

iv) Para Ejes B, C, D, E, F, G, H, K, L, M (Dir x).

Para 4^{to} nivel:

$$\Sigma M_{\text{columnas}} = 45.45 \text{ T-m}$$

$$\Sigma M_{\text{vigas}} = 20.11 \text{ T-m}$$

$$\Sigma M_c / \Sigma M_v = 2.26$$

$$\Sigma M_{\text{columnas}} = 45.45 \text{ T-m}$$

$$\Sigma M_{\text{vigas}} = 2(20.11) \text{ T-m}$$

$$\Sigma M_c / \Sigma M_v = 1.13$$

Para 3^{ro}, 2^{do}, 1^{ro}, y planta baja, se tiene :

$$\Sigma M_{\text{columnas}} = 2(45.45) \text{ T-m}$$

$$\Sigma M_{\text{vigas}} = 18.46 \text{ T-m}$$

$$\Sigma M_c / \Sigma M_v = 4.92$$

$$\Sigma M_{\text{columnas}} = 2(45.45) \text{ T-m}$$

$$\Sigma M_{\text{vigas}} = 2(20.15) \text{ T-m}$$

$$\Sigma M_c / \Sigma M_v = 2.26$$

El cálculo del factor para los ejes B,C,D,E,F,G,H,K,L y M se hace de la manera siguiente:

NIVEL	F _{PROM}	F _{CORR}	F ₈
4 to.	$(10 \times 100 + 20 \times 200) / 30 = 166.67$	0.75	125
3 er.	30 x 200	1.0	200
2 do.	30 x 200	1.0	200
1 er.	30 x 200	1.0	200
Planta baja	30 x 200	1.0	200

Tabla 6.19 Valor de F_{CORR} y F₈ para ejes B,C,D,E,F,G,H,K,L y M.

v) Ejes J, I y N (Dir x).

Para 4^{to} nivel, los nudos típicos son :



Figura 6.12 Nudos típicos 4to nivel. Ejes J,I y N.

ΣM_{col}	43.36T-m	ΣM_{col}	45.45T-m
ΣM_{vigas}	20.11 T-m	ΣM_{vigas}	2(20.11)T-m
$\Sigma M_c/\Sigma M_v$	2.16	$\Sigma M_c/\Sigma M_v$	1.13

Para 3er, 2do, 1ro y planta baja, los nudos típicos son :



Figura 6.13 Nudos típicos 3ro, 2do, 1o y planta baja.
Ejes J, I y N.

ΣM_{col}	2(43.36)T-m	ΣM_{col}	2(45.45)T-m
ΣM_{vigas}	16.33 T-m	ΣM_{vigas}	2(15.30)T-m
$\Sigma M_c/\Sigma M_v$	5.31	$\Sigma M_c/\Sigma M_v$	2.97

Calculando el valor promedio del factor F_8 (Tabla 4.27) y utilizando la tabla C-18 para el factor de corrección:

NIVEL	F_{PROM}	F_{CORR}	F_8
4 to.	$(6 \times 100 + 3 \times 200)/9 = 166.67$	0.75	125
3 er.	$9 \times 200/200$	1.0	200
2 do.	$9 \times 200/200$	1.0	200
1 er.	$9 \times 200/200$	1.0	200
Planta baja	$9 \times 200/200$	1.0	200

Tabla 6.20 Valores de F_{CORR} y F_8 para ejes J, I y N.

El valor de este factor en la dirección x:

$$F_{8x} = 185$$

El factor de configuración final se obtiene como la suma de los cuatro factores antes determinados, así:

$$F_E = F_5 + F_6 + F_7 + F_8$$

DIRECCION	X	Y
F ₅	100	100
F ₆	175	175
F ₇	125	125
F ₈	<u>185</u>	<u>200</u>
F _E	585	600

Tabla 6.21 Valores de F_E en ejes x e y

$$F_{EX} = 585$$

$$F_{EY} = 600$$

c) Factor de configuración en planta del edificio, F_{PC} .

c.1) Factor de torsión, F_9 .

Para la determinación de este factor se requiere conocer el centro de masa del edificio, su centro de rigidez y excentricidades.

Siendo los valores obtenidos de las tablas J-3, J-4, J-5, J-6 y J-7:

NIVEL	X_r (m)	Y_r (m)	X_m (m)	Y_m (m)	e_x (m)	e_y (m)	e_x/B	e_y/L
1°	6.48	21.36	6.77	19.95	0.29	1.41	0.02	0.0
2°	6.48	21.09	6.77	19.95	0.29	1.14	0.02	0.0
3°	6.48	21.06	6.77	19.95	0.29	1.11	0.01	0.0
4°	6.49	21.06	6.77	19.95	0.28	1.11	0.01	0.0
5°	6.46	21.08	6.50	21.68	0.04	0.60	0.003	0.0

Tabla 6.22 Resumen de coordenadas y excentricidades. Edificio B.

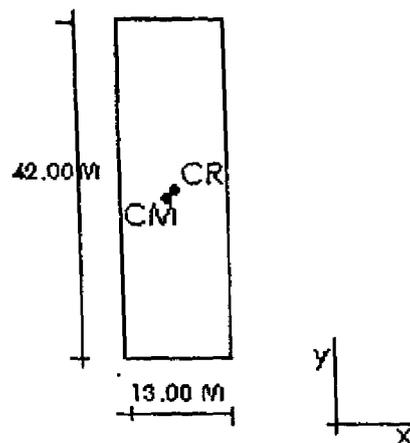


Fig. 6.14 Ubicación de centro de masa y centro de rigidez de edificio.

Ambas relaciones resultan tener un valor menor a 0.05, y según la tabla 4.28

$$F_{9x} = 300$$

$$F_{9y} = 300$$

c.2) Factor de aspecto en planta, F_{10} .

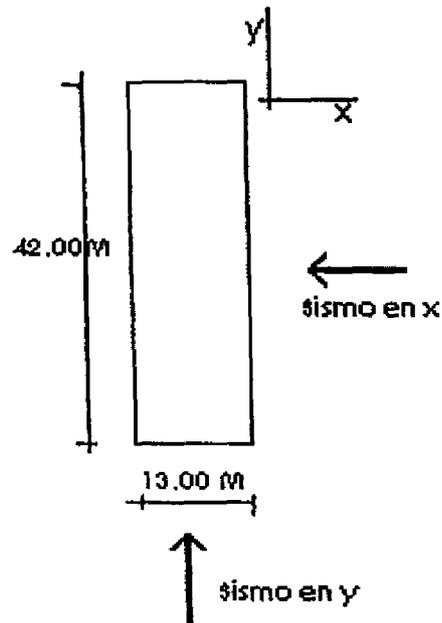


Fig. 6.15 Dirección de ondas de corte.

Para determinar la velocidad de las ondas de corte, se utiliza el estudio de suelo del emplazamiento en cuestión y la tabla que se presenta en el Anexo A:

Sismo en x : $L=42.0\text{m}$

$B=13.0\text{m}$

$S=140\text{ m/s}$

De tabla 4.29

$L/B = 3.23 \Rightarrow 150$

$L/S = 0.30 \Rightarrow 250$

$$F_{10x} = 200$$

Sismo en y : $L=13.0\text{m}$

$B=42.0\text{m}$

$$S = 140 \text{ m/s}$$

De tabla 4.29

$$L/B = 3.23 \Rightarrow 250$$

$$L/S = 0.30 \Rightarrow 250$$

$$F_{10y} = 250$$

c.3) Factor de distribución de rigidez, F_{11} .

En el caso del edificio en estudio, no se presentan cambios en la rigidez en planta, se trata de un edificio en el cual en ambos sentidos el porcentaje de cambio es nulo. En este sentido, según la tabla 4.30, el factor de distribución de rigidez en planta toma el siguiente valor:

$$F_{11} = 300$$

c.4) Factor de forma en planta, F_{12} .

El edificio en estudio presenta dimensiones cerradas, es decir, que tanto B_0 como L_0 son cero, lo cual facilita el cálculo de este factor, que considerando la tabla 4.31, se tiene:

$$L_0/L = B_0/B = 0$$

por lo tanto:

$$F_{12} = 300$$

c.5) Factor de rigidez ortogonal, F_{13} .

Para el cálculo de este factor se requieren de programas de diseño, para determinar las rigideces en ambos sentidos de la estructura. Tomando en cuenta las rigideces obtenidas, tenemos:

* Dirección x :

Nivel 1 (Tabla J-3)

Ejes B, C, D, E, N	Rx = 312.27
Ejes F, G, H, K, L, M	Rx = 283.20
Ejes I, J	Rx = 276.20

Nivel 2 (Tabla J-4)

Ejes B, C, D, E, N	Rx = 188.21
Ejes F, G, H, K, L, M	Rx = 183.29
Ejes I, J	Rx = 180.57

Nivel 3 (Tabla J-5)

Ejes B, C, D, E, N	Rx = 173.88
Ejes F, G, H, K, L, M	Rx = 170.60
Ejes I, J	Rx = 168.42

Nivel 4 (Tabla J-6)

Ejes B, C, D, E, N	Rx = 168.18
Ejes F, G, H, K, L, M	Rx = 164.51
Ejes I, J	Rx = 162.08

Nivel 5 (Tabla J-7)

Ejes B, C, D, E, N	Rx = 142.39
Ejes F, G, H, K, L, M	Rx = 137.12
Ejes I, J	Rx = 135.15

Tabla 6.23 Tablas dirección X.

Nivel 1:

$$\text{Dir } x_1 = 312.27 + 283.20 + 276.20$$

$$\text{Dir } x_1 = 871.67$$

Nivel 2:

$$\text{Dir } x_2 = 188.21 + 183.29 + 180.57$$

$$\text{Dir } x_2 = 552.07$$

Nivel 3:

$$\text{Dir } x_3 = 173.88 + 170.60 + 168.42$$

$$\text{Dir } x_3 = 512.90$$

Nivel 4:

$$\text{Dir } x_4 = 168.18 + 164.51 + 162.08$$

$$\text{Dir } x_4 = 494.77$$

Nivel 5:

$$\text{Dir } x_5 = 142.39 + 137.12 + 135.15$$

$$\text{Dir } x_5 = 414.66$$

Rigidez en x :

$$\text{Dir } x = 2846.07$$

* Dirección y :

Nivel 1 (Tabla J-3)

Ejes 6 y 8	Ry =	308.82
Ejes 10	Ry =	306.16

Nivel 2 (Tabla J-4)

Ejes 6 y 8	Ry =	226.39
Ejes 10	Ry =	223.88

Nivel 3 (Tabla J-5)

Ejes 6 y 8	Ry =	216.20
Ejes 10	Ry =	212.39

Nivel 4 (Tabla J-6)

Ejes 6 y 8	Ry =	216.12
Ejes 10	Ry =	212.80

Nivel 5 (Tabla J-7)

Ejes 6 y 8	Ry =	184.46
Ejes 10	Ry =	187.62

Tabla 6.24 Tablas dirección Y

Nivel 1:

$$\text{Dir } y_1 = 308.82 + 306.16$$

$$\text{Dir } y_1 = 614.98$$

Nivel 2:

$$\text{Dir } y_2 = 226.39 + 223.88$$

$$\text{Dir } y_2 = 450.27$$

Nivel 3:

$$\text{Dir } y_3 = 216.20 + 212.39$$

$$\text{Dir } y_3 = 428.59$$

Nivel 4:

$$\text{Dir } y_4 = 216.12 + 212.80$$

$$\text{Dir } y_4 = 428.92$$

Nivel 5:

$$\text{Dir } y_5 = 184.46 + 187.62$$

$$\text{Dir } y_5 = 372.08$$

Rigidez en y:

$$\underline{\text{Dir } y = 2294.84}$$

$$\text{Dir } y / \text{Dir } x = 2294.84 / 2846.07 = 0.8$$

Teniendo en cuenta lo establecido por la tabla 4.32, de acuerdo a el factor $F_{OS} = 250$.

Para obtener el valor final de F_{13} se determina $F_{CO} = 1.0$ porque el edificio tiene elementos con marcos en ambos sentidos, por lo tanto:

$$F_{13} = F_{OS} \times F_{CO}$$

$$F_{13} = 250$$

Es así como el factor de configuración en planta F_{PC} se obtiene:

$$F_{PC} = F_9 + F_{10} + F_{11} + F_{12} + F_{13}$$

DIRECCION	X	Y
F ₉	300	300
F ₁₀	200	250
F ₁₁	300	300
F ₁₂	300	300
F ₁₃	250	250
F _{PC}	1350	1400

Tabla 6.25 Valores para F_{PC} en dirección x e y.

$$F_{PCX} = 1350$$

$$F_{PCY} = 1400$$

d) Factor de configuración en elevación del edificio, F_{EC} .

d.1) Factor de esbeltez, F_{14} .

En este factor se debe cumplir con las condiciones que establece la tabla 4.33. La estructura en estudio en base a un análisis efectuado se determinó que tiene los siguientes valores de periodos (Tabla J-1):

$$T_x = 0.34 \text{ s.}$$

$$T_y = 0.65 \text{ s.}$$

Con estos datos y tomando en cuenta que la altura del edificio es menor a 30 metros (cuenta con 19 mts), se asigna el valor a F_{14} :

$$F_{14x} = 200$$

$$F_{14y} = 200$$

d.2) Factor de altura de columna, F_{15} .

Para el cálculo de este factor se procede a determinar:

i) Factor F_{SC}

Se obtiene dividiendo (altura de columna/altura de piso) y con el resultado utilizar tabla 4.32

$$\text{Alt columna} = 3.80 \text{ m}$$

$$\text{Alt. Piso} = 3.80 \text{ m} \Rightarrow \text{relación} \geq 0.8$$

$$F_{SC} = 300.$$

ii) Factor F_{RC} .

Se relaciona el número de columnas cortas con el número total de columnas en el edificio, como todas son cortas el resultado tiene un valor de uno; utilizando la tabla 4.33, se obtiene:

$$F_{RC} = 1.0$$

Así:

$$F_{15} = F_{SC} \times F_{RC}$$

En ambos ejes:

$$F_{15} = 300$$

d.3) Factor de distribución de rigideces, F_{16} .

La estructura desde la planta baja hasta el cuarto piso presenta un distribución uniforme, no existen cambios bruscos en sus elementos; por lo tanto, no hay cambio de rigidez. El factor F_{16} , de acuerdo a la tabla 4.36, en la dirección x e y, obtiene un valor de:

$$F_{16} = 300$$

d.4) Factor de forma en elevación, F_{17} .

Para este caso se cuenta con una estructura uniforme en elevación, no presenta una configuración complicada, por lo tanto si B es el ancho del edificio y B_m , B_i , B_j y B_g los anchos de los diferentes pisos, se tiene que:

$$B = B_m = B_i = B_j = B_g$$

Utilizando la tabla 4.37 se obtiene:

$$F_{17} = 300$$

Es así como el factor de configuración en planta F_{FC} se obtiene:

$$F_{EC} = F_{14} + F_{15} + F_{16} + F_{17}$$

Dirección x :

$$200 + 300 + 300 + 300 = 1100$$

Dirección y :

$$200 + 300 + 300 + 300 = 1100$$

$$F_{EC\ x} = 1100$$

$$F_{EC\ y} = 1100$$

e) **Factor de interacción con estructuras adyacentes, F_{PO} .**

Antes de proceder a aplicar las condiciones de la tabla 4.42, se debe verificar que el máximo desplazamiento lateral de la estructura no exceda la separación existente con edificios vecinos.

De la visita de campo se obtiene que en el eje x existe colindancia con edificio de marco, cuya separación real es igual a 10.00 cm; en eje y no existe ninguna colindancia. El máximo desplazamiento lateral del edificio de acuerdo a un análisis estructural es de 1.81 cm (Tabla J-2) en la dirección x, y de 6.20 cm en la dirección y.

Aplicando la tabla 4.41, se tiene en la dirección x:

$$d_1 = 1.81 \text{ cm,}$$

$$S(r) = 10.00 \text{ cm,}$$

por tanto: $S(r) \geq d_1 + 3.0 = 4.81 \text{ cm.}$

$$F_{PO\ x} = 250$$

Dirección y :

En esta dirección no existe edificio alguno que pueda convertirse en problema mayor, por tanto, el valor para F_{PO} y es :

$$F_{PO\ y} = 250$$

f) **Factor de resistencia lateral, F_{SD} .**

Este factor evalúa calculando la capacidad de corte lateral del piso crítico y el peso total de la estructura, las que se determinan a través de un análisis estructural. Ver tabla J-3.

Entonces:

Dirección x :

$$\text{Cortante/Westructura} = 582.99/3238.83 = 0.18$$

Dirección y :

$$\text{Cortante/Westructura} = 582.99/3238.83 = 0.18$$

De la tabla 4.44 se obtiene:

$$F_{SDx} = 300$$

$$F_{SDy} = 300$$

El FACTOR DE EVALUACION PRELIMINAR es igual a la sumatoria de seis factores, así:

$$F_{PE} = F_{PS} + F_E + F_{PC} + F_{EC} + F_{PO} + F_{SD}$$

DIRECCION	X	Y
F _{PS}	1140.93	1140.93
F _E	585.00	600.00
F _{PC}	1350.00	1400.00
F _{EC}	1100.00	1100.00
F _{PO}	250.00	250.00
F _{PO}	300.00	300.00
F _{PE}	4725.93	4790.93

Tabla 6.26 Valores de F_{PE} en ejes x e y.

$$F_{PEX} = 4725.93$$

$$F_{PEY} = 4790.93$$

2) Factor de Evaluación de Detalles, F_E

a) Elementos en flexión.

a.1) Factor de detalle longitudinal.

Para cada una de las vigas presentadas en el factor F_E se calculan los factores de la tabla 4.53, para ello deben calcularse:

** factor f_1 , f_2 , f_3 y f_4 .

$$\rho = A_s / bd$$

$$\rho_b = \rho_b + \rho' f' s / f_y$$

	unidad	V-1 y V-3 (principal)	V-2 (principal)	V-4 (secundaria)
b	cm	30	30	35
d	cm	54	54	64
A_s	cm ²	10.13	10.13	15.20
A_s'	cm ²	10.13	15.20	10.13
ρ_b	--	0.037	0.039	0.038
ρ_s'	--	6.25x10-3	9.38 x 10-3	4.50 x 10-3
ρ_b	--	0.039	0.039	0.037
ρ	--	6.25 x 10-3	6.25 x 10-3	6.79 x 10-3
$f' s$	kg/cm ²	2800	2800	2800
f_y	kg/cm ²	2800	2800	2800

Tabla 6.27 Propiedades de vigas de edificio Hospital Santa Teresa.

f_1 : Siendo $0.75\rho_b + \rho_s' f' s / f_y = 0.033$.

VIGA	ρ	CONDICION	f_1
V1	0.00625	< 0.025	100
V2	0.00625	< 0.025	100
V3	0.00625	< 0.025	100
V4	0.00679	< 0.033	100

Tabla 6.28 Cálculo de f_1 .

f_2 : Con la condición $A_s > 0.5 A's$.

VIGA	A_s	CONDICION	f_2
V1	10.13	< 5.07	150
V2	10.13	< 7.60	150
V3	10.13	< 5.07	150
V4	15.20	< 5.07	150

Tabla 6.29 Cálculo de f_2 .

f_3 : Con la condición $\rho > 14/f_y = 0.005$.

VIGA	ρ	CONDICION	f_3
V1	0.00625	> 0.005	100
V2	0.00625	> 0.005	100
V3	0.00625	> 0.005	100
V4	0.00679	> 0.005	100

Tabla 6.30 Cálculo de f_3 .

f_4 : Con la condición $A's > 0.25$ al nudo

VIGA	$A's \text{ cm}^2$	CONDICION	f_4
V1	10.13	< 14.51 cm^2	0
V2	15.20	< 15.78 cm^2	0
V3	10.13	< 14.51 cm^2	0
V4	10.13	< 14.51 cm^2	0

Tabla 6.31 Cálculo de f_4

Una vez se determina estos valores se está en la capacidad de calcular el factor F_{LFE} aplicando la fórmula siguiente:

$$F_{LFE} = [\sum (f_1 + f_2 + f_3 + f_4) Ni] / Nb$$

$F_{LFE} = 350$

a.2) Factor de refuerzo confinado.

**) factor f_5 , f_6 y f_7 .

Este factor básicamente consiste en comparar áreas de acero de estribos, separación entre ellos, distancia al rostro de la columna, utilizando la tabla 4.54 y utilizando posteriormente la ecuación:

$$F_{WFE} = [\sum (f_5 + f_6 + f_7) Ni] / Nb$$

f_5 : Tomando los diámetros mínimos de la tabla 4.54

VIGA	Diámetro varilla	Diámetro estribo	f_5
V1	# 8	# 3	150
V2	# 8	# 3	150
V3	# 8	# 3	150
V4	# 8	# 3	150

Tabla 6.32 Cálculo de f_5 .

- f_6 : Con la condición $A_v = 3.5 b_w S / f_y = 3.5 \times 35 \times 20 / 2800$
 $= 0.875 \text{ cm}^2$
 Area real estribo si es de $3/8 = 2 \times 0.71 = 1.43 \text{ cm}^2$

VIGA	Area	CONDICION		f_6
V1	1.43	>	0.875	200
V2	1.43	>	0.875	200
V3	1.43	>	0.875	200
V4	1.43	>	0.875	200

Tabla 6.33 Cálculo de f_6 .

f_7 :

VIGA	S cm		d/4 cm		COND. (cm)	f_7
V1	10.0	<	13.5	<	10.0	150
V2	10.0	<	13.5	<	10.0	150
V3	10.0	<	13.5	<	10.0	150
V4	10.0	<	16.0	<	10.0	150

Tabla 6.34 Cálculo de f_7 .

El factor F_{WFE} tiene un valor de :

$$F_{WFE} = 500$$

a.3) Factor de traslape en empalmes.

** factor f_8, f_9, f_{10} y f_{11} .

Se comparan la longitud de traslapes, espaciamiento de traslapes en regiones de tensión, distancia entre empalmes y articulaciones plásticas en caso de encontrarse soldadas., utilizando la tabla 4.55.

$$F_{SFE} = [\sum (f_8 + f_9 + f_{10} + f_{11}) N_i] / N_b$$

f_8 : De la tabla 4.55

VIGA	Traslape var tensión		COND. (cms)	Traslape var compresión		COND. (cms)	f_8
V1	30.0	>	30.0	60.0	>	50.50	75
V2	30.0	>	30.0	60.0	>	50.50	75
V3	30.0	>	30.0	60.0	>	50.50	75
V4	30.0	>	30.0	60.0	>	50.50	75

Tabla 6.35 Cálculo de f_8 .