

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Programa Académico de Ingeniería Civil



ANALISIS DINAMICO
DE MODELOS ESTRUCTURALES
EMPLEANDO ENVOLVENTES SISMICAS
DE VELOCIDADES

TESIS DE GRADO

Para optar el Título de Ingeniero Civil

JOSE OSCAR RODRIGUEZ SALCEDO

PROMOCION 1972

LIMA . PERU 1973

I N D I C E

C A P I T U L O I

	Pág.
I.0 INTRODUCCION GENERAL	1
I.1 METODO DE LAS FUERZAS ESTATICAS EQUIVALENTES	3
I.2 DISEÑO POR ANALISIS ESPECTRAL	3
I.3 ANALISIS TIEMPO - HISTORIA	4

C A P I T U L O II

II.0 NUEVO METODO DE DISEÑO CON ENVOLVENTES SISMICAS DE VELOCIDADES	9
II.1 FUNDAMENTO TEORICO	10
II.1.1 Excitación por Impulso	10
II.1.2 Respuesta de una Vibración General: Integral de Superposición	11
II.1.3 Respuesta de una Estructura de Un Grado de Libertad a un Movimiento del Suelo debido a un Sismo	13
II.1.4 Respuesta de una Estructura de Varios Grados de Libertad al Movimiento del Suelo debido a un Sismo	16
II.2 ENVOLVENTES SISMICAS DE VELOCIDADES	29
II.3 RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL METODO	35

C A P I T U L O III

III.0 APLICACION A MODELOS ESTRUCTURALES	40
III.1 DESCRIPCION DE MODELOS	40
III.2 DIMENSIONAMIENTO Y METRADOS	43
III.3 METRADOS	44

C A P I T U L O IV

IV.0 PROGRAMAS DE COMPUTACION	51
IV.1 DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROGRAMAS	52
IV.1.1 Subrutina Matriz Multiplicación	53
IV.1.2 Subrutina Eigen Values y Eigen Vectors	54
IV.1.3 Programa Principal	58
IV.2 EXPLICACION DE DIAGRAMAS DE FLUJO	67

	Pág.
IV.2.1 Subprograma EIGEN	67
IV.2.2 Programa Principal	68
IV.3 LISTADO DE PROGRAMAS	71

C A P I T U L O V

V.0 RESULTADOS.....	79
---------------------	----

C A P I T U L O VI

VI.0 ANALISIS COMPARATIVO CON OTROS DISEÑOS	113
---	-----

C A P I T U L O VII

VII.0 CONCLUSIONES	129
--------------------------	-----

A P E N D I C E	132
-----------------------	-----

B I B L I O G R A F I A	138
-------------------------------	-----

A MIS PADRES

Debo expresar mi más sincero agradecimiento al Ingo. Roberto Morales - Morales por su asesoramiento, así - como también por haberme facilitado la bibliografía que hizo posible este trabajo; de igual forma mi agradecimiento al Centro de Cómputo de la UNI y a todos quienes fueron mis profesores.

C A P I T U L O I

I.O. INTRODUCCION GENERAL

El Perú está situado en el Círculo Circum-Pacífico, que es la zona de mayor frecuencia sísmica del mundo, por lo que está expuesto a continuos terremotos, que traen lamentables consecuencias por las pérdidas de vidas humanas y de bienes materiales.

Cabe destacar el sismo del 31 de mayo de 1970, donde las pérdidas fueron cuantiosas, se estima que en dicho sismo perdieron la vida unas 50,000 personas, hubieron 180,000 heridos y las pérdidas de bienes materiales se estima en la suma de 20 mil millones de soles.

Por lo expuesto: se hace imprescindible lograr un mejor conocimiento sobre el comportamiento dinámico de estructuras usuales. El estudio de este comportamiento es muy complejo, pues, depende de muchos factores, algunos de ellos imprescindibles; estos factores se agrupan en tres campos:

a).- Referentes a las propiedades de la estructura, fundamentalmente su período de vibración y su coeficiente de amortiguamiento.

b).- Referentes al sismo, fundamentalmente su magnitud y distancia epicentral.

c).- Referentes al suelo donde está ubicada la estructura.

Se han propuesto muchos métodos de diseño que en alguna forma tratan de tomar en cuenta la influencia de los factores enunciados; algunos de estos métodos son muy simples, otros quizá

muy complejos para un análisis práctico de estructuras usuales. Virtualmente en todo análisis sísmico práctico la estructura es analizada como un sistema elástico, aunque se reconoce que este límite puede ser excedido durante un movimiento sísmico violento.

Análisis usando hipótesis inelásticas o elasto-plásticas solo son hechos como estudios de investigación, pero estas técnicas no son de uso práctico para los ingenieros quienes están limitados por el tiempo, computación y honorarios.

Actualmente no se puede obtener predicciones precisas del comportamiento de edificios durante sismos, esto es porque las técnicas tienen fuentes de inexactitud e incertidumbre: tales como inexactitud en cargas o datos de entrada, inexactitud al asumir las propiedades de la estructura, inexactitud en el análisis o en la interpretación de resultados.

En la actualidad no se disponen de suficientes datos que permitan hacer confiable un diseño en 100 %; las observaciones de daños indican que la intensidad y frecuencia de las vibraciones sísmicas son grandemente influenciadas por las condiciones locales de cimentación y que suelos blandos y profundos pueden amplificar fuertemente la respuesta.

Al asumir las propiedades de la estructura es usual ignorar la participación de los elementos no estructurales, por eso los valores calculados a menudo subestiman la rigidez y resulta que los períodos de vibración son más grandes que los verdaderos. Los verdaderos valores del factor de amortiguamiento tampoco son constantes pues varían con la amplitud y pueden cambiar durante la vida del edificio y durante el progreso de un mismo sismo.

Las técnicas para el análisis de respuesta de estructuras a movimientos sísmicos, en general, tienen sus limitaciones inherentes, las cuales adicionan incertidumbres; a continuación se describen superficialmente los procedimientos más usados en el análisis sísmico.

I.1. Método de las Fuerzas Estáticas Equivalentes.

Incluido en la mayoría de los códigos de diseño antisísmico, probablemente las recomendaciones de la Asociación de Ingenieros Estructurales de California (SEOAC) son las mejores y más usadas en los códigos. El método constituye el producto de observaciones y experiencias de muchos años, pero no es el más representativo del comportamiento sísmico de estructuras. Consiste en tomar como fuerza lateral aplicada en la base, un porcentaje del peso total y luego distribuirla a lo alto del edificio en forma proporcional a la altura y peso de los pisos.

El uso del método de fuerzas estáticas equivalentes constituye un análisis espectral, para el primer modo de vibración, asumiendo desplazamiento lineal.

I.2. Diseño por Análisis Espectral.

Los espectros son el ploteo de las máximas respuestas de un sistema de un solo grado de libertad sometido a la acción de un sismo dado, considerando su período de vibración y su coeficiente de amortiguamiento.

El procedimiento usual para análisis espectral incluye los

siguientes pasos:

- 1).- Selección del espectro de diseño.
- 2).- Determinación de los períodos de vibración y formas de modo que van a ser incluidos en el diseño.
- 3).- Lectura de la respuesta en el espectro para el período de cada modo considerado.
- 4).- Cálculo de la participación de cada modo de vibración.
- 5).- Combinación de efectos para obtener la máxima respuesta (desplazamiento, velocidad o aceleración).
- 6).- Transformación de la máxima respuesta en momentos y cortes.

El análisis espectral todavía tiene fuentes de incertidumbre tales como:

- A).- El dato de entrada de espectros es asumido.
- B).- No existe manera de considerar el efecto de duración del mismo.
- C).- Existe incertidumbre al considerar la combinación de efectos.
- D).- Pequeñas inexactitudes en la estimación de la rigidez y amortiguamiento de la estructura tiene considerable efecto sobre las fuerzas, y no existe manera manual de incluir el cambio de no-linealidad.

I.3. Análisis Tiempo-Historia.

Es un análisis que requiere más capacidad de computación y conocimientos que los procedimientos usuales. Generalmente in-

cluye los siguientes pasos:

- 1).- Se selecciona un record sísmico como el representativo de un sismo esperado.
- 2).- El record es digitizado en una serie de pequeños intervalos de tiempo, usualmente en 1/25, 1/40, 1/100 de segundo con su respectivo valor de aceleración ocurrida.
- 3).- Se idealiza un modelo matemático de la estructura que usualmente consiste de una serie de masas concentradas eslabonadas con resortes **elásticos**; cada masa representa un piso y cada eslabón, la rigidez de los miembros aperticados.
- 4).- El modelo matemático y el record digitizado son suministrados a la computadora, la aceleración indicada en el record se considera aplicada en la base de la estructura.
- 5).- La computadora integra la ecuación de movimiento de cada masa que están sujetas a incremento de elasticidad y fuerzas de amortiguamiento. Se obtienen resultados completos de todo el record y el máximo valor de respuesta se obtienen por exploración de los resultados.

Este procedimiento incluye automáticamente varios modos de vibración y combina sus efectos conforme ocurren, también se sabe en qué momento ocurre la máxima respuesta porque se dispone de escala de tiempo.

Sin embargo este método tiene varias fuentes de incertidumbre tales como:

- a).- El dato de entrada es asumido.
- b).- Por la naturaleza errática de los sismos una pequeña variante en la estimación de las características de la estructura puede reflejar un cambio grande en la respuesta.

Recientemente (1972) el Japón ha propuesto un nuevo método de análisis dinámico antisísmico que ha sido incorporado al reglamento japonés de construcciones. En resumen este método tiene los siguientes pasos:

- 1).- Se calcula una velocidad de diseño que depende de la ubicación, uso de la estructura, interacción suelo-estructura y de la velocidad espectral.
- 2).- A su vez la velocidad espectral depende del período predominante del suelo, del período de vibración y amortiguamiento de la estructura y de la velocidad estandar
- 3).- La velocidad estandar toma en cuenta la sismicidad de la zona donde está ubicada la estructura, este valor será diferente para zonas de mayor o menor sismicidad. El Japón como consecuencia de un estudio de su sismicidad para la velocidad estandar ha adoptado el valor de 60 cm/seg.
- 4).- En base a la velocidad de diseño es posible calcular los desplazamientos y fuerza cortante de los pisos

por intermedio de las fórmulas que son variantes del método espectral; estas fórmulas incluyen las formas de modo, factor de participación, masa de cada piso y frecuencia angular de vibración. Este método también nos da la oportunidad de incluir un parámetro que toma en cuenta el comportamiento no-lineal de la estructura representado por su ductilidad y que modificará los cortantes obtenidos.

En nuestro medio para el análisis de estructuras usuales se utiliza el procedimiento propuesto por el Reglamento Peruano - de Diseño Antisísmico, el cual en resumen viene a ser el método - estático de fuerzas equivalentes.

Para análisis de estructuras de mayor importancia recomien da usar un análisis dinámico sobre la base de un espectro teofico

$$S_a = c.g = .05.g / \sqrt[3]{T}$$

Dada las condiciones expuestas anteriormente creemos que es necesario contar con un método de análisis práctico más real y que a su vez represente tiempos mínimos de computación empleados.

El objetivo de esta Tesis es analizar el nuevo método pro- puesto en Japón y recomendar su uso, porque de acuerdo a los estu- dios efectuados creemos que muy bien puede adaptarse en nuestro medio; además nos permite jugar con los parámetros que tienen efecto sobre la respuesta sísmica, en forma más directa, así cor- mo también nos permite escoger la velocidad estándar de acuerdo a la sismicidad de la zona y la cual, como primera aproximación, po- drá tomarse de un mapa de regionalización sísmica, obtenido me

diante un estudio de la sismicidad de nuestro medio ya efectuado anteriormente. (11)*

En los capítulos siguientes se sigue el proceso de este método desde la parte teórica hasta la obtención de resultados, en la siguiente forma:

En el Capítulo II se trata la parte teórica relacionada con el método propuesto, también se menciona la parte de envolventes sísmicas de velocidades y algunas recomendaciones.

En el Capítulo III se describen los modelos estructurales analizados, dimensionamiento y metrados.

En el Capítulo IV se trata lo referente con los programas de computación utilizados, diagramas de flujos y listados.

En el Capítulo V se dan los resultados de análisis de los modelos estudiados.

En el Capítulo VI se hace un análisis comparativo de los resultados obtenidos con el método propuesto y aquellos que se obtienen del método estático y método espectral del Reglamento Paraguano de diseño antisísmico, esta comparación se hace en forma gráfica.

Finalmente en el Capítulo VII se dan las conclusiones, apéndices y bibliografía.

* Los números entre paréntesis representan las referencias dadas en la Bibliografía.

C A P I T U L O I I

II.0. NUEVO METODO DE DISEÑO CON ENVOLVENTES SISMICAS DE VELOCIDADES.

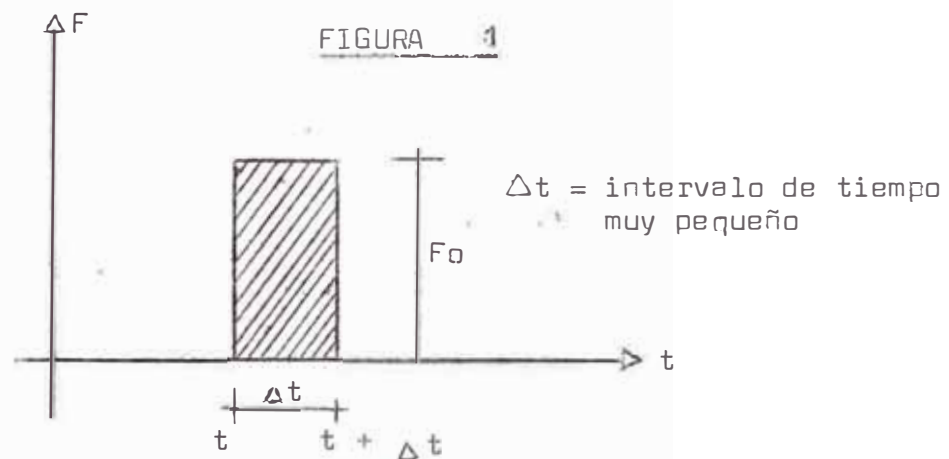
El nuevo método japonés propuesto es una variante del análisis dinámico espectral; por ello vamos a dar un resumen de la teoría indicando a partir de qué punto se hace tal cambio. Con tal objetivo primeramente obtenemos la respuesta de una excitación por impulso y a través de este resultado se puede evaluar la respuesta para una vibración general transitoria; el problema sísmico para un sistema de un solo grado de libertad es asimilado a la respuesta de una vibración transitoria. Cuando se tiene una estructura de varios grados de libertad que es lo que sucede en edificios de más de un piso, es posible analizarla con los conocimientos anteriores aplicando el concepto de formas de modo de vibración, luego la estructura es analizada como sistemas independientes de un solo grado para cada forma de modo de vibración y la respuesta total se obtiene por superposición.

Para nuestro caso, en el momento de obtener las fuerzas dinámicas (fuerza de inercia) para cada piso, en lugar de utilizar la respuesta espectral de velocidad usamos la velocidad de diseño, que viene a ser la velocidad que llega a la estructura cuando el suelo se mueve con una velocidad determinada, en la obtención de la velocidad de diseño intervienen varios factores que serán vistos posteriormente.

II.1. FUNDAMENTO TEORICO.

II.1.1. Excitación por Impulso.

Evaluaremos la respuesta transitoria de una excitación particular de impulso, mas tarde aplicando el principio de superposición a los resultados obtendremos la respuesta de cualquier excitación arbitraria.



De la ecuación de impulso - variación de momento

$$I = F_0 \Delta t = m \dot{x}_{t + \Delta t} - m \dot{x}_t$$

Considerando

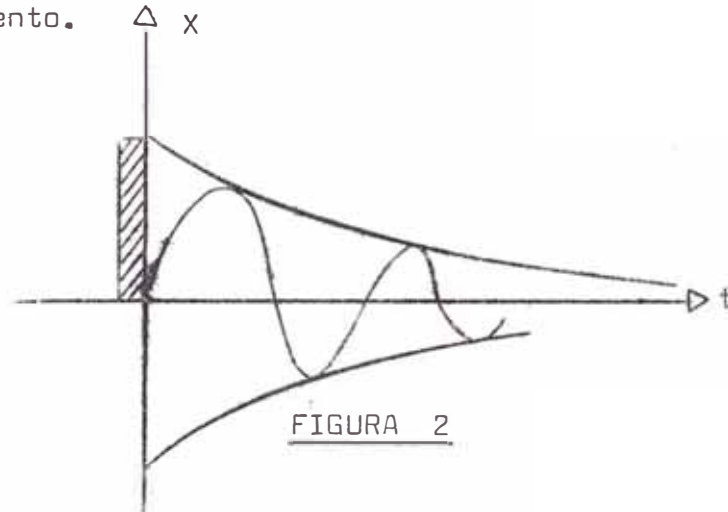
$$x_t = 0 ; \dot{x}_t = 0$$

$$\dot{x}_{t + \Delta t} = F_0 \Delta t / m = I / m$$

Si medimos el tiempo desde el fin del impulso y asumiendo que no hay cambio apreciable de desplazamiento durante el intervalo pequeño Δt ; entonces las condiciones iniciales son:

$$t = 0 ; x_0 = 0 ; \dot{x}_0 = I / m$$

Siendo $F(t) = 0$ para $t > 0$ y no habiendo fuerza de excitación, el sistema estará sometido a una vibración libre con amortiguamiento.



La ecuación diferencial es:

$$\ddot{x} + 2\delta \omega_1 \dot{x} + \omega_1^2 x = 0 \quad (1)$$

Cuya solución es:

$$x = e^{-\delta \omega_1 t} (C_1 \text{ Sen } \omega_1' t + C_2 \text{ Cos } \omega_1' t) \quad (2)$$

Aplicando las condiciones iniciales

$$t = 0 ; \quad x_0 = 0 ; \quad C_2 = 0$$

$$t = 0 ; \quad \dot{x}_0 = I/m ; \quad C_1 = 1/\omega_1' \quad I/m$$

Tenemos:

$$x = \frac{I}{m \omega_1'} e^{-\delta \omega_1 t} \text{ Sen } \omega_1' t \quad (3)$$

II.1.2 Respuesta de una Vibración General Transitoria Integral de Superposición.

Si tenemos una excitación transitoria arbitraria, su res -

puesta se puede obtener aplicando los resultados anteriores de im pulso.

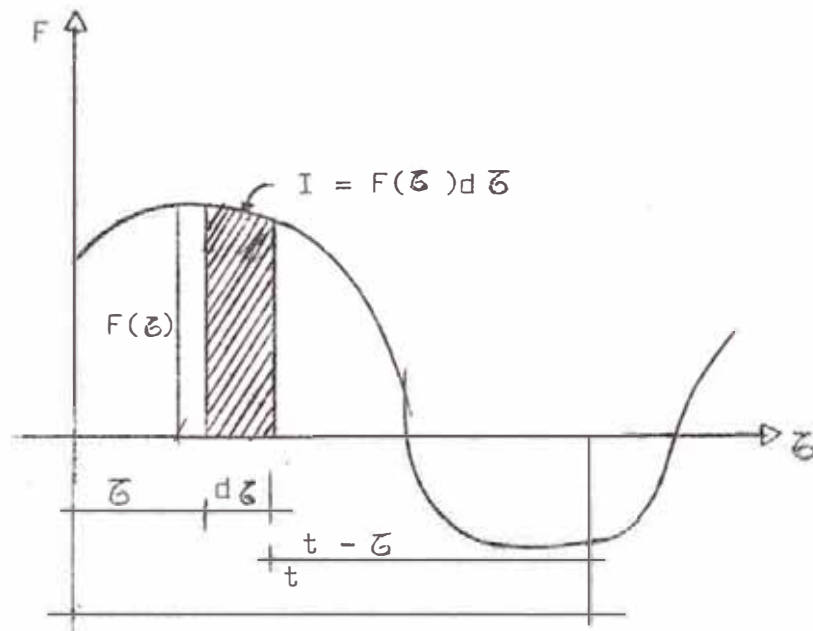


FIGURA 3

Considerando el sistema inicialmente en reposo

$$\bar{z} = 0 ; \quad x_0 = 0 ; \quad \dot{x}_0 = 0$$

Según ecuación (3) la respuesta debida a un impulso cual - quiera (zona achurada en la Figura) sin considerar los otros im - pulsos puede ser escrita como.

$$dx = \frac{I}{m \omega_d^2} e^{-\zeta \omega_d (t - \bar{z})} \text{Sen } \omega_d (t - \bar{z}) \quad (4)$$

Pero como

$$I = F(\bar{z}) d\bar{z}$$

Luego

$$dx = \frac{F(\tau)}{m \omega_1'} e^{-\delta \omega_1' (t - \tau)} \text{Sen } \omega_1' (t - \tau) d\tau \quad (5)$$

El efecto de todos los impulsos desde el intervalo $\tau = 0$ a $\tau = t$ contribuye a la respuesta total en el tiempo t .

$$x = \int_0^t \frac{F(\tau)}{m \omega_1'} e^{-\delta \omega_1' (t - \tau)} \text{Sen } \omega_1' (t - \tau) d\tau \quad (6)$$

$$\omega_1' = \omega_1 \sqrt{1 - \delta^2}$$

Esta ecuación es conocida como la integral de Duhamel, de superposición o de Convolución.

II.1.3 Respuesta de una estructura de un grado de libertad a un Movimiento del suelo debido a un sismo.

Los resultados derivados anteriormente son suficiente para encontrar la máxima respuesta desarrollada en una estructura debida a un sismo.

La ecuación diferencial de movimiento de una estructura flexible cuando la base es excitada por una aceleración \ddot{X}_g puede ser escrita como :

$$m \ddot{X}_R + C \dot{X}_R + k X_R = -m \ddot{X}_g = F(t) \quad (7)$$

donde $F(t)$ representa la fuerza de inercia aplicada como una dis-

turbación a la masa m del sistema y X_r es el desplazamiento relativo entre la masa y el movimiento del suelo; en la práctica \ddot{X}_g es la componente horizontal de la aceleración de la base que es asumida igual a la aceleración del suelo e idéntica al record tiempo-aceleración obtenida desde el acelerógramo para movimientos fuertes durante un terremoto.

La respuesta de desplazamiento relativo $X_r(t)$ puede ser obtenida para cualquier tiempo, t , mediante la integral de Duhamel reemplazando $F(\tau)$ por $-m \ddot{X}_g(\tau)$, entonces la expresión exacta para el desplazamiento relativo toma la forma

$$X_r(t) = \frac{1}{\omega_d \sqrt{1-\zeta^2}} \int_0^t \ddot{X}_g(\tau) e^{-\zeta \omega_d (t-\tau)} \sin \omega_d \sqrt{1-\zeta^2} (t-\tau) d\tau \quad (8)$$

Vamos a definir las siguientes expresiones

$$S = \int_0^t \ddot{X}_g(\tau) e^{-\zeta \omega_d (t-\tau)} \sin \omega_d \sqrt{1-\zeta^2} (t-\tau) d\tau \quad (9)$$

$$C = \int_0^t \ddot{X}_g(\tau) e^{-\zeta \omega_d (t-\tau)} \cos \omega_d \sqrt{1-\zeta^2} (t-\tau) d\tau \quad (10)$$

de acuerdo a la expresión (8) el desplazamiento relativo se puede expresar como:

$$x_r(t) = - \frac{1}{\omega_d} S \quad (11)$$

Las expresiones para la velocidad y aceleración se puede obtener derivando la expresión (11) y éstas son:

$$\dot{x}_r(t) = \frac{\delta}{\sqrt{1-\delta^2}} S - C \quad (12)$$

$$\ddot{x}_r(t) = - \frac{\delta^2 \omega_d^2}{\sqrt{1-\delta^2}} S + 2\delta\omega_d C + \omega_d \delta - \ddot{x}_g(t) \quad (13)$$

Para pequeños amortiguamientos $\omega_d \approx \omega_n$ y teniendo en cuenta que $|S|_{\max} = |C|_{\max}$.

Tenemos las siguientes expresiones:

$$|x_r|_{\max} = \frac{1}{\omega_d} |S|_{\max} \quad (14)$$

$$|\dot{x}_r|_{\max} = |C|_{\max} = |S|_{\max} \quad (15)$$

$$|\ddot{x}|_{\max} = |\ddot{x}_r + \ddot{x}_g|_{\max} \approx \omega_d |S|_{\max} \quad (16)$$

Denominando :

S_d = desplazamiento relativo máximo experimentado por la estructura durante un sismo = espectro de respuesta de desplazamiento.

S_v = Velocidad relativa máxima que ocurre en la estructura durante un sismo = espectro de respuesta de velocidad.

S_a = Aceleración absoluta máxima que ocurre en la estructura durante un sismo = espectro de respuesta de aceleración.

De acuerdo a ello se tiene las siguientes expresiones :

$$S_d = \left| \dot{X}_r \right|_{\max} = \frac{1}{\omega_1} \left| S \right|_{\max} = \frac{1}{\omega_1} S_v = \frac{T}{2\pi} S_v \quad (17)$$

$$S_v = \left| X_r \right|_{\max} = \left| S \right|_{\max} = S_v \quad (18)$$

$$S_a = \left| \ddot{X}_r + \ddot{X}_g \right|_{\max} = \omega_1 \left| S \right|_{\max} = \omega_1 S_v = \frac{2\pi}{T} S_v \quad (19)$$

II.1.4 Respuesta de una estructura de varios grados de libertad al movimiento del suelo debido a un sismo.

Un sistema de muchos grados de libertad se puede analizar como varios sistemas independientes de un solo grado, y obtener su respuesta por superposición.

Para tal efecto se acostumbra idealizar la estructura como un sistema masa - resorte (Fig. 4); cada masa representa un piso y los resortes representan las rigideces de los miembros aperticados.

Por razones prácticas vamos a estudiar un sistema de 3 grados, pero todo lo que se dice para dicho sistema es válido para cualquier otro.

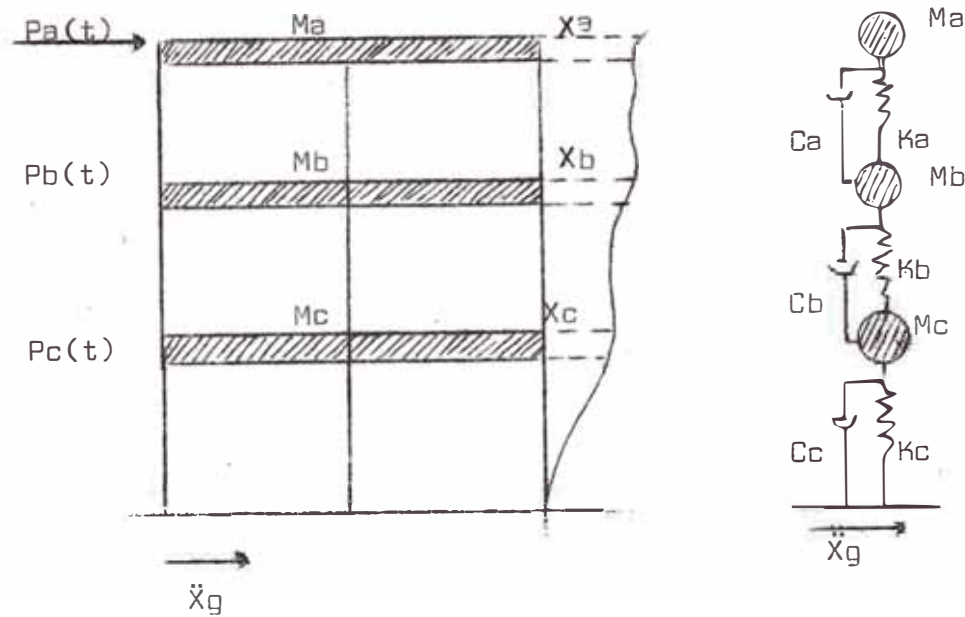


FIGURA 4

La ecuación de movimiento para cada piso es:

$$F_{Ia} + F_{ca} + F_{ka} = P_a(t)$$

$$F_{Ib} + F_{cb} + F_{kb} = P_b(t) \quad (20)$$

$$F_{Ic} + F_{cc} + F_{kc} = P_c(t)$$

donde

F_I = fuerza de inercia

F_c = fuerza de amortiguamiento

F_k = fuerza elástica

La fuerza de inercia será igual a la masa de cada piso por su aceleración.

$$F_{Ia} = M_a \ddot{x}_a$$

$$F_{Ib} = M_b \ddot{x} \quad (21)$$

$$F_{Ic} = M_c \ddot{x}$$

En forma matricial puede representarse

$$\begin{Bmatrix} F_{Ia} \\ F_{Ib} \\ F_{Ic} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} M_a & 0 & 0 \\ 0 & M_b & 0 \\ 0 & 0 & M_c \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{x}_a \\ \ddot{x}_b \\ \ddot{x}_c \end{Bmatrix} \quad (22)$$

o también

$$\{F_I\} = [M] \{\ddot{x}\} \quad (23)$$

La fuerza elástica depende de los desplazamientos del sistema y puede representarse convenientemente por la influencia de los coeficientes de rigidez.

$$F_{ka} = K_{aa} X_a + K_{ab} X_b + K_{ac} X_c$$

$$F_{kb} = K_{ba} X_a + K_{bb} X_b + K_{bc} X_c \quad (24)$$

$$F_{kc} = K_{ca} X_a + K_{cb} X_b + K_{cc} X_c$$

En forma matricial se puede expresar como

$$\{F_k\} = [k] \{X\} \quad (25)$$

En forma similar se obtiene la expresión para la fuerza de amortiguamiento.

$$\{F_c\} = [c] \{\dot{x}\} \quad (26)$$

reemplazando (23), (25), (26) en (20)

$$[M] \{\ddot{x}\} + [C] \{\dot{x}\} + [k] \{x\} = P(t) \quad (27)$$

La expresión (20) es la ecuación que gobierna el problema sísmico.

Los mismos factores que gobiernan la respuesta dinámica de un sistema de un solo grado, controlan la respuesta de un sistema de muchos grados, es decir, el período de vibración y la forma de desplazamiento.

Asumiendo un comportamiento de vibración libre sin amortiguamiento de la ecuación (27) tenemos:

$$[M] \{\ddot{x}\} + [k] \{x\} = 0 \quad (28)$$

Teniendo en cuenta que en vibración libre el movimiento es armónico:

$$x = \bar{x} \text{ Sen } \omega t \quad (29)$$

Reemplazando en (28)

$$[k] \{\bar{x}\} = \omega^2 [M] \{\bar{x}\} \quad (30)$$

La ecuación (30) representa el problema EIGEN, ésta ecuación provee n frecuencias ω_n (ó períodos) y n formas de modo ϕ_n para problemas de n grados de libertad.

$$[\phi] = [\phi_1 \ \phi_2 \ \dots \ \phi_n] \quad (31)$$

Estas formas de modo tienen 2 propiedades fundamentales de

ortogonalidad

$$\left\{ \phi_n \right\}^T [M] \left\{ \phi_m \right\} = 0 \text{ para } m \neq n \quad (32)$$

$$\left\{ \phi_n \right\}^T [k] \left\{ \phi_m \right\} = 0 \text{ para } m \neq n \quad (33)$$

En general un desplazamiento X_i puede obtenerse como la suma de las contribuciones de cada modo

$$X_i = \sum_{n=1}^N \phi_{in} Y_n \quad (34)$$

donde Y_n es la amplitud para el modo n .

En forma matricial puede expresarse como

$$\{X\} = [\phi] \{Y\} \quad (35)$$

a $\{Y\}$ se le llama vector coordenada generalizada y representa las amplitudes de cada modo de vibración, reemplazando en ecuación (27)

$$[M] [\phi] \{\ddot{Y}\} + [C] [\phi] \{\dot{Y}\} + [k] [\phi] \{Y\} = P(t) \quad (36)$$

Premultiplicando por la transpuesta de $[\phi]$

$$[\phi]^t [M] [\phi] \{\ddot{Y}\} + [\phi]^t [C] [\phi] \{\dot{Y}\} + [\phi]^t [k] [\phi] \{Y\} = [\phi]^t P(t) \quad (37)$$

Por las condiciones de ortogonalidad vemos que obtendremos n ecuaciones independientes de un solo grado de libertad.

Teniendo en cuenta que $P(t)$ puede representarse como

$$P(t) = - [M] \ddot{X}_g \quad (38)$$

La solución para el enésimo modo puede obtenerse por la integral de Duhamel como hemos visto anteriormente.

$$Y_n(t) = - \frac{\beta_n}{\omega_1 \sqrt{1 - \delta^2}} \int_0^t \ddot{X}_g e^{-\delta \omega_1 (t-\tau)} \text{Sen } \omega_1 \sqrt{1 - \delta^2} (t-\tau) d\tau \quad (39)$$

donde : β_n = factor de participación

$$\beta_n = \frac{\{\phi\}^t [M] \begin{Bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{Bmatrix}}{\{\phi\}^t [M] \{\phi\}} \quad (40)$$

La fuerza dinámica en cada piso es

$$F_i = [k] \{X_i\} \quad (41)$$

$$F_i = [k] \{\phi_n\} Y_n$$

$$\text{Como } [k] \{\phi_n\} = \omega^2 [M] \{\phi_n\}$$

$$F_i = \omega^2 [M] \{\phi_n\} Y_n$$

teniendo en cuenta que:

$$S_a = \omega^2 Y_n = \omega S_v \quad (42)$$

reemplazando en (41)

$$F_i = [M] \{Q_n\} \omega S_v \quad (43)$$

para el modo n y el piso i el valor de F_i será

$$F_i = \beta_n m_i q_{in} \omega S_v \quad (44)$$

La ecuación (44) es la base del método propuesto pero la obtención de S_v será mediante la participación directa de todos los factores que intervienen en la respuesta dinámica de estructuras.

En nuestro caso llamamos a S_v la velocidad de diseño y lo representamos como V_d ; Para obtener V_d debe hallarse primero S_v que a la vez está determinada por S_o .

En forma esquemática puede representarse como:

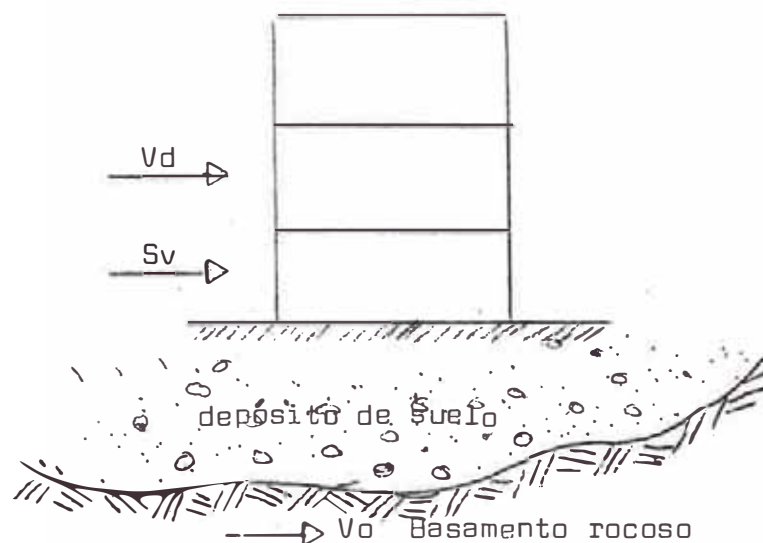


FIGURA 5

V_o = velocidad estandard
 S_v = velocidad básica espectral
 V_d = velocidad de diseño

La velocidad de diseño se obtiene con la siguiente fórmula:

$$V_d = Z \cdot I \cdot E \cdot S_v$$

donde : V_d = velocidad de diseño
 Z = factor que depende de la ubicación del edificio
 I = factor que depende del uso del edificio
 E = factor de modificación debido a la relación
 suelo-estructura
 S_v = velocidad básica de respuesta espectral.

A su vez S_v está relacionada con el período del edificio, período del suelo, amortiguamiento del edificio de la siguiente manera:

$$S_v = M_1 \cdot M_2 \cdot S_r \cdot V_o$$

donde :

M_1 = coeficiente que depende del período predominante del suelo.

M_2 = coeficiente dependiente del factor de amortiguamiento.

S_r = velocidad especial normalizada decidida por

$$r = T_b / \bar{T}_g$$

$$S_r = r \quad \text{si} \quad 0 \leq r \leq 1$$

$$S_r = 1 \quad \text{si} \quad r > 1$$

T_b = período de la estructura en un modo arbitrario

\bar{T}_g = período predominante de diseño del subsuelo

T_g = período predominante del suelo

V_o = velocidad estandar que se obtiene de los mapas de regionalización sísmica; en nuestro caso primero debemos multiplicar esta velocidad por el factor de amplificación.

A continuación se proporciona las tablas para escoger los valores de todos los factores que intervienen en la obtención de la velocidad de diseño.

Z de 0.8 á 1.0 según sea zona de mayor o menor sismicidad

FACTOR I	
Edificios	1
Estaciones radiales, televisión hospitales, reservorios	1.5
Estaciones telegráficas, telefónicas, bomberos	1.3
Oficinas gubernamentales, edificios escolares, edificios muy altos ($h > 60$ m.), edificios de grandes plantas ($A > 10000m^2$)	1.2
Otros	1.0

F A C T O R E									
CONDICION DEL SUELO	E U I F I C I O D E :								
	MADERA	ALBAMI- LERTA	PURT. DE CONS. ADM.	FAREDES DE G. ARM.	PAREDES DE G. PRE TENSADO	ESTRUCT MIXTAS	ACERO	PORTICOS DE CONC. ARM G/PERF	
SUELO MUY ESTABLE Y DURO (ROCA, GRAVA, ARENA GRAVOSA)	0.7	1.5	1.0	1.3	1.5	1.0	0.9	0.9	
SUELO BUENO (ARENOSA, GRAVOSA, ARENA DURA)	1.0	1.3	1.1	1.2	1.3	0.9	1.0	1.0	
SUELO ESTABLE (ARCILLA ARENOSA Y GRAVOSA Y MIXTOS)	1.3	1.3	1.2	1.0	1.2	0.9	1.0	1.2	
SUELO MALO Y BLANDO	1.5	1.3	1.3	0.9	1.2	0.9	1.1	1.3	

Valores de M1		
Tg (seg)	\bar{T}_g (seg)	M1
$T_g \leq 0.5$	0.5	1.0
$0.5 < T_g \leq 1.5$	1.0	1.5
$T_g \geq 1.5$	2.0	2.0

Valores de M2	
Amortiguamiento h	M2
$h \leq 0.01$	1.0
$h = 0.05$	0.7
$h = 0.20$	0.4
$h \geq 0.5$	0.2

Una vez obtenida la velocidad de diseño se entra a calcular la fuerza sísmica, los cortantes y el desplazamiento.

La fórmula para la fuerza sísmica es:

$$F_i = M_i \sqrt{\sum_{n=1}^n (B_n \cdot \phi_{in} \cdot \omega_n \cdot V_d)^2}$$

donde :

F_i = fuerza sísmica en el i° piso (ton)

M_i = masa del i° piso ($\text{ton} \cdot \text{seg}^2 / \text{cm}$)

ϕ_{in} = n° forma de modo en el i° piso

B_n = n° factor de participación

ω_n = frecuencia angular del n° modo

V_d = velocidad sísmica de diseño

n = máximo número de modos considerados.

La fuerza de corte y los desplazamientos serán calculados por las siguientes fórmulas :

$$Q_i = \sum_{i=1}^N \sqrt{\left(\sum_{n=1}^n M_i \cdot B_n \cdot \delta_{in} \cdot \omega_n \cdot V_d \right)^2}$$

$$U_i = \sqrt{\sum_{n=1}^N (B_n \cdot \delta_{in} \cdot V_d / \omega_n)^2}$$

donde :

Q_i = fuerza de corte en el i° piso

U_i = desplazamiento de la base del i° piso

N = número de pisos

Como la mayoría de las estructuras son dúctiles, y esto les permite soportar más fuerzas, el cortante debe ser modificado en la siguiente forma:

$$Q'_i = Q_i / \sqrt{2u - 1}$$

donde :

Q'_i = fuerza de corte en el i° piso, considerando el factor de ductilidad.

Q_i = fuerza de corte dada por ecuación anterior

u = factor de ductilidad mayor de 1.0

El factor de ductilidad puede escogerse con la ayuda de la siguiente tabla :

FACTORES DE DUCTILIDAD (u)	
Edificio	u
Estaciones de radio, hospitales, almacenes peligrosos en el área urbana	1.0
Partes bajas del edificio	1.0 á 1.5
Estaciones telegráficas, telefónicas, bomberos, oficinas administrativas, edificios escolares, estructuras grandes	1.0 á 2.0
Otras estructuras dúctiles	2.0 á 3.0

Podemos notar que las fórmulas que nos dan la fuerza cortante y desplazamiento incluyen los términos para utilizar todos o algunos modos, también se nota que se toma como respuesta la más aproximada hasta ahora que es la "Raiz Media Cuadrática".

II.2 ENVOLVENTES SISMICAS DE VELOCIDADES

En esta parte de la tesis se va a tratar más o menos en forma referencial el trabajo que fue realizado en la Universidad Particular Ricardo Palma (11). Este constituye un estudio de la sismicidad del Perú, y en base a ella se puede obtener curvas de desplazamiento, velocidad y aceleración del suelo en el manto rocoso; en nuestro caso sólo haremos uso de las curvas de velocidad a la que denominamos "Envolventes Sísmicas de Velocidades".

En síntesis las curvas son el resultado de la relación entre el riesgo sísmico y la estructura geológica y representan parámetros en función del período de retorno promedio; es decir, desarrollaron un método para la evaluación del riesgo sísmico en cualquier punto geográfico, este método sistematiza parte de la información geológica, sismológica y sismotectónica existente.

La clasificación de los sismo de acuerdo a su origen en tectónicos y volcánicos son también una certificación de la teoría tectónica de placas sobre la cual se fundamenta este método, basado en la teoría de deriva continental de Wegener que apareció a principio de siglo y que se mantuvo en rezago. Wegener sostuvo que los Continentes australes empezaron a moverse hacia el Ecuador; América del Sur y Africa empezaron a separarse hacen unos 70 millones de años mientras que la apertura del Atlántico llegó a su culminación hace unos pocos millones de años. En las últimas décadas ha revivido la teoría de Wegener y han sido evidenciadas por otras investigaciones especialmente la de Blackett y Runcorn sobre paleomagnetismo, así como también la de Hess sobre

formación del suelo marino.

La teoría tectónica de placas se basa en el concepto de desplazamiento del suelo marino y de la cual depende la distribución de sísmos; de acuerdo a ésta la corteza terrestre consiste - de placas rígidas que se encuentran en movimiento relativo, la capa más fría exterior es de unos 100 kilómetros aproximadamente y se denomina Litósfera; la capa siguiente es la Astenósfera y es más caliente, su movimiento se realiza por relajación y deformación lenta en contraste con la Litósfera que se fractura al deformarse. Las fronteras de las placas son los lugares sísmicos por el movimiento relativo, estas fronteras vienen a constituir los - cinturones sísmicos.

Los tipos de fronteras son tensionales o compresionales según las placas se separen o junten relativamente, otro tipo es la llamada falla transversal en la cual las placas se separan sin esfuerzos; ahora podemos explicarnos el por qué los sísmos se producen en determinadas fajas.

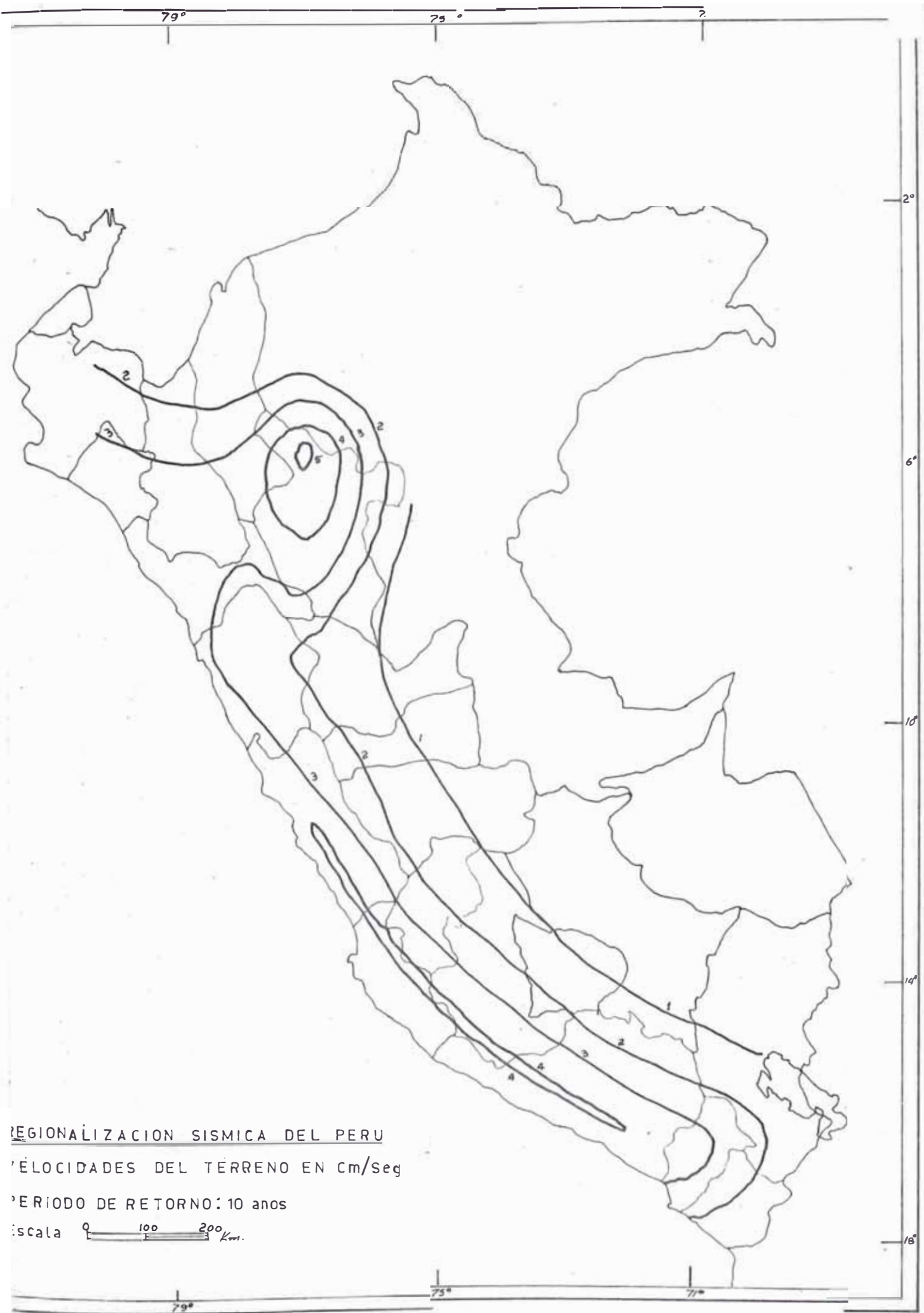
El Perú se encuentra ubicado en uno de estos cinturones, - es decir, en el Círcum Pacífico, y el efecto más grande es el de la placa de Nazca que se desliza contra la placa de América del - Sur, es decir, las deformaciones son de tipo compresivo; esto explica el por qué la Cordillera de los Andes es una cordillera joven que se levanta lentamente.

Luego la teoría más fuerte que prueba el origen de los sísmos es la de tectónica de placas. En base a esto y teniendo en cuenta que la placa de Nazca ejerce una acción de cuña en la plataforma continental crea una línea productora de sísmos a lo lar-

go de la costa y paralela a la intersección de las placas. También han considerado una línea productora de sismos en la zona de Moyobamba debido a la presencia de una falla sísmicamente activa de una profundidad de 60 km. y una longitud de 200 Km. A partir de estos datos adaptaron el método propuesto por Allin Cornell el cual basado en consideraciones probabilísticas, geológicas y geométricas permite evaluar la aceleración, velocidad y desplazamiento en determinado punto, estos puntos han sido considerados en la intersección de los meridianos y paralelos en una superficie cuadrillada del territorio, luego con estos y por medio de la interpolación han trazado líneas isosísmicas.

Para la evaluación del riesgo sísmico han usado el método de Cornell, que consiste en asumir una función del parámetro que se quiere evaluar; ellos evaluaron la función de intensidad en términos de las características geométricas del punto, de la magnitud, y de la distancia focal, para tal efecto usaron las constantes del suelo de California; en forma similar hicieron con la aceleración, velocidad y desplazamiento del suelo por la fórmula propuesta por Kanai y obtuvieron la evaluación numérica para los puntos de intersección de meridianos y paralelos.

A continuación se presentan las envolventes de velocidad - para períodos de retorno de 10, 20 y 50 años

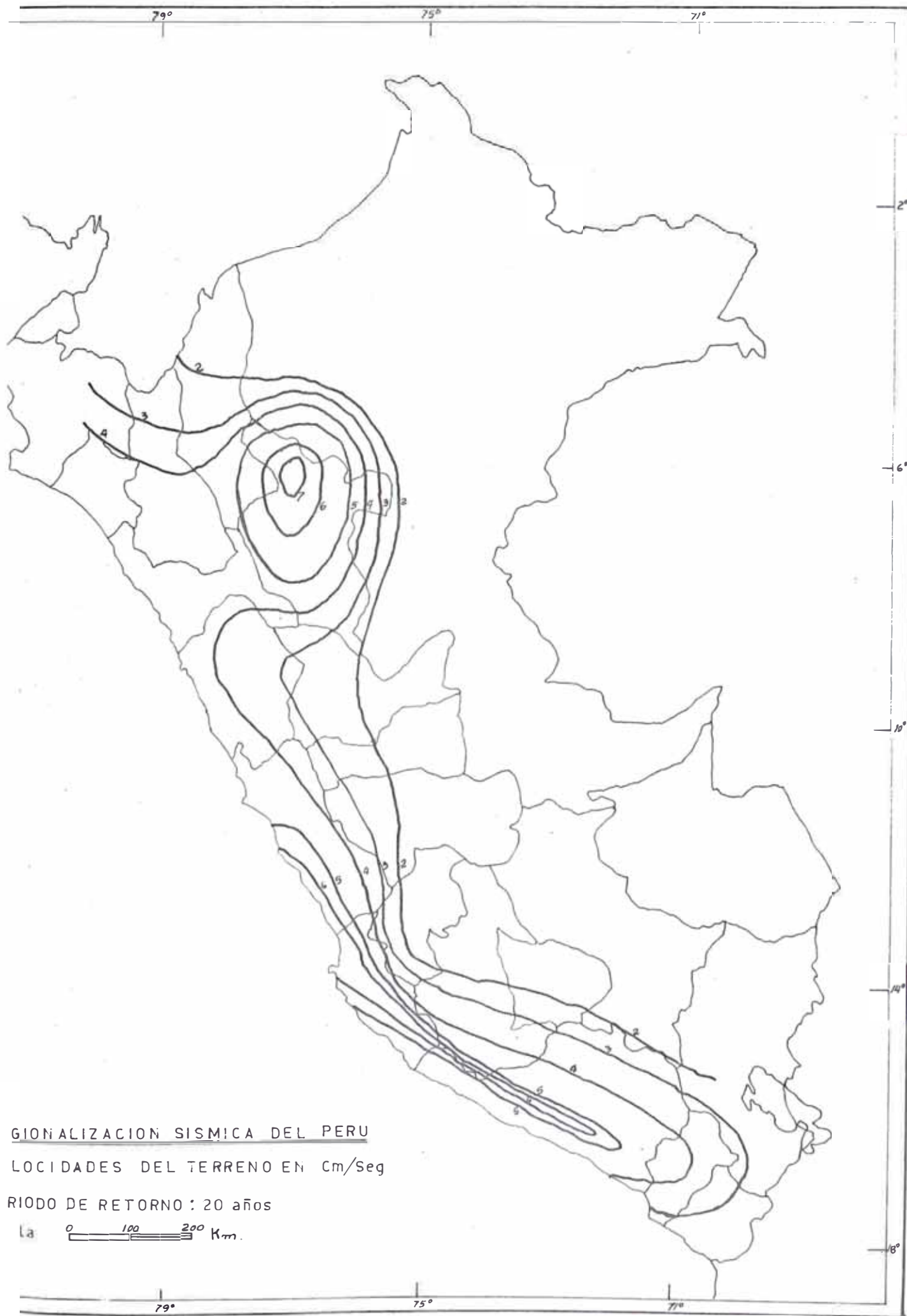


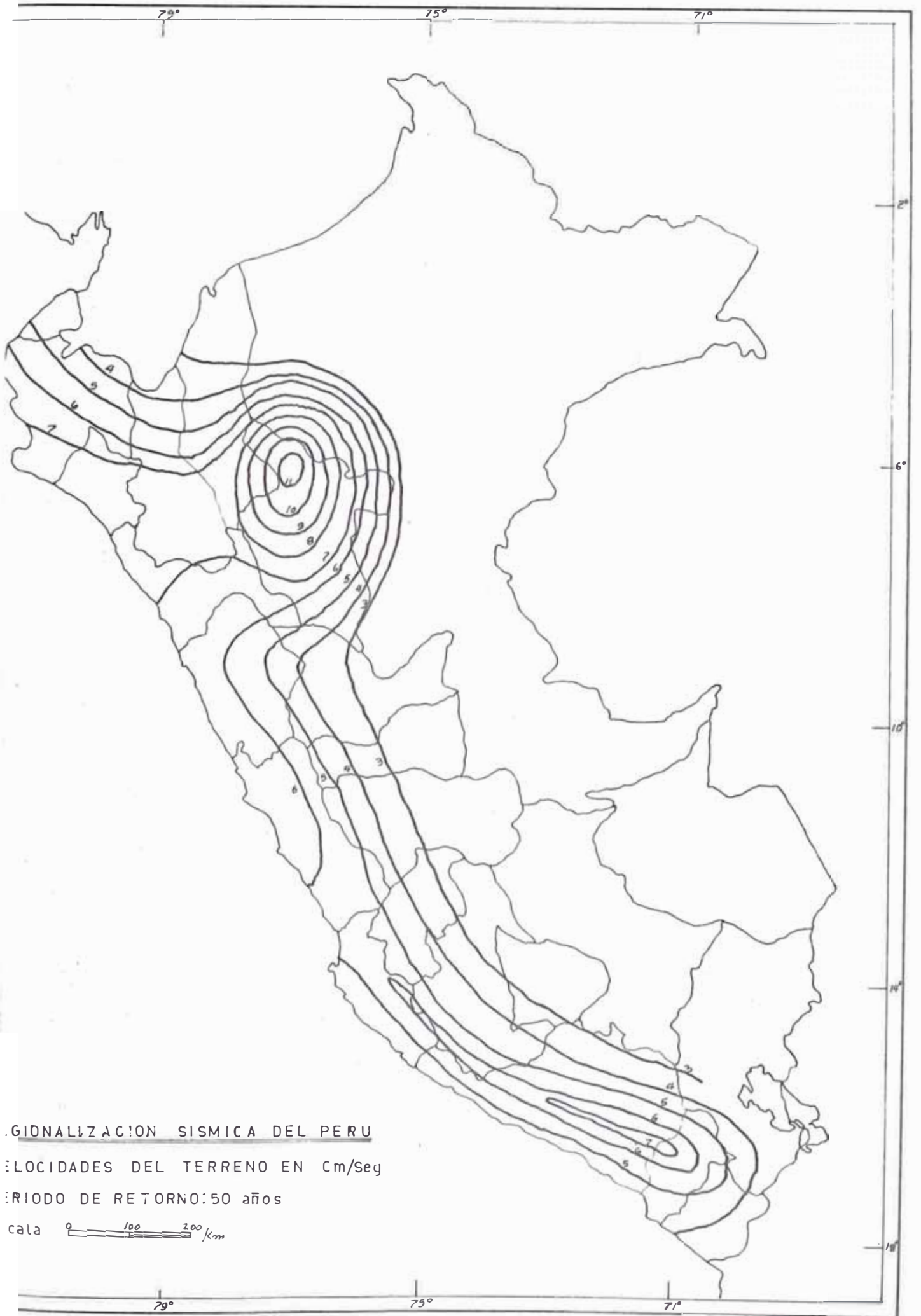
REGIONALIZACION SISMICA DEL PERU

VÉLOCIDADES DEL TERRENO EN cm/seg

PERIODO DE RETORNO: 10 años

Escala 0 100 200 Km.





ZONALIZACIÓN SISMICA DEL PERU

VELOCIDADES DEL TERRENO EN Cm/Seg

PERIODO DE RETORNO: 50 años

Escala 0 100 200 /km

II.3 RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL METODO

Como parte adicional de este Capítulo se da unas sugerencias para la selección de valores de diseño que son producto de otras investigaciones y más que nada se incluyen como deducción teórica.

Valor del Factor Z

Como se ha dicho anteriormente es un factor que depende de la zona de ubicación de la estructura, en este caso nos ayudaremos con los mismos mapas de regionalización sísmica que dan idea de las zonas más desfavorables.

Factor I

Es un valor que depende del uso a que va a ser destinado el edificio y se basa en la prioridad y cantidad de personas que va a albergar durante su vida.

Factor E

Debe tenerse bastante cuidado al seleccionar este valor porque es uno de los que toma en cuenta el suelo; es sabido que la geología local tiene marcada influencia sobre la intensidad del movimiento del suelo y ello sobre el comportamiento de la estructura. Los grados de daño dependen en algunos casos del suelo y el espesor de las capas superficiales. La clasificación de los edificios por su material se debe a que su comportamiento va

a ser diferente en especial su rigidez.

Valor del Factor M1

Se considera que el período predominante del suelo tiene - gran importancia en el diseño de estructuras asísmicas porque el fenómeno de resonancia puede ocurrir cuando el período natural del edificio es igual al período predominante del suelo sobre el cual se cimienta el edificio.

El período predominante del suelo es determinado por observaciones microterremotos, pero una investigación completa requiere además de lo anterior, de perforaciones, estudio geológico, estudio microtopográfico.

Como información se puede dar los siguientes valores para períodos predominantes de diferentes suelos:

Suelo	Período Tg (seg)
Roca, terreno duro	0.1 á 0.2
Firme aluvional	0.2 á 0.4
Suave aluvional	0.3 á 0.6
Suave de gran potencia	0.2 á 1.0

Valor de M2

Este depende del amortiguamiento de la estructura. Se sabe que esta característica reduce la respuesta de la estructura, el amortiguamiento es provisto por los materiales de los miembros

de la estructura y también por los miembros no estructurales, sin embargo no existe una teoría definida que permita establecer el coeficiente de amortiguamiento.

En el presente el factor de amortiguamiento es estimado por medio de trabajos experimentales y las siguientes conclusiones han sido establecidas.

En edificios rígidos y masivos el amortiguamiento es mayor.

- Parece haber tendencia a que el amortiguamiento se incrementa con un decremento en el período natural, el cual depende de la forma, tamaño y altura del edificio; se dice que de edificios altos debe esperarse un amortiguamiento menor.

Partes no estructurales como paredes divisorias, tabiquería incrementan el amortiguamiento.

- El amortiguamiento se incrementa con los modos de frecuencia de vibración.

El amortiguamiento se incrementa con el desplazamiento.

- El amortiguamiento en estructuras de concreto armado es mayor que en estructuras de acero.

Diferentes autores dan valores diferentes para el factor de amortiguamiento y estas son:

Autores Tipo de construcción	J. Blume	L. Jacobson	R. Merritt and S. Housner	S. Nafetuarine	E. Rosenblueth	F. Tsui	H. Unemura	J. Borges and A. Ravara.
Conc. Ref.	0.05 a 0.10	0.10 a 0.16	0.07 a 0.10	0.09	0.05 a 0.08	0.07 a 0.14	0.05 a 0.09	0.04 a 0.05
est. Acero	----	----	----	0.03	0.01 a 0.04	0.03 a 0.06	0.01 a 0.08	elast. plast.
edif. madera	----	0.10 a 0.20	----	0.06	----	----	0.20	----
edif. albañ.	----	0.10 a 0.18	----	0.06	----	0.14	----	----

Factor de Ductilidad μ

Ductilidad es la habilidad de una estructura para incrementar su deformación inicial mientras permanece sosteniendo la carga. Se define como la relación de la deflexión máxima permisible a la deformación límite.

La propiedad de ductilidad es importante por dos razones básicas:

- Es económicamente impráctico diseñar las estructuras para resistir el máximo sismo esperado dentro del rango elástico de esfuerzos.
- Es dificultoso predecir las características de un movimiento sísmico en un lugar dado.

Por las razones mencionadas, la mayoría de los códigos de antisísmica especifican fuerzas más pequeñas que la fuerza esperada por un sismo severo.

Muchas veces las estructuras resisten sismos más fuertes - que aquel para el cual fueron diseñadas, no por los coeficientes de seguridad que se hayan tomado, sino porque la estructura entra al comportamiento no lineal debido a la ductilidad que posee.

En salvaguarda de la integridad se toman en cuenta muchos detalles que permiten que la estructura sea dúctil y pueda tomar más esfuerzos, tales son aquellos de estribamientos y limitaciones de cuantía. La magnitud del factor de ductilidad que puede ser alcanzado en una estructura depende del material y configuración estructural, la velocidad de carga, la tendencia de algunos materiales a fallar con fractura frágil y otros factores como nudos conexiones y algunas concentraciones de esfuerzos.

Existen muchas fórmulas y gráficos que tratan de hallar el factor de ductilidad, y experimentalmente se ha obtenido valores de 4 ó 5 para el factor de ductilidad.

C A P I T U L O I I I

III.0 APLICACION A MODELOS ESTRUCTURALES

El método podría ser aplicado a un sin número de modelos de edificios, con el fin de tener una idea más clara de su funcionamiento y también para dar las apreciaciones y recomendaciones con más acierto; pero por el limitado tiempo de computación sólo se han estudiado 33 modelos.

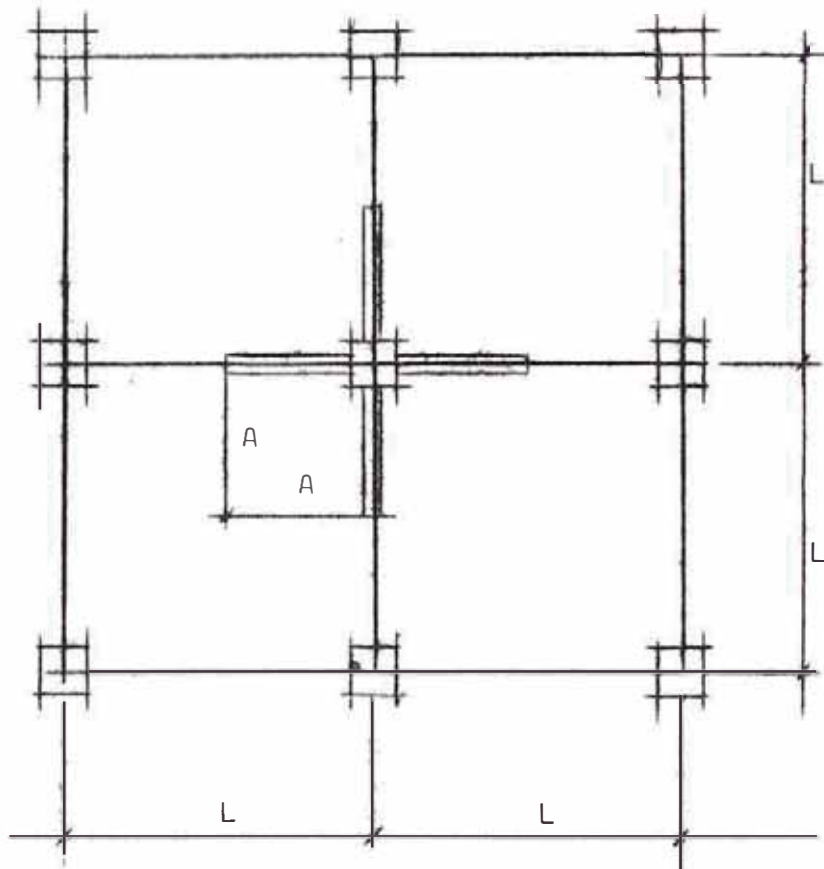
El dimensionamiento de los elementos se ha hecho con las tablas del Dr. Yamashiro dadas en el Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica del 22 - 26 /9/69.

III.1. DESCRIPCION DE MODELOS

Los modelos analizados consisten en edificios de 10 pisos con placas al centro en forma de cruceta y con 6 columnas en el perímetro, las placas van aumentando cada décimo de luz, las luces varían a fin de tomar los valores usuales en nuestro medio, en total estos modelos dan una combinación de 33 edificios.

Debe hacerse notar que las rigideces de cada piso se han tomado iguales a las rigideces usadas en la referencia (9); en dicho trabajo se usó el mismo modelo de edificio pero el objetivo fué la idealización de placas como columnas y comportamiento de la estructura con el aumento del elemento rigidizante, esos modelos sólo fueron analizados por el método estático del Reglamento Peruano.

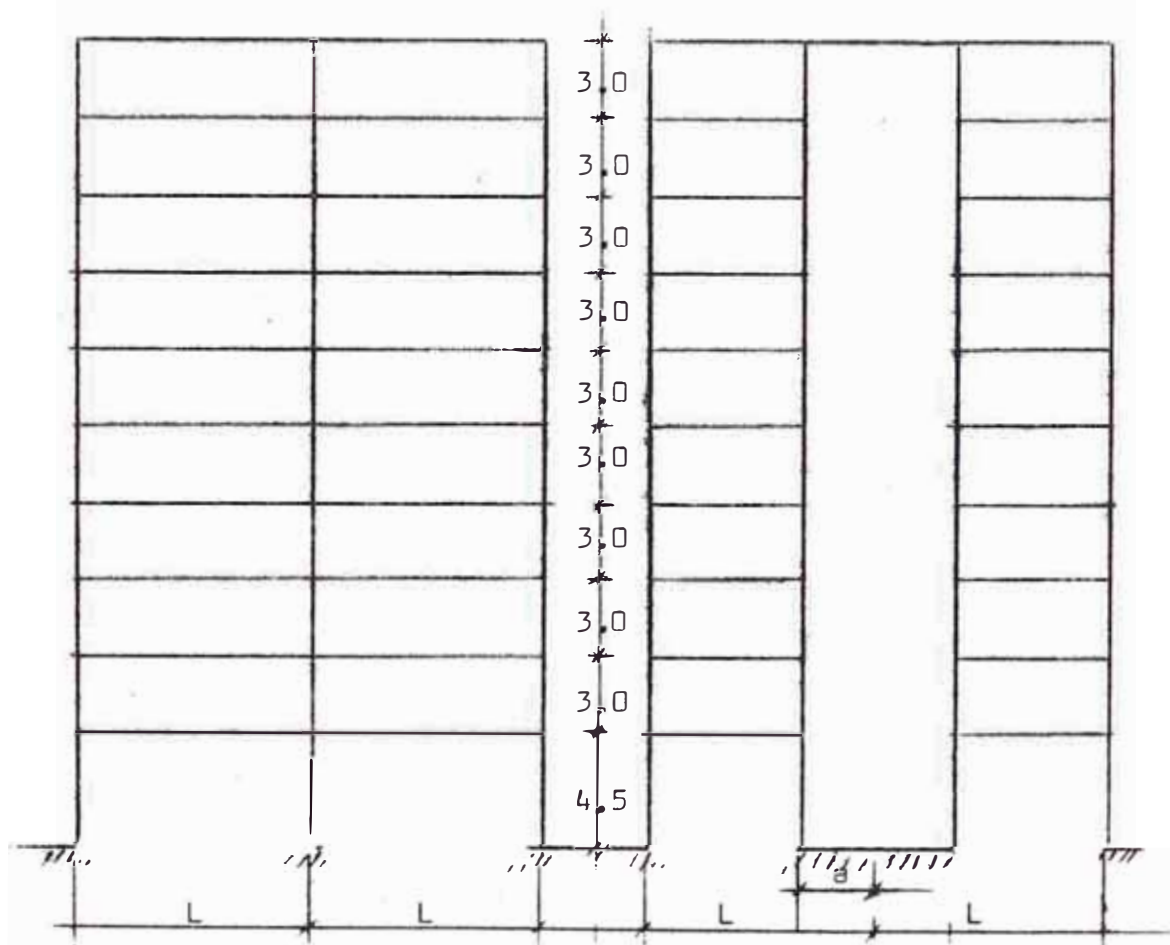
PLANTA



$$L = 4; 6; 8 \text{ m.}$$

$$A = 0; L/10; 2L/10; \dots; L$$

ELEVACIONES



III.2 DIMENSIONAMIENTO Y METRADOS

En esta parte sólo se va a proporcionar los cuadros de las dimensiones de los elementos y el resultado del metrado.

DIMENSIONES PARA LOS EDIFICIOS

t = espesor del aligerado

b = ancho de viga

h = peralte de viga

L(m)	b(m)	h(m)	t(m)
4	.25	.30	.20
6	.30	.50	.25
8	.40	.70	.35

Columnas

L(m)	Pisos	Tipo I (cm)	Tipo II (cm)	Tipo IV (Cm.)
4	1ro - 5to	50 x 50	40 x 40	35 x 35
	6to - 10o	30 x 30	30 x 30	30 x 30
6	1ro - 5to	70 x 70	60 x 60	45 x 45
	6to - 10mo	45 x 45	40 x 40	30 x 30
8	1ro - 5to	90 x 90	75 x 75	55 x 55
	6to - 10mo	60 x 60	50 x 50	40 x 40

III.3 METRADOS

A continuación presento la tabulación de las masas y rigideces por piso de todos los edificios.

$$m = \frac{\text{Kg} - \text{Sg}^2}{\text{Cm.}}$$

$$K = \frac{\text{Kg.}}{\text{Cm.}}$$

P I S O		EDIFICIO NUMERO				
		1	2	3	4	5
1	m	71.285	72.000	72.735	73.469	74.204
	K	57020	60203	81057	131750	214638
2	m	68.724	69.316	69.908	70.500	71.092
	K	192436	202916	266816	403551	601744
3	m	68.724	69.316	69.908	70.500	71.092
	K	192436	202916	266816	403551	601744
4	m	68.724	69.316	69.908	70.500	71.092
	K	192436	202916	266816	403551	601744
5	m	66.653	67.245	67.837	68.429	69.020
	K	192436	202916	266816	403551	601744
6	m	64.571	65.163	65.766	66.347	66.939
	K	62370	72850	136750	273485	471678
7	m	64.571	65.163	65.766	66.347	66.939
	K	62370	72850	136750	273485	471678
8	m	64.571	65.163	65.766	66.347	66.939
	K	62370	72850	136750	273485	471678
9	m	64.571	65.163	65.766	66.347	66.939
	K	62370	72850	136750	273485	471678
10	m	68.939	69.235	69.531	69.827	70.122
	K	62370	72850	136750	273485	471678

P I S O		EDIFICIO NUMERO				
		6	7	8	9	10
1	m	74.939	75.673	76.408	77.143	77.878
	K	328364	466328	622401	789931	965347
2	m	71.684	72.276	72.867	73.459	74.051
	K	839920	1100764	1371892	1650781	1924824
3	m	71.684	72.276	72.867	73.459	74.051
	K	839920	1100764	1371892	1650781	1924824
4	m	71.684	72.276	72.867	73.459	74.051
	K	839920	1100764	1371892	1650781	1924824
5	m	69.612	70.204	70.796	71.388	71.980
	K	839920	1100764	1371892	1650781	1924824
6	m	67.531	68.122	68.714	69.306	69.898
	K	709854	970698	1241826	1520715	1794758
7	m	67.531	68.122	68.714	69.306	69.898
	K	709854	970698	1241826	1520715	1794758
8	m	67.531	68.122	68.714	69.306	69.898
	K	709854	970698	1241826	1520715	1794758
9	m	67.531	68.122	68.714	69.306	69.898
	K	709854	970698	1241826	1520715	1794758
10	m	70.418	60.714	71.010	71.306	71.609
	K	709854	970698	1241826	1520715	1794758

P I S O		EDIFICIO NUMERO				
		11	12	13	14	15
1	m	78.612	161.224	162.551	163.878	165.204
	K	1147262	233857	246446	323113	287195
2	m	74.643	156.224	157.245	158.265	159.286
	K	2196488	789271	829587	1042609	1422750
3	m	74.643	156.224	157.245	158.265	159.286
	K	2196488	789271	829587	1042609	1422750
4	m	74.643	156.224	157.245	158.265	159.286
	K	2196488	789271	829587	1042609	1422750
5	m	72.571	150.561	151.531	152.551	153.531
	K	2996488	789271	829587	1042609	1422750
6	m	70.490	144.898	145.918	146.938	147.959
	K	2066422	150411	190727	403749	783890
7	m	70.490	144.898	145.918	146.938	147.959
	K	2066422	150411	190727	403749	783890
8	m	70.490	144.898	145.918	146.938	147.959
	K	2066422	150411	190727	403749	783890
9	m	70.490	144.898	145.918	146.938	147.959
	K	2066422	150411	190727	403749	783890
10	m	71.989	145.357	145.918	146.429	146.940
	K	2066422	150411	190727	403749	783890

P I S O		EDIFICIO NUMERO				
		16	17	18	19	20
1	m	166.531	167.857	169.184	170.510	171.837
	K	725027	1010837	1323850	1649202	1982232
2	m	160.306	161.327	162.347	163.368	164.388
	K	1879265	2369310	2868137	3360222	3853105
3	m	160.306	161.327	162.347	163.368	164.388
	K	1879265	2369310	2868137	3360222	3853105
4	m	160.306	161.327	162.347	163.368	164.388
	K	1879265	2369310	2868137	3360222	3853165
5	m	154.592	155.612	156.633	157.653	158.673
	K	1879265	2369310	2868137	3360222	3853105
6	m	148.980	150.000	151.020	152.041	153.061
	K	1240405	1730450	2229277	2721362	3214245
7	m	148.980	150.000	151.020	152.041	153.061
	K	1240405	1730450	2229277	2721362	3214245
8	m	148.980	150.000	151.020	152.041	153.061
	K	1240405	1730450	2229277	2721362	3214245
9	m	148.980	150.000	151.020	152.041	153.061
	K	1240405	1730450	2229277	2721362	3214245
10	m	147.450	147.960	148.470	148.980	149.490
	K	1240405	1730450	2229277	2721362	3214245

		EDIFICIO NUMERO				
		21	22	23	24	25
1	m	173.163	174.490	324.184	326.429	328.673
	K	2312720	2638717	579940	615996	816367
2	m	165.408	166.428	316.327	318.112	319.898
	K	4313523	4780948	1957298	2068868	2571261
3	m	165.408	166.428	316.327	318.112	319.898
	K	4313523	4780948	1957298	2068868	2571261
4	m	165.408	166.428	316.327	318.112	319.898
	K	4313523	4780948	1957292	2068868	2571261
5	m	159.694	160.714	307.959	309.745	311.531
	K	4313523	4780948	1957292	2068868	2571261
6	m	154.082	155.102	299.694	301.480	303.265
	K	3674663	4142088	412376	523946	1026339
7	m	154.082	155.102	299.694	301.480	303.265
	K	3674663	4142088	412376	523946	1026339
8	m	154.082	155.102	299.694	301.480	303.265
	K	3674663	4142088	412376	523946	1026339
9	m	154.082	155.102	299.694	301.480	303.265
	K	3674663	4142088	412376	523946	1026339
10	m	150.000	150.510	290.714	291.582	292.449
	K	3674663	4142088	412376	523946	1026339

P I S O		EDIFICIO NUMERO				
		26	27	28	29	30
1	m	330.918	333.163	335.408	337.653	339.898
	K	1193902	1678904	2215303	2766654	3317810
2	m	321.684	323.469	325.255	327.041	328.827
	K	3319791	4144014	4963376	5789308	6554922
3	m	321.684	323.469	325.255	327.041	328.827
	K	3319791	4144014	4963376	5789308	6554922
4	m	321.684	323.469	325.255	327.041	328.827
	K	3319791	4144014	4963376	5780308	6554922
5	m	313.316	315.102	316.888	318.673	320.459
	K	3319791	4144014	4963376	5789308	6554922
6	m	305.051	306.837	305.622	310.408	312.194
	K	1774869	2599092	3418454	4244385	5010000
7	m	305.051	306.837	305.622	310.408	312.194
	K	1774869	2599092	3418454	424385	5010000
8	m	305.051	306.837	305.622	310.408	312.194
	K	1774869	2599092	3418454	4244385	5010000
9	m	305.051	306.837	305.622	310.408	312.194
	K	1774869	2599092	3418454	4244385	5010000
10	m	293.316	194.184	295.051	296.918	296.786
	K	1774869	1599092	3418454	4244385	5010000

P I S O		EDIFICIO NUMERO			
		31	32	33	
1	m	342.143	344.388	346.633	
	K	3869356	4411946	4940908	
2	m	330.612	332.398	334.184	
	K	7339985	8088514	8922200	
3	m	330.612	332.398	334.184	
	K	7339985	8088514	8922200	
4	m	330.612	332.398	334.184	
	K	7339985	8088514	8922200	
5	m	322.245	324.031	325.816	
	K	7339985	8088514	8922200	
6	m	313.980	315.765	317.551	
	K	5795063	6543592	7377278	
7	m	313.980	315.765	317.551	
	K	5795063	6543592	7377278	
8	m	313.980	315.765	317.551	
	K	5795063	6543592	7377278	
9	m	313.980	315.765	317.551	
	K	5795063	6543592	7377278	
10	m	297.653	298.520	299.388	
	K	5795063	6543592	7377278	

C A P I T U L O I V

IV.0. PROGRAMAS DE COMPUTACION

A continuación se detallan los programas de computación usados en este trabajo, se incluyen los diagramas de flujo, su explicación y listados. Los programas están lo suficientemente detallados para permitir que cualquier persona que esté familiarizada con los elementos de programación pueda usarlos.

A la computadora debe suministrarse las masas y rigideces de cada piso y los valores de los factores de corrección que usa el nuevo método japonés para calcular la velocidad de diseño, en base a esto la computadora nos dará como resultado los desplazamientos y cortantes por piso para el método espectral del Reglamento Peruano y también los desplazamientos y cortantes por piso para el nuevo método japonés.

El nombre de las variables usadas están definidas en el programa principal a excepción de los nombres de las variables de los factores que nos sirven para calcular la velocidad de diseño que son dadas a continuación.

Z = Valor de z (depende de la ubicación del edificio)

USOI = Valor de I

E = Valor del Factor E

TG = Período predominante del suelo.

VO = Velocidad estandar




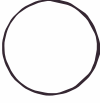

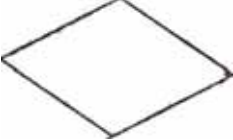
DUCT = $\sqrt{2u - 1}$ (factor de ductilidad)

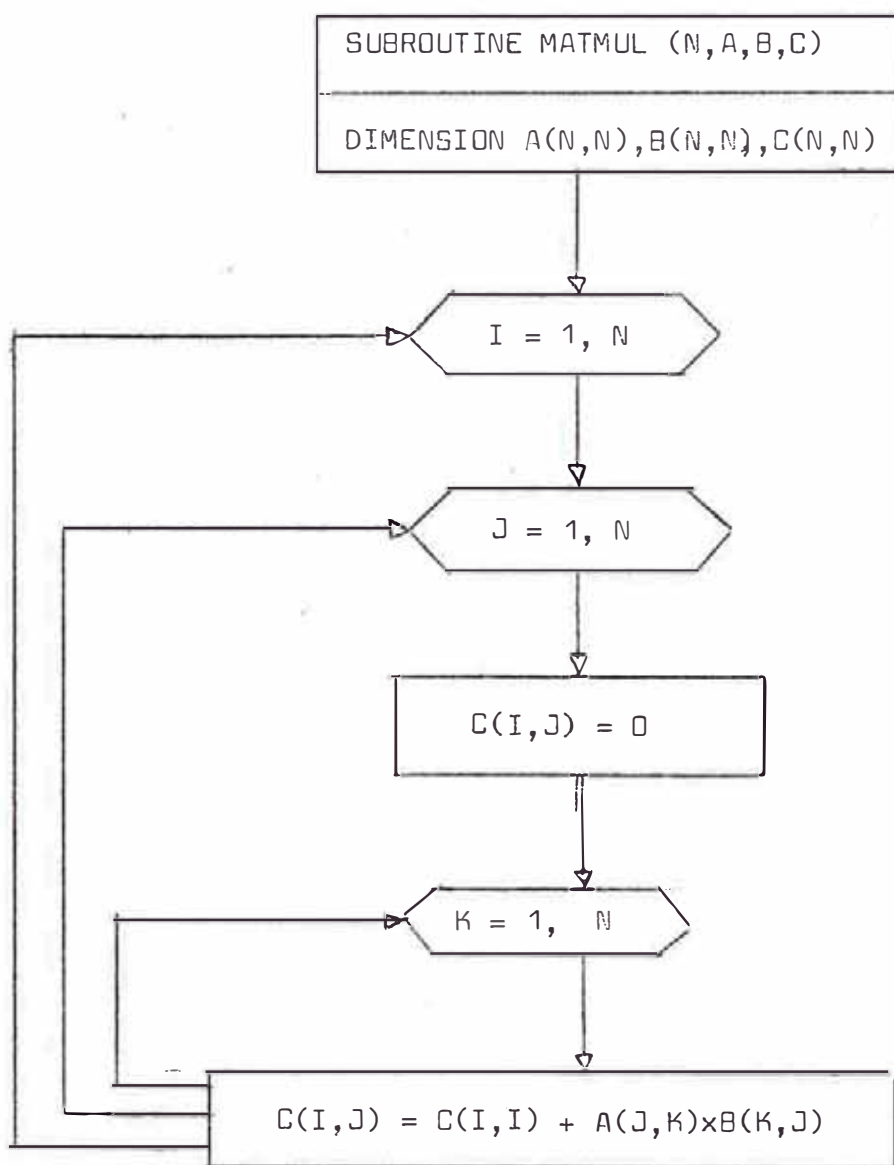
XM1 = Valor de M1

XM2 = Valor de M2

IV.1 DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROGRAMAS

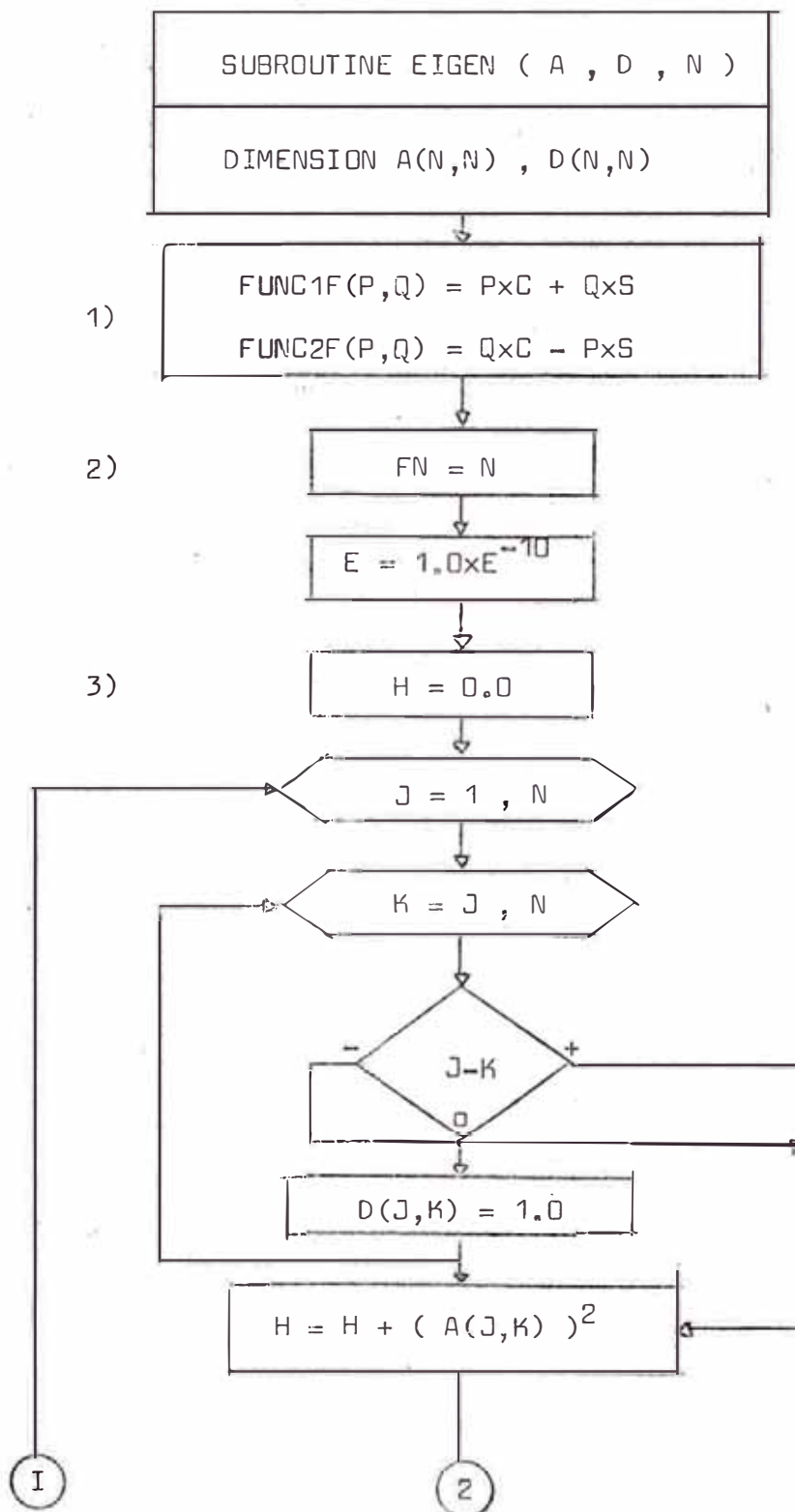
Las manifestaciones usadas en los diagramas son:

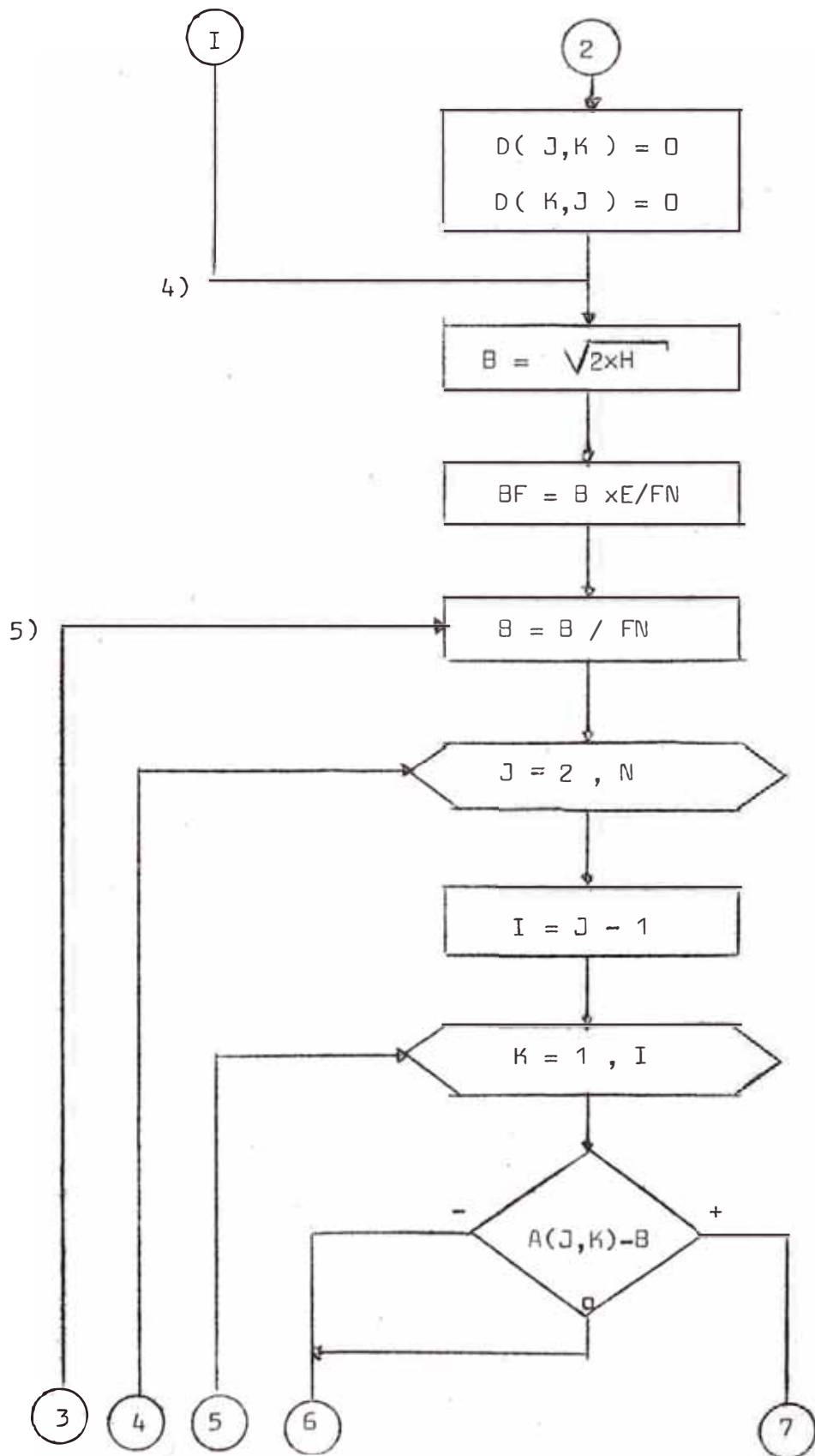
<u>Tipo de Manifestación</u>	<u>Símbolo</u>
Entrada	
Salida	
Asignación	
Control Incondicional	
Control Iterativo	
Control Aritmético	

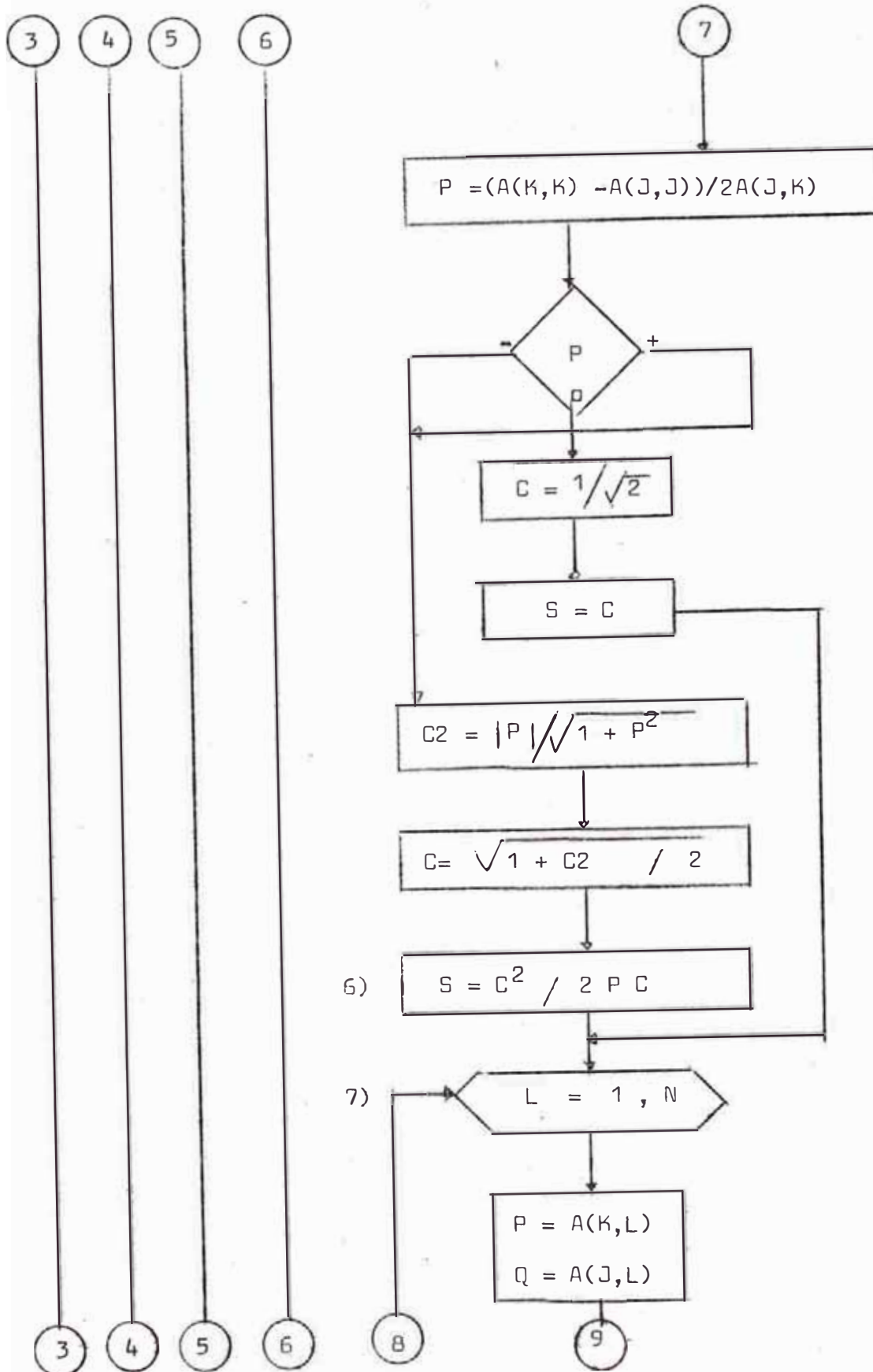
IV.1.1 SUBROUTINA MATRIZ MULTIPLICACION

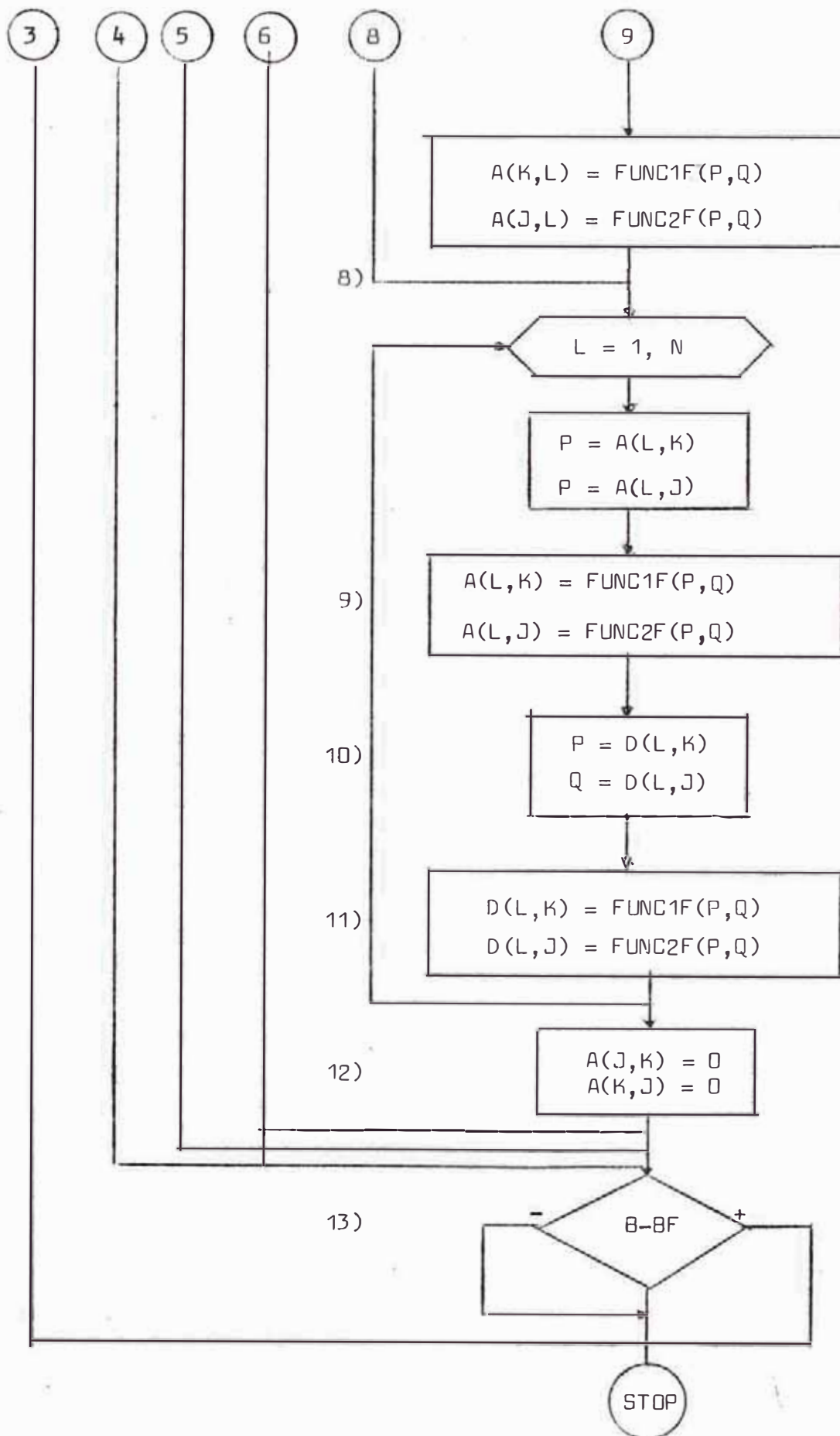
IV.1.2 SUBROUTINE EIGEN VALUES Y EIGEN VECTORS

DIAGONALIZACION DE JACOBI

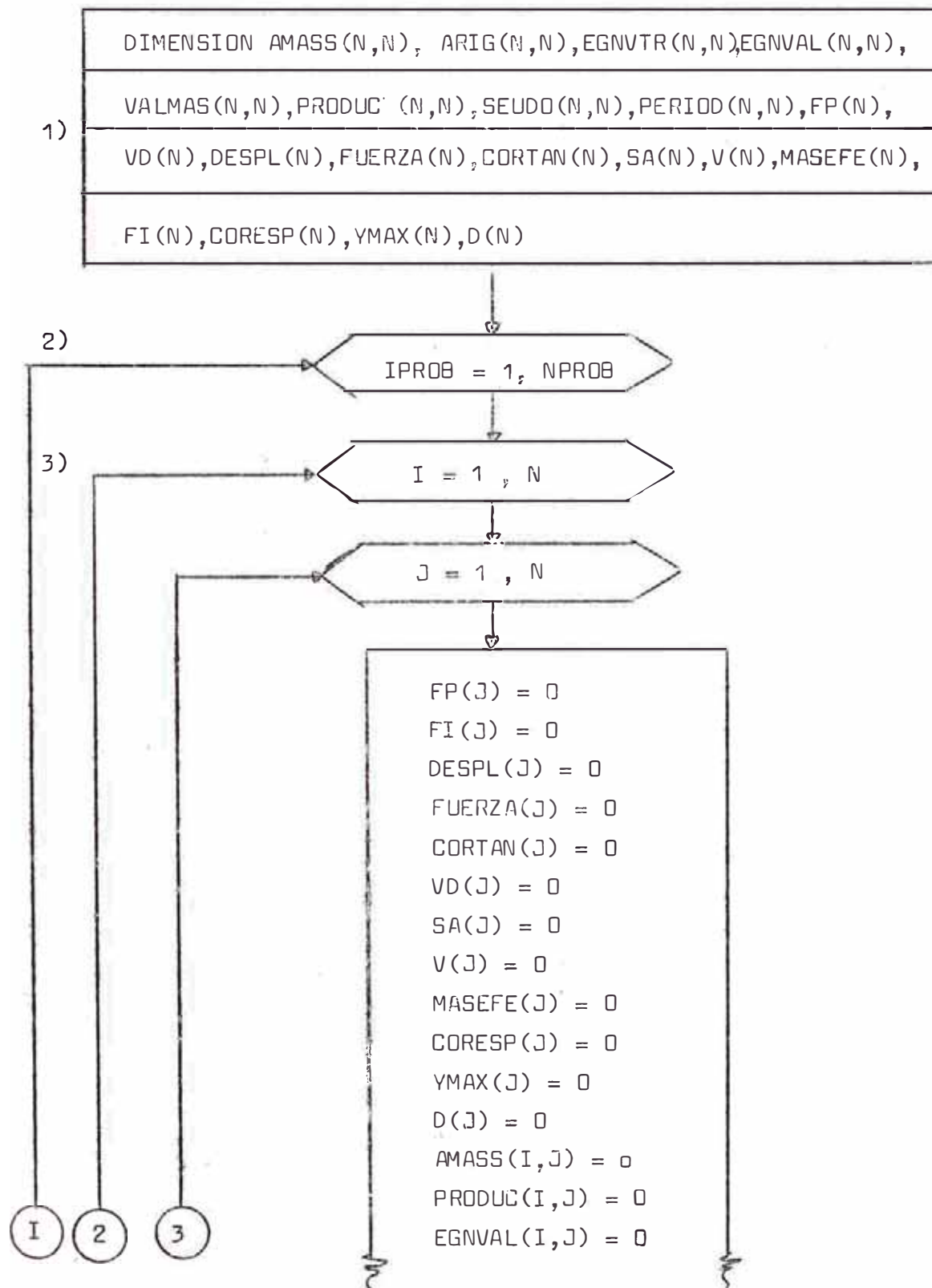


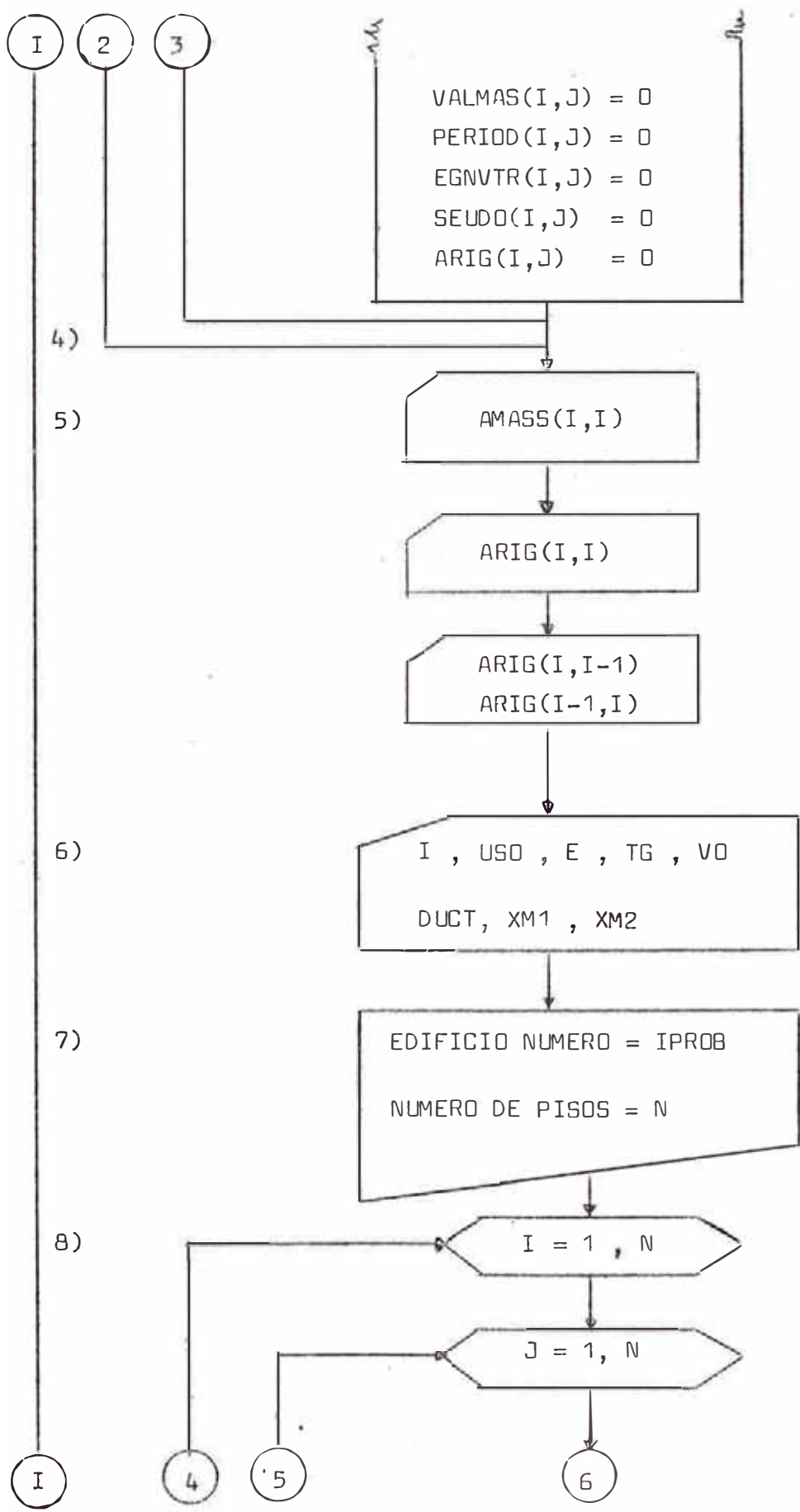


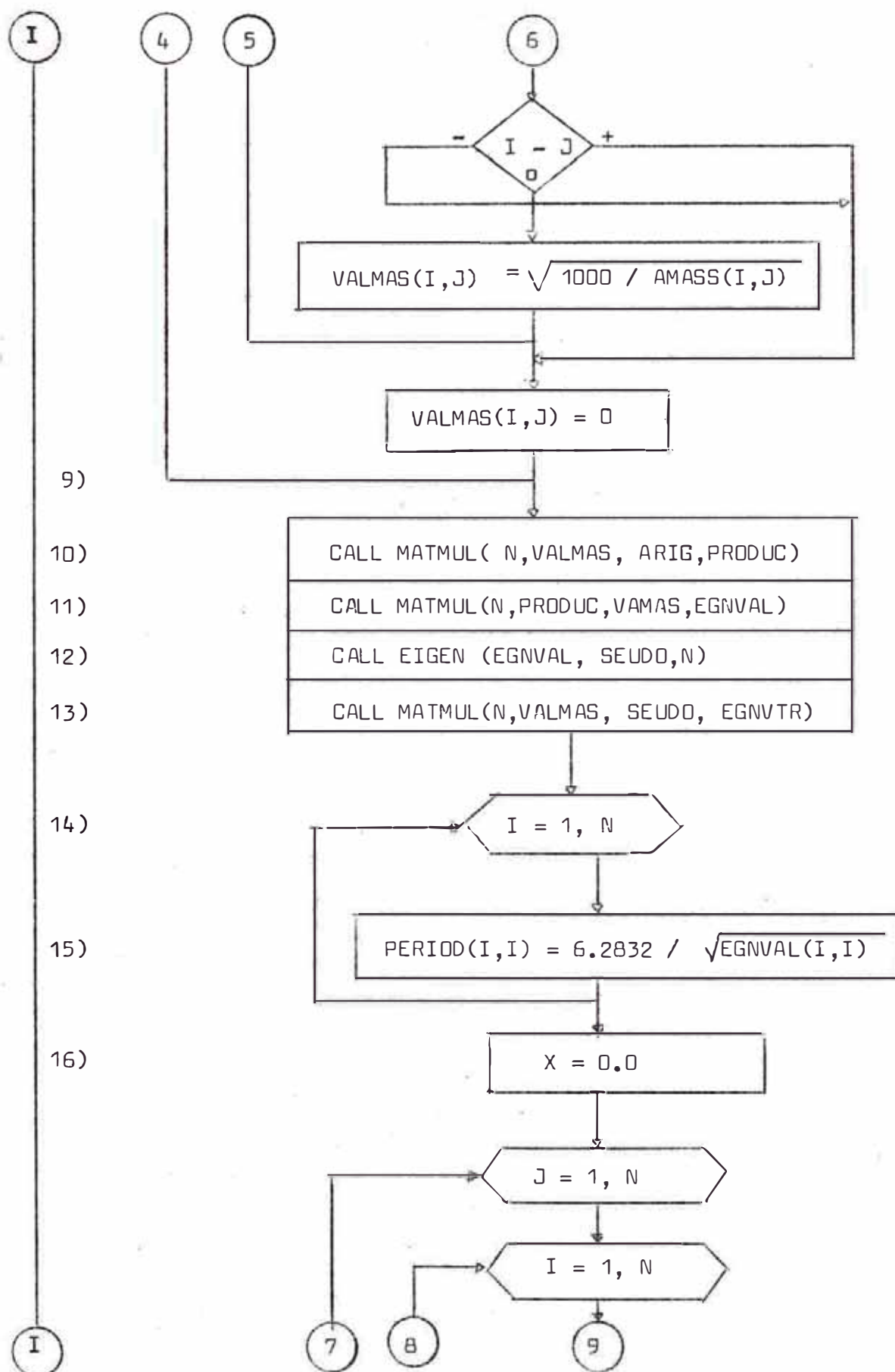


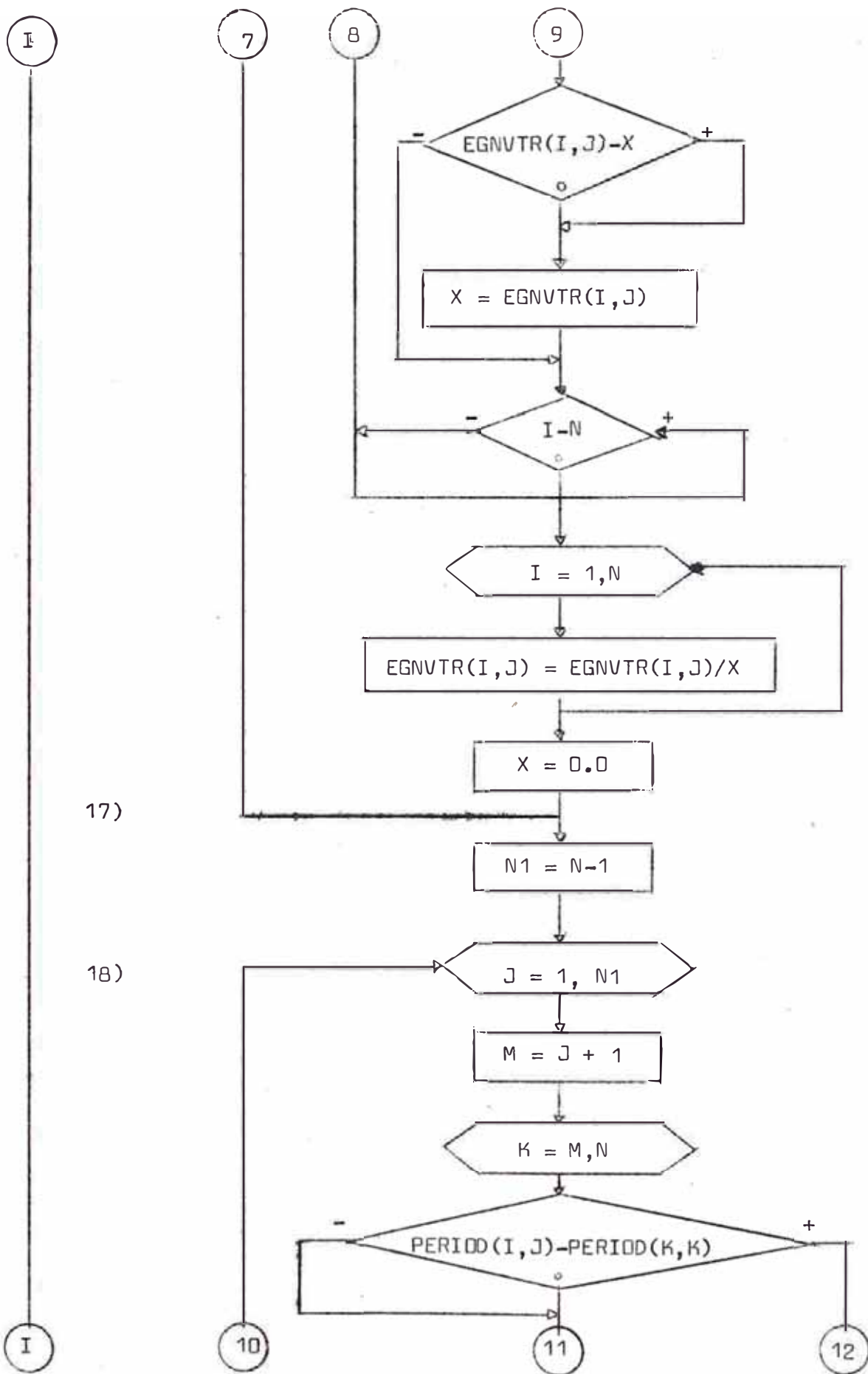


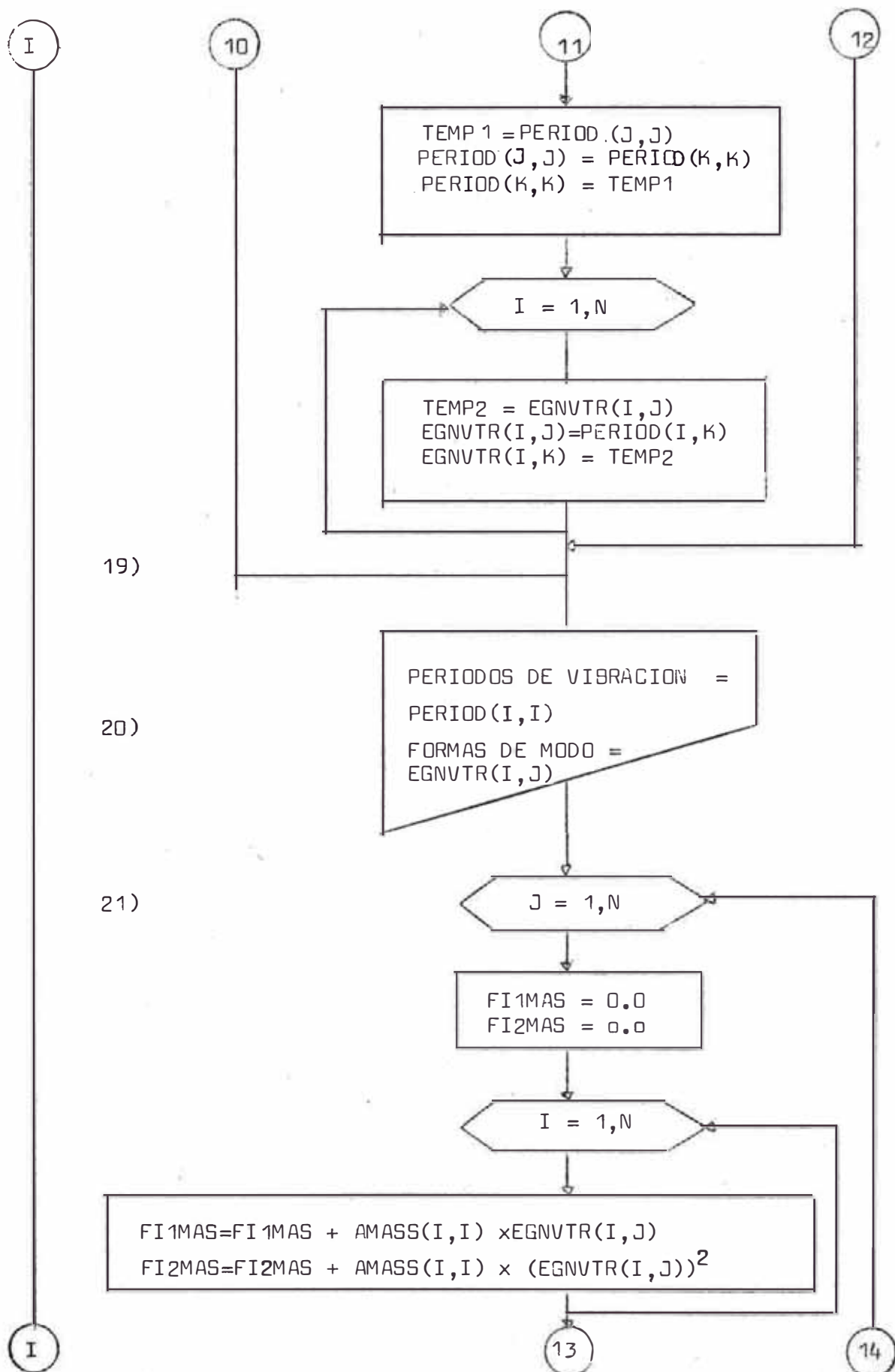
IV.1.3 PROGRAMA PRINCIPAL

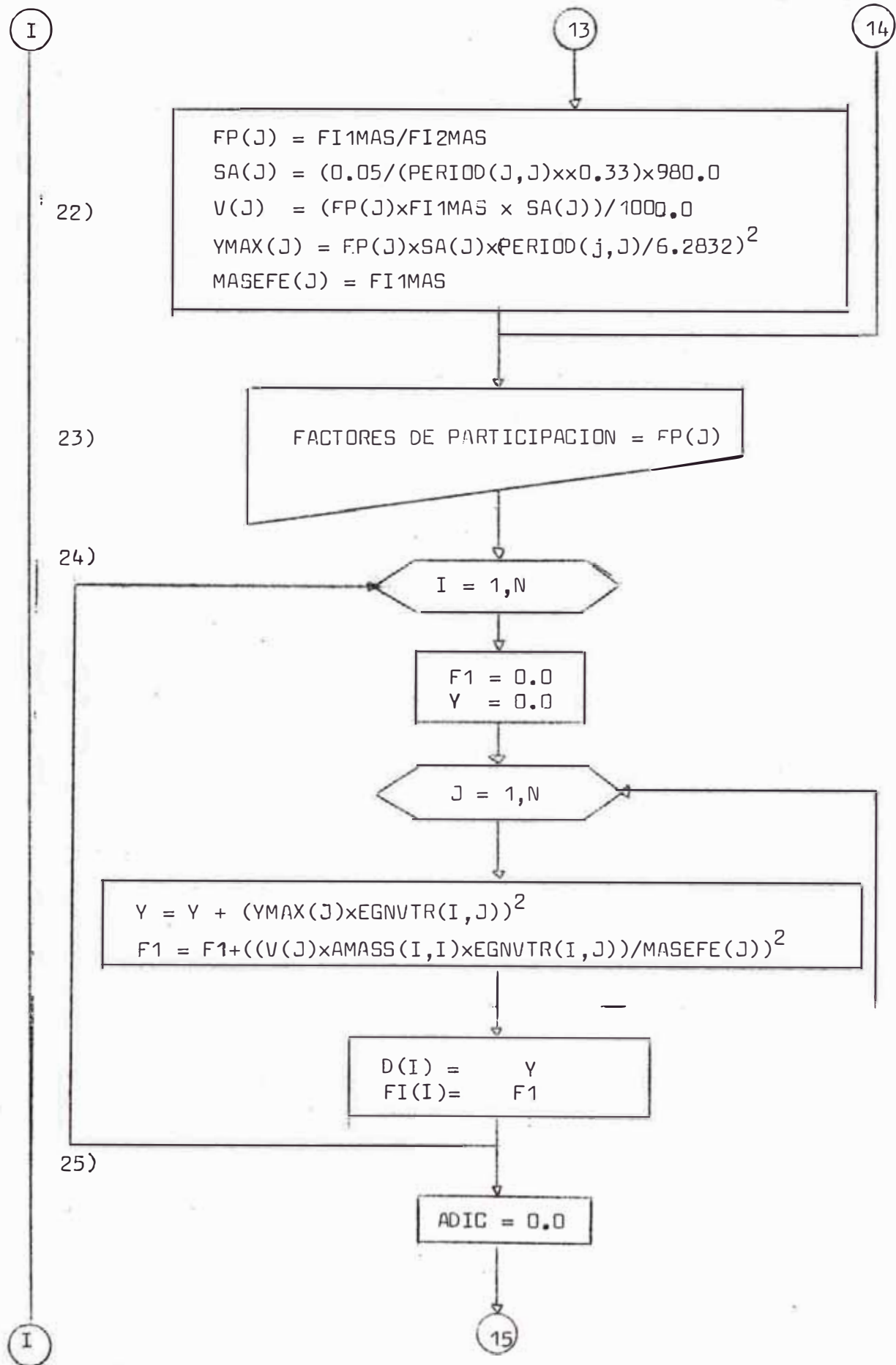


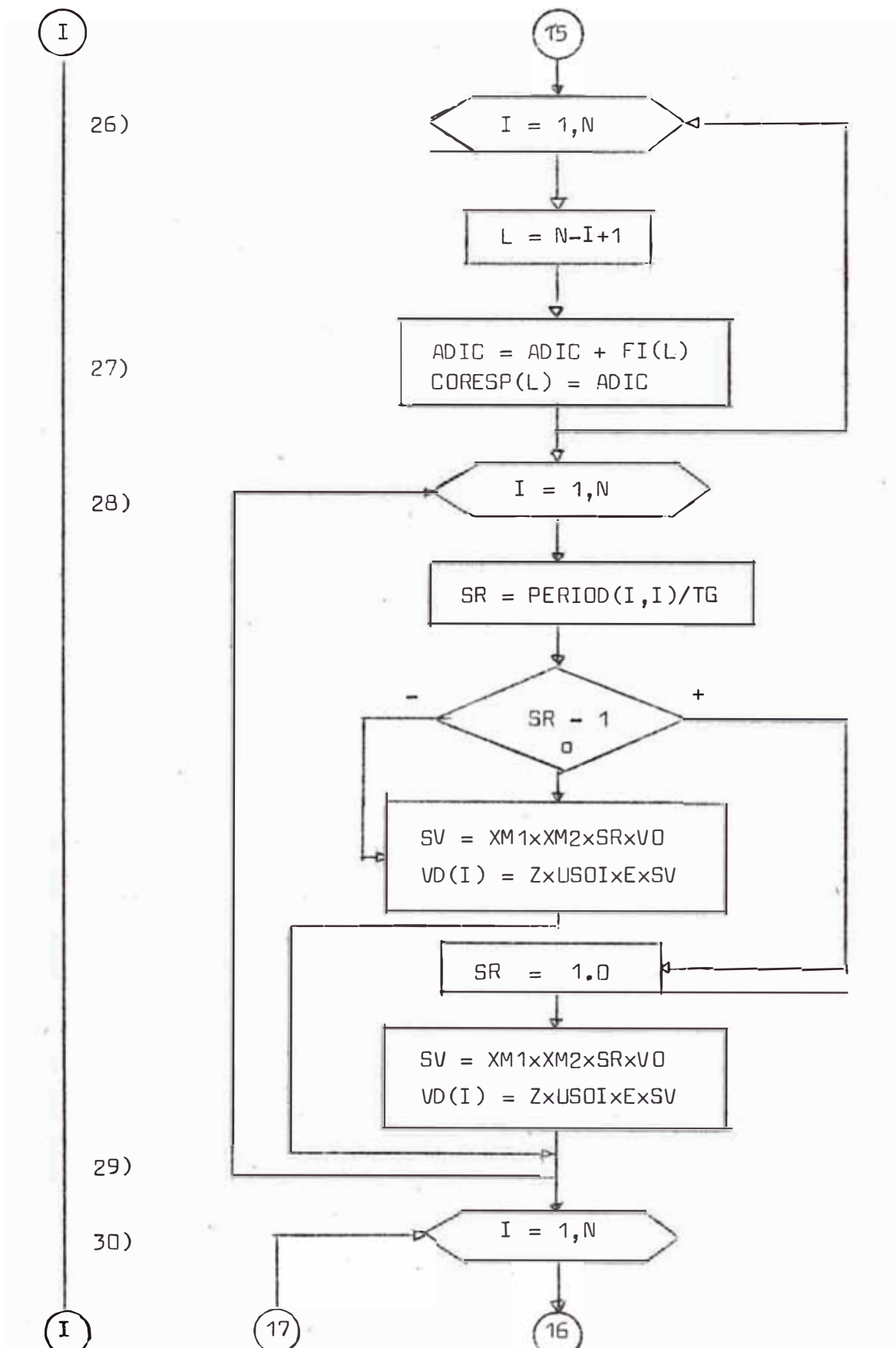


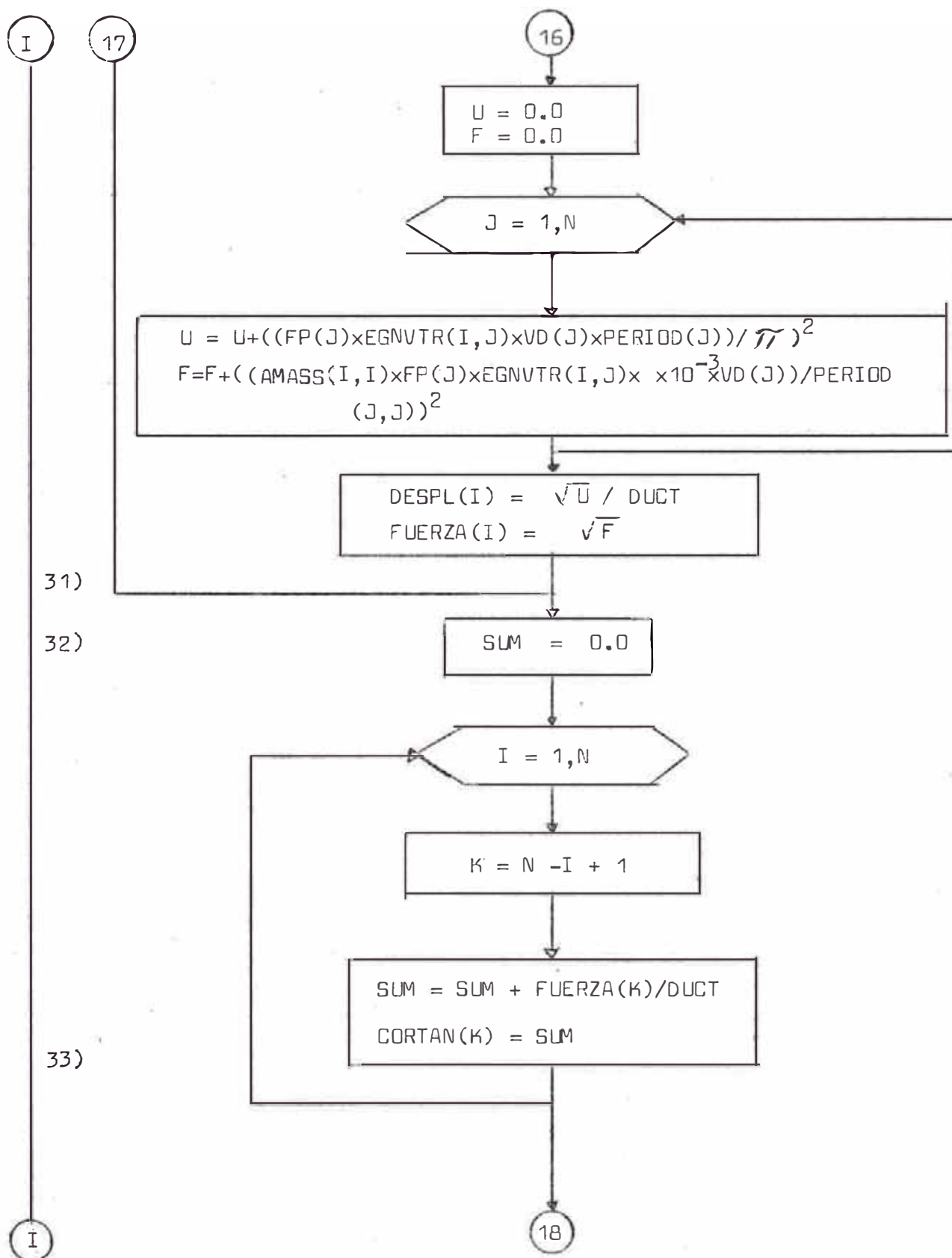


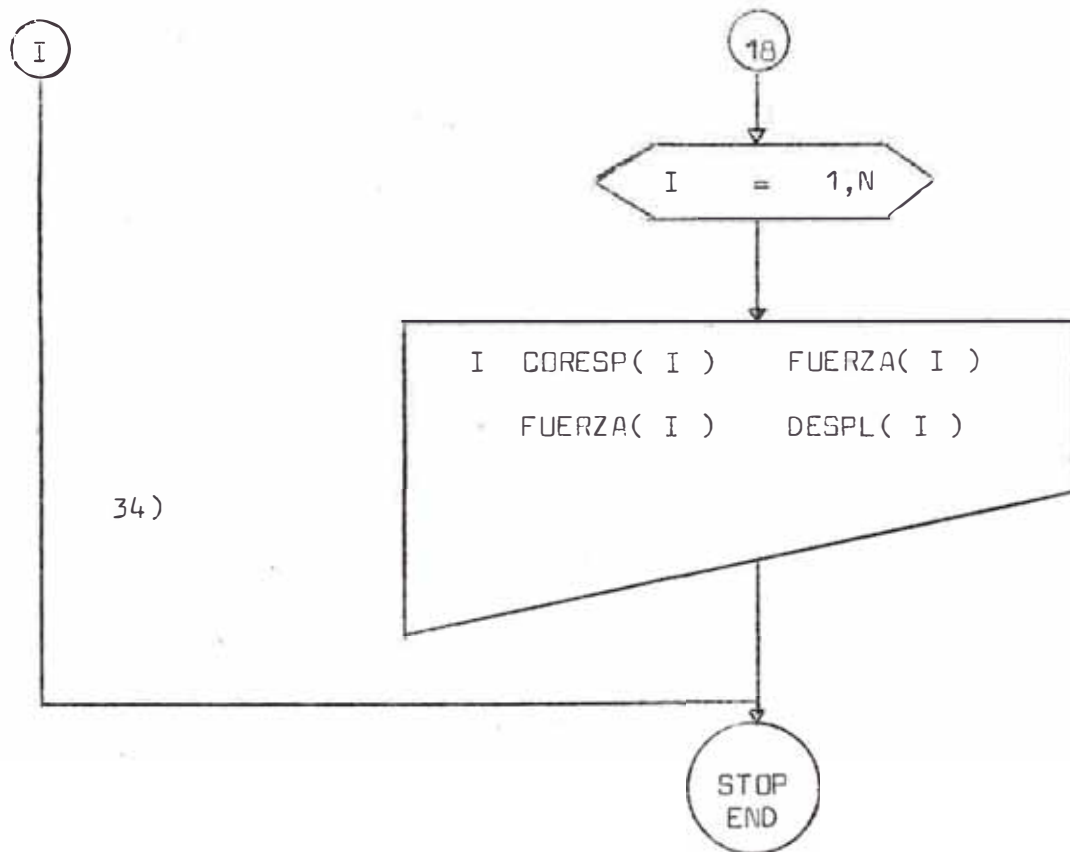












IV.2 EXPLICACION DE DIAGRAMAS DE FLUJO

IV.2.1 SUBPROGRAMA EIGEN (Ver Apéndice A)

Válido para matrices simétricas; "A" es la matriz simétrica, cuyos eigen values y eigen vectors se desea obtener luego se transformará en una matriz diagonal que serán los eigen values; "D" es la matriz de los eigen vectors; "N" es el orden de las matrices.

- 1) Se crea dos funciones; una de ellas (FUNC1F) premultiplica y sólo transforma dos filas de la matriz, la otra (FUNC2F) posmultiplica y sólo transforma dos columnas de la matriz.
- 2-3) Hace el valor de $FN = N$ y $E = 1.0^{-10}$ que servirán para valores inicial y final de control, también da un valor inicial para $H = 0$.
- 3-4) Itera para hallar el valor de H igual a la suma de los cuadrados de los elementos del triangulo superior fuera de la diagonal, también toma como primera aproximación para los vectores característicos una matriz unidad.
- 4-5) Halla valor de $\theta = \sqrt{2H}$ y calcula un valor inicial de θF y un valor final $\theta = \theta/FN$ que serán los controles de iteración.
- 5-6) Comienza iteración para tomar elementos del triángulo inferior fuera de la diagonal y calcula por medio de las fórmulas deducidas de la teoría de Jacobi el valor de C y S que son Seno y Coseno.

- 7-8) Itera para premultiplicar la matriz "T" por la matriz "A"
- 8-9) Itera para posmultiplicar la matriz "A" por la matriz "T".
- 10-11) Con la iteración anterior va formando el producto de las matrices "T"
- 12) Hace los términos pivoteados igual a cero
- 13) Compara si el valor de B ha igualado al valor final - de control para terminar el subprograma

IV.2.2 PROGRAMA PRINCIPAL

- 1) Dimensionamiento de las variables con subíndice definidas en el listado del programa
- 2) Iteración para resolver un número de problemas igual a NPROB
- 3-4) Borra todos los arreglos para resolver cualquier número de problemas
- 5-6) Lee las matrices masa; de rigidez y los valores de los factores.
- 7) Imprime el número de problema y el número de pisos del edificio.
- 8-9) Itera para hallar la inversa de la raíz de la matriz masa (en este caso lo hace directamente porque la matriz masa es diagonal)
- 10) Halla el producto de matrices $B^{-1/2}A$
- 11) Completa el producto anterior $B^{-1/2}AB^{-1/2}$ obteniendo

así una matriz simétrica a la que se puede aplicar la subrutina EIGEN

- 12) Aplica la subrutina EIGEN a la matriz anterior y se obtiene los eigen values.
- 13) Dado que los eigen vectors hallados por el paso anterior no son los verdaderos los transforma por medio de una multiplicación ($B^{-1/2} \tilde{M}$) obteniendo así los verdaderos eigen vectors.
- 14-15) Halla los períodos $T = 2\pi / \sqrt{\omega^2}$
- 16-17) Normaliza los eigen vectors haciendo el mayor igual a 1.
- 18-19) Ordena los períodos en forma descendente para tener el período fundamental y el resto correspondiente a los otros modos de vibración.
- 20) Imprime los períodos de vibración y las formas de modo de vibración.
- 21-22) Itera para hallar; los factores de participación; la aceleración espectral correspondiente al espectro teórico ($a = c.g = 0.05 / \sqrt[3]{T.g}$); el cortante máximo en la base correspondiente a la aceleración anterior; el desplazamiento máximo correspondiente a la aceleración anterior y la masa efectiva para cada modo de vibración.
- 23) Imprime los factores de participación.
- 24-25) Halla los desplazamientos de cada piso y distribuye los cortantes en la base a lo alto del edificio; para

el método espectral del Reglamento Peruano. (obteniendo así las fuerzas de inercia en cada piso).

- 26-27) Halla el cortante en cada piso para el método dinámico con el espectro teórico del Reglamento Peruano.
- 28-29) Halla la velocidad de diseño para el nuevo método japonés.
- 30-31) Halla la fuerza de inercia y el desplazamiento de cada piso para el nuevo método.
- 32-33) Halla el cortante en cada piso para el nuevo método.
- 34) Imprime resultados de los dos métodos dinámicos.

IV.3 LISTADO DE PROGRAMAS

TESIS DE GRADO DE JOSE OSCAR RODRIGUEZ SALCEDO

PROGRAMA PAAR MULTIPLICAR MATRICES

SUBROUTINE MATMUL(N,A,B,C)

DIMENSION A(10,10),B(10,10),C(10,10)

DO 4 I=1,N

DO 4 J=1,N

C(I,J)=0.0

DO 4 K=1,N

C(I,J)=C(I,J)+A(I,K)*B(K,J)

RETURN

END

0001
0002
0003
0004
0005
0006
0007
0008
0009

0000

0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22

```
PROGRAMA PARA CALCULAR LOS EIGEN VALUES Y EIGEN VECTORS  
TESIS DE GRADO DE JOSE OSCAR RODRIGUEZ SALCEDO  
DIAGONALIZACION DE JACOBI,  
SUBROUTINE EIGENTA,D,N)  
DIMENSION A(10,10),D(10,10)  
FUNC1E(P,Q)=P*C+Q*S  
FUNC2F(P,Q)=Q*C-P*S  
FN = N  
E = 1.0E-10  
H=0.0 J=J,N  
DO 10 K=J,N  
IF (J-K) 11, 12, 11  
12 D(J,K)=1.0  
11 H=H+(A(J,K))**2  
D(J,K)=0.0  
D(K,J)=0.0  
10 CONTINUE  
R=SQRT(Z.0*H)  
BF=(B*E)/FN  
18 B=B/FN  
15 I=J-1  
DO 5 K=I,I  
IF (ABS(A(J,K))-B) 5,5,8  
8 P=(A(K,K)-A(J,J))/(2.0*A(J,K))  
2 C=1.0/SQRT(2.0)  
S=C  
GO TO 14  
3 C2 = ABS(P) / SQRT(1.0 + P**2)  
C=SQRT((1.0+C2)/2.0)  
S=C2/(2.0+P*C)  
14 DO 20 L=1,N  
P=A(K,L)  
Q=A(J,L)  
A(K,L)=FUNC1E(P,Q)  
A(J,L)=FUNC2F(P,Q)  
20 CONTINUE  
99 40 L=1,N  
P=A(L,K)  
Q=A(L,J)  
A(L,K)=FUNC1E(P,Q)  
A(L,J)=FUNC2F(P,Q)  
P=D(L,K)  
Q=D(L,J)  
D(L,K)=FUNC1F(P,Q)  
D(L,J)=FUNC2F(P,Q)  
40 CONTINUE  
A(J,K)=0.0  
A(K,J)=0.0
```

5 CONTINUE
IF (B-BF) 61, 61, 31
61 RETURN
END

0050
0051
0052
0053

ANALISIS DINAMICO
 TESIS DE GRADO DE JOSE OSCAR RODRIGUEZ SALCEDO
 INGENIERIA DE MONTAJE Y REPARACION
 ROBERTO MORALES M.

DEFINICIONES
 AMASS ES ARREGLO DE MASAS
 ARIG ES ARREGLO DE RIGIDECES
 EGNVAL ES EIGEN VALUES
 EGNVTR ES EIGEN VECTORS
 DESPL ES DESPLAZAMIENTO DEL NUEVO METODO
 FUERZA ES FUERZA DE INERZIA DEL NUEVO METODO
 CORTAN ES FUERZA CORTANTE DEL NUEVO METODO
 PERIOD ES PERIODOS DE VIBRACION
 FP ES FACTOR DE PARTICIPACION
 VD ES VELOCIDAD DE DISENO
 MASEFE ES MASA EFECTIVA
 V ES CORTE ESPECION EN LA BASE
 SA ES ACELERA ESPECION ESPECTRAL
 FIESP ES FUERZA DE INERZIA ESPECTRAL
 CORESP ES CORTANTE ESPECTRAL
 N= NUMERO DE PISIS

0001 DIMENSION AMASS(10,10), ARIG(10,10), EGNVTR(10,10), EGNVAL(10,10), VD(10,10),
 VALMASC(10,10), PRODUC(10,10), SEUDO(10,10), PERIOD(10,10), FP(10,10), FIESP(10,10),
 20, DESPL(10), FUERZA(10), CORTAN(10), SA(10), V(10), MASEFE(10), EI(10),

0002 3 CORESP(10), YMAX(10), D(10)
 0003 DATA IN, IOUT, N, NPROB/1,3,10,33/
 0004 DO 10 I=1, N
 0005 DO 10 J=1, N
 0006 FP(I,J)=0.0
 0007 EI(I,J)=0.0
 0008 DESPL(J)=0.0
 0009 FUERZA(J)=0.0
 0010 CORTAN(J)=0.0
 0011 VD(J)=0.0
 0012 SA(J)=0.0
 0013 V(J)=0.0
 0014 MASEFE(J)=0.0
 0015 CORESP(J)=0.0
 0016 YMAX(J)=0.0
 0017 D(J)=0.0
 0018 AMASS(I,J)=0.0
 0019 PRODUC(I,J)=0.0
 0020 EGNVAL(I,J)=0.0
 0021 VALMASC(I,J)=0.0
 0022 PERIOD(I,J)=0.0
 0023 EGNVTR(I,J)=0.0
 0024 SEUDO(I,J)=0.0
 0025 ARIG(I,J)=0.0

6 LEFR DIAGONALES DE MATRIZ MASA Y RIGIDEZ
 10 READ(IN,14)(AMASS(I,I),I=1,N)
 14 FORMAT(10F8.0)
 1 READ(IN,15)(ARIG(I,I),I=1,NI)

1 BORRAR ARREGLOS
 2 DO 10 I=1, N
 3 DO 10 J=1, N
 4 FP(I,J)=0.0
 5 EI(I,J)=0.0
 6 DESPL(J)=0.0
 7 FUERZA(J)=0.0
 8 CORTAN(J)=0.0
 9 VD(J)=0.0
 10 SA(J)=0.0
 11 V(J)=0.0
 12 MASEFE(J)=0.0
 13 CORESP(J)=0.0
 14 YMAX(J)=0.0
 15 D(J)=0.0
 16 AMASS(I,J)=0.0
 17 PRODUC(I,J)=0.0
 18 EGNVAL(I,J)=0.0
 19 VALMASC(I,J)=0.0
 20 PERIOD(I,J)=0.0
 21 EGNVTR(I,J)=0.0
 22 SEUDO(I,J)=0.0
 23 ARIG(I,J)=0.0

2 VALMASC(10,10), PRODUC(10,10), SEUDO(10,10), PERIOD(10,10), FP(10,10), VD(10,10),
 20, DESPL(10), FUERZA(10), CORTAN(10), SA(10), V(10), MASEFE(10), EI(10),
 3 CORESP(10), YMAX(10), D(10)

0004 DO 10 I=1, N
 0005 DO 10 J=1, N
 0006 FP(I,J)=0.0
 0007 EI(I,J)=0.0
 0008 DESPL(J)=0.0
 0009 FUERZA(J)=0.0
 0010 CORTAN(J)=0.0
 0011 VD(J)=0.0
 0012 SA(J)=0.0
 0013 V(J)=0.0
 0014 MASEFE(J)=0.0
 0015 CORESP(J)=0.0
 0016 YMAX(J)=0.0
 0017 D(J)=0.0
 0018 AMASS(I,J)=0.0
 0019 PRODUC(I,J)=0.0
 0020 EGNVAL(I,J)=0.0
 0021 VALMASC(I,J)=0.0
 0022 PERIOD(I,J)=0.0
 0023 EGNVTR(I,J)=0.0
 0024 SEUDO(I,J)=0.0
 0025 ARIG(I,J)=0.0

6 LEFR DIAGONALES DE MATRIZ MASA Y RIGIDEZ
 10 READ(IN,14)(AMASS(I,I),I=1,N)
 14 FORMAT(10F8.0)
 1 READ(IN,15)(ARIG(I,I),I=1,NI)

1 BORRAR ARREGLOS
 2 DO 10 I=1, N
 3 DO 10 J=1, N
 4 FP(I,J)=0.0
 5 EI(I,J)=0.0
 6 DESPL(J)=0.0
 7 FUERZA(J)=0.0
 8 CORTAN(J)=0.0
 9 VD(J)=0.0
 10 SA(J)=0.0
 11 V(J)=0.0
 12 MASEFE(J)=0.0
 13 CORESP(J)=0.0
 14 YMAX(J)=0.0
 15 D(J)=0.0
 16 AMASS(I,J)=0.0
 17 PRODUC(I,J)=0.0
 18 EGNVAL(I,J)=0.0
 19 VALMASC(I,J)=0.0
 20 PERIOD(I,J)=0.0
 21 EGNVTR(I,J)=0.0
 22 SEUDO(I,J)=0.0
 23 ARIG(I,J)=0.0

2 VALMASC(10,10), PRODUC(10,10), SEUDO(10,10), PERIOD(10,10), FP(10,10), VD(10,10),
 20, DESPL(10), FUERZA(10), CORTAN(10), SA(10), V(10), MASEFE(10), EI(10),
 3 CORESP(10), YMAX(10), D(10)

0004 DO 10 I=1, N
 0005 DO 10 J=1, N
 0006 FP(I,J)=0.0
 0007 EI(I,J)=0.0
 0008 DESPL(J)=0.0
 0009 FUERZA(J)=0.0
 0010 CORTAN(J)=0.0
 0011 VD(J)=0.0
 0012 SA(J)=0.0
 0013 V(J)=0.0
 0014 MASEFE(J)=0.0
 0015 CORESP(J)=0.0
 0016 YMAX(J)=0.0
 0017 D(J)=0.0
 0018 AMASS(I,J)=0.0
 0019 PRODUC(I,J)=0.0
 0020 EGNVAL(I,J)=0.0
 0021 VALMASC(I,J)=0.0
 0022 PERIOD(I,J)=0.0
 0023 EGNVTR(I,J)=0.0
 0024 SEUDO(I,J)=0.0
 0025 ARIG(I,J)=0.0

6 LEFR DIAGONALES DE MATRIZ MASA Y RIGIDEZ
 10 READ(IN,14)(AMASS(I,I),I=1,N)
 14 FORMAT(10F8.0)
 1 READ(IN,15)(ARIG(I,I),I=1,NI)

1 BORRAR ARREGLOS
 2 DO 10 I=1, N
 3 DO 10 J=1, N
 4 FP(I,J)=0.0
 5 EI(I,J)=0.0
 6 DESPL(J)=0.0
 7 FUERZA(J)=0.0
 8 CORTAN(J)=0.0
 9 VD(J)=0.0
 10 SA(J)=0.0
 11 V(J)=0.0
 12 MASEFE(J)=0.0
 13 CORESP(J)=0.0
 14 YMAX(J)=0.0
 15 D(J)=0.0
 16 AMASS(I,J)=0.0
 17 PRODUC(I,J)=0.0
 18 EGNVAL(I,J)=0.0
 19 VALMASC(I,J)=0.0
 20 PERIOD(I,J)=0.0
 21 EGNVTR(I,J)=0.0
 22 SEUDO(I,J)=0.0
 23 ARIG(I,J)=0.0

2 VALMASC(10,10), PRODUC(10,10), SEUDO(10,10), PERIOD(10,10), FP(10,10), VD(10,10),
 20, DESPL(10), FUERZA(10), CORTAN(10), SA(10), V(10), MASEFE(10), EI(10),
 3 CORESP(10), YMAX(10), D(10)


```

0029 C 15. FORMAT(10F8.3)
0030 C LEER PRIMERA DIAGONAL INFERIOR DE ARIG
0031 C READ(I,N,16)*(ARIG(I,I-1),I=2,N)
0032 C 16. FORMAT(9F8.3)
0033 C LEER PRIMERA DIAGONAL SUPERIOR DE ARIG
0034 C DD 18 I=2,N
0035 C ARIG(I-1,I)=ARIG(I,I-1)
0036 C READ(I,N,13012,USOL,E,IG,VO,DUCI,XM1,XM2,ELE,A)
0037 C 130. FORMAT(10F8.0)
0038 C WRITE(IOUT,21)
0039 C 21. FORMAT(1H,5X,100(*),//,24X,1*** EDIFICIO NUMERO *** NUMERO DE P
0040 C 1 ISQS *** LONGITUD L *** A/L *** ,/)
0041 C WRITE(IOUT,23)IPRDB,N,ELE,A
0042 C 23. FORMAT(IHO,34X,13,17X,13,13X,E5.2,(X,F3.1)
0043 C HALLAR LA INVERSA DE LA RAIZ DE AMASS.
0044 C DD 33 I=1, N
0045 C DD 33 J=1, N
0046 C IF(I - J) 38, 40, 38
0047 C VALMAS(I,J)=0.0
0048 C 38. VALMAS(I,J)=0.0
0049 C 40. VALMAS(I,J)=SQRT(1000.0)/SQRT(AMASS(I,J))
0050 C 33. CONTINUE
0051 C HALLAR MATRIZ SIMETRICA PARA HALLAR VERDADEROS EIGEN
0052 C CALL MATMUL(N,VALMAS,ARIG,PRODUC)
0053 C CALL MATMUL(N,PRODUC,VALMAS,EGNVAL)
0054 C COMPUTAR LOS VERDADEROS EIGEN
0055 C CALL EIGEN(EGNVAL,SEUDO,N)
0056 C HALLAR LOS VERDADEROS VALORES ARREGLADOS DE EGNVTR
0057 C CALL MATMUL(N,VALMAS,SEUDO,EGNVTR)
0058 C HALLAR LOS PERIODOS Y ESCRIBIRLOS
0059 C DD 52 I=1,N
0060 C PERIOD(I,I)=6.2832/SQRT(EGNVAL(I,I))
0061 C 52. NORMALIZAR LAS FORMAS DE MODO AL MAYOR VALOR.
0062 C X=0.0
0063 C DD 69 J=1,N
0064 C DD 68 I=1,N
0065 C IF(ABS(EGNVTR(I,J))-ABS(X))65,64,64
0066 C X=EGNVTR(I,J)*X.0
0067 C 64. EGNVTR(I,J)=X.0
0068 C 65. IF(I-N)68,57,68
0069 C 68. CONTINUE
0070 C DD 66 I=1,N
0071 C 66. EGNVTR(I,J)=EGNVTR(I,J)/X
0072 C 69. CONTINUE
0073 C ORDENAR EN FORMA DESCENDENTE LOS PERIODOS Y COLOCAR EN SU VERDADERA
0074 C POSICION LOS MODOS.
0075 C N1=N-1
0076 C DD 90 J=1,N1
0077 C M=J+1
0078 C DD 90 K=M,N
0079 C IF(PERIOD(J,J)-PERIOD(K,K))85,85,90
0080 C 85. TEMPI=PERIOD(J,J)
0081 C PERIOD(J,J)=PERIOD(K,K)
0082 C PERIOD(K,K)=TEMPI

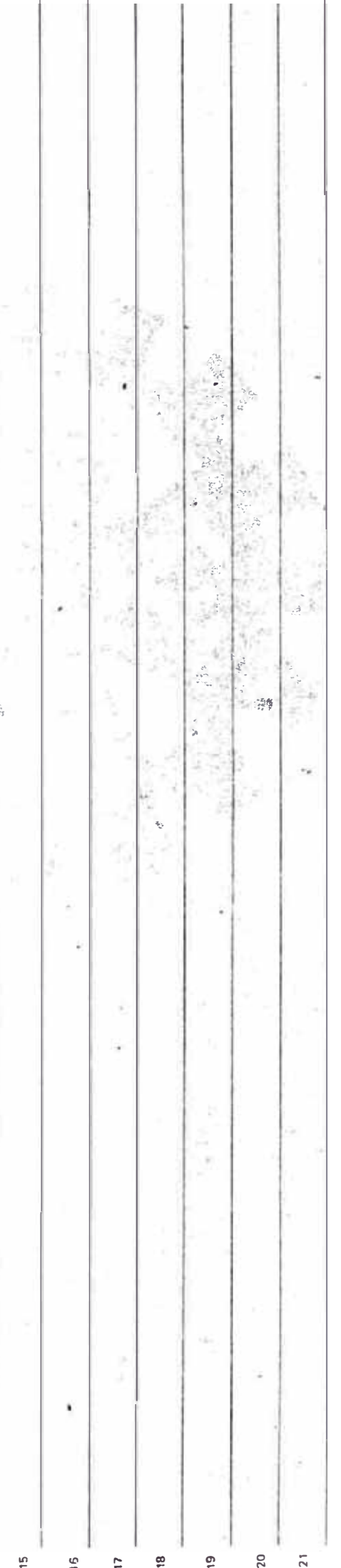
```

```

0072 DO 89 I=1,N
0073 TEMP2=EGNVT(I,J)
0074 EGNVTR(I,J)=EGNVTR(I,K)
0075 EGNVTR(I,K)=TEMP2
0076 CONTINUE
C IMPRIME LOS RESULTADOS DE LOS PERIODOS Y MODOS.
0077 WRITE(IOUT,56)
0078 FORMAT(1H0,34X,'PERIODOS DE VIBRACION ( EN SEGUNDOS ),/,/)
0079 WRITE(IOUT,58)(PERIOD(I,I),I=1,N)
0080 FORMAT(1H0,5X,10F10.3)
0081 WRITE(IOUT,70)
0082 FORMAT(1H0,48X,'FORMAS DE MODO',/)
0083 DO 71 I=1,N
0084 WRITE(IOUT,72)(EGNVTR(I,J),J=1,N)
0085 FORMAT(1H0,5X,10F10.3)
C HALLAR LOS FACTORES DE PARTICIPACION.
0086 DO 99 J=1,N
0087 FILMAS = 0.0
0088 FILMAS = 0.0
0089 DO 96 I=1,N
0090 FILMAS = FILMAS + AMASS(I,I)*EGNVTR(I,J)
0091 FILMAS = FILMAS + AMASS(I,I)*EGNVTR(I,J)*EGNVTR(I,J)
0092 CONTINUE
0093 EP(IJ) = FILMAS/EP2MAS
C CALCULO DE COEFICIENTE PARA EL METODO ESPECTRAL TEORICO DEL R.O.P.
0094 SA(J) = (0.05/(PERIOD(J,J))**0.33)*980.0
0095 V(J) = (FP(J)*FILMAS*SA(J))/1000.0
0096 YMAX(J) = FP(J)*SA(J)*(PERIOD(J,J)/6.2832)**2
0097 MASEFE(J) = FILMAS
0098 CONTINUE
0099 DO 140 I = 1,N
0100 EI = 0.0
0101 DO 142 J = 1,N
0102 Y = X + (YMAX(J)*EGNVTR(I,J))**2
0103 FI = FI + ((V(J)*AMASS(I,I)*EGNVTR(I,J))/MASEFE(J))**2
0104 CONTINUE
0105 D(I) = SQRT(Y)
0106 FI(I) = SQRT(FI)
0107 CONTINUE
0108 ADIC = 0.0
0109 DO 144 I = 1,N
0110 L = N-I+1
0111 ADIC = ADIC + FI(L)
0112 CORESP(L) = ADIC
0113 CONTINUE
0114 WRITE(IOUT,101)
0115 FORMAT(1H0,38X,'** FACTORES DE PARTICIPACION **',/)
0116 WRITE(IOUT,104) (FP(J), J=1,N)
0117 FORMAT(1H0,5X,10F10.3)
0118 CALCULO DE VELOCIDAD MAXIMA DE DISENO V0
0119 DO 139 I=1,N
0120 SR = PERIOD(I,I)/TG
0121 IF(SR - 1.0) 134, 134, 136

```

```
0122 SV = XM1*XM2*SR*VO  
0123 VD(I) = Z#JSOI*E*SV  
0124 GO TO 139  
0125 SR = 1.0  
0126 SV = XM1*XM2*SR*VO  
0127 VD(I) = Z#JSOI*E*SV  
0128  
C CONTINUE  
C CALCULO DE DESPLAZAMIENTOS Y FUERZA SISMICA EN CADA PISO.  
C PARA EL NUEVO METODO DE DISENO  
0129 WRITE(IOUT, J16)  
0130 FORMAT(IHO,5X,IPI50,3X,6.ESP,(TN),3X,D.ESP,(GM),3X,F,I,NUE  
0131 1VO MET.(TN),3X,C. NUEVO MET.(CM),/)  
0132 DO 115 I=1,N  
0133 U = 0.0  
0134 F = 0.0  
0135 DO 112 J=1,N  
0136 J = U + ((FP(J)*EGNVTR(I,J)*VD(J)*PERIOD(J,J))/(6.2832)**2  
F = F + ((AMASS(I,I)*FP(J)*EGNVTR(I,J)*0.0052832*VD(J))/PERIOD(J,J  
1))**2  
0137 CONTINUE  
0138 DESPL(I) = SORT(U)/DUCT  
0139 FUERZA(I) = SORT(F)  
0140 CONTINUE  
C CALCULO DE CORRIANIES POR PISO.  
0141 SUM = 0.0  
0142 DO 126 I=1,N  
0143 K = N - I + 1  
0144 SUM = SUM + FUERZA(K)/DUCT  
0145 CORTAN(K) = SUM  
0146 CONTINUE  
0147 DO 127 I=1,N  
0148 WRITE(IQUI,128)I,CORRESP(I,I,D(I),FUERZA(I),CORIAN(I),DESPL(I)  
0149 80 FORMAT(IHO,5X,I3,4X,F10.3,4X,F10.3,11X,F10.3,12X,F10.3)  
0150 CONTINUE  
0151 STOP  
0152 END
```



C A P I T U L O V

V.O. R E S U L T A D O S

En este Capítulo se proporcionan los resultados del análisis dinámico de los 33 edificios.

Para el análisis dinámico espectral se ha usado el espectro de aceleraciones del Reglamento Peruano, o sea

$$S_a = (0.05 / \sqrt[3]{T}) g.$$

Para el análisis con el nuevo método japonés propuesto se ha supuesto que los edificios están situados en Lima y los valores de los coeficientes usados son:

$$\begin{aligned} Z &= 0.900 \\ WSOI &= 1.000 \\ E &= 1.000 \\ TG &= 0.500 \\ V_0 &= 25.00 \\ DUCT &= 2.000 \\ XM1 &= 1.000 \\ XM2 &= 0.700 \end{aligned}$$

La notación que aparece en la salida de resultados es:

C. ESP. (TN) = Cortante para el análisis espectral en Tn.

D.ESP. (CM) = Desplazamiento para el análisis espectral (Cm)

F.I.NUEVO MET= Fuerza de inercia por piso para el nuevo método en Tn.

C.NUEVO MET.(TN) = Cortante para el nuevo método en Tn.

D.NUEVO MET.(CM) = Desplazamiento para el nuevo método en Cm.

10 4.00 0.0

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

FORMAS DE MODOS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.074	0.439	0.246	0.172	0.143	0.120	0.106	0.094	0.072	0.062
2	0.247	-0.671	0.825	0.825	1.000	0.344	0.201	-0.873	-0.655	0.325
3	0.317	-0.819	-0.518	0.662	0.532	0.096	-0.002	0.319	1.000	-0.804
4	0.389	-0.907	-0.425	0.191	-0.234	-0.247	-0.203	1.000	-0.068	1.000
5	0.445	-0.928	-0.233	-0.385	-0.891	-0.347	-0.147	0.079	-0.951	-0.843
6	0.501	-0.831	0.073	-0.768	-0.935	-0.106	0.094	-0.969	0.755	0.588
7	0.655	-0.544	0.763	-0.845	0.853	0.948	0.434	0.442	-0.132	-0.045
8	0.787	-0.091	1.000	0.245	0.941	-0.697	-0.895	-0.202	0.023	0.005
9	0.890	0.282	0.563	1.000	-0.846	-0.357	1.000	0.091	-0.004	-0.001
10	0.952	0.773	-0.253	0.370	0.947	1.000	-0.762	-0.038	0.001	0.000
11	1.000	1.000	-0.398	-0.773	0.833	-0.490	0.262	0.010	-0.000	-0.000

** FACTORES DE PARTICIPACION **

	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F. I. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	1.375	-0.488	-0.124	0.119	0.035
2	33.322	0.486	5.580	37.922	0.484
3	31.182	0.622	6.354	35.133	0.618
4	28.769	0.749	7.008	31.955	0.740
5	26.081	0.865	7.372	28.451	0.851
6	23.181	0.972	7.253	24.765	0.949
7	20.208	1.262	6.772	21.139	1.219
8	17.046	1.512	6.937	17.753	1.456
9	13.541	1.712	7.956	14.284	1.650
10	9.568	1.853	9.308	10.306	1.789
11	5.151	1.928	11.304	5.652	1.865

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	1.032	0.416	0.232	0.164	0.135	0.112	0.099	0.091	0.070	0.061
FARMAS DE MAHO										
	0.262	-0.672	-0.532	0.908	0.918	0.354	0.268	-0.872	-0.649	0.321
	0.337	-0.317	-0.551	0.702	0.436	0.063	-0.039	0.350	1.000	-0.801
	0.407	-0.898	-0.431	0.142	-0.304	-0.295	-0.292	1.000	-0.083	1.000
	0.472	-0.909	-0.204	-0.490	-0.870	-0.336	-0.140	0.015	-0.939	-0.848
	0.531	-0.849	0.075	-0.375	-0.794	-0.015	0.206	-0.994	0.771	0.397
	0.677	-0.503	0.301	-0.754	1.000	0.923	0.297	0.585	-0.150	-0.054
	0.800	-0.054	1.000	0.363	0.862	-0.741	-0.855	-0.341	0.031	0.007
	0.897	0.406	0.541	1.000	-0.942	-0.317	1.000	0.191	-0.006	-0.001
	0.965	0.783	-0.276	0.317	-0.926	1.000	-0.779	-0.096	0.001	0.000
	1.000	1.000	-0.908	-0.785	0.879	-0.501	0.272	0.027	-0.000	-0.000

** FACTORES DE PARTICIPACION **

	1.262	-0.470	-0.177	0.115	0.056	0.033	0.022	-0.047	-0.024	0.010
PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F. I. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)					
1	35.980	0.476	5.593	38.457	0.482					
2	31.786	0.609	6.350	35.670	0.616					
3	29.319	0.734	6.980	32.495	0.739					
4	26.574	0.849	7.247	29.005	0.851					
5	23.611	0.952	7.248	25.332	0.950					
6	20.564	1.207	6.920	21.708	1.196					
7	17.314	1.425	7.254	18.248	1.409					
8	13.708	1.598	8.287	14.621	1.582					
9	9.649	1.720	9.549	10.477	1.706					
10	5.171	1.785	11.405	5.703	1.772					

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	0.856	0.324	0.180	0.131	0.103	0.085	0.077	0.071*	0.061	0.053
	0.309	-0.692	-0.738	1.000	0.634	0.628	0.842	0.297	-0.624	0.315
	0.398	-0.331	-0.715	0.675	0.139	-0.117	-0.444	-0.241	1.000	-0.791
	0.482	-0.889	-0.464	-0.058	-0.438	-0.695	-0.948	-0.289	-0.169	1.000
	0.558	-0.859	-0.064	-0.756	-0.642	-0.277	0.218	0.250	-0.866	-0.873
	0.627	-0.744	0.357	-0.997	-0.226	0.537	1.000	0.281	0.656	0.453
	0.745	-0.382	0.961	-0.325	1.000	0.669	-0.807	-0.741	-0.310	-0.101
	0.843	0.049	1.000	0.707	0.452	-0.958	-0.006	1.000	0.112	0.022
	0.920	0.472	0.450	0.955	-0.898	-0.067	0.815	-0.989	-0.040	-0.005
	0.973	0.809	-0.364	0.141	-0.556	1.000	-0.997	0.712	0.014	0.001
	1.000	1.000	-0.965	-0.827	0.749	-0.562	0.412	-0.242	-0.003	-0.000

** FACTORES DE PARTICIPACION **

	1.223	-0.410	-0.156	0.097	0.050	0.035	0.028	0.014	-0.023	0.010
PISO	C.º ESP. (TN)	D.º ESP. (CM)	F.º NUEVO MET. (TN)	C.º NUEVO MET. (TN)	D.º NUEVO MET. (CM)					
1	36.247	0.392	5.785	42.262	0.441					
2	33.870	0.504	6.590	39.369	0.568					
3	31.188	0.609	7.273	36.074	0.685					
4	28.214	0.705	7.759	32.437	0.792					
5	24.978	0.790	7.815	28.558	0.887					
6	21.640	0.935	8.008	24.650	1.050					
7	18.091	1.059	8.732	20.646	1.188					
8	14.181	1.156	9.668	16.280	1.296					
9	9.899	1.223	10.679	11.446	1.372					
10	5.258	1.258	12.213	6.107	1.412					

4 10 4.00 0.3

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	0.668	0.239	0.135	0.099	0.076	0.064	0.057	0.051	0.048	0.043
	0.328	-0.724	-0.862	1.000	0.699	-0.865	-0.522	-0.306	-0.577	0.307
	0.429	-0.870	-0.805	0.586	0.067	0.364	0.464	0.428	1.000	-0.773
	0.524	-0.911	-0.443	-0.244	-0.644	0.983	0.464	0.044	-0.359	1.000
	0.611	-0.842	0.085	-0.901	-0.594	-0.046	-0.522	-0.455	-0.664	-0.919
	0.689	-0.672	0.582	-0.918	0.158	-0.998	-0.399	0.235	0.980	0.553
	0.788	-0.306	1.000	-0.009	1.000	-0.006	0.986	0.374	-0.715	-0.200
	0.870	0.112	0.894	0.909	0.201	1.000	-0.548	-0.844	0.505	0.072
	0.934	0.511	0.319	0.930	-0.928	-0.323	-0.476	1.000	-0.334	-0.026
	0.977	0.824	-0.423	0.034	-0.535	-0.894	1.000	-0.785	0.188	0.009
	1.000	1.000	-0.943	-0.895	0.736	0.616	-0.475	0.278	-0.057	-0.002

** FACTORES DE PARTICIPACION **

	1.279	-0.374	-0.156	0.084	0.050	-0.034	-0.021	-0.013	-0.017	0.009
PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.I. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)					
1	39.645	0.267	6.488	51.263	0.353					
2	37.007	0.350	7.558	48.020	0.462					
3	34.023	0.426	8.550	44.240	0.564					
4	30.699	0.496	9.348	39.965	0.657					
5	27.087	0.559	9.708	35.291	0.739					
6	23.338	0.638	10.252	30.437	0.845					
7	19.390	0.705	11.162	25.311	0.932					
8	15.105	0.757	12.084	19.730	1.001					
9	10.491	0.792	12.979	13.688	1.048					
10	5.539	0.811	14.397	7.199	1.073					

*** EDIFICIO NUMERO *** NUMERO DE PISOS *** LONGITUD L *** A/L ***

5 10 4.00 0.4

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	0.532	0.186	0.107	0.077	0.060	0.051	0.044	0.040	0.038	0.035
	0.323	-0.739	-0.905	1.000	0.808	0.861	-0.530	-0.553	-0.383	0.297
	0.423	-0.898	-0.841	0.543	0.005	-0.463	0.588	0.913	0.749	-0.752
	0.535	-0.936	-0.431	-0.338	-0.805	-0.947	0.317	-0.249	-0.497	1.000
	0.629	-0.847	0.155	-0.955	-0.573	0.287	-0.702	-0.693	-0.166	-0.973
	0.713	-0.644	0.677	-0.827	0.401	1.000	-0.062	0.859	0.691	0.678
	0.805	-0.277	1.000	0.135	1.000	-0.339	0.937	-0.225	-0.933	-0.344
	0.881	0.135	0.830	0.971	0.045	-0.939	-0.723	-0.531	1.000	0.174
	0.939	0.525	0.252	0.897	-0.980	0.508	-0.331	1.000	-0.880	-0.086
	0.979	0.830	-0.451	-0.017	-0.481	0.848	1.000	-0.928	0.595	0.039
	1.000	1.000	-0.931	-0.915	0.766	-0.660	-0.507	0.354	-0.199	-0.011

FORMAS DE MODO

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F. I. NUEVO MET.(TN)	C. NIEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	43.194	0.179	7.351	62.750	0.274
2	40.311	0.239	8.817	59.075	0.367
3	37.037	0.295	10.242	54.666	0.454
4	33.386	0.346	11.460	49.545	0.533
5	29.410	0.391	12.153	43.816	0.603
6	25.272	0.442	12.945	37.739	0.680
7	20.938	0.483	14.051	31.266	0.744
8	16.275	0.516	15.073	24.241	0.794
9	11.280	0.538	15.980	16.704	0.828
10	5.938	0.549	17.428	8.714	0.846

*** EDIFICIO NUMERO *** NUMERO DE PISOS *** LONGITUD L *** A/L ***

6 10 4.00 0.5

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	0.441	0.152	0.088	0.064	0.050	0.042	0.037	0.034	0.032	0.030
	0.310	-0.736	-0.919	1.000	-0.856	0.901	-0.581	-0.575	-0.293	-0.280
	0.425	-0.912	-0.865	0.531	0.021	-0.534	0.701	1.000	0.622	0.710
	0.533	-0.955	-0.439	-0.374	0.879	-0.955	0.243	-0.420	-0.555	-0.971
	0.632	-0.860	0.176	-0.972	0.548	0.436	-0.818	-0.582	0.135	1.000
	0.720	-0.640	0.716	-0.771	-0.525	1.000	0.152	0.999	0.372	-0.790
	0.810	-0.272	1.000	0.195	-0.078	-0.513	0.866	-0.568	-0.784	0.505
	0.884	0.139	0.805	0.983	0.044	-0.941	-0.817	-0.239	1.000	-0.317
	0.941	0.528	0.223	0.869	1.000	0.621	-0.238	0.888	-0.964	0.191
	0.980	0.831	-0.465	-0.041	0.447	0.869	1.000	-0.949	0.686	-0.101
	1.000	1.000	-0.930	-0.913	-0.780	-0.721	-0.530	0.383	-0.236	0.030

FORMAS DE MODOS

** FACTORES DE PARTICIPACION **

	1.263	-0.265	-0.167	0.087	-0.053	0.032	-0.022	-0.015	-0.009	-0.008
PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.I.NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)					
1	46.545	0.125	7.550	66.849	0.192					
2	43.454	0.171	9.222	63.074	0.263					
3	39.922	0.214	10.845	58.463	0.330					
4	35.962	0.253	12.246	53.041	0.390					
5	31.662	0.288	13.086	46.918	0.444					
6	27.173	0.324	13.937	40.375	0.500					
7	22.485	0.354	15.094	33.407	0.545					
8	17.464	0.377	16.150	25.860	0.581					
9	12.095	0.392	17.074	17.785	0.605					
10	6.356	0.401	18.496	9.248	0.617					

*** EDIFICIO NUMERO *** NUMERO DE PISOS *** LONGITUD L *** A/L ***

7 10 4.00 0.6

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	7	10	4.00	0.6					
0.380	0.130	0.076	0.055	0.043	0.036	0.032	0.029	0.027	0.026
FORMAS DE MODOS									
0.295	-0.725	-0.922	1.000	-0.891	0.943	-0.622	-0.560	0.293	-0.258
0.415	-0.916	-0.884	0.534	0.027	-0.581	0.775	1.000	-0.649	0.657
0.527	-0.963	-0.453	-0.385	0.907	-0.973	0.197	-0.504	0.664	-0.923
0.630	-0.872	0.179	-0.977	0.528	0.531	-0.883	-0.464	-0.329	1.000
0.721	-0.544	0.731	-0.740	-0.584	1.000	0.287	0.997	-0.179	-0.874
0.811	-0.276	1.000	0.222	-0.952	-0.615	0.808	-0.711	0.676	0.654
0.885	0.136	0.794	0.982	0.093	-0.949	-0.872	-0.091	-0.979	-0.473
0.941	0.526	0.211	0.851	1.000	0.694	-0.177	0.827	1.000	0.319
0.980	0.931	-0.472	-0.052	0.423	0.892	1.000	-0.964	-0.734	-0.182
1.000	1.000	-0.331	-0.908	-0.782	-0.767	-0.547	0.402	0.257	0.057

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.I. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	49.441	0.093	7.463	67.336	0.135
2	46.179	0.130	9.222	63.605	0.190
3	42.430	0.165	10.909	58.994	0.241
4	38.223	0.197	12.361	53.540	0.288
5	33.635	0.225	13.247	47.359	0.330
6	28.846	0.252	14.093	40.735	0.370
7	23.855	0.275	15.245	33.689	0.404
8	18.519	0.293	16.301	26.066	0.430
9	12.821	0.305	17.234	17.916	0.448
10	6.729	0.312	18.598	9.299	0.457

8 10 4.00 0.7

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS

FORMAS DE MODOS									
0.337	0.115	0.068	0.049	0.039	0.033	0.028	0.026	0.024	0.023
0.283	-0.711	-0.919	1.000	-0.907	0.979	-0.651	-0.553	0.305	-0.240
0.406	-0.916	-0.858	0.543	0.024	-0.612	0.821	1.000	-0.689	0.615
0.521	-0.977	-0.469	-0.385	0.921	-0.989	0.169	-0.556	0.754	-0.983
0.627	-0.883	0.173	-0.979	0.518	0.594	-0.920	-0.383	-0.470	1.000
0.721	-0.650	0.737	-0.723	-0.617	1.000	0.372	0.981	-0.031	-0.945
0.810	-0.283	1.000	0.233	-0.936	-0.679	0.766	-0.786	0.572	0.788
0.884	0.131	0.790	0.979	0.122	-0.956	-0.905	-0.007	-0.933	-0.622
0.941	0.524	0.205	0.839	1.000	0.741	-0.136	0.795	1.000	0.448
0.980	0.830	-0.476	-0.059	0.408	0.908	1.000	-0.978	-0.752	-0.269
1.000	1.000	-0.932	-0.904	-0.784	-0.800	-0.560	0.416	0.268	0.086

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.I.NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	51.961	0.073	7.392	67.821	0.102
2	48.552	0.104	9.225	64.125	0.146
3	44.613	0.133	10.967	59.512	0.187
4	40.190	0.160	12.463	54.029	0.225
5	35.361	0.184	13.387	47.798	0.259
6	30.314	0.206	14.237	41.104	0.291
7	25.057	0.225	15.393	33.986	0.317
8	19.444	0.240	16.457	26.290	0.338
9	13.458	0.250	17.406	18.061	0.352
10	7.055	0.255	18.716	9.358	0.359

*** EDIFICIO NUMERO *** NUMERO DE PISOS *** LONGITUD L *** A/L ***

9 10 4.00 0.8

PERIODOS DE VIBRACION T EN SEGUNDOS

	9	10	4.00	0.8
0.305	0.104	0.062	0.045	0.035
0.273	-0.699	-0.915	1.000	-0.919
0.308	-0.315	-0.209	0.553	0.020
0.516	-0.983	-0.483	-0.382	0.930
0.624	-0.892	0.167	-0.980	0.512
0.720	-0.656	0.739	-0.714	-0.637
0.810	-0.288	1.000	0.239	-0.925
0.884	0.127	0.788	0.976	0.140
0.942	0.522	0.202	0.831	1.000
0.980	0.830	-0.479	-0.064	0.397
1.000	1.000	-0.233	-0.902	-0.787

FORMAS DE MODO

	9	10	4.00	0.8
0.305	0.104	0.062	0.045	0.035
0.273	-0.699	-0.915	1.000	-0.672
0.308	-0.315	-0.209	0.553	0.851
0.516	-0.983	-0.483	-0.382	0.149
0.624	-0.892	0.167	-0.980	-0.943
0.720	-0.656	0.739	-0.714	0.430
0.810	-0.288	1.000	0.239	0.735
0.884	0.127	0.788	0.976	-0.927
0.942	0.522	0.202	0.831	-0.107
0.980	0.830	-0.479	-0.064	1.000
1.000	1.000	-0.233	-0.902	-0.570

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F. I. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	1.264	-0.376	0.101	-0.062	-0.017
2	54.314	0.059	7.351	68.317	0.081
3	50.754	0.036	9.243	64.642	0.118
4	46.636	0.112	11.031	60.020	0.152
5	42.002	0.135	12.562	54.505	0.184
6	36.941	0.155	13.517	48.224	0.212
7	31.657	0.175	14.375	41.465	0.238
8	26.162	0.191	15.538	34.277	0.260
9	20.298	0.202	16.611	26.508	0.277
10	14.045	0.212	17.576	18.203	0.288
	7.355	0.214	18.920	0.415	0.294

10 10 4.00 0.9

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	10	10	0.032	0.027	0.024	0.022	0.021	0.020
	0.0231	0.0096	0.041	0.027	0.024	0.022	0.021	0.020
			FORMAS DE MODOS					
	0.264	-0.687	1.000	1.000	-0.688	-0.548	0.333	0.207
5	0.391	-0.912	0.563	0.013	0.872	1.000	-0.761	-0.532
7	0.511	-0.987	-0.376	0.935	0.137	-0.615	0.886	0.792
	0.621	-0.899	0.158	0.510	-0.958	-0.284	-0.658	-0.955
	0.718	-0.662	0.738	-0.709	0.469	0.946	0.168	1.000
9	0.809	-0.294	1.000	0.241	0.713	-0.854	0.424	-0.945
10	0.883	0.123	0.787	0.973	-0.943	0.081	-0.865	0.819
	0.941	0.519	0.201	0.826	-0.086	0.757	1.000	-0.631
11	0.980	0.829	-0.480	-0.067	1.000	-0.991	-0.781	0.396
12	1.000	1.000	-0.934	-0.900	-0.578	0.435	0.286	-0.131

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F. I. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	56.346	0.050	7.321	68.816	0.066
2	52.669	0.074	9.266	65.155	0.098
3	48.403	0.097	11.095	60.522	0.128
4	43.593	0.117	12.659	54.975	0.155
5	38.335	0.135	13.641	48.646	0.180
6	32.843	0.152	14.509	41.825	0.202
7	27.134	0.166	15.682	34.570	0.221
8	21.046	0.177	16.767	25.729	0.235
9	14.556	0.185	17.747	18.346	0.245
10	7.612	0.188	18.945	9.472	0.250

11 10 4.00 1.0

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS

	FORMAS DE MODOS									
0.262	0.089	0.053	0.039	0.030	0.026	0.023	0.021	0.019	0.019	0.019
0.257	-0.676	-0.904	1.000	-0.935	1.000	-0.701	-0.547	0.343	0.343	0.193
0.385	-0.909	-0.925	0.573	0.005	-0.622	0.886	1.000	-0.786	-0.786	-0.498
0.506	-0.990	-0.508	-0.370	0.937	-0.977	0.129	-0.633	0.929	0.929	0.750
0.618	-0.905	0.150	-0.980	0.510	0.658	-0.969	-0.253	-0.718	-0.718	-0.924
0.717	-0.568	0.737	-0.707	-0.657	0.954	0.497	0.932	0.233	0.233	1.000
0.808	-0.300	1.000	0.241	-0.913	-0.738	0.696	-0.871	0.372	0.372	-0.980
0.883	0.118	0.788	0.971	0.160	-0.921	-0.954	0.106	-0.841	-0.841	0.871
0.941	0.517	0.201	0.823	1.000	0.779	-0.071	0.744	1.000	1.000	-0.684
0.980	0.828	-0.481	-0.070	0.384	0.887	1.000	-0.993	-0.792	-0.792	0.434
1.000	1.000	-0.935	-0.399	-0.791	-0.818	-0.585	0.440	0.293	0.293	-0.145

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.I.NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	58.247	0.043	7.303	69.319	0.056
2	54.459	0.065	9.295	65.668	0.084
3	50.044	0.085	11.161	61.020	0.110
4	45.067	0.104	12.755	55.439	0.135
5	39.627	0.120	13.762	49.062	0.156
6	33.942	0.135	14.642	42.181	0.176
7	28.036	0.148	15.825	34.860	0.192
8	21.740	0.158	16.921	26.948	0.205
9	15.033	0.164	17.917	18.487	0.213
10	7.851	0.168	19.057	9.529	0.218

*** EDIFICIO NUMERO *** NUMERO DE PISOS *** LONGITUD L *** A/L ***

12 1.0 6.00 0.0

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	0.226	0.152	0.123	0.111	0.101	0.071	0.054	0.046
C.886	0.374	0.152	0.123	0.111	0.101	0.071	0.054	0.046
FORMAS DE MODOS								
0.171	0.664	-0.377	0.800	0.755	0.216	-0.883	-0.673	0.330
0.220	0.823	-0.428	0.608	0.483	0.110	0.243	1.000	-0.811
0.267	0.935	-0.415	0.100	-0.096	-0.080	1.000	-0.023	1.000
0.311	0.995	-0.337	-0.005	-0.614	-0.209	0.221	-0.984	-0.829
0.352	1.000	-0.207	0.214	-0.742	-0.178	-0.896	0.708	0.560
0.550	0.742	0.633	1.000	0.414	0.672	0.171	-0.064	-0.023
0.721	0.282	1.000	0.149	-0.322	-0.974	-0.032	0.006	0.001
0.857	-0.255	0.619	-0.015	-0.619	1.000	0.006	-0.001	-0.000
0.957	-0.722	-0.225	-0.939	1.000	-0.741	-0.001	0.000	0.000
1.000	-0.993	-0.901	0.767	-0.475	0.272	0.000	-0.000	-0.000

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.O.NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	81.863	0.265	14.112	101.137	0.304
2	76.543	0.339	16.445	94.081	0.388
3	70.525	0.408	18.575	85.858	0.464
4	63.139	0.471	19.929	76.571	0.533
5	56.434	0.528	19.806	66.606	0.594
6	49.023	0.802	18.779	56.703	0.884
7	41.327	1.043	18.838	47.314	1.143
8	32.924	1.240	20.939	37.895	1.357
9	23.464	1.379	25.465	27.425	1.513
10	12.388	1.453	29.386	14.693	1.596

*** EDIFICIO NUMERO ***. NUMERO DE PISOS *** LONGITUD L *** A/L ***

13 10 6.00 0.1

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	13	10	6.00	0.1						
	0.828	0.349	0.204	0.138	0.114	0.101	0.090	0.070	0.053	0.045
	0.198	-0.666	-0.401	-0.518	1.000	0.469	0.162	-0.880	-0.668	0.328
6	0.254	-0.821	-0.445	-0.462	0.705	0.252	0.057	0.266	1.000	-0.809
	0.308	-0.926	-0.409	-0.227	0.006	-0.151	-0.101	1.000	-0.036	1.000
8	0.358	-0.974	-0.300	0.098	-0.696	-0.442	-0.166	0.187	-0.974	-0.833
	0.404	-0.962	-0.136	0.384	-1.000	-0.409	-0.079	-0.916	0.722	0.369
9	0.588	-0.662	0.679	1.000	0.081	0.997	0.602	0.229	-0.032	-0.029
10	0.745	-0.197	1.000	0.039	0.975	-0.556	-0.944	-0.057	0.009	0.002
11	0.870	0.317	0.592	-0.983	-0.385	-0.459	1.000	0.014	-0.001	-0.000
	0.956	0.752	-0.245	-0.456	-0.855	1.000	-0.754	-0.004	0.000	0.000
12	1.000	1.000	-0.906	0.790	-0.651	-0.508	0.279	0.001	-0.000	-0.000

** FACTORES DE PARTICIPACION **

	13	10	6.00	0.1						
	1.414	-0.552	-0.210	-0.120	0.102	0.058	0.019	-0.061	-0.025	0.010
15	PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F. I. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)				
6	1	83.255	0.265	13.990	102.743	0.311				
7	2	77.814	0.339	16.205	95.748	0.398				
8	3	71.713	0.409	18.225	87.645	0.478				
9	4	64.870	0.472	19.529	78.533	0.550				
0	5	57.499	0.530	19.418	68.769	0.615				
	6	50.010	0.756	18.810	59.059	0.870				
	7	42.228	0.954	19.854	49.654	1.094				
	8	33.583	1.114	22.641	39.727	1.277				
2	9	23.759	1.227	26.723	28.407	1.408				
3	10	12.478	1.286	30.090	15.045	1.477				

*** EDIFICIO NUMERO *** NUMERO DE PISOS *** LONGITUD L *** A/L ***

14 10 6.00 0.2

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

0.666 0.267 0.148 0.106 0.087 0.072 0.063 0.060 0.047 0.040

FORMAS DE MODO

0.267 -0.659 -0.555 0.969 0.767 0.379 0.388 0.862 -0.651 0.524

0.346 -0.805 -0.580 0.733 0.373 0.037 -0.096 -0.374 1.000 -0.800

0.420 -0.884 -0.437 0.105 -0.317 -0.348 -0.436 -0.980 -0.097 1.000

0.489 -0.838 -0.174 -0.579 -0.756 -0.326 -0.121 0.064 -0.927 -0.853

0.550 -0.817 0.136 -0.954 -0.593 0.078 0.376 1.000 0.791 0.411

0.622 -0.463 0.844 -0.651 1.000 0.894 0.252 -0.773 -0.181 -0.062

0.811 -0.015 1.000 0.486 0.688 -0.799 -0.782 0.574 0.042 0.009

0.904 0.426 0.501 1.000 -0.935 -0.250 1.000 -0.395 -0.010 -0.001

0.958 0.799 -0.325 0.231 -0.776 1.000 -0.822 0.232 0.002 0.000

1.000 1.000 -0.940 -0.834 0.862 -0.557 0.317 -0.077 -0.000 -0.000

** FACTORES DE PARTICIPACION **

1.357 -0.465 -0.176 0.113 0.058 0.034 0.029 0.041 -0.025 0.010

PISO C. ESP.(TN) D. ESP.(CM) F.I.NUEVO MET.(TN) C. NUEVO MET.(TN) D. NUEVO MET.(CM)

1 88.161 0.232 14.260 114.615 0.307

2 82.441 0.300 16.661 107.486 0.397

3 75.945 0.363 18.804 99.155 0.481

4 68.727 0.421 20.448 89.753 0.558

5 60.886 0.473 20.800 79.529 0.627

6 52.863 0.592 22.075 69.129 0.785

7 44.350 0.693 24.681 58.091 0.919

8 34.881 0.773 27.802 45.751 1.025

9 24.258 0.829 30.743 31.850 1.098

10 12.594 0.857 32.956 16.478 1.136

15 10 6.90 0.03

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	0.605	0.217	0.0116	0.085	0.066	0.054	0.049	0.045	0.040	0.035
	0.427	-0.751	-0.814	1.000	0.590	-0.720	-0.650	-0.226	-0.584	0.299
	0.502	-0.329	-0.702	0.560	0.079	0.259	0.464	0.244	1.000	-0.779
	0.582	-0.829	-0.360	-0.227	-0.513	0.848	0.721	0.178	-0.227	1.000
	0.650	-0.751	0.100	-0.873	-0.578	0.160	-0.353	-0.279	-0.816	-0.889
	0.710	-0.603	0.527	-0.979	-0.048	-0.769	-0.776	-0.122	0.888	0.482
	0.803	-0.234	1.000	-0.112	1.000	-0.428	0.962	0.632	-0.385	-0.123
	0.830	0.172	0.921	0.872	0.313	1.000	-0.294	-0.956	0.167	0.031
	0.949	0.551	0.334	0.946	-0.917	-0.111	-0.634	1.000	-0.072	-0.008
	0.980	0.842	-0.437	0.033	-0.556	-0.940	1.000	-0.750	0.029	0.002
	1.000	1.000	-0.068	-0.915	0.769	-0.618	-0.478	0.280	-0.008	-0.000

** FACTORES DE PARTICIPACION **

	1.264	-0.334	-0.113	0.060	0.032	-0.023	-0.016	-0.007	-0.014	0.006
PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.OI.NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)					
1	90.004	0.290	17.128	124.153	0.410					
2	83.529	0.345	13.056	115.599	0.487					
3	75.458	0.390	21.126	106.071	0.559					
4	68.729	0.441	22.885	95.508	0.623					
5	60.419	0.481	23.485	84.065	0.680					
6	51.935	0.544	24.911	72.323	0.770					
7	43.005	0.597	27.199	59.887	0.844					
8	33.276	0.637	29.318	46.268	0.901					
9	22.796	0.665	31.123	31.609	0.940					
10	11.625	0.679	32.095	16.047	0.959					

16 10 6.00 0.4

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	0.448	0.164	0.093	0.068	0.053	0.045	0.040	0.036	0.034	0.030
2	0.288	-0.672	-0.830	1.000	0.692	-0.881	-0.540	-0.293	-0.603	0.318
4	0.394	-0.844	-0.815	0.636	0.104	0.319	0.438	0.383	1.000	-0.778
6	0.494	-0.509	-0.483	-0.187	-0.607	0.982	0.489	0.067	-0.328	1.000
8	0.585	-0.860	0.037	-0.875	-0.596	-0.008	-0.495	-0.422	-0.695	-0.914
9	0.556	-0.703	0.542	-0.932	0.124	-0.984	-0.432	0.182	0.975	0.548
10	0.773	-0.335	1.000	-0.035	1.000	-0.042	0.998	0.409	-0.670	-0.192
11	0.862	0.092	0.910	0.897	0.202	1.000	-0.545	-0.856	0.449	0.067
11	0.930	0.503	0.323	0.919	-0.934	-0.328	-0.465	1.000	-0.286	-0.024
12	0.077	0.825	-0.442	0.005	-0.506	-0.879	1.000	-0.791	0.159	0.008
12	1.000	1.000	-0.965	-0.912	0.770	0.653	-0.513	0.303	-0.051	-0.002

** FACTORES DE PARTICIPACION **

	1.296	-0.402	-0.174	0.099	0.059	-0.041	-0.026	-0.015	-0.022	0.012
PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.I.NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)					
1	101.952	0.122	16.368	146.755	0.189					
2	95.300	0.167	20.097	138.571	0.258					
3	87.626	0.209	23.608	128.523	0.323					
4	79.023	0.247	26.613	116.718	0.382					
5	69.623	0.281	28.129	103.412	0.435					
6	59.909	0.326	30.317	89.347	0.505					
7	49.725	0.363	33.422	74.189	0.562					
8	38.623	0.392	36.234	57.478	0.607					
9	26.638	0.412	38.690	39.361	0.638					
10	13.703	0.422	40.031	20.016	0.653					

*** EDIFICIO NUMERO *** NÚMERO DE PISOS *** LONGITUD L *** A/L ***

17 10 6.00 0.5

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

FORMAS DE MODOS									
	0.140	0.080	0.059	0.046	0.039	0.034	0.031	0.030	0.027
0.277	-0.667	-0.853	1.000	0.753	0.382	-0.527	-0.453	0.560	0.315
0.350	-0.856	-0.848	0.623	0.078	-0.374	0.500	0.671	-0.984	-0.758
0.496	-0.927	-0.492	-0.236	-0.706	-0.964	0.386	-0.081	0.484	1.000
0.593	-0.870	0.069	-0.912	-0.592	0.161	-0.609	-0.606	0.471	-0.944
0.680	-0.693	0.601	-0.885	0.275	1.000	-0.214	0.553	-0.983	0.515
0.782	-0.224	1.000	0.057	1.000	-0.201	0.972	0.086	1.000	-0.269
0.868	0.101	0.871	0.942	0.104	-0.947	-0.666	-0.697	-0.913	0.117
0.933	0.509	0.282	0.900	-0.961	0.451	-0.369	1.000	0.731	-0.051
0.978	0.827	-0.456	-0.027	-0.468	0.827	1.000	-0.862	-0.473	0.021
1.000	1.000	-0.953	-0.928	0.783	-0.670	-0.536	0.343	0.166	-0.006

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F. I. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	107.920	0.092	16.158	147.709	0.136	
2	100.909	0.130	20.137	139.630	0.191	
3	92.760	0.165	23.842	129.562	0.243	
4	83.593	0.197	27.007	117.641	0.291	
5	75.572	0.225	28.672	104.137	0.333	
6	63.196	0.259	30.744	89.801	0.383	
7	52.354	0.287	33.708	74.429	0.424	
8	42.610	0.309	36.402	57.575	0.457	
9	27.976	0.324	38.782	39.374	0.478	
10	14.571	0.331	39.966	19.983	0.489	

18 10 6.00 0.6

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	0.348	0.124	0.072	0.053	0.041	0.035	0.031	0.028	0.026	0.024
0.266	-0.659	-0.862	1.000	0.895	0.819	0.895	-0.552	-0.585	-0.400	0.313
0.384	-0.862	-0.871	0.620	-0.412	0.066	-0.412	0.566	0.912	0.745	-0.758
0.495	-0.939	-0.503	-0.251	-0.774	-0.959	0.333	0.333	-0.235	-0.485	1.000
0.596	-0.879	0.083	-0.931	-0.589	0.262	-0.695	-0.700	-0.700	-0.169	-0.972
0.637	-0.690	0.632	-0.849	0.376	1.000	-0.064	-0.865	0.686	0.686	0.682
0.788	-0.321	1.000	0.108	1.000	-0.339	0.938	-0.233	-0.928	-0.349	-0.349
0.871	0.104	0.850	0.960	0.038	-0.930	-0.740	-0.522	1.000	1.000	0.177
0.935	0.510	0.259	0.885	-0.984	0.532	-0.304	1.000	-0.887	-0.887	-0.089
0.978	0.828	-0.465	-0.045	-0.445	0.820	1.000	-0.948	0.611	0.611	0.041
1.000	1.000	-0.949	-0.932	0.799	-0.701	-0.553	0.393	-0.222	-0.222	-0.012

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.I.NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	113.107	0.074	15.994	148.608	0.104
2	105.784	0.106	20.166	140.611	0.150
3	97.236	0.136	24.014	130.528	0.193
4	87.600	0.164	27.299	118.521	0.233
5	77.050	0.188	29.073	104.871	0.268
6	66.109	0.215	31.084	90.335	0.307
7	54.704	0.238	33.974	74.793	0.339
8	42.395	0.256	36.615	57.806	0.364
9	29.183	0.268	38.970	39.498	0.381
10	14.976	0.274	40.026	20.013	0.390

19 10 6.00 0.7

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	0.318	0.112	0.066	0.048	0.038	0.032	0.028	0.025	0.024	0.023
3	0.257	-0.650	-0.965	1.000	-0.859	0.915	-0.582	-0.625	-0.333	0.310
6	0.379	-0.865	-0.387	0.622	-0.062	-0.441	0.624	1.000	0.647	-0.749
7	0.493	-0.948	-0.514	-0.274	0.819	-0.963	0.298	-0.338	-0.501	1.000
8	0.597	-0.887	0.088	-0.942	0.586	0.335	-0.759	-0.675	-0.002	-0.998
9	0.697	-0.690	0.651	-0.825	-0.444	1.000	0.048	0.987	0.503	0.745
9	0.790	-0.321	1.000	0.138	-0.597	-0.430	0.904	-0.445	-0.845	-0.429
10	0.873	0.104	0.837	0.969	0.007	-0.926	-0.791	-0.362	1.000	0.245
11	0.936	0.511	0.245	0.873	1.000	0.589	-0.255	0.954	-0.935	-0.136
12	0.979	0.828	-0.472	-0.058	0.431	0.825	1.000	-0.977	0.663	0.068
12	1.000	1.000	-0.943	-0.934	-0.811	-0.731	-0.567	0.418	-0.245	-0.021

** FACTORES DE PARTICIPACION **

	1.223	-0.309	-0.194	0.108	-0.067	0.043	-0.029	-0.020	-0.013	0.012
PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.1. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)				
1	117.606	0.061	15.881	149.496	0.084					
2	110.004	0.090	20.205	141.555	0.123					
3	101.099	0.116	24.165	131.453	0.160					
4	91.050	0.141	27.544	119.370	0.194					
5	80.045	0.162	29.402	105.598	0.224					
6	68.623	0.185	31.381	90.897	0.257					
7	56.734	0.205	34.232	75.206	0.293					
8	43.944	0.220	36.847	58.090	0.304					
9	30.237	0.230	39.197	39.667	0.318					
10	15.501	0.235	40.137	20.068	0.325					

*** EDIFICIO NUMERO *** NUMERO DE PISOS *** LONGITUD L *** A/L ***

20 10 6.00 0.8

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

FORMAS DE MODOS											
0.295	0.103	0.061	0.044	0.035	0.030	0.026	0.024	0.022	0.021		
0.251	-0.642	-0.865	1.000	-0.878	0.935	-0.609	-0.612	-0.311	-0.299		
0.374	-0.867	-0.899	0.624	-0.059	-0.465	0.671	0.998	0.623	0.723		
0.491	-0.955	-0.523	-0.283	0.841	-0.970	0.271	-0.0394	-0.0540	-0.977		
0.598	-0.893	0.091	-0.949	0.577	0.392	-0.807	-0.601	0.114	1.000		
0.693	-0.690	0.664	-0.807	-0.487	1.000	0.135	1.000	0.384	-0.787		
0.792	-0.321	1.000	0.152	-0.981	-0.498	0.874	-0.561	-0.788	0.499		
0.874	0.104	0.828	0.973	0.041	-0.926	-0.829	-0.238	1.000	-0.312		
0.936	0.511	0.236	0.864	1.000	0.635	-0.216	0.884	-0.968	0.187		
0.979	0.828	-0.477	-0.067	0.414	0.932	1.000	-0.963	0.701	-0.099		
1.000	1.000	-0.947	-0.934	-0.812	-0.758	-0.578	0.422	-0.263	0.032		

*** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.I.NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	121.621	0.052	15.823	150.394	0.070
2	113.768	0.078	20.264	142.482	0.105
3	104.543	0.102	24.316	132.350	0.137
4	24.123	0.124	27.769	120.192	0.167
5	82.713	0.143	29.694	106.307	0.193
6	70.866	0.164	31.656	91.460	0.221
7	53.552	0.180	34.484	75.632	0.243
8	45.332	0.193	37.085	58.391	0.261
9	31.179	0.202	39.436	39.848	0.273
10	15.968	0.207	40.260	20.130	0.279

*** EDIFICIO NUMERO *** NUMERO DE PISOS *** LONGITUD L *** A/L ***

21 " 6.00 0.9

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

0.277 0.097 0.057 0.042 0.033 0.028 0.024 0.022* 0.021 0.020

FORMAS DE MODO

0.244 -0.634 1.000 -0.891 0.954 -0.631 -0.604 -0.308 -0.289
 0.370 -0.867 -0.630 -0.060 -0.482 0.707 0.995 0.630 0.700
 0.489 -0.960 -0.286 0.856 -0.978 0.252 -0.433 -0.587 -0.956
 0.598 -0.898 0.090 -0.954 0.434 -0.842 -0.544 0.203 1.000
 0.695 -0.692 0.671 -0.796 -0.516 1.000 1.000 0.298 -0.823
 0.733 -0.323 1.000 0.171 -0.970 -0.546 0.848 -0.746 0.562
 0.874 0.103 0.823 0.976 0.064 -0.928 -0.159 1.000 -0.375
 0.937 0.511 0.230 0.857 1.000 0.669 -0.186 -0.994 0.238
 0.979 0.828 -0.480 -0.073 0.402 0.839 1.000 0.730 -0.132
 1.000 1.000 -0.947 -0.934 -0.813 -0.780 0.430 -0.277 0.044

** FACTORES DE PARTICIPACION **

1.280 -0.401 -0.201 0.114 -0.072 0.044 -0.031 -0.022 -0.012 -0.011

PISO C. ESP.(TN) D. ESP.(CM) F. I. NUEVO MET.(TN) C. NUEVO MET.(TN) D. NUEVO MET.(CM)

1 125.131 0.046 15.778 151.282 0.060
 2 117.066 0.069 20.321 143.393 0.091
 3 107.570 0.091 24.454 133.233 0.121
 4 96.835 0.112 27.973 121.006 0.147
 5 85.074 0.129 29.955 107.019 0.171
 6 72.856 0.148 31.913 92.042 0.195
 7 60.169 0.163 34.734 76.085 0.215
 8 46.565 0.174 37.333 58.718 0.230
 9 32.013 0.182 39.695 40.051 0.241
 10 16.378 0.186 40.408 20.204 0.246

22 10 6.00 1.0

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	0.054	0.040	0.031	0.026	0.023	0.021	0.020
0.262	0.091	0.054	0.031	0.026	0.023	0.021	0.020
FORMAS DE MODOS							
0.240	-0.629	1.000	-0.902	0.972	-0.650	-0.599	0.507
0.367	-0.968	-0.915	-0.059	-0.500	0.738	0.998	-0.619
0.487	-0.954	-0.538	0.868	-0.986	0.235	-0.468	0.628
0.598	-0.902	0.091	0.564	0.471	-0.870	-0.498	-0.281
0.696	-0.692	0.677	-0.785	1.000	0.255	1.000	-0.217
0.794	-0.323	1.000	0.182	-0.587	0.825	-0.692	0.695
0.875	0.103	0.813	0.977	-0.930	-0.879	-0.100	-0.982
0.937	0.511	0.224	0.851	0.698	-0.160	0.822	1.000
0.979	0.829	-0.483	-0.079	0.846	1.000	-0.969	-0.744
1.000	1.000	-0.947	-0.934	-0.814	-0.597	0.440	0.285

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.I.NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	128.420	0.041	15.789	152.197	0.053
2	120.125	0.063	20.407	144.302	0.081
3	110.378	0.083	24.606	134.099	0.108
4	99.247	0.102	28.178	121.796	0.132
5	87.260	0.118	30.207	107.707	0.154
6	74.698	0.135	32.163	92.604	0.175
7	61.661	0.149	34.979	76.522	0.193
8	47.700	0.159	37.578	59.032	0.207
9	32.780	0.166	39.947	40.244	0.216
10	16.752	0.170	40.540	20.270	0.221

*** EDIFICIO NUMERO *** NUMERO DE PISOS *** LONGITUD L *** A/L ***

23 10 8.00 0.0

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	0.785	0.330	0.196	0.133	0.108	0.097	0.088	0.064	0.049	0.042
	0.185	-0.666	-0.392	-0.442	0.919	0.611	0.188	-0.885	-0.681	0.334
	0.238	-0.823	-0.441	-0.409	0.679	0.369	0.085	0.247	1.000	-0.813
	0.289	-0.933	-0.417	-0.229	0.069	-0.123	-0.088	1.000	-0.018	1.000
	0.336	-0.987	-0.324	0.034	-0.579	-0.531	-0.188	0.215	-0.988	-0.827
	0.380	-0.984	-0.177	0.285	-0.911	-0.581	-0.133	-0.900	0.708	0.357
	0.571	-0.702	0.656	1.000	-0.198	0.997	0.637	0.192	-0.071	-0.025
	0.735	-0.236	1.000	0.092	1.000	-0.455	-0.957	-0.041	0.007	0.002
	0.865	0.293	0.597	-0.965	-0.249	-0.525	1.000	0.009	-0.001	-0.000
	0.955	0.745	-0.252	-0.456	-0.889	1.000	-0.754	-0.002	0.000	0.000
	1.000	1.000	-0.912	0.793	0.647	-0.513	0.290	0.000	-0.000	-0.000

FORMAS DE MODOS

** FACTORES DE PARTICIPACION **

	1.417	-0.565	-0.220	-0.116	0.108	0.072	0.023	-0.062	-0.025	0.011
PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F. I. NUEVO MET.(TN)	C. N. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)					
1	172.372	0.230	28.320	215.995	0.278					
2	161.362	0.294	33.215	201.835	0.356					
3	148.827	0.354	37.510	185.228	0.428					
4	134.733	0.410	40.315	166.473	0.493					
5	119.554	0.460	40.635	146.315	0.552					
6	103.986	0.675	40.388	125.997	0.804					
7	87.549	0.864	42.773	105.803	1.026					
8	69.592	1.016	48.557	84.417	1.207					
9	49.173	1.124	57.526	60.138	1.336					
			29.750	21.175	1.403					

*** EDIFICIO NUMERO *** NUMERO DE PISOS *** LONGITUD L *** A/L ***

24 10 8.00 0.1

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	0.733	0.306	0.177	0.121	0.101	0.088	0.078	0.062	0.047	0.041
	0.211	-0.663	-0.423	0.597	1.000	0.417	0.160	-0.883	-0.675	0.332
	0.272	-0.816	-0.465	0.520	0.634	0.204	0.045	0.265	1.000	-0.811
	0.329	-0.916	-0.417	0.228	-0.041	-0.170	-0.114	1.000	-0.032	1.000
	0.383	-0.958	-0.287	-0.158	-0.741	-0.409	-0.160	0.177	-0.977	-0.832
	0.433	-0.937	-0.102	-0.479	-0.999	-0.326	-0.049	-0.922	0.723	0.366
	0.609	-0.622	0.704	-0.982	0.282	0.990	0.578	0.260	-0.090	-0.022
	0.759	-0.157	1.000	0.039	0.931	-0.612	-0.930	-0.073	0.011	0.003
	0.878	0.346	0.570	1.000	-0.504	-0.409	1.000	0.021	-0.001	-0.000
	0.959	0.766	-0.274	0.407	-0.812	1.000	-0.765	-0.006	0.000	0.000
	1.000	1.000	-0.319	-0.817	0.697	-0.540	0.297	0.001	-0.000	-0.000

FORMAS DE MODOS

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.I.NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	175.400	0.228	28.268	221.977	0.285
2	164.203	0.292	33.074	207.843	0.366
3	151.450	0.352	37.302	191.306	0.440
4	137.231	0.407	40.141	172.655	0.509
5	121.871	0.457	40.607	152.584	0.570
6	106.092	0.634	41.658	132.281	0.789
7	89.409	0.788	45.615	111.452	0.980
8	70.840	0.911	52.371	88.644	1.133
9	49.673	0.998	60.386	62.459	1.241
10	25.615	1.042	64.531	32.266	1.296

25 1.0 8.00 0.2

PERIODOS DE VIBRACION T EN SEGUNDOS T

	0.601	0.238	0.133	0.095	0.078	0.064	0.057	0.054	0.042	0.037
	0.266	-0.656	-0.580	0.978	0.768	0.393	0.411	0.867	-0.663	0.330
	0.346	-0.806	-0.599	0.744	0.375	0.040	-0.099	-0.366	1.000	-0.304
	0.422	-0.887	-0.451	0.108	-0.320	-0.361	-0.459	-0.980	-0.087	1.000
	0.492	-0.891	-0.178	-0.587	-0.757	-0.334	-0.123	0.066	-0.935	-0.850
	0.555	-0.813	0.144	-0.964	-0.583	0.089	0.400	1.000	0.788	0.405
	0.637	-0.463	0.353	-0.636	1.000	0.891	0.230	-0.791	-0.182	-0.062
	0.815	-0.013	1.000	0.510	0.667	-0.813	-0.767	0.599	0.043	0.010
	0.906	0.440	0.487	1.000	-0.944	-0.229	1.000	-0.421	-0.010	-0.001
	0.969	0.802	-0.347	0.205	-0.747	1.000	-0.835	0.251	0.002	0.000
	1.000	1.000	-0.252	-0.854	0.881	-0.584	0.337	-0.037	-0.000	-0.000

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.I.NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	185.746	0.194	29.614	252.291	0.274
2	173.931	0.252	35.224	237.483	0.357
3	160.360	0.306	40.121	219.871	0.434
4	145.258	0.356	44.029	199.811	0.505
5	128.840	0.401	45.688	177.797	0.569
6	111.854	0.500	49.952	154.953	0.710
7	93.647	0.584	56.229	129.977	0.829
8	73.419	0.650	63.101	101.862	0.923
9	50.776	0.696	69.293	70.312	0.988
10	25.937	0.719	71.330	35.665	1.020

26 10 8.00 0.03

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

0.499	0.188	0.106	0.078	0.061	0.051	0.046	0.042	0.037	0.032
FORMAS DE MODOS									
0.278	-0.656	0.745	1.000	0.642	-0.694	-0.820	-0.286	-0.652	0.330
0.373	-0.819	0.752	0.7060	0.204	0.116	0.414	0.229	1.000	0.797
0.463	-0.894	0.503	-0.037	-0.441	0.753	0.898	0.262	-0.162	1.000
0.546	-0.873	0.082	-0.757	-0.639	0.273	-0.245	-0.256	-0.868	-0.872
0.620	-0.758	-0.367	-0.995	-0.191	-0.613	-0.944	-0.235	0.868	0.456
0.742	-0.292	-0.978	-0.288	1.000	-0.612	0.865	0.706	-0.333	-0.107
0.843	0.046	-0.999	0.743	0.395	1.000	-0.107	-0.986	0.128	0.025
0.921	0.477	-0.415	0.937	-0.920	-0.020	-0.736	1.000	-0.049	-0.006
0.974	0.816	0.419	0.074	-0.582	-0.987	1.000	-0.744	0.018	0.001
1.000	1.000	1.000	-0.872	0.801	0.645	-0.478	0.288	-0.005	-0.000

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.I.NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(C4)
1	198.797	0.144	32.328	295.529	0.229
2	186.161	0.193	39.651	279.365	0.308
3	177.490	0.239	46.279	259.540	0.382
4	155.104	0.281	51.952	236.400	0.449
5	137.181	0.318	55.150	210.424	0.510
6	118.546	0.379	60.924	182.849	0.609
7	98.706	0.437	68.130	152.387	0.691
8	76.845	0.471	74.802	118.322	0.756
9	52.906	0.498	80.530	80.921	0.799
10	26.892	0.512	81.313	40.656	0.821

27 10 8.00 0.4

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

0.429	0.158	0.090	0.066	0.052	0.043	0.039	0.036	0.033	0.029
0.271	-0.651	-0.805	1.000	0.677	-0.847	-0.614	-0.259	-0.639	0.331
0.376	-0.832	-0.817	0.682	0.155	0.233	0.412	0.286	1.000	-0.790
0.475	-0.911	-0.519	-0.115	-0.544	0.933	0.607	0.134	-0.245	1.000
0.556	-0.877	-0.025	-0.831	-0.622	0.111	-0.422	-0.344	-0.784	-0.894
0.548	-0.735	0.479	-0.964	0.010	-0.892	-0.601	0.016	0.937	0.505
0.761	-0.369	1.000	-0.125	1.000	-0.231	0.996	0.530	-0.517	-0.155
0.855	0.067	0.948	0.847	0.263	1.000	-0.444	-0.909	0.283	0.047
0.927	0.490	0.353	0.919	-0.923	-0.236	-0.530	1.000	-0.151	-0.014
0.976	0.821	-0.445	0.016	-0.516	-0.890	1.000	-0.776	0.074	0.004
1.000	1.000	-0.987	-0.904	0.787	0.652	-0.520	0.306	-0.023	-0.001

FORMAS DE MODOS

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F. I. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	210.661	0.108	31.900	297.540	0.164
2	197.326	0.150	39.858	281.591	0.228
3	181.704	0.189	46.987	261.662	0.287
4	164.169	0.224	53.084	238.169	0.342
5	144.973	0.256	56.709	211.627	0.391
6	124.934	0.300	62.070	183.272	0.459
7	103.593	0.327	68.773	152.237	0.515
8	80.468	0.366	74.872	117.851	0.559
9	55.302	0.386	80.224	80.415	0.589
10	28.062	0.395	80.605	40.303	0.604

28

10

8.00

0.5

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

0.383	0.139	-0.080	0.059	0.046	0.039	0.035	0.031	0.030	0.026
0.261	-0.642	-0.824	1.000	0.727	0.912	-0.560	-0.329	-0.623	0.331
0.372	-0.840	-0.840	0.675	0.136	-0.297	0.438	0.421	1.000	-0.784
0.477	-0.925	-0.530	-0.154	-0.621	-0.996	0.489	0.059	-0.335	1.000
0.574	-0.885	0.001	-0.869	-0.620	0.016	-0.518	-0.459	-0.679	-0.913
0.661	-0.728	0.533	-0.933	0.138	1.000	-0.405	0.236	0.986	0.550
0.710	-0.360	1.000	-0.040	1.000	-0.001	0.997	0.363	-0.722	-0.202
0.860	0.074	0.911	0.894	0.180	-1.000	-0.572	-0.831	0.513	0.074
0.930	0.494	0.315	0.903	-0.943	0.368	-0.438	1.000	-0.342	-0.027
0.977	0.822	-0.456	-0.014	-0.430	0.865	1.000	-0.809	0.198	0.010
1.000	1.000	-0.972	-0.921	0.790	-0.685	-0.541	0.326	-0.068	-0.002

FORMAS DE MODOS

*** FACTORES DE PARTICIPACION **

1.297	-0.411	-0.137	0.110	0.057	0.046	-0.030	-0.019	-0.025	0.014
PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F. I. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)				
1	220.747	0.085	31.457	299.203	0.125				
2	206.842	0.122	39.904	283.474	0.178				
3	190.433	0.156	47.405	263.522	0.228				
4	171.943	0.187	53.798	239.820	0.274				
5	151.705	0.215	57.721	212.921	0.315				
6	130.520	0.250	62.870	184.061	0.367				
7	108.129	0.279	69.303	152.626	0.410				
8	83.780	0.302	75.348	117.974	0.444				
9	57.522	0.317	80.343	80.400	0.466				
10	29.160	0.325	80.457	40.228	0.477				

*** EDIFICIO NUMERO *** NUMERO DE PISOS *** LONGITUD L *** A/L ***

29 10 8.00 0.6

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

0.349	0.125	0.073	0.053	0.042	0.035	0.031	0.028	0.027	0.025
0.253	-0.635	-0.834	1.000	0.772	0.904	-0.555	-0.434	-0.600	0.331
0.369	-0.845	-0.870	0.672	0.126	-0.224	0.478	0.599	0.996	-0.775
0.479	-0.935	-0.540	-0.181	-0.681	-0.976	0.427	-0.028	-0.434	1.000
0.579	-0.892	0.018	-0.892	-0.620	0.109	-0.592	-0.0578	-0.545	-0.931
0.669	-0.723	0.563	-0.907	0.231	1.000	-0.270	0.473	1.000	0.591
0.776	-0.355	1.000	0.014	1.000	-0.149	0.982	0.164	-0.931	-0.248
0.864	0.079	0.887	0.921	0.120	-0.955	-0.647	-0.734	0.801	0.104
0.932	0.497	0.293	0.897	-0.958	0.438	-0.377	1.000	-0.618	-0.043
0.977	0.825	-0.464	-0.034	-0.455	0.822	1.000	-0.852	0.393	0.017
1.000	1.000	-0.966	-0.930	0.738	-0.688	-0.556	0.352	-0.143	-0.005

FORMAS DE MODO

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F. I. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	229.540	0.071	31.202	300.840	0.101
2	215.111	0.103	39.999	285.239	0.146
3	193.011	0.133	47.769	265.239	0.190
4	178.703	0.161	54.377	241.355	0.229
5	157.556	0.186	58.506	214.167	0.265
6	135.402	0.215	63.525	184.914	0.307
7	112.033	0.239	69.784	153.151	0.341
8	86.717	0.258	75.483	118.259	0.368
9	59.489	0.271	80.586	80.518	0.386
10	30.126	0.277	80.449	40.225	0.395

30 10 8.00 0.7

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	0.0325	0.0116	0.0068	0.0050	0.0039	0.0033	0.0029	0.0026	0.025	0.023
	0.245	-0.626	-0.837	1.000	0.807	0.909	-0.567	-0.527	0.531	0.331
	0.365	-0.847	-0.885	0.674	0.123	-0.342	0.516	0.756	-0.509	-0.774
	0.478	-0.943	-0.550	-0.194	-0.722	-0.970	0.393	-0.113	0.480	1.000
	0.581	-0.899	0.024	-0.906	-0.621	0.172	-0.648	-0.660	0.374	-0.946
	0.674	-0.721	0.588	-0.889	0.234	1.000	-0.174	0.672	-0.897	0.628
	0.779	-0.352	1.000	0.046	1.000	-0.240	0.965	-0.023	1.000	-0.291
	0.866	0.080	0.873	0.935	0.079	-0.937	-0.697	-0.636	-0.970	0.134
	0.952	0.498	0.276	0.889	-0.971	0.488	-0.335	1.000	0.810	-0.061
	0.978	0.825	-0.470	-0.046	-0.441	0.808	1.000	-0.899	-0.543	0.026
	1.000	1.000	-0.962	-0.935	0.806	-0.701	-0.568	0.381	0.203	-0.008

FORMAS DE MODO

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.I.NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	236.965	0.051	30.985	302.407	0.084
2	222.100	0.090	40.073	286.915	0.125
3	204.424	0.118	48.058	266.878	0.163
4	184.425	0.143	54.843	242.849	0.198
5	162.531	0.165	59.132	215.428	0.230
6	139.567	0.191	64.081	185.862	0.265
7	115.383	0.212	70.244	153.821	0.295
8	99.252	0.228	75.871	118.699	0.318
9	61.194	0.239	80.941	80.764	0.333
10	30.961	0.245	80.586	40.293	0.341

31 10 8.00 0.8

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	0.305	0.108	0.063	0.046	0.036	0.031	0.027	0.025 ^a	0.024	0.022
	0.240	-0.621	-0.840	1.000	0.837	0.917	-0.583	-0.600	-0.442	0.325
6	0.352	-0.850	-0.897	0.674	0.119	-0.362	0.553	0.884	0.781	-0.768
	0.477	-0.949	-0.556	-0.207	-0.758	-0.968	0.366	-0.196	-0.481	1.000
8	0.583	-0.903	0.031	-0.918	-0.621	0.225	-0.697	-0.708	-0.213	-0.962
	0.678	-0.719	0.604	-0.872	0.346	1.000	-0.093	0.833	0.732	0.664
9	0.782	-0.351	1.000	0.073	1.000	-0.312	0.946	-0.197	-0.948	-0.334
10	0.868	0.082	0.862	0.946	0.044	-0.927	-0.738	-0.540	1.000	0.168
	0.934	0.500	0.264	0.881	-0.983	0.529	-0.299	1.000	-0.880	-0.083
11	0.978	0.926	-0.475	-0.057	-0.428	0.803	1.000	-0.948	0.608	0.038
12	1.000	1.000	-0.060	-0.938	0.815	-0.718	-0.579	0.411	-0.231	-0.012

FORMAS DE MODOS

** FACTORES DE PARTICIPACION **

	1.287	-0.408	-0.201	0.116	0.074	0.050	-0.032	-0.024	-0.016	0.015
PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F. I. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)				
1	243.776	0.053	30.910	304.025	0.072					
2	228.489	0.080	40.216	288.570	0.109					
3	210.263	0.105	48.366	268.462	0.143					
4	189.652	0.129	55.289	244.279	0.175					
5	167.057	0.149	59.707	216.634	0.203					
6	143.353	0.172	64.600	186.781	0.234					
7	118.430	0.190	70.687	154.481	0.260					
8	91.559	0.205	76.250	119.138	0.280					
9	62.744	0.215	81.301	81.008	0.293					
10	31.713	0.220	80.716	40.358	0.300					

32

10.

8.00

0.9

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	0.289	0.102	0.060	0.044	0.035	0.029	0.026	0.023	0.022	0.021
	0.236	-0.615	-0.340	1.000	0.861	0.926	-0.600	-0.649	-0.389	0.328
	0.260	-0.851	-0.905	0.676	0.113	-0.378	0.586	0.973	0.705	-0.763
	0.477	-0.954	-0.563	-0.215	-0.785	-0.969	0.346	-0.264	-0.484	1.000
	0.595	-0.907	0.035	-0.926	-0.622	0.267	-0.736	-0.726	-0.104	-0.976
	0.681	-0.718	0.616	-0.850	0.187	1.000	-0.028	0.945	0.614	0.697
	0.784	-0.350	1.000	0.091	1.000	-0.365	0.929	-0.335	-0.894	-0.376
	0.969	0.083	0.854	0.952	0.018	-0.922	-0.769	-0.458	1.000	0.201
	0.934	0.501	0.255	0.875	-0.993	0.562	-0.270	1.000	-0.910	-0.105
	0.978	0.826	-0.479	-0.064	-0.419	0.802	1.000	-0.992	0.641	0.051
	1.000	1.000	-0.959	-0.940	0.824	-0.734	-0.588	0.439	-0.247	-0.016

** FACTORES DE PARTICIPACION **

PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F.I.NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)
1	249.899	0.048	30.871	305.629	0.064
2	234.240	0.073	40.360	290.193	0.097
3	215.541	0.096	48.654	270.013	0.129
4	194.369	0.118	55.696	245.686	0.157
5	171.157	0.137	60.222	217.838	0.183
6	146.804	0.157	65.084	187.727	0.211
7	121.203	0.174	71.123	155.185	0.233
8	93.662	0.187	76.663	119.624	0.251
9	64.153	0.196	81.696	81.293	0.263
10	32.390	0.201	80.890	40.445	0.269

33 .10 .8.00 1.0

PERIODOS DE VIBRACION (EN SEGUNDOS)

	0.0274	0.0096	0.0057	0.0042	0.0033	0.0028	0.0024	0.0022	0.0021	0.0020
5	0.235	-0.616	-0.845	1.000	-0.880	0.936	-0.616	-0.654	-0.354	0.324
6	0.360	-0.855	-0.912	0.671	-0.111	-0.399	0.621	1.000	0.660	-0.757
7	0.479	-0.958	-0.562	-0.229	0.811	-0.972	0.325	-0.317	-0.500	1.000
	0.588	-0.908	0.044	-0.934	0.616	0.311	-0.773	-0.692	-0.014	-0.991
	0.685	-0.714	0.631	-0.844	-0.427	1.000	0.037	0.989	0.517	0.733
9	0.787	-0.345	1.000	0.113	-0.996	-0.418	0.909	-0.444	-0.850	-0.422
10	0.871	0.087	0.844	0.959	0.010	-0.919	-0.799	-0.361	1.000	0.241
	0.935	0.503	0.245	0.867	1.000	0.596	-0.240	0.955	-0.935	-0.133
	0.979	0.827	-0.483	-0.073	0.408	0.803	1.000	-0.990	0.670	0.057
12	1.000	1.000	-0.957	-0.942	-0.830	-0.752	-0.597	0.446	-0.261	-0.022

FORMAS DE MODO

** FACTORES DE PARTICIPACION **

	1.283	-0.406	-0.204	0.118	-0.075	0.049	-0.033	-0.023	-0.015	0.014
PISO	C. ESP.(TN)	D. ESP.(CM)	F. I. NUEVO MET.(TN)	C. NUEVO MET.(TN)	D. NUEVO MET.(CM)					
1	255.656	0.044	31.019	307.339	0.057					
2	239.604	0.067	40.610	291.830	0.088					
3	220.440	0.089	49.004	271.525	0.116					
4	198.744	0.108	56.130	247.024	0.143					
5	174.960	0.126	60.738	218.959	0.166					
6	149.991	0.145	65.561	188.589	0.191					
7	123.766	0.160	71.543	155.809	0.211					
8	95.593	0.172	77.043	120.038	0.227					
9	65.433	0.180	82.047	81.516	0.237					
10	52.989	0.184	80.985	40.493	0.242					

C A P I T U L O VI

VI. ANALISIS COMPARATIVO CON OTROS DISEÑOS

Dado que el objetivo es ver si este método representa acertadamente el comportamiento dinámico de estructuras, así como también ver si puede emplearse en nuestro medio; se ha decidido comparar los resultados obtenidos con aquellos que se obtienen al aplicar el método estático y dinámico espectral del Reglamento Peruano de diseño antisísmico que es el usado en nuestro medio.

Para la parte del análisis estático se va a aprovechar los resultados obtenidos según referencia (9).

La parte del análisis dinámico con el espectro teórico del Reglamento Peruano si ha sido incluido dentro del programa de computación elaborado.

En los Gráficos se usa la siguiente notación

Met. estático del R.P.

Met. dinámico espectral del R.P. -.-.-.-.-

Met. dinámico nuevo _____

Antes de los Gráficos como referencia se proporciona los resultados del análisis estático según (9).

ANALISIS ESTADICOCORTANTE EN TON.DESPLAZAMIENTO EN CM.

	<u>EDIF. 1 (K=0.67)*</u>		<u>EDIF. 2 (K=0.8)</u>		<u>EDIF 3 (K=0.8)</u>		<u>EDIF 4 (K=0.8)</u>	
<u>Piso</u>	CORT	DESPL	CORT	DESPL	CORT	DESPL	CORT	DESPL.
1	21.22	0.37	25.01	0.41	26.54	0.32	28.66	0.21
2	20.78	0.48	24.48	0.53	25.96	0.42	28.03	0.28
3	20.07	0.58	23.61	0.65	25.04	0.51	27.02	0.35
4	19.09	0.68	22.41	0.76	23.75	0.60	25.60	0.41
5	17.82	0.77	20.86	0.86	22.08	0.69	23.78	0.47
6	16.31	1.03	19.02	1.12	20.11	0.83	21.62	0.55
7	14.59	1.27	16.92	1.35	17.85	0.96	19.15	0.62
8	12.60	1.47	14.49	1.55	15.24	1.07	16.29	0.68
9	10.35	1.63	11.73	1.71	12.29	1.16	13.05	0.73
10	7.83	1.76	8.66	1.83	8.94	1.23	9.44	0.76
	<u>EDIF 5 (K=0.8)</u>		<u>EDIF 6 (K=1.0)</u>		<u>EDIF 7 (K=1.0)</u>		<u>EDIF 8 (K=1.0)</u>	
<u>Piso</u>	CORT	DESPL	CORT	DESPL	CORT	DESPL	CORT	DESPL
1	30.81	0.14	39.94	0.12	42.08	0.09	43.95	0.07
2	30.12	0.19	39.02	0.16	41.10	0.12	42.92	0.10
3	29.02	0.24	37.54	0.21	39.53	0.16	41.28	0.13
4	27.48	0.28	35.48	0.25	37.34	0.19	38.98	0.16
5	25.50	0.32	32.82	0.29	34.53	0.22	36.03	0.18
6	23.15	0.37	29.67	0.33	31.19	0.26	32.52	0.21
7	20.46	0.42	26.06	0.37	27.36	0.28	28.50	0.23
8	17.35	0.45	21.89	0.40	22.94	0.31	23.85	0.25
9	13.83	0.48	17.16	0.42	17.92	0.33	18.59	0.27
10	9.89	0.50	11.88	0.44	12.32	0.34	12.71	0.28

* El valor (K=...) es el valor asumido para K.

	EDIF 9(K=1,0)		EDIFI 10(K=1,33)		EDIF 11(K=1,33)		EDIF 12(K=0,67)	
Piso	CORT	DESPL	CORTE	DESPL	CORT	DESPL	CORT	DESPL
1	45,62	0,05	61,33	0,06	63,13	0,05	47,14	0,20
2	44,54	0,08	59,85	0,09	61,60	0,08	46,07	0,26
3	42,83	0,11	57,49	0,12	59,17	0,11	44,35	0,31
4	40,44	0,13	54,19	0,15	55,76	0,13	41,94	0,36
5	37,36	0,15	49,95	0,17	51,38	0,15	38,85	0,41
6	33,70	0,18	44,91	0,20	46,18	0,18	35,20	0,65
7	29,51	0,19	39,12	0,22	40,21	0,20	31,05	0,85
8	24,67	0,21	32,45	0,24	33,32	0,21	26,26	1,03
9	19,18	0,22	24,89	0,25	25,52	0,22	20,84	1,17
10	13,05	0,23	16,43	0,26	16,79	0,23	14,78	1,27

	EDIF 13(K=0,8)		EDIF 14 (K=0,8)		EDIF 15(K=0,8)		EDIF 16(K=0,8)	
Piso	CORT	DESPL	CORT	DESPL	CORT	DESPL	CORT	DESPL
1	56,58	0,22	60,70	0,18	62,83	0,21	69,16	0,09
2	55,27	0,29	59,27	0,24	61,35	0,26	67,51	0,13
3	53,15	0,36	56,99	0,29	58,97	0,30	64,87	0,16
4	50,19	0,42	53,78	0,35	55,64	0,34	61,17	0,19
5	46,38	0,47	49,66	0,39	51,36	0,37	56,41	0,22
6	41,90	0,69	44,81	0,50	46,32	0,43	50,80	0,26
7	36,79	0,88	39,29	0,60	40,58	0,48	44,42	0,30
8	30,90	1,05	32,92	0,68	33,95	0,53	37,05	0,33
9	24,23	1,17	25,69	0,75	26,44	0,56	28,70	0,35
10	16,77	1,26	17,62	0,79	18,05	0,58	19,36	0,37

Piso	EDIF 17(K=1.0)		EDIF 18(K=1.0)		EDIF 19(K=1.0)		EDIF 20(K=1.0)	
	CORT	DESPL	CORT	DESPL	CORT	DESPL	CORT	DESPL
1	89.25	0.08	92.95	0.07	96.15	0.05	99.03	0.05
2	87.07	0.12	90.67	0.10	93.79	0.08	96.58	0.07
3	83.59	0.16	87.03	0.13	90.02	0.11	92.69	0.09
4	78.71	0.19	81.94	0.16	84.73	0.13	87.23	0.12
5	72.44	0.22	75.39	0.18	77.94	0.16	80.22	0.14
6	65.05	0.26	67.66	0.21	69.92	0.18	71.95	0.16
7	56.62	0.29	58.86	0.24	60.72	0.20	62.52	0.18
8	46.91	0.32	48.70	0.26	50.25	0.22	51.64	0.20
9	35.89	0.34	37.19	0.28	38.31	0.24	39.31	0.21
10	23.58	0.35	24.32	0.29	24.96	0.25	25.52	0.22

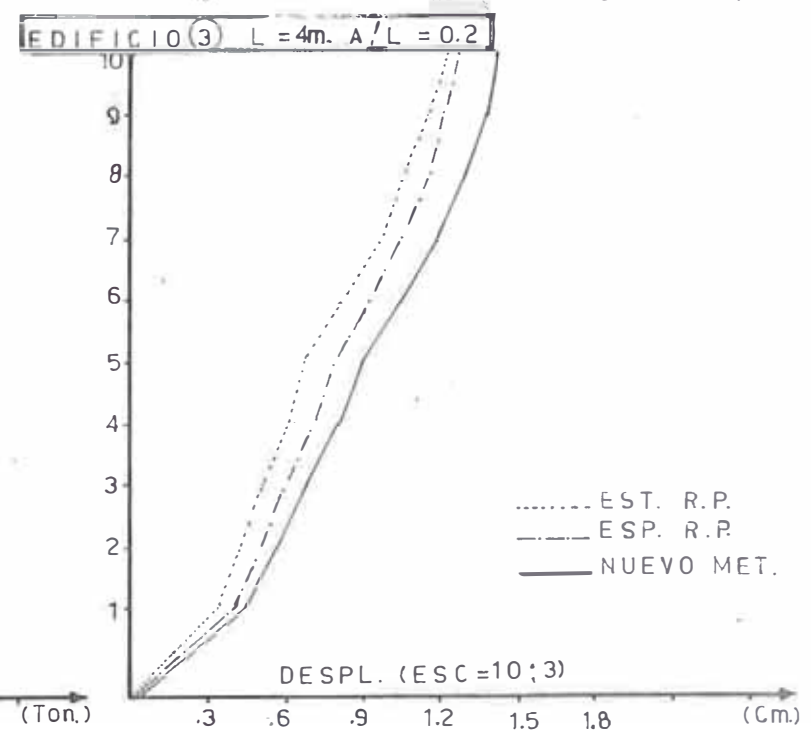
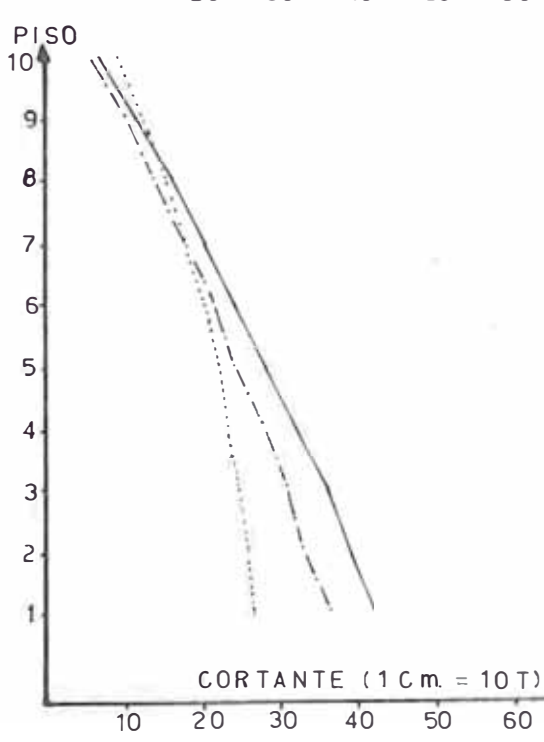
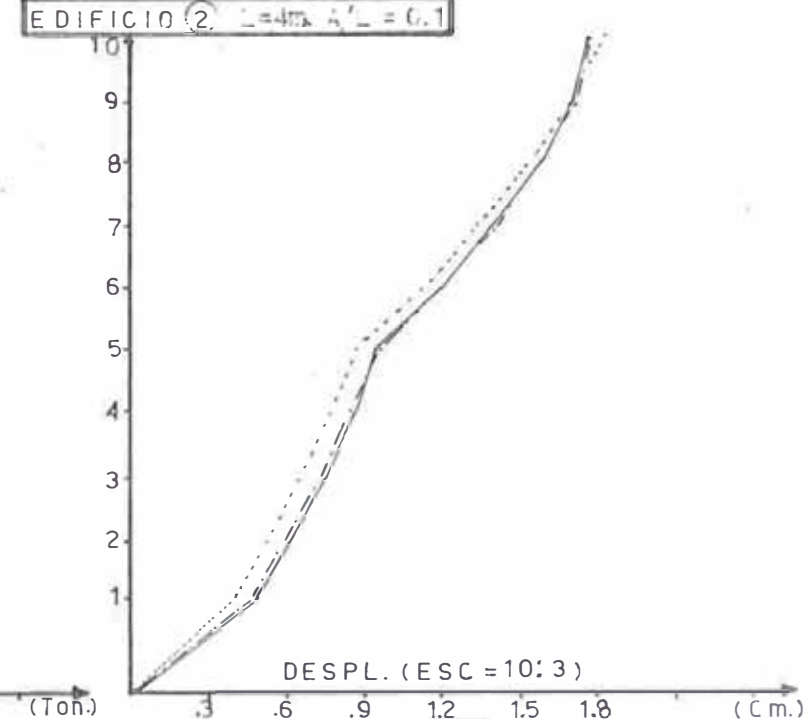
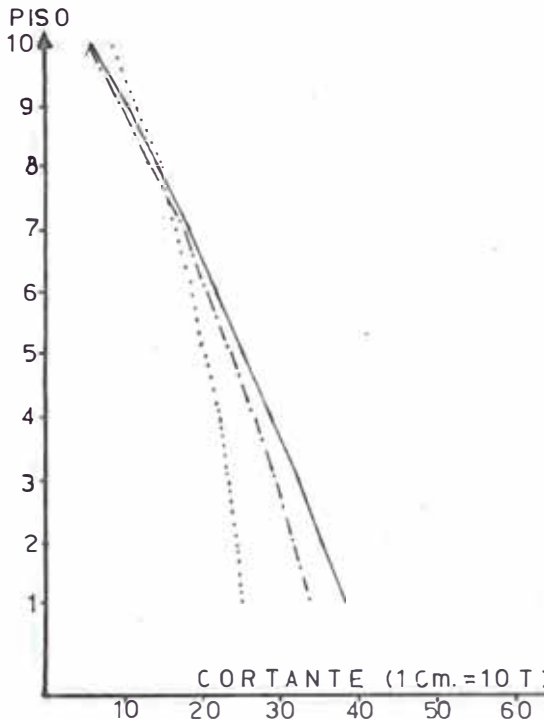
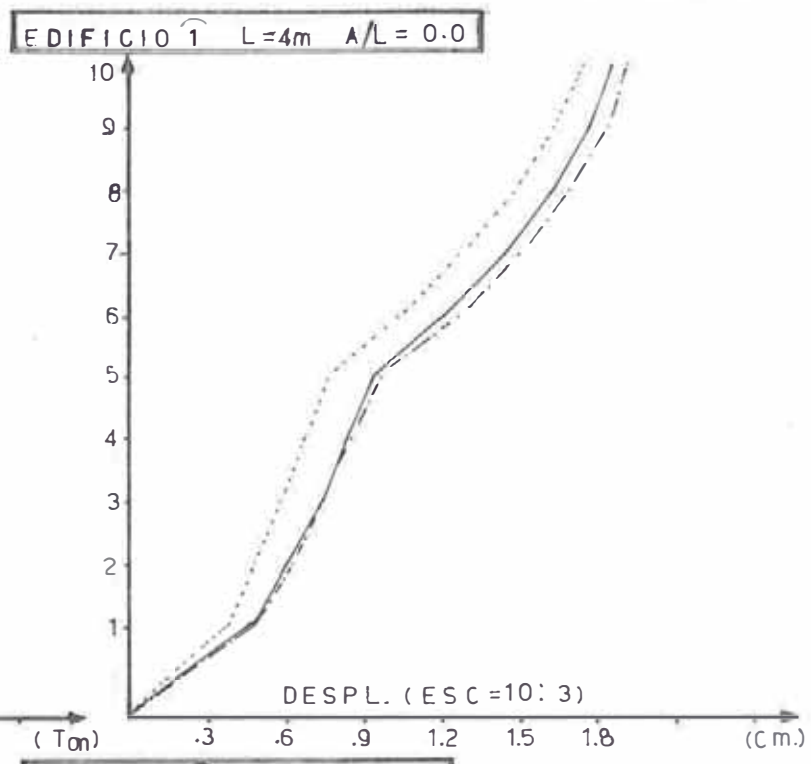
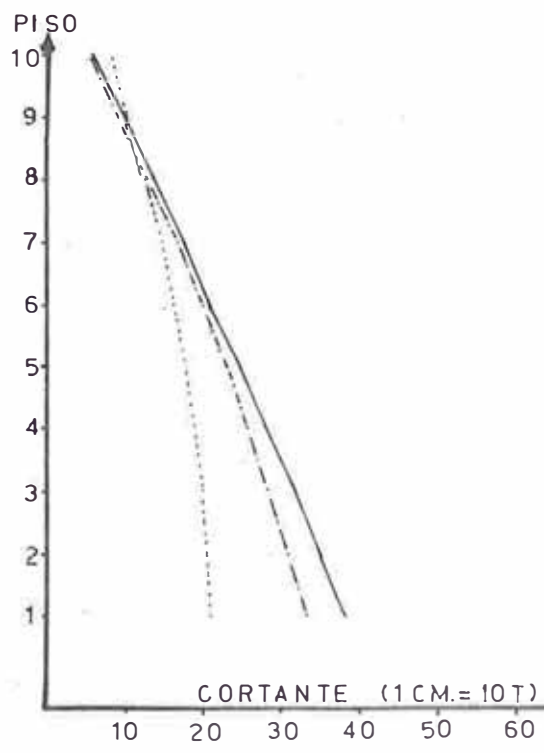
Piso	EDIF 21(K=1.33)		EDIF 22(K=1.33)		EDIF 23(K=0.67)		EDIF 24(K=0.8)	
	CORT	DESPL	CORT	DESPL	CORT	DESPL	CORT	DESPL
1	133.08	0.05	136.20	0.05	95.35	0.16	115.27	0.18
2	129.73	0.08	132.76	0.07	93.13	0.21	112.54	0.24
3	124.41	0.11	127.31	0.10	89.51	0.25	108.10	0.29
4	116.96	0.14	119.68	0.13	84.44	0.30	101.88	0.34
5	107.38	0.16	109.86	0.15	77.93	0.34	93.88	0.38
6	96.08	0.19	98.27	0.17	70.19	0.51	84.36	0.54
7	83.19	0.21	85.06	0.19	61.28	0.65	73.41	0.68
8	68.31	0.23	69.81	0.21	51.00	0.78	60.78	0.80
9	51.46	0.24	52.53	0.22	39.35	0.87	46.46	0.89
10	32.62	0.25	33.22	0.23	26.32	0.94	30.46	0.95

Piso	EDIF 25(K=0.8)		EDIF 26(K=0.8)		EDIF 27(K=0.8)		EDIF 28(K=1.0)	
	CORT	DESPL	CORT	DESPL	CORT	DESPL	CORT	DESPL
1	123.21	0.15	131.25	0.10	138.15	0.08	177.89	0.08
2	120.27	0.15	128.10	0.14	134.82	0.11	173.54	0.11
3	115.50	0.24	122.99	0.18	129.42	0.14	166.49	0.14
4	108.81	0.28	115.84	0.22	121.87	0.17	156.63	0.18
5	100.22	0.32	106.65	0.25	112.16	0.20	143.96	0.20
6	90.00	0.41	95.70	0.30	100.60	0.24	128.86	0.24
7	78.23	0.48	83.11	0.35	87.30	0.27	111.49	0.27
8	64.66	0.55	68.58	0.39	71.95	0.30	91.44	0.30
9	49.28	0.59	52.12	0.42	54.55	0.32	68.72	0.32
10	32.08	0.63	33.72	0.44	35.11	0.33	43.32	0.33

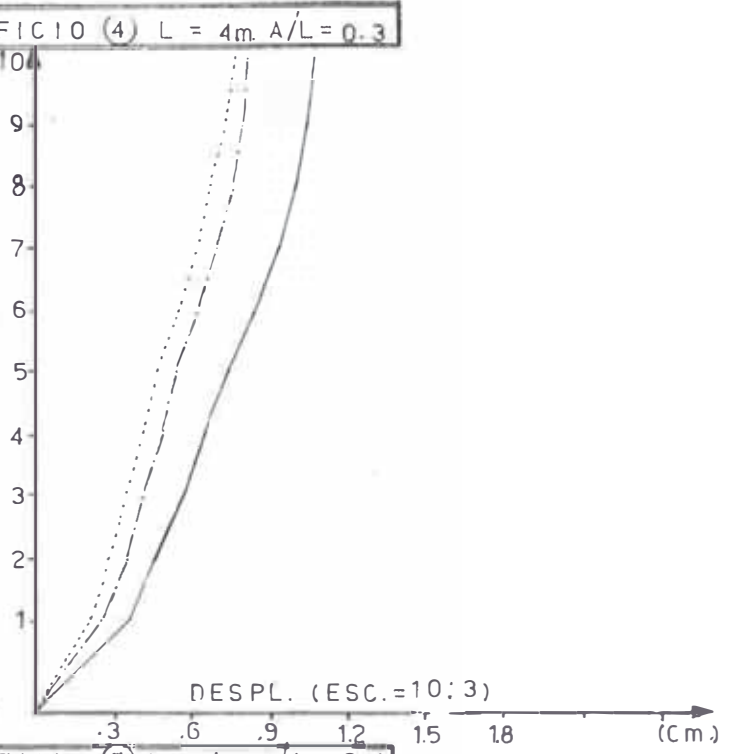
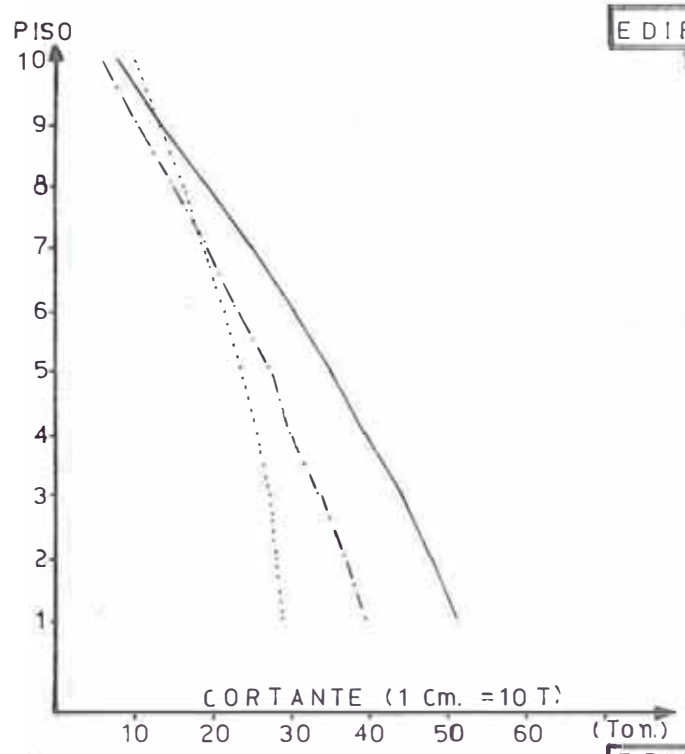
	EDIF 29(K=1.0)		EDIF 30(K=1.0)		EDIF 31(K=1.0)		EDIF 32(K=1.33)	
Piso	CORT	DESPL	CORT	DESPL	CORT	DESPL	CORT	DESPL
1	184.11	0.06	189.39	0.05	194.25	0.05	261.50	0.05
2	179.59	0.09	184.73	0.08	189.45	0.07	254.96	0.09
3	172.28	0.12	177.20	0.11	181.73	0.10	244.45	0.12
4	162.06	0.15	166.67	0.13	170.91	0.12	229.72	0.14
5	148.92	0.18	153.13	0.16	157.00	0.14	210.79	0.17
6	133.26	0.21	137.00	0.18	140.44	0.16	188.23	0.20
7	115.24	0.23	118.43	0.21	121.36	0.19	162.26	0.22
8	94.45	0.26	97.01	0.23	99.35	0.20	132.28	0.24
9	70.89	0.27	72.72	0.24	74.40	0.22	98.31	0.26
10	44.55	0.28	45.58	0.25	46.52	0.23	60.34	0.27

EDIFICIO 33 (K=1.33)

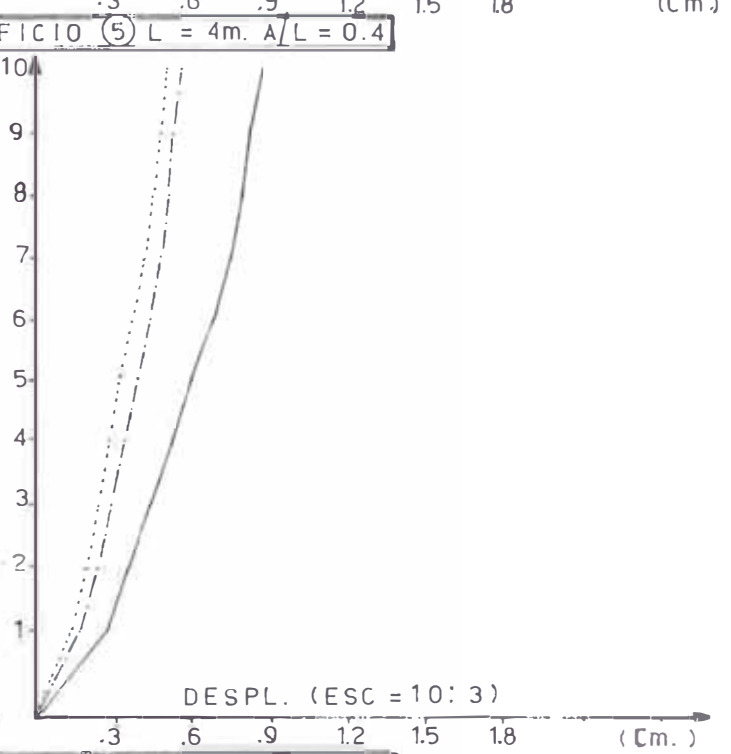
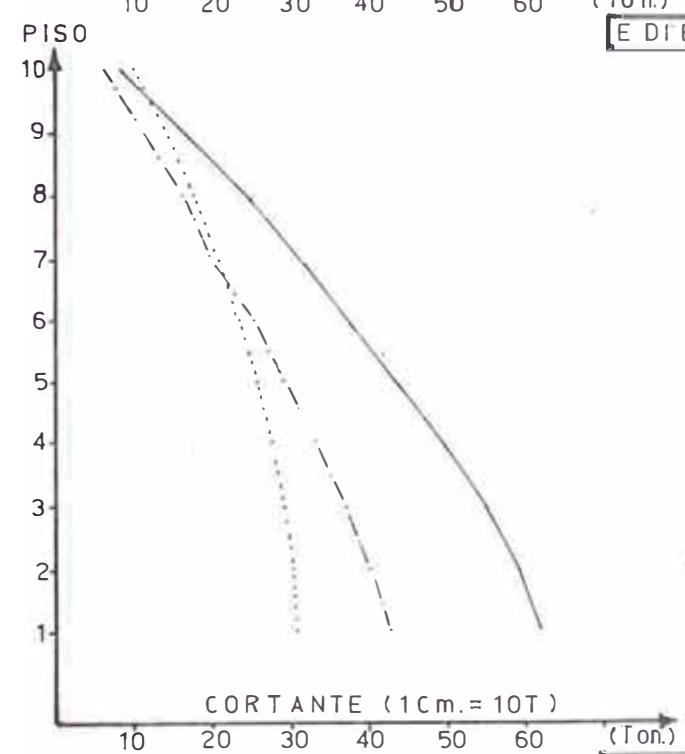
Piso	CORT	DESPL
1	267.19	0.05
2	260.49	0.08
3	249.74	0.11
4	234.68	0.13
5	215.32	0.16
6	192.25	0.18
7	165.68	0.21
8	135.01	0.22
9	100.26	0.24
10	61.43	0.25



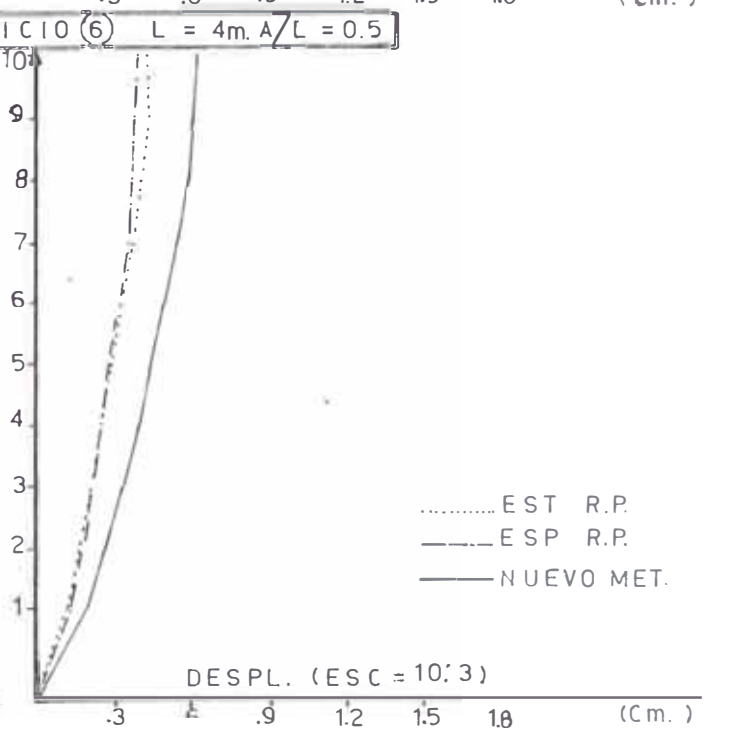
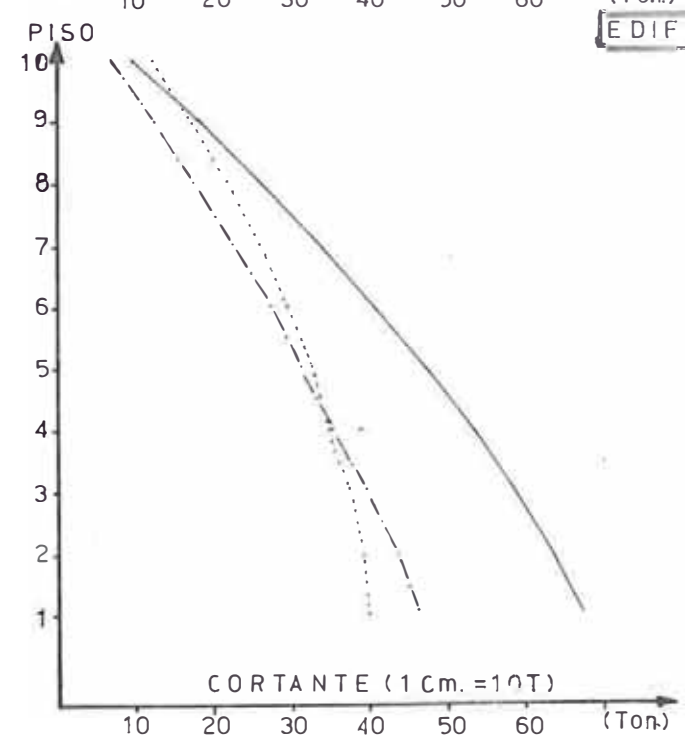
EDIFICIO (4) L = 4m. A/L = 0.3



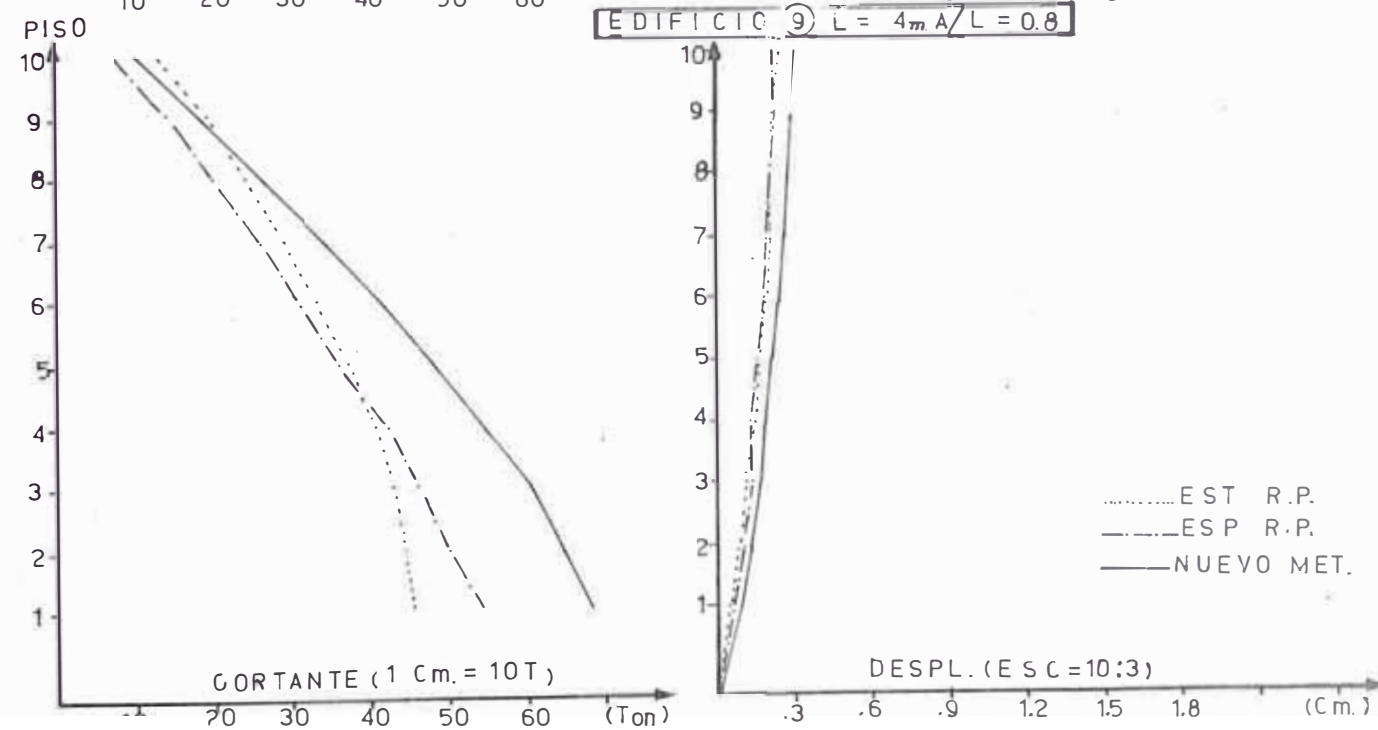
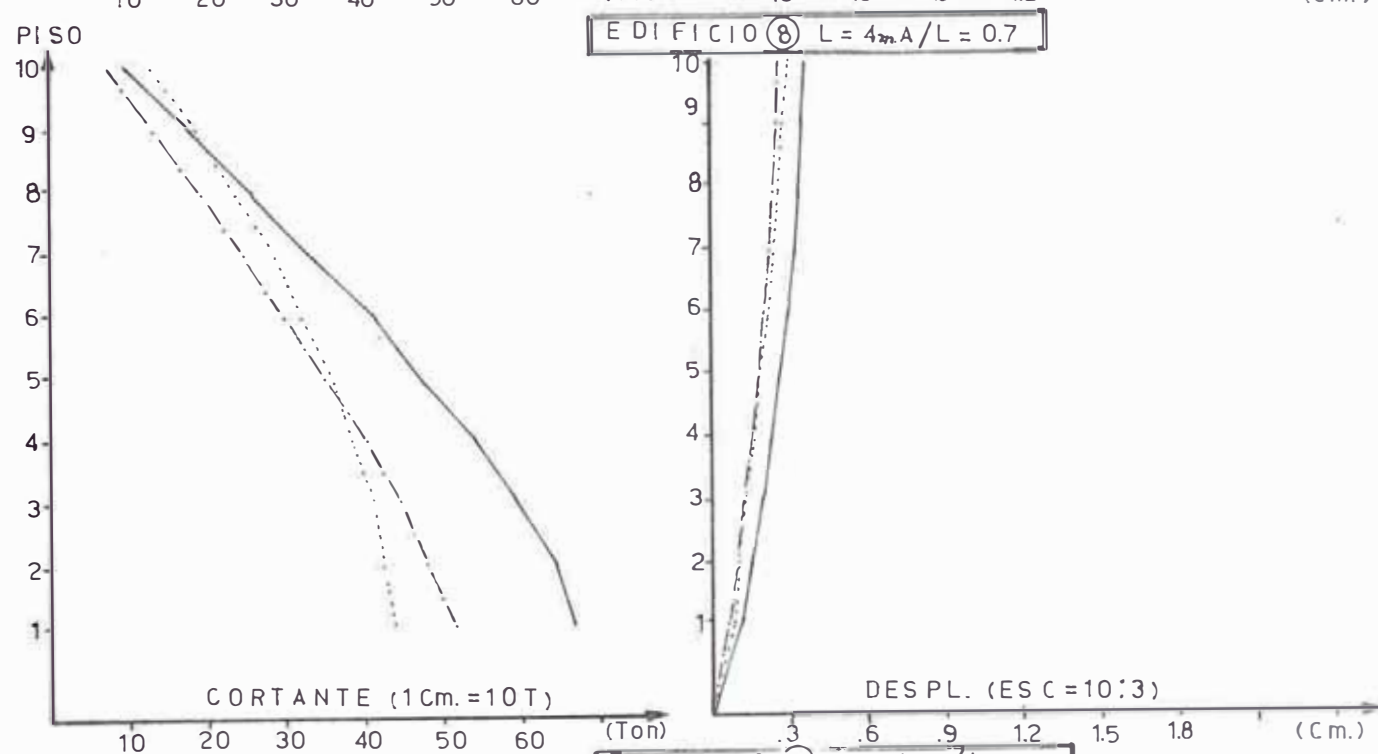
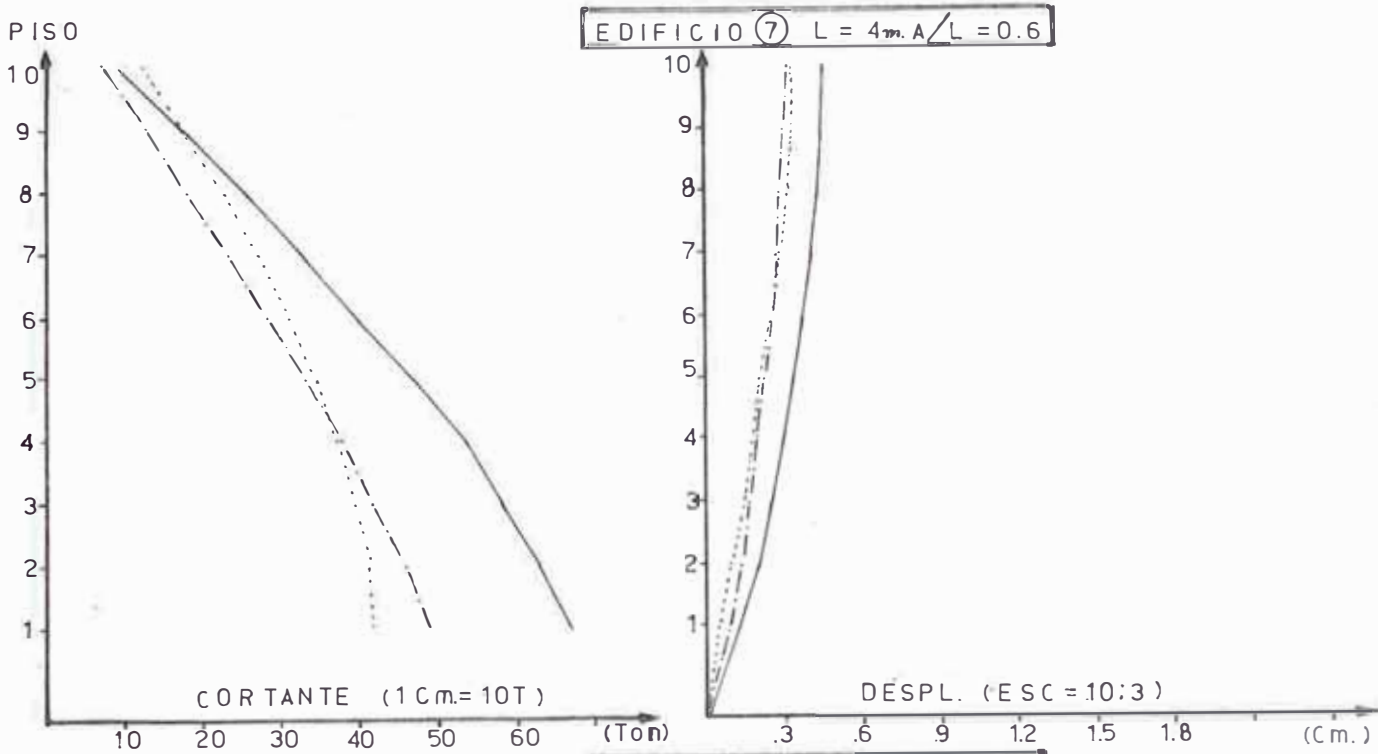
EDIFICIO (5) L = 4m. A/L = 0.4



EDIFICIO (6) L = 4m. A/L = 0.5

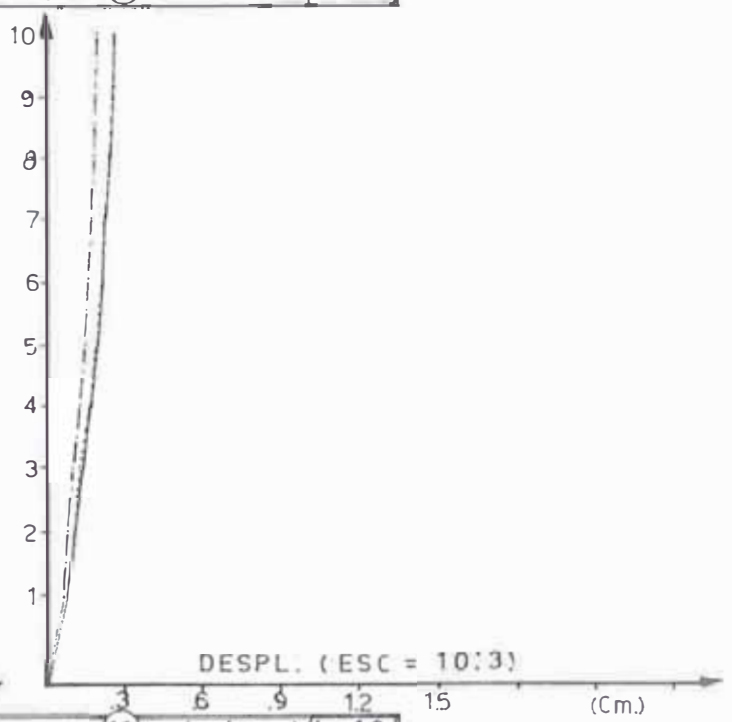
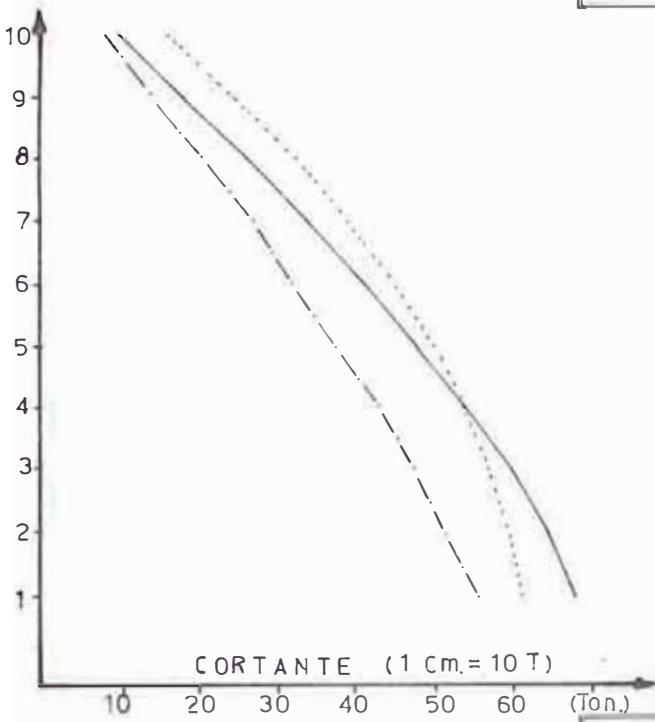


..... EST R.P.
 - - - - - ESP R.P.
 ——— NUEVO MET.



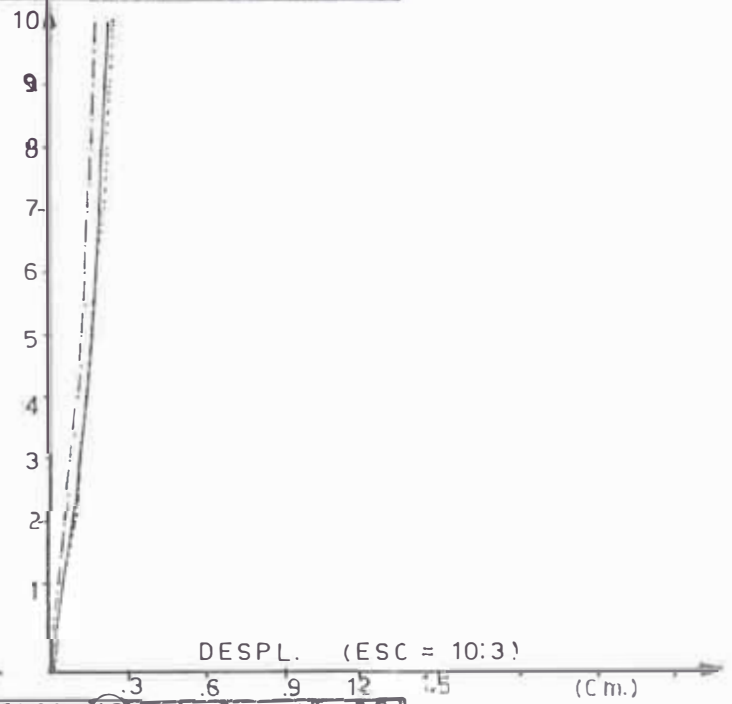
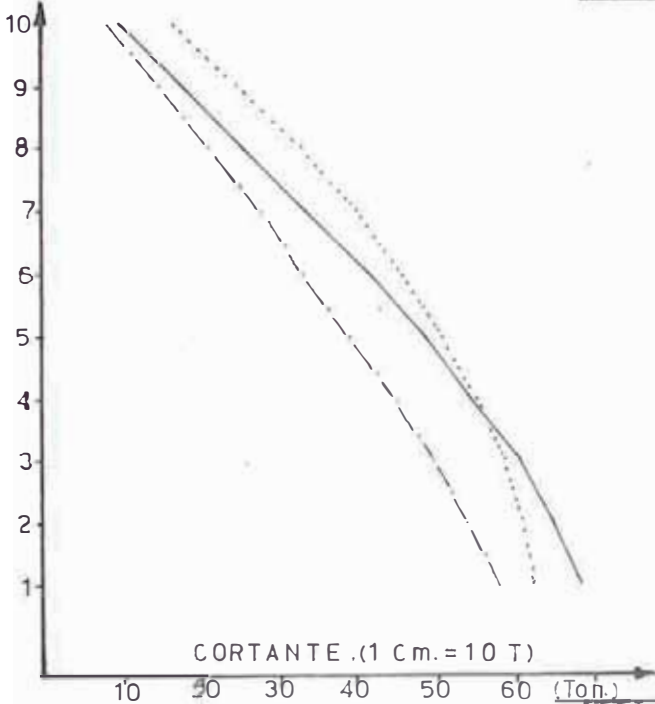
PISO

EDIFICIO 10 L=4m. A/L=0.9



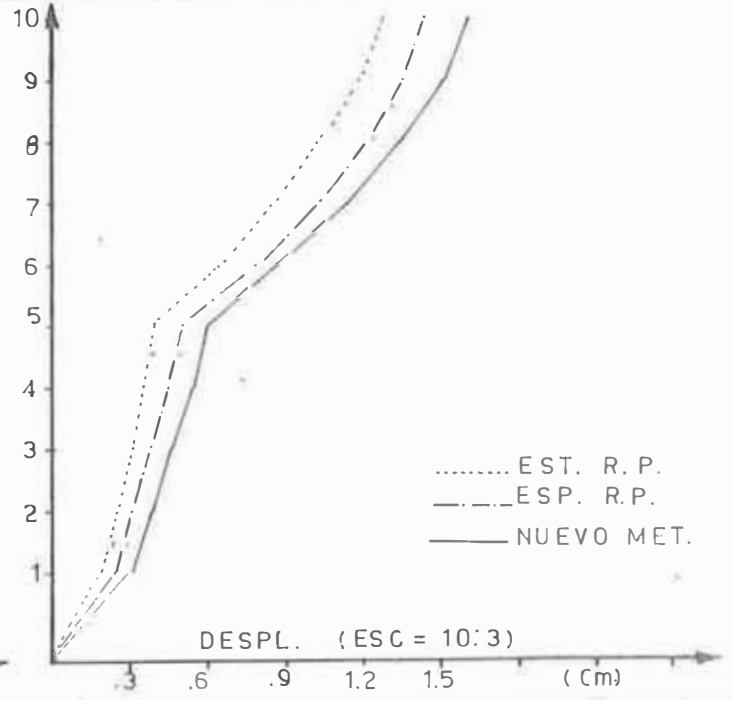
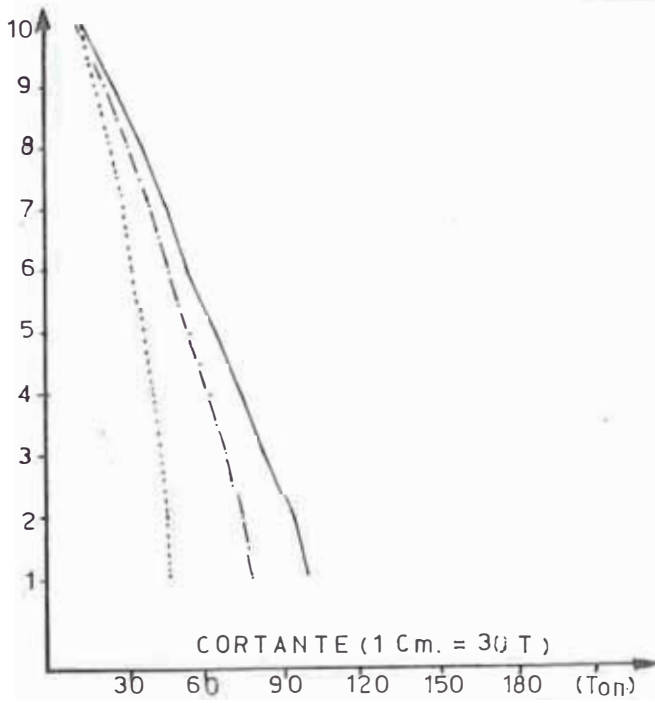
PISO

EDIFICIO 11 L=4m. A/L=1.0

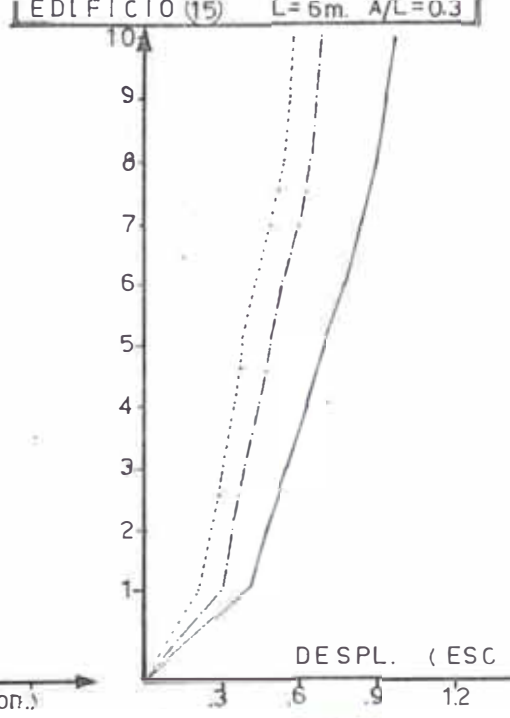
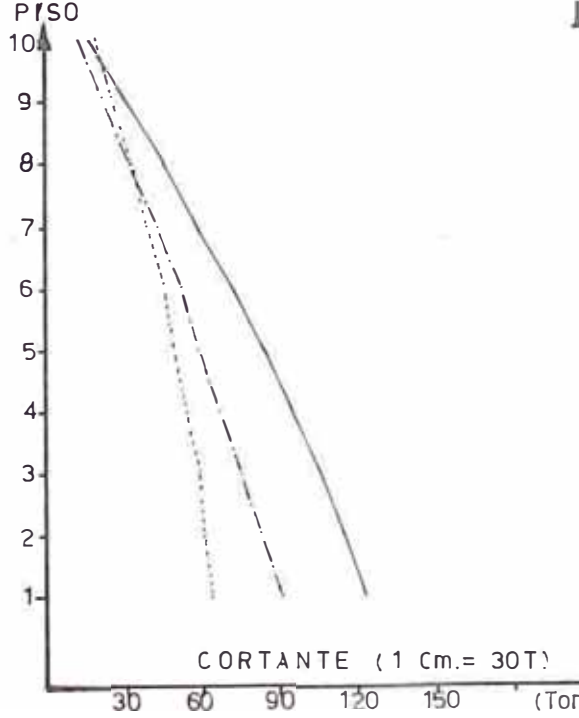
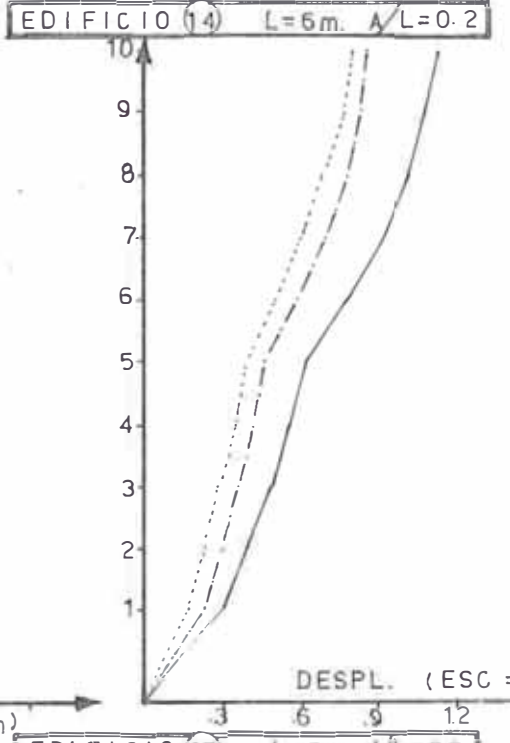
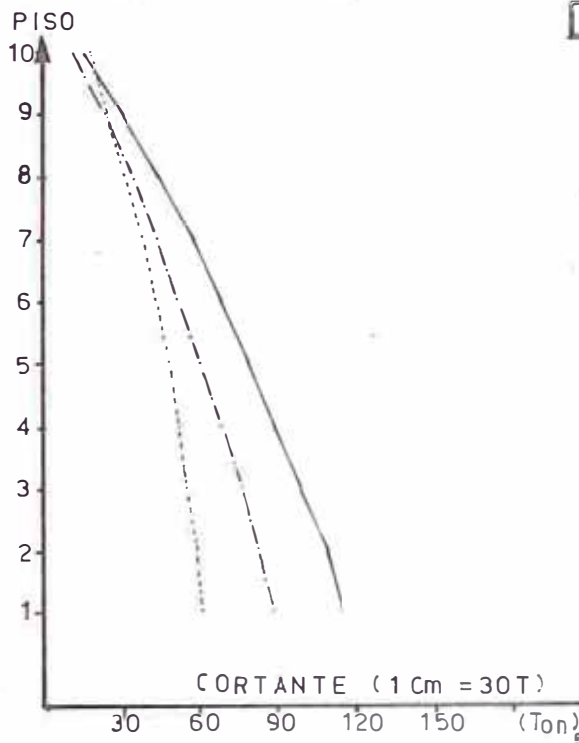
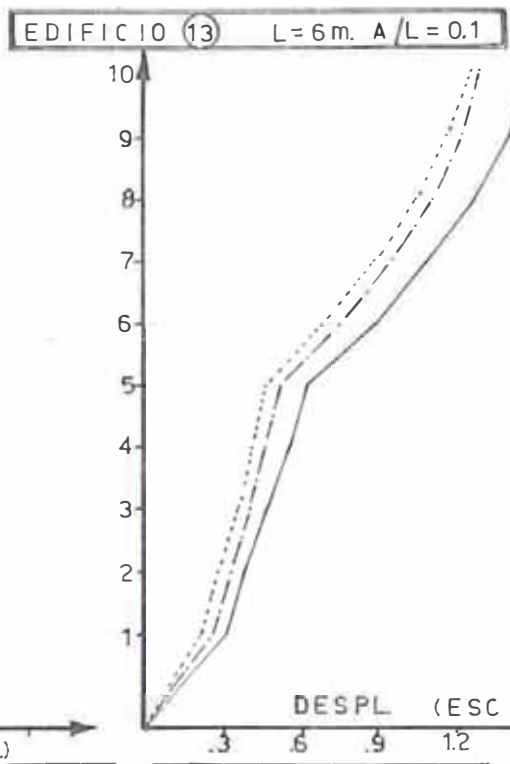
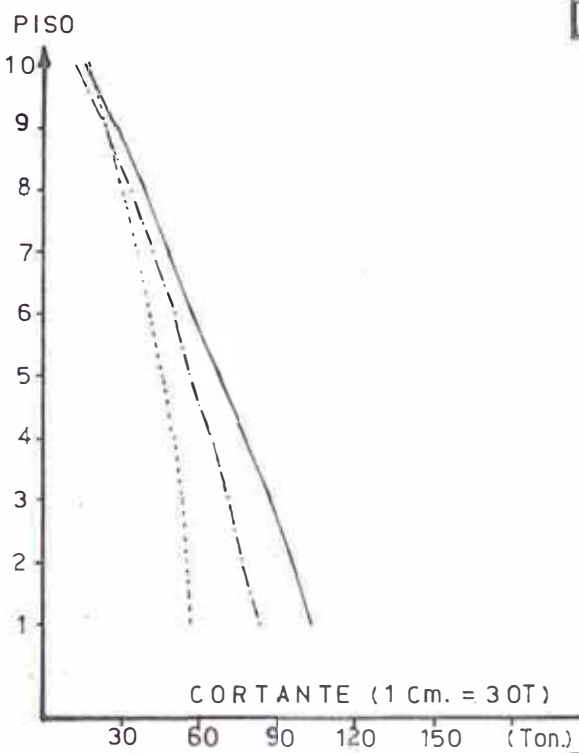


PISO

EDIFICIO 12 L=6m. A/L=0.0

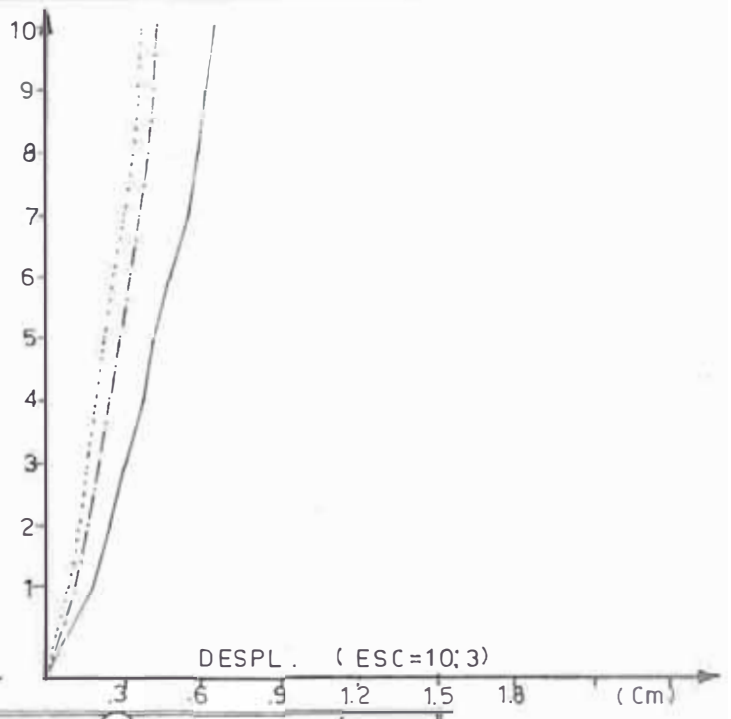
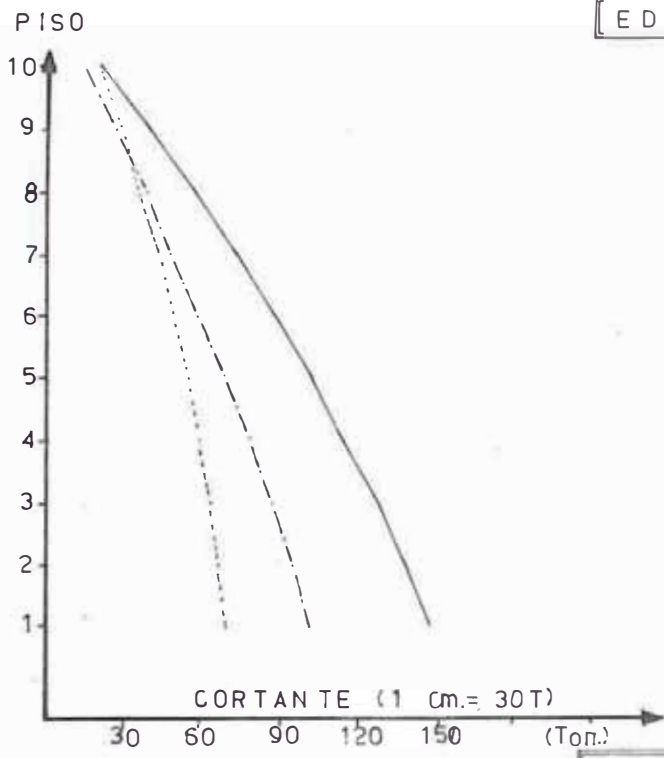


..... EST. R.P.
 - - - - - ESP. R.P.
 ——— NUEVO MET.

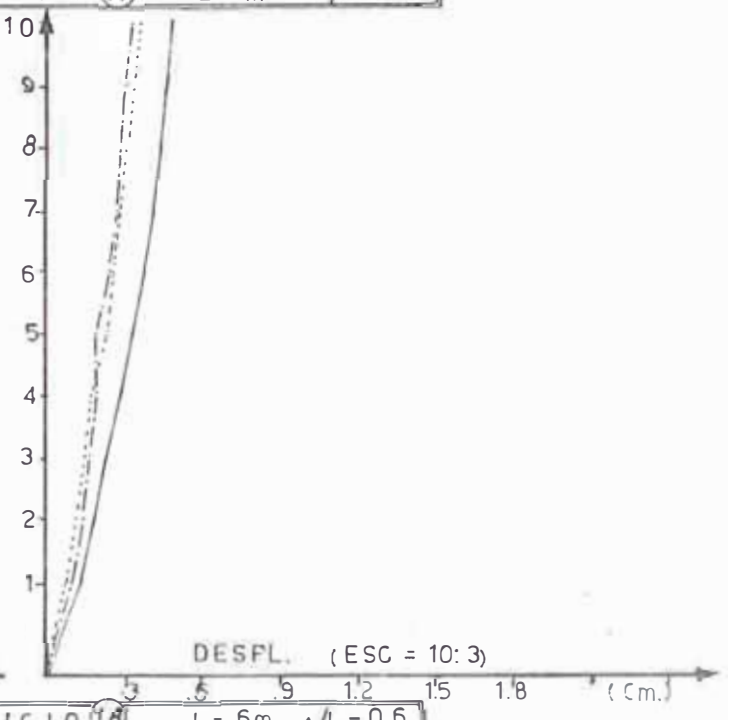
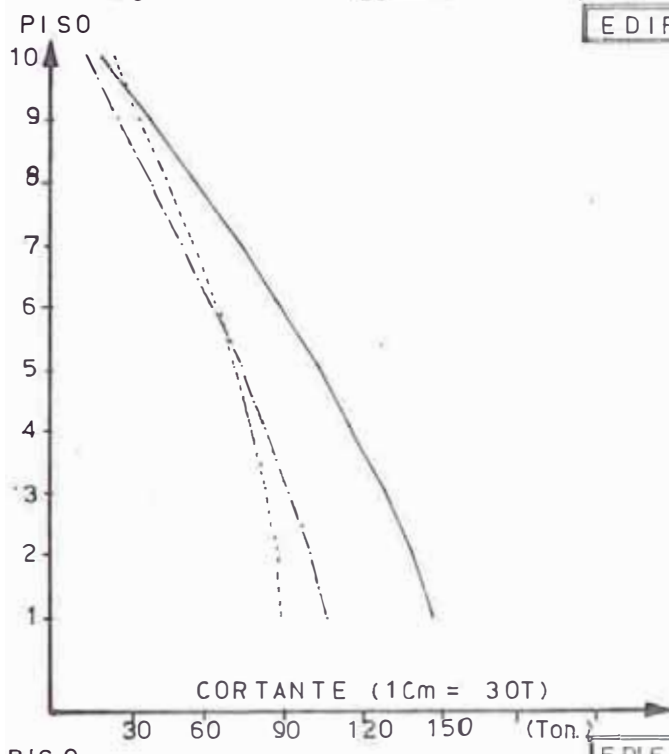


.....EST. R.P.
 -----ESP. R.P.
 _____NUEVO MET.

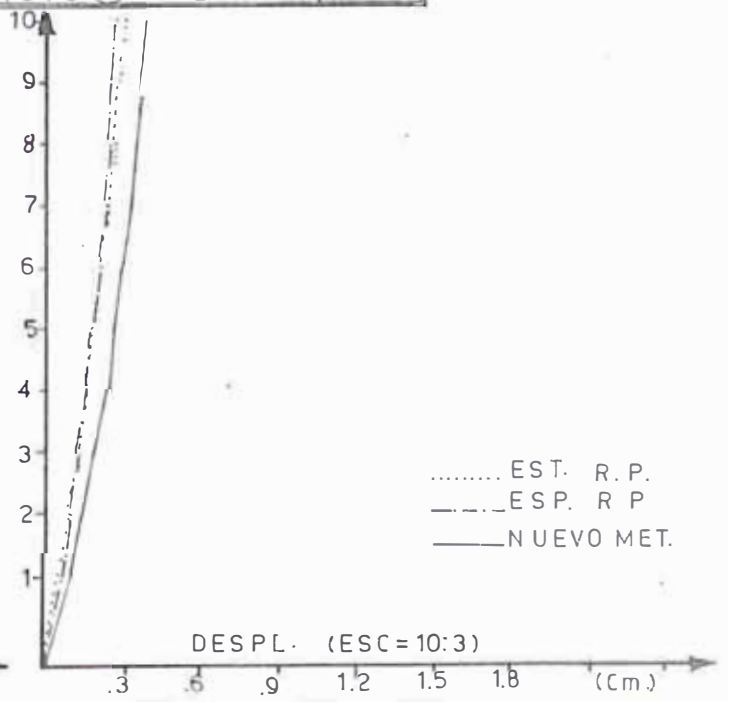
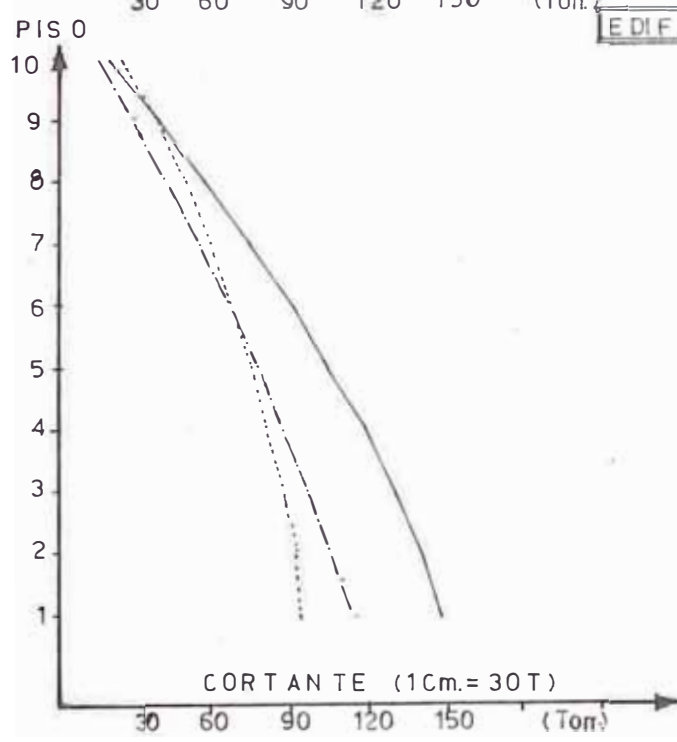
[EDIFICIO 16] L=6m. A/L=0.4



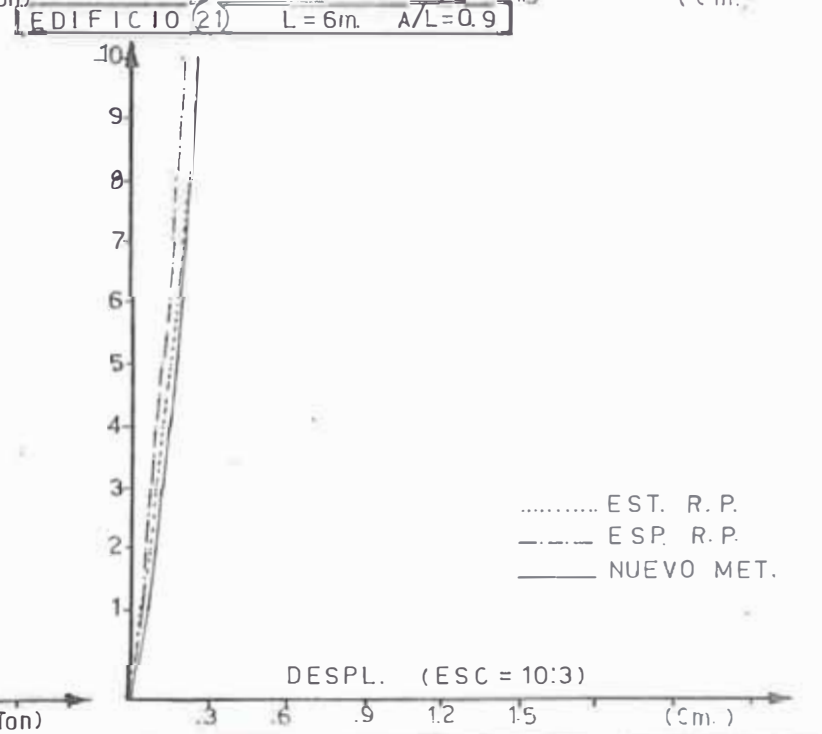
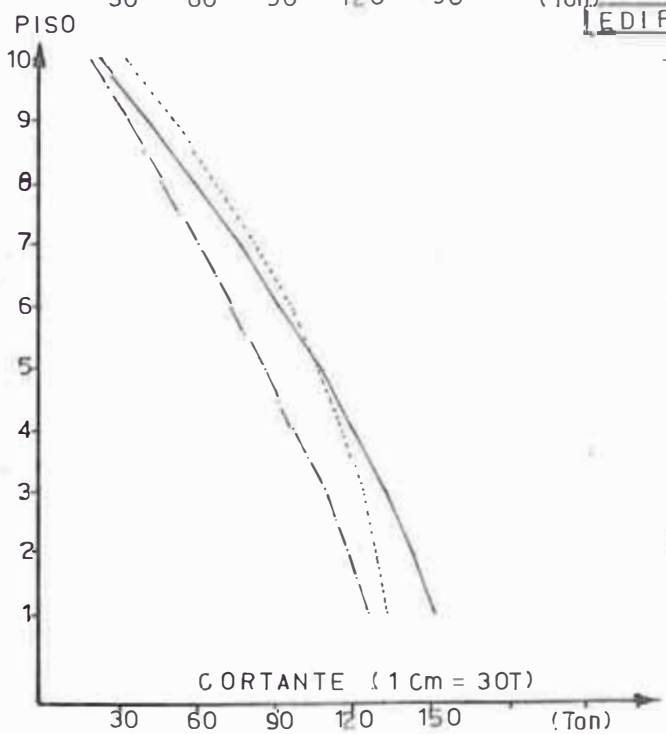
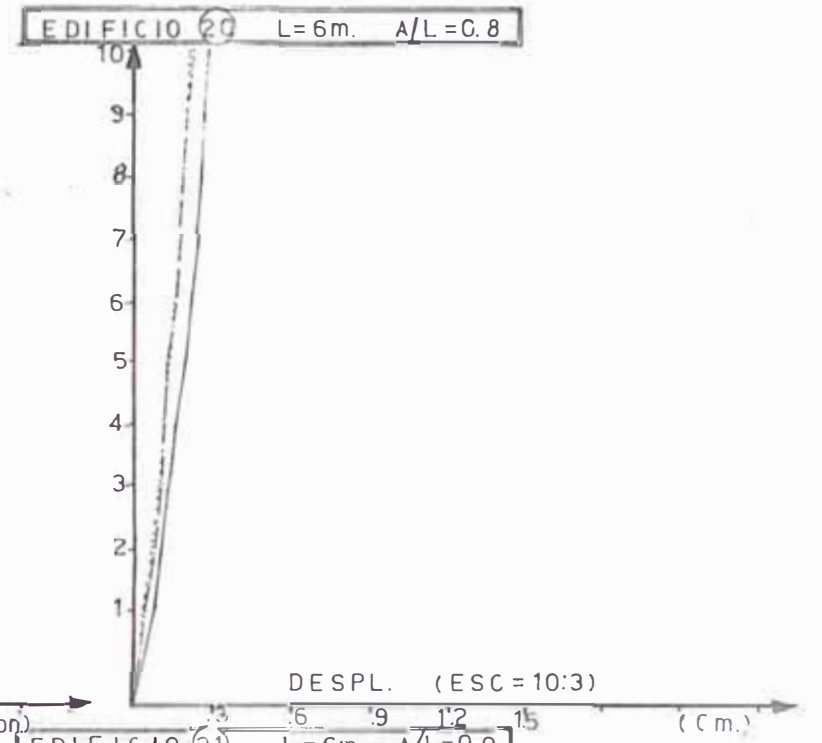
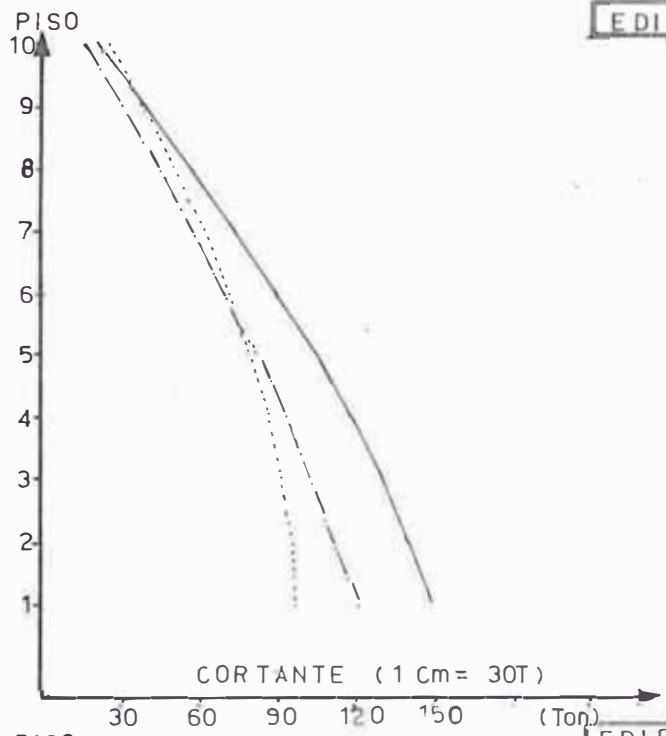
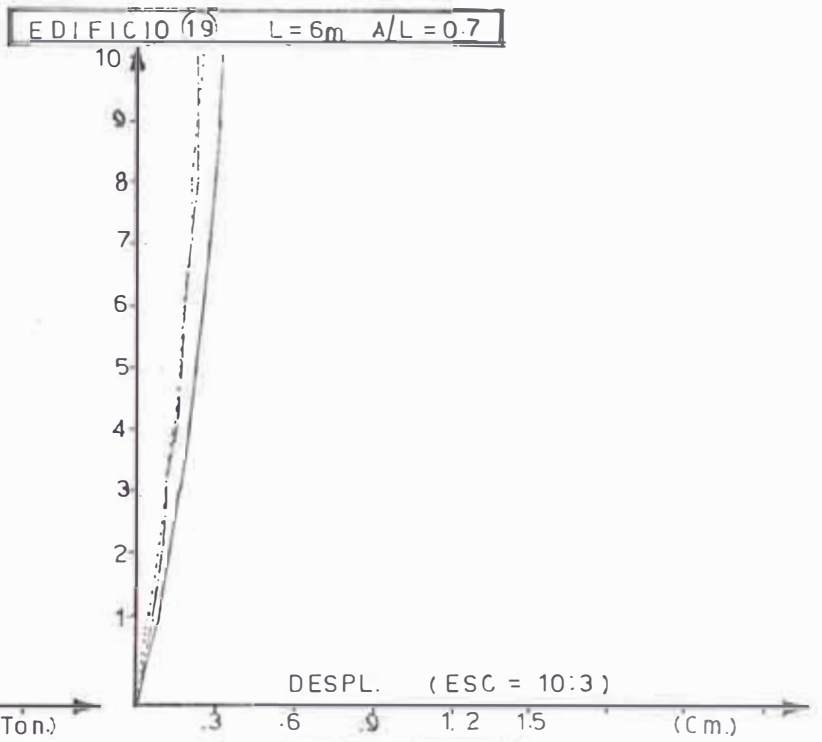
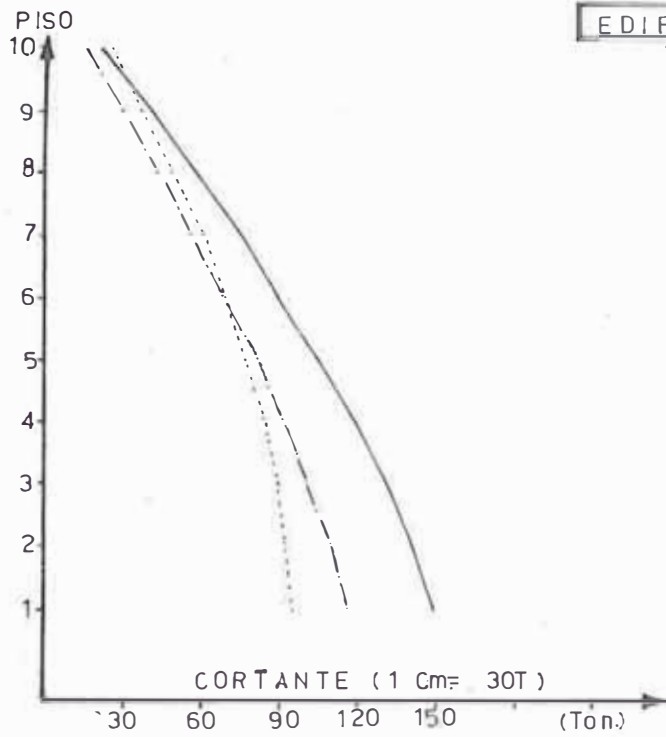
[EDIFICIO 17] L=6m. A/L=0.5



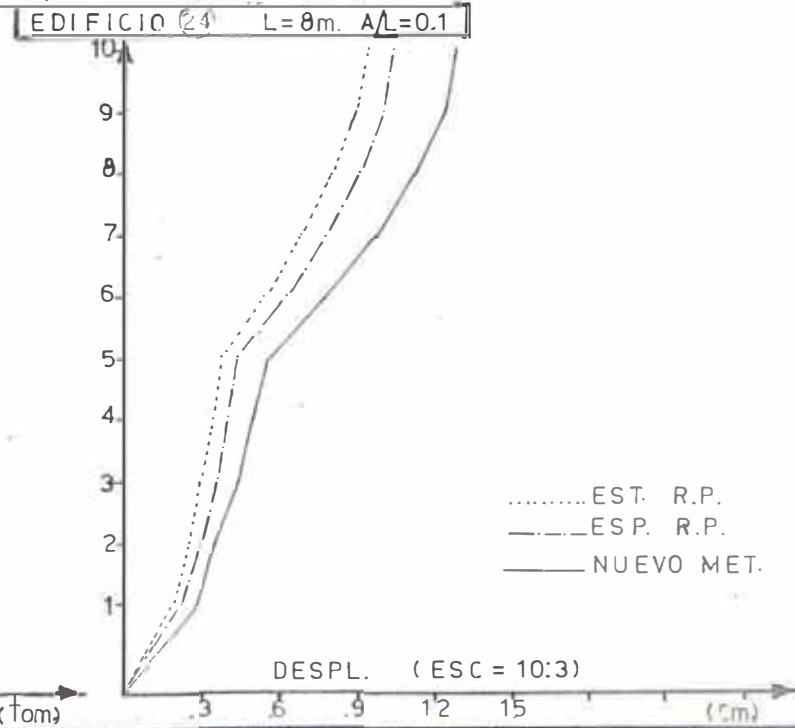
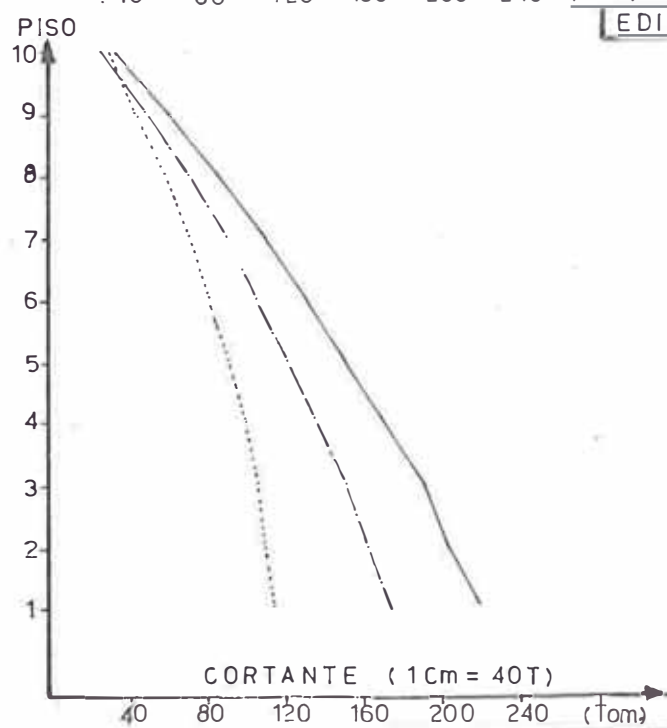
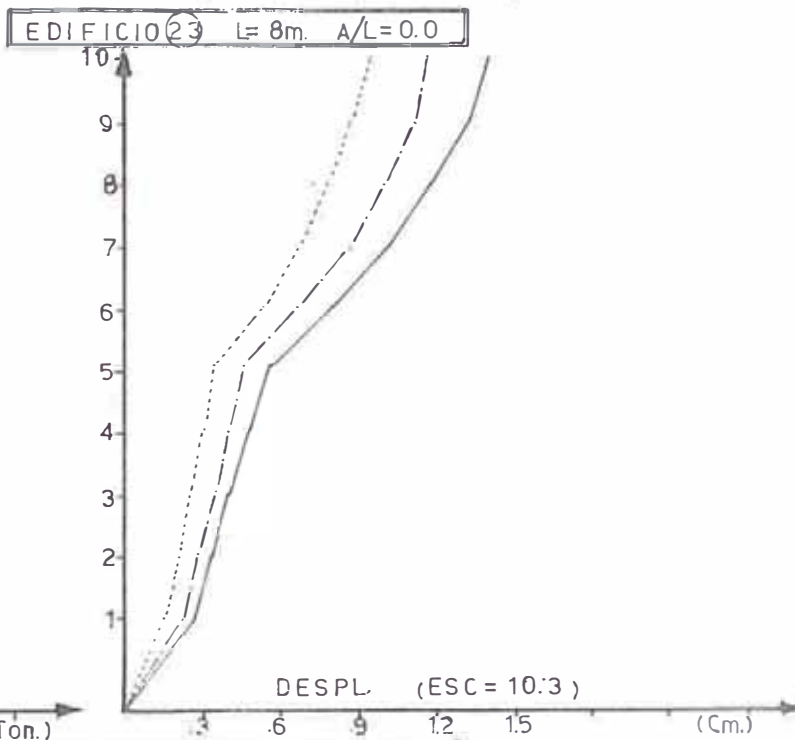
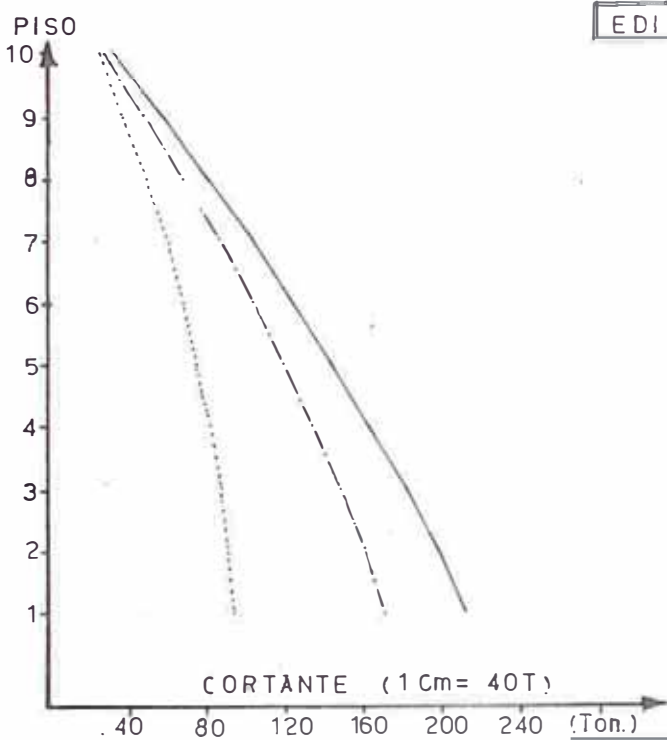
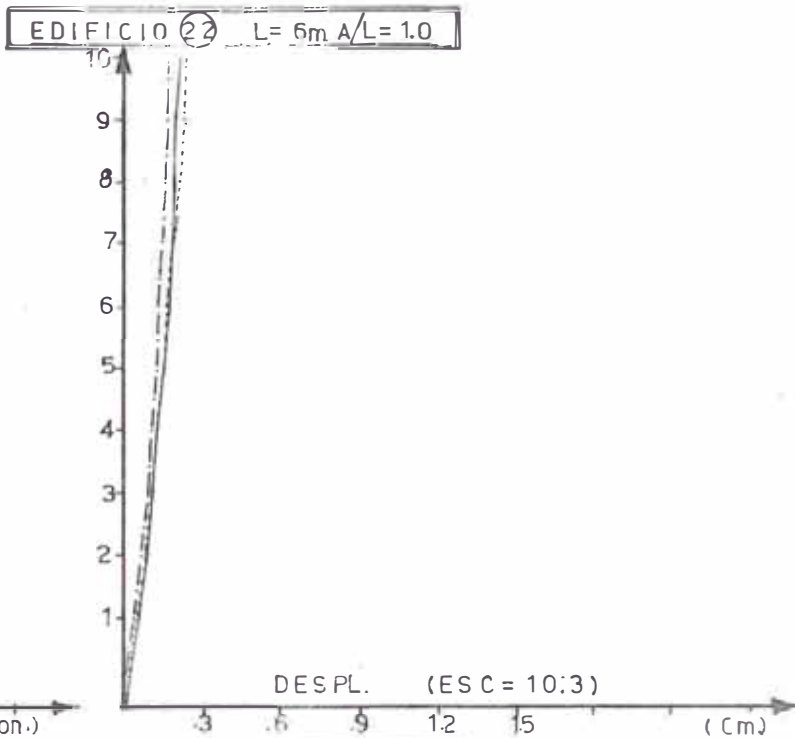
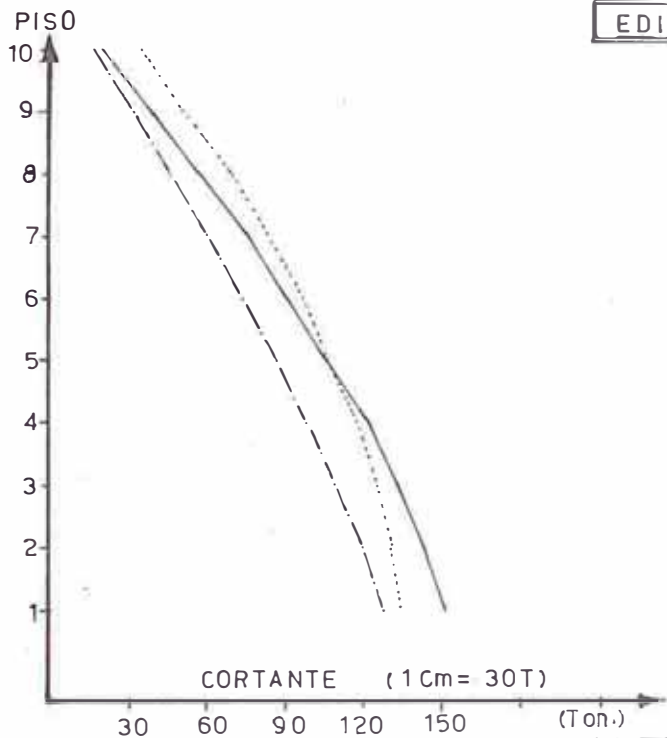
[EDIFICIO 18] L=6m. A/L=0.6



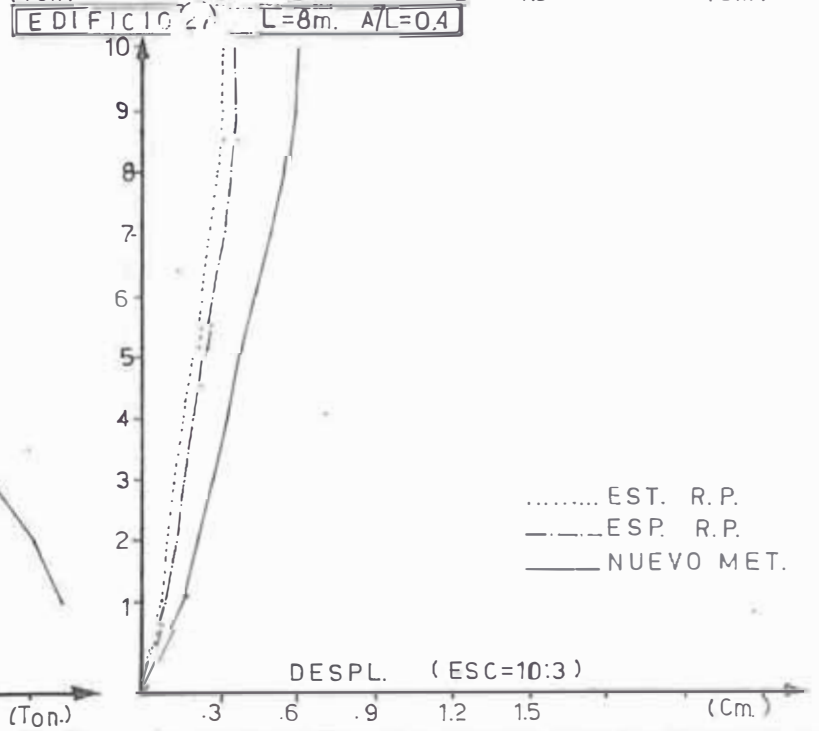
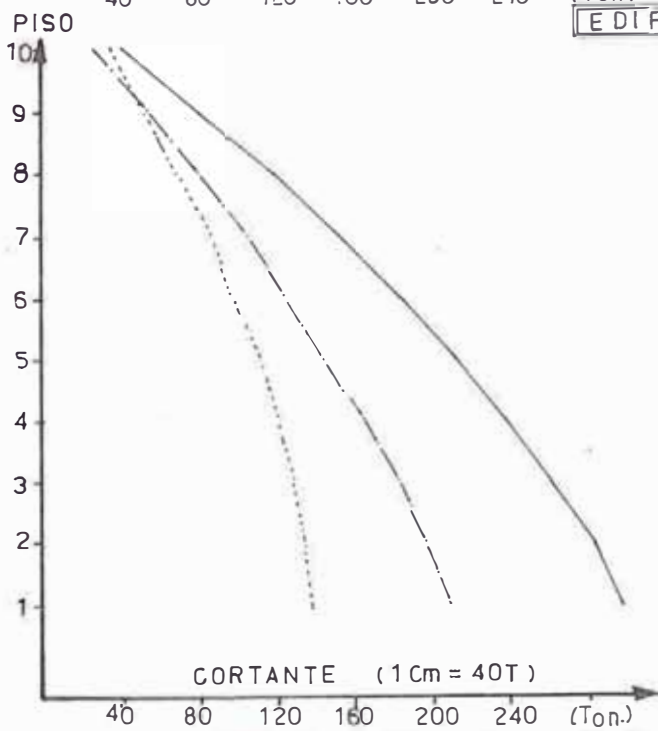
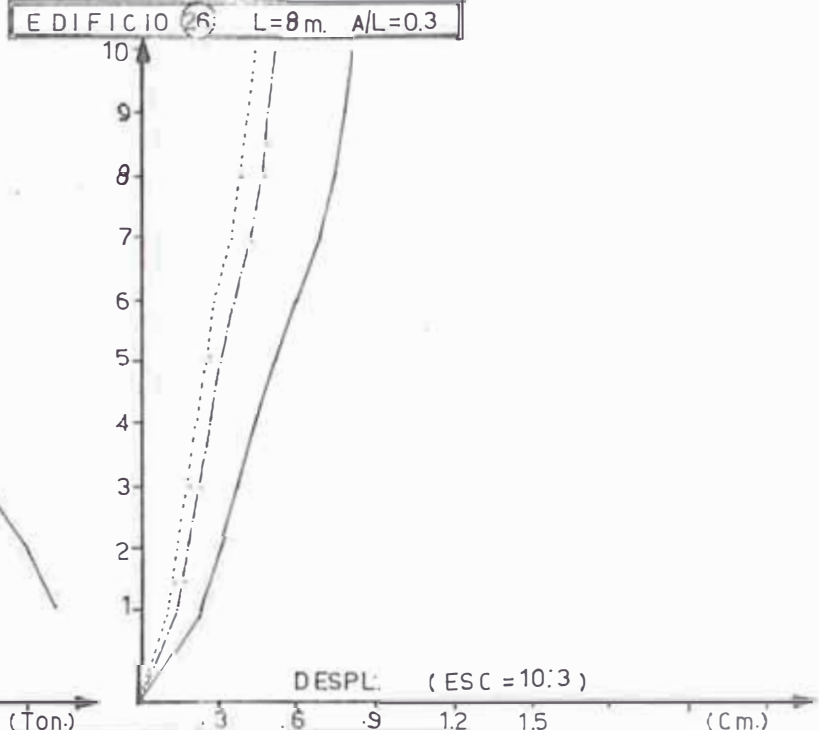
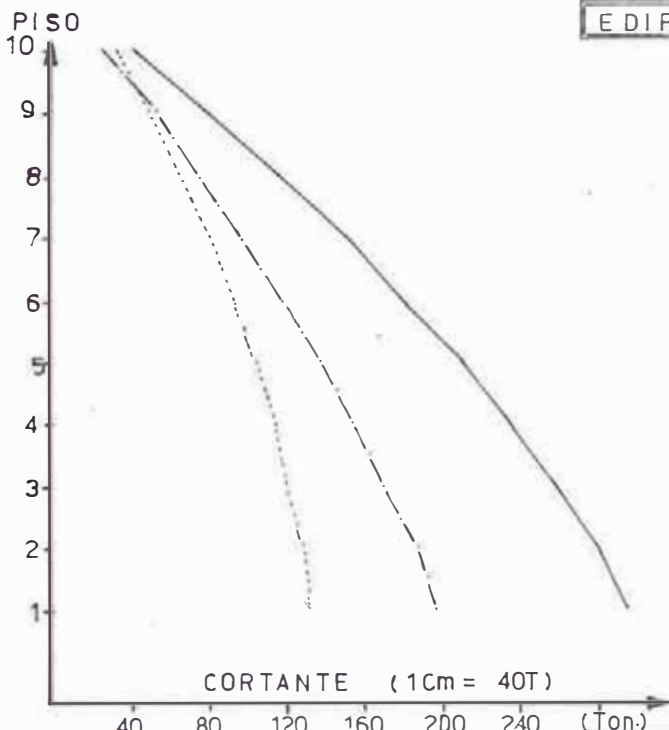
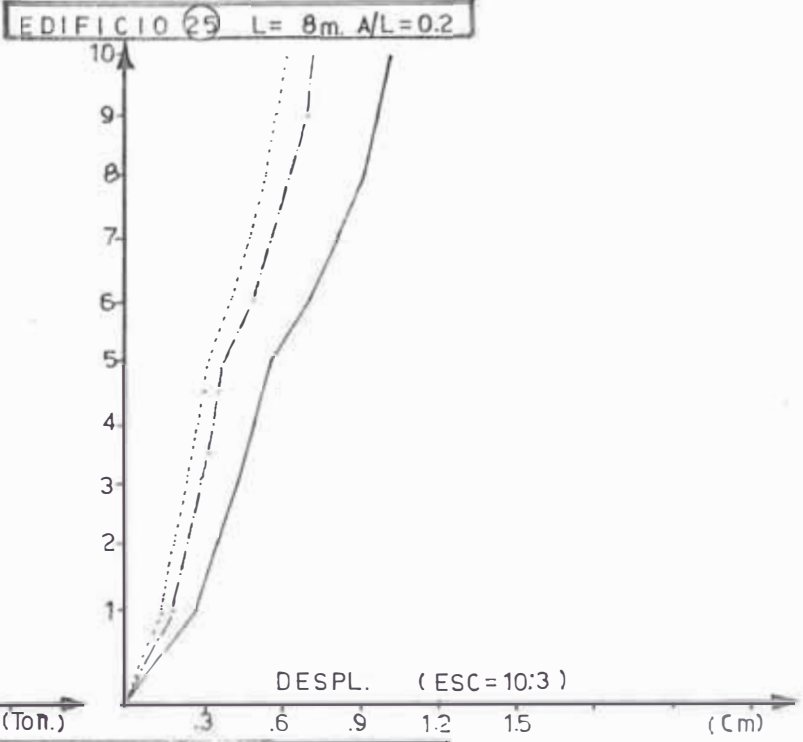
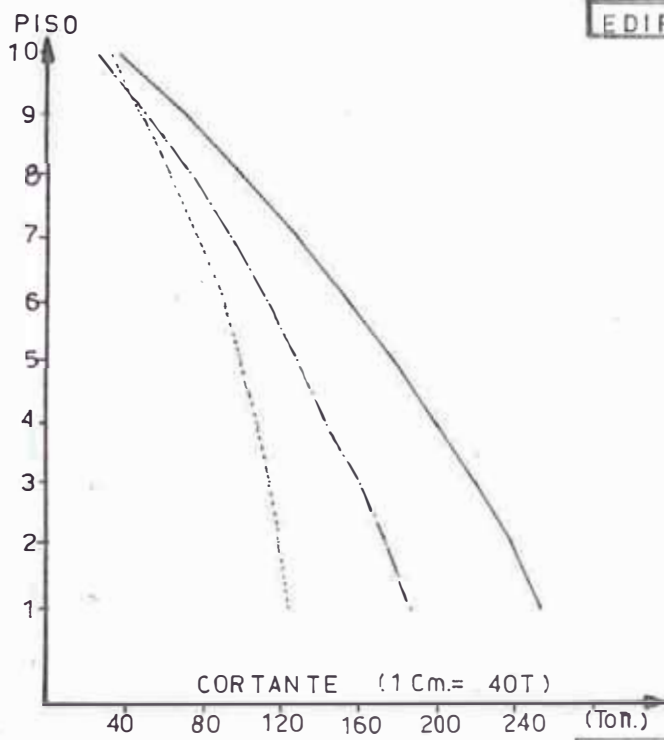
..... EST. R.P.
 - - - - - ESP. R.P.
 ——— NUEVO MET.



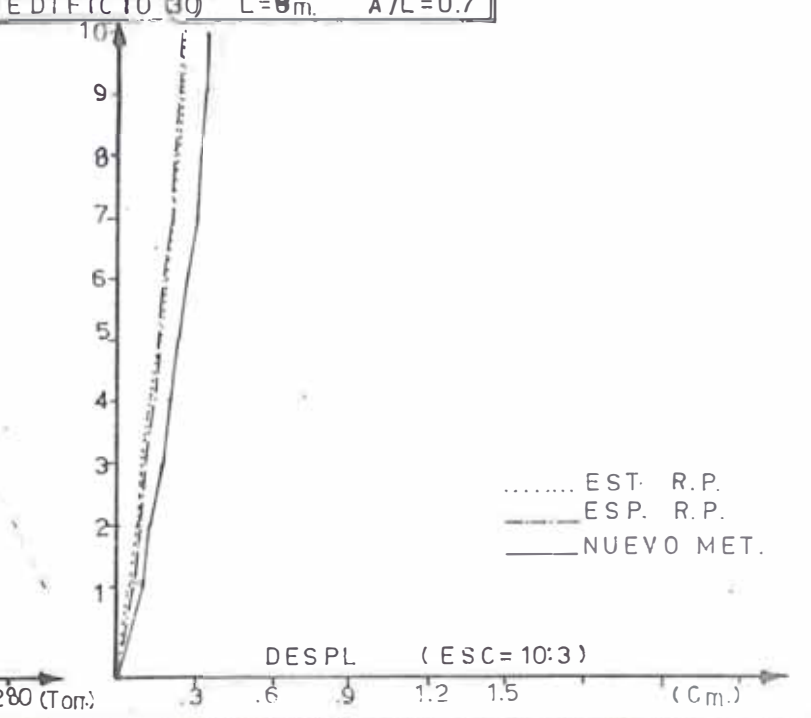
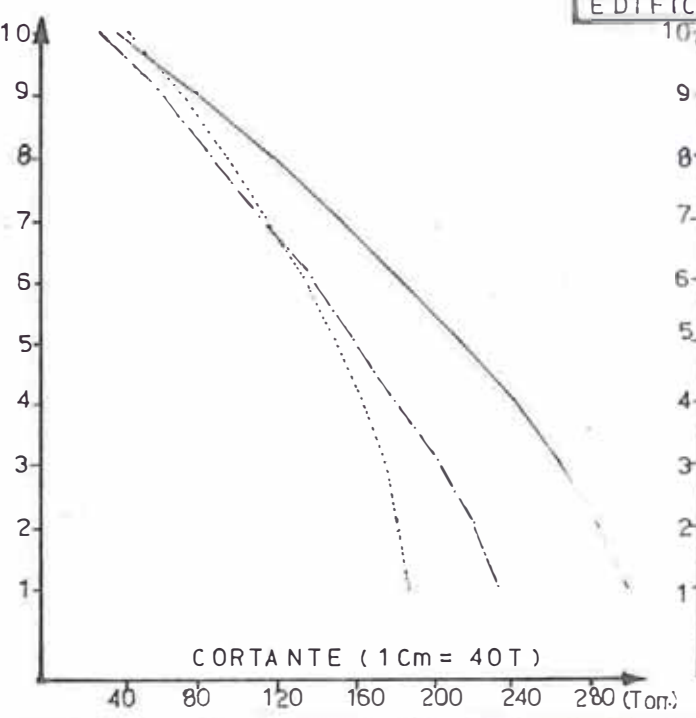
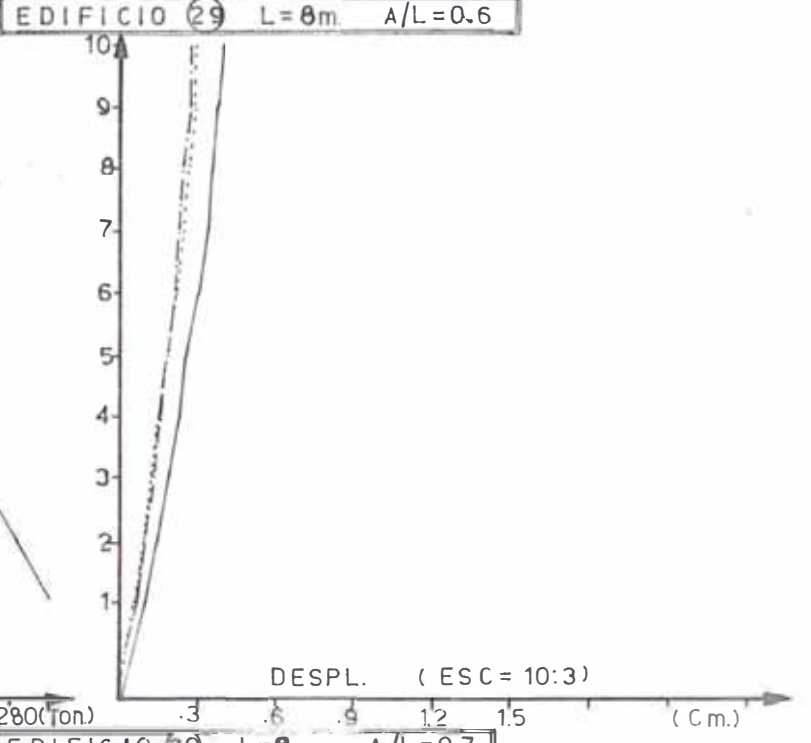
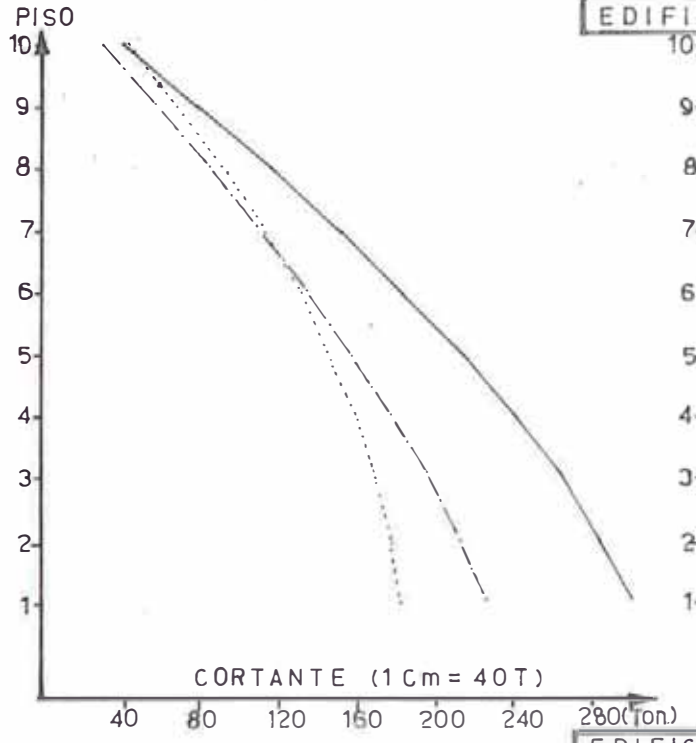
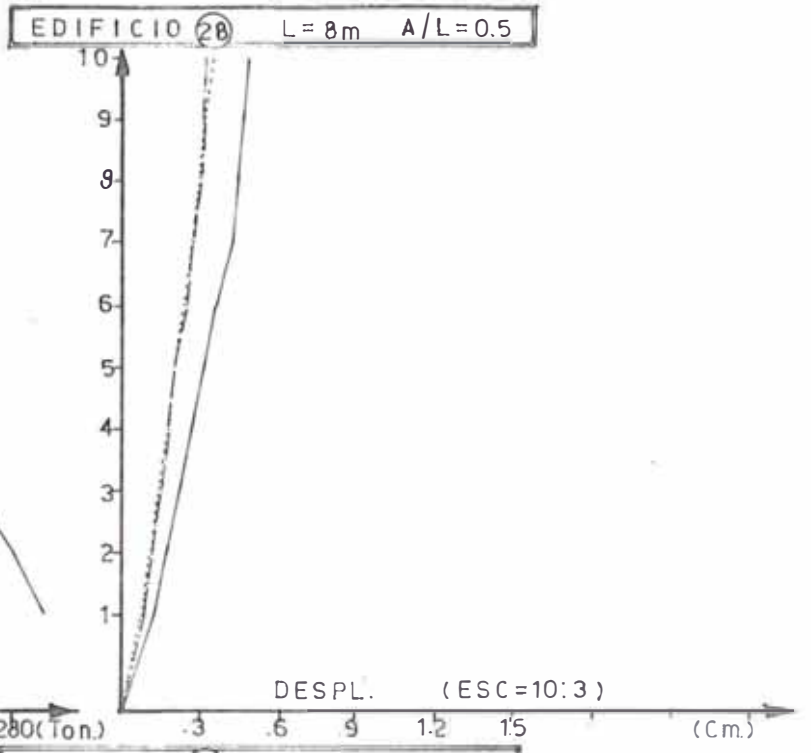
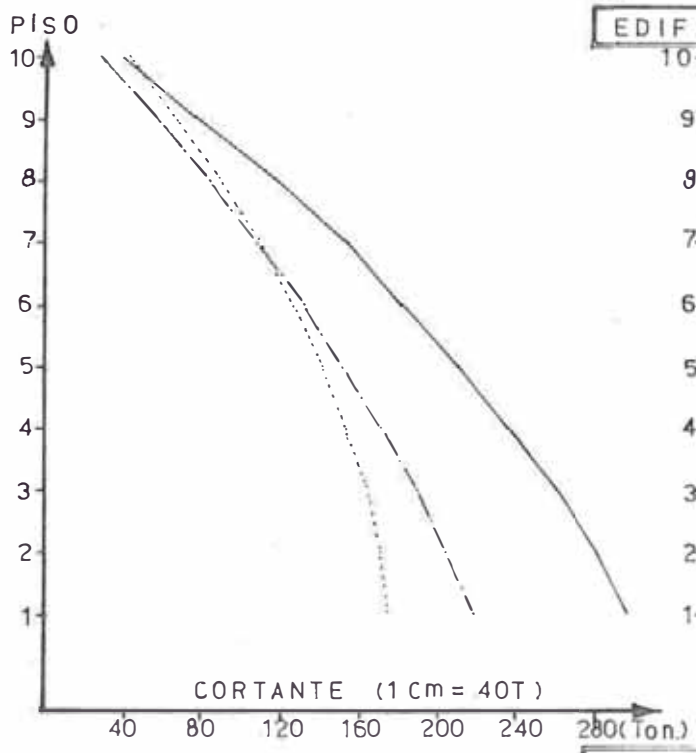
..... EST. R.P.
 - - - - - ESP. R.P.
 ——— NUEVO MET.



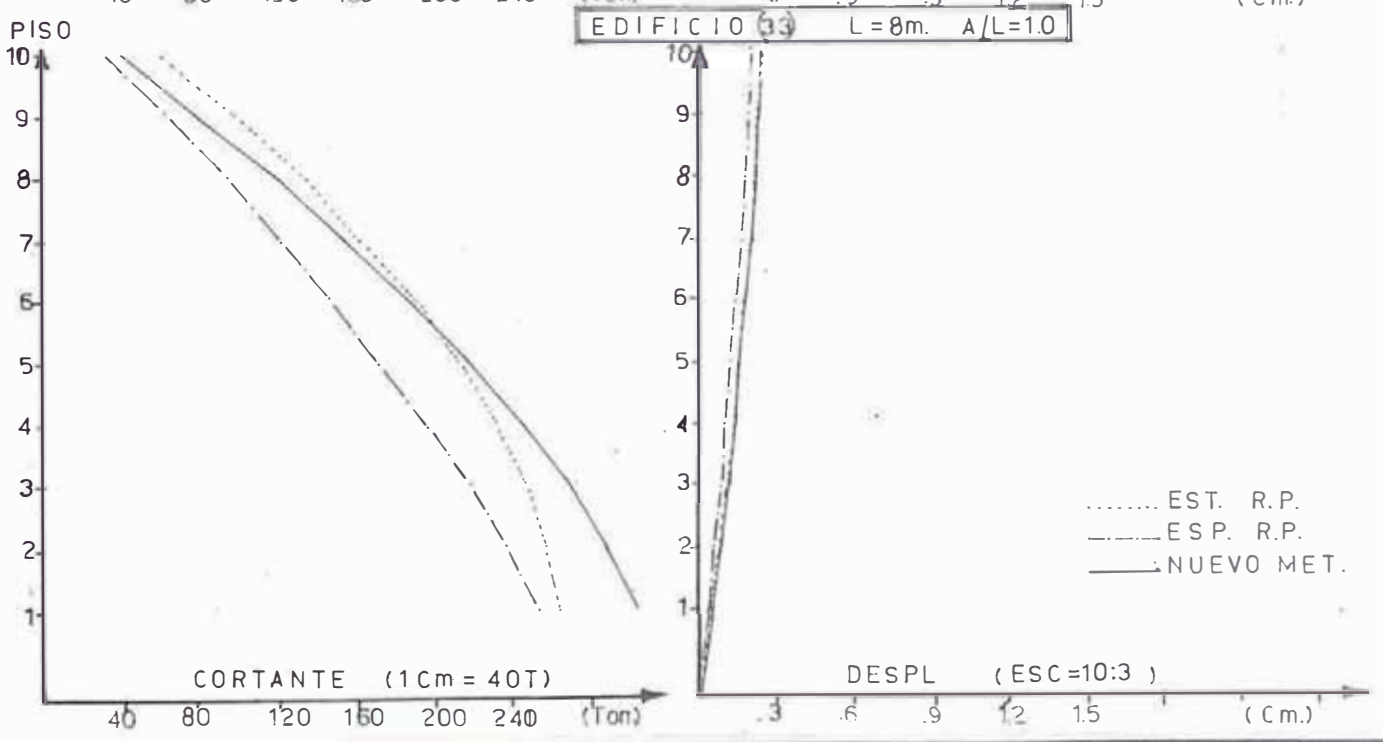
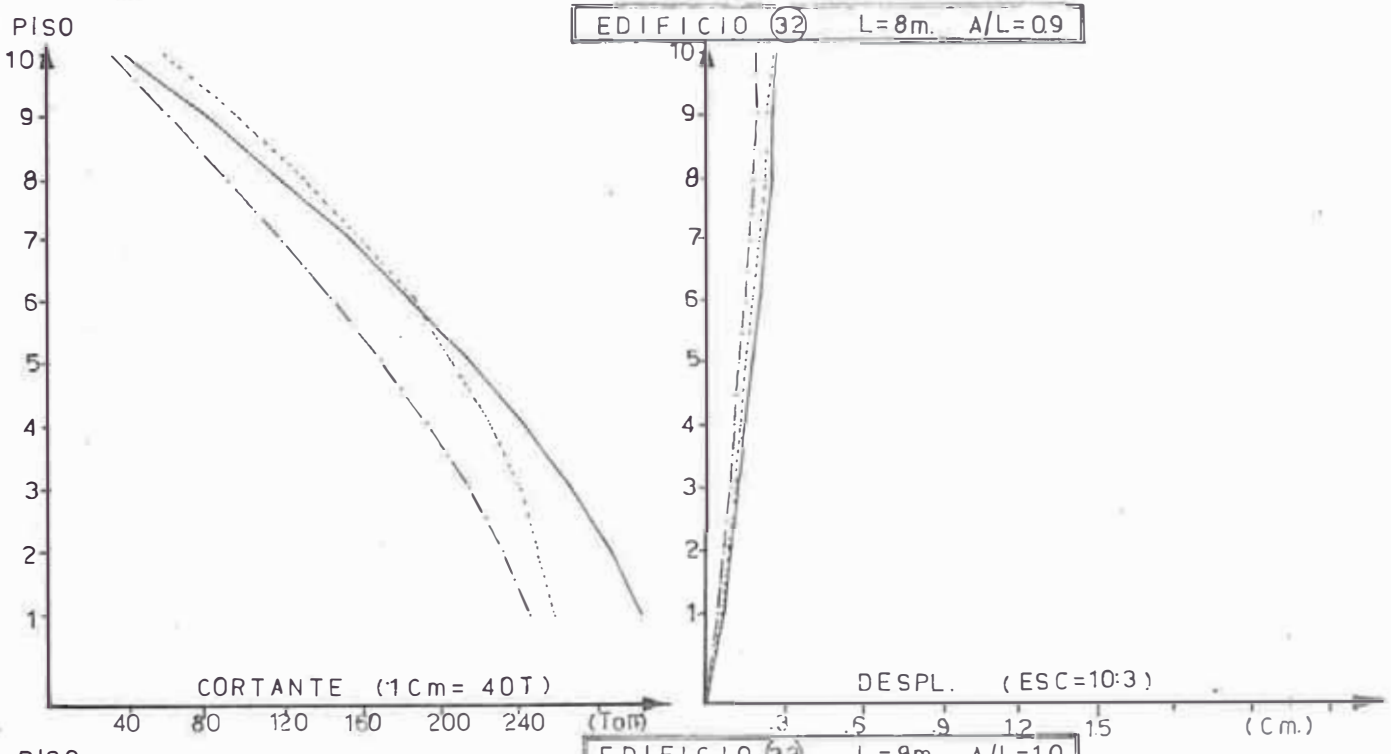
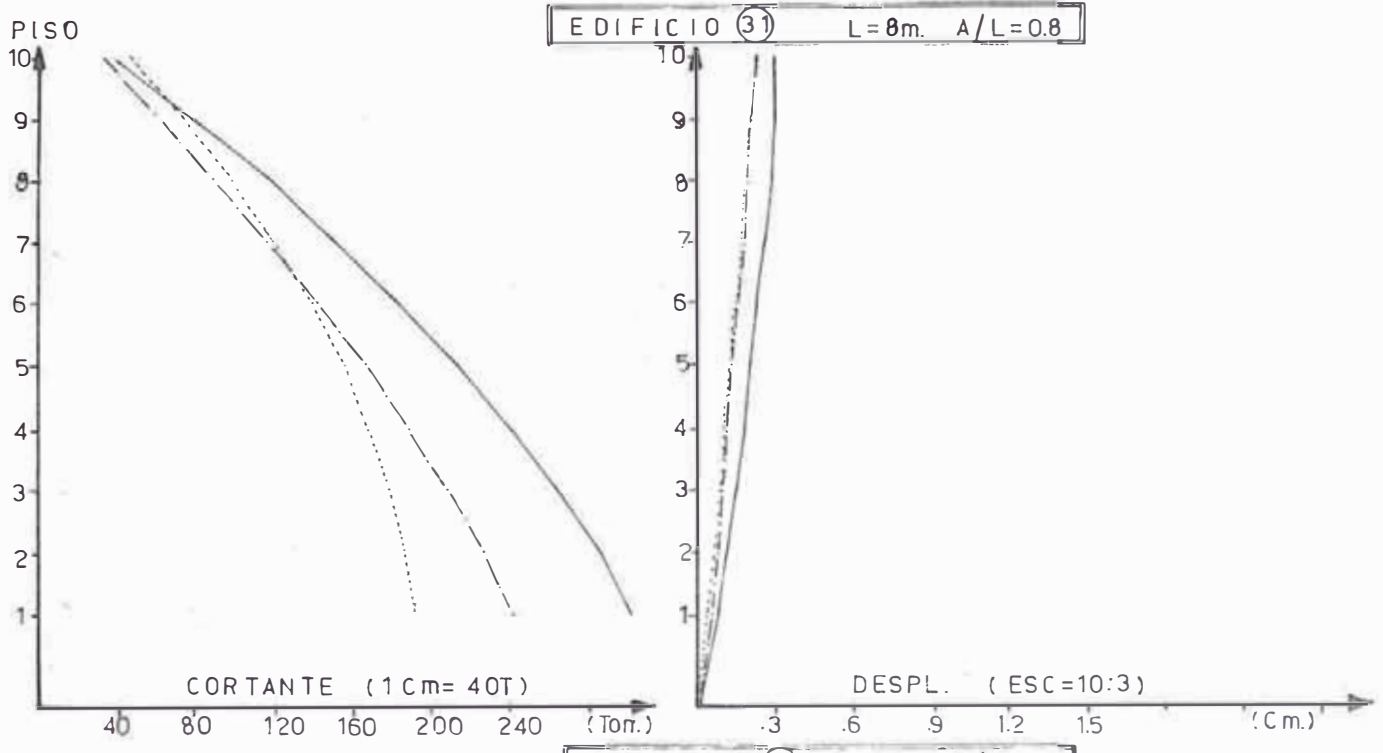
..... EST. R.P.
 - - - - - ESP. R.P.
 ——— NUEVO MET.



..... EST. R.P.
 - - - - - ESP. R.P.
 ——— NUEVO MET.



..... EST. R.P.
 - - - - - ESP. R.P.
 ——— NUEVO MET.



C A P I T U L O VII

C O N C L U S I O N E S

Muchas ventajas nos proporciona el nuevo método japonés propuesto, resaltaremos muchas de éstas que son producto de la observación y comparación con los otros métodos.

- El nuevo método japonés propuesto es el que toma más directamente las propiedades del suelo que influyen en la respuesta sísmica de estructura.

- El nuevo método es más racional y nos permite trabajar con valores más reales, estos valores dependen de cada zona en la cual se está trabajando.

- En resumen el método estático es un método espectral considerando deformación lineal para el primer modo.

- Se ha visto de la comparación que la respuesta obtenida por el método estático está gobernada por el valor que se asume para K , cuyo valor representa la rigidez. En nuestro caso cuando la relación $A/L = 0$ (que representa un edificio de vigas y columnas) se escogió $K = 0.67$ que más o menos da valores razonables; cuando la relación A/L fue 1.0 (edificio completamente rígido, de placas) se escogió para $K = 1.33$ también los valores son semejantes al del método dinámico; pero en los casos intermedios existen mucha diferencia. En todo caso no se podrá saber qué valor de K es el que verdaderamente corresponde a determinada estructura.

- Como hemos dicho anteriormente el método estático es un método espectral para el primer modo, en igual forma el método di

námico espectral usando el espectro de aceleraciones $S_a = 0.05 / \sqrt[3]{T.g}$ empleando todos los modos siempre nos darán respuestas - limitadas por dicha ecuación. En cambio el nuevo método japonés propuesto nos permite diseñar para sismos más fuertes o más bajos aumentando o disminuyendo la velocidad.

- De la comparación se deduce que el diseño por el método estático y usando el espectro teórico del R.P. equivale más o menos a una velocidad de 25 Cm/Seg.

- Se ha observado que cuando la estructura crece en planta el análisis por el método estático no se ve muy influenciado con este cambio pero el análisis por el nuevo método si se ve afectado, ya aumentan los cortantes, esto se explica porque un cambio - de tal naturaleza tiende a rigidizar la estructura.

- Se nota que generalmente en el ultimo piso el cortante - obtenido por el método estático es mayor que los dos métodos dinámicos tratados, esto se debe a que se está tomando como cortante adicional para el ultimo piso el 20 % del peso de los elementos - que están sobre la azotea. Una forma más aproximada para el método dinámico sería considerar la azotea como un pequeño piso adicional.

- Según investigaciones se ha concluido que la velocidad - es más representativa que la aceleración cuando se trata de obtener la respuesta sísmica.

- El nuevo método japonés propuesto es más funcional y nos permite jugar con los parámetros en forma directa que pueden variar de acuerdo a las circunstancias e importancia de la estructura.

- Cuando la velocidad estandard es 40 Cm/Seg. se obtienen cortantes en la base del orden del 10 % del peso de la estructura.

- El método propuesto es aplicable a edificios de formas simples y cuyos períodos de vibración no sean mayores de 3 Seg. - en tales casos se recomienda hacer estudios más exhaustivos.

- La velocidad obtenida de los mapas se ha multiplicado por un factor igual a 4. Se cree conveniente tomar esta seguridad debido a que un estudio para zonificación requiere de estudios más perfeccionados así como de datos más confiables y abundantes. Por tal motivo se sugiere mejorar dicho estudio. Se deduce que cuando se conozca la verdadera velocidad del suelo en cada zona, los diseños será bastante aproximados. (Como referencia indicaremos que Japón usa una velocidad estandard = a 60 Cm/Seg.).

- En la parte de computación se ve que una análisis de esta naturaleza no requiere de tiempos grandes de computación (como referencia señalaremos que los 33 edificios de 10 pisos fueron analizados en 8 minutos.)

Espero que este estudio sirva para tener criterios más amplios y prácticos en el análisis sísmico en nuestro medio.

A P E N D I C E A

DETERMINACION DE LOS EIGEN VALUES Y EIGEN VECTORS

DIAGONALIZACION DE JACOBI

Cuando se tiene una ecuación de la forma:

$$[A][X] = [\lambda][X]$$

estamos frente un típico problema EIGEN; los valores escalares de λ representan los eigen values y los valores de las columnas de X representan los eigen vectors. Esto se cumple cuando la matriz A es simétrica.

Jacobi ha desarrollado un método para resolver esta ecuación; consiste en un proceso de transformaciones sucesivas. Para tal efecto usa una matriz de transformación T, esta matriz es de la siguiente forma :

$$T = \begin{bmatrix} & & & p & & q & & & & \\ & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & \\ 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & C & 0 & 0 & -S & \dots & & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & & 0 \\ 0 & 0 & \dots & S & 0 & 0 & C & \dots & & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & & 1 \end{bmatrix}$$

C = Coseno θ
S = Seno θ

La propiedad fundamental de esta matriz T es la ortogonalidad, es decir :

$$[T] [T]^t = [U]$$

donde :

U = matriz unidad

t = transpuesta

Si llamamos a una columna y/o fila de T como $T(i)$ y/o $T(j)$

$$\begin{aligned} T(i) \cdot T(j) &= 1 \text{ sí } i = j \\ &= 0 \text{ sí } i \neq j \end{aligned}$$

Si asumimos la matriz A como primera aproximación de los eigen values tendremos:

$$\begin{aligned} A &= A_0 \\ T_1^t A_0 T_1 &= A_1 \\ T_2^t A_1 T_2 &= A_2 \\ &\dots\dots\dots \\ T_r^t A_{r-1} T_r &= A_r \end{aligned}$$

luego:

$$A_r = T_r^t \dots\dots\dots T_2^t T_1^t A T_1 T_2 \dots\dots\dots T_r$$

A es una matriz diagonal cuyos elementos son los eigen values; cada rotación equivale a una rotación de un ángulo θ a través del plano pq , en cada rotación la matriz A progresivamente se transforma en una matriz diagonal.

La composición de las matrices T_i da como resultado una matriz cuyas columnas son los eigen vectors.

$$[Xr] = T_1 T_2 T_3 \dots T_r$$

Como primera aproximación para los eigen vectors se usa -- una matriz unidad

$$Xr = U T_1 T_2 T_3 \dots T_r$$

El valor de C y S puede hallarse resolviendo una expresión genérica

$$\theta = T^t A T$$

$$\begin{array}{c} p \\ q \end{array} \begin{array}{c} p \quad q \\ \left[\begin{array}{cccc} C & 0 & 0 & S \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S & 0 & 0 & C \end{array} \right] \end{array} \begin{array}{c} p \quad q \\ \left[\begin{array}{cccc} a_{pp} & a & a & a_{pq} \\ a & a & a & a \\ a & a & a & a \\ a_{qp} & a & a & a_{qq} \end{array} \right] \end{array} \begin{array}{c} p \quad q \\ \left[\begin{array}{cccc} C & 0 & 0 & -S \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ S & 0 & 0 & C \end{array} \right] \end{array}$$

$$b_{pp} = a_{pp} C^2 + 2 a_{pq} C S + a_{qq} S^2$$

$$b_{pq} = a_{pq} (C^2 - S^2) - (a_{pp} - a_{qq}) S C$$

$$b_{qq} = a_{pp} S^2 - 2 a_{pq} S C + a_{qq} C$$

$$\left. \begin{array}{l} b_{pj} = a_{pj} C + a_{qj} S \\ b_{qj} = -a_{pj} S + a_{qj} C \end{array} \right\} j \neq p \text{ y } q$$

Como la matriz θ debe ser diagonal, haciendo $B_{pq} = 0$, se tiene :

$$\operatorname{tg} 2 \theta = \frac{2 a_{pq}}{a_{pp} - a_{qq}}$$

Para programar estas operaciones se ha hecho las siguientes notaciones :

$$P = \frac{1}{\operatorname{tg} 2 \theta} = \frac{a_{pp} - a_{qq}}{2 a_{pq}}$$

$$\cos 2\theta = C^2 = \frac{|P|}{\sqrt{1+P^2}}$$

$$C = \sqrt{(1.0 + C^2) / 2.0}$$

$$S = C^2 / 2PC$$

Problema General EIGEN

Todo lo que se ha dicho anteriormente es válido sólo cuando la matriz A es simétrica y cuando la ecuación es de la forma :

$$[A][X] = [\lambda][X]$$

En el caso de antisimétrica la ecuación tiene la forma :

$$[K][X] = [\omega^2][m][X]$$

Vamos a denotar esta ecuación en la forma :

$$[A][X] = [\lambda][B][X]$$

Si consideramos que los eigen vectors y eigen values son :

$$M = \begin{bmatrix} \uparrow & \uparrow & & \uparrow \\ X_1 & X_2 & \dots & X_n \\ \downarrow & \downarrow & & \downarrow \end{bmatrix} \quad D(\lambda) = \begin{bmatrix} \lambda & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \lambda_n \end{bmatrix}$$

Por las condiciones de ortogonalidad tenemos:

$$X_j^t X_j = 1$$

$$X_j^t X_k = 0 \quad \text{sí } j \neq k$$

Dado que M son los eigen vectors se puede escribir

$$M^t A M = D(\lambda)$$

Premultiplicando y luego posmultiplicando por M y M^t respectivamente tenemos :

$$A = M D (\lambda) M^t$$

En forma análoga :

$$A^2 = M D (\lambda^2) M^t$$

$$A^{-1} = M D (\lambda^{-1}) M^t$$

$$A^{1/2} = M D (\lambda^{1/2}) M^t$$

Luego teniendo en cuenta que nuestro problema es :

$$A M = D (\lambda) B M$$

Podemos transformarlo

$$A \begin{pmatrix} B^{-1/2} & 1/2 \\ & B \end{pmatrix} M = D (\lambda) \begin{pmatrix} B^{1/2} & \\ & B^{1/2} \end{pmatrix} M$$

$$A B^{-1/2} \begin{pmatrix} B^{1/2} & \\ & M \end{pmatrix} = D (\lambda) B^{1/2} \begin{pmatrix} B^{1/2} & \\ & M \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} B^{-1/2} & A \\ & B^{-1/2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} B^{1/2} & \\ & M \end{pmatrix} = D (\lambda) \begin{pmatrix} B^{1/2} & \\ & M \end{pmatrix}$$

Haciendo :

$$\bar{A} = B^{-1/2} A B^{-1/2}$$

$$\bar{M} = B^{1/2} M$$

$$\text{Tenemos } \bar{A} \bar{M} = D (\lambda) \bar{M}$$

Esta expresión es conocida y similar a la tratada anteriormente.

Como se puede notar los eigen values serán los mismos pero los eigen vectors deben ser transformados según la ecuación:

$$M = B^{-1/2} \bar{M}$$

Debe notarse que en nuestro caso la matriz B viene a ser :
la matriz masa y generalmente es diagonal; luego los términos de $B^{-1/2}$ y $B^{1/2}$ son directamente obtenidos. Para casos en que -
la matriz masa no sea diagonal, primero debe diagonalizarse B pa
ra luego, mediante la transformación indicada diagonalizar A .

B I B L I O G R A F I A

- 1.- HOUSNER, Jorge "MECANICA APLICADA - DINAMICA"
- 2.- HURTY, Walter C. y RUBINSTEIN, Moshe F. "DYNAMICS OF STRUCTURES"
- 3.- DEAN, Gordon F. "ELASTIC DESIGN FOR EARTHQUAKES MOTIONS - TECHNICAL COMMITTEE No. 14.
- 4.- NEWMARK, N.M. y ROSEMBLUETH, E. "FUNDAMENTALS OF EARTH QUAKE ENGINEERING".
- 5.- ROBERT, L. Wiegel "EARTH QUAKE ENGINEERING". Prentice Hall, In, 1970.
- 6.- MORALES M., Roberto. "INFLUENCE OF SHEAR WALLS TO THE STIFFNESS AND STRENGTH OF STRUCTURE".- Vol. 7. Febrero 72. International Institute of Seismology and Earth Quake Engineering - Tokyo.
- 7.- GLOUGH, Ray W. "EFECTOS DINAMICOS DE LOS SISMOS"
- 8.- HOUSNER, Jorge "ESPECTRUM ANALYSIS OF STRONG MOTION EARTH QUAKES".
- 9.- RODRIGUEZ, Carlos "INFLUENCIA DE PLACAS COMO ELEMENTOS RIGIDIZANTES DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO - TESIS - UNI.
- 10.- WEN-LIEH LIN "STATIC AND DYNAMIC ANALYSIS OF COMPOSITE REINFORCED CONCRETE BUILDING.- Vol. 8, Oct. 72. International Institute of Seismology and Earthquake Engineering - Tokyo - Japan.
- 11.- URDANIVIA - CANEPA "REGIONALIZACION SISMICA DEL PERU" Tesis U.P. RICARDO PALMA.
- 12.- GERE, James y Weaver, William Jr. "ANALISIS DE ESTRUCTURAS RECTICULARES".
- 13.- MERINO CABALLERO "INFLUENCIA DEL SUELO EN EL COMPORTAMIENTO SISMICO DE ESTRUCTURAS". Tesis - UNI.
- 14.- REGLAMENTO GENERAL DE CONSTRUCCIONES. LIMA-PERU "NORMAS PERUANAS DE DISEÑO ANTISISMICO"
- 15.- MORALES, Roberto "COPIAS DE CLASE DE INGENIERIA ANTISISMICA". UNI - 1972.

- 16.- MAZANDRI IZUMI "ELECTRONIC COMPUTER AND ITS APPLICATION TO ANALYSIS OF STRUCTURAL DYNAMICS AND ASEISMIC DESIGN".
- 17.- McCracken, Daniel "PROGRAMACION FORTRAN IV"
- 18.- CRANDALL, S.H. "ENGINEERING ANALYSIS"
- 19.- THIRD SIMPOSIUM OF SEISMOLOGY AND EARTHQUAKE ENGINEERING Tokyo - JAPAN.
- 20.- IBM SYSTEMS "FORTRAN IV LANGUAGE. SYSTEM 360 Reference Library.