

Diseño y ejecución de cubiertas con tablero cerámico

Mariano Gonzalez Cortina, Antonio Rodríguez Sánchez.- Departamento Construcciones Arquitectónicas y su Control Escuela Técnica Superior Edificación

Universidad Politécnica de Madrid (ETSEM UPM)

Elena Santiago Monedero, Ana Ribas Sangüesa, Elena Gracia Iguacel - Hispalyt

Carlos Tarragona Matute

El tablero cerámico es un producto con múltiples aplicaciones empleado tradicionalmente en obras de edificación, cuyo uso está de total actualidad, pudiendo encontrarse ejemplos de edificios de gran diseño en la arquitectura moderna en los que se emplean soluciones con tablero cerámico. Sus prestaciones y aplicaciones han ido aumentando y se han modernizado, influenciadas por la evolución arquitectónica y la innovación industrial.

En este artículo se describe el tablero cerámico, indicando sus características, tipos, formatos y aplicaciones, así como las diferentes soluciones constructivas de cubiertas con tablero cerámico y las reglas básicas de ejecución para su puesta en obra. Esta información ha sido extraída del "Manual de diseño y ejecución de cubiertas con tablero cerámico y otras aplicaciones" desarrollado por Hispalyt, el cual puede descargarse gratuitamente en www.hispalyt.es. Dicho manual está dirigido a todos los agentes que intervienen en el proceso constructivo (arquitectos, arquitectos técnicos, constructores, etc.) y pretende ser un código de buenas prácticas para el diseño y ejecución de las cubiertas realizadas con tableros cerámicos, con el fin de asegurar su calidad y durabilidad.

1. Tablero cerámico

Definición

Los tableros cerámicos son piezas de gran formato obtenidas por moldeo, secado y cocción de una pasta arcillosa, que generalmente presentan una estructura de ensamblaje machihembrada. También se pueden denominar bardos, machihembrados, rasillones, encadellats, etc.

Aplicaciones

La utilización más generalizada del tablero cerámico es como elemento de soporte para cubiertas inclinadas y planas, aunque también es empleado en otras aplicaciones como formación de escaleras, voladizos, recrecidos de suelos y cámaras sanitarias, etc.

Para su uso en cubiertas, pueden colocarse sobre tabiques palomeros o sobre viguetas autoportantes.

Las cubiertas sobre forjado son aquellas construidas sobre un soporte resistente de carácter superficial (forjado unidireccional, forjado reticular, losa, etc.). En este caso, si la cubierta es inclinada y el forjado horizontal, la inclinación se consigue a través de tabiques palomeros.

Las cubiertas sobre viguetas autoportantes son aquellas construidas sobre elementos resistentes de carácter lineal, como viguetas metálicas, viguetas autoportantes de hormigón, viguetas de madera, etc.

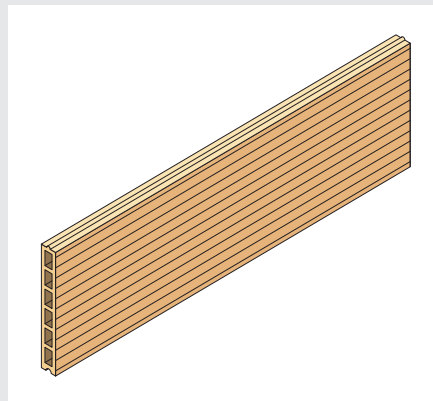


Figura 1. Tablero cerámico

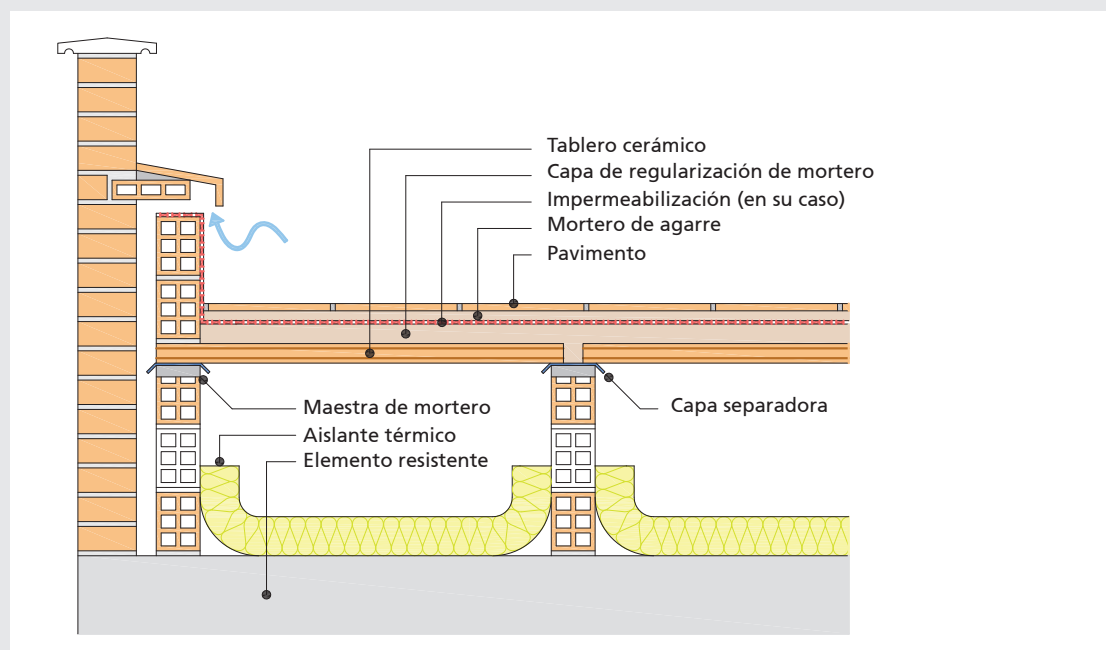


Figura 2. Cubierta plana de tablero cerámico sobre forjado

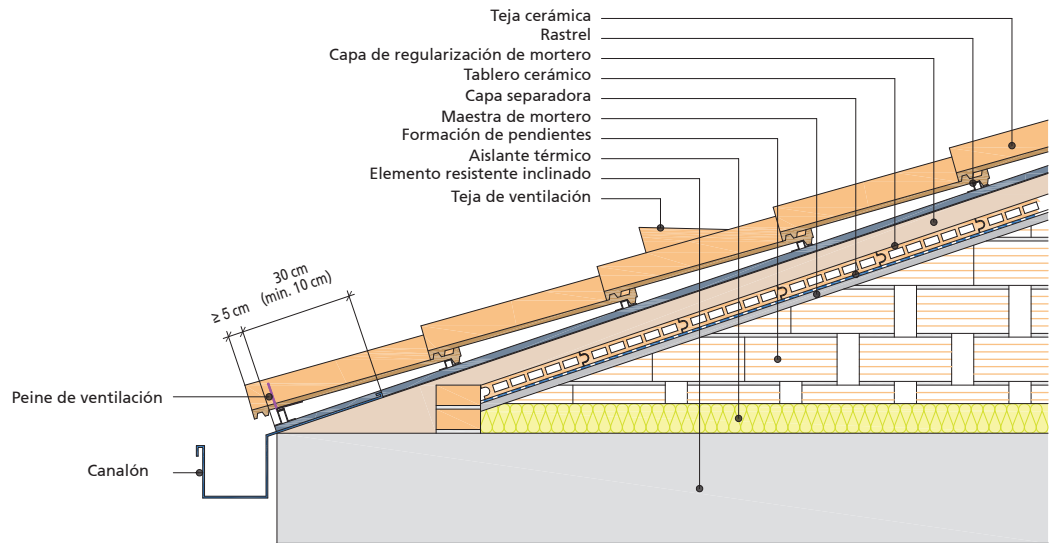


Figura 3. Cubierta inclinada de tablero cerámico sobre forjado

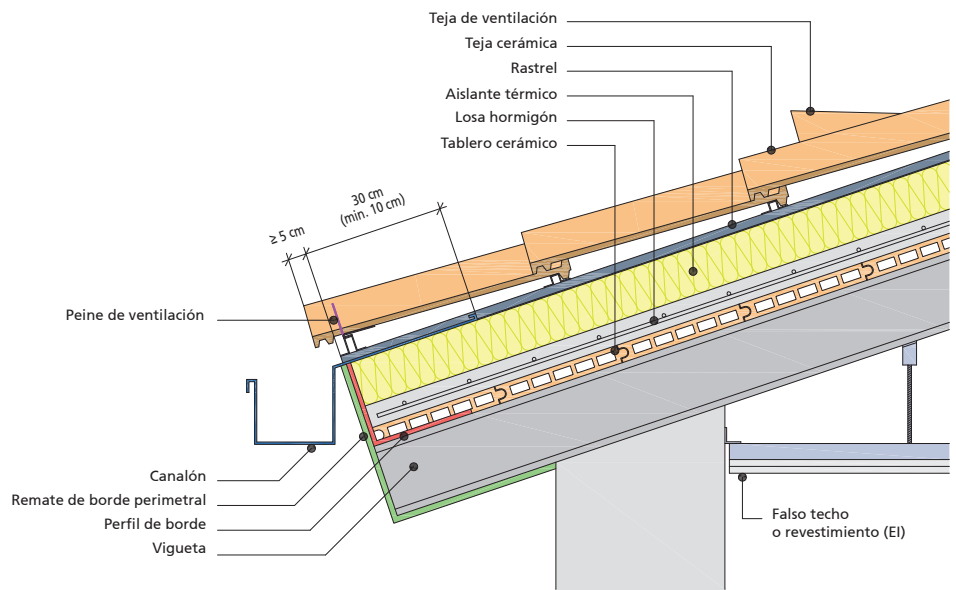


Figura 4. Cubierta inclinada de tablero cerámico sobre viguetas autoportantes

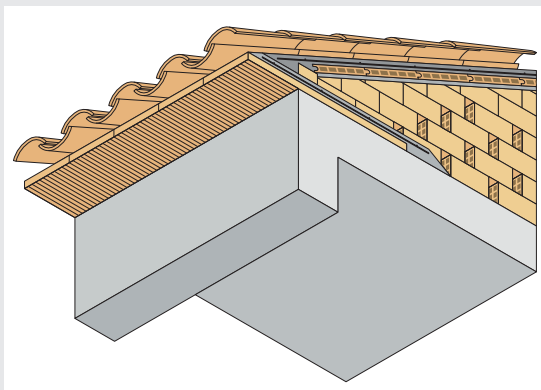


Figura 5. Alero con tablero cerámico en cubierta con tabiques palomeros

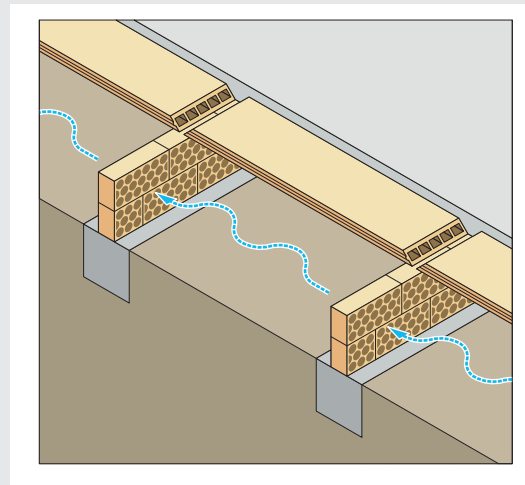


Figura 6. Cámara sanitaria con tablero cerámico

Descripción, tipos y formatos

Los tableros cerámicos presentan todas las propiedades inherentes a los materiales cerámicos en cuanto a sostenibilidad, resistencia al fuego, aislamiento térmico, etc.

Las características técnicas que tienen que cumplir los tableros cerámicos se encuentran recogidas en la norma UNE 67041-88 "Tableros cerámicos de arcilla cocida para cubiertas. Designación y especificaciones".

La longitud del tablero cerámico es muy variable. Su longitud estándar más habitual es de 1 metro, siendo el límite inferior de 0,50 m y el límite superior de 2 m.

En cuanto a la anchura del tablero cerámico, las dimensiones más habituales son 25 cm y 30 cm, pudiendo ser algo inferior o superior en algunos casos.

El espesor del tablero cerámico varía en función de la longitud del tablero, siendo el espesor mayor cuanto mayor es la longitud. Las dimensiones más habituales del espesor son de 3,5 cm a 4 cm, llegando a 6 cm.

Los acabados de la testa de los tableros cerámicos pueden ser rectos, biselados, escalonados o doble biselado.

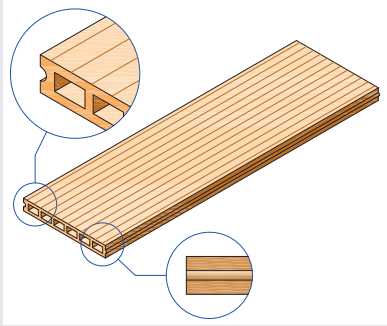


Figura 7. Tablero cerámico recto

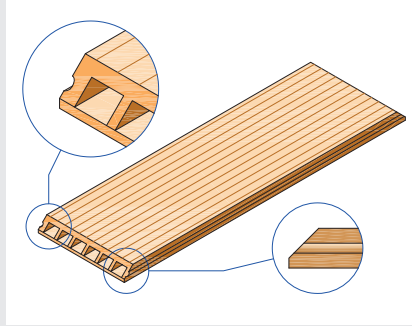


Figura 8. Tablero cerámico biselado

Además de los tableros cerámicos tradicionales, existen en el mercado tableros cerámicos con las perforaciones horizontales rellenas de material aislante, y paneles sándwich compuestos por tres capas conformadas mecánicamente en una sola pieza mediante dos tableros machihembrados y una capa intermedia de material aislante.

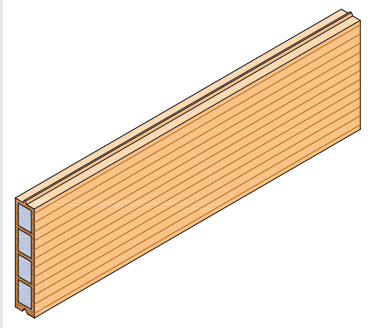


Figura 9. Tablero cerámico con aislante

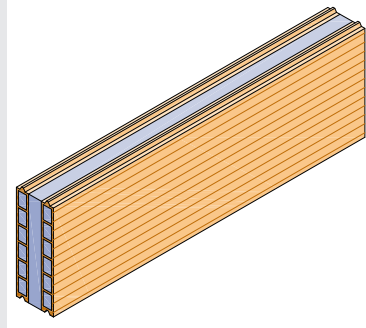


Figura 10. Panel sándwich

Los tableros cerámicos pueden dejarse vistos, sin aplicarles ningún tipo de revestimiento. Para este uso pueden emplearse tableros convencionales o con acabados especiales (lisos, rayados, con diferentes texturas de acabado, etc.), sobre los cuales pueden además aplicarse distintos tipos de pinturas y barnices. Las soluciones con tablero visto crean ambientes cálidos y naturales que dan lugar a obras de gran valor estético y arquitectónico.



Figura 11. Obra con tablero visto. Vivienda unifamiliar y estudio. El Palo, Málaga

Asimismo, existen en el mercado tableros con una determinada curvatura que posibilita realizar superficies curvas, que pueden dejarse vistas o revestirse.

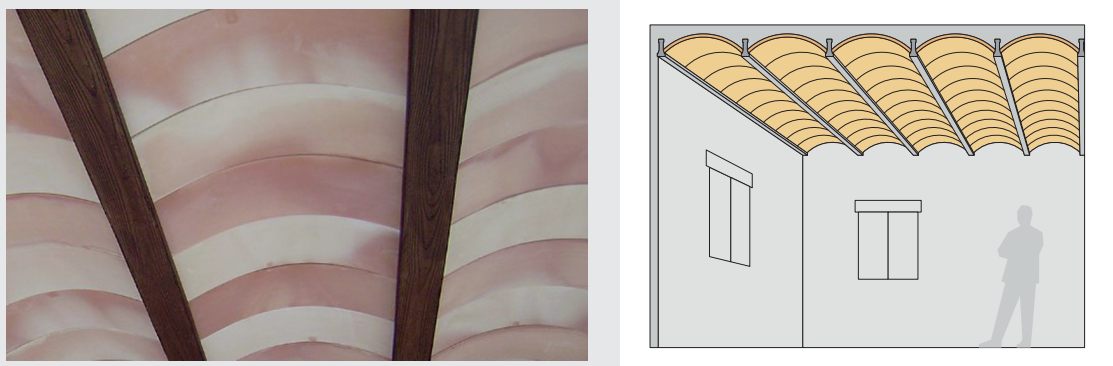


Figura 12. Cubierta en tablero curvo

Por otro lado, algunos fabricantes presentan tableros armados o pretensados prefabricados para su utilización como elementos resistentes.

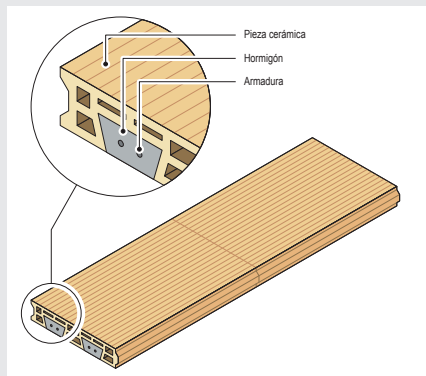


Figura 13. Tablero cerámico armado o pretensado

2. Cubiertas con tablero cerámico

La cubierta constituye una parte específica y singular de la envolvente de los edificios, que protege a los edificios en su parte superior y, por extensión, a la estructura que sustenta esa cubierta.

A continuación se recogen todas las tipologías de cubiertas con tablero cerámico que se pueden diseñar:

CUBIERTAS DE TABLERO CERÁMICO SOBRE FORJADO

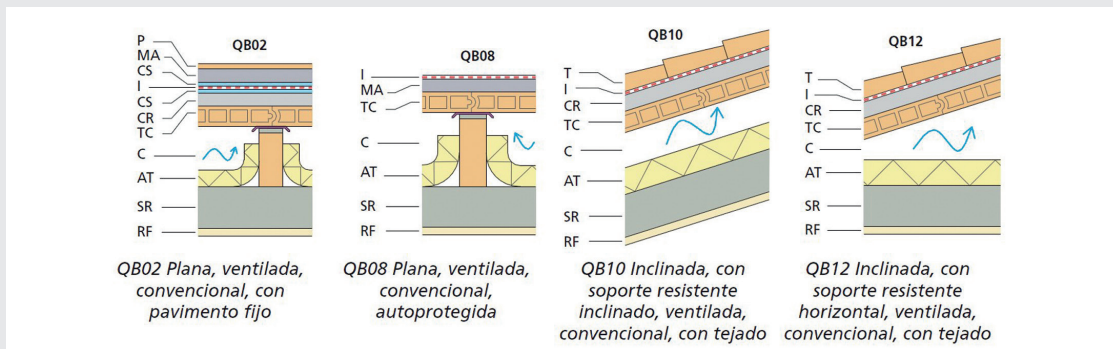
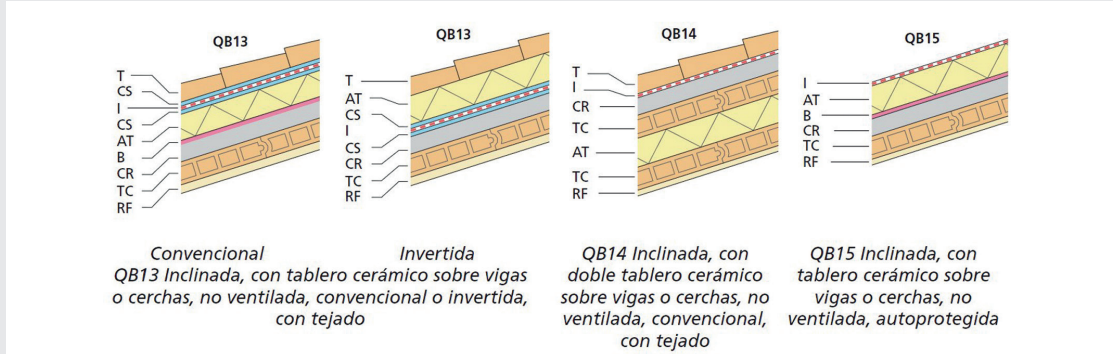


Figura 14. Tipos de Cubiertas de tablero cerámico

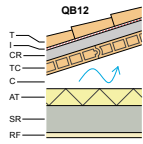
- Siendo:
- P: Capa de protección
 - MA: Mortero de agarre
 - T: Tejado
 - FP: Formación de pendientes
 - TC: Tablero cerámico
 - CR: Capa de regularización de mortero
 - LH: Losa de hormigón armado
 - B: Barrera de vapor
 - AT: Aislante térmico
 - I: Impermeabilización
 - CS: Capa separadora
 - CF: Capa filtrante
 - CD: Capa drenante
 - C: Cámara
 - RF: Revestimiento inferior
 - SR: Soportes resistentes

CUBIERTAS DE TABLERO CERÁMICO SOBRE VIGUETAS AUTOPORTANTES



En el "Manual de diseño y ejecución de cubiertas con tablero cerámico y otras aplicaciones" se encuentran recopiladas todas las exigencias básicas de cada requisito del Código Técnico de la Edificación (CTE) que afectan al diseño de las cubiertas. Asimismo, se recoge el procedimiento general de diseño a seguir para la verificación de dichas exigencias. Además, en dicho manual se incluye, para cada solución constructiva de cubierta, una tabla en la que se proporcionan todas las prestaciones necesarias de la cubierta para la verificación del cumplimiento de las diferentes exigencias básicas del CTE.

QB12: Inclinada, con soporte resistente horizontal, ventilada, convencional, con tejado



Para conocer los componentes y descifrar la codificación de este tipo de cubierta consultar los apartados 4.1 y 4.2 de este manual. Para conocer los tipos y detalles constructivos de esta cubierta sobre forjado consultar el apartado 4.3.1 de este manual.

Código	Composición	Sf ¹⁾	HE																				
			U (W/m ² K)																				
			E	D	C		B	E	D	A	αC		B		A	α							
			0,15	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25	0,30	0,33	0,35	0,40	0,45	0,47	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	1,00	1,20
			Resistencia térmica mínima del aislante R _m (m ² K/W)																				
QB12.U.EC.a	T+(I)+CR+TC+C+AT+U20.EC+RF	EI 90	6,15	4,75	4,48	4,03	3,83	3,48	2,82	2,51	2,34	1,98	1,70	1,61	1,48	1,30	1,15	1,02	0,91	0,82	0,73	0,48	0,32
QB12.U.EC.b	T+(I)+CR+TC+C+AT+U25.EC+RF		6,11	4,71	4,44	3,99	3,79	3,44	2,78	2,47	2,30	1,94	1,66	1,57	1,44	1,26	1,11	0,98	0,87	0,78	0,69	0,44	0,28
QB12.U.EC.c	T+(I)+CR+TC+C+AT+U30.EC+RF		6,08	4,68	4,41	3,96	3,76	3,41	2,75	2,44	2,27	1,91	1,63	1,54	1,41	1,23	1,08	0,95	0,84	0,75	0,66	0,41	0,25
QB12.R.EC.a	T+(I)+CR+TC+C+AT+R20.EC+RF		6,28	4,88	4,61	4,16	3,96	3,61	2,95	2,64	2,47	2,11	1,83	1,74	1,61	1,43	1,28	1,15	1,04	0,95	0,86	0,61	0,45
QB12.R.EC.b	T+(I)+CR+TC+C+AT+R25.EC+RF	EI 120 ²⁾	6,25	4,85	4,58	4,13	3,93	3,58	2,92	2,61	2,44	2,08	1,80	1,71	1,58	1,40	1,25	1,12	1,01	0,92	0,83	0,58	0,42
QB12.R.EC.c	T+(I)+CR+TC+C+AT+R30.EC+RF		6,23	4,83	4,56	4,11	3,91	3,56	2,90	2,59	2,42	2,06	1,78	1,69	1,56	1,38	1,23	1,10	0,99	0,90	0,81	0,56	0,40

DB HE Septiembre 2013. Valores Tablas 2.3. para evitar descompensaciones
 DB HE Septiembre 2013. Valores Tablas E.1. valores orientativos Anejo E

Figura 15. Ejemplo de tabla de prestaciones de una cubierta con tablero cerámico del "Manual de diseño y ejecución de cubiertas con tablero cerámico y otras aplicaciones"

3. Puesta en obra de cubiertas con tablero cerámico

A continuación se recogen, siguiendo la secuencia del proceso constructivo, algunos de los aspectos más importantes para la puesta en obra de las cubiertas inclinadas con tablero cerámico sobre forjado y sobre viguetas autoportantes. Esta información se encuentra más desarrollada en el "Manual de diseño y ejecución de cubiertas con tablero cerámico y otras aplicaciones".

Cubiertas inclinadas con tablero cerámico sobre forjado horizontal

Para la construcción de cubiertas inclinadas con tablero cerámico sobre forjado, en primer lugar se llevará a cabo la ejecución de los tabiques palomeros y muros de alero que forman la pendiente sobre la cual se apoyará el tablero cerámico. Para ello, una vez preparado el soporte estructural, se replantearán dichos elementos de acuerdo con la siguiente secuencia:

- 1º. Replanteo de los elementos sobreelevados.
- 2º. Replanteo de limatesas y caballetes.
- 3º. Replanteo de murete de alero.
- 4º. Replanteo de limahoyas.
- 5º. Replanteo de tabiques palomeros.
- 6º. Replanteo de tabiques de arriostramiento.
- 7º. Colocación de las miras.
- 8º. Replanteo vertical.

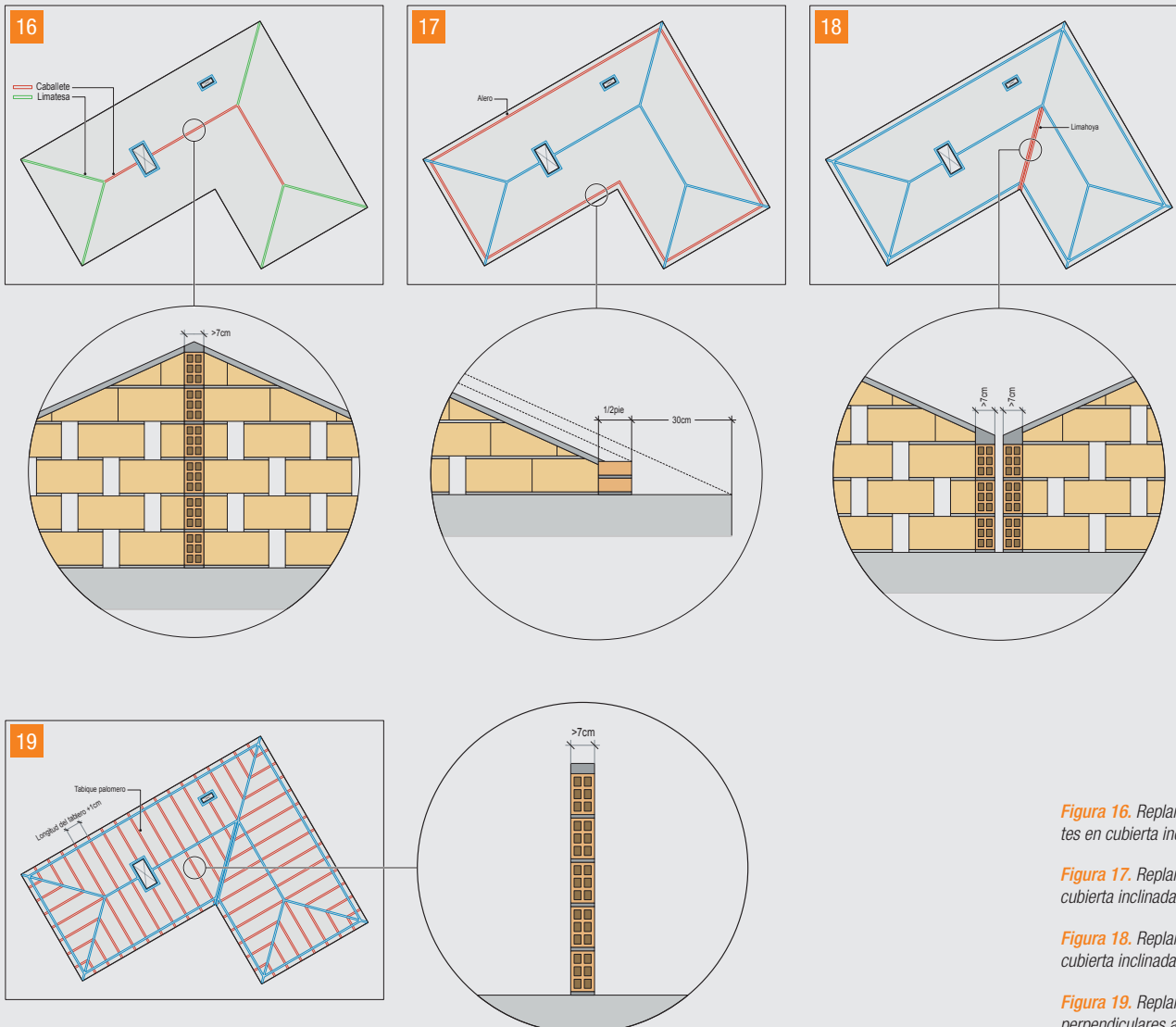


Figura 16. Replanteo de limatesas y caballetes en cubierta inclinada sobre forjado

Figura 17. Replanteo de murete de alero en cubierta inclinada sobre forjado

Figura 18. Replanteo de limahoyas en cubierta inclinada sobre forjado

Figura 19. Replanteo de tabiques palomeros perpendiculares al alero en cubierta inclinada sobre forjado

Una vez finalizado el proceso de replanteo, se procederá a la ejecución de los elementos de formación de pendiente. Dicha ejecución comienza con los tabiques palomeros de ladrillo hueco doble ≥ 7 cm de espesor correspondientes a caballetes, limatesas y perímetro de los elementos sobreelevados, y los dobles tabiques palomeros correspondientes a las limahoyas, dejando previstas esperas o huecos para enlazar con los tabiques palomeros que configuran los faldones.

A continuación se ejecutará a treinta centímetros de distancia del alero, el murete de medio pie de ladrillo perforado sin aligerar, hasta la altura de coronación del tablero, sirviendo de retención del mismo una vez colocado.

Desde el murete de alero a los tabiques palomeros de caballetes y limatesas y los dobles tabiques palomeros de limahoyas, se colocarán cuerdas atirantadas coincidiendo con la línea de terminación del tabique, sirviendo de referencia para la ejecución de una maestra de mortero o pasta de yeso que corone el tabique con una superficie plana. Estos remates superiores de los tabiques, en cada faldón, estarán contenidos en un mismo plano.

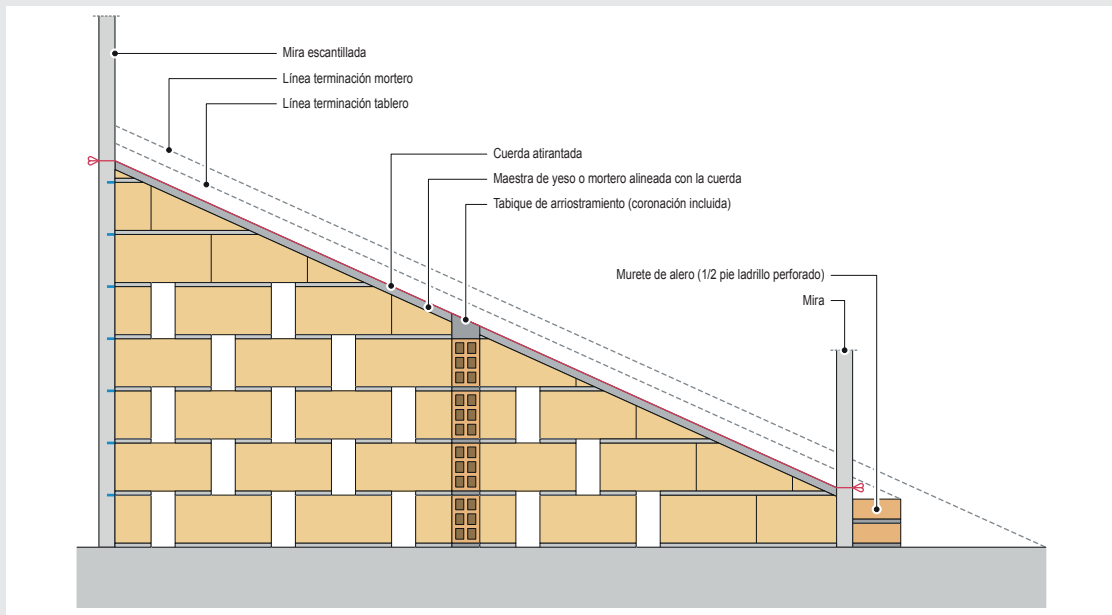
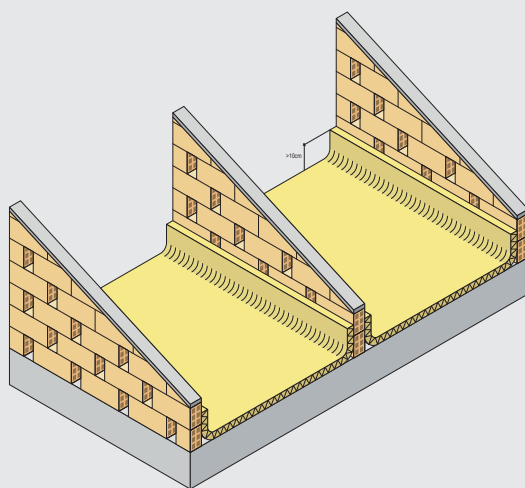


Figura 20. Colocación de cuerdas y miras para la ejecución de tabiques palomeros, tabiques de arriostamiento y muros de alero, en cubierta inclinada sobre forjado



En el caso de que en la cubierta se vaya a disponer un aislamiento térmico, previamente a la colocación de los taberos, se colocará el aislante térmico entre los tabiques palomeros doblándolo en vertical sobre los tabiques hasta una altura de diez centímetros como mínimo, para evitar, en lo posible, el puente térmico generado por los mismos.

Colocación del tablero

La colocación de los taberos se llevará a cabo de abajo a arriba por hiladas horizontales.

El murete de ladrillo perforado paralelo al alero se coronará con mortero para servir de retención a la primera hilada de tablero cerámico.

La colocación de los taberos se realizará en seco encajándose unas hiladas con otras mediante el machihembrado de la pieza cerámica.

Los taberos se apoyarán 2,5 cm como mínimo en los tabiques palomeros paralelos que constituyen los faldones. El apoyo sobre las maestras que coronan los tabiques palomeros se realizará en seco interponiendo una tira de papel fuerte o satinado, de manera que queden desolidarizados del soporte y puedan moverse libremente sin tensiones de origen térmico.

Entre los taberos de tramos contiguos, para evitar tensiones por dilataciones en su plano, se dejará una separación mínima de 1 cm de espesor que se rellenará con mortero cuando se ejecute la capa de regularización.

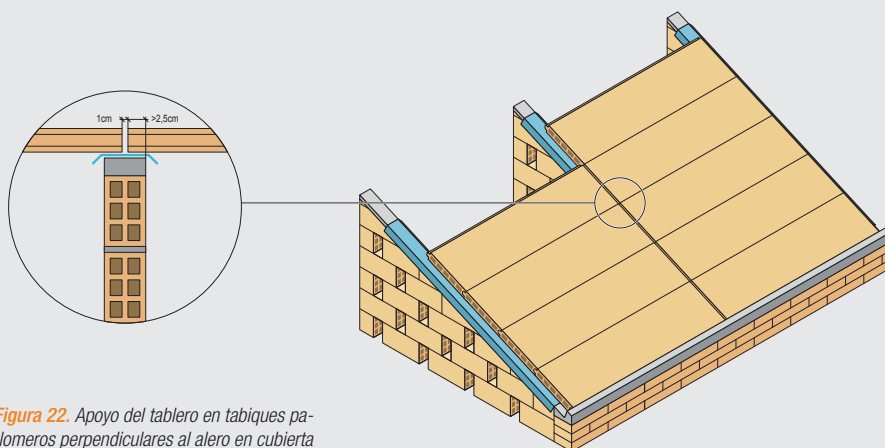


Figura 22. Apoyo del tablero en tabiques palomeros perpendiculares al alero en cubierta sobre forjado

Los cortes de los tableros, para adaptarse a limatesas y limahoyas o separaciones menores de su longitud en los bordes, se realizarán con máquinas de precisión (radial, etc.) evitando la ejecución por golpeo con el pico de la paleta y rechazando las piezas agrietadas o fisuradas.

Al llegar a los elementos sobreelevados de la cubierta, el tablero apoyará en los tabicones perimetrales que se coronarán con una superficie inclinada igual a la pendiente del faldón y quedará separado de los mismos 4 cm para permitir el paso del aislamiento.

En la coronación de caballetes y limatesas, los tableros se ajustarán a la arista de coronación, constituyendo este punto el origen de replanteo, colocando los tableros cortados, si son necesarios, en la hilada anterior a la de terminación. La junta en forma de V se rellenará con mortero, de forma previa a la aplicación de la capa de regularización de mortero.

La separación entre tableros en la limahoya dependerá del elemento empleado para la recogida de agua en la limahoya.

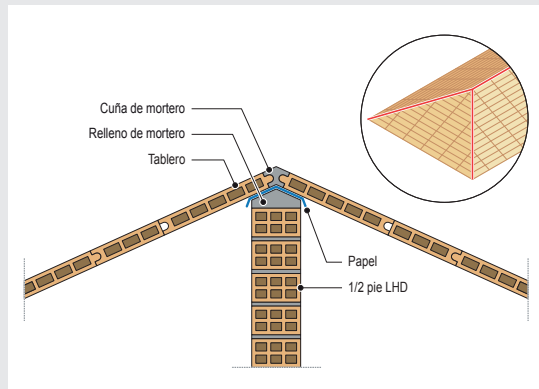


Figura 23. Apoyo del tablero sobre caballete en cubierta sobre forjado

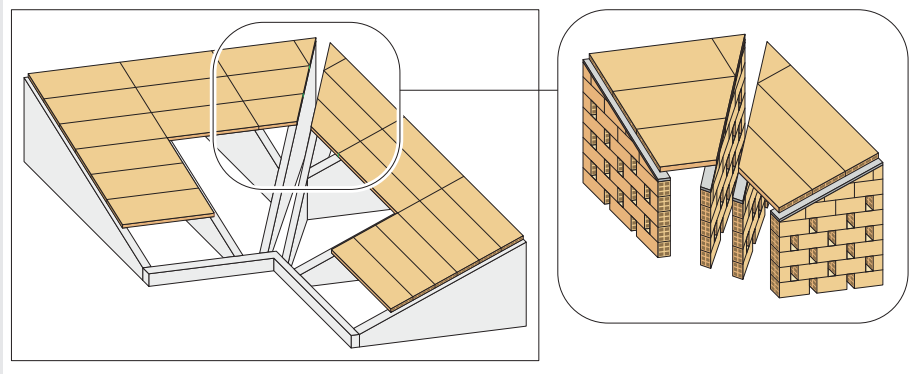


Figura 24. Apoyo del tablero sobre la limahoya en cubierta sobre forjado

Ejecución de la capa de regularización de mortero sobre los tableros cerámicos

Sobre el plano que constituyen los tableros cerámicos se colocará una capa de regularización de mortero, que no se considera como parte del elemento estructural, al tratarse del caso de cubiertas sobre forjado.

Para longitudes de tablero cerámico mayores de 1 m se recomienda colocar un mallazo electrosoldado de cuantía mínima ($\emptyset 4$ a 30x30 cm), de cara a conseguir un mejor reparto de las cargas y evitar posibles fisuras por efecto de la retracción del mortero. Para garantizar su recubrimiento, el espesor de la capa de regularización de mortero deberá ser de al menos 4 cm.

Para longitudes de tablero cerámico menores o iguales de 1 m, no es necesario colocar mallazo electrosoldado en la capa de regularización, por lo que el espesor de ésta puede ser de 3 cm.

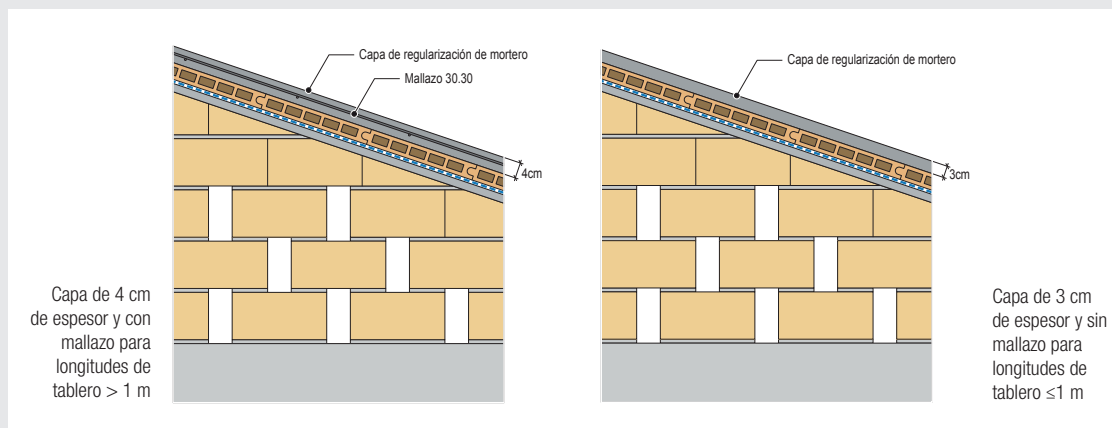


Figura 25. Capa de regularización de mortero sobre los tableros en cubierta sobre forjado

Para garantizar la planeidad necesaria se recomienda realizar la capa de regularización de mortero maestreada, empleando para ello puntos de referencia o maestras para definir el espesor de la capa, no admitiéndose variaciones superiores a 1 cm con respecto al plano teórico. Para comprobar la planeidad de la capa de regularización de mortero del faldón se tirarán cuerdas entre vértices superiores e inferiores y sus diagonales.

Cubiertas inclinadas con tablero cerámico sobre vigueta autoportante metálica

Colocación del tablero cerámico

A efectos de conseguir la retención de los tableros en la parte inferior del faldón de la cubierta, se deberá proyectar un perfil de borde (angular, gancho, etc.).

El perfil de borde irá soldado a las viguetas en la parte inferior del faldón, y deberá tener la altura de los componentes a los cuales ha de retener. Generalmente, dicho perfil servirá para la retención de los tableros, los cuales irán simplemente apoyados sobre las viguetas, y para el encofrado de la losa de hormigón.

En el caso de que la cubierta sobre viguetas metálicas tenga pendientes superiores al 60% los tableros deberán estar fijados mediante perfiles o ganchos, al menos una de cada cuatro hiladas.

El tablero se colocará de abajo a arriba por hiladas horizontales, apoyando 2 cm como mínimo en las viguetas autoportantes.

Los tableros se colocarán en seco encajándose unas hiladas con otras mediante el machihembrado de la pieza cerámica. En este caso, se considera adecuado el apoyo directo del tablero sobre las viguetas, sin necesidad de colocar una tira de papel fuerte o satinado sobre las viguetas, pues los tableros están desolidarizados de la vigueta y pueden moverse libremente, dada la planeidad de las superficies de las viguetas que garantiza la ausencia de adherencia.

Con el fin de garantizar una correcta transmisión de las cargas de la losa de hormigón a las viguetas autoportantes, entre los tableros de tramos contiguos se deberá dejar una separación que se rellenará con el hormigón de la losa superior.

En el caso de que se empleen tableros de corte recto, dicha separación será de al menos 2 cm, pudiendo reducirse dentro del intervalo de 1,5 cm a 2 cm, cuando en el hormigón de la losa se empleen áridos de tamaño máximo 8 mm.

En el caso de que se empleen tableros biselados o escalonados, la separación entre tableros de tramos contiguos, deberá ser de al menos 1 cm.

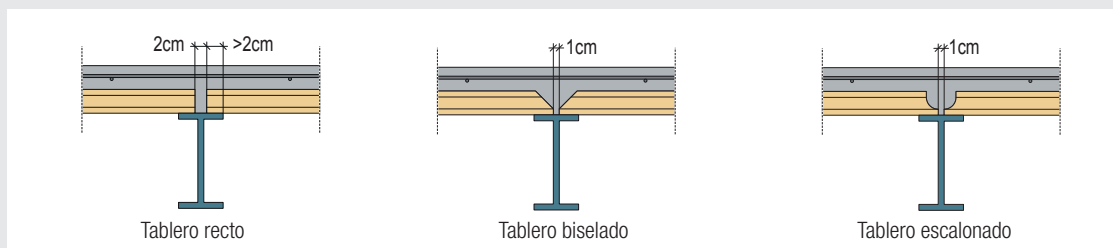


Figura 26. Apoyo del tablero en cubierta sobre viguetas autoportantes para hormigonado de la losa

Cuando el ala de la vigueta sea menor de 6 cm y la separación entre tableros de tramos contiguos no pueda ser mayor de 1 cm, los tableros deberán ser biselados o escalonados, para que la losa de hormigón conecte con la vigueta y exista una correcta transmisión de la carga.

En la coronación de caballetes y limatesas los tableros se ajustarán a la arista de coronación, constituyendo este punto el origen de replanteo, colocando los tableros cortados, si son necesarios, en la hilada anterior a la de terminación. La junta en forma de V que se produce se rellenará con mortero, de forma previa a la aplicación de la losa de hormigón.

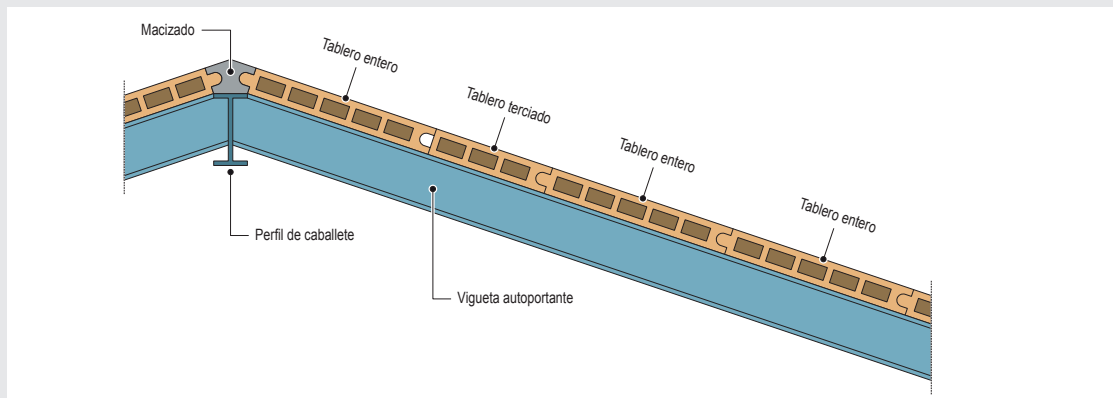


Figura 27. Apoyo del tablero sobre caballete en cubierta sobre viguetas autoportantes

Ejecución de la losa de hormigón armado

Sobre el plano que constituyen los tableros cerámicos se colocará una losa de hormigón armado. Tanto el tablero cerámico, que hace de encofrado perdido, como la losa de hormigón se consideran como partes del elemento estructural, al tratarse del caso de cubiertas sobre viguetas autoportantes.

El mallazo de la losa de hormigón se colocará con la cuantía y recubrimientos requeridos por el cálculo estructural. Como norma general se considera:

- Hormigón H-25 y mallazo B-500-S.
- Recubrimiento: inferior de 1,5 cm inferior y superior de 2,5 cm, según artículo 37.2.4 y tabla 37.2.4.1.a de la EHE-08, asimilando el tablero cerámico a 1 cm de recubrimiento en la cara inferior.
- Espesor mínimo de la losa: 4 cm + espesor del mallazo (dependiendo del cálculo estructural).

Para garantizar la planeidad necesaria se recomienda realizar la losa de hormigón maestreada, con separaciones entre maestras de un metro y medio aproximadamente para definir el espesor de la losa, no admitiéndose variaciones superiores a 1 cm con respecto al plano teórico.

+ en www.conarquitectura.com

Producto: Tablero cerámico

Dirigido a: Todos

Contenidos: Diseño



Los artículos técnicos son facilitados por Hispalyt (asociación española de fabricantes de ladrillos y tejas de arcilla cocida) y forman parte de los programas de investigación que desarrolla sobre los distintos materiales cerámicos y su aplicación.