

01121  
125



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL,  
TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA

**“PROYECTO INTEGRAL DEL EDIFICIO  
DE APARTAMENTOS DE LA CALLE DE  
MALAGA EN EL D.F.”**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
**I N G E N I E R O C I V I L**  
P R E S E N T A N:

**SÁNCHEZ / VARGAS | MANUEL**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

DIRECTOR: M.I. MIGUEL ANGEL RODRÍGUEZ VEGA

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D.F.

MAYO 2003

A





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/125/01

Señor  
**MANUEL SÁNCHEZ VARGAS**  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. MIGUEL ANGEL RODRÍGUEZ VEGA**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

**"PROYECTO INTEGRAL DEL EDIFICIO DE APARTAMENTOS DE LA CALLE MALAGA EN EL D.F."**

- I. INTRODUCCION
- II. PROYECTO ARQUITECTÓNICO
- III. ESTUDIOS PREVIOS
- IV. CARGAS EN LA ESTRUCTURA
- V. ELEMENTOS MECÁNICOS EN LA ESTRUCTURA
- VI. DIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES
- VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- VIII. BIBLIOGRAFÍA

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

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

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

Atentamente  
"POR MI RAZA HABITARA EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria a 19 de Julio de 2001  
EL DIRECTOR

M. C. GERARDO FERRANDO BRAVO  
GFB/GMP/mrsg.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de UNAM a difundir en formato electrónico e imprimir el contenido de mi trabajo respectivo.  
NOMBRE: Sánchez Vargas Manuel

FECHA: 23 de Abril del 2003

FIRMA: [Firma]

3

## Agradecimientos

Gracias Señor por haberme dado la oportunidad de llegar a este momento, por haber visto mis pasos a este ciclo de mi vida, gracias por mantenerme en esta vida llena de sorpresas, gracias por rodearme de gente increíble, y gracias por haberme puesto en este camino.

Gracias Dios mío

A ti, que me cargaste durante nueve meses, que soportaste mis llantos, mis caprichos, mi cerrazón, mi risa, mi alegría, mis locuras, etc. A ti mi confidente, mi amiga, la que nunca me deja, que gracias a ti estoy aquí, y que sin ti no hubiera podido lograr este momento, porque eres parte de esto y de mi vida.

Gracias Mamá, Doña María Inéz Vargas y Amigón

A ti, que me llevaste a conocer el mundo, a ti que me enseñaste a observar, que me enseñaste a valorar, que me forjaste fuerza, a que me fijara y analizara todo lo que me rodea, que por tu carácter eres parte de este ciclo de mi vida, por tu cariño y dedicación.

Gracias Papá, Ing. Manuel Sánchez y Díaz

A ustedes, que aparecieron en mi vida, sin pensarlo los quise, los quiero y los seguiré queriendo, a los que me han dado la alegría de convivir con ellos, a los que sin ustedes no tendría sentido mi familia, gracias por haber estado junto a mí, y soportado mi calidad de hermano mayor, y por orden de aparición y no por importancia, gracias a ti Cocolitos, que con tu compañía mi vida ha sido mas padre, aunque seas enojón, eres increíble, gracias a ti Gigi, que te conocí mucho después, sin tu sonrisa y sin tu forma de vivir la vida tan alegre, no sería tan feliz.

Gracias José Luis y Lilia Inés Sánchez Vargas

A ustedes que sin estar junto a mi, se que estoy dentro de sus corazones, para apoyarme donde quiera que estén, por haberme dado su cariño incondicional, por ser los consentidores por excelencia, a ustedes mis abuelos, que me han apoyado.

Gracias David Sánchez y Esperanza Díaz

A ti, que me acogiste en tu casa y que hice destrozo en ella, que me perdonaste todas las plantas de tu jardín cuando jugaba con tus otros nietos, por tu comprensión y cariño.

Gracias Gudelia Amigón Ríos

A ti que llegaste a mi vida de la forma mas alegre, que sin saberlo ni pensarlo me haz enseñado un camino de felicidad y alegría, gracias por haberme sacado esa sonrisa y esa alegría que tenia escondida, gracias por tu apoyo, por estar a mi lado e impulsarme a ser mejor, y que gracias a ti, si a ti ti ti ti e ti, ha sido increíble llegar a este momento.

Gracias, Tere

A mi joven amigo que me apoyaste en la facultad, que me diste la fuerza para acabar y no doblegarnos ante las circunstancias, gracias por seguir hombro a hombro en las buenas y en las malas.

Gracias, José Luis Monterrosas Figueiras

Gracias a la "Universidad Nacional Autónoma de México" por haberme abierto las puertas a la mejor facultad para seguir con mis estudios, poder crecer dentro de esa pluralidad y disfrutar el ser estudiante en la mejor Universidad, gracias a la "Facultad de Ingeniería" por darme los conocimientos necesarios para ser un profesionista integro, gracias a mi Universidad, porque soy Puma y tengo mi corazón lleno de Azul y Oro.

Este trabajo se lo dedico a mis amigos, con los que conviví en mi vida estudiantil, que me apoyaron y por orden de aparición, el "MAN" Víctor Estuardo Herrera Prado, lo logre, y acabe, y creo que me voy a despedir de los toros, "Logarini" Gerardo Adrián Lozada Rodríguez, aunque no me avisaste de tu titulación, Al ingeniero Mario Alonso Gutiérrez Ortiz, y a toda su familia, "Pavelin" Oscar Pavel López Corona, ahora vas tu mika, y le vas apurando heeee!!!!, primero titulo y luego hijos, A Iris Estela Triana Salce gracias por tu apoyo.

También se lo dedico a mis amigos de la Facultad de Ingeniería, momento cumbre en mi vida y bien a recordar a todos, ¿como no?, "Jordy", "Tribilin", o como sea, Sir Jorge Eduardo Luna Rivera, "Sayayin" Ricardo Pichardo, "Little John", Juan Murillo Tamayo, "Pipo" Felipe Zambrano di Lucio, "Quinquin" o el nuevo "Enrikikis", el desconocido mas conocido: Enrique Sánchez Morales (y que quede bien claro que no es mi primo), "Chente" no "cachentes" Vicente Granados Sánchez, "Taz" Esteban Magos Huacuja, "Pollisimo" Eduardo Lazaro Cárdenas Trejo, Gaby, Nashelilla, Pili, Arutoro Gaytan, Josué, al Men...chaca, y a todos los que me me conocen y que no los pongo porque la lista es, y saben que es muy grande.

D

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN .....  | 1  |
| I PROYECTO ARQUITECTONICO .....   | 2  |
| I.1) PLANTA .....   | 2  |
| I.1.1) DESCRIPCION ARQUITECTONICA.....                                      | 3  |
| I.1.2) AREA LIBRE .....   | 3  |
| I.1.3) CAJONES DE ESTACIONAMIENTO .....                                     | 3  |
| I.1.4) VENTILACION E ILUMINACION.....                                       | 3  |
| I.1.5) INSTALACIONES HIDROSANITARIAS .....                                  | 5  |
| I.1.6) INSTALACIONES ELECTRICAS .....                                       | 6  |
| I.1.7) PREVENCIONES Y SALIDAS DE EMERGENCIA.....                            | 6  |
| I.1.8) LA CONSTRUCCION SE REALIZARA CON LOS<br>MATERIALES SIGUIENTES: ..... | 6  |
| I.2) ALZADO DE FACHADA PRINCIPAL .....                                      | 6  |
| I.3) ALZADO DE FACHADA POSTERIOR .....                                      | 6  |
| I.4) CORTES .....   | 6  |
| II ESTUDIOS PREVIOS .....   | 12 |
| II.1) TOPOGRAFIA.....   | 12 |
| II.2) ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS .....                                   | 13 |
| III CARGAS EN LA ESTRUCTURA.....  | 19 |
| III.1) Descripción de elementos estructurales .....                         | 20 |
| III.2) Análisis de cargas .....   | 22 |
| III.2.1) Carga muerta.....  | 22 |
| III.2.2) Carga viva .....   | 23 |
| III.2.3) Efectos de sismo .....   | 24 |
| IV.1) Descripción de programa SAP 2000.....                                 | 34 |
| IV.2) Análisis de la estructura.....  | 35 |
| V DIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES ...                           | 59 |
| V.1) Dimensionamiento de sistema de piso .....                              | 59 |
| V.2) Dimensionamiento de trabes .....                                       | 67 |
| V.3) Dimensionamiento de columnas.....                                      | 70 |
| BIBLIOGRAFIA.....   | 78 |

## Introducción

En México y en el mundo, se ha presentado un problema a lo largo de los años, que no lo hemos podido resolver, es el del crecimiento demográfico, este crecimiento que ha extendido a muchas poblaciones, y que tal vez ninguno de sus pobladores, pudiera haber concebido la idea que no conocería su tierra, o sus fronteras, este problema a perjudicado, pero también ha traído beneficios, a juntado o a acortado distancias entre poblaciones, pero en el caso de la Ciudad de México, el decir acortar distancias es imposible, hoy en día más del 37 % de la población total de México, se concentra en el Distrito Federal (D.F.), esto hace que la población se extienda a las fronteras de la ciudad, así, hasta no distinguir la frontera de esta, una de las soluciones para que en el D.F. deje de crecer a "los lados", es crecer hacia arriba, construyendo edificio, altos, tan altos como nos lo permita la economía y el suelo de esta ciudad.

Como sabemos, la ciudad de México está en un suelo lacustre, lo que nos impide la construcción de grandes edificios, como en otras ciudades del mundo como el "Empire State" en New York, "Sears Tower" en Chicago y no dejemos atrás a las "Torres Petronas", nuestro suelo, no soportaría el peso de alguno de estos, prácticamente se hundiría, pero como buenos ingenieros mexicanos, decimos "todo se puede hacer", pero bajo un buen soporte factible económico.

A pesar de que los cálculos de suelos, anteriormente eran supuestos, por la estratigrafía supuesta, la realidad, nos hace ahora modificar criterios, especificar, en base a la realidad, ahora con el conocimiento de la mecánica de suelos, se ha explicado fallas ya producidas, y profetizando fallas futuras, hoy un estudio nos puede dar mayor certeza de que un buen diseño no falle tan fácilmente.

El 16 de Septiembre de 1985 la ciudad de México recibió un golpe terrible, recibiendo un sismo de 8.5 grados en la escala de Richter, esto nos hizo pensar en el lugar en el que estamos, muchas vidas se perdieron en ese fatal incidente; al pensar en este suceso, no podemos seguir con los mismos criterios, sabemos que la naturaleza es muy poderosa, y que no la debemos retar, pero si podemos suponer ciertas incidencias de eventos naturales como el que vivimos en esa época, y estudiar los periodos de retorno de estos eventos, dándole una vida útil a las cosas, saber para que son y cual es el objetivo de una estructura.

Para evitar los problemas y errores humanos, se dieron a la tarea varios ingenieros reconocidos, formar un reglamento y unas normas, hacer las cosas para un bienestar común, pero el enfoque de este trabajo no es el juzgar este trabajo, si no el objetivo es ver el diseño de edificios con estas normas, cumpliendo con ciertas expectativas para una ciudad tan grande como la ciudad de México, así podemos ayudar a resolver un problema de población, utilizando los conocimiento que aporta una licenciatura de ingeniería civil y sobre todo en la "Facultad de Ingeniería"

# I PROYECTO ARQUITECTONICO

## I.1) PLANTA

El proyecto consiste en la construcción de un edificio de departamentos en condominio de 3 niveles, cada departamento consta de 233 m<sup>2</sup>, este se construirá en un predio de 392.9 m<sup>2</sup> ubicado en la calle de Málaga No. 11, Col. Insurgentes Mixcoac delegación Benito Juárez, México D.F.

El edificio se construirá a base de marcos rígidos de concreto, integrados por columnas y traveses que soportaran un sistema de losa reticular.

La planta baja (figura I.1.1) se destinará para estacionamiento, con un área de 250 m<sup>2</sup>, con sus respectivas áreas de servicio, recepción, vigilancia y el cuarto de bombas.

Las plantas de los niveles 1 y 2, la planta tipo figura I.1.2, se destinará para departamentos, cada nivel es de un departamento y consta de:

- 3 recamaras
- Cocina
- Sala comedor
- 3 baños
- 3 closets
- Patio de servicio
- Cuarto de planchado

Las áreas comunes serán:

- Cubos de iluminación
- Accesos al inmueble
- Escaleras de acceso
- Elevador

En el último nivel solo se construirá la cubierta del acceso a este nivel y la cubierta del elevador.

Los materiales empleados en la construcción serán: en las columnas, traveses, losas, cimentación de concreto armado, en los muros divisorios de tabique ligero, en las fachadas se usarán materiales de acabados aparentes, en las puertas y ventanas será cancelaría de aluminio y vidrio.



### **I.1.1) DESCRIPCION ARQUITECTONICA**

El proyecto consiste en construir un edificio de departamentos en condominio en tres niveles, con una superficie total construida de 575.76 m<sup>2</sup>, en la planta baja se construirá la recepción, cuarto de vigilancia, cubo de elevador, escaleras de acceso a los niveles superiores, cuarto de bombas y área de estacionamiento, en los niveles 1 y 2 se pretende construir un departamento por nivel, y consta de lo siguiente; 3 recamaras, sala comedor, baños, sala de TV., y en el nivel 3 (figura I.1.3) se construirá la cubierta de las escaleras de acceso a la azotea y la cubierta del elevador.

### **I.1.2) AREA LIBRE**

La superficie del terreno es de 392.9 m<sup>2</sup> a la cual de acuerdo al artículo 77 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF-93) y el acuerdo publicado en el diario oficial de la federación el 4 de Octubre de 1993 de las zonas ecológicas de desarrollo controlado (ZEDEC) de la colonia Insurgentes Mixcoac indican que los predios menores de 500 m<sup>2</sup>, deberán dejarse de construir el 25% de su área, que para el predio en cuestión le corresponden 98.22 m<sup>2</sup>, sin embargo se dejan en el proyecto 145.86 m<sup>2</sup> sin construir, por lo que se encuentra cumpliendo holgadamente con este requisito.

### **I.1.3) CAJONES DE ESTACIONAMIENTO**

De acuerdo al ZEDEC indica que por cada vivienda construida le corresponden dos cajones de estacionamiento por departamento, mas un incremento del 15% para visitantes, se proporcionan 6 cajones de estacionamientos, en el proyecto existe el área libre sin construir y el espacio suficiente para cubrir este requisito.

### **I.1.4) VENTILACION E ILUMINACION**

En lo referente a los artículos 90 y 91 del RCDF-93 donde se indican los requisitos mínimos que se deben cumplir para la iluminación y ventilación de los locales habitables y cocinas domesticas, baños, estos contarán con la ventilación natural por medio de ventanas al lado norte y oeste de la construcción, por el lado sur y oriente de la construcción en planta baja y planta alta se iluminara y ventilará directamente por medio de ventanas que dan directamente a superficies descubiertas y terrazas, a continuación se indica la tabla de locales I.1.4.1 que requiere ventilación y la tabla I.1.4.2 que requieren iluminación.

**Tabla I.1.4.1  
VENTILACION**

| Nivel | Local              | Superficie req. (m <sup>2</sup> ) | Superficie proporcionada (m <sup>2</sup> ) |
|-------|--------------------|-----------------------------------|--|
| PB.   | Recepción          | 0.69                              | 1.50                                       |
|       | Vigilancia         | 0.25                              | 2.00                                       |
| 1     | Recamara Principal | 0.70                              | 3.02                                       |
|       | Recamaras          | 0.57                              | 3.02                                       |
|       | Cocina             | 0.80                              | 2.16                                       |
|       | Comedor            | 0.65                              | 3.46                                       |
|       | Estancia           | 1.68                              | 2.16                                       |
|       | Cuarto de TV.      | 0.45                              | 1.01                                       |
|       | Baños              | 0.60                              | 1.51                                       |
| 2     | Recamara principal | 0.70                              | 3.02                                       |
|       | Recamaras          | 0.57                              | 3.02                                       |
|       | Cocina             | 0.80                              | 2.16                                       |
|       | Comedor            | 0.65                              | 3.46                                       |
|       | Estancia           | 1.68                              | 2.16                                       |
|       | Cuarto de TV..     | 0.45                              | 1.01                                       |
|       | Baños              | 0.60                              | 1.51                                       |

**Tabla I.1.4.2  
ILUMINACIÓN**

| Nivel | Local              | Superficie req. (m <sup>2</sup> ) | Superficie proporcionada (m <sup>2</sup> ) |
|-------|--------------------|-----------------------------------|--|
| PB.   | Recepción          | 2.76                              | 4.20                                       |
|       | Vigilancia         | 1.00                              | 1.80                                       |
| 1     | Recamara Principal | 5.06                              | 5.76                                       |
|       | Recamaras          | 3.78                              | 5.04                                       |
|       | Cocina             | 3.20                              | 6.02                                       |
|       | Comedor            | 3.60                              | 7.56                                       |
|       | Estancia           | 7.50                              | 10.34                                      |
|       | Cuarto de TV..     | 3.44                              | 5.04                                       |
|       | Baños              | 0.60                              | 1.00                                       |
| 2     | Recamara principal | 5.06                              | 5.76                                       |
|       | Recamaras          | 3.78                              | 5.04                                       |
|       | Cocina             | 3.20                              | 6.02                                       |
|       | Comedor            | 3.60                              | 7.56                                       |
|       | Estancia           | 7.50                              | 10.34                                      |
|       | Cuarto de TV..     | 3.44                              | 5.04                                       |
|       | Baños              | 0.60                              | 1.00                                       |

### **I.1.5) INSTALACIONES HIDROSANITARIAS**

El edificio habitacional, ubicado en zona cuya red pública de agua potable tiene una presión inferior a diez metros de columna de agua, cuenta con cisterna calculada para almacenar dos veces la demanda mínima diaria de agua potable de la edificación y equipada con sistema de bombeo.

Las cisternas es completamente impermeables, tiene registros con cierre hermético y sanitario y se ubica a tres metros, de cualquier tubería permeable de aguas negras.

Los tinacos se colocaron a una altura de aproximadamente dos metros por arriba del mueble sanitario más alto. Son de materiales impermeables e inocuos y tiene registros con cierre hermético y sanitario.

Los tinacos o depósitos tienen fácil acceso para su limpieza están apoyados en una estructura rígida y resistente. El poco cuidado en el diseño de estos elementos ha propiciado que el aspecto visual sea muy desagradable; pero este esta integrando a la volumetría del edificio.

Las tuberías, conexiones y válvulas para agua potable deberán son de cobre rígido.

Las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios tienen llaves de cierre automático y aditamentos economizadores de agua; los excusados tienen una descarga máxima de seis litros en cada servicio; las regaderas y los mingitorios, tienen una descarga máxima de diez litros por minuto, dispositivos de apertura, cierre de agua que evita su desperdicio; los lavabos, las tinas, lavaderos de ropa y fregaderos tienen llaves que no consuman más de diez litros por minuto.

En las edificaciones de habitación unifamiliar de hasta 500 m<sup>2</sup> y consumos máximos de agua de 1000 m<sup>3</sup> bimestrales, ubicadas en zonas donde exista el servicio público de alcantarillado de tipo separado, los desagües serán separados, uno para aguas pluviales, y otro para aguas residuales. En el caso de esta edificación los desagües están separados y estarán sujetos a los proyectos de uso racional del agua, reúso, tratamiento, regularización y sitio de descarga que apruebe el departamento.

Las tuberías de desagüe de los muebles sanitarios son de hierro fundido, y cloruro de polivinilo.

Los albañales tienen registros colocados a distancia no mayores de diez metros entre cada uno y cada cambio de dirección del albañal. Los registros son de 50 x 60 cm. Los registros tienen tapas con cierre hermético, a prueba de roedores.

### **I.1.6) INSTALACIONES ELECTRICAS**

Los locales habitables, cocinas, baños tienen un contacto o salida de electricidad con una capacidad nominal de 15 amperes, suficientes para cualquier mueble eléctrico que lo necesite como: refrigerador, hornos, etc.

Los circuitos eléctricos de iluminación tienen un interruptor por cada 50 m<sup>2</sup> o fracción de superficie iluminada.

### **I.1.7) PREVENCIONES Y SALIDAS DE EMERGENCIA**

Debido a que se trata de una construcción de riesgo menor no requiere cumplir con este requisito.

### **I.1.8) LA CONSTRUCCION SE REALIZARA CON LOS MATERIALES SIGUIENTES:**

Para muros se usara tabique rojo recocido junteado con mortero, las columnas, trabes, cadenas de cerramiento, y losas será de concreto reforzado, la cimentación será zapatas corridas armadas de concreto reforzado.

### **I.2) ALZADO DE FACHADA PRINCIPAL**

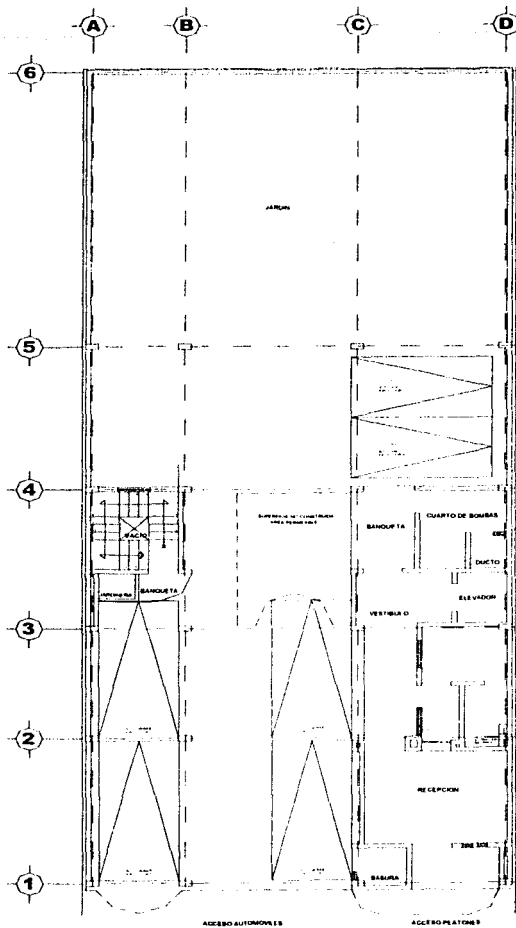
La fachada principal consta de dos zaguanes para automóvil, que serán de acero gorgolado con una pintura que aparentará ser de aluminio, y una entrada principal, del lado derecho, esta fachada en la parte superior de la entrada principal tiene balcones, el cual se divide en dos partes, uno al aire libre y el otro esta encristalado de forma circular, este detalle se puede apreciar en el plano de plantas, en la planta tipo, las ventilas que se observan en este alzado, es la ventilación de la recamara principal, en este piso tipo, del lado derecho se encuentra la recamara principal, este alzado se muestra en la figura I.2.1.

### **I.3) ALZADO DE FACHADA POSTERIOR**

Se muestra en la figura I.3.1

### **I.4) CORTES**

Se muestran en la figura I.4.1 y figura I.4.2, estos cortes, en planta se muestran en la figura I.1.2



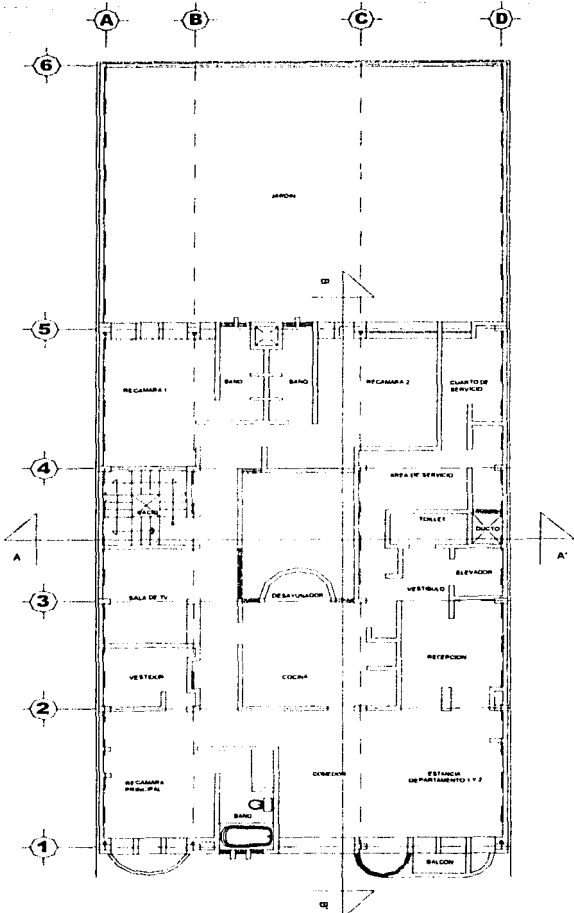
ACCESO AUTOMOVILES

ACCESO PLATONES

Planta Baja

Figura I.1.1

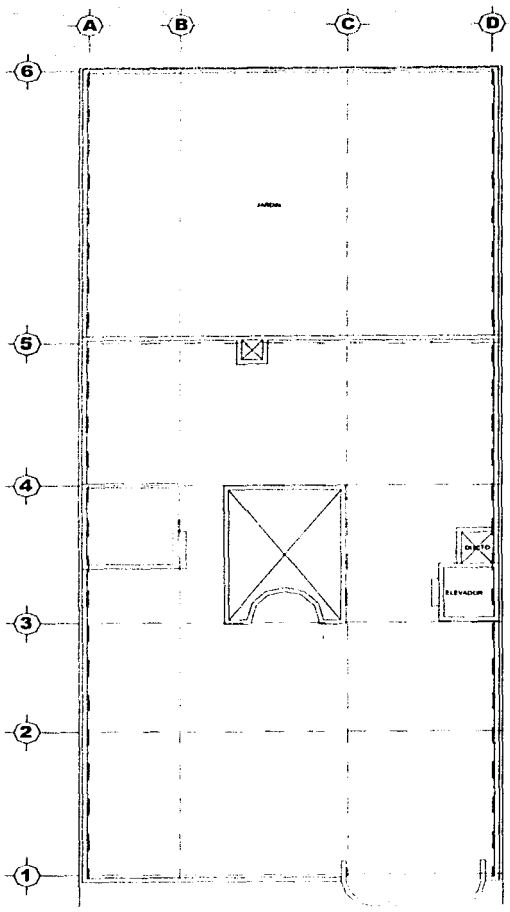
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Planta Tipo

Figura I.1.2

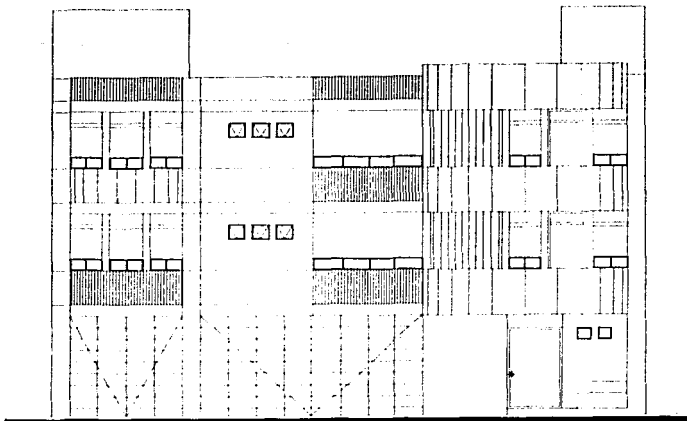
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



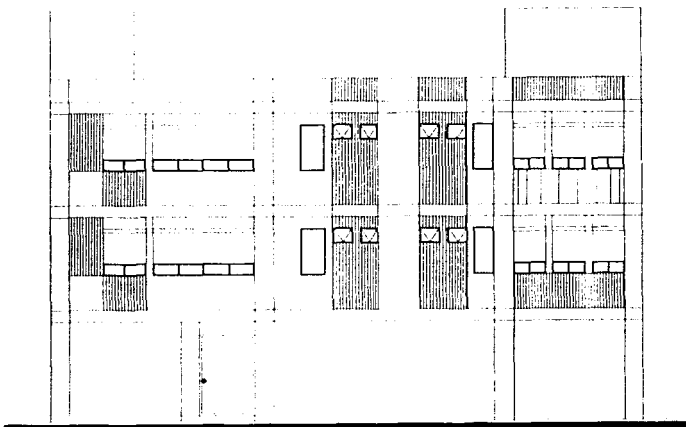
Planta Azotea

Figura I.1.3

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



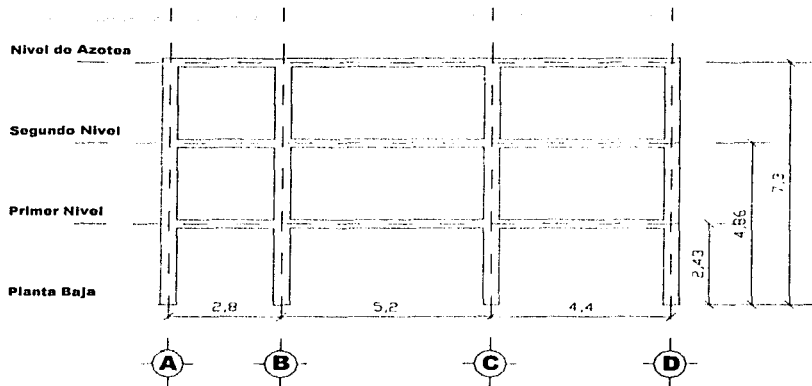
Alzado de la Fachada Principal  
Figura I.2.1



Alzado de la Fachada Posterior  
Figura I.3.1

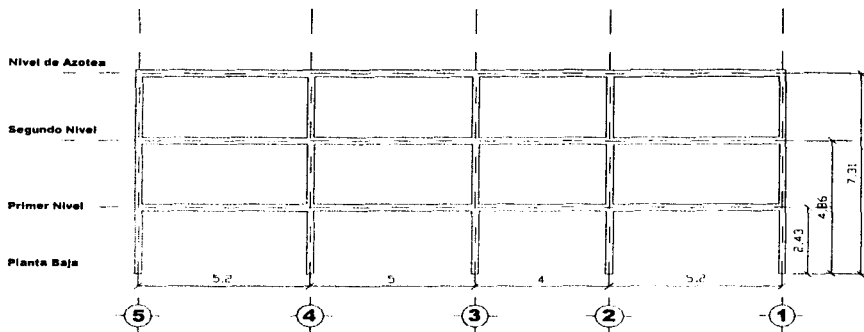
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





Corte transversal A A'

Figura I.4.1



Corte transversal B B'

Figura I.4.2

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## II ESTUDIOS PREVIOS

Para todo proyecto de ingeniería civil que se pretenda ejecutar, se requieren ciertos estudios previos, analizando todos los factores posibles, como por ejemplo los estudios arquitectónicos o de urbanismo, y luego los detalles importantes, como la sub - estructura y la super - estructura, otros estudios, como socio - económicos, financieros, etc., en este capítulo se hablará de estudios de orden técnico, uno de los puntos importantes dentro de estos estudios es la topografía, ya que sin esta, sería imposible proyectar y planear, luego vendría el tipo de lugar en que nos encontramos, la estratigrafía, tipos de suelo, aquí es donde el estudio de mecánica de suelos interviene, sin este no podríamos dimensionar apoyos, ni poder predecir la capacidad de carga que pudiera existir en el suelo y si es óptimo para la construcción de alguna edificación.

### II.1) TOPOGRAFÍA

Para empezar se dará un par de definiciones de lo que es topografía, y la importancia que tiene esta en cualquier proyecto de ingeniería civil:

"Ciencia que estudia los métodos e instrumentos necesarios para representar el terreno con sus detalles naturales o artificiales, especialmente con relación a su posición y elevación de dichos puntos".

"Es la técnica conducente a la medida y representación gráfica sobre un soporte plano de un terreno, se basa en la ciencia matemático - física y su expresión gráfica entra en el terreno de las artes".

Para la realización del proyecto es necesario conocer la topografía del terreno, por lo que se efectúa un levantamiento topográfico del mismo. De los trazos de campo se realiza el cálculo analítico correspondiente, dando información a los planos en los que aparecen sus poligonales; con esta información se podrá efectuar el anteproyecto y el proyecto definitivo, estos estudios permiten mejorar la calidad técnica de los trabajos en las fases de planeación y de proyecto.

Este proyecto se encuentra al sur de la Ciudad de México en la calle de Málaga, colonia Insurgentes Mixcoac, delegación Benito Juárez, el predio esta orientado con respecto a la figura II.1.1 y esta entre la calle de Extremadura y la calle de Valencia, a dos cuerdas de Avenida Insurgentes y a cincuenta metros del eje siete sur Extremadura, las colonias contiguas son:

San José Insurgentes y Actipan,.



Dando una explicación breve de los puntos anteriores, tenemos que la exploración del subsuelo, son los sondeos, condiciones estratigráficas, condiciones hidráulicas; los ensayos del laboratorio son los resultados y conclusiones respecto de sus propiedades con un número finito de pruebas; en el análisis de la cimentación, se eligen varias alternativas, por lo menos dos, y se analiza la capacidad de carga admisible, asentamientos probables, procedimiento de excavación para alojar la cimentación; y para finalizar las conclusiones y recomendaciones, es donde se reconoce la composición general del subsuelo, propiedades, cimentaciones recomendables y control de construcción de la cimentación.

La función del estudio de mecánica de suelos es garantizar que las cimentaciones se construyan dentro de tolerancias aceptables y que en caso de desviaciones excesivas se pueden aplicar las medidas correctivas.

Para este caso, el RCDF-93, con base a sus artículos nos indica los procedimientos y los requisitos necesarios a seguir.

El artículo 220 del RCDF-93 establece que para diseñar la cimentación de una estructura, se debe realizar una investigación del suelo de apoyo, a través de estudios preliminares, previos a la ejecución de la obra.

Por lo que la investigación del subsuelo del sitio, se realiza mediante la exploración de campo y pruebas de laboratorio, que deberá ser suficiente para definir de manera confiable los parámetros de diseño de la cimentación, la variación de los mismos en la planta del predio y los procedimientos de edificación.

Además deberá ser tal que permita definir:

- 1.- En la zona I a que se refiere el artículo 219 del RCDF-93, si existe la presencia de materiales sueltos superficiales, grietas, oquedades naturales o galerías de minas, y en su caso afirmativo su apropiado tratamiento.
- 2.- En las zonas II y III del artículo mencionado en la fracción anterior, la existencia de restos arqueológicos, cimentaciones antiguas, grietas, variaciones fuertes de estratigrafía, historia de carga del predio o cualquier otro factor que pueda originar asentamientos diferenciales de importancia, de modo que todo ello pueda tomarse en cuenta en el diseño.

Con fundamento en los artículos 230 y 231 del RCDF-93, el estudio de mecánica de suelos forma parte fundamental de los estudios preliminares del proyecto; esto con la finalidad de obtener los parámetros de diseño de la cimentación.

El artículo 230 del RCDF-93, señala que como parte del estudio de mecánica de suelos, se deberá fijar el procedimiento constructivo de las

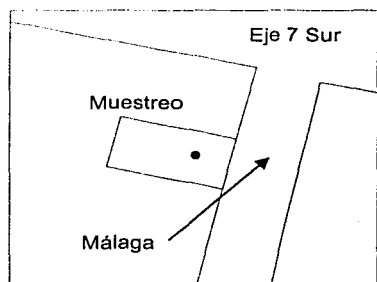
cimentaciones, excavaciones y muros de contención que asegure el cumplimiento de las hipótesis de diseño y garantice la seguridad durante y después de la edificación.

Dicho procedimiento deberá ser tal que se eviten daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamiento vertical u horizontal del suelo.

Cualquier cambio significativo que deba hacerse al procedimiento de edificación, especificado en el estudio geotécnico, se analizará con base en la información contenida en dicho estudio.

Así en el artículo 231 del RCDF-93, se indica que la memoria de diseño incluirá una justificación del tipo de cimentación proyectado y de los procedimientos de edificación especificados, así como una descripción explícita de los métodos de análisis utilizados y del comportamiento previsto para cada uno de los estados límite indicados en los artículos 224, 228 y 229 de este RCDF-93.

En el predio se efectuó un sondeo, del cual se sacó una muestra, como se muestra en la figura II.2.1:



**Figura II.2.1**  
**Ubicación del sondeo en el predio**

En esta muestra se obtuvo las gráficas de granulometría y la de prueba proctor.

A continuación se explicará en que consiste cada una de las pruebas:

El análisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaños los granos que lo componen.

Según su composición, la granulometría puede determinarse por medio de mallas; este análisis mecánico se concreta a segregar el suelo por medio de una serie de mallas, que definen el tamaño de la partícula.

Este juego consiste en mallas de 2" (50.8 mm), 1 1/2" (38.1 mm), 1" (25.4mm), 3/4" (19.1 mm), 1/2" (12.7 mm), 3/8" (12.7 mm), No. 4 (4.69 mm), No. 8 (2.38 mm), No. 14 (1.19 mm), No. 28 (0.59 mm), No. 48 (0.297 mm), No. 100 (0.149 mm), No. 200 (.074 mm), charola y tapa.

La prueba Proctor es de compactación y se entiende cómo el proceso que aumenta el peso volumétrico de un material granular, este se hace para aumentar la su resistencia al esfuerzo cortante, reducir su compresibilidad y hacerlo mas impermeable, esta prueba nos proporciona valores que en general corresponden a los pesos volumétricos máximos que pueden obtenerse en el campo.

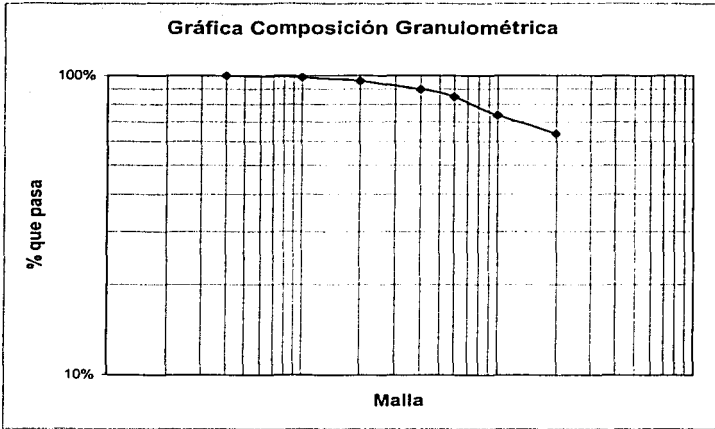
El equipo es un cilindro de compactación de 10.2 cm de diámetro interior y 12.3 cm de altura, un pisón cilíndrico, de 5 cm de diámetro en la base y un peso de 2.75 kg., una guía de lámina galvanizada de 48 cm de longitud, con un escalón a 45.7 cm para dar la caída libre al martillo una charola de lámina galvanizada, de 50 x 50 x 10 cm, juego de espátulas de acero, un horno a temperatura constante de 110°C, una Báscula Fairbanks sensible a 5g, cápsulas de porcelana o material refractario previamente numeradas y taradas.

El procedimiento consiste en tener la muestra preparada, que pasó por la malla No. 4, dejarla secar al aire, seca esta muestra, se trata de humedecerla de tal forma que esta resulte menor al 10%, esta muestra se vierte en el cilindro Proctor de tal forma que se obtenga una capa de 8 cm. de espesor, esta capa se compacta mediante 20 golpes de pisón procurando repartirlos en toda su superficie y usando la guía metálica para que la altura de caída sea la misma, se vierte una segunda capa que alcance una altura total de 11 ó 12 cm, y se repite el procedimiento hasta una tercera capa, esta se pesa, y se relaciona con su contenido de humedad, así se repiten estos pasos 4 ó 5 veces , pero con la variante de aumentar el contenido de agua en las siguientes muestras que pasan por esta prueba, el siguiente paso de estas muestras es meterlas a un horno a una temperatura de 110°C, durante mínimo 18 horas, después se llevan a enfriar en un desecador, una vez listas, se pesan, registrando el valor de peso volumétrico seco, teniendo estos valores y relacionándolo con el contenido de humedad se construye la gráfica humedad contra peso volumétrico seco.

De esta gráfica se definen los valores óptimos del material que corresponden al peso volumétrico seco óptimo y su humedad.

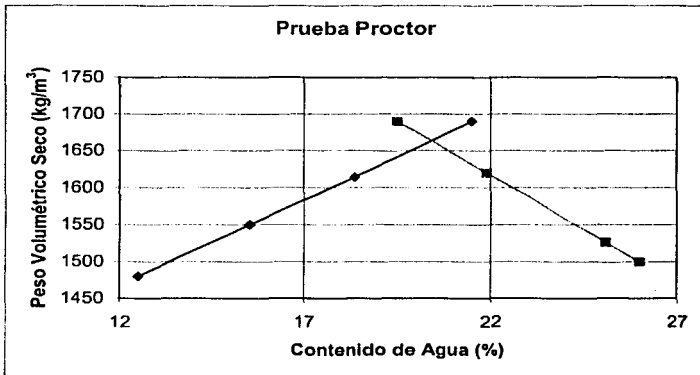
TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

En la muestra se determino que es una arcilla inorgánica de regular plasticidad con poca arena fina de color café oscuro, obteniendo la gráfica II.2.1 de composición granulométrica:



Gráfica II.2.1

En la prueba proctor de la muestra se obtuvo la gráfica II.2.2:



Gráfica II.2.2

Para la muestra se obtuvieron los siguientes resultados:

|   |                              |
|---|------------------------------|
| Peso Volumétrico Suelto:                    | 1007.00 ton / m <sup>3</sup> |
| Peso Volumétrico Máximo:                    | 1654.00 ton / m <sup>3</sup> |
| Peso Volumétrico del Lugar:                 | 1173.00 ton / m <sup>3</sup> |
| Contenido de agua óptimo:                   | 20.40 %                      |
| Contenido de agua del Lugar:                | 22.20 %                      |
| Valor cementante                            | 38.00 kg / cm <sup>2</sup>   |
| Equivalente arena                           | 21.00 %                      |
| Angulo de fricción interna ( $\phi^\circ$ ) | 0.00 °                       |
| Cohesión (c)                                | 20.00 ton / m <sup>2</sup>   |
| Capacidad de carga                          | 20.50 ton / m <sup>2</sup>   |
| Factor de seguridad                         | 3.00                         |

Pruebas en material tamizado por la malla 40:

|                    |      |
|--------------------|------|
| Límite líquido     | 34.1 |
| Límite plástico    | 18.4 |
| Índice plástico    | 15.7 |
| Contracción Lineal | 5.6  |
| SUCS               | CL   |

(sistema unificado de clasificación de suelos)

Con estas pruebas efectuadas, se recomienda que el material es bueno para emplearse como relleno siempre y cuando se compacte mediante la utilización de rodillo o bailarina.

En general el terreno siguiendo las recomendaciones, tiene la resistencia para el desplante y construcción del tipo de edificación que se pretende realizar.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



### III CARGAS EN LA ESTRUCTURA

La construcción de estructuras dentro de muchos países y en especial en México, están reglamentadas por uno o por varios instrumentos técnico – jurídicos que normalizan lo relativo a las características que deberá tener dicha estructura; estas características se ajustan a los lineamientos marcados en los reglamentos y normas vigentes, ya que estas son el resultado de las experiencias de varios especialistas aplicadas a las características del suelo predominante del lugar. En el distrito federal este instrumento es el RCDF-93, el cual se deberá de tener en cuenta para toda obra que se quiera realizar dentro del DF.

Por las experiencias vividas en septiembre de 1985, se hizo necesario reducir el nivel de riesgo en una posible falla y en consecuencia un posible colapso de las estructuras cimentadas dentro del Distrito Federal; introduciéndose en el actual RCDF-93 elementos que refuerzan la estabilidad en las edificaciones e instalaciones, esto con el fin de garantizar un grado óptimo de seguridad en su funcionamiento, tratándose de evitar en lo posible una gran pérdida de vidas y recursos económicos como ocurrió en el 85.

El artículo 174 y el artículo 219 incluido en el título sexto del RCDF-93 nos da una clasificación de las edificaciones de acuerdo a su estructuración, pero además y por las mismas condiciones del subsuelo de la ciudad de México nos hace otra clasificación de acuerdo a la zona donde se desplanta la estructura, que en el capítulo II se nombró.

De acuerdo con RCDF-93 tenemos dos grupos de estructuras:

Grupo A. Construcciones cuya falla estructural podría causar la pérdida de un número elevado de vidas o pérdidas económicas o culturales excepcionalmente altas, o que constituyan un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o explosivas, así como construcciones cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana, como hospitales, escuelas, estadios, templos, salas de espectáculos y hoteles que tengan salas de reunión que puedan alojar mas de 200 personas; gasolineras, depósitos de sustancias inflamables o tóxicas terminales de transporte, estaciones de bomberos, subestaciones eléctricas y centrales telefónicas y de telecomunicaciones, archivos y registros públicos de particular importancia a juicio del departamento, museos, monumentos y locales que alojen equipo especialmente costoso.

Grupo B. Construcciones comunes destinadas a vivienda, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales no incluidas en el grupo A, y que a su vez se subdividen en:

Subgrupo B1 Construcciones de mas de 30 m de altura o con mas de 6000 m<sup>2</sup> de área total construida, ubicadas en las zonas I y II, y construcciones de mas de 15 m de altura ó 3000 m<sup>2</sup> de área total construida en zona III.

## Subgrupo B2 Las demás de este grupo.

### III.1) Descripción de elementos estructurales

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

Por acciones se entienden las cargas que incluyen a todos los agentes externos que inducen en la estructura fuerzas internas, como los hundimientos de la cimentación y los cambios volumétricos, así como los efectos ambientales de viento, temperatura, corrosión, lluvia, etc.

Los aspectos que es necesario tratar aquí se refieren a la definición de que acciones deben considerarse en el diseño, como se clasifican, como se modelan para el análisis de sus efectos, que magnitud de la acción debe de considerarse en el diseño y como deben combinarse las diferentes acciones para considerar su efecto conjunto. Desde el punto de vista de la seguridad estructural y de los criterios de diseño, la más conveniente es la clasificación con base en la duración con que obran sobre la estructura con una intensidad cercana a la máxima. Siguiendo este criterio el RCDF-93 distingue los siguientes tipos de acciones:

#### - Acciones permanentes:

Son aquellas que obran en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad puede concebirse que no varía con el tiempo, entran en esta categoría: las cargas muertas, debidas al peso propio de la estructura y al de los elementos no estructurales de la construcción; el empuje estático de líquidos y tierras que tengan un carácter permanente; las deformaciones y los desplazamientos impuestos a la estructura tales como los debidos al efecto del preesfuerzo y a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos, a la contracción por fraguado del concreto, etc.

#### - 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, o sea aquellas que se deban al funcionamiento propio de la construcción y que no tiene carácter permanente; los efectos de cambios de temperatura y los de cambios volumétricos que tiene 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 solo durante pequeñas fracciones de la vida útil de la estructura. Se incluye en esta categoría acciones excepcionales, como sismo, viento y explosiones.

Las acciones se deben a fenómenos físicos generalmente complejos y para poder evaluar su efecto en la estructura se requiere un modelo de dichas acciones. El modelo consiste usualmente en un sistema de fuerzas concentradas lineales o uniformemente distribuidas que pretenden reproducir el efecto de las acciones reales; en otros casos el modelo está constituido por una serie de deformaciones impuestas. En caso de acciones dinámicas, el modelo de la estructura puede ser un sistema de fuerzas equivalentes o una excitación propiamente dinámica descrita por medio de una ley de variación con el tiempo de las deformaciones impuestas a la estructura.

En un instante dado de la vida útil de la construcción, estarán presente diferentes acciones simultáneamente; los reglamentos especifican que debe revisarse la seguridad de la estructura para el efecto combinado de todas las acciones que tengan una probabilidad no despreciable de ocurrir simultáneamente. Se llama combinación de acciones de diseño a un conjunto de acciones para cuyo efecto superpuesto debe revisarse la seguridad de la estructura. Si los valores de diseño de las acciones individuales son característicos o máximos probables, es poco probable que estos valores característicos se presenten simultáneamente y, mientras mayor sea el número de acciones que intervengan en una combinación, menor será la probabilidad de que todas las variables adquieran sus valores característicos, tal hecho debe tomarse en cuenta de alguna manera al elegir los factores de seguridad.

Las combinaciones de acciones pueden clasificarse en comunes y excepcionales; las comunes son aquellas que incluyen exclusivamente acciones permanentes y variables, las excepcionales son las que incluyen alguna acción accidental.

Las acciones permanentes, por su carácter, deberán intervenir en todas las combinaciones de acciones de diseño, ya que siempre estarán presentes sobre la estructura. Las acciones variables también intervendrán en todas las combinaciones pero no necesariamente con sus valores máximos. Algunos reglamentos distinguen en una acción variable una fracción semipermanente que interviene en todas las combinaciones y una fracción instantánea, que se suma a la primera para dar la intensidad máxima

Según el RCDF-93, en las combinaciones comunes, intervendrán:

- Todas las acciones permanentes.
- Una acción variable con su valor máximo.

- Otras posibles acciones variables que tengan una probabilidad no despreciable de ocurrir simultáneamente con la primera.

En las combinaciones excepcionales de acciones intervendrán:

- Todas las acciones permanentes.
- Una sola acción accidental.
- Las acciones variables que tienen probabilidad significativa de estar presentes en el instante en que ocurre la acción accidental. (La intensidad de estas acciones suele ser igual a su componente semipermanente).

No se debe tomar más de una sola acción accidental en una misma combinación, ya que la probabilidad de que las acciones accidentales ocurran simultáneamente es prácticamente es nula.

### III.2) Análisis de cargas

En las edificaciones comunes como en este caso que es habitacional. Las acciones se reducen a las siguientes

- La carga muerta, como única acción permanente.
- La carga viva, como única acción variable.
- Los efectos de sismo o viento como posibles acciones accidentales.

Las combinaciones de diseño resultan entonces:

carga muerta + carga viva (ésta con su valor máximo)  
carga muerta + carga viva (con su valor accidental) + sismo (o viento).

Así podemos decir que la resistencia es la magnitud de una acción o de una combinación de acciones, que provocaría la aparición de un estado límite de falla o un estado límite de servicio de la estructura o cualquiera de sus componentes.

#### Cargas de Diseño.

En el análisis y diseño estructural del edificio se consideró la acción de cargas permanentes, variables y accidentales conforme a la geometría, estructuración y a los criterios básicos de proyecto.

#### III.2.1) Carga muerta.

La carga muerta es la principal acción permanente. Se llama carga muerta al conjunto de acciones que se producen por el peso propio de la construcción; incluye el peso de la estructura misma y el de los elementos no estructurales, como los muros divisorios, los revestimientos de pisos, muros y fachadas, la ventanería, las instalaciones y todos aquellos elementos que conservan una

posición fija en la construcción, de manera que gravitan en forma constante sobre la estructura.

Una fuente de diferencias en la carga muerta radica en la variación del peso volumétrico de los materiales, sea con el contenido de humedad, sea con el procedimiento de fabricación. Estas variaciones son particularmente significativas cuando se trata de materiales de fabricación no industrializados o de materiales naturales como los suelos.

### III.2.2) Carga viva

La carga viva es la que se debe a la operación y uso de la construcción. Incluye, por tanto, todo aquello que no tiene una posición fija y definitiva dentro de la misma y no puede considerarse como carga muerta; entran así en la carga viva el peso y las cargas debidas a muebles, mercancías, equipos y personas. La carga viva es la principal acción variable que debe considerarse en el diseño.

Las cargas de operación en las construcciones están formadas por la suma de diversos factores que tienen carácter muy variable en su distribución en el espacio y en el tiempo, así como en la forma en que actúan sobre la estructura. Esta va desde un efecto estático prácticamente permanente hasta un efecto dinámico o de impacto.

Dependiendo de la combinación de cargas que este revisando, pueden interesar distintos valores de la carga viva con respecto a su variación temporal. Para realizar el cálculo siguiente se tuvo que tomar en cuenta las especificaciones que se tiene del RCDF-93, el cual se indica según el tipo de edificación y que tipo de carga que se usa para realizar dicho análisis. Para la aplicación de las cargas vivas unitarias se deberán tomar en consideración las siguientes disposiciones:

Las cargas vivas según el RCDF-93 en el artículo 199 para uso habitacional que se muestran en la tabla III.b2.1:

**Tabla III.b2.1**  
**Tabla de cargas vivas unitarias**

|                                    | <b>W (kg/m<sup>2</sup>)</b> | <b>Wa (kg/m<sup>2</sup>)</b> | <b>Wm (kg/m<sup>2</sup>)</b> |
|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| <b>Planta</b>                      | 70                          | 90                           | 170                          |
| <b>Azotea &lt; 5% de pendiente</b> | 15                          | 70                           | 100                          |

en donde:

**W:** es la carga media que se deberá emplear en el cálculo de asentamientos diferidos y para el cálculo de flechas diferidas.

**Wa:** es la carga instantánea para diseño sísmico y por viento cuando se revisen distribuciones de carga más desfavorables que la uniformemente repartida sobre todo el área.

**Wm:** es la carga viva máxima que se deberá emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales para calcular asentamientos inmediatos en suelos, así como en el diseño estructural de los cimientos ante cargas gravitacionales.

Una importante consideración en el diseño de ingeniería es la capacidad del objeto que se diseña para resistir o transmitir cargas. Si se desea evitar la falla de una estructura, las cargas que la misma puede realmente soportar deben ser mayores que las cargas que requiera sostener cuando esté en servicio. Por lo que el criterio de la resistencia real de una estructura debe rebasar la resistencia requerida.

Factores de Carga: La relación entre la resistencia real y la resistencia requerida se denomina factor de seguridad, este factor se puede determinar también por la relación de carga última y carga de servicio, el término de cargas últimas sirve para denotar las cargas que provocan el colapso o falla de la estructura, las cargas que deben soportar la estructura en operación se denominan cargas de servicio o cargas de trabajo. Dado que las cargas de servicio son cantidades conocidas, el procedimiento común de diseño es multiplicar las cargas de servicio por el factor de seguridad, al factor de seguridad se denomina factor de carga ya que es un multiplicador de las cargas de servicio.

Los factores de carga utilizados por el RCDF-93 utilizados en el diseño de estructuras son de 1.4 para cargas gravitacionales, y 1.1 para cargas accidentales.

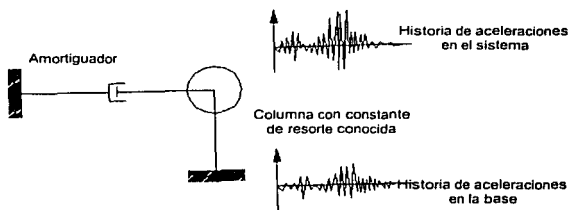
### **III.2.3) Efectos de sismo**

El movimiento sísmico del suelo se transmite en las edificaciones que se apoyan sobre éste. Para el caso de edificios, se tiende a seguir el movimiento del suelo, mientras que, por inercia, la masa del edificio se opone a ser desplazada dinámicamente y a seguir el movimiento de su base. Se generan entonces las fuerzas de inercia que ponen en peligro la seguridad de la estructura. Se trata de un problema dinámico y que, por la irregularidad del movimiento del suelo y por la complejidad de los sistemas construidos por las edificaciones, requiere de grandes simplificaciones para ser objeto de análisis como parte del diseño estructural de las construcciones.

El movimiento del suelo consta de aceleraciones horizontales y verticales; Las segundas resultan en general más críticas porque producen un movimiento del terreno más intenso y de características más dañinas para las edificaciones que las vibraciones horizontales, son las únicas consideradas en este planteamiento, dado que las vibraciones verticales, son poco probables que aparecen y si lo hacen son en un lapso de tiempo muy corto.

La flexibilidad de la estructura ante el efecto de las fuerzas de inercia hace que ésta vibre de forma distinta a la del suelo mismo. Las fuerzas que se inducen en la estructura no son función solamente de la intensidad de movimiento del suelo, sino dependen en forma preponderante de las propiedades de la estructura misma. Por una parte, las fuerzas son proporcionadas a la masa del edificio y, por otra, son función de algunas propiedades dinámicas que definen su forma de vibrar.

Una apreciación aproximada de la respuesta sísmica de una estructura se tiene al estudiar un modelo simple que es un sistema de un grado de libertad, constituido por una masa concentrada y un elemento resistente con cierta rigidez lateral y cierto amortiguamiento como se muestra en la figura III.b3.1.



**Figura III.b3.1**  
**Modelo simple de un sistema de un grado de libertad**

Los movimientos del suelo son amplificadas en forma importante por la vibración de la estructura, de manera que las aceleraciones que se presentan en la misma llegan a ser varias veces mayores a las del terreno. El grado de amplificación depende del amortiguamiento propio de la edificación y de la relación entre el periodo de la estructura y el periodo dominante del suelo. De esta manera, cuando los movimientos del suelo son bruscos con predominio de ondas de periodo corto, resultan más afectadas las construcciones rígidas y pesadas. Cuando el movimiento del terreno es lento, con periodos dominantes largos, es en las estructuras altas y flexibles donde se amplifican las vibraciones y se generan aceleraciones más elevadas y por ende fuerzas de inercia mayores.

Las fuerzas de inercia que se generan por la vibración en los lugares donde se encuentran las masas del edificio se transmiten a través de la estructura por trayectorias que dependen de la configuración estructural. Estas fuerzas generan esfuerzos y deformaciones que puedan poner en peligro la estabilidad de la construcción, para esto, se diseñarán los elementos estructurales, que estos sean dúctiles, y que absorban la energía del movimiento con mayor facilidad sin causar daños en la estructura.

TESIS CON  
SELLA DE ORIGEN

### Análisis de cargas:

A continuación se presentan, las cargas que intervienen para el análisis de la estructura.

#### Azotea:

| DESCRIPCIÓN               | kg / m <sup>2</sup> |
|---------------------------|---------------------|
| Losa 10 cm                | 240                 |
| Block                     | 10                  |
| Enladrillado              | 30                  |
| Entortado                 | 40                  |
| Relleno de tezontle       | 100                 |
| Artículo 197 del RCDF-93  | 40                  |
| <b>Total Carga Muerta</b> | <b>460</b>          |

Carga para diseño estructural

$$\begin{aligned}W_m &= 460 \text{ kg / m}^2 \\W_v &= 100 \text{ kg / m}^2 \\W_t &= 560 \text{ kg / m}^2\end{aligned}$$

Carga para diseño sísmico

$$\begin{aligned}W_m &= 460 \text{ kg / m}^2 \\W_v &= 70 \text{ kg / m}^2 \\W_t &= 530 \text{ kg / m}^2\end{aligned}$$

#### Entrepiso:

| DESCRIPCIÓN               | kg / m <sup>2</sup> |
|---------------------------|---------------------|
| Losa 10 cm                | 240                 |
| Block poli estireno       | 10                  |
| Firme                     | 30                  |
| Piso de Mosaico           | 40                  |
| Aplanado de yeso          | 30                  |
| Artículo 197 del RCDF-93  | 40                  |
| <b>Total Carga Muerta</b> | <b>443</b>          |

Carga para diseño estructural

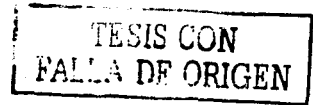
$$\begin{aligned}W_m &= 443 \text{ kg / m}^2 \\W_v &= 170 \text{ kg / m}^2 \\W_t &= 613 \text{ kg / m}^2\end{aligned}$$

Carga para diseño sísmico

$$\begin{aligned}W_m &= 443 \text{ kg / m}^2 \\W_v &= 90 \text{ kg / m}^2 \\W_t &= 533 \text{ kg / m}^2\end{aligned}$$

#### Áreas tributarias:

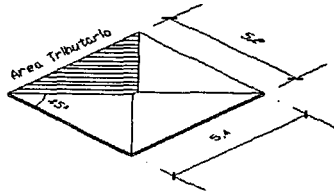
Estas áreas son las que definen la influencia de la carga, para determinar estas áreas se trazan líneas de 45° desde los vértices del tablero, las cuales definen los triángulos y trapecios indicados en la figura III.b3.2.





Estas áreas son las que definen la influencia de la carga, para determinar estas áreas se trazan líneas de 45° desde los vértices del tablero, las cuales definen los triángulos y trapecios indicados en la figura III.b3.2.

El área tributaria de cada viga multiplicada por el valor de la carga distribuida proporciona la carga total de la viga, la cual se divide entre su claro para obtener una carga uniformemente distribuida sobre la viga.



**Figura III.b3.2.**  
Ejemplo de área tributaria en una losa

En este tablero, se forman dos tipos de áreas, un par de trapecios y un par de triángulos, calculando las áreas de estas figuras geométricas, obtenemos las áreas tributarias, que en este caso al área sombreada es de: 14.56 m<sup>2</sup>.

Cargas sobre los marcos:

Estas cargas, se obtienen de multiplicar el área tributaria con la carga repartida en toneladas por metro cuadrado, ya sea la gravitacional, o la debido a un sismo, este resultado, se divide entre la longitud de la viga que le corresponde, obteniéndose la carga repartida en cada viga en toneladas por metro.

A continuación se expondrá la tabla III.b3.1 de las cargas sobre los marcos que en la figura III.b3.3, y figura III.b3.4. se muestran:

**Tabla III.b3.1**  
Cargas sobre los marcos

Eje 1 Y 5

Carga gravitacional:

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

| Nivel | No. crujía | Área tributaria (m <sup>2</sup> ) | W carga sobre el marco (t/m) |
|-------|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | 13         | 4.62                              | 0.659                        |
| 2     | 16         | 4.62                              | 0.659                        |
| 3     | 19         | 4.62                              | 0.602                        |
| 1     | 14         | 6.76                              | 0.797                        |
| 2     | 17         | 6.76                              | 0.797                        |
| 3     | 20         | 6.76                              | 0.728                        |
| 1     | 15         | 1.96                              | 0.429                        |
| 2     | 18         | 1.96                              | 0.429                        |
| 3     | 21         | 1.96                              | 0.392                        |

Eje 1 Y 5

Carga sísmica:

| Nivel | No. crujía | Área tributaria (m <sup>2</sup> ) | W carga sobre el marco (t/m) |
|-------|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | 13         | 4.62                              | 0.573                        |
| 2     | 16         | 4.62                              | 0.573                        |
| 3     | 19         | 4.62                              | 0.570                        |
| 1     | 14         | 6.76                              | 0.693                        |
| 2     | 17         | 6.76                              | 0.693                        |
| 3     | 20         | 6.76                              | 0.689                        |
| 1     | 15         | 1.96                              | 0.373                        |
| 2     | 18         | 1.96                              | 0.373                        |
| 3     | 21         | 1.96                              | 0.371                        |

Eje 2

Carga gravitacional:

| Nivel | No. crujía | Área tributaria (m <sup>2</sup> ) | W carga sobre el marco (t/m) |
|-------|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | 13         | 9.25                              | 1.318                        |
| 2     | 16         | 9.25                              | 1.318                        |
| 3     | 19         | 9.25                              | 1.204                        |
| 1     | 14         | 6.76                              | 0.797                        |
| 2     | 17         | 6.76                              | 0.797                        |
| 3     | 20         | 6.76                              | 0.728                        |
| 1     | 15         | 3.92                              | 0.858                        |
| 2     | 18         | 3.92                              | 0.858                        |
| 3     | 21         | 3.92                              | 0.784                        |

Carga sísmica:

| Nivel | No. crujía | Área tributaria (m <sup>2</sup> ) | W carga sobre el marco (t/m) |
|-------|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | 13         | 4.62                              | 0.573                        |
| 2     | 16         | 4.62                              | 0.573                        |
| 3     | 19         | 4.62                              | 0.570                        |
| 1     | 14         | 6.76                              | 0.693                        |
| 2     | 17         | 6.76                              | 0.693                        |
| 3     | 20         | 6.76                              | 0.689                        |
| 1     | 15         | 1.96                              | 0.373                        |
| 2     | 18         | 1.96                              | 0.373                        |
| 3     | 21         | 1.96                              | 0.371                        |

Eje 3

Carga gravitacional:

| Nivel | No. crujía | Área tributaria (m <sup>2</sup> ) | W carga sobre el marco (t/m) |
|-------|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | 13         | 13.82                             | 1.971                        |
| 2     | 16         | 13.82                             | 1.971                        |
| 3     | 19         | 13.82                             | 1.800                        |
| 1     | 14         | 6.76                              | 0.797                        |
| 2     | 17         | 6.76                              | 0.797                        |
| 3     | 20         | 6.76                              | 0.728                        |
| 1     | 15         | 7.84                              | 1.716                        |
| 2     | 18         | 7.84                              | 1.716                        |
| 3     | 21         | 7.84                              | 1.568                        |

Carga sísmica:

| Nivel | No. crujía | Área tributaria (m <sup>2</sup> ) | W carga sobre el marco (t/m) |
|-------|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | 13         | 13.82                             | 1.713                        |
| 2     | 16         | 13.82                             | 1.713                        |
| 3     | 19         | 13.82                             | 1.704                        |
| 1     | 14         | 6.76                              | 0.693                        |
| 2     | 17         | 6.76                              | 0.693                        |
| 3     | 20         | 6.76                              | 0.689                        |
| 1     | 15         | 7.84                              | 1.492                        |
| 2     | 18         | 7.84                              | 1.492                        |
| 3     | 21         | 7.84                              | 1.484                        |

Eje 4

Carga gravitacional:

| Nivel | No. crujía | Área tributaria (m <sup>2</sup> ) | W carga sobre el marco (t/m) |
|-------|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | 13         | 13.82                             | 1.971                        |
| 2     | 16         | 13.82                             | 1.971                        |
| 3     | 19         | 13.82                             | 1.800                        |
| 1     | 14         | 19.56                             | 2.306                        |
| 2     | 17         | 19.56                             | 2.306                        |
| 3     | 20         | 19.56                             | 2.106                        |
| 1     | 15         | 3.92                              | 0.858                        |
| 2     | 18         | 3.92                              | 0.858                        |
| 3     | 21         | 3.92                              | 0.784                        |

**Carga sísmica:**

| Nivel | No. crujía | Área tributaria (m <sup>2</sup> ) | W carga sobre el marco (t/m) |
|-------|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | 13         | 13.82                             | 1.713                        |
| 2     | 16         | 13.82                             | 1.713                        |
| 3     | 19         | 13.82                             | 1.704                        |
| 1     | 14         | 19.56                             | 2.005                        |
| 2     | 17         | 19.56                             | 2.005                        |
| 3     | 20         | 19.56                             | 1.994                        |
| 1     | 15         | 3.92                              | 0.746                        |
| 2     | 18         | 3.92                              | 0.746                        |
| 3     | 21         | 3.92                              | 0.742                        |

**Eje A****Carga gravitacional:**

| Nivel | No. crujía | Área tributaria (m <sup>2</sup> ) | W carga sobre el marco (t/m) |
|-------|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | 16         | 13.55                             | 1.567                        |
| 2     | 20         | 13.55                             | 1.567                        |
| 3     | 24         | 13.55                             | 1.431                        |
| 1     | 17         | 4.00                              | 0.613                        |
| 2     | 21         | 4.00                              | 0.613                        |
| 3     | 25         | 4.00                              | 0.560                        |
| 1     | 18         | 10.54                             | 1.404                        |
| 2     | 22         | 10.54                             | 1.404                        |
| 3     | 26         | 10.54                             | 1.283                        |
| 1     | 19         | 13.98                             | 1.586                        |
| 2     | 23         | 13.98                             | 1.586                        |
| 3     | 27         | 13.98                             | 1.449                        |

**Carga sísmica:**

| Nivel | No. crujía | Área tributaria (m <sup>2</sup> ) | W carga sobre el marco (t/m) |
|-------|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | 16         | 13.55                             | 1.362                        |
| 2     | 20         | 13.55                             | 1.362                        |
| 3     | 24         | 13.55                             | 1.355                        |
| 1     | 17         | 4.00                              | 0.533                        |
| 2     | 21         | 4.00                              | 0.533                        |
| 3     | 25         | 4.00                              | 0.530                        |
| 1     | 18         | 10.54                             | 1.221                        |
| 2     | 22         | 10.54                             | 1.221                        |
| 3     | 26         | 10.54                             | 1.214                        |
| 1     | 19         | 13.98                             | 1.379                        |
| 2     | 23         | 13.98                             | 1.379                        |
| 3     | 27         | 13.98                             | 1.372                        |

Eje O

Carga gravitacional:

| Nivel | No. crujía | Área tributaria (m <sup>2</sup> ) | W carga sobre el marco (t/m) |
|-------|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | 16         | 27.59                             | 3.190                        |
| 2     | 20         | 27.59                             | 3.190                        |
| 3     | 24         | 27.59                             | 2.915                        |
| 1     | 17         | 8.00                              | 1.226                        |
| 2     | 21         | 8.00                              | 1.226                        |
| 3     | 25         | 8.00                              | 1.120                        |
| 1     | 18         | 10.54                             | 1.404                        |
| 2     | 22         | 10.54                             | 1.404                        |
| 3     | 26         | 10.54                             | 1.283                        |
| 1     | 19         | 28.54                             | 3.239                        |
| 2     | 23         | 28.54                             | 3.239                        |
| 3     | 27         | 28.54                             | 2.959                        |

Carga sísmica:

| Nivel | No. crujía | Área tributaria (m <sup>2</sup> ) | W carga sobre el marco (t/m) |
|-------|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | 16         | 27.59                             | 2.774                        |
| 2     | 20         | 27.59                             | 2.774                        |
| 3     | 24         | 27.59                             | 2.759                        |
| 1     | 17         | 8.00                              | 1.066                        |
| 2     | 21         | 8.00                              | 1.066                        |
| 3     | 25         | 8.00                              | 1.060                        |
| 1     | 18         | 10.54                             | 1.221                        |
| 2     | 22         | 10.54                             | 1.221                        |
| 3     | 26         | 10.54                             | 1.214                        |
| 1     | 19         | 28.54                             | 2.817                        |
| 2     | 23         | 28.54                             | 2.817                        |
| 3     | 27         | 28.54                             | 2.801                        |

Eje C

Carga gravitacional:

| Nivel | No. crujía | Área tributaria (m <sup>2</sup> ) | W carga sobre el marco (t/m) |
|-------|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | 16         | 24.96                             | 2.887                        |
| 2     | 20         | 24.96                             | 2.887                        |
| 3     | 24         | 24.96                             | 2.637                        |
| 1     | 17         | 11.28                             | 1.729                        |
| 2     | 21         | 11.28                             | 1.729                        |
| 3     | 25         | 11.28                             | 1.579                        |
| 1     | 18         | 8.96                              | 1.194                        |
| 2     | 22         | 8.96                              | 1.194                        |
| 3     | 26         | 8.96                              | 1.091                        |
| 1     | 19         | 25.76                             | 2.924                        |
| 2     | 23         | 25.76                             | 2.924                        |
| 3     | 27         | 25.76                             | 2.671                        |

**Carga sísmica:**

| Nivel | No. crujía | Area tributaria (m <sup>2</sup> ) | W carga sobre el marco (t/m) |
|-------|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | 16         | 24.96                             | 2.510                        |
| 2     | 20         | 24.96                             | 2.510                        |
| 3     | 24         | 24.96                             | 2.496                        |
| 1     | 17         | 11.28                             | 1.503                        |
| 2     | 21         | 11.28                             | 1.503                        |
| 3     | 25         | 11.28                             | 1.495                        |
| 1     | 18         | 8.96                              | 1.038                        |
| 2     | 22         | 8.96                              | 1.038                        |
| 3     | 26         | 8.96                              | 1.032                        |
| 1     | 19         | 25.76                             | 2.543                        |
| 2     | 23         | 25.76                             | 2.543                        |
| 3     | 27         | 25.76                             | 2.528                        |

**Eje D****Carga gravitacional:**

| Nivel | No. crujía | Area tributaria (m <sup>2</sup> ) | W carga sobre el marco (t/m) |
|-------|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | 16         | 10.92                             | 1.263                        |
| 2     | 20         | 10.92                             | 1.263                        |
| 3     | 24         | 10.92                             | 1.154                        |
| 1     | 17         | 7.28                              | 1.116                        |
| 2     | 21         | 7.28                              | 1.116                        |
| 3     | 25         | 7.28                              | 1.019                        |
| 1     | 18         | 8.96                              | 1.194                        |
| 2     | 22         | 8.96                              | 1.194                        |
| 3     | 26         | 8.96                              | 1.091                        |
| 1     | 19         | 11.20                             | 1.271                        |
| 2     | 23         | 11.20                             | 1.271                        |
| 3     | 27         | 11.20                             | 1.161                        |

**Carga sísmica:**

| Nivel | No. crujía | Area tributaria (m <sup>2</sup> ) | W carga sobre el marco (t/m) |
|-------|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | 16         | 10.92                             | 1.098                        |
| 2     | 20         | 10.92                             | 1.098                        |
| 3     | 24         | 10.92                             | 1.092                        |
| 1     | 17         | 7.28                              | 0.970                        |
| 2     | 21         | 7.28                              | 0.970                        |
| 3     | 25         | 7.28                              | 0.965                        |
| 1     | 18         | 8.96                              | 1.038                        |
| 2     | 22         | 8.96                              | 1.038                        |
| 3     | 26         | 8.96                              | 1.032                        |
| 1     | 19         | 11.20                             | 1.105                        |
| 2     | 23         | 11.20                             | 1.105                        |
| 3     | 27         | 11.20                             | 1.099                        |

Enseguida se muestran dos figuras de la ubicación de las cargas en las crujeas y marcos de la estructura, la primera es del eje "y", referente a los ejes en letras A, B, C y D, como ejemplo se muestra el marco A (figura III.b3.3.), y el segundo es del eje "x", referente a los ejes numéricos 1, 2, 3, 4, y 5, como ejemplo se muestra el marco 1 (figura III.b3.4.), para ver las cargas que le corresponde, ver tabla III.b3.1:

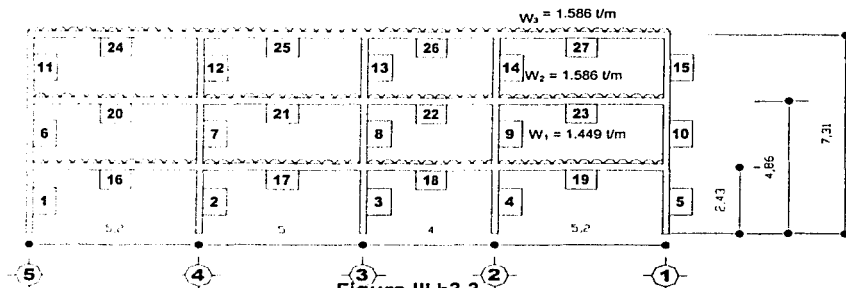


Figura III.b3.3.  
Ejemplo del marco "A"

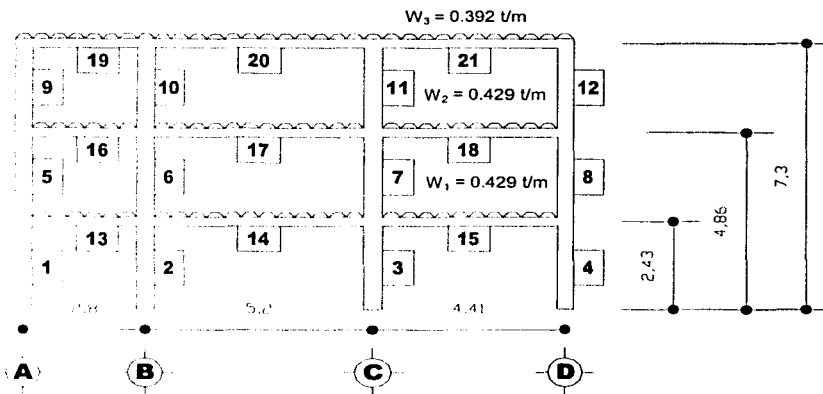


Figura III.b3.4.  
Ejemplo de marco "1"

## IV Elementos mecánicos en la estructura

### IV.1) Descripción de programa SAP 2000

El programa SAP2000 (Structural Analysis Program, o Programa de Análisis Estructural) representa la más sofisticada y "user friendly" versión de la serie de programas computacionales SAP. Esta es la primera versión de SAP totalmente integrada al ambiente Windows. Uno de sus rasgos característicos es una poderosa interfaz gráfica de usuario.

La creación y modificación de un modelo, ejecución de análisis, y revisión y optimización del diseño, son todas hechas a través de esta sola interfaz. El gráfico de resultados incluye en tiempo real de la historia de tiempo contra desplazamientos. Este programa ofrece innovadoras características en cuanto a la manera en que los modelos son creados y editados, así como en la forma en que el análisis y el diseño son manejados.

Las capacidades analíticas del SAP son también muy poderosas, representando éstas algunas de los más novedosos métodos numéricos y algoritmos de solución. Esta versión está disponible en 3 diferentes versiones de análisis, las cuales comparten la característica de la interfaz gráfica de usuario: SAP 2000, SAP 2000 PLUS, SAP 2000 Nonlinear.

Todos estos programas incluyen sofisticadas características, tales como solucionadores rápidos de ecuaciones, aplicación de fuerzas y desplazamientos, elementos estructurales no prismáticos, elementos cascarón, Eigen y Ritz análisis dinámico, múltiples sistemas coordenados para geometrías esviadas, muy diferentes opciones de constreñimiento (restricciones al movimiento), la habilidad para fusionar mallados definidos de manera independiente, una totalmente acoplada rigidez de resorte, y la opción de combinar o envolver múltiples análisis dinámicos en la misma corrida.

La versión SAP2000 Nonlinear añade capacidad ilimitada, posibilidades de análisis de puente, elementos finitos, y la opción análisis tiempo-historia. Adicionalmente, esta versión también incluye un elemento de enlace dinámico no lineal para brechas, ganchos, aisladores, amortiguadores, placas de ensamblaje, y más aun. Este elemento no lineal de enlace (Nlink) permite a los usuarios modelar el comportamiento dinámico de cualquier cosa desde riostras y puntales a tensión, hasta placas de ensamblaje post-fluencia y apoyos elastoméricos para puentes y edificios aislados en la base. SAP2000 Nonlinear también contiene todas las versiones del programa incluyen aplicaciones de diseño para acero y concreto totalmente integradas, disponibles desde la misma interfaz empleada para crear y analizar el modelo. El diseño de miembros estructurales de acero esta caracterizado por un dimensionamiento inicial del miembro, y posterior optimización iterativa. El diseño de elementos estructurales de concreto incluye el cálculo de la cantidad de acero de refuerzo requerida. Los miembros pueden ser



agrupados para propósitos de diseño, y un simple "clic" del "mouse" en un elemento despliega los cálculos detallados de diseño.

Retomando lo referente al diseño automatizado y revisión de elementos estructurales de acero y concreto, el programa está estructurado para operar de manera enteramente compatible con una gran variedad de los más recientes reglamentos de diseño.

El programa actualmente es compatible con los siguientes reglamentos de diseño de elementos de concreto:

- U.S.A. A.C.I. 318-95 (1995) y AASHTO LRFD (1997).
- CSA-A23.3-94 (1994) Canadá.
- BS 8110-85 (1989) Británico.
- Eurocode 2 ENV 1992-1-1 (1992)
- NZS 3101-95 (1995) Neocelandés.

El programa también es compatible con los siguientes reglamentos de diseño en acero:

- U.S.AISC/ASD (1989), AISC/LRFD (1994), AASHTO LRFD (1997).
- CAN/CSA-S16.1-94 (1994) Canadá.
- BS 5950 (1990) Británico.
- Eurocode 3 (ENV 1993-1-1)

Este programa tiene la opción de personalizarlo, con esto podemos introducir las NTCDCEC-93 del RCDF-93, y adecuarlo a nuestras necesidades de estructuración y análisis.

#### **IV.2) Análisis de la estructura**

Uno de los aspectos fundamentales del diseño es el dimensionamiento y detallado de los elementos estructurales y de sus conexiones, de manera que la estructura sea capaz de desarrollar mecanismos de deformación inelástica que le permitan disipar la energía que pueda introducir las cargas de servicio, sin que se presente colapso.

En el diseño de la estructura se toman en cuenta los efectos de las cargas muertas, cargas vivas y de sismo, la seguridad de una estructura debe verificarse para el efecto combinado de todas las acciones que tengan probabilidad nula de ocurrir simultáneamente, considerándose dos categorías de combinaciones.

Se consideraron todas las acciones permanentes que actúan sobre la estructura, como carga muerta, las acciones variables como carga viva y las acciones accidentales que es la acción del sismo, considerándola uniformemente repartida sobre toda el área.

Para la combinación de acciones permanentes y variables solo se consideraron cargas muertas y cargas vivas.

En ambos tipos de combinación los efectos de todas las acciones se multiplicaron por los efectos de carga apropiados de acuerdo al artículo 194 del RCDF-93, que indica que para combinaciones de acciones permanentes y variables, se aplicará el factor de carga de 1.4 y para combinaciones que incluyen acciones permanentes, acciones variables y acciones accidentales se considerará un factor de carga de 1.1.

Para el análisis estructural, las combinaciones son nombradas, de tal forma que nos indicara el tipo de combinación y el nombre del edificio, como se nombra como sigue.

Para el caso de la combinación que incluye solo acciones permanentes y variables, se nombró de la siguiente manera:

| <u>Nombre de la<br/>Combinación</u> | <u>Tipo de Combinación</u> |
|-------------------------------------|----------------------------|
| Málaga Grav.                        | Carga Muerta + Carga Viva  |

Para el caso de la combinación que incluye acciones permanentes, variables y accidentales, se generaron ocho combinaciones más, nombrándolas de la siguiente manera:

| <u>Nombre de la<br/>Combinación</u> | <u>Tipo de Combinación</u>   |
|-------------------------------------|--|
| Málaga 1                            | 100% del sismo en dirección "X" y 33% del sismo en dirección "Y"   |
| Málaga 2                            | 100% del sismo en dirección "X" y -33% del sismo en dirección "Y"  |
| Málaga 3                            | -100% del sismo en dirección "X" y 33% del sismo en dirección "Y"  |
| Málaga 4                            | -100% del sismo en dirección "X" y -33% del sismo en dirección "Y" |
| Málaga 5                            | 33% del sismo en dirección "X" y 100% del sismo en dirección "Y"   |
| Málaga 6                            | 33% del sismo en dirección "X" y -100% del sismo en dirección "Y"  |
| Málaga 7                            | -33% del sismo en dirección "X" y 100% del sismo en dirección "Y"  |
| Málaga 8                            | -33% del sismo en dirección "X" y -100% del sismo en dirección "Y" |

De estas nueve combinaciones de carga, se hizo una comparativa seleccionándose la condición de cargas mas desfavorable, la carga mas desfavorable es la combinación Málaga 2, esta combinación es la mas desfavorable, ya que presenta el mayor momento y el mayor cortante actuante en una de sus columnas y en el eje corto a estas, diseñándose con respecto a esta combinación de carga y revisándose otros elementos estructurales que en otras combinaciones son mayores; a continuación se muestra los resultados del análisis tridimensional de la combinación Málaga 2, en la tabla IV.b1, tabla IV.b2 y tabla

IV.b3, se indican, los "desplazamientos", "reacciones en la estructura" y "fuerzas y momentos en elementos estructurales" respectivamente, en la parte inferior de cada tabla se anexa una explicación de los valores obtenidos.

**Tabla IV.b1**  
**Desplazamiento de nudos para la combinación de carga MáLAGa "2"**

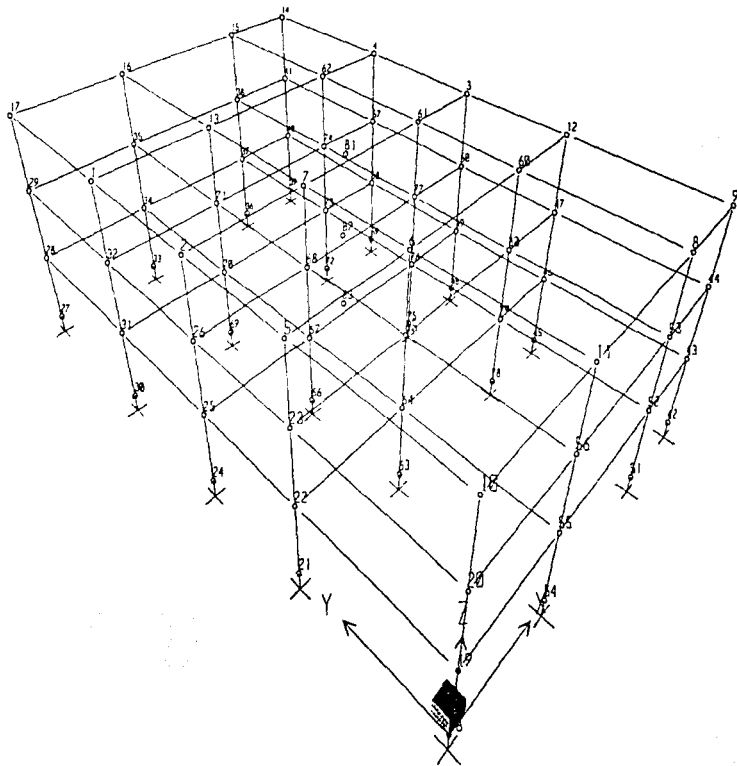
|    | U1 (m)    | U2 (m)     | U3 (m)     | R1 (rad)   | R2 (rad)  | R3 (rad)  |
|----|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| 1  | 0,0252    | -0,0159    | -6,563E-04 | -1,044E-03 | 3,117E-03 | 1,670E-05 |
| 2  | 0,0253    | -0,0159    | -5,929E-04 | 1,020E-03  | 3,326E-03 | 1,670E-05 |
| 3  | 0,0253    | -0,0157    | -8,066E-04 | 4,484E-04  | 2,240E-03 | 1,670E-05 |
| 4  | 0,0252    | -0,0157    | -8,477E-04 | -2,281E-04 | 2,325E-03 | 1,670E-05 |
| 5  | 0,0254    | -0,0159    | -8,796E-04 | 1,860E-03  | 3,308E-03 | 1,670E-05 |
| 6  | 0,0254    | -0,0158    | -1,839E-03 | 3,778E-03  | 2,760E-03 | 1,670E-05 |
| 7  | 0,0253    | -0,0158    | -9,829E-04 | 5,311E-04  | 2,093E-03 | 1,670E-05 |
| 8  | 0,0254    | -0,0157    | -7,407E-04 | -3,719E-03 | 1,840E-03 | 1,670E-05 |
| 9  | 0,0254    | -0,0157    | -5,877E-04 | -1,451E-03 | 2,407E-03 | 1,670E-05 |
| 10 | 0,0254    | -0,0159    | -4,203E-04 | -1,887E-03 | 2,909E-03 | 1,670E-05 |
| 11 | 0,0254    | -0,0158    | -1,057E-03 | -4,337E-03 | 2,514E-03 | 1,670E-05 |
| 12 | 0,0254    | -0,0157    | -8,374E-04 | 1,679E-03  | 2,361E-03 | 1,670E-05 |
| 13 | 0,0252    | -0,0158    | -1,422E-03 | -2,473E-03 | 2,291E-03 | 1,670E-05 |
| 14 | 0,0251    | -0,0157    | -5,366E-04 | 3,457E-03  | 2,382E-03 | 1,670E-05 |
| 15 | 0,0251    | -0,0157    | -7,086E-04 | 5,902E-03  | 1,828E-03 | 1,670E-05 |
| 16 | 0,0251    | -0,0158    | -1,006E-03 | 6,401E-03  | 2,486E-03 | 1,670E-05 |
| 17 | 0,0251    | -0,0159    | -3,737E-04 | 3,986E-03  | 2,882E-03 | 1,670E-05 |
| 18 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 19 | 6,666E-03 | -5,201E-03 | -2,082E-04 | 9,651E-04  | 4,060E-03 | 5,327E-06 |
| 20 | 0,0173    | -0,0119    | -3,485E-04 | 1,160E-03  | 3,797E-03 | 1,250E-05 |
| 21 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 22 | 6,638E-03 | -5,201E-03 | -4,318E-04 | 2,448E-03  | 4,243E-03 | 5,327E-06 |
| 23 | 0,0172    | -0,0119    | -7,247E-04 | 1,827E-03  | 3,877E-03 | 1,250E-05 |
| 24 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 25 | 6,616E-03 | -5,201E-03 | -2,911E-04 | 1,989E-03  | 4,239E-03 | 5,327E-06 |
| 26 | 0,0172    | -0,0119    | -4,900E-04 | 1,595E-03  | 3,857E-03 | 1,250E-05 |
| 27 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 28 | 6,563E-03 | -5,201E-03 | -1,805E-04 | 3,967E-03  | 4,002E-03 | 5,327E-06 |
| 29 | 0,0170    | -0,0119    | -3,062E-04 | 2,565E-03  | 3,754E-03 | 1,250E-05 |
| 30 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 31 | 6,592E-03 | -5,201E-03 | -3,202E-04 | 9,363E-04  | 4,125E-03 | 5,327E-06 |
| 32 | 0,0171    | -0,0119    | -5,389E-04 | 1,034E-03  | 3,808E-03 | 1,250E-05 |
| 33 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 34 | 6,563E-03 | -5,178E-03 | -4,973E-04 | 5,266E-03  | 3,692E-03 | 5,327E-06 |
| 35 | 0,0170    | -0,0118    | -8,331E-04 | 3,276E-03  | 3,568E-03 | 1,250E-05 |
| 36 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 37 | 6,563E-03 | -5,151E-03 | -3,431E-04 | 5,006E-03  | 3,289E-03 | 5,327E-06 |
| 38 | 0,0170    | -0,0117    | -5,802E-04 | 3,155E-03  | 3,329E-03 | 1,250E-05 |
| 39 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 40 | 6,563E-03 | -5,136E-03 | -2,741E-04 | 3,668E-03  | 3,683E-03 | 5,327E-06 |
| 41 | 0,0170    | -0,0117    | -4,536E-04 | 2,413E-03  | 3,584E-03 | 1,250E-05 |
| 42 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 43 | 6,666E-03 | -5,136E-03 | -3,041E-04 | 1,176E-03  | 3,738E-03 | 5,327E-06 |

|    |           |            |            |            |           |           |
|----|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| 44 | 0,0173    | -0,0117    | -4,996E-04 | 1,275E-03  | 3,606E-03 | 1,250E-05 |
| 45 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 46 | 6,638E-03 | -5,136E-03 | -4,250E-04 | 2,317E-03  | 3,702E-03 | 5,327E-06 |
| 47 | 0,0172    | -0,0117    | -7,038E-04 | 1,724E-03  | 3,568E-03 | 1,250E-05 |
| 48 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 49 | 6,616E-03 | -5,136E-03 | -4,095E-04 | 1,637E-03  | 3,632E-03 | 5,327E-06 |
| 50 | 0,0172    | -0,0117    | -6,787E-04 | 1,356E-03  | 3,555E-03 | 1,250E-05 |
| 51 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 52 | 6,666E-03 | -5,151E-03 | -3,633E-04 | -5,468E-05 | 3,337E-03 | 5,327E-06 |
| 53 | 0,0173    | -0,0117    | -6,102E-04 | 5,792E-04  | 3,370E-03 | 1,250E-05 |
| 54 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 55 | 6,666E-03 | -5,178E-03 | -5,274E-04 | -3,565E-04 | 3,746E-03 | 5,327E-06 |
| 56 | 0,0173    | -0,0118    | -8,793E-04 | 4,417E-04  | 3,607E-03 | 1,250E-05 |
| 57 | 0,0171    | -0,0117    | -7,098E-04 | 1,312E-03  | 3,564E-03 | 1,250E-05 |
| 58 | 6,592E-03 | -5,136E-03 | -4,278E-04 | 1,387E-03  | 3,669E-03 | 5,327E-06 |
| 59 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 60 | 0,0254    | -0,0157    | -1,401E-03 | 3,140E-03  | 1,267E-03 | 1,670E-05 |
| 61 | 0,0253    | -0,0157    | -7,138E-04 | 7,291E-04  | 2,025E-03 | 1,670E-05 |
| 62 | 0,0252    | -0,0157    | -1,050E-03 | -2,135E-03 | 1,894E-03 | 1,670E-05 |
| 63 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 64 | 6,638E-03 | -5,178E-03 | -9,081E-04 | 3,553E-03  | 3,861E-03 | 5,327E-06 |
| 65 | 0,0172    | -0,0118    | -1,519E-03 | 2,536E-03  | 3,664E-03 | 1,250E-05 |
| 66 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 67 | 6,616E-03 | -5,178E-03 | -4,894E-04 | 1,686E-03  | 3,520E-03 | 5,327E-06 |
| 68 | 0,0172    | -0,0118    | -8,182E-04 | 1,401E-03  | 3,498E-03 | 1,250E-05 |
| 69 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 70 | 6,592E-03 | -5,178E-03 | -7,015E-04 | 1,045E-04  | 3,607E-03 | 5,327E-06 |
| 71 | 0,0171    | -0,0118    | -1,174E-03 | 5,029E-04  | 3,536E-03 | 1,250E-05 |
| 72 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 73 | 6,592E-03 | -5,151E-03 | -5,108E-04 | 2,806E-04  | 3,332E-03 | 5,327E-06 |
| 74 | 0,0171    | -0,0117    | -8,602E-04 | 6,003E-04  | 3,350E-03 | 1,250E-05 |
| 75 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 76 | 6,616E-03 | -5,151E-03 | -3,486E-04 | 1,802E-03  | 3,403E-03 | 5,327E-06 |
| 77 | 0,0172    | -0,0117    | -5,880E-04 | 1,479E-03  | 3,392E-03 | 1,250E-05 |
| 78 | 0,0000    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 0,0000    |
| 79 | 6,638E-03 | -5,151E-03 | -6,845E-04 | 3,177E-03  | 3,034E-03 | 5,327E-06 |
| 80 | 0,0172    | -0,0117    | -1,150E-03 | 2,295E-03  | 3,201E-03 | 1,250E-05 |
| 81 | 0,0253    | -0,0158    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 1,670E-05 |
| 82 | 0,0171    | -0,0118    | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 1,250E-05 |
| 83 | 6,615E-03 | -5,168E-03 | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000    | 5,327E-06 |

Para la tabla IV.b1 la primera columna es el número de nudo de la estructura, que se muestra en la figura IV.b.1, las columnas siguientes, U1, U2, y U3, representan los desplazamientos lineales de los nudos de la estructura en los ejes globales "x", "y" y "z" respectivamente, y las columnas R1, R2, R3, representan los desplazamientos angulares de los nudos en los ejes globales "x", "y" y "z" respectivamente.

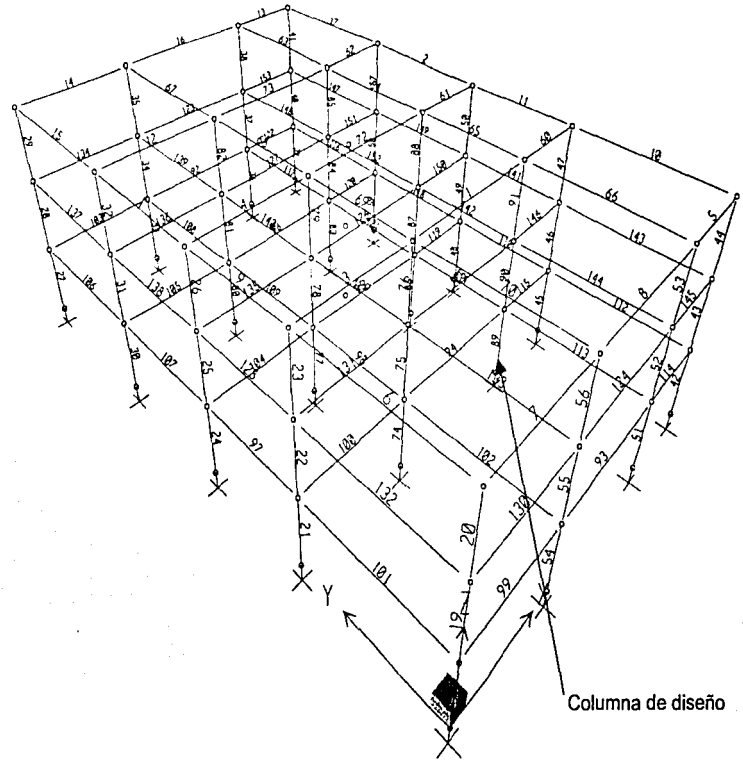
**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



IV.1) Figura IV.b.1  
Numeración de nudos en la estructura tridimensional

ESTRUC. CON  
FALLA DE ORIGEN



IV.2) Figura IV.b.2  
Numeración elementos estructurales en la estructura tridimensional

**Tabla IV.b2**  
**Reacciones en la estructura para**  
**la combinación de carga Málaga "2"**

|    | F1 (t)  | F2 (t)  | F3 (t)  | M1 (t-m) | M2 (t-m) | M3 (t-m)   |
|----|---------|---------|---------|----------|----------|------------|
| 18 | -3,1752 | 1,9508  | 15,4078 | -2,6046  | -7,8025  | -1,481E-03 |
| 21 | -2,7152 | 1,0783  | 31,7023 | -1,9048  | -7,4218  | -1,481E-03 |
| 24 | -2,6856 | 1,3484  | 21,4509 | -2,1214  | -7,3817  | -1,481E-03 |
| 27 | -3,1147 | 0,1850  | 13,3919 | -1,1883  | -7,6732  | -1,481E-03 |
| 30 | -2,8944 | 1,9677  | 23,5720 | -2,6182  | -7,5247  | -1,481E-03 |
| 33 | -3,8051 | -0,5906 | 36,4772 | -0,5616  | -8,2106  | -1,481E-03 |
| 36 | -4,7012 | -0,4512 | 25,2365 | -0,6679  | -8,9081  | -1,481E-03 |
| 39 | -3,8244 | 0,3287  | 20,2112 | -1,2905  | -8,2256  | -1,481E-03 |
| 42 | -3,8904 | 1,7949  | 22,3969 | -2,4665  | -8,3591  | -1,481E-03 |
| 45 | -3,9183 | 1,1238  | 31,2051 | -1,9282  | -8,3583  | -1,481E-03 |
| 48 | -4,0359 | 1,5237  | 30,0769 | -2,2490  | -8,4328  | -1,481E-03 |
| 51 | -4,7823 | 2,5262  | 26,7141 | -3,0561  | -9,0534  | -1,481E-03 |
| 54 | -3,8723 | 2,7172  | 38,6666 | -3,2148  | -8,3451  | -1,481E-03 |
| 59 | -3,9090 | 1,6706  | 31,4140 | -2,3668  | -8,3144  | -1,481E-03 |
| 63 | -3,5657 | 0,4172  | 66,4161 | -1,3700  | -8,0839  | -1,481E-03 |
| 66 | -4,2843 | 1,5157  | 35,9040 | -2,2511  | -8,6262  | -1,481E-03 |
| 69 | -4,0471 | 2,4460  | 51,3581 | -2,9973  | -8,4219  | -1,481E-03 |
| 72 | -4,6580 | 2,3290  | 37,4635 | -2,8979  | -8,8974  | -1,481E-03 |
| 75 | -4,5454 | 1,4336  | 25,6366 | -2,1797  | -8,8294  | -1,481E-03 |
| 78 | -5,4054 | 0,6250  | 50,1166 | -1,5311  | -9,5158  | -1,481E-03 |

Para la tabla IV.b2 la primera columna es el número de nudo en la base de la estructura, como se muestra en la figura IV.b.1, las columnas siguientes, F1, F2, y F3, representan las fuerzas en la base de la estructura en los ejes locales "x", "y" y "z" respectivamente, y las columnas M1, M2, M3, representan los momentos en la base en los ejes locales "x", "y" y "z" respectivamente.

**Tabla IV.b3**  
**Fuerzas y Momentos en elementos estructurales para la combinación**  
**de carga Málaga "2"**

| LOC              | P (t) | V2 (t)     | V3 (t) | T (t - m)  | M2 (t - m) | M3 (t - m) |
|------------------|-------|------------|--------|------------|------------|------------|
| <b>1 SISMICA</b> |       |            |        |            |            |            |
| 0,00             | 0,00  | -1,62      | 0,00   | -1,439E-02 | 0,00       | -1,50      |
| 1,15             | 0,00  | -8,089E-01 | 0,00   | -1,439E-02 | 0,00       | -1,027E-01 |
| 2,30             | 0,00  | 6,753E-04  | 0,00   | -1,439E-02 | 0,00       | 3,620E-01  |
| 3,45             | 0,00  | 8,103E-01  | 0,00   | -1,439E-02 | 0,00       | -1,043E-01 |
| 4,60             | 0,00  | 1,62       | 0,00   | -1,439E-02 | 0,00       | -1,50      |
| <b>2 SISMICA</b> |       |            |        |            |            |            |
| 0,00             | 0,00  | -2,76      | 0,00   | 5,843E-03  | 0,00       | -2,26      |
| 1,15             | 0,00  | -1,40      | 0,00   | 5,843E-03  | 0,00       | 1,314E-01  |
| 2,30             | 0,00  | -3,859E-02 | 0,00   | 5,843E-03  | 0,00       | 9,574E-01  |

|            |      |            |      |            |      |            |
|------------|------|------------|------|------------|------|------------|
| 3,45       | 0,00 | 1,32       | 0,00 | 5,843E-03  | 0,00 | 2,201E-01  |
| 4,60       | 0,00 | 2,68       | 0,00 | 5,843E-03  | 0,00 | -2,08      |
| 3 SISMICA  |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | -3,25      | 0,00 | 1,407E-01  | 0,00 | -7,612E-01 |
| 1,08       | 0,00 | -1,10      | 0,00 | 1,407E-01  | 0,00 | 1,58       |
| 2,15       | 0,00 | 1,04       | 0,00 | 1,407E-01  | 0,00 | 1,61       |
| 3,23       | 0,00 | 3,19       | 0,00 | 1,407E-01  | 0,00 | -6,620E-01 |
| 4,30       | 0,00 | 5,33       | 0,00 | 1,407E-01  | 0,00 | -5,24      |
| 4 SISMICA  |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | -3,32      | 0,00 | -3,591E-02 | 0,00 | -8,225E-01 |
| 1,08       | 0,00 | -1,17      | 0,00 | -3,591E-02 | 0,00 | 1,59       |
| 2,15       | 0,00 | 9,703E-01  | 0,00 | -3,591E-02 | 0,00 | 1,70       |
| 3,23       | 0,00 | 3,11       | 0,00 | -3,591E-02 | 0,00 | -4,934E-01 |
| 4,30       | 0,00 | 5,26       | 0,00 | -3,591E-02 | 0,00 | -4,99      |
| 5 SISMICA  |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | 1,14       | 0,00 | 2,556E-01  | 0,00 | 2,17       |
| 0,70       | 0,00 | 1,51       | 0,00 | 2,556E-01  | 0,00 | 1,24       |
| 1,40       | 0,00 | 1,88       | 0,00 | 2,556E-01  | 0,00 | 5,617E-02  |
| 2,10       | 0,00 | 2,25       | 0,00 | 2,556E-01  | 0,00 | -1,39      |
| 2,80       | 0,00 | 2,62       | 0,00 | 2,556E-01  | 0,00 | -3,09      |
| 6 SISMICA  |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | -4,30      | 0,00 | 2,378E-02  | 0,00 | -3,36      |
| 1,33       | 0,00 | -2,14      | 0,00 | 2,378E-02  | 0,00 | 9,083E-01  |
| 2,65       | 0,00 | 1,797E-02  | 0,00 | 2,378E-02  | 0,00 | 2,32       |
| 3,98       | 0,00 | 2,18       | 0,00 | 2,378E-02  | 0,00 | 8,607E-01  |
| 5,30       | 0,00 | 4,34       | 0,00 | 2,378E-02  | 0,00 | -3,46      |
| 7 SISMICA  |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | -6,585E-01 | 0,00 | -1,798E-01 | 0,00 | 9,422E-01  |
| 1,08       | 0,00 | 1,456E-01  | 0,00 | -1,798E-01 | 0,00 | 1,22       |
| 2,15       | 0,00 | 9,497E-01  | 0,00 | -1,798E-01 | 0,00 | 6,292E-01  |
| 3,23       | 0,00 | 1,75       | 0,00 | -1,798E-01 | 0,00 | -8,238E-01 |
| 4,30       | 0,00 | 2,56       | 0,00 | -1,798E-01 | 0,00 | -3,14      |
| 8 SISMICA  |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | -1,72      | 0,00 | 3,751E-02  | 0,00 | -4,274E-01 |
| 1,30       | 0,00 | -5,740E-01 | 0,00 | 3,751E-02  | 0,00 | 1,06       |
| 2,60       | 0,00 | 5,687E-01  | 0,00 | 3,751E-02  | 0,00 | 1,07       |
| 3,90       | 0,00 | 1,71       | 0,00 | 3,751E-02  | 0,00 | -4,170E-01 |
| 5,20       | 0,00 | 2,85       | 0,00 | 3,751E-02  | 0,00 | -3,38      |
| 9 SISMICA  |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | -2,33      | 0,00 | 1,423E-03  | 0,00 | -8,920E-01 |
| 1,00       | 0,00 | -8,708E-01 | 0,00 | 1,423E-03  | 0,00 | 7,068E-01  |
| 2,00       | 0,00 | 5,852E-01  | 0,00 | 1,423E-03  | 0,00 | 8,496E-01  |
| 3,00       | 0,00 | 2,04       | 0,00 | 1,423E-03  | 0,00 | -4,636E-01 |
| 4,00       | 0,00 | 3,50       | 0,00 | 1,423E-03  | 0,00 | -3,23      |
| 10 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | -3,56      | 0,00 | -2,694E-03 | 0,00 | -2,88      |
| 1,33       | 0,00 | -1,80      | 0,00 | -2,694E-03 | 0,00 | 6,773E-01  |
| 2,65       | 0,00 | -3,945E-02 | 0,00 | -2,694E-03 | 0,00 | 1,90       |
| 3,98       | 0,00 | 1,72       | 0,00 | -2,694E-03 | 0,00 | 7,819E-01  |
| 5,30       | 0,00 | 3,49       | 0,00 | -2,694E-03 | 0,00 | -2,67      |
| 11 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | -2,97      | 0,00 | -9,599E-03 | 0,00 | -2,76      |



|            |        |            |       |            |            |            |
|------------|--------|------------|-------|------------|------------|------------|
| 1,00       | 0,00   | -1,71      | 0,00  | -9,599E-03 | 0,00       | -4,194E-01 |
| 2,00       | 0,00   | -4,515E-01 | 0,00  | -9,599E-03 | 0,00       | 6,806E-01  |
| 3,00       | 0,00   | 8,055E-01  | 0,00  | -9,599E-03 | 0,00       | 4,836E-01  |
| 4,00       | 0,00   | 2,06       | 0,00  | -9,599E-03 | 0,00       | -9,504E-01 |
| 12 SISMICA |        |            |       |            |            |            |
| 0,00       | 0,00   | -2,02      | 0,00  | -1,049E-01 | 0,00       | 5,427E-03  |
| 1,08       | 0,00   | -5,413E-01 | 0,00  | -1,049E-01 | 0,00       | 1,38       |
| 2,15       | 0,00   | 9,357E-01  | 0,00  | -1,049E-01 | 0,00       | 1,17       |
| 3,23       | 0,00   | 2,41       | 0,00  | -1,049E-01 | 0,00       | -6,305E-01 |
| 4,30       | 0,00   | 3,89       | 0,00  | -1,049E-01 | 0,00       | -4,02      |
| 13 SISMICA |        |            |       |            |            |            |
| 0,00       | 0,00   | -2,61      | 0,00  | -2,756E-01 | 0,00       | -3,08      |
| 0,70       | 0,00   | -2,24      | 0,00  | -2,756E-01 | 0,00       | -1,38      |
| 1,40       | 0,00   | -1,87      | 0,00  | -2,756E-01 | 0,00       | 5,877E-02  |
| 2,10       | 0,00   | -1,50      | 0,00  | -2,756E-01 | 0,00       | 1,24       |
| 2,80       | 0,00   | -1,13      | 0,00  | -2,756E-01 | 0,00       | 2,16       |
| 14 SISMICA |        |            |       |            |            |            |
| 0,00       | 0,00   | -2,55      | 0,00  | 1,772E-01  | 0,00       | -3,12      |
| 1,08       | 0,00   | -1,74      | 0,00  | 1,772E-01  | 0,00       | -8,135E-01 |
| 2,15       | 0,00   | -9,402E-01 | 0,00  | 1,772E-01  | 0,00       | 6,294E-01  |
| 3,23       | 0,00   | -1,361E-01 | 0,00  | 1,772E-01  | 0,00       | 1,21       |
| 4,30       | 0,00   | 6,680E-01  | 0,00  | 1,772E-01  | 0,00       | 9,219E-01  |
| 15 SISMICA |        |            |       |            |            |            |
| 0,00       | 0,00   | -4,02      | 0,00  | -1,368E-02 | 0,00       | -2,47      |
| 1,35       | 0,00   | -1,84      | 0,00  | -1,368E-02 | 0,00       | 1,48       |
| 2,70       | 0,00   | 3,344E-01  | 0,00  | -1,368E-02 | 0,00       | 2,49       |
| 4,05       | 0,00   | 2,51       | 0,00  | -1,368E-02 | 0,00       | 5,747E-01  |
| 5,40       | 0,00   | 4,68       | 0,00  | -1,368E-02 | 0,00       | -4,28      |
| 16 SISMICA |        |            |       |            |            |            |
| 0,00       | 0,00   | -2,85      | 0,00  | -3,023E-02 | 0,00       | -3,37      |
| 1,30       | 0,00   | -1,71      | 0,00  | -3,023E-02 | 0,00       | -4,109E-01 |
| 2,60       | 0,00   | -5,627E-01 | 0,00  | -3,023E-02 | 0,00       | 1,06       |
| 3,90       | 0,00   | 5,800E-01  | 0,00  | -3,023E-02 | 0,00       | 1,05       |
| 5,20       | 0,00   | 1,72       | 0,00  | -3,023E-02 | 0,00       | -4,447E-01 |
| 17 SISMICA |        |            |       |            |            |            |
| 0,00       | 0,00   | -3,94      | 0,00  | 3,310E-03  | 0,00       | -3,81      |
| 1,35       | 0,00   | -2,15      | 0,00  | 3,310E-03  | 0,00       | 2,994E-01  |
| 2,70       | 0,00   | -3,670E-01 | 0,00  | 3,310E-03  | 0,00       | 2,00       |
| 4,05       | 0,00   | 1,42       | 0,00  | 3,310E-03  | 0,00       | 1,29       |
| 5,40       | 0,00   | 3,20       | 0,00  | 3,310E-03  | 0,00       | -1,83      |
| 18 SISMICA |        |            |       |            |            |            |
| 0,00       | -15,41 | 3,18       | -1,95 | 1,481E-03  | -2,60      | 7,80       |
| 1,22       | -15,17 | 3,18       | -1,95 | 1,481E-03  | -2,344E-01 | 3,94       |
| 2,43       | -14,94 | 3,18       | -1,95 | 1,481E-03  | 2,14       | 8,675E-02  |
| 19 SISMICA |        |            |       |            |            |            |
| 0,00       | -10,46 | 1,94       | -1,97 | 1,994E-03  | -2,45      | 2,10       |
| 1,22       | -10,23 | 1,94       | -1,97 | 1,994E-03  | -4,730E-02 | -2,554E-01 |
| 2,43       | -9,99  | 1,94       | -1,97 | 1,994E-03  | 2,35       | -2,61      |
| 20 SISMICA |        |            |       |            |            |            |
| 0,00       | -5,47  | 4,576E-02  | -2,38 | 1,168E-03  | -2,16      | -8,072E-01 |
| 1,22       | -5,23  | 4,576E-02  | -2,38 | 1,168E-03  | 7,401E-01  | -8,628E-01 |
| 2,43       | -5,00  | 4,576E-02  | -2,38 | 1,168E-03  | 3,64       | -9,184E-01 |

|            |        |            |            |           |            |            |  |
|------------|--------|------------|------------|-----------|------------|------------|--|
| 21 SISMICA |        |            |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -31,70 | 2,72       | -1,08      | 1,481E-03 | -1,90      | 7,42       |  |
| 1,22       | -31,47 | 2,72       | -1,08      | 1,481E-03 | -5,947E-01 | 4,12       |  |
| 2,43       | -31,23 | 2,72       | -1,08      | 1,481E-03 | 7,154E-01  | 8,239E-01  |  |
| 22 SISMICA |        |            |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -21,58 | 1,28       | -7,085E-01 | 1,994E-03 | -7,100E-01 | 1,20       |  |
| 1,22       | -21,35 | 1,28       | -7,085E-01 | 1,994E-03 | 1,509E-01  | -3,553E-01 |  |
| 2,43       | -21,11 | 1,28       | -7,085E-01 | 1,994E-03 | 1,01       | -1,91      |  |
| 23 SISMICA |        |            |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -11,52 | -1,06      | 2,142E-01  | 1,168E-03 | 2,522E-01  | -1,84      |  |
| 1,22       | -11,28 | -1,06      | 2,142E-01  | 1,168E-03 | -8,090E-03 | -5,531E-01 |  |
| 2,43       | -11,05 | -1,06      | 2,142E-01  | 1,168E-03 | -2,684E-01 | 7,388E-01  |  |
| 24 SISMICA |        |            |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -21,45 | 2,69       | -1,35      | 1,481E-03 | -2,12      | 7,38       |  |
| 1,22       | -21,22 | 2,69       | -1,35      | 1,481E-03 | -4,832E-01 | 4,12       |  |
| 2,43       | -20,98 | 2,69       | -1,35      | 1,481E-03 | 1,16       | 8,558E-01  |  |
| 25 SISMICA |        |            |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -14,73 | 1,28       | -1,11      | 1,994E-03 | -1,26      | 1,19       |  |
| 1,22       | -14,49 | 1,28       | -1,11      | 1,994E-03 | 9,562E-02  | -3,713E-01 |  |
| 2,43       | -14,26 | 1,28       | -1,11      | 1,994E-03 | 1,45       | -1,93      |  |
| 26 SISMICA |        |            |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -7,74  | -1,09      | -4,163E-01 | 1,168E-03 | -3,661E-01 | -1,84      |  |
| 1,22       | -7,50  | -1,09      | -4,163E-01 | 1,168E-03 | 1,397E-01  | -5,155E-01 |  |
| 2,43       | -7,27  | -1,09      | -4,163E-01 | 1,168E-03 | 6,455E-01  | 8,067E-01  |  |
| 27 SISMICA |        |            |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -13,39 | 3,11       | -1,850E-01 | 1,481E-03 | -1,19      | 7,67       |  |
| 1,22       | -13,16 | 3,11       | -1,850E-01 | 1,481E-03 | -9,636E-01 | 3,89       |  |
| 2,43       | -12,92 | 3,11       | -1,850E-01 | 1,481E-03 | -7,388E-01 | 1,044E-01  |  |
| 28 SISMICA |        |            |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -9,40  | 1,91       | 6,192E-01  | 1,994E-03 | 1,09       | 2,08       |  |
| 1,22       | -9,16  | 1,91       | 6,192E-01  | 1,994E-03 | 3,404E-01  | -2,409E-01 |  |
| 2,43       | -8,92  | 1,91       | 6,192E-01  | 1,994E-03 | -4,120E-01 | -2,56      |  |
| 29 SISMICA |        |            |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -5,15  | 5,037E-02  | 1,90       | 1,168E-03 | 1,96       | -7,859E-01 |  |
| 1,22       | -4,92  | 5,037E-02  | 1,90       | 1,168E-03 | -3,450E-01 | -8,471E-01 |  |
| 2,43       | -4,68  | 5,037E-02  | 1,90       | 1,168E-03 | -2,65      | -9,083E-01 |  |
| 30 SISMICA |        |            |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -23,57 | 2,89       | -1,97      | 1,481E-03 | -2,62      | 7,52       |  |
| 1,22       | -23,34 | 2,89       | -1,97      | 1,481E-03 | -2,274E-01 | 4,01       |  |
| 2,43       | -23,10 | 2,89       | -1,97      | 1,481E-03 | 2,16       | 4,913E-01  |  |
| 31 SISMICA |        |            |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -16,17 | 1,58       | -2,06      | 1,994E-03 | -2,53      | 1,62       |  |
| 1,22       | -15,94 | 1,58       | -2,06      | 1,994E-03 | -2,378E-02 | -3,074E-01 |  |
| 2,43       | -15,70 | 1,58       | -2,06      | 1,994E-03 | 2,48       | -2,23      |  |
| 32 SISMICA |        |            |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -8,79  | -5,495E-01 | -1,96      | 1,168E-03 | -1,88      | -1,34      |  |
| 1,22       | -8,56  | -5,495E-01 | -1,96      | 1,168E-03 | 5,048E-01  | -6,723E-01 |  |
| 2,43       | -8,32  | -5,495E-01 | -1,96      | 1,168E-03 | 2,89       | -4,717E-03 |  |
| 33 SISMICA |        |            |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -36,48 | 3,81       | 5,906E-01  | 1,481E-03 | -5,616E-01 | 8,21       |  |
| 1,22       | -36,24 | 3,81       | 5,906E-01  | 1,481E-03 | -1,28      | 3,59       |  |
| 2,43       | -36,01 | 3,81       | 5,906E-01  | 1,481E-03 | -2,00      | -1,04      |  |

|            |        |      |            |           |            |            |
|------------|--------|------|------------|-----------|------------|------------|
| 34 SISMICA |        |      |            |           |            |            |
| 0,00       | -24,70 | 3,01 | 1,82       | 1,994E-03 | 2,69       | 3,54       |
| 1,22       | -24,47 | 3,01 | 1,82       | 1,994E-03 | 4,834E-01  | -1,209E-01 |
| 2,43       | -24,23 | 3,01 | 1,82       | 1,994E-03 | -1,72      | -3,78      |
| 35 SISMICA |        |      |            |           |            |            |
| 0,00       | -12,82 | 1,35 | 3,75       | 1,168E-03 | 3,79       | 5,867E-01  |
| 1,22       | -12,58 | 1,35 | 3,75       | 1,168E-03 | -7,590E-01 | -1,05      |
| 2,43       | -12,34 | 1,35 | 3,75       | 1,168E-03 | -5,31      | -2,69      |
| 36 SISMICA |        |      |            |           |            |            |
| 0,00       | -25,24 | 4,70 | 4,512E-01  | 1,481E-03 | -6,679E-01 | 8,91       |
| 1,22       | -25,00 | 4,70 | 4,512E-01  | 1,481E-03 | -1,22      | 3,20       |
| 2,43       | -24,77 | 4,70 | 4,512E-01  | 1,481E-03 | -1,76      | -2,52      |
| 37 SISMICA |        |      |            |           |            |            |
| 0,00       | -17,51 | 4,44 | 1,61       | 1,994E-03 | 2,41       | 5,43       |
| 1,22       | -17,28 | 4,44 | 1,61       | 1,994E-03 | 4,497E-01  | 3,828E-02  |
| 2,43       | -17,04 | 4,44 | 1,61       | 1,994E-03 | -1,51      | -5,36      |
| 38 SISMICA |        |      |            |           |            |            |
| 0,00       | -9,60  | 3,35 | 3,39       | 1,168E-03 | 3,45       | 2,61       |
| 1,22       | -9,36  | 3,35 | 3,39       | 1,168E-03 | -6,674E-01 | -1,46      |
| 2,43       | -9,13  | 3,35 | 3,39       | 1,168E-03 | -4,79      | -5,52      |
| 39 SISMICA |        |      |            |           |            |            |
| 0,00       | -20,21 | 3,82 | -3,287E-01 | 1,481E-03 | -1,29      | 8,23       |
| 1,22       | -19,98 | 3,82 | -3,287E-01 | 1,481E-03 | -8,911E-01 | 3,58       |
| 2,43       | -19,74 | 3,82 | -3,287E-01 | 1,481E-03 | -4,917E-01 | -1,07      |
| 40 SISMICA |        |      |            |           |            |            |
| 0,00       | -13,32 | 3,04 | 3,964E-01  | 1,994E-03 | 7,867E-01  | 3,58       |
| 1,22       | -13,08 | 3,04 | 3,964E-01  | 1,994E-03 | 3,050E-01  | -1,156E-01 |
| 2,43       | -12,85 | 3,04 | 3,964E-01  | 1,994E-03 | -1,766E-01 | -3,81      |
| 41 SISMICA |        |      |            |           |            |            |
| 0,00       | -6,28  | 1,59 | 1,52       | 1,168E-03 | 1,60       | 7,800E-01  |
| 1,22       | -6,05  | 1,59 | 1,52       | 1,168E-03 | -2,536E-01 | -1,15      |
| 2,43       | -5,81  | 1,59 | 1,52       | 1,168E-03 | -2,10      | -3,08      |
| 42 SISMICA |        |      |            |           |            |            |
| 0,00       | -22,40 | 3,89 | -1,79      | 1,481E-03 | -2,47      | 8,36       |
| 1,22       | -22,16 | 3,89 | -1,79      | 1,481E-03 | -2,857E-01 | 3,63       |
| 2,43       | -21,93 | 3,89 | -1,79      | 1,481E-03 | 1,90       | -1,09      |
| 43 SISMICA |        |      |            |           |            |            |
| 0,00       | -14,48 | 3,08 | -1,74      | 1,994E-03 | -2,14      | 3,61       |
| 1,22       | -14,25 | 3,08 | -1,74      | 1,994E-03 | -2,410E-02 | -1,287E-01 |
| 2,43       | -14,01 | 3,08 | -1,74      | 1,994E-03 | 2,09       | -3,87      |
| 44 SISMICA |        |      |            |           |            |            |
| 0,00       | -6,65  | 1,59 | -2,03      | 1,168E-03 | -1,81      | 7,648E-01  |
| 1,22       | -6,42  | 1,59 | -2,03      | 1,168E-03 | 6,623E-01  | -1,17      |
| 2,43       | -6,18  | 1,59 | -2,03      | 1,168E-03 | 3,13       | -3,10      |
| 45 SISMICA |        |      |            |           |            |            |
| 0,00       | -31,21 | 3,92 | -1,12      | 1,481E-03 | -1,93      | 8,36       |
| 1,22       | -30,97 | 3,92 | -1,12      | 1,481E-03 | -5,628E-01 | 3,60       |
| 2,43       | -30,73 | 3,92 | -1,12      | 1,481E-03 | 8,026E-01  | -1,16      |
| 46 SISMICA |        |      |            |           |            |            |
| 0,00       | -20,56 | 3,17 | -8,036E-01 | 1,994E-03 | -8,324E-01 | 3,72       |
| 1,22       | -20,32 | 3,17 | -8,036E-01 | 1,994E-03 | 1,440E-01  | -1,311E-01 |
| 2,43       | -20,09 | 3,17 | -8,036E-01 | 1,994E-03 | 1,12       | -3,99      |

|            |        |      |            |           |            |            |  |
|------------|--------|------|------------|-----------|------------|------------|--|
| 47 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -9,97  | 1,73 | 7,202E-02  | 1,168E-03 | 9,842E-02  | 9,339E-01  |  |
| 1,22       | -9,74  | 1,73 | 7,202E-02  | 1,168E-03 | 1,092E-02  | -1,17      |  |
| 2,43       | -9,50  | 1,73 | 7,202E-02  | 1,168E-03 | -7,658E-02 | -3,28      |  |
| 48 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -30,08 | 4,04 | -1,52      | 1,481E-03 | -2,25      | 8,43       |  |
| 1,22       | -29,84 | 4,04 | -1,52      | 1,481E-03 | -3,977E-01 | 3,53       |  |
| 2,43       | -29,61 | 4,04 | -1,52      | 1,481E-03 | 1,45       | -1,37      |  |
| 49 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -19,86 | 3,30 | -1,42      | 1,994E-03 | -1,66      | 3,94       |  |
| 1,22       | -19,62 | 3,30 | -1,42      | 1,994E-03 | 6,824E-02  | -7,456E-02 |  |
| 2,43       | -19,39 | 3,30 | -1,42      | 1,994E-03 | 1,79       | -4,09      |  |
| 50 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -9,55  | 2,00 | -8,685E-01 | 1,168E-03 | -8,348E-01 | 1,15       |  |
| 1,22       | -9,32  | 2,00 | -8,685E-01 | 1,168E-03 | 2,205E-01  | -1,28      |  |
| 2,43       | -9,08  | 2,00 | -8,685E-01 | 1,168E-03 | 1,28       | -3,71      |  |
| 51 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -26,71 | 4,78 | -2,53      | 1,481E-03 | -3,06      | 9,05       |  |
| 1,22       | -26,48 | 4,78 | -2,53      | 1,481E-03 | 1,328E-02  | 3,24       |  |
| 2,43       | -26,24 | 4,78 | -2,53      | 1,481E-03 | 3,08       | -2,57      |  |
| 52 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -18,23 | 4,50 | -2,88      | 1,994E-03 | -3,66      | 5,49       |  |
| 1,22       | -17,99 | 4,50 | -2,88      | 1,994E-03 | -1,540E-01 | 3,119E-02  |  |
| 2,43       | -17,76 | 4,50 | -2,88      | 1,994E-03 | 3,35       | -5,43      |  |
| 53 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -9,74  | 3,37 | -3,78      | 1,168E-03 | -3,55      | 2,61       |  |
| 1,22       | -9,51  | 3,37 | -3,78      | 1,168E-03 | 1,04       | -1,49      |  |
| 2,43       | -9,27  | 3,37 | -3,78      | 1,168E-03 | 5,64       | -5,59      |  |
| 54 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -38,67 | 3,87 | -2,72      | 1,481E-03 | -3,21      | 8,35       |  |
| 1,22       | -38,43 | 3,87 | -2,72      | 1,481E-03 | 8,661E-02  | 3,64       |  |
| 2,43       | -38,20 | 3,87 | -2,72      | 1,481E-03 | 3,39       | -1,06      |  |
| 55 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -25,88 | 3,06 | -3,16      | 1,994E-03 | -4,03      | 3,58       |  |
| 1,22       | -25,65 | 3,06 | -3,16      | 1,994E-03 | -1,939E-01 | -1,352E-01 |  |
| 2,43       | -25,41 | 3,06 | -3,16      | 1,994E-03 | 3,64       | -3,85      |  |
| 56 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -13,20 | 1,35 | -4,24      | 1,168E-03 | -3,99      | 5,740E-01  |  |
| 1,22       | -12,96 | 1,35 | -4,24      | 1,168E-03 | 1,16       | -1,06      |  |
| 2,43       | -12,73 | 1,35 | -4,24      | 1,168E-03 | 6,31       | -2,70      |  |
| 57 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -10,28 | 1,76 | -1,29      | 1,168E-03 | -1,20      | 9,301E-01  |  |
| 1,22       | -10,05 | 1,76 | -1,29      | 1,168E-03 | 3,741E-01  | -1,20      |  |
| 2,43       | -9,81  | 1,76 | -1,29      | 1,168E-03 | 1,94       | -3,34      |  |
| 58 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -20,79 | 3,14 | -1,59      | 1,994E-03 | -1,92      | 3,72       |  |
| 1,22       | -20,55 | 3,14 | -1,59      | 1,994E-03 | 1,837E-02  | -1,020E-01 |  |
| 2,43       | -20,32 | 3,14 | -1,59      | 1,994E-03 | 1,95       | -3,92      |  |
| 59 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -31,41 | 3,91 | -1,67      | 1,481E-03 | -2,37      | 8,31       |  |
| 1,22       | -31,18 | 3,91 | -1,67      | 1,481E-03 | -3,370E-01 | 3,57       |  |
| 2,43       | -30,94 | 3,91 | -1,67      | 1,481E-03 | 1,69       | -1,18      |  |

|            |      |            |      |            |      |            |
|------------|------|------------|------|------------|------|------------|
| 60 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | 4,264E-01  | 0,00 | -1,646E-01 | 0,00 | 1,60       |
| 0,70       | 0,00 | 1,08       | 0,00 | -1,646E-01 | 0,00 | 1,07       |
| 1,40       | 0,00 | 1,74       | 0,00 | -1,646E-01 | 0,00 | 8,069E-02  |
| 2,10       | 0,00 | 2,39       | 0,00 | -1,646E-01 | 0,00 | -1,37      |
| 2,80       | 0,00 | 3,05       | 0,00 | -1,646E-01 | 0,00 | -3,27      |
| 61 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | -6,436E-01 | 0,00 | -3,163E-02 | 0,00 | 1,35       |
| 7,0E-01    | 0,00 | 5,835E-01  | 0,00 | -3,163E-02 | 0,00 | 1,37       |
| 1,40       | 0,00 | 1,81       | 0,00 | -3,163E-02 | 0,00 | 5,284E-01  |
| 2,10       | 0,00 | 3,04       | 0,00 | -3,163E-02 | 0,00 | -1,17      |
| 2,80       | 0,00 | 4,26       | 0,00 | -3,163E-02 | 0,00 | -3,72      |
| 62 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | 5,699E-01  | 0,00 | 2,149E-01  | 0,00 | 1,93       |
| 0,70       | 0,00 | 1,23       | 0,00 | 2,149E-01  | 0,00 | 1,30       |
| 1,40       | 0,00 | 1,88       | 0,00 | 2,149E-01  | 0,00 | 2,173E-01  |
| 2,10       | 0,00 | 2,54       | 0,00 | 2,149E-01  | 0,00 | -1,33      |
| 2,80       | 0,00 | 3,19       | 0,00 | 2,149E-01  | 0,00 | -3,34      |
| 63 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | -8,26      | 0,00 | -3,852E-03 | 0,00 | -7,35      |
| 1,35       | 0,00 | -4,35      | 0,00 | -3,852E-03 | 0,00 | 1,16       |
| 2,70       | 0,00 | -4,292E-01 | 0,00 | -3,852E-03 | 0,00 | 4,38       |
| 4,05       | 0,00 | 3,49       | 0,00 | -3,852E-03 | 0,00 | 2,32       |
| 5,40       | 0,00 | 7,41       | 0,00 | -3,852E-03 | 0,00 | -5,04      |
| 64 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | -2,69      | 0,00 | -9,015E-03 | 0,00 | -2,11      |
| 1,15       | 0,00 | -1,24      | 0,00 | -9,015E-03 | 0,00 | 1,529E-01  |
| 2,30       | 0,00 | 2,041E-01  | 0,00 | -9,015E-03 | 0,00 | 7,494E-01  |
| 3,45       | 0,00 | 1,65       | 0,00 | -9,015E-03 | 0,00 | -3,166E-01 |
| 4,60       | 0,00 | 3,10       | 0,00 | -9,015E-03 | 0,00 | -3,04      |
| 65 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | -4,28      | 0,00 | 5,983E-02  | 0,00 | -4,21      |
| 1,00       | 0,00 | -2,52      | 0,00 | 5,983E-02  | 0,00 | -8,069E-01 |
| 2,00       | 0,00 | -7,536E-01 | 0,00 | 5,983E-02  | 0,00 | 8,292E-01  |
| 3,00       | 0,00 | 1,01       | 0,00 | 5,983E-02  | 0,00 | 7,004E-01  |
| 4,00       | 0,00 | 2,78       | 0,00 | 5,983E-02  | 0,00 | -1,19      |
| 66 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | -7,56      | 0,00 | -3,415E-02 | 0,00 | -5,86      |
| 1,33       | 0,00 | -3,76      | 0,00 | -3,415E-02 | 0,00 | 1,64       |
| 2,65       | 0,00 | 4,034E-02  | 0,00 | -3,415E-02 | 0,00 | 4,10       |
| 3,98       | 0,00 | 3,84       | 0,00 | -3,415E-02 | 0,00 | 1,53       |
| 5,30       | 0,00 | 7,64       | 0,00 | -3,415E-02 | 0,00 | -6,07      |
| 67 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | -8,96      | 0,00 | 1,145E-02  | 0,00 | -7,92      |
| 1,35       | 0,00 | -4,70      | 0,00 | 1,145E-02  | 0,00 | 1,31       |
| 2,70       | 0,00 | -4,448E-01 | 0,00 | 1,145E-02  | 0,00 | 4,78       |
| 4,05       | 0,00 | 3,81       | 0,00 | 1,145E-02  | 0,00 | 2,51       |
| 5,40       | 0,00 | 8,07       | 0,00 | 1,145E-02  | 0,00 | -5,52      |
| 68 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00       | 0,00 | -2,68      | 0,00 | 1,358E-02  | 0,00 | -1,99      |
| 1,15       | 0,00 | -1,20      | 0,00 | 1,358E-02  | 0,00 | 2,336E-01  |
| 2,30       | 0,00 | 2,838E-01  | 0,00 | 1,358E-02  | 0,00 | 7,582E-01  |

|            |        |            |            |            |            |            |
|------------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 3,45       | 0,00   | 1,76       | 0,00       | 1,358E-02  | 0,00       | -4,192E-01 |
| 4,60       | 0,00   | 3,24       | 0,00       | 1,358E-02  | 0,00       | -3,30      |
| 69 SISMICA |        |            |            |            |            |            |
| 0,00       | 0,00   | -3,74      | 0,00       | -5,268E-02 | 0,00       | -4,07      |
| 1,00       | 0,00   | -2,29      | 0,00       | -5,268E-02 | 0,00       | -1,05      |
| 2,00       | 0,00   | -8,297E-01 | 0,00       | -5,268E-02 | 0,00       | 5,027E-01  |
| 3,00       | 0,00   | 6,263E-01  | 0,00       | -5,268E-02 | 0,00       | 6,044E-01  |
| 4,00       | 0,00   | 2,08       | 0,00       | -5,268E-02 | 0,00       | -7,499E-01 |
| 70 SISMICA |        |            |            |            |            |            |
| 0,00       | 0,00   | -8,45      | 0,00       | 1,469E-02  | 0,00       | -6,53      |
| 1,33       | 0,00   | -4,21      | 0,00       | 1,469E-02  | 0,00       | 1,86       |
| 2,65       | 0,00   | 3,225E-02  | 0,00       | 1,469E-02  | 0,00       | 4,63       |
| 3,98       | 0,00   | 4,27       | 0,00       | 1,469E-02  | 0,00       | 1,78       |
| 5,30       | 0,00   | 8,52       | 0,00       | 1,469E-02  | 0,00       | -6,70      |
| 71 SISMICA |        |            |            |            |            |            |
| 0,00       | 0,00   | -6,55      | 0,00       | -3,873E-02 | 0,00       | -6,43      |
| 1,30       | 0,00   | -3,54      | 0,00       | -3,873E-02 | 0,00       | 1,243E-01  |
| 2,60       | 0,00   | -5,331E-01 | 0,00       | -3,873E-02 | 0,00       | 2,77       |
| 3,90       | 0,00   | 2,48       | 0,00       | -3,873E-02 | 0,00       | 1,51       |
| 5,20       | 0,00   | 5,48       | 0,00       | -3,873E-02 | 0,00       | -3,66      |
| 72 SISMICA |        |            |            |            |            |            |
| 0,00       | 0,00   | -2,82      | 0,00       | 1,201E-02  | 0,00       | -3,37      |
| 1,30       | 0,00   | -1,68      | 0,00       | 1,201E-02  | 0,00       | -4,422E-01 |
| 2,60       | 0,00   | -5,364E-01 | 0,00       | 1,201E-02  | 0,00       | 9,978E-01  |
| 3,90       | 0,00   | 6,063E-01  | 0,00       | 1,201E-02  | 0,00       | 9,523E-01  |
| 5,20       | 0,00   | 1,75       | 0,00       | 1,201E-02  | 0,00       | -5,787E-01 |
| 73 SISMICA |        |            |            |            |            |            |
| 0,00       | 0,00   | -2,84      | 0,00       | 2,053E-02  | 0,00       | -3,37      |
| 1,30       | 0,00   | -1,69      | 0,00       | 2,053E-02  | 0,00       | -4,232E-01 |
| 2,60       | 0,00   | -5,498E-01 | 0,00       | 2,053E-02  | 0,00       | 1,03       |
| 3,90       | 0,00   | 5,929E-01  | 0,00       | 2,053E-02  | 0,00       | 1,01       |
| 5,20       | 0,00   | 1,74       | 0,00       | 2,053E-02  | 0,00       | -5,071E-01 |
| 74 SISMICA |        |            |            |            |            |            |
| 0,00       | -66,42 | 3,57       | -4,172E-01 | 1,481E-03  | -1,37      | 8,08       |
| 1,22       | -66,18 | 3,57       | -4,172E-01 | 1,481E-03  | -8,631E-01 | 3,75       |
| 2,43       | -65,95 | 3,57       | -4,172E-01 | 1,481E-03  | -3,561E-01 | -5,808E-01 |
| 75 SISMICA |        |            |            |            |            |            |
| 0,00       | -44,77 | 2,61       | 3,733E-01  | 1,994E-03  | 7,007E-01  | 2,97       |
| 1,22       | -44,53 | 2,61       | 3,733E-01  | 1,994E-03  | 2,471E-01  | -1,914E-01 |
| 2,43       | -44,30 | 2,61       | 3,733E-01  | 1,994E-03  | -2,066E-01 | -3,36      |
| 76 SISMICA |        |            |            |            |            |            |
| 0,00       | -23,54 | 6,310E-01  | 1,77       | 1,168E-03  | 1,85       | -1,113E-01 |
| 1,22       | -23,31 | 6,310E-01  | 1,77       | 1,168E-03  | -3,018E-01 | -8,780E-01 |
| 2,43       | -23,07 | 6,310E-01  | 1,77       | 1,168E-03  | -2,45      | -1,64      |
| 77 SISMICA |        |            |            |            |            |            |
| 0,00       | -35,90 | 4,28       | -1,52      | 1,481E-03  | -2,25      | 8,63       |
| 1,22       | -35,67 | 4,28       | -1,52      | 1,481E-03  | -4,095E-01 | 3,42       |
| 2,43       | -35,43 | 4,28       | -1,52      | 1,481E-03  | 1,43       | -1,78      |
| 78 SISMICA |        |            |            |            |            |            |
| 0,00       | -24,20 | 3,68       | -1,39      | 1,994E-03  | -1,62      | 4,45       |
| 1,22       | -23,96 | 3,68       | -1,39      | 1,994E-03  | 6,919E-02  | -2,213E-02 |
| 2,43       | -23,73 | 3,68       | -1,39      | 1,994E-03  | 1,76       | -4,49      |

|            |        |      |            |           |            |            |  |
|------------|--------|------|------------|-----------|------------|------------|--|
| 79 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -12,24 | 2,46 | -8,099E-01 | 1,168E-03 | -7,727E-01 | 1,62       |  |
| 1,22       | -12,00 | 2,46 | -8,099E-01 | 1,168E-03 | 2,113E-01  | -1,37      |  |
| 2,43       | -11,77 | 2,46 | -8,099E-01 | 1,168E-03 | 1,20       | -4,35      |  |
| 80 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -51,36 | 4,05 | -2,45      | 1,481E-03 | -3,00      | 8,42       |  |
| 1,22       | -51,12 | 4,05 | -2,45      | 1,481E-03 | -2,538E-02 | 3,50       |  |
| 2,43       | -50,89 | 4,05 | -2,45      | 1,481E-03 | 2,95       | -1,41      |  |
| 81 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -34,67 | 3,34 | -2,85      | 1,994E-03 | -3,56      | 3,99       |  |
| 1,22       | -34,44 | 3,34 | -2,85      | 1,994E-03 | -9,678E-02 | -6,918E-02 |  |
| 2,43       | -34,20 | 3,34 | -2,85      | 1,994E-03 | 3,37       | -4,13      |  |
| 82 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -18,30 | 1,90 | -3,11      | 1,168E-03 | -3,05      | 1,09       |  |
| 1,22       | -18,07 | 1,90 | -3,11      | 1,168E-03 | 7,229E-01  | -1,21      |  |
| 2,43       | -17,83 | 1,90 | -3,11      | 1,168E-03 | 4,50       | -3,51      |  |
| 83 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -37,46 | 4,66 | -2,33      | 1,481E-03 | -2,90      | 8,90       |  |
| 1,22       | -37,23 | 4,66 | -2,33      | 1,481E-03 | -6,815E-02 | 3,24       |  |
| 2,43       | -36,99 | 4,66 | -2,33      | 1,481E-03 | 2,76       | -2,42      |  |
| 84 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -25,69 | 4,37 | -2,67      | 1,994E-03 | -3,32      | 5,32       |  |
| 1,22       | -25,46 | 4,37 | -2,67      | 1,994E-03 | -7,766E-02 | 1,683E-02  |  |
| 2,43       | -25,22 | 4,37 | -2,67      | 1,994E-03 | 3,17       | -5,29      |  |
| 85 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -14,10 | 3,19 | -2,84      | 1,168E-03 | -2,78      | 2,46       |  |
| 1,22       | -13,86 | 3,19 | -2,84      | 1,168E-03 | 6,644E-01  | -1,41      |  |
| 2,43       | -13,63 | 3,19 | -2,84      | 1,168E-03 | 4,11       | -5,29      |  |
| 86 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -25,64 | 4,55 | -1,43      | 1,481E-03 | -2,18      | 8,83       |  |
| 1,22       | -25,40 | 4,55 | -1,43      | 1,481E-03 | -4,379E-01 | 3,31       |  |
| 2,43       | -25,17 | 4,55 | -1,43      | 1,481E-03 | 1,30       | -2,22      |  |
| 87 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -17,69 | 4,18 | -1,26      | 1,994E-03 | -1,45      | 5,06       |  |
| 1,22       | -17,45 | 4,18 | -1,26      | 1,994E-03 | 7,865E-02  | -1,119E-02 |  |
| 2,43       | -17,22 | 4,18 | -1,26      | 1,994E-03 | 1,61       | -5,09      |  |
| 88 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -9,40  | 2,84 | -6,370E-01 | 1,168E-03 | -5,918E-01 | 2,13       |  |
| 1,22       | -9,16  | 2,84 | -6,370E-01 | 1,168E-03 | 1,821E-01  | -1,33      |  |
| 2,43       | -8,93  | 2,84 | -6,370E-01 | 1,168E-03 | 9,561E-01  | -4,78      |  |
| 89 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -50,12 | 5,41 | -6,250E-01 | 1,481E-03 | -1,53      | 9,52       |  |
| 1,22       | -49,88 | 5,41 | -6,250E-01 | 1,481E-03 | -7,717E-01 | 2,95       |  |
| 2,43       | -49,65 | 5,41 | -6,250E-01 | 1,481E-03 | -1,229E-02 | -3,62      |  |
| 90 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -34,15 | 5,47 | 2,853E-02  | 1,994E-03 | 2,489E-01  | 6,81       |  |
| 1,22       | -33,92 | 5,47 | 2,853E-02  | 1,994E-03 | 2,142E-01  | 1,623E-01  |  |
| 2,43       | -33,68 | 5,47 | 2,853E-02  | 1,994E-03 | 1,795E-01  | -6,49      |  |
| 91 SISMICA |        |      |            |           |            |            |  |
| 0,00       | -18,52 | 4,98 | 1,26       | 1,168E-03 | 1,33       | 4,18       |  |
| 1,22       | -18,28 | 4,98 | 1,26       | 1,168E-03 | -2,052E-01 | -1,88      |  |
| 2,43       | -18,04 | 4,98 | 1,26       | 1,168E-03 | -1,74      | -7,94      |  |

|             |      |            |      |            |      |            |
|-------------|------|------------|------|------------|------|------------|
| 92 SISMICA  |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,01      | 0,00 | -1,576E-02 | 0,00 | -4,12      |
| 1,30        | 0,00 | -1,95      | 0,00 | -1,576E-02 | 0,00 | -8,891E-01 |
| 2,60        | 0,00 | -8,946E-01 | 0,00 | -1,576E-02 | 0,00 | 9,617E-01  |
| 3,90        | 0,00 | 1,636E-01  | 0,00 | -1,576E-02 | 0,00 | 1,44       |
| 5,20        | 0,00 | 1,22       | 0,00 | -1,576E-02 | 0,00 | 5,364E-01  |
| 93 SISMICA  |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -1,21      | 0,00 | 1,832E-02  | 0,00 | 5,723E-01  |
| 1,30        | 0,00 | -1,501E-01 | 0,00 | 1,832E-02  | 0,00 | 1,46       |
| 2,60        | 0,00 | 9,081E-01  | 0,00 | 1,832E-02  | 0,00 | 9,624E-01  |
| 3,90        | 0,00 | 1,97       | 0,00 | 1,832E-02  | 0,00 | -9,060E-01 |
| 5,20        | 0,00 | 3,02       | 0,00 | 1,832E-02  | 0,00 | -4,15      |
| 94 SISMICA  |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -6,41      | 0,00 | -2,282E-02 | 0,00 | -7,01      |
| 1,30        | 0,00 | -3,65      | 0,00 | -2,282E-02 | 0,00 | -4,627E-01 |
| 2,60        | 0,00 | -8,871E-01 | 0,00 | -2,282E-02 | 0,00 | 2,49       |
| 3,90        | 0,00 | 1,88       | 0,00 | -2,282E-02 | 0,00 | 1,84       |
| 5,20        | 0,00 | 4,64       | 0,00 | -2,282E-02 | 0,00 | -2,39      |
| 95 SISMICA  |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,00      | 0,00 | 7,088E-03  | 0,00 | -4,13      |
| 1,30        | 0,00 | -1,94      | 0,00 | 7,088E-03  | 0,00 | -9,103E-01 |
| 2,60        | 0,00 | -8,866E-01 | 0,00 | 7,088E-03  | 0,00 | 9,301E-01  |
| 3,90        | 0,00 | 1,716E-01  | 0,00 | 7,088E-03  | 0,00 | 1,39       |
| 5,20        | 0,00 | 1,23       | 0,00 | 7,088E-03  | 0,00 | 4,841E-01  |
| 96 SISMICA  |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,01      | 0,00 | 1,069E-02  | 0,00 | -4,12      |
| 1,30        | 0,00 | -1,95      | 0,00 | 1,069E-02  | 0,00 | -8,987E-01 |
| 2,60        | 0,00 | -8,911E-01 | 0,00 | 1,069E-02  | 0,00 | 9,475E-01  |
| 3,90        | 0,00 | 1,671E-01  | 0,00 | 1,069E-02  | 0,00 | 1,42       |
| 5,20        | 0,00 | 1,23       | 0,00 | 1,069E-02  | 0,00 | 5,130E-01  |
| 97 SISMICA  |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -1,75      | 0,00 | -3,329E-04 | 0,00 | 1,147E-02  |
| 1,00        | 0,00 | -4,085E-01 | 0,00 | -3,329E-04 | 0,00 | 1,09       |
| 2,00        | 0,00 | 9,335E-01  | 0,00 | -3,329E-04 | 0,00 | 8,285E-01  |
| 3,00        | 0,00 | 2,28       | 0,00 | -3,329E-04 | 0,00 | -7,760E-01 |
| 4,00        | 0,00 | 3,62       | 0,00 | -3,329E-04 | 0,00 | -3,72      |
| 98 SISMICA  |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,76      | 0,00 | -2,686E-02 | 0,00 | -4,21      |
| 1,00        | 0,00 | -2,42      | 0,00 | -2,686E-02 | 0,00 | -1,12      |
| 2,00        | 0,00 | -1,08      | 0,00 | -2,686E-02 | 0,00 | 6,256E-01  |
| 3,00        | 0,00 | 2,669E-01  | 0,00 | -2,686E-02 | 0,00 | 1,03       |
| 4,00        | 0,00 | 1,61       | 0,00 | -2,686E-02 | 0,00 | 9,174E-02  |
| 99 SISMICA  |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -7,350E-02 | 0,00 | -9,699E-02 | 0,00 | 2,02       |
| 1,08        | 0,00 | 6,726E-01  | 0,00 | -9,699E-02 | 0,00 | 1,70       |
| 2,15        | 0,00 | 1,42       | 0,00 | -9,699E-02 | 0,00 | 5,767E-01  |
| 3,23        | 0,00 | 2,16       | 0,00 | -9,699E-02 | 0,00 | -1,35      |
| 4,30        | 0,00 | 2,91       | 0,00 | -9,699E-02 | 0,00 | -4,08      |
| 100 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -2,48      | 0,00 | 8,107E-02  | 0,00 | 3,649E-01  |
| 1,08        | 0,00 | -5,113E-01 | 0,00 | 8,107E-02  | 0,00 | 1,97       |
| 2,15        | 0,00 | 1,46       | 0,00 | 8,107E-02  | 0,00 | 1,46       |



|      |         |            |      |            |      |            |
|------|---------|------------|------|------------|------|------------|
| 3,23 | 0,00    | 3,43       | 0,00 | 8,107E-02  | 0,00 | -1,17      |
| 4,30 | 0,00    | 5,40       | 0,00 | 8,107E-02  | 0,00 | -5,91      |
| 101  | SISMICA |            |      |            |      |            |
| 0,00 | 0,00    | -3,55      | 0,00 | 1,092E-02  | 0,00 | -2,22      |
| 1,33 | 0,00    | -1,56      | 0,00 | 1,092E-02  | 0,00 | 1,17       |
| 2,65 | 0,00    | 4,279E-01  | 0,00 | 1,092E-02  | 0,00 | 1,92       |
| 3,98 | 0,00    | 2,42       | 0,00 | 1,092E-02  | 0,00 | 3,321E-02  |
| 5,30 | 0,00    | 4,40       | 0,00 | 1,092E-02  | 0,00 | -4,48      |
| 102  | SISMICA |            |      |            |      |            |
| 0,00 | 0,00    | -8,19      | 0,00 | 6,818E-03  | 0,00 | -7,54      |
| 1,33 | 0,00    | -4,30      | 0,00 | 6,818E-03  | 0,00 | 7,434E-01  |
| 2,65 | 0,00    | -4,086E-01 | 0,00 | 6,818E-03  | 0,00 | 3,86       |
| 3,98 | 0,00    | 3,48       | 0,00 | 6,818E-03  | 0,00 | 1,83       |
| 5,30 | 0,00    | 7,38       | 0,00 | 6,818E-03  | 0,00 | -5,37      |
| 103  | SISMICA |            |      |            |      |            |
| 0,00 | 0,00    | -2,89      | 0,00 | 9,536E-02  | 0,00 | -4,03      |
| 1,08 | 0,00    | -2,14      | 0,00 | 9,536E-02  | 0,00 | -1,33      |
| 2,15 | 0,00    | -1,40      | 0,00 | 9,536E-02  | 0,00 | 5,763E-01  |
| 3,23 | 0,00    | -6,520E-01 | 0,00 | 9,536E-02  | 0,00 | 1,68       |
| 4,30 | 0,00    | 9,402E-02  | 0,00 | 9,536E-02  | 0,00 | 1,98       |
| 104  | SISMICA |            |      |            |      |            |
| 0,00 | 0,00    | -2,52      | 0,00 | -2,226E-02 | 0,00 | 3,242E-01  |
| 1,08 | 0,00    | -5,512E-01 | 0,00 | -2,226E-02 | 0,00 | 1,98       |
| 2,15 | 0,00    | 1,42       | 0,00 | -2,226E-02 | 0,00 | 1,51       |
| 3,23 | 0,00    | 3,39       | 0,00 | -2,226E-02 | 0,00 | -1,08      |
| 4,30 | 0,00    | 5,36       | 0,00 | -2,226E-02 | 0,00 | -5,76      |
| 105  | SISMICA |            |      |            |      |            |
| 0,00 | 0,00    | -1,32      | 0,00 | -6,105E-02 | 0,00 | 1,13       |
| 1,08 | 0,00    | 3,746E-02  | 0,00 | -6,105E-02 | 0,00 | 1,82       |
| 2,15 | 0,00    | 1,40       | 0,00 | -6,105E-02 | 0,00 | 1,05       |
| 3,23 | 0,00    | 2,76       | 0,00 | -6,105E-02 | 0,00 | -1,19      |
| 4,30 | 0,00    | 4,12       | 0,00 | -6,105E-02 | 0,00 | -4,89      |
| 106  | SISMICA |            |      |            |      |            |
| 0,00 | 0,00    | -3,43      | 0,00 | -7,169E-03 | 0,00 | -1,74      |
| 1,35 | 0,00    | -1,43      | 0,00 | -7,169E-03 | 0,00 | 1,55       |
| 2,70 | 0,00    | 5,719E-01  | 0,00 | -7,169E-03 | 0,00 | 2,13       |
| 4,05 | 0,00    | 2,57       | 0,00 | -7,169E-03 | 0,00 | 1,914E-03  |
| 5,40 | 0,00    | 4,58       | 0,00 | -7,169E-03 | 0,00 | -4,82      |
| 107  | SISMICA |            |      |            |      |            |
| 0,00 | 0,00    | -1,03      | 0,00 | -7,821E-03 | 0,00 | -1,899E-01 |
| 1,15 | 0,00    | -2,759E-01 | 0,00 | -7,821E-03 | 0,00 | 5,598E-01  |
| 2,30 | 0,00    | 4,762E-01  | 0,00 | -7,821E-03 | 0,00 | 4,447E-01  |
| 3,45 | 0,00    | 1,23       | 0,00 | -7,821E-03 | 0,00 | -5,354E-01 |
| 4,60 | 0,00    | 1,98       | 0,00 | -7,821E-03 | 0,00 | -2,38      |
| 108  | SISMICA |            |      |            |      |            |
| 0,00 | 0,00    | -8,44      | 0,00 | 4,970E-03  | 0,00 | -8,17      |
| 1,35 | 0,00    | -4,53      | 0,00 | 4,970E-03  | 0,00 | 5,877E-01  |
| 2,70 | 0,00    | -6,242E-01 | 0,00 | 4,970E-03  | 0,00 | 4,07       |
| 4,05 | 0,00    | 3,28       | 0,00 | 4,970E-03  | 0,00 | 2,27       |
| 5,40 | 0,00    | 7,19       | 0,00 | 4,970E-03  | 0,00 | -4,80      |
| 109  | SISMICA |            |      |            |      |            |
| 0,00 | 0,00    | -3,04      | 0,00 | 5,928E-03  | 0,00 | -2,99      |

|             |      |            |      |            |      |            |
|-------------|------|------------|------|------------|------|------------|
| 1,15        | 0,00 | -1,67      | 0,00 | 5,928E-03  | 0,00 | -2,874E-01 |
| 2,30        | 0,00 | -3,051E-01 | 0,00 | 5,928E-03  | 0,00 | 8,484E-01  |
| 3,45        | 0,00 | 1,06       | 0,00 | 5,928E-03  | 0,00 | 4,143E-01  |
| 4,60        | 0,00 | 2,43       | 0,00 | 5,928E-03  | 0,00 | -1,59      |
| 110 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,16      | 0,00 | -5,554E-03 | 0,00 | -3,33      |
| 1,00        | 0,00 | -2,00      | 0,00 | -5,554E-03 | 0,00 | -7,484E-01 |
| 2,00        | 0,00 | -8,436E-01 | 0,00 | -5,554E-03 | 0,00 | 6,747E-01  |
| 3,00        | 0,00 | 3,154E-01  | 0,00 | -5,554E-03 | 0,00 | 9,388E-01  |
| 4,00        | 0,00 | 1,47       | 0,00 | -5,554E-03 | 0,00 | 4,383E-02  |
| 111 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -4,28      | 0,00 | 2,910E-02  | 0,00 | -4,42      |
| 1,00        | 0,00 | -2,65      | 0,00 | 2,910E-02  | 0,00 | -9,559E-01 |
| 2,00        | 0,00 | -1,03      | 0,00 | 2,910E-02  | 0,00 | 8,846E-01  |
| 3,00        | 0,00 | 5,955E-01  | 0,00 | 2,910E-02  | 0,00 | 1,10       |
| 4,00        | 0,00 | 2,22       | 0,00 | 2,910E-02  | 0,00 | -3,064E-01 |
| 112 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,68      | 0,00 | -2,130E-03 | 0,00 | -3,89      |
| 1,33        | 0,00 | -2,06      | 0,00 | -2,130E-03 | 0,00 | -9,084E-02 |
| 2,65        | 0,00 | -4,329E-01 | 0,00 | -2,130E-03 | 0,00 | 1,56       |
| 3,98        | 0,00 | 1,19       | 0,00 | -2,130E-03 | 0,00 | 1,06       |
| 5,30        | 0,00 | 2,82       | 0,00 | -2,130E-03 | 0,00 | -1,60      |
| 113 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -7,37      | 0,00 | -1,805E-02 | 0,00 | -6,86      |
| 1,33        | 0,00 | -3,88      | 0,00 | -1,805E-02 | 0,00 | 5,955E-01  |
| 2,65        | 0,00 | -3,968E-01 | 0,00 | -1,805E-02 | 0,00 | 3,43       |
| 3,98        | 0,00 | 3,09       | 0,00 | -1,805E-02 | 0,00 | 1,65       |
| 5,30        | 0,00 | 6,58       | 0,00 | -1,805E-02 | 0,00 | -4,76      |
| 114 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | 2,38       | 0,00 | 1,387E-01  | 0,00 | 3,89       |
| 0,70        | 0,00 | 2,72       | 0,00 | 1,387E-01  | 0,00 | 2,11       |
| 1,40        | 0,00 | 3,07       | 0,00 | 1,387E-01  | 0,00 | 7,886E-02  |
| 2,10        | 0,00 | 3,42       | 0,00 | 1,387E-01  | 0,00 | -2,19      |
| 2,80        | 0,00 | 3,76       | 0,00 | 1,387E-01  | 0,00 | -4,70      |
| 115 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | 1,77       | 0,00 | -9,692E-02 | 0,00 | 3,48       |
| 0,70        | 0,00 | 2,38       | 0,00 | -9,692E-02 | 0,00 | 2,02       |
| 1,40        | 0,00 | 2,99       | 0,00 | -9,692E-02 | 0,00 | 1,457E-01  |
| 2,10        | 0,00 | 3,59       | 0,00 | -9,692E-02 | 0,00 | -2,16      |
| 2,80        | 0,00 | 4,20       | 0,00 | -9,692E-02 | 0,00 | -4,88      |
| 116 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,88      | 0,00 | 8,368E-04  | 0,00 | -4,31      |
| 1,35        | 0,00 | -2,23      | 0,00 | 8,368E-04  | 0,00 | -1,818E-01 |
| 2,70        | 0,00 | -5,893E-01 | 0,00 | 8,368E-04  | 0,00 | 1,72       |
| 4,05        | 0,00 | 1,06       | 0,00 | 8,368E-04  | 0,00 | 1,41       |
| 5,40        | 0,00 | 2,70       | 0,00 | 8,368E-04  | 0,00 | -1,13      |
| 117 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -7,81      | 0,00 | -2,520E-03 | 0,00 | -7,83      |
| 1,35        | 0,00 | -4,21      | 0,00 | -2,520E-03 | 0,00 | 4,822E-01  |
| 2,70        | 0,00 | -6,159E-01 | 0,00 | -2,520E-03 | 0,00 | 3,74       |
| 4,05        | 0,00 | 2,98       | 0,00 | -2,520E-03 | 0,00 | 2,15       |
| 5,40        | 0,00 | 6,58       | 0,00 | -2,520E-03 | 0,00 | -4,31      |

|             |      |            |      |            |      |            |
|-------------|------|------------|------|------------|------|------------|
| 118 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,00      | 0,00 | 2,529E-03  | 0,00 | -3,09      |
| 1,15        | 0,00 | -1,75      | 0,00 | 2,529E-03  | 0,00 | -3,560E-01 |
| 2,30        | 0,00 | -4,915E-01 | 0,00 | 2,529E-03  | 0,00 | 9,306E-01  |
| 3,45        | 0,00 | 7,632E-01  | 0,00 | 2,529E-03  | 0,00 | 7,744E-01  |
| 4,60        | 0,00 | 2,02       | 0,00 | 2,529E-03  | 0,00 | -8,246E-01 |
| 119 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | 7,571E-01  | 0,00 | -1,864E-02 | 0,00 | 3,12       |
| 0,70        | 0,00 | 1,89       | 0,00 | -1,864E-02 | 0,00 | 2,20       |
| 1,40        | 0,00 | 3,02       | 0,00 | -1,864E-02 | 0,00 | 4,798E-01  |
| 2,10        | 0,00 | 4,14       | 0,00 | -1,864E-02 | 0,00 | -2,03      |
| 2,80        | 0,00 | 5,27       | 0,00 | -1,864E-02 | 0,00 | -5,32      |
| 120 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | 1,83       | 0,00 | 1,247E-01  | 0,00 | 3,63       |
| 0,70        | 0,00 | 2,44       | 0,00 | 1,247E-01  | 0,00 | 2,13       |
| 1,40        | 0,00 | 3,04       | 0,00 | 1,247E-01  | 0,00 | 2,139E-01  |
| 2,10        | 0,00 | 3,65       | 0,00 | 1,247E-01  | 0,00 | -2,13      |
| 2,80        | 0,00 | 4,26       | 0,00 | 1,247E-01  | 0,00 | -4,90      |
| 121 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,01      | 0,00 | -4,853E-03 | 0,00 | -3,04      |
| 1,15        | 0,00 | -1,68      | 0,00 | -4,853E-03 | 0,00 | -3,367E-01 |
| 2,30        | 0,00 | -3,491E-01 | 0,00 | -4,853E-03 | 0,00 | 8,311E-01  |
| 3,45        | 0,00 | 9,838E-01  | 0,00 | -4,853E-03 | 0,00 | 4,662E-01  |
| 4,60        | 0,00 | 2,32       | 0,00 | -4,853E-03 | 0,00 | -1,43      |
| 122 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,72      | 0,00 | -1,508E-01 | 0,00 | -4,64      |
| 0,70        | 0,00 | -3,37      | 0,00 | -1,508E-01 | 0,00 | -2,16      |
| 1,40        | 0,00 | -3,03      | 0,00 | -1,508E-01 | 0,00 | 8,026E-02  |
| 2,10        | 0,00 | -2,68      | 0,00 | -1,508E-01 | 0,00 | 2,08       |
| 2,80        | 0,00 | -2,34      | 0,00 | -1,508E-01 | 0,00 | 3,84       |
| 123 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,01      | 0,00 | -7,341E-03 | 0,00 | -4,12      |
| 1,30        | 0,00 | -1,95      | 0,00 | -7,341E-03 | 0,00 | -8,995E-01 |
| 2,60        | 0,00 | -8,886E-01 | 0,00 | -7,341E-03 | 0,00 | 9,436E-01  |
| 3,90        | 0,00 | 1,696E-01  | 0,00 | -7,341E-03 | 0,00 | 1,41       |
| 5,20        | 0,00 | 1,23       | 0,00 | -7,341E-03 | 0,00 | 5,027E-01  |
| 124 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -1,22      | 0,00 | 8,344E-03  | 0,00 | 5,313E-01  |
| 1,30        | 0,00 | -1,585E-01 | 0,00 | 8,344E-03  | 0,00 | 1,43       |
| 2,60        | 0,00 | 8,997E-01  | 0,00 | 8,344E-03  | 0,00 | 9,435E-01  |
| 3,90        | 0,00 | 1,96       | 0,00 | 8,344E-03  | 0,00 | -9,139E-01 |
| 5,20        | 0,00 | 3,02       | 0,00 | 8,344E-03  | 0,00 | -4,15      |
| 125 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -6,42      | 0,00 | -1,461E-02 | 0,00 | -7,05      |
| 1,30        | 0,00 | -3,65      | 0,00 | -1,461E-02 | 0,00 | -5,074E-01 |
| 2,60        | 0,00 | -8,904E-01 | 0,00 | -1,461E-02 | 0,00 | 2,45       |
| 3,90        | 0,00 | 1,87       | 0,00 | -1,461E-02 | 0,00 | 1,81       |
| 5,20        | 0,00 | 4,64       | 0,00 | -1,461E-02 | 0,00 | -2,42      |
| 126 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,00      | 0,00 | 4,726E-03  | 0,00 | -4,13      |
| 1,30        | 0,00 | -1,94      | 0,00 | 4,726E-03  | 0,00 | -9,116E-01 |
| 2,60        | 0,00 | -8,866E-01 | 0,00 | 4,726E-03  | 0,00 | 9,289E-01  |

|             |      |            |      |            |      |            |
|-------------|------|------------|------|------------|------|------------|
| 3,90        | 0,00 | 1,716E-01  | 0,00 | 4,726E-03  | 0,00 | 1,39       |
| 5,20        | 0,00 | 1,23       | 0,00 | 4,726E-03  | 0,00 | 4,828E-01  |
| 127 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,01      | 0,00 | 5,911E-03  | 0,00 | -4,13      |
| 1,30        | 0,00 | -1,95      | 0,00 | 5,911E-03  | 0,00 | -9,074E-01 |
| 2,60        | 0,00 | -8,902E-01 | 0,00 | 5,911E-03  | 0,00 | 9,377E-01  |
| 3,90        | 0,00 | 1,680E-01  | 0,00 | 5,911E-03  | 0,00 | 1,41       |
| 5,20        | 0,00 | 1,23       | 0,00 | 5,911E-03  | 0,00 | 5,010E-01  |
| 128 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -1,98      | 0,00 | -1,630E-03 | 0,00 | -4,097E-01 |
| 1,00        | 0,00 | -6,355E-01 | 0,00 | -1,630E-03 | 0,00 | 8,968E-01  |
| 2,00        | 0,00 | 7,065E-01  | 0,00 | -1,630E-03 | 0,00 | 8,613E-01  |
| 3,00        | 0,00 | 2,05       | 0,00 | -1,630E-03 | 0,00 | -5,162E-01 |
| 4,00        | 0,00 | 3,39       | 0,00 | -1,630E-03 | 0,00 | -3,24      |
| 129 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,45      | 0,00 | -1,311E-02 | 0,00 | -3,49      |
| 1,00        | 0,00 | -2,11      | 0,00 | -1,311E-02 | 0,00 | -7,065E-01 |
| 2,00        | 0,00 | -7,666E-01 | 0,00 | -1,311E-02 | 0,00 | 7,311E-01  |
| 3,00        | 0,00 | 5,754E-01  | 0,00 | -1,311E-02 | 0,00 | 8,267E-01  |
| 4,00        | 0,00 | 1,92       | 0,00 | -1,311E-02 | 0,00 | -4,197E-01 |
| 130 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -1,662E-01 | 0,00 | -5,270E-02 | 0,00 | 1,81       |
| 1,08        | 0,00 | 5,799E-01  | 0,00 | -5,270E-02 | 0,00 | 1,58       |
| 2,15        | 0,00 | 1,33       | 0,00 | -5,270E-02 | 0,00 | 5,601E-01  |
| 3,23        | 0,00 | 2,07       | 0,00 | -5,270E-02 | 0,00 | -1,27      |
| 4,30        | 0,00 | 2,82       | 0,00 | -5,270E-02 | 0,00 | -3,89      |
| 131 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -2,61      | 0,00 | 5,201E-02  | 0,00 | 5,926E-02  |
| 1,08        | 0,00 | -6,429E-01 | 0,00 | 5,201E-02  | 0,00 | 1,81       |
| 2,15        | 0,00 | 1,33       | 0,00 | 5,201E-02  | 0,00 | 1,44       |
| 3,23        | 0,00 | 3,30       | 0,00 | 5,201E-02  | 0,00 | -1,05      |
| 4,30        | 0,00 | 5,27       | 0,00 | 5,201E-02  | 0,00 | -5,65      |
| 132 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,59      | 0,00 | 4,798E-03  | 0,00 | -2,42      |
| 1,33        | 0,00 | -1,60      | 0,00 | 4,798E-03  | 0,00 | 1,02       |
| 2,65        | 0,00 | 3,828E-01  | 0,00 | 4,798E-03  | 0,00 | 1,83       |
| 3,98        | 0,00 | 2,37       | 0,00 | 4,798E-03  | 0,00 | 4,263E-03  |
| 5,30        | 0,00 | 4,36       | 0,00 | 4,798E-03  | 0,00 | -4,45      |
| 133 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -8,18      | 0,00 | 3,374E-03  | 0,00 | -7,69      |
| 1,33        | 0,00 | -4,29      | 0,00 | 3,374E-03  | 0,00 | 5,656E-01  |
| 2,65        | 0,00 | -3,938E-01 | 0,00 | 3,374E-03  | 0,00 | 3,67       |
| 3,98        | 0,00 | 3,50       | 0,00 | 3,374E-03  | 0,00 | 1,61       |
| 5,30        | 0,00 | 7,39       | 0,00 | 3,374E-03  | 0,00 | -5,61      |
| 134 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -2,80      | 0,00 | 5,215E-02  | 0,00 | -3,86      |
| 1,08        | 0,00 | -2,06      | 0,00 | 5,215E-02  | 0,00 | -1,25      |
| 2,15        | 0,00 | -1,31      | 0,00 | 5,215E-02  | 0,00 | 5,597E-01  |
| 3,23        | 0,00 | -5,650E-01 | 0,00 | 5,215E-02  | 0,00 | 1,57       |
| 4,30        | 0,00 | 1,811E-01  | 0,00 | 5,215E-02  | 0,00 | 1,77       |
| 135 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -2,61      | 0,00 | -1,428E-02 | 0,00 | 9,070E-02  |

|             |      |            |      |            |      |            |
|-------------|------|------------|------|------------|------|------------|
| 1,08        | 0,00 | -6,374E-01 | 0,00 | -1,428E-02 | 0,00 | 1,84       |
| 2,15        | 0,00 | 1,33       | 0,00 | -1,428E-02 | 0,00 | 1,46       |
| 3,23        | 0,00 | 3,31       | 0,00 | -1,428E-02 | 0,00 | -1,03      |
| 4,30        | 0,00 | 5,28       | 0,00 | -1,428E-02 | 0,00 | -5,65      |
| 136 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -1,42      | 0,00 | -3,899E-02 | 0,00 | 8,918E-01  |
| 1,08        | 0,00 | -5,621E-02 | 0,00 | -3,899E-02 | 0,00 | 1,68       |
| 2,15        | 0,00 | 1,31       | 0,00 | -3,899E-02 | 0,00 | 1,01       |
| 3,23        | 0,00 | 2,67       | 0,00 | -3,899E-02 | 0,00 | -1,12      |
| 4,30        | 0,00 | 4,03       | 0,00 | -3,899E-02 | 0,00 | -4,72      |
| 137 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,59      | 0,00 | -3,166E-03 | 0,00 | -2,32      |
| 1,35        | 0,00 | -1,59      | 0,00 | -3,166E-03 | 0,00 | 1,17       |
| 2,70        | 0,00 | 4,142E-01  | 0,00 | -3,166E-03 | 0,00 | 1,97       |
| 4,05        | 0,00 | 2,42       | 0,00 | -3,166E-03 | 0,00 | 5,478E-02  |
| 5,40        | 0,00 | 4,42       | 0,00 | -3,166E-03 | 0,00 | -4,56      |
| 138 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -1,07      | 0,00 | -3,313E-03 | 0,00 | -2,353E-01 |
| 1,15        | 0,00 | -3,224E-01 | 0,00 | -3,313E-03 | 0,00 | 5,679E-01  |
| 2,30        | 0,00 | 4,297E-01  | 0,00 | -3,313E-03 | 0,00 | 5,063E-01  |
| 3,45        | 0,00 | 1,18       | 0,00 | -3,313E-03 | 0,00 | -4,203E-01 |
| 4,60        | 0,00 | 1,93       | 0,00 | -3,313E-03 | 0,00 | -2,21      |
| 139 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -8,25      | 0,00 | 1,861E-03  | 0,00 | -7,90      |
| 1,35        | 0,00 | -4,34      | 0,00 | 1,861E-03  | 0,00 | 5,941E-01  |
| 2,70        | 0,00 | -4,306E-01 | 0,00 | 1,861E-03  | 0,00 | 3,81       |
| 4,05        | 0,00 | 3,48       | 0,00 | 1,861E-03  | 0,00 | 1,76       |
| 5,40        | 0,00 | 7,39       | 0,00 | 1,861E-03  | 0,00 | -5,58      |
| 140 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,06      | 0,00 | 2,606E-03  | 0,00 | -2,97      |
| 1,15        | 0,00 | -1,70      | 0,00 | 2,606E-03  | 0,00 | -2,346E-01 |
| 2,30        | 0,00 | -3,336E-01 | 0,00 | 2,606E-03  | 0,00 | 9,340E-01  |
| 3,45        | 0,00 | 1,03       | 0,00 | 2,606E-03  | 0,00 | 5,328E-01  |
| 4,60        | 0,00 | 2,40       | 0,00 | 2,606E-03  | 0,00 | -1,44      |
| 141 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -2,97      | 0,00 | -9,658E-04 | 0,00 | -2,91      |
| 1,00        | 0,00 | -1,81      | 0,00 | -9,658E-04 | 0,00 | -5,156E-01 |
| 2,00        | 0,00 | -6,558E-01 | 0,00 | -9,658E-04 | 0,00 | 7,196E-01  |
| 3,00        | 0,00 | 5,032E-01  | 0,00 | -9,658E-04 | 0,00 | 7,959E-01  |
| 4,00        | 0,00 | 1,66       | 0,00 | -9,658E-04 | 0,00 | -2,868E-01 |
| 142 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,99      | 0,00 | 1,502E-02  | 0,00 | -3,78      |
| 1,00        | 0,00 | -2,37      | 0,00 | 1,502E-02  | 0,00 | -5,936E-01 |
| 2,00        | 0,00 | -7,467E-01 | 0,00 | 1,502E-02  | 0,00 | 9,650E-01  |
| 3,00        | 0,00 | 8,773E-01  | 0,00 | 1,502E-02  | 0,00 | 8,997E-01  |
| 4,00        | 0,00 | 2,50       | 0,00 | 1,502E-02  | 0,00 | -7,897E-01 |
| 143 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,63      | 0,00 | -2,273E-03 | 0,00 | -3,82      |
| 1,33        | 0,00 | -2,00      | 0,00 | -2,273E-03 | 0,00 | -9,118E-02 |
| 2,65        | 0,00 | -3,764E-01 | 0,00 | -2,273E-03 | 0,00 | 1,48       |
| 3,98        | 0,00 | 1,25       | 0,00 | -2,273E-03 | 0,00 | 9,063E-01  |
| 5,30        | 0,00 | 2,87       | 0,00 | -2,273E-03 | 0,00 | -1,82      |

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

|             |      |            |      |            |      |            |
|-------------|------|------------|------|------------|------|------------|
| 144 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -7,35      | 0,00 | -1,002E-02 | 0,00 | -6,97      |
| 1,33        | 0,00 | -3,86      | 0,00 | -1,002E-02 | 0,00 | 4,575E-01  |
| 2,65        | 0,00 | -3,766E-01 | 0,00 | -1,002E-02 | 0,00 | 3,27       |
| 3,98        | 0,00 | 3,11       | 0,00 | -1,002E-02 | 0,00 | 1,46       |
| 5,30        | 0,00 | 6,60       | 0,00 | -1,002E-02 | 0,00 | -4,97      |
| 145 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | 2,35       | 0,00 | 7,845E-02  | 0,00 | 3,89       |
| 0,70        | 0,00 | 2,70       | 0,00 | 7,845E-02  | 0,00 | 2,12       |
| 1,40        | 0,00 | 3,04       | 0,00 | 7,845E-02  | 0,00 | 1,127E-01  |
| 2,10        | 0,00 | 3,39       | 0,00 | 7,845E-02  | 0,00 | -2,14      |
| 2,80        | 0,00 | 3,73       | 0,00 | 7,845E-02  | 0,00 | -4,63      |
| 146 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | 1,84       | 0,00 | -6,435E-02 | 0,00 | 3,64       |
| 0,70        | 0,00 | 2,45       | 0,00 | -6,435E-02 | 0,00 | 2,13       |
| 1,40        | 0,00 | 3,06       | 0,00 | -6,435E-02 | 0,00 | 2,078E-01  |
| 2,10        | 0,00 | 3,66       | 0,00 | -6,435E-02 | 0,00 | -2,14      |
| 2,80        | 0,00 | 4,27       | 0,00 | -6,435E-02 | 0,00 | -4,92      |
| 147 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,72      | 0,00 | 2,324E-05  | 0,00 | -4,00      |
| 1,35        | 0,00 | -2,07      | 0,00 | 2,324E-05  | 0,00 | -8,983E-02 |
| 2,70        | 0,00 | -4,279E-01 | 0,00 | 2,324E-05  | 0,00 | 1,60       |
| 4,05        | 0,00 | 1,22       | 0,00 | 2,324E-05  | 0,00 | 1,07       |
| 5,40        | 0,00 | 2,86       | 0,00 | 2,324E-05  | 0,00 | -1,69      |
| 148 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -7,62      | 0,00 | -1,230E-03 | 0,00 | -7,36      |
| 1,35        | 0,00 | -4,03      | 0,00 | -1,230E-03 | 0,00 | 5,008E-01  |
| 2,70        | 0,00 | -4,305E-01 | 0,00 | -1,230E-03 | 0,00 | 3,51       |
| 4,05        | 0,00 | 3,17       | 0,00 | -1,230E-03 | 0,00 | 1,66       |
| 5,40        | 0,00 | 6,76       | 0,00 | -1,230E-03 | 0,00 | -5,04      |
| 149 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -2,94      | 0,00 | 5,893E-04  | 0,00 | -2,93      |
| 1,15        | 0,00 | -1,69      | 0,00 | 5,893E-04  | 0,00 | -2,649E-01 |
| 2,30        | 0,00 | -4,346E-01 | 0,00 | 5,893E-04  | 0,00 | 9,563E-01  |
| 3,45        | 0,00 | 8,200E-01  | 0,00 | 5,893E-04  | 0,00 | 7,347E-01  |
| 4,60        | 0,00 | 2,07       | 0,00 | 5,893E-04  | 0,00 | -9,298E-01 |
| 150 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | 7,098E-01  | 0,00 | -1,381E-02 | 0,00 | 3,07       |
| 0,70        | 0,00 | 1,84       | 0,00 | -1,381E-02 | 0,00 | 2,18       |
| 1,40        | 0,00 | 2,97       | 0,00 | -1,381E-02 | 0,00 | 4,932E-01  |
| 2,10        | 0,00 | 4,10       | 0,00 | -1,381E-02 | 0,00 | -1,98      |
| 2,80        | 0,00 | 5,23       | 0,00 | -1,381E-02 | 0,00 | -5,24      |
| 151 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | 1,81       | 0,00 | 8,019E-02  | 0,00 | 3,63       |
| 0,70        | 0,00 | 2,42       | 0,00 | 8,019E-02  | 0,00 | 2,15       |
| 1,40        | 0,00 | 3,03       | 0,00 | 8,019E-02  | 0,00 | 2,391E-01  |
| 2,10        | 0,00 | 3,63       | 0,00 | 8,019E-02  | 0,00 | -2,09      |
| 2,80        | 0,00 | 4,24       | 0,00 | 8,019E-02  | 0,00 | -4,85      |
| 152 SISMICA |      |            |      |            |      |            |
| 0,00        | 0,00 | -3,02      | 0,00 | -2,875E-03 | 0,00 | -2,97      |
| 1,15        | 0,00 | -1,69      | 0,00 | -2,875E-03 | 0,00 | -2,642E-01 |
| 2,30        | 0,00 | -3,561E-01 | 0,00 | -2,875E-03 | 0,00 | 9,118E-01  |

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

|             |      |           |      |            |      |           |
|-------------|------|-----------|------|------------|------|-----------|
| 3,45        | 0,00 | 9,767E-01 | 0,00 | -2,875E-03 | 0,00 | 5,549E-01 |
| 4,60        | 0,00 | 2,31      | 0,00 | -2,875E-03 | 0,00 | -1,33     |
| 153 SISMICA |      |           |      |            |      |           |
| 0,00        | 0,00 | -3,70     | 0,00 | -8,368E-02 | 0,00 | -4,59     |
| 0,70        | 0,00 | -3,36     | 0,00 | -8,368E-02 | 0,00 | -2,12     |
| 1,40        | 0,00 | -3,01     | 0,00 | -8,368E-02 | 0,00 | 1,129E-01 |
| 2,10        | 0,00 | -2,67     | 0,00 | -8,368E-02 | 0,00 | 2,10      |
| 2,80        | 0,00 | -2,32     | 0,00 | -8,368E-02 | 0,00 | 3,85      |

Para la tabla IV.b3 la columna P representa la carga axial en el elemento señalado, la columna V2 es el cortante en dirección transversal del edificio, la columna V3 representa el cortante en longitudinal del edificio, la columna T es la torsión en el elemento, la columna M2 es el momento flexionante de las columnas en dirección longitudinal, M3 es el momento flexionante de las vigas, en el caso de las columnas es el momento flexionante en dirección transversal del edificio, la columna LOC señala la localización de las fuerzas y momentos a lo largo de los elementos estructurales que se muestra en la figura IV.b.2.

En la figura IV.b.3 se muestra los momentos y los cortantes que se ejercen en columna 89 que se muestra en la figura IV.b.1 de la estructura tridimensional, con una carga axial de 50.12 t y que tiene los momentos máximos.

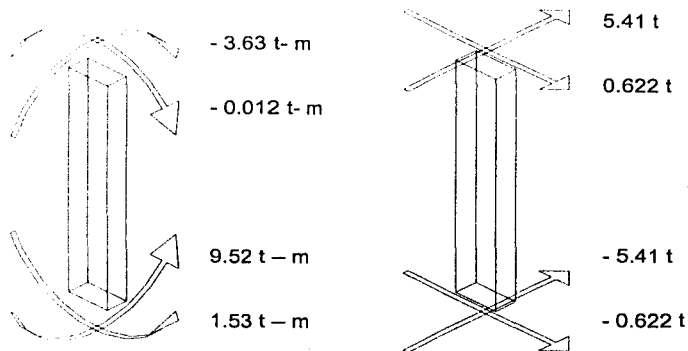


Figura IV.b.3

En la figura IV.b.4 se muestra los momentos y los cortantes que se ejercen en la viga 108 que se muestra en la figura IV.b.1 de la estructura tridimensional, que es la que tiene los momentos máximos.

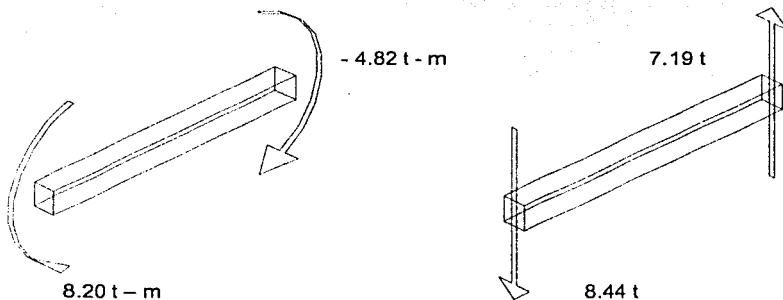


Figura IV.b.4



## V Dimensionamiento de Elementos Estructurales

La super-estructura del edificio se modeló con base a una estructura tridimensional en el programa SAP2000 Nonlinear, en este programa, se coloca empotramientos en la base de la estructura.

Para el dimensionamiento de los elementos estructurales, se diseño con respecto a las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (NTCDCEC - 93) del RCDF-93, A continuación en la tabla V.1 se da las características y propiedades de los materiales, que se emplearon para diseñar la estructura.

**Tabla V.1**  
**Características mecánicas y propiedades de los materiales:**

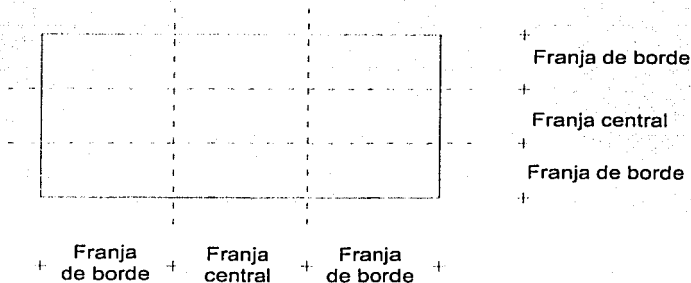
|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Concreto:</b>       |   |
| Resistencia:           | $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$               |
| Resistencia de diseño  | $f'_c = 160 \text{ kg/cm}^2$              |
| Peso volumétrico:      | $\gamma = 2.4 \text{ t/m}^3$              |
| Módulo de elasticidad. | $E_c = 14000 \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2$ |
| Módulo de Poisson:     | $\nu = 0.2$                               |
| <b>Acero:</b>          |   |
| Resistencia del acero: | $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$              |
| Peso volumétrico:      | $\gamma = 7.85 \text{ t/m}^3$             |
| Modulo de elasticidad: | $E_y = 2000000 \text{ kg/cm}^2$           |

### V.1) Dimensionamiento de sistema de piso

Para dimensionar el sistema de piso se aplica el método de las losas de las NTCDCEC-93 que debe cumplir con las siguientes características:

- Los tableros son aproximadamente de forma rectangulares
- La distribución de las cargas que actúan sobre la losa es aproximadamente uniforme en cada tablero.
- Los momentos negativos en el apoyo común de dos tableros adyacentes no difieren entre si en mas del 50% del menor de ellos.
- La relación de carga viva a carga muerta no es mayor que 2.5 para losas monolíticas con sus apoyos, ni mayor que 1.5 en otros casos.

Las losas deben considerarse divididas en cada dirección, en dos franjas de borde y una central, como se muestra en la figura V.a.1. Los anchos de las franjas se determinan siguiendo la tabla V.a.2 .



**Figura V.a.1**  
División de una losa en franjas

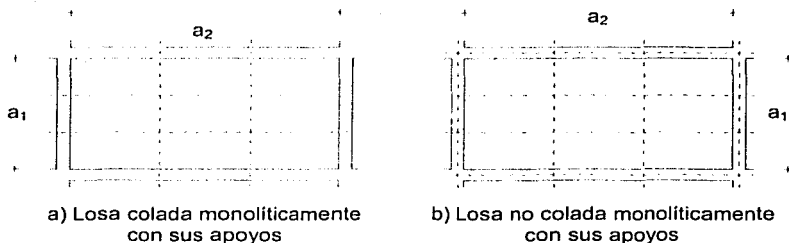
Las losas coladas monolíticamente con sus apoyos,  $a_1$  y  $a_2$  pueden tomarse como los claros libres entre paños de vigas; para losas no coladas monolíticamente con sus apoyos se tomarán como los claros entre ejes, pero sin exceder el claro libre más dos veces el espesor de la losa (ver figura V.a.3)

| Franja          | $a_1 \geq 0.5$<br>$a_2$ | $a_1 \leq 0.5$<br>$a_2$ |  |   |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|--|---|
| Fb <sub>1</sub> | $a_1$<br>4              | $a_1$<br>4              |  | Fb <sub>1</sub>                                 |
| Fb <sub>2</sub> | $a_2$<br>4              | $a_1$<br>2              |  | Fc <sub>1</sub>                                 |
| Fc <sub>1</sub> | $a_1$<br>2              | $a_1$<br>2              |  | Fb <sub>1</sub>                                 |
| Fc <sub>2</sub> | $a_2$<br>2              | $a_2 - a_1$             |  | Fb <sub>2</sub> Fc <sub>2</sub> Fb <sub>2</sub> |

**Tabla V.a.2**  
Ancho de franjas centrales y de borde

Explicando la nomenclatura de la columna "franja" de la tabla V.a.2, donde la "F" es franja, la "b" se refiere al borde, la "c" a la franja central, el "1" al claro corto y el "2" al claro largo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**Figura V.a.3**  
**Longitud de claros**

Para calcular la losa se supuso un peralte "h" igual a 10 cm, se obtiene un valor inicial de la carga igual a 560 kg/m<sup>2</sup> para diseño estructural y 530 kg/m<sup>2</sup> para diseño sísmico en el caso de la azotea, y carga igual a 613 kg/m<sup>2</sup> para diseño estructural y 533 kg/m<sup>2</sup> para diseño sísmico en el caso de los entrepisos, este valor inicial se utilizará hasta que se obtenga el valor correcto, este diseño se hace para que la losa sea monolítica.

Una vez hecho el análisis de cargas, se calcula el perímetro del tablero "P", tomando en cuenta que para lados discontinuos debe incrementarse la longitud en 25%, así entre el eje "4" y "5" tiene los dos lados continuos de 5.2 m, entre los ejes "B" y "C" un lado es discontinuo siendo de 5.2(1.25) igual a 6.5 m y el otro de 5.2m, haciendo el cálculo del perímetro tenemos que:

$$P = 2(5.2)+5.2+1.25(5.2)$$

$$P = 22.1 \text{ m}$$

Después se calcula el esfuerzo de servicio del acero con la ecuación V.a.1:

$$f_s = 0.6f_y \quad (\text{V.a.1})$$

$$f_s = 0.6 (4200) = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

Calculado el perímetro, se procede a calcular el peralte "h" que sustituirá al propuesto, utilizando las ecuaciones V.a.2 y V.a.3.

$$d_{\min} = \frac{P}{300} \quad (\text{V.a.2})$$

$$h = d_{\min} + 2 \text{ cm} \quad (\text{V.a.3})$$

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Utilizando la ecuación V.a.2, tenemos que:

$$d_{\min.} = 7.36 \text{ cm}$$

Y sustituyendo este resultado en la ecuación V.a.3, el peralte h es:

$$h = 7.36 + 2 = 9.36 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$

Con el resultado anterior, la suposición del peralte "h" igual a 10 cm es el correcto, con esto no tenemos que hacer cambios en las cargas.

Después de conocido el peralte se calculan los momentos en la losa, de la tabla V.a.2 de las NTCDECE-93, se obtienen los coeficientes de momentos utilizando lado corto - lado largo (" $m = \frac{a_1}{a_2}$ "), en este caso  $a_1 = a_2 = 5.2 \text{ m}$ , con lo

que  $m = 1$ , entonces se utiliza la penúltima columna de la tabla V.a.2, los coeficientes obtenidos se multiplican por  $10^{-4} w_u a_1^2$  para obtener los momentos por unidad de ancho. Los coeficientes de la tabla V.a.2 corresponden a las franjas centrales, para obtener los coeficientes de las franjas extremas deben multiplicarse por 0.6.

**Tabla V.a.2**  
**Coefficientes de momentos propuestos por las NTCDECE-93**

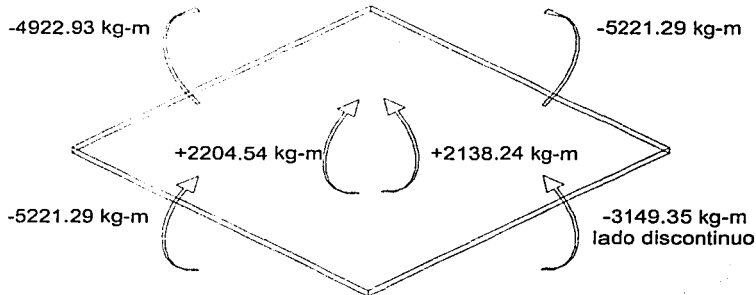
| Tablero   | Momento  | Claro | Relación de lados cortos a largo $m=a_1/a_2$ |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |  |  |
|---|--|-------|--|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|--|--|
|   |  |       | 0  |      | 0.5 |      | 0.6 |      | 0.7 |      | 0.8 |      | 0.9 |     | 1   |     |  |  |
|   |  |       | I  | II   | I   | II   | I   | II   | I   | II   | I   | II   | I   | II  | I   | II  |  |  |
| Interior<br>Todos los bordes continuos          | Neg en bordes interiores positivos                     | corto | 998  | 1018 | 553 | 565  | 489 | 498  | 432 | 438  | 381 | 387  | 333 | 338 | 288 | 292 |  |  |
|   |  | largo | 516  | 544  | 409 | 431  | 391 | 412  | 371 | 388  | 347 | 361  | 320 | 330 | 288 | 292 |  |  |
|   |  | largo | 630  | 668  | 312 | 322  | 268 | 276  | 228 | 236  | 192 | 199  | 158 | 164 | 126 | 130 |  |  |
| De borde<br>Un lado corto discontinuo           | Neg En bordes interiores<br>Neg En bordes dis Positivo | corto | 998  | 1018 | 568 | 594  | 506 | 533  | 451 | 478  | 403 | 431  | 357 | 388 | 315 | 346 |  |  |
|   |  | largo | 516  | 544  | 409 | 431  | 391 | 412  | 372 | 392  | 350 | 369  | 326 | 341 | 297 | 311 |  |  |
|   |  | largo | 326  | 0    | 258 | 0    | 248 | 0    | 236 | 0    | 222 | 0    | 206 | 0   | 190 | 0   |  |  |
| De borde<br>Un lado largo discontinuo           | Neg En bordes interiores<br>Neg En bordes dis Positivo | corto | 630  | 668  | 329 | 356  | 292 | 306  | 240 | 261  | 202 | 219  | 167 | 181 | 133 | 144 |  |  |
|   |  | largo | 179  | 187  | 142 | 149  | 137 | 143  | 133 | 140  | 131 | 137  | 129 | 136 | 129 | 135 |  |  |
|   |  | largo | 1060   | 1143 | 583 | 624  | 514 | 548  | 453 | 481  | 397 | 420  | 346 | 364 | 297 | 311 |  |  |
| De esquina<br>Dos lados adyacentes discontinuos | Neg En bordes interiores<br>Neg En bordes dis Positivo | corto | 587  | 687  | 465 | 545  | 442 | 513  | 411 | 470  | 379 | 426  | 347 | 384 | 315 | 346 |  |  |
|   |  | largo | 651  | 0    | 362 | 0    | 321 | 0    | 283 | 0    | 250 | 0    | 219 | 0   | 190 | 0   |  |  |
|   |  | largo | 751  | 912  | 334 | 366  | 285 | 312  | 241 | 263  | 202 | 218  | 164 | 175 | 129 | 135 |  |  |
| Aislado<br>Cuatro lados discontinuos            | Neg En bordes dis Positivo                             | corto | 1060   | 1143 | 598 | 653  | 530 | 582  | 471 | 520  | 419 | 464  | 374 | 412 | 324 | 364 |  |  |
|   |  | largo | 600  | 713  | 475 | 564  | 455 | 541  | 429 | 506  | 394 | 457  | 360 | 410 | 324 | 364 |  |  |
|   |  | largo | 330  | 0    | 330 | 0    | 321 | 0    | 277 | 0    | 250 | 0    | 219 | 0   | 190 | 0   |  |  |
| Aislado<br>Cuatro lados discontinuos            | Neg En bordes dis Positivo                             | corto | 326  | 0    | 258 | 0    | 248 | 0    | 236 | 0    | 222 | 0    | 206 | 0   | 190 | 0   |  |  |
|   |  | largo | 751  | 912  | 358 | 416  | 306 | 354  | 259 | 298  | 216 | 247  | 176 | 199 | 137 | 153 |  |  |
|   |  | largo | 191  | 212  | 152 | 168  | 146 | 163  | 142 | 158  | 140 | 156  | 438 | 154 | 137 | 153 |  |  |
| Aislado<br>Cuatro lados discontinuos            | Neg En bordes dis Positivo                             | corto | 570  | 0    | 550 | 0    | 530 | 0    | 470 | 0    | 430 | 0    | 380 | 0   | 330 | 0   |  |  |
|   |  | largo | 330  | 0    | 330 | 0    | 330 | 0    | 330 | 0    | 330 | 0    | 330 | 0   | 330 | 0   |  |  |
|   |  | largo | 1100   | 1670 | 830 | 1380 | 800 | 1330 | 720 | 1190 | 640 | 1070 | 570 | 950 | 500 | 830 |  |  |
| Aislado<br>Cuatro lados discontinuos            | Neg En bordes dis Positivo                             | corto | 200  | 250  | 500 | 830  | 500 | 830  | 500 | 830  | 500 | 830  | 500 | 830 | 500 | 830 |  |  |

Caso I. Losa colada monolíticamente con sus apoyos

Caso II. Losa no colada monolíticamente con sus apoyos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Utilizando el caso de la carga estructural gravitacional ( $w_u$ ) de  $613 \text{ kg/cm}^2$ , se calcula la fórmula ( $10^{-4} w_u a_1^2$ ), que es igual a  $16575.5 \text{ kg}$ , en un tablero con tres lados continuos y un discontinuo, y multiplicando este factor con la penúltima columna de la tabla V.a.2, de borde con un lado largo discontinuo, tenemos los resultados de los momentos en la figura V.a.4.



**Figura V.a.4**  
**Momentos obtenidos según la tabla V.a.2**

A continuación se calcula el área de acero de refuerzo, para ello se utiliza la ecuación V.a.6 de las NTCDECE-93:

$$A_s = \frac{6600h}{f_y(h + 100)} \quad (\text{V.a.6})$$

Sustituyendo valores en la ecuación V.a.6, tenemos que  $A_s$  es:

$$A_s = 0.143 \text{ cm}^2/\text{m}$$

donde  $A_s$  es el área mínima por metro de ancho de losa, "h" esta en cm y  $f_y$  en  $\text{kg/cm}^2$ .

Esta área se debe multiplicar por 1.5 si la losa está expuesta a la intemperie. En vez de la ecuación V.a.6 puede proporcionarse, por simplicidad, una relación mínima  $\rho_{\min} = 0.002$  en losas protegidas de la intemperie y de 0.003 en losas expuestas a ellas.

Como es un cálculo de una losa de entrepiso  $\rho_{\min} = 0.002$ , tenemos que el área de acero ( $A_s$ ) es:

$$A_s = 1.6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

La separación entre barras no debe exceder de 50 cm ni de  $3.5h$ , calculando esta separación tenemos que la separación mínima es de  $3.5h$ ,

sustituyendo el valor de "h" igual a 10 cm, la separación mínima entre barras es igual a 35 cm.

Se calcula el coeficiente  $F_R b d^2 f'_c$  para el acero en las zonas de momento (positivo y negativo), para el momento positivo, tenemos que es 2204.54 kg-m, y para el momento negativo es 5221.29 kg-m, estos valores se multiplican por el factor de carga que es de 1.4, para obtener los momentos de diseño ( $M_u$ ), siendo para el momento positivo 3086.36 kg-m, y 7309.81 kg-m para el momento negativo, el coeficiente:

$$F_R b d^2 f'_c = 9216.00 \text{ kg-m.}$$

Después se obtiene el valor q a partir de la ecuación V.a.7.

$$M_u = F_R b d^2 f'_c q (1-0.5q) \quad (\text{V.a.7})$$

Para el momento positivo, el valor de q es igual a 0.4253

Para el momento negativo, el valor de "q" tiene que ser el balanceado que es igual a 0.5714 mas el área de acero a compresión, y el área de acero se obtiene de la ecuaciones V.a.7.1 y V.a.7.2

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} \quad (\text{V.a.7.1})$$

$$A_{s2} = \frac{M_u - M_{R_{\max}}}{F_R f_y (d - d')} \quad (\text{V.a.7.2})$$

donde:

$M_u$  es el momento de diseño igual a 7309.81 kg-m

$M_{R_{\max}}$  es el momento resistente máximo igual a 3761.63 kg-m

$A_s$  es el área de acero total

$A_{s1}$  es el área de acero de una viga simplemente armada igual a 17.41 cm<sup>2</sup>

$A_{s2}$  es el área de acero a compresión de una viga doblemente armada

$F_y$  resistencia máxima del acero

d peralte efectivo de tensión

d' peralte efectivo de compresión

q coeficiente del porcentaje de acero en la sección por el inverso del porcentaje de la resistencia

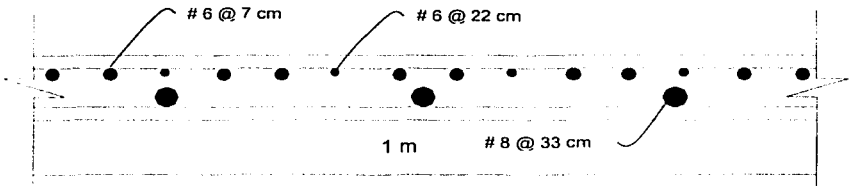
Utilizando la ecuación V.a.7.2, y sustituyendo los valores, el  $A_{s2}$  (en la zona de compresión) es:

$$A_{s2} = 15.64 \text{ cm}^2$$

Sustituyendo este valor en la ecuación V.a.7.1, el  $A_s$  es:

$$A_s = 33.05 \text{ cm}^2/\text{m}$$

En la figura V.a.5 se muestra la sección armada de la losa en los momentos negativos.



**Figura V.a.5**  
Sección transversal de la losa en los bordes

Siguiendo con el proceso de la obtención del área de acero del momento positivo, obtenido "q" igual a 0.4253, se obtiene el porcentaje de acero empleando con la ecuación V.a.8

$$\rho = \frac{q f'_c}{f_y} \quad (\text{V.a.8})$$

donde:

$$\rho = 0.016$$

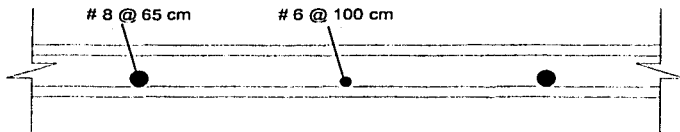
Posteriormente se encuentra el área de acero por metro de ancho de losa con la ecuación V.a.9.

$$A_s = 100 d \rho \quad (\text{V.a.9})$$

Sustituyendo el valor de "p" en la ecuación V.a.9, se tiene que el área de acero para el momento positivo es:

$$A_s = 12.96 \text{ cm}^2/\text{m}$$

En la figura V.a.6 se muestra la sección armada de la losa en los momentos positivos.



**Figura V.a.6**  
**Sección transversal de la losa en el claro**

A continuación se revisa la posible falla por cortante, la fuerza cortante que actúa en un ancho unitario puede calcularse con la ecuación V.a.10 de las NTCDECE-93:

$$V_u = \frac{\left(\frac{a_1}{2} - d\right) w}{\left[1 + \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^6\right]} \quad (\text{V.a.10})$$

Sustituyendo los valores en la ecuación V.a.10 tenemos que:

$$V_u = 1081.33 \text{ kg}$$

Con el incremento del 15%  $V_u$  es:

$$V_u = 1243.53 \text{ kg}$$

Cuando en un tablero existan bordes continuos y bordes discontinuos, el valor  $V_u$  debe incrementarse en 15%. La resistencia de la losa a fuerza cortante se supondrá con la ecuación V.a.11, es decir, igual a la de una viga sin refuerzo en el alma.

$$V_R = 0.5 F_R b d^2 \sqrt{f''_c} \quad (\text{V.a.11})$$

Sustituyendo  $V_R$  es:

$$V_R = 36429.44 \text{ kg}$$

Como el cortante resistente es mayor que el cortante último ( $V_R > V_u$ ), no se calcula el refuerzo por cortante, solo se utiliza este refuerzo para el apoyo del armado de la losa.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## V.2) Dimensionamiento de traves

Las traves se proponen inicialmente con una sección transversal de 20 x 25 cm, de la figura IV.b2, se tienen los momentos negativos de diseño, de 8.17 t – m y 4.8 t – m en sus extremos, a continuación, de las NTCDECE-93 se aplica la ecuación V.a.7, para obtener el valor de "q":

$$M_u = F_R b d^2 f'_c q (1 - 0.5q) \quad (V.a.7)$$

Donde "q" es igual a:

$$q = 0.6963$$

De este valor "q", se obtiene el valor de "ρ" de la ecuación V.a.8,

$$\rho = \frac{q f'_c}{f_y} \quad (V.a.8)$$

donde "ρ" es igual a:

$$\rho = 0.02653$$

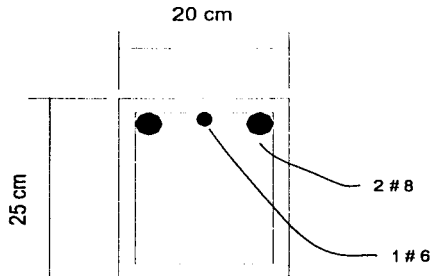
A continuación se obtiene el  $A_s$  con la ecuación V.b.1

$$A_s = \rho b d \quad (V.b.1)$$

Sustituyendo valores en ec. V.b.1, tenemos que:

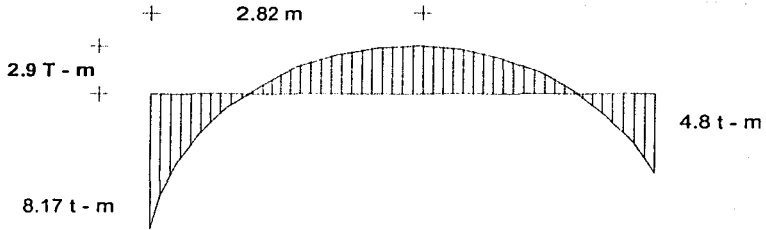
$$A_s = 13.26 \text{ cm}^2$$

En la figura V.b.1 se muestra la sección armada de la viga en los momentos negativos.



**Figura V.b.1**  
**Sección transversal de la trave para momentos negativos**

Para calcular el área de acero del momento positivo, se calcula el momento máximo positivo de la viga 108 de la combinación Malaga 2, teniendo una carga repartida  $w = 2.77 \text{ t/m}$  (eje "B" cruja No. 16 de la carga sísmica de la tabla III.b3.1, carga sobre los marcos), se muestra en la figura V.b.2, el diagrama de momentos de esta viga.



**Figura V.b.2**  
**Diagrama de momento de la cruja No 16**

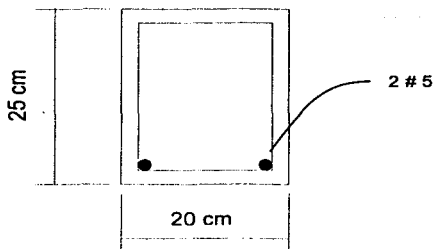
El procedimiento para obtener el área de acero para momento positivo, es obteniendo "q", "p" y al final "A<sub>s</sub>", con las ecuaciones V.a.7, V.a.8, V.b.1 respectivamente, así tenemos que:

$$q = 0.1767$$

$$p = 0.0067$$

$$A_s = 3.37 \text{ cm}^2.$$

En la figura V.b.3 se muestra la sección armada de la viga en los momentos negativos.



**Figura V.b.3**  
**Sección transversal de la trabe para momentos positivos**

Revisando la resistencia al cortante de la trabe, se tienen que los cortantes de diseño que son: 8.44 t y 7.19 t, que sale de la tabla IV.b3, de la ecuación V.b.2, se calcula la resistencia del cortante ( $V_R$ ):

$$V_R = V_{CR} + V_{SR} \quad (V.b.2)$$

donde:

$V_{CR}$  es la resistencia del concreto al cortante  
 $V_{SR}$  es la resistencia del acero al cortante (estribos)

De la ecuación V.b.3 se calcula la resistencia del concreto al cortante:

$$V_{CR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f'_c} \quad (V.b.3)$$

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior, y tomando como  $F_R = 0.8$  según las NTCDCEC-93 tenemos que:

$$V_{CR} = 2.83 \text{ t}$$

Calculando la resistencia del acero al cortante, tenemos las ecuaciones V.b.4a, V.b.4b y V.b.4c, donde nos indica la separación de los estribos, necesaria para resistir el cortante último, donde se seleccionará la menor según NTCDCEC-93:

$$s \leq \begin{cases} \frac{F_R A_v f_y d}{V_u - V_{CR}} & (V.b.4a) \\ \frac{F_R A_v f_y}{3.5b} & (V.b.4b) \\ \frac{d}{2} & (V.b.4c) \end{cases}$$

donde:

- s es la separación de estribos en la viga
- $F_R$  es el factor de reducción
- $A_v$  es el área del estribo (varilla del #3 igual a 0.7125 cm<sup>2</sup>)
- d es el peralte efectivo de la trabe
- b es el ancho de la trabe

**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**

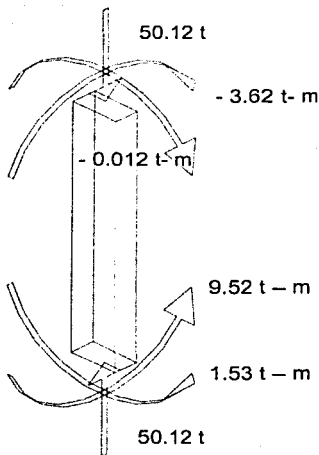
A continuación los resultados de la separación de estribos "s" de las ecuaciones V.b.4a, V.b.4b y V.b.4c respectivamente:

- $s_1 = 19.63 \text{ cm}$
- $s_2 = 68.41 \text{ cm}$
- $s_3 = 11.50 \text{ cm}$

Se elige estribos del # 3 a una separación de 10 cm., en los primeros 46 cm iniciando del paño de la columna al centro del claro, después a cada 20 cm

### V.3) Dimensionamiento de columnas

De la figura V.c.1 tenemos la carga axial y los momentos de la columna 89 (figura IV.b.2), que son los más críticos para la combinación elegida, con estos datos se diseñará la columna a flexocompresión biaxial:



**Figura V.c.1**  
Elementos actuantes de la columna en sus ejes locales

Despreciando los efectos de esbeltez, tenemos la ecuación V.c.1, que dice:

$$\frac{H'}{r} \leq 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \quad (\text{V.c.1})$$

donde:

$H'$  es la altura efectiva de la columna igual a 115.43 cm

$r$  es el radio de giro igual a 5.77 cm

$M_1$  es el momento en la parte superior de la columna

$M_2$  es el momento en la parte inferior de la columna

Calculando  $\frac{H'}{r}$  tenemos que es igual a 19.99, por el otro lado  $34-12 \frac{M_1}{M_2}$ , es igual a 38.56, con lo que cumple la desigualdad y se pueden despreciar los efectos de esbeltez, por otra parte se hace una doble curvatura y la longitud efectiva todavía es menor.

Se diseñará con las gráficas de interacción para columnas de concreto reforzado, primero se calculará el cociente de la ecuación V.c.2, para definir el tipo de gráfica que se utilizará, y dice así:

$$\frac{d}{h} \quad (\text{V.c.2})$$

donde:

d: es el peralte efectivo de la sección transversal de la columna

h: es la altura de la sección transversal de la columna

Como el momento mayor esta en dirección del eje menor de la columna, "d" se toma como 18 cm y "h" como 20 cm, donde:

$$\frac{d}{h} = 0.9$$

Ahora se calcula el cociente de la ecuación V.c.3, para definir la segunda gráfica que se utilizará, ya que es un caso de flexocompresión biaxial.

$$\frac{R_x}{R_y} \quad (\text{V.c.3})$$

donde:

R es el cociente calculado para entrar a las gráficas de interacción para columnas de concreto reforzado, los subíndices "x" y "y" son la dirección de este cociente en la columna

De la ecuación V.c.4 se calculará el cociente "R".

$$R = \frac{M_u}{F_R b h^2 f'' c} \quad (\text{V.c.4})$$

donde:

$M_u$  es el momento último del análisis estructural que es de 9.52 t - m  
 $F_R$  es el factor de reducción que es de 0.7 para el caso de flexocompresión  
 $b$  es el ancho transversal de la columna que es de 20 cm  
 $h$  es la altura transversal de la columna que es de 40 cm  
 $f''c$  es la resistencia de diseño del concreto

De la ecuación V.c.4, se calcula  $R_x$  y  $R_y$ , donde  $R_x$  es igual a 0.0402, y  $R_y$  es igual a 0.5, después de la ecuación V.c.2 el cociente  $\frac{R_x}{R_y}$  es igual a 0.08, con lo cual tenemos que interpolar de dos gráficas de interacción para columnas de concreto reforzado, utilizando la gráfica  $\frac{R_x}{R_y} = 0$  y  $\frac{R_x}{R_y} = 0.5$ , con  $\frac{d}{h} = 0.9$ .

Elegidas las gráficas V.c.1 y V.c.2, obtenemos el valor de "q", apoyándonos en la ecuación V.c.5, obtenemos el valor de "K", entonces en la gráfica, con el valor de  $R_y = 0.5$  buscamos el valor de "q".

$$K = \frac{P_u}{F_R b h f''c} \quad (\text{V.c.5})$$

donde:

K es el cociente calculado para entrar a las gráficas de interacción para columnas de concreto reforzado, ver gráfica V.c.1.  
 $P_u$  es la carga axial que se ejerce en la columna.

Calculando "K", tenemos que es igual a 0.5265, entrando con el valor de "K" y " $R_y$ " a la gráfica V.c.1, tenemos que " $q_1$ " es igual a 1.40, buscando el valor de "q" en la gráfica V.c.2, tenemos que el valor de " $q_2$ " es igual a 2.03, al interpolar con la ecuación V.c.6, tenemos el valor real de "q".

$$q = q_1 + \frac{q_2 - q_1}{0.5} \left( \frac{R_x}{R_y} \right) \quad (\text{V.c.6})$$

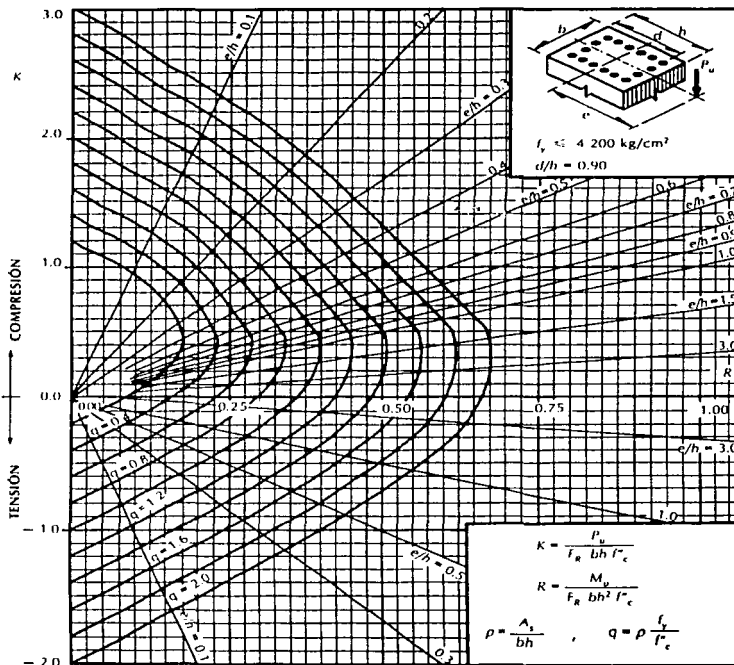
donde el valor de "q" es:

$$q = 1.425$$

Con el valor de "q" obtenemos el valor de "p" de la ecuación V.a.8, después el valor del " $A_s$ " con la ecuación V.b.1, así tenemos:

$$\rho = 0.0577 \\ A_s = 46.15 \text{ cm}^2.$$

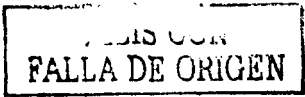
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

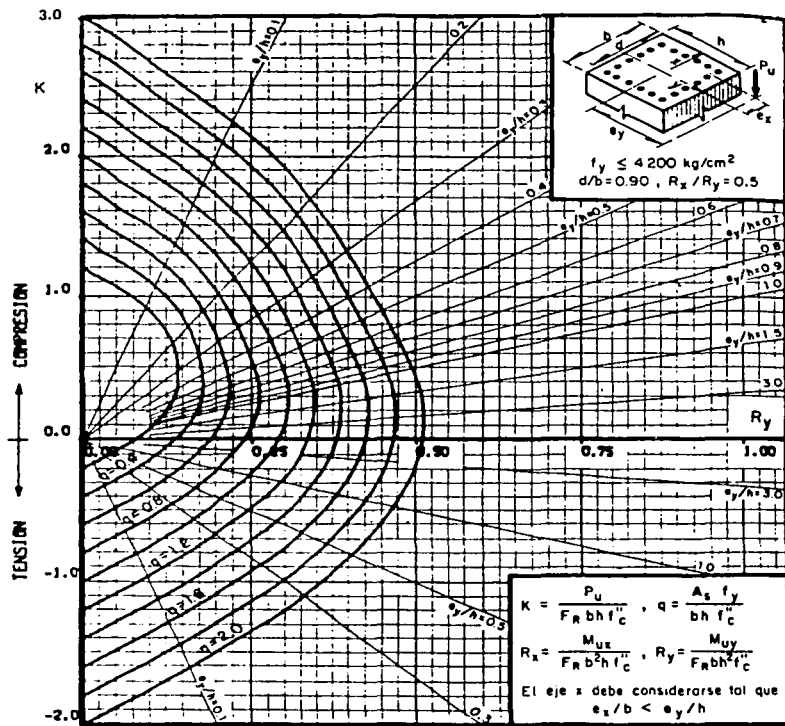


- $A_s$  = Área total de refuerzo
- $f'_c = 0.86 f^*_c$
- $F_R$  = Factor de reducción de resistencia igual a 0.7
- $P_u$  = Carga axial última
- $M_{uy}$  = Momento flexionante último en dirección  $y = P_u \cdot e_y$
- $M_{ux}$  = Momento flexionante último en dirección  $x = P_u \cdot e_x$

Gráfica V.c.1

Gráfica de interacción para columnas de concreto reforzado, para secciones transversales para el acero uniformemente repartido en sus lados





$A_s$  = Área total de refuerzo

$f'_c = 0.86 f_c$

$F_R$  = Factor de reducción de resistencia igual a 0.7

$P_u$  = Carga axial última

$M_{uy}$  = Momento flexionante último en dirección  $y = P_u \cdot e_y$

$M_{ux}$  = Momento flexionante último en dirección  $x = P_u \cdot e_x$

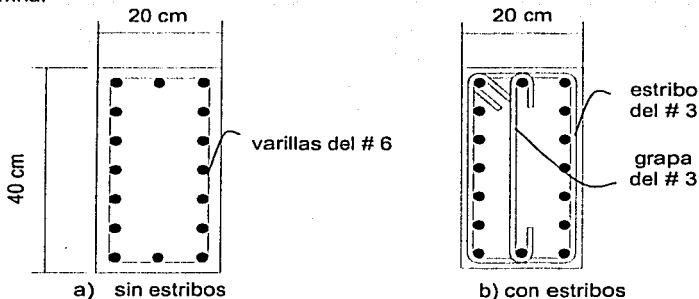
Gráfica V.c.2

Gráfica de interacción para columnas de concreto reforzado, para secciones transversales para el acero uniformemente repartido en sus lados

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



En la figura V.c.2.a) se observa la sección del refuerzo longitudinal de la columna.



**Figura V.c.2**  
**Sección de la columna**

A continuación se diseñará el refuerzo transversal de la columna 89, de la ecuación V.b.3 se calcula la resistencia del concreto al cortante, que es:

$$V_{CR} = 3.96 \text{ t}$$

Calculando la resistencia del acero al cortante, tenemos las ecuaciones V.b.4a, V.b.4b y V.b.4c, donde nos indica la separación de los estribos a 3 ramas, necesaria para resistir el cortante último, donde el cortante último es 5.41 t, donde se puede ver en la figura IV.b.1, y en la tabla IV.b3, la separación menor será la que rige en el diseño de resistencia al cortante.

$$s_1 = 69.34 \text{ cm}$$

$$s_2 = 89.78 \text{ cm}$$

$$s_3 = 10.00 \text{ cm}$$

Por lo tanto la separación que rige para los estribos de la columna es de 10 cm los primeros 36 cm, luego la separación es de 20 cm hacia la mitad de la columna, en la figura V.c.2.b) se observa la sección con estribos a 3 ramas.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## VI Conclusiones y Recomendaciones

1. Desde el diseño arquitectónico, se recomienda las separaciones de las estructuras de las colindancias, ya que en caso de un sismo, estas separaciones ayudan a la estructura a un mejor comportamiento.
2. Se recomienda el estudio de Mecánica de Suelos para cualquier zona del Distrito Federal, y con mayor razón en la zona de transición, esto nos llevaría a un diseño de cimentación distinto que pudiera afectar el comportamiento de la super – estructura.
3. En el análisis estructural se empleo el método estático para cumplir con el diseño sísmico, al introducir las cargas en el programa "SAP2000 Nonlinear", se empleo un coeficiente  $Q = 2$ , y se emplearon los factores de carga de 1.1 y 1.4 para cargas accidentales y cargas de servicio respectivamente, se recomienda para edificaciones de mayores niveles, se use el método dinámico, para tener mejor panorama del comportamiento de la estructura a analizar.
4. En el programa "SAP2000 Nonlinear", se recomienda utilizar el modo "constrains", para simular una losa diafragma, con lo que trabaja mejor la estructura, no se recomienda de ponerle placas, dado que las placas no funcionan en conjunto y producen articulaciones en los bordes, lo que hace que la estructura no se apegue a la realidad.
5. La elección de la combinación de carga "Malaga 2" se hizo haciendo las comparaciones mas desfavorables de los elementos que pueden tener falla frágil, como es el caso de las columnas, que fue el mas crítico, en el caso de las vigas este no fue el menos óptimo, pero se aconseja revisar la resistencia para otros casos mas desfavorables, recordando que las vigas se diseñan simplemente armadas, y que en el proceso constructivo, el lecho de compresión, que solo sirve para armar, trabaja, sobrando el diseño, por proceso constructivo.
6. En el capítulo V, dimensionamiento de elementos estructurales, en el inciso c) del dimensionamiento de columnas, en las NTCDEC - 93 en la sección 4.2.2 refuerzos mínimo y máximo de columnas, se hace mención, que tenemos que el menor refuerzo longitudinal es de 0.47% y el mayor refuerzo longitudinal debe ser del 6%, con lo que se acepta el porcentaje de 5.77% para la columna diseñada (combinación de carga "Malaga 2", columna 89), en caso de no cumplirse este punto del NTCDEC – 93, habría que cambiar el diseño de la columna, o poner algún mecanismo de rigidez, como contraventeos o muros, para evitar el esfuerzo extremo de este elemento, eligiendo la mejor opción para el proyecto.

7. En el proceso constructivo, se recomienda hacer un filtro en la cimentación, después una capa impermeabilizante, para evitar la sub - presión y que dañe la su - estructura.
8. En el proceso de armado, en los nudos de la estructura, no se colocará estribos continuos que vengan de las vigas, en cambio si se colocará estribos a lo largo de las columnas, dejando también el acero longitudinal traslapado en donde exista un cortante casi nulo, para un mejor desempeño del elemento a armar.
9. Se recomienda no cambiar el uso de este edificio de apartamentos, ya que esta diseñado solo para uso "habitacional", con lo que el cambio de uso, podría perjudicar la estructura, habría que analizar una posible reestructuración, si así su dueño quisiera cambiar el uso de suelo de esta edificación.

## BIBLIOGRAFIA

**Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal**

Luis Arnal Simón / Max Betancourt Suárez

Ed. Trillas

3ª edición 1998

**Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto**

Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal, núm. 48, México D.F. 26 de Noviembre de 1987

**Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo**

Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal, núm. 38, México D.F. 5 de Noviembre de 1987

**Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado**

González Cuevas / Robles

Ed. Limusa

5ª reimpresión 2000

**Diseño Sísmico de Edificios**

Bazán / Meli

Ed. Limusa

3ª reimpresión 2000

**Mecánica de Suelos**

Instructivo para ensaye de suelo

Comisión Nacional del Agua

1ª reimpresión 1990

**Mecánica de Materiales**

Gere / Timoshenko

International Thomson Editores

4ª edición 1998

**SAP 2000: Ansys Reference**

Volumen 1

Computers and Structures Inc;

USA 1997

[www.vc.ehu.es/instopog/preview/intro\\_tec\\_top/tema\\_5\\_archivos/slide0047.htm](http://www.vc.ehu.es/instopog/preview/intro_tec_top/tema_5_archivos/slide0047.htm)