

## ANEXO III

### PRESION DEL VIENTO - CIRSOC 102

#### ANEXO II – Coeficientes de Fuerzo para Estructuras o Elementos Estructurales con Sección Transversal Uniforme

Las cargas de viento sobre estructuras o partes de estructuras con relaciones de esbeltez  $8 \leq l/b < 40$  se determinarán utilizando las siguientes expresiones:

$$F = G \times C_{fx} \times K_e \times A_f \times q_z = [N]$$

$$F = G \times C_{fy} \times K_e \times A_f \times q_z = [N]$$

donde:

G= Factor de efecto ráfaga, se utiliza la constante 0,85.

qh= Presión dinámica evaluada a la altura z=q [N/m<sup>2</sup>].

Cfx, Cfy= Los coeficientes de fuerza en la dirección de los ejes x, y de la estructura o elemento estructural de las Tablas II.3a , II.3b y II.4.

Af= El área proyectada normal al viento = b. l

b= La dimensión transversal definida en las Tablas II.1 a II.5.

l= La longitud de la estructura o elemento.

Ke= El factor de corrección por esbeltez de la Tabla II.6.

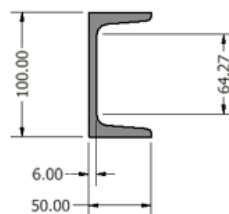
## Perfiles estructurales

Los coeficientes de fuerza  $C_{fx}$  y  $C_{fy}$  para secciones de perfiles, simples o compuestas, Se obtienen de Tabla II.4. En la misma, el ángulo  $\theta$  de dirección del viento debe medirse siempre en sentido antihorario.

Tabla 1 - Norma CIRSOC 102- TABLA II.4

Tabla II.4 – Coeficientes de fuerza $C_{fx}$ , $C_{fy}$ para perfiles estructurales						
<p><math>x = 0.1b</math> <math>d = 0.45b</math></p>		<p><math>d = 1.1b</math></p>		<p><math>d = 0.43b</math></p>		
$\theta$	$C_{F,x}$	$C_{F,y}$	$C_{F,x}$	$C_{F,y}$	$C_{F,x}$	$C_{F,y}$
$0^\circ$	+1,6	0	+2,0	0	+2,05	0
$45^\circ$	+1,5	- 0,1	+1,2	+0,9	+1,85	+0,6
$90^\circ$	- 0,95	+0,7	- 1,6	+2,15	0	+0,6
$135^\circ$	- 0,5	+1,05	- 1,1	+2,4	- 1,6	+0,4
$180^\circ$	- 1,5	0	- 1,7	$\pm$ 2,1	- 1,8	0

## Perfil seleccionado para el diseño



$$d = 50 \text{ [mm]}$$

$$b = 100 \text{ [mm]}$$

$$\frac{d}{b} = \frac{50}{100} = 0,5$$

## Factor de efecto de ráfaga

Factor que tiene en cuenta los efectos de carga en la dirección del viento debidos a la interacción estructura-turbulencia del viento. Para estructuras rígidas se adopta:

$$G = 0.85$$

## Presión dinámica evaluada a la altura $z=q$

$$q_z = 1727,87 \left[ \frac{N}{m^2} \right]$$

Se detalla como obtener el valor al final del documento.

## Relación de esbeltez

$$8 \leq \frac{l}{b} < 40$$

Tabla 2 - Factor de Corrección

Tabla II.6 - Factor de corrección por relación de esbeltez	
Relación de esbeltez $\left( \frac{l}{b} \right)$	Factor de corrección $K_e$
8	0,7
14	0,8
30	0,9
40 o más	1,0

Nota : Para valores intermedios de la relación de esbeltez  $\left( \frac{l}{b} \right)$ , se permite la interpolación lineal.

### **Determinación de Presión dinámica evaluada a la altura $z = h$**

La presión dinámica evaluada a la altura  $z$ , se debe calcular como:

$$q_z = 0,613 \times K_z \times K_{zt} \times K_d \times V^2 \times I = \left[ \frac{N}{m^2} \right]$$

### **$K_d$ - Factor de direccionalidad**

Factor de direccionalidad del viento definido en el artículo 5.4.4 de TABLA 6.

$$K_d = 0,85$$

### **$K_z$ - Coeficiente de exposición**

Coeficiente de exposición para la presión dinámica definido en el artículo 5.6.4 de TABLA 5.

Ilustración 1 - Modelo de cálculo

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

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

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

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

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

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.
- $\alpha$  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.

"Exposición C: Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas, con alturas generalmente menores que 10 m. Esta categoría incluye campo abierto plano y terrenos agrícolas."

Tabla 3 – Factor de Exposición

Exposición	$\alpha$	$z_g$ (m)	$\hat{a}$	$\hat{b}$	$\bar{\alpha}$	$\bar{b}$	c	$\ell$ (m)	$\bar{\varepsilon}$	$z_{min}$ (m)
C	9,5	274	1/9,5	1,00	1/6,5	0,65	0,20	152	1/5,0	4,6

$$K_z = 0,87$$

## **K<sub>zt</sub> - Factor topográfico**

Factor topográfico definido en el artículo 5.7.2. Por el efecto del aumento de la velocidad del viento.

$$K_{zt} = (1 + K_1 \times K_2 \times K_3)^2$$

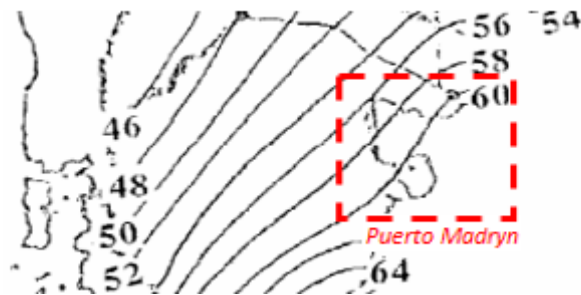
El edificio no está sujeto a los efectos topográficos del artículo 5.7

$$K_{zt} = 1$$

## **V - La velocidad básica del viento**

Obtenida de la Figura, y calculada como recomienda la Norma.

Ilustración 2 - Velocidad del viento



$$V^2 = 3600 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

## I - Factor de importancia

Factor de importancia definido en el artículo 5.5 de TABLA A-1

Tabla 4 - Factor de Importancia

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"> <li>• Instalaciones Agrícolas.</li> <li>• Ciertas instalaciones temporarias.</li> <li>• Instalaciones menores para almacenamiento.</li> </ul>	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"> <li>• Edificios y otras estructuras donde se reúnen más de 300 personas en un área.</li> <li>• Edificios y otras estructuras para guarderías, escuelas primarias y secundarias con capacidad mayor que 150 personas.</li> <li>• Edificios y otras estructuras con instalaciones para el cuidado diurno con capacidad mayor que 150 personas.</li> <li>• Edificios y otras estructuras con una capacidad mayor que 500 personas para universidades o instalaciones para educación de adultos.</li> <li>• 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.</li> <li>• Instalaciones para cárceles y detenciones.</li> <li>• Estaciones de generación de energía y otras instalaciones de utilidad pública no incluidas en la Categoría IV.</li> </ul> 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"> <li>• Instalaciones petroquímicas.</li> <li>• Instalaciones para almacenamiento de combustibles.</li> <li>• Plantas de fabricación o almacenamiento de productos químicos peligrosos.</li> <li>• Plantas de fabricación o almacenamiento de explosivos.</li> </ul> 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 nocivas 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"> <li>• Hospitales y otras instalaciones para el cuidado de la salud que tienen instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia.</li> <li>• Cuarteles de bomberos, centros de rescate, estaciones de policía y garajes para vehículos de emergencia.</li> <li>• Refugios diseñados contra sismos, huracanes y otras emergencias.</li> <li>• Centros de comunicaciones y otras instalaciones necesarias para respuestas a emergencias.</li> <li>• Estaciones generadoras de energía y otras instalaciones de utilidad pública necesarias en una emergencia.</li> <li>• Estructuras auxiliares necesarias para la operación de aquellas de Categoría IV durante una emergencia (incluyendo pero no limitado a tomes 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).</li> <li>• Torres de control de aviación, centros de control de tráfico aéreo y hangares de emergencia.</li> <li>• Instalaciones de almacenamiento de agua y estructuras de bombeo requeridas para mantener la presión de agua para combatir incendios.</li> <li>• Edificios y otras estructuras con funciones críticas de defensa nacional.</li> </ul>	IV

Categoría	I
I	0,87
II	1,00
III	1,15
IV	1,15

$$I = 1,15$$

## Fuerza del Viento Incidente en la Estructura

### Subconjunto 1

Ilustración 3 – Larguero

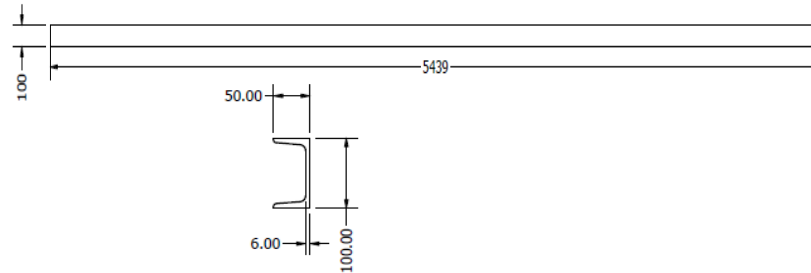


Tabla 5 - Resumen de incidencia de viento Sur/Norte

Utilizamos  $C_{fx}$

G	$C_{fy}$	$q_z$	$A_f$		$K_e$	$F [N]$
			b [mm]	l [mm]		
0,85	2,05	1727,875	100	5439	1	1637,59

Tabla 6 - Resumen de incidencia de viento Oeste/Este

Utilizamos  $C_{fy}$

G	$C_{fy}$	$q_z$	$A_f$		$K_e$	$F [N]$
			b [mm]	l [mm]		
0,85	0,6	1727,875	6	100	-	0,53



## Subconjunto 2

Ilustración 4 - Columna soporte

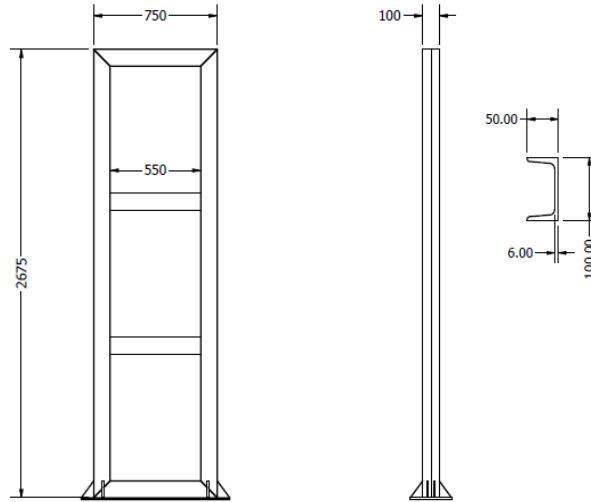


Tabla 7 - Resumen de incidencia de viento Sur/Norte

Utilizamos  $C_{fy}$

G	$C_{fy}$	$q_z$	$A_f$		$K_e$	$F [N]$
			b [mm]	l [mm]		
0,85	0,6	1727,875	50	2675	1	117,86
				2675	1	117,86

Tabla 8 - Resumen de incidencia de viento Oeste/Este

Utilizamos  $C_{fx}$

G	$C_{fy}$	$q_z$	$A_f$		$K_e$	$F [N]$
			b [mm]	l [mm]		
0,85	2,05	1727,875	100	2675	0,9	724,86
				550	-	165,60

### Subconjunto 3

Ilustración 5 - Triángulo soporte paneles

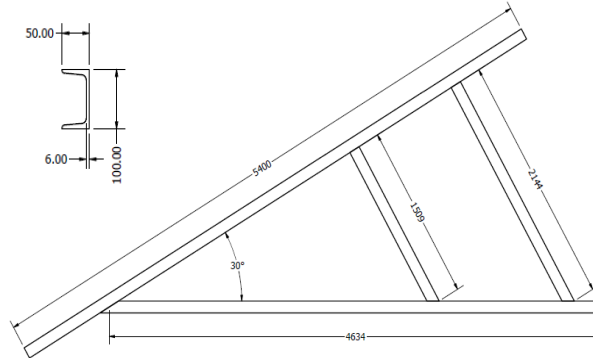


Tabla 9 - Resumen de incidencia de viento Sur/Norte

Utilizamos  $C_{fy}$

G	$C_{fy}$	$q_z$	$A_f$		$K_e$	$F [N]$
			b [mm]	l [mm]		
0,85	0,6	1727,875	50	5400	1	237,93
				2144,4	1	94,48

Tabla 10 - Resumen de incidencia de viento O-E

Utilizamos  $C_{fx}$

G	$C_{fy}$	$q_z$	$A_f$		$K_e$	$F [N]$
			b [mm]	l [mm]		
0,85	2,05	1727,875	100	5400	1	1625,84
				2144,4	0,9	581,06
				1508,9	0,8	363,43
				4720,9	1	1421,37

## Subconjuntos 4 y 5

Ilustración 6 - Refuerzos 1 y 2

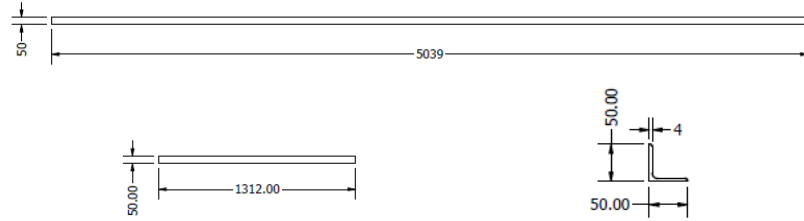


Tabla 11 - Resumen de incidencia de vientos

Utilizamos  $C_{fx}$

G	$C_{fy}$	$q_z$	$A_f$		$K_e$	$F [N]$
			b [mm]	l [mm]		
0,85	1,8	1727,875	50	5039	1	666,07

## CIRSOC 301 -Aplicación de la norma

Teniendo en cuenta el análisis realizado anteriormente y la ubicación de la estructura, aplicamos la Norma **CIRSOC 301** para comprobar que las deformaciones y los desplazamientos producidos por el viento sean admisibles.

## Deformaciones y Desplazamiento lateral

### *Deformaciones*

El valor máximo para las deformaciones bajo la combinación más desfavorable de acciones de servicio debe ser menor o igual que los establecidos en la Tabla A-L.4.1. para los casos allí indicados.

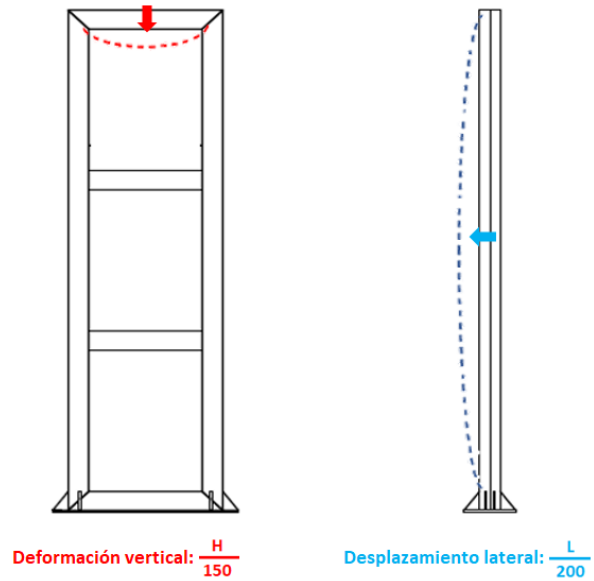
### *Desplazamiento lateral*

El valor máximo para los desplazamientos laterales bajo la combinación más desfavorable de acciones de servicio debe ser menor o igual que los establecidos en la Tabla A-L.4.1. para los casos allí indicados.

Tabla 12 - Valores de deformación y desplazamiento. Fuente CIRSOC 301

EDIFICIOS INDUSTRIALES				
	Elemento	Flecha total	Flecha por carga variable	
			Por	
<b>Deformaciones verticales</b>	Barras soportando cubiertas rígidas	L/200	Sobrecarga Útil	L/240
	Barras soportando cubiertas flexibles	L/150	Sobrecarga Útil	L/180
	Barras soportando pisos	L/250	Sobrecarga Útil	L/300
	Vigas camil para grúas de capacidad $\geq 200$ Kn		Rueda sin impacto	L/800 (c)
	Vigas camil para grúas de capacidad $< 200$ Kn		Rueda sin impacto	L/600 (c)
<b>Desplazamiento lateral (d)</b>	Vigas camil		Frenado transversal	L/600 (c)
	Desplazamiento de columnas con respecto a base por acción de viento	H/150	Viento	H/160
	Desplazamiento de columnas con respecto a base por acción de puente grúa.		Frenado puente Grúa	H/400 (c)

Ilustración 7 - Ejemplo de deformación y desplazamiento



Se calcularon según Norma, las fuerzas perpendiculares de la incidencia de vientos Norte, Sur, Este y Oeste, para las 5 (cinco) figuras que componen el diseño, los cálculos y tablas correspondientes se agregan en **Anexo III**.

### Cálculo de desplazamientos según norma CIRSOC 301

#### Subconjunto 1:

Ilustración 8 - Cotas de subconjunto 1

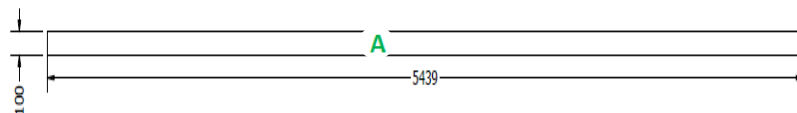


Tabla 13 - Resumen de incidencia de vientos en Barra A

Viento	Eje	Barra	L/200	H/150	Desplazamiento [mm]		
			[mm]	[mm]	x	y	z
SUR	X	A	27,195	36,26	0,374	0,161	0,0067
OESTE	Z				0,039	0,223	1,566
NORTE	-X				0,207	0,205	0,0019
ESTE	-Z				0,042	0,207	1,417
<b>VERIFICA</b>							

Subconjunto 2:

Ilustración 9 - Cotas de subconjunto 2

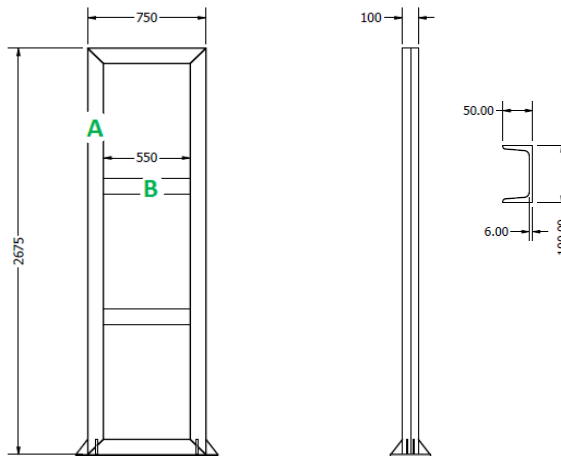


Tabla 14 - Resumen de incidencia de vientos en Barra A

Viento	Eje	Barra	L/200	H/150	Desplazamiento [mm]		
			[mm]	[mm]	x	y	z
SUR	X	<b>A</b>	13,375	17,833	0,319	0,019	0,0068
OESTE	Z				0,045	0,02	1,511
NORTE	-X				0,108	0,019	0,07
ESTE	-Z				0,042	0,026	1,534
<b>VERIFICA</b>							

Tabla 15 - Resumen de incidencia de vientos en Barra B

Viento	Eje	Barra	L/200	H/150	Desplazamiento [mm]		
			[mm]	[mm]	x	y	z
SUR	X	<b>B</b>	2,75	3,6667	0,323	0,022	0,007
OESTE	Z				0,045	0,01	1,55
NORTE	-X				0,18	0,015	0,069
ESTE	-Z				0,044	0,033	1,55
<b>VERIFICA</b>							

Subconjunto 3:

Ilustración 10 - Cotas de subconjunto 3

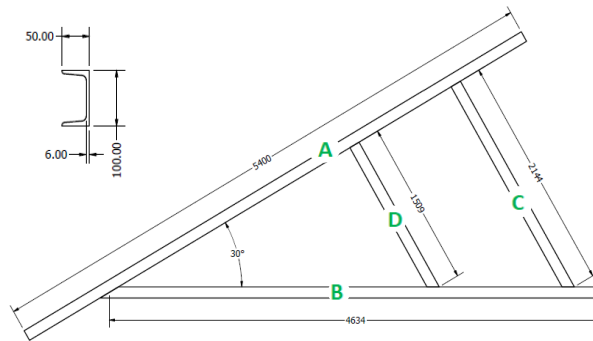


Tabla 16 - Resumen de incidencia de vientos en Barra A

Viento	Eje	Barra	L/200	H/150	Desplazamiento [mm]		
			[mm]	[mm]	x	y	z
SUR	X	<b>A</b>	27	36	0,396	0,186	0,243
OESTE	Z				0,098	0,168	4,42
NORTE	-X				0,291	0,344	0,233
ESTE	-Z				0,131	0,32	4,096
<b>VERIFICA</b>							

Tabla 17 - Resumen de incidencia de vientos en Barra B

Viento	Eje	Barra	L/200	H/150	Desplazamiento [mm]		
			[mm]	[mm]	x	y	z
SUR	X	<b>B</b>	23,604	31,472	0,377	0,227	0,012
OESTE	Z				0,056	0,175	3,281
NORTE	-X				0,223	0,322	0,0148
ESTE	-Z				0,05	0,21	3,289
<b>VERIFICA</b>							

Tabla 18 - Resumen de incidencia de vientos en Barra C

Viento	Eje	Barra	L/200	H/150	Desplazamiento [mm]		
			[mm]	[mm]	x	y	z
SUR	X	<b>C</b>	10,722	14,296	0,424	0,188	0,142
OESTE	Z				0,043	0,094	3,971
NORTE	-X				0,211	0,208	0,149
ESTE	-Z				0,04	0,073	3,731
<b>VERIFICA</b>							



Tabla 19 - Resumen de incidencia de vientos

Viento	Eje	Barra	L/200	H/150	Desplazamiento [mm]		
			[mm]	[mm]	x	y	z
SUR	X	<b>D</b>	7,5443	10,059	0,387	0,215	0,074
OESTE	Z				0,06	0,145	3,507
NORTE	-X				0,256	0,293	0,116
ESTE	-Z				0,071	0,169	3,368
<b>VERIFICA</b>							

Subconjuntos 4 y 5:

Ilustración 11 - Cotas de subconjuntos 4 y 5

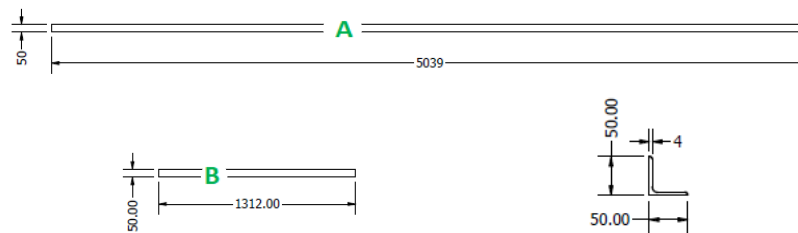


Tabla 20 - Resumen de incidencia de vientos en Barra A

Viento	Eje	Barra	L/200	H/150	Desplazamiento [mm]		
			[mm]	[mm]	x	y	z
SUR	X	<b>A</b>	25,195	33,593	0,432	0,210	0,11
OESTE	Z				0,105	0,394	3,97
NORTE	-X				0,090	0,092	0,08
ESTE	-Z				0,108	0,372	4,01
<b>VERIFICA</b>							

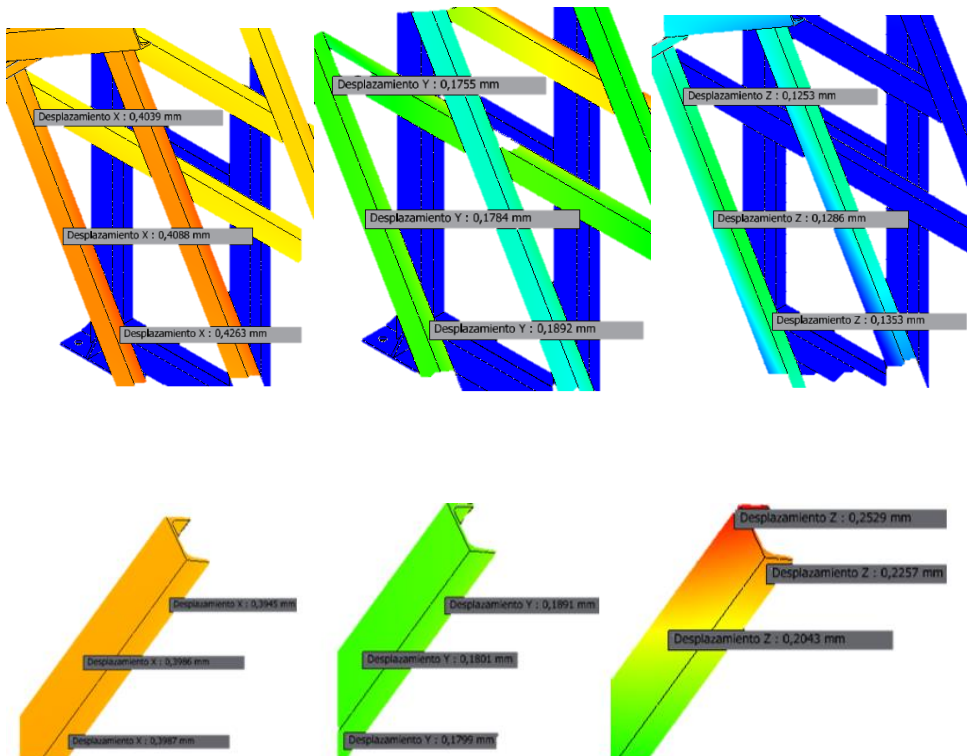
Tabla 21 - Resumen de incidencia de vientos en Barra B

Viento	Eje	Barra	L/200	H/150	Desplazamiento [mm]		
			[mm]	[mm]	x	y	z
SUR	X	<b>B</b>	27,195	36,26	0,431	0,209	0,106
OESTE	Z				0,079	0,175	3,58
NORTE	-X				0,087	0,089	0,081
ESTE	-Z				0,080	0,169	3,62
<b>VERIFICA</b>							

Utilizamos la función "SONDA" de inventor para obtener el resultado de las zonas más comprometidas por acción de las fuerzas del viento en cada uno de los ejes.

### Imágenes obtenidas con función SONDA de INVENTOR

*Viento SUR*



*Viento OESTE*

