

(c) Acumulación de agua como se describe en 1.5.6

1.5.3 Carga desbalanceada

Cargas desbalanceadas deberán usarse donde resulten en miembros o conexiones más grandes. Armaduras y arcos deberán diseñarse para resistir los esfuerzos causados por cargas vivas unitarias en una mitad del claro si estas cargas resultan en inversión de esfuerzos, o en esfuerzos mayores en cualquier parte que los producidos por la carga viva uniforme requerida aplicada en todo el claro. Para techos cuya estructura está compuesta de cascarones esforzados, nervados o sólidos, donde los esfuerzos causados por cualquier carga puntual son distribuidos a través del área del cascarón, el requisito para el diseño por carga desbalanceada puede reducirse en un 50%.

1.5.4 Cargas especiales de techo

Los techos a ser usados para propósitos especiales deberán diseñarse para cargas apropiadas, aprobadas por el Supervisor.

Las barras, largueros y riostras de invernaderos deberán diseñarse para soportar una carga concentrada mínima de 45 Kg además de la carga viva.

1.5.5 Acumulación de agua

Todos los techos deberán diseñarse con suficiente pendiente o contraflecha para asegurar drenaje adecuado después de las deflecciones de largo tiempo de la carga muerta, o deberán diseñarse para soportar las cargas máximas por inundación de agua de cualquier fuente, debido a la deflección. Ver 16.8 para criterios de deflecciones.

1.6 Reducción de cargas vivas

La carga viva de diseño determinada usando las cargas vivas unitarias indicadas en la Tabla 1.4-1 para pisos y la Tabla 1.5-1, Método 2, para techos se pueden reducir para cualquier miembro que soporte más de 14 m², incluyendo losas planas, excepto para pisos en lugares de reuniones públicas y para cargas vivas mayores que 500 Kg/m², de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$R = r(A - 14) \quad (1.6-1)$$

La reducción no deberá exceder 40% para miembros que reciben carga de solamente un nivel, 60% para otros miembros, o un valor de R como se determina por la siguiente ecuación:

$$R = 23 \cdot 1 (1 + D/L) \quad (1.6-2)$$

donde:

- A = área del piso o techo soportado por el miembro, m².
- D = carga muerta por m² del área soportada por el miembro.
- L = carga viva unitaria por m² del área soportada por el miembro.
- R = reducción en porcentaje.
- r = razón de reducción igual a 0.08% para pisos. Ver Tabla 1.5-1 para techos.

Para cargas vivas de almacenes que exceden 500 Kg/m², no deberán hacerse reducciones, excepto que las cargas vivas de diseño en las columnas podrán reducirse en 20%.

La reducción de carga viva no deberá exceder el 40% en garajes para el estacionamiento de automóviles privados que tienen una capacidad no mayor que 9 pasajeros por vehículo.

1.7 Reducción alternativa de carga viva para pisos

Como una alternativa para la ecuación (6-1), las cargas vivas unitarias especificadas en la Tabla 1.4-1 pueden ser reducidas de acuerdo con la ecuación (7-1) para cualquier miembro, incluyendo losas planas, que tengan un área de influencia de 37 m² o más.

$$L = L_o \left(0.25 + \frac{4.6}{\sqrt{A_i}} \right) \tag{1.7-1}$$

donde:

- A_i** = área de influencia, en m². El área de influencia **A_i** es cuatro veces el área tributaria para una columna, dos veces el área tributaria para una viga, igual al área del panel para una losa en dos direcciones, e igual al producto del claro por el ancho total del alma para vigas T prefabricadas.
- L** = carga viva de diseño reducida por metro cuadrado del área soportada por el miembro
- L_o** = carga viva de diseño sin reducción por metro cuadrado del área soportada por el miembro (Tabla 1.4-1)

La carga viva reducida no deberá ser menor que el 50% de la carga viva unitaria **L_o** para miembros que reciben carga solamente de un nivel, y no menos que el 40% de la carga viva unitaria **L_o** para otros miembros

1.8 Deflección

La deflección de cualquier miembro estructural no deberá exceder los valores indicados en la Tabla 1.8-1, basándose en los factores indicados en la Tabla 1.8-2. El criterio de deflección que representa la condición más restringida deberá aplicarse. Los criterios de deflección para materiales no especificados deberá desarrollarse en una manera consistente con las disposiciones de esta sección. Ver 1.5.5 para requisitos de contraflecha. Para concreto ver las normas técnicas complementarias para estructuras de concreto en este código

Tabla 1.8-1 Deflección permisible máxima para miembros estructurales ^a

TIPO DE MIEMBRO	Miembro cargado solamente con carga viva (LL)	Miembro cargado con carga viva más carga muerta (LL + K x DL)
Miembro de techo que soporta techo o miembro de piso	L / 360	L / 240

^a Se deberá proporcionar suficiente pendiente o contraflecha en los techos planos de acuerdo con la Sección 1.5.5

K es un factor determinado de la Tabla 1.8-2.

L es la longitud del miembro en las mismas unidades que la deflección

Tabla 1.8-2 Valor de "K"

MADERA		CONCRETO REFORZADO ^b	ACERO
Húmeda	Seca ^a		
0	0.5	$T / (1 + 50 \rho')$	0

^a La madera seca es la que tiene un contenido de humedad menor que el 18% en el momento de la instalación, y utilizada en condiciones secas como en el uso de estructuras cubiertas

^b Ver también la Sección 9 en Estructuras de Concreto, normas técnicas complementarias, de este código para definiciones y otros requisitos

La cuantía de refuerzo ρ' deberá ser el valor en el centro del claro para claros simples y continuos. El factor dependiente del tiempo **T** para cargas sostenidas puede tomarse igual a

cinco años o más.....	2.0
doce meses.....	1.4
seis meses.....	1.2
tres meses o menos.....	1.0

1.9 Diseño especial

1.9.1 Generalidades

Además de las cargas de diseño especificadas en estas normas, el diseño de todas las estructuras deberá considerar las cargas especiales indicadas en la Tabla 1.4-2 y las especificadas en esta sección.

1.9.2 Muros de retención

Los muros de retención deberán diseñarse para resistir la presión lateral del material retenido de acuerdo con prácticas aceptadas de ingeniería. Los muros que retienen suelo drenado pueden diseñarse para una presión equivalente a la ejercida por un fluido que pese no menos de 480 Kg/m^3 y que tenga una profundidad igual a la del suelo retenido. Cualquier sobrecarga deberá considerarse además de la presión del fluido equivalente.

Los muros de retención deberán diseñarse para resistir deslizamientos, considerando por lo menos 1.5 veces la fuerza lateral y por lo menos 1.5 veces el momento volcante.

1.9.3 Helipuertos

Además de los otros requisitos de diseño de estas normas, los helipuertos o áreas de aterrizaje deberán diseñarse para los máximos esfuerzos inducidos por lo siguiente:

- (a) Carga muerta más el peso real del helicóptero.
- (b) Carga muerta más una carga concentrada de impacto en un área de 0.09 m^2 , con una magnitud de 0.75 veces el peso total del helicóptero cargado si este está equipado con amortiguadores de tipo hidráulico, o 1.75 veces el peso total del helicóptero cargado si este tiene un tren de aterrizaje rígido.
- (c) Carga muerta más una carga viva uniforme de 500 Kg/m^2 . La carga viva requerida podrá reducirse de acuerdo con 1.6.

1.9.4 Levantamiento hidrostático

Todas las cimentaciones, losas y otras zapatas, sujetas a presiones de agua deberán diseñarse para resistir una carga de levantamiento uniformemente distribuida igual a toda la presión hidrostática.

1.10 Muros y marcos estructurales

1.10.1 Generalidades

Los muros y marcos estructurales deberán ser construidos de manera aplomada de acuerdo con el diseño.

1.10.2 Muros interiores

Los muros interiores, paredes permanentes y divisiones temporales que exceden 1.80 metros de altura, deberán diseñarse para resistir todas las cargas a las que están sometidos, pero no menos que para una carga de 25 Kg/m^2 aplicada perpendicularmente a los muros. La deflexión de los muros para esta carga de 25 Kg/m^2 no deberá exceder $1/240$ del claro para muros con acabados quebradizos y $1/120$ del claro para muros con acabados flexibles. Ver la Tabla 3.7-1 para los requisitos de diseño sísmico, donde estos son más estrictos.

Excepción: Las divisiones flexibles, plegables o móviles no son requeridas para cumplir los criterios de carga y deflexión para muros, pero deberán estar anclados a la estructura para cumplir con las disposiciones de este código.

1.11 Anclaje de muros de concreto o mampostería

Los muros de concreto o mampostería deberán estar anclados a los pisos, techos y otros elementos estructurales que proporcionen el soporte lateral requerido para el muro. Estos anclajes deberán proporcionar una conexión directa capaz de resistir las fuerzas horizontales especificadas en estas normas, o una fuerza mínima de 300 Kg por metro lineal de muro, la que sea mayor. Los muros deberán diseñarse para resistir flexión entre los anclajes cuando la separación de estos excede 1.20 metros. Los anclajes requeridos en muros de mampostería de unidades huecas deberá incluir la incrustación de refuerzo en dichas cavidades rellenas de concreto. Ver 3.7, 3.8.2.8 y 3.8.2.9.

1.12 Construcción prefabricada

1.12.1 Conexiones

Todo dispositivo utilizado para la conexión de elementos prefabricados, deberá ser diseñado como se requiere en este código, y deberá de ser capaz de desarrollar toda la resistencia de los elementos conectados, excepto en el caso de miembros que forman parte del marco estructural diseñado como se especifica en estas normas. Las conexiones deberán de ser capaces de resistir fuerzas de levantamiento como se especifica en estas normas.

1.12.2 Tuberías y ductos

En el diseño estructural se deberá considerar el efecto de cualquier material suplantado por la instalación de tuberías, ductos u otro equipo.

2. DISEÑO POR VIENTO

2.1 Generalidades

Todo edificio o estructura, y todas sus partes, deberán diseñarse y construirse para resistir los efectos del viento determinados de acuerdo con los requisitos de esta sección. Se deberá suponer que el viento sopla de cualquier dirección horizontal. No se deberá considerar ninguna reducción en las presiones del viento debido a el efecto de escudo de otras estructuras adyacentes.

Las estructuras sensibles a efectos dinámicos, tales como edificios con una relación de altura a ancho mayor que 5, estructuras sensibles a oscilaciones ocasionadas por el viento, tales como vórtices, y estructuras con más de 120 metros de altura, deberán ser diseñadas de acuerdo normas aprobadas internacionalmente.

2.2 Definiciones

Las siguientes definiciones deberán aplicarse solamente a esta Sección 2:

Aberturas son agujeros o huecos en el muro exterior de borde de la estructura. Todas las ventanas y puertas u otros huecos deberán considerarse como aberturas, a menos que estas aberturas y sus marcos sean específicamente detallados y diseñados para resistir las cargas por los elementos y componentes de acuerdo con las disposiciones de esta sección.

Estructura o piso no encerrado es una estructura o piso que tiene el 85% o más de aberturas en todos sus lados.

Estructura o piso parcialmente encerrado es una estructura o piso que tiene más del 15% de cualquier área proyectada de barlovento abierta, y en la cual el área de las aberturas en todas las otras áreas proyectadas es menor que la mitad del área en la proyección de barlovento

Exposición B es para un terreno con edificios, árboles o irregularidades en la superficie, que cubren por lo menos el 20% del área del terreno parejo extendiéndose 1,600 metros o más desde el sitio

Exposición C es para un terreno que es plano y generalmente abierto, extendiéndose 800 metros o más desde el sitio en cualquier cuadrante completo.

Exposición D representa la exposición más severa en áreas con una velocidad básica del viento de 130 Km/h o mayores, y es para un terreno plano y sin obstrucciones y que está frente a grandes cuerpos de agua de 1.6 Km o más de ancho respecto a cualquier cuadrante del sitio del edificio. La exposición D se extiende de la línea costera hacia tierra firme 400 metros o 10 veces la altura del edificio, la distancia que sea mayor.

Región con viento especial es un área donde los registros locales y las características del terreno indican que la velocidad más rápida del viento es mayor que la mostrada en la Figura 2 4-1.

Velocidad básica del viento es la velocidad más rápida del viento asociada con una probabilidad anual de 0.02, medida a una altura de 10 metros sobre el terreno y para un área que tiene una categoría de exposición C.

Velocidad más rápida del viento es la velocidad del viento obtenida de las mapas de velocidades de viento preparados por el Instituto Meteorológico Nacional, y es la velocidad promedio mayor sostenida basada en el tiempo requerido para una muestra de aire de 1 Km de largo en pasar por un punto fijo.

2.3 Notación y tablas

- C_e = coeficiente combinado para altura, exposición y factor de ráfaga como se indica en la Tabla 2 3-2.
- C_q = coeficiente de presión para la estructura o parte de la estructura bajo consideración, como se indica en la Tabla 2.3-3.
- I_w = factor de importancia como se indica en la Tabla 3.4-3.
- P = presión de diseño del viento
- q_s = presión básica del viento para la altura estándar de 10 metros, como se indica en la Tabla 2 3-1.

**Tabla 2.3-1 Presión estática del viento q_s
a la altura estándar de 10 metros**

Velocidad básica del viento ^a Km/h	Presión estática del viento q_s Kg/m ²
100	48.4
110	58.5
120	69.6
130	81.7
140	94.8
150	108.8
160	123.8
170	139.8
180	156.7
190	174.6
200	193.4

^a Ver la Sección 2.4 para la velocidad básica del viento

Tabla 2.3-2 Coeficiente combinado C_e , para altura, exposición y factor de ráfaga ^a

Altura promedio sobre el nivel del terreno, metros.	Exposición B	Exposición C	Exposición D
0 - 5	0.62	1.07	1.39
7.5	0.71	1.17	1.49
10	0.78	1.25	1.56
12.5	0.84	1.31	1.62
15	0.89	1.37	1.67
20	0.98	1.46	1.75
25	1.06	1.53	1.82
30	1.12	1.60	1.87
40	1.24	1.70	1.97
50	1.33	1.79	2.04
75	1.53	1.96	2.18
100	1.68	2.09	2.29
125	1.81	2.19	2.38

^a Se permite interpolar para valores intermedios de alturas sobre 5 metros.

Tabla 2.3-3 Coeficiente de presión C_q

Estructura o parte	Descripción	Factor C_q	Efecto
1 Sistemas y marcos principales	Método 1 (Metodo de la fuerza normal)		
	Muros		
	Muro de barlovento	0.8	empuje
	Muro de sotavento	0.5	succión
	Techos ^a		
	Viento perpendicular a la cumbrera		
	Techo de sotavento o techo plano	0.7	succión
	Techo de barlovento		
	pendiente menor que 16.7%	0.7	succión
	pendiente de 16.7% a 75%	0.9 o 0.3	succ o emp
	pendiente de 75% a 100%	0.4	empuje
	pendiente mayor que 100%	0.7	empuje
Viento paralelo a la cumbrera y techos planos	0.7	succión	
Método 2 (Método del área proyectada)	Sobre el área vertical proyectada		
	Estructuras con altura menor o igual a 12 m	1.3	succ y emp
	Estructuras con altura mayor que 12 m	1.4	succ y emp
	Sobre el área horizontal proyectada ^a	0.7	hacia arriba
2 Elementos y componentes en áreas sin discontinuidades ^b	Elementos de muros		
	Todas la estructuras	1.2	empuje
	Estructuras cerradas y no cerradas	1.2	succión
	Estructuras parcialmente cerradas	1.6	succión
	Muros de parapetos	1.3	succ o emp
	Elementos de techos ^c		
	Estructuras cerradas y no cerradas		
	pendiente menor que 58.3%	1.3	succión
	pendiente de 58.3% a 100%	1.3	succ o emp
	Estructuras parcialmente cerradas		
pendiente menor que 16.7%	1.7	succión	
pendiente de 16.7% a 58.3%	1.6 o 0.8	succ o emp	
pendiente de 58.3% a 100%	1.7	succ o emp	
3 Elementos y componentes en áreas de discontinuidades ^{b, c, d}	Muros: esquinas ^e	1.5 o 1.2	succ. o emp.
	Techos: aleros, quiebres o cumbreras sin salientes ^f		
	pendiente menor que 16.7%	2.3	hacia arriba
	pendiente de 16.7% a 58.3%	2.6	succión
	pendiente de 58.3% a 100%	1.6	succión
	Techos para pendientes menores que 16.7%		
Salientes de aleros, quiebres o cumbreras y cobertizos	0.5	sumar arriba	
4 Chimeneas, tanques y torres sólidas	Sección cuadrada o rectangular	1.4	succ y emp
	Sección hexagonal u octagonal	1.1	succ y emp.
	Sección circular o elíptica	0.8	succ y emp.
5 Torres tipo armadura ^{a, b}	Forma cuadrada o rectangular		
	Diagonal	4.0	
	Normal	3.6	
	Forma triangular	3.2	
6 Accesorios en torres (como luces, escaleras, ductos, y elevadores)	Miembros cilíndricos		
	diámetro menor o igual a 5 cm	1.0	
	diámetro mayor que 5 cm	0.8	
Miembros planos a angulares	1.3		
7 Rótulos, astas, postes, estructuras menores.		1.4	succ y emp

^a Para estructuras de un piso o el piso superior de estructuras de varios pisos parcialmente cerradas, un valor adicional de 0.5 deberá sumarse al valor de C_q de succión. La combinación más crítica deberá usarse para el diseño. Para la definición de estructuras parcialmente cerradas ver la Sección 2.2.

^b Los valores de C_q indicados son para áreas tributarias de 1 m². Para áreas tributarias de 10 m² se le puede restar 0.3 a los valores de C_q , excepto en áreas de discontinuidades con pendientes menores a 58.3% donde se puede restar hasta 0.8. Se permite interpolar para áreas

- tributanas entre 1 y 10 m². Para áreas mayores que 10 m² usar los valores para sistemas y marcos principales
- Para pendientes mayores que 100% usar los valores para elementos de muros
- Las presiones locales deberán aplicarse sobre una distancia desde la discontinuidad igual 3 metros o 0.1 veces el ancho más pequeño de la estructura, el que sea menor
- Las discontinuidades en las esquinas de muros o cumbreras de techo se definen como quebres en la continuidad de la superficie donde el ángulo interno incluido mide 170° o menos
- La carga se aplicará en cualquier lado de la discontinuidad, pero no en ambos lados simultáneamente
- Las presiones del viento deberán aplicarse a toda el área normal proyectada de todos los elementos en una cara. Las fuerzas deberán suponerse que actúan paralelamente a la dirección del viento
- Los factores C_e para elementos cónicos son 2/3 de los factores para elementos planos o angulares indicados en esta tabla

2.4 Velocidad básica del viento

La velocidad mínima básica del viento en cualquier lugar no deberá ser menor que la mostrada en la Figura 2.4-1. Para las áreas designadas en la Figura 2.4-1 como regiones con viento especial y otras áreas donde los registros locales y las características del terreno indican velocidades mayores, estas deberán utilizarse como la velocidad mínima básica del viento.

2.5 Exposición

Se deberá asignar un tipo de exposición al sitio para el cual se va a diseñar un edificio o estructura.

2.6 Presiones de diseño del viento

Las presiones de diseño del viento para edificios y estructuras, o elementos de ellos, deberán determinarse para cualquier altura de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$P = C_e C_q q_s I_w \quad (2.6-1)$$

2.7 Sistemas y marcos principales

2.7.1 Generalidades

Los marcos principales o el sistema resistente a cargas laterales de toda estructura, deberá diseñarse para las presiones calculadas utilizando la ecuación (2.6-1) y los coeficientes de presión C_q del Método 1 o del Método 2. Además, el diseño de toda la estructura y de sus sistemas principales resistentes a cargas laterales, deberán conformarse a la disposiciones de 1.3.

El momento volcante en la base de toda la estructura, o para cualquiera de sus elementos principales en el sistema resistente a cargas laterales, no deberá exceder 2/3 del momento resistente para carga muerta. Para toda una estructura con una relación de altura ancho de 0.5 o menor en la dirección del viento, y una altura máxima de 18 metros, la combinación de los efectos de levantamiento y volteo se pueden reducir por un tercio. El peso del suelo superpuesto sobre las zapatas podrá utilizarse para calcular el momento resistente para carga muerta.

2.7.2 Método 1 (Método de Fuerza Normal)

El Método 1 deberá usarse para el diseño de marcos rígidos con techo a dos aguas y puede utilizarse para cualquier estructura. En el Método de Fuerza Normal, se deberá suponer que las presiones del viento actúan simultáneamente y normales a todas las superficies exteriores. Para presiones en techos y muros de sotavento, C_e deberá evaluarse para la altura media del techo o muro.

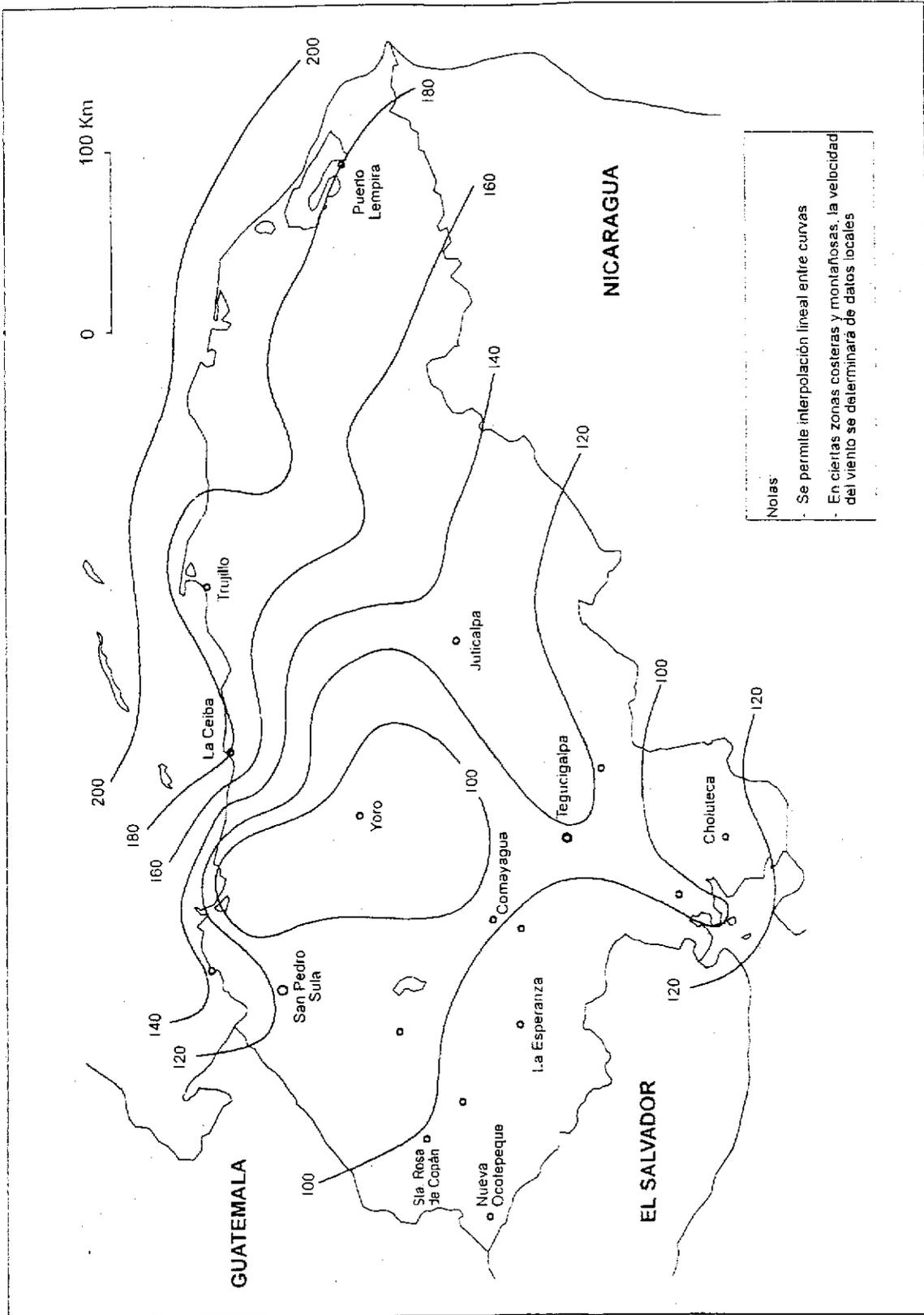


Figura 2.4-1 Velocidad mínima básica del viento, Km/h

2.7.3 Método 2 (Método de Área Proyectada)

El Método 2 puede usarse en cualquier estructura con una altura menor de 60 metros, excepto las que utilizan marcos rígidos con techo a dos aguas. Este método puede emplearse en la determinación de la estabilidad de cualquier estructura con una altura menor de 60 metros. En el Método de Área Proyectada, se deberá suponer que las presiones horizontales actúan sobre toda el área vertical proyectada de la estructura, y se deberá suponer que las presiones verticales actúan simultáneamente sobre toda el área horizontal proyectada.

2.8 Elementos y componentes de estructuras

Las presiones de diseño del viento para cada elemento o componente de una estructura deberán determinarse de la ecuación (2.6-1) y los valores de C_q de la Tabla 2.3-3, y deberá aplicarse perpendicular a la superficie. Para fuerzas de succión los valores de C_s deberán obtenerse de la Tabla 2.3-2 basándose en la altura media del techo y aplicada para toda la altura de la estructura. Cada elemento o componente deberá diseñarse para la más severa de las siguientes cargas:

- (a) Las presiones determinadas usando los valores C_q para los elementos y componentes, actuando sobre toda el área tributaria del elemento.
- (b) Las presiones determinadas usando los valores C_q para áreas locales en discontinuidades tales como esquinas, pretilas y cornisas. Estas presiones locales deberán aplicarse sobre una distancia desde una discontinuidad de 3 metros o 0.1 veces el ancho menor de la estructura, el que sea menor.

Las presiones del viento de 2.7 y 2.8 no necesitan ser combinadas.

2.9 Torres tipo armadura

Las torres de radio y otras torres de construcción de armadura deberán diseñarse y construirse para soportar las presiones del viento especificadas en esta sección, multiplicadas por los factores de forma indicados en la Tabla 2.3-3.

2.10 Estructuras varias

Invernaderos, casas, edificios de agricultura o cercos de 3.60 metros o menos de altura, deberán diseñarse de acuerdo con esta Sección 2. Sin embargo, $3/4$ de q_s , pero no menos que 50 Kg/m^2 , puede substituirse por q_s en la ecuación (2.6-1). No es necesario considerar las presiones sobre áreas locales en discontinuidades.

2.11 Categorías de ocupación

Para el propósito del diseño para resistencia al viento, cada estructura deberá clasificarse en una de las categorías de ocupación descritas en la Tabla 3.4-3, donde se indica el factor de importancia I_w para cada categoría.