

# DAU

# 14/086 A

## Documento de adecuación al uso

### Denominación comercial

Cáviti<sup>®</sup>

### Tipo genérico y uso

Sistema de piezas plásticas para la formación de encofrados perdidos en la construcción de suelos elevados en general y en sustitución de forjados sanitarios tradicionales.

### Titular del DAU

**FORJADOS SANITARIOS  
CÁVITI SLU**

Padre Claret 5  
ES-34004 Palencia  
Tel. 979 69 38 89

[www.caviti.com](http://www.caviti.com)

### Planta de producción

Plásticos de Palencia  
Pol. Industrial Venta de Baños – Parcela 170 - 172  
ES-34200 Venta de Baños  
Palencia

### Edición vigente y fecha

A 22.12.2014

### Validez

Desde: 22.12.2014  
Hasta: 21.12.2019

La validez del DAU 14/086 está sujeta a las condiciones del *Reglamento del DAU*. La edición vigente de este DAU es la que figura en el registro que mantiene el ITeC (accesible en [www.itec.es](http://www.itec.es) y a través del siguiente código QR).



Este documento consta de 32 páginas.  
Queda prohibida su reproducción parcial.

El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU (BOE 94, 19 de abril de 2002) e inscrito en el Registro General del CTE (Resolución de 3 de septiembre de 2010 – Ministerio de Vivienda).

**ITeC**

## Control de ediciones

<b>Edición</b>	<b>Fecha</b>	<b>Apartados en los que se han producido cambios respecto a la edición anterior</b>
A	22.12.2014	Creación del documento.

# Índice

1.	Descripción del sistema y usos previstos	4	6.1.5.	Hormigonado	17
1.1.	Definición del sistema constructivo	4	6.1.6.	Requisitos a cumplir por parte de los instaladores	18
1.2.	Usos a los que está destinado	4	6.2.	Criterios de mantenimiento y reparación	19
1.3.	Limitaciones de uso	4	6.3.	Detalles constructivos	20
2.	Componentes del sistema	5	7.	Referencias de utilización	25
2.1.	Piezas Cáviti®	5	8.	Visitas de obra	25
2.2.	Perfil perimetral	6	9.	Evaluación de ensayos y cálculos	26
2.3.	Hormigón	6	9.1.	Introducción	26
2.4.	Armaduras	6	9.2.	Ensayos de caracterización de los elementos del sistema	26
2.5.	Zuncho perimetral	8	9.2.1.	Caracterización de las piezas Cáviti®	26
2.6.	Paneles de poliestireno expandido para juntas	8	9.2.2.	Caracterización del hormigón	26
3.	Fabricación y control de producción	9	9.2.3.	Armadura antifisuración	26
3.1.	Fabricación	9	9.3.	Ensayos y cálculos de adecuación al uso del sistema	27
3.1.1.	Materias primas	9	9.3.1.	Resistencia mecánica y estabilidad y seguridad de utilización	27
3.1.2.	Proceso de fabricación	9	9.3.2.	Seguridad en caso de incendio	27
3.1.3.	Presentación del producto	9	9.3.3.	Higiene, salud y medio ambiente	27
3.2.	Control de producción	9	9.3.4.	Protección contra el ruido	27
3.2.1.	Control de la materia prima	9	9.3.5.	Ahorro de energía y aislamiento térmico	27
3.2.2.	Control del proceso de fabricación	9	9.4.	Ensayos de evaluación del sistema en el proceso de ejecución	28
3.2.3.	Control del producto final acabado	9	9.4.1.	Resistencia a los esfuerzos de hormigonado	28
4.	Almacenamiento, transporte y recepción en obra	10	9.4.2.	Resistencia a compresión de los encofrados	28
4.1.	Almacenamiento y transporte	10	10.	Comisión de Expertos	29
4.2.	Control de recepción en obra	10	11.	Documentos de referencia	29
5.	Criterios de proyecto	10	12.	Evaluación de la adecuación al uso	30
5.1.	Seguridad estructural	10	13.	Seguimiento del DAU	31
5.1.1.	Colocación sobre el terreno	11	14.	Condiciones de uso del DAU	31
5.1.1.	Colocación sobre forjado o losa de cimentación	12	15.	Lista de modificaciones de la presente edición	32
5.2.	Seguridad en caso de incendio	13			
5.2.1.	Reacción al fuego	13			
5.2.2.	Resistencia al fuego	13			
5.3.	Salubridad	13			
5.3.1.	Impermeabilidad	13			
5.3.2.	Limitación de condensación	14			
5.3.3.	Otros aspectos del sistema	14			
5.4.	Seguridad de utilización	14			
5.5.	Protección frente al ruido	14			
5.6.	Ahorro de energía y aislamiento térmico	14			
5.7.	Otros criterios de proyecto	15			
5.7.1.	Durabilidad	15			
5.7.2.	Aspectos dimensionales del sistema	15			
5.7.3.	Puntos singulares	15			
6.	Criterios de ejecución, de mantenimiento y reparación	16			
6.1.	Criterios de ejecución	16			
6.1.1.	Condiciones previas	16			
6.1.2.	Colocación de las piezas Cáviti®	16			
6.1.3.	Solución de perímetros y encuentros con pilares	16			
6.1.4.	Otros puntos singulares	17			

# 1. Descripción del sistema y usos previstos

## 1.1. Definición del sistema constructivo

Cáviti® es un sistema de encofrado perdido formado mediante unión de piezas de polipropileno reciclado, para la construcción de suelos elevados y recrecidos de estructuras. La gama de piezas disponible permite alcanzar distintas alturas del suelo elevado en función de las características del proyecto (véase la tabla 1).

La unión de las piezas da lugar a un encofrado perdido que, mediante su hormigonado, forma un suelo continuo, abovedado por su cara inferior y apoyado sobre los pilares que se forman en la unión de cuatro piezas Cáviti®. Las piezas se unen entre sí gracias a los galces perimetrales de que disponen y en el orden que marcan las flechas indicativas situadas en la cúpula superior de los módulos.

El sistema no incluye ningún tipo de piezas especiales para los encuentros con elementos salientes o perímetros, o en el caso de que se deba perforar la solera para pasar instalaciones, tanto de saneamiento o eléctricas. La resolución de estos puntos singulares se realiza cortando las piezas, mediante una máquina de corte circular (radial), una caladora con sierra especial para plástico o un taladro con corona de corte, según sea necesario. Antes de realizar el corte debe considerarse la necesidad de replantear la entrega a los diferentes elementos existentes en obra o el paso de instalaciones a través de la cúpula superior.

Se incluye en el sistema un perfil perimetral de polipropileno, de distintas dimensiones acordes con la altura de la pieza Cáviti® a colocar, que tiene la función de evitar que se pierda material al verter el hormigón en ciertos casos, como por ejemplo en los perímetros en los que no existe un elemento vertical contra el que atestar las piezas Cáviti® (véase el apartado 2.2).

La finalidad es formar, de este modo, un encofrado perdido que ocupa toda la superficie a hormigonar. Debe colocarse una armadura próxima a la cara superior del suelo final, para evitar la posible fisuración por retracción. El hormigonado se puede realizar con camión bomba o con cubilote, pero en cualquier caso debe realizarse controladamente puesto que un vertido excesivamente rápido puede perjudicar la puesta en obra, por ejemplo, abriendo el encofrado.

## 1.2. Usos a los que está destinado

El sistema Cáviti® se utiliza para la elevación de suelos en general, por ejemplo, en suelos en contacto con el terreno en sustitución de un forjado sanitario tradicional, recrecidos de pavimentos existentes, rehabilitaciones, zonas peatonales y andenes, zonas de vestuarios, cubiertas aligeradas, etc.

El uso de las piezas Cáviti® es básicamente el de formar el encofrado perdido. Este debe poder soportar el paso del personal en obra y los esfuerzos provocados por el hormigonado. Una vez el hormigón ha fraguado, esta función resistente es negligible frente a la resistencia que aporta el hormigón.

El encofrado perdido forma una capa de polipropileno que recubre toda la superficie inferior de la solera, lo cual puede conferir cierta impermeabilidad a esta solera. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que las uniones entre piezas Cáviti® no son completamente estancas, o pueden abrirse ligeramente durante el hormigonado, dejando pequeños huecos por los que puede remontar la humedad.

El sistema final hormigonado forma un suelo elevado que, colocado sobre el terreno, puede utilizarse en sustitución de un forjado sanitario en distintos casos. Se deberá tener en cuenta que este suelo elevado no forma parte de la estructura del edificio y que se apoya sobre el terreno en muchos puntos. La altura de las piezas utilizadas en este caso deberá ser la adecuada para garantizar la ventilación correspondiente a este tipo de forjados.

## 1.3. Limitaciones de uso

Este DAU considera que el sistema Cáviti® debe utilizarse respetando las siguientes condiciones:

- El hormigonado debe realizarse con hormigones del tipo definido en el apartado 2.3, o que ofrezcan una resistencia igual o superior a los indicados. Se desaconseja el uso de hormigones fluidificados.
- El sistema no está diseñado para cargas especiales, como:
  - Cargas estáticas elevadas (por ejemplo, en naves industriales con maquinaria muy pesada).
  - Cargas dinámicas elevadas (por ejemplo, en aparcamientos para vehículos pesados).
- El soporte debe presentar una planeidad adecuada para un buen asentamiento de las piezas.
- El sistema permite elevar la solera hasta 70 cm (sin contar la capa de compresión).

Pueden apilarse piezas de distintas alturas con el fin de conseguir una altura mayor únicamente bajo la prescripción del departamento técnico de Forjados Sanitarios Cáviti SLU.
- La capa de compresión debe tener un espesor  $\geq 5$  cm. Capas de espesor inferior quedan fuera del alcance de este DAU y deberán justificarse en cada caso particular.
- Debe colocarse siempre armadura antifisuración.
- Deben respetarse las soluciones constructivas indicadas en este DAU.

- La utilización de distintos modelos de piezas Cáviti® en una misma superficie debe realizarse separándolos mediante perfiles perimetrales (véase el apartado 2.2).
- No debe utilizarse el sistema Cáviti® sobre terrenos con suelos expansivos. En estos casos el sistema Cáviti® deberá apoyarse sobre cimientos formados por losas armadas rígidas que contengan dicha expansividad.
- El suelo elevado no tiene una función de arriostramiento de la estructura en su base.

Tal como se indica en los criterios de proyecto (véase el apartado 5.1), pueden haber otras limitaciones de uso en función de parámetros específicos de la obra.

## 2. Componentes del sistema

### 2.1. Piezas Cáviti®

Las piezas Cáviti® se fabrican con polipropileno reciclado termo-inyectado de color negro, que en algunos casos puede presentar tonalidades grisáceas debido a cargas minerales añadidas.

El alzado de las piezas presenta una geometría abovedada en dos direcciones, ligeramente plana en la parte superior, y su planta es rectangular. La parte superior forma unos nervios que parten desde la parte central de la pieza y descienden a través de su geometría hasta derivar a los pilares estructurales del encofrado que se hallan en los vértices de la misma. Cada pilar de la pieza compone la cuarta parte del pilar estructural que se forma con la unión de cuatro módulos de encofrado Cáviti®.

En dos lados contiguos de la pieza (uno mayor y el otro menor de la geometría rectangular) hay un galce en forma de machihembrado negativo que es utilizado en la unión entre piezas. En los otros dos lados se encuentra el galce positivo de unión. La unión machihembrada entre piezas se realiza a lo largo de todo el perímetro de estas.

Los nervios estructurales aseguran la resistencia de la pieza y permiten los trabajos del personal sobre las piezas durante el proceso constructivo.

Pieza	Dimensiones en planta (mm)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Altura total (mm)	Altura interior (mm)	Consumo de hormigón hasta el seno de la pieza (l/m <sup>2</sup> )	Superficie de apoyo (cm <sup>2</sup> /pilar)	Pilares por m <sup>2</sup>
C-5	580 x 400	0,232	50	20	4,5	50	25,9
C-10	780 x 580	0,452	100	73	10,5	64	26,5
C-15	750 x 500	0,375	150	95	30	462	2,67
C-20	750 x 500	0,375	200	145	35	419	2,67
C-25	750 x 500	0,375	250	190	40	380	2,67
C-30	750 x 500	0,375	300	240	43	342	2,67
C-35	750 x 500	0,375	350	290	49	306	2,67
C-40	750 x 500	0,375	400	345	53	272	2,67
C-45	750 x 580	0,435	450	400	68	355	2,30
C-50	750 x 580	0,435	500	450	73	316	2,30
C-55	750 x 580	0,435	550	500	78	278	2,30
C-60	750 x 500	0,375	600	550	93	355	2,67
C-65	750 x 500	0,375	650	600	97	316	2,67
C-70	750 x 500	0,375	700	650	102	278	2,67

**Tabla 1:** Características principales de las piezas Cáviti®.

Las dimensiones y otras características relevantes de la gama de piezas consideradas en este DAU se resumen en la tabla 1. La geometría de cada una se muestra en las figuras 1a y 1b.

La morfología de las piezas permite que la solera final pueda considerarse como un suelo elevado, tal como se define en el DB-HS del CTE, que lo considera como un suelo en la base del edificio en el que la relación entre la suma de la superficie de contacto con el terreno y la de apoyo, y la superficie del suelo es inferior a 1/7.

## 2.2. Perfil perimetral

Los perfiles perimetrales son piezas planas de polipropileno reciclado destinadas principalmente a cubrir los perímetros libres y evitar que el hormigón vertido se derrame.

La gama de perfiles perimetrales se presenta en las mismas alturas que las piezas Cáviti®. Además, disponen de una banda de 8 cm perpendicular a la altura principal del perfil, que se coloca como base para dar estabilidad al perfil bajo los pies de los pilares de las piezas Cáviti®.

Los perfiles perimetrales se unen con las piezas Cáviti® mediante un alambre o con bridas de plástico, que pasan a través de perforaciones realizadas en obra en ambos elementos, en los puntos que se estiman más adecuados para impedir la pérdida masiva de hormigón por las juntas. El perfil perimetral puede cortarse, si es necesario, mediante un cúter o sierra de calar.

En la tabla 2 se presentan las medidas principales de los perfiles perimetrales.

## 2.3. Hormigón

No se limita el tipo de hormigón a utilizar. No se prevé ningún impedimento para utilizar cualquier tipo de hormigón de los considerados en la EHE. El tipo de hormigón dependerá principalmente de la resistencia mecánica prevista para la solera y del ambiente en el que se encuentra, y será definido en la fase de proyecto.

El titular del DAU recomienda utilizar hormigones en masa de 20 N/mm<sup>2</sup> u hormigones armados de 25 N/mm<sup>2</sup>. Se consideran adecuados los hormigones tipo HA-25/B/25/IIa, HM-20/B/25/IIa o de prestaciones superiores, para las clases de exposición normal con humedad alta. Estos hormigones pueden ser vertidos mediante bomba o cubilote.

Se desaconseja el uso de hormigones fluidificados ya que las juntas entre piezas no son completamente estancas y se puede favorecer la pérdida de material.

Pieza	Longitud (m)	Altura + Solape (cm)	Espesor (mm)
P-10	2,00	10 + 8	4
P-15	2,00	15 + 8	4
P-20	2,00	20 + 8	4
P-25	2,00	25 + 8	4
P-30	2,00	30 + 8	4
P-35	2,00	35 + 8	4
P-40	2,00	40 + 8	4
P-45	2,00	45 + 8	4
P-50	2,00	50 + 8	4
P-55	2,00	55 + 8	4
P-60	2,00	60 + 8	4
P-65	2,00	65 + 8	4
P-70	2,00	70 + 8	4

**Tabla 2:** Características principales de los tapes perimetrales.

## 2.4. Armaduras

La armadura en las soleras tipo Cáviti® se utiliza para evitar la fisuración por retracción de las zonas más superficiales del hormigón. Además, en los modelos de altura superior al C-15, también ayuda a los trabajos de hormigonado, ya que evita que el personal que realiza los trabajos ponga los pies en la cavidad de los pilares estructurales.

En general se utilizarán mallas electrosoldadas de acuerdo con la norma UNE 36092:

- Denominación B-500T
- Dimensiones ME 15x15, ME 15x20, ME 20x20, ME 15x30 o ME 20x30
- Diámetros 6, 8, 10 y 12 mm

En función de las acciones previstas sobre la solera, se definirá la colocación, dimensiones de la retícula y diámetro de las barras. En los casos en los que se prevea colocar una capa de compresión superior a 5 cm se deberán colocar separadores de armadura convencionales con el fin de mantener el recubrimiento indicado en el apartado 6.1.5.1.

El hormigón también puede armarse con fibras de polipropileno virgen, si por cuestiones mecánicas se considera necesario. En su instalación, deberá tenerse en cuenta lo indicado en el apartado 6.1.5.

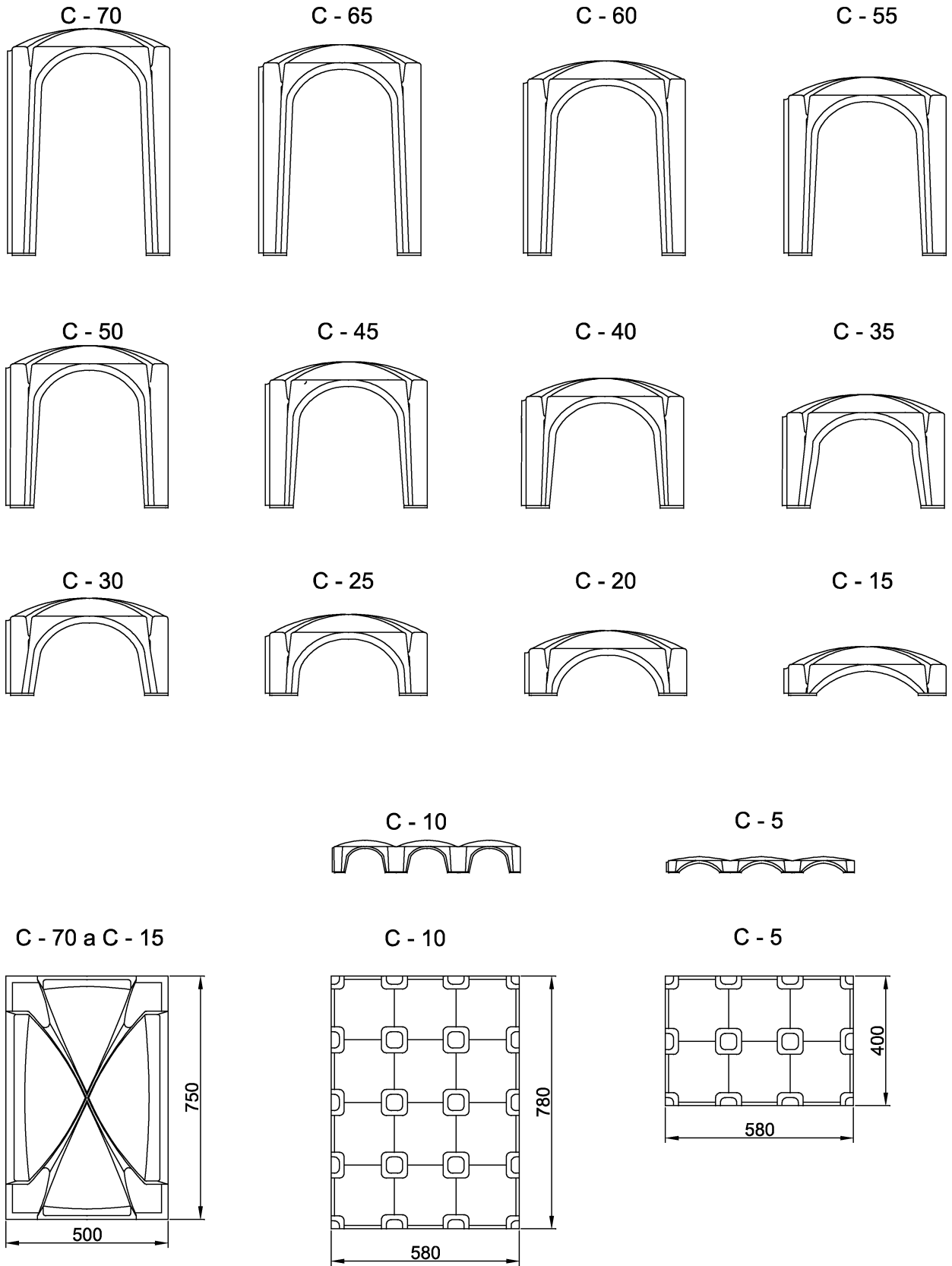
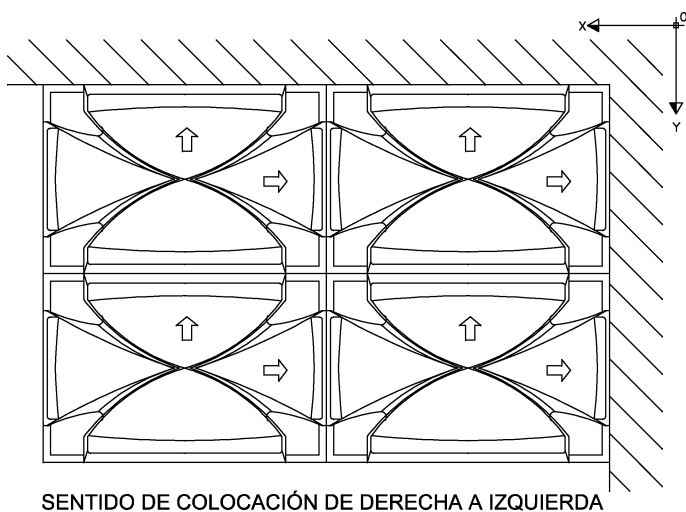


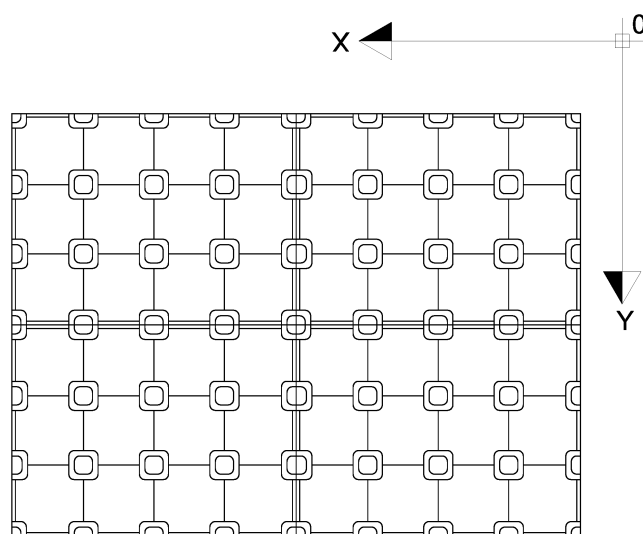
Figura 1a: Alzado y planta de las piezas Cáviti® (cotas en mm).



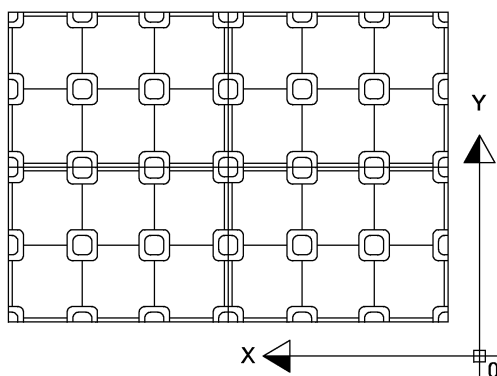
**Piezas C-15 a C-70**



**Piezas C-10**



**Piezas C-5**



**Figura 1b:** Montaje en planta de las piezas Cáviti®. Sentido de colocación de las piezas

## 2.5. Zuncho perimetral

Cuando es necesario cortar las piezas Cáviti® en el encuentro con un perímetro por cuestiones de modulación, puede ejecutarse un zuncho perimetral, solidario con la capa de compresión y el resto de la solera, que impida que este extremo de la solera trabaje en voladizo. También puede realizarse un zuncho perimetral con el fin de adecuar el encuentro con los perímetros a la modulación de las piezas y no tener que colocar piezas cortadas.

El hormigonado del zuncho se realizará conjuntamente con toda la estructura de solera con lo que el hormigón será el mismo según las especificaciones del apartado 2.3. La pieza Cáviti® cortada deberá disponer de un tape perimetral para evitar que se vierta hormigón por la parte inferior de ésta, así como un apoyo realizado con gero para que no vuelque.

El zuncho perimetral es de 20 a 25 cm de ancho como mínimo y una altura igual a la de la pieza Cáviti® más la capa de compresión. No es necesario colocar armadura, pero si por motivos de proyecto se

considera necesario, se recomienda colocar acero tipo B 500S de 12 mm de diámetro en la cantidad especificada en el proyecto. Para cada proyecto se realizan detalles de los puntos críticos en los cuales se especifican los armados del zuncho.

Los criterios de utilización de este elemento quedan recogidos en el apartado 6.1.3.3.

## 2.6. Paneles de poliestireno expandido para juntas

Se contempla la utilización de paneles de poliestireno expandido, de forma general, en encuentros y juntas a hormigonar (véanse los apartados 6.1.3 y 6.1.4).

En general se trata de paneles de poliestireno de 3 cm de espesor como mínimo, pero sin ningún requisito específico en cuanto a resistencia, densidad u otras características.



## 3. Fabricación y control de producción

### 3.1. Fabricación

#### 3.1.1. Materias primas

La materia prima para fabricar piezas Cáviti® es polipropileno copolímero reciclado, suministrado en granza o triturado, totalmente lavado y exento de materias contaminantes. Es de color negro o con tonalidades grisáceas.

#### 3.1.2. Proceso de fabricación

Los módulos Cáviti® se fabrican por un proceso de termo-inyección en moldes de acero. En cada molde se fabrica una sola pieza. A partir de cierta altura de las piezas, la fabricación se realiza mediante suplementos de los moldes que dan lugar a diferentes alturas.

#### 3.1.3. Presentación del producto

Las piezas Cáviti® se presentan apiladas, protegidas con film de polietileno y sujetadas con flejes de plástico. Las unidades en cada paquete se indican en la tabla 3, en función del tipo de pieza. Se pueden paletizar si el transporte así lo exige.

Cada paquete se etiqueta indicando el modelo, número de piezas, metros cuadrados, cliente al cuál va destinado y número total de paquetes por pedido. Cada pedido tiene su albarán correspondiente en el que se indica cliente, dirección, teléfono de contacto, modelo, número de piezas, metraje total y número de paquetes. En cada paquete se adjunta un manual de instalación del producto.

Piezas	Disposición en el paquete	Unidades por paquete	Superficie aproximada en obra (m <sup>2</sup> )
C-5	4 pilas de 125 unidades cada una	500	116
C-10	2 pilas de 70 unidades cada una	140	63
C-15 a C-40	2 pilas de 50 unidades cada una	100	37
C-45 a C-55	2 pilas de 45 unidades cada una	90	39
C-60 a C-70	2 pilas de 40 unidades cada una	80	30

**Tabla 3:** Presentación de las piezas Cáviti®.

### 3.2. Control de producción

Forjados Sanitarios Cáviti SLU fabrica las piezas Cáviti® en Plásticos de Palencia, en Venta de Baños.

El sistema de control de producción en fábrica ha sido objeto de una auditoría por parte del ITEC, con resultado satisfactorio.

Las características que se controlan en el control de producción se indican a continuación.

#### 3.2.1. Control de la materia prima

El polipropileno recibido se controla mediante una inspección organoléptica, en la que se controla su aspecto externo, tacto y humedad. Se realiza una prueba de fluidez y calidad del material en la primera inyección de material.

#### 3.2.2. Control del proceso de fabricación

El control de la fabricación consiste básicamente en atender el proceso de inyección, que en mayor parte es automático. Se controla el desmolde y el inicio de la inyección, y se elimina el posible exceso de material.

#### 3.2.3. Control del producto final acabado

El control final del producto se basa en una inspección visual de los siguientes aspectos:

- Presencia de rechupes, ráfagas, exceso de material, brillos, líneas de unión y ríos de material
- Deformaciones y roturas
- Falta de material
- Manchas de aceite

También se realizan pruebas de carga cada vez que se cambia la materia prima.

## 4. Almacenamiento, transporte y recepción en obra

### 4.1. Almacenamiento y transporte

Las piezas Cáviti<sup>®</sup> pueden almacenarse a cubierto o a la intemperie, ya que el material no se ve afectado por las inclemencias meteorológicas. No es aconsejable, sin embargo, que el material esté expuesto a la intemperie durante largos periodos de tiempo (superiores a dos meses, según indicación del fabricante), ya que las piezas pueden fragilizarse y perder cierta resistencia mecánica.

No se recomienda remontar los paquetes de piezas o los palés, ya que puede provocar la deformación de las piezas inferiores. Asimismo, se recomienda guardar el material en un lugar fuera del alcance de posibles golpes que podrían romper las piezas.

No se considera ningún requisito específico para el transporte de las piezas. En general, las piezas se empaquetan en el formato indicado en la tabla 3, pero pueden suministrarse colocadas sobre un palé, si la empresa de transportes así lo requiere.

### 4.2. Control de recepción en obra

En obra se deberá comprobar que los módulos recibidos se encuentran en buen estado: no han sufrido deformaciones excesivas, no presentan roturas, no presentan faltas de material, o cualquier otro defecto que pueda comprometer la estanquidad del encofrado o su resistencia. Deberán desecharse aquellas piezas que no encajen correctamente.

## 5. Criterios de proyecto

El diseño del sistema Cáviti<sup>®</sup> se basará en el cumplimiento de las exigencias básicas de calidad del Código Técnico de la Edificación (de ahora en adelante, CTE) según lo indicado en los documentos básicos DB SE-AE, DB SE-C, DB SI, DB HS, DB SU, DB HR y DB HE, además de los requisitos recogidos en la *Instrucción del Hormigón Estructural* (en adelante, EHE). En cada proyecto deberán comprobarse la adecuación de las soluciones constructivas escogidas.

A continuación se indican una serie de criterios que deberán considerar en el momento de proyectar con el sistema objeto del DAU.

### 5.1. Seguridad estructural

El sistema Cáviti<sup>®</sup> se utiliza para formar un encofrado perdido que se rellena con hormigón con el fin de formar un suelo elevado. Una vez hormigonado, la capacidad resistente de la solera la confiere el hormigón, que ha formado un suelo elevado de espesor variable (capa de compresión de 5 cm mínimo) que dispone de unos pilares en forma de tronco piramidal invertido que transmiten las cargas al soporte sobre el que se apoya.

Los ensayos realizados en laboratorio, tanto de carga repartida como de carga puntual, muestran que la resistencia de estas soleras puede llegar a ser muy elevada, si se instala sobre un soporte rígido.

De acuerdo con los resultados de los ensayos y los cálculos realizados en el caso de cargas repartidas, se observa que, en general, el punto crítico de este sistema no es la resistencia de la solera, sino el comportamiento del soporte sobre el que se coloca. Los esfuerzos a compresión que puede resistir este tipo de soleras son muy elevados, como demuestran los ensayos, pero la forma de la solera Cáviti<sup>®</sup> no está diseñada para trabajar a flexión si el soporte falla. Si el soporte se deforma excesivamente o los pilares de la solera producen un hundimiento o punzonamiento del soporte, se puede provocar la fisuración o rotura de la solera, debido a que el espesor y el armado antifisuración de la capa de compresión no pueden soportar la flexión provocada por el peso propio de esta solera sin apoyo. Los pilares de la solera deben estar siempre apoyados sobre un soporte suficientemente rígido y plano.

En el caso de carga puntual, el mecanismo de fallo de la solera depende en gran medida de la resistencia de la superficie de soporte, de acuerdo con los ensayos y cálculos realizados (ensayos realizados con un aplicador de carga de 5 x 5 cm). Sobre terrenos poco

resistentes, el mecanismo principal será similar al indicado para carga repartida: hundimiento de los pilares en el terreno, provocando una flexión inadmisibles por la solera. Sin embargo, en terrenos muy resistentes o sobre losas y forjados, el mecanismo de fallo puede darse por flexión/punzonamiento de la solera debido a la carga puntual.

Por esta razón, en la fase de proyecto se deberá evaluar tanto la aptitud de la solera como la del soporte durante el uso del edificio, con el fin de evitar la rotura de la solera Cáviti®. En general, las sobrecargas de uso pueden tomarse de la tabla 3.1 del DB-SE-AE. En casos de cargas concentradas conocidas, se recomienda realizar un cálculo particular para evaluar la resistencia del soporte.

Como referencia, la tabla 4 indica los resultados, debidamente minorados, de los ensayos realizados. Tal como se ha indicado en el primer párrafo, estos valores corresponden a una solera apoyada sobre un soporte muy rígido (condiciones de laboratorio). Por otra parte, las tablas 5a y 5b dan los pesos de las soleras Cáviti® por metro cuadrado, así como la presión resultante sobre la base de cada pilar, considerando un hormigón de densidad 2.500 kg/m<sup>3</sup>.

En los siguientes apartados se dan criterios para la consideración de las cargas admisibles en la fase de proyecto, en función del tipo de soporte previsto.

### 5.1.1. Colocación sobre el terreno

La colocación sobre el terreno debe realizarse interponiendo siempre una capa de hormigón de limpieza HM-20 (con o sin malla) de 5 cm de espesor mínimo, cuya función es regularizar la superficie para proporcionar un buen apoyo a las piezas Cáviti®. El apoyo de las piezas es muy importante para evitar que el hormigón pueda abrir las patas que forman los pilares al ser vertido, además de garantizar que, una vez fraguado, todos los pilares del suelo elevado estarán en contacto con el soporte.

En este caso, deben comprobarse las acciones sobre el terreno, teniendo en cuenta:

- El peso propio de la solera hormigonada
- El peso de la capa de hormigón de limpieza
- Las sobrecargas de uso previstas

El peso de la solera se calcula a partir del consumo de hormigón de cada pieza (véase la tabla 1, en el apartado 2.1) y del espesor de la capa de compresión. Con estos datos y la densidad del hormigón, puede calcularse el peso por metro cuadrado de la solera. Se debe tener en cuenta en el cálculo del esfuerzo que este peso se concentra sobre la superficie inferior de los pilares, lo cual puede producir un punzonamiento del terreno. La capa de hormigón de limpieza no debe ser considerada como un elemento repartidor de cargas, debido a su espesor y a que en general no está armada.

El cálculo de la resistencia y las posibles acciones del terreno deberá realizarse teniendo en cuenta las consideraciones del DB-SE-C del CTE.

En ningún caso la carga concentrada en el área del pilar deberá ser superior a la capacidad de carga del terreno, para evitar el hundimiento del pilar, y la consiguiente rotura de la solera.

En terrenos colapsables, en los que se prevean asientos diferenciales o que se encuentren por debajo del nivel freático se recomienda la colocación del sistema Cáviti® sobre una losa de cimentación, u otra solución adecuada a cada caso particular. En cualquier caso, se deberán considerar las condiciones constructivas y el acondicionamiento de los terrenos y cimentaciones indicados en el DB-SE-C.

La tabla 6, obtenida a partir de los resultados de ensayos, resume el mecanismo principal de rotura previsto en función de la resistencia del terreno, y puede utilizarse como una referencia en el diseño de las soleras.

En los casos en los que se considere que el fallo es de la solera y no del terreno, la resistencia de la solera es la indicada en la tabla de resistencias de referencia (tabla 4).

Pieza	Esesor de la capa de compresión	Resistencia a carga puntual de referencia (*)		Resistencia a carga repartida de referencia	
	(cm)	(kN)	(kg)	(MPa)	(kg/m <sup>2</sup> )
C-5 a C-10	5, 8 o 10	25,4 (**)	2540 (**)	0,233	23300
	5	11,5	1150		
C-15 a C-70	8	20,4	2040		
	10	27,4	2740		

(\*) Carga aplicada en una superficie de 5 x 5 cm.

(\*\*) Debido a la dispersión de los resultados de ensayo de los que se dispone, se indica un valor característico mínimo.

**Tabla 4:** Resistencia de la solera Cáviti® a carga puntual y carga repartida, sobre soporte rígido.

Pieza Cáviti®	C-5	C-10	C-15	C-20	C-25	C-30	C-35
Dimensiones (mm)	580x400	780x580	750x500	750x500	750x500	750x500	750x500
Área de la pieza (cm <sup>2</sup> )	2320	4524	3750	3750	3750	3750	3750
Área de un pilar (cm <sup>2</sup> )	49,5	64	462	419	380	342	306
Pilares/pieza	6	12	1	1	1	1	1
Área Pieza/Área Pilar	7,8	5,9	8,1	8,9	9,9	11,0	12,3
Consumo de hormigón (l/m <sup>2</sup> )	4,5	10,5	30	35	40	43	49
Consumo de hormigón/pieza (l)	1,0	4,8	11,3	13,1	15,0	16,1	18,4
Capa de compresión (cm)	<b>Peso del sistema por metro cuadrado de solera (N/m<sup>2</sup>)</b>						
5	1363	1513	2000	2125	2250	2325	2475
8	2113	2263	2750	2875	3000	3075	3225
10	2613	2763	3250	3375	3500	3575	3725
Capa de compresión (cm)	<b>Presión en la base de un pilar (N/m<sup>2</sup>)</b>						
5	10643	8910	16234	19018	22204	25493	30331
8	16502	13328	22321	25731	29605	33717	39522
10	20407	16273	26380	30206	34539	39200	45650

Tabla 5a: Peso del sistema y presión sobre un pilar para las piezas C-5 a C-35.

Pieza Cáviti®	C-40	C-45	C-50	C-55	C-60	C-65	C-70
Dimensiones (mm)	750x580	750x580	750x580	750x580	750x500	750x500	750x500
Área de la pieza (cm <sup>2</sup> )	3750	4350	4350	4350	3750	3750	3750
Área de un pilar (cm <sup>2</sup> )	272	355	316	278	355	316	278
Pilares/pieza	1	1	1	1	1	1	1
Área Pieza/Área Pilar	13,8	12,3	13,8	15,6	10,6	11,9	13,5
Consumo de hormigón (l/m <sup>2</sup> )	53	68	73	78	93	97	102
Consumo de hormigón/pieza (l)	19,9	29,6	31,8	33,9	34,9	36,4	38,3
Capa de compresión (cm)	<b>Peso del sistema por metro cuadrado de solera (N/m<sup>2</sup>)</b>						
5	2575	2950	3075	3200	3575	3675	3800
8	3325	3700	3825	3950	4325	4425	4550
10	3825	4200	4325	4450	4825	4925	5050
Capa de compresión (cm)	<b>Presión en la base de un pilar (N/m<sup>2</sup>)</b>						
5	35501	36148	42330	50072	37764	43612	51259
8	45841	45338	52654	61808	45687	52512	61376
10	52734	51465	59537	69631	50968	58445	68121

Tabla 5b: Peso del sistema y presión sobre un pilar para las piezas C-40 a C-70.

### 5.1.1. Colocación sobre forjado o losa de cimentación

En este caso, no es necesaria la colocación de una capa de regularización ya que, en general, las superficies de soporte disponibles son suficientemente planas para la correcta colocación de las piezas Cáviti®.

Tanto en proyecto de obras nuevas como en rehabilitaciones, se deberá prever el peso del suelo elevado y las sobrecargas de uso en el cálculo de la capacidad resistente de la estructura (forjado o losa de cimentación). Se recomienda comprobar la resistencia del soporte al punzonamiento provocado por los pilares.

Piezas	Espesor de la capa de compresión	Mecanismo principal de fallo del sistema en función de la resistencia del terreno		
		Fallo por punzonamiento del terreno en cualquier caso	Punzonamiento del terreno (en carga repartida) o fallo de la solera (en carga puntual)	Fallo de la solera en cualquier caso
C-5 a C-10	Todos los casos	Hasta 1 MPa		
	5 cm	Hasta 0,10 MPa		
C-15 a C-55	8 cm	Hasta 0,15 MPa		
	10 cm	Hasta 0,20 MPa	Hasta 4 MPa	De 4 MPa en adelante
C-60 a C-70	5 cm	Hasta 0,10 MPa		
	8 cm			
	10 cm	Hasta 0,20 MPa		

**Tabla 6:** Mecanismos de fallo previstos en función de la resistencia del terreno y del tipo de pieza.

En estructuras en las que se pueda prever una deformación diferida importante, se deberá evaluar si estas deformaciones pueden provocar la fisuración de la capa de compresión de la solera Cáviti® por flexión.

Al considerar las cargas puntuales, se deberá considerar que estas cargas pueden provocar el fallo por flexión/punzonamiento de la capa de compresión de la solera Cáviti®, antes que la deformación excesiva del forjado o losa de soporte.

En los casos en los que se considera que el fallo se produce en la solera Cáviti®, y no debido a la flexión por deformación del soporte, puede considerarse que la resistencia de la solera es la indicada en la tabla de resistencias de referencia (tabla 4).

## 5.2. Seguridad en caso de incendio

### 5.2.1. Reacción al fuego

La reacción al fuego del polipropileno de las piezas Cáviti® es clase E y la del hormigón clase A1, tal como se indica en el apartado 9.3.2.1.

La tabla 4.1 del DB-SI resume las exigencias de reacción al fuego de los elementos constructivos en aquellos casos en los que puede haber una propagación del fuego por el interior del edificio. El sistema Cáviti® puede utilizarse en:

- Suelos elevados estancos que no contengan instalaciones susceptibles de iniciar o propagar un incendio.
- Suelos elevados dentro de viviendas.
- Aquellos casos en los que los requisitos de propagación interior del DB-SI no son de aplicación, como en suelos elevados en el exterior o en aquellos casos en los que no haya ninguna posibilidad de que el fuego se inicie o propague por el interior del edificio.

Nota 1: Se entiende como suelo elevado los distintos usos del sistema Cáviti®, como son forjados sanitarios, soleras ventiladas y recrecidos.

Nota 2: Se entiende como estanco aquel elemento que no tiene ninguna perforación que lo conecte con el espacio interior del edificio.

Las piezas Cáviti® pueden fabricarse con aditivos ignifugantes bajo petición del cliente, si bien estos productos quedan fuera del alcance de este DAU.

### 5.2.2. Resistencia al fuego

Los elementos ejecutados con sistema Cáviti® no son elementos estructurales que delimitan sectores de incendio, por lo que este requisito no es de aplicación.

En caso de utilizar este sistema sobre forjados que compartimentan sectores de incendio, podrá considerarse que el suelo elevado resultante mejora ostensiblemente la resistencia al fuego del forjado desde el punto de vista térmico (criterio I). Por otro lado, también deberá tenerse en cuenta el peso del suelo elevado desde el punto de vista de la capacidad portante en caso de incendio (criterio R).

## 5.3. Salubridad

### 5.3.1. Impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración de agua se define en la tabla 2.3 del DB-HS, en función de la presencia de agua y el coeficiente de permeabilidad del terreno. Los tres grados de presencia de agua en el terreno (baja, media y alta) se definen en el punto 2 del apartado 2.1.1 del DB-HS, en función de la posición del suelo respecto al nivel freático.

La tabla 2.4 del mismo DB indica las condiciones exigidas a las soluciones constructivas más habituales en función del tipo de muro, el tipo de suelo, el tipo de intervención en el terreno y el grado de impermeabilidad exigido. De acuerdo con esta tabla, para ciertos grados de impermeabilidad del suelo elevado, se debe disponer de una ventilación del espacio inferior (condición V1). En los casos en los que



es necesaria una solución con cámara ventilada, deben tenerse en cuenta, además, los criterios relativos a la propagación del fuego por el interior del edificio, tal como se indica en el apartado 5.2 de este DAU. Cuando el grado de impermeabilidad exigido contemple la necesidad de una ventilación (grado de impermeabilidad 3 o superior), y por cuestiones relativas a la propagación del fuego no se pueda disponer de esta ventilación, se podrá ejecutar una solera o placa bajo el suelo elevado con las condiciones indicadas en la misma tabla 2.4.

Tal como se indica en el apartado 9.3.3.1 de este DAU, no puede considerarse que el encofrado perdido Cáviti<sup>®</sup> confiere impermeabilidad al sistema, ya que las juntas entre piezas no son estancas al agua.

### 5.3.2. Limitación de condensación

Los criterios de proyecto relativos a las posibles condensaciones superficiales e intersticiales se recogen en el apartado 5.6 de este DAU.

### 5.3.3. Otros aspectos del sistema

El apartado 5.1.2 del DB-HS del CTE recoge ciertas instrucciones para la ejecución de suelos en contacto con el terreno que se deberán considerar en fase de proyecto.

En caso de que se deban disponer instalaciones a través del suelo elevado, se tendrán en cuenta los criterios indicados en el apartado 5.4.5 del DB-HS, referente a la ejecución de elementos de conexión a las redes enterradas.

Cuando deba colocarse una lámina impermeabilizante sobre el hormigón de limpieza, la superficie de dicho hormigón debe ser plana. Se deberá considerar que la impermeabilización deberá soportar el peso de la solera y las cargas de uso bajo los pilares Cáviti<sup>®</sup>.

## 5.4. Seguridad de utilización

Los criterios relacionados con la resistencia y seguridad de uso del suelo elevado ejecutado con el encofrado Cáviti<sup>®</sup> se indican en el apartado 5.1.

La seguridad durante la colocación del producto queda recogida en el apartado 6.2.6.

En cuanto al riesgo de caídas por la presencia de desniveles, no se considera ningún criterio especial que difiera de los casos generales, recogidos en el DB SU del CTE.

Este requisito no es de aplicación al encofrado perdido Cáviti<sup>®</sup>, ya que este elemento no se encuentra al alcance de los usuarios del edificio y su capacidad portante solo es relevante en el proceso de hormigonado.

## 5.5. Protección frente al ruido

No se ha evaluado la contribución al aislamiento al ruido aéreo ni al aislamiento al ruido de impactos de las particiones horizontales en las que se utiliza una solera Cáviti<sup>®</sup>.

Siempre se recomienda desolidarizar la solera de la estructura mediante zunchos perimetrales y planchas de poliestireno expandido, pero especialmente en aquellos usos en los que se exijan prestaciones de aislamiento acústico.

## 5.6. Ahorro de energía y aislamiento térmico

No se han realizado cálculos de la contribución al aislamiento térmico de los suelos elevados cuando estos forman parte de la envolvente térmica del edificio. Para realizar el cálculo en cada caso particular se pueden considerar los siguientes puntos:

- Puede desestimarse la contribución al aislamiento térmico del encofrado perdido Cáviti<sup>®</sup> debido a su bajo espesor.
- Los valores de conductividad térmica del hormigón podrán tomarse de la tabla 3.4.1 del *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE*, en función de su densidad.
- Deberá analizarse, teniendo en cuenta las dimensiones de la solera, cómo debe considerarse en el cálculo la cámara de aire inferior.

Podrá realizarse el cálculo de la resistencia térmica del suelo elevado según lo indicado en el documento de apoyo DA DB-HE-1 *Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. Debe tenerse en cuenta que si la cámara de aire es no ventilada o ligeramente ventilada, la resistencia térmica del aire es significativamente superior a la del hormigón. En estos casos debería tenerse en cuenta el posible efecto de puente térmico que puedan tener los pilares del suelo elevado resultante.

De cara a realizar la comprobación del riesgo de condensaciones, el encofrado perdido de polipropileno puede jugar un papel importante como barrera de vapor. No puede considerarse que las juntas entre las piezas Cáviti<sup>®</sup> son completamente estancas al vapor de agua, pero deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Las juntas entre las piezas son los puntos por los que puede pasar el vapor de agua.
- El aire contenido en la parte inferior del sistema deberá considerarse como una cámara de aire estanca o ventilada en función de la solución constructiva y de acuerdo con el punto 6 del Apéndice E del DB-HE.

## 5.7. Otros criterios de proyecto

### 5.7.1. Durabilidad

La durabilidad del hormigón y el mallazo utilizados en los suelos elevados Cáviti® debe satisfacer lo especificado en la EHE, especialmente lo indicado en el capítulo VII.

No se considera ningún requisito específico relativo a la durabilidad de las piezas Cáviti®, puesto que su función principal termina una vez el hormigón ha fraguado.

### 5.7.2. Aspectos dimensionales del sistema

Los proyectos en los cuales se utilice el sistema Cáviti® deben tener presente una serie de criterios geométricos que pueden afectar a la instalación del sistema:

#### Planeidad del soporte

La planeidad del soporte es uno de los factores con más relevancia en la instalación del sistema Cáviti®, debido a que los módulos deben encajar correctamente entre sí. Si el soporte no es suficientemente plano, pueden aparecer problemas durante el vertido del hormigón dando lugar a pérdidas de material por los puntos en los que no se ha producido un buen encaje entre piezas.

Cuando se instala el sistema sobre el terreno, y con el fin de evitar que las piezas apoyen directamente sobre este, deberá ejecutarse una capa de hormigón de limpieza de 5 cm de espesor como mínimo. Se recomienda utilizar un hormigón tipo HM-20/B/12-20/IIa, si bien puede especificarse otro tipo en proyecto. No se considera necesario utilizar armadura de mallazo. Esta capa de hormigón de limpieza deberá presentar una buena planeidad, con unas diferencias máximas de nivel de alrededor de 10 mm por cada metro.

#### Consideración de los perímetros

Los perímetros pueden ser muros de hormigón armado, muros de fábrica resistente, tabiques divisorios, pilares (rectangulares, cuadrados y circulares), zapatas de cimentación, etc. Las piezas se entregarán a los perímetros mediante pieza entera, cortada o un zuncho de perímetro, en función de los criterios estructurales de la obra (véase el apartado 6.1.3).

#### Modulación

Debe considerarse que la colocación de las piezas Cáviti® debe empezar siempre con pieza entera al menos en dos de los lados de la superficie a cubrir. En general, el resto de lados deberán resolverse con los distintos sistemas de encuentro con los perímetros considerados en este DAU.

Por otro lado, cuando existan instalaciones, ya sean redes de saneamiento o instalaciones eléctricas, se deberá tener en cuenta el replanteo de las mismas para que no coincidan con los pilares estructurales del sistema Cáviti®, formados en la unión de cuatro piezas.

El departamento técnico de Forjados Sanitarios Cáviti SLU puede realizar un estudio de la colocación de las piezas, para que el proyectista pueda corregir el paso de dichas instalaciones y evitar así intersecciones. En caso que no se pueda evitar la interferencia entre las instalaciones y los pilares de las piezas, el departamento técnico analizará puntualmente la solución a adoptar.

#### Cota final del suelo elevado

Para poder proyectar la estructura Cáviti® con la solución más adecuada, se debe conocer la cota que debe tener el pavimento final. Con este dato se elegirá la pieza Cáviti® y el espesor de la capa de compresión más adecuados, teniendo en cuenta también que se deben satisfacer las solicitaciones mecánicas previstas.

Tal como se ha indicado en el apartado 1.3 de este DAU, la altura máxima a la que se puede elevar la solera es de 70 cm, sin contar la capa de compresión. De todas formas, en los casos en que exista una cota importante a salvar, se permite alzar la solera mediante la colocación de soleras sucesivas con las piezas C-5 o C-10 y una capa de compresión de 10 cm (véase la figura 2).

Estos recrecidos también pueden ejecutarse con piezas mayores, de C-15 a C-70, justificando correctamente su uso en cada caso particular. El espesor de la capa de compresión intermedia deberá garantizar la estabilidad de la solera superior, teniendo en cuenta su peso y las acciones previstas en ella. La instalación debe garantizar que la disposición de los pilares de las distintas soleras coincidan (véase la figura 3).

Entre capa y capa se deberá esperar a que el hormigón haya fraguado completamente. Una vez fraguado el hormigón, se puede colocar cualquiera de las otras alturas de piezas Cáviti®. En cualquier caso, pero especialmente en estos recrecidos, deberá tenerse en cuenta el peso total del sistema y la resistencia del soporte, tal como se indica en el apartado 5.1.1.

### 5.7.3. Puntos singulares

Deberán considerarse, en fase de proyecto, los puntos singulares que se detallan en el apartado 6.1.



## 6. Criterios de ejecución, de mantenimiento y reparación

### 6.1. Criterios de ejecución

Una correcta puesta en obra de la colocación de las piezas Cáviti® es básica para que el sistema pueda desarrollar satisfactoriamente sus prestaciones.

#### 6.1.1. Condiciones previas

Previamente a la instalación del producto, se deberá comprobar que en los planos de replanteo del sistema Cáviti® se han considerado las instalaciones que puedan atravesar la solera (eléctricas y de saneamiento), así como los elementos verticales presentes en la obra. Se deberá comprobar que se han incluido todos los detalles necesarios para la correcta puesta en obra del sistema.

No hay ningún requisito especial relativo a las condiciones meteorológicas durante la instalación. El rango posible de temperaturas ambientales no afectan a las piezas Cáviti® ni a su puesta en obra. El sistema puede instalarse siempre que las condiciones meteorológicas se consideren aptas para poder trabajar.

Antes de comenzar la colocación de las piezas Cáviti® se deberá comprobar que la planeidad de la superficie de soporte es adecuada para la instalación del sistema (véase el apartado 5.7.2).

#### 6.1.2. Colocación de las piezas Cáviti®

Las piezas deben ser colocadas manualmente por instaladores debidamente formados. Deben seguirse los planos del proyecto para mantener el replanteo previsto.

La colocación de la primera pieza debe respetar la orientación indicada por las flechas situadas en la cúpula del módulo, que indican qué lado debe utilizarse para encajar las siguientes piezas a colocar. También se deberá respetar la posición de la pieza indicada en proyecto, es decir, si se coloca en dirección longitudinal o transversal. Las siguientes piezas se colocan siguiendo la posición marcada por la primera pieza.

En los encuentros con elementos verticales, como pilares, muros, etc. se cortarán las piezas con una radial o con una sierra de calar especial para plástico, de modo que se adapten a la geometría del elemento. En todos los encuentros entre las piezas Cáviti® y los elementos verticales existentes en obra (muros, pilares, fosos salientes, arquetas, etc.) se debe colocar un placa de poliestireno expandido de 3 a 5 cm de espesor y de altura igual a la de la solera (altura de la

pieza + altura de la capa de compresión), que actuará como junta de hormigonado. Esta placa puede fijarse al elemento vertical mediante pequeñas pelladas de silicona.

#### 6.1.3. Solución de perímetros y encuentros con pilares

##### 6.1.3.1. Perímetros libres

En el caso de que no existan muros perimetrales o puntos de entrega de las piezas, se deben colocar tapes perimetrales para evitar la pérdida de hormigón durante el hormigonado. Las dimensiones de los tapes perimetrales deben adecuarse a la altura de la solera prevista. Estos perfiles perimetrales disponen de una marca troquelada a unos 8 cm de uno de sus lados por la que deberán doblarse. La parte de 8 cm debe colocarse apoyada en el suelo, bajo las patas de las piezas Cáviti®. La parte restante, de mayor longitud, debe tener la altura prevista de la solera y se une a las piezas Cáviti® mediante un alambre que atraviesa ambos elementos. El agujero para pasar el alambre se realiza con un objeto punzante o un taladro y debe fijarse como mínimo un alambre en cada pieza. Alternativamente, esta fijación también puede realizarse con bridas de plástico. Se recomienda que la distancia máxima entre dos puntos de fijación contiguos sea de 50 cm, con el fin de evitar que el hormigón pueda escapar entre la pieza Cáviti® y el tape perimetral (véase la figura 4).

##### 6.1.3.2. Perímetros en los que se inicia el replanteo

Cuando existen elementos verticales a partir de los cuales se realiza el replanteo, las piezas Cáviti® pueden atestarse contra ellos sin necesidad de ser cortadas.

En este caso, no será necesaria la colocación del perfil perimetral, sino que se debe colocar poliestireno expandido de 3 cm de espesor mínimo entre el elemento vertical y las piezas Cáviti®, para formar una junta de hormigonado (véase la figura 5).

##### 6.1.3.3. Resto de perímetros

De mayor a menor carga, los perímetros en los que no encaja perfectamente una pieza entera pueden resolverse de las tres formas siguientes:

- Acabando siempre con pieza entera y formando un zuncho perimetral hasta el encuentro con el elemento vertical correspondiente, tal como se indica en la parte derecha de la figura 6. Se deberá tener en cuenta el incremento de peso provocado por el hormigón de este zuncho.

Este es el criterio a seguir siempre que el perímetro de la obra no coincida con la modulación de las piezas Cáviti® o cuando dicho perímetro no

tenga una forma básicamente rectangular (plantas circulares, romboidales, etc.).

- Alternativamente, si las dimensiones del zuncho hacen que se superen las cargas previstas, puede disminuirse las dimensiones del zuncho cortando las piezas Cáviti® y colocando un tape perimetral de forma análoga a la descrita en el apartado anterior.

En este caso es necesario colocar un tabique de gero bajo las piezas Cáviti® cortadas, con el fin de evitar que estas vuelquen durante el hormigonado. No puede considerarse que estos tabiques confieran estabilidad ni apoyo a la capa de compresión y por lo tanto se debe ejecutar un zuncho de 20 cm de espesor mínimo (véase la parte izquierda de la figura 6).

- Para cargas de uso no superiores a  $850 \text{ kg/m}^2$ , y siempre que en la fase de ejecución la pieza cortada sea estable al vuelco, podrá ejecutarse la solera en vuelo, sin la ejecución de zuncho perimetral (véase la figura 7).

Esta solución deberá justificarse debidamente en cada caso particular. Deberán tenerse en cuenta no sólo las cargas repartidas, sino también las cargas puntuales que puedan aplicarse en los extremos en vuelo de la solera, así como su resistencia a cortante.

El zuncho perimetral puede ir armado, si las condiciones de la obra lo exigen o si se ha definido así en fase de proyecto.

#### 6.1.3.4. Encuentros con pilares

##### Encuentros con pilares de hormigón

En general, los pilares de hormigón no tienen una forma que haga necesaria una consideración especial del encuentro del sistema Cáviti® con estos. Así pues, se seguirán los mismos criterios que los indicados en los apartados anteriores para resolver estos encuentros. Las figuras 5, 6 y 7 muestran posibles soluciones de estos encuentros con pilares de hormigón.

##### Encuentros con pilares metálicos

En este caso se coloca el sistema Cáviti® hasta la placa de apoyo del pilar metálico. Tanto si se acaba con pieza entera o con pieza cortada, se deberán seguir los criterios generales descritos anteriormente. El espacio restante hasta llegar al pilar puede rellenarse en su totalidad con hormigón, o con una mezcla de hormigón y grava a partes iguales. En ambos casos debe utilizarse un hormigón tipo HA-25  $\text{N/mm}^2$ . En cualquier solución se recomienda separar el hormigonado del pilar mediante una junta de hormigonado de poliestireno expandido de 3 a 5 cm, si

bien la dirección facultativa podrá optar por otras soluciones (véanse las figuras 7 y 8).

#### 6.1.4. Otros puntos singulares

##### 6.1.4.1. Juntas estructurales

En las juntas estructurales se seguirá la misma solución que la indicada en zunchos perimetrales. Si el replanteo permite partir de la junta estructural en sentidos opuestos, simplemente se colocarán las piezas atestadas contra el material de la junta de dilatación. Si, en cambio, es preciso cortar las piezas Cáviti® en contacto con la junta, se ejecutará un zuncho perimetral enrasado con la junta estructural (véanse las figuras 9a y 9b).

El material a utilizar en la junta será el que se especifique en el proyecto.

En cualquier caso, el suelo elevado realizado con el sistema Cáviti® deberá respetar las juntas estructurales presentes en el soporte, si las hubiera, prolongando dichas juntas a la solera Cáviti® siguiendo las soluciones constructivas propuestas en este apartado.

##### 6.1.4.2. Paso de instalaciones a través de la solera

Debido a la gran variedad de situaciones posibles, el paso de las instalaciones deberá estudiarse para cada caso particular. Como criterio general, las soluciones a ejecutar deberán garantizar la estabilidad y estanquidad del encofrado durante el hormigonado, así como la estabilidad de la solera una vez fraguado el hormigón. El paso de las instalaciones a través de los módulos Cáviti® deberá sellarse con espuma de poliuretano o con poliestireno expandido antes de realizar el hormigonado (véase la figura 10).

En el caso particular de las arquetas, se recomienda realizar unos tabiquillos laterales de gero que eviten tener que cortar las piezas Cáviti®, y facilitar de este modo el proceso de instalación y hormigonado.

#### 6.1.5. Hormigonado

##### 6.1.5.1. Operaciones previas

Una vez colocadas todas las piezas y resueltos todos los puntos singulares, se procede a la colocación de la malla electrosoldada. Es conveniente colocar esta malla justo después de terminar la colocación de las piezas, con el fin de evitar que posibles golpes, un alto tránsito sobre las piezas o cualquier incidente pueda producir daños en el encofrado y así evitar reposiciones innecesarias.

Cuando se utilicen fibras de polipropileno como único elemento de armado de la solera, deberán utilizarse de forma temporal los elementos auxiliares necesarios para garantizar la seguridad del personal durante el hormigonado (por ejemplo, tablonos). No es necesaria

esta precaución en piezas Cáviti® tipo C-5 o C-10 debido a que la propia pieza es capaz de dar seguridad y estabilidad al personal que realiza los trabajos de preparación de la solera.

Antes del hormigonado, la sustitución de módulos Cáviti® en el caso de rotura es fácil y rápida. Si la rotura no es muy grande es suficiente con tapar la zona afectada. Si el daño es irreparable deberán sustituirse por completo las piezas afectadas.

La malla electrosoldada se colocará en toda la superficie de la solera, incluyendo la parte superior de los zunchos perimetrales. La función de esta armadura es evitar la fisuración superficial de la solera provocada por la retracción del hormigón. Por esta razón, se recomienda que la armadura se sitúe cerca de la superficie final hormigonada, a unos 30 mm como máximo de esta. En cualquier caso, deberán respetarse los recubrimientos mínimos indicados en el apartado 37.2.4.1 de la EHE. Se deberán colocar separadores de armadura convencionales con el fin de mantener dicho recubrimiento.

Las distintas mallas se solaparán entre sí, con una longitud mínima de solapo entre mallas de 20 cm.

#### 6.1.5.2. Vertido del hormigón

El hormigón puede ser vertido mediante bomba o cubilote. En ambos casos se tomarán las medidas oportunas para la correcta puesta en obra. Debido a que el encaje entre piezas no es completamente estanco, se desaconseja utilizar hormigones fluidificados, ya que se podría provocar la pérdida de material entre juntas.

Se deberá controlar el caudal y la altura de vertido para que las juntas entre las piezas no se abran al verter el hormigón. La altura máxima recomendada para el vertido del hormigón es de 1 m. Primero se verterá el hormigón en los pilares, con el fin de estabilizar las piezas Cáviti®, y luego en el resto de la superficie, hasta alcanzar la altura de la base del pavimento.

Se necesitarán dos operarios para manipular el elemento de hormigonado (bomba o cubilote), y el resto repartirán el hormigón por toda la superficie mediante rastrillos y talochas. Uno de ellos deberá introducir de forma rápida el vibrador de pilares para evitar coqueas en el interior de la estructura y facilitar el proceso de fraguado y endurecimiento. Se debe tener en cuenta que hay poca cantidad de hormigón en los pilares, y por lo tanto no es necesario un vibrado prolongado. Es importante que el vibrado se realice con vibradores de pilares, y no de forjados, así como que el vibrado tenga la duración justa. Un vibrado excesivo puede provocar la apertura de las juntas entre piezas, dejando escapar el hormigón vertido y teniendo que empezar todo el proceso de nuevo.

En periodos de elevadas temperaturas (principalmente en verano) se deberá humedecer la superficie

hormigonada para dar lugar a un buen curado del hormigón.

En el caso que la superficie de hormigón deba terminarse con un acabado fratasado, una vez el hormigón empieza a endurecer se podrá espolvorear polvo de cuarzo y a continuación pasar el helicóptero, tratando la superficie como una solera tradicional.

El tiempo prudencial que hay que esperar para poder cargar la solera, ya sea con puntales para levantar plantas posteriores u otras estructuras, es de 15 días como mínimo desde el hormigonado. Se pueden utilizar acelerantes de fraguado en situaciones en las que la estructura deba entrar en carga antes de este periodo. Los puntales deberán estar situados sobre durmientes a efectos de repartir cargas.

#### 6.1.6. Requisitos a cumplir por parte de los instaladores

El departamento técnico de Forjados Sanitarios Cáviti SLU exige los siguientes requisitos a los operarios para la colocación del sistema:

- Los instaladores deben haber visto previamente el sistema de colocación y el orden que se debe seguir para un buen encaje entre piezas.
- Deben saber cómo se resuelven los puntos con piezas cortadas para evitar las pérdidas de material por las juntas.
- Deben conocer las formas de manipulación del producto igual que la maquinaria de corte de piezas.
- Deberán tener los conocimientos adecuados de seguridad y salud. Los instaladores del sistema deberán llevar puestos en todo momento los elementos de protección individual (EPI) para los trabajos previstos: botas de seguridad, guantes, casco, gafas de protección (cuando realicen cortes de los módulos Cáviti® y armaduras de mallazo, y en operaciones de hormigonado) y botas de hormigonado. Deberán tener presentes los elementos de protección colectiva en obra.

Además, se deberá prestar especial atención al caminar sobre el encofrado antes y durante el hormigonado ya que, en la mayor parte de las piezas Cáviti® (de la C-15 en adelante), los huecos formados por los pilares tienen un tamaño significativo y pueden provocar la caída del operario. La colocación de la armadura antifisuración puede mejorar la seguridad frente a estas caídas, ya que evita que el pie quepa en el hueco pero, en cualquier caso, los operarios deben estar atentos al trabajar sobre el encofrado. También habrá que tener en cuenta que los separadores de armadura utilizados en capas superiores a los 5 cm (véase el apartado 2.4) pueden entorpecer el paso de los operarios durante el proceso de hormigonado.

Se deberá controlar que las piezas utilizadas estén en buen estado y no presentan ningún defecto que pueda comprometer la estabilidad de los operarios al caminar sobre ellas.

Se han realizado ensayos para evaluar la resistencia de las piezas al paso de los operarios, cuyos resultados se recogen en el apartado 9.4.2.

## **6.2. Criterios de mantenimiento y reparación**

Una vez la solera ha sido hormigonada se seguirán los requisitos de mantenimiento de cualquier elemento de hormigón ejecutado en obra.

En general, en caso de ser necesaria una reparación por colapso o perforación del suelo elevado, se deberá sanear la zona afectada, solucionar la causa de fallo y realizar una solera igual a la existente. En cada caso deben valorarse las actuaciones a realizar.

### 6.3. Detalles constructivos

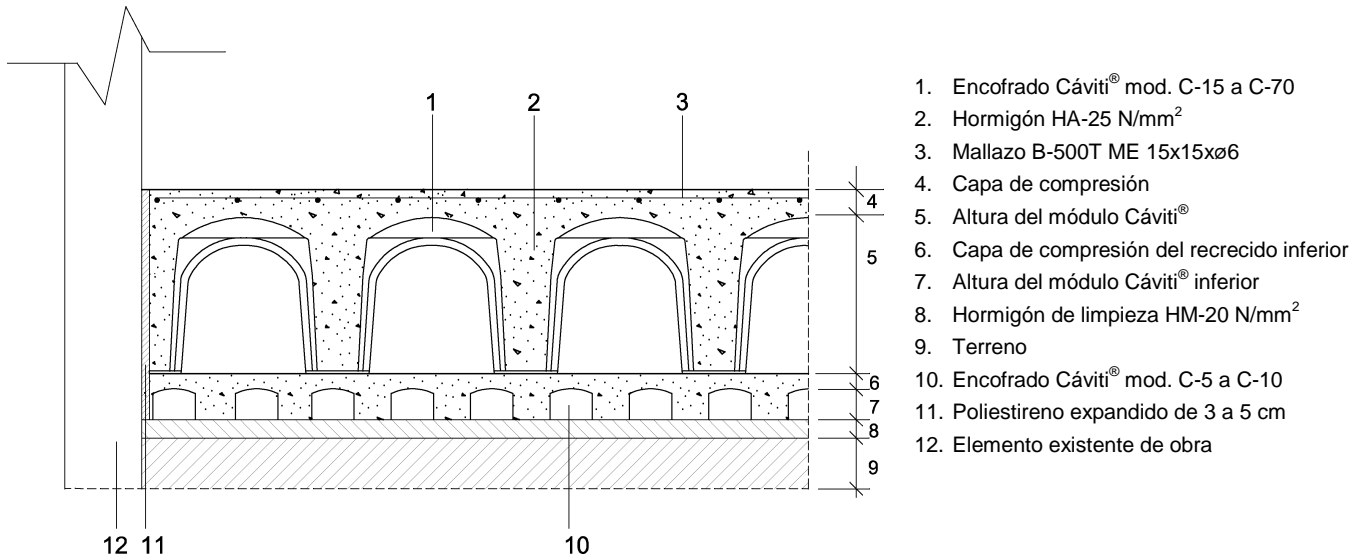


Figura 2: Ejecución de los recrecidos con piezas especiales C-5 y C-10.

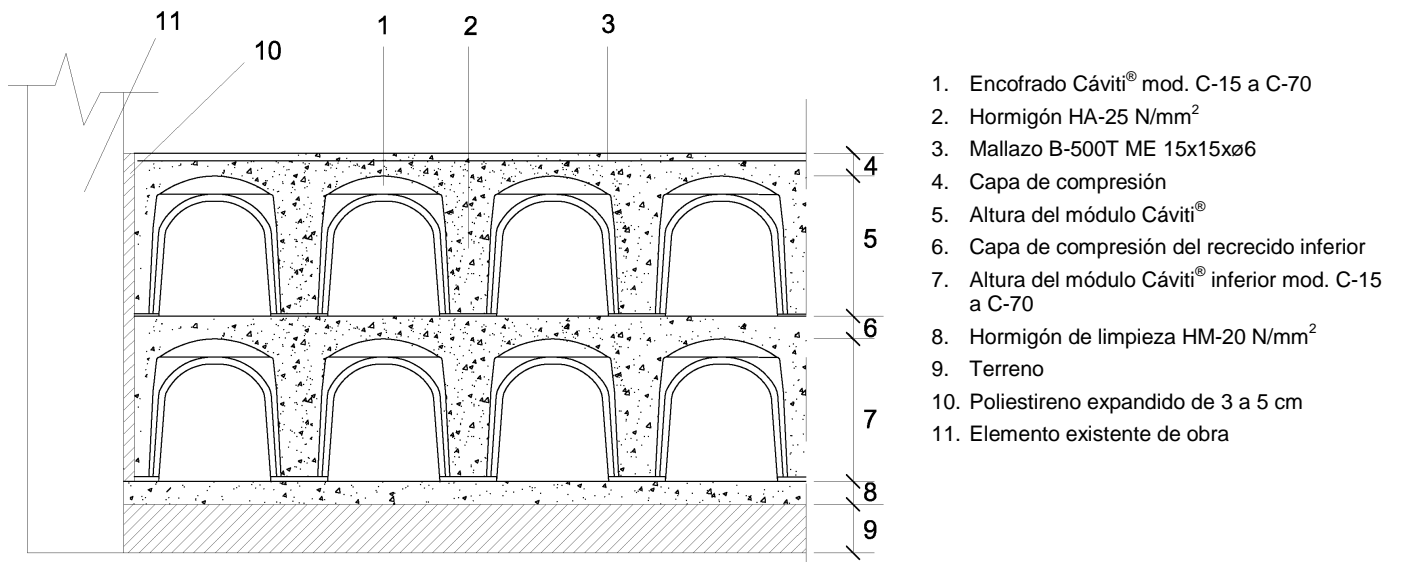
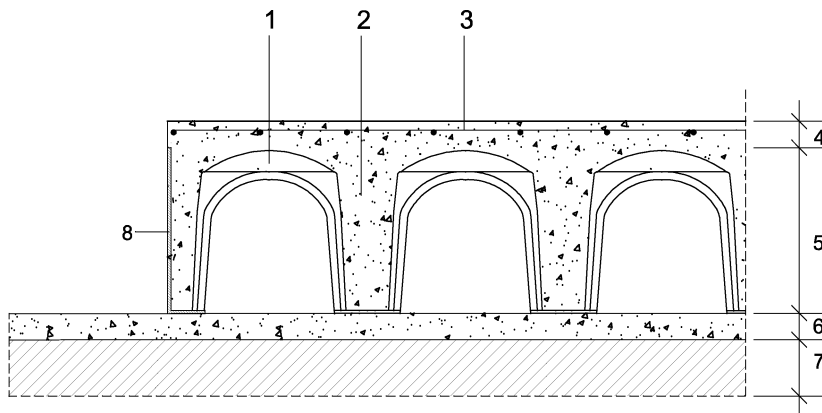
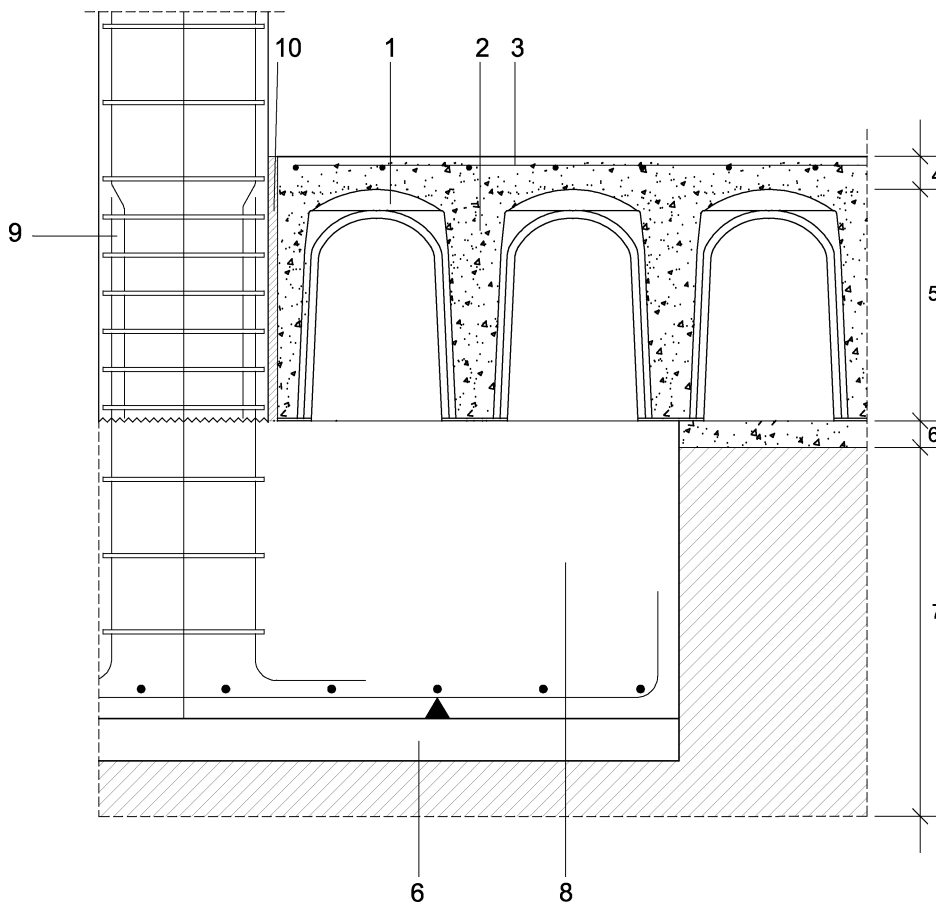


Figura 3: Ejecución de los recrecidos con piezas C-15 a C-70.



1. Encofrado Cáviti® mod. C-15 a C-70
2. Hormigón HA-25 N/mm<sup>2</sup>
3. Mallazo B-500T ME 15x15ø6
4. Capa de compresión
5. Altura del módulo Cáviti®
6. Hormigón de limpieza HM-20 N/mm<sup>2</sup>
7. Terreno
8. Tape perimetral

Figura 4: Perímetros libres.



1. Encofrado Cáviti® mod. C-15 a C-70
2. Hormigón HA-25 N/mm<sup>2</sup>
3. Mallazo B-500T ME 15x15xø6
4. Capa de compresión
5. Altura del módulo Cáviti®
6. Hormigón de limpieza HM-20 N/mm<sup>2</sup>
7. Terreno
8. Zapata o losa de cimentación
9. Pilar existente
10. Poliestireno expandido de 3 a 5 cm

Figura 5: Perímetros en los que se inicia el replanteo.

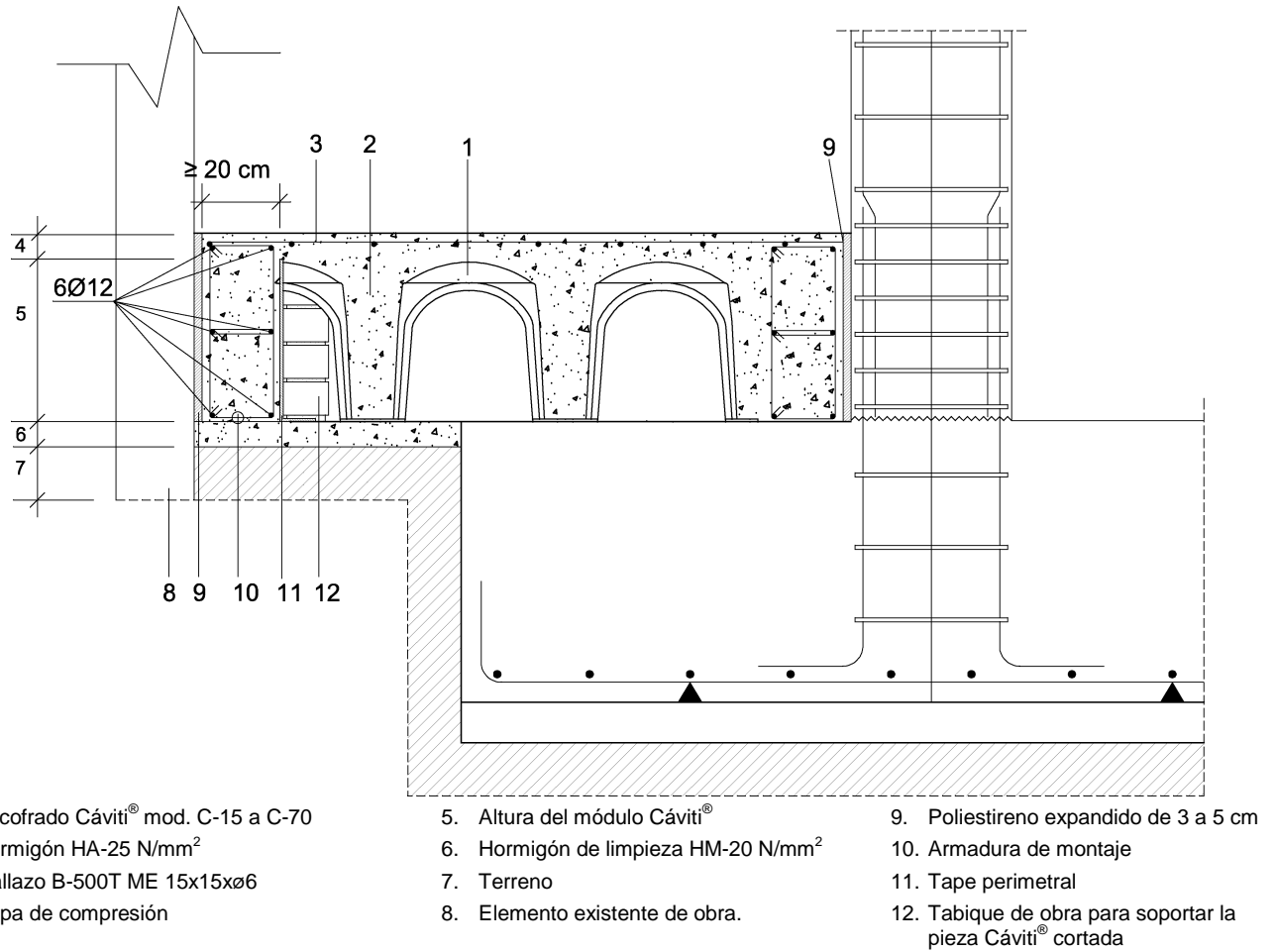


Figura 6: Solución del perímetro con zuncho perimetral.

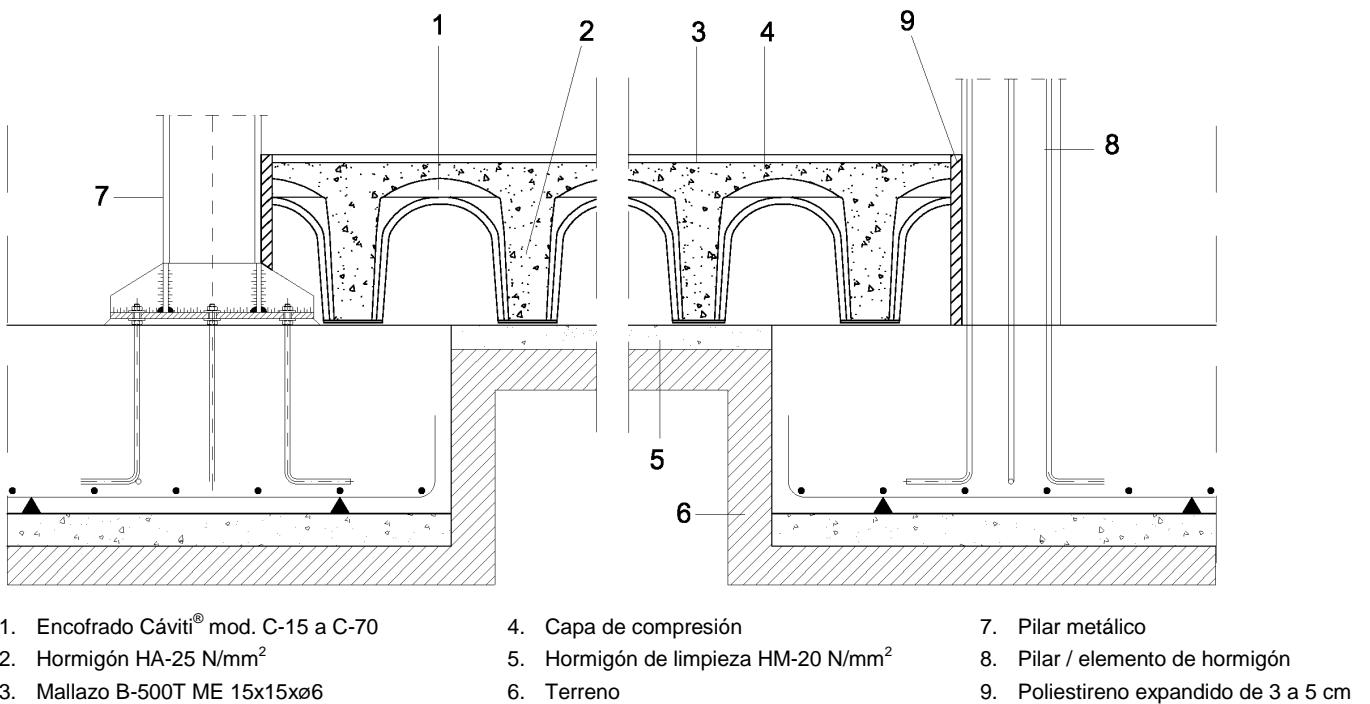


Figura 7: Encuentros de la solera en voladizo (sin zuncho).



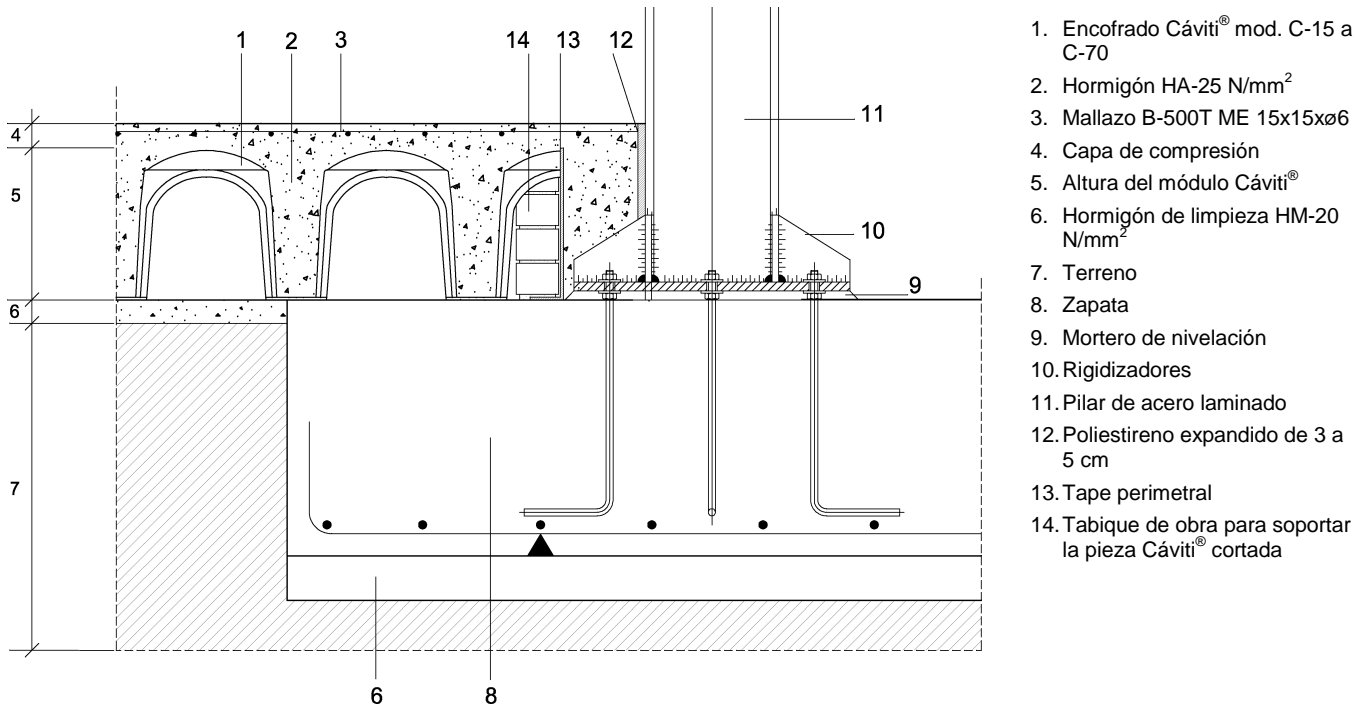


Figura 8: Encuentro con pilar metálico. Módulo separado.

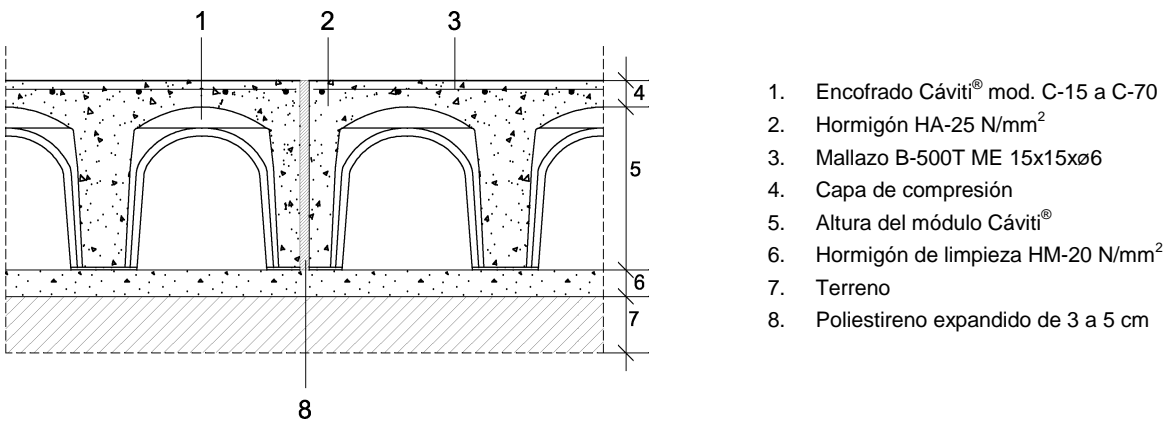


Figura 9a: Juntas estructurales con inicio de replanteo.

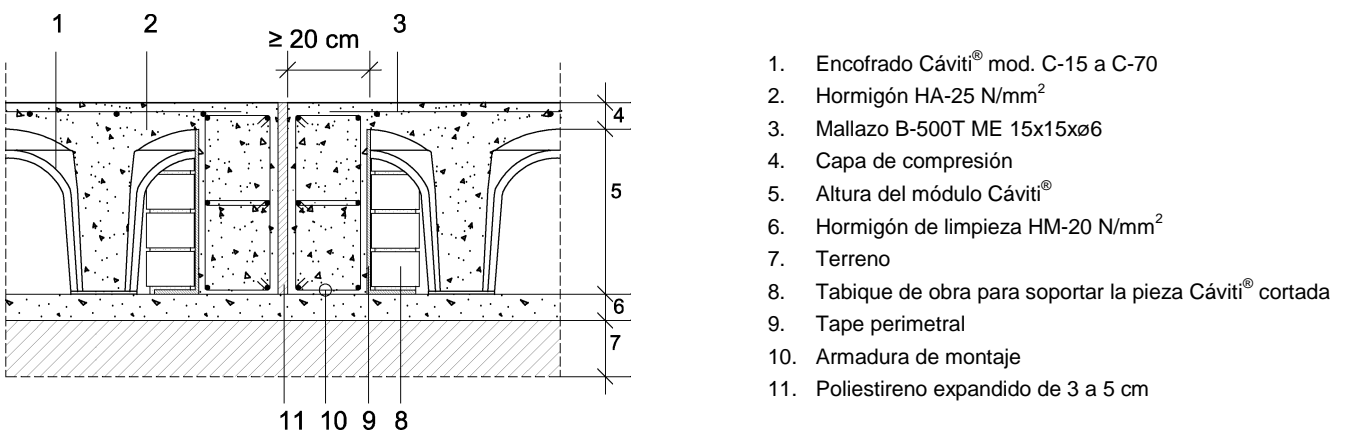


Figura 9b: Juntas estructurales con zuncho perimetral.

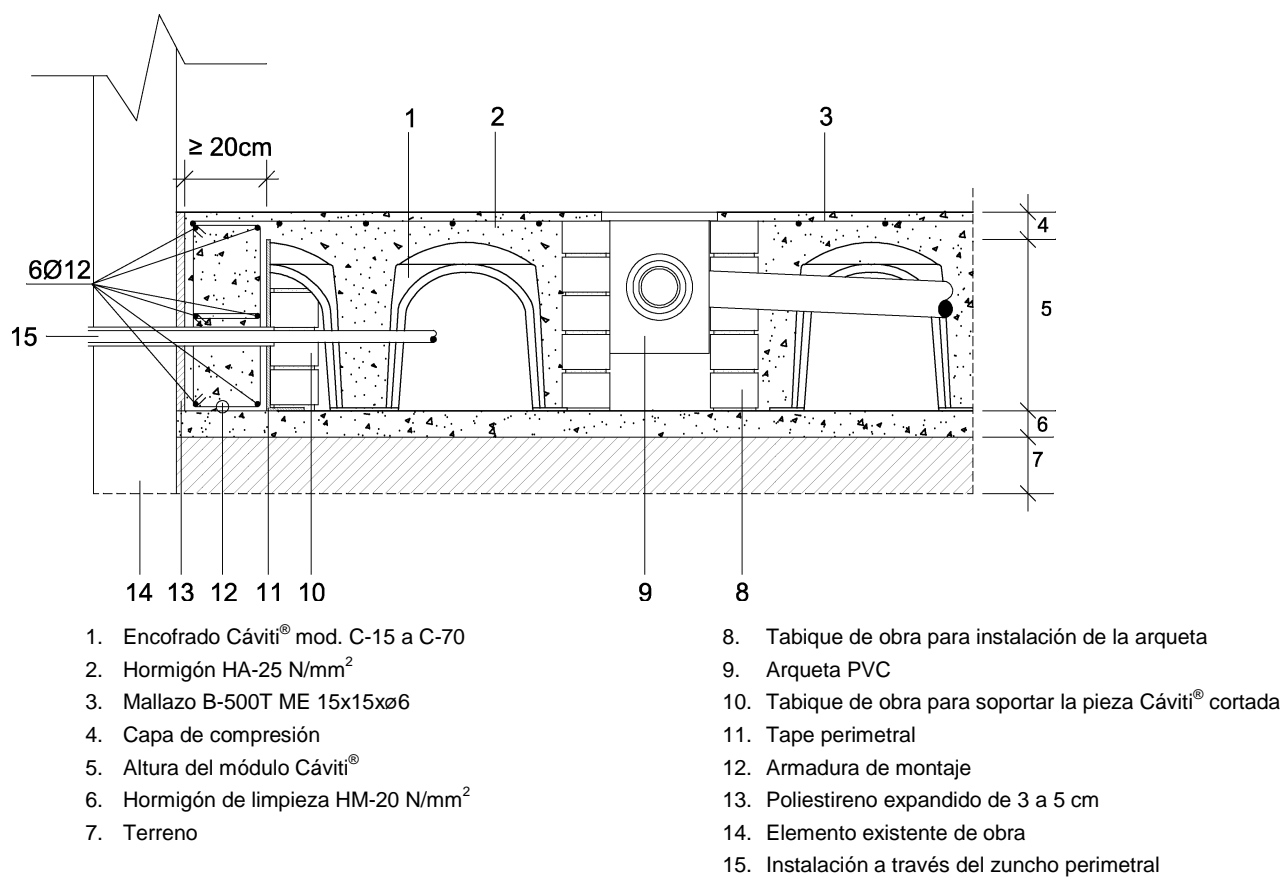


Figura 10: Paso de instalaciones.

## 7. Referencias de utilización

Este sistema de construcción de suelos elevados se lleva utilizando desde el año 1998. Forjados Sanitarios Cáviti SLU facilita como referencias de utilización la siguiente relación de obras, en la que se indica, por orden, la obra, la localización, los tipos de piezas utilizados y los usos del sistema:

- V.v. Balcón de San Lázaro, Zaragoza | C-5, 3.450 m<sup>2</sup> | Solera ventilada.
- V.v. Mina del Morro, Bilbao | C-5, 1.100 m<sup>2</sup> | Solera ventilada para aparcamiento.
- Évora (Portugal) | C-15, 2.400 m<sup>2</sup> | Solera ventilada para nave industrial.
- Ctro. Investigación Migres, Tarifa (Cádiz) | C-15, 1.100 m<sup>2</sup> | Forjado sanitario.
- Túnel AVE, Tramo: Vigo-Urzaiz (Pontevedra) | C-15, 11.500 m<sup>2</sup> | Encofrado perdido canal de agua.
- CEIP La Atunara, La Línea de la Concepción (Cádiz) | C-20 y C-25, 350 m<sup>2</sup> | Forjado sanitario.
- Ctro. Tecnológico del Automóvil de Galicia, Porriño (Pontevedra) | C-25, 2.750 m<sup>2</sup> | Forjado sanitario nave industrial.
- V.v. Carrer Urani, Barcelona | C-20 y C-25, 2.400 m<sup>2</sup> | Recrecido y forjado sanitario.
- Ministerio de Cultura, Madrid | C-25, 256 m<sup>2</sup> | Recrecido sobre forjado existente.
- Cámara frigorífica Molino Cañuelas, Buenos Aires (Argentina) | C-30, 1.850 m<sup>2</sup> | Forjado sanitario sobre losa.
- Hotel Conde Luna, León | C-35, 700 m<sup>2</sup> | Recrecido en azotea.
- Palacio de la Zarzuela, Madrid | C-30, 160 m<sup>2</sup> | Recrecido sobre forjado existente.
- Banco de España, Madrid | C-30, 120 m<sup>2</sup> | Recrecido sobre forjado existente.
- Dependencias Policía Portuaria Tarragona | C-40, 750 m<sup>2</sup> | Forjado sanitario.
- Bodegas Mauro, Villaester (Valladolid) | C-55, C-60 y C-65, 815 m<sup>2</sup> | Forjado sanitario nave industrial.
- Edif. BBVA, Tres Cantos (Madrid) | C-30, C-35 y C-70, 1.200 m<sup>2</sup> | Recrecido sobre forjado existente.
- Torre Aeropuerto El Dorado, Bogotá (Colombia) | C-30 a C-40, 6.400 m<sup>2</sup> | Forjados sanitarios.
- Granja escuela, Duruelo (Segovia) | C-50 a C-70, 2.600 m<sup>2</sup> | Forjado Sanitario.
- V.v. Osorio, Cádiz | C-30, C-35, C-45 y C-70, 2.100 m<sup>2</sup> | Forjado sanitario sobre losa.

## 8. Visitas de obra

Se realizó un muestreo de obras en las que se ha utilizado el sistema Cáviti® para la ejecución de suelos elevados. Las obras seleccionadas fueron inspeccionadas por técnicos del ITeC y la información resultante queda recogida en el Informe de visitas de obra del DAU.

Los aspectos que se listan a continuación son fruto de las observaciones realizadas en las vistas de obra y reflejan aspectos relevantes a destacar para una correcta ejecución del sistema:

- La resistencia del terreno es un parámetro básico cuando el sistema se apoya sobre este. El proyecto debe considerar si es necesario disponer de una losa de cimentación bajo la solera Cáviti® para evitar el fallo del sistema por punzonamiento del terreno. En cualquier caso la capa de hormigón de limpieza no debe ser considerada como un elemento repartidor de cargas, puesto que no está armada.
- Deben existir planos de replanteo que definan el paso de las instalaciones a través de la solera y bajo la solera. De todas formas, una vez realizadas las instalaciones que deben pasar bajo la solera Cáviti®, se deberá comprobar que la disposición de las piezas no entra en conflicto con estas instalaciones.
- Se recomienda siempre utilizar el tape perimetral en perímetros libres (sin muro perimetral) y en los encuentros entre dos piezas Cáviti® de alturas distintas. No se recomienda ejecutar soluciones de otro tipo, como por ejemplo disponer un geotextil para unir distintas alturas.
- El tape perimetral dispone de un galce que permite disponer una banda unos 8 cm bajo las piezas Cáviti®, para una mayor seguridad durante el hormigonado. Esta es la disposición correcta. Otras disposiciones del tape perimetral pueden favorecer el fallo del encofrado durante el hormigonado.
- En general se recomienda utilizar las soluciones de perímetro indicadas en este DAU. Pueden ejecutarse, si es necesario, otras soluciones no recogidas en este documento, siempre que se garantice que los módulos Cáviti® cortados están bien apoyados, que no se deja ningún hueco por el que pueda escapar el hormigón al verterlo y que no hay ninguna parte de la solera final que trabaje a flexión o en voladizo.

Estos aspectos, junto con otras indicaciones menores observadas en obra, han sido introducidos en el texto del presente DAU, principalmente en los apartados 5 y 6.

## 9. Evaluación de ensayos y cálculos

### 9.1. Introducción

La fase experimental de este DAU ha consistido en la realización de los ensayos y cálculos siguientes:

1. Ensayos de caracterización de las piezas Cáviti®.
2. Ensayos y cálculos del suelo elevado final ejecutado con el sistema Cáviti®.
3. Ensayos de evaluación del sistema en el proceso de ejecución.

Estos ensayos han sido llevados a cabo por Applus+ LGAI, de acuerdo con las directrices especificadas por el ITeC en el *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU 14/086*. Este documento ha sido elaborado por el ITeC considerando los requisitos básicos de las obras y la reglamentación española vigente.

Los ensayos han sido realizados con muestras tomadas por un técnico del ITeC. Las probetas de ensayo fueron realizadas por el propio laboratorio, también bajo supervisión de un técnico del ITeC.

El informe de ensayos y cálculos, así como los informes de toma de muestras, quedan recogidos en el Dossier Técnico del DAU 14/086. A continuación se presenta un resumen del resultado de los mismos.

### 9.2. Ensayos de caracterización de los elementos del sistema

#### 9.2.1. Caracterización de las piezas Cáviti®

Se han realizado ensayos para la identificación de las piezas Cáviti® que se han utilizado en los ensayos de sistema. Los resultados obtenidos son coherentes con los valores declarados por el fabricante, que quedan recogidos en la tabla 1 del apartado 2.1.

#### Caracterización del polipropileno de las piezas

Los resultados de los ensayos realizados con el polipropileno reciclado que forma las piezas Cáviti® se resumen en la tabla 7. Estos ensayos han sido realizados con probetas formadas a partir de la materia prima tomada en fábrica y de piezas enteras del tipo C-15.

#### 9.2.2. Caracterización del hormigón

El hormigón utilizado en las probetas ha sido preparado en planta y llevado al laboratorio en cubas el día de su preparación. Se han realizado ensayos de identificación del hormigón de cada una de las dos cubas que han sido necesarias para la elaboración de las probetas. En ambos casos, el hormigón encargado

ha sido del tipo HA-25/B/20/IIa. Los resultados de los ensayos realizados se presentan en la tabla 8.

Característica	Norma de ensayo	Resultado de ensayo
Índice de fluidez en masa (IFM)	UNE-EN ISO 1133	12,6 g/10 min
Resistencia al impacto (Izod)	UNE-EN ISO 180	Valor medio: 25,2 kJ/m <sup>2</sup>
Resistencia al impacto (Charpy)	UNE-EN ISO 179-1	Valor medio: 17,3 kJ/m <sup>2</sup>
Contenido en cenizas	UNE-EN ISO 3451-1	Valor medio: 14,3 %

**Tabla 7:** Resultados de identificación del polipropileno de las piezas Cáviti®.

Característica	Norma de ensayo	Resultado de ensayo
Consistencia (Cono de Abrams)	UNE-EN 12350-2	5 cm (en ambos casos)
Densidad en seco	UNE-EN 12390-7	Amasada 1: 2,21 g/cm <sup>3</sup> Amasada 2: 2,18 g/cm <sup>3</sup>
Resistencia a compresión (7 días)	UNE-EN 12390-3	Amasada 1: 30,3 MPa Amasada 2: 29,1 MPa
Resistencia a compresión (28 días)		Amasada 1: 34,9 MPa Amasada 2: 34,7 MPa

**Tabla 8:** Resultados de identificación del hormigón utilizado en la elaboración de las probetas.

Los resultados obtenidos muestran que la resistencia es significativamente superior a la mínima exigida por el fabricante. Se ha tenido en cuenta este efecto en el tratamiento posterior de los resultados de resistencia a compresión de la solera (apartado 9.3.1).

#### 9.2.3. Armadura antifisuración

La malla utilizada para evitar la fisuración por retracción de la capa de compresión ha sido del tipo 20 x 20 Ø6, una de las consideradas como más desfavorable del conjunto de mallas propuestas por el titular del DAU. Los resultados de la identificación de esta malla cumplen con la norma UNE 36092.

### 9.3. Ensayos y cálculos de adecuación al uso del sistema

#### 9.3.1. Resistencia mecánica y estabilidad y seguridad de utilización

Se han realizado ensayos de resistencia a carga puntual y repartida de probetas representativas del sistema final hormigonado. La tipología de las probetas se resume en la tabla 9.

La aplicación de la carga en el ensayo de carga puntual se ha realizado mediante un aplicador de carga de 50 x 50 mm, tal como se indica en la tabla 3.1 del DB SE-AE. En el caso de carga repartida, el aplicador ocupaba toda la superficie hormigonada de la probeta. En ambos casos, el ensayo se ha prolongado hasta que han aparecido fisuras de 2 mm de espesor. Los resultados obtenidos en estos ensayos, una vez aplicados distintos coeficientes de minoración, se resumen en la tabla 4.

En general, los resultados obtenidos han sido muy superiores a los límites de la tabla 3.1 del DB SE-AE del CTE, que indican el valor característico de las sobrecargas de uso. No ha sido así en el caso de cargas puntuales en zonas de tráfico y aparcamiento de vehículos ligeros (categoría de uso E), si bien este uso queda fuera del objeto de este DAU.

#### 9.3.2. Seguridad en caso de incendio

##### 9.3.2.1. Reacción al fuego

De acuerdo con la Decisión 96/603/CE de la Comisión y sus posteriores modificaciones, el hormigón puede clasificarse como clase A1 de reacción al fuego sin necesidad de ensayo.

Ensayos aportados por el fabricante muestran que los módulos Cáviti® tienen una reacción al fuego clase E, de acuerdo con la norma UNE-EN 13501-1.

##### 9.3.2.2. Resistencia al fuego

No se han realizado ensayos de la contribución de la resistencia al fuego de la solera Cáviti®. Deberán seguirse los criterios de proyecto indicados en el apartado 5.2.2.

#### 9.3.3. Higiene, salud y medio ambiente

##### 9.3.3.1. Impermeabilidad

Se han realizado ensayos para evaluar la impermeabilidad de los módulos Cáviti® como encofrado perdido bajo un suelo elevado hormigonado. Los resultados de estos ensayos demuestran que las juntas entre piezas Cáviti® no son suficientemente estancas para considerarse impermeables. Se estima que en una situación en la que pueda haber agua permanentemente encharcada sobre el soporte del sistema, esta podría remontar por capilaridad por los pilares.

##### 9.3.4. Protección contra el ruido

No se ha realizado ningún ensayo de la contribución al aislamiento acústico del suelo elevado, para los casos en los que éste forma parte de una partición horizontal.

##### 9.3.5. Ahorro de energía y aislamiento térmico

No se ha realizado ningún ensayo para determinar el aislamiento térmico del suelo elevado. Se considera que los valores higrotérmicos necesarios para realizar los cálculos de aislamiento térmico y posibilidad de condensaciones se obtendrán de distintas referencias, según se indica en el apartado 5.6.

Pieza Cáviti®	Capa de compresión (cm)	Malla antifisuración	Formato de la probeta	Superficie hormigonada
C-5	5	20 x 20 Ø6	4 piezas (2x2)	2x2 piezas
	8			
	10			
C-40	5	20 x 20 Ø6	9 piezas (3x3)	2x2 piezas
	8			(centrada en los 4 pilares de una pieza)
	10			
C-70	5	20 x 20 Ø6	9 piezas (3x3)	2x2 piezas
	8			(centrada en los 4 pilares de una pieza)
	10			

**Tabla 9:** Tipología de las probetas ensayadas a compresión puntual y repartida.

#### **9.4. Ensayos de evaluación del sistema en el proceso de ejecución**

Se han realizado ensayos para evaluar la capacidad de los módulos Cáviti® de soportar las cargas a las que se ven sometidos durante la ejecución del suelo elevado. Se han comprobado dos aspectos:

- Capacidad del encofrado de resistir los esfuerzos del hormigonado.
- Capacidad del encofrado de resistir los esfuerzos provocados por el paso de los operarios (resistencia a compresión de los encofrados).

##### **9.4.1. Resistencia a los esfuerzos de hormigonado**

Durante la elaboración de las probetas de los ensayos de sistema, se ha prestado especial atención al proceso de hormigonado y vibrado, con el fin de comprobar cómo afectan estos a la estanquidad del encofrado.

Se ha observado que en general, si el hormigonado se realiza desde baja altura y a una velocidad moderada, el encofrado puede resistir sin problemas el empuje del hormigón. En algún caso se ha observado una ligera apertura de las juntas entre piezas o pequeñas fugas de hormigón en la base de los pilares, que en ningún caso se consideran relevantes para el correcto fraguado del suelo elevado y que pueden haber sido debidas a un vibrado excesivo.

También se han realizado pruebas vertiendo del hormigón desde una altura de 1,5 m aproximadamente, superior a la máxima recomendada de 1 m, y a una velocidad elevada. Estas pruebas se han realizado en probetas confinadas de 4 x 4 módulos, con piezas C-40 y C-70. En estos casos se ha comprobado que el hormigón puede abrir significativamente las juntas entre módulos e incluso, en algún caso, escapar completamente del encofrado para ir a parar al suelo.

En resumen, estas pruebas muestran que debe realizarse un vertido del hormigón de forma cuidadosa y controlada, con un vibrado adecuado (vibrador de pilares) y con personal debidamente formado y equipado.

##### **9.4.2. Resistencia a compresión de los encofrados**

Se han realizado ensayos de resistencia a compresión de piezas Cáviti® sin hormigonar. Los resultados de los ensayos muestran que los módulos, encajados entre sí, pueden soportar sin problemas las cargas correspondientes al paso de un operario. En el ensayo se ha observado que las piezas C-40 pueden soportar cargas de 100 kg con una deformación alrededor de 10 mm. Las piezas C-70 han obtenido valores superiores, alrededor de 250 kg para deformaciones de 10 mm.

Se concluye que estas piezas, si se encuentran en buen estado y sin roturas, pueden soportar el tránsito de los operarios que deben trabajar sobre ellas.

En cualquier caso, se deberán seguir las indicaciones del apartado 6.1.6 referente a la seguridad de los instaladores.



## 10. Comisión de Expertos

Este DAU ha sido sometido a la consideración de una Comisión de Expertos, tal y como se indica en el *Reglamento del DAU* y en la Instrucción de trabajo para la elaboración del DAU.

La Comisión de Expertos ha estado constituida por representantes de distintos organismos e instituciones, que han sido seleccionados en función de sus conocimientos, independencia e imparcialidad para emitir una opinión técnica respecto al ámbito cubierto por este DAU.

La relación general de los expertos que han constituido las comisiones de expertos de los DAU puede ser consultada en la página web del ITeC [www.itec.es](http://www.itec.es).

Los comentarios y observaciones realizados por los miembros de esta Comisión han sido incorporados al texto del presente DAU.

## 11. Documentos de referencia

Reglamentación de construcción de obligado cumplimiento:

Código Técnico de la Edificación (CTE). Instrucción del Hormigón Estructural (EHE).

Normas de producto:

UNE-EN 15345 Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de polipropileno.

Otras normas de ensayo, cálculo y clasificación:

UNE-EN ISO 1133 Plásticos. Determinación del índice de fluidez de materiales termoplásticos en masa (IFM) y en volumen (IFV).

UNE-EN ISO 178 Plásticos. Determinación de las propiedades de flexión.

UNE-EN ISO 179-1 /A1 Plásticos. Determinación de la resistencia al impacto Charpy. Parte 1: Ensayo de impacto no instrumentado.

UNE-EN ISO 180 /A1 Plásticos. Determinación de la resistencia al impacto Izod.

UNE-EN ISO 527-1 Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 1: Principios generales.

UNE-EN ISO 527-2 Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 2: Condiciones de ensayo de plásticos para moldeo y extrusión.

UNE-EN ISO 3451-1 Plásticos. Determinación del contenido en cenizas. Parte 1: Métodos generales.

UNE-EN 15343 Plásticos reciclados. Trazabilidad y evaluación de conformidad del reciclado de plásticos y contenido en reciclado.

UNE-EN 12390-3 Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.

UNE-EN 12350-2 Ensayos de hormigón fresco. Parte 2: Ensayo de asentamiento.

UNE 36068 /1M Barras corrugadas de acero soldable para armaduras de hormigón armado.

UNE 36099 Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado.

UNE 36092 Mallas electrosoldadas de acero para armaduras de hormigón armado.

UNE-EN 13501-1 Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.



## 12. Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 14/086 siguiendo los criterios definidos en el *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU 14/086*, elaborado por el ITeC:

- resultados de los ensayos y cálculos,
- información obtenida en las visitas de obra,
- control de producción en fábrica,
- instrucciones del montaje y ejecución del sistema,
- criterios de proyecto y ejecución del sistema,

y teniendo en cuenta la metodología prescrita por el *Reglamento del DAU*, la autorización y registro del ITeC para la concesión del DAU\* y lo indicado en el apartado 5.2 del artículo 5 del *Código Técnico de la Edificación*, relativo a la evaluación de productos y sistemas constructivos innovadores, se considera que el ITeC tiene evidencias para declarar que el sistema de encofrados perdidos ejecutado a partir de las piezas

\* Registro General de Organismos Autorizados del CTE:  
[www.codigotecnico.org/web/recursos/registro/regooaa/texto\\_0011.html](http://www.codigotecnico.org/web/recursos/registro/regooaa/texto_0011.html)

Cáviti fabricadas en la planta de producción de Plásticos de Palencia en Venta de Baños, y construido de acuerdo con las instrucciones que constan en este DAU, es adecuado para:

- la formación de encofrados perdidos en la construcción de suelos elevados en general y en sustitución de forjados sanitarios tradicionales,

puesto que da respuesta a los requisitos reglamentarios relevantes en materia de resistencia mecánica y estabilidad, protección contra incendios, seguridad de uso, salud e higiene, así como los requisitos de durabilidad y servicio.

En consecuencia, y una vez sometido este documento a la consideración de la Comisión de Expertos y recogidos los comentarios realizados por la Comisión, el ITeC otorga el DAU al producto fabricado por Forjados Sanitarios Cáviti SLU.

La validez del DAU queda sujeta a las acciones y condiciones de seguimiento que se especifican en el capítulo 13 y a las condiciones de uso del capítulo 14.

**DAU** 14/086  
Documento  
de adecuación al uso



El Director Técnico del ITeC



## 13. Seguimiento del DAU

El presente DAU queda sujeto a las acciones de seguimiento que periódicamente lleva a cabo el ITeC, de acuerdo con lo establecido en el *Reglamento del DAU*. El objeto de este seguimiento es comprobar que las características del producto y del sistema constructivo, así como las condiciones de puesta en obra y de fabricación, siguen siendo válidas para los usos a los que el sistema está destinado.

En caso de que existan cambios relevantes que afecten a la validez del DAU, éstos darán lugar a una nueva edición del DAU que anulará a la anterior (esta nueva edición tomará el mismo código del DAU que anula y una nueva letra de edición).

Cuando las modificaciones sean menores y no afecten a la validez del DAU, éstas se recogerán en una lista de modificaciones, que se incorporará como capítulo 15 del DAU; además, dichas modificaciones se incorporarán al texto del DAU.

El usuario del DAU debe consultar siempre la versión informática del DAU disponible en formato pdf en la página web del ITeC [www.itec.es](http://www.itec.es), para así cerciorarse de las posibles revisiones del mismo que hayan podido ocurrir durante su vigencia. Este documento es también accesible a través del código QR que consta en el sello del DAU.

## 14. Condiciones de uso del DAU

La concesión del DAU no supone que el ITeC sea responsable de:

- La posible presencia o ausencia de patentes, propiedad intelectual o derechos similares existentes en el producto objeto del DAU o en otros productos, ni de derechos que afecten a terceras partes o al cumplimiento de obligaciones hacia estas terceras partes.
- El derecho del titular del DAU para fabricar, distribuir, instalar o mantener el producto objeto de DAU.
- Las obras reales o partidas individuales en que se instale, se use y se mantenga el producto; tampoco es responsable de su naturaleza, diseño o ejecución.

Asimismo, el DAU nunca podrá interpretarse como una garantía, compromiso o responsabilidad del ITeC respecto a la viabilidad comercial, patentabilidad, registrabilidad o novedad de los resultados derivados de la elaboración del DAU. Es, pues, responsabilidad del titular del DAU la comprobación de la viabilidad, patentabilidad y registrabilidad del producto.

La evaluación del DAU no supone la conformidad del producto con los requisitos previstos por la normativa de seguridad y salud o de prevención de riesgos laborales, en relación con la fabricación, distribución, instalación, uso y mantenimiento del producto. Por lo tanto, el ITeC no se responsabiliza de las pérdidas o daños personales que puedan producirse debido a un incumplimiento de requisitos propios del citado marco normativo.

## 15. Lista de modificaciones de la presente edición

La versión informática del DAU recoge, si las hubiera, las actualizaciones, modificaciones y correcciones de la edición A del DAU 14/086, indicando para cada una de ellas su fecha de incorporación a la misma, de acuerdo con el formato de la tabla siguiente. Los cambios recogidos en la tabla se incorporan también al texto del DAU, que se encuentra disponible en la página web del Instituto, [www.itec.es](http://www.itec.es).

El usuario del DAU debe consultar siempre esta versión informática del DAU para así cerciorarse de las posibles revisiones del mismo que hayan podido ocurrir durante su vigencia.

Número	Página y capítulo	Donde decía...	Dice...
--------	-------------------	----------------	---------



**Institut de  
Tecnologia de la Construcció  
de Catalunya**

Wellington 19  
ES08018 Barcelona  
T +34 933 09 34 04  
[qualprod@itec.cat](mailto:qualprod@itec.cat)  
[itec.es](http://itec.es)



ACREDITADO POR ENAC