25B

Consolidación y refuerzo de machón mediante retícula difusa de diátonos de fibra de acero galvanizado inyectados con geomortero hiperfluido a base de cal hidráulica natural

EUROPEAN TECHNICAL ASSESSMENT n° 19/0325

EUROPEAN TECHNICAL ASSESSMENT n° 19/0326

PRESCRIPCIÓN

1. Preparación del soporte. Eliminar el enfoscado existente y poner al descubierto la superficie del muro. Si es necesario, en muros caravista se aconseja extraer piezas cerámicas de la última capa del paramento para volver a colocarlos sobre el muro con el fin de esconder el diátono.
2. Realización agujeros. Realizar el agujero de un diámetro y profundidadd de anclaje idóneas para acoger el posterior material de refuerzo, en las cercanías de la llaga de mortero, previendo la eliminación del mortero en los alrededores del agujero, con el objetivo de poder esconder la parte desfibrada del conector.
3. Preparación e introducción del diátono. Realizar el diátono artificial a chicote con la introducción de una banda de tejido de la gama GEOSTEEL del ancho adecuado, a modo de disponer en el interior del conector el número de cables mínimos necesarios de proyecto para beneficiarse de las resistencias a tracción requeridas; tener la precaución de desfibrar la parte final de la banda de tejido, mediante el corte de malla de soporte, procediendo con el corte en paralelo de los mismos cables en la longitud que se quiera desfibrar sobre el muro, garantizando un longitud mínima de los cables de 80 - 100 cm. En caso de conectores con desfibrado en ambos lados, realizar tales operaciones sobre cada uno de los extremos de las bandas de fibra adecuadamente colocadas. Acabado el corte del tejido enrollar la banda sobre sí misma, teniendo la precaución de realizar un cilindro del diámetro adecuado respecto al agujero realizado. Instalar el conector realizado en el interior del agujero. Con el objetivo de obtener una retícula continua, insertar los cables anteriormente desfibrados en las llagas de mortero, considerando un solape entre cables de dos agujeros vecinos de, al menos, 25 - 30 cm. Sellar la llaga con GEOCALCE F ANTISISMICO con el objetivo de embeber el tejido de refuerzo y tapar posibles huecos subyacentes.
4. Inserción taco. Aplicar, eventualmente, el INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL de polipropileno armado con fibra de vidrio, ideal para la instalación de diátonos de conexión GEOSTEEL G600/G1200 y para la posterior inyección de morteros fluidos de anclado.
5. Anclaje diátono. Para consolidar el muro objeto del refuerzo y garantizar la colaboración con el diátono artificial a chicote, efectuar la inyección a baja presión (menor de 1,5 bar) mediante el uso del geomortero fluido GEOCALCE FL ANTISISMICO, previa humectación de los soportes. Realizar la aplicación final de GEOCALCE F ANTISISMICO para embeber el refuerzo y reconstruir las llagas de mortero.

ADVERTENCIAS

Los conectores tipo chicote de fibra de acero de altísima resistencia se pueden obtener fácilmente de la gama de tejidos GEOSTEEL G600 o G1200, en función de las necesidades estructurales. En la tabla siguiente se indican las resistencias a tracción de un conector, en función del tipo de tejido GEOSTEEL y de los distintos anchos de banda:

Tejido	Ancho de la banda (cm)	Número de Cables*	Carga de rotura a tracción
GEOSTEEL G600	10	16	> 24 kN
GEOSTEEL G600	15	23	> 35 kN
GEOSTEEL G1200	10	31	> 46 kN
GEOSTEEL G1200	15	47	> 70 kN

* n° cables por cm = 1,57 GEOSTEEL G600; n° cables por cm = 3,14 GEOSTEEL G1200; carga de rotura a tracción de un cable > 1500 N.

Si es necesario un conector con distinta resistencia, o un número distinto de cables, respecto de los indicados anteriormente, será suficiente con calcular el ancho deseado de banda, dividir la resistencia requerida por la resistencia de un cable y multiplicarlo por el número de cables presentes por unidad de ancho en la tipología de tejido seleccionado.

ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Refuerzo de machones, mediante retícula difusa de diátonos artificiales realizados con tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, formado por n micro-cables de acero producidos según norma ISO 16120-1/4 2017 fijados sobre micro-malla de fibra de vidrio, con un ancho de n x cm de tejido – tipo GEOSTEEL G600 de Kerakoll – características técnicas certificadas de la banda: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; módulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 1,5%; área efectiva de un cable 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm²; n° cables por cm = 1,57 con envolvente de hilos de elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832; la carga de rotura del conector se obtiene multiplicando el número de cables presentes en el ancho del conector por la carga de rotura característica de un solo cable ≥ 1500 N
La actuación se desarrollará en las siguientes fases: posible tratamiento de reparación de las superficies dañadas; realización del agujero de ingreso, de unas dimensiones (diámetro y profundidadd) adecuadas a la naturaleza del posterior conector, y sucesiva eliminación del mortero de las llagas; confeccionamiento del conector metálico mediante corte, "desfibrado", y enrollado final del tejido de fibra de acero galvanizado, manteniendo la forma mediante brida de plástico; inserción del conector en el interior del agujero (número, profundidadd de anclaje, distancia entre ellos bajo decisión del técnico competente) y conexión de diátonos artificiales a chicote adyacentes mediante solape de los cables insertados en la llaga del mortero; posible inserción del taco de polipropileno y fibra de vidrio en el diátono de fibra de acero a modo de plegar 90° la parte terminal del chicote; relleno del conector mediante inyección a baja presión de geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad, hiperfluido, de elevada retención de agua a base de cal hidráulica natural NHL 3,5 y Geoligante mineral, de intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 5, provisto de marcado CE – tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO de Kerakoll – características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO_2 ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural está provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), módulo elástico 9,5 GPa (EN 13412), resistencia al arrancamiento de las barras de acero ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78); fijación de los cables "desfibrados", ocultando todo el conector, y perfilado de las llagas mediante geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silícea y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 – 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5 –tipo GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll – características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes de interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) – medida con método CSTB – certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO_2 ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días > 1,0 N/mm² – FB: B (EN 1015-12).
Está incluida la entrega y la colocación en obra de todos los materiales arriba descritos. La incidencia del mortero a inyectar se calcula únicamente para el relleno del agujero del diátono. No se incluyen: la posible limpieza de las zonas degradadas y la reparación del soporte; las pruebas de aceptación del material; las verificaciones pre- y post- intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.
El precio es por metro cuadrado de muro reforzado.
*según el tipo de actuación

1 Realización de los agujeros en el muro y humectación de los soportes.



2 Instalación del conector realizado con tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



3 Desfibrado del conector GEOSTEEL en el interior de las llagas del muro.



4 Anclaje del diátono GEOSTEEL mediante inyección a baja presión de GEOCALCE FL ANTISISMICO.



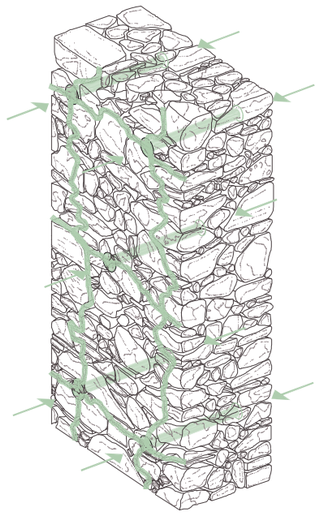
5 Cobertura completa de las llagas del muro con GEOCALCE F ANTISISMICO.



25B

CONSOLIDACIÓN Y REFUERZO DE MACHÓN MEDIANTE RETICULA DIFUSA DE DIÁTONOS DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO INYECTADOS CON GEOMORTERO HIPERFLUIDO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL





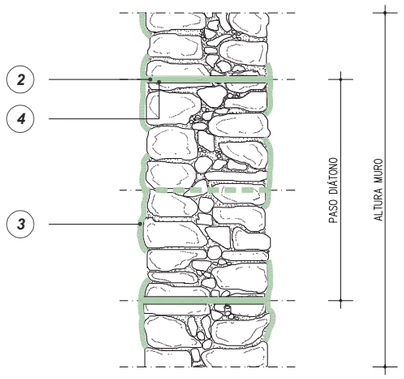
VISTA AXONOMÉTRICA
DIÁTONOS ARTIFICIALES A CHICOTE GEOSTEEL G600/G1200

NOTA

En el caso que exista la necesidad, es posible reconstruir en profundidad la llaga según la modalidad indicada en la TABLA 22.

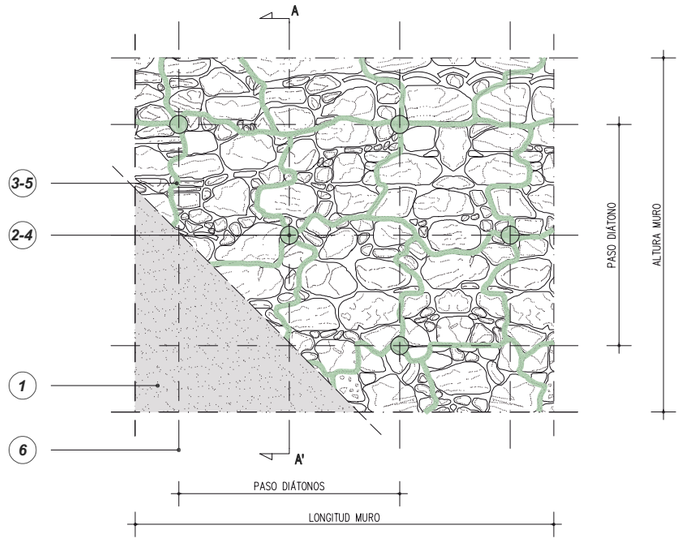
En presencia de mampostería caótica es siempre aconsejable efectuar una actuación combinada mediante inyecciones de mortero (TABLA 24).

POWERED BY kerakoll ENGINEERED BY ASDEA



SECCIÓN A-A'
INTRODUCCIÓN DIFUSA DE DIÁTONOS ARTIFICIALES A CHICOTE DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200

0m 0.5m 1m 2m



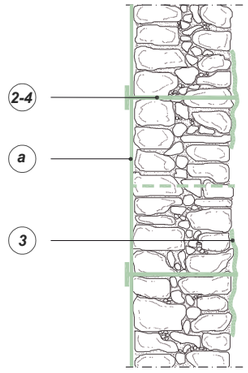
DETALLE
INTRODUCCIÓN DIFUSA DE DIÁTONOS ARTIFICIALES A CHICOTE DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200

1. POSIBLE ELIMINACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DEL ENFOSCADO DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN DE REFUERZO
2. INTRODUCCIÓN DE DIÁTONOS ARTIFICIALES A CHICOTE **GEOSTEEL G600/G1200** DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO

   La introducción de diátonos artificiales permite reforzar la estructura de mampostería sin modificar el funcionamiento estático original e incrementando la resistencia a cortante. La actuación se indica también para acciones sísmicas, restituyendo su monolitismo inicial y aumentándolo aún más en su dirección transversal, volviéndolo menos vulnerable a mecanismos de vuelco. Consultar el APÉNDICE B para las fases de montaje de diátonos artificiales a chicote de Geosteel G600/G1200.
3. DESFIBRADO DEL DIÁTONO ARTIFICIAL **GEOSTEEL G600/G1200** DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO E INTRODUCCIÓN EN EL INTERIOR DE LA LLAGA PARA CREAR LA RETÍCULA DE REFUERZO. SUPERPOSICIÓN DE LA PARTE DESFIBRADA DE LOS DIÁTONOS ARTIFICIALES **GEOSTEEL** ENTRE LOS ADYACENTES
4. INYECCIONES DE **GEOCALCE® FL ANTISISMICO** PARA INYECTAR LOS DIÁTONOS

   En el caso que no sea necesario una consolidación mediante inyecciones (ver TABLA 24), para garantizar una cantidad menor de mezcla inyectada se sugiere mezclar el producto con una menor cantidad de agua para volverlo menos fluido.
5. APLICACIÓN FINAL DE **GEOCALCE® F ANTISISMICO** PARA ENGLOBAR EL REFUERZO Y RECONSTRUIR LA LLAGA
6. PASO DE LOS DIÁTONOS

   Se recomienda realizar agujeros al tresbolillo con un paso que varia entre 80 y 150 cm. Es preferible realizar el agujero en correspondencia con la llaga y no de los mampuestos.



Cuando sea posible reforzar un lado del paramento con una actuación extendida, se recomienda la aplicación de **GEOSTEEL GRID 200/400 (a)**.
Para mayor información consultar la TABLA 27.

SECCIÓN A-A'
INTRODUCCIÓN DIFUSA DE DIÁTONOS ARTIFICIALES A CHICOTE DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200 Y GEOSTEEL GRID 200/400

0m 0.5m 1m 2m

MECANISMOS DE COLAPSO

MURO CON DOBLE HOJA - DÉBIL EN LÍNEA CENTRAL



ABOMBAMIENTO DE LOS DOS PARAMENTOS - REDUCCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL MURO



0m 0.5m 1m 2m

CUADRO NORMATIVO

Detalles constructivos
El uso de conectores puede resultar útil o incluso indispensable. En este sentido, se proporcionan las siguientes reglas detalladas:
- Si el sistema de refuerzo FRCM se aplica sobre una sola cara del muro es obligatorio adoptar conectores de longitud tal que penetre el interior de la capa más externa del paramento no reforzado.
- En el caso de refuerzo sobre las dos caras del muro o con paramentos desconectados es obligatorio que los conectores sean pasantes.
- En el caso de refuerzo de muros de espesor t≤400 mm con FRCM y con el uso de conectores se sugiere un intereje entre estos últimos i≥3t y no superor a 1600 mm; en correspondencia de esquinas y nudos en martillo se sugiere una longitud de los conectores l=3t.
- En el caso de refuerzo de muros de espesor t>400 mm se sugiere un intereje i≥2t y no superior a 2000 mm; en correspondencia de esquinas y nudos en martillo se sugiere una longitud de los conectores l=3t dispuestos al tresbolillo.

(CNR - DT 215/2018 §6)

Conexiones en el espesor del muro en presencia de paramentos múltiples
Cuando la conexión entre el paramento externo e interno es insuficiente, como frecuentemente sucede en la mampostería de piedra, es imprescindible verificar que, por efecto de las acciones sísmicas, no se genera un mecanismo de flexión fuera del plano en la porción de paramento comprendida entre dos rótulas dotadas de anclaje externo. Se puede, si fuera necesario, recurrir a diátonos de contención integrada, dispuestos en el muro a una adecuada distancia entre ellos (no necesariamente demasiado distanciados). La introducción de ***diátonos artificiales***, realizados en hormigón armado, con perfiles metálicos o en otros materiales resistentes a tracción, incluyendo el uso de nudos metálicos, con función de ***tirantes antiexpulsión*** o de nudos con materiales compuestos, puede realizar una conexión eficaz entre los paramentos, evitando la desconexión o la generación de fenómenos de inestabilidad por compresión de los paramentos externos. La eficacia de tales intervenciones está ligada a la posibilidad efectiva de solidarizar dichos elementos con el muro circundante que, por tanto, debe presentar buena consistencia.
(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 3)

Consolidación con diátonos artificiales o tirantes antiexpulsión
En el caso de la introducción de diátonos artificiales dotados de una rigidez significativa a cortante y suficientemente difusos, se puede aplicar a todos los parámetros de resistencia el coeficiente indicado para el muro originariamente dotado de una buena conexión transversal; los elementos de conexión a tracción (tirantes) tienen un efecto significativo solo por la resistencia a compresión (f).
(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.3.1)