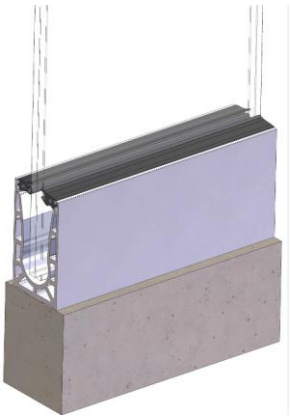
VERROTEC
Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle (RPF14)

Contenido:	**Informe de la prueba**
Proyecto:	VetroMount Top y VetroMount Side
Número de proyecto:	VT 17-0682
Informe:	VT 17-0682 - 12
Contrato:	Resistencia y pruebas dinámicas del sistema, "VetroMount Top and Side", de acuerdo con el UNE 85-238-91 y CTE (SUA 1)
Cliente:	Bohle AG Dieselstrasse 10 D-42781 Haan Alemania
Fecha:	15 de Julio de 2019

Dr.-Ing. Mascha Baitinger

Dipl.-Ing. Sarah Eckhardt



source: Bohle AG

VERROTEC GmbH
Im Niedergarten 12 a
D-55124 Mainz

Tel. +49 (0) 6131.617 134 0
Fax +49 (0) 6131.617 134-144
E-Mail puez@verrotec.de

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. Martin Baitinger
Dr.-Ing. Lars Kützing

Directorio

1. Motivación **3**
2. Información general **4**
3. Normas y reglas técnicas **5**
4. Planes actuales **5**
5. Descripción de la construcción **6**
5.1 Descripción general 6
5.2 Substructure 6
5.3 Acristalamiento 7
5.4 Protección de los bordes y pasamanos 10
6. Información general y configuración de pruebas **12**
7. Prueba de carga de línea horizontal **14**
8. Prueba de impacto corporal suave **16**
9. Conclusión **18**
Annexo A Números de artículo **20**
A.1 Perfiles 20
A.2 Pasamanos y protección de los bordes 23

Índice	Enmienda	Fecha
-	-	15/07/2019

1. Motivación

A la empresa VERROTEC GmbH ubicada en Mainz (Alemania) le fue asignado un proyecto de verificacion por parte de la empresa Bohle AG ubicada D-42781 Haan para verificar el efecto barandal del sistema de balaustrada de "VetroMount Top y VetroMount Side" a través de las correspondientes pruebas de cargas estáticas y dinámicas horizontales que le permitieran que el sistema de balaustrada se clasificara para su uso.

Este informe evalúa los formatos de vidrio relevantes para su acristalamiento directo en una subestructura bajo una carga exterior horizontal y una carga de impacto. La prueba de impacto se ejecutó de conformidad con la norma española UNE 85238:1991 [3] y el Código Técnico de Edificación (CTE) Sección SUA 1 [1].

Sobre lo que trata este informe es sobre la resistencia del sistema de balaustrada bajo carga de impacto y cargas de línea estática.

No se permite la transferencia de los resultados de este informe de prueba, a menos que esté dentro del ámbito de este informe.

2. Información general

- Se utilizarán productos de construcción regulados por las autoridades de construcción.
- El perfil de protección de bordes para los sistemas de balaustrada debe ejecutarse de acuerdo con los requisitos de DIN 18008-4 (estándarización alemána).
- Las compatibilidades de los materiales tienen que se verificadas mediante el uso de diferentes materiales plásticos tales como el silicio, PVB, etc...).
- La corrosión de los materiales metálicos debe prevenirse por medios adecuados (como por ejemplo, por las diferentes opciones de aleación, recubrimiento, prevención de la corrosión por contacto, medios constructivos, etc...).
- El vidrio templado es subcestible de rotura espontanea debido a la inclusión del sulfuro de níquel con el material y la producción. Recomendamos el uso general de vidrio templado con prueba de remojo de calor. Debido a la prueba adicional de remojo de calor, el riesgo de rotura de vidrio a través de la inclusión de sulfuro de níquel se minimiza considerablemente.
- Hay que garantizar un rodamiento sin restricciones del vidrio.
- Se debe evitar el contacto entre metal y vidrio o vidrio y vidrio.
- En caso de rotura de vidrio, se fijarán las zonas de que se trate, y también se sustituirán inmediatamente los cristales rotos.
- Este documento sólo es válido para el sistema de acristalamiento probado. Los resultados de este documento son sólo válidos, si las condiciones de límite que se han definido en este documento se proporcionan in situ. Lo cuál se verificará in situ.
- Cualquier publicación parcial o sin puente requiere el permiso de Verrotec GmbH.
- No se permite una transferencia de los resultados a otras posiciones y/o sistemas a menos que para los descritos dentro de este documento.
- La empresa VERROTEC GmbH en Mainz, Alemania, asume la responsabilidad únicamente de las piezas de construcción tasadas en las condiciones descritas previamente. Si hay algún cambio o discrepancia, exigiremos una notificación.

3. Normas y reglas técnicas

[1] Código Técnico de la Edificación (CTE): SUA 1, Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad

[2] Documento Básico SE-AE Acciones de Seguridad Estructural en la edificación

[3] UNE 85238:1991, Barandillas. Métodos de prueba.

4. Planes actuales

Los siguientes planes actuales son la base de este documento:

[4] Perfil Base: Patrón de taladrado Topmount / Patrón de taladrado Sidemount - dwg.no.: 0003953 de 22.05.2018 (3 hojas) índice 00-D.

[5] Pasamanos: BO_5215248 de 17.09.2018.

[6] Pasamanos (protección en los bordes): BO_5215257 de 17.09.2018.

[7] Dibujo de instalación VetroMount.

5. Descripción de la construcción

5.1 Descripción general

El vidrio para el sistema de barandilla VetroMount Top y VetroMount Side consiste en un vidrio de seguridad endurecida térmicamente (TSG) monolítico o de un vidrio laminado que consiste en vidrio de seguridad endurecida térmicamente con al menos 0,76 mm de intercapa de butiral polivinílico . El vidrio está sujeto a un perfil de soporte de aluminio (EN AW 6063 T66).

5.2 Substructure

Los perfiles se pueden llevar a cabo con dos configuraciones diferentes. Imagen 1 imagen de VetroMount Top para su montaje en el suelo. Imagen 2 imagen de VetroMount Side para su montaje frontal. Ambos perfiles están disponibles con diferentes cubiertas que se muestran en Imagen 1 y Imagen 2 también.

Ambos tipos de perfiles tienen agujeros que deben fijarse a la subestructura con una distancia de 200 mm según los requisitos estáticos (por ejemplo, Hilti HUS-3 H10).

Los pasamanos se pueden elegir de diferentes medidas (ver imagen Imagen 10) teniendo en cuenta los conjuntos de vidrio y la anchura del vidrio. La conexión del pasamanos con la construcción de soporte general se puede ejecutar como conexión de soporte de carga o sin soporte de carga. Las especificaciones de la sección 5.4 deben ser respetadas.

Si es necesario, se pueden conectar dos o más secciones de perfil con pasadores de resorte enrollados.

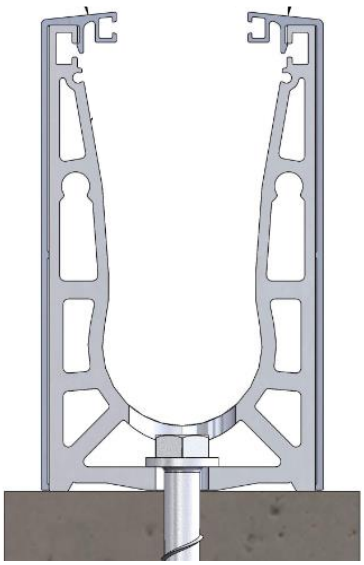


Imagen 1 VetroMount Top con cubierta (para su montaje en el suelo)

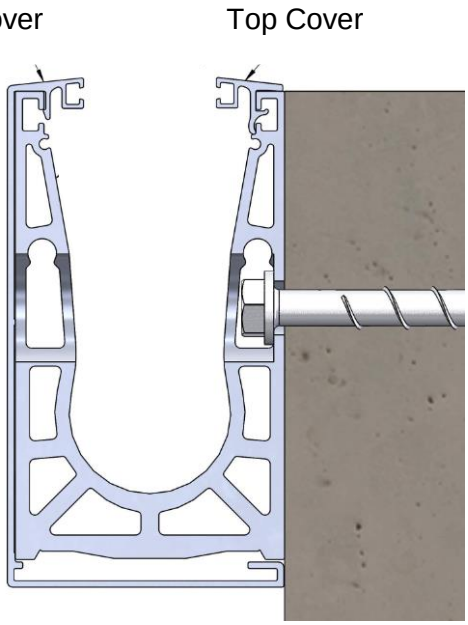


Imagen 2 VetroMount Side con cubierta completa y superior (para montaje frontal)

5.3 Acristalamiento

La designación de la dimensión del vidrio se define en Imagen 3. La altura máxima del vidrio es de h_G a 1305 [mm]. Los cristales se mantendrán de pie y de perfil perfil sobre una altura de h_c de 103 o 105 mm en la subestructura. 105 mm in the substructure. Eso deja una altura de vidrio h_B variando entre un mínimo de 900 mm y un máximo de 1200 mm.

La sujeción se fijará mediante rodamientos del cristal cada 200 mm. El rodamiento de cristal consiste en un cojinete ciego con dos cuñas cruzadas opuestas y cuñas de presión Imagen 5. Los rodamientos de cristal tienen que tener diferentes accesorios para cada conjunto de vidrio Tabla 2.

La designación de la dimensión del vidrio se especifica en Imagen 3. La altura máxima del vidrio es de h_Ga 1305 mm. Los cristales deben de estar de pie y de perfil a una altura de h_c de 103 o 105 mm sobre la subestructura. 105 mm in the substructure. Eso deja una altura de vidrio h_B variando entre un mínimo 900 mm y un máximo 1200 mm. La anchura del vidrio mínima es de 300 mm, 500 mm o 750 mm dependiendo del conjunto de vidrio.

La sujeción se fijará con los rodamientos del panel de vidrio cada 200 mm. El rodamiento del panel de vidrio consiste en un rodamiento ciego con dos cuñas cruzadas opuestamente situadas y cuñas de presión Imagen 5. Los rodamientos de cristal tienen que tener diferentes accesorios para cada conjunto de vidrio Tabla 2.

Tabla 1 Vista general sobre las dimensiones del vidrio

Ancho de vidrio B [mm] (según el montaje de vidrio)	Altura de cristal h_G [mm] (Imagen 3)	Altura de sujeción h_c[mm] (Imagen 3)
Mínimo 300, 500, 750	900 o 1200	103 o 105

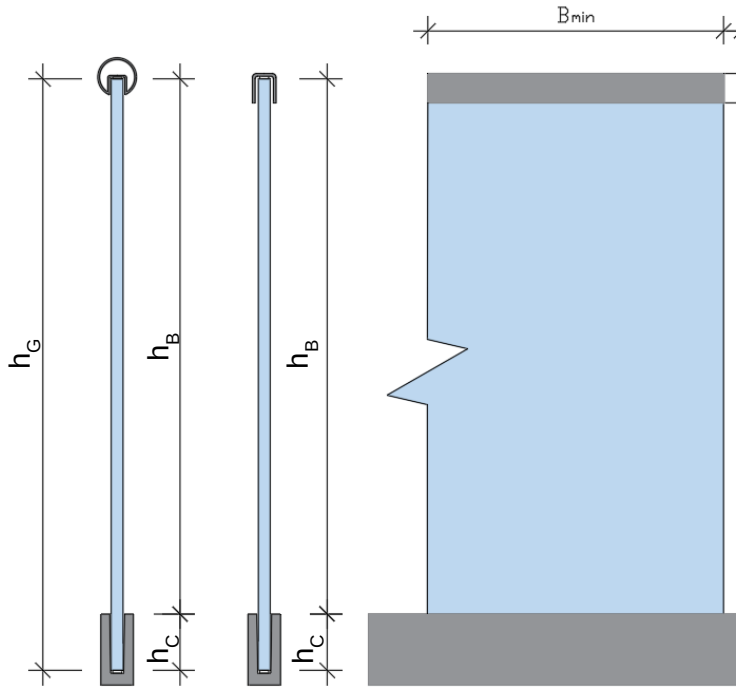


Imagen 3 Designación de la dimensión del vidrio

El VSL* está hecho de TSG con al menos 0.76 mm de PVB intercapa.

En ella se encuentra:

Vidrio de seguridad laminado VSL con película PVB de acuerdo con la norma EN 14449, observando las siguientes propiedades definidas en el Anexo A 1.2.7./2 Sección 1 del Reglamento Administrativo Modelo de Construcción Técnica, Edición 2017/1.

En la medida en que la serie de normas contiene reglamentos para la verificación constructiva de la capacidad de carga residual, se aplican siempre que se utilice VSL con una película PVB con las siguientes propiedades: Resistencia a la tracción a 20 N/mm^2 y alargamiento en rotura de 250% a una temperatura de prueba de 23ºC, velocidad de prueba: 50 mm/min (DIN EN ISO 527-3:2003-07). Para vidrios recubiertos según DIN EN 1096-4, el revestimiento debe aplicarse en el lado orientado lejos de la película PVB.

Según la DIN EN 12600, el vidrio de seguridad laminado debe tener una clasificación de al menos 2(B)2.

VSM: El vidrio de seguridad de cal de soda debe ser endurecido térmicamente de acuerdo con EN 12150-2 para su uso de acuerdo con la serie de normas DIN 18008.

En lugar de VSM, se puede utilizar un vidrio de seguridad de soda y cal termoempazonado de acuerdo con la norma EN 14179-2 de isometria de panel de vidrio el cual lleva el perfil VetroMount.

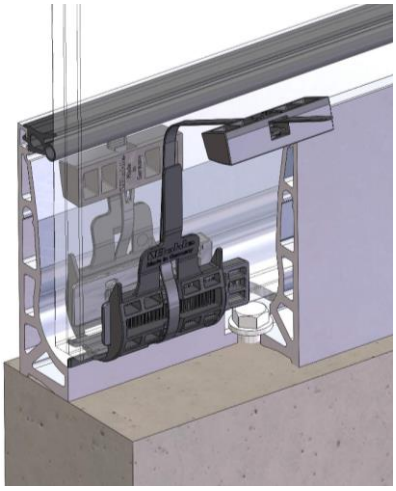
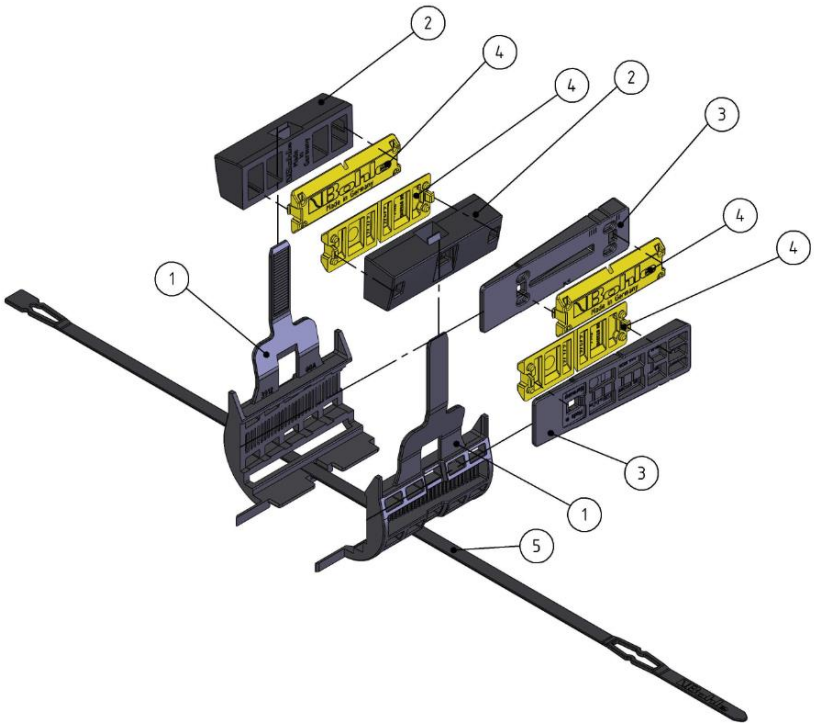
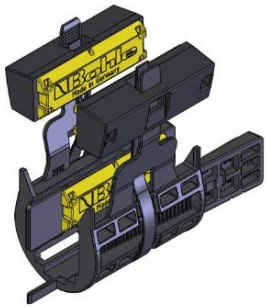


Imagen 4 Isometría del rodamiento del perfil del panel de vidrio de VetroMount

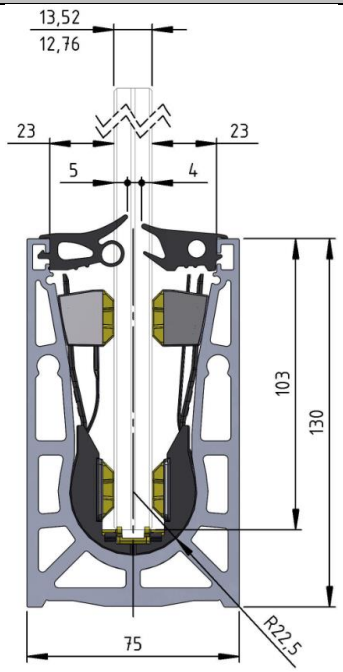
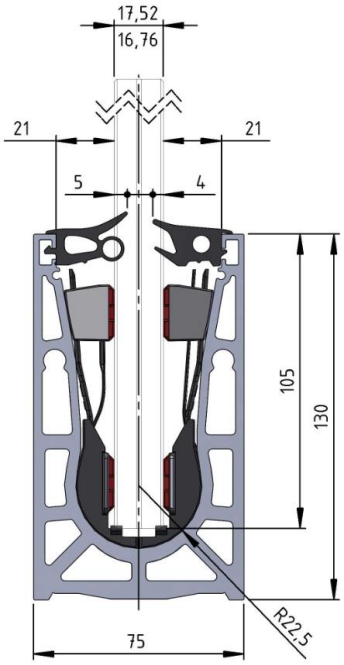
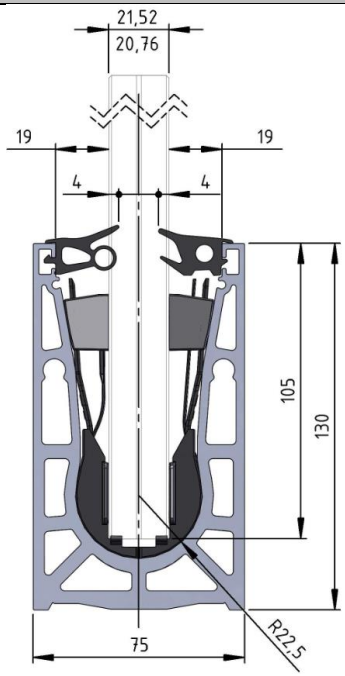




Posición	Descripción
1	Cojinete ciego
2	Cuña de presión
3	Placa espaciadora
4	Cuña cruzada
5	Fuerza de la cuerda

Imagen 5 Dibujo explotado del rodamiento de vidrio

Tabla 2 Sección de perfil de VetroMount dependiendo del conjunto de vidrio

Montaje de vidrio	12,76 mm-13,52 mm	16,76 mm - 17,52 mm	20,76 mm – 21,52 mm
Sección de perfil			

5.4 Protección de los bordes y pasamanos

Se instalará un pasamanos de acero inoxidable o aluminio en el borde superior del cristal de conformidad con la imagen Imagen 9 y el Annexo A Tres versiones del pasamanos son posibles:

- Los paneles de vidrio no se conectaran a los paneles de vidrio adyacentes mediante el pasamanos adjunto (variante de diseño α, Imagen 6).
- Los paneles de vidrio se conectaran a los paneles de vidrio adyacentes mediante un pasamanos continuo (variante de diseño β, Imagen 7)
- Los paneles de vidrio se conectarían a los paneles de vidrio adyacentes mediante un pasamanos continuo y se conectarían mediante una conexión posterior a la esquina (variante de diseño γ, Imagen 8)

Las posibles protecciones del borde se muestran en la Imagen 9, los posibles perfiles de pasamanos para la variante de diseño β y γ se muestran en la Imagen 10.

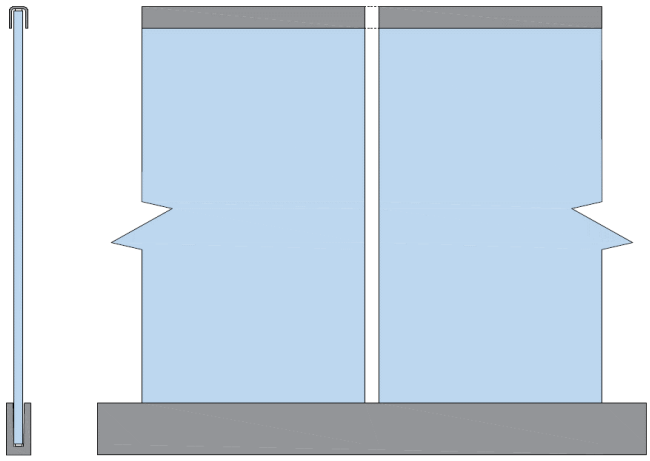


Imagen 6 Sistema α: Versión con pasamanos conectado sin conexión entre los paneles

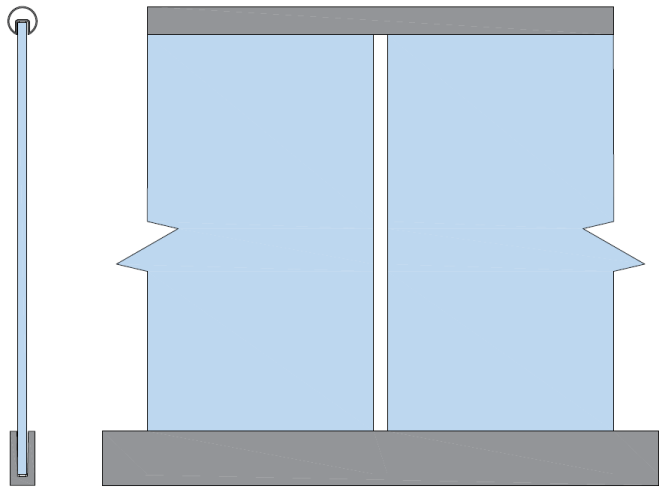


Imagen 7 Sistema β: Versión con pasamanos continuo sin conexión lateral del pasamanos

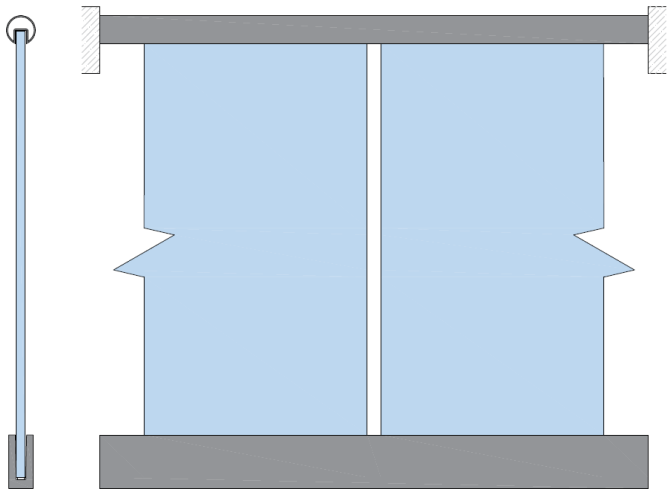


Imagen 8 Sistema γ: Versión con pasamanos continuo y conexión lateral del pasamanos

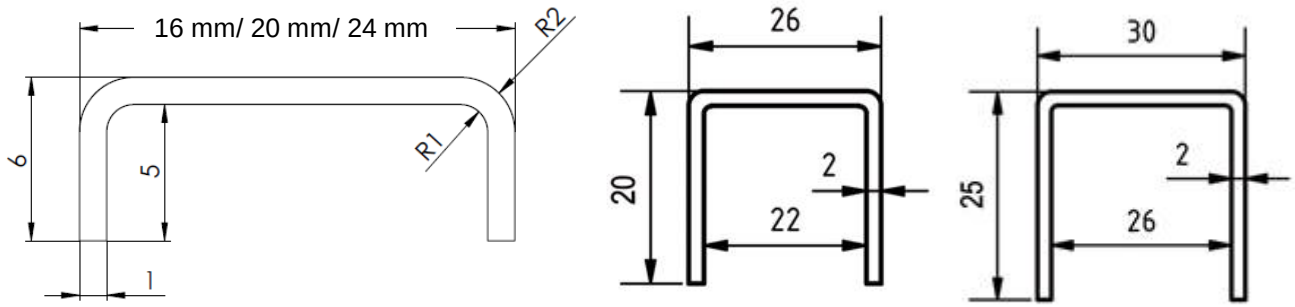


Imagen 9 Protección de los bordes

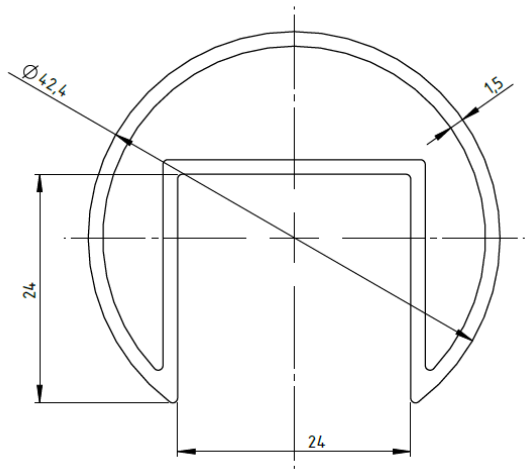


Imagen 10 Pasamanos

6. Información general y configuración de pruebas

La función de barandilla del sistema se verifica teniendo en cuenta la regulación para las pruebas de carga de la norma del "Código Técnico de la Edificación (CTE) Documento de Seguridad de Uso y Accesibilidad" , Sección SUA 1 Seguridad frente al riesgo de caídas.

- The standard “Código Técnico de la Edificación (CTE) Documento Básico des Seguridad de Utilización y Accesibilidad” [1], Sección SUA 1 Seguridad frente al riesgo de caídas. Sección 3.2 Desniveles, características de las barreras de protección, Subapartado 3.2.2. Resistencia.
- "Documento Básico SE-AE Acciones de Seguridad Estructural en la edificación" [2] para las fuerzas horizontales que sean relevantes. En cumplimiento de la SE-AE sección 3.2 (Acciones sobre los pasamanos y elementos divisorios) Tabla 3. La fuerza se considerará aplicada a 1,2 m o en el borde superior del elemento, si el elemento se encuentra a una altura inferior.
- La prueba dinamica de impacto para los pasamanos se harán según la norma UNE 85-238-91: Pasamanos, Métodos de ensayo [3].

El sistema VetroMount Top y VetroMount Side fueron probados con dos anchos de vidrio diferentes: Uno de 500 mm y otro de 1000 mm. Para el sistema VetroMount Superior el perfil estaba atornillado a la parte superior de un bloque de hormigón y para el sistema VetroMount Side el perfil estaba atornillado en el lado de un bloque de hormigón, cuyas mediidas eran 0,3 m x 0,3 m x 1,2 m y que estaba fijado al suelo de la instalación de prueba. El panel de vidrio se sujetaba al perfil con los rodamientos del panel de vidrio con un espaciado de 200 mm entre cada uno de ellos. La configuración completa se muestra en la imagen Imagen 12 y en la imagen Imagen 13 para VetroMount Top y VetroMount Side.

Tabla 3 Cargas en pasamanos y otros elementos divisorios

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga horizontal kN/m
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en hospitales y hoteles	0,8
		A2	Trasteros	0,8
B	Zonas administrativas			0,8
C	Zonas de acceso público (con excepción de las áreas pertenecientes a las categorías A, B y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	0,8
		C2	Zonas con asientos fijos	0,8
		C3	Zonas despejadas que impiden la libre circulación de personas, como vestíbulos en edificios públicos, edificios administrativos, hoteles, salas de exposiciones en museos, etc.	1,6
		C4	Gimnasios o áreas de actividad física	1,6

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga horizontal kN/m
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc.)	3
D	Zonas comerciales	D1	Edificios de negocios	0,8
		D2	Abarrotes, hipermercados o supermercados	0,8
E	Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			1,6
F	Techos pasables accesibles solo de forma privada			1,6
G	Techos accesibles solo para mantenimiento	G1	Techos con una inclinación inferior a 20o	0,8
			Techos ligeros en correas (sin forja)	0,8
		G2	Techos con una inclinación de más de 40o	0,8

7. Prueba de carga de línea horizontal

Se aplicó una carga lineal impuesta horizontalmente al vidrio a una altura de 1000 mm de acuerdo Imagen 11 con el nivel de referencia del suelo. La dirección de la carga lineal no importaría para el sistema VetroMount Top porque es simétrica. La dirección de la carga lineal para el sistema VetroMount Side está en dirección de choque y en contra de la dirección del accidente. La imagen Imagen 11 ofrece una visión general de la carga lineal para VetroMount Side y VetroMount Top. La carga se aplicó a través de un ariete hidráulico o un conector de bastidor y piñón, la desviación se midió utilizando un transductor de desplazamiento electrónico digital (ver Imagen 12).

Las pruebas se realizaron con una fuerza inducida de 1 kN/m y por lo tanto transferibles al lado seguro para la normativa española, para la categoría de uso con una carga horizontal de 0,8 kN/m.

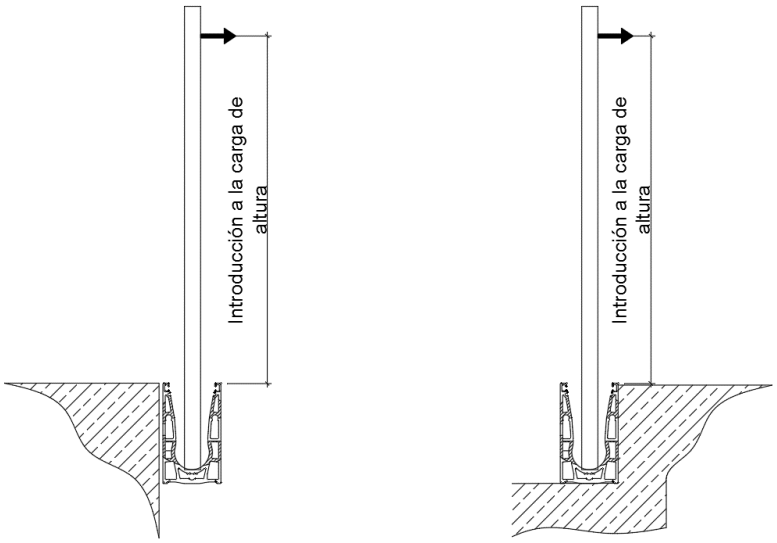
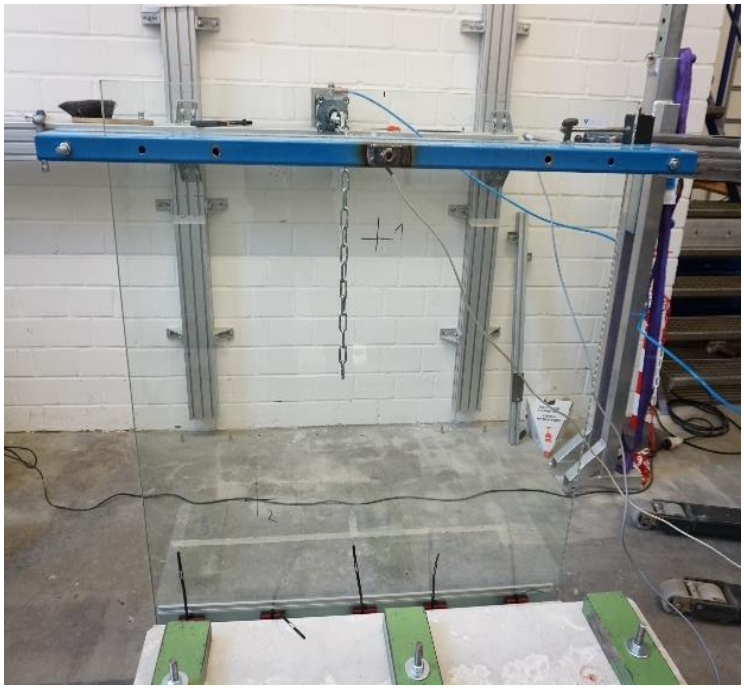


Imagen 11 Dirección de la carga lineal para el sistema VetroMount Side y el sistema VetroMount Top

Imagen 12 Configuración de la prueba VetroMount Top (montaje en el suelo)



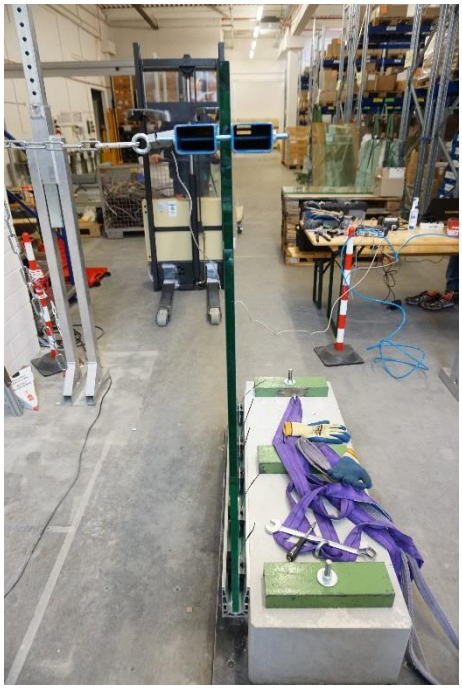


Imagen 13 Configuración de prueba VetroMount Side (montaje frontal)

Tabla 4 Resumen de los resultados obtenidos bajo carga lineal impuesta horizontalmente

Perfil	Montaje de vidrio	Ancho de vidrio	Espectros	Carga horizontal hacia afuera			Carga horizontal hacia adentro	Resul-tado
				1,0 kN/m		3,0 kN	0,4 kN	
				Desviación máxima	Desviación máxima	-	Max. deflection	
				<35 mm	<3 mm	Calidad total	<2 mm	
VetroMount Top	1010.2 VSL* fabricado en VSM*	500	PK 10	26,4	0,7	✓	1,2	✓
		1000	PK 8	33,1	0,5	✓	1,1	✓
VetroMount Side	1010.2 VSL* fabricado en VSM*	500	PK 12	26,1	0,7	✓	1,3	✓
		1000	PK 14	33,5	0,5	✓	0,6	✓

*VSL - Vidrio de seguridad laminado
*VSM - Vidrio de seguridad endurecido térmicamente

8. Prueba de impacto corporal suave

Las pruebas se llevan a cabo con un punto de impacto especifico y una energia de impacto según la norma UNE 85-238-91 (sección 9.2.3).

El punto de impacto se define en el centro geométrico del elemento de relleno (véase Imagen 14). La energía de impacto tiene que ser 600 J. Por lo tanto, la altura de caída a un peso de 0,5 kN corresponde a ∆h 1200 mm.

Los impactos se llevaron a cabo desde el interior hasta el exterior (Imagen 15).

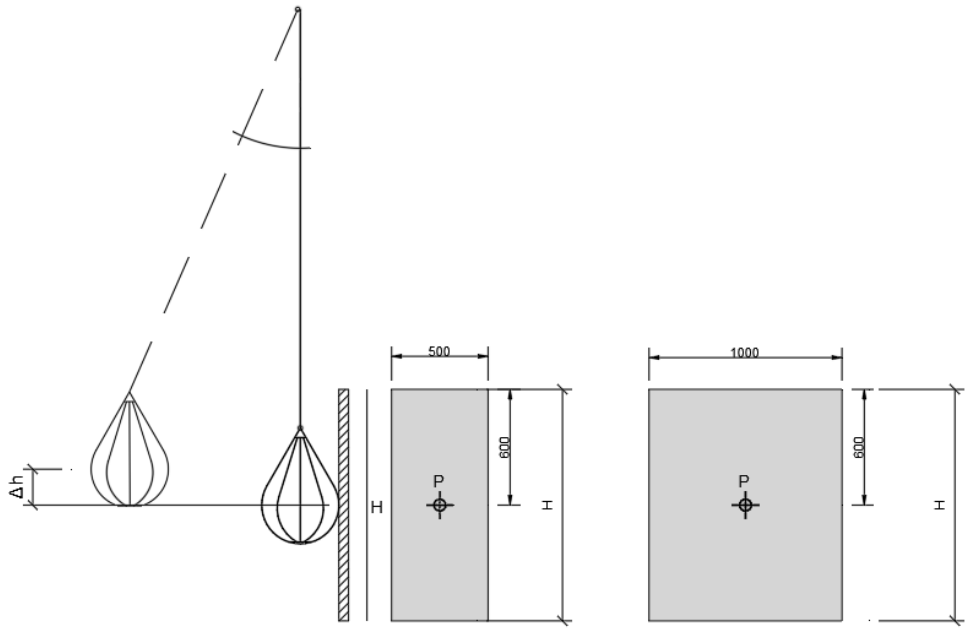


Imagen 14 Puntos de impacto fabricados según la norma UNE 85238 para acristalamiento de 500 mm y 1000 mm de ancho

Tabla 5 Resultados de la prueba de impacto

Perfil	Montaje de vidrio	Intercalar	Ancho [mm]	Espécimen	Resultado Impacto corporal suave
VetroMount Top	1010.2 VSL* fabricado en VSM*	PVB	500	PK 3	✓
			1000	PK 4	✓
VetroMount Side	1010.2 VSL* fabricado en VSM*	PVB	500	PK 16	✓
			1000	PK 14	✓

*VSL - Vidrio de seguridad laminado
*VSM - Vidrio de seguridad endurecido térmicamente

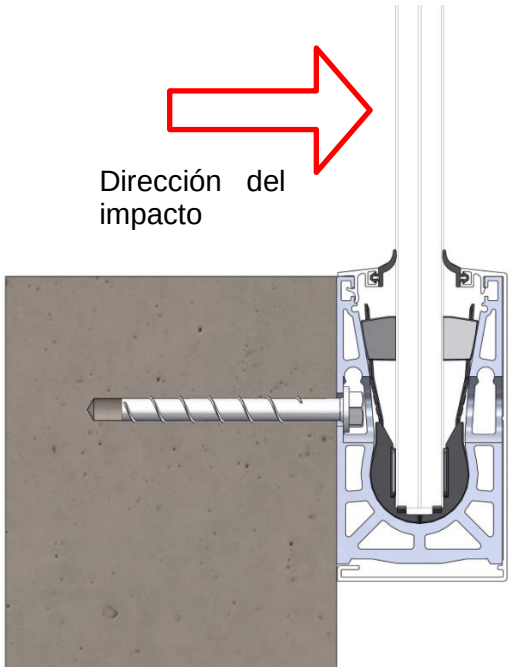


Imagen 15 Dirección del impacto

Imagen 16 Prueba de impacto corporal suave con una bolsa blanda

9. Conclusión

A la empresa VERROTEC GmbH ubicada en Mainz (Alemania) le fue asignado un proyecto de verificacion por parte de la empresa Bohle AG ubicada D-42781 Haan para verificar el efecto barandal del sistema de balaustrada de "VetroMount Top y VetroMount Side" a través de las correspondientes pruebas de cargas estáticas y dinámicas horizontales que le permitieran que el sistema de balaustrada se clasificara para su uso.

Este informe evalúa los formatos de vidrio relevantes para su acristalamiento directo en una subestructura bajo una carga exterior horizontal y una carga de impacto. La prueba de impacto se ejecutó de conformidad con la norma española UNE 85238:1991 [3] y el Código Técnico de Edificación (CTE) Sección SUA 1 [1].

Sobre lo que trata este informe es sobre la resistencia del sistema **de balaustrada bajo carga de impacto y cargas de línea estática.**

No se permite la transferencia de los resultados de este informe de prueba, a menos que esté dentro del ámbito de este informe

La siguiente tabla Tabla 6 muestra una descripción general de las posibles situaciones de instalación.

Tabla 6 Resumen de los resultados

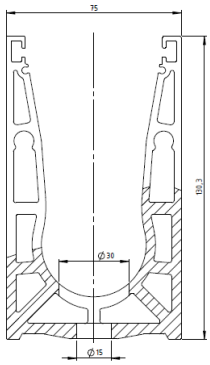
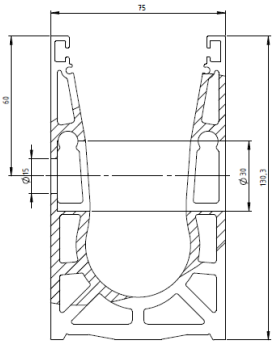
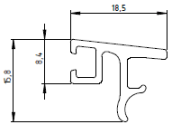
Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga horizontal kN/m	VetroMount Top	VetroMount Side
					1010.2 VSL* fabricado en VSM*	**1010.2** VSL* fabricado enVSM*
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en hospitales y hoteles	0,8	✓	✓
		A2	Trasteros	0,8	✓	✓
B	Zonas administrativas			0,8	✓	✓
C	Zonas de acceso público (con excepción de las áreas pertenecientes a las categorías A, B y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	0,8	✓	✓
		C2	Zonas con asientos fijos	0,8	✓	✓
		C3	Zonas despejadas que impiden la libre circulación de personas, como vestíbulos en edificios públicos, edificios administrativos, hoteles, salas de exposiciones en museos, etc.	1,6	X	X
		C4	Gimnasios o áreas de actividad física	1,6	X	X
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc.)	3	X	X

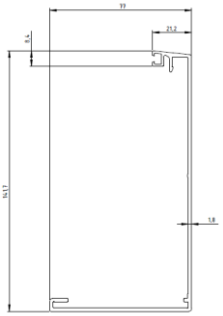
Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga horizontal kN/m	VetroMount Top	VetroMount Side
					1010.2 VSL* fabricado en VSM*	**1010.2** VSL* fabricado enVSM*
D	Zonas comerciales	D1	Edificios de negocios	0,8	✓	✓
		D2	Abarrotes, hipermercados o supermercados	0,8	✓	✓
E	Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			1,6	X	X
F	Techos pasables accesibles solo de forma privada			1,6	X	X
G	Techos accesibles solo para mantenimiento	G1	Techos con una inclinación inferior a 20o	0,8	✓	✓
			Techos ligeros en correas (sin forja)	0,8	✓	✓
		G2	Techos con una inclinación de más de 40o	0,8	✓	✓

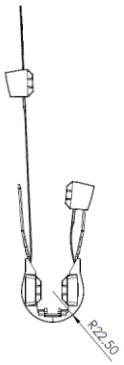
*VSL - Vidrio de seguridad laminado
*VSM - Vidrio de seguridad endurecido térmicamente
✓: perfil destinado a este uso
X: perfil no destinado a este uso

Annexo A Números de artículo

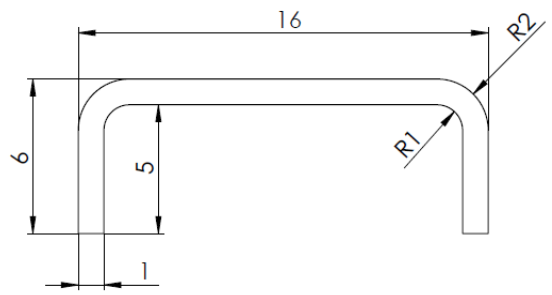
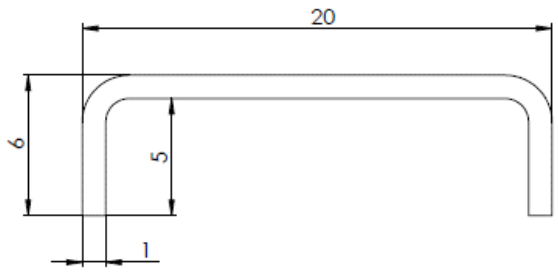
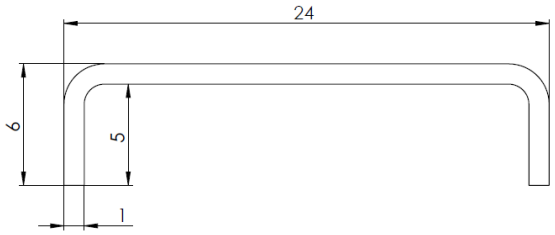
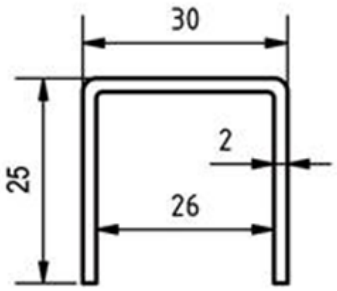
A.1 Perfiles

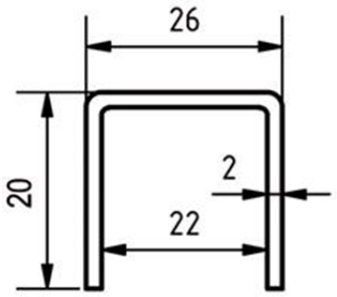
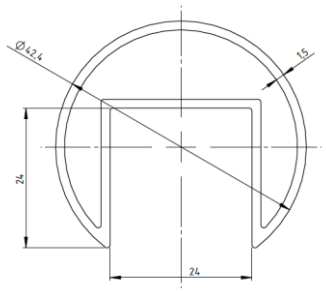
Nombre	Sección	Longitud	Número de artículo (superficie)
VetroMount Top		2,5 m	BO 5403008 (E6/ CO)
		5 m	BO 5403010 (E6/ CO)
VetroMount Side		2,5 m	BO 5403009 (E6/ CO)
		5 m	BO 5403011 (E6/ CO)
Top cover		2,5 m	BO 5403016 (E6/CO)
			BO 5403017 (E4/C31)
		5 m	BO 5403018 (E6/CO)
			BO 5403019 (E4/C31)

Nombre	Sección	Longitud	Número de artículo (superficie)
Side cover		2,5 m	BO 5403012 (E6/CO)
			BO 5403013 (E4/C31)
		5 m	BO 5403014 (E6/CO)
			BO 5403015 (E4/C31)
Full cover		2,5 m	BO 5403004 (E6/CO)
			BO 5403005 (E4/C31)
		5 m	BO 5403006 (E6/CO)
			BO 5403007 (E4/C31)

Nombre	Sección	Espesor del vidrio	Número de artículo
Rodamiento de vidrio		12,76 mm	BO 5403060
		13,52 mm	BO 5403061
		16,76 mm	BO 5403063
		17,52 mm	BO 5403064
		20,76 mm	BO 5403066
		21,52 mm	BO 5403067

A.2 Pasamanos y protección de los bordes

Sección de la protección del borde y pasamanos	Válido para el espesor del vidrio	Número de artículo
	Perfil de protección del borde del vidrio para un espesor de vidrio de 12-13,5 mm	BO 5403001
	Perfil de protección del borde del vidrio para un espesor de vidrio de 15-17,5 mm	BO 5403002
	Perfil de protección del borde del vidrio para un espesor de vidrio de 19-21,5 mm	BO 5403003
	Perfil de protección del borde del vidrio para un espesor de vidrio de 12-21,5 mm	BO 5215253

Sección de la protección del borde y pasamanos	Válido para el espesor del vidrio	Número de artículo
	Perfil de protección del borde del vidrio para un espesor de vidrio de 12-21,5 mm	BO 5215257
	Perfil de Pasamanos para un espesor de vidrio de 12-21,5 mm	BO 5215248 (V2A) BO 5215249 (V4A)

VERROTEC
Organismo de ensayo, inspección y certificación (RPF14)

Contenido: **Dictamen**

Proyecto: VetroMount perfil F y VetroMount perfil Y

Número de proyecto: VT 19-0954

Informe: VT 19-0954 - 13

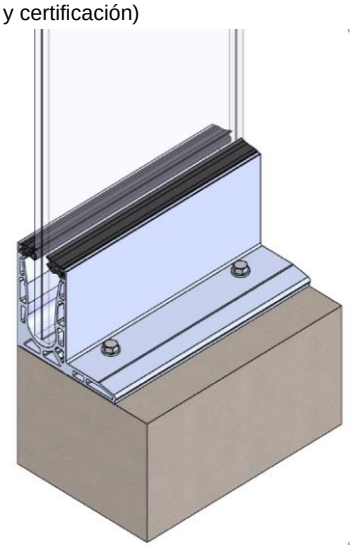
Auftrag: Evaluación del efecto de protección frente al riesgo de un antepecho de vidrio fijado en el borde inferior del acristalamiento por medio de ensayos con cargas estáticas y dinámicas de acuerdo con la UNE 85-238-91 y CTE (SUA 1 y 2)

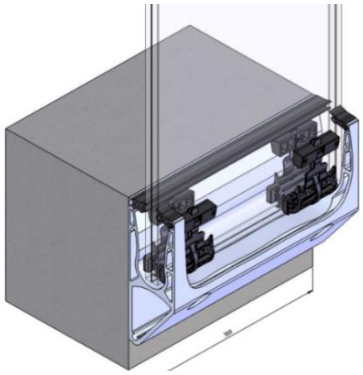
Auftraggeber: Bohle AG
Dieselstraße 10
D-42781 Haan

Datum: 24 de noviembre de 2020

Dr.-Ing. Mascha Baitinger
(Jefe del organismo de ensayo, inspección y certificación)

Leopold Falck M.Eng.





Fuente Bohle AG

VERRO**TEC** GmbH
Im Niedergarten 12a
55124 Mainz

www.verrotec.de
E-mail: puez@verrotec.de

Tel. +49 (0) 6131 / 617 134-0
Fax +49 (0) 6131 / 617 134-144

Directores executivos:
Dipl.-Ing. Martin Baitinger
Dr.-Ing. Lars Kützing

Directorio

1. Motivación ... 3

2. Notas ... 4

3. Normas y reglas técnicas ... 5

4. Planes actuales ... 5

5. Descripción del sistema ... 6

5.1 Subestructura ... 6
5.2 Acristalamiento ... 9
5.3 Protector de borde / pasamanos ... 10

6. Ensayos realizados ... 12

6.1 Información general ... 12
6.2 Ensayos estáticos ... 13
6.2.1 General ... 13
6.2.2 Ensamblaje y ejecución del ensayo ... 14
6.2.3 Resultado ... 15
6.3 Ensayos dinámicos ... 16
6.3.1 General ... 16
6.3.2 Ensamblaje y ejecución del ensayo ... 17
6.3.3 Resultado ... 18

7. Resúmen ... 19

Apéndice A Componentes con propriedad de protección contra el riesgo de caídas comprobada 21

A.1 Perfiles ... 21
A.2 Cojinete del panel ... 23
A.3 Perfiles de protector del borde y pasamanos ... 23

Índice	Enmienda	Fecha
-	-	24/11/2020

1. Motivación

La empresa VERROTEC GmbH ubicada en Mainz (Alemania) fue asignada por la empresa Bohle AG, ubicada en D-42781 Haan, para examinar y evaluar el efecto de seguridad frente al riesgo de caídas y de impacto del sistema de balaustrada fijado linearmente por medio de ensayos correspondientes. El acristalamiento del parapecho se sujeta linearmente en el borde inferior por los perfiles de soporte VetroMount F (para el montaje en el suelo) y VetroMount Y (para el montaje en el frente).

En el ámbito de este dictamen, se evalúan los formatos decisivos de acristalamiento, incluyendo su subestructura directa, bajo cargas estáticas y de impacto. El acristalamiento debe ser capaz de soportar los requisitos de la carga lineal estática y la carga de impacto dinámica.

Los ensayos se realizan de acuerdo con la norma española UNE 85-238 [5] y las secciones SUA 1 [1] y SUA 2 [2] del Código Técnico de la Edificación (CTE).

2. Notas

- Se deben utilizar productos de construcción regulados por las autoridades de construcción.
- En los bordes no protegidos de los antepechos se debe instalar un perfil de protección eficaz (véase el anexo A.3).
- Las compatibilidades de los materiales tienen que ser verificadas mediante el uso de diferentes materiales plásticos tales como el silicio, PVB, etc.
- La corrosión de los materiales metálicos debe prevenirse por medios adecuados (como por ejemplo, por las diferentes opciones de aleación, recubrimiento, prevención de la corrosión por contacto, medios constructivos, etc...). Las categorías de corrosión deben ser ajustadas de acuerdo con el objeto.
- El vidrio templado es sucesible de rotura espontanea debido a la inclusión del sulfuro de níquel en el material y en la producción. Recomendamos el uso general de vidrio templado térmicamente tratado “heat-soak”. Debido al tratamiento adicional “heat-soak”, el riesgo de rotura del vidrio a través de la inclusión de sulfuro de níquel se minimiza considerablemente.
- Hay que garantizar un rodamiento sin restricciones del vidrio.
- Se debe evitar el contacto entre metal y vidrio o vidrio y vidrio.
- En caso de rotura de vidrio, las zonas afectadas deben ser protegidas y los cristales rotos deben ser reemplazados inmediatamente.
- Este documento sólo es válido para el sistema de acristalamiento probado. Los resultados de este documento sólo son válidos, si las condiciones límite que se han definido en este documento se encuentran en la estructura. Esto debe ser asegurado.
- Este documento sólo puede ser reproducido en su totalidad; las publicaciones en extractos requieren nuestra autorización. No se permite una transferencia de los resultados a otras posiciones y/o sistemas a menos que para los descritos dentro de este documento.
- La empresa VERROTEC GmbH situada en Mainz, Alemania, asume la responsabilidad únicamente de los componentes evaluados en las condiciones descritas. Si surgen cambios o discrepancias, exigimos una notificación.
- Los resultados escritos están destinados exclusivamente al cliente, por lo que no se pueden hacer reclamaciones a terceros. Además, Verrotec GmbH no asume ninguna obligación a favor de terceros ni ninguna responsabilidad hacia terceros que surja de y en relación con los servicios prestados para el cliente.

3. Normas y reglas técnicas

[1] Código Técnico de la Edificación (CTE), DB SUA 1: Documento Básico – Seguridad de utilización y accesibilidad – Seguridad frente al riesgo de caídas

[2] Código Técnico de la Edificación (CTE), DB SUA 2: Documento Básico - Seguridad de utilización y accesibilidad – Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento

[3] DA DB-SUA/1: Classificación de los vidrios según sus prestaciones frente a impacto y su forma de rotura según la norma UNE EN 12600:2003

[4] DB SE-AE: Documento Básico – Seguridad Estrutural – Acciones en la edificación

[5] UNE 85-238:1991: Barandillas. Métodos de ensayo.

[6] Cahier 3034_V3: Garde-corps non traditionnels en produits verriers encastrés en pied

4. Planes actuales

Los siguientes planes son la base de este informe:

[7] Diseño de instalación del perfil VetroMount F Nr. 0005320 del 12.03.2020

[8] Diseño de instalación del perfil VetroMount Y Nr. 0005609 del 03.09.2020

[9] Pasamanos: BO_5215248 del 17.09.2018.

[10] Protector de bordes: BO_5215257 del 17.09.2018.

[11] Perfil SideL: 3953-TopL del 10.02.2020

[12] Protector de bordes + Cinta acrílica 0005543 del 15.06.2020.

5. Descripción del sistema

5.1 Subestructura

Los perfiles pueden ser implementados en dos configuraciones diferentes. La Imagen 1 presenta el perfil VetroMount F para montaje en el suelo. La Imagen 2 muestra el perfil VetroMount Y para montaje en el frente. Ambos perfiles están disponibles con diferentes revestimientos que se muestran en la Imagen 3 y en la Imagen 4.

Ambos modelos de perfiles contienen perforaciones con una distancia de 200 mm entre ellas. Los perfiles deberán ser fijados a la subestructura por medio de estas perforaciones de acuerdo a los requerimientos estáticos (con por ejemplo: Hilti HUS-3 H10).

De acuerdo con los requisitos estáticos, el perfil VetroMount F se fija con una separación máxima de 400 mm entre los tornillos y el perfil VetroMount Y con una distancia máxima de 200 mm entre los tornillos. Se deben usar al menos 2 tornillos por perfil.

Si necesario, dos o más perfiles pueden ser conectados lateralmente por pasadores de resorte.

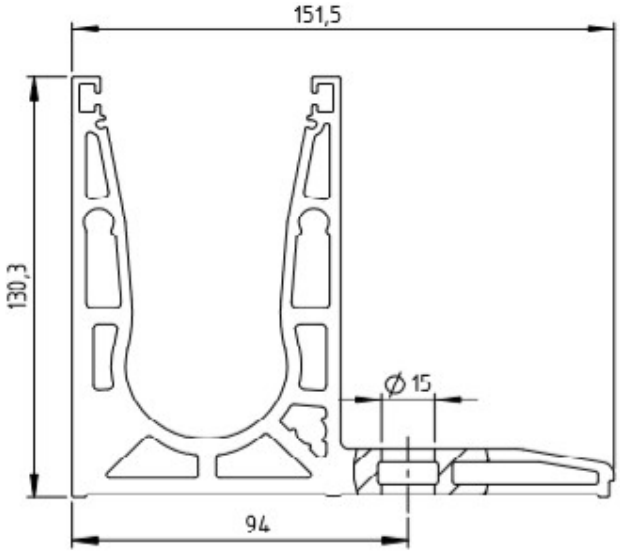


Imagen 1 Perfil VetroMount F

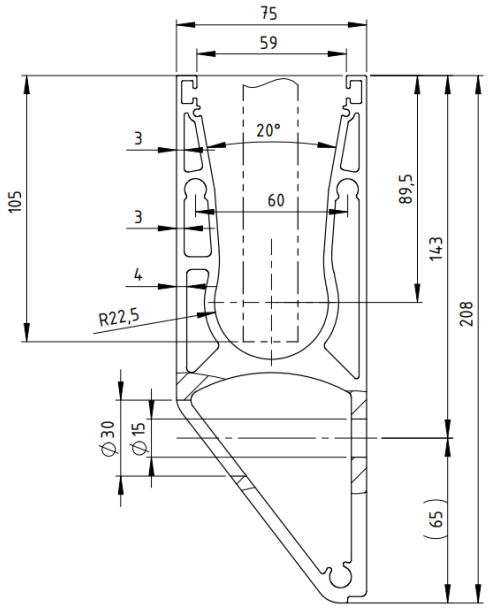


Imagen 2 Perfil VetroMount Y

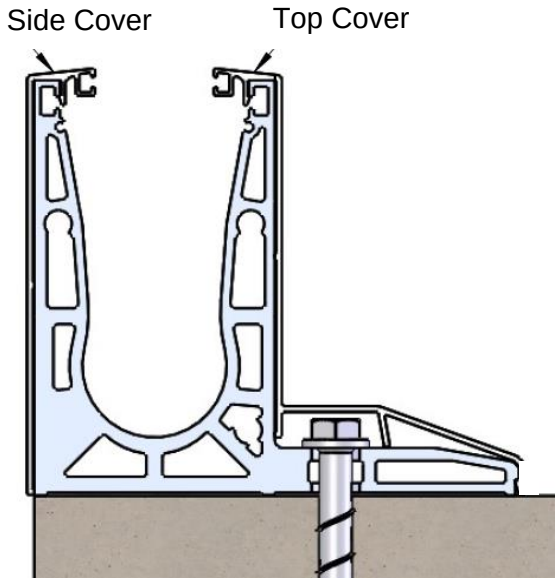


Imagen 3 Perfil VetroMount F con revestimiento

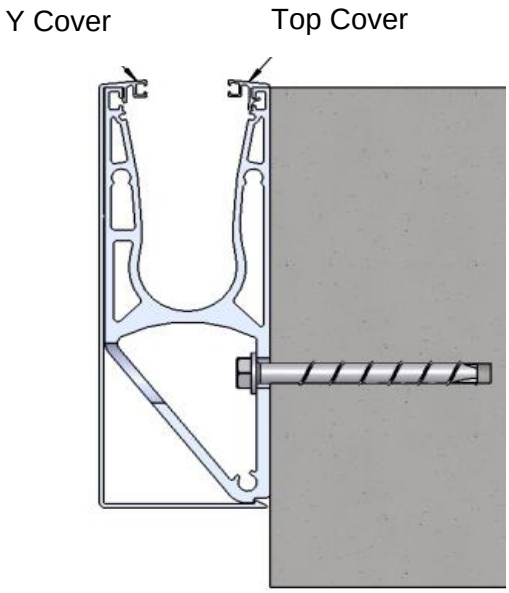


Imagen 4 Perfil VetroMount Y con revestimiento

La sujeción se asegura con los cojinetes del acristalamiento a una distancia máxima de 250 mm. Al menos dos cojinetes son necesarios por acristalamiento. El cojinete de cristal consiste en un cojinete ciego con dos cuñas cruzadas y cuñas de presión opuestas (Imagen 6). Los cojinetes posuen diferentes fijaciones y distancias conforme los diferentes ensamblajes de vidrio (Tabla 1).

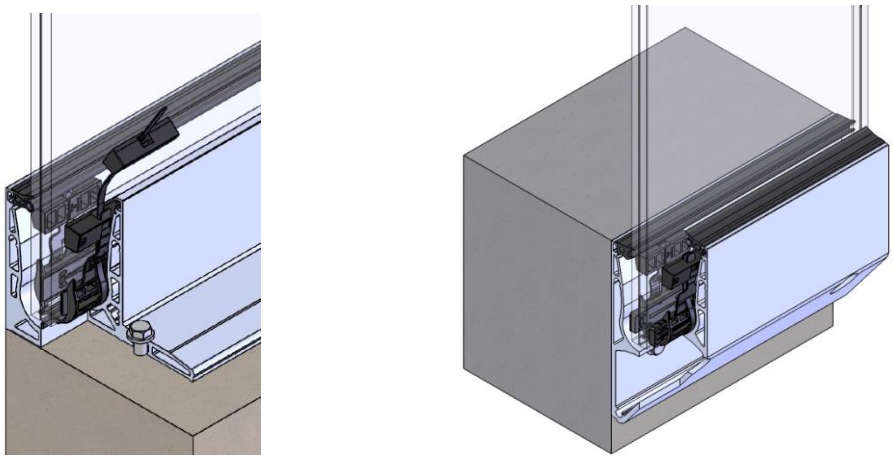
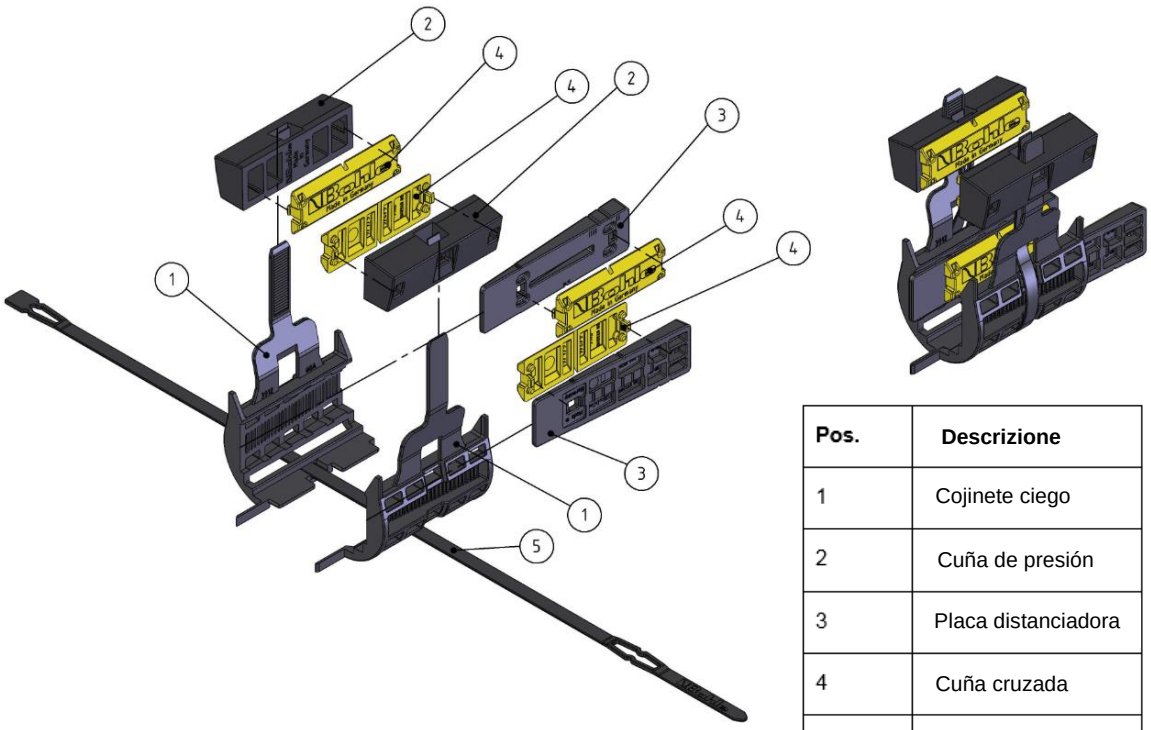


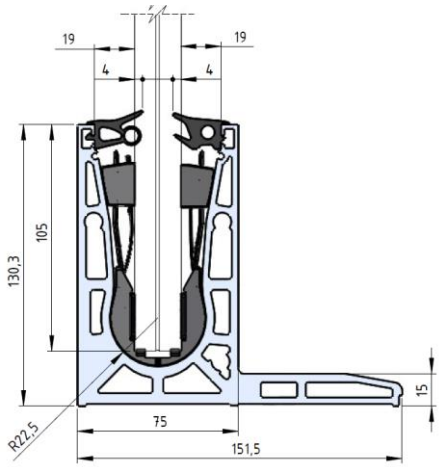
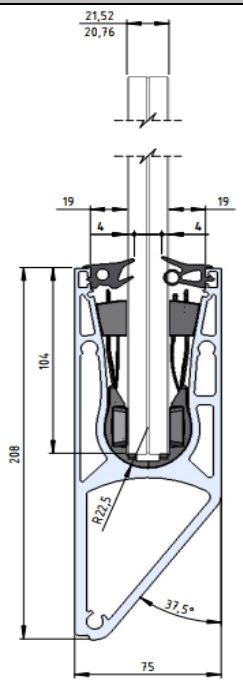
Imagen 5 Isometría del cojinete de los perfiles VetroMount F (izquierda) y VetroMount Y (derecha)



Pos.	Descrizione
1	Cojinete ciego
2	Cuña de presión
3	Placa distanciadora
4	Cuña cruzada
5	Cuerda

Imagen 6 Ilustración explotada del cojinete del vidrio

Tabla 1 Sección transversal de los perfiles VetroMount F y Y

Ensamblaje del vidrio	Perfil F	Perfil Y
20,76 mm – 21,52 mm		

5.2 Acristalamiento

La designación de las dimensiones del vidrio se define en la Imagen 7. La altura máxima del vidrio es h_G = 1105 mm. Los cristales están posicionados en el perfil a una altura de h_c = 105 mm. La altura del vidrio h_B es, por lo tanto, máximo 1000 mm. El ancho mínimo B_{min} del cristal es al menos 500 mm.

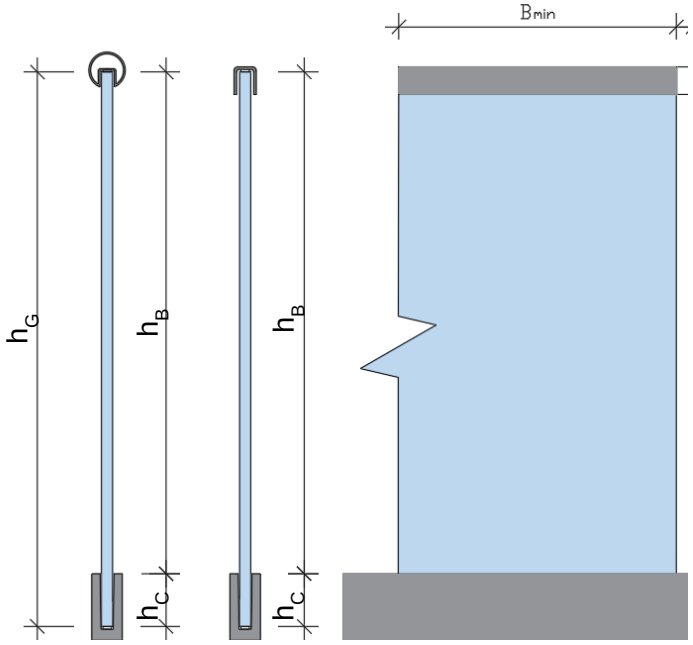


Imagen 7 Designación de las dimensiones del vidrio

Los vidrios utilizados en el sistema de barandillas consisten en un vidrio laminado de seguridad (VSL) con una capa intermedia de polivinilbutiral (PVB) con un grosor de al menos 0,76 mm. Las placas de vidrio individuales consisten en vidrio de seguridad templado térmicamente (VSM).

De acuerdo con los requisitos, los productos se definen de la siguiente manera:

VSL: Vidrio laminado de seguridad de acuerdo con la norma EN 14449, teniendo en cuenta las siguientes propriedades definidas:

Puesto que la serie de normas contiene reglamentos para la comprobación de la capacidad de carga residual, se aplican estos, con la condición de que se utilice un vidrio de seguridad laminado (VSL) con una película de PVB con las siguientes propiedades: Resistencia al desgarro ≥ 20 N/mm2 y dilatación a la rotura ≥ 250% a una temperatura de prueba de 23°C, velocidad de prueba: 50 mm/min.El vidrio laminado de seguridad debe ser clasificado como mínimo en la clase 2 (B) 2 según norma UNE EN 12600.

VSM: Vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente según UNE EN 12150.

Como alternativa al vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente (VSM), se permite el uso de vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente y tratado “heat soak” según UNE EN 14179-1.

5.3 Protector de borde / pasamanos

Un pasamanos de acero inoxidable o aluminio debe ser instalado en el borde superior del cristal. Existen tres versiones de pasamanos:

- Los paneles de vidrio adyacentes a otros del mismo tipo no pueden estar conectados mediante el pasamanos (variante de diseño α, Imagen 8).
- Los paneles de vidrio adyacentes a otros del mismo tipo están conectados mediante el mismo pasamanos de forma contínua (variante de diseño β, Imagen 9).
- Los paneles de vidrio adyacentes a otros del mismo tipo están conectados mediante el mismo pasamanos de forma contínua y una conexión posterior a la esquina (variante de diseño γ, Imagen 10)

Los posibles protectores de borde se presentan en la Imagen 11, los posibles perfiles de pasamanos para las variantes β y γ se muestran en la Imagen 12.

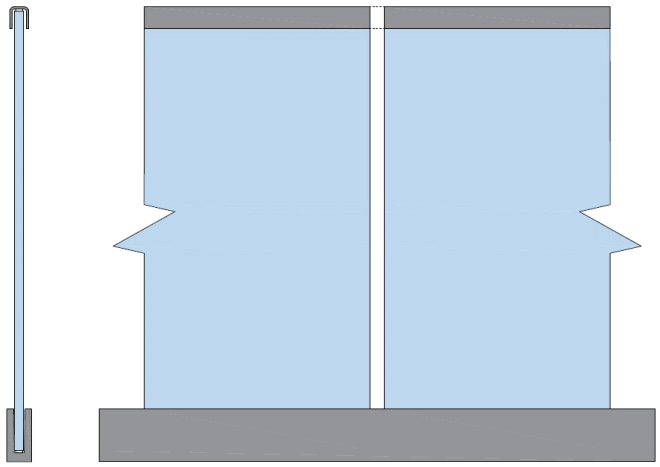


Imagen 8 Sistema α: Versión con protección de bordes sin conexión entre los paneles

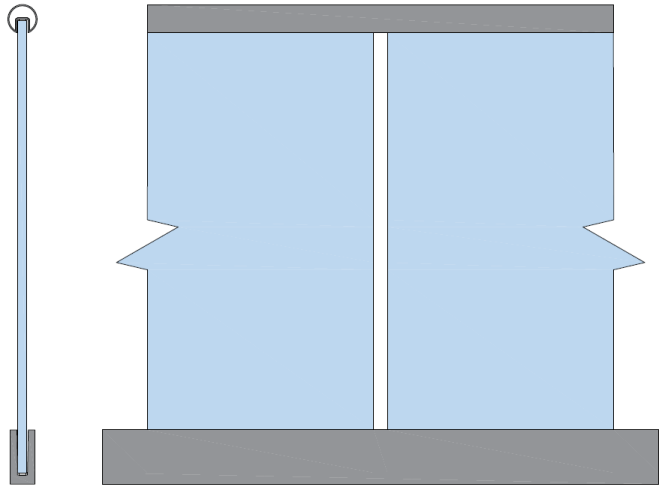


Imagen 9 Sistema β: Versión con pasamanos continuo sin conexión lateral posterior a los bordes

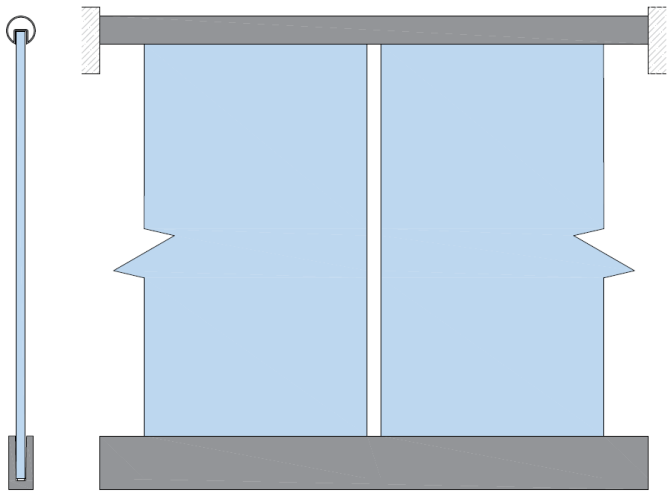


Imagen 10 Sistema γ: Versión con pasamanos continuo y conexión lateral posterior a los bordes

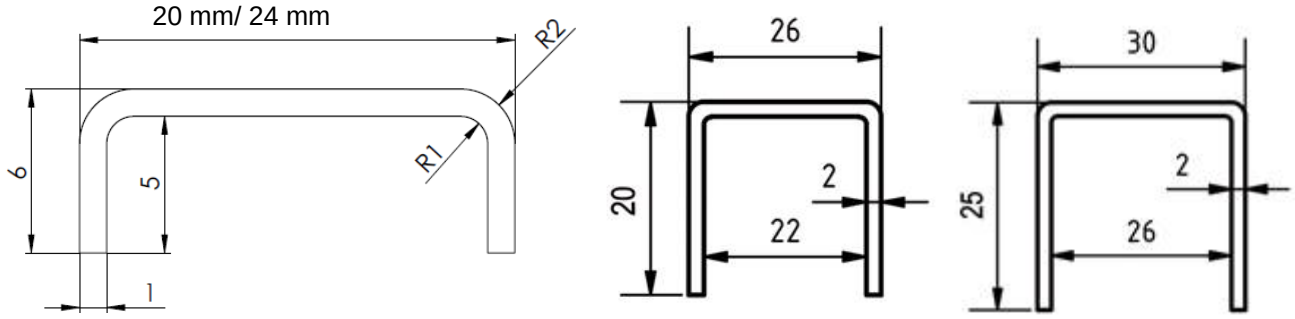


Imagen 11 Variantes de protector de bordes

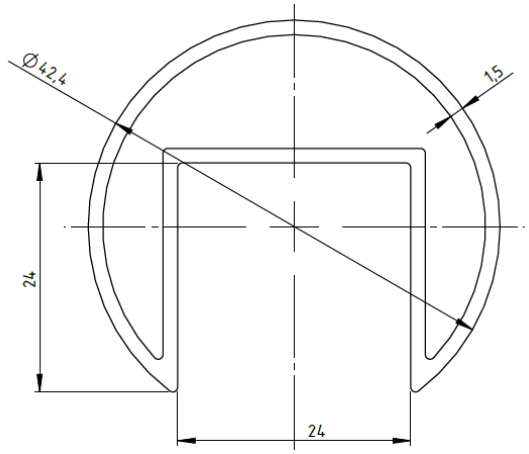


Imagen 12 Pasamanos

6. Ensayos realizados

6.1 Información general

La función de barandilla del sistema se verifica teniendo en cuenta las siguientes normas y éstandardizaciones:

- El Código Técnico de la Edificación (CTE): Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad, Sección SUA 1 [1]: Seguridad frente al riesgo de caídas. Sección 3.2: Desniveles, características de las barreras de protección, Subapartado 3.2.2. Resistencia.
- El Código Técnico de la Edificación (CTE): Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad, Sección SUA 2 [2]: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento. Sección 1.3: Impacto con elementos frágiles.
- El Documento Básico SE-AE: Acciones de Seguridad Estructural en la edificación [4]. En cumplimiento de la SE-AE sección 3.2 (Acciones sobre barandillas y elementos divisorios) Tabla 2, para las cargas horizontales relevantes. La fuerza se considerará aplicada a 1,2 m o en el borde superior del elemento, si el elemento se encuentra a una altura inferior.
- Los ensayos de carga estática y dinamica de impacto para los pasamanos se harán según la norma UNE 85-238-91: Brandillas. Métodos de ensayo [5].

6.2 Ensayos estáticos

6.2.1 General

Según la norma UNE 85-238 [5], la comprobación estática debe ser efectuada aplicando una carga linear. La carga linear aplicada se difiere en función de la categoria de uso (véase Tabla 2).

Tabla 2 Cargas en pasamanos y otros elementos divisorios según [4]

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga horizontal kN/m
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en hospitales y hoteles	0,8
		A2	Trasteros	0,8
B	Zonas administrativas			0,8
C	Zonas de acceso público (con la excepción de las superfícies pertenecientes a las categorías A, B y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	0,8
		C2	Zonas con asientos fijos	0,8
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas (vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles, salas de exposición en museos, etc.)	1,6
		C4	Zonas destinadas a gimnasio o actividades físicas	1,6
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc.)	3,0
D	Zonas comerciales	D1	Edificios comerciales	0,8
		D2	Grandes superficies, hipermercados o supermercados	0,8
E	Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			1,6
F	Cubiertas transitables accesibles solo privadamente			1,6
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación	G1	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	0,8
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado)	0,8
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0,8

6.2.2 Ensamblaje y ejecución del ensayo

Los ensayos estáticos con carga linear horizontal se realizaron según la norma francesa Cahier 3034_V3 [6] (véase Tabla 3).

Para las categorías de uso A, B, C1, C2, D, G (según la DB SE-AE [4]), los ensayos estáticos deben realizarse con una carga linear uniforme de 0,8 kN/m. La carga de 0,8 kN/m puede ser reemplazada con seguridad por una carga de 1,0 kN/m en los ensayos (según la norma francesa).

La norma española estipula que la carga estática debe aplicarse a una altura de 1200 mm o en el borde superior del cristal. En los ensayos se aplicó la carga estática uniforme a una altura de 1105 mm (medida desde el borde inferior del cristal). Esto limita la altura máxima de vidrio utilizable a 1105 mm según la norma española.

La dirección en la que se aplica la carga uniforme es de adentro hacia afuera (véase Imagen 13).

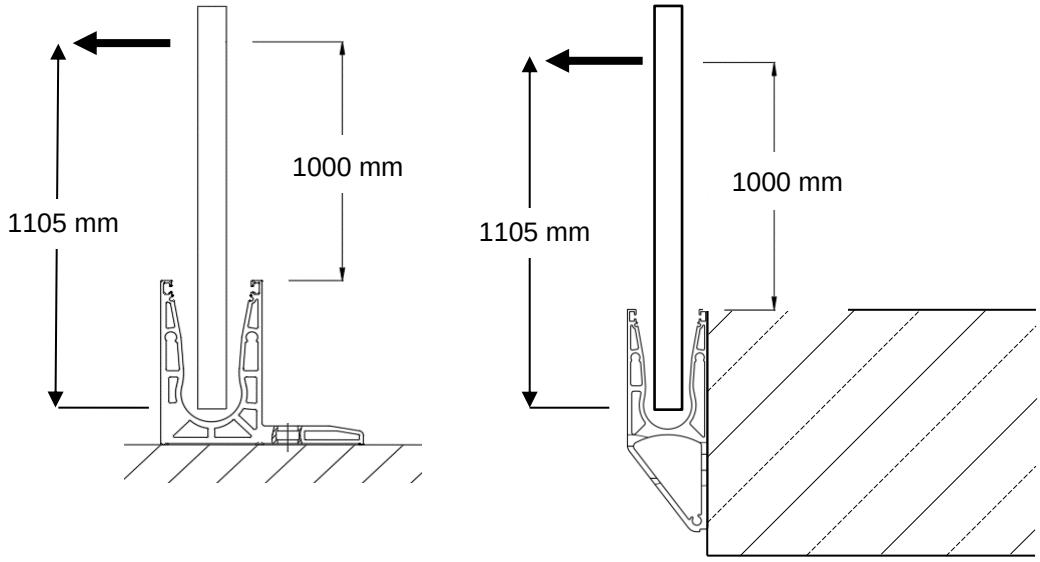


Imagen 13 Dirección de la carga uniforme para el VetroMount perfil F (izquierda) y para el VetroMount perfil Y (derecha)

Imagen 14 Configuración de la prueba VetroMount F (montaje en el suelo)

Imagen 15 Configuración de la prueba VetroMount Y (montaje frontal)

6.2.3 Resultado

Tabla 3 Resumen de los resultados obtenidos bajo carga lineal impuesta horizontalmente según [6]

Perfil	Ensamblaje de vidrio	Ancho / Altura [mm]	Carga horizontal hacia afuera			Carga horizontal hacia adentro	Resul-tado
			1,0 kN/m	Descarga	3,0 kN	0,4 kN	
			Desviación máxima < 35 mm	Desviación máxima < 3 mm	Ruptura	Desviación máxima < 2 mm	
VetroMount perfil F	1010.2 VSL fabricado en VSM	500 / 1300	30,2 mm	0,8 mm	Sin ruptura	1,7 mm	✓
		1000 / 1300	32,5 mm	0,9 mm	Sin ruptura	1,5 mm	✓
VetroMount perfil Y	1010.2 VSL fabricado en VSM	500 / 1300	27,8 mm	0,4 mm	Sin ruptura	0,2 mm	✓
		1000 / 1300	34,1 mm	0,3 mm	Sin ruptura	0,6 mm	✓

VSL - Vidrio de seguridad laminado
VSM - Vidrio de seguridad templado térmicamente

6.3 Ensayos dinámicos

6.3.1 General

Los ensayos deben ser realizados con un punto y una energia de impacto específicos según la norma UNE 85-238 (sección 9.2.2) [5].

El punto de impacto se define en el centro geométrico del elemento de relleno (véase Imagen 16). La energia de impacto debe ser 600 J. Por lo tanto, la altura de caída de un péndulo con peso 0,5 kN corresponde a Δh 1200 mm.

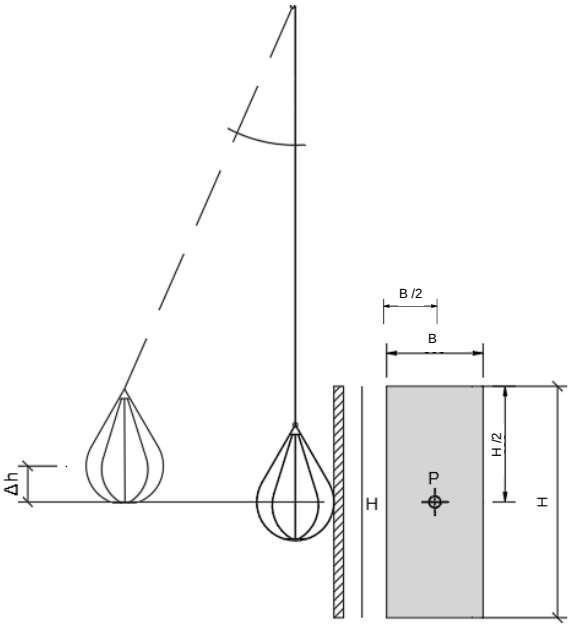


Imagen 16 Puntos de impacto según la norma UNE 85-238 [5]

6.3.2 Ensamblaje y ejecución del ensayo

Los ensayos dinámicos se realizaron según la norma francesa Cahier 3034_V3 [6].

Las alturas de caída verificadas de 1800 mm y 1400 mm (según la norma francesa [6]) pueden reemplazar con segurirdad un ensayo con altura de caída de 1200 mm (según requisitos de la UNE 85-238 [5]).

Los impactos fueron realizados desde el interior hacia el exterior (Imagen 18).

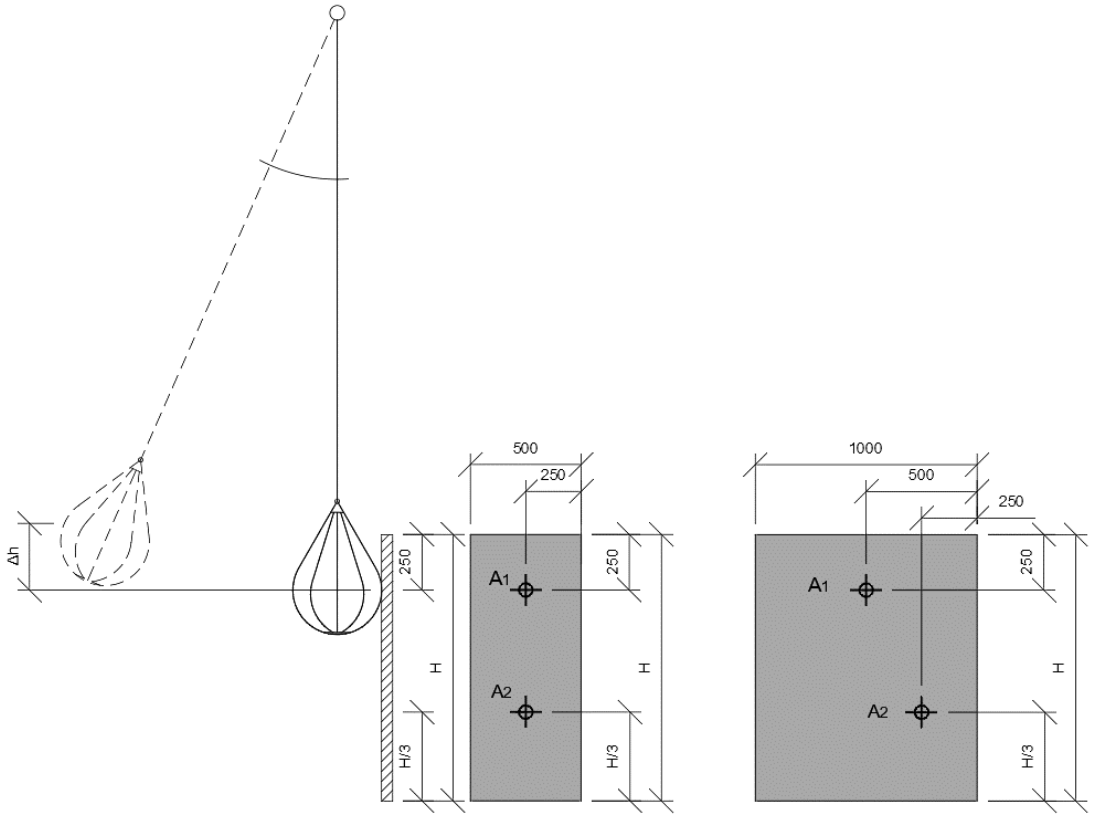


Imagen 17 Puntos de impacto probados

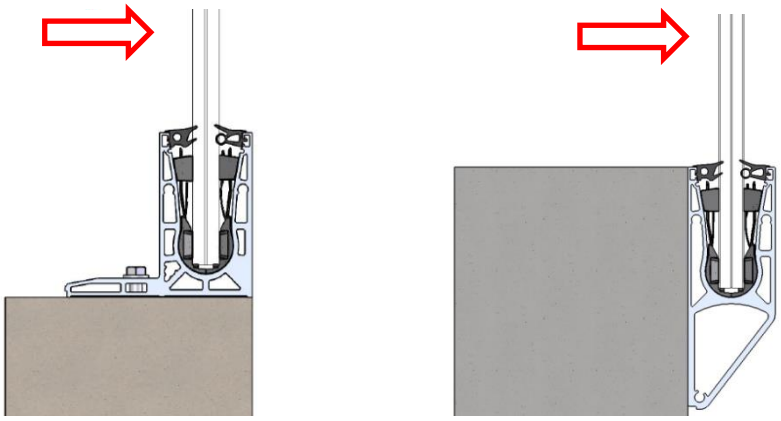


Imagen 18 Sentido del choque para los perfiles VetroMount F (izquierda) y VetroMount Profil Y (derecha)

Imagen 19 Configuración de la prueba VetroMount F (montaje en el suelo)

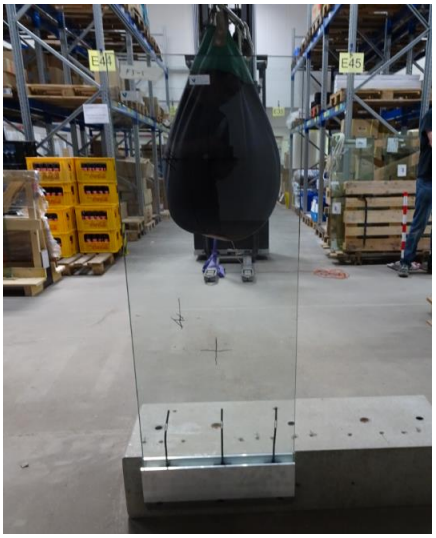


Imagen 20 Configuración de la prueba VetroMount Y (montaje frontal)

6.3.3 Resultado

Tabla 4 Resultados de la prueba de impacto según [6]

Perfil	Ensamblaje del vidrio	Ancho / Altura [mm]	Alturas de caída [mm]	Resultado
VetroMount perfil F	1010.2 VSL fabricado en VSM	500 / 1300	1400 & 1800	✓
		1000 / 1300	1400 & 1800	✓
VetroMount perfil Y	1010.2 VSL fabricado en VSM	500 / 1300	1400 & 1800	✓
		1000 / 1300	1400 & 1800	✓

VSL - Vidrio de seguridad laminado
VSM - Vidrio de seguridad templado térmicamente

7. Resúmen

La empresa VERROTEC GmbH ubicada en Mainz (Alemania) fue asignada por la empresa Bohle AG, ubicada en D-42781 Haan, para examinar y evaluar el efecto de seguridad frente al riesgo de caídas y de impacto del sistema de balaustrada fijado linearmente por medio de ensayos correspondientes. El acristalamiento del parapecho se sujeta linearmente en el barandal inferior por los perfiles de soporte VetroMount F (para el montaje en el suelo) y VetroMount Y (para el montaje en el frente).

En el ámbito de este dictamen, se evaluaron los formatos decisivos de acristalamiento, incluyendo su subestructura directa, bajo cargas estáticas y de impacto. El acristalamiento debe ser capaz de soportar los requisitos de la carga lineal estática y la carga de impacto dinámica.

Los ensayos se realizaron de acuerdo con la norma española UNE 85-238 [5] y las secciones SUA 1 [1] y SUA 2 [2] del Código Técnico de la Edificación (CTE).

Los sistemas ensayados VetroMount F y VetroMount Y cumplen con los requisitos de seguridad frente al riesgo de impacto y caídas, de acuerdo con las categorias de uso presentadas en la 0. Los formatos y ensamblajes de cristal posibiles están presentados en la Tabla 5.

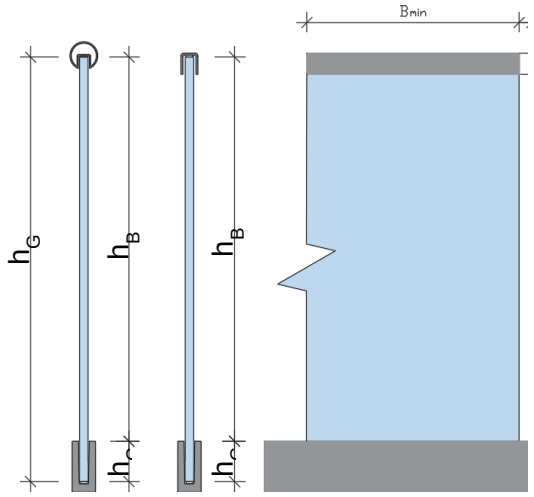


Imagen 21 Designación de las dimensiones del vidrio

Tabla 5 Formatos y ensamblajes de cristal posibiles

Perfil	Ensamblaje del vidrio	Ancho (vidrio) [mm]		Altura (vidrio) h_G (Imagen 21) [mm]	
		mínimo	máxima	mínimo	máxima
VetroMount perfil F	1010.2 VSL fabricado en VSM	500	∞	1000	1105
VetroMount perfil Y	1010.2 VSL fabricado en VSM	500	∞	1000	1105

VSL - Vidrio de seguridad laminado
VSM - Vidrio de seguridad templado térmicamente

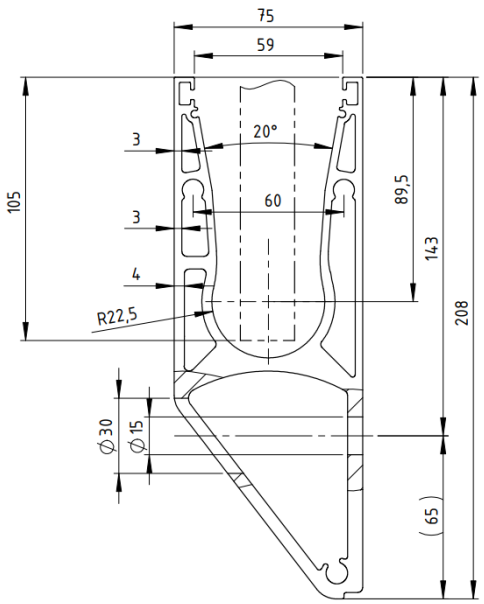
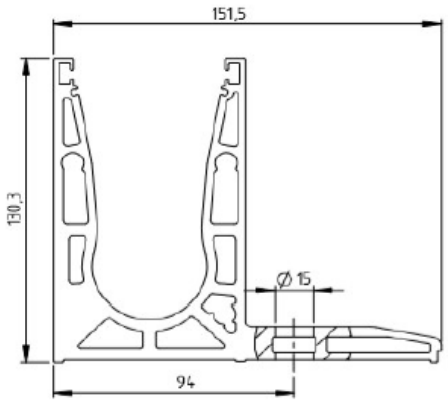
Tabla 6 Resumen de los resultados

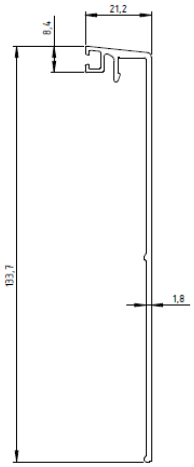
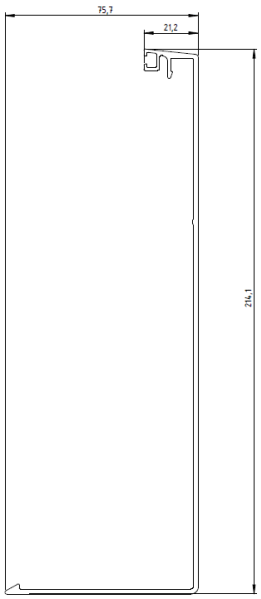
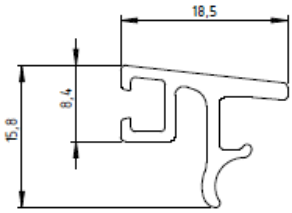
Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga horizontal kN/m	VetroMount perfil F	VetroMount perfil Y
					1010.2 VSL fabricado en VSM	**1010.2** VSL fabricado en VSM
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en hospitales y hoteles	0,8	✓	✓
		A2	Trasteros	0,8	✓	✓
B	Zonas administrativas			0,8	✓	✓
C	Zonas de acceso público (con excepción de las áreas pertenecientes a las categorías A, B y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	0,8	✓	✓
		C2	Zonas con asientos fijos	0,8	✓	✓
		C3	Zonas despejadas que impiden la libre circulación de personas, como vestíbulos en edificios públicos, edificios administrativos, hoteles, salas de exposiciones en museos, etc.	1,6	X	X
		C4	Gimnasios o áreas de actividad física	1,6	X	X
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc.)	3	X	X
D	Zonas comerciales	D1	Edificios de negocios	0,8	✓	✓
		D2	Abarrotes, hipermercados o supermercados	0,8	✓	✓
E	Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			1,6	X	X
F	Techos pasables accesibles solo de forma privada			1,6	X	X
G	Techos accesibles solo para mantenimiento	G1	Techos con una inclinación inferior a 20o	0,8	✓	✓
			Techos ligeros en correas (sin forja)	0,8	✓	✓
		G2	Techos con una inclinación de más de 40o	0,8	✓	✓

VSL - Vidrio de seguridad laminado
VSM - Vidrio de seguridad templado térmicamente
✓: perfil destinado a este uso
X: perfil no destinado a este uso

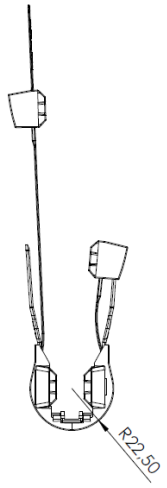
Apéndice A Componentes con propiedad de protección contra el riesgo de caídas comprobada

A.1 Perfiles

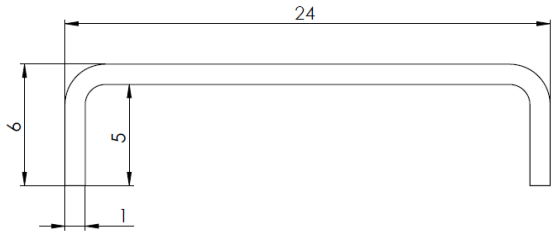
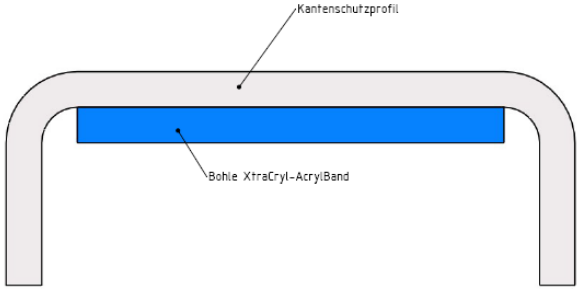
Nombre	Dibujo seccional	Material	Largo	Número de parte (superficie)
VetroMount Y		Aluminio EN AW 6063 T66	2500 mm	BO 5403120 (E6/CO)
			5000 mm	BO 5403121 (E6/CO)
VetroMount F		Aluminio EN AW 6063 T66	2500 mm	BO 5403030 (E6/CO)
			5000 mm	BO 5403031 (E6/CO)

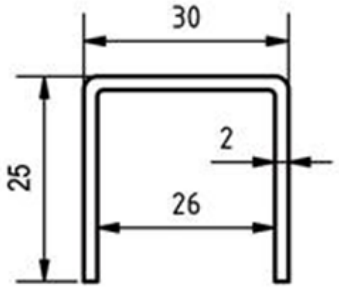
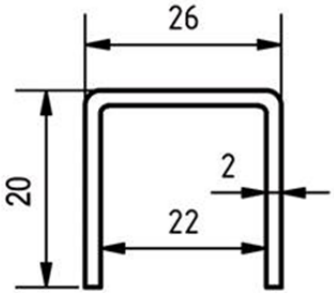
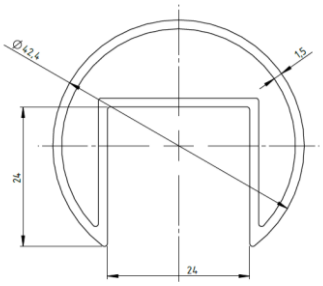
Side cover		Aluminio	2500 mm	BO 5403012 (E6/CO)
				BO 5403013 (E4/C31)
			5000 mm	BO 5403014 (E6/CO)
				BO 5403015 (E4/C31)
Y cover		Aluminio	2500 mm	BO 5403122 (E4+E6/CO)
				BO 5403124 (E4/C31)
			5000 mm	BO 5403123 (E4+E6/CO)
				BO 5403125 (E4/C31)
Top cover		Aluminio	2500 m	BO 5403016 (E6/CO)
				BO 5403017 (E4/C31)
			5000 m	BO 5403018 (E6/CO)
				BO 5403019 (E4/C31)

A.2 Cojinete del panel

Nombre	Dibujo seccional	Espesor del vidrio	Número de parte
Cojinete del panel		20,76 mm	BO 5403066
		21,52 mm	BO 5403067

A.3 Perfiles de protector del borde y pasamanos

Dibujo seccional del protector de borde/ pasamanos	Material	Aplicable para los siguientes esperores de vidrio	Número de parte
	Acero inoxidable	Perfil del protector del borde para espesores de vidrio 19-21,5 mm	BO 5403003
	acrílico	Bohle XtraCryl-AcrylBand para los espesores del vidrio:	
		20,76 - 21,52mm	BO5207744

	Acero inoxidable	Perfil del pasamanos para espesores de vidrio 12-21,5 mm	BO 5215253
	Acero inoxidable	Perfil del pasamanos para espesores de vidrio 12-21,5 mm	BO 5215293
	Acero inoxidable	Perfil del pasamanos para espesores de vidrio 12-21,5 mm	BO 5215248 (V2A) BO 5215249 (V4A)