

"El documento original contiene páginas en mal estado."

PARTE 1

PROPUESTA DE LA NORMA

CARGAS DE VIENTO

PROPUESTA DE LA NORMA "CARGAS DE VIENTO" PARA EL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES

1. OBJETO

Esta norma tiene por fin obtener los efectos del viento sobre las estructuras de ingeniería civil.

2. CAMPO DE VALIDEZ

Esta norma vale para todas las construcciones, salvo excepciones expresas, y se deberá aplicar a todas aquellas que se proyecten dentro del territorio nacional.

3. GENERALIDADES

Las estructuras serán diseñadas y construidas para resistir las presiones mínimas de viento recomendadas en la Tabla II y teniendo en cuenta todo lo indicado en las demás Secciones.

En el diseño de una estructura, deberá analizarse en primer lugar el efecto global de las presiones de viento sobre la estabilidad del edificio completo, o sus partes más grandes (muros, techos).

Para comprobar la estabilidad general de la construcción en cuanto a vuelco y deslizamiento, no se tendrán en cuenta

sobrecargas y acciones de viento en las cubiertas que resulten favorables. La seguridad al vuelco será como mínimo 1.5 veces; verificándose que los momentos de volteo calculados de la presión de viento no excedan en ningún caso a $2/3$ del momento resistente de la carga muerta. El peso muerto del suelo superpuesto sobre las bases podrá usarse para calcular el momento resistente.

En todos los casos se requerirá estipular adecuados anclajes de techo a muros y columnas, y de muros y columnas a la cimentación, para resistir volteo, elevación y/o deslizamiento.

Deberá estudiarse el efecto local de las presiones interiores revisándose, en todos los casos, la estabilidad de la cubierta y de sus anclajes.

Se recomienda que se realicen experimentos en túneles de viento, sobre modelos pequeños, para formas de estructuras que difieren significativamente de aquellas que se muestran en las Tablas dadas. Cuando el coeficiente de presión, determinado experimentalmente por túnel de viento u otros métodos reconocidos, indique cargas de menor o mayor severidad que aquellas especificadas aquí, la estructura podrá ser diseñada conforme a lo obtenido.

Las estructuras sujetas a oscilación a causa del viento serán investigadas por métodos teóricos y quizás experimentales para el peligro de sobrecargas dinámicas y vibraciones con frecuencias críticas. Como una guía

preliminar de producción, puede decirse que deberá aplicarse en los casos en que el periodo para un ciclo completo es mayor que 1 segundo.

4. CONSIDERACION SIMULTANEA DE LA CARGA DE VIENTO Y OTRAS CARGAS

Para el propósito de la determinación de esfuerzos, todas las cargas verticales de diseño, excepto la carga viva del techo y cargas de grúa, serán consideradas como si actuaran simultáneamente con la presión de viento.

Las cargas de viento y sismo no necesitarán ser asumidas para actuar simultáneamente. Si al prescribir cargas de viento produjeran esfuerzos altos, tales cargas serán usadas en lugar de las cargas resultantes de fuerzas de sismo.

Donde se requieran, para el diseño de techos, cargas de nieve, se considerará al menos un 50 por ciento de tal carga de nieve; no obstante, para edificios públicos de importancia pueden especificarse mayores porcentajes según las condiciones locales.

5. CONSIDERACION DE LA DIRECCION DEL VIENTO

Las estructuras se estudiarán comúnmente bajo la acción del viento en dirección a sus ejes principales. En casos especiales, pero siempre en torres reticuladas de varios paramentos se requerirá estudiar su acción en la dirección

dirección. En general, se supone que el viento es horizontal.

6. SUPERFICIES DE ATAQUE DEL VIENTO

Se supondrá que la carga de viento actúa en ángulo recto a la superficie afectada. Las áreas expuestas se supondrán las siguientes:

- a. En superficies planas, sin vanos, el Área total.
- b. En construcciones limitadas por superficies planas, sin vanos, la proyección de la construcción en un plano vertical.
- c. En construcciones de sección circular o casi circular, el plano axial situado en ángulo recto a la dirección del viento.
- d. En estructuras reticulares tales como torres de celosía, la proyección de sus miembros (superficie visible) sobre un plano normal a la dirección del viento. Cuando se tengan marcos o armaduras en diversos planos, podrá tomarse en cuenta la protección que algunos de los miembros proporcionan a otros.
- e. En cubiertas múltiples de un mismo edificio, una detrás de otra (cubiertas en diente de sierra), en la primera superficie orientada según la dirección del viento, la superficie total; en cada una de las restantes, la mitad. Cada cubierta simple tiene, sin embargo, que calcularse aisladamente y con la superficie total.

La ocurrencia de presiones o succiones debidas al viento en superficies verticales, horizontales e inclinadas de una edificación serán consideradas simultáneamente y se supondrán perpendiculares a la superficie sobre la cual actúan.

Las cargas de viento sobre las estructuras podrán ser obtenidas de información del efecto total del viento o de la distribución de presiones normales en las diferentes superficies y la subsiguiente integración.

Durante los cálculos, se deberá considerar las fuerzas de la distribución de presiones tanto exterior como interior.

La carga de viento depende de la forma de la estructura. Dicha sobrecarga "p" sobre la unidad de superficie es un múltiplo de la presión dinámica "q" y se expresa en la siguiente forma:

$$p = C_p C_r q \quad (\text{kg/m}^2) \quad \dots\dots\dots (a)$$

donde: C_p es un coeficiente de presión que depende de la configuración de la construcción y C_r es un coeficiente de ráfaga (ambos son números abstractos).

La presión dinámica es:

$$q = \frac{1}{2} \left(\frac{\gamma_0}{g} \right) v^2 \quad (\text{kg/m}^2) \quad \dots\dots\dots (b)$$

donde: γ_0 representa el peso específico del aire en kg/m^3 y v en m/seg la velocidad básica del viento a tomarse en el cálculo. Ya que con suficiente aproximación se pueda poner, para condiciones normales: $\gamma_0 = 1.23 \text{ kg/m}^3$ y $g = 9.81 \text{ m/seg}^2$, resulta:

$$q = \frac{v^2}{16} \quad (\text{kg/m}^2) \quad \dots\dots\dots (c)$$

o también:

$$q = 0.005 V^2 \quad (\text{kg/m}^2) \quad \dots\dots\dots (d)$$

en donde V está en K.P.H.

La velocidad básica del viento se obtendrá de los Mapas Eólicos 1, 2 ó 3, según la ubicación de la estructura y el Intervalo Medio de Recurrencia (I.M.R.).

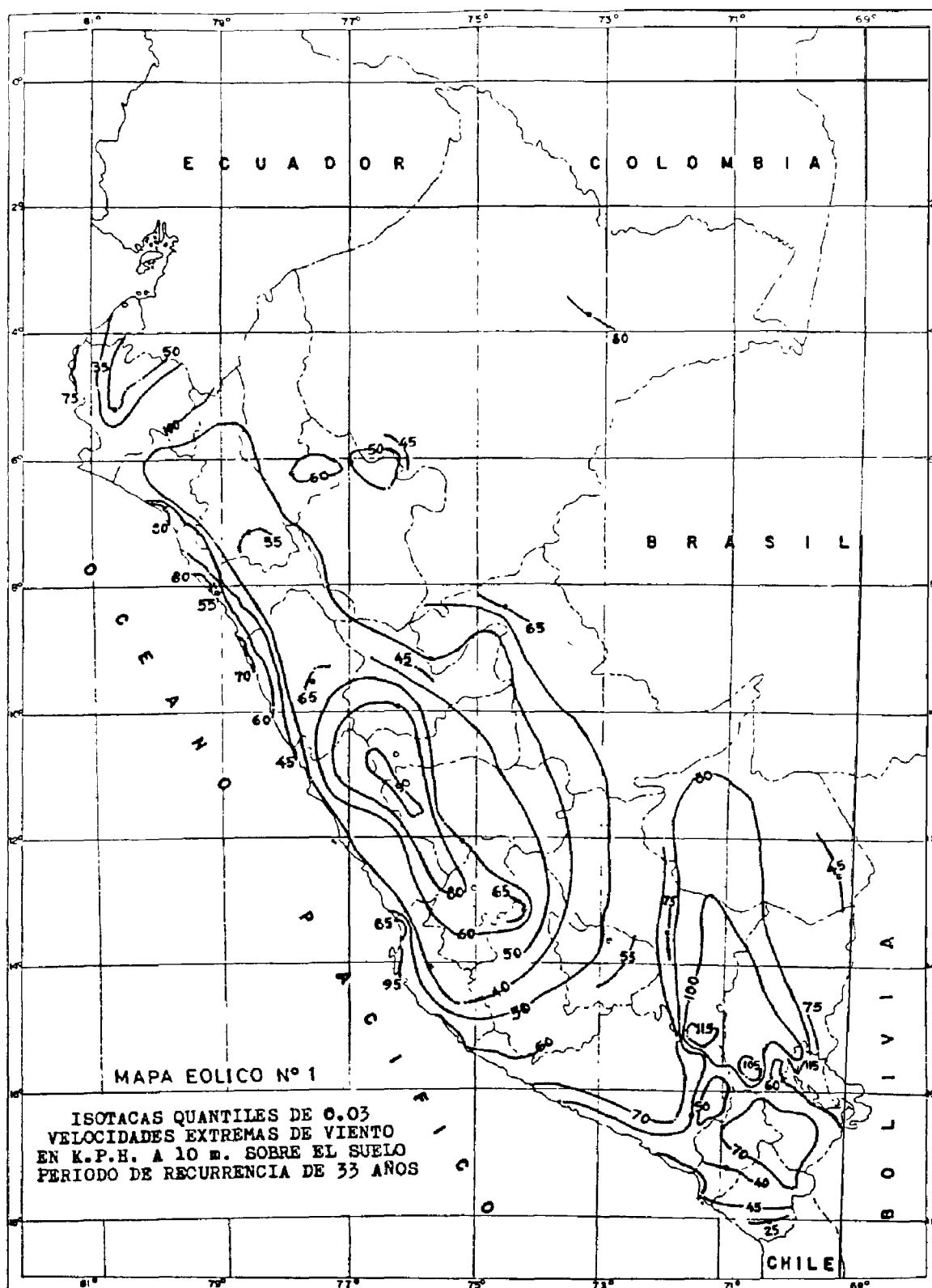
La selección de un I.M.R. con la cual hay asociada una cierta velocidad básica de viento, depende de la función del edificio y las consecuencias de su falla. Los I.M.R. recomendados en la Tabla I se usarán para varias clases de estructuras.

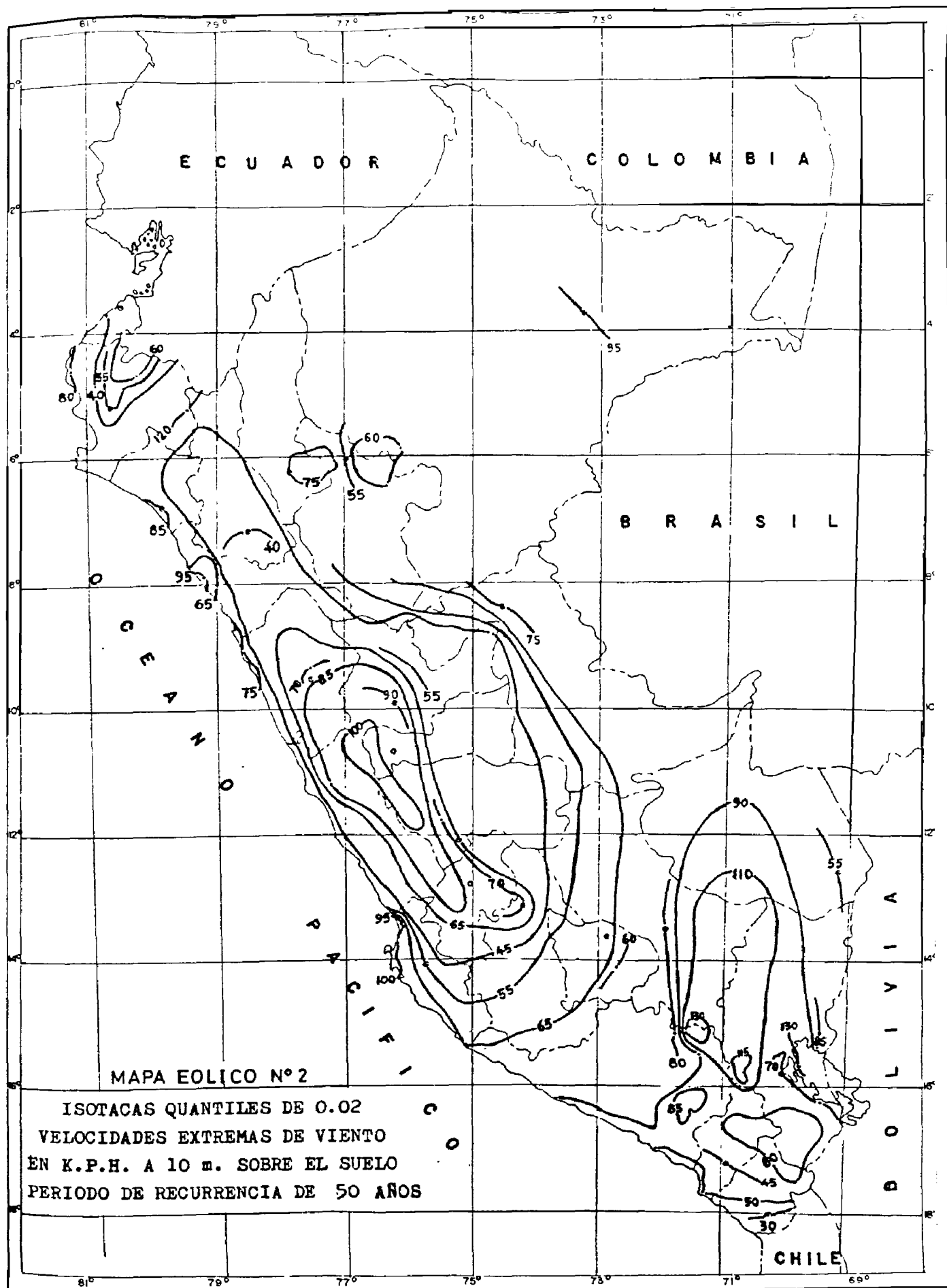
TABLA I
INTERVALO MEDIO DE RECURRENCIA

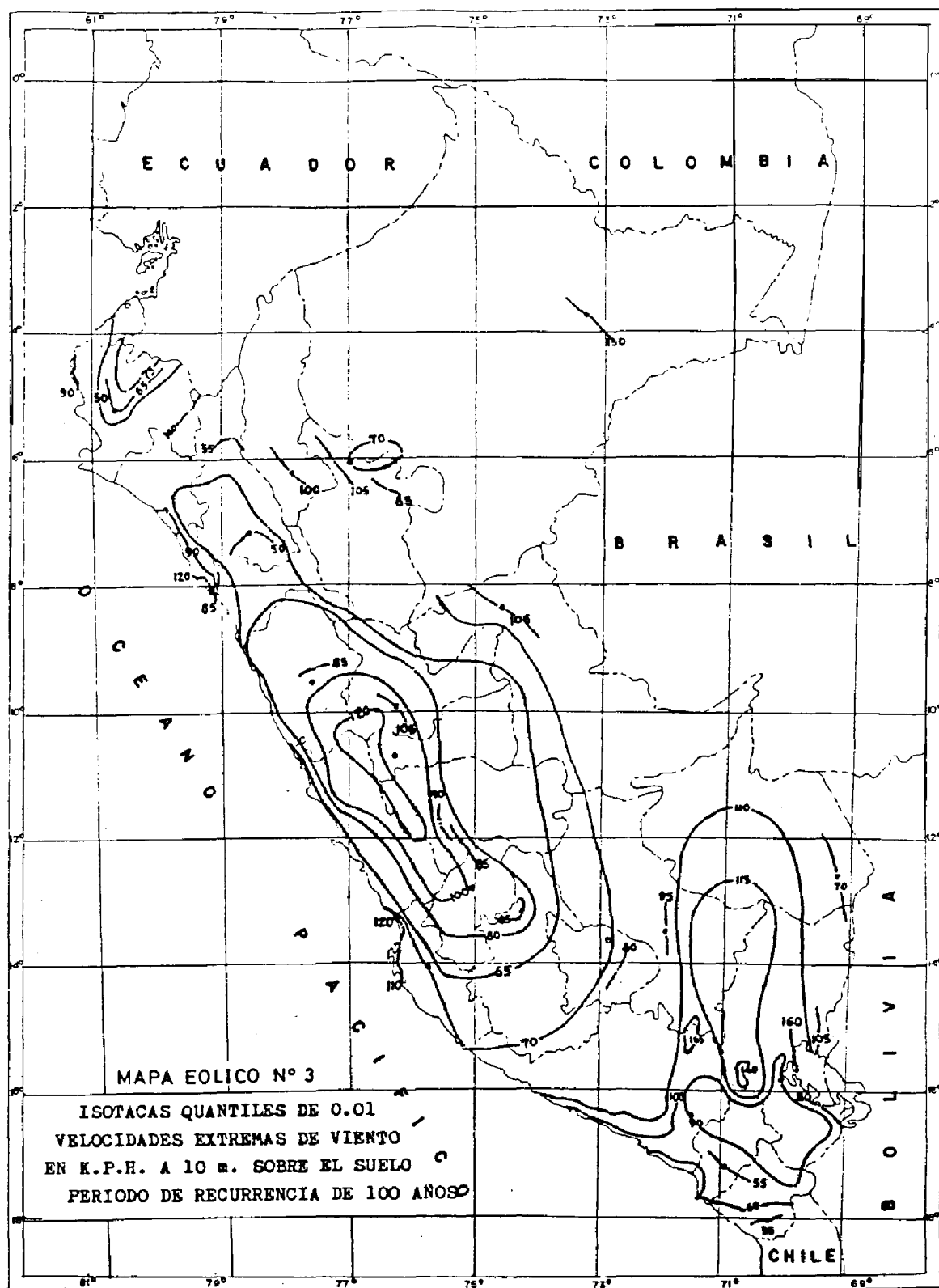
CLASE DE ESTRUCTURA	IMR (años)
Estructuras permanentes que desempeñan funciones especiales después de desastres, como por ejemplo: hospitales, edificios de comunicaciones, etc.	100
Estructuras que, en caso de fallar, presentan un bajo grado de peligro para la vida humana y otras propiedades.	30
Todas las estructuras diferentes de aquellas señaladas anteriormente.	50

Las presiones dinámicas "q", admisibles a diferentes alturas sobre el suelo, para cada velocidad básica, están indicadas en la Tabla II, las cuales se usarán en el cálculo de las cargas de viento.

En la Tabla II, las velocidades básicas de viento son proporcionales a la altura sobre el terreno, elevada a un exponente $1/\alpha$. Para velocidades básicas de hasta 100 kph, el exponente es $1/\alpha = 0.3$ y para velocidades mayores el exponente varía de 0.3 a 1/5; en ambos casos, los cálculos se efectúan hasta una altura de 200 metros sobre la cual se usará una velocidad constante.







T A B L A 11

PRESION DINAMICA "q" EN KG/M2, A DIFERENTES ALTURAS SOBRE EL SUELO, PARA CADA VELOCIDAD BASICA DEL VIENTO EN K/P/H														
Altura de coronacion H del edificio sobre el terreno en metros	K I L O M E T R O S P O R H O R A													
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
DE 0 A 10	15	15	15	20	25	30	40	50	60	70	80	95	110	125
DE 11 A 30	15	15	25	35	45	60	75	95	115	135	150	165	180	195
DE 31 A 50	15	20	30	45	60	80	105	125	145	165	185	205	225	240
DE 51 A 100	20	30	50	70	95	125	155	190	220	250	275	300	325	350
DE 101 A 150	25	40	60	90	120	150	180	215	250	280	310	340	365	390
DE 151 A 200	25	45	75	105	145	185	225	265	300	330	360	380	400	420
MAS DE 200	30	55	85	120	165	210	250	290	325	360	390	410	430	450

Valores intermedios podrán interpolarse

En ningún caso se tomarán presiones dinámicas menores que:

$$q = 15 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Para estructuras relativamente bajas (menor de 20 m.), la estructura será diseñada con la misma presión dinámica, usando la presión válida para la parte más alta de la estructura. Para estructuras altas, la variación de la presión dinámica con la altura se tomará dentro de las consideraciones de la Tabla II.

Para puentes, cables aéreos de transporte, líneas de fuerza y similares, las presiones dinámicas a usarse serán, al menos, iguales a la presión dinámica de la máxima altura de la estructura sobre el suelo o sobre el nivel del agua.

9. COEFICIENTES DE PRESION (Cp)

Las presiones "p" pueden ser positivas (presión) y negativas (succión), determinadas por un coeficiente de presión "C" positivo o negativo, respectivamente; y serán consideradas como presiones diferenciales con relación a la presión atmosférica normal.

Los coeficientes de presión aplicables para el cálculo de las cargas de viento, sobre distintas configuraciones de la construcción, serán los siguientes:

I. En Muros Rectangulares Verticales

Cuando el viento actúe normalmente a la superficie expuesta, se tomará:

$C = 0.9$ del lado de barlovento, y

$C = -0.5$ del lado de sotavento.

La estabilidad de los muros aislados se analizará con la suma de los efectos de presión y succión.

II. En Edificios con Planta y Elevación Rectangulares

Se usarán para los muros normales a la acción del viento los valores de "C" que se señalan en el párrafo anterior.

En los muros paralelos a la acción del viento, se tomará:

$C = -0.7$ y

para el techo, si éste es horizontal, se usará

$C = -1.0$

III. En Construcciones con Sección Circular o Aproximadamente Circular

La fuerza total "Fn" en la dirección del viento se calculará suponiendo la presión actuando normal al área expuesta "A", con los coeficientes de presión C_n que se indican en la Tabla IV.

IV. En Torres de Celosía y Mástiles

1. En torres y mástiles de tres y cuatro paramentos:

- a. Si la dirección del viento es normal a una cara lateral, la fuerza total del viento sobre la torre de celosía será:

$F_n = C_n \cdot q \cdot A_s$ en kg, en donde A_s designa el área visible* de un paramento de la torre, y $C_n = 2.8$.

- b. Si el viento es sesgado:

$C_n = 2.8$ para torre de tres paramentos

$C_n = 3.1$ para torre de cuatro paramentos de acero

$C_n = 3.4$ para torre de cuatro paramentos de madera

Las cargas de viento sobre las torres de celosía se descompondrán en fuerzas parciales perpendiculares y paralelas a las superficies de los paramentos, conforme se muestra en la Tabla V (a).

2. En celosías de superficie plana

Para celosías con perfiles de acero, la fuerza total del viento normal a la superficie será:

$$F_n = k_1 C_n q A_s$$

en donde:

F_n = Viento normal a la superficie $A = h \cdot l$
t

k_1 = Coeficiente que depende de l/h y A_s/A
t

A_s = Área visible del paramento*

Se podrá considerar la situación de resguardo que una estructura de celosía efectúa sobre otra viento abajo

* Definida en el Artículo 6(d).

mediante los factores de resguardo R de la Tabla V (a)
(b)/10

V. En Cubiertas Simétricas de Dos Aguas

Para viento con dirección a la inclinación del techo (en grados sexagesimales) se usarán:

$C = -0.7$ para la cubierta de sotavento

Para la cubierta de barlovento:

$C = 0.04 B - 1.2$ Si: $0 \leq B \leq 40$ siendo $C_p = -1.0$
mín

$C = 0.01 B$ Si: $40 \leq B \leq 90$

Para los muros se considerarán los mismos coeficientes de presión indicados para edificios rectangulares, conforme se muestra en la Tabla VI (a).

Cuando el viento actúe paralelamente a la inclinación del techo se supondrán las mismas presiones establecidas para cubiertas horizontales.

VI. En Cubiertas de Techo Inclinado

Cuando el viento esté en dirección a la inclinación del techo y la cubierta orientada hacia el lado de barlovento, serán aplicables los coeficientes para cubiertas de dos aguas. Si la cubierta está orientada hacia el lado de sotavento se tomará:

$C = -0.7$, conforme se indica en la Tabla VII (a)/14

VII. En Cubiertas Múltiples de un Mismo Edificio (cubiertas en diente de sierra)

Los efectos del viento perpendicular a las inclinaciones y actuando sobre el primer techado situado a barlovento se considerará como si estuviera aislado. Sobre los demás se tomará:

$$C = -0.7$$

Las presiones y succiones se calcularán respetando la definición de área expuesta del Artículo 6 (e) de este reglamento.

VIII. En cubiertas de Arco Circular

Para viento que actúe normalmente al eje del arco de la cubierta, los coeficientes de presión serán dados para tres segmentos de arco circular: Zona de Barlovento (25%), Zona Central (50%) y Zona de Sotavento (25%). Para esta condición la distribución de la presión del viento sobre el techo será:

- a. Si la cubierta inicia desde el nivel del suelo, o si la relación flecha de la cubierta a altura máxima de la construcción incluyendo la cubierta es igual a 1.0 ($f/H = 1.0$):

$$C = 1.4 \quad \text{Zona de Barlovento}$$

$$C = -r \quad \text{Zona Central}$$

$$C = -0.5 \quad \text{Zona de Sotavento}$$

- b. Si la cubierta está apoyada sobre una estructura levantada, o si la relación flecha de la cubierta a altura máxima de la construcción incluyendo la cubierta es menor de 0.3 ($f/H < 0.3$):

Zona de Barlovento : $C = -0.9$ para $0 < r < 0.25$

$C = 2.8 r - 0.7$ para $r \geq 0.25$

Alternativas:

$C = -0.6$ para $r = 0.25$

$C = -0.3$ para $r = 0.30$

Zona Central : $C = -r - 0.7$

Zona de Sotavento : $C = -0.5$

- c. Para relaciones flecha de la cubierta a altura máxima de la construcción incluyendo la cubierta, comprendidas entre 0.3 y 1.0 se interpolará linealmente.

Para estos fines: f = flecha de la cubierta; L = Claro de la cubierta; H = altura máxima de la construcción, incluyendo la cubierta; y $r = f/L$, conforme se muestra en la Tabla VIII.

Cuando el viento actúe paralelamente al eje del arco, se considerarán las presiones establecidas para las cubiertas horizontales.

IX. En Miembros Estructurales

La fuerza del viento sobre elementos de dimensiones transversales pequeñas en comparación con su longitud, se definirá por dos componentes de dicha fuerza mediante las ecuaciones siguientes:

Para viento actuando normalmente al eje longitudinal del miembro:

$$F_n = k_1 C_n q A \text{ (FUERZA NORMAL)}$$

$$F_t = k_1 C_t q A \text{ (FUERZA TANGENCIAL)}$$

donde:

C_n = Coeficiente de presión en la dirección del viento

C_t = Coeficiente de presión transversal al viento

$A = h.l$ (Área base; l es la longitud del miembro y h una dimensión característica)

k_1 = Coeficiente que depende de la relación l/h

La Tabla IX presenta los valores de C_n , C_t y k_1 para diversos perfiles.

X. En Puentes de Vigas de Celosía y de alma Llena

Para puentes de vigas de celosía y de alma llena, descargados, las fuerzas horizontal y vertical se calcularán con los coeficientes de la Tabla V (b) y la Tabla X (caso 1). Para puentes cargados (con una línea de

vagones de ferrocarril o camiones) las fuerzas se calcularán separadamente de acuerdo a la Tabla X (caso 2) y sumando los valores calculados para el caso 1 (sin la línea de camiones).

Para grandes estructuras importantes, se recomienda realizar mediciones en un túnel de viento, para determinar las fuerzas más correctamente, con una línea de camiones y sin ellos.

10. PRESIONES INTERIORES

Cuando el porcentaje de aberturas "n" de alguna de las paredes de la construcción en el nivel que se analiza, sea mayor al 30 por ciento de la parte de área expuesta que corresponde a dicha planta, en adición a las presiones o succiones exteriores deberán considerarse presiones o succiones interiores calculadas según la Ecuación (a), expresada en el Artículo 7 de este Reglamento, con valores de C_{p_i} iguales, respectivamente, a:

a. Si la abertura se encuentra del lado de barlovento,

$$C_{p_i} = 0.8$$

b. Si la abertura se encuentra del lado de sotavento o en un costado,

$$C_{p_i} = -0.5$$

Para el cálculo de las acciones locales* los valores

* Para los elementos resistentes simples, por ejemplo, correas, viguetas, coberturas y sus anclajes, etc.

precedentes serán, respectivamente: $Cp_1 = 1.0$ y $Cp_1 = -0.7$.

Para valores de n menores de 30 por ciento, se supondrán para el cálculo de las presiones interiores los valores de Cp_1 más desfavorables entre los especificados a continuación:

1. Si la abertura se encuentra del lado de barlovento,

$$Cp_i = 0.8 \frac{n}{30} \pm 0.3(1 - \frac{n}{30})$$

2. Si la abertura se encuentra del lado de sotavento o paralela al viento,

$$Cp_i = -0.5 \frac{n}{30} \pm 0.3(1 - \frac{n}{30})$$

De modo que, si la estructura se considera sin aberturas o con pequeñas aberturas uniformemente repartidas, se tomará:

$$Cp_i = \pm 0.3$$

Para el cálculo de las acciones locales, los valores de los coeficientes serán: $Cp_i = 0.8$ y $Cp_i = -0.5$

11. COEFICIENTE DE RAFAGA

Para estructuras cuya esbeltez o dimensiones reducidas en su sección transversal las hace sensibles a las ráfagas de corta duración, y cuyos periodos naturales largos favorecen la ocurrencia de oscilaciones importantes, como por

ejemplo, los edificios para habitación u oficina con tabiques, definida como la relación entre la altura y la mínima dimensión en planta, mayor de 5 o con período fundamental mayor de 2 seg., o con altura mayor de 60 metros. Se incluyen también las torres antirantadas o en voladizo para líneas de transmisión, antenas, tanques elevados, parapetos, anuncios y, en general, las estructuras que presentan una dimensión muy corta paralela a la dirección del viento.

Se tomará un factor de ráfaga " C_r " igual a 1.7 en la Ecuación (a) Sección 7 de este Reglamento, para considerar el efecto que producen las ráfagas sobre dichas estructuras.

12. VIBRACIONES CAUSADAS POR EL VIENTO

Las posibles modificaciones de la estructura que la pueden liberar del peligro de las oscilaciones producidas por el viento son:

1. Reducción de las oscilaciones aerodinámicas
2. Aumento de la frecuencia natural, con objeto de situar la velocidad crítica del viento por encima de la que se puede prever en el lugar.
3. Proveer la estructura de amortiguadores
4. Modificar el perfil aerodinámico de la estructura para que la respuesta dinámica a la acción del viento sea despreciable y así la respuesta única sea la estática.

Esto último equivale a convertir la estructura en un

amortiguador aerodinámico y se considerará como la solución más lógica para las estructuras cilíndricas.

Los dispositivos que ayudarán a eliminar el movimiento inducido por el viento sobre las estructuras cilíndricas serán los siguientes, como se muestran en la Tabla XI:

- a. Anillo de Refuerzo Circular Perforado. Es una funda perforada en un 20 ó 30 por ciento de su superficie. La separación de la estructura deberá ser del orden de $0.12 D$ y se colocará en el tercio superior de la estructura.
- b. Planchas Helicoidales. Es una hélice de sección transversal rectangular superpuesta sobre las estructuras cilíndricas y chimeneas. Tendrán una saliente de 0.10 a 0.12 veces el diámetro D de la estructura y un paso (de arrollamiento) de $5D$. Se colocará en el tercio superior de la estructura.
- c. Aletas Verticales. Son planchas rectangulares soldadas a la chimenea, cuya longitud será el diámetro de la estructura y de altura $0.09 D$ decalados 30 grados, de forma que en cada sección se encuentre siempre cuatro aletas. En este caso: $D_0 = 1.18D$, siendo $D_0 =$ Diámetro de cálculo.
- d. Otro sistema útil será el de practicar orificios en la estructura, de forma que el aire pueda pasar directamente o la estela viento abajo. Las perforaciones se efectuarán en la parte superior de la chimenea.

13. COEFICIENTES DE PRESION PARA DIFERENTES TIPOS DE ESTRUCTURA

TABLA III

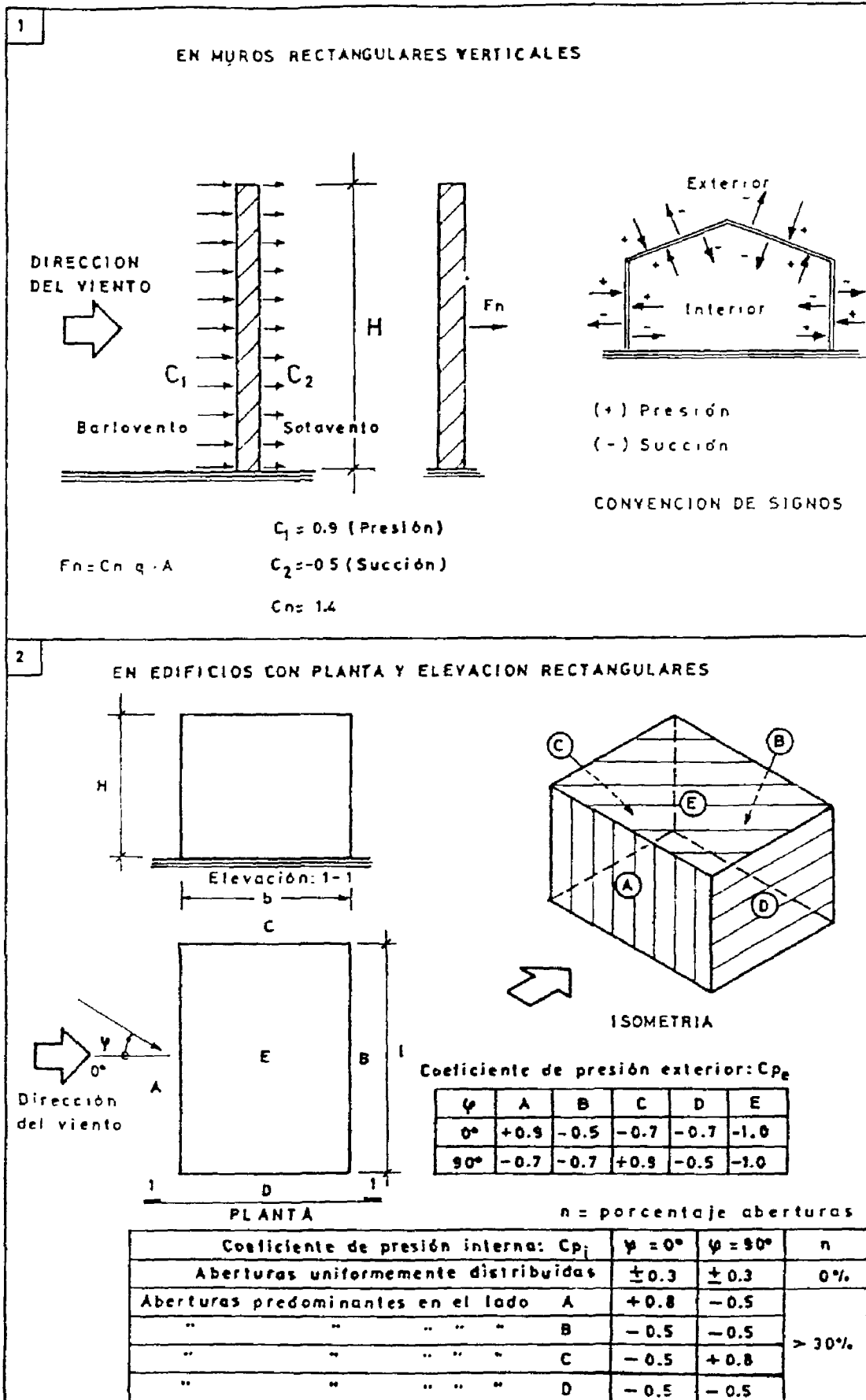


TABLA IV

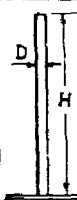
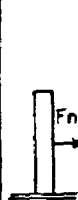
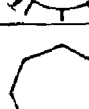
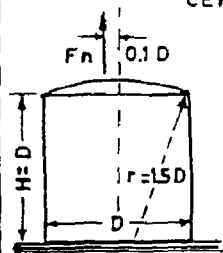
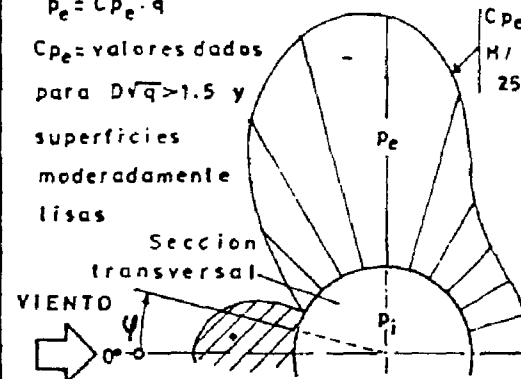
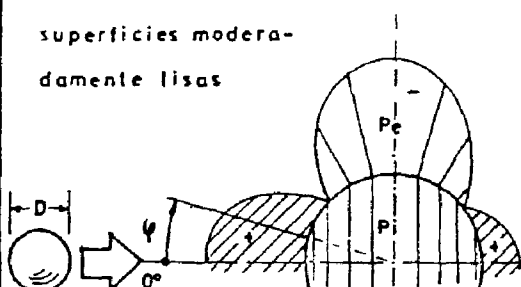
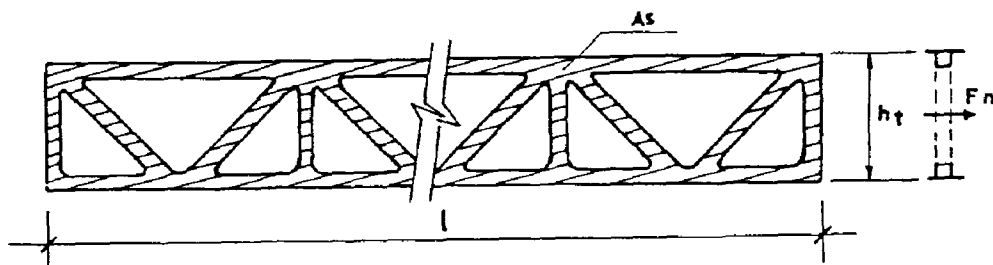
EN CONSTRUCCIONES DE SECCION CIRCULAR														
3	ESBELTEZ H/D =	25	7	1										
CILINDRO VERTICAL														
$F_n = C_n \cdot q \cdot A$ $A = D \cdot H$ C_n para $D\sqrt{q} > 1.5$														
Sección transversal y rugosidad		C_n	C_n	C_n										
	Superficie moderadamente lisa (madera; metal, concreto)	0.55	0.5	0.45										
	Superficie áspera (salientes redondeados $h = 2\% D$)	0.9	0.8	0.7										
	Superficie muy rugosa (salientes agudos $h = 8\% D$)	1.2	1.0	0.8										
	Superficie áspera y plana (bordes puntiagudos)	1.4	1.2	1.0										
4 CARGA DE TECHO EN TANQUE CERRADO LISO														
		$F_n = (p_i - p_e) \cdot A$ $p_i = \text{Presión de trabajo en kg/m}^2$ $p_e = C_{pe} \cdot q \quad C_{pe} = -1.0$ $A = \pi/4 D^2$												
5 POSTES, CABLES, ALAMBRES														
$F_n = C_n \cdot q \cdot A$ $A = D \cdot l$ C_n para $l/D > 100$ $l = \text{Longitud}$		$D\sqrt{q}$	< 1.5	> 1.5										
			C_n	C_n										
Alambres, varillas, tuberías, lisos			1.2	0.5										
Alambres y varillas moderadamente, lisos			1.2	0.7										
Cables de cinco alambres			1.2	0.9										
Cables de alambres, gruesos			1.3	1.1										
6 CARGA UNITARIA EN CILINDROS														
$\Delta p = p_i - p_e$ $p_i = C_{pi} \cdot q$ $p_e = C_{pe} \cdot q$ $C_{pe} = \text{valores dados para } D\sqrt{q} > 1.5 \text{ y superficies moderadamente lisas}$		$C_n = \text{ver Tabla 3}$ $D = \text{Diámetro}$ $H = \text{Altura}$												
														
$C_{pi} = +0.1$ Chimenea operativa $C_{pi} = -0.8$ Chimenea cerrada														
CARGA UNITARIA EN ESFERAS														
$\Delta p = p_i - p_e$ $p_e = C_{pe} \cdot q$ $C_{pe} = \text{valores dados para } D\sqrt{q} > 7.5 \text{ y superficies moderadamente lisas}$		$F_n = C_n \cdot q \cdot A$ $C_n = 0.2$												
														
Tanques cerrados: $p_i = \text{de trabajo (kg/m}^2)$														
H/D	$\varphi =$	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
25	$C_{pe} =$	+1.0	+0.8	0.1	-0.9	-1.9	-2.5	-2.6	-1.9	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6
7	$C_{pe} =$	+1.0	+0.8	+0.1	-0.8	-1.7	-2.2	-2.2	-1.7	-0.8	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5
1	$C_{pe} =$	+1.0	+0.8	+0.1	-0.7	-1.2	-1.6	-1.7	-1.2	-0.7	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4
Esfera	$C_{pe} =$	+1.0	+0.9	+0.5	-0.1	-0.7	-1.1	-1.2	-1.0	-0.6	-0.2	+0.1	+0.3	+0.4

TABLA V(b)

8

EN CELOSÍAS DE SUPERFICIE PLANA

Coefficientes de presión para armaduras hechas de diferentes elementos de sección plana o angular.



$$F_n = k_f \cdot C_{ne} \cdot q \cdot A_s$$

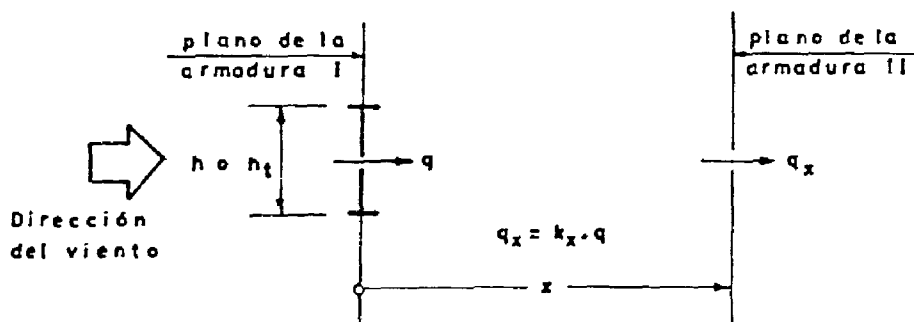
Fuerza total del viento normal a la superficie $A = h_t \cdot l$

Coefficiente k_f para celosías

$A_s/A =$	0.25	0.5	0.9	0.95	1.0
$l/h_t = 5$	0.96	0.91	0.87	0.77	0.6
$l/h_t = 20$	0.98	0.97	0.94	0.89	0.75
$l/h_t = 50$	0.99	0.98	0.97	0.95	0.9
$l/h_t = \infty$	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

$A_s/A =$	0	0.1	0.15	0.2	0.3-0.8	0.95	1.0
$C_{ne} =$	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.8	2.0

Factores de resguardo $k_x = q_x/q$ para armaduras de secciones afiladas idénticas o mixtas



10

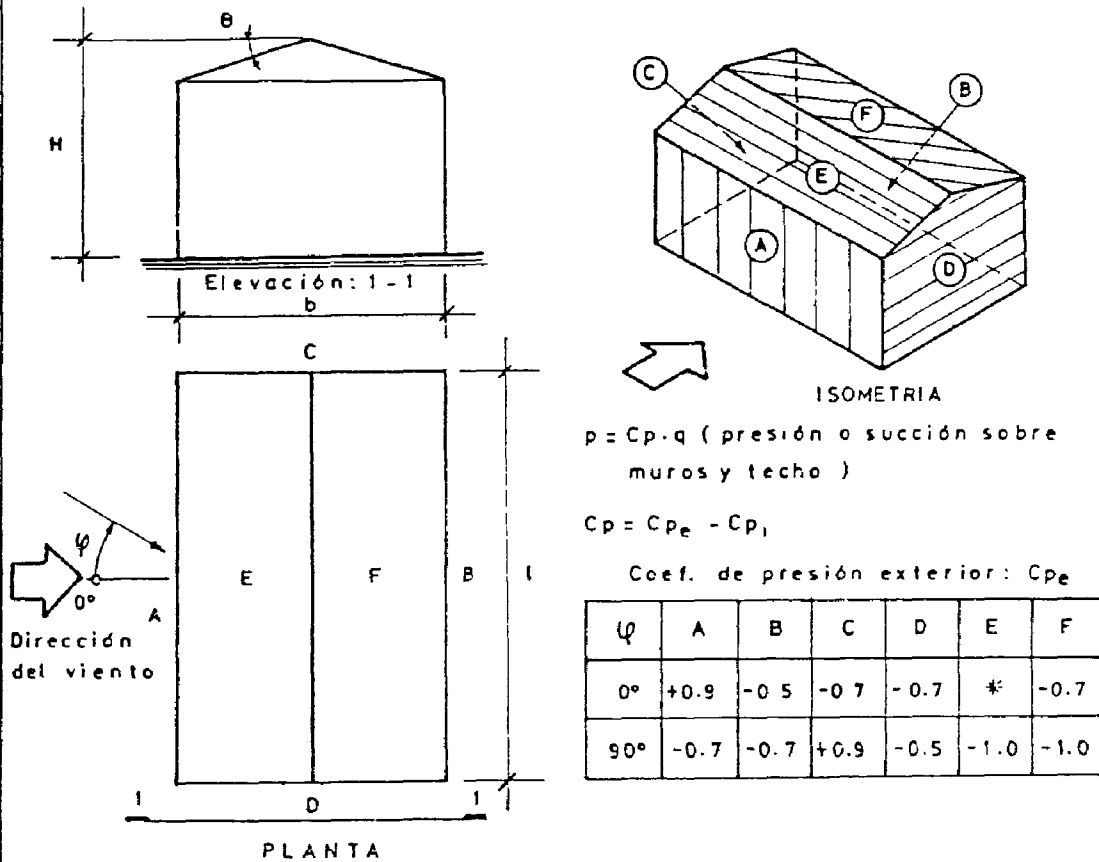
Factores de resguardo k_x

$A_s/A =$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6-1.0
$x/h = 1/2$	0.93	0.75	0.56	0.38	0.19	0
$x/h = 1$	0.99	0.81	0.65	0.48	0.32	0.15
$x/h = 2$	1.0	0.87	0.73	0.59	0.44	0.30
$x/h = 4$	1.0	0.9	0.78	0.65	0.52	0.40
$x/h = 6$	1.0	0.93	0.83	0.72	0.61	0.50

TABLA VI(a)

11

EN CUBIERTAS SIMÉTRICAS DE DOS AGUAS



* Coef. presión C_{pe} para la cubierta de barlovento (E)

θ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
C_{pe}	-1.0	-0.8	-0.4	0	+0.4	+0.5	+0.6	+0.7	+0.8	+0.9

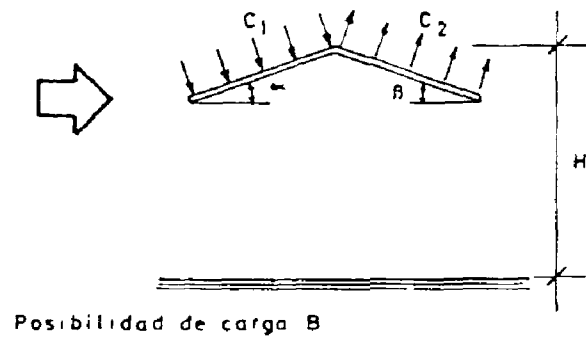
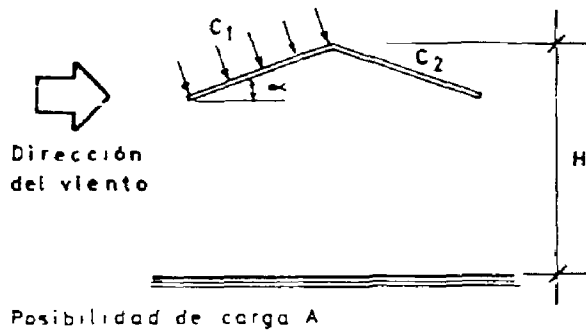
Coeficiente de Presión interior: C_{pi}	$\phi = 0^\circ$	$\phi = 90^\circ$	n
Aberturas uniformemente distribuidas	± 0.3	± 0.3	0%
Aberturas predominantes en el lado A	+0.8	-0.5	> 30%
" " " " " B	-0.5	-0.5	
" " " " " C	-0.5	+0.8	
" " " " " D	-0.5	-0.5	

n = porcentaje de abertura en el muro

TABLA VI(b)

12

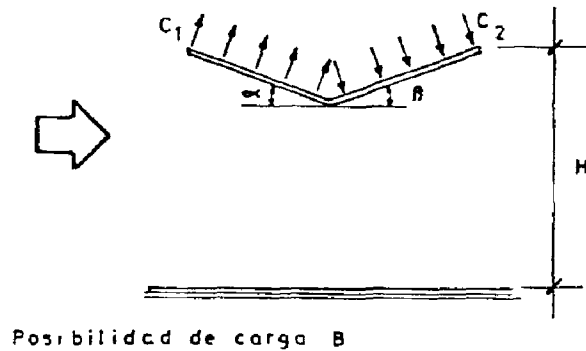
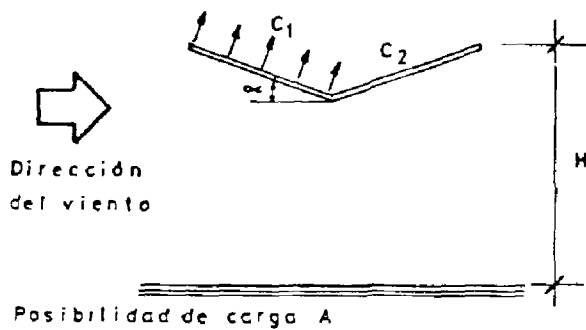
EN CUBIERTAS A DOS AGUAS DE EDIFICACIONES ABIERTAS



Cp	α	A
C ₁	0°	0
	10°	+0.9
	20°	+1.2
	30°	+1.4
	90°	+1.4
C ₂		0

Cp	α	B
C ₁	0°	0
	10°	0
	20°	+0.3
	30°	+0.5
	40°	+0.5
	50°	+0.7
	60°-90°	+0.9
	B	
C ₂	0°	0
	10°	-0.9
	40°	-0.9
	50°	-0.7
	60°-90°	-0.5

13



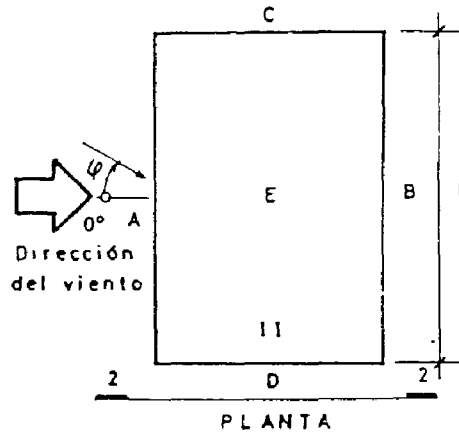
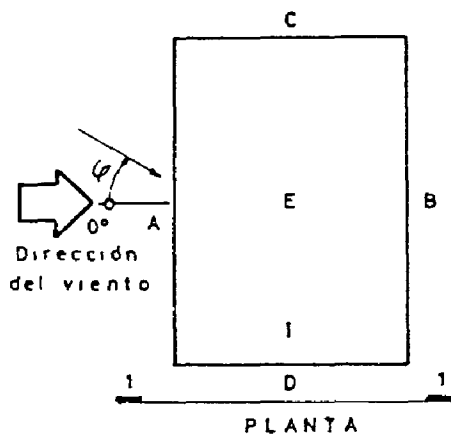
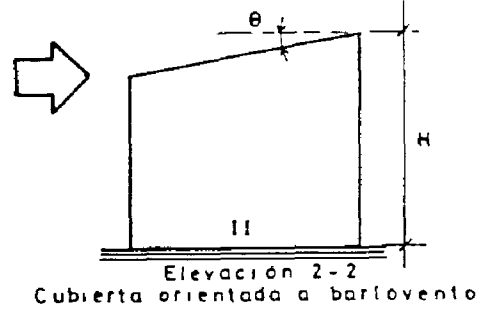
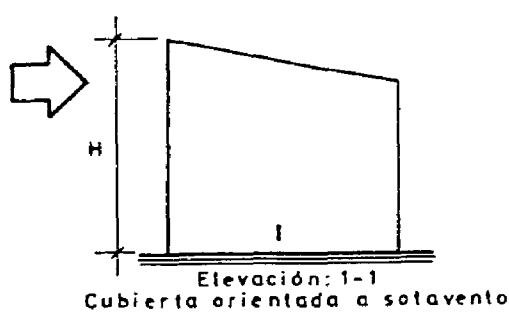
Cp	α	A
C ₁	0°	0
	10°	-0.9
	20°	-1.2
	30°	-1.4
	90°	-1.4
C ₂		0

Cp	α	B
C ₁	0°	0
	10°	0
	20°	-0.3
	30°	-0.5
	40°	-0.5
	50°	-0.7
	60°-90°	-0.9
	B	
C ₂	0°	0
	10°	+0.9
	40°	+0.9
	50°	+0.7
	60°-90°	+0.5

TABLA VII(a)

14

EN CUBIERTAS DE TECHO INCLINADO

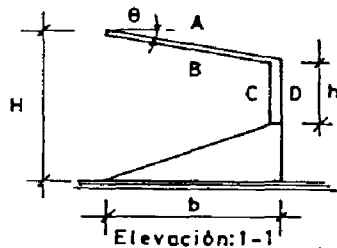


Coef. de presión exterior C_{pe}						
	φ	A	B	C	D	E
I	0°	+0.9	-0.5	-0.7	-0.7	-0.7
	90°	-0.7	-0.7	+0.9	-0.5	-1.0
II	0°	+0.9	-0.5	-0.7	-0.7	*
	90°	-0.7	-0.7	+0.9	-0.5	-1.0

* Los coeficientes de presión exterior C_{pe} para la cubierta (E) orientada a barlovento, así como los coeficientes de presión interior C_{pi} , se tomarán de la Tabla VI(a).

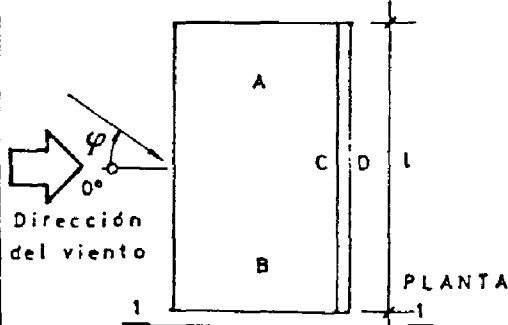
15

EN GRANDES TRIBUNAS



$$p = C_p \cdot q$$

Coef. de presión C_p				
	Techo		Muro	
φ	A	B	C	D
0°	-0.7	+0.8	+0.9	-0.5
180°	*	-0.5	-0.5	+0.9

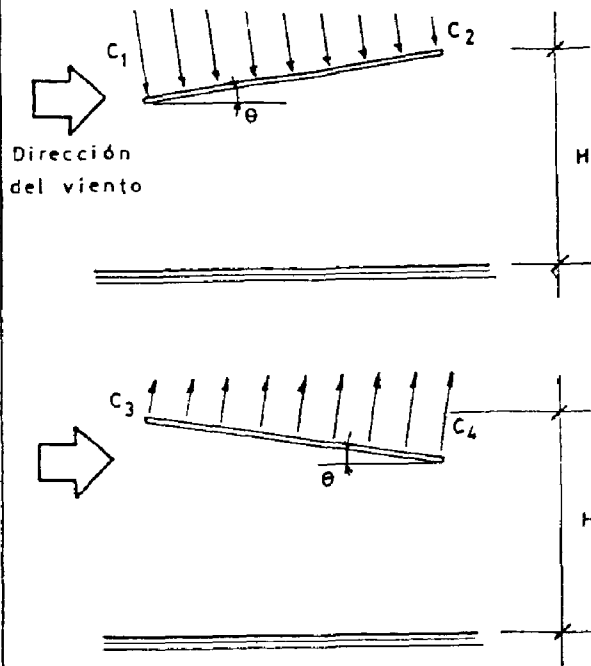


* Cuando la cubierta (A) esté orientada en el barlovento ($\varphi = 180^\circ$), los coeficientes C_{pe} se tomarán de la Tabla VI(a).

TABLA VII(b)

16

EN-CUBIERTAS DE TECHO INCLINADO DE EDIFICACIONES
ABIERTAS

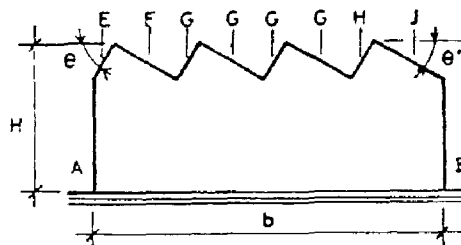


Coefficientes de presión C_p

θ	C_1	C_2	C_3	C_4
0°	0	0	0	0
10°	0.9	0	-0.9	0
20°	1.4	0.5	-1.4	-0.5
30°	1.8	0.9	-1.8	-0.9
40°	1.8	0.9	-1.8	-0.9
50°	1.6	1.2	-1.6	-1.2
60°	1.4	1.4	-1.4	-1.4
90°	1.4	1.4	-1.4	-1.4

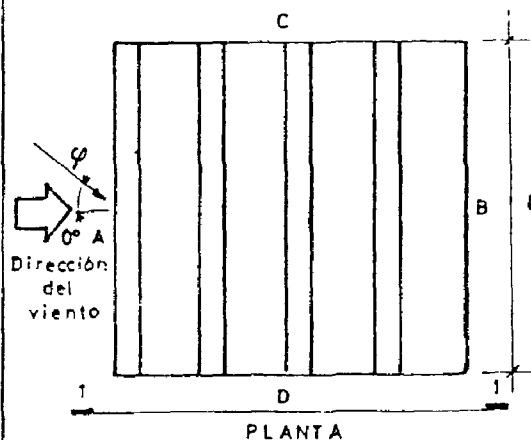
17

EN CUBIERTAS MÚLTIPLES DE UN MISMO EDIFICIO



Coefficientes de presión exterior C_{pe}

ϕ	A	B	C	D	E	F	G	H	J
0°	+0.5	-0.5	-0.7	-0.7	*	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7
90°	-0.7	-0.7	+0.9	-0.5	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
180°	-0.5	+0.9	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	*



Coefficientes de presión interna C_{pi}

Direc del viento $\phi =$	0°	90°	180°	n
Abertur. unifor. distrib	± 0.3	± 0.3	± 0.3	0
Abert. predom. en lado A	+0.8	-0.5	-0.5	> 30
" " " " B	-0.5	-0.5	+0.8	
" " " " C	-0.5	+0.8	-0.5	
" " " " D	-0.5	-0.5	-0.5	

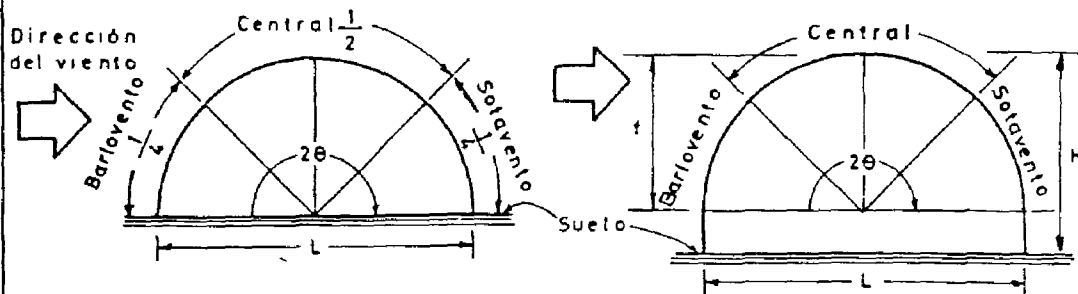
* Los coef. de presión exterior para la cubierta orientada a barlovento, se tomarán de la TABLA VI(a).

n = porcentaje de aberturas

TABLA VIII

18

EN CUBIERTAS DE ARCO CIRCULAR



Distribución de la presión sobre techos circulares

Coeficientes de presión C_{pe}						
r	$f/H = 1.0$			$f/H < 0.3$		
	Barlovento	Central	Sotavento	Barlovento	Central	Sotavento
	$(1.4r)$	$(-r - 0.7)$	(-0.5)	$(2.8r - 0.7)$	$(-r - 0.7)$	(-0.5)
0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
0.1	0.14	-0.8	-0.5	-0.42	-0.8	-0.5
0.2	0.28	-0.9	-0.5	-0.14	-0.9	-0.5
0.25	0.35	-0.95	-0.5	0	-0.95	-0.5
0.3	0.42	-1.0	-0.5	0.14	-1.0	-0.5
0.4	0.56	-1.1	-0.5	0.42	-1.1	-0.5
0.5	0.7	-1.2	-0.5	0.7	-1.2	-0.5

Alternativas ($f/H < 0.3$):

$C_{pe} = -0.9$ para $0 < r < 0.2$

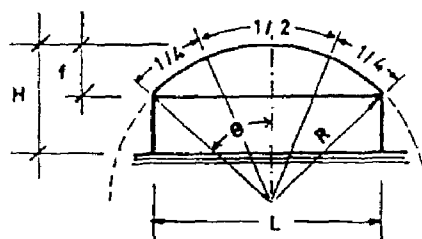
$C_{pe} = -0.6$ para $r = 0.25$

$C_{pe} = -0.3$ para $r = 0.30$

Se interpolará linealmente para:

$0.3 < f/H < 1.0$

Fórmulas auxiliares



$$r = \frac{f}{L}$$

$$R = \frac{L}{2 \sin \theta}$$

$$\cos \theta = \frac{1 - 4r^2}{1 + 4r^2}$$

$$r = \frac{1 - \cos \theta}{2 \cos \theta}$$

TABLA IX

EN MIEMBROS ESTRUCTURALES

$F_n = k_l \cdot C_{n\infty} q A$ (Fuerza normal)

$F_t = k_l C_{t\infty} q A$ (Fuerza tangencial) $A = h \cdot l$ (Area base)

Viento normal al eje longitudinal $l =$ Longitud del miembro

20

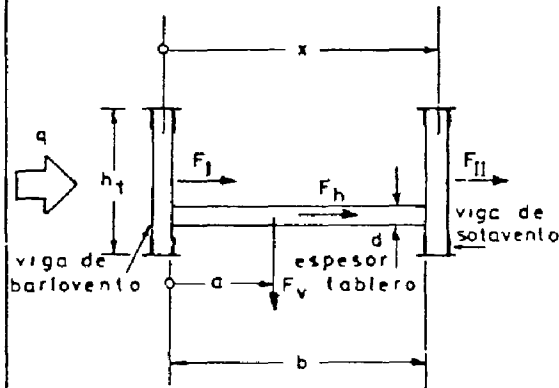
19		Factor k_l de esbeltez		Diagrama		φ	0°	90°	180°
						$C_{n\infty}$	+1.9	+2.0	-2.0
						$C_{t\infty}$	+0.95	+1.7	+0.1
l/h	k_l					$C_{n\infty}$	+1.8	-1.9	-1.4
5	0.60					$C_{t\infty}$	+1.8	-1.0	-1.4
10	0.65					$C_{n\infty}$	+1.6	-0.95	-1.5
20	0.75					$C_{t\infty}$	0	+0.7	0
35	0.85					$C_{n\infty}$	+2.0	-1.6	-1.7
50	0.90					$C_{t\infty}$	0	+2.15	±2.1
100	0.95					$C_{n\infty}$	+2.05	0	-1.8
∞	1.0					$C_{t\infty}$	0	+0.6	0
						φ	0°	90°	
						$C_{n\infty}$	+1.4	0	
						$C_{t\infty}$	0	+2.2	
						φ	0°	90°	
						$C_{n\infty}$	+2.05	±0.5	
						$C_{t\infty}$	0	+0.9	
						φ	0°	90°	
						$C_{n\infty}$	+2.1	0	
						$C_{t\infty}$	0	+0.75	
						φ	0°	90°	
						$C_{n\infty}$	+1.6	0	
						$C_{t\infty}$	0	+1.9	
						φ	0°	90°	
						$C_{n\infty}$	+2.0	0	
						$C_{t\infty}$	0	+2.0	
						φ	0°	90°	
						$C_{n\infty}$	+2.0	0	
						$C_{t\infty}$	0	+0.1	

TABLA X

21

EN PUENTES DE VIGAS DE CELOSIA Y DE ALMA LLENA

I. Sin vehículos



Corte transversal del puente

Viga de barlovento: $F_I = C_n q A_s$

Viga de sotavento: $F_{II} = C_n k_x q A_s$

C_n se elegirá de la Tabla V(b)/8 y 9,

A_s y k_x de la Tabla V(b)/8 y 10

Carga horizontal en el tablero:

$$F_h = 1.0 q d l_p$$

Carga vertical en el tablero:

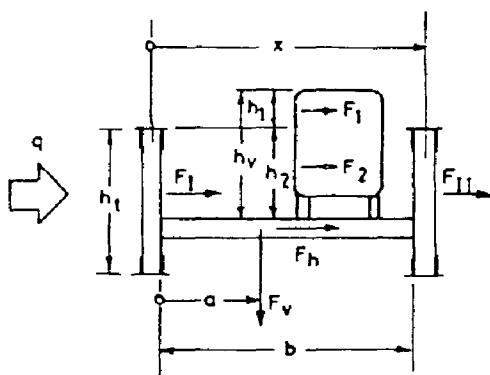
$$F_v = 0.6 q b l_p$$

Ubicación de F_v : $a = 0.4 b$

l_p = longitud del puente

22

II. Con vehículos



Corte transversal del puente

Viga de barlovento y sotavento:

$$F_I \text{ y } F_{II} = \text{Caso I}$$

Carga de tráfico:

$$F_I = C_n q A_1 \quad F_2 = C_n \frac{2}{3} q A_2$$

$$A_1 = h_1 l_v$$

$$A_2 = h_2 l_v$$

Ferrocarril: $h_v = 3.8$ $C_n = 1.5$

Carretera: $h_v = 3.0$ $C_n = 1.2$

Peatonal: $h_v = 1.7$ $C_n = 1.0$

Carga horizontal en el tablero:

$$F_h = 1.2 q d l_p$$

Carga vertical en el tablero:

$$F_v = 0.8 q b l_p$$

l_v = longitud del tren o vehículo

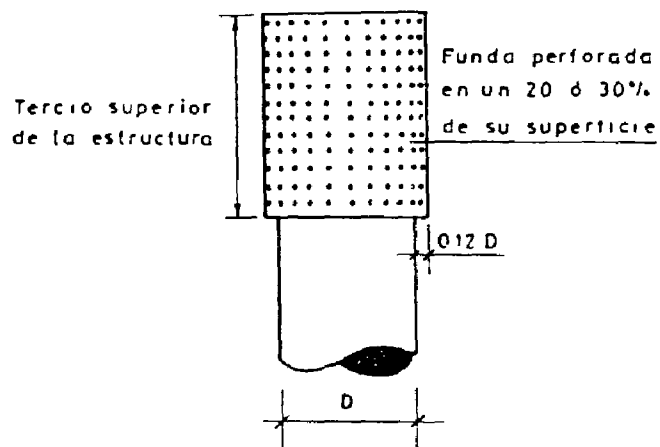
TABLA XI

23

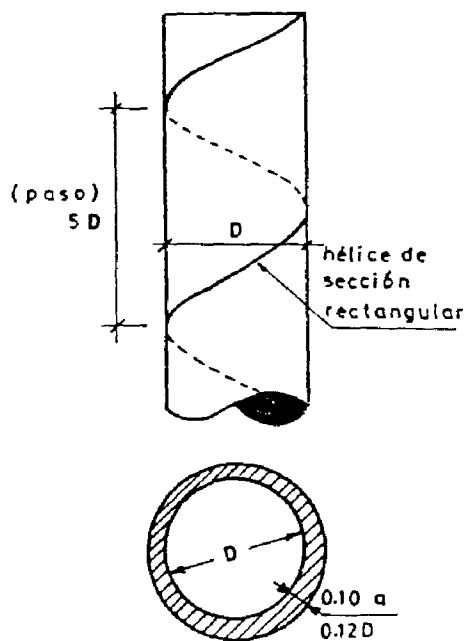
AMORTIGUACION DE LA RESPUESTA DE LAS ESTRUCTURAS
SOMETIDAS A ACCIONES DINAMICAS DE VIENTO

En Estructuras Cilíndricas (chimeneas)

a) Anillo de refuerzo circular perforado



b) Planchas helicoidales



c) Aletas verticales

