \left( \frac{1473.60}{15,503.32} \right) ton_f$$

$$F = 195.98 ton_f$$

La fuerza F, será aplicada a cada columna en su intersección con la losa, debido a que suponemos que ahí se concentra la masa. Multiplicando el área tributaria de cada columna por la fuerza sísmica F se obtiene la fuerza sísmica que actúa en cada columna correspondiente, a continuación se muestra una tabla con la fuerza sísmica que actúa sobre cada columna. TABLA 3.5

COL (EJES)	Fuerza sísmica, ton <sub>f</sub>
G4	7.034
G6	8.036
G8	8.036
G10	8.036
G12	8.036
G14	8.036
G16	8.075
G18	6.975
E4	8.036
E6	9.156
E8	9.156
E10	9.156
E12	9.156
E14	9.156
E16	9.215
E18	7.977
C4	7.152
C6	8.154
C8	8.154
C10	8.154
C12	8.154
C14	8.154
C16	8.193
C18	7.093

**TABLA 3.5. VALOR DE LA FUERZA SÍSMICA EN CADA COLUMNA RCDF04.**

Con estas fuerzas se analizó el modelo tridimensional para establecer el comportamiento y sus desplazamientos correspondientes al sismo.

**SISMO (RCSUDF42).**

Esta estructura pertenece a la clasificación Tipo II, el cual se refiere a construcciones para lugares de reunión o de cualquier otra clase, que al fallar pongan en peligro la vida de un gran número de personas. Por ejemplo, teatro, escuelas, cines y similares.

A este tipo de estructuras le corresponde un coeficiente sísmico de 0.05, de esta manera, el análisis sísmico se muestra a continuación TABLA 3.6

<b>W, ton<sub>f</sub></b>	<b>h, m</b>	<b>W*h, ton<sub>f</sub>-m</b>	<b>F, ton<sub>f</sub></b>	<b>V, ton<sub>f</sub></b>
1473.60	10.525	15,503.32	<b>73.80</b>	<b>73.80</b>

TABLA 3.6. OBTENCION DE FUERZA SISMICA RCSUDF42.

$$F = (0.05)(15,503.32) \left( \frac{1473.60}{15,503.32} \right) ton_f$$

$$F = 73.80 ton_f$$

La tabla siguiente muestra la fuerza sísmica que actúa sobre cada una de las columnas. TABLA 3.7

COL (EJES)	Fuerza sísmica, ton <sub>f</sub>
G4	2.638
G6	3.014
G8	3.014
G10	3.014
G12	3.014
G14	3.014
G16	3.028
G18	2.616
E4	3.014
E6	3.433
E8	3.433
E10	3.433
E12	3.433
E14	3.433
E16	3.456
E18	2.991
C4	2.682
C6	3.058
C8	3.058
C10	3.058
C12	3.058
C14	3.058
C16	3.072
C18	2.660

TABLA 3.7. VALOR DE LA FUERZA SÍSMICA EN CADA COLUMNA RCSUDF42.

**VIENTO (RCDF04).**

Conforme las “Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Viento” (NTCDV) se clasifica a las estructuras según su importancia y según los efectos que pueda ocasionar el viento en ellas (Tipo I, II, III ó IV). Este edificio en estudio corresponde al Grupo A según su importancia y al Tipo I de acuerdo a su respuesta ante la acción del viento, en este tipo de estructuras se incluyen aquellas que son poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento, también se incluye a las construcciones cerradas techadas con sistemas de cubierta rígidos; esto es, que sean capaces de resistir las cargas debidas al viento sin que varíe esencialmente su geometría.

En la revisión estructural se deben tomar en cuenta aquellos efectos que pueden ser importantes debidos a la acción del viento.

- a) Empujes y succiones estáticos.
- b) Fuerzas dinámicas paralelas y transversales al flujo principal, causadas por turbulencia.
- c) Vibraciones transversales al flujo causadas por vórtices alternantes; e
- d) Inestabilidad aeroelástica

En las estructuras que pertenecen a la clasificación tipo I, el RCDF04 permite considerar únicamente los efectos estáticos del viento para su respectivo análisis.

**Método Estático.**

Para este método de análisis se deben emplear los diferentes factores correctivos que afectan la velocidad regional, en función de la topografía y de la variación de la velocidad del viento con la altura de la construcción, la cual varía dependiendo de la localización dentro del Distrito Federal.

Todo ello conlleva a poder calcular la velocidad de diseño que actúa sobre la construcción, para después poder obtener la presión de diseño la cual se introducirá al modelo matemático para hacer el análisis.

La velocidad de diseño se expresa matemáticamente con la siguiente fórmula:

$$V_D = F_{TR} F_{\alpha} V_R, \text{ m/s}$$

donde:

$F_{TR}$  factor correctivo que toma en cuenta las condiciones locales relativas a la topografía y a la rugosidad del terreno en los alrededores del sitio de desplante

$F_{\alpha}$  factor que toma en cuenta la variación de la velocidad del viento, con la altura; y

$V_R$  velocidad regional según la zona que le corresponde al sitio en donde se construirá la estructura. TABLA 3.8

		Importancia de la construcción		
		A	B	Temporal
	Periodo de retorno, años	200	50	10
ZONA I	Delegaciones: Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Cuauhtémoc, G. A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza.	39	36	31
ZONA II	Delegaciones: Magdalena Contreras, Cuajimalpa, Milpa Alta, Tlalpan y Xochimilco.	35	32	28

TABLA 3.8. VELOCIDADES REGIONALES,  $V_R$ , SEGÚN LA IMPORTANCIA DE LA CONSTRUCCIÓN Y LA ZONIFICACIÓN, m/s

Esta construcción pertenece a la Zona I debido a que se localiza en la delegación Coyoacán, como pertenece al Grupo A le corresponde un periodo de retorno de 200 años, teniendo una velocidad regional de 39 m/s.

Para el factor de variación de la velocidad con la altura, se obtiene mediante las siguientes expresiones:

$$F_{\alpha} = 1.0 ; \quad \text{si } z \leq 10 \text{ m}$$

$$F_{\alpha} = \left(\frac{z}{10}\right)^{\alpha} ; \quad \text{si } 10 < z < \delta$$

$$F_{\alpha} = \left(\frac{\delta}{10}\right)^{\alpha} ; \quad \text{si } z \geq \delta$$

donde:

$\delta$  es la altura gradiente, medida a partir del nivel del terreno de desplante, por encima de la cual la variación de la velocidad del viento no es importante y se puede suponer constante, m.

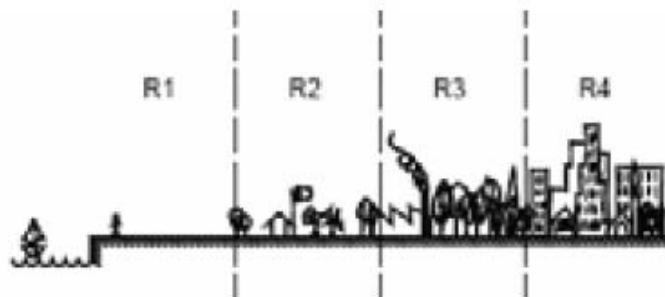
$\alpha$  exponente que determina la forma de variación de la velocidad del viento con la altura.

$z$  altura a la cual se desea calcular la velocidad de diseño, m.

Los coeficientes  $\alpha$  y  $\delta$  están en función de la rugosidad del terreno.

El factor de topografía toma en cuenta la variación de la rugosidad de los alrededores donde se encuentra la construcción, así como la topografía del lugar donde se desplanta la misma. **IMAGEN 3.4 A**

**IMAGEN 3.5 Y TABLA 3.9 A TABLA 3.10**



**IMAGEN 3.4 RUGOSIDAD DEL TERRENO.**

Tipos de terreno		$\alpha$	$\delta$ , m
<b>R1</b>	Escasas o nulas obstrucciones al flujo del viento, como en campo abierto.	0.099	245
<b>R2</b>	Terreno plano u ondulado con pocas obstrucciones.	0.128	315
<b>R3</b>	Zona típica urbana y suburbana. El sitio está rodeado predominantemente por construcciones de mediana y baja altura o por áreas arboladas y no se cumplen las condiciones del Tipo 4.	<b>0.156</b>	<b>390</b>
<b>R4</b>	Zona de gran densidad de edificios altos. Por lo menos la mitad de las edificaciones que se encuentran en un radio de 500 m alrededor de la estructura en estudio tienen altura superior a 20 m.	0.170	455

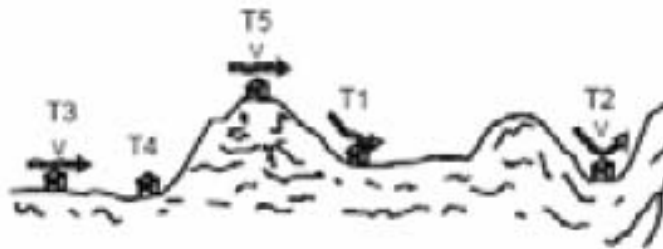
TABLA 3.9. RUGOSIDAD DEL TERRENO,  $\alpha$  y  $\delta$ .

IMAGEN 3.5 FORMAS TOPOGRÁFICAS LOCALES.



Tipos de topografía IMAGEN 3.3		Rugosidad de terrenos en alrededores		
		Terreno TIPO R2	Terreno TIPO R3	Terreno TIPO R4
T1	Base protegida de promontorios y faldas de serranías del lado de sotavento.	0.80	0.70	0.66
T2	Valles cerrados.	0.90	0.79	0.74
<b>T3</b>	Terreno prácticamente plano, campo abierto, ausencia de cambios topográficos importantes, con pendientes menores de 5% (normal).	1.00	<b>0.88</b>	0.82
T4	Terrenos inclinados con pendientes entre 5% y 10%.	1.10	0.97	0.90
T5	Cimas de promontorios, colinas o montañas, terrenos con pendientes mayores de 10%, cañadas o valles cerrados.	1.20	1.06	0.98

TABLA 3.10. FACTOR  $F_{TR}$  (FACTOR DE TOPOGRAFÍA Y RUGOSIDAD DEL TERRENO).

Con estas tablas se obtienen los valores de los coeficientes antes mencionados, los cuales se muestran a continuación:

$$F_{\alpha} = 1.008$$

$$V_R = 39 \text{ m/s}$$

$$F_{TR} = 0.88$$

Con estos valores se calcula la velocidad de diseño la cual da como resultado:

$$V_D = (0.88)(1.008)(39)$$

$$V_D = 34.59 \text{ m/s}$$

La velocidad de diseño permite calcular la distribución de presiones que actúa sobre la construcción, esta varía conforme la altura a partir de los 10 m, pero como la estructura en estudio mide 10.525 m, se puede considerar que la distribución de presiones es constante a lo largo de toda su altura. FIGURA 3.8

$$p_z = 0.048C_pV_D^2, \text{ kgf/m}^2$$

donde:

$C_p$  coeficiente local de presión, que depende de la forma de la estructura; y

$V_D$  velocidad de diseño a la altura  $z$ , definida anteriormente.

El valor del coeficiente local de presión se obtiene a continuación. TABLA 3.11

	$C_p$
Pared de barlovento.	<b>0.8</b>
Pared de sotavento <sup>1</sup> .	<b>-0.4</b>
Paredes laterales.	-0.8
Techos planos.	-0.8
Techos inclinados lado de sotavento.	-0.7
Techos inclinados lado de barlovento <sup>2</sup> .	$-0.8 < 0.04 \theta - 1.6 < 1.8$

<sup>1</sup> La succión se considerara constante en toda la altura de la pared de sotavento y se calculara para un nivel  $z$  igual a la altura media del edificio.

<sup>2</sup>  $\theta$  es el ángulo de inclinación del techo en grados.

TABLA 3.11. COEFICIENTES  $C_p$  PARA CONSTRUCCIONES CERRADAS.

La construcción solo se analizó para presiones de techo porque es la única área expuesta de la estructura, esto es debido a que las columnas de la misma están protegidas por muros de tabique y cancelería ajenos a la estructura.

Los techos inclinados de los volados perimetrales de la techumbre tienen una inclinación de 26.9 °.

Se muestran los valores de las presiones de diseño para los diferentes casos. TABLA 3.12

Techo	$p_z = 0.048 C_p V_D^2$			
	0.048	$C_p$	$V_D, \text{ m/s}$	$p_z, \text{ kg}_f/\text{m}^2$
Plano	0.048	-0.8	34.59	<b>-45.94</b>
Inclinado barlovento	0.048	-0.52	34.59	<b>-29.86</b>
Inclinado sotavento	0.048	-0.7	34.59	<b>-40.20</b>

TABLA 3.12. PRESIONES DE DISEÑO EN LA AZOTEA DE LA ESTRUCTURA

Para las cúpulas se utilizó el coeficiente de 0.8 puesto que es una pared de barlovento, de esta manera la presión de diseño del viento sobre las cúpulas es:

$$p_z = 0.048 C_p V_D^2$$

$$p_z = 0.048(0.8)(34.59)^2 \text{ kg}_f/\text{m}^2$$

$$p_z = 45.94 \text{ kg}_f/\text{m}^2$$

Como se pudo ver, la estructura solo es afectada por el viento en su distribución constante debido a que los laboratorios tienen una altura de 10.525 m. FIGURA 3.9

**VIENTO (RCSUDF42).**

En este Reglamento es bastante obvio que no se tenían muchos estudios acerca de los efectos del viento sobre las estructuras debido a que generaliza la presión de diseño a  $70 \text{ kg}_f/\text{m}^2$  suponiendo que actúa horizontalmente, y para techos inclinados se debe aplicar la formula de Duchemin:

$$P_n = P_h \frac{2 \sin a}{1 + \sin^2 a}; \text{ kg}_f/\text{m}^2$$

donde:

$a$  ángulo que la superficie de cubierta forma con la horizontal, con  $a > 5$  grados

$P_h$  es la presión del viento, se supondrá horizontal y de  $70 \text{ kg}_f/\text{m}^2$

$P_n$  es la presión normal y tendrá un valor mínimo de  $40 \text{ kg}_f/\text{m}^2$

El momento de volteo producido por la fuerza del viento no deberá ser mayor que el 70% del momento estabilizador de la estructura tomando en cuenta solo las cargas muertas.

Como se menciona anteriormente, la estructura solo se analizo por efectos del viento en la techumbre, por lo que los cálculos correspondientes son:

$$P_n = (70) \left[ \frac{2 * \sin(26.9)}{1 + \sin^2(26.9)} \right]; \text{ kg}_f/\text{m}^2$$

$$P_n = 52.58 \text{ kg}_f/\text{m}^2$$

Para el cálculo del momento de volteo, se tomó el mayor de todos, el cual resulta de multiplicar la presión de diseño del viento con el área del voladizo perimetral más largo, debido a que tendría más área, y esta fuerza multiplicarla por el brazo de palanca, es decir, la altura de la estructura:

$$Area = 128.55 \text{ m}^2$$

$$P_n = 52.58 \text{ kg}_f/\text{m}^2$$

$$M_{volteo} = 6,759.57 \text{ kg}_f - \text{m}$$

El cual es menor comparado con el momento estabilizador producido por la carga muerta (en este reglamento sería el peso propio) de la estructura, se muestra a continuación:

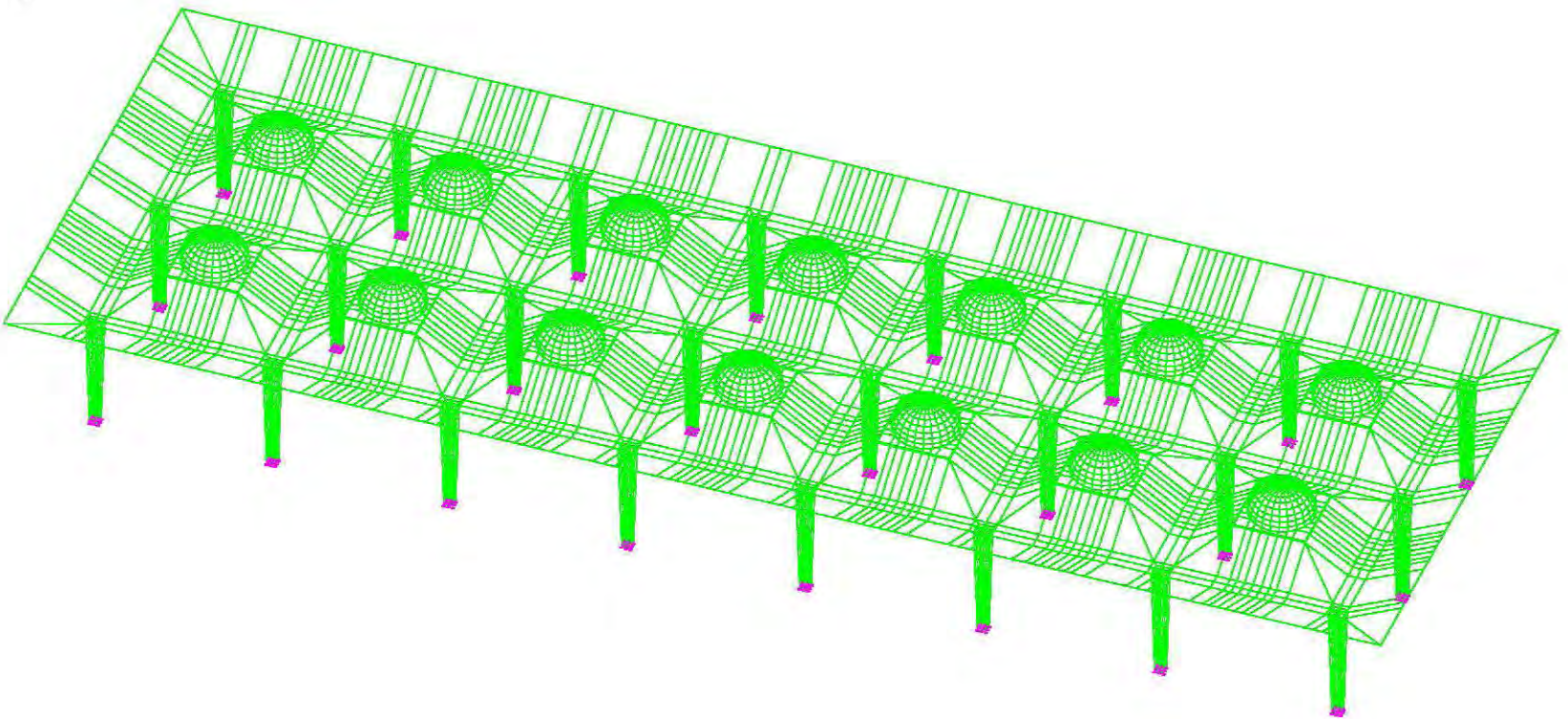
Dicho momento, se calcula con la mitad de la masa de la estructura por su brazo de palanca, es decir:

$$W = 736.80 \text{ ton}_f$$

$$l = 10.7 \text{ m}$$

$$M_{\text{estabilizador}} = 7,883.760 \text{ ton}_f\text{-m}$$


Se puede ver que el momento estabilizador es claramente mayor al momento de volteo, por lo cual, la estructura cumple con el análisis por viento.



**DATOS ESTRUCTURA**

MODELO: FINAL  
 NN = 7109  
 NS = 768  
 NP = 5492

FIG. 3.1 ISOMÉTRICO 1

 Tesis Profesional "DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 5,000 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1982 Y 1984, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Procedente	DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Director de Tesis	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
Área	Asesor	Asesor	Asesor
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	ULI/OVJU	SOI 1	SAE
Modelo	Modelo	Modelo	Modelo
MÓDELO: ISOMÉTRICO 1	120111	3.1	



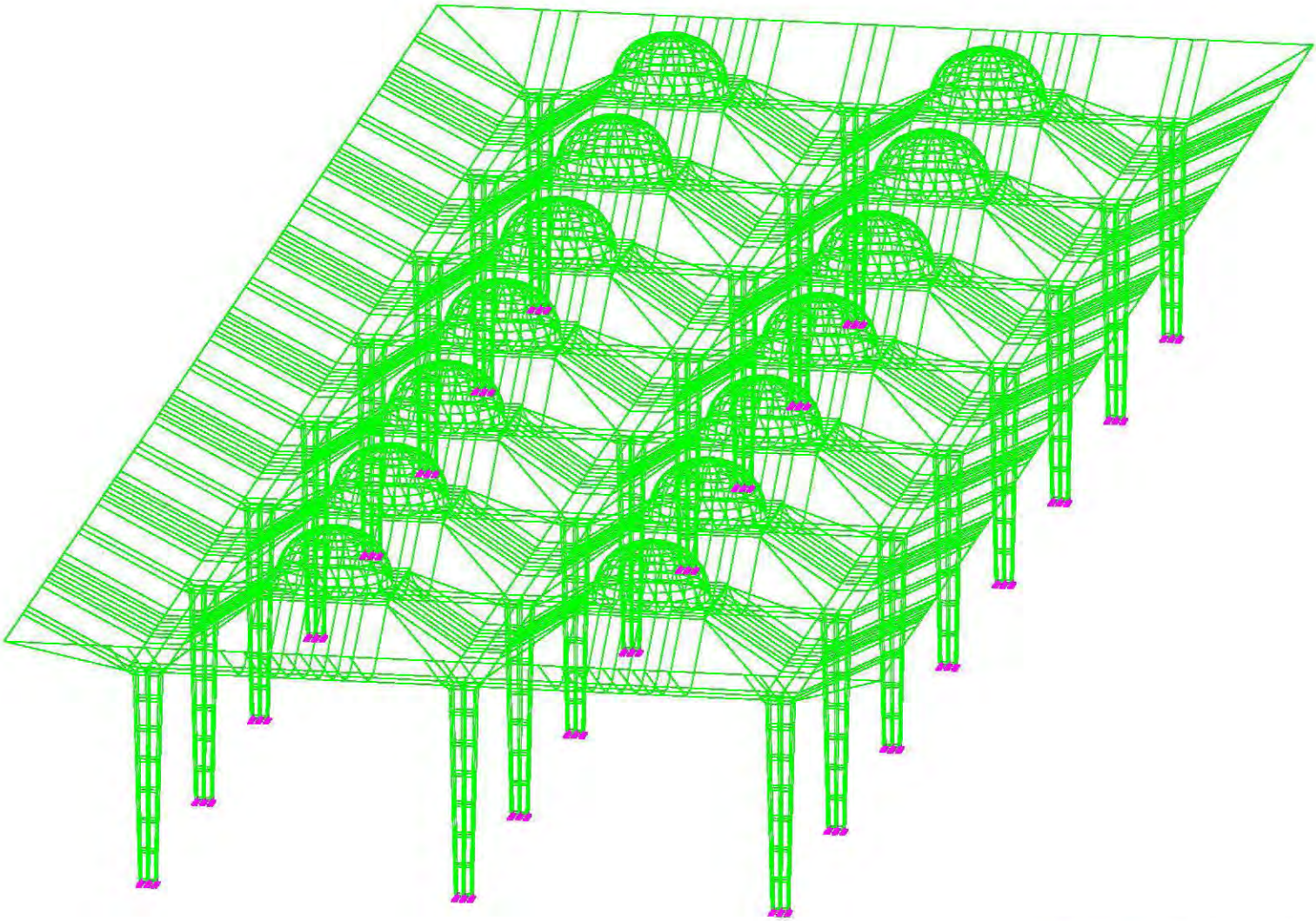



FIG. 3.2 ISOMÉTRICO 2

**DATOS ESTRUCTURA**

MODELO: FINAL  
 NN = 7109  
 NS = 768  
 NP = 5492

 Voto Profesional "DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 3,300 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Proyecto:	DANIEL VILLAMCENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Director de Trabajo:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
Actividad:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	Auto: (M/T/DV/P)	Fecha: (ISO) 2
Modelo:	MODELACIÓN: ISOMÉTRICO 2	Proyecto: 140111	Figura: 3.2



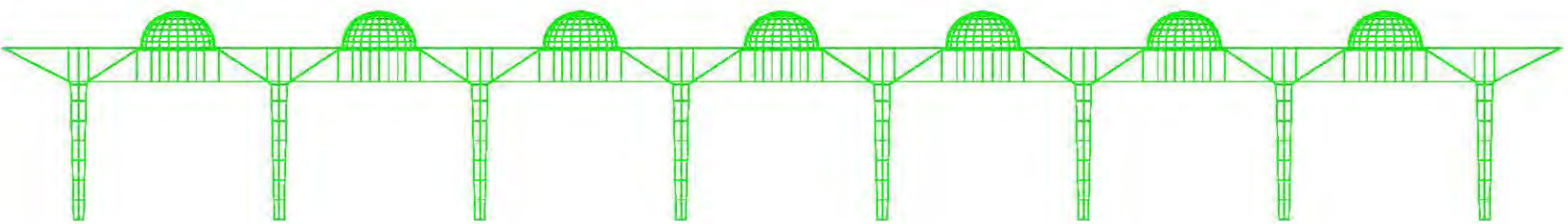



FIG. 3.3 ISOMÉTRICO 3

**DATOS ESTRUCTURA**

MODELO: FINAL  
 NN = 7109  
 NS = 768  
 NP = 5492

 Title Professor "DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 3,000 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1982 Y 1984, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Procedente	DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Director de Tesis	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
Diagnóstico Estructural	Fecha: 01/11/2011	Folio: 3	Página: 8/8
Modelo:	Modelo: ISOMÉTRICO 3	Fecha: 14/01/11	Folio: 3/3

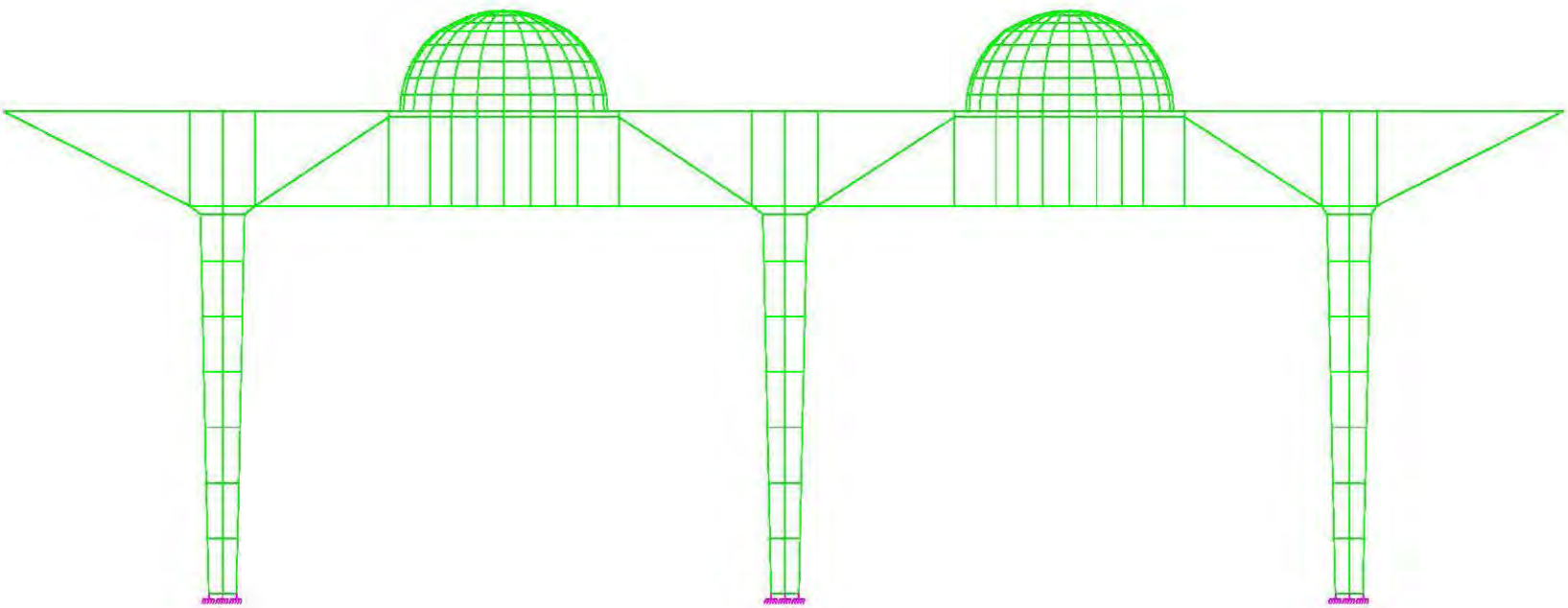

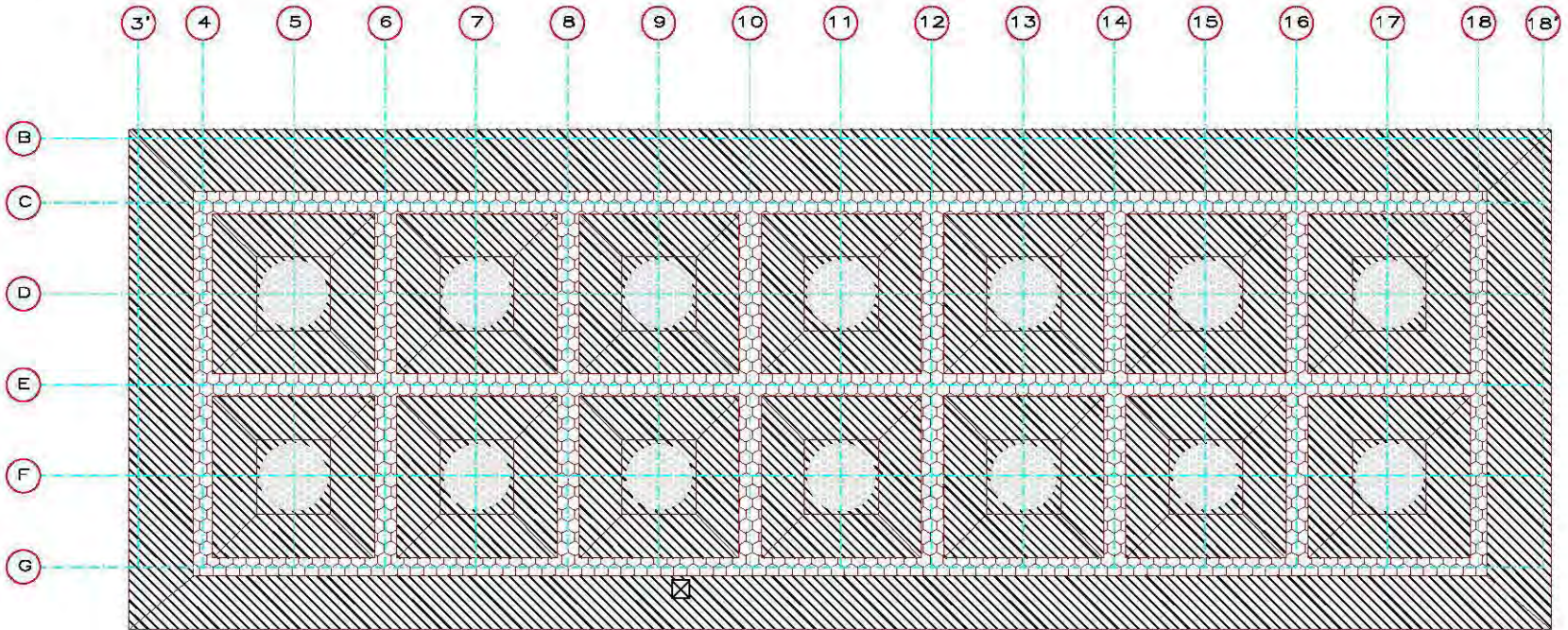
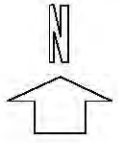


FIG. 3.4 ISOMÉTRICO 4

**DATOS ESTRUCTURA**

MODELO: FINAL  
 NN = 7109  
 NS = 768  
 NP = 5492

 Tesis Profesional "DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 5,000 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Proyecto	DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Director de Tesis	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
Diagnóstico Estructural	Autores	Fecha	Folio
	UVI/DVFEJ	2023	4
Modelo	Fecha	Folio	
MODELACIÓN: ISOMÉTRICO 4	14/01/11	34	



**NOTAS**

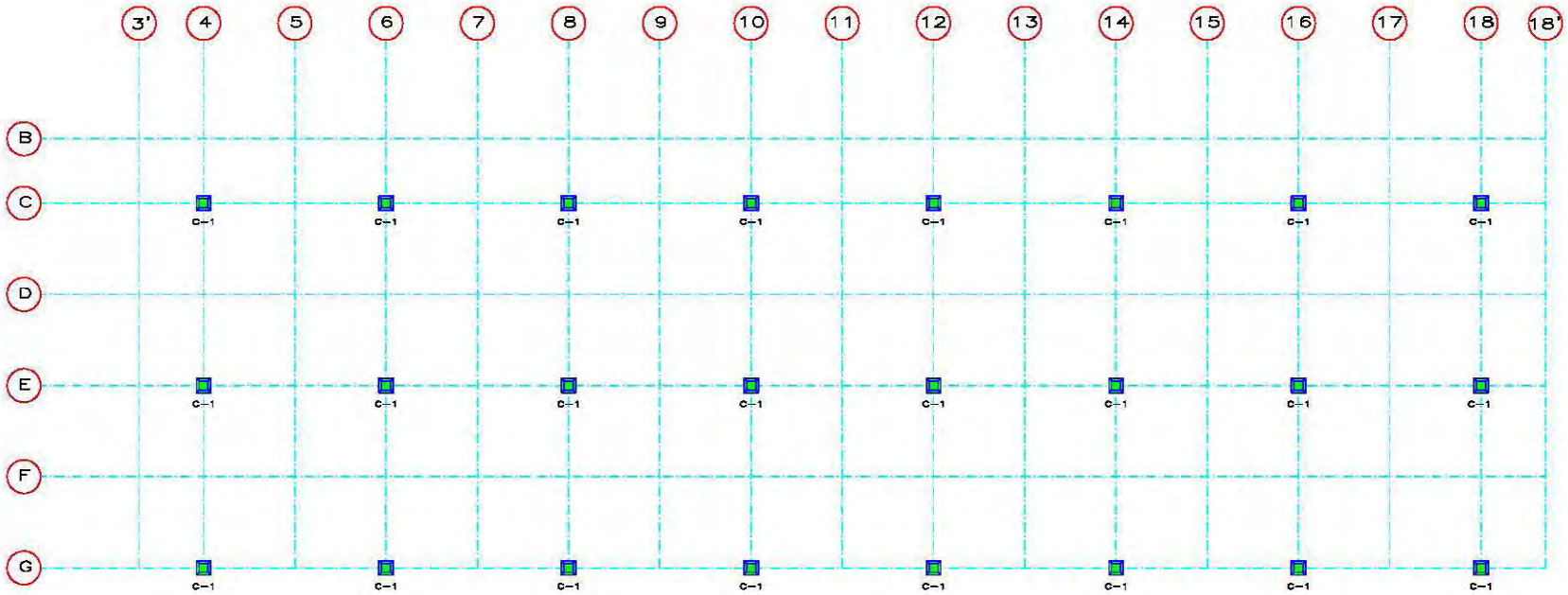
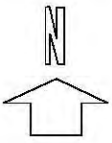
DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.

- ESPESOR DE LOSA H=10
- ESPESOR DE LOSA H=55

**FIG. 3.6 ESPEOR DE LAS LOSAS**

Título Profesional "DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 3,500 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Proyecto:		DANIEL VILLAMCENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI	
Director de Trabajo:		M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ	
Especialidad:		DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	
Método:		MT/DVPU	ESPE-LOG
Escala:		ESPEOR DE LAS DIFERENTES LOSAS	
Número:		120111	Folio: 38





**NOTAS**

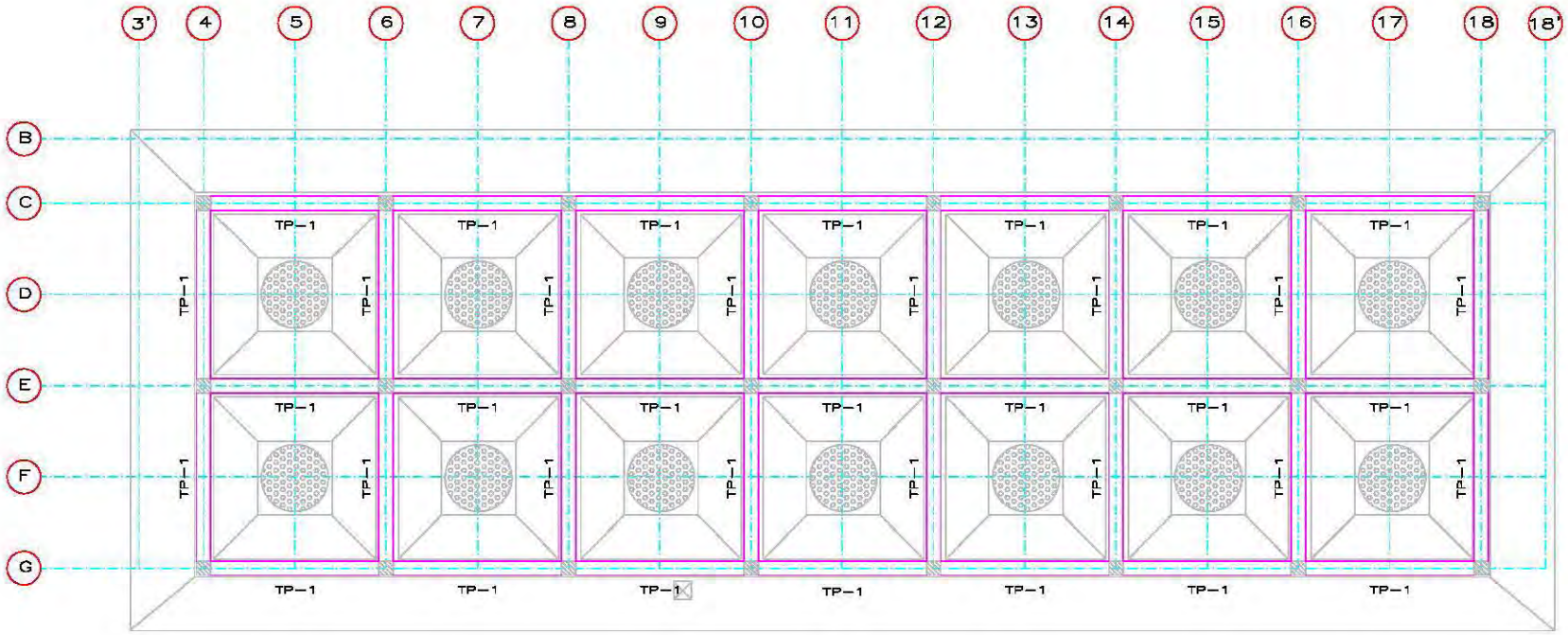
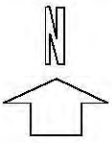
1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.

**SIMBOLOGÍA**

COLUMNA (C)

FIG. 3.5 TIPOS DE COLUMNAS

		Título Profesional	
"DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 3,500 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Proyecto		DANIEL VILLAMCENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI	
Director de Trabajo		M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ	
Tipo de Estudio		IMPT/DVPU	Escala
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL		LIQD/CDLS	1:500
Número		120111	Folio
TIPOS DE COLUMNAS			3.5



**NOTAS**

1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.

**SIMBOLOGÍA**

— TRABE PRINCIPAL (TP)

FIG. 3.9 LOCALIZACIÓN DE TRABES

TÍTULO PROFESIONAL "DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 3.500 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"	
PROYECTISTA DANIEL VILLAMCENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI	CONTROLADOR DE TRABAJOS M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ
TIPO DE ESTUDIO DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL (M.T./D.V.F.)	ESCALA 1:500 FECHA 12/01/11
TÍTULO DEL ESTUDIO LOCALIZACIÓN DE TRABES	FOLIO 3/8

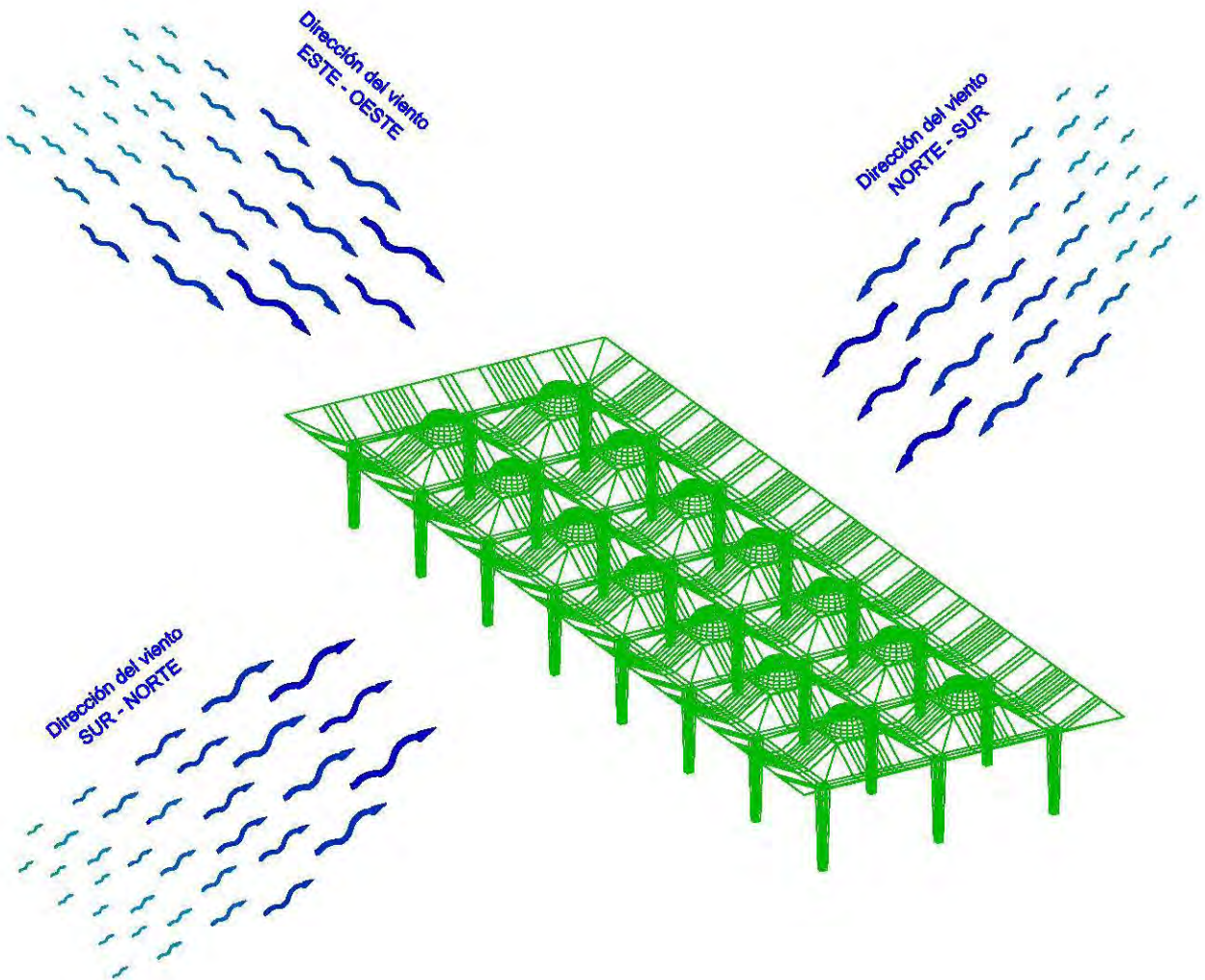


FIG. 3.7 DIRECCIONES DE LAS VELOCIDADES DEL VIENTO

		TÍTULO PROFESIONAL "DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 3.300 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUÍDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉRICO"	
PROYECTO: DANIEL VILLAMCENCIO FERNÁNDEZ DE JAUREGUI		DIRECTOR DE TRABAJO: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ	
TIPO DE ESTUDIO: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	MÉTODO: VLT/DVPU	NIVEL DE SERVICIO: III	ESCALA: 1/50
TÍTULO: DIRECCIONES DEL VIENTO		FOLIO: 140111	PÁGINA: 37



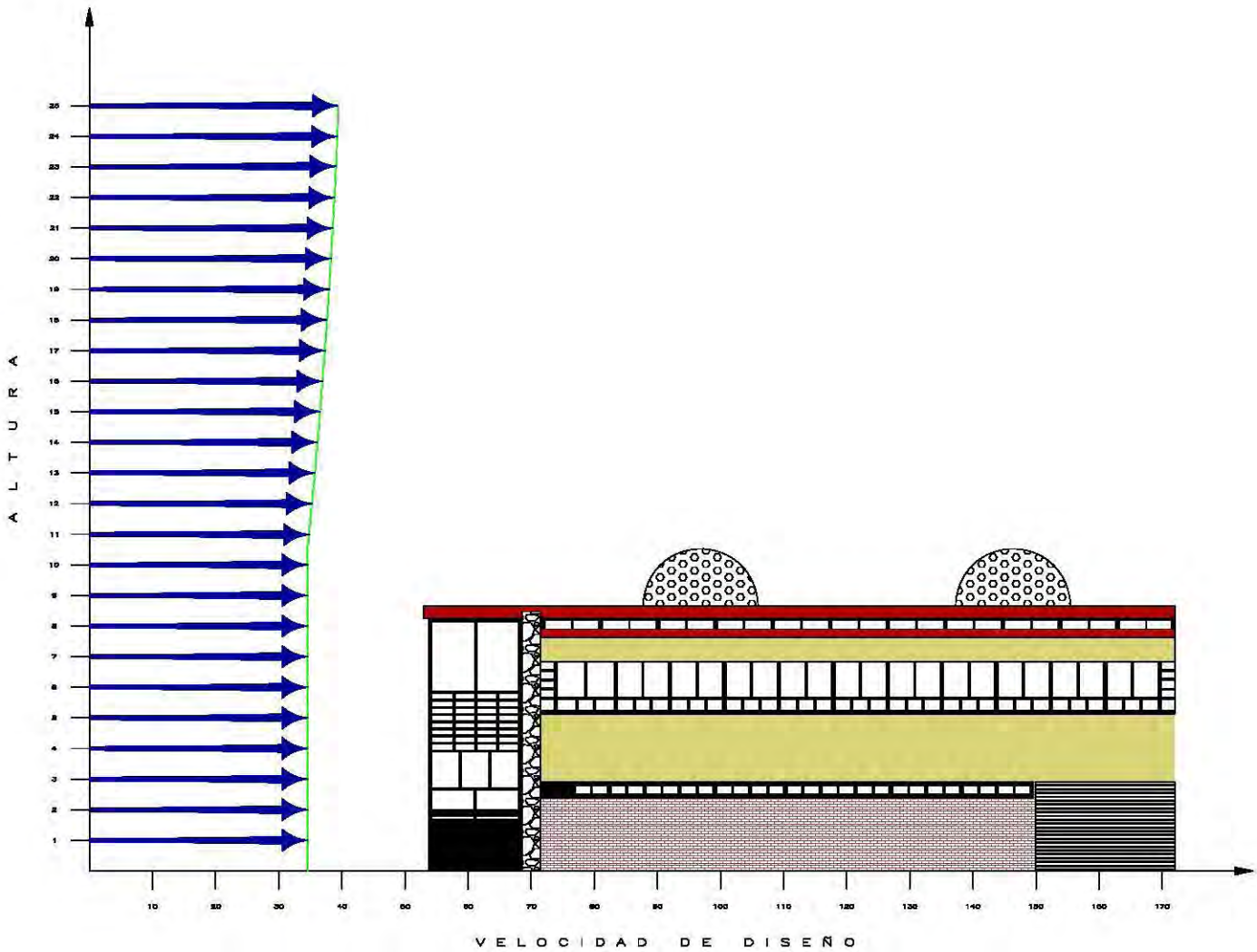


FIG. 3.8 DISTRIBUCION DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO DEL VIENTO CON RESPECTO A LA ALTURA

NOTAS

1. ALTURA EN METROS
2. VELOCIDAD DE DISEÑO EN M/S

TÍTULO PROFESIONAL "DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 3,500 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Proyecto	DANIEL VILLAMCENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Director de Tesis	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
Diagnostico Estructural	IMP/DVPU	Fecha	13/01/2011
Tema: DISTRIBUCION DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO		Figura	3.8

**IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS CONFORME A  
DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS.**



#### **IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS CONFORME A DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS.**

En el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal en la versión vigente 2004, en el Título Sexto, “De la Seguridad Estructural de las Construcciones”, el Artículo 146 indica que toda edificación debe contar con un sistema estructural que permita el flujo adecuado de las fuerzas que generan las distintas acciones de diseño, para que dichas fuerzas puedan ser transmitidas de manera continua y eficiente hasta la cimentación. Debe contar, además, con una cimentación que garantice la correcta transmisión de dichas fuerzas al subsuelo.

El Artículo 147 del mismo reglamento, establece que toda estructura y cada una de sus partes deben diseñarse para cumplir con los requisitos básicos siguientes:

- 1) Tener seguridad adecuada contra la aparición de todo estado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante su vida esperada.
- 2) No rebasar ningún estado límite de servicio antes combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación.

El cumplimiento de estos requisitos se comprobaba con los procedimientos establecidos con ayuda de las Normas Técnicas Complementarias correspondientes.

### A. REVISIÓN DE ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO.

Se considera como estado límite de servicio la ocurrencia de desplazamientos, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten el correcto funcionamiento de la edificación, pero que no perjudiquen su capacidad para soportar cargas. Los valores específicos de estos estados límite se definen en las Normas.

En el capítulo III, sección F, se establecen las combinaciones de cargas, de la combinación 10 a la combinación 22, para revisar dichos estados límite. Hay que recordar que la acción accidental que va a regir en esta estructura es el sismo.

Las distorsiones de entrepiso calculadas están multiplicadas por el factor de comportamiento sísmico,  $Q$ . Debido a que las fuerzas sísmicas reducidas son adecuadas para el diseño y revisión de los elementos estructurales pero no para los desplazamientos, por ello, las distorsiones son  $Q$  veces las que se hayan calculado con un análisis elástico-lineal bajo esas fuerzas reducidas. De esta manera, antes de comparar dichas distorsiones con las establecidas en el RCDF04, se deben multiplicar por el factor de comportamiento sísmico,  $Q$ .

$$\Psi = \frac{\Delta}{H} Q$$

donde:

$\Psi$  distorsión de entrepiso.

$\Delta$  desplazamiento lateral relativo entre los dos niveles que limitan el entrepiso considerado, cm.

$H$  altura de entrepiso, cm.

En construcciones en las que la resistencia sísmica sea proporcionada esencialmente por sistemas de losas planas y columnas, la distorsión no debe exceder el límite de 0.006, conforme a las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, del RCDF04.

Se muestran los isométricos, de la configuración deformada de la estructura debidos a la combinación de carga 16 (CC16), la cual resultó con los desplazamientos máximos en la dirección X, causados por el sismo en la dirección X. FIGURA 4.1 A FIGURA 4.4 De igual manera, se muestran los isométricos de la configuración deformada debidos a la combinación de carga 20 (CC20), donde se obtuvieron los desplazamientos máximos en la dirección Z, originados por el sismo en la dirección Z. FIGURA 4.5 A FIGURA 4.8

A continuación se muestran los resultados de los desplazamientos en diversos nudos de la estructura. En ninguno de ellos se rebasa el valor establecido como límite de servicio. TABLA 4.1 A TABLA 4.4

COL (EJES)	NUDO	h [m]	SISMO EN DIRECCION X		SISMO EN DIRECCION Z	
			COMBINACIÓN DE CARGA 16		COMBINACIÓN DE CARGA 20	
			$\Delta X$ [cm]	$\Delta X/h$	$\Delta Z$ [cm]	$\Delta Z/h$
G4	4029	7.00	2.265	0.0032	2.106	0.0030
G6	4056	7.00	2.301	0.0033	2.120	0.0030
G8	4083	7.00	2.319	0.0033	2.235	0.0030
G10	4110	7.00	2.328	0.0033	2.130	0.0030
G12	4137	7.00	2.327	0.0033	2.136	0.0031
G14	4164	7.00	2.317	0.0033	2.141	0.0031
G16	4191	7.00	2.297	0.0033	2.148	0.0031
G18	4218	7.00	2.259	0.0032	2.147	0.0031
E4	4041	7.00	2.280	0.0033	2.114	0.0030
E6	4068	7.00	2.319	0.0033	2.128	0.0030
E8	4095	7.00	2.338	0.0033	2.135	0.0031
E10	4122	7.00	2.346	0.0034	2.143	0.0031
E12	4149	7.00	2.345	0.0034	2.151	0.0031
E14	4176	7.00	2.336	0.0033	2.159	0.0031
E16	4203	7.00	2.315	0.0033	2.169	0.0031
E18	4230	7.00	2.274	0.0032	2.172	0.0031
C4	4053	7.00	2.278	0.0033	2.109	0.0030
C6	4080	7.00	2.321	0.0033	2.122	0.0030
C8	4107	7.00	2.341	0.0033	2.127	0.0030
C10	4134	7.00	2.349	0.0034	2.134	0.0030
C12	4161	7.00	2.349	0.0034	2.141	0.0031
C14	4188	7.00	2.339	0.0033	2.148	0.0031
C16	4215	7.00	2.318	0.0033	2.155	0.0031
C18	4242	7.00	2.272	0.0032	2.156	0.0031

TABLA 4.1 DESPLAZAMIENTOS EN LOS NUDOS COLUMNA-LOSA DE TECHUMBRE. (Localización de nudos en columnas en FIGURA 4.13) RCDF04

VOLADO	NUDO	h [m]	SISMO EN DIRECCION X		SISMO EN DIRECCION Z	
			COMBINACIÓN DE CARGA 16		COMBINACIÓN DE CARGA 20	
			$\Delta X$ [cm]	$\Delta X/h$	$\Delta Z$ [cm]	$\Delta Z/h$
ESQUINA	5001	8.700	2.294	0.0026	2.138	0.0025
LONGITUDINAL	5012	8.700	0.33	0.0004	2.111	0.0024
LONGITUDINAL	5021	8.700	0.268	0.0003	2.118	0.0024
LONGITUDINAL	5039	8.700	0.280	0.0003	2.139	0.0025
LONGITUDINAL	5051	8.700	0.279	0.0003	2.143	0.0025
LONGITUDINAL	5068	8.700	0.264	0.0003	2.138	0.0025
LONGITUDINAL	5075	8.700	0.267	0.0003	2.149	0.0025
ESQUINA	5089	8.700	2.283	0.0026	2.196	0.0025
ESQUINA	5090	8.700	2.335	0.0027	2.131	0.0024
LONGITUDINAL	5092	8.700	3.656	0.0042	2.147	0.0025
LONGITUDINAL	5097	8.700	4.626	0.0053	2.114	0.0024
LONGITUDINAL	5104	8.700	4.822	0.0055	2.122	0.0024
LONGITUDINAL	5116	8.700	4.864	0.0056	2.134	0.0025
LONGITUDINAL	5128	8.700	4.873	0.0056	2.142	0.0025
LONGITUDINAL	5140	8.700	4.873	0.0056	2.150	0.0025
LONGITUDINAL	5155	8.700	4.831	0.0056	2.154	0.0025
LONGITUDINAL	5167	8.700	4.696	0.0054	2.160	0.0025
LONGITUDINAL	5171	8.700	4.610	0.0053	2.155	0.0025
LONGITUDINAL	5174	8.700	4.461	0.0051	2.163	0.0025
LONGITUDINAL	5177	8.700	3.580	0.0041	2.192	0.0025
ESQUINA	5178	8.700	2.330	0.0027	2.209	0.0025
TRANSVERSAL	6003	8.700	2.306	0.0027	0.953	0.0011
TRANSVERSAL	6010	8.700	2.264	0.0026	0.144	0.0002
TRANSVERSAL	6014	8.700	2.277	0.0026	0.082	0.0001
TRANSVERSAL	6028	8.700	2.302	0.0026	3.359	0.0039
TRANSVERSAL	6031	8.700	2.280	0.0026	4.332	0.0050
TRANSVERSAL	6039	8.700	2.258	0.0026	4.558	0.0052
TRANSVERSAL	6041	8.700	2.270	0.0026	4.631	0.0053
TRANSVERSAL	6043	8.700	2.274	0.0026	4.557	0.0052
TRANSVERSAL	6051	8.700	2.278	0.0026	4.328	0.0050
TRANSVERSAL	6054	8.700	2.313	0.0027	3.450	0.0040

TABLA 4.2 DESPLAZAMIENTOS EN NUDOS DE VOLADOS. (Localización de nudos de volados en FIGURA 4.14) RCDF04

BASE CUPULA	NUDO	h [m]	SISMO EN DIRECCION X		SISMO EN DIRECCION Z	
			COMBINACIÓN DE CARGA 16		COMBINACIÓN DE CARGA 20	
			$\Delta X$ [cm]	$\Delta X/h$	$\Delta Z$ [cm]	$\Delta Z/h$
1	11005	8.700	2.247	0.0026	2.108	0.0024
	11013	8.700	2.271	0.0026	2.090	0.0024
	11021	8.700	2.290	0.0026	2.084	0.0024
	11029	8.700	2.258	0.0026	2.095	0.0024
2	21005	8.700	2.278	0.0026	2.120	0.0024
	21013	8.700	2.291	0.0026	2.107	0.0024
	21021	8.700	2.31	0.0027	2.101	0.0024
	21029	8.700	2.293	0.0026	2.106	0.0024
3	31005	8.700	2.295	0.0026	2.126	0.0024
	31013	8.700	2.301	0.0026	2.113	0.0024
	31021	8.700	2.320	0.0027	2.106	0.0024
	31029	8.700	2.310	0.0027	2.112	0.0024
4	41005	8.700	2.302	0.0026	2.133	0.0025
	41013	8.700	2.301	0.0026	2.120	0.0024
	41021	8.700	2.321	0.0027	2.112	0.0024
	41029	8.700	2.317	0.0027	2.118	0.0024
5	51005	8.700	2.300	0.0026	2.140	0.0025
	51013	8.700	2.293	0.0026	2.127	0.0024
	51021	8.700	2.313	0.0027	2.118	0.0024
	51029	8.700	2.315	0.0027	2.124	0.0024
6	61005	8.700	2.289	0.0026	2.148	0.0025
	61013	8.700	2.274	0.0026	2.135	0.0025
	61021	8.700	2.294	0.0026	2.125	0.0024
	61029	8.700	2.304	0.0026	2.131	0.0024
7	71005	8.700	2.607	0.0026	2.144	0.0025
	71013	8.700	2.24	0.0026	2.134	0.0025
	71021	8.700	2.256	0.0026	2.122	0.0024
	71029	8.700	2.282	0.0026	2.126	0.0024

TABLA 4.3 DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS EN LAS BASES DE LAS CÚPULAS. (Localización de nudos en bases de cúpulas en FIGURA 4.15) RCDF04

BASE CUPULA	NUDO	h [m]	SISMO EN DIRECCION X		SISMO EN DIRECCION Z	
			COMBINACIÓN DE CARGA 16		COMBINACIÓN DE CARGA 20	
			$\Delta X$ [cm]	$\Delta X/h$	$\Delta Z$ [cm]	$\Delta Z/h$
8	81005	8.700	2.251	0.0026	2.103	0.0024
	81013	8.700	2.283	0.0026	2.087	0.0024
	81021	8.700	2.294	0.0026	2.086	0.0024
	81029	8.700	2.254	0.0026	2.102	0.0024
9	91005	8.700	2.286	0.0026	2.113	0.0024
	91013	8.700	2.302	0.0026	2.103	0.0024
	91021	8.700	2.312	0.0027	2.105	0.0024
	91029	8.700	2.293	0.0026	2.116	0.0024
10	101005	8.700	2.305	0.0026	2.118	0.0024
	101013	8.700	2.310	0.0027	2.108	0.0024
	101021	8.700	2.321	0.0027	2.113	0.0024
	101029	8.700	2.312	0.0027	2.124	0.0024
11	111005	8.700	2.313	0.0027	2.124	0.0024
	111013	8.700	2.310	0.0027	2.114	0.0024
	111021	8.700	2.321	0.0027	2.121	0.0024
	111029	8.700	2.320	0.0027	2.132	0.0025
12	121005	8.700	2.312	0.0027	2.131	0.0024
	121013	8.700	2.301	0.0026	2.120	0.0024
	121021	8.700	2.311	0.0027	2.130	0.0024
	121029	8.700	2.318	0.0027	2.141	0.0025
13	131005	8.700	2.302	0.0026	2.137	0.0025
	131013	8.700	2.280	0.0026	2.126	0.0024
	131021	8.700	2.291	0.0026	2.140	0.0025
	131029	8.700	2.308	0.0027	2.151	0.0025
14	141005	8.700	2.282	0.0026	2.132	0.0025
	141013	8.700	2.243	0.0026	2.123	0.0024
	141021	8.700	2.251	0.0026	2.141	0.0025
	141029	8.700	2.289	0.0026	2.149	0.0025

TABLA 4.3 DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS EN LAS BASES DE LAS CÚPULAS. (Localización de nudos en bases de cúpulas en FIGURA 4.15) RCDF04

CUPULA	NUDO	h [m]	SISMO EN DIRECCION X		SISMO EN DIRECCION Z	
			COMBINACIÓN DE CARGA 16		COMBINACIÓN DE CARGA 20	
			$\Delta X$ [cm]	$\Delta X/h$	$\Delta Z$ [cm]	$\Delta Z/h$
1	10000	10.525	2.238	0.0021	2.068	0.0020
	10501	9.900	2.244	0.0023	2.079	0.0021
	10507	9.900	2.248	0.0023	2.078	0.0021
	10513	9.900	2.253	0.0023	2.078	0.0021
	10519	9.900	2.250	0.0023	2.077	0.0021
2	20000	10.525	2.262	0.0021	2.088	0.0020
	20501	9.900	2.271	0.0023	2.096	0.0021
	20507	9.900	2.273	0.0023	2.097	0.0021
	20513	9.900	2.276	0.0023	2.098	0.0021
	20519	9.900	2.276	0.0023	2.095	0.0021
3	30000	10.525	2.276	0.0022	2.092	0.0020
	30501	9.900	2.286	0.0023	2.100	0.0021
	30507	9.900	2.287	0.0023	2.102	0.0021
	30513	9.900	2.288	0.0023	2.102	0.0021
	30519	9.900	2.289	0.0023	2.099	0.0021
4	40000	10.525	2.280	0.0022	2.099	0.0020
	40501	9.900	2.291	0.0023	2.107	0.0021
	40507	9.900	2.290	0.0023	2.109	0.0021
	40513	9.900	2.290	0.0023	2.109	0.0021
	40519	9.900	2.293	0.0023	2.105	0.0021
5	50000	10.525	2.275	0.0022	2.106	0.0020
	50501	9.900	2.287	0.0023	2.114	0.0021
	50507	9.900	2.285	0.0023	2.116	0.0021
	50513	9.900	2.284	0.0023	2.115	0.0021
	50519	9.900	2.288	0.0023	2.111	0.0021
6	60000	10.525	2.260	0.0021	2.113	0.0020
	60501	9.900	2.273	0.0023	2.121	0.0021
	60507	9.900	2.270	0.0023	2.124	0.0021
	60513	9.900	2.268	0.0023	2.123	0.0021
	60519	9.900	2.273	0.0023	2.119	0.0021
7	70000	10.525	2.232	0.0021	2.097	0.0020
	70501	9.900	2.248	0.0023	2.109	0.0021
	70507	9.900	2.242	0.0023	2.113	0.0021
	70513	9.900	2.237	0.0023	2.114	0.0021
	70519	9.900	2.245	0.0023	2.107	0.0021

TABLA 4.4. DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS EN LAS CUPULAS. (Localización de nudos en las cúpulas en FIGURA 4.16) RCDF04



CUPULA	NUDO	h [m]	SISMO EN DIRECCION X		SISMO EN DIRECCION Z	
			COMBINACIÓN DE CARGA 16		COMBINACIÓN DE CARGA 20	
			$\Delta X$ [cm]	$\Delta X/h$	$\Delta Z$ [cm]	$\Delta Z/h$
8	80000	10.525	2.234	0.0021	2.068	0.0020
	80501	9.900	2.243	0.0023	2.080	0.0021
	80507	9.900	2.252	0.0023	2.076	0.0021
	80513	9.900	2.253	0.0023	2.077	0.0021
	80519	9.900	2.247	0.0023	2.078	0.0021
9	90000	10.525	2.257	0.0021	2.089	0.0020
	90501	9.900	2.270	0.0023	2.098	0.0021
	90507	9.900	2.276	0.0023	2.096	0.0021
	90513	9.900	2.275	0.0023	2.097	0.0021
	90519	9.900	2.272	0.0023	2.098	0.0021
10	100000	10.525	2.271	0.0022	2.094	0.0020
	100501	9.900	2.285	0.0023	2.103	0.0021
	100507	9.900	2.290	0.0023	2.101	0.0021
	100513	9.900	2.288	0.0023	2.103	0.0021
	100519	9.900	2.286	0.0023	2.103	0.0021
11	110000	10.525	2.275	0.0022	2.101	0.0020
	110501	9.900	2.290	0.0023	2.111	0.0021
	110507	9.900	2.294	0.0023	2.108	0.0021
	110513	9.900	2.290	0.0023	2.110	0.0021
	110519	9.900	2.289	0.0023	2.110	0.0021
12	120000	10.525	2.270	0.0022	2.109	0.0020
	120501	9.900	2.286	0.0023	2.118	0.0021
	120507	9.900	2.289	0.0023	2.116	0.0021
	120513	9.900	2.284	0.0023	2.117	0.0021
	120519	9.900	2.284	0.0023	2.118	0.0021
13	130000	10.525	2.254	0.0021	2.117	0.0020
	130501	9.900	2.272	0.0023	2.126	0.0021
	130507	9.900	2.273	0.0023	2.124	0.0021
	130513	9.900	2.267	0.0023	2.126	0.0021
	130519	9.900	2.269	0.0023	2.126	0.0021
14	140000	10.525	2.231	0.0021	2.103	0.0020
	140501	9.900	2.249	0.0023	2.116	0.0021
	140507	9.900	2.247	0.0023	2.114	0.0021
	140513	9.900	2.239	0.0023	2.118	0.0021
	140519	9.900	2.244	0.0023	2.117	0.0021

TABLA 4.4. DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS EN LAS CUPULAS. (Localización de nudos en las cúpulas en FIGURA 4.16) RCDF04

## ANÁLISIS DE RESULTADOS CONFORME A DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS

Por otra parte, también se muestran los resultados de los desplazamientos, debidos al modelo realizado con el RCSUDF42, en diversos nudos de la estructura.

En este caso, las combinaciones de carga que resultaron con los máximos desplazamientos fueron las mismas que con el modelo del RCDF04, las cuales son, combinación de carga 16 (CC16) resultó con los desplazamientos máximos en la dirección X, causados por el sismo en la dirección X FIGURA 4.9 Y FIGURA 4.10. La combinación de carga 20 (CC20) obtuvo los desplazamientos máximos en la dirección Z, originados por el sismo en la dirección Z FIGURA 4.11 Y FIGURA 4.12.

En ninguno de ellos se rebasa el valor establecido como límite de servicio. TABLA 4.5 A TABLA 4.8

COL (EJES)	NUDO	h [m]	SISMO EN DIRECCIÓN X		SISMO EN DIRECCIÓN Z	
			COMBINACIÓN DE CARGA 16		COMBINACIÓN DE CARGA 20	
			$\Delta X$ [cm]	$\Delta X/h$	$\Delta Z$ [cm]	$\Delta Z/h$
G4	4029	7.00	0.387	0.0004	0.348	0.0004
G6	4056	7.00	0.391	0.0004	0.355	0.0004
G8	4083	7.00	0.393	0.0004	0.359	0.0004
G10	4110	7.00	0.394	0.0004	0.364	0.0004
G12	4137	7.00	0.394	0.0004	0.369	0.0004
G14	4164	7.00	0.393	0.0004	0.374	0.0004
G16	4191	7.00	0.390	0.0004	0.378	0.0004
G18	4218	7.00	0.386	0.0004	0.382	0.0004
E4	4041	7.00	0.394	0.0004	0.347	0.0004
E6	4068	7.00	0.400	0.0004	0.354	0.0004
E8	4095	7.00	0.403	0.0004	0.360	0.0004
E10	4122	7.00	0.404	0.0004	0.366	0.0004
E12	4149	7.00	0.404	0.0004	0.372	0.0004
E14	4176	7.00	0.402	0.0004	0.378	0.0004
E16	4203	7.00	0.399	0.0004	0.384	0.0004
E18	4230	7.00	0.392	0.0004	0.389	0.0004
C4	4053	7.00	0.397	0.0004	0.350	0.0004
C6	4080	7.00	0.406	0.0004	0.356	0.0004
C8	4107	7.00	0.409	0.0004	0.360	0.0004
C10	4134	7.00	0.410	0.0004	0.365	0.0004
C12	4161	7.00	0.410	0.0004	0.370	0.0004
C14	4188	7.00	0.409	0.0004	0.374	0.0004
C16	4215	7.00	0.405	0.0004	0.379	0.0004
C18	4242	7.00	0.396	0.0004	0.383	0.0004

TABLA 4.5 DESPLAZAMIENTOS EN LOS NUDOS COLUMNA-LOSA DE TECHUMBRE. (Localización de nudos y columnas en FIGURA 4.13) RCSUDF42

VOLADO	NUDO	h [m]	SISMO EN DIRECCIÓN X		SISMO EN DIRECCIÓN Z	
			COMBINACIÓN DE CARGA 16		COMBINACION DE CARGA 20	
			$\Delta X$ [cm]	$\Delta X/h$	$\Delta Z$ [cm]	$\Delta Z/h$
ESQUINA	5001	8.700	0.386	0.0004	0.348	0.0004
LONGITUDINAL	5012	8.700	1.089	0.0012	0.350	0.0004
LONGITUDINAL	5021	8.700	1.148	0.0013	0.356	0.0004
LONGITUDINAL	5039	8.700	1.156	0.0013	0.366	0.0004
LONGITUDINAL	5051	8.700	1.150	0.0013	0.368	0.0004
LONGITUDINAL	5068	8.700	1.150	0.0013	0.376	0.0004
LONGITUDINAL	5075	8.700	1.147	0.0013	0.379	0.0004
ESQUINA	5089	8.700	0.384	0.0004	0.396	0.0004
ESQUINA	5090	8.700	0.413	0.0004	0.349	0.0004
LONGITUDINAL	5092	8.700	1.265	0.0014	0.364	0.0004
LONGITUDINAL	5097	8.700	1.906	0.0021	0.356	0.0004
LONGITUDINAL	5104	8.700	2.021	0.0023	0.356	0.0004
LONGITUDINAL	5116	8.700	2.038	0.0023	0.362	0.0004
LONGITUDINAL	5128	8.700	2.040	0.0023	0.366	0.0004
LONGITUDINAL	5140	8.700	2.039	0.0023	0.371	0.0004
LONGITUDINAL	5155	8.700	2.024	0.0023	0.379	0.0004
LONGITUDINAL	5167	8.700	1.952	0.0022	0.383	0.0004
LONGITUDINAL	5171	8.700	1.902	0.0021	0.378	0.0004
LONGITUDINAL	5174	8.700	1.806	0.0020	0.376	0.0004
LONGITUDINAL	5177	8.700	1.234	0.0014	0.382	0.0004
ESQUINA	5178	8.700	0.412	0.0004	0.396	0.0004
TRANSVERSAL	6003	8.700	0.400	0.0004	0.530	0.0006
TRANSVERSAL	6010	8.700	0.388	0.0004	1.127	0.0012
TRANSVERSAL	6014	8.700	0.393	0.0004	1.180	0.0013
TRANSVERSAL	6028	8.700	0.398	0.0004	1.151	0.0013
TRANSVERSAL	6031	8.700	0.396	0.0004	1.796	0.0020
TRANSVERSAL	6039	8.700	0.386	0.0004	1.946	0.0022
TRANSVERSAL	6041	8.700	0.392	0.0004	1.991	0.0022
TRANSVERSAL	6043	8.700	0.397	0.0004	1.945	0.0022
TRANSVERSAL	6051	8.700	0.391	0.0004	1.800	0.0020
TRANSVERSAL	6054	8.700	0.399	0.0004	1.221	0.0014

TABLA 4.6 DESPLAZAMIENTOS EN NUDOS DE VOLADOS. (Localización de nudos de volados en FIGURA 4.14) RCSUDF42

BASE CUPULA	NUDO	h [m]	SISMO EN DIRECCIÓN X		SISMO EN DIRECCIÓN Z	
			COMBINACIÓN DE CARGA 16		COMBINACIÓN DE CARGA 20	
			$\Delta X$ [cm]	$\Delta X/h$	$\Delta Z$ [cm]	$\Delta Z/h$
1	11005	8.700	0.385	0.0004	0.353	0.0004
	11013	8.700	0.385	0.0004	0.343	0.0003
	11021	8.700	0.396	0.0004	0.346	0.0003
	11029	8.700	0.392	0.0004	0.353	0.0004
2	21005	8.700	0.387	0.0004	0.359	0.0004
	21013	8.700	0.388	0.0004	0.350	0.0004
	21021	8.700	0.399	0.0004	0.352	0.0004
	21029	8.700	0.397	0.0004	0.357	0.0004
3	31005	8.700	0.390	0.0004	0.364	0.0004
	31013	8.700	0.390	0.0004	0.355	0.0004
	31021	8.700	0.401	0.0004	0.356	0.0004
	31029	8.700	0.400	0.0004	0.361	0.0004
4	41005	8.700	0.390	0.0004	0.370	0.0004
	41013	8.700	0.390	0.0004	0.361	0.0004
	41021	8.700	0.401	0.0004	0.361	0.0004
	41029	8.700	0.400	0.0004	0.366	0.0004
5	51005	8.700	0.390	0.0004	0.375	0.0004
	51013	8.700	0.389	0.0004	0.367	0.0004
	51021	8.700	0.400	0.0004	0.365	0.0004
	51029	8.700	0.400	0.0004	0.371	0.0004
6	61005	8.700	0.388	0.0004	0.381	0.0004
	61013	8.700	0.387	0.0004	0.372	0.0004
	61021	8.700	0.397	0.0004	0.370	0.0004
	61029	8.700	0.398	0.0004	0.375	0.0004
7	71005	8.700	0.384	0.0004	0.385	0.0004
	71013	8.700	0.383	0.0004	0.376	0.0004
	71021	8.700	0.392	0.0004	0.372	0.0004
	71029	8.700	0.394	0.0004	0.378	0.0004

TABLA 4.7. DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS EN LAS BASES DE LAS CÚPULAS. (Localización de nudos en bases de cúpulas en FIGURA 4.15) RCSUDF42

BASE CUPULA	NUDO	h [m]	SISMO EN DIRECCIÓN X		SISMO EN DIRECCIÓN Z	
			COMBINACIÓN DE CARGA 16		COMBINACIÓN DE CARGA 20	
			$\Delta X$ [cm]	$\Delta X/h$	$\Delta Z$ [cm]	$\Delta Z/h$
8	81005	8.700	0.387	0.0004	0.355	0.0004
	81013	8.700	0.394	0.0004	0.346	0.0003
	81021	8.700	0.402	0.0004	0.342	0.0003
	81029	8.700	0.393	0.0004	0.352	0.0004
9	91005	8.700	0.392	0.0004	0.359	0.0004
	91013	8.700	0.396	0.0004	0.352	0.0004
	91021	8.700	0.405	0.0004	0.350	0.0004
	91029	8.700	0.400	0.0004	0.358	0.0004
10	101005	8.700	0.396	0.0004	0.363	0.0004
	101013	8.700	0.397	0.0004	0.356	0.0004
	101021	8.700	0.406	0.0004	0.355	0.0004
	101029	8.700	0.404	0.0004	0.364	0.0004
11	111005	8.700	0.397	0.0004	0.367	0.0004
	111013	8.700	0.397	0.0004	0.361	0.0004
	111021	8.700	0.406	0.0004	0.361	0.0004
	111029	8.700	0.405	0.0004	0.370	0.0004
12	121005	8.700	0.397	0.0004	0.372	0.0004
	121013	8.700	0.395	0.0004	0.365	0.0004
	121021	8.700	0.404	0.0004	0.367	0.0004
	121029	8.700	0.405	0.0004	0.376	0.0004
13	131005	8.700	0.396	0.0004	0.376	0.0004
	131013	8.700	0.391	0.0004	0.369	0.0004
	131021	8.700	0.400	0.0004	0.373	0.0004
	131029	8.700	0.404	0.0004	0.381	0.0004
14	141005	8.700	0.393	0.0004	0.378	0.0004
	141013	8.700	0.385	0.0004	0.371	0.0004
	141021	8.700	0.392	0.0004	0.377	0.0004
	141029	8.700	0.401	0.0004	0.386	0.0004

TABLA 4.7. DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS EN LAS BASES DE LAS CÚPULAS. (Localización de nudos en bases de cúpulas en FIGURA 4.15) RCSUDF42

CUPULA	NUDO	h [m]	SISMO EN DIRECCIÓN X		SISMO EN DIRECCIÓN Z	
			COMBINACION DE CARGA 16		COMBINACIÓN DE CARGA 20	
			$\Delta X$ [cm]	$\Delta X/h$	$\Delta Z$ [cm]	$\Delta Z/h$
1	10000	10.525	0.386	0.0003	0.346	0.0003
	10501	9.900	0.387	0.0003	0.347	0.0003
	10507	9.900	0.387	0.0003	0.347	0.0003
	10513	9.900	0.388	0.0003	0.347	0.0003
	10519	9.900	0.387	0.0003	0.347	0.0003
2	20000	10.525	0.390	0.0003	0.351	0.0003
	20501	9.900	0.391	0.0003	0.352	0.0003
	20507	9.900	0.391	0.0003	0.353	0.0003
	20513	9.900	0.391	0.0003	0.353	0.0003
	20519	9.900	0.391	0.0003	0.352	0.0003
3	30000	10.525	0.392	0.0003	0.356	0.0003
	30501	9.900	0.393	0.0003	0.357	0.0003
	30507	9.900	0.393	0.0003	0.357	0.0003
	30513	9.900	0.393	0.0003	0.357	0.0003
	30519	9.900	0.393	0.0003	0.357	0.0003
4	40000	10.525	0.393	0.0003	0.361	0.0003
	40501	9.900	0.393	0.0003	0.362	0.0003
	40507	9.900	0.393	0.0003	0.362	0.0003
	40513	9.900	0.393	0.0003	0.363	0.0003
	40519	9.900	0.394	0.0003	0.362	0.0003
5	50000	10.525	0.392	0.0003	0.366	0.0003
	50501	9.900	0.393	0.0003	0.367	0.0003
	50507	9.900	0.393	0.0003	0.368	0.0003
	50513	9.900	0.392	0.0003	0.368	0.0003
	50519	9.900	0.393	0.0003	0.367	0.0003
6	60000	10.525	0.390	0.0003	0.371	0.0003
	60501	9.900	0.391	0.0003	0.372	0.0003
	60507	9.900	0.390	0.0003	0.373	0.0003
	60513	9.900	0.390	0.0003	0.373	0.0003
	60519	9.900	0.391	0.0003	0.371	0.0003
7	70000	10.525	0.385	0.0003	0.370	0.0003
	70501	9.900	0.387	0.0003	0.372	0.0003
	70507	9.900	0.386	0.0003	0.373	0.0003
	70513	9.900	0.385	0.0003	0.374	0.0003
	70519	9.900	0.386	0.0003	0.372	0.0003

TABLA 4.8. DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS EN LAS CUPULAS. (Localización de nudos en las cúpulas en FIGURA 4.16) RCSUDF42

CUPULA	NUDO	h [m]	SISMO EN DIRECCIÓN X		SISMO EN DIRECCIÓN Z	
			COMBINACION DE CARGA 16		COMBINACIÓN DE CARGA 20	
			$\Delta X$ [cm]	$\Delta X/h$	$\Delta Z$ [cm]	$\Delta Z/h$
8	80000	10.525	0.386	0.0003	0.347	0.0003
	80501	9.900	0.388	0.0003	0.348	0.0003
	80507	9.900	0.390	0.0003	0.347	0.0003
	80513	9.900	0.390	0.0003	0.347	0.0003
	80519	9.900	0.389	0.0003	0.347	0.0003
9	90000	10.525	0.390	0.0003	0.352	0.0003
	90501	9.900	0.393	0.0003	0.353	0.0003
	90507	9.900	0.394	0.0003	0.353	0.0003
	90513	9.900	0.393	0.0003	0.353	0.0003
	90519	9.900	0.393	0.0003	0.353	0.0003
10	100000	10.525	0.392	0.0003	0.356	0.0003
	100501	9.900	0.395	0.0003	0.357	0.0003
	100507	9.900	0.396	0.0003	0.357	0.0003
	100513	9.900	0.395	0.0003	0.358	0.0003
	100519	9.900	0.395	0.0003	0.357	0.0003
11	110000	10.525	0.392	0.0003	0.361	0.0003
	110501	9.900	0.396	0.0003	0.362	0.0003
	110507	9.900	0.397	0.0003	0.362	0.0003
	110513	9.900	0.396	0.0003	0.363	0.0003
	110519	9.900	0.395	0.0003	0.363	0.0003
12	120000	10.525	0.392	0.0003	0.366	0.0003
	120501	9.900	0.395	0.0003	0.368	0.0003
	120507	9.900	0.396	0.0003	0.367	0.0003
	120513	9.900	0.395	0.0003	0.368	0.0003
	120519	9.900	0.395	0.0003	0.368	0.0003
13	130000	10.525	0.389	0.0003	0.371	0.0003
	130501	9.900	0.393	0.0003	0.372	0.0003
	130507	9.900	0.393	0.0003	0.372	0.0003
	130513	9.900	0.392	0.0003	0.373	0.0003
	130519	9.900	0.392	0.0003	0.373	0.0003
14	140000	10.525	0.386	0.0003	0.370	0.0003
	140501	9.900	0.389	0.0003	0.373	0.0003
	140507	9.900	0.389	0.0003	0.373	0.0003
	140513	9.900	0.388	0.0003	0.374	0.0003
	140519	9.900	0.388	0.0003	0.374	0.0003

TABLA 4.8. DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS EN LAS CUPULAS. (Localización de nudos en las cúpulas en FIGURA 4.16) RCSUDF42



### B. REVISIÓN DE ESTADOS LÍMITE DE FALLA.

Se establece como estado limite de falla, en el RCDF04, cualquier situación que corresponda al agotamiento de la capacidad de carga de la estructura o de cualquiera de sus componentes, incluyendo cimentación, o al hecho de que ocurran daños irreversibles que afecten significativamente su resistencia ante nuevas aplicaciones de carga.

En las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, se establecen los estados límites de falla más importantes para cada tipo de estructura.

Se realizó la revisión del acero de refuerzo existente en las columnas con el que se cuenta actualmente con el “pachómetro”, el cual es un dispositivo que muestra en una grafica análoga el no. diámetro de la varilla que está por debajo del lector del pachómetro, de esta manera, se tuvo que colocar el lector en diferentes posiciones para poder conocer las varillas que se tiene en las columnas, tanto longitudinalmente como transversalmente, y de esta manera poder hacer la comparación con lo que muestra el modelo matemático.

No se pudo conocer el acero de refuerzo ni las trabes ni en la losa por falta de información y de permisos por parte de la facultad. Por lo que solo se comentara el acero actual que existe en las columnas.

El armado de las columnas se forma de la siguiente manera: **FIGURA 4.17**

- Refuerzo longitudinal formado por 8 varillas de 1” ( $\varnothing 2.54$  cm), lo que equivale a,  $A_s = 8 \times 5.07 \text{ cm}^2 = \mathbf{40.56 \text{ cm}^2}$
- Refuerzo transversal formado por varillas de  $\frac{1}{2}$ ” ( $\varnothing 1.27$  cm) @ 30 cm.

Del programa SAP2000 se obtuvo el área de acero longitudinal que requieren las columnas de la estructura para cumplir con lo que establece el RCDF04 y de esta manera hacer una comparación entre las áreas de acero que tienen y que deberían de tener. Para ello, se identificaron tres grupos, los cuales se identifican a continuación:

## ANÁLISIS DE RESULTADOS CONFORME A DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS

- Grupo A. Son aquellas que son satisfactorias, es aquel en que para cada una de ellas el área de acero requerida para la combinación de carga,  $A_{sreq}$ , es menor que el área de acero nominal,  $A_{snom}$ , suministrada en construcción, esto es,  $A_{sreq} \leq A_{snom}$
- Grupo B. En este grupo se tiene la condición aceptable, esto es,  $A_{snom} < A_{sreq} \leq 1.20 A_{snom}$
- Grupo C. Es cuando el área de acero requerido es insuficiente comparado con el área de acero nominal, es decir,  $A_{sreq} > 1.20 A_{snom}$

De esta manera se puede analizar correctamente cada una de las columnas y saber si es necesario reforzarlas o si están cumpliendo con las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto que establece el RCDF04. TABLA 4.9

COLUMNA	$A_{cnom}$	$A_{snom}$ , cm	$A_{sreq}$ , cm	$A_{sreq} / A_{snom}$	ESTADO
1	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
2	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
3	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
4	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
5	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
6	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
7	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
8	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
9	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
10	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
11	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
12	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
13	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
14	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
15	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
16	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
17	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
18	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
19	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
20	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
21	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
22	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
23	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE
24	VARIABLE	40.56	64.00	1.58	INACEPTABLE

TABLA 4.9 REVISIÓN DE ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS.

DFDR CC = 16  
(X 10)

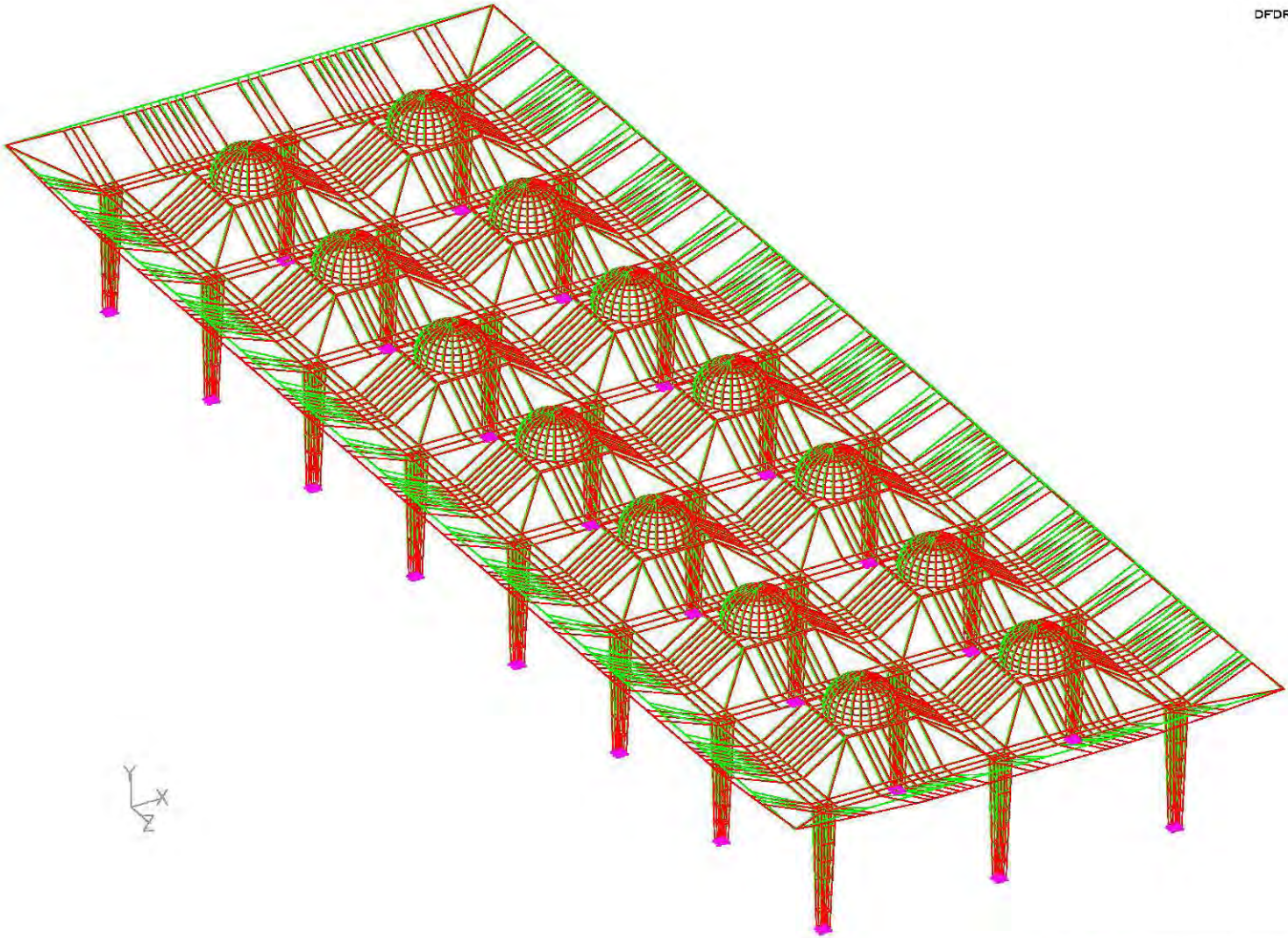


FIG. 4.1 ISOMÉTRICO 5  
DESPLAZAMIENTOS DE COMBINACION DE CARGA 16

DATOS ESTRUCTURA

MODELO: FINAL  
NN = 7109  
NS = 768  
NP = 5492

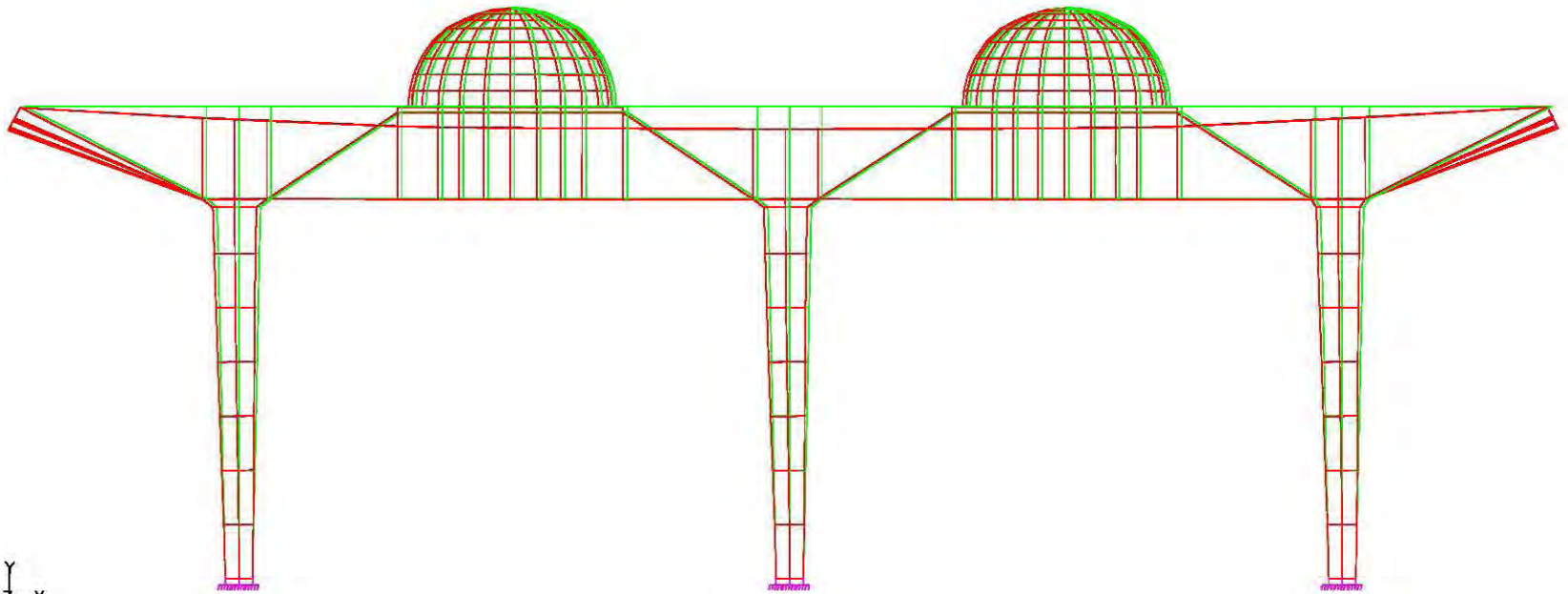
CONFIGURACIÓN ORIGINAL  
CONFIDURACIÓN DEFORMADA

	Título Profesional		
	"DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 5100 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"		
Proyecto	DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Provisor de Tesis	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
Diagnóstico Estructural	CC16	ISOM 5	SAFE
LÍMITES DE SERVICIO: ISOMÉTRICO DEF'S CC16	Fecha: 14/01/11	Firma: 4.1	





DFDR CC = 16  
(x 10)



**DATOS ESTRUCTURA**

MODELO: FINAL  
NN = 7109  
NS = 768  
NP = 5492

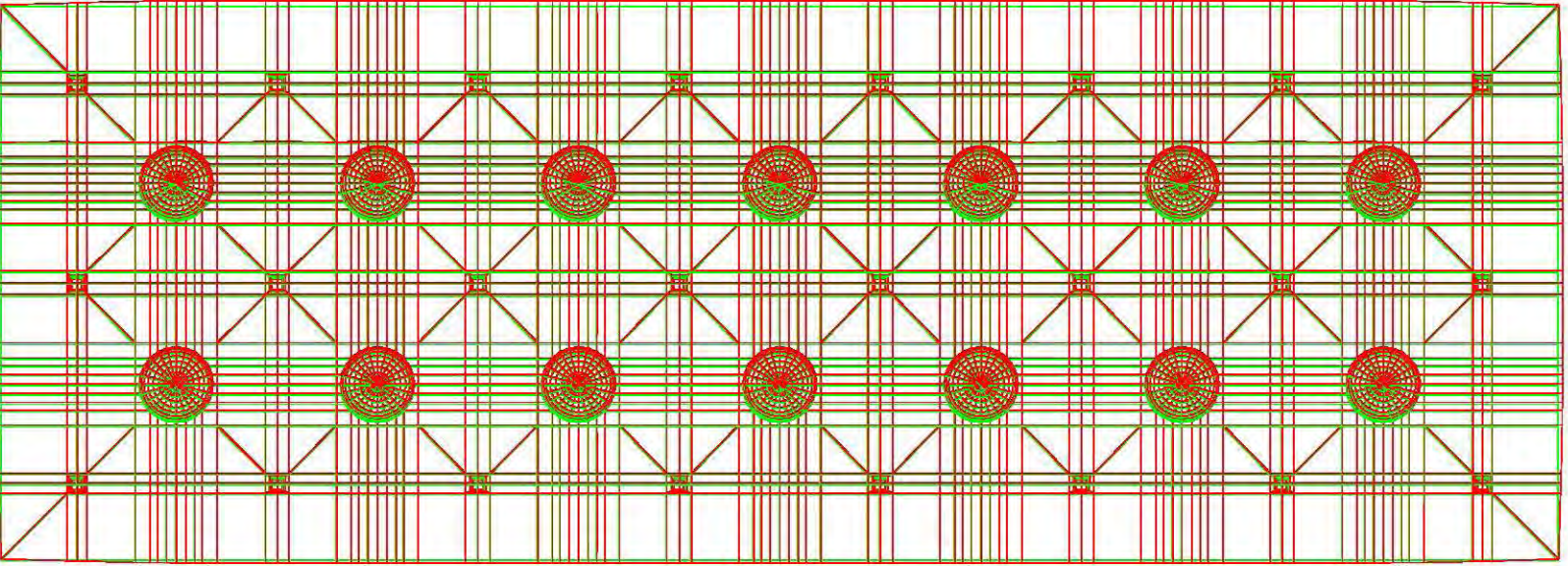
CONFIGURACIÓN ORIGINAL  
CONFIDURACIÓN DEFORMADA

FIG. 4.3 ISOMÉRICO 7  
DESPLAZAMIENTOS DE CARGA No. 16

Título Profesional			
"DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 5,100 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Proyecto	DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Director de Tesis	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	PROF. UVI/DFVU	ISSO 7	SEPE
LÍMITES DE SERVICIO: ISOMÉRICO DEF'S CC16	Fecha: 14/01/11	Firma: 4.3	



DFDR CC = 16  
(X 10)



X  
Z

**DATOS ESTRUCTURA**

MODELO: FINAL  
NN = 7109  
NS = 768  
NP = 5492

CONFIGURACIÓN ORIGINAL  
CONFIDURACIÓN DEFORMADA

FIG. 4.4 ISOMÉTRICO 8  
DESPLAZAMIENTOS DE CARGA No. 16

Título Profesional			
"DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 5,100 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Procedente	DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Director de Tesis	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
Diagnostico ESTRUCTURAL	IMP/DFDR	CC16	8.4
Límite de Servicio: ISOMÉTRICO DFDR CC16	Fecha: 14/01/11	Firma:	4.4

DFDR CC = 20  
(X 10)

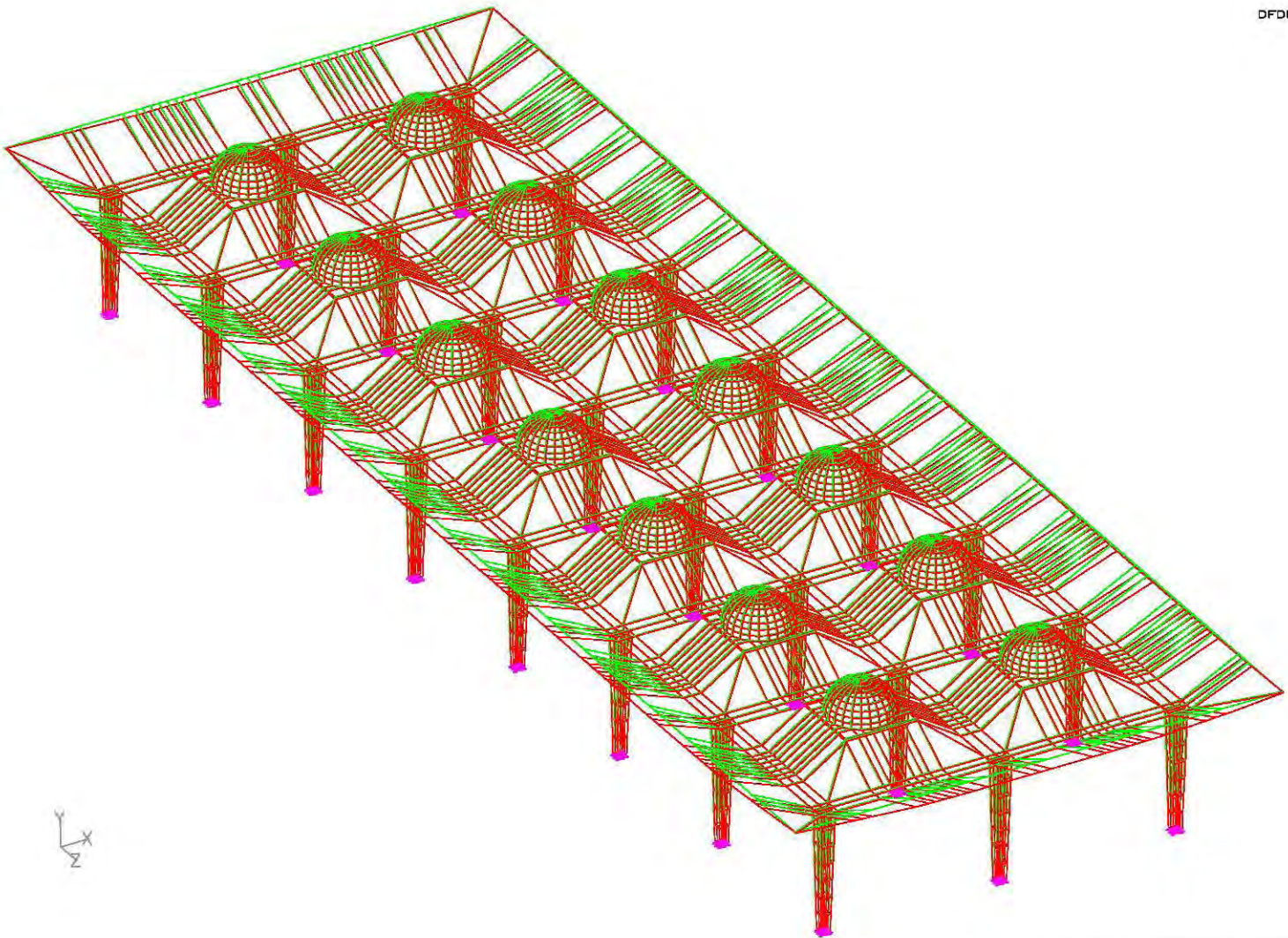



FIG. 4.5 ISOMÉRICO 9  
DESPLAZAMIENTOS DE CARGA No. 20

DATOS ESTRUCTURA

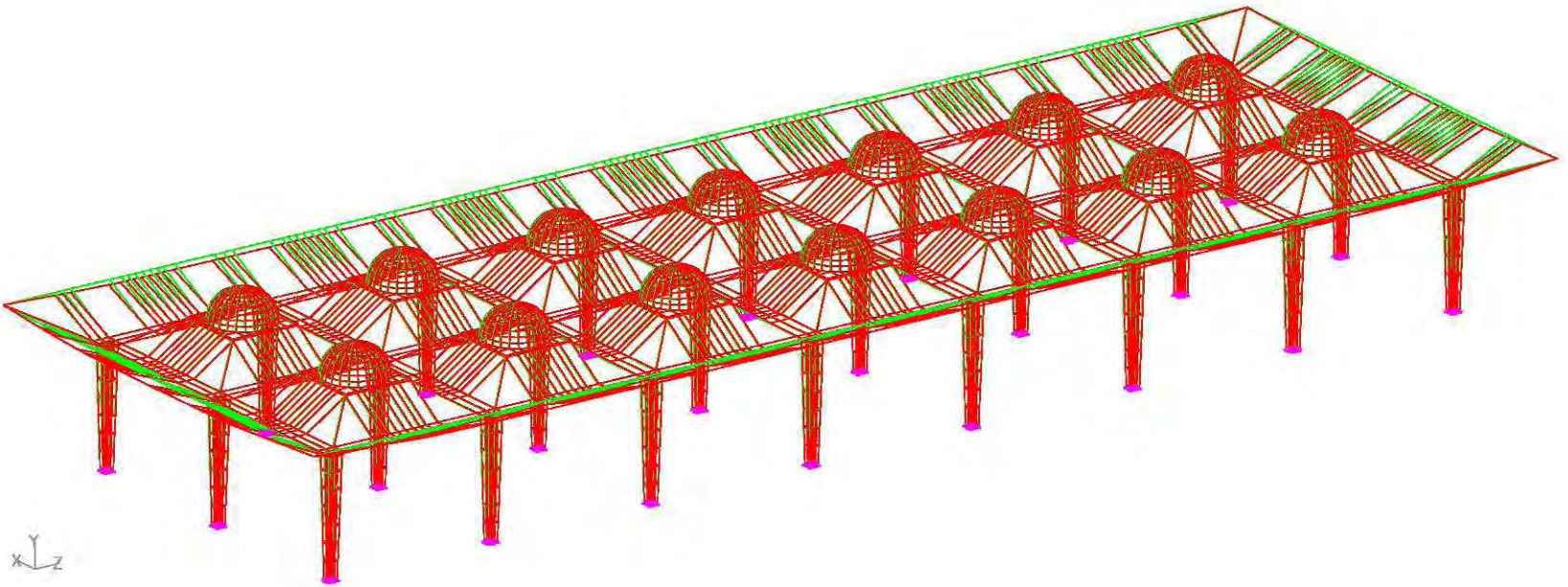
MODELO: FINAL  
NN = 7109  
NS = 768  
NP = 5492

CONFIGURACIÓN ORIGINAL  
CONFIDURACIÓN DEFORMADA

 Tercer Profesionista "DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 5,100 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Profesional	DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Primer de Valor	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	PROY. / DISEÑO	1952 - 9	8.5%
LÍMITES DE SERVICIO: ISOMÉRICO DEF'S CC20	140/111		4.5



DFDR CC = 20  
(x 10)



**DATOS ESTRUCTURA**

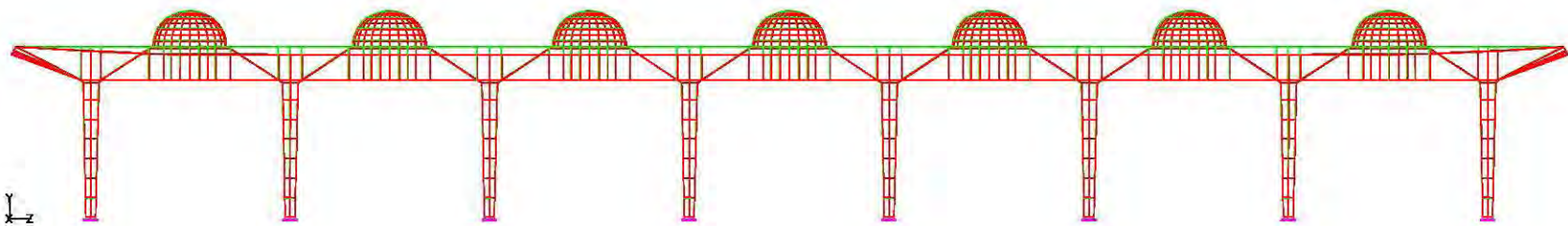
MODELO: FINAL  
NN = 7109  
NS = 768  
NP = 5492

CONFIGURACIÓN ORIGINAL  
CONFIGURACIÓN DEFORMADA

FIG. 4.6 ISOMÉTRICO 10  
DESPLAZAMIENTOS DE CARGA No. 20

Título Profesional			
"DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 5,000 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Proyectista	DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Revisor de Tesis	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	OPINIÓN	FECHA	SIN
LÍMITES DE SERVICIO: ISOMÉTRICO DEF'S CC20	NO ADECUADO	1997 10	8/15
		FOLIO	PÁGINA
		140111	28

DFDR CC = 20  
(x 10)



**DATOS ESTRUCTURA**

MODELO: FINAL  
NN = 7109  
NS = 768  
NP = 5492

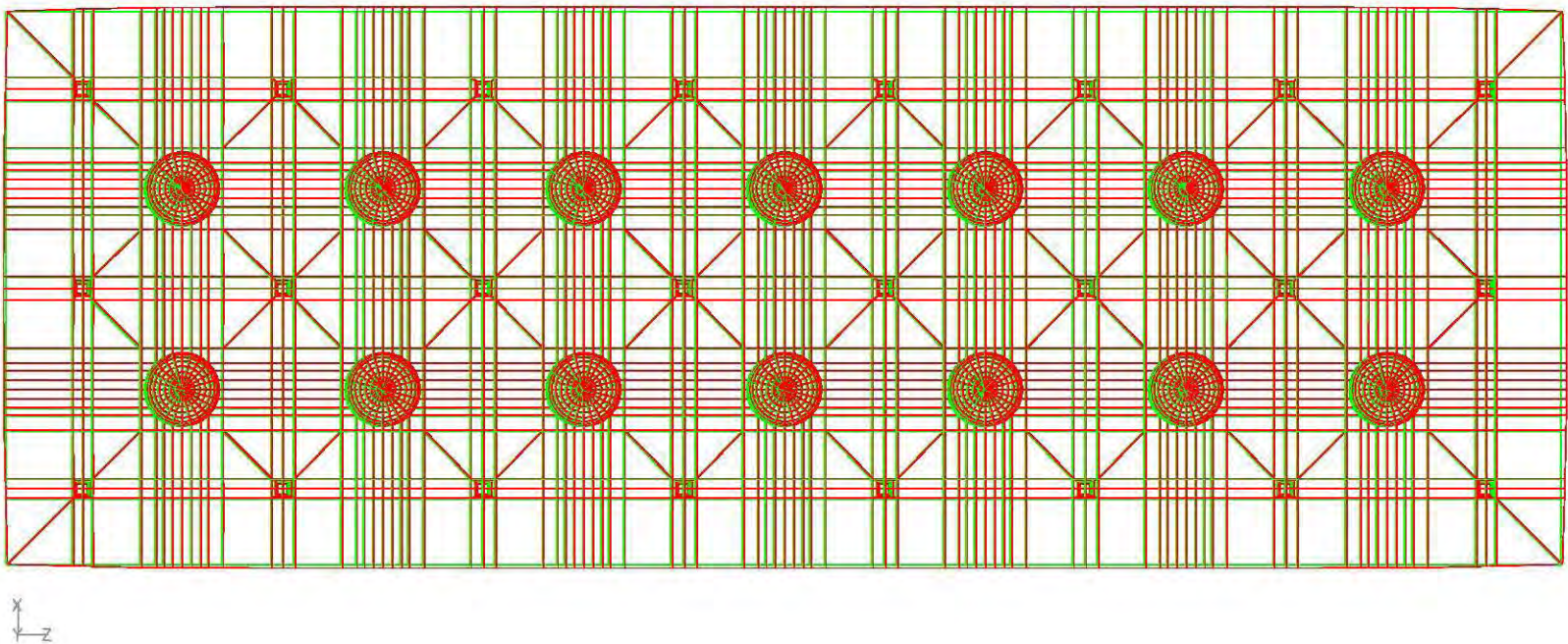
CONFIGURACIÓN ORIGINAL  
CONFIDURACIÓN DEFORMADA

FIG. 4.7 ISOMÉTRICO 11  
DESPLAZAMIENTOS DE CARGA No. 20

TÍTULO PROFESIONAL "DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 5,000 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1982 Y 1984, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Procedente	DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Primer de Nombre	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	OPINIÓN	FECHA	SEÑAL
LÍMITES DE SERVICIO: ISOMÉTRICO DEPTO CC20	NO BUENA	11/03/11	8/5
		14/01/11	4,7



DFDR CC = 20  
(X 10)



**DATOS ESTRUCTURA**

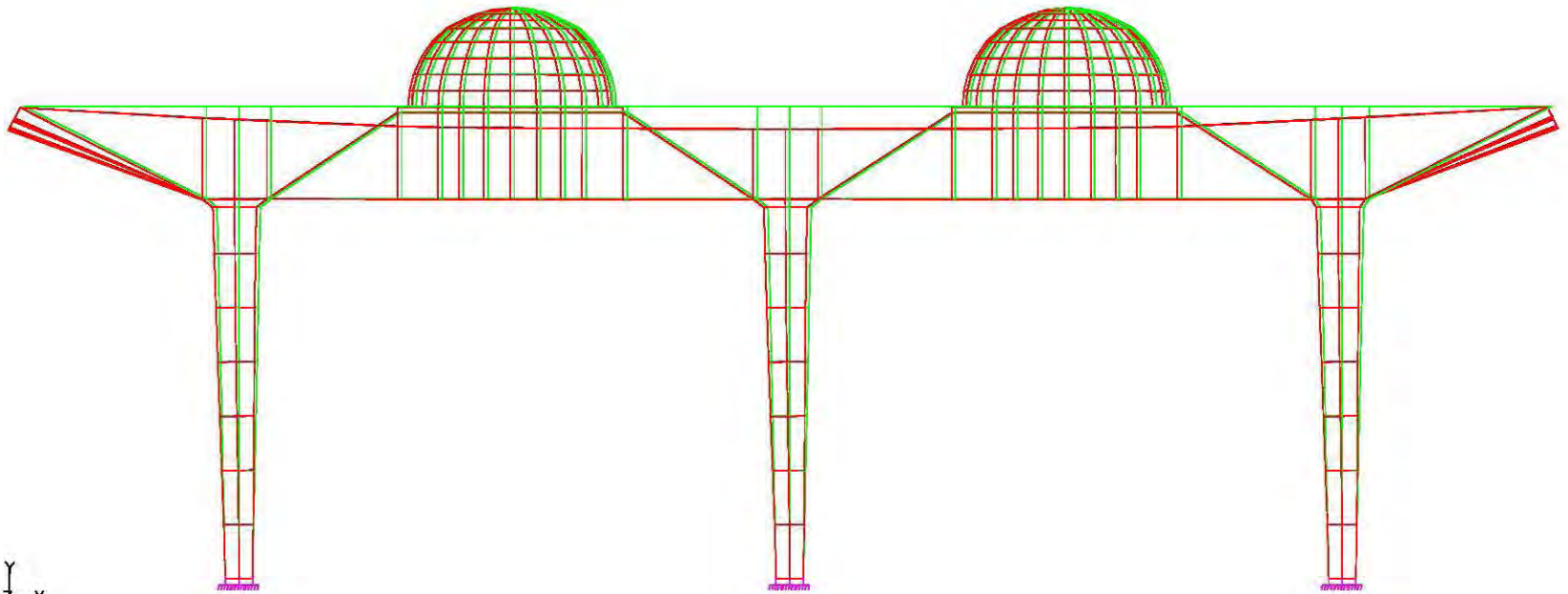
MODELO: FINAL  
 NN = 7109  
 NS = 768  
 NP = 5492

CONFIGURACIÓN ORIGINAL  
 CONFIGURACIÓN DEFORMADA

FIG. 4.8 ISOMÉTRICO 12  
 DESPLAZAMIENTOS DE CARGA No. 20

	Título Profesional		
	"DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 5,200 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"		
Procedente	DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Director de Tesis	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	OPINIÓN	FECHA	SEÑAL
LÍMITES DE SERVICIO: ISOMÉTRICO DEF'S CC20	NO BUENA	11/03/11	8/5
		14/01/11	4,7

DFDR CC = 16  
(x 10)




**DATOS ESTRUCTURA**

MODELO: FINAL1942  
 NN = 7109  
 NS = 768  
 NP = 5492

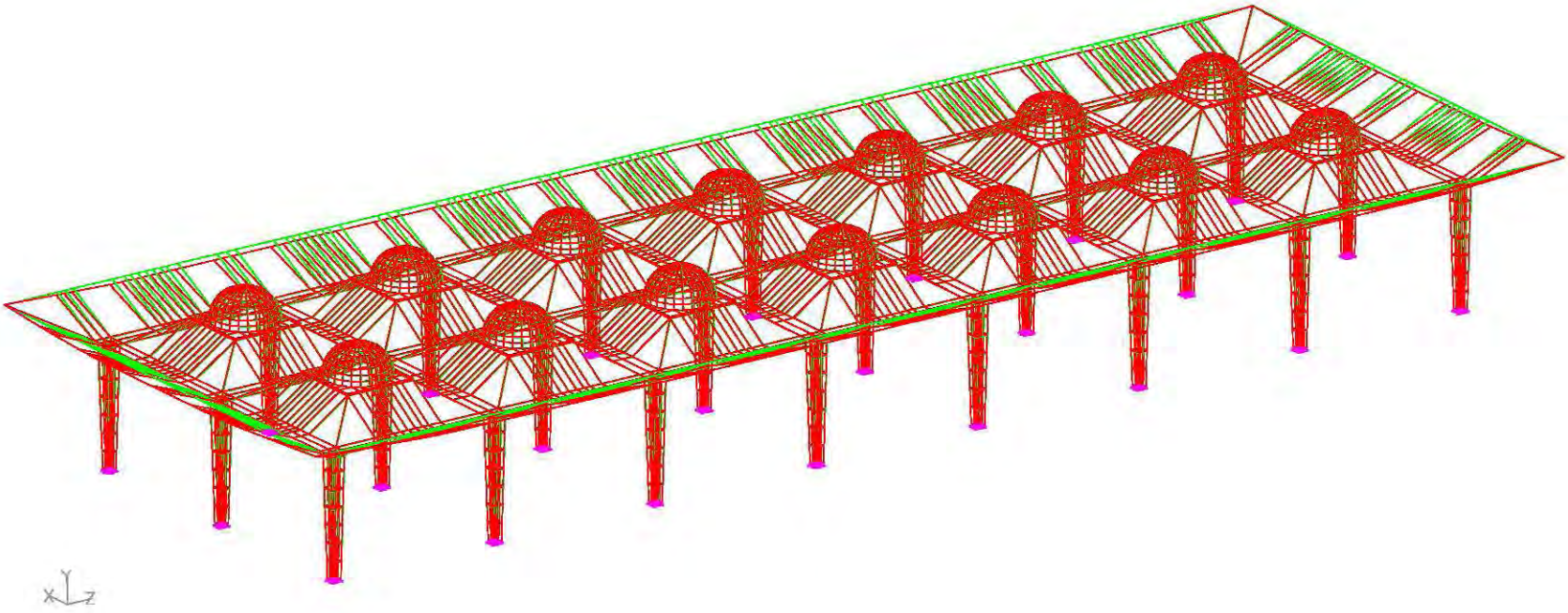
CONFIGURACIÓN ORIGINAL  
 CONFIGURACIÓN DEFORMADA

FIG. 4.9 ISOMÉTRICO 13  
 DESPLAZAMIENTOS DE CARGA No. 16

 Título Profesional "DIPLOMADO TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 5,100 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1982 Y 1984, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Procedente	DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Director de Tesis	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	PROY. UVI/DFVUJ	ISSO 13	8/16
LÍMITES DE SERVICIO: ISOMÉTRICO DEF'S CC16	Fecha: 14/01/11	Firma: 4,9	



DFDR CC = 16  
(X 10)




**DATOS ESTRUCTURA**

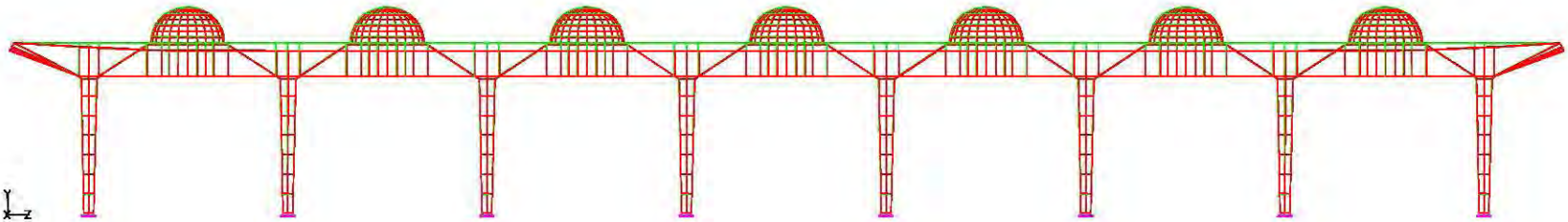
MODELO: FINAL1942  
 NN = 7109  
 NS = 768  
 NP = 5492

CONFIGURACIÓN ORIGINAL  
 CONFIGURACIÓN DEFORMADA

FIG. 4.10 ISOMÉTRICO 14  
 DESPLAZAMIENTOS DE CARGA No. 16

 Tesis Profesional "DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 5100 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Procedente	DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Director de Tesis	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	PROF. UTM/DFVU	1990 14	SAFE
LÍMITES DE SERVICIO: ISOMÉTRICO DEF'S CC16	140111	140111	(Figura 4.10)

DFDR CC = 20  
(x 10)



**DATOS ESTRUCTURA**

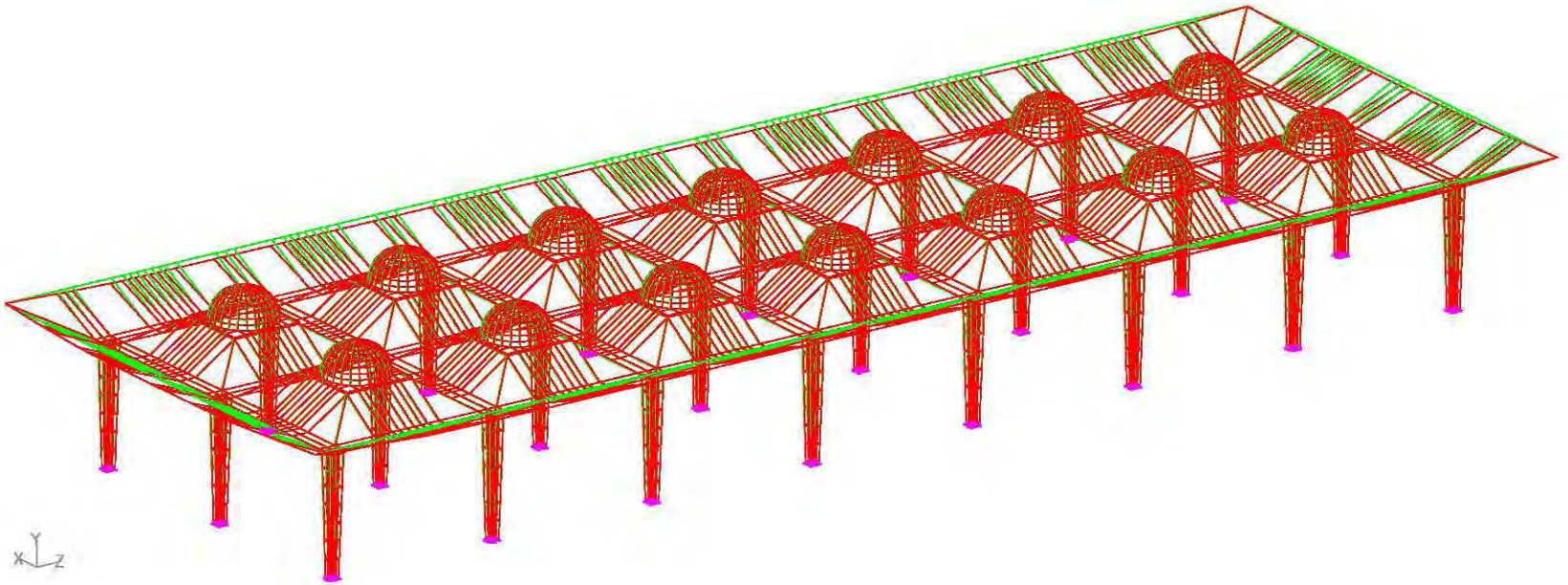
MODELO: FINAL1942  
 NN = 7109  
 NS = 768  
 NP = 5492

CONFIGURACIÓN ORIGINAL  
 CONFIDURACIÓN DEFORMADA

FIG. 4.11 ISOMÉTRICO 15  
 DESPLAZAMIENTOS DE CARGA No. 20

	Título Profesional		
	"DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 5,000 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1982 Y 1984, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"		
Procedente	DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Primer de Nombre	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	TIPO	FECHA	ESTADO
LÍMITES DE SERVICIO: ISOMÉTRICO DEF'S CC20	UPL/DFVUJ	1993.12	SAFE
	Hoja	140/111	Figura 4.11

DFDR CC = 20  
(X 10)




**DATOS ESTRUCTURA**

MODELO: FINAL1942  
 NN = 7109  
 NS = 768  
 NP = 5492

CONFIGURACIÓN ORIGINAL  
 CONFIGURACIÓN DEFORMADA

FIG. 4.12 ISOMÉTRICO 16  
 DESPLAZAMIENTOS DE CARGA No. 20

 Título Profesional "DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 5,100 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Procedente	DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Provisor de Tesis	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	TIPO	ESCALA	FECHA
LÍMITES DE SERVICIO: ISOMÉTRICO DEF'S CC20	UPL/DFVUJ	1:50 1:8	8/15
	Hoja	Total	Figura
	140/111	4/12	



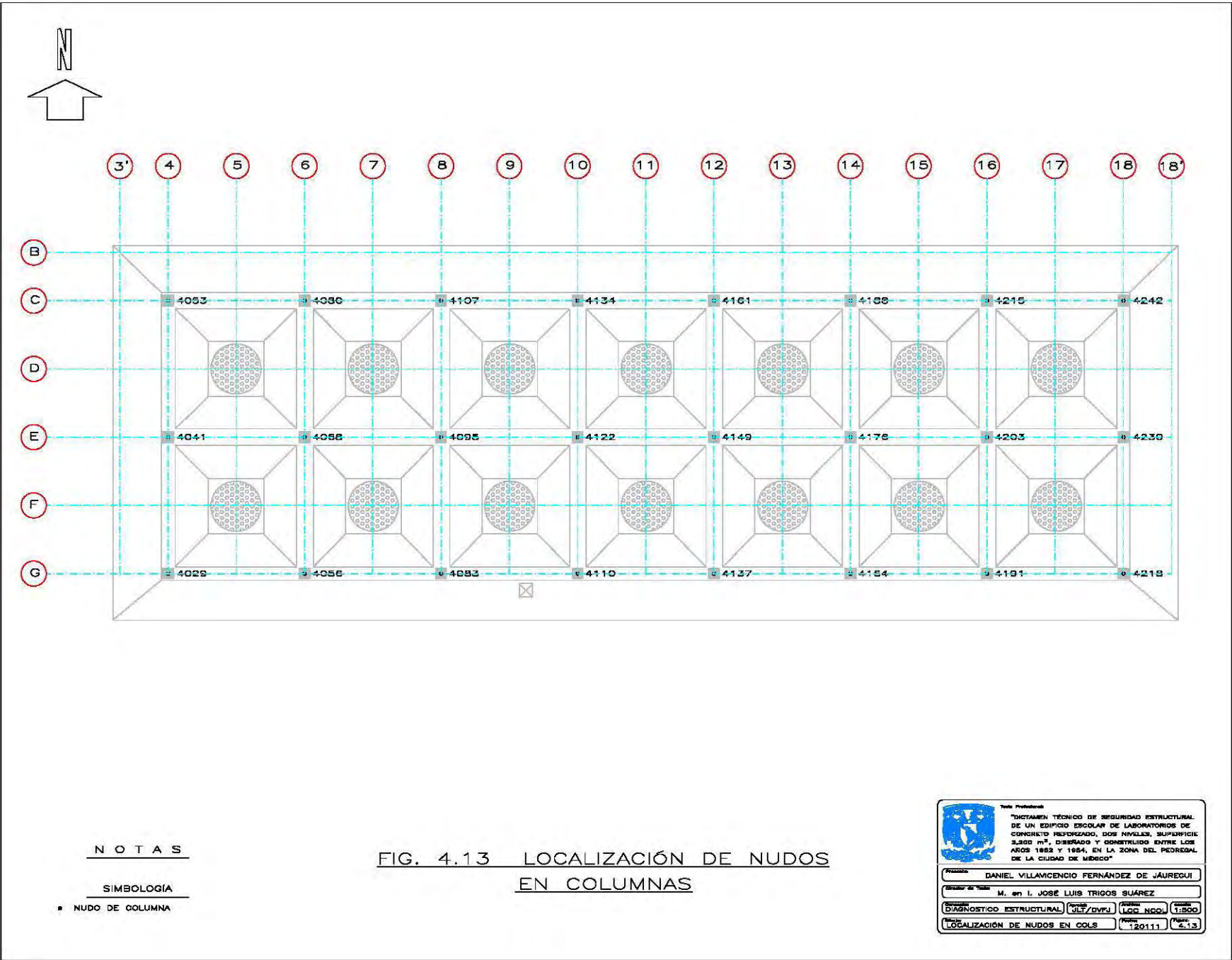



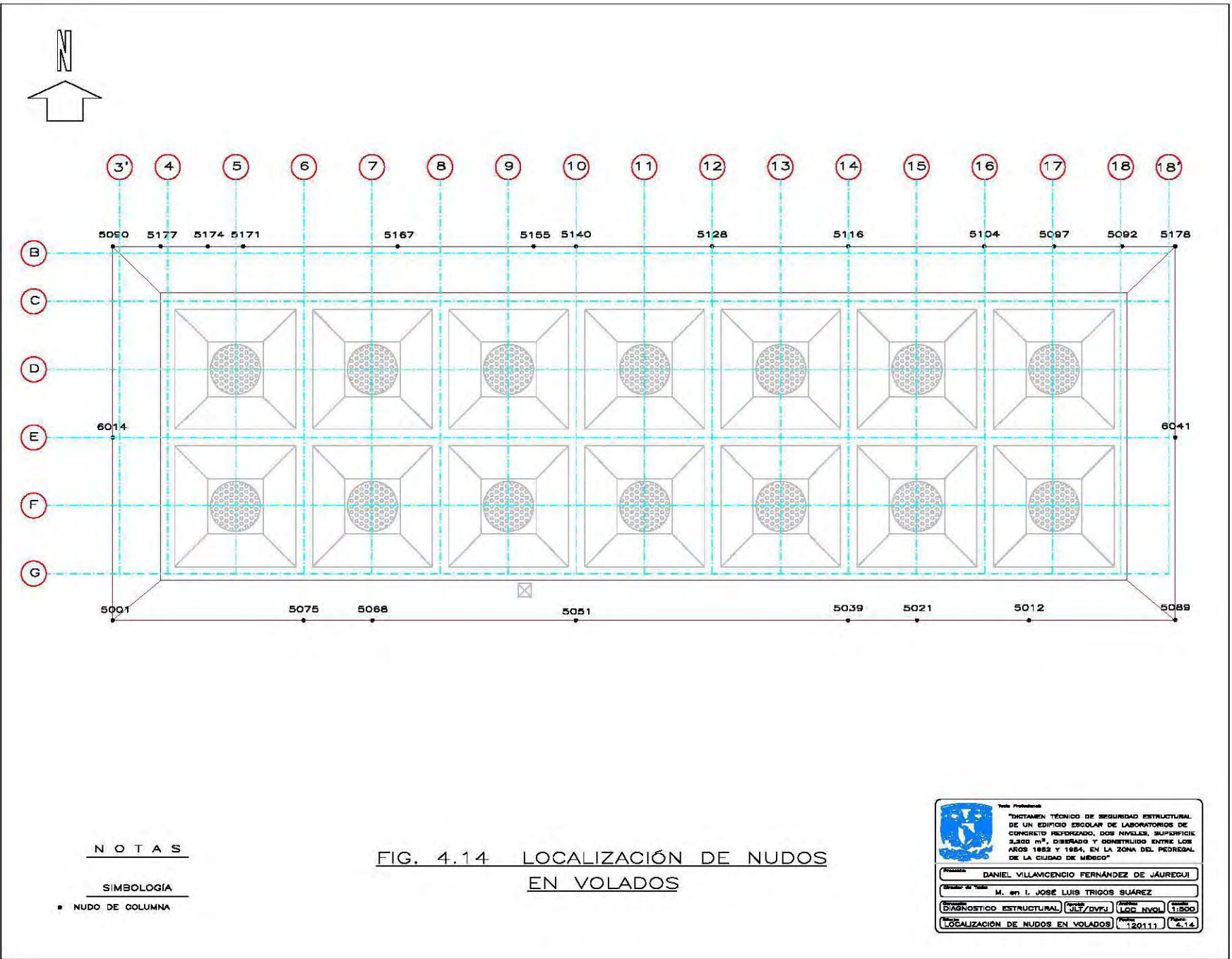
FIG. 4.13 LOCALIZACIÓN DE NUDOS EN COLUMNAS

NOTAS

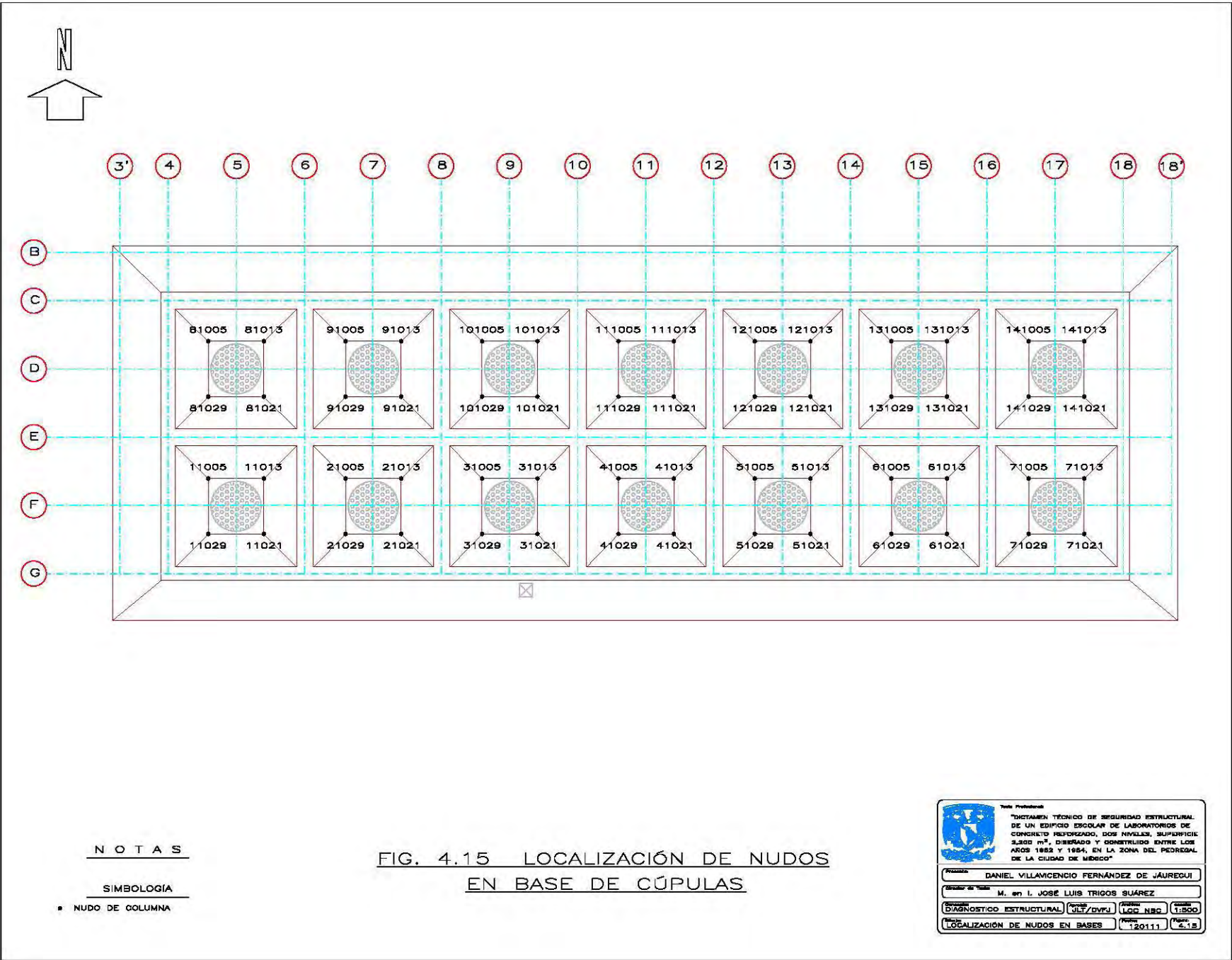
SIMBOLOGÍA

- NUDO DE COLUMNA

		Tercera Profesional "DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 3,300 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"	
Proyecto:	DANIEL VILLAMCENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Director de Taller:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
Diagnostico Estructural:	INTE/DVPU	Fecha:	13/09/2020
Escala:	1:20111	Folio:	2/13







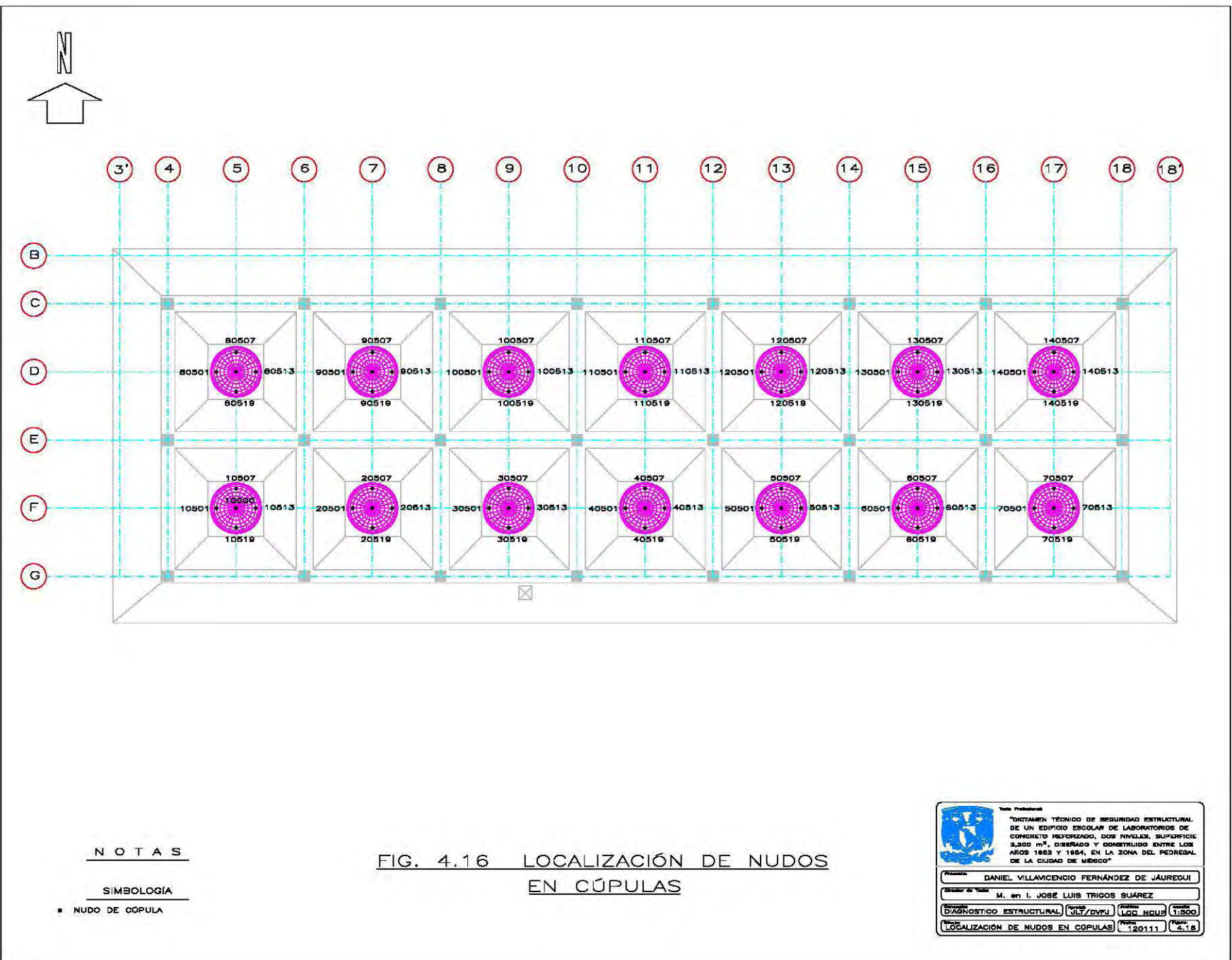
**NOTAS**

**SIMBOLOGÍA**

- NUDO DE COLUMNA

**FIG. 4.15 LOCALIZACIÓN DE NUDOS EN BASE DE CÚPULAS**

		Voto Profesional	
"DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 3.500 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUÍDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Proyecto	DANIEL VILLAMCENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Controlador de Votos	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
Diagnostico Estructural	IMPR/DVPU	Norma	1500
Localización de nudos en bases	120111	Figura	4.15



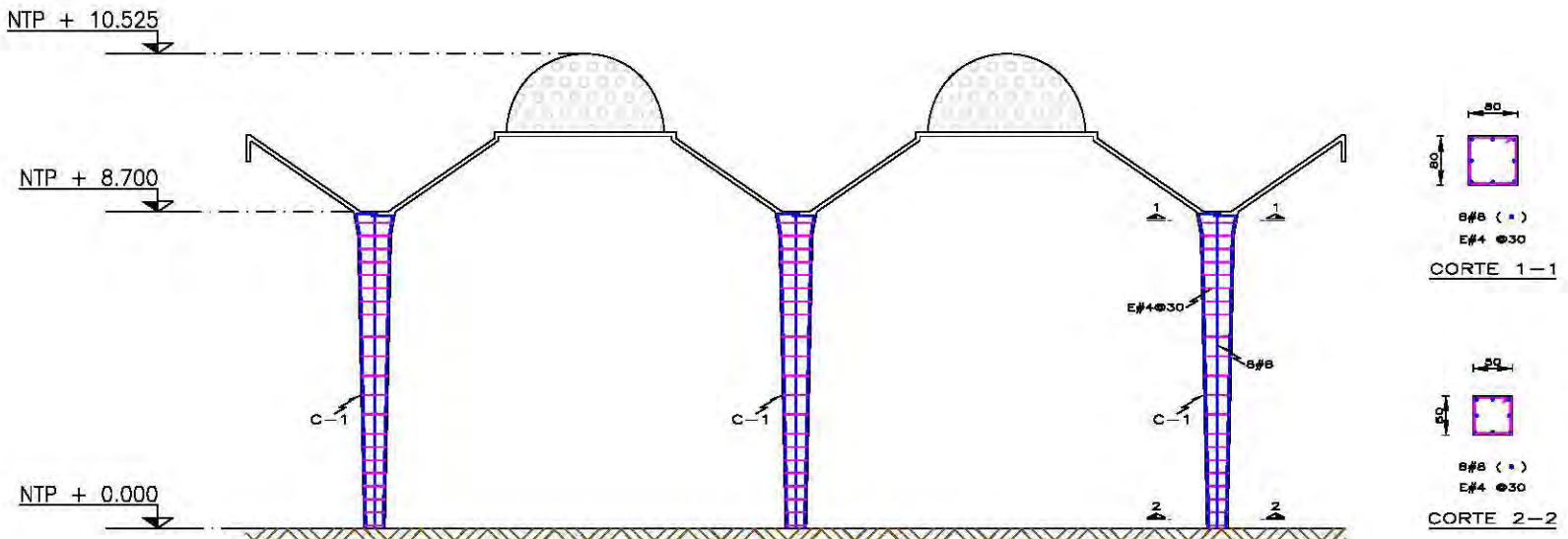
**NOTAS**

**SIMBOLOGÍA**

- NUDO DE CÚPULA

**FIG. 4.16 LOCALIZACIÓN DE NUDOS EN CÚPULAS**

		Fecha Profesional:	
		"DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 3,330 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUÍDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"	
Proyecto: DANIEL VILLAMCENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		Director de Trabajo: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ	
Diagnóstico Estructural: (M.T./D.V.F.)		Escala: (LOS NUDOS) 1:500	
Tema: LOCALIZACIÓN DE NUDOS EN CÚPULAS		Fecha: 12/01/11 Escala: (2:18)	




**NOTAS**

1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS.

**SIMBOLOGÍA**

- # NUMERO DEL DIÁMETRO DE LA VARILLA
- ⊙ A CADA
- E ESTRIBOS

FIG. 4.17 ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS

			
"DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 3.500 m <sup>2</sup> , DISEÑADO Y CONSTRUÍDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"			
Proyecto:	DANIEL VILLAMCENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Director de Trabajo:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
Elaboró:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	MT/DVFL	ACER-COL
Revisó:	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS	140111	Fig. 4.17

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Después de observar los resultados del análisis, basado en los procedimientos y estudios descritos en el Capítulo II, comparándolos con los estados límite de servicio y de falla en el Capítulo III, y contrastándolos con el comportamiento que ha tenido la estructura desde su construcción, la estructura no cumple con las disposiciones establecidas en el RCDF04 y sus NTC's.

El comportamiento en las columnas es inaceptable debido a que en todas ellas, se requeriría más acero de refuerzo del que se tiene actualmente; esto se debe porque la estructura se diseñó con un reglamento de hace 60 años, a través de los cuales se han hecho investigaciones más profundas y avanzadas que provienen de conocimientos teóricos y experimentales, pero sobre todo, de estudios del comportamiento de edificios durante eventos sísmicos ocurridos aquí en México.

Este motivo es el principal factor por el cual la estructura no cumple satisfactoriamente con todos los estados límites de falla, debido a que se ha cambiado la determinación de la obtención de las fuerzas sísmicas de diseño.

Aún con lo que implica el aumento en la determinación de las fuerzas sísmicas, el comportamiento de la construcción ha tenido un comportamiento razonablemente satisfactorio a través de los años, con daños mínimos en algunos elementos. **IMAGEN 5.1 A IMAGEN 5.3** La construcción ha presentado un buen comportamiento a lo largo de los años, puesto que no ha sufrido ningún daño debido a sismos o a otras acciones accidentales, debido a esto y a que no rebasa ningún estado límite de servicio, se puede decir que los laboratorios de la FI son seguros.

### **Revisión de estados límite de servicio.**

Conforme a lo estipulado con el RCSUDF42 se puede concluir que la construcción cumple con los estados límite de servicio que establece el mismo.

De acuerdo a lo establecido en el RCDF04, tomando como referencia los desplazamientos más desfavorables de acuerdo a las combinaciones de carga 16 y 20 en la dirección X y Z respectivamente, se tiene que los desplazamientos máximos son  $\delta_x = 3.57$  cm y  $\delta_z = 3.26$  cm los cuales, comparándolos con el desplazamiento permisible de  $\delta = 6.31$  cm es satisfactorio completamente.



Para el modelo revisado con el RCSUDF42, los desplazamientos más desfavorables se tienen con las mismas combinaciones (CC16 para la dirección X y CC20 para la dirección Z), teniendo así desplazamientos máximos de  $\delta_x = 2.04$  cm y  $\delta_z = 1.99$  cm los cuales cumplen con lo estipulado en el reglamento de esa época (RCSUDF42).

### **Revisión de estados límite de falla.**

En la revisión con el RCDF04, las columnas no presentan un buen comportamiento ya que se no se cumplen los estados límite de falla, puesto que en el modelo se requiere más cantidad de acero de la que se tiene actualmente en las columnas.

Debido a falta de información sobre la cantidad de acero mínimo que se utilizaba en el RCSUDF42, no se pudo obtener la comparación entre el acero actual y el acero mínimo necesario que se utilizaba en la época de construcción del edificio.

Se puede decir que el edificio ha tenido un comportamiento estructural favorable a lo largo de su vida, sin presentar grandes daños que pudieran afectar su funcionamiento o integridad.

Se recomiendan las siguientes acciones para tener un mejor conocimiento de la construcción.

1. Realizar pruebas de resistencia de concreto y modulo de elasticidad de la estructura a través de muestras de corazones de la misma y de ensayos no destructivos.
2. Realizar un estudio de vibración ambiental para determinar el periodo de vibración de la estructura.
3. Obtener información estructural a través de los planos originales.



IMAGEN 5.1 ACERO DE REFUERZO  
EN TRABES EXPUESTO  
AL AMBIENTE




IMAGEN 5.2 ACERO DE REFUERZO  
EN TRABES EXPUESTO  
AL AMBIENTE



IMAGEN 5.3 ACERO DE REFUERZO  
EN VOLADOS EXPUESTO  
AL AMBIENTE

IMAGEN 5.1 A 5.3  
ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

	<p>Dictamen Técnico de Seguridad Estructural de un Edificio Escolar de Laboratorios de Concreto Reforzado, Dos Niveles, Superficie 3,200 m<sup>2</sup>, Diseñado y Construido entre los Años 1952 y 1954, en la Zona del Pedregal de la Ciudad de México*</p>		
Elaborado por:	DANIEL VILLACENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI		
Revisado por:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	QUE/QUEJ	ESTADO ACTUAL	QUE/QUEJ
ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA	1420111	ET-83	

---

---

## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- ARNAL SIMÓN, Luis y BETANCOURT SUÁREZ Max. **Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal**. 5ª ed. México, Trillas, 2005.
- ARNAL SIMÓN, Luis y BETANCOURT SUÁREZ Max. **Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto**. 5ª ed. México, Trillas, 2005.
- ARNAL SIMÓN, Luis y BETANCOURT SUÁREZ Max. **Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones**. 5ª ed. México, Trillas, 2005.
- ARNAL SIMÓN, Luis y BETANCOURT SUÁREZ Max. **Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Viento**. 5ª ed. México, Trillas, 2005.
- ARNAL SIMÓN, Luis y BETANCOURT SUÁREZ Max. **Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo**. 5ª ed. México, Trillas, 2005.
- Anónimo. **Reglamento de Construcciones y Servicios Públicos para el Distrito Federal**. México. 1942.
- TORRES H, Marco A. **Concreto teoría elástica diseño al límite**. 2ª ed. México, Patria, 1968, 329 p.
- GONZÁLEZ CUEVAS Oscar M y ROBLES FERNÁNDEZ Francisco. **Aspectos fundamentales del concreto reforzado**. 4ª ed. México, Limusa, 2009, 804 p.
- Anónimo. **Manual de aplicación del programa SAP2000 V14, Software integrado para el análisis y diseño estructural**.
- MELI PIRALLA, Roberto y BAZÁN Enrique. **Diseño sísmico de edificios**. México, Limusa, 2009. 320 p.
- Anónimo. **Getting Started and Tutorials StaadPRO**. 2007, 572 p.
- <http://www.100.unam.mx>
- <http://unam.mx>
- <http://ingenieria.unam.mx>

---

---

## LISTA DE IMÁGENES, TABLAS Y FIGURAS.

<b>I. ANTECEDENTES</b>		<b>Página</b>
Palacio de Minería	IMAGEN 1.1	5
Facultad de Ingeniería (Ciudad Universitaria)	IMAGEN 1.2	7
Facultad de Ingeniería en su construcción (Ciudad Universitaria)	IMAGEN 1.3	8
Laboratorio de Materiales (cilindro de concreto simple instrumentado)	IMAGEN 1.4	10
Laboratorio de Materiales (equipo para ensayos de torsión)	IMAGEN 1.5	10
Laboratorio de Materiales (máquina universal marca Satec)	IMAGEN 1.6	10
Laboratorio de Térmica	IMAGEN 1.7	11
Laboratorio de Electricidad	IMAGEN 1.8	11
Laboratorio de Hidráulica	IMAGEN 1.9	11
<b>II. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO</b>		<b>Página</b>
<b>A. Descripción del inmueble y su entorno</b>		
Estructura de los laboratorios en su construcción, FI	IMAGEN 2.1	12
Cúpula con incrustaciones tipo vitrobloc para función de tragaluz.	IMAGEN 2.2	14
Viga perimetral como función de gotero.	IMAGEN 2.3	14
Techumbre de azotea con voladizos perimetrales	IMAGEN 2.4	14
Zonificación Geotécnica del Distrito Federal	IMAGEN 2.5	16
Localización de los laboratorios dentro de CU	FIGURA 2.1	17
Localización de los laboratorios dentro de FI	FIGURA 2.2	18
Planta Baja	FIGURA 2.3	19
Planta Alta	FIGURA 2.4	20
Vista Norte	FIGURA 2.5	21
Vista Sur	FIGURA 2.6	22
Vista Oeste	FIGURA 2.7	23

<b>III. ESTUDIOS ANALÍTICOS</b>	<b>Página</b>
<b>C. Modelación de la estructura</b>	
Isométrico 1	FIGURA 3.1 51
Isométrico 2	FIGURA 3.2 52
Isométrico 3	FIGURA 3.3 53
Isométrico 4	FIGURA 3.4 54
Levantamiento topográfico y obtención del acero de refuerzo en columnas (1).	IMAGEN 3.1 26
Levantamiento topográfico y obtención del acero de refuerzo en columnas (2).	IMAGEN 3.2 27
Levantamiento topográfico y obtención del acero de refuerzo en columnas (3).	IMAGEN 3.3 27
Espesor de las losas	FIGURA 3.6 55
<b>D. Propiedades geométricas de los elementos</b>	
Propiedades geométricas de las columnas	TABLA 3.1 28
Tipos de columnas	FIGURA 3.5 56
Propiedades geométricas de las trabes	TABLA 3.2 29
Localización de trabes	FIGURA 3.9 57
<b>F. Cargas actuantes en la estructura</b>	
Direcciones de las velocidades del viento	FIGURA 3.7 58
Valores de los parámetros sísmicos para calcular los espectros de aceleraciones correspondientes al suelo zona tipo I	TABLA 3.3 37
Obtención de fuerza sísmica RCDF04	TABLA 3.4 38
Valor de la fuerza sísmica en cada columna RCDF04	TABLA 3.5 39
Obtención de fuerza sísmica RCSUDF42	TABLA 3.6 40
Valor de la fuerza sísmica en cada columna RCSUDF42	TABLA 3.7 41
Velocidades regionales, $V_R$ , según la importancia de la construcción y la zonificación	TABLA 3.8 43
Rugosidad del terreno	IMAGEN 3.4 44
Rugosidad del terreno	TABLA 3.9 45
Formas topográficas locales	IMAGEN 3.5 45

		<b>Página</b>
Factor $F_{TR}$ (factor de topografía y rugosidad del terreno)	TABLA 3.10	46
Coefficientes $C_p$ para construcciones cerradas	TABLA 3.11	47
Presiones del viento en la azotea de la estructura	TABLA 3.12	48
Distribución de la velocidad de diseño del viento con respecto a la altura	FIGURA 3.8	59

#### **IV. ANALISIS DE RESULTADOS CONFORME A DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS** **Página**

##### **A. Revisión de estados límite de servicio**

Isométrico 5 - Desplazamientos de combinación de carga no. 16 (RCDF04)	FIGURA 4.1	77
Isométrico 6 - Desplazamientos de combinación de carga no. 16 (RCDF04)	FIGURA 4.2	78
Isométrico 7 - Desplazamientos de combinación de carga no. 16 (RCDF04)	FIGURA 4.3	79
Isométrico 8 - Desplazamientos de combinación de carga no. 16 (RCDF04)	FIGURA 4.4	80
Isométrico 9 - Desplazamientos de combinación de carga no. 20 (RCDF04)	FIGURA 4.5	81
Isométrico 10 – Desplazamientos de combinación de carga no. 20 (RCDF04)	FIGURA 4.6	82
Isométrico 11 – Desplazamientos de combinación de carga no. 20 (RCDF04)	FIGURA 4.7	83
Isométrico 12 – Desplazamientos de combinación de carga no. 20 (RCDF04)	FIGURA 4.8	84
Isométrico 13 – Desplazamientos de combinación de carga no. 16 (RCSUDF42)	FIGURA 4.9	85
Isométrico 14 – Desplazamientos de combinación de carga no. 16 (RCSUDF42)	FIGURA 4.10	86
Isométrico 15 – Desplazamientos de combinación de carga no. 20 (RCSUDF42)	FIGURA 4.11	87

		<b>Página</b>
Isométrico 16 – Desplazamientos de combinación de carga no. 20 (RCSUDF42)	FIGURA 4.12	88
Desplazamientos en nudos columna-losa de techumbre RCDF04	TABLA 4.1	63
Localización de nudos en columnas	FIGURA 4.13	89
Desplazamientos de nudos de volados (RCDF04)	TABLA 4.2	64
Localización de nudos en volados	FIGURA 4.14	90
Desplazamientos de nudos en las bases de las cúpulas (RCDF04)	TABLA 4.3	65
Localización de las bases de las cúpulas y de los nudos en las bases de las cúpulas	FIGURA 4.15	91
Desplazamientos de nudos en las cúpulas (RCDF04)	TABLA 4.4	67
Localización de nudos en las cúpulas	FIGURA 4.16	92
Desplazamientos en nudos columna-losa de techumbre (RCSUDF42)	TABLA 4.5	69
Desplazamientos de nudos de volados (RCSUDF42)	TABLA 4.6	70
Desplazamientos de nudos en las bases de las cúpulas (RCSUDF42)	TABLA 4.7	71
Desplazamientos de nudos en las cúpulas (RCSUDF42)	TABLA 4.8	73
Revisión de acero de refuerzo en columnas	TABLA 4.9	76
Acero de refuerzo en columnas	FIGURA 4.17	93
 <b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
		<b>Página</b>
Acero de refuerzo en trabes expuesto al ambiente	IMAGEN 5.1	96
Acero de refuerzo en trabes expuesto al ambiente	IMAGEN 5.2	96
Acero de refuerzo en volados expuesto al ambiente	IMAGEN 5.3	96



---

---

**REPORTE FOTOGRÁFICO****Página**

Construcción del edificio de laboratorios	<b>IMAGEN RF1</b>	103
Azotea del edificio de laboratorios (actualmente)	<b>IMAGEN RF2</b>	104
Interior del edificio de laboratorios (actualmente)	<b>IMAGEN RF3</b>	105



IMÁGEN RF1 CONSTRUCCIÓN DEL  
EDIFICIO DE LABORATORIOS

<p>TRATAMIENTO TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 2,300 m<sup>2</sup>, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO*</p>	
<p>Proyecto</p>	<p>DANIEL VILLAVICENCIO FERNANDEZ DE JALMEGLI</p>
<p>Director de Obra</p>	<p>M. en I. JOSÉ LUIS TRASCOS SUÁREZ</p>
<p>DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL</p>	<p>CM/DA/PL/CONS/ LAB/ S/ E</p>
<p>OBJETO</p>	<p>CONSTRUCCIÓN EDIFICIO DE LAB. 1440111 RE1</p>




IMÁGEN RF2 AZOTEA DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS ACTUALMENTE

<p>Título Profesional  <b>"DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 2,200 m<sup>2</sup>, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"</b></p>	
<p>Proyecto</p>	<p>DANIEL VILLAVENCIO FERNÁNDEZ DE JAUREGUI</p>
<p>Revisor de obra</p>	<p>M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ</p>
<p>DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL</p>	<p>01/17/2011 AZOT LAB 07/20</p>
<p>AZOTEA DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS</p>	<p>120111 NPA</p>





IMAGEN RF3 INTERIOR DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS

 <p>Título Profesional  <b>"DICTAMEN TÉCNICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE LABORATORIOS DE CONCRETO REFORZADO, DOS NIVELES, SUPERFICIE 2,200 m<sup>2</sup>, DISEÑADO Y CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 1952 Y 1954, EN LA ZONA DEL PEDREGAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"</b></p>	
Proyecto	DANIEL VILLAVICENCIO FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI
Director de obra	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	SI / NO / N/A
INTERIOR DEL EDIFICIO DE LABS.	1420111