

ii. Factor final F_{13} .

Estructuras tipo III y IV:

Se obtiene como:

$$F_{13} = F_{05} \times F_{c0} \quad (4.10)$$

donde :

F_{c0} = factor que indica la continuidad de un sistema estructural.

= 1.0 elementos de marcos 2 en direcciones.

= 0.5 elementos de marcos en 1 dirección.

El factor de configuración en planta F_{PC} , se obtiene:

Para estructuras tipo III y IV:

$$F_{PC} = F_9 + F_{10} + F_{11} + F_{12} + F_{13} \quad (4.11)$$

A.4 Factor de configuración en elevación, F_{EC} .A.4.1 *Factor de esbeltez en elevación, F_{14} .*

Estructura tipo IV:

Condición	H < 30 m T < 0.8 s	30m < H < 60m T = 0.8 -1.6 s	H > 60 m T > 1.6 s
Factor F_{14}	200	100	0

Tabla 4.33 Factor de esbeltez F_{14} . Tipo IV.

Donde : H = altura total del edificio (m).

T = período de vibración del edificio (s).

A.4.2 *Factor de altura de columna, F_{15} .*i. Factor altura de columna F_{sc} .

Estructura tipo IV:

<u>Altura de columnas</u> Altura de piso	≥ 0.8	0.7-0.8	0.6-0.7	< 0.6
Factor F_{sc}	300	200	100	0

Tabla 4.34 Factor de altura de columna. Tipo IV.

ii. Factor final F_{15} .

Estructura tipo IV:

Se calcula como sigue:

$$F_{15} = F_{sc} \times F_{RC} \quad (4.12)$$

donde :

F_{RC} = factor de relación, obtenido de la tabla 4.35 de acuerdo al porcentaje de columnas que no cumplen ($h_{sc}/h_s < 0.8$).

<u>No. de columnas cortas</u> No. total de columnas en el piso	0 - 0.05	0.05- 0.15	>0.15-0.30	> 0.3
Factor F_{RC}	1.0	0.8	0.5	0

Tabla 4.35 Factor de relación de columnas cortas, F_{RC} .A.4.3 Factor de distribución de rigideces F_{16} .

Estructura tipo IV:

% cambio de rigidez	≤ 20	> 20-40	>40-60	>60
Factor F_{16}	300	200	100	0

Tabla 4.36 Factor de distribución de rigidez. Tipo IV.

A.4.4 Factor de forma en elevación , F_{17} .

Estructura tipo IV:

Condición	$B_g/B = 1$ o $B_m/B = 1$ o $B_{ij}/B = 0$	$B_g/B = 0.9 - 1$ o $B_m/B = 0.8 - 1$ o $B_{ij}/B = 0-0.1$	$B_g/B = 0.8-0.9$ o $B_m/B = 0.6- 0.8$ o $B_{ij}/B > 0.1$	$B_g/B < 0.8$ o $B_m/B < 0.6$
Factor F_{17}	300	200	100	0

Tabla 4.37 Factor de forma. Tipo IV.

donde (ver figura 3.12):

B = máxima dimensión del edificio.

B_g = dimensión del edificio en el nivel del suelo.

B_m = dimensión mínima del edificio.

B_{ij} = máxima diferencia entre la dimensión de dos pisos sucesivos i y j.

El factor de configuración en elevación F_{EC} es entonces obtenido como la suma de los factores anteriormente discutidos. Esto es dado por:

Para estructuras tipo IV :

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

(4.13)

A.5 Factor de interacción con estructuras adyacentes, F_{PO}.

Estructuras tipo I, II y III:

CASO I . Estructura adyacente: marco de concreto.

Condición	Separación ≥ 6.0 cm ⁽¹⁾	Separación < 6.0 cm ⁽¹⁾
• Edificio adyacente varios niveles, losa a misma altura	250	0
• Edificio adyacente varios niveles, losa diferente altura	150	0

Tabla 4.38 Factor de interacción con estructuras adyacentes, F_{PO}. Caso Y, tipo IV, III y II.

CASO II . Estructura adyacente: edificio de mampostería.

⁽¹⁾

Este valor es asumido, fue obtenido de entrevistas realizadas a ingenieros estructuristas. No obstante, si es posible calcular el desplazamiento del edificio colindante de manera exacta es recomendable utilizar dicho valor.

Condición	Separación $\geq 2.5 \text{ cm}^{(1)}$	Separación $< 2.5 \text{ cm}^{(1)}$
• Edificio adyacente un nivel, misma altura	250	0
• Edificio adyacente un nivel, diferente altura	150	0
• Edificio adyacente varios niveles, losa a misma altura	75	0
• Edificio adyacente varios niveles, losa diferente altura	50	0

Tabla 4.39 Factor de interacción con estructuras adyacentes, Fro. Caso II, Tipo I, II y III.

Estructuras tipo IV:

CASO I. Estructura adyacente: edificio mampostería de un nivel.

Considerando d : desplazamiento del edificio de marcos de concreto en estudio (cm).

Separación $\geq d + 1.25 \text{ cm}^{(1)}$	Separación $< d + 1.25 \text{ cm}^{(1)}$
Aplicar tabla 4.42	$F_{PO} = 0$

Tabla 4.40 Criterio para aplicación de tabla 4.42, Caso I.

CASO II. Estructura adyacente: edificio marcos de concreto.

Considerando $d1$: desplazamiento del edificio de marcos de concreto en estudio (cm).

$S(r)$: separación real entre edificios (cm).

$S(r) \geq d1 + 3.0 \text{ cm}^{(1)}$	$S(r) < d1 + 3.0 \text{ cm}^{(1)}$
Aplicar tabla 4.42	$F_{PO} = 0$

Tabla 4.41 Criterio para aplicación de tabla 4.42, Caso II.

⁽¹⁾ Este valor es asumido, fue obtenido de entrevistas realizadas a ingenieros estructuristas. No obstante, si es posible calcular el desplazamiento del edificio considerando de manera exacta es recomendable utilizar dicho valor

Condición	Hi = H2	Hi = H2	H1 > H2	H1 > H2
	hs1 = hs2	hs1 = hs2	hs1 = hs2	hs1 ≠ hs2
	$K12 \leq 1.25$	$K12=1.25-2.0$	$K12 > 2.0$	$K12 > 2.0$
Factor F _{PO}	250	150	50	0

Tabla 4.42 Factor de interacción con estructuras adyacentes, F_{PO}

donde : (ver fig 3.13).

- H1 : Altura total del edificio en estudio.
- H2 : Altura total del edificio adyacente.
- hs1 : Altura de piso del edificio en estudio.
- hs2 : Altura de piso del edificio adyacente.
- K1 : Rigidez del edificio en estudio.
- K2 : Rigidez del edificio adyacente.
- K12 : Relación de rigideces.
= $(K1-K2)/K1 \times 100$.

A.6 Factor de diseño estructural, F_{SD}.

Estructuras tipo I, II y III:

Condición	Diseño sísmico actual	Diseño sísmico anterior	No diseño sísmico
Factor F _{SD}	300	150	0

Tabla 4.43 Factor de diseño estructural.

Estructura tipo IV:

Condición	Diseño sísmico actual o relación de esfuerzos > 0.15	Diseño sísmico anterior o relación de esfuerzos =0.05 - 0.15	No Diseño sísmico o relación de esfuerzos < 0.15
Factor F _{SD}	300	150	0

Tabla 4.44 Factor de resistencia lateral.

Donde:

Diseño sísmico actual = el que utiliza código de diseño vigente.

Diseño sísmico anterior= el que utiliza código de diseño caducados.

Relación de esfuerzos = relación entre la capacidad de corte lateral del piso crítico y el peso total de la estructura.

El factor de evaluación preliminar, para todo tipo de estructuras, es el resultado de la suma de las seis contribuciones de los factores anteriores, así:

Para estructuras tipo I y II :

$$\boxed{FPE = FPS + FE + FPO + FSD} \quad (4.14)$$

Para estructuras tipo III :

$$\boxed{FPE = FPS + FE + FPC + FPO + FSD} \quad (4.15)$$

Para estructuras tipo IV :

$$\boxed{FPE = FPS + FE + FPC + FEC + FPO + FSD} \quad (4.16)$$

B. EVALUACION DE DETALLES.

B.1 Refuerzo en paredes, FRP.

B.1.1 *Factor de refuerzo total, FRT.*

Estructura tipo I:

Factor.	CONDICION	Valor FRTi
1	$\rho_v + \rho_h \geq 0.0013$	250
2	ρ_v y ρ_h en cualquier sentido ≥ 0.0005	150

Tabla 4.45 Factor de refuerzo total en paredes. Tipo I.

donde :

ρ = porcentaje de refuerzo.

$\rho_h = A_{s,h} / Ht$, $\rho_v = A_{s,v} / Lt$,

$A_{s,h}$ = Area de refuerzo horizontal.

$A_{s,v}$ = Area de refuerzo vertical.

H = altura de la pared (cm).

L = longitud de la pared (cm).

t = espesor de la pared (cm).

B.1.2 Factor de diámetros y espaciamientos mínimos del refuerzo, FDR.

Estructura tipo I:

Factor No.	CONDICION	Valor de FDRi
3	Diámetro mínimo de refuerzo : refuerzo vertical = No. 3 refuerzo horizontal = No. 2	150
4	Espaciamiento máximo : *refuerzo vertical = 6t o 80cm (menor) t = esp. de pared *refuerzo horizontal = 40 cm.	200
5	Refuerzo en extremos ó en boquetes de puertas y ventanas mayor de 2 varillas # 3	150

Tabla 4.46 Factor de diámetros y espaciamientos, Tipo I.

B.1.3 Factor de uniones y traslapes entre paredes, FUP.

Estructura tipo I:

Factor No.	CONDICION	Valor FUPi
6	Mínima longitud de traslape en uniones entre paredes : 30 cm.	175
7	En uniones donde no se encuentre refuerzo horizontal corrido, las conexiones serán con grapas # 2 a 40 cm.	125

Tabla 4.47 Traslape y uniones en paredes. Tipo I.

B.4 Detalles principales, FDP

Estructura tipo II:

Factor No.	CONDICION	Valor FDP _i
1	<ul style="list-style-type: none"> • Los elementos de confinamiento deben formar cuadrados menores o iguales a 2.4 m de altura por 2.0 m de largo. • Los elementos verticales se prolongarán hasta borde superior de la pared, anclándose en la solera de coronamiento. • Los Elementos verticales deben existir: <ul style="list-style-type: none"> - En intersecciones y esquinas de paredes, - En ambos extremos de toda la pared aislada, - Alrededor de los boquetes de puertas y ventanas. 	350
2	Todos los elementos estructurales deberán tener por lo menos el mismo espesor de la pared que están confinando, pero no menos de 10 cm. La otra dimensión no será menor de 15 cm para soleras intermedias y nervios, ni de 20 cm para soleras de coronamiento.	550
3	Espesor de paredes medianeras y de colindancia mayores que 14 cm; para aquellas colindancias cuya altura no sea mayor de 2.0m el espesor mínimo será 10 cm	300

Tabla 4.50 Factor de detalles principales, Tipo II
(REDESSES, art. 52).

El factor se calcula de la siguiente manera:

$$FDP = [\sum (fDP_i) Ni] / Nb \quad (4.17)$$

donde :

fDP_i = obtenidos de la tabla 4.50.

= 0 si la condición especificada no es satisfecha.

n = número total de grupo de paredes.

Ni = número de paredes del grupo y

Nb = número total de paredes.

Estructura tipo III:

Factor No.	CONDICION	Valor FDPi
1	<ul style="list-style-type: none"> • Los elementos de confinamiento deben formar cuadrados menores o iguales a 2.4 m de altura por 2.0 m de largo. • Los elementos verticales se prolongarán hasta borde superior de la pared, anclándose en la solera de coronamiento. • Elemento verticales deben existir en: <ul style="list-style-type: none"> - En intersecciones y esquinas de paredes, - En ambos extremos de toda la pared aislada, -Alrededor de los boquetes de puertas y ventanas. 	650
2	Todos los elementos estructurales deberán tener por lo menos el mismo espesor de la pared que están confinando, pero no menos de 10 cm. La otra dimensión no será menor de 15 cm para soleras intermedias y nervios, ni de 20 cm para soleras de coronamiento.	350
3	Espesor de paredes medianeras y de colindancia mayores o iguales a 14 cm; para aquellas colindancias cuya altura no sea mayor de 2.0m el espesor mínimo será 10 cm	200
4	Cuando exista un diafragma rígido deben proveerse suficientes paredes en dos direcciones perpendiculares para que el sistema sea estable lateralmente. En cada dirección se deben disponer en forma simétrica, muros con longitud total de 0.25 m por cada metro cuadrado del diafragma.	550
5	Para que una pared se considere efectiva para resistir fuerza de sismo, debe tener una relación de longitud a altura $L/h \geq 0.33$	550

Tabla 4.51 Factor de detalles principales, Tipo III.

El factor se calcula de la siguiente manera:

$$FDP = [\sum (fDP_i) N_i] / N_b \quad (4.18)$$

donde :

B.2 Cimientos en paredes, Fcp.

Estructura tipo I:

Factor No.	CONDICION	Valor FCP
8	<p>Las paredes deberán estar cimentadas en cualquiera de las dos formas siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soleras corridas (concreto reforzado) ancho : 30 cm peralte mínimo : 25 cm refuerzo: 4 varillas # 3 y estribos # 2 @ 10 cm • Zapatas corridas (concreto reforzado) ancho : 30 cm peralte mínimo : 25 cm espesor mínimo : 20 cm refuerzo: 3 varillas # 3 ; estribos # 3 @15 cm 	550

Tabla 4.48 Factor cimientos en paredes, Tipo I.

B.3 Detalles adicionales en paredes, FDA

Estructura tipo I:

Factor No.	CONDICION	Valor FDAi
9	Paredes sin diafragma rígido en parte superior, deben llevar una solera de corona de dimensiones y refuerzo como se indica en las tablas 1a y 1b del REDSES (ver anexo D)	200
10	<p>Paredes con diafragmas flexibles deben estabilizarse lateralmente:</p> <ul style="list-style-type: none"> *por columnas que transmitan los momentos de volteo al terreno *paredes colocadas en planos perpendiculares a la que se quiere estabilizar. <p>Distancia máxima entre soportes laterales igual a 7 m</p>	350

Tabla 4.49 Factor de detalles adicionales, Tipo Y.

- f_{Dpi} = obtenidos de la tabla 4.51.
 = 0 si la condición especificada no es satisfecha.
 n = número total de grupo de paredes.
 N_i = número de paredes del grupo y
 N_b = número total de paredes.

B.5 Cimientos y detalles de elementos que dan soporte lateral, F_{CDs} .

Estructura tipo II:

Factor No.	CONDICION	Valor F_{CDs_i}
4	Todas las paredes, cuando no lleven diafragma rígido en su parte superior, deben llevar una solera de corona de dimensiones y refuerzo según tablas 1a y 1b del REDSES (ver anexo D)	150
5	Cuando las paredes no lleven diafragma rígido en su parte superior, se deben estabilizar lateralmente mediante columnas capaces de transmitir momentos de volcamiento al terreno, o bien sirviéndose de otras paredes colocadas en planos perpendiculares a aquella que se requiere estabilizar. La distancia máxima entre dichos soportes laterales será de 7.0 m	200
6	Cuando se usen columnas de concreto para dar estabilidad lateral, las dimensiones mínimas y su refuerzo, serán las dadas en las tablas 2a y 2b del REDSES (ver anexo E)	350
7	Para que las columnas del apartado anterior sean capaces de transmitir los momentos de volcamiento al terreno, deben proveerse zapatas de fundación aisladas con las dimensiones y refuerzo que se indican en las tablas 4a y 4b del REDSES (ver anexo F)	400

Tabla 4.52 Factor de cimientos y detalles. Tipo II.

El factor se calcula de la siguiente manera:

$$F_{CDs} = [\sum (f_{CDs_i})N_i] / N_b \quad (4.19)$$

donde :

- f_{CDs_i} = obtenidos de la tabla 4.52.
 = 0 si la condición especificada no es satisfecha.
 n = número total de grupo de paredes.
 N_i = número de paredes del grupo y
 N_b = número total de paredes.

B.6 Elementos en flexión.

B.6.1 Factor de detalle longitudinal, FLPE.

Estructuras tipo IV:

Factor No.	CONDICION	Valor FLPE
1	Refuerzo máximo : <ul style="list-style-type: none"> • Para vigas principales y zonas de alto riesgo sísmico : $\rho < 0.025$ • En vigas secundarias : $\rho \leq 0.75 \rho_b + \rho' s f' s / f_y$ 	100
2	El área de refuerzo positivo ≥ 0.5 del área de refuerzo negativo : $A_s \geq 0.5 A' s$	150
3	Refuerzo mínimo : Disponerse en forma continua en lecho superior e inferior al menos dos varillas con : En zonas de riesgo sísmico: $\rho_{min} \geq 14 / f_y$	100
4	A lo largo del claro el área de refuerzo en la parte superior debe ser por lo menos una cuarta parte del área de refuerzo superior proporcionada en la junta o nudo.	50

Tabla 4.53 Factor refuerzo longitudinal, elementos en flexión. Tipo IV

donde :

- ρ = porcentaje de acero en la sección transversal.
 ρ_b = porcentaje de acero balanceado.
 $\rho' s$ = porcentaje de acero en lecho en compresión.

$f's$ = esfuerzo de fluencia del acero en compresión,
kg/cm².

f_y = esfuerzo de fluencia del acero en kg / cm².

A_s = área de refuerzo positivo.

$A's$ = área de refuerzo negativo.

El factor se calcula de la siguiente manera:

$$FLPE = [\sum (f_1 + f_2 + f_3 + f_4) N_i] / N_b \quad (4.20)$$

donde :

f_1, f_2, f_3, f_4 = obtenidos de la tabla 4.53

= 0 si la condición especificada no es satisfecha.

n = número total de grupo de vigas.

N_i = número de vigas del grupo y

N_b = número total de vigas.

B.6.2 Factor de refuerzo transversal, FWFE.

Estructuras tipo IV:

FACTOR No.	CONDICION	VALOR DE FWFE
5	Diámetro mínimo de estribos : • varillas menores que # 10: Estribos # 3 • varillas # 11,14,18 o paquetes o : Estribos # 4	150
6	Area del estribo dentro de una distancia igual 4d del rostro de la columna debe ser: $A_v = 3.5 b_w \times S / f_y$	200
7	La separación entre estribos a una distancia igual a 4d del rostro de la columna debe ser: $\leq d/4$ < 10.0 cm	150

Tabla 4.54 Factor refuerzo transversal. Tipo IV

donde:

A_v = área de acero en el alma de la sección.

S = separación entre estribos.

d = peralte efectivo de la sección.

donde:

- d_l = longitud de desarrollo de la barra.
- \varnothing_b = diámetro de refuerzo longitudinal.
- d = peralte efectivo de la sección.
- f_y = esfuerzo de fluencia del acero en el alma, kg/cm².

El factor se calcula de la siguiente manera:

$$F_{SFE} = [\sum (f_8 + f_9 + f_{10} + f_{11})N_i] / N_b \quad (4.22)$$

- f_8, f_9, f_{10}, f_{11} = obtenidos de la tabla 4.55.
- = 0 si la condición especificada no es satisfecha.

B.7 Elementos cargados axialmente.

B.7.1 *Factor de detalle longitudinal, FLA.*

Estructuras tipo IV:

Factor No.	CONDICION	Valor FLA
12	-En zonas de alto riesgo sísmico, el porcentaje de refuerzo longitudinal es : $0.01 < \rho < 0.06$ -En zonas de riesgo sísmico moderado : $0.01 < \rho < 0.08$ -En secciones circulares y rectangulares : 4 varillas -En anillos triangulares : 3 varillas -En espirales : 6 varillas	150

Tabla 4.56 Factor refuerzo longitudinal. Tipo IV.

donde :

- ρ = porcentaje de acero en la sección transversal.

El factor se calcula de la siguiente manera:

$$F_{LA} = [\sum (f_{12})N_i] / N_c \quad (4.23)$$

- f_{12} = obtenidos de la tabla 4.56.
 = 0 si la condición especificada no es satisfecha.
 n = número total de grupo de columnas.
 N_i = número de columnas del grupo y
 N_c = número total de columnas.

B.7.2 Factor de refuerzo transversal, FCA.

Estructura tipo IV:

FACTOR No.	CONDICION	VALOR FWFE
13	Diámetro mínimo de estribo: • varillas menores a # 10 : Estribos # 3 • varillas # 11,14,18 : Estribos # 4 o paquetes	150
14	Para anillos rectangulares : $A_{sh \text{ mín}} = 0.3 (S \times h_c \times f'_c / f_y h) ([A_g / A_{ch} - 1])$ $A_{sh \text{ mín}} = 0.09 \times S \times h_c \times f'_c / f_y h$ $S \leq$ la cuarta parte de la dimensión mínima o de 10 cm	200
	Relación mínima de espirales $\rho_s = 0.12 (f'_c / f_y h)$ $\geq 0.45 * (A_g / A_c - 1) (f'_c / f_y)$ $S \leq$ la cuarta parte de la dimensión mínima o 10 cm	200
15	Longitud de confinamiento l_o debe ser: > peralte > H/6 > 45 cm	200

Tabla 4.57 Factor de refuerzo confinado. Tipo IV.

donde:

- S = distancia entre estribos.
 ρ_s = relación volumétrica de estribos o espirales.
 f'_c = esfuerzo a la compresión del concreto.

f_y = esfuerzo de fluencia del acero.
 H = altura libre de la columna.
 A_g = área bruta del concreto.
 A_c = área del núcleo de la sección.

El factor se calcula de la siguiente manera:

$$F_{CA} = [\sum (f_{13} + f_{14} + f_{15}) N_i] / N_c \quad (4.24)$$

donde :

f_{13}, f_{14}, f_{15} = obtenidos de la tabla 4.57.
 = 0 si la condición especificada no es satisfecha.

n = número total de grupo de columnas.

N_i = número de columnas del grupo y

N_c = número total de columnas.

B.7.3 Factor de traslape de empalmes, F_{SA} .

Estructura tipo IV:

FACTOR No.	CONDICION	VALOR F_{SA}
16	Los traslapes se permiten sólo dentro de la mitad central de la longitud del elemento, y debe ser ≥ 30 cm	125
17	La distancia entre empalmes > 60 cm a lo largo del eje longitudinal	75

Tabla 4.58 Factor de longitud de empalmes. Tipo IV

donde:

l_d = longitud de desarrollo de la barra.

El factor se calcula de la siguiente manera:

$$F_{SA} = [\sum (f_{16} + f_{17}) N_i] / N_c \quad (4.25)$$

donde :

f_{16}, f_{17} = obtenidos de la tabla 4.58.

= 0 si la condición especificada no es satisfecha.

n = número total de grupo de columnas.
 N_i = número de columnas del grupo y
 N_c = número total de columnas.

B.8 Factor de supervisión en la construcción, F_{cs} .

Para todo tipo de estructura:

CONDICIÓN DE SUPERVISIÓN	SUPERVISIÓN ADECUADA	SUPERVISIÓN INADECUADA
Factor F_{cs}	1.0	0.5

Tabla 4.59 Factor de supervisión. Todo tipo de estructuras.

Finalmente el factor de detalles se calcula como la sumatoria de los factores en los literales B.1 a B.7, multiplicados por el factor de supervisión. Así, para cada tipo de estructura se tiene:

Estructura tipo I:

$$F_{DE} = (F_{RT} + F_{DR} + F_{UP} + F_{CP} + F_{DA}) \times F_{CS} \quad (4.26)$$

Estructura tipo II:

$$F_{DE} = (F_{DP} + F_{CP}) \times F_{CS} \quad (4.27)$$

Estructura tipo III:

$$F_{DE} = (F_{CP}) \times F_{CS} \quad (4.28)$$

Estructura tipo IV:

$$F_{DE} = (F_{LFE} + F_{WFE} + F_{SFE} + F_{LA} + F_{CA} + F_{SA}) \times F_{CS} \quad (4.29)$$

4.6 DETERMINACION DE VULNERABILIDAD SISMICA Y RIESGO SISMICO.

4.6.1 Cálculo de Vulnerabilidad Sísmica.

La vulnerabilidad sísmica viene dada por suma del factor de evaluación preliminar y el factor de evaluación de detalles, así:

Para todo tipo de estructuras:

$$\text{Vulnerabilidad Sísmica} = F_{PE} + F_{DE} \quad (4.30)$$

4.6.2 Cálculo de Peligrosidad y efectos de sitio.

La peligrosidad y efectos de sitio se calcula como el producto del factor de peligrosidad, de efectos de sitio y de licuefacción, así:

$$F_{PELST} = F_{PEL} \times F_{ST} \times F_{LI} \quad (4.31)$$

4.7 DETERMINACION DE NIVELES DE VULNERABILIDAD SISMICA Y PELIGROSIDAD SISMICA.

4.7.1 Nivel de Vulnerabilidad Sísmica.

Tomando en cuenta el valor obtenido para el factor de Evaluación Preliminar y el factor de Evaluación de Detalles, se utiliza la tabla siguiente para determinar el nivel de vulnerabilidad para cada uno de ellos.

Para estructuras tipo I y II:

NIVEL DE VULNERABILIDAD	BAJO	ALTO
FPE	≥ 1840	< 1840
FDE	≥ 1600	< 1600

Tabla 4.60 Nivel de Vulnerabilidad Sísmica estructuras Tipo I y II.

Para estructuras tipo III:

NIVEL DE VULNERABILIDAD	BAJO	ALTO
FPE	≥ 2960	< 2960
FDE	≥ 1600	< 1600

Tabla 4.61 Nivel de Vulnerabilidad Sísmica estructura tipo III.

Para estructuras tipo IV:

NIVEL DE VULNERABILIDAD	BAJO	ALTO
FPE	≥ 4000	< 4000
FDE	≥ 1600	< 1600

Tabla 4.62 Nivel de Vulnerabilidad Sísmica estructura tipo IV.

4.7.2 Nivel de Peligrosidad y Efectos de Sitio.

Utilizando la tabla siguiente, se obtiene el nivel de peligrosidad y efectos de sitio.

Para todo tipo de estructuras:

NIVEL DE PELIGROSIDAD Y EFECTOS DE SITIO	BAJO	ALTO
F_{PELST}	≥ 0.7	< 0.7

Tabla 4.63 Nivel de peligrosidad y efectos de sitio para todo tipo de estructura.

Para definir el límite de la tabla 4.63, se toma en cuenta la tendencia que Soliman et al (1990) utiliza al establecer los límites para el nivel de vulnerabilidad planteados en las tablas 4.60 a 4.62, donde corresponden aproximadamente a un 70% del máximo valor que puede alcanzar el respectivo factor.

De tal manera, que considerando las condiciones óptimas para los factores F_{PEL} , F_{ST} y F_{LI} el valor máximo para F_{PELST} sería de 1.0, por lo tanto, el límite para el nivel de peligrosidad y efectos de sitio tendría un valor igual a 0.7.

4.7.3 Nivel de Riesgo Sísmico.

Para establecer el nivel de riesgo se utilizan los niveles de vulnerabilidad y peligrosidad obtenidos de las tablas 4.60 a 4.63 y el flujograma de la figura 4.2.

Es importante hacer notar que a diferencia de lo planteado por la metodología, donde se calcula numéricamente el riesgo sísmico, en esta adecuación se opta por establecer niveles de riesgo cuyos rangos oscilan entre bajo, mediano y alto, de acuerdo a los niveles de vulnerabilidad y peligrosidad obtenidos.

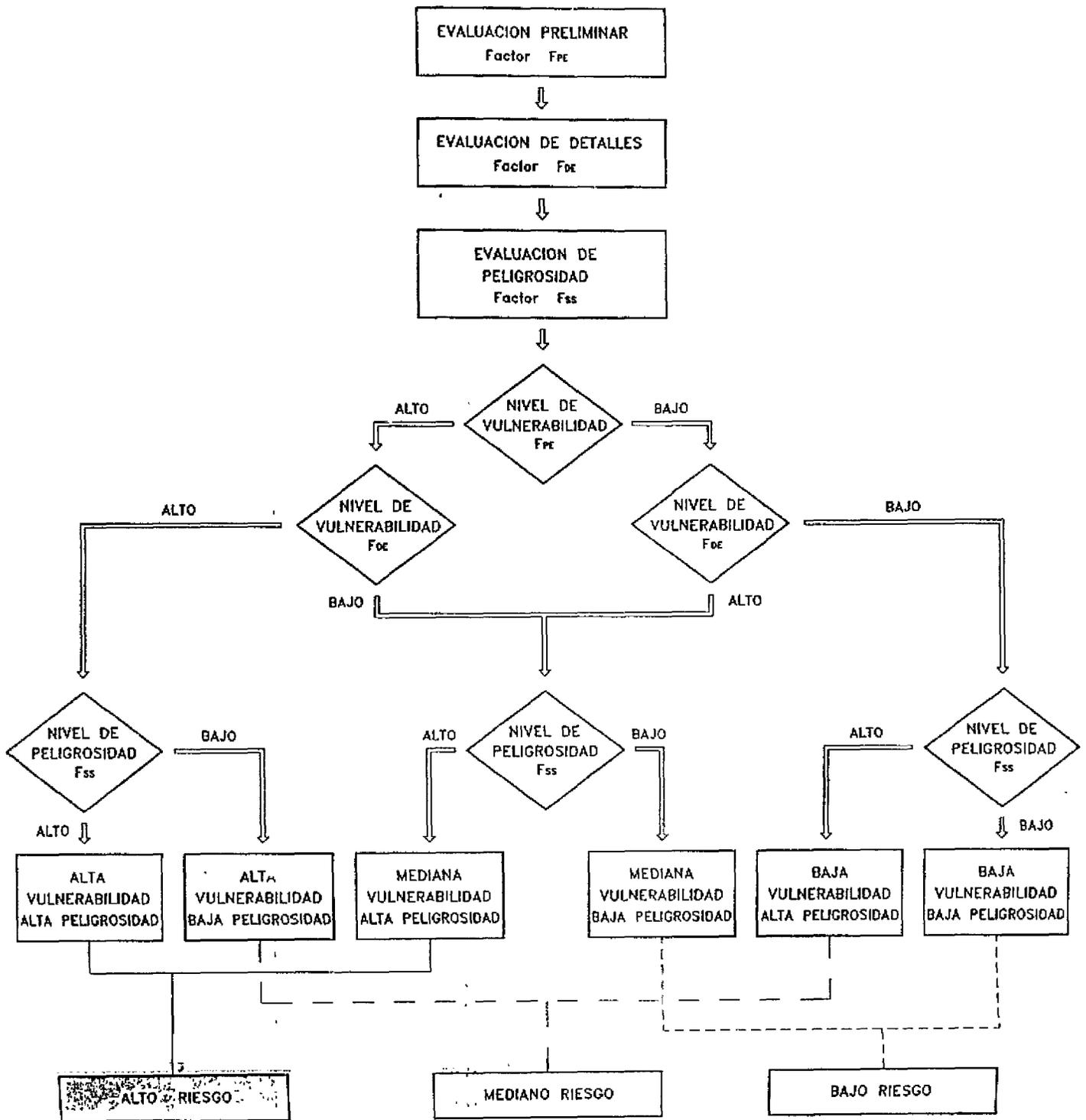


Figura 4.2

Flujograma para la evaluación del riesgo sísmico.

4.8 FLUJOGRAMAS DEL METODO ADECUADO PARA CADA TIPO DE ESTRUCTURA. CUADROS COMPARATIVOS.

4.8.1 Flujogramas de Metodología Adecuada.

Se presentan los flujogramas de las adecuaciones realizadas para cada tipo de estructura. De esta manera, se pretende que no se pierda de vista la secuencia de cada factor, y por otro lado, facilita la aplicación de los diferentes métodos. (Ver figuras 4.3, 4.4 , 4.5 y 4.6).

4.8.2 Cuadros Comparativos.

En este apartado se presentan dos cuadros comparativos cuyo objetivo es dar un panorama general de los dos factores principales del método, y la manera que se han modificado con respecto al método propuesto por Soliman et al (1990).

En la figura 4.7 se muestran los flujogramas para el cálculo del Factor de Evaluación Preliminar tanto para la metodología propuesta por Soliman et al (1990) como para las adecuaciones realizadas en estructuras de mampostería confinada y de refuerzo integral.

Puede observarse que la diferencia fundamental entre las estructuras tipo IV y las tipo I y II, la constituye la ausencia de los factores de configuración, tanto en planta como en elevación, en los flujogramas adecuados. Esto se debe a que los efectos que producen las cargas laterales generadas por los eventos sísmicos, en edificios de mampostería con estructura de techo flexible de un nivel, son impredecibles, ya que cada pared se comporta independientemente de las otras. Las estructuras tipo III, incluyen en su análisis la configuración en planta debido a que éstas poseen una losa que integra el comportamiento de las paredes.

La figura 4.8 muestra una comparación para el cálculo del factor de detalles. La diferencia entre el método aplicable a edificios marcos de concreto reforzado y aquellos de mampostería, es que en los primeros existen elementos sujetos a flexión (vigas) y a carga axial (columnas), y se revisa el refuerzo para cada uno de ellos. En los segundos, las paredes son las que se ven sometidas a ambos tipos de esfuerzos, y por ello se analiza el refuerzo longitudinal y transversal de la misma.

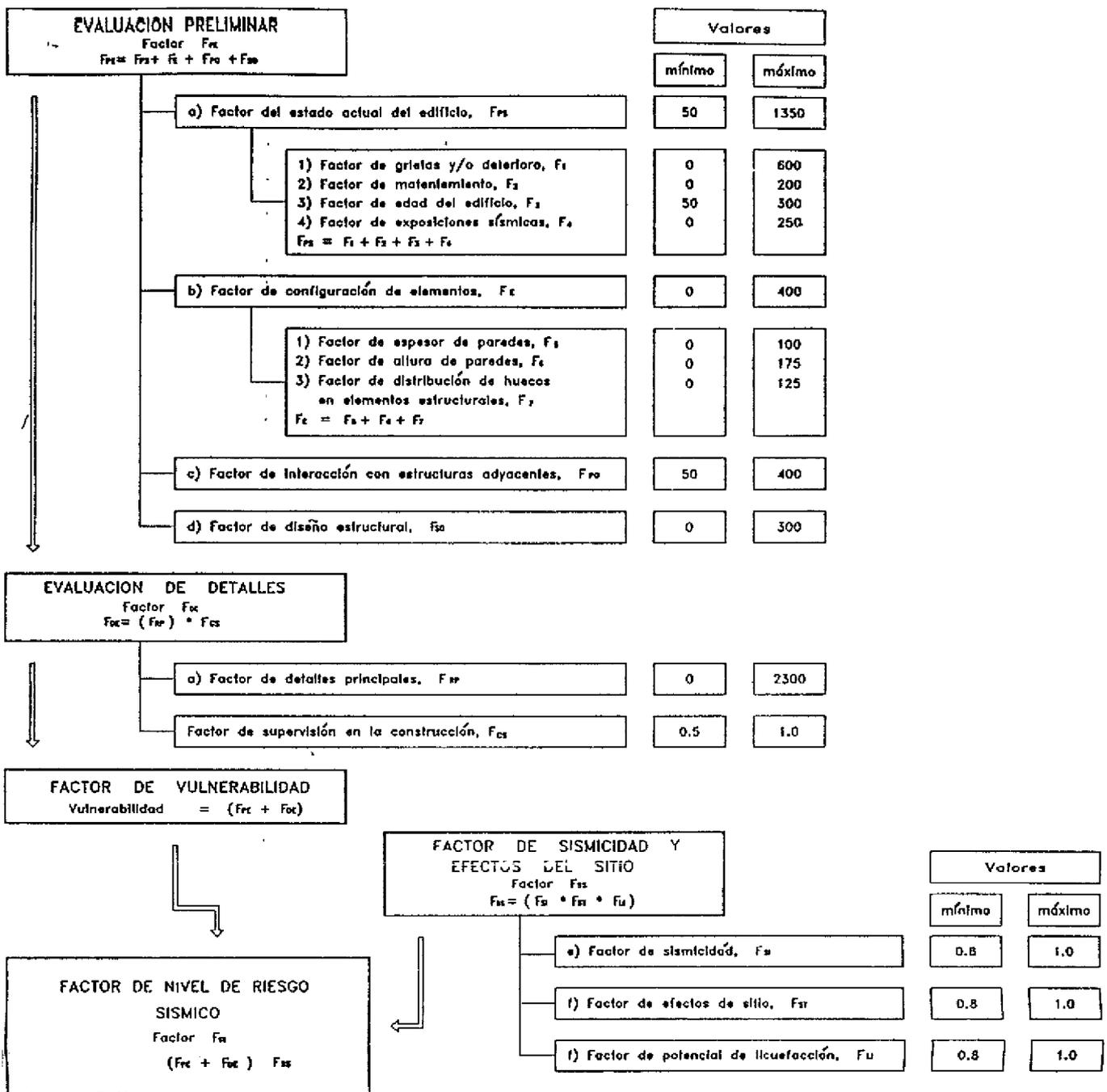


Fig. 4.3 Estructura tipo I. Mampostería con refuerzo integral : Estructuras con sistema de techo flexible.

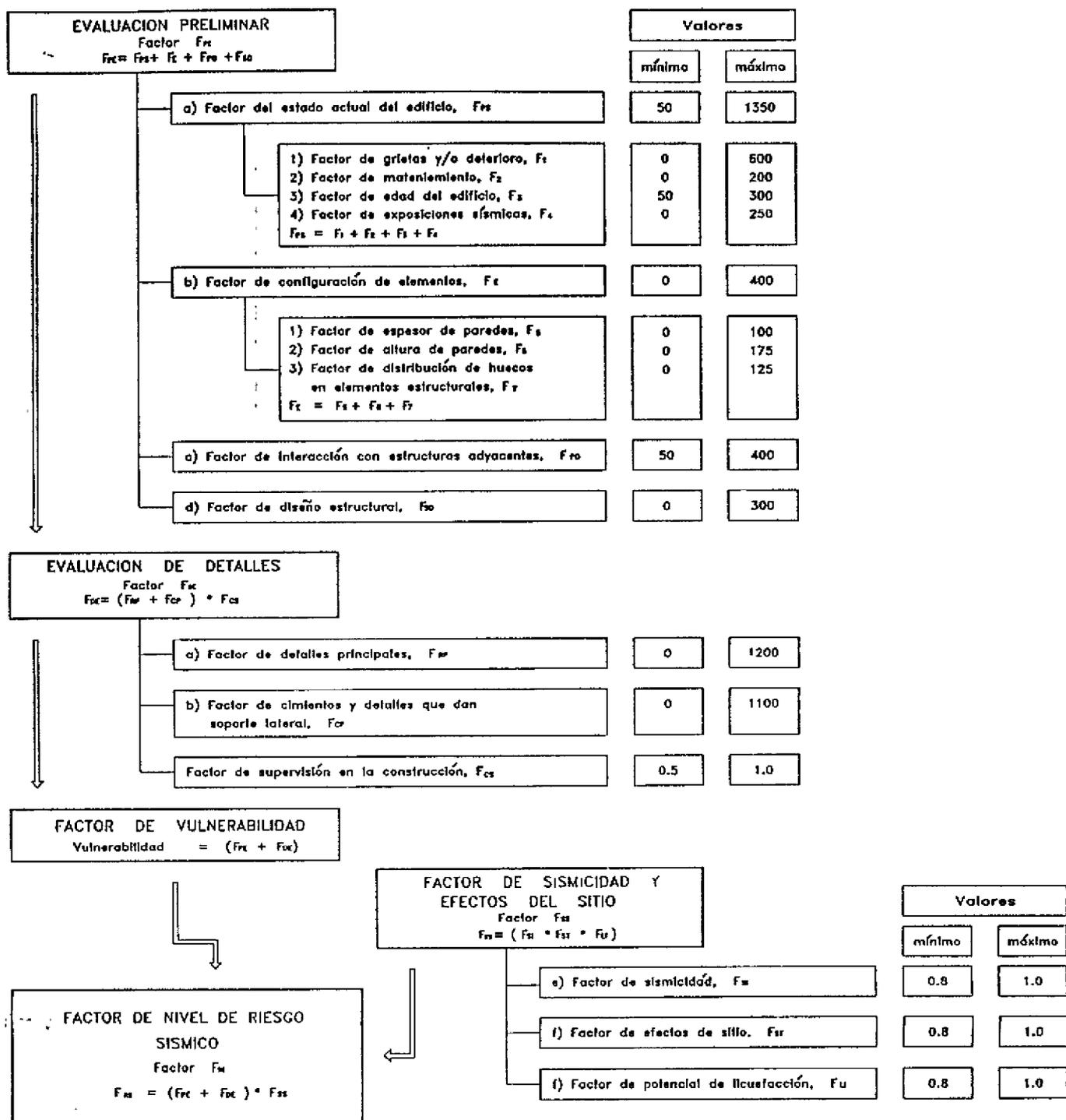
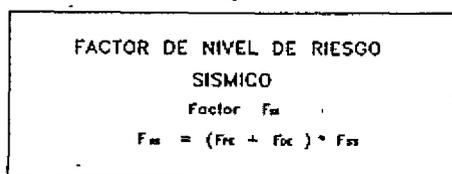
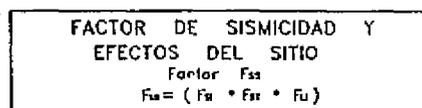
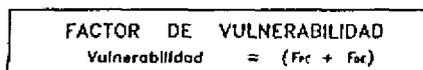
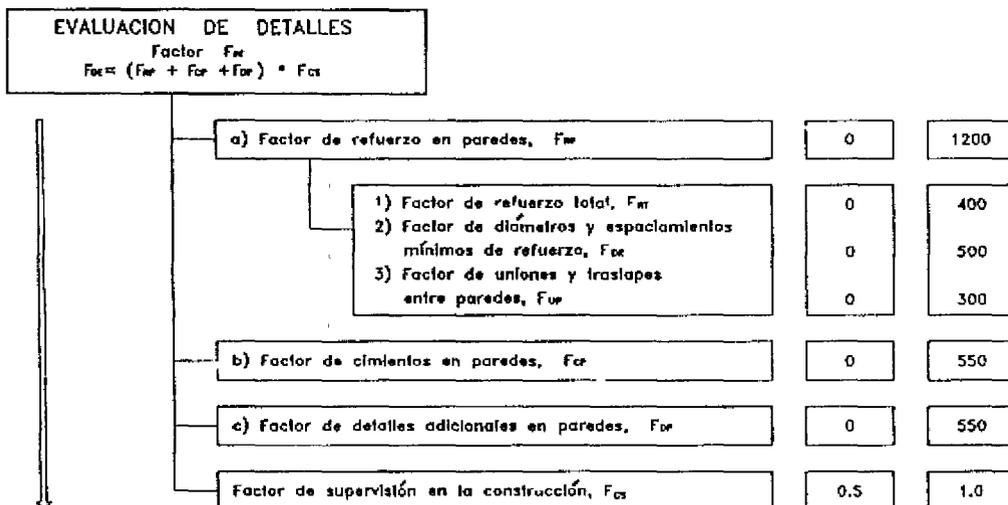
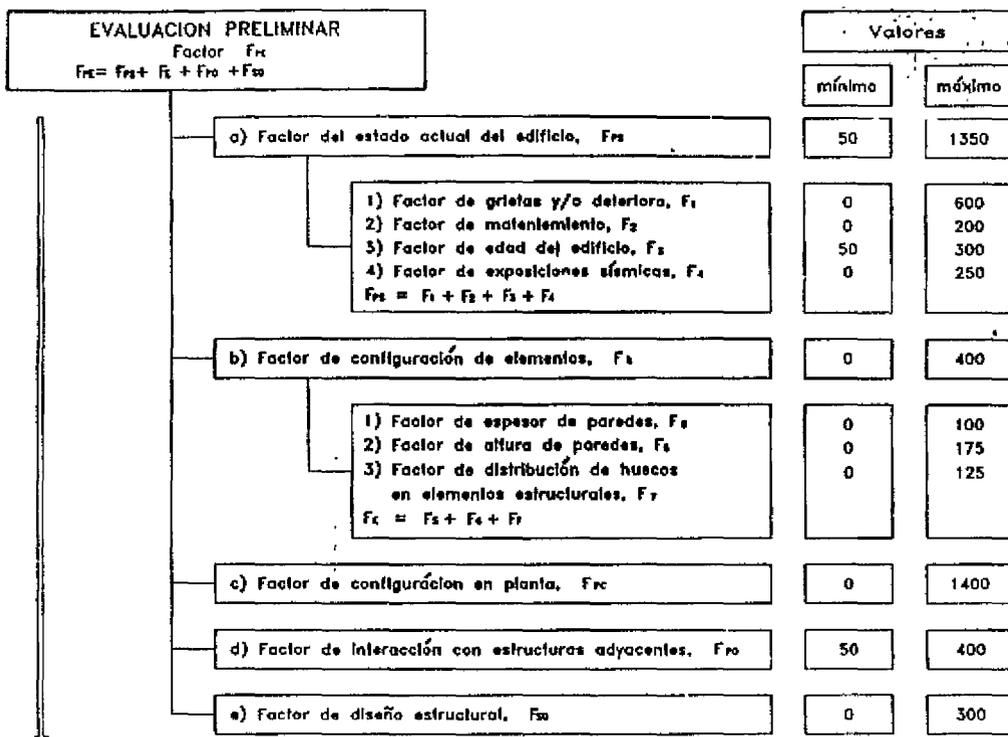
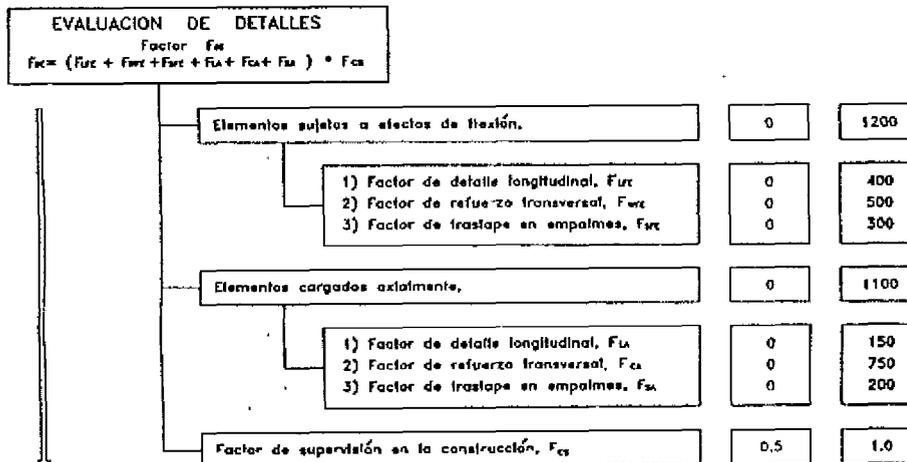
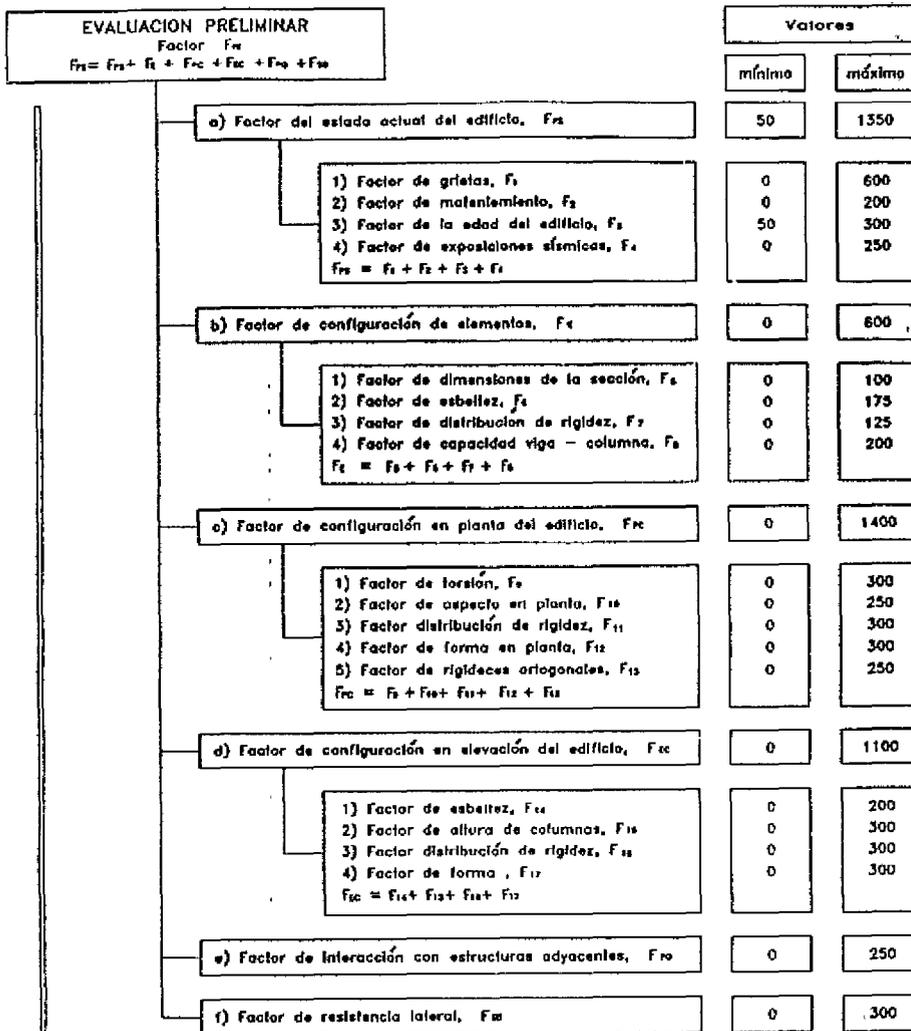


Fig. 4.4 Estructura tipo II. Mampostería confinada : Estructuras con Sistema de techo flexible.



Valores	
mínimo	máximo
0.8	1.0
0.8	1.0
0.8	1.0

Fig. 4.5 Estructura tipo III . Mampostería con refuerzo confinado : Estructuras con sistema de techo rígido.



FACTOR DE VULNERABILIDAD
Vulnerabilidad = $(F_p + F_d)$

FACTOR DE PELIGROSIDAD Y EFECTOS DEL SITIO
Factor F_{ps}
 $F_{ps} = (F_{pe} * F_{ps} * F_u)$

	Valores	
	mínimo	máximo
a) Factor de peligrosidad, F_{pe}	0.8	1.0
f) Factor de efectos de sitio, F_{ps}	0.8	1.0
g) Factor de potencial de licuefacción, F_u	0.8	1.0

FACTOR DE NIVEL DE RIESGO SISMICO
Factor F_{rs}
 $F_{rs} = (F_p + F_d) * F_{ps}$

Fig. 4.6 Estructura tipo IV : Marcos de Concreto Reforzado.

EVALUACION PRELIMINAR
Factor F_k

Estructura tipo I y II
Mampostería con
refuerzo integral y confinada :
Estructura con sistema
de techo flexible

a) Factor del estado actual del edificio, F_m

1) Factor de grietas y/o deterioro, F_1
2) Factor de mantenimiento, F_2
3) Factor de edad del edificio, F_3
4) Factor de exposiciones sísmicas, F_4
 $F_m = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$

Valor
máximo

1350

b) Factor de configuración de elementos, F_t

1) Factor de espesor de paredes, F_5
2) Factor de altura de paredes, F_6
3) Factor de distribución de huecos
en elementos estructurales, F_7
 $F_t = F_5 + F_6 + F_7$

400

c) Factor de interacción con estructuras adyacentes, F_w

250

d) Factor de diseño estructural, F_e

300

Estructura tipo III
Mampostería
confinada :
Estructuras con sistema
de techo rígida

a) Factor del estado actual del edificio, F_m

1) Factor de grietas y/o deterioro, F_1
2) Factor de mantenimiento, F_2
3) Factor de edad del edificio, F_3
4) Factor de exposiciones sísmicas, F_4
 $F_m = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$

Valor
máximo

1350

b) Factor de configuración de elementos, F_t

1) Factor de espesor de paredes, F_5
2) Factor de altura de paredes, F_6
3) Factor de distribución de huecos
en elementos estructurales, F_7
 $F_t = F_5 + F_6 + F_7$

400

c) Factor de configuración en planta, F_p

1400

d) Factor de interacción con estructuras adyacentes, F_w

250

e) Factor de diseño estructural, F_e

300

Estructura tipo IV
Marcos de
Concreto reforzado

a) Factor del estado actual del edificio, F_m

1) Factor de grietas, F_1
2) Factor de mantenimiento, F_2
3) Factor de la edad del edificio, F_3
4) Factor de exposiciones sísmicas, F_4
 $F_m = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$

Valor
máximo

1350

b) Factor de configuración de elementos, F_t

1) Factor de dimensiones de la sección, F_5
2) Factor de esbeltez, F_6
3) Factor de distribución de rigidez, F_7
4) Factor de capacidad viga - columna, F_8
 $F_t = F_5 + F_6 + F_7 + F_8$

600

c) Factor de interacción con estructuras adyacentes, F_w

250

d) Factor de resistencia lateral, F_a

300

e) Factor de configuración en planta del edificio, F_p

1400

1) Factor de torsión, F_9
2) Factor de aspecto en planta, F_{10}
3) Factor distribución de rigidez, F_{11}
4) Factor de forma en planta, F_{12}
5) Factor de rigideces ortogonales, F_{13}
 $F_p = F_9 + F_{10} + F_{11} + F_{12} + F_{13}$

f) Factor de configuración en elevación del edificio, F_{14}

1100

1) Factor de esbeltez, F_{14}
2) Factor de altura de columnas, F_{15}
3) Factor distribución de rigidez, F_{16}
4) Factor de forma, F_{17}
 $F_{14} = F_{14} + F_{15} + F_{16} + F_{17}$

Fig. 4.7 Flujoigramas comparativos del factor de evaluación preliminar.

