

## ANCLAJES PANEL SÁNDWICH



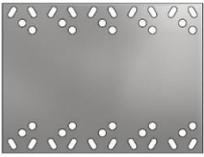


## ÍNDICE

<b>GAMA DE PRODUCTOS</b> .....	3
<b>INTRODUCCION</b> .....	3
<b>SISTEMA DE ANCLAJE</b> .....	3
<b>MARCADO CE.</b> .....	4
CONSIDERACIONES TÉCNICAS - MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE PANELES SÁNDWICH.....	5
MÉTODO DE PRODUCCIÓN NEGATIVO .....	5
MÉTODO DE PRODUCCIÓN POSITIVO .....	5
<b>RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS</b> .....	6
DIMENSIONAMIENTO DE PANELES SÁNDWICH .....	6
CENTRO DE ANCLAJE .....	6
CAPA DE AISLAMIENTO TÉRMICO .....	6
SOLUCIONES DE CONSTRUCCIÓN PARA ESQUINAS .....	6
CAPA INTERIOR - CAPA PORTANTE .....	6
CAPA EXTERIOR - CAPA VISTA .....	6
CALIDAD DEL HORMIGÓN .....	7
PANEL SÁNDWICH CON UNA CAPA SUPLEMENTARIA PARA VENTILACIÓN .....	7
SISTEMAS PORTANTES PARA PANELES SÁNDWICH .....	7
<b>ELEMENTOS DE ANCLAJE EMBEBIDOS</b> .....	10
ANCLAJE PORTANTE CILÍNDRICO TMA .....	10
ANCLAJE PORTANTE DE PLETINA TFA .....	17
<b>ANCLAJES DE CONEXIÓN</b> .....	29
ANCLAJE DE CONEXIÓN - HORQUILLA RECTA TVH .....	29
ANCLAJE DE CONEXIÓN - HORQUILLA TVA .....	32
ANCLAJE DE CONEXIÓN - HORQUILLA TVB .....	34
ANCLAJES ANTIGIRO .....	37
<b>EJEMPLOS DE CÁLCULO</b> .....	39
EJEMPLO 1- PANEL SÁNDWICH SIN ABERTURAS .....	39
EJEMPLO 2 - PANEL SÁNDWICH CON UNA ABERTURA PARA VENTANA .....	40
EJEMPLO 3 - PANEL SÁNDWICH CON DOS ABERTURAS PARA VENTANA Y PUERTA .....	41
EJEMPLO 4 - PANEL SÁNDWICH CON UNA ABERTURA GRANDE PARA VENTANA .....	42
EJEMPLO 5 - PANEL SÁNDWICH CON UNA ABERTURA LATERAL GRANDE .....	43
EJEMPLO 6 - PANEL SÁNDWICH SIN ABERTURAS .....	44
EJEMPLO 7 - ANCLAJE DE UN ELEMENTO DE ESQUINA .....	45



**GAMA DE PRODUCTOS**

ANCLAJE PORTANTE		HORQUILLAS DE CONEXIÓN		
<p><b>ANCLAJE CILÍNDRICO TMA</b></p>  <p>Página 12</p>	<p><b>ANCLAJE DE PLETINA TFA</b></p>  <p>Página 19</p>	<p><b>TVH</b></p>  <p>Página 31</p>	<p><b>TVA</b></p>  <p>Página 34</p>	<p><b>TVB</b></p>  <p>Página 36</p>

**INTRODUCCIÓN**

Los paneles sandwich son elementos multicapa, la mayoría para grandes fachadas de hormigón armado. Están compuestos por una cara vista, una capa aislante y una capa portante interior (panel tricapa). En algún caso, para evitar problemas causados por la condensación se hace necesaria una cámara de aire entre la capa aislante y la capa exterior (panel con cuatro capas). La capa exterior se conecta a la capa portante interior mediante los anclajes para panel sandwich. Estos pueden ser: anclajes portantes, anclajes antigiro y anclajes de conexión. Estos anclajes hay que dimensionarlos para las siguientes fuerzas:

- Peso individual de la capa exterior.
- Fuerzas de adhesión al encofrado.
- Presión y succión del viento.
- Excentricidades, en especial en elementos asimétricos.
- Influencia de la temperatura en la capa exterior.
- Diferencia de temperatura entre las capas interior y exterior.
- Transporte y montaje del panel sándwich.
- Fuerzas de dilatación y contracción.

**SISTEMA DE ANCLAJE**

**• ANCLAJES PORTANTES**

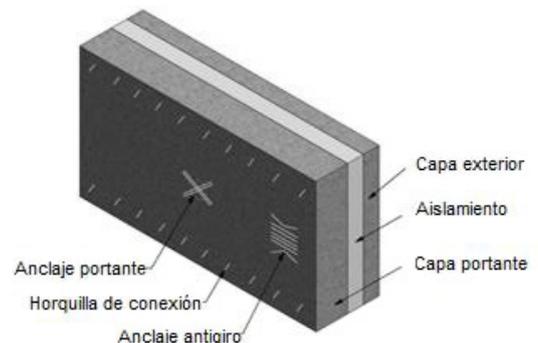
Estos anclajes se dimensionan en función del peso individual de la capa exterior. Los anclajes portantes han de situarse de tal modo que solo haya un centro de anclaje para la capa exterior. Si solo se usa un anclaje portante para la transferencia de carga, entonces se necesita también un anclaje antigiro.

**• ANCLAJES ANTIGIRO**

Los anclajes antigiro evitan que la capa exterior gire alrededor del centro de anclaje portante. Para dimensionar el tipo de anclaje antigiro hay que tener en cuenta una excentricidad involuntaria en la instalación del anclaje portante (el anclaje portante se coloca un poco desviado de la línea vertical del centro de gravedad). Se asume que dicha excentricidad es el 5 % de la longitud total del panel sándwich, con un valor mínimo de 100 mm. No es necesario instalar un anclaje antigiro cuando se usan al menos dos anclajes portantes para sostener la capa vista. En este caso, el principio de distribución de carga es el de una viga biapoyada. La capa exterior está además conectada a la capa portante mediante horquillas de conexión.

**• HORQUILLAS DE CONEXIÓN**

Las horquillas de conexión soportan las fuerzas normales del viento, de la adhesión al encofrado, de deformación, etc.

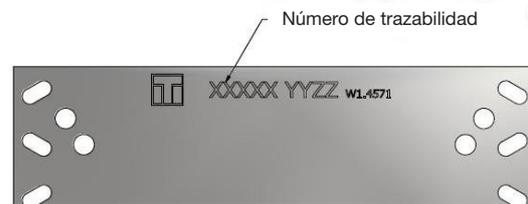


## CALIDAD

Terwa controla continuamente el proceso de producción de anclajes en lo que respecta a la resistencia, las dimensiones y la calidad de los materiales, además de realizar todas las inspecciones necesarias para un sistema de calidad superior. Todos los productos se pueden rastrear desde la adquisición de los materiales hasta el producto final listo para su uso.

## MARCADO Y TRAZABILIDAD

Todos los anclajes tienen el marcado CE y cuentan con todos los datos necesarios para su trazabilidad.



## ■ MARCADO CE

El marcado CE significa que un producto se fabrica e inspecciona de acuerdo con una norma europea armonizada (hEN) o una Evaluación Técnica Europea (ETE). La ETE se puede utilizar como base para el marcado CE en los casos en los que no existe una norma EN armonizada. Sin embargo, la ETE es voluntaria y no se requiere por las directivas o la legislación de la UE.

Los fabricantes pueden usar el marcado CE para declarar que sus productos de construcción cumplen con las normas europeas armonizadas o que han obtenido las aprobaciones ETE. Estos documentos definen las propiedades que deben tener los productos para poder utilizar el marcado CE y describen cómo se supervisa y prueba la fabricación de estos productos.

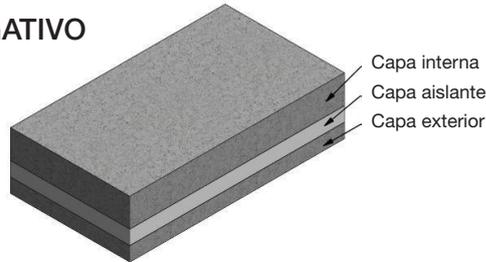
El Reglamento Europeo de Productos de Construcción entró en vigor el 1 de julio de 2013. No existen normas EN armonizadas para las piezas de construcción detalladas, como las conexiones utilizadas en construcciones de hormigón, excepto los elementos y dispositivos de elevación, que están cubiertos por la Directiva Europea de maquinaria. Para las construcciones de acero, el marcado CE es obligatorio desde el 1 de julio de 2014, según lo estipula la Directiva Europea de Productos de Construcción.

## ■ CONSIDERACIONES TÉCNICAS - MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE PANELES SÁNDWICH

En principio, se distinguen dos métodos de producción:

- NEGATIVO – método con la capa exterior debajo.
- POSITIVO – método con la capa exterior arriba.

### MÉTODO DE PRODUCCIÓN NEGATIVO



#### PRODUCCIÓN DE LA CAPA EXTERIOR:

- Instalar la armadura en el encofrado.
- Montaje de los anclajes en la armadura.
- Verter uniformemente el hormigón en el encofrado.
- Compactar el hormigón con vibradores.

#### COLOCACIÓN DE LA CAPA DE AISLAMIENTO

El aislamiento debe rodear completamente a los anclajes y ceñirse a ellos. En la zona del anclaje, se presiona el aislante hasta que este penetra el material de aislamiento. Cuando se usa material de aislamiento muy denso (poliestireno extruido), habrá que cortarlo en la zona del anclaje. Se deben evitar espacios vacíos para que no se llenen de hormigón y así no se formen puentes térmicos.

Se recomienda instalar el aislamiento en dos capas con las juntas alternadas. Cuando se usa una sola capa de aislante, las uniones tienen que ir machihembradas o selladas con cinta adhesiva. Así se evita que el hormigón entre por la unión.

#### APLICACIÓN DE LA LÁMINA DE SEPARACIÓN

La lámina de separación se usa para evitar que la lechada de hormigón entre por las juntas del aislante. Al mismo tiempo, evita la adhesión entre el aislante y la capa interior. Esto es importante cuando se usa poliestireno expandido rugoso en la capa de aislamiento. Una lámina entre la capa exterior y la de aislamiento garantiza una adecuada libertad de la capa exterior reduciendo así el riesgo de grietas. Si se usa un material de aislamiento con una superficie lisa, no es necesario usar esta lámina.

#### PRODUCCIÓN DE LA CAPA INTERIOR:

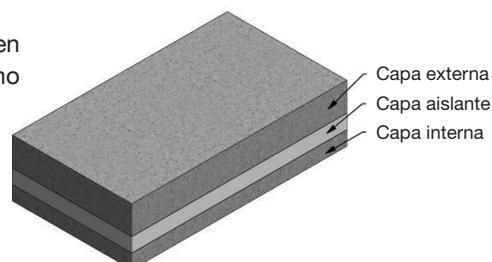
- Colocación de la malla y de la armadura adicional a través de los agujeros del anclaje previamente colocado. Se recomienda usar un material aislante resistente al paso de personas por encima ya que esto simplifica mucho la instalación de las armaduras.
- Instalación de las horquillas de conexión TVH.

Los anclajes TVH se montan sobre una barra cruzada en la armadura de la capa interior y se clavan de forma que atraviesen la capa de aislante y penetren en la capa exterior hasta tocar con el molde. Después se tira un poco del anclaje para evitar que la terminación de este quede visible en la superficie del panel.

- Vertido del hormigón uniformemente y posterior vibrado. Importante: durante el proceso de vibrado se debe evitar el contacto entre el vibrador y los anclajes instalados en el panel.

### MÉTODO DE PRODUCCIÓN POSITIVO

Este método es igual al anteriormente descrito, pero en orden inverso. En este caso, la capa interior se crea primero. Como horquillas de conexión se usan los anclajes TVB o TVA.



## RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

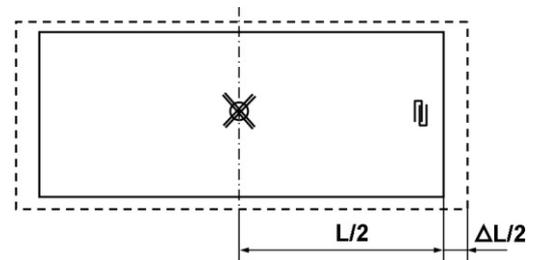
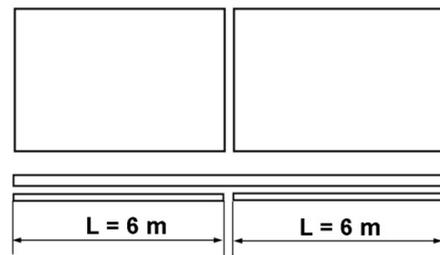
### DIMENSIONADO DEL PANEL SÁNDWICH

En principio hay que evitar recurrir a paneles sándwich grandes. En los elementos con más de 6 metros de longitud, el riesgo de agrietamiento aumenta, sobre todo en las placas finas. Por lo general, recomendamos una longitud máxima de 7,5 m. De ser necesaria una longitud mayor por motivos arquitectónicos o estructurales, se recomienda dividir la capa exterior, aunque la interior se puede hacer de una pieza.

### CENTRO DE ANCLAJE

En la mayoría de los casos, el centro de anclaje debe estar situado en el centro del panel. El incremento de longitud  $\Delta L$  debido a los cambios de temperaturas es mayor cuanto mayor es la distancia al centro de anclaje. Con el fin de conseguir un incremento de longitud uniforme el centro de anclaje debe estar en el centro del panel.

La rigidez del anclaje (de carga ó conexión) impide la deformación del panel sandwich por lo que las fuerzas resultantes de este incremento de longitud pueden dañar el panel. Para reducir las se puede usar una capa aislante de gran espesor de forma que los anclajes de conexión tengan un mayor grado de libertad. Debido a esto, la distancia máxima entre el centro de anclaje y los anclajes de conexión depende del espesor de la capa de aislante.



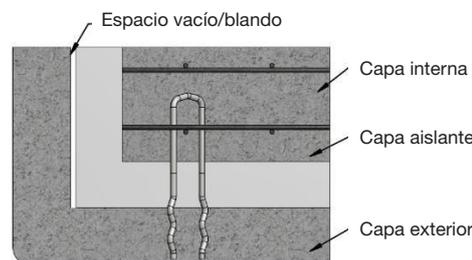
### CAPA DE AISLAMIENTO TÉRMICO

Se recomienda que la capa de aislante sea de un material de alta resistencia a la compresión. Además debe tener una superficie lisa para evitar la adherencia entre el hormigón y el aislante. Debido a esto el poliestireno extruido es muy adecuado. Si la superficie del aislante es rugosa se debe usar una lámina de separación entre el hormigón y la capa aislante. Para evitar los puentes térmicos, el aislante se debe colocar en dos capas con las juntas escalonadas. Otra solución es sellar las juntas con una cinta adhesiva.

### SOLUCIONES DE CONSTRUCCIÓN PARA ESQUINAS

Si en el perímetro del edificio hay que instalar panel sándwich alrededor de las esquinas, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Dejar un espacio vacío en la zona de la capa exterior que rodea la esquina.
- Una solución alternativa es usar un material blando, como lana mineral, en dicha zona.
- No se pueden usar horquillas de conexión en la zona que rodea la esquina.



### CAPA INTERIOR - CAPA PORTANTE

La capa interior es más rígida que la exterior y, por lo tanto, transmite su deformación a la capa exterior. Para reducir esa deformación al mínimo, el espesor de la capa interior debe doblar el grosor de la exterior.

### CAPA EXTERIOR - CAPA VISTA

El espesor de la capa exterior debe ser de 70 mm como mínimo. Debido a la necesidad de cubrir las armaduras, la capa exterior puede tener 60 mm, pero solo si el refuerzo va protegido por un recubrimiento anticorrosivo extra o si es de acero inoxidable. Hay que usar un armado de 131 mm<sup>2</sup>/m como mínimo. Las armaduras adicionales necesarias en la zona de los anclajes sándwich de la capa exterior se indican en las tablas.

### CALIDAD DEL HORMIGÓN

Las capacidades de carga admisibles para los anclajes de panel sándwich indicadas en las tablas sirven con una resistencia mínima de 35 N/mm<sup>2</sup>. Se puede aplicar un factor de reducción a la capacidad de carga admisible a los hormigones ligeros con una resistencia de 25 N/mm<sup>2</sup>. En aras de la simplicidad, hay que multiplicar las cargas normales y cortantes por un factor de 1,4.

Se puede incrementar la capacidad de carga del anclaje de panel sándwich aumentando la profundidad de empotramiento en ambas capas de hormigón. Si se usa un hormigón ligero, la capacidad de carga admisible del anclaje de panel sándwich se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_{red} = Q_{perm} \times \frac{15}{35} \times \frac{1.0}{1.4} \times \left(\frac{am}{a}\right)^2$$

**Q<sub>red</sub>** – carga admisible reducida.

**Q<sub>perm</sub>** – carga admisible de las tablas.

**am** – longitud de empotramiento aumentada.

**a** – longitud de empotramiento de las tablas.

15 (N/mm<sup>2</sup>) – resistencia nominal del hormigón ligero.

35 (N/mm<sup>2</sup>) – resistencia nominal del hormigón.

### PANEL SÁNDWICH CON UNA CAPA SUPLEMENTARIA PARA VENTILACIÓN

En los paneles sándwich de 4 capas, se deja una capa extra de aire de 40 mm entre la capa exterior y la de aislamiento para evitar los problemas de condensación. Para ello, se puede usar una lámina con tacos de PVC, que se extiende sobre la capa exterior de hormigón (con los listones hacia arriba) durante el proceso de producción del panel sándwich. Hay que hacer recortes en la lámina para los anclajes portante y antiguo. Después se coloca el material de aislamiento y se puede verter la capa interior.

Importante: en los paneles de 4 capas, hay que tener en cuenta que la capacidad de carga admisible de los anclajes se ve reducida.

### SISTEMAS PORTANTES PARA PANELES SÁNDWICH

A continuación, se explica la transferencia de carga desde la capa externa, a través de la capa de aislamiento y hasta la capa interna para varios sistemas portantes.

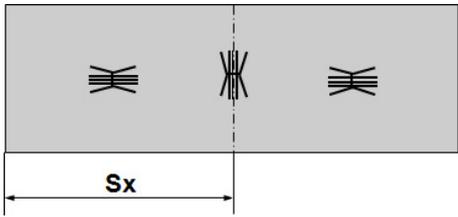
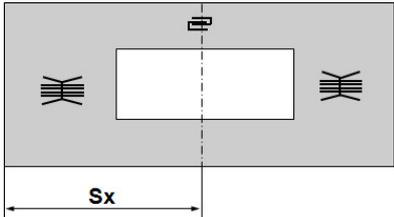
Nota:

**S<sub>x</sub>** representa la coordenada horizontal del centro de gravedad.

**S<sub>h</sub>** representa la distancia entre la horquilla de conexión y el centro de anclaje.

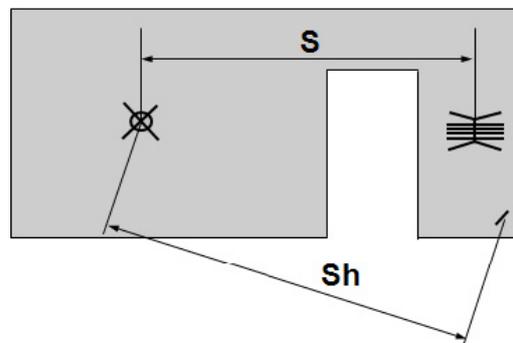
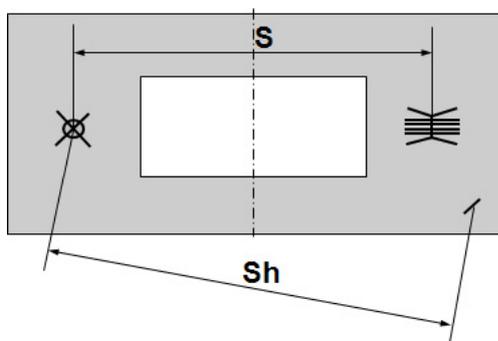
**S** representa la distancia entre el anclaje de pletina y el centro de anclaje.

<b>SISTEMA PORTANTE - ANCLAJE CILÍNDRICO TMA CENTRAL</b>	
<p>Este sistema consiste en un anclaje cilíndrico, que actúa como portante, situado en el centro de anclaje. Como anclaje antiguo se usan dos horquillas de conexión TVH cruzadas. Con esta configuración es posible girar el elemento durante el transporte sin necesidad de anclajes adicionales.</p> <p>Aplicación: paneles sándwich rectangulares sin aberturas (ilustración 7).</p>	
<b>SISTEMA PORTANTE - ANCLAJE CILÍNDRICO TMA - ANCLAJE DE PLETINA TFA</b>	
<p>El sistema está formado por dos anclajes: uno cilíndrico TMA y uno de pletina TFA, usados como portantes. Este sistema es adecuado para una distribución asimétrica de la carga; el anclaje cilíndrico TMA soporta la mayor parte de la carga.</p> <p>Aplicación: paneles sándwich rectangulares grandes con una capa exterior pesada o paneles rectangulares con aberturas.</p>	

<b>SISTEMA PORTANTE – ANCLAJE DE PLETINA TFA – ANCLAJE DE PLETINA TFA</b>	
<p>Dos anclajes de pletina TFA usados como portantes (los dos deben ser del mismo rango de carga aunque la distribución de la misma sea asimétrica para así evitar errores de montaje). Para la rigidez lateral se puede usar dos horquillas cruzadas o un anclaje de pletina colocado en horizontal.</p> <p>Aplicación: paneles sándwich rectangulares largos y delgados.</p>	
<b>SISTEMA PORTANTE – ANCLAJE DE PLETINA TFA – ANCLAJE DE PLETINA TFA</b>	
<p>Dos anclajes de pletina TFA como anclajes portantes. El centro de anclaje se sitúa en el centro de gravedad del panel. Nota: con capas de aislamiento finas, hay que verificar la distancia S entre el anclaje de pletina y el centro de anclaje.</p> <p>Aplicación: paneles sándwich con aberturas grandes en el centro.</p>	

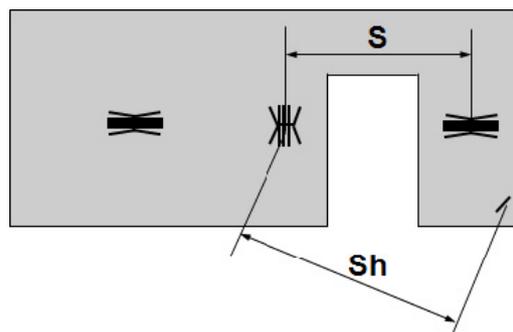
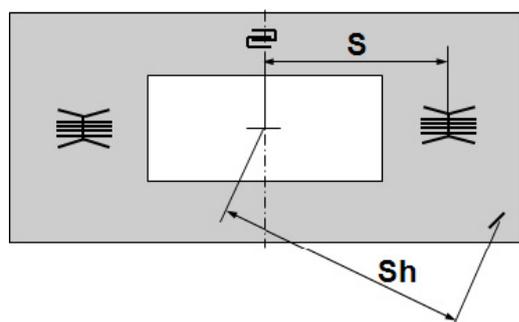
Las aberturas para ventanas o puertas pueden impedir la colocación del centro de anclaje en el centro del panel sándwich. La distancia máxima posible entre los anclajes y el centro de anclaje viene determinada por la potencial deformación de los anclajes. A la hora de determinar qué sistema portante y qué piezas de anclaje hay que usar, no hay que sobrepasar las distancias máximas al centro de anclaje indicadas para las horquillas de conexión ( $S_h$ ) y los anclajes de pletina ( $S$ ).

Los valores de  $S_h$  y  $S$  se pueden aumentar añadiendo una banda extra de material aislante en la zona de la horquilla o anclaje de pletina.



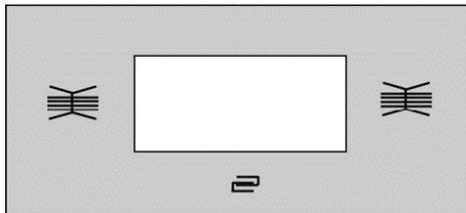
En los elementos de poco peso la transferencia de carga no puede efectuarse a través de un solo anclaje portante.

Al cambiar el sistema portante, es posible mover el centro de anclaje al centro del panel y, en consecuencia, reducir los valores de  $S_h$  y  $S$ .



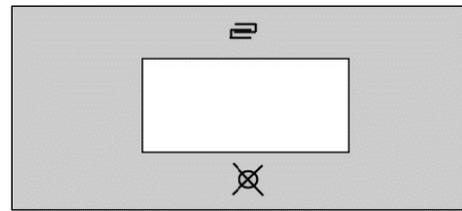
**RECOMENDADO**

Transferencia de carga a través de dos anclajes portantes.



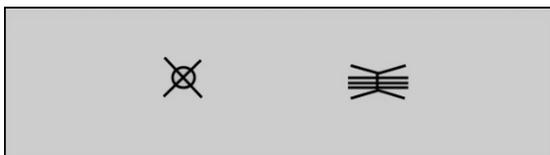
**NO RECOMENDADO**

Distribución de la carga para un anclaje portante con un alto riesgo de fisuramiento.



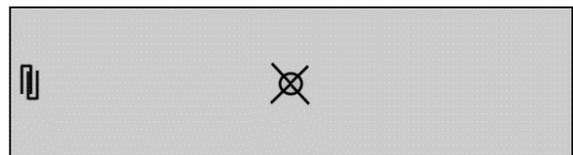
**RECOMENDADO**

Transferencia de carga a través de dos anclajes portantes.



**NO RECOMENDADO**

Distribución de la carga para un anclaje portante con un alto riesgo de fisuramiento.

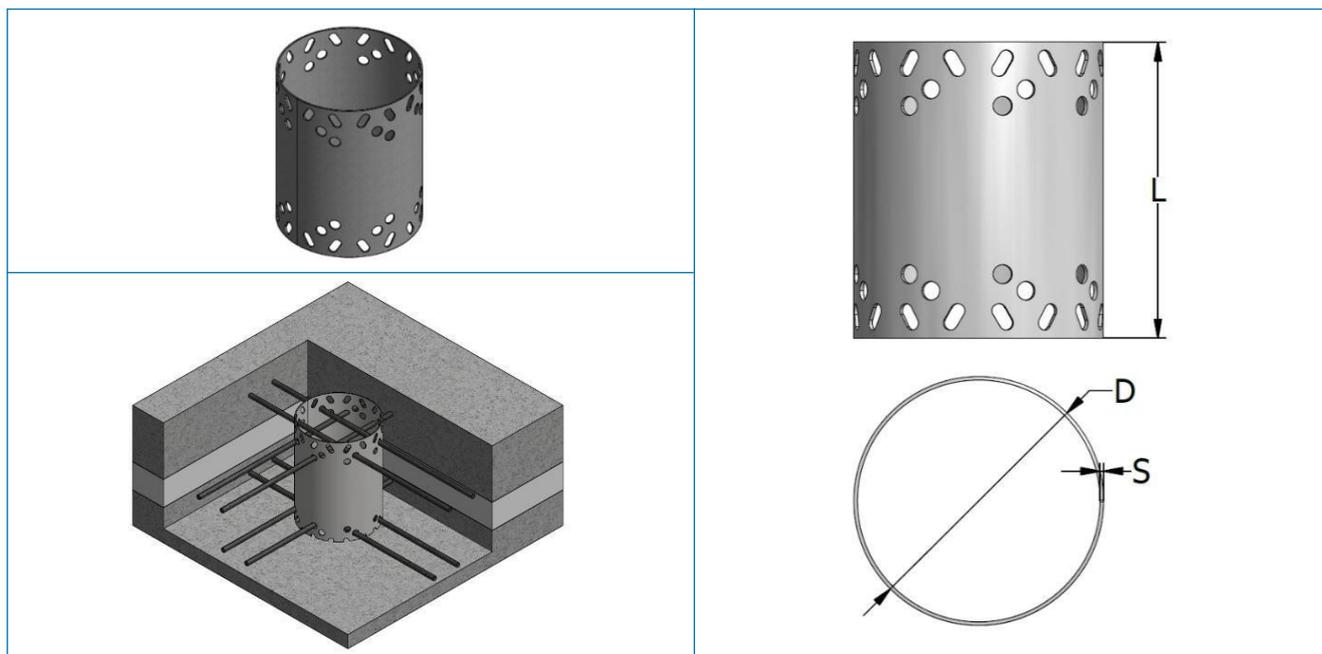


Transferir grandes fuerzas de tracción a través de un anclaje portante puede implicar un gran riesgo de fisuración. Se recomienda usar dos anclajes portantes.

De ser necesario, hay que cambiar el sistema portante o añadir una tira de aislante extra en la zona de anclaje. Para calcular el sistema de anclaje, hay que calcular primero el peso y la posición del centro de gravedad. Después de eso se puede seleccionar el sistema portante. Las cargas admisibles por anclaje se determinan en el siguiente paso y, en función de estas, se seleccionan los tipos necesarios con ayuda de las tablas.

## ELEMENTOS DE ANCLAJE EMBEBIDOS

### ANCLAJE PORTANTE CILÍNDRICO TMA



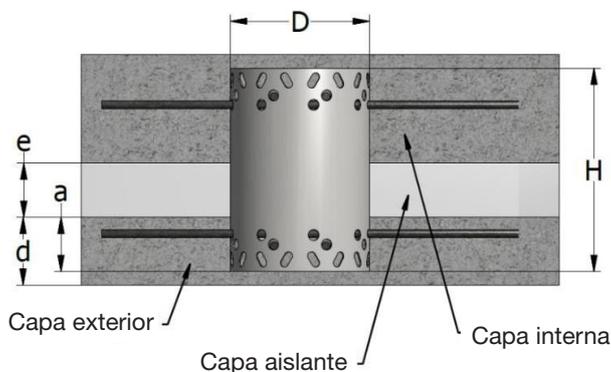
El anclaje portante cilíndrico TMA es un cilíndrico de chapa de acero inoxidable, material W1.4571 (calidad A4) - AISI 316Ti. Este anclaje se puede usar como único elemento portante combinado con horquillas de conexión. En ambos extremos del anclaje hay dos filas de orificios redondos y una de orificios ovalados. Las armaduras adicionales se introducen por los orificios redondos y los ovalados son para adherirse al hormigón. El espesor de la chapa (mm x 10) y la altura y el diámetro del anclaje están marcados en la superficie a efectos de identificación. TMA-XX-YYY-ZZZ, donde XX - espesor chapa (mm x10), YYY - altura (mm), ZZZ - diámetro del cilindro (mm). Ej.: TMA-10-125-051 para el artículo n.º 44139 –Tabla 1.

Tabla 1

Altura H mm	Diámetro D mm	Número espaciado N	Espesor 1 mm			Espesor 1,5 mm			Espesor 2 mm		
			Símbolo	Producto Nº.	Masa kg	Símbolo	Producto Nº.	Masa kg	Símbolo	Producto Nº.	Masa kg
125	51	4	TMA-10-125-051	44139	0,14	TMA-15-125-051	43923	0,21	TMA-20-125-051	44145	0,27
	76	6	TMA-10-125-076	44140	0,21	TMA-15-125-076	43924	0,31	TMA-20-125-076	44146	0,42
	102	8	TMA-10-125-102	44141	0,28	TMA-15-125-102	43925	0,42	TMA-20-125-102	44147	0,56
	127	10	TMA-10-125-127	44142	0,35	TMA-15-125-127	43926	0,53	TMA-20-125-127	44148	0,70
	153	12	TMA-10-125-153	44143	0,43	TMA-15-125-153	43927	0,64	TMA-20-125-153	44149	0,85
	178	14	TMA-10-125-178	44144	0,50	TMA-15-125-178	43928	0,74	TMA-20-125-178	44150	0,99
	204	16				TMA-10-125-204	61448	0,87			
	229	18				TMA-10-125-229	61449	0,98			
	255	20				TMA-10-125-255	61450	1,09			
280	22				TMA-10-125-280	61451	1,20				
133	102	8	TMA-10-133-102	44151	0,30	TMA-15-133-102	44152	0,45	TMA-20-133-102	44153	0,60
150	51	4	TMA-10-150-051	44067	0,17	TMA-15-150-051	43409	0,26	TMA-20-150-051	44073	0,34
	76	6	TMA-10-150-076	44068	0,26	TMA-15-150-076	43410	0,39	TMA-20-150-076	44074	0,51
	102	8	TMA-10-150-102	44069	0,35	TMA-15-150-102	43411	0,52	TMA-20-150-102	44075	0,69
	127	10	TMA-10-150-127	44070	0,44	TMA-15-150-127	43412	0,65	TMA-20-150-127	44076	0,86
	153	12	TMA-10-150-153	44071	0,53	TMA-15-150-153	43413	0,78	TMA-20-150-153	44077	1,03
	178	14	TMA-10-150-178	44072	0,62	TMA-15-150-178	43414	0,91	TMA-20-150-178	44078	1,21
	204	16				TMA-15-150-204	60992	1,06			
	229	18	TMA-10-150-229	44990	0,80	TMA-15-150-229	60993	1,19			
175	51	4	TMA-10-175-051	44154	0,20	TMA-15-175-051	43415	0,30	TMA-20-175-051	44164	0,40
	76	6	TMA-10-175-076	44155	0,30	TMA-15-175-076	43416	0,45	TMA-20-175-076	44165	0,60

Altura H mm	Diámetro D mm	Número espaciado N	Espesor 1 mm			Espesor 1,5 mm			Espesor 2 mm		
			Símbolo	Producto Nº.	Masa kg	Símbolo	Producto Nº.	Masa kg	Símbolo	Producto Nº.	Masa kg
	102	8	TMA-10-175-102	<b>44156</b>	0,41	TMA-15-175-102	<b>43417</b>	0,61	TMA-20-175-102	<b>44166</b>	0,81
	127	10	TMA-10-175-127	<b>44157</b>	0,51	TMA-15-175-127	<b>43418</b>	0,76	TMA-20-175-127	<b>44167</b>	1,01
	153	12	TMA-10-175-153	<b>44158</b>	0,61	TMA-15-175-153	<b>43419</b>	0,91	TMA-20-175-153	<b>44168</b>	1,22
	178	14	TMA-10-175-178	<b>44159</b>	0,72	TMA-15-175-178	<b>43420</b>	1,07	TMA-20-175-178	<b>44169</b>	1,42
	204	16	TMA-10-175-204	<b>44160</b>	0,82	TMA-15-175-204	<b>43421</b>	1,22	TMA-20-175-204	<b>44170</b>	1,63
	229	18	TMA-10-175-229	<b>44161</b>	0,92	TMA-15-175-229	<b>43422</b>	1,37	TMA-20-175-229	<b>44171</b>	1,83
	255	20	TMA-10-175-255	<b>44162</b>	1,03	TMA-15-175-255	<b>43423</b>	1,53	TMA-20-175-255	<b>44172</b>	2,04
	280	22	TMA-10-175-280	<b>44163</b>	1,13	TMA-15-175-280	<b>43424</b>	1,68	TMA-20-175-280	<b>44173</b>	2,24
200	51	4	TMA-10-200-051	<b>44079</b>	0,23	TMA-15-200-051	<b>43425</b>	0,35	TMA-20-200-051	<b>44089</b>	0,46
	76	6	TMA-10-200-076	<b>44080</b>	0,35	TMA-15-200-076	<b>43426</b>	0,52	TMA-20-200-076	<b>44090</b>	0,69
	102	8	TMA-10-200-102	<b>44081</b>	0,47	TMA-15-200-102	<b>43427</b>	0,70	TMA-20-200-102	<b>44091</b>	0,93
	127	10	TMA-10-200-127	<b>44082</b>	0,59	TMA-15-200-127	<b>43428</b>	0,88	TMA-20-200-127	<b>44092</b>	1,17
	153	12	TMA-10-200-153	<b>44083</b>	0,71	TMA-15-200-153	<b>43429</b>	1,06	TMA-20-200-153	<b>44093</b>	1,40
	178	14	TMA-10-200-178	<b>44084</b>	0,83	TMA-15-200-178	<b>43430</b>	1,24	TMA-20-200-178	<b>44094</b>	1,64
	204	16	TMA-10-200-204	<b>44085</b>	0,95	TMA-15-200-204	<b>43431</b>	1,41	TMA-20-200-204	<b>44095</b>	1,88
	229	18	TMA-10-200-229	<b>44086</b>	1,07	TMA-15-200-229	<b>43432</b>	1,59	TMA-20-200-229	<b>44096</b>	2,12
	255	20	TMA-10-200-255	<b>44087</b>	1,18	TMA-15-200-255	<b>43433</b>	1,77	TMA-20-200-255	<b>44097</b>	2,35
	280	22	TMA-10-200-280	<b>44088</b>	1,30	TMA-15-200-280	<b>43434</b>	1,95	TMA-20-200-280	<b>44098</b>	2,59
225	51	4	TMA-10-225-051	<b>44099</b>	0,26	TMA-15-225-051	<b>43435</b>	0,39	TMA-20-225-051	<b>44109</b>	0,52
	76	6	TMA-10-225-076	<b>44100</b>	0,40	TMA-15-225-076	<b>43436</b>	0,59	TMA-20-225-076	<b>44110</b>	0,78
	102	8	TMA-10-225-102	<b>44101</b>	0,53	TMA-15-225-102	<b>43437</b>	0,79	TMA-20-225-102	<b>44111</b>	1,05
	127	10	TMA-10-225-127	<b>44102</b>	0,67	TMA-15-225-127	<b>43438</b>	0,99	TMA-20-225-127	<b>44112</b>	1,32
	153	12	TMA-10-225-153	<b>44103</b>	0,80	TMA-15-225-153	<b>43439</b>	1,20	TMA-20-225-153	<b>44113</b>	1,59
	178	14	TMA-10-225-178	<b>44104</b>	0,93	TMA-15-225-178	<b>43440</b>	1,40	TMA-20-225-178	<b>44114</b>	1,86
	204	16	TMA-10-225-204	<b>44105</b>	1,07	TMA-15-225-204	<b>43441</b>	1,60	TMA-20-225-204	<b>44115</b>	2,13
	229	18	TMA-10-225-229	<b>44106</b>	1,20	TMA-15-225-229	<b>43442</b>	1,80	TMA-20-225-229	<b>44116</b>	2,39
	255	20	TMA-10-225-255	<b>44107</b>	1,34	TMA-15-225-255	<b>43443</b>	2,00	TMA-20-225-255	<b>44117</b>	2,66
	280	22	TMA-10-225-280	<b>44108</b>	1,47	TMA-15-225-280	<b>43444</b>	2,20	TMA-20-225-280	<b>44118</b>	2,93
260	51	4	TMA-10-260-051	<b>44119</b>	0,31	TMA-15-260-051	<b>43445</b>	0,46	TMA-20-260-051	<b>44129</b>	0,60
	76	6	TMA-10-260-076	<b>44120</b>	0,46	TMA-15-260-076	<b>43446</b>	0,69	TMA-20-260-076	<b>44130</b>	0,91
	102	8	TMA-10-260-102	<b>44121</b>	0,62	TMA-15-260-102	<b>43447</b>	0,92	TMA-20-260-102	<b>44131</b>	1,22
	127	10	TMA-10-260-127	<b>44122</b>	0,77	TMA-15-260-127	<b>43448</b>	1,16	TMA-20-260-127	<b>44132</b>	1,54
	153	12	TMA-10-260-153	<b>44123</b>	0,93	TMA-15-260-153	<b>43449</b>	1,39	TMA-20-260-153	<b>44133</b>	1,85
	178	14	TMA-10-260-178	<b>44124</b>	1,09	TMA-15-260-178	<b>43450</b>	1,63	TMA-20-260-178	<b>44134</b>	2,16
	204	16	TMA-10-260-204	<b>44125</b>	1,24	TMA-15-260-204	<b>43451</b>	1,86	TMA-20-260-204	<b>44135</b>	2,49
	229	18	TMA-10-260-229	<b>44126</b>	1,40	TMA-15-260-229	<b>43452</b>	2,09	TMA-20-260-229	<b>44136</b>	2,81
	255	20	TMA-10-260-255	<b>44127</b>	1,56	TMA-15-260-255	<b>43453</b>	2,33	TMA-20-260-255	<b>44137</b>	3,12
	280	22	TMA-10-260-280	<b>44128</b>	1,71	TMA-15-260-280	<b>43454</b>	2,56	TMA-20-260-280	<b>44138</b>	3,43
		320	25						TMA-20-260-320	<b>49091</b>	3,92
		360	28				TMA-15-260-360	<b>46700</b>	3,29		
280	153	12	TMA-10-280-153	<b>49247</b>	1,00						
300	51	4				TMA-15-300-051	<b>49482</b>	0,53			
	76	6				TMA-15-300-076	<b>49483</b>	0,80			
	102	8				TMA-15-300-102	<b>49484</b>	1,06			
	127	10				TMA-15-300-127	<b>49485</b>	1,34			
	153	12				TMA-15-300-153	<b>49486</b>	1,61			
	178	14				TMA-15-300-178	<b>49487</b>	1,88			
	204	16				TMA-15-300-204	<b>49488</b>	2,15			
	229	18				TMA-15-300-229	<b>49089</b>	2,41			
	255	20				TMA-15-300-255	<b>49090</b>	2,70			

Altura H mm	Diámetro D mm	Número espaciado N	Espesor 1 mm			Espesor 1,5 mm			Espesor 2 mm		
			Símbolo	Producto N°.	Masa kg	Símbolo	Producto N°.	Masa kg	Símbolo	Producto N°.	Masa kg
340	280	22				TMA-15-300-280	49489	2,96			
	51	4				TMA-15-340-051	61452	0,65			
	102	8				TMA-15-340-076	61453	1,28			
	127	10				TMA-15-340-102	61454	1,60			
	153	12				TMA-15-340-127	61455	1,91			
	178	14				TMA-15-340-153	61456	2,23			
	204	16				TMA-15-340-178	61457	2,54			
	229	18				TMA-15-340-204	61458	2,96			
	255	20				TMA-15-340-229	61459	3,17			
	280	22				TMA-15-340-255	61460	3,49			
450	102	8	TMA-10-450-102	48225	1,07	TMA-15-300-280	48227	1,59			
	280	22	TMA-10-450-280	48226	2,96	TMA-15-450-280	48228	4,44			



### ALTURA DEL ANCLAJE

La altura del anclaje ( $H$ ) depende de los espesores de la capa exterior ( $d$ ) y de la capa de aislamiento ( $e$ ) – Tabla 2.

$$H \geq 2 \times a + e$$

Tabla 2

d mm \ e mm	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
60	H = 150					H = 225							
70	H = 150					H = 225							
80	H = 175		H = 200			H = 225			H = 260				
90	H = 175		H = 200			H = 225			H = 260				
100	H = 175		H = 200			H = 225			H = 260				
120	H = 175		H = 200			H = 225			H = 260				

### PROFUNDIDAD DE EMPOTRAMIENTO DEL ANCLAJE

La profundidad de empotramiento ( $a$ ) del anclaje cilíndrico depende de los espesores de la capa exterior ( $d$ ) y de la capa de aislamiento ( $e$ ) – Tabla 3.

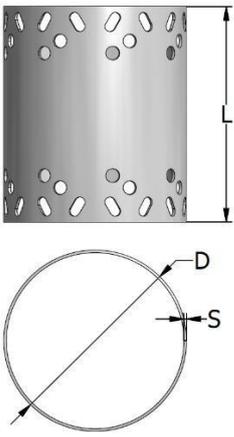
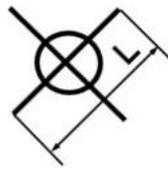
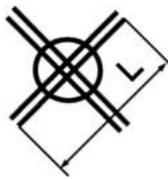
Tabla 3

d mm \ e mm	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
60				50			50						
70				55			60						
80				60			65						
90				60			70						
100				60			70						
120				60			70						

### ANCLAJE EN EL HORMIGÓN

Las barras corrugadas usadas para anclar el anclaje cilíndrico se insertan por los orificios redondos de ambos extremos del anclaje, pareados en cada fila y colocados en posición perpendicular. Las barras de anclaje se instalan en la capa exterior y en la interior. El número y la longitud de las barras de anclaje dependen del diámetro del cilindro, y se indican en la siguiente tabla.

**Tabla 4**

Anclaje cilíndrico TMA	Diámetro mm	Símbolo	Barras de anclaje BSt 500S
	51		2 x 2 barras de 6 mm de diámetro L = 500 mm
	76		
	102		
	127		
	153		
	178		2 x 4 barras de 6 mm de diámetro L = 700 mm
	204		
	229		
	255		
	280		

### DIÁMETRO DEL ANCLAJE CILÍNDRICO TMA

Tras establecer la altura del anclaje cilíndrico, el diámetro se determina en función de la carga (Q) del anclaje cilíndrico y de los espesores de la capa exterior y de aislamiento – tablas: 5, 6, 7, 8 y 9.

**Carga admisible Q<sub>adm</sub> (kN) en el anclaje para un panel sándwich de tres capas, espesor de la capa exterior d ≤ 80 mm (N = 4,2 kN)**

**Tabla 5**

D mm \ e mm	e mm												
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
51	10,8	10,8	10,8	10,8	10,0	8,6	7,4	6,2	5,2	4,4	3,7	3,0	2,4
76	16,2	16,2	16,2	16,2	14,4	12,8	11,1	9,7	8,7	8,2	7,6	7,0	6,0
102	21,5	21,5	21,5	21,0	19,0	17,0	15,0	13,5	12,5	11,8	11,2	10,7	10,3
127	27,0	27,0	27,0	25,5	23,5	21,0	19,0	16,9	15,7	14,7	13,8	13,1	12,5
153	32,5	32,5	32,5	30,5	28,0	25,5	23,0	20,1	18,9	17,8	16,5	15,5	14,5
178	38,0	38,0	37,5	35,0	32,0	29,5	26,5	23,1	21,7	20,5	19,4	18,4	17,5
204	43,0	43,0	42,5	39,5	36,5	33,5	30,5	26,3	24,7	23,3	22,0	20,8	19,8
229	48,5	48,5	47,5	44,0	41,0	37,5	34,0	29,2	27,5	25,9	24,5	23,3	22,2
255	54,0	54,0	52,0	49,0	44,0	40,0	38,0	32,4	30,4	28,7	27,1	25,7	24,5
280	59,0	59,0	57,0	52,0	46,0	41,0	38,0	35,3	33,2	31,3	29,6	28,0	26,7

**Carga admisible Q<sub>adm</sub> (kN) en el anclaje para un panel sándwich de tres capas, espesor de la capa exterior d = 90 mm (N = 5,8 kN)**

**Tabla 6**

D mm \ e mm	e mm												
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
51	10,8	10,8	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	5,0	4,8	4,0	3,5	2,8	2,1
76	16,2	16,2	15,0	14,0	12,8	11,5	10,0	7,8	7,3	6,9	6,5	6,1	5,7
102	21,5	21,5	21,0	19,5	17,5	16,5	14,2	11,0	10,3	9,6	9,2	8,7	8,4
127	27,0	27,0	26,5	24,0	22,0	20,2	17,9	14,0	13,2	12,5	11,8	11,2	10,6
153	32,5	32,5	31,5	29,0	26,5	24,5	22,1	17,2	16,2	15,1	14,5	13,7	13,0
178	38,0	38,0	37,0	33,0	32,0	28,5	26,0	20,2	19,0	18,0	17,0	16,1	15,5
204	43,0	43,0	42,0	38,0	35,0	32,5	29,5	23,7	22,1	20,9	19,8	18,7	17,8
229	48,5	48,6	47,0	43,0	40,0	37,0	33,0	26,8	25,0	23,6	22,4	21,2	20,1
255	54,0	54,0	52,0	48,0	43,0	40,0	37,0	29,8	28,0	26,5	25,0	23,7	22,8
280	59,0	59,0	57,0	51,0	45,0	41,0	37,0	32,8	30,8	29,0	27,5	25,9	24,9

**Carga admisible Qadm (kN) en el anclaje para un panel sándwich de tres capas, espesor de la capa exterior d = 100 mm (N = 6,8kN)**

**Tabla 7**

D mm \ e mm	e mm												
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
51	6,0	6,6	5,4	4,8	4,2	4,0	3,6						
76	15,2	14,3	13,9	11,3	10,8	9,6	8,1	4,1	4,0	4,0	3,8	3,4	3,1
102	21,5	21,0	19,0	17,2	15,9	14,3	13,0	8,0	7,4	7,0	6,7	6,3	6,0
127	27,0	26,5	24,7	22,6	20,8	18,8	16,8	14,5	10,5	10,0	9,4	8,9	8,5
153	32,5	32,4	30,0	27,8	25,5	23,2	21,0	17,8	13,6	13,0	12,2	11,6	11,1
178	38,0	37,9	35,1	32,1	30,0	27,5	24,7	21,1	16,5	15,9	14,9	14,1	13,5
204	43,0	42,9	40,3	37,5	34,3	32,0	28,0	24,3	19,8	18,7	17,6	16,7	15,9
229	48,5	48,4	45,3	42,5	39,3	36,3	32,2	27,6	22,6	21,5	20,3	19,3	18,2
255	54,0	54,0	50,4	47,0	42,6	39,5	36,5	30,4	25,7	24,6	23,1	21,8	20,8
280	59,0	58,9	55,3	50,8	45,0	40,2	36,5	35,1	28,5	27,2	25,5	24,2	23,1

**Carga admisible Qadm (kN) en el anclaje para un panel sándwich de tres capas, espesor de la capa exterior d = 110 mm y 120 mm (N = 9,3 kN)**

**Tabla 8**

D mm \ e mm	e mm												
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
51													
76													
102	15,0	14,5	13,0	11,5	10,5	9,8	8,6						
127	23,0	21,5	20,0	18,5	16,5	15,5	13,5						
153	30,0	28,0	26,0	24,0	22,0	20,5	18,5						
178	36,0	33,0	32,0	28,0	27,0	24,0	22,0	3,0	2,7	2,5	2,5	2,3	2,0
204	42,5	39,0	37,0	34,0	32,0	28,5	26,5	10,0	9,2	8,6	8,0	7,9	7,8
229	48,0	45,0	42,0	39,0	37,0	33,0	30,0	14,0	13,6	12,6	12,0	11,5	11,1
255	54,0	50,2	48,0	43,0	42,0	38,0	34,0	18,4	17,4	16,3	15,3	14,6	14,2
280	59,0	56,2	52,5	48,0	43,0	39,0	34,0	22,0	21,0	19,7	18,6	17,5	17,0

**Carga admisible Qadm (kN) en el anclaje para un panel sándwich de cuatro capas, espesor de la capa exterior d ≤ 80 mm**

**Tabla 9**

D mm \ e mm	e mm												
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
51	No es posible cámara de aire			6,3	5,6	4,9	4,2	Ningún ensayo realizado					
76				12,6	11,2	10,0	8,7						
102				18,0	16,5	14,5	13,0						
127				23,0	21,0	19,0	17,0						
153				28,0	26,0	23,5	21,2						
178				33,0	30,5	28,0	25,0						
204				38,0	35,0	32,0	29,0						
229				42,5	39,5	36,0	33,0						
255				47,0	43,0	39,0	37,0						
280	50,0	45,0	40,0	37,0									

**INSTALACIÓN DEL ANCLAJE CILÍNDRICO TMA EN PANEL SÁNDWICH**

**Tabla 10 - Variante I**

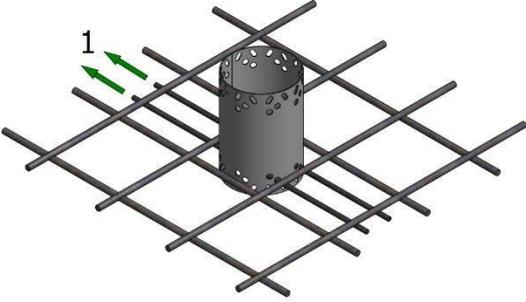
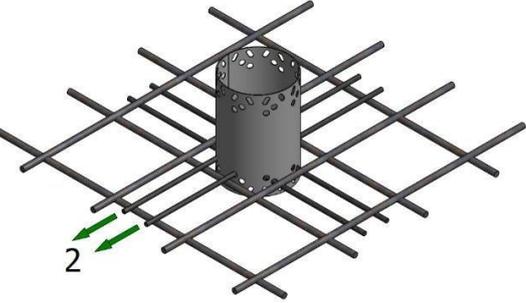
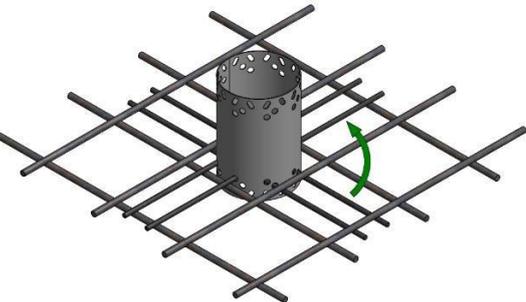
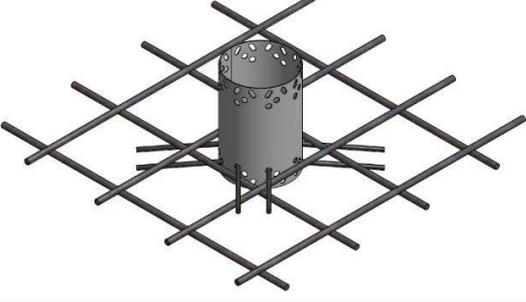
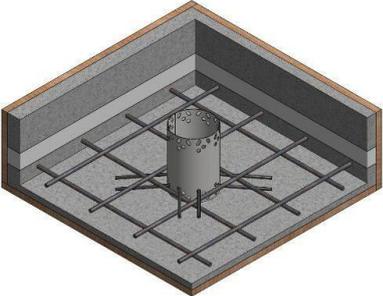
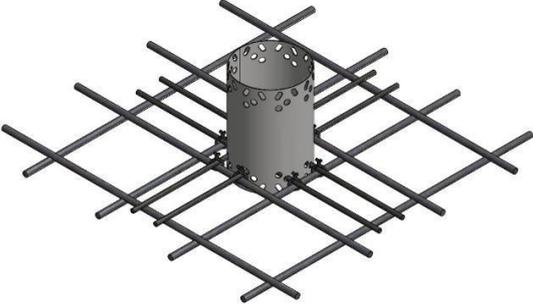
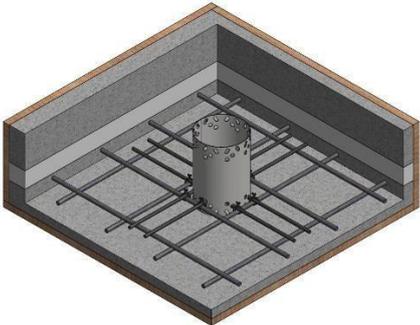
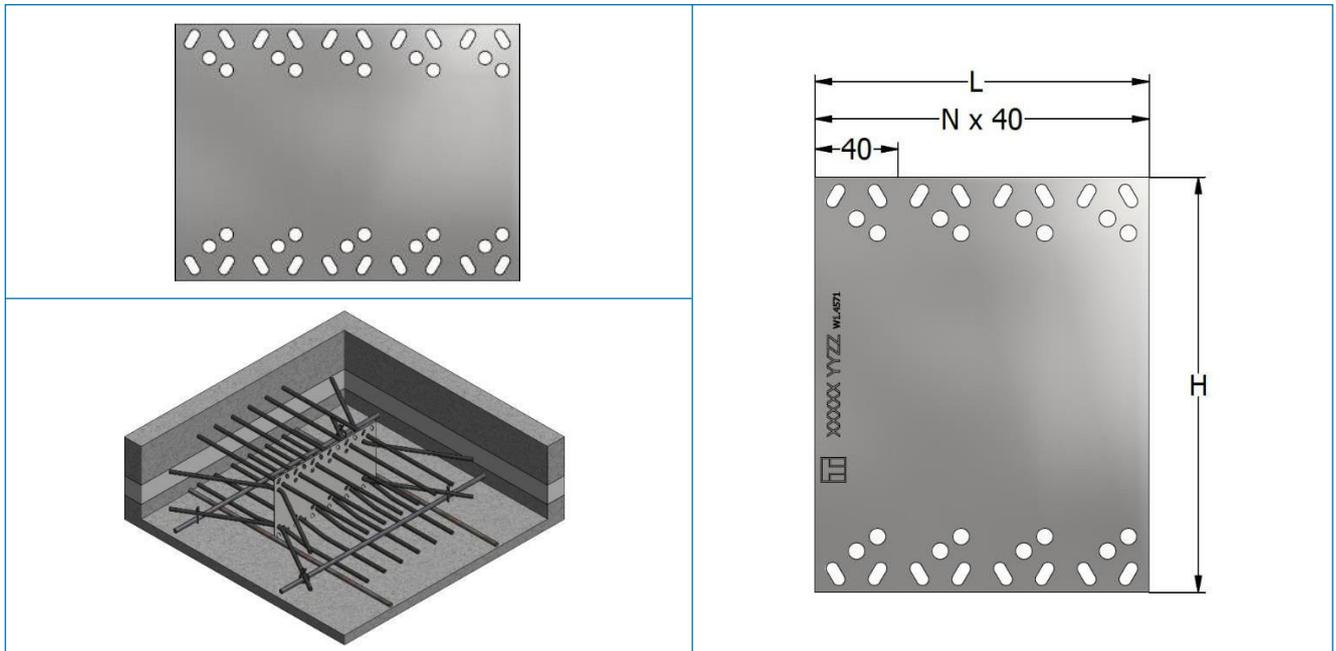
<p>1. El anclaje TMA se puede montar antes de colocar la malla en el encofrado. Primero hay que insertar en la fila inferior de orificios redondos dos barras de forma que queden paralelas a la capa inferior de la malla.</p>	
<p>2. Luego se introducen dos barras en la fila superior de orificios redondos de manera que formen un ángulo recto con las anteriores. De este modo, estas barras quedan paralelas a la capa superior de la malla.</p>	
<p>3. El anclaje cilíndrico se gira 45°.</p>	
<p>4. Después de girarlo, las barras de anclaje inferiores quedan situadas por debajo de la fila inferior de la malla y las barras superiores por encima de la fila superior de la malla. De este modo no es necesario atar las barras de anclaje a la malla.</p>	
<p>5. Entonces se coloca la malla con el anclaje TMA en el encofrado. A continuación, se vierte el hormigón de la capa exterior, se tiende la capa de aislamiento, se instala la malla de la capa interior, se insertan las barras de anclaje en la fila superior de orificios redondos y finalmente, se vierte el hormigón de la capa interior.</p>	

Tabla 11 - Variante II

<p>1. Para una capa exterior fina, el anclaje cilíndrico TMA se coloca encima de la malla de la capa exterior, que se instala primero. La instalación del anclaje TMA se hace sin colocar ninguna barra de anclaje por debajo de la malla. Las cuatro barras de anclaje se insertan encima de la malla y, posteriormente, se atan a esta para evitar que se muevan durante el vertido del hormigón.</p>	 <p>The diagram illustrates the first step of the installation process. A cylindrical TMA anchor is positioned on top of a pre-laid rebar mesh. Four additional rebar bars are being inserted through the mesh and are being secured to the anchor to prevent movement during the concrete pouring phase.</p>
<p>2. Entonces se coloca la malla con el anclaje TMA en el encofrado. Después de esto, se vierte el hormigón de la capa exterior, se tiende la capa de aislamiento, se instala la malla de la capa interior, se insertan las barras de anclaje en la fila superior de orificios redondos y se vierte el hormigón de la capa interior.</p>	 <p>The diagram shows the second step of the installation. The entire assembly, including the TMA anchor and the rebar mesh, is now placed within a concrete formwork. This setup is ready for the pouring of the outer concrete layer, followed by the insulation layer and the inner concrete layer.</p>

**ANCLAJE PORTANTE DE PLETINA TFA**



El anclaje portante de pletina TFA está hecho de chapa de acero inoxidable, material W1.4571 (calidad A4) - AISI 316Ti. Este anclaje solo se puede usar en combinación con un anclaje cilíndrico o con otros TFA como portantes. En ambos extremos del anclaje hay dos filas de orificios redondos y una de orificios ovalados. Las barras de anclaje se introducen por los orificios redondos y los ovalados son para que se adhiera el hormigón. El espesor de la chapa (mm x 10), la altura y la longitud del anclaje van marcados en la superficie a efectos de identificación. TFA-XX-YYY-ZZZ, donde XX - espesor chapa (mm x10), YYY - altura (mm), ZZZ - longitud de la chapa (mm). Ej.: TFA-10-150-0080 para artículo n.º 44175 –Tabla 12.

**Tabla 12**

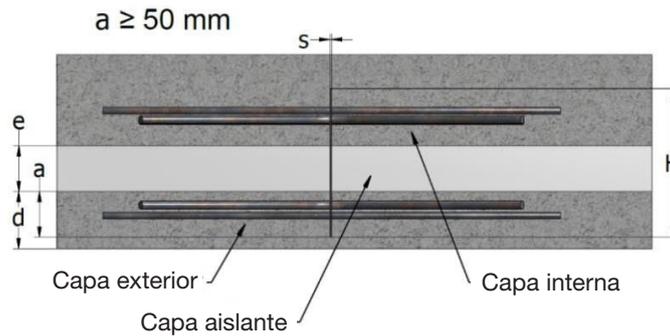
Altura H mm	Longitud L mm	Número espaciado N	Espesor 1 mm			Espesor 1,5 mm			Espesor 2 mm		
			Símbolo	Nº de Producto	Masa kg	Símbolo	Nº de Producto	Masa kg	Símbolo	Nº de Producto	Masa kg
125	80	2				TFA-15-125-0080	<b>62561</b>	0,11			
	120	3				TFA-15-125-0120	<b>62562</b>	0,16			
	160	4				TFA-15-125-0160	<b>62563</b>	0,22			
	200	5				TFA-15-125-0200	<b>62564</b>	0,27			
	240	6				TFA-15-125-0240	<b>65565</b>	0,32			
	1200	30				TFA-15-125-1200	<b>44842</b>	1,60			
150	40	1	TFA-10-150-0040	<b>44174</b>	0,04	TFA-15-150-0040	<b>43455</b>	0,07	TFA-20-150-0040	<b>44185</b>	0,09
	80	2	TFA-10-150-0080	<b>44175</b>	0,09	TFA-15-150-0080	<b>43456</b>	0,13	TFA-20-150-0080	<b>44186</b>	0,17
	120	3	TFA-10-150-0120	<b>44176</b>	0,13	TFA-15-150-0120	<b>43457</b>	0,20	TFA-20-150-0120	<b>44187</b>	0,26
	160	4	TFA-10-150-0160	<b>44177</b>	0,17	TFA-15-150-0160	<b>43458</b>	0,26	TFA-20-150-0160	<b>44188</b>	0,35
	200	5	TFA-10-150-0200	<b>44178</b>	0,22	TFA-15-150-0200	<b>43459</b>	0,33	TFA-20-150-0200	<b>44189</b>	0,44
	240	6	TFA-10-150-0240	<b>44179</b>	0,26	TFA-15-150-0240	<b>43460</b>	0,39	TFA-20-150-0240	<b>44190</b>	0,52
	280	7	TFA-10-150-0280	<b>44180</b>	0,30	TFA-15-150-0280	<b>43461</b>	0,46	TFA-20-150-0280	<b>44191</b>	0,61
	320	8	TFA-10-150-0320	<b>44181</b>	0,35	TFA-15-150-0320	<b>43462</b>	0,52	TFA-20-150-0320	<b>44192</b>	0,70
	360	9	TFA-10-150-0360	<b>44182</b>	0,39	TFA-15-150-0360	<b>43463</b>	0,59	TFA-20-150-0360	<b>44193</b>	0,78
	400	10	TFA-10-150-0400	<b>44183</b>	0,44	TFA-15-150-0400	<b>43464</b>	0,65	TFA-20-150-0400	<b>44194</b>	0,87
1200	30	TFA-10-150-1200	<b>44184</b>	1,31	TFA-15-150-1200	<b>44063</b>	1,96	TFA-20-150-1200	<b>44195</b>	2,61	
175	40	1	TFA-10-175-0040	<b>44196</b>	0,05	TFA-15-175-0040	<b>43465</b>	0,08	TFA-20-175-0040	<b>44207</b>	0,10
	80	2	TFA-10-175-0080	<b>44197</b>	0,10	TFA-15-175-0080	<b>43466</b>	0,15	TFA-20-175-0080	<b>44208</b>	0,21
	120	3	TFA-10-175-0120	<b>44198</b>	0,15	TFA-15-175-0120	<b>43467</b>	0,23	TFA-20-175-0120	<b>44209</b>	0,31
	160	4	TFA-10-175-0160	<b>44199</b>	0,21	TFA-15-175-0160	<b>43468</b>	0,31	TFA-20-175-0160	<b>44210</b>	0,41
	200	5	TFA-10-175-0200	<b>44200</b>	0,26	TFA-15-175-0200	<b>43469</b>	0,39	TFA-20-175-0200	<b>44211</b>	0,51
	240	6	TFA-10-175-0240	<b>44201</b>	0,31	TFA-15-175-0240	<b>43470</b>	0,46	TFA-20-175-0240	<b>44212</b>	0,62

Altura H mm	Longitud L mm	Número espaciado N	Espesor 1 mm			Espesor 1,5 mm			Espesor 2 mm		
			Símbolo	Producto N°.	Masa kg	Símbolo	Producto N°.	Masa kg	Símbolo	Producto N°.	Masa kg
	280	7	TFA-10-175-0280	<b>44202</b>	0,36	TFA-15-175-0280	<b>43471</b>	0,54	TFA-20-175-0280	<b>44213</b>	0,72
	320	8	TFA-10-175-0320	<b>44203</b>	0,41	TFA-15-175-0320	<b>43472</b>	0,62	TFA-20-175-0320	<b>44214</b>	0,82
	360	9	TFA-10-175-0360	<b>44204</b>	0,46	TFA-15-175-0360	<b>43473</b>	0,69	TFA-20-175-0360	<b>44215</b>	0,93
	400	10	TFA-10-175-0400	<b>44205</b>	0,51	TFA-15-175-0400	<b>43474</b>	0,77	TFA-20-175-0400	<b>44216</b>	1,03
	1200	30	TFA-10-175-1200	<b>44206</b>	1,54	TFA-15-175-1200	<b>43929</b>	2,31	TFA-20-175-1200	<b>43932</b>	3,08
200	40	1	TFA-10-200-0040	<b>44217</b>	0,06	TFA-15-200-0040	<b>43475</b>	0,09	TFA-20-200-0040	<b>44228</b>	0,12
	80	2	TFA-10-200-0080	<b>44218</b>	0,12	TFA-15-200-0080	<b>43476</b>	0,18	TFA-20-200-0080	<b>44229</b>	0,24
	120	3	TFA-10-200-0120	<b>44219</b>	0,18	TFA-15-200-0120	<b>43477</b>	0,27	TFA-20-200-0120	<b>44230</b>	0,36
	160	4	TFA-10-200-0160	<b>44220</b>	0,24	TFA-15-200-0160	<b>43478</b>	0,36	TFA-20-200-0160	<b>44231</b>	0,47
	200	5	TFA-10-200-0200	<b>44221</b>	0,30	TFA-15-200-0200	<b>43479</b>	0,44	TFA-20-200-0200	<b>44232</b>	0,59
	240	6	TFA-10-200-0240	<b>44222</b>	0,36	TFA-15-200-0240	<b>43480</b>	0,53	TFA-20-200-0240	<b>44233</b>	0,71
	280	7	TFA-10-200-0280	<b>44223</b>	0,41	TFA-15-200-0280	<b>43481</b>	0,62	TFA-20-200-0280	<b>44234</b>	0,83
	300	7							TFA-20-200-0300	<b>44473</b>	0,89
	320	8	TFA-10-200-0320	<b>44224</b>	0,47	TFA-15-200-0320	<b>43482</b>	0,71	TFA-20-200-0320	<b>44235</b>	0,95
	360	9	TFA-10-200-0360	<b>44225</b>	0,53	TFA-15-200-0360	<b>43483</b>	0,80	TFA-20-200-0360	<b>44236</b>	1,07
	400	10	TFA-10-200-0400	<b>44226</b>	0,59	TFA-15-200-0400	<b>43484</b>	0,89	TFA-20-200-0400	<b>44237</b>	1,18
1200	30	TFA-10-200-1200	<b>44227</b>	1,78	TFA-15-200-1200	<b>43930</b>	2,66	TFA-20-200-1200	<b>43933</b>	3,55	
225	40	1	TFA-10-225-0040	<b>44238</b>	0,07	TFA-15-225-0040	<b>43485</b>	0,10	TFA-20-225-0040	<b>44249</b>	0,13
	80	2	TFA-10-225-0080	<b>44239</b>	0,13	TFA-15-225-0080	<b>43486</b>	0,20	TFA-20-225-0080	<b>44250</b>	0,27
	120	3	TFA-10-225-0120	<b>44240</b>	0,20	TFA-15-225-0120	<b>43487</b>	0,30	TFA-20-225-0120	<b>44251</b>	0,40
	160	4	TFA-10-225-0160	<b>44241</b>	0,27	TFA-15-225-0160	<b>43488</b>	0,40	TFA-20-225-0160	<b>44252</b>	0,54
	200	5	TFA-10-225-0200	<b>44242</b>	0,34	TFA-15-225-0200	<b>43489</b>	0,50	TFA-20-225-0200	<b>44253</b>	0,67
	240	6	TFA-10-225-0240	<b>44243</b>	0,40	TFA-15-225-0240	<b>43490</b>	0,60	TFA-20-225-0240	<b>44254</b>	0,80
	280	7	TFA-10-225-0280	<b>44244</b>	0,47	TFA-15-225-0280	<b>43491</b>	0,70	TFA-20-225-0280	<b>44255</b>	0,94
	320	8	TFA-10-225-0320	<b>44245</b>	0,54	TFA-15-225-0320	<b>43492</b>	0,81	TFA-20-225-0320	<b>44256</b>	1,07
	360	9	TFA-10-225-0360	<b>44246</b>	0,60	TFA-15-225-0360	<b>43493</b>	0,91	TFA-20-225-0360	<b>44257</b>	1,21
	400	10	TFA-10-225-0400	<b>44247</b>	0,67	TFA-15-225-0400	<b>43494</b>	1,01	TFA-20-225-0400	<b>44258</b>	1,34
	1200	30	TFA-10-225-1200	<b>44248</b>	2,01	TFA-15-225-1200	<b>43931</b>	3,02	TFA-20-225-1200	<b>43934</b>	4,02
260	40	1	TFA-10-260-0040	<b>44259</b>	0,08	TFA-15-260-0040	<b>44270</b>	0,12	TFA-20-260-0040	<b>43935</b>	0,16
	80	2	TFA-10-260-0080	<b>44260</b>	0,16	TFA-15-260-0080	<b>44271</b>	0,23	TFA-20-260-0080	<b>43936</b>	0,31
	120	3	TFA-10-260-0120	<b>44261</b>	0,23	TFA-15-260-0120	<b>44272</b>	0,35	TFA-20-260-0120	<b>43937</b>	0,47
	160	4	TFA-10-260-0160	<b>44262</b>	0,31	TFA-15-260-0160	<b>44273</b>	0,47	TFA-20-260-0160	<b>43938</b>	0,62
	200	5	TFA-10-260-0200	<b>44263</b>	0,39	TFA-15-260-0200	<b>44274</b>	0,59	TFA-20-260-0200	<b>43939</b>	0,78
	240	6	TFA-10-260-0240	<b>44264</b>	0,47	TFA-15-260-0240	<b>44275</b>	0,70	TFA-20-260-0240	<b>43940</b>	0,94
	280	7	TFA-10-260-0280	<b>44265</b>	0,55	TFA-15-260-0280	<b>44276</b>	0,82	TFA-20-260-0280	<b>43941</b>	1,09
	320	8	TFA-10-260-0320	<b>44266</b>	0,62	TFA-15-260-0320	<b>44277</b>	0,94	TFA-20-260-0320	<b>43942</b>	1,25
	360	9	TFA-10-260-0360	<b>44267</b>	0,70	TFA-15-260-0360	<b>44278</b>	1,05	TFA-20-260-0360	<b>43943</b>	1,41
	400	10	TFA-10-260-0400	<b>44268</b>	0,78	TFA-15-260-0400	<b>44279</b>	1,17	TFA-20-260-0400	<b>43944</b>	1,56
	480	12							TFA-20-260-0480	<b>63073</b>	1,87
1200	30	TFA-10-260-1200	<b>44269</b>	2,34	TFA-15-260-1200	<b>44280</b>	3,52	TFA-20-260-1200	<b>43945</b>	4,68	
280	80	2							TFA-20-280-0080	<b>61368</b>	0,34
	120	3							TFA-20-280-0120	<b>61369</b>	0,52
	160	4							TFA-20-280-0160	<b>46943</b>	0,69
	200	5							TFA-20-280-0200	<b>49796</b>	0,86
	225	5							TFA-20-280-0225	<b>44474</b>	0,96
	240	6							TFA-20-280-0240	<b>46601</b>	1,03
	280	7							TFA-20-280-0280	<b>61370</b>	1,20
	320	8							TFA-20-280-0320	<b>46604</b>	1,38
	360	9							TFA-20-280-0360	<b>46600</b>	1,55
400	10							TFA-20-280-0400	<b>62514</b>	1,72	
300	80	2							TFA-20-300-0080	<b>44064</b>	0,36
	120	3							TFA-20-300-0120	<b>62531</b>	0,54
	160	4							TFA-20-300-0160	<b>44065</b>	0,63
	200	5							TFA-20-300-0200	<b>44066</b>	0,91
	220	5							TFA-20-300-0220	<b>46490</b>	1,00
240	6							TFA-20-300-0240	<b>62532</b>	1,09	

Altura H mm	Longitud L mm	Número espaciado N	Espesor 1 mm			Espesor 1,5 mm			Espesor 2 mm		
			Símbolo	Producto Nº.	Masa kg	Símbolo	Producto Nº.	Masa kg	Símbolo	Producto Nº.	Masa kg
	280	7							TFA-20-300-0280	<b>46491</b>	1,26
	320	8							TFA-20-300-0320	<b>62545</b>	1,26
	360	9							TFA-20-300-0360	<b>62546</b>	1,41
	400	10							TFA-20-300-0400	<b>62547</b>	1,57
	1200	30							TFA-20-300-1200	<b>48664</b>	5,36
360	225	5							TFA-20-360-0225	<b>44427</b>	1,22

Altura H mm	Longitud L mm	Número espaciado N	Espesor 3 mm		
			Símbolo	Nº de Producto	Masa kg
150	40	1	TFA-30-150-0040	<b>43717</b>	0,13
	80	2	TFA-30-150-0080	<b>43718</b>	0,26
	130	3	TFA-30-150-0130	<b>43719</b>	0,42
	160	4	TFA-30-150-0160	<b>43720</b>	0,51
	300	7	TFA-30-150-0300	<b>43721</b>	0,96
	330	8	TFA-30-150-0330	<b>43724</b>	1,05
	340	8	TFA-30-150-0340	<b>43722</b>	1,08
	360	9	TFA-30-150-0360	<b>43725</b>	1,14
	380	9	TFA-30-150-0380	<b>43723</b>	1,21
	400	10	TFA-30-150-0400	<b>43726</b>	1,28
175	40	1	TFA-30-175-0040	<b>43727</b>	0,16
	80	2	TFA-30-175-0080	<b>43728</b>	0,31
	130	3	TFA-30-175-0130	<b>43729</b>	0,50
	160	4	TFA-30-175-0160	<b>43730</b>	0,61
	300	7	TFA-30-175-0300	<b>43731</b>	1,14
	330	8	TFA-30-175-0330	<b>43734</b>	1,25
	340	8	TFA-30-175-0340	<b>43732</b>	1,30
	360	9	TFA-30-175-0360	<b>43735</b>	1,37
	380	9	TFA-30-175-0380	<b>43733</b>	1,44
	400	10	TFA-30-175-0400	<b>43736</b>	1,52
225	400	10	TFA-30-225-0400	<b>48986</b>	2,00
260	80	2	TFA-30-260-0080	<b>48670</b>	0,47
	120	3	TFA-30-260-0120	<b>48666</b>	0,70
	160	4	TFA-30-260-0160	<b>48667</b>	0,94
	220	5	TFA-30-260-0220	<b>48668</b>	1,28
	240	6	TFA-30-260-0240	<b>48669</b>	1,40
	400	10	TFA-30-260-0400	<b>48410</b>	2,33
280	40	1	TFA-30-280-0040	<b>60717</b>	0,25
	80	2	TFA-30-280-0080	<b>60718</b>	0,51
	120	3	TFA-30-280-0120	<b>60719</b>	0,76
	160	4	TFA-30-280-0160	<b>46944</b>	1,02
	200	5	TFA-30-280-0200	<b>60720</b>	1,26
	240	6	TFA-30-280-0240	<b>49520</b>	1,52
	280	7	TFA-30-280-0280	<b>60721</b>	1,77
	320	8	TFA-30-280-0320	<b>60722</b>	2,02
	360	9	TFA-30-280-0360	<b>46945</b>	2,27
	400	10	TFA-30-280-0400	<b>46636</b>	2,53
300	40	1	TFA-30-300-0040	<b>43737</b>	0,28
	80	2	TFA-30-300-0080	<b>43738</b>	0,55
	120	3	TFA-30-300-0120	<b>48243</b>	0,82
	130	3	TFA-30-300-0130	<b>43739</b>	0,88
	160	4	TFA-30-300-0160	<b>43740</b>	1,09
	200	5	TFA-30-300-0200	<b>48242</b>	1,36
	240	6	TFA-30-300-0240	<b>60668</b>	1,63
	280	7	TFA-30-300-0280	<b>46292</b>	1,90

Altura H mm	Longitud L mm	Número espaciado N	Espesor 3 mm		
			Símbolo	Producto Nº.	Masa kg
	300	7	TFA-30-300-0300	<b>43741</b>	2,03
	320	8	TFA-30-300-0320	<b>48244</b>	2,17
	330	8	TFA-30-300-0330	<b>43744</b>	2,23
	340	8	TFA-30-300-0340	<b>43742</b>	2,30
	360	9	TFA-30-300-0360	<b>43745</b>	2,44
	380	9	TFA-30-300-0380	<b>43743</b>	2,57
	400	10	TFA-30-300-0400	<b>43746</b>	2,72
	1200	30	TFA-30-300-1200	<b>60021</b>	8,14
335	40	1	TFA-30-335-0040	<b>43747</b>	0,31
	80	2	TFA-30-335-0080	<b>43748</b>	0,62
	130	3	TFA-30-335-0130	<b>43749</b>	0,99
	160	4	TFA-30-335-0160	<b>43750</b>	1,22
	300	7	TFA-30-335-0300	<b>43751</b>	2,28
	330	8	TFA-30-335-0330	<b>43754</b>	2,51
	340	8	TFA-30-335-0340	<b>43752</b>	2,59
	360	9	TFA-30-335-0360	<b>43755</b>	2,75
	380	9	TFA-30-335-0380	<b>43753</b>	2,90
	400	10	TFA-30-335-0400	<b>43756</b>	3,05
350	80	2	TFA-30-350-0080	<b>47002</b>	0,64
	120	3	TFA-30-350-0120	<b>46528</b>	0,96
	160	4	TFA-30-350-0160	<b>47003</b>	1,28
	200	5	TFA-30-350-0200	<b>46529</b>	1,60
	280	7	TFA-30-350-0280	<b>47032</b>	2,24
	320	8	TFA-30-350-0320	<b>47004</b>	2,56
	360	9	TFA-30-350-0360	<b>47005</b>	2,88
	400	10	TFA-30-350-0400	<b>46530</b>	3,20
	1200	30	TFA-30-350-1200	<b>49803</b>	9,58



**ALTURA DEL ANCLAJE**

La altura del anclaje depende de la profundidad de empotramiento mínima en la capa exterior  $a \geq 50$  mm y del grosor de la capa de aislamiento ( $e$ ). – Tabla 14. Para profundidades de empotramiento de más de 50 mm, hay que elegir la dimensión  $H$  que se corresponda.

$H \geq 2 \times a + e$

Tabla 14

H mm	e mm	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	160	180	200	240
H = 150 s = 1.5															
H = 175 s = 1.5															
H = 200 s = 1.5															
H = 200 s = 2.0															
H = 225 s = 1.5															
H = 225 s = 2.0															
H = 260 s = 2.0															
H = 260 s = 3.0															
H = 280 s = 3.0															
H = 300 s = 3.0															
H = 350 s = 3.0															

**PROFUNDIDAD DE EMPOTRAMIENTO DEL ANCLAJE**

La profundidad mínima de empotramiento para el anclaje plano TFA es de aproximadamente 50 mm. Una profundidad mayor de empotrado puede permitir un aumento de la capacidad de carga o un mayor factor de seguridad para evitar la fractura del hormigón. Para el anclaje de pletina, no se le aplica la limitación de uso con respecto al espesor de la capa exterior.

**ANCLAJE EN EL HORMIGÓN**

Las barras corrugadas usadas para anclar el anclaje de pletina se insertan en los orificios redondos de ambos extremos del anclaje. Las barras de anclaje se instalan en la capa exterior y en la interior. El número y la longitud de las barras de anclaje dependen de la longitud del anclaje de pletina (Tabla 15).

Tabla 15

Anclaje plano TFA	Longitud del anclaje L mm	Símbolo	Barras de anclaje BSt 500S l = 400 mm
	80		2 x 4 barras de 6 mm de diámetro
	120		2 x 5 barras de 6 mm de diámetro
	160, 200, 240, 280		2 x 6 barras de 6 mm de diámetro
	320, 360, 400		2 x 6 barras de 6 mm de diámetro

### LONGITUD DEL ANCLAJE DE PLETINA TFA

La longitud del anclaje de pletina TFA depende de la carga y del espesor de la capa de aislamiento, y se indica en las tablas.

**Carga admisible  $Q_{adm}$  (kN) en anclaje de pletina de espesor  $s = 1,5, 2,0$  y  $3,0$  mm para un panel sándwich de tres capas, con espesor de la capa exterior  $d \leq 80$  mm ( $N = 4,2$  kN)**

Tabla 16

s mm	e mm		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	150	180	200	240	
	L mm																
1,5	40		2,3	1,8	1,3	1,0	0,8										
2,0					1,8	1,5	1,2	0,9	0,7	0,6	0,4						
3,0													1,2	1,1	1,0	0,7	
1,5	80		5,4	5,1	4,8	4,5	3,9	3,2	2,5	1,9	1,3	0,5					
2,0					7,0	6,1	5,1	4,3	3,7	3,1	2,5	2,2	2,0	1,7			
3,0													4,6	4,4	4,2	3,5	
1,5	120		8,5	8,1	7,7	7,4	6,9	6,3	5,7	5,1	3,6	2,6					
2,0					10,2	9,5	8,8	8,2	7,4	6,5	5,7	5,2	4,7	4,2			
3,0													6,6	6,3	6,0	5,1	
1,5	160		11,5	11,1	10,7	10,3	9,8	9,3	8,7	7,9	6,8	5,1					
2,0					14,5	13,6	12,6	11,7	11,1	10,4	9,8	9,1	8,4	7,7			
3,0													9,4	9,0	8,5	7,2	
1,5	200		14,6	14,2	13,7	13,3	12,8	12,3	11,7	10,8	9,6	7,8					
2,0					19,3	18,3	17,2	16,2	15,3	14,4	13,5	12,6	11,7	10,3			
3,0													13,0	12,4	11,7	10,0	
1,5	240		17,7	17,3	16,8	16,3	15,7	15,2	14,7	13,8	12,5	10,6					
2,0					23,3	22,4	21,6	20,8	19,7	18,6	17,5	16,3	15,2	13,5			
3,0													17,4	16,6	15,7	13,8	
1,5	280		20,8	20,3	19,8	19,3	18,8	18,2	17,7	16,7	15,1	13,7					
2,0					27,3	26,5	25,8	25,0	23,9	22,6	21,5	20,1	18,7	17,0			
3,0													22,6	21,5	20,4	17,5	
1,5	320		23,9	23,4	22,9	22,4	21,7	21,2	20,6	19,7	18,5	16,9					
2,0					31,2	31,0	30,7	30,5	28,8	27,2	25,6	23,9	22,2	20,0			
3,0													28,7	27,3	25,9	22,5	
1,5	360		26,9	26,5	26,0	25,5	24,8	24,3	23,5	22,6	21,5	20,0					
2,0					35,5	35,3	35,0	34,8	33,1	31,4	29,7	27,9	26,2	24,0			
3,0													35,5	33,8	32,0	28,0	
1,5	400		30,0	29,6	29,1	28,6	27,9	27,2	26,4	25,5	24,5	23,1					
2,0					39,4	39,3	39,1	38,9	37,3	35,5	33,8	31,9	30,1	28,0			
3,0													43,2	41,1	39,0	34,0	

**Carga admisible Qadm (kN) en anclaje de pletina de espesor  $s = 1,5, 2,0$  y  $3,0$  mm para un panel sándwich de tres capas, con espesor de la capa exterior  $d = 90$  mm ( $N = 5,8$  kN)**

**Tabla 17**

s mm	e mm		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	150	180	200	240	
	L mm																
1,5	40		1,9	1,6	1,0	0,5											
2,0						1,5	1,2	0,9	0,6								
3,0							2,8	2,5	2,1	1,8	1,6	1,4	1,2	0,7	0,5		
1,5	80		5,0	4,6	4,3	3,8	3,2	2,7	1,9	0,9							
2,0						6,0	5,3	4,5	3,8	3,2	2,5	1,8					
3,0							6,0	5,6	5,3	4,9	4,7	4,4	4,1	3,5	3,2	2,3	1,6
1,5	120		8,0	7,8	7,1	6,7	6,2	5,5	4,8	4,0	2,4	1,0					
2,0						8,7	8,2	7,7	7,2	6,3	5,3	4,4	3,1				
3,0							8,8	8,3	7,8	7,3	6,9	6,5	6,1	5,2	4,6	4,2	2,5
1,5	160		11,2	10,8	10,2	9,6	9,1	8,5	7,8	6,8	5,5	3,3					
2,0						12,9	12,1	11,3	10,5	9,8	9,2	8,5	5,8				
3,0							13,0	12,2	11,3	10,5	10,0	9,4	8,9	7,6	6,7	6,0	5,4
1,5	200		14,3	13,7	13,2	12,6	12,1	11,5	10,8	9,7	8,3	6,1					
2,0						18,3	17,1	15,8	14,6	13,7	12,9	12,0	9,0				
3,0							18,4	17,2	16,0	14,8	14,0	13,3	12,5	10,6	9,5	8,5	7,5
1,5	240		17,5	16,8	16,2	15,7	15,0	14,5	13,8	12,7	11,3	9,0					
2,0						22,8	21,9	20,9	20,0	18,8	17,7	16,5	12,0				
3,0							25,0	23,3	21,7	20,0	19,0	18,0	17,0	14,9	13,0	11,5	10,4
1,5	280		20,6	20,0	19,4	18,7	18,0	17,4	16,8	15,1	14,0	12,0					
2,0						26,8	26,8	25,1	24,3	23,0	21,8	20,5	15,5				
3,0							33,0	30,8	28,7	26,5	25,2	23,8	22,5	19,2	17,0	15,0	13,5
1,5	320		23,5	23,0	22,5	21,8	21,1	20,5	19,7	18,5	17,1	15,2					
2,0						30,8	30,4	29,9	29,5	27,9	26,2	24,6	18,5				
3,0							42,0	39,3	36,7	34,0	32,2	32,2	28,5	24,6	21,5	19,2	17,3
1,5	360		26,6	26,2	25,5	24,9	24,0	23,5	22,6	21,5	20,1	18,5					
2,0						35,0	34,7	34,5	34,2	32,4	30,6	28,8	21,5				
3,0							52,3	49,0	45,8	42,5	40,2	37,8	35,5	30,8	27,0	24,0	21,6
1,5	400		29,8	29,2	28,5	28,0	27,3	26,4	25,5	24,5	23,0	21,5					
2,0						39,0	38,8	38,5	38,3	36,5	34,6	32,8	26,4				
3,0							60,0	57,2	54,3	51,5	48,8	46,2	43,5	37,5	32,8	29,5	26,5

**Carga admisible Qadm (kN) en anclaje de pletina de espesor s = 1,5, 2,0 y 3,0 mm para un panel sándwich de tres capas, con espesor de la capa exterior d = 100 mm (N = 6,8kN)**

**Tabla 18**

s mm	e mm		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	150	180	200	240	
	L mm																
1,5	40		1,6	1,2	0,5												
2,0					1,4	1,0	0,6	0,2									
3,0						2,1	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0	0,6	0,5			
1,5	80		4,7	4,4	3,5	3,4	2,7	1,9	1,2	0,2							
2,0					5,0	4,5	3,9	3,4	2,8	2,1	1,6						
3,0						5,1	4,7	4,4	4,0	3,8	3,6	3,3	2,7	2,5	2,1	0,6	
1,5	120		7,8	7,4	6,9	6,4	5,7	5,0	4,2	3,3	1,4						
2,0					7,8	7,3	6,8	6,2	5,5	4,7	2,9	2,8					
3,0						7,9	7,3	6,8	6,3	5,9	5,7	5,4	4,6	4,0	3,5	3,4	
1,5	160		10,9	10,4	9,8	9,3	8,6	7,9	7,2	6,1	4,8	2,3					
2,0					11,8	11,1	9,5	9,5	9,0	8,5	8,0	5,3	2,2				
3,0					11,9	11,1	9,5	9,5	9,0	8,5	8,0	6,8	6,0	5,3	4,8		
1,5	200		14,0	13,4	12,8	12,3	11,6	10,9	10,2	9,0	7,6	5,0					
2,0					16,9	15,9	14,8	13,7	12,9	12,1	11,3	8,4	5,0				
3,0					17,0	15,9	14,8	13,7	12,9	12,1	11,3	9,9	8,7	7,7	6,4		
1,5	240		17,0	16,5	15,8	15,3	14,6	13,9	13,2	12,0	10,5	8,0					
2,0					22,5	21,3	20,0	18,8	17,7	16,7	15,7	11,6	8,0				
3,0					24,5	22,6	20,8	18,9	18,1	17,4	15,7	13,6	12,0	10,7	9,6		
1,5	280		20,1	19,6	19,0	18,3	17,6	16,8	16,1	14,9	13,4	11,0					
2,0					26,3	25,9	25,3	24,8	23,1	21,5	19,8	15,0	11,0				
3,0					32,4	31,2	30,1	25,0	23,6	22,3	21,0	18,1	16,0	14,2	12,8		
1,5	320		23,2	22,7	22,1	21,3	20,6	19,8	19,0	17,8	16,4	14,0					
2,0					30,6	30,1	29,5	29,0	27,3	25,7	24,0	18,1	14,0				
3,0					41,8	38,6	35,4	32,2	30,5	28,9	27,2	23,2	20,4	18,2	16,5		
1,5	360		26,2	25,7	25,1	24,5	23,6	22,7	22,0	20,7	19,4	17,2					
2,0					34,6	34,3	34,0	33,7	31,8	29,9	28,0	22,0	17,2				
3,0					52,0	48,2	44,5	40,7	38,5	36,3	34,1	29,4	25,8	23,0	20,7		
1,5	400		29,4	28,8	28,2	27,4	26,7	25,8	24,8	23,6	22,4	20,4					
2,0					38,7	38,4	38,0	37,7	35,8	34,0	32,1	25,8	20,4				
3,0					60,0	56,6	53,2	49,8	47,1	44,5	41,9	36,1	31,7	28,3	25,4		

**Carga admisible Qadm (kN) en anclaje de pletina de espesor s = 1,5, 2,0 y 3,0 mm para un panel sándwich de tres capas, con espesor de la capa exterior d = 110 mm y d = 120 mm (N = 9,4 kN)**

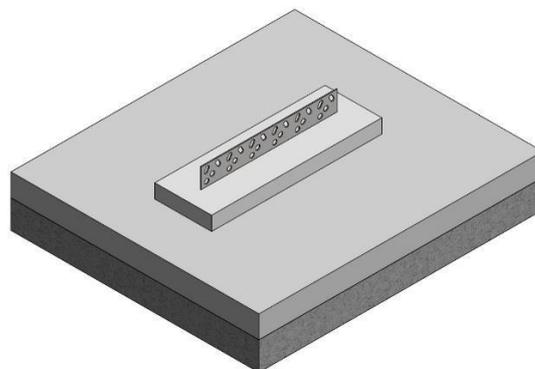
**Tabla 19**

s mm	e mm		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	150	180	210	240	
	L mm																
1,5	40																
2,0																	
3,0																	
1,5	80																
2,0																	
3,0																	
1,5	120		4,0	3,8	3,3	2,6	2,5	2,4	2,0	2,0							
2,0						2,6	2,5	2,4	2,1	2,0	2,0	1,9	1,5				
3,0						2,6	2,5	2,5	2,5	2,3	2,2	2,0	1,7	1,7	1,5	1,1	
1,5	160		9,7	8,9	8,0	7,0	6,7	6,3	5,7	4,8	3,2	0,3					
2,0						7,1	6,7	6,3	5,9	5,5	5,2	4,8	3,5				
3,0						7,1	6,7	6,3	6,0	5,6	5,3	4,9	4,1	3,8	3,3	3,0	
1,5	200		13,5	12,8	12,3	11,5	10,6	9,8	9,0	7,8	5,0	3,0					
2,0						12,1	11,4	10,6	9,9	9,3	8,8	8,2	6,5				
3,0						12,1	11,4	10,6	10,0	9,4	8,8	8,2	7,1	6,4	5,6	5,0	
1,5	240		16,5	16,0	15,1	14,3	13,5	12,8	12,0	10,5	8,6	5,8					
2,0						18,0	16,8	15,7	14,5	13,8	13,2	12,3	9,8				
3,0						18,0	17,0	16,0	15,0	14,1	13,3	12,4	10,5	9,3	8,5	7,5	
1,5	280		19,7	19,0	18,4	17,6	16,5	15,7	15,0	13,5	11,6	9,0					
2,0						25,4	23,8	22,2	20,5	19,5	18,5	17,3	13,1				
3,0						25,4	23,8	22,2	20,5	19,5	18,5	17,4	15,0	13,0	12,0	10,5	
1,5	320		22,5	22,1	21,5	20,5	19,7	18,5	17,9	16,5	14,6	12,0					
2,0						29,9	29,1	28,3	27,5	25,9	24,2	22,6	16,1				
3,0						34,0	31,8	29,7	27,5	26,1	24,6	23,2	20,0	17,5	15,8	14,0	
1,5	360		25,9	25,2	24,5	23,6	22,7	21,6	20,8	19,5	17,6	15,2					
2,0						34,0	33,5	33,1	32,6	30,7	28,7	26,8	20,0				
3,0						44,0	41,2	38,3	35,5	33,7	31,8	30,0	26,0	22,8	20,3	18,0	
1,5	400		29,0	28,3	27,6	26,8	25,8	24,7	23,7	22,3	20,6	18,4					
2,0						38,0	37,6	37,2	36,8	34,8	32,8	30,8	24,0				
3,0						55,0	51,5	48,0	44,5	42,2	39,8	37,5	32,5	28,4	25,5	22,5	

**Distancia admisible S (cm) entre el anclaje de pletina TFA y el centro de anclaje para anclajes con espesor s = de 1,5, 2,0 o 3,0 mm y panel sándwich de tres o cuatro capas con el espesor de la capa exterior d ≤ 120 mm.**

**Tabla 20**

s mm	e mm		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	150	180	210	240	
	L mm																
1,5	40		150	230	320												
2,0	40					360	360	370	460								
3,0	40						360	370	420	460	510	560	700	840	980	1120	
1,5	80		200	330	350												
2,0	80					360	360	370	420	460	510	560	700	840	980		
3,0	80																1120
1,5	120		200	330	350												
2,0	120					360	360	370	420	460	510	560	700	840	980		
3,0	120																1120
1,5	160		200	330	350												
2,0	160					360	360	370	420	460	510	560	700	840	980		
3,0	160																1120
1,5	200		200	330	350												
2,0	200					360	360	370	420	460	510	560	700	840	980		
3,0	200																1120
1,5	240		200	330	350												
2,0	240					360	360	370	420	460	510	560	700	840	980		
3,0	240																1120
1,5	280		200	330	350												
2,0	280					360	360	370	420	460	510	560	700	840	980		
3,0	280																1120
1,5	320		200	330	350												
2,0	320					360	360	370	420	460	510	560	700	840	980		
3,0	320																1120
1,5	360		200	330	350												
2,0	360					360	360	370	420	460	510	560	700	840	980		
3,0	360																1120
1,5	400		200	330	350												
2,0	400					360	360	370	420	460	510	560	700	840	980		
3,0	400																1120



Los valores máximos admisibles para la distancia entre el anclaje de pletina y el centro de anclaje en el panel sándwich se indican en la tabla superior (Tabla 20). Cuando se sobrepasa este valor, hay que garantizar la movilidad del anclaje de pletina aplicando una tira extra de aislante en la zona de anclaje. Esto aumenta el espesor de la capa de aislamiento, con lo que el valor de S puede ser mayor que el especificado en la tabla.

## INSTALACIÓN DEL ANCLAJE DE PLETINA TFA EN PANEL SÁNDWICH

Tabla 21 - Variante I

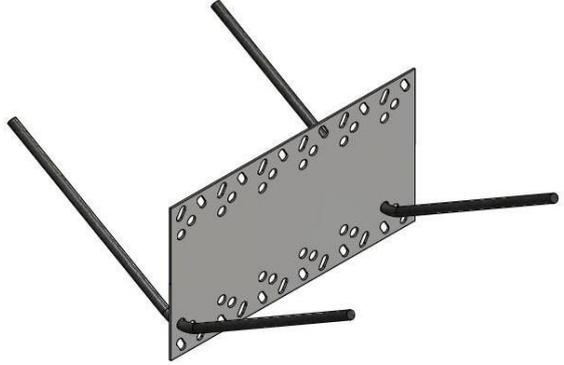
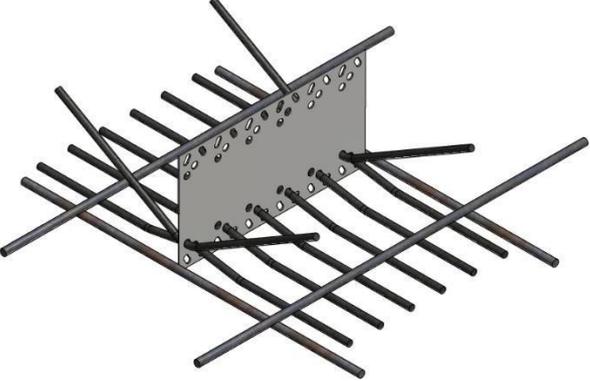
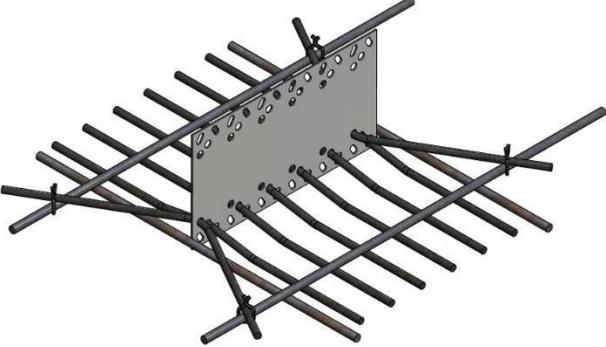
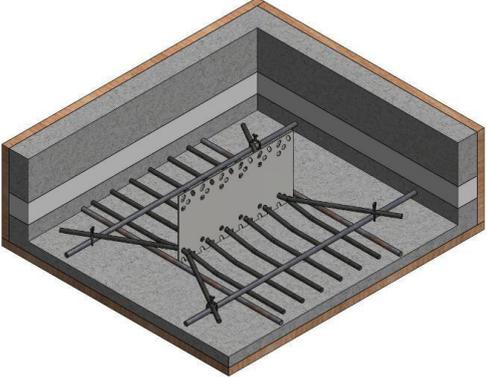
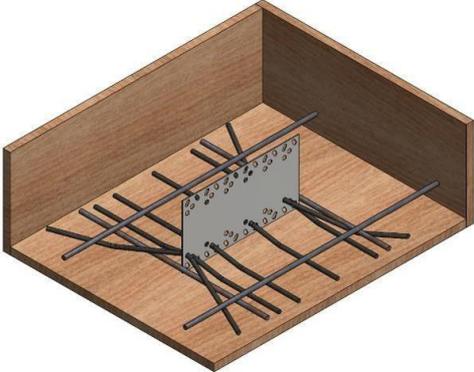
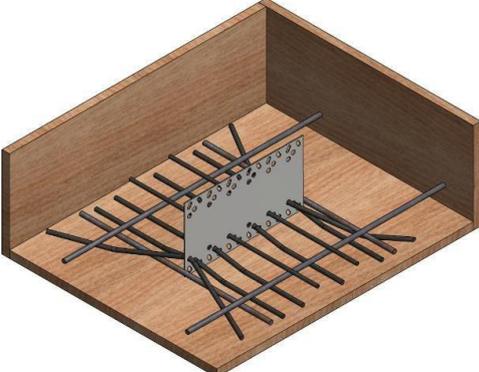
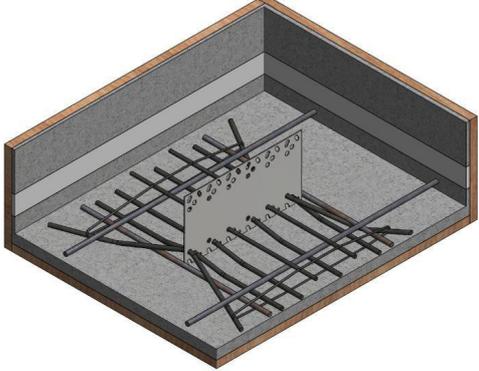
<p>1. Se insertan dos barras dobladas a 30° en los orificios exteriores de la fila superior de la banda inferior de orificios redondos.</p>	
<p>2. Entonces se instala el anclaje en la posición especificada en la malla. Las barras de anclaje rectas se introducen a través de la fila inferior de orificios redondos, por debajo del nivel inferior de la malla.</p>	
<p>3. Posteriormente, las barras dobladas se abaten hasta la posición horizontal y los extremos se atan a la malla con alambre.</p>	
<p>4. Se coloca entonces la malla con el anclaje TFA en el encofrado. A continuación, se vierte el hormigón de la capa exterior, se tiende la capa de aislamiento, se instala la malla de la capa interior, se insertan las barras de anclaje en la fila superior de orificios redondos y se vierte el hormigón de la capa interior.</p>	

Tabla 22 - Variante II

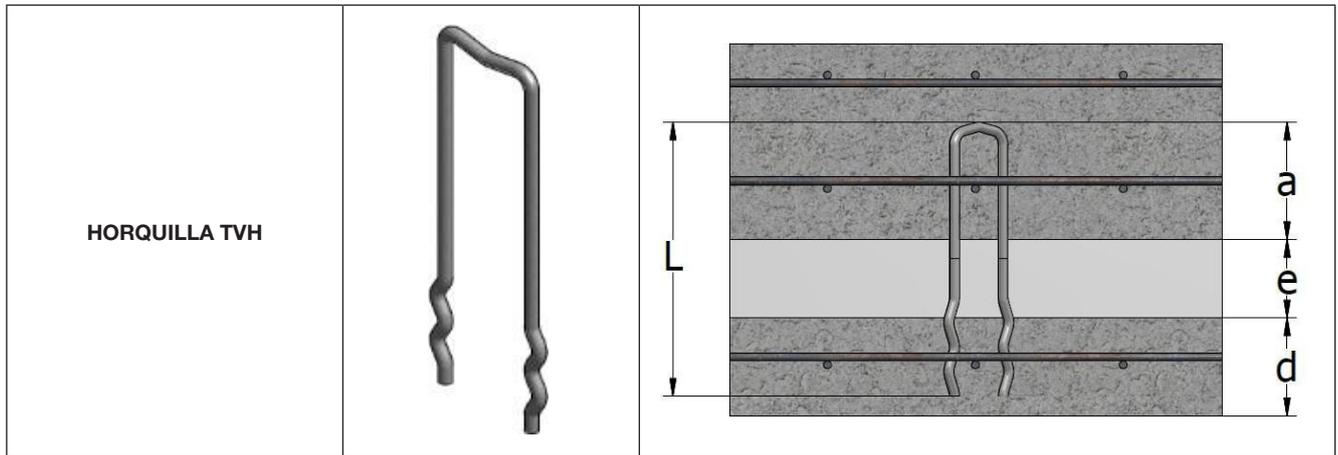
<p>1. En este caso, la malla de refuerzo ya está colocada en el encofrado. Algunas barras de anclaje se introducen a través de la fila inferior de orificios redondos, por debajo del nivel inferior de la malla de refuerzo.</p>	
<p>2. El resto de las barras de anclaje se introducen a través de la fila superior de orificios redondos, por encima del nivel inferior de la malla de refuerzo.</p>	
<p>3. Estas barras se atan con firmeza a la malla de refuerzo. Entonces, se vierte el hormigón de la capa exterior, se tiende la capa de aislamiento, se instala la malla de refuerzo de la capa interior, se insertan las barras de anclaje de la fila superior de orificios redondos y se vierte el hormigón de la capa interior.</p>	

**■ ANCLAJES DE CONEXIÓN**

**ANCLAJES DE CONEXIÓN – HORQUILLA RECTA TVH**

Las horquillas rectas TVH están fabricadas en alambre de acero inoxidable AISI 316 (W1.4401 – calidad A4) de 3,0 mm, 4,0 mm y 5,0 mm de diámetro, doblado en forma de U.

La horquilla recta TVH se usa principalmente en el método de producción negativo de paneles sándwich.



En la siguiente tabla se presentan los anclajes TVH disponibles.

**Tabla 23**

Diámetro del alambre mm	Horquilla recta TVH	Nº de Producto	Longitud L mm	Longitud desdoblada mm	Masa kg
3	3,0 -120	<b>43374</b>	120	273	0,013
	3,0 -140	<b>43375</b>	140	313	0,015
	3,0 -160	<b>43376</b>	160	353	0,017
	3,0 -200	<b>43377</b>	200	433	0,021
	3,0 -220	<b>43378</b>	220	473	0,023
	3,0 -240	<b>43379</b>	240	513	0,025
4	4,0 -160	<b>43380</b>	160	349	0,034
	4,0 -200	<b>43381</b>	200	429	0,042
	4,0 -230	<b>43382</b>	230	489	0,048
	4,0 -250	<b>43383</b>	250	529	0,052
	4,0 -280	<b>43384</b>	280	589	0,058
5	5,0 -185	<b>45852</b>	185	396	0,061
	5,0 -200	<b>43385</b>	200	426	0,065
	5,0 -230	<b>43386</b>	230	486	0,074
	5,0 -250	<b>43387</b>	250	526	0,081
	5,0 -280	<b>43388</b>	280	586	0,090
	5,0 -320	<b>43389</b>	320	666	0,102
	5,0 -380	<b>47006</b>	380	800	0,124

Las dimensiones de la horquilla recta TVH dependen de los espesores de la capa exterior y de la capa de aislamiento. El valor máximo para la distancia entre la horquilla y el centro de anclaje  $Sh_{max}$  en m se indica en la Tabla 24. Estos valores de  $Sh$  garantizan la suficiente movilidad de la horquilla TVH y evitan el deterioro provocado por las fuerzas de contracción. Si se sobrepasan los valores admisibles, hay que añadir una tira de aislamiento adicional en el área de la horquilla para garantizar la movilidad necesaria.

**Tabla 24**

d mm		Espesor de la capa de aislamiento e [mm]												
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
60	Ø - L	3 -140	3 -160		4 -200				4 -230		4 -250			
	Shmax	1,6	2,6	3,8	5,3	5,3	6,7	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
70	Ø - L	4 -160	4 -200				4 -230		5 -250		5 -280			5 -320
	Shmax	1,3	2,6	2,9	4,0	5,3	6,7	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
80	Ø - L	4 -160	4 -200				4 -230		5 -250		5 -280			5 -320
	Shmax	1,3	2,6	2,9	4,0	5,3	6,7	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
90	Ø - L	4 -160	4 -200				4 -230		5 -250		5 -280			5 -320
	Shmax	1,3	2,6	2,9	4,0	5,3	6,7	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
100	Ø - L	4 -160	4 -200			5 -200	5 -230		5 -250		5 -280			5 -320
	Shmax	1,3	2,6	2,9	4,0	5,3	6,7	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
120	Ø - L		5 -200				5 -230		5 -250		5 -280			5 -320
	Shmax	1,3	2,6	2,9	4,0	5,3	6,7	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3

La longitud mínima aproximada de la horquilla se puede calcular con la fórmula:

$$L = d \text{ (espesor capa exterior) } + e \text{ (espesor capa aislamiento) } + a \text{ (longitud empotramiento)}$$

**Longitud de empotramiento**

**Tabla 25**

d mm	e mm	30 - 90	100 - 150
		60	50
70	55	62	
80	60	70	
90	60	70	
100	60	70	
120	60	70	

Los valores de carga propuestos para la horquilla TVH se encuentran en la Tabla 26

**Tabla 26**

Diámetro del alambre TVH	Presión kN	Succión kN
3,0 mm	1,98 kN para d = 60 mm	3,32
4,0 mm	3,92 kN para d = 90 mm	3,92
5,0 mm	5,85 kN para d = 120 mm	3,92

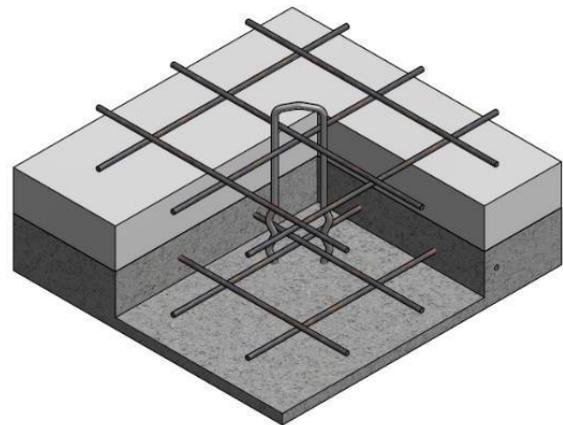
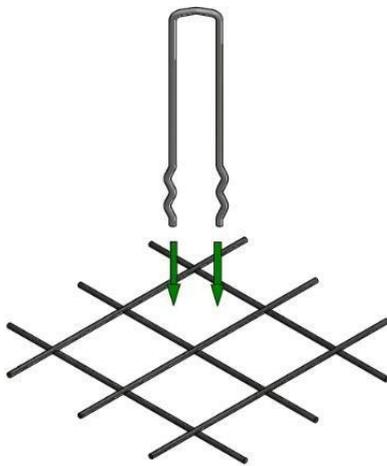
## INSTALACIÓN DE LOS ANCLAJES DE CONEXIÓN EN PANELES SANDWICH

### COLOCACIÓN DE LA HORQUILLA RECTA TVH

La horquilla recta TVH se coloca sobre un cruce de armaduras de la malla de la capa interior y se introduce en la capa de aislante y en la exterior hasta que llega a la base del molde. Después, para evitar que quede visible en la cara vista del panel hay que tirar un poco de ella. Esta inserción hasta el fondo del molde garantiza el cumplimiento de la profundidad mínima de empotramiento (>50mm). La profundidad de empotramiento mínima en la capa interior o portante es la misma que la del anclaje de carga cilíndrico.

Después es necesario vibrar el hormigón.

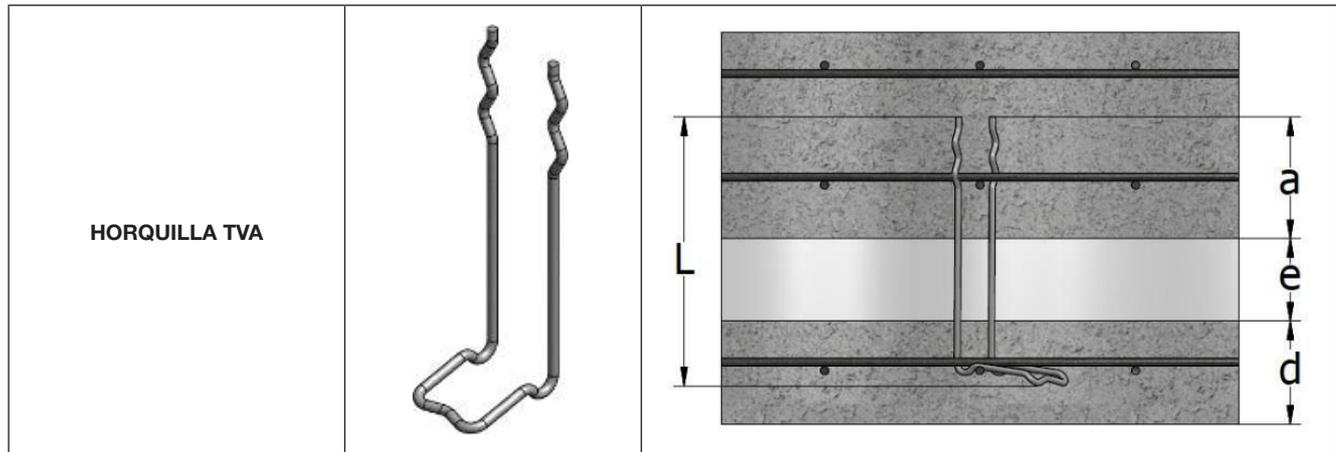
Importante: durante el proceso de vibrado se debe evitar el contacto entre la aguja del vibrador y los anclajes instalados.



## HORQUILLA DE CONEXIÓN TVA

Las horquillas TVA están fabricadas con alambre de acero inoxidable AISI 316 (W1.4401 – calidad A4) de 3,0 mm, 4,0 mm y 5,0 mm de diámetro en forma de U y con el extremo cerrado doblado en ángulo recto.

Las horquillas TVA se usan principalmente en el método de producción positivo de paneles sándwich. Estas horquillas hay que instalarlas en un nodo de la malla antes de verter el hormigón. Este tipo de instalación garantiza la profundidad de empotramiento mínima.



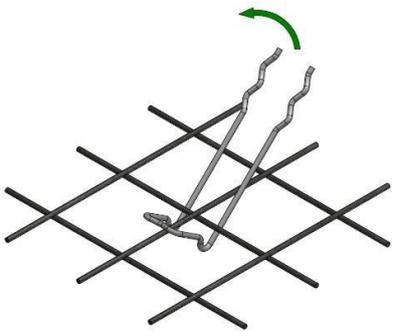
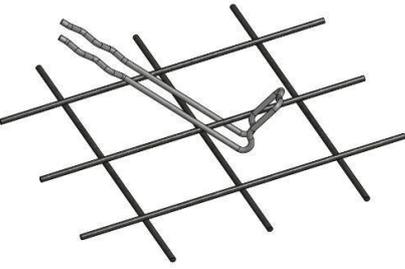
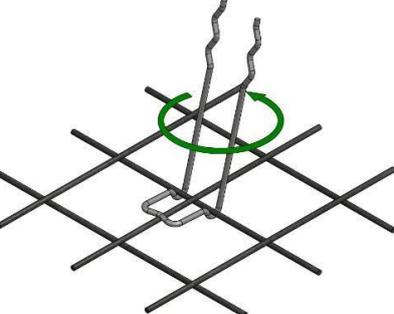
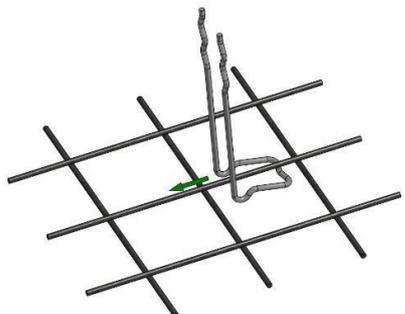
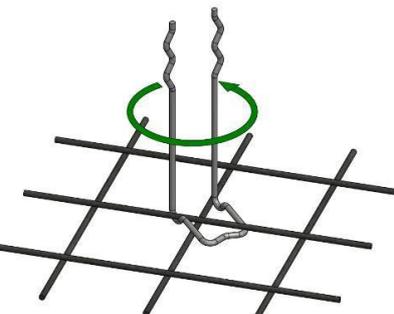
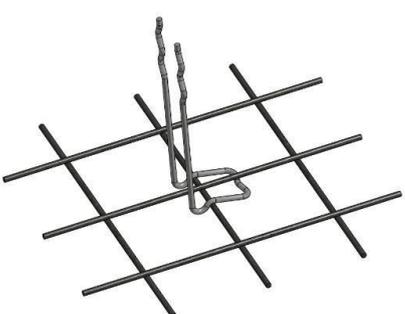
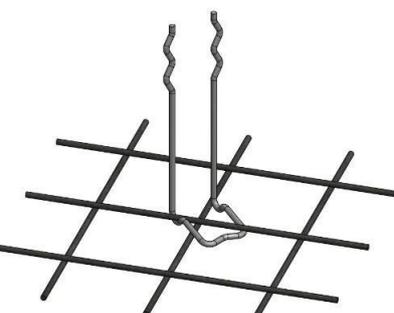
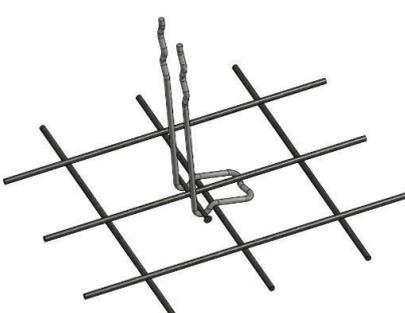
Las horquillas de conexión TVA disponibles se muestran a continuación en la Tabla 27.

**Tabla 27**

Diámetro del alambre mm	Horquilla en L TVA	Nº de Producto	Longitud L mm	Longitud desdoblada mm	Masa kg
3	3,0 -120	<b>43397</b>	120	372	0,018
	3,0 -140	<b>43398</b>	140	412	0,020
	3,0 -160	<b>43399</b>	160	452	0,022
	3,0 -190	<b>43400</b>	190	512	0,025
4	4,0 -160	<b>43401</b>	160	445	0,044
	4,0 -200	<b>43402</b>	200	525	0,048
	4,0 -230	<b>43575</b>	230	585	0,056
	4,0 -250	<b>43403</b>	250	625	0,062
	4,0 -280	<b>43404</b>	280	685	0,068
5	5,0 -200	<b>43405</b>	200	520	0,080
	5,0 -250	<b>43406</b>	250	620	0,095
	5,0 -280	<b>43407</b>	280	680	0,105
	5,0 -320	<b>43408</b>	320	760	0,117

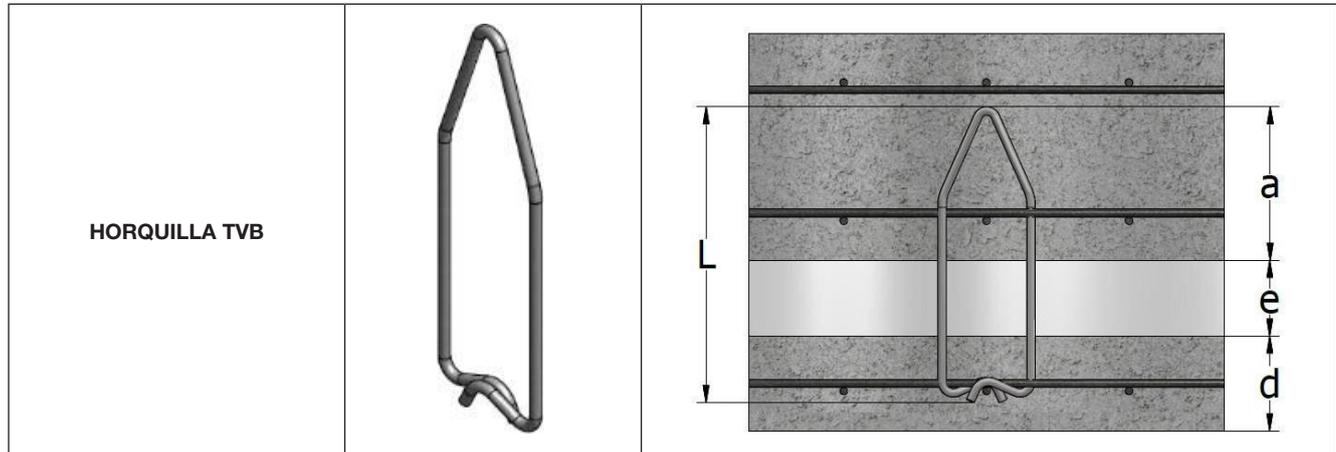
**COLOCACIÓN DE LA HORQUILLA TVA**

Tabla 28

Horquillas TVA de 3,0 y 4,0 mm de diámetro.		Horquilla TVA de 5,0 mm de diámetro.	
<p><b>1.</b> La horquilla TVA se introduce por debajo de una armadura de la capa superior de la malla y luego se eleva hasta la posición vertical.</p>		<p><b>1.</b> Una pata de la horquilla TVA se introduce por debajo de una armadura de la capa superior de la malla y luego se eleva hasta la posición vertical.</p>	
<p><b>2.</b> Se gira el anclaje en sentido antihorario.</p>		<p><b>2.</b> Una vez en vertical, se presiona el anclaje sobre la barra inferior.</p>	
<p><b>3.</b> El anclaje girado se deja en esta posición.</p>		<p><b>3.</b> La horquilla salta con una ligera presión.</p>	
<p><b>4.</b> El anclaje se ata en esta posición a la malla.</p>		<p><b>4.</b> Se introduce un clavo en esta posición por encima de los pliegues de la horquilla y por debajo de la barra superior.</p>	

### HORQUILLA DE CONEXIÓN TVB

Las horquillas TVB están fabricadas en alambre de acero inoxidable AISI 316 (W1.4401 – calidad A4) de 3,0 mm, 4,0 mm y 5,0 mm de diámetro. Este anclaje se puede usar como alternativa a la horquilla TVA.



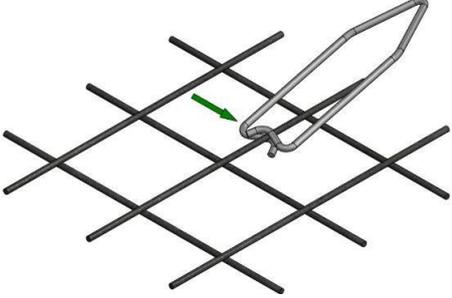
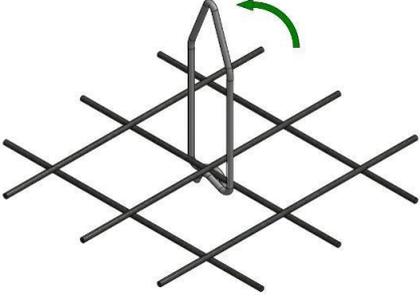
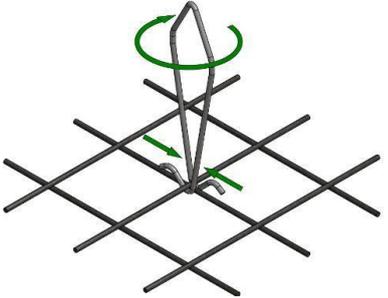
Las horquillas TVB disponibles se muestran en la Tabla 29 a continuación.

**Tabla 29**

Diámetro del alambre mm	Horquilla en L TVA	Nº de Producto	Longitud L mm	Longitud desdoblada mm	Masa kg
3	3,0 -150	<b>43390</b>	150	388	0,018
	3,0 -175	<b>43391</b>	175	428	0,020
	3,0 -200	<b>43392</b>	200	489	0,023
4	4,0 -160	<b>43393</b>	160	389	0,036
	4,0 -175	<b>43394</b>	175	429	0,040
	4,0 -200	<b>43395</b>	200	489	0,046
	4,0 -220	<b>46777</b>	220	519	0,053
	4,0 -250	<b>43396</b>	250	579	0,055
5	5,0 -250	<b>46778</b>	250	580	0,091
	5,0 -280	<b>45461</b>	280	640	0,101

**COLOCACIÓN DE LA HORQUILLA TVB**

**Tabla 30**

<p>1. Se fija el anclaje TVB a la barra superior de la malla. Esta queda entre los dos brazos del anclaje.</p>	
<p>2. Se tira del anclaje hacia arriba.</p>	
<p>3. Presionando simultáneamente sobre los dos brazos de la horquilla, se fija a la barra inferior de la malla girando en sentido horario.</p>	
<p>4. Posición intermedia tras la rotación.</p>	
<p>5. Posición final de la horquilla TVB.</p>	

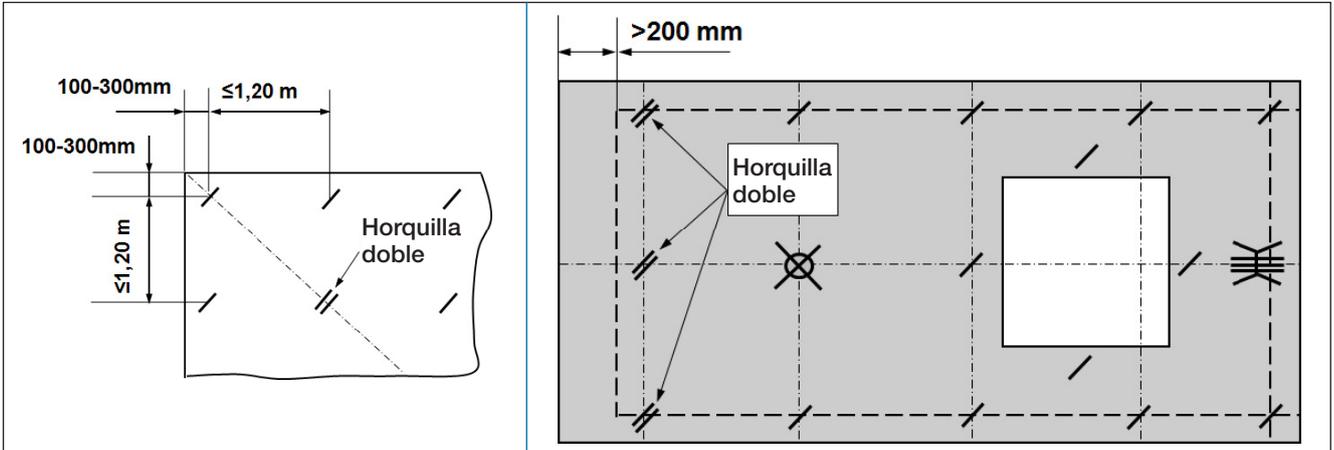
Las dimensiones de las horquillas TVA y TVB dependen de los espesores de la capa exterior y de la capa de aislamiento. Los valores máximos de **Sh** son los mismos que los indicados para la horquilla recta TVH.

**Tabla 31**

d mm		Espesor de la capa de aislamiento e [mm]											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
60	TVA	3 -140	3 -140	3 -160	4 -200				4 -250				
	TVB	3 -150			4 -175		4 -200			4 -250			
70	TVA	4 -160			4 -200			4 -250				5 -280	
	TVB	4 -160		4 -175		4 -200		4 -250				5 -280	
80	TVA	4 -160		4 -200				5 -250			5 -280		
	TVB	4 -160		4 -175		4 -200		Hay que aplicar horquilla de apoyo TVA.					
90	TVA	4 -160		4 -200			4 -250	5 -250		5 -280			
	TVB	4 -160		4 -175		4 -200		Hay que aplicar horquilla de apoyo TVA.					
100	TVA	4 -160		4 -200		5 -200		5 -250			5 -280		
	TVB	4 -160	4 -175		4 -200		Hay que aplicar horquilla de apoyo TVA.						
120	TVA	5 -200				5 -250			5 -280		5 -320		
	TVB	Hay que colocar horquillas TVA.											

### UBICACIÓN DE LAS HORQUILLAS DE CONEXIÓN

Las horquillas de conexión han sido ensayadas inicialmente. No es necesario realizar un dimensionado especial de estas horquillas si se cumplen los siguientes puntos y se usan en combinación con un anclaje portante cilíndrico o plano.



La distancia máxima entre horquillas no debe sobrepasar los 1,2 m. Para fuerzas de adhesión al encofrado altas, como con acabados texturizados, la distancia entre horquillas no debe superar los 0,9 m. La rejilla de posicionado para las horquillas no debe sobrepasar la proporción de 3:4 o no alcanzar el 4:3.

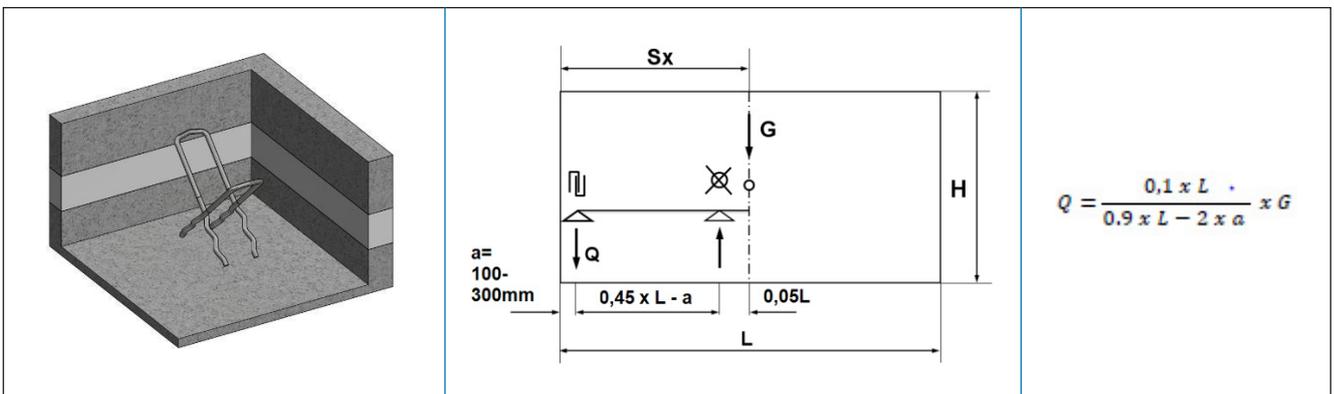
La segunda horquilla en la diagonal debe ser doble. Si se coloca un anclaje cilíndrico o plano en esa posición, se puede omitir la horquilla doble.

A veces la capa exterior sobresale más de 200 mm; en este caso, hay que usar horquillas dobles con  $d = 4,0$  m para la primera fila vertical.

### ANCLAJES ANTIGIRO

Los anclajes antigiro evitan que la capa exterior gire alrededor del anclaje portante. Para dimensionar el tipo de anclaje antigiro hay que tener en cuenta una excentricidad involuntaria en la instalación del anclaje portante (el anclaje portante se coloca un poco desviado de la línea vertical del centro de gravedad). Se asume que esta excentricidad es el 5 % de la longitud total del panel sándwich, con un valor mínimo de 100 mm. Cuando se usan al menos dos anclajes portantes para sostener la capa vista, no es necesario instalar un anclaje antigiro. El principio de distribución de carga es en este caso el de una viga biapoyada. La capa exterior está además unida a la capa portante mediante anclajes de conexión.

Tabla 32



Los anclajes antigiro están formados por dos horquillas insertadas una dentro de otra casi perpendiculares y situadas en un ángulo de 45° con la superficie del hormigón. Estos anclajes actúan como una bisagra. Dos horquillas rectas TVH de alambre de acero inoxidable AISI 316 (W1.4401 – calidad A4) de 4,0 mm o 5,0 mm de diámetro se usan como anclaje antigiro. Se puede usar un anclaje de pletina TFA como anclaje antigiro cuando la carga que actúa sobre el anclaje sobrepasa la carga que pueden soportar dos horquillas TVH cruzadas.

**Tabla 33**

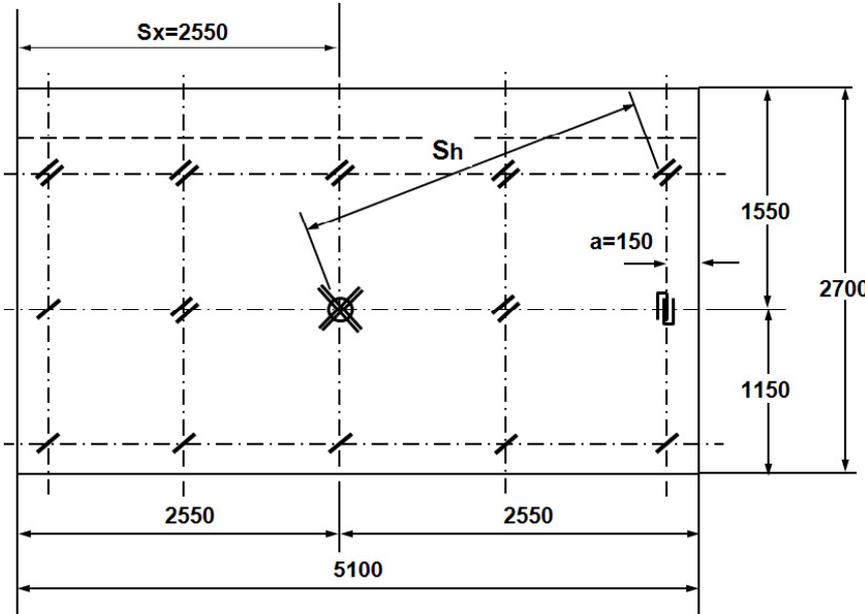
d mm	L mm	Ø mm	Espesor de la capa de aislamiento e [mm]												
			30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130 - 240		
60	200	4,0	3,3	3,3											
	200	5,0	6,9	6,9											
	250	4,0			3,3	3,1	2,7	2,2	1,9	1,6					
	250	5,0													
	280	4,0													
	280	5,0										3,9	3,5		
70	200	4,0	3,0	3,0											
	200	5,0	6,6	6,6											
	250	4,0			3,0	2,7	2,2	1,8	1,4	1,1					
	250	5,0			6,6	6,3	5,6	5,0	4,5	3,9					
	280	4,0													
	280	5,0										3,4	3,0		
80	200	4,0	2,4	2,4											
	200	5,0	6,0	6,0											
	250	4,0			2,4	2,0	1,6	1,1							
	250	5,0			6,0	5,6	5,0	4,4	3,8	3,3					
	280	4,0													
	280	5,0										2,8	2,2		
90	200	4,0		3,1	2,6										
	200	5,0		7,2	6,4										
	250	4,0				2,1	1,7	1,3	0,9						
	250	5,0				5,8	5,1	4,5	4,0	3,4					
	280	4,0													
	280	5,0										2,5	1,8		
120	200	4,0													
	200	5,0		5,8	5,0										
	250	4,0													
	250	5,0				4,4	3,7	3,1	2,6	2,0					
	280	4,0													
	280	5,0										1,1	1,1		

Se debe usar un anclaje de pletina TFA

La carga admisible de las horquillas cruzadas viene indicada en la Tabla 33. En el cálculo hay que considerar las cargas más desfavorables debidas al viento y a la temperatura. Con las indicaciones anteriores en mente, la carga en el anclaje antiguo se calcula mediante la fórmula incluida en la Tabla 32.

**EJEMPLOS DE CÁLCULO**

**EJEMPLO 1: PANEL SÁNDWICH SIN ABERTURAS**



Dimensiones del panel sándwich:

Longitud L = 5,1 m; altura h = 2,7 m  
 Espesor capa exterior d = 70 mm  
 Espesor capa de aislamiento e = 60 mm  
 Altura capa interior 2,2 m

Peso de la capa exterior:

$$G = 5,1m \times 2,7m \times 0,07m \times 25 \frac{kN}{m^3} = 24,1 kN$$

$$S_x = \frac{5,1m}{2} = 2,55m$$

**ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE ANCLAJE:**

Anclaje portante: anclaje cilíndrico TMA.

Capacidad de carga del anclaje = peso de la capa exterior 24,1 kN.

La Tabla 5 nos indica el diámetro de anclaje necesario, que dados un espesor de la capa de aislamiento de 60 mm y una carga admisible de 25,5 kN > 24,1 kN, sería un anclaje TMA de D = 127 mm.

La Tabla 2 nos da una altura del anclaje H = 175 mm (e = 60 mm; d = 70 mm).

Las barras de anclaje se seleccionan en la Tabla 4 en función del diámetro del anclaje, D = 127 mm, que se corresponde con 2 x 4 barras de 6 mm de diámetro y 700 mm de longitud.

De acuerdo con la Tabla 1, lo indicado sería un anclaje TMA - 1.5 - 175 - 127 (p. ej.: producto n.º 43418).

Anclaje antigiro necesario de la Tabla 33.

$$Q = \frac{0,1 \times L}{0,9 \times L - 2 \times a} \times G = \frac{0,1 \times 5,1}{0,9 \times 5,1 - 2 \times 0,15} \times 24,1 = 2,87 kN$$

Para e = 60 mm, d = 70 mm y una carga admisible Qadm = 6,3 kN > 2.87 kN, el resultado son dos anclajes TVH de 5,0 mm y L = 250 mm cruzados.

Los anclajes de conexión son horquillas rectas TVH.

Como la capa interior tiene una altura menor que la exterior 2,7 m - 2,2 m = 0,5 m > 0,2 m en la fila superior, hay que doblar el número de anclajes de conexión.

La Tabla 24 indica el anclaje TVH 4.0 - 200.

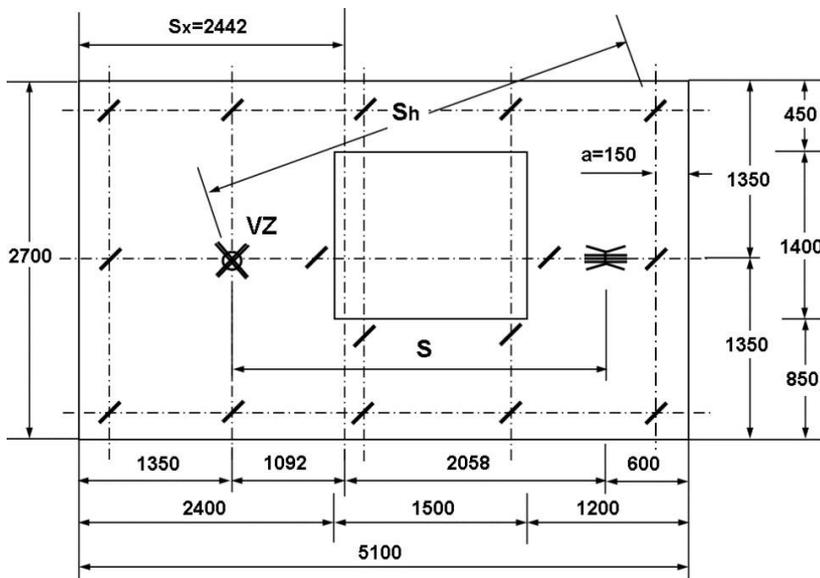
Comprobación de la distancia al centro de anclaje Sh. Sh = 2,6 m < Sh max = 4 m (Tabla 24). Se necesitan 20 anclajes TVH.

Conclusión: el sistema de anclaje para este panel sándwich sin aberturas consta de:

**Tabla 34**

Sistema de anclaje	Cantidad	Tipo de anclaje
Anclaje portante	1	TMA - 1,5 - 175 - 127
Anclaje de torsión	2	TVH - 5.0 - 250
Anclajes de conexión	20	TVH - 4,0 - 200

## EJEMPLO 2: PANEL SÁNDWICH CON UNA ABERTURA PARA VENTANA



### Dimensiones del panel sándwich:

Longitud  $L = 5,1$  m; altura  $h = 2,7$  m  
 Espesor capa exterior  $d = 70$  mm  
 Espesor capa de aislamiento  $e = 60$  mm  
 Dimensiones de la abertura:  $l_d = 1,5$  m;  $h_d = 1,4$  m  
 $A = 5,1 \times 2,7$  m =  $13,77$  m<sup>2</sup> ;  
 $A_d = 1,5 \times 1,4$  m =  $2,1$  m<sup>2</sup>

### Peso de la capa exterior:

$G = (13,77 \text{ m}^2 - 2,1 \text{ m}^2) \times 0,07 \text{ m} \times 25 \text{ KN/m}^3 = 20,4 \text{ KN}$

$$S_x = \frac{[13,77 \frac{5,1}{2} - 2,1 (2,4 + \frac{1,5}{2})]}{13,77 - 2,1} = 2,442 \text{ m}$$

### ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE ANCLAJE:

Anclajes portantes: un anclaje cilíndrico TMA y un anclaje de pletina TFA.

El anclaje TMA en el lado izquierdo a una distancia del borde  $x = 1,35$  m; y el anclaje TFA en el lado derecho a  $x = 4,5$  m.

$$\text{Carga del anclaje TMA} = 20,4 \times \frac{(4,5 - 2,442)}{4,5 - 1,35} = 13,33 \text{ kN}$$

$$\text{Carga del anclaje TFA} = 20,4 \times \frac{2,442 - 1,35}{4,5 - 1,35} = 7,07 \text{ kN}$$

Anclaje portante izquierdo: anclaje cilíndrico TMA.

La Tabla 5 nos indica el diámetro de anclaje necesario que, dados un espesor de la capa de aislamiento de 60 mm y una carga admisible de  $16,2 \text{ kN} > 13,33 \text{ kN}$ , sería un anclaje TMA de  $D = 76$  mm.

La tabla 2 nos da una altura del anclaje  $H = 175$  mm ( $e = 60$  mm;  $d = 70$  mm).

Las barras de anclaje se eligen en la Tabla 4 en función de diámetro del anclaje,  $D = 76$  mm, que se corresponde con  $2 \times 4$  barras de 6 mm de diámetro y 500 mm de longitud.

De acuerdo con la Tabla 1, lo indicado sería un anclaje TMA - 1.5 - 175 - 76 (p. ej.: producto n.º 43416).

Anclaje portante derecho: anclaje de pletina TFA.

La Tabla 16 nos indica la longitud de anclaje necesaria que, dados un espesor de la capa de aislamiento de 60 mm y una carga admisible de  $7,4 \text{ kN} > 7,07 \text{ kN}$ , sería un anclaje TFA de  $s = 1,5$  mm y  $L = 120$  mm. La Tabla 14 indica una altura de anclaje  $H = 175$  mm ( $e = 60$  mm;  $d = 70$  mm).

Las barras de anclaje se eligen de la Tabla 15 en función de la longitud de anclaje,  $L = 120$  mm, que corresponde a  $2 \times 5$  barras de 6 mm de diámetro y 400 mm de longitud.

Comprobación de la distancia entre el anclaje TFA y el centro de anclaje VZ.

Los anclajes de conexión son horquillas rectas TVH.

La tabla indica el anclaje TVH 4.0 - 200.

Comprobación de la distancia al centro de anclaje Sh:  $Sh = 3,795 \text{ m} < Sh_{\text{max}} = 4 \text{ m}$

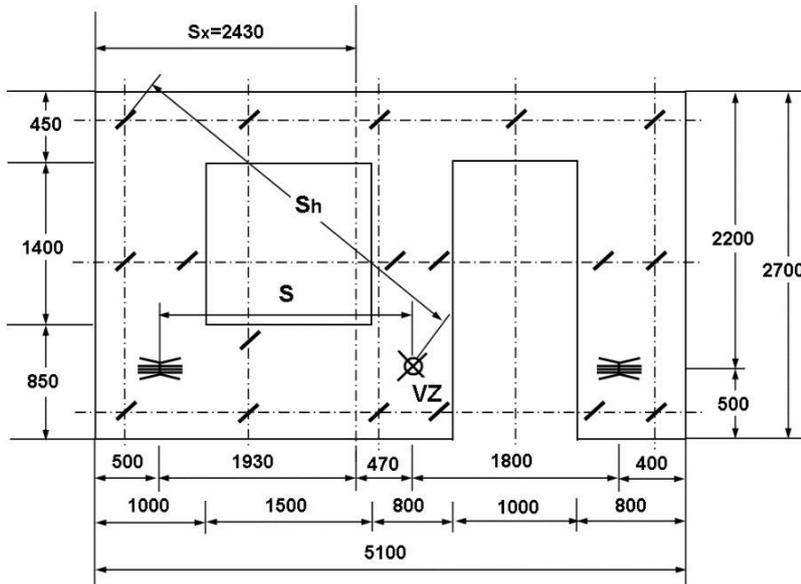
Se necesitan 16 anclajes TVH.

Conclusión: el sistema de anclaje para este panel sándwich con una abertura para ventana (Tabla 35) consta de:

**Tabla 35**

Sistema de anclaje	Cantidad	Tipo de anclaje
Anclaje portante - izquierdo	1	TMA - 1,5 - 175 - 76
Anclaje portante - derecho	2	TFA - 1,5 - 175 - 120
Anclajes de conexión	16	TVH - 4,0 - 200

**EJEMPLO 3: PANEL SÁNDWICH CON DOS ABERTURAS PARA VENTANA Y PUERTA**



**Dimensiones del panel sándwich:**

Longitud L = 5,1 m; altura h = 2,7 m  
 Espesor capa exterior d = 70 mm  
 Espesor capa aislante e = 60 mm  
 Dimensiones ventana: ld = 1,5 m; hd = 1,4 m  
 Dimensiones puerta: lu = 1,0 m; hu = 2,25 m

$A = 5,1 \times 2,7 = 13,77^2$  ;  
 $A_d = 1,5m \times 1,4m = 2,1m^2$  ;  
 $A_u = 1,0m \times 2,25m = 2,25m^2$

**Peso de la capa exterior:**

$G = (13,77 m^2 - 2,1 m^2 - 2,25 m^2) \times 0,07 m \times 25 KN/m^3 = 16,5 KNn$

$$S_x = \frac{[13,77 \times \frac{5,1}{2} - 2,1 \times (1,0 + \frac{1,5}{2}) - 2,25 \times (3,3 + \frac{1,0}{2})]}{2,43m} = 2,43m$$

**ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE ANCLAJE:**

Anclajes portantes: un anclaje de pletina TFA y un anclaje cilíndrico TMA.

El anclaje TFA en el lado izquierdo a una distancia del borde x = 0,5 m; y el anclaje TMA en el lado derecho a x = 2,9 m.

Capacidad de carga del anclaje TFA =  $16,5 \times \frac{2,9-2,43}{2,9-0,5} = 3,23 kN$

Capacidad de carga del anclaje TMA =  $16,5 \times \frac{2,43-0,5}{2,9-0,5} = 13,27 kN$

Anclaje portante izquierdo: anclaje de pletina TFA.

En la Tabla 16 buscamos la longitud necesaria del anclaje en función del espesor de la capa aislante, 60 mm, y la carga admisible, 4,5 kN > 3,23 kN, lo que nos da como resultado un anclaje TFA con s = 1,5 mm y L = 800 mm.

La tabla indica una altura de anclaje H = 175 mm (e = 60 mm; d = 70 mm).

Las barras de anclaje se eligen en función de la longitud del anclaje, L = 80 mm, que corresponde a 2 x 4 barras de 6 mm de diámetro y 400 mm de longitud.

Comprobación de la distancia entre el anclaje TFA y el centro de anclaje VZ.

Anclaje portante derecho: un anclaje cilíndrico TMA.

La Tabla 5 nos indica el diámetro de anclaje necesario que, dados un espesor de la capa aislante de 60 mm y una carga admisible de 16,2kN > 13,27 kN, sería un anclaje TMA de D = 76 mm y s = 1,5 mm.

La tabla 2 indica una altura de anclaje H = 175 mm (e = 60 mm; d = 70 mm).

Las barras de anclaje se seleccionan en la Tabla 2 en función de diámetro del anclaje, D = 76 mm, que se corresponde con 2 x 4 barras de 6 mm de diámetro y 500 mm de longitud.

De acuerdo con la Tabla 1, lo indicado sería un anclaje TMA – 1.5 -175 – 76 (p. ej.: producto n.º 43416).

**NOTA:** para evitar fisuras en la zona de la abertura de la puerta, hay que instalar un anclaje de pletina adicional en el lado derecho del hueco de la puerta.

Los anclajes de conexión son horquillas rectas TVH.

La Tabla 24 indica el anclaje TVH 4.0 – 200.

Comprobación de la distancia al centro de anclaje Sh: Sh = 3.41 m < Sh max = 4 m (Tabla 24).

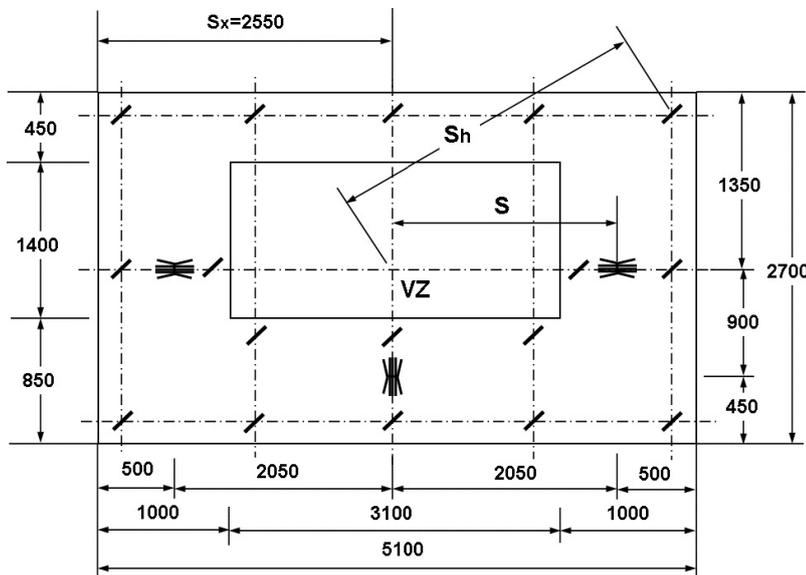
Se necesitan 18 anclajes TVH.

Conclusión: el sistema de anclaje para este panel sándwich con dos aberturas para ventana y puerta (Tabla 36) consta de:

**Tabla 36**

Sistema de anclaje	Cantidad	Tipo de anclaje
Anclaje portante - izquierdo	1	TFA – 1,5 - 175 - 80
Anclaje portante - derecho	1	TMA – 1,5 - 175 - 76
Anclaje portante - adicional	1	TFA – 1,5 - 175 - 80
Anclajes de conexión	18	TVH – 4,0 - 200

### EJEMPLO 4: PANEL SÁNDWICH CON UNA ABERTURA GRANDE PARA VENTANA



#### Dimensiones del panel sándwich:

Longitud  $L = 5.1$  m; altura  $h = 2.7$  m

Espesor capa exterior  $d = 70$  mm

Espesor capa de aislamiento  $e = 60$  mm

Dimensiones de la abertura:  $ld = 3.1$  m;  $hd = 1.4$  m

$A = 5.1 \text{ m} \times 2.7 = 13.77 \text{ m}^2$  ;

$A_d = 3.1 \text{ m} \times 1.4 \text{ m} = 4.34 \text{ m}^2$

#### Peso de la capa exterior:

$G = (13.77 \text{ m}^2 - 4.34 \text{ m}^2) \times 0.07 \text{ m} \times 25 \text{ KN/m}^3 = 16.5 \text{ KN}$

$$S_x = \frac{\left[ 13.77 \times \frac{5.1}{2} - 4.34 \times \left( 1.0 + \frac{3.1}{2} \right) \right]}{13.77 - 4.34} = 2.55 \text{ m}$$

#### ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE ANCLAJE:

Anclajes portantes: dos anclajes TFA.

Un anclaje TFA en el lado izquierdo a una distancia del borde  $x = 0.5$  m; y otro anclaje TFA en el lado derecho a  $x = 4.6$  m.

Capacidad de carga del anclaje TFA izquierdo =  $16.5 \times \frac{4.6 - 2.55}{4.6 - 0.5} = 8.25 \text{ kN}$

Capacidad de carga del anclaje TFA derecho =  $16.5 \times \frac{2.55 - 0.5}{4.6 - 0.5} = 8.25 \text{ kN}$

Anclajes portantes: un anclaje de pletina TFA a la izquierda y otro anclaje de pletina TFA a la derecha.

La Tabla 16 nos indica la longitud de anclaje necesaria que, dados un espesor de la capa de aislamiento de 60 mm y una carga admisible de  $10.2 \text{ kN} > 8.25 \text{ kN}$ , sería un anclaje TFA de  $L = 120$  mm y  $s = 2.0$  mm.

Otra variante: dos anclajes TFA de  $L = 160$  mm y  $s = 1.5$  mm con una carga admisible de  $10.3 > 8.25 \text{ kN}$ .

La tabla 14 indica una altura de anclaje  $H = 175$  mm ( $e = 60$  mm;  $d = 70$  mm).

Las barras de anclaje se eligen de la Tabla 15 en función de la longitud del anclaje,  $L = 120$  mm, que corresponde a  $2 \times 5$  barras de 6 mm de diámetro y 400 mm de longitud. Si se escoge un anclaje de pletina TFA de  $L = 160$  mm, las barras de anclaje son:  $2 \times 6$  barras de 6 mm de diámetro y 400 mm de longitud.

De acuerdo con la Tabla 12, lo indicado sería un anclaje TFA 2.0 - 175 - 120 (p. ej., producto n.º 44209). Comprobación de la distancia entre el anclaje TFA y el centro de anclaje VZ de acuerdo con la Tabla 20.

**NOTA:** de acuerdo con el plano, es necesario un anclaje de pletina TFA para reforzar el anclaje portante. Este anclaje recibe aproximadamente el 10 % de la carga de otros anclajes, es decir,  $1.65 \text{ kN}$ .

La Tabla 16 nos indica la longitud de anclaje necesaria que, dados un espesor de la capa de aislamiento de 60 mm y una carga admisible de  $4.5 \text{ kN} > 1.65 \text{ kN}$ , sería un anclaje TFA de  $L = 80$  mm y  $s = 1.5$  mm. La Tabla 14 indica una altura de anclaje  $H = 175$  mm ( $e = 60$  mm;  $d = 70$  mm).

Las barras de anclaje se eligen en la Tabla 15 en función de la longitud del anclaje,  $L = 80$  mm, que corresponde a  $2 \times 4$  barras de 6 mm de diámetro y 400 mm de longitud.

Los anclajes de conexión son horquillas rectas TVH.

La Tabla 24 indica el anclaje TVH 4.0 - 200.

Comprobación de la distancia al centro de anclaje  $Sh$ :  $Sh = 2.68 \text{ m} < Sh_{\text{max}} = 4 \text{ m}$  (Tabla 24).

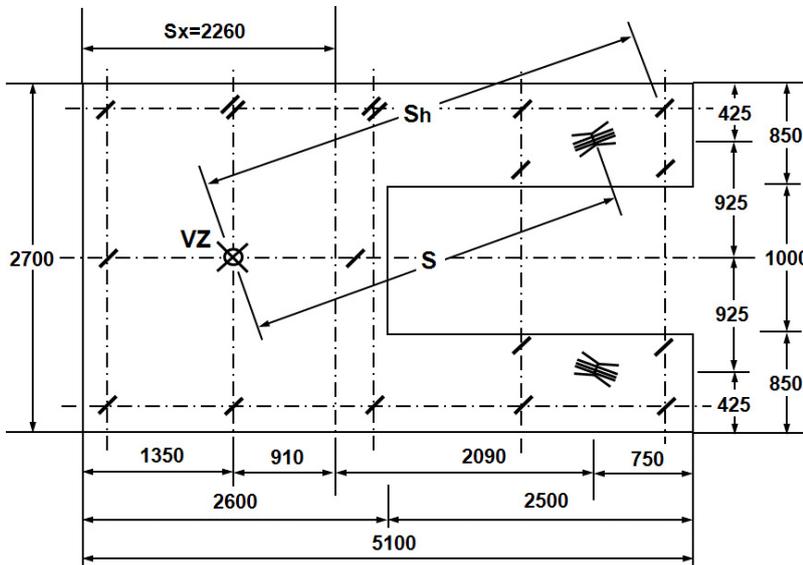
Se necesitan 17 anclajes TVH.

Conclusión: el sistema de anclaje para este panel sándwich con una abertura grande para ventana (Tabla 37) consta de:

Tabla 37

Sistema de anclaje	Cantidad	Tipo de anclaje
Anclaje portante - izquierdo	1	TFA - 2,0 - 175 - 120
Anclaje portante - derecho	1	TFA - 2,0 - 175 - 120
Anclaje portante - adicional	1	TFA - 1,5 - 175 - 80
Anclajes de conexión	17	TVH - 4,0 - 200

**EJEMPLO 5: PANEL SÁNDWICH CON UNA ABERTURA LATERAL GRANDE**



**Dimensiones del panel sándwich:**

Longitud L = 5.1 m; altura h = 2,7 m  
 Espesor capa exterior d = 70 mm  
 Espesor capa de aislamiento e = 60 mm  
 Dimensiones de la abertura: ld= 2,5 m;  
 hd = 1,0 m

A = 5,1m x 2,7m = 13,77m<sup>2</sup>;  
 Ad = 2,5 m x 1,0m = 2,5m<sup>2</sup>

**Peso de la capa exterior:**

G = (13,77m<sup>2</sup> - 2,5m<sup>2</sup>) x 0,07m x 25 kN/m<sup>3</sup> = 19,72 kN

$$S_x = \frac{\left[ 13,77 \times \frac{5,1}{2} - 2,5 \times \left( 2,6 + \frac{2,5}{2} \right) \right]}{13,77 - 2,5} = 2,26 \text{ m}$$

**ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE ANCLAJE:**

Anclajes portantes: un anclaje cilíndrico TMA y dos anclajes de pletina TFA.

Un anclaje TFA en el lado izquierdo a una distancia del borde x = 1,35 m; y dos anclajes TFA en el lado derecho a x = 4,35 m.

Capacidad de carga del anclaje TMA =  $19,72 \times (4,35 - 2,26) / (4,35 - 1,35) = 13,74 \text{ kN}$

Capacidad de carga de los anclajes TFA =  $19,72 \times (2,26 - 1,35) / (4,35 - 1,35) = 5,98 \text{ kN}$

Anclaje portante izquierdo: un anclaje cilíndrico TMA.

La Tabla 5 nos indica el diámetro de anclaje necesario que, dados un espesor de la capa de aislamiento de 60 mm y una carga admisible de 16,2 kN > 13,74 kN, sería un anclaje TMA de D = 76 mm.

La tabla 2 indica una altura de anclaje H = 175 mm (e = 60 mm; d = 70 mm).

Las barras de anclaje se seleccionan en la Tabla 2 en función de diámetro del anclaje, D = 76mm, que se corresponde con 2 x 4 barras de 6 mm de diámetro y 500 mm de longitud.

De acuerdo con la Tabla 1, lo indicado sería un anclaje TMA - 1.5 - 175 - 76 (p. ej.: producto n.º 43416).

Anclajes portantes derechos: dos anclajes de pletina TFA dispuestos en un ángulo  $\alpha = \text{atn}(0,925/3) = 17,1^\circ$  con la vertical. La carga de un anclaje TFA es:  $= 5,98 / (2 \times \cos 17,1^\circ) = 3,13 \text{ kN}$

La Tabla 16 nos indica la longitud de anclaje necesaria que, dados un espesor de la capa de aislamiento de 60 mm y una carga admisible 4,5 kN > 3,13 kN, indicando un anclaje TFA con s = 1,5 mm y L = 80 mm.

La tabla 14 indica una altura de anclaje H = 175 mm (e = 60 mm; d = 70 mm).

Las barras de anclaje se eligen en la Tabla 15 en función de la longitud del anclaje, L = 80 mm, que corresponde a 2 x 4 barras de 6 mm de diámetro y 400 mm de longitud.

Los anclajes de conexión son horquillas rectas TVH.

La Tabla 24 indica el anclaje TVH 4.0 - 200.

Comprobación de la distancia al centro de anclaje Sh: Sh = 3.795 m < Sh max = 4 m (Tabla 24).

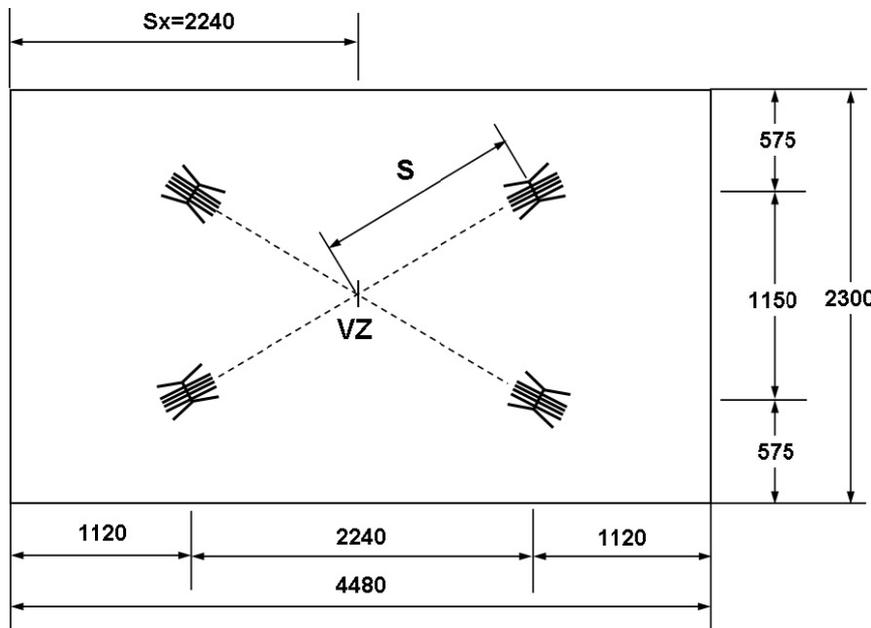
Se necesitan 18 anclajes TVH.

Conclusión: el sistema de anclaje para este panel sándwich con una abertura lateral grande (Tabla 38) consta de:

**Tabla 38**

Sistema de anclaje	Cantidad	Tipo de anclaje
Anclaje portante - izquierdo	1	TMA - 1,5 - 175 - 76
Anclaje portante - derecho	2	TFA - 1,5 - 175 - 80
Anclajes de conexión	18	TVH - 4,0 - 200

### EJEMPLO 6: PANEL SÁNDWICH SIN ABERTURAS



#### Dimensiones del panel sándwich:

Longitud  $L = 4,48 \text{ m}$ ; altura  $h = 2,3 \text{ m}$   
 Espesor capa exterior  $d = 150 \text{ mm}$   
 Espesor capa de aislamiento  $e = 90 \text{ mm}$   
 Presión de impacto del viento  $q = 0,8 \text{ kN/m}^2$

$$A = 4,48 \times 2,3 = 10,30 \text{ m}^2$$

Peso de la capa exterior:

$$G = 10,30 \text{ m}^2 \times 0,15 \text{ m} \times 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 38,64 \text{ kN}$$

$$S_x = \frac{4,48 \text{ m}}{2} = 2,24 \text{ m}$$

#### ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE ANCLAJE:

Anclajes portantes: cuatro anclajes de pletina TFA colocados como en el plano hacia el centro de anclaje.

Los anclajes se instalan a un ángulo  $\alpha = \text{atn}(2300/4480) = 27,1^\circ$

Las siguientes fuerzas actúan sobre cada anclaje:

$$Q = \frac{G}{4 \times \cos 27,1^\circ} = 10,85 \text{ kN}$$

$$N = N_g + N_w = 4,03 + 2,06 \text{ kN} = 6,09 \text{ kN}$$

$$N_g = G \times \frac{e+d}{2} \times 1,15 = 38,64 \times \frac{0,09+0,15}{2} \times 1,15 = 4,03 \text{ kN}$$

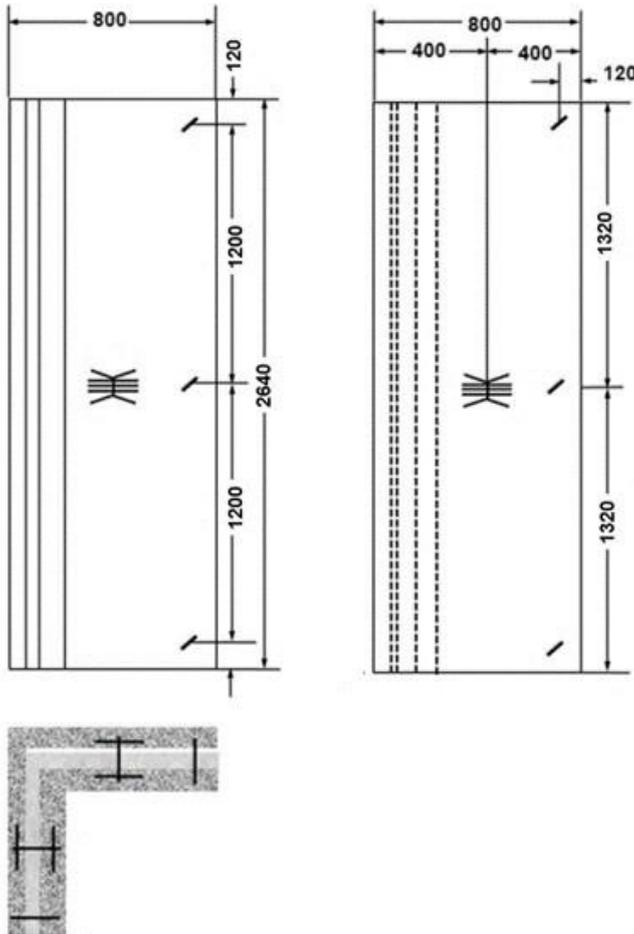
$$N_w = A \times \frac{q}{4} = 10,3 \times \frac{0,8}{4} = 2,06 \text{ kN}$$

La Tabla 17 nos indica la longitud de anclaje necesaria que, dados un espesor de la capa de aislamiento de 90 mm y una carga admisible 14,6 kN > 10,85 kN, indicando un anclaje TFA con  $s = 2,0 \text{ mm}$  y  $L = 200 \text{ mm}$ . La tabla 14 indica una altura de anclaje  $H = 200 \text{ mm}$  ( $e = 90 \text{ mm}$ ;  $d = 150 \text{ mm}$ ).

Las barras de anclaje se eligen en la Tabla 15 en función de la longitud del anclaje,  $L = 200 \text{ mm}$ , que corresponde a 2 x 6 barras de 6 mm de diámetro y 400 mm de longitud.

Se pueden instalar anclajes de conexión TVH constructivos a lo largo del borde del panel para asumir las posibles fuerzas de adhesión al encofrado al desmoldar.

**EJEMPLO 7: ANCLAJE DE UN ELEMENTO DE ESQUINA**



Dimensiones del panel sándwich:

Espesor capa exterior  $d = 60 \text{ mm}$

Espesor de la capa de aislamiento  
 $e = 50 \text{ mm}$

$A = (0,8\text{m} + 0,74\text{m}) \cdot 2,64\text{m} = 4,06\text{m}^2$

Peso de la capa exterior:

$$G = 4,06\text{m}^2 \times 0,06\text{m} \times 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 6,1 \text{ kN}$$

**ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE ANCLAJE:**

Anclajes portantes: dos anclajes TFA. Una fuerza actúa sobre cada anclaje::

$$Q = \frac{G}{2} = \frac{6,1}{2} = 3,05\text{kN}$$

La Tabla 16 nos indica la longitud de anclaje necesaria que, dados un espesor de la capa de aislamiento de 50 mm, y una carga admisible de  $7,7 \text{ kN} > 6,1 \text{ kN}$ , sería un anclaje TFA con  $s = 1,5 \text{ mm}$  y  $L = 120 \text{ mm}$ .

La tabla 14 indica una altura de anclaje  $H = 175 \text{ mm}$  ( $e = 50 \text{ mm}$ ;  $d = 60 \text{ mm}$ ).

Las barras de anclaje se eligen en la Tabla 15 en función de la longitud del anclaje,  $L = 120\text{mm}$ , que corresponde a 2 x 5 barras de 6 mm de diámetro y 400 mm de longitud.

Los anclajes de conexión son horquillas rectas TVH.

La Tabla 24 indica el anclaje TVH 3.0 – 160.

Se necesitan 6 anclajes TVH.



## TODAS LAS ESPECIFICACIONES PUEDEN CAMBIARSE SIN PREVIO AVISO

Terwa B.V. no es responsable de las desviaciones debidas al desgaste de los productos que ha entregado. Terwa B.V. tampoco es responsable por daños debidos a una manipulación y uso imprecisos y / o imprudentes de los productos que ha entregado y / o uso de los mismos para fines distintos de los previstos.

La responsabilidad de Terwa B.V. está además limitada de conformidad con el artículo 13 de las condiciones de "Metaalunie", condiciones que son aplicables para todas las entregas de Terwa B.V. El cumplimiento de todas las leyes de derechos de autor aplicables es responsabilidad del usuario. Sin limitar los derechos de autor, ninguna parte de esta documentación puede ser reproducida, almacenada o introducida en un sistema de recuperación, ni transmitida de ninguna forma ni por ningún medio (electrónico, mecánico, de fotocopiado, de grabación o de otro tipo), ni para ningún otro propósito, sin el permiso expreso por escrito de Terwa B.V.

