

Bellaterra: 10 de febrero de 2009

Expediente número: **09/380-1030_2**

Referencia del peticionario: **ALCHIBESA, S.L**
C/Islandia nº3
08520 LES FRANQUESES DEL VALLES
(BARCELONA)

ASUNTO SOLICITADO

Realización de ensayos de sistema del SISTEMA HYGROSMART DE IMPERMEABILIZACION, de acuerdo con las prestaciones del Manual de Sistemas de Impermeabilización HYGROSMART de ALCHIBESA Servicios de Obra Civil

Se han tenido en cuenta las prescripciones contenidas en los siguientes documentos:

- Manual de sistemas de impermeabilización ALCHIBESA
- Fichas técnicas de los productos ensayados.

PRODUCTOS OBJETO DE ESTUDIO

SISTEMA HYGROSMART

Es un sistema para la impermeabilización de estructuras de hormigón situadas ***bajo nivel freático***. La impermeabilización se basa en la aplicación del producto Hygrosmart silex en las estructuras de hormigón previamente desencofradas.

Hygrosmart silex es un mortero modificado que, al entrar en contacto con el agua y la cal libre del hormigón, reacciona químicamente formando cristales insolubles que bloquean los capilares y microfisuras del hormigón y evitan la entrada de agua desde el exterior. La formulación química del Hygrosmart silex permite, no obstante, el paso de vapor de agua a través del hormigón.

El sistema contempla la impermeabilización mediante la aplicación del mortero Hygrosmart silex en las siguientes superficies:

MUROS

- Pantalla
- Encofrados:
 - o al trasdós
 - o al intradós

LOSAS

- De nueva construcción
 - o Sistema de espolvoreo
 - o Sistema mixto
- Construidas con anterioridad

El sistema también se emplea para la realización de los puntos singulares, con productos específicos para:

Juntas en losas

- de hormigonado (**Hydraseal bentoject**)
- de dilatación (**Aquadur , Hydraband N y Hygrosmart fiber**)

Juntas en muros

- de hormigonado (**Hygrosmart plug, Hygrosmart fiber, Hygrosmart silex**)
- de dilatación (**Hygrosmart fiber , Hydraband N**)

Uniones losa-muro

- sistema rígido (**Hygrosmart plug, Hygrosmart fiber, Hygrosmart silex**)
- sistema flexible (**Hygrosmart plug, Hygrosmart fiber, Hydracem Hygrosmart flex**)

Sellado de fisuras

- activas (**Hygrosmart fiber, Hypertela juntas y Aquadur**)
- inertes (**Hygrosmart silex, Hygrosmart plug y Hygrosmart fiber**)

Otros:

- depósitos de agua (**Hygrosmart fiber y Hygrosmart flex**)
- fosos (**Hygrosmart silex, Hygrosmart plug y Hygrosmart fiber**)

Todos los productos que intervienen en el sistema son comercializados y puestos en obra por ALCHIBESA

La aplicación del sistema garantiza la impermeabilización de los elementos de construcción pero no supone una mejora superficial de los mismos.

Limitaciones de uso del sistema Hygrosmart silex

- Se puede aplicar sobre cualquier tipo de hormigón que cumpla las especificaciones de la EHE *excepto las siguientes* por ser incompatibles:
- **Hormigón proyectado:** estos hormigones suelen estar aditivados con silicatos o aluminatos que reaccionan con cal libre, consumiendo el hidróxido cálcico de los activos que HYGROSMART SILEX necesita para reaccionar. En caso de que se quiera aplicar el sistema HYGROSMART SILEX sobre este tipo de hormigón es necesario utilizar un mortero barrera formador de capa.
- **Hormigón hidrófugo:** si al hormigón se le ha añadido un aditivo para hacerlo hidrófugo cuyo mecanismo e actuación se da en la superficie, modificando la tensión superficial y rechazando el agua, no es posible realizar la impermeabilización puesto que los activos de HYGROSMART SILEX no pueden penetrar en los poros y capilares obturados del hormigón y no se puede llevar a cabo su reacción. Estos aditivos suelen ser estearatos, oleatos o silanos. Sólo puede utilizarse el sistema de impermeabilización HYGROSMART SILEX en los casos en que la hidrofugación del hormigón se haya llevado a cabo mediante un inductor de aire (considerando que en el hormigón se introduce un máximo de un 6% de aire para resistir a las sales hielo-deshielo).
- **Hormigón desencofrado** sin la realización de un tratamiento posterior para la limpieza del poro.
- **Revoco de mortero:** no se aconseja la impermeabilización de estos revestimientos puesto que los mecanismos de reacción necesarios no se pueden dar con la poca cantidad de cemento y gran cantidad de aire que contienen. Si que puede realizarse con morteros de gran densidad y contenido en cemento (por ejemplo con resistencias a compresión superiores a 25 N/mm²).

- **Otras limitaciones de uso derivadas de las condiciones de los soportes y de la puesta en obra:**
 - o Superficies sometidas a presiones hidrostáticas superiores a 70 mca
 - o Sótanos sin ventilación
 - o Soportes cuya fisuración prevista sea superior a 0,3mm o que no cumplan las condiciones de los soportes previas a la aplicación de los productos que se especifican en el apartado 6.2.2 del manual de colocación.
 - o Condiciones ambientales de aplicación no compatibles con las de los productos que forman el sistema, en especial, cuando la temperatura ambiente es <5°C o >30°C (ver apartado 6.2.1 del manual de colocación).

SISTEMA HYGROSMART

Es un sistema para la impermeabilización de muros de hormigón situados sobre nivel freático. La impermeabilización se basa en la colocación del producto HYGROSMART SILEX en el trasdós de muros de hormigón previamente desencofrado. La descripción de la reacción química del HYGROSMART SILEX ya se ha realizado en el apartado anterior.

El sistema también contempla la realización de los puntos singulares con productos específicos para:

- Juntas de hormigonado (**Hygrosmart flex**)
- Juntas de dilatación (**Aquadur , Hydraband N**)
- Sellado de juntas activas (**Aquadur , Hydraband N y Hygrosmart fiber**)
- Sellado de juntas inertes (**Hygrosmart silex, Hygrosmart plug y Hygrosmart fiber**)

Todos los productos que intervienen en el sistema son comercializados y puestos en obra por ALCHIBESA

Las limitaciones de uso del sistema son las mismas que las descritas para el sistema Hygrosmart silex

La aplicación del sistema garantiza la impermeabilización de los elementos de construcción pero no supone una mejora superficial de los mismos.

ENSAYOS REALIZADOS (PARTE 2)**8. ENSAYOS DEL SISTEMA: ensayos de impermeabilidad según la norma UNE-EN 12390-8****8.1 Hygrosmart flex****Caso A: Patrón (sin aplicación)**

A1: sin envejecimiento

A2: con envejecimiento (tipo interior)

Caso B: Hygrosmart flex (2,5+2,5). Presión de agua positiva

B1: sin envejecimiento

B2: con envejecimiento (tipo interior)

8.2 Hygrosmart silex (aplicación lechada)**Caso A: Patrón (sin aplicación)**

A1: sin envejecimiento

A2: con envejecimiento (tipo interior)

A3: con envejecimiento (tipo combinado)

Caso B: Hygrosmart silex (0,75+0,75). Presión de agua negativa

B1: sin envejecimiento

B2: con envejecimiento (tipo interior)

B3: con envejecimiento (tipo combinado)

Caso C: Hygrosmart silex (1,5+1,5). Presión de agua negativa

C1: sin envejecimiento

C2: con envejecimiento (tipo interior)

C3: con envejecimiento (tipo combinado)

8.3 Hygrosmart silex (aplicación en polvo)**Caso A: Patrón (sin aplicación)**

A1: sin envejecimiento

A2: con envejecimiento (tipo interior)

A3: con envejecimiento (tipo combinado)

Caso B: Hygrosmart silex (espolvoreado+espolvoreado). Presión de agua negativa

B1: sin envejecimiento

B2: con envejecimiento (tipo interior)

B3: con envejecimiento (tipo combinado)

Caso C: Hygrosmart silex (espolv+espolv a 5cm de la sup). Presión de agua negativa

C1: sin envejecimiento

C2: con envejecimiento (tipo interior)

Caso D: Hygrosmart silex (espolv+lechada 1kg/m²). Presión de agua negativa

D1: sin envejecimiento

D2: con envejecimiento (tipo interior)

8.3.1 Tipo 2: solución con Hygrosmart fiber+ + Hydraband N**8.3.2 Tipo 3: solución con Hygrosmart silex +Hygrosmart fiber + Hygrosmart silex****8.3.3 Tipo 4: solución con Hydraseal Betonject****8.4 Ensayos sobre juntas****8.4.1 Tipo 1: solución Hygrosmart flex****8.4.2 Tipo 2: solución con Aquadur + Hydraband N****8.4.3 Tipo 3: Solución con Hygrosmart silex + Hygrosmart fiber + Hygrosmart silex****8.4.4 Tipo 4: solución con Bentoject**

9 CARACTERIZACIÓN DE LOS SOPORTES

El sistema Hygrosmart silex se aplica sobre hormigón estructural que cumpla los requisitos establecidos en la norma EHE y que, de manera general, el hormigón de soporte tenga las siguientes características:

- RUGOSIDAD: es necesaria para un buen anclaje de los productos de impermeabilización
- ABSORCIÓN: una cierta cantidad de agua en el hormigón es necesaria para que se pueda llevar a cabo la reacción química de cristalización.
- POROSIDAD: es necesaria una cierta porosidad para que el producto pueda entrar dentro del poro y poder llevar a cabo el mecanismo de actuación por el que proporciona la impermeabilización.

La caracterización del hormigón sobre el cual se aplican los productos se ha realizado mediante ensayos de:

- Granulometría
- Relación agua / cemento
- Porosidad
- Densidad
- Absorción de agua
- Resistencia a tracción indirecta
- Resistencia a compresión

8. ENSAYOS DEL SISTEMA. ENSAYOS DE IMPERMEABILIDAD SEGÚN LA NORMA UNE-EN 12390-8

UNE-EN 12390-8: Ensayos de hormigón endurecido. Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión

HYGROSMART FLEX

- Previamente se preparan para este ensayo probetas cilíndricas de diámetro 15 cm. El material fabricado es un hormigón estándar, de densidad $2,22 \text{ g/cm}^3$, 25 MPa de resistencia y contenido de cemento 325 Kg/m^3 , sin aditivos.

Caso A: Patrón (sin aplicación)

A1: sin envejecimiento

A2: con envejecimiento (tipo interior)

Caso B: HYGROSMART FLEX (2,5+2,5). Presión de agua positiva

B1: sin envejecimiento

B2: con envejecimiento (tipo interior)

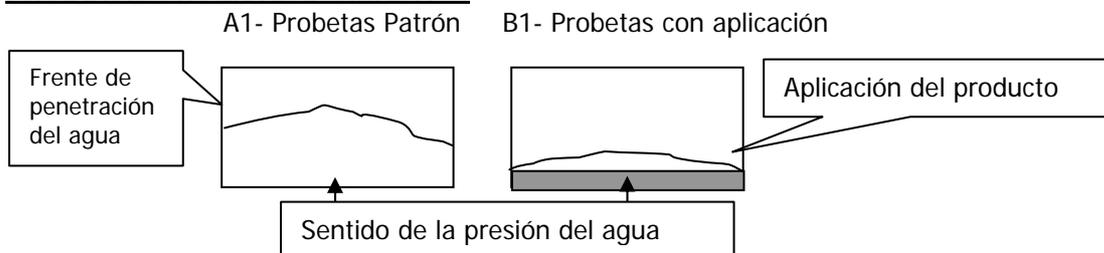
3 probetas por caso

- Dimensiones: probetas cilíndricas de 150mm de diámetro y 150 mm de grosor de hormigón
- Condiciones de curado de las probetas antes de la aplicación del producto: según UNE EN 12390-8
- Condiciones de curado del producto cuando no hay envejecimiento: dejar secar 28 días en condiciones normales ($21\pm 2^\circ\text{C}$ y $60\pm 10\%$ HR). Antes de realizar cualquier operación posterior, comprobar que el producto está seco al tacto.
- Envejecimiento tipo interior (para aplicación interior): se realiza según la norma UNE-EN 1062 apartado 4.1.
- Se procederá de la siguiente manera: acondicionamiento previo de las probetas con el producto aplicado durante 7 días a $23\pm 2^\circ\text{C}$ y $50\pm 5\%$ HR. Posteriormente se almacenan las probetas a 70°C durante 7 días, y finalmente hay que dejarlas al menos 24h en condiciones normales ($23\pm 2^\circ\text{C}$ y $50\pm 5\%$ HR) antes de empezar los ensayos de impermeabilidad.
- Aplicación del producto: aplicación de 2 capas de 1,5mm de HYGROSMART FLEX con una dotación total de aproximadamente $2,5 \text{ kg/m}^2$ cada una sobre una de las bases de la probeta (dotación y espesor total aplicados 5 kg/m^2 y 3mm de producto). Aplicar la segunda capa después de 30 min de la aplicación de la primera (una vez se ha iniciado el fraguado)

Presión de agua: presión positiva (aplicación del agua directamente sobre la cara de la probeta donde está el producto) según UNE-EN 12390-8 ($500\pm 50 \text{ kPa}$, durante $72\pm 2\text{h}$)

- 5 Kg/cm² durante 72 horas a presión directa.

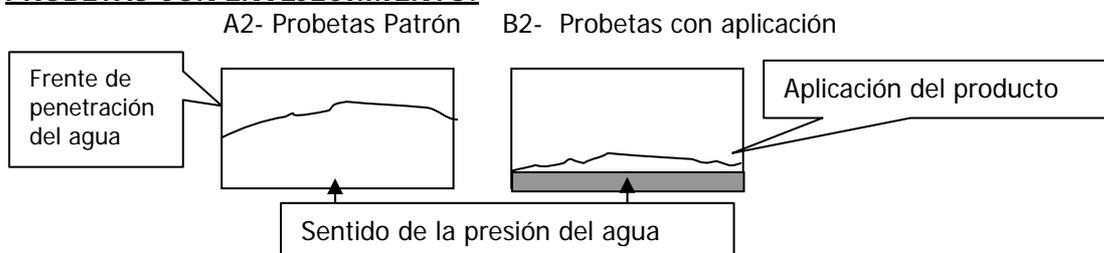
PROBETAS SIN ENVEJECIMIENTO:



Al finalizar las 72 horas, las probetas se han examinado con los siguientes resultados:

	Media Probetas Patrón	Media aplicación 2,5 Kg/m ² - 2 capas de 1,5 mm
Penetración de Agua a 5 Kg/cm²	52 mm	4 mm
Valor individual 1:	53 mm	4 mm
Valor individual 2:	53 mm	4 mm
Valor individual 3:	51 mm	4 mm

PROBETAS CON ENVEJECIMIENTO:



Al finalizar las 72 horas, las probetas se han examinado con los siguientes resultados:

	Media Probetas Patrón	Media aplicación 2,5 Kg/m ² - 2 capas de 1,5 mm
Penetración de Agua a 5 Kg/cm²	54 mm	7 mm
Valor individual 1:	52 mm	6 mm
Valor individual 2:	53 mm	8 mm
Valor individual 3:	56 mm	7 mm

8.2 **HYGROSMART SILEX (APLICACIÓN LECHADA)**

- Previamente se preparan para este ensayo probetas cilíndricas de diámetro 15 cm. El material fabricado es un hormigón estándar, de densidad 2,22 g/cm³, 25 MPa de resistencia y contenido de cemento 325 Kg/m³, sin aditivos.

PLANIFICACIÓN DE TODAS LAS VARIABLES Y PROBETAS ENSAYADAS POR LECHADA:

Caso A: Patrón (sin aplicación)

A1: sin envejecimiento

A2: con envejecimiento (tipo interior)

A3: con envejecimiento (tipo combinado)

Caso B: HYGROSMART SILEX (0,75+0,75). Presión de agua negativa

B1: sin envejecimiento

B2: con envejecimiento (tipo interior)

B3: con envejecimiento (tipo combinado)

Caso C: HYGROSMART SILEX (1,5+1,5). Presión de agua negativa

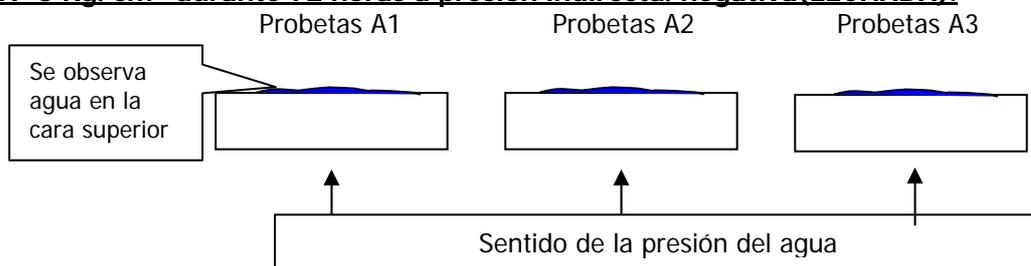
C1: sin envejecimiento

C2: con envejecimiento (tipo interior)

C3: con envejecimiento (tipo combinado)

- 3 probetas por caso
 - Dimensiones: probetas cilíndricas de hormigón de 150mm de diámetro y de espesor inicial 20mm. El espesor final es función de la dotación del producto en cada uno de los casos.
 - Probeta inicial. Ø 150x20mm de grosor. Una vez curada, aplicar el producto sobre una de sus caras y dejar curar.
 - Realizar el envejecimiento de las probetas en los casos en que sea necesario
 - Realizar el ensayo de profundidad de penetración de agua.
 - Condiciones de curado de las probetas antes de la aplicación del producto: según UNE EN 12390-8
 - Aplicación del producto: entre capa y capa, y antes de realizar cualquier operación posterior, comprobar que el producto está seco al tacto.
 - Condiciones de curado del producto: dejar curar durante 28 días en condiciones normales (21±2°C y 60±10% HR). Tras las primeras 24 horas después de la aplicación, sumergir la superficie tratada en agua durante las 3 semanas posteriores.
 - Envejecimiento tipo interior (para aplicación interior):
 - Se realiza según la norma UNE-EN 1062-11 apartado 4.1
 - Se procederá de la siguiente manera: acondicionamiento previo de las probetas con el producto aplicado durante 7 días a 23±2°C y 50±5% HR; tras las primeras 24h después de la aplicación, las probetas se curarán (los 6 días restantes) con la cara de la probeta donde se ha aplicado HYGROSMART SILEX sumergida en agua. Posteriormente se almacenan las probetas a 70°C durante 7 días y, finalmente, hay que dejarlas al menos 24h en condiciones normales (23±2°C y 50±5% HR) antes de empezar los ensayos de impermeabilidad.
 - Envejecimiento tipo combinado (para aplicación exterior):
 - Se realiza según la norma UNE-EN 13687-3.
 - Se procederá de la siguiente manera: acondicionamiento previo de las probetas sin aplicación del producto: 24h en condiciones normales (a 21±2°C y 60±10% HR), aplicación del producto en condiciones normales; curado del producto: curado húmedo (como el párrafo anterior); realización de 20 ciclos térmicos combinados según UNE-EN 13687-3 que, a modo de resumen sería:
 - 2 horas de conservación en agua a +21°C
 - 4 horas de conservación en aire a -15°C
 - 2 horas de conservación en agua a +21°C
 - 16 horas de conservación en aire a +60°C
 - Aplicación del producto: según documento de trabajo 732-G-11 v1 y 732-G-12 v1)
- Presión de agua: presión negativa (aplicación del agua sobre la cara de la probeta contraria donde está el producto) según UNE-EN 12390-8 (500±50 kPa, durante 72±2h)

A- 5 Kg/cm² durante 72 horas a presión indirecta/negativa(LECHADA).



Al finalizar las 72 horas a 5 Kg/cm², las probetas se han examinado con los siguientes resultados:

Probetas Patrón sin y con envejecimientos.			
Efecto observado	Se observa agua en la cara superior		
Valor individual 1:	Se observa agua en la cara superior	Se observa agua en la cara superior	Se observa agua en la cara superior
Valor individual 2:	Se observa agua en la cara superior	Se observa agua en la cara superior	Se observa agua en la cara superior
Valor individual 3:	Se observa agua en la cara superior	Se observa agua en la cara superior	Se observa agua en la cara superior

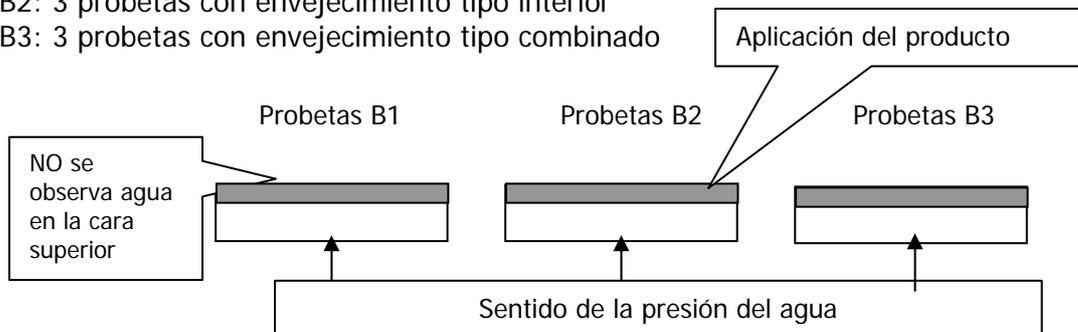
B- 5 Kg/cm² durante 72 horas a presión indirecta/negativa(LECHADA).

B: HYGROSMART SILEX (0,75+0,75)

B1: 3 probetas sin envejecimiento

B2: 3 probetas con envejecimiento tipo interior

B3: 3 probetas con envejecimiento tipo combinado



Al finalizar las 72 horas a 5 Kg/cm², las probetas se han examinado con los siguientes resultados:

Probetas B1 , B2 y B3			
Efecto observado	NO se observa agua en la cara superior		
Valor individual 1:	NO se observa agua en la cara superior	NO se observa agua en la cara superior	NO se observa agua en la cara superior
Valor individual 2:	NO se observa agua en la cara superior	NO se observa agua en la cara superior	NO se observa agua en la cara superior
Valor individual 3:	NO se observa agua en la cara superior	NO se observa agua en la cara superior	NO se observa agua en la cara superior

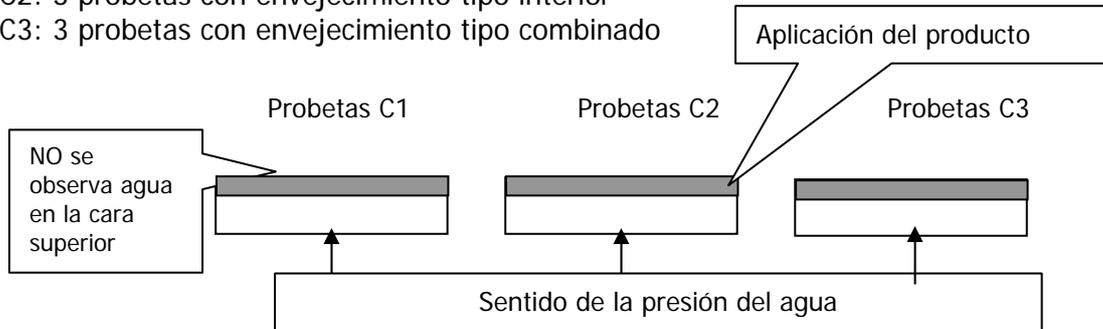
C- 5 Kg/cm² durante 72 horas a presión indirecta/negativa (LECHADA).

C: HYGROSMART SILEX (1,5+1,5)

C1: 3 probetas sin envejecimiento

C2: 3 probetas con envejecimiento tipo interior

C3: 3 probetas con envejecimiento tipo combinado



Al finalizar las 72 horas a 5 Kg/cm², las probetas se han examinado con los siguientes resultados:

	Probetas C1 , C2 y C3		
Efecto observado	NO se observa agua en la cara superior		
Valor individual 1:	NO se observa agua en la cara superior	NO se observa agua en la cara superior	NO se observa agua en la cara superior
Valor individual 2:	NO se observa agua en la cara superior	NO se observa agua en la cara superior	NO se observa agua en la cara superior
Valor individual 3:	NO se observa agua en la cara superior	NO se observa agua en la cara superior	NO se observa agua en la cara superior

8.3 HYGROSMART SILEX (APLICACIÓN EN POLVO)

PLANIFICACIÓN DE TODAS LAS VARIABLES Y PROBETAS ENSAYADAS APLICACIÓN POLVO

Caso A: Patrón (sin aplicación)

A1: sin envejecimiento

A2: con envejecimiento (tipo interior)

A3: con envejecimiento (tipo combinado)

Caso B: HYGROSMART SILEX (espolvoreado+espolvoreado). Presión de agua negativa

B1: sin envejecimiento

B2: con envejecimiento (tipo interior)

B3: con envejecimiento (tipo combinado)

Caso C: HYGROSMART SILEX (espolv+espolv a 5cm de la sup). Presión de agua negativa

C1: sin envejecimiento

C2: con envejecimiento (tipo interior)

Caso D: HYGROSMART SILEX (espolv+lechada 1kg/m²). Presión de agua negativa

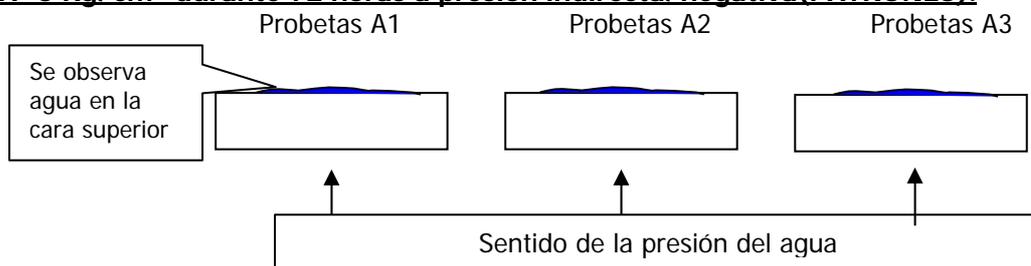
D1: sin envejecimiento

D2: con envejecimiento (tipo interior)

- 3 probetas por caso
- Condiciones de curado de las probetas antes de la aplicación del producto: según UNE EN 12390-8
- Dimensiones: probetas cilíndricas de hormigón estándar de 150mm de diámetro y un espesor inicial de 20 mm , y espesores variables en función de la aplicación del producto (casos B, C y D):
 - **CASO B:** Probeta inicial: Ø 150x20mm de grosor. Una vez curada, espolvorear el producto sobre una de las caras y verter 10 cm de hormigón fresco. Sobre el hormigón fresco, espolvorear una segunda capa de producto.
 - **CASO C:** Probeta inicial: Ø 150x20mm de grosor. Una vez curada, espolvorear el producto sobre una de sus caras y verter 5 cm de hormigón fresco. Sobre el hormigón fresco, espolvorear una segunda capa de producto. Verter la última capa de hormigón de 5 cm.
 - **CASO D:** Probeta inicial: Ø 150x20mm. Una vez curada, espolvorear el producto sobre una de sus caras y verter 10 cm de hormigón fresco. Cuando el hormigón se pueda tocar sin dejar marcas, volver a espolvorear (caso B) a aplicar una capa de 1 kg/m² en forma de lechada sobre el hormigón
- Posteriormente, en todos los casos, realizar el curado de las probetas con estas condiciones: curar durante 28 días en condiciones normales (21±2°C y 60±10% HR). Tras las primeras 24 h después de la aplicación, sumergir la superficie tratada en agua durante las 3 semanas posteriores.
- Envejecimiento tipo interior (para aplicación interior):
 - Se realiza según la norma UNE-EN 1062-11 apartado 4.1
 - Se procederá de la siguiente manera: acondicionamiento previo de las probetas con el producto aplicado durante 7 días a 23±2°C y 50±5% HR; para la aplicación con lechada, tras las primeras 24h después de la aplicación se deberá sumergiren agua (los 6 días restantes) la cara de la probeta donde se ha aplicado HYGROSMART SILEX. Posteriormente se almacenan las probetas a 70°C durante 7 días y, finalmente, hay que dejarlas al menos 24h en condiciones normales (23±2°C y 50±5% HR) antes de empezar los ensayos de impermeabilidad.
- Envejecimiento tipo combinado (para aplicación exterior):
 - Se realiza según la norma UNE-EN 13687-3.
 - Se procederá de la siguiente manera: acondicionamiento previo de las probetas sin aplicación del producto: 24h en condiciones normales (a 21±2°C y 60±10% HR), aplicación del producto en condiciones normales; curado del producto: curado húmedo (como el párrafo anterior); realización de 20 ciclos térmicos combinados según UNE-EN 13687-3 (ver párrafo anterior).
- Aplicación del producto: según documento de trabajo 732-G-11 v1 y 732-G-12 v1)

Presión de agua: presión negativa (aplicación del agua sobre la cara de la probeta contraria donde está el producto) según UNE-EN 12390-8 (500±50 kPa, durante 72±2h)

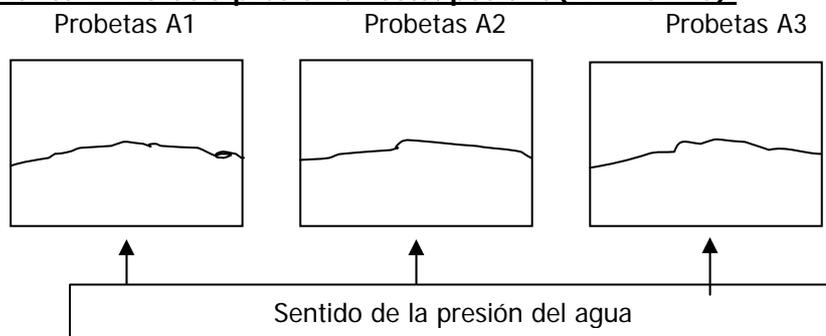
A- 5 Kg/cm² durante 72 horas a presión indirecta/negativa(PATRONES).



Al finalizar las 72 horas a 5 Kg/cm², las probetas se han examinado con los siguientes resultados:

Probetas Patrón sin y con envejecimientos.			
Efecto observado	Se observa agua en la cara superior		
Valor individual 1:	Se observa agua en la cara superior	Se observa agua en la cara superior	Se observa agua en la cara superior
Valor individual 2:	Se observa agua en la cara superior	Se observa agua en la cara superior	Se observa agua en la cara superior
Valor individual 3:	Se observa agua en la cara superior	Se observa agua en la cara superior	Se observa agua en la cara superior

A- 5 Kg/cm² durante 72 horas a presión directa/positiva(PATRONES).



Al finalizar las 72 horas a 5 Kg/cm², las probetas se han examinado con los siguientes resultados:

	Media Probetas Patrón A1	Media Probetas Patrón A2	Media Probetas Patrón A3
Penetración de Agua a 5 Kg/cm²	55 mm	58 mm	57 mm
Valor individual 1:	53 mm	59 mm	58 mm
Valor individual 2:	55 mm	59 mm	57 mm
Valor individual 3:	57 mm	57 mm	56 mm

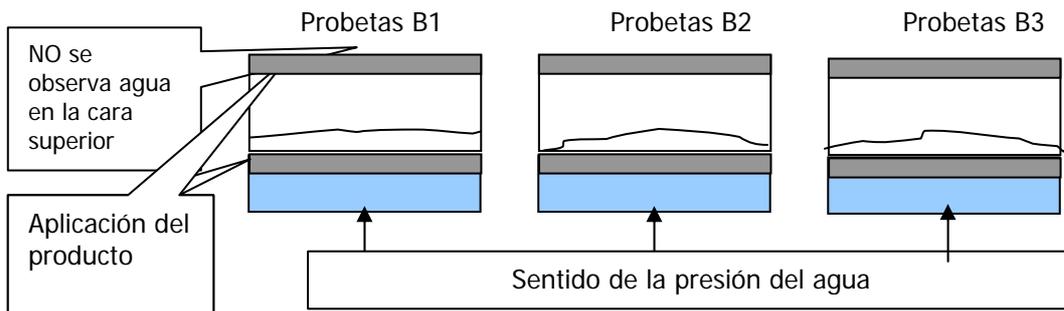
B- 5 Kg/cm² durante 72 horas a presión indirecta/negativa(ESPOLVOREO).

B: HYGROSMART SILEX (espolv+espolv)

B1: 3 probetas sin envejecimiento

B2: 3 probetas con envejecimiento tipo interior

B3: 3 probetas con envejecimiento tipo combinado



Al finalizar las 72 horas a 5 Kg/cm², las probetas se han examinado con los siguientes resultados:

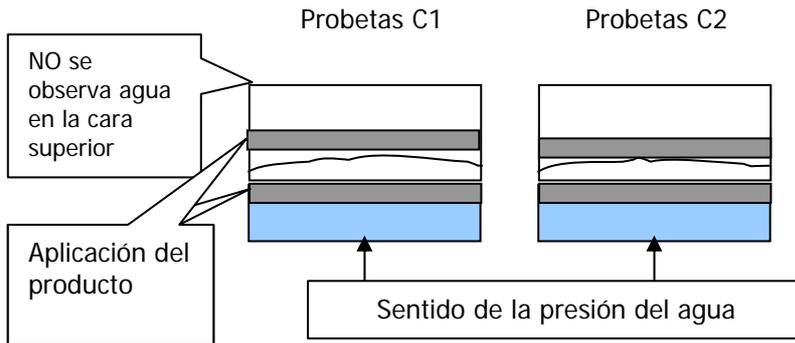
	Probetas B1	Probetas B2	Probetas B3
Efecto observado	NO se observa agua en la cara superior		
Penetración de agua tras primer espolvoreo:	23	26	26
Valor individual 1:	23	27	25
Valor individual 2:	23	26	25
Valor individual 3:	23	26	27

C- 5 Kg/cm² durante 72 horas a presión indirecta/negativa(ESPOLVOREO).

C: HYGROSMART SILEX (espolv+espolv a 5cm de la superficie)

C1: 3 probetas sin envejecimiento

C2: 3 probetas con envejecimiento tipo interior



Al finalizar las 72 horas a 5 Kg/cm², las probetas se han examinado con los siguientes resultados:

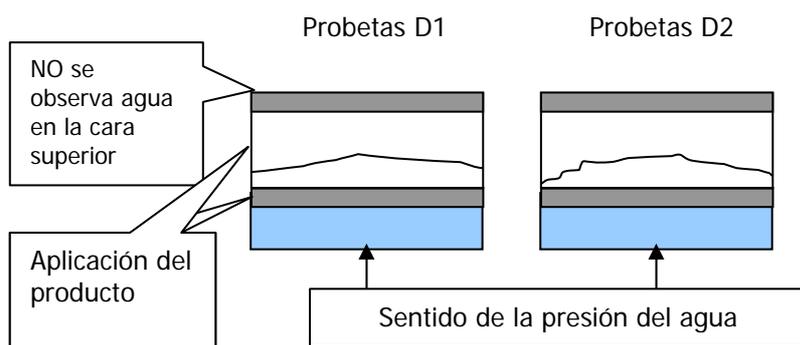
	Probetas C1	Probetas C2
Efecto observado	NO se observa agua en la cara superior ni traspaso de la segunda capa espolvoreada.	
Penetración de agua tras primer espolvoreo:	28	31
Valor individual 1:	27	29
Valor individual 2:	29	33
Valor individual 3:	28	31

D- 5 Kg/cm² durante 72 horas a presión indirecta/negativa (ESPOLVOREO+LECHADA).

D: HYGROSMART SILEX (espolvoreo+lechada 1 kg/m²)

D1: 3 probetas sin envejecimiento

D2: 3 probetas con envejecimiento tipo interior



Al finalizar las 72 horas a 5 Kg/cm², las probetas se han examinado con los siguientes resultados:

	Probetas C1	Probetas C2
Efecto observado	NO se observa agua en la cara superior ni traspaso de la segunda capa de lechada	
Penetración de agua tras primer espolvoreo:	27	33
Valor individual 1:	25	34
Valor individual 2:	29	35
Valor individual 3:	28	31

ENSAYOS SOBRE JUNTAS

Se realiza el ensayo de Profundidad de penetración de agua bajo presión para comprobar la impermeabilidad de las siguientes soluciones aplicables a los diferentes tipos de juntas (hay que comprobar que no hay penetración de agua a través de la solución impermeabilizante).

Presión de agua máxima a ensayar (según UNE-EN 12390-8): (500±50 kPa, durante 72±2h).

En una primera probeta ensayar presiones de agua de manera progresiva para ver la presión máxima de agua que es capaz de aguantar la solución impermeabilizante. Ensayar el resto de las probetas con dicha presión máxima, que deberá especificarse en el informe de ensayo.

Todos los casos se ensayarán bajo presión de agua negativa.

Se realizarán 3 probetas por caso.

Las probetas se curarán en condiciones normales (21±2°C y 60±10% HR) y no se verán sometidas a envejecimientos posteriores

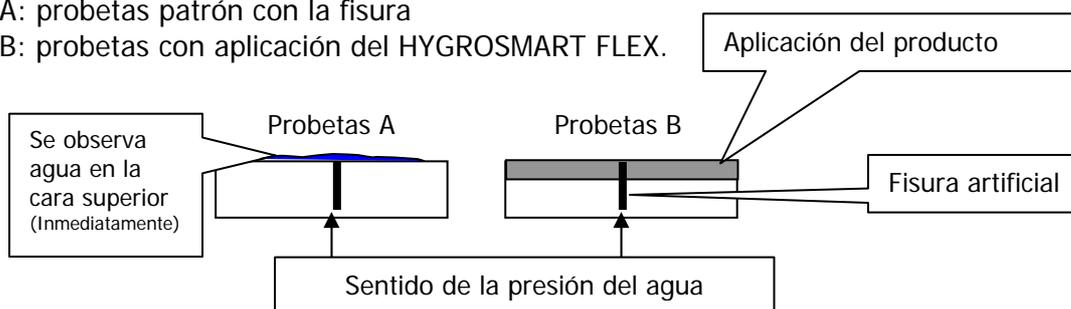
8.4.1 TIPO 1: SOLUCIÓN HYGROSMART FLEX

- Simulación de una junta semi-flexible (por ejemplo , el caso de la junta de hormigonado en muros sobre nivel freático).
- Impermeabilización con dos capas de HYGROSMART FLEX de 1mm cada una, aplicadas sobre dicha junta.
- Tipo de probeta: cilindro de hormigón partido en dos mitades semicirculares que se unen (creando una junta) para luego aplicar HYGROSMART FLEX por la cara superior del mismo. El cilindro de hormigón se impermeabiliza en todo su perímetro con un producto adecuado. Las probetas curan dejándolas durante 28 días en condiciones normales y, finalmente se someten a presión de agua negativa (aplicación de agua desde la base).

- 1 Kg/cm² durante 72 horas a presión indirecta/negativa

A: probetas patrón con la fisura

B: probetas con aplicación del HYGROSMART FLEX.

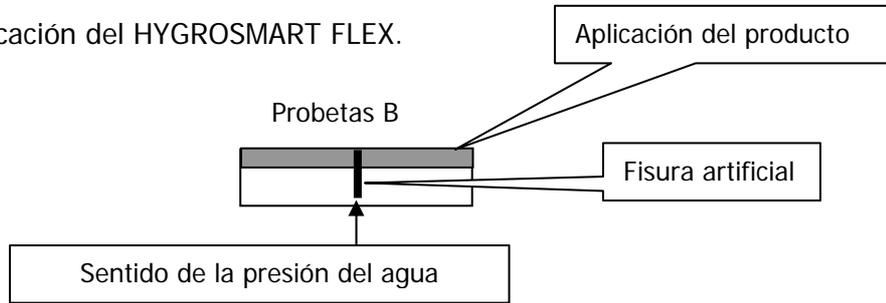


Al finalizar las 72 horas a 1 Kg/cm², las probetas se han examinado con los siguientes resultados:

	Probetas A y B	
Efecto observado	SI se observa agua en la cara superior	NO se observa agua en la cara superior
Valor individual 1:	SI se observa agua en la cara superior	NO se observa agua en la cara superior

- 5 Kg/cm² durante 72 horas a presión indirecta/negativa

B: probetas con aplicación del HYGROSMART FLEX.



Al finalizar las 72 horas a 5 Kg/cm², las probetas se han examinado con los siguientes resultados:

Probetas B	
Efecto observado	NO se observa agua en la cara superior
Valor individual 1:	NO se observa agua en la cara superior
Valor individual 2:	NO se observa agua en la cara superior
Valor individual 3:	NO se observa agua en la cara superior

8.4.2 TIPO 2: SOLUCIÓN AQUADUR + HYDRABAND N

Simulación de una junta / fisura flexible (por ejemplo las soluciones de una junta de dilatación en muros sobre/bajo nivel freático, fisuras activas, juntas de dilatación en losa bajo nivel freático o juntas de dilatación en muros bajo nivel freático)

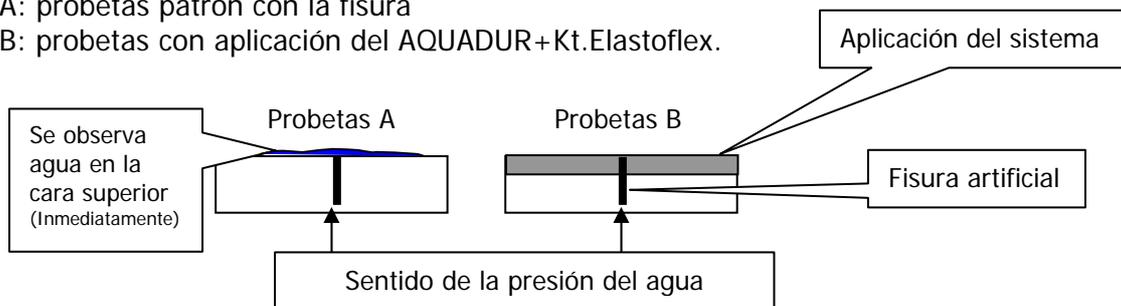
Impermeabilización con dos capas de AQUADUR de 2mm cada una, aplicadas sobre dicha junta. Entre capa y capa, se colocará la malla HYDRABAND N.

Tipo de probeta: cilindro de hormigón partido en dos mitades semicirculares que se unen (creando una junta) para luego aplicar AQUADUR + HYDRABAND N por la cara superior del mismo. El cilindro de hormigón se impermeabiliza en todo su perímetro con un producto adecuado. Las probetas curan dejándolas durante 28 días en condiciones normales y, finalmente se someten a presión de agua negativa (aplicación de agua desde la base).

- 1 Kg/cm² durante 72 horas a presión indirecta/negativa

A: probetas patrón con la fisura

B: probetas con aplicación del AQUADUR+Kt.Elastoflex.

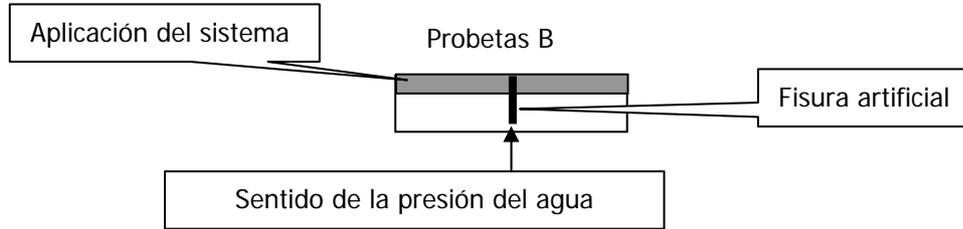


Al finalizar las 72 horas a 1 Kg/cm², las probetas se han examinado con los siguientes resultados:

Probetas A y B		
Efecto observado	SI se observa agua en la cara superior	NO se observa agua en la cara superior
Valor individual 1:	SI se observa agua en la cara superior	NO se observa agua en la cara superior

- 5 Kg/cm² durante 72 horas a presión indirecta/negativa

B: probetas con aplicación del Sistema AQUADUR+HYDRABAND N



Al finalizar las 72 horas a 5 Kg/cm², las probetas se han examinado con los siguientes resultados:

Probetas B	
Efecto observado	NO se observa agua en la cara superior
Valor individual 1:	NO se observa agua en la cara superior
Valor individual 2:	NO se observa agua en la cara superior
Valor individual 3:	NO se observa agua en la cara superior

8.4.3 TIPO 3: SOLUCIÓN HYGROSMART SILEX + HYGROSMART FIBER + HYGROSMART SILEX

Simulación de una junta/fisura rígida (por ejemplo, las soluciones de fisuras inertes; junta de hormigonado en muros encofrados o muros pantalla).

Impermeabilización con HYGROSMART PLUG (hasta que no se produzca entrada de agua), una capa de HYGROSMART SILEX de 0,75 kg/m² de dotación, una capa de HYGROSMART FIBER aplicada en fresco y una última capa de HYGROSMART SILEX con la misma dotación que la primera (se aplicará cuando el HYGROSMART FIBER haya endurecido al tacto).

Tipo de probeta: cilindro de hormigón con un taladro de 10mm y cráter de 50mm en el centro. En primer lugar se busca la presión a la que se puede taponar la fuga con la aplicación de HYGROSMART PLUG. Cuando ya no hay fuga, se procede a la impermeabilización de la cara superior con los productos especificados para este tipo de solución.

El cilindro de hormigón se impermeabiliza en todo su perímetro con un producto adecuado. Las probetas se curan dejándolas 28 días en condiciones normales pero sumergiendo su cara superior en agua entre los días 2 y 22, finalmente se someten a presión de agua negativa (aplicación de agua desde la base).

A- Presión a la que se puede taponar la fuga de agua:

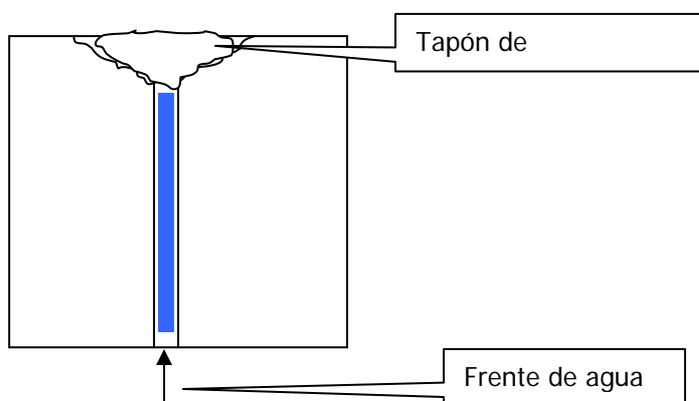
- Los cilindros de hormigón así preparados, se colocan en el equipo de presión de agua, y a la vez que se amasa el producto HYGROSMART PLUG, se pone en carga de presión, y se intenta taponar la fuga haciendo presión con la masa mano.

- Los resultados han sido los siguientes:

- Para presión de 5 kg/cm²: no se ha conseguido la obturación.

- Para presión de 4 kg/cm²: no se ha conseguido la obturación.

- **Para presión de 3 kg/cm²: SI se ha conseguido la obturación.**



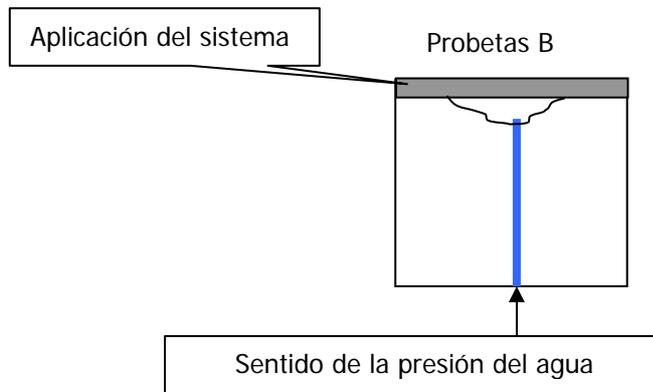
- Se preparan de esta manera varias probetas para finalizar la aplicación del Sistema HYGROSMART SILEX + HYGROSMART FIBER + HYGROSMART SILEX.



- Después del curado, se ponen nuevamente en carga , a presión negativa , para determinar la impermeabilidad del Sistema.

B - 5 Kg/cm² durante 72 horas a presión indirecta/negativa

- Probetas con aplicación del Sistema AQUADUR+HYDRABAND N



Al finalizar las 72 horas a 5 Kg/cm², las probetas se han examinado con los siguientes resultados:

	Probetas
Efecto observado	NO se observa agua en la cara superior
Valor individual 1:	NO se observa agua en la cara superior
Valor individual 2:	NO se observa agua en la cara superior
Valor individual 3:	NO se observa agua en la cara superior

Equipo de ensayo:



Probetas tras la presión de agua:



Probetas valoradas:



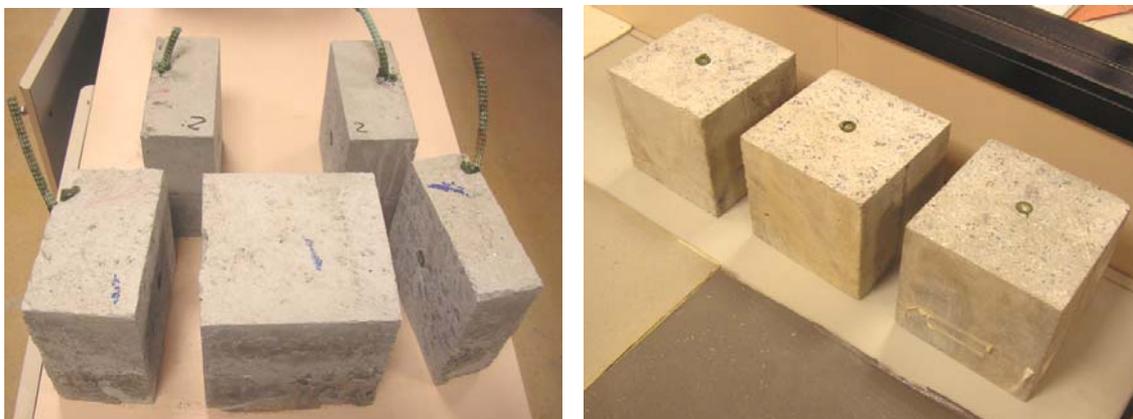
8.4.4 TIPO 4: SOLUCIÓN CON HYDRASEAL BENTOJECT

- Simulación de casos: junta de hormigonado en losa bajo nivel freático.
- Colocación de rollo de bentonita (junto con los elementos auxiliares) sobre la junta de hormigonado a 7 cm bajo el nivel superficial de la losa. Posteriormente volver a hormigonar. El rollo debe quedar cubierto por el hormigón.
- Además de comprobar la impermeabilización de la junta, romper la probeta para describir la hinchazón del tubo de bentonita.
- Tipo de probeta: se usan probetas prismáticas de 600x150x150 mm. En primer lugar se hormigona hasta una altura de 70 mm. Tras endurecer 3 días, se anclará, mediante grapas y a unos 7cm de la superficie, el tubo de bentonita (Hydraseal Bentoject) y posteriormente se hormigonará el resto de probeta hasta formar el prisma completo. Se deja fraguar 28 días en condiciones normales y posteriormente se cortan probetas de 150 mm. Estas probetas se someten a presión de agua negativa.
- Si hay fuga de agua, se inyectará una resina de poliuretano, anotando el consumo durante la inyección – g/m- y se añadirá al informe de ensayo, hasta que la fuga desaparezca.
- Una vez acabado el ensayo, se partirá la probeta por la mitad y se observará el comportamiento del tubo de bentonita. Se comentará en el informe de ensayo aquello que se considere relevante (dimensiones finales del diámetro del tubo, aspecto, etc), y aportar fotografías.

Preparación de probetas:

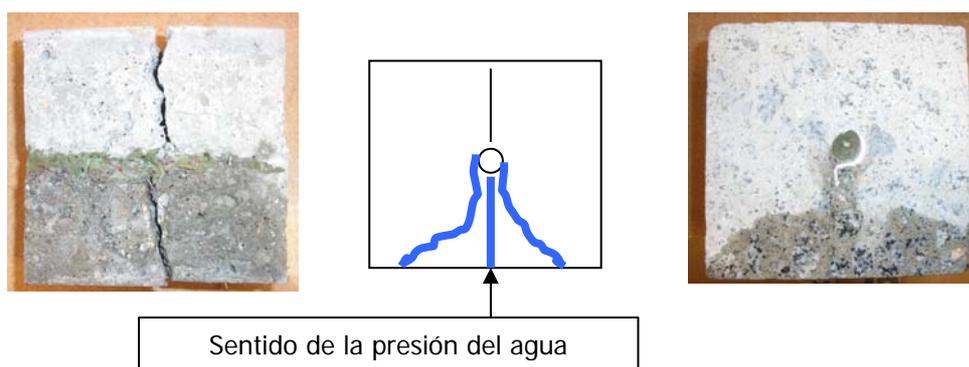


Primeros cortes de las probetas para su preparación para la puesta en carga de presión de agua.



- Después del curado y cortes preparatorios, se ponen en carga , a presión negativa , para determinar la impermeabilidad del Sistema.

- 5 Kg/cm² durante 72 horas a presión indirecta/negativa



Al finalizar las 72 horas a 5 Kg/cm², las probetas se han examinado con los siguientes resultados:

	Probetas
Efecto observado	NO se observa fuga a traves del sistema bentoinject
Valor individual 1:	NO se observa fuga a traves del sistema bentoinject
Valor individual 2:	NO se observa fuga a traves del sistema bentoinject
Valor individual 3:	NO se observa fuga a traves del sistema bentoinject

Observaciones del tubo tras el ensayo:

- La bentonita del tubo se observa inflada , o más comprimida que en estado libre , aunque por supuesto no es posible visualizar un incremento de diámetro , ya que se encuentra totalmente confinada.
- El aspecto entre el hormigón y el tubo de bentonita es totalmente compacto , sin huecos , burbujas o coqueas.

9 CARACTERIZACIÓN DE LOS SOPORTES

El hormigón utilizado tiene las siguientes características:

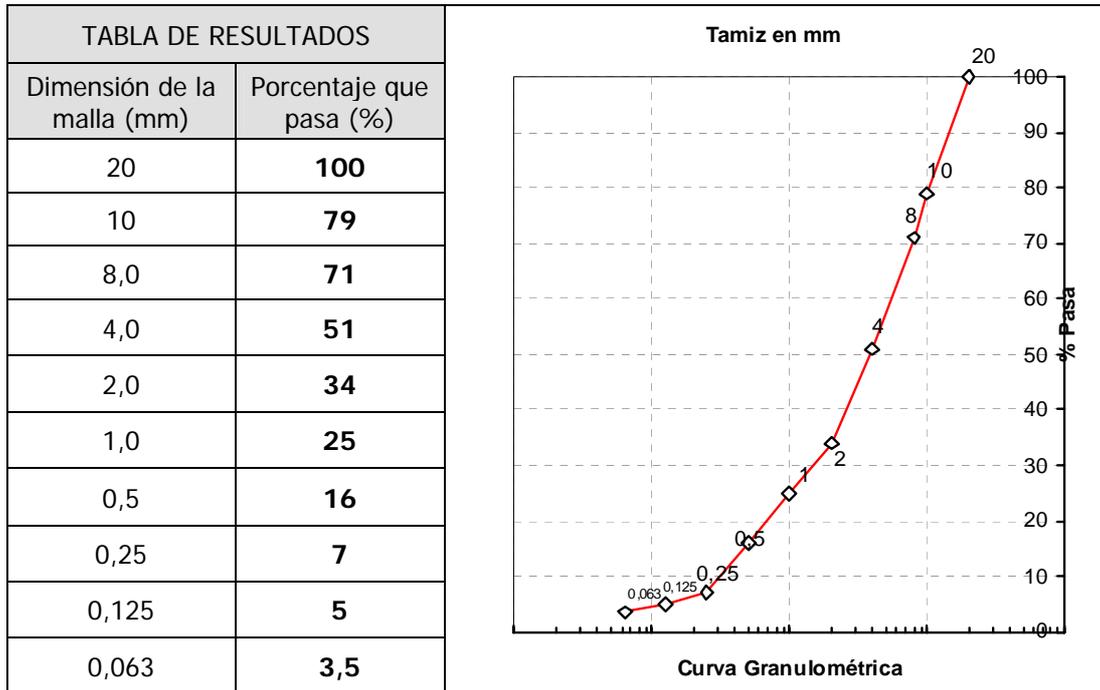
- Hormigón HA 25 con aproximadamente 6% de aire ocluido.
- Dosificación aproximada:
 - o CEM I-42,5 R 285 kg
 - o Relación agua/cemento = 0,6
 - o Arena = 55%
 - o Gravilla = 10%
 - o Grava = 35%

Hasta completar 2.300 kg

Aditivo fluidificante = aproximadamente 0,8% sobre peso de cemento

Aditivo aireante: aproximadamente 0,1% sobre peso de cemento

- **Granulometría del árido total: UNE-EN 993-1**



- **Densidad aparente amasado:**

Determinación nº	Densidad aparente de amasado Kg/m ³
1	2424
2	2438
3	2462
Valor medio	2441 Kg/m³

- **Absorción de agua y porosidad ASTM C-642/90**

Determinación nº	Absorción de agua (%)	Porosidad (%)	Densidad seca hormigón endurecido Kg/m ³
1	7,4	12,2	2264
2	8,2	12,4	2291
3	8,1	11,8	2306
Valor medio	7,9 %	12,1 %	2287 Kg/m³

- **Resistencia a tracción indirecta UNE-EN 12390-6**

Probeta nº	Resistencia a tracción indirecta, método brasileño, a 28 días N/mm ²
1	3,4
2	3,6
3	3,5
Valor medio	3,5 N/mm²

- Resistencia a compresión UNE-EN 12390-4

Probeta nº	Resistencia a compresión sobre probetas cilíndricas de diámetro 15 cm x 30 cm , a 28 días N/mm ²
1	27,6
2	28,0
3	27,0
Valor medio	27,5 N/mm ²

Juan Martínez Egea
Responsable de Materiales de Construcción
LGAI Technological Center, S.A

Eva María Torres Martínez
Técnico Responsable
LGAI Technological Center, S.A

Los resultados especificados en este documento corresponden exclusivamente a la inspección realizada y el material recibido y ensayado en Applus según las indicaciones que se presentan.