



PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Reparación, refuerzo y protección de elementos de hormigón armado

ENERO 2024 / V1 / SIKA SAU / DEP. TÉCNICO

INDICE

1	OBJETO DEL DOCUMENTO	3
2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	3
2.1	REFERENCIAS	3
2.2	LIMITACIONES	3
3	SISTEMA Y PROCEDIMIENTO	4
3.1	COMPOSICIÓN DEL SISTEMA	4
3.2	ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS: PROTECCIÓN MEDIANTE INHIBIDOR DE CORROSIÓN	6
3.3	ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS: REFUERZO MEDIANTE FIBRA DE CARBONO	6
3.4	ALMACENAMIENTO DE MATERIAL	7
4	EQUIPOS NECESARIOS	7
4.1	MATERIALES	7
4.2	EQUIPO ESENCIAL	7
4.3	EQUIPAMIENTO ADICIONAL	8
4.4	EQUIPOS DE MEZCLADO	8
5	SEGURIDAD Y SALUD	8
5.1	EVALUACIÓN DE RIESGOS	8
5.2	PROTECCIÓN PERSONAL	9
5.3	PRIMEROS AUXILIOS	9
6	MEDIO AMBIENTE	9
6.1	LIMPIEZA DE EQUIPOS / EQUIPAMIENTO	9
6.2	ELIMINACIÓN DE RESIDUOS	9
7	PREPARACIÓN DEL SOPORTE	9
7.1	HORMIGÓN	10
7.2	ACERO DE REFUERZO	11
7.3	HUMECTACIÓN DEL SOPORTE	11
8	MEZCLADO	12
8.1	PRODUCTOS MONOCOMPONENTES	12
8.2	PRODUCTOS BICOMPONENTES	12
8.3	PRODUCTOS DE TRES COMPONENTES	13
9	APLICACIONES	13
9.1	PREVIO A LA APLICACIÓN	13
9.2	PROTECCIÓN DEL ACERO FRENTE A LA CORROSIÓN	13
9.3	IMPRIMACIÓN	14
9.4	MORTEROS DE REPARACIÓN APLICADOS A MANO	14
9.5	MORTEROS DE REPARACIÓN APLICADOS POR PROYECCIÓN	15
9.6	MORTEROS DE REPARACIÓN APLICADOS MEDIANTE VERTIDO	15
9.7	MORTEROS DE PROTECCIÓN, REGULARIZACIÓN Y REVESTIMIENTO	16
9.8	CURADO	16
9.9	LÍMITES DE LA APLICACIÓN	17
10	INSPECCIÓN, MUESTREO Y CONTROL DE CALIDAD	17
10.1	CONTROL DE CALIDAD DEL SOPORTE, ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN	17
10.2	ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LA PREPARACIÓN	18
10.3	ENSAYOS DE RENDIMIENTO	18
11	RENDIMIENTOS Y CONSUMOS	18
12	DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS REPARACIONES DEL HORMIGÓN	20
13	SISTEMA HABITUAL DE REPARACIÓN	21
14	NOTAS LEGALES	22
15	PALABRAS CLAVE	22

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Reparación, refuerzo y protección del hormigón

Enero 2024, V1

1 OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente procedimiento de ejecución describe paso a paso los procesos de reparación de estructuras de hormigón, así como de refuerzo y protección, empleando para ello productos de varias gamas de Sika®.

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Los productos que conforman los Sistemas Sika® de Reparación, refuerzo y Protección para el Hormigón Armado están destinados a reparar los daños existentes en las estructuras de hormigón -restaurando su forma original y su capacidad estructural cuando se requiera- y a proteger dichas estructuras frente a daños futuros.

Estos productos cumplen con las especificaciones marcadas por la normativa vigente UNE-EN 1504.

EMPLEOS

- Imprimaciones de unión para promover la adhesión de los morteros de reparación sobre el hormigón.
- Protección frente a la corrosión, aplicada sobre las barras de acero (principio 11, método 11.1).
- Reparación del hormigón dañado o contaminado en edificios, puentes, infraestructuras y superestructuras.
- Aumentar la capacidad de carga de una estructura de hormigón mediante el uso de morteros (Principio 4, método 4.4).
- Preservar o restaurar la capa pasiva de las barras de acero en el hormigón (Principio 7, métodos 7.1 y 7.2).
- Aumentar el recubrimiento de las barras de acero mediante la adición de mortero.
- Rendimiento en capas finas.
- Para sellar poros o nivelar una superficie de hormigón antes de agregar un recubrimiento protector.
- Reparación de pequeños defectos.

CARACTERÍSTICAS/VENTAJAS

- Calidad asegurada al distribuirse predosificados.
- Los productos de 1 componente únicamente requieren la incorporación de agua.
- Consistencias ajustables.
- Amplia gama de prestaciones.
- Baja retracción.
- Productos con acabado superficial fino.
- Productos clasificados en función de su rendimiento.
- Sistemas con alta resistencia a la penetración de agua y cloruros.
- Productos que pueden ser aplicados manual o mecánicamente.
- Sistemas compatibles con productos de protección de hormigón tipo Sikagard®.

2.1 REFERENCIAS

El presente procedimiento de reparación ha sido redactado de acuerdo con las recomendaciones contenidas en la Norma Europea UNE-EN 1504 -Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón-, siguiendo las siguientes partes:

- UNE-EN 1504-1: Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad.
- UNE-EN 1504-3: Reparación estructural y no estructural.
- UNE-EN 1504-7: Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad.
- UNE-EN 1504-10: Aplicación "in situ" de los productos y sistemas y control de calidad de los trabajos.

2.2 LIMITACIONES

- **Debemos señalar que, de acuerdo con la UNE-EN 1504, se deben distinguir dos tipos de actuaciones: reparación, mediante la aplicación de morteros tipo R3, y refuerzo, mediante la aplicación de morteros tipo R4. Para ello,**

es fundamental que los productos cumplan con las prescripciones que dicha norma UNE exige al respecto, como resistencias, parámetros de protección, adherencia, retracción, etc.

- Los productos sólo se aplicarán de acuerdo con su uso previsto.
- Las diferencias locales en algunos productos pueden dar lugar a algunas ligeras variaciones de rendimiento, por lo que se consultarán la Hoja de Producto (HDP) más reciente y la Hoja de Datos de Seguridad de Materiales (HDS) previo a su empleo.
- Para información específica sobre la construcción o ejecución, deberán consultarse los detalles llevados a cabo por los técnicos redactores, así como sus especificaciones y evaluaciones de riesgos.
- Todo el trabajo se llevará a cabo según lo indicado por un Técnico o un Ingeniero Cualificado.

3 SISTEMA Y PROCEDIMIENTO

3.1 COMPOSICIÓN DEL SISTEMA

Un sistema de reparación Sika® comprende una gama de productos para satisfacer las distintas necesidades.

Puente de adherencia - Imprimación anticorrosión	SikaTop® Armatec 110 EpoCem®	Como capa de adherencia se aplica una capa con un consumo mínimo de 1,2 Kg/m ² , y como revestimiento anticorrosión 3 a 4 Kg/m ² .
	Producto a base de cemento y resinas epoxi modificadas, de tres componentes, como capa de adherencia y revestimiento anticorrosión.	
	Adecuado para ambientes agresivos/severos.	
	Sika® MonoTop®-1010 ES	Como capa de adherencia se aplica una capa con un consumo de 2,0 Kg/m ² y como protección de armaduras 2-3 Kg/m ² .
	Revestimiento de adherencia a base de cemento y materias primas recicladas, en envase reciclado, de un componente, mejorado con inhibidores de corrosión, resina sintética y humo de sílice.	
	Para usos normales.	
	Sikadur® 32 Fix	Se aplica una capa con un consumo aproximado de 0,300-0,500 Kg/m ² , dependiendo de la naturaleza, la porosidad del soporte y la temperatura.
	Adhesivo a base de resinas epoxi de dos componentes.	
	Sikadur® 32 EF	Se aplica una capa con un consumo aproximado de 0,300-0,800 Kg/m ² , dependiendo de la naturaleza, la porosidad del soporte y la temperatura.
	Adhesivo a base de resinas epoxi de dos componentes.	
Morteros de Reparación	Sika MonoTop®-4100 Protect	Reparación estructural en capas de hasta 6,0 cm, con un consumo aproximado de 2,2 Kg/m ² y mm de espesor.
	Mortero cementoso de reparación de hormigón, R4, para la reparación, protección e impermeabilización de estructuras de hormigón	
	Sika® MonoTop®-612	Reparación Estructural en espesores de capa de 5-30 mm, con un consumo de 1,83 Kg/m ² y mm de espesor.
	Mortero de reparación, a base de cemento, monocomponente, resinas sintéticas, humo de sílice y reforzado con fibras, para aplicación manual o proyectado.	

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Reparación, refuerzo y protección del hormigón

Enero 2024, V1

	Sikadur®-41 EF Mortero tixotrópico, de tres componentes, a base de resinas epoxi y cargas, empleando Sikadur®-31 EF como adhesivo.	Reparación Estructural. Espesores capa de hasta 60 mm.
	Sika® MonoTop®-4012 ES Mortero de reparación para aplicación manual o proyectado.	Reparación Estructural. Espesores de capa: 6-80 mm, con un consumo de 2,10 Kg/m ² y mm de espesor.
	Sika® MonoTop®-3120 Rapid Mortero de reparación de fraguado rápido para aplicación manual.	Reparación Estructural. Espesores de capa: 6-50 mm, con un consumo de 2,00 Kg/m ² y mm de espesor.
	Sika® MonoTop®-3130 Ultra Rapid Mortero de reparación de fraguado rápido para aplicación manual.	Reparación Estructural. Espesores de capa: 5-50 mm, con un consumo de 2,10 Kg de polvo por cm de espesor y m ² .
	SikaRep-2200 Mortero monocomponente a base de cemento de altas prestaciones mecánicas.	Reparación no Estructural. Espesores de capa: 5-50 mm, con un consumo de 1,70 Kg/m ² y mm de espesor.
	SikaRep-2300 Mortero monocomponente a base de cemento de altas prestaciones mecánicas.	Reparación Estructural. Espesores de capa: 5-50 mm, con un consumo de 2,00 Kg/m ² y mm de espesor.
	SikaRep-2400 Mortero monocomponente a base de cemento de altas prestaciones mecánicas.	Reparación Estructural. Espesores de capa: 5-60 mm, con un consumo de 2,10 Kg/m ² y mm de espesor.
	SikaRep-2480 Mortero autonivelante, R4, de alta resistencia, para la reparación y el refuerzo de elementos es-tructurales	Reparación Estructural. Espesores de capa: 15-150 mm, con un consumo de 2,20 Kg/m ² y mm de espesor.
	Sika MonoTop®-4200 Multiflow Mortero de reparación monocomponente de consistencia variable.	Reparación Estructural. Espesores de capa: Tixotrópico: 5 mm min / 80 mm máx. vertical. Fluido: 60 mm máx.
Capa de acabado/regularización	Sika® MonoTop®-620 Mortero de reparación, monocomponente, a base de cemento, resinas sintéticas y humo de sílice.	Mortero tapaporos y de sellado superficial. Consumo: 2,60 Kg/m ² y mm de espesor. Espesores de capa: Gris 1,5-5 mm, Blanco 1-3 mm
	Sikaguard 720 Epocem® Mortero tricomponente para sellado y regularización de superficies, a base de epoxi-cemento.	Mortero tapaporos y de sellado superficial. Consumo: 4,50 Kg/m ² para un espesor de 2 mm. Espesores de capa hasta 3 mm

Protección mediante inhibidores de corrosión	de	LANKO 761 STEEL Inhibidor de corrosión que, aplicado a elementos de hormigón armado o pretensado, paraliza la corrosión ya iniciada en las armaduras debido a la presencia de cloruros o producida por carbonatación	Inhibidor en posesión del Documento de Idoneidad Técnica nº 636/18
Refuerzo de estructuras	de	Sika® CarboDur® E y SikaWrap® - C Refuerzo de estructuras mediante elementos con fibra de carbono	Sistema de refuerzo en posesión del Documento de Idoneidad Técnica nº 604R/19

3.2 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS: PROTECCIÓN MEDIANTE INHIBIDOR DE COROSIÓN

- Impregnación de los elementos de hormigón mediante una impregnación inhibidora de corrosión.

Previo a la protección de los elementos, de hormigón, se llevará a cabo la impregnación de estos con **LANKO 761 STEEL**. Se trata de un inhibidor de corrosión en superficie, en posesión de un Documento de Idoneidad Técnica, diseñado para actuar sobre las armaduras de hormigón, el cual penetra en el hormigón, formando una película protectora molecular alrededor de la armadura de dicho hormigón, retrasando el comienzo del proceso de corrosión, al tiempo que reduce la velocidad de esta.

La protección frente a la corrosión de incrementa la vida útil de las armaduras y su mantenimiento. Debe aplicarse hasta saturación del soporte mediante el empleo de brocha, rodillo o pistola de baja presión. No es conveniente aplicarlo cuando la radiación solar esté incidiendo sobre el soporte.

Para mejorar la velocidad de penetración del producto, el hormigón tratado de be humedecerse una o dos veces durante los tres días siguientes a su aplicación. Donde los condicionantes estéticos sean importantes, las superficies tratadas deben ser limpiadas con agua a presión (~100 bares) en un periodo máximo de dos días tras su aplicación.

3.3 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS: REFUERZO MEDIANTE FIBRA DE CARBONO

- Refuerzo de elementos estructurales mediante laminados (Sika® CarboDur® E) o tejidos de fibra de carbono (SikaWrap®-230 C o SikaWrap®-300), adheridos con su correspondiente resina (Sikadur®-30 o Sikadur®-330 respectivamente).

En caso de que los elementos estructurales necesiten ser reforzados, a continuación, les exponemos los sistemas de los que Sika dispone y la manera de emplearlos:

- Refuerzo de elementos a flexión: Para llevar a cabo refuerzos de elementos a flexión, recomendamos emplear los laminados Sika® CarboDur® E, adheridos con la resina Sikadur®-30.

Los laminados Sika CarboDur® E son polímeros armados con fibras de carbono pultrusionadas (CFRP) diseñados para el refuerzo de estructuras de hormigón, madera, mampostería y acero. Los laminados Sika CarboDur® E se pegan a la estructura como una armadura externa usando las resinas epoxi Sikadur®-30.

Los sistemas Sika CarboDur® E se emplean para mejorar, incrementar o reparar estructuras por acciones como, por ejemplo, accidentes en la estructura (impactos, terremotos, fuego, etc).

- Refuerzo de elementos a cortante y/o confinamiento: Para llevar a cabo refuerzos de elementos a cortante y/o confinamiento, recomendamos emplear los tejidos SikaWrap®-230 C, adheridos con la resina Sikadur®-330.

Los sistemas de refuerzo antes descritos son ampliamente empleados para, por ejemplo, mejorar la capacidad resistente de una estructura, sustituir total o parcialmente la capacidad de un elemento estructural tras una reparación, o devolver parte o totalmente la capacidad perdida a elementos estructurales que hayan sufrido daños. Eso sí, se trata de elementos altamente tecnológicos, los cuales no sólo deben estar calculados y diseñados por técnicos expertos en la materia, con competencias suficientes como para firmar el correspondiente proyecto y dirección de obra de refuerzo, sino que debe estar aplicados por una empresa experta en este tipo de soluciones.

En el caso de que resulte necesario disponer elementos como los comentados a modo de refuerzo, no dude en ponerse en contacto con el Departamento técnico de Sika, donde le asesoraremos sobre la normativa a consultar, así como los métodos de cálculo y ejecución a seguir para definir y ejecutar su refuerzo.

3.4 ALMACENAMIENTO DE MATERIAL



Los materiales se almacenarán debidamente en los embalajes originales, sellados, sin daños, fresco y seco. Consulte la información específica contenida en la hoja de datos del producto al respecto de las temperaturas mínima y máxima de almacenamiento.

4 EQUIPOS NECESARIOS

4.1 MATERIALES

Cantidad necesaria de producto de reparación Sika®	Véase la sección 11
Cantidad suficiente de agua potable	Para realizar las mezclas y humectar el soporte

4.2 EQUIPO ESENCIAL

Herramientas manuales	Llanas, fratás y cepillos para aplicación de morteros
Amasado del mortero	Herramientas tradicionales, martillos eléctricos-neumáticos de taladro y percusión para eliminar hormigón dañado o contaminado
Cubetas y recipientes de medición	Para una medición precisa del agua a emplear
Equipo de mezclado	Véase la sección 11.7
Cubeta de mezclado	Capacidad mínima de 18 a 20 litros por cada saco de 25 kg
Esjonja o aire a presión (sin aceites)	Limpieza/soplado del agua sobrante del soporte
Curado	Proteger mientras esté fresco
Limpieza	Cepillado, o mediante agua a baja presión
Tratamiento de desechos	Mediante el empleo de bolsas de papel

4.3 EQUIPAMIENTO ADICIONAL

Encofrados	En aquellos casos que lo requieran
Sellador	En aquellos casos que lo requieran
Equipos de proyección	Aplicación mecánica de morteros
Limpieza de equipos	Adecuado para eliminar restos de corrosión
Perfiles para nivelación	Para nivelar grandes superficies

4.4 EQUIPOS DE MEZCLADO

Empleo de mezcladoras profesionales, como por ejemplo:



Mezclador individual con utensilio de hélice

Apropiado para volúmenes pequeños



Mezclador doble con utensilio de hélice

Apropiado para volúmenes medios



Mezcladora mecánica

Apropiado para grandes volúmenes

5 SEGURIDAD Y SALUD

5.1 EVALUACIÓN DE RIESGOS



Será necesario evaluar los riesgos de las actividades a realizar, así como el estado original de la estructura.

Las estructuras y plataformas temporales serán áreas, seguras y estables para trabajar. No se tomarán riesgos innecesarios.



Mono protector



Gafas de seguridad



Guantes de seguridad



Casco de seguridad



Botas de seguridad



Cascos de seguridad para los oídos

5.2 PROTECCIÓN PERSONAL



Seguridad en el trabajo!

Manipular o procesar productos cementosos puede generar polvo, lo que podría originar irritación en los ojos, piel, nariz y garganta.

Siempre que se manipule y se mezclen los productos se deberá usar protección ocular apropiada. Las máscaras para polvo deberán usarse para proteger la nariz y la garganta del mismo.

Deberán llevarse siempre zapatos de seguridad, guantes y otras protecciones adecuadas para la piel.

Lávese minuciosamente las manos con jabón después de manipular los productos y antes de consumir alimentos.

CONSÚLTASE LA HOJA DE SEGURIDAD PARA INFORMACIÓN DETALLADA DEL MATERIAL

5.3 PRIMEROS AUXILIOS



Busque atención médica inmediata en caso de inhalación, ingestión o contacto ocular que pudiera causar irritación. No induzca el vómito a menos que lo indique el personal médico.

Enjuague los ojos con abundante agua limpia, levantando ocasionalmente los párpados superior e inferior. Quítese las lentes de contacto inmediatamente. Continúe enjuagando los ojos durante 10 minutos y luego busque atención médica.

Enjuague la piel contaminada con abundante agua. Quite la ropa contaminada y continúe enjuagando durante 10 minutos. Busque atención médica.

PARA INFORMACIÓN DETALLADA CONSULTE LA HOJA DE SEGURIDAD DEL MATERIAL

6 MEDIO AMBIENTE

6.1 LIMPIEZA DE EQUIPOS / EQUIPAMIENTO

Todas las herramientas y equipamiento deberán limpiarse con agua inmediatamente después de su uso. Una vez endurecido, será necesario eliminarlo por medios mecánicos.

6.2 ELIMINACIÓN DE RESIDUOS



No se verterán materiales sobrantes en desagües. Evite el vertido en el suelo o en canales o alcantarillas. Deseche el material no deseado de manera responsable a través de un contratista autorizado en la gestión de residuos, de acuerdo con la legislación local y / o los requisitos de la autoridad regional.

PARA OBTENER INFORMACIÓN DETALLADA CONSULTE LA FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL

7 PREPARACIÓN DEL SOPORTE

Es necesario conocer y considerar el estado actual químico, electroquímico y físico en que se encuentra el hormigón y la estructura en sí, y definir los requisitos mínimos que se deben cumplir según el sistema de reparación y protección a emplear.

Una vez identificados los condicionantes del soporte, se especifica la correcta preparación del hormigón y de las armaduras, para garantizar la buena adhesión de los materiales de reparación y protección.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Reparación, refuerzo y protección del hormigón

Enero 2024, V1

7.1 HORMIGÓN

El soporte de hormigón deberá estar completamente limpio, sin zonas huecas al golpeo y libre de polvo, material suelto, contaminación de la superficie ni materiales que pudieran reducir la adherencia. El hormigón delaminado, débil, dañado y deteriorado se eliminará empleando los medios adecuados. En caso de ser necesario, se podrá eliminar alguna zona de hormigón sano, teniendo en cuenta de no poner en riesgo la integridad estructural, y siempre bajo indicación y supervisión de un Técnico competente.

Los métodos de limpieza, rugosidad y eliminación del hormigón se resumen en la siguiente tabla:



■ Uso previsto

□ Otros usos



	Limpieza	Rugosidad	Eliminación
Martillo y cincel			■
Martillo rompedor		■	■
Chorro de arena	■	■	
Chorro de agua a baja presión (máx. 180 bar)	■		
Chorro de agua a alta presión (máx. 600 bar)		■	
Chorro de agua a muy alta presión (máx. 1100 bar)			■



La selección de las herramientas dependerá de la tipología y extensión del daño, así como de la calidad del soporte, y será aprobado por un Técnico cualificado.

Nota: La hidrodemolición es un método rápido y eficaz para la eliminación del hormigón, si bien puede dar lugar a fisuras en el hormigón.

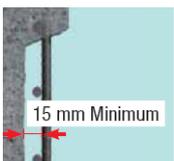
Tal y como se define en la norma EN 1504-10, las categorías de chorro de agua son las siguientes:

- Baja presión – hasta 18 N/mm² (MPa) / 180 bar
 - Para limpieza de hormigón y acero
- Alta presión – de 18 a 60 N/mm² (MPa) / 600 bar
 - Para limpieza y eliminación de hormigón
- Muy alta presión – de 60 a 110 N/mm² (MPa) / 1100 bar
 - Para la eliminación de hormigón empleando poca cantidad de agua

Dónde: 1N/mm² = 10 bar

Se eliminará la menor cantidad posible de hormigón, y sin poner en riesgo la integridad del elemento de la estructura. No se utilizarán equipos o herramientas neumáticas que puedan dañar el hormigón debido a la vibración.

El grado de eliminación del hormigón deberá ajustarse al principio, así como al método elegido en la norma EN 1504-9. En el caso de reparación y restauración, se determinará la profundidad de la contaminación y se tendrá en cuenta al determinar la profundidad de hormigón eliminado.



La eliminación del hormigón dejará expuesta la circunferencia completa del acero hasta una profundidad mínima de 15 mm detrás de la parte posterior de las barras.

Se buscarán los extremos de las barras con corrosión hasta alcanzar una longitud definida por el Técnico responsable del proyecto.

Los bordes alrededor de la reparación del parche se picarán en un ángulo entre 90° y 135° para evitar el despegue y fisuración del mortero.



La superficie del sustrato de hormigón debe tener una rugosidad superficial de 2 mm, para así mejorar la adherencia de acuerdo con EN 1766: cláusula 7.2 para superficies horizontales.

El hormigón fisurado o suelto deberá eliminarse, teniendo en cuenta que no se reduzca la capacidad del elemento a reparar. Las fisuras de pequeño espesor pueden detectarse humectando la superficie (marcándose en color oscuro las fisuras y zonas sueltas).

La superficie acabada debe ser inspeccionada visualmente antes de la aplicación, comprobando que no quedan zonas mal adheridas, informando al Técnico encargado, el cual determinará por escrito el procedimiento más adecuado.

En caso de requerirse una capa de alisado, previamente se habrá preparado la superficie. Los procedimientos de limpieza apropiados consisten en un chorreado de agua a baja presión, arena abrasiva y chorreado de arena, o chorreado de agua a alta presión si se requiere eliminar una capa de lechada.

7.2 ACERO DE REFUERZO



El acero deberá estar completamente limpio y libre de óxido, incrustaciones, mortero, hormigón, polvo, y otros materiales sueltos que reduzcan la adherencia o contribuyan a la corrosión. Otros elementos como clavos también deben ser retirados.



Toda la circunferencia de la barra deberá limpiarse uniformemente, excepto cuando las consideraciones estructurales lo impidan. La limpieza no debe dañar de ninguna manera la integridad estructural del acero. Se deberá notificar inmediatamente al Técnico correspondiente si existe la posibilidad de dañar el acero mediante la limpieza.



Las barras contaminadas con cloruros u otro material nocivo deberán limpiarse mediante chorro de agua a baja presión (18 MPa), y verificarse posteriormente para comprobar que la contaminación ha sido totalmente eliminada.

Si se va a aplicar una capa de protección contra la corrosión en forma de revestimiento activo (método 11.1 según se define en las normas europeas EN 1504-9), el refuerzo deberá limpiarse hasta un grado Sa 2, según lo definido por la norma ISO 8501-1.

Las barras limpias deberán estar protegidas frente a cualquier contaminación antes de la aplicación de una capa de un producto anti corrosión.

La pérdida de sección de las barras de acero debido a la corrosión, o debido a cualquier otro tipo de daño, será inmediatamente comunicado al técnico encargado antes de realizar cualquier trabajo posterior. Cualquier otra acción como pudiera ser la sustitución de las barras de acero sólo se llevará a cabo de acuerdo con la instrucción directa del técnico encargado. Este método constructivo no incluye la sustitución de barras de acero.

7.3 HUMECTACIÓN DEL SOPORTE



Las superficies de hormigón se saturarán con agua limpia a baja presión durante un mínimo de 2 horas antes de la aplicación, asegurando que todos los poros y huecos estén adecuadamente húmedos. La superficie no se debe dejar secar antes de la aplicación.



Justo antes de la aplicación se deberá eliminar el exceso de agua, por ejemplo, empleando una esponja para áreas pequeñas o aire comprimido para grandes áreas. Asegúrese de que no haya agua estancada en la superficie. La superficie deberá alcanzar un aspecto mate oscuro sin brillar, y los poros superficiales y los huecos no deberán contener agua (superficie saturada seca). Utilizar aire comprimido (libre de aceite) para eliminar el exceso de agua en áreas de difícil acceso.

8 MEZCLADO

La mezcla se realizará siempre de acuerdo con las recomendaciones contenidas en la última ficha de producto.

No exceda los límites máximos y mínimos establecidos para la cantidad de agua.

Para determinar la relación de la mezcla, se deberá tener en cuenta la temperatura, la humedad y la temperatura del soporte.

8.1 PRODUCTOS MONOCOMPONENTES

	Producto	Procedimiento
	Sika MonoTop®	<ul style="list-style-type: none"> ■ Emplee la proporción de agua mínima recomendada en el recipiente para la mezcla. ■ Añada el componente en polvo gradualmente mientras se mezcla mecánicamente a baja velocidad (máximo 500 rpm) empleando un taladro eléctrico. ■ Agregue más agua en caso de ser necesario para adaptarse a la consistencia y fluidez deseada, pero sin exceder la cantidad máxima. Mezclar durante un mínimo de 3 minutos o hasta que el material presente un aspecto homogéneo.

8.2 PRODUCTOS BICOMPONENTES

	Producto	Procedimiento
	SikaTop®	<ul style="list-style-type: none"> ■ Agitar correctamente el componente A. ■ Vierta el componente A en el recipiente y agregue el componente en polvo B progresivamente mientras se mezcla mecánicamente, a una velocidad baja (Máximo 500 rpm) con un taladro eléctrico. Mezcle durante un mínimo de 3 minutos hasta que quede una mezcla homogénea. ■ No agregue agua.

8.3 PRODUCTOS DE TRES COMPONENTES

Producto	Procedimiento
  Sika® EpoCem®	<ul style="list-style-type: none">■ Agitar bien los componentes A y B por separado■ Vierta el componente A en el componente B y remuévalo correctamente■ Vierta los componentes mezclados A + B en el recipiente de mezcla y añada el componente C progresivamente mientras se mezcla mecánicamente con un taladro eléctrico de baja velocidad (máximo 500 rpm)■ Mezcle durante un mínimo de 3 minutos hasta que la mezcla sea homogénea■ No agregue agua■ No realice divisiones de los componentes de la mezcla

9 APLICACIONES

El producto y el sistema deberán ser los adecuados para el tipo de soporte, la estructura y las condiciones requeridas.

9.1 PREVIO A LA APLICACIÓN

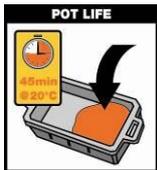


El espacio de trabajo debe estar limpio, ordenado y sin obstrucciones.

Compruebe el soporte, la temperatura ambiente, la humedad relativa, la vida del recipiente disponible en la bolsa o en la hoja de datos del producto, y los permisos para condiciones climáticas específicas, por ejemplo, temperaturas y humedad.

Las aplicaciones realizadas al exterior deberán estar adecuadamente protegidas. No aplique productos de reparación expuestos directamente al sol, viento, humedad, lluvia o si hay riesgo de heladas en las próximas 24 horas en zonas desprotegidas.

Calcular el volumen requerido para la aplicación y luego emplear la ecuación de la sección 10 de este documento. Calcule el rendimiento del producto, y asegúrese de que hay suficiente material para llevar a cabo el trabajo.



9.2 PROTECCIÓN DEL ACERO FRENTE A LA CORROSIÓN



Cuando se requiera una protección contra la corrosión del acero, se aplicará el producto en toda la superficie de la barra, en dos capas. Espere hasta que la primera capa esté seca antes de aplicar la segunda. Utilice un espejo para inspeccionar la parte de atrás de la barra, y así garantizar que se aplica sobre toda la superficie.

Tenga cuidado de no salpicar o aplicar material sobre el hormigón seco detrás de las barras.

Para pequeñas superficies, emplee dos pinceles para aplicar 2 capas, y así asegurar una cobertura completa. Para las áreas más grandes, utilice la pistola de pintor, apuntando el spray en diversas direcciones para alcanzar la superficie detrás de las barras.



El mortero de reparación sólo se aplicará cuando la protección contra la corrosión este endurecida (fresco sobre seco). Consulte la hoja de datos del producto correspondiente para obtener más información.

9.3 IMPRIMACIÓN



Consulte en la hoja de datos del mortero de reparación correspondiente si requiere una imprimación previa para la unión. En ese caso, la superficie del soporte debe ser previamente humedecida de acuerdo con la sección 6.3.

Los puentes de unión se pueden aplicar presionando manualmente el material firmemente contra la superficie, usando un cepillo o bien una pistola de pintor para áreas más grandes.

El mortero de reparación se aplicará húmedo sobre húmedo. Asegúrese de que la superficie del soporte esté totalmente cubierta, al igual que la totalidad de la superficie de las barras de acero. Para aplicaciones grandes utilice solamente una imprimación con largo tiempo de uso, como por ejemplo SikaTop® Armatec-110 EpoCem® (véase la ficha técnica del producto).

9.4 MORTEROS DE REPARACIÓN APLICADOS A MANO



El mortero de reparación debe presionarse firmemente en la zona que se va a reparar, siempre sobre un soporte perfectamente preparado. Asegúrese de que todos los poros y los huecos del soporte estén llenos.

Compruebe la vida útil de la mezcla, y ajuste según sea necesario, la proporción de agua-polvo para adaptarse a las condiciones de temperatura y su aplicación.

Cuando la profundidad de la reparación exceda el espesor de capa máxima indicado en la ficha técnica de cada material de reparación, la ejecución se llevará a cabo mediante capas, una tras otra, hasta conseguir así el espesor requerido. La primera capa debe dejarse endurecer (habiendo terminado la reacción exotérmica del material). La primera capa debe estar a temperatura ambiente antes de aplicar la segunda capa.

No se deberá alisar la primera capa antes de aplicar una segunda capa. La primera capa debe tener rugosidad suficiente para proporcionar un anclaje mecánico a las capas posteriores.

Asegúrese de que el mortero de reparación cubra toda la superficie de las barras de refuerzo, incluso la capa posterior de las mismas, y no queden zonas sin reparar ni oquedades tras las barras.

Finalice la superficie con una espátula de madera o PVC. No trate excesivamente la superficie ya que esto produciría una textura de superficie rica en cemento, que puede causar la formación de grietas en la superficie.

9.5 MORTEROS DE REPARACIÓN APLICADOS POR PROYECCIÓN

Algunos morteros de reparación pueden aplicarse mediante proyección en húmedo o en seco, para lo que deberá consultarse la hoja de datos del producto previo a su empleo. Antes de usar cualquier equipo de proyección, lea siempre la información del fabricante.



Los morteros proyectados se aplican generalmente a través de una boquilla (cuyo diámetro está estrechamente relacionado con el tamaño máximo de árido del material proyectado, por lo que se deberá consultar la información del fabricante del producto y de la maquinaria previo a su empleo) en un ángulo tan próximo a 90 ° hacia el soporte como sea posible. La distancia de aplicación entre la boquilla y el soporte será de aproximadamente 200 a 500 mm para su empleo como proyección húmeda, y entre 600 y 1000 mm para la técnica de proyección en seco.

Cuando se realice la proyección se deberá asegurar que el mortero se aplica en la totalidad de la superficie de las armaduras, incluida la zona tras las barras, sin que se queden huecos u oquedades tras éstas.

No se podrá exceder el espesor de capa máximo especificado para cada mortero de reparación. En caso de ser necesario, se recomienda realizar una prueba previa a su aplicación completa.

En el caso de proyección húmeda, se ajustará la proporción de agua y polvo para adaptarse a las condiciones de temperatura y aplicación.

Cuando la profundidad de la reparación exceda el espesor de capa máxima indicado en la ficha técnica de cada material de reparación, la ejecución se llevará a cabo mediante capas, una tras otra, hasta conseguir así el espesor requerido. La primera capa debe dejarse endurecer (habiendo terminado la reacción exotérmica del material). La primera capa debe estar a temperatura ambiente antes de aplicar la segunda capa.

No se deberá alisar la primera capa antes de aplicar una segunda capa. La primera capa debe tener rugosidad suficiente para proporcionar un anclaje mecánico a las capas posteriores.

Finalice la superficie con una espátula de madera o PVC. No trate excesivamente la superficie ya que esto produciría una textura de superficie rica en cemento, que puede causar la formación de grietas en la superficie.

9.6 MORTEROS DE REPARACIÓN APLICADOS MEDIANTE VERTIDO

En el caso de que se esté empleando un producto de la gama SikaGrout®, será de aplicación lo indicado en el documento MÉTODO DE EJECUCIÓN: APLICACIÓN DE MORTEROS CEMENTOSOS PARA EL APOYO DE BANCADAS DE MÁQUINAS Y PLACAS DE APOYO, por lo que por favor siga las indicaciones que en él se muestran.

En los casos en los que no se requiera puente de adherencia, el soporte de hormigón debe ser humectado con agua potable y limpia continuamente durante 2-6 horas antes de la aplicación del mortero de reparación. No debe permitirse que la superficie se seque dentro de este tiempo. Antes de la aplicación del mortero de reparación, se debe eliminar toda el agua del interior del encofrado, cavidades o huecos y la superficie final debe lograr una apariencia mate oscura (superficie saturada seca) sin que brille.

Vierta el mortero en el área de reparación preparada directamente o en la tolva tan pronto como se haya mezclado. Asegurar el flujo continuo de mortero durante toda la operación de vertido para evitar que el aire quede atrapado.

9.7 MORTEROS DE PROTECCIÓN, REGULARIZACIÓN Y REVESTIMIENTO



Los morteros de protección, regularización y revestimiento se pueden aplicar manualmente o mediante pistola de pintor para grandes superficies. Consulte la hoja de datos del producto correspondiente para obtener más información.



Se aplicará una capa sobre toda la superficie de hormigón preparada (incluyendo zonas reparadas y no reparadas). Cualquier lechada superficial se eliminará previamente (Sección 6.1) y se humedecerá de acuerdo con la sección 6.3.

Espere hasta que el material de reparación se haya endurecido correctamente antes de aplicar una capa de alisado.

Utilice una llana dentada para aplicar el mortero a mano en dirección vertical sobre la superficie. Mantenga la llana en un ángulo agudo con la superficie y utilice paletas dentadas de diferentes tamaños para regular el espesor de aplicación, tal y como se indica en la tabla siguiente.

Tamaño de dientes de la llana	Espesor de aplicación aproximado	
	30°	45°
10 mm	~ 5.0 mm	~ 7.0 mm
5 mm	~ 2.5 mm	~ 3.5 mm
2 mm	~ 1.0 mm	~ 1.5 mm



Tabla 1 Indicaciones sobre espesor de aplicación aproximado



Cuando la primera capa haya endurecido, aplíquese la segunda capa entre las líneas verticales. La dureza se puede comprobar mediante la facilidad con que se puede insertar un clavo en el mortero.

Termine la superficie con una esponja húmeda o una llana de madera o plástico después de que el material se haya fijado. No añada agua adicional sobre la superficie ya que esto puede causar decoloración y agrietamiento.

9.8 CURADO



Se deberá realizar el curado mediante las técnicas apropiadas durante los 3 días posteriores a la aplicación, o bien pulverizar agua una vez que se haya evaporado el agua superficial. El curado se realizará mediante agua o empleando láminas o membranas adecuadas.

La aplicación debe estar protegida contra el viento, la lluvia, las heladas y la luz directa del sol. El curado depende de las condiciones climáticas. En temperaturas cálidas con baja humedad se debe proteger contra el secado prematuro.

9.9 LÍMITES DE LA APLICACIÓN

- Evite la aplicación en sol directo y / o vientos fuertes.
- No agregue agua sobre la dosificación máxima recomendada.
- Compruebe siempre la vida útil del material y tenga en cuenta las condiciones climáticas.
- La temperatura del mortero de reparación y del soporte no deberá diferir significativamente.
- Cuando la estructura esté sometida a cargas dinámicas, se recomienda emplear aplicaciones destinados a esa especificación.

10 INSPECCIÓN, MUESTREO Y CONTROL DE CALIDAD

Como parte de la "Buena Práctica", el contratista deberá proporcionar un informe de control de calidad que contenga los datos que se exponen a continuación. Para obtener información más detallada, consulte la EN 1504-10 Anexo A, o cualquier otra norma o legislación vigente.

10.1 CONTROL DE CALIDAD DEL SOPORTE, ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN

Los siguientes controles deben realizarse antes y después de la preparación.

Características	Referencias	Frecuencia	Parámetros
Limpieza del hormigón	Visual	Después de la preparación e inmediatamente antes de la aplicación	Sin contaminación, partículas sueltas o defectos
Limpieza del acero de las barras	DIN EN ISO 8501-1	Después de la preparación e inmediatamente antes de la aplicación	Sin herrumbre, incrustaciones o contaminación [Grado Sa 2 o SA 2 ½ para los métodos 11.1 o 11.2]
Delaminación del hormigón	Sonido al golpeo con martillo	Después de la preparación	Sin delaminaciones en el hormigón
Rugosidad / aspereza	Visual o según EN 1766 en superficies horizontales	Después de la preparación	Rugosidad
Resistencia a tracción del soporte	EN 1542	Después de los trabajos de preparación	> 1.0 N/mm ² para reparaciones estructurales

Tabla 2 Resumen del control de calidad

10.2 ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LA PREPARACIÓN

Las siguientes comprobaciones deben realizarse antes, durante y después de la preparación.

Características	Referencia	Frecuencia	Parámetros
Empaquetado	Visual	Todos los sacos	Sin daños
Aspecto seco	Visual	2 de cada 10	Suelto, sin grumos ni zonas compactadas
Mezclado del material	Visual	Todos los mezclados	Homogéneo, sin grumos no mezclados ni polvo seco
Precipitación	Registrar	Durante la aplicación	Mantener registros y protecciones
Velocidad del viento	Registrar	Diario	Inferior a 8 m/seg o disponer protección
Número de lote	Visual	Todas las bolsas	Mantener registros

Tabla 3 Resumen del control de calidad

10.3 ENSAYOS DE RENDIMIENTO

Los siguientes ensayos pueden ser realizados *in situ* para determinar la adecuación de la aplicación.

Características	Referencia	Frecuencia	Parámetros
Resistencia a compresión en prismas de 40 x 40 x 160 mm	EN 12190	3 prismas por lote	Dentro de los límites de la hoja de datos de producto
Fisuración	Visual	28 días después de la aplicación	Sin fisuración
Presencia de oquedades o delaminación	EN 12504-1 Sonido hueco al golpeo con martillos *ensayo de ultrasonidos	Después de la aplicación	Sin delaminación en el hormigón
Test de adherencia *(pull off) (Ensayo en obra)	EN 1542 (Acc EN 1504-10 Tabla A.2)	Al menos 3 en el área de ensayo	1.2 – 1.5 N/mm ² (en empleo estructural) 0.7 N/mm ² (en empleo no estructural)

* Ensayo opcional

Tabla 4 Resumen del control de calidad mediante ensayos

11 RENDIMIENTOS Y CONSUMOS

El rendimiento de un producto se puede determinar a partir de la siguiente ecuación (suponiendo que no hay pérdidas).

$$\text{Ecuación: Consumo(litros)} = \frac{\text{Peso del polvo (kg)} + \text{Peso del Agua (kg)}}{\text{Densidad de la mezcla} \left(\frac{\text{kg}}{\text{l}}\right)}$$

Datos: Peso del agua 1 litro = 1 Kg

Ejemplo:

Calcule el consumo de una bolsa de 25 kg mezclado con 3,6 litros de agua, cuando la densidad del producto fresco es 2,1 kg / l.

$$\text{Rendimiento de 1 bolsa de 25 kg: } \frac{(25 + 3.6)}{2.1} = \sim \mathbf{13.6 \text{ litros de mortero}}$$

Por lo tanto, el número de bolsas requeridas para 1m³ de mortero será:

$$\begin{aligned} \text{Nº de bolsas requeridas por 1m}^3 &= (1/\text{rendimiento}) \times 1000 \\ &= (1/13.6) \times 1000 = \sim \mathbf{74 \text{ bolsas}} \end{aligned}$$

El consumo de un producto se puede calcular de la siguiente manera:

Calcule el número de kg de polvo que se requiere una aplicación de 10 mm de espesor en un área de 1 m² (suponiendo que no hay pérdidas)

$$\begin{aligned} \text{Peso del mortero fresco (kg)} &= \text{volumen (m}^3\text{)} \times \text{densidad (kg/m}^3\text{)} \\ &= (1 \times 0.01) \times 2100 \\ &= 21 \text{ kg (total)} \end{aligned}$$

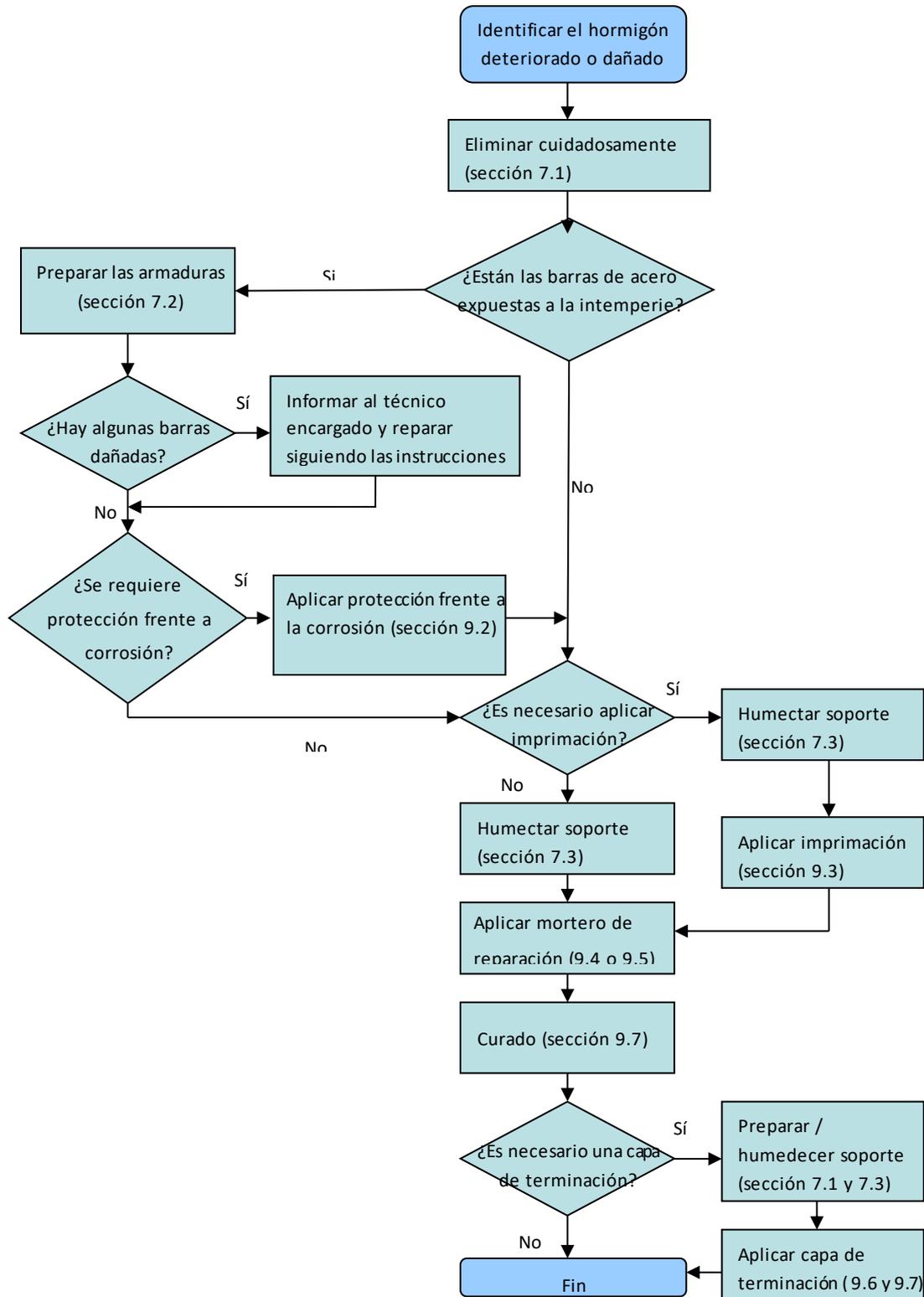
Menor peso de agua;

$$\begin{aligned} \text{Si la proporción de la mezcla es} &= *14.5\%, \text{ luego;} \\ \text{El peso requerido de polvo será} &= 21 / ((100+14.5)/100) \\ &= \sim \mathbf{18.3 \text{ kg de polvo}} \end{aligned}$$

* referido a la hoja de producto

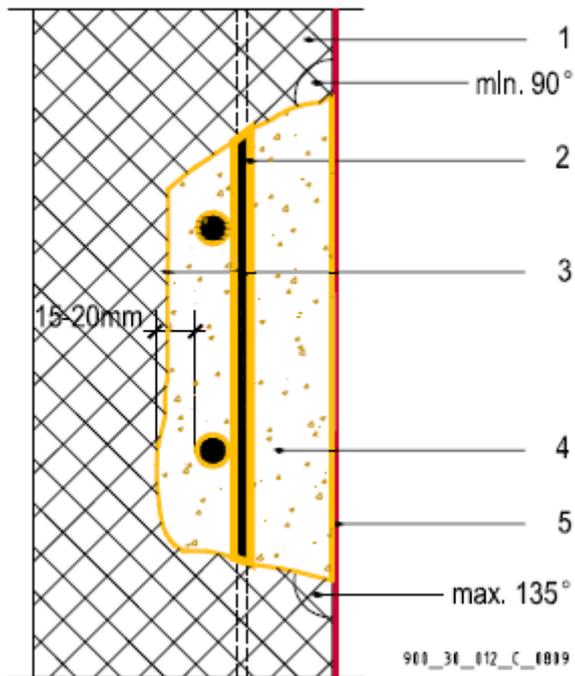
12 DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS REPARACIONES DEL HORMIGÓN

A continuación se incluye un diagrama en el que se muestra la manera de llevar a cabo una reparación de hormigón, si bien no pretende ser una guía completa, si no que será necesario tenerla en consideración junto con la hoja de datos de producto, la cual contiene las especificaciones que guiarán a los técnicos redactores del proceso, junto a la norma EN 1504-10, las normas locales, y todas las hojas de datos de productos pertinentes.



13 SISTEMA HABITUAL DE REPARACIÓN

A continuación se muestra un croquis orientativo, que en ningún momento se empleará como parte de un proyecto o similar.

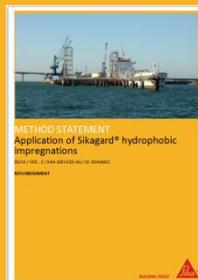
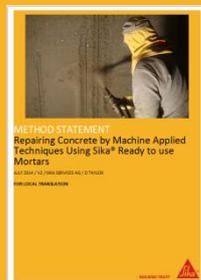
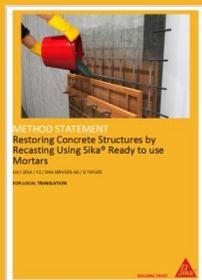


1. Elemento estructural existente
2. Protección frente a la corrosión
3. Imprimación de adherencia
4. Mortero de reparación
5. Terminación

14 NOTAS LEGALES

La información y, en particular, las recomendaciones relativas a la aplicación y el uso final de los productos Sika, han sido dadas de buena fe basándose en los conocimientos y experiencia actuales de Sika cuando se almacenan, manipulan y aplican correctamente en condiciones normales de conformidad con las recomendaciones de Sika. En la práctica, las diferencias en los materiales, los soportes y las condiciones reales del sitio son tales que no se puede inferir ninguna garantía con respecto a la comerciabilidad o aptitud para un propósito particular, ni ninguna responsabilidad derivada de cualquier relación jurídica de esta información, de cualquier recomendación escrita, o de cualquier otro consejo ofrecido. El usuario del producto debe probar la idoneidad de los productos para la aplicación y propósito previstos. Sika se reserva el derecho de cambiar las propiedades de sus productos. Los derechos de propiedad de terceros deben ser tenidos en cuenta. Todas las órdenes son aceptadas sujeto a nuestras condiciones actuales de venta y entrega. Los usuarios siempre deben referirse al número más reciente de la Hoja de Datos de Producto local para el producto en cuestión, copias de las cuales serán suministradas bajo petición.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE MORTEROS DE REPARACIÓN Y REFUERZO:



15 PALABRAS CLAVE

Rehabilitación, método, procedimiento, proceso, EN1504, Sika MonoTop, SikaTop, EpoCem, hormigón, reparación, daño, R4, R3, R2, aplicación, manual, mecánica, proyección, curado, premezclado, refuerzo, corrosión, parcheo, protección, nivelación, sellado.