



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN**

INGENIERÍA CIVIL

**COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO
SÍSMICO ELÁSTICO DE UN EDIFICIO DE
TRES NIVELES EN LAS TRES ZONAS EN
QUE SE DIVIDE EL DISTRITO FEDERAL**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

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

P R E S E N T A :

FRANCISCA HERNÁNDEZ ACUÑA.

ASESOR DE TESIS: ING. KARLA IVONNE GUTIÉRREZ VÁZQUEZ.

JULIO 2002

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCIÓN

FRANCISCA HERNÁNDEZ ACUÑA
P R E S E N T E.

En contestación a la solicitud de fecha 13 de julio del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que la profesora, Ing. KARLA IVONNE GUTIÉRREZ VÁZQUEZ pueda dirigirle el trabajo de tesis denominado "COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO ELÁSTICO DE UN EDIFICIO DE TRES NIVELES EN LAS TRES ZONAS EN QUE SE DIVIDE EL DISTRITO FEDERAL", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.


Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 13 de agosto del 2004
LA DIRECTORA


ARQ. LILIA TURCOTT GONZÁLEZ





- C p Secretaria Académica.
- C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería Civil
- C p Asesor de Tesis.

LTG/AIR/lla


**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

AGRADECIMIENTO.

"Dios me permitió conocerlo y conocer a más personas que a lo largo de mi vida y carrera como estudiante hicieron posible que llevara a cabo un proyecto más, muchos de ustedes dedicaron y compartieron conmigo su amistad, tiempo, dinero y conocimientos, gracias a ustedes hoy llegue hasta este punto y sé que unas simples palabras no podrán expresar todo mi agradecimiento..."

A Dios, a mis Padres: Paulina y Francisco, a mis hermanas Lulú y Paty, a mi asesora de tesis Ing. Karla Ivonne Gutiérrez, a la Ing. Ma. De los Ángeles Sánchez, a la UNAM, a los Profesores de ingeniería civil de la ENEP Aragón y a mis amigos: Selene, Jorge y Mary.

G R A C I A S

DEDICATORIA :

A mi pequeña familia y a todas las personas que en este momento están conmigo y me han mostrado que la esperanza, la Fe y la confianza en Dios pueden hacer que a veces suceda un milagro, a todos ustedes que saben a que me refiero y principalmente a ti Lulú porque nunca te dejes vencer dedico mi trabajo de tesis.

ÍNDICE:

Objetivo	iii
Introducción	1
Capitulo 1. Antecedentes	2
Capitulo 2. Consideraciones generales para el análisis	5
2.1 Conceptos básicos para el análisis sísmico	6
2.2 Aspectos Normativos.....	8
2.2.1 clasificación de las construcciones	8
2.2.2 Fuerzas gravitacionales.....	9
2.2.3 Criterios de Diseño Estructural.....	9
2.2.4 Diseño por sismo.....	10
2.3 Zonificación del Distrito Federal	14
2.3.1 El Valle de México	14
2.3.2 Efectos del suelo local	15
2.3.3 Interacción estática suelo-estructura.....	17
2.3.4 Interacción dinámica suelo-estructura en suelos blandos	18
2.3.5 Zonificación del Distrito Federal.....	19
2.4 Descripción del método de análisis.....	22
2.4.1 Método Simplificado de Análisis	22
2.4.2 Análisis Estático	23
2.4.3 Análisis Dinámico	23
2.5 Criterios de Diseño.....	25

2.5.1	Objetivos del diseño estructural.....	25
2.5.2	Criterios de diseño del reglamento de construcciones para el Distrito Federal.....	26
Capítulo 3	Descripción del modelo.....	30
3.1	Modelo analítico de la estructura.....	30
3.2	Características de la Estructura.....	32
Capítulo 4	Análisis de la estructura.....	36
4.1	Análisis de Cargas.....	38
4.2	Preparación del archivo de datos.....	42
Capítulo 5	Comparación de los resultados.....	49
5.1	Resultados para la zona I.....	50
5.2	Resultados para la zona II.....	60
5.3	Resultados para la zona III.....	70
Conclusión	80
Glosario	81
Bibliografía	88

OBJETIVO

Comparar el comportamiento sísmico elástico de un edificio de tres niveles situándolo en las tres zonas en que se divide el Distrito Federal, con la finalidad de analizar las diferencias que se puedan presentar en la estructura.

Introducción

La finalidad de la etapa de análisis estructural es determinar los efectos que las acciones producen en la estructura, los cuales se describen en términos de fuerzas internas, esfuerzos y deformaciones.

En los antecedentes se da una breve explicación sobre los sismos, en especial sobre el ocurrido el 19 de septiembre de 1985. Se habla sobre los cambios y avances que se produjeron a partir de este.

Para llevar a cabo el análisis, es conveniente conocer algunos conceptos que sirven como referencia, así como lo relacionado al reglamento y normas técnicas, es importante en este caso conocer la zonificación del Distrito Federal, así como los criterios de diseño para aplicarlo a un modelo que nos representa a la estructura y a las acciones que sobre esta se ejercen, todo esto se englobó en el capítulo dos, y aunque no se tratan muy a fondo son lo bastante claro para indicar de donde partimos.

El análisis sísmico se hará con el Método Dinámico Modal Espectral, que regularmente se aplica para el cálculo de deformaciones y fuerzas de un edificio de varios niveles, es un método que determina la respuesta dinámica lineal de estructuras de varios grados de libertad; la respuesta total es el resultado de la superposición de las respuestas máximas de cada uno de los modos naturales de vibración. El rango de aplicabilidad del análisis Dinámico Modal Espectral cae dentro del comportamiento elástico-lineal de la estructura.

Una herramienta que se utilizará para llevar a cabo el análisis sísmico es el programa Sap 90. Para formular el modelo se debe de idealizar la estructura como un ensamble de nudos interconectados por barras o elementos de dimensiones finitas. Este programa permite combinar cargas gravitacionales, térmicas, de preesfuerzo y dinámicas; los resultados que se obtienen son el periodo de vibración, formas modales, desplazamientos, esfuerzos, elementos mecánicos, etc. Lo referente al análisis se describe en el capítulo 4.

Con los resultados que se obtengan, en el capítulo 5 se hará una comparación del comportamiento de la estructura en cada zona para analizar las diferencias que se presentan y de esta forma poder expresar una conclusión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1. Antecedentes

Los sismos, son vibraciones de la corteza terrestre, generados por distintos fenómenos, como la actividad volcánica, rompimiento de la litosfera oceánica y hasta por explosiones. La tectónica de placas considera que la litosfera está dividida en varios grandes segmentos relativamente estables de roca rígida, denominados placas que se extienden por el globo como caparazones curvos sobre una esfera. Existen 7 grandes placas como la Placa del Pacífico y varias más pequeñas como la Placa de Cocos frente al Caribe. Las cuatro grandes placas que generan la sismicidad de México son: La placa de Norteamérica, la del Caribe, la de Cocos y del Pacífico.

La causa principal de los sismos en nuestro país es de origen tectónico, se producen como resultado del movimiento relativo de las placas que forman la litosfera terrestre. Las presiones que se generan en la corteza por los flujos de magma desde el interior de la tierra, llegan a vencer la fricción que mantiene en contacto los bordes de las placas y produce caídas de esfuerzos y liberación de enormes cantidades de energía almacenada en la roca, esta se libera principalmente en forma de ondas vibratorias que se propagan a grandes distancias a través de la roca de la corteza. Estas ondas viajan alejándose de la falla y su amplitud se va atenuando poco a poco.

Las ondas longitudinales (llamadas ondas P o principales) viajan a mayor velocidad y tienen amplitudes menores que las ondas de cortante (ondas S o secundarias) A medida que se alejan de la falla estas ondas se reflejan en las capas superficiales y producen otro tipo de ondas (de superficie) que tienen velocidades menores que las dos anteriores. De esta manera cerca de la falla los tres tipos de ondas están superpuestos, pero a distancias mayores de la falla se distinguen los tres trenes de ondas porque llegan en tiempos diferentes.

La velocidad y la distancia a las que se pueden transmitir las ondas sísmicas dependen de las propiedades mecánicas del medio que atraviesan y pueden haber amplificaciones locales de ondas de determinadas frecuencias cuando atraviesan estratos de suelo con ciertas propiedades mecánicas. La amplitud y el contenido de frecuencias de las ondas en un sitio dependen, principalmente de la magnitud del sismo, de la distancia del sitio o la zona donde se generó el mismo y de las propiedades del subsuelo local.

El sismo del 19 de septiembre de 1985, se produjo como resultado del movimiento relativo de la placa de Cocos con respecto a la placa de Norteamérica; Este sismo tuvo su origen en las costas de Michoacán causando graves daños, estos se ubicaron en una zona de la Ciudad de México donde el subsuelo tiene depósitos profundos de arcilla (de por lo menos 20 m de espesor) muy deformables lo que ocasiona la amplificación de las ondas sísmicas, estas amplificaciones son mayores en la zona de lago (que corresponde al peligro sísmico mayor) que en la zona de transición y zona de lomas. El tránsito por un grueso estrato de arcillas blandas filtra y hace prácticamente desaparecer las ondas que tienen frecuencia de vibración diferentes a la frecuencia fundamental del estrato. De esta manera llega a la superficie un movimiento casi armónico, con un periodo de vibración que es el del estrato de arcilla subyacente y que en el valle varía principalmente con el espesor de los estratos de arcilla. Este movimiento armónico propicia que las estructuras entren en resonancia (lo que explica en parte su mayor destructividad)

Los terremotos de 1985 rebasaron por mucho los índices de seguridad que suponían adecuados las normas de construcción que regían en ese entonces, la falta de especificaciones y no tomar en cuenta ciertas disposiciones que se señalaban en el código de 1976 fueron algunas causas de los daños estructurales. En algunos casos se encontró que diversos detalles constructivos no fueron bien orientados; gran proporción de las fallas se originó por irregularidades en la distribución de rigideces y resistencias de los edificios; otras causas de derrumbes fueron el exceso de cargas vivas y la uniformidad de los factores de seguridad en toda la altura del edificio.

A raíz del sismo de 1985 salieron a relucir las deficiencias en el conocimiento del comportamiento de los elementos estructurales bajo gran número de ciclos de carga de alta amplitud hasta la capacidad de los medios normales de análisis de ingeniería para predecir la respuesta de estructuras complejas ante fuertes sacudidas que deforman y degradan su rigidez y resistencia.

Pero también se hicieron cambios, como el estudio de la naturaleza y respuesta dinámica de los distintos tipos de construcciones, con el fin de simular la respuesta más vulnerable durante el temblor, lo que ha influido en las nuevas disposiciones sobre la distribución de rigideces, resistencias, y su comportamiento dúctil.

Se han tenido avances importantes, el reglamento es más exigente en las diversas etapas del proyecto estructural; el diseño debe ser racional, adecuado y congruente, la construcción debe supervisarse y programarse, los materiales empleados en las obras deben sujetarse a normas de calidad estrictas. También se han efectuado numerosas investigaciones teóricas y de laboratorio para determinar con mayor precisión el comportamiento de las estructuras y las características dinámicas del suelo y se han utilizado métodos modernos de análisis.

Los métodos de análisis sísmico prescritos por los reglamentos de diseño y empleados en la práctica son generalmente muy simplificados y recurren a idealizaciones de la acción sísmica mediante sistemas de fuerzas estáticas equivalentes. Aún cuando se utilicen estos procedimientos no hay que perder de vista el carácter dinámico del fenómeno y se debe de conocer los principios básicos de la dinámica estructural.

2. CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL ANÁLISIS

El Diseño Estructural es un proceso mediante el cual se definen las características de un sistema (estructura) para que cumpla con su objetivo, que es el de resistir las fuerzas a las que será sometida sin que halla colapso o tenga un mal comportamiento.

Para entender la importancia del proceso es necesario conocer tres aspectos fundamentales: la estructuración, el análisis y el dimensionamiento.

Estructuración. En esta parte del proceso se determinan los materiales que van a constituir la estructura, la forma general de ésta, el arreglo de sus elementos constitutivos, sus dimensiones y características más esenciales. Esta es la parte fundamental del proceso y de la elección correcta del sistema dependerá más que de ningún otro aspecto que se obtengan buenos resultados.

Análisis. Se refiere a las actividades que se deben llevar a cabo para obtener la respuesta de la estructura ante las diferentes acciones exteriores que la puedan afectar durante su vida útil.

Para poder determinar estos efectos se requiere de lo siguiente:

- a) Idealizar la estructura real por medio de un modelo teórico factible analizado con los procedimientos de cálculo disponibles.
- b) Determinar las acciones de diseño. En muchas situaciones los reglamentos definen las cargas y otros agentes que introducen esfuerzos en la estructura y es obligación del proyectista sujetarse a ellos; sin embargo en algunos casos es responsabilidad del proyectista la determinación del valor de diseño de alguna carga o al menos la obtención de datos ambientales locales que definen la acción de diseño.
- c) Determinar los efectos de las acciones de diseño en el modelo de la estructura elegido. Esta etapa es la que constituye el análisis propiamente dicho, se determinan las fuerzas internas (momentos flexionantes y de torsión, fuerzas axiales y cortantes) así como las flechas y deformaciones de la estructura. Los métodos de análisis suponen en general un comportamiento elástico-lineal.

Dimensionamiento. En esta etapa se define detalladamente la estructura y se revisa si cumple con los requisitos de seguridad adoptados.

2.1 Conceptos básicos para el análisis sísmico.

El propósito del análisis sísmico es determinar las acciones internas y las deformaciones debidas al sismo.

Para llevar a cabo el análisis es conveniente conocer algunos conceptos que servirán como referencia.

Una estructura se puede concebir como un subsistema dentro del sistema principal constituido por la obra en general. La función de la estructura es absorber las sollicitaciones que se derivan del funcionamiento de la construcción. La estructura debe de soportar una serie de acciones externas que le ocasionan deformaciones, desplazamientos y, ocasionalmente daño, lo que constituye en general su respuesta a dichas acciones.

Acciones.

Es lo que generalmente se denominan cargas, e incluye a todos los agentes externos que inducen en la estructura fuerzas internas, esfuerzos y deformaciones como puede ser los hundimientos de la cimentación y los cambios volumétricos, los efectos ambientales de viento, temperatura, corrosión etc.

Siguiendo el criterio del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal se distinguen los siguientes tipos de acciones.

Acciones permanentes

Son aquellas que obran en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad se puede considerar que no varía con el tiempo se incluyen en esta categoría las cargas muertas debidas al peso propio de la estructura y a la de los elementos no estructurales de la construcción; al empuje estático de líquidos y tierras que tenga un carácter permanente; las deformaciones y los desplazamientos impuestos a la estructura.

Acciones variables

Son aquellas que obran sobre la estructura con una intensidad variable con el tiempo pero que alcanzan valores significativos durante lapsos grandes. Se incluyen en esta categoría: las cargas vivas, aquellas que se deben al funcionamiento propio de la construcción y que no tienen carácter permanente; los efectos de cambios de temperatura y los de cambios volumétricos que tienen carácter variable con el tiempo.

Acciones accidentales

Son aquellas que no se deben al funcionamiento normal de la construcción y que pueden tomar valores significativos sólo durante pequeñas fracciones de la vida útil de la estructura. Se incluyen aquí acciones excepcionales, como sismos, viento, oleaje y explosiones.

Fuerzas internas

Son aquellas que le producen a una sección falla por cortante, flexión, torsión, carga axial o una combinación de estas, produciendo un estado límite de falla, inestabilidad, pandeo en algún miembro y falla por fatiga.

Respuesta de la estructura.

Se representa por el conjunto de parámetros físicos que describen su comportamiento ante las acciones aplicadas, para que la construcción cumpla con las funciones para las cuales esta proyectada su respuesta debe de mantenerse dentro de límites que no afecten su correcto funcionamiento ni su estabilidad. Estos límites dependen del tipo de construcción y de su destino; están definidos dentro de los códigos de diseño.

Estado límite de una estructura

Se llamará así a cualquier etapa de su comportamiento a partir de la cual su respuesta se considera inaceptable. Se definen dos tipos de estados límites.

Estado límite de falla

Esta relacionado con la seguridad, corresponde a situaciones en las que la estructura sufre una falla total o parcial o simplemente presenta daños que afectan su capacidad para resistir nuevas acciones.

Estado límite de servicio

Se considera como aquel que sin poner en juego la seguridad de la estructura afecta el correcto funcionamiento de la construcción y comprende las deflexiones, agrietamientos y vibraciones excesivas así como el daño a elementos no estructurales de la construcción.

Con estas definiciones se puede plantear el objetivo del Diseño Estructural:

Proporcionar una seguridad adecuada ante la aparición de estados límite de falla para las acciones más desfavorables que puedan presentarse durante la vida útil de la construcción y procurar que en las condiciones normales de operación no se sobrepasen los estados límite de servicio.

2.2 Aspecto normativo

Para el diseño estructural se debe de tomar en cuenta lo establecido en los reglamentos de construcción que son documentos legales cuya función es la de proteger a la sociedad contra el colapso o mal funcionamiento estructural de las construcciones. Otros documentos que también cumplen con tales objetivos aunque no tienen valor legal son las normas y recomendaciones.

El Reglamento del Distrito Federal incluye un planteamiento general del problema de diseño que es aplicable a cualquier tipo de estructuras. Los requisitos particulares que se derivan de la aplicación de esos principios generales a los materiales y tipos de estructurales específicos se encuentran fuera del cuerpo principal del reglamento y se agrupan en una serie de Normas Técnicas Complementarias (NTC) ya que estas se pueden modificar fácilmente y no tener que seguir un proceso de legalización como sucede con el reglamento.

En el título "Seguridad Estructural de las Construcciones" se encuentran las recomendaciones generales para el diseño de estructuras que contiene los requisitos que deben de cumplirse en el proyecto, ejecución y mantenimiento de una edificación para lograr un nivel de seguridad adecuado contra fallas estructurales, así como un comportamiento estructural aceptable en condiciones normales de operación.

2.2.1 Clasificación de las construcciones

Algo que se toma en cuenta para efectos del título de seguridad estructural es la clasificación de las estructuras que es necesario porque de acuerdo al tipo de edificación serán los criterios que se utilizarán para su análisis y diseño, por ejemplo el factor de carga que se utiliza para el tipo de combinación de acciones a que es sujeta la estructura depende del tipo de edificio de que se trate.

La clasificación es la siguiente:

- I. Grupo A. Pertenecen a él las edificaciones que por su uso son importantes y su falla estructural ocasionaría gran pérdida de vidas como puede ser los estadios, en una emergencia urbana son importantes los hospitales, centrales de bomberos, escuelas, etc. por mencionar algunas, también está dentro de este grupo aquellas estructuras que almacenen sustancias o químicos peligrosos.
- II. Grupo B. En este grupo se encuentran las edificaciones comunes destinadas a viviendas, edificios de oficinas, locales comerciales, hoteles. Este grupo a su vez se subdivide en B1 que son edificios de más de 15 m de altura y 3000 m de construcción en la zona III

ó más de 30 m de altura y más de 6000 m² de construcción y más de 200 personas ubicados en las zonas I y II. En el grupo B1 se encuentran todas las demás.

2.2.2 Fuerzas Gravitacionales

En el apartado de criterios de diseño estructural el RDF. establece que "En el diseño de toda estructura deberá de tomarse en cuenta los efectos de las cargas muertas, de las cargas vivas, del sismo y del viento, cuando este último sea significativo..."

- ✓ Cargas muertas. Se pueden considerar como los pesos de todos los elementos constructivos, acabados y todos los elementos que ocupan una posición permanente y su peso no cambia con el tiempo.

Para calcular la carga muerta sólo se requiere de la determinación de los volúmenes de los distintos componentes de la construcción y su multiplicación por el peso volumétrico de los materiales que lo forman. Suelen representarse por medio de cargas uniformemente distribuidas sobre las distintas áreas de la construcción, aunque existen casos de cargas lineales y concentradas.

- ✓ Cargas vivas, se pueden considerar como las fuerzas que se producen por el uso y la ocupación de las edificaciones y que no son permanentes.

Para su superposición con una acción accidental, interesa la carga viva instantánea W_m o sea la máxima intensidad que ésta pueda adquirir a lo largo de su vida útil. Para la superposición con una acción accidental, interesa la carga viva instantánea W_a , que es el valor que pueda adquirir en un instante cualquiera (cuando ocurre la acción accidental) Para estimar efectos de a largo plazo (deformaciones diferidas y hundimientos en suelos arcillosos) se utiliza la carga media W . Y para los casos en que las cargas gravitacionales sean favorables a la estabilidad de la construcción como problemas de volteo y flotación se utilizará la carga viva mínima.

2.2.3 Criterios de diseño estructural

Como antes se mencionó toda estructura y sus partes se debe de diseñar para cumplir con una serie de requisitos básicos como son: Tener la seguridad adecuada contra la aparición del estado límite de falla ante la combinación de acciones más desfavorables que se puedan presentar. No debe rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que correspondan a condiciones normales de operación.

Estas acciones se clasifican en tres categorías, que de acuerdo a su duración actúan sobre la estructura con su intensidad máxima:

- I. Acciones permanentes. Obran en forma continua sobre la estructura y su intensidad varía poco con el tiempo y son: la carga muerta, empuje estático de tierra y líquidos y las deformaciones y desplazamientos.
- II. Acciones variables. La intensidad con la que actúan sobre la estructura varía significativamente con el tiempo y son la carga viva y los efectos de temperatura.
- III. Acciones accidentales. No están relacionadas con el funcionamiento del edificio y pueden alcanzar intensidades significativas solo durante lapsos breves; estas son: Acciones sísmicas, los efectos del viento y los efectos de explosiones, incendios y otros fenómenos.

Para verificar la seguridad de una estructura se deben de considerar las combinaciones de acciones (permanentes, variables y accidentales) que se presenten afectadas por un factor de carga (fc) de acuerdo con las siguientes reglas:

1. Se utilizará un factor de 1.4 para la combinación de acciones que establece el RDF (Art. 188 fracción I) y si se trata de edificaciones del grupo A el factor será de 1.5.
2. Se considera un factor de 1.1 para la combinación de acciones clasificadas en la fracción II del artículo 188.
3. Si el efecto de las fuerzas internas es favorable a la resistencia o estabilidad de la estructura el factor de carga se considera igual a 0.9 y
4. Para la revisión de estados límite de servicio se tomará un factor de carga unitario.

2.2.4 Diseño por sismo

El propósito de los requisitos que presentan las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por sismo es obtener una seguridad adecuada ante un sismo máximo probable, que no existan fallas estructurales mayores ni pérdidas de vida.

De acuerdo a las características de la estructura se debe de analizar por sismo mediante algún método descrito en este capítulo (2.3 Descripción de los métodos de análisis) También se debe de tomar en cuenta la contribución a la rigidez de todo elemento estructural o no, que sea significativa.

Un punto importante que se debe de considerar es la zona en que se encontrará el edificio y que se divide de acuerdo al Art. 219 del Reglamento. Basándose en esto y al tipo de construcción de que se trate (grupo A o B) se tomará el coeficiente sísmico c que es el coeficiente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse que actúa en la base de la

edificación por efecto del sismo V_0 , entre el peso de la edificación sobre dicho nivel W_0 (En el peso total se consideran las cargas vivas y muertas)

En la tabla I se enlistan los coeficientes sísmicos para cada una de las zonas:

Zona	C
I	0.16
II	0.32
III _a	0.40
III _b	0.45
III _c	0.40
III _d	0.30

Cuando se aplique el método estático o un método dinámico para el análisis, las fuerzas sísmicas calculadas podrán reducirse con fines de diseño en función de las características estructurales y del terreno. Para el cálculo de fuerzas sísmicas para el análisis estático y de las obtenidas del análisis dinámico modal se empleará un factor de reducción Q' que se obtiene como sigue:

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

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

T se tomará igual al periodo fundamental de vibración de la estructura cuando se utilice el método estático, e igual al periodo natural de vibración del modo que se considere cuando se utilice el análisis dinámico modal; T_a es un periodo característico del espectro de diseño y Q es el factor de comportamiento sísmico, que adoptará los valores especificados según se cumplan los requisitos que se indican:

Requisitos para $Q = 4$

Se usará $Q=4$ cuando se cumplan los siguientes requisitos:

- a) La resistencia en todos los entrepisos es suministrada exclusivamente por marcos no contraventeados de acero, concreto reforzado o compuesto de los dos materiales, o bien por marcos contraventeados o con muros de concreto reforzado o de placa de acero o compuestos de los dos materiales, en los que en cada entrepiso los marcos son capaces de resistir, sin contar muros ni contravientos, cuando menos 50 por ciento de la fuerza sísmica actuante.

- b) Si hay muros de mampostería ligados a la estructura, estos se deben de considerar en el análisis, pero su contribución a la resistencia ante fuerzas laterales sólo se tomará en cuenta si son de piezas macizas, y los marcos sean o no contraventeados, y los muros de concreto reforzado, de placa de acero o compuestos de los dos materiales, son capaces de resistir al menos 80 por ciento de las fuerzas laterales totales sin la contribución de los muros de mampostería.
- c) El mínimo cociente de la capacidad resistente de un entrepiso entre la acción de diseño no difiere en más de 35 por ciento del promedio de dichos cocientes para todos los entrepisos. Para verificar el cumplimiento de este requisito, se calculará la capacidad resistente. El último entrepiso queda excluido de este requisito.
- d) Los marcos y muros de concreto reforzado cumplen con los requisitos que fijan las normas correspondientes para marcos y muros dúctiles.
- e) Los marcos rígidos de acero satisfacen los requisitos para marcos con ductilidad alta que fijan las Normas correspondientes, o están provistos de contraventeo excéntrico de acuerdo con las mismas Normas.

Requisitos para $Q = 3$

Se usará $Q=3$ cuando se satisfagan los puntos b y d ó e y en cualquier entrepiso dejen de satisfacerse las condiciones a ó c, pero la resistencia en todos los entrepisos es suministrada por columnas de acero o de concreto reforzado con losas planas, por marcos rígidos de acero, por marcos de concreto reforzado, por muros de concreto o de placa de acero o compuestos de los dos materiales, por combinación de éstos y marcos o por diafragmas de madera. Las estructuras con losas planas y las de madera deberán además satisfacer los requisitos que sobre el particular marcan las Normas correspondientes. Los marcos rígidos de acero satisfacen los requisitos para ductilidad alta o están provistos de contraventeo concéntrico dúctil, de acuerdo con las Normas correspondientes.

Requisitos para $Q = 2$.

Se usará $Q=2$ cuando la resistencia a fuerzas laterales es suministrada por losas planas con columnas de acero o de concreto reforzado, por marcos de acero con ductilidad reducida o provistos de contraventeo con ductilidad normal o de concreto reforzado que no cumpla con los requisitos para ser considerados dúctiles, o muros de concreto reforzado, de placa de acero o compuesto de acero y concreto. O por muros de mampostería de piezas macizas confinados por castillos, dadas, columnas o trabes de concreto reforzado o de acero que satisfacen los requisitos de las Normas correspondientes.

Requisitos para $Q = 1.5$

Se usará $Q=1.5$ cuando la resistencia a fuerzas laterales es suministrada en todos los entrepisos por muros de mampostería de piezas huecas, confinados o con refuerzo interior, que satisfacen los requisitos de las Normas correspondientes, o por marcos y armaduras de madera, o por algunas estructuras de acero que se indican en las Normas correspondientes.

Requisitos para $Q = 1$

Se usará $Q=1$ en estructuras cuya resistencia a fuerzas laterales es suministrada al menos parcialmente por elementos o materiales diferentes de los arriba especificados, a menos que se haga un estudio que demuestre, a satisfacción de la administración, que se puede emplear un valor más alto que el que aquí se especifica; también en algunas estructuras de acero que se indican en las Normas correspondientes.

En todos los casos se usará para toda la estructura en la dirección de análisis, el valor mínimo de Q que corresponde a los diversos entrepisos de la estructura en dicha dirección.

El factor Q puede diferir en las dos direcciones ortogonales en que se analiza la estructura, según sean las propiedades de ésta en dichas direcciones.

2.3 Zonificación del Distrito Federal.

2.3.1 El Valle de México.

El valle de México se formó en lo que era una cuenca, en la que se depositaron tierras provenientes de la erosión de las regiones andesíticas, cenizas de erupciones volcánicas y el fino polvo de las tolveneras, lo que dio origen a un terreno arcilloso, limosos, compacto de poca resistencia y estructura celular, con un gran contenido de agua.

La arcilla y el limo, en partes se hallan con capas de arena o arcilla compacta, que tiene mayor resistencia.

Existen capas resistentes que se encuentran entre 14 y 42 metros donde descansan los pilotes de algunas construcciones, bajo estas capas también hay otra aún más resistente pero como no ha sido posible traspasar la primera, no se ha podido llegar a ella.

Existen también en el fondo del valle ondulaciones que pueden constituir lomeríos y cerros, así como el que va formando las estribaciones de las montañas que rodean el valle, siendo en ambos casos terreno firme.

Todas estas capas se formaron a partir de la depositación de material como se verá a continuación.

a) Depósitos del lago

Para que se formara un lago la temperatura era factor importante, si el clima se enfriaba se formaba pero si se calentaba disminuía o desaparecía; las transgresiones y regresiones lacustre dieron como resultado una depositación de arcillas o formación de suelos en forma alternada.

Estos suelos arcillosos, consecuencia de la depositación y la alteración físico química de materiales y cenizas volcánicas sufrió interrupciones en los periodos de sequía, el nivel del lago bajaba y como consecuencia se formaron costras endurecidas por deshidratación o por el secado solar; Hubo también interrupciones breves provocadas por la actividad volcánica que cubrieron la cuenca con mantos de arenas basálticas o pumíticas.

Este proceso formó una serie ordenada de estratos de arcilla blanda separados por fragmentos duros de limo y arcillas arenosas, por arenas basálticas o pumíticas producto de las emisiones volcánicas.

b) Depósitos de transición

Los depósitos lacustres del centro de la cuenca van cambiando a medida que se acercan al pie de las lomas, esto se debe a que se van intercalando entre las arcillas lacustres capas de suelos limosos, cuerpos de arenas fluviales y en algunos casos en la desembocadura de arroyos y ríos depósitos de gravas y boleos.

Estos depósitos formaron una franja que divide los suelos lacustres de las sierras que rodean al valle. Estos materiales de origen aluvial se clasifican de acuerdo al volumen de clásticos que fueron arrastrados por las corrientes hacia el lago y la frecuencia de los depósitos, lo que da como resultado dos tipos de transición: la interstratigráfica y la abrupta.

c) Depósitos de lomas

La zona de lomas esta formada por serranías que limitan a la cuenca al poniente y al norte. En la secuencia estratigráfica se identifican los siguientes fenómenos geológicos:

- Capas de erupciones pumíticas plinianas correspondientes a la actividad volcánica de mayor violencia.
- Flujos piroclásticos de grandes volúmenes de grava, bloques y arena fina
- Lahares calientes correspondientes a corrientes impulsadas y lubricadas por gases y agua condensada.
- Lahares fríos son acumulaciones caóticas de material piroclástico arrastrado en corrientes lubricadas por el agua de lluvias torrenciales inmediatas a la erupción.
- Depósitos fluviales estratificados. Correlacionados con la formación clástica aluvial del relleno de la cuenca de México

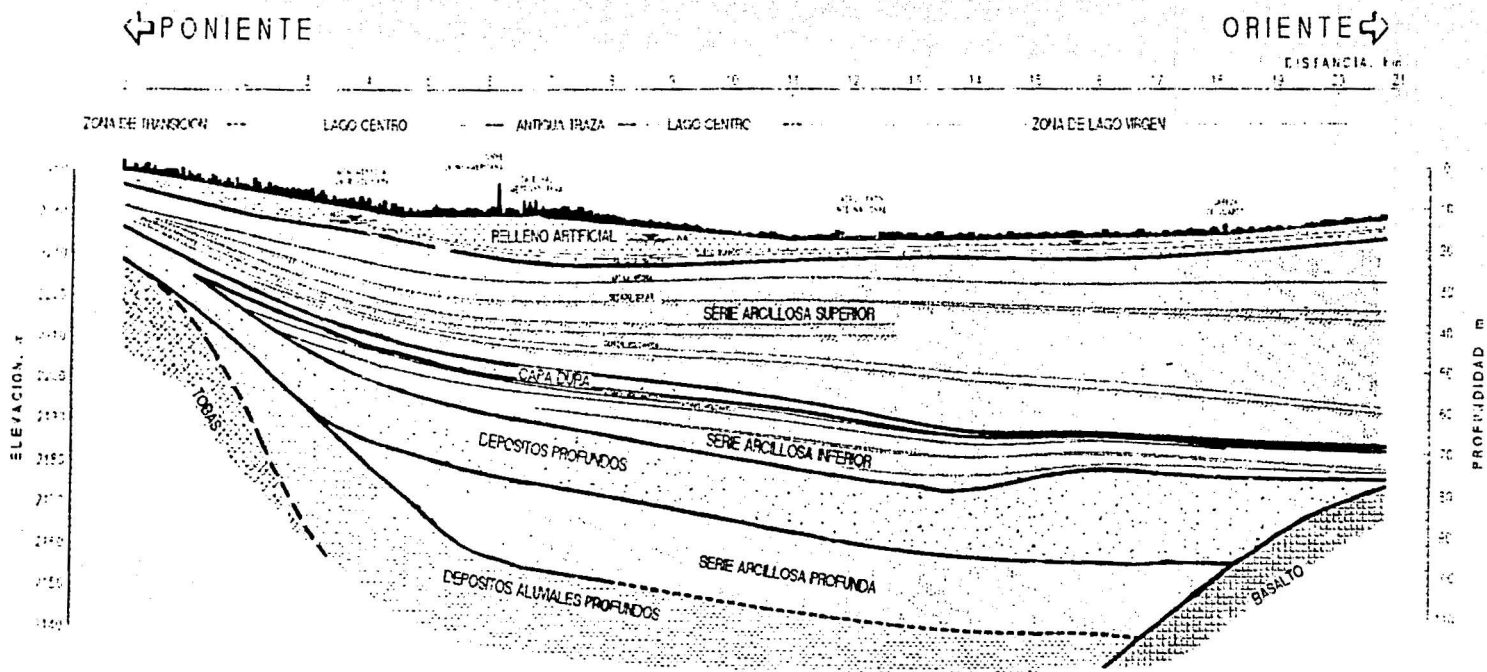
En la figura 2.3.1 se muestra el Perfil Estratigráfico de la zona de lago de la Ciudad de México.

2.3.2 Efectos del suelo local

Las características del suelo donde se desplanta la estructura modifica su respuesta sísmica debido a diferentes causas como son:

- a) **Amplificación local.** Cuando las ondas sísmicas se transmiten a través de la roca subyacente a los estratos del suelo que se encuentran entre esta y la cimentación se produce una amplificación local.

Figura 2.3.1 Perfil estratigráfico de la zona de lago de la Ciudad de México



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- b) *Alteración del movimiento.* Se produce por la presencia de la estructura en el terreno, considerando a esta como un cuerpo rígido.
- c) Una parte de la energía cinética que introduce un sismo se vuelve a transmitir hacia el suelo y se disipa por el amortiguamiento del mismo, se debe a la interacción entre la vibración de la estructura y la del suelo.

Esta interacción ocasiona varias modificaciones de la respuesta:

- Aumenta el periodo ya que el giro de la deformación del suelo permite a la base de la estructura reducir la rigidez efectiva de esta.
- Debido a este giro el desplazamiento total de la estructura es mayor que si consideramos una cimentación empotrada, lo que influye en los efectos de segundo orden sobre la estructura.

Otro efecto de la interacción suelo - estructura es la disipación adicional de energía que reduce la respuesta de la estructura ya que las deformaciones que sufre para disipar la energía del sismo son menores que si no existiera.

2.3.3 Interacción Estática suelo-estructura

La cimentación de estructuras sobre suelos de mediana a alta compresibilidad plantea el problema de determinar los hundimientos totales y diferenciales, así como los elementos mecánicos (momento flexionante, fuerza cortante y fuerza normal) tanto en la subestructura como en la superestructura, ocasionados por los hundimientos del terreno de cimentación. Estos valores dependen por un lado de la compresibilidad del subsuelo y por otro de la rigidez de la estructura.

En los análisis estructurales se considera (con frecuencia) a la estructura empotrada o articulada en su cimentación, o si se trata de una losa de apoyo se supone una presión de contacto uniforme, o que el cálculo de hundimientos del terreno, de cimentación se realiza considerando la estructura de cimentación totalmente flexible, lo cual se aleja de la realidad, por lo que es necesario desarrollar métodos que toman en cuenta los efectos de los hundimientos y que, al mismo tiempo permitan calcular los valores de estos últimos. A estas técnicas se les denomina interacción estática suelo-estructura.

El propósito de la interacción suelo-estructura es llevar a cabo un análisis estructural tomando en cuenta el efecto de la rigidez del terreno de cimentación. La interacción suelo-estructura proporciona los diagramas de hundimientos diferenciales y de reacción del terreno de cimentación, lo que a su vez permite determinar los diagramas de momento flexionante y fuerza

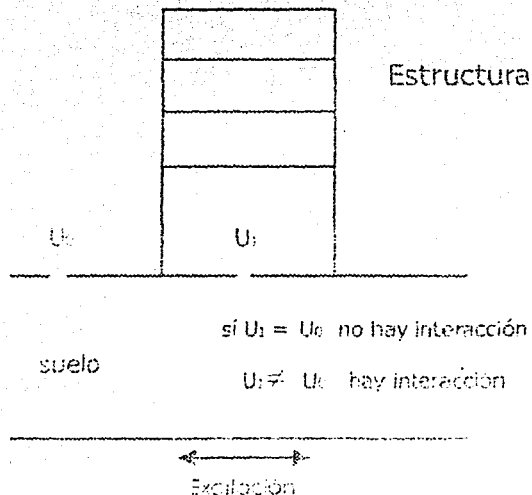
cortante en la estructura de cimentación, considerando la influencia de la rigidez del suelo de cimentación, lo que conduce a un diseño racional de dicha subestructura. Algunos procedimientos de interacción consideran también el efecto de la rigidez del terreno de los elementos mecánicos de toda estructura.

No en todas las cimentaciones surge el problema de considerar la rigidez del suelo. Por ejemplo, para niveles de carga mediana y suelos muy rígidos, los hundimientos del suelo son muy pequeños y no es necesario tomarlos en cuenta para el análisis estructural. En el diseño estructural de zapatas de dimensiones comunes, la diferencia entre una reacción uniforme y la reacción real es pequeña y queda cubierta por los factores de seguridad empleados para el diseño estructural. En consecuencia la interacción se aplica sobre todo a estructuras cimentadas sobre suelos de mediana a alta compresibilidad, en las que los asentamientos diferenciales tienen importancia en el comportamiento de dichas estructuras.

2.3.4 Interacción dinámica suelo-estructura en suelos blandos

El fenómeno de interacción se desarrolla por el acoplamiento de los movimientos del suelo y de la cimentación del edificio. En la Fig. 2.3.2 se muestra en forma esquemática el concepto de interacción. Al arribar las ondas sísmicas a la superficie del suelo generan movimientos en las estructuras desplantadas sobre el, si los desplazamientos en el terreno libre, U_0 son diferentes a los de la cimentación, U_1 , se dice que la estructura y el terreno están acoplados y, por tanto, hay interacción suelo-estructura. Por otro lado, si $U_0 = U_1$, el fenómeno de interacción no se desarrolla.

Fig. 2.3.2
Definición de
interacción
dinámica
suelo-
estructura



La interacción dinámica involucra tres efectos:

1. La variación espacial de los movimientos del terreno libre tiende a ser eliminada por la presencia de una cimentación rígida; la magnitud de este efecto depende del área y rigidez de la cimentación y del grado de heterogeneidad de los movimientos de campo libre. En general, la amplitud máxima de movimiento de la cimentación será menor que las que ocurren en el terreno libre.
2. Cuando un edificio es excitado en su base presenta una resistencia inercial al movimiento dinámico en la superestructura que persiste durante toda la excitación. Este efecto denominado interacción inercial, resulta en cambios en la presión de contacto entre la cimentación y el suelo, lo cual causa deformación en este. Debido a la deformabilidad del suelo, el periodo efectivo de la estructura se incrementa con respecto al calculado para la condición de apoyo rígido.
3. Si la cimentación de un edificio está desplantada a una profundidad significativa, la base y las paredes exteriores de la cimentación interactúan con el suelo, desarrollando el fenómeno denominado interacción cinemática. Debido a que la intensidad de los movimientos sísmicos del terreno libre disminuyen con la profundidad, el efecto de la interacción cinemática en la respuesta de las estructuras puede ser significativo.

El problema básico de interacción dinámica suelo-estructura involucra la evaluación de la respuesta de una o más estructuras en un sitio particular para un sismo determinado (sismo de diseño) especificado en el campo libre a una elevación específica (punto de control) el estudio completo del fenómeno de interacción incluye necesariamente dos etapas: el análisis del terreno libre y el de interacción. El primero consiste en determinar las variaciones espaciales y temporales de los movimientos de campo libre y el segundo permite evaluar la respuesta de la estructura colocada en el medio ambiente sísmico definido para el campo libre.

2.3.5 Zonificación del Distrito Federal

Basándose en las propiedades de compresibilidad y resistencia de los depósitos característicos de la cuenca de valle de México el Reglamento de Construcciones divide en tres zonas al Distrito Federal:

ZONA I. LOMAS, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta Zona, es frecuente la presencia

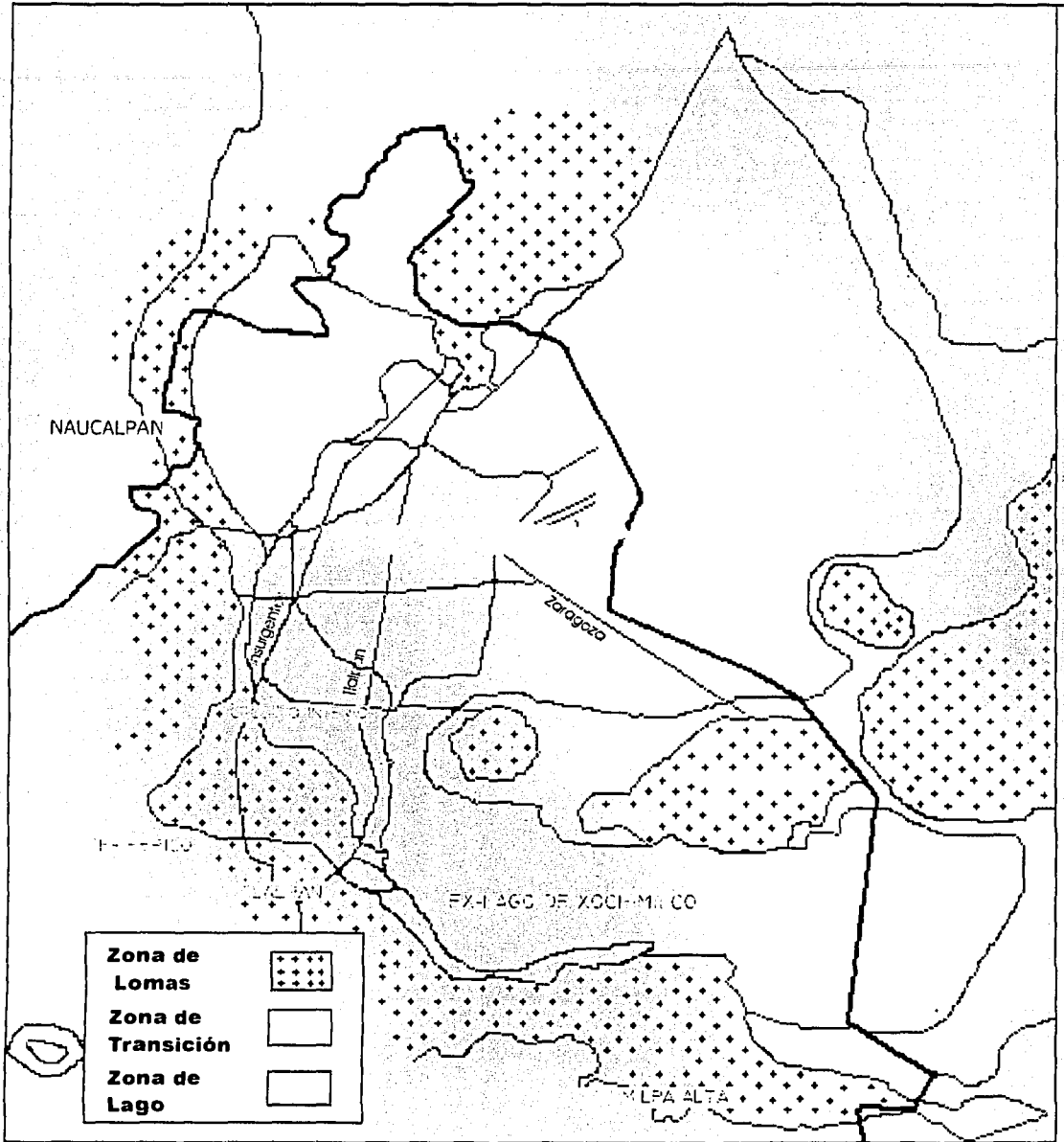
de oquedades en rocas y de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena;

ZONA II. TRANSICIÓN, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad, o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limo arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros, y

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

La zona a que corresponda un predio se determinará a partir de las investigaciones que se realicen en el subsuelo del predio objeto de estudio, tal y como lo establezcan las Normas Técnicas Complementarias. En caso de Edificaciones ligeras o medianas, cuyas características se definan en dichas Normas, podrá determinarse la zona mediante el mapa incluido en las mismas, si el predio está dentro de la porción zonificada; los predios ubicados a menos de 200 m de las fronteras entre dos de las zonas antes descritas se supondrán ubicados en la más desfavorable.

Fig. 2.3.3 Zonificación Geotécnica de la ciudad de México.



2.4 Descripción de los métodos de análisis

EL Reglamento del Distrito Federal (RDF.) y la Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (N.T.C.) indican que dependiendo de las características de la estructura de que se trate se podrá analizar por sismo, mediante el método simplificado, el método estático o uno de los dinámicos descritos en las normas.

2.4.1 Método Simplificado de análisis

Para poder aplicar este método al análisis de un edificio debe de cumplir con los requisitos que se mencionan en las N.T.C.

- I. En cada planta, al menos el 75 % de las cargas verticales estarán soportadas por muros ligados entre sí mediante losas monolíticas u otros sistemas de pisos suficientemente rígidos al corte. Dichos muros tendrán distribución sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales y deberán satisfacer las condiciones que establecen las normas complementarias correspondientes. Será admisible cierta asimetría en la distribución de los muros cuando existan en todos los pisos dos muros de cargas perimetrales paralelos cada uno con longitud al menos igual a la mitad de la dimensión mayor en planta del edificio. Los muros a que se refiere este párrafo podrán ser de mampostería, concreto reforzado o madera; en este último caso estarán arriostrados con diagonales.
- II. La relación entre longitud y anchura de la planta del edificio no excederá de 2.0 a menos que, para fines de análisis sísmico, se pueda suponer dividida dicha planta en tramos independientes cuya relación entre longitud y anchura satisfaga esta restricción y cada tramo resista según criterio que marca las N.T.C.
- III. La relación entre altura y la dimensión mínima de la base del edificio no excederá de 1.5 y la altura del edificio no será mayor de 13 m.

Para aplicar este método se omiten los desplazamientos horizontales, torsiones y momentos de volteo. Únicamente debe de verificarse que en cada piso la suma de las resistencias al corte de los muros de carga, proyectados en la dirección en que considera la aceleración sea cuando menos igual a la fuerza cortante total que obre en dicho piso.

2.4.2 Análisis estático

Estos métodos son aproximados y se han desarrollado debido a las dificultades que implica llevar a cabo análisis dinámicos con apego a la realidad

Generalmente se basan en la determinación de la fuerza lateral total (cortante en la base) a partir de la fuerza de inercia que se induce en un sistema equivalente de un grado de libertad, para después distribuir esta cortante en fuerzas concentradas a diferentes alturas de la estructura, suponiendo que va a vibrar principalmente en su primer modo natural.

En estructuras muy irregulares en planta o elevación o distribuciones de masas y rigideces debe de evitarse su empleo.

2.4.3 Análisis Dinámico.

Este análisis es usado cuando las estructuras son grandes o complejas, ya que los métodos estáticos de análisis sísmico no son suficientemente aproximados.

Las N.T.C. aceptan métodos de análisis modal y el cálculo paso a paso de respuestas a temblores específicos.

a) Análisis paso a paso.

Al emplearse este método pueden utilizarse acelerogramas de temblores reales de movimientos simulados o la combinación de estos, siempre y cuando se utilicen no menos de cuatro movimientos representativos independientes entre sí, tomando en cuenta el comportamiento no lineal de la estructura y las incertidumbres que hay en cuanto a sus parámetros, siempre considerando el R.D.F. y las N.T.C.

Este método es muy completo pero tiene la desventaja del alto costo al emplearlo.

b) Análisis modal espectral

El método de análisis dinámico modal espectral es el más empleado en la práctica, para su empleo se debe de realizar una idealización de la estructura a partir de masas y resortes. El R.D.F. especifica que debe de analizarse en forma independiente la vibración de traslación en dos direcciones ortogonales sin tomar en cuenta los efectos de torsión, los que se determinan de acuerdo con el procedimiento indicado para el método estático y después superponerlos.

Para llevar a cabo este análisis se deben de incluir el efecto de todos los modos naturales de vibración con periodo ≥ 0.4 s tomando en cuenta no menos que los 3 primeros modos de traslación en cada dirección de análisis.

Para calcular la contribución de cada modo natural en las fuerzas laterales que actúan sobre la estructura, se considera la aceleración correspondiente al espectro de diseño reducido por ductilidad y para el periodo particular del modo en cuestión.

2.5 Criterios de diseño

Debido a que un sismo es impredecible en su ocurrencia y su magnitud, no es económicamente viable diseñar la estructura para que esta resista un sismo con un periodo de recurrencia grande; Por eso los reglamentos modernos reconocen que el objetivo de sus procedimientos es limitar la probabilidad de un colapso ante sismos intensos y pretenden que la estructura permanezca intacta para sismos moderados.

Un buen diseño consiste en producir sistemas que se caractericen por la combinación de propiedades como resistencia, rigidez y capacidad para disipar energía y para deformarse dúctilmente; esto permitirá responder a sismos frecuentes y moderados sin sufrir daños significativos y también a sismos excepcionales y muy severos sin poner en peligro su estabilidad, contenido y la seguridad de sus ocupantes.

Para alcanzar estos objetivos no solo debe de cumplirse con el reglamento sino con los factores básicos que determinan la respuesta sísmica de la estructura, así como del ingenio necesario para producir sistemas con características adecuadas.

2.5.1 Objetivos de Diseño Estructural.

El primero y fundamental objetivo es proporcionar a la estructura la capacidad para disipar la energía que se induce durante un sismo. Esta se logra proporcionándole a la estructura una resistencia muy alta que mantenga su comportamiento esencialmente dentro de límites elásticos; o por el contrario diseñándola con una resistencia mucho menor pero con propiedades de ductilidad que le permita disipar la energía introducida por el sismo mediante ciclos de histéresis en etapas inelásticas.

El segundo objetivo es evitar daños y pánico a los ocupantes durante sismos moderados que pueden ocurrir varias veces durante la vida de la construcción. Para cumplir este objetivo, la estructura debe poseer esencialmente una adecuada rigidez ante cargas laterales. Las tres propiedades esenciales que rigen el buen comportamiento sísmico son: resistencia, rigidez y ductilidad ante cargas laterales, aunque no es fácil cumplir simultáneamente con las tres ya que las características que hacen una estructura muy rígida y resistente la hacen también poco dúctil.

2.5.2 Criterios de diseño del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

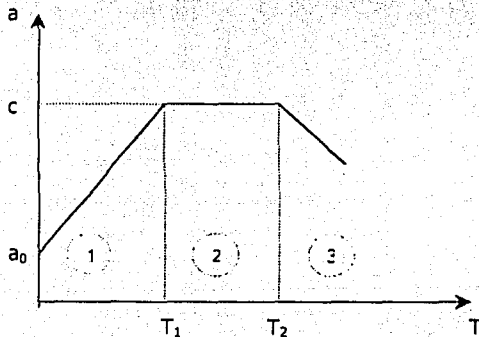
Como índice de la acción de diseño se emplea el coeficiente sísmico, c , que sirve de base para la construcción del espectro de diseño o puede usarse directamente como fracción del peso total de la construcción, W que constituye la fuerza horizontal, V , que actúa en la base de la construcción.

$$c = \frac{V}{W}$$

El coeficiente sísmico varía según el peligro sísmico del sitio, el tipo de suelo y la importancia de la construcción.

En la siguiente tabla se muestran los coeficientes sísmicos especificados en el manual de CFE para las cuatro regiones sísmicas en que se divide la República Mexicana.

Tabla 2.5.1 Espectro de diseño sísmico para la República Mexicana. Según el manual CFE.



① $0 < T < T_1 : a = a_0 + \frac{c - a_0}{T_1} T$

② $T_1 \leq T \leq T_2 : a = c$

③ $T > T_2 : a = c \left(\frac{T_2}{T} \right)^r$

Donde:

a : ordenada espectral

a_0 : ordenada espectral para $T=0$

c : coeficiente sísmico básico

r : exponente adimensional

T : periodo natural de la estructura o uno de sus modos

T_1, T_2 : periodos naturales que definen la forma del espectro, en segundos

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Zona sísmica de la República	Tipo de suelo	A ₀	C	T ₁ (S)	T ₂ (S)	r
A	I	0.02	0.08	0.20	0.6	½
	II	0.04	0.16	0.3	1.5	2/3
	III	0.05	0.20	0.6	2.5	1
B	I	0.04	0.14	0.2	0.6	½
	II	0.08	0.30	0.3	1.5	2/3
	III	0.10	0.36	0.6	2.9	1
C	I	0.36	0.36	0.0	0.6	½
	II	0.64	0.64	0.0	1.4	2/3
	III	0.64	0.64	0.0	1.9	1
D	I	0.50	0.50	0.0	0.6	½
	II	0.86	0.86	0.0	1.2	2/3
	III	0.86	0.86	0.0	1.7	1

En la tabla se identifican como *zona I* aquellos sitios de *terreno firme* en que, a profundidad menor de 3 m, existen estratos rocosos o de suelo muy compacto; como *zona II* de *transición*, los sitios en que el suelo compacto se encuentra a profundidades de entre 3 y 20 m y como de *zona III*, de *terreno compresible*, aquellos sitios en que el suelo se encuentra a más de 20 m de profundidad.

La ubicación de las tres zonas del distrito federal se muestra en la figura 2.3.3 (subcapítulo 3) El reglamento especifica coeficientes sísmicos mayores a medida que aumenta la profundidad de los estratos de suelos deformables que se encuentran en el sitio.

Tomando en cuenta que es mayor la confiabilidad que se requiere para construcciones cuyas consecuencias de la falla son particularmente graves o para aquellas que es vital que permanezcan funcionando después de un evento sísmico importante, se requiere que el coeficiente sísmico se multiplique por 1.5

Los coeficientes sísmicos sirven para construir los espectros de aceleraciones de diseño. De hecho representan una cota superior a las aceleraciones de dicho espectro, que corresponde a su parte plana. Los espectros se emplean para un análisis dinámico. Para el análisis estático puede emplearse el coeficiente sísmico, *c*, o un coeficiente reducido según el valor del periodo fundamental. Los espectros así construidos son

"elásticos", o sea, determinan las fuerzas laterales para las que hay que diseñar una estructura, si se pretende que permanezca elástica ante el sismo de diseño. Se pueden hacer reducciones de las ordenadas espectrales por medio del factor Q .¹

Debe de revisarse la estructura para la acción de dos componentes horizontales ortogonales del movimiento del terreno aunque en realidad el movimiento del terreno tiene componentes en las tres direcciones simultáneamente, sin embargo la probabilidad de que coincidan en un mismo instante los máximos de más de un componente es despreciable.

Las estructuras además de los movimientos de traslación pueden presentar movimientos de rotación en cada masa. La importancia de las rotaciones y la magnitud de las sollicitaciones que por este efecto se inducen en la estructura dependen de la distribución en planta de las masas y de las rigideces laterales. Desde el punto de vista del equilibrio, la fuerza actuante por sismo en cada piso está situada en el centro de masa, mientras que la fuerza resistente lo está en el centro de torsión, o sea donde se ubica la resultante de las fuerzas laterales que resiste cada uno de los elementos; si entre esos dos puntos existe una excentricidad, la acción de cada una estará constituida por una fuerza cortante más un momento torsionante cuyo efecto debe tomarse en cuenta en el diseño.

Un análisis dinámico que incluya los efectos de torsión a través de la consideración de un grado de libertad de rotación en cada nivel resulta muy complicado y, para las estructuras comunes, el efecto de la torsión se suele considerar de manera estática superponiendo sus resultados a los de un análisis, estático o dinámico, de los efectos de traslación calculados de manera independiente.

Por el efecto dinámico de la vibración, el momento torsionante que actúa en cada entrespacio puede verse en general amplificado y, por tanto, la excentricidad efectiva puede ser mayor que la calculada estáticamente. La aproximación del cálculo del centro de torsión es pequeña, porque la rigidez de cada elemento puede ser alterada por agrietamientos locales o por la contribución de elementos no estructurales. El RDF especifica que el momento torsionante de diseño se determina con una excentricidad total que se calculará como la más desfavorable de:

$$e = 1.5 e_c + 0.1 b$$

$$e = e_c - 0.1 b$$

Donde e_c es la calculada a partir de los valores teóricos de los centros de masa y de cortante; el factor 1.5 cubre la amplificación dinámica de la torsión; b es el lado del edificio en dirección normal a la del análisis; se considera un error de la excentricidad del 10 % del ancho del edificio.

¹ 2.2.4 Diseño por sismo

El índice más importante para la determinación de la magnitud de los posibles daños es la distorsión de entrepiso γ , o sea el desplazamiento relativo entre dos pisos sucesivos Δ dividido entre la altura de entrepiso, H.

$$\gamma = \Delta/H$$

La reducción en el coeficiente sísmico por comportamiento inelástico es válida para determinar las fuerzas para las que hay que diseñar la estructura, pero que las deformaciones que se presentarán en la estructura serán Q veces las que se han determinado con un análisis elástico bajo esas fuerzas reducidas. Por tanto antes de compararlas con deformaciones admisibles, las deformaciones calculadas, Δ_c , deberán multiplicarse por Q

$$\Delta = Q \Delta_c$$

También debe tenerse en mente que el objetivo es limitar las deflexiones a valores que no causen daños en elementos estructurales, no para el sismo de diseño sino para uno de mucho menor intensidad.

3. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

3.1 Modelo analítico de la estructura

Los edificios son construcciones que definen un volumen en donde el hombre desarrolla distintas actividades. La estructura constituye el esqueleto del edificio, destinada a resistir los distintos tipos de solicitaciones que actúan sobre la construcción; también sirve de apoyo a los pisos, muros y demás que son necesarios para que el edificio cumpla con la finalidad a la que ha sido destinado.

Para poder llevar a cabo el análisis estructural es necesario tener un modelo analítico que represente a la estructura y a las acciones que sobre esta se ejercen.

Es necesario conocer desde el principio las características esenciales de la estructura. Se requieren las dimensiones de la estructura para conocer su peso propio y determinar las acciones debidas a carga muerta. En estructuras hiperestáticas es necesario conocer las propiedades mecánicas y geométricas de los elementos.

Para determinar la integración del modelo analítico se debe de realizar un análisis que esta integrado por las siguientes partes:

a) Modelo Geométrico.

Es un esquema que nos representa las principales características geométricas de la estructura; en el se identifica la parte de la construcción que desarrolla funciones estructurales y se suprime la parte que no influye significativamente en la respuesta estructural.

Se representa a la estructura por medio de un arreglo de componentes estructurales básicos, cuyo comportamiento estructural se pueda conocer y definir las propiedades geométricas "equivalentes" de los componentes.

En la mayoría de las construcciones se requiere para su análisis el planteamiento de los modelos muy refinados, pero para este caso se hace una simplificación para llegar al modelo estructural.

b) Modelo de las condiciones de continuidad de las fronteras.

Se debe de establecer como cada elemento estará conectado a sus adyacentes (por medio de nudo rígido, o permitiendo algún tipo de deformación relativa) y cuales son las condiciones de apoyo de la estructura (apoyo libre, empotramiento etc.) con el objeto de que existan

las condiciones de continuidad entre los elementos, que depende en esencia del detalle constructivo con que se resuelve la conexión; esta continuidad hace a la estructura más rígida y permite soluciones más económicas, pero la desventaja de la continuidad es que se produce hiperestaticidad lo que hace al análisis más laborioso y también vuelve a la estructura sensible a los cambios volumétricos por temperatura y a los hundimientos diferenciales.

Las condiciones de apoyo de la estructura sobre el terreno dependen de la cimentación que se proporciona y de las propiedades del subsuelo.

c) Modelo de comportamiento de los materiales.

Se debe de suponer una relación acción-respuesta del material que compone la estructura, el análisis se realiza con procedimientos que implican la hipótesis de que el comportamiento de la estructura es lineal y se adoptan en el modelo las propiedades elásticas representativas del comportamiento de la estructura.

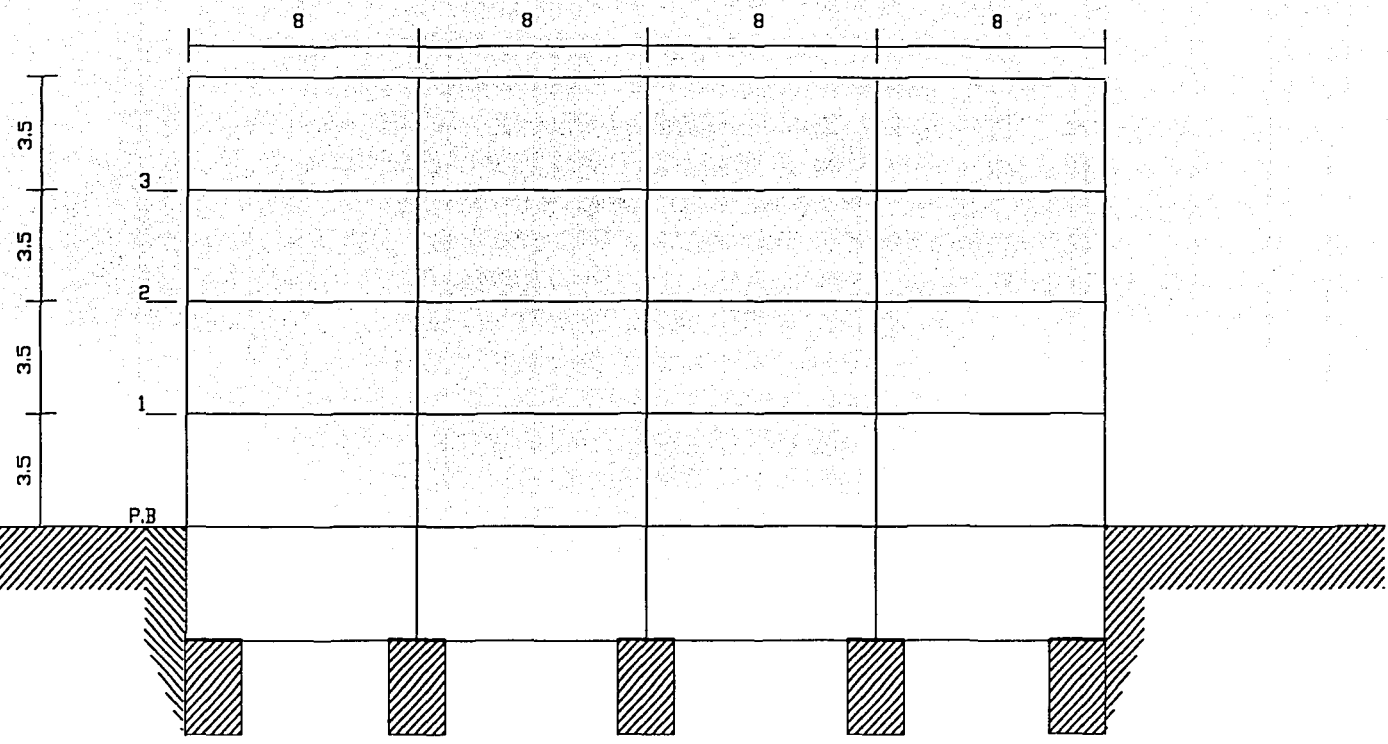
d) Modelo de las acciones impuestas.

Las acciones que afectan a la estructura para una condición de funcionamiento, se representan por conjuntos de cargas o deformaciones impuestas.

3.2 Características de la estructura.

Se trata de un edificio de tres niveles a base de marcos con vigas de 25 x 55 cm y columnas de 35 x 35 cm de concreto reforzado; El edificio se clasifica dentro de las estructuras del grupo B por ser para uso de oficinas; se considera a la estructura regular y simétrica en planta.

Como se explico en los párrafos anteriores para el análisis no se necesita el planteamiento del modelo muy detallado debido a que el edificio tiene una configuración regular; en las siguientes figuras se muestran las plantas, los marcos longitudinales y los marcos transversales.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 3.1 Edificio en corte

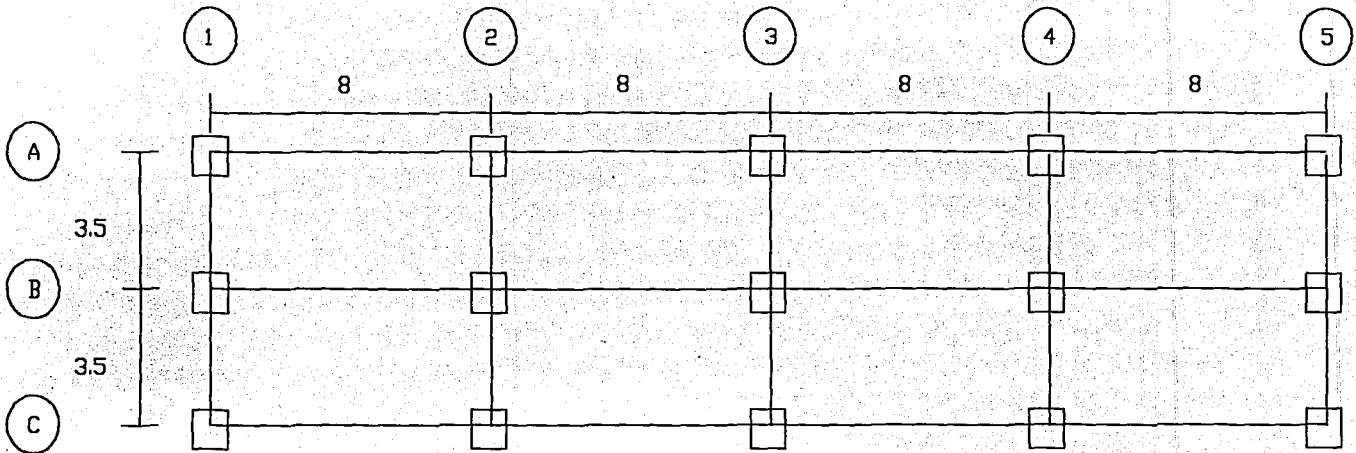
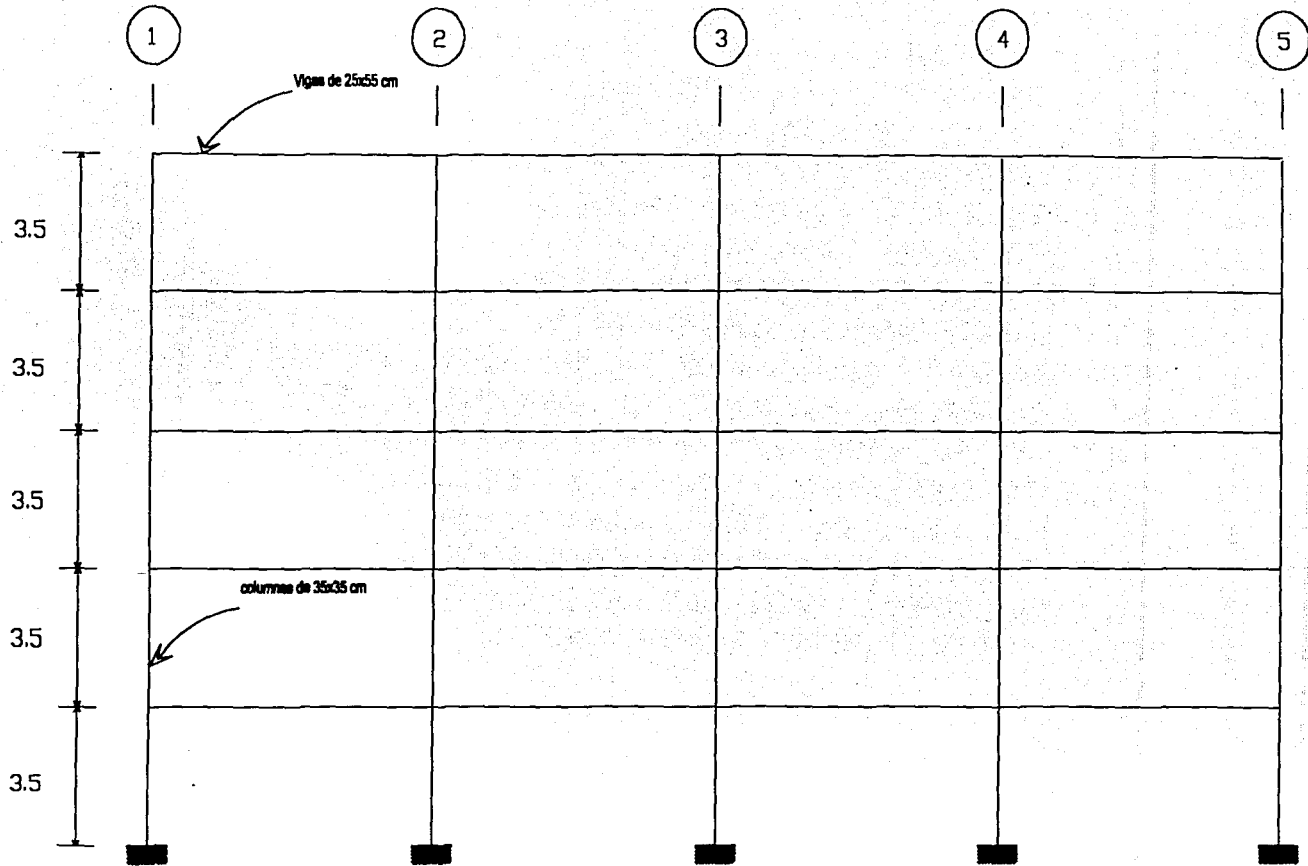


Fig. 3.2 Edificio en Planta

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 3.3 Marcos longitudinales

4. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

Una vez que se ha definido el modelo que representa a la estructura, se hará el análisis; Primero se determinarán los valores y el tipo de cargas de acuerdo con lo que establece el reglamento.

4.1 Análisis de cargas

En esta parte se determinarán los valores y los tipos de cargas mediante un análisis que se realiza con lo que especifica el R. C. D. F.

Transmisión de cargas. Para determinar las cargas muertas y vivas que actúan sobre los elementos estructurales, es necesario la obtención de las áreas tributarias de los elementos estructurales; el procedimiento utilizado en las losas apoyadas perimetralmente consiste en trazar por cada una de las esquinas que forman un tablero líneas a 45° y cada una de las cargas que actúan en el triángulo o trapecio se aplica sobre la viga que coincide con el lado correspondiente.

Estos cálculos son los iniciales para obtener las cargas que actúan en cada tramo de la viga y a partir de estos valores, calcular los momentos de empotramiento y reacciones, que a su vez servirán para analizar los marcos o vigas continuas.

El proceso de cálculo se ordena de la siguiente forma:

**FALTA
PAGINA**

37

1.- Determinación de las cargas muertas:

Hay que distinguir el peso propio de vigas y columnas que se determina por unidad de longitud y la carga sobre el área de losa que es tributaria de cada elemento, la que se obtiene por unidad de área.

Peso propio de los elementos. Los volúmenes se obtienen de los datos geométricos y el peso volumétrico del concreto reforzado se tomará como 2 400 kg/cm³.

CARGAS MUERTAS

	ENTREPISO	AZOTEA
Losa de concreto de 10 cm		
0.1 X 2400 =	240 Kg/m ²	240 Kg/m ²
Carga muerta adicional (Reglamento)	20 Kg/m ²	20 Kg/m ²
Firme de mortero de cemento de 3 cm		
0.03 x 2000 =	60 Kg/m ²	
Carga muerta adicional (Reglamento)	20 Kg/m ²	
Paredes divisorias		
100 X 2.5 X 0.4 =	100 Kg/m ²	
loseta vinílica	10 Kg/m ²	
Instalaciones y plafones	35 Kg/m ²	40 Kg/m ²
Relleno e impermeabilización		
0.1 x 1200 + 30 =		150 Kg/m ²
T O T A L	485.00 Kg/m ²	450.0 Kg/m ²
Redondeando las cantidades	485 Kg/cm ²	450 Kg/m ²

2.- Determinación de la carga viva

Carga viva máxima, Wv , entrepiso y azotea

CARGAS VIVAS

Para Oficinas

Carga viva máxima para entrepiso y azotea

Carga instantánea para diseño sísmico

Wm = 250 Kg/m²

Cargas en traves y columnas

Wa = 180 Kg/m²

	b	h	área
Viga	0.25 x	0.55	= 0.1375 m ²
Columna	0.35 x	0.35	= 0.1225 m ²

El área tributaria para la viga es 32 m²

AT = 32 m² < 36 m² No se aplica la reducción de la carga viva
 carga viva: Wv = 250 kg/cm²

Carga viva en azotea

La carga viva máxima para azotea (independiente del área tributaria)

$$W_v = 100 \text{ kg/cm}^2$$

	Carga total para azotea		Carga total para entrepiso	
carga muerta	450.00	kg/m ²	485.00	kg/m ²
carga viva	100.00	kg/m ²	250.00	kg/m ²
carga por sismo	180.00	kg/m ²	180.00	kg/m ²
carga total	730.00	kg/m ²	915.00	kg/m ²

Peso propio de la viga = 0.25 x 0.55 x 2400 = 330 Kg/m
 Peso propio de la columna = 0.35 x 0.35 x 2400 = 294 Kg/m

	área m ²	peso kg/m ²	WI kg	WI ton
Peso losa de azotea	512	730.00	373760	373.76
Peso losa de entrepiso	512	915.00	468480	468.48

	num elem.	long. m	Wpp kg/m ²	WI ton
Peso columnas/entrepiso	15	3.50	294	15.435
Peso vigas/entrepiso	22	8.00	330	58.08

Carga WI total

	W losa	W vigas	W columnas	W total ton	W ton/m ²
Azotea	373.76	58.08	-	431.84	0.843
Entrepiso	468.48	58.08	15.44	542.00	1.059

3.- Cargas de diseño para los elementos

Se determinará la carga lineal uniforme equivalente, sobre la longitud de la viga como la suma de la carga de peso propio más las cargas muerta y viva del piso sobre el área tributaria, dividida entre la longitud de la viga.

Para la viga 1

Carga por unidad de longitud en planta tipo.

Viga de concreto de 35 x 60 cm

$$0.1375 \times 2400 = 330 \text{ Kg/m} \text{ Peso propio}$$

$$\text{Por carga muerta de piso} \quad 32.0 \times 485 / 8.00 = 1940 \text{ kg/m}$$

$$\text{Por carga viva} \quad 32.0 \times 250 / 8.00 = 1000 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga lineal total} \quad 3270 \text{ kg/m}$$

Carga viva en azotea

La carga viva máxima para azotea (Independiente del área tributaria)

$$W_v = 100 \text{ kg/cm}^2$$

	Carga total para azotea	Carga total para entrepiso
carga muerta	450.00 kg/m ²	485.00 kg/m ²
carga viva	100.00 kg/m ²	250.00 kg/m ²
carga por sismo	180.00 kg/m ²	180.00 kg/m ²
carga total	730.00 kg/m ²	915.00 kg/m ²

Peso propio de la viga = 0.25 x 0.55 x 2400 = 330 Kg/m
 Peso propio de la columna = 0.35 x 0.35 x 2400 = 294 Kg/m

	área m ²	peso kg/m ²	WI kg	WI ton
Peso losa de azotea	512	730.00	373760	373.76
Peso losa de entrepiso	512	915.00	468480	468.48

	num elem.	long. m	Wpp kg/m ²	WI ton
Peso columnas/entrepiso	15	3.50	294	15.435
Peso vigas/entrepiso	22	8.00	330	58.08

Carga WI total

	W losa	W vigas	W columnas	W total ton	W ton/m ²
Azotea	373.76	58.08	-	431.84	0.843
Entrepiso	468.48	58.08	15.44	542.00	1.059

3.- Cargas de diseño para los elementos

Se determinará la carga lineal uniforme equivalente, sobre la longitud de la viga como la suma de la carga de peso propio más las cargas muerta y viva del piso sobre el área tributaria, dividida entre la longitud de la viga.

Para la viga 1

Carga por unidad de longitud en planta tipo.

Viga de concreto de 35 x 60 cm

$$0.1375 \times 2400 = 330 \text{ Kg/m} \text{ Peso propio}$$

Por carga muerta de piso

$$32.0 \times 485 / 8.00 = 1940 \text{ kg/m}$$

Por carga viva

$$32.0 \times 250 / 8.00 = 1000 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga lineal total} = 3270 \text{ kg/m}$$

Reacción de la viga de azotea

$$W = 330 + 1800 + 400 \times 145.83 / 250 = 2363.3 \text{ kg/m}$$

$$R = \frac{2363.3 \times 8}{2} = 9453.285 \text{ kg}$$

Descarga sobre la columna en planta tipo

$$2 \times 11413.21 = 22826.424 \text{ kg}$$

Descarga sobre la columna en la azotea

$$2 \times 9453.28 = 18906.57 \text{ kg}$$

Descarga total sobre la columna en la planta bajo

Por azotea		=	18906.57	kg
Por entrepisos	22826.4	x	3	= 68479.27 kg
Por peso propio		=	4116.00	kg
	TOTAL	=	91501.84	kg

4.2 Preparación del archivo de datos

Para poder "ejecutar" sap-90 necesitamos primero hacer la preparación de nuestro archivo de datos de entrada en el que se hará la descripción de la geometría de nuestra estructura y se definirán las condiciones de carga.

La geometría de la estructura se establecerá a partir de ubicar los nudos que la forman y que estarán ubicados en el espacio X, Y, Z, al conectar estos nudos con miembros estructurales como vigas la geometría quedará completa.

Para localizar los puntos nodales se debe de considerar: número de nudos a definir, así donde se requieran cargas concentradas o donde se vaya a concentrar la masa para el análisis dinámico y nudos en los puntos de apoyo.

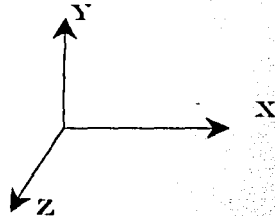


Fig. 4.1 Sistema Global de ejes
X-Y-Z

Los datos de entrada referente al sistema global de ejes son: Coordenadas nodales, Restricciones nodales, Masas modales, Tipo de cargas y Coacciones nodales.

En las siguientes paginas se muestran los archivos de datos del edificio para cada una de las zonas.

En el capítulo 5 se expondrán y hará la comparación de los resultados obtenidos de las ejecuciones del programa.

EDIFICIO 3 NIVELES ZONA I
SYSTEM
L=1 V=9

JOINTS

C NIVEL 4
1 X=0 Y=0 z=14
5 X=32 y=0 z=14
11 X=0 Y=16 Z=14
15 X=32 Y=16 Z=14 Q=1,5,11,15,1,5
C NIVEL 3
16 X=0 Y=0 Z=10.5
20 X=32 Y=0 Z=10.5
26 X=0 Y=16 Z=10.5
30 X=32 Y=16 Z=10.5 Q=16,20,26,30,1,5
C NIVEL 2
31 X=0 Y=0 Z=7
35 X=32 Y=0 Z=7
41 X=0 Y=16 Z=7
45 X=32 Y=16 Z=7 Q=31,35,41,45,1,5
C NIVEL 1
46 X=0 Y=0 Z=3.5
50 X=32 Y=0 Z=3.5
56 X=0 Y=16 Z=3.5
60 X=32 Y=16 Z=3.5 Q=46,50,56,60,1,5
C NIVEL 0
61 X=0 Y=0 Z=0
65 X=32 Y=0 Z=0
71 X=0 Y=16 Z=0
75 X=32 Y=16 Z=0 Q=61,65,71,75,1,5

RESTRAINTS

C APOYOS FIJOS
61 75 1 R=1,1,1,1,1,1
C RESTRICCIONES POR NUDOS MAESTROS
1 7 1 R=1,1,0,0,0,1
9 22 1 R=1,1,0,0,0,1
24 37 1 R=1,1,0,0,0,1
39 52 1 R=1,1,0,0,0,1
54 60 1 R=1,1,0,0,0,1
C RESTRICCIONES EN NUDOS MAESTROS
8 53 15 R=0,0,1,1,1,0

MASSES

8 38 15 M=0.107,0.107,0,0,0,11.510 :MASAS EN NUDOS MAESTROS PLAN
53 53 0 M=0.086,0.086,0,0,0,9.1709 :MASAS EN NUDOS MAESTROS AZOT

FRAME

NM=2 NL=4

C PROPIEDADES DE LAS SECCIONES

1 SH=R T=0.35,0.35 E=221359.44 G=92233.517 :COLUMNAS
2 SH=R T=0.55,0.25 E=221359.44 G=92233.517 :VIGAS

C CARGAS

1 WL=0,-1.43,0 :MARCOS ORILLA DE AZOTEA
2 WL=0,-2.53,0 :MARCOS CENTRALES DE AZOTEA
3 WL=0,-1.80,0 :MARCOS ORILLA DE ENTREPISO
4 WL=0,-3.27,0 :MARCOS CENTRALES DE ENTREPISO

C COLUMNAS

C NIVEL 4

1 16 1 M=1 LP=-2,0 RE=0.275,0.275 MS=23,8 G=14,1,1,1,0,0

C NIVEL 3
 16 31 16 M=1 LP=-2,0 RE=0.275,0.275 MS=38,23 G=14,1,1,1,0,0
 C NIVEL 2
 31 46 31 M=1 LP=-2,0 RE=0.275,0.275 MS=53,38 G=14,1,1,1,0,0
 C NIVEL 1
 46 61 46 M=1 LP=-2,0 RE=0.275,0.275 MS=68,53 G=14,1,1,1,0,0
 C VIGAS
 C NIVEL 4
 61 1 2 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=1 G=3,1,1,1,0,0
 65 6 7 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=2 G=3,1,1,1,0,0
 69 11 12 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=1 G=3,1,1,1,0,0
 73 1 6 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=1 G=1,4,4,4,0,0
 78 6 11 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=1 G=1,4,4,4,0,0
 74 2 7 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=2 G=2,1,1,1,0,0
 79 7 12 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=2 G=2,1,1,1,0,0
 C NIVEL 3
 83 16 17 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0
 87 21 22 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=4 G=3,1,1,1,0,0
 91 26 27 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0
 95 16 21 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0
 100 21 26 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0
 96 17 22 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0
 101 22 17 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0
 C NIVEL 2
 105 31 32 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0
 109 36 37 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=4 G=3,1,1,1,0,0
 113 41 42 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0
 117 31 36 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0
 122 36 41 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0
 118 32 37 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0
 123 37 42 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0
 C NIVEL 1
 127 46 47 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0
 131 51 52 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=4 G=3,1,1,1,0,0
 135 56 57 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0
 139 46 51 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0
 144 51 56 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0
 140 47 52 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0
 145 52 57 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0

SPEC

C espectro zona I

A=0 S=9.81 D=0.05

0 0.04 0.04 0
 0.20 0.16 0.16 0
 1.35 0.16 0.16 0

COMBO

1 C=1.4

2 C=1.1 D=1.1

EDIFICIO 3 NIVELES ZONA II

SYSTEM

L=1 V=9

JOINTS

C NIVEL 4

1 X=0 Y=0 Z=14

5 X=32 Y=0 Z=14

11 X=0 Y=16 Z=14

15 X=32 Y=16 Z=14 Q=1,5,11,15,1,5

C NIVEL 3

16 X=0 Y=0 Z=10.5

20 X=32 Y=0 Z=10.5

26 X=0 Y=16 Z=10.5

30 X=32 Y=16 Z=10.5 Q=16,20,26,30,1,5

C NIVEL 2

31 X=0 Y=0 Z=7

35 X=32 Y=0 Z=7

41 X=0 Y=16 Z=7

45 X=32 Y=16 Z=7 Q=31,35,41,45,1,5

C NIVEL 1

46 X=0 Y=0 Z=3.5

50 X=32 Y=0 Z=3.5

56 X=0 Y=16 Z=3.5

60 X=32 Y=16 Z=3.5 Q=46,50,56,60,1,5

C NIVEL 0

61 X=0 Y=0 Z=0

65 X=32 Y=0 Z=0

71 X=0 Y=16 Z=0

75 X=32 Y=16 Z=0 Q=61,65,71,75,1,5

RESTRAINTS

C APOYOS FIJOS

61 75 1 R=1,1,1,1,1,1

C RESTRICCIONES POR NUDOS MAESTROS

1 7 1 R=1,1,0,0,0,1

9 22 1 R=1,1,0,0,0,1

24 37 1 R=1,1,0,0,0,1

39 52 1 R=1,1,0,0,0,1

54 60 1 R=1,1,0,0,0,1

C RESTRICCIONES EN NUDOS MAESTROS

8 53 15 R=0,0,1,1,1,0

MASSES

8 38 15 M=0.107,0.107,0,0,0,11.510 :MASAS EN NUDOS MAESTROS PLANTA

53 53 0 M=0.086,0.086,0,0,0,9.1709 :MASAS EN NUDOS MAESTROS AZOTEA

FRAME

NM=2 NL=4

C PROPIEDADES DE LAS SECCIONES

1 SH=R T=0.35,0.35 E=221359.44 G=92233.517 :COLUMNAS

2 SH=R T=0.55,0.25 E=221359.44 G=92233.517 :VIGAS

C CARGAS

1 WL=0,-1.43,0 :MARCOS ORILLA DE AZOTEA

2 WL=0,-2.53,0 :MARCOS CENTRALES DE AZOTEA

3 WL=0,-1.80,0 :MARCOS ORILLA DE ENTREPISO

4 WL=0,-3.27,0 :MARCOS CENTRALES DE ENTREPISO

C COLUMNAS

C NIVEL 4

1 16 1 M=1 LP=-2,0 RE=0.275,0.275 MS=23,8 G=14,1,1,1,0,0

C NIVEL 3

16 31 16 M=1 LP=-2,0 RE=0.275,0.275 MS=38,23 G=14,1,1,1,0,0

C NIVEL 2

31 46 31 M=1 LP=-2,0 RE=0.275,0.275 MS=53,38 G=14,1,1,1,0,0

C NIVEL 1

46 61 46 M=1 LP=-2,0 RE=0.275,0.275 MS=68,53 G=14,1,1,1,0,0

C VIGAS

C NIVEL 4

61 1 2 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=1 G=3,1,1,1,0,0

65 6 7 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=2 G=3,1,1,1,0,0

69 11 12 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=1 G=3,1,1,1,0,0

73 1 6 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=1 G=1,4,4,4,0,0

78 6 11 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=1 G=1,4,4,4,0,0

74 2 7 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=2 G=2,1,1,1,0,0

79 7 12 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=2 G=2,1,1,1,0,0

C NIVEL 3

83 16 17 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0

87 21 22 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=4 G=3,1,1,1,0,0

91 26 27 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0

95 16 21 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0

100 21 26 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0

96 17 22 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0

101 22 17 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0

C NIVEL 2

105 31 32 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0

109 36 37 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=4 G=3,1,1,1,0,0

113 41 42 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0

117 31 36 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0

122 36 41 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0

118 32 37 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0

123 37 42 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0

C NIVEL 1

127 46 47 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0

131 51 52 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=4 G=3,1,1,1,0,0

135 56 57 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0

139 46 51 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0

144 51 56 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0

140 47 52 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0

145 52 57 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0

SPEC

C espectro zona II

A=0 S=9.81 D=0.05

0 0.08 0.08 0

0.20 0.32 0.32 0

1.35 0.32 0.32 0

1.50 0.28 0.28 0

COMBO

1 C=1.4

2 C=1.1 D=1.1

EDIFICIO 3 NIVELES ZONA III
SYSTEM
L=1 V=9

JOINTS

C NIVEL 4

1 X=0 Y=0 Z=14
5 X=32 Y=0 Z=14
11 X=0 Y=16 Z=14
15 X=32 Y=16 Z=14 Q=1,5,11,15,1,5

C NIVEL 3

16 X=0 Y=0 Z=10.5
20 X=32 Y=0 Z=10.5
26 X=0 Y=16 Z=10.5
30 X=32 Y=16 Z=10.5 Q=16,20,26,30,1,5

C NIVEL 2

31 X=0 Y=0 Z=7
35 X=32 Y=0 Z=7
41 X=0 Y=16 Z=7
45 X=32 Y=16 Z=7 Q=31,35,41,45,1,5

C NIVEL 1

46 X=0 Y=0 Z=3.5
50 X=32 Y=0 Z=3.5
56 X=0 Y=16 Z=3.5
60 X=32 Y=16 Z=3.5 Q=46,50,56,60,1,5

C NIVEL 0

61 X=0 Y=0 Z=0
65 X=32 Y=0 Z=0
71 X=0 Y=16 Z=0
75 X=32 Y=16 Z=0 Q=61,65,71,75,1,5

RESTRAINTS

C APOYOS FIJOS

61 75 1 R=1,1,1,1,1,1

C RESTRICCIONES POR NUDOS MAESTROS

1 7 1 R=1,1,0,0,0,1

9 22 1 R=1,1,0,0,0,1

24 37 1 R=1,1,0,0,0,1

39 52 1 R=1,1,0,0,0,1

54 60 1 R=1,1,0,0,0,1

C RESTRICCIONES EN NUDOS MAESTROS

8 53 15 R=0,0,1,1,1,0

MASSES

8 38 15 M=0.107,0.107,0,0,0,11.510 :MASAS EN NUDOS MAESTROS PLAN

53 53 0 M=0.086,0.086,0,0,0,9.1709 :MASAS EN NUDOS MAESTROS AZOT

FRAME

NM=2 NL=4

C PROPIEDADES DE LAS SECCIONES

1 SH=R T=0.35,0.35 E=221359.44 G=92233.517 :COLUMNAS

2 SH=R T=0.55,0.25 E=221359.44 G=92233.517 :VIGAS

C CARGAS

1 WL=0,-1.43,0 :MARCOS ORILLA DE AZOTEA

2 WL=0,-2.53,0 :MARCOS CENTRALES DE AZOTEA

3 WL=0,-1.80,0 :MARCOS ORILLA DE ENTREPISO

4 WL=0,-3.27,0 :MARCOS CENTRALES DE ENTREPISO

C COLUMNAS

C NIVEL 4

1 16 1 M=1 LP=-2,0 RE=0.275,0.275 MS=23,8 G=14,1,1,1,0,0

C NIVEL 3

16 31 16 M=1 LP=-2,0 RE=0.275,0.275 MS=38,23 G=14,1,1,1,0,0

C NIVEL 2

31 46 31 M=1 LP=-2,0 RE=0.275,0.275 MS=53,38 G=14,1,1,1,0,0

C NIVEL 1

46 61 46 M=1 LP=-2,0 RE=0.275,0.275 MS=68,53 G=14,1,1,1,0,0

C VIGAS

C NIVEL 4

61 1 2 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=1 G=3,1,1,1,0,0

65 6 7 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=2 G=3,1,1,1,0,0

69 11 12 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=1 G=3,1,1,1,0,0

73 1 6 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=1 G=1,4,4,4,0,0

78 6 11 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=1 G=1,4,4,4,0,0

74 2 7 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=2 G=2,1,1,1,0,0

79 7 12 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=8,8 NSL=2 G=2,1,1,1,0,0

C NIVEL 3

83 16 17 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0

87 21 22 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=4 G=3,1,1,1,0,0

91 26 27 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0

95 16 21 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0

100 21 26 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0

96 17 22 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0

101 22 17 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=23,23 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0

C NIVEL 2

105 31 32 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0

109 36 37 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=4 G=3,1,1,1,0,0

113 41 42 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0

117 31 36 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0

122 36 41 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0

118 32 37 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0

123 37 42 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=38,38 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0

C NIVEL 1

127 46 47 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0

131 51 52 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=4 G=3,1,1,1,0,0

135 56 57 M=2 LP=-2,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=3 G=3,1,1,1,0,0

139 46 51 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0

144 51 56 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=3 G=1,4,4,4,0,0

140 47 52 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0

145 52 57 M=2 LP=3,0 RE=0.175,0.175 MS=53,53 NSL=4 G=2,1,1,1,0,0

SPEC

C espectro zona III

A=0 S=9.81 D=0.05

0 0.10 0.10 0

0.53 0.40 0.40 0

1.80 0.40 0.40 0

COMBO

1 C=1.4

2 C=1.1 D=1.1

5. Comparación de los resultados.

En el archivo edi.f3f se encuentran los valores de los elementos mecánicos de los miembros estructurales tipo frame (marco) y están referidos al sistema de ejes local de cada elemento estructural

En las siguientes páginas se muestran una serie de marcos que simulan los del edificio, cada hoja representa un nivel y comienza por el cuatro hasta el nivel 1, primero se muestran los elementos mecánicos de las columnas en el plano 1-2. Después se encuentran las vigas con igual arreglo que las columnas. Esto para el edificio en cada una de las zonas comenzando con la I.

Después de los elementos mecánicos se encuentran los resultados de los archivos eig, .spc con su respectiva interpretación de manera general, solo con la finalidad de que sirva como referencia para la consulta de la tesis.

Esta forma de presentar los resultados de los elementos mecánicos es debido a que la corrida que arroja sap-90 es grande y en listado, y para hacer la comparación resulta más conveniente de esta manera.

Los elementos mecánicos que se obtienen para cada una de las tres zonas son parecidos en las tres corridas, ya que solo difieren en unas milésimas, así tenemos el cortante para la primera condición de carga en azul y para la segunda en fucsia, el momento en rojo para la primera condición y en añil para la segunda y por último la carga axial para la primera condición en verde y en negro para la segunda condición.

En el archivo edi.Eig los resultados que se obtienen son los valores característicos (W_i^2 y W_i), las frecuencias (f_i) y los periodos (T_i) así como una tabla de los factores de reacción en la base y una tabla de los porcentajes de participación de masas para cada una de las direcciones de análisis.

En el archivo edi.spc se encuentra la lista de las ordenadas espectrales que le toca a cada modo de vibración según el espectro que se utilizó (datos que se introdujeron) obteniendo w , f y T . También se tiene una tabla de los factores de amplitud modal para el cálculo de los desplazamientos modales según la dirección del análisis.

Resultados para la zona I.

COLUMNAS NIVEL 4 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

C-11		C-12		C-13		C-14		C-15	
-14.989		-29.262		-27.512		-29.262		-14.989	
-11.770		-22.983		-21.614		-22.987		-11.770	
-4.138	5.626	0.297	-0.324	0.000	0.000	-0.297	0.324	4.138	-5.626
-3.242	4.430	0.251	-0.233	0.017	0.021	-0.216	0.277	3.242	-4.411
-3.242	-5.153	0.251	0.463	0.017	0.028	-0.216	-0.405	3.242	5.189
-4.138	-6.581	0.297	0.552	0.000	0.000	-0.297	-0.552	4.138	6.581
-14.989		-29.262		-27.512		-29.262		-14.989	
-11.770		-22.983		-21.614		-22.987		-11.770	
C-6		C-7		C-8		C-9		C-10	
-30.615		-59.441		0.000		-59.441		-30.615	
-24.050		-46.700		0.000		-46.700		-24.050	
-7.407	10.126	1.716	-2.186	0.000	0.000	-1.716	2.186	7.407	-10.126
-5.810	7.906	1.363	-1.699	0.036	0.053	-1.333	1.737	5.829	-7.946
-5.810	-9.194	1.363	2.285	0.036	0.053	-1.333	-2.232	5.829	9.231
-7.407	-11.725	1.716	2.875	0.000	0.000	-1.716	-2.875	7.407	11.725
-30.615		-59.441		0.000		-59.441		-30.615	
-24.050		-46.700		0.000		-46.700		-24.050	
C-1		C-2		C-3		C-4		C-5	
-14.776		-29.295		-27.471		-29.295		-14.776	
-11.602		-23.011		-21.579		-23.011		-11.602	
-3.257	5.652	0.304	-0.342	0.000	0.000	-0.304	0.342	4.157	-5.652
-4.157	4.450	0.256	-0.246	0.017	0.022	-0.222	0.290	3.275	-4.432
-4.157	-5.176	0.256	0.460	0.017	0.029	-0.222	-0.409	3.275	5.211
-3.257	-6.610	0.304	0.557	0.000	0.000	-0.304	-0.557	4.157	6.610
-14.776		-29.295		-27.471		-29.295		-14.776	
-11.602		-23.011		-21.579		-23.011		-11.602	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

COLUMNAS NIVEL 3 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

C-26		C-27		C-28		C-29		C-30	
-34.932		-49.700		-47.710		-49.700		-34.932	
-27.421		-39.045		-37.484		-39.045		-27.421	
-3.175	4.756	0.099	-0.175	0.000	0.000	-0.099	0.175	3.175	-4.746
-2.476	3.752	0.109	-0.094	0.030	0.042	-0.047	0.180	2.503	-3.735
-2.476	-3.600	0.109	0.141	0.030	0.047	-0.047	-0.044	2.513	3.662
-3.175	-4.621	0.099	0.118	0.000	0.000	-0.099	-0.118	3.175	4.621
-34.932		-49.700		-47.710		-49.700		-34.932	
-27.421		-39.045		-37.484		-39.045		-27.421	

C-21		C-22		C-23		C-24		C-25	
-68.971		-94.196		0.000		-94.196		-68.971	
-54.175		-73.985		0.000		-73.985		-54.175	
-5.781	8.626	0.983	-1.478	0.000	0.000	-0.983	1.478	5.781	-8.626
-4.523	6.801	0.800	-1.124	0.000	0.094	-0.745	1.200	4.561	-6.753
-4.523	-6.591	0.800	1.161	0.000	0.094	-0.745	-1.073	4.561	6.654
-5.781	-8.428	0.983	1.422	0.000	0.000	-0.983	-1.422	5.781	8.428
-68.971		-94.196		0.000		-94.196		-68.971	
-54.175		-73.985		0.000		-73.985		-54.175	

C-16		C-17		C-18		C-19		C-20	
-34.312		-50.802		-47.595		-50.802		-34.312	
-26.934		-39.886		-37.378		-39.886		-26.934	
-3.187	4.761	0.107	-0.181	0.000	0.000	-0.107	0.181	3.187	-4.761
-2.485	3.764	0.115	-0.099	0.031	0.042	-0.053	0.185	2.522	-3.717
-2.485	-3.614	0.115	0.155	0.031	0.048	-0.053	-0.058	2.522	3.677
-3.187	-4.640	0.107	0.136	0.000	0.000	-0.107	-0.136	3.187	4.640
-34.312		-50.802		-47.595		-50.802		-34.312	
-26.934		-39.886		-37.378		-39.886		-26.934	

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

COLUMNAS NIVEL 2 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

C-41		C-42		C-43		C-44		C-45	
-54.500		-87.531		-84.320		-87.531		-54.500	
-42.769		-68.751		-66.237		-68.751		-42.769	
-3.676	5.577	0.265	-0.434	0.000	0.000	-0.265	0.434	3.676	-5.577
-2.865	4.415	0.280	-0.280	0.040	0.059	-0.167	0.402	2.913	-4.348
-2.065	-4.103	0.280	0.335	0.040	0.060	-0.167	-0.211	2.913	4.177
-3.676	-5.269	0.265	0.348	0.000	0.000	-0.265	-0.348	3.676	5.269
-54.500		-87.531		-84.320		-87.531		-54.500	
-42.769		-68.751		-66.237		-68.751		-42.769	
C-36		C-37		C-38		C-39		C-40	
-107.573		-169.065		0.000		-169.065		-107.573	
-84.487		-132.805		0.000		-132.805		-84.487	
-6.607	10.002	1.065	-1.578	0.000	0.000	-1.065	1.578	6.607	-10.002
-5.167	7.893	0.874	-1.186	0.083	0.122	-0.799	1.294	5.215	-7.825
-1.107	-7.417	0.874	1.285	0.083	0.122	-0.799	-1.173	5.215	7.492
-6.607	-9.487	1.065	-1.564	0.000	0.000	-1.065	-1.564	6.607	9.487
-107.573		-169.065		0.000		-169.065		-107.573	
-84.487		-132.805		0.000		-132.805		-84.487	
C-31		C-32		C-33		C-34		C-35	
-53.706		-88.648		-84.169		88.648		-53.706	
-42.146		-69.602		-66.101		-69.602		-42.146	
-3.682	5.585	0.262	-0.431	0.000	0.000	-0.262	0.431	3.682	-5.585
-2.865	4.421	0.247	-0.278	0.040	0.059	-0.164	0.399	2.917	-4.355
-2.065	-4.110	0.247	0.331	0.040	0.060	-0.164	-0.207	2.917	4.184
-3.682	-5.278	0.262	0.342	0.000	0.000	-0.262	-0.342	3.682	5.278
-53.706		-88.648		-84.169		88.648		-53.706	
-42.146		-69.602		-66.101		-69.602		-42.146	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

COLUMNAS NIVEL 1 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

C-56		C-57		C-58		C-59		C-60	
-73.553		-125.681		-121.210		-125.681		-73.553	
-57.711		-98.703		-95.208		-98.703		-57.711	
-2.017	2.105	0.182	-0.190	0.000	0.000	-0.182	0.190	2.017	-2.105
-1.552	1.716	0.186	-0.077	0.042	0.071	-0.100	0.222	1.617	-1.592
-1.552	-2.986	0.186	0.327	0.042	0.052	-0.100	-0.219	1.617	3.055
-2.017	-3.844	0.182	0.347	0.000	0.000	-0.182	-0.347	2.017	3.844
-73.553		-125.681		-121.210		-125.681		-73.553	
-57.711		-98.703		-95.208		-98.703		-57.711	

C-51		C-52		C-53		C-54		C-55	
-146.270		-244.632		0.000		-244.632		-146.270	
-114.872		-192.172		0.000		-192.172		-114.872	
-3.602	3.760	0.541	-0.564	0.000	0.000	-0.541	0.564	3.602	-3.760
-2.797	3.016	0.465	-0.373	0.064	0.095	-0.384	0.513	2.863	-2.892
-2.797	-5.360	0.465	0.859	0.064	0.095	-0.384	-0.760	2.863	5.430
-3.602	-6.866	0.541	1.030	0.000	0.000	-0.541	-1.030	3.602	6.866
-146.270		-244.632		0.000		-244.632		-146.270	
-114.872		-192.172		0.000		-192.172		-114.872	

C-46		C-47		C-48		C-49		C-50	
-72.776		-126.767		-121.065		-126.767		-72.776	
-57.100		-99.531		-95.077		-99.531		-57.100	
-2.019	2.107	0.182	-0.190	0.000	0.000	-0.182	0.190	2.019	-2.107
-1.554	1.717	0.186	-0.077	0.042	0.071	-0.100	0.222	1.619	-1.594
-1.554	-2.989	0.186	0.327	0.042	0.052	-0.100	0.219	1.619	3.058
-2.019	-3.848	0.182	0.347	0.000	0.000	-0.182	-0.347	2.019	3.848
-72.776		-126.767		-121.065		-126.767		-72.776	
-57.100		-99.531		-95.077		-99.531		-57.100	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

VIGAS NIVEL 4 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

	V-69			V-70			V-71			V-72			
	-4.876	4.954	-8.327	-7.982	3.775	-7.533	-7.533	3.735	-7.982	-8.327	4.954	-4.876	
	-6.231	6.302	-10.620	-10.179	4.751	-9.697	-9.697	4.751	-10.179	-10.620	6.302	-6.231	
	7.084	0.000	-8.231	7.732	0.000	-7.583	7.583	0.000	-7.732	8.231	0.000	-7.084	
	5.571	0.000	-6.463	6.079	0.000	-5.954	5.962	0.000	-6.071	6.472	0.000	-5.561	
	8.111	-10.261	15.119	-20.441	16.071	-24.711	24.711	15.119	-20.441	16.071	-10.261	8.111	
	6.379	-8.041	11.883	-16.044	12.630	-19.409	19.409	11.883	-16.044	12.630	-8.041	6.379	
V-78	0.000	6.169	V-79	0.000	11.825	V-80	0.000	11.749	V-81	0.000	11.825	V-82	0.000
	0.000	4.856	0.000	0.000	9.293	0.000	9.236	0.000	9.293	0.000	4.856	0.000	
	-7.204	-6.794	-11.971	-8.427	-11.075	-5.410	-11.075	-5.410	-11.978	-8.427	-7.204	-6.794	
	-5.655	-5.313	-9.407	-6.605	-8.660	-4.237	-8.660	-4.237	-9.407	-6.605	-5.655	-5.313	
		V-65		V-66		V-67		V-68					
	-9.325	8.974	-13.518	-10.963	6.449	-17.074	-17.074	6.449	-10.963	-13.518	8.974	-9.325	
	-11.893	11.419	-17.227	-13.968	8.203	-21.739	-21.739	8.203	-13.968	-17.227	11.419	-11.893	
	12.851	0.000	-14.245	12.532	0.000	-14.564	14.564	0.000	-12.532	14.227	0.000	-12.851	
	10.102	0.000	-11.188	9.849	0.000	-11.441	11.445	0.000	-9.845	11.193	0.000	-10.092	
	6.000	-5.876	12.000	-8.723	10.000	-5.088	10.000	12.000	-8.723	10.000	-5.876	6.000	
	5.492	-4.592	9.460	-6.824	8.618	-3.973	8.618	9.460	-6.824	8.618	-4.592	5.492	
V-73	0.000	6.300	V-74	0.000	11.712	V-75	0.000	11.874	V-76	0.000	11.712	V-77	0.000
	0.000	4.954	0.000	9.209	0.000	9.340	0.000	9.209	0.000	9.209	0.000	4.954	
	-8.377	-11.043	-15.967	-20.325	-16.131	-24.874	-24.874	-16.131	-20.325	-15.967	-11.043	-8.377	
	-6.541	-8.655	-11.830	-15.947	-12.672	-19.531	-19.531	-11.830	-15.947	-12.672	-8.655	-6.541	
	-4.902	4.955	-8.296	-7.947	3.736	-7.566	-7.566	3.736	-7.947	-8.296	4.955	-4.902	
	-6.264	6.300	-10.589	-10.133	4.735	-9.639	-9.639	4.735	-10.133	-10.589	6.300	-6.264	
	7.094	0.000	-8.222	7.721	0	-7.594	7.594	0	-7.721	8.22	0	-7.094	
	5.578	0.000	-6.455	6.071	0	-5.963	5.971	0	-6.062	6.465	0	-5.569	
		V-61		V-62		V-63		V-64					

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

VIGAS NIVEL 3 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

	V-91			V-92			V-93			V-94		
	-8.163	5.400	-9.952	-9.566	4.822	-9.681	-9.681	4.822	-9.566	-9.952	5.400	-8.163
	-10.448	6.856	-12.720	-12.224	6.137	-12.371	-12.371	6.137	-12.224	-12.720	6.856	-10.448
	9.342	0.000	-9.936	9.620	0.000	-9.658	-9.658	0.000	-9.620	9.934	0.000	-9.342
	7.352	0.000	-7.795	7.569	0.000	-7.579	7.599	0.000	-7.548	7.818	0.000	-9.342
V-100	9.559	-11.357	18.056	-23.466	17.969	-21.398	18.056	-23.466	17.969	9.559	-11.357	
	7.525	-8.872	14.199	-18.391	13.732	-16.796	14.199	-18.391	13.732	7.525	-8.872	
	0.000	-6.772	0.000	12.142	0.000	11.929	0.000	12.142	0.000	0.000	-6.772	
	0.000	5.324	0.000	9.540	0.000	9.381	0.000	9.540	0.000	0.000	5.324	
	-0.719	-11.970	-16.966	-19.294	-17.553	-21.723	-16.966	-19.294	-17.553	-0.719	-11.970	
	-7.622	-9.347	-13.319	-15.117	-13.785	-17.035	-13.319	-15.117	-13.785	-7.622	-9.347	
	V-87		V-88		V-89		V-90					
	-15.189	9.957	-17.467	-14.201	8.728	-21.172	-21.172	8.728	-14.201	-17.467	9.958	-15.184
	-19.365	12.670	-22.235	-18.110	11.028	-26.965	-26.965	11.028	-18.110	-22.235	12.670	-19.365
	17.132	0.000	-17.890	16.353	0.000	-18.668	-18.668	0.000	-16.353	17.890	0.000	-17.132
	13.472	0.000	-14.045	12.855	0.000	-14.662	14.662	0.000	-12.843	14.068	0.000	-13.449
V-95	9.296	-10.238	18.056	-25.358	17.969	-22.930	18.056	-25.358	17.969	9.296	-10.238	
	7.318	-7.987	14.199	-19.882	13.732	-17.983	14.199	-19.882	13.732	7.318	-7.987	
	0.000	6.909	0.000	10.249	0.000	10.398	0.000	10.249	0.000	0.000	6.909	
	0.000	5.433	0.000	8.056	0.000	8.178	0.000	8.056	0.000	0.000	5.433	
	-0.981	-12.861	-16.966	-21.187	-17.707	-18.255	-16.966	-21.187	-17.707	-0.981	-12.861	
	-7.829	-10.054	-13.319	-16.601	-17.553	-23.254	-13.319	-16.601	-17.553	-7.829	-10.054	
	-8.203	5.406	-9.898	-9.554	4.818	-9.702	-9.702	4.818	-9.554	-9.898	5.406	-8.203
	-10.448	6.875	-12.651	-12.224	6.137	-12.371	-12.371	6.137	-12.224	-12.651	6.875	-10.448
	9.358	0.000	-9.920	9.614	0.000	-9.664	9.664	0.000	-9.614	9.920	0.000	-9.358
	7.364	0.000	-7.783	7.564	0.000	-7.583	7.603	0.000	-7.544	7.806	0.000	-7.341
	V-83			V-84			V-85			V-86		

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

VIGAS NIVEL 2 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

	V-113			V-114			V-115			V-116				
	-7.860	5.486	-10.059	-9.661	4.798	-9.597	-9.597	4.798	-9.661	-10.059	5.486	-7.860		
	-10.091	6.974	-11.882	-12.369	6.107	-12.287	-12.287	6.107	-12.369	-12.882	6.974	-10.091		
	9.274	0.000	-1.004	9.650	0.000	-9.628	9.628	0.000	-9.650	10.004	0.000	-9.274		
	7.304	0.000	-7.843	7.597	0.000	-7.550	7.580	0.000	-7.567	7.877	0.000	-7.270		
	7.772	-9.649		14.575	-19.024		15.216	-21.776		14.575	-19.024	7.772	-9.649	
	9.866	-12.373		18.527	-24.300		19.351	-27.753		18.543	-24.300	9.866	-12.373	
V-122	0.000	5.460	V-123	0.000	10.368	V-124	0.000	10.347	V-125	0.000	10.368	V-126	0.000	5.460
	0.000	6.942		0.000	13.187		0.000	13.145		0.000	13.187		0.000	6.942
	-7.375	-8.274		-12.912	-12.914		-12.901	-10.686		-12.912	-12.913		-7.375	-8.274
	-9.412	-10.633		-16.495	-16.530		-15.671	-13.676		-16.495	-16.530		-9.412	-10.633
		V-109		V-110		V-111		V-112						
	-14.679	10.075	-17.719	-15.026	8.660	-20.376	-20.376	8.660	-15.026	-17.719	10.076	-14.674		
	-18.745	12.818	-22.631	-19.174	11.007	-25.960	-25.960	11.007	-19.176	-22.634	12.818	-18.765		
	17.005	0.000	-18.017	13.070	0.000	-14.447	14.463	0.000	-13.054	14.174	0.000	-13.343		
	13.379	0.000	-14.138	13.070	0.000	-14.447	14.463	0.000	-13.054	14.174	0.000	-13.343		
	9.231	-9.908		16.525	-16.697		15.519	-13.413		16.525	-16.697	9.231	-9.908	
	7.270	-7.704		13.004	-13.036		12.285	-10.471		13.004	-13.036	7.273	-7.704	
V-117	0.000	6.997	V-118	0.000	13.126	V-119	0.000	13.231	V-120	0.000	13.126	V-121	0.000	6.997
	0.000	5.505		0.000	10.323		0.000	10.418		0.000	10.323		0.000	5.505
	-10.047	-13.033		-18.497	-24.242		-15.221	-21.577		-18.497	-24.242		-7.874	-10.168
	-7.874	-10.168		-14.513	-18.975		-19.403	-27.886		-14.513	-18.975		-10.047	-13.033
	-7.882	5.485	-10.036	-9.638	4.799	-9.619	-9.619	4.799	-9.638	-10.036	5.485	-7.882		
	-10.120	6.974	-12.853	-12.373	6.108	-12.287	-12.287	6.108	-12.373	-12.853	6.974	-10.120		
	9.282	0.000	-9.996	9.642	0.000	-9.636	9.636	0.000	-9.642	9.996	0.000	-9.282		
	7.310	0.000	-7.837	7.591	0.000	-7.556	7.586	0.000	-7.561	7.871	0.000	-7.277		
		V-105		V-106		V-107		V-108						

TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN

PROGRAM:SAP90/FILE:edif3.SPC
 EDIFICIO 3 NIVELES ZONA I

S P E C T R U M I N P U T D A T A

AMPLITUDE MULTIPLIER ----"S"- 9.810
 DAMPING RATIO -----"D"- .050
 ANGLE OF S1 WITH X-AXIS --"A"-- .000

MODE NUMBER	F R E Q U E N C Y			S P E C T R A L		
	RAD./SEC	CYCLES/SEC	PERIOD-SEC (D)	ACCELERATION	VELOCITY	DISPLACEMENT
1	30.58	4.87	.205499 (1)	1.570	.051	.002
			(2)	1.570	.051	.002
			(Z)	.000	.000	.000
2	32.49	5.17	.193412 (1)	1.531	.047	.001
			(2)	1.531	.047	.001
			(Z)	.000	.000	.000
3	38.54	6.13	.163038 (1)	1.352	.035	.001
			(2)	1.352	.035	.001
			(Z)	.000	.000	.000
4	96.08	15.29	.065393 (1)	.777	.008	.000
			(2)	.777	.008	.000
			(Z)	.000	.000	.000
5	102.48	16.31	.061313 (1)	.753	.007	.000
			(2)	.753	.007	.000
			(Z)	.000	.000	.000
6	122.94	19.57	.051107 (1)	.693	.006	.000
			(2)	.693	.006	.000
			(Z)	.000	.000	.000
7	175.89	27.99	.035723 (1)	.603	.003	.000
			(2)	.603	.003	.000
			(Z)	.000	.000	.000
8	180.82	28.78	.034749 (1)	.597	.003	.000
			(2)	.597	.003	.000
			(Z)	.000	.000	.000
9	223.02	35.49	.028173 (1)	.558	.003	.000
			(2)	.558	.003	.000
			(Z)	.000	.000	.000

RESULTADOS DE LA CORRIDA PARA EL ANALISIS DE LA ZONA I

archivo edif3.eig

EDIFICIO 3 NIVELES ZONA I

E I G E N V A L U E S A N D F R E Q U E N C I E S

MODE NUMBER	EIGENVALUE (RAD/SEC)**2	CIRCULAR FREQ (RAD/SEC)	FREQUENCY (CYCLES/SEC)	PERIOD (SEC)
1	.934846E+03	.305753E+02	4.866203	.205499
2	.105534E+04	.324861E+02	5.170316	.193412
3	.148519E+04	.385382E+02	6.133539	.163038
4	.923216E+04	.960841E+02	15.292265	.065393
5	.105016E+05	.102477E+03	16.309737	.061313
6	.151146E+05	.122941E+03	19.566727	.051107
7	.309368E+05	.175889E+03	27.993544	.035723
8	.326945E+05	.180816E+03	28.777803	.034749
9	.497379E+05	.223020E+03	35.494719	.028173

B A S E F O R C E R E A C T I O N F A C T O R S

MODE #	PERIOD (sec)	X DIRECTION	Y DIRECTION	Z DIRECTION	X MOMENT	Y MOMENT	Z MOMENT
1	.205	-.141E-14	-.592E+00	.000E+00	.624E+01	-.333E-13	-.947E+01
2	.193	.595E+00	-.240E-14	.000E+00	.143E-13	.623E+01	-.476E+01
3	.163	-.495E-03	-.419E-14	.000E+00	.403E-13	-.488E-02	-.614E+01
4	.065	.319E-12	.193E+00	.000E+00	.280E+00	-.487E-12	.310E+01
5	.061	.187E+00	-.324E-12	.000E+00	-.384E-12	-.364E+00	-.150E+01
6	.051	.193E-03	-.613E-13	.000E+00	-.139E-12	-.121E-02	.197E+01
7	.036	-.153E-11	.114E+00	.000E+00	-.272E+00	-.364E-11	.182E+01
8	.035	-.111E+00	-.134E-11	.000E+00	.510E-11	-.271E+00	.886E+00
9	.028	-.816E-06	-.143E-12	.000E+00	-.513E-15	-.877E-04	-.118E+01

P A R T I C I P A T I N G M A S S - (percent)

MODE	X-DIR	Y-DIR	Z-DIR	X-SUM	Y-SUM	Z-SUM
1	.000	86.043	00.000	.000	86.043	00.000
2	86.898	.000	00.000	86.898	86.043	00.000
3	.000	.000	00.000	86.898	86.043	00.000
4	.000	9.194	00.000	86.898	95.237	00.000
5	8.634	.000	00.000	95.532	95.237	00.000
6	.000	.000	00.000	95.532	95.237	00.000
7	.000	3.192	00.000	95.532	98.430	00.000
8	3.014	.000	00.000	98.546	98.430	00.000
9	.000	.000	00.000	98.546	98.430	00.000

Resultados para la zona II

COLUMNAS NIVEL 4 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

C-11		C-12		C-13		C-14		C-15	
-14.989		-29.262		-27.512		-29.262		-14.989	
-11.762		-22.983		-21.611		-22.983		-11.762	
-4.138	5.626	0.297	-0.324	0.000	0.000	-0.297	0.324	4.138	-5.626
-3.233	4.439	0.268	-0.233	0.034	0.042	-0.199	0.299	3.233	-4.402
-3.233	-5.135	0.268	0.463	0.034	0.057	-0.199	-0.376	3.233	5.207
-4.138	-6.581	0.297	0.552	0.000	0.000	-0.297	-0.552	4.138	6.581
-14.989		-29.262		-27.512		-29.262		-14.989	
-11.762		-22.983		-21.611		-22.983		-11.762	

C-6		C-7		C-8		C-9		C-10	
-30.615		-59.441		0.000		-59.441		-30.615	
-24.045		-46.697		0.000		-46.697		-24.050	
-7.407	10.126	1.716	-2.186	0.000	0.000	-1.716	2.186	7.407	-10.126
-5.801	7.975	1.379	-1.680	0.072	0.106	-1.317	1.756	5.801	-7.937
-5.801	-9.176	1.379	2.312	0.072	0.106	-1.317	-2.206	5.801	9.249
-7.407	-11.725	1.716	2.875	0.000	0.000	-1.716	-2.875	7.407	11.725
-30.615		-59.441		0.000		-59.441		-30.615	
-24.045		-46.697		0.000		-46.697		-24.050	

C-1		C-2		C-3		C-4		C-5	
-14.776		-29.295		-27.471		-29.295		-14.776	
-11.594		-23.004		-21.574		-23.004		-11.594	
-3.257	5.652	0.304	-0.342	0.000	0.000	-0.304	0.342	4.157	-5.652
-4.157	4.450	0.274	-0.224	0.034	0.044	-0.205	0.312	3.284	-4.422
-4.157	-5.176	0.274	0.495	0.034	0.044	-0.205	-0.408	3.284	5.229
-3.257	-6.610	0.304	0.557	0.000	0.000	-0.304	-0.557	4.157	6.610
-14.776		-29.295		-27.471		-29.295		-14.776	
-11.594		-23.004		-21.574		-23.004		-11.594	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

COLUMNAS NIVEL 3 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

C-26		C-27		C-28		C-29		C-30	
-34.932		-49.700		-47.710		-49.700		-34.932	
-27.395		-29.040		-37.481		-39.040		-27.395	
-3.175	4.746	0.099	-0.175	0.000	0.000	-0.099	0.175	3.175	-4.746
-2.459	3.776	0.140	-0.051	0.060	0.084	-0.016	0.223	2.459	-3.682
-2.459	-3.568	0.140	0.189	0.060	0.095	-0.016	-0.005	2.459	3.693
-3.175	-4.621	0.099	0.118	0.000	0.000	-0.099	-0.118	3.175	4.621
-34.932		-49.700		-47.710		-49.700		-34.932	
-27.395		-29.040		-37.481		-39.040		-27.395	

C-21		C-22		C-23		C-24		C-25	
-68.971		-94.196		0.000		-94.196		-68.971	
-54.158		-73.958		0.000		-73.958		-54.158	
-5.781	8.626	0.983	-1.478	0.000	0.000	-0.983	1.478	5.781	-8.626
-4.505	6.826	0.828	-1.086	0.128	0.189	-0.717	1.238	4.505	-6.729
-4.505	-6.559	0.828	-1.205	0.128	0.189	-0.717	-1.029	4.505	6.585
-5.781	-8.428	0.983	1.422	0.000	0.000	-0.983	-1.422	5.781	8.428
-68.971		-94.196		0.000		-94.196		-68.971	
-54.158		-73.958		0.000		-73.958		-54.158	

C-16		C-17		C-18		C-19		C-20	
-34.312		-50.802		-47.595		-50.802		-34.312	
-26.908		-39.857		-37.360		-39.857		-26.908	
-3.187	4.761	0.107	-0.181	0.000	0.000	-0.107	0.181	3.187	-4.761
-2.461	3.788	0.146	-0.057	0.061	0.084	-0.023	0.228	2.461	-3.693
-2.461	-3.583	0.146	0.203	0.061	0.096	-0.023	-0.010	2.461	3.768
-3.187	-4.640	0.107	0.136	0.000	0.000	-0.107	-0.136	3.187	4.640
-34.312		-50.802		-47.595		-50.802		-34.312	
-26.908		-39.857		-37.360		-39.857		-26.908	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

COLUMNAS NIVEL 2 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

C-41		C-42		C-43		C-44		C-45	
-54.500		-87.531		-84.320		-87.531		-54.500	
-42.717		-68.727		-66.223		-68.727		-42.717	
-3.676	5.577	0.265	-0.434	0.000	0.000	-0.265	0.434	3.676	-5.577
-2.841	4.448	0.291	-0.219	0.081	0.117	-0.125	0.462	2.841	-4.315
-2.841	-4.065	0.291	0.397	0.081	0.121	-0.125	-0.149	2.841	4.214
-3.676	-5.269	0.265	0.348	0.000	0.000	-0.265	-0.348	3.676	5.269
-54.500		-87.531		-84.320		-87.531		-54.500	
-42.717		-68.727		-66.223		-68.727		-42.717	

C-36		C-37		C-38		C-39		C-40	
-107.573		-169.065		0.000		-169.065		-107.573	
-84.453		-132.773		0.000		-132.773		-84.453	
-6.607	10.002	1.065	-1.578	0.000	0.000	-1.065	1.578	6.607	-10.002
-5.142	7.927	0.911	-1.131	0.165	0.244	-0.762		5.240	-7.791
-5.142	-7.379	0.911	1.341	0.165	0.244	-0.762		5.240	7.530
-6.607	-9.487	1.065	1.564	0.000	0.000	-1.065	-1.564	6.607	9.487
-107.573		-169.065		0.000		-169.065		-107.573	
-84.453		-132.773		0.000		-132.773		-84.453	

C-31		C-32		C-33		C-34		C-35	
-53.706		-88.648		-84.169		88.648		-53.706	
-42.093		-69.552		-66.070		-69.552		-42.093	
-3.682	5.585	0.262	-0.431	0.000	0.000	-0.262	0.431	3.682	-5.585
-2.841	4.455	0.289	-0.217	0.081	0.117	-0.123	0.460	2.841	-4.321
-2.841	-4.073	0.289	0.393	0.081	0.121	-0.123	-0.145	2.841	4.222
-3.682	-5.278	0.262	0.342	0.000	0.000	-0.262	-0.342	3.682	5.278
-53.706		-88.648		-84.169		88.648		-53.706	
-42.093		-69.552		-66.070		-69.552		-42.093	

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

COLUMNAS NIVEL 1 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

C-56		C-57		C-58		C-59		C-60	
-73.553		-125.681		-121.210		-125.681		-73.553	
-57.630		98.658		-95.179		-98.658		-57.630	
-2.017	2.105	0.182	-0.190	0.000	0.000	-0.182	0.190	2.017	-2.105
-1.519	1.777	0.229	-0.005	0.084	0.143	-0.057	0.294	1.519	-1.530
-1.519	-2.952	0.229	0.381	0.084	0.105	-0.057	-0.165	1.519	3.089
-2.017	-3.844	0.182	0.347	0.000	0.000	-0.182	-0.347	2.017	3.844
-73.553		-125.681		-121.210		-125.681		-73.553	
-57.630		98.658		-95.179		-98.658		-57.630	

C-51		C-52		C-53		C-54		C-55	
-146.270		-244.632		0.000		-244.632		-146.270	
-114.817		-192.133		0.000		-192.133		-114.817	
-3.602	3.760	0.541	-0.564	0.000	0.000	-0.541	0.564	3.602	-3.760
-2.764	3.078	0.505	-0.303	0.128	0.189	-0.344	0.583	2.801	-2.830
-2.764	-5.325	0.505	0.909	0.128	0.189	-0.344	-0.711	2.801	5.469
-3.602	-6.866	0.541	1.030	0.000	0.000	-0.541	-1.030	3.602	6.866
-146.270		-244.632		0.000		-244.632		-146.270	
-114.817		-192.133		0.000		-192.133		-114.817	

C-46		C-47		C-48		C-49		C-50	
-72.776		-126.767		-121.065		-126.767		-72.776	
-57.018		-99.460		-95.031		-99.460		-57.018	
-2.019	2.107	0.182	-0.190	0.000	0.000	-0.182	0.190	2.019	-2.107
-1.521	1.779	0.229	-0.005	0.084	0.143	-0.057	0.294	1.521	-1.532
-1.521	-2.955	0.229	0.381	0.084	0.105	-0.057	-0.165	1.521	3.092
-2.019	-3.848	0.182	0.347	0.000	0.000	-0.182	-0.347	2.019	3.848
-72.776		-126.767		-121.065		-126.767		-72.776	
-57.018		-99.460		-95.031		-99.460		-57.018	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

VIGAS NIVEL 4 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

	V-69			V-70			V-71			V-72				
	-4.856	4.957	-8.31	-7.967	3.736	-7.517	-7.517	3.735	-7.967	-8.31	4.957	-4.856		
	-6.231	6.202	-10.620	-4.255	-1.057	-0.110	-6.602	1.752	-10.179	-10.620	6.202	-6.231		
	7.084	0.000	-8.231	7.732	0.000	-7.583	7.583	0.000	-7.732	8.231	0.000	-7.084		
	5.571	0.000	-6.463	6.079	0.000	-5.954	5.962	0.000	-6.071	6.472	0.000	-5.561		
V-78	6.385	-8.020		11.888	-16.027		12.633	-19.403		11.888	-16.027	6.385	-8.020	
	0.112	-10.261		15.119	-20.441		15.119	-24.700		15.119	-20.441	0.112	-10.261	
	0.000	4.854	V-79	0.000	9.294	V-80	0.000	9.242	V-81	0.000	9.294	V-82	0.000	4.854
	0.000	6.169		0.000	11.825		0.000	11.749		0.000	11.825		0.000	6.169
	-5.649	-5.288		-9.402	-6.588		-8.657	-4.224		-9.402	-6.588		-5.649	-5.288
	-7.201	-6.794		-11.978	-8.427		-11.025	-5.410		-11.978	-8.427		-7.201	-6.794
		V-65		V-66		V-67		V-68						
	-9.325	8.976	-13.5	-10.951	6.452	-17.057	-17.069	6.452	-10.951	-13.5	8.976	-9.305		
	-11.893	11.419	-17.419	-10.951	6.452	-17.057	-21.748	8.203	-13.968	-17.227	11.419	-11.893		
	12.851	0.000	-14.245	12.532	0.000	-14.561	14.564	0.000	-12.532	14.227	0.000	-12.851		
	10.102	0.000	-11.183	9.852	0.000	-11.438	11.448	0.000	-9.842	11.203	0.000	-10.087		
V-73	6.982	-5.876		9.467	-6.795		8.622	-3.948		9.467	-6.795	5.498	-4.566	
	5.498	-4.592		12.037	-8.723		12.037	-5.088		12.037	-8.723	5.498	-5.876	
	0.000	6.300	V-74	0.000	9.215	V-75	0.000	9.349	V-76	0.000	9.215	V-77	0.000	4.958
	0.000	4.958		0.000	11.712		0.000	11.874		0.000	11.712		0.000	6.300
	-8.333	-11.043		-11.823	-15.924		-12.667	-19.519		-11.823	-15.924		-6.535	-8.634
	-6.535	-8.634		-15.924	-20.325		-15.924	-24.874		-15.924	-20.325		-6.535	-8.634
	-4.883	4.958	-8.279	-7.931	3.737	-7.55	-7.55	3.737	-7.931	-8.279	4.958	-4.883		
	-6.264	6.203	-10.130	-10.133	4.758	-9.519	9.612	1.755	-10.133	-10.58	6.203	-6.264		
	7.094	0.000	-8.222	7.721	0	-7.594	7.594	0	-7.721	8.22	0	-7.094		
	5.583	0.000	-6.450	6.075	0	-5.959	5.975	0	-6.058	6.469	0	-5.564		
		V-61		V-62		V-63		V-64						

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

VIGAS NIVEL 3 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

	V-91			V-92			V-93			V-94			
	-8.117	5.403	-9.911	-9.527	4.823	-9.642	-9.642	4.822	-9.527	-9.911	5.404	-8.117	
	-10.448	6.061	-12.730	-12.224	6.117	-12.224	-12.224	6.117	-12.224	-12.730	6.068	-10.448	
	9.342	0.000	-9.936	9.620	0.000	-9.658	-9.658	0.000	-9.620	9.936	0.000	-9.342	
	7.342	0.000	-7.784	7.579	0.000	-7.568	7.609	0.000	-7.538	7.830	0.000	-7.317	
V-100	7.539	-8.821	14.210	-18.345		13.738	-16.780		14.210	-18.345		7.539	-8.821
	9.539	-11.357	10.000	-23.466		13.466	-21.398		10.000	-23.466		9.539	-11.357
	0.000	5.327	V-101 0.000	9.540	V-102 0.000	9.389	V-103 0.000	9.540	V-104 0.000	9.540	V-104 0.000	5.327	0.000
	6.772	6.772	0.000	12.142	0.000	11.929	0.000	12.142	0.000	12.142	0.000	6.772	0.000
	-7.608	-9.290	-13.307	-15.075	-13.779	-17.002	-13.307	-15.075	-13.307	-15.075	-7.608	-9.290	-7.608
	-9.290	-11.970	16.056	-19.294	17.553	-21.723	-16.056	-19.294	17.553	-19.294	-9.290	-11.970	-9.290
	-15.189	V-87 9.957	-17.467	-14.201	V-88 8.728	-21.172	-21.172	8.728	-14.201	-17.467	9.958	-15.184	-15.184
	-19.385	12.670	-22.385	-18.110	11.098	-26.965	-26.965	11.098	-18.110	-22.385	12.670	-19.385	-19.385
	17.132	0.000	-17.890	16.353	0.000	-18.668	-18.668	0.000	-16.353	17.890	0.000	-17.132	17.132
	13.484	0.000	-14.033	12.860	0.000	-14.657	14.679	0.000	-12.838	14.080	0.000	-13.437	13.437
V-95	9.296	-10.238	14.210	-19.839		13.738	-17.949		14.210	-19.839		7.332	-7.931
	7.332	-7.987	10.000	-25.358		13.466	-22.930		10.000	-25.358		9.296	-10.238
	0.000	6.909	V-96 0.000	3.059	V-97 0.000	3.186	V-98 0.000	3.059	V-99 0.000	3.059	V-99 0.000	6.909	0.000
	6.909	5.437	0.000	10.249	0.000	10.398	0.000	10.249	0.000	10.249	0.000	6.909	6.909
	-9.982	-12.861	-13.307	-16.555	-13.779	-18.238	-13.307	-16.555	-13.307	-16.555	-9.982	-12.861	-9.982
	-7.332	-10.054	-10.054	-21.187	17.553	-23.254	-16.056	-21.187	17.553	-21.187	-7.332	-10.054	-7.332
	-8.157	5.409	-9.857	-9.515	4.818	-9.664	-9.664	4.819	-9.515	-9.857	5.409	-8.157	-8.157
	-10.448	6.061	-12.730	-12.224	6.117	-12.224	-12.224	6.117	-12.224	-12.730	6.061	-10.448	-10.448
	9.358	0.000	-9.920	9.614	0.000	-9.664	9.664	0.000	-9.614	9.920	0.000	-9.358	9.358
	7.375	0.000	-7.772	7.574	0.000	-7.573	7.613	0.000	-7.534	7.817	0.000	-7.330	7.330
		V-83			V-84			V-85			V-86		

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

VIGAS NIVEL 1 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

	V-135			V-136			V-137			V-138		
	-7.057	5.688	-10.363	-9.767	4.764	-9.428	-9.428	4.763	-9.767	-10.363	5.689	-7.057
	2.184	7.218	-11.368	-12.522	6.051	-12.139	-12.139	6.051	-12.589	-13.368	7.218	-9.184
	9.092	0.000	-10.186	9.695	0.000	-9.583	9.583	0.000	-9.695	10.186	0.000	-9.092
	7.183	0.000	-7.964	7.650	0.000	-7.497	7.562	0.000	-7.589	8.042	0.000	-7.105
	8.057	-10.458	14.530	-18.965	14.942	-20.763	14.530	-18.465	8.057	-10.458	14.530	-18.965
	10.199	-13.505	18.157	-24.334	18.157	-26.521	18.157	-24.334	10.199	-13.505	18.157	-24.334
V-144	0.000	5.628	V-145 0.000	10.071	V-146 0.000	10.122	V-147 0.000	10.071	V-148 0.000	10.071	0.000	5.628
	0.000	7.135	0.000	12.790	0.000	12.825	0.000	12.790	0.000	12.790	0.000	7.135
	-7.090	-7.067	-12.987	-13.375	-12.575	-11.858	-12.987	-13.375	-7.090	-7.067	-12.987	-13.375
	-9.079	-9.220	-16.585	-17.252	-16.041	-15.279	-16.585	-17.252	-9.079	-9.220	-16.585	-17.252
	-13.226	10.352	-18.547	-16.330	8.615	-19.009	-19.009	8.615	-16.330	-18.547	10.353	-13.226
	13.158	13.158	-23.795	-23.795	10.935	-24.253	-24.253	10.935	-20.338	-23.795	13.158	-17.040
	16.628	0.000	-18.394	17.072	0.000	-17.949	17.949	0.000	-17.072	18.394	0.000	-16.628
	13.105	0.000	-14.412	13.432	0.000	-14.085	14.121	0.000	-13.396	14.493	0.000	-13.024
	7.186	-7.114	13.056	-13.296	12.632	-11.859	13.056	-13.296	7.186	-7.114	13.056	-13.296
	9.091	-9.279	16.162	-17.145	16.041	-15.276	16.562	-17.145	9.091	-9.279	16.162	-17.145
V-139	0.000	5.615	V-140 0.000	10.088	V-141 0.000	10.122	V-142 0.000	10.088	V-143 0.000	10.088	0.000	5.615
	0.000	7.121	0.000	12.814	0.000	12.827	0.000	12.814	0.000	12.814	0.000	7.121
	-7.961	-10.429	-14.461	-19.023	-14.885	-20.766	-14.461	-19.023	-7.961	-10.429	-14.461	-19.023
	-10.197	-13.468	-18.157	-24.403	-18.157	-26.522	-18.157	-24.403	-10.197	-13.468	-18.157	-24.403
	-7.068	5.688	-10.350	-9.758	4.764	-9.438	-9.438	4.763	-9.758	-10.350	5.689	-7.068
	2.184	7.218	-11.368	-12.522	6.051	-12.139	-12.139	6.051	-12.589	-13.368	7.218	-9.184
	9.096	0.000	-10.182	9.692	0.000	-9.586	9.586	0.000	-9.692	10.182	0.000	-9.096
	7.186	0.000	-7.961	7.648	0.000	-7.499	7.564	0.000	-7.583	8.039	0.000	-7.108
			V-127			V-128			V-129			V-130

TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN

66

VIGAS NIVEL 2 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

	V-113			V-114			V-115			V-116			
	-7.790	5.491	-9.996	-9.605	4.799	-9.540	-9.540	4.790	-9.605	-9.996	5.442	-7.790	
	-10.091	6.971	-12.332	-12.332	6.107	-12.332	-12.332	6.107	-12.332	-12.332	6.971	-10.091	
	9.274	0.000	-10.004	9.650	0.000	-9.628	9.628	0.000	-9.650	10.004	0.000	-9.274	
	7.321	0.000	-7.826	7.612	0.000	-7.535	7.595	0.000	-7.552	7.895	0.000	-7.252	
	7.293	-9.577	18.527	-24.300		19.351	-27.753		14.575	-18.955		7.792	-9.577
	2.231	-12.373	11.911	-18.955		15.278	-21.746		18.542	-24.300		2.866	-12.373
V-122	0.000	5.467	V-123 0.000	13.187	V-124 0.000	10.367	V-125 0.000	10.376	V-126 0.000	13.187	0.000	5.467	0.000
	0.000	6.942	0.000	10.376	0.000	13.145	0.000	13.145	0.000	13.187	0.000	6.942	0.000
	-7.355	-8.193	-12.923	-16.530	-12.289	-10.627	-12.289	-10.627	-12.942	-12.838	-7.355	-8.193	-7.355
	-9.412	-10.633	-16.492	-12.838	-15.821	-13.676	-13.676	-16.492	-16.530	-16.530	-9.412	-10.633	-9.412
		V-109		V-110		V-111		V-112					
	-14.603	10.079	-17.653	-14.985	8.672	-20.354	-20.354	8.672	-14.985	-17.653	10.080	-14.603	-14.603
	-18.765	12.818	-22.634	-19.176	11.007	-25.000	-25.000	11.007	-19.176	-22.634	12.818	-18.765	-18.765
	17.005	0.000	-18.017	16.624	0.000	-18.398	18.398	0.000	-16.624	18.017	0.000	-17.005	17.005
	13.397	0.000	-14.120	13.078	0.000	-14.439	14.472	0.000	-13.045	14.191	0.000	-13.326	13.397
	7.293	-7.622	13.024	-12.952		12.298	-10.405		13.024	-12.952		7.293	-7.622
	2.231	-9.908	16.521	-16.697		15.513	-13.413		-16.525	-16.697		2.231	-9.908
V-117	0.000	5.512	V-118 0.000	10.332	V-119 0.000	10.439	V-120 0.000	10.332	V-121 0.000	10.332	V-122 0.000	5.512	0.000
	0.000	6.997	0.000	13.126	0.000	13.231	0.000	13.126	0.000	13.126	0.000	6.997	0.000
	-7.854	-10.095	-14.493	-18.902	-15.219	-21.843	-21.843	-14.493	-18.902	-14.493	-7.854	-10.095	-7.854
	-12.072	-13.033	-18.107	-24.242	-18.107	-27.886	-27.886	-18.107	-24.242	-18.107	-12.072	-13.033	-12.072
	-7.813	5.490	-9.974	-9.581	4.800	-9.561	-9.619	4.799	-9.581	-9.974	5.491	-7.813	-7.813
	-10.120	6.971	-12.623	-12.332	6.107	-12.332	-12.332	6.107	-12.332	-12.623	6.971	-10.120	-10.120
	9.282	0.000	-9.996	9.642	0.000	-9.636	9.636	0.000	-9.642	9.996	0.000	-9.282	9.282
	7.327	0.000	-7.820	7.605	0.000	-7.541	7.601	0.000	-7.546	7.889	0.000	-7.258	7.327
		V-105		V-106		V-107		V-108					

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Resultados de la corrida para el análisis de la zona II

archivo edi2.eig

EDIFICIO 3 NIVELES ZONA II

E I G E N V A L U E S A N D F R E Q U E N C I E S

MODE NUMBER	EIGENVALUE (RAD/SEC)**2	CIRCULAR FREQ (RAD/SEC)	FREQUENCY (CYCLES/SEC)	PERIOD (SEC)
1	.934846E+03	.305753E+02	4.866203	.205499
2	.105534E+04	.324861E+02	5.170316	.193412
3	.148519E+04	.385382E+02	6.133539	.163038
4	.923216E+04	.960841E+02	15.292265	.065393
5	.105016E+05	.102477E+03	16.309737	.061313
6	.151146E+05	.122941E+03	19.566727	.051107
7	.309368E+05	.175889E+03	27.993544	.035723
8	.326945E+05	.180816E+03	28.777803	.034749
9	.497379E+05	.223020E+03	35.494719	.028173

B A S E F O R C E R E A C T I O N F A C T O R S

MODE #	PERIOD (sec)	X DIRECTION	Y DIRECTION	Z DIRECTION	X MOMENT	Y MOMENT	Z MOMENT
1	.205	-.141E-14	-.592E+00	.000E+00	.624E+01	-.333E-13	-.947E+01
2	.193	.595E+00	-.240E-14	.000E+00	.143E-13	.623E+01	-.476E+01
3	.163	-.495E-03	-.419E-14	.000E+00	.403E-13	-.488E-02	-.614E+01
4	.065	.319E-12	.193E+00	.000E+00	.280E+00	-.487E-12	.310E+01
5	.061	.187E+00	-.324E-12	.000E+00	-.384E-12	-.364E+00	-.150E+01
6	.051	.193E-03	-.613E-13	.000E+00	-.139E-12	-.121E-02	.197E+01
7	.036	-.153E-11	.114E+00	.000E+00	-.272E+00	-.364E-11	.182E+01
8	.035	-.111E+00	-.134E-11	.000E+00	-.510E-11	-.271E+00	.886E+00
9	.028	-.816E-06	-.143E-12	.000E+00	-.513E-15	-.877E-04	-.118E+01

P A R T I C I P A T I N G M A S S - (percent)

MODE	X-DIR	Y-DIR	Z-DIR	X-SUM	Y-SUM	Z-SUM
1	.000	86.043	00.000	.000	86.043	00.000
2	86.898	.000	00.000	86.898	86.043	00.000
3	.000	.000	00.000	86.898	86.043	00.000
4	.000	9.194	00.000	86.898	95.237	00.000
5	8.634	.000	00.000	95.532	95.237	00.000
6	.000	.000	00.000	95.532	95.237	00.000
7	.000	3.192	00.000	95.532	98.430	00.000
8	3.014	.000	00.000	98.546	98.430	00.000
9	.000	.000	00.000	98.546	98.430	00.000

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

PROGRAM: SAP90/FILE: edi2.SPC
 EDIFICIO 3 NIVELES ZONA II

S P E C T R U M I N P U T D A T A

AMPLITUDE MULTIPLIER ----"S"- 9.810
 DAMPING RATIO -----"D"- .050
 ANGLE OF S1 WITH X-AXIS -"A"- .000

MODE NUMBER	F R E Q U E N C Y			S P E C T R A L		
	RAD./SEC	CYCLES/SEC	PERIOD-SEC (D)	ACCELERATION	VELOCITY	DISPLACEMENT
1	30.58	4.87	.205499(1)	3.139	.103	.003
			(2)	3.139	.103	.003
			(Z)	.000	.000	.000
2	32.49	5.17	.193412(1)	3.062	.094	.003
			(2)	3.062	.094	.003
			(Z)	.000	.000	.000
3	38.54	6.13	.163038(1)	2.704	.070	.002
			(2)	2.704	.070	.002
			(Z)	.000	.000	.000
4	96.08	15.29	.065393(1)	1.555	.016	.000
			(2)	1.555	.016	.000
			(Z)	.000	.000	.000
5	102.48	16.31	.061313(1)	1.507	.015	.000
			(2)	1.507	.015	.000
			(Z)	.000	.000	.000
6	122.94	19.57	.051107(1)	1.386	.011	.000
			(2)	1.386	.011	.000
			(Z)	.000	.000	.000
7	175.89	27.99	.035723(1)	1.205	.007	.000
			(2)	1.205	.007	.000
			(Z)	.000	.000	.000
8	180.82	28.78	.034749(1)	1.194	.007	.000
			(2)	1.194	.007	.000
			(Z)	.000	.000	.000
9	223.02	35.49	.028173(1)	1.116	.005	.000
			(2)	1.116	.005	.000
			(Z)	.000	.000	.000

Resultados para la zona III

COLUMNAS NIVEL 4 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

C-11		C-12		C-13		C-14		C-15	
-14.989		-29.262		-27.512		-29.262		-14.989	
-11.767		-22.983		-21.614		-22.987		-11.770	
-4.138	5.626	0.297	-0.324	0.000	0.000	-0.297	0.324	4.138	-5.626
-3.242	4.430	0.251	-0.233	0.017	0.021	-0.216	0.277	3.242	-4.411
-3.242	-5.153	0.251	0.463	0.017	0.028	-0.216	-0.405	3.242	5.189
-4.138	-6.581	0.297	0.552	0.000	0.000	-0.297	-0.552	4.136	6.581
-14.989		-29.262		-27.512		-29.262		-14.989	
-11.767		-22.983		-21.614		-22.987		-11.770	

C-6		C-7		C-8		C-9		C-10	
-30.615		-59.441		0.000		-59.441		-30.615	
-24.050		-46.700		0.000		-46.700		-24.050	
-7.407	10.126	1.716	-2.186	0.000	0.000	-1.716	2.186	7.407	-10.126
-5.810	7.906	1.363	-1.699	0.036	0.053	-1.363	1.737	5.810	-7.946
-5.810	-9.194	1.363	2.285	0.036	0.053	-1.363	-2.232	5.810	9.231
-7.407	-11.725	1.716	2.875	0.000	0.000	-1.716	-2.875	7.407	11.725
-30.615		-59.441		0.000		-59.441		-30.615	
-24.050		-46.700		0.000		-46.700		-24.050	

C-1		C-2		C-3		C-4		C-5	
-14.776		-29.295		-27.471		-29.295		-14.776	
-11.602		-23.011		-21.579		-23.011		-11.602	
-3.257	5.652	0.304	-0.342	0.000	0.000	-0.304	0.342	4.157	-5.652
-4.157	4.450	0.258	-0.246	0.017	0.022	-0.222	0.290	3.275	-4.432
-4.157	-5.176	0.258	0.460	0.017	0.029	-0.222	-0.408	3.275	5.211
-3.257	-6.610	0.304	0.557	0.000	0.000	-0.304	-0.557	4.157	6.610
-14.776		-29.295		-27.471		-29.295		-14.776	
-11.602		-23.011		-21.579		-23.011		-11.602	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

COLUMNAS NIVEL 3 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

C-26		C-27		C-28		C-29		C-30	
-34.932		-49.700		-47.710		-49.700		-34.932	
-27.421		-39.045		-37.484		-39.045		-27.421	
-3.175	4.756	0.099	-0.175	0.000	0.000	-0.099	0.175	3.175	-4.746
-2.476	3.752	0.109	-0.094	0.030	0.042	-0.047	0.180	2.513	-3.705
-2.476	-3.600	0.109	0.141	0.030	0.047	-0.047	-0.044	2.513	3.662
-3.175	-4.621	0.099	0.118	0.000	0.000	-0.099	-0.118	3.175	4.621
-34.932		-49.700		-47.710		-49.700		-34.932	
-27.421		-39.045		-37.484		-39.045		-27.421	

C-21		C-22		C-23		C-24		C-25	
-68.971		-94.196		0.000		-94.196		-68.971	
-54.175		-73.985		0.000		-73.985		-54.175	
-5.781	8.626	0.983	-1.478	0.000	0.000	-0.983	1.478	5.781	-8.626
-4.523	6.801	0.800	-1.124	0.000	0.094	-0.745	1.200	4.523	-6.753
-4.523	-6.591	0.800	1.161	0.000	0.094	-0.745	-1.073	4.523	6.654
-5.781	-8.428	0.983	1.422	0.000	0.000	-0.983	-1.422	5.781	8.428
-68.971		-94.196		0.000		-94.196		-68.971	
-54.175		-73.985		0.000		-73.985		-54.175	

C-16		C-17		C-18		C-19		C-20	
-34.312		-50.802		-47.595		-50.802		-34.312	
-26.934		-39.886		-37.378		-39.886		-26.934	
-3.187	4.761	0.107	-0.181	0.000	0.000	-0.107	0.181	3.187	-4.761
-2.485	3.764	0.115	-0.099	0.031	0.042	-0.053	0.185	2.522	-3.717
-2.485	-3.614	0.115	0.155	0.031	0.048	-0.053	-0.058	2.522	3.677
-3.187	-4.640	0.107	0.136	0.000	0.000	-0.107	-0.136	3.187	-4.640
-34.312		-50.802		-47.595		-50.802		-34.312	
-26.934		-39.886		-37.378		-39.886		-26.934	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

COLUMNAS NIVEL 2 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

C-41		C-42		C-43		C-44		C-45	
-54.500		-87.531		-84.320		-87.531		-54.500	
-42.769		-68.751		-66.237		-68.751		-42.769	
-3.676	5.577	0.265	-0.434	0.000	0.000	-0.265	0.434	3.676	-5.577
-2.865	4.415	0.250	-0.280	0.040	0.059	-0.167	0.402	2.865	-4.348
-2.865	-4.103	0.250	0.335	0.040	0.060	-0.167	-0.211	2.865	4.177
-3.676	-5.269	0.265	0.348	0.000	0.000	-0.265	-0.348	3.676	5.269
-54.500		-87.531		-84.320		-87.531		-54.500	
-42.769		-68.751		-66.237		-68.751		-42.769	
C-36		C-37		C-38		C-39		C-40	
-107.573		-169.065		0.000		-169.065		-107.573	
-84.487		-132.805		0.000		-132.805		-84.487	
-6.607	10.002	1.065	-1.578	0.000	0.000	-1.065	1.578	6.607	-10.002
-5.167	7.893	0.874	-1.186	0.033	0.122	-0.799	1.294	5.167	-7.825
-5.167	-7.417	0.874	1.285	0.033	0.122	-0.799	-1.173	5.167	7.492
-6.607	-9.487	1.065	-1.564	0.000	0.000	-1.065	-1.564	6.607	9.487
-107.573		-169.065		0.000		-169.065		-107.573	
-84.487		-132.805		0.000		-132.805		-84.487	
C-31		C-32		C-33		C-34		C-35	
-53.706		-88.648		-84.169		88.648		-53.706	
-42.146		-69.602		-66.101		-69.602		-42.146	
-3.682	5.585	0.262	-0.431	0.000	0.000	-0.262	0.431	3.682	-5.585
-2.869	4.421	0.247	-0.278	0.043	0.059	-0.167	0.399	2.869	-4.355
-2.869	-4.110	0.247	0.331	0.043	0.590	-0.167	-0.207	2.869	4.184
-3.682	-5.278	0.262	0.342	0.000	0.000	-0.262	-0.342	3.682	5.278
-53.706		-88.648		-84.169		88.648		-53.706	
-42.146		-69.602		-66.101		-69.602		-42.146	

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

COLUMNAS NIVEL 1 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

C-56		C-57		C-58		C-59		C-60	
-73.553		-125.681		-121.210		-125.681		-73.553	
-57.711		-98.703		-95.208		-98.703		-57.711	
-2.017	2.105	0.182	-0.190	0.000	0.000	-0.182	0.190	2.017	-2.105
-1.552	1.716	0.182	-0.077	0.042	0.071	-0.100	0.222	1.552	-1.592
-1.552	-2.986	0.182	0.327	0.042	0.052	-0.100	-0.219	1.552	3.055
-2.017	-3.844	0.182	0.347	0.000	0.000	-0.182	-0.347	2.017	3.844
-73.553		-125.681		-121.210		-125.681		-73.553	
-57.711		-98.703		-95.208		-98.703		-57.711	

C-51		C-52		C-53		C-54		C-55	
-146.270		-244.632		0.000		-244.632		-146.270	
-114.872		-192.172		0.000		-192.172		-114.872	
-3.602	3.760	0.541	-0.564	0.000	0.000	-0.541	0.564	3.602	-3.760
-2.797	3.016	0.465	-0.373	0.064	0.095	-0.384	0.513	2.797	-2.892
-2.797	-5.360	0.465	0.859	0.044	0.095	-0.384	-0.760	2.797	5.430
-3.602	-6.866	0.541	1.030	0.000	0.000	-0.541	-1.030	3.602	6.866
-146.270		-244.632		0.000		-244.632		-146.270	
-114.872		-192.172		0.000		-192.172		-114.872	

C-46		C-47		C-48		C-49		C-50	
-72.776		-126.767		-121.065		-126.767		-72.776	
-57.100		-99.531		-95.077		-99.531		-57.100	
-2.019	2.107	0.182	-0.190	0.000	0.000	-0.182	0.190	2.019	-2.107
-1.552	1.717	0.182	-0.077	0.042	0.071	-0.100	0.222	1.552	-1.594
-1.552	-2.989	0.182	0.327	0.042	0.052	-0.100	0.219	1.552	3.058
-2.019	-3.848	0.182	0.347	0.000	0.000	-0.182	-0.347	2.019	3.848
-72.776		-126.767		-121.065		-126.767		-72.776	
-57.100		-99.531		-95.077		-99.531		-57.100	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

VIGAS NIVEL 4 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

	V-69			V-70			V-71			V-72		
	-4.876	4.954	-8.327	-7.982	3.775	-7.533	-7.533	3.735	-7.982	-8.327	4.954	-4.876
	-6.231	6.302	-10.620	-10.172	4.714	-9.797	-9.667	4.754	-10.172	-10.620	6.302	-6.231
	7.084	0.000	-8.231	7.732	0.000	-7.583	7.583	0.000	-7.732	8.231	0.000	-7.084
	5.571	0.000	-6.463	6.079	0.000	-5.954	5.962	0.000	-6.071	6.472	0.000	-5.561
	3.111	-10.261	15.117	-20.441	10.000	-10.000	-24.711	15.117	-20.441	10.000	-10.000	-10.261
V-78	6.379	-8.041	11.883	-16.044	12.630	-19.409	11.883	-16.044	12.630	-19.409	11.883	-8.041
	0.000	6.169	V-79	0.000	11.825	V-80	0.000	11.749	V-81	0.000	11.825	V-82
	0.000	4.856	0.000	9.293	0.000	9.236	0.000	9.293	0.000	9.293	0.000	4.850
	-7.234	-6.794	-11.974	-8.427	11.825	-5.410	11.825	-8.427	11.825	-8.427	-7.234	-6.794
	-5.655	-5.313	-9.407	-6.605	-8.660	-4.237	-9.407	-6.605	-9.407	-6.605	-5.655	-5.313
		V-65		V-66		V-67		V-68				
	-9.325	8.974	-13.518	-10.963	6.449	-17.074	-17.074	6.449	-10.963	-13.518	8.974	-9.325
	-11.974	11.119	-17.074	12.630	12.630	-11.119	-21.138	12.630	-13.960	-17.074	11.119	-11.974
	12.851	0.000	-14.245	12.532	0.000	-14.564	14.564	0.000	-12.532	14.227	0.000	-12.851
	10.102	0.000	-11.188	9.849	0.000	-11.441	11.445	0.000	-9.845	11.198	0.000	-10.092
	6.088	-5.876	12.041	-8.723	10.000	-10.000	-5.088	12.041	-8.723	10.000	-10.000	-5.876
	5.492	-4.592	9.460	-6.824	8.618	-3.973	9.460	-6.824	9.460	-6.824	5.492	-4.592
V-73	6.300	V-74	0.000	11.712	V-75	0.000	11.874	V-76	0.000	11.712	V-77	0.000
	0.000	4.954	0.000	9.209	0.000	9.340	0.000	9.209	0.000	9.209	0.000	4.954
	0.000	-11.043	15.117	-20.325	-15.117	-24.874	-15.055	-20.325	-15.055	-20.325	-15.117	-11.043
	-6.541	-8.655	-11.830	-15.947	-12.672	-19.531	-11.830	-15.947	-11.830	-15.947	-6.541	-8.655
	-4.902	4.955	-8.296	-7.947	3.736	-7.566	-7.566	3.736	-7.947	-8.296	4.955	-4.902
	-6.261	6.302	-10.330	-10.133	4.755	-9.667	-9.530	4.755	-10.133	-10.330	6.302	-6.261
	7.094	0.000	-8.222	7.721	0	-7.594	7.594	0	-7.721	8.22	0	-7.094
	5.578	0.000	-6.455	6.071	0	-5.963	5.971	0	-6.062	6.465	0	-5.569
		V-61		V-62		V-63		V-64				

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

VIGAS NIVEL 3 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

	V-91			V-92			V-93			V-94		
	-8.163	5.400	-9.952	-9.566	4.822	-9.681	-9.681	4.822	-9.566	-9.952	5.400	-8.163
	-10.119	5.208	-12.120	-11.211	6.137	-11.211	-12.121	6.137	-12.221	-13.720	5.208	-10.118
	9.342	0.000	-9.936	9.620	0.000	-9.658	-9.658	0.000	-9.620	9.934	0.000	-9.342
	7.352	0.000	-7.795	7.569	0.000	-7.579	7.599	0.000	-7.548	7.818	0.000	-9.342
V-100	9.511	-11.357	18.056	-23.466	18.056	-21.398	18.056	-23.466	18.056	-23.466	18.056	-11.357
	7.525	-8.872	14.199	-18.391	14.199	-16.796	14.199	-18.391	14.199	-18.391	14.199	-8.872
	0.000	-6.772	0.000	12.142	0.000	11.929	0.000	12.142	0.000	12.142	0.000	6.772
	0.000	5.324	0.000	9.540	0.000	9.381	0.000	9.540	0.000	9.540	0.000	5.324
	9.711	-11.970	-16.966	-19.294	-17.514	-21.723	-16.966	-19.294	-16.966	-19.294	-17.514	-11.970
	-7.622	-9.347	-13.319	-15.117	-13.785	-17.035	-13.319	-15.117	-13.319	-15.117	-13.319	-7.662
		V-87		V-88		V-89		V-90				
	-15.189	9.957	-17.467	-14.201	8.728	-21.172	-21.172	8.728	-14.201	-17.467	9.958	-15.184
	-17.335	12.720	-22.285	-18.119	11.008	-25.957	-25.957	11.008	-18.119	-22.285	12.670	-17.385
	17.132	0.000	-17.890	16.353	0.000	-18.668	-18.668	0.000	-16.353	17.890	0.000	-17.132
	13.472	0.000	-14.045	12.855	0.000	-14.662	14.662	0.000	-12.843	14.068	0.000	-13.449
V-95	9.204	-10.238	18.056	-25.358	18.056	-22.930	18.056	-25.358	18.056	-25.358	18.056	-10.238
	7.318	-7.987	14.199	-19.882	14.199	-17.983	14.199	-19.882	14.199	-19.882	14.199	-7.987
	0.000	6.909	0.000	10.249	0.000	10.398	0.000	10.249	0.000	10.249	0.000	6.909
	0.000	5.433	0.000	8.056	0.000	8.178	0.000	8.056	0.000	8.056	0.000	5.433
	9.204	-12.861	-16.601	-21.187	-18.255	-23.254	-16.601	-21.187	-16.601	-21.187	-18.255	-12.861
	-7.829	-10.054	-13.319	-16.601	-17.553	-23.254	-16.601	-16.601	-16.601	-21.187	-13.319	-9.982
	-8.203	5.405	-9.898	-9.554	4.818	-9.702	-9.702	4.818	-9.554	-9.898	5.405	-8.203
	-10.120	5.208	-12.120	-11.211	6.137	-11.211	-12.121	6.137	-12.221	-13.720	5.208	-10.119
	9.358	0.000	-9.920	9.614	0.000	-9.664	-9.664	0.000	-9.614	9.920	0.000	-9.358
	7.364	0.000	-7.783	7.564	0.000	-7.583	7.603	0.000	-7.544	7.806	0.000	-7.341
		V-83		V-84		V-85		V-86				

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

VIGAS NIVEL 2 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

	V-113			V-114			V-115			V-116			
	-7.860	5.486	-10.059	-9.661	4.798	-9.597	-9.597	4.798	-9.661	-10.059	5.486	-7.860	
	-10.021	6.274	-12.862	-12.268	6.107	-12.267	-12.267	6.107	-12.268	-12.862	6.274	-10.021	
	9.274	0.000	-1.004	9.650	0.000	-9.628	9.628	0.000	-9.650	10.004	0.000	-9.274	
	7.304	0.000	-7.843	7.597	0.000	-7.550	7.580	0.000	-7.567	7.877	0.000	-7.270	
	7.772	-9.649	14.575	-19.024	19.351	-21.776	19.351	-21.776	14.575	-19.024	7.772	-9.649	
	9.866	-12.373	18.527	-24.300	19.351	-27.753	19.351	-27.753	18.543	-24.300	9.866	-12.373	
V-122	0.000	5.460	V-123	0.000	10.368	V-124	0.000	10.347	V-125	0.000	10.368	V-126	0.000
	0.000	6.942	0.000	13.187	0.000	13.145	0.000	13.145	0.000	13.187	0.000	6.942	
	-1.077	-8.274	-16.495	-12.914	-15.671	-10.686	-13.676	-10.686	-16.495	-12.913	-8.274	-1.077	
	-9.412	-10.633	-16.495	-16.530	-15.671	-13.676	-13.676	-16.495	-16.530	-16.530	-9.412	-10.633	
		V-109		V-110		V-111		V-112					
	-14.679	10.075	-17.719	-15.026	8.660	-20.376	-20.376	8.660	-15.026	-17.719	10.076	-14.674	
	-18.735	12.418	-21.631	-18.717	11.097	-20.376	-20.376	11.097	-19.176	-21.631	12.418	-18.765	
	17.005	0.000	-18.017	13.070	0.000	-14.447	14.463	0.000	-13.054	14.174	0.000	-13.343	
	13.379	0.000	-14.138	13.070	0.000	-14.447	14.463	0.000	-13.054	14.174	0.000	-13.343	
	9.921	-9.908	16.525	-16.697	13.004	-13.413	13.004	-13.413	16.525	-16.697	9.921	-9.908	
	7.270	-7.704	13.004	-13.036	12.285	-10.471	13.004	-10.471	13.004	-13.036	7.273	-7.704	
V-117	0.000	6.997	V-118	0.000	13.126	V-119	0.000	13.231	V-120	0.000	13.126	V-121	0.000
	0.000	5.505	0.000	10.323	0.000	10.418	0.000	10.418	0.000	10.323	0.000	5.505	
	10.011	-13.033	-14.513	-24.242	-19.403	-21.577	-21.577	-14.513	-14.513	-24.242	10.011	-13.033	
	-7.874	-10.168	-14.513	-18.975	-19.403	-27.886	-27.886	-14.513	-18.975	-10.047	-7.874	-13.033	
	-7.882	5.485	-10.036	-9.638	4.799	-9.619	-9.619	4.799	-9.638	-10.036	5.485	-7.882	
	-10.129	6.274	-12.853	-12.268	6.106	-12.267	-12.267	6.106	-12.268	-12.853	6.274	-10.129	
	9.282	0.000	-9.996	9.642	0.000	-9.636	9.636	0.000	-9.642	9.996	0.000	-9.282	
	7.310	0.000	-7.837	7.591	0.000	-7.556	7.586	0.000	-7.561	7.871	0.000	-7.277	
		V-105		V-106		V-107		V-108					

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

VIGAS NIVEL 1 CONDICIONES DE CARGA 1 Y 2 PLANO 1-2

	V-135			V-136			V-137			V-138			
	-7.137	5.680	-10.433	-9.829	4.763	-9.491	-9.491	4.763	-9.829	-10.433	5.680	-7.137	
	9.092	0.000	-10.186	9.695	0.000	-9.583	9.583	0.000	-9.695	10.186	0.000	-9.092	
	7.163	0.000	-7.984	7.634	0.000	-7.513	7.546	0.000	-7.601	8.023	0.000	-7.124	
	8.071	-10.534	14.191	-19.042	10.100	-20.801	10.100	-19.042	14.191	-10.534	8.071	-10.534	
	10.199	-13.505	18.437	-24.334	18.980	-26.521	18.980	-24.334	18.437	-24.334	10.199	-13.505	
V-144	0.000	5.617	V-145	0.000	10.060	V-146	0.000	10.100	V-147	0.000	10.060	V-148	0.000
	0.000	7.135		0.000	12.790		0.000	12.825		0.000	12.790		0.000
	-7.117	-7.156		-13.000	-13.465		-13.000	-11.931		-13.000	-13.465		-7.117
	-9.079	-9.220		-16.585	-17.252		-16.041	-15.279		-16.585	-17.252		-9.079
	-13.307	10.345	-18.622	-16.375	8.604	-19.032	-19.032	8.604	-16.375	-18.622	10.346	-13.307	
	16.628	0.000	-18.394	17.072	0.000	-17.949	17.949	0.000	-17.072	18.394	0.000	-16.628	
	13.285	0.000	-14.432	13.423	0.000	-14.094	14.112	0.000	-13.405	14.473	0.000	-13.044	
	9.091	-9.279	16.560	-13.384	16.561	-11.930	16.561	-13.384	16.560	-13.384	9.091	-9.279	
	7.165	-7.202	13.034	-17.145	16.041	-15.276	16.562	-17.145	16.562	-17.145	9.091	-9.279	
V-139	0.000	7.121	V-140	0.000	10.078	V-141	0.000	10.100	V-142	0.000	10.078	V-143	0.000
	0.000	5.605		0.000	12.814		0.000	12.827		0.000	12.814		0.000
	10.199	-13.468		-19.098	-19.098		-20.803	-20.803		-19.098	-19.098		-10.505
	-7.982	-10.505		-18.460	-24.403		-18.981	-26.522		-18.460	-24.403		-10.187
	-7.148	5.680	-10.421	-9.820	4.763	-9.500	-9.500	4.763	-9.820	-10.421	5.680	-7.148	
	9.096	0.000	-10.182	9.692	0.000	-9.586	9.586	0.000	-9.692	10.182	0.000	-9.096	
	7.167	0.000	-7.980	7.631	0.000	-7.516	7.548	0.000	-7.599	8.020	0.000	-7.127	
			V-127			V-128			V-129			V-130	

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Resultados de la corrida para el análisis de la zona III

archivo edi3.eig
EDIFICIO 3 NIVELES ZONA III

E I G E N V A L U E S A N D F R E Q U E N C I E S

MODE NUMBER	EIGENVALUE (RAD/SEC)**2	CIRCULAR FREQ (RAD/SEC)	FREQUENCY (CYCLES/SEC)	PERIOD (SEC)
1	.934846E+03	.305753E+02	4.866203	.205499
2	.105534E+04	.324861E+02	5.170316	.193412
3	.148519E+04	.385382E+02	6.133539	.163038
4	.923216E+04	.960841E+02	15.292265	.065393
5	.105016E+05	.102477E+03	16.309737	.061313
6	.151146E+05	.122941E+03	19.566727	.051107
7	.309368E+05	.175889E+03	27.993544	.035723
8	.326945E+05	.180816E+03	28.777803	.034749
9	.497379E+05	.223020E+03	35.494719	.028173

B A S E F O R C E R E A C T I O N F A C T O R S

MODE #	PERIOD (sec)	X DIRECTION	Y DIRECTION	Z DIRECTION	X MOMENT	Y MOMENT	Z MOMENT
1	.205	-.141E-14	-.592E+00	.000E+00	.624E+01	-.333E-13	-.947E+01
2	.193	.595E+00	-.240E-14	.000E+00	.143E-13	.623E+01	-.476E+01
3	.163	-.495E-03	-.419E-14	.000E+00	.403E-13	-.488E-02	-.614E+01
4	.065	.319E-12	.193E+00	.000E+00	.280E+00	-.487E-12	.310E+01
5	.061	.187E+00	-.324E-12	.000E+00	-.384E-12	-.364E+00	-.150E+01
6	.051	.193E-03	-.613E-13	.000E+00	-.139E-12	-.121E-02	.197E+01
7	.036	-.153E-11	.114E+00	.000E+00	-.272E+00	-.364E-11	.182E+01
8	.035	-.111E+00	-.134E-11	.000E+00	.510E-11	-.271E+00	.886E+00
9	.028	-.816E-06	-.143E-12	.000E+00	-.513E-15	-.877E-04	-.118E+01

P A R T I C I P A T I N G M A S S - (percent)

MODE	X-DIR	Y-DIR	Z-DIR	X-SUM	Y-SUM	Z-SUM
1	.000	86.043	00.000	.000	86.043	00.000
2	86.898	.000	00.000	86.898	86.043	00.000
3	.000	.000	00.000	86.898	86.043	00.000
4	.000	9.194	00.000	86.898	95.237	00.000
5	8.634	.000	00.000	95.532	95.237	00.000
6	.000	.000	00.000	95.532	95.237	00.000
7	.000	3.192	00.000	95.532	98.430	00.000
8	3.014	.000	00.000	98.546	98.430	00.000
9	.000	.000	00.000	98.546	98.430	00.000

PROGRAM:SAP90/FILE:edi3.SPC
 EDIFICIO 3 NIVELES ZONA III

S P E C T R U M I N P U T D A T A

AMPLITUDE MULTIPLIER ----"S"-- 9.810
 DAMPING RATIO -----"D"-- .050
 ANGLE OF S1 WITH X-AXIS -"A"-- .000

MODE NUMBER	F R E Q U E N C Y			S P E C T R A L		
	RAD./SEC	CYCLES/SEC	PERIOD-SEC (D)	ACCELERATION	VELOCITY	DISPLACEMENT
1	30.58	4.87	.205499 (1)	2.122	.069	.002
			(2)	2.122	.069	.002
			(Z)	.000	.000	.000
2	32.49	5.17	.193412 (1)	2.055	.063	.002
			(2)	2.055	.063	.002
			(Z)	.000	.000	.000
3	38.54	6.13	.163038 (1)	1.886	.049	.001
			(2)	1.886	.049	.001
			(Z)	.000	.000	.000
4	96.08	15.29	.065393 (1)	1.344	.014	.000
			(2)	1.344	.014	.000
			(Z)	.000	.000	.000
5	102.48	16.31	.061313 (1)	1.321	.013	.000
			(2)	1.321	.013	.000
			(Z)	.000	.000	.000
6	122.94	19.57	.051107 (1)	1.265	.010	.000
			(2)	1.265	.010	.000
			(Z)	.000	.000	.000
7	175.89	27.99	.035723 (1)	1.179	.007	.000
			(2)	1.179	.007	.000
			(Z)	.000	.000	.000
8	180.82	28.78	.034749 (1)	1.174	.006	.000
			(2)	1.174	.006	.000
			(Z)	.000	.000	.000
9	223.02	35.49	.028173 (1)	1.137	.005	.000
			(2)	1.137	.005	.000
			(Z)	.000	.000	.000

ESTA TESIS NO SALE
 DE LA BIBLIOTECA

Conclusión y comentarios

EL trabajo realizado sobre el comportamiento de un edificio para las tres zonas en que se divide el Distrito Federal fue un poco simple debido a que (como se menciona al inicio) es un ejemplo ficticio que presenta un edificio geométrico y regular en su aspecto con el fin de mostrar la solución de la estructura de manera sencilla y clara.

También debo decir que los aspectos aquí considerados para el análisis no son una fórmula a seguir para la solución de otras estructuras, ya que cada una posee un funcionamiento diferente, así como condiciones y características que hacen que cada problema sea único y solo la experiencia y el sentido común de los ingenieros pueden dar soluciones adecuadas para cada problema.

En el desarrollo de este trabajo se incluyeron algunos conceptos teóricos que sirvieron como base para aplicar los criterios a seguir, así como los aspectos que es necesario considerar y que RCDF y las NTC nos indican, aunque no se trataron muy a fondo fue lo suficientemente claro para indicar de donde partimos.

Con respecto a los resultados y a su comparación que se hizo de ellos puedo concluir lo siguiente: el que los valores de los elementos mecánicos sean parecidos se debe a la baja altura del edificio, de lo contrario podrían tenerse valores más altos, el que se tenga una planta regular también minimiza los efectos de torsión en el edificio.

Cabe aclarar que no se consideró en el análisis la interacción suelo estructura de la zona I ya que es aplicable sobretodo a estructuras desplantadas sobre suelos de mediana a alta compresibilidad.

Glosario

- Acciones accidentales.** No están relacionadas con el funcionamiento del edificio y pueden alcanzar intensidades significativas solo durante lapsos breves; estas son: Acciones sísmicas, los efectos del viento y los efectos de explosiones, incendios y otros fenómenos.
- Acciones permanentes.** Obran en forma continua sobre la estructura y su intensidad varía poco con el tiempo y son: la carga muerta, empuje estático de tierra y líquidos y las deformaciones y desplazamientos.
- Acciones variables.** La intensidad con la que actúan sobre la estructura varía significativamente con el tiempo y son la carga viva y los efectos de temperatura.
- Acciones.** Es lo que generalmente se denominan cargas, e incluye a todos los agentes externos que inducen en la estructura fuerzas internas, esfuerzos y deformaciones como puede ser los hundimientos de la cimentación y los cambios volumétricos, los efectos ambientales de viento, temperatura, corrosión etc.
- Aceleración** La aceleración es el cambio de velocidad y se determina por una medida de longitud y una de tiempo al cuadrado. La intensidad de un sismo depende de la aceleración que produce en el terreno.
- Acoplamiento de ondas.** Conjunto de dos modos sísmicos de igual velocidad y frecuencia que viajan juntos a lo largo de una interfase entre dos medios, y se transmiten energía mutuamente.
- Alteración del movimiento.** Se produce por la presencia de la estructura en el terreno, considerando a esta como un cuerpo rígido. Una parte de la energía cinética que introduce un sismo se vuelve a transmitir hacia el suelo y se disipa por el amortiguamiento del mismo, se debe a la interacción entre la vibración de la estructura y la del suelo.
- Amortiguadores.** Dispositivos mecánicos que emplean la viscosidad para absorber energía de las vibraciones; suelen usarse para prevenir la resonancia.

Amplificación local. Cuando las ondas sísmicas se transmiten a través de la roca subyacente a los estratos del suelo que se encuentran entre esta y la cimentación se produce una amplificación local.

Análisis. Se refiere a las actividades que se deben llevar a cabo para obtener la respuesta de la estructura ante las diferentes acciones exteriores que la puedan afectar durante su vida útil.

Cargas muertas. Se pueden considerar como los pesos de todos los elementos constructivos, acabados y todos los elementos que ocupan una posición permanente y su peso no cambia con el tiempo.

Cargas vivas, se pueden considerar como las fuerzas que se producen por el uso y la ocupación de las edificaciones y que no son permanentes.

Coefficientes sísmicos. El coeficiente sísmico c , sirve de base para la construcción del espectro de aceleración de diseño o puede usarse directamente como la fracción del peso total de la construcción, W , que constituye la fuerza cortante horizontal, V , que actúa en la base de la construcción. Se determina de acuerdo con: La clase de terreno (de alta o baja compresibilidad) El tipo de construcción El grupo al que pertenece el edificio.

Dimensionamiento. Es una etapa del diseño estructural en la que se define detalladamente la estructura y se revisa si cumple con los requisitos de seguridad adoptados.

Ductilidad. Es la propiedad que tienen algunos cuerpos para modificar su forma o posición sin romperse al recibir un esfuerzo, después de su elasticidad pero aún dentro de su plasticidad, por ejemplo las varillas de acero.

Elasticidad Al aplicar una fuerza a un cuerpo este se deformará en menor o mayor medida, cuando esta fuerza se interrumpe el cuerpo tiende a recuperar su forma inicial, a esta propiedad se le denomina elasticidad, por ejemplo: un edificio dependiendo de cómo este estructurado podrá ser más o menos elástico; si el edificio es rígido (poco elástico) y resistiera el impacto del sismo sin romperse seguiría los movimientos del terreno; pero si ese mismo edificio fuera flexible no seguiría el movimiento del suelo, y aunque este ya se halla detenido el edificio por su elasticidad continuará moviéndose antes de volver a su estado de reposo

Epicentro. Punto sobre la superficie terrestre situado sobre el foco o hipocentro del sismo.

Estado límite de falla. Esta relacionado con la seguridad, corresponde a situaciones en las que la estructura sufre una falla total o parcial o simplemente presenta daños que afectan su capacidad para resistir nuevas acciones.

Estado límite de servicio. Se considera como aquella que sin poner en juego la seguridad de la estructura afecten el correcto funcionamiento de la construcción y comprende las deflexiones, agrietamientos y vibraciones excesivas así como el daño a elementos no estructurales de la construcción.

Estado límite de una estructura. Se llamará así a cualquier etapa de su comportamiento a partir de la cual su respuesta se considera inaceptable. Se definen dos tipos de estados límites.

Estructuración. Es la parte del proceso en la cual se determinan los materiales que van a constituir la estructura, la forma general de ésta el arreglo de sus elementos constitutivos, sus dimensiones y características más esenciales. Esta es la parte fundamental del proceso y de la elección correcta del sistema dependerá más que de ningún otro aspecto que se obtengan buenos resultados.

Factor de amplificación. El factor de amplificación se utiliza para evitar el fenómeno de resonancia (esto significa que el periodo de vibración del suelo sea distinto al periodo de vibración de la estructura) ya que cuando estos dos periodos se igualan, los esfuerzos aumentan y el factor de amortiguamiento será las veces que el esfuerzo sea mayor.

Falla dúctil. Al llegar una sección o elemento a un estado límite, esta no pierde bruscamente capacidad de carga y presenta un colapso, sino que es capaz de mantener su carga máxima para deformaciones mayores que las que correspondieron inicialmente a la ocurrencia del estado límite.

Falla frágil. es la que ocurre en forma brusca y sin aviso

Falla o falla geológica. Zona de fractura en el material de la corteza a lo largo de la cual los bloques adyacentes han sufrido una dislocación o un desplazamiento relativo paralelo a la falla; el plano de la falla puede ser vertical u oblicuo, y la dislocación total puede ser de centímetros o de metros.

Foco sísmico o hipocentro. Punto de la falla donde se origina la ruptura y en el que se genera el primar pulso de las ondas longitudinales P registrado en las estaciones sismológicas. Se define mediante las coordenadas de longitud y latitud y la profundidad focal.

Frecuencia. Número de veces que se repite una onda por unidad de tiempo. La unidad de frecuencia es el Hertz o ciclo por segundo; el período es el inverso de la frecuencia.

Fuerzas internas. Son aquellas que producen a una sección falla por cortante, flexión, torsión, carga axial o una combinación de estas, produciendo un estado límite de falla, inestabilidad, pandeo en algún miembro y falla por fatiga

Inercia. Es una propiedad de los cuerpos que hace que se opongan a un movimiento cuando están en reposo y viceversa. Por ejemplo: Un edificio, de cierta manera está ligado al suelo el cual al moverse lo arrastra, pero por su inercia tenderá a quedarse en su posición original.

Intensidad de un sismo. La intensidad es una medida subjetiva, no instrumental de los efectos aparentes causados por el evento. Tiene como propósito evaluar las manifestaciones específicas de la sacudida sísmica de modo que se pueda cuantificar la violencia del movimiento en un lugar determinado y la manera como ella se atenúa con la distancia. Esta información es esencial para cuantificar el peligro que impone el sismo y para evaluar el efecto sobre las estructuras.

Intensidad. Medida cualitativa de la severidad de la sacudida del terreno producida por un sismo en determinado lugar. Es una medida no instrumental de los efectos aparentes causados por el sismo.

Licuefacción. Transformación de suelos granulares saturados y poco consolidados, por ejemplo arena, en una masa con propiedades de un líquido o fluido debido a la vibración del terreno causada por un sismo.

Magnitud de un sismo. La magnitud es un parámetro independiente del sitio de observación y corresponde a una medición cuantitativa del tamaño de un sismo en su fuente, relacionada con la energía sísmica liberada durante el proceso de ruptura de la falla. Las medidas más usuales son la magnitud Richter, magnitud de ondas de cuerpo (m_b), magnitud de ondas de superficie (M_s) y magnitud momento (M_w). Las tres primeras se determinan midiendo la máxima amplitud de las ondas en un sismo grama. La magnitud momento, en cambio, se relaciona con las características físicas del fenómeno.

- Modos de vibración.** Los modos de vibración se refieren al movimiento de las masas, si se tiene una barra con tres masas y estas se mueven uniformemente, de un lado a otro, se tiene el primer modo de vibración o modo fundamental, pero si una de las masas (la última por ejemplo) se mueve diferente a las demás, se presenta el segundo modo de vibración y si las tres se mueven diferentes se presenta el tercer modo de vibración, y es igual si se tienen 4, 5 ó más masas, puede tener 20 modos de vibrar. Lo mismo sucede con un edificio, se puede suponer que la carga que recibe cada nivel se comporta como una masa y si tuviera 20 niveles, se podría mover de 20 modos, pero después del primero las deformaciones y los esfuerzos disminuyen, por lo tanto sólo basta con estudiar los tres primeros modos.
- Moho.** Discontinuidad entre la corteza terrestre y el manto superior, señalada por un incremento repentino en la velocidad de propagación de las ondas sísmicas.
- Movimiento pendular.** Un péndulo es una masa sujeta a un hilo fijo, al aplicar un impulso esta se mueve de un lado a otro, el recorrido que hace de ida y vuelta se llama periodo completo y no cambia con la intensidad del impulso, sólo se altera cambiando la longitud de la cuerda, su duración es independiente del peso de la masa y de la amplitud de la oscilación. Dentro de los límites de la elasticidad en los que una barra no tenga roturas ni deformaciones plásticas tendrá un mismo periodo; un edificio puede considerarse como una barra empotrada en el terreno, suponiendo que las masas se encuentran a la altura de los diferentes entrepisos y con este sucederá lo mismo que con el péndulo, sólo que en posición invertida.
- Núcleo terrestre.** Parte central de la Tierra que se inicia a 2 900 Km de profundidad, se supone constituido por hierro y níquel, en estado líquido en la parte exterior y sólido en la central.
- Ondas P.** Ondas sísmicas internas o de cuerpo, llamadas también primarias, longitudinales o de compresión se trata de ondas elásticas que comprimen y dilatan el medio sólido en la dirección de propagación; son las ondas sísmicas que se propagan a mayor velocidad.
- Ondas S.** Ondas sísmicas internas o de cuerpo, llamadas también secundarias, transversales o de cizalla; se trata de ondas elásticas que producen en el medio esfuerzos de cizalla y cuyo movimiento es transversal a la dirección de propagación; no se puedan propagar en un medio líquido y su velocidad de propagación es menor que la de las ondas P.
- Ondas sísmicas.** Ondas elásticas generadas por un sismo que se propagan a partir del foco en todas direcciones.

- Ondas superficiales. Ondas sísmicas que se propagan por la superficie de la Tierra; hay dos tipos de ondas de superficie: las Lov o L y las Rayleigh o R; la velocidad de propagación es menor que la de las ondas de cuerpo.
- Pangea. Supercontinente universal: Según la teoría de la tectónica de placas, hace 200 millones de años todos los continentes estaban unidos y formaban una sola masa continental.
- Periodos de vibración del terreno. El periodo de vibración del terreno depende de sus características, dando como resultado comportamientos sísmicamente distintos según la dirección en que se propague el movimiento. Es importante tomar en cuenta los posibles valores de los periodos dominantes del terreno donde se va a construir ya que la estructura se moverá de algún modo y de acuerdo con él soportará diferentes esfuerzos.
- Placa tectónica (placa litosférica) Segmento relativamente grande y rígido de la litosfera, que incluye la corteza y la parte superior del manto. Se desplaza sobre la litosfera, en relación con las placas adyacentes. La superficie de la Tierra se divide en unas 17 placas mayores.
- Profundidad focal. Profundidad del foco del sismo bajo la superficie terrestre.
- Resonancia. Amplificación de un movimiento armónico que se produce cuando la frecuencia propia de un resonador (por ejemplo: un edificio) es la misma que la del medio (por ejemplo: el suelo). El fenómeno de resonancia, se refiere a la sincronización de movimientos o impulsos entre la barra empotrada (que tenga una o varias masas) y el terreno que la sostiene. Por ejemplo si se tiene una barda que va a ser derribada con una cuerda por un demoledor, es de suponerse que este no tiene la fuerza necesaria para hacerla caer al primer tirón, pero si logra moverla y sincroniza sus esfuerzos con los movimientos de la barda, a cada tirón se sumará el esfuerzo elástico de la misma y acabará por derribarla.
- Respuesta de la estructura. Se representa por el conjunto de parámetros físicos que describen su comportamiento ante las acciones aplicadas, para que la construcción cumpla con las funciones para las cuales esta proyectada su respuesta debe de mantenerse dentro de límites que no afecten su correcto funcionamiento ni su estabilidad. Estos límites dependen del tipo de construcción y de su destino; están definidos dentro de los códigos de diseño.

Respuesta dúctil. La gran mayoría de los edificios se diseñan para resistir fuerzas sísmicas laterales que son menores a las que se desarrollarían para una estructura de respuesta elástica. Para esos casos, las deformaciones son mayores que las elásticas en la estructura, y por tanto se requiere ductilidad. Dependiendo del nivel de fuerzas adoptado en el diseño resistente, el nivel de ductilidad requerido puede variar en gran medida: puede ser muy reducido o puede llegar a casos de pleno uso de la ductilidad (con la necesidad, por ejemplo de consideraciones especiales en el detallamiento del hormigón armado)

Sincronización. Es hacer que coincida un esfuerzo con un movimiento para incrementarlo.

Sismo oscilatorio. Movimiento sísmico de baja frecuencia.

Sismo trepidatorio. Movimiento sísmico de alta frecuencia.

Sismo. Los sismos son perturbaciones súbitas en el interior de la tierra que dan origen a vibraciones o movimientos del suelo; la causa principal y responsable de la mayoría de los sismos (grandes y pequeños) es la ruptura y fracturamiento de las rocas en las capas más exteriores de la tierra. Como resultado de un proceso gradual de acumulación de energía debido a los fenómenos geológicos que deforman la superficie de la tierra, dando lugar a las grandes cadenas montañosas.

Sismógrafo. Instrumento que consigna el movimiento de la superficie de la Tierra producido por un sismo; el registro obtenido, llamado sismograma, es una representación amplificada del movimiento en función del tiempo.

Sismología. Rama de la geofísica que estudia los sismos, las fuentes sísmicas y la propagación de las ondas sísmicas a través de la Tierra.

Tectónica de placas. Teoría que trata del movimiento de las placas litosféricas e intenta explicar el origen de los sismos, los volcanes y las cordilleras montañosas, como una consecuencia del desplazamiento relativo de dichas placas o de la interacción entre ellas.

Terreno blando. Suelo de baja resistencia, generalmente saturado de agua, que suele encontrarse en anteriores fondos de bahía o de lago y en zonas de relleno artificial.

Zona epicentral. Región geográfica que rodea el epicentro de un sismo.

BIBLIOGRAFÍA:

Melí Roberto, "Diseño Estructural", 2da.edición Editorial Limusa

Ambrose James, "Diseño Simplificado de Edificios para cargas de viento y sismo", Editorial Limusa

Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C. "Interacción Suelo-Estructura y Diseño Estructural de Cimentaciones" Memorias del simposio realizado en el CENAPRED en México, D.F. 1991

Departamento del Distrito Federal: "Normas Técnicas para Diseño por Sismo". 2000

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal

Dowrick D.J. "Diseño de Estructuras Resistentes a Sismos para Ingenieros y Arquitectos" Editorial Limusa.

Secretaría General de Obras del Departamento del Distrito Federal, "Manual de exploración Geotécnica"

Oscar de Buen y López de Heredia, "Apuntes de Diseño Estructural" Facultad de Ingeniería, UNAM.