CAPITULO IV

CAPITULO IV: ADECUACION DEL METODO

4.1 INTRODUCCIÓN.

La metodología empleada por Soliman et al (1990) presenta una serie de aspectos que difieren de las disposiciones de códigos de diseño utilizados en este país, así como de otros aspectos que no reflejan en su contenido las características que se desean evaluar; por tal motivo, se hace necesario realizar una adecuación de dicha metodología con el fin de poder evaluar según las normas vigentes en esta zona, el nivel de vulnerabilidad y riesgo sísmico que presentan las estructuras, cuando se ven sometidas a una solicitación sísmica.

Teniendo como base la metodología planteada por Soliman et al (1990) y las normas de diseño empleadas en las construcciones de este país, se modificarán aquellos factores que contiene aspectos no aplicables para las estructuras en consideración, así como también los basados en códigos de diseño no utilizables en nuestro medio.

Además se realizarán cambios en el método para que sea aplicable a estructuras de mampostería confinada y mampostería con refuerzo integral, todas ellas de un solo nivel y estructuras de techo rígida (losas) y flexible (polines y lámina de techo).

Por lo tanto, el objetivo de este capítulo es obtener métodos para cada tipo de estructura, basado en el planteado por Soliman et al (1990), y procurando mantener la filosofía del mismo. Las modificaciones se llevarán a cabo en factores que afectan de manera general a todas las estructuras y en los que dependen propiamente de la estructura en estudio. De esta manera se tiene:

1) Adecuación de factores independientes del tipo de estructura:
   a) Factor de sismicidad.
   b) Factor de efectos de sitio.

2) Adecuación de factores según el tipo de estructura:
   a) Estructuras de marco de concreto reforzado.
   b) Estructuras de mampostería:
      i) Estructuras de mampostería con refuerzo integral y sistema de techo flexible.
      ii) Estructuras de mampostería confinada y sistema de techo rígido.

iii) Estructuras de mampostería confinada y sistema detecho flexible.

4.2 CRITERIOS ADOPTADOS EN LA ADECUACION DE LOS FACTORES INVOLUCRADOS EN CADA TIPO DE ESTRUCTURA.

4.2.1 Factores independientes del tipo de estructura.

4.2.1.1 Factor de Sismicidad.

En la metodología propuesta por Soliman et al (1990), interviene el factor de sismicidad que se define como el nivel de actividad sísmica de la zona, es decir, la ocurrencia de eventos sísmicos en un espacio y tiempo determinados. No obstante, una zona de alta sismicidad donde se presenten eventos de magnitudes pequeñas, no implica que sea una zona de alto riesgo sísmico.

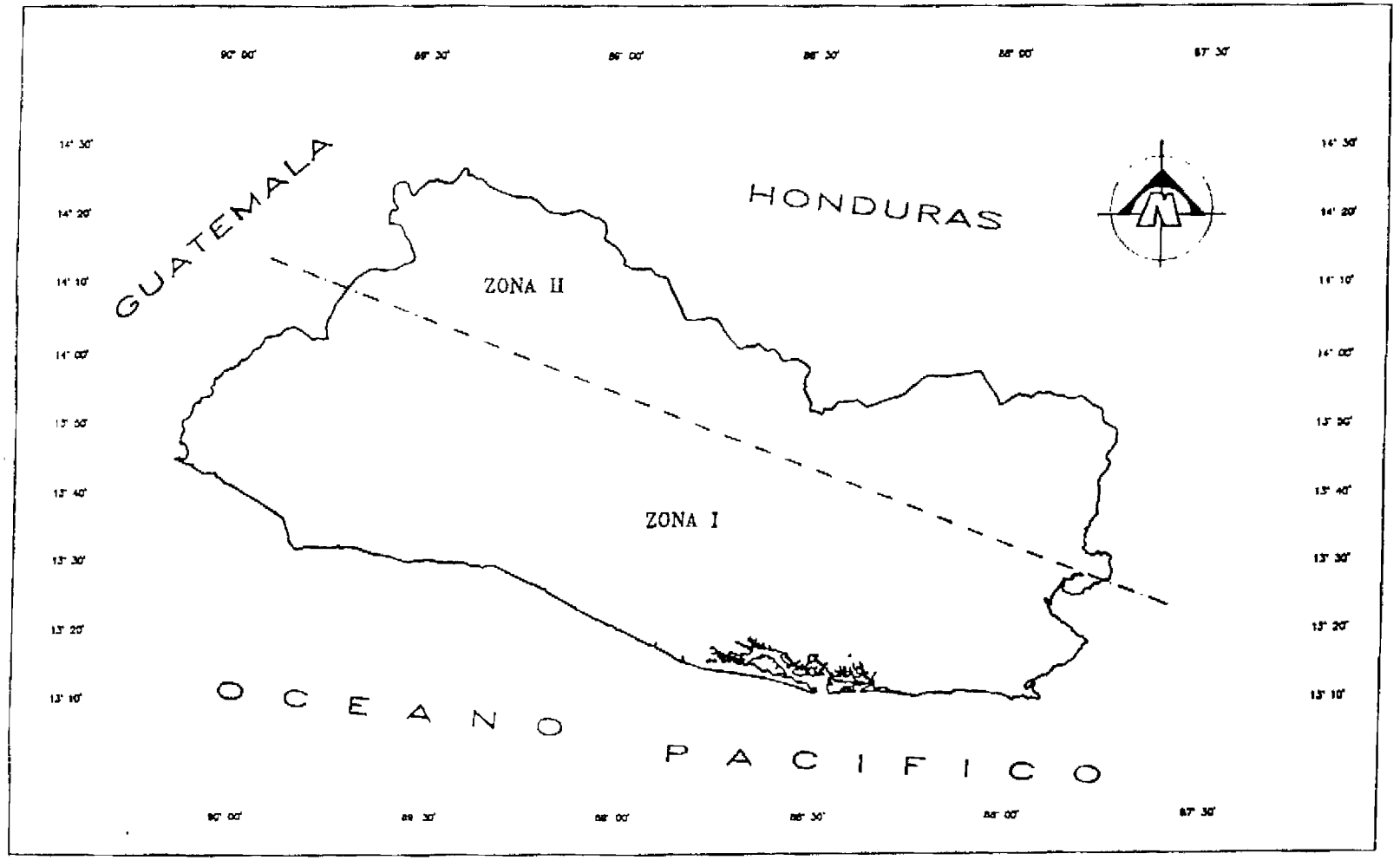
Por lo tanto, surge la necesidad de involucrar el término de peligrosidad, con el objeto de conocer la probabilidad de ocurrencia de un *movimiento fuerte* en los lugares donde se localizan las unidades de salud y centros educativos, que pueda generar daños en la infraestrura.

En la evaluación de este factor se utilizarán mapas de peligrosidad sísmica. En éstos, las regiones se dividen en un número de zonas que obedecen al registro que se tiene de la actividad sísmica y a las características generales del movimiento fuerte del terreno, todo ello, sin tomar en cuenta las condiciones locales del lugar.

El mapa de zonificación que se empleará ha sido extraído del estudio realizado por Singh et al (1993) como parte de la investigación para el desarrollo del nuevo Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones en la República de El Salvador (1994). Como puede observarse (ver figura 4.1) el país se ha dividido en dos zonas:

Zona I : corresponde a la zona central y costera del país.
Zona II : corresponde a la zona norte del país.

donde la primera tiene mayor actividad sísmica que la segunda, lo cual se explica ya que esta parte se ve afectada por la actividad de la cadena volcánica y por la interacción de las placas tectónicas del Caribe y la de Cocos.



FUENTE : BOOMER,J., "Sismologia para Ingenieros" Papeles Tecnicos UCA. Serie : Fundamentos F93001. San alvador. 1994. p. 276.

Figura 4.1 Mapa de zonificación sísmica de El Salvador, preparado para el nuevo código de diseño sísmico según estudio relaizado por Singh et al (1993).

Por lo anterior, se considera conveniente cambiar el nombre de factor de sismicidad por el de *"factor de peligrosidad"*.

4.2.1.2 Factor de efectos de sitio.

La metodología planteada por Soliman el al (1990) evalúa el factor del sitio a través de una clasificación de suelos que no se adecua a las condiciones imperantes en los emplazamientos en investigación. Por ello, se hace necesario adecuar este factor en función de las características que presentan los suelos en cada lugar de estudio, con el objeto de obtener valores representativos para las diferentes zonas.

El Salvador está conformado por diversos tipos de suelos, pero aquellos geológicamente jóvenes son los que involucran mayor riesgo ante un sismo. La causa radica en el poco tiempo de consolidación de éstos, encontrándose por tanto en estado suelto, lo que permite que las ondas generadas por los sismos se amplifiquen y se incremente la posibilidad de que ocurran daños. Es por eso, que a estos suelos se asignarán valores menores para el factor F_{ST} que aquéllos que por su grado de consolidación ofrecen mayor capacidad de carga.

Las categorías de suelo especificadas se detallan a continuación:

Suelo I :

- Materiales rocosos: basalto, granito, vidrio volcánico, andesita, cuarcita, caliza, diabasa, diorita y dacita.
- Grava.
- Grava arenosa.

Suelo II:

- Conglomerados, antracita, tobas ardientes y mármol.
- Arcilla.
- Arcilla arenosa.
- Arcilla limosa.
- Arena gravosa.
- Arena limosa.

Suelo III:

- Tobas, pómez y clorita.

- Limos.
- Limo arenoso.
- Limo arcilloso.
- Limo orgánico.

4.2.2 Factores de acuerdo a tipo de estructura.

Las estructuras en estudio se clasifican de la siguiente manera:

TIPO DE ESTRUCTURA	TIPO
Mampostería de refuerzo integral con sistema de techo flexible	I
Mampostería de refuerzo confinado con sistema de techo flexible	II
Mampostería de refuerzo confinado con sistema de techo rígido	III
Edificios de marcos de concreto reforzado	IV

A. FACTOR DE EVALUACION PRELIMINAR.

En aquellos casos en los que existan elementos que no satisfagan las condiciones requeridas o recomendadas para cada factor de este apartado, se aplicará un factor de corrección F_{CORR} . El objetivo de ello, es reducir el valor del factor que se esté calculando en función del porcentaje de elementos que no cumplan los requisitos.

A.1 Estado actual del edificio, F_{PS}.

A.1.1 *Factor de grietas y/o deterioro,* F_1.

En el método propuesto por Soliman et al (1990), este factor considera las grietas en elementos tales como columnas , vigas, paredes y losas; no obstante, al aplicarse a estructuras de mampostería de refuerzo integral y mampostería de refuerzo confinado con sistemas de techo ya sea, rígido o flexible, dicho factor no alcanza a tomar en cuenta aquellos elementos también importantes: vigas metálicas, estructura de techo que involucra elementos como polines, lámina de asbesto cemento, galvanizada,

cielo falso de madera, fibrolit, etc. Surge la necesidad de que este factor los incluya.

Por lo tanto, además de considerar las grietas en los elementos originalmente propuestos y aplicables en cada tipo de estructura, se introduce el concepto de *deterioro*. Con ello se pretende que no se ignoren problemas tales como la corrosión en estructura metálica y láminas galvanizadas, agujeros en láminas de asbesto y cielos falsos de fibrolit o madera. Particularmente, en el caso de las estructuras I,II y III, las paredes constituyen un peligro en caso de sismo, ya que éstas pueden desplomarse si no se encuentran en buen estado.

Los elementos que se consideran en cada tipo de estructura, se detallan a continuación:

* Estructura tipo I:
En este tipo de estructura los elementos importantes en el comportamiento de la misma son las paredes, las vigas metálicas, techo y cielo falso, ya que la falla de cualquiera de ellos podría provocar daños materiales y humanos.

* Estructura tipo II y III:
En este caso son relevantes los nervios y soleras, ya sean intermedias o de coronamiento, que le proporcionan el confinamiento necesario a las paredes de la estructura.

* Estructura tipo IV:
Se aplican íntegramente los factores propuestos por la metodología original. En él inciden cuatro elementos que tienen asignado un valor determinado y cuya sumatoria -considerando los máximos valores posibles- es igual a 600. Es importante destacar que esta sumatoria no se ha modificado en los tipos I, II y III con el objeto de no alterar la incidencia de este factor en el resultado final.

Esta filosofía ha sido aplicada en la mayoría de factores respetando el asignado por Soliman et al(1990) en el planteamiento original.

A.1.2 *Factor de mantenimiento,* F_2.

Este factor es aplicable a todos los tipos de estructuras; no obstante, el cálculo de uno de los dos factores que lo componen, F_G, que corresponde al factor de condición general, permite que la subjetividad del observador, introduzca incongruencias. Es decir, que podría darse el caso de considerar que el estado general del edificio es *bueno*,.y por otro lado, obtener un factor de grietas y/o deterioro relativamente bajo.

Por esa razón, se modificó el cálculo del factor F_G, ligándolo al factor de grietas, F_1. Las categorías para F_G, de *bueno, regular y* pobre, se mantienen, con la diferencia que para catalogar una estructura en cualquiera de ellas, se toma en cuenta el valor de F_1 de la siguiente manera:

ESTADO GENERAL	Bueno	Regular	Pobre
VALOR F_1	$400 < F_1 < 600$	$200 < F_1 < 400$	$F_1 < 200$

Tabla 4.1 Rangos de F_1 para el establecimiento del factor de estado general.

A.2 Factor de configuración de elementos, F_E.

A.2.1 *Factor de espesor de paredes - factor de dimensiones de la sección,* F_5.

Desde el momento que se incluyen en esta investigación, edificios de mampostería de refuerzo integral y mampostería de refuerzo confinado, los elementos en estudio variarán de uno a otro. Por lo tanto, las dimensiones de la sección no se limitarán a las de las secciones transversales de vigas y columnas (en estructuras tipo IV), sino, también al espesor de las paredes para las estructuras tipo I, II y III.

A.2.2 *Factor de altura de paredes - factor de esbeltez,* F_6.

En las estructuras tipo IV, se aplica el factor de esbeltez como se propone en la metodología, y para el resto de estructuras se considera la relación existente entre la altura de paredes y el espesor de las mismas, relación que está normada por el Reglamento de Emergencia de Diseño Sísmico de El Salvador. Tomando como base lo establecido en dicho reglamento, se establece que para estructuras tipo I, la relación máxima de altura de paredes sin soporte lateral a espesor no debe exceder de 25; y, para las tipo II y III, no debe exceder de 20.

A.2.3 *Factor de distribución de huecos en elementos estructurales factor de distribución de rigidez,* F_7.

Este factor en los edificios de marcos de concreto reforzado, tiene que ver con los cambios repentinos en las dimensiones de columnas, vigas y paredes.

En las estructuras tipo I,II y III, se considera el efecto de la existencia de huecos de puertas y ventanas en la pared, los cuales pueden generar cambios bruscos en la rigidez entre elementos estructurales. Para cuantificar ese efecto, se procede al cálculo del área que corresponde a huecos para determinar el porcentaje de éste con respecto al área total de la pared.

A.2.4 *Factor de capacidad viga - columna,* F_8.

Una estructura de marcos de concreto reforzado debe diseñarse de tal manera que las columnas sean más resistentes que las vigas, para que al momento de un sismo, sean éstas últimas las que fallen, ya que de lo contrario se produciría el colapso total de la estructura. En el factor F_8 , se considera este aspecto relacionando el momento que soporta la columna y el que soporta la viga.

Para las estructuras que carecen de vigas y columnas como es el caso de las tipo I,II y III, este factor no es aplicable.

A.3 Factor de configuración en planta, F_{PC}.

Los factores involucrados en el cálculo de este factor toman en cuenta parámetros relacionados con características en planta de los edificios, su rigidez, forma y aspecto en direcciones perpendiculares.

En estructuras de mampostería de refuerzo integral y mampostería confinada, con estructura de techo flexible, ante fuerzas laterales, las paredes tienden a comportarse de manera independiente, por lo que los factores relacionados con la configuración en planta que consideran la torsión, forma y relación de rigideces, no son aplicables.

Como caso especial se consideran las estructuras tipo III, de mampostería confinada con estructura de techo rígida, ya que ante fuerzas laterales la losa de techo que une las paredes genera que la edificación se comporte como un solo bloque. De esta forma todos los factores involucrados con la configuración en planta toman relevancia.

A.4 Factor de interacción con estructuras adyacentes, F_{PO}.

El desplazamiento lateral de una estructura depende de varios parámetros, entre ellos el número de pisos, sistema de techo, su rigidez lateral, etc. Sin embargo, el método no establece ninguna separación mínima entre los edificios en estudio.

En este aspecto, este factor se somete a cambio, considerando la separación existente entre los edificios colindantes. De acuerdo al tipo de estructura en estudio como aquella con la que colinda, se estableció, con base a entrevistas realizadas a expertos en la materia, una separación entre ellos; y, es aplicable siempre y cuando no se trate de edificios de marcos en los que su desplazamiento lateral puede ser determinado. Si las edificaciones tienen una separación mayor a la propuesta o calculada, según sea el caso, se sugiere asignar el máximo valor a este factor, ya que la probabilidad de colisión es casi nula.

Para cada tipo de estructura este rango varía, lo que obedece a que cada una de ellas se comporta de manera diferente ante una misma

solicitación sísmica. Un edificio de mampostería confinada con estructura de techo flexible tendrá desplazamientos diferentes a uno de mampostería confinada con estructura de techo rígido; el primero, se caracterizará por sus paredes desplazándose de forma individual , y, el segundo, se moverá como un solo cuerpo, porque la estructura de techo funciona como elemento integrador de todas las paredes del mismo.

A.5 Factor de diseño estructural, F_{SD}.

Para las estructuras tipo I, II y III se aplica este factor tomando en cuenta el diseño sísmico utilizado en ellas, mencionándose en el método un diseño sísmico actual y uno anterior. El primero se referirá a aquellos realizados usando el código de diseño vigente en el país; el segundo, por lo tanto, se relacionará con diseños basados en códigos caducados a la fecha en que se realice la evaluación del edificio.

B. EVALUACION DE DETALLES.

En cuanto a la evaluación de detalles, el método divide este apartado en elementos cargados axialmente y elementos en flexión. Para las estructuras tipo I,II y III, no puede determinarse este tipo de elementos, por lo que se analizan tomando en cuenta las normas establecidas en el Reglamento de Emergencia de Diseño Sísmico de El Salvador. El factor de detalle, para estos tres casos se enfoca en el refuerzo vertical y horizontal de las paredes y en cimentaciones, su porcentaje de acero en los anclajes, y otros detalles importantes.

4.3 ADECUACION DE FACTORES INDEPENDIENTES DEL TIPO DE ESTRUCTURA.

4.3.1 Factor de peligrosidad, F_{PEL}.

Estructuras tipo I,II, III y IV.

Zonificación	Zona I	Zona II
F_{SI}	0.9	1.0

Tabla 4.2 Factor de peligrosidad sísmica.

4.3.2 Factor de efectos de sitio, F_{ST}.

Estructuras tipo I,II, III y IV.

CONDICION	SUELO I	SUELO II	SUELO III
Factor de efectos del sitio F_{ST}	1.0	0.9	0.8

Tabla 4.3 Factor de efectos del sitio.

4.4 FACTORES NO MODIFICADOS.

4.4.1 Factor de Licuefacción, F_{LI}.

El cálculo de este factor requiere del conocimiento de la magnitud esperada para cada emplazamiento y de un valor N que representa el número de golpes en una prueba de penetración estándar, denominado $N_{obtenido}$.

En el Anexo B, se muestra la manera de calcular dicha magnitud de acuerdo al historial sísmico de la zona; el $N_{obtenido}$, es producto de las pruebas de penetración estándar efectuadas en el lugar de estudio.

En el mismo anexo, se presenta una gráfica que relaciona magnitud y distancia epicentral, detallándose el proceso para la obtención de esos parámetros, que conducen a la determinación de valor de $N_{teórico}$.

Si el valor de $N_{obtenido}$ es mayor que $N_{teórico}$, la licuefacción es improbable; si por el contrario, es menor que $N_{teórico}$, entonces, existe probabilidad que el suelo falle debido a este fenómeno.

De acuerdo a lo anterior, el factor de licuefacción F_{LI}, para todos los tipos de estructuras, toma los valores de la tabla 4.4 de acuerdo al resultado de la comparación efectuada entre los N obtenidos, así :

CONDICION	IMPROBABLE	PROBABLE
F_{LI}	1.0	0.8

Tabla 4.4 Valores para el factor de licuefacción.

4.5 ADECUACION DE FACTORES DE ACUERDO AL TIPO DE ESTRUCTURA.

A. FACTOR DE EVALUACION PRELIMINAR.

A.1 Estado actual del edificio, F_{PS}.

A.1.1 *Factor de grietas y/o deterioro,* F_1.

i. Determinación del factor de grietas de elementos, Fc.

Para todos los tipos de estructuras, las causas de las grietas y/o deterioro, se clasifican de la siguiente manera:

I : Terremotos previos, corrosión del acero, reducción en las secciones o esfuerzos, asentamientos, material deteriorado o cualquier otra causa seria.
II : Cambio de uso, cambios de temperatura.
III : Causas locales temporales debido a efectos accidentales.

Estructura tipo I:

Causa de la grieta y/o deterioro	I	II	III
Paredes	120	180	240
Vigas metálicas	50	80	110
Techo y cielo falso	20	40	60
Σ	190	300	410

Tabla 4.5 Factor de grietas y/o deterioro Fc. Estructura tipo I.

Estructura tipo II:

Causa de la grieta y/o deterioro	I	II	III
Nervios y soleras	100	150	200
Paredes	50	75	100
Vigas metálicas	30	50	70
Techo y cielo falso	10	25	40
Σ	190	300	410

Tabla 4.6 Factor de grietas y/o deterioro Fc. Estructura tipo II.

Estructura tipo III:

Causa de la grieta	I	II	III
Nervios y soleras	100	150	200
Paredes	50	80	110
Losas	40	70	100
Σ	190	300	410

Tabla 4.7 Factor de grietas Fc. Estructura tipo III.

Estructura tipo IV:

Causa de la grieta	I	II	III
1. Elementos resistentes que transmiten las cargas verticales a las fundaciones	100	150	200
2. Elementos en flexión, unidos a 1	30	50	70
3. Elementos de relleno	50	75	100
4. Elementos en flexión unidos a 2	10	25	40
Σ	190	300	410

Tabla 4.8 Factor de grietas Fc. Estructura tipo IV.

ii. Determinación del Factor Final de Grietas, F_1.

$F_1 = F_C \times F_{CORR}$ (Ver Figuras C.1 - C.14 de Anexo C) (4.1)

Factor F_1 para condiciones de no agrietamiento:

Estructura tipo I:

Elementos	Paredes	Vigas metálicas	Techo y cielo falso
F_1	350	150	100

Tabla 4.9 Valores de F_1 para condiciones de no grietas o deterioro. Estructura tipo I.

Estructuras tipo II:

Elemento	Nervios y soleras	Paredes	Vigas metálicas	Techo y cielo falso
F_1	300	150	100	50

Tabla 4.10 Valores de F_1 para condiciones de no grietas o o deterioro. Estructura tipo II.

Estructura tipo III:

Elemento	Nervios y soleras	Paredes	Losas
F_1	300	175	125

Tabla 4.11 Valores de F_1 para condiciones de no grietas o deterioro. Estructura tipo III.

Estructura tipo IV:

Elemento	1. Elementos que transmiten carga vertical	2. Elementos en flexión unidos a 1	3. Elementos de relleno	4. Elementos en flexión unidos a 2
F_1	300	100	150	50

Tabla 4.12 Valores de F_1 para condiciones de no grietas. Estructura tipo IV.

A.1.2 *Factor de mantenimiento,* F_2.

i. Asignación de la condición general del edificio.

Todo tipo de estructuras:

Estado general	Bueno $400<F_1<600$	Regular $200<F_1<400$	Pobre $F_1<200$
Factor F_G	200	100	0

Tabla 4.13 Factor de condición general F_G. Todo tipo de estructuras.

ii. Determinación del factor de mantenimiento, F_2.

Todo tipo de estructuras:

$$F_{GT} = F_1 + F_G \qquad (4.2)$$

F_{GT} Grado de mantenimiento	Pobre < 550	Regular 550-700	Bueno > 700
No	0	50	150
Intermitente	30	100	150
Continuo	50	150	200

Tabla 4.14 Factor de Mantenimiento F_2. Todo tipo de escaleras.

A.1.3 *Factor de edad del edificio,* F_3.

Todo tipo de estructuras:

Edad/Vida útil	0-20	>20-40	>40-60	>60-80	>80-100
F_3	300	250	175	100	50

Tabla 4.15 Factor edad del edificio. Todo tipo de estructuras.

A.1.4 *Factor de exposiciones sísmicas,* F_4.

Todo tipo de estructuras:

MM (escala)	< V	VI	VII	> VIII
No. exposiciones				
0 - 1	250	200	150	100
> 1- 3	200	150	100	50
> 3	150	100	50	0

Tabla 4.16 Factor de Exposición Sísmica F_4. Todo tipo de estructuras.

Con los factores anteriores se determina el factor de estado actual del edificio, así:

Para todo tipo de estructuras:

$$F_{PS} = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 \qquad (4.3)$$

A.2 Factor de configuración de elementos, F_E.

A.2.1 *Factor de espesor de paredes - factor de dimensiones de la sección* F_5.

i. Factor de espesor de elementos, F_D.

Estructura tipo I:

Espesor de la pared (cm)	≥ 10	< 10
Factor	100	0

Tabla 4.17 Factor de dimensión del elemento F_D. Tipo I.

Los valores límites para espesores de pared de la tabla anterior, obedecen al mínimo establecido por el Reglamento de Emergencia para el Diseño Sísmico de El Salvador. No obstante, es de hacer notar que este tipo de estructuras están construidas con bloques de concreto, cuyo mínimo espesor existente en el mercado es de 10 cm, por lo que, la condición que propone espesores menores de 10 cm. nunca se cumplirá.

Estructura tipo II:

Espesor de la pared (cm)	≥ 14	< 14
Factor F_D	100	0

Tabla 4.18 Factor de dimensión del elemento F_D. Tipo II.

Estructura tipo III:

Espesor de la pared (cm)	≥ 14	< 14
Factor F_D	100	0

Tabla 4.19 Factor de dimensión del elemento F_D. Tipo III.

Estructura tipo IV:

Dimensión de columna (cm)	≥ 30	< 30
Dimensión de viga (cm)	≥ 25	< 25
Factor F_D	100	0

Tabla 4.20 Factor de dimensión del elemento F_D. Tipo IV.

ii. Factor final de dimensión de elementos, F_5.

$$F_5 = F_D \times F_{CORR} \text{ (Ver Figura C-15, Anexo C)} \qquad (4.4)$$

A.2.2 *Factor de altura de paredes- factor de esbeltez* , F_6.

i. Factor de altura.

Estructura tipo I:

h/t	≤ 25	>25
Factor Fs	175	0

Tabla 4.21 Factor de altura. Tipo I.

Siendo h= altura de la pared (m).
t= espesor de pared (m).

Estructura tipo II:

h/t	≤ 20	>20
Factor Fs	175	0

Tabla 4.22 Factor de altura. Tipo II.

Estructura tipo III:

h/t	≤ 20	>20
Factor Fs	175	0

Tabla 4.23 Factor de altura. Tipo III.

Estructura tipo IV:

h/r	< 50	50-80	>80
Factor Fs	175	100	0

Tabla 4.24 Factor de esbeltez. Factor de esbeltez. Tipo IV.

Siendo h= altura de columna (cm).
r= radio de giro=$(I/A)^{1/2}$.
donde: I= inercia de sección transversal.
A= área de sección transversal.

ii. Factor de altura final.

$F_6 = Fs \times F_{CORR}$ (Ver figura C-16, Anexo C) (4.5)

A.2.3 *Factor de distribución de huecos en elementos estructurales - factor de distribución de rigidez,* F_7.

i. Factor de cambio de áreas, F_{ED}.

Estructuras tipo I, II y III:

% cambio de área	≤ 45	> 45
Factor F_{ED}	125	0

Tabla 4.25 Factor de distribución de huecos en paredes. Tipos I, II y III.

Estructura tipo IV:

% cambio de rigidez	≤ 25	> 25
Factor F_{ED}	125	0

Tabla 4.26 Factor de distribución de rigidez. Tipo IV.

ii. Distribución final de huecos en paredes - factor de rigidez, F_7

$$F_7 = F_{ED} \times F_{CORR} \text{ (Ver figura C-17, Anexo C)} \qquad (4.6)$$

A.2.4 *Factor de capacidad viga - columna,* F_8.

i. Factor F_8

Estructuras tipo IV:

(ΣMc) / (ΣMb)	> 1.25	1.00 - 1.25	< 1.00
Factor F_B	200	100	0

Tabla 4.27 Factor FB capacidad viga-columna. Tipo IV.

ii. Factor F_8.

$$F_8 = F_B \times F_{CORR} \text{ (Ver figura C-18, Anexo C)} \qquad (4.7)$$

Una vez determinados los factores anteriores, es posible establecer el factor de configuración de elementos:

Estructuras tipo I,II y III :

$$F_E = F_5 + F_6 + F_7 \qquad (4.8)$$

Estructuras tipo IV:

$$F_E = F_5 + F_6 + F_7 + F_8 \qquad (4.9)$$

A.3 Factor de configuración en planta, F_{PC}.

A.3.1 *Factor de torsión,* F_9.

Estructura tipo III y IV:

e/L	< 0.05	0.05-0.15	> 0.15
Factor F_9	300	150	0

Tabla 4.28 Factor de torsión. Tipos III y IV.

Donde : e = excentricidad entre centro de masa y centro de rigidez del edificio (cm).
L = longitud del edificio en planta (cm).

A.3.2 *Factor de aspecto en planta,* F_{10}.

Estructuras tipo III y IV:

L/B	<3.0	3.0-4.0	> 4.0
L/S	< 0.5	0.5-1.0	> 1.0
Factor F_{10}	250	150	0

Tabla 4.29 Factor de aspecto en planta. Tipos III y IV.

Donde : la relación L/B: L= longitud del edificio (m).
B= ancho del edificio (m).

la relación L/S: S= velocidad de ondas de corte del suelo (m/s).

L= longitud del edificio perpendicular a dirección de ondas de corte (m).

A.3.3 *Factor de rigideces en el edificio,* F_{11}.

Estructura tipo III y IV:

% de distribución de rigidez	< 25	> 25-40	> 40-60	> 60
Factor F_{11}	300	150	50	0

Tabla 4.30 Factor de distribución en planta. Tipos III y IV.

A.3.4 *Factor de forma en planta,* F_{12}.

Estructura tipo III y IV:

Lo/L o Bo/B	≤ 0.2	> 0.2-0.4	>0.4-0.6	>0.6
Factor F_{12}	300	150	50	0

Tabla 4.31 Factor de forma en planta F_{12}. Tipos III y IV.

donde (ver fig. 3.10)

L = longitud del rectángulo que encierra el edificio en planta.

B = ancho del rectángulo que encierra el edificio en planta.

Lo = dimensión abierta en la longitud del edificio.

Bo = dimensión abierta en el ancho del edificio.

A.3.5 *Factor de rigidez ortogonal,* F_{13}.

i. Factor Fos de rigidez ortogonal.

Estructura tipo III y IV:

Relación de Rigidez Ortogonal	1 - 0.8	< 0.8 - 0.6	< 0.6
Factor Fos	250	100	0

Tabla 4.32 Factor Fos de rigidez ortogonal. Tipos III y IV.