

	1,0	
	59,0	kNm kNm
	0,02	Verifica
$f_{ctd} =$	1,03	MPa
$M_d =$		
$M_{fis} =$		
Ratio =		

Módulo B

Viento actuando en cara a

		$F =$	9,7	kN
		Brazo =	0,175	m
		$W =$	0,057	m ³
		$f_{ctd} =$	1,03	MPa
$M_d =$	1,7			
$M_{fis} =$	59,0	kNm kNm		
Ratio =	0,03	Verifica		

Viento actuando en cara b

		$F =$	5,3	kN
		Brazo =	0,175	m
		$W =$	0,057	m ³
		$f_{ctd} =$	1,03	MPa
$M_d =$	0,9			
$M_{fis} =$	59,0	kNm kNm		
Ratio =	0,02	Verifica		

PARTE 2: RESISTENCIA ESTRUCTURAL

Introducción

Se presentan las verificaciones de los módulos habitacionales que corresponden a la resistencia estructural de los elementos, así como de sus uniones. Se presentan los resultados para las dos dimensiones de módulos.

Dimensión	Módulo A	Módulo B
a (m) =	6,0	5,8

b (m) =	3,0	2,4
h (m) =	3,0	2,8

Se presentan los cálculos y verificaciones para los módulos de 3,0 x 3,0 x 6,0 y 2,4 x 2,8 x 5,8 que son los que están sometidos a mayores solicitaciones. Para el módulo de 8,6 m x 3,0 x 3,0 con 6 apoyos (uno en cada esquina más uno en cada mitad del lado a) es un caso con menores solicitaciones y sus cálculos son fácilmente extrapolables a partir de lo expuesto en el documento.

Normativa de referencia

Se consultó la siguiente normativa para la realización del presente documento:

- ✦ UNIT 33-91: Cargas en el proyecto de estructuras
- ✦ UNIT 50-84: Acción del viento en estructuras
- ✦ EN 1993-1-1: Eurocódigo de diseño de estructuras metálicas – reglas generales
- ✦ EN 1993-1-3: Eurocódigo de diseño de estructuras metálicas – reglas suplementarias para perfiles conformados en frío.
- ✦ EN 1992-4: Diseño de pernos de anclaje embebidos en hormigón
- ✦ EN 1993-1-8: Eurocódigo de diseño de estructuras metálicas – Uniones
- ✦ Código técnico de la edificación
- ✦ EHE-08: Normativa española de hormigón estructural

Acciones

Se consideran las siguientes acciones sobre los módulos habitacionales:

- ✦ Peso propio de los materiales. Para el acero se considera un peso específico de $\gamma_{acero} = 78,5 \text{ kN/m}^3$ y para los elementos de hormigón en masa $\gamma_{hormigon} = 23 \text{ kN/m}^3$. Los paneles se asumen de un peso específico de $\gamma_{paneles} = 0,5 \text{ kN/m}^3$.
- ✦ Viento. Se consideran presiones exteriores e interiores. Para mayor desarrollo ver memoria de estabilidad global. Para las presiones interiores se considera factores $C_i = \pm 0,3$.
- ✦ Sobrecargas de uso: Se considera un valor de $1,5 \text{ kN/m}^2$ en correspondencia con lo establecido en la UNIT 33-81.

Materiales

Se utilizan los siguientes materiales para la estructura del módulo:



- Paneles PIR Bromyros. Núcleo de Poliuretano y recubrimiento de chapa galvanizada. Módulo de elasticidad del conjunto $E=10$ GPa. Coeficiente de poisson $\nu=0,33$.
- Perfilera metálica en acero AISI 1010. Tensión de fluencia $F_y=305$ MPa. Tensión de rotura $F_u=365$ MPa. Módulo de elasticidad $E=200$ GPa. Coeficiente de poisson $\nu=0,30$.
- Tornillos de fijación de los paneles son galvanizados de grado 4.6. Tensión de fluencia $F_y=240$ MPa. Tensión de rotura $F_u=400$ MPa.
- Perno de anclaje de acero A36. Tensión de fluencia $F_y=250$ MPa.
- Fundaciones de hormigón en masa. Se asume una resistencia característica del hormigón $f_{ck}=20$ MPa.

Funcionamiento estructural

La estructura está compuesta por paneles PIR con un núcleo de poliuretano recubierto con una chapa en cada cara externa de 0,5 mm. Los mismos están dispuestos en la parte exterior de los módulos, así como en el techo. En el techo el panel tiene 30 mm de espesor y los restantes son de 40 mm de espesor.

Dichos paneles transmiten las acciones a perfiles conformados en frío que conforman el esqueleto del módulo. Las secciones de dichos perfiles se podrían clasificar en 4 grupos: parantes verticales, vigas de piso, vigas de techo y tubulares que ofician de viguetas de piso. El piso se materializa con paneles de placa cementicia de 15 mm de espesor.

Los perfiles descargan sobre dados de hormigón en masa mediante una unión de un perno de anclaje químico que queda embebido en la fundación.

Descripción del modelo estructural

Para la obtención de las solicitaciones de diseño sobre los elementos se realiza un modelo computacional mediante el software Robot Structural Analysis. En base al mismo se obtienen las verificaciones sobre los perfiles metálicos y las solicitaciones sobre los paneles. A su vez se obtienen los esfuerzos a los que están sometidas las uniones entre los elementos.

Se realiza un análisis elástico lineal dada la característica de los materiales a utilizar. La perfilera se modela como estructura de barras y los paneles se modelan como elementos de área. La fundación se modela como un apoyo que restringe el desplazamiento en las 3 direcciones, pero permite la libre rotación de las barras (apoyo fijo). Esta hipótesis fue verificada con la verificación de la estabilidad global del módulo.

Los paneles se asumen trabajan solo en una dirección que es hacia donde transmiten su carga.

En la siguiente imagen se muestra el modelo realizado.

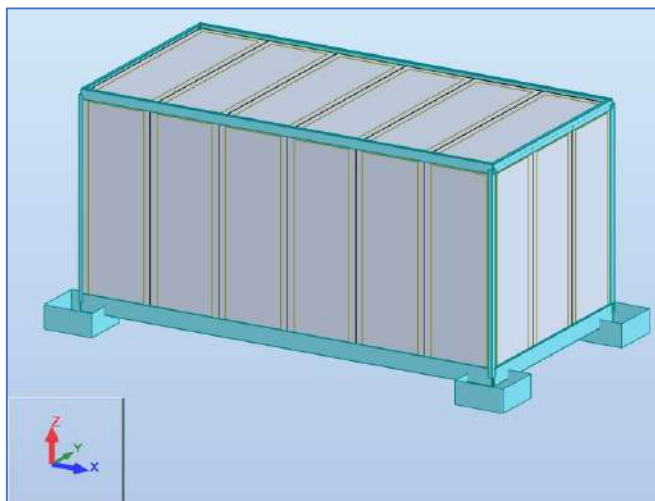


Figura: Modelo realizado en Robot Structural Analysis.

A continuación, se muestra la sección de los elementos utilizados para la estructura.

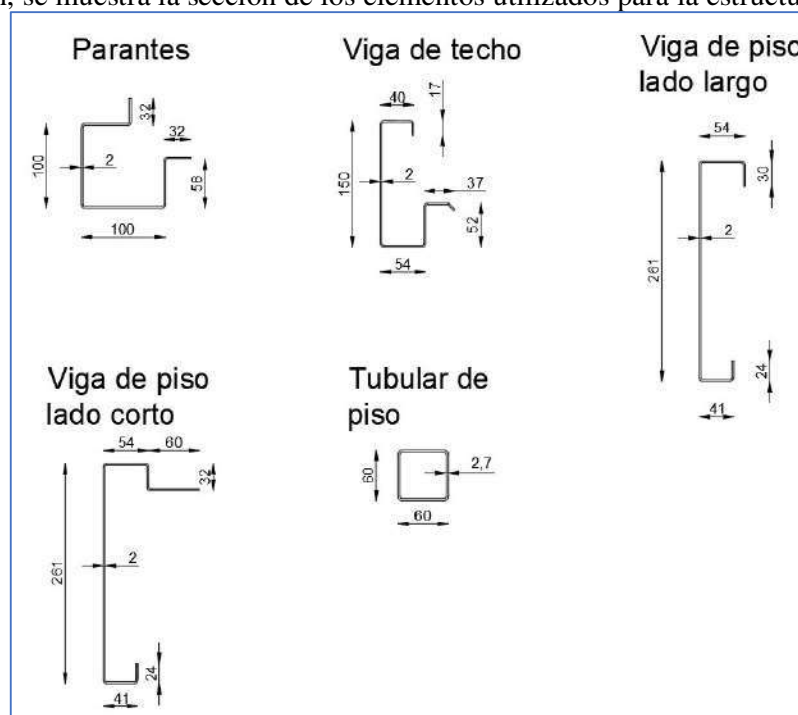


Figura: secciones de elementos estructurales. Dimensiones en mm.

Estados de carga

Se tienen diferentes estados de carga para modelar las acciones que va a tener el módulo en su vida útil. Se muestra el estado de carga correspondiente en el software.

Peso propio

Considera el peso propio de los elementos del modelo.

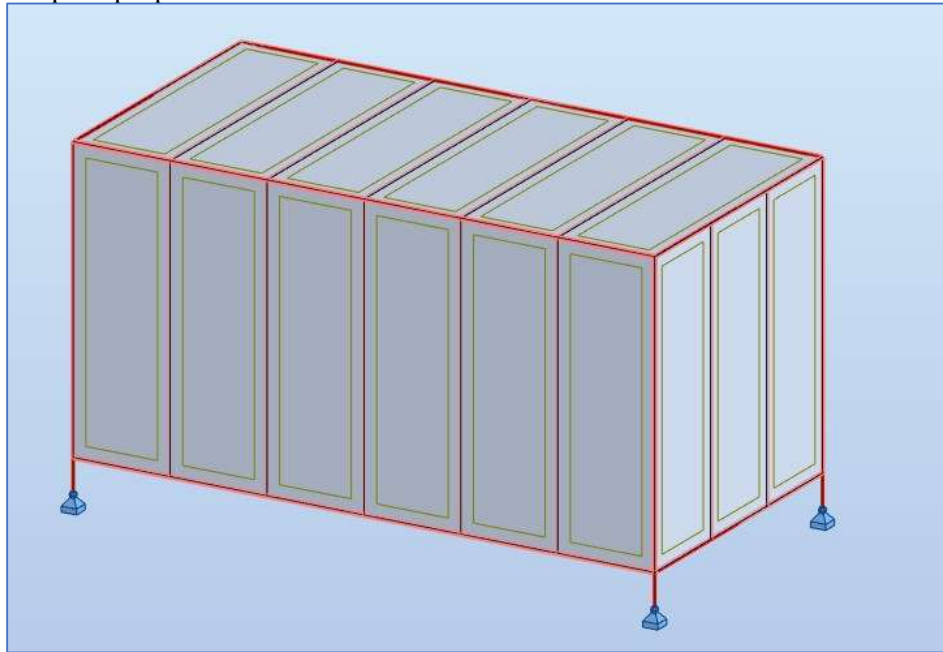


Figura: estado de carga de peso propio.

Sobrecarga de uso en el piso

Toma en cuenta la acción que puede actuar en el piso del módulo asociado a su uso. El valor se obtuvo de la normativa UNIT, en el apartado correspondiente a edificios de vivienda.

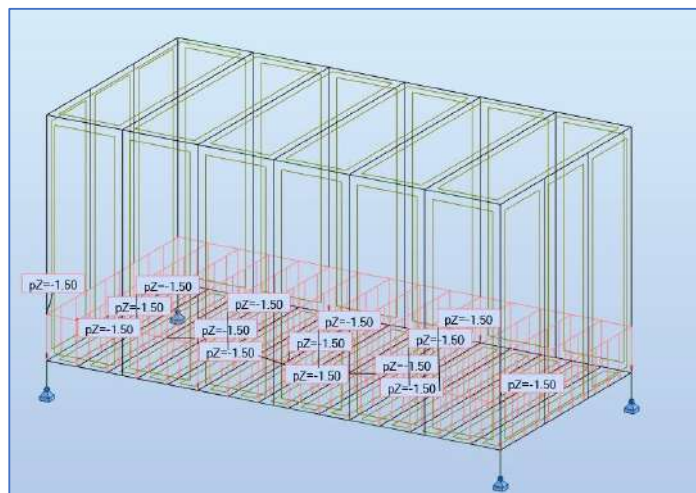


Figura: estado de carga de sobrecarga de uso. Valores en kPa.

Presión exterior de viento según dirección X

Se halla según los lineamientos de la normativa UNIT 50-84 en base a las dimensiones y características de los módulos.

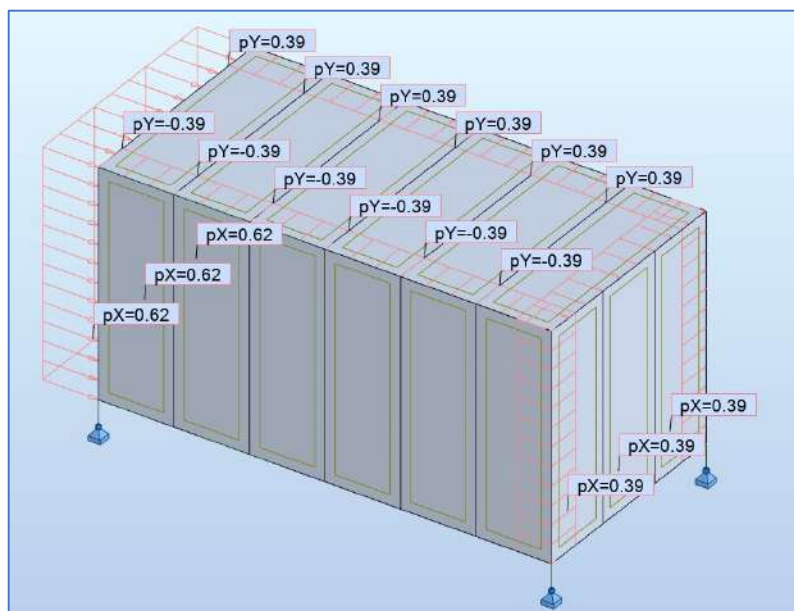


Figura: estado de carga de viento según X. Valores en kPa.

Presión exterior de viento según dirección Y

Se halla según los lineamientos de la normativa UNIT 50-84 en base a las dimensiones y características de los módulos.

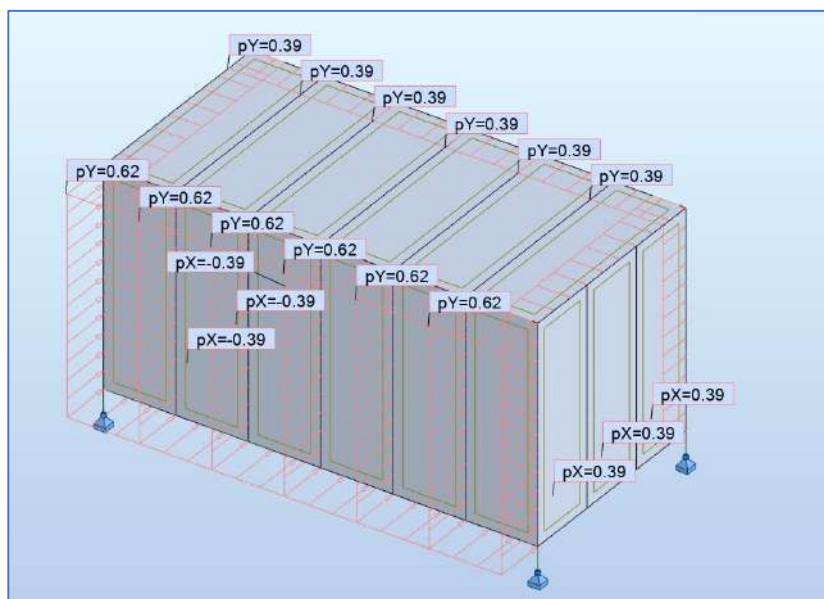


Figura: estado de carga de viento según Y. Valores en kPa.

Presión de succión en el techo

Se halla según los lineamientos de la normativa UNIT 50-84 en base a las dimensiones y características de los módulos.

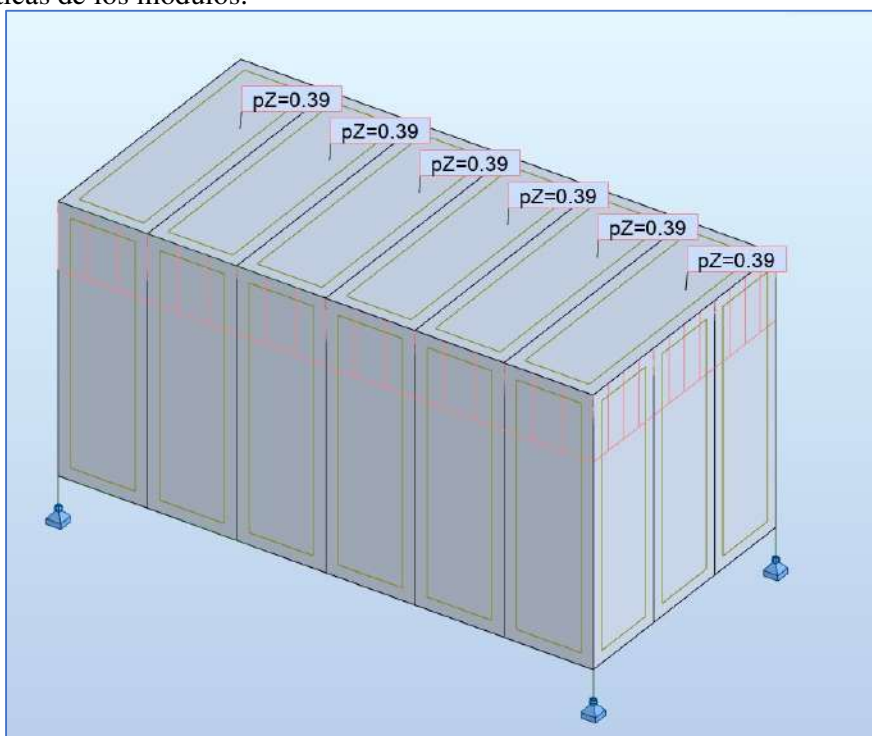


Figura: estado de carga de succión de viento en techo. Valores en kPa.

Presión interna – caso de sobrepresión interior

Se halla según los lineamientos de la normativa UNIT 50-84 en base a las dimensiones y características de los módulos.

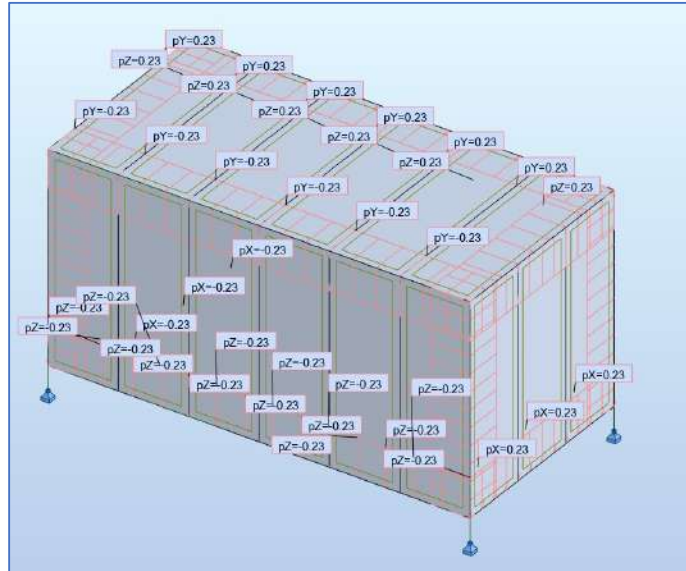


Figura: estado de carga de sobrepresión interior de viento. Valores en kPa.

Presión interna – caso de depresión interior

Se halla según los lineamientos de la normativa UNIT 50-84 en base a las dimensiones y características de los módulos.

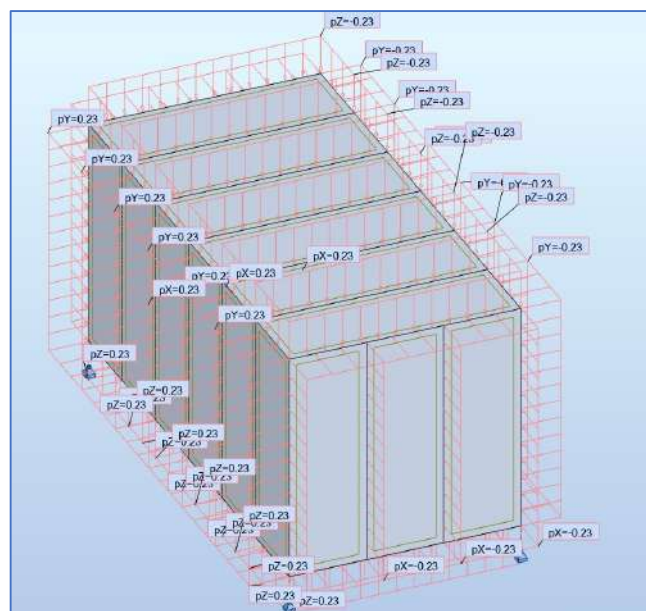


Figura: estado de carga de depresión interior de viento. Valores en kPa.

A efectos de su identificación para la combinación de estados se identifica cada uno con un número como se muestra en la siguiente tabla.

Caso	Nombre
1	CM - Peso propio
2	SC - Piso
3	SC - Viento X
4	SC - Viento Y
5	SC - Viento Techo
6	SC - Sobrepresión interna
7	SC - Depresión interna

Combinaciones de carga

Se realizan las siguientes combinaciones de carga que se muestran en la tabla. Se distinguen entre las combinaciones en ELU (estado límite último) que son con acciones mayoradas y las que son ELS (estado límite de servicio) que son sin mayorar las acciones.

Las combinaciones en ELU se realizan para verificar la resistencia de los elementos estructurales. Las combinaciones en ELS se realizan para verificar las deformaciones de los elementos. Para las primeras, se utiliza un coeficiente de mayoración de 1,35 para las acciones permanentes y 1,5 para las acciones variables de acuerdo con la normativa consultada.

Numero	Nombre	Tipo	Definición
<i>combinación</i>			
101	1,35 PP + 1,5 SC	ELU	$1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50$
102	1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx	ELU	$1 \cdot 1.35 + (2+3) \cdot 1.50$
103	1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy	ELU	$1 \cdot 1.35 + (2+4) \cdot 1.50$
104	0,9 PP + 1,5 Wx	ELU	$1 \cdot 0.90 + (3+5) \cdot 1.50$
105	0,9 PP + 1,5 Wy	ELU	$1 \cdot 0.90 + (4+5) \cdot 1.50$
106	1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx + 1,5 SI	ELU	$1 \cdot 1.35 + (2+3+6) \cdot 1.50$
107	1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI	ELU	$1 \cdot 1.35 + (2+4+6) \cdot 1.50$

En la columna de definición el primer número es el estado de carga y el segundo (después del * es el coeficiente multiplicador).

A continuación, se muestra la envolvente de solicitudes a las que se encuentran sometidas las barras. Dicha envolvente considera todas las combinaciones en ELU. Se excluyen la visualización de paneles para mejor compresión de los valores.

Módulo A

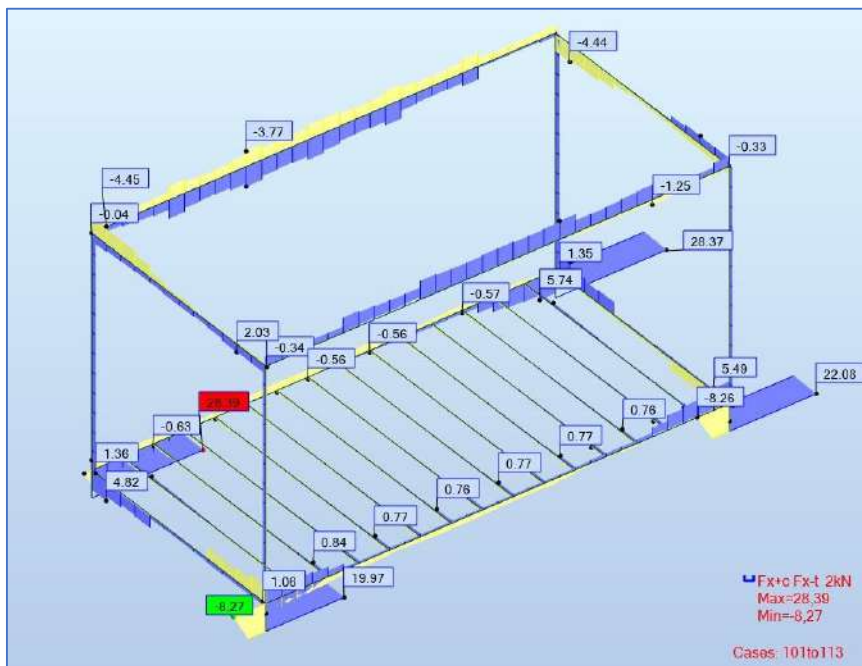


Figura: solicitaciones de directa. Valores en kN.

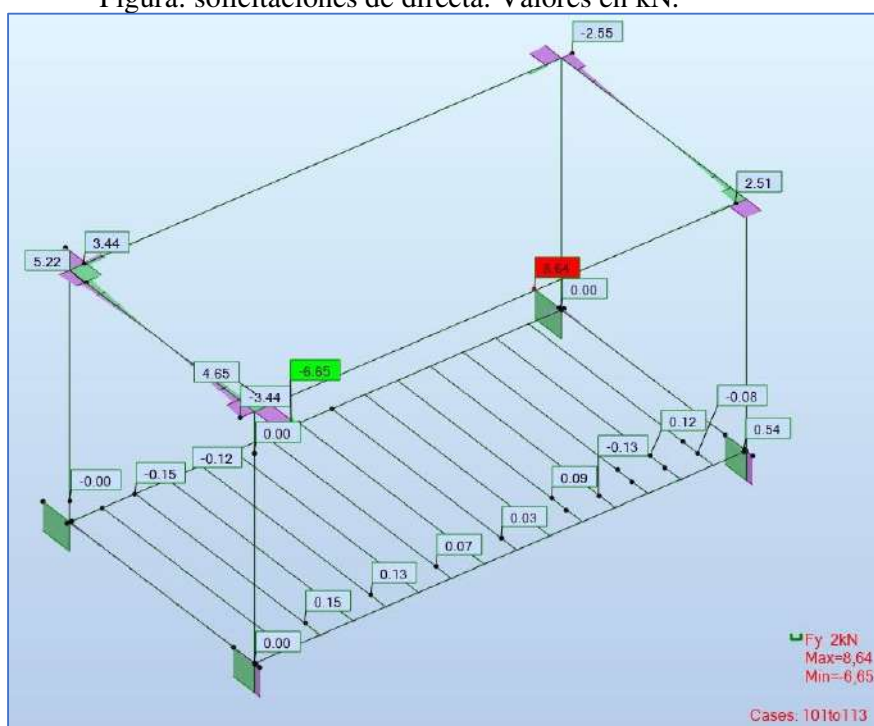


Figura: solicitaciones de cortante según eje de menor inercia de la barra. Valores en kN.

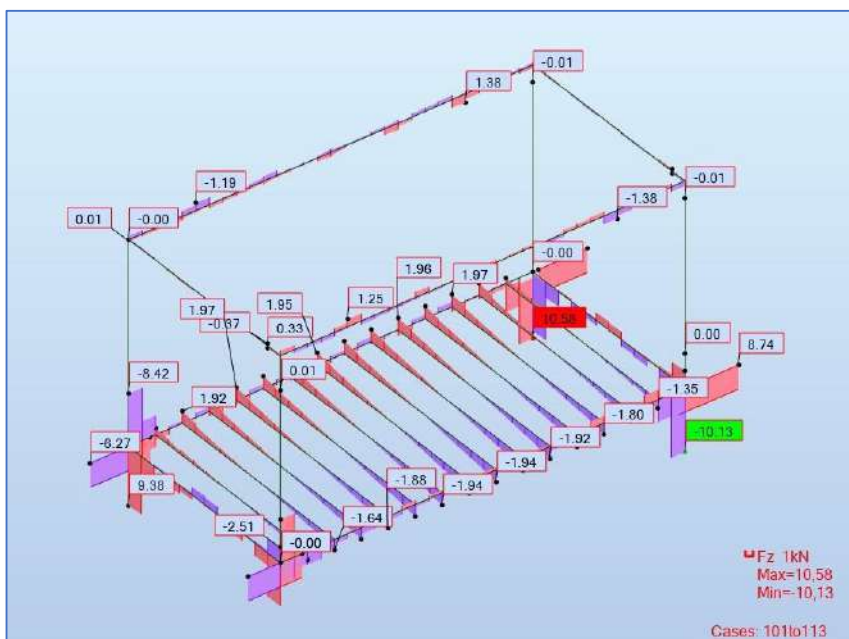


Figura: solicitaciones de cortante según eje de mayor inercia de la barra. Valores en kN.

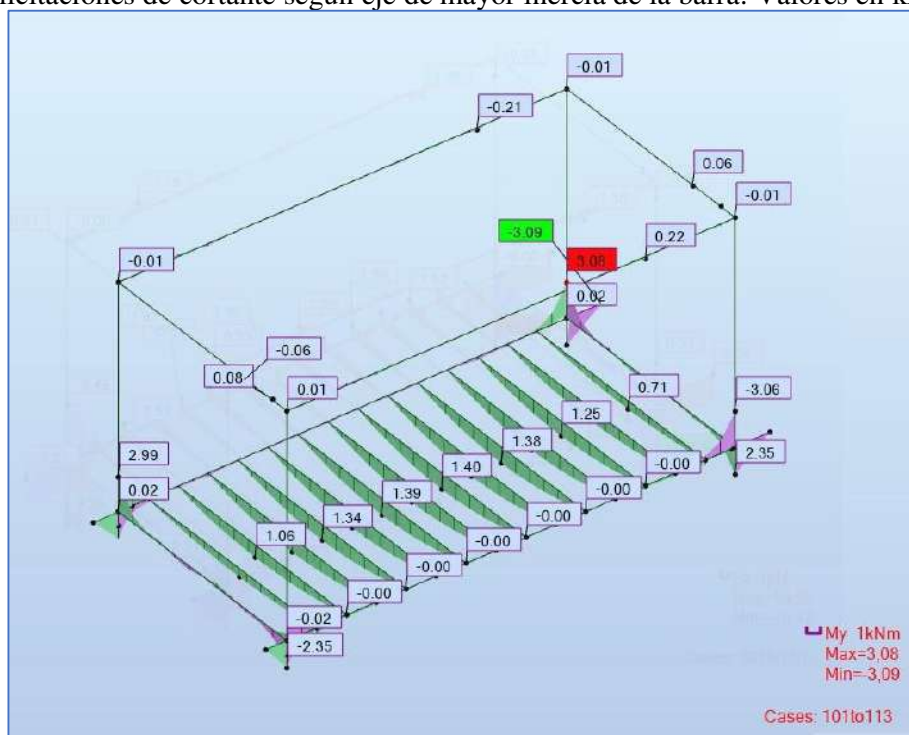


Figura: solicitaciones de momento flector según eje de mayor inercia de la barra. Valores en kNm.

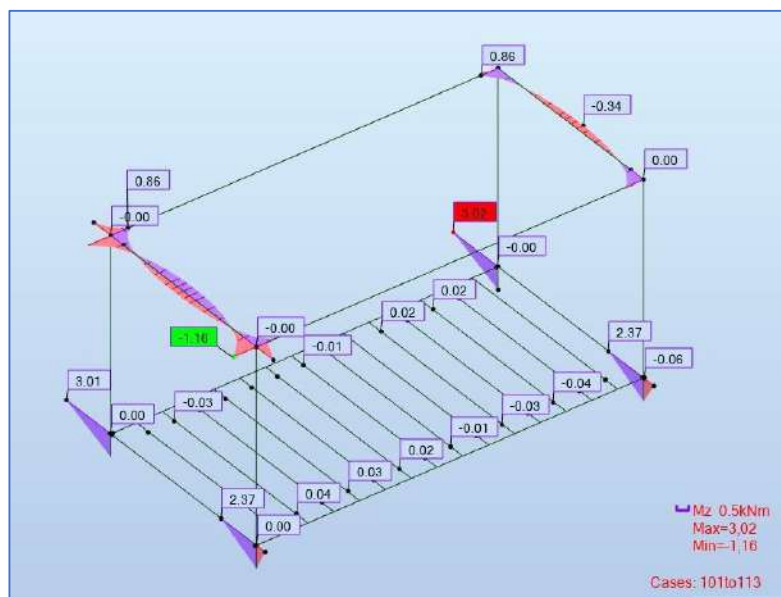


Figura: solicitaciones de momento flector según eje de menor inercia de la barra.
Valores en kNm.

Módulo B

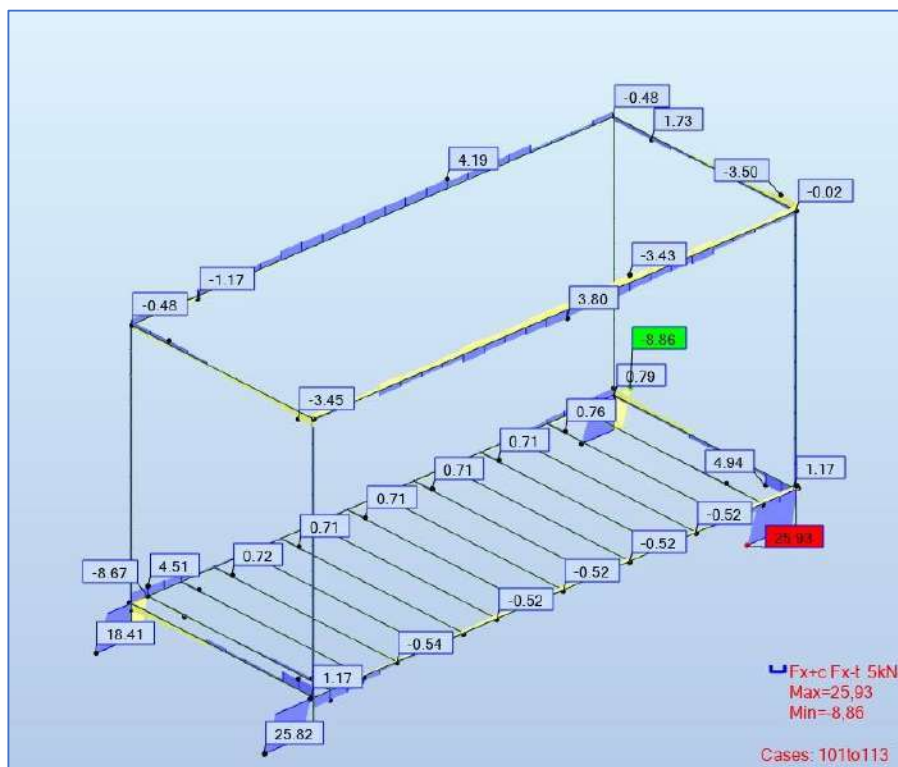


Figura: solicitaciones de directa. Valores en kN.

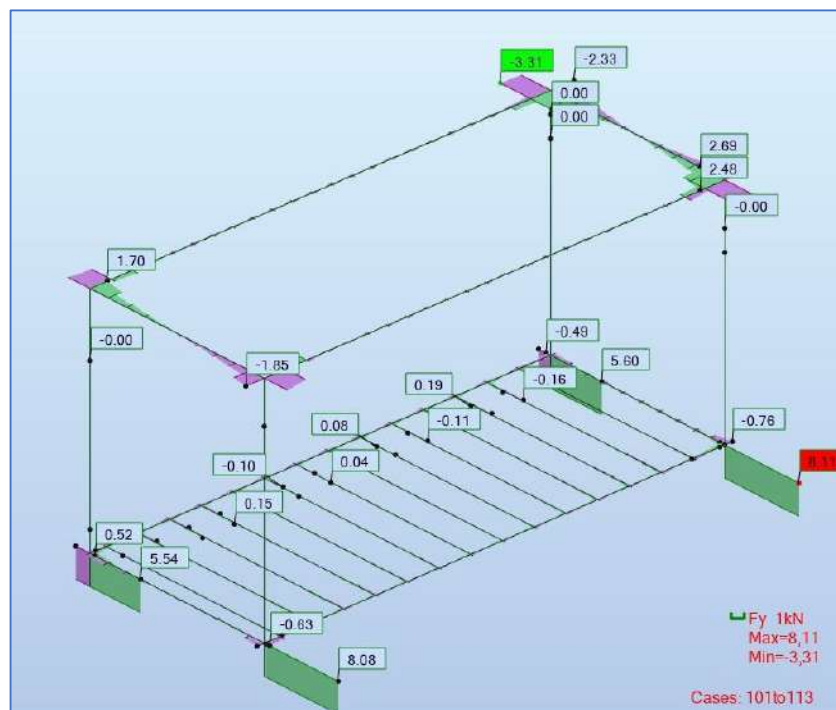


Figura: solicitaciones de cortante según eje de menor inercia de la barra. Valores en kN.

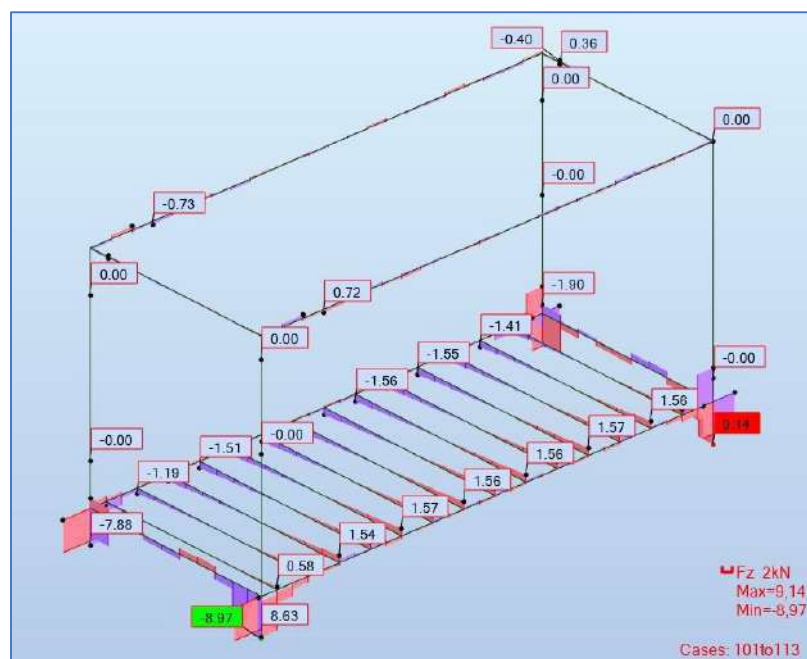


Figura: solicitaciones de cortante según eje de mayor inercia de la barra. Valores en kN.

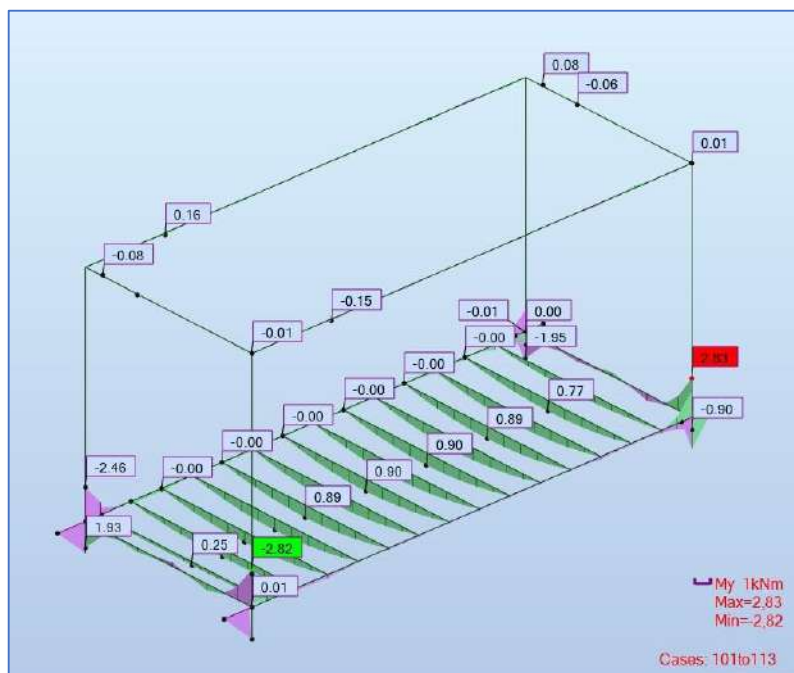


Figura: solicitaciones de momento flector según eje de mayor inercia de la barra. Valores en kNm.

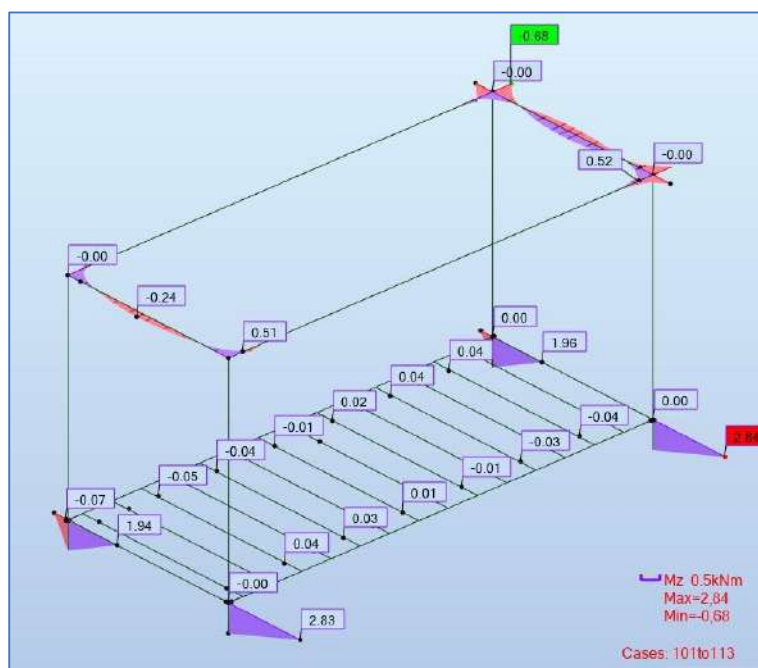


Figura: solicitaciones de momento flector según eje de menor inercia de la barra.
Valores en kNm.

Solicitaciones en paneles

A continuación, se muestra la envolvente de solicitaciones a las que se encuentran sometidos los paneles. Dicha envolvente considera todas las combinaciones en ELU.

Módulo A

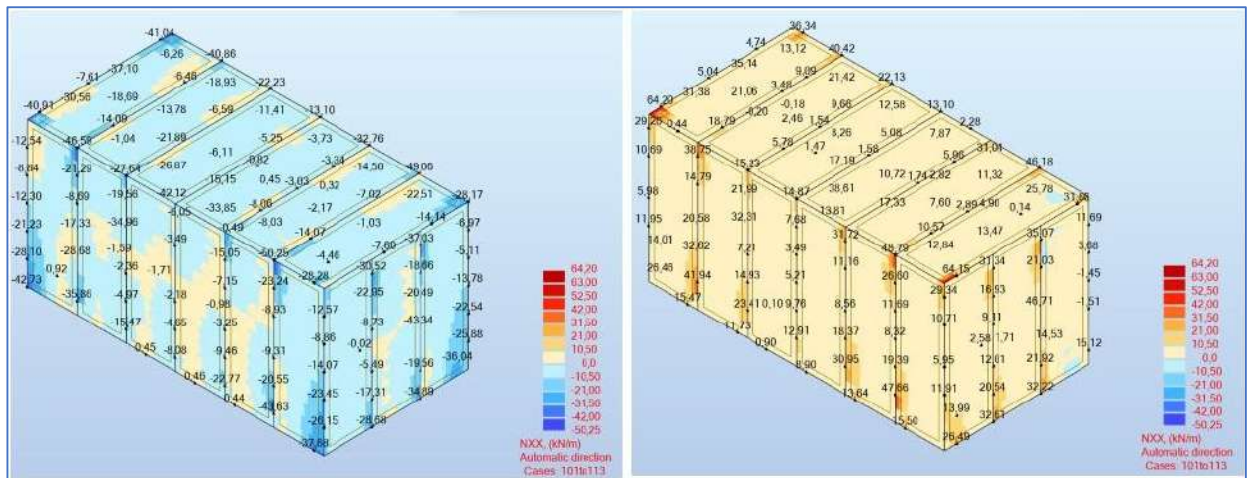


Figura: envolvente superior e inferior de directa. Unidades kN/m

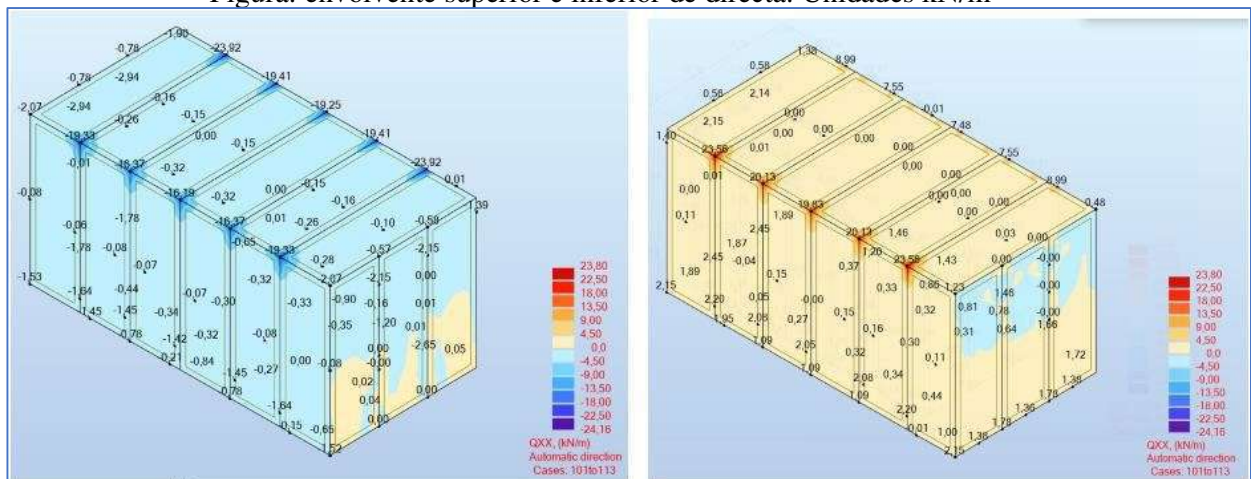


Figura: envolvente superior e inferior de cortante. Unidades kN/m

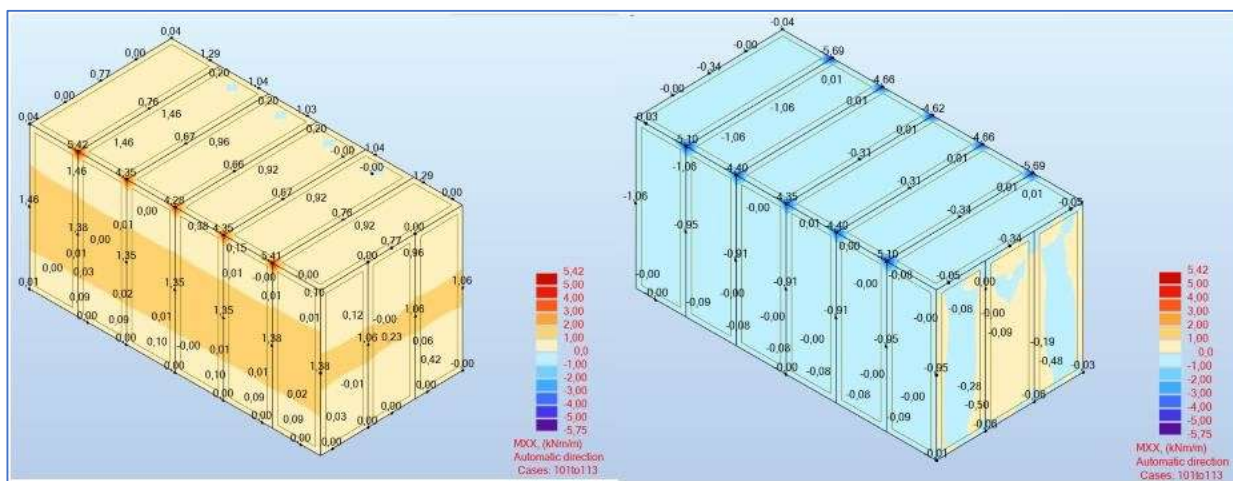


Figura: envolvente superior e inferior de momento flector. Unidades kN/m

Módulo B

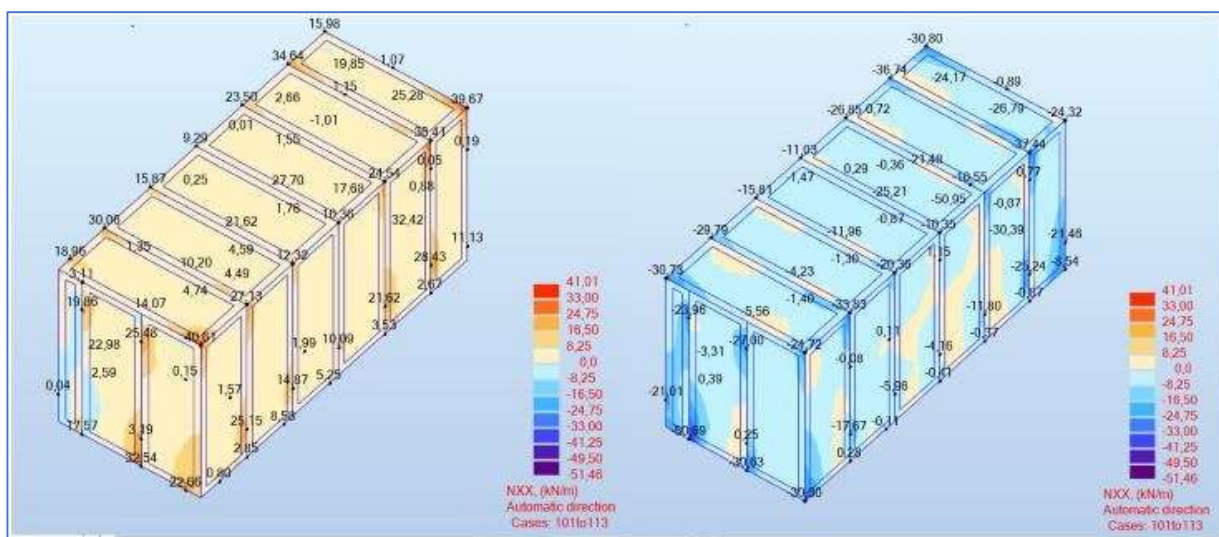


Figura: envolvente superior e inferior de directa. Unidades kN/m

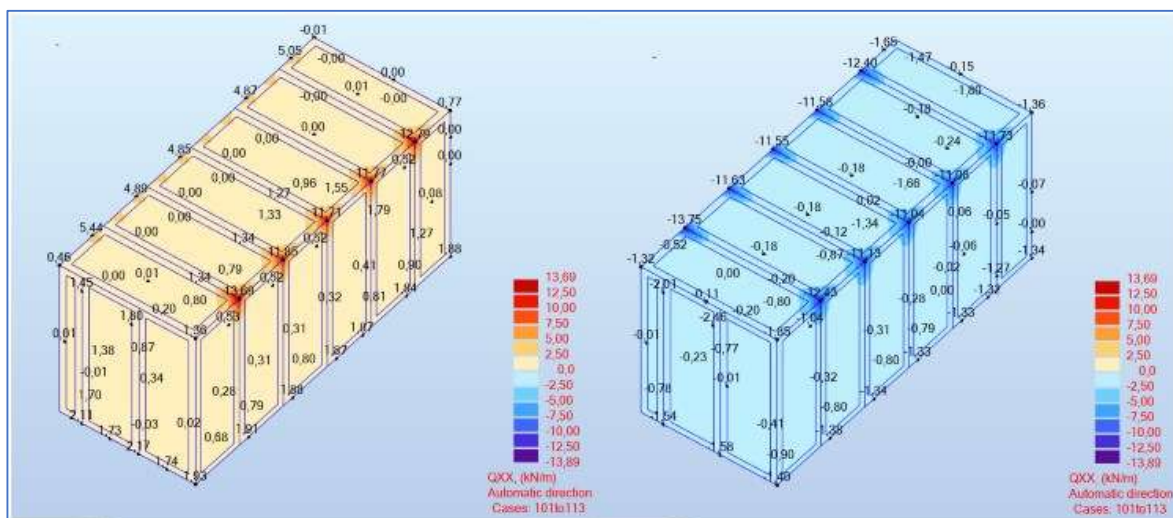


Figura: envolvente superior e inferior de cortante. Unidades kN/m

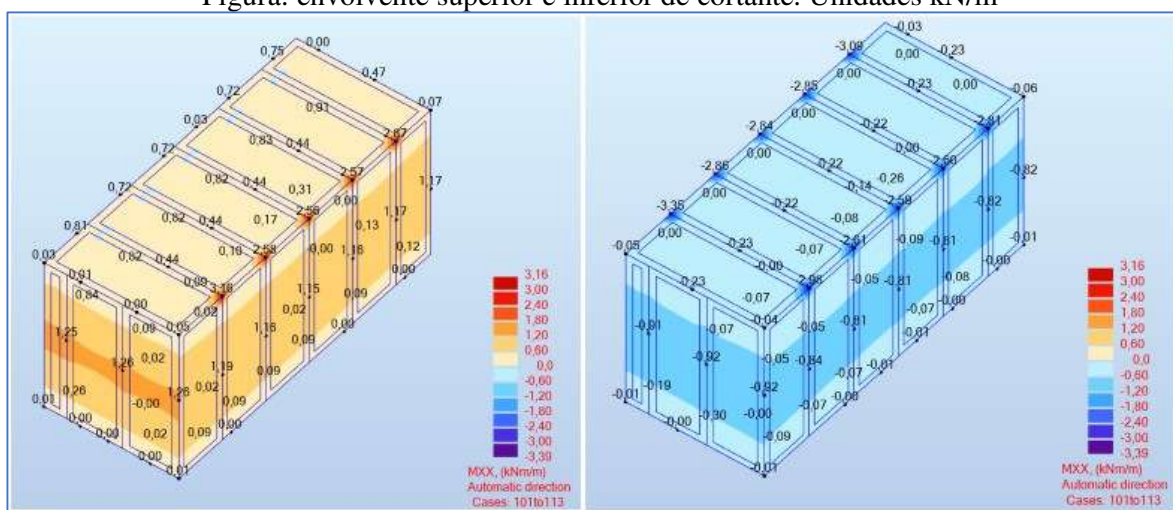


Figura: envolvente superior e inferior de momento flector. Unidades kN/m

Reacciones en apoyos

En la siguiente imagen se muestra la envolvente de reacciones en los apoyos para todas las combinaciones en ELU.

Módulo A

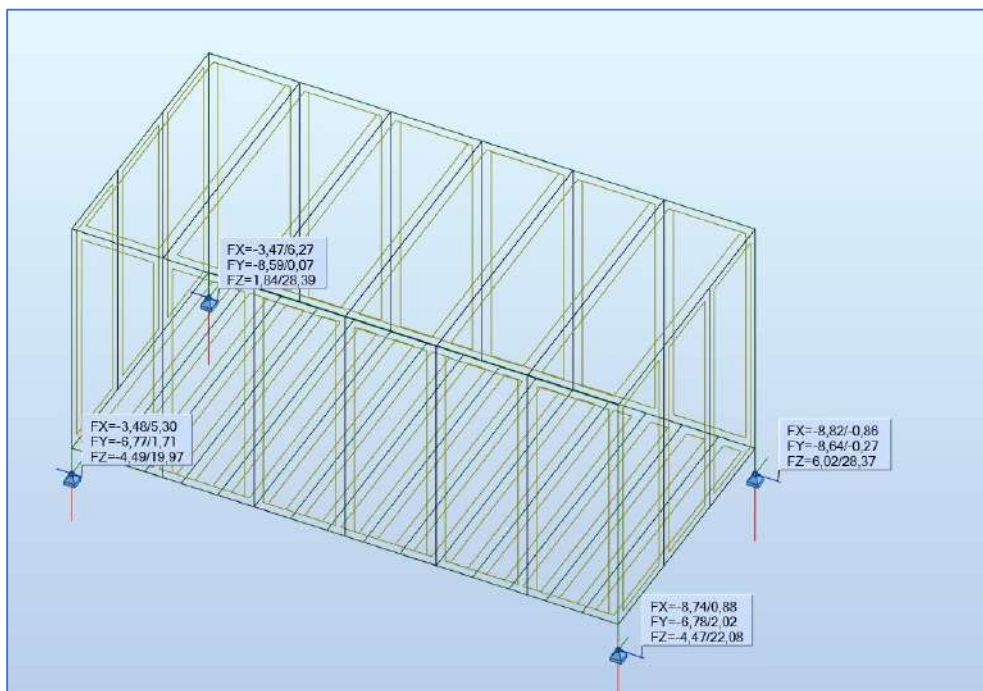


Figura: envolvente de reacciones en ELU. Valores en kN.

Módulo B

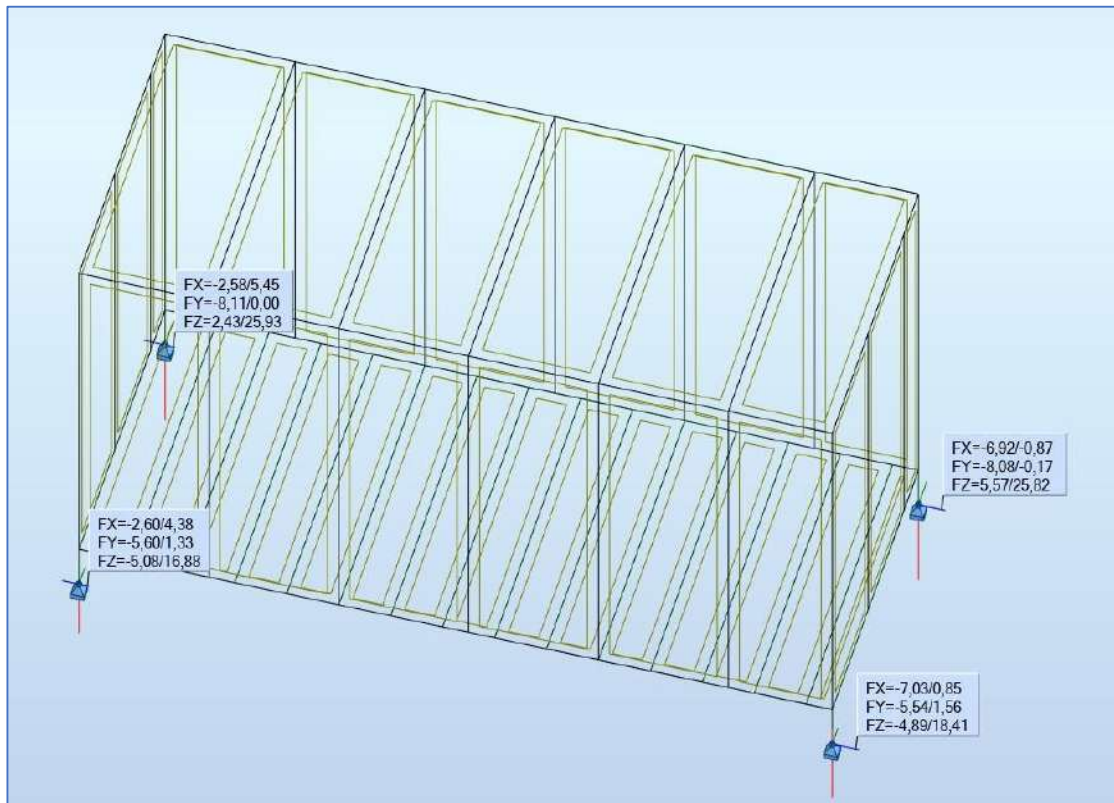


Figura: envolvente de reacciones en ELU. Valores en kN.

Verificaciones de perfiles

A continuación, se muestran los resultados para las verificaciones de los perfiles metálicos. Se muestran los diferentes ratios para las verificaciones dispuestas según la normativa de perfiles conformados en frío. El ratio se define como el cociente entre la sollicitación de diseño y la respuesta última de la sección para la verificación correspondiente. Da una medida de cuán lejos está de no cumplirse el correspondiente estado límite último.

Módulo A

En la siguiente imagen se muestran los resultados arrojados por el software para los diferentes perfiles. Se ve que el máximo ratio es de 0,80.

Member	Section	Material	Lay	Laz	Ratio	Case
13 Tubular_13	Tubular piso	AISI 1010	128.10	128.10	0.19	106 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 SI
55 Tubular_55	Tubular piso	AISI 1010	128.10	128.10	0.26	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
56 Tubular_56	Tubular piso	AISI 1010	128.10	128.10	0.31	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
57 Tubular_57	Tubular piso	AISI 1010	128.10	128.10	0.33	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
58 Tubular_58	Tubular piso	AISI 1010	128.10	128.10	0.34	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
59 Tubular_59	Tubular piso	AISI 1010	128.10	128.10	0.34	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
60 Tubular_60	Tubular piso	AISI 1010	128.10	128.10	0.34	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
61 Tubular_61	Tubular piso	AISI 1010	128.10	128.10	0.34	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
62 Tubular_62	Tubular piso	AISI 1010	128.10	128.10	0.34	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
63 Tubular_63	Tubular piso	AISI 1010	128.10	128.10	0.34	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
64 Tubular_64	Tubular piso	AISI 1010	128.10	128.10	0.33	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
65 Tubular_65	Tubular piso	AISI 1010	128.10	128.10	0.31	106 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 SI
66 Tubular_66	Tubular piso	AISI 1010	128.10	128.10	0.26	106 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 SI
67 Tubular_67	Tubular piso	AISI 1010	128.10	128.10	0.19	106 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 SI
19 Thin_Wall_19	Parantes	AISI 1010	11.86	27.19	0.03	110 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 DI
20 Thin_Wall_20	Parantes	AISI 1010	11.86	27.19	0.03	106 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 SI
21 Thin_Wall_21	Parantes	AISI 1010	11.86	27.19	0.04	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
22 Thin_Wall_22	Parantes	AISI 1010	11.86	27.19	0.04	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
11 Thin_Wall_11	Viga techo	AISI 1010	8.74	29.65	0.79	110 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 DI
12 Thin_Wall_12	Viga techo	AISI 1010	8.74	29.65	0.80	110 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 DI
9 Thin_Wall_9	Viga piso	AISI 1010	5.17	16.45	0.30	106 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 SI
10 Thin_Wall_10	Viga piso	AISI 1010	5.17	16.45	0.27	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
7 Thin_Wall_7	Viga techo	AISI 1010	8.74	29.65	0.65	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
4 Thin_Wall_4	Viga piso	AISI 1010	5.17	16.45	0.26	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
5 Thin_Wall_5	Viga piso	AISI 1010	5.17	16.45	0.28	110 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 DI
3 Thin_Wall_3	Viga techo	AISI 1010	8.74	29.65	0.76	112 0,9 PP + 1,5 Wx+ 1,5 DI

Figura: tabla de verificaciones de perfiles.

Módulo B

En la siguiente imagen se muestran los resultados arrojados por el software para los diferentes perfiles. Se ve que el máximo ratio es de 0,48.

Member		Section	Material	Lay	Laz	Ratio	Case
3 Thin_Wall_3	OK	Viga techo	AISI 1010	8.74	29.65	0.45	110 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 DI
4 Thin_Wall_4	OK	Viga piso	AISI 1010	5.17	16.45	0.26	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
5 Thin_Wall_5	OK	Viga piso	AISI 1010	5.17	16.45	0.22	110 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 DI
7 Thin_Wall_7	OK	Viga techo	AISI 1010	8.74	29.65	0.39	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
9 Thin_Wall_9	OK	Viga piso	AISI 1010	5.17	16.45	0.24	106 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 SI
10 Thin_Wall_10	OK	Viga piso	AISI 1010	5.17	16.45	0.25	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
11 Thin_Wall_11	OK	Viga techo	AISI 1010	8.74	29.65	0.47	110 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 DI
12 Thin_Wall_12	OK	Viga techo	AISI 1010	8.74	29.65	0.48	110 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 DI
13 Tubular_13	OK	Tubular piso	AISI 1010	102.48	102.48	0.13	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
19 Thin_Wall_19	OK	Parantes	AISI 1010	11.86	27.19	0.03	110 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 DI
20 Thin_Wall_20	OK	Parantes	AISI 1010	11.86	27.19	0.02	101 1,35 PP + 1,5 SC
21 Thin_Wall_21	OK	Parantes	AISI 1010	11.86	27.19	0.03	103 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy
22 Thin_Wall_22	OK	Parantes	AISI 1010	11.86	27.19	0.04	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
55 Tubular_55	OK	Tubular piso	AISI 1010	102.48	102.48	0.19	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
56 Tubular_56	OK	Tubular piso	AISI 1010	102.48	102.48	0.21	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
57 Tubular_57	OK	Tubular piso	AISI 1010	102.48	102.48	0.22	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
58 Tubular_58	OK	Tubular piso	AISI 1010	102.48	102.48	0.22	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
59 Tubular_59	OK	Tubular piso	AISI 1010	102.48	102.48	0.22	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
60 Tubular_60	OK	Tubular piso	AISI 1010	102.48	102.48	0.22	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
61 Tubular_61	OK	Tubular piso	AISI 1010	102.48	102.48	0.22	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
62 Tubular_62	OK	Tubular piso	AISI 1010	102.48	102.48	0.22	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
63 Tubular_63	OK	Tubular piso	AISI 1010	102.48	102.48	0.22	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
64 Tubular_64	OK	Tubular piso	AISI 1010	102.48	102.48	0.21	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
65 Tubular_65	OK	Tubular piso	AISI 1010	102.48	102.48	0.19	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
66 Tubular_66	OK	Tubular piso	AISI 1010	102.48	102.48	0.15	107 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wy + 1,5 SI
67 Tubular_67	OK	Tubular piso	AISI 1010	102.48	102.48	0.13	106 1,35 PP + 1,5 SC + 1,5 Wx+ 1,5 SI

Figura: tabla de verificaciones de perfiles.

En la siguiente tabla, se muestran las respuestas últimas para el perfil de cada grupo estructural (parantes, vigas de piso, viga de techo, tubular de piso).

Elemento	Tipo sollicitación	Resistencia última
Tubular piso	Cortante (kN)	52
	Momento (kNm)	4
	Directa (kN)	65
Viga piso	Cortante (kN)	36
	Momento mayor I (kNm)	20
	Momento menor I(kNm)	4
	Directa (kN)	176
Viga techo	Cortante (kN)	64
	Momento mayor I (kNm)	9
	Momento menor I(kNm)	2
	Directa (kN)	148
Parantes	Cortante (kNm)	35
	Momento (kNm)	3
	Directa (kN)	76

Verificaciones de los paneles

En base a las sollicitaciones que tienen los paneles se pueden ver que los mismos se encuentran en buenas condiciones resistentes ya que las sollicitaciones de rotura son mayores a las actuantes de acuerdo a los ensayos.

En los diagramas de directas de los paneles se ve picos localizados de tensiones elevadas de compresión o tracción, pero al realizar una integración en un ancho mayor a 10 cm se ve que las directas son menores a 4 kN que es lo que soportaría un panel de 40 mm de espesor ya que según el ensayo a compresión del fabricante los paneles tienen una tensión de compresión en rotura del orden de 100 kPa.

La resistencia a flexión está garantizada ya que la máxima presión de viento mayorada en una cara del módulo es $0,62 \times 1,5 = 0,93$ kPa. Según el fabricante el panel de espesor 20 mm soporta una presión de 2,9 kPa antes de romper.

Verificaciones de unión panel-viga metálica

Se disponen 4 tornillos de 4 mm de diámetro (en la parte no roscada) por panel. Los mismos están sometidos a tracción principalmente.

En base al modelo realizado se ve que para el caso más solicitado se debe pasar una tracción de $T_d = 1,5 \text{ kN}$ y un cortante de $1,23 \text{ kN}$ por tornillo.

Según el Eurocódigo de uniones metálicas cada tornillo resiste a tracción lo siguiente:

$$T_u = \frac{0,9 \cdot f_u \cdot A_T}{\gamma_{M2}} = 3,6 \text{ kN}$$

La resistencia a cortante sería según la siguiente ecuación:

$$T_u = \frac{0,6 \cdot f_u \cdot A_V}{\gamma_{M2}} = 2,41 \text{ kN}$$

En la siguiente tabla se muestran las ratios con respecto a la tracción, al corte y a la suma de ambos:

Ratio T =	0,41
Ratio V =	0,51
Ratio T+V =	0,81

Por lo tanto, se encuentran en buenas condiciones resistentes.

Verificación de unión de fundación

En base a las reacciones que se obtienen en el modelo se obtiene la que solicita más al perno de anclaje. El caso más desfavorable es cortante + tracción.

Para materializar el anclaje de fundación se utiliza un perno de diámetro 12 mm . Se asume una longitud de empotramiento en hormigón mínima de 70 mm que es lo que establece la normativa.

Resultados para módulo A

Caso	Solicitación (kN)	Resistencia (kN)	Ratio
Tracción	8,3	14,1	0,59
Cortante	6,8	11,1	0,62
Tracción + Cortante	-	-	0,93

Se ve que la unión verifica.

Resultados para módulo B

Caso	Solicitación (kN)	Resistencia (kN)	Ratio
Tracción	9,0	14,1	0,64
Cortante	5,6	11,1	0,50

Tracción + Cortante	-	-	0,87
----------------------------	---	---	------

Se ve que la unión verifica.

Verificación de deformaciones

Se muestran las flechas máximas obtenidas en las combinaciones en servicio y las flechas máximas admisibles por la normativa en las siguientes tablas.

Módulo A

Dirección	Valor obtenido (mm)	Valor admisible (mm)
Vertical	11,7	12,0
Horizontal	4,4	6,0

Módulo B

Dirección	Valor obtenido (mm)	Valor admisible (mm)
Vertical	4,9	9,6
Horizontal	1,2	5,6

Verificación de resistencia al impacto

Se muestran los resultados de los ensayos de paneles y los requisitos exigidos por el ministerio.

Resistencia al cuerpo blando – Requisitos ministerio

Tabla E_0 3

Criterios y niveles de desempeño para elementos estructurales localizados en la fachada exterior, en lugares accesibles al público.

Impacto de cuerpo blando en la cara externa, o sea de afuera hacia adentro

Energía de impacto de cuerpo blando (J)	Criterio de Desempeño Nivel mínimo (M)
720	No ocurre colapso. Son admitidas fallas localizadas (fisuras, marcados y otras)
480	No ocurre colapso. Son admitidas fallas localizadas (fisuras, marcados y otras)
360	No ocurre colapso. Son admitidas fallas localizadas (fisuras, marcados y otras)
240	No ocurren fallas Limitación de flecha horizontal $d_h \leq h/250$ y $d_{hr} \leq h/1250$ para pilares, siendo h- altura del pilar $d_v \leq L/200$ y $d_{vr} \leq L/1000$ para vigas, siendo L- la luz de la viga
180	No ocurren fallas
120	No ocurren fallas

NOTA: (d_h , d_v) y residuales (d_{hr} y d_{vr}), siendo h y v referidas a la deformación horizontal y vertical respectivamente.

Resistencia al cuerpo blando – Resultados ensayos

Muestra	Energía de impacto (J)	Deformación residual (mm)	Resultado
Muestra 1	120	-	Ligeras deformaciones en las grecas
	240	3,0	Arrugamiento del panel en el centro del vano
Muestra 2	360	-	Arrugamiento del panel en el centro del vano
	480	-	Arrugamiento del panel en el centro del vano y deformaciones plásticas sin traspasar el panel
Muestra 3	720	-	Arrugamiento del panel en el centro del vano y deformaciones plásticas sin traspasar el panel
	960	-	Arrugamiento del panel en el centro del vano y deformaciones plásticas sin traspasar el panel

Resistencia al cuerpo duro – Requisitos ministerio

Tabla E_11

Criterios y niveles de desempeño para impactos de cuerpo duro en la cara externa de elementos estructurales localizados en la fachada del edificio y en superficies exteriores accesibles al público

Energía de Impacto de cuerpo duro (J)	Criterio de desempeño
3.75	No ocurren fallas Abolladuras de cualquier profundidad
20	No ocurren roturas por atravesamientos Son admitidas fallas superficiales como abolladuras, fisuras, y degradaciones
Sentido del impacto de afuera hacia adentro	

Resistencia al cuerpo duro – Resultados ensayos

Muestra	Energía de impacto (J)	Resultado
Muestra 1	5	Se produce una ligera huella sin fisuras
	30	Se produce una ligera huella sin fisuras

Para las placas de revestimiento interno de yeso (opcional) son No estructurales y se cumple los requisitos de resistencia al impacto ya que dichas placas se adosan en toda su superficie al panel, no habiendo huecos, soiendo el panel PIR el que soporta el impacto.

2.2 Anexo 2: Cálculos Térmicos, Cerramiento Horizontal TECHO.

Reporte Hterm

18/05/2022 23:26:54

V.17.12

Sección 1 : Datos Cerramiento

e -> Espesor [mm]
 ρ -> Densidad [kg/m³]
 M -> Masa [Kg/m²]
 λ -> Conductividad térmica [W/(m.K)]
 C_p -> Calor específico [kJ/m².K]
 R -> Resistencia térmica [m².K/W]
 CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K)]
 δ -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]
 Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]
 $1/Z$ -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]
 μ -> Factor de resistencia al vapor de agua
 S_d -> Espesor de aire equivalente S_d [m]
 OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ρ	M	λ	C_p	R	CT	δ	Z	$1/Z$	μ	S_d	OBS
Acero	0.5	7800.0	3.9	50.0	450.0	1.00E-05	1.755	1.98E-16	2.53E+12	3.96E-13	1.00E+06		BDO
Espuma de poliestireno proyectado	30.0	40.0	1.2	3.00E-02	1400.0	1.0	1.68	3.30E-12	9.09E+09	1.10E-10	60.0		BDO
Acero	0.5	7800.0	3.9	50.0	450.0	1.00E-05	1.755	1.98E-16	2.53E+12	3.96E-13	1.00E+06		BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hri -> Humedad relativa interior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	Hre	ti	Hri	Rse	Rsi
4	85	18.0	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona A

Fuera de Norma

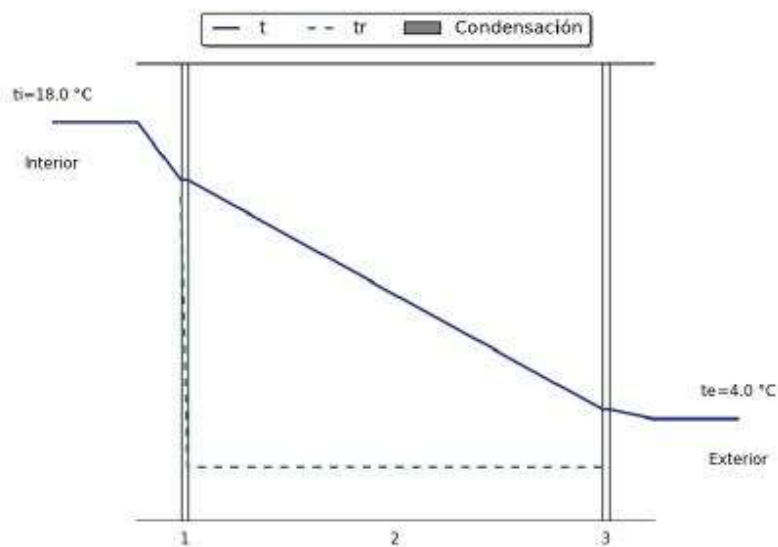
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	15.29	14.5
1-2	15.29	1.71
2-3	4.43	1.71
3-Ex	4.43	1.71

Transmitancia Térmica: 0.84 W/m².K @ Rsi=0.1435 m².K/W

Masa: 9.0 Kg/m²

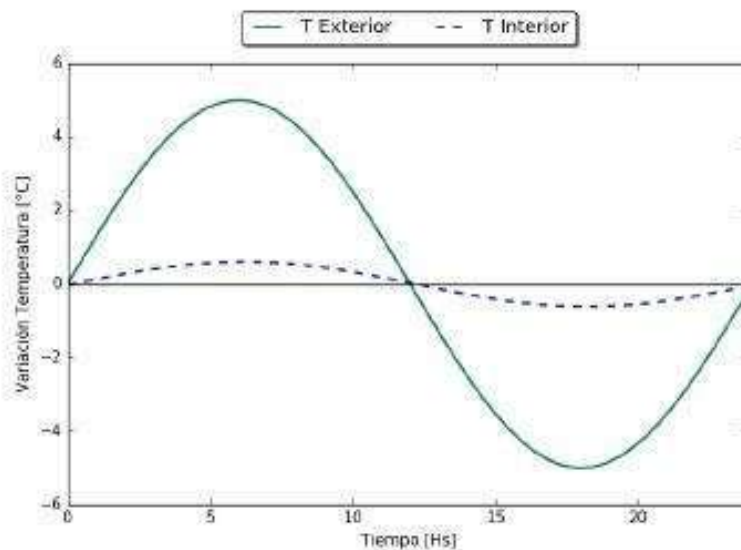
Espesor: 0.031 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.121

Retardo Térmico: 0.18 Hs



2.3 Anexo 3: Cálculos Térmicos, Cerramiento Vertical.

Sección 1 : Datos Cerramiento

e -> Espesor [mm]
 ρ -> Densidad [kg/m³]
M -> Masa [Kg/m²]
 λ -> Conductividad térmica [W/(m.K)]
Cp -> Calor específico [kJ/m².K]
R -> Resistencia térmica [m².K/W]
CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K)]
 δ -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]
Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]
1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]
 μ -> Factor de resistencia al vapor de agua
Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]
OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

Tipo de cerramiento: Cerramiento Vertical

Zona A

Fuera de Norma

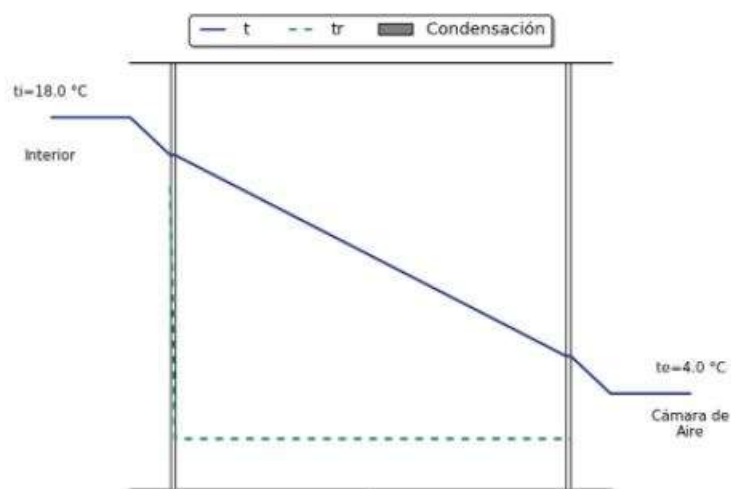
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	16.09	14.5
1-2	16.09	1.71
2-3	5.91	1.71
3-CA	5.91	1.71

Transmitancia Térmica: 0.67 W/m²K @ Rsi=0.13 m² K/W

Masa: 9.4 Kg/m²

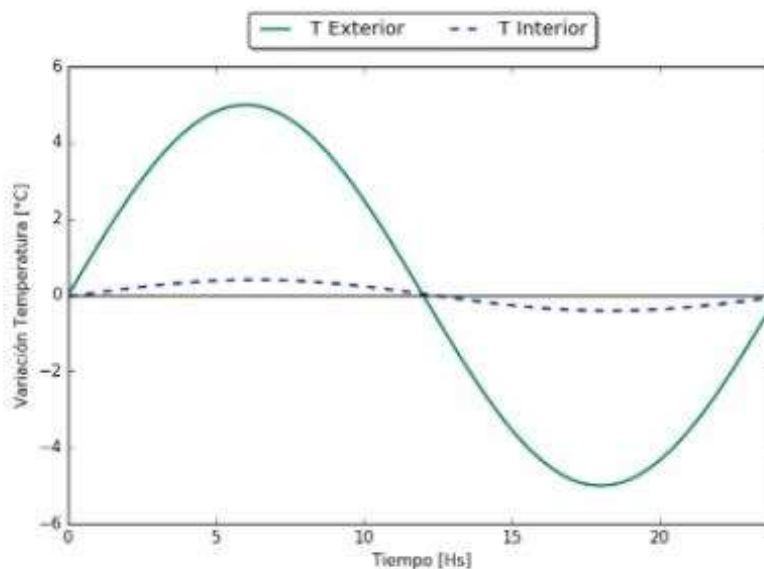
Espesor: 0.041 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.082

Retardo Térmico: 0.32 Hs



2.4 Anexo 4: Cálculos Térmicos, Piso.

Reporte Hterm

18/05/2022 23:29:21

V.17.12

Sección 1 : Datos Cerramiento

e -> Espesor [mm]
 ρ -> Densidad [kg/m³]
 M -> Masa [Kg/m²]
 λ -> Conductividad térmica [W/(m.K)]
 C_p -> Calor específico [kJ/m².K]
 R -> Resistencia térmica [m².K/W]
 CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K)]
 δ -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]
 Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]
 $1/Z$ -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]
 μ -> Factor de resistencia al vapor de agua
 S_d -> Espesor de aire equivalente S_d [m]
 OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original

	e	ρ	M	λ	C_p	R	CT	δ	Z	$1/Z$	μ	S_d	OBS
Teja de cerámica / Porcelana	5.0	2300.0	11.5	1.3	840.0	3.85E-03	0.60	1.98E-10	2.53E+13	3.90E-14	1.00E+00		BDO
Mortero de áridos ligeros (...)	5.0	999.0	4.995	0.41	1000.0	1.22E-02	4.995	1.98E-11	2.53E+08	3.90E-09	10.0		BDO
Panel de partículas con cemento	15.0	1200.0	18.0	0.23	1500.0	6.52E-02	27.0	3.90E-12	3.79E+09	2.64E-10	50.0		BDO
Espuma de poliestireno proyectado	30.0	40.0	1.2	3.00E-02	1400.0	1.0	1.08	3.30E-12	9.09E+09	1.10E-10	60.0		BDO

Sección 2 : Condiciones base

t_e -> Temperatura Exterior [°C]
 H_{re} -> Humedad relativa exterior [%]
 t_i -> Temperatura Interior [°C]
 H_{ri} -> Humedad relativa exterior [%]
 R_{se} -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]
 R_{si} -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

t_e	H_{re}	t_i	H_{ri}	R_{se}	R_{si}
4	85	18.0	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona A

Fuera de Norma

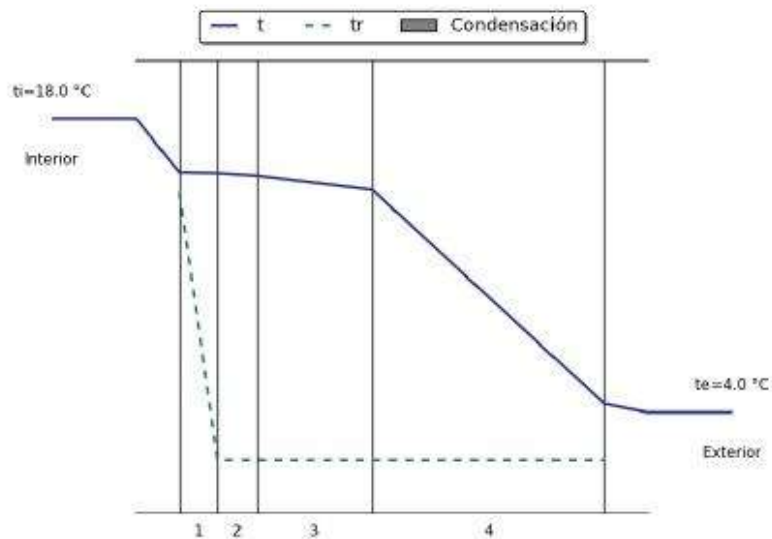
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	15.45	14.5
1-2	15.41	1.71
2-3	15.28	1.71
3-4	14.62	1.71
4-Ex	4.41	1.71

Transmitancia Térmica: 0.82 W/m².K @ $R_{si}=0.1$ m².K/W

Masa: 35.7 Kg/m²

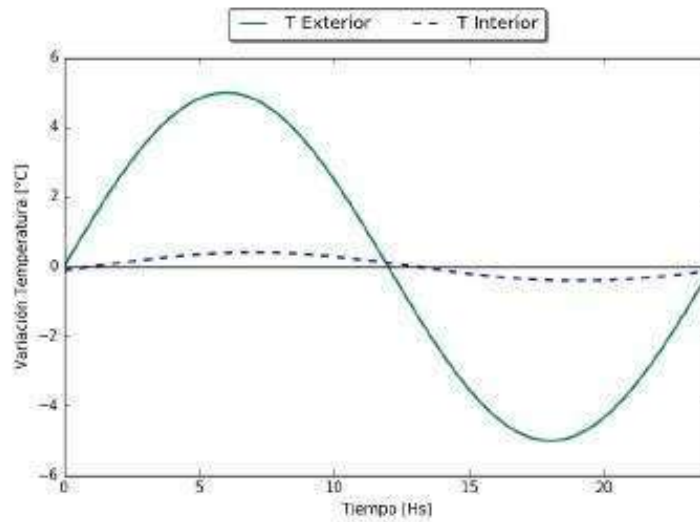
Espesor: 0.055 m



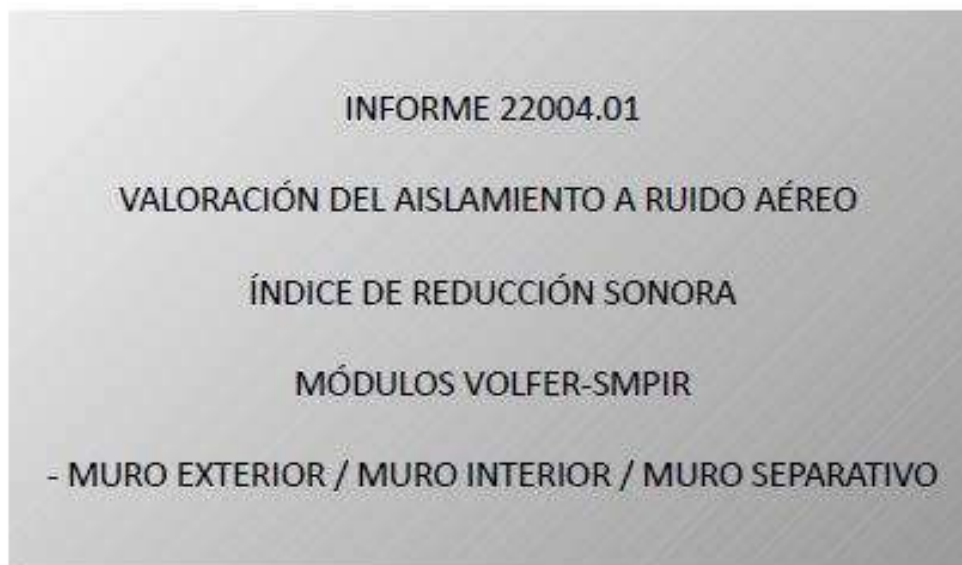
Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.08

Retardo Térmico: 1.03 Hz



2.5 Anexo 5: Estudio acústico.



Fecha de Presentación del Informe: 4 DE ABRIL DE 2022 – MONTEVIDEO

[Volver al Índice](#)

Índice de contenido

1 INTRODUCCIÓN	3
2 METODOLOGÍA	3
2.1 Parámetros Considerados	3
3 ESQUEMA DE UNA VIVIENDA ESTANDAR	4
3.1 Ubicación de los cerramientos en planta tipo	4
3.2 Muro Interior	4
3.3 Muro Exterior	4
3.4 Muro Divisorio	4
4 VALORACIÓN ACÚSTICA DE LOS CERRAMIENTOS	5
4.1 Muro interior	5
4.1.1) Método de evaluación	5
4.1.2) Descripción	5
4.1.3) Configuración para la realización de la prueba	5
4.1.4) Valoración del aislamiento acústico a ruido aéreo	6
4.2 Muro exterior - ENSAYO EN SITIO	7
4.2.1) Método de evaluación	7
4.2.2) Descripción	7
4.2.3) Configuración para la realización de la prueba	7
4.2.4) Valoración del aislamiento acústico a ruido aéreo	8
4.3 Muro divisorio sin hormigón	9
4.3.1) Método de evaluación	9
4.3.2) Descripción	9
4.3.3) Configuración para la realización de la prueba	9
4.3.4) Valor de aislamiento acústico a ruido aéreo	10
4.4 Muro divisorio con hormigón	11
4.4.1) Método de evaluación	11
4.4.2) Descripción	11
4.4.3) Valor de aislamiento acústico a ruido aéreo	12
4.5 Resumen de resultados de cálculo	13
5 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS SEGÚN VALORES REQUERIDOS POR DINAVI	13
6 CONCLUSIÓN	13
7 EQUIPAMIENTO UTILIZADO PARA LAS PRUEBAS Y LAS MEDICIONES	14
8 MÉTODO DE CÁLCULO UTILIZADO PARA EL MODELO TEÓRICO	14
9 Responsable por la elaboración del informe	14

[Volver al Índice](#)

1 INTRODUCCIÓN

A solicitud de la Empresa Volfer - Cigrol S.A, se presenta un informe con la evaluación acústica de 3 cerramientos del sistema Volfer-SMPIR: 1 cerramiento exterior, 1 cerramiento interior y 1 cerramiento separativo de unidades.

2 METODOLOGÍA

Se utilizó un método de ensayo acústico en el sitio junto con métodos de predicción del aislamiento para determinar las propiedades de reducción de ruido.

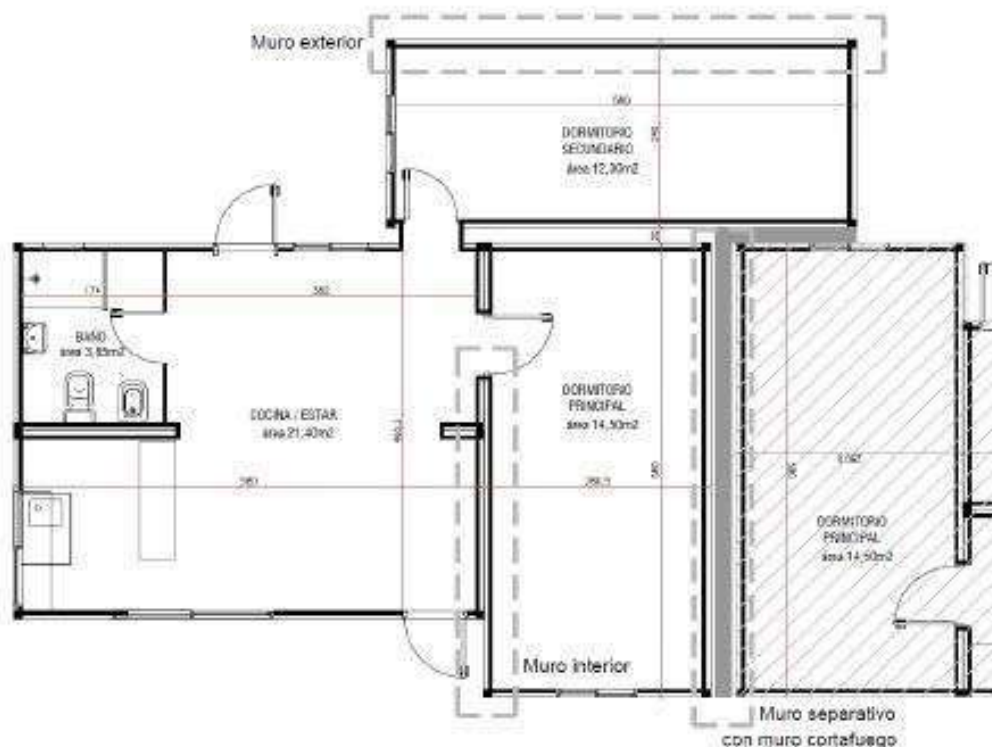
2.1 Parámetros Considerados

A continuación se indica el significado de los parámetros acústicos:

- **R:** Aislamiento acústico o Pérdida por transmisión de un cerramiento (TL). Unidad dB
- **Frecuencia de análisis:** Banda de frecuencia en la cual se está estudiando el R del material. Unidad Hz
- **R_w** – Índice ponderado de Reducción Sonora: Índice de Reducción Sonora de un cerramiento valorada con un número único a partir de las bandas de tercios de octava de: 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500 y 3150Hz.
- **Diferencia de niveles normalizada, D_n :** Es la diferencia de niveles, en decibelios, correspondiente a un área de absorción de referencia ($A_0 = 10 \text{ m}^2$) en el recinto receptor.
- **Diferencia de niveles estandarizada, D_{nT} :** Es la diferencia de niveles, en decibelios, correspondiente a un valor de referencia del tiempo de reverberación ($T_0 = 0,5 \text{ s}$) en el recinto receptor.
- **Diferencia de niveles estandarizada 2m, $D_{n2m,T}$:** Es la diferencia de niveles, en decibelios, correspondiente a un valor de referencia del tiempo de reverberación ($T_0 = 0,5 \text{ s}$) en el recinto receptor, medido en exterior a 2 m de la fachada y por método de altavoz.
- **Magnitud global para la valoración del aislamiento a ruido aéreo (R_w):** Es el valor en decibels a 500 Hz de la curva de referencia una vez ajustada a los valores experimentales según el método especificado en esta parte de las ISO 717-1.
- **Términos de adaptación espectral:** Es el valor en decibels que ha de añadirse al valor de la magnitud global (ej: R_w) para tener en cuenta las características de un espectro de ruido particular.
 - **NOTA 1:** Respecto al aislamiento frente al ruido aéreo se distinguen dos tipos de términos en función de dos tipos dominantes de ruido incidente: "C" que corresponde a un ruido incidente rosa y "Ctr" que corresponde a un ruido incidente de tráfico.
 - **NOTA 2:** En la norma UNE-EN ISO 717-1:1997 se definen y normalizan (a un nivel global 0) dos espectros para el ruido de tráfico: uno en bandas de tercio de octava y otro en bandas de octava.

3 ESQUEMA DE UNA VIVIENDA ESTANDAR

3.1 Ubicación de los cerramientos en planta tipo



3.2 Muro Interior

El muro interior se compone de 2 módulos apareados y separados 4 cm entre sí. La evaluación por método de prueba en sitio se realizó con esta configuración.

3.3 Muro Exterior

El muro exterior se compone por el panel simple sin agregar capas extras. La evaluación por método de prueba en sitio se realizó con esta configuración.

Se incluye en el presente informe el agregado de 2 situaciones por predicción teórica para evaluar el resultados con una mayor reducción sonora:

- 1 revestimiento de chapa de 0,5 mm sinusoidal con cámara ventilada, fijada con estructura de 50 mm al exterior.

3.4 Muro Divisorio

El muro divisorio entre dos unidades de viviendas se realiza con 2 módulos apareados y separados mediante un muro cortafuego de hormigón de 20 cm. La distancia entre cada módulo de vivienda con respecto al muro de hormigón es de 6 cm.

La evaluación por el método de prueba en sitio del muro divisorio fue realizada con dos módulos apareados y manteniendo una separación de 20 cm entre ambos y sin el muro de hormigón.

Luego se realizó una predicción con la reducción del hormigón armado mediante un modelo teórico y cotejando el resultado con los valores obtenidos por el método de prueba en el sitio.

4 VALORACIÓN ACÚSTICA DE LOS CERRAMIENTOS

4.1 Muro interior

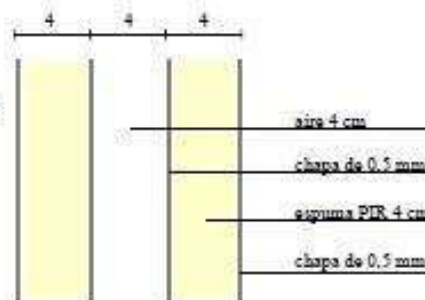
4.1.1) Método de evaluación

Se evalúa por método de medidas en el sitio mediante prueba acústica.

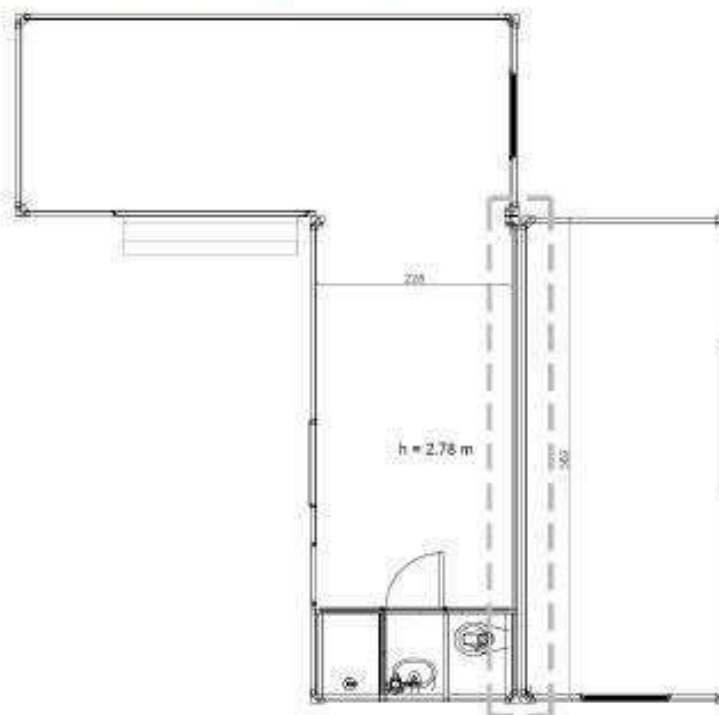
4.1.2) Descripción

La composición del cerramiento es la siguiente:

- * 1 capa de:
 - chapa galvanizada de 0,5 mm de espesor.
 - espuma de polisocianurato (PIR – Alta Performance), masa específica 28 Kg/m³.
 - espesor de espuma PIR 4 cm.
 - chapa galvanizada de 0,5 mm de espesor.
- * separación de 4 cm sin relleno:
- * 1 capa de:
 - chapa galvanizada de 0,5 mm de espesor.
 - espuma de polisocianurato (PIR – Alta Performance), masa específica 28 Kg/m³.
 - espesor de espuma PIR 4 cm.
 - chapa galvanizada de 0,5 mm de espesor.



4.1.3) Configuración para la realización de la prueba



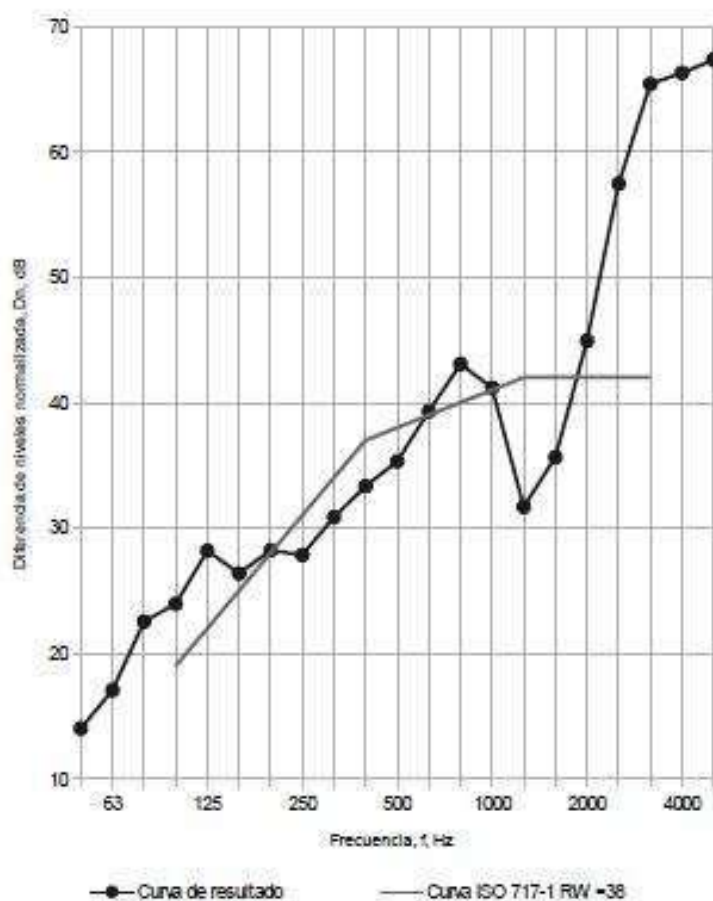
[Volver al Índice](#)

4.1.4) Valoración del aislamiento acústico a ruido aéreo

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo con la norma ISO 140-4
Medidas in-situ del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Ciudad:	Voller	Fecha del ensayo:	09/02/22
Volumen del recinto emisor:	35,7 m ³	Descripción:	Muro Interior
Volumen del recinto receptor:	35,7 m ³		

Frecuencia f Hz	D _n (porcio de octava) dB
50	14,0
63	17,1
80	22,5
100	23,9
125	26,2
160	26,4
200	28,2
250	27,8
315	30,9
400	33,3
500	35,3
630	39,3
800	43,1
1000	41,2
1250	31,7
1600	35,6
2000	44,9
2500	57,5
3150	65,4
4000	66,3
5000	67,3



Evaluación de acuerdo a la norma ISO 717-1

$D_{nT} =$ 38 dB $C_{tr} =$ -2 dB
 $C_{tr} =$ -4 dB

[Volver al Índice](#)

4.2 Muro exterior - ENSAYO EN SITIO

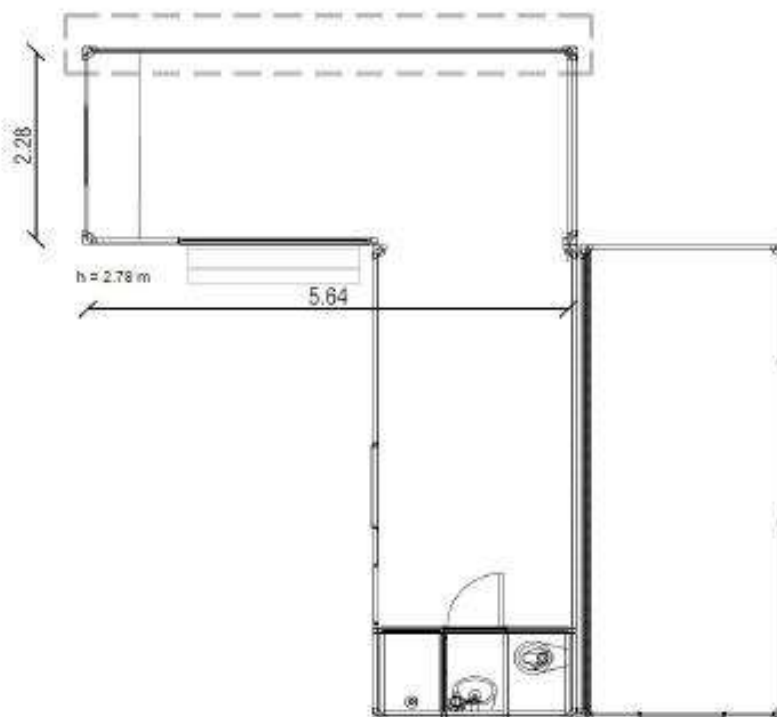
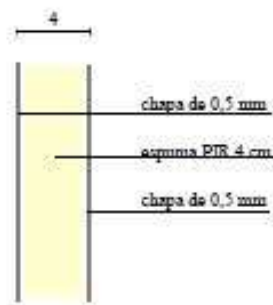
4.2.1) Método de evaluación

Se evalúa por método de medidas en el sitio por método de altavoz.

4.2.2) Descripción

La composición del cerramiento es la siguiente:

- chapa galvanizada de 0,5 mm de espesor.
- espuma de polisocianurato (PIR – Alta Performance), masa específica 28 Kg/m³.
- espesor de espuma PIR 4 cm.
- chapa galvanizada de 0,5 mm de espesor.



[Volver al índice](#)

4.2.4) Valoración del aislamiento acústico a ruido aéreo

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo con la norma ISO 140-5

Medidas in-situ del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: Volfer

Fecha del ensayo:

09/03/22

Volumen del recinto receptor:

35,7 m3

Descripción: Cerramiento exterior

Superficie de partición común:

15,7 m2

Frecuencia f Hz	D _n (octava) dB
50	11,5
63	7,0
80	10,7
100	13,1
125	19,4
160	13,4
200	19,7
250	19,5
315	19,3
400	22,4
500	24,6
630	27,4
800	27,0
1000	20,9
1250	18,2
1600	19,1
2000	29,9
2500	36,5
3150	39,0
4000	39,5
5000	42,5



Evaluación de acuerdo a la norma ISO 717-1

$D_{n,T,nT}$ =

25 dB

C_t = -3 dB

C_{tr} = -4 dB

[Volver al Índice](#)

4.3 Muro divisorio sin hormigón

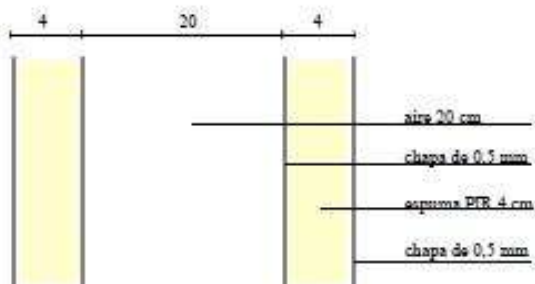
4.3.1) Método de evaluación

Se evalúa por método de medidas en el sitio por método de altavoz.

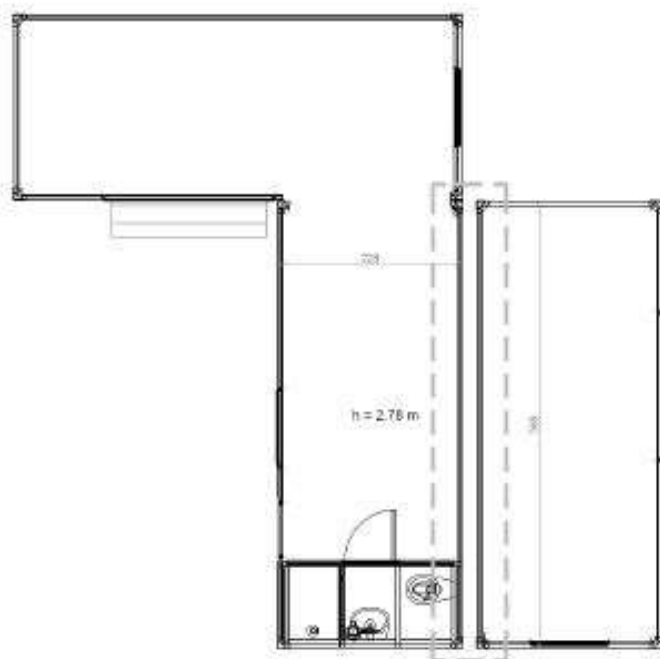
4.3.2) Descripción

La composición del cerramiento es la siguiente:

- 1 capa de:
 - chapa galvanizada de 0,5 mm de espesor.
 - espuma de polisocianurato (PIR – Alta Performance), masa específica 28 Kg/m³.
 - espesor de espuma PIR 4 cm.
 - chapa galvanizada de 0,5 mm de espesor.
- separación de 20 cm sin relleno:
- 1 capa de:
 - chapa galvanizada de 0,5 mm de espesor.
 - espuma de polisocianurato (PIR – Alta Performance), masa específica 28 Kg/m³.
 - espesor de espuma PIR 4 cm.
 - chapa galvanizada de 0,5 mm de espesor.



4.3.3) Configuración para la realización de la prueba



[Volver al Índice](#)

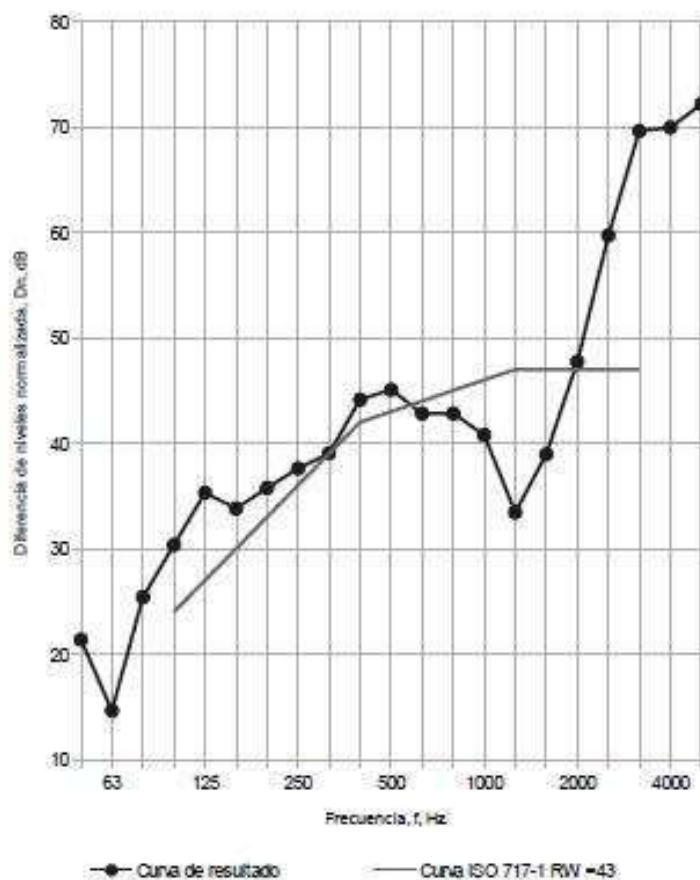
4.3.4) Valor de aislamiento acústico a ruido aéreo

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo con la norma ISO 140-4

Medidas in-situ del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: Volfer	Fecha del ensayo: 09/02/22	
Volumen del recinto emisor: 35,7 m ³	Descripción: Muro separativo sin hormigón	
Volumen del recinto receptor: 35,7 m ³		

Frecuencia / Hz	D _n (tercio de octava) dB
50	21,4
63	14,6
80	25,4
100	30,4
125	35,3
160	33,8
200	35,8
250	37,6
315	39,0
400	44,1
500	45,1
630	42,8
800	42,8
1000	40,8
1250	33,4
1600	38,9
2000	47,7
2500	59,7
3150	69,6
4000	70,0
5000	72,2



Evaluación de acuerdo a la norma ISO 717-1

$D_{nT} = 43 \text{ dB}$ $C_{tr} = -3 \text{ dB}$
 $C_{tr} = -4 \text{ dB}$

[Volver al Índice](#)

4.4 Muro divisorio con hormigón

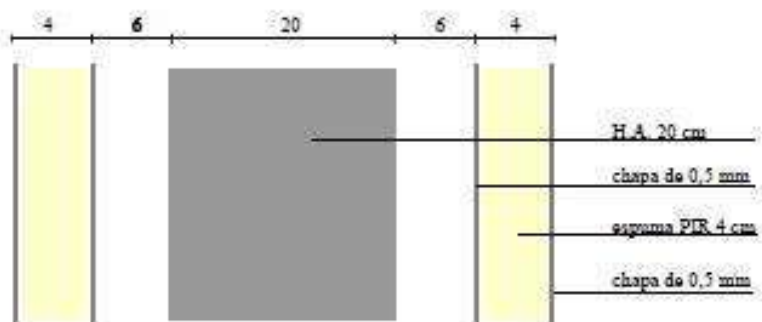
4.4.1) Método de evaluación

Se evalúa por método de predicción por cálculo.

4.4.2) Descripción

La composición del cerramiento es la siguiente:

- 1 capa de:
 - chapa galvanizada de 0,5 mm de espesor.
 - espuma de polisocianurato (PIR – Alta Performance), masa específica 28 Kg/m³.
 - espesor de espuma PIR 4 cm.
 - chapa galvanizada de 0,5 mm de espesor.
- separación de 6 cm sin relleno
- muro de hormigón armado de 20 cm y densidad de 2.600 Kg/m³.
- separación de 6 cm sin relleno
- 1 capa de:
 - chapa galvanizada de 0,5 mm de espesor.
 - espuma de polisocianurato (PIR – Alta Performance), masa específica 28 Kg/m³.
 - espesor de espuma PIR 4 cm.
 - chapa galvanizada de 0,5 mm de espesor.



[Volver al Índice](#)

4.4.3) Valor de aislamiento acústico a ruido aéreo

Resultados de modelo teórico

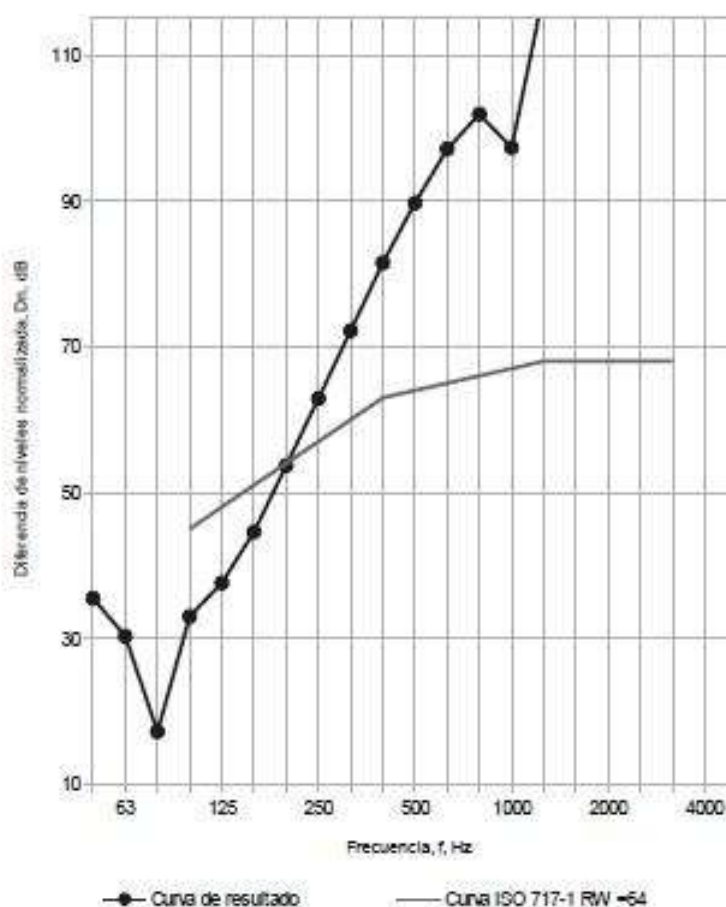
Cliente: Volfer

Volumen del recinto emisor: 35,7 m³

Volumen del recinto receptor: 35,7 m³

Descripción: Muro divisorio con hormigón

Frecuencia f Hz	Dn (tercio de octava) dB
50	35,5
63	30,3
80	17,2
100	33,0
125	37,6
160	44,6
200	53,7
250	62,9
315	72,2
400	81,5
500	89,7
630	97,1
800	101,9
1000	97,3
1250	118,5
1600	151,6
2000	158,3
2500	163,3
3150	168,4
4000	173,7
5000	178,6



Evaluación de acuerdo a la norma ISO 717-1

$D_{n,2m,h} = 64 \text{ dB}$ $C_1 = -5 \text{ dB}$
 $C_2 = -13 \text{ dB}$

[Volver al Índice](#)

4.5 Resumen de resultados de cálculo

Se presenta una tabla con los resultados obtenidos.

TIPO DE CERRAMIENTO EVALUADO MÓDULO VOLFER-SMPIR	Método de evaluación	Rw de cálculo dB	Términos de adaptación C _t	Términos de adaptación C _{tr}
Muro interior	Ensayo en sitio	38	-2	-4
Muro exterior	Ensayo en sitio	25	-3	-4
Muro separativo sin hormigón	Ensayo en sitio	43	-3	-4
Muro separativo con hormigón	Modelo teórico	64	-5	-13

5 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS SEGÚN VALORES REQUERIDOS POR DINAVI

AISLACIÓN ACÚSTICA DE CERRAMIENTO	Índice de reducción sonora según Dinavi	Índice de reducción sonora del Sistema propuesto	Evaluación
Muros interiores divisorios de locales habitables de la vivienda Entre locales habitables de la vivienda	IRS > 35 dB	IRS = 38 dB	CUMPLE
Muros exteriores de la vivienda Entre viviendas y espacio exterior	IRS > 25 dB	IRS = 25 dB ⁽¹⁾	NO CUMPLE
Muros separativos y entrepisos entre unidades de vivienda – considerando muro de hormigón	IRS > 45 dB	IRS = 64 dB	CUMPLE

* notas:

- 1 – El agregado de un 1 revestimiento de chapa de 0,5 mm con perfil sinusoidal y con cámara ventilada, fijada en el exterior con estructura de 50 mm y sin relleno en la cámara, alcanza un aislamiento del conjunto de R_e = 30 dB. Este valor es una referencia de cálculos teóricos. Para el cálculo se consideró que el revestimiento está cerrado en los laterales, la zona superior e inferior y que los encuentros entre el revestimiento y los cerramientos cuentan con un cierre adecuado para disminuir las pérdidas acústicas.

6 CONCLUSIÓN

- Los muros interior y separativo del sistema presentan valores admisibles según los Estándares de requisito y desempeño para la vivienda de interés social de la Dinavi ¹.
- Para alcanzar los valores admisibles en el muro exterior se debe considerar el agregado del revestimiento de chapa según la configuración de la notas 1.

1 Documento “Estándares de requisito y desempeño para la vivienda de interés social” – Dinavi

[Volver al Índice](#)

7 EQUIPAMIENTO UTILIZADO PARA LAS PRUEBAS Y LAS MEDICIONES

Computadora con software de análisis, tarjeta de audio externa y micrófono omnidireccional. Parlante direccional potenciado de 15" colocado en un pie a 1,50 metros de altura desde el piso.

Sonómetro Cesva SC-250 clase 1 según norma IEC 61672-1:2013, capaz de registrar datos como sonómetro y como analizador en bandas de tercios de octava, cuya calibración se verificó antes y después de cada campaña. Calibrador Cesva CB011 clase 1 que emite tonos puros de 1000 Hz a 94 dB.

Se cuenta con certificados de fábrica tanto del sonómetro SC-250 como del calibrador CB011 con fecha de emisión del 20/12/2021. Ambos certificados fueron emitidos por el laboratorio de metrología de Cesva Instruments de Barcelona, España, según normas IEC 61672-1:2013 y 60942:2017.

8 MÉTODO DE CÁLCULO UTILIZADO PARA EL MODELO TEÓRICO

Se utilizó un método de predicción del aislamiento acústico por fórmulas propuestas según Higiní Arau² y por software acústico.

9 Responsable por la elaboración del informe



Arq. Leonardo Fiorelli

por Arquitectura Acústica – CP 83.552

² ARAU H., 2018, ABC de la Acústica Arquitectónica, tomo 2, Ediciones Arau Acústica, Barcelona.

2.6 Anexo 6: Memoria de incendio.

Anexo XX: Memoria de Incendio

Programa y tipo de vivienda:

Programa: Obra utilizando SCNT avalado por CIR: Volfer SMPiR

Tipo de vivienda: Edificio de vivienda unifamiliar aislada o apareada (en caso de ser apareada se deberá ejecutar muro cortafuego, acorde a la normativa nacional), contando con living comedor, cocina integrada, uno o más dormitorios, 1 ss.hh completo, en una altura máxima de 3m.. En grupos de 5-20 viviendas.

Comportamiento de Materiales y Revestimientos del sistema Volfer SMPiR frente al incendio.

Se trata de locales con cerramiento horizontal y vertical contruidos mediante panel tipo PIR, el cual consiste en; caras de chapa galvanizada calibre 26 pintadas y relleno interior aislante de Poliuretano expandido de celda cerrada de alta densidad, espesor total de 40 mm. en muros y de 30mm en techos.

Los muros y techo son de panel PIR, pudiendo ser recubiertos exteriormente mediante revestimiento embellecedor, siempre y cuando éste sea ignífugo.

Los muros exteriores serán directamente de panel PIR, del lado interno será visto dicho panel, pudiendo, opcionalmente, ser recubierto dicho panel con placa cementicia de 6mm (o yeso de 12mm.)

La instalación eléctrica se realiza mediante materiales aprobados por URSEA.

Con referencia al tipo de terminaciones cabe aclarar que el piso es de una base de placa cementicia (la capa de poliuretano expandido es externa) revestida por cerámica o de piso Vinílico (En caso de ser piso Vinílico deberá cumplir con el estándar de resistencia al fuego que se consideró para este sistema constructivo, ver ficha técnica en material anexo)

Todas las ventanas y puertas son de aluminio serie 25, salvo las interiores, las cuales pueden ser de madera.

La norma IRAM 11910 y sus partes clasifican los materiales en distintos grados que van desde incombustible a material que posee elevada velocidad propagación de las llamas.

El acero, o las placas cementicias por ejemplo, están clasificadas por dicha norma como material incombustible.

Únicamente las puertas interiores podrán ser de madera, pero por ser solo 3 a 4 unidades, según tipología de vivienda, representa un valer de energía calorífica (EC) posibles de ser liberadas por la combustión que resulta menor, de todas maneras considerados a continuación.

Asumiendo un peso de cada puerta de 35 Kg y considerando 400 Kg de amoblamiento de madera, se tiene un total de 540Kg de madera.

Considerando el poder calorífico de la madera equivalente a 18,41 MJ/kg (4400 Kcal/kg) se tiene que la carga de incendio de la vivienda asciende a: $18.41 \text{ MJ/Kg} \times 540 \text{ Kg}$, o sea 9900 MJ. Para una vivienda de 2 dormitorios de 53m² se tiene:

$9900 \text{ MJ} / 53 \text{ m}^2 = 186 \text{ MJ/m}^2$.

Según IT 12 de la Dirección Nacional de bomberos, el valor de referencia para evaluar la posibilidad de Incendio de una vivienda es 300 MJ/m². Lo que es considerado carga de Fuego baja.

Por otro lado la estructura metálica de los módulos, al ser externa, evita el riesgo de colapso estructural debido a un eventual incendio.

Protección Contra Incendio:

Por la descripción de los materiales de la vivienda concluyo que la Carga de fuego específica (incendio), valor de la carga de incendio dividido por el área de piso del espacio considerado del SCNT Volfer SMPiR cumple con lo expresado en la IT 12 de la Dirección Nacional de bomberos.

Salida de emergencia:

La vivienda cuenta con 2 salidas hacia la parte anterior y posterior del edificio. Las aberturas son de 1.0 x 1.0 m. (o de mayores dimensiones)
El recorrido máximo hacia la salida es de 6 m.

Acceso de Vehículos de Emergencia a las Edificaciones:

Se asume y se deberá proyectar de forma tal que el acceso de vehículos para emergencia se encuentre en la fachada principal de la edificación ya que da hacia la hacera publica y no más de 5 m del mismo.

Por otra parte, la resistencia a la compresión que presentan las caminerías internas deberá ser mayor a 1000kg/m².

Dentro del predio el desplazamiento deberá ser libre de obstáculos y deberá existir el espacio para estacionar vehículo de emergencia en el sector de la fachada.

Conclusión:

Por lo expresado, se concluye que el SCNT Volfer SMPiR logra viviendas seguras frente al riesgo de incendio.

Arq. Celso Rodriguez Blanco.
N° CP: 130927



3.0 Documentación técnica de materiales a utilizar

A continuación, se adjuntan los documentos técnicos.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

ENTREPISO SUPERBOARD EP MAX

Producto ideal para construir entrepisos en seco. Se recomienda únicamente para aplicaciones con cargas livianas uniformemente distribuidas en viviendas u oficinas de hasta 300 kg/m². No se recomienda aplicar en áreas donde existan cargas puntuales o de impacto superiores a los 120 kg.

1 – MATERIALES

- **Placa de cemento SUPERBOARD EP MAX** (borde recto calibrada) | espesor 15mm.
- **Estructura** compuesta por perfiles de acero galvanizado "PGU" (cenefas) y "PGC" (vigas) a definir según cálculo.
- **Tornillo T1** punta mecha galvanizado.
- **Tornillo hexagonal** galvanizado.
- **Tornillo SB 10 1 ½"** autorroscantes y autofresantes punta mecha con alas galvanizado.
- **Sellador poliuretánico** tipo "Sikaflex 1 A Plus "

2 - ESPECIFICACIONES TECNICAS

- **Placa de cemento SUPERBOARD EP MAX** (borde recto calibrada) | **espesor 15 mm.**



Se deben utilizar placas de cemento autoclavadas SUPERBOARD EP MAX (bordes rectos y superficie calibrada), las mismas están compuestas por una mezcla homogénea de cemento, cuarzo y fibras de celulosa, no contienen asbesto. Se las denomina autoclavadas debido a que su proceso de curado se realiza de manera acelerada dentro de un horno de autoclave. Dicho proceso tiene una duración total de 12 hs y es en donde las placas adquieren resistencia y estabilidad dimensional luego de pasar por una temperatura de 180°C y una presión de vapor de agua máxima de 10 bar. Luego la placa se calibra el espesor, logrando una superficie pareja y continua apta para cualquier tipo de terminación.

Medidas: 1.20m x 2.40m
Espesor: 15mm calibrado
Tipo de borde: recto

- **Estructura**

Compuesta por la vinculación de perfiles estructurales de acero galvanizado por inmersión en caliente conformados según Norma IRAM – IAS U 500-205.

Tipo de perfiles: PGC (vigas) Y PGU (cenefas)

Deberá ser dimensionada y verificada por un ingeniero o profesional idóneo, siguiendo la Recomendación CIRSOC 303 que indica el modo de obtener un rápido cálculo de secciones y calibres de vigas según la carga actuante y la separación entre apoyos

- **Tornillo hexagonal galvanizado.**

Vincula los perfiles PGC con los PGU en nudos y encuentros.

- **Tornillo T1 galvanizado** punta mecha.

Vincula los perfiles PGC con los PGU en nudos y encuentros donde la cabeza del tornillo tiene que quedar al ras de los mismos, para posterior fijación de placa.

- **Tornillo SB 10 x 1 ½"m** avellanado punta mecha con alas galvanizado.

Se utiliza para fijar las placas a perfiles con calibre mayor a 1.24 mm. Debido a su conformado en una misma operación perfora y fresa la placa quedando al ras de la superficie para su posterior terminación.

- **Sellador Poliuretánico**

Sellador de poliuretano tipo "Sikaflex 1 A Plus".

Se utiliza como sellado de juntas entre encuentros de placa y hormigón, y juntas entre placas, en casos donde exista posible infiltración de agua.

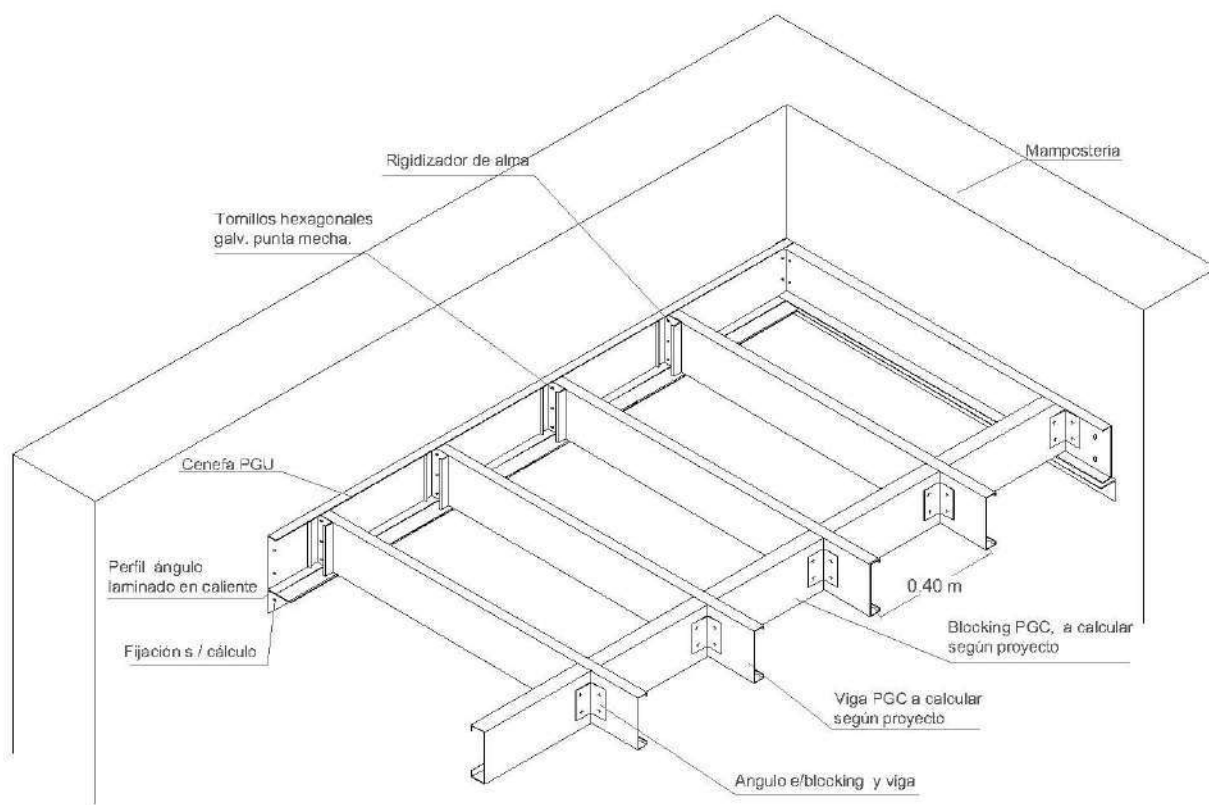
3 - MONTAJE DE ESTRUCTURA DEL ENTREPISO

Para el montaje de la estructura se recomienda seguir los siguientes pasos:

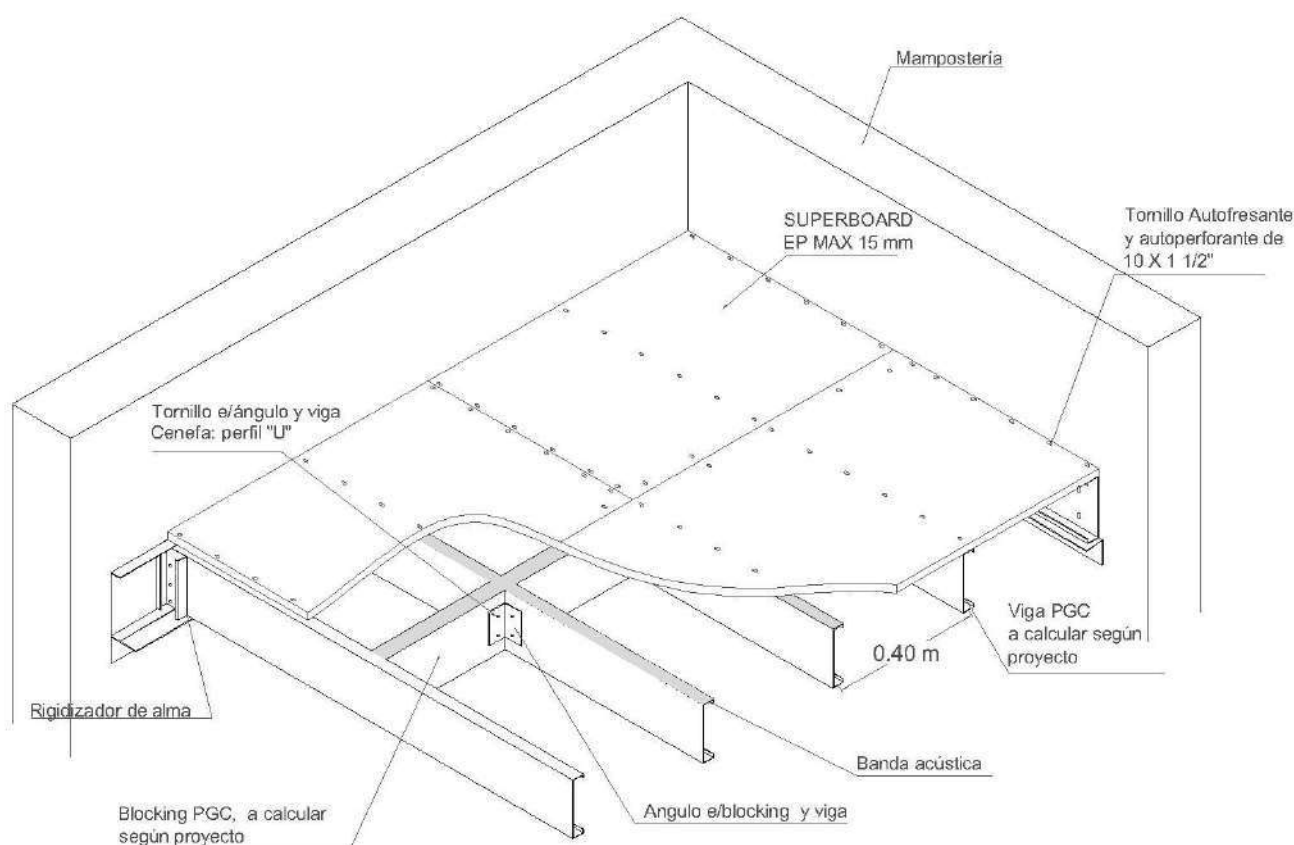
1º Fijar los PGU con fijaciones según corresponda en el cálculo estructural. Los mismos deben estar vinculados a un perfil ángulo laminado en caliente debidamente calculado.

2º Vincular a los PGU, las vigas tipo PGC cada 40 cm de distancia con tornillos T1 galvanizados punta mecha.

3º Reforzar la estructura con un rigidizador PGC sobre el alma de cada viga en los encuentros con la cenefa perimetral PGU.



- 4º** Colocar refuerzos de PGC (blocking) entre vigas cada 1.20m que coincidirán con las juntas longitudinales de las placas. Los mismos se fijarán a las vigas mediante ángulos.
- Dada la asimetría de las vigas respecto a su alma, estas tienden a rotar si no están correctamente arriostradas. La parte superior queda rigidizada por la placa misma, mientras que en la parte inferior se deberá agregar un recorte de perfil PGC transversalmente (Blocking) que vincule e inmovilice a todo el sistema.
- 5º** Colocar una banda acústica de polietileno espumado o similar sobre cada viga para disminuir la transmisión de ruidos a través de la estructura.
- 6º** Disponer las placas de manera trabada y perpendiculares a las vigas maestras PGC.
- 7º** Fijar las placas con los tornillos autofresantes y autoperforantes de 10 x 1 1/2" mm.



Fijación de perfiles: Todos los nudos o encuentros entre perfiles se vinculan con tornillos T1 punta mecha donde se requiera que la fijación quede al ras o de lo contrario con tornillos hexagonales galvanizados.

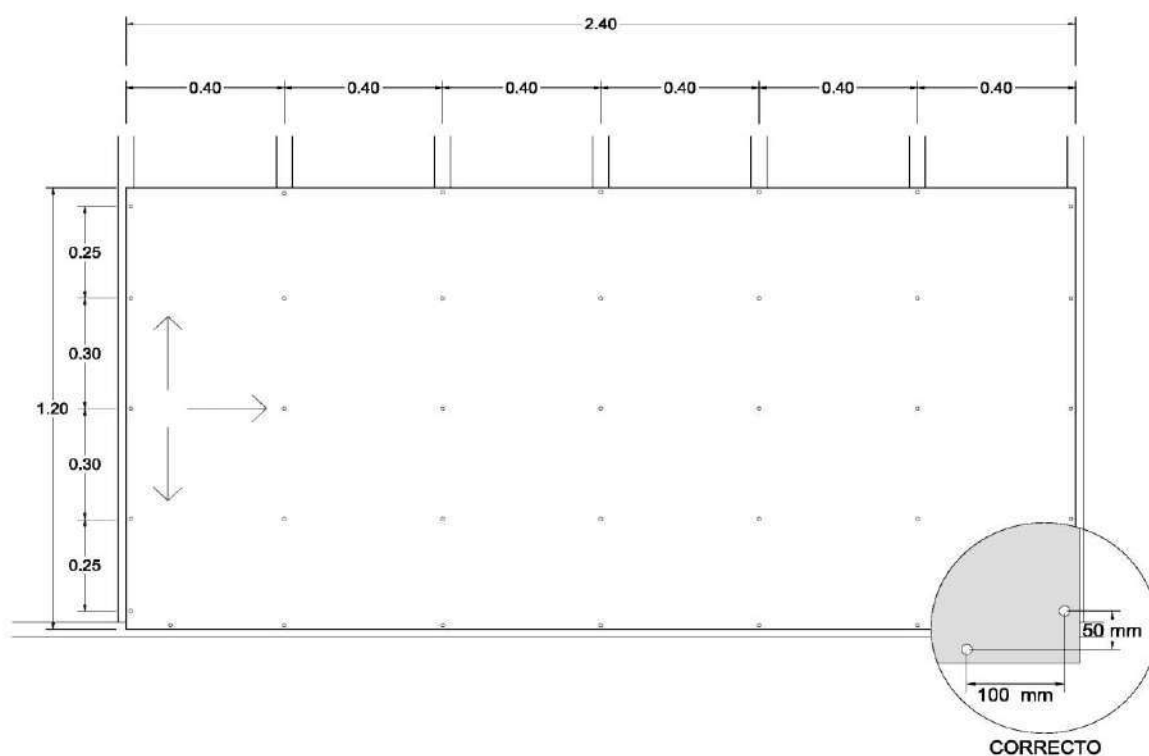
NOTA: La placa debe mantenerse libre de humedad antes y durante el uso del uso del entepiso, especialmente en aplicaciones en baños y cocinas.

4 - MONTAJE DE LA PLACA

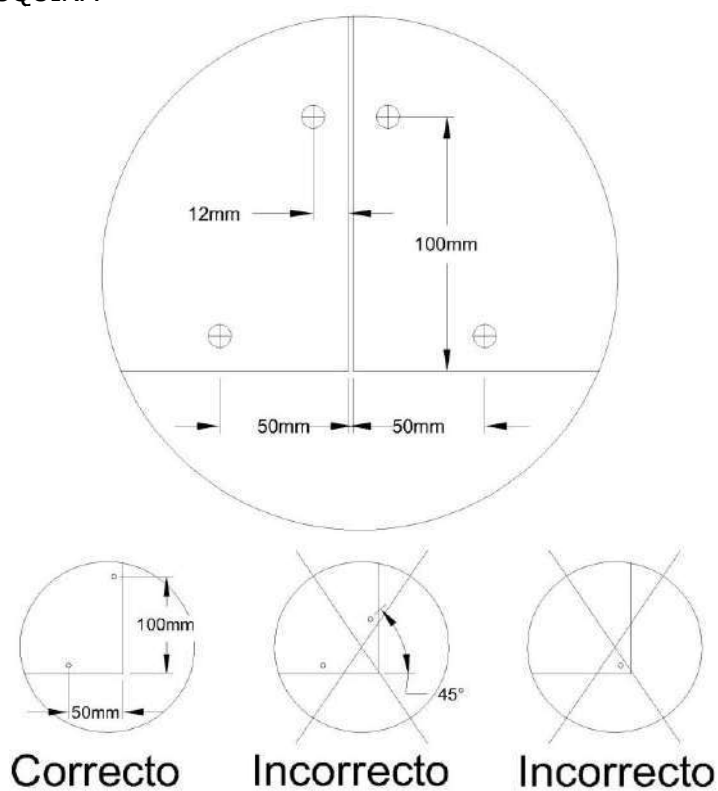
- Cada placa debe ser colocada verificando su nivel de plomo y escuadra de manera independiente al resto.
- Para fijar las placas a la estructura se utilizan tornillos SB de 10 x 1 ½", colocados según esquema de fijación correspondiente.
- Es importante respetar la correcta disposición de los tornillos.

5 - FIJACIÓN DE PLACAS

- Para fijar las placas a la estructura se utilizan tornillos SB de 10 x 1 ½", colocados según esquema de fijación correspondiente. Es importante respetar la correcta disposición de los tornillos.
- Se atornilla comenzando por el centro hacia los bordes de la placa.



ENCUENTRO EN ESQUINA



6- JUNTAS DE DILATACIÓN

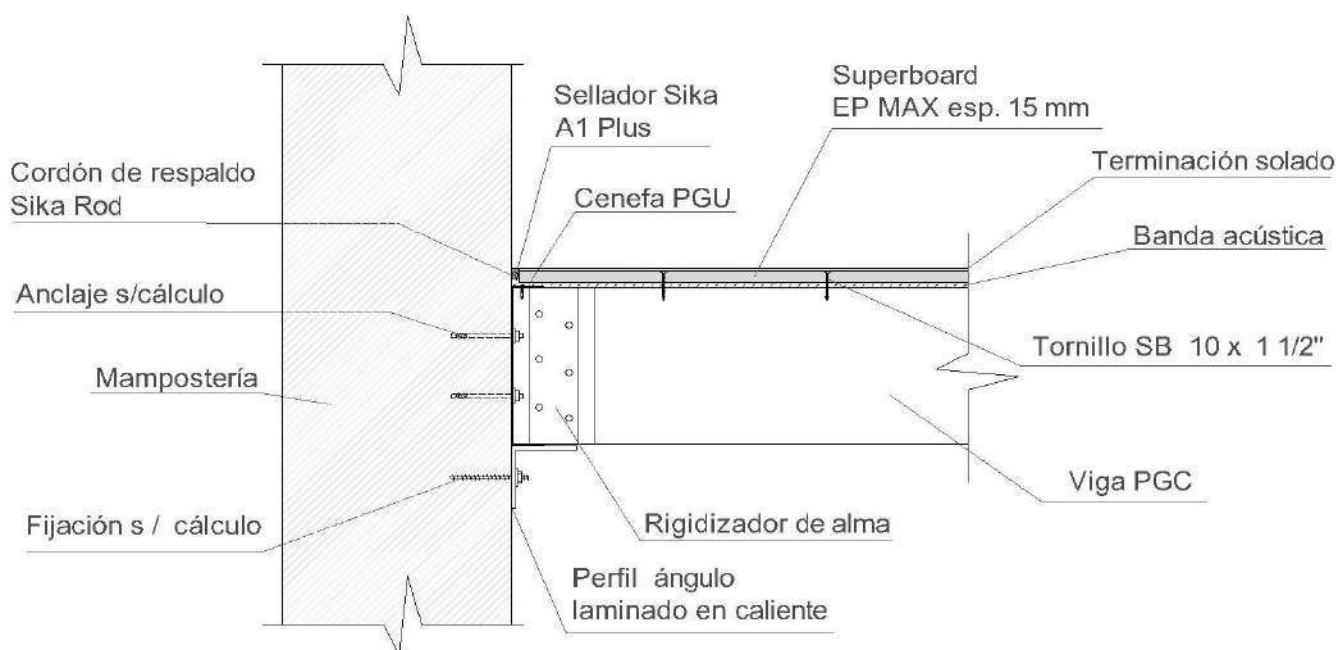
El entrepiso se independiza perimetralmente de la estructura o muros existentes, entre los cuales se coloca una buña o junta de dilatación de 8mm. Se utiliza un sellador poliuretano tipo "Sikaflex 1 A Plus" aplicado con pistola.

7 - TERMINACIÓN

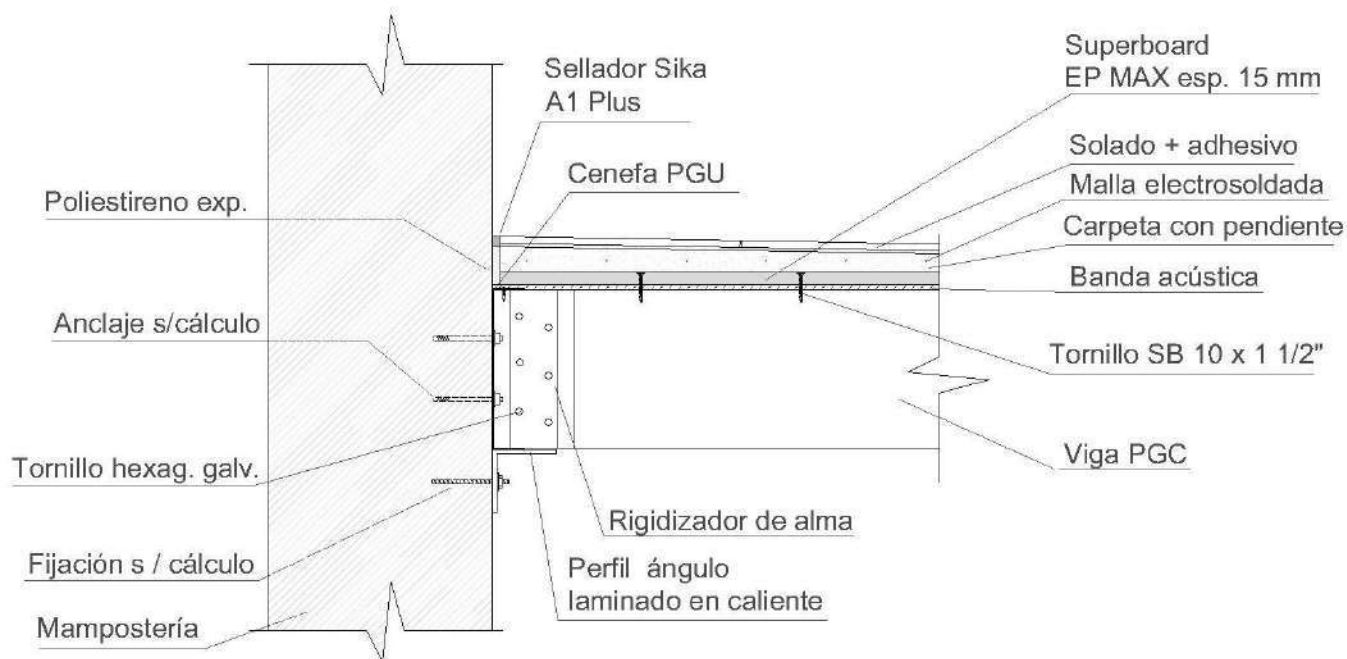
El entrepiso con placas Superboard EP Max puede recibir cualquier tipo de acabado. Dependiendo de la naturaleza del mismo, se deberá o no, realizar un tratamiento superficial sobre la placa.

Recomendamos consultar con el fabricante del solado, qué tipo de base o tratamiento de nivelación requiere, a fin de lograr el mejor nivel de terminación del mismo.

ENTREPISO SIMPLE



ENTREPISO CON CARPETA DE NIVELACIÓN



- Se aplica sobre la placa una carpeta con una malla electrosoldada para lograr el nivel y la pendiente deseados y luego colocar el piso con el adhesivo correspondiente.

8 – ALMACENAMIENTO DE PLACAS SUPERBOARD

- Almacenar sobre superficies planas y parejas, es conveniente mantener el paletizado de fábrica.
- La estiba se realiza en lugares cubiertos apilando un máximo de cuatro pallets.
- Proteger los bordes y esquinas de golpes.
- El transporte manual de las placas se realiza en forma vertical sujetándolas por dos operarios aproximadamente a 0.60m del extremo de las mismas. No transportar de plano.

9 – CONSUMO STANDARD ESTIMADO POR METRO CUADRADO

- | | |
|--|--------------------|
| • Placa SUPERBOARD EP MAX borde recto | 1.05m ² |
| • Tornillo SB 10 x 1 ½" | 14unid. |
| • Tornillo T1 punta mecha galvanizado | variable |
| • Angulo de chapa galvanizada L | variable |
| • Sellador Sikaflex 1 A Plus. 1 cartucho de 300 cm ³ cubre 3ml de junta de 10 x 10mm. | |
| • El consumo de perfiles puede ser variable de acuerdo al proyecto. | |

Nota

La información aquí contenida no compromete a Eternit Argentina S.A. ya que es de libre y voluntaria aplicación. Sus contenidos pueden ser interpretados erróneamente, por lo tanto su uso es responsabilidad de la persona o personas que la estén utilizando. Toda estructura debe ser dimensionada y verificada por un ingeniero o profesional idóneo que la calcule según los requerimientos particulares del proyecto y a las normas de construcción legales vigentes.

TEST REPORT

No. : GZIN1905024788MR

Date : Jun 10, 2019

Page: 1 of 8



CUSTOMER NAME: CHANGZHOU ZETAI DECORATION MATERIAL CO., LTD
ADDRESS: NO.5 XINPENG ROAD, CUIQIAO, HENGLIN TOWN, CHANGZHOU
CITY

Sample Name : SPC FLOORING

Above information and sample(s) was/were submitted and confirmed by the client. SGS, however, assumes no responsibility to verify the accuracy, adequacy and completeness of the sample information provided by client.

SGS Ref. No. : SHIN1905032960MR
Date of Receipt : May 20, 2019
Testing Start Date : May 20, 2019
Testing End Date : Jun 10, 2019
Test result(s) : For further details, please refer to the following page(s)
(Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested)

Signed for
SGS-CSTC Standards Technical
Services Co., Ltd. GZ Branch Testing
Center

May Huo
Authorized signatory



Unless otherwise agreed in writing, this document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx> and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions/Terms-e-Document.aspx>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only.
Attention: To check the authenticity of testing / inspection report & certificate, please contact us at telephone: (86-755) 82075188 or email: CN.Doccheck@sgs.com

SGS-CSTC Standards Technical Services Co., Ltd.
Guangzhou Branch Testing Center Reliability Laboratory

198 Kazhu Road, Sciencetech Park Guangzhou Economic & Technology Development District, Guangzhou, China 510663 t (86-20) 82155555 f (86-20) 82075188 www.sgs.com.cn
中国·广州·经济技术开发区科学城科珠路198号 邮编: 510663 t (86-20) 82155555 f (86-20) 82075188 e sgs.china@sgs.com

TEST REPORT

No. : GZIN1905024788MR

Date : Jun 10, 2019

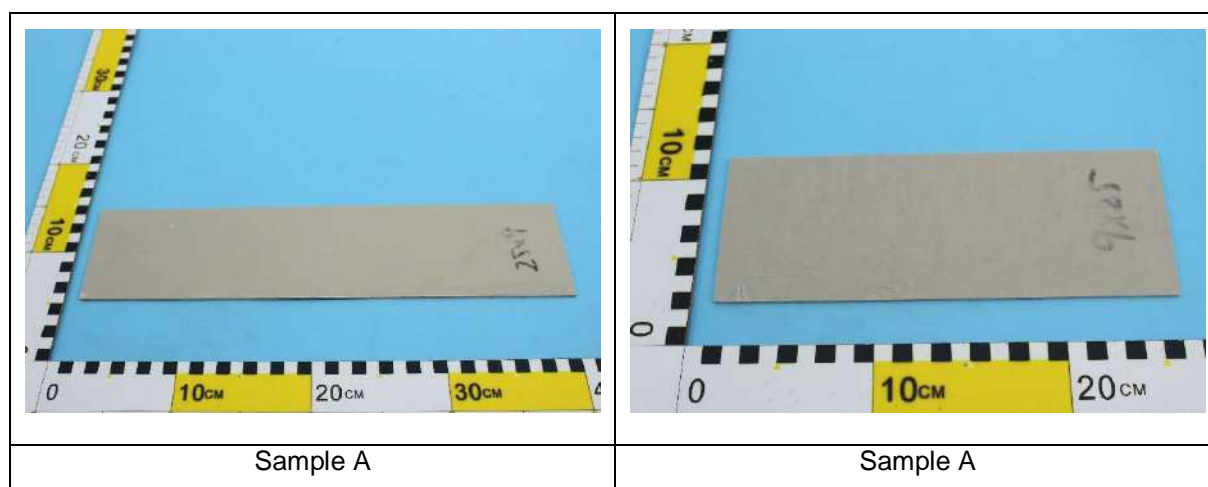
Page: 2 of 8

Summary of Results:

No.	Test Item	Test Method	Result	Conclusion
1	Ignitability of Building Products	EN ISO 11925-2:2010/Cor.1:2011	See result	/
2	Determination of the burning behavior using a radiant heat source	ISO 9239-1:2010	See result	/

Note: Pass : Meet the requirements;
Fail : Does not meet the requirements;
/ : Not Apply to the judgment.

Original Sample Photo:



Unless otherwise agreed in writing, this document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx> and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions/Terms-e-Documents.aspx>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only.

Attention: To check the authenticity of testing / inspection report & certificate, please contact us at telephone: (86-755) 8307 1443, or email: CN.Doccheck@sgs.com

SGS-CSTC (Guangzhou) Technical Services Co., Ltd.
Guangzhou Branch Testing Center & Reliability Laboratory

198 Kazhu Road, Science Park Guangzhou Economic & Technology Development District, Guangzhou, China 510663 t (86-20) 82155555 f (86-20) 82075188 www.sgs.com.cn
中国·广州·经济技术开发区科学城科珠路198号 邮编: 510663 t (86-20) 82155555 f (86-20) 82075188 e sgs.china@sgs.com

TEST REPORT

No. : GZIN1905024788MR

Date : Jun 10, 2019

Page: 3 of 8



Sample A



Unless otherwise agreed in writing, this document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx> and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions/Terms-e-Document.aspx>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only.

Attention: To check the authenticity of testing /inspection report & certificate, please contact us at telephone: (86-755) 82075188 or email: CN.Doccheck@sgs.com

SGS-TESTING SERVICES
Guangzhou Branch Testing Center Reliability Laboratory

198 Kazhu Road, Sciencetech Park Guangzhou Economic & Technology Development District, Guangzhou, China 510663 t (86-20) 82155555 f (86-20) 82075188 www.sgs.com.cn
中国·广州·经济技术开发区科学城科珠路198号 邮编:510663 t (86-20) 82155555 f (86-20) 82075188 e sgs.china@sgs.com

TEST REPORT

No. : GZIN1905024788MR

Date : Jun 10, 2019

Page: 4 of 8

1. Test item: Ignitability of Building Products

Sample Description: Floor

Test Method: EN ISO 11925-2:2010/Cor.1:2011

Test condition:

Specimen: 250 × 90 × 3.3mm

Flame application time: 15s

Test result:

Exposure conditions	Edge exposure			Surface exposure		
Specimen No.	1	2	3	1	2	3
Whether ignition occurs	No	No	No	No	No	No
Whether the flame tip reaches 150 mm above the flame application point, and the time at which this occurs	No	No	No	No	No	No
The time when flame tip reaches 150 mm, s	/	/	/	/	/	/
Whether ignition of the filter paper occurs	No	No	No	No	No	No

Note:

1. Test specimens were cut from the sample.
2. Observations of the burning characteristics: Charring



Unless otherwise agreed in writing, this document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx> and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions/Terms-e-Documents.aspx>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only.

Attention: To check the authenticity of testing / inspection report & certificate, please contact us at telephone: (86-755) 8307 1443, or email: CN.Doccheck@sgs.com

SGS-CSTC Guangzhou Branch Testing Center
Guangzhou Branch Testing Center Seal & Reliability Laboratory

198 Kazhu Road, Science Park Guangzhou Economic & Technology Development District, Guangzhou, China 510663 t (86-20) 82155555 f (86-20) 82075188 www.sgs.com.cn
中国·广州·经济技术开发区科学城科珠路198号 邮编: 510663 t (86-20) 82155555 f (86-20) 82075188 e sgs.china@sgs.com

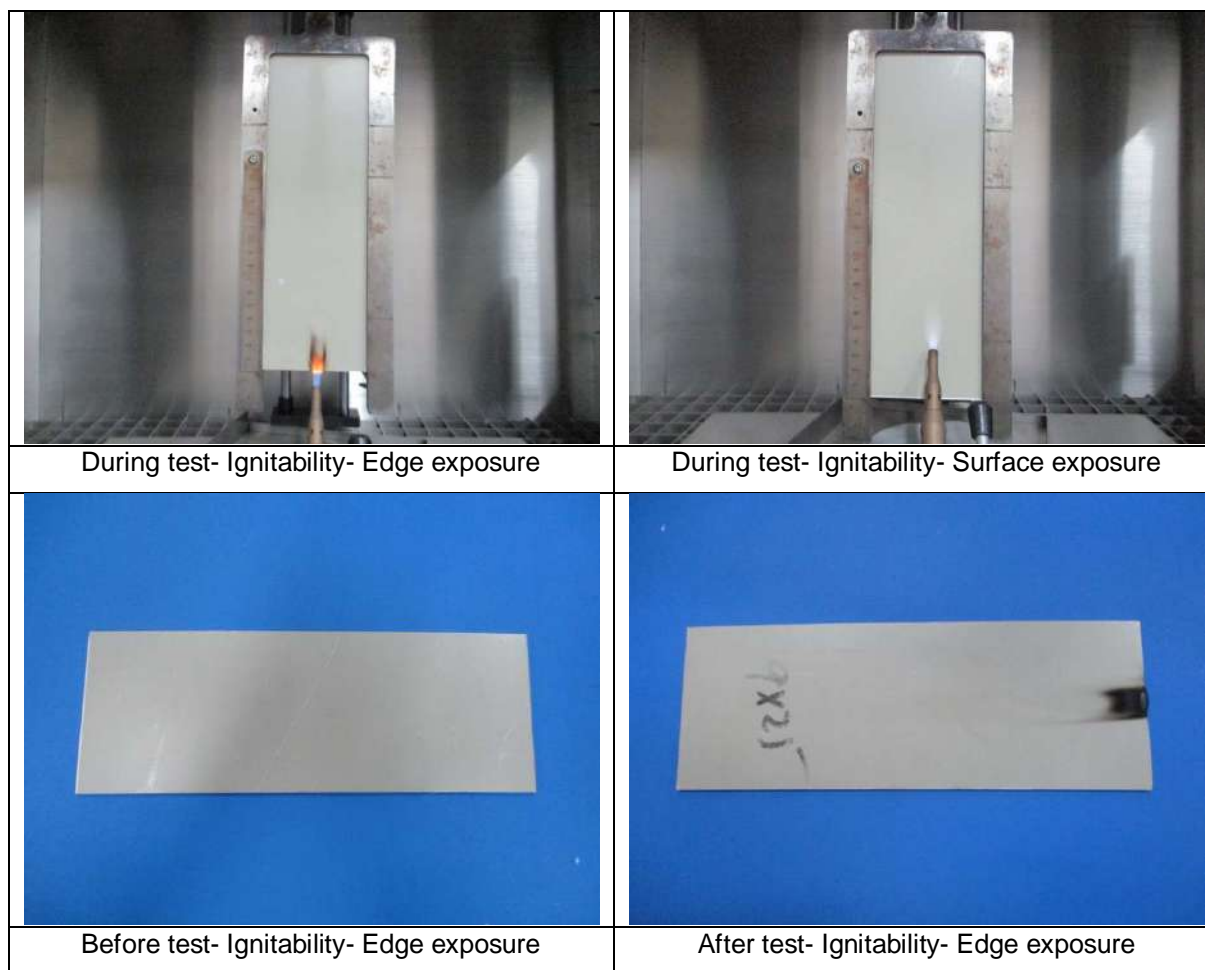
TEST REPORT

No. : GZIN1905024788MR

Date : Jun 10, 2019

Page: 5 of 8

Test Photo:

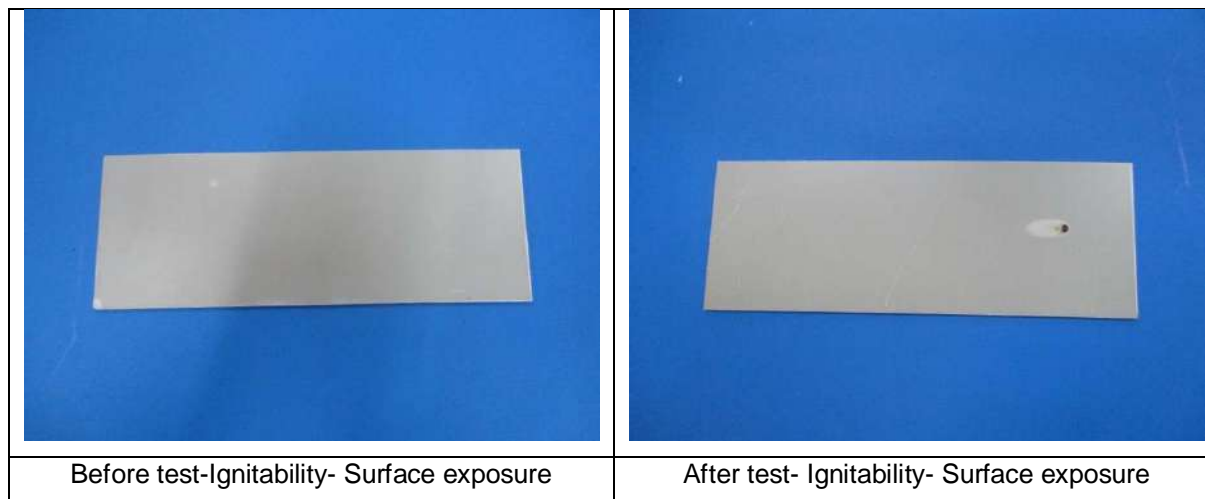


TEST REPORT

No. : GZIN1905024788MR

Date : Jun 10, 2019

Page: 6 of 8



Statement: The test results relate to the behaviour of the test specimens of a product under the particular conditions of the test; they are not intended to be the sole criterion for assessing the potential fire hazard of the product in use.

Equipment Information:

Equipment	Model	Equipment No.	Calibration date	Next Calibration date
Ignitability tester	SIT	GZMR-PL-E226	2018-07-17	2019-07-16

2. Test item: Determination of the burning behavior using a radiant heat source

Sample Description: Floor

Test Method: ISO 9239-1:2010

Test condition:

Specimen: 1050 × 230 × 3.3mm

Flame application time: 10min

Mounting and fixing: Calcium silicate board, with its density about 1016kg/m³, thickness about 21.4mm, is as the substrate. The specimens were fixed mechanically to the substrate.



Unless otherwise agreed in writing, this document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx> and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions/Terms-e-Documents.aspx>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only.

Attention: To check the authenticity of testing /inspection report & certificate, please contact us at telephone: (86-755) 8307 1443, or email: CN.Doccheck@sgs.com

SGS-CSTC (China) Technical Services Co., Ltd.
Guangzhou Branch Testing Center & Reliability Laboratory

198 Kazhu Road, Sciotech Park Guangzhou Economic & Technology Development District, Guangzhou, China 510663 t (86-20) 82155555 f (86-20) 82075188 www.sgs.com.cn
中国·广州·经济技术开发区科学城科珠路198号 邮编:510663 t (86-20) 82155555 f (86-20) 82075188 e sgs.china@sgs.com

TEST REPORT

No. : GZIN1905024788MR

Date : Jun 10, 2019

Page: 7 of 8

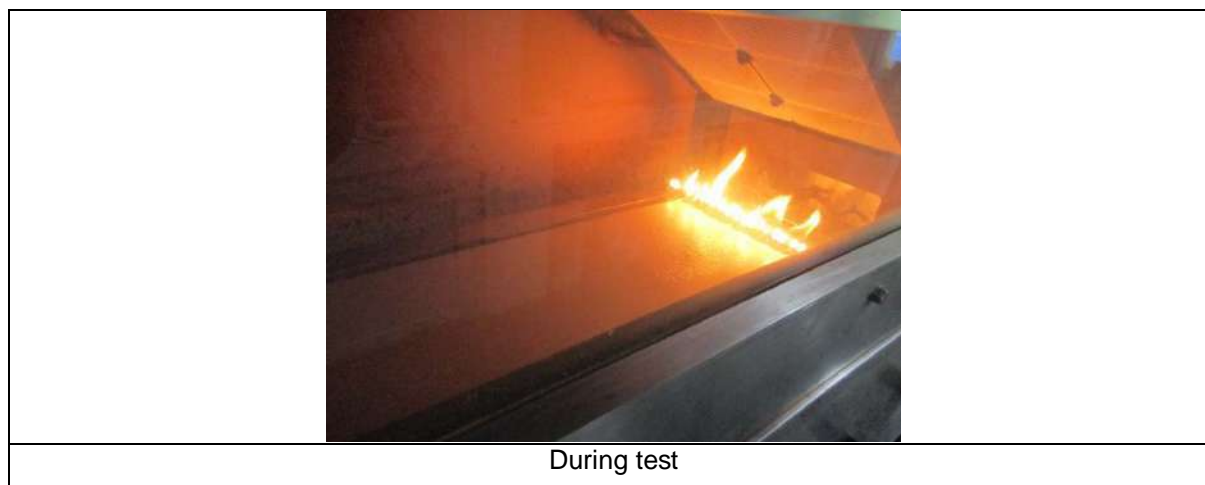
Test result:

Specimen No.	1	2	3	Average
The flame-spread distance at 10min, mm	30	30	30	30
The flame-spread distance at 20min, mm	30	30	30	30
The flame-spread distance at 30min, mm	30	30	30	30
Heat flux at 10 min (HF-10), kW/m ²	> 11	> 11	> 11	/
Heat flux at 20 min (HF-20), kW/m ²	> 11	> 11	> 11	/
Heat flux at 30 min (HF-30), kW/m ²	> 11	> 11	> 11	/
Critical heat flux (CHF), kW/m ²	> 11	> 11	> 11	/
Integrated smoke value, %·min	6.72	8.71	8.21	7.9

Note:

1. Test specimens were cut from the sample.
2. Specimens that do not ignite or which spread flame less than 110 mm have a critical heat flux $\geq 11 \text{ kW/m}^2$
3. Observations of the burning characteristics: blistering, Charring

Test Photo:



Unless otherwise agreed in writing, this document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx> and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions/Terms-e-Document.aspx>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only.

Attention: To check the authenticity of testing / inspection report & certificate, please contact us at telephone: (86-755) 82075188 or email: CN.Doccheck@sgs.com

SGS-CSTC (China) Technical Services Co., Ltd.
Guangzhou Branch Testing Center & Reliability Laboratory

198 Kazhu Road, Science Park Guangzhou Economic & Technology Development District, Guangzhou, China 510663 t(86-20) 82155555 f(86-20) 82075188 www.sgs.com.cn
中国·广州·经济技术开发区科学城科珠路198号 邮编:510663 t(86-20) 82155555 f(86-20) 82075188 e sgs.china@sgs.com

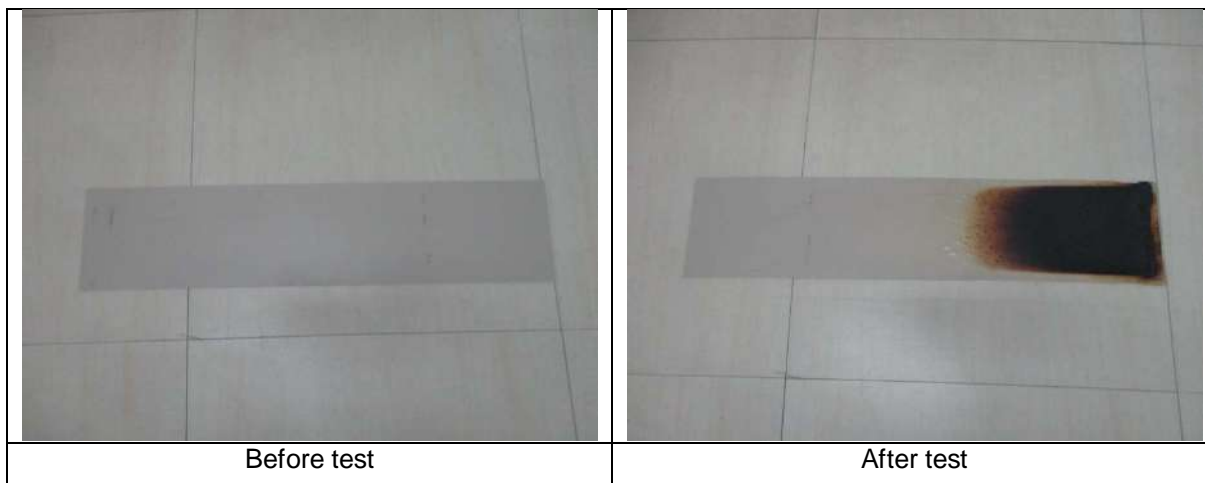
Member of the SGS Group (SGS SA)

TEST REPORT

No. : GZIN1905024788MR

Date : Jun 10, 2019

Page: 8 of 8



Statement: The test results relate to the behaviour of the test specimens of a product under the particular conditions of the test; they are not intended to be the sole criterion for assessing the potential fire hazard of the product in use.

Equipment Information:

Equipment	Model	Equipment No.	Calibration date	Next Calibration date
Flooring Radiant Panel Tester	FPR	GZMR-PL-E227	2018-08-21	2019-08-20

***** End of report*****



Unless otherwise agreed in writing, this document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx> and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions/Terms-e-Documents.aspx>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only.

Attention: To check the authenticity of testing / inspection report & certificate, please contact us at telephone: (86-755) 8307 1443, or email: CN.Doccheck@sgs.com

SGS-CSTC (China) Technical Services Co., Ltd.
Guangzhou Branch Testing Center

198 Kazhu Road, Sciencetech Park Guangzhou Economic & Technology Development District, Guangzhou, China 510663 t (86-20) 82155555 f (86-20) 82075188 www.sgs.com.cn
中国·广州·经济技术开发区科学城科珠路198号 邮编: 510663 t (86-20) 82155555 f (86-20) 82075188 e sgs.china@sgs.com

Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 124 766-203

CLIENTE: KINGSPAN – Isoeste Construtivos Isotérmicos S.A.

CNPJ: 00.289.348/0001-40

Rua VP 5D, Quadra 08 Lote 14/16 - s/n - Distrito Agroindustrial de Anápolis.

CEP: 75.132-120 – Anápolis/GO.

NATUREZA DO TRABALHO: Determinação do desempenho quanto à reação ao fogo.

REFERÊNCIAS: Orçamento FIPT nº 2058/21 datado de 01.03.2021.

1 INTRODUÇÃO

A determinação do desempenho quanto à reação ao fogo no presente trabalho leva em conta dois métodos de ensaio, a saber:

- BS EN 13823 que trata da determinação do desempenho quanto à reação ao fogo de materiais de construção, com exceção daqueles empregados em pisos, quando expostos a uma chama padrão singular (SBI – *Single Burning Item*) – ver Fotografia 1.

Os corpos de prova são formados por duas partes denominadas “asas”, sendo a maior com dimensões de $1.000 \pm 5 \text{ mm} \times 1.500 \pm 5 \text{ mm}$, e a menor com dimensões de $495 \pm 5 \text{ mm} \times 1.500 \pm 5 \text{ mm}$. As asas são montadas em forma de “L” no carrinho que faz parte do equipamento. Um queimador localiza-se no canto de junção entre as duas asas no carrinho. Este queimador produz uma chama padrão à qual o corpo de prova é submetido. São determinados então, a partir da queima do corpo de prova, os dados de ensaio, por meio de instrumentação do equipamento localizada no duto de extração dos gases gerados.



Fotografia 1 – Equipamento de ensaio.

Os resultados são expressos da seguinte forma: índice da taxa de desenvolvimento de fogo (FIGRA); índice da taxa de desenvolvimento de fumaça (SMOGRA); liberação total de calor do material (THR); produção total de fumaça (TSP); propagação lateral de chama (LFS) e ocorrência ou não de gotejamento e/ou desprendimento de material em chamas.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.



Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações

- ISO 11925-2 trata da determinação da ignitabilidade dos materiais, quando expostos à chama de queimador dentro de uma câmara de ensaio fechada (Fotografia 2).

Os corpos de prova, com dimensões de 250 mm x 90 mm, para produtos normais, ou 250 mm x 180 mm, para produtos que contraem ou derretem para longe da chama do queimador sem serem ignizados, são presos no suporte dentro da câmara de ensaio e colocados em contato com a chama do queimador, com um filtro (lenço) de papel posicionado abaixo do corpo de prova. É verificada, então, a propagação da chama, levando-se em conta o tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm, medida a partir da extremidade inferior do corpo de prova. São realizados dois tipos de aplicação de chama: de superfície e de borda.



Fotografia 2 – Câmara de ensaio.

2 ITEM / MATERIAL

2.1 Item para o ensaio de ignitabilidade

Foi entregue o material denominado “PIR AP 40 mm”, identificado por este Laboratório com os números 853-21. As seguintes características foram determinadas:

- espessura média dos corpos de prova: 39 mm;
- massa específica aparente média dos corpos de prova: 35 kg/m³;
- aspecto: espuma polimérica rígida de cor bege (Fotografia 3).



Fotografia 3 – Material ensaiado



Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações

2.2 Item para o ensaio pelo método SBI

Foi entregue o material denominado “Painel PIR AP 40 mm” identificado por este Laboratório com o número 852-21 (Fotografia 4). As seguintes características foram verificadas:

- espessura média dos corpos de prova: 40 mm da região central e 43 mm da região das bordas;
- aspecto: item composto por painéis de chapas de aço pintadas em ambas as faces e núcleo de espuma polimérica rígida, perfis “U” de acabamento das bordas, massa de tratamento da junta e cantoneira de travamento (Fotografias 5, 6 e 7).

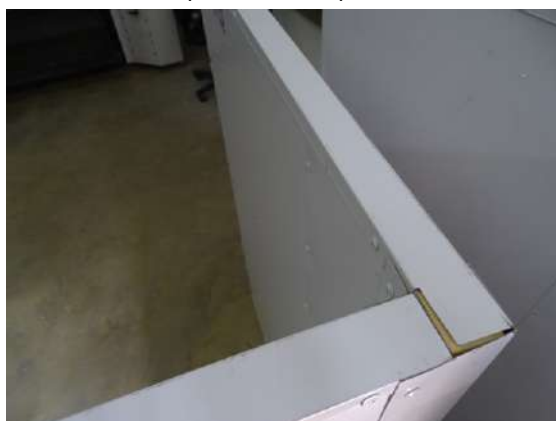
Segundo informações do Cliente, o item é composto por chapas de aço interna e externa pré-pintadas de 0,50 mm de espessura, miolo de espuma rígida de PIR com 40 mm de espessura, perfis “U” de acabamento nas bordas, cantoneira de travamento e massa vedante comum à base de poliuretano de tratamento de bordas e juntas.



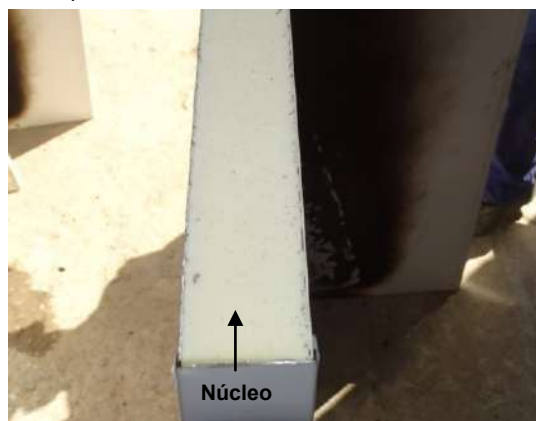
Fotografia 4 – Montagem dos corpos de prova com os painéis.



Fotografia 5 – Detalhes das juntas entre as placas e cantoneira de travamento



Fotografia 6 – Vista superior do corpo de prova
Detalhes dos perfis de acabamento e das chapas metálicas



Fotografia 7 – Detalhes do corpo de prova – Vista da do núcleo do painel.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.



Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações

3 MÉTODOS UTILIZADOS

- BS EN 13823: 2010 – *Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item.*
- Procedimento de Ensaio LSFEx-PE-109 – “Ensaio de reação ao fogo – Produtos utilizados em construção civil, exceto pisos. Método SBI”.
- ISO 11925-2: 2010 – *Reaction to fire tests – Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame – Part 2: Single-flame source test.*
- Procedimento de Ensaio LSFEx-PE 107 – “Ensaio de reação ao fogo – Ignitabilidade de produtos utilizados na construção civil sujeitos ao contato direto com chama – ISO 11925-2: 2010”.
- Procedimento de Ensaio LSFEx-PE 188 – “Classificação dos materiais de acabamento e revestimento empregados nas edificações”.

4 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

- Equipamento SBI (*Single Burning Item*).
- Câmara de ignitabilidade (identificação: EQ-039).
- Paquímetro Digital (PQ-003, certificado de calibração nº 69537-101, validade: 11.2021).
- Trena metálica (RG-043, certificado nº 178336-101, validade: 02.2023).
- Cronômetro Technos (CR-010, certificado nº 177305-101, validade: 11.2021).
- Balança HF-6000G (BL-005, certificado nº 179911-101, validade: 07.2021).

5 RESULTADOS DE ENSAIO

5.1 Resultados do ensaio de ignitabilidade

Ensaio realizado em 04.06.2021. As Fotografias 8 e 9 mostram o ensaio de ignitabilidade na borda dos corpos de prova e as Fotografias 10 e 11 o ensaio na superfície dos corpos de prova. Os resultados estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados obtidos nos ensaios.

Número do corpo de prova	Posição de aplicação do queimador	Tempo de aplicação (s)	Ignição (sim ou não)	Tempo para atingir 150 mm – F _s (s)	Ignição do filtro de papel (sim ou não)
01	borda	30	sim	não atingiu	não
02	borda	30	sim	não atingiu	não
03	borda	30	sim	não atingiu	não
04	superfície	30	sim	não atingiu	não
05	superfície	30	sim	não atingiu	não
06	superfície	30	sim	não atingiu	não

A chama não atingiu a marca de 150 mm para todos os corpos de prova ensaiados.



Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações



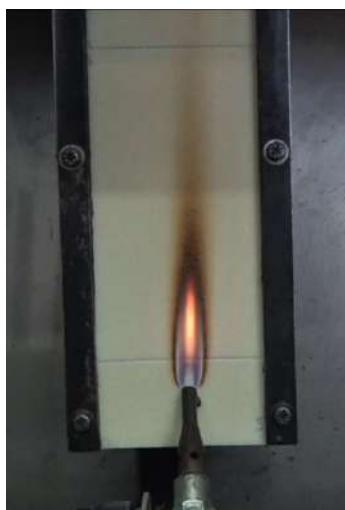
Fotografia 8 – Ensaio com o queimador aplicado na borda do corpo de prova.



Fotografia 9 – Chama não atinge a marca de 150 mm.



Fotografia 10 – Ensaio com o queimador aplicada na superfície do corpo de prova.



Fotografia 11 – Chama não atinge a marca de 150 mm.

5.2 Resultados do ensaio pelo método SBI

Os corpos de prova foram montados com a união entre os painéis (asa maior e asa menor) de modo a conformar um canto de 90° (“L”). A asa maior possuía uma junta vertical a 200 mm da junção entre as asas, realizada através do sistema de encaixe dos painéis, tratamento da junta com massa e pela fixação de rebites metálicos. O travamento entre as asas (canto) foi feito com cantoneira metálica e parafusos. Maiores detalhes podem ser vistos nas Fotografias 4, 5, 6 e 7.

Ensaio realizado no dia 28.04.2021 (Fotografias 12, 13 e 14). Os resultados estão dispostos na Tabela 2.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.



Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações

Tabela 2: Resultados obtidos nos ensaios.

Parâmetros analisados	Valor médio
FIGRA _{0,2MJ} (W/s)	42,3
FIGRA _{0,4MJ} (W/s)	33,5
THR _{600s} (MJ)	3,3
SMOGRA (m ² /s ²)	6,0
TSP _{600s} (m ²)	59,3
LFS (sim ou não)	não
Gotejamento/partículas em chamas (sim ou não)	não



Fotografia 12 – Disposição do material no carrinho de ensaio.



Fotografia 13 – Realização do ensaio de reação ao fogo.



Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações



Fotografia 14 – Vista do corpo de prova após a realização do ensaio

5.2.1 Observações de ensaio

- Desenvolvimento de fumaça de coloração cinza e preta.
- Não ocorreu gotejamento e queda de partículas de material em chama, durante a realização do ensaio.

Nota 1: Os resultados relatam somente o comportamento do material ensaiado sob as condições destes métodos e os resultados não devem ser usados para indicar o risco ao fogo em outra forma ou sob outras condições.

6 RESULTADOS GERAIS DOS ENSAIOS

A Tabela 3 contém os resultados obtidos nos ensaios de reação ao fogo.

Tabela 3 – Resultados obtidos nos ensaios

Referência	Ignitabilidade (Fs)	SBI
Painel PIR AP 40 mm	<ul style="list-style-type: none">• A chama não atingiu a marca de 150 mm.• Não ocorreu gotejamento e queda de partículas em chama.	<p>FIGRA_{0,2MJ} = 42,3 W/s FIGRA_{0,4MJ} = 33,5 W/s LSF = não atingiu THR_{600s} = 3,3 MJ SMOGR = 6,0 m²/s² TSP_{600s} = 59,3 m² Não ocorreu gotejamento e queda de partículas em chama.</p>

7 LIMITES ESPECIFICADOS EM NORMA

A Tabela 4 indica a classificação do material em função dos resultados nos ensaios, conforme estabelecido na Instrução Técnica nº 10 do Decreto nº 63.911 e na norma ABNT NBR 16626.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.



Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações

Tabela 4 – Classificação de produtos de construção com características especiais

Método de ensaio			
Classe	ISO 1182	EN 13823 (SBI)	ISO 11925-2
I	Incombustível $\Delta T \leq 30^\circ\text{C}$; $\Delta m \leq 50\%$; $t_f \leq 10$ s	-	-
II	A	Combustível $\text{FIGRA}_{0,2\text{MJ}} \leq 120$ W/s LSF < canto do corpo-de-prova $\text{THR600s} \leq 7,5$ MJ $\text{SMOGR} \leq 180$ m ² /s ² e $\text{TSP600s} \leq 200$ m ²	FS ≤ 150 mm em 60 s (exposição = 30 s)
	B	Combustível $\text{FIGRA}_{0,2\text{MJ}} \leq 120$ W/s LSF < canto do corpo-de-prova $\text{THR600s} \leq 7,5$ MJ $\text{SMOGR} > 180$ m ² /s ² ou $\text{TSP600s} > 200$ m ²	FS ≤ 150 mm em 60 s (exposição = 30 s)
III	A	Combustível $\text{FIGRA}_{0,4\text{MJ}} \leq 250$ W/s LSF < canto do corpo-de-prova $\text{THR600s} \leq 15$ MJ $\text{SMOGR} \leq 180$ m ² /s ² e $\text{TSP600s} \leq 200$ m ²	FS ≤ 150 mm em 60 s (exposição = 30 s)
	B	Combustível $\text{FIGRA}_{0,4\text{MJ}} \leq 250$ W/s LSF < canto do corpo-de-prova $\text{THR600s} \leq 15$ MJ $\text{SMOGR} > 180$ m ² /s ² ou $\text{TSP600s} > 200$ m ²	FS ≤ 150 mm em 60 s (exposição = 30 s)
IV	A	Combustível $\text{FIGRA}_{0,4\text{MJ}} \leq 750$ W/s $\text{SMOGR} \leq 180$ m ² /s ² e $\text{TSP600s} \leq 200$ m ²	FS ≤ 150 mm em 60 s (exposição = 30 s)
	B	Combustível $\text{FIGRA}_{0,4\text{MJ}} \leq 750$ W/s $\text{SMOGR} > 180$ m ² /s ² ou $\text{TSP600s} > 200$ m ²	FS ≤ 150 mm em 60 s (exposição = 30 s)
V	A	Combustível $\text{FIGRA}_{0,4\text{MJ}} > 750$ W/s $\text{SMOGR} \leq 180$ m ² /s ² e $\text{TSP600s} \leq 200$ m ²	FS ≤ 150 mm em 20 s (exposição = 15 s)
	B	Combustível $\text{FIGRA}_{0,4\text{MJ}} > 750$ W/s $\text{SMOGR} > 180$ m ² /s ² ou $\text{TSP600s} > 200$ m ²	FS ≤ 150 mm em 20 s (exposição = 15 s)
VI	-	-	FS > 150 mm em 20 s (exposição = 15 s)

Observações relativas à tabela 4:
Tabela reproduzida da tabela 4 da norma ABNT NBR 16626 e da tabela A.3 da Instrução Técnica 10.
FIGRA – Índice da taxa de desenvolvimento de calor.
LSF – Propagação lateral da chama.
THR_{600s} – Liberação total de calor do corpo-de-prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas.
TSP600s – Produção total de fumaça do corpo-de-prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas.
SMOGR – Taxa de desenvolvimento de fumaça, correspondendo ao máximo do quociente de produção de fumaça do corpo-de-prova e o tempo de sua ocorrência.
FS – Tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm indicada na face do material ensaiado

7.1 Classificação adicional de gotejamento em chama

Adicionalmente, a norma ABNT NBR 16626 estabelece três classificações a respeito da produção de gotejamento e/ou desprendimento de partículas em chama quando ensaiados conforme norma BS EN 13823, a saber:

- d₀ se não ocorrerem gotejamento em nem desprendimento de partículas em chama;
- d₁ se não ocorrerem gotejamento em chama nem desprendimento de partículas em chama com duração superior a 10 s;
- d₂ se as condições anteriores não forem atendidas.



Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações

O produto também será considerado d_2 se no ensaio de acordo com a ISO 11925-2 ocorrer gotejamento ou desprendimento de partículas em chama que ignizem o papel colocado sob o corpo de prova.

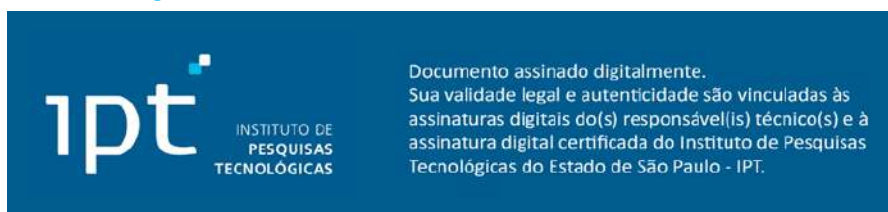
8 CONCLUSÃO

O material classifica-se como **II-A** de acordo com a Instrução Técnica nº 10 do Decreto Estadual de São Paulo nº 63.911 e como **II-A-d₀** conforme a norma ABNT NBR 16626.

São Paulo, 08 de junho de 2021.

HABITAÇÃO E EDIFICAÇÕES
Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões
Eng.º Civil Mestre Carlos Roberto Metzker de Oliveira
Supervisor do Ensaio
CREA n.º 5061453656 – RE n.º 08632
Assinado Digitalmente

HABITAÇÃO E EDIFICAÇÕES
Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões
Eng.º Civil Mestre Antonio Fernando Berto
Gerente Técnico
CREA n.º 0600745569 – RE n.º 2467.9
Assinado Digitalmente



EQUIPE TÉCNICA

Engenheiro Civil Antonio Fernando Berto – IPT
Engenheiro Civil Carlos Roberto Metzker de Oliveira – IPT
Engenheiro Civil Anderson Nobre Da Silva – FIPT
Técnico Rafael Maier da Silva – FIPT
Secretária Melissa Revoredo – FIPT

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.



Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade dos Edifícios/CETAC

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 081 928-203

CLIENTE: Isoeste Indústria e Comércio de Isolantes Térmicos Ltda.
CNPJ: 00.289.348/0001-40.
Quadra, 08 – Módulo 14/16 – Daia – Anápolis – GO.
CEP 75132 115.
TEL: (62) 4015 1125.

ITEM: Placa de Poliisocianurato.

NATUREZA DO TRABALHO: Determinação de condutividade térmica.

REFERÊNCIA: Orçamento CETAC/LCA nº 7987/16.

1 ITEM

- 1.1 Item declarado pelo Cliente: "Espuma de Polisocianurato (PIR – Alta Performance) - Massa específica: 28kg/m³".
- 1.2 Descrição do item: Placa de compósito rígido (vide fotos em anexo).
- 1.3 Identificação do item no laboratório: 1008-16.
- 1.4 Quantidade recebida: Seis placas de dimensões aproximadas de 305 mm x 305 mm x 20 mm.

2 MÉTODO UTILIZADO

Determinação da condutividade, resistência e transmitância térmica de materiais sólidos em forma de placas – Método Fluximétrico (Procedimento de ensaio CETAC-LCA-PE-047), baseado na norma ASTM C 518/2010 – "Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus".

2.1 Equipamento: os dados a respeito do equipamento utilizado no ensaio estão apresentados na Tabela 1:

Tabela 1: Equipamento

Equipamento	Validade da calibração
Instrumento de condutividade térmica HOT-02	Dezembro 2016



Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado. Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.