

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DEL INTERIOR
OFICINA NACIONAL DE EMERGENCIA
DEPTO. COORDINACION Y DIFUSION

0010

TRADUCCION
NUEVO METODO DE DISEÑO ANTI-
SISMICO PARA EDIFICIOS EN
JAPON.
INGLES - ESPAÑOL

NORMAS PARA LA RESISTENCIA A LOS
TERREMOTOS
UNA LISTA MUNDIAL 1984



0010

PARTE 2

NUEVO METODO DE DISEÑO ANTISISMICO PARA EDIFICIOS EN JAPON

COMPENDIO

En Japón, el nuevo método de diseño antisísmico para edificios se puso en vigencia desde el 1º de junio de 1981. Este método está estipulado en la Ley de Normas de Construcción, en la Orden de la Puesta en Vigencia de las Normas de Construcción, en Notificaciones del Ministerio de la Vivienda, y en otras relevantes regulaciones. Lo siguiente es un resumen de estos códigos y regulaciones que deberían facilitar la clara comprensión de este método.

1. GENERAL

1.1 Propósito

El propósito de este método de diseño antisísmico es que los edificios puedan soportar movimiento telúricos moderados, los que ocurrirán varias veces durante el uso de los edificios, y así evitar que no se produzcan daños a vidas humanas, o la caída del edificio.

1.2 Objeto

Los edificios deben satisfacer uno o más de los procesos de diseño especificados en la sección 2 (Procesos de Diseño), de acuerdo al tipo estructural, el área del suelo, altura, etc. (ver tabla 1 y 2).

Los edificios que excedan 60 metros de altura requerirán una

autorización especial del Ministerio de la Vivienda, seguida de una detallada revisión del comportamiento dinámico de la estructura por un consejo de miembros técnicos.

2. PROCESOS DE DISEÑO

2.1 Requisitos Estructurales

Los edificios deben reunir relevantes requisitos estructurales especificados por la Orden de la Puesta en Vigencia de las Normas de Construcción, las Especificaciones del Instituto de Arquitectura de Japón, etc.

Tabla 1 Procesos de Diseño Requeridos

Construcciones		Procesos de Diseño Requeridos
A	(1) Edificios de madera de uno o dos pisos que no excedan 500 metros cuadrados en el área total del suelo.	2.1
	(2) Edificios de un solo piso, aparte de las de madera, que no excedan 200 metros cuadrados en el área total del suelo.	
	(3) Edificios especiales utilizados para escuelas, hospitales, etc. que no excedan 100 metros cuadrados en el área total del suelo.	
B	Edificios de no más de 31 metros.	(1) Edificios especificados en la tabla 2.
		(2) Otros
C	Edificios de más de 31 mts. de altura.	2.1 y 2.2
		i) 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4 ó ii) 2.1, 2.2, 2.3 y 2.5
D	Edificios de más de 60 mts. de altura.	2.1, 2.2, 2.3 y 2.5
		Autorización especial del Ministerio de la Vivienda.

2.2 Tensión

La tensión causada por el esfuerzo sísmico lateral para los movimientos telúricos moderados prescrito en 3.1, 3.2 y 3.3, no deben exceder la tensión permitida por los pesos temporales.

2.3 Deslizamiento del Piso

El deslizamiento de cada piso del edificio causado por el esfuerzo sísmico lateral para moderar los movimientos telúricos prescrito en 3.1, no debe exceder 1/200 de la altura del piso. Este valor puede ser aumentado a 1/120, si los miembros no-estructurales no van a tener daños serios a la aumentada limitación del deslizamiento del piso.

2.4 Excentricidad, Rigidez, etc.

A. La siguiente excentricidad de rigidez R_e de cada piso debe ser menor a 0.5.

$$R_e = \frac{e}{r_e} \quad 1.-$$

donde, e = la excentricidad del centro de rigidez desde el centro de la masa.

r_e = el radio elástico, que puede ser definido como la raíz cuadrada de la rigidez torsional dividida por la rigidez lateral.

B. La siguiente variación de la rigidez lateral R_s de cada piso debe ser mayor que 0,6.

$$R_s = \frac{r}{r} \quad 2.-$$

donde r = la rigidez lateral, la cual debe ser definida como el valor de la altura del piso dividida por el deslizamiento del piso causado por el esfuerzo sísmico lateral, para movimiento

(Cont. pág 5)

Tabla 2 Edificios que necesitan satisfacer solo los procesos de diseño 2.1 y 2.2

A	Edificios de uno, dos o tres pisos de construcción de madera convencional, reforzada con construcción de bloques de concreto o ladrillo que deben reunir los requisitos estipulados en las relevantes regulaciones.
B	Los edificios de construcción de acero que deben reunir los siguientes ítemes. (1) Los pisos sobre el nivel del suelo no deben exceder tres. (2) La altura máxima no debe exceder 13 mts, y la altura de los largueros no debe exceder 9 mts. (3) La extensión máxima de las vigas no debe exceder a seis metros. (4) El área total del suelo no debe exceder 500 mts². (5) La rigidez causada por el esfuerzo sísmico lateral en el cual el coeficiente normal de esfuerzo C_o en Eq (11) se vuelve 0,3 y no debe exceder la tensión permitida para los pesos temporales. (6) La unión de l debe satisfacer la siguiente formula : $A_j \cdot \sigma_u \geq 1.2 A_g \cdot b \sigma_y$ donde, A_j = la efectividad del área sectorial cruzada de las uniones. σ_u = la tensión cuando falla el material de unión. A_g = el área sectorial cruzada de los puntales $b \sigma_y$ = esfuerzo de tracción de campo de los puntales
C	Los edificios que no excedan 20 metros de altura de construcción de concreto reforzado o de construcción de concreto reforzado con puntal de acero, si cada piso cumple la siguiente fórmula en las direcciones longitudinales y transversales. $25 \cdot \Sigma A_w + 7 \cdot \Sigma A_c + 10 \cdot \Sigma A'_c > Z \cdot A_i \cdot W \quad (T.2)$ donde, ΣA_w = la suma del área de la sección transversal horizontal en centímetros cuadrados de paredes de esfuerzo de concreto reforzado en la dirección en relación ΣA_c = la suma del área de la sección transversal horizontal en centímetros cuadrados de columnas de concreto reforzadas, y mullas de concreto reforzadas excepto las mullas de esfuerzo en la dirección en relación $\Sigma A'_c$ = la suma del área de la sección transversal horizontal en centímetros cuadrados de columnas de concreto reforzado con armazón de acero. Z = coeficiente de escalonamiento del riesgo sísmico como se muestra en la fig. 3. A_i = el factor de distribución del esfuerzo lateral como se muestra en la fig. 3. W = el peso (ver sección 3.1) en kilos de la construcción sobre el piso en cuestión.

Edificios de construcción con diferentes combinaciones, las cuales satisfacen los requisitos A-C dados anteriormente, deben cumplir los siguientes ítemes.

- (1) Los pisos sobre el nivel del suelo no deben exceder tres.
 - (2) La altura máxima no debe exceder 13 metros y la altura de los aleros no debe exceder a 9 metros.
 - (3) El área total del suelo no debe exceder a 500 mts².
-

Construcciones permitidas especialmente por el Ministerio de la Vivienda.

tos sísmicos prescritos en 3.1.

$\bar{r}$ = la rigidez media lateral, que debe ser definida como el promedio aritmético de r 's sobre el nivel del suelo.

C. (1) Las construcciones de acero deben satisfacer los siguientes ítemes.:

i) El esfuerzo sísmico lateral para movimientos telúricos moderados en las estructuras de acero deberá aumentar, de acuerdo a la siguiente formula.

$$Q_b = (1 + 0,7\beta)Q$$

donde, Q_b = el esfuerzo lateral sísmico aumentado.

β = el ratio del esfuerzo lateral de los puntales al esfuerzo sísmico total del piso. El valor $(1 + 0,7)$ no necesita más que 1.5.

Q = el esfuerzo sísmico lateral para movimientos sísmicos moderados prescritos en 3.1.

ii) Cada armadura deberá cumplir con la siguiente formula.

$$J_{P_u} \geq 1.2 M_{P_y}$$

donde,

J_{P_u} = la resistencia a la rotura de la unión de los puntales.

M_{P_y} = límite de elasticidad de los puntales.

iii) La relación de la anchura al espesor de los elementos de placa de las columnas y vigas sometidas al momento de flexión, deberá satisfacer los requerimiento de la tabla 3.

Tabla 3 Relación de la Anchura al Espesor de Columnas y Vigas de Acero.

Miembros	Sección	Porción	Acero	Relación de la Anchura al Espesor	
				Nivel	Máximo
Columnas		Brida	SS41* SM50*	9,5 8	12 10
		Alma	SS41 SM50	43 37	45 39
		—	SS41 SM50	33 27	37 32
		—	SS41 SM50	50 36	70 50
Vigas		Brida	SS41 SM50	9 7,5	11 9,5
		Alma	SS41 SM50	60 51	65 55

* Acero de acuerdo a SS41, SM41, STK41 y STKR41 de JIS.

** Acero de acuerdo a SM50, SMA50. SM50Y, STK50 y STKR50 de JIS.

iv) Cada viga unida a una columna y sometida al momento de flexión debiera cumplir con la siguiente formula.

$$M_u > \alpha M_p$$

5..

donde, M_u = a la resistencia máxima a la flexión de la conexión

M_p = momento plástico completo de la columna o viga.

α = factor de seguridad (1.2 - 1.3)

C. (2) Los edificios de concreto reforzado o las construcciones de concreto reforzado con armazón de acero deberán cumplir con uno de los siguientes ítemes :

i) Cada piso debe cumplir con la siguiente formula en las direcciones longitudinales y transversales.

$$25 \cdot \Sigma A_w + 7 \Sigma A_c + 10 \cdot \Sigma A'_c > 0,75 \cdot Z \cdot A_i \cdot W$$

6.-

donde, A_w , A_c , A'_c , Z , A_i y W tienen el mismo significado que en la Tabla 2.

ii) Cada piso debe cumplir con la siguiente formula en las direcciones longitudinales y transversales.

$$18 \cdot \Sigma A_w + 18 \cdot \Sigma A_c \geq Z \cdot A_i \cdot W$$

7.-

donde, A_w , A_c , Z , A_i y W tienen el mismo significado que en la Tabla 2

iii) La resistencia de deslizamiento a la rotura de cada miembro de concreto reforzado debe ser mayor que la resistencia de flexión de la rotura del miembro.

2.5 Resistencia de Deslizamiento Lateral de la Rotura.

La resistencia de deslizamiento lateral de la rotura de cada piso, no debe ser menor que el deslizamiento lateral de la rotura necesario Q_{un} , determinado con la siguiente formula.

$$Q_{un} = D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud}$$

8.-

donde,

Q_{un} = el deslizamiento sísmico lateral para movimientos sísmicos de mayor magnitud prescritos en 3.1.

D_s = el coeficiente estructural dado en la Tabla 4a y 4b.

F_{es} = el factor de forma, que deberá estar determinado como sigue.

$$F_{es} = F_e \cdot F_s$$

9.-

donde, F_e es dada en la Tabla 5 como la función de excentricidad de rigidez

R_e definida en 2.4 A. F_s es dada en la tabla 6 como la función de variación de la rigidez lateral R_s definida en 2.4 B.

3. DESLIZAMIENTO SISMICO

LATERAL

3.1 Deslizamiento Sísmico Lateral Sobre el Nivel del Suelo.

El deslizamiento sísmico lateral, Q_i , de piso i sobre el nivel del suelo debe estar determinado de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$Q_i = C_i \cdot W$$

10.-

donde, C_i = es el coeficiente de deslizamiento sísmico lateral del piso i determinado de acuerdo con la fórmula (11).

W = el peso del edificio sobre el piso i .

El peso del edificio deberá ser la suma de la carga muerta y la porción aplicable de carga viva. En distritos donde nieva mucho deberá considerarse el efecto del peso de la nieve.

El coeficiente de deslizamiento sísmico lateral del piso i , C_i , deberá estar determinado por la siguiente fórmula.

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o$$

11.-

donde, Z = el coeficiente de zonificación de riesgo sísmico como se muestra en la figura 1.

R_t = el coeficiente de diseño espectral que deberá estar determinado por el tipo de perfil del suelo y el período natural fundamental de los edificios, como se ilustra en la figura 2.

A_i = el factor de distribución del deslizamiento lateral el

(Cont. pág. 10)

Tabla 4a. Coeficiente Estructural D_s Para Edificios de Construcción de Acero.

Comportamiento de los Miembros	Tipo de Estructura		
	(1) Estructura de momento dúctil	(2) Estructuras aparte de las de la lista (1) y (3).	(3) Estructuras con puntales de compresión.
A. Miembros de excelente ductilidad	0,25	0,3	0,35
B. Miembros de buena ductilidad.	0,3	0,35	0,4
C. Miembros de débil ductilidad.	0,35	0,4	0,45
D. Miembros de pobre ductilidad	0,4	0,45	0,5

Tabla 4b. Coeficiente Estructural D_s para Edificios de Concreto Reforzado de Construcciones de Concreto Reforzado con Armazón de Acero.*

Comportamiento de los Miembros.	Tipo de Estructura		
	(1) Estructura de momento dúctil	(2) Estructuras aparte de las de la lista (1) y (3).	(3) Estructuras con mallas deslizantes o puntales.
A. Miembros de excelente ductilidad.	0,3	0,35	0,4
B. Miembros de buena ductilidad.	0,35	0,4	0,45
C. Miembros de débil ductilidad.	0,4	0,45	0,5
D. Miembros de pobre ductilidad.	0,45	0,5	0,55

* Los valores disminuyen de 0,05 para las construcciones de concreto reforzado con armazón de acero.

Tabla 5 Factor de Forma F_e por Excentricidad de Rigidez R_e

R_e	F_e
menos de 0,15	1,0
$0,15 \leq R_e \leq 0,3$	interpolación lineal
más de 0,3	1,5

Tabla 6 Factor de Forma F_s por Variación de la Rigidez Lateral R_s

R_s	F_s
más de 0,6	1,0
$0,3 \leq R_s \leq 0,6$	interpolación lineal
menos de 0,3	1,5

cual debe estar determinado por el período natural fundamental y la distribución del peso del edificio como se muestra en la figura 3.

C_o = el coeficiente de deslizamiento normal, que no debe ser menor a 0,2 y 1,0 para movimientos telúricos moderados y para movimientos más fuertes respectivamente.

El período natural fundamental del edificio, T , para determinar el coeficiente de diseño espectral y el factor de distribución de deslizamiento lateral, debe estar determinado de acuerdo con la siguiente formula.

$$T = h(0,02 + 0,01\alpha)$$

12..

donde, T = período natural fundamental del edificio en segundos.

h = la altura del edificio en metros

= el radio de la altura total de los pisos de la construcción y la altura del edificio.

3.2 Deslizamiento Sísmico Lateral de Elementos

El deslizamiento sísmico lateral, q , para penthouses, chimeneas, torres, cisternas, molosy otros elementos de construcción deberán determinarse de acuerdo con la siguiente formula.

$$q = k \cdot w$$

13.-

donde, q = el deslizamiento sísmico lateral de los elementos.

k = el coeficiente de diseño sísmico de los elementos el cual debe ser 1,0, pero el valor puede ser reducido a 0,5 en casos tales como, donde no habra daño ni pérdidas de vidas humanas.

w = el peso del elemento.

3.3 Deslizamiento Sísmico Lateral del Subterráneo

El deslizamiento sísmico lateral del subterráneo, Q_B , deberá estar determinado de acuerdo con la siguiente fórmula

$$Q_B = Q_p + k \cdot W_B$$

14.-

donde,

Q_p = la porción del deslizamiento sísmico lateral del primer piso que se extendiera hasta el subterráneo.

k = el coeficiente de diseño sísmico del subterráneo como se determina de acuerdo con la formula (13)

W_B = el peso del subterráneo

El coeficiente de diseño sísmico del subterráneo, k , deberá determinarse de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$k = 0,1(1 - \frac{H}{40}) Z$$

15.-

donde,

H = la profundidad en metros del subterráneo. El valor de H deberá ser fijado a 20 metros, en casos donde la profundidad del subterráneo excede a 20 metros.

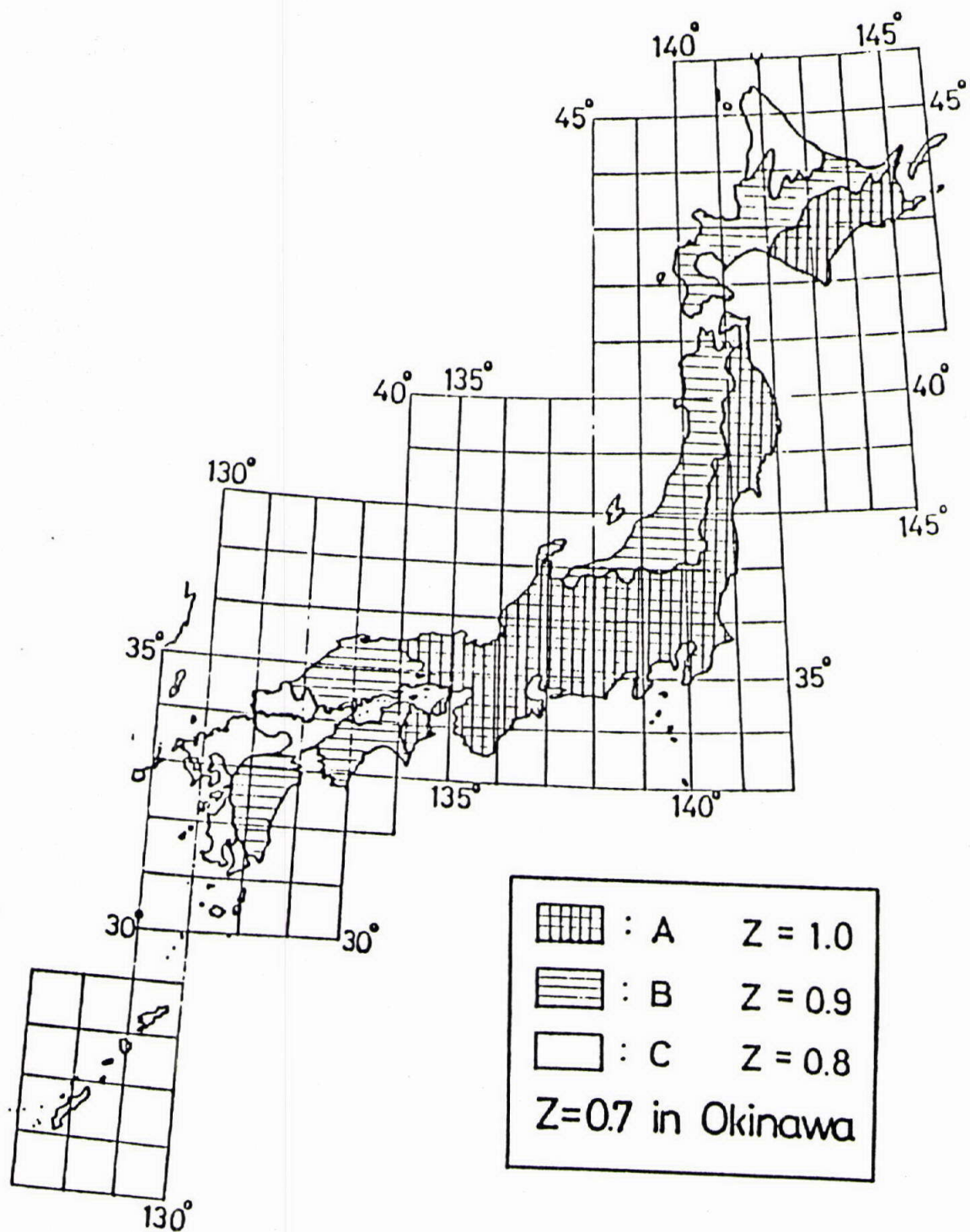
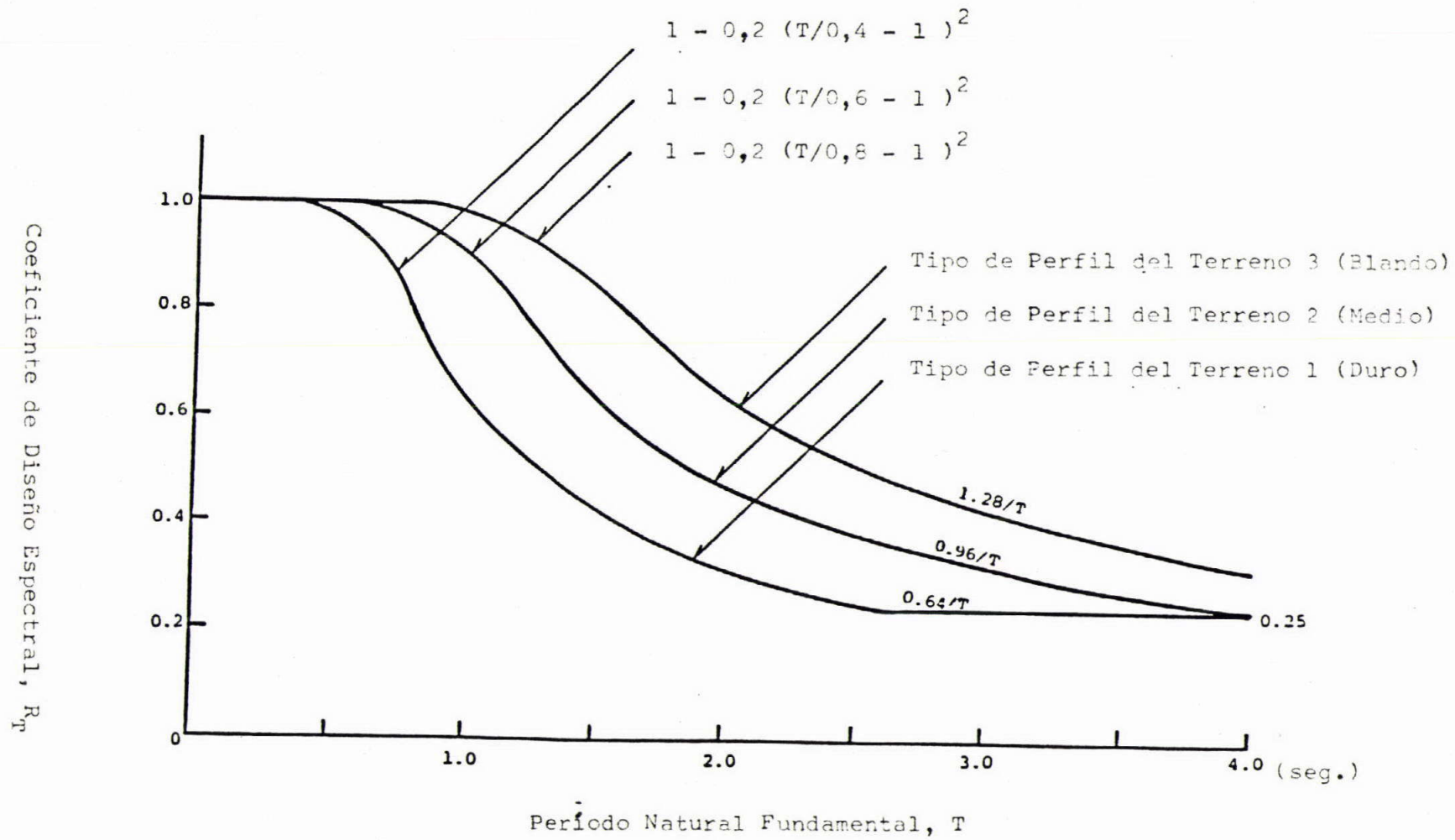


Fig. 1 Coeficiente de Zonificación de Riesgo Sísmico, Z.



A través del análisis preciso de la estructura, los cimientos, el suelo, etc, el valor de R_T puede ser reducido a 0,75 del valor dado en esta figura. Pero, el valor no deberá ser menor a 0,25.

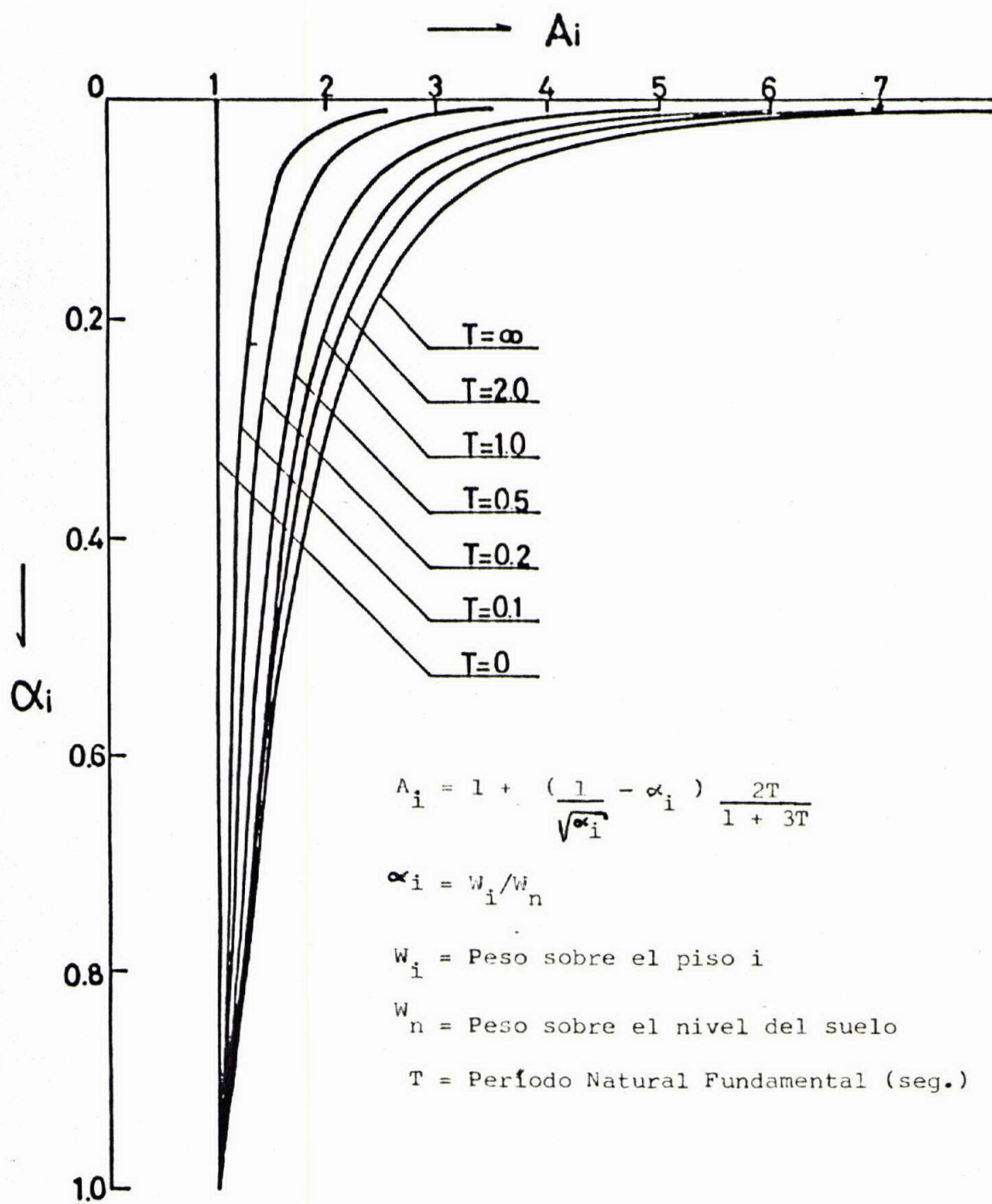
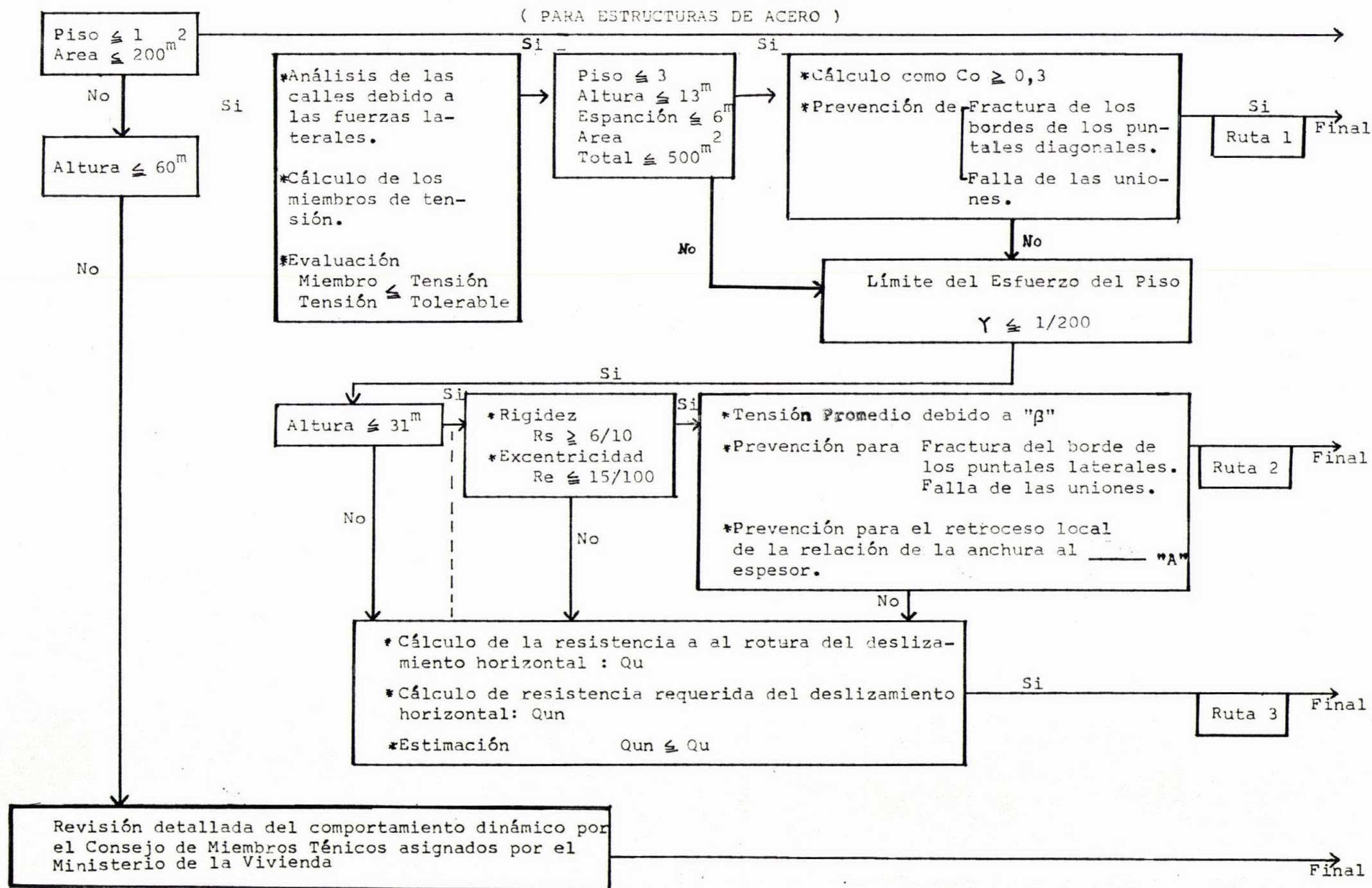
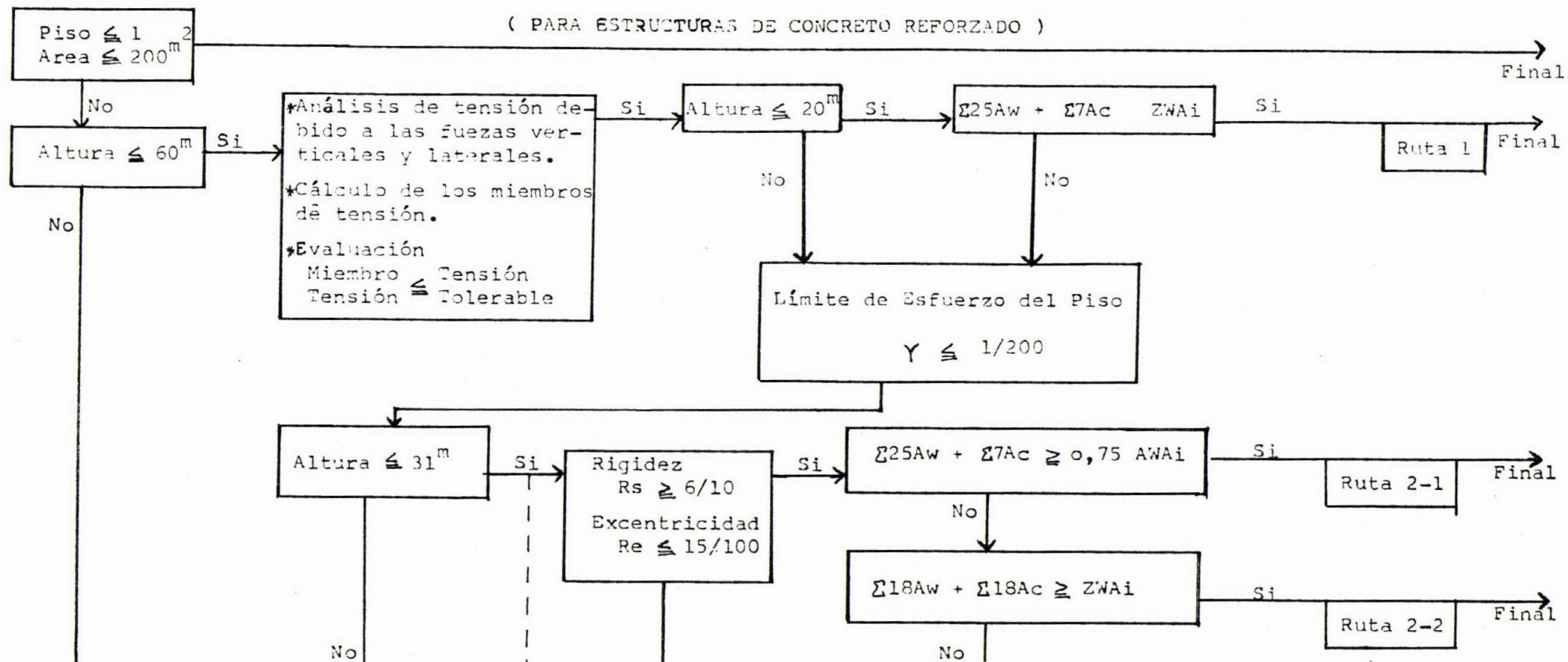


Figura 3. Factor de Distribución de Deslizamiento Lateral, A_i





TRADUCCION REALIZADA POR

MARIA ALICIA RODRIGUEZ ARAYA.



EARTHQUAKE RESISTANT REGULATIONS A WORLD LIST — 1984



Compiled by the
INTERNATIONAL ASSOCIATION
FOR EARTHQUAKE ENGINEERING

July 1984

Distributed by
GAKUJUTSU BUNKEN FUKYU-KAI
(Association for Science Documents Information)
OH-OKAYAMA, 12-1, MEGUROKU, TOKYO, 152, JAPAN

PART 2

NEW ASEISMIC DESIGN METHOD FOR BUILDINGS IN JAPAN

ABSTRACT

New aseismic design method for buildings has been enforced since June 1, 1981 in Japan. This method is stipulated in Building Standard Law, Building Standard Law Enforcement Order, Notifications of Ministry of Construction and other relevant regulations. The following is the summary of these codes and regulations which may facilitate the clear understanding of the method.

1. GENERAL

1.1 Purpose

The purpose of this aseismic design method is that buildings shall withstand moderate earthquake motions, which would occur several times during the use of the buildings, with almost no damage and shall not collapse nor harm human lives during severe earthquake motions, which would occur less than once during the use of the buildings.

1.2 Scope

Buildings shall satisfy one or more of the design procedures specified in Sec. 2 (Design Procedure), according to the structural type, floor area, height, etc. (See Table 1 & 2).

Buildings exceeding 60 meters in height will require special permission from the Minister of Construction following a detailed review of the dynamic behavior of the structure by the board of technical members.

2. DESIGN PROCEDURES

2.1 Structural Requirements

Buildings shall meet the relevant structural requirements specified by the Building Standard Law Enforcement Order, Notifications of Ministry of Construction, the Specifications of Architectural Institute of Japan, etc.

Table 1 Design Procedures Required

Buildings		Design Procedures Required
A	(1) One or two story wooden buildings not exceeding 500 square meters in total floor area.	2.1
	(2) Single story buildings other than wooden, not exceeding 200 square meters in total floor area.	
	(3) Special buildings used for school, hospital, etc. not exceeding 100 square meters in total floor area.	
B	(1) Buildings listed in Table 2.	2.1 and 2.2
	(2) Others	i) 2.1, 2.2, 2.3 and 2.4 or ii) 2.1, 2.2, 2.3 and 2.5
C	Buildings higher than 31 meters	2.1, 2.2, 2.3 and 2.5
D	Buildings higher than 60 meters	Special permission from the Minister of Construction

2.2 Stresses

The stresses caused by the lateral seismic shear for moderate earthquake motions prescribed in 3.1, 3.2 and 3.3 shall not exceed the allowable stresses for temporary loads.

2.3 Story drift

The drift of each story of the building caused by the lateral seismic shear for moderate earthquake motions prescribed in 3.1 shall not exceed 1/200 of the story height. This value can be increased to 1/120 if the nonstructural members shall have no severe damage at the increased story drift limitation.

2.4 Eccentricity, Stiffness, etc.

A. The following eccentricity of stiffness R_e of each story shall be less than 0.15.

$$R_e = \frac{e}{r_e} \quad (1)$$

where, e = the eccentricity of the center of stiffness from the center of mass.

r_e = the elastic radius, which can be defined as the square root of the torsional stiffness divided by the lateral stiffness.

B. The following variation of lateral stiffness R_s of each story shall be

Table 2 Buildings Which Need to Satisfy only Design Procedures 2.1 and 2.2

A	One, two or three story buildings of conventional wooden construction, reinforced concrete block construction or masonry construction that shall meet the structural requirements stipulated in the relevant regulations.
B	Buildings of steel construction which shall meet all of the following items. (1) Stories above the ground level shall not exceed three. (2) Maximum height shall not exceed 13 meters and the eaves height shall not exceed 9 meters. (3) Maximum span of beams shall not exceed 6 meters. (4) Total floor area shall not exceed 500 square meters. (5) Stresses caused by the lateral seismic shear in which the standard shear coefficient C_0 in Eq.(11) becomes 0.3 shall not exceed the allowable stresses for temporary loads. (6) Every joint of braces shall satisfy the following formula: $A_j \cdot \sigma_u \geq 1.2 A_g \cdot b \sigma_y \quad (T.1)$ where, A_j = the effective cross sectional area of the joint σ_u = the stress when the joint material fails A_g = the cross sectional area of the brace $b \sigma_y$ = tensile yield stress of the brace
C	Buildings not exceeding 20 meters in height of reinforced concrete construction or steel encased reinforced concrete construction, if each story shall meet the following formula in the longitudinal and transverse directions. $25 \cdot \Sigma A_w + 7 \cdot \Sigma A_c + 10 \cdot \Sigma A'_c > Z \cdot A_l \cdot W \quad (T.2)$ where ΣA_w = the sum of horizontal cross-sectional area in square centimeters of reinforced concrete shear walls in the direction concerned. ΣA_c = the sum of horizontal cross-sectional area in square centimeters of reinforced concrete columns, and reinforced concrete walls except shear walls in the direction concerned. $\Sigma A'_c$ = the sum of horizontal cross-sectional area in square centimeters of steel encased reinforced concrete columns. Z = the seismic hazard zoning coefficient as shown in Fig.1. A_l = the lateral shear distribution factor as shown in Fig.3. W = the weight (See Section 3.1) in kilograms of the building above the story concerned.
D	Buildings of a combination of different constructions, which satisfy the A - C requirements given above, shall meet the following items. (1) Stories above ground level shall not exceed three. (2) Maximum height shall not exceed 13 meters and the eaves height shall not exceed 9 meters. (3) Total floor area shall not exceed 500 square meters.
E	Buildings specially permitted by the Minister of Construction.

greater than 0.6.

$$R_s = \frac{r}{\bar{r}} \quad (2)$$

where, r = the lateral stiffness, which shall be defined as the value of the story height divided by the story drift caused by the lateral seismic shear for moderate earthquake motions prescribed in 3.1.

$\bar{r}$ = the mean lateral stiffness, which shall be defined as the arithmetic mean of r 's above ground level.

C. (1) Buildings of steel construction shall satisfy all of the following items:

i) The lateral seismic shear for moderate earthquake motions of steel structures shall be increased, according to the following formula.

$$Q_b = (1 + 0.7\beta)Q \quad (3)$$

where, Q_b = increased lateral seismic shear.

β = the ratio of the lateral shear of braces to the total lateral seismic shear of the story. The value of $(1 + 0.7\beta)$ need not be more than 1.5.

Q = lateral seismic shear for moderate earthquake motions prescribed in 3.1.

ii) Each brace shall meet the following formula.

$$J_u^P \geq 1.2 M_y^P \quad (4)$$

where, J_u^P = the ultimate strength of the joint of the brace.

M_y^P = the yield strength of the brace.

iii) The width-thickness ratio of plate elements of columns and beams subjected to bending moment shall satisfy the requirements in Table 3.

Table 3 Width-Thickness Ratio of Steel Columns and Beams

Members	Section	Portion	Steel	Width-Thickness Ratio	
				Standard	Maximum
Columns	H	Flange	SS41* SM50*	9.5 8	12 10
		Web	SS41 SM50	43 37	45 39
	□	—	SS41 SM50	33 27	37 32
			SS41 SM50	50 36	70 50
	○	—	SS41 SM50	9 7.5	11 9.5
			SS41 SM50	60 51	65 55
Beams	I	Flange	SS41 SM50	9 7.5	11 9.5
		Web	SS41 SM50	60 51	65 55

* Steel conforming to SS41, SM41, SM41, STK41 and STKR41 of JIS.

** Steel conforming to SM50, SMA50, SM50Y, STK50 and STKR50 of JIS.

iv) Every beam to column connection subjected to bending moment shall satisfy the following formula:

$$M_u > \alpha M_p \quad (5)$$

where, M_u = maximum bending strength of the connection.
 M_p = full plastic moment of the column or beam.
 α = safety factor (1.2 - 1.3)

C. (2) Buildings of reinforced concrete or steel encased reinforced concrete constructions shall satisfy one of the following items:

i) Each story shall meet the following formula in the longitudinal and transverse directions.

$$25 \cdot \Sigma A_w + 7 \cdot \Sigma A_c + 10 \cdot \Sigma A'_c > 0.75 \cdot Z \cdot A_l \cdot W \quad (6)$$

where A_w , A_c , A'_c , Z , A_l and W are the same as in Table 2.

ii) Each story shall meet the following formula in the longitudinal and transverse directions.

$$18 \cdot \Sigma A_w + 18 \cdot \Sigma A_c \geq Z \cdot A_l \cdot W \quad (7)$$

where A_w , A_c , Z , A_l and W are the same as in Table 2.

iii) Ultimate shear strength of each reinforced concrete member shall be greater than the ultimate flexural strength of the member.

2.5 Ultimate Lateral Shear Strength

The ultimate lateral shear strength of each story shall not be less than the necessary ultimate lateral shear Q_{un} determined in accordance with the following formula.

$$Q_{un} = D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud} \quad (8)$$

where, Q_{ud} = the lateral seismic shear for severe earthquake motions prescribed in 3.1.

D_s = the structural coefficient given by Table 4a and 4b.

F_{es} = the shape factor which shall be determined as follows.

$$F_{es} = F_e \cdot F_s \quad (9)$$

where F_e is given in Table 5 as a function of eccentricity of stiffness R_e defined in 2.4 A. F_s is given in Table 6 as a function of variation of lateral stiffness R_s defined in 2.4 B.

3. LATERAL SEISMIC SHEAR

3.1 Lateral Seismic Shear above the Ground Level

The lateral seismic shear, Q_i , of i -th story above the ground level shall be determined in accordance with the following formula.

Table 4a. Structural Coefficient D_s for Buildings of Steel Construction

Behavior of Members	Type of Frame		
	(1) Ductile moment frame	(2) Frame other than listed in (1) and (3)	(3) Frame with compressive braces
Members of excellent ductility	0.25	0.3	0.35
Members of good ductility	0.3	0.35	0.4
Members of fair ductility	0.35	0.4	0.45
Members of poor ductility	0.4	0.45	0.5

Table 4b. Structural Coefficient D_s for Buildings of Reinforced Concrete of Steel Encased Reinforced Concrete Construction*

Behavior of Members	Type of Frame		
	(1) Ductile moment frame	(2) Frame other than listed in (1) and (3)	(3) Frame with shear walls or braces
Members of excellent ductility	0.3	0.35	0.4
Members of good ductility	0.35	0.4	0.45
Members of fair ductility	0.4	0.45	0.5
Members of poor ductility	0.45	0.5	0.55

Values are decreased by 0.05 for steel encased reinforced concrete construction.

Table 5 Shape Factor F_e by Eccentricity of Stiffness R_e

R_e	F_e
less than 0.15	1.0
$0.15 \leq R_e \leq 0.3$	linear interpolation
more than 0.3	1.5

Table 6 Shape Factor F_s by Variation of Lateral Stiffness R_s

R_s	F_s
more than 0.6	1.0
$0.3 \leq R_s \leq 0.6$	linear interpolation
less than 0.3	1.5

$$Q_i = C_i \cdot W \quad (10)$$

where, C_i = the lateral seismic shear coefficient of the i-th story as determined in accordance with Formula (11).

W = the weight of the building above the i-th story.

The weight of the building shall be the sum of dead load and the applicable portion of live load. In heavy snow districts, the effect of snow load shall be considered.

The lateral seismic shear coefficient of the i-th story, C_i , shall be determined in accordance with the following formula.

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o \quad (11)$$

where, Z = the seismic hazard zoning coefficient as shown in Fig. 1.

R_t = the design spectral coefficient, which shall be determined by the type of soil profile and the fundamental natural period of the buildings, as illustrated in Fig. 2.

A_i = the lateral shear distribution factor, which shall be determined by the fundamental natural period and the weight distribution of the buildings, as shown in Fig. 3.

C_o = the standard shear coefficient, which shall be not less than 0.2 and 1.0 for moderate earthquake motions and for severe earthquake motions, respectively.

The fundamental natural period of the building, T , to determine the design spectral coefficient and the lateral shear distribution factor, shall be determined in accordance with the following formula.

$$T = h(0.02 + 0.01\alpha) \quad (12)$$

where, T = the fundamental natural period of the building in seconds.

h = the height of the building in meters.

α = the ratio of the total height of stories of steel construction and the height of the building.

3.2 Lateral Seismic Shear of Appendages

The lateral seismic shear, q , for penthouses, chimneys, towers, cisterns, parapets and other appendages on buildings shall be determined in accordance with the following formula.

$$q = k \cdot w \quad (13)$$

where, q = the lateral seismic shear of the appendage.

k = the seismic design coefficient of appendages which shall be 1.0, but the value can be reduced to 0.5 in such cases where no harm to human lives will occur.

w = the weight of the appendage.

3.3 Lateral Seismic Shear of the Basement

The lateral seismic shear of the basement, Q_B , shall be determined in accordance with the following formula.

$$Q_B = Q_p + k \cdot W_B \quad (14)$$

where, Q_p = the portion of the lateral seismic shear of the first story that will extend to the basement.

k = the seismic design coefficient of the basement as determined in accordance with Formula (13).

W_B = the weight of the basement.

The seismic design coefficient of basement, k , shall be determined in accordance with the following formula.

$$k \geq 0.1(1 - \frac{H}{40})Z \quad (15)$$

where, H = the depth of the basement in meters. The value of H shall be fixed at 20 meters in such cases where the basement depth exceeds 20 meters.

A is the same as defined in 3.1.

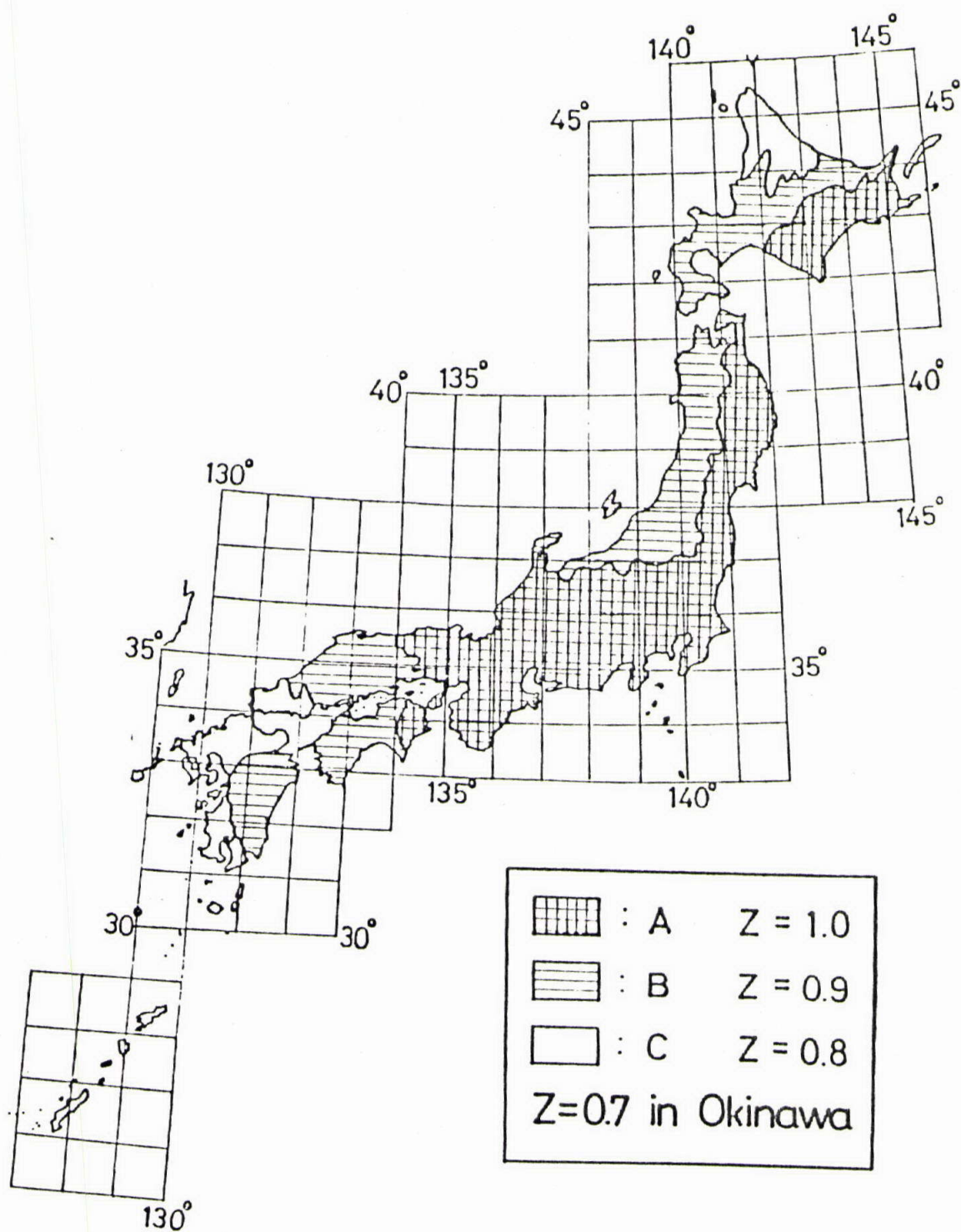


Fig. 1 Seismic Hazard Zoning Coefficient, Z

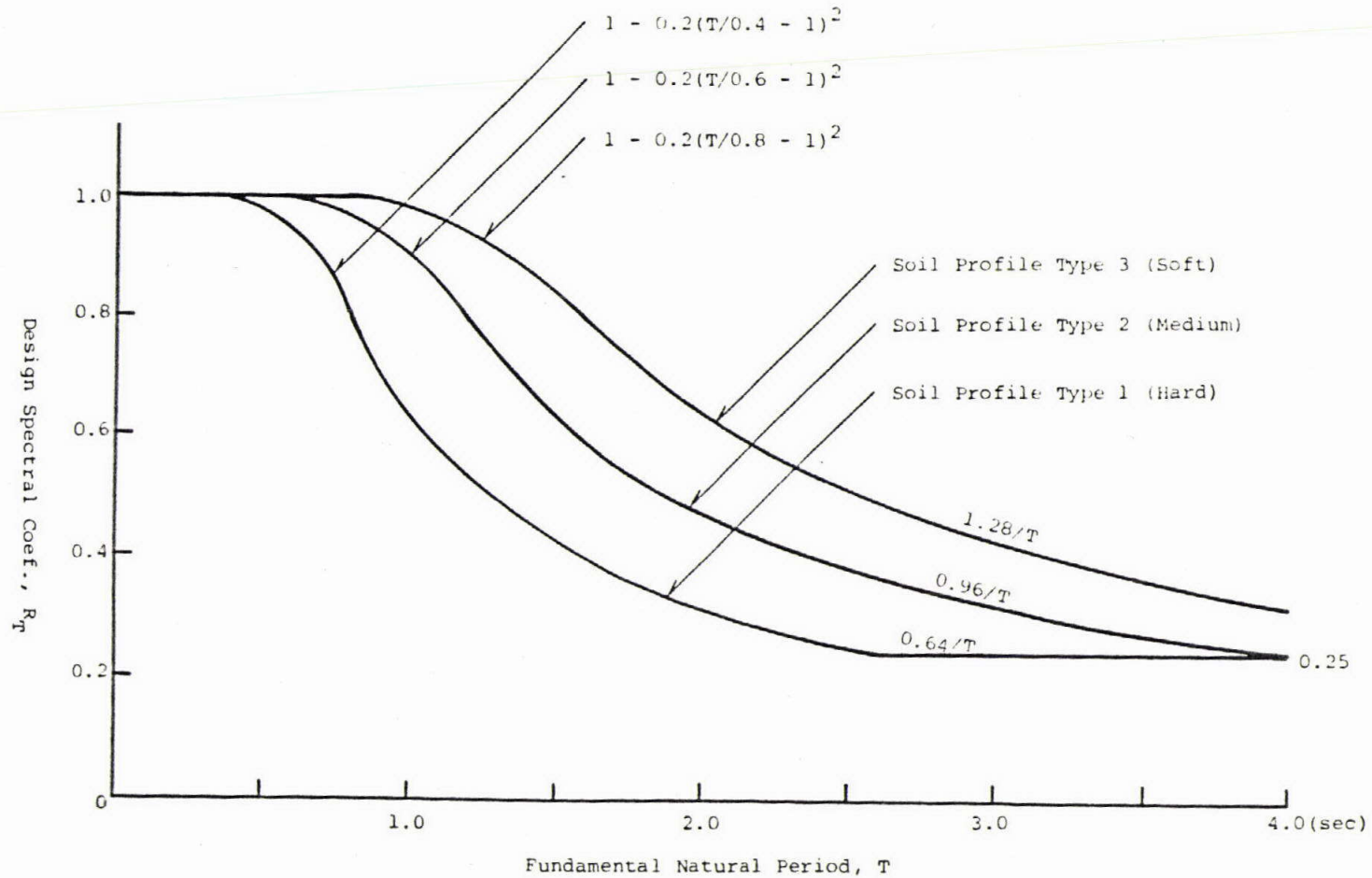


Fig. 2 Design Spectral Coefficient, R_T

Through the precise analysis of the structure, the foundation, the soil, etc., the value of R_T can be reduced to 0.75 of the value given by this figure. But the value shall not be less than 0.25.

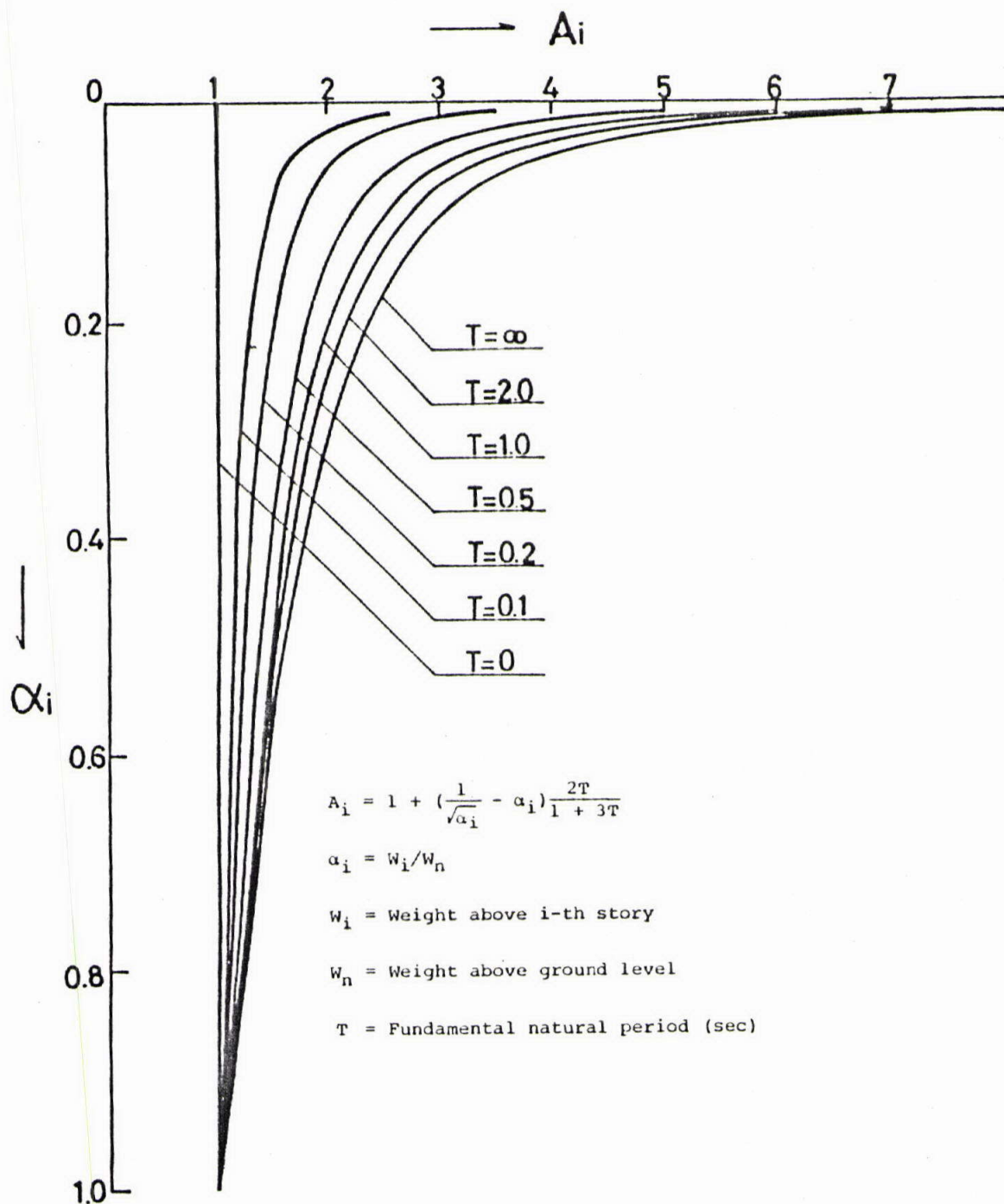
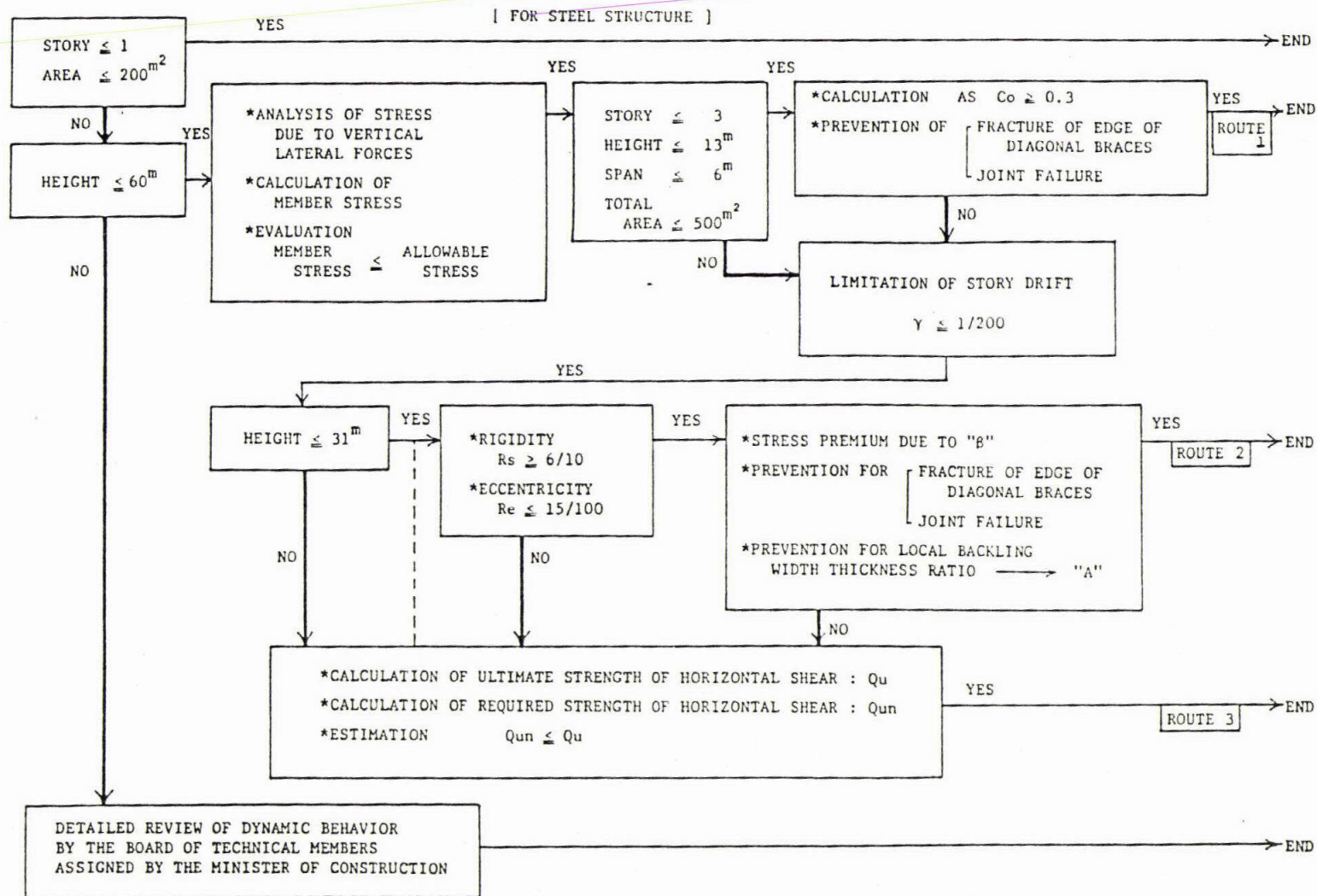
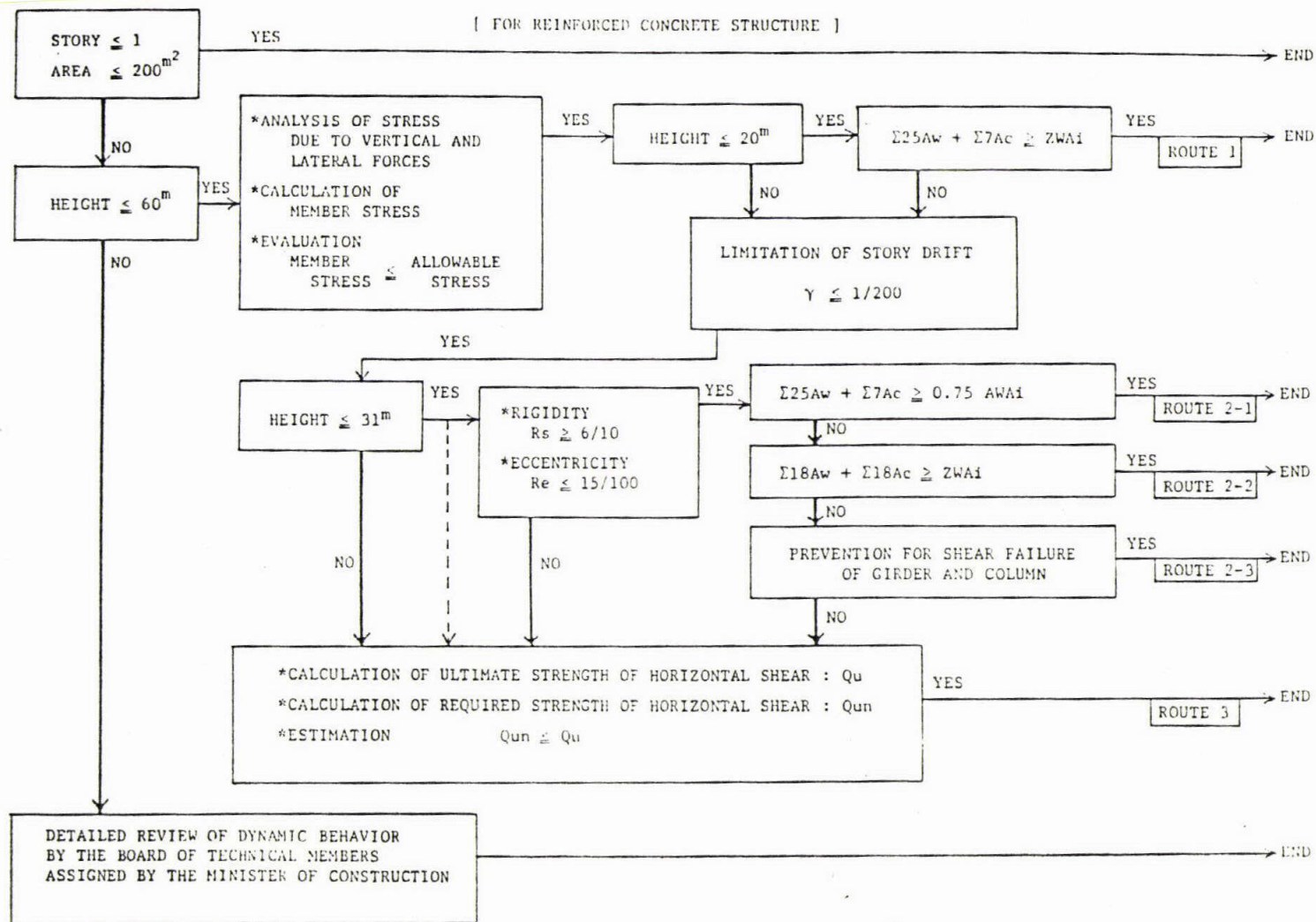


Fig. 3 Lateral Shear Distribution Factor, A_i





REPUBLICA DE CHILE - MINISTERIO DEL INTERIOR
OFICINA NACIONAL DE EMERGENCIA

BIBLIOTECA

CENTRO NACIONAL DE DOCUMENTACION
PROTECCION CIVIL