

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**EFFECTOS DE LA REDISTRIBUCION DE MOMENTOS
EN LA RESPUESTA SISMICA INELASTICA DE
EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

ALBERTO MANUEL SHUAN LUCAS

PROMOCION: 1991-I I

LIMA - PERU

1994

SUMARIO

En el presente trabajo se estudia el comportamiento inelástico de estructuras de concreto armado, bajo los efectos de la redistribución de los momentos de diseño en los extremos de vigas.

Los códigos de diseño estructural de concreto armado permiten, generalmente bajo ciertas condiciones de ductilidad, una redistribución de los momentos de diseño en las secciones de los elementos estructurales.

Se analizaron tres pórticos de características diferentes, estos pórticos han sido evaluados en diferentes condiciones variando el porcentaje de reducción de los momentos negativos de diseño en los extremos de las vigas.

Las estructuras serán analizadas por dos métodos para determinar su comportamiento el primero es el análisis estático inelástico y el otro método es el análisis dinámico inelástico.

El principal factor que nos ha servido para comparar las respuestas sísmicas, en los diversos análisis y en las diversas condiciones, es el requerimiento de ductilidad que se presentan en las secciones críticas de los elementos de la estructura.

Analizando e interpretando los resultados, se ha concluído que la redistribución de momentos ocasiona un leve incremento del requerimiento de ductilidad en las secciones críticas de vigas ante la acción de un movimiento sísmico de fuerte intensidad.

La redistribución de momentos origina una mejor disipación de la energía, producida por el sismo, mediante la formación de rótulas plásticas en las secciones críticas de vigas. Otra de las ventajas de la redistribución de momentos es que se evita la congestión del acero de refuerzo en las uniones de vigas y columnas.

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
SUMARIO	iii
INDICE	v
CAPITULO I	
INTRODUCCION	1
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 CONCEPTO DE ENERGIA DE ENTRADA	2
1.3 OBJETIVO DE LA INVESTIGACION	4
1.4 ORGANIZACION DE LA INVESTIGACION	5
CAPITULO II	
ASPECTOS BASICOS SOBRE EL ANALISIS INELASTICO	6
2.1 INTRODUCCION	6
2.2 DUCTILIDAD Y RESISTENCIA EN PORTICOS DE CONCRETO ARMADO	7
2.2.1 Ductilidad por desplazamiento	8
2.2.2 Ductilidad por curvatura	9
2.2.3 Ductilidad por rotación	9
2.3 IDEALIZACION DE LA ESTRUCTURA	10
2.4 OBTENCION DE LA DUCTILIDAD	11

CAPITULO III		
	REDISTRIBUCION DE MOMENTOS	13
3.1	INTRODUCCION	13
3.2	REDISTRIBUCION DE MOMENTOS	14
3.3	LIMITES PARA LA REDISTRIBUCION DE MOMENTOS	16
CAPITULO IV		
	APLICACION	17
4.1	ESTRUCTURAS A EVALUAR	17
4.2	PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES	18
4.2.1	Predimensionamiento de vigas	18
4.2.2	Predimensionamiento de columnas	20
4.3	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO INICIAL	22
4.4	PROCESO DE REDISTRIBUCION DE MOMENTOS	24
4.5	ANALISIS INELASTICO	25
4.5.1	Análisis estático inelástico	26
4.5.2	Análisis dinámico inelástico	28
4.5.3	Resistencia de los elementos estructurales	30
4.5.4	Propiedades plásticas de los elementos estructurales	31
4.6	COMPARACION DE RESULTADOS	53
4.6.1	Análisis estático inelástico	53
4.6.2	Resultados del análisis estático inelástico	56
4.6.3	Análisis dinámico inelástico	72
4.6.4	Resultados del análisis dinámico inelástico	76

CAPITULO V	
CONCLUSIONES	118
5.1 CONCLUSIONES	118
5.2 RECOMENDACIONES	120
BIBLIOGRAFIA	121

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

El comportamiento de una estructura ante una onda sísmica está supeditada, por un lado, a las características de dicha excitación en relación con las propiedades dinámicas y, de otro lado, de los detalles de refuerzo en las regiones críticas.

Los detalles de refuerzo, generalmente, no tienen mucha influencia sobre la respuesta de la estructura a bajos niveles de deformación, cuando el comportamiento es fundamentalmente lineal, pero en cambio los detalles de refuerzo determinan la resistencia última de la estructura, es decir, determinan su capacidad para soportar grandes deformaciones y disipar mucha energía sin llegar al estado de colapso.

1.2 CONCEPTO DE ENERGIA DE ENTRADA

Con el propósito de dar los conceptos básicos sobre la energía introducida, en un sistema estructural, por un movimiento sísmico, analizaremos un sistema de masa simple oscilatorio, tal como se muestra en la figura 1.1, sujeto a un movimiento horizontal del terreno en sentido unidireccional. Considerando la amortiguación viscosa como las fuerzas de amortiguamiento, la ecuación de movimiento para el sistema es expresado como la que sigue:

$$M \ddot{Y} + C \dot{Y} + F(Y) = F_e \quad (1.1)$$

donde:

- M masa.
- C fuerza de amortiguamiento.
- F(Y) fuerza restauradora.
- F_e fuerza sísmica. (= -M Z_o)
- Z_o movimiento horizontal del terreno.
- Y desplazamiento de la masa relativo a el terreno.

Multiplicando por $dy = Y dt$ en ambos lados, e integrando sobre la duración de un sismo, t_0 , la ecuación (1.1) se convierte en:

$$M \int_0^{t_0} \ddot{Y} \dot{Y} dt + C \int_0^{t_0} \dot{Y}^2 dt + \int_0^{t_0} F(Y) \dot{Y} dt = \int_0^{t_0} F_e \dot{Y} dt \quad (1.2)$$

El lado derecho de la ecuación expresa el aumento total de energía ejercida por un sismo. El segundo término de el lado izquierdo expresa la energía consumida por el mecanismo de amortiguamiento viscoso equivalente, W_h . El primer

término de el lado izquierdo, que fué reducido a $M\dot{Y}_{t.t.}^2 / 2$ por integrales parciales, expresa la energía cinética en el instante donde el movimiento sísmico finaliza. El tercer término expresa la energía de deformación depositada en el sistema elástico, que consiste en la energía de deformación plástica acumulada, W_p , y la energía de deformación elástica en el instante cuando el movimiento sísmico no llega a culminar. La energía cinética y la energía elástica de deformación constituye la energía elástica vibracional, W_e

Entonces la ecuación (1.2) se convierte en:

$$W_p + W_e + W_h = E \quad (1.3)$$

La energía elástica vibracional está en un rango de:

$$0 \leq W_e \leq Q_y * D_y / 2 \quad (1.4)$$

donde:

Q_y fuerza horizontal en el límite elástico.

D_y desplazamiento en el límite elástico.

W_p es el efecto acumulado de la deformación plástica de el sistema elástico y lo definiremos como el daño a la estructura sujeta a un sismo. Con el propósito de discutir la fuerza última de la estructura durante un sismo, es de importancia primaria la investigación de W_p .

Si para una estructura asumimos que E tiene un valor constante, analizando la ecuación (1.3), vemos que para obtener una estructura sismo-resistente económica será necesario disipar parte de la energía total de entrada (E) por comportamiento no lineal, o sea por energía de deformación plástica o por energía de amortiguamiento viscoso equivalente o por una combinación de ambas.

En base a investigaciones realizadas, se asume la siguiente ecuación influenciada por el sistema vibracional elástico-plástico.

$$W_p + W_e \leq E_h \quad (1.5)$$

donde:

E_h : $M V^2_{\text{máx}} / 2$ energía de entrada atribuible al daño

$V_{\text{máx}}$: la máxima velocidad de la respuesta de el sistema elastico.

Denotando $W_p + W_e$ por E_d y definiendo E_d como la energía de entrada atribuible al daño, puesto que E_h representa la máxima energía vibracional durante un sismo:

$$E_d \leq E_h \quad (1.6)$$

La anterior relación fué establecido para una mejor representación aplicable al sistema elastico-plástico.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

- El presente trabajo tiene los siguientes objetivos:
- Estudiar los conceptos teóricos respecto a la redistribución de momentos en secciones de estructuras de concreto armado.
 - Analizar la respuesta sísmica de estructura de concreto armado, en diversas condiciones, bajo la influencia de la redistribución de momentos.
 - Evaluar las ventajas en el aspecto económico usando el criterio de la redistribución de momentos en el diseño inelástico de estructuras.

1.4 ORGANIZACION DE LA INVESTIGACION

La investigación se presenta de la siguiente manera:

En el Capítulo I, se da una introducción al análisis inelástico y se presentan los aspectos teóricos sobre la energía de entrada.

En el Capítulo II, se presentan los conceptos generales en los cuales está basado el análisis inelástico, también se dan las definiciones de ductilidad.

En el Capítulo III, se presenta la definición y las consideraciones necesarias para efectuar la redistribución de momentos, así como los límites permisibles.

En el Capítulo IV, se presentan aplicaciones del análisis inelástico basados en los conceptos de la redistribución de momentos. Se muestran las características de las estructuras consideradas para el análisis. Se presentan las respuestas del análisis inelástico, tanto del análisis estático como del análisis dinámico.

En el último capítulo, Capítulo V, se muestran las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas de la elaboración del presente trabajo.

CAPITULO II

ASPECTOS BASICOS SOBRE EL ANALISIS INELASTICO

2.1 INTRODUCCION

El análisis y diseño de estructuras de concreto armado se encuentran bajo las exigencias de obtener seguridad y rentabilidad. Los esfuerzos que se realizan en éste sentido para obtener una construcción óptima, en los últimos años han recibido mayores impulsos debido al uso intensivo de computadoras electrónicas.

Se ha abierto la posibilidad de salir del análisis "clásico" lineal e incluir en los cálculos, los efectos de no linealidad que resultan, por ejemplo, de la geometría y del material, asimismo, permite la aplicación de modernos conceptos de seguridad para lograr un mínimo de riesgo, respecto a la falla de la estructura.

Teniendo en cuenta diversos factores importantes, entre los cuales se encuentra la de orden económico, la mayor parte de las estructuras son diseñadas suponiendo

que, al ocurrir un sismo severo, incursionarán significativamente en el rango no lineal. Por lo tanto es importante estudiar la eficiencia de determinados tipos de refuerzo.

2.2 DUCTILIDAD Y RESISTENCIA EN PORTICOS DE CONCRETO ARMADO

En el diseño sismo-resistente de una estructura, los miembros constituyentes deben ser dotados de una ductilidad adecuada con el fin de lograr que la estructura, en conjunto, tenga un comportamiento ductil.

Estas condiciones permite que la estructura obtenga su máxima capacidad de resistencia a traves de las resistencias parciales de cada elemento, tambien ésto origina que la estructura disipe grandes cantidades de energía ante una onda sísmica.

Se definen los siguientes conceptos relacionados con el tema.

DEFORMABILIDAD : Es la capacidad de un material, componente estructural, o de la estructura entera a deformarse antes de la ruptura.

DUCTILIDAD : Es la capacidad de un material, componente estructural o de la estructura entera a soportar deformación despues de su fluencia inicial sin reducción significativa en la resistencia de fluencia.

RELACION DE DUCTILIDAD : Viene a ser la relación de la deformación máxima que una estructura o un elemento estruc-

tural puede soportar, sin pérdida significativa de la resistencia de fluencia inicial entre la deformación de fluencia inicial.

Se debe tener en cuenta que la capacidad de ductilidad para cada elemento de una estructura, será la requerida para otorgar a la estructura en conjunto la posibilidad para desarrollar su resistencia potencial máxima de acuerdo a la resistencia máxima de sus elementos componentes. El factor de ductilidad se expresa en términos de varios parámetros de respuesta relacionados con las deformaciones como desplazamiento, curvatura y rotaciones.

2.2.1 DUCTILIDAD POR DESPLAZAMIENTO

En el diseño sísmico, una consideración de importancia, es la necesidad de tener una estructura capaz de deformarse de manera dúctil cuando se sujeta a varios ciclos de carga lateral que ingresan en el intervalo inelástico. Los análisis dinámicos no lineales de estructuras diseñadas según los códigos, y que responden a movimientos típicos de sismo, han indicado el orden de deformación requerida.

Una medida de la ductilidad de una estructura es el factor de ductilidad de desplazamiento definido como:

$$u = D_{\text{máx}} / D_y \quad (2.1)$$

donde:

$D_{\text{máx}}$. : es el desplazamiento máximo.

D_y . : es la deflexión lateral de fluencia.

2.2.2 DUCTILIDAD POR CURVATURA

La ductilidad de las secciones de concreto armado se puede expresar mediante la relación:

$$u = \Phi_{\text{máx}} / \Phi_y$$

donde:

$\Phi_{\text{máx}}$: es la máxima curvatura producida en la sección.

Φ_y : es la curvatura de fluencia.

El factor disponible de ductilidad de curvatura es bastante grande en muchos casos, aunque es importante reconocer que hay una diferencia significativa entre el factor de ductilidad de desplazamiento y el factor de ductilidad de curvatura. Ello se debe a que una vez que ha comenzado la fluencia en un pórtico, las deformaciones se concentran en las posiciones de las rótulas plásticas, por lo tanto, cuando un pórtico se deflexiona lateralmente en el rango inelástico, la relación $\Phi_{\text{máx}}/\Phi_y$ requerida en una rótula plástica puede ser mayor que la razón $D_{\text{máx}}/D_y$.

2.2.3 DUCTILIDAD POR ROTACION

La ductilidad por rotación, a nivel de una sección, está definida como:

$$u = \theta_{\text{máx}}/\theta_y \quad (2.3)$$

donde:

$\theta_{\text{máx}}$: es la rotación máxima de la rótula plástica en el estado de fluencia.

θ_y : es la rotación de fluencia.

Esta ductilidad se presenta en el análisis dinámico con el método de rótula puntual.

2.3 IDEALIZACION DE LA ESTRUCTURA

Por lo complejo que resulta la evaluación de la respuesta sísmica en el rango inelástico de un edificio que responde a una excitación sísmica, se requieren de algunas simplificaciones e idealizaciones, a fin de obtener un modelo matemático que pueda ser resuelto con las técnicas de computación numérica disponibles. Existe una gran variedad de modelos matemáticos que pueden representar estructuras flexibles.

EL MODELO DEL PORTICO BIDIMENSIONAL

Es usado para idealizar edificios regulares que tienen pequeñas excentricidades. En éste modelo todos los pórticos y muros de corte, en una dirección, son tratados como elementos planos unidos por vigas rígidas, que representan la condición de rigidez infinita de la losa del piso. Este modelo es muy usado para el análisis inelástico y permite estudiar la respuesta sísmica a nivel de cada elemento.

La principal desventaja de éste método es que ignora los efectos de torsión, y aún en un edificio que no tenga excentricidad en el rango elástico, se puede desarrollar torsión en las zonas construídas más debilmente en las primeras etapas de deformación inelástica. Este modelo de

pórtico bidimensional está comprendido entre los modelos de rótula puntual. Entre los programas de cómputo adecuados para éste modelo se tiene el INSTA, para el análisis estático, y el INDRA, para el análisis dinámico.

2.4 OBTENCION DE LA DUCTILIDAD

Según el modelo de análisis inelástico que se utilice, la ductilidad puede tener valores diferentes. Para el caso de el modelo de pórtico bidimensional y teniendo un diagrama momento-rotación trilineal, se podría definir ductilidad con respecto al nivel de fluencia, al nivel de agrietamiento o un nivel de fluencia aparente tal como se indica en la figura 2.1, para cada caso la ductilidad viene dado por :

$$u = \theta_{\text{máx}} / \theta_p \quad (2.4)$$

donde el valor de θ_p viene dado por la rotación de agrietamiento, fluencia o el de fluencia aparente.

La ductilidad referida al nivel de ductilidad aparente se realiza con el objeto de obtener una ductilidad referida a un diagrama bilineal, por lo que se denomina aparente. Según investigaciones realizadas, usando este nivel aparente se concluye que la ductilidad por rotación es una medida adecuada de éste parámetro ya que su relación con la ductilidad obtenida con otros modelos son similares.

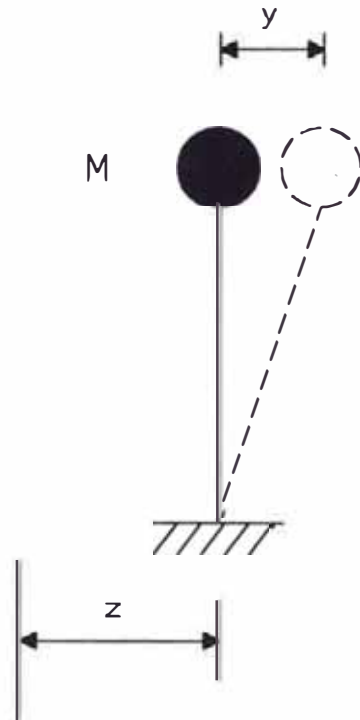


Fig.1.1 SISTEMA DE UNA MASA

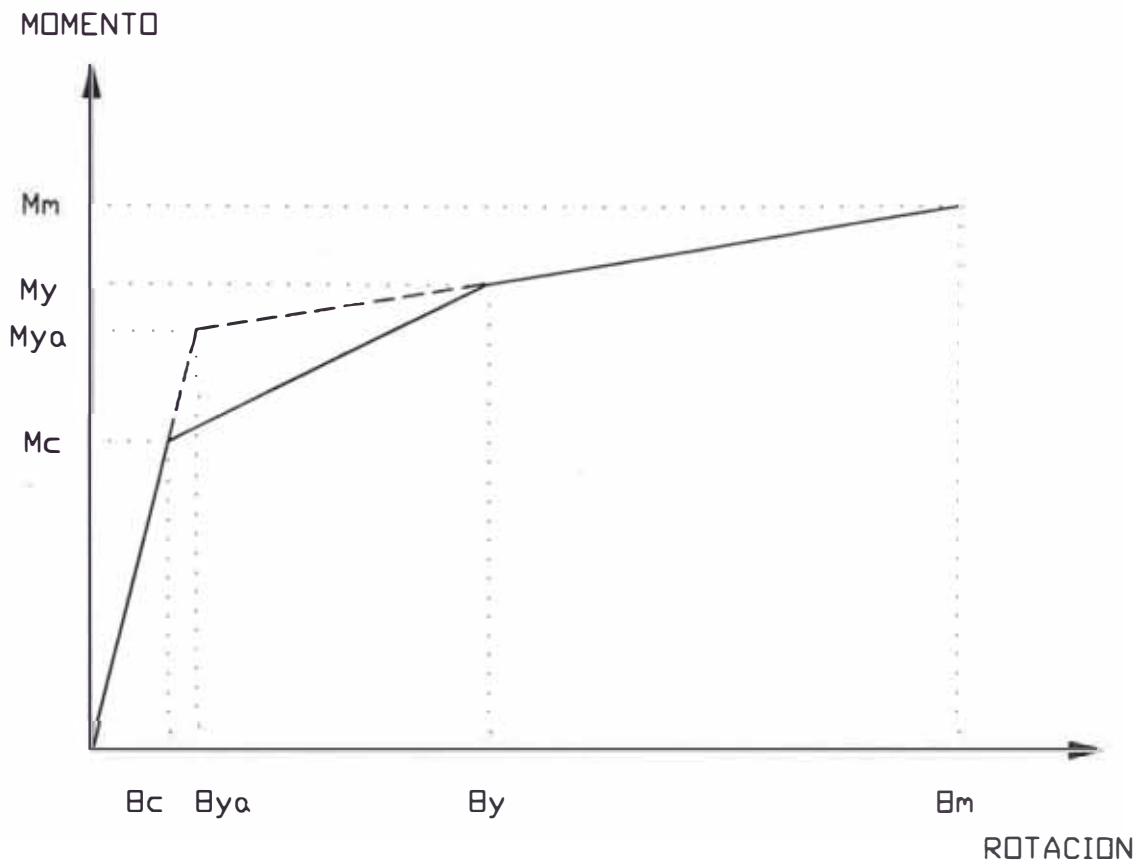


Fig. 2.1 DIAGRAMA TRILINEAL

CAPITULO III

REDISTRIBUCION DE MOMENTOS

3.1 INTRODUCCION

Para el diseño estructural será necesario considerar el comportamiento de los pórticos de concreto armado actuando bajo la acción de la carga máxima y cerca de ella para determinar las distribuciones posibles del momento flexionante, la fuerza de corte y la fuerza axial que se podría utilizar en el diseño. Es posible utilizar una distribución de momentos y fuerzas distintas a las obtenidas por el análisis estructural elástico lineal, si las secciones críticas tienen suficiente ductilidad para permitir que ocurra la redistribución de las acciones conforme se acerca la carga máxima. Los criterios actuales de diseño sísmico, como ya se expuso en el capítulo anterior, se basan en la disipación de energía por deformaciones inelástica en casos de sismos importantes.

Estos aspectos del comportamiento en la carga máxima dependen de las características de deformación de los miembros, que para los pórticos dependen principalmente de

la relación entre el momento y la curvatura.

La figura 3.1 proporciona una curva típica momento-curvatura para una sección en el cuál el acero a tensión está en el momento de fluencia.

3.2 REDISTRIBUCION DE MOMENTOS

La redistribución de momentos depende de una adecuada ductilidad en las zonas de articulación plástica. Estas zonas de articulación plástica se desarrollan en los puntos de momento máximo y provocan un cambio de posición en el diagrama de momentos elásticos.

El resultado habitual es una reducción en los valores de los momentos negativos en la zona de articulación plástica, y un incremento en los valores de los momentos positivos con respecto a aquellos calculados por el análisis elástico.

Como los momentos negativos se determinan para una distribución de carga y los momentos positivos para otra, cada sección tiene una capacidad de reserva que no se utiliza totalmente por ninguna de las condiciones de carga.

Las articulaciones plásticas permiten utilizar la capacidad total de más secciones transversales en un elemento sujeto a flexión en condiciones de cargas últimas.

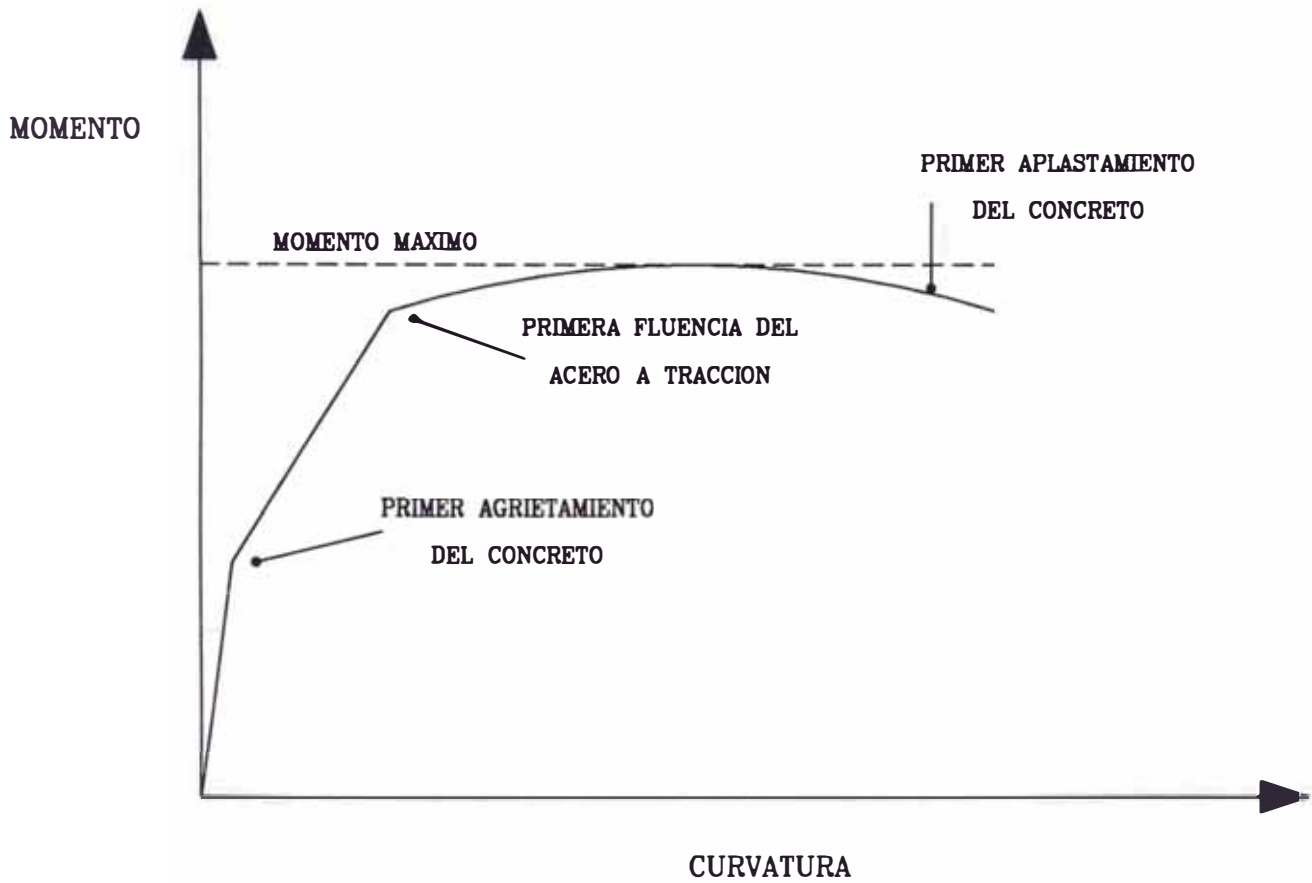


Fig. 3.1 RELACION TIPICA DE MOMENTO Vs. CURVATURA PARA MIEMBROS A FLEXION DE CONCRETO ARMADO

3.3 LIMITES PARA LA REDISTRIBUCION DE MOMENTOS

Puede hacerse una redistribución limitada de momentos elásticos de una forma segura sin necesidad de un cálculo completo pero que, sin embargo, puede ser suficiente para obtener la mayoría de las ventajas del cálculo límite.

Algunos códigos permiten modificar los patrones de momentos flexionantes obtenidos del análisis estructural elástico lineal, cuando las secciones son suficientemente dúctiles para dar margen a la redistribución de momentos.

El código A.C.I. permite que los momentos negativos en los apoyos de los miembros continuos a flexión, para cualquier combinación de cargas, se aumenten o disminuyan en no más de:

$$20 \left(1 - (p - p')/p_b \right) \% \quad (3.1)$$

donde:

$p = A_s/bd$, cuantía del acero en tracción.

$p' = A'_s/bd$, cuantía del acero en compresión.

$p_b = (0.85 \cdot \beta \cdot 6000)/(F_y \cdot (6000 + F_y))$, cuantía balanceada.

Los momentos negativos modificados se utilizan para calcular los momentos dentro de los claros de las vigas; es decir, que se debe mantener el equilibrio estático entre las fuerzas internas y las cargas externas. Este ajuste se realizará solamente cuando la sección en la que se reduce el momento está proyectado de manera que:

$$p - p' \leq 0.5 \cdot p_b \quad (3.2)$$

CAPITULO IV

APLICACION

4.1 ESTRUCTURAS A EVALUAR

Para nuestra investigación, nos basaremos en el análisis de tres edificaciones de concreto armado, denominados edificio "A", edificio "B" y edificio "C" ; éstas edificaciones tienen aproximadamente la misma configuración estructural en planta. Los pórticos a analizar serán los centrales de cada edificación, el primero (pórtico "A") es de 5 pisos y 3 vanos de 6.00m cada uno, el segundo (pórtico "B") es de 5 pisos y 3 vanos de 8.00m cada uno, y el tercero (pórtico "C") es de 10 pisos y 3 vanos de 6.00m cada uno.

La configuración en planta y las elevaciones de las edificaciones son mostradas en la figura 4.1, se muestran también los valores de predimensionamiento de los elementos.

4.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

4.2.1 PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS

Para estimar las dimensiones de la sección transversal de las vigas se utilizó la relación que nos permite estimar el momento último máximo positivo, en la longitud de la viga, usando coeficientes del A.C.I., la cuál es :

$$Mu = Wu*B*L'^2 / \alpha \quad (4.1)$$

también, el momento último necesario para el cálculo del área de acero, usando el método a la rotura, viene dado por la siguiente relación:

$$Mu = \phi*b*d^2*f'c*w*(1-0.59*w) \quad (4.2)$$

igualando las ecuaciones (4.1) = (4.2) , obtenemos la siguiente relación.

$$d = L'*\sqrt{((Wu*B)/(\alpha*\phi*f'c*b*w*(1-0.59*w)))} \quad (4.3)$$

$$w = p*fy/f'c \quad (4.4)$$

$$Wu = 1.5*Wd + 1.8*Wl \quad (4.5)$$

donde:

d : peralte efectivo de la viga (cm)

L' : longitud libre del tramo de viga (cm)

Wu : carga última actuante sobre la viga (kg/cm²)

Wd : carga muerta o permanente (kg/cm²)

Wl : carga viva o sobrecarga (kg/cm²)

B : Ancho tributario sobre la viga (cm)

α : coeficiente A.C.I. ($\alpha=14$)

ϕ : coeficiente de reducción ($\phi=0.9$)

f'c: resistencia del concreto (kg/cm²)

- f_y : resistencia de fluencia del acero (kg/cm^2)
 b : ancho de la viga, asumida en $B/20$
 p : cuantía del acero, asumida en 0.7%

Teniendo en cuenta las siguientes especificaciones para las estructuras:

- peso propio del aligerado = $350 \text{ kg}/\text{m}^2$
 peso del acabado = $100 \text{ kg}/\text{m}^2$
 peso de la tabiquería = $150 \text{ kg}/\text{m}^2$
 sobrecarga = $250 \text{ kg}/\text{m}^2$
 $f'_c = 210 \text{ kg}/\text{cm}^2$ $f_y = 4200 \text{ kg}/\text{cm}^2$

reemplazando en (4.3), para $L'=560\text{cm}$ obtenemos:

$$d = 46.70\text{cm}$$

el peralte total será $h = 1.1*d$, $h = 51.37\text{cm}$.

Con éste resultado se estimó las dimensiones de las vigas. Las vigas del pórtico "A" y del pórtico "B" tendrán las mismas dimensiones con el fin de analizar el comportamiento de la estructura al variar la longitud de los vanos o crujiás, los valores considerados fueron:

PORTICO	NIVEL	VIGA (cm^2)
"A" y "B"	4 - 5	30 x 50
	1 - 3	40 x 60
"C"	6 - 10	30 x 55
	1 - 5	40 x 65

4.2.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

Para el predimensionamiento de las columnas utilizaremos la siguiente ecuación:

$$b \cdot D = P / (n \cdot f'c) \quad (4.6)$$

$$P = 1.1 \cdot W_o \cdot A_t \quad (4.7)$$

donde:

b : ancho de la columna (cm)

D : peralte de la columna (cm)

P : carga total sobre la columna (Tn)

W_o: carga de gravedad (W_o=1.00Tn/m²)

A_t: área tributaria sobre la columna (m²)

n : coeficiente de relación

f'c: resistencia del concreto (Tn/cm²)

analizando las columnas centrales de los pórticos tenemos:

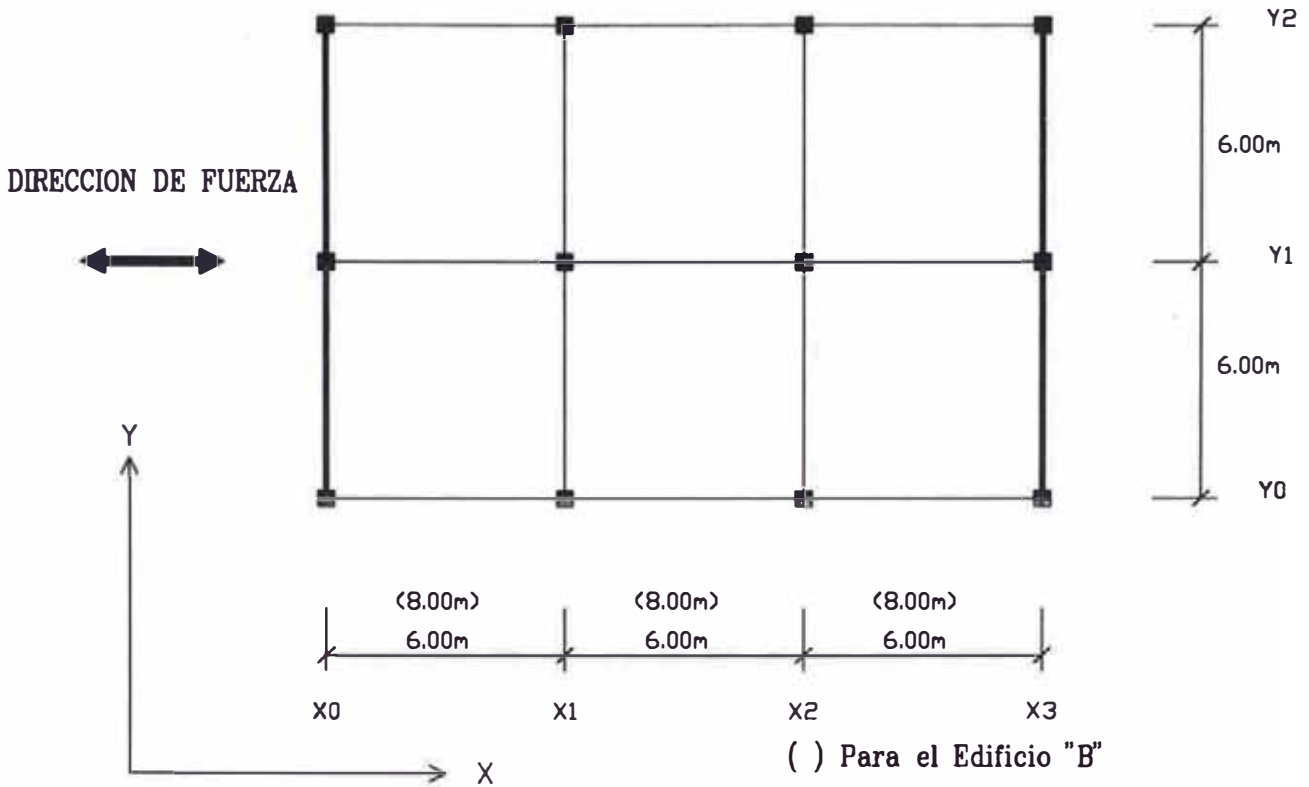
n = 0.25 niveles superiores

n = 0.30 niveles inferiores

las dimensiones finalmente consideradas fueron:

PORTICO	NIVEL	COLUMNA (cm ²)
"A" y "B"	4 - 5	50 x 50
	1 - 3	60 x 60
"C"	6 - 10	55 x 55
	1 - 5	65 x 65

PLANTA DE PISO TIPICA



DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS

PORTICO	NIVEL	VIGAS (cm2)	COLUMNAS (cm2)
"A" y "B"	4 al 5	30x50	50x50
	1 al 3	40x60	60x60
"C"	6 al 10	30x55	55x55
	1 al 5	40x65	65x65

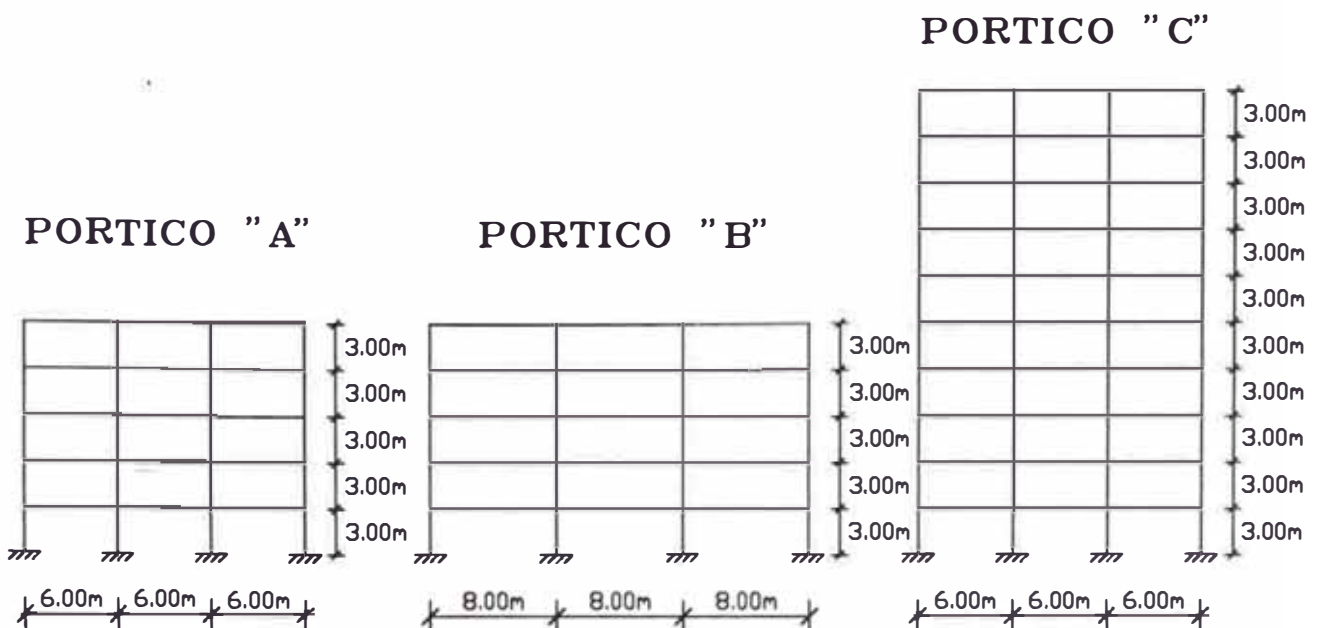


Fig. 4.1 ELEVACIONES TIPICAS DE LAS EDIFICACIONES

4.3 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO INICIAL

Antes de la redistribución de momentos, la estructura es analizada por el método de análisis elástico, con el propósito de hallar el área de acero de refuerzo en los elementos componentes de la estructura.

Se realiza el análisis estático con el propósito de evaluar los efectos que ocasionan en los elementos de la estructura las cargas de gravedad, tanto para carga viva (sobrecarga) como para carga muerta. La sobrecarga es la correspondiente al especificado para el uso de oficinas.

Para el cálculo de las fuerzas laterales se utiliza el método general para la determinación de las fuerzas sísmicas horizontales, especificado en las Normas de Diseño Sismo Resistente del Reglamento Nacional de Construcciones.

Según estas Normas el cortante total en la base debido a la acción sísmica se determinará por la fórmula siguiente:

$$H = Z*U*S*C*P / R_d \quad (4.1)$$

donde:

Z : factor de zona.

U : factor de uso e importancia.

S : factor de suelo.

C : coeficiente sísmico.

R_d: factor de ductilidad.

P : peso de la edificación.

La fuerza cortante o cortante "H" en la base de la estructura calculada según (4.1) en cada dirección se distribuirá en la altura de la edificación según la siguiente fórmula:

$$F_i = f \cdot H \cdot P_i \cdot h_i / (\sum P_i \cdot h_i) \quad (4.2)$$

Para la determinación de las envolventes de diseño para los elementos, se efectuarán las combinaciones propuestas por las Normas Peruanas. La resistencia requerida U será por lo menos igual al mayor de los valores dados por las siguientes expresiones:

$$U = 1.5 \cdot D + 1.8 \cdot L$$

$$U = 1.25 \cdot (D + L + E)$$

$$U = 1.25 \cdot (D + L - E)$$

$$U = 0.9 \cdot D + 1.25 \cdot E$$

donde:

D : carga muerta (permanente)

L : carga viva (sobrecarga)

E : carga de sismo

Para el cálculo del área de acero en las secciones críticas de vigas y columnas se ha empleado el método de diseño a la rotura. Estos cálculos se han realizado en base a las siguientes consideraciones:

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, resistencia del concreto

$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, esfuerzo de fluencia del acero

$h = 0.25\text{m}$, espesor de losa aligerada

$s/c = 250 \text{ kg/m}^2$, sobrecarga

Los pórticos deberán tener un comportamiento dúctil, para lo cuál se ha tenido en cuenta las siguientes consideraciones para las vigas:

- Cuantía mínima de $14/F_y$.
- Cuantía máxima de 0.025
- El refuerzo positivo en los extremos será como mínimo la mitad del refuerzo negativo.
- Las secciones de momentos negativos a lo largo de la viga será reforzada para resistir por lo menos la cuarta parte del momento máximo en la cara del nudo.

En las tablas 4.1, 4.5, 4.9, 4.17, 4.18 y 4.19 se muestran las áreas de acero obtenidas para las secciones críticas de los elementos de cada pórtico para las condiciones iniciales de diseño, es decir, cuando el porcentaje de reducción es 0%.

4.4 PROCESO DE REDISTRIBUCION DE MOMENTOS

Para analizar la influencia de la redistribución de momentos en la respuesta sísmica inelástica de la estructura, se reduce los momentos negativos de diseño en los extremos de las vigas.

Cada pórtico fué evaluado en cuatro condiciones, que corresponden cuando el momento negativo de diseño en las vigas es reducido en diversos porcentajes que son de 0%, 10%, 20% y 30% . El porcentaje de reducción de 0% corres-

ponde a la condición de diseño inicial usando el diagrama de envolventes para cada elemento de la estructura.

Para cada condición se determinará el área de acero correspondiente debido a la reducción del momento de diseño, esta área del refuerzo se determinará por el método de la rotura.

También se debe de encontrar el momento máximo positivo dentro del claro de la viga con el fin de verificar si es necesario o no incrementar el área del acero de refuerzo positivo en dicha sección. Para realizar esta verificación se realiza un análisis estático utilizando los momentos negativos reducidos en los extremos de la viga, y las combinaciones de cargas con las cuales se determinó la envolvente de diseño.

Las áreas de acero en cada sección de vigas de los pórticos en las diferentes condiciones, se muestran de la tabla 4.1 a la tabla 4.16 .

4.5 ANALISIS INELASTICO

Para el análisis inelástico de los pórticos, en las diversas condiciones, utilizaremos programas de cómputo que se encuentran instalados en el Centro de Cómputo del Centro de Investigación Sísmica y Mitigación de Desastres Naturales (CISMID).

Para el análisis estático inelástico se ha utilizado el programa de cómputo denominado INSTA ,y para el análisis dinámico inelástico se utilizó el programa INDRA. Estos programas consideran para el análisis de la estructura el modelo de pórtico plano.

4.5.1 ANALISIS ESTATICO INELASTICO

Los pórticos fueron sometidos a fuerzas laterales monotónicamente incrementadas. Estas fuerzas se obtuvieron según las Normas Peruanas de Diseño, éstas fuerzas obtenidas son amplificadas a cinco veces su valor original, con el fin de inducir el comportamiento inelástico de los pórticos.

Luego, las fuerzas son divididas en un número determinado de fuerzas parciales iguales a las cuales denominaremos δF , entonces, las fuerzas en cada nivel que actúan sobre el pórtico en el intervalo i -ésimo estará dado por la siguiente relación:

$$F(i) = F(i-1) + \delta F \quad (4.3)$$

El pórtico será analizado en cada intervalo bajo la acción de dichas fuerzas laterales correspondientes.

Los extremos de vigas y columnas serán evaluadas para determinar los momentos, cortantes, etc., que se producen en dichas secciones bajo los efectos de las fuerzas laterales; de ésta manera se determina si la sección se encuentra en estado elástico, en estado de agrietamiento o en estado de fluencia.

Este proceso de análisis culmina cuando el desplazamiento absoluto del último nivel del pórtico excede cierto valor límite, para nuestros análisis este valor es de:

$$D_{\text{máx}} = H_t / 60 \quad (4.4)$$

donde:

$D_{\text{máx}}$ desplazamiento máximo absoluto de el último nivel (cm).

H_t altura total de el pórtico (cm).

Los valores mayores a $D_{\text{máx}}$. corresponden, prácticamente, a un mecanismo de colapso de la estructura.

Cada pórtico fué evaluado para cuatro condiciones, las cuales se dieron al reducir el momento negativo en los extremos de vigas en 0%, 10%, 20% y 30% . Los resultados que analizaremos serán las que se presenten cuando el último nivel de los pórticos tenga un desplazamiento absoluto que exceda el valor límite. Estos pórticos son los que se obtienen reduciendo los momentos negativos en los porcentajes señalados anteriormente.

Para los pórticos "A", "B" y "C" de la figura 4.2 a la figura 4.13 , y de la tabla 4.20 a la tabla 4.22 muestran las fuerzas y los desplazamientos absolutos por piso alcanzados en diversas etapas, se muestran también los requerimientos de ductilidad y la capacidad de ductilidad de las secciones extremas de las vigas.

ARCHIVO DE DATOS

Los datos básicos que se requiere especificar son los siguientes:

Número de pisos, número de vanos.

- Alturas de entrepiso, longitudes de los vanos.
- Fuerzas laterales en cada nivel de piso.
- Intervalos de cálculos.

Momentos actuantes en los extremos de vigas debido a las cargas verticales.

- Identificación de cada elemento (vigas y columnas).
- Propiedades elásticas de vigas (área de sección transversal, momento de inercia, zonas rígidas).

Propiedades elásticas de columnas (área de sección transversal, momento de inercia, zonas rígidas).

- propiedades plásticas de las secciones críticas extremas de vigas (momento de fluencia, momento de agrietamiento).
- Propiedades plásticas en las secciones extremas de las columnas (momento de fluencia, momento de agrietamiento).

4.5.2 ANALISIS DINAMICO INELASTICO

El análisis de la respuesta sísmica fué llevado a cabo usando el programa de pórtico plano denominado INDRA (Inelastic Dynamic Responce Analysis). La onda sísmica considerada para el análisis dinámico inelástico de las estructuras fué un registro parcial de una duración aproximada de 11 seg. denominado Sismo Lima Perú, 10 de Octubre

de 1974 (Oct-74), componente N82W, aceleración máxima 192.5 gals, éste registro sísmico se muestra en la figura 4.14

Para el análisis se normalizó este registro sísmico bajo dos condiciones: normalizando el registro a 200 gals, y la segunda condición es normalizando el registro a 400 gals. A la primera condición se le podría considerar como un sismo de intensidad media y a la segunda condición se le considera como un sismo de alta intensidad.

Ademas, igual que en el caso de el análisis estático, los pórticos fueron analizados en cuatro condiciones reduciendo el momento negativo de diseño en los extremos de vigas en diversos porcentajes: en 0%, 10%, 20% y 30% .

Se ha considerado un registro sísmico parcial de aproximadamente 11 segundos, el registro es amplificado respecto a una aceleración máxima para el cálculo de la respuesta.

En el registro de aceleraciones, cada cierto intervalo de tiempo es tomada la aceleración correspondiente que actúa sobre la estructura, de ésta forma se determina las fuerzas que actúan sobre el pórtico y los momentos que se producen en las secciones críticas de los elementos de dicho pórtico.

Con las propiedades plásticas de el elemento en la sección crítica se calcula el requerimiento de ductilidad

en dicha sección ante el efecto de los momentos producidos por las fuerzas sísmicas.

4.5.3 RESISTENCIA DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Para el cálculo de el momento de agrietamiento y el de fluencia tanto para el caso de las columnas como para el caso de vigas se han usado las siguientes expresiones:

a) VIGAS .- Para determinar las propiedades plásticas de la sección de vigas, usaremos las siguientes expresiones analíticas:

$$M_{cr} = f_r * I_g / (h - \hat{a}) \quad (4.5)$$

$$f_r = 2 * \sqrt{f'_c} \quad (4.6)$$

$$M_y = A_s * F_y * (d - \hat{a}) \quad (4.7)$$

donde:

- M_{cr} : momento de agrietamiento.
- M_y : momento de fluencia.
- f_r : esfuerzo de rotura del concreto.
- I_g : momento de inercia de la sección transformada.
- h : peralte total de la viga.
- \hat{a} : distancia al centroide de la sección.
- A_s : área del acero en tracción.
- F_y : esfuerzo de fluencia de el acero.
- d : peralte efectivo.

b) COLUMNAS .- Para determinar las propiedades plásticas de la sección de columnas emplearemos las siguientes expresiones:

$$M_y = [0.81*\delta t*F_y/f'c+0.5*\Omega*(1-\Omega)]*f'c*b*D^2 \quad (4.8)$$

$$\Omega = N/(b*D*f'c) \quad (4.9)$$

$$M_c = 1.8*\sqrt{f'c} *Z_c + N*D/6 \quad (4.10)$$

$$Z_c = 2*I_c / D \quad (4.11)$$

$$I_c = [1+3.8*n*\delta t]*b/12*D^3 \quad (4.12)$$

$$n = E_s/E_c \quad (4.13)$$

donde:

M_y : momento de fluencia.

M_c : momento de agrietamiento.

δt : cuantía del acero en tracción.

b : ancho de la sección de columna.

D : peralte total de la sección de columna.

N : fuerza axial.

E_s : módulo del acero ($2*10^6$ kg/cm²).

E_c : módulo del concreto ($15000*\sqrt{f'c}$ kg/cm²)

4.5.4 PROPIEDADES PLASTICAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Las áreas de acero y las propiedades plásticas calculadas para las secciones críticas de vigas y columnas, tales como el momento de agrietamiento y el momento de fluencia, son mostradas en las siguientes tablas. Estos resultados son los correspondientes a los distintos casos de análisis, es decir, cuando el porcentaje de reducción de momentos en las secciones críticas de vigas es de 0%, 10%, 20% y 30% .

NOMENCLATURA

La nomenclatura utilizada en los siguientes cuadros de áreas de acero y momentos en vigas es :

AsSI : Area de acero del lado superior izquierdo (cm²)

AsII : Area de acero del lado inferior izquierdo (cm²)

AsSD : Area de acero del lado superior derecho (cm²)

AsID : Area de acero del lado inferior derecho (cm²)

MySI : Momento de fluencia en el extremo superior izquierdo (tn*cm)

MyII : Momento de fluencia en el extremo inferior izquierdo (tn*cm)

MySD : Momento de fluencia en el extremo superior derecho (tn*cm)

MyID : Momento de fluencia en el extremo inferior derecho (tn*cm)

McSI : Momento de agrietamiento en el extremo superior izquierdo (tn*cm)

McII : Momento de agrietamiento en el extremo inferior izquierdo (tn*cm)

McSD : Momento de agrietamiento en el extremo superior derecho (tn*cm)

McID : Momento de agrietamiento en el extremo inferior derecho (tn*cm)

IDENTIFICACION TIPICA DE LOS
ELEMENTOS ESTRUCTURALES

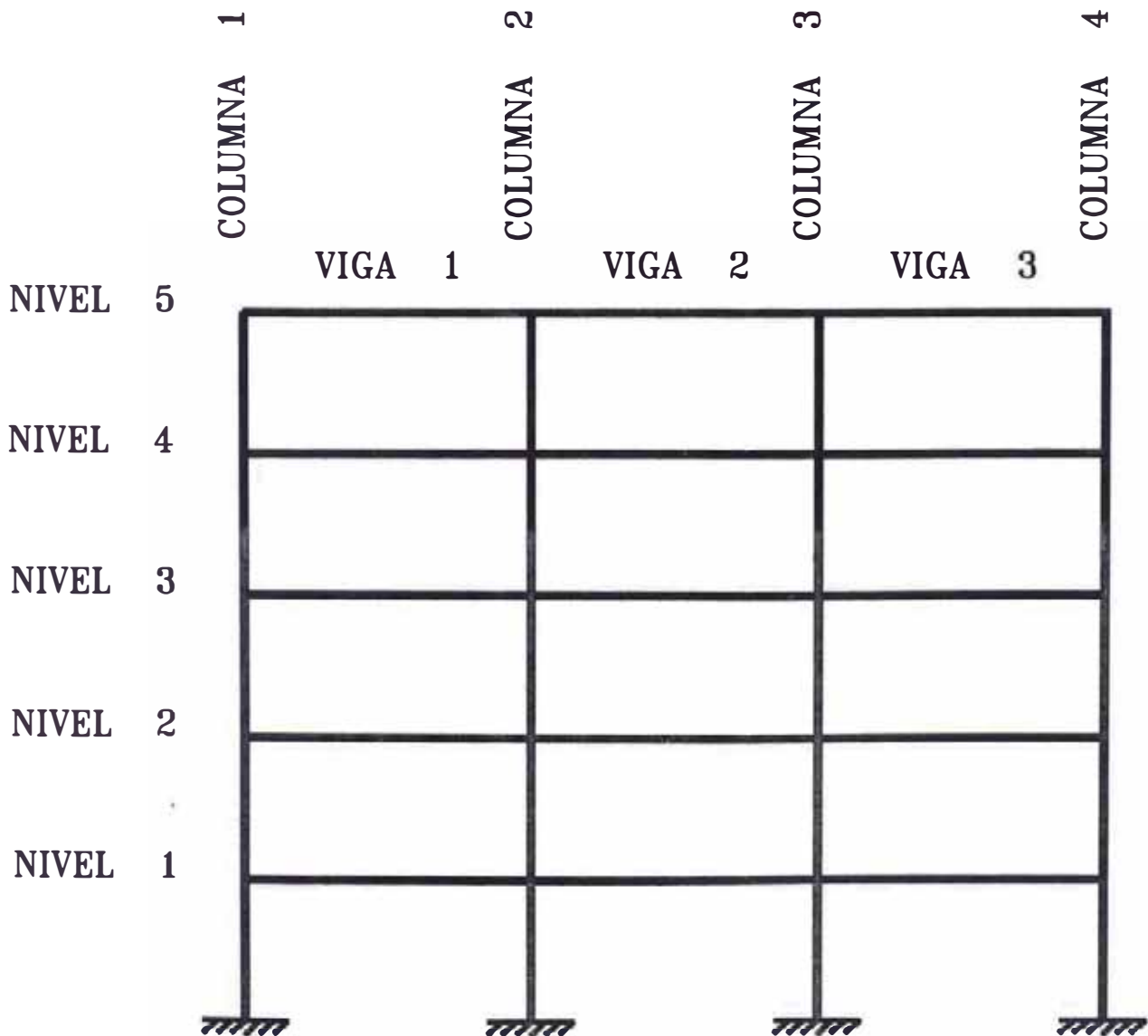


Fig. 4.1.1

PORTICO "A" : REDUCCION = 0 %

AREAS DE ACERO DE REFUERZO EN VIGAS

NIVEL	VIGA	ANCHO	PERALTE	AsSI	AsII	AsSD	AsID
5	1	30.00	50.00	8.21	4.10	12.03	6.01
	2	30.00	50.00	11.10	5.55	11.10	5.55
	3	30.00	50.00	12.03	6.01	8.21	4.10
4	1	30.00	50.00	12.20	6.10	14.19	7.09
	2	30.00	50.00	13.47	6.73	13.47	6.73
	3	30.00	50.00	14.19	7.09	12.20	6.10
3	1	40.00	60.00	11.01	5.50	12.69	6.34
	2	40.00	60.00	11.87	5.93	11.87	5.93
	3	40.00	60.00	12.69	6.34	11.01	5.50
2	1	40.00	60.00	12.04	6.02	13.16	6.58
	2	40.00	60.00	12.52	6.26	12.52	6.26
	3	40.00	60.00	13.16	6.58	12.04	6.02
1	1	40.00	60.00	11.29	5.64	12.87	6.43
	2	40.00	60.00	12.10	6.05	12.10	6.05
	3	40.00	60.00	12.87	6.43	11.29	5.64

MOMENTOS EN VIGAS

NIVEL	VIGA	MySI	MyII	MySD	MyID	McSI	McII	McSD	McID
5	1	1399.00	700.00	2031.00	1022.00	414.00	401.00	438.00	418.00
	2	1878.00	944.00	1878.00	944.00	432.00	414.00	432.00	414.00
	3	2031.00	1022.00	1399.00	700.00	438.00	418.00	414.00	401.00
4	1	2059.00	1036.00	2386.00	1204.00	439.00	419.00	452.00	428.00
	2	2268.00	1143.00	2268.00	1143.00	448.00	425.00	448.00	425.00
	3	2386.00	1204.00	2059.00	1036.00	452.00	428.00	439.00	419.00
3	1	2326.00	1168.00	2672.00	1344.00	786.00	763.00	800.00	774.00
	2	2503.00	1258.00	2503.00	1258.00	793.00	769.00	793.00	769.00
	3	2672.00	1344.00	2326.00	1168.00	800.00	774.00	786.00	763.00
2	1	2538.00	1276.00	2768.00	1394.00	794.00	770.00	804.00	776.00
	2	2637.00	1327.00	2637.00	1327.00	798.00	773.00	798.00	773.00
	3	2768.00	1394.00	2538.00	1276.00	804.00	776.00	794.00	770.00
1	1	2383.00	1197.00	2709.00	1363.00	788.00	765.00	801.00	775.00
	2	2550.00	1282.00	2550.00	1282.00	795.00	770.00	795.00	770.00
	3	2709.00	1363.00	2383.00	1197.00	801.00	775.00	788.00	765.00

Tabla 4.1

PORTICO "A" : REDUCCION = 10%**AREAS DE ACERO DE REFUERZO EN VIGAS**

NIVEL	VIGA	ANCHO	PERALTE	AsSI	AsII	AsSD	AsID
5	1	30.00	50.00	7.32	3.66	10.68	5.34
	2	30.00	50.00	9.87	4.93	9.87	4.93
	3	30.00	50.00	10.68	5.34	7.32	3.66
4	1	30.00	50.00	10.83	5.41	12.57	6.28
	2	30.00	50.00	11.94	5.97	11.94	5.97
	3	30.00	50.00	12.57	6.28	10.83	5.41
3	1	40.00	60.00	9.84	4.92	11.33	5.66
	2	40.00	60.00	10.61	5.30	10.61	5.30
	3	40.00	60.00	11.33	5.66	9.84	4.92
2	1	40.00	60.00	10.75	5.37	11.74	5.87
	2	40.00	60.00	11.18	5.59	11.18	5.59
	3	40.00	60.00	11.74	5.87	10.75	5.37
1	1	40.00	60.00	10.09	5.04	11.49	5.74
	2	40.00	60.00	10.80	5.40	10.80	5.40
	3	40.00	60.00	11.49	5.74	10.09	5.04

MOMENTOS EN VIGAS

NIVEL	VIGA	MySI	MyII	MySD	MyID	McSI	McII	McSD	McID
5	1	1251.00	625.00	1808.00	908.00	408.00	396.00	430.00	412.00
	2	1674.00	840.00	1674.00	840.00	425.00	408.00	425.00	408.00
	3	1808.00	908.00	1251.00	625.00	430.00	412.00	408.00	396.00
4	1	1833.00	921.00	2120.00	1068.00	431.00	413.00	442.00	421.00
	2	2016.00	1014.00	2016.00	1014.00	438.00	418.00	438.00	418.00
	3	2120.00	1068.00	1833.00	921.00	442.00	421.00	431.00	413.00
3	1	2084.00	1044.00	2392.00	1201.00	776.00	756.00	788.00	765.00
	2	2243.00	1126.00	2243.00	1126.00	782.00	761.00	782.00	761.00
	3	2392.00	1201.00	2084.00	1044.00	788.00	765.00	776.00	756.00
2	1	2272.00	1140.00	2476.00	1244.00	784.00	762.00	792.00	768.00
	2	2361.00	1186.00	2361.00	1186.00	787.00	764.00	787.00	764.00
	3	2476.00	1244.00	2272.00	1140.00	792.00	768.00	784.00	762.00
1	1	2136.00	1071.00	2425.00	1218.00	778.00	758.00	790.00	766.00
	2	2282.00	1146.00	2282.00	1146.00	784.00	762.00	784.00	762.00
	3	2425.00	1218.00	2136.00	1071.00	790.00	766.00	778.00	758.00

Tabla 4.2

PORTICO "A" : REDUCCION = 20%

AREAS DE ACERO DE REFUERZO EN VIGAS

NIVEL	VIGA	ANCHO	PERALTE	AsSI	AsII	AsSD	AsID
5	1	30.00	50.00	6.46	3.23	9.38	4.69
	2	30.00	50.00	8.67	4.33	8.67	4.33
	3	30.00	50.00	9.38	4.69	6.46	3.23
4	1	30.00	50.00	9.50	4.75	11.00	5.50
	2	30.00	50.00	10.46	5.23	10.46	5.23
	3	30.00	50.00	11.00	5.50	9.50	4.75
3	1	40.00	60.00	8.69	4.34	9.99	4.99
	2	40.00	60.00	9.36	4.68	9.36	4.68
	3	40.00	60.00	9.99	4.99	8.69	4.34
2	1	40.00	60.00	9.49	4.74	10.35	5.17
	2	40.00	60.00	9.86	4.93	9.86	4.93
	3	40.00	60.00	10.35	5.17	9.49	4.74
1	1	40.00	60.00	8.91	4.45	10.13	5.06
	2	40.00	60.00	9.53	4.76	9.53	4.76
	3	40.00	60.00	10.13	5.06	8.91	4.45

MOMENTOS EN VIGAS

NIVEL	VIGA	MySI	MyII	MySD	MyID	McSI	McII	McSD	McID
5	1	1108.00	552.00	1593.00	799.00	403.00	392.00	421.00	406.00
	2	1476.00	739.00	1476.00	739.00	417.00	403.00	417.00	403.00
	3	1593.00	799.00	1108.00	552.00	421.00	406.00	403.00	392.00
4	1	1613.00	809.00	1861.00	935.00	422.00	407.00	432.00	414.00
	2	1772.00	890.00	1772.00	890.00	428.00	411.00	428.00	411.00
	3	1861.00	935.00	1613.00	809.00	432.00	414.00	422.00	407.00
3	1	1845.00	923.00	2115.00	1060.00	767.00	749.00	777.00	757.00
	2	1984.00	994.00	1984.00	994.00	772.00	753.00	772.00	753.00
	3	2115.00	1060.00	1845.00	923.00	777.00	757.00	767.00	749.00
2	1	2011.00	1008.00	2189.00	1098.00	773.00	754.00	780.00	759.00
	2	2088.00	1047.00	2088.00	1047.00	776.00	756.00	776.00	756.00
	3	2189.00	1098.00	2011.00	1008.00	780.00	759.00	773.00	754.00
1	1	1891.00	946.00	2144.00	1075.00	768.00	750.00	779.00	758.00
	2	2020.00	1012.00	2020.00	1012.00	774.00	754.00	774.00	754.00
	3	2144.00	1075.00	1891.00	946.00	779.00	758.00	768.00	750.00

Tabla 4.3

PORTICO "A" : REDUCCION = 30%

AREAS DE ACERO DE REFUERZO EN VIGAS

NIVEL	VIGA	ANCHO	PERALTE	AsSI	AsII	AsSD	AsID
5	1	30.00	50.00	5.60	2.80	8.10	4.05
	2	30.00	50.00	7.50	3.75	7.50	3.75
	3	30.00	50.00	8.10	4.05	5.60	2.80
4	1	30.00	50.00	8.21	4.10	9.48	4.74
	2	30.00	50.00	9.02	4.51	9.02	4.51
	3	30.00	50.00	9.48	4.74	8.21	4.10
3	1	40.00	60.00	7.55	3.77	8.67	4.33
	2	40.00	60.00	8.13	4.06	8.13	4.06
	3	40.00	60.00	8.67	4.33	7.55	3.77
2	1	40.00	60.00	8.24	4.12	8.55	4.27
	2	40.00	60.00	8.56	4.28	8.56	4.28
	3	40.00	60.00	8.55	4.27	8.24	4.12
1	1	40.00	60.00	7.74	3.87	8.79	4.39
	2	40.00	60.00	8.28	4.14	8.28	4.14
	3	40.00	60.00	8.79	4.39	7.74	3.87

MOMENTOS EN VIGAS

NIVEL	VIGA	MySI	MyII	MySD	MyID	McSI	McII	McSD	McID
5	1	964.00	479.00	1381.00	691.00	397.00	388.00	413.00	400.00
	2	1281.00	640.00	1281.00	640.00	409.00	397.00	409.00	397.00
	3	1381.00	691.00	964.00	479.00	413.00	400.00	397.00	388.00
4	1	1399.00	700.00	1610.00	807.00	414.00	401.00	422.00	406.00
	2	1534.00	768.00	1534.00	768.00	419.00	404.00	419.00	404.00
	3	1610.00	807.00	1399.00	700.00	422.00	406.00	414.00	401.00
3	1	1608.00	803.00	1841.00	921.00	757.00	742.00	766.00	749.00
	2	1729.00	864.00	1729.00	864.00	762.00	746.00	762.00	746.00
	3	1841.00	921.00	1608.00	803.00	766.00	749.00	757.00	742.00
2	1	1752.00	876.00	1816.00	908.00	763.00	746.00	765.00	748.00
	2	1818.00	910.00	1818.00	910.00	766.00	748.00	766.00	748.00
	3	1816.00	908.00	1752.00	876.00	765.00	748.00	763.00	746.00
1	1	1648.00	823.00	1866.00	934.00	759.00	743.00	767.00	750.00
	2	1760.00	880.00	1760.00	880.00	763.00	747.00	763.00	747.00
	3	1866.00	934.00	1648.00	823.00	767.00	750.00	759.00	743.00

Tabla 4.4

PORTICO "B" : REDUCCION = 0%

AREAS DE ACERO DE REFUERZO EN VIGAS

NIVEL	VIGA	ANCHO	PERALTE	AsSI	AsII	AsSD	AsID
5	1	30.00	50.00	17.92	8.96	23.25	11.63
	2	30.00	50.00	21.88	10.94	21.88	10.94
	3	30.00	50.00	23.25	11.63	17.92	8.96
4	1	30.00	50.00	24.21	12.11	26.98	15.98
	2	30.00	50.00	26.09	14.09	26.09	14.09
	3	30.00	50.00	26.98	15.98	24.21	12.11
3	1	40.00	60.00	20.39	10.20	23.32	11.66
	2	40.00	60.00	22.06	11.03	22.06	11.03
	3	40.00	60.00	23.32	11.66	20.39	10.20
2	1	40.00	60.00	21.86	10.93	23.69	11.85
	2	40.00	60.00	22.85	11.43	22.85	11.43
	3	40.00	60.00	23.69	11.85	21.86	10.93
1	1	40.00	60.00	20.42	10.21	23.17	11.59
	2	40.00	60.00	22.00	11.00	22.00	11.00
	3	40.00	60.00	23.17	11.59	20.42	10.21

MOMENTOS EN VIGAS

NIVEL	VIGA	MySI	MyII	MySD	MyID	McSI	McII	McSD	McID
5	1	2999.00	1517.00	3872.00	1964.00	476.00	445.00	510.00	469.00
	2	3648.00	1849.00	3648.00	1849.00	501.00	463.00	501.00	463.00
	3	3872.00	1964.00	2999.00	1517.00	510.00	469.00	476.00	445.00
4	1	4030.00	2044.00	4490.00	2552.00	416.00	474.00	538.00	495.00
	2	4342.00	2376.00	4342.00	2376.00	531.00	488.00	531.00	488.00
	3	4490.00	2552.00	4030.00	2044.00	538.00	495.00	516.00	474.00
3	1	4249.00	2153.00	4847.00	2459.00	864.00	820.00	888.00	838.00
	2	4590.00	2327.00	4590.00	2327.00	877.00	830.00	877.00	830.00
	3	4847.00	2459.00	4249.00	2153.00	888.00	838.00	864.00	820.00
2	1	4549.00	2307.00	4923.00	2498.00	876.00	829.00	891.00	840.00
	2	4751.00	2410.00	4751.00	2410.00	884.00	835.00	884.00	835.00
	3	4923.00	2498.00	4549.00	2307.00	891.00	840.00	876.00	829.00
1	1	4255.00	2156.00	4817.00	2444.00	864.00	820.00	887.00	837.00
	2	4578.00	2321.00	4578.00	2321.00	877.00	830.00	877.00	830.00
	3	4817.00	2444.00	4255.00	2156.00	887.00	837.00	864.00	820.00

Tabla 4.5

PORTICO "B" : REDUCCION = 10%

AREAS DE ACERO DE REFUERZO EN VIGAS

NIVEL	VIGA	ANCHO	PERALTE	AsSI	AsII	AsSD	AsID
5	1	30.00	50.00	16.49	8.25	22.32	11.16
	2	30.00	50.00	21.09	10.55	21.09	10.55
	3	30.00	50.00	22.32	11.16	16.49	8.25
4	1	30.00	50.00	23.18	11.88	25.67	15.14
	2	30.00	50.00	24.87	14.09	24.87	14.09
	3	30.00	50.00	25.67	15.14	23.18	11.88
3	1	40.00	60.00	18.10	9.05	20.67	10.34
	2	40.00	60.00	19.55	9.78	19.55	9.78
	3	40.00	60.00	20.67	10.34	18.10	9.05
2	1	40.00	60.00	19.38	9.69	21.06	10.53
	2	40.00	60.00	20.24	10.12	20.24	10.12
	3	40.00	60.00	21.06	10.53	19.38	9.69
1	1	40.00	60.00	18.12	9.06	20.52	10.26
	2	40.00	60.00	19.50	9.75	19.50	9.75
	3	40.00	60.00	20.52	10.26	18.12	9.06

MOMENTOS EN VIGAS

NIVEL	VIGA	MySI	MyII	MySD	MyID	McSI	McII	McSD	McID
5	1	2764.00	1397.00	3720.00	1886.00	467.00	439.00	504.00	465.00
	2	3518.00	1783.00	3518.00	1783.00	496.00	460.00	496.00	460.00
	3	3720.00	1886.00	2764.00	1397.00	504.00	465.00	467.00	439.00
4	1	3862.00	2006.00	4277.00	2552.00	510.00	471.00	531.00	493.00
	2	4144.00	2376.00	4144.00	2376.00	524.00	486.00	524.00	486.00
	3	4277.00	2552.00	3862.00	2006.00	531.00	493.00	510.00	471.00
3	1	3781.00	1912.00	4306.00	2182.00	845.00	806.00	866.00	822.00
	2	4077.00	2064.00	4077.00	2064.00	857.00	815.00	857.00	815.00
	3	4306.00	2182.00	3781.00	1912.00	866.00	822.00	845.00	806.00
2	1	4043.00	2047.00	4386.00	2223.00	855.00	814.00	869.00	824.00
	2	4218.00	2137.00	4218.00	2137.00	862.00	819.00	862.00	819.00
	3	4386.00	2223.00	4043.00	2047.00	869.00	824.00	855.00	814.00
1	1	3785.00	1915.00	4276.00	2166.00	845.00	807.00	865.00	821.00
	2	4067.00	2059.00	4067.00	2059.00	856.00	815.00	856.00	815.00
	3	4276.00	2166.00	3785.00	1915.00	865.00	821.00	845.00	807.00

Tabla 4.6

PORTICO "B" : REDUCCION = 20%

AREAS DE ACERO DE REFUERZO EN VIGAS

NIVEL	VIGA	ANCHO	PERALTE	AsSI	AsII	AsSD	AsID
5	1	30.00	50.00	14.33	7.16	19.62	10.76
	2	30.00	50.00	18.19	9.15	18.19	9.15
	3	30.00	50.00	19.62	10.76	14.33	7.16
4	1	30.00	50.00	20.65	11.88	22.96	15.14
	2	30.00	50.00	22.24	14.09	22.24	14.09
	3	30.00	50.00	22.96	15.14	20.65	11.88
3	1	40.00	60.00	15.87	7.94	18.09	9.05
	2	40.00	60.00	17.13	8.57	17.13	8.57
	3	40.00	60.00	18.09	9.05	15.87	7.94
2	1	40.00	60.00	16.98	8.49	18.42	9.21
	2	40.00	60.00	17.72	8.86	17.72	8.86
	3	40.00	60.00	18.42	9.21	16.98	8.49
1	1	40.00	60.00	15.89	7.95	17.96	8.98
	2	40.00	60.00	17.08	8.54	17.08	8.54
	3	40.00	60.00	17.96	8.98	15.89	7.95

MOMENTOS EN VIGAS

NIVEL	VIGA	MySI	MyII	MySD	MyID	McSI	McII	McSD	McID
5	1	2409.00	429.00	3280.00	458.00	453.00	429.00	489.00	458.00
	2	3043.00	447.00	3043.00	447.00	478.00	447.00	478.00	447.00
	3	3280.00	458.00	2409.00	429.00	489.00	458.00	453.00	429.00
4	1	3451.00	466.00	3836.00	489.00	497.00	466.00	516.00	489.00
	2	3716.00	481.00	3716.00	481.00	510.00	481.00	510.00	481.00
	3	3836.00	489.00	3451.00	466.00	516.00	489.00	497.00	466.00
3	1	3324.00	793.00	3779.00	806.00	826.00	793.00	844.00	806.00
	2	3582.00	801.00	3582.00	801.00	836.00	801.00	836.00	801.00
	3	3779.00	806.00	3324.00	793.00	844.00	806.00	826.00	793.00
2	1	3552.00	800.00	3846.00	808.00	835.00	800.00	847.00	808.00
	2	3703.00	804.00	3703.00	804.00	841.00	804.00	841.00	804.00
	3	3846.00	808.00	3552.00	800.00	847.00	808.00	835.00	800.00
1	1	3329.00	793.00	3752.00	806.00	826.00	793.00	843.00	806.00
	2	3572.00	800.00	3572.00	800.00	836.00	800.00	836.00	800.00
	3	3752.00	806.00	3329.00	793.00	843.00	806.00	826.00	793.00

Tabla 4.7

PORTICO "B" : REDUCCION = 30%

AREAS DE ACERO DE REFUERZO EN VIGAS

NIVEL	VIGA	ANCHO	PERALTE	AsSI	AsII	AsSD	AsID
5	1	30.00	50.00	12.28	10.00	16.63	10.76
	2	30.00	50.00	15.47	9.15	15.47	9.15
	3	30.00	50.00	16.63	10.76	12.28	10.00
4	1	30.00	50.00	17.46	11.88	19.97	15.14
	2	30.00	50.00	19.14	14.09	19.15	14.09
	3	30.00	50.00	19.97	15.14	17.46	11.88
3	1	40.00	60.00	13.71	6.85	15.59	7.79
	2	40.00	60.00	14.78	7.39	14.78	7.39
	3	40.00	60.00	15.59	7.79	13.71	6.85
2	1	40.00	60.00	14.65	7.32	15.87	7.93
	2	40.00	60.00	15.27	7.63	15.27	7.63
	3	40.00	60.00	15.87	7.93	14.65	7.32
1	1	40.00	60.00	13.73	6.86	15.48	7.74
	2	40.00	60.00	14.73	7.36	14.73	7.36
	3	40.00	60.00	15.48	7.74	13.73	6.86

MOMENTOS EN VIGAS

NIVEL	VIGA	MySI	MyII	MySD	MyID	McSI	McII	McSD	McID
5	1	1998.00	999.00	2682.00	1741.00	433.00	413.00	463.00	444.00
	2	2500.00	1483.00	2500.00	1483.00	454.00	434.00	454.00	434.00
	3	2682.00	1741.00	1998.00	999.00	463.00	444.00	433.00	413.00
4	1	2813.00	1921.00	3209.00	2440.00	469.00	451.00	487.00	471.00
	2	3078.00	2273.00	3078.00	2273.00	481.00	465.00	481.00	465.00
	3	3209.00	2440.00	2813.00	1921.00	487.00	471.00	469.00	451.00
3	1	2802.00	1402.00	3175.00	1593.00	800.00	773.00	814.00	783.00
	2	3014.00	1511.00	3014.00	1511.00	808.00	779.00	808.00	779.00
	3	3175.00	1593.00	2802.00	1402.00	814.00	783.00	800.00	773.00
2	1	2989.00	1498.00	3231.00	1621.00	807.00	778.00	816.00	785.00
	2	3112.00	1560.00	3112.00	1560.00	812.00	781.00	812.00	781.00
	3	3231.00	1621.00	2989.00	1498.00	816.00	785.00	807.00	778.00
1	1	2806.00	1404.00	3153.00	1582.00	800.00	773.00	813.00	783.00
	2	3004.00	1506.00	3004.00	1506.00	807.00	778.00	807.00	778.00
	3	3153.00	1582.00	2806.00	1404.00	813.00	783.00	800.00	773.00

Tabla 4.8

PORTICO "C" : REDUCCION = 0%**AREAS DE ACERO DE REFUERZO EN VIGAS**

NIVEL	VIGA	ANCHO	PERALTE	AsSI	AsII	AsSD	AsID
10	1	30.00	55.00	7.40	3.70	10.23	5.12
	2	30.00	55.00	9.48	4.74	9.48	4.74
	3	30.00	55.00	10.23	5.12	7.40	3.70
9	1	30.00	55.00	11.73	5.87	12.85	6.43
	2	30.00	55.00	12.31	6.16	12.31	6.16
	3	30.00	55.00	12.85	6.43	11.73	5.87
8	1	30.00	55.00	13.83	6.92	15.18	7.59
	2	30.00	55.00	14.47	7.24	14.47	7.24
	3	30.00	55.00	15.18	7.59	13.83	6.92
7	1	30.00	55.00	15.96	7.98	16.98	8.49
	2	30.00	55.00	16.30	8.15	16.30	8.15
	3	30.00	55.00	16.98	8.49	15.96	7.98
6	1	30.00	55.00	16.69	8.35	17.82	8.91
	2	30.00	55.00	17.07	8.54	17.07	8.54
	3	30.00	55.00	17.82	8.91	16.69	8.35
5	1	40.00	65.00	16.08	8.04	17.07	8.54
	2	40.00	65.00	16.00	8.00	16.00	8.00
	3	40.00	65.00	17.07	8.54	16.08	8.04
4	1	40.00	65.00	16.50	8.25	17.30	8.65
	2	40.00	65.00	16.50	8.25	16.50	8.25
	3	40.00	65.00	17.30	8.65	16.50	8.25
3	1	40.00	65.00	17.08	8.54	17.89	8.95
	2	40.00	65.00	17.00	8.50	17.00	8.50
	3	40.00	65.00	17.89	8.95	17.08	8.54
2	1	40.00	65.00	17.28	8.64	18.01	9.01
	2	40.00	65.00	17.13	8.57	17.13	8.57
	3	40.00	65.00	18.01	9.01	17.28	8.64
1	1	40.00	65.00	15.24	7.62	16.31	8.16
	2	40.00	65.00	15.38	7.69	15.38	7.69
	3	40.00	65.00	16.31	8.16	15.24	7.62

Tabla 4.9

PORTICO "C" : REDUCCION = 0%

MOMENTOS EN VIGAS

NIVEL	VIGA	MySI	MyII	MySD	MyID	McSI	McII	McSD	McID
10	1	1374.00	682.00	1882.00	940.00	487.00	475.00	506.00	488.00
	2	1748.00	872.00	1748.00	872.00	501.00	485.00	501.00	485.00
	3	1882.00	940.00	1374.00	682.00	506.00	488.00	487.00	475.00
9	1	2150.00	1076.00	2349.00	1178.00	516.00	496.00	524.00	501.00
	2	2253.00	1129.00	2253.00	1129.00	520.00	498.00	520.00	498.00
	3	2349.00	1178.00	2150.00	1076.00	524.00	501.00	516.00	496.00
8	1	2524.00	1267.00	2764.00	1390.00	531.00	506.00	540.00	512.00
	2	2637.00	1325.00	2637.00	1325.00	535.00	509.00	535.00	509.00
	3	2764.00	1390.00	2524.00	1267.00	540.00	512.00	531.00	506.00
7	1	2902.00	1460.00	3083.00	1553.00	545.00	516.00	552.00	521.00
	2	2962.00	1491.00	2962.00	1491.00	547.00	518.00	547.00	518.00
	3	3083.00	1553.00	2902.00	1460.00	552.00	521.00	545.00	516.00
6	1	3031.00	1526.00	3232.00	1629.00	550.00	520.00	557.00	525.00
	2	3099.00	1561.00	3099.00	1561.00	552.00	521.00	552.00	521.00
	3	3232.00	1629.00	3031.00	1526.00	557.00	525.00	550.00	520.00
5	1	3600.00	1810.00	3816.00	1920.00	954.00	919.00	962.00	925.00
	2	3582.00	1801.00	3582.00	1801.00	953.00	918.00	953.00	918.00
	3	3816.00	1920.00	3600.00	1810.00	962.00	925.00	954.00	919.00
4	1	3691.00	1856.00	3866.00	1946.00	957.00	921.00	964.00	926.00
	2	3691.00	1856.00	3691.00	1856.00	957.00	921.00	957.00	921.00
	3	3866.00	1946.00	3691.00	1856.00	964.00	926.00	957.00	921.00
3	1	3818.00	1921.00	3995.00	2011.00	962.00	925.00	969.00	930.00
	2	3800.00	1912.00	3800.00	1912.00	962.00	924.00	962.00	924.00
	3	3995.00	2011.00	3818.00	1921.00	969.00	930.00	962.00	925.00
2	1	3862.00	1943.00	4021.00	2025.00	964.00	926.00	970.00	931.00
	2	3829.00	1927.00	3829.00	1927.00	963.00	925.00	963.00	925.00
	3	4021.00	2025.00	3862.00	1943.00	970.00	931.00	964.00	926.00
1	1	3416.00	1716.00	3650.00	1835.00	946.00	913.00	956.00	920.00
	2	3447.00	1731.00	3447.00	1731.00	948.00	914.00	948.00	914.00
	3	3650.00	1835.00	3416.00	1716.00	956.00	920.00	946.00	913.00

Tabla 4.10

PORTICO "C" : REDUCCION = 10%

AREAS DE ACERO DE REFUERZO EN VIGAS

NIVEL	VIGA	ANCHO	PERALTE	AsSI	AsII	AsSD	AsID
10	1	30.00	55.00	6.61	3.31	9.12	4.56
	2	30.00	55.00	8.45	4.23	8.45	4.23
	3	30.00	55.00	9.12	4.56	6.61	3.31
9	1	30.00	55.00	10.44	5.22	11.42	5.71
	2	30.00	55.00	10.95	5.48	10.95	5.48
	3	30.00	55.00	11.42	5.71	10.44	5.22
8	1	30.00	55.00	12.27	6.14	13.45	6.73
	2	30.00	55.00	12.83	6.42	12.83	6.42
	3	30.00	55.00	13.45	6.73	12.27	6.14
7	1	30.00	55.00	14.16	7.08	15.21	7.61
	2	30.00	55.00	14.50	7.25	14.50	7.25
	3	30.00	55.00	15.21	7.61	14.16	7.08
6	1	30.00	55.00	14.91	7.46	16.09	8.05
	2	30.00	55.00	15.31	7.66	15.31	7.66
	3	30.00	55.00	16.09	8.05	14.91	7.46
5	1	40.00	65.00	14.34	7.87	15.20	7.60
	2	40.00	65.00	14.26	7.13	14.26	7.13
	3	40.00	65.00	15.20	7.60	14.34	7.87
4	1	40.00	65.00	14.70	7.87	15.41	7.71
	2	40.00	65.00	14.70	7.35	14.70	7.35
	3	40.00	65.00	15.41	7.71	14.70	7.87
3	1	40.00	65.00	15.22	7.87	15.93	7.97
	2	40.00	65.00	15.15	7.58	15.15	7.58
	3	40.00	65.00	15.93	7.97	15.22	7.87
2	1	40.00	65.00	15.40	7.87	16.04	8.02
	2	40.00	65.00	15.26	7.63	15.26	7.63
	3	40.00	65.00	16.04	8.02	15.40	7.87
1	1	40.00	65.00	13.59	7.38	14.54	7.27
	2	40.00	65.00	13.72	6.86	13.72	6.86
	3	40.00	65.00	14.54	7.27	13.59	7.38

Tabla 4.11

PORTICO "C" : REDUCCION = 10%

MOMENTOS EN VIGAS

NIVEL	VIGA	MySI	MyII	MySD	MyID	McSI	McII	McSD	McID
10	1	1231.00	610.00	1683.00	839.00	482.00	471.00	499.00	483.00
	2	1663.00	778.00	1663.00	778.00	494.00	480.00	494.00	480.00
	3	1683.00	839.00	1231.00	610.00	499.00	483.00	482.00	471.00
9	1	1920.00	959.00	2095.00	1048.00	508.00	489.00	514.00	494.00
	2	2011.00	1006.00	2011.00	1006.00	511.00	482.00	511.00	492.00
	3	2095.00	1048.00	1920.00	959.00	514.00	494.00	508.00	489.00
8	1	2246.00	1125.00	2456.00	1233.00	520.00	498.00	528.00	504.00
	2	2346.00	1176.00	2346.00	1176.00	524.00	501.00	524.00	501.00
	3	2456.00	1233.00	2246.00	1125.00	528.00	504.00	520.00	498.00
7	1	2582.00	1297.00	2769.00	1392.00	533.00	507.00	540.00	512.00
	2	2643.00	1328.00	2643.00	1328.00	535.00	509.00	535.00	509.00
	3	2769.00	1392.00	2582.00	1297.00	540.00	512.00	533.00	507.00
6	1	2716.00	1365.00	2925.00	1472.00	538.00	511.00	546.00	517.00
	2	2787.00	1401.00	2787.00	1401.00	540.00	513.00	540.00	513.00
	3	2925.00	1472.00	2716.00	1365.00	546.00	517.00	538.00	511.00
5	1	3219.00	1773.00	3407.00	1711.00	941.00	913.00	946.00	913.00
	2	3202.00	1606.00	3202.00	1606.00	938.00	907.00	938.00	907.00
	3	3407.00	1711.00	3219.00	1773.00	946.00	913.00	941.00	913.00
4	1	3298.00	1773.00	3453.00	1735.00	943.00	914.00	948.00	914.00
	2	3298.00	1655.00	3298.00	1655.00	942.00	910.00	942.00	910.00
	3	3453.00	1735.00	3298.00	1773.00	948.00	914.00	943.00	914.00
3	1	3412.00	1772.00	3567.00	1793.00	947.00	915.00	952.00	918.00
	2	3396.00	1706.00	3396.00	1706.00	946.00	913.00	946.00	913.00
	3	3567.00	1793.00	3412.00	1772.00	952.00	918.00	947.00	915.00
2	1	3451.00	1772.00	3591.00	1805.00	948.00	915.00	953.00	918.00
	2	3420.00	1718.00	3420.00	1718.00	947.00	913.00	947.00	913.00
	3	3591.00	1805.00	3451.00	1772.00	953.00	918.00	948.00	915.00
1	1	3048.00	1663.00	3263.00	1638.00	934.00	907.00	940.00	909.00
	2	3083.00	1546.00	3083.00	1546.00	933.00	904.00	933.00	904.00
	3	3263.00	1638.00	3048.00	1663.00	940.00	909.00	934.00	907.00

Tabla 4.12

PORTICO "C" : REDUCCION = 20%

AREAS DE ACERO DE REFUERZO EN VIGAS

NIVEL	VIGA	ANCHO	PERALTE	AsSI	AsII	AsSD	AsID
10	1	30.00	55.00	5.84	2.92	8.03	4.02
	2	30.00	55.00	7.45	3.73	7.45	3.73
	3	30.00	55.00	8.03	4.02	5.84	2.92
9	1	30.00	55.00	9.18	4.59	10.02	5.01
	2	30.00	55.00	9.62	4.81	9.62	4.81
	3	30.00	55.00	10.02	5.01	9.18	4.59
8	1	30.00	55.00	10.76	5.38	11.78	5.89
	2	30.00	55.00	11.25	5.63	11.25	5.63
	3	30.00	55.00	11.78	5.89	10.76	5.38
7	1	30.00	55.00	12.39	6.20	13.29	6.65
	2	30.00	55.00	12.60	6.30	12.68	6.34
	3	30.00	55.00	13.29	6.65	12.39	6.20
6	1	30.00	55.00	13.03	6.52	14.04	7.02
	2	30.00	55.00	13.37	6.69	13.37	6.69
	3	30.00	55.00	14.04	7.02	13.03	6.52
5	1	40.00	65.00	12.63	7.87	13.38	6.69
	2	40.00	65.00	12.56	6.28	12.56	6.28
	3	40.00	65.00	13.38	6.69	12.63	7.87
4	1	40.00	65.00	12.95	7.87	13.56	6.78
	2	40.00	65.00	12.95	6.71	12.95	6.71
	3	40.00	65.00	13.56	6.78	12.95	7.87
3	1	40.00	65.00	13.39	7.87	14.02	7.01
	2	40.00	65.00	13.33	7.28	13.33	7.28
	3	40.00	65.00	14.02	7.01	13.39	7.87
2	1	40.00	65.00	13.55	7.87	14.10	7.05
	2	40.00	65.00	13.45	7.45	13.45	7.45
	3	40.00	65.00	14.10	7.05	13.55	7.87
1	1	40.00	65.00	11.98	7.38	12.80	6.40
	2	40.00	65.00	12.09	6.05	12.09	6.05
	3	40.00	65.00	12.80	6.40	11.98	7.38

Tabla 4.13

PORTICO "C" : REDUCCION = 20%

MOMENTOS EN VIGAS

NIVEL	VIGÀ	MySI	MyII	MySD	MyID	McSI	McII	McSD	McID
10	1	1091.00	539.00	1487.00	740.00	477.00	467.00	492.00	478.00
	2	1383.00	687.00	1383.00	687.00	488.00	475.00	488.00	475.00
	3	1487.00	740.00	1091.00	539.00	492.00	478.00	477.00	467.00
9	1	1694.00	844.00	1844.00	921.00	499.00	483.00	505.00	487.00
	2	1773.00	885.00	1773.00	885.00	502.00	485.00	502.00	485.00
	3	1844.00	921.00	1694.00	844.00	505.00	487.00	499.00	483.00
8	1	1977.00	988.00	2159.00	1081.00	510.00	491.00	517.00	496.00
	2	2064.00	1033.00	2064.00	1033.00	513.00	493.00	513.00	493.00
	3	2159.00	1081.00	1977.00	988.00	517.00	496.00	510.00	491.00
7	1	2267.00	1136.00	2428.00	1218.00	521.00	499.00	527.00	503.00
	2	2319.00	1163.00	2319.00	1163.00	523.00	500.00	523.00	500.00
	3	2428.00	1218.00	2267.00	1136.00	527.00	503.00	521.00	499.00
6	1	2381.00	1195.00	2561.00	1286.00	525.00	502.00	532.00	507.00
	2	2442.00	1225.00	2442.00	1225.00	527.00	504.00	527.00	504.00
	3	2561.00	1286.00	2381.00	1195.00	532.00	507.00	525.00	502.00
5	1	2844.00	1424.00	3009.00	1508.00	924.00	897.00	930.00	901.00
	2	2829.00	1416.00	2829.00	1416.00	923.00	896.00	923.00	896.00
	3	3009.00	1508.00	2844.00	1424.00	930.00	901.00	924.00	897.00
4	1	2914.00	1460.00	3048.00	1528.00	927.00	899.00	932.00	903.00
	2	2914.00	1513.00	2914.00	1513.00	927.00	900.00	927.00	900.00
	3	3048.00	1528.00	2914.00	1460.00	932.00	903.00	927.00	899.00
3	1	3010.00	1774.00	3149.00	1580.00	934.00	910.00	936.00	906.00
	2	2997.00	1641.00	2997.00	1641.00	932.00	906.00	932.00	906.00
	3	3149.00	1580.00	3010.00	1774.00	936.00	906.00	936.00	910.00
2	1	3045.00	1774.00	3167.00	1588.00	935.00	911.00	937.00	906.00
	2	3024.00	1679.00	3024.00	1679.00	933.00	907.00	933.00	907.00
	3	3167.00	1588.00	3045.00	1774.00	937.00	906.00	935.00	911.00
1	1	2700.00	1665.00	2882.00	1443.00	923.00	903.00	925.00	898.00
	2	2726.00	1364.00	2726.00	1364.00	919.00	893.00	919.00	893.00
	3	2882.00	1443.00	2700.00	1665.00	925.00	898.00	923.00	903.00

Tabla 4.14

PORTICO "C" : REDUCCION = 30%

AREAS DE ACERO DE REFUERZO EN VIGAS

NIVEL	VIGA	ANCHO	PERALTE	AsSI	AsII	AsSD	AsID
10	1	30.00	55.00	5.08	2.54	6.96	3.48
	2	30.00	55.00	6.46	3.23	6.46	3.23
	3	30.00	55.00	6.96	3.48	5.08	2.54
9	1	30.00	55.00	6.26	3.13	6.82	3.41
	2	30.00	55.00	8.32	4.16	8.32	4.16
	3	30.00	55.00	6.82	3.41	6.26	3.13
8	1	30.00	55.00	9.30	4.65	10.16	5.08
	2	30.00	55.00	9.71	4.86	9.71	4.86
	3	30.00	55.00	10.16	5.08	9.30	4.65
7	1	30.00	55.00	10.68	5.34	11.43	5.72
	2	30.00	55.00	10.92	5.46	10.92	5.46
	3	30.00	55.00	11.43	5.72	10.68	5.34
6	1	30.00	55.00	11.22	5.61	12.07	6.04
	2	30.00	55.00	11.51	5.76	11.51	5.76
	3	30.00	55.00	12.07	6.04	11.22	5.61
5	1	40.00	65.00	10.95	7.87	11.60	5.80
	2	40.00	65.00	10.89	6.08	10.89	6.08
	3	40.00	65.00	11.60	5.80	10.95	7.87
4	1	40.00	65.00	11.23	7.87	11.75	5.88
	2	40.00	65.00	11.23	6.71	11.23	6.71
	3	40.00	65.00	11.75	5.88	11.23	7.87
3	1	40.00	65.00	11.61	7.87	12.14	6.07
	2	40.00	65.00	11.51	7.28	11.51	7.28
	3	40.00	65.00	12.14	6.07	11.61	7.87
2	1	40.00	65.00	11.74	7.87	12.22	6.11
	2	40.00	65.00	11.65	7.45	11.65	7.45
	3	40.00	65.00	12.22	6.11	11.74	7.87
1	1	40.00	65.00	10.39	7.38	11.10	5.55
	2	40.00	65.00	10.49	5.25	10.49	5.25
	3	40.00	65.00	11.10	5.55	10.39	7.38

Tabla 4.15

PORTICO "C" : REDUCCION = 30%

MOMENTOS EN VIGAS

NIVEL	VIGA	MySI	MyII	MySD	MyID	McSI	McII	McSD	McID
10	1	952.00	470.00	1294.00	642.00	472.00	463.00	484.00	472.00
	2	1204.00	596.00	1204.00	596.00	481.00	470.00	481.00	470.00
	3	1294.00	642.00	952.00	470.00	484.00	472.00	472.00	463.00
9	1	1167.00	578.00	1269.00	629.00	480.00	469.00	483.00	472.00
	2	1540.00	766.00	1540.00	766.00	494.00	479.00	494.00	479.00
	3	1269.00	629.00	1167.00	578.00	483.00	472.00	480.00	469.00
8	1	1715.00	855.00	1869.00	934.00	500.00	484.00	506.00	488.00
	2	1789.00	893.00	1789.00	893.00	503.00	486.00	503.00	486.00
	3	1869.00	934.00	1715.00	855.00	506.00	488.00	500.00	484.00
7	1	1962.00	981.00	2096.00	1049.00	509.00	491.00	514.00	494.00
	2	2005.00	1003.00	2005.00	1003.00	511.00	492.00	511.00	492.00
	3	2096.00	1049.00	1962.00	981.00	514.00	494.00	509.00	491.00
6	1	2059.00	1030.00	2210.00	1107.00	513.00	493.00	519.00	497.00
	2	211.00	1056.00	2111.00	1056.00	515.00	495.00	515.00	495.00
	3	2210.00	1107.00	2059.00	1030.00	519.00	497.00	513.00	493.00
5	1	2471.00	1777.00	2618.00	1309.00	917.00	903.00	915.00	890.00
	2	2461.00	1373.00	2461.00	1373.00	911.00	890.00	911.00	890.00
	3	2618.00	1309.00	2471.00	1777.00	915.00	890.00	917.00	903.00
4	1	2533.00	1777.00	2651.00	1326.00	919.00	904.00	916.00	891.00
	2	2536.00	1268.00	2536.00	1268.00	912.00	888.00	912.00	888.00
	3	2651.00	1326.00	2533.00	1777.00	916.00	891.00	919.00	904.00
3	1	2618.00	1776.00	2737.00	1369.00	921.00	905.00	920.00	894.00
	2	2605.00	1643.00	2605.00	1643.00	919.00	901.00	919.00	901.00
	3	2737.00	1369.00	2618.00	1776.00	920.00	894.00	920.00	905.00
2	1	2646.00	1776.00	2754.00	1378.00	922.00	906.00	921.00	894.00
	2	2627.00	1681.00	2627.00	1681.00	920.00	902.00	920.00	902.00
	3	2754.00	1378.00	2646.00	1776.00	921.00	894.00	922.00	906.00
1	1	2347.00	1667.00	2508.00	1253.00	911.00	898.00	911.00	887.00
	2	2373.00	1185.00	2373.00	1185.00	906.00	883.00	906.00	883.00
	3	2508.00	1253.00	2347.00	1667.00	911.00	887.00	911.00	898.00

Tabla 4.16

PORTICO " A "

AREAS DE ACERO EN LAS COLUMNAS

NIVEL	COLUMNA	ANCHO B (cm)	PERALTE T (cm)	ACERO As (cm ²)	FLUENCIA My (T*cm)	AGRIET. Mc (T*cm)
5	1	50.00	50.00	25.00	2684.00	830.00
	2	50.00	50.00	25.00	3192.00	1026.00
	3	50.00	50.00	25.00	3192.00	1026.00
	4	50.00	50.00	25.00	2684.00	830.00
4	1	50.00	50.00	25.00	3286.00	1065.00
	2	50.00	50.00	25.00	4179.00	1485.00
	3	50.00	50.00	25.00	4179.00	1485.00
	4	50.00	50.00	25.00	3286.00	1065.00
3	1	60.00	60.00	36.00	5852.00	1913.00
	2	60.00	60.00	36.00	7464.00	2703.00
	3	60.00	60.00	36.00	7464.00	2703.00
	4	60.00	60.00	36.00	5852.00	1913.00
2	1	60.00	60.00	36.00	6526.00	2214.00
	2	60.00	60.00	36.00	8335.00	3285.00
	3	60.00	60.00	36.00	8335.00	3285.00
	4	60.00	60.00	36.00	6526.00	2214.00
1	1	60.00	60.00	36.00	7124.00	2514.00
	2	60.00	60.00	36.00	8939.00	3869.00
	3	60.00	60.00	36.00	8939.00	3869.00
	4	60.00	60.00	36.00	7124.00	2514.00

Tabla 4.17

PORTICO " B "

AREAS DE ACERO EN LAS COLUMNAS

NIVEL	COLUMNA	ANCHO B (cm)	PERALTE T (cm)	ACERO As (cm ²)	FLUENCIA My (T*cm)	AGRIET. Mc (T*cm)
5	1	50.00	50.00	25.00	2843.00	890.00
	2	50.00	50.00	25.00	3480.00	1147.00
	3	50.00	50.00	25.00	3480.00	1147.00
	4	50.00	50.00	25.00	2843.00	890.00
4	1	50.00	50.00	25.00	3591.00	1196.00
	2	50.00	50.00	25.00	4617.00	1750.00
	3	50.00	50.00	25.00	4617.00	1750.00
	4	50.00	50.00	25.00	3591.00	1196.00
3	1	60.00	60.00	36.00	6408.00	2159.00
	2	60.00	60.00	36.00	8225.00	3200.00
	3	60.00	60.00	36.00	8225.00	3200.00
	4	60.00	60.00	36.00	6408.00	2159.00
2	1	60.00	60.00	36.00	7192.00	2551.00
	2	60.00	60.00	36.00	9009.00	3961.00
	3	60.00	60.00	36.00	9009.00	3961.00
	4	60.00	60.00	36.00	7192.00	2551.00
1	1	60.00	60.00	36.00	7851.00	2939.00
	2	60.00	60.00	36.00	9334.00	4725.00
	3	60.00	60.00	36.00	9334.00	4725.00
	4	60.00	60.00	36.00	7851.00	2939.00

Tabla 4.18

PORTICO " C "

AREAS DE ACERO EN LAS COLUMNAS

NIVEL	COLUMNA	ANCHO B (cm)	PERALTE T (cm)	ACERO As (cm ²)	FLUENCIA My (T*cm)	AGRIET. Mc (T*cm)
10	1	55.00	55.00	30.25	3466.00	1067.00
	2	55.00	55.00	30.25	4041.00	1283.00
	3	55.00	55.00	30.25	4041.00	1283.00
	4	55.00	55.00	30.25	3466.00	1067.00
9	1	55.00	55.00	30.25	4165.00	1333.00
	2	55.00	55.00	30.25	5212.00	1796.00
	3	55.00	55.00	30.25	5212.00	1796.00
	4	55.00	55.00	30.25	4165.00	1333.00
8	1	55.00	55.00	30.25	4789.00	1597.00
	2	55.00	55.00	30.25	6114.00	2309.00
	3	55.00	55.00	30.25	6114.00	2309.00
	4	55.00	55.00	30.25	4789.00	1597.00
7	1	55.00	60.00	30.25	5342.00	1861.00
	2	55.00	60.00	30.25	6745.00	2822.00
	3	55.00	60.00	30.25	6745.00	2822.00
	4	55.00	60.00	30.25	5342.00	1861.00
6	1	55.00	60.00	30.25	5823.00	2125.00
	2	55.00	60.00	30.25	7104.00	3336.00
	3	55.00	60.00	30.25	7104.00	3336.00
	4	55.00	60.00	30.25	5823.00	2125.00
5	1	65.00	65.00	42.25	9144.00	3244.00
	2	65.00	65.00	42.25	11415.00	4984.00
	3	65.00	65.00	42.25	11415.00	4984.00
	4	65.00	65.00	42.25	9144.00	3244.00
4	1	65.00	65.00	42.25	9731.00	3580.00
	2	65.00	65.00	42.25	11775.00	5627.00
	3	65.00	65.00	42.25	11775.00	5627.00
	4	65.00	65.00	42.25	9731.00	3580.00
3	1	65.00	65.00	42.25	10246.00	3917.00
	2	65.00	65.00	42.25	11877.00	6270.00
	3	65.00	65.00	42.25	11877.00	6270.00
	4	65.00	65.00	42.25	10246.00	3917.00
2	1	65.00	65.00	42.25	10692.00	4253.00
	2	65.00	65.00	42.25	11722.00	6912.00
	3	65.00	65.00	42.25	11722.00	6912.00
	4	65.00	65.00	42.25	10692.00	4263.00
1	1	65.00	65.00	42.25	11064.00	4588.00
	2	65.00	65.00	42.25	11307.00	7537.00
	3	65.00	65.00	42.25	11307.00	7537.00
	4	65.00	65.00	42.25	11064.00	4588.00

Tabla 4.19

4.6 COMPARACION DE RESULTADOS

4.6.1 ANALISIS ESTATICO INELASTICO

a) PORTICO "A" .- Los resultados obtenidos en los análisis, para cada una de las condiciones dadas, son mostradas de la figura 4.2 a la figura 4.5, en la tabla 4.20 , se muestran algunos valores de interés referidos al mecanismo de falla de la estructura.

En éstas figuras se muestran los requerimientos de ductilidad en las secciones extremas de vigas, tambien son mostradas los desplazamientos absolutos de entrepiso y las correspondientes fuerzas laterales aplicadas.

En la fig.4.2 para la condición en la cuál el porcentaje de reducción del momento negativo es 0%, el mayor requerimiento de ductilidad alcanzado es de 5.06, éste valor no excede la capacidad de ductilidad de dicha sección la cuál es de 11.9. En el quinto nivel existe cuatro secciones de vigas que no han entrado en fluencia, pero, en los extremos inferiores de las columnas del 1er. nivel se formaron rótulas plásticas.

Para la condición en la cuál el porcentaje de reducción es 10% (fig. 4.3) tenemos que la máxima ductilidad alcanzada es de 5.93, la capacidad de ductilidad de la sección es de 13.8, el mecanismo de falla del pórtico es mejorado, porque existe, dos secciones extremas de vigas que no han fluido. Las secciones inferiores de las columnas de el primer nivel han fluído.

En la condición de reducción en 30% de los momentos en los extremos de vigas, el máximo requerimiento de ductilidad alcanzado se incrementa a 6.10, la capacidad de ductilidad calculada para la sección es de 16.1 para ésta condición el mecanismo de falla es el más conveniente que las presentadas en las condiciones anteriores, primeramente todos los extremos de vigas llegan a la fluencia, luego, fluyen los extremos inferiores de las columnas del 1er. nivel se materializa la filosofía de diseño de "vigas débiles y columnas fuertes". Al disminuir el momento negativo en los extremos de las vigas, el requerimiento de ductilidad se incrementa pero no en forma muy significativa.

b) PORTICO "B" Los resultados obtenidos para éste pórtico están mostrados de la figura 4.6 a la figura 4.9.

Analizando estos resultados para las cuatro condiciones observamos que los mecanismos de falla son muy similares, los pórticos presentan fluencia en los extremos de vigas sólo en los tres primeros niveles, salvo en la condición en la cuál el porcentaje de reducción es 30% donde una viga del cuarto nivel fluye en un extremo, en los extremos inferiores de las columnas del primer nivel se han formado rótulas plásticas. También en tres columnas del cuarto nivel, en los extremos superiores se han formado rótulas plásticas, pero para la condición de reducción en 30% sólo se ha formado rótula en una sola columna.

En cuánto a los requerimientos de ductilidad, éste tiende a aumentar al incrementar el porcentaje de reducción

de los momentos negativos en los extremos de las vigas. Cuando el porcentaje de reducción es 0% el máximo requerimiento de ductilidad alcanzado es de 2.95 y cuando la reducción es 30% el máximo requerimiento alcanzado es de 3.18 .

c) PORTICO "C" .- En la figura 4.10 a la figura 4.13 se muestran los resultados para cada una de las condiciones de análisis a los que fué sometido el pórtico "C" La secuencia de formación de rótulas plásticas resulta más conveniente conforme se incrementa el porcentaje de reducción de los momentos en las vigas, cuando el porcentaje de reducción es de 30% en la gran mayoría de las secciones de las vigas se han formado rótulas, mediante las cuales se disipa la energía originada por las fuerzas laterales de sismo.

Para la primera condición, es decir, cuando el porcentaje de reducción es de 0% la máxima ductilidad alcanzada es de 7.06 para un desplazamiento lateral máximo del último nivel de 68.3cm. Para la cuarta condición, porcentaje de reducción 30%, el desplazamiento máximo de el último nivel es de 51.2cm, para el cuál se obtiene una ductilidad máxima en la viga de 5.83 Para las cuatro condiciones de análisis se observa que los mayores requerimientos de ductilidad se da en la zona intermedia de la estructura entre el 3er. y 7mo. nivel.

En el Análisis Estático Inelástico, el pórtico "A" tiene un mejor comportamiento estructural que el pórtico "B" ante un movimiento sísmico de regular intensidad. Para

el caso de reducción de momentos en 30%, el pórtico "A" disipa la energía originada por el sismo formando inicialmente rótulas en los extremos de las vigas y luego en el extremo inferior de las columnas del primer nivel. En cambio en el pórtico "B" no se originan rótulas en los extremos de las vigas de los niveles superiores (dos últimos pisos), los extremos inferiores de las columnas del primer nivel si entran en fluencia antes del colapso de la estructura.

De éstos resultados se concluye que los pórticos de grandes luces entre columnas generan un deficiente mecanismo de falla de la estructura para disipar la energía producida por el movimiento sísmico.

Comparando los resultados del pórtico "A" con los resultados del pórtico "C", observamos que el requerimiento de ductilidad en los extremos de las vigas del pórtico "C" son menores, aproximadamente 10%, que los requerimientos originados en el pórtico "A". También la redistribución de momentos en el pórtico "C" origina una fuerte disminución, aproximadamente 18%, del requerimiento de ductilidad en los extremos inferiores de las columnas del primer nivel.

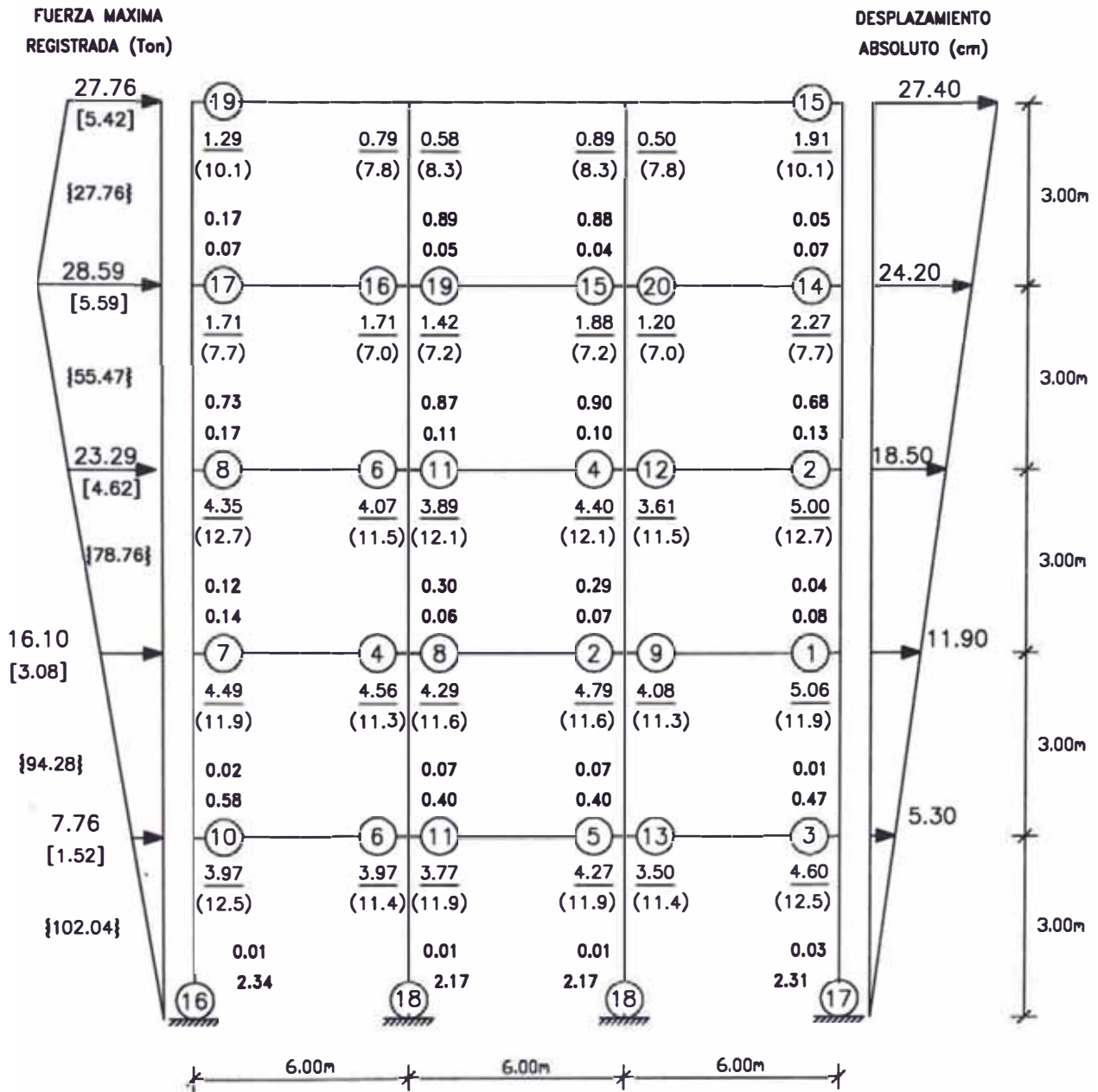
De éstas apreciaciones concluimos que la redistribución de momentos tiene beneficios más evidentes a medida que la estructura tenga mayor número de pisos.

4.6.2 RESULTADOS DEL ANALISIS ESTATICO INELASTICO

Los resultados obtenidos en el análisis estático inelástico son mostrados en las siguientes figuras y tablas.

ANALISIS ESTATICO INELASTICO

PORTICO "A" : REDUCCION = 00%



- = ORDEN DE FORMACION DE ROTULAS PLASTICAS
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO DE FLUENCIA (Tn.)

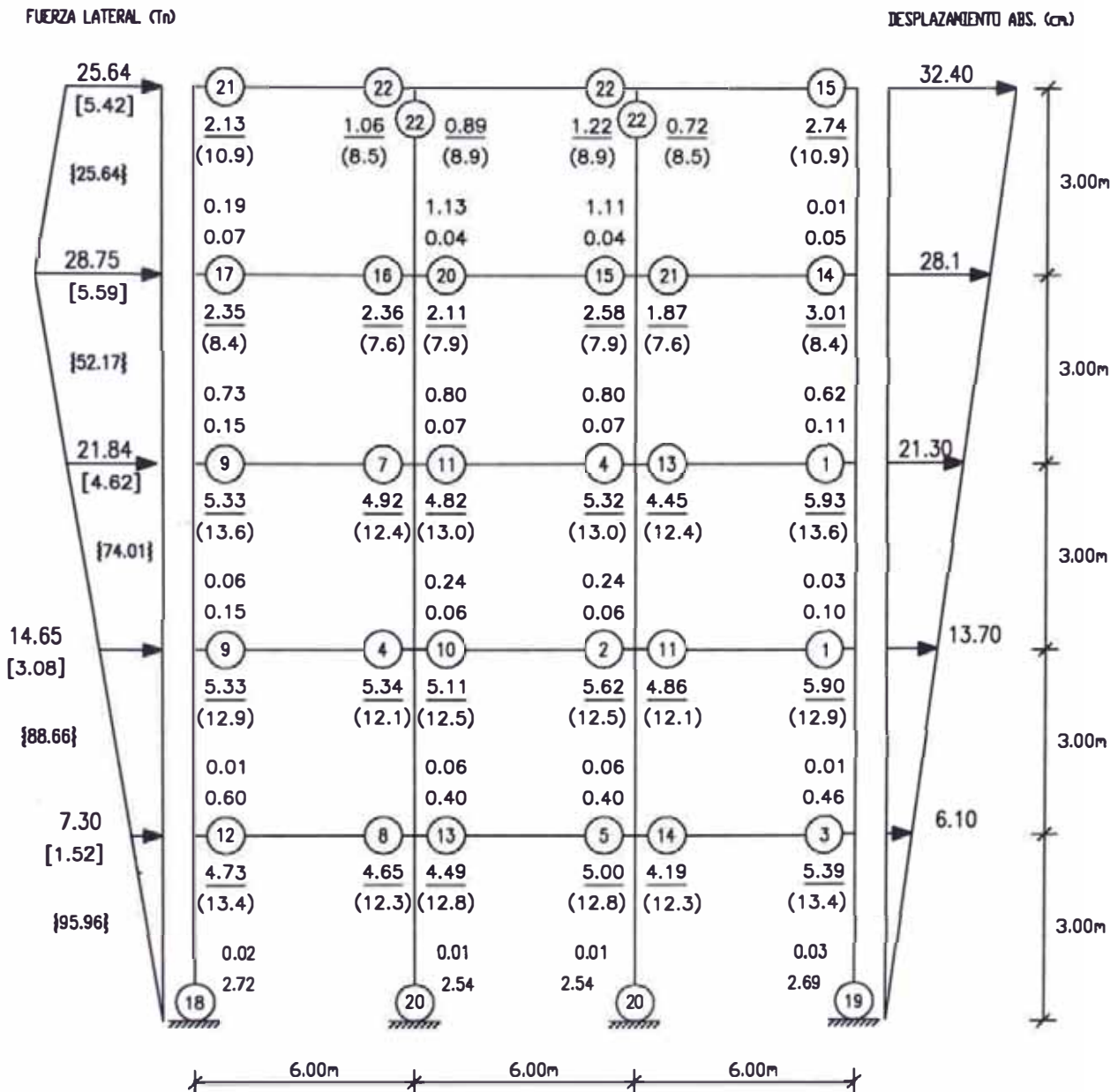
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS

NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.2

ANALISIS ESTATICO INELASTICO

PORTICO "A" : REDUCCION = 10%



- = ORDEN DE FORMACION DE ROTULAS PLASTICAS
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO DE FLUENCIA (Tn.)

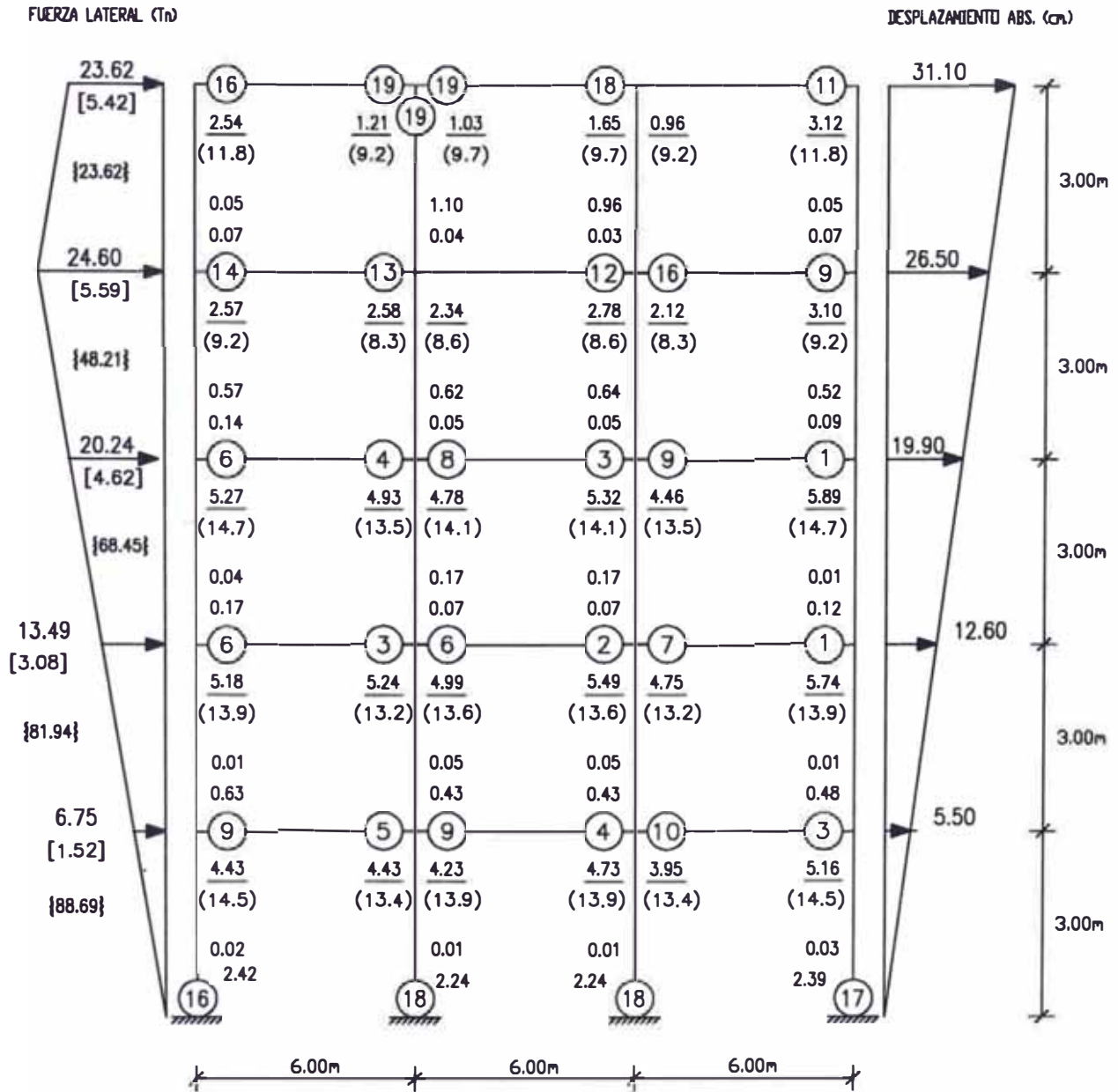
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS

NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.3

ANALISIS ESTATICO INELASTICO

PORTICO "A" : REDUCCION = 20%



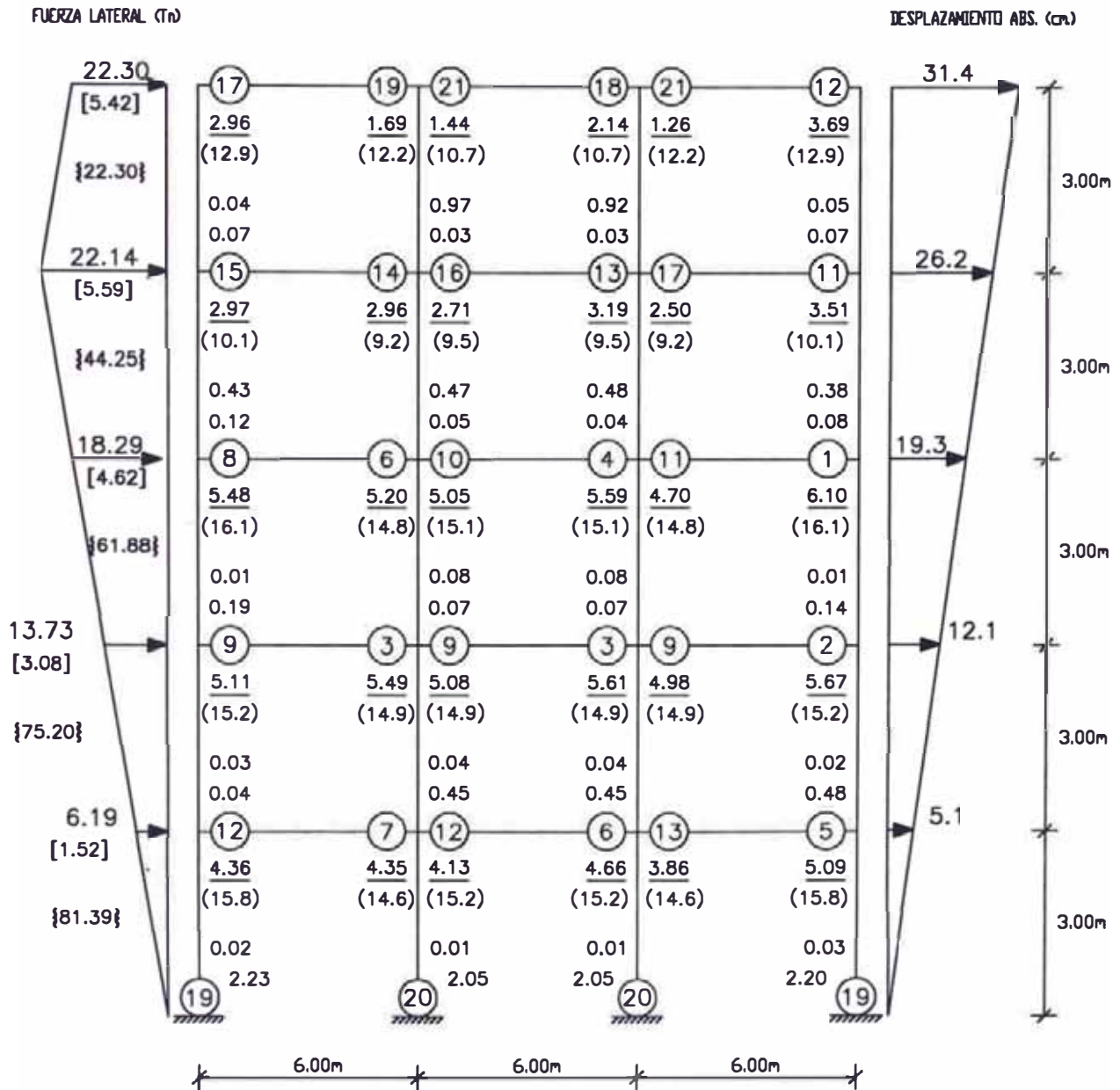
- = ORDEN DE FORMACION DE ROTULAS PLASTICAS
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO DE FLUENCIA (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.4

ANALISIS ESTATICO INELASTICO

PORTICO "A" : REDUCCION = 30%



- = ORDEN DE FORMACION DE ROTULAS PLASTICAS
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO DE FLUENCIA (Tn.)

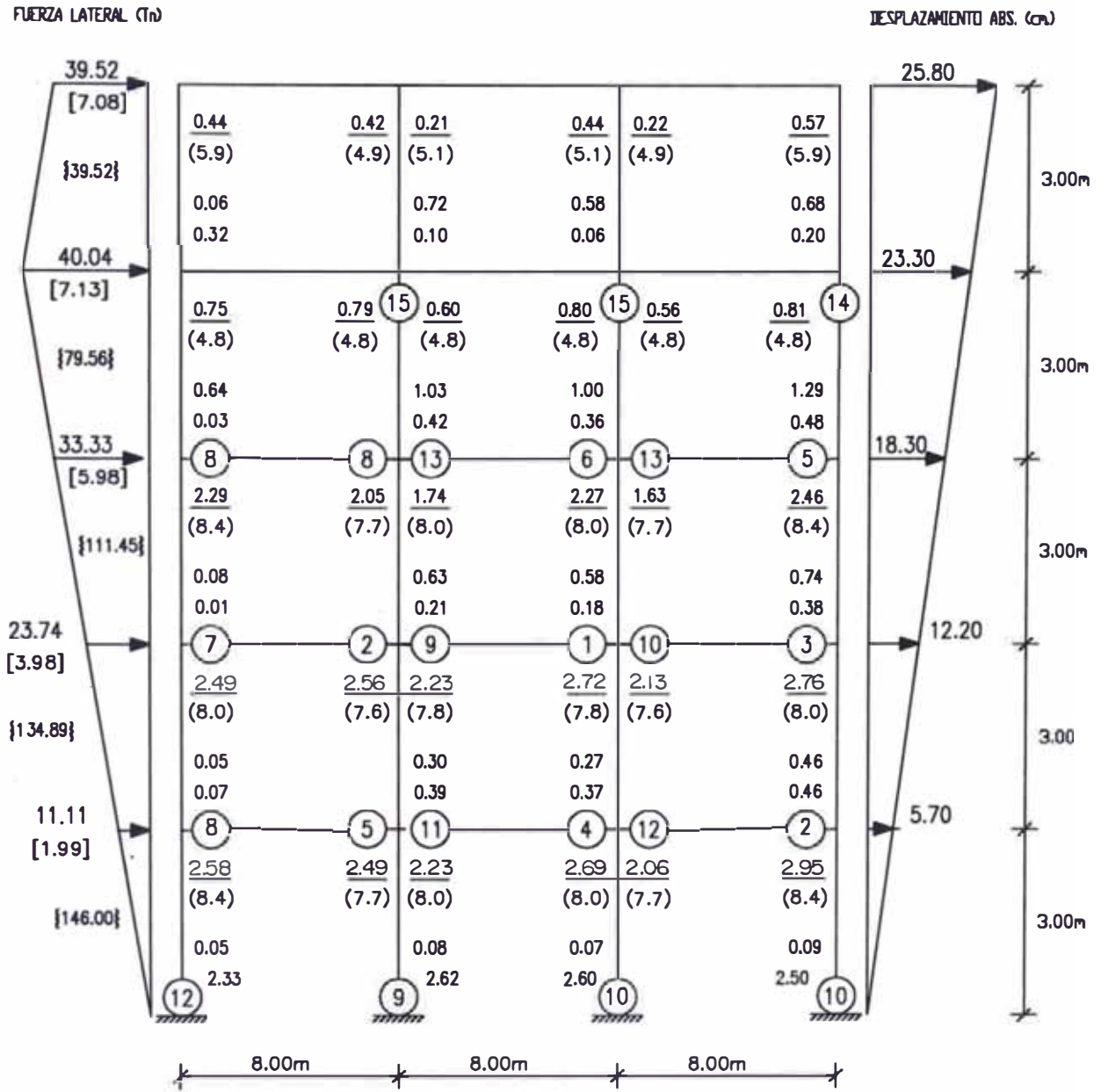
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS

NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.5

ANALISIS ESTATICO INELASTICO

PORTICO "B" : REDUCCION = 00%



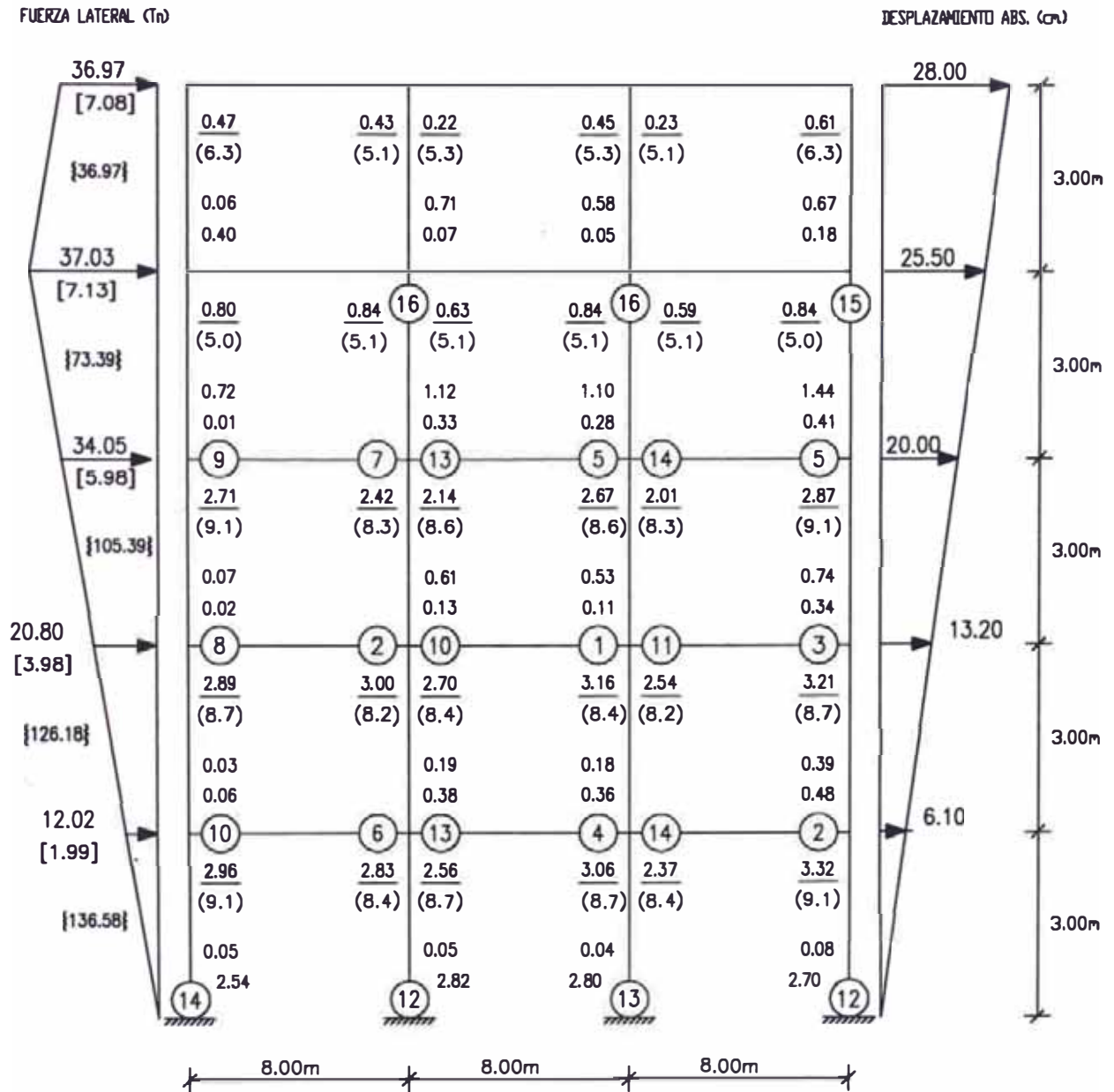
- = ORDEN DE FORMACION DE ROTULAS PLASTICAS
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO DE FLUENCIA (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.6

ANALISIS ESTATICO INELASTICO

PORTICO "B" : REDUCCION = 10%



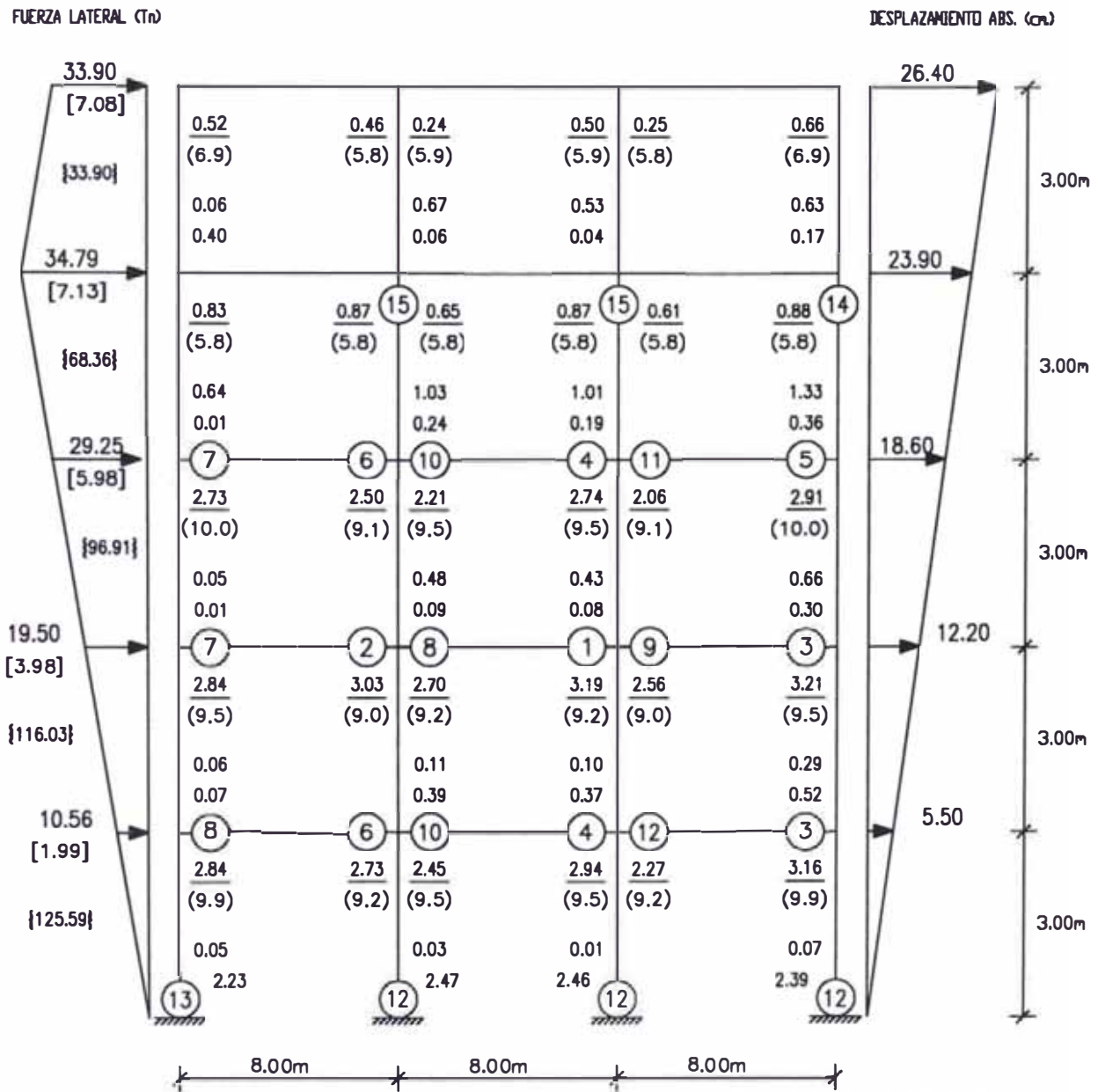
- = ORDEN DE FORMACION DE ROTULAS PLASTICAS
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTE MAXIMO DE FLUENCIA (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.7

ANALISIS ESTATICO INELASTICO

PORTICO "B" : REDUCCION = 20%



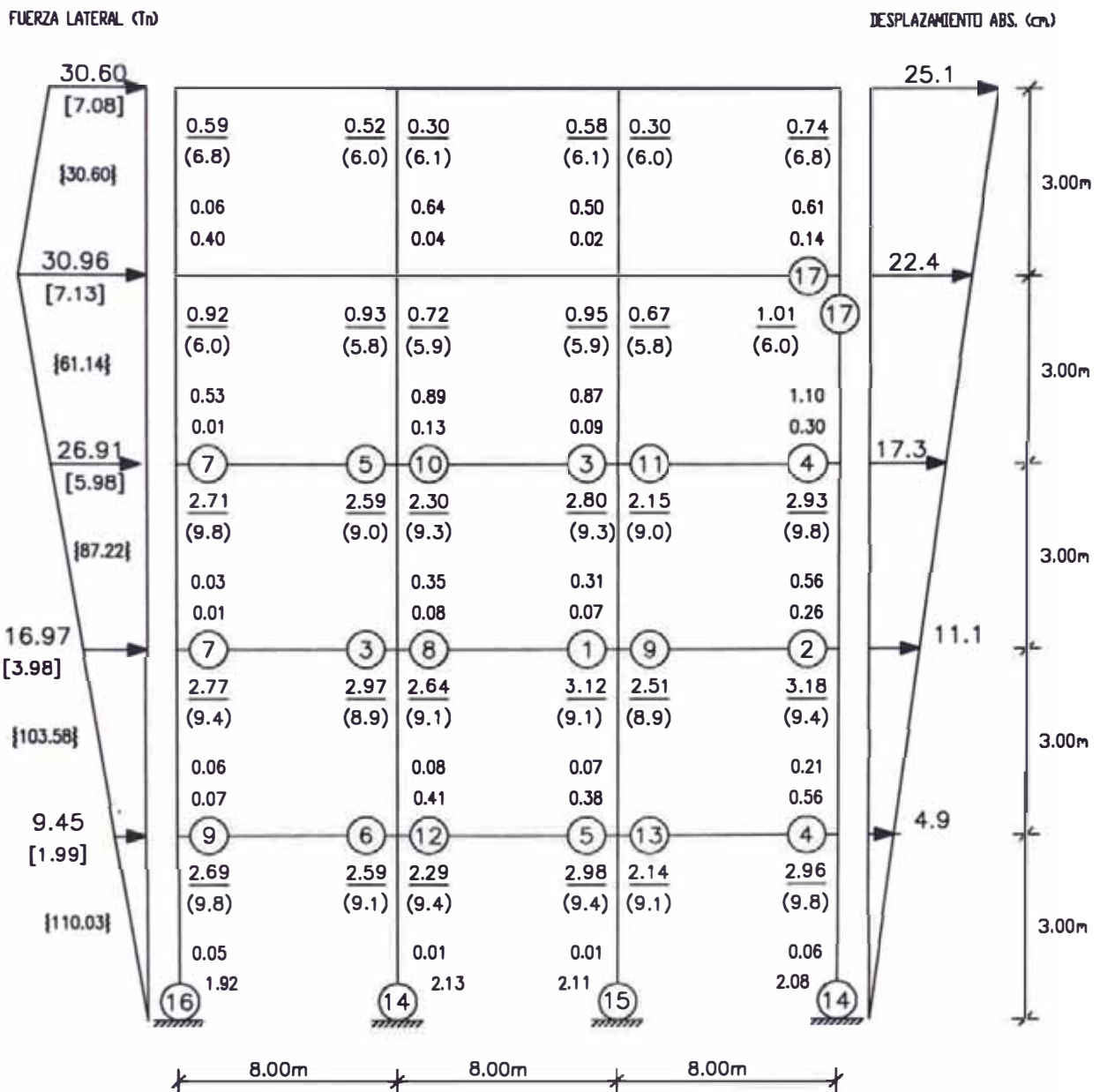
- = ORDEN DE FORMACION DE ROTULAS PLASTICAS
- () = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO DE FLUENCIA (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.8

ANALISIS ESTATICO INELASTICO

PORTICO "B" : REDUCCION = 30%



- = ORDEN DE FORMACION DE ROTULAS PLASTICAS
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO DE FLUENCIA (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

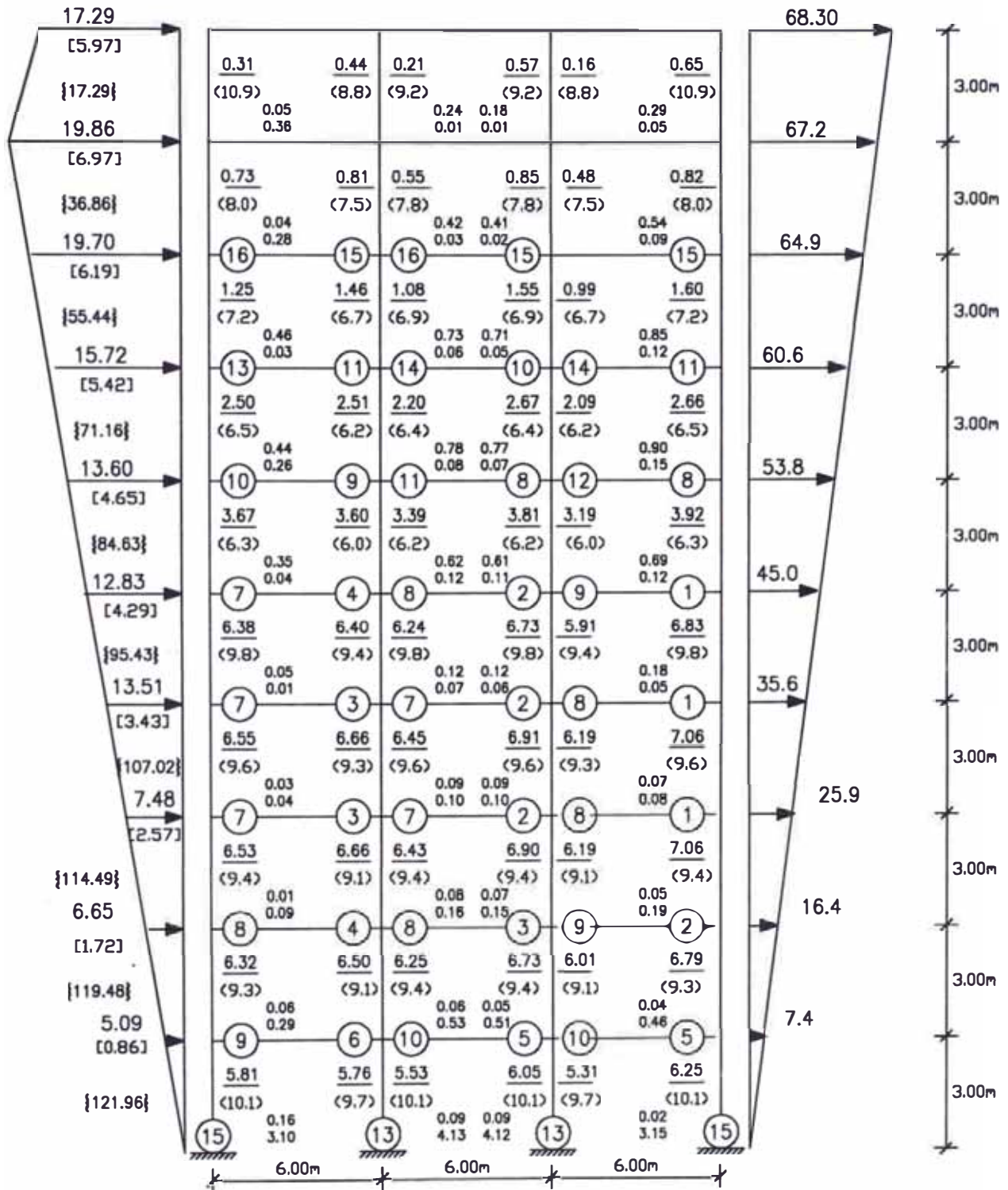
Fig. 4.9

ANALISIS ESTATICO INELASTICO

FUERZA LATERAL (Tn.)

PORTICO "C" : REDUCCION = 00%

DESPLAZAMIENTO ABS.(cm)



- = ORDEN DE FORMACION DE ROTULAS PLASTICAS
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO DE FLUENCIA (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm2)	COLUMNA (cm2)
6 al 10	30x55	55x55
1 al 5	40x65	65x65

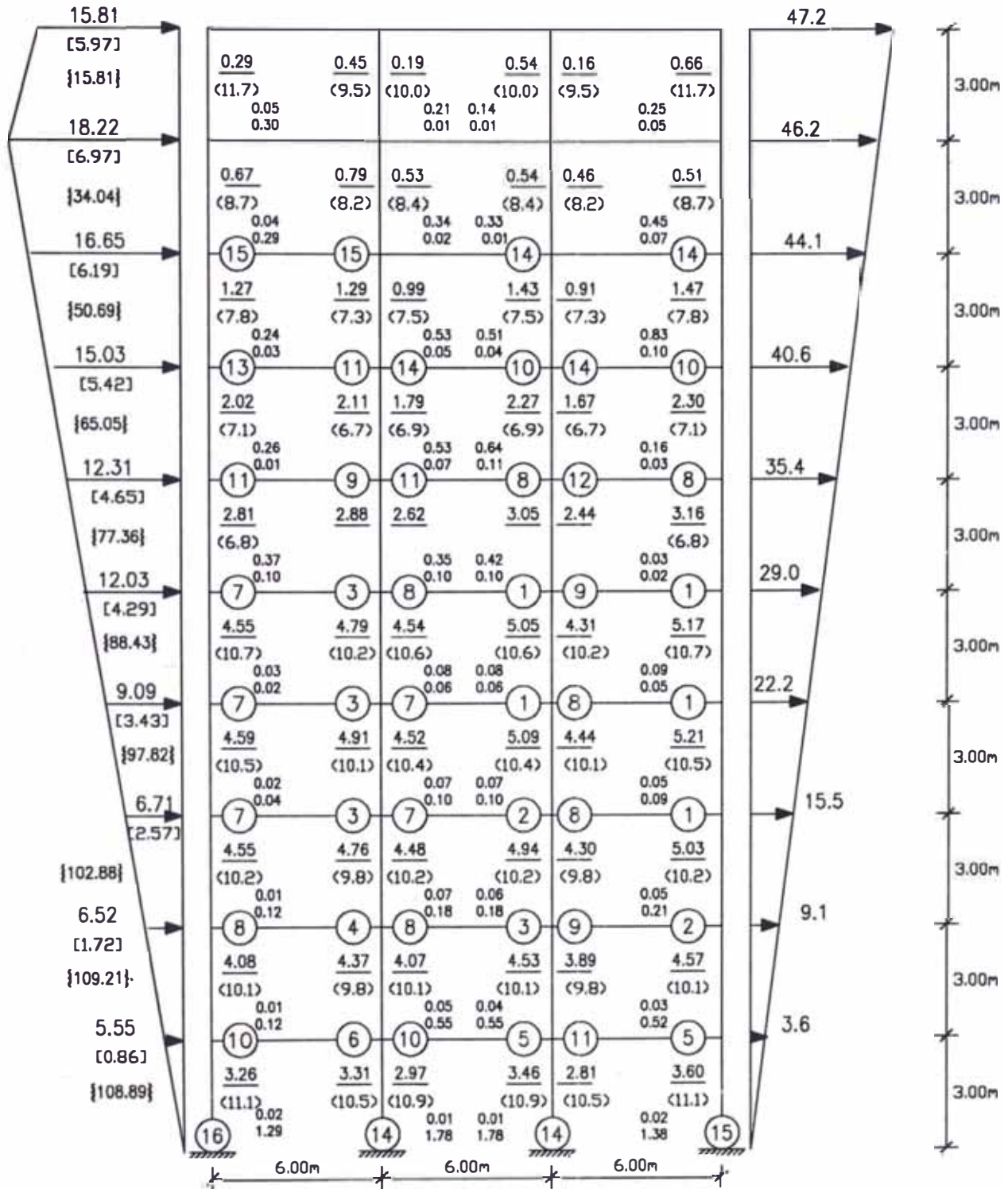
Fig. 4.10

ANALISIS ESTATICO INELASTICO

PORTICO "C" : REDUCCION = 10%

FUERZA LATERAL (Tn)

DESPLAZAMIENTO ABS. (cm)



- = ORDEN DE FORMACION DE ROTULAS PLASTICAS
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO DE FLUENCIA (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS

NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
6 al 10	30x55	55x55
1 al 5	40x65	65x65

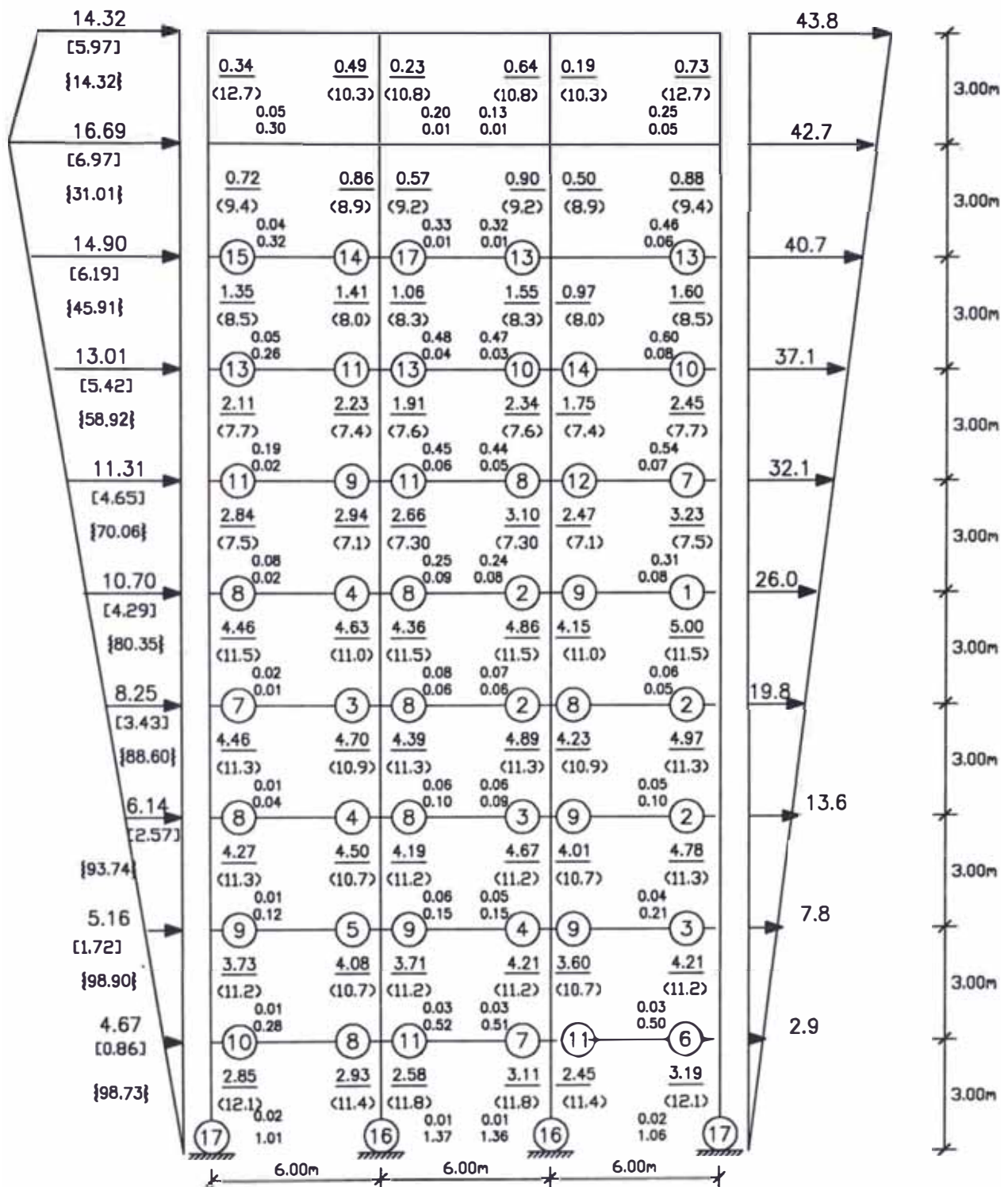
Fig. 4.II

ANALISIS ESTATICO INELASTICO

PORTICO "C" : REDUCCION = 20%

FUERZA LATERAL (Tn)

DESPLAZAMIENTO ABS. (cm)



- = ORDEN DE FORMACION DE ROTULAS PLASTICAS
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO DE FLUENCIA (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
6 al 10	30x55	55x55
1 al 5	40x65	65x65

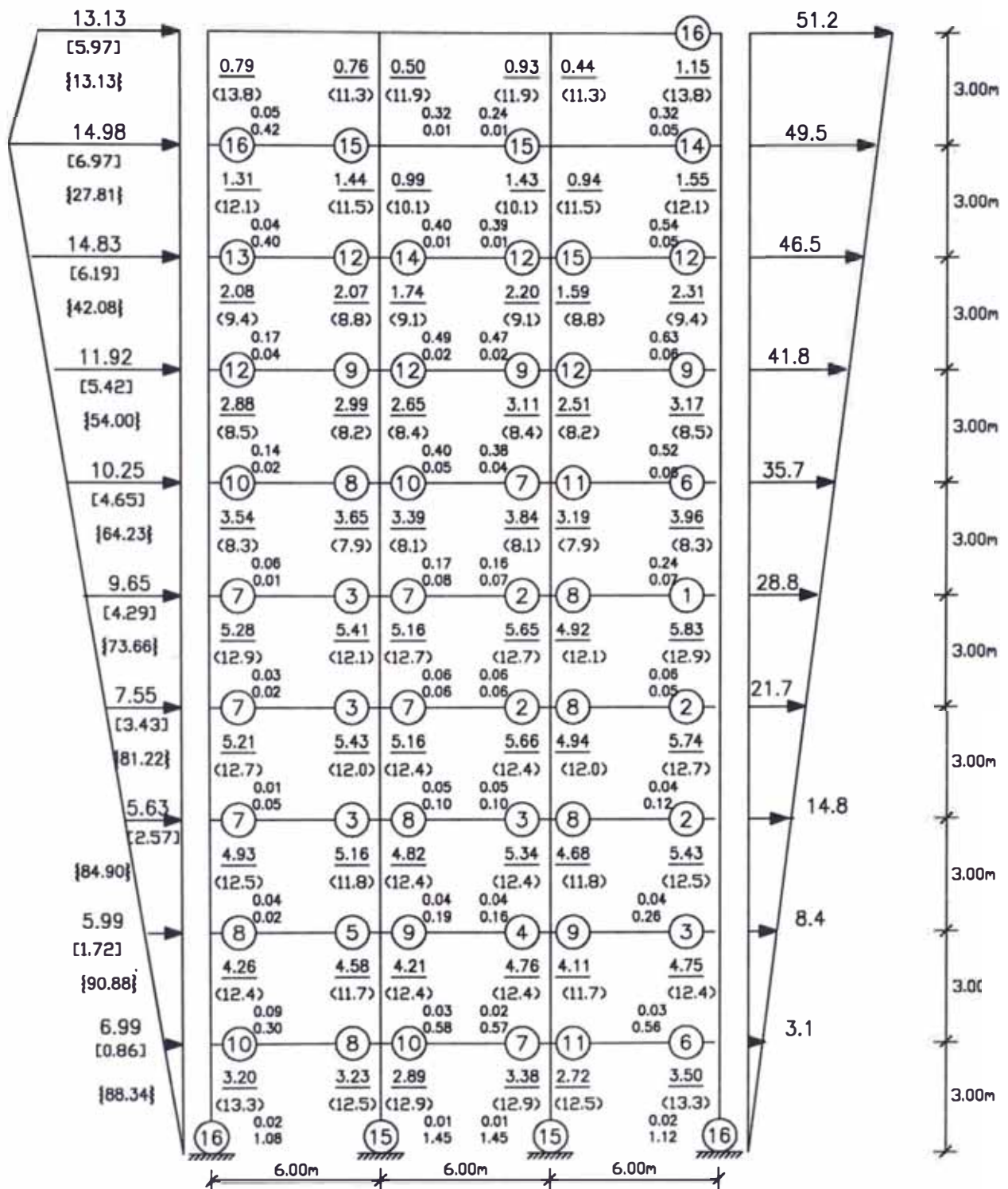
Fig. 4.12

ANALISIS ESTATICO INELASTICO

PORTICO "C" : REDUCCION = 30%

FUERZA LATERAL (Tn.)

DESPLAZAMIENTO ABS.(cm)



- = ORDEN DE FORMACION DE ROTULAS PLASTICAS
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO DE FLUENCIA (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
6 al 10	30x55	55x55
1 al 5	40x65	65x65

Fig. 4.13

PORTICO "A"
RESPUESTA DEL ANALISIS ESTADICO INELASTICO

PORCENTAJE DE REDUCCION	NIVEL	PRIMERA FLUENCIA		COLAPSO		DUCTILIDAD MAXIMA VIGA	CAPACIDAD DE DUCTILIDAD	DUCTILIDAD MAXIMA COLUMNA
		FUERZA(Tn)	D-abs(cm)	FUERZA(Tn)	D-abs(cm)			
0 %	5	17.54	5.28	27.76	27.46	1.91	10.10	0.89
	4	18.12	4.43	27.71	24.21	2.27	7.70	0.90
	3	14.97	3.27	23.29	18.57	5.00	12.70	0.30
	2	9.98	2.07	15.52	11.94	5.06	11.90	0.58
	1	4.99	0.86	7.76	5.32	4.60	12.50	2.34
10%	5	15.92	4.94	23.41	32.44	2.74	10.90	1.13
	4	16.44	4.14	28.75	28.10	3.01	8.40	0.80
	3	13.58	3.05	21.84	21.34	5.93	13.60	0.24
	2	9.06	1.92	14.65	13.69	5.90	12.90	0.40
	1	4.53	0.78	7.30	6.14	5.39	13.40	2.72
20%	5	14.62	4.76	23.62	31.18	3.12	11.80	1.10
	4	15.10	3.98	24.60	26.55	3.10	9.20	0.64
	3	12.47	2.92	20.24	19.93	5.89	14.70	0.17
	2	8.32	1.82	13.49	12.63	5.74	13.90	0.63
	1	4.16	0.72	6.75	5.53	5.16	14.50	2.42
30%	5	13.00	4.39	22.30	31.39	3.69	12.90	0.97
	4	13.42	3.67	21.95	26.20	3.51	10.10	0.48
	3	11.09	2.68	17.22	19.38	6.10	15.20	0.19
	2	7.39	1.64	13.73	12.10	5.67	15.20	0.63
	1	3.70	0.63	6.19	5.17	5.09	15.80	2.23

Tabla 4.20

PORTICO " B "
RESPUESTA DEL ANALISIS ESTATICO INELASTICO

PORCENTAJE DE REDUCCION	NIVEL	PRIMERA FLUENCIA		COLAPSO		DUCTILIDAD MAXIMA VIGA	CAPACIDAD DE DUCTILIDAD	DUCTILIDAD MAXIMA COLUMNA
		FUERZA(Tn)	D-abs(cm)	FUERZA(Tn)	D-abs(cm)			
0 %	5	30.60	9.90	39.52	25.67	0.57	5.90	0.72
	4	30.80	6.37	40.04	23.33	0.81	4.80	1.29
	3	25.73	6.15	31.59	18.29	2.46	6.40	0.74
	2	17.30	3.92	23.74	12.21	2.76	6.00	0.46
	1	6.60	1.68	11.11	5.71	2.95	6.40	2.62
10%	5	26.05	9.33	36.97	26.06	0.61	6.30	0.71
	4	26.23	7.90	34.37	25.50	0.64	5.00	1.44
	3	23.67	5.63	34.05	20.05	2.87	9.10	0.74
	2	15.77	3.71	20.79	13.29	3.21	6.70	0.48
	1	7.69	1.57	10.40	6.16	3.32	9.10	2.62
20%	5	25.07	6.61	33.90	26.46	0.66	6.90	0.67
	4	25.13	7.26	33.76	23.92	0.88	5.80	1.33
	3	21.27	5.36	29.25	18.66	2.91	10.00	0.66
	2	14.10	3.40	19.12	12.21	3.21	9.50	0.52
	1	7.05	1.42	9.56	5.55	3.16	9.90	2.47
30%	5	22.10	6.23	30.60	25.10	0.74	6.80	0.64
	4	22.25	6.93	29.71	22.45	1.01	6.00	1.10
	3	18.65	5.10	26.91	17.36	2.93	9.80	0.56
	2	12.43	3.16	16.36	11.14	3.18	9.40	0.56
	1	6.21	1.31	9.45	4.93	2.96	9.60	2.13

Tabla 4.21

PORTICO " C "
RESPUESTA DEL ANALISIS ESTATICO INELASTICO

PORCENTAJE DE REDUCCION	NIVEL	FISURA		COLAPSO		DUCTILIDAD MAXIMA VIGA	CAPACIDAD DE DUCTILIDAD	DUCTILIDAD MAXIMA COLUMNAS
		FLECHA		FLEXION				
		FLECHA (mm)	D (mm)	FLEXION (mm)	D (mm)			
0 %	10	12.15	11.11	17.29	68.35	0.65	10.90	0.29
	9	14.19	10.58	18.46	67.22	0.85	7.80	0.54
	8	12.88	9.70	19.70	64.96	1.60	7.20	0.85
	7	11.11	8.51	15.72	60.64	2.67	6.40	0.90
	6	9.45	7.09	13.47	53.87	3.92	6.30	0.69
	5	8.87	5.87	8.87	45.08	6.83	9.80	0.18
	4	7.04	4.39	13.51	35.64	7.06	9.60	0.10
	3	5.28	3.10	7.48	25.99	7.06	9.40	0.19
	2	3.21	1.82	4.98	16.46	6.79	9.30	0.53
	1	2.02	0.68	2.49	7.47	6.25	10.10	4.13
10%	10	11.04	10.56	15.81	47.25	0.66	11.70	0.26
	9	12.89	10.05	16.22	46.20	0.84	8.40	0.46
	8	11.45	9.23	16.65	44.19	1.47	7.80	0.63
	7	10.04	8.10	14.36	40.66	2.30	7.10	0.64
	6	8.60	6.76	12.31	35.45	3.16	6.80	0.42
	5	7.94	5.41	11.36	29.03	5.17	10.70	0.09
	4	6.35	4.17	9.09	22.29	5.21	10.50	0.10
	3	4.76	2.93	4.86	15.55	5.03	10.20	0.21
	2	3.17	1.70	6.52	9.15	4.57	10.10	0.55
	1	1.59	0.62	5.55	3.65	3.60	11.10	1.78
20%	10	9.55	9.58	14.32	43.87	0.73	12.70	0.25
	9	11.15	9.12	16.69	42.77	0.90	9.20	0.46
	8	9.91	8.39	14.90	40.71	1.60	8.50	0.60
	7	8.67	7.37	13.01	37.17	2.45	7.70	0.54
	6	7.35	6.15	11.15	32.10	3.23	7.50	0.31
	5	6.95	4.91	10.29	26.08	5.00	11.50	0.08
	4	5.49	3.78	8.25	19.82	4.97	11.30	0.10
	3	4.12	2.63	5.14	13.62	4.78	11.30	0.21
	2	2.75	1.51	5.16	7.84	4.21	11.20	0.52
	1	1.37	0.54	0.17	2.98	3.19	12.10	1.37
30%	10	8.35	8.94	13.13	51.25	1.15	13.80	0.42
	9	9.76	8.51	14.12	48.50	1.55	12.10	0.54
	8	8.67	7.82	14.83	46.49	2.31	9.40	0.63
	7	7.59	6.87	11.92	41.85	3.17	8.50	0.52
	6	6.50	5.73	10.22	35.73	3.96	8.30	0.24
	5	6.01	4.57	9.43	28.81	5.83	12.80	0.06
	4	4.80	3.50	7.55	21.75	5.74	12.70	0.12
	3	3.60	2.42	3.68	14.83	5.43	12.50	0.26
	2	2.40	1.37	5.99	8.45	4.76	12.40	0.58
	1	1.20	0.48	3.83	3.17	3.50	13.30	1.45

Tabla 4.22

4.6.3 ANALISIS DINAMICO INELASTICO

Los resultados de el análisis dinámico de los tres pórticos en las cuatro condiciones dadas, se obtuvieron para el registro sísmico de aceleraciones amplificado a 200 gals y a 400 gals. En estos resultados se muestran los requerimientos de ductilidad en las secciones extremas de vigas tanto del área de acero diseñado en tracción como del área de acero diseñada en compresión ($+A_s \geq -A_s/2$) también se muestran los requerimientos de ductilidad en las columnas.

La respuesta tiempo historia, es decir, las relaciones tiempo vs. desplazamiento de entrepiso del primer nivel de los pórticos, para la condición de reducción de 0% y aceleración máxima de 200 gals, son mostradas en la figura 4.15. Los mismos resultados para la condición de reducción de 30% y aceleración máxima de 400 gals son mostradas en la figura 4.16 .

Observamos en los resultados que los desplazamientos de entrepiso del primer nivel se incrementan en alrededor del 100% al evaluarse el pórtico en las dos condiciones mostradas para la misma onda sísmica de entrada.

Tambien las relaciones del desplazamiento relativo de entrepiso vs. cortante de entrepiso, denominado diagrama histerético, para las condiciones de análisis más representativas son mostradas de la fig. 4.17 a la fig.4.24 .

a) PORTICO "A" - Los resultados del análisis dinámico para el pórtico "A", están mostradas de la fig. 4.25 a la fig.4.32 En el análisis amplificando el registro sísmico a 200 gals observamos que el máximo requerimiento de ductilidad registrado, para el área de acero diseñado en tracción, varía de 2.87 a 4.01 para las condiciones en el cuál el porcentaje de reducción es de 0% y 30% respectivamente; para el análisis amplificando el registro a 400 gals, para las mismas condiciones expuestas anteriormente, el máximo requerimiento de ductilidad en vigas varía de 4.34 a 6.64.

En cuánto al requerimiento de ductilidad en las columnas , según los resultados obtenidos, ésta tiende a disminuir conforme se incrementa el porcentaje de reducción de los momentos en las vigas. Las mayores ductilidades se presenta en los extremos superiores de las columnas del último nivel, para el caso del análisis amplificando el registro a 200 gals. se obtiene una ductilidad máxima promedio de 0.20 , y una ductilidad máxima promedio de 0.48 para el caso de análisis amplificando el registro a 400 gals., no se presenta fluencia en ninguna sección de las columnas.

b) PORTICO "B" .- Los resultados de el análisis de el pórtico "B" se muestran de la fig. 4.33 a la fig. 4.40 .

El pórtico "B" tiene un requerimiento de ductilidad menor que el pórtico "A". Para el caso de la amplificación a 200 gals el máximo requerimiento de ductilidad para el

área de acero diseñado en tracción varía de 0.97 a 1.49 para las condiciones de reducción de 0% y 30% respectivamente y para el caso de amplificación a 400 gals el máximo requerimiento de ductilidad varía de 1.47 a 2.31 .

Para el pórtico "B", los requerimientos de ductilidad en las columnas son mayores que las originadas en el análisis del pórtico "A". Los mayores requerimientos de ductilidad se presentan en los extremos superiores de las columnas del último nivel.

Para el análisis amplificando el registro sísmico a 200 gals. se obtiene una ductilidad máxima promedio de 0.30 , y una ductilidad máxima promedio de 0.60 para el caso de análisis amplificando el registro a 400 gals. No existe formación de rótulas plásticas en los extremos de las columnas.

c) PORTICO "C" .- Para el caso del pórtico "C" los resultados están mostrados de la fig. 4.41 a la fig. 4.48 .

El máximo requerimiento de ductilidad de el acero diseñado en tracción para la onda sísmica amplificada a 200 gals es de 1.26 para la condición de reducción de 0% y para la condición de reducción de 30% es de 1.99 . Para la condición de amplificación a 400 gals el máximo requerimiento de ductilidad varía de 2.81 a 4.13 para las condiciones de reducción de 0% y 30% respectivamente.

En cuanto al requerimiento de ductilidad en las columnas, ésta disminuye al incrementarse el porcentaje de reducción de los momentos en los extremos de las vigas. Los mayores requerimientos se presentan en los niveles superiores y también en la zona de los primeros niveles inferiores. Para los dos casos sísmico, no se presenta fluencia en las secciones de columnas. La máxima ductilidad registrada para los dos casos amplificando el registro a 200 y 400 gals., fué de 0.16 y 0.67 respectivamente.

Para los pórticos "A", "B" y "C" , de la tabla 4.23 a la tabla 4.25 muestran las fuerzas y los desplazamientos absolutos máximos por piso alcanzados , se muestran también los requerimientos de ductilidad máxima que se originaron en las secciones extremas de las vigas y columnas.

Comparando los resultados del Análisis Dinámico Inelástico se observa que en el Pórtico "A" se producen mayores requerimientos de ductilidad que los producidos en el pórtico "B". En el caso del análisis amplificando el registro sísmico a 400 gals el requerimiento de ductilidad producido en los extremos de las vigas del pórtico "A" exceden en 40% y hasta en 300% a los requerimientos producidos en el pórtico "B".

En cuanto a los requerimientos de ductilidad producidos en las columnas, éstos tienen valores similares, en ninguno de los extremos de las columnas se llega a la fluencia.

Comparando los resultados del análisis amplificando a 400 gals, del pórtico "A" con el pórtico "C", observamos que los requerimientos de ductilidad del pórtico "A" son mayores aproximadamente en 20% a 40% que los requerimientos producidos en el pórtico "C".

4.6.4 RESULTADOS DEL ANALISIS DINAMICO INELASTICO

Los resultados obtenidos en el análisis dinámico inelástico son mostrados en las siguientes figuras y tablas.

REGISTRO PARCIAL

LIMA, PERU, I.G.P. 10/03/74 COMP N82W
Ti=14.98 s, Tf=25.90 s A=192.49 cm/seg²

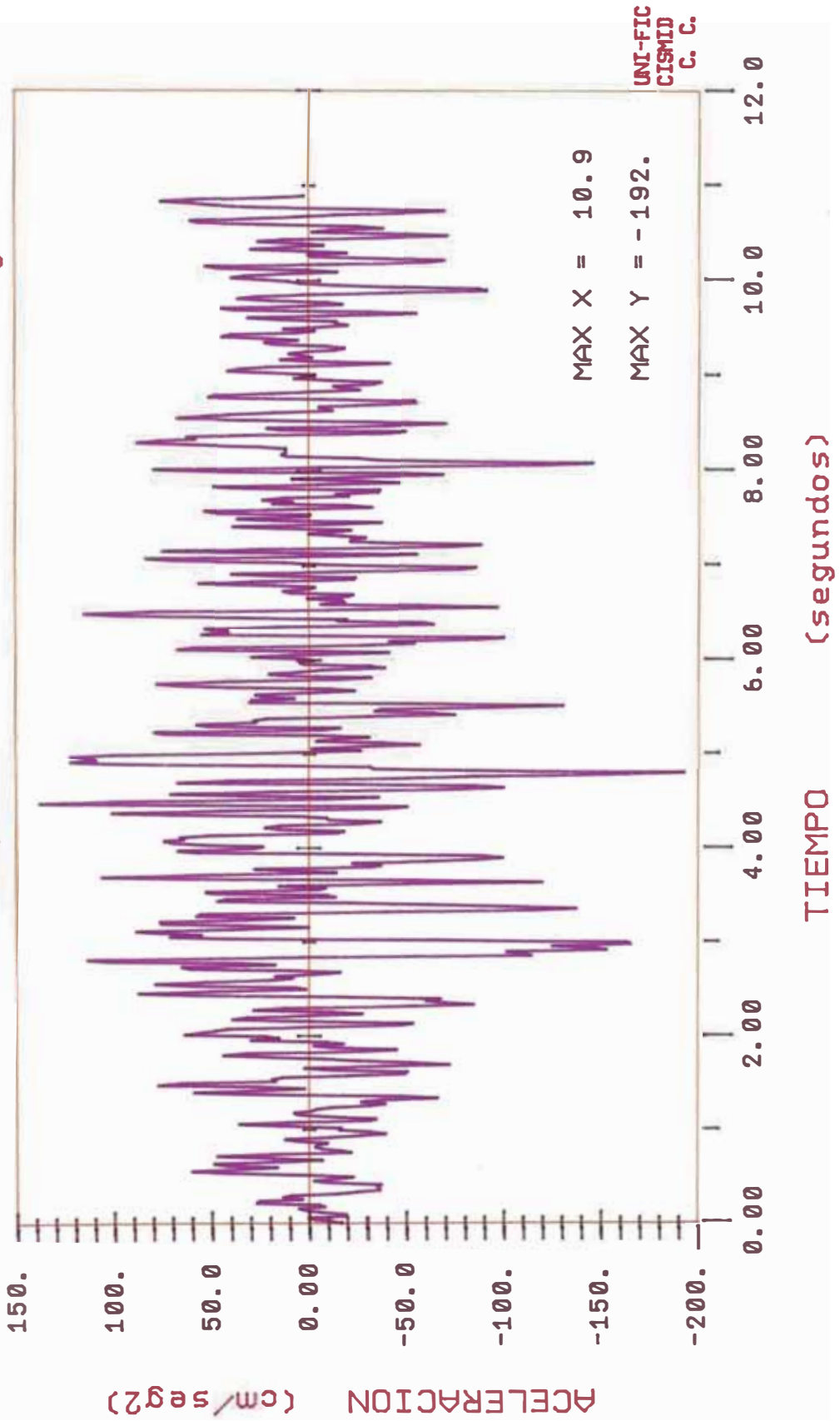
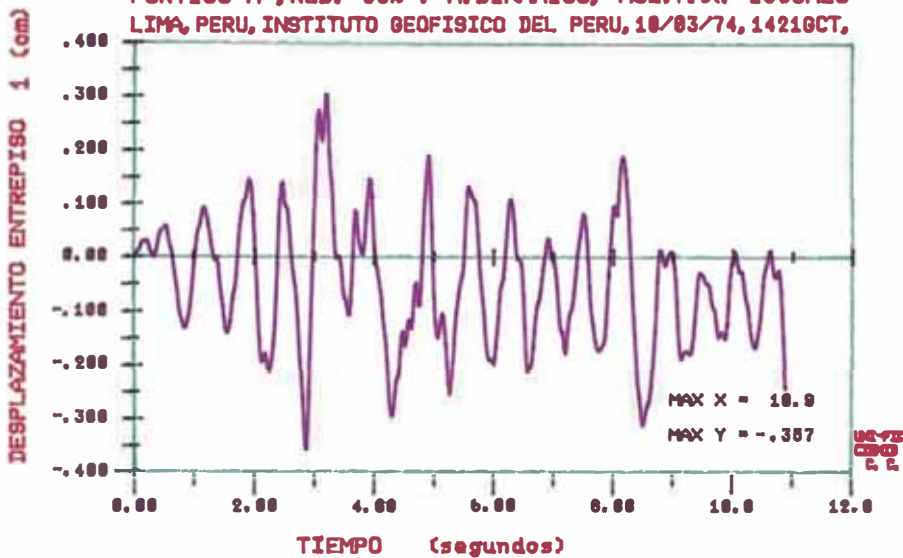


Fig. 4.14

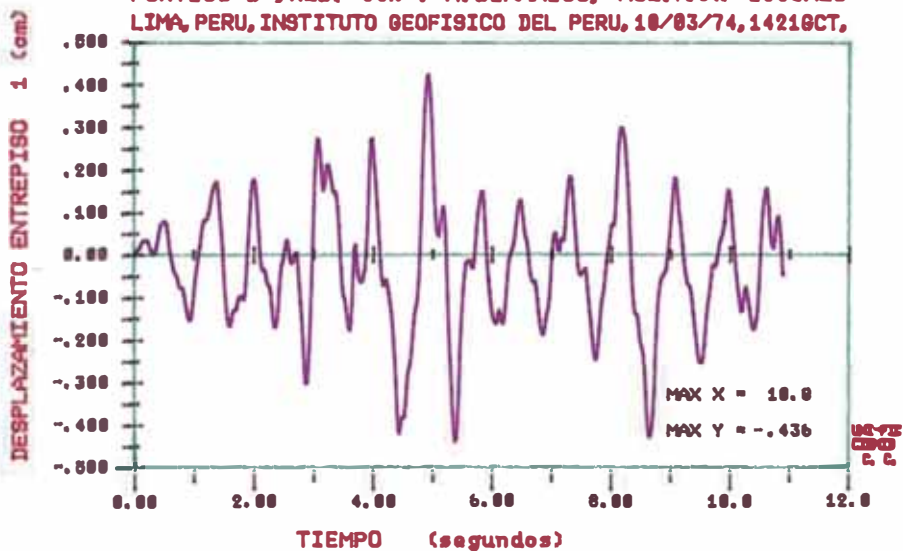
RESPUESTA TIEMPO HISTORIA

PORTICO "A", RED. = 00% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 200GALS
 LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,



RESPUESTA TIEMPO HISTORIA

PORTICO "B", RED. = 00% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 200GALS
 LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,



RESPUESTA TIEMPO HISTORIA

PORTICO "C", RED. = 00% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 200GALS
 LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,

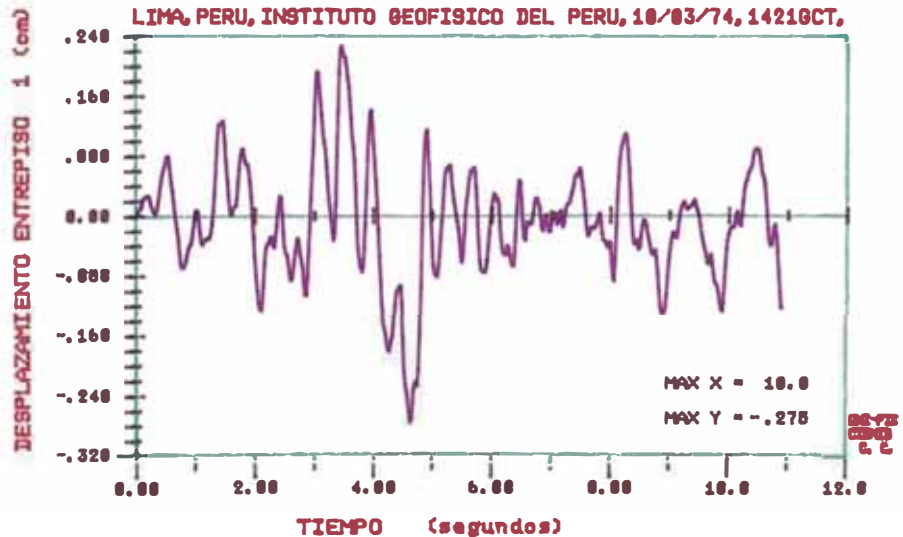
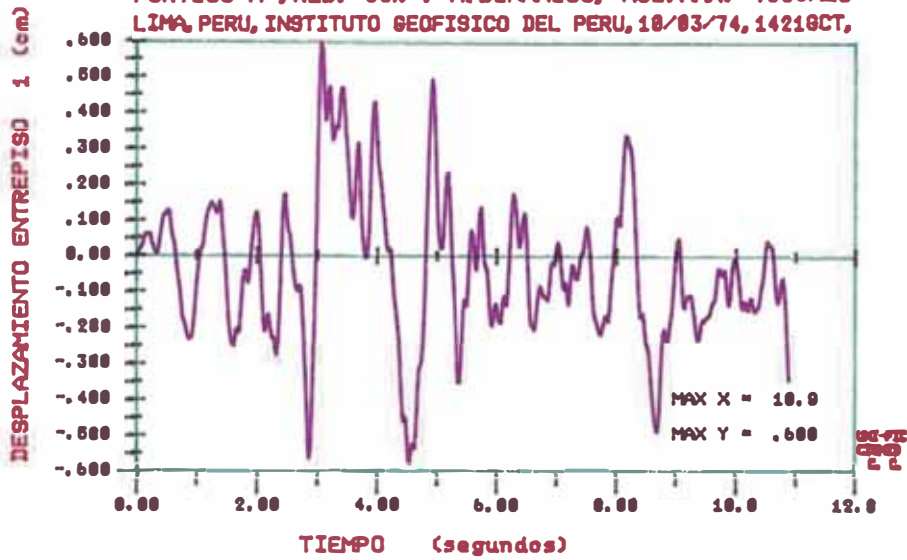


Fig. 4.15

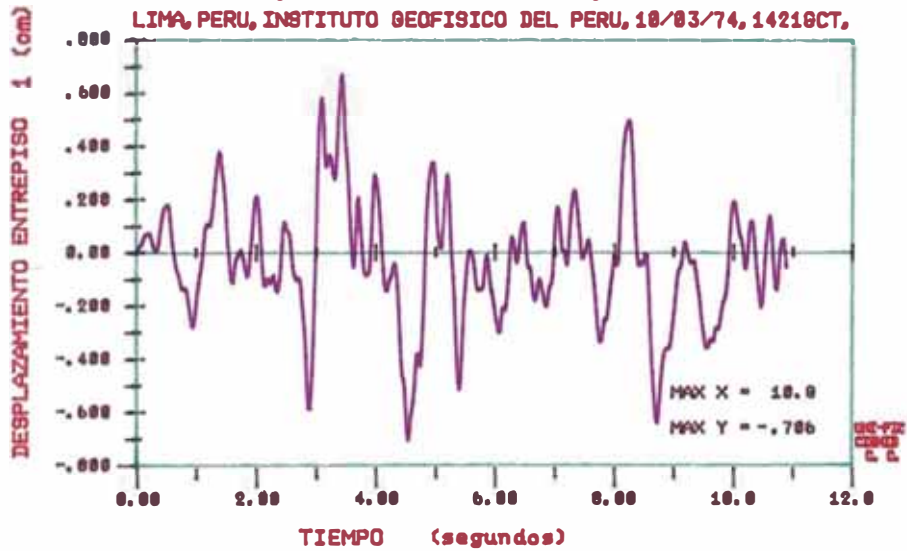
RESPUESTA TIEMPO HISTORIA

PORTICO "A", RED. = 30% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 400GALS
LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,



RESPUESTA TIEMPO HISTORIA

PORTICO "B", RED. = 30% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 400GALS
LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,



RESPUESTA TIEMPO HISTORIA

PORTICO "C", RED. = 30% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 400GALS
LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,



Fig. 4.16

DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "A", RED. = 88% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 200GALS
LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 18/83/74, 14210CT,

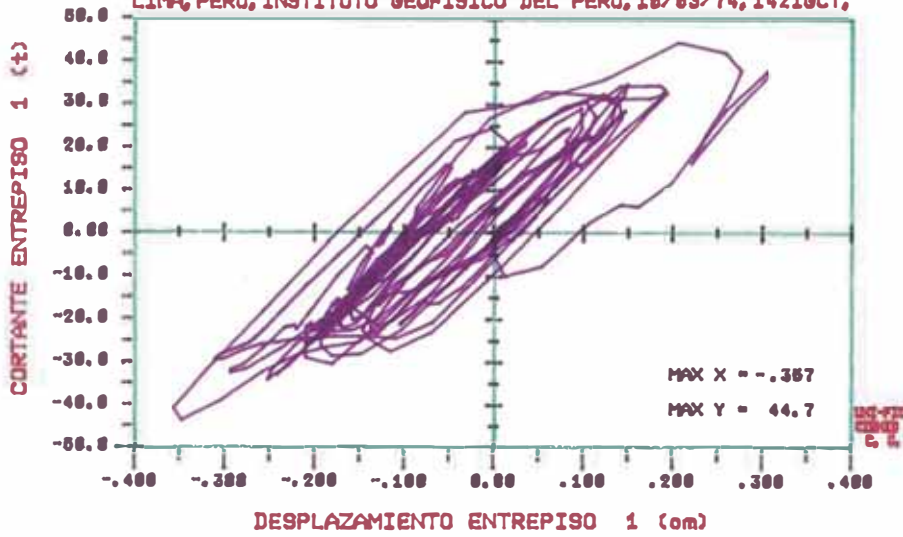


DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "A", RED. = 38% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 400GALS
LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 18/83/74, 14210CT,

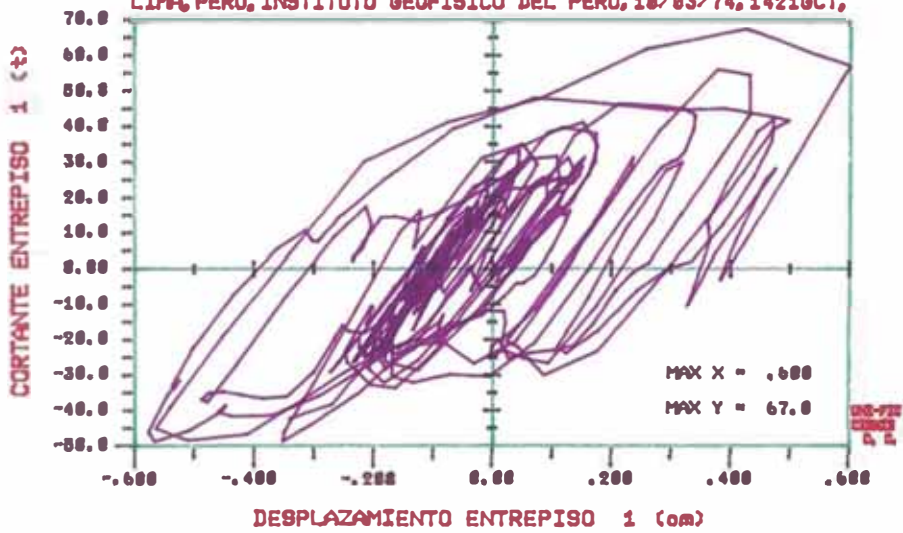


DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "A", RED. = 38% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 200GALS
LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 18/83/74, 14210CT,

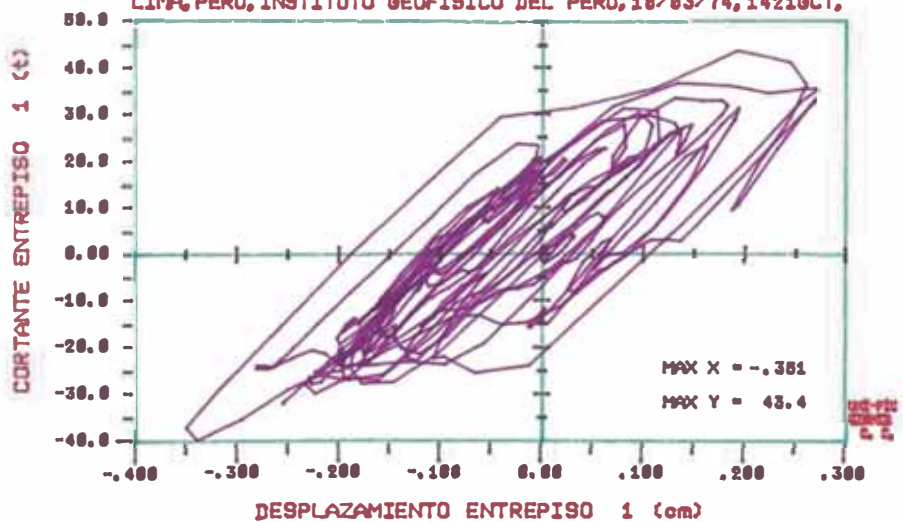


Fig. 4.17

DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "A", RED. = 30% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 400GALS
LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,

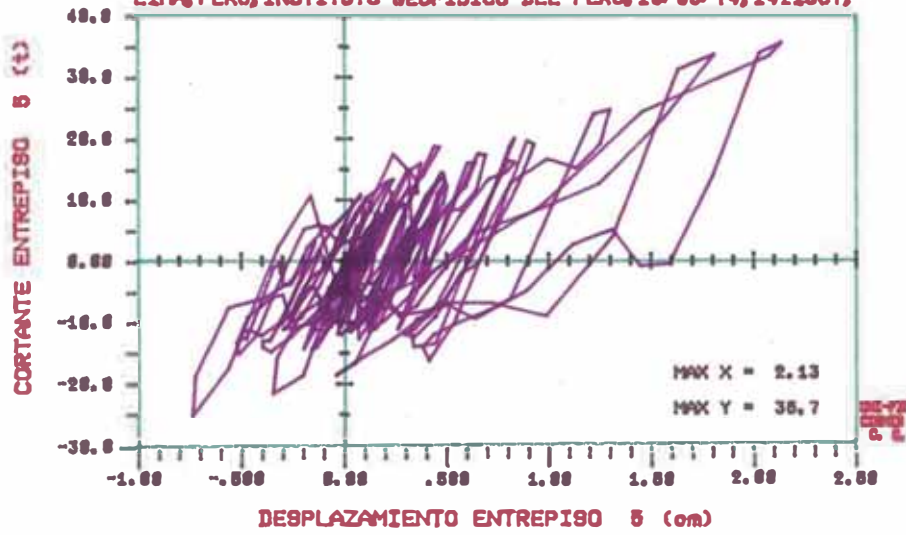


DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "B", RED. = 80% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 200GALS
LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,

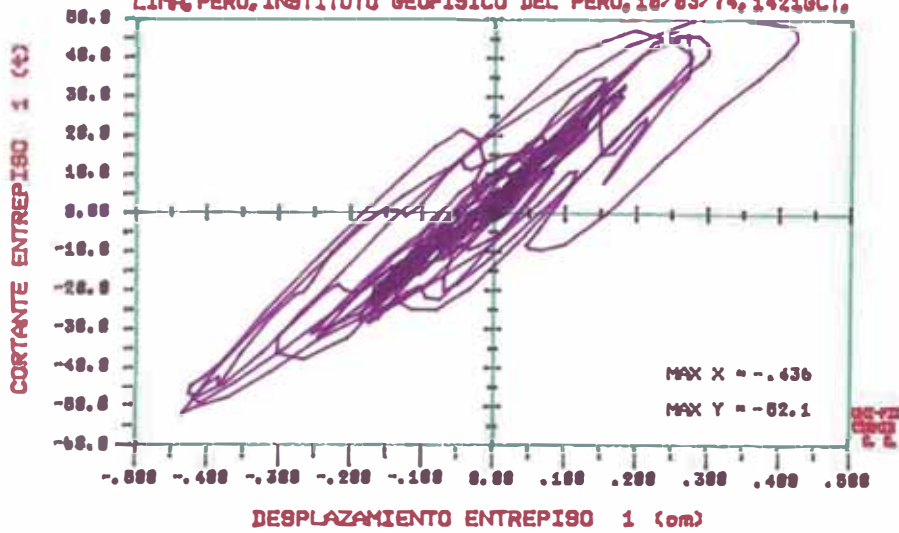


DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "B", RED. = 80% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 400GALS
LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,

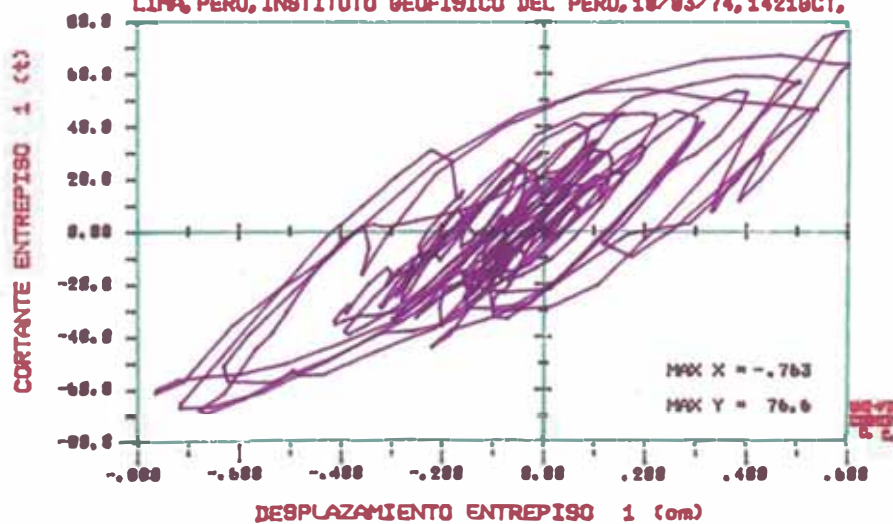


Fig. 4.18

DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "B", RED. = 30% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 400GALS
 LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT.

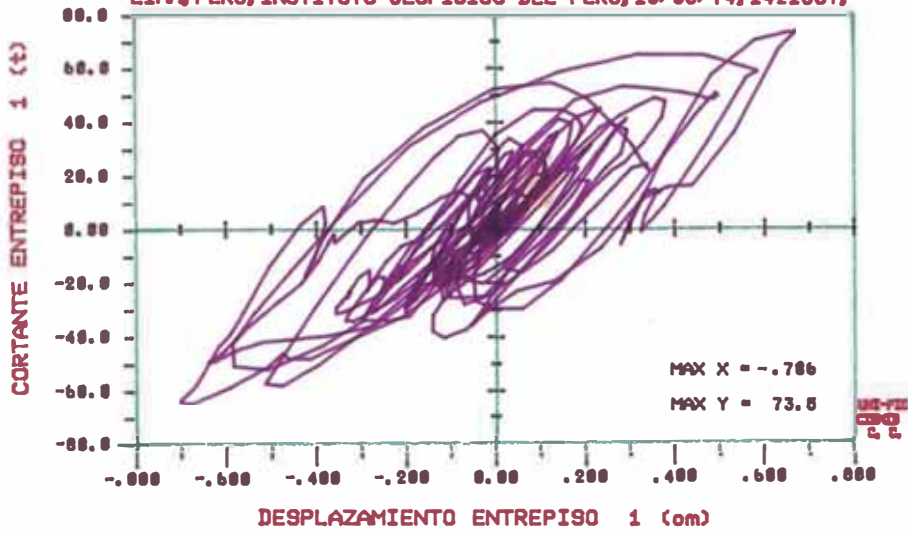


DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "B", RED. = 30% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 200GALS
 LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT.

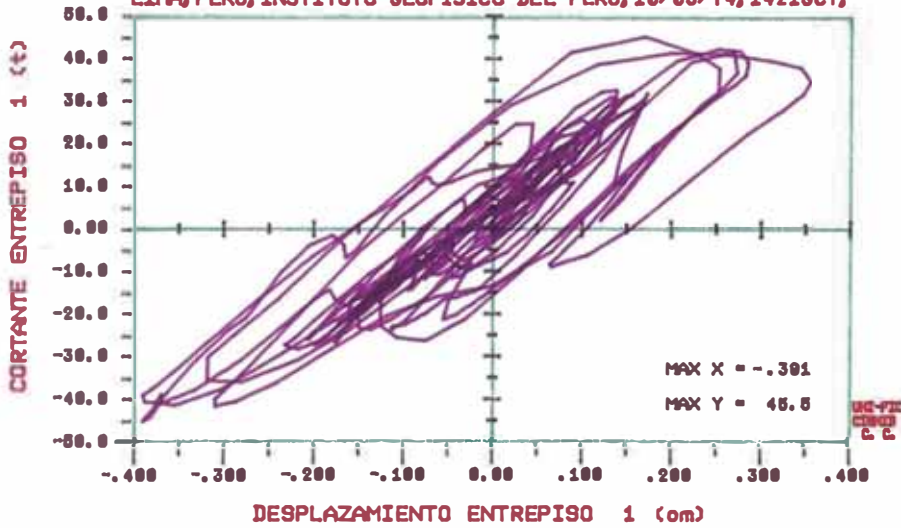


DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "C", RED. = 00% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 200GALS
 LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT.

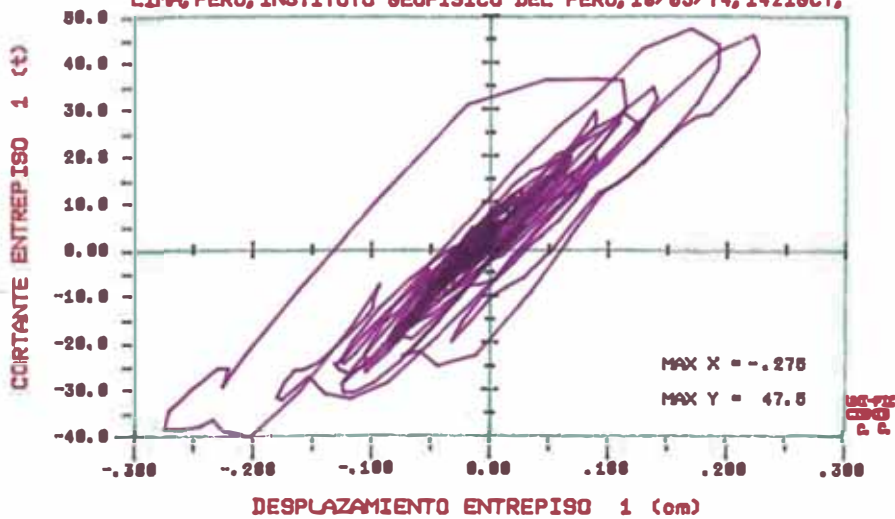


Fig. 4.19

DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "C", RED. = 80% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 480GALS
LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,

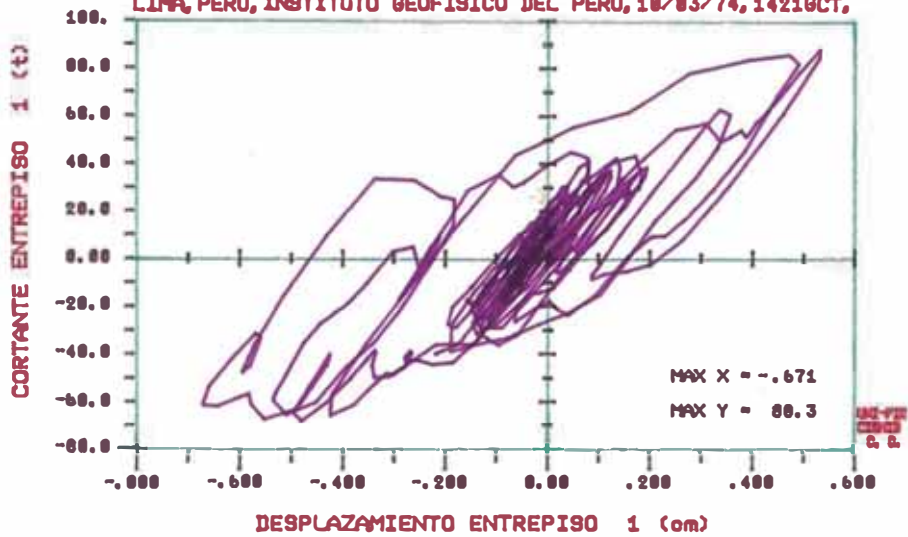


DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "C", RED. = 30% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 200GALS
LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,

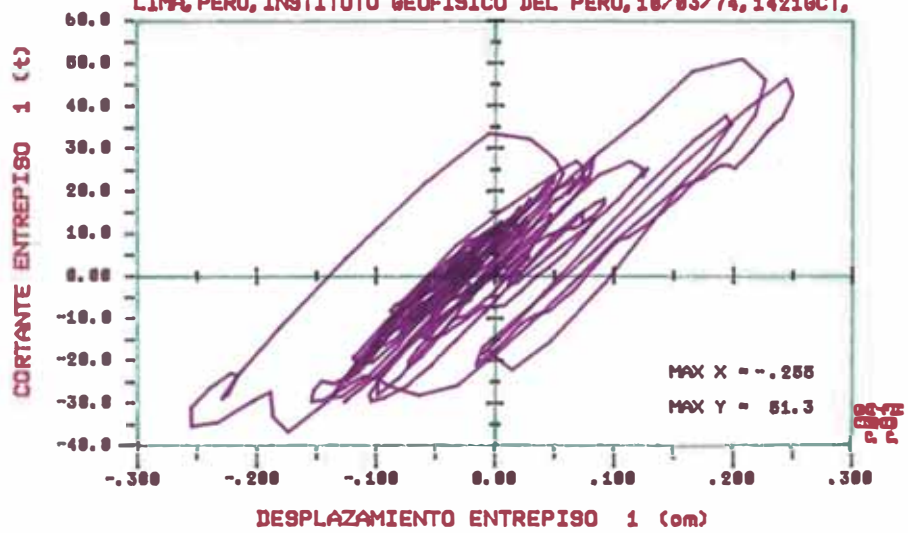


DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "C", RED. = 30% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 400GALS
LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,

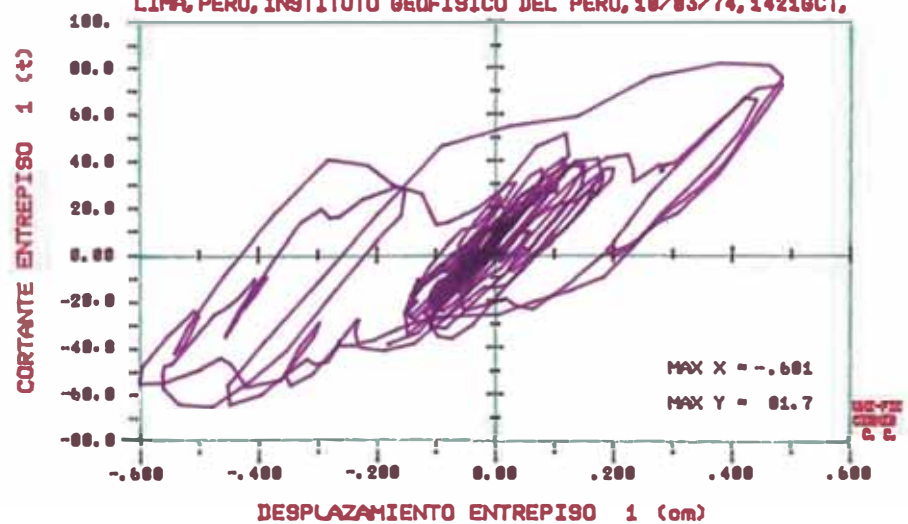


Fig. 4.20

DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "A", RED. = 00% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 200GALS
 LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/83/74, 14210CT,

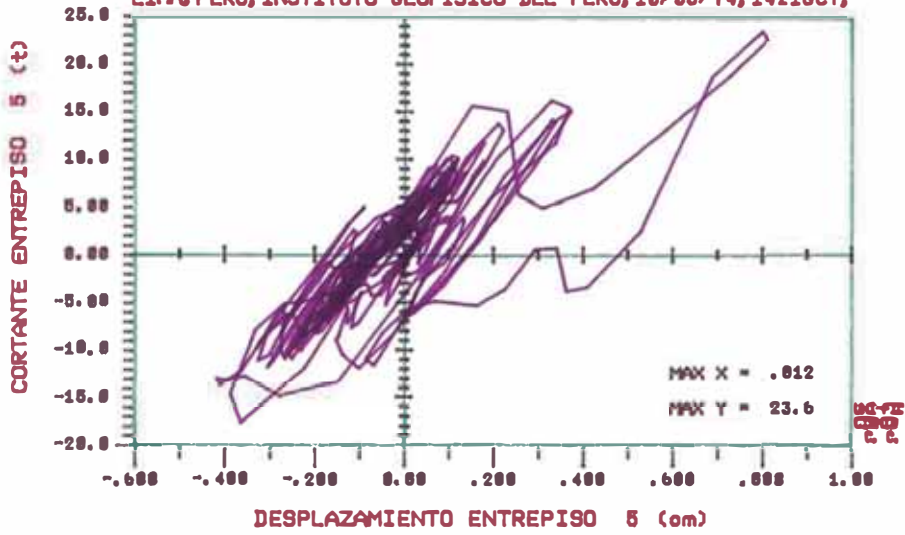


DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "A", RED. = 00% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 400GALS
 LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/83/74, 14210CT,

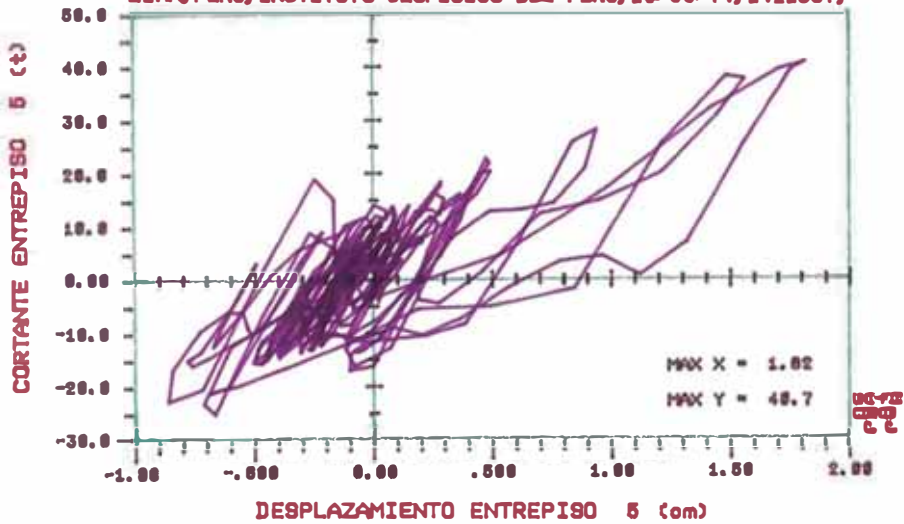


DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "A", RED. = 30% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 200GALS
 LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/83/74, 14210CT,

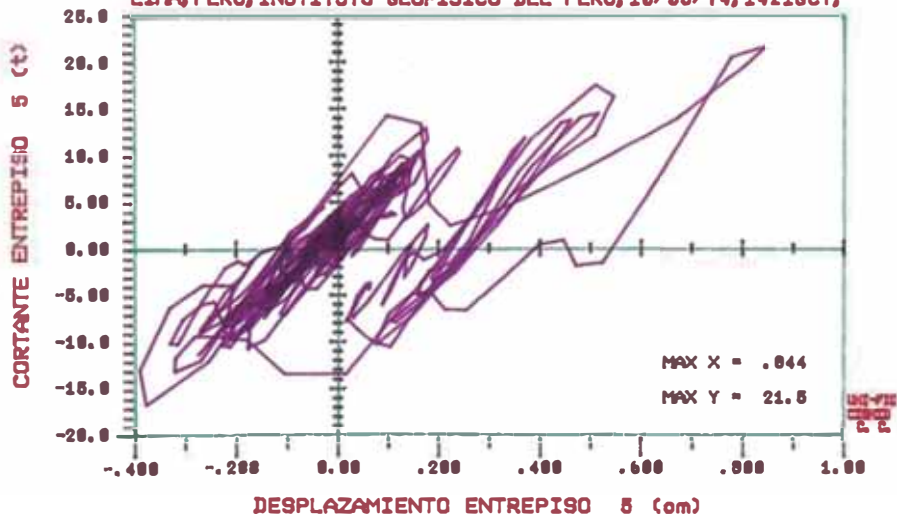


Fig. 4.21

DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "A", RED. = 00% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 400GALS
LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,

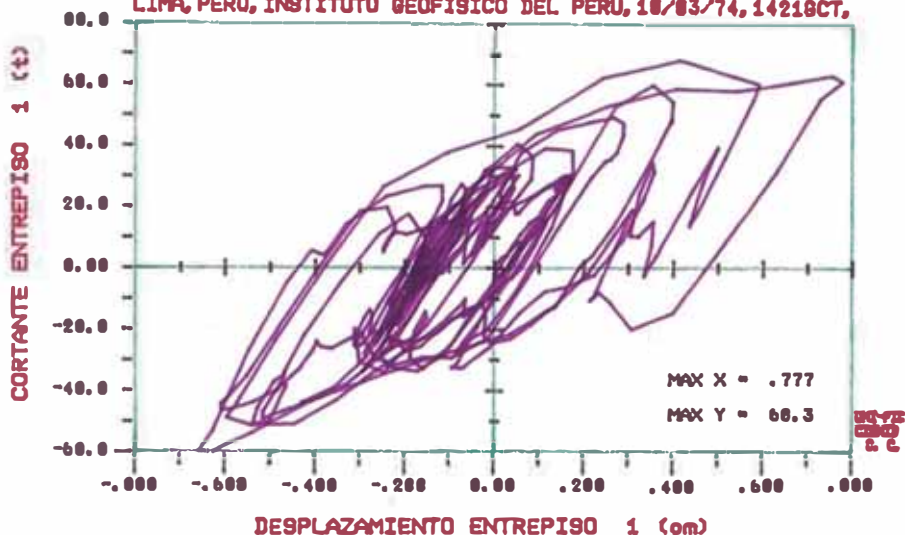


DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "B", RED. = 00% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 200GALS
LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,

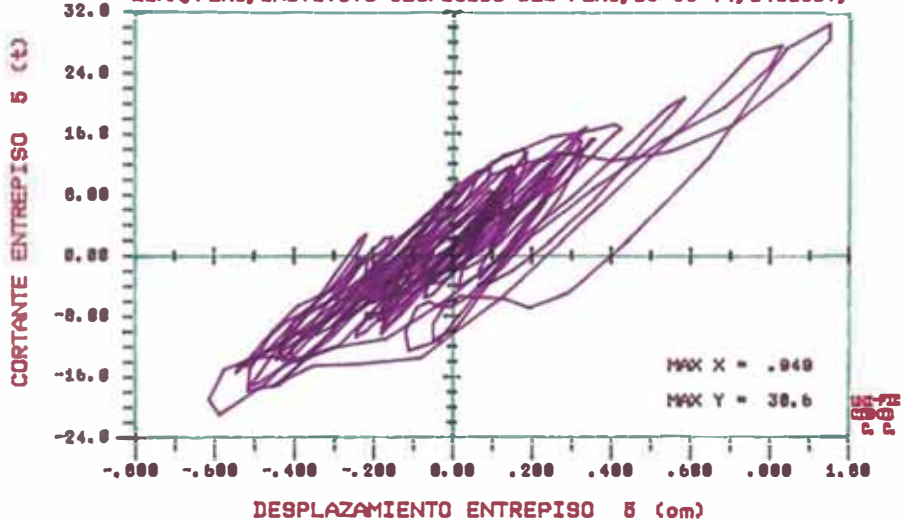


DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "B", RED. = 00% ; A. DINAMICO, ACE. MAX. = 400GALS
LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,

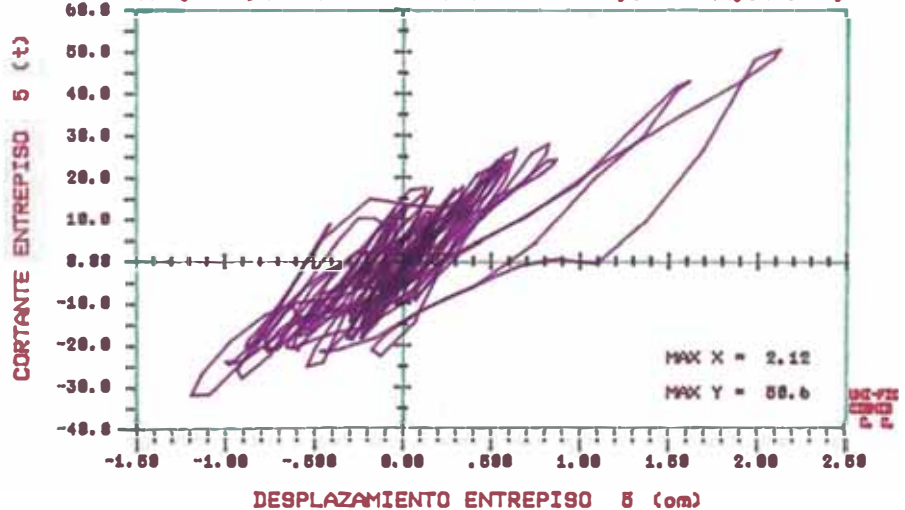


Fig. 4.22

DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "B", RED. = 30% : A. DINAMICO, ACE. MAX. = 200GALS
 LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,

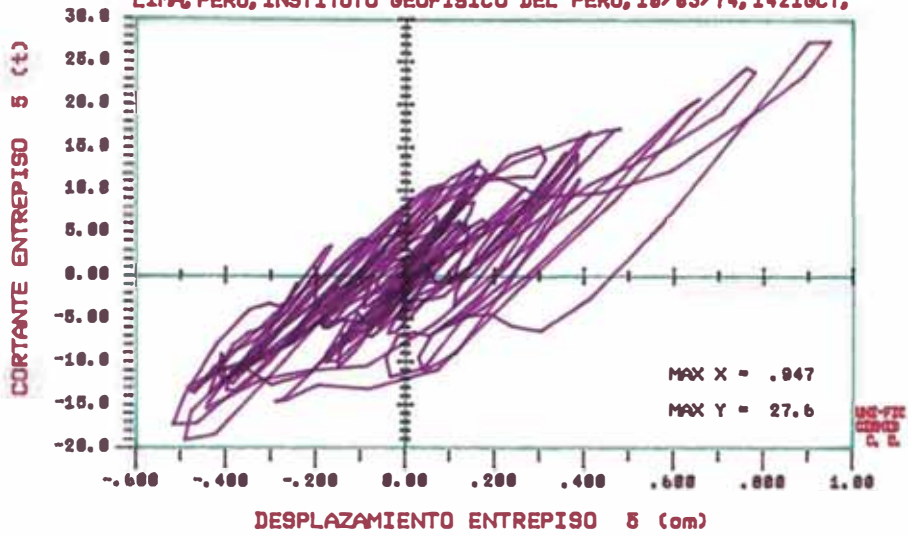


DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "B", RED. = 30% : A. DINAMICO, ACE. MAX. = 400GALS
 LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,

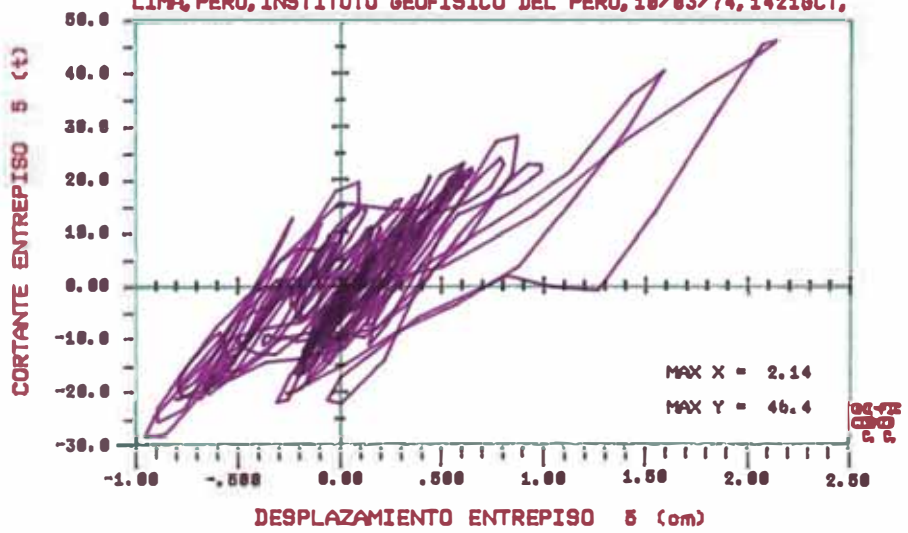


DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "C", RED. = 00% : A. DINAMICO, ACE. MAX. = 200GALS
 LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 14210CT,

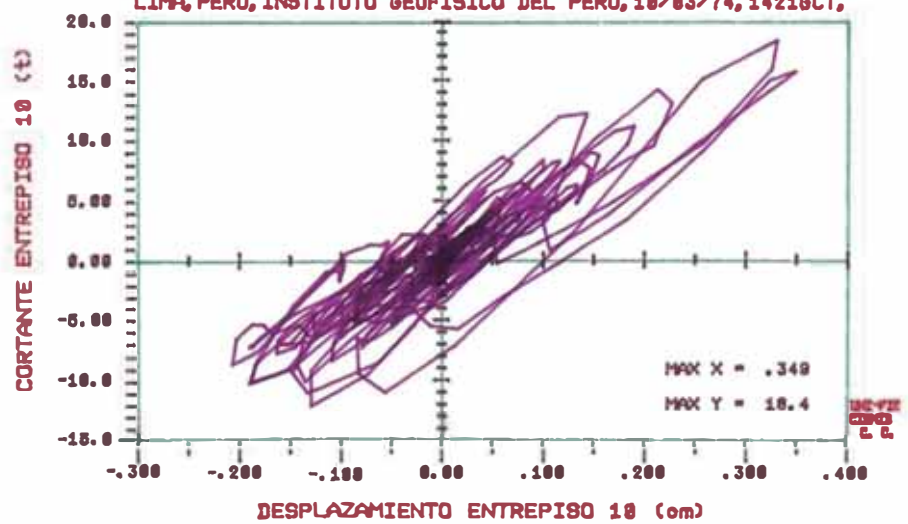


Fig. 4.23

DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "C", RED. = 00% : A. DINAMICO, ACE. MAX. = 400GALS
 LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 1421GCT,

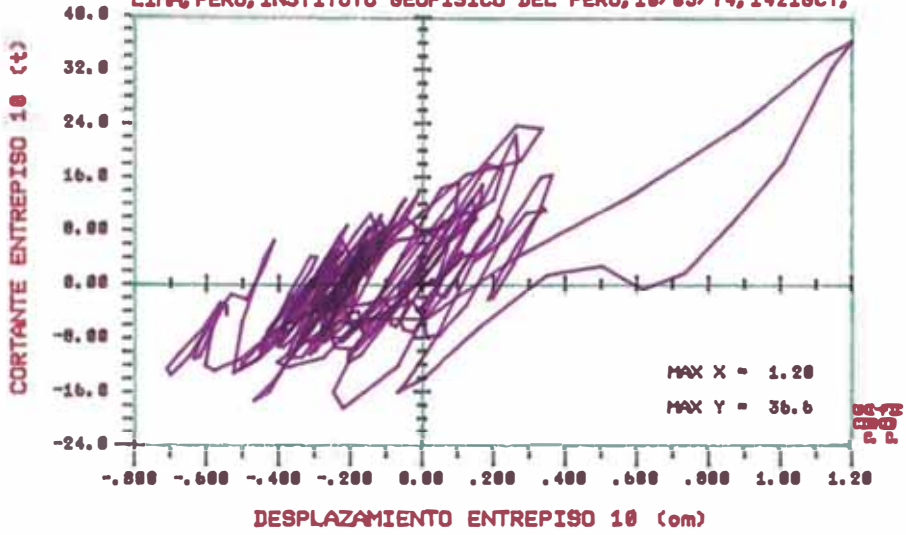


DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "C", RED. = 30% : A. DINAMICO, ACE. MAX. = 200GALS
 LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 1421GCT,

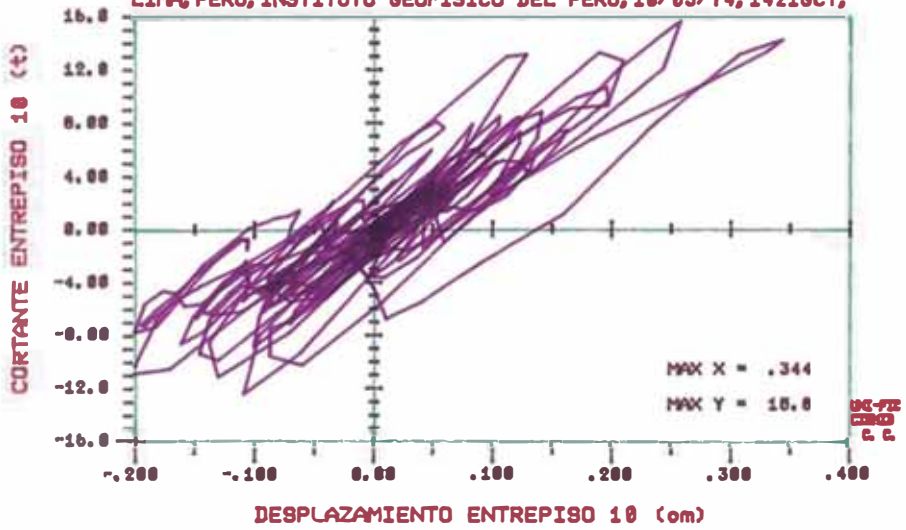


DIAGRAMA HISTERETICO

PORTICO "C", RED. = 30% : A. DINAMICO, ACE. MAX. = 400GALS
 LIMA, PERU, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, 10/03/74, 1421GCT,

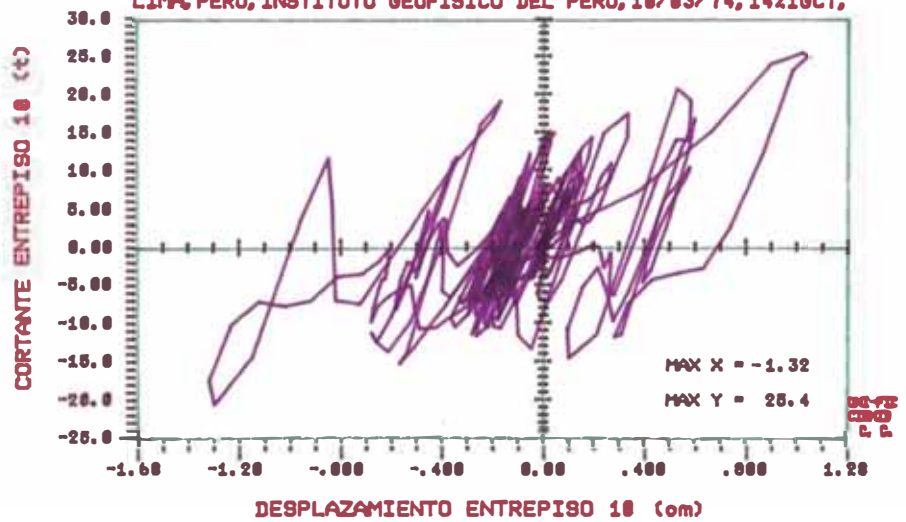
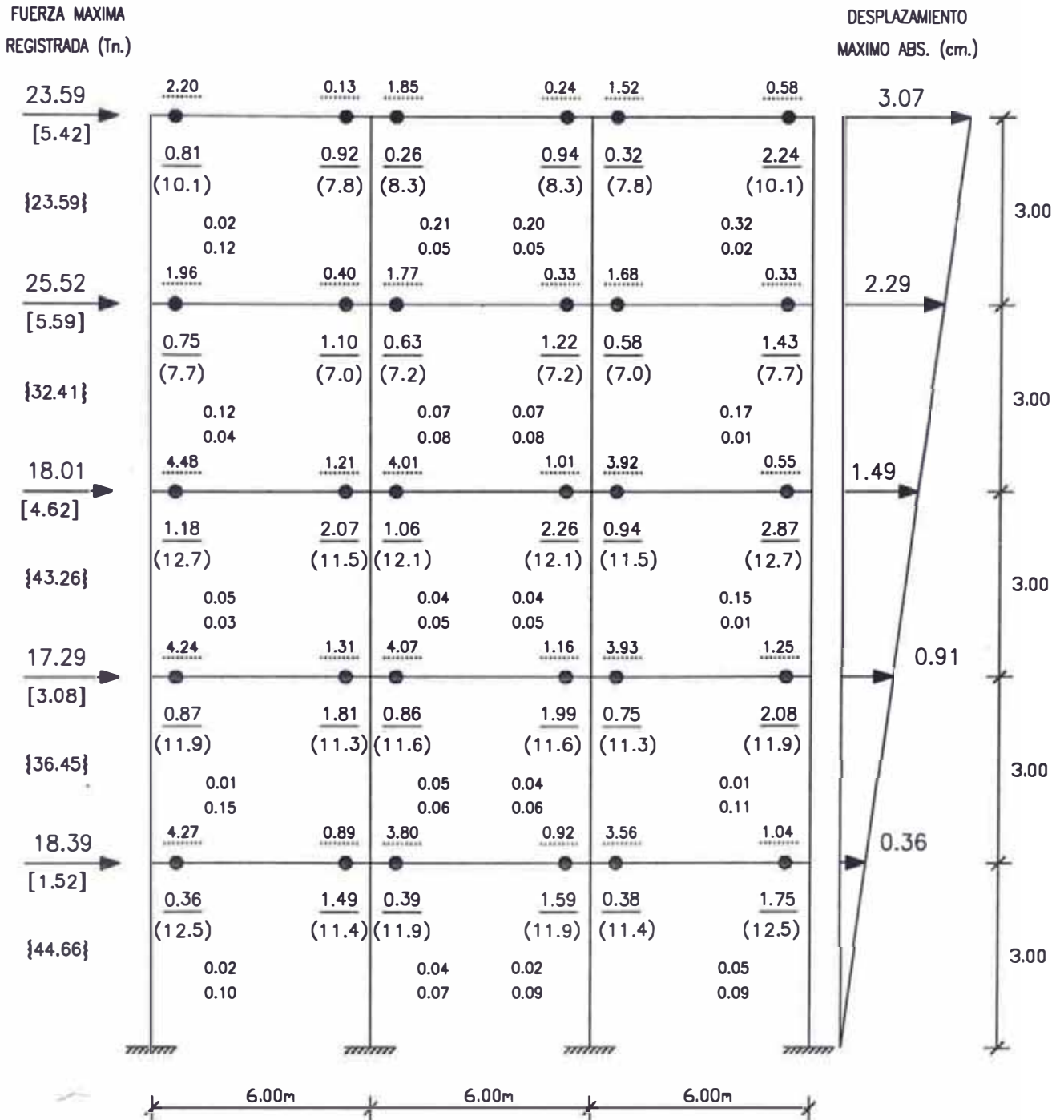


Fig. 4.24

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 200 gals

PORTICO "A" : REDUCCION = 00%



- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

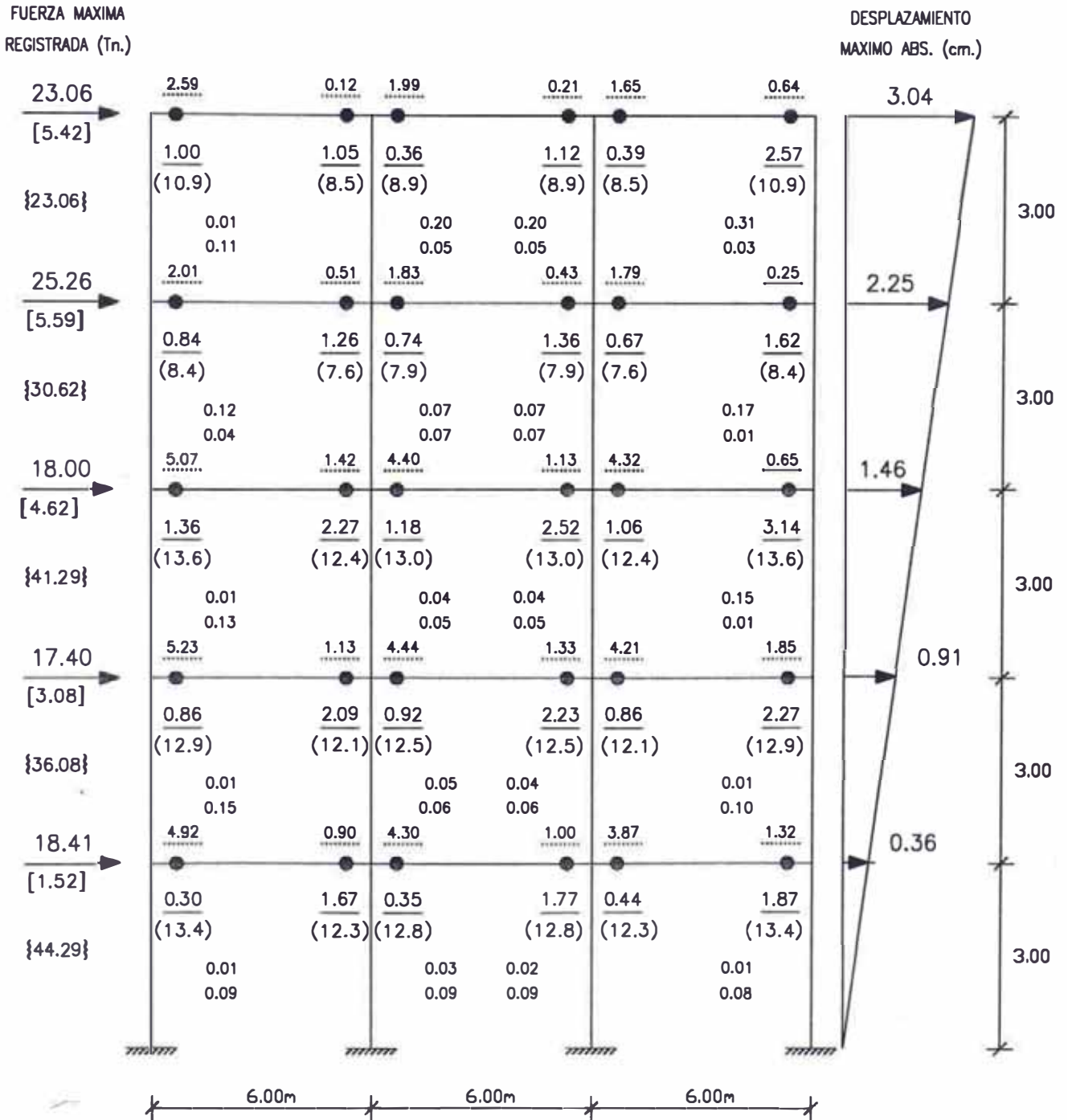
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.25

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 200 gals

PORTICO "A" : REDUCCION = 10%



- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

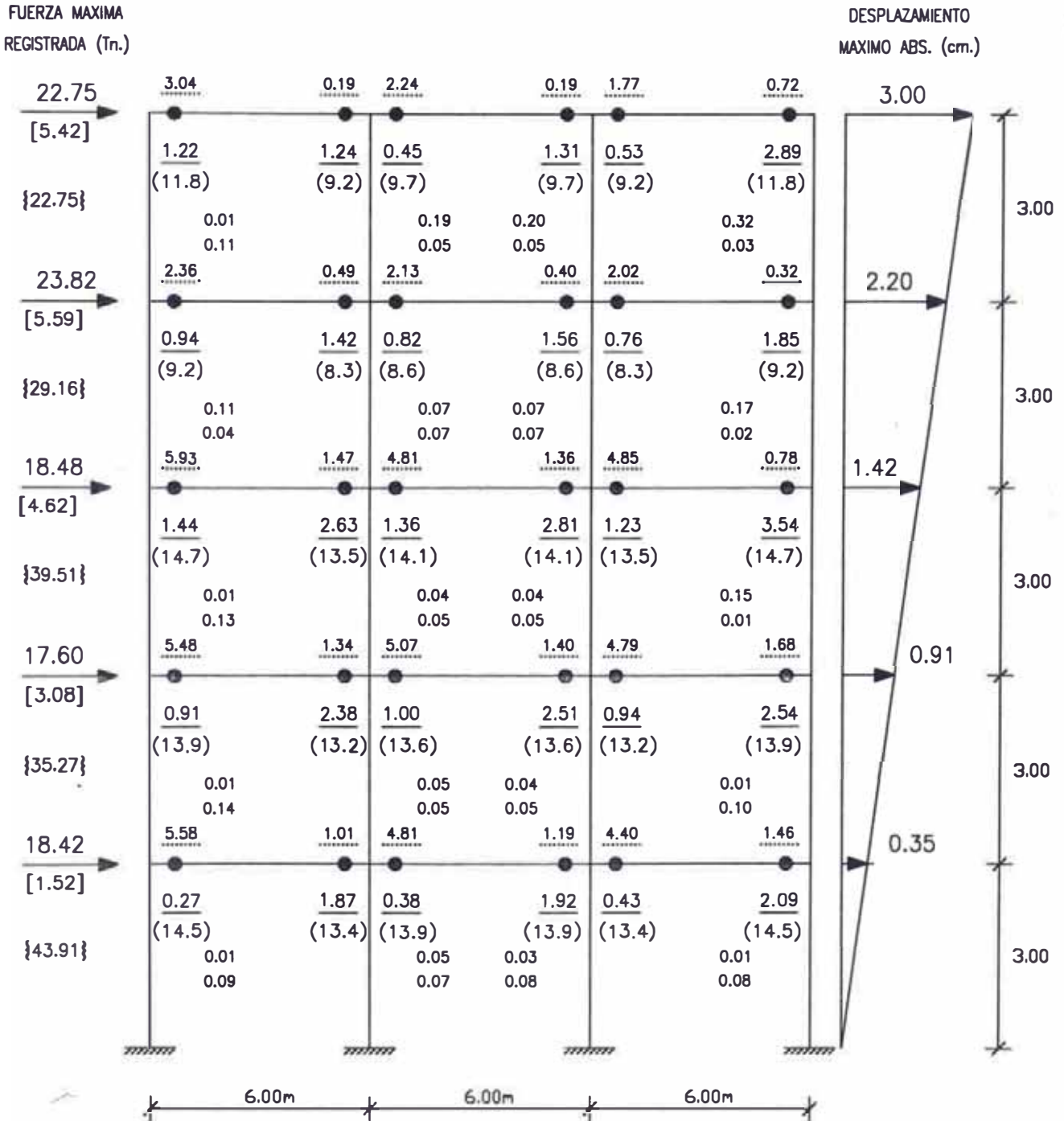
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.26

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 200 gals

PORTICO "A" : REDUCCION = 20%



- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

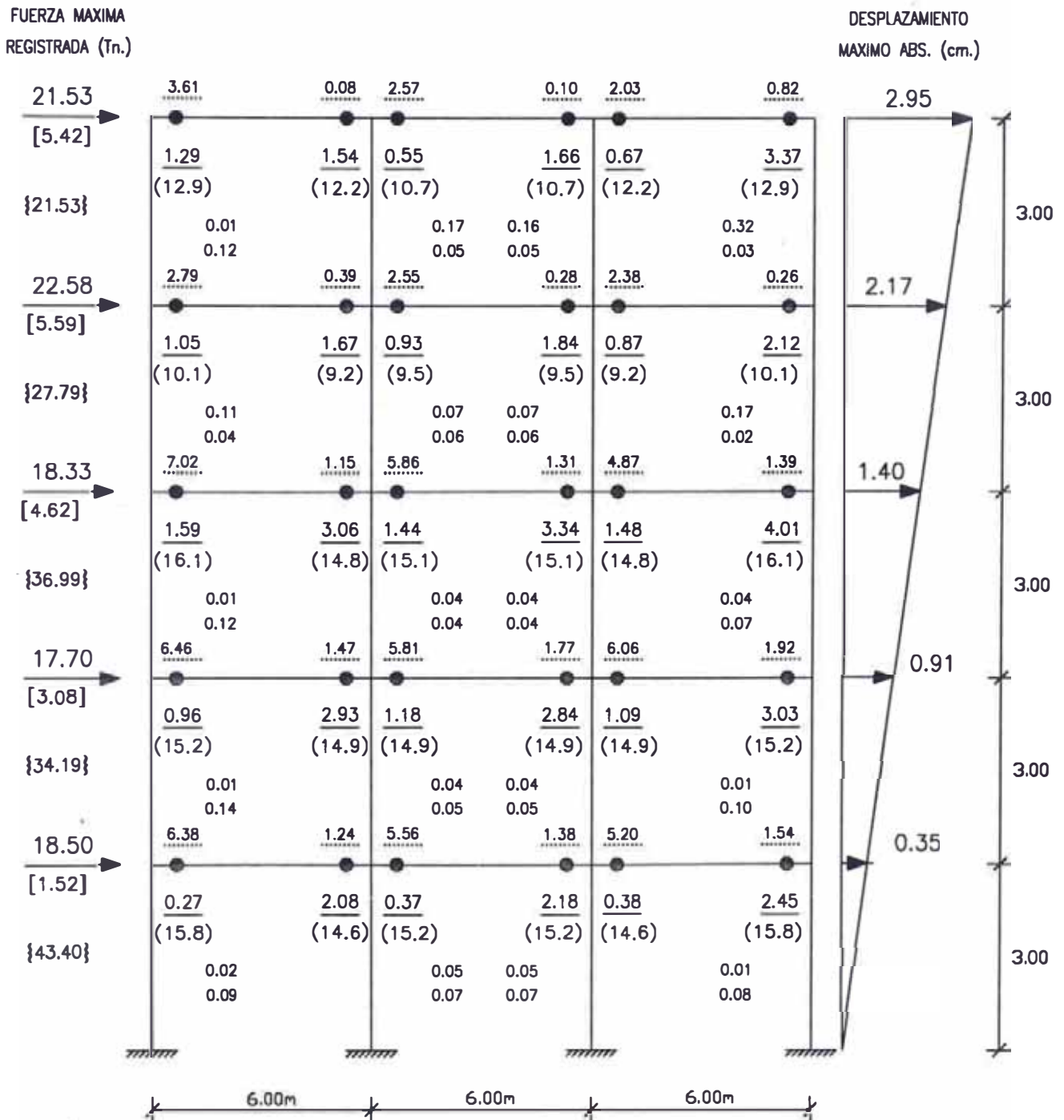
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.27

ANALISIS DINAMICO INELASTICO⁹¹

ACELERACION MAXIMA = 200 gals

PORTICO "A" : REDUCCION = 30%



- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

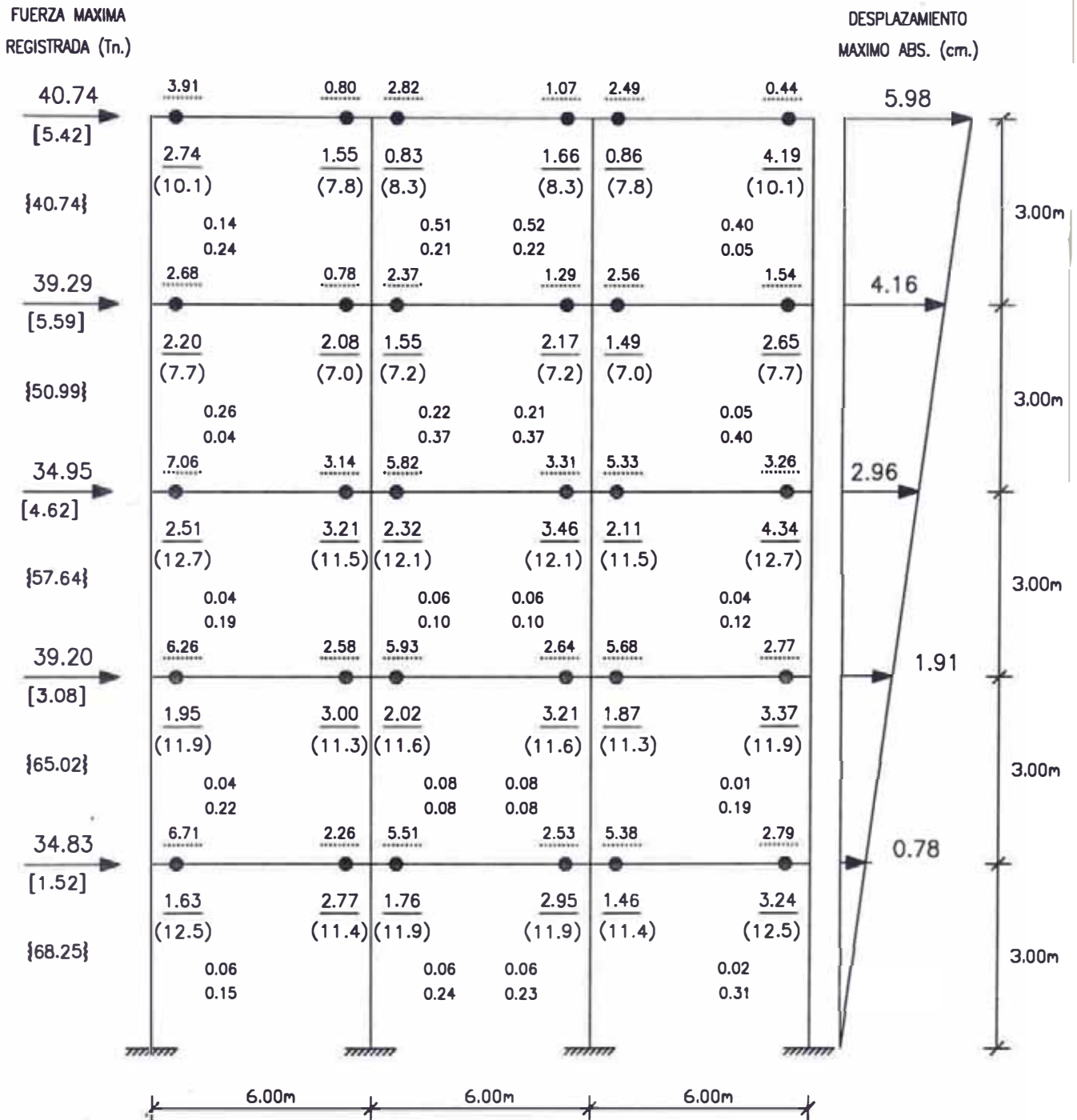
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.28

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 400 gals

PORTICO "A" : REDUCCION = 00%



- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

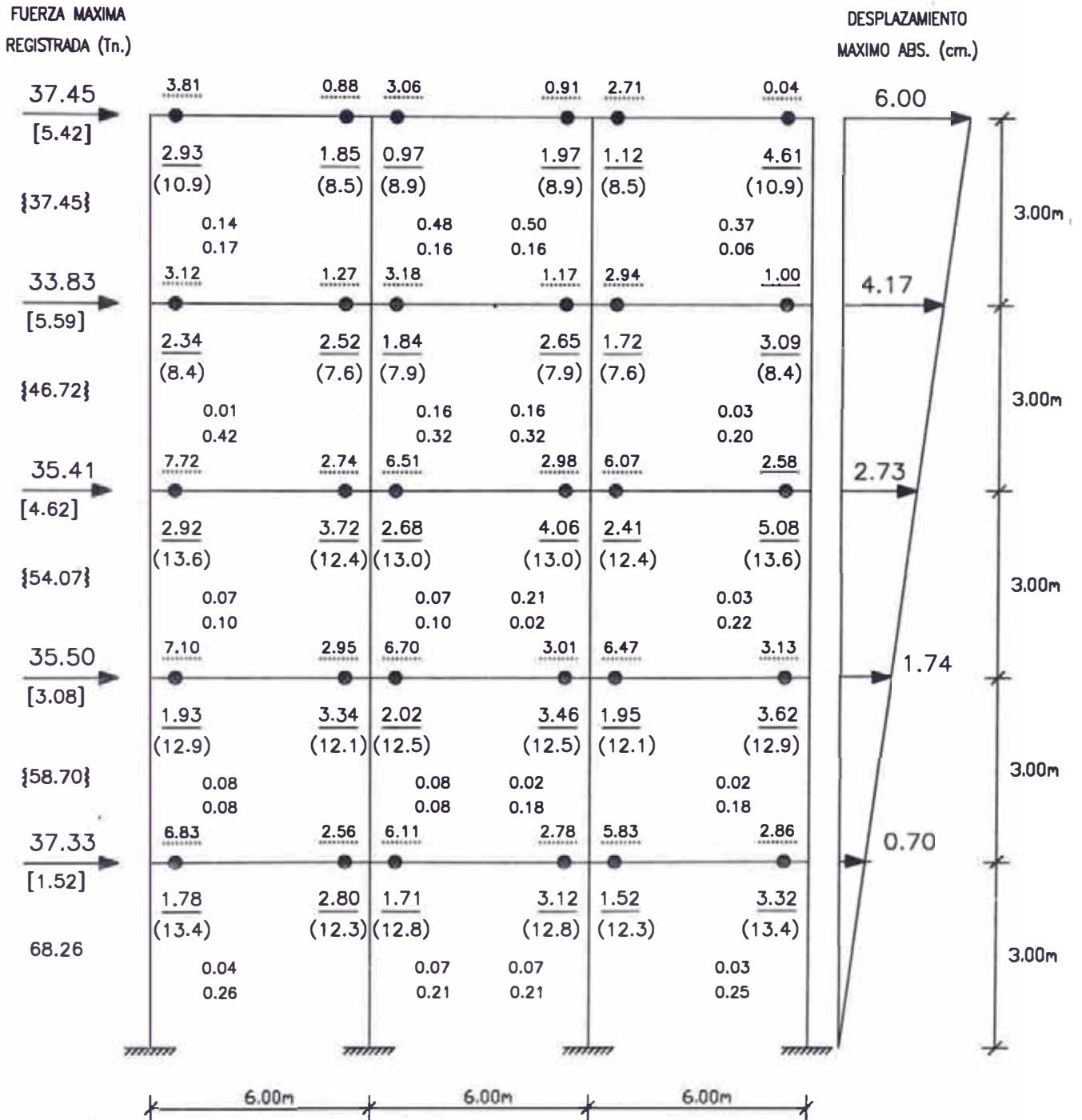
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.29

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 400 gals

PORTICO "A" : REDUCCION = 10%



- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS

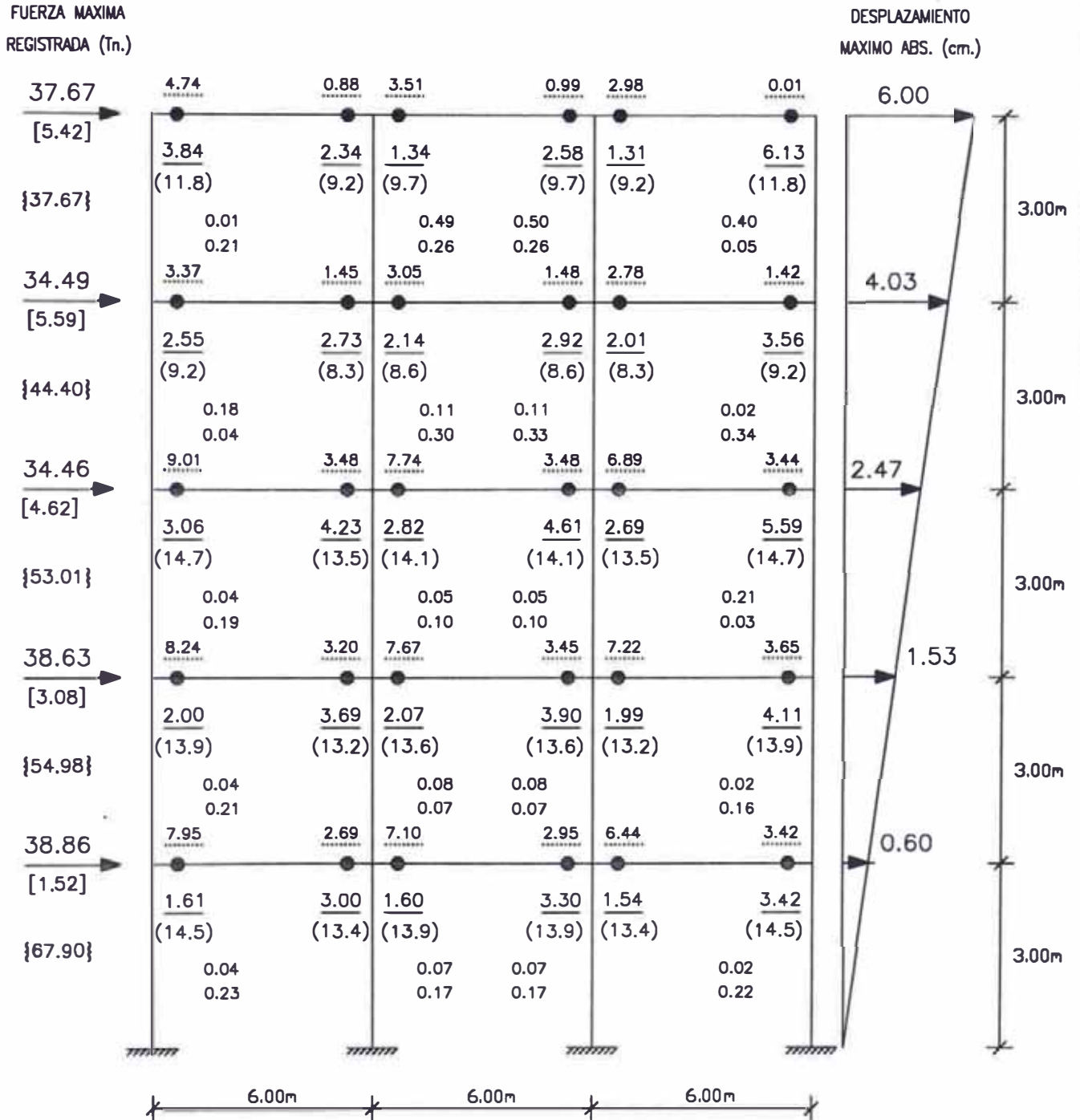
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.30

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 400 gals

PORTICO "A" : REDUCCION = 20%



- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

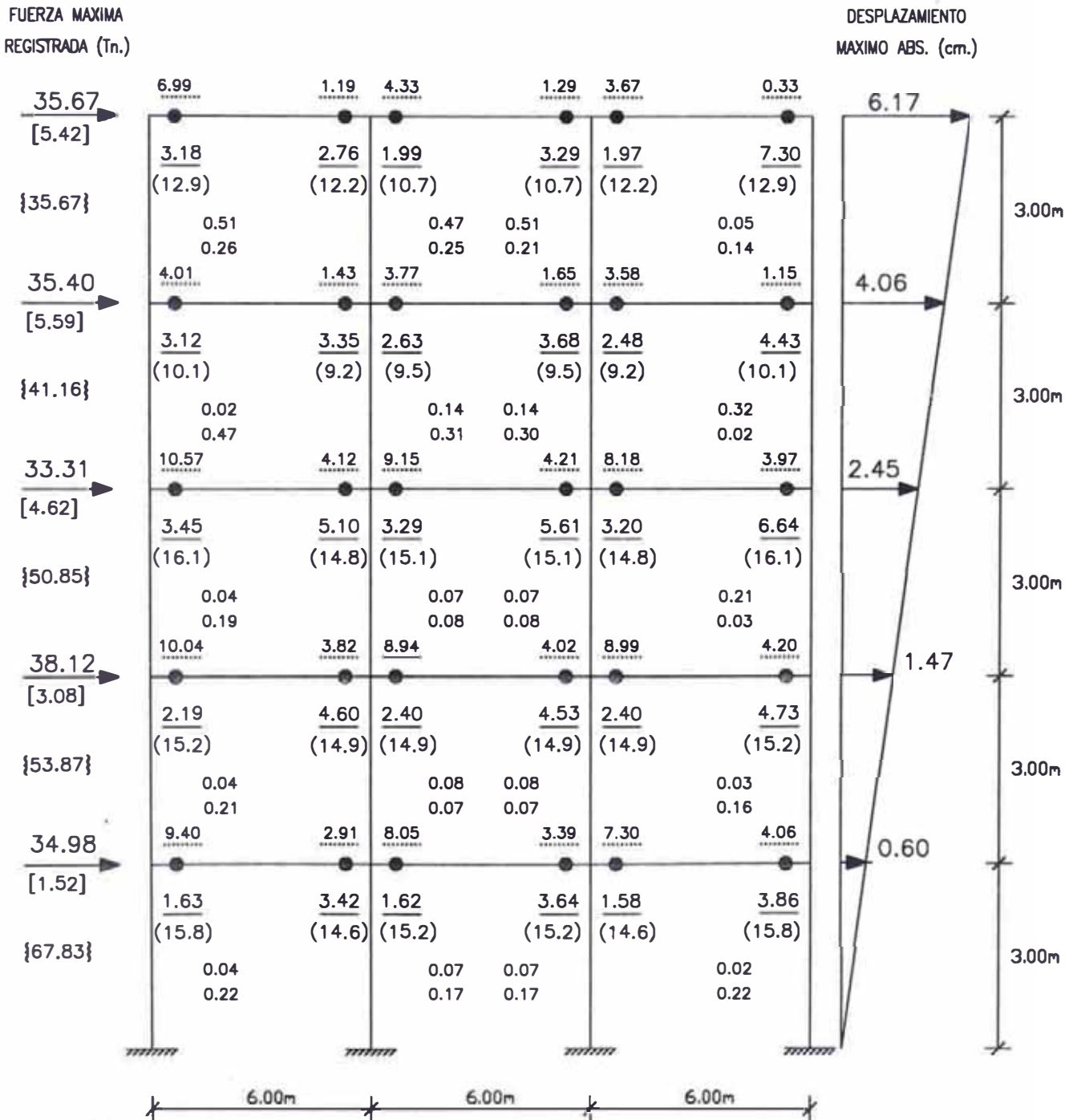
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.3f

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 400 gals

PORTICO "A" : REDUCCION = 30%



- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

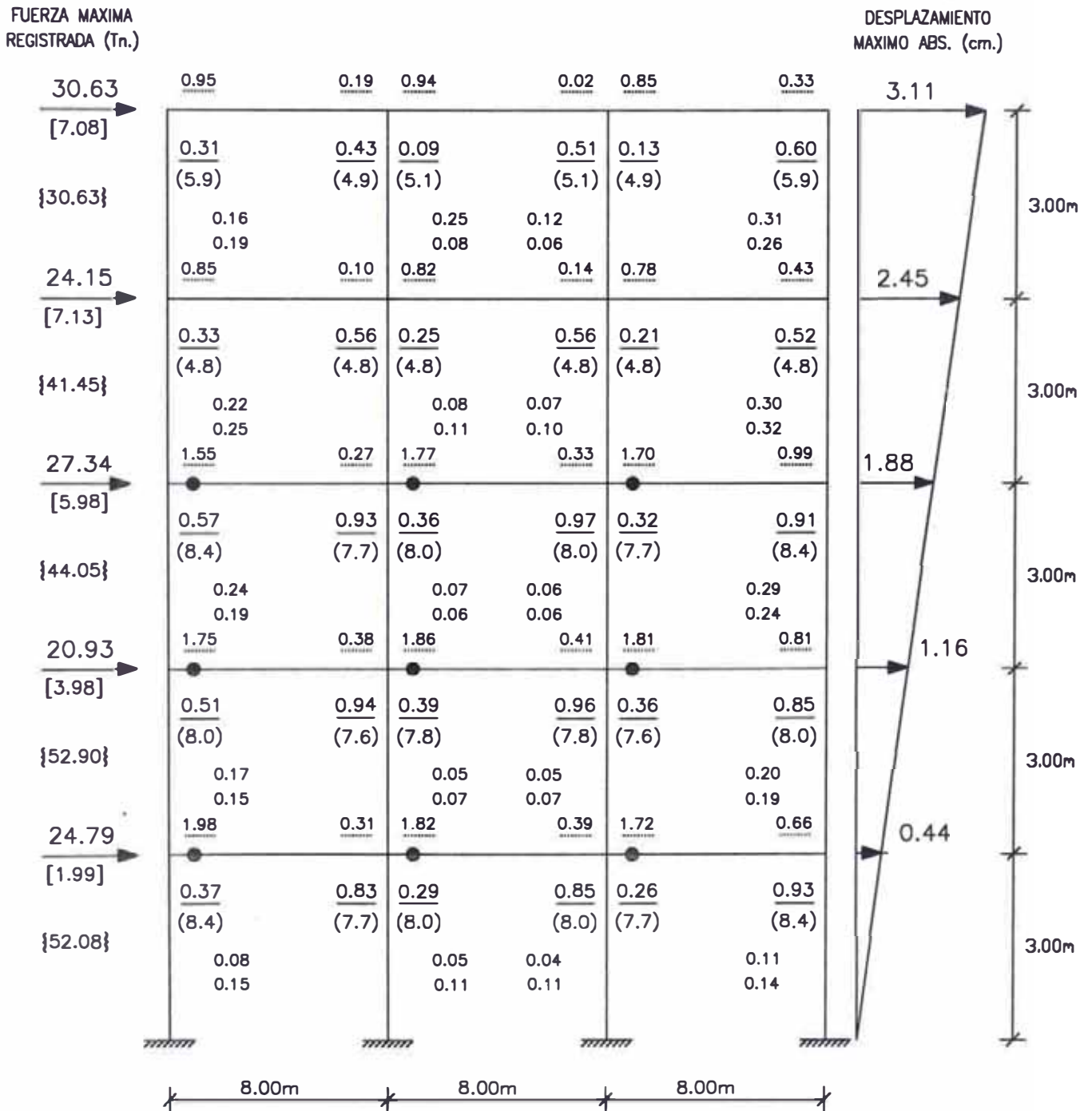
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.32

96
ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 200 gals

PORTICO "B" : REDUCCION = 00%



- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- - - = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL COOIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

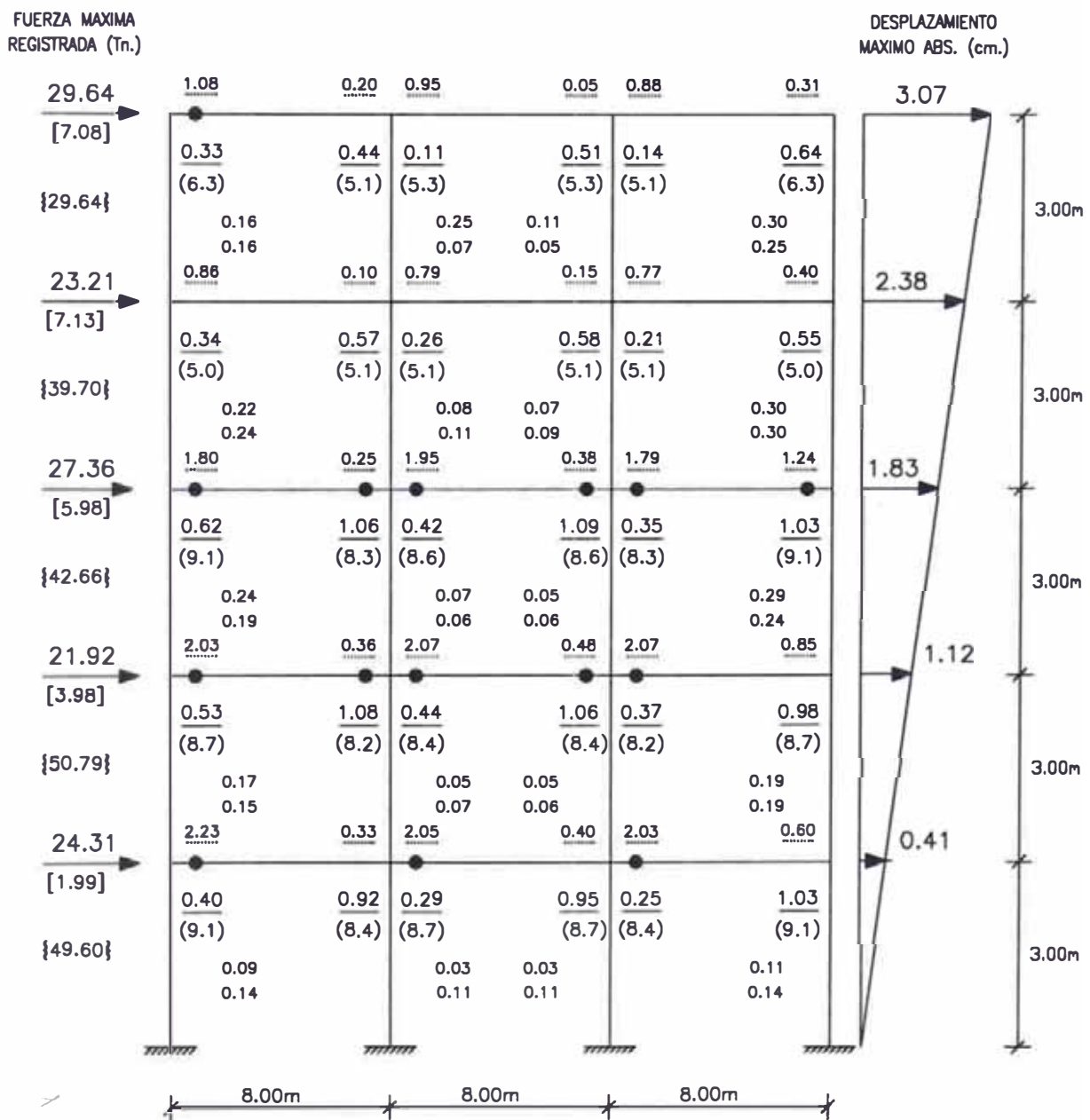
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.33

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 200 gals

PORTICO "B" : REDUCCION = 10%



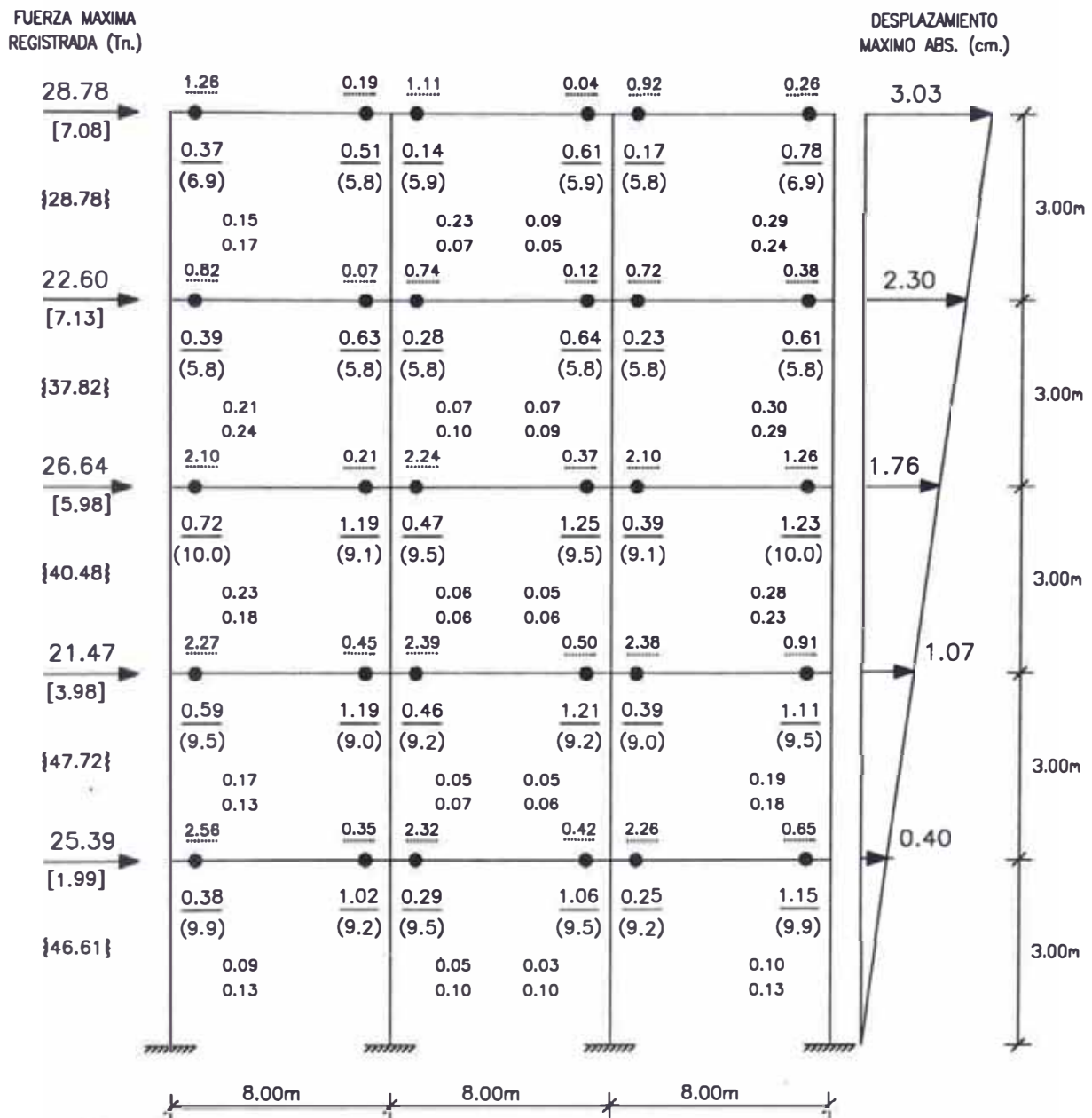
- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- - - = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

Fig. 4.34

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 200 gals

PORTICO "B" : REDUCCION = 20%



- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
-) = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

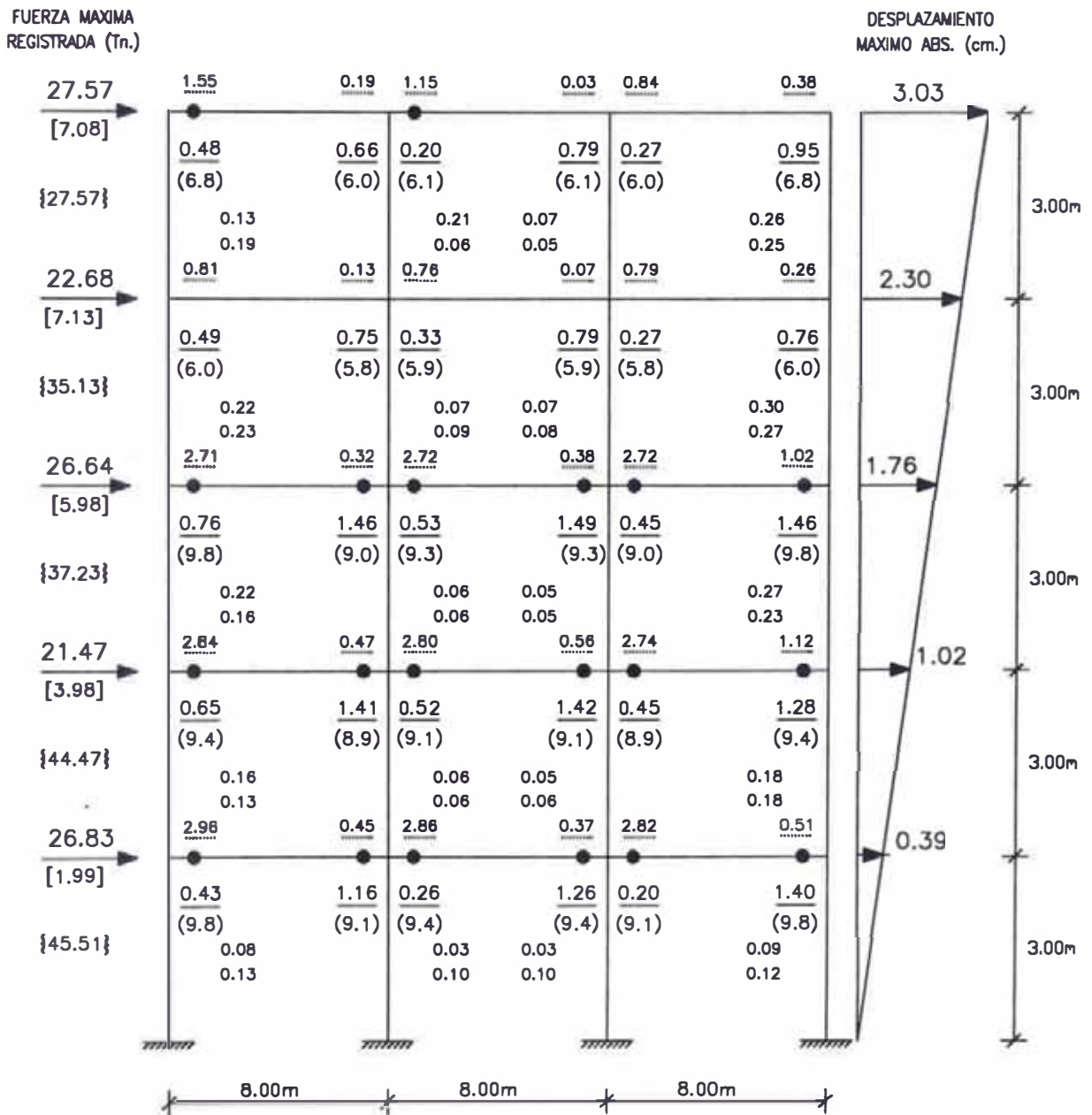
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.35

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 200 gals

PORTICO "B" REDUCCION 30%



- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

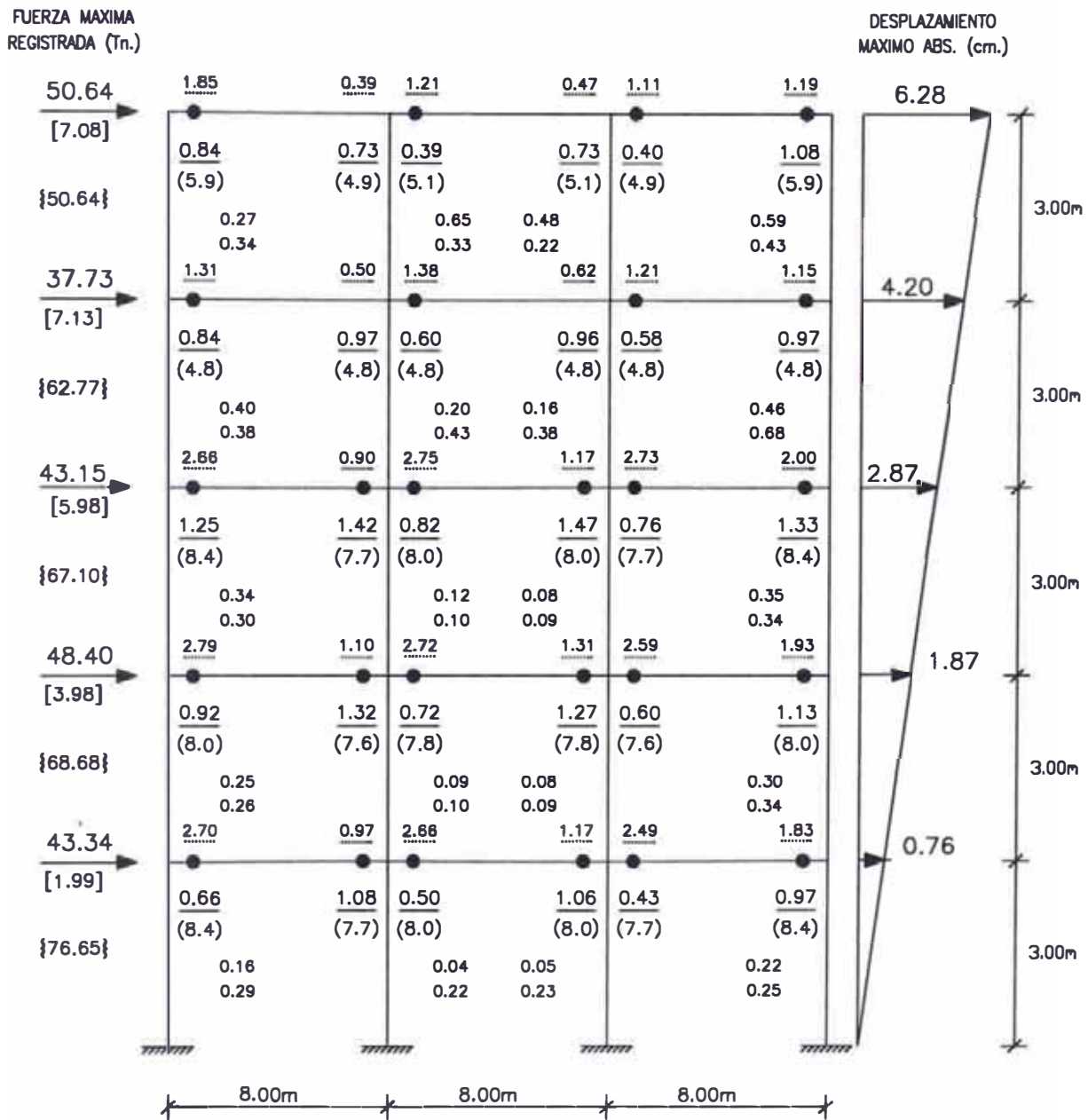
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm2)	COLUMNA (cm2)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.36

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 400 gals

PORTICO "B" : REDUCCION = 00%



- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- - - = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

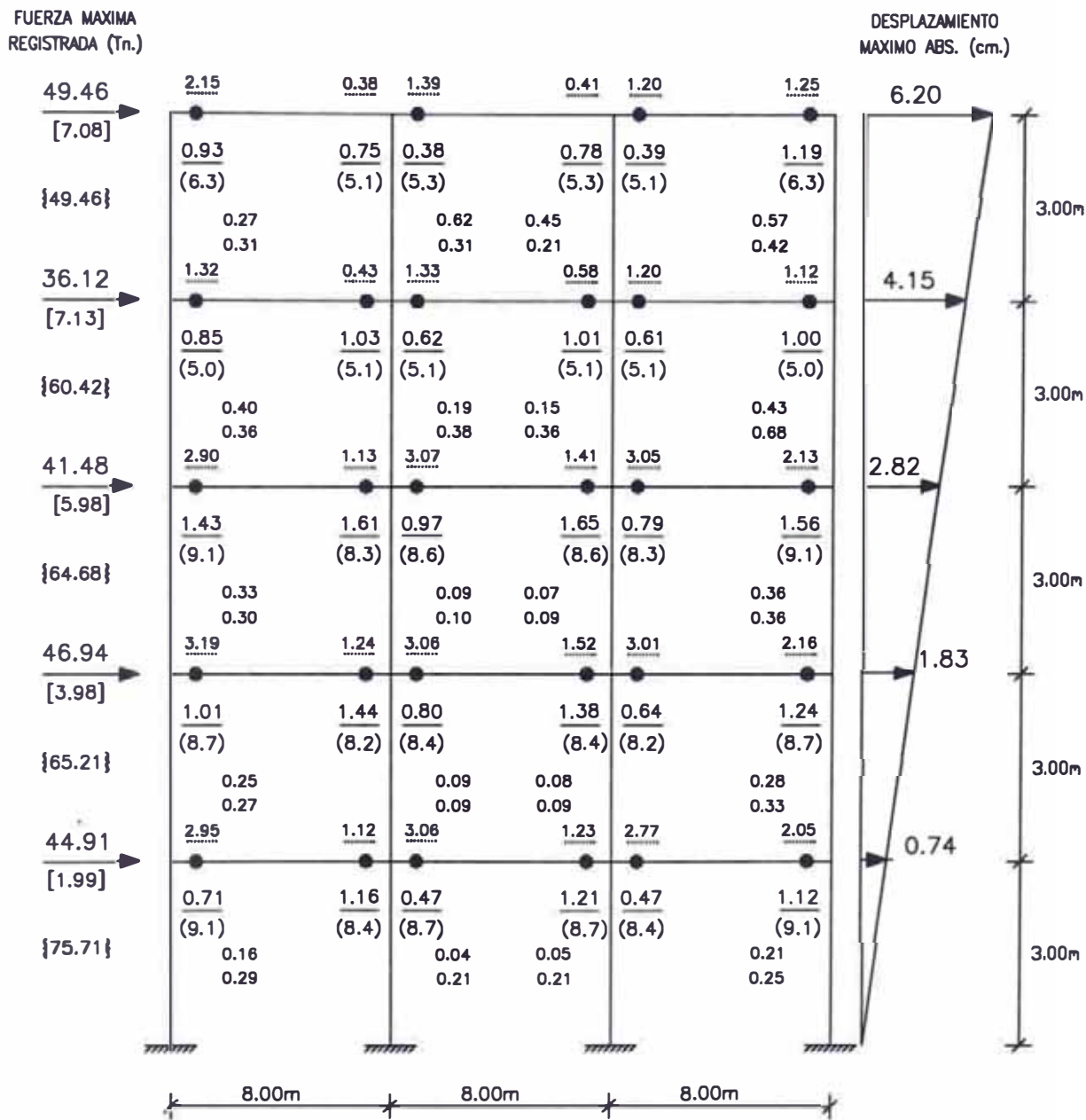
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.37

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 400 gals

PORTICO "B" : REDUCCION = 10%



- ≤ ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- - - = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

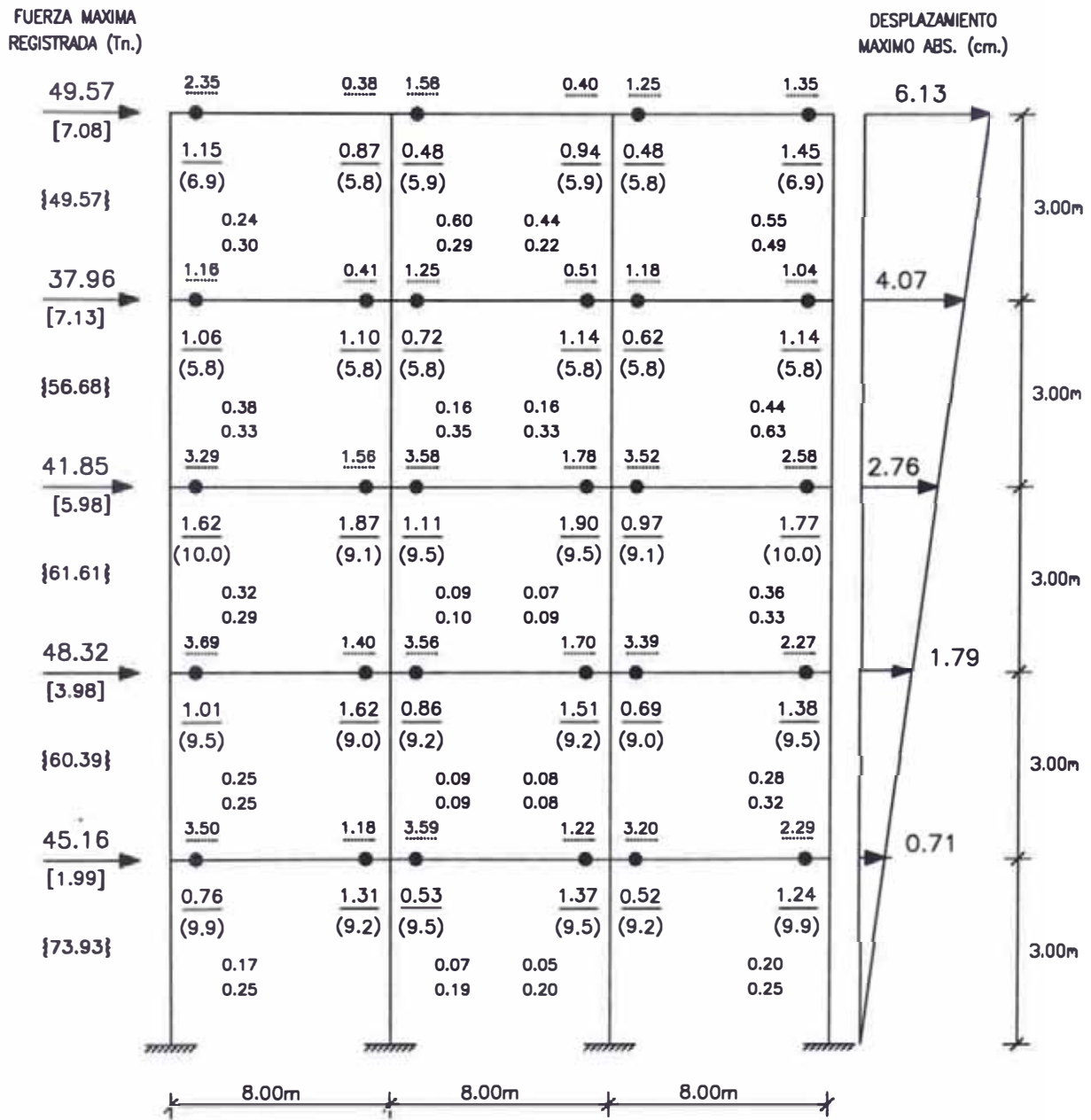
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.38

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 400 gals

PORTICO "B" : REDUCCION = 20%



- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

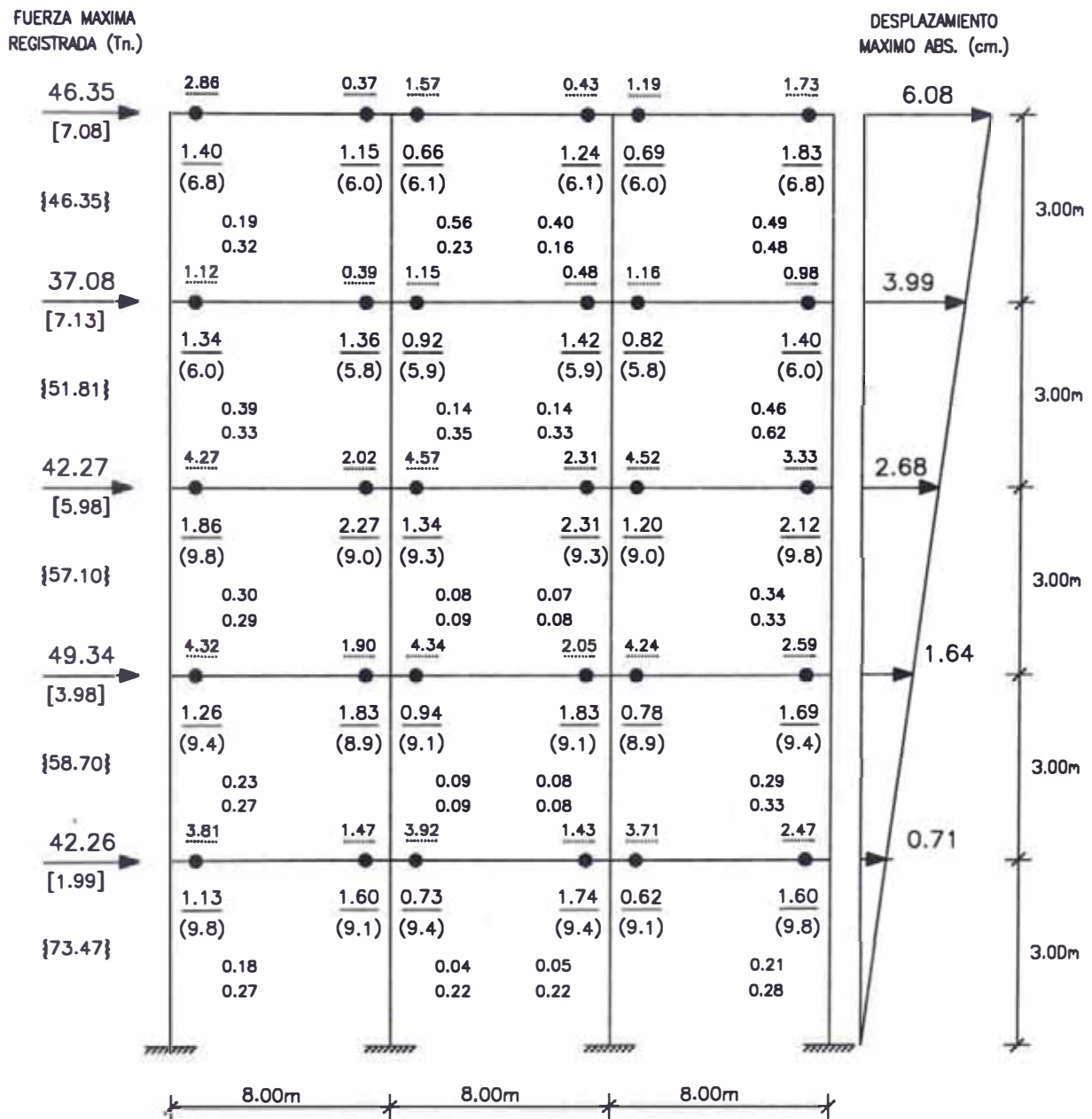
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.39

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 400 gals

PORTICO "B" : REDUCCION = 30%



- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- - - = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

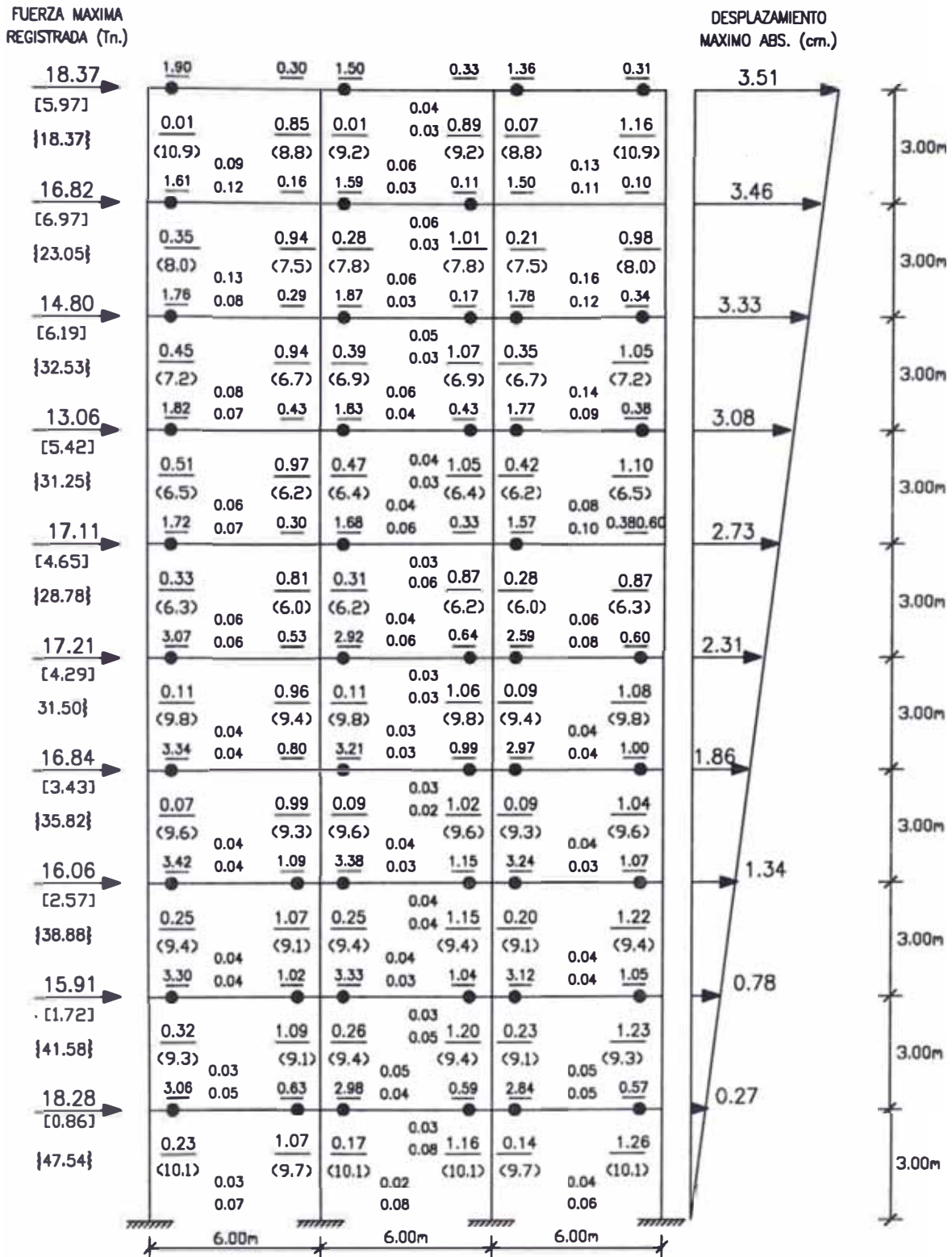
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
4 al 5	30x50	50x50
1 al 3	40x60	60x60

Fig. 4.40

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 200 GALS

PORTICO "C" : REDUCCION = 00%



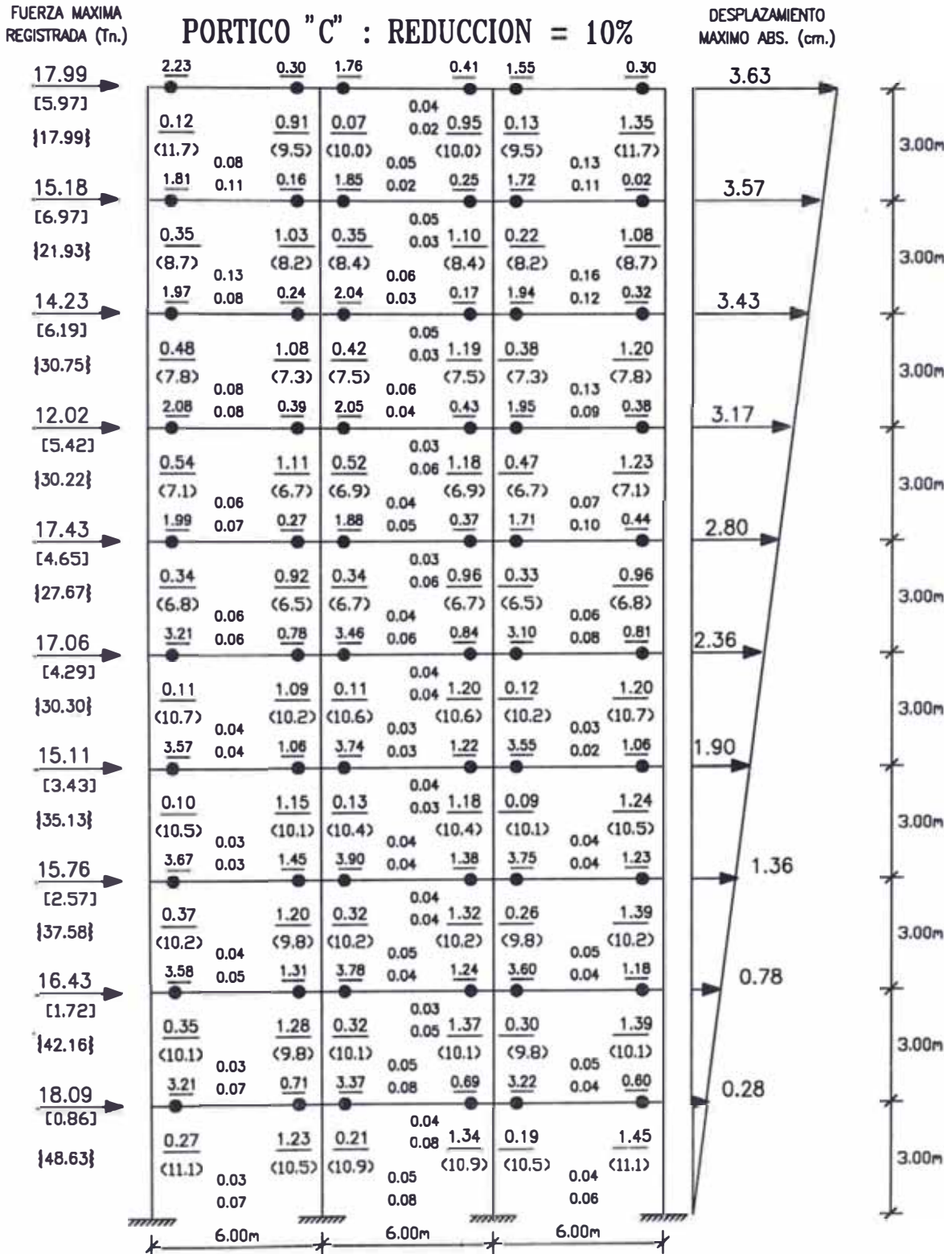
- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- - - = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
6 al 10	30x55	55x55
1 al 5	40x65	65x65

Fig. 4.41

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 200 GALS



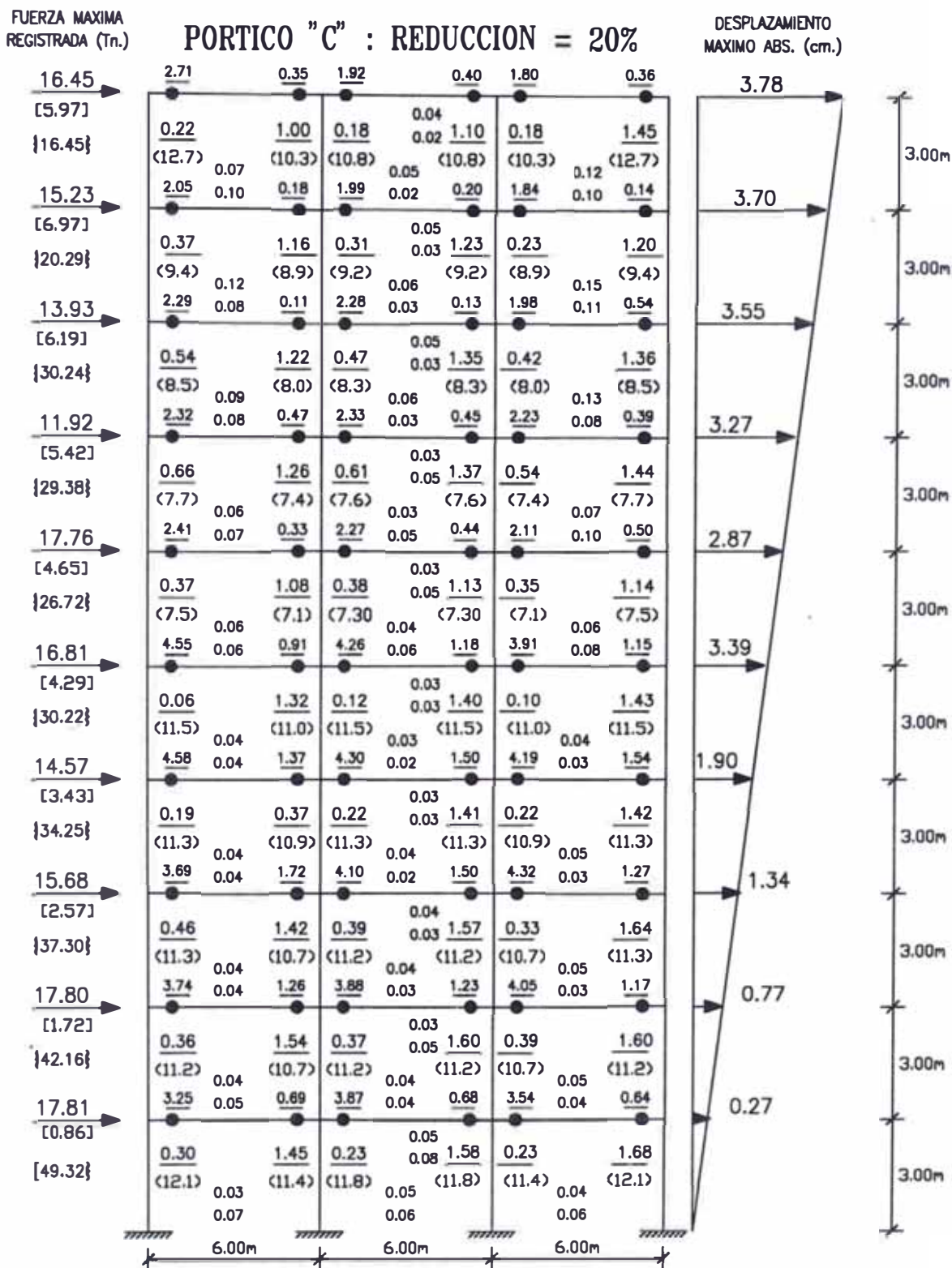
- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- - - = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
6 al 10	30x55	55x55
1 al 5	40x65	65x65

Fig. 4.42

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 200 GALS



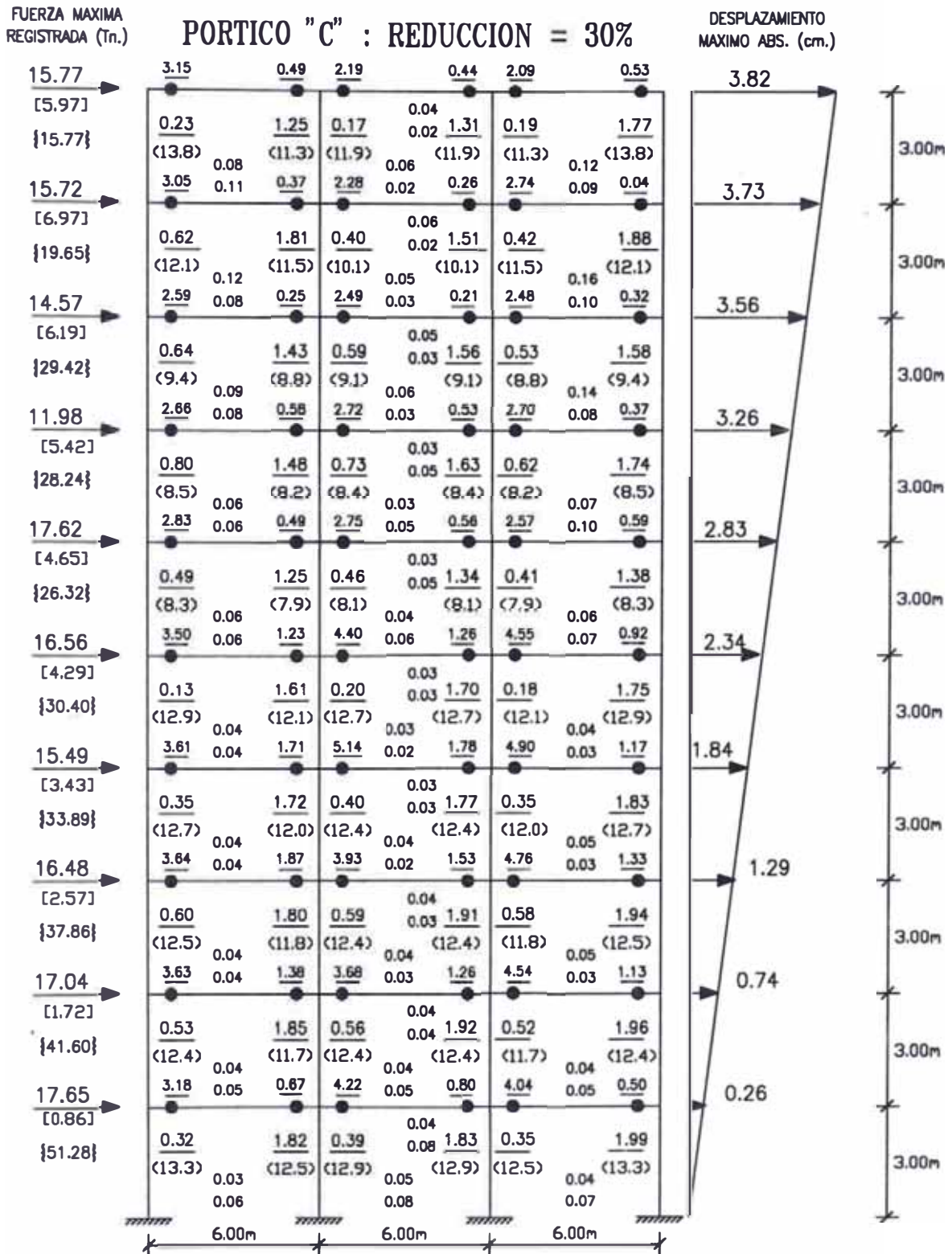
- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
6 al 10	30x55	55x55
1 al 5	40x65	65x65

Fig. 4.43

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 200 GALS



- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

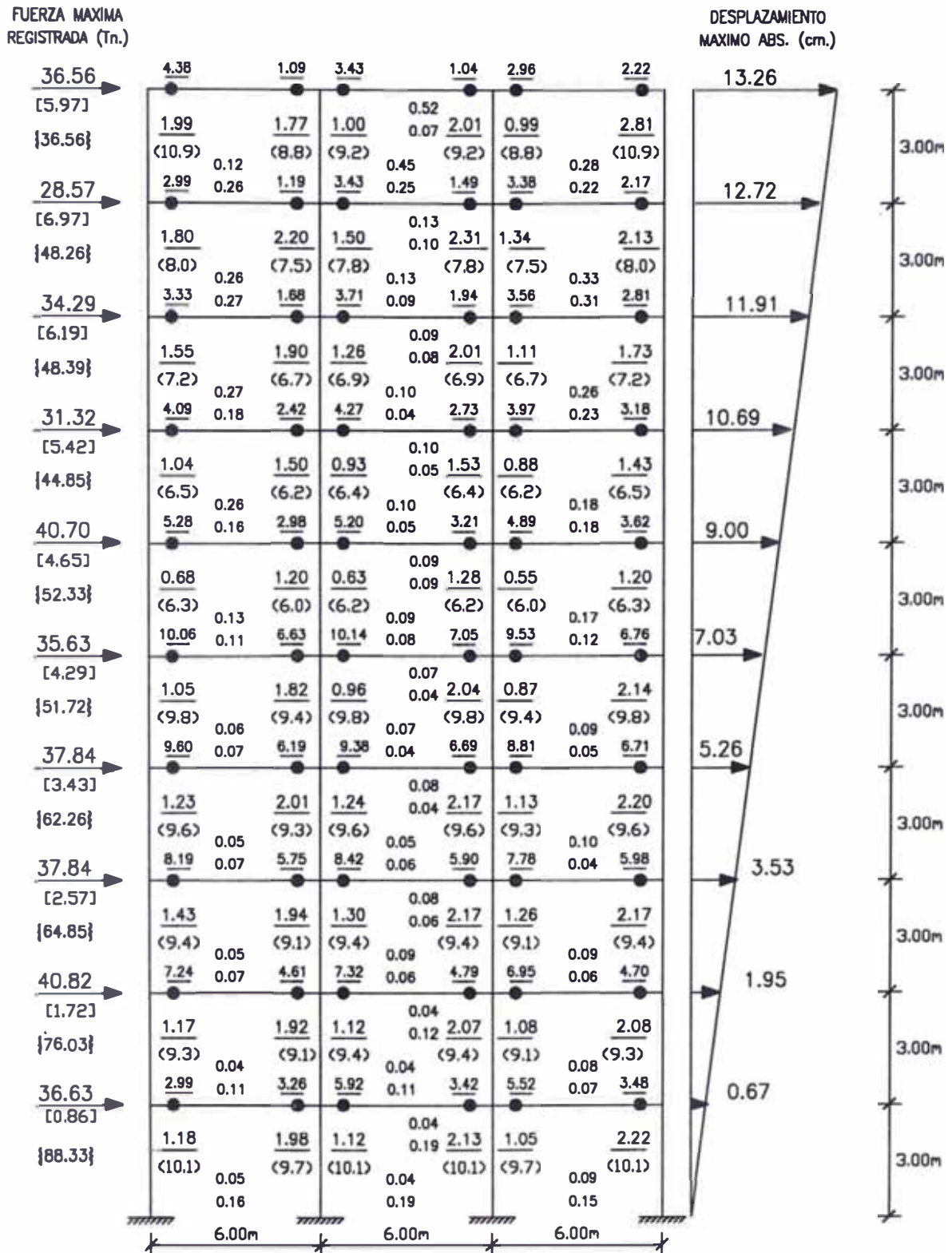
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm2)	COLUMNA (cm2)
6 al 10	30x55	55x55
1 al 5	40x65	65x65

Fig. 4.44

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 400 GALS

PORTICO "C" : REDUCCION = 00%



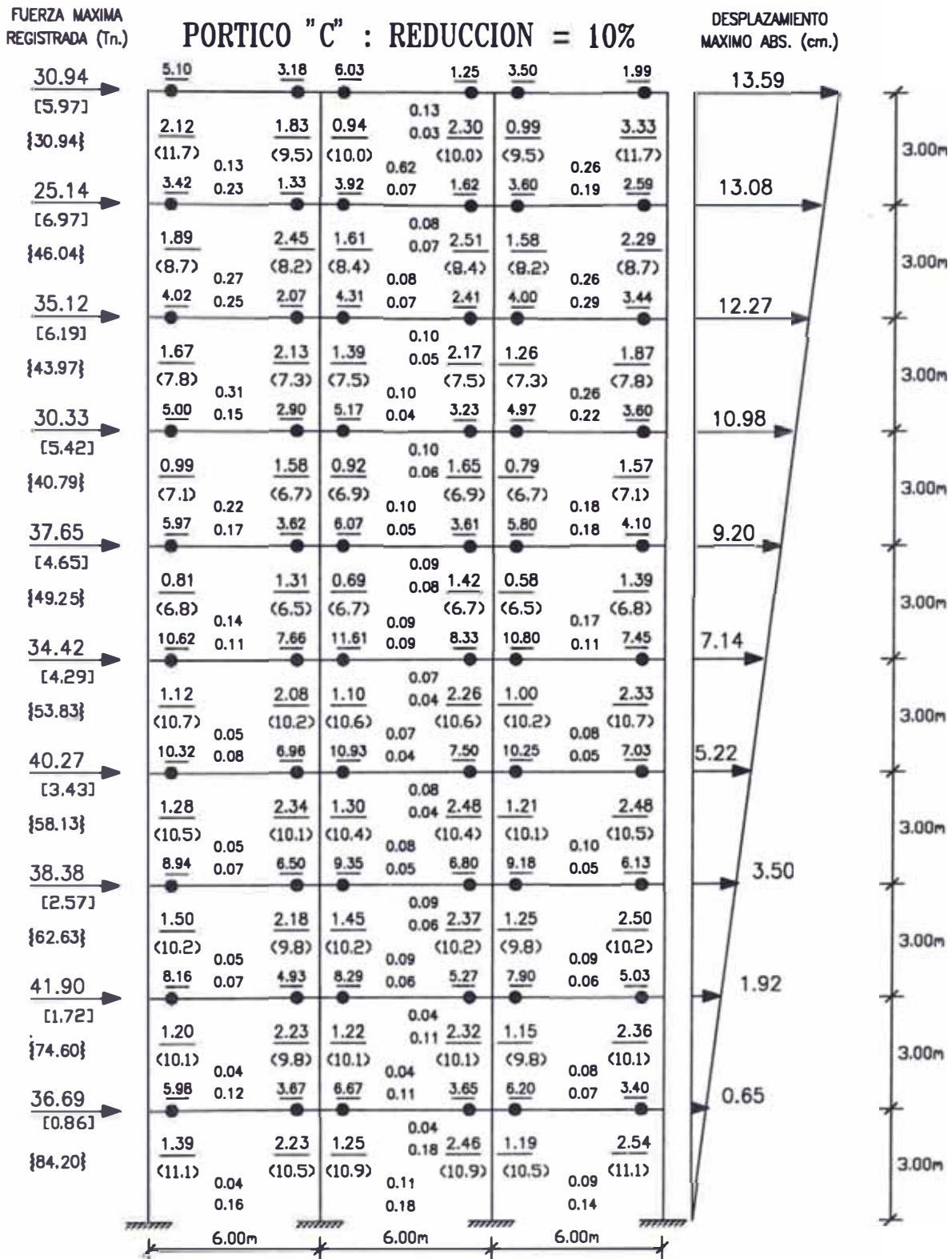
- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm2)	COLUMNA (cm2)
6 al 10	30x55	55x55
1 al 5	40x65	65x65

Fig. 4.45

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 400 GALS



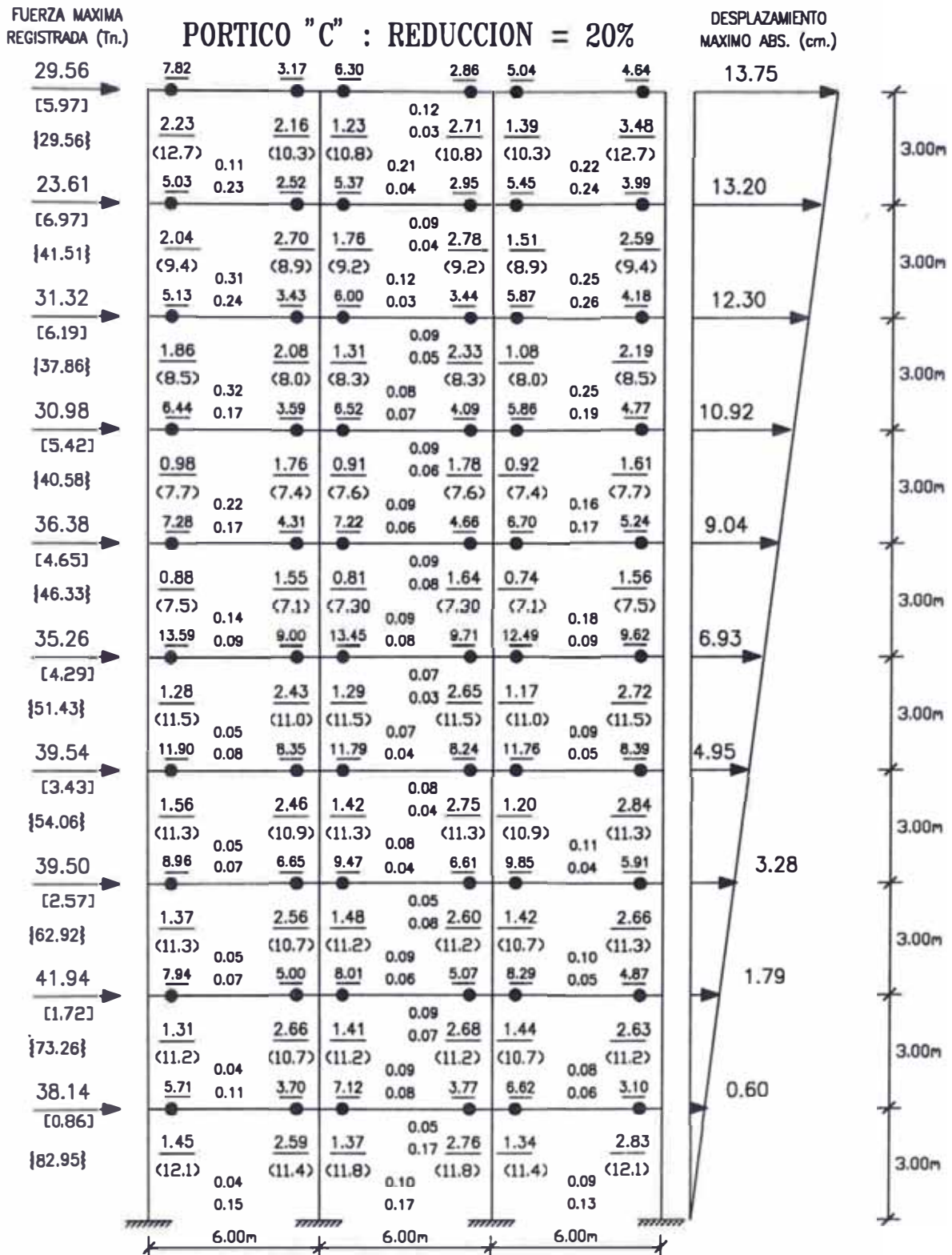
- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- - - = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm2)	COLUMNA (cm2)
6 al 10	30x55	55x55
1 al 5	40x65	65x65

Fig. 4.46

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 400 GALS



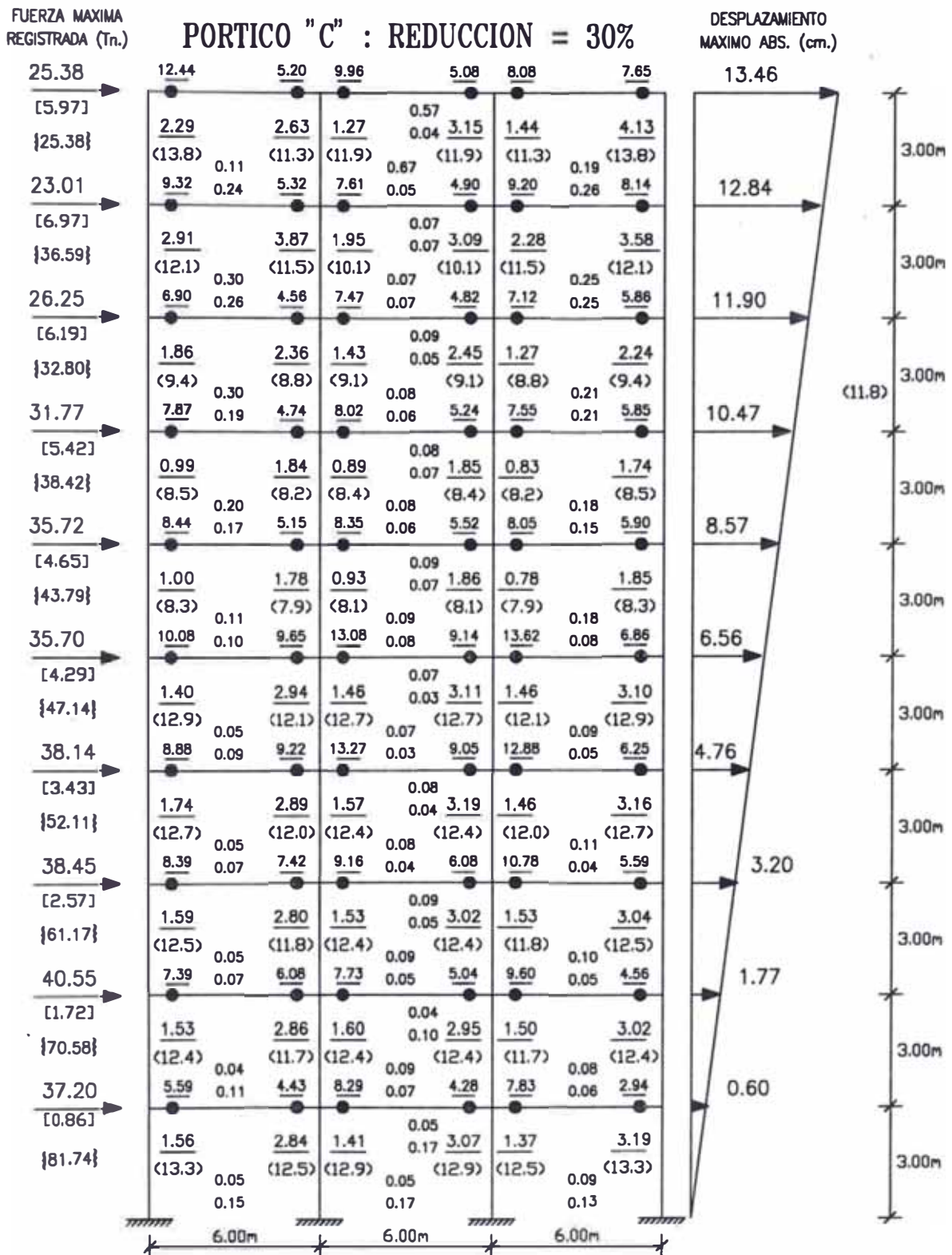
- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm2)	COLUMNA (cm2)
6 al 10	30x55	55x55
1 al 5	40x65	65x65

Fig. 4.47

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

ACELERACION MAXIMA = 400 GALS



- = ROTULA PLASTICA
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (-As)
- = REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD (+As)
- () = CAPACIDAD DE DUCTILIDAD DE LA SECCION
- [] = FUERZA DE SISMO SEGUN EL CODIGO (Tn.)
- { } = CORTANTE MAXIMO REGISTRADO (Tn.)

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS		
NIVEL	VIGA (cm ²)	COLUMNA (cm ²)
6 al 10	30x55	55x55
1 al 5	40x65	65x65

Fig. 4.48

PORTICO "A"
RESPUESTA SISMICA INELASTICA

ACELERACION MAXIMA PORCENTAJE DE REDUCCION		2 0 0 Gals.						4 0 0 Gals.											
		REGISTROS MAXIMOS		DUCTILIDAD MAXIMA		REGISTROS MAXIMOS		DUCTILIDAD MAXIMA		REGISTROS MAXIMOS		DUCTILIDAD MAXIMA							
		FUERZA (Ton)	D-abs (cm)	VIGA -As	COLUMNA	FUERZA (Ton)	D-abs (cm)	VIGA -As	COLUMNA	FUERZA (Ton)	D-abs (cm)	VIGA -As	COLUMNA						
0 %	5	23.59	3.07	2.24	0.32	40.74	5.98	4.19	0.52	10 %	5	23.06	3.04	2.57	0.31	37.45	6.00	4.61	0.50
	4	25.52	2.29	1.43	0.17	39.29	4.16	2.65	0.40		4	25.26	2.25	1.62	0.17	33.83	4.17	3.09	0.36
	3	18.01	1.49	2.87	0.15	34.95	2.96	4.34	0.19		3	18.00	1.46	3.14	0.15	35.41	2.73	5.08	0.22
	2	17.29	0.91	2.08	0.15	39.20	1.91	3.37	0.22		2	17.40	0.91	2.27	0.15	35.50	1.74	3.62	0.18
	1	18.39	0.36	1.75	0.10	34.83	0.78	3.24	0.31		1	18.41	0.36	1.87	0.09	37.33	0.70	3.32	0.26
20 %	5	22.75	3.00	2.89	0.32	37.67	6.00	6.13	0.50	30 %	5	21.53	2.95	3.37	0.32	35.67	6.17	7.30	0.51
	4	23.82	2.20	1.85	0.17	34.49	4.03	3.56	0.34		4	22.58	2.17	2.12	0.17	35.40	4.06	4.43	0.47
	3	18.46	1.42	3.54	0.15	34.46	2.47	5.59	0.21		3	18.33	1.40	4.01	0.12	33.31	2.45	6.64	0.21
	2	17.60	0.91	2.54	0.14	38.63	1.53	3.90	0.21		2	17.70	0.91	2.84	0.14	38.12	1.47	4.73	0.21
	1	18.42	0.35	2.09	0.09	38.86	0.60	3.42	0.23		1	18.50	0.35	2.45	0.09	34.98	0.60	3.86	0.22

Tabla 4.23

PORTICO "B"
RESPUESTA SISMICA INELASTICA

ACELERACION MAXIMA PORCENTAJE DE REDUCCION		2 0 0 Gals.					4 0 0 Gals.				
		NIVEL	REGISTROS MAXIMOS FUERZA (Ton)	D-abs (cm)	VIGA -As	COLUMNA MAXIMA	REGISTROS MAXIMOS FUERZA (Ton)	D-abs (cm)	VIGA -As	COLUMNA MAXIMA	
0 %	5	30.63	3.11	0.60	0.31	50.64	6.28	1.08	0.65		
	4	24.15	2.45	0.56	0.32	37.73	4.20	0.97	0.68		
	3	27.34	1.88	0.97	0.29	43.15	2.87	1.47	0.35		
	2	20.93	1.16	0.96	0.20	48.40	1.87	1.32	0.34		
	1	24.79	0.44	0.93	0.15	43.34	0.76	1.08	0.29		
10 %	5	29.64	3.07	0.64	0.30	49.46	6.20	1.19	0.62		
	4	23.21	2.38	0.58	0.30	60.42	4.15	1.03	0.68		
	3	27.36	1.83	1.09	0.29	64.68	2.82	1.65	0.36		
	2	21.92	1.12	1.08	0.19	65.21	1.83	1.44	0.33		
	1	24.31	0.41	1.03	0.14	75.71	0.74	1.21	0.29		
20 %	5	28.78	3.03	0.78	0.29	49.57	6.13	1.45	0.60		
	4	22.60	2.30	0.64	0.30	37.96	4.07	1.14	0.63		
	3	26.64	1.76	1.25	0.28	41.85	2.76	1.90	0.36		
	2	21.47	1.07	1.19	0.19	48.32	1.79	1.62	0.32		
	1	25.39	0.40	1.15	0.13	45.16	0.71	1.37	0.25		
30 %	5	27.57	2.93	0.95	0.26	46.35	6.08	1.83	0.56		
	4	22.68	2.22	0.79	0.30	35.08	3.99	1.42	0.62		
	3	24.47	1.70	1.49	0.27	42.27	2.68	2.31	0.34		
	2	21.32	1.02	1.42	0.18	49.34	1.64	1.83	0.33		
	1	26.83	0.39	1.40	0.13	42.26	0.71	1.74	0.28		

Tabla 4.24

PORTICO "C" RESPUESTA SISMICA INELASTICA

ACELERACION MAXIMA PORCENTAJE DE REDUCCION	NIVEL	2.0.0 Gsk				4.0.0 Gsk			
		REGISTROS MAXIMOS FUERZA (Ton)	D-cto (cm)	DUCTILIDAD MAXIMA VGA -Ag	COLUMNA	REGISTROS MAXIMOS FUERZA (Ton)	D-cto (cm)	DUCTILIDAD MAXIMA VGA -Ag	COLUMNA
0 %	10	18.37	3.51	1.16	0.13	36.56	13.26	2.81	0.52
	9	16.82	3.46	1.01	0.16	28.57	12.72	2.31	0.33
	8	14.80	3.33	1.07	0.14	34.29	11.91	2.01	0.27
	7	13.06	3.08	1.10	0.10	32.32	10.69	1.53	0.26
	6	17.11	2.73	0.87	0.08	40.70	9.00	1.28	0.17
	5	17.21	2.31	1.08	0.04	35.63	7.03	2.14	0.09
	4	16.84	1.86	1.04	0.04	37.84	5.26	2.20	0.10
	3	16.06	1.34	1.22	0.04	37.84	3.53	2.17	0.09
	2	15.91	0.78	1.23	0.05	40.82	1.95	2.08	0.12
	1	18.28	0.27	1.28	0.08	36.83	0.67	2.22	0.19
10%	10	17.99	3.63	1.35	0.13	30.94	13.59	3.33	0.62
	9	15.18	3.57	1.08	0.16	25.14	13.08	2.51	0.29
	8	14.23	3.43	1.20	0.13	35.12	12.27	2.17	0.31
	7	12.02	3.17	1.23	0.10	30.33	10.98	1.65	0.22
	6	17.43	2.80	0.96	0.08	37.65	9.20	1.42	0.17
	5	17.06	2.36	1.20	0.04	34.42	7.14	2.33	0.08
	4	15.11	1.90	1.24	0.05	40.27	5.22	2.48	0.10
	3	15.76	1.36	1.39	0.05	36.38	3.50	2.50	0.09
	2	16.43	0.78	1.39	0.08	41.90	1.92	2.36	0.12
	1	18.09	0.28	1.45	0.08	36.99	0.65	2.54	0.18
20%	10	16.45	3.78	1.45	0.12	29.56	13.75	3.48	0.24
	9	15.23	3.70	1.23	0.15	23.61	13.20	2.78	0.31
	8	13.93	3.55	1.36	0.13	31.32	12.30	2.33	0.32
	7	11.92	3.27	1.44	0.10	30.98	10.92	1.78	0.22
	6	17.76	2.87	1.14	0.08	36.38	9.04	1.64	0.18
	5	16.81	2.39	1.43	0.04	35.26	6.93	2.72	0.09
	4	14.57	1.90	1.42	0.05	38.54	4.95	2.84	0.11
	3	15.68	1.34	1.64	0.05	39.50	3.28	2.66	0.10
	2	17.80	0.77	1.60	0.05	41.94	1.79	2.68	0.11
	1	17.81	0.27	1.68	0.08	38.14	0.60	2.93	0.17
30%	10	15.77	3.82	1.77	0.12	25.38	13.46	4.13	0.67
	9	15.72	3.73	1.88	0.16	23.01	12.84	3.67	0.30
	8	14.57	3.56	1.58	0.14	26.25	11.90	2.45	0.30
	7	11.98	3.26	1.74	0.10	31.77	10.47	1.85	0.20
	6	17.62	2.83	1.38	0.06	35.72	8.57	1.86	0.18
	5	16.56	2.34	1.75	0.04	35.70	6.56	3.11	0.09
	4	15.49	1.84	1.83	0.05	38.14	4.76	3.19	0.11
	3	16.48	1.29	1.84	0.05	38.45	3.20	3.04	0.10
	2	17.04	0.74	1.96	0.05	40.55	1.77	3.02	0.11
	1	17.65	0.26	1.99	0.08	37.20	0.60	3.19	0.17

Tabla 4.25

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

REQUERIMIENTOS DE DUCTILIDAD MAXIMOS EN VIGAS

PORCENTAJE DE REDUCCION DE MOMENTOS	REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD EN VIGAS					
	ACELERACION MAXIMA					
	PORTICO "A"		PORTICO "B"		PORTICO "C"	
	200 gals	400 gals	200 gals	400 gals	200 gals	400 gals
0 %	2.87	4.34	0.97	1.47	1.16	2.81
10 %	3.14	5.08	1.09	1.65	1.35	3.33
20 %	3.54	5.59	1.25	1.90	1.45	3.48
30 %	4.01	6.64	1.49	2.31	1.77	4.13

REQUERIMIENTOS DE DUCTILIDAD MAXIMOS EN COLUMNAS

PORCENTAJE DE REDUCCION DE MOMENTOS	REQUERIMIENTO DE DUCTILIDAD EN COLUMNAS					
	ACELERACION MAXIMA					
	PORTICO "A"		PORTICO "B"		PORTICO "C"	
	200 gals	400 gals	200 gals	400 gals	200 gals	400 gals
0 %	0.20	0.52	0.25	0.65	0.16	0.33
10 %	0.20	0.50	0.25	0.62	0.16	0.28
20 %	0.20	0.50	0.23	0.60	0.15	0.25
30 %	0.18	0.51	0.21	0.56	0.16	0.25

Tabla 4.26

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

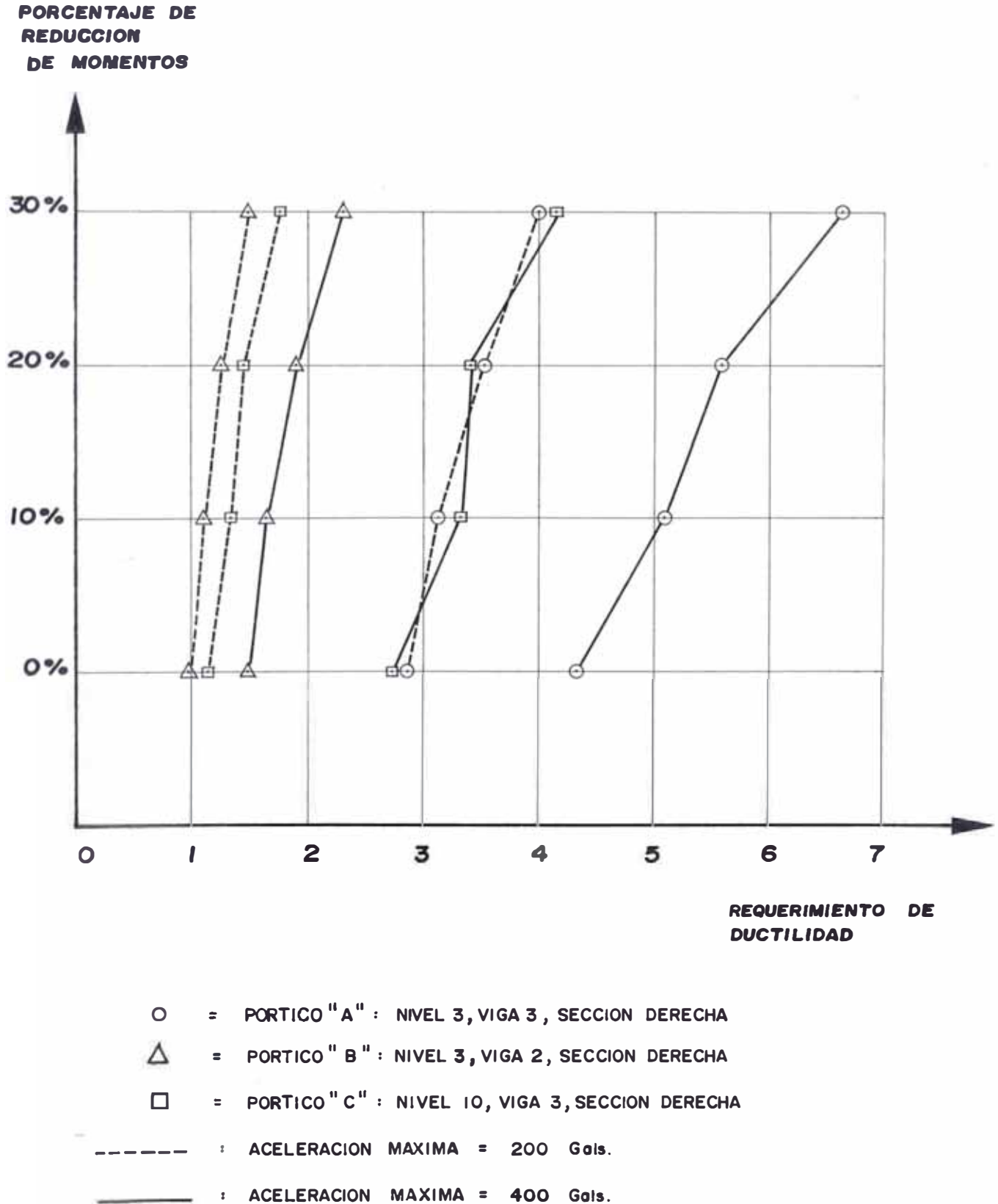
REQUERIMIENTOS DE DUCTILIDAD MAXIMOS EN VIGAS

Fig. 4.49

ANALISIS DINAMICO INELASTICO

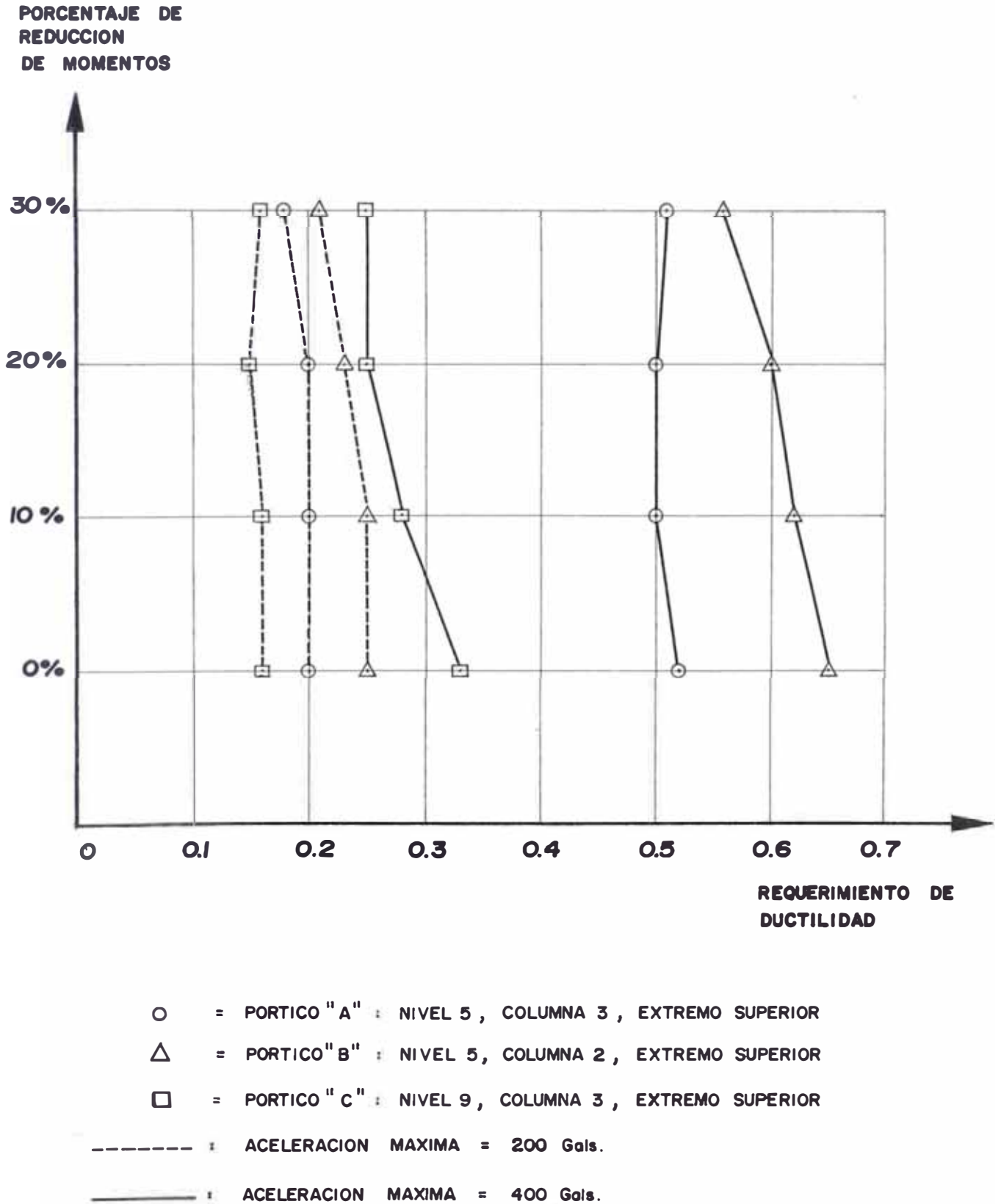
REQUERIMIENTOS DE DUCTILIDAD MAXIMOS EN COLUMNAS

Fig. 4.50

CAPITULO V

CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES

En base a los análisis realizados, se ha obtenido las siguientes conclusiones:

- La redistribución de momentos ocasiona un incremento, poco significativo, del requerimiento de ductilidad en las secciones de vigas, ante la acción de un movimiento sísmico de fuerte intensidad.
- La resistencia sísmica de una estructura no es afectada apreciablemente debido a la redistribución de momentos. El requerimiento de ductilidad en las columnas disminuye ligeramente debido a la redistribución de momentos en los extremos de las vigas y ante la acción de fuerzas sísmicas sobre la estructura.
- La energía originada en la estructura, debido a la acción de las fuerzas de origen sísmico de alta intensidad, es disipada mediante la formación de las primeras rótulas plásticas en las vigas.

- Al efectuar la redistribución de momentos en vigas, el mecanismo de falla de la estructura se ajusta mejor a la filosofía de diseño "viga débil-columna fuerte", es decir, que las rótulas plásticas se formen primero en las vigas y posteriormente empiezen a producirse en las columnas.
- Al disminuir el área de acero en los extremos de las vigas estamos diseñando una estructura más económica, y esto debido al diseño de la estructura en el rango inelástico.
- Al efectuar la redistribución de momentos disminuimos el área del acero de refuerzo y de ésta forma se evita la congestión del acero de refuerzo en los nudos de las uniones de vigas y columnas.
- El diseño de una estructura considerando la incurción de sus elementos en el rango inelástico, nos permite predecir, y también inducir, el comportamiento de dicha estructura ante un sismo de fuerte intensidad.
- Los pórticos de grandes luces tienen un mecanismo de falla en la cuál las primeras rótulas de fluencia se producen en los extremos de algunas columnas, ante esto, el proceso de redistribución de momentos permite mejorar éste comportamiento de la estructura.
- En las edificaciones de altura intermedia (10 pisos) el proceso de redistribución de momentos origina una reducción de los esfuerzos a que se someten los extremos inferiores de las columnas ante un movimiento sísmico de regular intensidad.

5.2 RECOMENDACIONES

- Al efectuar la redistribución de momentos en los extremos de vigas se debe calcular el momento actuante máximo dentro del claro de la viga (momento positivo) con el propósito de verificar si es necesario o no incrementar el área del acero de refuerzo calculadas en el diseño inicial.
- Es fundamental proporcionar a las secciones de vigas la ductilidad necesaria para poder disipar la energía producida por el sismo.
- Se debe verificar que la estructura diseñada bajo la redistribución de momentos, tenga el mecanismo de falla apropiado, es decir, que obtengamos la secuencia de formación de rótulas plásticas más adecuado según el criterio de diseño que se utilice.
- Es necesario utilizar en el cálculo estructural, y sobretodo para el diseño en el rango inelástico, las ventajas que nos brinda la computadora, la cuál es una herramienta que nos agiliza el análisis de la estructura para diversas condiciones hasta obtener el mecanismo más adecuado según nuestro criterio.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- A.C.I. COMITE 318, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-83)", American Concrete Institute; Detroit, U.S.A., 1983.
- 2.- Aoyama, H.; "Non-Linear Responce Analysis of Reinforced Concrete Structures", Fourth Regional Seminar on Earthquake Engineering; Istanbul, Turkey September, 1976.
- 3.- Herrera, S.; "Modelos para el Análisis Sísmico No-Linear de Estructuras de Concreto Armado", Tesis de Grado, Universidad Nacional de Ingeniería; Lima-Perú, 1990.
- 4.- Morales, R.; "Estudio del factor de Reducción por ductilidad en la Respuesta Sísmica de Edificaciones de Concreto Armado", Revista TECNIA UNI, Vol.2, No.2; Lima Perú ,1983.
- 5.- Otani, S.; Li, S. y Aoyama, H.; "Moment Redistribution in Earthquake Resistant Design of Reinforced Concrete Frames", Transactions of the Japan Concrete Institute; Tokio-Japan, 1988.
- 6.- Park, R. y Paulay T.; "Reinforced Concrete Structures", Editorial John Wiley & Sons; Nueva York-USA, 1975.
- 7.- Reglamento Nacional de Construcciones, "Normas Básicas de Diseño Sismo-Resistente"; Lima-Perú, 1987
- 8.- Vásquez, L.; "Análisis y Diseño Inelástico de Estructuras Aporticados", Tesis de Grado, Universidad Nacional de Ingeniería; Lima-Perú, 1992.
- 9.- Winter, G. y Nilson, A.; "Proyecto de estructuras de Hormigón", Editorial Reverté; Barcelona-España, 1985.