

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



LOS EFECTOS DE UNA ALTURA PROXIMA A LOS  
60 METROS, EN EL ANALISIS SISMICO DE  
EDIFICIOS SIMETRICOS

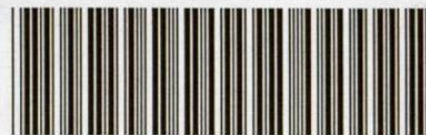
POR  
MARTIN CANTU DIAZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRIA EN CIENCIAS con Especialidad en  
Ingeniería Estructural

DICIEMBRE DE 1998



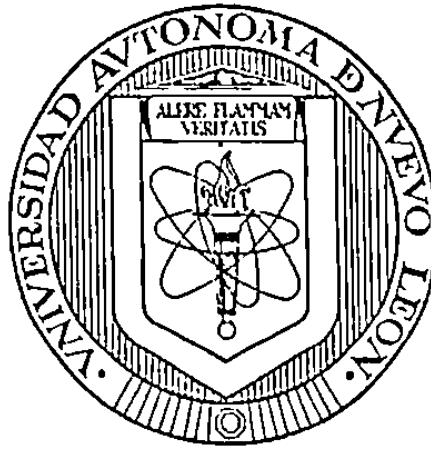
TM  
TA654  
.6  
.C36  
1998  
c.1



1080098322

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**LOS EFECTOS DE UNA ALTURA PROXIMA A LOS 60 METROS, EN EL  
ANÁLISIS SÍSMICO DE EDIFICIOS SIMÉTRICOS.**

**POR :**

**MARTÍN CANTÚ DÍAZ**

**Como requisito parcial para obtener el Grado de :**

**MAESTRIA EN CIENCIAS con Especialidad en**

**Ingeniería Estructural**

**Diciembre de 1998**

TAG54

.6

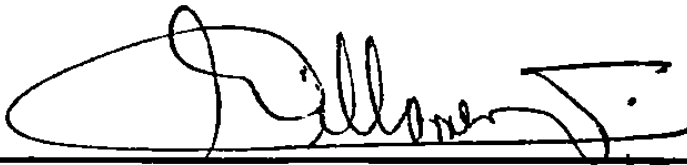
.C36

1998



**LOS EFECTOS DE UNA ALTURA PROXIMA  
A LOS 60 METROS, EN EL ANALISIS  
SISMICOS DE EDIFICIOS SIMETRICOS**

**Aprobación de la Tesis :**

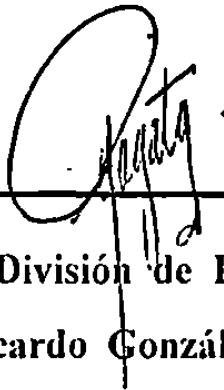


---

**Asesor de la Tesis**

**Dr. Guillermo Villarreal Garza**

---



---

**Secretario de la División de Estudios de Postgrado**

**Dr. Ricardo González Alcorta**

**Universidad Autónoma de Nuevo León**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**Escuela de Graduados**

**At'n Dr. Guillermo Villarreal Garza**

Por medio de la presente le presento a su mas atenta consideración la siguiente propuesta para desarrollar el tema de tesis de la Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería Estructural.

**Tema :** Los efectos de una altura próxima a los 60 metros, en el análisis sísmico de edificios simétricos.

**Objetivo :**

Concluir acerca de la obligatoriedad de utilizar el Análisis Dinámico Modal cuando la altura del Edificio sobrepasa los 60 m. , buscando clarificar el porqué de este límite , ya que no se menciona en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.

**Sinópsis :**

Actualmente , en nuestro país , es de práctica común seguir las normas del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal para determinar las fuerzas que se presentan en las estructuras durante los sismos. Por lo que la aplicación de los métodos de análisis establecidos en este reglamento , establece como limitante para la utilización de Método de Análisis Estático , que la altura no sobrepase los 60 mts. , y obliga a la utilización del Análisis Dinámico en estructuras que sean mayores de esa altura, siendo este el principal interés de éste tema de tesis.

**Consideraciones :**

En el presente trabajo se analizarán edificios simétricos en geometría y cargas pero de diferentes alturas por los métodos recomendados por el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal que son : Análisis Estático , Estático Modificado por el Periodo de la Estructura y Análisis Dinámico Modal , haciendo una comparativa en el valor del Cortante Basal que arroja cada método para las diferentes alturas consideradas .

a) **Dimensionamiento en planta y elevación de los edificios :** Se analizarán edificios de planta regular simétrica con la misma relación  $h/b = 1.5$  y de  $h/b=2.5$  , que cumplen las condiciones de regularidad del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal , y además se mantendrá constante la relación de claro de viga a columna por lo que las geometrías de los edificios nos quedan como se muestra en las figuras anexas .

b) **Índice de rotación de los nudos :** Se mantendrá el mismo índice de rotación del nudo para todos los edificios en todos los niveles , este índice de rotación será calculado de la siguiente forma :

$$\rho = \frac{\sum (I/L) _v}{\sum (I/L) _c}$$

para poder dar el mismo índice de rotación en los edificios se variaran los valores de la inercia en las vigas y se mantendra el valor de la inercia de las columnas como constante

c) **Ubicación y cargas en los edificios** :Se considerarán Edificios ubicados en la Zona II , del Grupo B con un factor de comportamiento sísmico  $Q = 2$  , y que cumplen con las condiciones de regularidad .Como cargas se consideraron 600 Kg/m<sup>2</sup> como cargas muertas y las cargas vivas correspondientes a un edificio de oficinas 180 Kg/m<sup>2</sup> para los entresijos y de 100 Kg/m<sup>2</sup> para la azotea .Se considero un factor de carga de 1.1 tal como lo menciona el artículo 194 del RCDF para obtener la carga a la que estarían sujetos todos los modelos .El Modulo de Elasticidad del concreto considerado es de  $E = 15100\sqrt{f'_c}$  , para concreto de  $f'_c=280$  Kg/cm<sup>2</sup> se tomará como  $E = 252,000$  kg/cm<sup>2</sup> .

El Reglamento de Construcciones del Distrito Federal marca los siguientes parámetros para las condiciones de los edificios antes mencionadas :  $T_a = 0.3$  seg. ;  $T_b = 1.5$  seg. ;  $r = 2/3$ .

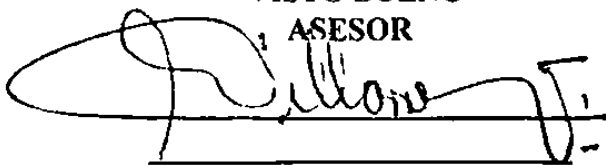
### **Bibliografía :**

- 1.- Manual de Diseño Sísmico de Edificios  
de Enrique Bazán Zurita y Roberto Meli P.  
Editorial Limusa
- 2.- Dynamic Characteristics of Multistory Buildings  
by John A. Blume  
Journal of Structural Division , Vol 94 No. ST2 ,Feb'68.
- 3.-Manual de Análisis Sísmico de Edificios .  
Departamento del Distrito Federal.
- 4.- Reglamento de Construcciones del Distrito Federal  
Departamento del Distrito Federal , publicado el 2 de Ago-93
- 5.- Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo  
Departamento del Distrito Federal , publicado el 5 de Nov-87
- 6.- Comentarios a las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo  
Instituto de Ingeniería de la UNAM , May-91
- 7.- Simplified Earthquake Analysis of Buildings  
by Anil K. Chopra  
Dynamics of Structures , Edited by Jose M Roesset , Published by ASCE ,  
Proceedings of the Sessions at Structures Congress '87 , Orlando Florida  
Aug-87
- 9.- Diseño de Estructuras Sismoresistentes  
by Minoru Wakabayashi  
Ed. Mc-Graw Hill , 1988.

### **Conclusiones y Recomendaciones :**

Las conclusiones y recomendaciones estarán basadas en una comparación de los métodos establecidos en el Reglamento de Construcciones de Distrito Federal enfatizando en la limitante de los 60 metros de altura.

**VISTO BUENO**  
**ASESOR**



**Dr. Guillermo Villarreal Garza**

**ATENTAMENTE**



**Ing. Martín Cantú Díaz**



**At'n Dr. Ricardo González Alcorta**  
**Secretario de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

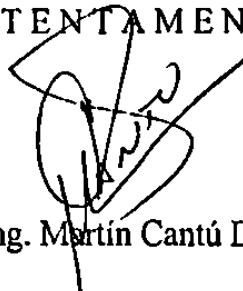
Estimado Dr. González :

Por este conducto me permito solicitar su aprobación del tema de tesis : “ Los efectos de una altura próxima a los 60 metros , en el análisis sísmico de edificios simétricos “.

Lo anterior con el fin de desarrollar el tema de tesis para la obtención del grado de Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería Estructural El asesor propuesto para este tema de tesis es el Dr. Guillermo Villarreal Garza.

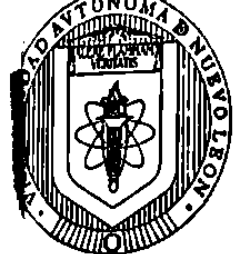
Sin otro particular mas por el momento, quedo en espera de su aprobación a mi solicitud.

ATENTAMENTE

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Martín Cantú Díaz', is written over the word 'ATENTAMENTE'.

Ing. Martín Cantú Díaz

C.C.P. Dr. Guillermo Villarreal Garza



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
SECRETARIA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



COMPROBANTE DE CORRECCION

Tesista: MARTÍN CANTÚ DÍAZ

Tema de la tesis: LOS EFECTOS DE UNA ALTURA PROXIMA  
A LOS 60 METROS, EN EL ANALISIS SISMICO DE  
EDIFICIOS SIMETRICOS

Este documento certifica la corrección \_\_\_\_\_  
del trabajo de tesis arriba identificado, en los aspectos: ortográfico,  
metodológico y estilístico.

Recomendaciones adicionales:

(NINGUNA)

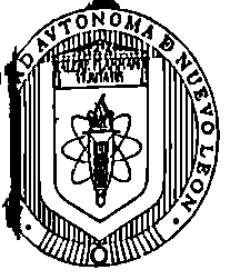
Nombre y firma de quien corrigió:

Arq. Ramón Longoria Ramírez

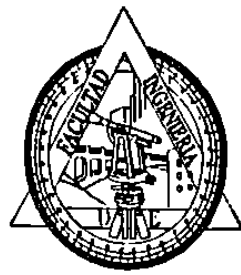
El Secretario de Posgrado:

Dr. Ricardo González Alcorta

Ciudad Universitaria, a 30 de noviembre de 1998.



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL U.A.N.L.**  
**SECRETARIA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**MONTERREY, N.L, DICIEMBRE 3, 1998.**

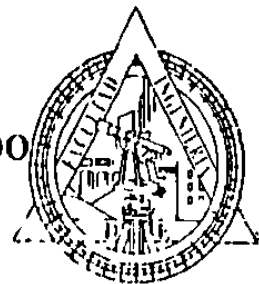
**ING. LÁZARO VARGAS GUERRA**  
**DIRECTOR DEL DEPTO. ESCOLAR Y**  
**DE ARCHIVO DE LA U.A.N.L.**  
**TORRE DE RECTORÍA**  
**PRESENTE.-**

**Estimado Ing. Vargas:**

Por este conducto me permito comunicarle que el **ING. MARTIN CANTU DIAZ** pasante de la **MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL**, ha solicitado su examen de Grado, para lo cual ha cubierto la totalidad de los requisitos que exige el Reglamento de Exámenes Profesionales de nuestra Institución. Le pido amablemente girar las instrucciones necesarias para el trámite correspondiente en el Departamento a su digno cargo.

Sin otro particular de momento, me es grato enviarle un cordial saludo y reiterarme a sus respetables órdenes.

**ATENTAMENTE,**  
**“ ALERE FLAMMAM VERITATIS “**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**EL SECRETARIO DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**DR. RICARDO GONZALEZ ALCORTA**

**SECRETARIA DE ESTUDIOS**  
**DE POSTGRADO**

C.c.p. Archivo.

## **RESUMEN**

**Martín Cantú Díaz**

Fecha de obtención del grado :

Diciembre de 1998

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Civil

Título del estudio :

Los Efectos de una Altura Próxima a los 60 metros , en el Análisis Sísmico de Edificios Simétricos .

Area de estudio :

Ingeniería Estructural .

Propósito y método de estudio :

En el presente trabajo se investiga acerca de la obligatoriedad de utilizar el Análisis Dinámico Modal cuando la altura del edificio sobrepasa los 60 metros , buscando clarificar el porqué se establece esta limitante de altura , ya que no se menciona en el Reglamento de Contrucciones del Distrito Federal . Para la valuación de las fuerzas , a las que estarán sujetas las estructuras , durante un sismo , el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal establece el empleo de alguno de los cuatro métodos de análisis por él establecidos , en base a la comparativa , de los resultados de estos métodos de análisis , para las estructuras consideradas , es como se pretende esclarecer , en este estudio , sobre la obligatoriedad de utilizår el método de análisis dinámico modal , para edificios con una altura mayor a 60 metros .



## **DEDICATORIA**

Dedico especialmente este trabajo :

A Don Francisco Isidoro Cantú Padilla y a María Luisa Díaz de Cantú , mis amados padres .

A Luis Francisco , Jorge Alberto , Fernando , Julio César , Laura Nelly , Luisa Elizabeth y Liliana Ivette Cantú Díaz , mis queridos hermanos .

A Martín , Brenda Verónica y Ricardo Cantú , mis adorados y muy amados hijos .

A Don Manuel , Doña Esther , Don Natalio y Doña Cruz , mis queridos abuelos .

A mis maestros quienes con paciencia y dedicación me enseñaron cuanto sé, Ing. Oscar González Garza y muchos otros que sería muy largo de enumerar .

Muy especialmente, a los doctores Guillermo Villarreal Garza y Raymundo Rivera Villarreal ; quienes , además de ser mis maestros , me apoyaron en una época muy difícil .

A mis amigos y compañeros , por su continuo apoyo .

A Ana Margarita Gaytán Jasso por su incondicional apoyo sin el cual este trabajo no hubiera sido posible .

# ÍNDICE GENERAL

Capítulo	Página
Prologo	1
1. Introducción	2
2. Objetivo	3
3. Consideraciones básicas	4
3.1. Dimensionamiento en planta y elevación de los edificios	4
3.2. Índice de rotación de los nudos	6
3.3. Ubicación y cargas en los edificios	7
4. Métodos de análisis de los edificios	8
5. Desarrollo de los métodos de análisis	9
5.1. Análisis estático de los edificios	9
5.1.1. Cálculo de las fuerzas cortantes	9
5.2. Análisis estático modificado por el periodo fundamental	11
5.2.1. Determinación de la rigidez de las estructuras	12
5.2.2. Cálculo del periodo fundamental de vibración de los edificios	12
5.2.3. Cálculo de las fuerzas cortantes reducidas	13
5.3. Análisis dinámico de los edificios	14
5.3.1. Cálculo de los modos naturales de vibrar de los edificios	15
5.3.2. Combinación de las respuestas modales	15
5.3.3. Revisión por cortante basal	17
6. Comparación de los resultados obtenidos en los análisis de los edificios	19
7. Conclusiones	21
8. Bibliografía	23
Anexos	
Anexo 1 Cálculo de las fuerzas cortantes utilizando el análisis estático	
Anexo 2 Cálculo de las rigideces de las estructuras	

- Anexo 3**      **Cálculo de las fuerzas cortantes utilizando el análisis estático modificado por el periodo fundamental de vibración**
- Anexo 4**      **Cálculo de los modos naturales de vibración de las estructuras**
- Anexo 5**      **Cálculo de la combinación de los modos para la estimación de las fuerzas cortantes en las estructuras utilizando el análisis dinámico**

## INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
I.a. Cálculo del índice de rotación $\rho$ para los edificios con $h/b=1.5$ . . .	6
I.b. Cálculo del índice de rotación $\rho$ para los edificios con $h/b=2.5$ . . .	7
II.a. Resultados del análisis estático de los edificios No. 1 al 4, $h/b=1.5$ . . .	11
II.b. Resultados del análisis estático de los edificios No. 5 al 8, $h/b=2.5$ . . .	11
III.a. Resultados del análisis estático modificado considerando el periodo fundamental de vibración de los edificios No. 1 al 4, $h/b=1.5$ . . .	14
III.b. Resultados del análisis estático modificado considerando el periodo fundamental de vibración de los edificios No. 5 al 8, $h/b=2.5$ . . .	14
IV.a. Resultados del análisis dinámico de los edificios No. 1 al 4, $h/b=1.5$ . . .	17
IV.b. Resultados del análisis dinámico de los edificios No. 5 al 8, $h/b=2.5$ . . .	17
V.a. Cálculo del cortante basal mínimo $V_{o\min}$ para análisis dinámico, edificios No. 1 al 4, $h/b=1.5$ . . . . .	18
V.b. Cálculo del cortante basal mínimo $V_{o\min}$ para análisis dinámico, edificios No. 5 al 8, $h/b=2.5$ . . . . .	18
VI. Comparación de los resultados del cortante basal de análisis estático modificado por el periodo y el análisis dinámico contra el análisis estático . . . . .	20



## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Planta y elevación del edificio No. 1 y 5 . . . . .	4
2 Planta y elevación del edificio No. 2 y 6 . . . . .	5
3 Planta y elevación del edificio No. 3 y 7 . . . . .	5
4 Planta y elevación del edificio No. 4 y 8 . . . . .	5
5 Fuerzas sismicas en un edificio . . . . .	10
6 Espectro de diseño . . . . .	10
7 Modelo de análisis para el cálculo de la rigidez de la estructura .	12
8 Resultados de cortante basal , edificios con $h/b=1.5$ . . . . .	24
9 Resultados de cortante basal , edificios con $h/b=2.5$ . . . . .	25
10 Cortante basal mínimo dinámico vs dinámico . . . . .	26
11 Comparación del cortante basal $h/b= 1.5$ y $2.5$ . . . . .	27
12 Comparación del cortante basal modificado o dinámico vs estático . .	28
13 Comparación V 1er modo vs V combinación $h/b=1.5$ . . . . .	29
14 Comparación V 1er modo vs V combinación $h/b=2.5$ . . . . .	30

## NOMENCLATURA

$h/b$	= relación altura total al ancho de la base de la edificación
$L$	= claro entre ejes de la edificación
$B$	= ancho total de la edificación
$\rho$	= índice de rotación de los nudos
$I$	= momento de inercia de la sección
$Q$	= factor de comportamiento sísmico
$T_a, T_b$	= periodos característicos que delimitan la meseta del espectro de diseño
$r$	= exponente que define la parte curva del espectro de diseño
RCDF	= Reglamento de Construcciones del Distrito Federal
$c$	= coeficiente sísmico
$W_n$	= peso total de la sección o nivel "n" considerado
$h_n$	= altura del nivel "n" considerado
$T$	= periodo de vibrar
$V$	= cortante
$T_e$	= periodo fundamental de vibración de la estructura
$\pi$	= valor de pi
$a$	= ordenada espectral correspondiente al periodo fundamental de vibración
$P_n$	= fuerza sísmica en el nivel "n" considerado
$Q'$	= factor reductivo
$q$	= factor dependiente de los periodos de vibrar de la estructura y del espectro de diseño
$\alpha_1, \alpha_2$	= coeficientes de proporcionalidad
$V_b$	cortante basal
$r_o$	= respuesta máxima del sistema
$r_{no}$	= respuesta de cada modo "n"
$\rho_{in}$	= coeficiente de correlación
$\zeta$	= valor del amortiguamiento
$\beta_{in}$	= factor dependiente de las frecuencias angulares de los modos de vibrar
$\omega$	= frecuencia angular de los modos

## PROLOGO

La rama de la Ingeniería Estructural que esta relacionada con el análisis y diseño de las edificaciones sujetas a los efectos de los movimientos telúricos , es la Ingeniería Sísmica , ésta tiene por objeto el proyecto de edificaciones confiables y seguras , sin perder de vista el aspecto económico .

Debido a la incertidumbre de los sismos , los especialistas de todo el mundo , han tratado de desarrollar métodos de análisis y diseño de edificaciones , que den por resultado estructuras con una seguridad adecuada ante los efectos de los sismos .

El propósito de esta tesis es el establecer la importancia de mejorar la normatividad existente en el diseño de estructuras sismo-resistentes , también para exponer , en una forma más completa el porqué la limitante en altura , para el uso de los métodos de análisis establecidos en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal .

# **CAPITULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

Los movimientos telúricos , a lo largo de la historia , han azotado grandes civilizaciones y sepultado ciudades enteras , por ello , es que los ingenieros han buscado técnicas de diseño y construcción apropiadas , estableciendo códigos y normas que regulen la edificación , de acuerdo a los requisitos necesarios , para disminuir el riesgo y la fatalidad en los momentos inadvertidos en que se presentan los terremotos .

En algunos países de alto riesgo sísmico , entre los cuales se encuentra México , existen muchos procedimientos de análisis que han sido incorporados a los reglamentos de construcción de cada país .

En México , es práctica común para el análisis sísmico seguir las normas del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal , para la estimación de las fuerzas laterales a las que estarán sujetas las estructuras , por razones de un sismo . Para éste análisis se emplea alguno de los cuatro métodos siguientes : el Método Simplificado de Análisis , el Análisis Elástico , el Análisis Elástico Modificado por el Periodo Fundamental de Vibración de la Estructura y el Análisis Dinámico Modal .

La aplicación de los métodos de análisis establecidos en este reglamento , depende principalmente de las características propias de la estructura ; de la geometría en planta y elevación , del tipo de elementos que soportarán las cargas laterales y de la altura total . Esta última juega un papel muy importante en la selección del tipo de análisis a emplear , para la estimación de las fuerzas laterales , consecuencia de los sismos.

El Reglamento de Construcciones del Distrito Federal establece como limitante para la utilización del método de Análisis Elástico , el que la altura de la estructura no sobrepase los 60 m. , y obliga a la utilización del Análisis Dinámico , en las estructuras que sean mayores de esa altura .



## **CAPITULO 2**

### **OBJETIVO**

El objetivo principal de la tesis es concluir acerca de la obligatoriedad de utilizar el Análisis Dinámico Modal cuando la altura del Edificio sobrepasa los 60 m., buscando clarificar el porqué de este límite , ya que no se menciona en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal .

## CAPITULO 3

### CONSIDERACIONES BÁSICAS

Para llevar a cabo el análisis de los edificios, de acuerdo con los métodos estático y estático modificado, por el periodo fundamental de vibración, las edificaciones deben cumplir con una serie de requisitos establecidos en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF), por lo que se tomaron las siguientes consideraciones básicas en todos los edificios a analizar.

**3.1.- Dimensionamiento en planta y elevación de los edificios :** Se analizarán edificios de planta regular simétrica, manteniendo constante la relación de claro de viga a columna en todos los edificios. Se analizará, lo anterior con la finalidad de que la estructura sea regular tanto en planta como en elevación, cumpliendo con las condiciones de regularidad del RCDF (ref. 1).

Los edificios 1, 2, 3 y 4 corresponden a la relación  $h/b = 1.5$ , y los edificios 5, 6, 7 y 8 a la relación  $h/b = 2.5$ .

Las geometrías en planta y elevación de los edificios se muestran en las figuras No. 1 a la No. 4.

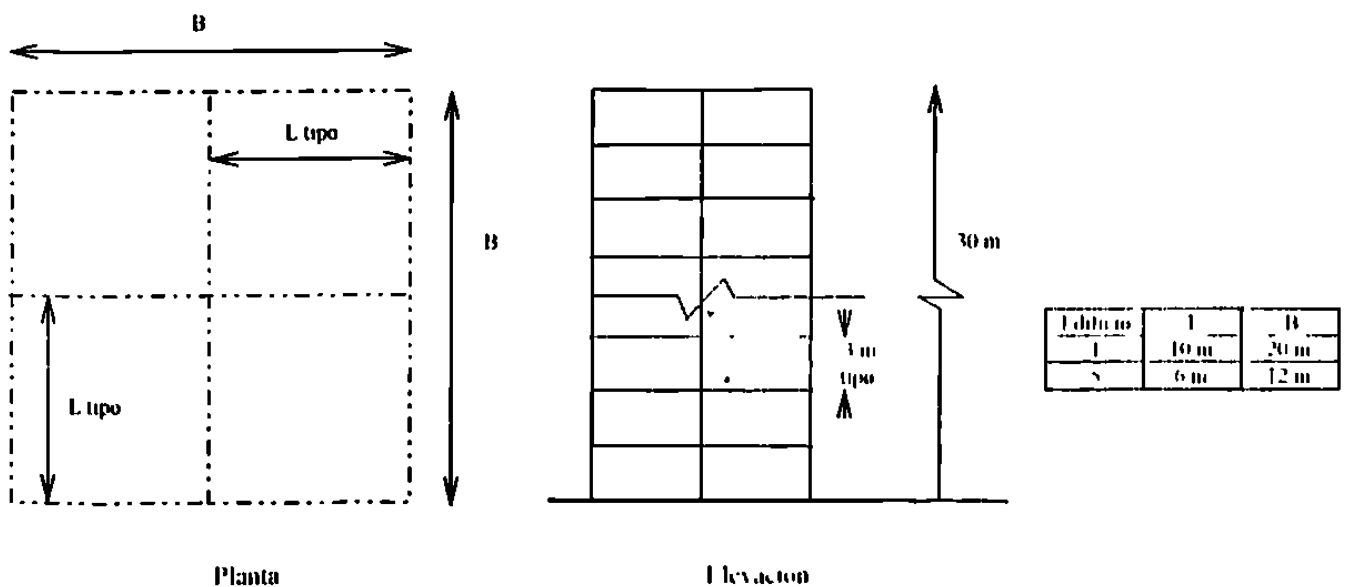


Figura 1. Planta y Elevación de los Edificios No. 1 y 5

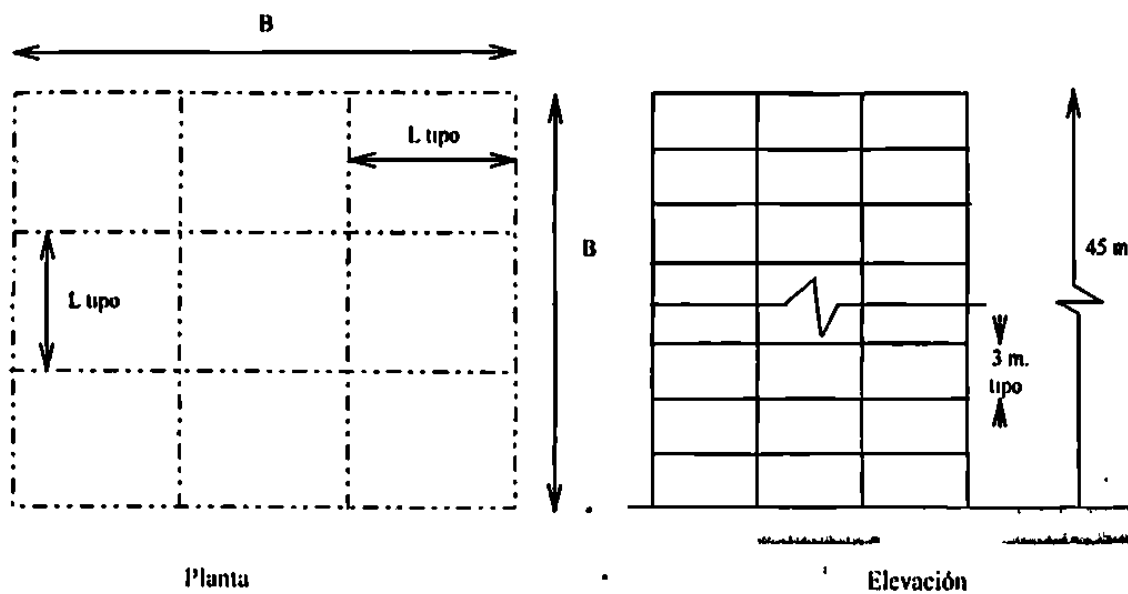


Figura 2. Planta y Elevación de los Edificios No. 2 y 6

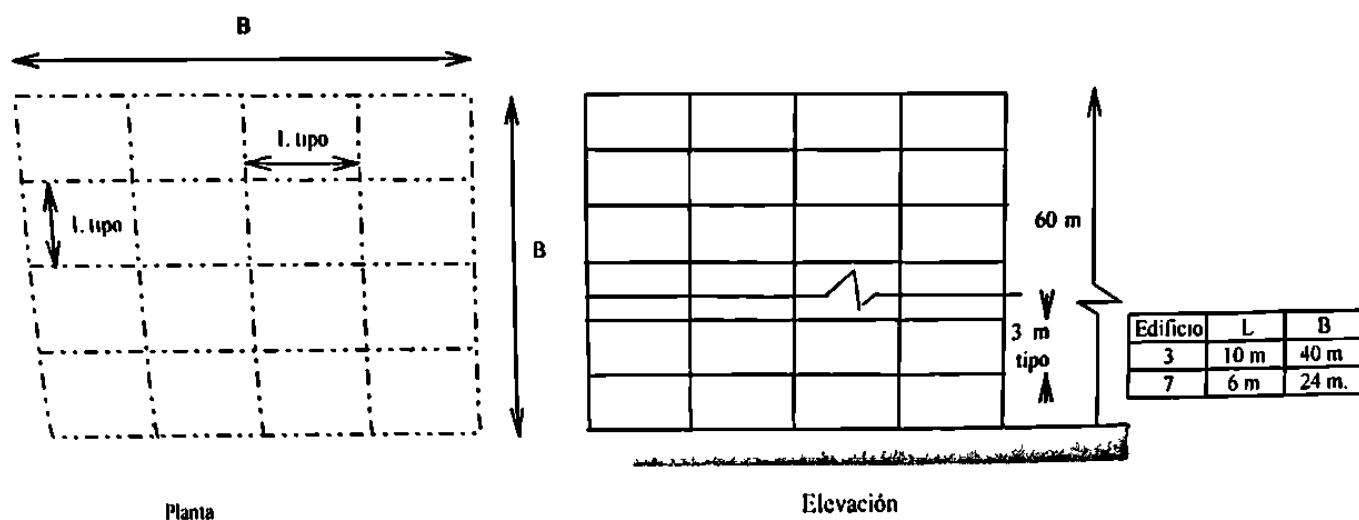


Figura 3. Planta y Elevación de los Edificios No. 3 y 7

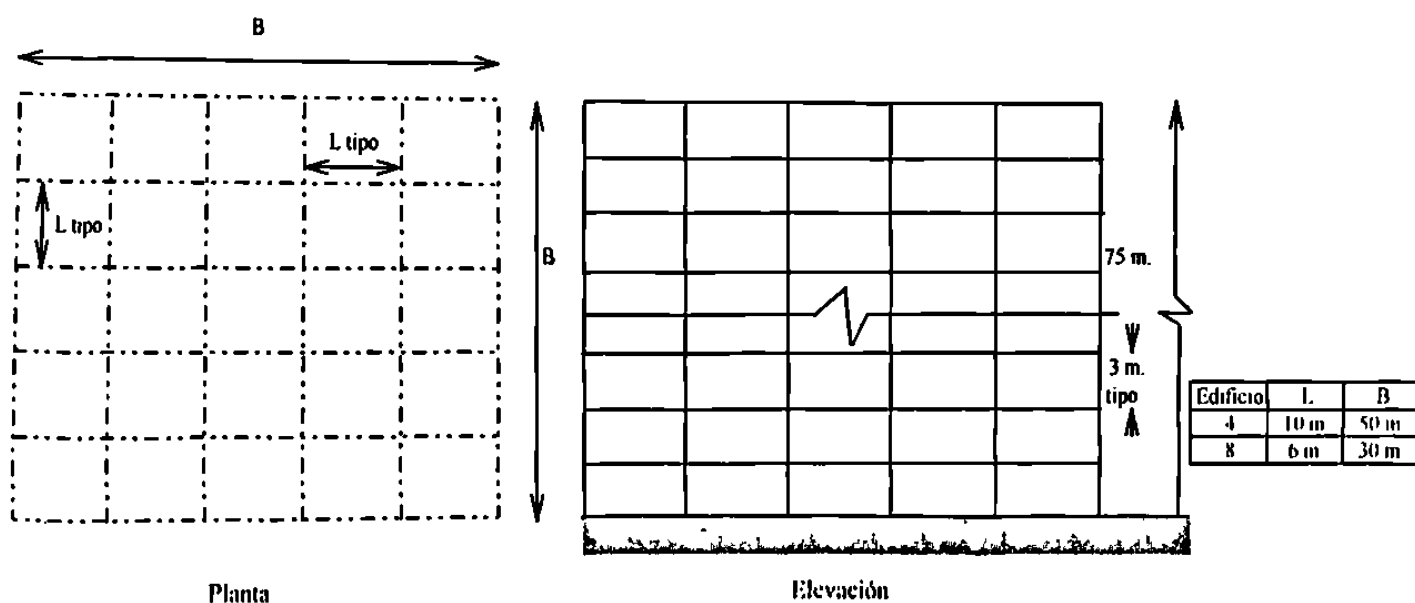


Figura 4. Planta y Elevación de los Edificios No. 4 y 8

**3.2.- Índice de rotación de los nudos :** La rigidez de un miembro de un marco a flexión está relacionada con la ecuación  $EI/L$ , donde  $EI$  representa las propiedades mecánicas y geométricas del elemento y  $L$  la longitud o claro del mismo. Blume (ref. 2) determinó un índice de rotación de los nudos  $\rho$ , que a la vez representa la rigidez relativa de la estructura ya que está basado en las propiedades de las vigas y las columnas del piso más cercano a la mitad de la altura del edificio. Este índice de rotación será calculado de la siguiente forma :

$$\rho = \frac{\sum (I/L) v}{\sum (I/L) c}$$

Este parámetro  $\rho$  es una medida de la rigidez relativa viga-columna e indica qué tanto se espera que el sistema se comporte como un marco. Para  $\rho = 0$  las vigas no imponen restricción en las uniones viga-columna y el marco se comporta como una viga a flexión. Para  $\rho = \infty$  las vigas restringen completamente las uniones viga-columna, y la estructura se comporta como una viga de cortante con curvatura doble de las columnas en cada nivel. Un valor intermedio de  $\rho$  indica que la estructura sufrirá deformaciones por flexión, con rotación de las uniones viga-columna.

Para los edificios en estudio, se estableció la misma relación de rigidez viga-columna; por lo que todos los edificios tienen el mismo índice de rotación del nudo, para todos los niveles  $\rho = 0.50$ .

Para poder dar el mismo índice de rotación en los edificios, se tomará como base el edificio más alto, con  $h/b = 1.5$ , en este caso el de  $h=75$  m., donde se considerarán las inercias de vigas y columnas como  $1.000 I$ . Para los siguientes edificios, se calcularán los valores de  $I_v$  dejando  $I_c = 1.000 I$  y se variarán los valores de la inercia en las vigas, manteniendo el valor de la inercia de las columnas como una constante. Los valores resultantes para cada edificio se muestran en las tablas No. 1.a. y 1.b. :

Edificio	1	2	3	4
Dimensión en planta	20 m X 20 m	30 m X 30 m	40 m X 40 m	50 m X 50 m
Dimensión tablero tipo	10 m X 10 m	10 m X 10 m	10 m X 10 m	10 m X 10 m
Altura entrepiso tipo	3 m.	3 m.	3 m.	3 m.
$\sum$ vigas	12	24	40	60
$\sum$ columnas	9	16	25	36
$I$ viga tipo	1.250 I	1.111 I	1.042 I	1.000 I
$I$ columna tipo	1.000 I	1.000 I	1.000 I	1.000 I
$\rho$	0.50	0.50	0.50	0.50

Tabla No. 1.a. Cálculo del índice de rotación  $\rho$  para los edificios con  $h/b = 1.5$ .



Edificio	5	6	7	8
Dimensión en planta	12 m X 12 m	18 m X 18 m	24 m X 24 m	30 m X 30 m
Dimensión tablero tipo	6 m X 6 m	6 m X 6 m	6 m X 6 m	6 m X 6 m
Altura entrepiso tipo	3 m.	3 m.	3 m.	3 m.
$\Sigma$ vigas	12	24	40	60
$\Sigma$ columnas	9	16	25	36
I viga tipo	0.750 I	0.667 I	0.625 I	0.600 I
I columna tipo	1.000 I	1.000 I	1.000 I	1.000 I
$\rho$	0.50	0.50	0.50	0.50

Tabla No. 1.b. Cálculo del índice de rotación  $\rho$  para los edificios con  $h/b = 2.5$ .

**3.3.- Ubicación y cargas en los edificios :** Se considerarán edificios ubicados en la Zona II , del Grupo B , con un factor de comportamiento sísmico  $Q = 2$  , y que cumplen con las condiciones de regularidad ; lo anterior de acuerdo al RCDF (ref. 1) , el cual indica que para edificaciones con las condiciones antes mencionadas se tiene :  $T_a = 0.3$  seg. ;  $T_h = 1.5$  seg. ;  $r = 2/3$ .

Las estructuras consideradas serán de concreto , con un  $f'_c = 280$  Kg/cm<sup>2</sup> , con un Módulo de Elasticidad del concreto de  $E = 15100\sqrt{f'_c} = 252,000$  Kg/cm<sup>2</sup>.

En cuanto a la estimación de la masa que actúa en cada edificio , se consideraron cargas representativas de un edificio de oficinas convencional , se estimaron las cargas muertas en 600 Kg/m<sup>2</sup> y las cargas vivas correspondientes a un edificio de oficinas de 180 Kg/m<sup>2</sup> para los entrepisos y de 100 Kg/m<sup>2</sup> para la azotea . Adicionalmente , se consideró un factor de carga de 1.1 , tal como lo menciona el artículo 194 del RCDF , para obtener la masa estimada a la que estarían sujetos todos los modelos .

## **CAPITULO 4**

### **MÉTODOS DE ANÁLISIS DE LOS EDIFICIOS**

El RCDF contempla cuatro métodos o procedimientos de análisis para estructuras de edificios sometidos a fuerzas sísmicas que son :

- ♦ El Método simplificado de análisis
- ♦ El Análisis estático
- ♦ El Análisis estático modificado por el periodo fundamental de vibración
- ♦ El Análisis dinámico

La limitante principal para el empleo del método simplificado de análisis es que la altura del edificio no debe ser mayor que 13 m. y que la estructura esté básicamente formada por muros de carga , por lo que no se empleará en este estudio , ya que los edificios tratados en este trabajo tienen una altura mucho mayor que los 13 m. .

## CAPITULO 5

### DESARROLLO DE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS

A continuación se presenta , de forma muy general , el desarrollo de cada uno de los métodos de análisis mencionados en el punto anterior para las estructuras en estudio.

**5.1.- Análisis estático de los edificios :** Este tipo de análisis es muy simple ya que consiste en evaluar una fuerza lateral equivalente estática que sustituya a la fuerza sísmica lateral . Esta fuerza equivalente depende principalmente de las condiciones regionales y geológicas del sitio donde este ubicada la edificación , su importancia , el periodo fundamental de vibración de la edificación , su ductilidad y el cumplimiento de las condiciones de regularidad indicadas en el RCDF, entre otros .

La limitante principal que señala el RCDF para el uso de este tipo de análisis es el que la edificación no exceda los 60 m. de altura , por lo que este método de análisis es generalmente utilizado para estructuras de tamaño mediano .

**5.1.1.- Cálculo de las fuerzas cortantes , utilizando el análisis estático :** En el análisis estático se busca conocer una estimación rápida , simple y razonable de las fuerzas laterales estáticas equivalentes , que reemplazarían a las fuerzas sísmicas laterales para el posterior diseño de la estructura . Para efectuar el análisis estático de la estructura se procede de la siguiente manera :

- a) Se considera que las fuerzas cortantes , en diferentes niveles de la estructura , forman un conjunto de fuerzas horizontales actuando sobre cada uno de los puntos donde se suponen concentradas las masas , losas o sistemas de piso . La carga gravitacional debe incluir el peso de los miembros , estructurales y no estructurales , y la carga viva , la cual está reducida del valor que se utiliza para el diseño de carga vertical de los elementos .
- b) Cada una de estas fuerzas se toma igual al peso de la masa que les corresponde , multiplicado por un coeficiente proporcional a la altura de la masa en cuestión , sobre el desplante ( o nivel a partir del cual las deformaciones estructurales son apreciables ) . Con lo anterior , se consigue una distribución lineal de aceleraciones , de magnitud ajustada para que en la base sea igual a un coeficiente sísmico de diseño (  $c/Q$  ) multiplicado por la masa de la estructura , independientemente del periodo fundamental de la estructura .

La figura No. 5 muestra la distribución de las fuerzas cortantes considerada en el método de análisis estático y la figura No. 6 el espectro de diseño , ambos del RCDF .

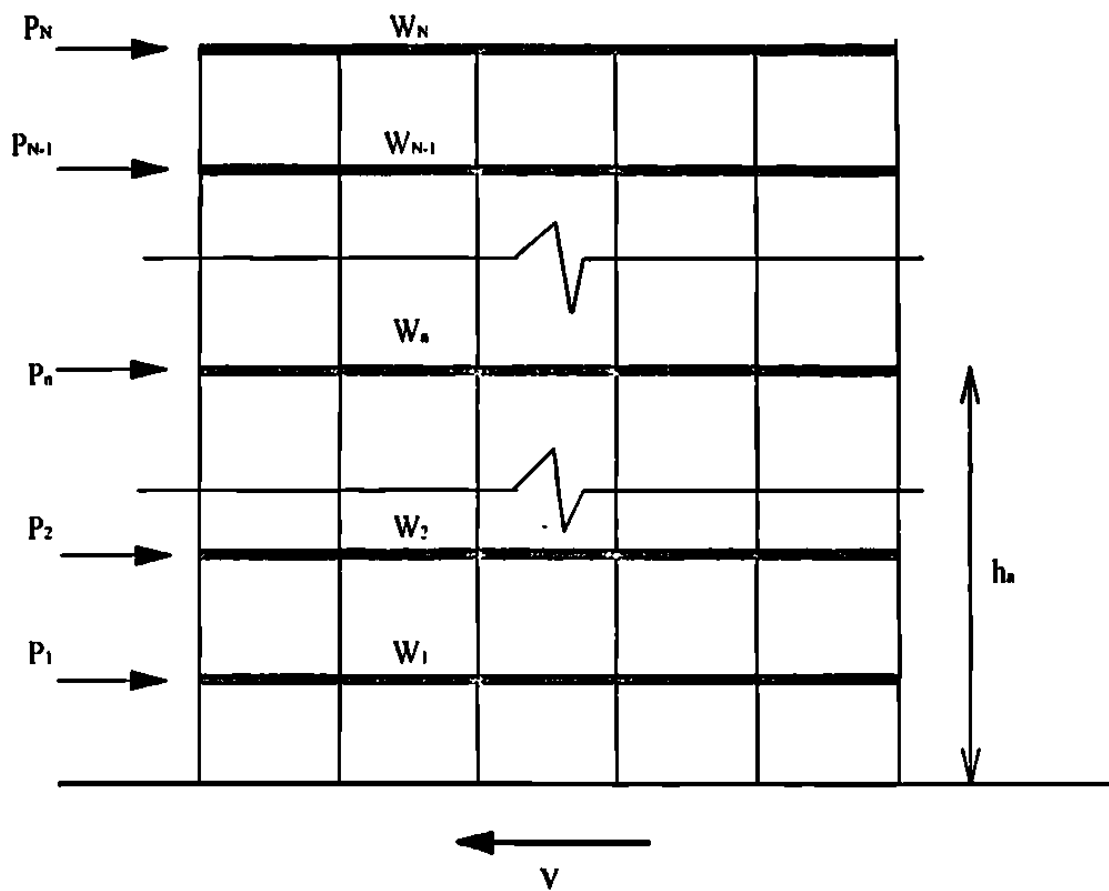


Figura 5. Fuerzas Sismicas en un Edificio

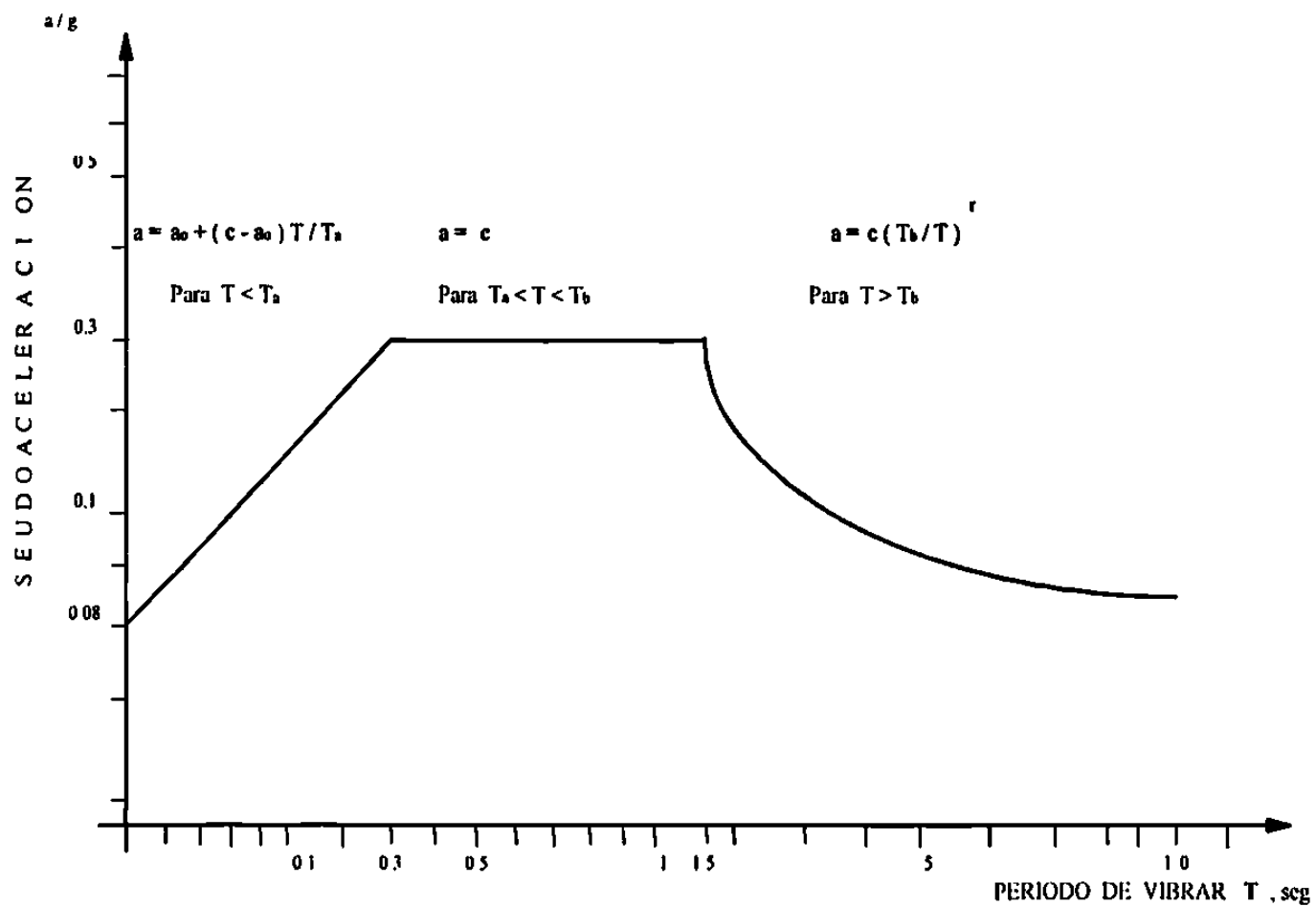


Figura 6. Espectro de diseño

Los cálculos que se realizaron para la estimación de las fuerzas cortantes por el método de análisis estático, para los modelos de los edificios Nros. del 1 al 8, aparecen en el Anexo No. 1, las tablas No. II.a. y II.b. muestra los resultados de estos análisis.

Edificio	1	2	3	4
Dimensión en planta	20 m X 20 m	30 m X 30 m	40 m X 40 m	50 m X 50 m
Altura total	30 m	45 m	60 m	75 m
Peso total Ton	3,396.80	11,503.80	27,315.20	53,405.00
V basal Estático Ton	543.49	1,840.61	4,370.43	8,544.80
V basal Est. / Peso Tot	16 %	16 %	16 %	16 %

Tabla No. II.a. Resultados del análisis estático de los edificios No. 1 al 4,  $h/b = 1.5$ .

Edificio	5	6	7	8
Dimensión en planta	12 m X 12 m	30 m X 30 m	40 m X 40 m	50 m X 50 m
Altura total	30 m	45 m	60 m	75 m
Peso total Ton	1,223.30	4,141.50	9,833.30	19,225.80
V basal Estático Ton	195.73	662.64	1,573.33	3,076.13
V basal Est. / Peso Tot	16 %	16 %	16 %	16 %

Tabla No. II.b. Resultados del análisis estático de los edificios No. 5 al 8,  $h/b = 2.5$ .

**5.2.- Análisis estático modificado por el periodo fundamental de vibración:** El RCDF establece este método de análisis para la disminución de las fuerzas laterales calculadas por el método de análisis estático, el cual está basado en el cálculo aproximado del periodo fundamental de vibración de la estructura.

Para la evaluación de las fuerzas sísmicas, estimando el periodo fundamental de la estructura, se adopta una distribución lineal de las aceleraciones con la altura sobre el nivel en que los desplazamientos de la estructura son iguales a los del terreno, que se ve justificada mientras el periodo fundamental de la estructura no sea demasiado largo, digamos  $T_e < T_b$ . En caso contrario, en vez de la variación lineal de la aceleración de diseño, se adopta una variación cuadrática que da proporcionalmente mayores aceleraciones en los niveles altos, tanto mayores cuanto más grande sea el cociente  $T_e / T_b$ .

**5.2.1.- Determinación de la rigidez de las estructuras :** La rigidez de las columnas al cortante, para los edificios en estudio, se calculará con base en un análisis planar de los edificios ( ver figura No. 7 ) en los modelos se colocarán cargas laterales en cada entrepiso y la rigidez de las columnas se calcularán ( a partir de los resultados del análisis ) como la carga lateral necesaria para producir un desplazamiento unitario en las columnas del entrepiso en cuestión. Así, sucesivamente, se calcularán las rigideces de cada nivel. Los cálculos para la determinación de la rigidez aparecen en el Anexo No. 2.

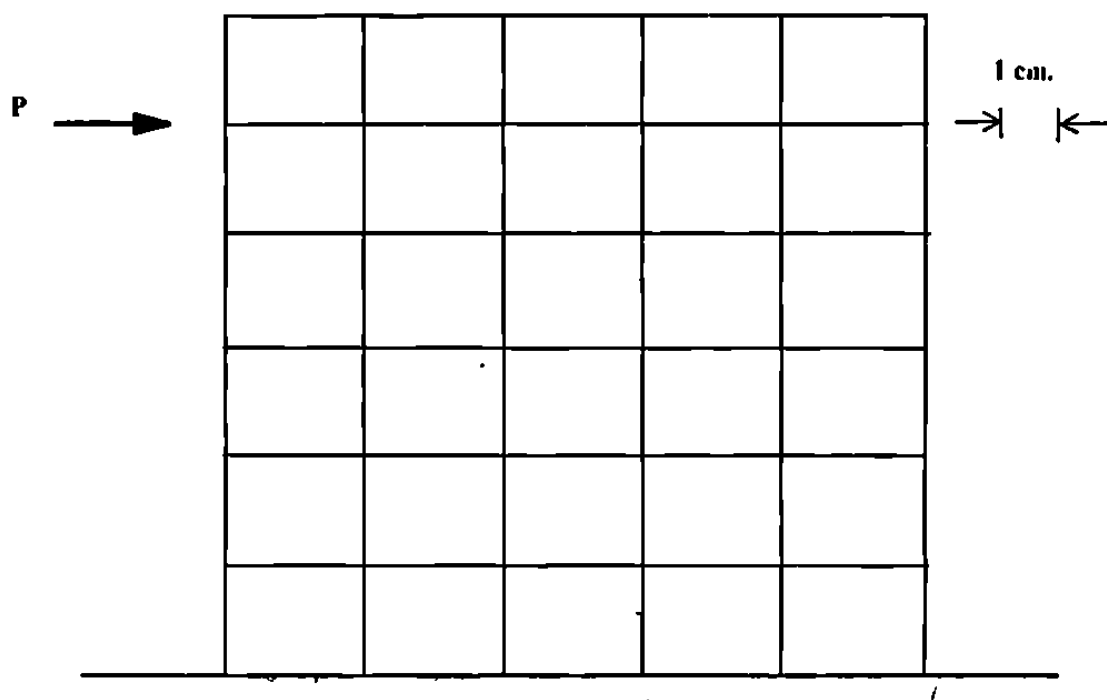


Figura 7. Modelo de análisis para el cálculo de la rigidez de la estructura

**5.2.2.- Cálculo del periodo fundamental de vibración de los edificios :** El periodo fundamental de vibración de la estructura se obtendrá utilizando el cociente de Schwartz (ref. 3), mediante la expresión :

$$T_e = \frac{2 \pi}{\sqrt{g}} \left\{ \frac{\sum_{n=1} W_n X_n^2}{\sum_{n=1} P_n X_n} \right\}^{1/2}$$

Donde  $P_n$  es la fuerza lateral que actúa sobre la masa  $n$ ,  $X_n$  el correspondiente desplazamiento en la dirección de la fuerza y  $g$  la aceleración de la gravedad.

Dependiendo del valor de  $T_e$  con respecto a  $T_b$  es como se determina cuál de los dos criterios rige para estimar el factor de reducción de las fuerzas sísmicas, de tal manera que :

a).- Si  $T_e$  es menor o igual a  $T_b$  se procederá como en el análisis estático ; pero de tal manera que la relación  $V/W$  sea igual a  $a/Q'$ , siendo  $Q'$  el factor reductivo y a la ordenada espectral correspondiente a  $T_e$ . Esto implica que las fuerzas sísmicas sean :

$$P_n = W_n h_n \frac{\sum_{n=1} W_n}{\sum_{n=1} W_n h_n} \frac{a}{Q'}$$

b).- Si  $T_e$  es mayor a  $T_b$ , en vez de la variación lineal de la aceleración con la altura se adoptará una variación cuadrática que conduce a una fuerza lateral en la  $n$ -ésima masa de la forma :

$$P_n = W_n \{ \alpha_1 h_n + \alpha_2 h_n^2 \} \frac{a}{Q}$$

donde los coeficientes de proporcionalidad  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  están dados por las siguientes expresiones :

$$\alpha_1 = \{ 1 - r (1 - q) \} \frac{\sum_{n=1} W_n}{\sum_{n=1} W_n h_n}$$

$$\alpha_2 = 1.5 r (1 - q) \frac{\sum_{n=1} W_n}{\sum_{n=1} W_n h_n^2}$$

en donde  $q = (T_b/T_e)^r$  siendo  $r$  el exponente de la parte curva del espectro de diseño . En este caso , los coeficientes  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  se tomaron de tal manera que la relación  $V/W$  sea idéntica a la relación  $a/Q$  cuando  $T_e$  es igual a  $T_b$  y tienda a 1.25 , 1.33 y 1.5 veces  $a/Q$ , para un terreno del tipo I , II y III respectivamente , cuando  $T_e$  tiende a infinito .

En nuestro caso , el terreno es del tipo II , por lo que , de acuerdo con el espectro de diseño que nos corresponde , se tiene  $T_a = 0.3$  ,  $T_b = 1.5$  y  $r = 2/3$  . Para el cálculo de los desplazamientos de la estructura se deben determinar primero las rigideces de las estructuras ( columnas ) para cargas laterales .

**5.2.3.- Cálculo de las fuerzas cortantes reducidas :** En el Anexo No. 3 se muestran los cálculos de las fuerzas cortantes , resultado del análisis estático , considerando el periodo fundamental de vibración de las estructuras . Las tablas No. III.a. y III.b. muestran los resultados de las fuerzas cortantes reducidas , considerando el periodo fundamental de vibración de las estructuras .

Edificio	1	2	3	4
Peso total Ton	3,396.80	11,503.80	27,315.20	53,405.00
q	0.642	0.396	0.285	0.222
a	0.205	0.127	0.091	0.071
$0.8 a / Q'$	0.082	0.0508	0.0364	0.0284
T estimado seg	2.914	6.017	9.833	14.337
Vb Est. Modificado Ton	390.72	875.83	1,544.93	2,389.26
Vb Est.Mod / Peso Tot	11.50 %	7.61 %	5.66 %	4.47 %

Tabla No. III.a. Resultados del análisis estático modificado , considerando el periodo fundamental de vibración de los edificios No. 1 a 4 ,  $h/b=1.5$  .

Edificio	5	6	7	8
Peso total Ton	1,223.30	4,141.50	9,833.30	19,225.80
q	0.8988	0.5525	0.3966	0.3087
a	0.2876	0.1768	0.1269	0.0988
$0.8 a / Q'$	0.1150	0.0707	0.0508	0.0395
T estimado seg	1.7603	3.6523	6.0046	8.7463
Vb Est. Modificado Ton	181.86	420.74	749.57	1,168.36
Vb Est.Mod / Peso Tot	14.87 %	10.16 %	7.62 %	6.08 %

Tabla No. III.b. Resultados del análisis estático modificado , considerando el periodo fundamental de vibración de los edificios No. 5 a 8 ,  $h/b=2.5$  .

**5.3.- Análisis dinámico de los edificios :** El análisis dinámico permite determinar la respuesta de una estructura estáticamente diseñada , bajo una fuerza dinámica y valorar la seguridad de la respuesta de la estructura . Este análisis se lleva a cabo cuando se requiere una evaluación más acertada de la fuerza sísmica y el comportamiento estructural de las edificaciones .

Para aplicar el método dinámico , el RCDF no especifica restricción alguna . Por el contrario , el RCDF exige emplear alguno de los métodos dinámicos que el mismo RCDF reconoce , cuando no se satisfagan las limitaciones que se estipulan para aplicar el método estático . Entre estas limitaciones se encuentra la limitante en altura de la estructura ya que si esta altura es mayor a 60 m. deberá emplearse el análisis dinámico para la estimación de las fuerzas cortantes .

Hay dos métodos tanto elásticos como inelásticos para el análisis dinámico : pero los primeros se utilizan más a menudo , por razones de simplicidad . El RCDF contempla solamente el uso de los métodos elásticos , donde se denominan análisis modal y el cálculo paso a paso de respuestas a temblores específicos .



**Análisis elástico dinámico** . Es la respuesta *elástica* de una estructura bajo una fuerza sísmica y se puede determinar , en mejor forma , mediante un análisis modal . Los métodos de análisis son :

- a) **Análisis modal del espectro de respuesta o análisis modal espectral** : en este caso , se obtienen los valores máximos de respuesta para cada modo de los espectros de diseño y se suman para determinar la respuesta máxima de cada modo .
- b) **Análisis modal de historia del tiempo o análisis “ paso a paso “** : en este procedimiento se obtienen las historias en el tiempo , de la respuesta de cada modo característico y , posteriormente , se suman para obtener la respuesta en la historia en el tiempo , en este método se acude a acelerogramas de temblores reales o de movimientos simulados o combinaciones de ambos .

En este trabajo se utilizará el análisis modal espectral , el cual es aplicable al cálculo de la respuesta lineal de estructuras con varios grados de libertad , sujetas a movimiento sísmico definido por medio del espectro de diseño . En rigor , este método dinámico no puede utilizarse para determinar las fuerzas de diseño , puesto que éstas son función de la respuesta no lineal de la estructura ; sin embargo , esta situación se resuelve si el comportamiento inelástico se introduce artificialmente , usando espectros reducidos por ductilidad , así la respuesta no lineal se puede obtener aproximadamente como la respuesta lineal pero modificada por ductilidad .

**5.3.1.- Cálculo de los modos naturales de vibrar de los edificios** : En el análisis modal espectral deberá considerarse el efecto de todos los modos naturales de vibración con período mayor o igual a 0.4 seg. , pero en ningún caso podrán considerarse menos que los tres primeros modos de traslación en cada dirección de análisis . En el Anexo No. 4 se muestran los cálculos de los modos naturales de vibración de las estructuras en estudio .

**5.3.2.- Combinación de las respuestas modales** : No es posible determinar el valor exacto de la respuesta máxima ; debido , en forma general , los valores máximos de cada modo se alcanzan en instantes diferentes de tiempo y la respuesta combinada alcanza su valor máximo también en un instante de tiempo diferente al de los modos . Debido a lo anterior es que se utilizan métodos aproximados para el cálculo de la respuesta , en general , los valores máximos de respuesta de cada modo se sumarán para obtener la respuesta máxima de todo el sistema .

Existen varios criterios para obtener el valor de la respuesta máxima del sistema (ref. 4) , los criterios más ampliamente utilizados para estimar el valor de la respuesta máxima , y que se utilizarán en este trabajo , son :

- a) La *square-root-of-sum-of-squares* ( SRSS ) desarrollado por E. Rosenbluth en 1951 ( Ph. D. thesis ) y que establece :

$$r_o \cong \left\{ \sum_{n=1}^N r_{no}^2 \right\}^{1/2}$$

El pico de respuesta de cada modo es elevado al cuadrado , se suman los cuadrados de los picos de los modos , y la raíz cuadrada de la suma es la respuesta estimada del sistema . Este método ofrece excelentes resultados de respuestas estimadas para estructuras con frecuencias naturales que estén separadas al menos un 10 % entre sí

- b) La *complete quadratic combination* ( CQC ) para la combinación de los modos es aplicable a una clase de estructuras más amplia y supera las limitaciones del método SRSS . De acuerdo con el método CQC tenemos :

$$r_o \cong \left\{ \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^N \rho_{in} r_{io} r_{no} \right\}^{1/2}$$

Cada uno de los términos del lado derecho de esta ecuación es el producto de los picos de respuesta en los modos  $i$ -ésimo y  $n$ -ésimo y el coeficiente de correlación  $\rho_{in}$  para estos dos modos ,  $\rho_{in}$  varía entre los valores de 0 y 1 . En el caso particular de que  $i = n$  , se forman términos con  $N^2$  y  $\rho_{in} = 1$  por lo que podemos re-escribir la ecuación anterior como :

$$r_o \cong \left\{ \sum_{n=1}^N r_{no}^2 + \sum_{\substack{n=1 \\ i \neq n}}^N \sum_{i=1}^N \rho_{in} r_{io} r_{no} \right\}^{1/2}$$

En esta ecuación se muestra que la primera suma del lado derecho es idéntica a la combinación del SRSS , donde cada término es obviamente positivo . La doble sumatoria incluye todos los términos  $i \neq n$  , los cuales pueden ser positivos o negativos .

La ecuación que emplearemos para el cálculo del coeficiente de correlación  $\rho_{in}$  , será la propuesta por *Der Kiureghian* (ref. 4) , la ecuación que se muestra ya está simplificada , considerando que  $\zeta_i = \zeta_n = \zeta$  , por lo que nos queda :

$$\rho_{in} = \frac{8 \zeta^2 (1 + \beta_{in}) \beta_{in}^{3/2}}{(1 - \beta_{in}^2)^2 + 4 \zeta^2 \beta_{in} (1 + \beta_{in})^2}$$

donde  $\beta_{in} = \omega_i / \omega_n$  , en la cual  $\omega_i$  y  $\omega_n$  representan las frecuencias angulares de los modos  $i$ -ésimo y  $n$ -ésimo , y  $\zeta$  representa el valor del amortiguamiento , se tomará igual a 0.05 tal como lo sugiere la referencia 4 .

En el anexo , el No. 5 , se muestran los cálculos relativos a la obtención de la respuesta del sistema para las estructuras en estudio . Los cálculos ya muestran los resultados de las combinaciones de los modos . Los valores resultantes se pueden apreciar en las tablas No. IV.a. y IV.b. .

Edificio		1	2	3	4
Peso total	Ton	3,396.80	11,503.80	27,315.20	53,405.00
T 1 <sup>er</sup> modo	seg	2.909	6.008	9.817	14.314
Vb dinámico	Ton	237.15	515.59	892.47	1,370.66
Vb dinámico / Peso Tot		6.98 %	4.48 %	3.27 %	2.57 %

Tabla No. IV.a. Resultados del análisis dinámico de los edificios No. 1 al 4 ,  $h/b = 1.5$  .

Edificio		5	6	7	8
Peso total	Ton	1,223.30	4,141.50	9,833.30	19,225.80
T 1 <sup>er</sup> modo	seg	1.7580	3.6470	5.9955	8.7330
Vb dinámico	Ton	114.77	250.89	438.27	673.17
Vb dinámico / Peso Tot		9.38 %	6.06 %	4.46 %	3.50 %

Tabla No. IV.b. Resultados del análisis dinámico de los edificios No. 5 al 8 ,  $h/b = 2.5$  .

**5.3.3.- Revisión por cortante basal :** El RCDF establece que , en la dirección de análisis considerada , la fuerza cortante basal  $V_o$  resultado del análisis dinámico debe ser mayor que el valor de  $0.8 a W_o / Q'$  , en caso contrario se incrementarán todas las fuerzas de diseño y desplazamientos laterales correspondientes en una proporción tal que  $V_o$  iguale a este valor . De acuerdo con lo anterior el cortante basal mínimo  $V_{o \text{ min}}$  esta dado por la ecuación :

$$V_{o \text{ min}} = 0.8 a W_o / Q'$$

donde  $a$  es la ordenada del espectro de aceleraciones para diseño sísmico,  $W_o$  es el valor del peso de la construcción en la base de la estructura y  $Q'$  es un factor reductivo de fuerza sísmica con fines de diseño y es función del periodo natural (ref 5), en las Tablas No. V.a. y V.b. se muestran los resultados obtenidos.

Edificio	1	2	3	4
Peso total Ton	3,396.80	11,503.80	27,315.20	53,405.00
$q$	0.642	0.396	0.285	0.222
$a$	0.205	0.127	0.091	0.071
$V_{o\min} = 0.8 a W_o / Q'$ Ton	278.54	584.39	994.27	1,516.70
$V_{o\min} / \text{Peso total}$	8.20 %	5.08 %	3.64 %	2.84 %

Tabla No. V.a. Cálculo del cortante basal mínimo  $V_{o\min}$  para análisis dinámico, edificios No. 1 al 4,  $h/b = 1.5$ .

Edificio	5	6	7	8
Peso total Ton	1,223.30	4,141.50	9,833.30	19,225.80
$q$	0.8988	0.5525	0.3966	0.3087
$a$	0.2876	0.1768	0.1269	0.0988
$V_{o\min} = 0.8 a W_o / Q'$ Ton	140.68	292.80	499.53	759.42
$V_{o\min} / \text{Peso total}$	11.50 %	7.07 %	5.08 %	3.95 %

Tabla No. V.b. Cálculo del cortante basal mínimo  $V_{o\min}$  para análisis dinámico, edificios No. 5 al 8,  $h/b = 2.5$ .

## CAPITULO 6

### COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ANÁLISIS DE LOS EDIFICIOS

A continuación se presentan las gráficas donde se comparan los resultados obtenidos en cada análisis , para las estructuras en estudio .

Las Figuras Nos. 8 y 9 nos muestran las comparaciones de los resultados del valor del cortante basal entre el análisis estático , el análisis estático modificado por el periodo fundamental de vibración de las estructuras y el análisis dinámico para las edificaciones con relaciones  $h/b = 1.5$  y  $2.5$  respectivamente . En estas gráficas podemos darnos una clara idea de cómo se disparan los valores del análisis estático comparándolo con los resultados del análisis estático modificado por el periodo fundamental de vibración y del análisis dinámico conforme las estructuras son más altas .

Puede apreciarse que la reducción del valor del cortante basal , al considerar el periodo fundamental de vibración de la estructura , es mas significativa conforme la estructura es más alta , y tiende a ser mayor para la relación  $h/b = 1.5$  .

En la gráfica de la Figura No. 10 al comparar los resultados del cortante basal del análisis dinámico contra el valor mínimo del cortante basal especificado por el RCDF para el análisis dinámico , se observa que en todas las estructuras en estudio el valor mínimo del cortante basal resultó mayor que el calculado por el análisis dinámico y que conforme la estructura es más alta , la diferencia entre ellos tiende a ser menor independientemente de la relación  $h/b$  .

En la gráfica de la Figura No. 11 , se aprecia el resumen de los resultados de la relación cortante basal / peso total de la estructura para los 8 edificios en estudio , en ella se observa que los edificios con relación  $h/b = 2.5$  tienen valores más altos que los que tienen una relación de  $h/b = 1.5$  , tanto para el método de análisis estático modificado por el periodo fundamental de vibración como para el análisis dinámico . Únicamente los resultados del análisis estático arrojan valores iguales del cortante basal para ambas relaciones de  $h/b$  .

La Tabla No. VI nos muestra una comparativa de los resultados del cortante basal de los análisis estático modificado por el periodo fundamental de vibración y del análisis dinámico con respecto al valor arrojado por el análisis estático de los edificios .

ALTURA	30 m.		45 m.		60 m.		75 m.	
EDIFICIO	1	5	2	6	3	7	4	8
H/B	1.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5
V bas EST / W tot	16.00%	16.00%	16.00%	16.00%	16.00%	16.00%	16.00%	16.00%
V bas MOD / W tot	11.50%	14.87%	7.61%	10.16%	5.66%	7.62%	4.47%	6.08%
V bas DIN / W tot	6.98%	9.38%	4.48%	6.06%	3.27%	4.46%	2.57%	3.50%
V bas EST / V bas MOD	139%	108%	210%	157%	283%	210%	358%	263%
V bas EST / V bas DIN	229%	171%	357%	264%	489%	359%	623%	457%

Tabla No. VI Comparativa de resultados de cortante basal de análisis estático modificado por el periodo y análisis dinámico contra análisis estático .

La gráfica de la Figura No. 12 se elaboró con los resultados obtenidos en la Tabla No. VI , con la finalidad de apreciar más fácilmente las comparativas de los resultados de los análisis .

Finalmente se elaboraron dos gráficas , ver Figuras No. 13 y 14 , para poder comparar los resultados del cortante basal del análisis dinámico ,el cual es producto de la combinación de los modos de vibrar de las estructuras , contra el valor del cortante basal de las estructuras para el primer modo de vibrar únicamente .Lo anterior se hizo como una forma de poder estimar que tanto influyen los modos más altos de vibrar de las estructuras en el resultado del cortante basal producto de la combinación de los resultados de los modos de vibrar .

La participación de los modos más altos en las estructuras conforme estas son de mayor altura , queda de manifiesto en las Figuras No. 13 y 14 , esta tendencia se presenta para ambas relaciones de h/b .

## CAPITULO 7

### CONCLUSIONES

Con relación a la limitante de utilizar el análisis estático para edificaciones de hasta 60 m. de altura y con base en los cálculos aquí elaborados, se concluye que: para edificios con el mismo índice de rotación de los nudos, los resultados del cortante basal obtenidos por el análisis estático para edificaciones de 60 m de altura y mayores, son demasiado altos, en comparación con los obtenidos por los métodos de análisis estático modificado por el periodo fundamental de la estructura y del análisis dinámico.

Lo anterior se aprecia claramente en la Figura No. 12, donde los resultados de cortante basal para el análisis estático dan resultados arriba del 210 % en comparación con el análisis estático modificado por el periodo de vibrar, cuando la estructura es mayor que 60 m. de altura, para ambas relaciones de  $h/b$ .

En la misma Figura, la No. 12, se observa que para la relación  $h/b = 1.5$  el cortante basal del análisis estático es mayor que el 229 % del resultado del análisis dinámico para el edificio de 30 m. de altura, y que para los edificios de 60 m. de altura, y mayores, es superior al 490 %. Para los edificios con  $h/b = 2.5$ , estas relaciones de cortante basal del análisis estático al análisis dinámico son menos bruscas ya que hasta los 45 m. es cuando la relación es de 264 % y para los edificios de 60 m de altura y mayores alcanza el 359 %.

El método de análisis estático modificado por el periodo fundamental de vibración da una buena aproximación de los resultados del cortante basal, comparándolo con los resultados obtenidos del análisis dinámico, lo anterior considerando la cantidad de trabajo adicional que requiere el elaborar un análisis dinámico. Adicionalmente se concluye que el cociente de Schwartz ofrece una aproximación excelente del periodo fundamental de vibrar comparándolo con el calculado por el análisis dinámico.

Por lo anterior, se recomienda que para estructuras de 60 m. de altura y mayores, se elabore un análisis dinámico de las estructuras, y que para edificios de alturas entre los 30 y los 60 m. se calcule el valor del cortante basal, con el método del análisis estático modificado por el periodo de vibrar de las estructuras. Ambas recomendaciones son para las estructuras con  $h/b = 1.5$  y  $2.5$ .

En el análisis dinámico de las estructuras se puede observar la participación de los modos más altos conforme las estructuras son de mayor altura . Lo anterior se aprecia de las gráficas No. 13 y 14 , las cuales nos muestran que para las estructura de 30 m. de altura , la diferencia entre el cortante basal de la combinación de los modos y el cortante basal del 1<sup>er</sup> modo de vibrar es baja , y esta diferencia va aumentando conforme aumentan las alturas de las estructuras a 45 , 60 y 75 m. .



## **CAPITULO 8**

### **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- Departamento del Distrito Federal , Reglamento de Construcciones del Distrito Federal publicado el 2 de Agosto de 1993
- 2.- Blume John A. , Dynamic Characteristics of Multistory Buildings  
Journal of Structural Division , Vol. 94 No. ST2 ,Febrero de 1968.
- 3.- Newmark N. M. y Rosenblueth E. , Fundamentos de Ingenieria Sísmica.  
Editorial Diana , 1982.
- 4.- Chopra Anil K. , Dynamics of Stuctures , Theory and applications to earthquake engineering.  
Editorial Prentice Hall , 1995.
- 5.- Departamento del Distrito Federal , Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo  
publicado el 5 de Noviembre de 1987
- 6.- Instituto de Ingeniería de la UNAM , Comentarios a las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo  
publicado en Mayo de 1991
- 7.- Chopra Anil K. , Simplified Earthquake Analysis of Buildings  
Published by ASCE , Proceedings of the Sessions at Structures Congress 1987 ,  
Orlando Florida , August 1987
- 9.- Wakabayashi Minorv , Diseño de Estructuras Sismoresistentes  
Editorial Mc-Graw Hill , 1988.

Fig. No. 8 RESULTADOS DE CORTANTE BASAL EDIFICIOS CON  $H/B = 1.5$

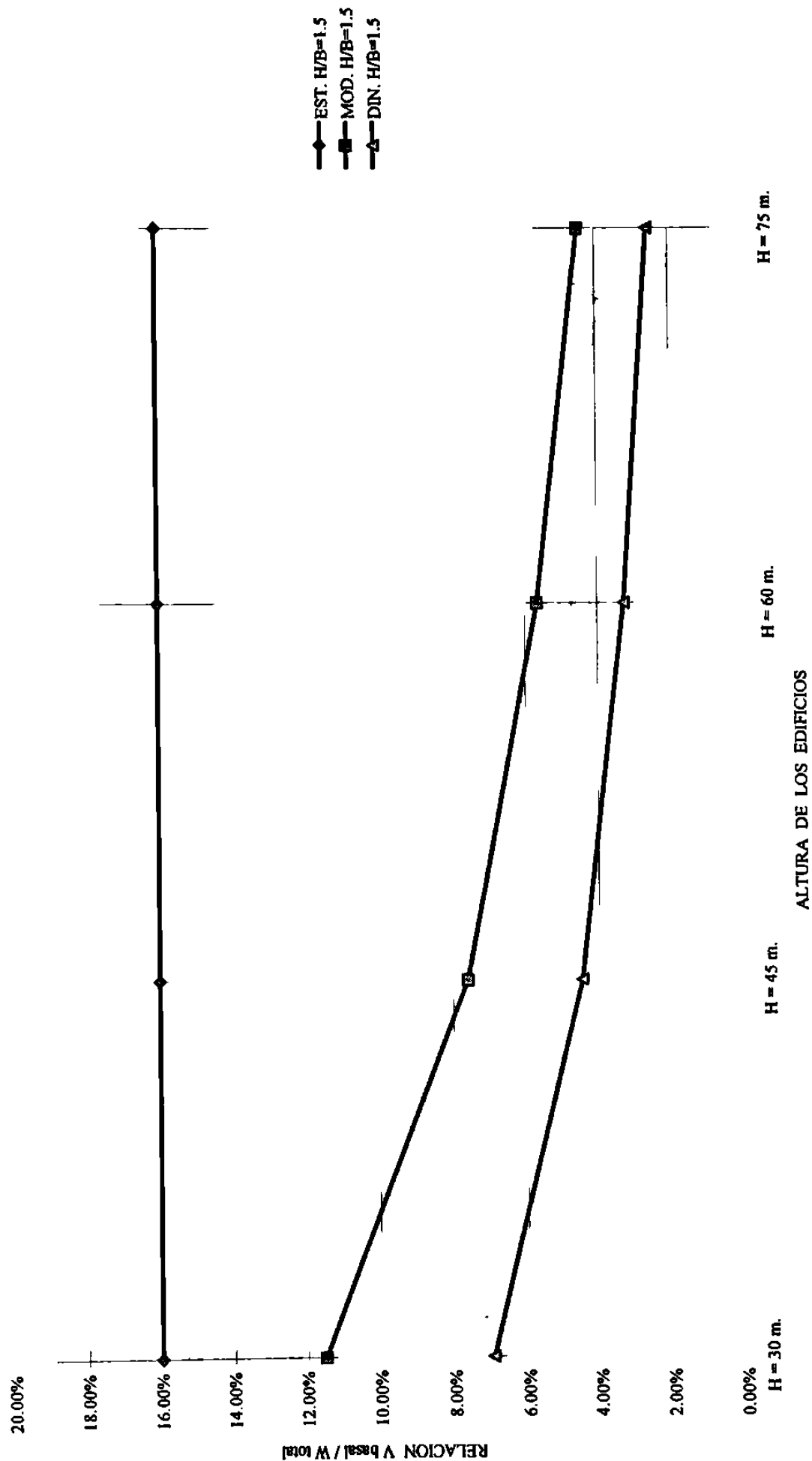


Fig. No. 9. RESULTADOS DE CORTANTE BASAL EDIFICIOS CON  $H/B = 2.5$

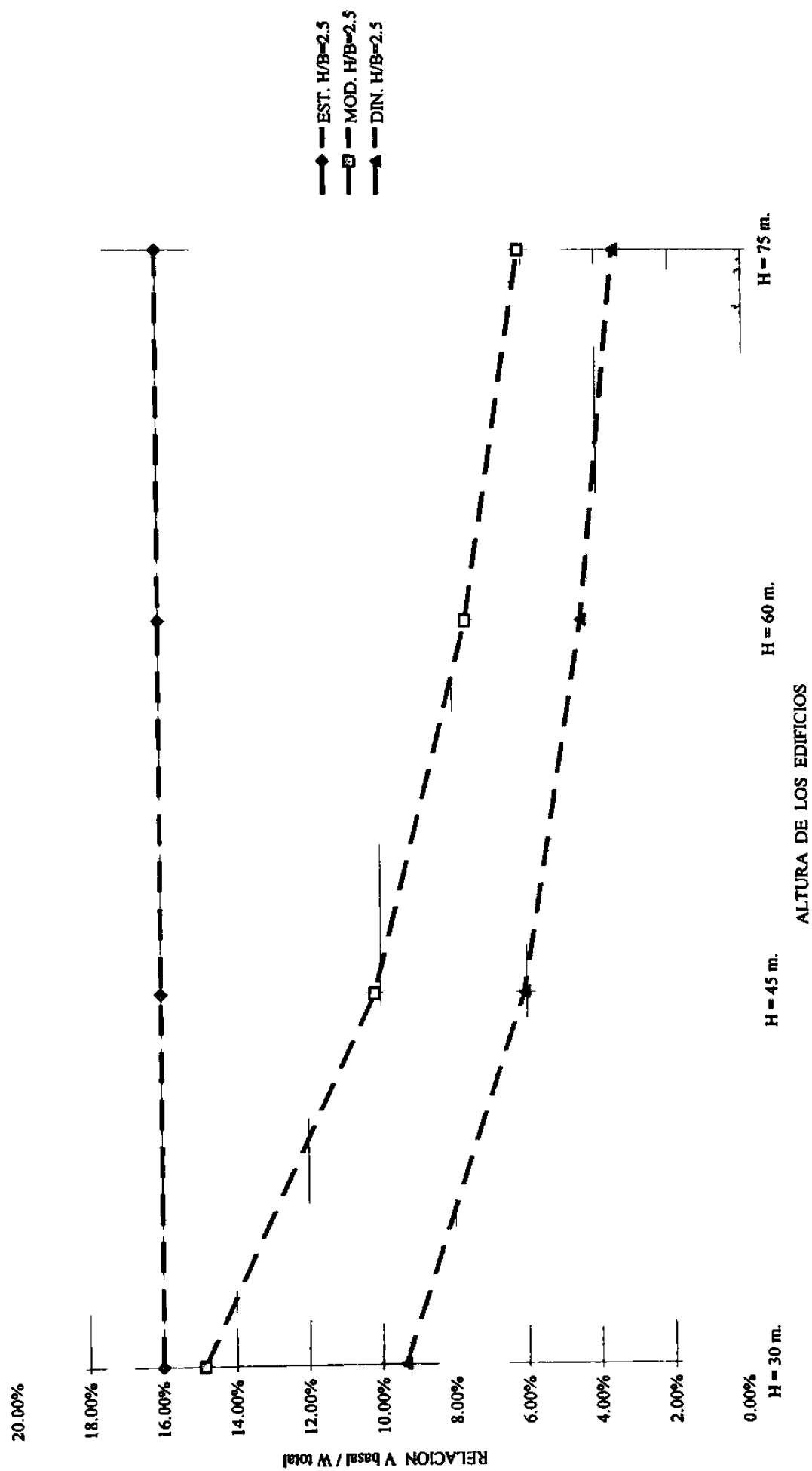


Fig. No. 10. CORTANTE BASAL MINIMO DINAMICO vs DINAMICO

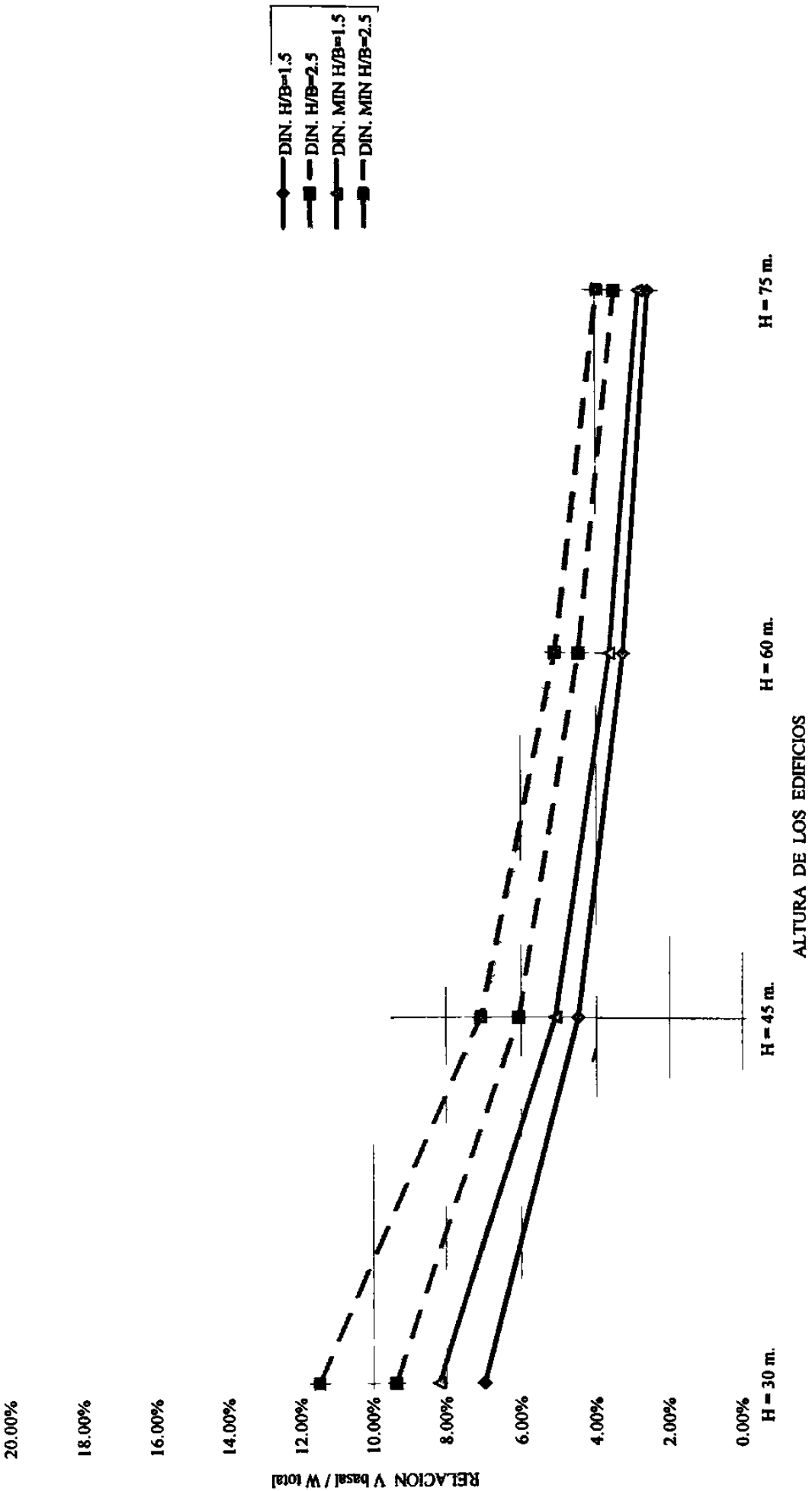


Fig. No. 11. COMPARACION DEL CORTANTE BASAL  $H/B = 1.5$  Y  $2.5$

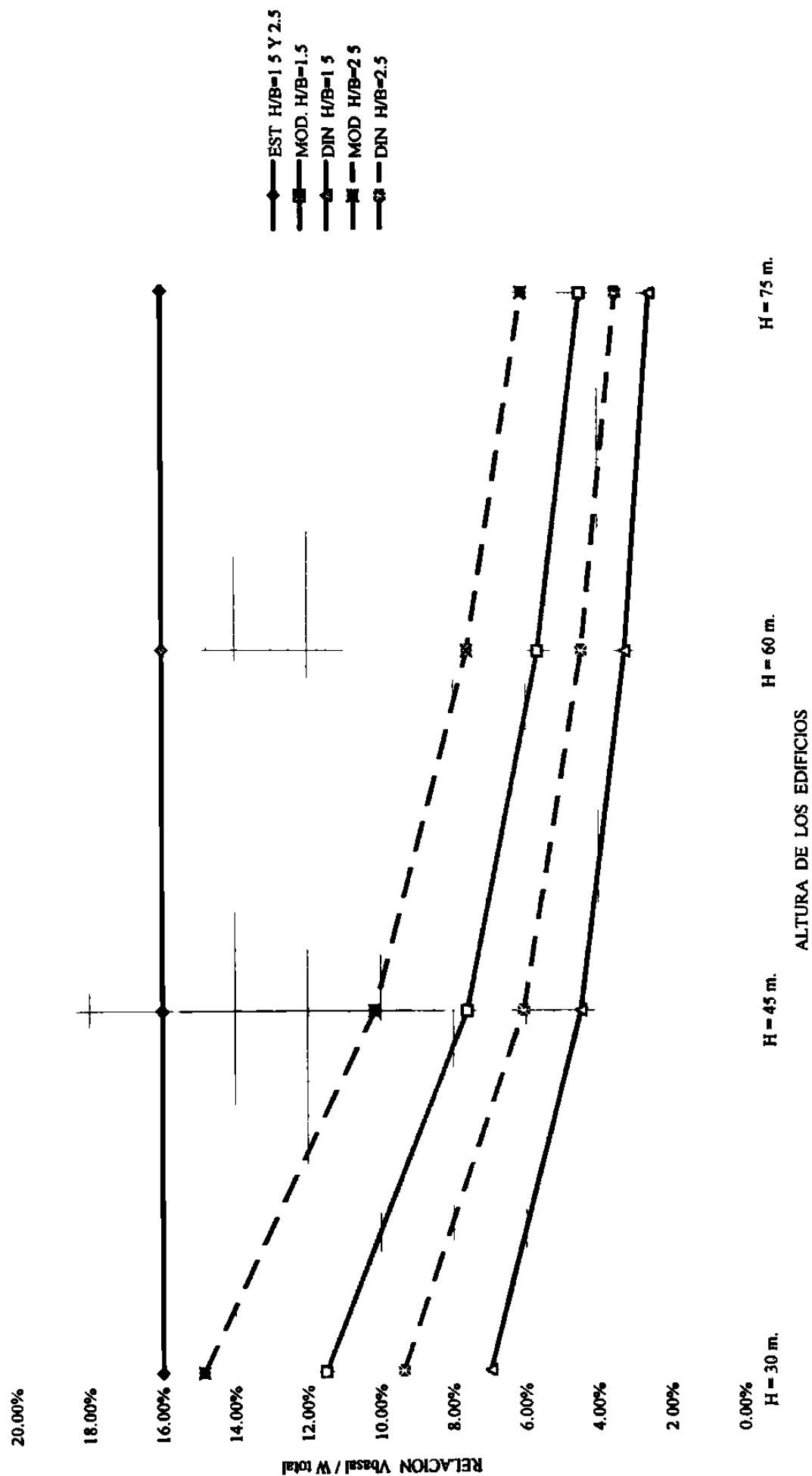


Fig. No. 12. COMPARACION DEL CORTANTE BASAL ESTATICO / MODIFICADO O DINAMICO

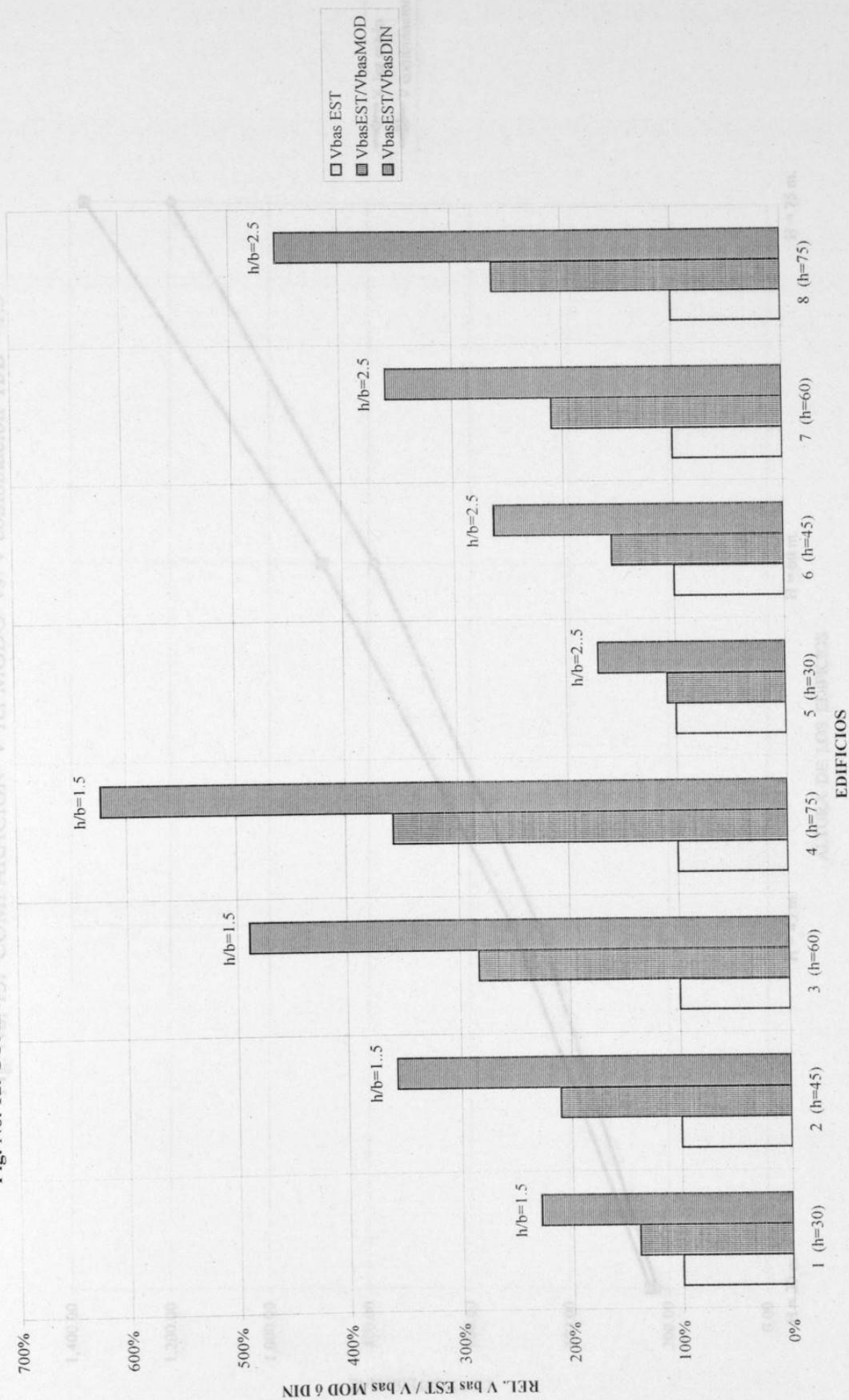


Fig. No. 13. COMPARACION V 1er MODO vs V combinación  $H/B = 1.5$

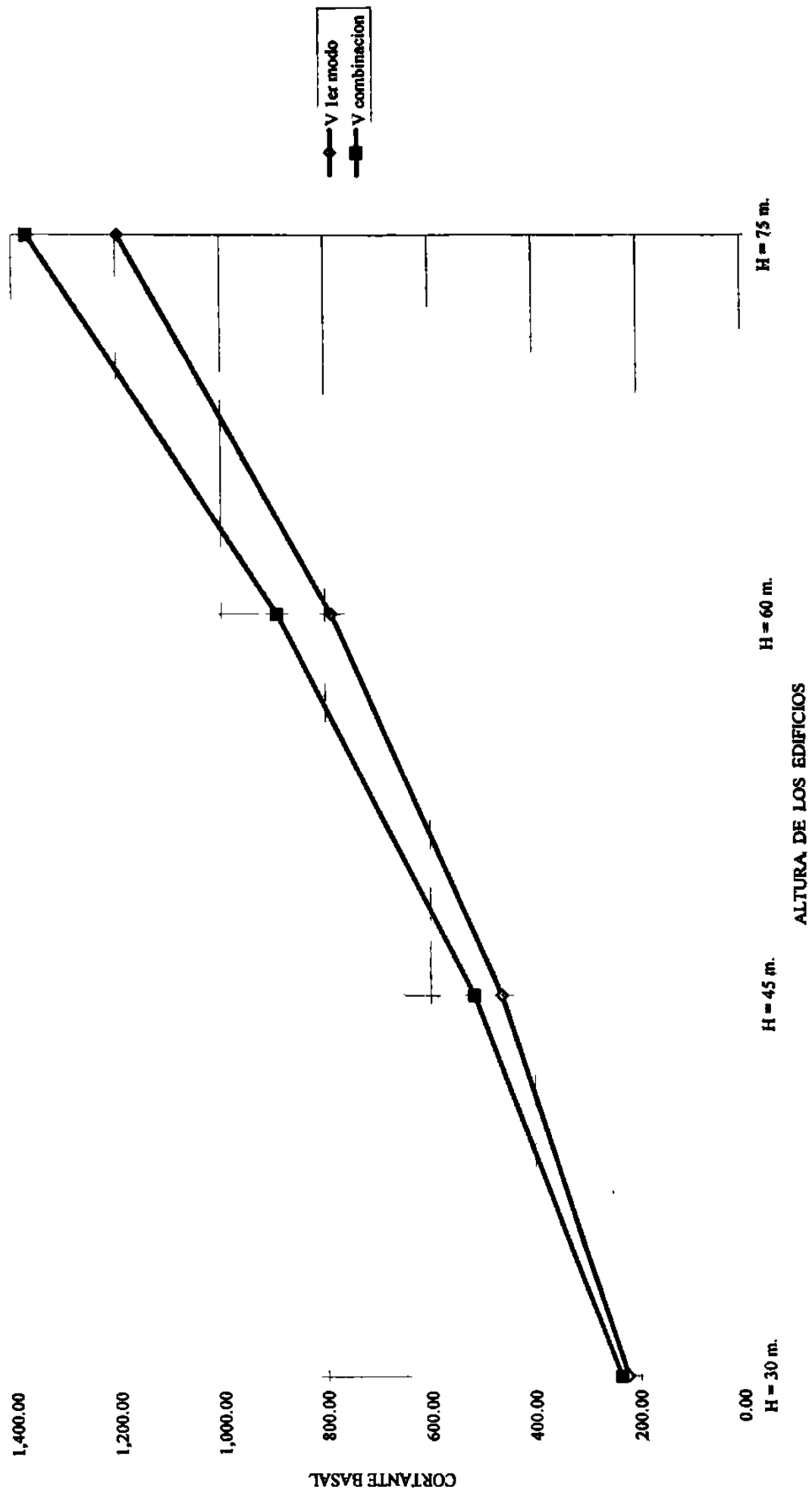
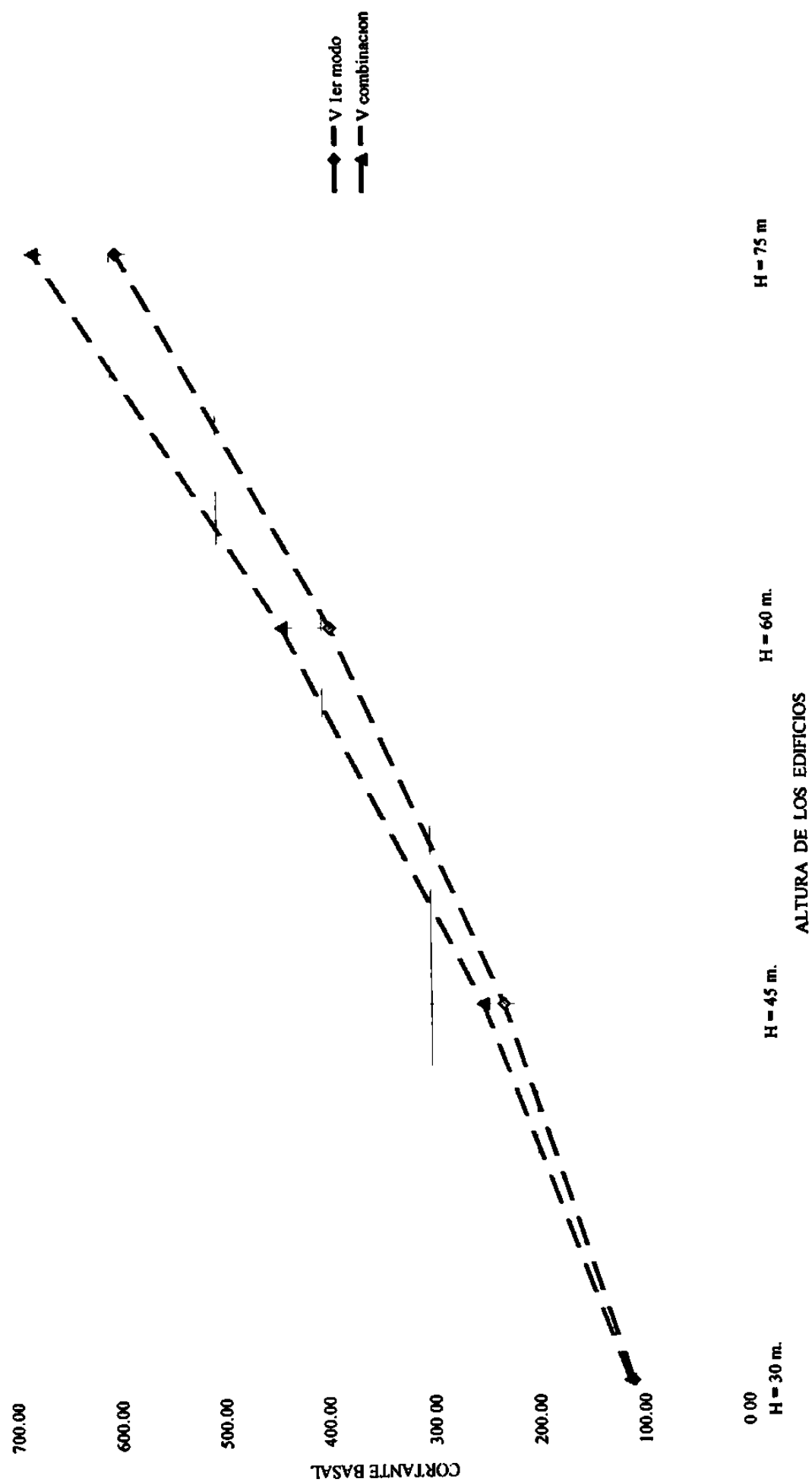


Fig. No. 14. COMPARACION V 1er MODO vs V combinación  $H/B = 2.5$





## **ANEXOS**

## **ANEXO 1**

**Cálculo de las fuerzas cortantes utilizando el análisis estático**

## **ANEXO 1**

### **CÁLCULO DE FUERZAS CORTANTES UTILIZANDO EL ANÁLISIS ESTÁTICO**

1.- Para la estimación de las cargas muertas y vivas se consideraron valores típicos de cargas en edificios , para el desarrollo del trabajo se tomaron como base los siguientes valores :

Cargas consideradas en condiciones de servicio

carga muerta en azotea y entrepiso = 600 Kg/m<sup>2</sup>

carga viva en entrepiso = 180 Kg/m<sup>2</sup>

carga viva en azotea = 100 Kg/m<sup>2</sup>

Cargas consideradas en el análisis

carga muerta en azotea y entrepiso = 660 Kg/m<sup>2</sup>

carga viva en entrepiso = 198 Kg/m<sup>2</sup>

carga viva en azotea = 110 Kg/m<sup>2</sup>

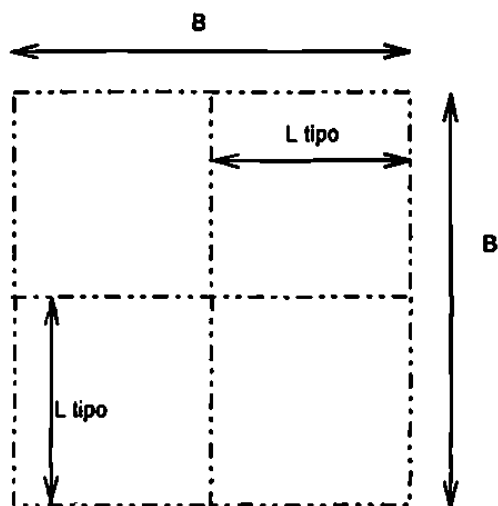
**carga total para análisis en entrepiso = 858 Kg/m<sup>2</sup>**

**carga total para análisis en azotea = 770 Kg/m<sup>2</sup>**

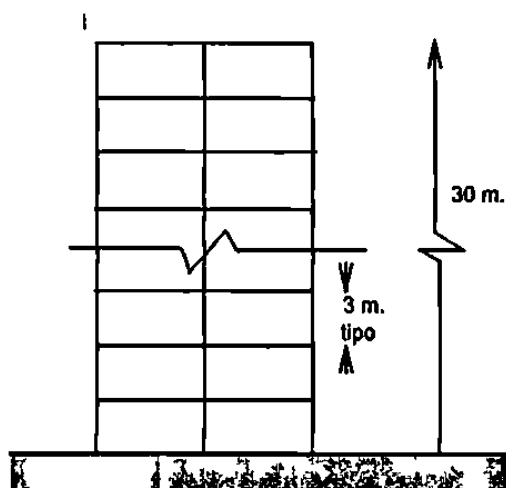
2.- Cálculo de los análisis estáticos de los edificios :

Las geometrías en planta y elevación de los edificios , así como los datos de inercia y área de los elementos estructurales , se muestran a continuación , los edificios 1 , 2 , 3 y 4 corresponden a la relación  $h/b = 1.5$  , y los edificios 5 , 6 , 7 y 8 a la relación  $h/b = 2.5$  .

Los resultados del análisis estático de los edificios son los siguientes :



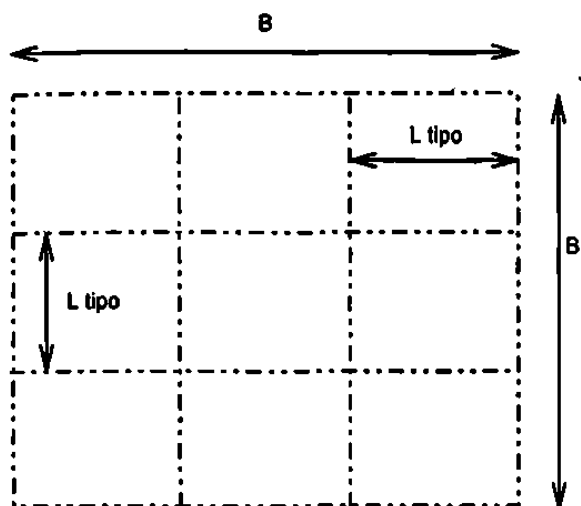
PLANTA



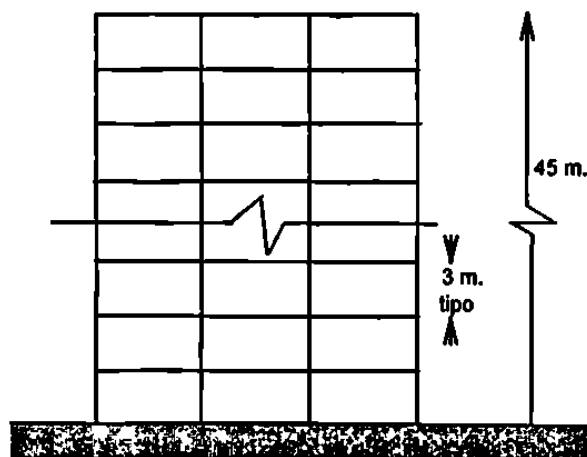
ELEVACION

PLANTA Y ELEVACION DEL EDIFICIO No. 1 Y 5

EDIFICIO	L cm	B cm	Iv cm	Av cm <sup>2</sup>	Ic cm	Ac cm <sup>2</sup>
1	1,000	2,000	1,350,000	4,500	1,080,000	3,600
5	600	1,200	810,000	3,200	1,080,000	3,600



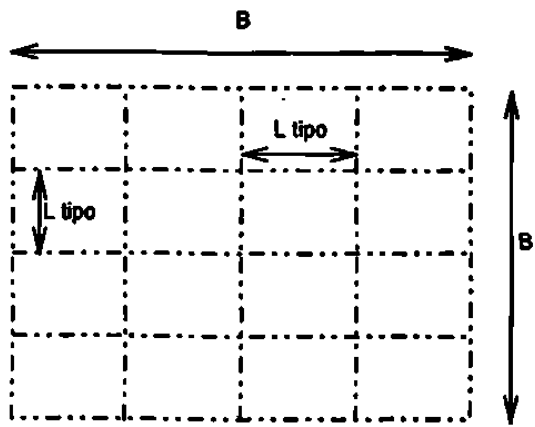
PLANTA



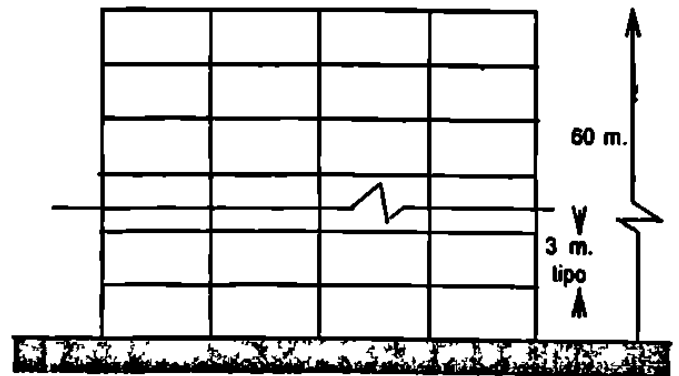
ELEVACION

PLANTA Y ELEVACION DEL EDIFICIO No. 2 Y 6

EDIFICIO	L cm	B cm	Iv cm	Av cm <sup>2</sup>	Ic cm	Ac cm <sup>2</sup>
1	1,000	2,000	1,350,000	4,500	1,080,000	3,600
5	600	1,200	810,000	3,200	1,080,000	3,600



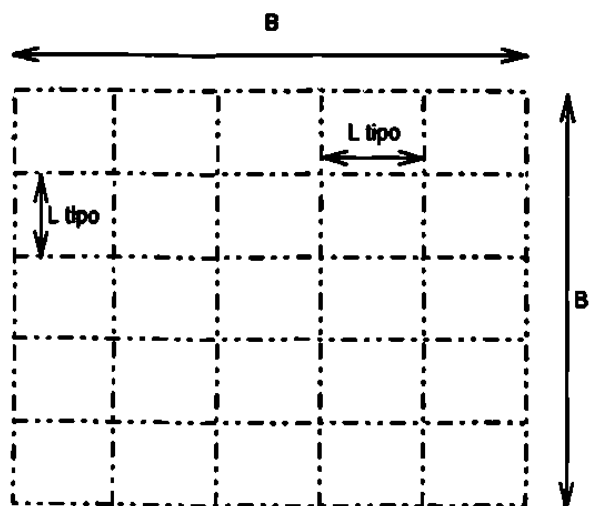
PLANTA



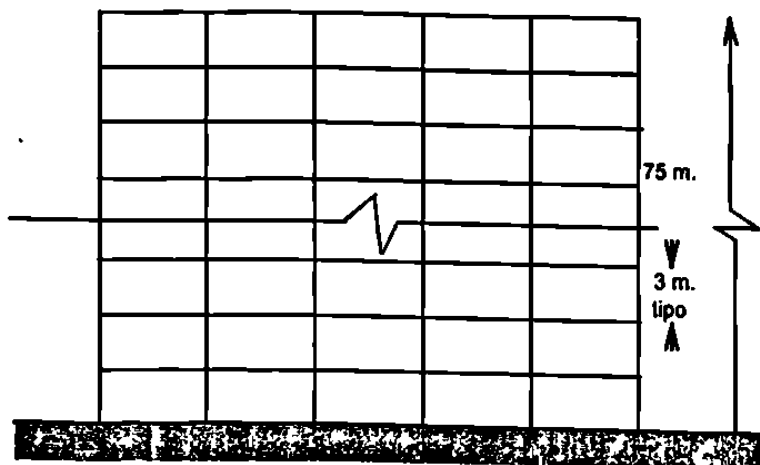
ELEVACION

PLANTA Y ELEVACION DEL EDIFICIO No. 3 Y 7

EDIFICIO	L cm	B cm	Iv cm	Av cm <sup>2</sup>	Ic cm	Ac cm <sup>2</sup>
1	1,000	2,000	1,350,000	4,500	1,080,000	3,600
5	600	1,200	810,000	3,200	1,080,000	3,600



PLANTA



ELEVACION

PLANTA Y ELEVACION DEL EDIFICIO No. 4 Y 8

EDIFICIO	L cm	B cm	lv cm	Av cm <sup>2</sup>	lc cm	Ac cm <sup>2</sup>
1	1,000	2,000	1,350,000	4,500	1,080,000	3,600
5	600	1,200	810,000	3,200	1,080,000	3,600

**EDIFICIO I****EDIFICIO DE 10 NIVELES ( H = 30 m.)    H/B = 1.5****METODO ESTATICO**

NIVEL	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	<i>ESTATICO</i> Vix
10	308.00	30.00	9,240.00	90.37	90.37
9	343.20	27.00	9,266.40	90.62	180.99
8	343.20	24.00	8,236.80	80.55	261.55
7	343.20	21.00	7,207.20	70.49	332.03
6	343.20	18.00	6,177.60	60.42	392.45
5	343.20	15.00	5,148.00	50.35	442.79
4	343.20	12.00	4,118.40	40.28	483.07
3	343.20	9.00	3,088.80	30.21	513.28
2	343.20	6.00	2,059.20	20.14	533.42
1	343.20	3.00	1,029.60	10.07	543.49
	<u>3,396.80</u>		<u>55,572.00</u>		

$$Vb.est/Wtot= 0.1600$$



EDIFICIO II  
EDIFICIO DE 15 NIVELES ( H = 45 m.) H/B = 1.5  
METODO ESTATICO

NIVEL					ESTATICO
	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	Vix
15	693.00	45.00	31,185.00	209.16	209.16
14	772.20	42.00	32,432.40	217.53	426.69
13	772.20	39.00	30,115.80	201.99	628.68
12	772.20	36.00	27,799.20	186.45	815.13
11	772.20	33.00	25,482.60	170.91	986.04
10	772.20	30.00	23,166.00	155.38	1,141.42
9	772.20	27.00	20,849.40	139.84	1,281.25
8	772.20	24.00	18,532.80	124.30	1,405.56
7	772.20	21.00	16,216.20	108.76	1,514.32
6	772.20	18.00	13,899.60	93.23	1,607.54
5	772.20	15.00	11,583.00	77.69	1,685.23
4	772.20	12.00	9,266.40	62.15	1,747.38
3	772.20	9.00	6,949.80	46.61	1,794.00
2	772.20	6.00	4,633.20	31.08	1,825.07
1	772.20	3.00	2,316.60	15.54	1,840.61
	<u>11,503.80</u>		<u>274,428.00</u>		

$V_{b.est}/W_{tot}= 0.1600$

EDIFICIO III  
EDIFICIO DE 20 NIVELES ( H = 60 m.)     H/B = 1.5  
METODO ESTATICO

ESTATICO

NIVEL	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	Vix
20	1,232.00	60.00	73,920.00	377.23	377.23
19	1,372.80	57.00	78,249.60	399.32	776.55
18	1,372.80	54.00	74,131.20	378.30	1,154.85
17	1,372.80	51.00	70,012.80	357.29	1,512.14
16	1,372.80	48.00	65,894.40	336.27	1,848.41
15	1,372.80	45.00	61,776.00	315.25	2,163.66
14	1,372.80	42.00	57,657.60	294.24	2,457.90
13	1,372.80	39.00	53,539.20	273.22	2,731.12
12	1,372.80	36.00	49,420.80	252.20	2,983.32
11	1,372.80	33.00	45,302.40	231.19	3,214.50
10	1,372.80	30.00	41,184.00	210.17	3,424.67
9	1,372.80	27.00	37,065.60	189.15	3,613.82
8	1,372.80	24.00	32,947.20	168.13	3,781.96
7	1,372.80	21.00	28,828.80	147.12	3,929.08
6	1,372.80	18.00	24,710.40	126.10	4,055.18
5	1,372.80	15.00	20,592.00	105.08	4,160.26
4	1,372.80	12.00	16,473.60	84.07	4,244.33
3	1,372.80	9.00	12,355.20	63.05	4,307.38
2	1,372.80	6.00	8,236.80	42.03	4,349.42
1	1,372.80	3.00	4,118.40	21.02	4,370.43
	<u>27,315.20</u>		<u>856,416.00</u>		

$V_{b.est}/W_{tot}= 0.1600$

EDIFICIO IV  
 EDIFICIO DE 25 NIVELES ( H = 75 m.) · H/B = 1.5  
 METODO ESTATICO

NIVEL	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	ESTATICO Vix
25	1,925.00	75.00	144,375.00	594.57	594.57
24	2,145.00	72.00	154,440.00	636.02	1,230.59
23	2,145.00	69.00	148,005.00	609.52	1,840.10
22	2,145.00	66.00	141,570.00	583.02	2,423.12
21	2,145.00	63.00	135,135.00	556.52	2,979.64
20	2,145.00	60.00	128,700.00	530.02	3,509.65
19	2,145.00	57.00	122,265.00	503.51	4,013.17
18	2,145.00	54.00	115,830.00	477.01	4,490.18
17	2,145.00	51.00	109,395.00	450.51	4,940.70
16	2,145.00	48.00	102,960.00	424.01	5,364.71
15	2,145.00	45.00	96,525.00	397.51	5,762.22
14	2,145.00	42.00	90,090.00	371.01	6,133.23
13	2,145.00	39.00	83,655.00	344.51	6,477.74
12	2,145.00	36.00	77,220.00	318.01	6,795.75
11	2,145.00	33.00	70,785.00	291.51	7,087.26
10	2,145.00	30.00	64,350.00	265.01	7,352.27
9	2,145.00	27.00	57,915.00	238.51	7,590.77
8	2,145.00	24.00	51,480.00	212.01	7,802.78
7	2,145.00	21.00	45,045.00	185.51	7,988.28
6	2,145.00	18.00	38,610.00	159.00	8,147.29
5	2,145.00	15.00	32,175.00	132.50	8,279.79
4	2,145.00	12.00	25,740.00	106.00	8,385.80
3	2,145.00	9.00	19,305.00	79.50	8,465.30
2	2,145.00	6.00	12,870.00	53.00	8,518.30
1	2,145.00	3.00	6,435.00	26.50	8,544.80
	<u>53,405.00</u>		<u>2,074,875.00</u>		
			<i>Vb.est/Wtot=</i>	<i>0.1600</i>	

EDIFICIO V  
EDIFICIO DE 10 NIVELES ( H = 30 m.)     H/B = 2.5  
METODO ESTATICO

NIVEL	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	ESTATICO Vix
10	110.90	30.00	3,327.00	32.54	32.54
9	123.60	27.00	3,337.20	32.64	65.18
8	123.60	24.00	2,966.40	29.01	94.19
7	123.60	21.00	2,595.60	25.39	119.57
6	123.60	18.00	2,224.80	21.76	141.33
5	123.60	15.00	1,854.00	18.13	159.46
4	123.60	12.00	1,483.20	14.51	173.97
3	123.60	9.00	1,112.40	10.88	184.85
2	123.60	6.00	741.60	7.25	192.10
1	123.60	3.00	370.80	3.63	195.73
	<u>1,223.30</u>		<u>20,013.00</u>		

$Vb.est/Wtot=$      0.1600

EDIFICIO VI  
EDIFICIO DE 15 NIVELES ( H = 45 m.)     H/B = 2.5  
METODO ESTATICO

**ESTATICO**

NIVEL	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	Vix
15	249.50	45.00	11,227.50	75.30	75.30
14	278.00	42.00	11,676.00	78.31	153.61
13	278.00	39.00	10,842.00	72.72	226.33
12	278.00	36.00	10,008.00	67.12	293.46
11	278.00	33.00	9,174.00	61.53	354.99
10	278.00	30.00	8,340.00	55.94	410.92
9	278.00	27.00	7,506.00	50.34	461.27
8	278.00	24.00	6,672.00	44.75	506.02
7	278.00	21.00	5,838.00	39.16	545.17
6	278.00	18.00	5,004.00	33.56	578.73
5	278.00	15.00	4,170.00	27.97	606.70
4	278.00	12.00	3,336.00	22.37	629.08
3	278.00	9.00	2,502.00	16.78	645.86
2	278.00	6.00	1,668.00	11.19	657.05
1	278.00	3.00	834.00	5.59	662.64
	<hr/> 4,141.50		<hr/> 98,797.50		

$Vb.est/Wtot=$      0.1600

EDIFICIO VII  
EDIFICIO DE 20 NIVELES ( H = 60 m.) ·H/B = 2.5  
METODO ESTATICO

					ESTATICO
NIVEL	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	Vix
20	443.50	60.00	26,610.00	135.80	135.80
19	494.20	57.00	28,169.40	143.75	279.55
18	494.20	54.00	26,686.80	136.19	415.74
17	494.20	51.00	25,204.20	128.62	544.36
16	494.20	48.00	23,721.60	121.06	665.41
15	494.20	45.00	22,239.00	113.49	778.90
14	494.20	42.00	20,756.40	105.92	884.83
13	494.20	39.00	19,273.80	98.36	983.18
12	494.20	36.00	17,791.20	90.79	1,073.97
11	494.20	33.00	16,308.60	83.23	1,157.20
10	494.20	30.00	14,826.00	75.66	1,232.86
9	494.20	27.00	13,343.40	68.09	1,300.95
8	494.20	24.00	11,860.80	60.53	1,361.48
7	494.20	21.00	10,378.20	52.96	1,414.44
6	494.20	18.00	8,895.60	45.40	1,459.84
5	494.20	15.00	7,413.00	37.83	1,497.67
4	494.20	12.00	5,930.40	30.26	1,527.93
3	494.20	9.00	4,447.80	22.70	1,550.63
2	494.20	6.00	2,965.20	15.13	1,565.76
1	494.20	3.00	1,482.60	7.57	1,573.33
	<u>9,833.30</u>		<u>308,304.00</u>		
Vb.est/Wtot=				0.1600	

EDIFICIO VIII  
 EDIFICIO DE 25 NIVELES ( H = 75 m.)      H/B = 2.5  
 METODO ESTATICO

NIVEL					ESTATICO
	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	Vix
25	693.00	75.00	51,975.00	214.04	214.04
24	772.20	72.00	55,598.40	228.97	443.01
23	772.20	69.00	53,281.80	219.43	662.44
22	772.20	66.00	50,965.20	209.89	872.32
21	772.20	63.00	48,648.60	200.35	1,072.67
20	772.20	60.00	46,332.00	190.81	1,263.48
19	772.20	57.00	44,015.40	181.27	1,444.74
18	772.20	54.00	41,698.80	171.72	1,616.47
17	772.20	51.00	39,382.20	162.18	1,778.65
16	772.20	48.00	37,065.60	152.64	1,931.29
15	772.20	45.00	34,749.00	143.10	2,074.40
14	772.20	42.00	32,432.40	133.56	2,207.96
13	772.20	39.00	30,115.80	124.02	2,331.99
12	772.20	36.00	27,799.20	114.48	2,446.47
11	772.20	33.00	25,482.60	104.94	2,551.41
10	772.20	30.00	23,166.00	95.40	2,646.82
9	772.20	27.00	20,849.40	85.86	2,732.68
8	772.20	24.00	18,532.80	76.32	2,809.00
7	772.20	21.00	16,216.20	66.78	2,875.78
6	772.20	18.00	13,899.60	57.24	2,933.02
5	772.20	15.00	11,583.00	47.70	2,980.73
4	772.20	12.00	9,266.40	38.16	3,018.89
3	772.20	9.00	6,949.80	28.62	3,047.51
2	772.20	6.00	4,633.20	19.08	3,066.59
1	772.20	3.00	2,316.60	9.54	3,076.13
	<u>19,225.80</u>		<u>746,955.00</u>		

$Vb.est/Wtot=$       0.1600

## **ANEXO 2**

### **Cálculo de las rigideces de las estructuras**



## **ANEXO 2**

### **CÁLCULO DE LAS RIGIDECES DE LAS ESTRUCTURAS**

1.- Determinación de la rigidez de las estructuras : La rigidez de las columnas al cortante para los edificios en estudio se calculará en base a un análisis planar de los edificios colocando en los modelos de análisis cargas laterales en cada entrepiso , la rigidez de las columnas se calcularán ( a partir de los resultados del análisis ) como la carga lateral necesaria para producir un desplazamiento unitario en las columnas del entrepiso en cuestión. Así sucesivamente se calcularan las rigideces de cada nivel .

Los resultados de estos cálculos para la determinación de la rigidez aparecen a continuación .

EDIFICIO I  
EDIFICIO DE 10 NIVELES ( H = 30 m.) H/B = 1.5  
RIGIDEZ A CORTANTE CALCULADA

NIVEL	Wix Ton.	Hix m.	Rix T-m
10	308	30	22.4
9	343.2	27	25.6
8	343.2	24	29.4
7	343.2	21	34.4
6	343.2	18	41.3
5	343.2	15	51.7
4	343.2	12	68.7
3	343.2	9	101.6
2	343.2	6	188
1	343.2	3	662.5
	<hr/> 3,396.80		

**EDIFICIO II****EDIFICIO DE 15 NIVELES ( H = 45 m.)     H/B = 1.5****RIGIDEZ A CORTANTE CALCULADA**

NIVEL	Wix Ton.	Hix m.	Rix T-m
15	693	45	25.5
14	772.2	42	27.8
13	772.2	39	30.2
12	772.2	36	33.2
11	772.2	33	36.6
10	772.2	30	39.7
9	772.2	27	46.1
8	772.2	24	52.8
7	772.2	21	61.7
6	772.2	18	74
5	772.2	15	92.3
4	772.2	12	122.5
3	772.2	9	180.7
2	772.2	6	333.2
1	772.2	3	1,156.80
	<hr/> 11,503.80		

**EDIFICIO III****EDIFICIO DE 20 NIVELES ( H = 60 m.)      H/B = 1.5****RIGIDEZ A CORTANTE CALCULADA**

NIVEL	Wix Ton.	Hix m.	Rix T-m
20	1,232.00	60	29.3
19	1,372.80	57	31.1
18	1,372.80	54	33.2
17	1,372.80	51	35.5
16	1,372.80	48	38
15	1,372.80	45	40.9
14	1,372.80	42	44.2
13	1,372.80	39	48.1
12	1,372.80	36	52.6
11	1,372.80	33	58
10	1,372.80	30	64.6
9	1,372.80	27	72.9
8	1,372.80	24	83.4
7	1,372.80	21	97.4
6	1,372.80	18	116.9
5	1,372.80	15	146
4	1,372.80	12	193.9
3	1,372.80	9	287.3
2	1,372.80	6	535.9
1	1,372.80	3	1,978.50
	<u>27,315.20</u>		

**EDIFICIO IV****EDIFICIO DE 25 NIVELES (H = 75 m.)      H/B = 1.5****RIGIDEZ A CORTANTE CALCULADA**

NIVEL	Wix Ton.	Hix m.	Rix T-m
25	1,925.00	75	33.2
24	2,145.00	72	34.9
23	2,145.00	69	36.7
22	2,145.00	66	38.6
21	2,145.00	63	40.7
20	2,145.00	60	43
19	2,145.00	57	45.6
18	2,145.00	54	47.7
17	2,145.00	51	51.7
16	2,145.00	48	55.3
15	2,145.00	45	59.4
14	2,145.00	42	64.2
13	2,145.00	39	69.7
12	2,145.00	36	76.2
11	2,145.00	33	84
10	2,145.00	30	93.5
9	2,145.00	27	105.3
8	2,145.00	24	120.4
7	2,145.00	21	140.4
6	2,145.00	18	168.4
5	2,145.00	15	209.9
4	2,145.00	12	278.4
3	2,145.00	9	411.1
2	2,145.00	6	760.8
1	2,145.00	3	2,729.30
	<hr/> 53,405.00		

**EDIFICIO V****EDIFICIO DE 10 NIVELES (H = 30 m.)      H/B = 2.5****RIGIDEZ A CORTANTE CALCULADA**

NIVEL	Wix Ton.	Hix m.	Rix T-m
10	110.9	30	21.07
9	123.6	27	24.26
8	123.6	24	28.16
7	123.6	21	33.27
6	123.6	18	40.35
5	123.6	15	50.81
4	123.6	12	67.92
3	123.6	9	113.16
2	123.6	6	187.45
1	123.6	3	661.92
	<hr/> 1,223.30		

**EDIFICIO VI****EDIFICIO DE 15 NIVELES ( H = 45 m.)      H/B = 2.5****RIGIDEZ A CORTANTE CALCULADA**

NIVEL	Wix Ton.	Hix m.	Rix T-m
15	249.5	45	23.65
14	278	42	25.96
13	278	39	28.51
12	278	36	31.5
11	278	33	35.06
10	278	30	39.38
9	278	27	44.73
8	278	24	51.55
7	278	21	60.55
6	278	18	73.04
5	278	15	91.55
4	278	12	121.91
3	278	9	180.55
2	278	6	334.47
1	278	3	1,178.92
	<hr/> 4,141.50		

**EDIFICIO VII****EDIFICIO DE 20 NIVELES (H = 60 m.)****H/B = 2.5****RIGIDEZ A CORTANTE CALCULADA**

<b>NIVEL</b>	<b>Wix Ton.</b>	<b>Hix m.</b>	<b>Rix T-m</b>
20	443.5	60	26.81
19	494.2	57	28.76
18	494.2	54	30.83
17	494.2	51	33.15
16	494.2	48	35.75
15	494.2	45	38.71
14	494.2	42	42.1
13	494.2	39	46.03
12	494.2	36	50.64
11	494.2	33	56.14
10	494.2	30	62.83
9	494.2	27	71.12
8	494.2	24	81.71
7	494.2	21	95.73
6	494.2	18	115.19
5	494.2	15	144.08
4	494.2	12	191.49
3	494.2	9	283.16
2	494.2	6	523.81
1	494.2	3	1,475.58
	<u>9,833.30</u>		



**EDIFICIO VIII****EDIFICIO DE 25 NIVELES ( H = 75 m.)****H/B = 2.5****RIGIDEZ A CORTANTE CALCULADA**

<b>NIVEL</b>	<b>Wix Ton.</b>	<b>Hix m.</b>	<b>Rix T-m</b>
25	693	75	30.18
24	772.2	72	31.94
23	772.2	69	33.77
22	772.2	66	35.75
21	772.2	63	37.92
20	772.2	60	40.31
19	772.2	57	42.95
18	772.2	54	45.88
17	772.2	51	49.17
16	772.2	48	52.87
15	772.2	45	57.08
14	772.2	42	61.92
13	772.2	39	67.53
12	772.2	36	74.13
11	772.2	33	82
10	772.2	30	91.58
9	772.2	27	103.48
8	772.2	24	118.69
7	772.2	21	138.84
6	772.2	18	166.84
5	772.2	15	208.44
4	772.2	12	276.74
3	772.2	9	408.82
2	772.2	6	755.56
1	772.2	3	2,658.73
	<hr/>		
	19,225.80		

## **ANEXO 3**

**Cálculo de las fuerzas cortantes utilizando el análisis estático  
modificado por el periodo fundamental de vibración**

### **ANEXO 3**

## **CÁLCULO DE LAS FUERZAS CORTANTES UTILIZANDO EL ANÁLISIS ESTÁTICO MODIFICADO POR EL PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN**

Una vez obtenida la rigidez a cortante de los edificios se procede al cálculo de la reducción de las fuerzas cortantes resultantes del análisis estático tomando en cuenta el valor aproximado del periodo fundamental de vibración de la estructura .

El resumen de los cálculos arriba mencionados se encuentra en las siguientes páginas .

EDIFICIO 1  
EDIFICIO DE 10 NIVELES (H = 30 m.) H/B = 1.5  
METODO ESTATICO MODIFICADO

NIVEL	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	Vix	ESTATICO
10	306.00	30.00	9,240.00	90.37	90.37	
9	343.20	27.00	9,266.40	90.62	180.99	
8	343.20	24.00	8,236.80	80.55	261.55	
7	343.20	21.00	7,207.20	70.49	332.03	
6	343.20	18.00	6,177.60	60.42	392.45	
5	343.20	15.00	5,148.00	50.35	442.79	
4	343.20	12.00	4,118.40	40.28	483.07	
3	343.20	9.00	3,088.80	30.21	513.28	
2	343.20	6.00	2,059.20	20.14	533.42	
1	343.20	3.00	1,029.60	10.07	543.49	
	3,396.80		55,572.00			

$Vb.est/Wtot = 0.1600$

$q = 0.642$

$K1 = q(1-r(1-q)) \sum W / (\sum W h_i^2) = 0.029900$

$K2 = 1.5 \cdot q(1-q) \sum W / (\sum W h_i^2) = 0.000674$

CALCULO DEL PERIODO

Rix	Vix/Rix	Xix	Wix*Xi^2	Pix*Xi^3	ESTATICO MODIFICADO	K1c/QWhi^2	K2c/QWhi^2	Pix mod	Vix mod
22.4	4.03	63.46	1.2E+6	5.7E+3	277,200	44.20	29.90	74.11	74.11
25.6	7.07	59.43	1.2E+6	5.4E+3	250,193	44.33	26.98	71.32	145.42
29.4	8.90	52.36	940.8E+3	4.2E+3	197,683	39.40	21.32	60.73	206.15
34.4	9.65	43.46	648.2E+3	3.1E+3	151,351	34.48	16.33	50.81	256.96
41.3	9.50	33.81	392.3E+3	2.0E+3	111,197	29.55	12.00	41.55	288.51
51.7	8.56	24.31	202.8E+3	1.2E+3	77,220	24.63	8.33	32.96	331.46
68.7	7.03	15.74	85.0E+3	634.0E+0	49,421	19.70	5.33	25.03	356.50
101.6	5.05	8.71	26.0E+3	263.1E+0	27,799	14.78	3.00	17.78	374.27
188	2.84	3.66	4.6E+3	73.7E+0	12,355	9.85	1.33	11.18	385.46
662.5	0.82	0.82	231.0E+0	8.3E+0	3,089	4.93	0.33	5.26	390.72
			4.8E+6	22.6E+3	1,157,508				

$T = 2.913806 \text{ seg}$

$c/Q = 0.16$

$Vb.em/W = 0.1150$

V Considerando el T

EDIFICIO II  
EDIFICIO DE 15 NIVELES ( H = 45 m.) H/B = 1.5  
METODO ESTATICO MODIFICADO

NIVEL	ESTATICO					CALCULO DEL PERIODO					ESTATICO MODIFICADO					V Considerando el T	
	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	Vix	Rix	Vix/Rix	Xix	Wix*Xix2	Pix*Xix	Wix*hi^2	K1c/QWih1	K2c/QWih1^2	Pix mod	Vix mod		
15	693.00	45.00	31,185.00	209.16	209.16	25.5	8.20	274.81	52.3E+6	57.5E+3	1,403,325	49.49	73.06	122.55	122.55		
14	772.20	42.00	32,432.40	217.53	426.69	27.8	15.35	266.61	54.9E+6	58.0E+3	1,362,161	51.47	70.91	122.39	244.94		
13	772.20	39.00	30,115.80	201.99	628.68	30.2	20.82	251.26	48.8E+6	50.8E+3	1,174,516	47.80	61.14	108.94	353.88		
12	772.20	36.00	27,799.20	186.45	815.13	33.2	24.55	230.44	41.0E+6	43.0E+3	1,000,771	44.12	52.10	96.22	450.10		
11	772.20	33.00	25,482.60	170.91	986.04	36.6	26.94	205.89	32.7E+6	35.2E+3	840,926	40.44	43.78	84.22	534.32		
10	772.20	30.00	23,166.00	155.38	1,141.42	39.7	28.75	178.95	24.7E+6	27.8E+3	694,980	36.77	36.18	72.95	607.26		
9	772.20	27.00	20,849.40	139.84	1,281.25	46.1	27.79	150.20	17.4E+6	21.0E+3	562,934	33.09	29.31	62.40	669.66		
8	772.20	24.00	18,532.80	124.30	1,405.56	52.8	26.62	122.41	11.6E+6	15.2E+3	444,787	29.41	23.16	52.57	722.23		
7	772.20	21.00	16,216.20	108.76	1,514.32	61.7	24.54	95.79	7.1E+6	10.4E+3	340,540	25.74	17.73	43.47	765.69		
6	772.20	18.00	13,899.60	93.23	1,607.54	74.0	21.72	71.24	3.9E+6	6.6E+3	250,193	22.08	13.02	35.08	800.78		
5	772.20	15.00	11,583.00	77.69	1,685.23	92.3	18.26	49.52	1.9E+6	3.8E+3	173,745	18.38	9.05	27.43	828.21		
4	772.20	12.00	9,266.40	62.15	1,747.38	122.5	14.26	31.26	754.6E+3	1.9E+3	111,197	14.71	5.79	20.50	848.70		
3	772.20	9.00	6,949.80	46.61	1,794.00	180.7	9.93	17.00	223.1E+3	792.3E+0	62,548	11.03	3.26	14.29	862.99		
2	772.20	6.00	4,633.20	31.08	1,825.07	333.2	5.48	7.07	38.6E+3	218.7E+0	27,799	7.35	1.45	8.80	871.79		
1	772.20	3.00	2,316.60	15.54	1,840.61	1,156.8	1.59	1.59	2.0E+3	24.7E+0	6,950	3.68	0.36	4.04	875.83		
	11,503.80		274,428.00						297.4E+6	332.3E+3	8,457,372						

$Vb.est/Wtot= 0.1600$

$T = 6.017019 \text{ seg}$

$Vb.em/W= 0.0761$

$q = 0.396$

$c/Q = 0.16$

$K1 = q(1-r(1-q)) \sum W / ( \sum W_i h_i^2 ) = 0.009919$

$K2 = 1.5rq(1-q) \sum W / ( \sum W_i h_i^2 ) = 0.000325$

EDIFICIO III  
EDIFICIO DE 20 NIVELES (H = 60 m.)  
METODO ESTATICO MODIFICADO

H/B = 1.5

NIVEL	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	Vix	ESTATICO
20	1,232.00	60.00	73,920.00	377.23	377.23	
19	1,372.80	57.00	78,249.60	399.32	776.55	
18	1,372.80	54.00	74,131.20	378.30	1,154.85	
17	1,372.80	51.00	70,012.80	357.29	1,512.14	
16	1,372.80	48.00	65,894.40	336.27	1,848.41	
15	1,372.80	45.00	61,776.00	315.25	2,183.66	
14	1,372.80	42.00	57,657.60	294.24	2,457.90	
13	1,372.80	39.00	53,539.20	273.22	2,731.12	
12	1,372.80	36.00	49,420.80	252.20	2,983.32	
11	1,372.80	33.00	45,302.40	231.19	3,214.50	
10	1,372.80	30.00	41,184.00	210.17	3,424.67	
9	1,372.80	27.00	37,065.60	189.15	3,613.82	
8	1,372.80	24.00	32,947.20	168.13	3,781.96	
7	1,372.80	21.00	28,828.80	147.12	3,929.08	
6	1,372.80	18.00	24,710.40	126.10	4,055.18	
5	1,372.80	15.00	20,592.00	105.08	4,160.26	
4	1,372.80	12.00	16,473.60	84.07	4,244.33	
3	1,372.80	9.00	12,355.20	63.05	4,307.38	
2	1,372.80	6.00	8,236.80	42.03	4,349.42	
1	1,372.80	3.00	4,118.40	21.02	4,370.43	
	27,315.20		856,416.00			

Vb.est/Wtot= 0.1600

$$q = 0.285$$

$$K1 = q(1-r(1-q)) \sum W / (\sum W_i h_i^2) = 0.004768$$

$$K2 = 1.5 q(1-q) \sum W / (\sum W_i h_i^2) = 0.000159$$

CALCULO DEL PERIODO

Rix	Vix/Rix	Xix	Wi*Xi^2	Pix*Xi^3	ESTATICO MODIFICADO	Wi*hi^2	K1c/QWihi	K2c/QWihi^2	Pix mod	Vix mod
29.3	12.87	739.96	674.6E+6	279.1E+3		4,435,200	56.40	113.13	169.52	169.52
31.1	24.97	727.08	725.7E+6	290.3E+3		4,460,227	59.70	113.77	173.47	342.99
33.2	34.78	702.12	676.7E+6	285.6E+3		4,003,085	56.56	102.11	158.66	501.65
35.5	42.60	667.33	611.3E+6	238.4E+3		3,570,653	53.42	91.08	144.49	646.15
38.0	48.64	624.74	535.8E+6	210.1E+3		3,162,931	50.27	80.68	130.95	777.10
40.9	52.90	576.09	455.6E+6	181.6E+3		2,779,920	47.13	70.91	118.04	895.14
44.2	55.61	523.19	375.8E+6	153.9E+3		2,421,619	43.99	61.77	105.76	1000.89
48.1	56.78	467.58	300.1E+6	127.8E+3		2,088,029	40.85	53.26	94.11	1095.00
52.6	56.72	410.80	231.7E+6	103.6E+3		1,779,149	37.71	45.38	83.09	1178.09
58.0	55.42	354.09	172.1E+6	81.9E+3		1,494,979	34.56	38.13	72.70	1250.78
64.6	53.01	298.66	122.5E+6	62.8E+3		1,235,520	31.42	31.51	62.94	1313.72
72.9	49.57	245.65	82.8E+6	46.5E+3		1,000,771	28.28	25.53	53.81	1367.52
83.4	45.35	196.08	52.8E+6	33.0E+3		790,733	25.14	20.17	45.31	1412.83
97.4	40.34	150.73	31.2E+6	22.2E+3		605,405	22.00	15.44	37.44	1450.27
116.9	34.69	110.39	16.7E+6	13.9E+3		444,787	18.85	11.35	30.20	1480.46
146.0	28.49	75.70	7.9E+6	8.0E+3		308,880	15.71	7.88	23.59	1504.05
193.9	21.89	47.21	3.1E+6	4.0E+3		197,683	12.57	5.04	17.61	1521.66
287.3	14.99	25.32	879.9E+3	1.6E+3		111,197	9.43	2.84	12.26	1533.93
535.9	8.12	10.33	146.3E+3	434.0E+0		49,421	6.28	1.26	7.54	1541.47
1,978.5	2.21	2.21	6.7E+3	46.4E+0		12,355	3.14	0.32	3.46	1544.93
			5.1E+9	2.1E+6		34,952,544				

T = 9.832953 seg

c/Q = 0.16

Vb.em/W= 0.0566

EDIFICIO IV  
EDIFICIO DE 25 NIVELES (H = 75 m.) H/B = 1.5  
METODO ESTATICO MODIFICADO

NIVEL	ESTATICO					CALCULO DEL PERIODO					ESTATICO MODIFICADO					V Considerando el T		
	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	Vix	Rix	Vix/Rix	Xix	Wix*Xb2	Pix*Xix	Wix <sup>2</sup>	K1cQW/hi	K2cQW/hi <sup>2</sup>	Pix mod	Vix mod			
25	1,925.00	75.00	144,375.00	594.57	594.57	33.2	17.91	1579.96	4.8E+9	939.4E+3	10,828,125	63.55	151.60	215.15	215.15			
24	2,145.00	72.00	154,440.00	636.02	1,230.59	34.9	35.26	1562.05	5.2E+9	993.5E+3	11,119,680	67.98	155.68	223.66	438.81			
23	2,145.00	69.00	148,005.00	609.52	1,840.10	36.7	50.14	1526.79	5.0E+9	930.6E+3	10,212,345	65.14	142.98	208.13	646.94			
22	2,145.00	66.00	141,570.00	583.02	2,423.12	38.6	62.78	1476.65	4.7E+9	860.9E+3	9,343,620	62.31	130.82	193.13	840.07			
21	2,145.00	63.00	135,135.00	556.52	2,979.64	40.7	73.21	1413.87	4.3E+9	786.8E+3	8,513,505	59.48	119.20	178.68	1018.74			
20	2,145.00	60.00	128,700.00	530.02	3,509.65	43.0	81.62	1340.66	3.9E+9	710.6E+3	7,722,000	56.65	108.11	164.78	1183.50			
19	2,145.00	57.00	122,265.00	503.51	4,013.17	45.6	88.01	1259.04	3.4E+9	633.9E+3	6,969,105	53.82	97.57	151.39	1334.89			
18	2,145.00	54.00	115,830.00	477.01	4,490.18	47.7	94.13	1171.03	2.9E+9	558.6E+3	6,254,820	50.98	87.57	138.56	1473.45			
17	2,145.00	51.00	109,395.00	450.51	4,940.70	51.7	95.56	1076.90	2.5E+9	485.2E+3	5,578,145	48.15	78.11	126.26	1599.71			
16	2,145.00	48.00	102,960.00	424.01	5,364.71	55.3	97.01	981.34	2.1E+9	416.1E+3	4,942,080	45.32	69.19	114.51	1714.22			
15	2,145.00	45.00	96,525.00	397.51	5,762.22	59.4	97.01	884.32	1.7E+9	351.5E+3	4,343,625	42.49	60.81	103.30	1817.52			
14	2,145.00	42.00	90,090.00	371.01	6,133.23	64.2	95.53	787.32	1.3E+9	292.1E+3	3,783,780	39.65	52.98	92.63	1910.15			
13	2,145.00	39.00	83,655.00	344.51	6,477.74	69.7	92.94	691.78	1.0E+9	238.3E+3	3,262,545	36.82	45.68	82.50	1992.65			
12	2,145.00	36.00	77,220.00	318.01	6,795.75	76.2	89.18	598.85	769.2E+6	190.4E+3	2,779,920	33.99	38.92	72.91	2065.56			
11	2,145.00	33.00	70,785.00	291.51	7,087.26	84.0	84.37	509.66	557.2E+6	148.6E+3	2,335,905	31.16	32.70	63.86	2129.42			
10	2,145.00	30.00	64,350.00	265.01	7,352.27	93.5	78.63	425.29	388.0E+6	112.7E+3	1,930,500	28.32	27.03	56.35	2184.77			
9	2,145.00	27.00	57,915.00	238.51	7,590.77	105.3	72.09	346.66	257.8E+6	82.7E+3	1,563,705	25.49	21.89	47.38	2232.16			
8	2,145.00	24.00	51,480.00	212.01	7,802.78	120.4	64.81	274.57	161.7E+6	58.2E+3	1,235,520	22.66	17.30	39.96	2272.11			
7	2,145.00	21.00	45,045.00	185.51	7,988.28	140.4	56.90	209.76	94.4E+6	38.9E+3	945,945	19.83	13.24	33.07	2305.19			
6	2,145.00	18.00	38,610.00	159.00	8,147.29	168.4	48.38	152.87	50.1E+6	24.3E+3	694,980	16.99	9.73	26.72	2331.91			
5	2,145.00	15.00	32,175.00	132.50	8,279.79	209.9	39.45	104.49	23.4E+6	13.8E+3	482,625	14.16	6.76	20.92	2352.83			
4	2,145.00	12.00	25,740.00	106.00	8,385.80	278.4	30.12	65.04	9.1E+6	6.9E+3	308,880	11.33	4.32	15.65	2368.48			
3	2,145.00	9.00	19,305.00	79.50	8,465.30	411.1	20.59	34.92	2.6E+6	2.8E+3	173,745	8.50	2.43	10.93	2379.41			
2	2,145.00	6.00	12,870.00	53.00	8,518.30	760.8	11.20	14.33	440.3E+3	759.4E+0	77,220	5.66	1.08	6.75	2386.16			
1	2,145.00	3.00	6,435.00	26.50	8,544.80	2,729.3	3.13	3.13	21.0E+3	83.0E+0	19,305	2.83	0.27	3.10	2389.26			
	53,405.00		2,074,875.00						45.1E+9	8.9E+6	105,422.625							

Vb.est/Wtot= 0.1600

T = 14.33684 seg

Vb.em/W= 0.0447

q = 0.222

K1 = q(1-r(1-q))ΣW/(ΣWih<sup>2</sup>) = 0.002751

K2 = 1.5rq(1-q)ΣW/(ΣWih<sup>2</sup>) = 0.000088

c/Q = 0.16

EDIFICIO V  
EDIFICIO DE 10 NIVELES ( H = 30 m )      H/B = 2.5  
METODO ESTATICO MODIFICADO

METODO ESTATICO MODIFICADO										ESTATICO										CALCULO DEL PERIODO					ESTATICO MODIFICADO					V Considerando el T	
NIVEL	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	Vix	Rix	Vix/Rix	Xix	Wi*Xi^2	Pix*Xix	Wi*hi^2	K1c/QWhi	K2c/QWhi^2	Pix mod	Vix mod																
10	110.90	30.00	3,327.00	32.54	32.54	21.07	1.54	23.33	60.3E+3	759.0E+0	99,810	27.27	4.26	31.54	31.54																
9	123.60	27.00	3,337.20	32.64	65.18	24.26	2.69	21.78	58.6E+3	710.9E+0	90,104	27.36	3.85	31.20	62.74																
8	123.60	24.00	2,966.40	29.01	94.19	28.16	3.35	19.10	45.1E+3	554.0E+0	71,194	24.32	3.04	27.36	90.10																
7	123.60	21.00	2,595.60	25.39	119.57	33.27	3.59	15.75	30.7E+3	399.8E+0	54,508	21.28	2.33	23.61	113.70																
6	123.60	18.00	2,224.80	21.76	141.33	40.35	3.50	12.16	18.3E+3	264.5E+0	40,046	18.24	1.71	19.95	133.65																
5	123.60	15.00	1,854.00	18.13	159.46	50.81	3.14	8.65	9.3E+3	156.9E+0	27,810	15.20	1.19	16.39	150.04																
4	123.60	12.00	1,483.20	14.51	173.97	67.92	2.56	5.52	3.8E+3	80.0E+0	17,798	12.16	0.76	12.92	162.89																
3	123.60	9.00	1,112.40	10.88	184.85	113.16	1.63	2.95	1.1E+3	32.1E+0	10,012	9.12	0.43	9.55	172.50																
2	123.60	6.00	741.60	7.25	192.10	187.45	1.02	1.32	215.5E+0	9.6E+0	4,450	6.08	0.19	6.27	178.77																
1	123.60	3.00	370.80	3.63	195.73	661.92	0.30	0.30	10.8E+0	1.1E+0	1,112	3.04	0.05	3.09	181.86																
	1,223.30		20,013.00						227.3E+3	3.0E+3	416,844																				

T = 1.760296 seg

Vb.est/Wtot= 0.1600

Vb.em/W= 0.1487

c/Q = 0.16

q = 0.899  
K1 = q( 1- r (1-q) ) Σ W / ( Σ Wi hi ^2 ) = 0.051234  
K2 = 1.5 r q (1-q) Σ W / ( Σ Wi hi ^2 ) = 0.000267



EDIFICIO VI

EDIFICIO DE 15 NIVELES (H = 45 m.) H/B = 2.5

METODO ESTATICO MODIFICADO

NIVEL	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	Vix
15	249.50	45.00	11 227.50	75.30	75.30
14	278.00	42.00	11 676.00	78.31	153.61
13	278.00	39.00	10 842.00	72.72	226.33
12	278.00	36.00	10 008.00	67.12	293.46
11	278.00	33.00	9 174.00	61.53	354.99
10	278.00	30.00	8 340.00	55.94	410.92
9	278.00	27.00	7 506.00	50.34	461.27
8	278.00	24.00	6 672.00	44.75	506.02
7	278.00	21.00	5 838.00	39.16	545.17
6	278.00	18.00	5 004.00	33.56	578.73
5	278.00	15.00	4 170.00	27.97	606.70
4	278.00	12.00	3 336.00	22.37	629.08
3	278.00	9.00	2 502.00	16.78	645.86
2	278.00	6.00	1 668.00	11.19	657.05
1	278.00	3.00	834.00	5.59	662.64
	4,141.50		98,797.50		

ESTATICO

CALCULO DEL PERIODO

Rix	Vix/Rix	Xix	Wi*Xi^2	Pix*Xi^3
23.65	3.18	101.86	2 6E+6	7 7E+3
25.96	5.92	98.68	2.7E+6	7.7E+3
28.51	7.94	92.76	2.4E+6	6.7E+3
31.50	9.31	84.82	2 0E+6	5 7E+3
35.06	10.12	75.51	1.6E+6	4 6E+3
39.38	10.44	65.38	1.2E+6	3 7E+3
44.73	10.31	54.95	839.4E+3	2.8E+3
51.55	9.82	44.64	553.9E+3	2.0E+3
60.55	9.00	34.82	337.0E+3	1.4E+3
73.04	7.92	25.81	185 3E+3	866.4E+0
91.55	6.63	17.89	89.0E+3	500.4E+0
121.91	5.16	11.26	35 3E+3	252 0E+0
180.55	3.58	6.10	10.4E+3	102 4E+0
334.47	1.96	2.53	1 8E+3	28 3E+0
1,178.92	0.56	0.56	87 8E+0	3 1E+0
			14 5E+6	44 0E+3

ESTATICO MODIFICADO

Wi*hi^2	K1dQW/hi	K2dQW/hi^2	Pix mod	Vix mod
505 238	29.19	27.19	56.38	56.38
490,392	30.36	26.39	56.75	113.13
422,838	28.19	22.75	50.94	164.07
360,288	26.02	19.39	45.41	209.48
302,742	23.86	16.29	40.15	249.63
250.200	21.69	13.46	35.15	284.78
202,662	19.52	10.90	30.42	315.20
160,128	17.35	8.62	25.97	341.17
122,598	15.18	6.60	21.78	362.94
90,072	13.01	4.85	17.86	380.80
62,550	10.84	3.37	14.21	395.01
40 032	8.67	2.15	10.83	405.84
22,518	6.51	1.21	7.72	413.56
10,008	4.34	0.54	4.88	418.43
2,502	2.17	0.13	2.30	420.74
3,044,768				

V Considerando el T

$Vb.est/Wtot= 0.1600$

$T = 3.652278 \text{ seg}$

$Vb.em/W= 0.1016$

$q = 0.553$

$K1 = q \cdot 1 - r \cdot (1 - q) \cdot \sum W / ( \sum Wi \cdot hi^2 ) = 0.016252$

$K2 = 1.5 \cdot r \cdot q \cdot (1 - q) \cdot \sum W / ( \sum Wi \cdot hi^2 ) = 0.000336$

$c/Q = 0.16$

EDIFICIO VII  
 EDIFICIO DE 20 NIVELES ( H = 60 m )  
 H/B = 2.5  
 METODO ESTATICO MODIFICADO

METODO ESTATICO MODIFICADO										ESTATICO										CALCULO DEL PERIODO										ESTATICO MODIFICADO										V Considerando el T																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
NIVEL	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	Vix	Rix	Vix/Rix	Xix	Wi*Xi^2	Pix*Xix	Wi*hi^2	K1c/QWih1	K2c/QWih1^2	Pix mod	Vix mod																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

$Vb.est/Wtot=$ 
0.1600

$T =$ 
6.004562 seg

$Vb.em/Ws$

0.0762

$q =$ 
0.397

$K1 = q(1-r(1-q)) \leq W / ( \sum Wi hi ^2 ) =$ 
0.007562

$K2 = 1.5rq(1-q) \leq W / ( \sum Wi hi ^2 ) =$ 
0.000187

$c/Q =$ 
0.16

EDIFICIO VIII  
EDIFICIO DE 25 NIVELES ( H = 75 m )      H/B = 2.5  
METODO ESTATICO MODIFICADO

METODO ESTATICO MODIFICADO										CALCULO DEL PERIODO										ESTATICO MODIFICADO										V Considerando el T									
NIVEL	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	Vix	Rix	Vix/Rix	Xix	W*X <sup>3</sup> /2	Pix*Xix	W <sup>3</sup> *h <sup>3</sup> /2	K1c/QW <sup>3</sup> hi	K2c/QW <sup>3</sup> hi <sup>2</sup>	Pix mod	Vix mod	Wix	Hix	Wix*Hix	Pix	Vix	Rix	Vix/Rix	Xix	W*X <sup>3</sup> /2	Pix*Xix	W <sup>3</sup> *h <sup>3</sup> /2	K1c/QW <sup>3</sup> hi	K2c/QW <sup>3</sup> hi <sup>2</sup>	Pix mod	Vix mod									
25	693.00	75.00	51,975.00	214.04	214.04	30.18	7.09	591.99	242.9E+6	126.7E+3	3,898,125	35.62	67.42	103.04	103.04	693.00	75.00	51,975.00	214.04	214.04	30.18	7.09	591.99	242.9E+6	126.7E+3	3,898,125	35.62	67.42	103.04	103.04									
24	772.20	72.00	55,598.40	228.97	443.01	31.94	13.87	584.90	264.2E+6	133.9E+3	4,003,085	38.10	69.24	107.34	210.35	772.20	72.00	55,598.40	228.97	443.01	31.94	13.87	584.90	264.2E+6	133.9E+3	4,003,085	38.10	69.24	107.34	210.35									
23	772.20	69.00	53,281.80	219.43	662.44	33.77	19.62	571.03	251.8E+6	125.3E+3	3,676,444	36.52	63.59	100.11	310.45	772.20	69.00	53,281.80	219.43	662.44	33.77	19.62	571.03	251.8E+6	125.3E+3	3,676,444	36.52	63.59	100.11	310.45									
22	772.20	66.00	50,965.20	209.89	872.32	35.75	24.40	551.42	234.8E+6	115.7E+3	3,363,703	34.93	58.18	93.11	403.66	772.20	66.00	50,965.20	209.89	872.32	35.75	24.40	551.42	234.8E+6	115.7E+3	3,363,703	34.93	58.18	93.11	403.66									
21	772.20	63.00	48,648.60	200.35	1,072.67	37.92	28.29	527.01	214.5E+6	105.6E+3	3,064,862	33.34	53.01	86.35	489.95	772.20	63.00	48,648.60	200.35	1,072.67	37.92	28.29	527.01	214.5E+6	105.6E+3	3,064,862	33.34	53.01	86.35	489.95									
20	772.20	60.00	46,332.00	190.81	1,263.48	40.31	31.35	498.73	192.1E+6	95.2E+3	2,779,920	31.75	48.08	79.84	569.75	772.20	60.00	46,332.00	190.81	1,263.48	40.31	31.35	498.73	192.1E+6	95.2E+3	2,779,920	31.75	48.08	79.84	569.75									
19	772.20	57.00	44,015.40	181.27	1,444.74	42.95	33.64	467.38	168.7E+6	84.7E+3	2,508,878	30.17	43.39	73.56	643.35	772.20	57.00	44,015.40	181.27	1,444.74	42.95	33.64	467.38	168.7E+6	84.7E+3	2,508,878	30.17	43.39	73.56	643.35									
18	772.20	54.00	41,698.80	171.72	1,616.47	45.88	35.23	433.74	145.3E+6	74.5E+3	2,251,735	28.58	38.95	67.53	710.85	772.20	54.00	41,698.80	171.72	1,616.47	45.88	35.23	433.74	145.3E+6	74.5E+3	2,251,735	28.58	38.95	67.53	710.85									
17	772.20	51.00	39,382.20	162.18	1,778.65	49.17	36.18	398.51	122.6E+6	64.6E+3	2,008,492	26.99	34.74	61.73	772.61	772.20	51.00	39,382.20	162.18	1,778.65	49.17	36.18	398.51	122.6E+6	64.6E+3	2,008,492	26.99	34.74	61.73	772.61									
16	772.20	48.00	37,065.60	152.64	1,931.29	52.87	36.53	362.33	101.4E+6	55.3E+3	1,779,149	25.40	30.77	56.18	828.78	772.20	48.00	37,065.60	152.64	1,931.29	52.87	36.53	362.33	101.4E+6	55.3E+3	1,779,149	25.40	30.77	56.18	828.78									
15	772.20	45.00	34,749.00	143.10	2,074.40	57.08	36.34	325.80	82.0E+6	46.6E+3	1,563,705	23.81	27.05	50.86	879.64	772.20	45.00	34,749.00	143.10	2,074.40	57.08	36.34	325.80	82.0E+6	46.6E+3	1,563,705	23.81	27.05	50.86	879.64									
14	772.20	42.00	32,432.40	133.56	2,207.96	61.92	35.66	289.46	64.7E+6	38.7E+3	1,362,161	22.23	23.56	45.79	925.43	772.20	42.00	32,432.40	133.56	2,207.96	61.92	35.66	289.46	64.7E+6	38.7E+3	1,362,161	22.23	23.56	45.79	925.43									
13	772.20	39.00	30,115.80	124.02	2,331.99	67.53	34.53	253.80	49.7E+6	31.5E+3	1,174,516	20.64	20.31	40.95	966.39	772.20	39.00	30,115.80	124.02	2,331.99	67.53	34.53	253.80	49.7E+6	31.5E+3	1,174,516	20.64	20.31	40.95	966.39									
12	772.20	36.00	27,799.20	114.48	2,446.47	74.13	33.00	219.27	37.1E+6	25.1E+3	1,000,771	19.05	17.31	36.36	1002.75	772.20	36.00	27,799.20	114.48	2,446.47	74.13	33.00	219.27	37.1E+6	25.1E+3	1,000,771	19.05	17.31	36.36	1002.75									
11	772.20	33.00	25,482.60	104.94	2,551.41	82.00	31.11	186.26	26.8E+6	19.5E+3	840,926	17.46	14.55	32.01	1034.76	772.20	33.00	25,482.60	104.94	2,551.41	82.00	31.11	186.26	26.8E+6	19.5E+3	840,926	17.46	14.55	32.01	1034.76									
10	772.20	30.00	23,166.00	95.40	2,646.82	91.58	28.90	155.15	18.6E+6	14.8E+3	694,980	15.88	12.02	27.90	1062.65	772.20	30.00	23,166.00	95.40	2,646.82	91.58	28.90	155.15	18.6E+6	14.8E+3	694,980	15.88	12.02	27.90	1062.65									
9	772.20	27.00	20,849.40	85.86	2,732.68	103.48	26.41	126.25	12.3E+6	10.8E+3	562,934	14.29	9.74	24.03	1086.68	772.20	27.00	20,849.40	85.86	2,732.68	103.48	26.41	126.25	12.3E+6	10.8E+3	562,934	14.29	9.74	24.03	1086.68									
8	772.20	24.00	18,532.80	76.32	2,809.00	118.69	23.67	99.84	7.7E+6	7.6E+3	444,787	12.70	7.69	20.39	1107.07	772.20	24.00	18,532.80	76.32	2,809.00	118.69	23.67	99.84	7.7E+6	7.6E+3	444,787	12.70	7.69	20.39	1107.07									
7	772.20	21.00	16,216.20	66.78	2,875.78	138.84	20.71	76.17	4.5E+6	5.1E+3	340,540	11.11	5.89	17.00	1124.08	772.20	21.00	16,216.20	66.78	2,875.78	138.84	20.71	76.17	4.5E+6	5.1E+3	340,540	11.11	5.89	17.00	1124.08									
6	772.20	18.00	13,899.60	57.24	2,933.02	166.84	17.58	55.46	2.4E+6	3.2E+3	250,193	9.53	4.33	13.85	1137.93	772.20	18.00	13,899.60	57.24	2,933.02	166.84	17.58	55.46	2.4E+6	3.2E+3	250,193	9.53	4.33	13.85	1137.93									
5	772.20	15.00	11,583.00	47.70	2,980.73	208.44	14.30	37.88	1.1E+6	1.8E+3	173,745	7.94	3.01	10.94	1148.88	772.20	15.00	11,583.00	47.70	2,980.73	208.44	14.30	37.88	1.1E+6	1.8E+3	173,745	7.94	3.01	10.94	1148.88									
4	772.20	12.00	9,266.40	38.16	3,018.89	276.74	10.91	23.58	429.3E+3	899.8E+0	111,197	6.35	1.92	8.27	1157.15	772.20	12.00	9,266.40	38.16	3,018.89	276.74	10.91	23.58	429.3E+3	899.8E+0	111,197	6.35	1.92	8.27	1157.15									
3	772.20	9.00	6,949.80	28.62	3,047.51	408.82	7.45	12.67	124.0E+3	362.6E+0	62,548	4.76	1.08	5.84	1162.99	772.20	9.00	6,949.80	28.62	3,047.51	408.82	7.45	12.67	124.0E+3	362.6E+0	62,548	4.76	1.08	5.84	1162.99									
2	772.20	6.00	4,633.20	19.08	3,066.59	755.56	4.06	5.22	21.0E+3	99.5E+0	27,799	3.18	0.48	3.66	1166.65	772.20	6.00	4,633.20	19.08	3,066.59	755.56	4.06	5.22	21.0E+3	99.5E+0	27,799	3.18	0.48	3.66	1166.65									
1	772.20	3.00	2,316.60	9.54	3,076.13	2,658.73	1.16	1.16	1.0E+3	11.0E+0	6,950	1.59	0.12	1.71	1168.36	772.20	3.00	2,316.60	9.54	3,076.13	2,658.73	1.16	1.16	1.0E+3	11.0E+0	6,950	1.59	0.12	1.71	1168.36									
	19,225.80		746,955.00						2.2E+9	1.2E+6	37,952,145																												

Vb.em/W= 0.0608

T = 8.746296 seg

c/Q = 0.16

$q = 0.309$   
 $K1 = q(1-r(1-q)) \sum W / (\sum W i h i^2) = 0.004283$   
 $K2 = 1.5 q(1-q) \sum W / (\sum W i h i^2) = 0.000108$

Vb.est/Wtot= 0.1600

## **ANEXO 4**

### **Cálculo de los modos naturales de vibración de las estructuras**

## **ANEXO 4**

### **CÁLCULO DE LOS MODOS NATURALES DE VIBRACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS**

A continuación se muestran los resultados de los cálculos de los modos naturales de vibración de los edificios No. 1 al 8 , se calcularon solamente los modos con periodo mayor o igual a 0.4 seg. .

EDIFICIO 10 NIVELES  
EDIFICIO No. 1 H/B = 1.5

	C O R T A N T E S				
nivel	1	2	3	4	5
1	223.812	69.531	30.471	16.798	10.187
2	223.261	68.352	29.174	15.53	9.059
3	220.772	63.088	23.502	10.132	4.398
4	214.738	50.85	11.307	-0.253	-3.437
5	203.605	30.296	-5.528	-10.454	-7.604
6	186.046	3.159	-19.348	-10.544	-0.986
7	161.137	-24.837	-19.959	2.131	7.383
8	128.586	-44.722	-4.21	11.709	0.014
9	88.9	-47.519	15.577	1.373	-7.389
10	43.547	-29.464	18.207	-11.644	6.374
Periodos	2.9095	1.1088	0.6999	0.5256	0.434
Diferencia		162.40%	58.42%	33.16%	21.11%

	D E S P L A Z A M I E N T O S				
nivel	1	2	3	4	5
1	0.00338	0.00105	0.00046	0.00025	0.00015
2	0.01525	0.00469	0.00201	0.00108	0.00064
3	0.03698	0.01089	0.00432	0.00208	0.00107
4	0.06824	0.0183	0.00597	0.00204	0.00057
5	0.10762	0.02416	0.0049	0.00002	-0.0009
6	0.15267	0.02492	0.00022	-0.00253	-0.00114
7	0.19951	0.0177	-0.00559	-0.00192	0.001
8	0.24325	0.00249	-0.00702	0.00207	0.00101
9	0.27798	-0.01607	-0.00093	0.0026	-0.00188
10	0.29742	-0.02923	0.0072	-0.00259	0.00097

EDIFICIO 15 NIVELES  
EDIFICIO No. 2 H/B = 1.5

nivel	1	C 2	O 3	R 4	T 5	A 6	N 7	T 8	E 9	S 10	11
1	462.892	178.232	103.122	59.917	38.389	26.223	19.207	13.127	12.705	13.764	16.203
2	462.547	177.303	101.733	58.413	36.891	24.786	17.851	12.002	11.415	12.105	13.771
3	461.006	173.163	95.588	51.818	30.394	18.634	12.122	7.307	6.101	5.38	4.164
4	457.272	163.241	81.202	36.896	16.303	5.945	0.917	-1.396	-3.179	-5.496	-9.444
5	450.32	145.28	56.49	13.228	-3.797	-9.819	-10.9	-8.97	-9.411	-10.118	-9.667
6	439.17	117.822	22.243	-14.602	-22.039	-18.841	-13.076	-6.91	-3.666	0.548	8.294
7	422.908	80.758	-16.686	-36.702	-26.835	-11.724	-0.828	4.405	7.898	10.18	6.796
8	400.745	35.798	-51.402	-41.528	-11.994	7.437	12.516	8.644	4.426	-3.191	-13.825
9	372.049	-13.254	-70.952	-23.515	13.103	17.67	6.509	-3.345	-8.892	-8.135	11.014
10	336.401	-60.57	-66.526	9.31	25.367	3.607	-11.024	-8.142	0.446	11.528	-5.627
11	293.46	-98.682	-35.996	35.325	8.783	-16.215	-5.888	7.389	8.464	-9.295	2.341
12	243.614	-120.526	9.856	33.313	-18.636	-7.955	12.381	2.909	-10.682	5.296	-0.795
13	187.451	-120.468	51.083	2.164	-20.712	15.493	0.207	-10.256	7.965	-2.355	0.227
14	125.942	-96.343	65.96	-31.066	8.176	6.423	-12.527	10.241	-4.367	0.867	-0.056
15	60.535	-51.31	43.874	-31.846	23.786	-17.292	11.524	-5.777	1.752	-0.258	0.012
Periodos	6.0077	2.2695	1.4124	1.0345	0.8296	0.7002	0.617	0.5599	0.5144	0.4721	0.4231
Diferencia		164.71%	60.68%	36.53%	24.70%	18.48%	13.48%	10.20%	8.85%	8.96%	11.58%

nivel	D 1	E 2	S 3	P L 4	A Z 5	A M 6	I 7	E N 8	T 9	O 10	S 11
1	0.004	0.00154	0.00089	0.00052	0.00033	0.00023	0.00017	0.00011	0.00011	0.00012	0.00014
2	0.01788	0.00686	0.00394	0.00227	0.00144	0.00097	0.0007	0.00047	0.00045	0.00048	0.00055
3	0.0434	0.01644	0.00923	0.00514	0.00312	0.002	0.00137	0.00088	0.00079	0.00078	0.00078
4	0.08072	0.02977	0.01586	0.00815	0.00445	0.00249	0.00145	0.00076	0.00053	0.00033	0.00001
5	0.12951	0.04551	0.02198	0.00958	0.00404	0.00142	0.00027	-0.00021	-0.00049	-0.00076	-0.00103
6	0.18886	0.06143	0.02499	0.00761	0.00106	-0.00112	-0.0015	-0.00114	-0.00098	-0.00069	0.00009
7	0.2574	0.07452	0.02229	0.00166	-0.00329	-0.00302	-0.00163	-0.00043	0.0003	0.00096	0.00119
8	0.3333	0.0813	0.01255	-0.0062	-0.00556	-0.00161	0.00074	0.00121	0.00113	0.00035	-0.00143
9	0.41401	0.07843	-0.00284	-0.0113	-0.00272	0.00222	0.00215	0.00048	-0.00079	-0.00141	0.00096
10	0.49874	0.06317	-0.0196	-0.00896	0.00367	0.00313	-0.00063	-0.00157	-0.00068	0.00149	-0.00046
11	0.57892	0.03621	-0.02943	0.00069	0.00607	-0.0013	-0.00224	0.00045	0.00163	-0.00105	0.00018
12	0.6523	-0.0001	-0.02646	0.01073	0.00046	-0.0037	0.00149	0.00133	-0.00159	0.00055	-0.00006
13	0.71437	-0.03999	-0.00955	0.01144	-0.0064	0.00143	0.00156	-0.00207	0.00105	-0.00023	0.00002
14	0.75967	-0.07464	0.01418	0.00027	-0.00346	0.00374	-0.00295	0.00162	-0.00052	0.00008	0
15	0.78341	-0.09476	0.03138	-0.01222	0.00587	-0.00304	0.00157	-0.00065	0.00017	-0.00002	0

nivel	1	2	3	4	5	C	O	R	T	A	N	T	E	S	13	14	15	16
1	788.244	301.715	184.999	132.077	93.218		65.956	48.627	36.84	27.97	21.617	18.393	18.45	19.905	21.767	24.439	28.009	
2	788.015	301.101	184.013	130.751	91.725		64.438	47.131	35.405	26.651	20.428	17.243	17.145	18.294	19.715	21.688	24.107	
3	786.944	298.223	179.411	124.58	84.811		57.445	40.28	28.879	20.692	15.092	12.114	11.364	11.219	10.8	9.922	7.805	
4	784.303	291.166	168.23	109.798	68.544		41.347	24.894	14.605	8.013	4.04	1.77	0.048	-2.108	-5.127	-9.535	-15.985	
5	779.349	278.06	147.911	83.77	41.08		15.54	1.691	-5.473	-8.521	-9.279	-9.703	-11.302	-13.694	-16.121	-18.04	-17.051	
6	771.327	257.282	116.918	46.347	4.701		-15.115	-22.217	-22.662	-19.61	-15.683	-12.957	-11.821	-10.265	-6.519	0.977	14.075	
7	759.526	227.641	75.39	1.05	-32.951		-39.881	-34.554	-24.911	-15.048	-7.49	-2.503	1.809	7.222	13.486	18.132	12.013	
8	743.254	188.586	25.707	-44.46	-59.886		-46.003	-25.293	-7.45	3.929	9.07	11.129	12.84	12.838	7.663	-6.177	-24.046	
9	721.869	140.423	-27.222	-79.384	-64.074		-27.008	2.432	16.896	18.511	13.797	8.257	2.33	-6.188	-15.299	-13.99	19.37	
10	694.818	84.502	-76.217	-92.682	-40.419		8.856	28.126	23.38	9.401	-2.068	-8.623	-12.652	-11.626	0.887	20.94	-10.455	
11	661.593	23.313	-112.784	-77.487	3.057		38.478	27.313	1.972	-13.286	-14.45	-8.995	-0.231	11.747	14.512	-16.329	4.331	
12	621.836	-39.495	-128.867	-35.761	44.863		37.892	-2.17	-22.056	-14.601	0.275	9.813	12.748	2.697	-18.536	9.109	-1.467	
13	575.294	-99.28	-119.14	19.467	59.65		4.503	-29.141	-13.769	9.983	14.431	5.548	-8.183	-14.561	14.151	-4.024	0.421	
14	521.904	-150.751	-83.322	66.657	35.152		-33.149	-19.228	16.579	15.203	-4.057	-12.982	-5.31	16.643	-8.041	1.478	-0.105	
15	461.743	-188.484	-27.645	83.898	-14.541		-36.651	17.17	18.02	-11.669	-12.558	4.813	14.372	-12.433	3.702	-0.466	0.023	
16	395.111	-207.656	35.153	60.402	-52.97		0.651	28.01	-14.494	-11.922	12.349	8.054	-15.113	7.155	-1.44	0.129	-0.005	
17	322.519	-204.819	88.205	5.338	-47.242		37.173	-6.026	-17.613	17.096	1.898	-14.918	-6.338	-3.399	0.487	-0.032	0.001	
18	244.713	-178.743	115.083	-52.712	0.644		26.014	-29.727	17.504	1.182	-14.369	14.082	-6.338	1.376	-0.145	0.007	0	
19	162.691	-130.983	105.446	-79.231	47.915		-20.824	1.084	11.989	-18.054	16.456	-9.375	2.985	-0.483	0.039	-0.001	0	
20	77.667	-66.26	60.092	-55.156	46.379		-37.173	29.773	-23.235	16.872	-10.29	4.45	-1.122	0.144	-0.009	0	0	

nivel	1	2	3	4	5	Z	A	M	I	E	N	T	O	S	10	11	12	13	14	15	16
1	0.00398	0.00152	0.00094	0.00067	0.00047		0.00033	0.00025	0.00019	0.00014	0.00011	0.00009	0.00009	0.00011	0.00012	0.00011	0.00012	0.00014	0.00011	0.00012	0.00014
2	0.01869	0.00714	0.00437	0.00311	0.00218		0.00154	0.00113	0.00085	0.00064	0.00049	0.00041	0.00041	0.00044	0.00053	0.00048	0.00053	0.00059	0.00048	0.00053	0.00059
3	0.04608	0.01752	0.01061	0.00744	0.00513		0.00354	0.00253	0.00185	0.00136	0.00102	0.00084	0.00081	0.00083	0.00087	0.00085	0.00087	0.00086	0.00085	0.00087	0.00086
4	0.08653	0.03254	0.01929	0.01311	0.00867		0.00567	0.00381	0.00261	0.00177	0.00122	0.00093	0.00081	0.00072	0.00059	0.00059	0.00038	0.00004	0.00059	0.00038	0.00004
5	0.13991	0.05159	0.02942	0.01884	0.01148		0.00673	0.00393	0.00223	0.00119	0.00059	0.00026	0.00004	-0.00021	-0.00051	-0.00051	-0.00085	-0.00113	-0.00051	-0.00085	-0.00113
6	0.20589	0.07359	0.03942	0.02281	0.01189		0.00544	0.00203	0.00029	-0.00049	-0.00075	-0.00085	-0.00097	-0.00109	-0.00107	-0.00107	-0.00077	0.00007	-0.00107	-0.00077	0.00007
7	0.28387	0.09697	0.04716	0.02292	0.0085		0.00134	-0.00152	-0.00227	-0.00203	-0.00152	-0.0011	-0.00079	-0.00035	0.00031	0.00031	0.00109	0.00131	0.00031	0.00109	0.00131
8	0.37299	0.11958	0.05024	0.01759	0.00132		-0.00417	-0.00455	-0.00316	-0.00156	-0.00043	0.00023	0.00075	0.00119	0.00123	0.00035	0.00035	-0.00158	0.00123	0.00035	-0.00158
9	0.47201	0.13884	0.04651	0.0067	-0.00747		-0.00788	-0.00422	-0.00084	0.00098	0.00146	0.00136	0.00107	0.00034	-0.00087	-0.00087	-0.00157	0.00108	-0.00087	-0.00157	0.00108
10	0.57957	0.15192	0.03471	-0.00765	-0.01372		-0.00651	0.00013	0.00278	0.00243	0.00114	0.00003	-0.00089	-0.00146	-0.00073	-0.00073	0.00167	-0.00054	-0.00073	0.00167	-0.00054
11	0.69364	0.15594	0.01527	-0.02101	-0.0132		0.00013	0.00484	0.00312	0.00014	-0.00135	-0.00152	-0.00093	0.00057	0.00177	0.00177	-0.00114	0.00021	0.00177	-0.00114	0.00021
12	0.81186	0.14843	-0.00923	-0.02781	-0.00467		0.00733	0.00443	-0.00108	-0.00263	-0.0013	0.00034	0.0015	0.00108	-0.00175	-0.00175	0.00059	-0.00007	-0.00175	0.00059	-0.00007
13	0.93146	0.12779	-0.034	-0.02376	0.00773		0.00827	-0.00163	-0.00394	-0.00288	0.00078	0.0015	-0.00021	-0.00195	0.00119	0.00119	-0.00025	0.00002	0.00119	-0.00025	0.00002
14	1.04954	0.09369	-0.05285	-0.00868	0.01569		0.00077	-0.00598	-0.00019	0.00288	0.00078	0.0017	-0.00021	-0.00182	-0.00063	-0.00063	0.00009	0	-0.00063	0.00009	0
15	1.16243	0.0476	-0.05961	0.01183	0.01213		-0.00819	-0.00178	0.00422	0.00003	-0.00229	0.00096	0.00187	0.00122	0.00028	0.00028	-0.00003	0	0.00028	-0.00003	0
16	1.26641	-0.00705	-0.05036	0.02773	-0.00181		-0.00802	0.00559	0.0004	-0.00311	0.00096	0.00186	-0.00187	0.00066	-0.0001	-0.0001	0.00001	0	-0.0001	0.00001	0
17	1.35726	-0.06474	-0.02552	-0.02923	-0.01512		0.00245	0.00389	-0.00456	0.00206	0.0015	-0.00234	0.00124	-0.0003	0.00003	0.00003	0	0	0.00003	0.00003	0
18	1.43097	-0.11858	0.00915	0.01335	-0.01492		0.01029	-0.00506	0.00072	0.00206	-0.00283	0.0019	-0.00067	0.00012	-0.00001	-0.00001	0	0	-0.00001	0.00012	0
19	1.48328	-0.1607	0.04305	-0.01212	0.00048		0.00359	-0.00471	0.00457	-0.00374	0.00246	-0.00112	0.00029	-0.00004	0	0	0	0	0.00029	-0.00004	0
20	1.50979	-0.18331	0.06356	-0.03095	0.01631		-0.0091	0.00545	-0.00336	0.00202	-0.00105	0.0004	-0.00009	0.00001	0	0	0	0	0.0004	-0.00009	0.00001



EDIFICIO 25 NIVELES  
EDIFICIO # 4 . H/8=1.5

nivel	1	2	3	4	5	6	C	O	R	T	A	N	T	E	S	16	17	18	19	20	21	22
1	1198 226	459 743	281 387	202 624	156 464	126 529	98 599	75 77	60 899	47 886	38 077	30 969	25 259	24 6	23 961	26 872	28 673	30 77	33 76	37 778	43 313	51 807
2	1198 038	459 245	280 583	201 526	155 088	124 924	98 899	74 089	59 028	46 307	37 573	29 615	24 027	23 281	22 542	25 103	26 543	28 157	30 425	33 329	37 012	41 988
3	1195 185	456 955	278 904	196 511	148 872	117 636	89 207	66 508	51 524	39 249	30 879	23 617	18 595	17 483	16 334	17 405	17 339	16 968	16 311	14 798	11 368	3 619
4	1193 114	451 371	267 971	184 427	134 016	100 443	71 306	49 127	34 599	23 599	16 292	10 765	7 145	5 462	3 703	2 101	-0 417	-3 785	-8 496	-15 304	-25 226	-39 304
5	1189 245	440 983	251 533	162 546	107 687	70 762	41 355	21 056	8 332	0 319	-4 444	-6 701	-7 719	-9 43	-11 077	-14 559	-17 869	-21 389	-25 079	-27 735	-25 873	-9 196
6	1182 968	424 363	225 751	129 214	69 128	29 411	2 135	-13 091	-20 919	-23 098	-22 955	-20 358	-17 691	-17 748	-17 327	-16 757	-18 06	-16 378	-9 454	2 309	22 419	43 575
7	1173 74	400 276	189 514	84 534	20 788	-17 984	-37 682	-42 53	-40 832	-34 169	-27 143	-19 591	-13 688	-10 642	-8 947	-2 942	3 494	11 794	21 304	27 948	17 855	-37 508
8	1190 997	387 734	142 752	30 951	-31 082	-60 946	-84 872	-53 618	-38 884	-23 336	-11 015	-4 708	-15 739	-11 431	-8 947	16 838	20 002	19 5	11 16	-10 369	-37 2	19 808
9	1144 19	326 141	86 743	-26 434	-76 799	-86 387	-66 713	-37 729	-12 659	4 942	14 726	17 395	16 628	16 57	14 463	11 389	2 825	-10 325	-23 97	-20 98	30 415	-7 519
10	1122 799	275 384	24 312	-80 107	-105 134	-83 43	-38 747	-0 135	22 602	28 996	26 772	17 257	8 964	2 554	-4 708	-13 292	-19 791	-17 428	2 26	32 485	-16 649	2 293
11	1096 355	215 857	-40 147	-121 109	-106 668	-49 588	8 716	37 546	39 693	25 138	7 854	-4 901	-11 454	-15 459	-15 739	-12 431	0 51	18 663	21 974	-25 732	6 993	-0 582
12	1064 4	148 733	-100 86	-140 791	-77 937	4 688	51 297	48 151	21 263	-5 656	-19 889	-20 086	-13 732	-6 539	3 514	15 02	19 58	3 268	-28 827	14 521	-2 392	0 127
13	1028 574	75 823	-151 289	-133 149	-24 828	56 835	62 206	20 477	-18 142	-29 768	-20 205	-8 827	7 963	14 94	15 314	7 056	-13 451	-22 065	22 346	-6 463	0 894	-0 024
14	982 537	-0 313	-184 771	-97 257	36 77	90 756	31 127	-24 994	-37 981	-15 441	8 94	18 995	14 46	5 051	-8 399	-19 096	-7 353	25 962	-12 902	2 412	-0 175	0 004
15	932 051	-76 433	-195 811	-38 962	84 718	61 137	-22 763	-46 881	-13 35	20 534	23 815	6 516	-8 008	-16 352	-10 968	8 195	21 967	-19 721	6 02	-0 77	0 039	-0 001
16	874 953	-148 741	-181 145	29 032	98 673	5 892	-58 624	-20 958	28 176	25 395	-4 439	-19 051	-12 302	2 532	16 307	10 699	-23 697	11 533	-2 378	0 216	-0 006	0
17	811 185	-213 072	-140 935	89 263	70 1	-53 041	-44 609	27 923	31 402	-11 077	-24 258	-3 516	13 968	14 715	-4 063	-21 558	17 526	-5 54	0 815	-0 054	0 001	0
18	740 814	-265 188	-78 468	123 962	9 211	-76 483	10	44 086	-11 029	-28 265	5 228	20 133	4 28	-14 756	-11 707	21 105	-8 984	2 22	-0 241	0 012	0	0
19	683 902	-300 822	-5 01	120 229	-56 281	-44 398	54 746	4 281	-36 079	7 86	23 198	-6 576	-17 373	1 045	20 34	-15 728	4 946	-0 805	0 066	-0 002	0	0
20	580 851	-316 901	70 306	77 505	-92 356	21 367	43 009	-41 225	-1 655	28 471	-12 289	-16 079	11 657	13 492	-19 71	9 41	-2 117	0 26	-0 016	0	0	0
21	492 104	-311 132	132 871	8 127	-77 24	69 933	-15 785	-28 634	35 663	-10 532	-17 745	19 032	4 624	-19 979	14 33	-4 771	0 801	-0 076	0 004	0	0	0
22	388 272	-282 701	169 978	-84 204	-16 892	59 023	-56 332	26 575	7 114	-26 244	22 613	-1 647	-17 522	18 39	-8 539	2 169	-0 272	0 02	-0 001	0	0	0
23	300 084	-232 559	172 748	-111 938	53 886	-4 815	-28 219	40 079	-35 286	18 239	1 411	-17 235	20 72	-12 964	4 349	-0 829	0 084	-0 005	0	0	0	0
24	198 481	-163 631	138 811	-114 566	89 669	-94 112	36 069	-12 572	-5 413	17 539	-23 832	23 207	-16 145	7 377	-1 917	0 291	-0 024	0 001	0	0	0	0
25	94 43	-80 807	73 859	-68 66	64 215	-59 822	51 734	-43 401	36 121	-26 393	22 68	-15 697	8 53	-3 216	0 696	-0 086	0 006	0	0	0	0	0

Periodos	14 3136	5 3962	3 3271	2 416	1 9031	1 5792	1 3545	1 1937	1 0716	0 8793	0 8084	0 8506	0 8055	0 788	0 7308	0 6931	0 6525	0 6103	0 5659	0 5182	0 4683	0 4085
	165 25%		62 16%	37 71%	26 95%	20 51%	16 59%	13 47%	11 39%	9 43%	8 04%	6 56%	5 60%	4 88%	5 08%	5 44%	6 22%	6 91%	7 85%	9 20%	11 13%	14 15%

EDIFICIO 25 NIVELES  
EDIFICIO # 4 . HB=1.5

nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0.00438	0.00168	0.00103	0.00074	0.00057	0.00046	0.00036	0.00028	0.00022	0.00018	0.00014	0.00011	0.00008	0.00006	0.00009	0.0001	0.00011	0.00011	0.00012	0.00014	0.00016	0.00018
2	0.0201	0.00772	0.00472	0.00339	0.00261	0.00211	0.00163	0.00125	0.001	0.00078	0.00064	0.0005	0.00041	0.00038	0.00038	0.00038	0.00045	0.00048	0.00052	0.00058	0.00065	0.00074
3	0.04918	0.01884	0.01145	0.00817	0.00623	0.00497	0.0038	0.00287	0.00225	0.00174	0.00139	0.00108	0.00088	0.00082	0.00078	0.00085	0.00088	0.0009	0.00092	0.00094	0.00092	0.00083
4	0.09203	0.03505	0.02108	0.0148	0.01105	0.00857	0.00637	0.00463	0.00349	0.00259	0.00197	0.00146	0.00112	0.00102	0.00091	0.00083	0.00088	0.00078	0.00082	0.00089	0.00092	0.00083
5	0.14869	0.05606	0.03306	0.02254	0.01818	0.01195	0.00834	0.00564	0.00389	0.0026	0.00178	0.00114	0.00075	0.00057	0.00039	0.00023	0.00001	-0.00028	-0.00058	-0.00083	-0.00122	-0.00053
6	0.21894	0.08126	0.04647	0.03021	0.02028	0.01369	0.00846	0.00486	0.00285	0.00123	0.0004	-0.00006	-0.0003	-0.00049	-0.00064	-0.00088	-0.00108	-0.00117	-0.00114	-0.0008	0.00011	0.00157
7	0.30254	0.10977	0.05997	0.03623	0.02178	0.01241	0.00578	0.00183	-0.00028	-0.0012	-0.00153	-0.00146	-0.00128	-0.00124	-0.00114	-0.00109	-0.00081	-0.00033	0.00038	0.00119	0.00139	0.00157
8	0.39697	0.14031	0.07182	0.0388	0.01918	0.00735	0.00039	-0.00262	-0.00349	-0.00314	-0.00245	-0.00164	-0.001	-0.00062	-0.00019	0.00029	0.00085	0.00129	0.0013	0.00033	-0.0017	0.00052
9	0.50763	0.17128	0.08006	0.03829	0.01189	-0.00085	-0.00594	-0.00621	-0.00469	-0.00267	-0.00105	0.00001	0.00058	0.00096	0.00119	0.00137	0.00112	0.00031	-0.00097	-0.00166	0.00119	-0.00019
10	0.62771	0.20073	0.08268	0.02773	0.00064	-0.00978	-0.01001	-0.00622	-0.00227	0.00043	0.00171	0.00188	0.00153	0.00123	0.00068	-0.00005	-0.001	-0.00156	-0.00073	-0.00166	0.00119	-0.00019
11	0.75823	0.22643	0.07788	0.01331	-0.01205	-0.01568	-0.00905	-0.00175	0.00245	0.00342	0.00264	0.00127	0.00017	-0.00061	-0.00119	-0.00153	-0.00094	0.00068	0.00188	-0.00125	0.00024	-0.00008
12	0.89791	0.24595	0.06464	-0.00517	-0.02228	-0.01507	-0.00232	0.00457	0.00524	0.00268	0.00003	-0.00136	-0.00163	-0.00147	-0.00073	0.00044	0.00163	0.00108	-0.0019	0.00085	-0.00024	-0.00008
13	1.0452	0.25683	0.04294	-0.02427	-0.02584	-0.00691	0.00681	0.00751	0.00284	-0.00159	-0.00287	-0.00191	-0.00049	0.00068	0.00147	0.00146	-0.0003	-0.00207	0.00131	-0.00028	0.00002	0
14	1.19824	0.25678	0.01416	-0.03942	-0.02012	0.00567	0.01145	0.00361	-0.00328	-0.004	-0.00132	0.00105	0.00178	0.00146	0.00016	-0.00152	-0.00145	0.00197	-0.0007	0.0001	-0.00001	0
15	1.35515	0.24391	-0.01881	-0.04598	-0.00588	0.01596	0.00762	-0.00428	-0.00552	0.00054	0.00269	0.00214	0.00025	-0.00129	-0.00189	-0.00014	0.00225	-0.00135	0.00031	0.00003	0	0
16	1.51337	0.21701	-0.05156	-0.04073	0.01199	0.01703	-0.00298	-0.00807	-0.00043	0.00405	0.00189	-0.0013	-0.00198	-0.00083	0.00126	0.0018	-0.00203	0.00074	-0.00012	0.00001	0	0
17	1.67028	0.1758	-0.07882	-0.02346	0.02555	0.00877	-0.01161	-0.00267	0.00564	0.00191	-0.00281	-0.00198	0.00073	0.00201	0.00047	-0.00047	0.00136	-0.00033	0.00004	0	0	0
18	1.82558	0.12021	-0.09548	0.00252	0.02748	-0.00928	-0.00951	0.00657	0.00333	-0.00402	-0.00171	0.00224	0.00163	-0.00108	-0.00198	0.00205	-0.00074	0.00013	-0.00001	0	0	0
19	1.97117	0.05424	-0.09658	0.02899	0.01514	-0.019	0.00249	0.00751	-0.00458	-0.00229	0.00338	0.0006	-0.00218	-0.00085	0.00248	-0.0014	0.00035	-0.00005	0	0	0	0
20	2.10826	-0.01948	-0.08023	0.04691	-0.00634	-0.01403	0.0125	-0.00208	-0.00496	0.00433	0.00052	-0.00294	0.00053	0.00229	-0.00211	0.00079	-0.00014	0.00001	0	0	0	0
21	2.22717	-0.09591	-0.04759	0.04891	-0.02532	0.00315	0.00862	-0.00911	0.0038	0.00175	-0.00384	0.00173	0.00168	-0.00282	0.00141	-0.00038	0.00005	0	0	0	0	0
22	2.33035	-0.16914	-0.00355	0.03228	-0.0297	0.01844	-0.00596	-0.00223	0.00584	-0.00505	0.00202	0.00131	-0.00287	0.00214	-0.0006	0.00016	-0.00002	0	0	0	0	0
23	2.41211	-0.23251	0.04352	0.00178	-0.01501	0.01713	-0.01366	0.00869	-0.00397	0.00019	0.0024	-0.00338	0.00277	-0.00139	0.00039	-0.00008	0.00001	0	0	0	0	0
24	2.46898	-0.2794	0.08329	-0.03105	0.01068	-0.00124	-0.00333	0.00508	-0.00553	0.00521	-0.00443	0.0328	-0.00185	0.00072	-0.00016	0.00002	0	0	0	0	0	0
25	2.49742	-0.30374	0.10554	-0.05173	0.03002	-0.01828	0.01225	-0.00798	0.00535	-0.00384	0.0024	-0.147	0.00071	-0.00024	0.00005	-0.00001	0	0	0	0	0	0

EDIFICIO 10 NIVELES  
EDIFICIO No. 5 H/B = 2.5

C O R T A N T E S					
nivel	1	2	3	4	5
1	111.352	25.328	11.445	0	0
2	111.081	24.907	10.969	0	0
3	109.856	23.027	8.886	0	0
4	107.069	18.911	4.645	0	0
5	101.746	11.736	-1.475	0	0
6	93.199	2.023	-6.797	0	0
7	80.935	-8.241	-7.491	0	0
8	64.756	-15.783	-1.997	0	0
9	44.875	-17.167	5.445	0	0
10	22.018	-10.776	6.72	0	0
Periodos	1.758	0.6728	0.4255	0	0
Diferencia		161.30%	58.12%	#DIV/0!	#DIV/0!

D E S P L A Z A M I E N T O S					
nivel	1	2	3	4	5
1	0.00168	0.00038	0.00017	0	0
2	0.00761	0.00171	0.00076	0	0
3	0.01731	0.00375	0.00154	0	0
4	0.03308	0.00653	0.00223	0	0
5	0.0531	0.00884	0.00194	0	0
6	0.0762	0.00934	0.00025	0	0
7	0.10053	0.00686	-0.002	0	0
8	0.12352	0.00126	-0.00271	0	0
9	0.14202	-0.00582	-0.00046	0	0
10	0.15247	-0.01093	0.00273	0	0

EDIFICIO 15 NIVELES  
EDIFICIO No. 6 H/B = 2.5

C O R T A N T E S						
nivel	1	2	3	4	5	6
1	230.937	84.871	37.716	21.624	13.962	9.56
2	230.772	84.452	37.234	21.113	13.447	9.068
3	230.027	82.565	35.08	18.841	11.183	6.929
4	228.21	78.018	30.004	13.658	6.225	2.46
5	224.819	69.749	21.227	5.351	-0.955	-3.235
6	219.361	57.05	8.964	-4.586	-7.681	-6.784
7	211.378	39.808	-5.144	-12.772	-9.832	-4.692
8	200.458	18.742	-17.975	-15.075	-4.92	2.105
9	186.268	-4.438	-25.563	-9.222	4.144	6.423
10	168.574	-27.041	-24.558	2.381	9.178	2.021
11	147.281	-45.651	-14.177	12.298	4.074	-5.497
12	122.452	-56.688	2.284	12.432	-6.085	-3.493
13	94.355	-57.258	17.654	1.56	-7.841	5.245
14	63.474	-46.149	23.715	-10.839	2.366	2.811
15	30.536	-24.701	16.04	-11.593	8.608	-6.199
Periodos	3.647	1.387	0.8626	0.6334	0.5071	0.4292
Diferencia		162.94%	60.79%	36.19%	24.91%	18.15%

D E S P L A Z A M I E N T O S						
nivel	1	2	3	4	5	6
1	0.00196	0.00072	0.00032	0.00018	0.00012	0.00008
2	0.00886	0.00324	0.00143	0.00081	0.00052	0.00035
3	0.0216	0.00782	0.00338	0.00186	0.00114	0.00074
4	0.04032	0.01422	0.00584	0.00298	0.00165	0.00094
5	0.06488	0.02184	0.00816	0.00356	0.00155	0.00058
6	0.09491	0.02965	0.00938	0.00294	0.00049	-0.00034
7	0.12982	0.03622	0.00853	0.00083	-0.00113	-0.00112
8	0.1687	0.03986	0.00505	-0.0021	-0.00208	-0.00071
9	0.21035	0.03886	-0.00067	-0.00416	-0.00116	0.00072
10	0.25315	0.032	-0.0069	-0.00356	0.00117	0.00124
11	0.29516	0.01898	-0.01095	-0.00005	0.00234	-0.00033
12	0.33404	0.00098	-0.01022	0.0039	0.0004	-0.00144
13	0.36713	-0.0191	-0.00403	0.00445	-0.00235	0.0004
14	0.39158	-0.03688	0.0051	0.00027	-0.00143	0.00148
15	0.40449	-0.04732	0.01189	-0.00463	0.0022	-0.00114

EDIFICIO 20 NIVELES  
EDIFICIO # 7 , H/B=2.5

nivel	C	O	R	T	A	N	T	E	S	10	11
1	392.14	152.737	90.211	52.332	34.501	24.455	18.1	13.712	10.451	8.132	7.195
2	391.991	152.339	89.598	51.662	33.798	23.739	17.392	13.034	9.827	7.566	6.625
3	391.431	150.826	87.271	49.131	31.153	21.065	14.768	10.541	7.548	5.516	4.574
4	390.103	147.268	81.855	43.323	25.199	15.178	9.136	5.333	2.918	1.464	0.632
5	387.653	140.758	72.155	33.244	15.286	5.866	0.75	-1.907	-3.055	-3.373	-3.696
6	383.712	130.5	57.435	18.808	2.182	-5.204	-7.935	-8.181	-7.158	-5.805	-5.021
7	377.926	115.892	37.719	1.29	-11.493	-14.322	-12.646	-9.275	-5.782	-3.059	-1.244
8	369.958	96.639	14.054	-16.483	-21.555	-16.978	-9.735	-3.301	0.921	2.969	4.054
9	359.485	72.847	-11.336	-30.447	-23.682	-10.658	0.05	5.619	6.63	5.264	3.545
10	346.215	45.123	-35.128	-36.328	-15.792	2.136	9.795	8.777	4.119	-0.046	-2.799
11	329.893	14.643	-53.316	-31.293	-0.34	13.461	10.545	1.745	-4.173	-5.281	-3.928
12	310.324	-16.838	-61.986	-15.733	15.294	14.428	0.458	-7.554	-5.91	-0.852	3.132
13	287.362	-47.043	-58.389	5.962	21.842	3.087	-10.151	-5.972	2.644	5.306	2.953
14	260.947	-73.326	-42.078	24.783	14.116	-11.151	-8.036	5.074	6.133	-0.379	-4.736
15	231.102	-92.924	-15.75	32.759	-3.697	-13.947	5.092	7.329	-3.225	-5.139	0.742
16	197.956	-103.309	14.656	24.758	-18.637	-1.179	10.63	-4.226	-5.236	3.741	3.976
17	161.744	-102.603	40.953	3.681	-17.894	13.014	-0.988	-7.158	5.668	1.87	-5.808
18	122.833	-90.018	54.868	-19.492	-0.913	10.248	-10.887	5.66	1.495	-5.796	4.916
19	81.719	-66.227	50.947	-30.728	16.959	-6.878	-0.411	5.087	-6.954	5.853	-3.024
20	39.031	-33.598	29.272	-21.792	17.092	-13.673	10.889	-8.388	5.919	-3.407	1.343
Periodos	5.9955	2.2764	1.4087	1.0263	0.8131	0.6785	0.5871	0.5222	0.4749	0.44	0.4122
Diferencia		163.38%	61.60%	37.26%	26.22%	19.84%	15.57%	12.43%	9.96%	7.93%	6.74%

EDIFICIO 20 NIVELES  
EDIFICIO # 7. H/B=2.5

level	D	E	S	P	L	A	Z	A	M	I	E	N	T	O	S
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
1	0.00266	0.00104	0.00061	0.00035	0.00023	0.00017	0.00012	0.00009	0.00007	0.00006	0.00005				
2	0.01014	0.00394	0.00232	0.00134	0.00088	0.000622	0.00045	0.00034	0.00026	0.0002	0.00018				
3	0.02396	0.00927	0.0054	0.00308	0.00198	0.00136	0.00098	0.00071	0.00052	0.00039	0.00034				
4	0.04434	0.01696	0.00968	0.00534	0.0033	0.00216	0.00145	0.00099	0.00068	0.00047	0.00037				
5	0.07124	0.02673	0.01469	0.00765	0.00436	0.00256	0.00151	0.00086	0.00047	0.00024	0.00011				
6	0.10455	0.03806	0.01967	0.00928	0.00455	0.00211	0.00062	0.00015	-0.00016	-0.00027	-0.00032				
7	0.14403	0.05017	0.02361	0.00941	0.00334	0.00061	-0.0005	-0.00082	-0.00076	-0.00059	-0.00045				
8	0.18931	0.06199	-0.02533	0.0074	0.00071	-0.00146	-0.0017	-0.00122	-0.00065	-0.00022	0.00004				
9	0.23985	0.07224	0.02374	0.00312	-0.00262	-0.00296	-0.00169	-0.00043	0.00028	0.00052	0.00054				
10	0.29496	0.07942	0.01815	-0.00267	-0.00514	-0.00262	-0.00013	0.00096	0.00094	0.00051	0.0001				
11	0.35372	0.08203	0.00865	-0.00824	-0.0052	-0.00022	0.00175	0.00127	0.0002	-0.00043	-0.0006				
12	0.415	0.0787	-0.00359	-0.01135	-0.00218	0.00263	0.00184	-0.00022	-0.00097	-0.0006	0.00002				
13	0.47743	0.06848	-0.01627	-0.01011	0.00257	0.0033	-0.00037	-0.00151	-0.0004	0.00055	0.00066				
14	0.53941	0.05106	-0.02627	-0.00422	0.00592	0.00065	-0.00228	-0.00031	0.00106	0.00046	-0.00047				
15	0.59911	0.02706	-0.03034	-0.00424	0.00497	-0.00236	-0.00096	0.00158	0.00023	-0.00086	-0.00028				
16	0.65449	-0.00184	-0.02624	0.01116	-0.00025	-0.00329	0.00201	0.0004	-0.00124	0.00018	0.00084				
17	0.70326	-0.03279	-0.01388	0.01227	-0.00564	0.00064	0.00172	-0.00176	0.00047	0.00075	-0.00092				
18	0.74312	-0.06199	0.00391	0.00595	-0.00594	0.00396	-0.00182	0.00008	0.00096	-0.00113	0.00068				
19	0.77153	-0.08502	0.02163	-0.00473	-0.00004	0.00157	-0.00196	0.00185	-0.00146	0.0009	-0.00037				
20	0.78609	-0.09755	0.03255	-0.01286	0.00633	-0.00353	0.0021	-0.00128	0.00075	-0.00037	0.00013				

EDIFICIO 25 NIVELES  
EDIFICIO # 8 , H/B=2.5

nivel	1	2	3	4	5	6	C	O	R	T	A	N	T	E	S	16
1	594 089	231 337	142 381	101 526	67 065	47 838	35 852	27 75	21 931	17 517	14 007	11 235	9 602	9 366	9 703	10 196
2	593 998	231 09	141 983	100 988	66 493	47 246	35 25	27 149	21 344	16 955	13 484	10 759	9 149	8 876	9 139	9 532
3	593 584	229 978	140 189	98 567	63 927	44 593	32 563	24 48	18 743	14 478	11 189	8 678	7 177	6 756	6 709	6 686
4	592 583	227 275	135 85	92 748	57 816	38 346	26 316	18 363	12 876	8 98	6 176	4 205	2 535	2 341	1 746	1 009
5	590 708	222 245	127 864	82 207	46 97	27 534	15 821	8 426	3 693	0 713	-1 052	-1 98	-2 535	-3 248	-4 191	-5 298
6	587 674	214 201	115 323	66 108	31 016	12 369	1 934	-3 838	-6 752	-7 846	-7 78	-7 095	-6 545	-6 674	-7 025	-7 207
7	583 211	202 519	97 648	44 427	10 849	-5 238	-12 471	-14 777	-14 313	-12 392	-9 877	-7 418	-5 633	-4 545	-3 359	-1 641
8	577 034	186 713	74 749	18 236	-11 09	-21 602	-22 862	-19 59	-14 529	-9 323	-4 911	-1 721	0 37	2 129	4 04	5 971
9	568 876	166 452	47 174	-10 12	-30 91	-31 969	-24 647	-14 9	-6 022	0 447	4 164	5 61	5 982	6 313	6 186	4 878
10	558 476	141 639	16 213	-37 098	-43 96	-32 158	0 773	-1 921	6 631	9 849	9 243	6 832	4 34	2 026	-0 895	-4 372
11	545 592	112 448	-16 063	-58 368	-46 13	-20 777	16 913	12 266	14 125	10 075	4 301	-0 353	-3 248	-5 333	-6 468	-5 361
12	530	79 378	-46 884	-69 607	-35 549	-1 048	16 913	17 841	9 345	-0 182	-5 849	-7 052	-5 866	-3 662	0 134	4 963
13	511 493	43 276	-73 008	-67 616	-14 098	19 147	22 859	9 561	-4 417	-10 23	-8 165	-3 032	1 445	4 868	6 457	3 702
14	489 899	5 36	-91 103	-51 516	12 084	30	13 679	-6 87	-13 519	-7 353	1 525	6 048	6 071	3 388	-1 978	-7 045
15	465 081	-32 8	-98 271	-23 692	33 844	24 89	-5 372	-16 914	-7 064	5 656	8 769	4 121	-1 606	-5 689	-5 482	1 896
16	436 947	-69 334	-92 653	9 98	42 164	5 414	-20 218	-9 899	8 209	10 21	0 759	-5 941	-5 753	-0 928	5 838	5 089
17	405 44	-102 157	-74 02	40 992	32 408	-17 437	-17 976	7 894	12 419	-1 712	-8 677	-3 341	3 753	6 27	0 114	-8 374
18	370 576	-129 1	-44 207	60 257	7 713	-28 603	0 601	16 445	-1 368	-10 664	-0 591	6 916	3 681	-4 238	-5 968	7 633
19	332 418	-148 078	-7 238	61 016	-20 793	-19 229	18 593	4 361	-13 03	0 216	8 774	0 187	-6 459	-1 92	8 027	-5 148
20	291 109	-157 299	30 983	41 756	-38 325	4 896	17 241	-13 569	-3 075	10 667	-2 145	-7 032	2 27	6 605	-6 825	2 814
21	246 857	-155 476	63 495	7 9°	-34 308	25 019	-3 222	-12 12	12 316	-1 459	-7 78	5 407	3 933	-7 621	4 456	-1 302
22	199 955	-142 048	83 571	-28 891	-9 783	23 404	-19 889	7 729	4 564	-10 302	6 957	1 779	-7 418	6 059	-2 4	0 524
23	150 767	-117 375	86 287	-54 295	20 944	0 219	-11 697	15 131	-12 284	5 442	2 372	-7 456	7 267	-3 793	1 106	-0 187
24	99 766	-82 865	70 026	-57 044	37 614	-23 179	11 972	-3 262	-3 213	7 437	-9 187	8 189	-5 05	1 95	-0 442	0 059
25	47 492	-41 012	37 483	-34 627	27 591	-22 668	18 892	-15 776	13 026	-10 434	7 814	-5 057	2 471	-0 784	0 147	-0 016
Periodos	8 733	3 3136	2 0456	1 485	1 1709	0 9712	0 8339	0 7347	0 6604	0 6035	0 5594	0 5251	0 4977	0 4731	0 4487	0 4238
Diferencia		163.55%	61.99%	37 75%	26.83%	20.56%	16.46%	13.50%	11.25%	9.43%	7.88%	6.53%	5.51%	5.20%	5.44%	5.88%

EDIFICIO 25 NIVELES  
EDIFICIO # 8, H/B=2.5

nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0.00223	0.00087	0.00054	0.00038	0.00025	0.00018	0.00013	0.0001	0.00008	0.00007	0.00005	0.00004	0.00004	0.00004	0.0004	0.00004
2	0.0101	0.00393	0.00241	0.00172	0.00113	0.00081	0.0006	0.00046	0.00036	0.00029	0.00023	0.00018	0.00016	0.00015	0.00016	0.00016
3	0.02462	0.00955	0.00584	0.00413	0.00227	0.0019	0.0014	0.00106	0.00082	0.00064	0.0005	0.0004	0.00033	0.00032	0.00032	0.00033
4	0.04603	0.01777	0.01075	0.00748	0.00479	0.00328	0.00235	0.00173	0.00129	0.00097	0.00073	0.00055	0.00044	0.0004	0.00038	0.00036
5	0.07437	0.02843	0.01689	0.01142	0.00704	0.0046	0.00311	0.00213	0.00147	0.001	0.00068	0.00045	0.00032	0.00025	0.00018	0.00011
6	0.10959	0.04127	0.0238	0.01539	0.0089	0.00534	0.00322	0.0019	0.00106	0.00053	0.00021	0.00003	-0.00007	-0.00015	-0.00024	-0.00032
7	0.1516	0.05585	0.03083	0.01859	0.00968	0.00497	0.00233	0.00084	0.00003	-0.00036	-0.0005	-0.00051	-0.00048	-0.00048	-0.00048	-0.00044
8	0.20021	0.07159	0.03713	0.02012	0.00874	0.00315	0.0004	-0.00081	-0.00119	-0.00115	-0.00091	-0.00065	-0.00045	-0.0003	-0.00014	0.00006
9	0.25519	0.08767	0.04169	0.01915	0.00576	0.00006	-0.00198	-0.00225	-0.00178	-0.0011	-0.00051	-0.00011	0.00013	0.00031	0.00046	0.00053
10	0.31617	0.10314	0.04346	0.01509	0.00096	-0.00345	-0.00371	-0.00246	-0.00105	-0.00003	0.0005	0.00064	0.0006	0.00053	0.00036	0.00006
11	0.38271	0.11685	0.0415	0.00798	-0.00467	-0.00599	-0.00361	-0.00097	0.00067	0.0012	0.00102	0.00059	0.00021	-0.00012	-0.00043	-0.0006
12	0.4542	0.12758	0.03518	-0.00141	-0.00946	-0.00613	-0.00133	0.00144	0.00193	0.00118	0.00023	-0.00036	-0.00058	-0.00061	-0.00041	0.00007
13	0.52995	0.13397	0.02436	-0.01143	-0.01155	-0.00329	0.00205	0.00285	0.00128	-0.00034	-0.00098	-0.00081	-0.00037	0.00011	0.00055	0.00062
14	0.60906	0.13483	0.00965	-0.01975	-0.0096	0.00155	0.00426	0.00174	-0.00091	-0.00152	-0.00073	0.00017	0.00061	0.00065	0.00023	-0.00052
15	0.69054	0.12909	-0.00756	-0.0239	-0.00367	0.00591	0.00332	-0.00122	-0.00214	-0.00053	0.00081	0.00089	-0.00033	-0.00034	-0.00073	-0.00018
16	0.77319	0.11597	-0.02509	-0.02201	0.0043	0.00694	-0.0005	-0.00309	-0.00059	0.0014	0.00095	-0.00023	-0.00076	-0.00052	0.00037	0.00078
17	0.85565	0.0952	-0.04014	-0.01367	0.0109	0.00339	-0.00416	-0.00149	0.00193	0.00105	-0.00081	-0.00091	0.00001	0.00076	0.00039	-0.00093
18	0.93642	0.06706	-0.04978	-0.00054	0.01258	-0.00285	-0.00403	0.0021	0.00164	-0.00128	-0.00094	0.0006	0.00081	-0.00017	-0.00091	0.00074
19	1.01381	0.03258	-0.05146	0.01367	0.00774	-0.00732	0.0003	0.00311	-0.0014	-0.00122	0.0011	0.00064	-0.0007	-0.00061	0.00096	-0.00046
20	1.08603	-0.00644	-0.04378	0.02403	-0.00177	-0.00611	0.00458	-0.00025	-0.00216	0.00142	0.00057	-0.0011	-0.00013	0.00102	-0.00073	0.00024
21	1.15113	-0.04744	-0.02703	0.02611	-0.01082	0.00049	0.00373	-0.00345	0.00109	0.00104	-0.00148	0.00032	0.0009	-0.00099	0.00044	-0.00011
22	1.20706	-0.08718	-0.00366	0.014803	-0.01356	0.00704	-0.00163	-0.00129	0.00236	-0.00185	0.00046	0.00082	-0.00117	0.00071	-0.00023	0.00004
23	1.25771	-0.2193	0.02189	0.00195	-0.00735	0.0071	-0.0053	0.00319	-0.00127	-0.00023	0.00116	-0.00139	0.00098	-0.00041	0.0001	-0.00001
24	1.28294	-0.14788	0.04382	-0.01591	0.00442	-0.00016	-0.00155	0.00217	-0.00228	0.00209	-0.00171	0.00118	-0.0006	0.0002	-0.00004	0
25	1.29868	-0.16147	0.05624	-0.02733	0.01356	-0.00767	0.00471	-0.00305	0.00204	-0.00136	0.00088	-0.0005	0.00022	-0.00006	0.00001	0



## **ANEXO 5**

**Cálculo de la combinación de los modos para la estimación  
de las fuerzas cortantes en las estructuras  
utilizando el análisis dinámico**

## ANEXO 5

### **CÁLCULO DE LA COMBINACIÓN DE LOS MODOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS FUERZAS CORTANTES EN LAS ESTRUCTURAS UTILIZANDO EL ANÁLISIS DINÁMICO**

En este anexo se muestran los cálculos relativos a la obtención de la respuesta del sistema para las estructuras en estudio, se utilizará la *complete quadratic combination* (CQC) para la combinación de los modos. A continuación se muestran los resultados obtenidos para: el coeficiente de correlación  $\rho_{in}$ , el coeficiente  $\beta_{in}$  y el valor de los cortantes por nivel, debidos a la combinación de los modos.

NATURAL FREQUENCY RATIOS  $\beta_{in}$

CORRELATION COEFFICIENT  $P_{iv}$

Modos	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	Wi (rad/seg)	Modos	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5
1	1	0.14523421	0.05786301	0.0326294	0.02224935	4.66352	1	1	0.00132033	0.00029627	0.00012194	6.7903E-05
2	6.88542989	1	0.39841168	0.22466744	0.15319631	32.11034	2	0.00132033	1	0.00982968	0.00288221	0.00144713
3	17.2821989	2.50996657	1	0.56390776	0.38451761	80.59588	3	0.00029627	0.00982968	1	0.02765565	0.00900095
4	30.6472085	4.45102325	1.77333965	1	0.68188033	142.92387	4	0.00012194	0.00288221	0.02765565	1	0.06198653
5	44.9451423	6.52757243	2.6006611	1.46653299	1	209.60257	5	6.7903E-05	0.00144713	0.00900095	0.06198653	1

CORTANTES

nivel	1	2	3	4	5	CORTANTES
1	223.812	69.531	30.471	16.798	10.187	237.47
2	223.261	68.352	29.174	15.53	9.059	236.29
3	220.772	63.088	23.502	10.132	4.398	231.28
4	214.738	50.85	11.307	-0.253	-3.437	221.08
5	203.605	30.296	-5.528	-10.454	-7.604	206.38
6	186.046	3.159	-19.348	-10.544	-0.986	187.40
7	161.137	-24.837	-19.959	2.131	7.383	164.42
8	128.586	-44.722	-4.21	11.709	0.014	136.65
9	88.9	-47.519	15.577	1.373	-7.389	102.15
10	43.547	-29.464	18.207	-11.644	6.374	56.93

NATURAL FREQUENCY RATIOS

$\beta_{in}$

Modos	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10	n=11	$W_1$ (rad/sec)
1	1	0.1427099	0.0552698	0.0296505	0.0190704	0.0135835	0.0105472	0.0086864	0.0073301	0.006175	0.0049592	1.09382
2	7.0072224	1	0.3872879	0.2077673	0.1336307	0.0951828	0.0739064	0.0608675	0.0513639	0.0432693	0.0347502	7.66464
3	18.093059	2.5820586	1	0.5364674	0.3450424	0.2457676	0.1908308	0.1571635	0.1326246	0.111724	0.0897271	19.79055
4	33.726299	4.8130767	1.8640462	1	0.643175	0.4581221	0.3557174	0.2929601	0.2472184	0.2082587	0.1672555	36.8905
5	52.437202	7.4833078	2.8981943	1.5547867	1	0.7122822	0.5530647	0.4554905	0.3843719	0.3237978	0.2600466	57.35686
6	73.618575	10.506099	4.0688849	2.182824	1.4039379	1	0.7764685	0.6394804	0.5396343	0.454592	0.3650893	80.52547
7	94.812062	13.53062	5.240245	2.8112205	1.8081068	1.2878823	1	0.8235754	0.6949854	0.5854611	0.470192	103.70733
8	115.1225	16.42912	6.3627989	3.4134341	2.1954356	1.5637697	1.2142178	1	0.8438637	0.7108773	0.5709156	125.92329
9	136.4231	19.468926	7.540079	4.0450064	2.6016471	1.853107	1.4388791	1.1850255	1	0.8424077	0.6765495	149.22231
10	161.94427	23.11105	8.9506295	4.8017208	3.0883469	2.1997746	1.7080555	1.4067126	1.1870737	1	0.8031141	177.13788
11	201.6454	28.776794	11.144904	5.9788772	3.8454645	2.739056	2.1267906	1.7515725	1.4780884	1.245153	1	220.56377

CORRELATION COEFFICIENT Piv

i)	Modos	CORRELATION COEFFICIENT										Piv
		n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10	n=11
	1	1	0.0012814	0.0002757	0.0001053	5.37E-05	3.21E-05	2.189E-05	1.633E-05	1.264E-05	9.765E-06	7.019E-06
	2	0.0012814	1	0.009161	0.0024904	0.0011461	0.0006543	0.0004359	0.0003208	0.0002459	0.0001884	0.0001343
	3	0.0002757	0.009161	1	0.0232247	0.0069694	0.0034237	0.0021321	0.0015126	0.0011316	0.0008502	0.0005947
	4	0.0001053	0.0024904	0.0232247	1	0.0469383	0.014262	0.0074758	0.0048779	0.0034632	0.0025013	0.001686
	5	5.37E-05	0.0011461	0.0069694	0.0469383	1	0.0781002	0.025802	0.0140316	0.0089926	0.0060451	0.0038261
	6	3.21E-05	0.0006543	0.0034237	0.014262	0.0781002	1	0.1334286	0.0457455	0.0236939	0.0139538	0.0079456
	7	2.189E-05	0.0004359	0.0021321	0.0074758	0.025802	0.1334286	1	0.2082529	0.0683751	0.031801	0.015368
	8	1.633E-05	0.0003208	0.0015126	0.0048779	0.0140316	0.0457455	0.2082529	1	0.2562172	0.0772489	0.0289326
	9	1.264E-05	0.0002459	0.0011316	0.0034632	0.0089926	0.0236939	0.0683751	0.2562172	1	0.2523557	0.0595982
	10	9.765E-06	0.0001884	0.0008502	0.0025013	0.0060451	0.0139538	0.031801	0.0772489	0.2523557	1	0.170597
	11	7.019E-06	0.0001343	0.0005947	0.001686	0.0038261	0.0079456	0.015368	0.0289326	0.0595982	0.170597	1

CORTANTES

nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	CORTANTES
1	462.892	178.232	103.122	59.917	38.389	26.223	19.207	13.127	12.705	13.764	16.203	515.59
2	462.547	177.303	101.733	58.413	36.891	24.786	17.851	12.002	11.415	12.105	13.771	513.92
3	461.006	173.163	95.588	51.818	30.394	18.634	12.122	7.307	6.101	5.38	4.164	507.24
4	457.272	163.241	81.202	36.896	16.303	5.945	0.917	-1.396	-3.179	-5.496	-9.444	494.86
5	450.32	145.28	56.49	13.228	-3.797	-9.819	-10.9	-8.97	-9.411	-10.116	-9.667	477.99
6	439.17	117.822	22.243	-14.602	-22.039	-18.841	-13.076	-6.91	-3.668	0.546	8.294	457.15
7	422.908	80.758	-16.686	-36.702	-26.835	-11.724	-0.828	4.405	7.898	10.18	6.796	434.03
8	400.745	35.798	-51.402	-41.528	-11.994	7.437	12.516	8.644	4.426	-3.191	-13.825	408.74
9	372.049	-13.254	-70.952	-23.515	13.103	17.67	6.509	-3.345	-8.892	-8.135	11.014	380.84
10	336.401	-60.57	-66.526	9.31	25.367	3.607	-11.024	-8.142	0.446	11.526	-5.627	349.73
11	293.46	-98.682	-35.996	35.325	8.783	-16.215	-5.888	7.389	8.464	-9.295	2.341	314.42
12	243.614	-120.526	9.856	33.313	-18.636	-7.955	12.381	2.909	-10.682	5.296	-0.795	274.93
13	187.451	-120.468	51.083	2.164	-20.712	15.493	0.207	-10.256	7.965	-2.355	0.227	229.85
14	125.942	-96.343	65.96	-31.066	8.176	6.423	-12.527	10.241	-4.367	0.867	-0.056	174.71
15	60.535	-51.31	43.874	-31.846	23.786	-17.292	11.524	-5.777	1.752	-0.258	0.012	99.93

NATURAL FREQUENCY RATIOS

$\delta \ln$

Modos	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10	n=11	n=12	n=13	n=14	n=15	n=16	Wi (rad/seg)
1	1	0.14231861	0.05628272	0.02886382	0.01808498	0.01264622	0.00941533	0.00743792	0.00614377	0.00528832	0.00463485	0.00409678	0.00358065	0.00307294	0.00257357	0.00207954	0.40962
2	7.02648796	1	0.39546985	0.20281127	0.12714426	0.08885853	0.06615689	0.05226247	0.04316908	0.03701777	0.0325667	0.02878803	0.02515941	0.02159194	0.01808313	0.01461189	2.87819
3	17.767443	2.52863778	1	0.51283623	0.32150178	0.22489104	0.16728632	0.13215286	0.109159	0.09360454	0.0823494	0.07278944	0.06361903	0.0545982	0.04572568	0.03694817	7.2778
4	34.6454519	4.93069255	1.94994023	1	0.62690925	0.43813409	0.32619832	0.25759018	0.21285352	0.18252328	0.16057641	0.14193505	0.12405331	0.10846322	0.08916235	0.07204672	14.19147
5	55.2639031	7.86508187	3.11040273	1.59512721	1	0.69887962	0.52032782	0.41104863	0.33952844	0.29114782	0.2581398	0.22640447	0.19788081	0.16982239	0.14222528	0.11492368	22.6372
6	79.0749963	11.2538436	4.5055579	2.28240626	1.43086159	1	0.74451709	0.58815369	0.48581821	0.41659223	0.3665006	0.32365345	0.28314004	0.24299233	0.2035047	0.16443988	32.3907
7	106.20878	15.1156262	5.97777518	3.0656197	1.92186534	1.34315251	1	0.7899801	0.65252795	0.5595469	0.4922662	0.43511189	0.38030028	0.32637576	0.27333786	0.22088784	43.50585
8	134.446145	19.1341885	7.5669946	3.880629	2.4328022	1.70023587	1.26585468	1	0.82600555	0.70830505	0.62313747	0.55079728	0.48140486	0.41314427	0.346008	0.27958858	55.07183
9	162.766637	23.1647218	9.1609489	4.69806651	2.94526134	2.05838312	1.53250141	1.21064562	1	0.85750641	0.75439865	0.66682032	0.59281069	0.50017131	0.41889085	0.33848027	66.67247
10	189.813901	27.0140505	10.6832424	5.47875379	3.4368141	2.40042883	1.78716029	1.41182107	1.16617203	1	0.87975861	0.77762721	0.67965752	0.58328579	0.4849856	0.39472823	77.75157
11	215.756799	30.7082077	12.1433793	6.22756487	3.904118	2.72850849	2.03142121	1.60478234	1.32555911	1.13667544	1	0.88380875	0.77255001	0.66300683	0.5526431	0.44867581	88.3783
12	244.093897	34.7390758	13.7382569	7.04547591	4.416874	3.0868632	2.28822241	1.81554988	1.49865438	1.28598323	1.13133722	1	0.87401458	0.75008408	0.62819118	0.50760342	99.98586
13	279.278746	39.7465829	15.7185672	8.06105076	5.05354728	3.53182117	2.62950123	2.07725365	1.71582304	1.47132928	1.29441458	1.14414567	1	0.85820546	0.71874222	0.58072225	114.39816
14	325.421781	46.3135755	18.3156226	9.3929149	5.8885052	4.11535928	3.06395307	2.42046197	1.99831501	1.71442545	1.50828054	1.33183388	1.16522215	1	0.83749436	0.67672869	133.28927
15	388.565939	55.3001643	21.8695475	11.2154964	7.03109837	4.91389133	3.65847608	2.89012332	2.38725789	2.04708895	1.80094412	1.59187207	1.39131841	1.1940379	1	0.8080397	159.16438
16	480.874811	68.4374346	27.0648418	13.8798828	8.70142895	6.08124986	4.52759446	3.57670954	2.95438192	2.53340145	2.22878173	1.97004119	1.72184535	1.47789708	1.23758285	1	186.97594



CORRELATION COEFFICIENT P/in

Modos	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10	n=11	n=12	n=13	n=14	n=15	n=16
1	1	0 00127539	0 0002637	0 00010104	4 9586E-05	2 8808E-05	1 8445E-05	1 2925E-05	9 6905E-08	7 6881E-08	6 34E-06	5 2658E-06	4 3005E-06	3 4173E-06	2 6178E-06	1 9005E-06
2	0 00127539	1	0 00964871	0 00238213	0 00105411	0 00058542	0 00039576	0 00025267	0 00018774	0 00014806	0 00012158	0 00010063	8 1904E-05	6 4871E-05	4 9537E-05	3 5852E-05
3	0 0002837	0 00964871	1	0 02002496	0 00595138	0 00288278	0 00168657	0 00112484	0 00081833	0 00063677	0 00051805	0 00042549	0 00034388	0 00027053	0 00020525	0 00014784
4	0 00070104	0 00238213	0 02002496	1	0 04194815	0 01260058	0 00614428	0 00375758	0 00260461	0 00196817	0 0015701	0 00126954	0 00101158	0 0007854	0 00058866	0 00041862
5	4 9586E-05	0 00105411	0 00595138	0 04194815	1	0 07042779	0 02098492	0 01064272	0 00671919	0 00481508	0 00371295	0 00292453	0 00227725	0 00173178	0 00127397	0 00089084
6	2 8808E-05	0 00058542	0 00288278	0 01260058	0 07042778	1	0 1012821	0 03236676	0 01892909	0 011071854	0 00801847	0 00605147	0 00454468	0 00334896	0 0023871	0 00163682
7	1 8445E-05	0 00036576	0 00168657	0 00614428	0 02098492	0 1012821	1	0 15084628	0 05012804	0 02689292	0 01761963	0 01236681	0 00876202	0 00615168	0 00422891	0 002791
8	1 2925E-05	0 00025267	0 00112484	0 00375758	0 01064272	0 03236676	0 15084628	1	0 21338154	0 07571894	0 04088237	0 02543209	0 01647252	0 01078337	0 00701393	0 00442831
9	9 6905E-08	0 00018774	0 00081833	0 00260461	0 00671919	0 01892909	0 05012804	0 21338154	1	0 29605083	0 11006862	0 05552178	0 03125514	0 01850615	0 01117795	0 00667246
10	7 6881E-06	0 00014806	0 00063677	0 00196817	0 00481508	0 011071854	0 02689292	0 07571894	0 29605083	1	0 37752529	0 13481978	0 06097673	0 0313522	0 01721269	0 00960345
11	6 34E-06	0 00012158	0 00051805	0 0015701	0 00371295	0 00801847	0 01761963	0 04088237	0 11006862	0 37752529	1	0 39533439	0 12886576	0 05401868	0 0261666	0 01345177
12	5 2658E-06	0 00010063	0 00042549	0 00126954	0 00292453	0 00605147	0 01236681	0 02543209	0 05552178	0 13481978	0 39533439	1	0 35430707	0 10611911	0 04231782	0 01938211
13	4 3005E-06	8 1904E-05	0 00034388	0 00101158	0 00227725	0 00454468	0 00876202	0 01647252	0 03125514	0 06097673	0 12886576	0 35430707	1	0 29828179	0 06216779	0 03084254
14	3 4173E-06	6 4871E-05	0 00027053	0 0007854	0 00173178	0 00334896	0 00615168	0 01078337	0 01850615	0 0313522	0 05401868	0 06216779	0 29828179	1	0 23983327	0 05967868
15	2 6178E-06	4 9537E-05	0 00020525	0 00058866	0 00127397	0 0023871	0 00422891	0 00701393	0 01117795	0 01721269	0 0261666	0 04231782	0 08216779	0 23983327	1	0 17883102
16	1 9005E-06	3 5852E-05	0 00014764	0 00041862	0 00089084	0 00163682	0 002791	0 00442831	0 00667246	0 00960345	0 01345177	0 01938211	0 03084254	0 05967868	0 17883102	1

CORTANTES

nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	CORTANTES
1	788 244	301.715	184 989	132.077	93.218	65 958	48 627	36 94	27 97	21 617	18 393	18.45	19 905	21 767	24 439	28 009	892 47
2	788 015	301 101	184 013	130 751	91.725	84 438	47 131	35 405	26 851	20 428	17 243	17 145	18 294	19 715	21 688	24 107	890 44
3	786 944	298.223	179 411	124.58	84 811	57 445	40 28	28 879	20 692	15.092	12 114	11 364	11.219	10.8	9.922	7 805	882 11
4	784 303	291 166	168 23	109 798	68 544	41 347	24 894	14.605	8 013	4 04	1 77	0 048	-2.108	-5 127	-9 535	-15 985	887 52
5	779 349	278 06	147 911	83 77	41.08	15 54	1 691	-5.473	-8.521	-9 279	-9 703	-11 302	-13.684	-16 121	-18.04	-17 051	848 84
6	771 327	257.282	116 918	46 347	4 701	-15 115	-22.217	-22.692	-18.61	-15 683	-12 957	-11 821	-10 265	-6 519	0 977	14 075	825.98
7	759 526	227.641	75 39	1 05	-32 951	-39 881	-34 554	-24.911	-15.048	-7 49	-2 503	1.809	7.222	13 486	18 132	12 013	801 26
8	743 254	188.586	25 707	-44 46	-59.886	-46.003	-25.293	-7 45	3 929	9 07	11.129	12.84	12.838	7 653	-6 177	-24 046	774 56
9	721 869	140 423	-27 222	-79 384	-84.074	-27 008	2.432	16.896	18.511	13.797	8 257	2.33	-6 188	-15 299	-13 99	19 37	745 41
10	694 818	84 502	-76 217	-92 682	-40.419	8 858	28 128	23 38	9 401	-2.068	-8 623	-12.652	-11.628	0 887	20.84	-10 455	713.53
11	661 593	23 313	-112 784	-77 487	3.057	38 478	27 313	1.972	-13 286	-14 45	-8 995	-0.231	11 747	14 512	-16 329	4 331	878 76
12	621 836	-39 495	-128.867	-35.761	44.863	37.892	-2 17	-22.056	-14.901	0.275	9 813	12.748	2.697	-18 536	9 109	-1 467	841 15
13	575 284	-59 28	-119 14	19 467	59 65	4 503	-29.141	-13 789	9 983	14.431	5.548	-8.183	-14.561	14 151	-4.024	0 421	800 67
14	521 904	-150 751	-83.322	66 657	35 152	-33.149	-19.228	16.579	15 203	-4.057	-12.982	-5.31	16 643	-8.041	1 478	-0 105	556 63
15	461.743	-188.484	-27 645	83.898	-14.541	-36 651	17 17	18.02	-11 669	-12.558	4 813	14.372	-12.433	3 702	-0 466	0 023	508 65
16	395 111	-207.656	35 153	60 402	-52 97	0.651	28 01	-14.494	-11 922	12.349	8 054	-15.113	7 155	-1 44	0 128	-0 005	455 67
17	322 519	-204 819	88 205	5 338	-47 242	37 173	-6 026	-17.613	17 096	1.898	-14.918	11 048	-3.399	0 487	-0.032	0 001	398 6
18	244 713	-178 743	115 083	-52 712	0 644	26 014	-29 727	17 504	1 182	-14.369	14 082	-6 338	1 376	-0 145	0 007	0	330 09
19	162 691	-130 983	105 448	-79 231	47 915	-20 824	1.084	11 989	-18 054	16.456	-9 375	2 985	-0 483	0 039	-0.001	0	251 53
20	77 667	-66 26	60 092	-55.156	46 379	-37.173	29.773	-23.235	16 872	-10.29	4 45	-1.122	0.144	-0 009	0	0	145 94



CORRELATION COEFFICIENT

Pla

Model	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10	n=11	n=12	n=13	n=14	n=15	n=16	n=17	n=18	n=19	n=20	n=21	n=22
1	1	0.0012724	0.0002661	9.805E-05	4.788E-05	2.719E-05	1.71E-05	1.168E-05	8.44E-06	6.44E-06	6.1E-06	4.21E-06	3.58E-06	3.1E-06	2.67E-06	2.28E-06	1.9E-06	1.55E-06	1.24E-06	9.5E-07	6.92E-07	4.65E-07
2	0.00127245	1	0.008754	0.0023318	0.001016	0.0005517	0.0003387	0.0002281	0.0001632	0.000124	9.78E-05	8.04E-05	6.81E-05	5.89E-05	5.06E-05	4.31E-05	3.58E-05	2.98E-05	2.33E-05	1.78E-05	1.3E-05	8.73E-06
3	0.000266143	0.008754	1	0.0216239	0.0081851	0.0028972	0.0016595	0.0010782	0.0007527	0.000582	0.000439	0.000359	0.000302	0.00026	0.000223	0.000189	0.000157	0.000128	0.000101	7.75E-05	5.82E-05	3.76E-05
4	9.90509E-05	0.0023318	0.0081851	1	0.0401464	0.0117749	0.0066659	0.0037762	0.0022532	0.001634	0.001251	0.00101	0.000843	0.000721	0.000614	0.000518	0.000427	0.000346	0.000273	0.000207	0.000148	9.86E-05
5	4.78589E-05	0.001016	0.0005517	0.0401464	1	0.0651511	0.0192612	0.0093261	0.0057738	0.003987	0.002935	0.002317	0.001904	0.001609	0.001355	0.001132	0.000925	0.000742	0.000581	0.000438	0.000314	0.000208
6	2.719E-05	0.0005517	0.0028972	0.0117749	0.0651511	1	0.0941831	0.0290232	0.0144716	0.009004	0.006279	0.00478	0.00383	0.003179	0.002634	0.002168	0.001748	0.001385	0.001072	0.0008	0.000568	0.000372
7	1.71024E-05	0.0003387	0.0016595	0.0056659	0.0192612	0.0941831	1	0.1336417	0.0416547	0.021301	0.013373	0.009579	0.007378	0.00595	0.004812	0.003879	0.003064	0.002387	0.001818	0.001338	0.000937	0.000608
8	1.16819E-05	0.0002281	0.0001632	0.000124	0.000582	0.000439	0.000359	0.000302	0.00026	0.000223	0.000189	0.000157	0.000128	0.000101	0.000084	0.000064	0.000051	0.000034	0.000027	0.000020	0.000014	0.000008
9	8.44E-06	0.0001632	0.000124	0.000582	0.000439	0.000359	0.000302	0.00026	0.000223	0.000189	0.000157	0.000128	0.000101	0.000084	0.000064	0.000051	0.000034	0.000027	0.000020	0.000014	0.000008	0.000004
10	6.44E-06	0.000124	0.000582	0.000439	0.000359	0.000302	0.00026	0.000223	0.000189	0.000157	0.000128	0.000101	0.000084	0.000064	0.000051	0.000034	0.000027	0.000020	0.000014	0.000008	0.000004	0.000002
11	4.21E-06	8.04E-05	6.81E-05	5.89E-05	5.06E-05	4.31E-05	3.58E-05	2.98E-05	2.33E-05	1.78E-05	1.3E-05	8.73E-06	5.82E-06	3.76E-06	2.42E-06	1.55E-06	9.5E-07	6.92E-07	4.65E-07	3.1E-07	2.0E-07	1.3E-07
12	3.58E-06	6.81E-05	5.89E-05	5.06E-05	4.31E-05	3.58E-05	2.98E-05	2.33E-05	1.78E-05	1.3E-05	8.73E-06	5.82E-06	3.76E-06	2.42E-06	1.55E-06	9.5E-07	6.92E-07	4.65E-07	3.1E-07	2.0E-07	1.3E-07	8.7E-08
13	3.1E-06	5.89E-05	5.06E-05	4.31E-05	3.58E-05	2.98E-05	2.33E-05	1.78E-05	1.3E-05	8.73E-06	5.82E-06	3.76E-06	2.42E-06	1.55E-06	9.5E-07	6.92E-07	4.65E-07	3.1E-07	2.0E-07	1.3E-07	8.7E-08	5.8E-08
14	2.67E-06	5.06E-05	4.31E-05	3.58E-05	2.98E-05	2.33E-05	1.78E-05	1.3E-05	8.73E-06	5.82E-06	3.76E-06	2.42E-06	1.55E-06	9.5E-07	6.92E-07	4.65E-07	3.1E-07	2.0E-07	1.3E-07	8.7E-08	5.8E-08	4.0E-08
15	2.28E-06	4.31E-05	3.58E-05	2.98E-05	2.33E-05	1.78E-05	1.3E-05	8.73E-06	5.82E-06	3.76E-06	2.42E-06	1.55E-06	9.5E-07	6.92E-07	4.65E-07	3.1E-07	2.0E-07	1.3E-07	8.7E-08	5.8E-08	4.0E-08	2.8E-08
16	1.9E-06	3.58E-05	2.98E-05	2.33E-05	1.78E-05	1.3E-05	8.73E-06	5.82E-06	3.76E-06	2.42E-06	1.55E-06	9.5E-07	6.92E-07	4.65E-07	3.1E-07	2.0E-07	1.3E-07	8.7E-08	5.8E-08	4.0E-08	2.8E-08	1.9E-08
17	1.55E-06	2.98E-05	2.33E-05	1.78E-05	1.3E-05	8.73E-06	5.82E-06	3.76E-06	2.42E-06	1.55E-06	9.5E-07	6.92E-07	4.65E-07	3.1E-07	2.0E-07	1.3E-07	8.7E-08	5.8E-08	4.0E-08	2.8E-08	1.9E-08	1.3E-08
18	1.24E-06	2.33E-05	1.78E-05	1.3E-05	8.73E-06	5.82E-06	3.76E-06	2.42E-06	1.55E-06	9.5E-07	6.92E-07	4.65E-07	3.1E-07	2.0E-07	1.3E-07	8.7E-08	5.8E-08	4.0E-08	2.8E-08	1.9E-08	1.3E-08	9.0E-09
19	9.5E-07	1.78E-05	1.3E-05	8.73E-06	5.82E-06	3.76E-06	2.42E-06	1.55E-06	9.5E-07	6.92E-07	4.65E-07	3.1E-07	2.0E-07	1.3E-07	8.7E-08	5.8E-08	4.0E-08	2.8E-08	1.9E-08	1.3E-08	9.0E-09	6.2E-09
20	7.75E-05	5.82E-05	3.76E-05	2.42E-05	1.55E-05	9.5E-06	6.92E-06	4.65E-06	3.1E-06	2.0E-06	1.3E-06	8.7E-07	5.82E-07	3.76E-07	2.42E-07	1.55E-07	9.5E-08	6.92E-08	4.65E-08	3.1E-08	2.0E-08	1.3E-08
21	5.82E-07	3.76E-05	2.42E-05	1.55E-05	9.5E-06	6.92E-06	4.65E-06	3.1E-06	2.0E-06	1.3E-06	8.7E-07	5.82E-07	3.76E-07	2.42E-07	1.55E-07	9.5E-08	6.92E-08	4.65E-08	3.1E-08	2.0E-08	1.3E-08	9.0E-09
22	4.65E-07	3.76E-05	2.42E-05	1.55E-05	9.5E-06	6.92E-06	4.65E-06	3.1E-06	2.0E-06	1.3E-06	8.7E-07	5.82E-07	3.76E-07	2.42E-07	1.55E-07	9.5E-08	6.92E-08	4.65E-08	3.1E-08	2.0E-08	1.3E-08	9.0E-09

CORTANTES

row	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	CORTANTES
1	1196 226	459 743	261 367	202 624	156 464	126 529	96 599	75 77	60 668	47 695	39 077	30 989	25 259	24 6	23 961	26 972	28 673	30 77	33 78	37 778	43 313	51 907	1 370 86
2	1196 038	459 245	260 583	201 528	155 098	124 924	96 898	74 089	59 028	46 307	37 573	29 615	24 027	23 281	22 542	25 103	26 543	28 157	30 425	33 326	37 012	41 968	1 365 92
3	1195 185	456 955	276 904	196 511	148 872	117 636	89 207	66 508	51 524	39 249	30 879	23 617	18 595	17 483	16 334	17 405	17 339	16 988	16 311	14 798	11 396	3 619	1 355 50
4	1193 114	451 371	267 971	184 427	134 016	100 443	71 306	49 127	34 569	23 596	16 292	10 765	7 145	5 482	3 703	2 101	-0 417	-3 785	-8 498	-15 304	-25 226	-36 304	1 336 36
5	1189 245	440 983	251 533	162 546	107 687	70 762	41 355	21 056	8 332	0 319	-4 444	-8 701	-7 719	-9 43	-11 077	-14 559	-17 869	-21 388	-25 079	-27 735	-25 873	-9 198	1 316 88
6	1182 968	424 363	225 751	129 214	69 129	29 411	2 135	-13 091	-20 918	-23 098	-22 955	-20 358	-17 691	-17 748	-17 327	-18 757	-18 06	-16 378	-9 454	2 308	22 418	43 575	1 292 16
7	1173 74	400 275	195 514	84 534	20 788	-17 984	-37 682	-42 53	-40 832	-34 188	-27 143	-19 591	-13 698	-10 642	-6 947	-2 942	3 484	11 794	21 304	27 948	17 855	-37 509	1 265 20
8	1160 997	367 734	142 752	30 951	-31 062	-80 948	-84 872	-63 618	-38 894	-23 336	-11 015	-2 177	3 265	7 557	11 431	16 638	20 002	19 6	11 16	-10 398	-37 2	19 608	1 236 36
9	1144 19	326 141	86 743	-26 434	-78 789	-96 387	-66 713	-37 729	-12 659	4 942	14 728	17 395	16 628	16 57	14 483	11 389	8 225	-10 325	-23 97	-20 98	-30 415	-7 519	1 205 23
10	1122 799	275 364	24 312	-80 107	-105 134	-83 43	-38 747	-0 135	22 602	28 996	25 772	17 257	8 964	2 554	-4 706	-13 282	-19 791	-17 428	2 26	32 486	-16 649	2 263	1 171 43
11	1096 355	215 857	-40 147	-121 109	-106 668	-46 588	8 716	37 546	39 693	25 138	7 654	-4 901	-11 454	-15 459	-15 739	-12 431	0 51	18 863	21 974	-25 732	6 963	-0 582	1 135 03
12	1064 4	148 733	-100 98	-140 791	-77 937	4 688	51 297	48 151	21 263	-5 656	-19 889	-20 098	-13 732	-8 539	3 514	15 02	19 58	3 268	-28 827	14 521	-2 362	0 127	1 096 28
13	1026 574	75 823	-151 288	-133 149	-24 828	56 835	82 206	20 477	-18 142	-26 768	-20 205	-8 827	7 983	14 94	15 314	7 058	-13 451	-22 085	22 348	-8 483	0 694	-0 024	1 055 19
14	982 537	-0 313	-184 771	-87 257	36 77	80 756	31 127	-24 964	-37 991	-15 441	9 94	19 396	14 46	5 051	-8 399	-19 096	-7 353	25 982	-12 902	2 412	-0 175	0 004	1 011 43
15	932 051	-76 433	-195 811	-38 962	84 718	61 137	-22 763	-48 891	-13 35	20 534	23 815	6 516	-9 006	-16 352	-10 968	8 195	21 967	-19 721	6 02	-0 77	0 039	-0 001	984 78
16	874 953	-148 741	-181 145	29 032	98 673	5 892	-58 624	-20 958	28 176	25 395	-4 439	-19 051	-12 302	2 532	16 307	10 699	-23 697	11 533	-2 378	0 216	-0 008	0	915 12
17	811 185	-213 072	-140 935	89 263	70 1	-53 041	-44 609	27 923	31 402	-11 077	-24 258	-3 510	13 986	14 715	-4 083	-21 558	17 526	-5 54	0 815	-0 054	0 001	0	862 25
18	740 814	-265 186	-78 498	123 962	9 211	-76 463	10	44 086	-11 028	-28 265	5 228	20 133	4 28	-14 796	-11 707	21 105	-9 984	2 22	-0 241	0 012	0	0	805 80
19	663 902	-300 822	-5 01	120 229	-66 281	-44 398	54 746	4 261	-36 079	7 88	23 198	-8 578	-17 373	1 045	20 34	-15 728	4 946	-0 605	0 066	-0 002	0	0	744 70
20	590 851	-316 901	70 305	77 505	-82 356	21 367	43 008	-41 225	-1 855	28 471	-12 289	-16 079	11 657	13 482	-19 71	9 41	-2 117	0 26	-0 016	0	0	0	678 71
21	492 104	-311 132	132 871	8 127	-77 24	69 933	-15 785	-28 634	36 663	-10 532	-17 745	19 032	4 624	-19 979	14 33	-4 771	0 801	-0 076	0 004	0	0	0	606 63
22	398 272	-262 701	199 979	-84 204	-18 882	59 023	-56 332	26 575	7 114	-26 244	22 613	-1 647	-17 522	16 39	-9 539	2 109	-0 272	0 02	-0 001	0	0	0	527 06
23	300 084	-232 559	172 748	-111 938	53 886	-4 815	-28 219	40 079	-35 298	19 239	1 411	-17 235	20 72	-12 964	4 349	-0 829	0 084	-0 005	0	0	0	0	436 82
24	198 461	-163 631	138 811	-114 566	89 669	-64 112	36 069	-12 572	-5 413	17 539	-23 832	23 207	-16 145	7 377	-1 917	0 291	-0 024	0 001	0	0	0	0	331 82
25	94 43	-80 807	73 859	-68 95	64 215	-59 622	51 734	-43 401	36 121	-26 393	22 68	-15 687	8 53	-3 216	0 696	-0 068	0 006	0	0	0	0	0	183 49

EDIFICIO 10 NIVELES  
EDIFICIO # 5 , H/B=2.5

NATURAL FREQUENCY RATIOS					CORRELATION COEFFICIENT			
	Bin					Piv		
Modos	n=1	n=2	n=3	Wi (rad/seg)	Modos	n=1	n=2	n=3
1	1	0.14648099	0.05856939	12.77397	1	1	0.00133979	0.00030196
2	6.82682439	1	0.39984296	87.20565	2	0.00133979	1	0.00991883
3	17.0737641	2.50098187	1	218.09975	3	0.00030196	0.00991883	1

CORTANTES

nivel	1	2	3	CORTANTES
1	111.352	25.328	11.445	114.83
2	111.081	24.907	10.969	114.43
3	109.856	23.027	8.886	112.65
4	107.069	18.911	4.645	108.86
5	101.746	11.736	-1.475	102.44
6	93.199	2.023	-6.797	93.47
7	80.935	-8.241	-7.491	81.69
8	64.756	-15.783	-1.997	66.67
9	44.875	-17.167	5.445	48.32
10	22.018	-10.776	6.72	25.38

NATURAL FREQUENCY RATIOS *Bin*

Modos	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	Wi (rad/seg)
1	†	0.14463177	0.05594425	0.03016003	0.01933681	0.01385132	2.96823
2	6.91411043	†	0.3868047	0.20852981	0.13369682	0.09576953	20.52267
3	17.8749389	2.58528398	†	0.53910878	0.34564424	0.24759143	53.05693
4	33.1564602	4.79547739	1.8549132	†	0.64114006	0.45926062	98.416
5	51.7148469	7.47960962	2.89314817	1.55972159	†	0.7163187	153.50156
6	72.1953049	10.4417344	4.03891198	2.17741292	1.39602666	†	214.29227



CORRELATION COEFFICIENT Piv

Modos	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6
1	1	0.00131098	0.00028103	0.00010808	5.4848E-05	3.3063E-05
2	0.00131098	1	0.00913292	0.00250734	0.0011471	0.00066082
3	0.00028103	0.00913292	1	0.02361532	0.0069972	0.00347343
4	0.00010808	0.00250734	0.02361532	1	0.04627679	0.01436288
5	5.4848E-05	0.0011471	0.0069972	0.04627679	1	0.08061163
6	3.3063E-05	0.00066082	0.00347343	0.01436288	0.08061163	1

CORTANTES

nivel	1	2	3	4	5	6	CORTANTES
1	230.937	84.871	37.716	21.624	13.962	9.56	250.89
2	230.772	84.452	37.234	21.113	13.447	9.068	250.42
3	230.027	82.565	35.08	18.841	11.183	6.929	248.36
4	228.21	78.018	30.004	13.658	6.225	2.46	243.79
5	224.819	69.749	21.227	5.351	-0.955	-3.235	236.59
6	219.361	57.05	8.964	-4.586	-7.681	-6.784	227.22
7	211.378	39.808	-5.144	-12.772	-9.832	-4.692	215.9
8	200.458	18.742	-17.975	-15.075	-4.92	2.105	202.81
9	186.268	-4.438	-25.563	-9.222	4.144	6.423	188.46
10	168.574	-27.041	-24.558	2.381	9.178	2.021	172.75
11	147.281	-45.651	-14.177	12.298	4.074	-5.497	155.42
12	122.452	-56.688	2.284	12.432	-6.085	-3.493	135.61
13	94.355	-57.258	17.654	1.56	-7.841	5.245	112.01
14	63.474	-46.149	23.715	-10.839	2.366	2.811	82.55
15	30.536	-24.701	16.04	-11.593	8.608	-6.199	44.9

NATURAL FREQUENCY RATIOS

$\beta_{in}$

Modos	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10	n=11	W <sub>i</sub> (rad/seg)
1	1	0.1441585	0.0552044	0.0293042	0.0183917	0.0128077	0.0095893	0.0075851	0.0062743	0.0053852	0.0047268	1.0982
2	6.93680971	1	0.3829424	0.203278	0.1275801	0.0888448	0.0665193	0.0526164	0.0435233	0.037356	0.0327892	7.6184
3	18.1144983	2.6113587	1	0.5308317	0.3331573	0.2320055	0.1737057	0.1374003	0.113655	0.09755	0.0856245	19.8946
4	34.1247507	4.9193725	1.8638364	1	0.6276138	0.4370604	0.3272331	0.2588396	0.2141073	0.1837682	0.1613025	37.4781
5	54.3722127	7.838216	3.0015854	1.5933366	1	0.6963844	0.5213925	0.4124186	0.341145	0.2928047	0.2570091	59.7153
6	78.077877	11.255589	4.3102423	2.2880131	1.4359886	1	0.7487137	0.5922285	0.4898804	0.4204642	0.3690622	85.7505
7	104.28269	15.033235	5.7568633	3.0559253	1.9179409	1.335624	1	0.7909946	0.654296	0.561582	0.4929283	114.5305
8	131.837426	19.005484	7.278006	3.863396	2.4247206	1.6885375	1.2642312	1	0.8271814	0.7099695	0.6231754	144.7930
9	159.381509	22.976197	8.7985605	4.6705545	2.9313045	2.0413146	1.5283602	1.2089246	1	0.8582996	0.753372	175.0439
10	185.694492	26.769437	10.251153	5.4416366	3.4152462	2.378324	1.7806838	1.4085112	1.1650943	1	0.8777495	203.9426
11	211.557504	30.49781	11.678905	6.1995326	3.8909122	2.7095704	2.0285924	1.6046847	1.3273654	1.1392772	1	232.3472

CORRELATION COEFFICIENT      Pin

Modos	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10	n=11
1	1	0.0013037	0.0002752	0.0001034	5.083E-05	2.937E-05	1.896E-05	1.331E-05	1E-05	7.946E-06	6.53E-06
2	0.00130366	1	0.008911	0.0023922	0.0010602	0.0005853	0.0003689	0.0002553	0.0001901	0.0001502	0.0001229
3	0.00027524	0.008911	1	0.0224146	0.0064392	0.0030637	0.0018023	0.0012014	0.0008746	0.0006809	0.0005515
4	0.00010341	0.0023922	0.0224146	1	0.0421508	0.0125168	0.0061874	0.0037909	0.0026332	0.0019923	0.0015825
5	5.0827E-05	0.0010602	0.0064392	0.0421508	1	0.0691039	0.0211253	0.0107345	0.0067918	0.0048725	0.0037379
6	2.9366E-05	0.0005853	0.0030637	0.0125168	0.0691039	1	0.104902	0.0332449	0.0173608	0.0112883	0.0081522
7	1.8962E-05	0.0003689	0.0018023	0.0061874	0.0211253	0.104902	1	0.1522662	0.0507599	0.0272459	0.0176922
8	1.3313E-05	0.0002553	0.0012014	0.0037909	0.0107345	0.0332449	0.1522662	1	0.215919	0.076705	0.0408929
9	1.0002E-05	0.0001901	0.0008746	0.0026332	0.0067918	0.0173608	0.0507599	0.215919	1	0.2985837	0.1091124
10	7.9463E-06	0.0001502	0.0006809	0.0019923	0.0048725	0.0112883	0.0272459	0.076705	0.2985837	1	0.3692194
11	6.5303E-06	0.0001229	0.0005515	0.0015825	0.0037379	0.0081522	0.0176922	0.0408929	0.1091124	0.3692194	1

CORTANTES

nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	CORTANTES
1	392.14	152.737	90.211	52.332	34.501	24.455	18.1	13.712	10.451	8.132	7.195	438.27
2	391.991	152.339	89.598	51.662	33.798	23.739	17.392	13.034	9.827	7.568	6.625	437.53
3	391.431	150.826	87.271	49.131	31.153	21.065	14.768	10.541	7.548	5.516	4.574	434.87
4	390.103	147.268	81.855	43.323	25.199	15.178	9.136	5.333	2.918	1.464	0.632	429.31
5	387.653	140.758	72.155	33.244	15.286	5.866	0.75	-1.907	-3.055	-3.373	-3.696	421.04
6	383.712	130.5	57.435	18.808	2.182	-5.204	-7.935	-8.181	-7.158	-5.805	-5.021	410.67
7	377.926	115.892	37.719	1.29	-11.493	-14.322	-12.646	-9.275	-5.782	-3.059	-1.244	398.33
8	369.958	96.639	14.054	-16.483	-21.555	-16.978	-9.735	-3.301	0.921	2.969	4.054	384.44
9	359.485	72.847	-11.336	-30.447	-23.682	-10.658	0.05	5.619	6.63	5.264	3.545	369.57
10	346.215	45.123	-35.128	-36.328	-15.792	2.136	9.795	8.777	4.119	-0.046	-2.799	353.8
11	329.893	14.643	-53.316	-31.293	-0.34	13.461	10.545	1.745	-4.173	-5.281	-3.928	336.62
12	310.324	-16.838	-61.986	-15.733	15.294	14.428	0.458	-7.554	-5.91	-0.852	3.132	318.2
13	287.362	-47.043	-58.389	5.962	21.842	3.087	-10.151	-5.972	2.644	5.306	2.953	298.16
14	260.947	-73.326	-42.078	24.783	14.116	-11.151	-8.036	5.074	6.133	-0.379	-4.736	276.17
15	231.102	-92.924	-15.75	32.759	-3.697	-13.947	5.092	7.329	-3.225	-5.139	0.742	252.18
16	197.956	-103.309	14.656	24.758	-18.637	-1.179	10.63	-4.226	-5.236	3.741	3.976	226.04
17	161.744	-102.603	40.953	3.681	-17.894	13.014	-0.988	-7.158	5.668	1.87	-5.808	197.01
18	122.833	-90.018	54.868	-19.492	-0.913	10.248	-10.887	5.66	1.495	-5.796	4.916	163.34
19	81.719	-66.227	50.947	-30.728	16.959	-6.878	-0.411	5.087	-6.954	5.853	-3.024	121.78
20	39.031	-33.598	29.272	-21.792	17.092	-13.673	10.889	-8.388	5.919	-3.407	1.343	67.28

NATURAL FREQUENCY RATIOS

Sin

Modos	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10	n=11	n=12	n=13	n=14	n=15	n=16	Wi (rad/sec)
1	1	0.14397123	0.0548659	0.0289174	0.0179771	0.0123673	0.0091191	0.0070779	0.0057188	0.00478	0.004104	0.003616	0.003247	0.002935	0.00264	0.002355	0.51765
2	6.9458321	1	0.381089	0.2008551	0.1248662	0.0859009	0.0633395	0.049162	0.0397203	0.03317	0.028504	0.025116	0.022558	0.020383	0.018337	0.016356	3.59551
3	18.226273	2.6240589	1	0.5270557	0.3276563	0.2254091	0.1662066	0.129004	0.1042283	0.08704	0.074796	0.065907	0.059188	0.053487	0.048116	0.042919	9.43483
4	34.5813	4.97871234	1.8973325	1	0.6216729	0.4276761	0.3153492	0.2447635	0.1977558	0.16515	0.141913	0.125047	0.112299	0.101483	0.091293	0.081431	17.90101
5	55.626195	8.0085718	3.0519787	1.8085629	1	0.6879438	0.507259	0.3937174	0.3181026	0.26568	0.228275	0.201147	0.18064	0.163242	0.14685	0.130987	28.7949
6	80.85963	11.6413165	4.4363778	2.3382183	1.4536071	1	0.7373552	0.5723104	0.4623962	0.38616	0.331823	0.292388	0.262578	0.23729	0.213462	0.190403	41.85647
7	109.66035	15.7878355	6.0166087	3.1710881	1.9713797	1.3561985	1	0.7761665	0.627101	0.52371	0.450017	0.396536	0.356109	0.321812	0.289497	0.258224	56.76568
8	141.28457	20.3409141	7.7516988	4.0855773	2.5398928	1.7473036	1.2883834	1	0.8079465	0.67475	0.579795	0.510891	0.458805	0.414617	0.372983	0.332692	73.13596
9	174.86873	25.1760688	9.5943223	5.0567426	3.14384	2.1626477	1.5946396	1	0.8079465	0.67475	0.579795	0.510891	0.458805	0.414617	0.372983	0.332692	90.5208
10	209.38941	30.1480516	11.488328	6.0549896	3.7642232	2.5895741	1.9094359	1.4820402	1.1974091	0.83514	0.717616	0.632332	0.567866	0.513174	0.461643	0.411775	108.39043
11	243.68025	35.0828451	13.369725	7.0465901	4.3806744	3.0136579	2.2221363	1.7247477	1.3935038	1.16377	1	0.881157	0.791323	0.71511	0.643302	0.57381	126.14108
12	276.54568	39.8146216	15.172915	7.969717	4.9715009	3.4201133	2.5218384	1.9573664	1.5814472	1.32072	1.134871	1	0.88805	0.811557	0.730065	0.6512	143.15387
13	307.94017	44.3343256	16.8954	8.9048177	5.5358841	3.8083773	2.8081288	2.1795739	1.760979	1.47068	1.263706	1.113524	1	0.903688	0.812944	0.725127	159.40523
14	340.75928	49.0595298	18.696048	9.8538591	6.1258775	4.2142596	3.1074063	2.4118648	1.9486574	1.62739	1.398387	1.232189	1.106576	1	0.898585	0.802408	176.39403
15	378.79621	54.5357571	20.782978	10.953788	6.8096732	4.6846726	3.4542678	2.6810868	2.1661748	1.80905	1.554481	1.369742	1.230097	1.111624	1	0.891978	196.08386
16	424.67083	61.1403528	23.299916	12.280355	7.6343641	5.2520136	3.8725996	3.005782	2.4285108	2.02814	1.742737	1.535626	1.379069	1.246248	1.121106	1	219.83075

CORRELATION COEFFICIENT

Pin

Modos	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10	n=11	n=12	n=13	n=14	n=15	n=16
1	1	0.0013008	0.0002726	0.0001013	4.91E-05	2.785E-05	1.758E-05	1.198E-05	8.698E-06	6.63E-06	5.28E-06	4.36E-06	3.71E-06	3.19E-06	2.72E-06	2.29E-06
2	0.001300766	1	0.0088063	0.0023402	0.0010227	0.0005544	0.0003415	0.0002297	0.0001651	0.000125	9.91E-05	8.17E-05	6.93E-05	5.94E-05	5.06E-05	4.25E-05
3	0.000272604	0.0088063	1	0.021889	0.0062052	0.0029002	0.0016675	0.0010801	0.0007586	0.000566	0.000444	0.000364	0.000307	0.000262	0.000222	0.000186
4	0.000101331	0.0023402	0.021889	1	0.0404772	0.0118074	0.0057059	0.0033965	0.0022746	0.001649	0.001269	0.001025	0.000857	0.000726	0.000612	0.000509
5	4.9063E-05	0.0010227	0.0062052	0.0404772	1	0.064847	0.0193406	0.0095423	0.0058148	0.003993	0.002971	0.002346	0.001932	0.001616	0.001346	0.001108
6	2.7852E-05	0.0005544	0.0029002	0.0118074	0.064847	1	0.0954584	0.0291946	0.0146443	0.009096	0.006382	0.004858	0.003901	0.003188	0.002616	0.002123
7	1.75764E-05	0.0003415	0.0016675	0.0057059	0.0193406	0.0954584	1	0.133069	0.0420032	0.021435	0.013564	0.009714	0.007495	0.005964	0.004758	0.003773
8	1.1994E-05	0.0002297	0.0010801	0.0033965	0.0095423	0.0291946	0.133069	1	0.1786706	0.058816	0.030647	0.019783	0.014322	0.010883	0.008361	0.006419
9	8.69844E-06	0.0001651	0.0007586	0.0022746	0.0058148	0.0146443	0.0420032	0.1786706	1	0.234092	0.08144	0.043539	0.028369	0.020067	0.014576	0.010691
10	6.63233E-06	0.000125	0.000566	0.001649	0.003993	0.009096	0.021435	0.058816	0.2340917	1	0.301748	0.112694	0.061116	0.038554	0.025755	0.017707
11	5.27928E-06	9.912E-05	0.000444	0.001269	0.002971	0.006382	0.013564	0.030647	0.0814397	0.301748	1	0.363428	0.15273	0.079849	0.04698	0.029479
12	4.36458E-06	8.169E-05	0.000364	0.001025	0.002346	0.004858	0.0306469	0.0383428	0.0435385	0.112694	0.363428	1	0.462857	0.185016	0.089954	0.04968
13	3.71307E-06	6.933E-05	0.000307	0.0008575	0.001932	0.0039007	0.007495	0.0143225	0.0283689	0.061116	0.15273	0.462857	1	0.492841	0.187527	0.08845
14	3.18879E-06	5.943E-05	0.000262	0.0007262	0.0016158	0.0031988	0.005964	0.0108832	0.0200672	0.038554	0.079849	0.185016	0.492841	1	0.470844	0.169456
15	2.71995E-06	5.06E-05	0.000222	0.0006115	0.0013456	0.0026185	0.0047584	0.0083606	0.0145762	0.025755	0.04698	0.089954	0.187527	0.470844	1	0.432526
16	2.2907E-06	4.253E-05	0.0001861	0.0005088	0.0011082	0.0021235	0.003773	0.0064192	0.0106913	0.017707	0.029479	0.04968	0.08845	0.169456	0.432526	1

CORTANTES

nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	CORTANTES
1	594.089	231.337	142.381	101.528	67.065	47.838	35.852	27.75	21.931	17.517	14.007	11.235	9.602	9.366	9.703	10.196	673.17
2	593.998	231.09	141.983	100.988	66.493	47.246	35.25	27.149	21.344	16.955	13.484	10.759	9.149	8.876	9.139	9.532	672.46
3	593.584	229.978	140.189	98.567	63.927	44.593	32.563	24.48	18.743	14.478	11.189	8.678	7.177	6.756	6.709	6.686	669.40
4	592.583	227.275	135.85	92.748	57.816	38.346	26.316	18.363	12.876	8.98	6.176	4.205	3.001	2.341	1.746	1.009	662.97
5	590.708	222.245	127.864	82.207	46.97	27.534	15.821	6.426	3.693	0.713	-1.052	-1.98	-2.535	-3.248	-4.191	-5.298	653.59
6	587.674	214.201	115.323	66.108	31.016	12.369	1.934	-3.838	-6.752	-7.846	-7.78	-7.095	-6.545	-6.874	-7.025	-7.207	642.77
7	583.211	202.519	97.648	44.427	10.849	-5.238	-12.471	-14.777	-14.313	-12.392	-9.877	-7.418	-5.633	-4.545	-3.359	-1.641	628.74
8	577.034	186.713	74.749	18.236	-11.09	-21.602	-22.862	-19.59	-14.529	-9.323	-4.911	-1.721	0.37	2.129	4.04	5.971	613.81
9	568.876	166.452	47.174	-10.12	-30.91	-31.989	-24.647	-14.9	-6.022	0.447	4.164	5.61	5.982	6.313	6.186	4.878	598.08
10	558.476	141.639	16.213	-37.098	-43.96	-32.158	-15.788	-1.921	6.631	9.849	9.243	8.832	4.34	2.026	-0.895	-4.372	581.32
11	545.592	112.448	-16.063	-58.368	-46.13	-20.777	0.773	12.266	14.125	10.075	4.301	-0.353	-3.248	-5.333	-6.468	-5.361	563.74
12	530	79.378	-46.884	-69.607	-35.549	-1.048	16.913	17.841	9.345	-0.182	-5.849	-7.052	-5.866	-3.862	0.134	4.963	544.85
13	511.493	43.276	-73.008	-67.618	-14.098	19.147	22.859	9.561	-4.417	-10.23	-8.165	-3.032	1.445	4.868	6.457	3.702	524.63
14	489.889	5.36	-91.103	-51.518	12.084	30	13.679	-6.87	-13.519	-7.353	1.525	6.048	6.071	3.388	-1.978	-7.045	502.85
15	465.081	-32.8	-98.271	-23.692	33.844	24.89	-5.372	-16.914	-7.064	5.656	8.769	4.121	-1.606	-6.689	-5.482	1.898	479.59
16	436.947	-69.334	-92.653	9.98	42.164	5.414	-20.218	-9.899	8.209	10.21	0.759	-5.941	-6.753	-0.928	5.838	5.089	454.97
17	405.44	-102.157	-74.02	40.992	32.408	-17.437	-17.976	7.894	12.419	-1.712	-8.677	-3.341	3.753	6.27	0.114	-8.374	428.86
18	370.576	-129.1	-44.207	60.257	7.713	-28.603	0.801	16.445	-1.368	-10.864	-0.591	8.816	3.681	-4.238	-5.968	7.633	400.90
19	332.418	-148.078	-7.238	61.016	-20.793	-19.229	18.593	4.361	-13.03	0.216	8.774	0.187	-6.459	-1.92	8.027	-5.149	370.61
20	291.109	-157.289	30.983	41.756	-38.325	4.896	17.241	-13.569	-3.075	10.667	-2.145	-7.032	2.27	6.605	-8.825	2.814	337.59
21	246.857	-155.476	63.495	7.9	-34.308	25.019	-3.222	-12.12	12.316	-1.459	-7.78	5.407	3.933	-7.621	4.456	-1.302	301.59
22	199.955	-142.048	83.571	-28.891	-9.783	23.404	-19.889	7.729	4.584	-10.302	6.957	1.779	-7.418	6.059	-2.4	0.524	262.19
23	150.767	-117.375	86.287	-54.295	20.944	0.219	-11.697	15.131	-12.284	5.442	2.372	-7.456	7.267	-3.793	1.106	-0.187	217.58
24	99.766	-82.865	70.026	-67.044	37.614	-23.179	11.972	-3.262	-3.213	7.437	-9.187	8.189	-5.05	1.95	-0.442	0.059	163.09
25	47.492	-41.012	37.483	-34.827	27.591	-22.668	18.892	-15.776	13.026	-10.434	7.814	-5.057	2.471	-0.784	0.147	-0.016	90.95



