

2018

TP3: Acción del Viento (CIRSOC 102/05)



Velázquez Erick

Construcciones Metálicas y Maderas

UNPSJB

08/05/2018

Hallar las acciones del viento para un hangar de aviones ubicado en la ciudad de Comodoro Rivadavia, la zona de emplazamiento es a 100m de la zona costera. Tiene un portón de 4,00 mts x 16,00 mts.

Realizar el cálculo para el sistema principal resistente a las fuerzas del viento (SPRFV) y además de los componentes y revestimientos (C&R) según CIRSOC 102/05.

Medidas:

- $a=50\text{mts}$
- $b=30\text{mts}$
- $h'=7\text{mts}$
- $h=11,87\text{mts}$
- $\alpha=18^\circ$
- $c=16\text{mts}$
- $d=4\text{mts}$

La categoría de exposición considerando que el edificio se encuentra en área costera expuesta al viento soplando desde aguas abiertas en una distancia de al menos 1600m corresponde a la **CATEGORIA DE EXPOSICION "D"**.

En cuanto a la importancia del edificio según la TABLA A-1 se determinó de **categoría II** al que corresponde un **FACTOR DE IMPORTANCIA de 1,00**.

La **velocidad básica del viento** según la fig. 1B correspondiente a Comodoro Rivadavia es de **$V=67,5\text{ m/s}$** .

De la Tabla 6 determinamos el **factor de direccionalidad**, que en nuestro caso por tratarse de un sistema principal resistente a la fuerza del viento corresponde un factor **$K_d=0,85$**

Luego la **presión dinámica** se calcula con la siguiente expresión:

$$q_z = 0,613 * K_z * K_{zt} * K_d * V^2 * I$$

Dónde:

- q_z = presión dinámica para cada altura.
- $0,613 \rightarrow$ es el factor de transformación.
- $K_z \rightarrow$ es el coeficiente para la presión dinámica.
- $K_{zt} \rightarrow$ es el factor topográfico, con valor igual a 1 por ser terreno plano.
- $K_d \rightarrow$ factor de direccionalidad. ($K_d=0,85$)
- $V^2 \rightarrow$ Cuadrado de la velocidad básica de diseño del viento. ($V=67,5\text{ m/s}$)
- $I \rightarrow$ factor de importancia. ($I=1$)

$$q_z = 0,613 * K_z * 1 * 0,85 * 67,5 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} * 1 = 2374 * K_z$$

En la tabla siguiente se muestran los valores de K_z y las presiones dinámicas asociadas con las diferentes alturas. Los coeficientes K_z se obtuvieron de la tabla 5 con el nivel de exposición D y caso 2 para cada altura sobre el nivel del terreno, los valores medios se interpolan.

Altura (m)	K_z	q_z (N/m ²)
0-5	1,050	2492,74
Alero $h'=7$ mts	1,100	2611,44
$h=9,435$	1,166	2768,12
Cumbrera $h=11,87$	1,217	2889,20

Presión de viento de diseño:

Determinaremos dicha carga, para cada altura, y para barlovento y sotavento

$$p = q \cdot G \cdot C_p - q_i \cdot (G \cdot C_{pi})$$

Dónde:

- $q=q_z$ para pared a barlovento a la altura z sobre el terreno.
- $q=q_h$ para pared a sotavento, paredes laterales y cubierta, evaluada a la altura media de cubierta, h .
- $q_i = q_z$ para la evaluación de la presión interna positiva en edificios parcialmente cerrados, donde la altura z está definida como el nivel de la abertura más elevada del edificio que puede afectar la presión interna positiva. Para la evaluación de la presión interna positiva, q_i se puede calcular conservativamente la altura h ($q_i=q_h$)
- G = es el factor de ráfaga, con el valor 0,85
- C_p = coeficiente de presión externa, que se obtiene de la figura 3.

Determinamos el tipo de cerramiento

$$A_0 = 16m \cdot 4m = 64m^2$$

$$A_g = 7m \cdot 30m + 4,87m \cdot 30m/2 = 283,05m^2$$

$$A_{oi} = 0m^2$$

$$A_{gi} = (7m \cdot 30m + 4,87m \cdot 30m/2) + 2 \cdot (7m \cdot 50m) + 2 \cdot (15,76m \cdot 50m) = 2340m^2$$

$$A_0 \geq 0,8 \cdot A_g = 0,8 \cdot 283,05m^2 = 226,44m^2 \rightarrow \text{No Verifica (No es abierto)}$$

$$A_0 > 1,10 \cdot A_{oi} = 0m^2 \rightarrow \text{Verifica}$$

$$A_0 > 0,4m^2 \text{ o } A_0 > 0,1 \cdot A_g = 28,3m^2 \rightarrow \text{El menor es el que verifica}$$

$$0,20 \geq \frac{A_{oi}}{A_{gi}} = 0m^2 \rightarrow \text{Verifica}$$

El edificio es parcialmente cerrado

- A_0 el área total de aberturas en una pared que recibe presión externa positiva, en m².
- A_g el área total de aquella pared con la cual A_0 está asociada, en m².
- A_{oi} la suma de las áreas de abert. en la envolvente del edificio (paredes y cubiertas) no incluyendo A_0 , en m².
- A_{gi} la suma de las áreas totales de superficie de la envolvente del edificio (paredes y cubierta) no incluyendo A_g , en m².

Una vez que determinamos que el edificio es parcialmente cerrado, de la siguiente tabla obtenemos:

$$G * C_{pi} = \pm 0,55$$

Clasificación de cerramiento	GC_{pi}
Edificios abiertos	0,00
Edificios parcialmente cerrados	+ 0,55 - 0,55
Edificios cerrados	+ 0,18 - 0,18

Coefficiente C_p para paredes se obtienen de la figura 3.

Superficie	Dirección del viento	Relación L/B	C_p
Pared a Barlovento	Todos los valores	Todos	0,8
Pared a Sotavento	Paralelo a la cumbrera	1,667	-0,367
	Perpendicular a la cumbrera	0,600	-0,5
Paredes laterales	Todos los valores	Todos	-0,7

Coefficiente de presión C_p para cubierta (Viento normal a la cumbrera)

Se obtienen de la fig. 3 ingresando con la relación $h/L = 0,3145$ y el ángulo de inclinación. Se debe interpolar.

Superficie	Dirección del viento	Relación h/L	C_p
Cubierta a Barlovento	Perpendicular a la cumbrera	0,3145	-0,432
			0,089
Cubierta a Sotavento	Perpendicular a la cumbrera	0,3145	-0,560

Coefficiente de presión C_p para cubierta (Viento paralelo a la cumbrera)

Se obtienen de la figura 3 ingresando con la relación h/L .

Superficie	Distancia desde el borde a barlovento	Relación h/L	C_p
Cubierta	0 a h	0,1887	-0,90
	h a 2h		-0,50
	> a 2h		-0,30

Presiones netas sobre las superficies:

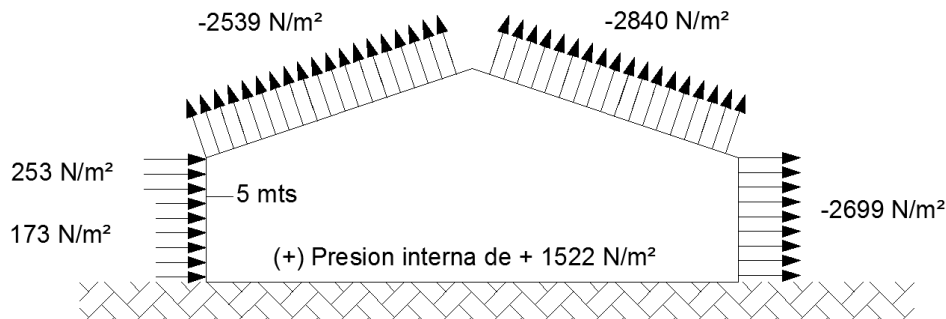
$$p = q \cdot G \cdot C_p - Q_i \cdot (GC_{pi})$$

- $q = q_z$ para pared a barlovento a la altura z sobre el terreno.
- $q = q_h$ para pared a sotavento, lateral y cubierta, evaluada a altura media de la cubierta. ($h=9,435m$)
- $q_i = q_h$ para paredes a barlovento, paredes laterales, paredes a sotavento y cubierta de edificios cerrados y para la evaluación de la presión interna negativa en edificios parcialmente cerrados.
- $q_i = q_z$ para la evaluación de la presión interna positiva en edificios parcialmente cerrados, donde la altura z está definida como el nivel de la abertura más elevada del edificio que puede afectar la presión interna positiva. Para la evaluación de la presión interna positiva, q_i se puede calcular conservativamente a la altura h ($q_i = q_h$).

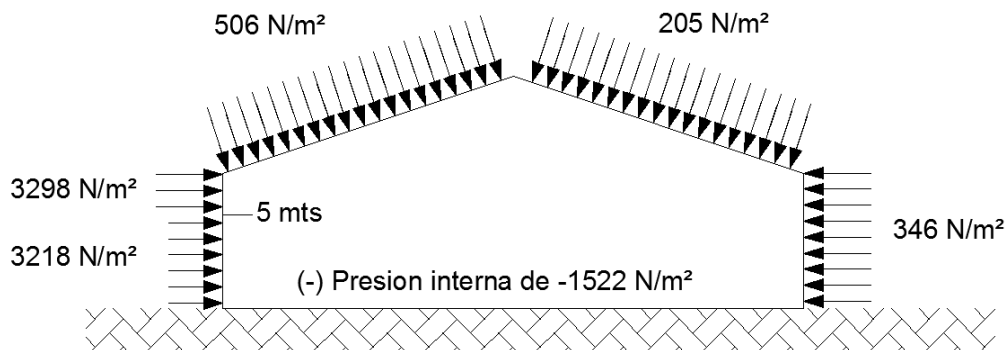
Viento normal a la cumbrera (Viento según a)

VIENTO NORMAL A LA CUMBRERA									
Superficie	z(m)	a	b	c	d	e	f		
		q(N/m ²)	C _p	q*G*C _p	q _i	(+G*C _{pi})	(-G*C _{pi})	q*G*C _p -q _i *(+G*C _{pi})	q*G*C _p -q _i *(-G*C _{pi})
Pared a barlovento	0-5	2492,7	0,800	1695	2768,1	0,55	-0,55	173	3218
	7	2611,4	0,800	1776	2768,1	0,55	-0,55	253	3298
Pared a Sotavento	todas	2768,1	-0,500	-1176	2768,1	0,55	-0,55	-2699	346
Paredes Laterales	todas	2768,1	-0,700	-1647	2768,1	0,55	-0,55	-3170	-125
Cubierta a barlovento	-	2768,1	-0,432	-1016	2768,1	0,55	-0,55	-2539	506
	-	2768,1	0,089	209	2768,1	0,55	-0,55	-1313	1732
Cubierta a Sotavento	-	2768,1	-0,560	-1318	2768,1	0,55	-0,55	-2840	205

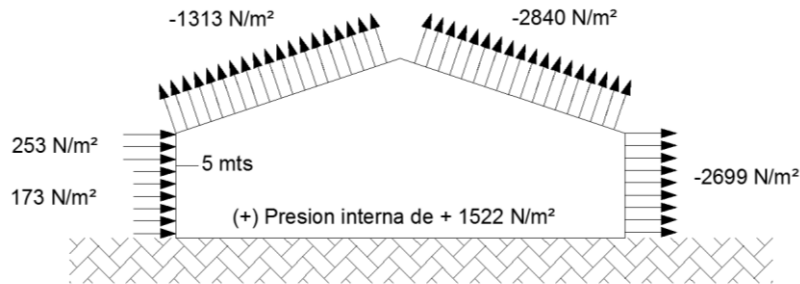
Presión interna positiva y cubierta a barlovento con coeficiente $C_p=-0,432$



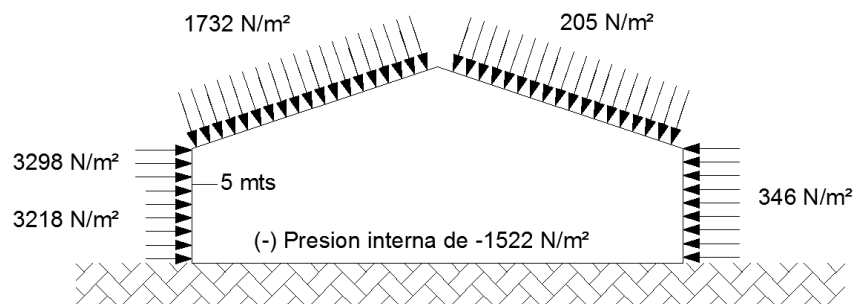
Presión interna negativa y cubierta a barlovento con coeficiente $C_p=-0,432$



Presión interna positiva y cubierta a barlovento con coeficiente $C_p=0,089$



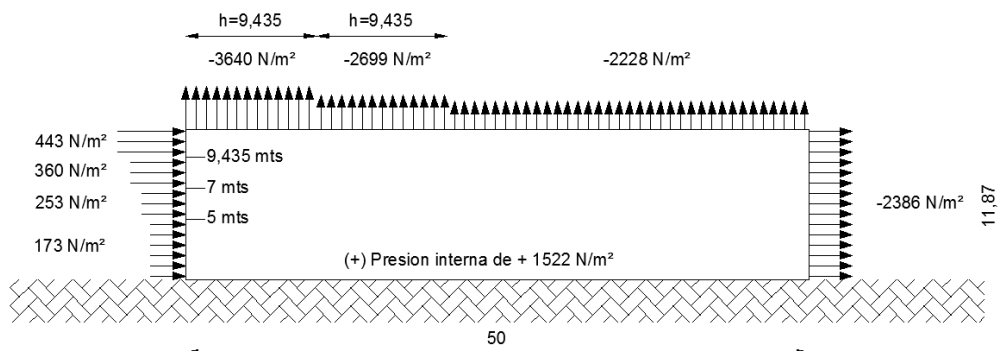
Presión interna negativa y cubierta a barlovento con coeficiente $C_p=0,089$

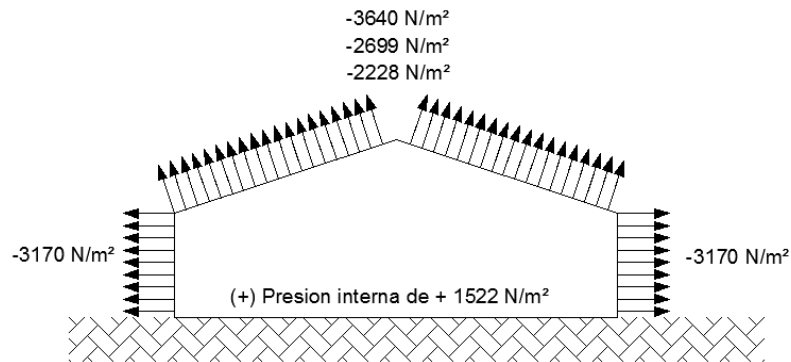


Viento paralelo a la cumbrera (Viento según b)

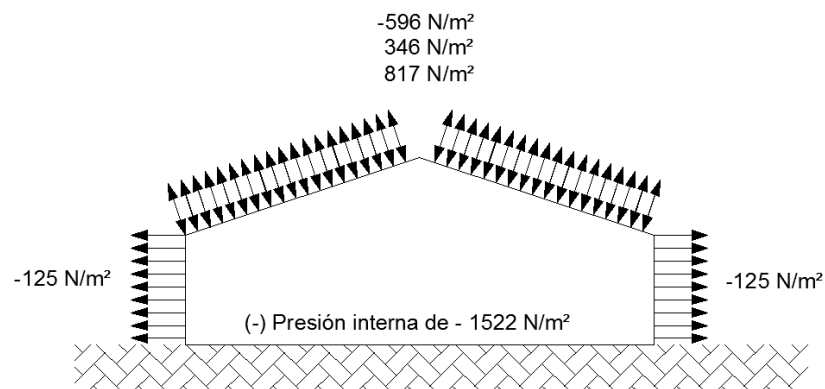
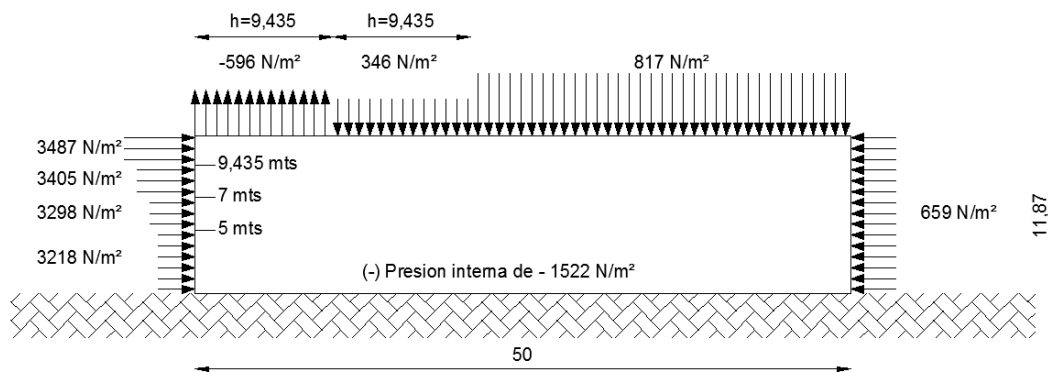
VIENTO PARALELO A LA CUMBRERA									
Superficie	z(m)	a	b	c	d	e	f		
		q(N/m²)	Cp	q*G*Cp	qi	(+G*Cpi)	(-G*Cpi)	q*G*Cp-qi*(+G*Cpi)	q*G*Cp-qi*(-G*Cpi)
Pared a Barlovento	0-5	2492,7	0,8	1695,1	2768,1	0,55	-0,55	173	3218
	7	2611,4	0,8	1775,8	2768,1	0,55	-0,55	253	3298
	9,435	2768,1	0,8	1882,3	2768,1	0,55	-0,55	360	3405
	11,87	2889,2	0,8	1964,7	2768,1	0,55	-0,55	442	3487
Pared a sotavento	Todas	2768,1	-0,367	-863,5	2768,1	0,55	-0,55	-2386	659
Paredes Laterales	Todas	2768,1	-0,7	-1647,0	2768,1	0,55	-0,55	-3170	-125
Cubierta	0 a h	2768,1	-0,9	-2117,6	2768,1	0,55	-0,55	-3640	-595
	h a 2h	2768,1	-0,5	-1176,5	2768,1	0,55	-0,55	-2699	346
	>a 2h	2768,1	-0,3	-705,9	2768,1	0,55	-0,55	-2228	817

Presión interna positiva: Nota: $h=9,435$ (medida desde el piso hasta la altura media de la cubierta)





Presión interna negativa: Nota: $h=9,435$ (medida desde el piso hasta la altura media de la cubierta)



TABLAS

TABLA A-1 - Clasificación de Edificios y Otras Estructuras para Cargas de Viento

Naturaleza de la Ocupación	Categoría
Edificios y otras estructuras que representan un bajo riesgo para la vida humana en caso de falla incluyendo, pero no limitado a: <ul style="list-style-type: none"> Instalaciones Agrícolas. Ciertas instalaciones temporarias. Instalaciones menores para almacenamiento. 	I
Todos los edificios y otras estructuras excepto aquellos listados en Categorías I, III y IV.	II
Edificios y otras estructuras que representan un peligro substancial para la vida humana en caso de falla incluyendo, pero no limitado a: <ul style="list-style-type: none"> Edificios y otras estructuras donde se reúnen más de 300 personas en un área. Edificios y otras estructuras para guarderías, escuelas primarias y secundarias con capacidad mayor que 150 personas. Edificios y otras estructuras con instalaciones para el cuidado diurno con capacidad mayor que 150 personas. Edificios y otras estructuras con una capacidad mayor que 500 personas para universidades o instalaciones para educación de adultos. Instalaciones para el cuidado de la salud con una capacidad de 50 o más pacientes residentes pero sin instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia. Instalaciones para cárceles y detenciones. Estaciones de generación de energía y otras instalaciones de utilidad pública no incluidas en la Categoría IV. Edificios y otras estructuras que contienen suficientes cantidades de sustancias tóxicas o explosivas como para ser peligrosas al público si se liberan, incluyendo, pero no limitado, a: <ul style="list-style-type: none"> Instalaciones petroquímicas. Instalaciones para almacenamiento de combustibles. Plantas de fabricación o almacenamiento de productos químicos peligrosos. Plantas de fabricación o almacenamiento de explosivos. Edificios y otras estructuras equipados con contención secundaria de sustancias tóxicas, explosivas u otras peligrosas (incluyendo, pero no limitado a, tanques de doble pared, receptáculos de tamaño suficiente para contener un derrame u otros medios de contención de derrames o explosiones dentro de los límites de la instalación y prevenir la liberación de cantidades de contaminantes nocivos para el aire, el suelo, el agua freática o superficial) deben clasificarse como estructuras de Categoría II.	III
Edificios y otras estructuras diseñadas como instalaciones esenciales, incluyendo, pero no limitados a: <ul style="list-style-type: none"> Hospitales y otras instalaciones para el cuidado de la salud que tienen instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia. Cuarteles de bomberos, centros de rescate, estaciones de policía y garajes para vehículos de emergencia. Refugios diseñados contra sismos, huracanes y otras emergencias. Centros de comunicaciones y otras instalaciones necesarias para respuestas a emergencias. Estaciones generadoras de energía y otras instalaciones de utilidad pública necesarias en una emergencia. Estructuras auxiliares necesarias para la operación de aquellas de Categoría IV durante una emergencia (incluyendo pero no limitado a torres de comunicación, tanques de almacenamiento de combustible, torres de refrigeración, estructuras de sub-estaciones de electricidad, tanques de agua para incendio u otras estructuras de alojamiento o soporte de agua, otros materiales o equipamiento para combatir el fuego. Torres de control de aviación, centros de control de tráfico aéreo y hangares de emergencia. Instalaciones de almacenamiento de agua y estructuras de bombeo requeridas para mantener la presión de agua para combatir incendios. Edificios y otras estructuras con funciones críticas de defensa nacional. 	IV

Categoría	<i>I</i>
I	0,87
II	1,00
III	1,15
IV	1,15

Figura 1 B

Velocidades básicas del viento en ciudades

CIUDAD	V (m/s)
BAHIA BLANCA	55,0
BARILOCHE	46,0
BUENOS AIRES	45,0
CATAMARCA	43,0
COMODORO RIVADAVIA	67,5
CORDOBA	45,0
CORRIENTES	46,0
FORMOSA	45,0
LA PLATA	46,0
LA RIOJA	44,0
MAR DEL PLATA	51,0
MENDOZA	39,0
NEUQUEN	48,0
PARANA	52,0
POSADAS	45,0
RAWSON	60,0
RESISTENCIA	45,0
RIO GALLEGOS	60,0
ROSARIO	50,0
SALTA	35,0
SANTA FE	51,0
SAN JUAN	40,0
SAN LUIS	45,0
SAN MIGUEL DE TUCUMAN	40,0
SAN SALVADOR DE JUJUY	34,0
SANTA ROSA	50,0
SANTIAGO DEL ESTERO	43,0
USHUAIA	60,0
VIDMA	60,0

Nota:

Los valores se refieren a velocidad de ráfaga de 3 segundos en m/s a 10 m. sobre el terreno para Categoría de Exposición C y están asociadas con una probabilidad anual de 0,02.

Tabla 6

Factor de direccionalidad del viento, K_d

Tipo de estructura	Factor de direccionalidad K_d *
Edificios	
Sistema principal resistente a la fuerza de viento	0,85
Componentes y revestimientos	0,85
Cubiertas abovedadas	0,85
Chimeneas, tanques y estructuras similares	
Cuadradas	0,90
Hexagonales	0,95
Redondas	0,95
Carteles llenos	0,85
Carteles abiertos y estructura reticulada	0,85
Torres reticuladas	
Triangular, cuadrada, rectangular	0,85
Toda otra sección transversal	0,95

* El factor de direccionalidad K_d se ha calibrado con las combinaciones de carga especificadas en el Apéndice B. Este factor se debe aplicar solo cuando se use conjuntamente con las combinaciones de carga especificadas en B.3 o en los respectivos reglamentos de aplicación.

Tabla 5 Coeficientes de exposición para la presión dinámica, K_n y K_z

Altura sobre el nivel del terreno, z (m)	Exposición (Nota 1)					
	A		B		C	D
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Casos 1 y 2	Casos 1 y 2
0 – 5	0,68	0,33	0,72	0,59	0,87	1,05
6	0,68	0,36	0,72	0,62	0,90	1,08
7,50	0,68	0,39	0,72	0,66	0,94	1,12
10	0,68	0,44	0,72	0,72	1,00	1,18
12,50	0,68	0,48	0,77	0,77	1,05	1,23
15	0,68	0,51	0,81	0,81	1,09	1,27
17,50	0,68	0,55	0,84	0,84	1,13	1,30
20	0,68	0,57	0,88	0,88	1,16	1,33
22,50	0,68	0,60	0,91	0,91	1,19	1,36
25	0,68	0,63	0,93	0,93	1,21	1,38
30	0,68	0,68	0,98	0,98	1,26	1,43
35	0,72	0,72	1,03	1,03	1,30	1,47
40	0,76	0,76	1,07	1,07	1,34	1,50
45	0,80	0,80	1,10	1,10	1,37	1,53
50	0,83	0,83	1,14	1,14	1,40	1,56
55	0,86	0,86	1,17	1,17	1,43	1,59
60	0,89	0,89	1,20	1,20	1,46	1,61
75	0,98	0,98	1,28	1,28	1,53	1,68
90	1,05	1,05	1,35	1,35	1,59	1,73
105	1,12	1,12	1,41	1,41	1,64	1,78
120	1,18	1,18	1,46	1,46	1,69	1,82
135	1,23	1,23	1,51	1,51	1,73	1,86
150	1,29	1,29	1,56	1,56	1,77	1,89

Notas:

- Caso 1:**
 - Todos los componentes y revestimientos.
 - Sistema principal resistente a la fuerza del viento en edificios de baja altura diseñados usando la Figura 4.
- Caso 2:**
 - Todos los sistemas principales resistentes a la fuerza de viento con excepción de aquellos en edificios de baja altura diseñados usando la Figura 4.
 - Todos los sistemas principales resistentes a la fuerza de viento en otras estructuras.
- El coeficiente de exposición para la presión dinámica se puede determinar mediante la siguiente expresión:

Para $5 \text{ m} \leq z \leq z_g$:

$$K_z = 2,01(z/z_g)^{2/\alpha}$$

Para $z < 5 \text{ m}$:

$$K_z = 2,01(5/z_g)^{2/\alpha}$$

Observación: No se debe tomar z menor que 30 m para el Caso 1 en exposición A, ni menos que 10 m para el caso 1 en exposición B.

- α y z_g se obtienen de la Tabla 4.
- Se permite la interpolación lineal para valores intermedios de la altura z . Las categorías de exposición están definidas en el artículo 5.6.

Sistema principal resistente a la fuerza del viento										Para todo h			
Figura 3 (cont.)		Coeficientes de presión externa, C_p								Paredes y cubiertas			
Edificios cerrados total o parcialmente													
Coeficientes de presión en paredes, C_p													
Superficie		L/B		C_p		Usar con							
Pared a barlovento		Todos los valores		0,8		q_z							
Pared a sotavento		0 – 1		-0,5		q_h							
		2		-0,3									
		≥ 4		-0,2									
Paredes laterales		Todos los valores		- 0,7		q_h							

Coeficientes de presión para cubiertas, C_p , para usar con q_h													
Dirección del viento	Barlovento									Sotavento			
	h/L	Ángulo θ en grados									Ángulo θ en grados		
		10	15	20	25	30	35	45	$\geq 60^\circ$	10	15	≥ 20	
Normal a la cumbrera para $\theta \geq 10^\circ$	$\leq 0,25$	-0,7	-0,5 0,0*	-0,3 0,2	-0,2 0,3	-0,2 0,3	0,0* 0,4	0,4	0,01 θ	-0,3	-0,5	-0,6	
	0,5	-0,9	-0,7	-0,4 0,0*	-0,3 0,2	-0,2 0,2	-0,2 0,3	0,0* 0,4	0,01 θ	-0,5	-0,5	-0,6	
	$\geq 1,0$	-1,3**	-1,0	-0,7	-0,5 0,0*	-0,3 0,2	-0,2 0,2	0,0* 0,3	0,01 θ	-0,7	-0,6	-0,6	
Normal a la cumbrera para $\theta < 10^\circ$ y paralela a la cumbrera para todo θ	$\leq 0,5$	Distancia horizontal desde el borde a barlovento				C_p	* Se da el valor para fines de interpolación ** El valor puede reducirse linealmente con el área sobre la cual es aplicable como sigue:						
		0 a $h/2$				-0,9							
		$h/2$ a h				-0,9							
		h a $2h$				-0,5							
	$\geq 1,0$	$> 2h$				-0,3	Área (m^2)		Factor de reducción				
		0 a $h/2$				-1,3**							
		$> h/2$				-0,7							

Notas:

- Los signos más y menos significan presiones que actúan acercándose a la superficie o alejándose de ella, respectivamente.
- Se permite la interpolación lineal para valores de L/B , h/L y θ distintos a los indicados. La interpolación sólo se llevará a cabo entre valores del mismo signo. Donde no se dan valores del mismo signo, se toma 0,0 a los fines de la interpolación.
- Donde se listan dos valores de C_p se quiere indicar que la pendiente de la cubierta a barlovento está sujeta a presiones positivas o negativas y la estructura de la cubierta se debe calcular para ambas condiciones. La interpolación para relaciones intermedias de h/L en este caso se puede llevar a cabo solamente entre valores de C_p del mismo signo.
- Para cubiertas con una sola pendiente, la superficie completa de la misma es superficie a barlovento o a sotavento.
- Para edificios flexibles se debe usar un valor de G_f apropiado, determinado mediante un análisis racional.
- Para cubiertas en arco se debe usar la Tabla 8.
- Simbología:
 - B : dimensión horizontal del edificio, en m, medida normal a la dirección del viento.
 - L : dimensión horizontal del edificio, en m, medida paralela a la dirección del viento.
 - h : altura media de la cubierta en m, excepto que para $\theta \leq 10^\circ$, se usará la altura del alero.
 - z : altura sobre el terreno, en m.
 - G : factor de efecto de ráfaga.
 - q_z, q_h : Presión dinámica, en N/m^2 , evaluada a la altura respectiva.
 - θ : ángulo del plano de la cubierta respecto de la horizontal, en grados.
- Para cubiertas en mansarda, la superficie superior horizontal y la superficie inclinada a sotavento se consideran en la tabla como superficies a sotavento.

Para cubiertas con pendiente mayor que 80° se debe usar $C_p = 0,8$