



Autorización técnica europea ETA-13/0256

Nombre comercial <i>Trade name</i>	DUROFIX II - Bloques de encofrado de hormigón con virutas de madera <i>DUROFIX II - shuttering blocks made of wood-chip concrete</i>
Titular de la autorización <i>Holder of approval</i>	Fixolite S.A. Rue Vandervelde 170 6230 Thimeon BELGICA
Objeto de la autorización y finalidad <i>Generic type and use of construction product</i>	Sistema de encofrado perdido no portador de carga "DUROFIX II" consistente en bloques de encofrado de hormigón de virutas de madera <i>Non-load bearing permanent shuttering kit "DUROFIX II" based on shuttering blocks of wood-chip concrete</i>
Validez: <i>Validity:</i>	del <i>from</i> hasta el <i>to</i>
Plantas de producción <i>Manufacturing plants</i>	Fixolite S.A. Rue Vandervelde 170 6230 Thimeon BELGICA Fixolite Via Delle Castelline 28 43019 Soragna (PR) ITALIA

Esta autorización incluye
This Approval contains

39 páginas inclusive 17 Anexos
39 pages including 17 annexes

I FUNDAMENTOS DE DERECHO Y DISPOSICIONES GENERALES

- 1 Esta autorización técnica europea ha sido otorgada por el instituto alemán para técnicas de construcción (Deutsches Institut für Bautechnik), de acuerdo con:
 - La directriz 89/106/EWG del Consejo del 21 de diciembre de 1988 para la armonización de las prescripciones legales y administrativas de los estados miembros referentes a productos de construcción¹, modificada por la directriz 93/68/EWG del Consejo² y la ordenanza (EG) No. 1882/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo³;
 - la Ley sobre la puesta en circulación y el libre tráfico de mercancías de productos de construcción para la implementación de la directriz 89/106/EWG del Consejo del 21 de diciembre de 1988 para la armonización de las prescripciones legales y administrativas de los estados miembros sobre productos de construcción y otros actos legales de las Comunidades Europeas (Ley de Productos de Construcción / Bauproduktengesetz - BauPG) del 28 de abril de 1998⁴, con última modificación por el art. 2 de la Ley del 8 de noviembre de 2011⁵;
 - las reglas comunes de procedimiento para la solicitud, preparación y concesión de autorizaciones técnicas europeas según el Anexo para decisiones 94/23/EG de la Comisión⁶;
 - la directriz para la autorización técnica europea de "Sistemas/conjuntos de encofrado consistentes en materiales aislantes térmicos y - ocasionalmente - hormigón", ETAG 009.
- 2 El Deutsches Institut für Bautechnik está facultado para verificar el cumplimiento de las determinaciones de esta autorización técnica europea. Esta comprobación puede ser realizada en las empresas fabricantes. Sin embargo, el titular de la autorización técnica europea sigue siendo responsable de la conformidad de los productos con la autorización técnica europea y su idoneidad para la finalidad de uso prevista.
- 3 Esta autorización técnica europea no puede ser transferida a otros fabricantes o representantes de fabricantes distintos a los indicados en la página 1 ni a otras plantas de fabricación distintas de las indicadas en la página 1 de esta autorización técnica europea.
- 4 El Deutsches Institut für Bautechnik puede revocar esta autorización técnica europea, especialmente en respuesta a una notificación de la Comisión basada en el art. 5, Apartado 1 de la directriz 89/106/EWG.
- 5 Esta autorización técnica europea solo puede ser reproducida íntegramente - incluso en caso de transmisión electrónica. Sin embargo, con el consentimiento por escrito del Deutsches Institut für Bautechnik, puede hacerse una reproducción parcial. Empero, una reproducción parcial debe estar marcada como tal. Los textos y dibujos de folletos publicitarios no deben contradecir la autorización técnica europea ni referirse a esta de forma indebida.
- 6 La autorización técnica europea es otorgada por la oficina autorizante en su idioma oficial. Esta versión corresponde íntegramente a la versión distribuida en la EOTA. Las traducciones a otros idiomas deben estar marcadas como tales.

¹ Boletín oficial de las Comunidades Europeas L 40 del 11 de febrero de 1989, p. 12
² Boletín oficial de las Comunidades Europeas L 220 del 30 de agosto de 1993, p. 1
³ Boletín oficial de las Comunidades Europeas L 284 del 31 de octubre de 2003, p. 25
⁴ Boletín legislativo federal (Bundesgesetzblatt) Parte I 1998, p. 812
⁵ Boletín legislativo federal (Bundesgesetzblatt) Parte I 2011, p. 2178
⁶ Boletín oficial de las Comunidades Europeas L 17 del 20 de enero de 1994, p. 34

II DETERMINACIONES ESPECIALES DE LA AUTORIZACIÓN TÉCNICA EUROPEA

1 Descripción del producto y de la finalidad de uso

1.1 Descripción del producto de construcción

1.1.1 Generalidades

El sistema de encofrado "DUROFIX II" es un conjunto de piezas para encofrados perdidos no portadores de carga que consta de bloques de encofrado standard y bloques de encofrado especiales (véase p.ej. Anexo 1) que pueden ser utilizados como encofrado para paredes de hormigón en obra, sin y con armado.

Los bloques de encofrado están compuestos por paredes de encofrado y nervios de hormigón de virutas de madera. Por regla general, los bloques de encofrado se utilizan tanto en paredes interiores portadoras de carga como para paredes exteriores portadoras de carga.

Los revestimientos no forman parte integrante del sistema de encofrado "DUROFIX II".

1.1.2 Bloques de encofrado standard

Los bloques de encofrado standard (véase Anexos 1 a 2 y 4 a 8) constan de paredes de encofrado interiores y exteriores y nervios de virutas de madera con aglutinante mineral (hormigón con virutas de madera) según EN 14474. Los bloques de encofrado standard de hormigón con virutas de madera son piezas prefabricadas de hormigón y pueden incorporar de fábrica forros aislantes térmicos según la serie de normas EN 13162 a EN 13171 para mejorar el aislamiento térmico (véase Apartado 2.1.2, Tabla 1). Están disponibles los siguientes bloques de encofrado:

- Bloques de encofrado standard D **con o sin** forro aislante térmico (Anexo 1)
- Bloques de encofrado standard G **con o sin** forro aislante térmico (Anexo 2)
- Bloques de encofrado standard HLS **sin** forro aislante térmico (Anexo 4)
- Bloques de encofrado standard DII y DIII **con o sin** forro aislante térmico (Anexo 5)
- Bloques H de encofrado D **con o sin** forro aislante térmico (Anexo 6)
- Bloques HI de encofrado D y B **con** forro aislante térmico (Anexo 7)
- Bloques RF de encofrado RF **sin** forro aislante térmico (Anexo 8)

Las paredes de encofrado de hormigón con virutas de madera son monocapa y, junto con los nervios de hormigón con virutas de madera, forman espesores de columna de hormigón de 80 mm a 420 mm y espesores de pared en el rango de 150 mm a 500 mm, tal como se indica en los Anexos 1 a 2 y 4 a 8. Tanto el espesor de las paredes de encofrado interiores como el espesor de las paredes de encofrado exteriores varían entre 25 mm y 80 mm. Los bloques de encofrado standard con espesores de pared interior y exterior iguales se utilizan también para paredes interiores. Los bloques de encofrado standard con una pared exterior de mayor espesor o con forros aislantes térmicos se utilizan por regla general para paredes exteriores portadoras de carga. El espesor del forro aislante térmico está situado entre 20 mm y 280 mm (véase Anexos 1 a 2 y 5 a 7). La longitud de los bloques de encofrado standard se encuentra entre 497 mm y 997 mm, y la altura es de 248 mm (véase Anexos 1 a 2 y 4 a 8).

Dependiendo del tipo de bloque de encofrado, los extremos verticales de los bloques de encofrado tienen forma lisa o forma de caja y espiga, y forman una junta estanca. Los lados superior e inferior de las paredes del encofrado no forman una junta estanca por moldeado; sin embargo, el rozamiento de contacto en la junta horizontal entre los lados superior e inferior de las paredes de encofrado garantiza una suficiente aseguración posicional durante la colocación de los bloques de encofrado standard y durante los trabajos de

hormigonado.

Los bloques de encofrado standard se colocan en seco con juntas verticales desplazadas entre sí (aparejo de mampostería).

En conjunto, los bloques de encofrado standard se entrelazan entre sí y se colocan tanto en sentido horizontal como vertical formando un encofrado estanco y estable. Mediante el posterior hormigonado de los bloques de encofrado standard se conforma una pared. El encofrado se utiliza para la construcción de paredes de hormigón sin armado junto con hormigón de la clase de solidez C 16/20 (según EN 206-1) o para la construcción de paredes de hormigón armado junto con hormigón de clase de solidez en el rango de C 20/25 a C 50/60 (según EN 206-1).

1.1.3 Bloques de encofrado especiales

Los bloques de encofrado especiales son bloques de encofrado complementarios con formas especiales para la realización de detalles constructivos como esquinas, intradoses, dinteles etc.

1.1.3.1 Bloques de encofrado a tope / bloques de encofrado universales (Anexo 3)

Los bloques de encofrado a tope y los bloques de encofrado universales están conformados de la misma manera que los bloques de encofrado standard descritos anteriormente, véase Apartado 1.1.2.

1.1.3.2 Bloques de encofrado de dintel

Los bloques de encofrado de dintel se fabrican a partir de bloques de encofrado standard DII y DIII (véase Apartado 1.1.2 y Anexo 5) mediante el recortado de un nervio final de estos bloques de encofrado. La altura máxima de la pared de encofrado de los bloques de encofrado de dintel no debe sobrepasar los 0,50 m.

1.2 Finalidad

El juego de piezas está previsto para la edificación de paredes interiores y exteriores que pueden ser realizadas tanto por encima como por debajo del nivel del suelo y, respectivamente, portadoras o no portadoras de carga, incluyendo aquellas paredes que están sujetas a prescripciones de protección antiincendios.

Si este tipo de construcción se utiliza en el subsuelo, dependiendo de si está sometida o no a la presión del agua, se tiene que prever una estanqueización que se adecúe a las regulaciones nacionales. La estanqueización se debe proteger contra daños debidos a influencias mecánicas mediante un revestimiento a prueba de impactos.

Según EOTA TR 034 valen las siguientes categorías de aplicación:

- Categoría IA 2: Producto sin contacto directo con (p.ej. producto con revestimiento cobertor) pero con posibles efectos sobre el aire del recinto interior.
- Categoría S/W 3: Producto sin contacto con y sin efectos sobre la humedad del suelo ni aguas freáticas ni superficiales.

Las determinaciones de esta autorización técnica europea se basan en un período supuesto para la utilización del conjunto de piezas de encofrado de 50 años, suponiendo que se cumplan las condiciones especificadas en los Apartados 4.2, 5.1 y 5.2 para el embalaje, el transporte, el almacenamiento, el montaje, la utilización, el mantenimiento y la reparación. Las indicaciones sobre el período de utilización no se pueden interpretar como una garantía del fabricante, sino que se consideran solo como un medio auxiliar para la elección de los productos correctos bajo el aspecto del período de utilización comercial adecuado esperado para la construcción.

Para la finalidad prevista es importante proteger esta forma de construcción contra influencias climáticas

2 Características del producto y métodos de comprobación

2.1 Características del producto

2.1.1 Generalidades

El conjunto de piezas de encofrado "DUROFIX II" está compuesto por los bloques de encofrado siguientes:

- Bloques de encofrado standard y
 - bloques de encofrado especiales,
- véase Apartado 2.1.2 y 2.1.3.

2.1.2 Bloques de encofrado standard

Los bloques de encofrado standard (compuestos por paredes de encofrado y nervios de hormigón con virutas de madera) corresponden a las informaciones y dibujos en los Anexos 1 a 2 y 4 a 8.

Las características geométricas de los bloques de encofrado standard están incluidas en los Anexos 1 a 2 y 4 a 8. Los requisitos de los bloques de encofrado standard respecto a sus características geométricas están indicados en EN 15498, Apartados 4.2.1 y 5.2.1.

Para la fabricación de bloques de encofrado de hormigón con virutas de madera solo se puede utilizar hormigón con virutas de madera según EN 14474.

La densidad aparente seca ρ_{dry} del hormigón con virutas de madera de los bloques de encofrado standard es de

- 510 kg/m³ (véase Anexo 1 y 2) y
- 800 kg/m³ (véase Anexo 4 a 8).

La densidad media aparente seca puede desviarse, según EN 15498, Apartados 4.2.2 y 5.2.2, como máximo en $\pm 10 \%$ del valor declarado.

El valor mínimo de la resistencia a la tracción de los nervios de hormigón con virutas de madera $f_{t,m}$ según EN 15498, Apartados 4.2.6 y 5.2.6 debe corresponder como mínimo al valor determinado según EN 15498, Anexo B, Apartado B.4.2.

Los forros de aislamiento térmico utilizados (véase Anexos 1 a 2 y 5 a 7) deben corresponder a la serie de normas EN 13162 a EN 13171. Los forros de aislamiento térmico están compuestos por los materiales de aislamiento siguientes:

- Lana mineral y
- poliestireno expandido.

Los parámetros y propiedades de material de los forros de aislamiento térmico están indicados en la Tabla 1.

Tabla 1: Parámetros y propiedades de material de los forros de aislamiento térmico

Forros de aislamiento térmico	Norma	Referencia de designación de los forros de aislamiento térmico (véase Anexos 1 a 2 y 5 a 7)	Valor medio de la densidad aparente	Valor nominal de la conductividad térmica	Reacción al fuego: Clase según EN 13501-1 véase Apartado 2.2.3.1	
			ρ	λ_D	Forro de aislamiento térmico	Bloques de encofrado con forro de aislamiento térmico
			[kg/m ³]	[W/(m×K)]		
Lana mineral (MW)	EN 13162	MW-EN13162-T5-DS(T+)-DS(TH)-CS(10)40-TR15-WS-WL(P)	70,0	0,039	A1	B-s1, d0
Poliestireno expandido (EPS)	EN 13163	EPS-EN13163-T1-L1-W1-S1-P3-DS(70,-)3-BS100-CS(10)60-DS(N)5	17,0	0,038	E	E

Las propiedades de material, medidas y tolerancias de los bloques de encofrado standard no indicadas en los Anexos 1 a 2 y 4 a 8 se deberán tomar de la documentación técnica⁷ de la ETA.

2.1.3 Bloques de encofrado especiales

Los bloques de encofrado especiales corresponden a las informaciones y representaciones de Anexo 3. Los bloques de encofrado especiales comprenden:

- Bloques de encofrado a tope / bloques de encofrado universales y
- bloques de encofrado para dintel.

Los bloques de encofrado especiales se conforman de la misma manera que los bloques de encofrado standard descritos anteriormente, véase Apartado 1.1.2.

Los bloques de encofrado especiales consisten en paredes de encofrado y nervios de virutas de madera aglutinadas con mineral (hormigón con virutas de madera), el mismo material que los bloques de encofrado standard, descrito en Apartado 2.1.2, y pueden tener forros aislantes térmicos incorporados de fábrica.

2.2 Procedimiento de comprobación

2.2.1 Generalidades

La valoración de la utilizabilidad del sistema de encofrado para la finalidad de uso prevista ha sido realizada de acuerdo a ETAG 009, la directriz para la autorización técnica europea para "Juegos/sistemas de encofrado perdido no portadores de carga consistentes en bloques de encofrado/cerramiento o elementos de materiales aislantes térmicos y - ocasionalmente - de hormigón" en la versión de junio 2002.

⁷

La documentación técnica de la ETA está depositada en el DIBt y se entregará a estos en la medida en que sea relevante para las indicaciones de los estamentos autorizados participantes en el procedimiento de certificación de conformidad.

La ETA es otorgada para el conjunto de encofrado "DUROFIX II" sobre la base de indicaciones acordadas, las cuales están depositadas en el Deutsches Institut für Bautechnik y que identifican el juego de piezas de encofrado analizado y evaluado. Modificaciones en el proceso de fabricación, las piezas que forman el conjunto o sus componentes, que pudieran conducir a que las indicaciones depositadas ya no fueran correctas, deberán ponerse en conocimiento del Deutsches Institut für Bautechnik antes de la implementación de estos cambios. El Deutsches Institut für Bautechnik decidirá entonces si estos cambios influyen en la ETA y, con ello, en la validez del marcado CE otorgado en base a la ETA, y si este fuera el caso, si es necesaria una nueva valoración y/o modificación del la ETA.

2.2.2 Requisito esencial 1: Solidez mecánica y estabilidad posicional

2.2.2.1 Conformación geométrica del núcleo de hormigón portador de carga

Las paredes edificadas con bloques de encofrado "DUROFIX II" se consideran, bajo condiciones de uso final, paredes de tipo enmallado según ETAG 009, Apartado 2.2.

2.2.2.2 Eficiencia en la incorporación del hormigón

Observando las instrucciones del Apartado 4.2 y las instrucciones de montaje del fabricante, es posible la incorporación eficiente del hormigón sin que se produzca un colapso del encofrado ni una formación de huecos o un insuficiente recubrimiento con hormigón en el interior de las columnas de hormigón.

Los requisitos de ETAG 009, Apartado 6.1.2. se cumplen satisfactoriamente.

2.2.2.3 Posibilidad de armado

Las indicaciones de Apartado 4.2.2 y las de las instrucciones de montaje del fabricante son adecuadas para la incorporación de armados de acero para paredes según EN 1992-1-1 o las correspondientes regulaciones nacionales.

Los requisitos de ETAG 009, Apartado 6.1.3. se cumplen satisfactoriamente.

2.2.3 Requisito esencial 2: Protección contra incendios

2.2.3.1 Reacción al fuego⁸

Los bloques de encofrado "DUROFIX II" de hormigón con virutas de madera con espesores de pared de las paredes interiores del encofrado $t_{s1} \leq 30$ mm o bien de las paredes exteriores del encofrado $t_{s2} \leq 30$ mm y

- **sin** forros aislantes térmicos (véase Anexos 1 a 2 y 4 a 6 y 8) cumplen los requisitos de la clase Class B-s1, d0 según EN 13501-1 o bien
- **con** forros aislantes térmicos (véase Anexos 1 a 2 y 5 a 7) cumplen los requisitos de los criterios de clasificación de Tabla 1 según EN 13501-1.

Todos los demás bloques de encofrado "DUROFIX II" de hormigón con virutas de madera **con o sin** forros aislantes térmicos (véase Anexos 1 a 2 y 4 a 8) cumplen los requisitos de la clase F según EN 13501-1.

2.2.3.2 Resistencia al fuego

Las paredes se exponen al fuego solo en un lado.

Para paredes de tipo enmallado según ETAG 009, Anexo C, Tabla 1 el supuesto de que la pared solo está expuesta al fuego en una cara vale solo para los bloques de encofrado "DUROFIX II" de hormigón con virutas de madera con espesores de pared de las paredes interiores del encofrado $t_{s1} \leq 30$ mm o bien de las paredes exteriores del encofrado $t_{s2} \leq 30$ mm y

- **sin** forros aislantes térmicos o bien
- **con** forros aislantes térmicos de lana mineral en forma de lana pétrea.

⁸

Aún no existe un escenario de referencia europeo para el comportamiento contra incendios de fachadas. En algunos países miembros, la clasificación de conjuntos de piezas de encofrado perdido según EN 13501-1:2002 posiblemente no sea suficiente para su utilización en fachadas. Para corresponder a las prescripciones de tales estados miembros puede ser necesaria una valoración adicional de conjuntos de piezas de encofrado perdido según determinaciones nacionales (p.ej. en base a un ensayo a gran escala), hasta que se haya complementado el sistema de clasificación europeo.

Estos bloques de encofrado "DUROFIX II" cumplen los requisitos de la clase Class B-s1, d0 según EN 13501-1 (véase Apartado 2.2.3.1). En este caso, las paredes portadoras de carga ("REI") con clase de solidez mínima de hormigón C16/20 cumplen el criterio "REI" según Tabla 2.

Tabla 2: Determinación del "REI" para paredes portantes

Dimensiones mínimas de las columnas de hormigón	"REI"
100	30
120	60
150	90
170	120

Para todos los demás bloques de encofrado "DUROFIX II" de hormigón con virutas de madera **con o sin** forro aislante térmico que cumplan los requisitos de la clase F según EN 13501-1 (véase Apartado 2.2.3.1) y para los cuales por ello no se cumplen los requisitos para la aplicación de ETAG 009, Anexo C, Tabla 1 (materiales que se pueden fundir o que son fácilmente inflamables de las paredes del encofrado y/o del forro aislante térmico) se parte de la base de que las columnas de hormigón están sometidas al fuego en más de una cara; las medidas mínimas de estas columnas de hormigón se deducen de ETAG 009, Anexo C, Tabla 2. En este caso, las paredes portantes ("R") con la clase de solidez mínima del hormigón de C16/20 cumplen el requisito "R" de Tabla 3.

Tabla 3: Determinación de "R" para paredes portantes

Dimensiones mínimas de las columnas de hormigón	"R"
150	30
200	60
240	90
280	120

Las premisas para la clasificación según Tabla 2 y Tabla 3 son:

- En el dimensionamiento del edificio deben considerarse los efectos a consecuencia del fuego. En especial, los forzados por dilataciones térmicas no deberían ser demasiado elevados y se deberán prever juntas a tal efecto en el edificio. Se regirá según las reglas vigentes en el lugar de utilización. Los requisitos constructivos para la construcción en las condiciones habituales vigentes en el lugar de utilización pueden requerir dimensionamientos mayores. Se debe observar que el recubrimiento del armado con hormigón cumpla las prescripciones vigentes en el lugar de utilización.
- Se utilizará hormigón normal, como en EN 206-1 o bien EN 1992-1-1. Mientras no entren en vigor las normas europeas EN 206-1 o bien EN 1992-1-1, es admisible un hormigón equivalente según las prescripciones nacionales vigentes en el lugar de utilización. La solidez del hormigón debe estar comprendida entre C16/20 y C50/60 según EN 206-1. En caso de que no se disponga de la norma europea EN 206-1, también se considera adecuado un hormigón según las prescripciones nacionales vigentes en el lugar de utilización con una resistencia a la presión que esté comprendida en el rango indicado anteriormente.
- Los bloques de encofrado deben ser revocados en ambos lados, o, por lo menos, las juntas deberán estar revocadas con mortero en ambos lados. El mortero para el revoque o relleno de juntas deberá ser a base de materiales de relleno inorgánicos, yeso, cemento o cal, o combinaciones adecuadas de estos tres aglomerantes.

Nota: La clasificación respecto a la resistencia al fuego de las paredes fabricadas con el sistema de encofrado "DUROFIX II" solo es válida para paredes sin aberturas (p.ej. ventanas o

puertas).

2.2.4 Requisito esencial 3: Higiene, salud y protección medioambiental

2.2.4.1 Contenido y/o liberación de materias peligrosas

La composición química del sistema/conjunto de piezas de encofrado debe corresponder a la documentación depositada en el DIBt.⁹

En base a la composición química del sistema de encofrado "DUROFIX II", el producto no contiene materias peligrosas según directriz 67/548/EWG, disposición (EG) No. 1272/2008 y/o "Indicative list on dangerous substances (lista indicativa de materias peligrosas)" del EGDS (Grupo de Expertos para Materias Peligrosas en la Comisión Europea) con la excepción de hexabromociclododecanos (HBCDD).

El contenido (partes peso) de HBCDD es < 1 %.

Nota: Para materias peligrosas que están supeditadas al ámbito de validez de la directriz de productos de construcción y para los cuales:

- no están incluidos métodos de valoración o demostración en la ETA o
- se aplica la opción "No se ha determinado la prestación (característica), o
- los métodos de valoración y demostración elegidos no corresponden a los requisitos regulatorios de un estado miembro individual,

se requerirá una valoración suplementaria a nivel nacional.

2.2.4.2 Permeabilidad al vapor de agua

El valor de la cifra de resistencia a la difusión de vapor de agua para el hormigón con virutas de madera es de $\mu = 7$ (tanto para el estado húmedo como para el estado seco).

Los valores de la cifra de resistencia a la difusión del vapor de agua para las columnas de hormigón, dependiendo del tipo y densidad aparente y de los forros aislantes térmicos (véase Apartado 2.1.2, Tabla 1), están tabulados en EN ISO 10456.

Suponiendo estos valores, la demostración del aporte máximo anual de agua de condensación en el interior de la pieza constructiva se encuentra en el lado seguro según EN ISO 13788.

2.2.4.3 Absorción de agua

Los requisitos de ETAG 009, Apartado 6.3.3. se cumplen satisfactoriamente.

2.2.4.4 Estanqueidad al agua

Ya que los revestimientos cobertores no forman parte integrante del sistema de encofrado "DUROFIX II", se aplica la opción "No se ha determinado prestación" de ETAG 009, Tabla 3.

2.2.5 Requisito esencial 4: Seguridad de utilización

2.2.5.1 Adherencia entre las paredes del encofrado de hormigón con virutas de madera y las columnas de hormigón y resistencia contra impactos

La adherencia debe corresponder como mínimo a la resistencia de los bloques de encofrado frente a la presión del hormigón fresco, véase Apartado 2.2.5.2.

Para paredes de hormigón (sin tener en cuenta los revestimientos) construidas con el sistema de encofrado "DUROFIX II" y planificadas y construidas según EN 1992-1-1 o bien, en caso de no disponer de EN 1992-1-1, según prescripciones nacionales, se puede presuponer que las columnas de hormigón aseguran - con uso normal - una suficiente resistencia contra impactos de toda la pared.

Los requisitos de ETAG 009, Apartado 6.4.1. se cumplen satisfactoriamente.

⁹

Complementando a las determinaciones específicas de esta autorización técnica europea referidas a materias peligrosas, los productos del ámbito de validez de esta autorización pueden estar supeditados a otros requisitos (p.ej. legislación europea implementada y prescripciones legales y administrativas nacionales). Para cumplir las determinaciones de la directriz de productos de construcción, en caso dado también se deberán cumplir estos requisitos.

2.2.5.2 Resistencia a la presión de hormigón fresco

Para garantizar la resistencia a la presión del hormigón fresco según EN 15498, Anexo A, el valor mínimo de resistencia a la tracción de los nervios de hormigón con virutas de madera $f_{t,m}$ y el valor mínimo de resistencia a flexo-tracción de las paredes de encofrado de hormigón con virutas de madera $f_{f,m}$ según EN 15498, Apartados 4.2.6 y 5.2.6 deben corresponder como mínimo a los valores determinados según EN 15498, Anexo B, Apartado B.4.2 y Anexo C, Apartado C.4.2. El valor mínimo de la resistencia a la tracción de las paredes de encofrado de hormigón con virutas de madera en sentido vertical a la superficie vista f_{tp} debe ser de por lo menos 0,15 MPa.

Los requisitos de ETAG 009, Apartado 6.4.2. se cumplen satisfactoriamente.

2.2.5.3 Seguridad contra daños a las personas por contacto superficial

Los bloques de encofrado no muestran cantos cortantes o agudos en estado suministrado a la obra.

Ya que debido a la consistencia rugosa de la superficie de los bloques de encofrado existe el riesgo de heridas por rozamiento o corte (para personas), durante los trabajos en la obra se deberían llevar guantes.

2.2.6 Requisito esencial 5: Protección acústica

2.2.6.1 Amortiguación de sonido a través del aire

Se aplica la opción "No se ha determinado prestación (característica)" de ETAG 009, Tabla 3.

2.2.6.2 Absorción de sonido

Se aplica la opción "No se ha determinado prestación (característica)" de ETAG 009, Tabla 3.

2.2.7 Requisito esencial 6: Ahorro energético y aislamiento térmico

2.2.7.1 Resistencia térmica

El valor nominal de la resistencia térmica $R_{D,wall}$ de paredes de bloques de encofrado de hormigón con virutas de madera en condiciones de uso final (bloques de encofrado con columnas de hormigón y eventuales forros aislantes térmicos, pero sin revestimiento) es la suma del valor nominal de la resistencia térmica de los bloques de encofrado de hormigón con virutas de madera $R_{D,block}$, de las columnas de hormigón $R_{D,concrete}$ y, eventualmente, del forro aislante térmico $R_{D,insulation}$. El cálculo del valor nominal de la resistencia térmica de los bloques de encofrado de hormigón con virutas de madera $R_{D,block}$ se determina según EN ISO 6946 con un valor nominal de conductividad térmica λ_D de bloques de encofrado de hormigón con virutas de madera como se indica en Tabla 4, dependiendo de la densidad aparente en seco ρ_{dry} , el cálculo del valor nominal de la resistencia térmica de las columnas de hormigón $R_{D,concrete}$ se realiza según EN ISO 6946 con la conductividad térmica λ de las columnas de hormigón dependiendo de los valores tabulados en EN ISO 10456 para la densidad aparente ρ y el cálculo del valor nominal de la resistencia térmica del forro aislante térmico $R_{D,insulation}$ se realiza según EN ISO 6946 con un valor nominal de conductividad térmica λ_D del forro aislante térmico como se indica en Tabla 1.

Tabla 4: Valor nominal de la conductividad térmica de hormigón con virutas de madera

Densidad aparente en seco ρ_{dry} [kg/m ³]	Valor nominal de la conductividad térmica λ_D^* [W/(m × K)]
510	0,120
800	0,170

* El valor nominal de la conductividad térmica λ_D corresponde a una temperatura de 23 °C con una humedad relativa del aire del 50 %
El factor de conversión para el contenido de humedad a una temperatura de 23 °C y una humedad relativa del 50 % es de: $F_m = 1,130$

Las paredes de bloques de encofrado constan de capas térmicamente homogéneas y térmicamente no homogéneas según EN ISO 6946. El valor nominal de la resistencia térmica $R_{D,wall}$ de paredes de bloques de encofrado de hormigón con virutas de madera en condiciones de uso final (bloques de encofrado con columnas de hormigón y eventuales forros aislantes térmicos, pero sin revestimiento) se calcula según los tres métodos siguientes:

1. Cálculo de la pared con tres capas térmicamente homogéneas según EN ISO 6946, Apartado 6.1, sin tener en cuenta los nervios:
 - Pared interior del encofrado de hormigón con virutas de madera,
 - columna de hormigón y
 - pared exterior del encofrado de hormigón con virutas de madera.

Este método de cálculo determina el valor nominal mínimo para la resistencia térmica $R_{D,wall}$ de paredes de bloques de encofrado de hormigón con virutas de madera.

2. Cálculo de la pared con capas térmicamente homogéneas y térmicamente no homogéneas paralelas a la superficie de la pared según EN ISO 6946, Apartado 6.2. Para simplificar el cálculo es posible sustituir las pestañas horizontales de hormigón semicirculares reales A_R (vaciados en los nervios) entre las cámaras de las columnas de hormigón por modelos de superficies rectangulares A_R , véase fig. 1 a continuación.

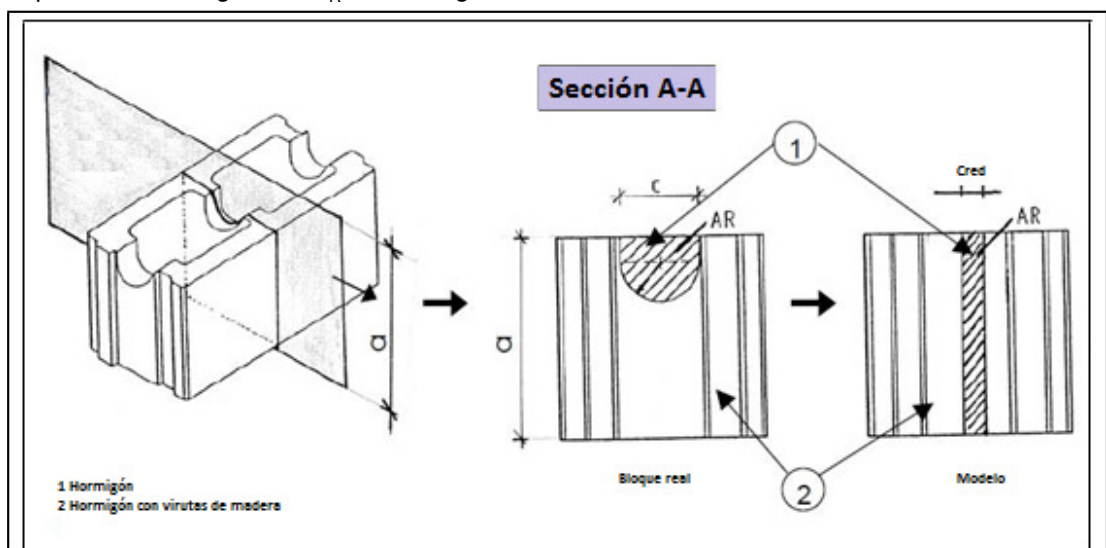


Figura 1: Sustitución de las pestañas horizontales semicirculares reales A_R (vaciados en los nervios) entre las cámaras de las columnas de hormigón por modelos de superficies rectangulares A_R

3. Cálculo de la pared con los métodos de cálculo según EN ISO 10211.

En el caso de bloques de encofrado con forro térmico (véase Anexos 1 a 2 y 5 a 7) se deberá utilizar el segundo o el tercer método.

2.2.7.2 Influencia de la transferencia de humedad en la resistencia térmica de la pared

Con el supuesto de los valores de Apartado 2.2.4.2, la demostración del índice máximo anual de agua de condensación en el interior de la pieza constructiva según EN ISO 13788 se encuentra en el lado seguro.

2.2.7.3 Capacidad de acumulación térmica

El valor de la capacidad de acumulación térmica c de los bloques de encofrado de hormigón con virutas de madera es, según EN 15498, Apartado 5.2.8.2, $c = 1,50 \text{ kJ}/(\text{kg} \times \text{K})$.

Los valores de la capacidad de acumulación térmica c de las columnas de hormigón y del forro aislante térmico (véase Apartado 2.1.2, Tabla 1) están tabulados en EN ISO 10456.

2.2.8 Aspectos de durabilidad y adecuación para el uso

2.2.8.1 Estabilidad frente a influencias dañinas

Influencias físicas

Los cambios relativos, condicionados por la humedad, en la longitud de los bloques de encofrado incluyen

- el aumento del tamaño inicial de una probeta después de inmersión en agua durante 4 días y
- el encogimiento del tamaño inicial de una probeta después de secado en estufa durante 21 días a $33 \text{ }^\circ\text{C}$,

y debe corresponder como mínimo a los valores indicados en Tabla 5, dependiendo del tipo de bloques de encofrado.

Tabla 5: Cambios de forma condicionados por la humedad

Tipo	según Anexo	Espesor de la columna de hormigón t_c [mm]	Coefficiente total de cambio $\Delta l_c/l$ [mm/m]
D 15/8	1	80	0,355
D 25/18	1	180	0,482
D 30/22	1	220	0,596
HLS 37,5/28	4	280	0,509

Para garantizar una adecuada resistencia a congelamiento sin el contacto directo con sales de descongelamiento, la pérdida de masa no debe superar el 10%.

Los requisitos de ETAG 009, Apartado 6.7.1.1 se cumplen satisfactoriamente.

Influencias químicas

Los bloques de encofrado son de hormigón con virutas de madera. No se puede producir corrosión de los nervios de hormigón con virutas de madera dentro del hormigón.

Los revestimientos no forman parte de la ETA. Por ello no es posible la determinación de productos de limpieza para la superficie.

Los requisitos de ETAG 009, Apartado 6.7.1.2 se cumplen satisfactoriamente.

Influencias biológicas

Décadas utilizando hormigón con virutas de madera para aislamiento térmico han demostrado que este está suficientemente protegido contra ataques por hongos, bacterias, algas e insectos.

El hormigón con virutas de madera y los forros aislantes térmicos no son fuente de alimento, y por regla general no se forman huecos que pudieran servir de nido a los parásitos.

El sistema de encofrado "DUROFIX II" no contiene biocidas.

Los requisitos de ETAG 009, Apartado 6.7.1.3 se cumplen satisfactoriamente.

2.2.8.2 Estabilidad frente a daños en el uso normal

Golpes en el uso normal

Para paredes de hormigón (sin tener en cuenta los revestimientos) construidas con el sistema de encofrado "DUROFIX II" y planificadas y construidas según EN 1992-1-1 o bien, en caso de no disponer de EN 1992-1-1, según prescripciones nacionales, se puede presuponer que las columnas de hormigón aseguran - con uso normal - una suficiente resistencia contra impactos de toda la pared.

Los requisitos de ETAG 009, Apartado 6.7.2.1 se cumplen satisfactoriamente.

Instalación de conducciones

Las indicaciones en las instrucciones de montaje del fabricante son adecuadas para poder realizar orificios pasantes horizontales a través de la pared en la obra, que sean necesarios para el paso a través de conductos; véase Apartado 4.2.4.

Los requisitos de ETAG 009, Apartado 6.7.2.2 se cumplen satisfactoriamente.

Fijación de objetos

No es posible la fijación de objetos en las paredes del encofrado de hormigón con virutas de madera. Las partes de las fijaciones relevantes para la solidez mecánica se deben encontrar en el interior de las columnas de hormigón.

Los requisitos de ETAG 009, Apartado 6.7.2.3 se cumplen satisfactoriamente.

3 Valoración y certificación de conformidad y marcado CE

3.1 Sistema de certificación de conformidad

De acuerdo con la resolución 98/279/EG¹⁰ del 5 de diciembre de 1997, corregida con la resolución 2001/596/EG¹¹ de la Comisión Europea se deberá aplicar el sistema 2+ para la certificación de conformidad.

Este sistema de certificación de conformidad está definido como sigue:

Sistema 2+: Declaración de conformidad del fabricante para el producto en base a:

- (a) Tareas del fabricante:
 - (1) Primera comprobación del producto;
 - (2) control interno de producción en la fábrica;
 - (3) comprobación de probetas tomadas en la fábrica según un plan de comprobaciones y supervisión establecido.
- (b) Tareas de la oficina autorizada:
 - (4) Certificación del control interno de producción de la empresa en base a:
 - Primera inspección de la empresa y del control interno de producción;
 - supervisión constante, valoración y acreditación del control de producción interno de la empresa.

De forma adicional, según resolución 2001/596/EC¹² de la Comisión Europea se deberá aplicar el sistema 1 de certificación de conformidad respecto a la reacción al fuego.

Este sistema de certificación de conformidad está definido como sigue:

Sistema 1: Certificación de conformidad del producto por una oficina de certificación autorizada, en base a:

- (a) Tareas del fabricante:

¹⁰ Boletín oficial de las comunidades europeas L 127 del 24 de abril de 1998
¹¹ Boletín oficial de las comunidades europeas L 209 del 8 de enero de 2001
¹² Boletín oficial de las comunidades europeas L 209/33 del 2 de agosto de 2001

- (1) Control interno de producción en la fábrica;
- (2) comprobación adicional de las probetas extraídas en la fábrica por el fabricante según plan de comprobaciones y supervisión establecido;
- (b) Tareas de la oficina autorizada:
 - (3) Primera comprobación del producto;
 - (4) primera inspección de la empresa y del control interno de producción;
 - (5) supervisión constante, valoración y acreditación del control de producción interno de la empresa.

Nota: Las oficinas autorizadas también son llamadas "Oficinas notificadas".

3.2 Incumbencias

3.2.1 Tareas del fabricante

3.2.1.1 Primera comprobación de los productos

Para la primera comprobación del producto se pueden utilizar los resultados de los ensayos realizados como parte de la valoración en el marco de la ETA, a no ser que existan modificaciones del producto, la línea de fabricación o la planta de fabricación. En estos casos, la primera comprobación requerida se deberá acordar entre el DIBt y el fabricante.

3.2.1.2 Control de producción interno de la empresa

El fabricante debe realizar una auto-supervisión permanente de la producción. Todos los datos, requisitos y prescripciones establecidos por el fabricante deben ser registrados sistemáticamente por escrito en forma de instrucciones de empresa y de procedimiento, incluyendo el registro de los resultados obtenidos. El control de producción interno de la empresa debe garantizar que el producto coincide con esta autorización técnica europea.

El fabricante solo puede utilizar materias primas o bien componentes que estén enunciados en la documentación técnica de esta autorización técnica europea.

El control de producción interno de la empresa debe coincidir con el **plan de comprobación y supervisión de fecha DD.MM.AAAA**, que forma parte de la documentación técnica de esta autorización técnica europea. El plan de comprobación y supervisión está establecido en relación con el sistema de control de producción interno implementado por el fabricante y depositado en el Deutsches Institut für Bautechnik.¹³

Los resultados del control de producción interno de la empresa se deberán documentar y se evaluarán coincidiendo con las especificaciones del plan de comprobación y supervisión.

3.2.1.3 Otras tareas del fabricante

El fabricante deberá requerir a través de un contrato los servicios de una oficina autorizada para las tareas según Apartado 3.1 en el área de sistemas de encofrado perdido no portadores de carga, para que realice las medidas del Apartado 3.2.2 Para ello, el fabricante deberá presentar el plan de comprobación y supervisión según Apartados 3.2.1.2 y 3.2.2 a la oficina autorizada.

El fabricante deberá entregar una declaración de conformidad con la declaración de que el producto de construcción coincide con las especificaciones de esta autorización técnica europea.

3.2.2 Tareas de las oficinas autorizadas

La oficina autorizada debe realizar las siguientes tareas de acuerdo con las determinaciones del plan de comprobación y supervisión:

- Primera comprobación del producto (solo para la reacción al fuego),
- primera inspección de la empresa y del control de producción interno de la empresa y

¹³

El plan de comprobación y supervisión es una parte confidencial de la documentación de esta autorización técnica europea y solo se entregará a la oficina autorizada requerida para el procedimiento de certificación de conformidad. Véase Apartado 3.2.2.

- supervisión, evaluación y acreditación constante del control de producción interno de la empresa.

La frecuencia de comprobación por la oficina autorizada se establece según Apartado II del plan de comprobación y supervisión.

La oficina autorizada deberá registrar los puntos esenciales de sus medidas, indicadas arriba, y deberá documentar en un informe escrito los resultados obtenidos y las conclusiones.

La oficina de certificación autorizada requerida por el fabricante deberá otorgar un certificado de conformidad CE con la declaración de que el producto coincide con las especificaciones en esta autorización técnica europea (solo para la reacción al fuego).

La oficina de certificación autorizada requerida por el fabricante deberá otorgar un certificado de conformidad CE con la declaración de que el control interno de producción de la fábrica coincide con las determinaciones de esta autorización técnica europea.

Si ya no se cumplen las determinaciones de la autorización técnica europea y del correspondiente plan de comprobación y supervisión, la oficina certificadora deberá retirar el certificado de conformidad y lo notificará sin dilación al Deutsches Institut für Bautechnik.

3.3 Mercado CE

El mercado CE se deberá incluir siempre en el embalaje y en la documentación comercial acompañante. Detrás de las letras "CE" se deberá indicar el número de referencia de la oficina certificadora autorizada, así como las siguientes indicaciones adicionales:

- Nombre y dirección del fabricante (persona jurídica responsable de la fabricación)
- las dos últimas cifras del año en el cual se ha aplicado el mercado CE
- número del certificado de conformidad CE para el producto (solo para la reacción al fuego)
- número del certificado de conformidad CE para el control de producción interno de la empresa
- número de la Autorización Técnica Europea ETA-13/0256
- número de la directriz ETAG 009 para la autorización técnica europea
- descripción del producto: Concepto genérico, material, medidas, ... y uso previsto
- indicaciones sobre las propiedades esenciales aplicables que deben ser indicadas, en forma de valores declarados y, si fuera esencial, nivel o clase según los "requisitos esenciales" o "no se ha determinado prestación (característica)" para propiedades en las que ello sea aplicable según los "requisitos esenciales".
 - Propiedades geométricas de los bloques de encofrado standard (véase Apartado 2.1.2 y Anexos 1 a 2 y 4 a 8)
 - Clave de designación de los forros aislantes térmicos (véase Apartado 2.1.2, Tabla 1)
 - Reacción al fuego: Clase según EN 13501-1 (véase Apartado 2.2.3.1)
 - Resistencia al fuego: Clase según EN 13501-2 dependiendo de la medida mínima de las columnas de hormigón (véase Apartado 2.2.3.2).
 - Permeabilidad al vapor de agua (véase Apartado 2.2.4.2)
 - Valor mínimo de la resistencia a la tracción de los nervios de hormigón con virutas de madera $f_{t,m}$ (véase Apartado 2.2.5.2)
 - Valor mínimo de la resistencia a la flexo-tracción de las paredes de encofrado de hormigón con virutas de madera $f_{t,m}$ (véase Apartado 2.2.5.2)
 - Valor mínimo de la resistencia a la tracción de las paredes de encofrado de hormigón con virutas de madera en sentido perpendicular a la superficie visible f_{tp} (véase Apartado 2.2.5.2)
 - Insonorización (véase Apartado 2.2.6)

- Valor nominal de la conductividad térmica λ_D de los bloques de encofrado de hormigón con virutas de madera dependiendo de la densidad aparente en seco ρ_{dry} (véase Apartado 2.2.7.1, Tabla 4) y eventualmente el valor nominal de la conductividad térmica λ_D de los forros aislantes térmicos (véase Apartado 2.1.2, Tabla 1)
- Merma en seco y durabilidad (véase Apartado 2.2.8.1)

4 Supuestos para los cuales se ha valorado positivamente la idoneidad del producto para el uso previsto

4.1 Fabricación

Los bloques de encofrado se fabrican de acuerdo a las prescripciones de la autorización técnica europea, para lo cual se utiliza el procedimiento de fabricación automático en uso en el curso de la inspección de las instalaciones de fabricación por parte del Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) y la oficina autorizada, y que está indicado en la documentación técnica.

La autorización técnica europea ha sido otorgada para el producto en base a datos e informaciones acordadas, depositadas en el Deutsches Institut für Bautechnik y que sirven para la identificación del producto valorado y evaluado. Los cambios en el producto o el procedimiento de fabricación que pudieran conducir a que los datos e informaciones depositadas ya no fueran correctas, deben ser notificadas al Deutsches Institut für Bautechnik antes de su implementación. El Deutsches Institut für Bautechnik decidirá si estos cambios afectan o no a la autorización y, por consiguiente, a la validez del marcado CE en base a la autorización, y en caso dado determinará si se requiere una valoración adicional o una modificación de la autorización.

4.2 Montaje

4.2.1 Generalidades

El fabricante debe garantizar que las personas encargadas de la planificación y realización hayan tenido conocimiento de los requisitos formulados en los Apartados 1, 2 y 4. Las instrucciones de montaje están depositadas en el Deutsches Institut für Bautechnik y deben estar disponibles en cada obra. Si las instrucciones del fabricante contuvieran regulaciones distintas a las indicadas aquí, valen las regulaciones de la ETA.

Después del montaje de los bloques de encofrado (véase Apartado 4.2.2) se incorpora hormigón de obra o hormigón transportado y se compacta (véase Apartado 4.2.3).

En condiciones de uso final se crean paredes de hormigón de tipo enmallado¹⁴ de hormigón armado o sin armar según EN 1992-1-1 o bien regulaciones nacionales correspondientes.

Para el dimensionamiento de la obra de sustentación, las medidas de la pared en dependencia del tipo de bloque de encofrado y la densidad aparente en seco ρ_{dry} del hormigón con virutas de madera están indicadas en los Anexos 1 a 8.

En condiciones de uso final, las paredes de encofrado de hormigón con virutas de madera y los forros aislantes térmicos forman el componente principal del aislamiento térmico de las paredes.

Los valores de dimensionamiento de las resistencias térmicas o bien los valores de dimensionamiento de las conductividades térmicas se determinarán en correspondencia con las regulaciones nacionales.

4.2.2 Montaje de los bloques de encofrado

Los bloques de encofrado se ensamblan en la obra por capas y sin mortero o pegamento. Para conseguir encofrados estables con la altura de un piso, las juntas verticales entre dos bloques de encofrado ($l = 497$ mm, véase Anexos 1 y 3 a 8) de una capa se dispondrán desplazadas en por lo menos un cuarto de la longitud del bloque, mejor en la mitad de la longitud del bloque, respecto a las juntas verticales de la capa anterior y la capa siguiente (véase Anexo 16). Para garantizar columnas de hormigón continuas, los

¹⁴

cfr. ETAG 009, Apartado 2.2

bloques de encofrado ($l = 997$ mm, véase Anexo 2) se desplazarán además por capas de tal forma que los nervios de los bloques de encofrado superpuestos se encuentren en un mismo plano vertical.

En primer lugar, se colocará una capa de toda la planta con la altura planeada y alineada, según las instrucciones de montaje del fabricante.

A continuación, se realiza el alineamiento respecto al suelo (cimientos, plancha solera, planta baja y elementos de techo). Los eventuales huecos que aparezcan entre las paredes del encofrado y el suelo irregular se deberán sellar con espuma PU antes del relleno con hormigón.

A continuación, se colocarán y alinearán los bloques de encofrado en conjunto de acuerdo a las instrucciones de montaje del fabricante (véase Anexo 16) hasta la altura del techo.

El encofrado se utiliza para la construcción de paredes de hormigón sin armar en conjunción con la clase de solidez C16/20 (según EN 206-1) o para la construcción de paredes de hormigón armado en conjunción con las clases de solidez en el rango de C20/25 hasta C50/60 (según EN 206-1). Las indicaciones siguientes son adecuadas para incorporar armados de acero para paredes según EN 1992-1-1 o las correspondientes regulaciones nacionales:

- Armado horizontal: En cada puente horizontal de hormigón (vaciado en los nervios).
- Armado vertical: Una barra de armado individual o una estera de acero para hormigón o una rejilla de armado en cada columna.

Las condiciones previas para la incorporación de un armado son:

- Armado vertical: Las medidas de las esteras de acero para hormigón o cestos de armado inclusive los separadores se deberán adaptar a las medidas mínimas de las columnas de hormigón. Si se incorpora más de una barra de armado, todas las barras de armado se deberán unir entre sí en forma de malla mediante barras transversales soldadas o alambradas.
- En la planificación del armado se tienen que prever espacios suficientes para las mangueras de hormigonado y los tubos de vertido.
- No se conoce la resistencia del hormigón con virutas de madera respecto al carbonatado y la penetración de cloruros, es decir, se debe prever la cobertura completa con hormigón según EN 1992-1-1 o las correspondientes regulaciones nacionales.
- Para la determinación de la separación mínima y máxima entre barras de armado vale EN 1992-1-1 o las correspondientes regulaciones nacionales.

Además, el armado requerido que resulta de los cálculos de estructura se dispondrá de forma adecuada según las indicaciones de las instrucciones de montaje puestas a disposición por el fabricante.

Los bloques de encofrado de dintel (véase Apartado 1.1.3.2) se armarán igual que vigas armadas según EN 1992-1-1 o regulaciones nacionales correspondientes.

Las esquinas ortogonales y uniones de pared (paredes en T) se construirán según Anexos 10 y 16. Las uniones típicas entre paredes y techos se construirán según Anexos 11 y 13 a 15. Las conexiones de ventanas se realizarán según Anexo 12.

Los bloques de encofrado para dintel se deben apuntalar.

Las instrucciones de montaje contienen informaciones adicionales.

4.2.3 Trabajos de hormigonado

Para la fabricación de hormigón normal se aplica EN 206-1. El índice de expansión de hormigón compactado por vibración debe estar por lo menos dentro del rango inferior de la clase de índice de expansión F3, y el del hormigón compactado por picado, por lo menos en el rango superior de la clase de índice de expansión F3.

El tamaño máximo de granulado del árido debe ser de por lo menos 8 mm y no debe superar los 16 mm.

Además, el hormigón debe mostrar un progreso de solidez (solidificación) rápido a medio

según EN 206-1, Tabla 12

La incorporación del hormigón solo debe ser realizada por personas que han sido instruidas en los trabajos y la manipulación técnicamente correcta del sistema de encofrado.

La incorporación del hormigón se debería realizar por capas de 1 m como máximo, y con una velocidad máxima de hormigonado de 3 m/h.

Para el caso de que falten regulaciones nacionales, se observarán las indicaciones siguientes: Las juntas horizontales de trabajo se preverán preferentemente en la altura del piso. En juntas de construcción entre dos pisos se tienen que disponer barras de armado verticales como armado de conexión. El armado de conexión debe cumplir los requisitos siguientes:

- Dos barras adyacentes del armado de conexión no deben estar en un mismo plano paralelo a la superficie de la pared.
- La distancia entre dos barras del armado de conexión debe ser por lo menos 10 cm y no debe ser superior a 50 cm.
- La sección total de las barras del armado de conexión no debe ser inferior a 1/2000 de la sección del hormigón.
- La profundidad de anclado de las barras del armado de conexión debe ser de por lo menos 20 cm en ambos lados de la junta de construcción.

Antes de seguir con el hormigonado se deberán eliminar los lodos de hormigón y residuos sueltos de hormigón, y las juntas de construcción se deberán humedecer suficientemente. En el hormigonado hay que prestar atención a que la superficie del hormigón más antiguo todavía esté ligeramente húmeda para que el hormigón recién incorporado se una bien con el hormigón más antiguo.

Si no se prevén juntas de construcción, el hormigonado por capas solo puede interrumpirse mientras la última capa incorporada todavía no esté solidificada, con lo cual se posibilita una unión uniforme entre las dos capas de hormigón. Si se utilizan vibradores interiores hay que prestar atención a que el cabezal de vibrado todavía pueda penetrar en la capa inferior, ya compactada, de hormigón.

El hormigón no debe caer libremente desde una altura superior a 2 m; a partir de esta altura se deberá conducir agregado hasta las proximidades del lugar de vertido mediante tubos de vertido o mangueras de hormigonado con un diámetro máximo de 100 mm.

Hay que evitar tolvas de vertido eligiendo distancias cortas entre los lugares de vertido.

En la planificación del armado hay que prever espacios suficientes para las mangueras de hormigonado y tubos de vertido.

Después del hormigonado, las paredes no se deben desviar de la plomada en más de 5 mm por metro lineal de altura de pared.

El techo no deberá colocarse sobre las paredes construidas con bloques de encofrado hasta que las columnas de hormigón se hayan solidificado suficientemente.

4.2.4 Conductos y orificios pasantes en paredes

Los orificios pasantes horizontales se montarán de acuerdo a las instrucciones de montaje del fabricante y se deberán tener en cuenta a la hora del dimensionamiento de la pared.

Deben evitarse conductos horizontales que pasen por el interior de las columnas de hormigón. Si a pesar de todo fueran necesarias, se deberán tener en cuenta a la hora del dimensionamiento de la pared.

Asimismo, se deberán tener en cuenta los conductos verticales a través de las columnas de hormigón si su diámetro supera 1/6 del espesor de las columnas de hormigón y la distancia entre tubos es inferior a 2 m.

4.2.5 Trabajos de repaso y revestimientos de paredes y capas cobertoras

Las paredes de tipo "DUROFIX II" deben protegerse mediante capas cobertoras (p.ej. revoque, revestimientos de pared, recubrimientos). Las capas cobertoras no forman parte del conjunto de piezas de encofrado y por ello no se tienen en cuenta en esta ETA. Para las superficies exteriores se recomiendan sistemas de revoque que cumplan los requisitos formulados en ETAG 004. Los revestimientos murales o bien su base inferior se deberán anclar a las

columnas de hormigón. Los trabajos de revoque se realizarán de acuerdo a las regulaciones nacionales vigentes.

Debido a la influencia dañina causada por la intemperie y la radiación UV, las capas cobertoras para proteger la superficie de paredes de encofrado de hormigón con virutas de madera deberían aplicarse preferiblemente en un plazo inferior a un mes después de la edificación de la construcción portadora de carga.

4.2.6 Fijación de objetos

No es posible la fijación de objetos en las paredes del encofrado de hormigón con virutas de madera. Las partes de las fijaciones relevantes para la solidez mecánica se deben encontrar en el interior de las columnas de hormigón. Deberá tenerse en cuenta la influencia de fijaciones sobre la reducción del valor nominal de resistencia térmica $R_{D,wall}$ de paredes de bloques de encofrado de hormigón con virutas de madera en condiciones de uso final (bloques de encofrado con columnas de hormigón y eventuales forros aislantes térmicos, pero sin revestimiento) de acuerdo a EN ISO 6946.

5 Especificaciones para el fabricante

5.1 Embalaje, transporte y almacenamiento

Los bloques de encofrado se deben proteger contra daños, suciedades y humedad elevada durante el transporte y el almacenamiento. En caso dado se deberán tapar los bloques de encofrado.

5.2 Utilización, mantenimiento, reparación

Se recomienda realizar regularmente comprobaciones del revoque o bien de las capas cobertoras para detectar y reparar cualquier daño lo antes posible.

Se deben tener en cuenta las recomendaciones para el uso, el mantenimiento y la reparación según Apartado 7.5 de ETAG 009.

Los bloques de encofrado se deben proteger contra temperaturas elevadas, sobrecalentamiento e influencias fuertes por inclemencias climáticas y radiación UV. Si fuera necesario, se tendrán que tapar los bloques de encofrado.

Georg Feistel
Jefe de Sección

autenticado
Schwab