



INFORME DE ENSAYO N°:

112821-001

CLIENTE	PUERTAS ROPER
DIRECCIÓN	POL. IND. TRASCUETO, PARCELA F-3 39600 REVILLA DE CAMARGO, CANTABRIA-ESPAÑA
OBJETO	CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN TÉRMICA «U» (EN ISO 10077-1:2017)
MUESTRA ENSAYADA	PUERTA REF. «PUERTA CORTAFUEGO EI260 / PUERTA COMPACTA»
FECHA DE RECEPCIÓN	19.06.2024
FECHAS DE ENSAYO	03.07.2024 – 15.07.2024
FECHA DE EMISIÓN	26.09.2024

Ainhoa Galparsoro
Técnico Laboratorio
Laboratorio de Seguridad / Lab_Services



- Los resultados del presente informe conciernen, única y exclusivamente al material ensayado.

- Este informe no podrá ser reproducido sin la autorización expresa de FUNDACIÓN TECNALIA R&I, excepto cuando lo sea de forma íntegra.

(*) Información aportada por el cliente. Tecnalia no se hace responsable de la información aportada por el cliente y esta información no está cubierta por la acreditación.

1. ANTECEDENTES

El 19 de junio de 2024 se recibieron en TECNALIA, enviados por la empresa PUERTAS ROPER planos de secciones del marco y la hoja correspondiente a la puerta con la siguiente referencia:

« PUERTA CORTAFUEGO EI260 / PUERTA COMPACTA »

Se solicitó para estos marcos y hoja el cálculo teórico de la transmitancia térmica, U, mediante simulaciones según la norma EN ISO 10077-2:2017 «Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas – Cálculo de la transmitancia térmica – Parte 2: Método numérico para los marcos».

Para el cálculo de la puerta completa se empleará la metodología y los requerimientos referidos en la norma EN ISO 10077-1:2017 «Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Parte 1: Generalidades».

Con fecha 26 de septiembre de 2024, TECNALIA emite el presente informe con los resultados obtenidos, detallados a continuación.

2. OBJETIVOS

El objetivo del presente informe es caracterizar térmicamente la puerta enviada por PUERTAS ROPER. Para ello se calculará el coeficiente de transmisión térmica de los marcos y de la hoja que lo conforman, y se realizarán representaciones gráficas de las distribuciones de temperaturas y de flujos de calor resultantes del cálculo.

La simulación de los componentes se lleva a cabo según la norma EN ISO 10077-2:2017, mientras que el cálculo de la puerta completa se realiza con la norma EN ISO 10077-1:2017. En el informe se presenta el cálculo de una puerta completa incluyendo la hoja, teniendo en cuenta el efecto borde de interacción entre el conjunto marco- hoja.

3. HIPOTÉSIS DE CÁLCULO

3.1. Método computacional

La simulación se ha realizado utilizando el programa THERM 7, desarrollado en el Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL). Se trata de una herramienta informática basada en el método de elementos finitos para la resolución de la ecuación de transmisión de calor bidimensional.

El cálculo se realiza importando a THERM la sección correspondiente y creando sobre esta plantilla el modelo a simular mediante combinaciones de polígonos. Es necesario definir las propiedades de los materiales involucrados, así como las condiciones de contorno a aplicar. Con esta información, THERM realiza el mallado para el análisis por elementos finitos y el cálculo de la transferencia de calor en el sistema simulado.

3.2. Características de la muestra

La puerta a simular es un sistema marco- hoja metálica correspondiente al marco perimetral, excluyendo la parte inferior de la puerta que no lleva ningún marco. El cliente envió las secciones de los cortes vertical y horizontal de la puerta, mostrando el diseño del marco y la composición de la hoja. El marco está constituido de acero galvanizado de 1,5mm de espesor, junta intumescente de 2,5mm de espesor, y hoja de acero galvanizado de 0,5mm de espesor con lana de roca de 50mm de espesor y 165 kg/m³ de densidad en su interior.

En el anexo se muestran las secciones de los cortes, tal y como han sido enviadas por PUERTAS ROPER.

Se adjuntan a continuación los valores de conductividad térmica de los materiales que han sido utilizados en el cálculo:

Material	λ (W/m·K)
Acero galvanizado	50
Aislamiento: MW_ clase A1 al fuego	0,037
Junta intumescente_ EPDM	0,25
Panel aislante definido en anexo F (EN ISO 10077-2)	0,035

Tabla 1. Conductividad térmica de los componentes de los perfiles. Fuente: Norma EN 12524, «Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrotérmicas. Valores de diseño tabulados».

La emisividad de las superficies contiguas a cámaras de aire se considera igual a 0,9 (en ausencia de datos), según la norma EN ISO 10077-2.

A su vez, el rango del flujo de calor considerado en los huecos se ha representado por una conductividad equivalente λ_{equi} de acuerdo con la norma EN ISO 10077-2. Esta conductividad

térmica equivalente incluye el flujo de calor por conducción, convección y radiación y depende de la geometría del hueco y de los materiales colindantes.

Además, para marcos con extensiones que solapan la pared deben despreciarse por lo que el solape no se tendrá en cuenta, y por tanto se excluirá del cálculo de la puerta completa.

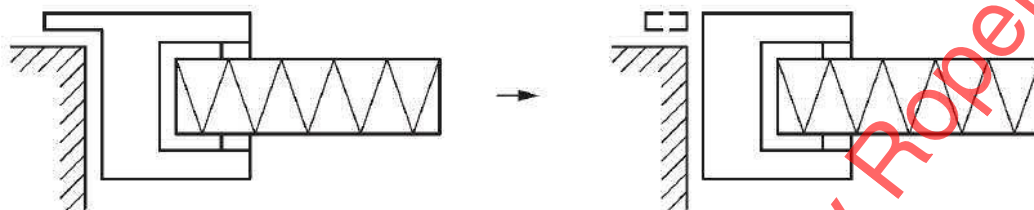


Figure 1 — Treatment of profiles with extensions (Z-shape)

Las resistencias superficiales utilizadas son las que establece en el anexo E de la norma EN ISO 10077-2:

Posición	Exterior (Rse) m ² K /W	Interior (Rsi) m ² K /W
Normal (superficie plana)	0,04	0,13
Radiación/Convección reducida (en bordes o uniones entre dos superficies)	0,04	0,20

Tabla 2. Resistencias Superficiales para Flujo de Calor Horizontal

Las temperaturas de los ambientes a ambos lados de los perfiles se han establecido en 20°C en el lado interior, y en 0°C en el exterior. Estos valores son los empleados en la normativa EN ISO 12567-1 de determinación experimental de las propiedades de transmisión térmica de ventanas y puertas. Desde un punto de vista teórico, estos valores no influyen en el resultado final, puesto que el valor de U se da por grado de diferencia, y el modelo realizado mantiene las propiedades térmicas de los materiales constantes a cualquier temperatura.

3.3. Proceso de cálculo de la transmitancia térmica del marco, U_f

La norma EN ISO 10077-2 establece el procedimiento para calcular el coeficiente de transmisión térmica del marco. Dicha magnitud se calcula para cada sección de acuerdo con la expresión:

$$U_f = \frac{L_f^{2D} - U_p b_p}{b_f}$$

donde,

- U_f : Coeficiente de transmisión térmica del marco, $(W/m^2 K)$.
- L_f^{2D} : es el coeficiente de transmisión térmica lineal de la sección con la hoja sustituido por un panel de calibración de igual espesor y conductividad térmica $\lambda=0,035$ W/mK.
- U_p : coeficiente de transmisión térmica en el centro del panel de calibración $(W/m^2 K)$.
- b_p : longitud visible del panel aislante, (m).
- b_f : longitud proyectada del marco, (m).

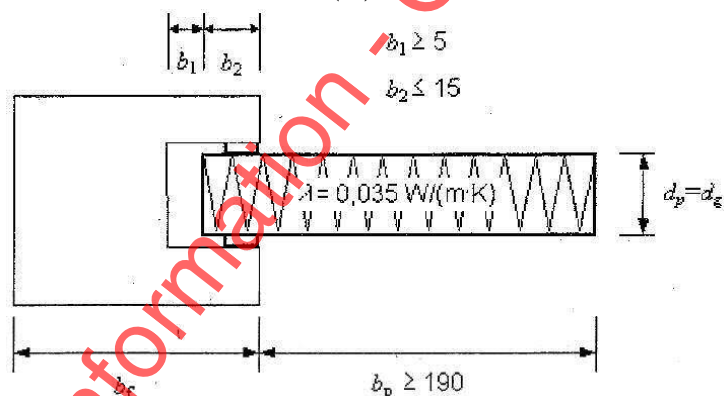


Figura 2: Representación del panel aislante

3.4. Proceso de cálculo de la transmisión térmica lineal, ψ

La norma EN ISO 10077-2 establece el procedimiento para determinar la transmitancia térmica lineal que representa la interacción entre la hoja y el marco. Dicha magnitud se calcula para cada sección de acuerdo con la expresión:

$$\psi = L_{\psi}^{2D} - U_f b_f - U_g b_g$$

donde,

- U_f : Coeficiente de transmisión térmica del marco, $(W/m^2 K)$.

- L_f^{2D} : es el coeficiente de transmisión térmica lineal de la sección con la hoja incluida.
- U_g : coeficiente de transmisión térmica de la hoja ($W/m^2 K$).
- B_g : longitud visible de la hoja, (m).
- b_f : longitud proyectada del marco, (m).

4. TRANSMISIÓN TÉRMICA DE LA PUERTA COMPLETA

Teniendo en cuenta todo lo descrito en el apartado anterior, se procede al cálculo de la Transmitancia térmica, U_D , de la puerta completa según EN ISO 10077-1. Esta puerta está formada por un marco perimetral, no dispone de ningún marco en la parte inferior, y hoja rellena de lana de roca. El cálculo de transmisión térmica, U_D , se realiza para una puerta de dimensiones (1,0 x 2,15) m.

1000X2150

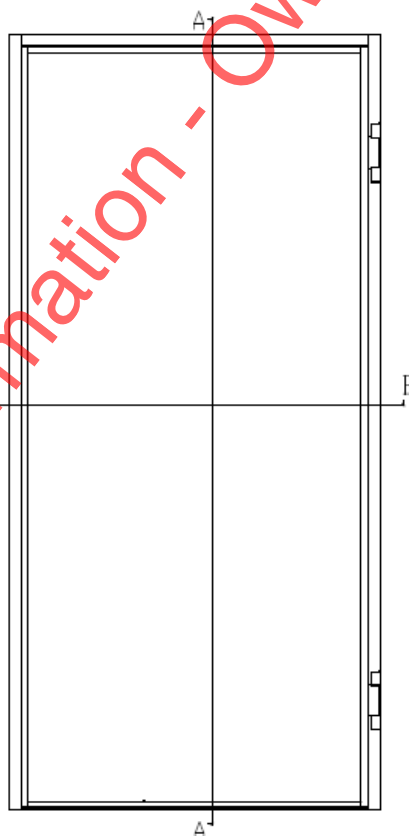


Figura. 3. Puerta Cortafuego EI260

Los cálculos se realizan según la metodología recogida en la norma de producto EN 14351-1 "Ventanas y puertas peatonales exteriores - Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas peatonales exteriores sin características de resistencia al fuego y/o control de humo".

4.1. Método de cálculo según la norma EN ISO 10077-1

Con el valor de transmisión de las partes simuladas y sus superficies, se procede a calcular el valor de la transmisión térmica de la puerta y que debe ser calculado mediante la siguiente ecuación.

$$U_d = \frac{A_p \cdot U_p + A_f \cdot U_f + \psi_p \cdot l_g}{A_p + A_f}$$

donde,

- U_d es el coeficiente de transmisión térmica correspondiente a la puerta ($W/m^2 K$)
- U_p es el coeficiente de transmisión térmica del panel u hoja ($W/m^2 K$)
- U_f es el coeficiente de transmisión térmica del marco ($W/m^2 K$)
- A_p es el área correspondiente al panel u hoja (m^2)
- A_f es el área proyectada correspondiente al marco (m^2)
- ψ_p es el coeficiente de transmisión térmica lineal debido a los efectos térmicos combinados del intercalado, del panel y del marco (W/mK)
- l_g es el perímetro total visible del panel (m)

A continuación, se muestran los resultados de las transmitancias térmicas de los marcos, hoja y lineal, así como el de la puerta completa.

5. RESULTADOS

5.1. Resultados de Transmitancia térmica de los marcos:

marco lateral derecho, izquierdo y superior,

$L_{f^{2D}}$ (W/mK)	U_p (W/m ² K)	b_p (m)	b_f (m)	U_f (W/m ² K)
0,36	0,62	0,19	0,05	4,53

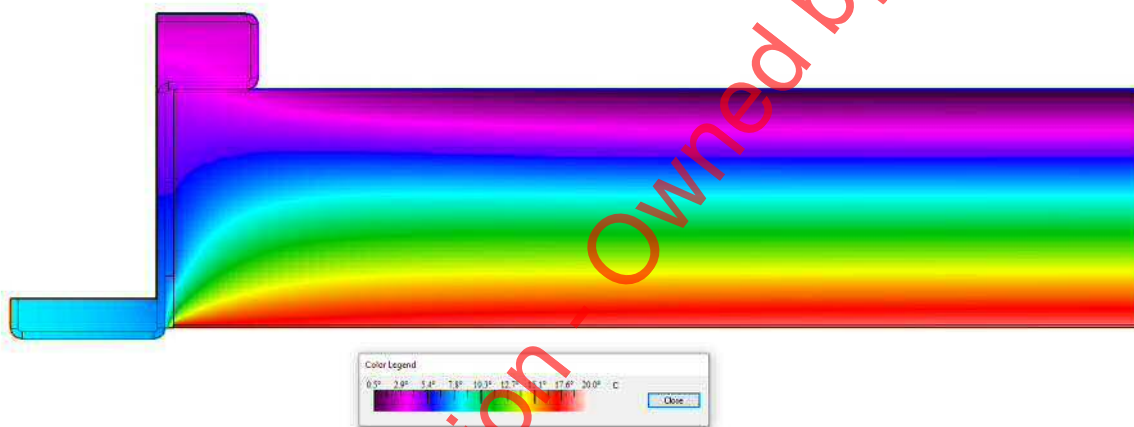


Figura 4: Distribución de temperatura en el marco, junto con la escala en °C.

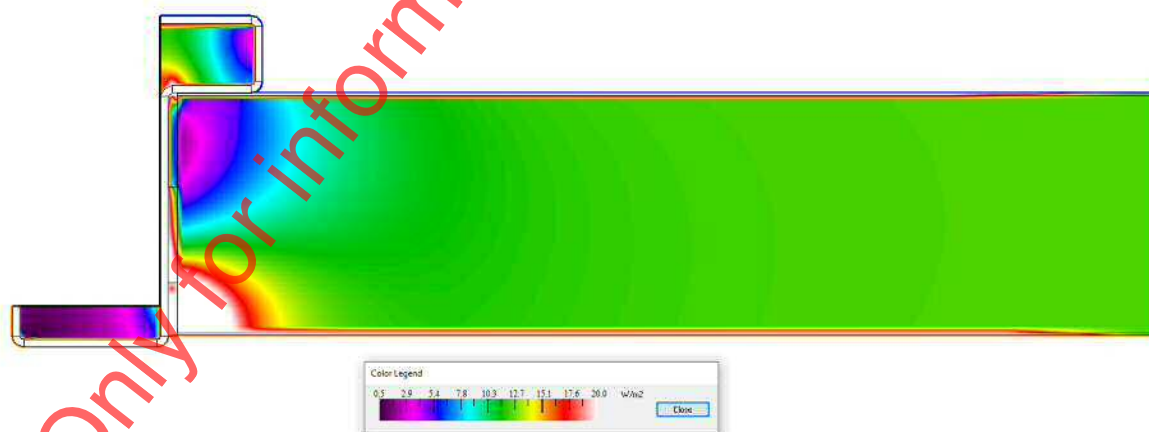


Figura 5: Distribución del flujo de calor en el marco, junto con la escala en W/m².

hoja:

La hoja de la puerta está constituida por una chapa de acero galvanizado de 0,5mm de espesor, rellena de aislante de lana de roca de 50 mm de grosor.

$L_{f^{2D}}$ (W/mK)	b_g (m)	U_g (W/m ² K)
0,66	0,19	0,66

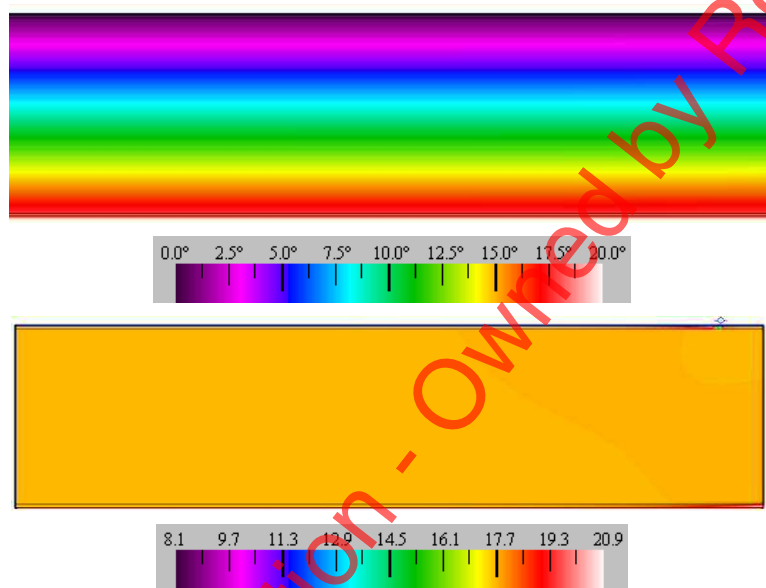


Figura 6: Distribución de temperatura en el marco, junto con sus escalas

Transmitancia térmica lineal (en ambos casos)

$L_{f^{2D}}$ (W/mK)	U_p (W/m ² K)	b_p (m)	b_f (m)	U_f (W/m ² K)	ψ (W/mK)
0,36	0,69	0,19	0,05	4,53	0,0

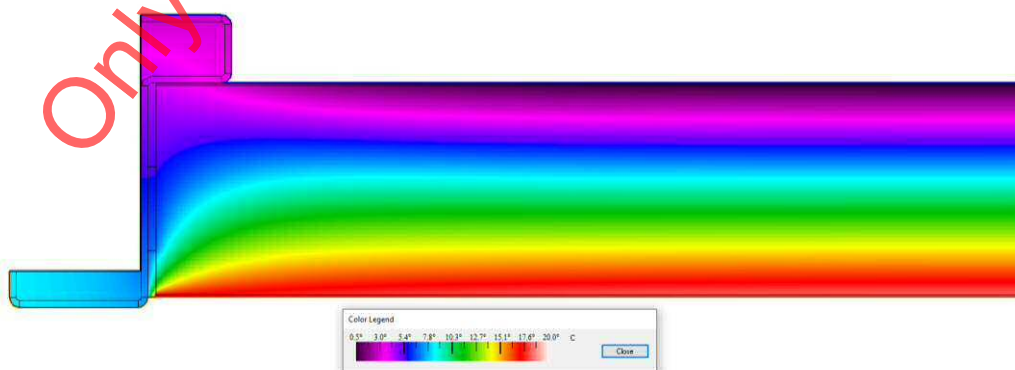


Figura 7: Distribución de temperatura en el marco, junto con la escala en °C.

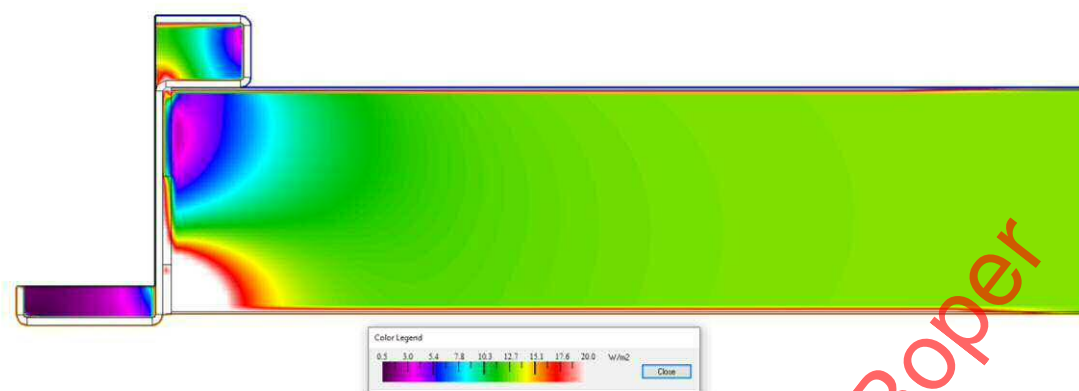


Figura 8: Distribución del flujo de calor en el marco, junto con la escala en W/m^2 .

A continuación, se describen las áreas correspondientes a los componentes de la puerta (marcos y hoja) para su posterior cálculo. A tener en cuenta que las dimensiones totales de la puerta se han indicado anteriormente.

Af Lateral derecho = $0,11 \text{ m}^2$, área correspondiente al lateral derecho
Af Lateral izquierdo = $0,11 \text{ m}^2$, área correspondiente al lateral izquierdo
Af Lateral superior = $0,05 \text{ m}^2$, área correspondiente al lateral superior
Af Lateral inferior = $0,000 \text{ m}^2$, área correspondiente al lateral inferior
L perímetro = $5,98 \text{ m}$, perímetro de la puerta

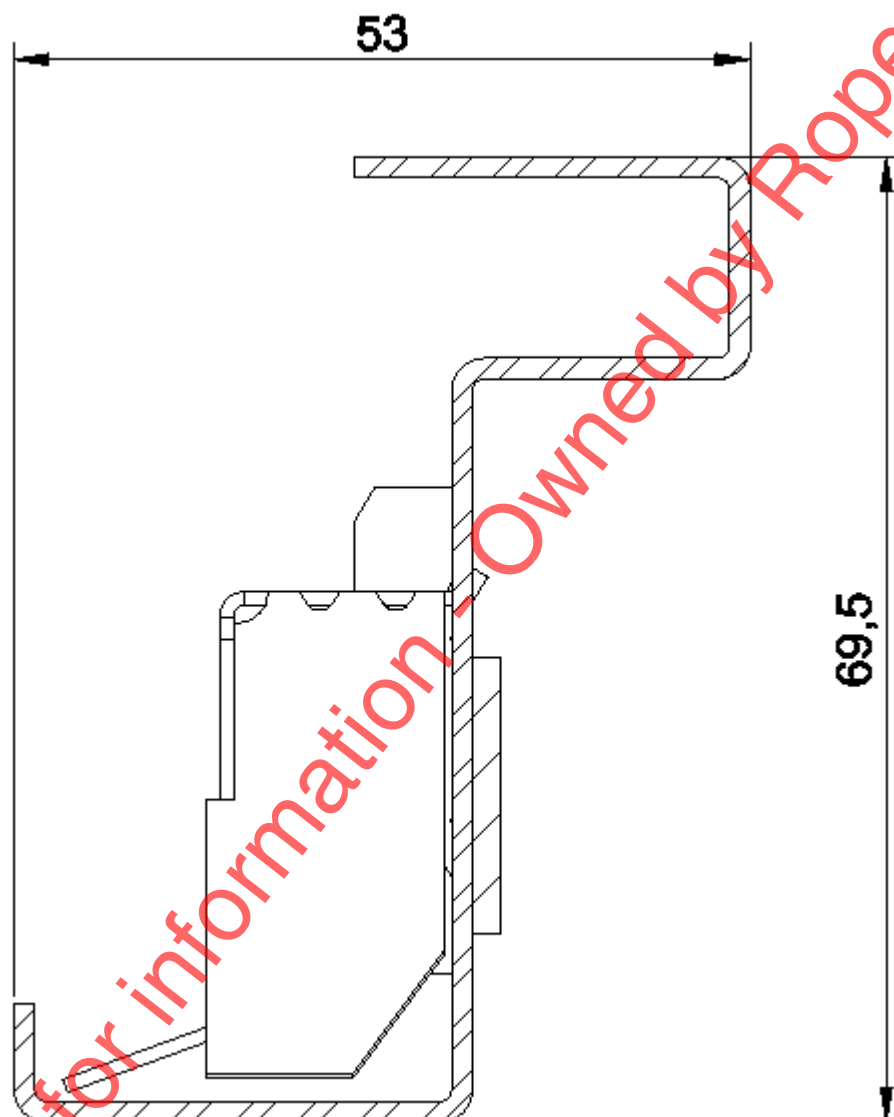
Por tanto, la transmitancia térmica, U_D , según la norma EN ISO 10077-1 de la « **PUERTA CORTAFUEGO EI260 / PUERTA COMPACTA** » de dimensiones $(1,0 \times 2,15) \text{ m}$, con las características de los componentes indicadas en este informe es:

U_D (W/m^2K)
1,2

NOTA: Los valores de transmitancia térmica de puerta completa (U_D) recogidos en este informe corresponden a unas dimensiones de puerta y tipo de hoja determinados, cualquier variación en los mismos dará lugar a variaciones en el resultado.

6. ANEXOS

SECCIONES SIMULADAS



« PUERTA CORTAFUEGO EI260 / PUERTA COMPACTA » marco

FICHAS TECNICAS DE LOS COMPONENTES APORTADAS POR EL CLIENTE (*)

CARACTERISTICAS GENERALES BATIENTE CORTAFUEGO 1 HOJA / EI2 60 C5 MONTAJE EN OBRA RÍGIDA

Fecha impresión: 18/05/2024

TOLERANCIA GENERAL LINEAL: ±0.2mm

TOLERANCIA GENERAL ANGULAR: 5'

1. Hoja

Fabricada en chapa de acero de 0,5 mm, galvanizado.
Material aislante interior es lana de roca, la cual va unida a las chapas mediante una cola no tóxica y no combustible, lleva un refuerzo interior perimetral 2 mm. de espesor.

- Características técnicas lana de roca:
- Euroclase A1.
 - Densidad 165 Kg/m³.
 - Aglomerante sintético.
 - Comportamiento frente al agua, no hidrófilo ni higroscópico.
 - Coeficiente de dilatación lineal: 2 x 10⁻⁶ 1/m.
 - Conductividad térmica.

Tª media (°C)	50	100	200	300	400
Conductividad térmica (λ) (W/m°C)	0.037	0.042	0.056	0.072	0.091

2. Marco

Acero galvanizado de e=1,5 mm.
La unión del marco se hace mediante el recibimiento de sus fijas a la obra rígida con mortero de cemento.

3. Bisagras

Hasta 2 juegos de bisagras por puerta según dimensiones, fabricadas en acero galvanizado.

4. Junta intumescente

Fabricada en base de grafito y color negro de 20mm de ancho y 2,5 mm. de espesor, flexible, insoluble e inodora y con un factor de aumento de 25 a 1 a Tª > 180 °C, va pegada en todo el perímetro del marco excepto en la parte interior.

5. Cerradura

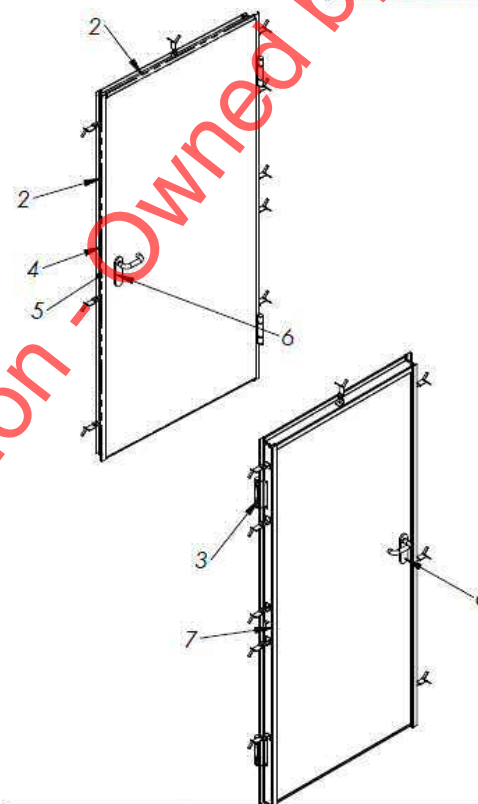
Cerradura reversible cortafuego con doble enclavamiento y resbalón de cierre, llevando nueca para cuadrado de 9 mm. Marcado CE según norma EN 12209

6. Manilla

Pomo fabricadas en poliamida negra(Euroclase B1) con alma de acero.

7. Pivote de seguridad

Entre bisagras anti-deformación por calor y anti-desam



PLN ENSAYO U VALUE BAT OF 1H 1000X2150

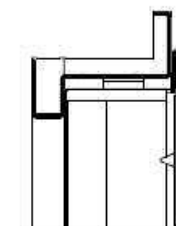
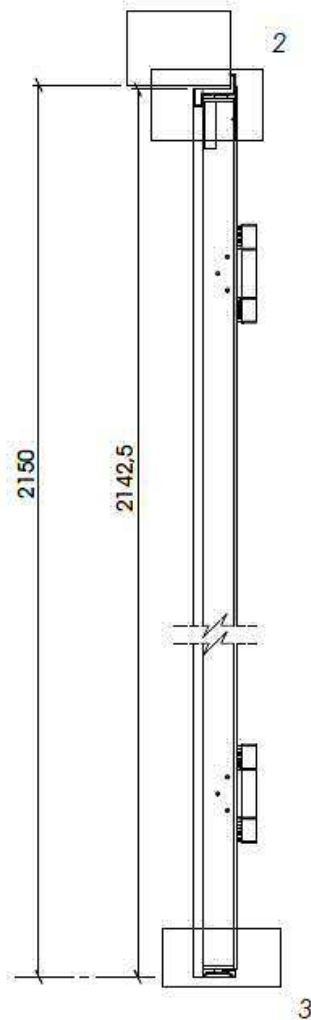
Puesto	Operación	Taller	Material	Dibujado:	18/05/24
-	1º	-	-	Revisado:	18/05/24
-	2º	-	-	Escala:	Hoja: 1/9
-	3º	-	-	Referencia	-
W192.6.20.115/OFTW-D-HOFT-ESTT				Plano:	13368 Rev 1

DIMENSIONES DE PUERTA Y HUECO EN MURO DE BLOQUE, LADRILLO U HORMIGÓN REMATADO CON MORTERO DE CEMENTO

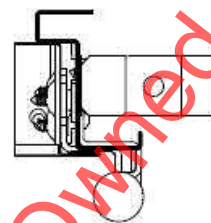
Fecha impresión : 18/06/2024

TOLERANCIA GENERAL LINEAL ±0,2mm

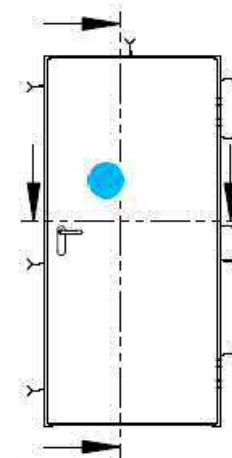
TOLERANCIA GENERAL ANGULAR 5°



DETALLE 2

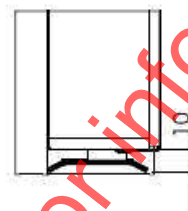


DETALLE 1

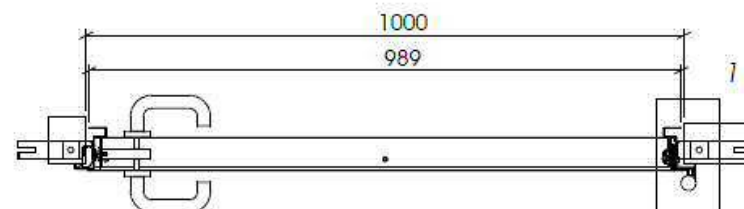


● Puerta azul abre derecha

● Puerta amarilla abre izquierda



DETALLE 3



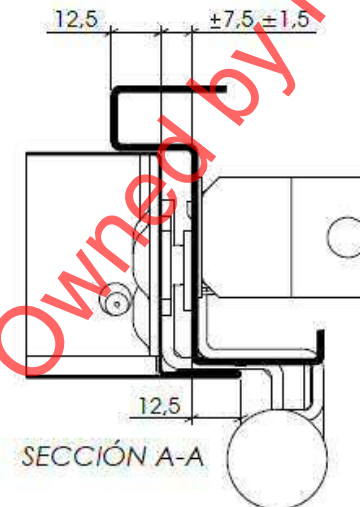
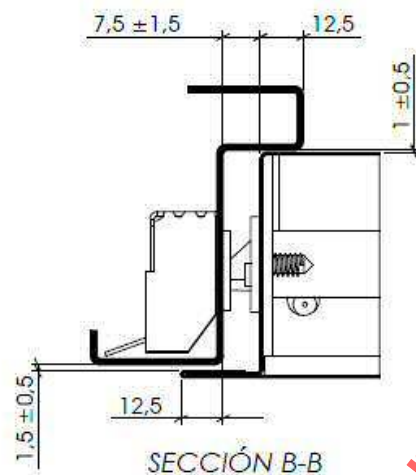
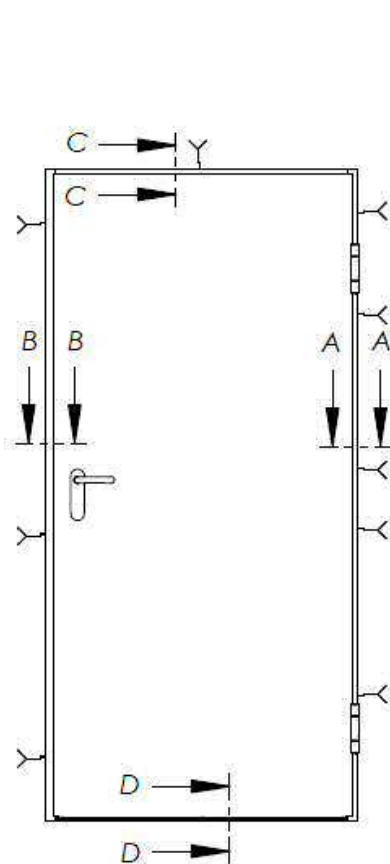
PLN ENSAYO U VALUE BAT CF 1H 1000X2150

Puesto	Operación	Taller	Material	Dibujado:	16/05/24
-	1º	-	-	Revisado:	16/05/24
-	2º	-	-	Escala:	- Hoja : 2/9
-	3º	-	-	Referencia	-
W192.6.20.115/OFT4-D-10FTBSTE				Plano :	13368 Rev 1

HOLGURAS Y SOLAPES ENTRE EL MARCO Y LA HOJA

Fecha impresión : 18/05/2024

TOLERANCIA GENERAL LINEAL 30,2MM
TOLERANCIA GENERAL ANGULAR 5



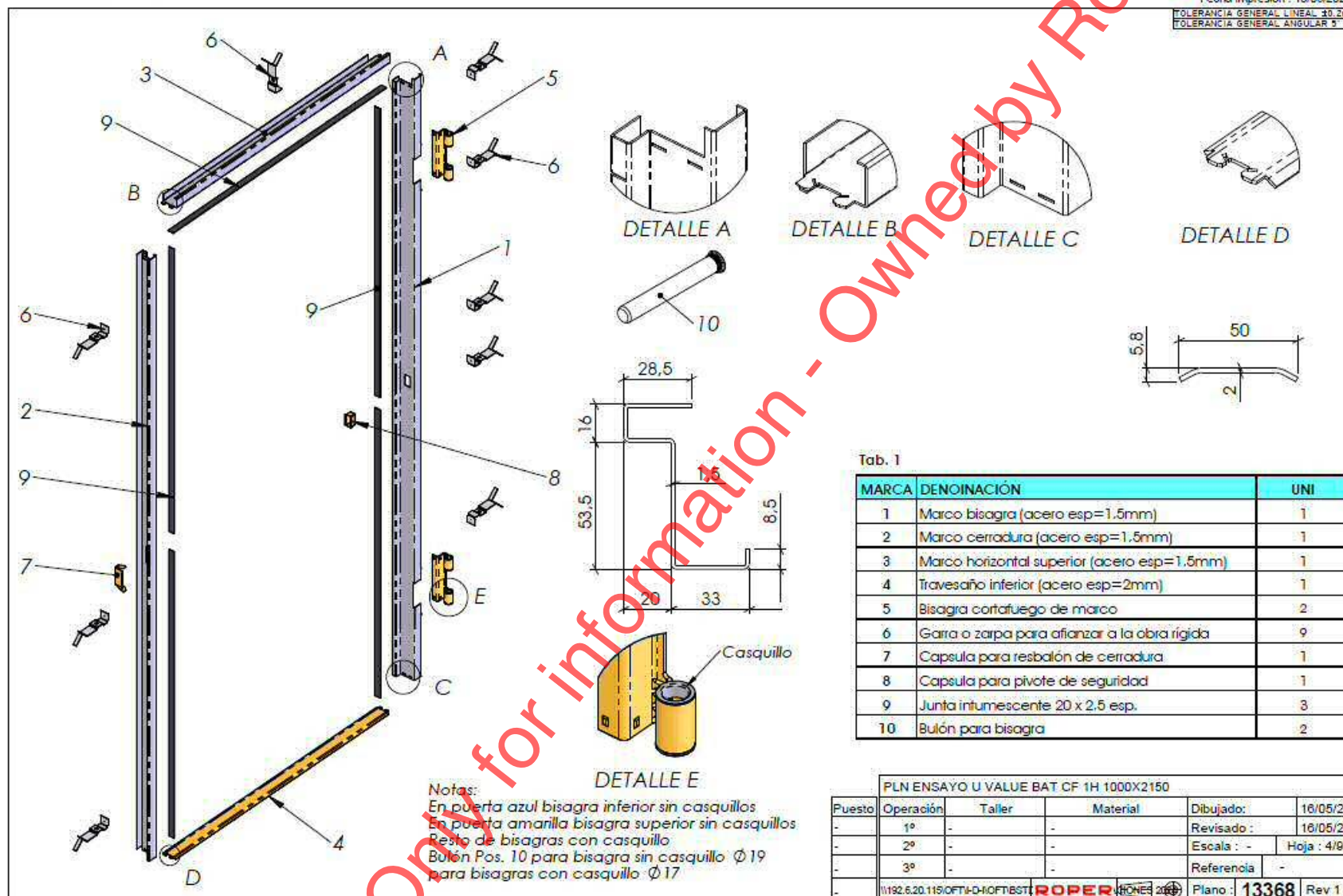
PLN ENSAYO U VALUE BAT CF 1H 1000X2150

Puesto	Operación	Taller	Material	Dibujado:	18/05/24
-	1º	-	-	Revisado:	18/05/24
-	2º	-	-	Escala:	Hoja : 3/9
-	3º	-	-	Referencia	-
-	1192.6.20.115 OFT+D-HOFT+BST+ROPER			Plano:	13368 Rev 1

DESPIECE MARCO ESTANDAR

Fecha impresión: 18/06/2024

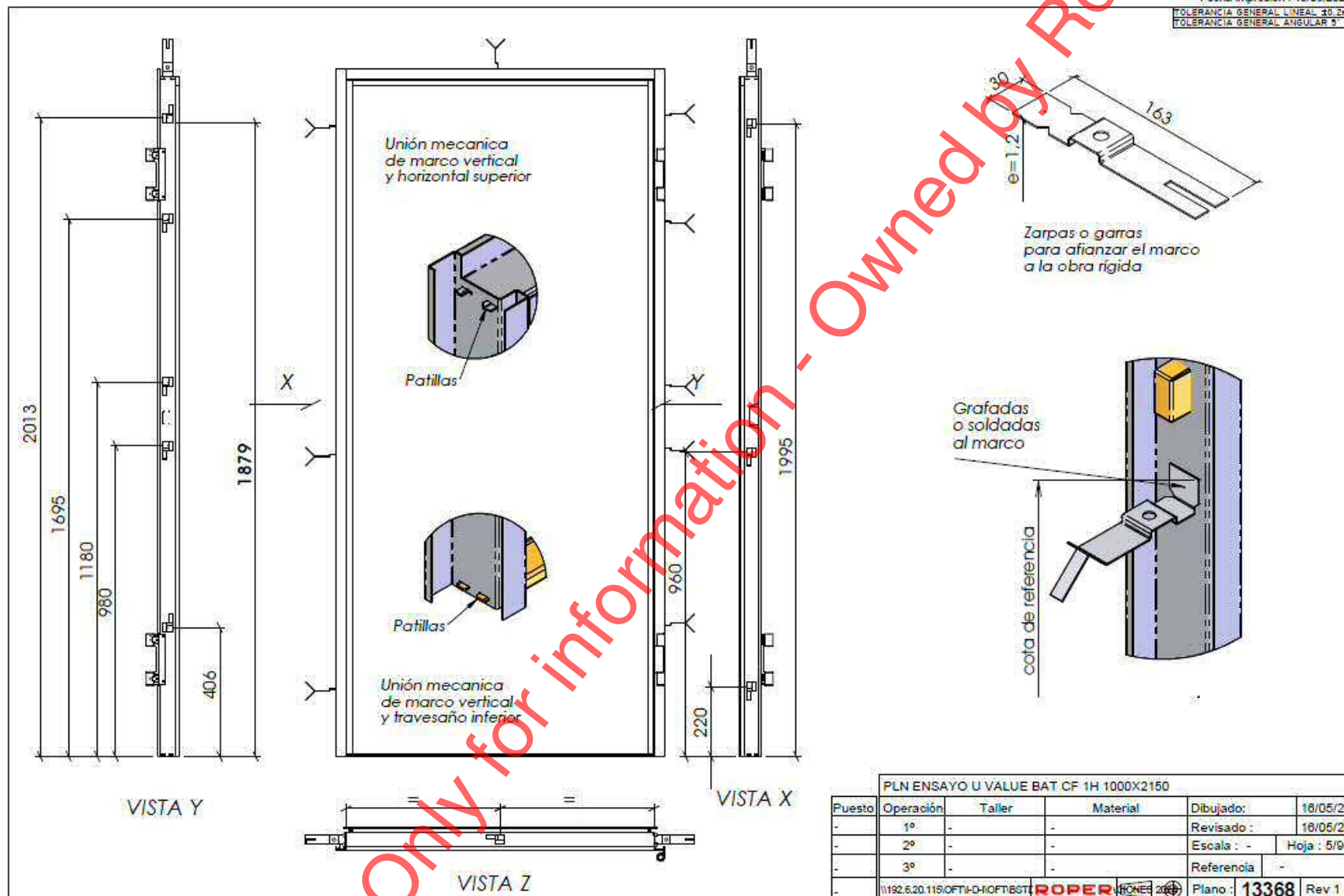
TOLERANCIA GENERAL LINEAL $\pm 0,2\text{mm}$
TOLERANCIA GENERAL ANGULAR $^{\circ}$



MARCO ESTANDAR POSICIÓN DE GARRAS

Fecha impresión: 18/06/2024

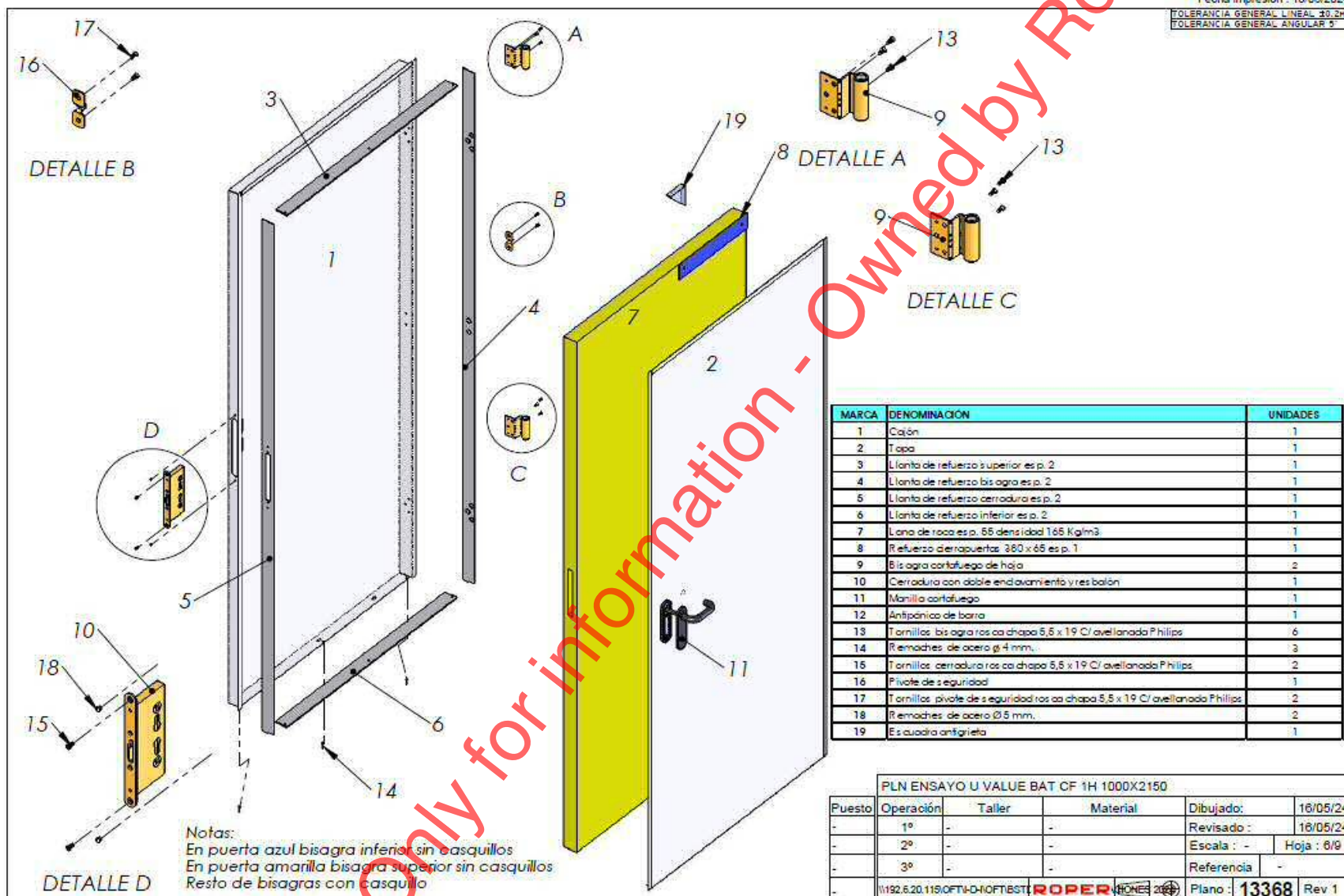
TOLERANCIA GENERAL LINEAL $\pm 0,2\text{mm}$
TOLERANCIA GENERAL ANGULAR 5°



DESPIECE HOJA EI2 60 C5

Fecha impresion : 18/08/2024

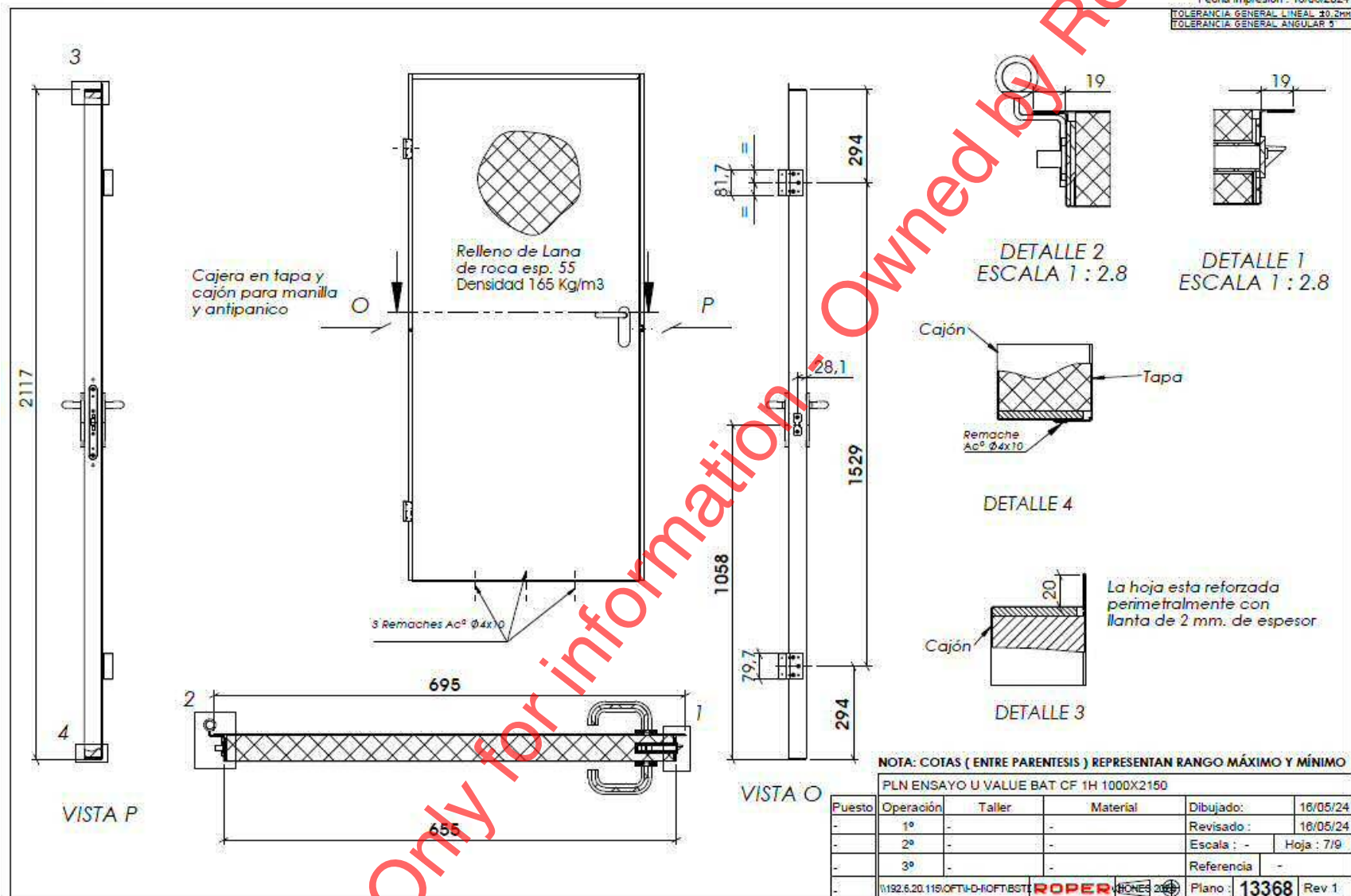
TOLERANCIA GENERAL LINEAL 30.2MM
TOLERANCIA GENERAL ANGULAR 5°



HOJA EI2 60 C5

Fecha impresión : 18/05/2024

TOLERANCIA GENERAL LINEAL 20,2mm
TOLERANCIA GENERAL ANGULAR 5



MARCO ESTANDAR - DIMENSIONES GENERALES , POSICIÓN DE BISAGRAS Y CAPSULAS

Fecha impresión : 18/05/2024

TOLERANCIA GENERAL LINEAL $\pm 0,2mm$
TOLERANCIA GENERAL ANGULAR 5°

