

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE
UN EDIFICIO DE 5 PISOS

INFORME DE INGENIERIA

Para optar el Título Profesional de
INGENIERO CIVIL

LUIS ALBERTO CAMPOS PALOMINO

Lima-Perú

2001

DEDICATORIA

A mis Padres:

Sr. Antidoro Campos Rojas

Sra. Mercedes Palomino de Campos

A mi Novia:

Sñta. Maria del Rosario Álvarez Neira

AGRADECIMIENTO

Para la elaboración del presente trabajo se ha contado con la colaboración de diversas personas, tanto proporcionando información referida al tema, opiniones importantes así como su apoyo motivador en cada momento, por tal motivo mi más sincero agradecimiento a los profesores del presente ciclo, a los profesores del curso “Análisis y Diseño de una Edificación de Concreto Armado Diseño de Elementos de Acero” y en forma especial al asesor Ing. Vicente Chariarse.

INTRODUCCION

El presente trabajo pretende presentar de manera concisa el proceso de análisis y diseño de una edificación de Concreto Armado.

Ya que actualmente contamos con potentes herramientas, los cálculos se efectuarán con la ayuda de una microcomputadora personal y una variedad de softwares, como son el A3E, SAP 2000, Pcacol y Excel. Nuestra edificación consiste en un edificio para vivienda, con dimensiones en planta de 14 m en la dirección X y 13.5 m en la dirección Y. En cuanto al sistema estructural empleado, se ha optado por un sistema mixto, considerando pórticos con la inclusión de placas, la ubicación y dimensiones de dichas placas se ha determinado únicamente por requisitos del reglamento sismo-resistente, sin restricciones de arquitectura. Nuestro modelo estructural consiste en cuatro pórticos en la dirección X, mientras que en la dirección Y se cuenta con tres pórticos, las placas se encuentran ubicadas en las esquinas en forma de "L".

Para un mejor entendimiento del desarrollo de nuestro trabajo podemos decir que este consta de cuatro partes, siendo la primera el Predimensionamiento y metrado de cargas para los elementos estructurales, dichas dimensiones son calculadas por métodos conocidos. El principal objetivo en la etapa de predimensionamiento es el de asegurar condiciones de servicio y resistencia de materiales. Se debe tener en cuenta que los valores obtenidos mediante estos métodos, no son los definitivos, ya que estos elementos en conjunto deben cumplir otras condiciones como son los desplazamientos debido a las fuerzas sísmicas. Con las dimensiones iniciales de nuestros elementos, se procede a desarrollar la segunda parte, la cual consiste en el Análisis Sísmico, en el cual se realiza una simulación del comportamiento así como los esfuerzos actuantes sobre nuestra estructura, debida a la ocurrencia de un posible sismo, con cierto grado de intensidad. Al realizar dicho análisis verificaremos que nuestro modelo cumpla con los requisitos establecidos por las normas, como son los desplazamientos relativos. Si este no cumpliera con lo recomendado por las normas, se optará por adición, modificación de la ubicación o dimensiones de los elementos estructurales (de preferencia placas). Con los nuevos valores se procede a realizar un nuevo metrado de cargas y a realizar nuevamente el análisis sísmico, este proceso es iterativo hasta cumplir nuestras condiciones. Como tercera parte se puede mencionar el Análisis por cargas de gravedad, incluyendo las cargas producidas por efectos sísmicos, en dicho análisis se tomará en cuenta diversas formas en que pueden ocurrir las cargas, las formas de ocurrencia son conocidas como "combinaciones de carga", dichas combinaciones es resultado de la factoración de la carga viva (L), carga muerta (D), carga de sismo (S) y sus probabilidades de ocurrencia en un determinado instante. Los factores de amplificación, así como la forma de ocurrencia también serán los establecidos por las normas. Como resultado de estas combinaciones se obtiene los máximos valores de esfuerzos a que pueden estar sometidos los elementos estructurales de nuestra edificación, al conjunto de estos máximos valores se le denomina envolvente, y son estos los valores que se usará para el diseño de los elementos estructurales.

Una vez obtenidos nuestros valores de diseño, se efectuará la Cuarta parte del trabajo, la cual consiste en el diseño de los elementos estructurales de nuestra edificación, siendo estos elementos las losas, vigas, columnas, placas y zapatas. Para el diseño de estos elementos, al igual que en las demás partes se tendrá como base fundamental las recomendaciones del reglamento nacional, el cual recomienda la forma de diseño (flexión, compresión, flexo-compresión, corte, punzonamiento y tracción), condiciones de los materiales (resistencia mínima del concreto, recubrimiento del acero, longitud de desarrollo, longitud de anclaje, etc.) así como los factores de seguridad de acuerdo al grado de importancia de dichos elementos. $M_n = M_u / \phi$, ($\phi = 0.9$ para flexión, 0.85 para corte, etc.)

CONTENIDO

INTRODUCCION

OBJETIVOS

Cap. I.- Predimensionamiento de Estructuras de Concreto Armado

- 1.1.- Predimensionamiento de Losas.
- 1.2.- Predimensionamiento de Vigas.
- 1.3.- Predimensionamiento de Columnas.
- 1.4.- Predimensionamiento de Placas.
- 1.5.- Predimensionamiento de Cimentaciones.

Cap. II.- Análisis Sísmico de Estructuras de Concreto Armado

2.1 conceptos generales

- 2.1.1.- Fuerza de Inercia
- 2.1.2.- Periodo y Resonancia
- 2.1.3.- Amortiguamiento
- 2.1.4.- Ductibilidad.
- 2.1.5 Resistencia y Rigidez
- 2.1.6 Diafragma

2.2 cargas y fuerzas que actúan sobre una construcción

2.3 coordenadas naturales y grados de libertad

2.4 aspectos generales sobre el amortiguamiento de las construcciones

2.5 espectro de respuesta

2.6 espectro de diseño

2.7 acelerogramas de diseño

- 2.7.1 Empleo de Acelerogramas Pasados
- 2.7.2 Modificación de Registros Pasados
- 2.7.3 Generación de Acelerogramas Sintéticos.

2.8 análisis de cargas de sismo

- 2.8.1 Estimación de los Periodos de Vibración:
- 2.8.2 Empotramiento en la Base:
- 2.8.3 Influencia de la Tabiquería:
- 2.8.4 Efectos de Torsión
- 2.8.5 Análisis Elásticos y Plásticos

2.9 métodos de análisis sísmico dinámicos de edificaciones

- 2.9.1 Análisis Modal
- 2.9.2 Método Tiempo – Historia
- 2.9.3 Método Espectral

Cap III.- Análisis por cargas de gravedad

Cap IV.- Requisitos generales de resistencia y servicio para la confiabilidad y seguridad de las estructuras

Cap V.- Diseño de Elementos de Concreto Armado

- 4.1.- Diseño de Losa y Vigas
- 4.2.- Diseño de Columnas
- 4.3.- Diseño por cortante
- 4.4.- Diseño de Placas
- 4.5.- Diseño de Zapatas

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

OBJETIVO

El objetivo principal de este trabajo es el de brindar una herramienta práctica y sencilla de consulta de los pasos a seguir para el análisis y diseño estructural de una edificación convencional de concreto armado, por lo cual se considerará una edificación de cinco pisos, simple sin restricciones más que las estructurales.

CAPITULO I : PREDIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

Se entiende por predimensionamiento a la determinación de las propiedades geométricas iniciales de los elementos estructurales los cuales deberán ser analizados en conjunto para la posterior revisión de sus comportamientos y así determinar si estos están dentro de los requisitos exigidos, si estos no cumplieren con estos requisitos entonces se debe optar por variar dichas dimensiones o tomar una solución alternativa, este proceso se debe realizar en forma iterativa cuantas veces sea necesaria, dependiendo el número de veces tanto de la experiencia del diseñador como del tipo e importancia de la edificación. Los principales requisitos que se deberían cumplir son los siguientes:

Estabilidad al volteo de la edificación o de cualquiera de sus partes, usando un factor de seguridad no menor de 1.5 según las normas peruanas.

Deslizamiento: La edificación se diseñará con factor de seguridad mínimo de 1.25 para prevenir fallas por deslizamiento.

Desplazamiento lateral: En caso de Viento el máximo desplazamiento relativo de entre piso será de 0.015 de la altura del piso; salvo la existencia de elementos que se categoricen como importantes y que sean susceptibles a dañarse, siendo en estos casos 0.010 de la altura del piso. En caso de fuerzas Sísmicas dependerán del tipo de estructura, siendo para concreto armado 0.007 de la altura del piso. Estos valores anteriormente mencionados son tomados de las Normas Peruana.

Flechas: Estas dependerán del tipo y función del elemento y los valores máximos serán los recomendados por las normas.

1.1 Predimensionamiento de Losas Aligeradas

Las losas son los elementos que hacen factibles la existencia de los pisos y techos de una edificación. Tienen dos funciones principales desde el punto de vista estructural: La primera, ligada a las cargas de gravedad, que es la transmisión hacia las vigas de las cargas propias de la losa, el piso terminado, la sobrecarga y eventualmente tabiques u otros elementos apoyados en ellos; y la segunda, ligada a las cargas de sismo, que es la obtención de la unidad de la estructura, de manera que esta tenga un comportamiento uniforme en cada piso, logrando que las columnas y muros se deformen una misma cantidad en cada nivel.

Este predimensionamiento tiene su principal fundamento por la antes expuesto y en el control de flechas.

Se recomienda usar $h = L / 20$ a $L / 25$

Para pesos de losa $\leq 300 \text{ Kg/m}^2$

1.2 Predimensionamiento de Vigas

Son elementos que reciben las cargas de las losas, y las transmiten hacia otras o directamente hacia las columnas o muros.

Generalmente las vigas forman los denominados ejes de las estructuras, teniendo las columnas ubicadas en sus intersecciones. El conjunto formado por las vigas y columnas recibe el nombre de pórtico.

El fundamento es similar al de las losas

Según el ACI se recomienda:

<i>Simplemente Apoyada</i>	<i>L / 16</i>
<i>Cont. 1 Ext.</i>	<i>L / 18.5 (Viga de dos tramos)</i>
<i>Cont. 2 Ext.</i>	<i>L / 21 (Viga con tres tramos o más)</i>
<i>Voladizo</i>	<i>L / 8</i>

Donde:

L : Luz de la Viga

Recomendación Práctica:

Altura $L / 20$
Ancho Int. $B / 20$
Ancho Per. $B / 20 * 1.2$

Donde:

L : Luz de la Viga

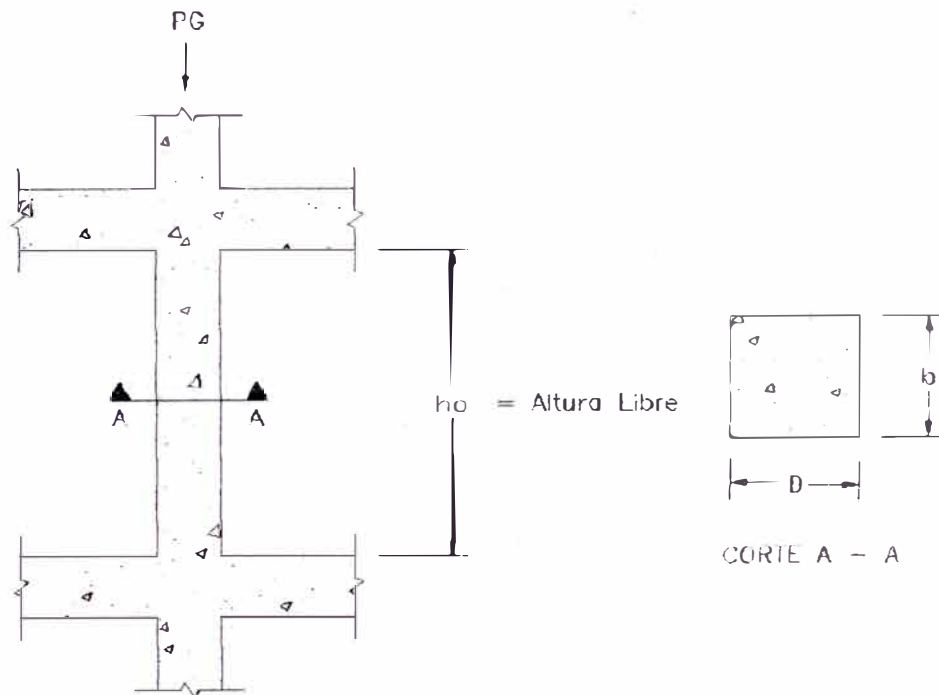
B: Ancho Tributario de las cargas.

1.2 Predimensionamiento de Columnas

Son elementos generalmente verticales, que reciben las cargas de las losas y las vigas con el fin de transmitirlos hacia la cimentación, y permitan que una edificación tenga varios niveles.

Desde el punto de vista sísmico, las columnas son elementos muy importantes, pues forman con las vigas los denominados pórticos, que constituyen el esqueleto sismo-resistente junto con los muros, si estos existen.

Su criterio esta basado en proyectos de investigación los cuales consideran diversos tipos de fallas como son la falla por corte y la falla dúctil.



Los resultados de estas investigaciones son las siguientes:

1).-

- Si $ho/D \leq 2 \rightarrow$ Fallaban por fuerza cortante, por lo tanto se produce una falla frágil.
- Si $2 \leq ho/D \leq 4 \rightarrow$ Incertidumbre.
- Si $ho/D > 4 \rightarrow$ Falla de manera dúctil

Para $ho/D \leq 2$ Columnas extremadamente cortas. El predimensionamiento se debe realizar para columnas que cumplan $ho/D \geq 4$

2).- Aplastamiento:

$$n = \frac{\alpha * PG}{f'c * b * D}$$

Donde: $\alpha = 1.5$ Para Columnas de esquina.
 $\alpha = 1.25$ Para Columnas Laterales.
 $\alpha = 1.10$ Para Columnas Centrales.
PG = Carga de Servicio en todos los niveles sobre la columna.

Si $n > 1/3 \rightarrow$ Falla Frágil

Por Tanto debería cumplirse $n \leq 1/3$

3)

Para Columnas de Esquina:

$$b \times D = \frac{1.5 * PG}{0.2 * f'c}$$

Para Columnas Lateral :

$$b \times D = \frac{1.25 * PG}{0.2 * f'c}$$

Para Columnas Centrales:

$$b \times D = \frac{1.10 * PG}{0.3 * f'c}$$

PG = Carga de Servicio en todos los niveles sobre la columna.

1.2 Predimensionamiento de Placas

Son paredes de Concreto Armado que dada su mayor dimensión en una dirección, muy superior a su ancho, proporcionan gran rigidez lateral y resistencia en esa dirección. Se podría decir que los muros son columnas de sección transversal muy alargada, destacando el hecho que en realidad una columna y una placa reciben los mismos esfuerzos, ya que ambos cargan las vigas y las losas y reciben momentos de estas.

Sin embargo, el hecho de tener su largo muy superior a su ancho, hace que las placas tengan un comportamiento interior diferente (importante en deformaciones por corte), convirtiéndose en un elemento de gran rigidez lateral y resistencia en la dirección de su largo.

Uno de las principales problemas de las fuerzas horizontales de sismo son las excesivas deformaciones horizontales; cuando un edificio es muy flexible (es decir tiene deformaciones laterales importantes) se genera mayores problemas durante el sismo, como son un mayor efecto de pánico en sus ocupantes, posible choque con edificaciones vecinas, mayor posibilidad de rotura de vidrios, desprendimiento de cornisas, enchapes y parapetos, mayores fisuras en tabiques de albañilería, mayores efectos de esbeltez en columnas, etc.

Las placas pueden hacerse de un mínimo de 10 cm. De espesor, pero generalmente se consideran de 15 cm. de espesor en edificios de pocos pisos y de 20, 25 ó 30 cm. conforme aumenta el número de pisos o disminuya su densidad.

Considerando longitudes apreciables de éstas es posible disminuir su espesor; si por el contrario existieran pocas placas en una dirección, es probable que se requiera de espesores mayores como 40, 50 ó 60 cm.

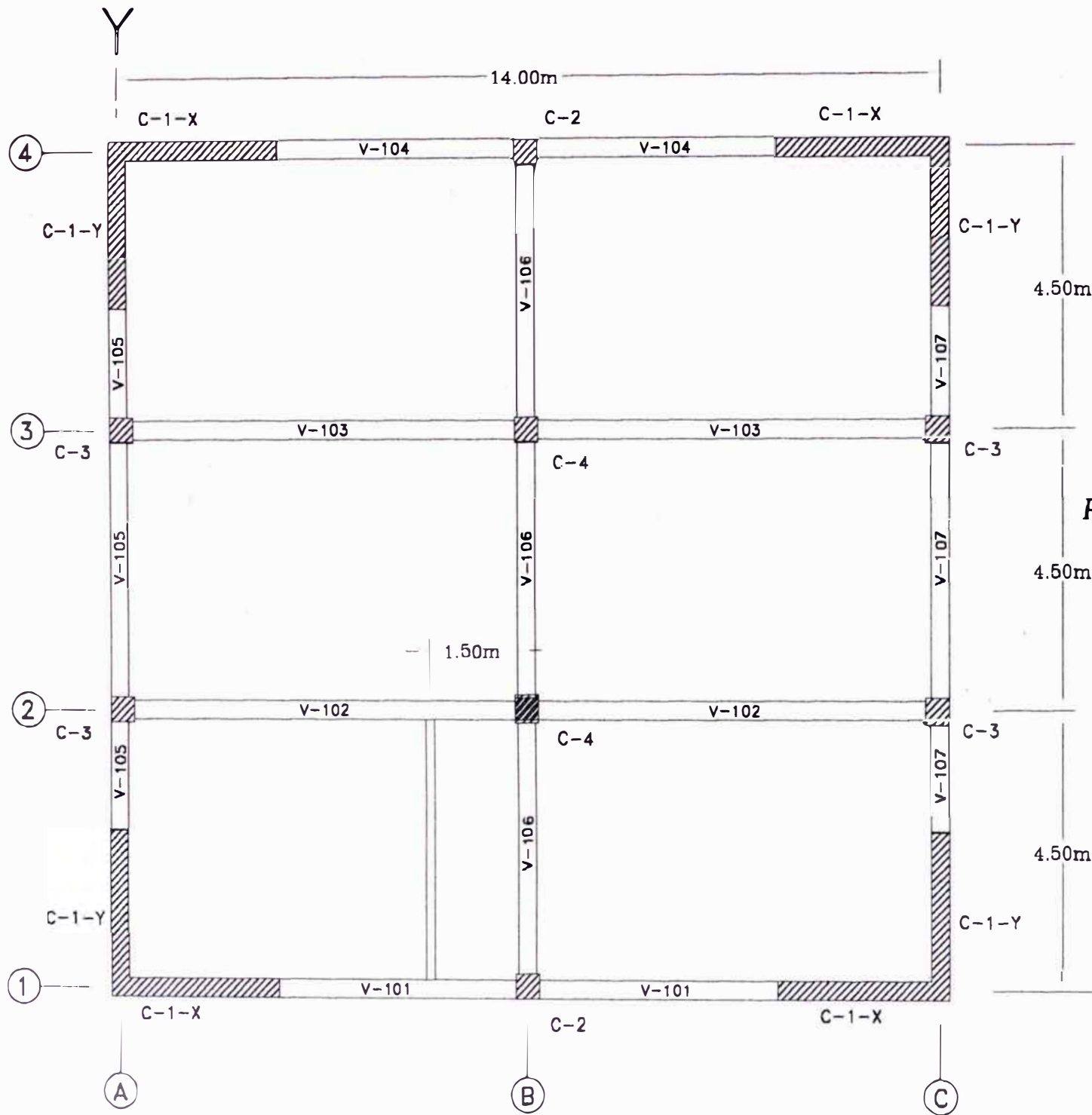
1.2 Predimensionamiento de Cimentaciones

Son elementos cuya función es la de transmitir con seguridad las reacciones muy concentradas de las columnas o los muros, o las cargas laterales de los muros de contención al suelo, sin asentamiento laterales peligrosos para la estructura que soporta y sin falla del suelo. Si las cimentaciones no se dimensionan apropiadamente, una parte de la estructura puede asentarse más que otra parte adyacente y varios componentes de un sistema en estas condiciones, pueden tener esfuerzos demasiados elevados, que conducen a deformaciones grandes. Los momentos flexionantes y torsionantes adicionales que pueden exceder la capacidad resistente de los miembros, pueden dar lugar a agrietamientos excesivos debido a la fluencia del refuerzo y, por último, producir la falla estructural.

El dimensionamiento de la cimentación esta basada en el tipo de cimentación, la resistencia del terreno a la profundidad de cimentación y las cargas de servicio actuantes. La forma de determinar las dimensiones de los elementos de cimentación, las cuales deben ser suficientes para vencer esfuerzos de flexión, cortante y punzonamiento y su vez garantizar un asentamiento controlado se verán con más detalle en el Capítulo V.

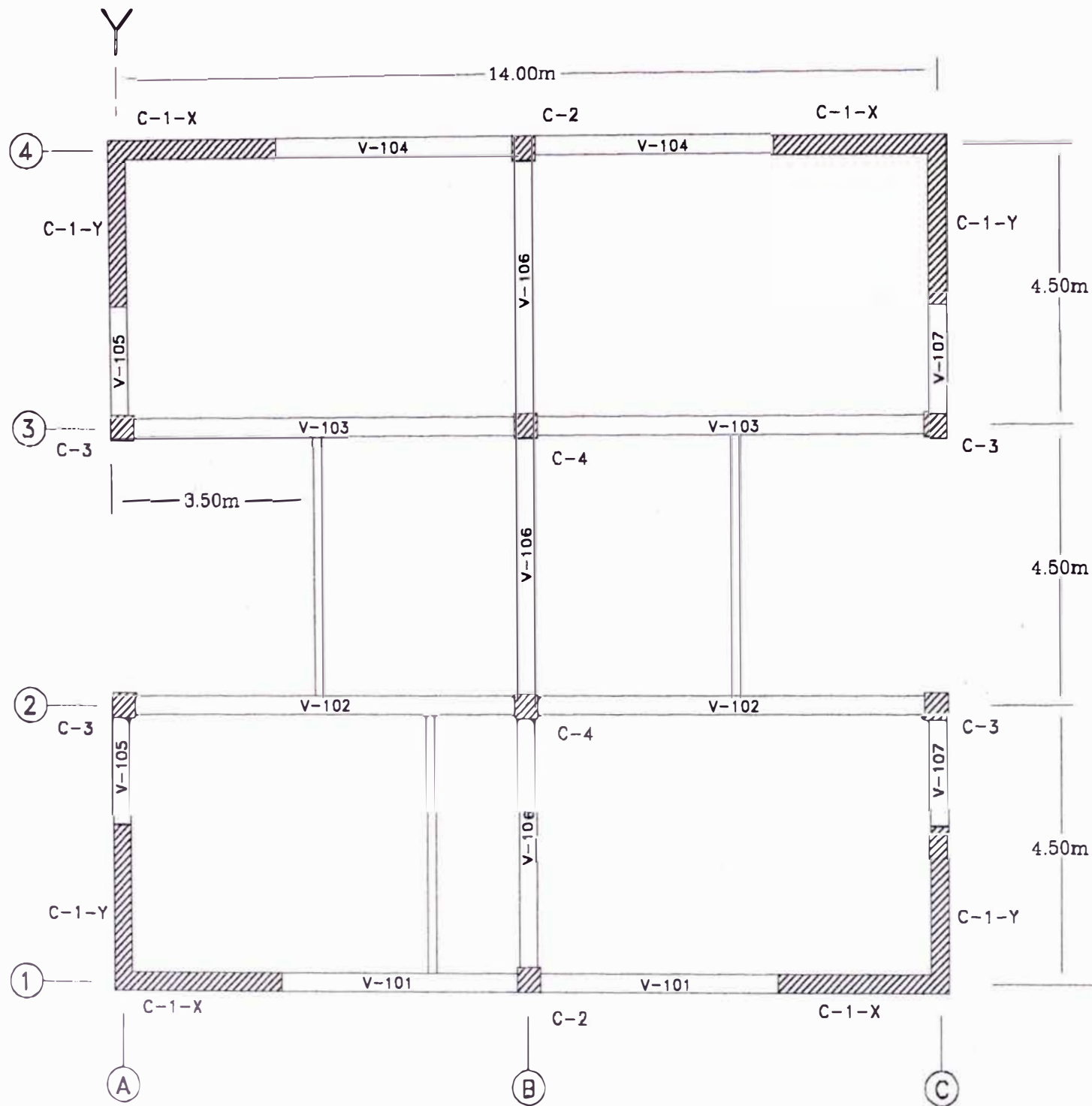
Respecto al desarrollo del trabajo:

Debido a las diversas consideraciones mencionadas y las solicitudes expuestas para desarrollar este trabajo, se hizo varios intentos para el dimensionamiento de nuestras estructuras, para luego asumir las dimensiones que se muestran a continuación.

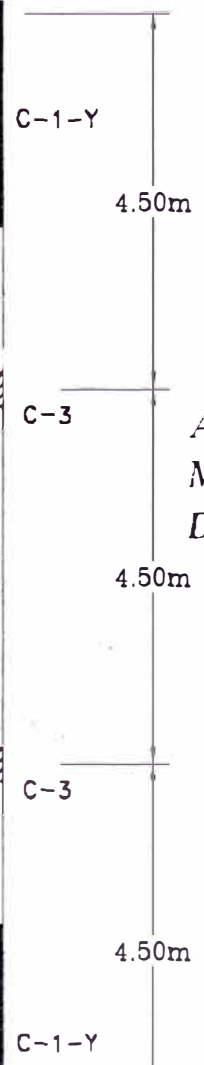
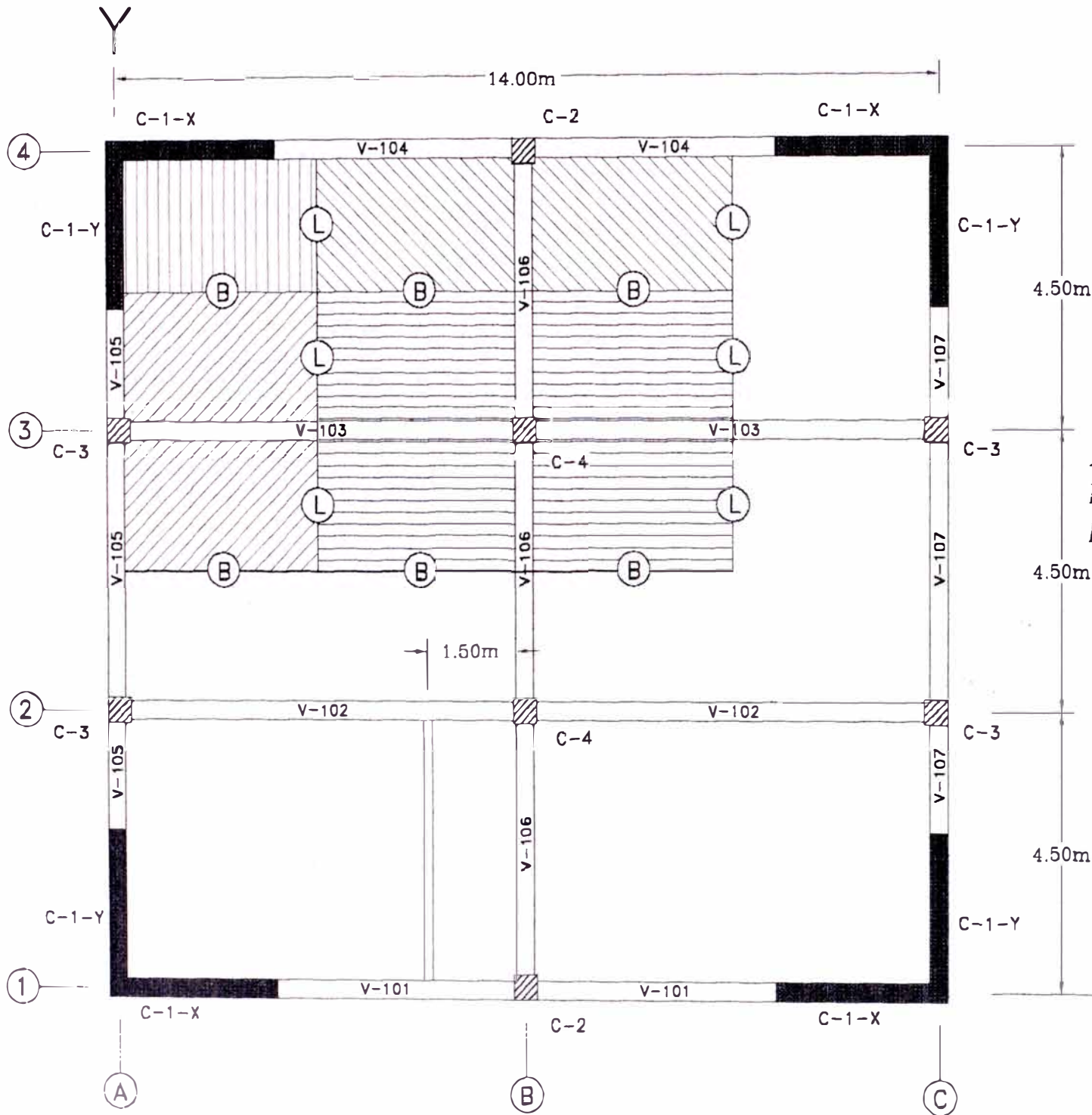


PLANTA DEL 1^{er} AL 4^{er} NIVEL

X



PLANTA DEL 5^o NIVEL



AREA DE INFLUENCIA PARA EL
METRADO DE CARGAS
DE COLUMNAS

X

CALCULO DE L1

CAMPOS Nº de letras = 6
 Cálculo de "n" = 1
 $L1 = (4+n/2) = 4.5$
 L2 = 7 ==> Area= 189

CALCULO DE CARGA MUERTA Y CARGA VIVA

LUIS ALBERTO Nº de letras = 10
 Cálculo de residuo = 0

Piso Típico

Altura de piso = 2.7
 S/C Piso Típico = 200 Kg/m²
 Tabiquería = 180 Kg/m²
 Acabados = 120 Kg/m²

Azotea

Altura de piso = 2.7
 S/C Azotea = 150 Kg/m²
 Tabiquería = 0 Kg/m²
 Acabados = 120 Kg/m²

ESPESOR DE LOSA: ACI (L/20 - L/25)

$L=L1 = 4.5$ ==> $h = 0.18$ USAR $h = 0.2$
 Peso de la Losa = 300 Kg/m²

PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS

Simp. Apoy. L/16

Cont. 1 Ext. L/18.5 RECOMEN. Peralte L/12

ACI (h) Cont. 2 Ext. L/21 PRACTICA Ancho Interior B/20

Voladizo L/8 Ancho Perimet. B/20*1.2

Eje	Viga	Luz Libre(m)	h(m)	Ancho Trib	b(m)	Usar b x h(m)
A	V - 107 5	4.50	0.40	1.00	0.06	0.30 x 0.5
	V - 107 4	4.50	0.40	1.00	0.06	0.30 x 0.5
	V - 107 3	4.50	0.40	1.00	0.06	0.30 x 0.5
	V - 107 2	4.50	0.40	1.00	0.06	0.30 x 0.5
	V - 107 1	4.50	0.40	1.00	0.06	0.30 x 0.5
B	V - 106 5	4.50	0.40	1.00	0.05	0.30 x 0.5
	V - 106 4	4.50	0.40	1.00	0.05	0.30 x 0.5
	V - 106 3	4.50	0.40	1.00	0.05	0.30 x 0.5
	V - 106 2	4.50	0.40	1.00	0.05	0.30 x 0.5
	V - 106 1	4.50	0.40	1.00	0.05	0.30 x 0.5
C	V - 105 5	4.50	0.40	1.00	0.06	0.30 x 0.5
	V - 105 4	4.50	0.40	1.00	0.06	0.30 x 0.5
	V - 105 3	4.50	0.40	1.00	0.06	0.30 x 0.5
	V - 105 2	4.50	0.40	1.00	0.06	0.30 x 0.5
	V - 105 1	4.50	0.40	1.00	0.06	0.30 x 0.5
1	V - 104 5	7.00	0.60	2.25	0.14	0.30 x 0.6
	V - 104 4	7.00	0.60	2.25	0.14	0.30 x 0.6
	V - 104 3	7.00	0.60	2.25	0.14	0.30 x 0.6
	V - 104 2	7.00	0.60	2.25	0.14	0.30 x 0.6
	V - 104 1	7.00	0.60	2.25	0.14	0.30 x 0.6
2	V - 103 5	7.00	0.60	4.50	0.23	0.30 x 0.6
	V - 103 4	7.00	0.60	4.50	0.23	0.30 x 0.6
	V - 103 3	7.00	0.60	4.50	0.23	0.30 x 0.6
	V - 103 2	7.00	0.60	4.50	0.23	0.30 x 0.6
	V - 103 1	7.00	0.60	4.50	0.23	0.30 x 0.6
3	V - 102 5	7.00	0.60	4.50	0.23	0.30 x 0.6
	V - 102 4	7.00	0.60	4.50	0.23	0.30 x 0.6
	V - 102 3	7.00	0.60	4.50	0.23	0.30 x 0.6
	V - 102 2	7.00	0.60	4.50	0.23	0.30 x 0.6
	V - 102 1	7.00	0.60	4.50	0.23	0.30 x 0.6
4	V - 101 5	7.00	0.60	2.25	0.14	0.30 x 0.6
	V - 101 4	7.00	0.60	2.25	0.14	0.30 x 0.6
	V - 101 3	7.00	0.60	2.25	0.14	0.30 x 0.6
	V - 101 2	7.00	0.60	2.25	0.14	0.30 x 0.6
	V - 101 1	7.00	0.60	2.25	0.14	0.30 x 0.6

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

COLUMNA ESQUINA(C1) - NIVEL 5

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	2.10	3.35		300.00	2110.50
VIGAS - X	3.35	0.30	0.50	2400.00	1206.00
VIGAS - Y	2.40	0.30	0.60	2400.00	1036.80
ACABADOS	2.40	3.65		120.00	1051.20
TABICUERIA	2.40	3.65		0.00	0.00
SOBRECARGA	2.40	3.65		150.00	1314.00
TOTAL					6718.50

$$b \times d = \frac{1.5 \times PG}{0.2 \times f'c} = 239.95 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar : } 0.30 \times 0.30$$

COLUMNA ESQUINA(C1) - NIVEL 4

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	2.10	3.35		300.00	2110.50
VIGAS - X	3.35	0.30	0.50	2400.00	1206.00
VIGAS - Y	2.40	0.30	0.60	2400.00	1036.80
ACABADOS	2.40	3.65		120.00	1051.20
TABICUERIA	2.40	3.65		180.00	1576.80
SOBRECARGA	2.40	3.65		200.00	1752.00
COLUMNA	0.30	0.30	2.70	2400.00	583.20
TOTAL PISO					9316.50
PISO SUPERIOR					6718.50
TOTAL					16035.00

$$b \times d = \frac{1.5 \times PG}{0.2 \times f'c} = 572.68 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar : } 0.30 \times 0.30$$

COLUMNA ESQUINA(C1) - NIVEL 3

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	2.10	3.35		300.00	2110.50
VIGAS - X	3.35	0.30	0.50	2400.00	1206.00
VIGAS - Y	2.40	0.30	0.60	2400.00	1036.80
ACABADOS	2.40	3.65		120.00	1051.20
TABICUERIA	2.40	3.65		180.00	1576.80
SOBRECARGA	2.40	3.65		200.00	1752.00
COLUMNA	0.30	0.30	2.70	2400.00	583.20
TOTAL PISO					9316.50
PISO SUPERIOR					16035.00
TOTAL					25351.50

$$b \times d = \frac{1.5 \times PG}{0.2 \times f'c} = 905.41 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar : } 0.30 \times 0.35$$

COLUMNA ESQUINA(C1) - NIVEL 2

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	2.10	3.35		300.00	2110.50
VIGAS - X	3.35	0.30	0.50	2400.00	1206.00
VIGAS - Y	2.40	0.30	0.60	2400.00	1036.80
ACABADOS	2.40	3.65		120.00	1051.20
TABICUERIA	2.40	3.65		180.00	1576.80
SOBRECARGA	2.40	3.65		200.00	1752.00
COLUMNA	0.30	0.35	2.70	2400.00	680.40
TOTAL PISO					9413.70
PISO SUPERIOR					25351.50
TOTAL					34765.20

$$b \times d = \frac{1.5 \times PG}{0.2 \times f'c} = 1241.61 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar : } 0.35 \times 0.40$$

COLUMNA ESQUINA(C1) - NIVEL 1

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	2.10	3.35		300.00	2110.50
VIGAS - X	3.35	0.30	0.50	2400.00	1206.00
VIGAS - Y	2.40	0.30	0.60	2400.00	1036.80
ACABADOS	2.40	3.65		120.00	1051.20
TABIQUERIA	2.40	3.65		180.00	1576.80
SOBRECARGA	2.40	3.65		200.00	1752.00
COLUMNA	0.35	0.40	3.10	2400.00	1041.60
TOTAL PISO					9774.90
PISO SUPERIOR					34765.20
				TOTAL	44540.10

$$b \times d = \frac{1.5 \times PG}{0.2 \times f'c} = 1590.72 \text{ cm}^2 \text{ Usar : } 0.40 \times 0.45$$

COLUMNA LATERAL(C2) - NIVEL 5

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	2.10	6.70		300.00	4221.00
VIGAS - X	7.00	0.30	0.50	2400.00	2520.00
VIGAS - Y	2.10	0.30	0.60	2400.00	907.20
ACABADOS	2.40	7.00		120.00	2016.00
TABIQUERIA	2.40	7.00		0.00	0.00
SOBRECARGA	2.40	7.00		150.00	2520.00
				TOTAL	12184.20

$$b \times d = \frac{1.25 \times PG}{0.2 \times f'c} = 362.63 \text{ cm}^2 \text{ Usar : } 0.30 \times 0.30$$

COLUMNA LATERAL(C2) - NIVEL 4

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	2.10	6.70		300.00	4221.00
VIGAS - X	7.00	0.30	0.50	2400.00	2520.00
VIGAS - Y	2.10	0.30	0.60	2400.00	907.20
ACABADOS	2.40	7.00		120.00	2016.00
TABIQUERIA	2.40	7.00		180.00	3024.00
SOBRECARGA	2.40	7.00		200.00	3360.00
COLUMNA	0.30	0.30	2.70	2400.00	583.20
TOTAL PISO					16631.40
PISO SUPERIOR					12184.20
				TOTAL	28815.60

$$b \times d = \frac{1.25 \times PG}{0.2 \times f'c} = 857.61 \text{ cm}^2 \text{ Usar : } 0.30 \times 0.30$$

COLUMNA LATERAL(C2) - NIVEL 3

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	2.10	6.70		300.00	4221.00
VIGAS - X	7.00	0.30	0.50	2400.00	2520.00
VIGAS - Y	2.10	0.30	0.60	2400.00	907.20
ACABADOS	2.40	7.00		120.00	2016.00
TABIQUERIA	2.40	7.00		180.00	3024.00
SOBRECARGA	2.40	7.00		200.00	3360.00
COLUMNA	0.30	0.30	2.70	2400.00	583.20
TOTAL PISO					16631.40
PISO SUPERIOR					28815.60
				TOTAL	45447.00

$$b \times d = \frac{1.25 \times PG}{0.2 \times f'c} = 1352.59 \text{ cm}^2 \text{ Usar : } 0.40 \times 0.35$$

COLUMNA LATERAL(C2) - NIVEL 2

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	2.10	6.70		300.00	4221.00
VIGAS - X	7.00	0.30	0.50	2400.00	2520.00
VIGAS - Y	2.10	0.30	0.60	2400.00	907.20
ACABADOS	2.40	7.00		120.00	2016.00
TABQUERIA	2.40	7.00		180.00	3024.00
SOBRECARGA	2.40	7.00		200.00	3360.00
COLUMNA	0.40	0.35	2.70	2400.00	907.20
TOTAL PISO					16955.40
PISO SUPERIOR					45447.00
				TOTAL	62402.40

$$b \times d = \frac{1.25 \times PG}{0.2 \times f'c} = 1857.21 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar :} \quad 0.45 \times 0.45$$

COLUMNA LATERAL(C2) - NIVEL 1

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	2.10	6.70		300.00	4221.00
VIGAS - X	7.00	0.30	0.50	2400.00	2520.00
VIGAS - Y	2.10	0.30	0.60	2400.00	907.20
ACABADOS	2.40	7.00		120.00	2016.00
TABQUERIA	2.40	7.00		180.00	3024.00
SOBRECARGA	2.40	7.00		200.00	3360.00
COLUMNA	0.45	0.45	3.10	2400.00	1506.60
TOTAL PISO					17554.80
PISO SUPERIOR					62402.40
				TOTAL	79957.20

$$b \times d = \frac{1.25 \times PG}{0.2 \times f'c} = 2379.68 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar :} \quad 0.50 \times 0.50$$

COLUMNA LATERAL(C3) - NIVEL 5

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	4.20	3.35		300.00	4221.00
VIGAS - X	3.35	0.30	0.50	2400.00	1206.00
VIGAS - Y	4.50	0.30	0.60	2400.00	1944.00
ACABADOS	4.50	3.65		120.00	1971.00
TABQUERIA	4.50	3.65		0.00	0.00
SOBRECARGA	4.50	3.65		150.00	2463.75
				TOTAL	11805.75

$$b \times d = \frac{1.25 \times PG}{0.2 \times f'c} = 351.36 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar :} \quad 0.30 \times 0.30$$

COLUMNA LATERAL(C3) - NIVEL 4

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	4.20	3.35		300.00	4221.00
VIGAS - X	3.35	0.30	0.50	2400.00	1206.00
VIGAS - Y	4.50	0.30	0.60	2400.00	1944.00
ACABADOS	4.50	3.65		120.00	1971.00
TABQUERIA	4.50	3.65		180.00	2956.50
SOBRECARGA	4.50	3.65		200.00	3285.00
COLUMNA	0.30	0.30	2.70	2400.00	583.20
TOTAL PISO					16166.70
PISO SUPERIOR					11805.75
				TOTAL	27972.45

$$b \times d = \frac{1.25 \times PG}{0.2 \times f'c} = 832.51 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar :} \quad 0.30 \times 0.30$$

COLUMNA LATERAL(C3) - NIVEL 3

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	4.20	3.35		300.00	4221.00
VIGAS - X	3.35	0.30	0.50	2400.00	1206.00
VIGAS - Y	4.50	0.30	0.60	2400.00	1944.00
ACABADOS	4.50	3.65		120.00	1971.00
TABQUERIA	4.50	3.65		180.00	2956.50
SOBRECARGA	4.50	3.65		200.00	3285.00
COLUMNA	0.30	0.30	2.70	2400.00	583.20
TOTAL PISO					16166.70
PISO SUPERIOR					27972.45
				TOTAL	44139.15

$$b \times d = \frac{1.25 \times PG}{0.2 \times f'c} = 1313.67 \text{ cm}^2 \text{ Usar : } 0.40 \times 0.35$$

COLUMNA LATERAL(C3) - NIVEL 2

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	4.20	3.35		300.00	4221.00
VIGAS - X	3.35	0.30	0.50	2400.00	1206.00
VIGAS - Y	4.50	0.30	0.60	2400.00	1944.00
ACABADOS	4.50	3.65		120.00	1971.00
TABQUERIA	4.50	3.65		180.00	2956.50
SOBRECARGA	4.50	3.65		200.00	3285.00
COLUMNA	0.40	0.35	2.70	2400.00	907.20
TOTAL PISO					16490.70
PISO SUPERIOR					44139.15
				TOTAL	60629.85

$$b \times d = \frac{1.25 \times PG}{0.2 \times f'c} = 1804.46 \text{ cm}^2 \text{ Usar : } 0.45 \times 0.45$$

COLUMNA LATERAL(C3) - NIVEL 1

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	4.20	3.35		300.00	4221.00
VIGAS - X	3.35	0.30	0.50	2400.00	1206.00
VIGAS - Y	4.50	0.30	0.60	2400.00	1944.00
ACABADOS	4.50	3.65		120.00	1971.00
TABQUERIA	4.50	3.65		180.00	2956.50
SOBRECARGA	4.50	3.65		200.00	3285.00
COLUMNA	0.45	0.45	3.10	2400.00	1506.60
TOTAL PISO					17090.10
PISO SUPERIOR					60629.85
				TOTAL	77719.95

$$b \times d = \frac{1.25 \times PG}{0.2 \times f'c} = 2313.09 \text{ cm}^2 \text{ Usar : } 0.50 \times 0.50$$

COLUMNA CENTRAL(C4) - NIVEL 5

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	4.20	6.70		300.00	8442.00
VIGAS - X	7.00	0.30	0.50	2400.00	2520.00
VIGAS - Y	4.20	0.30	0.60	2400.00	1814.40
ACABADOS	4.50	7.00		120.00	3780.00
TABQUERIA	4.50	7.00		0.00	0.00
SOBRECARGA	4.50	7.00		150.00	4725.00
				TOTAL	21281.40

$$b \times d = \frac{1.1 \times PG}{0.2 \times f'c} = 371.58 \text{ cm}^2 \text{ Usar : } 0.30 \times 0.30$$

COLUMNA CENTRAL(C4) - NIVEL 4

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	4.20	6.70		300.00	8442.00
VIGAS - X	7.00	0.30	0.50	2400.00	2520.00
VIGAS - Y	4.20	0.30	0.60	2400.00	1814.40
ACABADOS	4.50	7.00		120.00	3780.00
TABQUERIA	4.50	7.00		180.00	5670.00
SOBRECARGA	4.50	7.00		200.00	6300.00
COLUMNA	0.20	0.20	2.70	2400.00	259.20
TOTAL PISO					28785.60
PISO SUPERIOR					21281.40
				TOTAL	50067.00

$$b \times d = \frac{1.1 \times PG}{0.2 \times f'c} = 874.19 \text{ cm}^2 \text{ Usar : } 0.30 \times 0.30$$

COLUMNA CENTRAL(C4) - NIVEL 3

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	4.20	6.70		300.00	8442.00
VIGAS - X	7.00	0.30	0.50	2400.00	2520.00
VIGAS - Y	4.20	0.30	0.60	2400.00	1814.40
ACABADOS	4.50	7.00		120.00	3780.00
TABQUERIA	4.50	7.00		180.00	5670.00
SOBRECARGA	4.50	7.00		200.00	6300.00
COLUMNA	0.30	0.30	2.70	2400.00	583.20
TOTAL PISO					29109.60
PISO SUPERIOR					50067.00
				TOTAL	79176.60

$$b \times d = \frac{1.1 \times PG}{0.2 \times f'c} = 1382.45 \text{ cm}^2 \text{ Usar : } 0.40 \times 0.40$$

COLUMNA CENTRAL(C4) - NIVEL 2

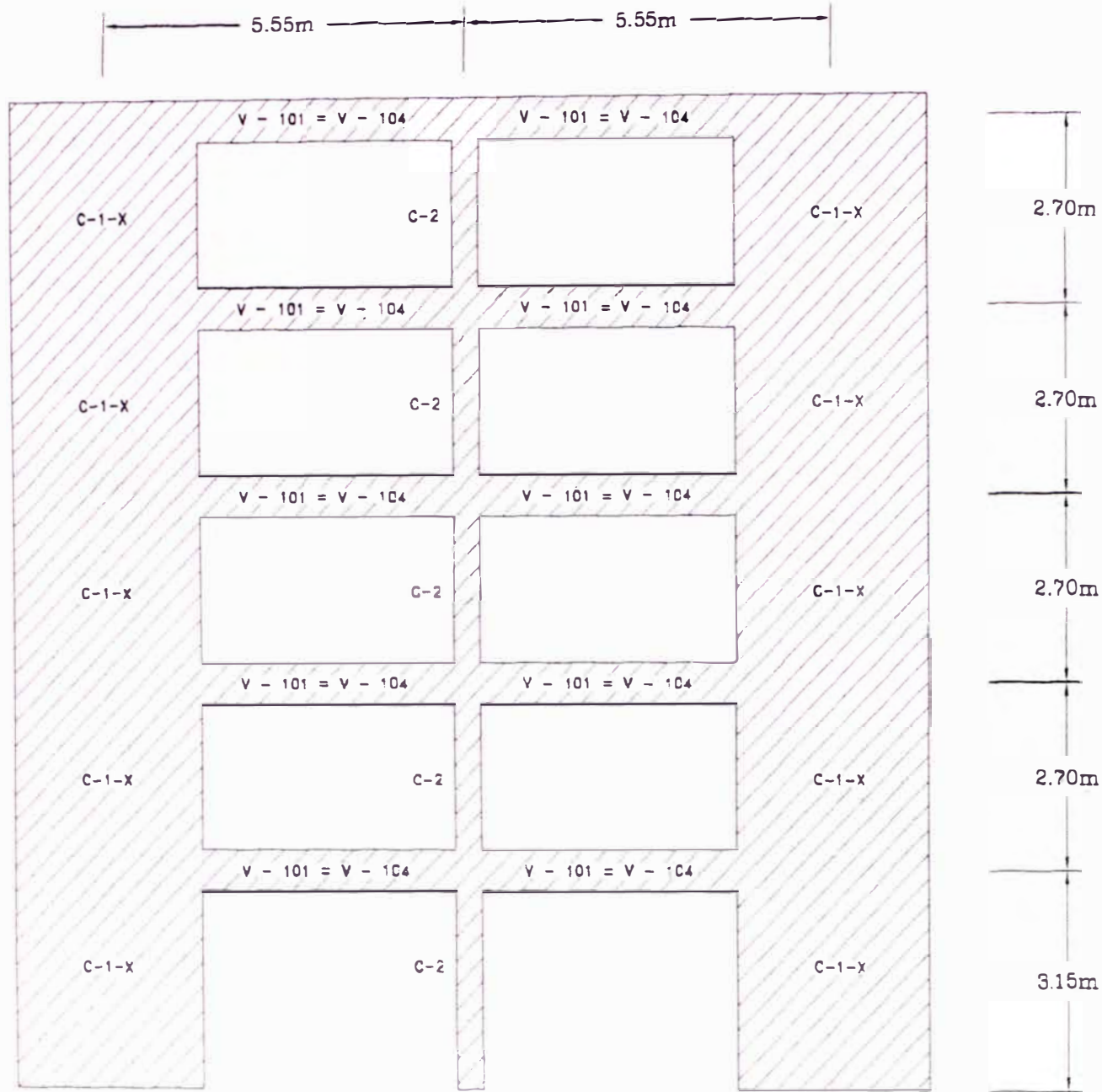
APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	4.20	6.70		300.00	8442.00
VIGAS - X	7.00	0.30	0.50	2400.00	2520.00
VIGAS - Y	4.20	0.30	0.60	2400.00	1814.40
ACABADOS	4.50	7.00		120.00	3780.00
TABQUERIA	4.50	7.00		180.00	5670.00
SOBRECARGA	4.50	7.00		200.00	6300.00
COLUMNA	0.40	0.40	2.70	2400.00	1036.80
TOTAL PISO					29563.20
PISO SUPERIOR					79176.60
				TOTAL	108739.80

$$b \times d = \frac{1.1 \times PG}{0.2 \times f'c} = 1898.63 \text{ cm}^2 \text{ Usar : } 0.45 \times 0.45$$

COLUMNA CENTRAL(C4) - NIVEL 1

APORTANTE	L(m)	B(m)	H(m)	W(Kgs)	PESO(Kgs)
LOSA	4.20	6.70		300.00	8442.00
VIGAS - X	7.00	0.30	0.50	2400.00	2520.00
VIGAS - Y	4.20	0.30	0.60	2400.00	1814.40
ACABADOS	4.50	7.00		120.00	3780.00
TABQUERIA	4.50	7.00		180.00	5670.00
SOBRECARGA	4.50	7.00		200.00	6300.00
COLUMNA	0.45	0.45	3.10	2400.00	1506.60
TOTAL PISO					30033.00
PISO SUPERIOR					108739.80
				TOTAL	138772.80

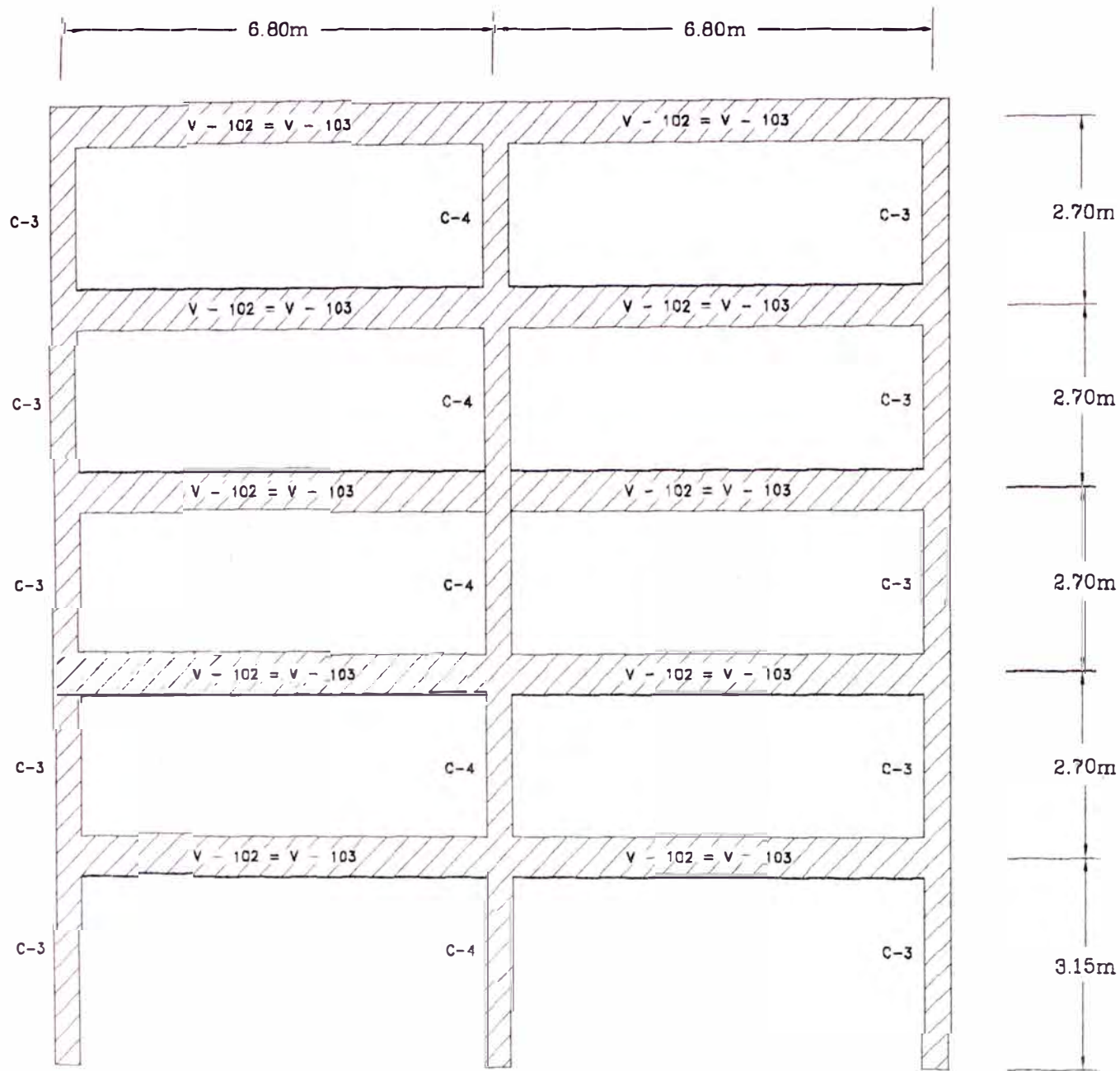
$$b \times d = \frac{1.1 \times PG}{0.2 \times f'c} = 2423.02 \text{ cm}^2 \text{ Usar : } 0.50 \times 0.50$$



COLUMNAS		
TIPO	b	†
C-1-X	0.20	3.00
C-2	0.40	0.40

VIGAS		
TIPO	b	h
V-101	0.30	0.60
V-104	0.30	0.60

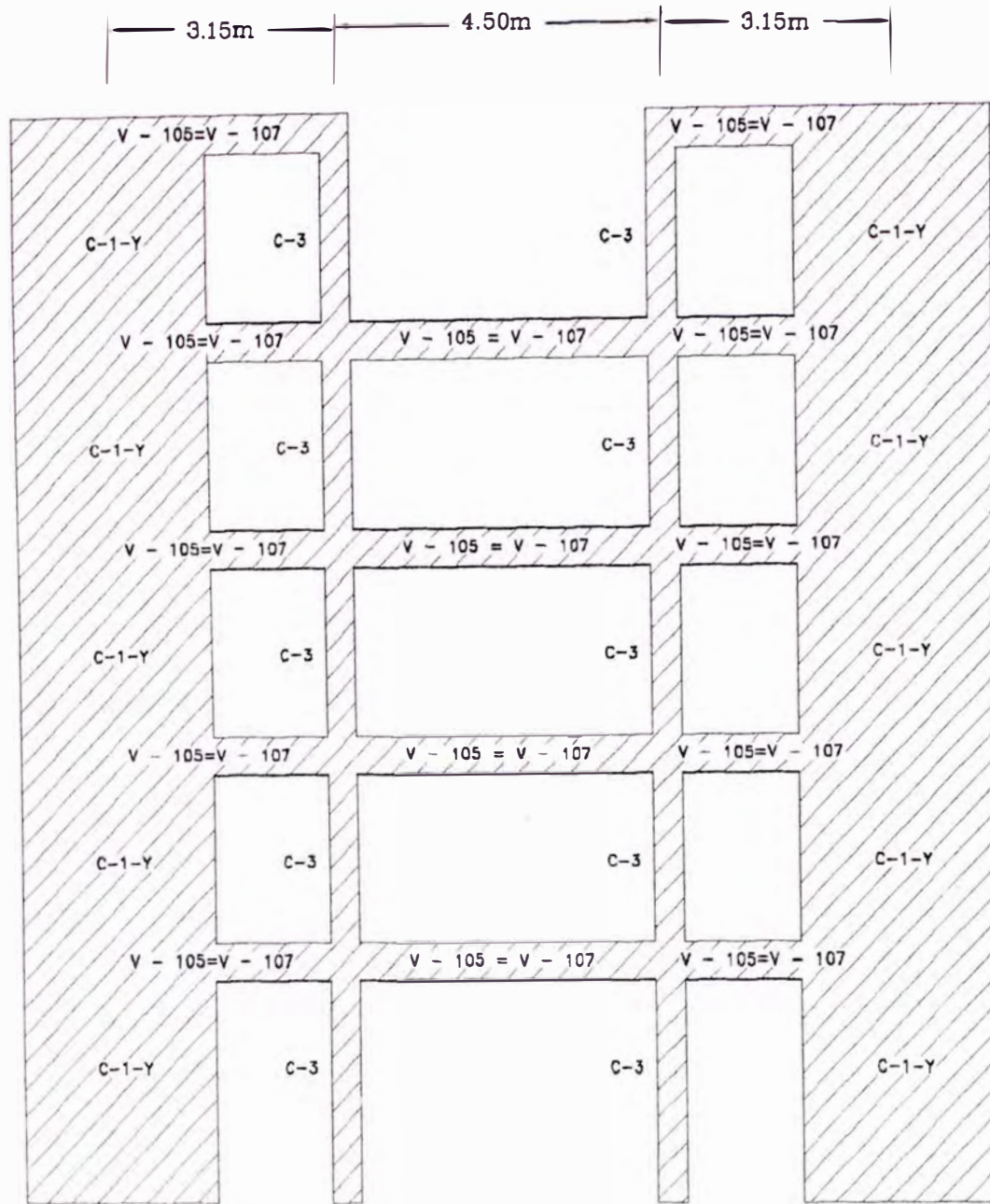
ELEVACION PORTICO 1 Y 4



COLUMNAS		
TIPO	b	f
C-3	0.40	0.40
C-4	0.40	0.40

VIGAS		
TIPO	b	h
V-102	0.30	0.60
V-103	0.30	0.60

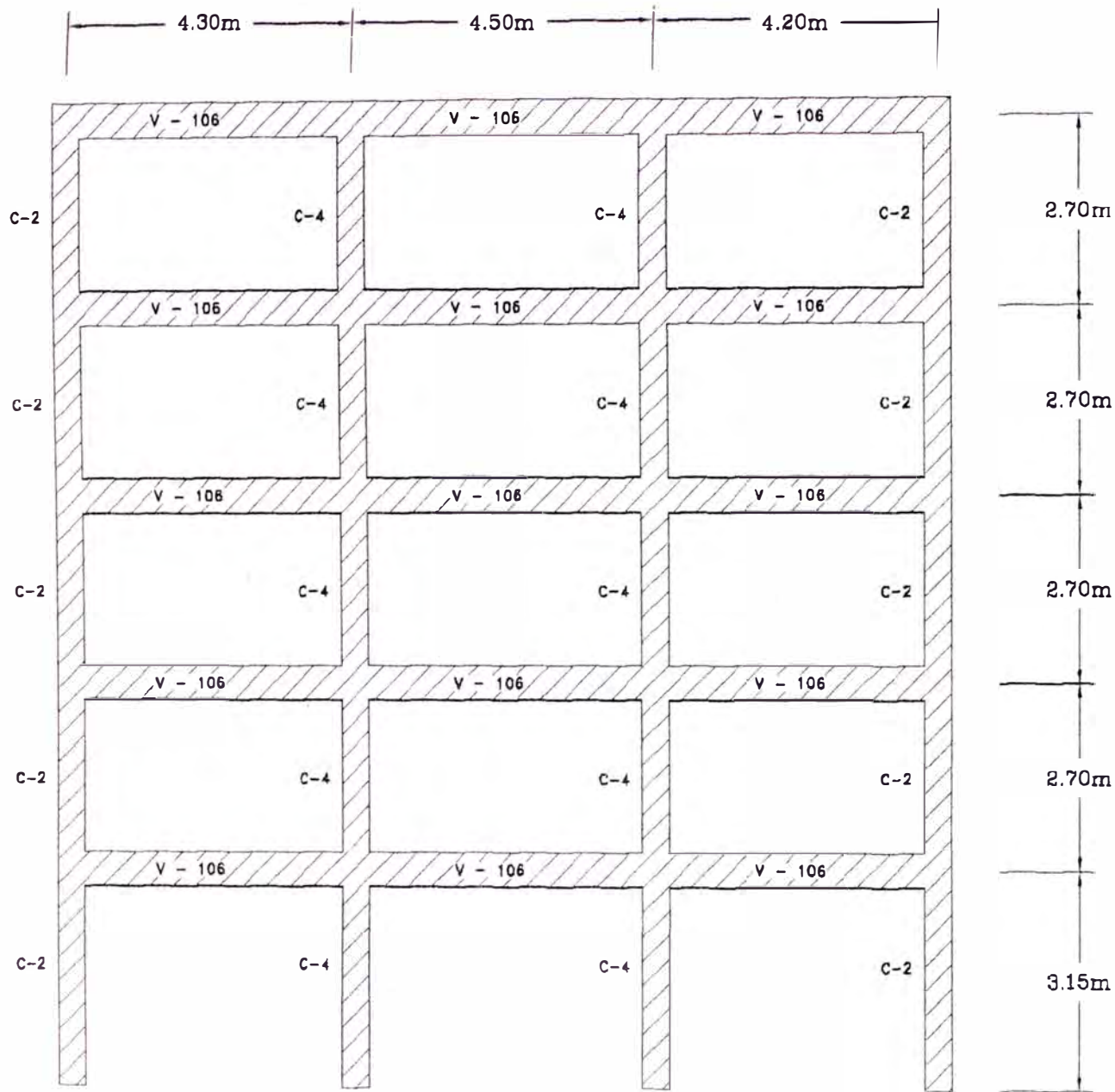
ELEVACION PORTICO 2 Y 3



COLUMNAS		
TIPO	b	†
C-1-Y	0.20	2.80
C-3	0.40	0.40

VIGAS		
TIPO	b	h
V-105	0.30	0.50
V-107	0.30	0.50

ELEVACION PORTICO A Y C



COLUMNAS		
TIPO	b	t
C-2	0.40	0.40
C-4	0.40	0.40

VIGAS		
TIPO	b	h
V-106	0.30	0.50

ELEVACION PORTICO B

PESO DE LA EDIFICACION P:

QUINTO NIVEL	PESO	AREA	LONGITUD	PESO TOTAL
Peso de Losa 5to Nivel	300.00	137.34		41202.00
Peso de Viga V - X	2400.00	0.18	54.80	19728.00
Peso de Viga V - y	2400.00	0.15	40.20	17366.40
Peso de Columnas	2400.00	5.76	1.35	18662.40
Peso de Acabados	120.00	165.84		19900.80
Peso de Tabiqueria	0.00	165.84		0.00
25% de Sobrecarga	37.50	165.84		6219.00
TOTAL				123078.60

CUARTO NIVEL	PESO	AREA	LONGITUD	PESO TOTAL
Peso de Losa 5to Nivel	300.00	168.84		50652.00
Peso de Viga V - X	2400.00	0.18	54.80	23673.60
Peso de Viga V - y	2400.00	0.15	40.20	14472.00
Peso de Columnas	2400.00	5.76	2.70	37324.80
Peso de Acabados	120.00	197.34		23680.80
Peso de Tabiqueria	180.00	197.34		35521.20
25% de Sobrecarga	50.00	197.34		9867.00
TOTAL				195191.40

TERCER NIVEL	PESO	AREA	LONGITUD	PESO TOTAL
Peso de Losa 5to Nivel	300.00	168.84		50652.00
Peso de Viga V - X	2400.00	0.18	54.80	23673.60
Peso de Viga V - y	2400.00	0.15	40.20	14472.00
Peso de Columnas	2400.00	5.76	2.70	37324.80
Peso de Acabados	120.00	197.34		23680.80
Peso de Tabiqueria	180.00	197.34		35521.20
25% de Sobrecarga	50.00	197.34		9867.00
TOTAL				195191.40

SEGUNDO NIVEL	PESO	AREA	LONGITUD	PESO TOTAL
Peso de Losa 5to Nivel	300.00	168.84		50652.00
Peso de Viga V - X	2400.00	0.18	54.80	23673.60
Peso de Viga V - y	2400.00	0.15	40.20	14472.00
Peso de Columnas	2400.00	5.76	2.70	37324.80
Peso de Acabados	120.00	197.34		23680.80
Peso de Tabiqueria	180.00	197.34		35521.20
25% de Sobrecarga	50.00	197.34		9867.00
TOTAL				195191.40

PRIMER NIVEL	PESO	AREA	LONGITUD	PESO TOTAL
Peso de Losa 5to Nivel	300.00	168.84		50652.00
Peso de Viga V - X	2400.00	0.18	54.80	23673.60
Peso de Viga V - y	2400.00	0.15	40.20	14472.00
Peso de Columnas	2400.00	5.76	3.35	46310.40
Peso de Acabados	120.00	197.34		23680.80
Peso de Tabiqueria	180.00	197.34		35521.20
25% de Sobrecarga	50.00	197.34		9867.00
TOTAL				204177.00

PESO TOTAL =

912829.80 Kg.

9128.30 Ton.

CALCULO DE PESOS DE APORTANTES SIN CONSIDERAR PESOS DE VIGAS (KG/M2)

Aportantes	Tipo de Carga	Piso Típico Kg/m ²	Azotea Kg/m ²	Ancho Ejes A,B y C	Ancho Ejes 1 y 4	Ancho Ejes 2 y 3
Losa	D	300	300	1	2.25	4.5
Tabiquería	D	180	0	1	2.25	4.5
Acabados	D	120	120	1	2.25	4.5
S/C	L	200	150	1	2.25	4.5
	W _D	600	420			
	W _L	200	150			

CARGAS PARA VIGAS INCLUYENDO SU PESO PROPIO (KG/M)

Aportantes	Tipo de Carga	Piso Típico Ejes A,B y C	Azotea Ejes A,B y C	Piso Típico Ejes 1 y 4	Azotea Ejes 1 y 4	Piso Típico Ejes 2 y 3	Azotea Ejes 2 y 3
Carga Muerta	W _D	960	780	1782	1377	3132	2322
Carga Viva	W _L	200	150	450	337.5	900	675

CARGAS FACTOTARADAS 1.5W_D + 1.8W_L

Aportantes	Tipo de Carga	Piso Típico Ejes A,B y C	Azotea Ejes A,B y C	Piso Típico Ejes 1 y 4	Azotea Ejes 1 y 4	Piso Típico Ejes 2 y 3	Azotea Ejes 2 y 3
Carga Muerta	WD	1440	1170	2673	2065.5	4698	3483
Carga Viva	WL	360	270	810	607.5	1620	1215
	TOTAL	1800	1440	3483	2673	6318	4698

CARGAS FACTOTARADAS 1.25W_D + 1.25W_L

Aportantes	Tipo de Carga	Piso Típico Ejes A,B y C	Azotea Ejes A,B y C	Piso Típico Ejes 1 y 4	Azotea Ejes 1 y 4	Piso Típico Ejes 2 y 3	Azotea Ejes 2 y 3
Carga Muerta	WD	1200	975	2227.5	1721.25	3915	2902.5
Carga Viva	WL	250	187.5	562.5	421.875	1125	843.75
	TOTAL	1450	1162.5	2790	2143.125	5040	3746.25

CARGAS FACTOTARADAS 0.90W_D

Aportantes	Tipo de Carga	Piso Típico Ejes A,B y C	Azotea Ejes A,B y C	Piso Típico Ejes 1 y 4	Azotea Ejes 1 y 4	Piso Típico Ejes 2 y 3	Azotea Ejes 2 y 3
Carga Muerta	WD	864	702	1603.8	1239.3	2818.8	2089.8
	TOTAL	864	702	1603.8	1239.3	2818.8	2089.8

METRADO PARA LOSAS

Tipo de Carga	Piso Típico			Azotea		
	Carga Total (Kg/m2)	Area de Influencia	Carga Influyente	Carga Total	Carga Total (Kg/m2)	Carga Influyente
WD	600	0.4	240	420	0.4	168
WL	200	0.4	80	150	0.4	60

CAPITULO II : ANÁLISIS SÍSMICO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

Es natural que unas propiedades tengan cierta importancia en determinadas circunstancias, mientras que otras pueden no tenerlas pero si ser básicas en situaciones diferentes.

La masa y la rigidez de una construcción conforman parámetros básicos para los análisis estático o dinámico, la capacidad de disipación de energía de una construcción se convierte en una propiedad de máxima importancia.

La rigidez es una propiedad que involucra la geometría y las características mecánicas de los materiales que conforman las construcciones. Al combinar rigidez y masa aparece un parámetro dinámico trascendental, llamado la frecuencia natural de vibración circular, conocida como velocidad angular. Este parámetro permite comparar construcciones entre si en una forma abstracta

2.1 CONCEPTOS GENERALES

Es importante conocer los siguientes conceptos:

2.1.1.- Fuerza de Inercia: *Las Fuerzas de Inercia son el producto de la masa por la aceleración ($F=m*a$). La aceleración es el cambio de velocidad (o la velocidad en determinada dirección) en función del tiempo, y es una función de la naturaleza del sismo. La masa es una característica del edificio. Puesto que las fuerzas son inercia, por lo general un aumento de masa produce un aumento de fuerza, de allí la virtud inmediata del uso de la construcción de peso ligero como un enfoque de diseño sísmico.*

2.1.2.- Periodo y Resonancia: *Si se sacude un asta de bandera con un objeto pesado en la superior con el intento de quebrarla, pronto se aprenderá a sincronizar los empujones y jalones con la tendencia natural del asta a vibrar de un lado a otro con un ritmo determinado, que es su periodo fundamental. Si tiende a balancearse de un lado a otro un ciclo completo una vez por segundo cuando se jala y se deja de vibrar, tendrá un periodo fundamental de un segundo. Si se puede predecir de manera aproximada la velocidad con que se sacudirá el suelo, lo cual es similar a controlar la velocidad o ritmo con que se sacude la base del asta, así se podría ajustar el ritmo con que el asta vibrará naturalmente, de tal manera que los dos pudieran o no coincidir. Si coinciden, entonces las dimensiones del balanceo se harán más grandes; se dice que el asta entra en resonancia, y las cargas sobre ella aumentarán. El movimiento del suelo impartirá al edificio vibraciones similares al que se producen al sacudir el asta de bandera. Los periodos fundamentales de las estructuras pueden fluctuar de aproximadamente 0.05 seg. Para una pieza de equipo bien anclada, 0.1 para un marco sencillo de un piso, 0.5 para una estructura baja de hasta cuatro pisos, y entre 1 y 2 seg. Para edificios altos de 10 a 20 pisos. Un tanque de agua sobre un solo apoyo puede tener un periodo fundamental de 4 seg. El de una torre de perforación de la costa estará entre 2.5 a 6 seg.*

2.1.3.- Amortiguamiento: *Si un edificio resuena al movimiento del suelo, su aceleración se amplifica del mismo modo en que las respuestas de ciertos tipos de suelo pueden amplificar el movimiento del terreno. Estas amplificaciones pueden ser muy grandes: para un péndulo puede ser hasta 50 veces, un aumento que para un edificio, provocaría grandes fuerzas destructivas. Sin embargo los edificios no pueden resonar con la libertad de un péndulo porque están amortiguados, es decir, son muy ineficientes para vibrar, y cuando se ponen en movimiento tienen tendencia a regresar rápidamente a su posición original. El mayor o menor amortiguamiento en un edificio depende de las conexiones, de los elementos no estructurales y de los materiales empleados en su construcción, y al diseñar se hacen hipótesis respecto a su valor basándose en el conocimiento de estructuras previas. El amortiguamiento crítico se refiere al valor del amortiguamiento que evita la oscilación, es decir, un péndulo simplemente regresa hacia el centro cuando se le empuja.*

2.1.4.- Ductibilidad: Esta es la propiedad de ciertos materiales (sobre todo el acero) para fallar solo cuando se presente una considerable deformación inelástica que consiste en que el material no regresa a su forma original después de su deformación. Sin embargo los materiales frágiles como el concreto, fallan súbitamente con un mínimo de deformación, pero nótese que el acero contenido en el concreto reforzado también puede darle una ductibilidad considerable. Al deformarse la estructura absorbe energía y difiere la falla absoluta del concreto. La ductibilidad y la reserva de capacidad están estrechamente ligados.

2.1.5 Resistencia y Rigidez: La resistencia y rigidez son intuitivamente, dos de las más importantes características de cualquier estructura, siendo una medida de rigidez la deflexión, y para cargas verticales de gravedad, es en la mayoría de los casos el único aspecto que importa de la rigidez. En el dimensionamiento de vigas de piso, la que rige a menudo es la deflexión y no tanto la resistencia. La condición análoga bajo fuerza lateral es cuando las limitaciones de desplazamiento, la deflexión horizontal de piso a piso imponen requisitos para los miembros, más severos que aquellos de resistencia. El problema de resistencia consiste en como resistir una carga dada sin exceder cierto esfuerzo: el problema de rigidez o de deflexión horizontal es como prevenir que la estructura salga más allá del alineamiento dado.

2.1.6 Diafragma: Este término se usa para identificar elementos resistentes horizontales (generalmente pisos y techos) que actúan transfiriendo fuerzas laterales entre elementos resistentes verticales (muros resistente al cortante o marcos). El diafragma actúa como una viga horizontal, y en especial como el alma de la viga, y sus bordes actúan como patines.

2.2 CARGAS Y FUERZAS QUE ACTUAN SOBRE UNA CONSTRUCCION

Sobre una construcción pueden actuar cargas permanentes o transitorias (sismos u otros fenómenos). En el estudio del comportamiento de las construcciones frente a cargas sísmicas es necesario además introducir el concepto de indeterminístico y las magnitudes y tiempo de ocurrencia. Desde el punto práctico una carga es determinística cuando se conoce con aceptable precisión su magnitud y su posición; si esto no se cumple la carga resulta aleatoria, de ocurrencia al azar. Como el hombre no sabe cuando va a ocurrir un sismo y mucho menos que característica va a tomar, las cargas inerciales derivadas de su acción son aleatorias. Obsérvese que una carga transitoria puede ser determinística, como el caso de las inducidas por motores industriales

2.3 COORDENADAS NATURALES Y GRADOS DE LIBERTAD

La posición de la masa o cuyas características energéticas en función del tiempo, pueden representarse en función de una variable. En el caso de los sistemas mecánicos, esta variable fundamental es el desplazamiento, puesto que este se derivan la velocidad y la aceleración. El desplazamiento es entonces una coordenada natural del sistema que, como se ha dicho, puede tener tres traslaciones y tres rotaciones para una partícula que se ubica en el espacio

Cuando varias partículas se desplazan en el espacio con movimientos relativos entre si, el de cada una deberá describirse por separado, si efectivamente cada una se desplaza independientemente de las demás. En la práctica esto sucede en las moléculas de un gas, por ejemplo. Sin embargo, suele suceder que una partícula este ligada con otra u otras del conjunto mediante algún tipo de unión que no les permita movimientos independientes sino que las obliga a moverse de una forma determinada. Este el caos de las partes que conforman una construcción. Si un nudo se desplaza, los otros en general se verán afectados por este desplazamiento debido a la rigidez de la construcción. Esto es lo que se llama una condición de restricción.

El número de coordenadas naturales que se necesita para describir el movimiento de todas las partículas, o de los nudos en caso de construcciones, menos el número total de condiciones de restricción, es igual al número de grados de libertad del sistema

2.4 ASPECTOS GENERALES SOBRE EL AMORTIGUAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES

En general el amortiguamiento de las construcciones esta función de cada una o las combinaciones de las siguientes causas:

Deformaciones elásticas tanto en el sistema estructural como en los elementos no estructurales, tales como muros divisorios y elementos de fachada. En este caso proviene de las pequeñas deformaciones, por lo tanto corresponde a sismos de pequeña intensidad.

Deformaciones inelásticas que se desarrollan debido a los grandes desplazamientos, ya sea del sistema estructural o de los muros divisorios. Esta situación corresponde al ocasionado por sismos intensos. En este caso las estructuras se fisuran.

Interacción del sistema estructural con el subsuelo de cimentación, que puede tener mayor o menor importancia en términos del sistema de cimentación. El área lateral de contacto desempeña un papel en el mayor o menor amortiguamiento desarrollado por el conjunto estructuras más elementos no estructurales. Es probable que los sótanos contribuyan más que los pilotes o zapatas independientes o combinadas.

Contribución de la interacción con el medio externo, normalmente el aire, aunque en estructuras submarinas sería el agua. Cuando la construcción vibra, se desplaza dentro del fluido que lo rodea, se produce entonces un amortiguamiento de tipo viscoso, que es proporcional a la velocidad del móvil dentro del fluido.

2.5 ESPECTRO DE RESPUESTA

Se define el espectro de respuesta como el conjunto de máximos valores de desplazamiento, velocidad ó aceleración, que sobre un oscilador simple puede originar una carga aleatoria o determinística. El interés en este caso corresponde a las cargas sísmicas, que son aleatorias por excelencia.

Los espectros de aceleración de han convertido en los de mayor empleo en la ingeniería civil debido a que a la fuerza involucra una masa y la aceleración, velocidad y desplazamiento del suelo.

La amplificación espectral se ha de establecer a partir del análisis de muchos espectros, pudiéndose deducir a partir de muchos estudios que la amplificación es máxima para la aceleración, intermedia para la velocidad y menor para el desplazamiento.

2.6 ESPECTRO DE DISEÑO

Cuando se va ha diseñar una construcción localizada en una zona de actividad sísmica, se requiere un espectro que tenga en cuenta la sismotectónica regional. Esta caracterizará la aceleración máxima esperada, que servirá para el diseño de una obra importante por sus costos y su función. Para las construcciones corrientes, que se pueden estandarizar, el código de construcciones de nuestro país suministra la información pertinente.

2.7 ACELEROGRAMAS DE DISEÑO

Por las limitaciones de la predicción de los efectos de la duración de un sismo hipotético que en el futuro sacudirá a una determinada construcción, se ha pensado que la mejor manera de enfrentar el problema,

cuando las circunstancias del peligro sísmico lo ameriten, sería analizar las respuestas de las construcciones en el dominio del tiempo y no en la frecuencia. La posibilidad del análisis contra el tiempo tiene implicaciones de diversa índole que conviene explorar.

2.7.1 Empleo de Acelerogramas Pasados

El empleo de estos resulta algo viable puesto que hay una buena cantidad de acelerogramas registrados en una variedad de ambientes sismotectónicos con magnitudes apropiadas, se debe tener en cuenta la confiabilidad de la información.

2.7.2 Modificación de Registros Pasados

Esta posibilidad consiste en tomar acelerogramas de eventos registrados en el pasado y modificarlos en cuanto a la intensidad de los picos de aceleración, en consecuencia al contenido frecuencial y eventualmente en cuanto a la duración.

Si se conocen algunas condiciones del ambiente sismotectónico de la posible ruptura, tales como la magnitud máxima, que puede ocurrir debido a la ruptura de la fuente, distancia epicentral entre la fuente y la construcción que se quiere evaluar y si hay registros pasados provenientes de la misma fuente, la metodología de la modificación de registros pasados puede ser una buena alternativa para análisis contra el tiempo.

2.7.3 Generación de Acelerogramas Sintéticos.

El enfoque ingenieril se ha basado fundamentalmente en la idea de que una señal aleatoria que presente una cierta ciclicidad, puede reproducirse mediante la sumatoria de un número apropiado de términos de una serie de Fourier.

2.8 ANALISIS DE CARGAS DE SISMO

Los sísmicos se hacen de muy diversas maneras, usando los denominados métodos estáticos, dinámicos, o tiempo-historia. Generalmente se reconoce un comportamiento elástico para los análisis usuales estáticos o dinámicos.

Independientemente a considerar cargas en base a un análisis estático o dinámico, los métodos de distribución de fuerzas entre pórticos pueden considerar un análisis de traslación pura o de tres grados de libertad en planta (incluyendo torsión). La distribución de esfuerzos en los elementos de cada pórtico (vigas, columnas, placas) también pueden hacerse de varias maneras según se usen métodos más simplificados o programas más elaborados.

En conclusión, existen procedimientos menos o más elaborados que permiten hacer una distribución mejor o peor de las fuerzas y esfuerzos en los elementos estructurales. Interesará no solo el análisis o método realizado sino la bondad del método empleado.

El ingeniero debe ser conciente de las múltiples limitaciones que actualmente tiene a pesar de usar programas sofisticados y bien desarrollados. A continuación se indicará algunos aspectos fundamentales que alteran los resultados de un análisis sísmico.

2.8.1 Estimación de los Periodos de Vibración:

Se puede obtener el periodo fundamental de la estructura siguiendo las fórmulas contenidas en las Normas Peruanas de Diseño Sismoresistente. Si alternativamente se hace un análisis dinámico encontrará los periodos de los diferentes modos de vibración.

Es frecuente encontrar una gran diferencia entre el periodo obtenido con las fórmulas del Reglamento y el periodo correspondiente al modo de mayor masa participante. Generalmente este último es mayor, lo cual produce un coeficiente sísmico menor.

En estos casos el ingeniero podría pensar que el método dinámico tiene mayor validez a unas formas generales, como las expresadas en el código.

Sin embargo, hay que obrar con cuidado, pues es probable que el periodo obtenido dinámicamente no sea adecuado, por el hecho de haber sido obtenido en base a un modelo que probablemente no haya tomado en cuenta la participación de los tabiques de albañilería o que haya simplificado el modelo. Como sabemos estos rigidizan la estructura en forma importante variando el periodo en igual forma.

Si las estructuras solo tienen pórticos y los tabiques no están independizados, los resultados obtenidos mediante un análisis dinámico pierden mucha validez, pues la participación de los tabiques va a ser muy importante.

Por tanto, el ingeniero según su criterio deberá decidir con que periodo puede aproximarse más al comportamiento real.

2.8.2 Empotramiento en la Base:

Tradicionalmente los análisis los hacemos empotrando las columnas en su base. Sin embargo sabemos que esto no es necesariamente cierto.

Cuando se usan estructuras mixtas conformadas por pórticos y placas, el problema es más crítico por el hecho de que en la condición empotrada los muros se hacen muy rígidos en los primeros pisos, absorbiendo mucho cortante y produciendo momentos muy considerables en la base.

Esto ocasiona que los pórticos se liberen en los primeros pisos de esfuerzos significativas. Si consideramos que las placas están articuladas, lo que representan el extremo opuesto al anterior, encontraríamos resultados totalmente diferentes en la distribución de cortantes y momentos en las columnas, vigas, y placas, tanto como que aparecerían cortantes negativos en placas en el primer piso.

Esta realidad nos hace pensar que el comportamiento más aproximado sea un estado intermedio, el cual es obtenido al considerar un posible giro en la base.

Sin embargo, la estimación de este giro no es sencilla y depende de una serie de factores difíciles de cuantificar con cierta precisión. Así por ejemplo interviene el módulo de corte del terreno, la participación del terreno que rodea la zapata, la dimensión efectiva de zapata contribuyente a la estimación del giro, la rigidez de la cimentación, etc.

Lo que se puede indicar es que, en terrenos duros el giro no es tan importante, pero que en terrenos blandos sí lo es.

Las diferencias obtenidas en análisis que consideran empotramiento o giro en la base, en estructuras mixtas de pórticos y placas, son más importantes en los pisos bajos, disminuyendo conforme estudiamos los pisos superiores, siendo prudente entonces diseñar las vigas y columnas de los pisos inferiores con momentos y esfuerzos mayores a los obtenidos en análisis en que consideran empotramiento.

Incluso la estimación del periodo de vibración del edificio variará si se considera giro en la base

2.8.3 Influencia de la Tabiquería:

Generalmente, por su difícil modelaje, se desprecia el efecto de la tabiquería, y solo se trabajan con modelos que incluyen a los pórticos y placas. Sin embargo, es por todos conocidos que este modelo no es real y que los tabiques juegan un papel importantísimo en el comportamiento estructural de una edificación, a pesar de que se le dice comúnmente que son elementos no estructurales.

Actualmente sabemos que los tabiques formando ventanas altas han ocasionado el colapso de columnas, o que tabiques que cierran pórticos totales han variado la simetría estructural de una planta ocasionando efectos de torsión muy importantes.

Se recomienda en este sentido rigidizar las estructuras con muros o placas, de modo que el efecto de la tabiquería se minimice, o en los casos en que estos no sea factible independizar la tabiquería.

Es factible también en estructuras de menor altura, considerar muros de albañilería que trabajen como placas o muros de corte, teniendo entonces estructuras con elementos mixtos de muros de ladrillos y pórticos de concreto armado. Este caso es muy común en edificaciones de 1, 2, 3, 4 ó 5 pisos y en viviendas unifamiliares, constituyendo estructuraciones muy convenientes. Los modelos para el análisis

sísmico se pueden hacer en base a muros en voladizo o muros intercalando con pórticos, para lo cual sólo hay que considerar el diferente módulo de elasticidad del ladrillo y el concreto.

2.8.4 Efectos de Torsión

Cada vez es más frecuente no realizar un análisis adicional, que corrige el análisis de traslación por efectos de torsión, sino en un solo análisis considerar 3 grados libertad por piso, lo cual significa que el propio programa toma en cuenta los efectos de torsión.

En estos casos hay que distinguir si el programa evalúa la torsión natural, o si cumple con las excentricidades señaladas en las normas peruanas.

2.8.5 Análisis Elásticos y Plásticos

Generalmente los análisis son elásticos, y sin embargo diseñamos admitiendo que las fuerzas han sido reducidas por un factor R_d , la ductibilidad, lo cual supone que en muchos lugares se formarán rótulas plásticas. A su vez esto supone redistribución de esfuerzos entre diferentes secciones de los elementos y entre diferentes tramos de ellos, todo lo cual no se considera en un análisis convencional.

Esta realidad debe servir para pensar que no tenemos números exactos, y que sólo obtenemos ciertos órdenes de magnitud.

Por eso interesará mucho en el diseño considerar cuantías que permitan redistribuir momentos, controlar la falla por compresión buscando siempre la de tracción. Evitar la falla por cortante dando más resistencia por corte que por flexión y otras consideraciones de un diseño que provea ductibilidad.

2.9 METODOS DE ANALISIS SISMICO DINAMICOS DE EDIFICACIONES

2.9.1 Análisis Modal: En el análisis de estructuras lineales de varios grados de libertad; se observa que la respuesta dinámica puede obtenerse a través de la superposición de las respuestas de los modos normales de vibración y que la solución de un método de vibración cualesquiera puede expresarse en la misma forma que para sistemas lineales de un grado de libertad.

2.9.2 Método Tiempo – Historia: El procedimiento del análisis Tiempo – Historia incluye los siguientes pasos:

Se selecciona un registro sísmico como el representativo de un sismo esperado.

El registro es digitado como una serie de pequeños intervalos de tiempo de cerca de 1/40 a 1/25 de segundo con niveles dados de aceleración acuerdo para cada intervalo.

Se escoge un modelo matemático, usualmente es el modelo masa – resorte con amortiguamiento.

Las ecuaciones de movimiento se obtienen relacionando cada masa y su aceleración con las fuerzas que actúan sobre ella mediante los resortes elásticos.

Se pone el modelo matemático en la computadora y se le suministra el registro digitado como aceleración aplicada a la base de la estructura.

La computadora integra las ecuaciones de movimiento de cada masa que está suelta al incremento de elasticidad y fuerza de amortiguamiento mediante los resortes. La computadora da como respuestas todo el registro de aceleración, velocidad, y desplazamiento de cada masa.

A menudo se adiciona sub-rutinas a la computadora para transformar la aceleración y desplazamientos relativos en esfuerzos en los miembros, los valores máximos pueden entonces obtenerse por exploración del registro.

El procedimiento automáticamente incluye varios métodos de vibración y combinan sus efectos conforme acuerdan. Así elimina la incertidumbre de combinar los modos que son inherentes al análisis espectrales

2.9.3 Método Espectral: En el análisis de estructuras lineales de varios grados de libertad; se observa que la respuesta dinámica puede obtenerse a través de la superposición de las respuestas de los modos normales de vibración, por lo tanto si disponemos de espectro de respuestas elásticas de sismos podemos conocer la respuesta máxima para cada modo de vibración y utilizando una combinación adecuada de ellos podemos estimar la respuesta máxima probable.

Para estimar las respuestas máximas probable conociendo la respuesta máxima de los métodos de vibración, se reconoce que la simple adición de las respuestas máximas siempre excederá el valor de la máxima real, debido a que las respuestas máximas correspondientes a los modos de vibración se producen en tiempos diferentes, por eso este criterio de la suma absoluta será conservador. Un criterio bastante usado es el de la "Raíz Media Cuadrática". Se conoce además que la influencia de los otros modos de vibración es relativamente pequeña y es suficiente para fines prácticos considerar solamente los primeros modos de vibración, generalmente solo se consideran los tres primeros modos de vibración, otro criterio es considerar el promedio de la "Suma Absoluta" y de la "Raíz Media Cuadrática". Como los modos altos producen efectos diferentes a diferentes alturas, un criterio sería sumar una fracción específica, digamos un 50%, de las respuestas máximas correspondientes al 2^{do} y 3^{er} modo de vibración, y así obtener un estimado de las respuestas máximas.

Por lo tanto de tendría tres criterios:

Criterio 1: Suma absoluta de los máximos correspondientes a cada modo de vibración.

$$X = \sum_{i=1}^N |X_{\alpha}^i|_{max}$$

Donde N = Número de modos de vibración a considerarse.

$N = 3$ (Generalmente)

Criterio 2: Raíz Media Cuadrática.

$$X_d = \sqrt{\sum_{i=1}^N (|X_{\alpha}^i|_{max})^2}$$

Criterio 3: Promedio de la suma absoluta y de la raíz media cuadrática.

$$X_d = \frac{1}{2} \left\{ \sum_{i=1}^N |X_{\alpha}^i|_{max} + \sqrt{\sum_{i=1}^N (|X_{\alpha}^i|_{max})^2} \right\}$$

Criterio 4: Añadir a la respuesta del primer modo de vibración fracciones específicas de las respuestas máximas de los modos considerados.

$$X = \left| X_{\alpha}^1 \right|_{\max} + f_1 \left| X_{\alpha}^2 \right|_{\max} + \dots + f_{N-1} \left| X_{\alpha}^N \right|_{\max}$$

En resumen el procedimiento del análisis elástico espectral incluye los siguientes pasos:

- Selección del espectro de diseño.
- Determinación de las formas de modo y periodos de vibración que van a ser considerados en el análisis, generalmente se consideran los correspondientes a los tres primeros modos de vibración.
- Lecturas de las respuestas en el espectro para cada periodo de los modos considerados.
- Cálculo de los factores de participación.
- Combinación de efectos para obtener la respuesta máxima probable (desplazamientos, fuerzas sísmicas, etc.).
- Transformación de las respuestas máxima en momentos flectores y fuerzas cortantes. Con estos efectos resultantes la estructura es analizada y diseñada de la misma manera que para fuerzas estáticas.

Este método es práctico pero presenta ciertas incertidumbres en:

- El espectro de diseño es asumido.
- No hay manera de considerar el efecto de la vibración del sismo, ni en que momento se producen los valores máximos.
- En la combinación adoptada del efecto de los modos de vibración.
- En la estimación de las rigideces y amortiguamiento de la estructura.
- Pequeñas variaciones tendrán efectos considerables en las respuestas máximas.
- No considera las propiedades inelásticas de los materiales del sistema estructural.

Respecto al desarrollo del trabajo:

De acuerdo a las normas peruanas para diseño sismo-resistente, nuestra estructura se puede clasificar como una estructura regular y de poca altura, por lo cual nuestro análisis sísmico estará basado en el método estático. Dicho análisis se realizó con un programa de computo llamado A3E.EXE. El cual realiza un análisis lineal pseudo-tridimensional, teniendo las siguientes consideraciones:

- Se considera que la estructura está formada por un conjunto de pórticos planos verticales, interconectados por losas horizontales en cada nivel.
- Cada pórtico está constituido por vigas horizontales y columnas (o placas).
- El programa considera deformaciones axiales, de corte y de flexión en los elementos verticales (columnas y placas). Para los elementos horizontales (vigas) sólo se consideran deformaciones por flexión.
- Además el programa toma las consideraciones del reglamento nacional para diseño sismo-resistente

ANALISIS ESTATICO

CALCULO DEL PERIODO FUNDAMENTAL:

$$T = \frac{h_n}{C_t} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

h_n : Altura total de edificio en metros = 13.95 m.
 C_t : Coeficiente = 35 (Para edificaciones de C.A. cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean unicamente pórticos .)

Entonces en (1):

$$T = \frac{13.95}{35} = 0.399$$

CALCULO DE LA FUERZA CORTANTE EN LA BASE :

$$V = \frac{ZUSC}{Rt} P \dots\dots\dots(2)$$

Donde $C/R \geq 0.1$

Según la norma técnica de edificación E-30 diseño sismoresistente:

- $P = 912829.80$ Kg. (Peso total de la edificación)
- $R = 10.00$ (Coeficiente de Reducción. Pórticos de Concreto Armado)
- $Z = 0.40$ (Factor de Zona. Edificación en Lima Zona 3)
- $U = 1.00$ (Factor de Uso. Categoría C: Edificaciones comunes)
- $S = 1.00$ (Condición Geotécnica S1 Roca o suelo muy rígido)
- $C =$ Factor de Ampliación Sísmica

$$C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T} \right)^{1.25} \leq 2.5 \dots\dots\dots(3)$$

$$T_p = 0.4 \text{ Para S1}$$
$$T = 0.399$$

Entonces en (3)

$$C = 2.5 * \left(\frac{0.4}{0.399} \right)^{1.25} = 2.51 > 2.5$$

Por tanto usar $C = 2.5$

Reemplazando en (2)

$$V = \frac{0.40 \times 1.00 \times 1.00 \times 2.5}{10.00} \times 912829.80 \text{ Kg.} = 91282.98 \text{ Kg.}$$

$$C/R = 0.25 \geq 0.1 \quad \text{Conforme}$$

DISTRIBUCION DE LAS FUERZAS SISMICAS EN ALTURA

$$F_a = 0.07 T V \leq 0.15 V$$

$$F_a = 0.07 \times 0.399 \times 91282.98 = 2546.80 \text{ Kg.}$$

$$0.15 V = 0.15 \times 91282.98 = 13692.45 \text{ Kg.}$$

$$\text{Por lo tanto } F_a = 0$$

Por tanto $F_a = 0$

Luego

$$F_i = \frac{P_i \cdot h_i}{\sum_{j=1}^n P_j h_j} (V - F_a) \quad (4)$$

h_i : Altura del nivel i

P_i : Peso del nivel i

$$\Delta_{max} = 0.007 \cdot h_{ei}$$

Nivel	H	P	P*H	F i	Dmax (cm)
1	3.15	204177.00	643157.55	7969.489	2.205
2	5.85	195191.40	1141869.69	14149.127	1.89
3	8.55	195191.40	1668886.47	20679.493	1.89
4	11.25	195191.40	2195903.25	27209.859	1.89
5	13.95	123078.60	1716946.47	21275.013	1.89
Total			7366763.43		

BASE DE DATOS PARA PROGRAMA A3E (CON PLACAS)

5,7,4

3.35,2.70,2.70,2.70,2.70

7.00,6.75,21.28,21.28,1.40,1.350

7.00,6.75,27.29,27.29,1.40,1.350

7.00,6.75,20.68,20.68,1.40,1.350

7.00,6.75,14.15,14.15,1.40,1.350

7.00,6.75,7.97,7.97,1.40,1.350

2E6

1 1,0,0,0,1

2 2,0,4.5,0,1

3 2,0,9.0,0,1

4 1,0,13.5,0,1

A 3,0,0,90,2

B 4,7,0,0,90,2

C 3,14.0,0,90,2

2,5,0,000

ejes 1,4

5.50,5.50

.30,.60,.30,.60

.30,.60,.30,.60

.30,.60,.30,.60

.30,.60,.30,.60

.30,.60,.30,.60

.20,3.00,..40,.40,..20,3.00

.20,3.00,..40,.40,..20,3.00

.20,3.00,..40,.40,..20,3.00

.20,3.00,..40,.40,..20,3.00

.20,3.00,..40,.40,..20,3.00

2,5,0,000

ejes 2,3

6.80,6.80

.30,.60,.30,.60

.30,.60,.30,.60

.30,.60,.30,.60

.30,.60,.30,.60

.30,.60,.30,.60

.40,.40,..40,.40,..40,.40

.40,.40,..40,.40,..40,.40

.40,.40,..40,.40,..40,.40

.40,.40,..40,.40,..40,.40

.40,.40,..40,.40,..40,.40

3,5,0,000

ejes A,C

3.10,4.50,3.10

.30,.50,..30,.50

.30,.50,.30,.50,30,.50

.30,.50,.30,.50,30,.50

.30,.50,.30,.50,30,.50

.30,.50,.30,.50,30,.50

.20,2.80,..40,.40,..40,.40,..20,2.80

.20,2.80,..40,.40,..40,.40,..20,2.80

.20,2.80,..40,.40,..40,.40,..20,2.80

.20,2.80,..40,.40,..40,.40,..20,2.80

.20,2.80,..40,.40,..40,.40,..20,2.80

3,5,0,000

eje B

4.30,4.50,4.30

.30,.50,.30,.50,30,.50

.30,.50,.30,.50,30,.50

.30,.50,.30,.50,30,.50

.30,.50,.30,.50,30,.50

.30,.50,.30,.50,30,.50

.40,.40,..40,.40,..40,.40,..40,.40

.40,.40,..40,.40,..40,.40,..40,.40

.40,.40,..40,.40,..40,.40,..40,.40

.40,.40,..40,.40,..40,.40,..40,.40

.40,.40,..40,.40,..40,.40,..40,.40

RESULTADOS DEL PROGRAMA A3E (CON PLACAS)

{A3se} - versión 1a - H. Scaletti (1995)

31/01/2001 - 20:37

5 pisos
7 p[er]ticos
4 tipo(s)

Alturas de los Entrepisos:

3.35 2.70 2.70 2.70 2.70

Fuerzas y Excentricidades en Cada Nivel:

nivel	xo	yo	Fx	Fy	ex	ey
5	7.00	6.75	21.28	21.28	1.40	1.35
4	7.00	6.75	27.29	27.29	1.40	1.35
3	7.00	6.75	20.68	20.68	1.40	1.35
2	7.00	6.75	14.15	14.15	1.40	1.35
	7.00	6.75	7.97	7.97	1.40	1.35

E = 2.00E+06
G = 8.00E+05
Gm = 8.00E+05

Factor de reducci[on] de rigideces en vigas: .70
Brazos r[igidos] reducidos en π de peralte de viga

Tipo y Ubicaci[on] de Cada P[er]tico:

p[er]tico	tipo	xi	yi	alfa
1	1	.00	.00	.00
2	2	.00	4.50	.00
3	2	.00	9.00	.00
4	1	.00	13.50	.00
A	3	.00	.00	90.00
B	4	7.00	.00	90.00
C	3	14.00	.00	90.00

P[er]tico tipo

2 vano(s)
5 piso(s)

Luces de las Vigas:

5.50 5.50

Dimensiones de las Vigas:

.30 .60 .30 .60
.30 .60 .30 .60
.30 .60 .30 .60
.30 .60 .30 .60
.30 .60 .30 .60

Dimensiones de las Columnas:

.20 3.00 .40 .40 .20 3.00
.20 3.00 .40 .40 .20 3.00
.20 3.00 .40 .40 .20 3.00
.20 3.00 .40 .40 .20 3.00
.20 3.00 .40 .40 .20 3.00

P[er]tico tipo 2

2 vano(s)
5 piso(s)

Luces de las Vigas:

6.80 6.80

Dimensiones de las Vigas:

.30 .60 .30 .60
.30 .60 .30 .60
.30 .60 .30 .60
.30 .60 .30 .60
.30 .60 .30 .60

Dimensiones de las Columnas:

.40 .40 .40 .40 .40 .40
.40 .40 .40 .40 .40 .40
.40 .40 .40 .40 .40 .40
.40 .40 .40 .40 .40 .40
.40 .40 .40 .40 .40 .40

P[er]tico tipo 3

3 vano(s)
5 piso(s)

Luces de las Vigas:

3.10 4.50 3.10

Dimensiones de las Vigas:

.30 .50 .00 .00 .30 .50
.30 .50 .30 .50 .30 .50
.30 .50 .30 .50 .30 .50
.30 .50 .30 .50 .30 .50
.30 .50 .30 .50 .30 .50

Dimensiones de las Columnas:

.20 2.80 .40 .40 .40 .40 .20 2.80
.20 2.80 .40 .40 .40 .40 .20 2.80
.20 2.80 .40 .40 .40 .40 .20 2.80
.20 2.80 .40 .40 .40 .40 .20 2.80
.20 2.80 .40 .40 .40 .40 .20 2.80

P[er]tico tipo 4

3 vano(s)
5 piso(s)

Luces de las Vigas:

4.30 4.50 4.30

Dimensiones de las Vigas:

.30 .50 .30 .50 .30 .50
.30 .50 .30 .50 .30 .50
.30 .50 .30 .50 .30 .50
.30 .50 .30 .50 .30 .50
.30 .50 .30 .50 .30 .50

Dimensiones de las Columnas:

.40 .40 .40 .40 .40 .40 .40 .40
.40 .40 .40 .40 .40 .40 .40 .40
.40 .40 .40 .40 .40 .40 .40 .40
.40 .40 .40 .40 .40 .40 .40 .40
.40 .40 .40 .40 .40 .40 .40 .40

Efectos Globales - Sismo en la Direcci[on] X

Desplazamientos de Cada Nivel

nivel	x	y	r
5	7.095E-03	3.612E-10	1.109E-04
4	5.555E-03	2.828E-10	8.665E-05
3	3.914E-03	1.993E-10	6.093E-05
2	2.287E-03	1.165E-10	3.554E-05
1	8.977E-04	4.573E-11	1.391E-05

Distorsiones de los Entrepisos

nivel	x	y	r
5	1.540E-03	7.841E-11	2.429E-05
4	1.640E-03	8.351E-11	2.571E-05
3	1.627E-03	8.283E-11	2.539E-05
2	1.390E-03	7.077E-11	2.162E-05
1	8.977E-04	4.573E-11	1.391E-05

Fuerzas Concentradas

nivel	x	y	r
5	2.128E+01	0.000E+00	2.873E+01
4	2.729E+01	0.000E+00	3.684E+01
3	2.068E+01	0.000E+00	2.792E+01
2	1.415E+01	0.000E+00	1.910E+01
1	7.970E+00	0.000E+00	1.076E+01

Cortantes Totales en Cada Nivel

nivel	x	y	r
5	2.128E+01	0.000E+00	2.873E+01
4	4.857E+01	0.000E+00	6.557E+01
3	6.925E+01	0.000E+00	9.349E+01
2	8.340E+01	0.000E+00	1.126E+02
1	9.137E+01	0.000E+00	1.233E+02

Efectos Globales - Sismo en la Dirección Y

Desplazamientos de Cada Nivel

nivel	x	y	r
5	3.101E-10	6.863E-03	1.150E-04
4	2.428E-10	5.434E-03	8.986E-05
3	1.711E-10	3.880E-03	6.319E-05
2	9.999E-11	2.303E-03	3.685E-05
1	3.924E-11	9.238E-04	1.443E-05

Distorsiones de los Entrepisos

nivel	x	y	r
5	6.732E-11	1.429E-03	2.519E-05
4	7.171E-11	1.554E-03	2.667E-05
3	7.112E-11	1.577E-03	2.633E-05
2	6.075E-11	1.380E-03	2.242E-05
1	3.924E-11	9.238E-04	1.443E-05

Fuerzas Concentradas

nivel	x	y	r
5	0.000E+00	2.128E+01	2.979E+01
4	0.000E+00	2.729E+01	3.821E+01
3	0.000E+00	2.068E+01	2.895E+01
2	0.000E+00	1.415E+01	1.981E+01
1	0.000E+00	7.970E+00	1.116E+01

Cortantes Totales en Cada Nivel

nivel	x	y	r
5	0.000E+00	2.128E+01	2.979E+01
4	0.000E+00	4.857E+01	6.800E+01
3	0.000E+00	6.925E+01	9.695E+01

2	0.000E+00	8.340E+01	1.168E+02
1	0.000E+00	9.137E+01	1.279E+02

Efectos en el Pórtico del Eje 1

Sismo en la Dirección X

Desplazamientos, Distorsiones, Fuerzas y Cortes en Cada Nivel

nivel	u	#	F	V
5	.00784	.00170	7.319	7.319
4	.00614	.00181	15.675	22.753
3	.00433	.00180	11.224	33.876
2	.00253	.00154	8.275	42.105
1	.00099	.00099	6.478	48.577

Momentos Flectores y Cortes en las Vigas

viga	niv	Mi	Mj	V
1	5	6.581	3.547	2.665
2	5	3.547	6.581	2.665
1	4	7.964	5.889	3.646
2	4	5.889	7.964	3.646
1	3	8.013	5.805	3.636
2	3	5.805	8.013	3.636
1	2	7.381	5.400	3.363
2	2	5.400	7.381	3.363
1	1	5.226	3.705	2.350
2	1	3.705	5.226	2.350

Fuerzas Axiales, Momentos y Cortes en las Columnas

col.	nivel	N	Mt	Mb	V
1	5	2.137	8.672	6.277	1.754
1	4	5.060	16.278	11.087	9.580
1	3	7.976	3.343	39.840	15.071
1	2	10.672	29.921	81.583	19.404
1	1	12.557	74.503	153.676	23.687
2	5	.000	6.163	5.336	4.259
2	4	.000	5.017	5.092	3.744
2	3	.000	5.107	5.106	3.783
2	2	.000	4.384	4.542	3.306
2	1	.000	1.962	2.069	1.203
3	5	2.137	8.672	6.277	1.754
3	4	5.060	16.278	11.087	9.580
3	3	7.976	3.343	39.840	15.071
3	2	10.672	29.921	81.583	19.404
3	1	12.557	74.503	153.676	23.687

Efectos en el Pórtico del Eje 4

Sismo en la Dirección X

Desplazamientos, Distorsiones, Fuerzas y Cortes en Cada Nivel

nivel	u	#	F	V
5	.00784	.00170	7.319	7.319
4	.00614	.00181	15.675	22.753
3	.00433	.00180	11.224	33.876
2	.00253	.00154	8.275	42.105
1	.00099	.00099	6.478	48.577

Momentos Flectores y Cortes en las Vigas

viga	niv	Mi	Mj	V
1	5	6.581	3.547	2.665
2	5	3.547	6.581	2.665
1	4	7.964	5.889	3.646

2 4	5.889	7.964	3.646
1 3	8.013	5.805	3.636
2 3	5.805	8.013	3.636
1 2	7.381	5.400	3.363
2 2	5.400	7.381	3.363
1 1	5.226	3.705	2.350
2 1	3.705	5.226	2.350

2 4	.000	.942	1.504	.730
3 5	.505	1.878	1.450	1.233
3 4	1.303	1.405	1.407	1.041
3 3	2.099	1.446	1.538	1.105
3 2	2.849	1.149	1.519	.988
3 1	3.388	.431	1.257	.504

Efectos en el Pórtico del Eje 3

Sismo en la Dirección X

Desplazamientos, Distorsiones, Fuerzas y Cortes en Cada Nivel

nivel	u	\bar{u}	F	V
5	.00734	.00159	4.585	4.585
4	.00575	.00170	.625	3.962
3	.00405	.00168	.193	4.143
2	.00237	.00144	.450	3.706
1	.00093	.00093	1.972	1.738

Fuerzas Axiales, Momentos y Cortes en las Columnas

col	nivel	N	Mt	Mb	V
1	5	2.137	8.672	6.277	1.754
1	4	5.060	16.278	11.087	9.580
1	3	7.976	3.343	39.840	15.071
1	2	10.672	29.921	81.583	19.404
1	1	12.557	74.503	153.676	23.687
2	5	.000	6.163	5.336	4.259
2	4	.000	5.017	5.092	3.744
2	3	.000	5.107	5.106	3.783
2	2	.000	4.384	4.542	3.306
2	1	.000	1.962	2.069	1.203
3	5	2.137	8.672	6.277	1.754
3	4	5.060	16.278	11.087	9.580
3	3	7.976	3.343	39.840	15.071
3	2	10.672	29.921	81.583	19.404
3	1	12.557	74.503	153.676	23.687

Momentos Flectores y Cortes en las Vigas

viga	niv	Mi	Mj	V
1	5	2.020	1.679	.578
2	5	1.679	2.020	.578
1	4	3.074	2.779	.915
2	4	2.779	3.074	.915
1	3	3.071	2.765	.912
2	3	2.765	3.071	.912
1	2	2.892	2.605	.859
2	2	2.605	2.892	.859
1	1	2.099	1.854	.618
2	1	1.854	2.099	.618

Efectos en el Pórtico del Eje 2

Sismo en la Dirección X

Desplazamientos, Distorsiones, Fuerzas y Cortes en Cada Nivel

nivel	u	\bar{u}	F	V
5	.00734	.00159	4.585	4.585
4	.00575	.00170	.625	3.962
3	.00405	.00168	.193	4.143
2	.00237	.00144	.450	3.706
1	.00093	.00093	1.972	1.738

Fuerzas Axiales, Momentos y Cortes en las Columnas

col	nivel	N	Mt	Mb	V
1	5	.505	1.878	1.450	1.233
1	4	1.303	1.405	1.407	1.041
1	3	2.099	1.446	1.538	1.105
1	2	2.849	1.149	1.519	.988
1	1	3.388	.431	1.257	.504
2	5	.000	3.106	2.617	2.120
2	4	.000	2.530	2.545	1.880
2	3	.000	2.575	2.644	1.933
2	2	.000	2.180	2.492	1.730
2	1	.000	.942	1.504	.730
3	5	.505	1.878	1.450	1.233
3	4	1.303	1.405	1.407	1.041
3	3	2.099	1.446	1.538	1.105
3	2	2.849	1.149	1.519	.988
3	1	3.388	.431	1.257	.504

Momentos Flectores y Cortes en las Vigas

viga	niv	Mi	Mj	V
1	5	2.020	1.679	.578
2	5	1.679	2.020	.578
1	4	3.074	2.779	.915
2	4	2.779	3.074	.915
1	3	3.071	2.765	.912
2	3	2.765	3.071	.912
1	2	2.892	2.605	.859
2	2	2.605	2.892	.859
1	1	2.099	1.854	.618
2	1	1.854	2.099	.618

Efectos en el Pórtico del Eje A

Sismo en la Dirección Y

Desplazamientos, Distorsiones, Fuerzas y Cortes en Cada Nivel

nivel	u	\bar{u}	F	V
5	.00767	.00161	9.192	9.192
4	.00606	.00174	15.303	24.446
3	.00432	.00176	11.213	35.630
2	.00256	.00154	8.037	43.561
1	.00102	.00102	5.789	49.027

Fuerzas Axiales, Momentos y Cortes en las Columnas

col	nivel	N	Mt	Mb	V
1	5	.505	1.878	1.450	1.233
1	4	1.303	1.405	1.407	1.041
1	3	2.099	1.446	1.538	1.105
1	2	2.849	1.149	1.519	.988
1	1	3.388	.431	1.257	.504
2	5	.000	3.106	2.617	2.120
2	4	.000	2.530	2.545	1.880
2	3	.000	2.575	2.644	1.933
2	2	.000	2.180	2.492	1.730

Momentos Flectores y Cortes en las Vigas

viga	niv	Mi	Mj	V
------	-----	----	----	---

1 5	6.232	4.107	6.893
3 5	4.107	6.232	6.893

1 4	7.392	5.103	8.330
2 4	3.318	3.318	1.619
3 4	5.103	7.392	8.330

1 3	8.726	6.262	9.992
2 3	3.027	3.027	1.477
3 3	6.262	8.726	9.992

1 2	9.072	6.712	10.523
2 2	2.493	2.493	1.216
3 2	6.712	9.072	10.523

1 1	7.206	5.277	8.322
2 1	1.448	1.448	.706
3 1	5.277	7.206	8.322

Fuerzas Axiales, Momentos y Cortes en las Columnas

col. nivel	N	Mt	Mb	V
1 5	4.570	10.736	6.486	2.196
1 4	10.093	18.071	8.391	9.387
1 3	16.718	9.399	32.229	14.769
1 2	23.694	16.530	66.872	18.927
1 1	29.212	54.252	132.385	23.385
2 5	4.570	3.431	3.427	2.540
2 4	8.733	3.899	3.930	2.900
2 3	14.117	4.098	4.179	3.065
2 2	20.072	3.737	3.983	2.859
2 1	24.997	1.767	2.012	1.128
3 5	4.570	3.431	3.427	2.540
3 4	8.733	3.899	3.930	2.900
3 3	14.117	4.098	4.179	3.065
3 2	20.072	3.737	3.983	2.859
3 1	24.997	1.767	2.012	1.128
4 5	4.570	10.736	6.486	2.196
4 4	10.093	18.071	8.391	9.387
4 3	16.718	9.399	32.229	14.769
4 2	23.694	16.530	66.872	18.927
4 1	29.212	54.252	132.385	23.385

Efectos en el P#rtico del Eje C

Sismo en la Direcci#n Y

Desplazamientos, Distorsiones, Fuerzas y Cortes en Cada Nivel

nivel	u	δ	F	V
5	.00767	.00161	9.192	9.192
4	.00606	.00171	15.303	24.446
3	.00432	.00176	11.210	35.630
2	.00256	.00151	8.037	43.561
1	.00102	.00102	5.789	49.027

Momentos Flectores y Cortes en las Vigas

viga niv	Mi	Mj	V
1 5	6.232	4.107	6.893
3 5	4.107	6.232	6.893
1 4	7.392	5.103	8.330
2 4	3.318	3.318	1.619
3 4	5.103	7.392	8.330
1 3	8.726	6.262	9.992
2 3	3.027	3.027	1.477
3 3	6.262	8.726	9.992
1 2	9.072	6.712	10.523
2 2	2.493	2.493	1.216
3 2	6.712	9.072	10.523
1 1	7.206	5.277	8.322
2 1	1.448	1.448	.706

3 1	5.277	7.206	8.322
-----	-------	-------	-------

Fuerzas Axiales, Momentos y Cortes en las Columnas

col. nivel	N	Mt	Mb	V
1 5	4.570	10.736	6.486	2.197
1 4	10.093	18.071	8.391	9.387
1 3	16.718	9.399	32.229	14.769
1 2	23.694	16.530	66.872	18.927
1 1	29.212	54.252	132.385	23.385
2 5	4.570	3.431	3.427	2.540
2 4	8.733	3.899	3.930	2.900
2 3	14.117	4.098	4.179	3.065
2 2	20.072	3.737	3.983	2.859
2 1	24.997	1.767	2.012	1.128
3 5	4.570	3.431	3.427	2.540
3 4	8.733	3.899	3.930	2.900
3 3	14.117	4.098	4.179	3.065
3 2	20.072	3.737	3.983	2.859
3 1	24.997	1.767	2.012	1.128
4 5	4.570	10.736	6.486	2.197
4 4	10.093	18.071	8.391	9.387
4 3	16.718	9.399	32.229	14.769
4 2	23.694	16.530	66.872	18.927
4 1	29.212	54.252	132.385	23.385

Efectos en el P#rtico del Eje B

Sismo en la Direcci#n Y

Desplazamientos, Distorsiones, Fuerzas y Cortes en Cada Nivel

nivel	u	δ	F	V
5	.00686	.00143	5.563	5.565
4	.00543	.00155	5.69	4.997
3	.00388	.00158	3.47	5.344
2	.00230	.00138	4.28	4.916
1	.00092	.00092	2.506	2.410

Momentos Flectores y Cortes en las Vigas

viga niv	Mi	Mj	V
1 5	1.710	1.442	.808
2 5	1.376	1.376	.671
3 5	1.442	1.710	.808
1 4	2.629	2.396	1.289
2 4	2.306	2.306	1.125
3 4	2.396	2.629	1.289
1 3	2.713	2.467	1.328
2 3	2.328	2.328	1.136
3 3	2.467	2.713	1.328
1 2	2.633	2.399	1.290
2 2	2.222	2.222	1.084
3 2	2.399	2.633	1.290
1 1	1.987	1.785	.967
2 1	1.598	1.598	.780
3 1	1.785	1.987	.967

Fuerzas Axiales, Momentos y Cortes en las Columnas

col. nivel	N	Mt	Mb	V
1 5	.673	1.574	1.190	1.024
1 4	1.747	1.228	1.197	.898
1 3	2.854	1.298	1.359	.984
1 2	3.929	1.063	1.392	.909
1 1	4.735	.436	1.253	.504
2 5	.109	2.591	2.158	1.759
2 4	.238	2.167	2.154	1.600

2 3	.391	2.256	2.301	1.688
2 2	.555	1.950	2.232	1.549
2 1	.706	.879	1.468	.701
3 5	.109	2.591	2.158	1.759
3 4	.238	2.167	2.154	1.600
3 3	.391	2.256	2.301	1.688
3 2	.555	1.950	2.232	1.549
3 1	.706	.879	1.468	.701

4 5	.673	1.574	1.190	1.024
4 4	1.747	1.228	1.197	.898
4 3	2.854	1.298	1.359	.984
4 2	3.929	1.063	1.392	.909
4 1	4.735	.436	1.253	.504

CAPITULO III : ANALISIS POR CARGAS DE GRAVEDAD

El análisis de pórticos, vigas o losas continuas se hacen generalmente usando métodos clásicos como el de cross, o métodos más modernos como el de rigidez o flexibilidad, generalmente empleados matricialmente en los programas de computadora.

Se trabaja con luces tomadas a ejes de los elementos, o mediante la consideración de luces libres y brazos rígidos en el caso de elementos con peraltes significativos. En estos casos el uso de brazos rígidos permite una evaluación más real de los esfuerzos en los elementos ya que, si se considera luces a ejes se distorsiona su deformación debido al tamaño importante de los apoyos.

Es usual considerar inercias de las secciones brutas de concreto de los elementos y la condición de empotramiento en la base de las columnas del primer piso. Para el análisis de vigas de un determinado nivel, incluso es permitido empotrar los extremos de las columnas en los pisos inmediatos superior e inferior con el fin de evitar un análisis de todo el pórtico completo, sino del nivel en estudio.

Cuando las cargas vivas o sobrecargas son impotentes con respecto a las cargas muertas es conveniente considerar en el análisis la posible alternativa de las primeras.

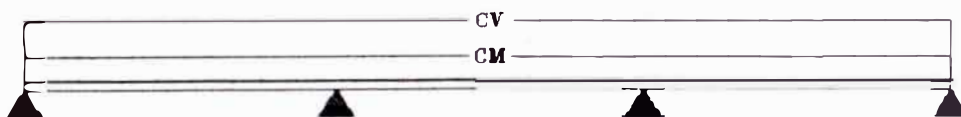
La alternativa de cargas vivas es una situación real en la estructura y puede generar momentos mayores a los obtenidos al considerar todos los tramos uniformemente cargados, así como zonas donde se produzcan inversiones de momentos.

La norma considera que el análisis de alternancia de carga viva debe prever:

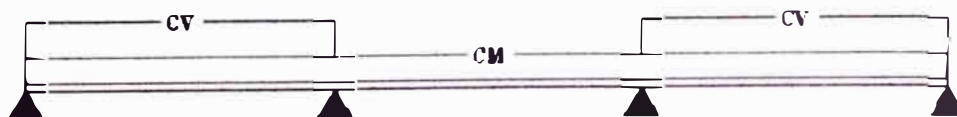
Tramos alternados cargados con carga viva (uno sí, el siguiente no y así sucesivamente), para obtener momentos máximos positivos en los tramos cargados.

Así, si se quiere estudiar el efecto de la alternancia de carga viva en un elemento continuo como es el aligerado de tres de la estructura que se muestra a continuación.

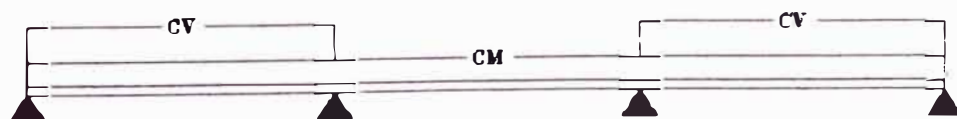
Caso Carga Total



Caso Máximo M(+) en primer y tercer tramo



Caso Máximo M(+) en segundo tramo



Uno de los aspectos más importantes cuando se realizan análisis de cargas de gravedad por computadora, son las diferencias que se obtienen en relación a los análisis tradicionales. Las razones de las diferencias son varias, pudiéndose señalar:

- a) La diferencia entre resolver el pórtico completo y el aislar un nivel determinado empotrando sus columnas en los extremos.
- b) El hecho de considerar en los análisis por computadora el desplazamiento lateral producida por la asimetría de cargas o de elementos estructurales.
- c) El hecho de considerar la deformación axial de las columnas, la cual no es uniforme en todas, lo que produce momentos en vigas y columnas, los cuales generalmente no se calculan en los análisis convencionales, y sin embargo, se pueden avaluar cuando se resuelve el pórtico completo en el computador.

Las deformaciones axiales influyen considerablemente en los resultados, sobre todo en el caso de tenerse columnas de igual sección; en este caso las columnas interiores, que cargan prácticamente dos veces la carga de las columnas exteriores, se deformarán dos veces más, produciendo momentos en los extremos de la viga, los cuales se distribuyen en todos los elementos.

Sin embargo, un análisis de este tipo, aparentemente exacto, tampoco es muy confiable por el hecho que la computadora aplica las deformaciones instantáneamente y con el pórtico completo. La realidad en obra no es así por cuanto el proceso constructivo es lento y los momentos se van generando paulatinamente, distribuyéndose en distintas etapas y con distintos elementos; por ejemplo en un determinado nivel no hay todavía columnas del piso superior y por tanto ellas no participan en la distribución de los momentos.

Los desplazamientos laterales de los pórticos, debido a cargas verticales no son generalmente importantes, por el hecho de usarse en el Perú columnas de secciones importantes (por condición sísmica). Sin embargo, pueden producir momentos apreciables en el caso de asimetría de cargas actuando sobre pórticos de pocas columnas (una o dos crujeas).

CAPITULO IV : REQUISITOS GENERALES DE RESISTENCIA Y SERVICIO PARA LA CONFIABILIDAD Y SEGURIDAD DE LAS ESTRUCTURAS

Tres desarrollos en recientes décadas influenciaron de manera principal los procedimientos de diseño presente y futuro. Estos son el vasto incremento en la evaluación experimental y analítico de los elementos de concreto, la aproximación probabilística a la interpretación del comportamiento y las herramientas de computación digital disponible para análisis rápido de seguridad y confiabilidad de los sistemas. Hasta últimas fechas, la mayoría de los factores de seguridad en el diseño tenían antecedentes empírico basados en al experiencia local en un periodo extenso de tiempo. Conforme se acumula experiencia adicional y se tiene mayor conocimiento de las fallas, así como familiaridad de las propiedades del concreto, se ajustan los factores de seguridad y en la mayoría de los casos son reducidos por instituciones reguladoras.

Entre los factores de falla tenemos:

Resultado de falla

Serio: Ya sea humano o económico

Menos serio: Únicamente la exposición de material no dañable.

Mano de obra

Colado en el lugar

Precolado "Fabricado en planta"

Condiciones de carga

Alta para claros simples y posibilidad de sobrecarga

Baja para combinaciones de cargas tales como carga viva y de viento

- *Importancia del miembro en la estructura*
Las vigas pueden utilizar factores más bajos que las columnas
- *Aviso de falla*
- *Disminución de la resistencia.*

Las Normas Peruanas del RNC, se deberá hacer por lo menos las siguientes combinaciones de cargas:

$$W_u = 1.5 * D + 1.8 * L$$

$$W_u = 1.25 (D + L \pm S)$$

$$W_u = 0.90D \pm 1.25 * S$$

Por otro lado la resistencia estructural de una unidad calculada por medios actuales establecidos se llama resistencia nominal. Por ejemplo en el caso de una viga, la capacidad de momento resistente de la sección calculada utilizando las ecuaciones de equilibrio y las propiedades del concreto y acero se llama la capacidad de resistencia nominal a la flexión M_n de la sección. Esta resistencia nominal se reduce utilizando un factor de reducción de resistencia, ϕ , para tomar en cuenta las inexactitudes en la construcción, tales como en las dimensiones o posiciones o posición del refuerzo o variaciones en las propiedades. La resistencia reducida del miembro se define como la resistencia de diseño del miembro.

Para una viga, la resistencia de diseño a la flexión ϕM_n deberá ser cuando menos igual o ligeramente mayor que el momento externo factorizado M_u , para peor condición de carga factorizada U . El ϕ varía para los diferentes tipos de comportamiento y para los diferentes tipos de elementos estructurales. Para vigas en flexión, por ejemplo, el factor de reducción es 0.9.

Para columnas con estribos que soportan cargas dominantes de compresión, el factor ϕ es igual a 0.7. El factor de reducción de resistencia más pequeño utilizado para columnas se debe a la importancia estructural de las columnas en soportar la estructura total comparada con otros miembros y para protegerse contra colapsos progresivos y falla frágil sin aviso previo de colapso. Las vigas, por otro lado, se diseñan para soportar deformaciones excesivas antes de la falla. Por lo que la capacidad inherente de la viga para el aviso anticipado de la falla permite el uso de un factor de reducción de resistencia mayor.

A continuación se presenta los valores del factor de reducción para diferentes tipos de elementos.

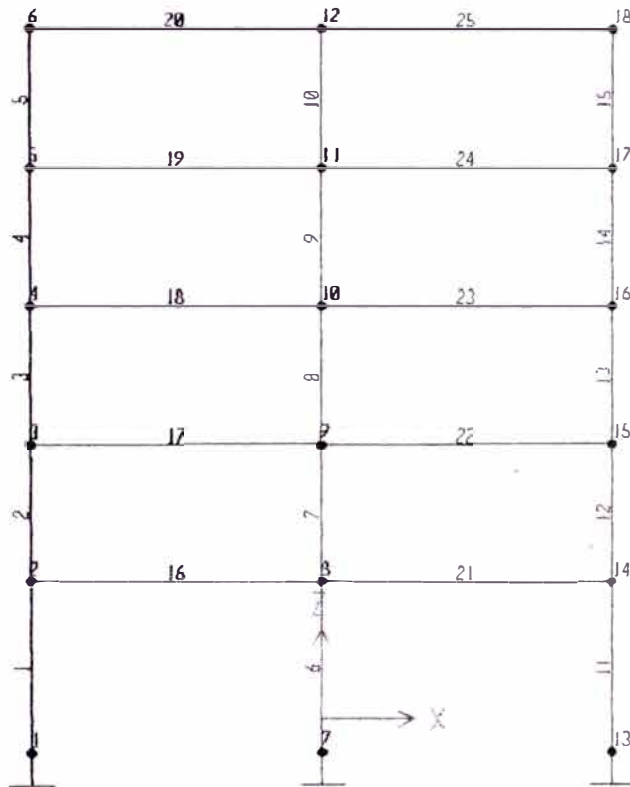
<i>Elemento Estructural</i>	<i>Facto ϕ</i>
<i>Viga o Losa: Flexión</i>	<i>0.90</i>
<i>Columnas con estribos</i>	<i>0.70</i>
<i>Columnas zunchadas</i>	<i>0.75</i>
<i>Para cortante con o sin torsión</i>	<i>0.85</i>
<i>Para aplastamiento del concreto</i>	<i>0.70</i>

Respecto al desarrollo del trabajo:

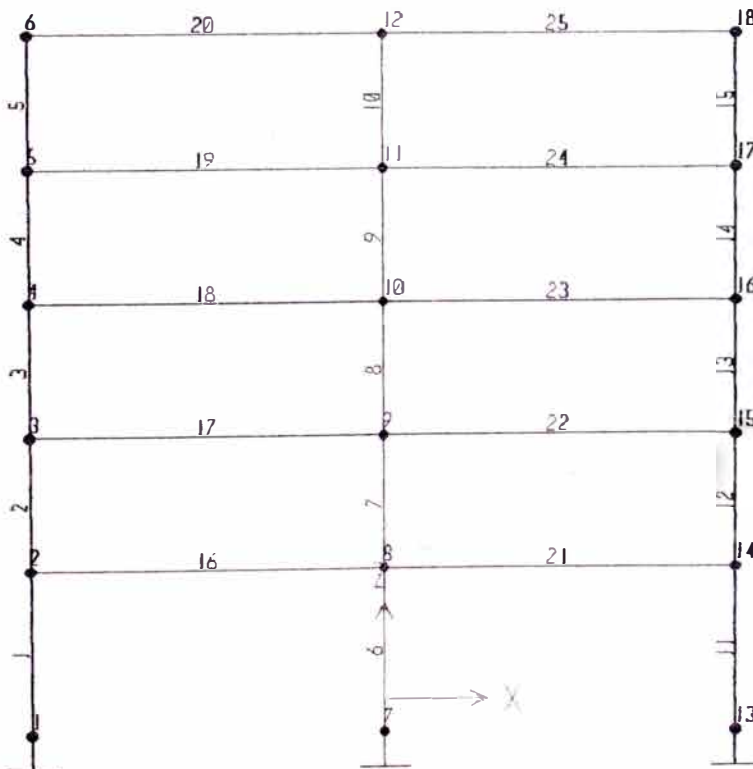
Para el análisis por cargas de gravedad interactuando con las cargas sísmicas, se ha echo uso del software SAP200; el cual no da un listado total de los efectos producidos sobre los elementos de la estructura, tanto de las cargas independientemente como de su combinaciones. Por fines prácticos sólo se mostrará los resultados máximos (Envolvente resultante de las combinaciones de carga).

A Continuación mostraremos el reporte del software SAP 2000, en este caso el análisis se realizó por pórtico

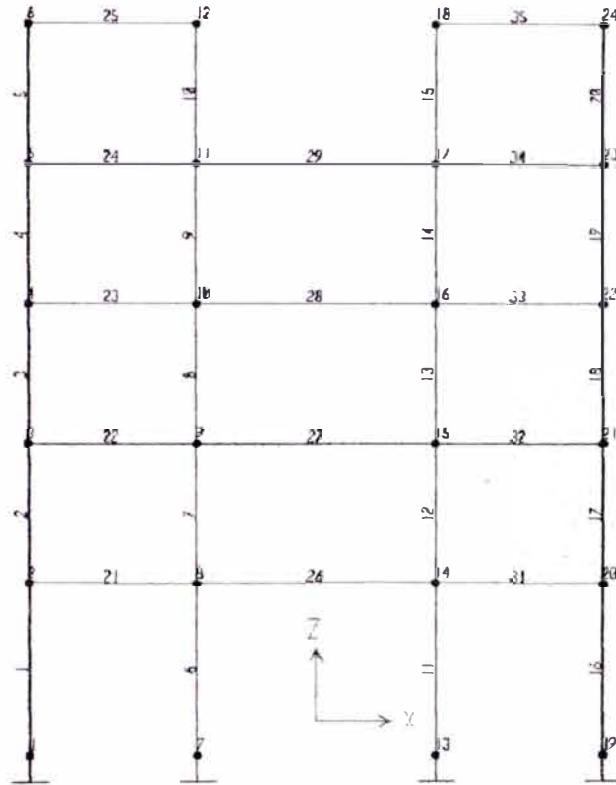
ELEMENTOS Y NUDOS DE LOS PORTICOS 1 Y 4



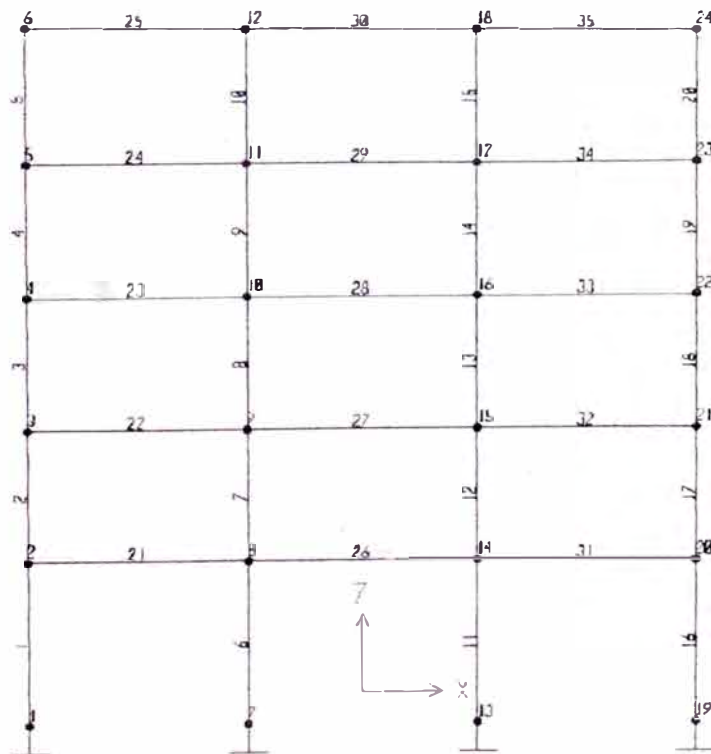
ELEMENTOS Y NUDOS DE LOS PORTICOS 2 Y 3



ELEMENTOS Y NUDOS DE LOS PORTICOS A Y C



ELEMENTOS Y NUDOS DE LOS PORTICOS B



0.50000 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000 17.470411
1.00000 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000 27.494564

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-11.423173	-8.626793	.000000	.000000	.000000	-13.956139
0.50000	-11.423173	-8.626793	.000000	.000000	.000000	-7.872259
1.00000	-11.423173	-8.626793	.000000	.000000	.000000	-3.189156

ELEM 6 ===== LENGTH = 3.350000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	0.426631	.000000	.000000	.000000	1.351834
0.50000	.000000	0.426631	.000000	.000000	.000000	0.637227
1.00000	.000000	0.426631	.000000	.000000	.000000	0.077379

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-57.071871	-0.426631	.000000	.000000	.000000	-1.351834
0.50000	-57.071871	-0.426631	.000000	.000000	.000000	-0.637227
1.00000	-57.071871	-0.426631	.000000	.000000	.000000	-0.077379

ELEM 7 ----- LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.55556	.000000	12.239927	.000000	.000000	.000000	4.348651
0.74074	.000000	12.239927	.000000	.000000	.000000	1.771313
0.92593	.000000	12.239927	.000000	.000000	.000000	7.891276

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.55556	-43.779130	-12.239927	.000000	.000000	.000000	-4.348651
0.74074	-43.779130	-12.239927	.000000	.000000	.000000	-1.771313
0.92593	-43.779130	-12.239927	.000000	.000000	.000000	-7.891276

ELEM 8 ----- LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	4.672612	.000000	.000000	.000000	6.037371
0.50000	.000000	4.672612	.000000	.000000	.000000	0.270655
1.00000	.000000	4.672612	.000000	.000000	.000000	6.578681

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-31.429790	-4.672612	.000000	.000000	.000000	-6.037371
0.50000	-31.429790	-4.672612	.000000	.000000	.000000	-0.270655
1.00000	-31.429790	-4.672612	.000000	.000000	.000000	-6.578681

ELEM 9 ----- LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	4.982959	.000000	.000000	.000000	6.765177
0.50000	.000000	4.982959	.000000	.000000	.000000	0.038182
1.00000	.000000	4.982959	.000000	.000000	.000000	6.688813

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-19.709052	-4.982959	.000000	.000000	.000000	-6.765177
0.50000	-19.709052	-4.982959	.000000	.000000	.000000	-0.038182
1.00000	-19.709052	-4.982959	.000000	.000000	.000000	-6.688813

ELEM 10 ----- LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL.DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	5.142025	.000000	.000000	.000000	6.607892
0.50000	.000000	5.142025	.000000	.000000	.000000	0.333843
1.00000	.000000	5.142025	.000000	.000000	.000000	7.275577

COMB ENVOL ----- MIN

REL.DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-8.204781	-5.142025	.000000	.000000	.000000	-6.607892
0.50000	-8.204781	-5.142025	.000000	.000000	.000000	-0.333843
1.00000	-8.204781	-5.142025	.000000	.000000	.000000	-7.275577

ELEM 11 ----- LENGTH = 3.350000

COMB ENVOL ----- MAX

REL.DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	32.820130	.000000	.000000	.000000	163.571025
0.50000	.000000	32.820130	.000000	.000000	.000000	110.311583
1.00000	.000000	32.820130	.000000	.000000	.000000	58.405002

COMB ENVOL ----- MIN

REL.DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-71.686905	-26.035558	.000000	.000000	.000000	-158.552562
0.50000	-71.686905	-26.035558	.000000	.000000	.000000	-116.657278
1.00000	-71.686905	-26.035558	.000000	.000000	.000000	-76.114855

ELEM 12 ----- LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL.DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	25.751420	.000000	.000000	.000000	87.832756
0.50000	.000000	25.751420	.000000	.000000	.000000	54.146702
1.00000	.000000	25.751420	.000000	.000000	.000000	22.765750

COMB ENVOL ----- MIN

REL.DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-56.339144	-16.462950	.000000	.000000	.000000	-79.287640
0.50000	-56.339144	-16.462950	.000000	.000000	.000000	-58.141021
1.00000	-56.339144	-16.462950	.000000	.000000	.000000	-39.299504

ELEM 13 ----- LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL.DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	25.859622	.000000	.000000	.000000	52.909837
0.50000	.000000	25.859622	.000000	.000000	.000000	19.060338
1.00000	.000000	25.859622	.000000	.000000	.000000	.000000

COMB ENVOL ----- MIN

REL.DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-41.345961	-14.251060	.000000	.000000	.000000	-41.182804
0.50000	-41.345961	-14.251060	.000000	.000000	.000000	-23.004864
1.00000	-41.345961	-14.251060	.000000	.000000	.000000	-16.911143

ELEM 14 ----- LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL.DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	19.497948	.000000	.000000	.000000	17.889507
0.50000	.000000	19.497948	.000000	.000000	.000000	0.976581
1.00000	.000000	19.497948	.000000	.000000	.000000	9.871995

COMB ENVOL ----- MIN

REL.DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
----------	---	----	----	---	----	----

0.00000 -26.480428 -6.589195 .000000 .000000 .000000 -7.918832
 0.50000 -26.480428 -6.589195 .000000 .000000 .000000 -8.432724
 1.00000 -26.480428 -6.589195 .000000 .000000 .000000 -34.754954

ELEM 15 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	10.407729	.000000	.000000	.000000	6.333216
0.50000	.000000	10.407729	.000000	.000000	.000000	4.275617
1.00000	.000000	10.407729	.000000	.000000	.000000	3.618796

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-11.536145	.000000	.000000	.000000	.000000	-1.224112
0.50000	-11.536145	.000000	.000000	.000000	.000000	-13.873769
1.00000	-11.536145	.000000	.000000	.000000	.000000	-27.924204

ELEM 16 ===== LENGTH = 5.550000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.27027	4.744587	1.918752	.000000	.000000	.000000	7.521604
0.44369	4.744587	3.462410	.000000	.000000	.000000	4.931920
0.61712	4.744587	5.006067	.000000	.000000	.000000	2.203650
0.79054	4.744587	7.434630	.000000	.000000	.000000	6.366639
0.96396	4.744587	10.120005	.000000	.000000	.000000	9.178123

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.27027	-2.240688	-11.329766	.000000	.000000	.000000	-14.717029
0.44369	-2.240688	-8.644391	.000000	.000000	.000000	-5.104466
0.61712	-2.240688	-5.959016	.000000	.000000	.000000	.000000
0.79054	-2.240688	-4.158546	.000000	.000000	.000000	-4.704760
0.96396	-2.240688	-2.614889	.000000	.000000	.000000	-12.704697

ELEM 17 ===== LENGTH = 5.550000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.27027	10.403266	0.951572	.000000	.000000	.000000	7.299237
0.44369	10.403266	2.495229	.000000	.000000	.000000	5.640464
0.61712	10.403266	4.038887	.000000	.000000	.000000	3.255498
0.79054	10.403266	6.307057	.000000	.000000	.000000	4.403012
0.96396	10.403266	8.992432	.000000	.000000	.000000	6.538877

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.27027	-8.083174	-10.958040	.000000	.000000	.000000	-15.607298
0.44369	-8.083174	-8.272665	.000000	.000000	.000000	-6.352521
0.61712	-8.083174	-5.587290	.000000	.000000	.000000	-0.441995
0.79054	-8.083174	-3.626427	.000000	.000000	.000000	-2.134393
0.96396	-8.083174	-2.082770	.000000	.000000	.000000	-8.885586

ELEM 18 ===== LENGTH = 5.550000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.27027	7.698564	0.360921	.000000	.000000	.000000	6.800759
0.44369	7.698564	1.904578	.000000	.000000	.000000	5.710488
0.61712	7.698564	3.448236	.000000	.000000	.000000	3.902951
0.79054	7.698564	5.609581	.000000	.000000	.000000	3.611137
0.96396	7.698564	8.294956	.000000	.000000	.000000	5.345891

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.27027	-6.398373	-10.764226	.000000	.000000	.000000	-15.839536

0.44369	-6.398373	-8.078851	.000000	.000000	.000000	-6.771305
0.61712	-6.398373	-5.393476	.000000	.000000	.000000	-1.056253
0.79054	-6.398373	-3.325789	.000000	.000000	.000000	-0.927367
0.96396	-6.398373	-1.782132	.000000	.000000	.000000	-6.895492

ELEM 19 ----- LENGTH = 5.550000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.27027	6.916663	0.180202	.000000	.000000	.000000	6.327107
0.44369	6.916663	1.723860	.000000	.000000	.000000	5.410777
0.61712	6.916663	3.267517	.000000	.000000	.000000	3.793994
0.79054	6.916663	5.392077	.000000	.000000	.000000	3.757244
0.96396	6.916663	8.077452	.000000	.000000	.000000	5.361965

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.27027	-8.931153	-10.720165	.000000	.000000	.000000	-15.566201
0.44369	-8.931153	-8.034790	.000000	.000000	.000000	-6.540379
0.61712	-8.931153	-5.349415	.000000	.000000	.000000	-0.884548
0.79054	-8.931153	-3.244942	.000000	.000000	.000000	-0.879193
0.96396	-8.931153	-1.701285	.000000	.000000	.000000	-6.585754

ELEM 20 ----- LENGTH = 5.550000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.27027	4.655491	.000000	.000000	.000000	.000000	5.031291
0.44369	4.655491	0.894211	.000000	.000000	.000000	4.744661
0.61712	4.655491	2.087037	.000000	.000000	.000000	3.942751
0.79054	4.655491	3.613086	.000000	.000000	.000000	2.152122
0.96396	4.655491	5.676445	.000000	.000000	.000000	2.948310

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.27027	-15.549755	-8.207548	.000000	.000000	.000000	-12.771523
0.44369	-15.549755	-6.144189	.000000	.000000	.000000	-5.864749
0.61712	-15.549755	-4.080830	.000000	.000000	.000000	-1.576775
0.79054	-15.549755	-2.350693	.000000	.000000	.000000	.000000
0.96396	-15.549755	-1.157867	.000000	.000000	.000000	-3.012440

ELEM 21 ----- LENGTH = 5.550000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.03604	10.247752	2.447884	.000000	.000000	.000000	8.925910
0.20946	10.247752	3.991542	.000000	.000000	.000000	6.275168
0.38288	10.247752	5.792011	.000000	.000000	.000000	2.203650
0.55631	10.247752	8.477386	.000000	.000000	.000000	4.701907
0.72973	10.247752	11.162761	.000000	.000000	.000000	7.130849

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.03604	-7.743854	-9.953001	.000000	.000000	.000000	-12.452484
0.20946	-7.743854	-7.267626	.000000	.000000	.000000	-4.613289
0.38288	-7.743854	-4.839063	.000000	.000000	.000000	.000000
0.55631	-7.743854	-3.295405	.000000	.000000	.000000	-4.874453
0.72973	-7.743854	-1.751748	.000000	.000000	.000000	-14.326274

ELEM 22 ----- LENGTH = 5.550000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.03604	2.835951	1.932912	.000000	.000000	.000000	6.314332
0.20946	2.835951	3.476570	.000000	.000000	.000000	4.322704
0.38288	2.835951	5.437432	.000000	.000000	.000000	3.191567
0.55631	2.835951	8.122807	.000000	.000000	.000000	5.432296
0.72973	2.835951	10.808182	.000000	.000000	.000000	6.946831

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.03604	-0.515859	-8.842574	.000000	.000000	.000000	-8.661042
0.20946	-0.515859	-6.157199	.000000	.000000	.000000	-2.054086
0.38288	-0.515859	-3.889029	.000000	.000000	.000000	-0.378064
0.55631	-0.515859	-2.345372	.000000	.000000	.000000	-6.144353
0.72973	-0.515859	-0.801714	.000000	.000000	.000000	-15.254892

ELEM 23 ----- LENGTH = 5.550000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.03604	8.008912	1.698439	.000000	.000000	.000000	5.222110
0.20946	8.008912	3.242096	.000000	.000000	.000000	3.567911
0.38288	8.008912	5.309784	.000000	.000000	.000000	3.865623
0.55631	8.008912	7.995159	.000000	.000000	.000000	5.592605
0.72973	8.008912	10.680534	.000000	.000000	.000000	6.602323

COMB ENVOL --- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.03604	-6.708720	-8.211264	.000000	.000000	.000000	-6.771712
0.20946	-6.708720	-5.525889	.000000	.000000	.000000	-0.884140
0.38288	-6.708720	-3.364543	.000000	.000000	.000000	-1.018925
0.55631	-6.708720	-1.820886	.000000	.000000	.000000	-6.653423
0.72973	-6.708720	-0.277228	.000000	.000000	.000000	-15.641100

ELEM 24 ----- LENGTH = 5.550000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.03604	7.075729	1.740402	.000000	.000000	.000000	5.424824
0.20946	7.075729	3.284060	.000000	.000000	.000000	3.782452
0.38288	7.075729	5.388532	.000000	.000000	.000000	3.806437
0.55631	7.075729	8.073907	.000000	.000000	.000000	5.460871
0.72973	7.075729	10.759282	.000000	.000000	.000000	6.414851

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.03604	-9.090219	-8.116570	.000000	.000000	.000000	-6.648612
0.20946	-9.090219	-5.431195	.000000	.000000	.000000	-0.904401
0.38288	-9.090219	-3.306635	.000000	.000000	.000000	-0.896991
0.55631	-9.090219	-1.762977	.000000	.000000	.000000	-6.590473
0.72973	-9.090219	-0.219320	.000000	.000000	.000000	-15.653946

ELEM 25 ----- LENGTH = 5.550000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.03604	.000000	1.270839	.000000	.000000	.000000	3.123069
0.20946	.000000	2.463665	.000000	.000000	.000000	2.152122
0.38288	.000000	4.193802	.000000	.000000	.000000	3.985462
0.55631	.000000	6.257161	.000000	.000000	.000000	4.896107
0.72973	.000000	8.320520	.000000	.000000	.000000	5.291473

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.03604	-10.407729	-5.789417	.000000	.000000	.000000	-3.187200
0.20946	-10.407729	-3.726058	.000000	.000000	.000000	.000000
0.38288	-10.407729	-2.200009	.000000	.000000	.000000	-1.619486
0.55631	-10.407729	-1.007183	.000000	.000000	.000000	-6.016196
0.72973	-10.407729	.000000	.000000	.000000	.000000	-13.031705

0.00000 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
0.50000 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000 0.804941
1.00000 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000 12.521233

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-14.838306	-8.784420	.000000	.000000	.000000	-11.196701
0.50000	-14.838306	-8.784420	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	-14.838306	-8.784420	.000000	.000000	.000000	.000000

ELEM 6 ===== LENGTH = 3.350000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	3.746552	.000000	.000000	.000000	6.747455
0.50000	.000000	3.746552	.000000	.000000	.000000	0.471980
1.00000	.000000	3.746552	.000000	.000000	.000000	5.803495

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-213.674704	-3.746552	.000000	.000000	.000000	-6.747455
0.50000	-213.674704	-3.746552	.000000	.000000	.000000	-0.471980
1.00000	-213.674704	-3.746552	.000000	.000000	.000000	-5.803495

ELEM 7 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	3.594988	.000000	.000000	.000000	4.826035
0.50000	.000000	3.594988	.000000	.000000	.000000	0.027199
1.00000	.000000	3.594988	.000000	.000000	.000000	4.880432

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-167.494455	-3.594988	.000000	.000000	.000000	-4.826035
0.50000	-167.494455	-3.594988	.000000	.000000	.000000	-0.027199
1.00000	-167.494455	-3.594988	.000000	.000000	.000000	-4.880432

ELEM 8 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	3.122255	.000000	.000000	.000000	4.163770
0.50000	.000000	3.122255	.000000	.000000	.000000	0.051275
1.00000	.000000	3.122255	.000000	.000000	.000000	4.266319

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-122.745764	-3.122255	.000000	.000000	.000000	-4.163770
0.50000	-122.745764	-3.122255	.000000	.000000	.000000	-0.051275
1.00000	-122.745764	-3.122255	.000000	.000000	.000000	-4.266319

ELEM 9 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	2.999643	.000000	.000000	.000000	4.000748
0.50000	.000000	2.999643	.000000	.000000	.000000	0.048770
1.00000	.000000	2.999643	.000000	.000000	.000000	4.098288

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-78.334590	-2.999643	.000000	.000000	.000000	-4.000748
0.50000	-78.334590	-2.999643	.000000	.000000	.000000	-0.048770
1.00000	-78.334590	-2.999643	.000000	.000000	.000000	-4.098288

ELEM 10 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	2.607029	.000000	.000000	.000000	3.278665
0.50000	.000000	2.607029	.000000	.000000	.000000	0.240824
1.00000	.000000	2.607029	.000000	.000000	.000000	3.760312

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-34.297787	-2.607029	.000000	.000000	.000000	-3.278665
0.50000	-34.297787	-2.607029	.000000	.000000	.000000	-0.240824
1.00000	-34.297787	-2.607029	.000000	.000000	.000000	-3.760312

ELEM 11 ===== LENGTH = 3.350000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	5.443129	.000000	.000000	.000000	8.643313
0.50000	.000000	5.443129	.000000	.000000	.000000	0.129398
1.00000	.000000	5.443129	.000000	.000000	.000000	1.056180

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-96.917848	-1.621621	.000000	.000000	.000000	-4.376250
0.50000	-96.917848	-1.621621	.000000	.000000	.000000	-2.263361
1.00000	-96.917848	-1.621621	.000000	.000000	.000000	-9.591169

ELEM 12 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	8.244971	.000000	.000000	.000000	11.158119
0.50000	.000000	8.244971	.000000	.000000	.000000	0.507589
1.00000	.000000	8.244971	.000000	.000000	.000000	.000000

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-77.065973	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	-77.065973	.000000	.000000	.000000	.000000	-0.090479
1.00000	-77.065973	.000000	.000000	.000000	.000000	-11.103304

ELEM 13 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	7.976385	.000000	.000000	.000000	10.640658
0.50000	.000000	7.976385	.000000	.000000	.000000	0.006795
1.00000	.000000	7.976385	.000000	.000000	.000000	.000000

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-56.498318	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	-56.498318	.000000	.000000	.000000	.000000	-0.127463
1.00000	-56.498318	.000000	.000000	.000000	.000000	-10.895583

ELEM 14 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	8.078751	.000000	.000000	.000000	10.825345
0.50000	.000000	8.078751	.000000	.000000	.000000	0.102098
1.00000	.000000	8.078751	.000000	.000000	.000000	.000000

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-35.761905	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	-35.761905	.000000	.000000	.000000	.000000	-0.086329
1.00000	-35.761905	.000000	.000000	.000000	.000000	-10.987282

ELEM 15 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	8.784420	.000000	.000000	.000000	11.196701
0.50000	.000000	8.784420	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	.000000	8.784420	.000000	.000000	.000000	.000000

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-14.838306	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	-14.838306	.000000	.000000	.000000	.000000	-0.812270
1.00000	-14.838306	.000000	.000000	.000000	.000000	-12.521233

ELEM 16 ===== LENGTH = 6.800000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	5.148507	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.26471	5.148507	.000000	.000000	.000000	.000000	9.355686
0.50000	5.148507	3.019890	.000000	.000000	.000000	13.050874
0.73529	5.148507	11.723125	.000000	.000000	.000000	4.100216
0.97059	5.148507	21.827125	.000000	.000000	.000000	.000000

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	.000000	-18.588875	.000000	.000000	.000000	-17.339697
0.26471	.000000	-8.496649	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	.000000	-1.005843	.000000	.000000	.000000	.000000
0.73529	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	-1.144040
0.97059	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	-24.483783

ELEM 17 ===== LENGTH = 6.800000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	0.441223	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.26471	0.441223	.000000	.000000	.000000	.000000	7.423700
0.50000	0.441223	2.140817	.000000	.000000	.000000	12.692789
0.73529	0.441223	11.007345	.000000	.000000	.000000	4.474889
0.97059	0.441223	21.111345	.000000	.000000	.000000	.000000

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	-0.741318	-19.304655	.000000	.000000	.000000	-18.226555
0.26471	-0.741318	-9.200655	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	-0.741318	-1.016864	.000000	.000000	.000000	.000000
0.73529	-0.741318	.000000	.000000	.000000	.000000	-0.539983
0.97059	-0.741318	.000000	.000000	.000000	.000000	-22.530716

ELEM 18 ===== LENGTH = 6.800000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	0.318954	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.26471	0.318954	.000000	.000000	.000000	.000000	7.132663
0.50000	0.318954	1.899246	.000000	.000000	.000000	12.796507
0.73529	0.318954	10.838587	.000000	.000000	.000000	4.589048
0.97059	0.318954	20.942587	.000000	.000000	.000000	.000000

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
----------	---	----	----	---	----	----

0.02941	-0.085299	-19.473413	.000000	.000000	.000000	-18.245050
0.26471	-0.085299	-9.369413	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	-0.085299	-0.985109	.000000	.000000	.000000	.000000
0.73529	-0.085299	.000000	.000000	.000000	.000000	-0.189578
0.97059	-0.085299	.000000	.000000	.000000	.000000	-21.886972

ELEM 19 ===== LENGTH = 6.800000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	1.348573	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.26471	1.348573	.000000	.000000	.000000	.000000	6.656596
0.50000	1.348573	1.621506	.000000	.000000	.000000	12.782113
0.73529	1.348573	10.651401	.000000	.000000	.000000	4.630844
0.97059	1.348573	20.755401	.000000	.000000	.000000	.000000

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	-0.269420	-19.660599	.000000	.000000	.000000	-18.301284
0.26471	-0.269420	-9.556599	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	-0.269420	-0.938926	.000000	.000000	.000000	.000000
0.73529	-0.269420	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.97059	-0.269420	.000000	.000000	.000000	.000000	-21.302371

ELEM 20 ===== LENGTH = 6.800000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	0.211294	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.26471	0.211294	.000000	.000000	.000000	.000000	6.567238
0.50000	0.211294	1.563859	.000000	.000000	.000000	10.739888
0.73529	0.211294	8.681694	.000000	.000000	.000000	3.044636
0.97059	0.211294	16.208094	.000000	.000000	.000000	.000000

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	-11.125298	-13.897506	.000000	.000000	.000000	-10.025655
0.26471	-11.125298	-6.371106	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	-11.125298	-0.132995	.000000	.000000	.000000	.000000
0.73529	-11.125298	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.97059	-11.125298	.000000	.000000	.000000	.000000	-17.041532

ELEM 21 ===== LENGTH = 6.800000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	4.996943	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.26471	4.996943	.000000	.000000	.000000	.000000	4.100570
0.50000	4.996943	1.005416	.000000	.000000	.000000	13.050874
0.73529	4.996943	8.496221	.000000	.000000	.000000	9.353966
0.97059	4.996943	18.588875	.000000	.000000	.000000	.000000

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	.000000	-21.827125	.000000	.000000	.000000	-24.483453
0.26471	.000000	-11.723125	.000000	.000000	.000000	-1.144394
0.50000	.000000	-3.019462	.000000	.000000	.000000	.000000
0.73529	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.97059	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	-17.337293

ELEM 22 ===== LENGTH = 6.800000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.26471	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	4.482899
0.50000	.000000	1.029018	.000000	.000000	.000000	12.692789
0.73529	.000000	9.200655	.000000	.000000	.000000	7.454585

0.97059 .000000 19.304655 .000000 .000000 .000000 .000000

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	-0.268586	-21.111345	.000000	.000000	.000000	-22.530716
0.26471	-0.268586	-11.007345	.000000	.000000	.000000	-0.547993
0.50000	-0.268586	-2.152971	.000000	.000000	.000000	.000000
0.73529	-0.268586	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.97059	-0.268586	.000000	.000000	.000000	.000000	-18.276887

ELEM 23 ===== LENGTH = 6.800000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	0.196341	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.26471	0.196341	.000000	.000000	.000000	.000000	4.591705
0.50000	0.196341	0.986782	.000000	.000000	.000000	12.796507
0.73529	0.196341	9.369413	.000000	.000000	.000000	7.135359
0.97059	0.196341	19.473413	.000000	.000000	.000000	.000000

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	.000000	-20.942587	.000000	.000000	.000000	-21.886972
0.26471	.000000	-10.838587	.000000	.000000	.000000	-0.192235
0.50000	.000000	-1.900918	.000000	.000000	.000000	.000000
0.73529	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.97059	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	-18.250422

ELEM 24 ===== LENGTH = 6.800000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	0.955959	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.26471	0.955959	.000000	.000000	.000000	.000000	4.620504
0.50000	0.955959	0.916685	.000000	.000000	.000000	12.782113
0.73529	0.955959	9.556599	.000000	.000000	.000000	6.595765
0.97059	0.955959	19.660599	.000000	.000000	.000000	.000000

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	.000000	-20.755401	.000000	.000000	.000000	-21.302371
0.26471	.000000	-10.651401	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	.000000	-1.599265	.000000	.000000	.000000	.000000
0.73529	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.97059	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	-18.204869

ELEM 25 ===== LENGTH = 6.800000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.26471	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	3.030533
0.50000	.000000	0.103511	.000000	.000000	.000000	10.739888
0.73529	.000000	6.371106	.000000	.000000	.000000	6.567238
0.97059	.000000	13.897506	.000000	.000000	.000000	.000000

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.02941	-8.784420	-16.208094	.000000	.000000	.000000	-17.041532
0.26471	-8.784420	-8.681694	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	-8.784420	-1.534375	.000000	.000000	.000000	.000000
0.73529	-8.784420	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.97059	-8.784420	.000000	.000000	.000000	.000000	-9.898235

RESULTADOS DE LOS PORTICOS A Y C

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

ELEM 1 ===== LENGTH = 3.350000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	31.457444	29.539945	.000000	.000000	.000000	155.504926
0.50000	31.457444	29.539945	.000000	.000000	.000000	106.287091
1.00000	31.457444	29.539945	.000000	.000000	.000000	57.827750

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-60.481747	-31.947148	.000000	.000000	.000000	-158.506909
0.50000	-60.481747	-31.947148	.000000	.000000	.000000	-105.257009
1.00000	-60.481747	-31.947148	.000000	.000000	.000000	-52.765604

ELEM 2 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	24.905870	21.586372	.000000	.000000	.000000	74.618729
0.50000	24.905870	21.586372	.000000	.000000	.000000	46.261376
1.00000	24.905870	21.586372	.000000	.000000	.000000	18.267315

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-48.626688	-24.948130	.000000	.000000	.000000	-76.055682
0.50000	-48.626688	-24.948130	.000000	.000000	.000000	-43.159956
1.00000	-48.626688	-24.948130	.000000	.000000	.000000	-10.627520

ELEM 3 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	17.154251	14.991456	.000000	.000000	.000000	37.396899
0.50000	17.154251	14.991456	.000000	.000000	.000000	18.507108
1.00000	17.154251	14.991456	.000000	.000000	.000000	14.851361

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-34.566491	-19.750048	.000000	.000000	.000000	-38.473768
0.50000	-34.566491	-19.750048	.000000	.000000	.000000	-13.159879
1.00000	-34.566491	-19.750048	.000000	.000000	.000000	-3.080033

ELEM 4 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	10.493526	9.204906	.000000	.000000	.000000	16.352896
0.50000	10.493526	9.204906	.000000	.000000	.000000	6.961982
1.00000	10.493526	9.204906	.000000	.000000	.000000	24.465985

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-21.390902	-13.904038	.000000	.000000	.000000	-13.730621
0.50000	-21.390902	-13.904038	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	-21.390902	-13.904038	.000000	.000000	.000000	-9.156052

ELEM 5 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	4.943439	7.991414	.000000	.000000	.000000	9.068013
0.50000	4.943439	7.991414	.000000	.000000	.000000	11.168839
1.00000	4.943439	7.991414	.000000	.000000	.000000	21.211963

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-10.223133	-7.551993	.000000	.000000	.000000	-0.916277
0.50000	-10.223133	-7.551993	.000000	.000000	.000000	-3.610321
1.00000	-10.223133	-7.551993	.000000	.000000	.000000	-14.246662

ELEM 6 ===== LENGTH = 3.350000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	25.951835	1.428062	.000000	.000000	.000000	2.475532
0.50000	25.951835	1.428062	.000000	.000000	.000000	0.169028
1.00000	25.951835	1.428062	.000000	.000000	.000000	3.180775

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-52.783106	-1.819097	.000000	.000000	.000000	-2.913199
0.50000	-52.783106	-1.819097	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	-52.783106	-1.819097	.000000	.000000	.000000	-2.308476

ELEM 7 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	20.824779	3.461306	.000000	.000000	.000000	4.789539
0.50000	20.824779	3.461306	.000000	.000000	.000000	0.124467
1.00000	20.824779	3.461306	.000000	.000000	.000000	6.187422

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-40.463936	-4.647241	.000000	.000000	.000000	-6.360129
0.50000	-40.463936	-4.647241	.000000	.000000	.000000	-0.094044
1.00000	-40.463936	-4.647241	.000000	.000000	.000000	-4.555987

ELEM 8 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	14.484236	3.680403	.000000	.000000	.000000	5.033892
0.50000	14.484236	3.680403	.000000	.000000	.000000	0.071627
1.00000	14.484236	3.680403	.000000	.000000	.000000	6.654035

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-27.936371	-4.958952	.000000	.000000	.000000	-6.735134
0.50000	-27.936371	-4.958952	.000000	.000000	.000000	-0.046828
1.00000	-27.936371	-4.958952	.000000	.000000	.000000	-4.903196

ELEM 9 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	9.554836	3.352502	.000000	.000000	.000000	4.615300
0.50000	9.554836	3.352502	.000000	.000000	.000000	0.098698
1.00000	9.554836	3.352502	.000000	.000000	.000000	6.261470

COMB ENVOL.-----MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-17.026235	-4.677101	.000000	.000000	.000000	-6.366703
0.50000	-17.026235	-4.677101	.000000	.000000	.000000	-0.061892
1.00000	-17.026235	-4.677101	.000000	.000000	.000000	-4.436455

ELEM 10 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL.-----MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	6.700718	3.608728	.000000	.000000	.000000	4.935599
0.50000	6.700718	3.608728	.000000	.000000	.000000	0.063816
1.00000	6.700718	3.608728	.000000	.000000	.000000	5.223451

COMB ENVOL.-----MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-7.294199	-4.048149	.000000	.000000	.000000	-5.706550
0.50000	-7.294199	-4.048149	.000000	.000000	.000000	-0.241550
1.00000	-7.294199	-4.048149	.000000	.000000	.000000	-4.807967

ELEM 11 ===== LENGTH = 3.350000

COMB ENVOL.-----MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	21.176613	1.801775	.000000	.000000	.000000	2.871776
0.50000	21.176613	1.801775	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	21.176613	1.801775	.000000	.000000	.000000	2.291872

COMB ENVOL.-----MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-48.007885	-1.410740	.000000	.000000	.000000	-2.434108
0.50000	-48.007885	-1.410740	.000000	.000000	.000000	-0.169028
1.00000	-48.007885	-1.410740	.000000	.000000	.000000	-3.164171

ELEM 12 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL.-----MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	16.093087	4.671123	.000000	.000000	.000000	6.372051
0.50000	16.093087	4.671123	.000000	.000000	.000000	0.073725
1.00000	16.093087	4.671123	.000000	.000000	.000000	4.608546

COMB ENVOL.-----MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-35.732243	-3.485188	.000000	.000000	.000000	-4.801460
0.50000	-35.732243	-3.485188	.000000	.000000	.000000	-0.104148
1.00000	-35.732243	-3.485188	.000000	.000000	.000000	-6.239982

ELEM 13 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL.-----MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	9.692016	4.965277	.000000	.000000	.000000	6.747770
0.50000	9.692016	4.965277	.000000	.000000	.000000	0.050925
1.00000	9.692016	4.965277	.000000	.000000	.000000	4.907638

COMB ENVOL.-----MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-23.144151	-3.686728	.000000	.000000	.000000	-5.046528
0.50000	-23.144151	-3.686728	.000000	.000000	.000000	-0.075724
1.00000	-23.144151	-3.686728	.000000	.000000	.000000	-6.658477

ELEM 14 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	5.005838	4.672520	.000000	.000000	.000000	6.287063
0.50000	5.005838	4.672520	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	5.005838	4.672520	.000000	.000000	.000000	4.503726

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-12.477237	-3.347921	.000000	.000000	.000000	-4.535660
0.50000	-12.477237	-3.347921	.000000	.000000	.000000	-0.028590
1.00000	-12.477237	-3.347921	.000000	.000000	.000000	-6.328742

ELEM 15 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	4.206407	2.549311	.000000	.000000	.000000	3.692930
0.50000	4.206407	2.549311	.000000	.000000	.000000	0.251361
1.00000	4.206407	2.549311	.000000	.000000	.000000	2.774725

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-4.799888	-2.109890	.000000	.000000	.000000	-2.921979
0.50000	-4.799888	-2.109890	.000000	.000000	.000000	-0.073627
1.00000	-4.799888	-2.109890	.000000	.000000	.000000	-3.190209

ELEM 16 ===== LENGTH = 3.350000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	26.682222	29.850700	.000000	.000000	.000000	149.212525
0.50000	26.682222	29.850700	.000000	.000000	.000000	99.474177
1.00000	26.682222	29.850700	.000000	.000000	.000000	50.494322

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-55.706526	-27.443497	.000000	.000000	.000000	-146.210542
0.50000	-55.706526	-27.443497	.000000	.000000	.000000	-100.504259
1.00000	-55.706526	-27.443497	.000000	.000000	.000000	-55.556469

ELEM 17 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	20.174177	26.106418	.000000	.000000	.000000	73.622260
0.50000	20.174177	26.106418	.000000	.000000	.000000	39.162845
1.00000	20.174177	26.106418	.000000	.000000	.000000	5.066720

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-43.894996	-22.744660	.000000	.000000	.000000	-72.185306
0.50000	-43.894996	-22.744660	.000000	.000000	.000000	-42.264265
1.00000	-43.894996	-22.744660	.000000	.000000	.000000	-12.706515

ELEM 18 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	12.362030	22.513690	.000000	.000000	.000000	32.969528
0.50000	12.362030	22.513690	.000000	.000000	.000000	3.924723
1.00000	12.362030	22.513690	.000000	.000000	.000000	16.046106

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-29.774270	-17.755098	.000000	.000000	.000000	-31.892659
0.50000	-29.774270	-17.755098	.000000	.000000	.000000	-9.271952
1.00000	-29.774270	-17.755098	.000000	.000000	.000000	-27.817434

ELEM 19 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	5.944528	14.903624	.000000	.000000	.000000	0.012590
0.50000	5.944528	14.903624	.000000	.000000	.000000	11.796902
1.00000	5.944528	14.903624	.000000	.000000	.000000	25.572966

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-16.841904	-10.204492	.000000	.000000	.000000	-2.634866
0.50000	-16.841904	-10.204492	.000000	.000000	.000000	-20.763006
1.00000	-16.841904	-10.204492	.000000	.000000	.000000	-40.882898

ELEM 20 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	2.449128	2.109890	.000000	.000000	.000000	14.119529
0.50000	2.449128	2.109890	.000000	.000000	.000000	11.271177
1.00000	2.449128	2.109890	.000000	.000000	.000000	8.422825

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-7.728822	-2.549311	.000000	.000000	.000000	-22.271266
0.50000	-7.728822	-2.549311	.000000	.000000	.000000	-18.829696
1.00000	-7.728822	-2.549311	.000000	.000000	.000000	-15.388127

ELEM 21 ===== LENGTH = 3.150000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.44444	0.957108	7.761174	.000000	.000000	.000000	8.053695
0.56746	0.957108	8.095974	.000000	.000000	.000000	4.981372
0.69048	0.957108	8.430774	.000000	.000000	.000000	1.779315
0.81349	0.957108	8.924523	.000000	.000000	.000000	1.174506
0.93651	0.957108	9.486398	.000000	.000000	.000000	4.325262

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.44444	-0.002552	-9.825059	.000000	.000000	.000000	-9.395636
0.56746	-0.002552	-9.263184	.000000	.000000	.000000	-5.697289
0.69048	-0.002552	-8.701309	.000000	.000000	.000000	-2.216669
0.81349	-0.002552	-8.298383	.000000	.000000	.000000	-1.680759
0.93651	-0.002552	-7.963583	.000000	.000000	.000000	-5.247875

ELEM 22 ===== LENGTH = 3.150000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.44444	4.851918	8.961219	.000000	.000000	.000000	9.362388
0.56746	4.851918	9.296019	.000000	.000000	.000000	5.825048
0.69048	4.851918	9.630819	.000000	.000000	.000000	2.157973
0.81349	4.851918	9.965619	.000000	.000000	.000000	1.528255
0.93651	4.851918	10.432102	.000000	.000000	.000000	5.434945

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.44444	-3.455085	-12.030198	.000000	.000000	.000000	-11.514761
0.56746	-3.455085	-11.468323	.000000	.000000	.000000	-6.961923

0.69048 -3.455085 -10.906448 .000000 .000000 .000000 -2.626811
 0.81349 -3.455085 -10.344573 .000000 .000000 .000000 -1.676517
 0.93651 -3.455085 -9.914381 .000000 .000000 .000000 -5.610093

ELEM 23 ----- LENGTH = 3.150000

COMB ENVOL. ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.44444	8.182931	7.870325	.000000	.000000	.000000	8.605491
0.56746	8.182931	8.205125	.000000	.000000	.000000	5.490873
0.69048	8.182931	8.539925	.000000	.000000	.000000	2.246519
0.81349	8.182931	8.874725	.000000	.000000	.000000	1.088867
0.93651	8.182931	9.288840	.000000	.000000	.000000	4.632478

COMB ENVOL. ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.44444	-8.242390	-11.145589	.000000	.000000	.000000	-10.901454
0.56746	-8.242390	-10.583714	.000000	.000000	.000000	-6.691402
0.69048	-8.242390	-10.021839	.000000	.000000	.000000	-2.699076
0.81349	-8.242390	-9.459964	.000000	.000000	.000000	-1.140913
0.93651	-8.242390	-8.977404	.000000	.000000	.000000	-4.631475

ELEM 24 ----- LENGTH = 3.150000

COMB ENVOL. ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.44444	13.958709	6.759687	.000000	.000000	.000000	7.565232
0.56746	13.958709	7.094487	.000000	.000000	.000000	4.880985
0.69048	13.958709	7.429287	.000000	.000000	.000000	2.067004
0.81349	13.958709	7.841975	.000000	.000000	.000000	0.607370
0.93651	13.958709	8.403850	.000000	.000000	.000000	3.460390

COMB ENVOL. ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.44444	-19.097262	-9.137769	.000000	.000000	.000000	-9.126393
0.56746	-19.097262	-8.575894	.000000	.000000	.000000	-5.694371
0.69048	-19.097262	-8.014019	.000000	.000000	.000000	-2.480075
0.81349	-19.097262	-7.530032	.000000	.000000	.000000	-0.967588
0.93651	-19.097262	-7.195232	.000000	.000000	.000000	-4.115217

ELEM 25 ----- LENGTH = 3.150000

COMB ENVOL. ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.44444	4.048149	5.926239	.000000	.000000	.000000	6.637888
0.56746	4.048149	6.198264	.000000	.000000	.000000	4.288766
0.69048	4.048149	6.470289	.000000	.000000	.000000	1.858824
0.81349	4.048149	6.742314	.000000	.000000	.000000	1.168090
0.93651	4.048149	7.061699	.000000	.000000	.000000	3.887950

COMB ENVOL. ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.44444	-3.608728	-8.595633	.000000	.000000	.000000	-8.038828
0.56746	-3.608728	-8.145164	.000000	.000000	.000000	-4.795298
0.69048	-3.608728	-7.694695	.000000	.000000	.000000	-1.750916
0.81349	-3.608728	-7.244226	.000000	.000000	.000000	-0.725708
0.93651	-3.608728	-6.841118	.000000	.000000	.000000	-3.391059

ELEM 26 ----- LENGTH = 4.500000

COMB ENVOL. ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	3.066627	.000000	.000000	.000000	.000000	0.474230
0.27222	3.066627	.000000	.000000	.000000	.000000	1.332423
0.50000	3.066627	0.719727	.000000	.000000	.000000	1.665363
0.72778	3.066627	2.205977	.000000	.000000	.000000	1.302717
0.95556	3.066627	3.692227	.000000	.000000	.000000	0.444524

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	-1.317170	-3.692227	.000000	.000000	.000000	-3.195555
0.27222	-1.317170	-2.205977	.000000	.000000	.000000	-0.407028
0.50000	-1.317170	-0.719727	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72778	-1.317170	.000000	.000000	.000000	.000000	-0.377322
0.95556	-1.317170	.000000	.000000	.000000	.000000	-3.165849

ELEM 27 ===== LENGTH = 4.500000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	5.163628	.000000	.000000	.000000	.000000	2.027246
0.27222	5.163628	0.571438	.000000	.000000	.000000	2.144533
0.50000	5.163628	1.457038	.000000	.000000	.000000	1.710997
0.72778	5.163628	2.943288	.000000	.000000	.000000	2.075625
0.95556	5.163628	4.429538	.000000	.000000	.000000	1.958338

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	-3.674182	-4.429538	.000000	.000000	.000000	-4.689876
0.27222	-3.674182	-2.943288	.000000	.000000	.000000	-1.160444
0.50000	-3.674182	-1.457038	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72778	-3.674182	-0.571438	.000000	.000000	.000000	-1.091537
0.95556	-3.674182	.000000	.000000	.000000	.000000	-4.620969

ELEM 28 ===== LENGTH = 4.500000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	7.889414	0.160004	.000000	.000000	.000000	3.013198
0.27222	7.889414	1.045604	.000000	.000000	.000000	2.656580
0.50000	7.889414	1.931204	.000000	.000000	.000000	1.748212
0.72778	7.889414	3.417454	.000000	.000000	.000000	2.595576
0.95556	7.889414	4.903704	.000000	.000000	.000000	2.952194

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	-7.902822	-4.903704	.000000	.000000	.000000	-5.627984
0.27222	-7.902822	-3.417454	.000000	.000000	.000000	-1.624647
0.50000	-7.902822	-1.931204	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72778	-7.902822	-1.045604	.000000	.000000	.000000	-1.563643
0.95556	-7.902822	-0.160004	.000000	.000000	.000000	-5.566981

ELEM 29 ===== LENGTH = 4.500000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	13.552413	0.453114	.000000	.000000	.000000	3.711490
0.27222	13.552413	1.338714	.000000	.000000	.000000	3.072330
0.50000	13.552413	2.224314	.000000	.000000	.000000	1.803371
0.72778	13.552413	3.710564	.000000	.000000	.000000	2.869607
0.95556	13.552413	5.196814	.000000	.000000	.000000	3.508768

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	-19.576144	-5.196814	.000000	.000000	.000000	-6.255267
0.27222	-19.576144	-3.710564	.000000	.000000	.000000	-1.969387
0.50000	-19.576144	-2.224314	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72778	-19.576144	-1.338714	.000000	.000000	.000000	-1.766664
0.95556	-19.576144	-0.453114	.000000	.000000	.000000	-6.052544

ELEM 31 ===== LENGTH = 3.150000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.06349	4.939871	7.920054	.000000	.000000	.000000	4.358991

0.18651	4.939871	8.254854	.000000	.000000	.000000	1.225103
0.30952	4.939871	8.657780	.000000	.000000	.000000	1.711850
0.43254	4.939871	9.219655	.000000	.000000	.000000	4.897040
0.55556	4.939871	9.781530	.000000	.000000	.000000	7.952495

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.06349	-3.985316	-9.442869	.000000	.000000	.000000	-5.281604
0.18651	-3.985316	-8.880994	.000000	.000000	.000000	-1.731356
0.30952	-3.985316	-8.387245	.000000	.000000	.000000	-2.149204
0.43254	-3.985316	-8.052445	.000000	.000000	.000000	-5.612957
0.55556	-3.985316	-7.717645	.000000	.000000	.000000	-9.294437

ELEM 32 ===== LENGTH = 3.150000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.06349	5.341726	9.974910	.000000	.000000	.000000	5.556942
0.18651	5.341726	10.405101	.000000	.000000	.000000	1.626797
0.30952	5.341726	10.966976	.000000	.000000	.000000	2.082885
0.43254	5.341726	11.528851	.000000	.000000	.000000	5.773414
0.55556	5.341726	12.090726	.000000	.000000	.000000	9.334209

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.06349	-3.944893	-10.492631	.000000	.000000	.000000	-5.732091
0.18651	-3.944893	-10.026147	.000000	.000000	.000000	-1.775060
0.30952	-3.944893	-9.691347	.000000	.000000	.000000	-2.551723
0.43254	-3.944893	-9.356547	.000000	.000000	.000000	-6.910289
0.55556	-3.944893	-9.021747	.000000	.000000	.000000	-11.486582

ELEM 33 ===== LENGTH = 3.150000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.06349	7.550606	8.734181	.000000	.000000	.000000	4.666928
0.18651	7.550606	9.216741	.000000	.000000	.000000	1.217565
0.30952	7.550606	9.778616	.000000	.000000	.000000	2.023572
0.43254	7.550606	10.340491	.000000	.000000	.000000	5.173676
0.55556	7.550606	10.902366	.000000	.000000	.000000	8.194046

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.06349	-7.610066	-9.045617	.000000	.000000	.000000	-4.665925
0.18651	-7.610066	-8.631502	.000000	.000000	.000000	-1.269611
0.30952	-7.610066	-8.296702	.000000	.000000	.000000	-2.476129
0.43254	-7.610066	-7.961902	.000000	.000000	.000000	-6.374205
0.55556	-7.610066	-7.627102	.000000	.000000	.000000	-10.490009

ELEM 34 ===== LENGTH = 3.150000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.06349	12.314382	5.140545	.000000	.000000	.000000	2.127702
0.18651	12.314382	5.475345	.000000	.000000	.000000	0.070873
0.30952	12.314382	5.959333	.000000	.000000	.000000	1.807310
0.43254	12.314382	6.521208	.000000	.000000	.000000	3.825100
0.55556	12.314382	7.083083	.000000	.000000	.000000	5.713156

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.06349	-17.452935	-6.349163	.000000	.000000	.000000	-2.782529
0.18651	-17.452935	-5.787288	.000000	.000000	.000000	-0.431091
0.30952	-17.452935	-5.374601	.000000	.000000	.000000	-2.220381
0.43254	-17.452935	-5.039801	.000000	.000000	.000000	-4.638486
0.55556	-17.452935	-4.705001	.000000	.000000	.000000	-7.274317

ELEM 35 ===== LENGTH = 3.150000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.06349	2.549311	4.346807	.000000	.000000	.000000	2.353569
0.18651	2.549311	4.749915	.000000	.000000	.000000	0.600255
0.30952	2.549311	5.200384	.000000	.000000	.000000	1.460113
0.43254	2.549311	5.650853	.000000	.000000	.000000	2.923510
0.55556	2.549311	6.101322	.000000	.000000	.000000	4.306086

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.06349	-2.109890	-4.567388	.000000	.000000	.000000	-1.856679
0.18651	-2.109890	-4.248003	.000000	.000000	.000000	-0.157873
0.30952	-2.109890	-3.975978	.000000	.000000	.000000	-1.352205
0.43254	-2.109890	-3.703953	.000000	.000000	.000000	-3.430042
0.55556	-2.109890	-3.431928	.000000	.000000	.000000	-5.707026

RESULTADOS DE EL PORTICO B

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

ELEM 1 ----- LENGTH = 3.350000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	2.533719	.000000	.000000	.000000	5.123127
0.50000	.000000	2.533719	.000000	.000000	.000000	0.950514
1.00000	.000000	2.533719	.000000	.000000	.000000	4.499570

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-23.145943	-3.042844	.000000	.000000	.000000	-5.693959
0.50000	-23.145943	-3.042844	.000000	.000000	.000000	-0.668561
1.00000	-23.145943	-3.042844	.000000	.000000	.000000	-3.364832

ELEM 2 ----- LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	0.963021	.000000	.000000	.000000	1.063497
0.50000	.000000	0.963021	.000000	.000000	.000000	0.202983
1.00000	.000000	0.963021	.000000	.000000	.000000	3.281160

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-17.800342	-2.288596	.000000	.000000	.000000	-2.898048
0.50000	-17.800342	-2.288596	.000000	.000000	.000000	-0.248009
1.00000	-17.800342	-2.288596	.000000	.000000	.000000	-1.536660

ELEM 3 ----- LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	1.024759	.000000	.000000	.000000	1.371028
0.50000	.000000	1.024759	.000000	.000000	.000000	0.038634
1.00000	.000000	1.024759	.000000	.000000	.000000	3.218133

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-12.860666	-2.355185	.000000	.000000	.000000	-3.140866
0.50000	-12.860666	-2.355185	.000000	.000000	.000000	-0.012396
1.00000	-12.860666	-2.355185	.000000	.000000	.000000	-1.395821

ELEM 4 ----- LENGTH - 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	0.884952	.000000	.000000	.000000	1.150258
0.50000	.000000	0.884952	.000000	.000000	.000000	0.038840
1.00000	.000000	0.884952	.000000	.000000	.000000	3.094101

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-8.008513	-2.264133	.000000	.000000	.000000	-3.019057
0.50000	-8.008513	-2.264133	.000000	.000000	.000000	-0.045745
1.00000	-8.008513	-2.264133	.000000	.000000	.000000	-1.239112

ELEM 5 ----- LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	0.763205	.000000	.000000	.000000	0.889651
0.50000	.000000	0.763205	.000000	.000000	.000000	0.326545
1.00000	.000000	0.763205	.000000	.000000	.000000	3.567971

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-3.268544	-2.401057	.000000	.000000	.000000	-2.914882
0.50000	-3.268544	-2.401057	.000000	.000000	.000000	-0.140676
1.00000	-3.268544	-2.401057	.000000	.000000	.000000	-1.171002

ELEM 6 ----- LENGTH - 3.350000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	3.218845	.000000	.000000	.000000	5.855401
0.50000	.000000	3.218845	.000000	.000000	.000000	0.465220
1.00000	.000000	3.218845	.000000	.000000	.000000	4.964051

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-38.233940	-3.237196	.000000	.000000	.000000	-5.880554
0.50000	-38.233940	-3.237196	.000000	.000000	.000000	-0.459636
1.00000	-38.233940	-3.237196	.000000	.000000	.000000	-4.927729

ELEM 7 ----- LENGTH - 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	2.766567	.000000	.000000	.000000	3.682209
0.50000	.000000	2.766567	.000000	.000000	.000000	0.090133
1.00000	.000000	2.766567	.000000	.000000	.000000	3.950642

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-30.109443	-2.859637	.000000	.000000	.000000	-3.770377
0.50000	-30.109443	-2.859637	.000000	.000000	.000000	-0.052657
1.00000	-30.109443	-2.859637	.000000	.000000	.000000	-3.787522

ELEM 8 ===== LENGTH - 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	2.463515	.000000	.000000	.000000	3.292781
0.50000	.000000	2.463515	.000000	.000000	.000000	0.041929
1.00000	.000000	2.463515	.000000	.000000	.000000	3.643420

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-22.151710	-2.667771	.000000	.000000	.000000	-3.559562
0.50000	-22.151710	-2.667771	.000000	.000000	.000000	-0.032964
1.00000	-22.151710	-2.667771	.000000	.000000	.000000	-3.358709

ELEM 9 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	2.317734	.000000	.000000	.000000	3.097964
0.50000	.000000	2.317734	.000000	.000000	.000000	0.050328
1.00000	.000000	2.317734	.000000	.000000	.000000	3.538321

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-14.264124	-2.583699	.000000	.000000	.000000	-3.437665
0.50000	-14.264124	-2.583699	.000000	.000000	.000000	-0.030978
1.00000	-14.264124	-2.583699	.000000	.000000	.000000	-3.159919

ELEM 10 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	2.129115	.000000	.000000	.000000	2.662993
0.50000	.000000	2.129115	.000000	.000000	.000000	0.205434
1.00000	.000000	2.129115	.000000	.000000	.000000	3.415802

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-6.434731	-2.379011	.000000	.000000	.000000	-3.007527
0.50000	-6.434731	-2.379011	.000000	.000000	.000000	-0.212610
1.00000	-6.434731	-2.379011	.000000	.000000	.000000	-3.085619

ELEM 11 ===== LENGTH = 3.350000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	3.208624	.000000	.000000	.000000	5.832795
0.50000	.000000	3.208624	.000000	.000000	.000000	0.459735
1.00000	.000000	3.208624	.000000	.000000	.000000	4.879773

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-38.233940	-3.190273	.000000	.000000	.000000	-5.807642
0.50000	-38.233940	-3.190273	.000000	.000000	.000000	-0.465319
1.00000	-38.233940	-3.190273	.000000	.000000	.000000	-4.916095

ELEM 12 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	2.897198	.000000	.000000	.000000	3.822320
0.50000	.000000	2.897198	.000000	.000000	.000000	0.051421
1.00000	.000000	2.897198	.000000	.000000	.000000	3.836995

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-30.109443	-2.804129	.000000	.000000	.000000	-3.734152
0.50000	-30.109443	-2.804129	.000000	.000000	.000000	-0.088897
1.00000	-30.109443	-2.804129	.000000	.000000	.000000	-4.000115

ELEM 13 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
----------	---	----	----	---	----	----

0.00000	.000000	2.672156	.000000	.000000	.000000	3.563240
0.50000	.000000	2.672156	.000000	.000000	.000000	0.035206
1.00000	.000000	2.672156	.000000	.000000	.000000	3.366870

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-22.151710	-2.467899	.000000	.000000	.000000	-3.296459
0.50000	-22.151710	-2.467899	.000000	.000000	.000000	-0.044170
1.00000	-22.151710	-2.467899	.000000	.000000	.000000	-3.651580

ELEM 14 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	2.587601	.000000	.000000	.000000	3.437538
0.50000	.000000	2.587601	.000000	.000000	.000000	0.036373
1.00000	.000000	2.587601	.000000	.000000	.000000	3.170583

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-14.264124	-2.321637	.000000	.000000	.000000	-3.097837
0.50000	-14.264124	-2.321637	.000000	.000000	.000000	-0.055723
1.00000	-14.264124	-2.321637	.000000	.000000	.000000	-3.548985

ELEM 15 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	2.294875	.000000	.000000	.000000	2.896398
0.50000	.000000	2.294875	.000000	.000000	.000000	0.210156
1.00000	.000000	2.294875	.000000	.000000	.000000	2.969581

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-6.434731	-2.044980	.000000	.000000	.000000	-2.551864
0.50000	-6.434731	-2.044980	.000000	.000000	.000000	-0.202980
1.00000	-6.434731	-2.044980	.000000	.000000	.000000	-3.299765

ELEM 16 ===== LENGTH = 3.350000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	2.959768	.000000	.000000	.000000	5.554315
0.50000	.000000	2.959768	.000000	.000000	.000000	0.668069
1.00000	.000000	2.959768	.000000	.000000	.000000	3.226171

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-23.058920	-2.450643	.000000	.000000	.000000	-4.983483
0.50000	-23.058920	-2.450643	.000000	.000000	.000000	-0.950022
1.00000	-23.058920	-2.450643	.000000	.000000	.000000	-4.360909

ELEM 17 ===== LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	2.382012	.000000	.000000	.000000	3.038976
0.50000	.000000	2.382012	.000000	.000000	.000000	0.233193
1.00000	.000000	2.382012	.000000	.000000	.000000	1.647957

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-17.711920	-1.056437	.000000	.000000	.000000	-1.204424
0.50000	-17.711920	-1.056437	.000000	.000000	.000000	-0.188167
1.00000	-17.711920	-1.056437	.000000	.000000	.000000	-3.392456

ELEM 18 ----- LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	2.340003	.000000	.000000	.000000	3.106160
0.50000	.000000	2.340003	.000000	.000000	.000000	0.026607
1.00000	.000000	2.340003	.000000	.000000	.000000	1.389536

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-12.742680	-1.009577	.000000	.000000	.000000	-1.336322
0.50000	-12.742680	-1.009577	.000000	.000000	.000000	-0.052844
1.00000	-12.742680	-1.009577	.000000	.000000	.000000	-3.211848

ELEM 19 ----- LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	2.300557	.000000	.000000	.000000	3.036865
0.50000	.000000	2.300557	.000000	.000000	.000000	0.077111
1.00000	.000000	2.300557	.000000	.000000	.000000	1.319651

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-7.885583	-0.921377	.000000	.000000	.000000	-1.168066
0.50000	-7.885583	-0.921377	.000000	.000000	.000000	-0.070206
1.00000	-7.885583	-0.921377	.000000	.000000	.000000	-3.174640

ELEM 20 ----- LENGTH = 2.700000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	.000000	2.248416	.000000	.000000	.000000	2.695101
0.50000	.000000	2.248416	.000000	.000000	.000000	0.154392
1.00000	.000000	2.248416	.000000	.000000	.000000	0.978655

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-3.198543	-0.610565	.000000	.000000	.000000	-0.669870
0.50000	-3.198543	-0.610565	.000000	.000000	.000000	-0.340262
1.00000	-3.198543	-0.610565	.000000	.000000	.000000	-3.375624

ELEM 21 ----- LENGTH = 4.300000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	2.383251	0.805953	.000000	.000000	.000000	4.284419
0.27326	2.383251	1.648353	.000000	.000000	.000000	3.333902
0.50000	2.383251	2.557477	.000000	.000000	.000000	1.529564
0.72674	2.383251	3.971227	.000000	.000000	.000000	2.227306
0.95349	2.383251	5.384977	.000000	.000000	.000000	3.116908

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	-1.566802	-5.055601	.000000	.000000	.000000	-6.357498
0.27326	-1.566802	-3.641851	.000000	.000000	.000000	-2.363447
0.50000	-1.566802	-2.294826	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72674	-1.566802	-1.452426	.000000	.000000	.000000	-1.769023
0.95349	-1.566802	-0.610026	.000000	.000000	.000000	-6.214329

ELEM 22 ----- LENGTH = 4.300000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	0.604089	0.185432	.000000	.000000	.000000	2.887882
0.27326	0.604089	1.027832	.000000	.000000	.000000	2.468389

0.50000	0.604089	1.882798	.000000	.000000	.000000	1.346171
0.72674	0.604089	3.296548	.000000	.000000	.000000	1.934386
0.95349	0.604089	4.710298	.000000	.000000	.000000	2.343780

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	-0.599238	-4.649677	.000000	.000000	.000000	-5.463091
0.27326	-0.599238	-3.235927	.000000	.000000	.000000	-1.790832
0.50000	-0.599238	-1.834743	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72674	-0.599238	-0.992343	.000000	.000000	.000000	-1.350538
0.95349	-0.599238	-0.149943	.000000	.000000	.000000	-5.106406

ELEM 23 ----- LENGTH = 4.300000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	0.346448	0.007541	.000000	.000000	.000000	2.561851
0.27326	0.346448	0.849941	.000000	.000000	.000000	2.297994
0.50000	0.346448	1.692341	.000000	.000000	.000000	1.359713
0.72674	0.346448	3.095939	.000000	.000000	.000000	1.845708
0.95349	0.346448	4.509689	.000000	.000000	.000000	2.121125

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	-0.297693	-4.562152	.000000	.000000	.000000	-5.295760
0.27326	-0.297693	-3.148402	.000000	.000000	.000000	-1.691029
0.50000	-0.297693	-1.734652	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72674	-0.297693	-0.882101	.000000	.000000	.000000	-1.156235
0.95349	-0.297693	-0.039701	.000000	.000000	.000000	-4.690018

ELEM 24 ----- LENGTH = 4.300000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	0.849424	.000000	.000000	.000000	.000000	2.182086
0.27326	0.849424	0.662184	.000000	.000000	.000000	2.077187
0.50000	0.849424	1.504584	.000000	.000000	.000000	1.339574
0.72674	0.849424	2.889713	.000000	.000000	.000000	1.723342
0.95349	0.849424	4.303463	.000000	.000000	.000000	1.859462

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	-0.590753	-4.449969	.000000	.000000	.000000	-5.089989
0.27326	-0.590753	-3.036219	.000000	.000000	.000000	-1.570533
0.50000	-0.590753	-1.622469	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72674	-0.590753	-0.751448	.000000	.000000	.000000	-0.986811
0.95349	-0.590753	.000000	.000000	.000000	.000000	-4.307613

ELEM 25 ----- LENGTH = 4.300000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	4.971138	.000000	.000000	.000000	.000000	1.278943
0.27326	4.971138	0.214947	.000000	.000000	.000000	1.616219
0.50000	4.971138	0.929478	.000000	.000000	.000000	1.262529
0.72674	4.971138	2.062916	.000000	.000000	.000000	0.969960
0.95349	4.971138	3.196353	.000000	.000000	.000000	0.593698

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	-6.608989	-3.036044	.000000	.000000	.000000	-2.937512
0.27326	-6.608989	-1.902607	.000000	.000000	.000000	-0.743101
0.50000	-6.608989	-0.799250	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72674	-6.608989	-0.114800	.000000	.000000	.000000	-0.350787
0.95349	-6.608989	.000000	.000000	.000000	.000000	-2.760157

ELEM 26 ===== LENGTH = 4.500000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	2.005692	.000000	.000000	.000000	.000000	2.352444
0.27222	2.005692	0.849939	.000000	.000000	.000000	2.041051
0.50000	2.005692	1.735539	.000000	.000000	.000000	1.271085
0.72778	2.005692	3.221789	.000000	.000000	.000000	2.041287
0.95556	2.005692	4.708039	.000000	.000000	.000000	2.352680

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	-1.114524	-4.708039	.000000	.000000	.000000	-5.580604
0.27222	-1.114524	-3.221789	.000000	.000000	.000000	-1.622493
0.50000	-1.114524	-1.735539	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72778	-1.114524	-0.849939	.000000	.000000	.000000	-1.622729
0.95556	-1.114524	.000000	.000000	.000000	.000000	-5.580841

ELEM 27 ----- LENGTH = 4.500000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	0.412224	.000000	.000000	.000000	.000000	2.006660
0.27222	0.412224	0.668661	.000000	.000000	.000000	1.899323
0.50000	0.412224	1.554261	.000000	.000000	.000000	1.327270
0.72778	0.412224	3.040511	.000000	.000000	.000000	1.901942
0.95556	0.412224	4.526761	.000000	.000000	.000000	2.009280

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	-0.296186	-4.526761	.000000	.000000	.000000	-5.162518
0.27222	-0.296186	-3.040511	.000000	.000000	.000000	-1.408462
0.50000	-0.296186	-1.554261	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72778	-0.296186	-0.668661	.000000	.000000	.000000	-1.411081
0.95556	-0.296186	.000000	.000000	.000000	.000000	-5.165137

ELEM 28 ----- LENGTH = 4.500000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	0.262375	.000000	.000000	.000000	.000000	1.806703
0.27222	0.262375	0.566920	.000000	.000000	.000000	1.808048
0.50000	0.262375	1.452520	.000000	.000000	.000000	1.340739
0.72778	0.262375	2.938770	.000000	.000000	.000000	1.806342
0.95556	0.262375	4.425020	.000000	.000000	.000000	1.804998

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	-0.151912	-4.425020	.000000	.000000	.000000	-4.945265
0.27222	-0.151912	-2.938770	.000000	.000000	.000000	-1.299891
0.50000	-0.151912	-1.452520	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72778	-0.151912	-0.566920	.000000	.000000	.000000	-1.298185
0.95556	-0.151912	.000000	.000000	.000000	.000000	-4.943560

ELEM 29 ----- LENGTH = 4.500000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	0.644736	.000000	.000000	.000000	.000000	1.586364
0.27222	0.644736	0.450002	.000000	.000000	.000000	1.716605
0.50000	0.644736	1.335602	.000000	.000000	.000000	1.369426
0.72778	0.644736	2.821852	.000000	.000000	.000000	1.704491
0.95556	0.644736	4.308102	.000000	.000000	.000000	1.574250

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	-0.402134	-4.308102	.000000	.000000	.000000	-4.687594
0.27222	-0.402134	-2.821852	.000000	.000000	.000000	-1.711116
0.50000	-0.402134	-1.335602	.000000	.000000	.000000	.000000

0.72778 -0.402134 -0.450002 .000000 .000000 .000000 -1.159002
0.95556 -0.402134 .000000 .000000 .000000 .000000 -4.675480

ELEM 30 ----- LENGTH = 4.500000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	2.655544	.000000	.000000	.000000	.000000	0.546735
0.27222	2.655544	0.002137	.000000	.000000	.000000	1.026460
0.50000	2.655544	0.721687	.000000	.000000	.000000	1.107397
0.72778	2.655544	1.913249	.000000	.000000	.000000	1.019080
0.95556	2.655544	3.104812	.000000	.000000	.000000	0.539355

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04444	-4.543292	-3.104812	.000000	.000000	.000000	-3.032134
0.27222	-4.543292	-1.913249	.000000	.000000	.000000	-0.573523
0.50000	-4.543292	-0.721687	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72778	-4.543292	-0.002137	.000000	.000000	.000000	-0.566144
0.95556	-4.543292	.000000	.000000	.000000	.000000	-3.024754

ELEM 31 ----- LENGTH = 4.300000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	1.600795	0.611425	.000000	.000000	.000000	3.120379
0.27326	1.600795	1.453825	.000000	.000000	.000000	2.229413
0.50000	1.600795	2.296225	.000000	.000000	.000000	1.528822
0.72674	1.600795	3.643250	.000000	.000000	.000000	3.334524
0.95349	1.600795	5.057000	.000000	.000000	.000000	4.286405

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	-0.784346	-5.386377	.000000	.000000	.000000	-6.217800
0.27326	-0.784346	-3.972627	.000000	.000000	.000000	-1.771129
0.50000	-0.784346	-2.558877	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72674	-0.784346	-1.649752	.000000	.000000	.000000	-2.364069
0.95349	-0.784346	-0.807352	.000000	.000000	.000000	-6.359484

ELEM 32 ----- LENGTH = 4.300000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	0.047887	0.179506	.000000	.000000	.000000	2.388399
0.27326	0.047887	1.021906	.000000	.000000	.000000	1.950180
0.50000	0.047887	1.864306	.000000	.000000	.000000	1.346171
0.72674	0.047887	3.265490	.000000	.000000	.000000	2.510242
0.95349	0.047887	4.679240	.000000	.000000	.000000	2.958560

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	-0.043036	-4.739861	.000000	.000000	.000000	-5.151024
0.27326	-0.043036	-3.326111	.000000	.000000	.000000	-1.366332
0.50000	-0.043036	-1.912361	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72674	-0.043036	-1.057395	.000000	.000000	.000000	-1.832686
0.95349	-0.043036	-0.214995	.000000	.000000	.000000	-5.533768

ELEM 33 ----- LENGTH = 4.300000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	0.100977	0.044645	.000000	.000000	.000000	2.129876
0.27326	0.100977	0.887045	.000000	.000000	.000000	1.849637
0.50000	0.100977	1.739597	.000000	.000000	.000000	1.359713
0.72674	0.100977	3.153347	.000000	.000000	.000000	2.303707
0.95349	0.100977	4.567097	.000000	.000000	.000000	2.572315

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	-0.052222	-4.514634	.000000	.000000	.000000	-4.698769
0.27326	-0.052222	-3.100884	.000000	.000000	.000000	-1.160165
0.50000	-0.052222	-1.697285	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72674	-0.052222	-0.854885	.000000	.000000	.000000	-1.696742
0.95349	-0.052222	-0.012485	.000000	.000000	.000000	-5.306293

ELEM 34 ----- LENGTH = 4.300000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	0.371250	.000000	.000000	.000000	.000000	1.781697
0.27326	0.371250	0.698519	.000000	.000000	.000000	1.697182
0.50000	0.371250	1.569540	.000000	.000000	.000000	1.339574
0.72674	0.371250	2.983290	.000000	.000000	.000000	2.000136
0.95349	0.371250	4.397040	.000000	.000000	.000000	2.053430

COMB ENVOL ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	-0.112579	-4.250534	.000000	.000000	.000000	-4.229847
0.27326	-0.112579	-2.836784	.000000	.000000	.000000	-0.960652
0.50000	-0.112579	-1.451655	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72674	-0.112579	-0.609255	.000000	.000000	.000000	-1.493482
0.95349	-0.112579	.000000	.000000	.000000	.000000	-4.961333

ELEM 35 ----- LENGTH = 4.300000

COMB ENVOL ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	0.610565	.000000	.000000	.000000	.000000	0.499040
0.27326	0.610565	0.044799	.000000	.000000	.000000	0.943554
0.50000	0.610565	0.729249	.000000	.000000	.000000	1.260333
0.72674	0.610565	1.832606	.000000	.000000	.000000	1.506123
0.95349	0.610565	2.966043	.000000	.000000	.000000	1.100595

COMB ENVOL ----- MIN

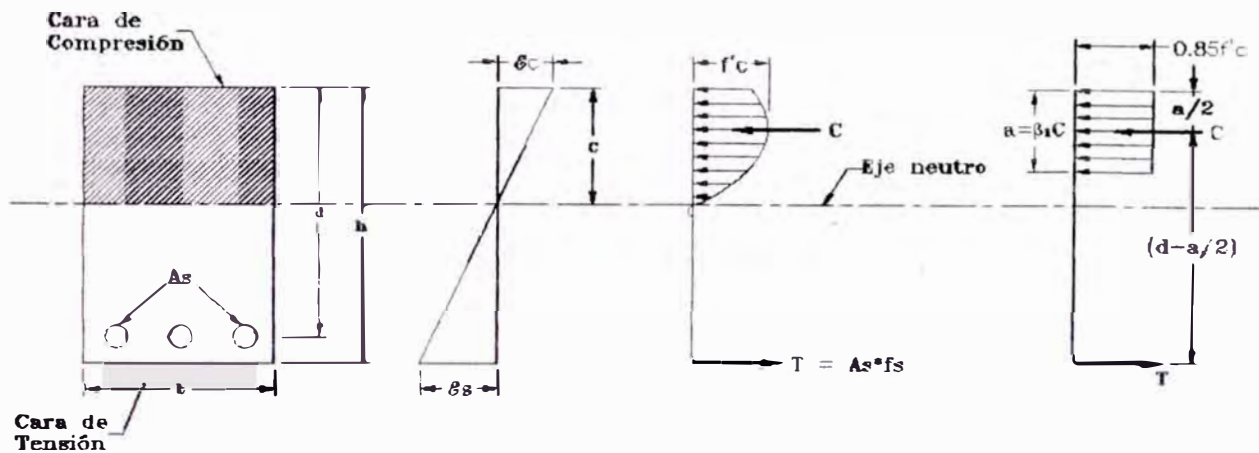
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.04651	-2.248416	-3.126352	.000000	.000000	.000000	-2.665500
0.27326	-2.248416	-1.992915	.000000	.000000	.000000	-0.324380
0.50000	-2.248416	-0.859477	.000000	.000000	.000000	.000000
0.72674	-2.248416	-0.144946	.000000	.000000	.000000	-0.633005
0.95349	-2.248416	.000000	.000000	.000000	.000000	-2.759165

CAPITULO V : DISEÑO DE ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO

4.1.- Diseño de Vigas y Losas

Para estos casos se tendrá secciones rectangulares, por lo tanto su diseño se basará en la siguiente teoría:

- Caso Sección rectangular (Vigas Y losas)



Donde:
$$\beta = 0.85 - 0.05 * \frac{(f'c - 280)}{70}$$

Donde se puede observar que :

$$C = T \quad \rightarrow \quad 0.85 f'c * b * a = As * fy$$

$$\rightarrow \quad a = \frac{As * fy}{0.85 f'c * b} \quad \dots\dots (1)$$

Luego el momento resistente será:

$$Mu = As * fy * (d - a/2) \quad \dots\dots (2)$$

Luego de (1) y (2) Se puede obtener As (área de acero) para un momento requerido o el momento resistente para una sección con un área de acero dado.

Es importante tener claro los siguientes conceptos:

- **Cuantía:** Se define como el porcentaje de área de acero sobre la sección de concreto.

$$\rho = \frac{As}{b * h}$$

- **Falla Balanceada:** El acero comienza a fluir cuando el acero alcanza su capacidad última de deformación y comienza a aplastarse. Al inicio de la falla, la deformación permisible a compresión

de la fibra extrema es 0.003, mientras que la deformación a tensión en el acero es igual a la deformación de fluencia $\epsilon_y = f_y / E_s$.

- **Falla por compresión (Sección Sobre-Reforzada):** La falla ocurre por aplastamiento inicial del concreto. En la iniciación de la falla, la deformación del acero ϵ_s será menor que la de la deformación de fluencia ϵ_y . Dicha condición será lograda utilizando más refuerzo en la cara de tensión que la requerida para la condición balanceada.
- **Falla por tensión (Sección Sub-Reforzada):** La falla ocurre por fluencia inicial del acero. El acero continua estirándose, conforme la deformación en el acero aumenta más allá de ϵ_y . Esta condición se obtiene cuando el área del acero de tensión utilizada en la viga es menor que la requerida para la condición de deformación balanceada.

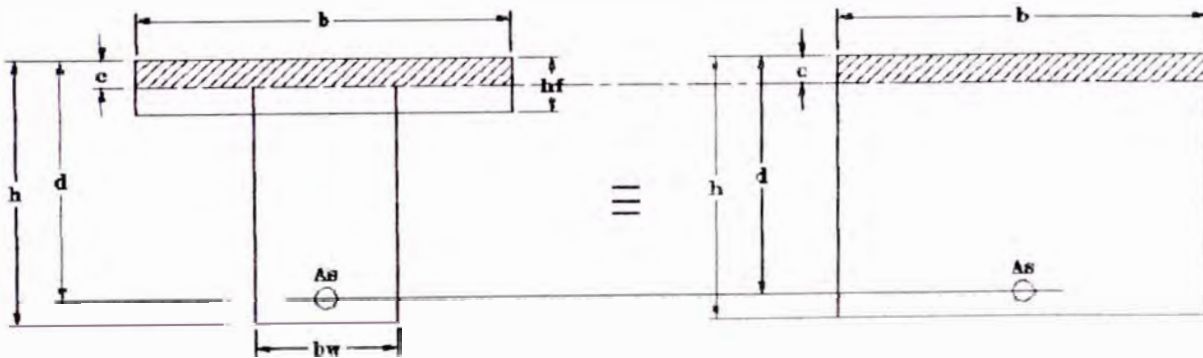
Por otra lado el reglamento considera que se debe cumplir

$$\frac{0.7\sqrt{f'_c}}{f_y} \leq \rho \leq 0.75\rho_b \quad \text{Donde} \quad \rho_b = \frac{0.85 * f'_c * \beta}{f_y} * \frac{6000}{6000 + f_y}$$

- Caso Sección T (Losas y Vigas)

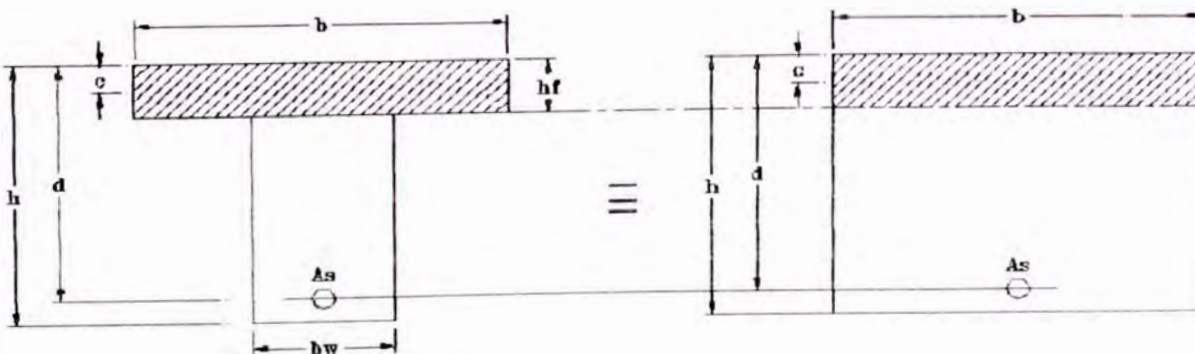
A lo igual que en el caso anterior se basará en el siguiente análisis:

Caso I.-



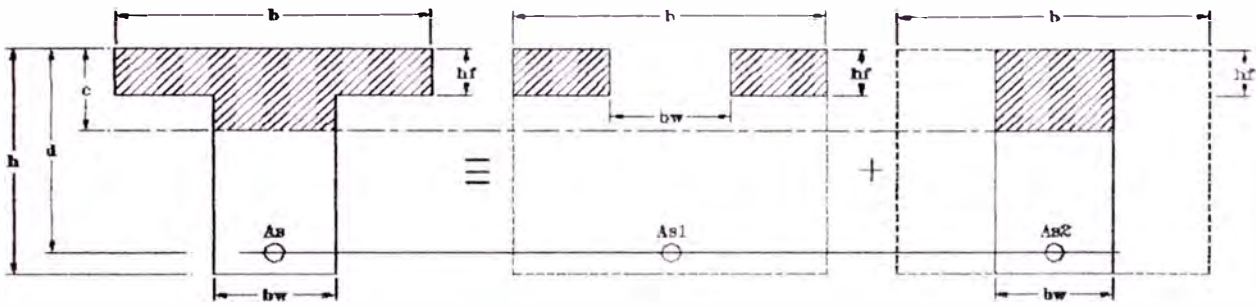
Sección T con el eje neutro dentro del patín

Caso II.-



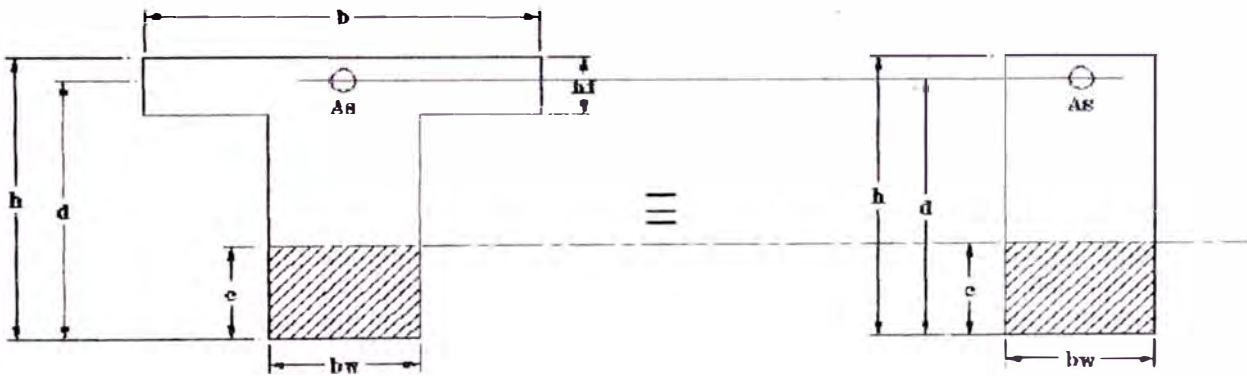
Sección T con el eje neutro en el inicio del patín

Caso III



Sección T con el eje neutro fuera del patín

Caso IV



Sección T equivalente a viga rectangular

En una viga T se debe cumplir

$$B \leq L_n / 4$$

$$\left(\frac{b - b_w}{2} \right) \leq 8h_f$$

$$\left(\frac{b - b_w}{2} \right) \leq L_n / 2$$

Donde :

L_n : Longitud nominal de la viga

L_1 : Distancia entre la viga T y la viga mas cercana

El caso donde se tendria un análisis adicional seria en el caso III; donde debe cumplirse:

$$a = \frac{As * f_y - 0.85 f'c * h_f (b - b_w)}{0.85 f'c * h_w}$$

$$Mu = 0.85 f'c * a * h_w \left(d - \frac{a}{2} \right) + 0.85 f'c (b - b_w) * h_f \left(d - \frac{h_f}{2} \right)$$

Analisis de Vigas y Pórticos Simples

Diseño de losa Del 1ro AL 4to Nivel

PF versión 3 - HSF 1999



Luces y Alturas (m)										
Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Altura arriba										
Luz	4.50	4.50	4.50							
Altura abajo										

Sección Transversal										
Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Columna arriba										
Viga	slosa	slosa	slosa							
Columna abajo										

Condiciones Especiales											
Nudo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Código	F	F	F	F							

Indicar F o valor numérico (ancho) para apoyo fijo, R para rótula, E para empotramiento y A para la combinación de F y R

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

Diseño de losa Del 1ro AL 4to Nivel

PF versión 3 - HSF 1999

Materiales		
Concreto	$f_c = 210$	(kg/cm ²)
	$E_c = 232000$	(kg/cm ²)
Acero	$f_y = 4200$	(kg/cm ²)
	$E_s = 2.1 \times 10^6$	(kg/cm ²)
Ver opciones para f_y de estribos		

Secciones Rectangulares y T					
Etiqueta	b (m)	h (m)	b_w (m)	t (m)	
1	a20	0.400	0.200	0.100	0.050
2	slosa	0.400	0.200	0.100	0.050
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Etiqueta	b (m)	h (m)	b_w (m)	t (m)	

Otras Secciones				
Etiqueta	b (m)	h (m)	Inercia (m ⁴)	Área de Corte (m ²)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Se requieren b,h para la determinación del refuerzo

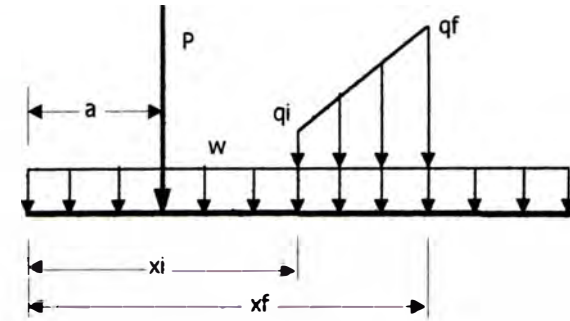
Secciones Circulares		
Etiqueta	D ext (m)	D int (m)
1		
2		
3		
4		
5		

Las secciones circulares solo pueden usarse para las columnas

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

Diseño de losa Del 1ro AL 4to Nivel

Fracción de la sobrecarga para daderos 1.00



Cargas Uniformemente Distribuidas										
tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
w_D (t/m)	0.240	0.240	0.240							
w_L (t/m)	0.080	0.080	0.080							

Los subindices D y L denotan cargas permanentes y cargas eventuales, respectivamente.

Fuerzas Concentradas										
tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a_1 (m)										
P_{1D} (t)										
P_{1L} (t)										
a_2 (m)										
P_{2D} (t)										
P_{2L} (t)										

Las posiciones de las cargas concentradas se refieren al eje a la izquierda del tramo. Los indices D y L denotan cargas permanentes y eventuales, respectivamente

Cargas Distribuidas Trapezoidales										
tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x inicial (m)										
final (m)										
q_D inicial (t/m)										
final (t/m)										
q_L inicial (t/m)										
final (t/m)										

Las abscisas inicial y final se refieren al eje a la izquierda del tramo. Los indices D y L denotan cargas permanentes y cargas eventuales, respectivamente

Analisis de vigas y Pórticos Simples

Diseño de losa Del 1ro AL 4to Nivel (Zona Escalera)



PF versión 3 - HSF 1999

Luces y Alturas (m)										
Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Altura arriba	[Diagrama de línea con 10 tramos]									
Luz	4.50	4.50								
Altura abajo	[Diagrama de línea con 10 tramos]									

Sección Transversal										
Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Columna arriba	[Diagrama de línea con 10 tramos]									
Viga	slosa	slosa								
Columna abajo	[Diagrama de línea con 10 tramos]									

Condiciones Especiales											
Nudo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Código	F	F	F								

Indicar F o valor numérico (ancho) para apoyo fijo, R para rótula, E para empotramiento y A para la combinación de F y R

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

Diseño de losa Del 1ro AL 4to Nivel (Zona Escalera)

PF versión 3 - HSF 1999

Materiales		
Concreto	$f_c = 210$	(kg/cm ²)
	$E_c = 232000$	(kg/cm ²)
Acero	$f_y = 4200$	(kg/cm ²)
	$E_s = 2.1 \times 10^6$	(kg/cm ²)
Ver opciones para f_y de estribos		

Secciones Rectangulares y T					
Etiqueta	b (m)	h (m)	b_w (m)	t (m)	
1	a20	0.400	0.200	0.100	0.050
2	slosa	0.400	0.200	0.100	0.050
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Etiqueta	b (m)	h (m)	b_w (m)	t (m)	

Otras Secciones				
Etiqueta	b (m)	h (m)	Inercia (m ⁴)	Área de Corte (m ²)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Se requieren b,h para la determinación del refuerzo

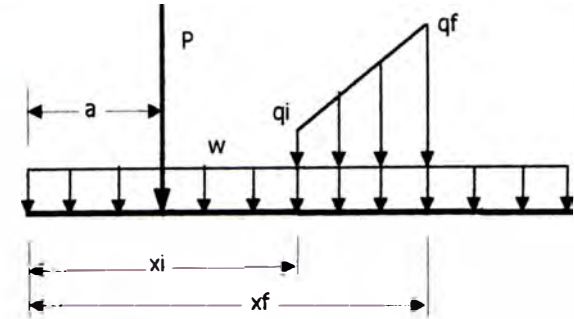
Secciones Circulares		
Etiqueta	D ext (m)	D int (m)
1		
2		
3		
4		
5		

Las secciones circulares solo pueden usarse para las columnas

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

Diseño de losa Del 1ro AL 4to Nivel (Zona Escalera)

Fracción de la sobrecarga para daderos 1.00



Cargas Uniformemente Distribuidas										
tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
w_D (t/m)	0.240	0.240								
w_L (t/m)	0.080	0.080								

Los subíndices D y L denotan cargas permanentes y cargas eventuales, respectivamente.

Fuerzas Concentradas										
tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a_1 (m)										
P_{1D} (t)										
P_{1L} (t)										
a_2 (m)										
P_{2D} (t)										
P_{2L} (t)										

Las posiciones de las cargas concentradas se refieren al eje a la izquierda del tramo. Los índices D y L denotan cargas permanentes y eventuales, respectivamente

Cargas Distribuidas Trapezoidales										
tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x inicial (m)										
final (m)										
q_D inicial (t/m)										
final (t/m)										
q_L inicial (t/m)										
final (t/m)										

Las abscisas inicial y final se refieren al eje a la izquierda del tramo. Los índices D y L denotan cargas permanentes y cargas eventuales, respectivamente

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

Diseño de losa Del 5to Nivel

PF versión 3 - HSF 1999



Luces y Alturas (m)										
Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Altura arriba	[Diagrama de estructura con líneas horizontales y verticales]									
Luz	4.50	4.50	4.50							
Altura abajo	[Diagrama de estructura con líneas horizontales y verticales]									

Sección Transversal										
Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Columna arriba	[Diagrama de estructura con líneas horizontales y verticales]									
Viga	slosa	slosa	slosa							
Columna abajo	[Diagrama de estructura con líneas horizontales y verticales]									

Condiciones Especiales											
Nudo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Código	F	F	F	F							

Indicar F o valor numérico (ancho) para apoyo fijo, R para rótula, E para empotramiento y A para la combinación de F y R

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

Diseño de losa Del 5to Nivel

PF versión 3 - HSF 1999

Materiales		
Concreto	$f_c = 210$	(kg/cm ²)
	$E_c = 268000$	(kg/cm ²)
Acero	$f_y = 4200$	(kg/cm ²)
	$E_s = 2.1 \times 10^8$	(kg/cm ²)
Ver opciones para f_y de estribos		

Secciones Rectangulares y T					
Etiqueta	b (m)	h (m)	b _w (m)	t (m)	
1	a20	0.400	0.200	0.100	0.050
2	slosa	0.400	0.200	0.100	0.050
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Otras Secciones				
Etiqueta	b (m)	h (m)	Inercia (m ⁴)	Área de Corte (m ²)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Se requieren b,h para la determinación del refuerzo

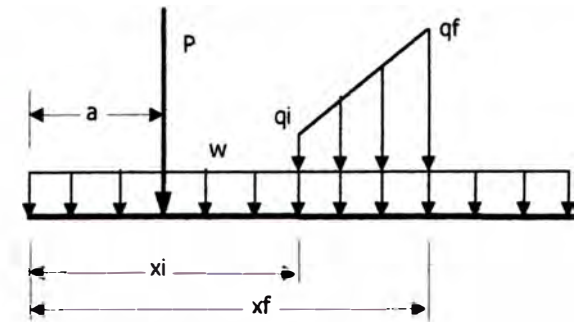
Secciones Circulares		
Etiqueta	D ext (m)	D int (m)
1		
2		
3		
4		
5		

Las secciones circulares solo pueden usarse para las columnas

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

Diseño de losa Del 5to Nivel

Fracción de la sobrecarga para daderos 1.00



Cargas Uniformemente Distribuidas										
tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
w_D (t/m)	0.168	0.168	0.168							
w_L (t/m)	0.060	0.060	0.060							

Los subíndices D y L denotan cargas permanentes y cargas eventuales, respectivamente.

Fuerzas Concentradas										
tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a_1 (m)										
P_{1D} (t)										
P_{1L} (t)										
a_2 (m)										
P_{2D} (t)										
P_{2L} (t)										

Las posiciones de las cargas concentradas se refieren al eje a la izquierda del tramo. Los índices D y L denotan cargas permanentes y eventuales, respectivamente

Cargas Distribuidas Trapezoidales										
tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x inicial (m)										
final (m)										
q_D inicial (t/m)										
final (t/m)										
q_L inicial (t/m)										
final (t/m)										

Las abscisas inicial y final se refieren al eje a la izquierda del tramo. Los índices D y L denotan cargas permanentes y cargas eventuales, respectivamente

análisis de Vigas Pórticos Simples

PF versión 3 - HSF 1999

Diseño de losa Del 5to Nivel

TRAMO 1 (0.10 x 0.20)

		Refuerzo de Flexión									
x		0.450	0.900	1.350	1.800	2.250	2.700	3.150	3.600	4.050	4.500
M _U mín	0.000								-0.065	-0.327	-0.728
M _U máx	0.000	0.255	0.438	0.547	0.583	0.547	0.454	0.294	0.066		
A _s sup									0.14	0.57	1.24
A _s inf		0.53	0.69	0.86	0.92	0.86	0.72	0.57	0.14		
p											

		Refuerzo de Corte									
x		0.450	0.900	1.350	1.800	2.250	2.700	3.150	3.600	4.050	4.500
V _U mín					-0.018	-0.162	-0.324	-0.486	-0.648	-0.810	-0.972
V _U máx	0.648	0.486	0.324	0.168	0.018						
s □ #3											

TRAMO 2 (0.10 x 0.20)

		Refuerzo de Flexión									
x		0.450	0.900	1.350	1.800	2.250	2.700	3.150	3.600	4.050	4.500
M _U mín	-0.728	-0.400	-0.184	-0.056				-0.056	-0.184	-0.400	-0.728
M _U máx				0.116	0.217	0.251	0.217	0.116			
A _s sup	1.24	0.65	0.39	0.12				0.12	0.39	0.65	1.24
A _s inf				0.24	0.45	0.52	0.45	0.24			
p											

		Refuerzo de Corte									
x		0.450	0.900	1.350	1.800	2.250	2.700	3.150	3.600	4.050	4.500
V _U mín						-0.030	-0.180	-0.330	-0.486	-0.648	-0.810
V _U máx	0.810	0.648	0.486	0.330	0.180	0.030					
s □ #3											

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

Diseño de losa Del 5to Nivel (Zona Escalera)



PF versión 3 - HSF 1999

Luces y Alturas (m)										
Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Altura arriba	[Diagrama de altura arriba]									
Luz	4.50	4.50								
Altura abajo	[Diagrama de altura abajo]									

Sección Transversal										
Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Columna arriba	[Diagrama de columna arriba]									
Viga	slosa	slosa								
Columna abajo	[Diagrama de columna abajo]									

Condiciones Especiales											
Nudo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Código	F	F	F								

Indicar F o valor numérico (ancho) para apoyo fijo, R para rótula, E para empotramiento y A para la combinación de F y R

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

Diseño de losa Del 5to Nivel (Zona Escalera)

PF versión 3 - HSF 1999

Materiales		
Concreto	$f_c = 210$	(kg/cm ²)
	$E_c = 232000$	(kg/cm ²)
Acero	$f_y = 4200$	(kg/cm ²)
	$E_s = 2.1 \times 10^6$	(kg/cm ²)
Ver opciones para f_y de estribos		

Secciones Rectangulares y T					
Etiqueta	b (m)	h (m)	b _w (m)	t (m)	
1	a20	0.400	0.200	0.100	0.050
2	slosa	0.400	0.200	0.100	0.050
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Otras Secciones				
Etiqueta	b (m)	h (m)	Inercia (m ⁴)	Área de Corte (m ²)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Se requieren b,h para la determinación del refuerzo

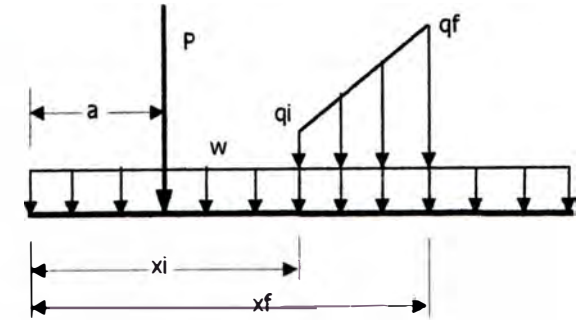
Secciones Circulares		
Etiqueta	D ext (m)	D int (m)
1		
2		
3		
4		
5		

Las secciones circulares solo pueden usarse para las columnas

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

Diseño de losa Del 5to Nivel (Zona Escalera)

Fracción de la sobrecarga para daderos 1.00



Cargas Uniformemente Distribuidas											
tramo		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
w_D	(t/m)	0.168	0.168								
w_L	(t/m)	0.060	0.060								

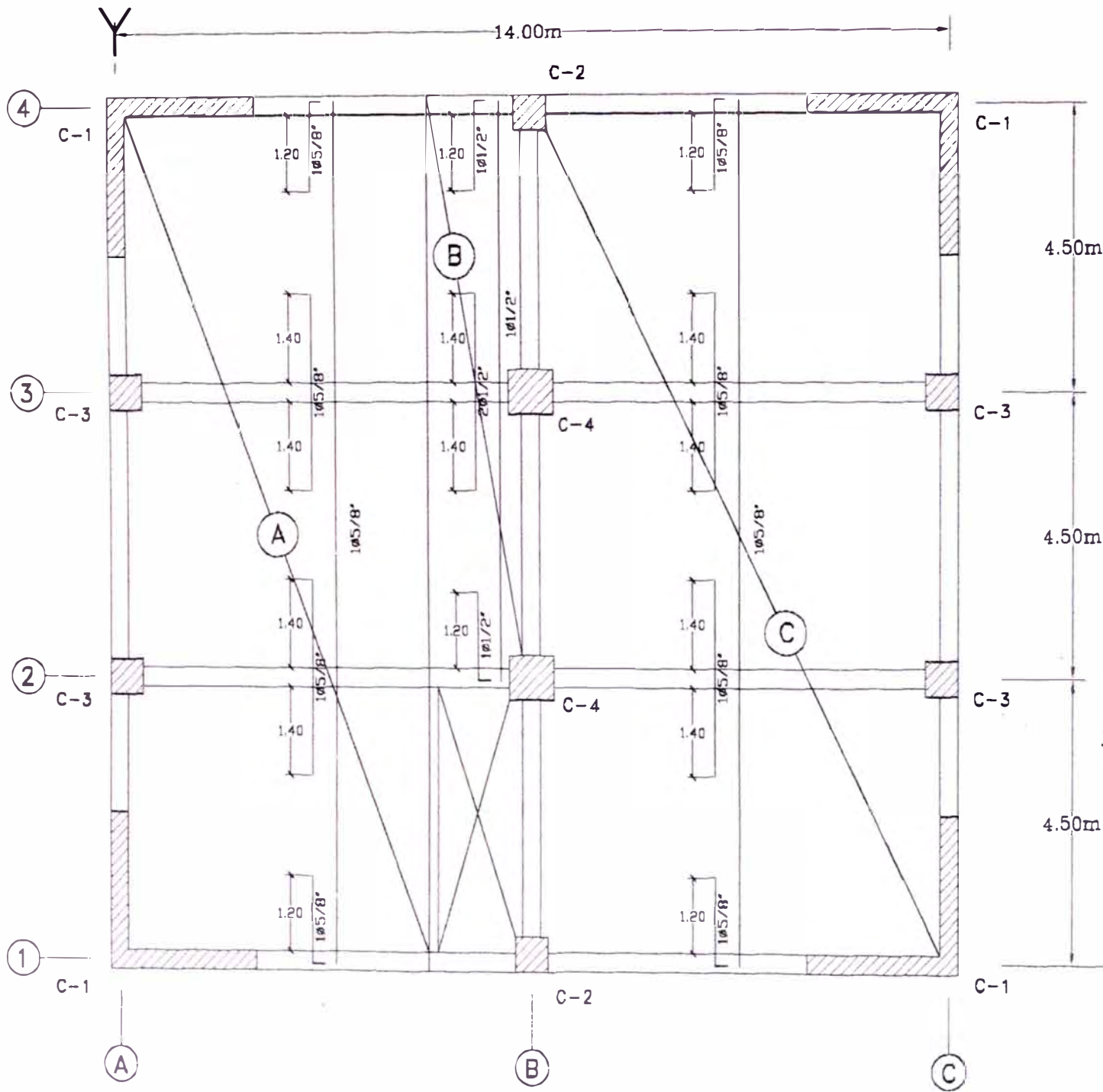
Los subíndices D y L denotan cargas permanentes y cargas eventuales, respectivamente.

Fuerzas Concentradas											
tramo		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a_1	(m)										
P_{1D}	(t)										
P_{1L}	(t)										
a_2	(m)										
P_{2D}	(t)										
P_{2L}	(t)										

Las posiciones de las cargas concentradas se refieren al eje a la izquierda del tramo. Los índices D y L denotan cargas permanentes y eventuales, respectivamente

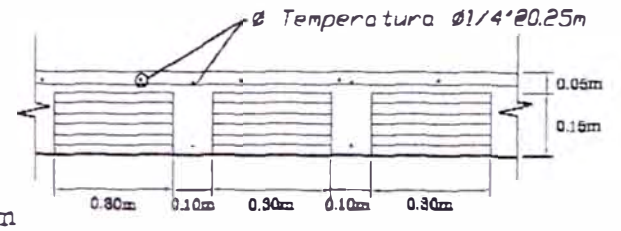
Cargas Distribuidas Trapezoidales											
tramo		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Inicial	(m)										
final	(m)										
q_D Inicial	(t/m)										
final	(t/m)										
q_L Inicial	(t/m)										
final	(t/m)										

Las abscisas inicial y final se refieren al eje a la izquierda del tramo. Los índices D y L denotan cargas permanentes y cargas eventuales, respectivamente

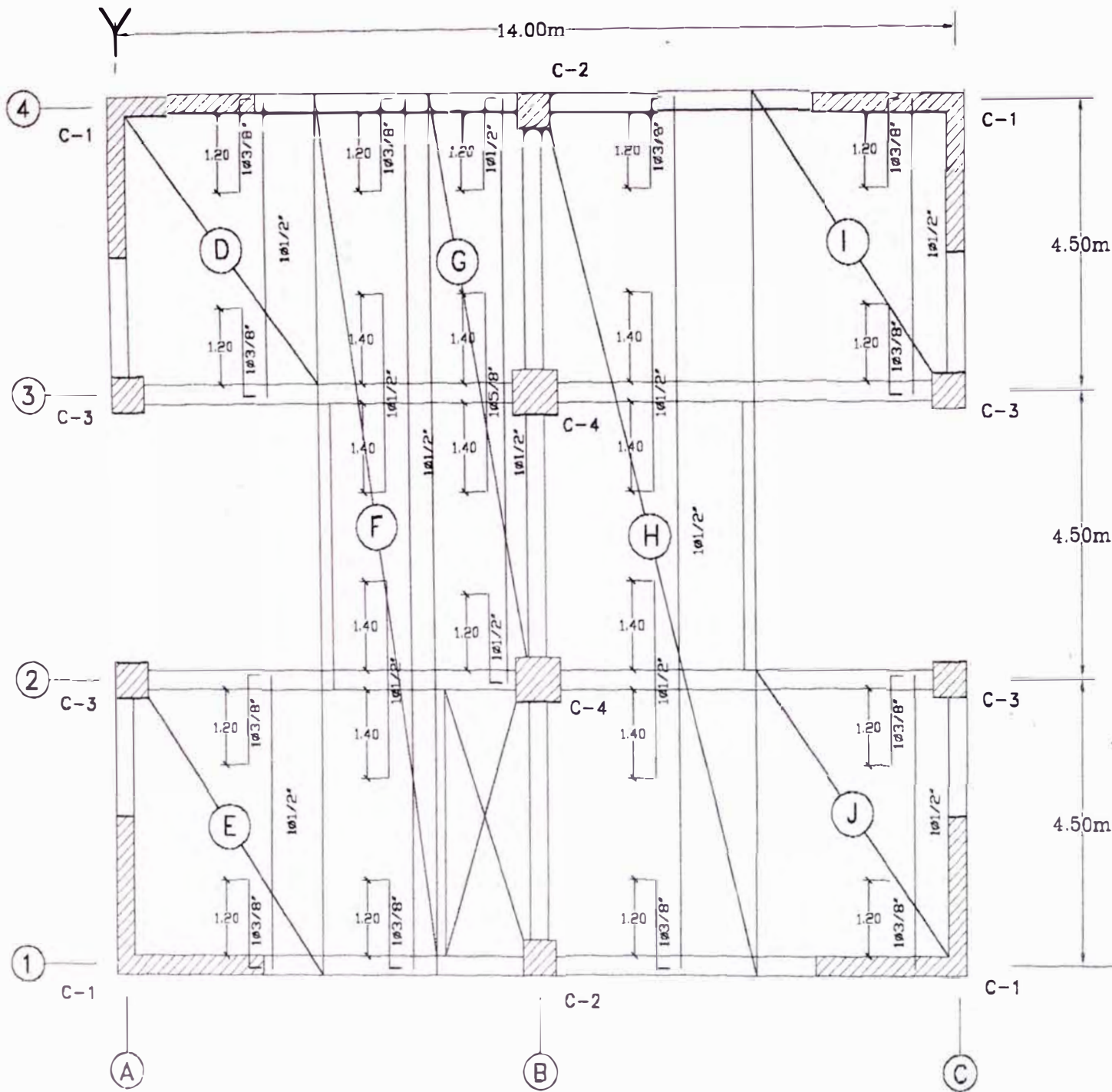


DISEÑO DE LOSA ALIGERADA

1^{er} AL 4^{to} NIVEL

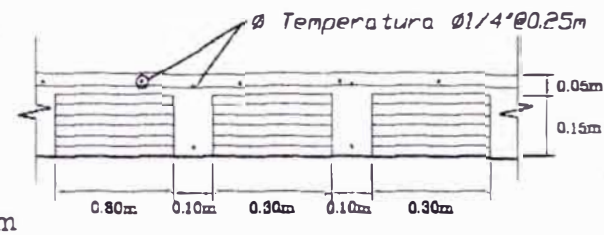


X



DISEÑO DE LOSA ALIGERADA

5^º NIVEL



X

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos 1 y 4

Materiales		
Concreto	210	Kg/cm ²
Acero	4200	Kg/cm ²

Sección	
b (m)	h (m)
0.30	0.60

$$\beta = 0.85$$

$$\rho_b = 0.02 \Rightarrow \rho_{max} = 0.75 \rho_b = 1.59 \%$$

$$\rho_{bmin} = 0.24 \%$$

Elemento 16

Longitud = 5.5 m. d = 53.78 cm. Zona de Confinamiento = 2d = 107.56 cm.

DISEÑO POR FLEXIÓN								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (+) cm ²	As inf. (-) cm ²	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu mín (-) Tn	s□ #3 (+) cm	s□ #3 (-) cm
0.27	1.49	7.52	-14.72	4.35	7.67	0.24	0.43	1.92	-11.33	27.00	27.00
0.44	2.44	4.93	-5.10	4.35	4.35	0.24	0.24	3.46	-8.64	27.00	27.00
0.62	3.39	2.20	0.00	4.35	4.35	0.24	0.24	5.01	-5.96	27.00	27.00
0.79	4.35	6.37	-4.70	4.35	4.35	0.24	0.24	7.43	-4.16	27.00	27.00
0.96	5.30	9.18	-12.70	4.67	6.56	0.26	0.36	10.12	-2.61	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 4.67 \quad 2 \phi 3/4$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 7.67 \quad 2 \phi 3/4 + 1 \phi 5/8$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2 \phi 3/4$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} L_{on} = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: □ φ 3/8 1 @ 0.05, 11 @ .10, R @ .25											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos 1 y 4

Elemento 17

Longitud 5.5 m. d= 53.78 cm. Zona de Confinamiento= 2d = 107.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s#3 (+) cm	s#3 (-) cm
0.27	1.49	7.30	-15.61	4.35	8.16	0.24	0.45	0.95	-10.96	27.00	27.00
0.44	2.44	5.64	-6.35	4.35	4.35	0.24	0.24	2.50	-8.27	27.00	27.00
0.62	3.39	3.26	-0.44	4.35	4.35	0.24	0.24	4.04	-5.59	27.00	27.00
0.79	4.35	4.40	-2.13	4.35	4.35	0.24	0.24	6.31	-3.63	27.00	27.00
0.96	5.30	6.54	-8.89	4.35	4.52	0.24	0.25	8.99	-2.08	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2\phi 3/4$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 8.16 \quad 2\phi 3/4 + 1\phi 3/4$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2\phi 3/4$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8\phi_{min} Lon = 15.28 \text{ cm.} \\ S_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$ Usar: $\square\phi 3/8 \ 1 @ 0.05, 11 @ 10, R @ 25$			

Elemento 18

Longitud 5.5 m. d= 53.78 cm. Zona de Confinamiento= 2d = 107.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s#3 (+) cm	s#3 (-) cm
0.27	1.49	6.80	-15.84	4.35	8.29	0.24	0.46	0.36	-10.76	27.00	27.00
0.44	2.44	5.71	-6.77	4.35	4.35	0.24	0.24	1.90	-8.08	27.00	27.00
0.62	3.39	3.90	-1.06	4.35	4.35	0.24	0.24	3.45	-5.39	27.00	27.00
0.79	4.35	3.61	-0.93	4.35	4.35	0.24	0.24	5.61	-3.33	27.00	27.00
0.96	5.30	5.35	-6.90	4.35	4.35	0.24	0.24	8.29	-1.78	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2\phi 3/4$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 8.29 \quad 2\phi 3/4 + 1\phi 3/4$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2\phi 3/4$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8\phi_{min} Lon = 15.28 \text{ cm.} \\ S_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$ Usar: $\square\phi 3/8 \ 1 @ 0.05, 11 @ 10, R @ 25$			

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos 1 y 4

Elemento 19

Longitud 5.5 m. d= 53.78 cm. Zona de Confinamiento = 2d = 107.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (*) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (*) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (*) %	ρ (-) %	Vu max (*) Tn	Vu min (-) Tn	s#3 (*) cm	s#3 (-) cm
0.27	1.49	6.33	-15.57	4.35	8.14	0.24	0.45	0.18	-10.72	27.00	27.00
0.44	2.44	5.41	-6.54	4.35	4.35	0.24	0.24	1.72	-8.03	27.00	27.00
0.62	3.39	3.79	-0.88	4.35	4.35	0.24	0.24	3.27	-5.35	27.00	27.00
0.79	4.35	3.76	-0.88	4.35	4.35	0.24	0.24	5.39	-3.24	27.00	27.00
0.96	5.30	5.36	-6.59	4.35	4.35	0.24	0.24	8.08	-1.70	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2\phi 3/4$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 8.14 \quad 2\phi 3/4 + 1\phi 3/4$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2\phi 3/4$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8\phi_{min} Lon = 15.28 \text{ cm.} \\ S_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi 3/8 \ 1 @ 0.05, 11 @ 10, R @ .25$											

Elemento 20

Longitud 5.5 m. d= 53.78 cm. Zona de Confinamiento = 2d = 107.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (*) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (*) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (*) %	ρ (-) %	Vu max (*) Tn	Vu min (-) Tn	s#3 (*) cm	s#3 (-) cm
0.27	1.49	5.03	-12.77	4.35	6.60	0.24	0.37	0.00	-8.21	27.00	27.00
0.44	2.44	4.74	-5.86	4.35	4.35	0.24	0.24	0.89	-6.14	27.00	27.00
0.62	3.39	3.94	-1.58	4.35	4.35	0.24	0.24	2.09	-4.08	27.00	27.00
0.79	4.35	2.15	0.00	4.35	4.35	0.24	0.24	3.61	-2.35	27.00	27.00
0.96	5.30	2.95	-3.01	4.35	4.35	0.24	0.24	5.68	-1.16	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2\phi 3/4$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 6.60 \quad 2\phi 3/4 + 1\phi 5/8$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2\phi 3/4$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8\phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ S_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi 3/8 \ 1 @ 0.05, 11 @ 10, R @ .25$											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos 1 y 4

Elemento 21

Longitud 5.5 m. d= 53.78 cm. Zona de Confinamiento= 2d = 107.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s#3 (+) cm	s#3 (-) cm
0.04	0.20	8.93	-12.45	4.54	6.43	0.25	0.36	2.45	-9.95	27.00	27.00
0.21	1.15	6.28	-4.61	4.35	4.35	0.24	0.24	3.99	-7.27	27.00	27.00
0.38	2.11	2.20	0.00	4.35	4.35	0.24	0.24	5.79	-4.84	27.00	27.00
0.56	3.06	4.70	-4.87	4.35	4.35	0.24	0.24	8.48	-3.30	27.00	27.00
0.73	4.01	7.13	-14.33	4.35	7.45	0.24	0.41	11.16	-1.75	27.00	27.00
$\phi_{min} (+) =$ Para As = 4.35 2 ϕ 3/4 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 7.45 2 ϕ 3/4 + 1 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 4.35 2 ϕ 3/4								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ S_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi$ 3/8 1 @ 0.05, 11 @ .10, R @ .25											

Elemento 22

Longitud 5.5 m. d= 53.78 cm. Zona de Confinamiento= 2d = 107.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s#3 (+) cm	s#3 (-) cm
0.04	0.20	6.31	-8.66	4.35	4.40	0.24	0.24	1.93	-8.84	27.00	27.00
0.21	1.15	4.32	-2.05	4.35	4.35	0.24	0.24	3.48	-6.16	27.00	27.00
0.38	2.11	3.19	-0.38	4.35	4.35	0.24	0.24	5.44	-3.89	27.00	27.00
0.56	3.06	5.43	-6.14	4.35	4.35	0.24	0.24	8.12	-2.35	27.00	27.00
0.73	4.01	6.95	-15.25	4.35	7.97	0.24	0.44	10.81	-0.80	27.00	27.00
$\phi_{min} (+) =$ Para As = 4.35 2 ϕ 3/4 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 7.97 2 ϕ 3/4 + 1 ϕ 3/4 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 4.35 2 ϕ 3/4								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 15.28 \text{ cm.} \\ S_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi$ 3/8 1 @ 0.05, 11 @ .10, R @ .25											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos 1 y 4

Elemento 23

Longitud = 5.5 m. d = 53.78 cm. Zona de Confinamiento = 2d = 107.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s#3 (+) cm	s#3 (-) cm
0.04	0.20	5.22	-6.77	4.35	4.35	0.24	0.24	1.70	-8.21	27.00	27.00
0.21	1.15	3.57	-0.88	4.35	4.35	0.24	0.24	3.24	-5.53	27.00	27.00
0.38	2.11	3.87	-1.02	4.35	4.35	0.24	0.24	5.31	-3.36	27.00	27.00
0.56	3.06	5.59	-6.65	4.35	4.35	0.24	0.24	8.00	-1.82	27.00	27.00
0.73	4.01	6.60	-15.64	4.35	8.18	0.24	0.45	10.68	-0.28	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2\phi \ 3/4$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 8.18 \quad 2\phi \ 3/4 + 1\phi \ 3/4$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2\phi \ 3/4$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8\phi_{min} \text{ Lon} = 15.28 \text{ cm.} \\ S_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: <input type="checkbox"/> $\phi \ 3/8 \ 1 @ 0.05, 11 @ 10, R @ 25$											

Elemento 24

Longitud = 5.5 m. d = 53.78 cm. Zona de Confinamiento = 2d = 107.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s#3 (+) cm	s#3 (-) cm
0.04	0.20	5.42	-6.65	4.35	4.35	0.24	0.24	1.74	-8.12	27.00	27.00
0.21	1.15	3.78	-0.90	4.35	4.35	0.24	0.24	3.28	-5.43	27.00	27.00
0.38	2.11	3.81	-0.90	4.35	4.35	0.24	0.24	5.39	-3.31	27.00	27.00
0.56	3.06	5.46	-6.59	4.35	4.35	0.24	0.24	8.07	-1.76	27.00	27.00
0.73	4.01	6.41	-15.65	4.35	8.19	0.24	0.45	10.76	-0.22	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2\phi \ 3/4$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 8.19 \quad 2\phi \ 3/4 + 1\phi \ 3/4$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2\phi \ 3/4$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8\phi_{min} \text{ Lon} = 15.28 \text{ cm.} \\ S_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: <input type="checkbox"/> $\phi \ 3/8 \ 1 @ 0.05, 11 @ 10, R @ 25$											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos 1 y 4

Elemento **25**

Longitud **5.5 m.** $d = 53.78 \text{ cm.}$ Zona de Confinamiento = $2d = 107.56 \text{ cm.}$

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \blacksquare #3 (-) cm
0.04	0.20	3.12	-3.19	4.35	4.35	0.24	0.24	1.27	-5.79	27.00	27.00
0.21	1.15	2.15	0.00	4.35	4.35	0.24	0.24	2.46	-3.73	27.00	27.00
0.38	2.11	3.99	-1.62	4.35	4.35	0.24	0.24	4.19	-2.20	27.00	27.00
0.56	3.06	4.90	-6.02	4.35	4.35	0.24	0.24	6.26	-1.01	27.00	27.00
0.73	4.01	5.29	-13.03	4.35	6.74	0.24	0.37	8.32	0.00	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2 \phi 3/4$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 6.74 \quad 2 \phi 3/4 + 1 \phi 5/8$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2 \phi 3/4$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} L_{on} = 12.72 \text{ cm.} \\ S_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$ User: $\square \phi 3/8 \ 1 @ 0.05, 11 @ .10, R @ 25$			

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos 2 y 3

Materiales		
Concreto	210	Kg/cm ²
Acero	4200	Kg/cm ²

Sección	
b (m)	h (m)
0.30	0.60

$\beta = 0.85$
 $\rho_b = 0.02 \implies \rho_{max} = 0.75 \rho_b = 1.59\%$
 $\rho_{bmin} = 0.24\%$

Elemento 16

Longitud 6.8 m. d = 53.78 cm. Zona de Confinamiento = 2d = 107.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm ²	As inf. (-) cm ²	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s □ #3 (+) cm	s □ #3 (-) cm
0.03	0.20	0.00	-17.34	4.35	9.14	0.24	0.51	0.00	-18.59	27.00	27.00
0.26	1.80	9.36	0.00	4.77	4.35	0.26	0.24	0.00	-8.50	27.00	27.00
0.50	3.40	13.05	0.00	6.75	4.35	0.38	0.24	3.02	-1.01	27.00	27.00
0.74	5.00	4.10	-1.14	4.35	4.35	0.24	0.24	11.72	0.00	27.00	27.00
0.97	6.60	0.00	-24.48	4.35	13.34	0.24	0.74	21.83	0.00	27.00	27.00
$\phi_{min} (+) = \text{Para As} = 6.75 \quad 1 \phi 3/4 + 1 \phi 5/8$ $\phi_{min} (+) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2 \phi 3/4$ $\phi_{min} (-) = \text{Para As} = 13.34 \quad 2 \phi 3/4 + 2 \phi 3/4 + 1 \phi 5/8$ $\phi_{min} (-) = \text{Para As} = 4.35 \quad 2 \phi 3/4$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} L_{on} = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: □ $\phi 3/8$ 1 @ 0.05, 11 @ .1, R @ .25											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos 2 y 3

Materiales		
Concreto	210	Kg/cm ²
Acero	4200	Kg/cm ²

Sección	
b (m)	h (m)
0.30	0.60

$$\beta = 0.85$$

$$\rho_b = 0.02 \implies \rho_{max} = 0.75 \rho_b = 1.59\%$$

$$\rho_{bmin} = 0.24\%$$

Elemento 16

Longitud 6.8 m. d = 53.78 cm. Zona de Confinamiento = 2d = 107.56 cm.

Factor de Distancia SAP 2000	DISEÑO POR FLEXION							DISEÑO POR CORTE			
	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup (+) cm ²	As inf (-) cm ²	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s _{#3} (+) cm	s _{#3} (-) cm
0.03	0.20	0.00	-17.34	4.35	9.14	0.24	0.51	0.00	-18.59	27.00	27.00
0.26	1.80	9.36	0.00	4.77	4.35	0.26	0.24	0.00	-8.50	27.00	27.00
0.50	3.40	13.05	0.00	6.75	4.35	0.38	0.24	3.02	-1.01	27.00	27.00
0.74	5.00	4.10	-1.14	4.35	4.35	0.24	0.24	11.72	0.00	27.00	27.00
0.97	6.60	0.00	-24.48	4.35	13.34	0.24	0.74	21.83	0.00	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 6.75 1 ϕ 3/4 + 1 ϕ 5/8 $\phi_{min}(+) =$ Para As = 4.35 2 ϕ 3/4 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 13.34 2 ϕ 3/4 + 2 ϕ 3/4 + 1 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 4.35 2 ϕ 3/4							$S_{max} \left\{ \begin{array}{l} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} L_{on} = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{array} \right.$				
Usar: $\square \phi$ 3/8 1 @ 0.05, 11 @ .10, R @ .25											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos 2 y 3

Elemento 17

Longitud 6.8 m. d= 53.78 cm. Zona de Confinamiento = 2d = 107.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu mín (-) Tn	s #3 (+) cm	s #3 (-) cm
0.03	0.20	0.00	-18.23	4.35	9.64	0.24	0.54	0.00	-19.30	27.00	27.00
0.26	1.80	7.42	0.00	4.35	4.35	0.24	0.24	0.00	-9.20	27.00	27.00
0.50	3.40	12.69	0.00	6.56	4.35	0.36	0.24	2.14	-1.02	27.00	27.00
0.74	5.00	4.47	-0.54	4.35	4.35	0.24	0.24	11.01	0.00	27.00	27.00
0.97	6.60	0.00	-22.53	4.35	12.16	0.24	0.68	21.11	0.00	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 6.56 1 ϕ 3/4 + 1 ϕ 5/8 $\phi_{min}(+) =$ Para As = 4.35 2 ϕ 3/4 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 12.16 2 ϕ 3/4 + 2 ϕ 3/4 + 1 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 4.35 2 ϕ 3/4								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8\phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar : ϕ 3/8 1 @ 0.05, 11@.10, R@.25											

Elemento 18

Longitud 6.8 m. d= 53.78 cm. Zona de Confinamiento = 2d = 107.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu mín (-) Tn	s #3 (+) cm	s #3 (-) cm
0.03	0.20	0.00	-18.25	4.35	9.66	0.24	0.54	0.00	-19.47	27.00	27.00
0.26	1.80	7.13	0.00	4.35	4.35	0.24	0.24	0.00	-9.37	27.00	27.00
0.50	3.40	12.80	0.00	6.61	4.35	0.37	0.24	1.90	-0.99	27.00	27.00
0.74	5.00	4.59	-0.19	4.35	4.35	0.24	0.24	10.84	0.00	27.00	27.00
0.97	6.60	0.00	-21.89	4.35	11.78	0.24	0.65	20.94	0.00	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 6.61 1 ϕ 3/4 + 1 ϕ 5/8 $\phi_{min}(+) =$ Para As = 4.35 2 ϕ 3/4 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 11.78 2 ϕ 3/4 + 2 ϕ 3/4 + 1 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 4.35 2 ϕ 3/4								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8\phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar : ϕ 3/8 1 @ 0.05, 11@.10, R@.25											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos 2 y 3

Elemento 19

Longitud 6.8 m. $d = 53.78$ cm. Zona de Confinamiento = $2d = 107.56$ cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s #3 (+) cm	s #3 (-) cm
0.03	0.20	0.00	-18.30	4.35	9.69	0.24	0.54	0.00	-19.66	27.00	27.00
0.26	1.80	6.66	0.00	4.35	4.35	0.24	0.24	0.00	-9.56	27.00	27.00
0.50	3.40	12.78	0.00	6.61	4.35	0.37	0.24	1.62	-0.94	27.00	27.00
0.74	5.00	4.63	0.00	4.35	4.35	0.24	0.24	10.65	0.00	27.00	27.00
0.97	6.60	0.00	-21.30	4.35	11.43	0.24	0.64	20.76	0.00	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 6.61 $1 \phi 3/4 + 1 \phi 5/8$ $\phi_{min}(+) =$ Para As = 4.35 $2 \phi 3/4$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 11.43 $2 \phi 3/4 + 2 \phi 3/4 + 1 \phi 5/8$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 4.35 $2 \phi 3/4$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} L_{on} = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi 3/8$ 1 @ 0.05, 11 @ 10, R @ 25											

Elemento 20

Longitud 6.8 m. $d = 53.78$ cm. Zona de Confinamiento = $2d = 107.56$ cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s #3 (+) cm	s #3 (-) cm
0.03	0.20	0.00	-10.03	4.35	5.12	0.24	0.28	0.00	-13.90	27.00	27.00
0.26	1.80	6.57	0.00	4.35	4.35	0.24	0.24	0.00	-6.37	27.00	27.00
0.50	3.40	10.74	0.00	5.50	4.35	0.31	0.24	1.56	-0.13	27.00	27.00
0.74	5.00	3.04	0.00	4.35	4.35	0.24	0.24	8.68	0.00	27.00	27.00
0.97	6.60	0.00	-17.04	4.35	8.97	0.24	0.50	16.21	0.00	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 5.50 $2 \phi 3/4$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 5.12 $2 \phi 3/4$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 8.97 $1 \phi 3/4 + 2 \phi 5/8$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} L_{on} = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi 3/8$ 1 @ 0.05, 11 @ 10, R @ 25											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos 2 y 3

Elemento 21

Longitud 6.8 m. $d = 53.78$ cm. Zona de Confinamiento = $2d = 107.56$ cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s #3 (+) cm	s #3 (-) cm
0.03	0.20	0.00	-24.48	4.35	13.34	0.24	0.74	0.00	-21.83	27.00	27.00
0.26	1.80	4.10	-1.14	4.35	4.35	0.24	0.24	0.00	-11.72	27.00	27.00
0.50	3.40	13.05	0.00	6.75	4.35	0.38	0.24	1.01	-3.02	27.00	27.00
0.74	5.00	9.35	0.00	4.77	4.35	0.26	0.24	8.50	0.00	27.00	27.00
0.97	6.60	0.00	-17.34	4.35	9.14	0.24	0.51	18.59	0.00	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 6.75 $1 \phi 3/4 + 1 \phi 5/8$ $\phi_{min}(+) =$ Para As = 4.35 $2 \phi 3/4$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 13.34 $2 \phi 3/4 + 2 \phi 3/4 + 1 \phi 5/8$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 4.35 $2 \phi 3/4$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi 3/8$ 1 @ 0.05, 11 @ .10, R @ .25											

Elemento 22

Longitud 6.8 m. $d = 53.78$ cm. Zona de Confinamiento = $2d = 107.56$ cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s #3 (+) cm	s #3 (-) cm
0.03	0.20	0.00	-22.53	4.35	12.16	0.24	0.68	0.00	-21.11	27.00	27.00
0.26	1.80	4.48	-0.55	4.35	4.35	0.24	0.24	0.00	-11.01	27.00	27.00
0.50	3.40	12.69	0.00	6.56	4.35	0.36	0.24	1.03	-2.15	27.00	27.00
0.74	5.00	7.45	0.00	4.35	4.35	0.24	0.24	9.20	0.00	27.00	27.00
0.97	6.60	0.00	-18.28	4.35	9.67	0.24	0.54	19.30	0.00	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 6.56 $1 \phi 3/4 + 1 \phi 5/8$ $\phi_{min}(+) =$ Para As = 4.35 $2 \phi 3/4$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 12.16 $2 \phi 3/4 + 2 \phi 3/4 + 1 \phi 5/8$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 4.35 $2 \phi 3/4$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi 3/8$ 1 @ 0.05, 11 @ .10, R @ .25											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos 2 y 3

Elemento 23

Longitud 6.8 m. $d = 53.78$ cm. Zona de Confinamiento = $2d = 107.56$ cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.03	0.20	0.00	-21.89	4.35	11.78	0.24	0.65	0.00	-20.94	27.00	27.00
0.26	1.80	4.59	-0.19	4.35	4.35	0.24	0.24	0.00	-10.84	27.00	27.00
0.50	3.40	12.80	0.00	6.61	4.35	0.37	0.24	0.99	-1.90	27.00	27.00
0.74	5.00	7.14	0.00	4.35	4.35	0.24	0.24	9.37	0.00	27.00	27.00
0.97	8.60	0.00	-18.25	4.35	9.66	0.24	0.54	19.47	0.00	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 6.61 $1 \phi 3/4 + 1 \phi 5/8$ $\phi_{min}(+) =$ Para As = 4.35 $2 \phi 3/4$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 11.78 $2 \phi 3/4 + 2 \phi 3/4 + 1 \phi 5/8$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 4.35 $2 \phi 3/4$								$S_{max} \left\{ \begin{array}{l} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{array} \right.$			
Usar: $\square \phi 3/8$ 1 @ 0.05, 11 @ 10, R @ 25											

Elemento 24

Longitud 6.8 m. $d = 53.78$ cm. Zona de Confinamiento = $2d = 107.56$ cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.03	0.20	0.00	-21.30	4.35	11.43	0.24	0.84	0.00	-20.76	27.00	27.00
0.26	1.80	4.62	0.00	4.35	4.35	0.24	0.24	0.00	-10.65	27.00	27.00
0.50	3.40	12.78	0.00	6.61	4.35	0.37	0.24	0.92	-1.80	27.00	27.00
0.74	5.00	6.60	0.00	4.35	4.35	0.24	0.24	9.56	0.00	27.00	27.00
0.97	6.60	0.00	-18.20	4.35	9.63	0.24	0.54	19.66	0.00	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 6.61 $1 \phi 3/4 + 1 \phi 5/8$ $\phi_{min}(+) =$ Para As = 4.35 $2 \phi 3/4$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 11.43 $2 \phi 3/4 + 2 \phi 3/4 + 1 \phi 5/8$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 4.35 $2 \phi 3/4$								$S_{max} \left\{ \begin{array}{l} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{array} \right.$			
Usar: $\square \phi 3/8$ 1 @ 0.05, 11 @ 10, R @ 25											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos 2 y 3

Elemento 25

Longitud 6.8 m. $d = 53.78$ cm. Zona de Confinamiento = $2d = 107.56$ cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s #3 (+) cm	s #3 (-) cm
0.03	0.20	0.00	-17.04	4.35	8.97	0.24	0.50	0.00	-16.21	27.00	27.00
0.26	1.80	3.03	0.00	4.35	4.35	0.24	0.24	0.00	-8.68	27.00	27.00
0.50	3.40	10.74	0.00	5.50	4.35	0.31	0.24	0.10	-1.53	27.00	27.00
0.74	5.00	6.57	0.00	4.35	4.35	0.24	0.24	6.37	0.00	27.00	27.00
0.97	6.60	0.00	-9.90	4.35	5.06	0.24	0.28	13.90	0.00	27.00	27.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 4.35 $2 \phi 3/4$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 8.97 $2 \phi 3/4$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 5.06 $1 \phi 3/4 + 2 \phi 5/8$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 13.44 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
User: $\phi 3/8$ 1 @ 0.05, 11 @ .10, R @ .25											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos A y C

Materiales		
Concreto	210	Kg/cm ²
Acero	4200	Kg/cm ²

Sección	
b (m)	h (m)
0.30	0.50

$$\beta = 0.85$$

$$\rho_b = 0.02 \implies \rho_{max} = 0.75 \rho_b = 1.59 \%$$

$$\rho_{bmin} = 0.24 \%$$

Elemento 21

Longitud 3.15 m. d = 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 2d = 87.56 cm.

Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	DISEÑO POR FLEXION						DISEÑO POR CORTE			
		Mu max (+) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (+) cm ²	As inf. (-) cm ²	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu mín (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.44	1.40	8.05	-9.40	5.10	6.00	0.34	0.40	7.76	-9.83	22.00	22.00
0.57	1.79	4.98	-5.70	3.62	3.62	0.24	0.24	8.10	-9.26	22.00	22.00
0.69	2.18	1.78	-2.22	3.62	3.62	0.24	0.24	8.43	-8.70	22.00	22.00
0.81	2.56	1.17	-1.68	3.62	3.62	0.24	0.24	8.92	-8.30	22.00	22.00
0.94	2.95	4.33	-5.25	3.62	3.62	0.24	0.24	9.49	-7.96	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 5.10 \quad 2 \phi 5/8 + 1 \phi 1/2$ $\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 3.62 \quad 2 \phi 5/8$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 6.00 \quad 2 \phi 5/8 + 2 \phi 1/2$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 3.62 \quad 2 \phi 5/8$								$S_{max} \left\{ \begin{array}{l} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} L_{on} = 10.16 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{array} \right.$			
Usar: $\square \phi 3/8 \quad 1 @ 0.05, 13 @ .10$											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos A y C

Elemento 22

Longitud 3.15 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 2d = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu mín (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.44	1.40	9.36	-11.51	5.98	7.46	0.40	0.50	8.96	-12.03	22.00	22.00
0.57	1.79	5.83	-6.96	3.64	4.38	0.24	0.29	9.30	-11.47	22.00	22.00
0.69	2.18	2.16	-2.63	3.62	3.62	0.24	0.24	9.63	-10.91	22.00	22.00
0.81	2.56	1.53	-1.68	3.62	3.62	0.24	0.24	9.97	-10.34	22.00	22.00
0.94	2.95	5.43	-5.61	3.62	3.62	0.24	0.24	10.43	-9.91	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 5.98 $2\phi 5/8 + 1\phi 1/2$ $\phi_{min}(+) =$ Para As = 3.62 $2\phi 5/8$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 7.46 $2\phi 5/8 + 2\phi 1/2$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 $2\phi 5/8$								$S_{max} \left\{ \begin{array}{l} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8\phi_{min} Lon = 10.16 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{array} \right.$			
Usar: $\square \phi 3/8$ 1 @ 0.05, 13 @ .10											

Elemento 23

Longitud 3.15 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 2d = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu mín (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.44	1.40	8.61	-10.90	5.47	7.03	0.36	0.47	7.87	-11.15	22.00	22.00
0.57	1.79	5.49	-6.69	3.62	4.20	0.24	0.28	8.21	-10.58	22.00	22.00
0.69	2.18	2.25	-2.70	3.62	3.62	0.24	0.24	8.54	-10.02	22.00	22.00
0.81	2.56	1.09	-1.14	3.62	3.62	0.24	0.24	8.87	-9.46	22.00	22.00
0.94	2.95	4.63	-4.63	3.62	3.62	0.24	0.24	9.29	-8.98	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 5.47 $2\phi 5/8 + 1\phi 1/2$ $\phi_{min}(+) =$ Para As = 3.62 $2\phi 5/8$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 7.03 $2\phi 5/8 + 2\phi 1/2$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 $2\phi 5/8$								$S_{max} \left\{ \begin{array}{l} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8\phi_{min} Lon = 10.16 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{array} \right.$			
Usar: $\square \phi 3/8$ 1 @ 0.05, 13 @ .10											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos A y C

Elemento 24

Longitud 3.15 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 2d = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s #3 (+) cm	s #3 (-) cm
0.44	1.40	7.57	-9.13	4.78	5.82	0.32	0.39	6.76	-9.14	22.00	22.00
0.57	1.79	4.88	-5.69	3.62	3.62	0.24	0.24	7.09	-8.58	22.00	22.00
0.69	2.18	2.07	-2.48	3.62	3.62	0.24	0.24	7.43	-8.01	22.00	22.00
0.81	2.56	0.61	-0.97	3.62	3.62	0.24	0.24	7.84	-7.53	22.00	22.00
0.94	2.95	3.46	-4.12	3.62	3.62	0.24	0.24	8.40	-7.20	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 4.78$ $2\phi 5/8 + 1\phi 1/2$ $\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 3.62$ $2\phi 5/8$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 5.82$ $2\phi 5/8 + 2\phi 1/2$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 3.62$ $2\phi 5/8$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8\phi_{min} Lon = 10.16 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi 3/8$ 1 @ 0.05, 13 @ .10											

Elemento 25

Longitud 3.15 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 2d = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s #3 (+) cm	s #3 (-) cm
0.44	1.40	6.64	-8.04	4.17	5.09	0.28	0.34	5.93	-8.60	22.00	22.00
0.57	1.79	4.29	-4.80	3.62	3.62	0.24	0.24	6.20	-8.15	22.00	22.00
0.69	2.18	1.86	-1.75	3.62	3.62	0.24	0.24	6.47	-7.69	22.00	22.00
0.81	2.56	1.17	-0.73	3.62	3.62	0.24	0.24	6.74	-7.24	22.00	22.00
0.94	2.95	3.89	-3.39	3.62	3.62	0.24	0.24	7.06	-6.84	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 4.17$ $2\phi 5/8 + 1\phi 1/2$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 5.09$ $2\phi 5/8 + 1\phi 1/2$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 3.62$ $2\phi 5/8$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8\phi_{min} Lon = 10.16 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi 3/8$ 1 @ 0.05, 13 @ .10											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos A y C

Elemento 26

Longitud 4.5 m. $d = 43.78$ cm. Zona de Confinamiento = $2d = 87.56$ cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.04	0.14	0.47	-3.20	3.62	3.62	0.24	0.24	0.00	-3.69	22.00	22.00
0.27	0.86	1.33	-0.41	3.62	3.62	0.24	0.24	0.00	-2.21	22.00	22.00
0.50	1.58	1.67	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	0.72	-0.72	22.00	22.00
0.73	2.29	1.30	-0.38	3.62	3.62	0.24	0.24	2.21	0.00	22.00	22.00
0.96	3.01	0.44	-3.17	3.62	3.62	0.24	0.24	3.69	0.00	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} L_{on} = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
User: $\square \phi$ 3/8 1 @ 0.05, 9 @ .10, R @ .22											

Elemento 27

Longitud 4.5 m. $d = 43.78$ cm. Zona de Confinamiento = $2d = 87.56$ cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.04	0.14	2.03	-4.69	3.62	3.62	0.24	0.24	0.00	-4.43	22.00	22.00
0.27	0.86	2.14	-1.16	3.62	3.62	0.24	0.24	0.57	-2.94	22.00	22.00
0.50	1.58	1.71	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	1.46	-1.46	22.00	22.00
0.73	2.29	2.08	-1.09	3.62	3.62	0.24	0.24	2.94	-0.57	22.00	22.00
0.96	3.01	1.96	-4.62	3.62	3.62	0.24	0.24	4.43	0.00	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} L_{on} = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
User: $\square \phi$ 3/8 1 @ 0.05, 9 @ .10, R @ .22											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos A y C

Elemento 28

Longitud 4.5 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 2d = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s #3 (+) cm	s #3 (-) cm
0.04	0.14	3.01	-5.63	3.62	3.62	0.24	0.24	0.16	-4.90	22.00	22.00
0.27	0.86	2.66	-1.62	3.62	3.62	0.24	0.24	1.05	-3.42	22.00	22.00
0.50	1.58	1.75	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	1.93	-1.93	22.00	22.00
0.73	2.29	2.60	-1.56	3.62	3.62	0.24	0.24	3.42	-1.05	22.00	22.00
0.96	3.01	2.95	-5.57	3.62	3.62	0.24	0.24	4.90	-0.16	22.00	22.00
$\phi_{min} (+) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi$ 3/8 1 @ 0.05, 9 @ .10, R @ .22											

Elemento 29

Longitud 4.5 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 2d = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s #3 (+) cm	s #3 (-) cm
0.04	0.14	3.71	-6.26	3.62	3.92	0.24	0.26	0.45	-5.20	22.00	22.00
0.27	0.86	3.07	-1.97	3.62	3.62	0.24	0.24	1.34	-3.71	22.00	22.00
0.50	1.58	1.80	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	2.22	-2.22	22.00	22.00
0.73	2.29	2.87	-1.77	3.62	3.62	0.24	0.24	3.71	-1.34	22.00	22.00
0.96	3.01	3.51	-6.05	3.62	3.79	0.24	0.25	5.20	-0.45	22.00	22.00
$\phi_{min} (+) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 3.92 2 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi$ 3/8 1 @ 0.05, 9 @ .10, R @ .22											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos A y C

Elemento 31

Longitud 3.15 m. $d = 43.78$ cm. Zona de Confinamiento = $2d = 87.56$ cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (*) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (*) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (*) %	ρ (-) %	Vu max (*) Tn	Vu mín (-) Tn	s#3 (*) cm	s#3 (-) cm
0.06	0.20	4.36	-5.28	3.62	3.62	0.24	0.24	7.92	-9.44	22.00	22.00
0.19	0.59	1.23	-1.73	3.62	3.62	0.24	0.24	8.25	-8.88	22.00	22.00
0.31	0.97	1.71	-2.15	3.62	3.62	0.24	0.24	8.66	-8.39	22.00	22.00
0.43	1.36	4.90	-5.61	3.62	3.62	0.24	0.24	9.22	-8.05	22.00	22.00
0.56	1.75	7.95	-9.29	5.03	5.93	0.34	0.40	9.78	-7.72	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 5.03$ $2\phi 5/8 + 1\phi 1/2$ $\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 3.62$ $2\phi 5/8$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 5.93$ $2\phi 5/8 + 2\phi 1/2$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 3.62$ $2\phi 5/8$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8\phi_{min} Lon = 10.16 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$ Usar: $\square \phi 3/8$ 1 @ 0.05, 13 @ .10			

Elemento 32

Longitud 3.15 m. $d = 43.78$ cm. Zona de Confinamiento = $2d = 87.56$ cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (*) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (*) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (*) %	ρ (-) %	Vu max (*) Tn	Vu mín (-) Tn	s#3 (*) cm	s#3 (-) cm
0.06	0.20	5.56	-5.73	3.62	3.62	0.24	0.24	9.97	-10.49	22.00	22.00
0.19	0.59	1.63	-1.78	3.62	3.62	0.24	0.24	10.41	-10.03	22.00	22.00
0.31	0.97	2.08	-2.55	3.62	3.62	0.24	0.24	10.97	-9.69	22.00	22.00
0.43	1.36	5.77	-6.91	3.62	4.35	0.24	0.29	11.53	-9.36	22.00	22.00
0.56	1.75	9.33	-11.49	5.96	7.44	0.40	0.50	12.09	-9.02	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 5.96$ $2\phi 5/8 + 1\phi 1/2$ $\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 3.62$ $2\phi 5/8$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 7.44$ $2\phi 5/8 + 2\phi 1/2$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 3.62$ $2\phi 5/8$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8\phi_{min} Lon = 10.16 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$ Usar: $\square \phi 3/8$ 1 @ 0.05, 13 @ .10			

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos A y C

Elemento 33

Longitud 3.15 m. $d = 43.78$ cm. Zona de Confinamiento = $2d = 87.56$ cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s #3 (+) cm	s #3 (-) cm
0.06	0.20	4.67	-4.67	3.62	3.62	0.24	0.24	8.73	-9.05	22.00	22.00
0.19	0.59	1.22	-1.27	3.62	3.62	0.24	0.24	9.22	-8.63	22.00	22.00
0.31	0.97	2.02	-2.48	3.62	3.62	0.24	0.24	9.78	-8.30	22.00	22.00
0.43	1.36	5.17	-6.37	3.62	3.99	0.24	0.27	10.34	-7.96	22.00	22.00
0.56	1.75	8.19	-10.49	5.19	6.75	0.35	0.45	10.90	-7.63	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 5.19 $2\phi 5/8 + 1\phi 1/2$ $\phi_{min}(+) =$ Para As = 3.62 $2\phi 5/8$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 6.75 $2\phi 5/8 + 2\phi 1/2$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 $2\phi 5/8$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8\phi_{min} Lon = 10.16 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
User: <input type="checkbox"/> $\phi 3/8$ 1 @ 0.05, 13 @ .10											

Elemento 34

Longitud 3.15 m. $d = 43.78$ cm. Zona de Confinamiento = $2d = 87.56$ cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s #3 (+) cm	s #3 (-) cm
0.06	0.20	2.13	-2.78	3.62	3.62	0.24	0.24	5.14	-6.35	22.00	22.00
0.19	0.59	0.07	-0.43	3.62	3.62	0.24	0.24	5.48	-5.79	22.00	22.00
0.31	0.97	1.81	-2.22	3.62	3.62	0.24	0.24	5.96	-5.37	22.00	22.00
0.43	1.36	3.83	-4.64	3.62	3.62	0.24	0.24	6.52	-5.04	22.00	22.00
0.56	1.75	5.71	-7.27	3.62	4.58	0.24	0.31	7.08	-4.71	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 3.62 $2\phi 5/8$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 4.58 $2\phi 5/8 + 2\phi 1/2$ $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 $2\phi 5/8$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8\phi_{min} Lon = 10.16 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
User: <input type="checkbox"/> $\phi 3/8$ 1 @ 0.05, 13 @ .10											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos B

Materiales		
Concreto	210	Kg/cm ²
Acero	4200	Kg/cm ²

Sección	
b (m)	h (m)
0.30	0.50

$\beta = 0.85$
 $\rho_b = 0.02 \Rightarrow \rho_{max} = 0.75 \rho_b = 1.59 \%$
 $\rho_{bmin} = 0.24 \%$

Elemento **21**

Longitud **4.3 m.** $d = 49.78 \text{ cm.}$ Zona de Confinamiento = $2d = 87.56 \text{ cm.}$

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (+) cm ²	As inf. (-) cm ²	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu mín (-) Tn	s _□ #3 (+) cm	s _□ #3 (-) cm
0.05	0.20	4.28	-6.36	3.62	3.98	0.24	0.27	0.81	-5.06	22.00	22.00
0.27	1.18	3.33	-2.36	3.62	3.62	0.24	0.24	1.65	-3.64	22.00	22.00
0.50	2.15	1.53	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	2.56	-2.29	22.00	22.00
0.73	3.12	2.23	-1.77	3.62	3.62	0.24	0.24	3.97	-1.45	22.00	22.00
0.95	4.10	3.12	-6.21	3.62	3.89	0.24	0.26	5.38	-0.61	22.00	22.00
$\phi_{min} (+) = \text{Para As} = 3.62 \quad 2 \phi \ 5/8$ $\phi_{min} (-) = \text{Para As} = 3.98 \quad 2 \phi \ 5/8$ $\phi_{min} (-) = \text{Para As} = 3.62 \quad 2 \phi \ 5/8$								$S_{max} \left\{ \begin{array}{l} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} \text{ Lon} = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{array} \right.$ Usar: $\square \phi \ 3/8 \ 1 @ 0.05, 9 @ .10, R @ .20$			

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos B

Elemento 22

Longitud 4.3 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu mín (-) Tn	s□ #3 (+) cm	s□ #3 (-) cm
0.05	0.20	2.89	-5.46	3.62	3.62	0.24	0.24	0.19	-4.85	22.00	22.00
0.27	1.18	2.47	-1.79	3.62	3.62	0.24	0.24	1.03	-3.24	22.00	22.00
0.50	2.15	1.35	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	1.88	-1.83	22.00	22.00
0.73	3.12	1.93	-1.35	3.62	3.62	0.24	0.24	3.30	-0.99	22.00	22.00
0.95	4.10	2.34	-5.11	3.62	3.62	0.24	0.24	4.71	-0.15	22.00	22.00
$\phi_{min} (+) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
User: □ ϕ 3/8 1 @ 0.05, 9 @ 10, R @ 20											

Elemento 23

Longitud 4.3 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu mín (-) Tn	s□ #3 (+) cm	s□ #3 (-) cm
0.05	0.20	2.56	-5.30	3.62	3.62	0.24	0.24	0.01	-4.56	22.00	22.00
0.27	1.18	2.30	-1.69	3.62	3.62	0.24	0.24	0.85	-3.15	22.00	22.00
0.50	2.15	1.36	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	1.69	-1.73	22.00	22.00
0.73	3.12	1.85	-1.16	3.62	3.62	0.24	0.24	3.10	-0.88	22.00	22.00
0.95	4.10	2.12	-4.69	3.62	3.62	0.24	0.24	4.51	-0.04	22.00	22.00
$\phi_{min} (+) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
User: □ ϕ 3/8 1 @ 0.05, 9 @ 10, R @ 20											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos B

Elemento 24

Longitud 4.3 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.05	0.20	2.18	-5.09	3.62	3.62	0.24	0.24	0.00	-4.45	22.00	22.00
0.27	1.18	2.08	-1.57	3.62	3.62	0.24	0.24	0.66	-3.04	22.00	22.00
0.50	2.15	1.34	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	1.50	-1.62	22.00	22.00
0.73	3.12	1.72	-0.99	3.62	3.62	0.24	0.24	2.89	-0.75	22.00	22.00
0.95	4.10	1.86	-4.31	3.62	3.62	0.24	0.24	4.30	0.00	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 3.62 \quad 2 \phi \ 5/8$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 3.62 \quad 2 \phi \ 5/8$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 3.62 \quad 2 \phi \ 5/8$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} \text{ Lon} = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi \ 3/8 \ 1 @ 0.05, 9 @ .10, R @ .20$											

Elemento 25

Longitud 4.3 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.05	0.20	1.28	-2.94	3.62	3.62	0.24	0.24	0.00	-3.04	22.00	22.00
0.27	1.18	1.62	-0.74	3.62	3.62	0.24	0.24	0.21	-1.90	22.00	22.00
0.50	2.15	1.26	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	0.93	-0.80	22.00	22.00
0.73	3.12	0.97	-0.35	3.62	3.62	0.24	0.24	2.06	-0.11	22.00	22.00
0.95	4.10	0.59	-2.76	3.62	3.62	0.24	0.24	3.20	0.00	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) = \text{Para As} = 3.62 \quad 2 \phi \ 5/8$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 3.62 \quad 2 \phi \ 5/8$ $\phi_{min}(-) = \text{Para As} = 3.62 \quad 2 \phi \ 5/8$								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} \text{ Lon} = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi \ 3/8 \ 1 @ 0.05, 9 @ .10, R @ .20$											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos B

Elemento 26

Longitud 4.5 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu mín (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.04	0.19	2.35	-5.58	3.62	3.62	0.24	0.24	0.00	-4.71	22.00	22.00
0.27	1.17	2.04	-1.62	3.62	3.62	0.24	0.24	0.85	-3.22	22.00	22.00
0.50	2.15	1.27	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	1.74	-1.74	22.00	22.00
0.73	3.13	2.04	-1.62	3.62	3.62	0.24	0.24	3.22	-0.85	22.00	22.00
0.96	4.11	2.35	-5.58	3.62	3.62	0.24	0.24	4.71	0.00	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8								Smax { 0.25d = 10.94 cm. 8 ϕ_{min} Lon = 12.72 cm. s _{max} = 30.00 cm.			
Usar: \square ϕ 3/8 1 @ 0.05, 9 @ .10, R @ .20											

Elemento 27

Longitud 4.5 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu mín (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.04	0.19	2.01	-5.16	3.62	3.62	0.24	0.24	0.00	-4.53	22.00	22.00
0.27	1.17	1.90	-1.41	3.62	3.62	0.24	0.24	0.67	-3.04	22.00	22.00
0.50	2.15	1.33	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	1.55	-1.55	22.00	22.00
0.73	3.13	1.90	-1.41	3.62	3.62	0.24	0.24	3.04	-0.67	22.00	22.00
0.96	4.11	2.01	-5.17	3.62	3.62	0.24	0.24	4.53	0.00	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8								Smax { 0.25d = 10.94 cm. 8 ϕ_{min} Lon = 12.72 cm. s _{max} = 30.00 cm.			
Usar: \square ϕ 3/8 1 @ 0.05, 9 @ .10, R @ .20											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos B

Elemento 28

Longitud 4.5 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu mín (-) Tn	s□ #3 (+) cm	s□ #3 (-) cm
0.04	0.19	1.81	-4.95	3.62	3.62	0.24	0.24	0.00	-4.43	22.00	22.00
0.27	1.17	1.81	-1.30	3.62	3.62	0.24	0.24	0.57	-2.94	22.00	22.00
0.50	2.15	1.34	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	1.45	-1.45	22.00	22.00
0.73	3.13	1.81	-1.30	3.62	3.62	0.24	0.24	2.94	-0.57	22.00	22.00
0.96	4.11	1.80	-4.94	3.62	3.62	0.24	0.24	4.43	0.00	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ S_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: □ ϕ 3/8 1 @ 0.05, 9 @ .10, R @ .20											

Elemento 29

Longitud 4.5 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu mín (-) Tn	s□ #3 (+) cm	s□ #3 (-) cm
0.04	0.19	1.59	-4.69	3.62	3.62	0.24	0.24	0.00	-4.31	22.00	22.00
0.27	1.17	1.72	-1.17	3.62	3.62	0.24	0.24	0.45	-2.82	22.00	22.00
0.50	2.15	1.37	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	1.34	-1.34	22.00	22.00
0.73	3.13	1.70	-1.16	3.62	3.62	0.24	0.24	2.82	-0.45	22.00	22.00
0.96	4.11	1.57	-4.68	3.62	3.62	0.24	0.24	4.31	0.00	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ S_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: □ ϕ 3/8 1 @ 0.05, 9 @ .10, R @ .20											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos B

Elemento 30

Longitud 4.5 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.04	0.19	0.55	-3.03	3.62	3.62	0.24	0.24	0.00	-3.10	22.00	22.00
0.27	1.17	1.03	-0.57	3.62	3.62	0.24	0.24	0.00	-1.91	22.00	22.00
0.50	2.15	1.11	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	0.72	-0.72	22.00	22.00
0.73	3.13	1.02	-0.57	3.62	3.62	0.24	0.24	1.91	0.00	22.00	22.00
0.96	4.11	0.54	-3.02	3.62	3.62	0.24	0.24	3.10	0.00	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ S_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$ Usar: $\square \phi$ 3/8 1 @ 0.05, 9@.10, R@.20			

Elemento 31

Longitud 4.3 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.05	0.20	3.12	-6.22	3.62	3.89	0.24	0.26	0.61	-5.39	22.00	22.00
0.27	1.18	2.23	-1.77	3.62	3.62	0.24	0.24	1.45	-3.97	22.00	22.00
0.50	2.15	1.53	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	2.30	-2.56	22.00	22.00
0.73	3.12	3.33	-2.36	3.62	3.62	0.24	0.24	3.64	-1.65	22.00	22.00
0.95	4.10	4.29	-6.36	3.62	3.99	0.24	0.27	5.06	-0.81	22.00	22.00
$\phi_{min}(+) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.99 2 ϕ 5/8 $\phi_{min}(-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ S_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$ Usar: $\square \phi$ 3/8 1 @ 0.05, 9@.10, R@.20			

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos B

Elemento 32

Longitud 4.3 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.05	0.20	2.39	-5.15	3.62	3.62	0.24	0.24	0.18	-4.74	22.00	22.00
0.27	1.18	1.95	-1.37	3.62	3.62	0.24	0.24	1.02	-3.33	22.00	22.00
0.50	2.15	1.35	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	1.88	-1.91	22.00	22.00
0.73	3.12	2.51	-1.83	3.62	3.62	0.24	0.24	3.27	-1.06	22.00	22.00
0.95	4.10	2.96	-5.53	3.62	3.62	0.24	0.24	4.68	-0.21	22.00	22.00
$\phi_{min} (+) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} L_{on} = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi$ 3/8 1 @ 0.05, 9 @ .10, R @ .20											

Elemento 33

Longitud 4.3 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu min (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu min (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.05	0.20	2.13	-4.70	3.62	3.62	0.24	0.24	0.04	-4.51	22.00	22.00
0.27	1.18	1.85	-1.16	3.62	3.62	0.24	0.24	0.89	-3.10	22.00	22.00
0.50	2.15	1.36	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	1.74	-1.70	22.00	22.00
0.73	3.12	2.30	-1.70	3.62	3.62	0.24	0.24	3.15	-0.85	22.00	22.00
0.95	4.10	2.57	-5.31	3.62	3.62	0.24	0.24	4.57	-0.01	22.00	22.00
$\phi_{min} (+) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} L_{on} = 12.72 \text{ cm.} \\ s_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi$ 3/8 1 @ 0.05, 9 @ .10, R @ .20											

Diseño de Vigas Simplemente Reforzadas

Pórticos B

Elemento 34

Longitud 4.3 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 87.56 cm.

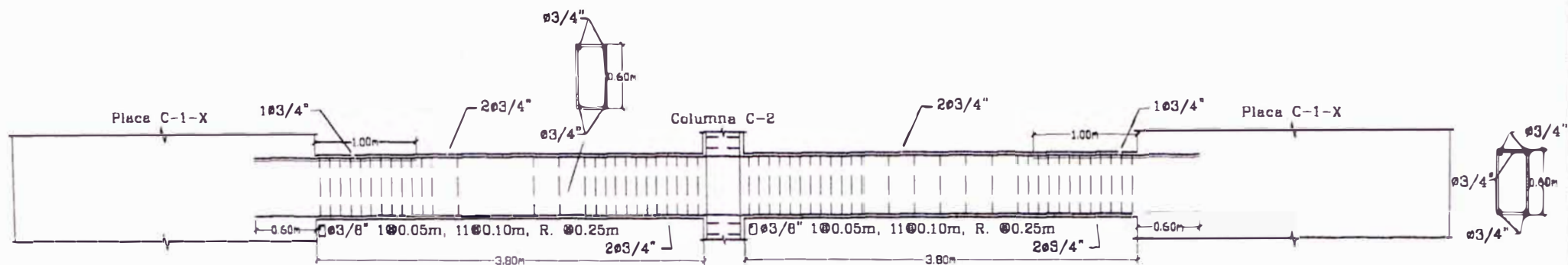
DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu mín (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.05	0.20	1.78	-4.23	3.62	3.62	0.24	0.24	0.00	-4.25	22.00	22.00
0.27	1.18	1.70	-0.96	3.62	3.62	0.24	0.24	0.70	-2.84	22.00	22.00
0.50	2.15	1.34	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	1.57	-1.45	22.00	22.00
0.73	3.12	2.00	-1.49	3.62	3.62	0.24	0.24	2.98	-0.61	22.00	22.00
0.95	4.10	2.05	-4.96	3.62	3.62	0.24	0.24	4.40	0.00	22.00	22.00
$\phi_{min} (+) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ S_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi$ 3/8 1 @ 0.05, 9 @ 10, R @ 20											

Elemento 35

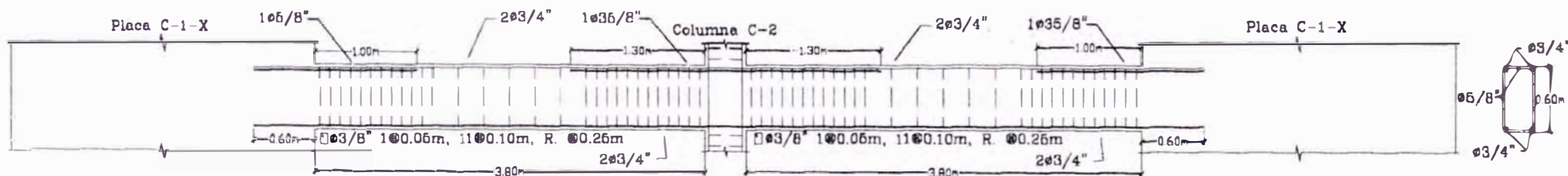
Longitud 4.3 m. d= 43.78 cm. Zona de Confinamiento = 87.56 cm.

DISEÑO POR FLEXION								DISEÑO POR CORTE			
Factor de Distancia SAP 2000	Distancia (X) m	Mu max (+) Tn-m	Mu mín (-) Tn-m	As sup. (+) cm2	As inf. (-) cm2	ρ (+) %	ρ (-) %	Vu max (+) Tn	Vu mín (-) Tn	s \square #3 (+) cm	s \square #3 (-) cm
0.05	0.20	0.50	-2.67	3.62	3.62	0.24	0.24	0.00	-3.13	22.00	22.00
0.27	1.18	0.94	-0.32	3.62	3.62	0.24	0.24	0.04	-1.99	22.00	22.00
0.50	2.15	1.26	0.00	3.62	3.62	0.24	0.24	0.73	-0.86	22.00	22.00
0.73	3.12	1.51	-0.63	3.62	3.62	0.24	0.24	1.83	-0.14	22.00	22.00
0.95	4.10	1.10	-2.76	3.62	3.62	0.24	0.24	2.97	0.00	22.00	22.00
$\phi_{min} (+) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8 $\phi_{min} (-) =$ Para As = 3.62 2 ϕ 5/8								$S_{max} \begin{cases} 0.25d = 10.94 \text{ cm.} \\ 8 \phi_{min} Lon = 12.72 \text{ cm.} \\ S_{max} = 30.00 \text{ cm.} \end{cases}$			
Usar: $\square \phi$ 3/8 1 @ 0.05, 9 @ 10, R @ 20											

DETALLES DE VIGAS

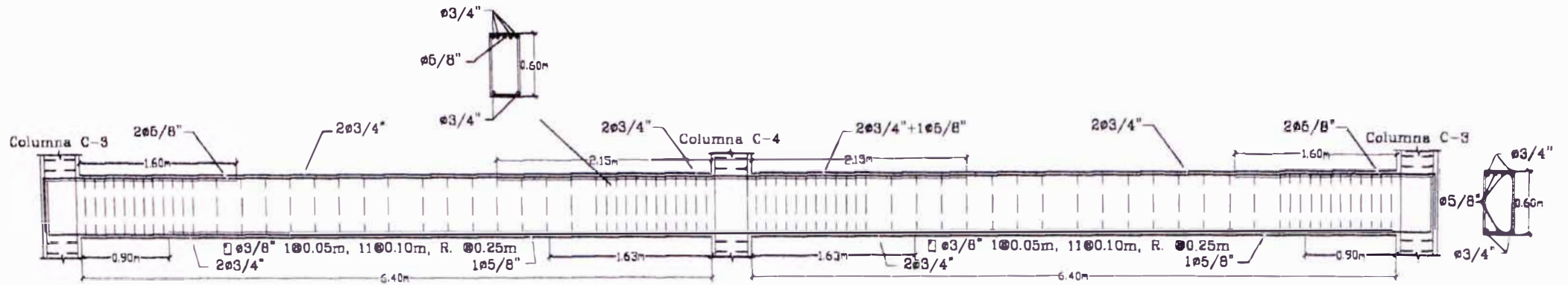


V-101 2 (0.30m x 0.60m) / V-101 3 (0.30m x 0.60m) / V-101 4 (0.30m x 0.60m)
 V-104 2 (0.30m x 0.60m) / V-104 3 (0.30m x 0.60m) / V-104 4 (0.30m x 0.60m)

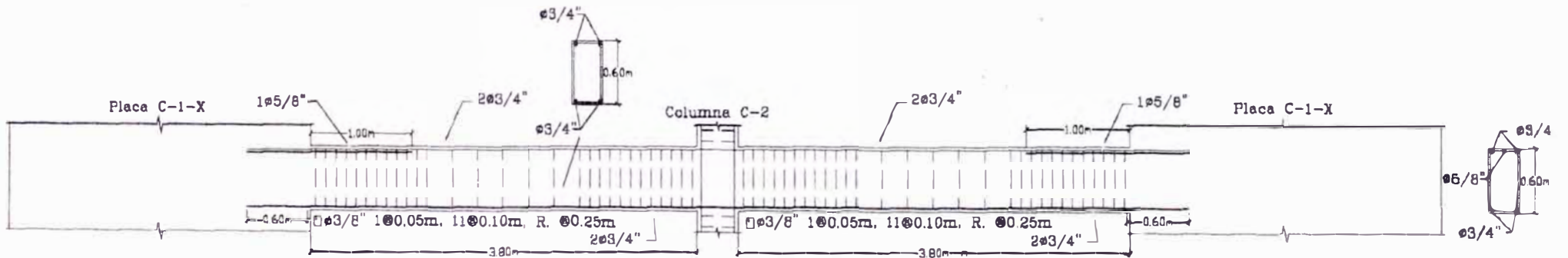


V-101 1 (0.30m x 0.60m)
 V-104 1 (0.30m x 0.60m)

DETALLES DE VIGAS

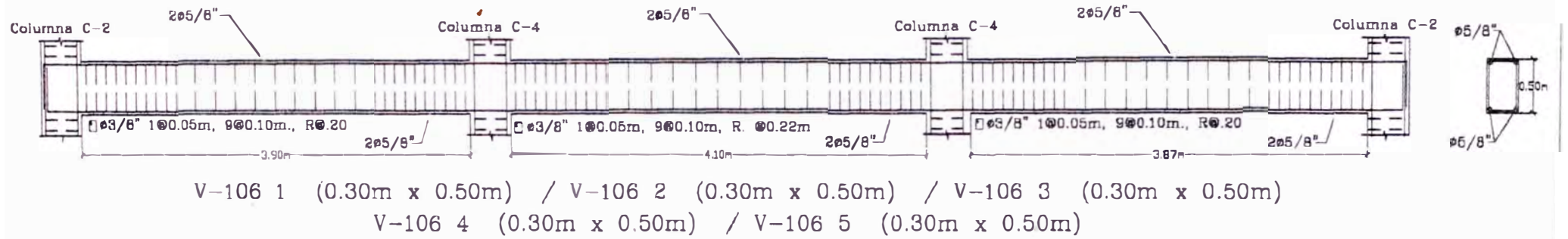


V-102 1 (0.30m x 0.60m) / V-102 2 (0.30m x 0.60m) / V-102 3 (0.30m x 0.60m) / V-102 4 (0.30m x 0.60m)
 V-103 1 (0.30m x 0.60m) / V-103 2 (0.30m x 0.60m) / V-103 3 (0.30m x 0.60m) / V-103 4 (0.30m x 0.60m)

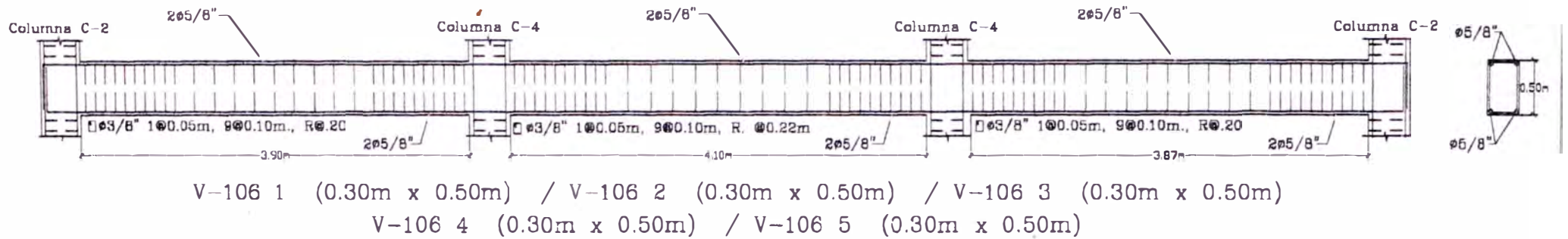


V-101 5 (0.30m x 0.60m)
 V-104 5 (0.30m x 0.60m)

DETALLES DE VIGAS



DETALLES DE VIGAS



4.2.- Diseño de Columnas

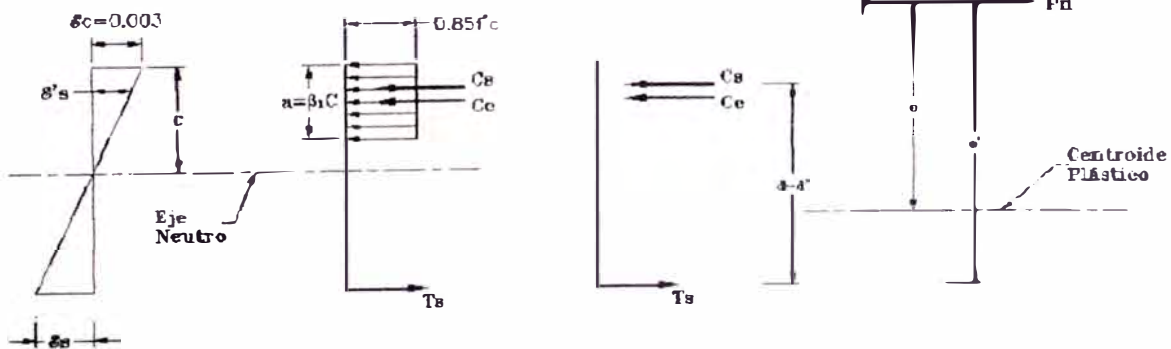
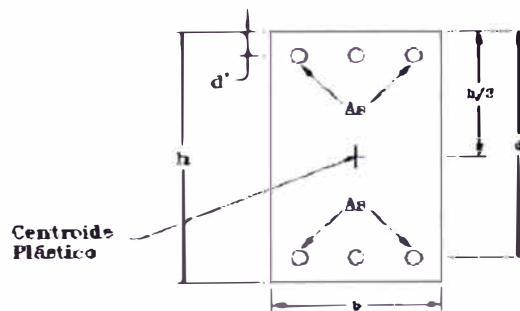
Estos son elementos sometidos a flexocompresión, en su mayoría verticales. Los tipos de columnas que comúnmente son las siguientes:

- Columnas Rectangulares o Cuadradas con refuerzo longitudinal de varillas y estribos laterales.
- Columnas Circulares con refuerzo longitudinal y refuerzo en espiral o con estribos.
- Columnas Compuestas en las que contiene perfiles estructurales en el concreto. Los perfiles estructurales se pueden colocar dentro de la jaula del refuerzo.

Para nuestro diseño usaremos columnas rectangulares con estribos.

Para el diseño de columnas el procedimiento es similar al de diseño de vigas, con la diferencia que este se parte de forma inversa, es decir una vez definida la sección, se distribuye un área de acero sobre esta, para luego hacer el cálculo respectivo de su resistencia tanto a compresión como a flexión. Así sucesivamente se va asumiendo áreas de acero, hasta poder satisfacer las cargas de servicio. Una vez obtenida el área de acero óptimo, se cheque si este cumple los requisitos de cuantías ($1\% \leq \rho \leq 6\%$). Si esta condición no se cumpliera; entonces se deberá modificar el área de acero o variar las dimensiones de la sección, según sea el caso.

En columnas no es posible controlar las tipos de falla, ya que su falla esta dada por dos tipos de cargas (Compresión y flexión), dependiendo la intensidad de uno u otro en determinado momento se producirá la falla, para saber que tantas combinaciones de estas cargas resistirá la columna se realiza un diagrama de Interacción.



Deformaciones

$$\epsilon_s = \frac{d - c}{c}$$

$$\epsilon'_s = \frac{c - d'}{c}$$

Esfuerzos

$$f_s = E_s * \epsilon_s \leq f_y$$

$$f'_s = E_s * \epsilon'_s \leq f_y$$

Fuerzas Internas

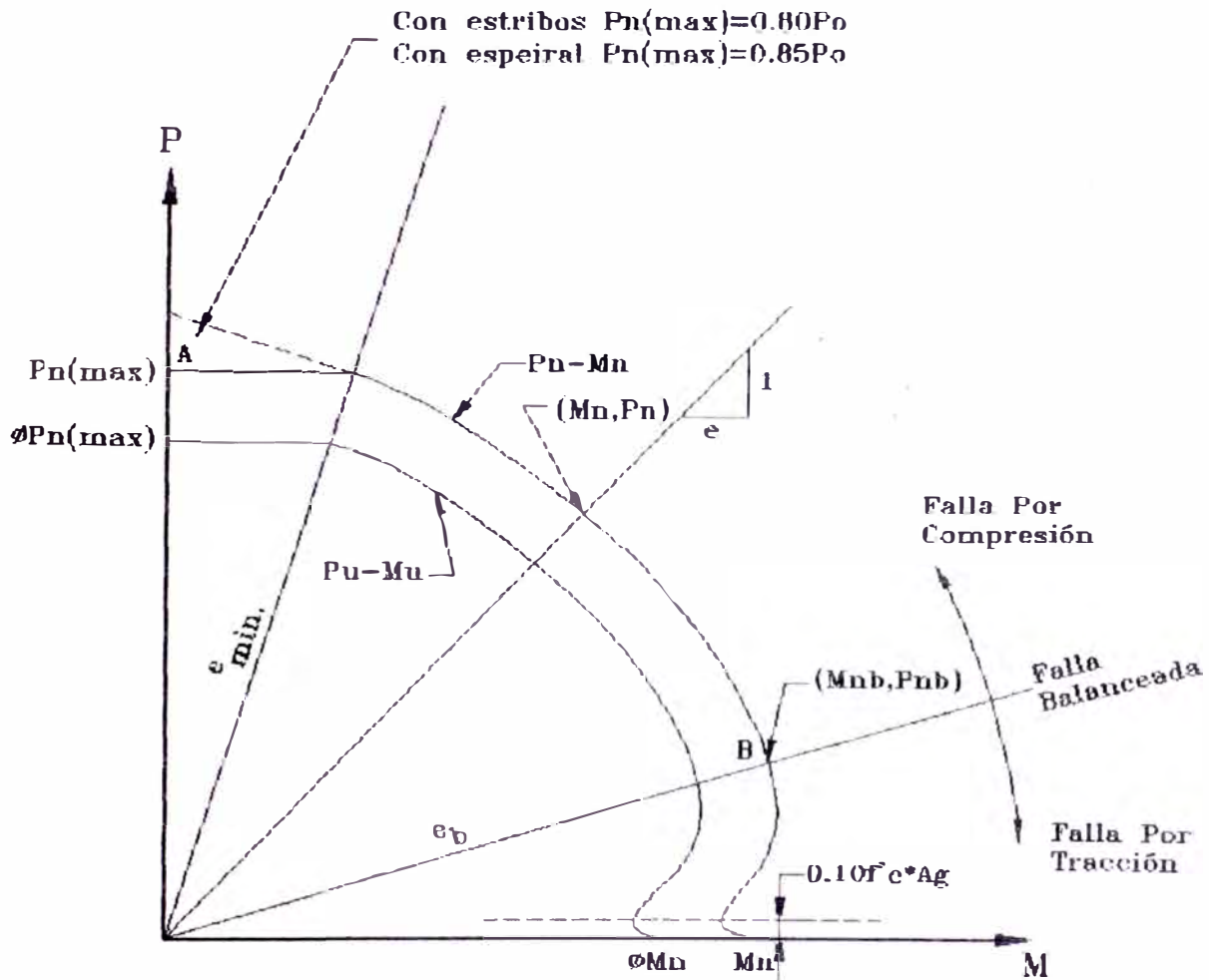
$$C_c = 0.85f'_c * h * a$$

$$C_c = A_s' * f_s'$$

$$T_s = A_s * f_s$$

- c = Distancia del eje neutro
- e = Excentricidad de la carga al centroide plástico
- e' = Excentricidad de la carga al acero en tensión
- d' = Recubrimiento efectivo del acero de compresión

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN



El procedimiento general para el diseño de columnas no esbeltas es el siguiente:

- Calcule la carga axial externa factorizada P_u y el momento factorizado M_u . Obtenga la excentricidad $e = M_u/P_u$
- Suponga la sección transversal y el tipo de refuerzo vertical que se usará. Al seleccionar los tamaños de las columnas, se deben evitar dimensiones fraccionales.
- Suponga una relación de refuerzo ρ entre 1 y 6% y obtenga el área del refuerzo.
- Calcule P_{nb} para la sección supuesta y determine el tipo de falla, sea por la fluencia inicial del acero o por el aplastamiento inicial del concreto.
- Revise si la sección supuesta es adecuada. Si la sección no puede soportar a la carga factorizada o si es demasiado grande y por lo tanto no es económica, modifique la sección transversal y/o el refuerzo y repita los dos últimos pasos.
- Diseñe el refuerzo lateral.

4.3.- Diseño Por Cortante

El diseño de las secciones transversales de los elementos sujetos a fuerza cortante deberá basarse según lo indicado en la Norma Peruana en la siguiente expresión:

$$V_u \leq \Phi V_n$$

Donde V_u es la resistencia requerida por corte en la sección analizada y V_n es la resistencia nominal. La resistencia nominal V_n estará conformada por la contribución del concreto V_c y por la contribución del acero V_s de tal forma que:

$$V_n = V_c + V_s$$

La fuerza de corte V_u se puede tomar a una distancia "d" del apoyo. A continuación se darán algunas expresiones que permitirán determinar la resistencia la corte tanto del concreto como del acero, según sea el caso.

a) Resistencia del concreto para elementos sujetos únicamente a corte y flexión:

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

Una expresión más exacta sería la siguiente:

$$V_c = \left(0.5 \sqrt{f'_c} + 176 * b_w \frac{V_u * d}{M_u} \right) * b_w * d \leq 0.9 * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

Donde M_u es el momento actuante simultáneamente con V_u en la sección considerada. El cociente $(V_u * d / M_u)$ no debe considerarse mayor a 1 en el cálculo de V_c .

b) Resistencia del concreto para miembro sujetos adicionalmente a compresiones axiales:

$$V_c = 0.5 \sqrt{f'_c} * b_w * d * \left(1 + 0.0071 \frac{N_u}{A_g} \right)$$

Donde N_u se expresa en Kg y A_g en cm^2 .

Siendo una expresión más detallada la siguiente:

$$V_c = \left(0.5 \sqrt{f'_c} + 176 * b_w \frac{V_u * d}{M_m} \right) * b_w * d$$

Donde: $M_m = M_u - N_u * (4h - d) / 8$

Y donde el cociente $(V_u * d / M_m)$ no está limitado a un valor menor o igual a 1; sin embargo, V_c no deberá tomarse mayor que:

$$V_c = 0.9 \sqrt{f'_c} * b_w * d * \sqrt{1 + 0.028 \frac{N_u}{A_g}}$$

Donde N_u / A_g está expresado en Kg/cm^2

c) Para miembros sujetos a tracción axial significativa, el aporte del concreto debe considerarse nulo ($V_c = 0$)

d) Resistencia del acero:

Debido a que el concreto toma cierta cantidad de cortante, el restante será asumida por el acero transversal.

$$V_s = V_u / \Phi - V_c$$

La resistencia del acero también dependerá de la condición en que este se encuentre colocado, pudiendo ser los siguientes:

Cuando se utilice estribos perpendiculares al eje neutro:

$$V_s = A_v * f_y * d$$

Donde A_v es el área del refuerzo por cortante, dentro de una distancia "s", proporcionada por la suma de las áreas del, o de los estribos ubicados en el alma.

Cuando se utilice refuerzo por corte consiste en una barra individual o en un solo grupo de barras paralelas, todas dobladas a la misma distancias del apoyo:

$$V_s = A_v * f_y * \text{Sen} \alpha$$

$$V_s \leq 0.8 f'_c * h_w * d$$

Cuando el refuerzo por corte consista en una serie de barras paralelas dobladas o grupos de barras paralelas dobladas a diferentes distancias del apoyo:

$$V_s = \frac{A_v * f_y * (\text{Sen} \alpha + \text{Cosa}) * d}{s}$$

La resistencia la cortantes proporcionada por cualquiera de estos tipos de refuerzos transversal (V_s) no deberá ser mayor que:

$$V_s \leq 2.1 \sqrt{f'_c} * h_w * d$$

El espaciamiento máximo del refuerzo por corte será de $(0.5d)$ ó 60 cm. , el que sea menor, debiéndose reducir a la mitad si:

$$V_s \geq 1.1 \sqrt{f'_c} * h_w * d$$

además deberá cumplirse por tratarse de zona sísmica:

Los estribos serán cerrados de un diámetro mínimo de $3/8''$

La zona de confinamiento será de $2d$, medida desde la cara del nudo hacia el centro de la luz. Lo estribos se colocarán en esta zona con un espaciamiento S_o que no exceda del menor de los siguientes valores:

- $0.25d$
- Ocho Veces el diámetro de la barra longitudinal de menor diámetro
- 30 cm.
- El primer estribo deberá ubicarse a la mitad del espaciamiento S_o ó 5 cm. (El menor)

Cuando V_u exceda de $(0.5 \phi V_c)$ se proporcionará un área mínima de refuerzo por corte igual a:

$$A_v = 3.5 \frac{h_w * s}{f_y}$$

Se excluyen de este requisito los siguientes elementos estructurales:

- Losas y Zapatas.
- Losas Nervadas y/o aligerados
- Vigas con peralte que no exceda 25 cm. , dos y media veces el espesor del ala, o la mitad del ancho del alma, eligiéndose el valor mayor.

Diseño de Columnas

Pórticos 1 y 4

Diseño por Flexocompresión

Para este pórtico tenemos como elementos tipo columna a los elementos 6, 7, 8, 9 y 10 (de acuerdo a nuestro esquema).

Para el diseño de columnas nos ayudaremos del programa de cómputo PCACOL.

Las características de nuestras columnas son similares y corresponden a las siguientes:

Materiales	
$f_c=21$	MPa
$E_c=22991$	MPa
$f_y=414$	MPa
$E_s=200000$	MPa

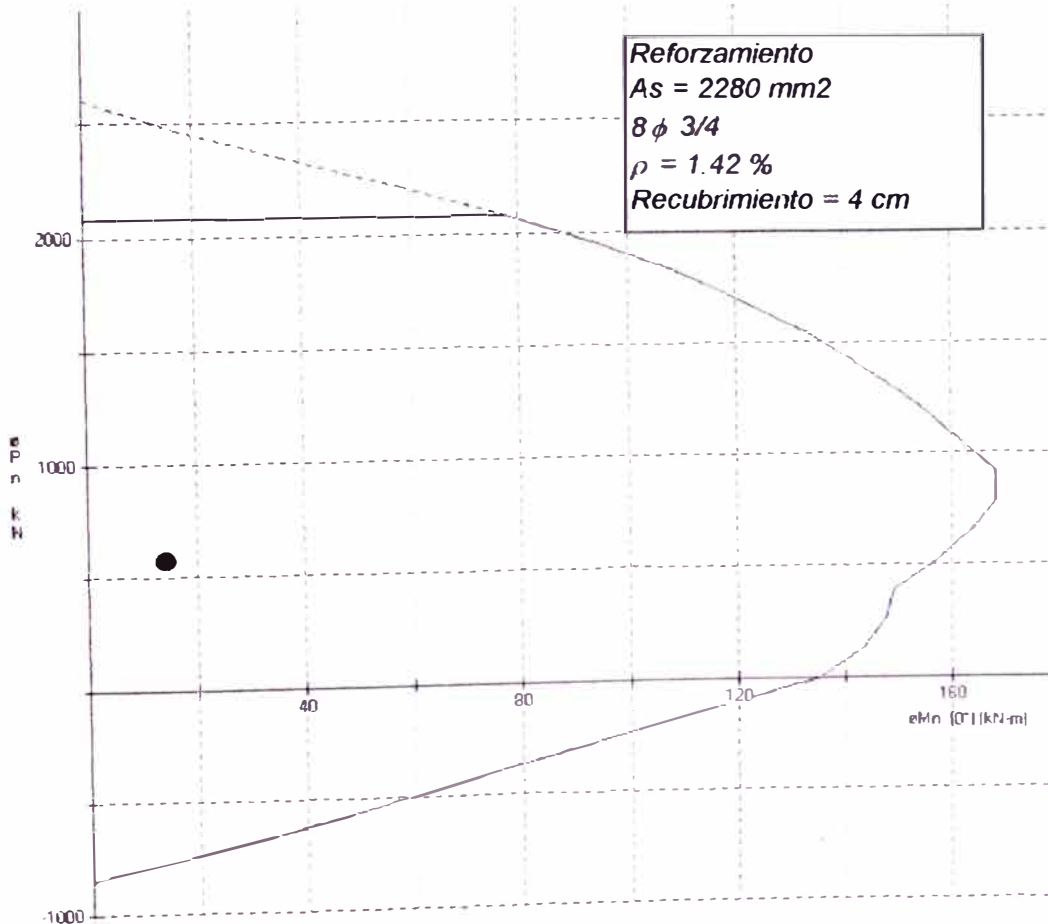
Geometría	
$b=400$	mm
$t=400$	mm
$I_x=2133333376$	mm ⁴
$I_y=2133333376$	mm ⁴

ELEMENTO 6

De nuestro reporte tenemos:

$$P_u \text{ (Kn)} = 570.72$$
$$M_u \text{ (Kn-m)} = 13.52$$

Procesando estos datos en el programa anteriormente mencionados se tiene el siguiente diagrama de interacción



Como se podrá observar el diseño es por cuantía mínima. Usando este mismo diagrama para los demás elementos podemos concluir que en estos pórticos se usarán el mismo diseño para todas las columnas.

por Corte

Debido a que la mayoría de los esfuerzos de corte los absorbe las placas, las columnas presentan poca influencia de estos esfuerzos. Por tanto se procederá a diseñar para el máximo valor obtenido, en este caso para el elemento 7 al cual le corresponde 12.24 Tn.

$$\begin{aligned} \text{entonces de tiene } Vu &= 12.24 \text{ Tn.} \\ f'c &= 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ fy &= 4200 \text{ Kg/cm}^2 \\ b &= 40 \text{ cm} \\ t &= 40 \text{ cm} \\ d &= 34.10 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$Vc = 0.53 \sqrt{f'c} * b_w * d = 10.47 \text{ Tn}$$

$$Vs = Vu / 0.85 - Vc = 3.93 \text{ Tn}$$

$$Vs = \frac{Av * fy * d}{s} \implies s = 51.80 \text{ cm.}$$

En la zona de confinamiento
s debe ser menor que:

$$\text{Zona de confina.} = 2 * d = 68.19$$
$$\left\{ \begin{array}{l} 0.25 * d = 8.52375 \text{ cm} \\ 8 * \phi 3/4 = 15.24 \text{ cm} \\ < 30 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$\text{Fuera de la zona de confina. } s < 0.5d = 17.05$$

Por lo tanto Usar $\square \phi 3/8$ 1 a .05, 8 @ .08, R @ .17

Diseño de Columnas

Pórticos 2 y 3

Diseño por Flexocompresión

Para este pórtico tenemos como elementos tipo columna a los elementos 1, 2, 3, ..., 14 y 15 (de acuerdo a nuestro esquema).

Las características de nuestras columnas son similares en toda la estructura y corresponden a las siguientes:

Materiales	
$f_c=21$	MPa
$E_c=22991$	MPa
$f_y=414$	MPa
$E_s=200000$	MPa

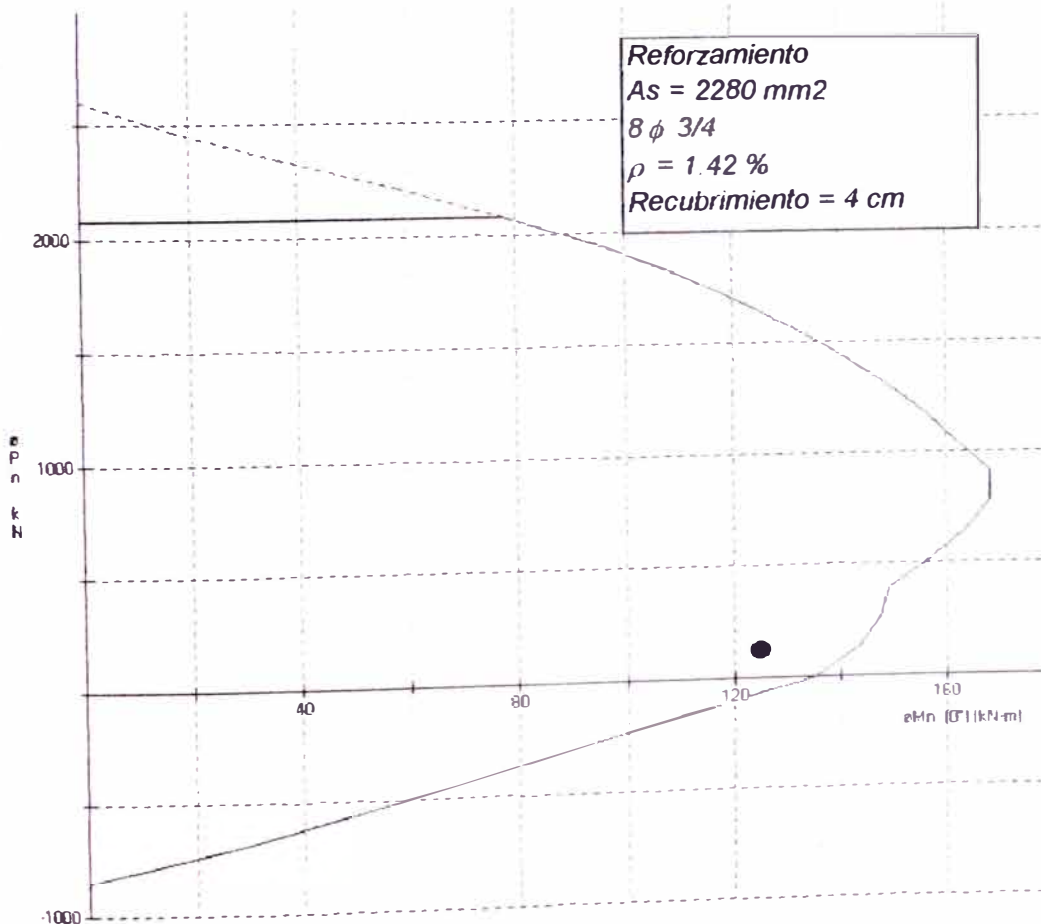
Geometría	
$b=400$	mm
$t=400$	mm
$I_x=2133333376$	mm ⁴
$I_y=2133333376$	mm ⁴

ELEMENTO 15

De nuestro reporte tenemos:

$$P_u \text{ (Kn)} = 148.38$$
$$M_u \text{ (Kn-m)} = 125.21$$

procesando estos datos en el programa anteriormente mencionados se tiene el siguiente diagrama de interacción



se podrá observar el diseño es por cuantía mínima. A lo igual que para los pórticos 1 y 4, podemos usar diseño para todas las columnas, ya que si superponemos todos los resultados de nuestro análisis sobre cumpliendo. Por tanto este diseño se tomará para todas las columnas.

Diseño por Corte

A lo igual que en el caso anterior diseñaremos para el esfuerzo cortante máximo, siendo este 8.33 Tn, el cual corresponde al elemento 9.

$$\begin{aligned} \text{entonces de tiene } Vu &= 8.33 \text{ Tn.} \\ f'c &= 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ fy &= 4200 \text{ Kg/cm}^2 \\ b &= 40 \text{ cm} \\ t &= 40 \text{ cm} \\ d &= 34.10 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$Vc = 0.53 \sqrt{f'c} * b_w * d = 10.47 \text{ Tn}$$

$$Vs = Vu / 0.85 - Vc = -0.67 \text{ Tn} \quad \Rightarrow \text{Usaremos refuerzo mínimo}$$

$$\begin{aligned} \text{En la zona de confinamiento} & \\ \text{s debe se menor que:} & \\ \text{Zona de confina.} = 2*d = 68.19 & \left\{ \begin{array}{l} 0.25*d = 8.52375 \text{ cm} \\ 8*\phi 3/4 = 15.24 \text{ cm} \\ < 30 \text{ cm} \end{array} \right. \end{aligned}$$

$$\text{Fuera de la zona de confina. } s < 0.5d = 17.05$$

lo tanto Usar $\square \phi 3/8$ 1 a .05, 8 @ .08, R @ .17

Diseño de Columnas

Pórticos A y C

seño por Flexocompresión

este pórtico tenemos como elementos tipo columna a los elementos 6, 7, 8, ..., 14 y 15 (de acuerdo a nuestro).

características de nuestras columnas son similares en toda la estructura y corresponden a las siguientes:

Materiales
MPa
1 MPa
MPa
MPa

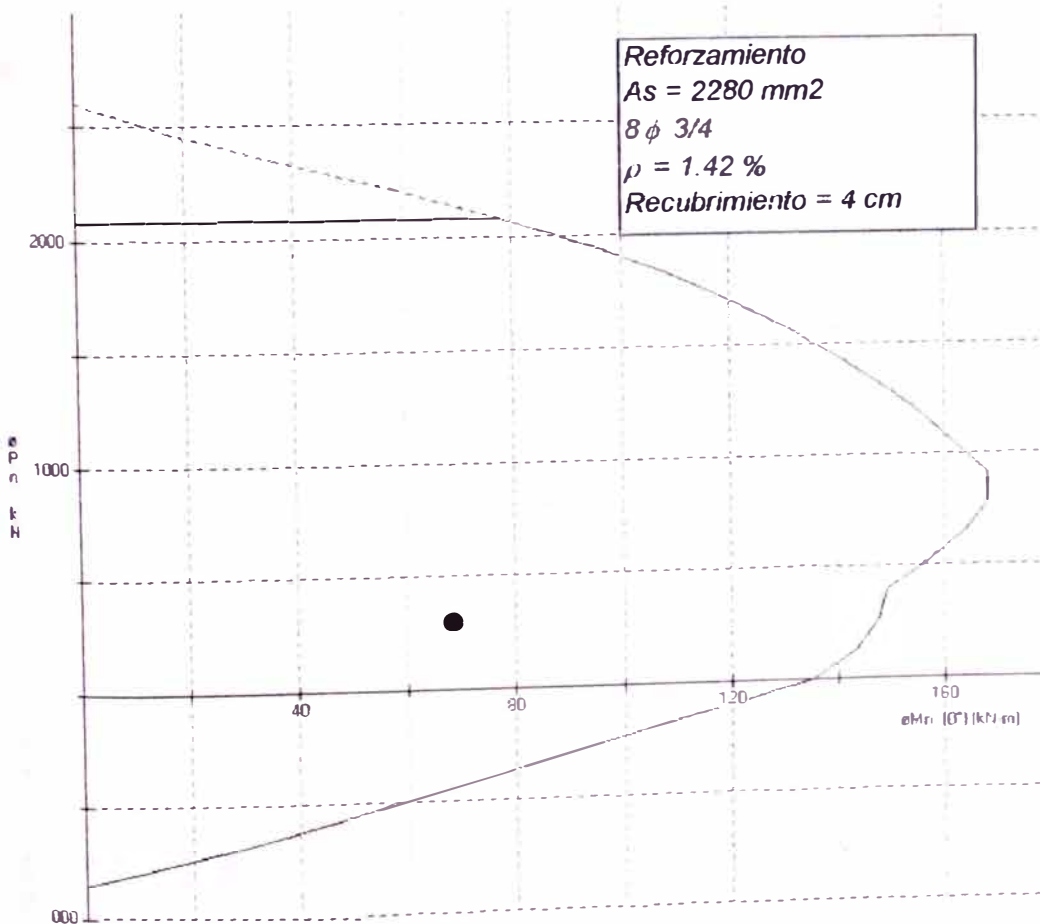
Geometria	
b=400	mm
t=400	mm
I _x =2133333376	mm ⁴
I _y =2133333376	mm ⁴

O 8

nuestro reporte tenemos:

(Kn) = 279.36
(Kn-m) = 67.35

ando estos datos en el programa anteriormente mencionados se tiene el siguiente diagrama de interacción



podrá observar el diseño también es por cuantía mínima. A lo igual que para los pórticos anteriores este diseño se tomará para todas las columnas.

por Corte

que en el caso anterior diseñaremos para el esfuerzo cortante máximo, siendo este 4.96 Tn, el cual debe al elemento 8.

$$\begin{aligned} \text{se tiene } Vu &= 4.96 \text{ Tn.} \\ f_c &= 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ Kg/cm}^2 \\ b &= 40 \text{ cm} \\ t &= 40 \text{ cm} \\ d &= 34.10 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$c = 0.53 \sqrt{f'_c} * b_w * d = 10.47 \text{ Tn}$$

$$= Vu / 0.85 - V_c = -4.64 \text{ Tn} \quad \Rightarrow \text{Usaremos refuerzo mínimo}$$

$$\begin{aligned} \text{En la zona de confinamiento} & \\ \text{se debe ser menor que:} & \\ \text{de confina. } = 2*d = 68.19 & \left\{ \begin{array}{l} 0.25*d = 8.52375 \text{ cm} \\ 8*\phi 3/4 = 15.24 \text{ cm} \\ < 30 \text{ cm} \end{array} \right. \end{aligned}$$

$$\text{de la zona de confina. } s < 0.5d = 17.05$$

tanto Usar $\square \phi 3/8$ 1 a .05, 8 @ .08, R @ .17

Diseño de Columnas

Pórticos B

o por Flexocompresión

este pórtico tenemos como elementos tipo columna a los elementos 1, 2, 3, ..., 19 y 20 (de acuerdo a nuestro).

Las características de nuestras columnas son similares en toda la estructura y corresponden a las siguientes:

Materiales	
$f_c=21$	MPa
$E_c=22991$	MPa
$f_y=414$	MPa
$E_s=200000$	MPa

Geometria	
$b=400$	mm
$t=400$	mm
$I_x=2133333376$	mm ⁴
$I_y=2133333376$	mm ⁴

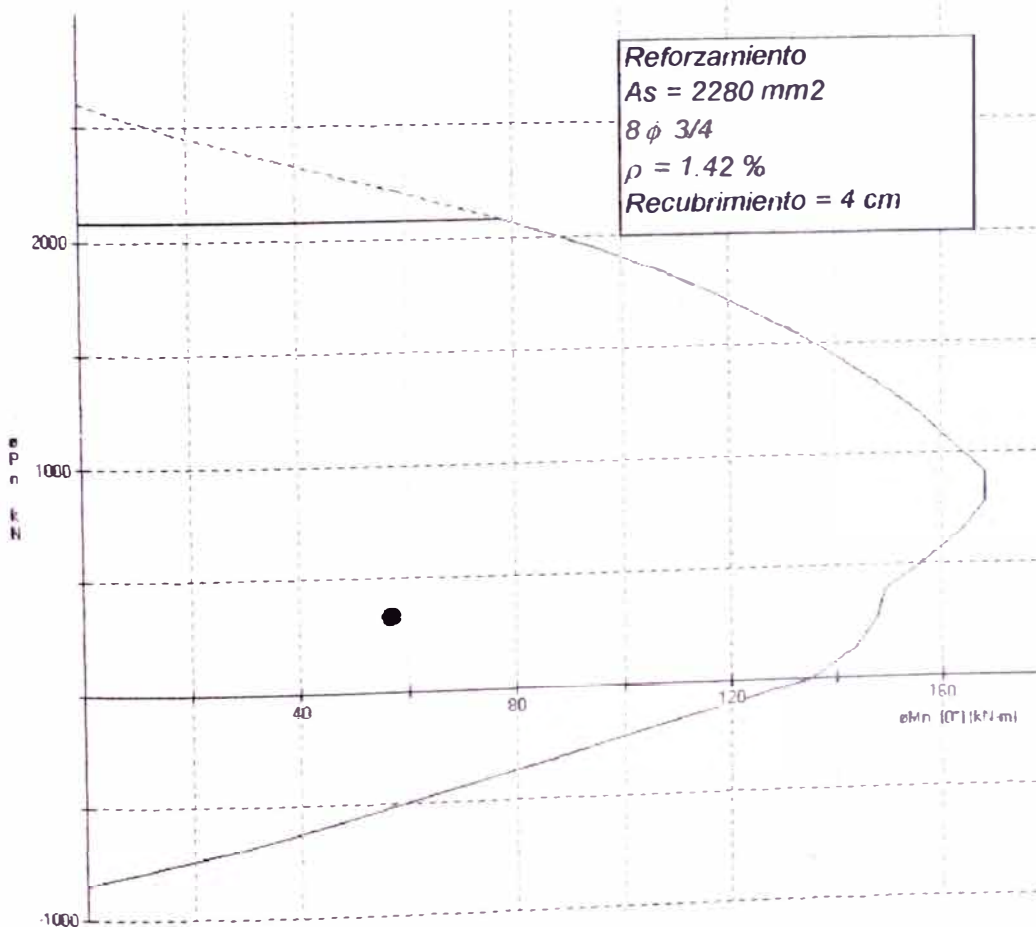
ELEMENTO 6

De nuestro reporte tenemos:

$$P_u \text{ (Kn)} = 382.34$$

$$M_u \text{ (Kn-m)} = 58.81$$

procesando estos datos en el programa anteriormente mencionados se tiene el siguiente diagrama de interacción



se podrá observar el diseño también es por cuantía mínima. A lo igual que para los pórticos anteriores este diseño se tomará para todas las columnas.

por Corte

lo igual que en el caso anterior diseñaremos para el esfuerzo cortante máximo, siendo este 3.24 Tn, el cual sponde al elemento 6.

$$\begin{aligned} \text{s de tiene } Vu &= 3.24 \text{ Tn.} \\ f_c &= 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ Kg/cm}^2 \\ b &= 40 \text{ cm} \\ t &= 40 \text{ cm} \\ d &= 34.10 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} * b_w * d = 10.47 \text{ Tn}$$

$$V_s = Vu / 0.85 - V_c = -6.66 \text{ Tn} \quad \Rightarrow \text{Usaremos refuerzo mínimo}$$

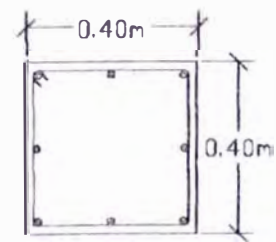
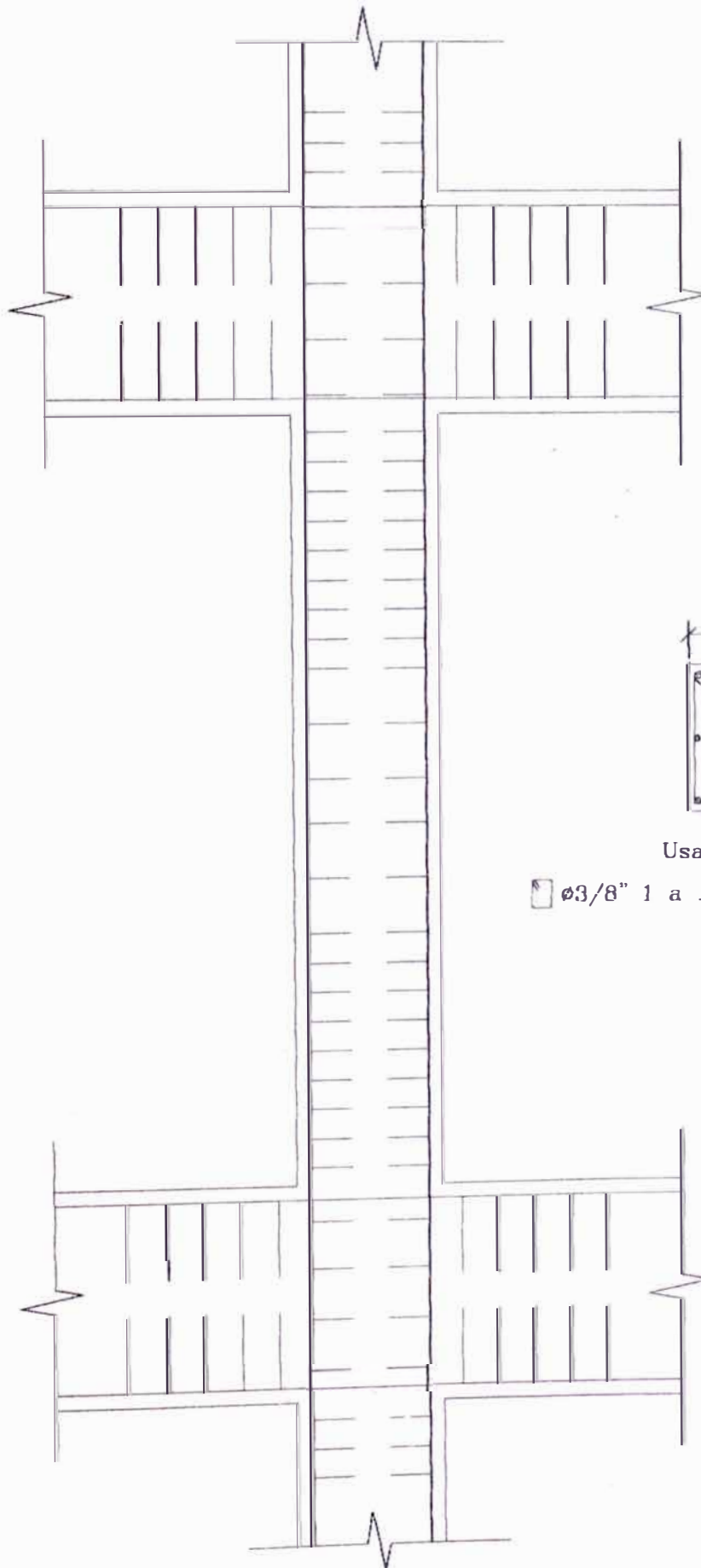
$$\begin{aligned} \text{En la zona de confinamiento} \\ \text{s debe se menor que:} \\ \text{ona de confina.} = 2*d = 68.19 \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} 0.25*d = 8.52375 \text{ cm} \\ 8*\phi 3/4 = 15.24 \text{ cm} \\ < 30 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$\text{Fuera de la zona de confina. } s < 0.5d = 17.05$$

$$\text{lo tanto Usar } \square \phi 3/8 \text{ 1 a .05, 8 @ .08, R @ .17}$$

DETALLES DE COLUMNAS

(Columnas C2 , C3 y C4)



Usar : 8 $\phi 3/4"$

$\phi 3/8"$ 1 a .05, 8 ϕ .08, R. ϕ .15 m

4.4.- Diseño de Placas

Siendo las placas un tipo de muro, en el diseño estructural debemos considerar que un muro puede estar sometido a distintas acciones, dependiendo de estas los muros se pueden clasificar:

- 1) Muro sometido a carga axial con o sin flexión transversal a su plano, denominados muros de carga.
- 2) Muros sometidos a cargas verticales y horizontales en su plano, denominados muros de cortante o placas. Siendo este nuestro caso.
- 3) Muros sometidos a cargas normales a su plano, denominados muros de contención.

Según sea el caso en las Normas Peruanas se dan los siguientes criterios generales para el diseño de muros:

- a) El ancho efectivo contribuyente en compresión para un muro en carga concentradas no excederá la distancia entre ejes de carga o la longitud de contacto más 2 veces el espesor del muro, a cada largo de cara.
- b) Los elementos en compresión construidos integralmente con los muros deberán cumplir los requisitos de flexocompresión. La norma se refiere a las salientes de las placas o a zonas reforzadas como columnas, que existen generalmente en los extremos de los muros y en la intersección de pórticos transversales a lo muros.
- c) Las fuerzas que actúan sobre la base del muro deben ser transferidos íntegramente a la cimentación.

- Diseño de Muros de Carga:

Estos muros están sujetos a cargas de compresión o de flexocompresión, por lo que deberán diseñarse básicamente de acuerdo a los requisitos indicados para elementos sometidos a flexocompresión.

La Norma considera las siguientes cuantías mínimas de refuerzo, para barras corrugadas, con relación a la sección bruta del muro:

Refuerzo Vertical: 0.0012 para barra $\leq \phi 5/8''$
 0.0015 para otros diámetros

Refuerzo Horizontal 0.0020 para barra $\leq \phi 5/8''$
 0.0025 para otros diámetros

La Norma indica que respecto al espesor este no deberá ser menor que 1/25 de su altura o longitud, (La menor no arriostrada) ni menor que 10 cm; cuando el espesor sea mayor que 25 cm. deberá colocarse refuerzo en las dos caras.

En el caso de tener muros de sección rectangular sólida, cuya resultante de todas las cargas amplificadas se ubique dentro del tercio central del espesor total, la resistencia a carga vertical del muro ϕP_n podrá calcularse con la siguiente fórmula, en la que se pretende indicar la carga axial máxima que resiste un muro considerando sus efectos de esbeltez.

$$\phi P_n = 0.55\phi * f'c * Ag \left[1 - \left(\frac{k * l_c}{32t} \right)^2 \right]$$

Donde:

$\phi = 0.7$

l_c = Distancia vertical entre apoyos.

K = Factor de restricción, que se podrá considerar:

K = 0.8 Muros arriostrados arriba y abajo con rotación restringida en uno o los dos apoyos.

K = 1.0 Muros arriostrados arriba y abajo sin rotación restringida en los apoyos.

K = 2.0 Muros sin arriostre lateral.

- Diseño de Muros Cortante:

Los muros de cortante deben ser diseñados para la acción combinada de carga axial, momentos y corte teniendo en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- a) *En el dimensionamiento se tendrá especial cuidado en los refuerzos de compresión de los extremos y en su resistencia al pandeo.*
- b) *El espesor mínimo para los muros será de 10 cm; en caso que el muro sea coincidente con muros de sótano el espesor deberá ser mayor de 20cm.*

- **Requerimientos del diseño por flexión**

Los muros con refuerzo de flexión debido a la acción de fuerzas coplanares deberán diseñarse de acuerdo a lo siguiente:

Para muros esbeltos ($H/L \geq 1$)

Serán aplicables en el diseño los lineamientos generales establecidos para elementos sometidos a flexocompresión.

El refuerzo vertical se distribuirá a lo largo del muro, debiéndose concentrar mayor refuerzo en los extremos.

Una vez escogida el refuerzo a colocar, se construirá el diagrama de interacción para esa sección y se verificará que el punto que represente al P_u y M_u actuantes se ubique dentro de la curva que representa los valores resistentes.

Debe tenerse en cuenta que cuando la sección no es simétrica respecto a un eje perpendicular a la dirección en la que se está haciendo el análisis, deberá hacerse dos diagramas de interacción, uno en cada sentido del momento.

Para muros poco esbelto ($H/L < 1$)

El diseño de estos muros es semejante al diseño de vigas de pared. El área del refuerzo del extremo en tracción para secciones rectangulares podrá calcularse con la siguiente expresión:

$$M_u = \phi A_s f_y z$$

Donde: $z = 0.4L (1 + H/L)$ Si $0.5 < H/L < 1$
 $z = 1.2 H$ Si $H/L \leq 0.5$

La norma indica que en todos los muros el refuerzo concentrado en los extremos de los muros tendrá que confinarse como en el caso de columnas y sus empalmes se diseñarán a tracción.

En relación al esfuerzo de la fibra extrema en tracción se especifica que si este, calculado suponiendo comportamiento lineal elástico, excede de $2\sqrt{f'_c}$ deberá verificarse que el refuerzo en tracción de los extremos provea un momento resistente por lo menos igual a 1.5 veces el momento de agrietamiento (M_{cr}) de la sección, siendo:

$$M_{cr} = I_g (2\sqrt{f'_c} + P_u / A_g) / Y_1$$

Y_1 = Distancia del eje centroidal de la sección total a la fibra extrema en tracción (sin considerar el refuerzo).

Para el refuerzo repartido uniformemente a lo largo de la sección del muro indica que se cumplirá con el acero mínimo requerido por cortante.

- **Requerimientos del diseño por fuerza cortante**

Los muros con esfuerzos de corte debidos a la acción de las fuerzas coplanares se diseñarán considerando

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$V_n = V_c + V_s$$

Donde V_n no deberá exceder de $2.6\sqrt{f'_c} * t * d$

La sección crítica de diseño se encuentra ubicada a $L/2$ o $H/2$ de la base (la menor), y las secciones localizadas entre la base y la sección crítica se podrá diseñar con el mismo valor.

Adicionalmente la fuerza cortante obtenida del análisis estructural deberá corregirse con la finalidad de evitar que la falla por corte se produzca antes que la falla por flexión o flexocompresión.

La expresión del cortante de diseño V_u será la siguiente:

$$V_u \geq V_{ua} \frac{M_{ur}}{M_{ua}} w_\tau$$

En esta expresión:

V_{ua} = Cortante último proveniente del análisis.

M_{ua} = Momento último proveniente del análisis.

M_{ur} = Momento nominal de la sección, asociada a P_u , obtenido con el refuerzo realmente colocado.

w_τ = Factor de amplificación dinámica.

w_τ se calculará con una de las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} w_\tau &= 0.9 + n/10 && \text{Si } n \leq 6 \\ w_\tau &= 1.3 + n/30 && \text{Si } 15 \geq n > 6 \\ w_\tau &= 1.8 && \text{Si } n > 15 \end{aligned}$$

Donde n es el número de pisos.

En el diseño, la distancia "d" de la fibra extrema en compresión al centroide de las fuerzas en tracción del refuerzo se calculará con un análisis basado en la compatibilidad de deformaciones; la Norma Peruana permite usar un valor aproximado de "d" igual a $0.8L$.

Resistencia al corte del concreto:

La resistencia al corte del concreto V_c podrá evaluarse con la siguiente expresión:

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} * t * d$$

Si se hicieran cálculos más detallados se podrá considerar el menor valor de las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} V_c &= 0.85 \sqrt{f'_c} * t * d + \frac{N_u * d}{4L} \\ V_c &= \left[0.15 \sqrt{f'_c} + L \left[\frac{0.3 \sqrt{f'_c} + 0.2 N_u / (L * t)}{M_u / V_u - L / 2} \right] \right] * t * d \end{aligned}$$

Si $(M_u/V_u - L/2)$ es negativo no deberá usarse esta última ecuación.

Para los casos en los cuales el muro este sujetos a esfuerzos de tracción axial significativa o cuando los esfuerzos de compresión sean pequeños ($N_u/A_g < 0.1f'_c$) deberá considerarse $V_c = 0$.

Refuerzo Horizontal Por Corte:

Cuando V_u exceda a ϕV_c , deberá colocarse refuerzo horizontal por corte. El área de este refuerzo se calculará mediante la siguiente expresión:

$$V_s = A_v * f_y * d$$

La cuantía ρ_h del refuerzo horizontal por corte (referida a la sección total vertical de concreto de la sección en estudio), será mayor o igual a 0.0025.

El espaciamiento del refuerzo horizontal no excederá de los siguientes valores:

Diseño de Placas

Pórticos 1 y 4

Para este pórtico tenemos como elementos tipo columna a los elementos 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 14, 15 (de acuerdo a nuestro esquema)

Las características de nuestras placas son similares y corresponden a las siguientes:

$$\begin{aligned}f_c &= 210 \text{ Kg/cm}^2 \\f_y &= 4200 \text{ Kg/cm}^2 \\b &= 20 \text{ cm} \\L &= 300 \text{ cm} \\H &= 14.15 \text{ m}\end{aligned}$$

ELEMENTO 1

De nuestro reporte tenemos:

$$\begin{aligned}P_u &= 71.935 \text{ Tn} \\&= 176.526 \text{ Tn-m} \\V_u &= 36.594 \text{ Tn}\end{aligned}$$

$$I = \frac{1}{12} b * L^3 = 45000000 \text{ cm}^4$$

$$A = b * L = 6000 \text{ cm}^2$$

$$c = \frac{L}{2} = 150 \text{ cm}$$

$$\text{Esfuerzo Actuante} = \sigma = \frac{P_u}{A} + \frac{M_u * c}{I} = 70.831 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Máximo} = \sigma_{max} = 0.2 * f'_c = 42 \text{ Kg/cm}^2$$

Entonces necesita columnas de confinamiento

$$\begin{aligned}\text{Considerando Columnas de confinamiento de:} & & b &= 30 \text{ cm} \\ & & h &= 30 \text{ cm}\end{aligned}$$

==> **Diseño de la columnas de Confinamiento:**

$$\begin{aligned}\text{Carga axial resistente del concreto} &= P_u = K * f_c * b * h = 151.200 \text{ Tn.} \\ \text{Contribución del acero : } P_u \text{ acero} &= P_u \text{ actuante} - P_u \text{ concreto} \implies A_s = P_u \text{ acero} / f_y \\ \text{Luego } P_u \text{ actuante} &= 71.935 \text{ Tn.} \\ \text{Como } P_u \text{ concreto Mayor que } P_u \text{ actuante} &\implies \text{Cuantía} = \rho = 1 \% \\ \text{Por tanto usar : } &4 \phi 3/4''\end{aligned}$$

Para estribos usaremos el mínimo según las normas:

$$\begin{aligned}d &= 26.10 \\ \text{En la zona de confinamiento} & \left\{ \begin{array}{l} 0.25 * d = 6.524375 \text{ cm} \\ 8 * \phi 3/4 = 15.24 \text{ cm} \\ < 30 \text{ cm} \end{array} \right. \\ \text{s debe se menor que:} & \\ \text{Zona de confina.} &= 2 * d = 52.20\end{aligned}$$

$$\text{Fuera de la zona de confina. } s < 0.5d = 13.05$$

Usar $\square \phi 3/8$ 1 a .05, 8 @ .065, R @ .13

Refuerzo Horizontal en el muro :

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'c} * h * (0.8L) = 36.866 \text{ Tn}$$

$$V_n = V_u / 0.85 = 43.052 \text{ Tn}$$

$$V_s = V_n - V_c = 6.186 \text{ Tn}$$

$$d = 270 \text{ cm}$$

$$\text{Usaremos } \phi \# 3 \implies A_v = 1.43 \text{ cm}^2 \quad (\text{Dos Mallas})$$

$$V_s = \frac{A_v * f_y * d}{s} \implies s = 261.26 \text{ cm}$$

$$\text{Cuantía mínima} = \rho = 0.0025 \% \implies s_{\min} = \frac{A_v}{b * 100 * \rho_{\min}} = 28.50 \text{ cm}$$

De la norma:

$$s \text{ debe ser menor que: } \begin{cases} L / 5 = 60 \text{ cm} \\ 3 * t = 60 \text{ cm} \\ < 45 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\text{Entonces usar cuantía mínima} = \rho = 0.0025 \%$$

Por tanto Usar $\phi 3/8$ 1 a .05, R @ .25

Refuerzo Vertical en el muro :

$$\rho_v = 0.0025 + 0.5(2.5 - H/L) * (\rho_h - 0.0025) \implies \rho_v = 0.0025 \%$$
$$\text{Usaremos } \phi \# 3 \implies A_v = 1.43 \text{ cm}^2 \quad (\text{Dos Mallas})$$

$$\implies s_{\text{ver}} = \frac{A_v}{b * 100 * \rho_{\text{ver}}} = 28.50 \text{ cm}$$

Por tanto Usar $\phi 3/8$ 1 a .05, R @ .25

Verificación de resistencia a la compresión

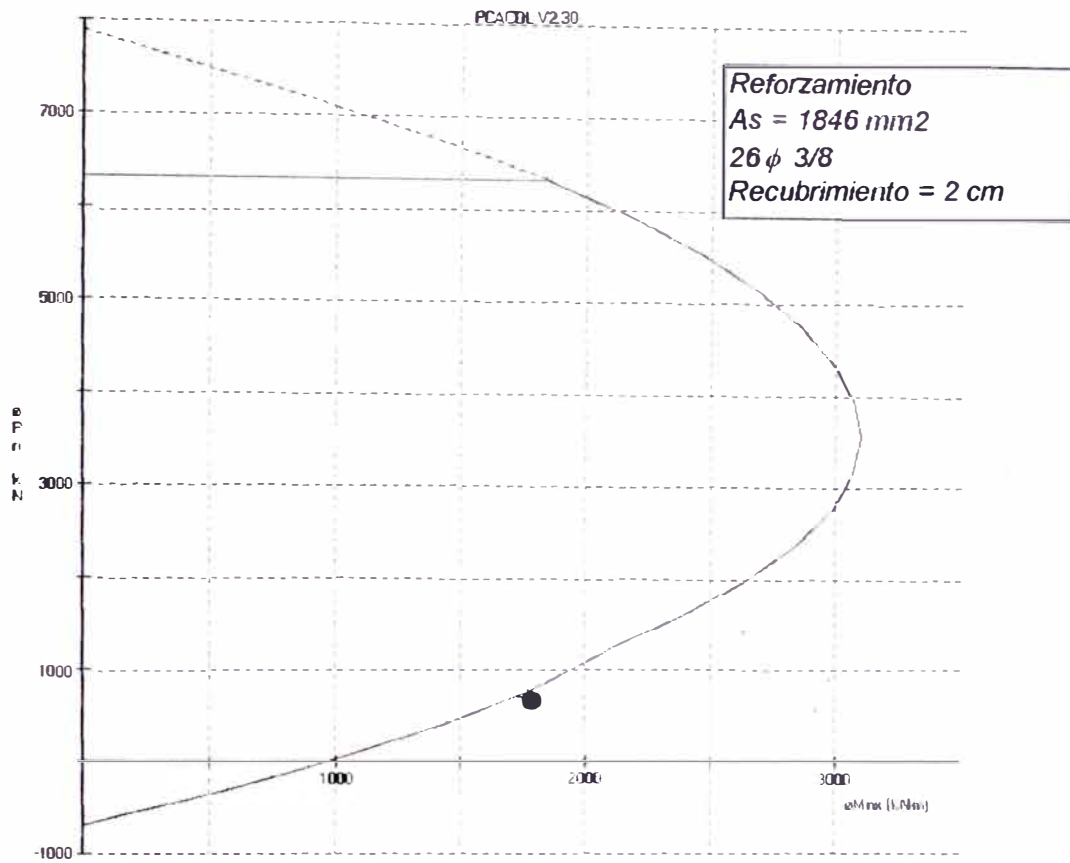
$$V_{c \text{ resistente}} = A_c (0.53 \sqrt{f'c} + \rho_{\text{ver}} * f_y) = 109.083 \text{ Tn}$$

$$V_n = 84.63 \text{ Tn}$$

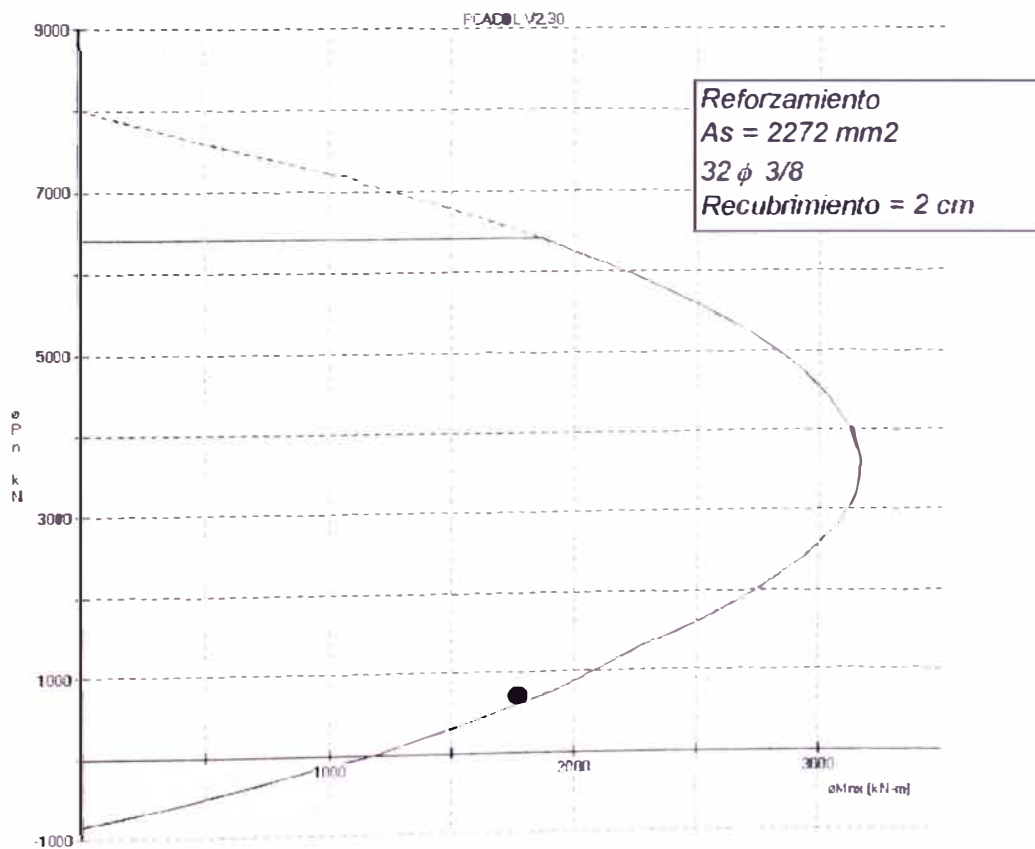
$V_c \text{ resistente} > V_c \text{ atuante} \implies \text{OK!}$

Verificación por Flexo - Compresión

Graficaremos el diagrama de Interacción.



Se observa que no cumple para nuestras cargas de flexo - compresión por lo tanto se probará con otra distribución. Para este caso cada 20 cm.



Observamos que este sí cumple, por tanto usaremos esta distribución. (acero de $\phi 3/8 @ .20$)

$$\begin{aligned} \text{Luego :} \quad \rho_v &= 0.0038 \% \\ \Rightarrow \text{Considerando} \quad \rho_h &= 0.0038 \% \\ \Rightarrow s_{ver} &= 18.68 \text{ cm} \end{aligned}$$

Por tanto Usar Refuerzo Horizontal $\phi 3/8 @ .20$

Por tanto Usar Refuerzo Vertical $\phi 3/8 1 @ .20$

Este diseño serviría tanto para los elemento 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 14, 15 de los porticos 1 y 4

Diseño de Placas

Pórticos A y C

Para este pórtico tenemos como elementos tipo columna a los elementos 1, 2, 3, 4, 5, 16, 17, 18, 19, 20 (de acuerdo a nuestro esquema)

Las características de nuestras placas son similares y corresponden a las siguientes:

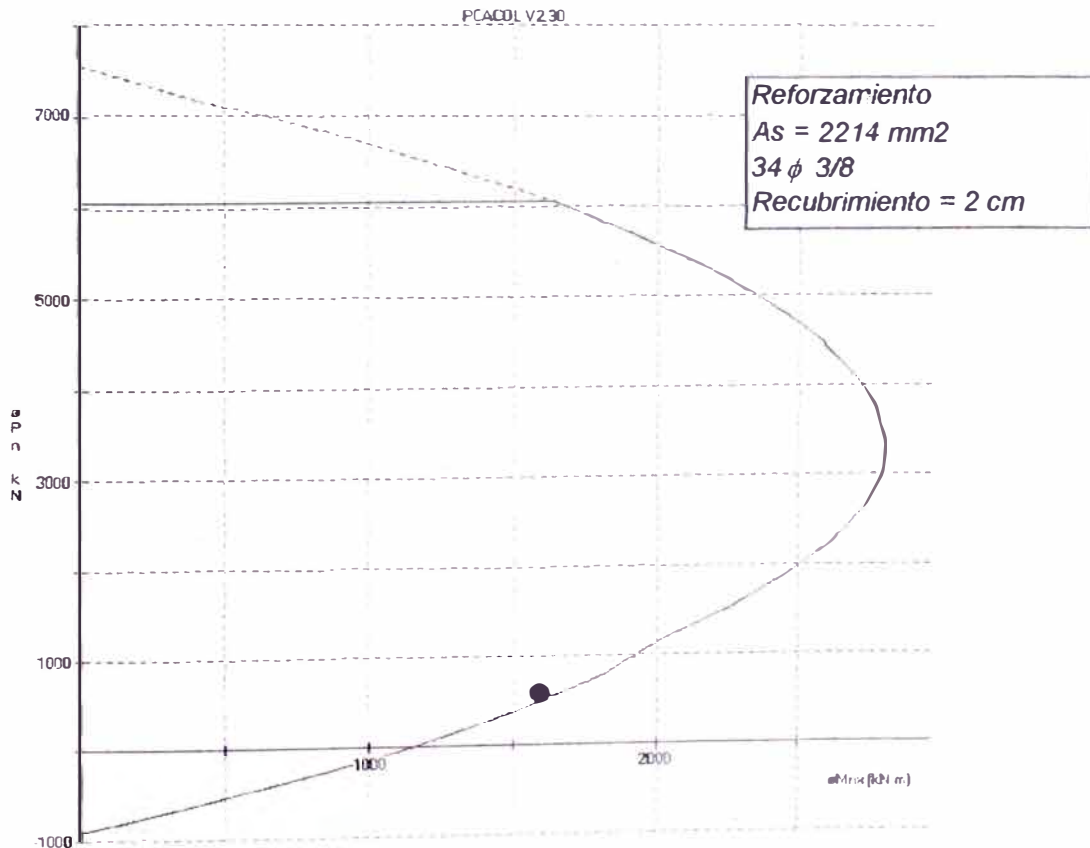
$$\begin{aligned}f_c &= 210 \text{ Kg/cm}^2 \\f_y &= 4200 \text{ Kg/cm}^2 \\b &= 20 \text{ cm} \\L &= 280 \text{ cm} \\H &= 14.15 \text{ m}\end{aligned}$$

ELEMENTO 1

De nuestro reporte tenemos:

$$\begin{aligned}P_u &= 60.480 \text{ Tn} \\M_u &= 158.510 \text{ Tn-m} \\V_u &= 36.594 \text{ Tn}\end{aligned}$$

En vista que nos encontramos con menores cargas que el caso anterior, en el cual se halló el acero horizontal y vertical por cuantía mínima, nos limitaremos a la comprobación por flexo - compresión distribución. Para este caso cada 18 cm.



Luego : $\rho_v = 0.0047 \%$

==> Considerando $\rho_h = 0.0047 \%$

==> $S_{ver} = 15.11 \text{ cm}$

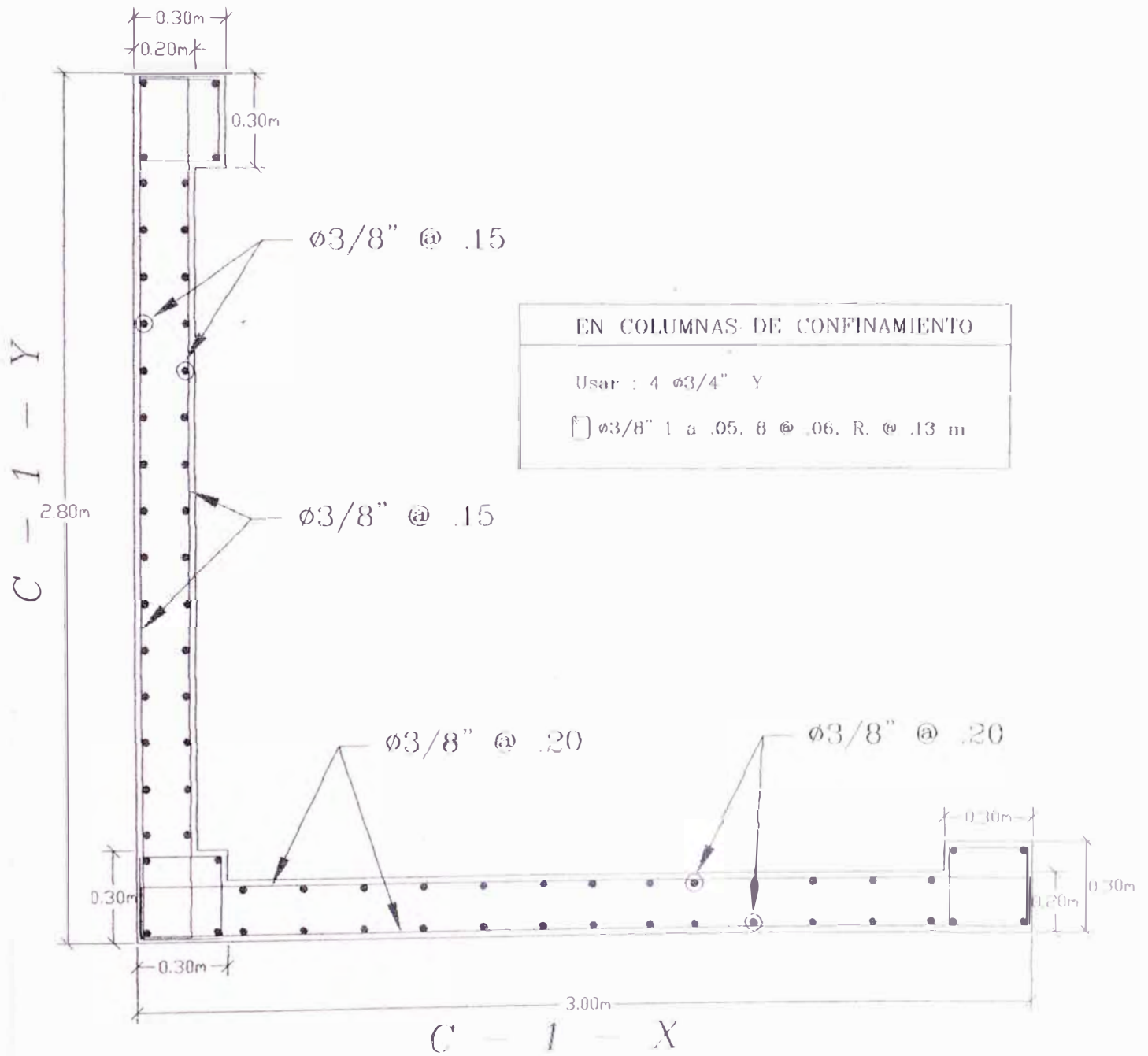
Por tanto Usar Refuerzo Horizontal ϕ 3/8 @ .15

Por tanto Usar Refuerzo Vertical ϕ 3/8 @ .15

Este diseño serviría tanto para los elemento 1, 2, 3, 4, 5, 16, 17, 18, 19, 20 de los porticos A y C

DETALLES DE PLACAS

(Placas C - 1 - X / C - 1 - Y)



- $L/5$
- $3t$
- 45 cm.

El refuerzo horizontal deberá anclarse en los extremos confinados del muro de manera que pueda desarrollar su esfuerzo de fluencia.

Refuerzo Vertical Por Corte:

La cuantía ρ_v del refuerzo vertical por corte (referida a la sección total horizontal del concreto), será mayor o igual a:

$$\rho_v = [0.0025 + 0.5(2.5 - H/L)(\rho_h - 0.0025)]$$

Pero no necesitará ser mayor que el refuerzo horizontal requerido.

El espaciamiento del refuerzo vertical no deberá ser mayor que los siguientes valores:

- $L/3$
- $3t$
- 45 cm.

En caso que V_u sea mayor que $0.5 \phi V_c$ las cuantías de refuerzo horizontal y vertical pueden reducirse a los siguientes valores:

$$\rho_h > 0.0020$$

$$\rho_v > 0.0015$$

Cuando se tengan muros con espesores mayores a 25 cm el refuerzo por corte horizontal y vertical tendrá que distribuirse en dos caras.

Como resumen de diseño de muros se puede decir:

- Diseño por flexocompresión en la dirección del muro
Diagrama de interacción o estudio similar a viga pared.
- Diseño por cortante en la dirección del muro.
Obtención de refuerzo horizontal y vertical.
- Diseño por carga axial (efecto local) en zonas donde hay cargas concentradas.
- Diseño de los núcleos confinados como columnas sometidas a flexocompresión, debido a momentos de carga de gravedad y de sismo perpendiculares al muro.

4.5.- Diseño de Zapatas

El procedimiento para el diseño de una zapata se puede presentar de la siguiente forma:

- 1) Determinar la capacidad admisible del suelo, con base en los datos de perforaciones de prueba in situ de las investigaciones de suelo.
- 2) Determinar las cargas de servicio y los momentos flexionantes que actúan en la base de las columnas que soportan a la estructura. Seleccionar la combinación de cargas de servicio y momentos más desfavorables.
- 3) Calcular el área necesaria de la zapata dividiendo la carga total de servicio más desfavorable entre la capacidad permisible de apoyo que se seleccionó para el suelo, si la carga es axial o también tomando en cuenta los esfuerzos de flexión más desfavorables si existe una combinación de carga y momentos flexionantes.

$$\sigma = \frac{P}{At} \pm \frac{Pe}{I/C} \quad \text{Donde } I/C = \frac{1}{6} b * t^2$$

b = Ancho de la zapata

t = Longitud de la zapata

- 4) Calcular las cargas y momentos factorizados para las condiciones dominantes y encontrar los valores nominales de resistencia que requieren, dividiendo las cargas y momentos factorizados entre los factores ϕ de resistencia pertinentes.

- 5) Determinar por prueba y ajuste, el peralte efectivo d que se requiere en la sección para que cuente con una capacidad adecuada para resistir el cortante por penetración a una distancia d de la cara de apoyo, en la sección en una dirección y una distancia $d/2$ para sección en dos direcciones.

$$V_c = 2\sqrt{f'_c} * b_w * d \quad \text{Para la acción en una dirección.}$$

$$V_c = \left(2 + \frac{4}{\beta_c}\right) \sqrt{f'_c} * b_o * d \quad \text{Para la acción en dos direcciones.}$$

Donde: b_w = Ancho de la zapata
 b_o = Perímetro del plano de falla para la acción de dos direcciones.

Puesto que hay dos parrillas de refuerzo, se utilizará un valor promedio de d . Si la zapata es rectangular, revisar la capacidad cortante como viga en cada dirección, en los planos situados a una distancia d de la cara de la columna de apoyo.

- 6) Calcular los momentos resistentes factorizados M_u en un plano en la cara de la columna de apoyo, que producen las cargas factorizadas dominantes, desde ese plano hasta el extremo de la zapata. Encontrar $M_n = M_u / (\phi = 0.9)$ y seleccionar un área total de refuerzo A_s con base en M_n y el peralte efectivo aplicable.

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = A_s * f_y * \left(d - \frac{0.59 * A_s * f_y}{b * f'_c} \right)$$

- 7) Determinar el tamaño y la separación del refuerzo por flexión en las direcciones larga y corta:

- Distribuir uniformemente el acero en todo el ancho de la zapata, en la dirección larga.
- Determinar la porción A_{st} del área total de acero A_s que se determinó en el paso 6, para distribuir uniformemente en la franja central de la dirección corta.

$$A_{st} = \frac{2}{\beta + 1} A_s$$

Donde β es la relación de secciones críticas en ambas direcciones (para zapatas cuadradas $\beta = 1$)

Distribuir uniformemente fuera de la franja central de la zapata, el resto del acero de refuerzo ($A_s - A_{st}$). Verificar el área del acero en cada dirección principal de la zapata en planta, exceda el valor mínimo necesario por contracción y temperatura: $A_s = 0.0018b_w*d$ para acero de 4200 kg/cm² y $0.0020b_w*d$ para acero de 2800 kg/cm².

- Revisar la longitud disponible de desarrollo y anclaje, para comprobar si satisfacen los requisitos de adherencia.
- Revisar los esfuerzos de aplastamiento en la columna y en la zapata en sus áreas de contacto, de manera que la resistencia al aplastamiento P_{nb} para ambas sea mayor que el valor nominal de la reacción de la columna $P_n = P_u / (\phi = 0.70)$. Para zapatas el aplastamiento está dado por la siguiente expresión:

$$P_{nb} = \sqrt{A_2 / A_1} * (0.85 f'_c * A_t) \quad \text{Donde } \sqrt{A_2 / A_1} \text{ no debe exceder de 2.0.}$$

- 10) Determinar la cantidad y tamaño de las varillas de dovela que transfieren la carga de la columna a la losa de la zapata.

METRADO DE CARGA PARA ZAPATAS

Columna	b	t
C1	0.20	3.00
C2	0.40	0.40
C3	0.40	0.40
C4	0.40	0.40

Columna C1

Piso	Peso por Piso Kg	Peso Columna Kg	Area de Influencia Kg	Carga Muerta Total Kg	Carga viva Kg
5.00	98197.20	1440.00	7.88	5531.55	6219.00
4.00	147999.60	1440.00	7.88	7606.65	9867.00
3.00	147999.60	1440.00	7.88	7606.65	9867.00
2.00	147999.60	1440.00	7.88	7606.65	9867.00
1.00	147999.60	1440.00	7.88	7606.65	9867.00
Total =				35958.15	45687.00
Carga Total (Carga Viva + Carga Muer)			81.65 Tn		

Columna C2

Piso	Peso por Piso Kg	Peso Columna Kg	Area de Influencia Kg	Carga Muerta Total Kg	Carga viva Kg
5.00	98197.20	384.00	15.75	8567.10	6219.00
4.00	147999.60	384.00	15.75	12717.30	9867.00
3.00	147999.60	384.00	15.75	12717.30	9867.00
2.00	147999.60	384.00	15.75	12717.30	9867.00
1.00	147999.60	384.00	15.75	12717.30	9867.00
Total =				59436.30	45687.00
Carga Total (Carga Viva + Carga Muer)			105.12 Tn		

Columna C3

Piso	Peso por Piso Kg	Peso Columna Kg	Area de Influencia Kg	Carga Muerta Total Kg	Carga viva Kg
5.00	98197.20	384.00	7.88	4475.55	6219.00
4.00	147999.60	384.00	15.75	12717.30	9867.00
3.00	147999.60	384.00	15.75	12717.30	9867.00
2.00	147999.60	384.00	15.75	12717.30	9867.00
1.00	147999.60	384.00	15.75	12717.30	9867.00
Total =				55344.75	45687.00
Carga Total (Carga Viva + Carga Muer)			101.03 Tn		

Columna C4

Piso	Peso por Piso Kg	Peso Columna Kg	Area de Influencia Kg	Carga Muerta Total Kg	Carga viva Kg
5.00	98197.20	384.00	31.50	16750.20	6219.00
4.00	147999.60	384.00	31.50	25050.60	9867.00
3.00	147999.60	384.00	31.50	25050.60	9867.00
2.00	147999.60	384.00	31.50	25050.60	9867.00
1.00	147999.60	384.00	31.50	25050.60	9867.00
Total =				116952.60	45687.00
Carga Total (Carga Viva + Carga Muer)			162.64 Tn		

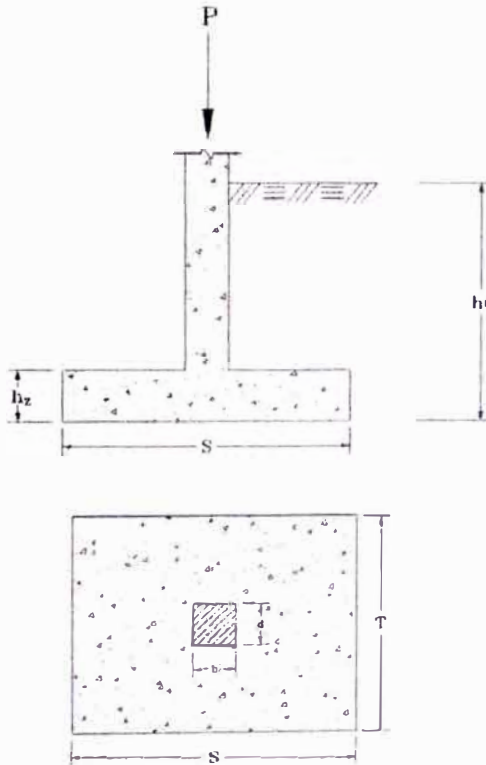
Diseño de Zapatas Aisladas

Zapata Z - 1 (Correspondiente Placa C-1)

Materiales		
Concreto	210	Kg/cm ²
Acero	4200	Kg/cm ²
$\gamma_m =$	2.10	Tn/m ³
$\sigma_t =$	4.00	Kg/cm ²

Sección Columna	
b (m)	t (m)
0.20	1.00

$P_D = 35.96 \text{ Tn}$ $P_L = 45.69 \text{ Tn}$
 $h_f = 1.50 \text{ m}$ $S/C_{PISO} = 0.50 \text{ Tn/m}^2$



ESFUERZO NETO DEL TERRENO

$$\sigma_t = \sigma_t \cdot \gamma_{prom} \cdot h_f - S/C = 36.35 \text{ Tn/m}^3$$

$$A_{ZAP} = (P_L + P_D) / \sigma_n = 0.3873 \text{ m}^2 \quad \implies \text{Usar:} \quad \begin{matrix} S = 1.10 \text{ m} \\ T = 1.00 \text{ m} \end{matrix}$$

REACCION NETA DEL TERRENO

$$P_u = 1.5 \cdot P_D + 1.8 \cdot P_L = 136.17 \text{ Tn}$$

$$W_{nu} = P_u / A_{zap} = 123.79 \text{ Tn/m}^2$$

DIMENCIONAMIENTO DE LA ALTURA h_z DE LA ZAPATA (POR PUNZONAMIENTO)

$$V_n = V_u / \phi = 1 / \phi \{ P_u - W_u (b + d) \cdot (t + d) \} \dots \dots (1)$$

$$D_{mayor} = \text{Lado Mayor de la columna} = 1.00$$

$$D_{menor} = \text{Lado Menor de la columna} = 0.20$$

$$\beta_c = D_{mayor} / D_{menor} < 2 \implies \beta_c = 5 \implies$$

$$V_c = 0.27 \left(2 + \frac{4}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d \dots (2)$$

$$V_{c_{max}} = 1.1 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$$

$$b_o = 2(b + d) + 2(f + d) = 2b + 2t + 4d$$

Asumiendo $h = 0.50 \text{ m}$
 $\implies d = 0.41 \text{ m}$

$b_o = 4.02 \text{ m}$
 $V_c = 103.78 \text{ Tn}$
 $V_{c \max} = 260.34 \text{ Tn} \implies \text{Usar } V_c = 103.78 \text{ Tn}$
 $V_n = 30.72 \text{ Tn} \quad V_c > V_n \text{ OK!}$

VERIFICACION POR CORTE

$V_{du1} = (W_{Nu} \times S)(l_v1 - d)$ Donde $l_v1 = (S - b) / 2 = 0.45$
 $V_{du2} = (W_{Nu} \times T)(l_v2 - d)$ $l_v1 = (T - t) / 2 = 0$

$\implies V_{du1} = 6.01 \text{ Tn}$
 $V_n = V_u / \phi = 7.07 \text{ Tn}$

$V_c = 0.53 \sqrt{f'c} * b * d$ Donde $b = S \text{ ó } T \text{ (El menor)}$
 $V_c = 34.29 \text{ Tn}$
 $V_c > V_n \text{ OK!}$

DISEÑO POR FLEXION

En la dirección de S :

$M_u = (W_u \times S) l_v1^2 / 2 = 13.79$

$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - \frac{a}{2})} \dots\dots (3)$

$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b} \dots\dots (4)$

Solucionando (3) y (4) $\implies A_s = 9.11 \text{ cm}^2$

Verificación de A_s mínimo :

$A_{s \min} = \rho_{\min} * b * d = 8.04 \text{ cm}^2$

Por tanto Usar $A_s = 9.11 \text{ cm}^2$

Usando $\phi \# 5 \implies A_\phi = 1.98 \text{ cm}^2$

$n = A_s / A_\phi = 4.60 \text{ Usar } n = 5$

$s = \frac{S - 2 * r - \phi}{n - 1} = 0.23 \text{ m}$

Por Tanto Usar 5 ϕ 5/8" @ 0.23

En la dirección de T :

Debido A tratarse de una Placa entonces usar la misma distribución

Por Tanto Usar ϕ 5/8" @ 0.23

$$b_o = 2(b + d) + 2(t + d) = 2b + 2t + 4d$$

$$V_{c_{max}} = 1.1 * \sqrt{f'c} * b_o * d$$

Asumiendo $h = 0.60 \text{ m}$
 $\Rightarrow d = 0.51 \text{ m}$
 $b_o = 3.62 \text{ m}$
 $V_c = 163.32 \text{ Tn}$
 $V_{c_{max}} = 292.22 \text{ Tn} \Rightarrow \text{Usar } V_c = 163.32 \text{ Tn}$
 $V_n = 122.72 \text{ Tn} \quad V_c > V_n \text{ OK!}$

VERIFICACION POR CORTE

$$V_{du1} = (W_{Nu} \times S) (lv1 - d) \quad \text{Donde } lv1 = (S - b) / 2 = 0.65$$

$$V_{du2} = (W_{Nu} \times T) (lv2 - d) \quad lv2 = (T - t) / 2 = 0.65$$

$$\Rightarrow V_{du1} = 14.53 \text{ Tn}$$

$$V_n = Vu / \phi = 17.09 \text{ Tn}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'c} * b * d \quad \text{Donde } b = S \text{ ó } T \text{ (El menor)}$$

$$V_c = 66.05 \text{ Tn}$$

$$V_c > V_n \text{ OK!}$$

DISEÑO POR FLEXION

En la dirección de S :

$$M_u = (W_u \times S) lv1^2 / 2 = 21.30$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - \frac{a}{2})} \quad \dots\dots (3)$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b} \quad \dots\dots (4)$$

$$\text{Solucionando (3) y (4)} \Rightarrow A_s = 11.22 \text{ cm}^2$$

Verificación de A_s mínimo :

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d = 15.48 \text{ cm}^2$$

$$\text{Por tanto Usar } A_s = 15.48 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usando } \phi \# 5 \Rightarrow A_\phi = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$n = A_s / A_\phi = 7.82 \text{ Usar } n = 8$$

$$s = \frac{S - 2 * r - \phi}{n - 1} = 0.22 \text{ m}$$

Por Tanto Usar 8 ϕ 5/8" @ 0.22

En la dirección de T :

Debido A que $S = T$:

Por Tanto Usar 8 ϕ 5/8" @ 0.22

Diseño de Zapatas Aisladas

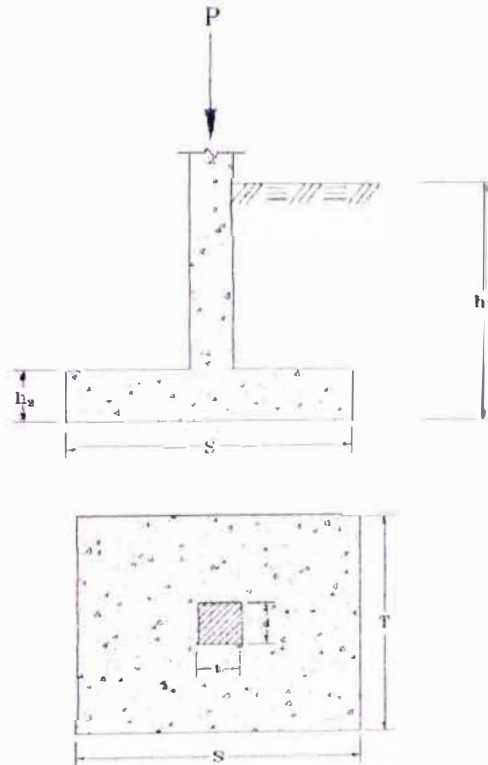
Zapata Z - 3 (Correspondiente Columna C-3)

Materiales		
Concreto	210	Kg/cm ²
Acero	4200	Kg/cm ²
$\gamma_m =$	2.10	Tn/m ³
$\sigma_t =$	4.00	Kg/cm ²

Sección Columna	
b (m)	t (m)
0.40	0.40

$$P_D = 55.34 \text{ Tn} \quad P_L = 45.69 \text{ Tn}$$

$$h_f = 1.50 \text{ m} \quad S/C_{PISO} = 0.50 \text{ Tn/m}^2$$



ESFUERZO NETO DEL TERRENO

$$\sigma_t = \sigma_t \cdot \gamma_{prom} \cdot h_f - S/C = 36.35 \text{ Tn/m}^3$$

$$A_{ZAP} = (P_L + P_D) / \sigma_n = 2.7794 \text{ m}^2 \quad \implies \text{Usar } \begin{matrix} S = 1.70 \text{ m} \\ T = 1.70 \text{ m} \end{matrix}$$

REACCION NETA DEL TERRENO

$$P_u = 1.5 \cdot P_D + 1.8 \cdot P_L = 165.25 \text{ Tn}$$

$$W_{Nu} = P_u / A_{zap} = 57.18 \text{ Tn/m}^2$$

DIMENCIONAMIENTO DE LA ALTURA h_z DE LA ZAPATA (POR PUNZONAMIENTO)

$$V_n = V_u / \phi = 1 / \phi \{ P_u - W_u (b + d) \cdot (t + d) \} \dots (1)$$

$$D_{mayor} = \text{Lado Mayor de la columna} = 0.40$$

$$D_{menor} = \text{Lado Menor de la columna} = 0.40$$

$$\beta_c = D_{mayor} / D_{menor} < 2 \implies \beta_c = 1 \implies V_c = 1.06 \sqrt{f_c} \cdot b_o \cdot d \dots (2)$$

$$b_o = 2(b + d) + 2(t + d) = 2b + 2t + 4d$$

$$V_{c_{max}} = 1.1 * \sqrt{f'c} * b_o * d$$

Asumiendo $h = 0.60 \text{ m}$
 $\Rightarrow d = 0.51 \text{ m}$
 $b_o = 3.62 \text{ m}$
 $V_c = 163.32 \text{ Tn}$
 $V_{c_{max}} = 292.22 \text{ Tn} \Rightarrow \text{Usar } V_c = 163.32 \text{ Tn}$
 $V_n = 118.33 \text{ Tn} \quad V_c > V_n \text{ OK!}$

VERIFICACION POR CORTE

$$V_{du1} = (W_{Nu} \times S)(lv1 - d) \quad \text{Donde } lv1 = (S - b) / 2 = 0.65$$

$$V_{du2} = (W_{Nu} \times T)(lv2 - d) \quad lv2 = (T - t) / 2 = 0.65$$

$$\Rightarrow V_{du1} = 14.01 \text{ Tn}$$

$$V_n = V_u / \phi = 16.48 \text{ Tn}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'c} * b * d \quad \text{Donde } b = S \text{ ó } T \text{ (El menor)}$$

$$V_c = 66.05 \text{ Tn}$$

$$V_c > V_n \text{ OK!}$$

DISEÑO POR FLEXION

En la dirección de S :

$$M_u = (W_u \times S) lv1^2 / 2 = 20.54$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - \frac{a}{2})} \quad \dots (3)$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b} \quad \dots (4)$$

$$\text{Solucionando (3) y (4)} \Rightarrow A_s = 10.81 \text{ cm}^2$$

Verificación de A_s mínimo :

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d = 15.48 \text{ cm}^2$$

$$\text{Por tanto Usar } A_s = 15.48 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usando } \phi \# 5 \Rightarrow A_\phi = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$n = A_s / A_\phi = 7.82 \text{ Usar } n = 8$$

$$s = \frac{S - 2 * r - \phi}{n - 1} = 0.22 \text{ m}$$

Por Tanto Usar 8 ϕ 5/8" @ 0.22

En la dirección de T :

Debido A que $S = T$:

Por Tanto Usar 8 ϕ 5/8" @ 0.22

Diseño de Zapatas Aisladas

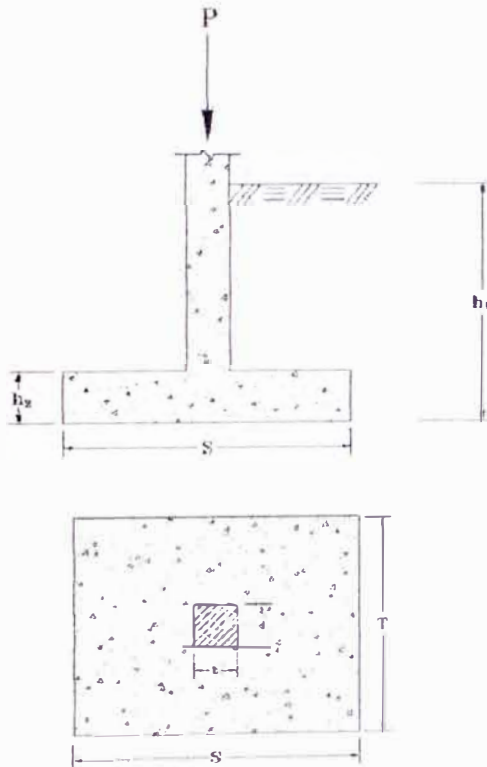
Zapata Z - 4 (Correspondiente Columna C-4)

Materiales		
Concreto	210	Kg/cm ²
Acero	4200	Kg/cm ²
$\gamma_m =$	2.10	Tn/m ³
$\sigma_t =$	4.00	Kg/cm ²

Sección Columna	
b (m)	t (m)
0.40	0.40

$$P_D = 116.95 \text{ Tn} \quad P_L = 45.69 \text{ Tn}$$

$$h_f = 1.50 \text{ m} \quad S/C_{PISO} = 0.50 \text{ Tn/m}^2$$



ESFUERZO NETO DEL TERRENO

$$\sigma_t = \sigma_t \cdot \gamma_{prom} \cdot hf - S/C = 36.35 \text{ Tn/m}^3$$

$$A_{ZAP} = (P_L + P_D) / \sigma_n = 4.4743 \text{ m}^2 \quad \implies \text{Usar } \begin{matrix} S = 2.15 \text{ m} \\ T = 2.15 \text{ m} \end{matrix}$$

REACCION NETA DEL TERRENO

$$P_u = 1.5 \cdot P_D + 1.8 \cdot P_L = 257.67 \text{ Tn}$$

$$W_{Nu} = P_u / A_{zap} = 55.74 \text{ Tn/m}^2$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA h_z DE LA ZAPATA (POR PUNZONAMIENTO)

$$V_n = V_u / \phi = 1 / \phi \{ P_u - W_u (b + d) \cdot (t + d) \} \dots (1)$$

$$D_{mayor} = \text{Lado Mayor de la columna} = 0.40$$

$$D_{menor} = \text{Lado Menor de la columna} = 0.40$$

$$\beta_c = D_{mayor} / D_{menor} < 2 \implies \beta_c = 1 \implies V_c = 1.06 \sqrt{f_c \cdot b_o \cdot d} \dots (2)$$

$$b_o = 2(b + d) + 2(t + d) = 2b + 2t + 4d$$

$$V_{c_{max}} = 1.1 * \sqrt{f'c} * b_o * d$$

Asumiendo $h = 0.70 \text{ m}$
 $\implies d = 0.61 \text{ m}$
 $b_o = 4.02 \text{ m}$
 $V_c = 217.20 \text{ Tn}$
 $V_{c_{max}} = 388.61 \text{ Tn} \implies \text{Usar } V_c = 217.2 \text{ Tn}$
 $V_n = 201.26 \text{ Tn} \quad V_c > V_n \text{ OK!}$

VERIFICACION POR CORTE

$$V_{du1} = (W_{Nu} \times S)(lv1 - d) \quad \text{Donde } lv1 = (S - b) / 2 = 0.88$$

$$V_{du2} = (W_{Nu} \times T)(lv2 - d) \quad lv2 = (T - t) / 2 = 0.875$$

$$\implies V_{du1} = 32.25 \text{ Tn}$$

$$V_n = V_u / \phi = 37.94 \text{ Tn}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'c} * b * d \quad \text{Donde } b = S \text{ ó } T \text{ (El menor)}$$

$$V_c = 100.05 \text{ Tn} \quad V_c > V_n \text{ OK!}$$

DISEÑO POR FLEXION

En la dirección de S :

$$M_u = (W_u \times S) lv1^2 / 2 = 45.88$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - \frac{a}{2})} \quad \dots (3)$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b} \quad \dots (4)$$

$$\text{Solucionando (3) y (4)} \implies A_s = 20.27 \text{ cm}^2$$

Verificación de A_s mínimo:

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d = 23.45 \text{ cm}^2$$

$$\text{Por tanto Usar } A_s = 23.45 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usando } \phi \# 5 \implies A_\phi = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$n = A_s / A_\phi = 11.85 \text{ Usar } n = 12$$

$$s = \frac{S - 2 * r - \phi}{n - 1} = 0.18 \text{ m}$$

Por Tanto Usar 12 ϕ 5/8" @ 0.18

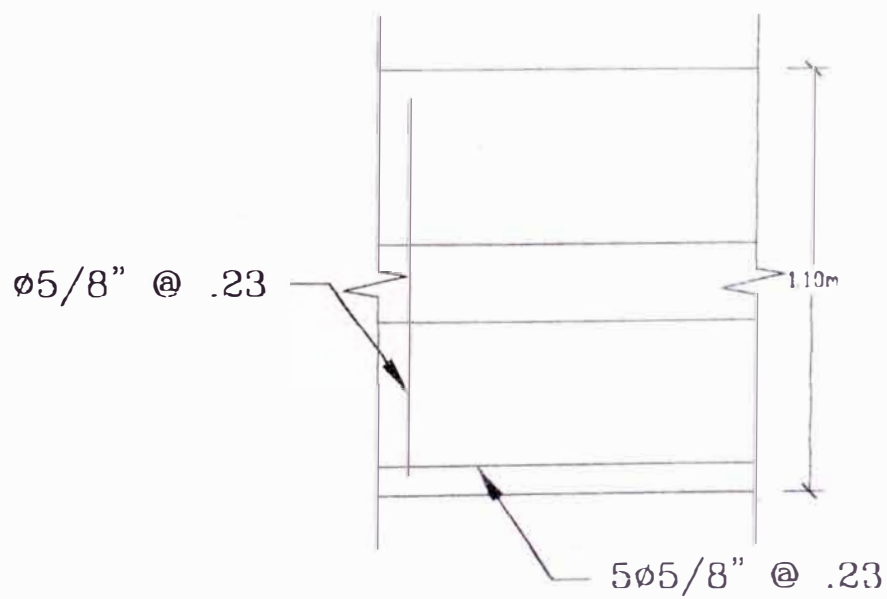
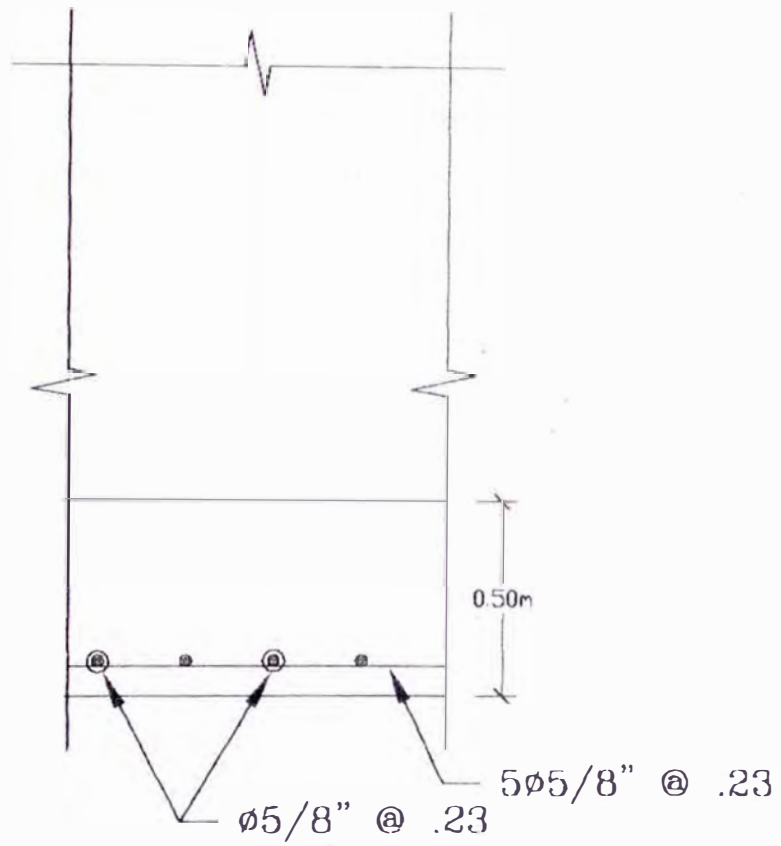
En la dirección de T :

Debido A que $S = T$:

Por Tanto Usar 12 ϕ 5/8" @ 0.18

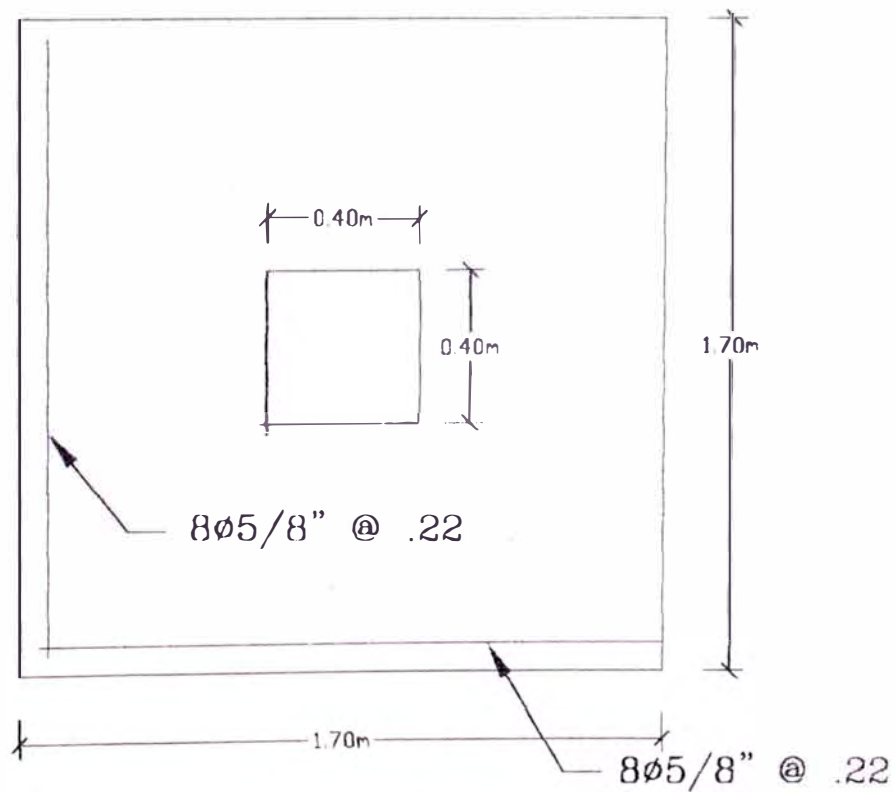
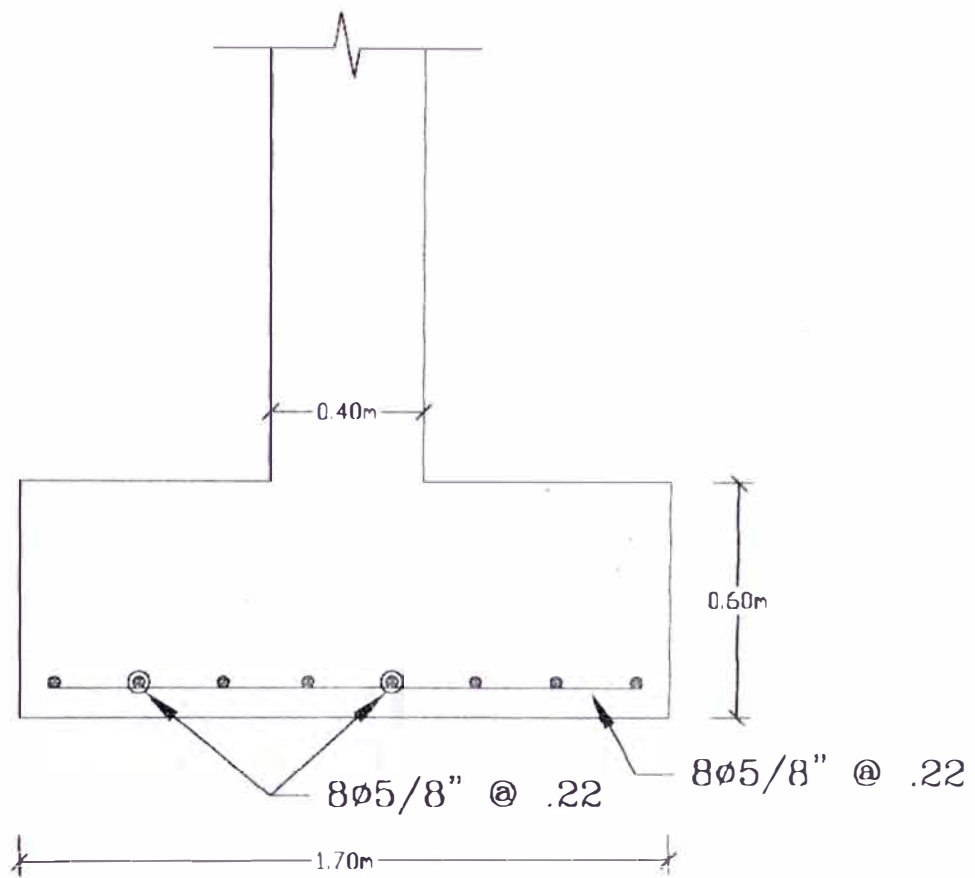
DETALLES DE ZAPATAS

(Zapata Z - 1)



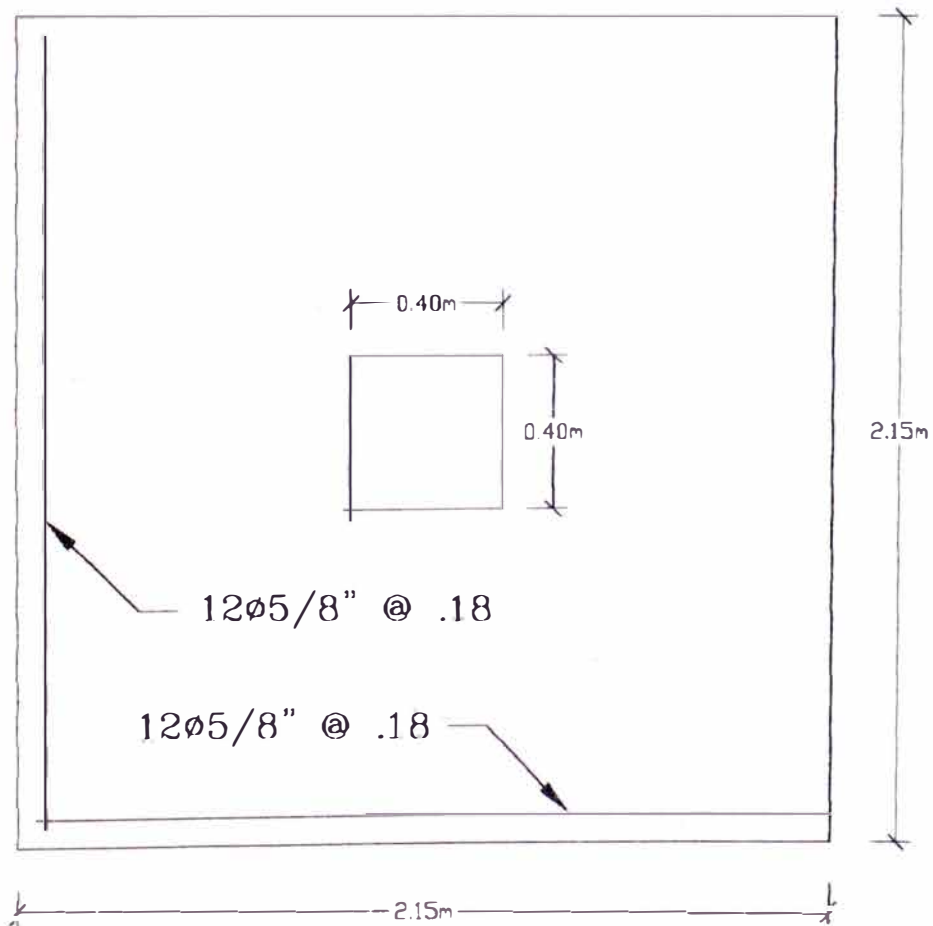
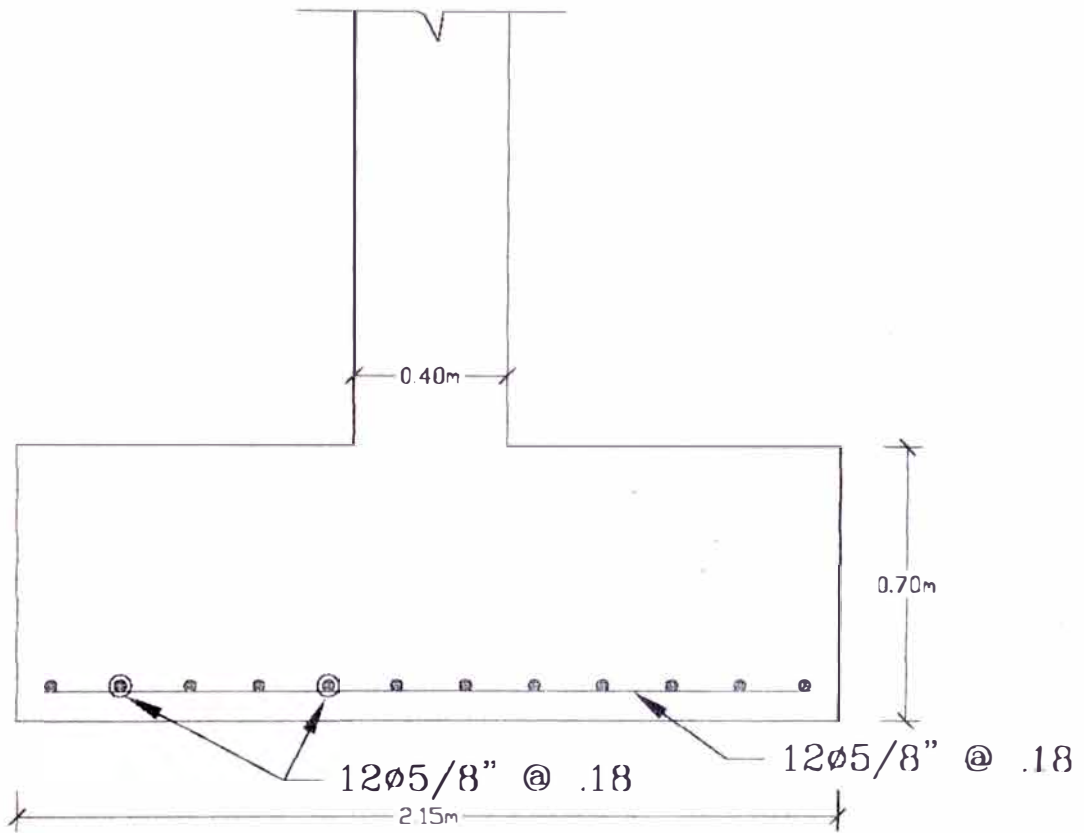
DETALLES DE ZAPATAS

(Zapatas Z - 2 y Z - 3)



DETALLES DE ZAPATAS

(Zapatas Z - 4)



Diseño de Escalera

Materiales		
Concreto	210	Kg/cm ²
Acero	4200	Kg/cm ²

PREDIMENSIONAMIENTO

Por tratarse de vivienda consideraremos :

Paso	=	0.250 m
Contrapaso	=	0.170 m
Ancho (b)	=	1.200 m
S/C	=	0.500 Tn/m ²

$$\theta = \text{ArcTg} \left(\frac{CP}{P} \right) = 34.22^\circ$$

$$L = 1.75$$

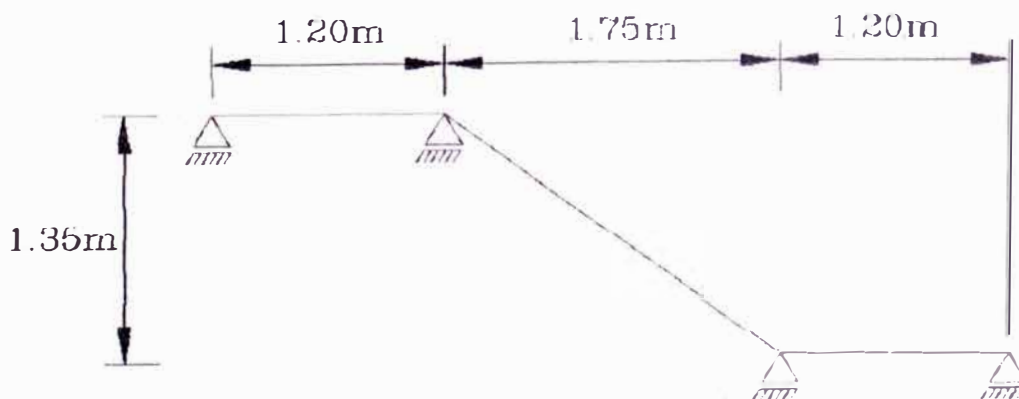
$$t = L / 25 = 0.07 \quad \text{Usaremos } t = 0.10 \text{ m}$$

$$hm = \frac{t}{\text{Cos}\theta} + \frac{CP}{2} = 0.21 \text{ m}$$

METRADO DE CARGAS

PP = hm * b * 2.4	=	0.593 Tn/m
Acabados = 0.1 * b	=	0.120 Tn/m
WD	=	0.713 Tn/m
WL = S/C * b	=	0.600 Tn/m

Teniendo en cuenta la siguiente geometría ingresaremos al programa Vigas



TRAMO SUPERIOR

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

Diseño de Escalera Segundo Tramo



PF versión 3 - HSF 1999

Luces y Alturas (m)										
Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Altura arriba										
Luz	1.20	1.75	1.20							
Altura abajo										

Sección Transversal										
Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Columna arriba										
Viga	escalera	escalera	escalera							
Columna abajo										

Condiciones Especiales											
Nudo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Código	F	F	F	F							

Indicar F o valor numérico (ancho) para apoyo fijo, R para rótula, E para empotramiento y A para la combinación de F y R

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

Diseño de Escalera Segundo Tramo

PF versión 3 - HSF 1999

Materiales		
Concreto	$f_c = 210$	(kg/cm ²)
	$E_c = 232000$	(kg/cm ²)
Acero	$f_y = 4200$	(kg/cm ²)
	$E_s = 2.1 \times 10^6$	(kg/cm ²)
Ver opciones para f_y de estribos		

Secciones Rectangulares y T					
Etiqueta	b (m)	h (m)	b _w (m)	t (m)	
1	a20	0.400	0.200	0.100	0.050
2	escalera	1.200	0.210		
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Etiqueta	b (m)	h (m)	b _w (m)	t (m)	

Otras Secciones				
Etiqueta	b (m)	h (m)	Inercia (m ⁴)	Área de Corte (m ²)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

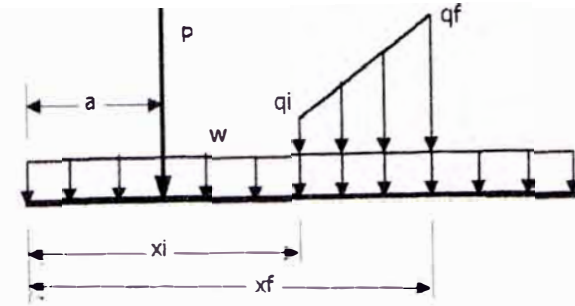
Se requieren b,h para la determinación del refuerzo

Secciones Circulares		
Etiqueta	D ext (m)	D Int (m)
1		
2		
3		
4		
5		

Las secciones circulares solo pueden usarse para las columnas

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

Diseño de Escalera Segundo Tramo



Fracción de la sobrecarga para daderos 1.00

Cargas Uniformemente Distribuidas

tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
W_D (t/m)	0.713	0.713	0.713							
W_L (t/m)	0.600	0.600	0.600							

Los subíndices D y L denotan cargas permanentes y cargas eventuales, respectivamente.

Fuerzas Concentradas

tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a_1 (m)										
P_{1D} (t)										
P_{1L} (t)										
a_2 (m)										
P_{2D} (t)										
P_{2L} (t)										

Las posiciones de las cargas concentradas se refieren al eje a la izquierda del tramo. Los índices D y L denotan cargas permanentes y eventuales, respectivamente

Cargas Distribuidas Trapezoidales

tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X inicial (m)										
final (m)										
q_D inicial (t/m)										
final (t/m)										
q_L inicial (t/m)										
final (t/m)										

Las abscisas inicial y final se refieren al eje a la izquierda del tramo. Los índices D y L denotan cargas permanentes y cargas eventuales, respectivamente

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

PF versión 3 - HSF 1999

Diseño de Escalera Segundo Tramo

TRAMO 1 (1.20 x 0.21)

		Refuerzo de Flexión									
x		0.120	0.240	0.360	0.480	0.600	0.720	0.840	0.960	1.080	1.200
M_U mín	0.000					-0.001	-0.047	-0.109	-0.186	-0.306	-0.494
M_U máx		0.093	0.158	0.197	0.208	0.193	0.150	0.080			
A_S sup						0.00	0.09	0.21	0.37	0.60	0.97
A_S inf		0.18	0.31	0.39	0.41	0.38	0.29	0.16			
p											

		Refuerzo de Corte									
x		0.120	0.240	0.360	0.480	0.600	0.720	0.840	0.960	1.080	1.200
V_U mín				-0.066	-0.194	-0.412	-0.670	-0.928	-1.186	-1.444	-1.702
V_U máx	0.885	0.659	0.434	0.208							
s □ #3											

TRAMO 2 (1.20 x 0.21)

		Refuerzo de Flexión									
x		0.175	0.350	0.525	0.700	0.875	1.050	1.225	1.400	1.575	1.750
M_U mín	-0.494	-0.198	-0.031						-0.031	-0.198	-0.494
M_U máx			0.076	0.218	0.304	0.333	0.304	0.218	0.076		
A_S sup	0.97	0.39	0.06						0.06	0.39	0.97
A_S inf			0.15	0.43	0.60	0.65	0.60	0.43	0.15		
p											

		Refuerzo de Corte									
x		0.175	0.350	0.525	0.700	0.875	1.050	1.225	1.400	1.575	1.750
V_U mín						-0.047	-0.376	-0.752	-1.128	-1.505	-1.881
V_U máx	1.881	1.505	1.128	0.752	0.376	0.047					
s □ #3											

Luego del análisis procederemos al chequeo por cuantía mínima

Acero Longitudinal

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d = 4.02 \text{ cm}^2$$

Observamos que este valor es mayor que cualquiera del análisis, por lo tanto trabajaremos con $A_s = 4.02 \text{ cm}^2$

Usaremos acero # 3 $\Rightarrow A_s = 0.71 \text{ cm}^2$ $\phi = 0.95 \text{ cm}$

$$n = A_s / A \phi = 5.64 \text{ Usar } n = 6$$

$$s = \frac{S - 2 * r - \phi}{n - 1} = 0.23 \text{ m}$$

$$s_{max} \leq \begin{cases} 45 \text{ cm} \\ 3 * l = 30 \text{ cm} \end{cases}$$

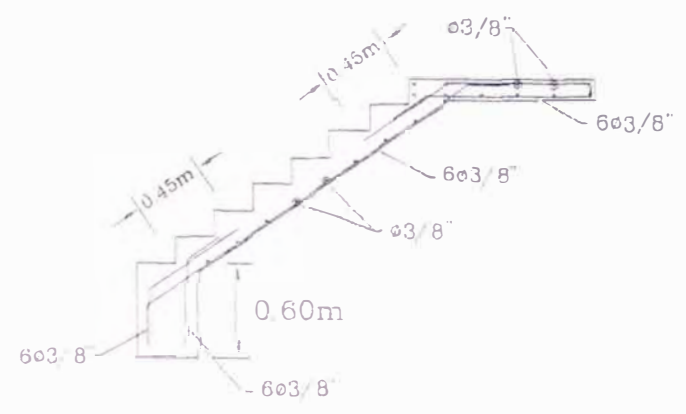
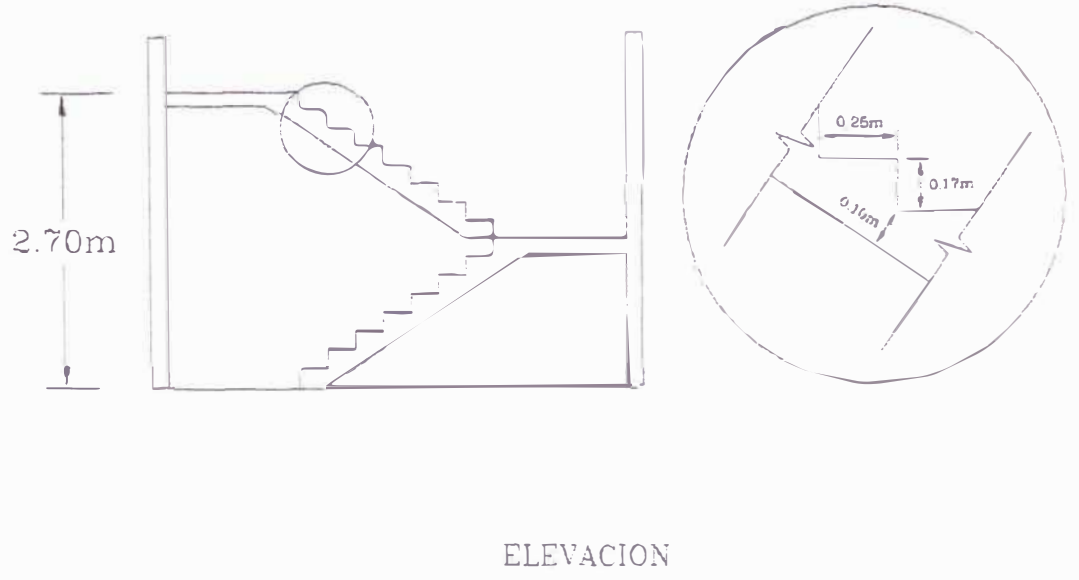
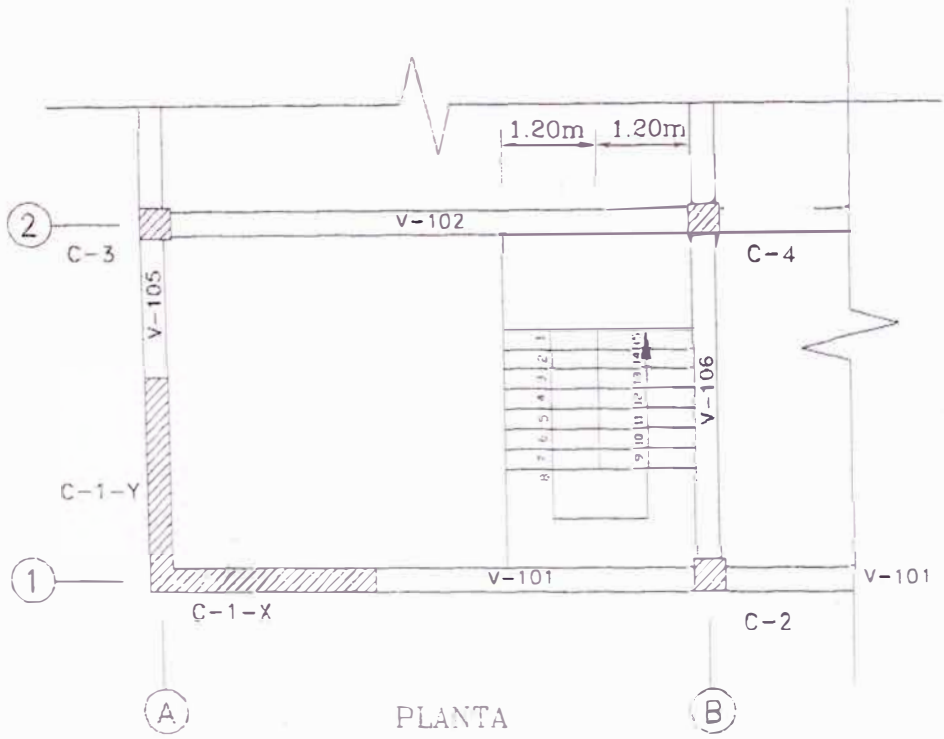
Por Tanto Usar 6 ϕ 3/8" @ 0.23

Acero Transversal

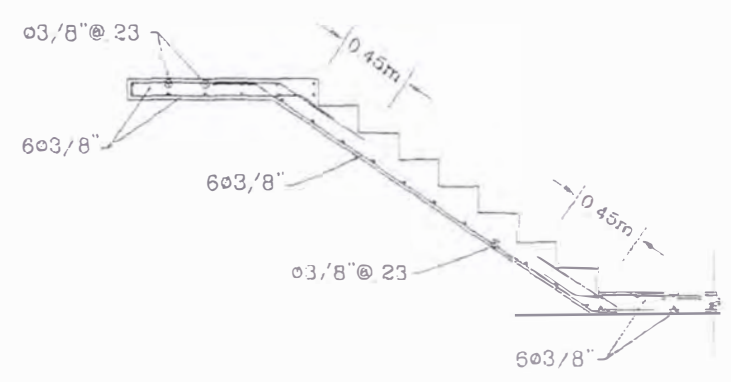
Para el acero transversal se usa el acero mínimo, por tanto :

Por Tanto Usar ϕ 3/8" @ 0.23

DETALLE DE ESCALERA



ACERO



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Después de concluido nuestro trabajo podemos mencionar las siguientes conclusiones:

- a) La etapa de predimensionamiento de los elementos, es importante para poder establecer valores muy aproximados de las dimensiones de los elementos estructurales.*
- b) En el análisis sísmico se puede apreciar que las normas peruanas dan cierta flexibilidad para edificaciones regulares de poca altura, pudiéndose usar un método conservador (Estático) sin que este ocasione un costo muy elevado en comparación con otros métodos.*
- c) Los desplazamientos máximos relativos de entrepisos establecidos por las normas actuales son de tal exigencia que es muy probable el uso de placas para rigidizar nuestra estructura y así cumplir con los máximos desplazamientos permisibles.*
- d) Los programas más comerciales realizan sus análisis en el rango elástico, lo cual no considera la redistribución de esfuerzos, dando a nuestra estructura un mayor grado de seguridad.*
- e) La inclusión del efecto de brazo rígido en el análisis, debido a las dimensiones de nuestros elementos pueden tener gran influencia sobre los resultados, sobre todo cuando existen placas.*
- f) Las placas son elementos estructurales que dan a la estructura gran rigidez, debido a que la distribución de esfuerzos es proporcional a la rigidez, son éstas las que absorben gran parte de estos esfuerzos laterales, siendo los esfuerzos asumidos por las columnas muy pequeños en comparación con el de las placas.*
- g) Debido a que las placas toman la mayor parte de las cargas laterales, muchos diseños de los demás elementos se realizan por condiciones mínimas.*
- h) Las zapatas son los elementos estructurales más importantes en una estructura, debido a ello es que los factores de seguridad que se les aplica son los mayores.*
- i) El grado de seguridad de nuestra estructura es muy alto. Debemos notar que las cargas que nos proporciona el reglamento son relativamente altas, luego a estas cargas hay que aplicarles un factor de seguridad (Factorización de cargas), para luego a la hora de diseño debemos aplicar otro factor de seguridad sobre estas (ϕ).*

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

Las siguientes son recomendaciones que se han podido establecer de acuerdo a nuestras necesidades.

- a) *Antes de empezar cualquier análisis estructural se ^{debe} elegir conveniente el sistema de estructuración ~~ha~~ emplearse para poder lograr una estructura que tenga un buen comportamiento ante las cargas de gravedad y cargas sísmicas. Cualquiera sea el sistema establecido, se recomienda que este sea del tipo regular tratando de cumplir cierta simetría en planta, con pocas zonas vacías, y en elevación tratar la variación de dimensiones de los pisos. Este tipo de consideraciones hace que nuestro análisis sea más real, sin tener que suponer muchas cosas que podrían llevarnos a un gran error.*
- b) *Para el predimensionamiento de los elementos se debe tratar de uniformizar las dimensiones, para una mayor facilidad en el proceso constructivo*
- c) *Para el predimensionamiento de los elementos es muy importante la experiencia del diseñador, debiendo estar respaldado siempre por las condiciones de nuestro reglamento.*
- d) *Para el análisis es muy importante, y hasta cierto punto la más importante, la idealización de nuestra estructura, ya que de ello depende la forma que creemos que se va a comportar nuestra edificación bajo ciertos efectos.*
- e) *Para el diseño de los elementos estructurales es muy importante buscar la facilidad del proceso constructivo.*
- f) *En el proceso de diseño es muy importante tener en cuenta los diversos detalles, tratando de especificar todo estos en los planos, ya que esto hace más fácil el trabajo del constructor, evitando decisiones erróneas por parte de él, que pueden llevarnos a cierto grado de problemas.*
- g) *Para el diseño de edificaciones de concreto armado se deberá tener presente siempre las recomendaciones de las Normas Peruanas, ya que debemos ser conscientes que estas son el resultado de una amplia investigación por profesionales de prestigio durante mucho tiempo.*
- h) *En cada etapa en el desarrollo de nuestro trabajo se debe tener especial cuidado, ya que debemos considerar que estas edificaciones serán ocupadas por personas, y sabemos lo invaluable que es la vida humana, por eso debemos ser conscientes y no escatimar costos ni trabajos adicionales que nos puedan dar la seguridad requerida.*

BIBLIOGRAFÍA

1. *Apuntes de clase del Ing. Roberto Morales Morales*
2. *Apuntes de clase del Dr. Hugo Scaletti Farina*
3. *Blanco Blasco, Antonio "Estructuración y diseño de Edificaciones de Concreto Armado", colección del Colegio de Ingenieros del Perú, 1995*
4. *Curso de Actualización "Cimentaciones de Concreto Armado en Edificaciones", Capítulo de estudiantes de la Universidad Nacional de Ingeniería, Mayo de 1993*
5. *Curso de Actualización "Diseño de Estructuras de Concreto Armado", organizado por la Promoción 89-1*
6. *Javier Piqué & Hugo Scaletti "Análisis Sísmicos de Edificios" 1992*
7. *Concreto Reforzado "Edeard G. Nawy", Editorial Aliza Greenblatt 1998*
8. *Reglamento Nacional de Construcciones*