

EVALUACIÓN DE CÓDIGO POR VIENTO

(Original: ingles)

VENEZUELA

Evaluación llevada a cabo por Jorge Gutiérrez

NOMBRE DEL DOCUMENTO: “Acciones del Viento sobre las Construcciones”
Norma COVENIN-MINDUR-2003-86. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN)

AÑO: Aprobado provisionalmente en Julio de 1986. Aprobación definitiva en Octubre de 1989.

COMENTARIOS GENERALES: Basado en “Minimum Design Loads for Buildings and other Structures” (Cargas de Diseño Mínimas para Construcciones y otras Estructuras), ANSI A58.1-1982, American National Standards Institute (ANSI) (Instituto Americano de Normas Nacionales).

TEMAS ESPECIFICOS:

NOTA: Los números entre corchetes se refieren a capítulos o artículos del Código: [6.2].

Los números entre paréntesis se refieren a temas de este documento: (ver 3.3)

1. ALCANCE

1.1 Conceptos Explícitos y Limitaciones. [1; 3.1]

Las normas son requisitos mínimos para los efectos de viento sobre edificaciones nuevas y estructuras relacionadas así como sus componentes.

Los efectos de viento definidos en la norma son considerados cargas de servicio.

1.2 Objetivos del Desempeño.

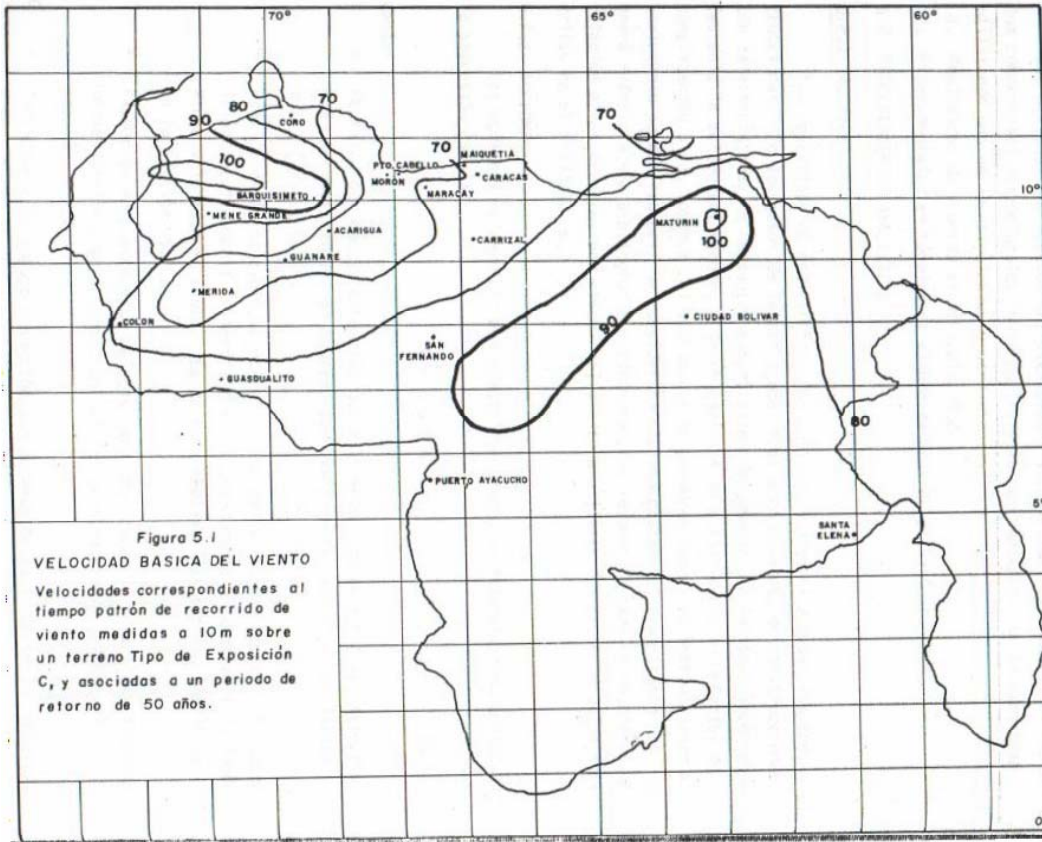
No se han considerado explícitamente.

2. RIESGO POR VIENTO

2.1 Velocidad Básica del Viento. [5.1]

La velocidad básica del viento se define como la velocidad máxima de ráfaga de viento durante tres segundos a 10m sobre un terreno en la Categoría de Exposición C (ver 2.4), correspondiente a un Período de Recurrencia de 50 años. La Velocidad Básica de Viento puede ser V_h , el promedio a lo largo de un período de una hora o V_t , el promedio a lo largo de un período de t segundos. El Código utiliza el concepto de “tiempo patrón de recorrido del viento”; el Comentario del Código define el tiempo patrón promedio como 74 s [C-5.1].

La Velocidad Básica de Viento para el país está tabulada para las ciudades más importantes [Tabla 5.1] y trazada en mapa como curvas de velocidad iguales (ver figura). La Velocidad Básica mínima de Viento es 70 km/h:



2.2 Topografía. [5.1.1]

Ninguna ecuación especial toma en cuenta los factores de topografía. El Código establece que se deben dar consideraciones específicas a la topografía y las velocidades de viento podrán ser incrementadas debido a condiciones topográficas particulares.

2.3 Altura sobre el nivel del Terreno (Específica de Caso). [6.2.3]

Este efecto se define mediante el Coeficiente de Exposición de la Presión de Velocidad K_z el cual es una función de la Categoría de Exposición (ver 2.4) y la altura sobre el terreno z como sigue:

$$K_z = 2.58 (4.5 / z_g)^{2/\beta} \quad \text{for } z \leq 4.5 \text{ m}$$

$$K_z = 2.58 (z / z_g)^{2/\beta} \quad \text{for } z > 4.5 \text{ m}$$

Con z_g y β definidos en la siguiente Tabla:

Tipo de Exposición	β	z_g (m)
A	3.0	460
B	4.5	370
C	7.0	270
D	10.0	200

Los valores de K_z (o K_h , correspondiente a $z=h$, ver 3.3) se dan en la siguiente Tabla [Tabla 6.2.3.1]:

Coeficientes de la Presión de Velocidad K_z y K_h

Altura z (m)	Tipo de Exposición (ver 2.4)			
	A	B	C	D
0 a 4.5	0.118	0.363	0.800	1.207
5	0.126	0.380	0.825	1.233
6	0.142	0.413	0.869	1.279
7	0.158	0.442	0.908	1.319
8	0.173	0.469	0.943	1.355
9	0.187	0.494	0.976	1.387
10	0.200	0.518	1.006	1.417
11	0.214	0.540	1.033	1.444
12	0.226	0.562	1.059	1.469
13	0.239	0.582	1.084	1.493
14	0.251	0.601	1.107	1.515
15	0.263	0.620	1.129	1.536

2.4 Escabrosidad del Terreno (Número de Categorías de Exposición). [5.2]

Se definen cuatro Categorías de Exposición (A, B, C y D):

Exposición A. Grandes centros metropolitanos con al menos 50% de las edificaciones con alturas de más de 20m.

Exposición B. Áreas urbanas y suburbanas, áreas boscosas, otros terrenos con obstrucciones numerosas cercanamente espaciadas que tienen el tamaño de viviendas familiares individuales con altura promedio mayor de 10m.

Exposición C. Terrenos abiertos, llanuras y sabanas con obstrucciones dispersas que tienen alturas promedio menores de 10 m.

Exposición D. Áreas costeras planas sin obstrucciones, expuestas al viento que fluye desde el océano abierto. Se extiende 500m tierra adentro.

3. ACCIONES DE DISEÑO POR VIENTO

3.1 Factores de Importancia. [4.1]

De acuerdo a su importancia y uso, las edificaciones están clasificadas en tres Tipos de Exposición (A, B y C) como sigue:

Tipo A: Facilidades Esenciales. Facilidades de alto riesgo o edificaciones de alta ocupación públicas o privadas.

Tipo B: Edificaciones de ocupación normal públicas o privadas: facilidades industriales no clasificadas como Tipo A.

Tipo C: Edificaciones y estructuras relacionadas, no clasificadas como Tipo A o B, cuya falla representa un bajo riesgo para la vida humana y ningún daño a las edificaciones de Tipo A o B.

Un Factor de Importancia α es asociado a cada categoría como sigue [Tabla 4.1.2]:

Categoría de Uso	Factor de Importancia α
A	1.15
B	1.00
C	0.90

Para los componentes y revestimiento, sus Tipos de Exposición (y Factores de Importancia I correspondientes) se modifican de acuerdo al Tipo de Exposición y Tipo Estructural de la edificación (ver 3.3) como sigue:

Tipos de Exposición para Componentes y Revestimiento [Tabla 5.3.2]

Tipo Estructural			Tipo de Exposición de la Edificación			
			A	B	C	D
I	Encerrado	$h \leq 20m$	C	C	C	C
		$h > 20m$	B	B	C	D
II	Abierto	Toda h	B	B	C	D
III	Encerrado	$h \leq 20m$	C	C	C	C
		$h > 20m$	B	B	C	D

3.2 Efectos de Escala. [6.2.5.2]

Para la definición de la mayoría de los valores específicos GC_{pe} (ver 3.3), el área de la superficie expuesta o el área tributaria son factores importantes [Tablas 6.2.5.2]

3.3 Presión (Interna y Externa). [4.2; 6.2]

La presión mínima de viento es 30 kg/m^2 actuando en un área proyectada normal a la dirección del viento.

Para la definición de presiones de viento, las edificaciones se clasifican de acuerdo a la geometría de sus áreas expuestas en cuatro Tipos Estructurales [4.2]:

Tipo I: Edificaciones encerradas con una proporción de delgadez menor que 5 o período natural menor a 1s que son insensibles a ráfagas de viento u otros efectos dinámicos del viento. También incluye edificaciones encerradas con planchas laminadas, con una o más fachadas abiertas (bodegas industriales, teatros, auditoriums, etc.).

Tipo II: Edificaciones abiertas con una proporción de delgadez menor que 5 o período natural menor a 1s tales como torres, antenas sujetadas o sueltas, tanques elevados, anuncios comerciales y parapetos.

Tipo III: Edificaciones particularmente sensibles a ráfagas de viento de corta duración. Incluye todas las edificaciones consideradas como Tipo I o Tipo II pero con una proporción de delgadez mayor que 5 o período natural mayor a 1s así como aquellas cuya geometría puede inducir vibraciones fuertes.

Tipo IV: Este grupo incluye todas las estructuras con problemas aerodinámicos específicos tales como techos suspendidos, formas aerodinámicas inestables, estructuras flexibles con períodos naturales cercanos unos a otros, etc.

La presión de viento dinámica q se define de manera diferente para áreas de superficie de barlovento (contra el viento) o de sotavento (a favor del viento):

Para superficies de barlovento, la presión q_z es una función de la altura z sobre el terreno tal y como se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$q_z = 0.00485 K_z \alpha V^2$$

Con:

q_z = Presión dinámica de viento a una altura z sobre el nivel de terreno, en kg/m^2 .

K_z = Coeficiente de Exposición de la Presión de Velocidad (ver 2.3).

α = Factor de Importancia (ver 3.1).

V = Velocidad Básica del Viento, en km/h (ver 2.1).

Para superficies de sotavento, la presión q_h (así como K_h) se toma como constante a través de la altura y corresponde al valor calculado para una altura, h , igual a la altura media del techo para edificaciones de Tipo I o a la altura total de la edificación para otros tipos.

Presiones de viento p y fuerzas F se relacionan a la Presión Dinámica de Viento q , Factores de Efectos de Ráfagas de Viento G_h y G_z (ver 3.4) y Coeficientes de Forma C_{pe} y C_{pi} para presiones externas e internas, así como C_f para techos o edificaciones abiertas y estructuras que no son construcción. Ecuaciones para p y F se presentan en las siguientes Tablas:

Acciones del Viento sobre Sistemas Resistentes [Tabla 6.2.2 (a)]

Tipo de Edificación		Presiones p o Fuerzas F
I	Encerrada	Barlovento: $p_z = q_z G_h C_p$ Sotavento: $p_h = q_h G_h C_p$
		Para edificios de un piso la presión interna se incluye como sigue: Barlovento: $p_z = q_z G_h C_p - q_h G C_{pi}$ Sotavento: $p_h = q_h G_h C_p - q_h G C_{pi}$
II	Abierta	$F = q_z G_h C_f A_f$
III	Encerrada	Barlovento: $p_z = q_z G_h C_p$ Sotavento: $p_h = q_h G_h C_p$
	Abierta	$F = q_z G_h C_f A_f$
IV	Abierta o Encerrada	Se requieren estudios especiales, pero los valores de p o F no pueden ser menores que aquellos correspondientes al Tipo III

Acciones del Viento sobre Componentes y Revestimiento [Tabla 6.2.2 (b)]

Tipo de Edificación		Presiones p o Fuerzas F
I	Encerrada	Para $h \leq 20m$: $p = q_h G C_{pe} - q_h (G C_{pi})$ Para $h > 20m$: Barlovento: $p = q_z (+G C_{pe}) - q_z (G C_{pi})$ Sotavento: $p = q_h (-G C_{pe}) - q_z (G C_{pi})$
		II
III	Encerrada	Barlovento: $p = q_z (+G C_{pe}) - q_z (G C_{pi})$ Sotavento: $p = q_h (-G C_{pe}) - q_z (G C_{pi})$
	Abierta	$F = q_z G_z C_f A_f$
IV	Abierta o Encerrada	Se requieren estudios especiales, pero los valores de p o F no pueden ser menores que aquellos correspondientes al Tipo III

A_f es la proyección del área sólida normal a la dirección del viento. Los valores para C_p , GC_{pe} , C_f y GC_{pi} para diferentes tipos de estructuras se presentan en Tablas [Tablas 6.2.5.1, 6.2.5.2(a)-(d), 6.2.5.4, 6.2.5.5 (a),(b), 6.2.5.6, 6.2.5.7, 6.2.5.8, 6.2.5.9, 6.2.5.10].

3.4 Efectos Dinámicos y Aeroelásticos (Efectos de Ráfaga). [6.2.4]

Se definen dos Factores de Efecto de Ráfaga de Viento, G_h para sistemas resistentes a viento y G_z para componentes y revestimiento. Estos factores no pueden ser menores que 1.0.

Para sistemas de resistencia a viento clasificados como Tipo I o II (ver 3.3), G_h tiene un solo valor para muros y fachadas rompavientos y de sotavento dado por la ecuación:

$$G_h = 0.65 + 3.65 \delta_h \quad \text{con} \quad \delta_h = 2.35 (K)^{1/2} / (h/9.0)^{1/\beta}$$

Donde:

δ_h = Factor de exposición que representa la intensidad de la ráfaga de viento evaluado a la altura media del techo para edificaciones de Tipo I o a la altura total para edificaciones de Tipo II.

K = Coeficiente de arrastre, relacionado con las Categorías de Exposición (ver 2.4) como sigue [Tabla 6.2.4.1]:

Categoría de Exposición	Coeficiente de Arrastre (K)
A	0.025
B	0.010
C	0.005
D	0.003

Para sistemas resistentes a viento clasificados como Tipo III, el Factor de Efecto de Ráfaga de Viento G_h será calculado por métodos analíticos que tomen en consideración las cualidades dinámicas del sistema estructural. Se presentan procedimientos opcionales en el Comentario [C-6.2.4].

Para componentes y revestimiento de edificaciones encerradas clasificadas como Tipo I o III, el Factor de Efecto de Ráfaga de Viento G_z se combina con los coeficientes de presión externos e internos C_{pe} y C_{pi} resultando en los coeficientes GC_{pe} y GC_{pi} (ver 3.3).

Para componentes y revestimiento de edificaciones abiertas clasificadas como Tipo II o III, el Factor de Efecto de Ráfaga de Viento G_z , correspondiente a su altura z sobre el terreno, se da por la ecuación:

$$G_z = 0.65 + 3.65 \delta_z \quad \text{con} \quad \delta_z = 2.35 (K)^{1/2} / (z/9.0)^{1/\beta}$$

Con Coeficientes de Arrastre K definidos como lo anterior.

3.5 Efectos de Direccionalidad. [3.1]

El viento debería ser considerado como proveniente de dos direcciones horizontales ortogonales, sin considerar los efectos de superposición. Estas direcciones deben ser seleccionadas de manera que produzcan la condición más desfavorable para la estructura o sus componentes.

4. MÉTODOS DE ANÁLISIS

4.1 Procedimiento Simplificado.

No se ha considerado.

4.2 Procedimiento Analítico. [6.2]

Este procedimiento puede aplicarse a todas las edificaciones y estructuras relacionadas. Sin embargo, para edificaciones con condiciones aerodinámicas inusuales, debe utilizarse bibliografía especializada o procedimientos experimentales (ver 4.3).

Las cargas de servicio del diseño por viento W se definen como:

$$W = q G C A$$

Donde:

W = Fuerza de servicio del viento actuando en el centroide de la superficie A .

q = Presión de viento dinámica (ver 3.3) debido a la Velocidad Básica de Viento V (ver 2.1).

G = Factor de Efecto de Ráfaga de Viento (ver 3.4).

C = Coeficiente de Presión, externa o interna (ver 3.3).

A = Área de la superficie expuesta o área proyectada normal a la dirección del viento.

Cargas de diseño W para los elementos y componentes de la estructura serán determinadas por métodos de análisis estático lineal.

4.3 Procedimiento Experimental. [6.3]

Pruebas en Túnel de Viento (o pruebas con otros tipos de fluidos) se presentan como una alternativa al Procedimiento Analítico (ver 4.2). Para validar los resultados, el Código define condiciones específicas:

- El viento natural es modelado de manera que se reproduzcan sus variaciones a través de la altura.

- El viento natural es modelado de manera que se reproduzcan los efectos de ráfaga de viento del componente longitudinal.
- La escala geométrica es menor que tres veces la escala geométrica de los efectos de ráfaga de viento del componente longitudinal.
- Los instrumentos son adecuados para la precisión requerida en la medición de datos.
- Se da la debida consideración al Número de Reynolds en lo que se refiere a su relación con presiones de viento (incluyendo succión).

Adicionalmente, si la respuesta dinámica de la estructura es importante, es necesaria la debida consideración a los efectos dimensionales sobre masa, rigidez y amortiguación.

5. EFECTOS INDUCIDOS

5.1 Impacto de Objetos Volantes.

No se ha considerado.

5.2 Lluvia Impulsada por Viento

No se ha considerado.

6. VERIFICACIONES DE SEGURIDAD

6.1 Estructura. [3.2; 3.3]

Las Cargas de Viento W (ver 4.2) son cargas de servicio y deben ser combinadas con cargas Muertas D y Vivas L de acuerdo a los requisitos específicos definidos para cada material estructural. Efectos simultáneos de viento y terremoto no deberían ser considerados.

Para consideraciones de estabilidad (deslizamiento o volcamiento) sobre estructuras resistentes a viento, solo se considerarán las fuerzas externas.

No se definen limitaciones de desplazamiento lateral o deriva.

6.2 Revestimientos y Elementos no Estructurales. []

No se presentan verificaciones de seguridad específicas para revestimientos o elementos no estructurales.

7. EDIFICIOS RESIDENCIALES PEQUEÑOS.

No se ha considerado específicamente.

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL CÓDIGO

A pesar de tener 17 años, éste es un Código completo y no está desactualizado. Sin embargo, debería ser revisado para incluir unas pocas consideraciones específicas como el Factor de Topografía y los Efectos de Direccionalidad así como límites de deriva.