

5 - Acción del viento

5.1 Consideraciones

Norma: UNIT 50:84 2^{da} Revisión

La presión de cálculo del viento viene definida por la norma UNIT 50-84:

$$P_c = C \times q_c \quad (5.3.1)$$

Donde:

$$q_c \text{ es la presión dinámica de cálculo} \quad q_c = v_c^2 / 16,3 \quad (6.1.2.1)$$

c es el coeficiente de forma

$$v_c \text{ es la velocidad de cálculo} \quad v_c = K_t \times K_k \times K_z \times K_d \times v_k \quad (6.2.1.2)$$

Dimensiones principales de la estructura

a(lado largo) =	36,0 m
b(lado corto) =	6,0 m
h =	6 m
f =	0 m
$\alpha_0 =$	0 °
Area=	216 m ²

Velocidad característica V_k

Ubicaciones a una distancia menor o igual a 25 km de cualquier punto de las márgenes del Rio Uruguay o del Rio de la Plata o la costa Atlántica

$$v_k \text{ (m/s)} = 43,9 \quad (3.2.2.2)$$

Factor topográfico K_t

Normal Todos los casos excepto expuestos y protegidos $K_t = 1$ (Tabla 6.1)

Factor de altura K_z

El factor de altura diferencia 4 tipos de ambiente de acuerdo a la rugosidad del terreno.

Rugosidad del terreno tipo: III Por lo tanto: $K_z = 0,75 * (z / 10) ^{0,17}$ (Tabla 6.2)

$$z = 6 \text{ m} \quad K_z = 0,69$$

Coeficiente referente a la seguridad K_k

Grupo B: "Edificios para viviendas y oficinas, edificios con alto factor de ocupación (enseñanza, comercio e industria)". $K_k = 1,15$ (Tabla 6.3)

Coeficiente efecto de las dimensiones K_d

$$K_d = f_1/f_2 \quad A_1 = 216 \quad f_1 = 0,93 \quad K_{d1} = 0,903 \quad K_{d1} = 0,951 \quad (\text{Fig. 6.2})$$

$$A_2 = 36 \quad f_2 = 1,03$$

$$f_1 = 0,98 \quad K_{d2} = 0,951$$

$$f_2 = 1,03$$



5.2 Obtención de coeficientes de presión

Casos de análisis:

- 1 Viento perpendicular a "a"
 - 1-a Viento perpendicular a "a" mas sobrepresión
 - 1-b Viento perpendicular a "a" mas depresión
- 2 Viento perpendicular a "b"
 - 2-a Viento perpendicular a "b" mas sobrepresión
 - 2-b Viento perpendicular a "b" mas depresión

Caso 1; Viento perpendicular a "a"

Relación de dimensiones:

$$\lambda_a = h/a = \frac{6,00}{36,00} \quad \lambda_a = 0,17 \quad \text{menor que } 0,5$$

$$\lambda_b = h/b = \frac{6,00}{6,00} \quad \lambda_b = 1,00$$

$$\gamma_{0a} = 1,00 \quad \text{(8.1.2) (Fig. 8.2)}$$

Paredes:

Pared barlovento:

$$C_e = 0,80 \quad \text{Tabla 8.1}$$

Pared sotavento

$$C_e = -(1,3 \times \gamma - 0,8) =$$

$$C_e = -0,50 \quad \text{Tabla 8.1}$$

Cubierta

$$f = 0 < 2,75 = h/2$$

$$\alpha_0 = 0$$

$$h = 5,5$$

Barlovento

$$C_e = -0,50 \quad \text{Tabla 8.7}$$

Sotavento

$$C_e = -0,50 \quad \text{Tabla 8.7}$$

Coefficientes de presión internos según permeabilidad

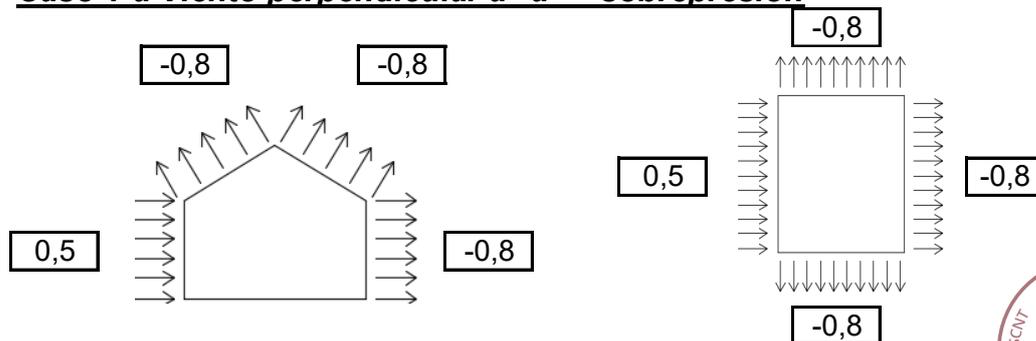
$$\mu \leq 0,5\% \quad C_i^+ = 0,6*(1,8-1,3\gamma) =$$

$$C_i^+ = 0,3 \quad \text{Tabla 8.2}$$

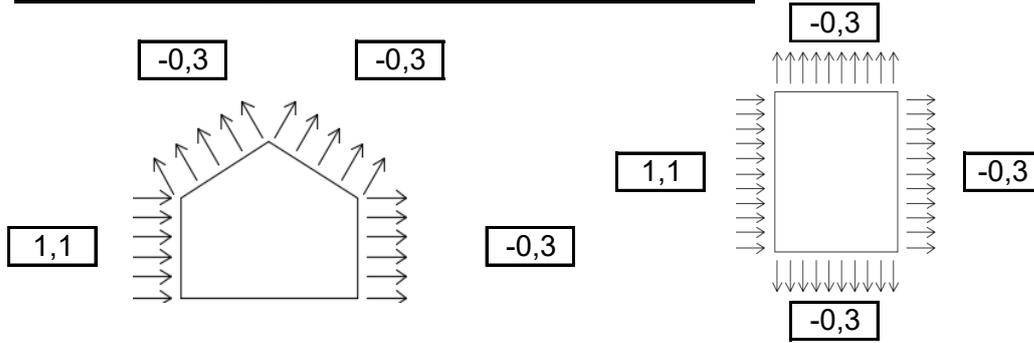
$$C_i^- = -0,6*(1,3\gamma-0,8) =$$

$$C_i^- = -0,3 \quad \text{Tabla 8.2}$$

Caso 1-a Viento perpendicular a "a" + sobrepresión



Caso 1-b Viento perpendicular a "a" + depresión



Caso 2; Viento perpendicular a "b"

$$\lambda_b = h/b = \frac{6,00}{6,00} \quad \lambda_b = 1,00 \quad \text{mayor que 1} \quad \left. \vphantom{\lambda_b} \right\} \quad \gamma_{0a} = 1,00 \quad \text{(8.1.2) (Fig. 8.2)}$$

$$\lambda_a = h/a = \frac{6,00}{36,00} \quad \lambda_a = 0,17$$

Paredes:

Pared barlovento: $C_e = 0,80$ **Tabla 8.1**
 Pared sotavento $C_e = -(1,3 \times \gamma - 0,8) = -0,50$ **Tabla 8.1**

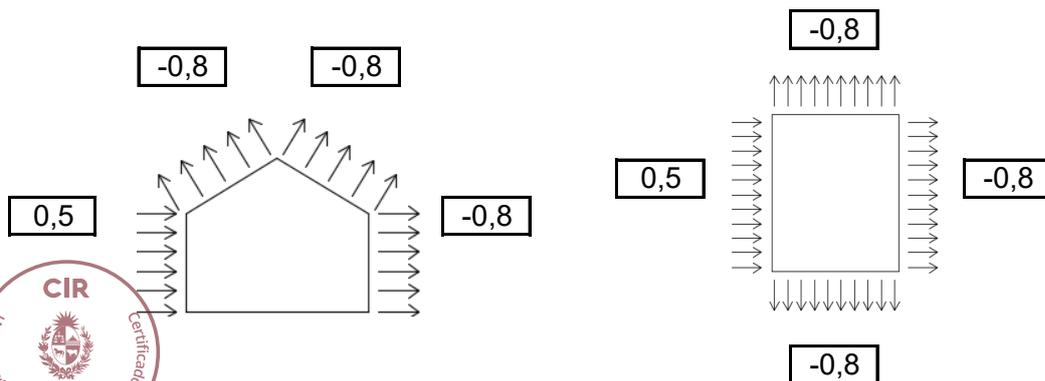
Cubierta

$f = 0 < 3 = h/2$ } Barlovento $C_e = -0,50$ **Tabla 8.7**
 $\alpha_0 = 0$ } Sotavento $C_e = -0,50$ **Tabla 8.7**
 $h = 6$

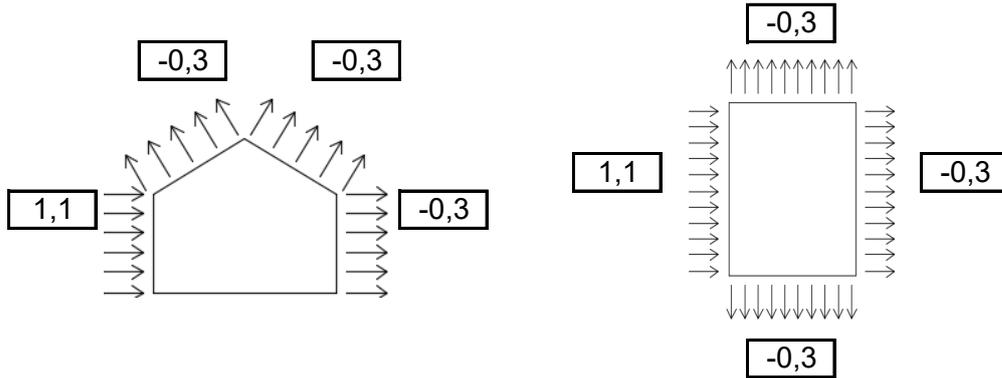
Coefficientes de presión internos según permeabilidad

$\mu \leq 0,5\%$ $C_i^+ = 0,6 \cdot (1,8 - 1,3\gamma) = 0,3$ **Tabla 8.2**
 $C_i^- = -0,6 \cdot (1,3\gamma - 0,8) = -0,3$ **Tabla 8.2**

Caso 2-a Viento perpendicular a "b" + sobrepresión



Caso 2-b Viento perpendicular a "b" + depresión



5.3 Resumen

		Barlovento	Sotavento
Cubierta:	Caso 1-a: w perp. a "a" + SP	-0,80	-0,80
	Caso 1-b: w perp. a "a" + DP	-0,30	-0,30
	Caso 2-a: w perp. a "b" + SP	-0,80	-0,80
	Caso 2-b: w perp. a "b" + DP	-0,30	-0,30
Paredes:	Caso 1-a: w perp. a "a" + SP	0,50	-0,80
	Caso 1-b: w perp. a "a" + DP	1,10	-0,30
	Caso 2-a: w perp. a "b" + SP	0,50	-0,80
	Caso 2-b: w perp. a "b" + DP	1,10	-0,30

$$v_c = K_t \times K_k \times K_z \times K_d \times v_k \quad v_c \text{ (m/s)} = 33$$

$$v_c \text{ (Km/h)} = 119$$

$$q_c = v_c^2 / 16,3 \quad q_c \text{ (dN/m}^2\text{)} = 66,9$$

Paredes:

	Barlovento	Sotavento	
Caso 1-a: w perp. a "a" + SP	33	-54	(kg/m ²)
Caso 1-b: w perp. a "a" + DP	74	-20	(kg/m ²)
Caso 2-a: w perp. a "b" + SP	33	-54	(kg/m ²)
Caso 2-b: w perp. a "b" + DP	74	-20	(kg/m ²)

Cubierta:

	Barlovento	Sotavento	
Caso 1-a: w perp. a "a" + SP	-54	-54	(kg/m ²)
Caso 1-b: w perp. a "a" + DP	-20	-20	(kg/m ²)
Caso 2-a: w perp. a "b" + SP	-54	-54	(kg/m ²)
Caso 2-b: w perp. a "b" + DP	-20	-20	(kg/m ²)



6 - Acciones gravitatorias

6.1 Cubiertas isopanel

Peso propio total =	12 Kg/m ²
---------------------	----------------------

6.2 Entrepiso seco

Composición:

- Cielorraso	12 Kg/m ²
- Estructura	15 Kg/m ²
- Multilaminado fenólico / OSB 18 mm x 2	30 Kg/m ²
- Nylon	0 Kg/m ²
- EPS 1 cm	0,3 Kg/m ²
- Piso vinílico 6 mm	5 Kg/m ²

Peso propio total =	62,3 Kg/m ²
---------------------	------------------------

6.3 Paneles exteriores EIFS

Composición:

- Placa yeso interior	10 Kg/m ²
- Nylon	-
- Estructura	10 Kg/m ²
- Multilaminado fenólico/OSB 11 mm	10 Kg/m ²
- Tyvek	-
- EPS 4 cm	0,8 Kg/m ²
- Base Coat	7 Kg/m ²
- Finish	1 Kg/m ²

Peso total de muro =	39 Kg/m ²
----------------------	----------------------

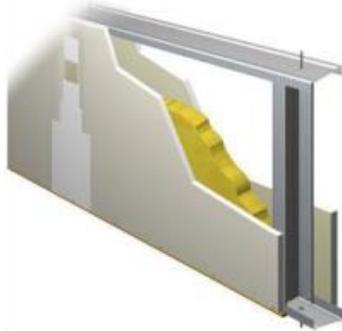


6.4 Paneles interiores

Composición:

- | | |
|------------------|----------------------|
| - Placa yeso x 2 | 24 Kg/m ² |
| - Estructura | 10 Kg/m ² |

Peso propio de muro =	34 Kg/m ²
-----------------------	----------------------



6.5 Sobrecargas de uso o variables

- Azoteas transitables: 300 Kg/m²
- Balcones: 300 Kg/m² en la losa y 100 Kg/m en las barandas de los balcones.
- Escaleras medidas en proyección horizontal: 300 Kg/m²
- Azoteas accesibles 150 Kg/m²
- Áreas interiores generales: 150 Kg/m²
- Rellanos y Corredores: 300 kg/m²
- Comedores y lugares de estar con dimensión mínima >5m: 200 kg/m²



9 - Verificaciones estructurales

9.1 Capacidad de corte de fenólicos

Se considera la capacidad de resistir el corte de los paneles fenólicos en la estructura. Para ello se considera que el atornillado tiene una distancia entre tornillos menor o igual a 15 cm, y que los tornillos son #8 o mayor.

$$F_y = 2530 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$F_u = 4080 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$E = 2,10E+06 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$G_{\text{acero}} = 8,00E+04 \text{ (MPa)}$$

$$G_{\text{madera}} = 3,00E+02 \text{ (Mpa = N/mm}^2\text{)}$$

Muros Mx

Mx1				
Dimensiones muro Tipo II	Ltot	600	300	Esbelte z
	L1	600	300	Cumple
Dimensiones de aberturas				
% Muros en total		100,0		
Relación de aberturas en altura		0,00		

$$Ca = 1$$

Mx1	C3.2.4		
	Resistencia nominal al corte por unidad de longitud para muros tipo 2 revestidos con madera (KN/m)	Capacidad de corte del muro (KN)	Capacidad de corte del muro (Kg)
$\sum Li$ (m)			
6	4,55	27,30	2730,0



Mx2				
Dimensiones muro Tipo II	Ltot	3000	300	Esbelte z
	L1	160	300	Cumple
	L2	160	300	Cumple
	L3	160	300	Cumple
	L4	160	300	Cumple
Dimensiones de aberturas	A1	160	115	
	A2	96	210	
	A3	50	125	
	A4			
% Muros en total		16,0		
Relación de aberturas en altura		0,70		

Ca = 0,9

Mx2	C3.2.4		
	Resistencia nominal al corte por unidad de longitud para muros tipo 2 revestidos con madera (KN/m)	Capacidad de corte del muro (KN)	Capacidad de corte del muro (Kg)
$\sum Li$ (m)			
30	4,10	122,85	12285,0

9.2 Flejes

- $F_y = 2530$ (kg/cm²) Tensión Admisible fleje
- $F_u = 4080$ (kg/cm²) Tensión de Rotura
- $E = 2E+06$ (kg/cm²) Módulo Elástico
- $\Omega_t = 0,9$

Cirsoc 303 Cap C.2

La sección efectiva neta del fleje será el 100% por lo que U=1

Entonces se obtiene que: $A_n = A_e$

Inmediatamente tenemos que:

Fluencia en la sección bruta < Rotura en el area efectiva neta

Fleje	F_{req} . (Kg)	Tipo de fleje	Nº de flejes	Area (cm ²)	$P_n = F_y * A_g$ (Kg/cm ²)	$F_{req} / (P_n * \Omega_t)$
Fx máx	940	50 x 0.85	2	0,85	2151	0,49
Fy max	1620	50 x 0.85	2	0,85	2151	0,84



9.3 Anclajes

Los calculos de anclaje estan basados en los documento técnicos del anclaje químico ApoloMEA.

La profundidad mínima del anclaje será 12 ,5 cm en hormigón.

No se aceptarán hormigones con $f_{ck} < 210 \text{ Kg/cm}^2$ (Resistencia característica a la compresión a los 28 días)

Fleje	$F_{req.}$ (Kg)	L	H	α	T_{req} (Kg)	V_{req} (Kg)	ϕ_{barra}	N° de barras	T_{adm} (Kg)	V_{adm} (Kg)	T_{req} / T_{adm}	V_{req} / V_{adm}
Fx máx	940	2,1	3,0	55	770	539	16	1	2800	2230	0,3	0,24

Fy max	1620	2,3	4,3	62	1428	764	16	1	2800	2230	0,5	0,34
--------	------	-----	-----	----	------	-----	----	---	------	------	-----	------

9.4 Sujeción de flejes

Los flejes transmitirán los esfuerzos a los anclajes mediante chapas de nudo, es decir, el fleje estará en contacto con una chapa la cual se unirá al panel. Esto significa que hay que verificar tres uniones: el fleje con la chapa de nudo, la chapa de nudo con el elemento vertical (montantes) y la chapa de nudo con el elemento

Para estas uniones se utilizarán tornillos "cabeza chata" tipo T1 #10

$$\begin{aligned} \phi_{\text{tornillo}} &= 0,48 \text{ cm} \\ F_y &= 250 \text{ Mpa} \\ F_u &= 408 \text{ Mpa} \\ \Omega_t &= 0,45 \end{aligned}$$

La mínima separación al borde de la chapa de unión será de: 2 cm

F_{req} (KN)	t_1 (cm)	t_2 (cm)	(E.4.3.1-1)	(E4.3.1-2)	(E.4.3.1-3)	(E.4.3.2-1)	(E.4.3.3-1)	P_{ns} (KN)	Cant. de tornillos	
			P_{ns1} (KN)	P_{ns2} (KN)	P_{ns3} (KN)	P_{ns4} (KN)	P_{ns5} (KN)			
8,1	0,090	0,125	-	-	-	7,3	5,6	5,6	6	Diag.
4	0,125	0,090	2,0	4,1	2,9	7,3	5,6	2,0	6	Horiz.
7	0,125	0,090	2,0	4,1	2,9	7,3	5,6	2,0	7	Vert.



Diseño de barras

Para el calculo de las capacidades resistentes de los perfiles utilizados se tiene en cuenta el capitulo B del reglamento CIRSOC 303

En dicho capitulo se reducen las secciones brutas a las llamadas secciones efectivas debido a la no uniformidad de la distribución de tensiones.

Todos los calculos y verificaciones se realizan con las propiedades estructurales efectivas de las secciones.

9.5 Diseño de barras con axial y flexión

$F_y = 2530$ (kg/cm²) Tensión Admisible

$F_u = 4080$ (kg/cm²) Tensión de Rotura

$E = 2E+06$ (kg/cm²) Módulo Elástico

Combinación de tracción y flexión

De acuerdo al capitulo 5 del reglamento CIRSOC 303 y AISI;

$$\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nxt}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{nyt}} + \frac{T_u}{\phi_t T_n} \leq 1,0 \quad (C.5.1-1)$$

$$\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} - \frac{T_u}{\phi_t T_n} \leq 1,0 \quad (C.5.1-2)$$

$\phi_b = 0,95$ Para perfiles con arriostramiento lateral continuo

$\phi_L = 0,95$

Sección	Cant (un)	M _x requerido (Kg.m)	M _y requerido (Kg.m)	T requerido (Kg)	EC. C5.1-1	EC. C5.1-21
PGC 100x0.90	2	144	0	250	0,03	0,57
PGC 100x0.90	4	0	0	6318	0,36	0,36

Nudo fleje



Combinación de compresión y flexión

De acuerdo al capítulo 5 del reglamento CIRSOC 303 y AISI;

$$\frac{P_u}{\phi_c P_n} + \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \leq 1,0 \quad (C.5.2.1-1)$$

$\phi_b = 0,95$ Para perfiles con arriostramiento lateral continuo

$\phi_c = 0,85$

Descripción	Secciones PGC	N° (u)	Secciones PGU	N° (u)	Soleras de tapa	M _x req. (Kg.m)	M _y req. (Kg.m)	P req. (Kg)
Mont tipo	PGC 100x0.90	1	-	0	-	54	0	400
Nudos	PGC 100x0.90	4	-	0	-	0	0	2100

Descripción	EC. C5.2.1-
Mont tipo	0,65
Nudos	0,32

NOTA: Todos los perfiles de los pilares deberán hacer tope arriba y abajo. No se debe recortar las soleras

9.6 Diseño de barras sometidas a flexión y corte

Verificación de la flexion

$$\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \leq 1,0 \quad (C.5.2.1-1)$$

Verificación de la combinación de corte y flexión

$$\left(\frac{M_u}{\phi_b M_{nxo}} \right)^2 + \left(\frac{V_u}{\phi_v V_n} \right)^2 \leq 1 \quad (C.3.3-1)$$

Verificación de la combinación de aplastamiento y flexión en almas simples

$$1,07 \left(\frac{P_u}{\phi_w P_n} \right) + \left(\frac{M_u}{\phi_b M_{nxo}} \right) \leq 1,42 \quad (C.3.5-1)$$

Verificación de la combinación de aplastamiento y flexión en mas de un alma

$$0,82 \left(\frac{P_u}{\phi_w P_n} \right) + \left(\frac{M_u}{\phi_b M_{nxo}} \right) \leq 1,32 \quad (C.3.5-2)$$



$\phi_b = 0,95$ Para perfiles con arriostramiento lateral continuo

$\phi_v = 0,95$

$\phi_w = 0,85$

Descripción	Secciones PGC	N° (u)	Secciones PGU	N° (u)	Soleras de tapa
Entrepiso tipo	PGC 200x1.25	1	-	0	-
Dintel 1	PGC 100x0.90	2	-	0	PGU 100x1.60
Dintel 2	PGC 150x1.60	2	-	0	PGU 100x0.90
B1	PGC 200x1.60	2	-	0	PGU 100x0.90

Descripción	M _x req (Kg.m)	M _y req (Kg.m)	V req. (Kg)	Pu req. (Kg)	Ext. O Int.
Entrepiso tipo	320	0	200	200	Ext
Dintel 1	120	0	150	150	Ext
Dintel 2	220	0	150	150	Ext
B1	400	0	400	400	Ext

Descripción	EC. C5.2.1-1	EC. C3.3-1	EC. C3.5-1	EC. C3.5-2
Entrepiso tipo	0,8	0,6	0,6	0,00
Dintel 1	0,4	0,2	0,0	0,7
Dintel 2	0,3	0,1	0,0	0,4
B1	0,3	0,1	0,0	0,6

9.7 Diseño de barras por deformación en servicio

Descripción	L (cm)	L/360 (cm)	Flecha inst. elástica (cm)	ratio
Entrepiso tipo	378	1,1	0,45	0,43
Dintel 1	120	0,3	0,05	0,15
Dintel 2	160	0,4	0,06	0,14
B1	200	0,6	0,12	0,22



9.8 Diseño a flexión de fenólicos

Para multilaminados: PEEP, de espesores 12, 15, 18 mm

Flexión paralela	$f_{m,o,k} = 15$	N/mm ²	=	150	Kg/cm ²
Flexión perpendicular	$f_{m,90,k} = 10$	N/mm ²	=	100	Kg/cm ²
Modulo de elast. flexión paralela	$E_{m,0} = 2500$	N/mm ²	=	25000	Kg/cm ²
Modulo de elast. flexión perpendicular	$E_{m,90} = 1000$	N/mm ²	=	10000	Kg/cm ²
Densidad característica	$\rho = 430$	Kg/m ³			

$$\Phi_B = 0,95$$

$$\Phi_L = 1,6$$

$$\Phi_D = 1,4$$

Elemento	S (cm)	e (mm)	Q _D (Kg/m ²)	Q _L (Kg/m ²)	M _{req} (Kg.m)	I (cm ⁴)
Paneles	40	12	0	74	1,98	14,4
Entrepiso	40	18	62	150	5,50	48,6

M _n *Φ _B (Kg.m)	M _{req} /(M _n *Φ _B) (Kg.m)	
22,8	0,09	OK
51,3	0,11	OK

f _{serv,q} (cm)	f _{serv,M} (cm)	f _{serv,TOT} (cm)	S/360 (cm)	
0,21	-0,17	0,04	0,11	OK
0,18	-0,14	0,04	0,11	OK



10 - Conclusiones

Se verificó que todos los elementos estudiados en esta memoria son aptos para portar las cargas que en la misma se mencionan (con exclusividad) y por consiguiente aptos para la construcción de la vivienda.

En todos los casos las vigas deberán estar rigidizadas (con perfiles PGC) en el apoyo de manera de contener el aplastamiento de las mismas y vinculadas al soporte con angulares y no menos de 6 tornillos por unión o según descripción en el plano.

En ningún caso los flejes podrán estar vinculados (mediante chapa) a un solo montante en su sentido de peor inercia. En dicho caso se deberán vincular al menos dos montantes en cada extremo de la cruz.

En todos los casos, los montantes o columnas que tomen flejes, deberán ser ancladas con HTT4 como se indica en: "Verificación a Anclajes 'apoloMEA' a tracción y corte"

No es el objetivo de este documento brindar una exhaustiva definición de detalles constructivos los cuales se suponen son de conocimiento del constructor.

Las tareas deberán ser realizadas por mano de obra especializada en la disciplina, requiriendo de cualquier forma una dirección de obra exhaustiva que asegure el cumplimiento de las "reglas del buen construir".



LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY**Informe de Ensayo N°2078552**

Solicitante:	CIELO BENNETT SAS
Dirección:	Ceres 4114 apto 02
Descripción e identificación de la muestra:	<p>Nº muestra SAS 2078552: Según el solicitante se trata de:</p> <p>Muestra 1: Prototipo de Panel estructural vertical exterior.</p> <p>Muestra 2: Prototipo de Panel estructural horizontal interior. (Entrepiso)</p> <p>Ambos prototipos fueron instalados en LATU por parte del solicitante. La descripción de estos se encuentra en el ANEXO A y ANEXO B de este informe. Dichos ANEXOS fueron proporcionados por el solicitante</p>
Procedencia de la muestra:	Suministrada por el solicitante



ENSAYOS REALIZADOS

SISTEMAS VERTICALES (descripción del sistema en ANEXO A.)

Resistencia al impacto cuerpo blando

Norma: ensayo realizado basado en **ABNT NBR 15575-2 ANEXO C y ABNT NBR 11675**

Descripción del ensayo: Se impacta el prototipo de Panel estructural vertical exterior en el montante de la pared externa y entre montantes con un objeto de masa 40 kg con movimiento pendular. Al ser un sistema constructivo liviano ($G < 60 \text{ kg/m}^2$) se evalúa según lo especificado en el documento RM 225-2014 - Modificación Estándares MVOT. Las energías y altura de caída se muestran en la siguiente tabla N°1.

Energía de Impacto (J)	Altura de caída (cm)
60	15
120	30
180	45
240	60
360	90
480	120
720	180
960	240

Tabla N°1. Energía de impacto y alturas de caída para ensayo de Impacto cuerpo blando paneles verticales

Luego de cada impacto se registra los deslizamientos horizontales, determinándose la deformación instantánea y luego de transcurridos 5 minutos la deformación residual medida en mm. Dichas deformaciones se miden en uno de los parantes laterales de la placa (componente estructural). A su vez, se observa luego de cada impacto que la estructura no haya sufrido daños visibles.

Resistencia impacto cuerpo duro

Norma: ensayo realizado basado en **ABNT NBR 15575-4 ANEXO B**

Descripción del ensayo: Se impacta con un objeto de masa (0,5 kg o 1 kg) y forma establecida por la normativa, con movimiento pendular desde una altura conocida y que, a llegar al componente, podría causar un daño verificable. Se determinan 10 impactos por cada conjunto de masa y altura de caída. En la tabla N°2 se muestran las diferentes combinaciones de ensayo.

Panel	Masa (kg)	Altura de caída (cm)	Energía (J)
Cara exterior	0,5	75	3,75
Cara exterior	1	200	20
Cara Interior	0,5	50	2,5
Cara Interior	1	100	10

Tabla N°2. Combinaciones de ensayo cuerpo duro sistemas verticales

Luego de cada impacto se registra la profundidad generada por el impacto, así como el diámetro de la huella que deja el mismo. También se observa cualquier daño producido como la existencia de fisuras, desprendimientos, etc.



Informe de Ensayo N°2078552

ENTREPISO (descripción del sistema en ANEXO B.)

Resistencia al Impacto de cuerpo blando

Norma: ensayo realizado basado en **ABNT NBR 15575-2 ANEXO C**

Descripción del ensayo: Se impacta con un objeto de masa (40 kg) y forma conocida, que se libera en caída libre desde diferentes alturas, que al llegar al componente produce desplazamiento, deformación o rotura verificable.

En la siguiente tabla N°1, se muestran las diferentes Energías de impacto, así como la altura de caída. Se realiza un impacto para cada altura de caída. El punto de impacto es el centro del entrepiso.

Energía de Impacto (J)	Altura de caída (cm)
120	30
180	45
240	60
360	90
480	120
720	180

Tabla N°1. Energía de impacto y alturas de caída para ensayo de Impacto cuerpo blando entrepiso

Luego de cada caída se determina la deformación instantánea y transcurrido 5 minutos del impacto se determina la deformación residual. También se observa luego de cada impacto que la estructura no haya sufrido daños visibles.

Resistencia al impacto cuerpo duro

Norma: ensayo realizado basado en **ABNT NBR 15575-3 ANEXO A**

Descripción del ensayo: Se impacta con un objeto de masa (0,5 y 1 kg) y forma conocida, que se libera en caída libre desde una altura conocida y que, al llegar al componente, causa daño verificable. Se determinan 10 impactos por cada conjunto de masa y altura de caída.

En la siguiente tabla N°2, se muestran las diferentes Energías de impacto, así como la altura de caída y la masa utilizada.

Masa (kg)	Altura de caída (cm)	Energía de impacto (J)
1	300	30
0,5	100	5

Tabla N°2. Masas, altura de caída y energía de impacto cuerpo duro



Resultados:

SISTEMAS VERTICALES

Resistencia impacto cuerpo blando

Desde Exterior hacia Interior sobre Montante

Energía de impacto (J)	Altura (cm)	Masa (kg)	Deformación Instantánea (mm)	Deformación Residual (mm)	Observaciones
60	15	40	0,4	0,2	No se observan fallas
120	30	40	1,1	0,4	No se observan fallas
180	45	40	2,2	0,0	No se observan fallas
240	60	40	3,2	0,2	No se observan fallas
360	90	40	4,5	0,3	No se observan fallas
480	120	40	7,0	0,3	No se observan fallas
720	180	40	10,3	0,2	No se observan fallas
960	240	40	16,6	0,1	No se observan fallas

Desde Exterior hacia Interior entre Montantes

Energía de impacto (J)	Altura (cm)	Masa (kg)	Deformación Instantánea (mm)	Deformación Residual (mm)	Observaciones
60	15	40	6,0	0,1	No se observan fallas
120	30	40	12,1	0,1	No se observan fallas
180	45	40	16,0	0,0	No se observan fallas
240	60	40	24,3	0,6	No se observan fallas
360	90	40	32,2	1,0	No se observan fallas
480	120	40	45,4	2,7	No se observan fallas
720	180	40	65,3	4,3	No se observan fallas
960	240	40	s/d (*)	s/d (*)	No se observan fallas

(*) Observación: no se determina por seguridad del equipamiento

Desde Interior hacia Exterior entre Montantes

Energía de impacto (J)	Altura (cm)	Masa (kg)	Deformación Instantánea (mm)	Deformación Residual (mm)	Observaciones
60	15	40	4,3	0,2	No se observan fallas
120	30	40	8,8	0,5	No se observan fallas



Resistencia impacto cuerpo duro

Cara Exterior

Se realizan los 10 impactos con las energías de impacto de 3,75 y 20 J y no se constata ninguna falla luego de los mismos.

Cara Interior

Cuerpo Prueba	Energía de impacto (J)	Altura (cm)	Masa (kg)	Profundidad impacto (mm)	Diámetro huella (mm)	Observaciones
1	2,5	50	0,5	0,9	15	No se observan fallas
2	2,5	50	0,5	1,1	16	No se observan fallas
3	2,5	50	0,5	1,3	15	No se observan fallas
4	2,5	50	0,5	1,1	15	No se observan fallas
5	2,5	50	0,5	1,4	14	No se observan fallas
6	2,5	50	0,5	2,4	23	Pequeña fisura en zona de impacto
7	2,5	50	0,5	1,3	15	No se observan fallas
8	2,5	50	0,5	1,3	15	No se observan fallas
9	2,5	50	0,5	1,0	16	No se observan fallas
10	2,5	50	0,5	0,9	17	No se observan fallas
Cuerpo Prueba	Energía de impacto (J)	Altura (cm)	Masa (kg)	Profundidad impacto (mm)	Diámetro huella (mm)	Observaciones
1	10	100	1	3,17	40	Grietas en zona de impacto
2	10	100	1	4,41	40	Grietas en zona de impacto
3	10	100	1	3,31	40	Grietas en zona de impacto
4	10	100	1	4,38	41	Grietas en zona de impacto
5	10	100	1	4,75	43	Grietas en zona de impacto
6	10	100	1	6,04	50	Degradación zona de impacto sin atravesamiento
7	10	100	1	2,72	45	Grietas en zona de impacto
8	10	100	1	s/d (**)	45	Grietas en zona de impacto
9	10	100	1	3,32	40	Grietas en zona de impacto
10	10	100	1	s/d (**)	42	Degradación zona de impacto sin atravesamiento

(**) Observación: no se puede determinar profundidad por degradación del material en la zona de impacto



ENTREPISO**Resistencia al ensayo de cuerpo blando**

Energía de impacto (J)	Altura de caída (cm)	Masa (kg)	Deformación Instantánea (mm)	Deformación Residual (mm)	Observaciones
120	30	40	1,6	0,0	No se observa la ocurrencia de fallas
180	45	40	2,4	0,0	No se observa la ocurrencia de fallas
240	60	40	3,7	0,6	No se observa la ocurrencia de fallas
360	90	40	5,4	0,6	No se observa la ocurrencia de fallas
480	120	40	10,2	0,6	No se observa la ocurrencia de fallas
720	180	40	16,3	0,6	No se observa la ocurrencia de fallas

Resistencia al ensayo de cuerpo duro

Se realizan los 10 impactos con las energías de impacto de 5 y 30 J y no se constata ninguna falla luego de los mismos.



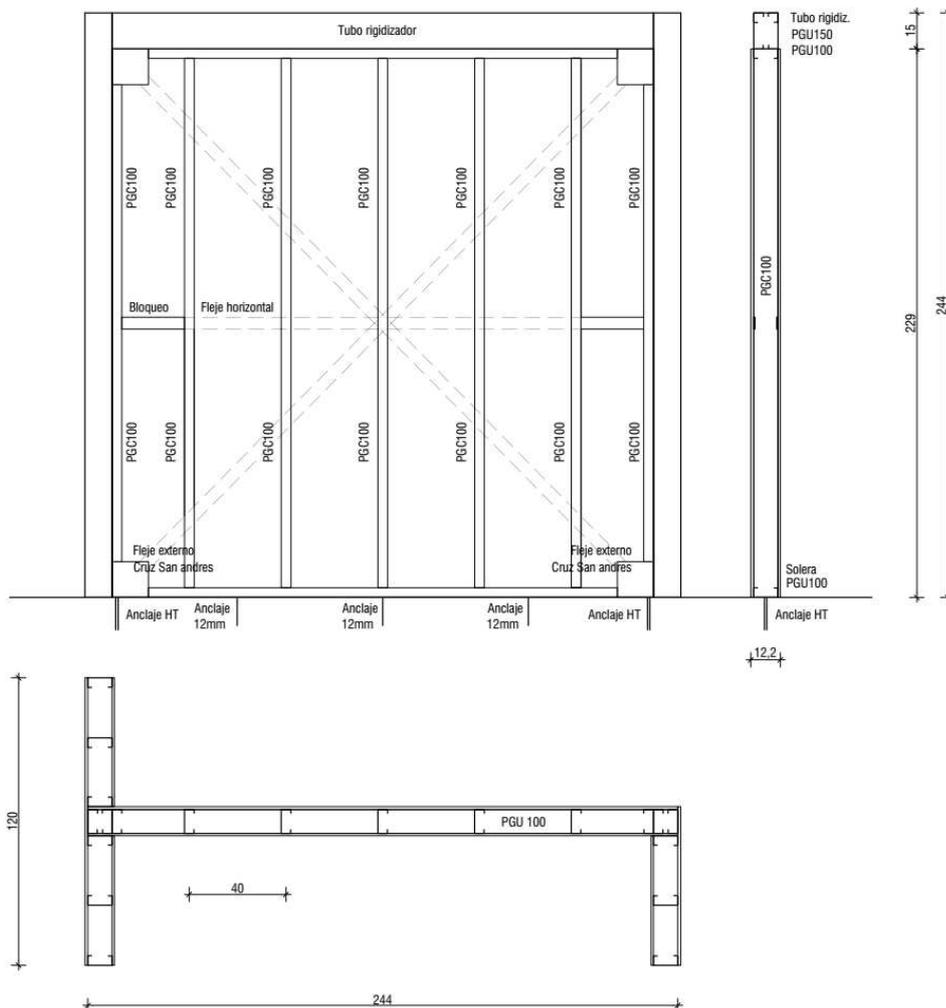
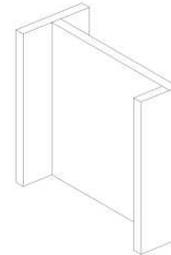
ANEXO A. Descripción Prototipo de Panel estructural vertical exterior

MEMORIA DESCRIPTIVA:

El panel se conforma en su cara exterior por un tablero OSB 11 mm vinculado mediante tornillos a la estructura interna conformada por perfiles de acero galvanizado de PGU100 (soleras) y PGC100 (montantes) cada 40 cm, en su cara interior una placa de yeso regular de 12,5 mm. El mismo cuenta con un fleje horizontal para bloqueo conformado por cinta de acero galvanizado de 50 mm en ambas caras y flejes diagonales a modo de cruz de San Andrés en su cara externa, vinculados a anclajes en extremos tipo HT de 14 pulg.. Los anclajes a contrapiso se realizan mediante varillas roscadas Ø12 cada 50 cm con anclaje químico al hormigón. Se conforman tabiques laterales con el fin de simular las vinculaciones y anclajes del panel, para la realización de los ensayos.

Dimensiones: 2,44 x 2,44. m

ESQUEMA



Contenido: Prototipo 1 - Cerramiento estructural exterior (M01)

Sistema: Steel one

Escala: 1:25

Fecha: 07-08-2023

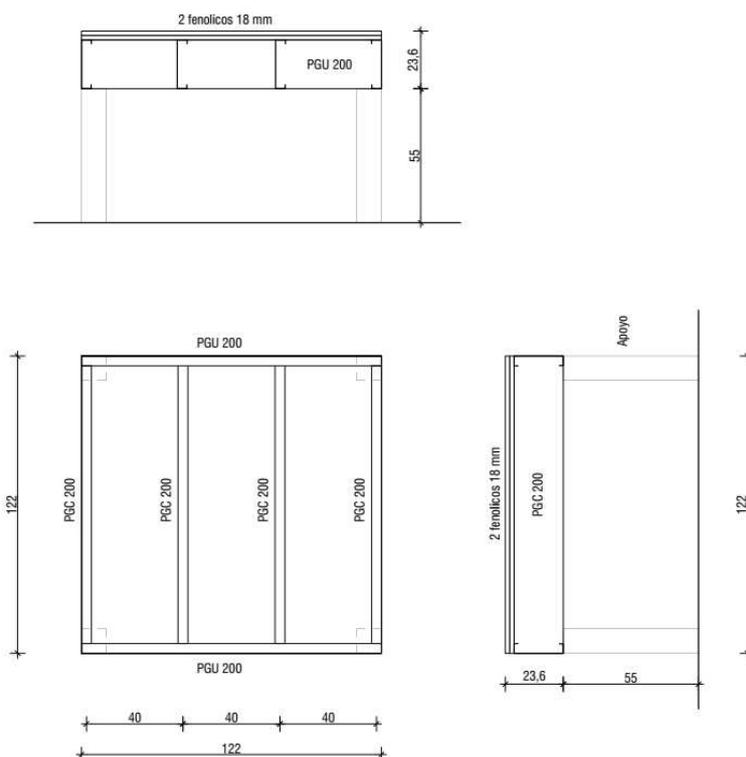
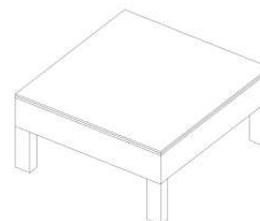


ANEXO B. Descripción Prototipo de Panel estructural horizontal interior. (Entrepiso)

MEMORIA DESCRIPTIVA:

El entrepiso se conforma en su cara superior por 2 tableros fenolicos de 18 mm vinculados mediante tornillos a la estructura metalica conformada por perfiles de acero galvanizado de PGU200 y PGC200 cada 40 cm. Se realizan apoyos en madera en los extremos para la ubiacion de instrumentos de medicion para la realizacion del ensayo.
Dimensiones: 1,22 x 1,22 m

ESQUEMA



Contenido: Prototipo 2 - Entrepiso interior

Sistema: **Steel one**

Escala: 1:25

Fecha: 07-08-2023

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY**Informe de Ensayo N°2078552**

Ref.: Planilla de datos N° 2078552

Los resultados del ensayo se refieren exclusivamente a la muestra ensayada.

Este informe solo será válido en su versión electrónica firmada digitalmente.

Los servicios fueron realizados en LATU Montevideo.

Se expide el presente informe de ensayo en Montevideo a los once días del mes de agosto de dos mil veintitrés.



Javier Doldán

Jefe del Departamento de
Materiales y Productos Forestales
Laboratorio Tecnológico del Uruguay

