



MÉTODO DE EJECUCIÓN

Sika® CarboDur® Grid C REFUERZO DE HORMIGÓN

10.11.2021 / 1.1 / SIKA / BORJA JIMÉNEZ

ÍNDICE

1	OBJETO DEL DOCUMENTO	3
2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA Y LIMITACIONES	3
3	PRODUCTOS	3
3.1	ALMACENAJE	3
4	EQUIPOS NECESARIOS	4
4.1	LIMPIEZA	4
5	SEGURIDAD Y SALUD	5
5.1	EVALUACIÓN DE RIESGOS	5
5.2	PROTECCIÓN INDIVIDUAL	5
5.3	PRIMEROS AUXILIOS	5
5.4	WASTE DISPOSAL	5
6	PREPARACIÓN	6
6.1	PREPARACIÓN ANTES DE LA APLICACIÓN	6
6.2	PREPARACIÓN DEL SOPORTE	6
6.3	PREPARACIÓN DE LA MALLA	7
6.4	PREPARACIÓN DEL MORTERO SIKA MONOTOP® -3200 GRID MORTAR	8
7	APLICACIÓN	8
7.1	MANUAL	8
7.2	PROYECCIÓN HÚMEDA	9
7.3	APLICACIÓN DE LA MALLA	10
7.4	PROTECCIÓN DEL REFUERZO	10
8	NOTAS LEGALES	11

Method Statement

Sika® CarboDur® Grid C Concrete Strengthening
10.11.2021, v 1.1
850 41 14

1 OBJETO DEL DOCUMENTO

Este método de ejecución está escrito como una guía para el uso y la aplicación del Sistema Sika® CarboDur® Grid C, sistema de refuerzo que consiste en una malla de carbono embebida en la matriz del mortero a base de cemento Sika MonoTop®-3200 Grid (FRCM).

Este sistema está hecho para reforzar las estructuras de hormigón en lo que respecta a los esfuerzos de flexión para las vigas y losas, y para reforzar el cortante para las vigas de hormigón.

Igualmente se pueden reforzar elementos tipo muro si el diseño del equipo encargado para ello así lo indica en el correspondiente proyecto.

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA Y LIMITACIONES

El sistema Sika® CarboDur® Grid C es un sistema para el refuerzo de estructuras de hormigón.

- Los productos sólo deben utilizarse de acuerdo con las aplicaciones previstas. La configuración del sistema, tal y como se describe en las hojas de datos del producto debe cumplirse íntegramente y no puede modificarse.
- Los productos y sistemas de refuerzo sólo deben ser utilizados por profesionales debidamente formados y con experiencia. Todos los trabajos de refuerzo deben ser llevados a cabo bajo la dirección de un ingeniero estructural debidamente cualificado como responsable de la supervisión.
- Para cualquier otra información específica sobre la construcción, consulte las especificaciones, los detalles, los planos y las evaluaciones de riesgo del ingeniero correspondiente.
- Las diferencias locales/regionales en las formulaciones de los productos pueden dar lugar a variaciones en el rendimiento. Deben consultarse las Hojas de Datos del Producto (PDS) y las Hojas de Datos de Seguridad de los Materiales (MSDS) locales más recientes y relevantes.

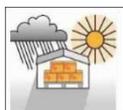
3 PRODUCTOS

El sistema FRCM está compuesto por el mortero estructural Sika MonoTop®-3200 Grid y la malla de fibra de carbono Sika® CarboDur®-300 Grid.

Para más información sobre los materiales y la aplicación, consulte las fichas técnicas más actualizadas.

Sika® CarboDur®-300 Grid	Malla de fibra de carbono
Sika MonoTop®-3200 Grid	Mortero monocomponente para embeber la malla

3.1 ALMACENAJE



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 así como al respecto de los meses de almacenaje.

4 EQUIPOS NECESARIOS

Herramientas necesarias:

Mezclado



Mezclador individual para pequeñas cantidades

Mezclador doble para pequeñas cantidades

Mezcladora mecánica, grandes cantidades

Mezcladora mecánica, grandes cantidades

Herramientas manuales



Llana

Recipiente para mezclar

Jarra para medir

Esjonja

Tijeras

Llana metálica con hendiduras

Llana metálica lisa

Proyección húmeda



Pistola de proyección

4.1 LIMPIEZA

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

Method Statement

Sika® CarboDur® Grid C Concrete Strengthening
10.11.2021, v 1.1
850 41 14

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.

5.2 PROTECCIÓN INDIVIDUAL

TRABAJE SEGURO!!!

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

5.4 WASTE DISPOSAL



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

6 PREPARACIÓN

6.1 PREPARACIÓN ANTES DE LA APLICACIÓN

El equipo de obra (ajeno a Sika) deberá revisar detalladamente las especificaciones del proyecto, inspeccionar las condiciones de la obra e informar inmediatamente por escrito al ingeniero responsable si algo es, o parece ser, inadecuado para la correcta ejecución de los trabajos requeridos.

El contratista es responsable de la preparación de la obra para asegurar el buen funcionamiento y la calidad de la aplicación del sistema Sika® CarboDur® Grid C.

Antes de comenzar los trabajos, el representante del contratista deberá haber visitado la obra e inspeccionado todos los aspectos de los requisitos de aplicación. El Contratista deberá proporcionar un método de ejecución detallando el procedimiento de aplicación del sistema para su aprobación por el Ingeniero.

6.2 PREPARACIÓN DEL SOPORTE



El soporte de hormigón debe estar en buen estado y libre de polvo, materiales sueltos, contaminación superficial y materiales que reduzcan la adherencia.

En relación con el Boletín FIB nº 14, la resistencia a la tracción del soporte in situ deberá ser superior o igual a 1,5 MPa. Si los valores son inferiores, después de consultar con el ingeniero estructural, la preparación/replicación deberá continuar hasta que se alcance el requisito mínimo.

24 horas antes de la aplicación del sistema Sika® CarboDur® Grid C, el soporte se habrá humedecido abundantemente.

Antes de aplicar el sistema Sika® CarboDur® Grid C, se deberá comprobar el estado del soporte (humedad, limpieza).

El hormigón deberá estar saturado superficialmente en seco (condiciones SSD) antes de colocar el mortero.

Elimine el exceso de agua antes de la aplicación, por ejemplo, utilizando una esponja limpia. Asegúrese de que no hay agua estancada en la superficie. La superficie debe tener un aspecto mate oscuro sin brillo y los poros y huecos de la superficie deben estar libres de agua.

Cuando el sistema se utiliza para refuerzo a cortante, y por tanto se aplica a dos o más caras del elemento a reforzar sin discontinuidad, es necesario proporcionar un redondeo a las esquinas acorde a los requerimientos de proyecto (consultar al calculista).

Para el proceso Sika® CarboDur® Grid C, los bordes afilados deben ser redondeados a un radio de al menos 20 mm, por ejemplo, mediante el esmerilado con un disco de diamante.

Nota: Si es necesario realizar trabajos de reparación para conseguir una superficie adecuada para la ejecución del sistema Sika® CarboDur® Grid C, se puede utilizar un mortero de reparación de Sika (consulte al departamento técnico el mortero más adecuado en cada caso).

El tiempo de espera antes de la aplicación del sistema de refuerzo para la reparación con morteros de la gama Sika se reduce a 72 horas bajo las siguientes condiciones ambientales 20°C y al menos 80% de HR.

6.3 PREPARACIÓN DE LA MALLA

Determine una zona de preparación sin riesgo de contaminación por rejilla. Extienda una lámina de plástico en el suelo o en una superficie de trabajo para trabajar sobre una superficie limpia.

De acuerdo con los planos definidos por el ingeniero estructural, corte la malla a las dimensiones pertinentes, utilizando unas tijeras adecuadas.

A continuación, almacene las mallas preparadas lejos de cualquier riesgo de contaminación o suciedad, a la espera de su ejecución.



6.4 PREPARACIÓN DEL MORTERO SIKA MONOTOP®-3200 GRID MORTAR

Vierta la cantidad mínima de agua limpia recomendada en un recipiente de mezcla adecuado.

Mientras se agita lentamente, añadir el polvo al agua y mezclar a fondo durante al menos 3 minutos añadiendo agua adicional si es necesario, hasta la cantidad máxima especificada y ajustar a la consistencia requerida para lograr una mezcla suave y consistente.



7 APLICACIÓN

7.1 MANUAL

Cuando se aplique manualmente, haga primero una capa de raspado, raspando firmemente el mortero sobre la superficie del soporte para formar una capa fina y rellenar los poros o cavidades de la superficie. Asegúrese de que toda la superficie que debe reforzarse está bien cubierta por la capa de raspado.

El mortero debe aplicarse inmediatamente sobre la capa de raspado húmeda utilizando la cara lisa de la llana dentada para nivelarla en la superficie.

Utilice la cara dentada de la llana para controlar el espesor de la aplicación.



Method Statement

Sika® CarboDur® Grid C Concrete Strengthening
10.11.2021, v 1.1
850 41 14

7.2 PROYECCIÓN HÚMEDA

La cantidad premezclada de mortero se introduce en la tolva. El mortero se transporta a un soporte con la ayuda de aire comprimido.

Normalmente se utiliza una pequeña válvula en el conector de aire para regular el caudal de aire.

Con muy poco aire, el material "chisporroteará" y no se proyectará adecuadamente; demasiado aire producirá turbulencias en el material proyectado, causando demasiadas pérdidas.

Como regla general, ajuste la abertura de la boquilla a un tamaño dos o tres veces mayor que el tamaño máximo del grano de mortero.

Mantenga la boquilla a 90 grados y a una distancia de entre 100 y 300 mm del soporte. Es aconsejable realizar una pequeña prueba de proyección antes de iniciar la aplicación principal.

La distancia de proyección desde el soporte depende de la presión de aire, el tamaño de la abertura de la boquilla y el tipo de pistola de la tolva.

Consulte las instrucciones del fabricante de la máquina antes de utilizarla.

Una vez que el mortero se haya proyectado uniformemente sobre la superficie, utilice la llana de tala para nivelar y controlar el espesor de la aplicación.



Method Statement

Sika® CarboDur® Grid C Concrete Strengthening
10.11.2021, v 1.1
850 41 14

7.3 APLICACIÓN DE LA MALLA

Sobre la capa inicial de Sika MonoTop®-3200 aún fresca, colocar inmediatamente la malla Sika® CarboDur®-300. Presionar el tejido de refuerzo con el lado liso de la llana para garantizar la correcta inserción de la rejilla en el mortero fresco.



Extender el exceso de Sika MonoTop®-3200 Grid sobre la superficie de la malla hasta obtener una superficie lisa.

El acabado debe realizarse con la textura superficial deseada utilizando herramientas de acabado adecuadas tan pronto como el mortero haya comenzado a endurecerse.

En la dirección longitudinal (refuerzo a flexión), el solapamiento no es una opción deseable, ya que la longitud de los rollos de Sika CarboDur Grid es de 50 m lineales, por lo que el problema no se plantea.



Sin embargo, hay que tener en cuenta que la longitud de anclaje de Sika® CarboDur®-300 Grid es de 200 mm a cada lado de la armadura (refuerzo de flexión).

En el caso de la armadura de cortante, el solapamiento no es necesario a menos que lo solicite la oficina de diseño encargada del cálculo de la armadura.

En esta fase de desarrollo del sistema Sika® CarboDur® Grid, no se evalúa el solapamiento de varias capas de armadura (2 o más). Se realizará un estudio específico para determinar la pertinencia de esta elección.

7.4 PROTECCIÓN DEL REFUERZO

Una vez ejecutado, el sistema Sika® CarboDur® Grid C no requiere protección contra los rayos UV, por lo que la superficie puede dejarse sin recubrir.

Dependiendo de la estructura en la que se haya ejecutado el refuerzo estructural, se pueden aplicar diversos recubrimientos de protección (acrílico, epoxi, etc.) sobre el sistema.

Method Statement

Sika® CarboDur® Grid C Concrete Strengthening
10.11.2021, v 1.1
850 41 14

8 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.

Method Statement

Sika® CarboDur® Grid C Concrete Strengthening
10.11.2021, v 1.1
850 41 14



METHOD STATEMENT

Sika® Carbodur® Grid M REFUERZO DE FÁBRICAS

10.11.2021 / 1.1 / SIKA/BORJA JIMÉNEZ

ÍNDICE

1	OBJETO DEL DOCUMENTO	3
2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA Y LIMITACIONES	3
3	PRODUCTOS	3
3.1	ALMACENAJE	3
4	EQUIPOS NECESARIOS	4
4.1	LIMPIEZA	4
5	HEALTH AND SAFETY	5
5.1	EVALUACIÓN DE RIESGOS	5
5.2	PROTECCIÓN INDIVIDUAL	5
5.3	PRIMEROS AUXILIOS	5
5.4	WASTE DISPOSAL	5
6	PREPARACIÓN	6
6.1	PREPARACIÓN ANTES DE LA APLICACIÓN	6
6.2	PREPARACIÓN DEL SOPORTE	6
6.3	PREPARACIÓN DE LA MALLA	7
6.4	PREPARACIÓN DEL MORTERO SIKA MONOTOP® -3200 GRID MORTAR	7
7	APLICACIÓN	8
7.1	PROYECCIÓN HÚMEDA	8
7.2	INSTALACIÓN DE LA MALLA	9
7.3	SOLAPE	9
7.4	PROTECCIÓN DEL MORTERO	9
7.5	PROTECCIÓN FINAL	9
8	NOTAS LEGALES	10

Method Statement

Sika® CarboDur® Grid M Masonry Strengthening

10.11.2021, 1.1

850 41 15

1 OBJETO DEL DOCUMENTO

Este método de ejecución está escrito como una guía para el uso y la aplicación del Sistema Sika® CarboDur® Grid C, sistema de refuerzo que consiste en una malla de carbono embebida en la matriz del mortero a base de cemento Sika MonoTop®-3260 Grid (FRCM).

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA Y LIMITACIONES

El sistema Sika® CarboDur® Grid M está hecho para el refuerzo de estructuras de mampostería. Este sistema también se utiliza para estructuras de retención de agua de hormigón como depósitos de agua potable, por ejemplo, cuando van a recibir un revestimiento epoxi reforzado y su cohesión superficial es inferior a 1,5 MPa (valor medido in situ).

En este caso, se puede considerar un sistema de anclaje para el sistema Sika® CarboDur® Grid M. esta elección deberá ser validada por el departamento de ingeniería estructural del proyectista.

- Los productos sólo deben utilizarse de acuerdo con las aplicaciones previstas. La configuración del sistema, tal y como se describe en las hojas de datos del producto debe cumplirse íntegramente y no puede modificarse.
- Los productos y sistemas de refuerzo sólo deben ser utilizados por profesionales debidamente formados y con experiencia. Todos los trabajos de refuerzo deben ser llevados a cabo bajo la dirección de un ingeniero estructural debidamente cualificado como responsable de la supervisión.
- Para cualquier otra información específica sobre la construcción, consulte las especificaciones, los detalles, los planos y las evaluaciones de riesgo del ingeniero correspondiente.
- Las diferencias locales/regionales en las formulaciones de los productos pueden dar lugar a variaciones en el rendimiento. Deben consultarse las Hojas de Datos del Producto (PDS) y las Hojas de Datos de Seguridad de los Materiales (MSDS) locales más recientes y relevantes.

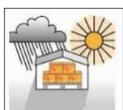
3 PRODUCTOS

El sistema FRCM está compuesto por el mortero estructural Sika MonoTop®-3260 Grid y la malla de fibra de carbono Sika® CarboDur®-300 Grid.

Para más información sobre los materiales y la aplicación, consulte las fichas técnicas más actualizadas.

Sika® CarboDur®-300 Grid	Malla de fibra de carbono
Sika MonoTop®-3260 Grid	Mortero monocomponente para embeber la malla

3.1 ALMACENAJE



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 así como al respecto de los meses de almacenaje.

Method Statement

Sika® CarboDur® Grid M Masonry Strengthening

10.11.2021, 1.1

850 41 15

4 EQUIPOS NECESARIOS

Herramientas necesarias:

Mezclado

		
Mezclador doble para pequeñas cantidades	Mezcladora mecánica, grandes cantidades	Mezcladora mecánica, grandes cantidades

Herramientas manuales					
					
Llana	Recipiente para mezclar	Jarra para medir	Esponja	Tijeras	Llana de PVC

PROYECCIÓN HÚMEDA

		
Pistola de proyección	Equipo de mezclado	Compresor de aire

4.1 LIMPIEZA

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

5 HEALTH AND SAFETY

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.

5.2 PROTECCIÓN INDIVIDUAL

TRABAJE SEGURO!!!

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

5.4 WASTE DISPOSAL



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

Method Statement

Sika® CarboDur® Grid M Masonry Strengthening

10.11.2021, 1.1

850 41 15

6 PREPARACIÓN

6.1 PREPARACIÓN ANTES DE LA APLICACIÓN

El equipo de obra (ajeno a Sika) deberá revisar detalladamente las especificaciones del proyecto, inspeccionar las condiciones de la obra e informar inmediatamente por escrito al ingeniero responsable si algo es, o parece ser, inadecuado para la correcta ejecución de los trabajos requeridos.

El contratista es responsable de la preparación de la obra para asegurar el buen funcionamiento y la calidad de la aplicación del sistema Sika® CarboDur® Grid C.

Antes de comenzar los trabajos, el representante del contratista deberá haber visitado la obra e inspeccionado todos los aspectos de los requisitos de aplicación. El Contratista deberá proporcionar un método de ejecución detallando el procedimiento de aplicación del sistema para su aprobación por el Ingeniero.

6.2 PREPARACIÓN DEL SOPORTE

El soporte de la mampostería debe estar en buen estado y libre de polvo, materiales sueltos, contaminación superficial y materiales que reduzcan la adherencia.

Las juntas de mampostería deben ser rellenadas antes de comenzar la ejecución del sistema Sika® CarboDur® Grid M.

24 horas antes de la aplicación del sistema Sika® CarboDur® Grid M, el soporte se habrá humedecido abundantemente.

Antes de aplicar el sistema Sika® CarboDur® Grid M, se debe comprobar el estado del soporte (humedad, limpieza).

La mampostería deberá estar saturada superficialmente en seco (condiciones SSD) antes de colocar el mortero.

Eliminar el exceso de agua antes de la aplicación, por ejemplo, utilizando una esponja limpia. Asegúrese de que no hay agua estancada en la superficie. La superficie debe tener un aspecto mate oscuro sin brillo y los poros y huecos de la superficie deben estar libres de agua.

La cohesión de la superficie medida in situ deberá ser de un mínimo de 1 MPa para la mampostería de ladrillo reciente.

En el caso de las mamposterías antiguas realizadas con elementos de calidad variable, el soporte debe ser "reparado" para que tenga un valor de resistencia a la cohesión superficial del orden de 0,6 a 0,7 MPa.

La "reparación" del soporte se puede conseguir mediante la proyección de mortero Sika MonoTop®-3260 Grid reforzado con malla metálica (idealmente galvanizada) anclada al soporte.

La capa de mortero Sika MonoTop®-3260 Grid puede ser de hasta un máximo de 60 mm, dependiendo del diseño del departamento de ingeniería a cargo del proyecto.

Method Statement

Sika® CarboDur® Grid M Masonry Strengthening

10.11.2021, 1.1

850 41 15

24 horas antes de la aplicación del sistema Sika® CarboDur® Grid M, el soporte se habrá humedecido abundantemente.

6.3 PREPARACIÓN DE LA MALLA

Determine una zona de preparación sin riesgo de contaminación por rejilla. Extienda una lámina de plástico en el suelo o en una superficie de trabajo para trabajar sobre una superficie limpia.

De acuerdo con los planos definidos por el ingeniero estructural, corte la malla a las dimensiones pertinentes, utilizando unas tijeras adecuadas.

A continuación, almacene las mallas preparadas lejos de cualquier riesgo de contaminación o suciedad, a la espera de su ejecución.



6.4 PREPARACIÓN DEL MORTERO SIKA MONOTOP®-3200 GRID MORTAR

Vierta la cantidad mínima de agua limpia recomendada en un recipiente de mezcla adecuado.

Mientras se agita lentamente, añadir el polvo al agua y mezclar a fondo durante al menos 3 minutos añadiendo agua adicional si es necesario, hasta la cantidad máxima especificada y ajustar a la consistencia requerida para lograr una mezcla suave y consistente.



Method Statement

Sika® CarboDur® Grid M Masonry Strengthening
10.11.2021, 1.1
850 41 15

7 APLICACIÓN

7.1 PROYECCIÓN HÚMEDA



La cantidad premezclada de mortero se introduce en la tolva. El mortero se transporta a un soporte con la ayuda de aire comprimido.

Normalmente se utiliza una pequeña válvula en el conector de aire para regular el caudal de aire.

Con muy poco aire, el material "chisporroteará" y no se proyectará adecuadamente; demasiado aire producirá turbulencias en el material proyectado, causando demasiadas pérdidas.

Como regla general, ajuste la abertura de la boquilla a un tamaño dos o tres veces mayor que el tamaño máximo del grano de mortero.

Mantenga la boquilla a 90 grados y a una distancia de entre 100 y 300 mm del soporte. Es aconsejable realizar una pequeña prueba de proyección antes de iniciar la aplicación principal.

La distancia de proyección desde el soporte depende de la presión de aire, el tamaño de la abertura de la boquilla y el tipo de pistola de la tolva.

Consulte las instrucciones del fabricante de la máquina antes de utilizarla.

La mezcla húmeda de Sika MonoTop®-3260 Grid debe colocarse en el equipo de proyección y aplicarse sobre el soporte previamente humedecido entre los espesores mínimo y máximo de la capa sin que se formen huecos.

La primera capa de Sika MonoTop®-3260 Grid proyectada, se apretará sobre el soporte de mampostería.

El objetivo de esta operación es asegurar una buena adherencia del producto al soporte y evitar cualquier riesgo de delaminación entre el mortero Sika MonoTop®-3260 Grid y el soporte.

Esta primera capa de mortero Sika MonoTop®-3260 Grid se aplica con una regla de aluminio para conseguir una superficie uniforme.

7.2 INSTALACIÓN DE LA MALLA

Sobre la primera capa de Sika MonoTop®-3260 Grid, colocar inmediatamente la malla Sika® CarboDur®-300 Grid.



Presionar la malla con una llana de acero inoxidable

para garantizar la correcta inserción de la rejilla en el mortero fresco.

Cuando la malla esté correctamente embebida en esta primera capa de mortero Sika MonoTop®-3260 Grid, proyectar la segunda capa de mortero para completar la armadura.

El acabado para todos los tipos de aplicación debe realizarse con la textura superficial requerida utilizando herramientas de acabado adecuadas tan pronto como el mortero haya comenzado a endurecerse.

7.3 SOLAPE

El anclaje del sistema Sika® CarboDur® Grid para la armadura de flexión para el hormigón se define a 200 mm a cada lado de la armadura.

En el caso de la mampostería, el solapamiento entre dos tiras de refuerzo también puede definirse a 200 mm para evitar cualquier riesgo de desprendimiento de la armadura del soporte y garantizar el carácter "continuo" del sistema de refuerzo.

7.4 PROTECCIÓN DEL MORTERO

La superficie del mortero fresco debe protegerse de una evaporación demasiado rápida del agua que contiene. Esta protección debe conseguirse mediante la proyección de agua sobre la superficie del mortero endurecido durante su fase de fraguado. En caso de viento fuerte o de exposición al sol, puede ser necesaria una protección física.

Es responsabilidad del contratista colocar el dispositivo adaptado a las condiciones climáticas para proteger el mortero durante su fase de fraguado.

7.5 PROTECCIÓN FINAL

Una vez ejecutado, el sistema Sika® CarboDur® Grid C no requiere protección contra los rayos UV, por lo que la superficie puede dejarse sin recubrir.

Dependiendo de la estructura en la que se haya ejecutado el refuerzo estructural, se pueden aplicar diversos recubrimientos de protección (acrílico, epoxi, etc.) sobre el sistema.

Method Statement

Sika® CarboDur® Grid M Masonry Strengthening

10.11.2021, 1.1

850 41 15

8 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.

Method Statement

Sika® CarboDur® Grid M Masonry Strengthening

10.11.2021, 1.1

850 41 15



SIKA AT WORK

GENERAL RENOVATION OF LA TRINITÉ-PORHOËT WATER TOWER

STRUCTURAL STRENGTHENING: Sika CarboDur® Grid
CONCRETE REPAIR: 731 Lankorep Structure
WATERPROOFING: Lankocoat DW Epoxy system

BUILDING TRUST



LA TRINITÉ-PORHOËT WATER TOWER

General refurbishment including repair and reinforcement of the cornice using the FRCM Sika CarboDur® Grid system

PROJECT DESCRIPTION

La Trinité-Porhoët water tower is located at La Trinité-Porhoët, Brittany in France. Its structure needed generally to be refurbished which would include repair, reinforcement and waterproofing. This project is the first structural reinforcement case in France with an FRCM system under technical agreement in 2016 (ATex).

PROJECT REQUIREMENTS

The project owner's wish was to find a couple of partners (contractor + manufacturer) able to provide a global solution for the renovation of this reservoir.

The key issue for the refurbishment was the limited project downtime which would minimize the interruption of the current reservoir operation, which served the drinking water storage and distribution for the entire municipality of La Trinité-Porhoët. Less time needed to refurbish this structure would lead to cost savings, limited downtime and less nuisance for the inhabitants of the village. That was why the Sika

CarboDur® Grid system was selected by the project owner. The use of Sika CarboDur® Grid allowed the refurbishment work on the structure to be completed in a short time, which contributed to the rapid return to service of the structure.

SIKA SOLUTIONS

Sika CarboDur® Grid system was supplied to the refurbishment project. This system is composed of the following Parex products:

- 731 LANKOREP STRUCTURE
- 32 LANKOSTRUCTURE CARBOGRID TRM
- 52 LANKOSTRUCTURE CARBOGRID COLLE
- 400 LANKOCOAT DW EPOXY PRIMER
- 401 LANKOCOAT EPOXY DW
- 402 LANKOCOAT ARMATURE DW 450

* Parex – a Sika company

Products and systems under the Parex name also exist in the Sika offer under the Sika name.



Cutting of reinforcements before installation.



Pre-wetting the substrate.



The CarboGrid is placed.



Repair of cracks.



Mortar preparation.



The mortar is applied with a notched trowel.

The implementation of the reinforcement system is so simple that only one person is needed to carry out this work. The preparation of system components is very simple because the mortar is a single-component mortar (mixed with clean water), and the grid can be easily cut with a pair of scissors and its geometric stability makes it easy for a single person to put it in place without the risk of deforming it during installation. Everything is designed for simple, fast work, without any risk to the applicator or the environment (no solvents, no waste to be reprocessed, and no nuisance or pollution).

Moreover, simple and inexpensive tools are all that is needed to implement this system, which extends the life of the works without having a negative impact on their original appearance, which is a real plus.



Smoothing the finish.



Enrobing of the grid.



No overlapping difficulties.



Wetting the surface.

GENERAL RENOVATION OF LA TRINITÉ-PORHOËT, WATER TOWER



PROJECT PARTICIPANTS

Owner: Supply of Brocéliande (SIAEP), City of La Trinité-Porhoët (Brittany, France)
Contractor: ROE 50530 CHAMPCEY (France)
Sika organization: Parex France

Our most current General Sales Conditions shall apply. Please consult the most current local Product Data Sheet prior to any use.



SIKA SERVICES AG
Tueffenwies 16
CH-8048 Zurich
Switzerland

Contact
Phone +41 58 436 40 40
www.sika.com

BUILDING TRUST





SIKA AT WORK

REFURBISHMENT OF THE SOUESMES WASTE WATER TREATMENT PLANT, FRANCE

STRUCTURAL STRENGTHENING: Sika CarboDur® Grid

CONCRETE PROTECTION: 745 Lankocote CM 660

CONCRETE REPAIR: 731 Lankorep Structure, 770 Lankorep Fin Rapide

BUILDING TRUST



STRUCTURAL REINFORCEMENT

When Sika's FRCM solution is proved to be indispensable

PROJECT DESCRIPTION

This waste water treatment plant, built in 2003, was located in Souesmes 41300 Loir et Cher (France). Its structure needed to be reinforced.

The commune of Souesmes, located in the heart of France south of Orléans, is a commune of just over 1,100 inhabitants. Its territory is made up of approximately 86% woods and forests, it is a "rural" commune.

PROJECT REQUIREMENTS

The structure of the Souesmes waste water treatment plant built at the beginning of the 2000s quickly revealed cracks, causing leaks through the walls of some of its tanks. Since the purpose of this facility is to treat the commune's waste water, this situation was not allowed to continue.

After analyzing the causes of these cracks, a call for tenders was launched, and then the operation to reinforce the incriminated structure was initiated. The company SEGEC based in La Chatre (Indre, France), founded in 1936, won the contract for the rehabilitation of this sensitive structure.

The expectations of the operator of this waste water treatment plant were very simple: No interruption of the daily operation and treatment of the water before it was released into nature during the period of repair and reinforcement works. Only Parex's FRCM system, according to the technical advice, was able to fulfil this requirement.

SIKA SOLUTIONS

Sika CarboDur® Grid system was supplied to the refurbishment project. This system is composed of the following Parex products:

- 52 LANKOSTRUCTURE CARBOGRID Colle
- 32 LANKOSTRUCTURE CARBOGRID TRM
- 731 LANKOREP STRUCTURE
- 770 LANKOREP FIN RAPIDE
- 745 LANKOCOTE CM660

* Parex - a Sika company

Products and systems under the Parex name also exist in the Sika offer under the Sika name.



Pipeline crossing.



Fluid leaks before and during repair.

WHEN THE FIRST FRCM SYSTEM IN FRANCE TO RECEIVE TECHNICAL APPROVAL COMES TO THE RESCUE OF A STRICKEN WATER CIVIL ENGINEERING STRUCTURE



Work in progress.



Implementation of the system without interrupting the structure.



Crack bridging before reinforcement



Completed work, not a day's interruption.

THE SOUESMES WASTE WATER TREATMENT PLANT, FRANCE



PROJECT PARTICIPANTS

Owner: City of Souesmes (Loir et Cher, France)
Engineer: AXIOME Ingénierie
Contractor: SEGEC La Chatre (Indre, France)
Sika organization: Parex France

Our most current General Sales Conditions shall apply. Please consult the most current local Product Data Sheet prior to any use.



SIKA SERVICES AG
Tueffenwies 16
CH-8048 Zurich
Switzerland

Contact
Phone +41 58 436 40 40
www.sika.com

BUILDING TRUST





SIKA AT WORK

THE RENOVATION OF THE ETEL ICE FACTORY, FRANCE

STRUCTURAL STRENGTHENING: Sika CarboDur® Grid

CONCRETE REPAIR: 780 Lankorep Fluide, 731 Lankorep Structure,
777 Lanko Imper Surfaçage

CONCRETE PROTECTION: 761 Lankosteel

BUILDING TRUST



RENOVATION OF ETEL'S ICE FACTORY

Repairing, strengthening and protecting for a sustainable future

PROJECT DESCRIPTION

The Etel Ice Factory is a construction located near the fishing port of the town of Étel in Brittany (France). Built in 1946, the ice factory was born out of the economic dynamics of the fishing port.

Having been built just after the Second World War, it has suffered the assaults of time over the last six decades. The structure's reinforcement has been corroded by the penetration of chlorides. Concrete shards have appeared which have caused further damage.

PROJECT REQUIREMENTS

Due to aging and the corrosion of chlorides through the years, the structure of this building had become old and weakened, and it was necessary to find a reinforcement solution that would not put too much stress on the existing reinforced concrete while still allowing it to function for many years to come.

PAREX was the only supplier in France who was able to provide all the products needed to repair, reinforce and 'finish' this beautiful work. It was also the only one to have been able to offer an FRCM system under CSTB technical advice in France to date.

The extreme compatibility of the products used has enabled the shortest possible downtime for the work to be completed.

Furthermore, the specification of the LANKOSTRUCTURE CARBOGRID® system (new name: Sika CarboDur® Grid) made it possible to work under a wide variety of environmental conditions (from dry and hot weather to the periods of cold and damp foggy weather that are sometimes encountered in this beautiful region of France).

As the structure is relatively weak, only Parex's FRCM system made it possible to carry out a 'soft' reinforcement operation, without which the structure (although classified as a heritage site) could not have been rehabilitated.

The LANKOSTRUCTURE CARBOGRID® system therefore offers a new reinforcement option for old concrete structures that require a 'soft' approach to reinforcement.

LANKOSTRUCTURE CARBOGRID® is also an ideal means of strengthening masonry civil engineering structures such as sewers, aqueducts, underground tanks and wastewater treatment plant structures, for example.



Before refurbishment.



Corroded frames.

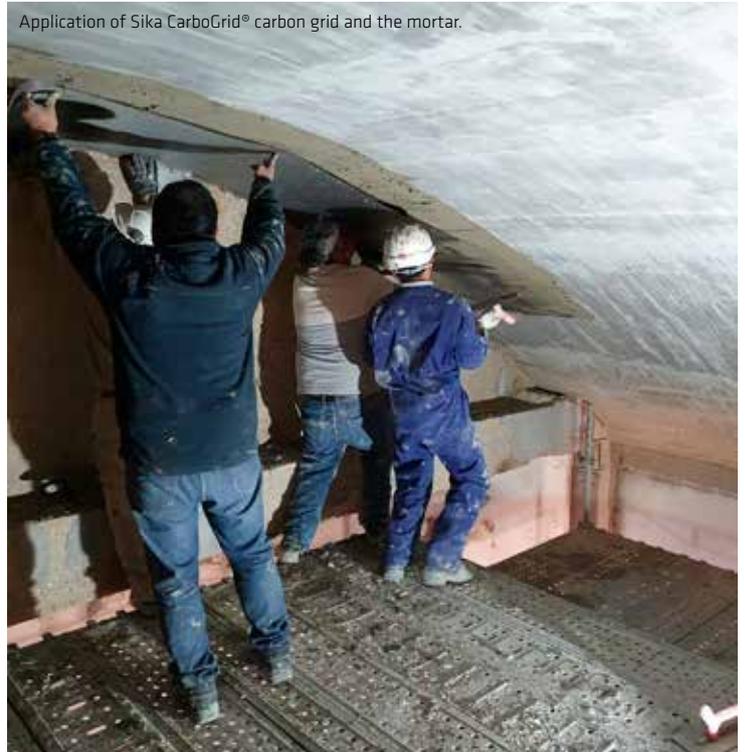


Pulling tests on repair mortars.

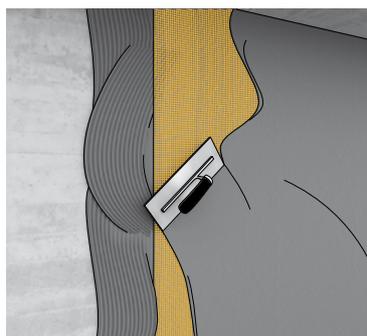
Generalised reprofiling with surfacing mortar.



Application of Sika CarboGrid® carbon grid and the mortar.



Sika CarboGrid® reinforcement grid cutting workshop.



THE RENOVATION OF THE ETEL ICE FACTORY, FRANCE



SIKA SOLUTIONS

Sika CarboDur® Grid system was supplied to the refurbishment project. This system is composed of the following Parex products:

- 777 LANKO IMPER SURFACAGE
- 780 LANKOREP FLUID
- 731 LANKOREP STRUCTURE
- 1001 LANKOMUR FIN
- 1002 LANKOMUR EPAIS
- 761 LANKOSTEEL
- 32 LANKOSTRUCTURE CARBOGRID TRM
- 52 LANKOSTRUCTURE CARBOGRID Colle

This system constitutes to the latest, innovative reinforcement solution according to the technical advice from the CSTB (FRCM).

* Parex - a Sika company

Products and systems under the Parex name also exist in the Sika offer under the Sika name.

PROJECT PARTICIPANTS

Owner: City of Etel, Brittany
Engineer: ASCIA Groupe
Contractor: LEFEVRE Brittany office
Sika organization: Parex France



FRCMs set up.

Our most current General Sales Conditions shall apply. Please consult the most current local Product Data Sheet prior to any use.



SIKA SERVICES AG
Tueffenwies 16
CH-8048 Zurich
Switzerland

Contact
Phone +41 58 436 40 40
www.sika.com

BUILDING TRUST





SIKA AT WORK

THE ANCIENT MITTELBERGHEIM RESERVOIR, FRANCE

RENOVATION AND REINFORCEMENT:

STRUCTURAL STRENGTHENING: Sika CarboDur® Grid

MASONRY/CONCRETE REPAIR: 53 Lankostructure Carbogrid Mortier

WATERPROOFING: Lankocoat DW epoxy system

BUILDING TRUST



MITTELBERGHEIM RESERVOIR

The first renovation case of a masonry tank: the reinforcement of heterogeneous masonry using the latest FRCM solution from Sika

PROJECT DESCRIPTION

The Mittelbergheim reservoir was built in 1893. Located at an altitude of 300 m in Mittelbergheim (Alsace, France), it is of the semi-buried type and consists of two rectangular tanks with a total capacity of 270 m³. The structure, with a footprint of approx. 17 x 13 m, consists of heavy sandstone and limestone rubble walls and brick masonry vaults. The tanks were waterproofed by a cement plaster which had partially disappeared – dissolved by the corrosion of the water from the springs which feed it.

PROJECT REQUIREMENTS

This project was the first case which has used the 'thick' reinforcement system because the masonry support had to be repaired and 'straightened' before the reinforcement system could be applied. The decision was made to proceed in two 'mixed' refurbishment stages in one single step.

A layer of mortar for levelling the masonry was applied first, then a layer of mortar of about 15 mm was sprayed on top of it. On this 15 mm layer of mortar, which was still 'fresh', the grid was laid and embedded. An additional layer of mortar was then sprayed on it to 'close' the reinforcement complex.

The Sika CarboDur® Grid system was chosen because it allowed the reinforcement to be completed in 'one step' and the waterproofing layer to be applied in an 'ultra short' time (in accordance with the recommendations of the Method Statement).

As this was an underground structure, the presence of moisture was not avoidable, only an FRCM system allowed the reinforcement to be carried out without taking any risks for the durability of this solution.

The high performance of the mortar used and the rapid increase in strength also made it possible to apply a composite watertightness system in a record time (less than 7 days after application of the reinforcement system), as the reinforcement system was applied directly into the plaster body of the masonry repair without delay.

Time saving, efficiency and durability – these are the choices of our customer, the SDEA of Alsace, who are very satisfied with the obtained result.



Masonry preparation.



Spraying the mortar for embed



Before refurbishment.



Masonry preparation.

SIKA SOLUTIONS

Sika CarboDur® Grid system was supplied to the refurbishment project. This system is composed of the following Parex products:

- 32 LANKOSTRUCTURE CARBOGRID TRM
- 53 LANKOSTRUCTURE CARBOGRID Mortier
- 400 LANKOCOAT epoxy DW Primer
- 401 LANKOCOAT epoxy DW
- 402 LANKOCOAT ARMATURE DW 450

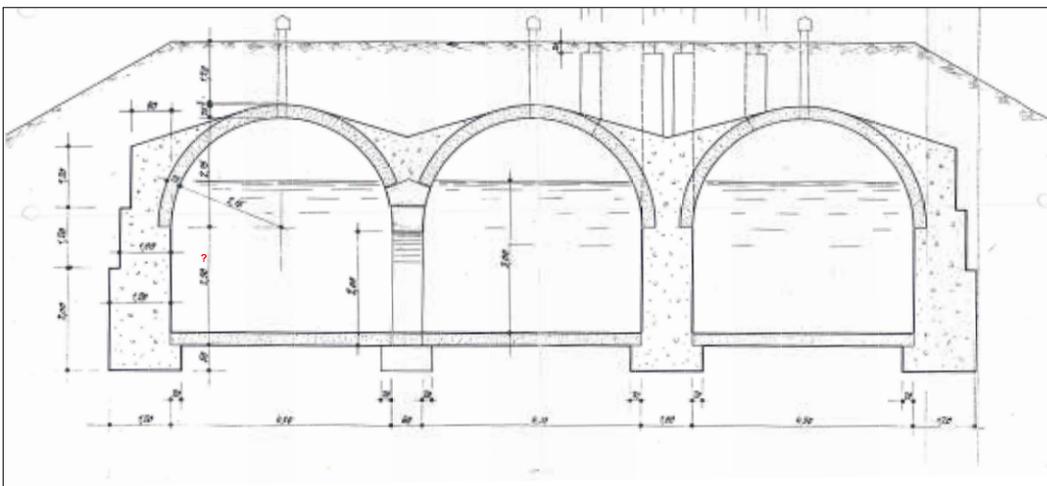
These are a complete range of products which are extremely compatible with each other, with less application time to complete the project. We have used just one single reinforcement system to fulfil the purpose of the project to repair and to reinforce the structure; within the system, we have just one single mortar for the repair and preparation of the substrate and for the embedding of the unique grid.

* Parex - a Sika company

Products and systems under the Parex name also exist in the Sika offer under the Sika name.



Adding the reinforcement grid.



Projection, installation of the grid and smooth finishing of the mortar in a single phase.

THE ANCIENT MITTELBERGHEIM RESERVOIR, FRANCE



PROJECT PARTICIPANTS

Owner: SDEA Alsace (France)

Contractor: TEOS

Sika organization: PAREX France

Our most current General Sales Conditions shall apply. Please consult the most current local Product Data Sheet prior to any use.



SIKA SERVICES AG
Tueffenwies 16
CH-8048 Zurich
Switzerland

Contact
Phone +41 58 436 40 40
www.sika.com

BUILDING TRUST



Avis Technique 3.3/18-965_V1

*Renforcement d'éléments
de structure par collage
d'une grille bidirectionnelle
avec une matrice
cimentaire*

*Repair and Strengthening
of structural elements of
constructions with a
bidirectional grid with a
cement matrix*

LANKOSTRUCTURE CARBOGRID

Titulaire : Société PAREXGROUP SA
19 Place de la Résistance.
CS 50053
FR-92445 Issy les Moulineaux
Tél. : 0141172059
E-mail : eric.houe@parex-group.com
Internet : www.parexlanko.com

Groupe Spécialisé n° 3.3

Structures tridimensionnelles, ouvrages de fondation et infrastructure

Publié le 6 novembre 2019



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques
d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Le Groupe Spécialisé n° 3.3 « Structures tridimensionnelles, ouvrages de fondation et d'infrastructure » de la Commission chargée de formuler les Avis Technique, a examiné le 10 Juillet 2018, le procédé de renforcement par collage d'une grille bidirectionnelle avec une matrice cimentaire LANKOSTRUCTURE CARBOGRID, présenté par la société PAREX GROUP. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis est formulé pour les utilisations en France Européenne et les DROM-COM.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé de renforcement d'éléments de structure, consistant à coller sur la surface des éléments visés une grille bidirectionnelle en fibres de carbone Grille 32 CARBOGRID TRM, à l'aide d'un mortier colle formulée à base de liants hydrauliques, mono-composante.

Ce procédé est destiné à augmenter la capacité portante des éléments concernés, par fonctionnement mécanique conjoint élément-renfort, grâce à l'adhérence, conféré par la matrice cimentaire après son durcissement, entre deux matériaux.

1.2 Identification

Les composants sont livrés sur le site de mise en œuvre et identifiés comme indiqué dans la partie « Dossier Technique Etabli par le Demandeur ».

2. AVIS

Cet Avis ne vaut que si :

- Le dimensionnement est réalisé par un bureau d'étude spécialisé dans le calcul de renforcement de structure ;
- Les entreprises applicatrices de ce procédé de renforcement ont reçu une formation pratique et théorique délivrée par le Titulaire.

2.1 Domaine d'emploi accepté

Le système de renforcement par collage d'une grille bidirectionnelle est applicable au renforcement au moment fléchissant et à l'effort tranchant de poutres en béton armé.

La société PAREXGROUP distribue le produit, sans assurer la conception ni la mise en œuvre.

Le renforcement à l'effort tranchant des sections autres que rectangulaires ou trapézoïdales n'est pas visé par le présent Avis Technique.

Les utilisations pour lesquelles l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié impose l'application des règles parasismiques et le cas des sollicitations susceptibles de changer de sens ne sont pas visées dans le cadre du présent Avis Technique.

Les éléments concernés sont sollicités par des charges à caractère principalement statique, comme c'est le cas dans les bâtiments administratifs, commerciaux, scolaires, hospitaliers, d'habitation, de bureaux, parkings pour véhicules légers (30 kN de charge maximale à l'essieu).

L'utilisation en bâtiments industriels est admise tant que l'agressivité chimique ambiante peut être considérée comme normale et que les charges non statiques ne sont pas de nature répétitive entretenue pouvant donner lieu à fatigue. On peut citer, à titre d'exemple de charges exclues, les machines tournantes et les passages intensifs et répétés de camions.

L'utilisation du procédé pour le renforcement des dallages n'est pas visée dans le cadre du présent Avis Technique.

L'augmentation des capacités résistantes par les procédés de renforcement est limitée aux actions permanentes et variables au sens de la norme NF EN 1991-1.

Les utilisations autres que celles prévues au présent domaine d'emploi, notamment les renforcements d'éléments constitués de matériaux autres que le béton (maçonnerie ou bois) et le renforcement vis-à-vis du poinçonnement et du confinement, sortent du champ du présent Avis.

L'Avis n'est valable que si la température du milieu ambiant, du mortier colle et du support au niveau du collage n'excède pas n'excèdent pas 80 °C en service continu et en pointe.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.21 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

2.211 Stabilité

L'utilisation du procédé conduit à l'augmentation des capacités résistantes des éléments renforcés, conformément aux modèles de calcul développés dans le Dossier Technique établi par le demandeur, à condition de respecter strictement les prescriptions données dans le paragraphe 2.3 du présent Avis.

2.212 Sécurité au feu

2.2121 Réaction au feu

Le procédé LANKOSTRUCTURE CARBOGRID ne bénéficiant pas d'un classement conventionnel en réaction au feu, il est considéré « non classé ». Lorsqu'une exigence vis-à-vis de la réaction au feu est demandée, elle devra être justifiée par un PV de classement délivré par un laboratoire agréé par le Ministère de l'Intérieur.

2.2122 Résistance au feu

En ce qui concerne la résistance au feu, le procédé LANKOSTRUCTURE CARBOGRID ne participe pas à la tenue des éléments renforcés.

Lorsqu'une protection au feu est prévue par-dessus le système composite, elle devra justifier d'un essai de résistance au feu, effectué sur un support identique, par un Laboratoire agréé par le Ministère de l'Intérieur.

2.213 Prévention des accidents lors de la mise en œuvre ou de l'entretien

Pour la manipulation du mortier colle et son application, il y a lieu de respecter les dispositions habituelles de protection vis-à-vis des mortiers hydrauliques (gants de protection, etc.) et la manipulation de la grille bidirectionnelle. En dehors de ces points, les conditions de mise en œuvre ne sont pas de nature à créer d'autre risque spécifique.

2.214 Données environnementales

Le procédé ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

2.215 Aspects sanitaires

Le présent Avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent Avis. Le titulaire du présent Avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

2.22 Durabilité - Entretien

La colle 52 CARBOGRID est un Mortier Colle conforme à la norme NF EN 1504-3. A ce titre, la durabilité des éléments renforcés est normalement assurée, à l'exception des utilisations dans les locaux (ou ambiances) suivants :

1. Ambiance agressive (type solvant, ambiance cryogénique) ;
2. Lorsque la température est susceptible de dépasser la température maximale d'utilisation indiquée au paragraphe 2.1.

En effet, pour la première restriction, la stabilité des caractéristiques mécaniques du mortier colle n'est pas démontrée. Pour la seconde restriction, la stabilité du composite et de son interface a été démontrée expérimentalement pour une température maximale de 80 °C.

Dans le cas où des dégradations (chocs, abrasion, etc.) sont possibles, une protection mécanique du renforcement est à prévoir.

2.23 Fabrication et contrôle

Cet Avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique Etabli par le Demandeur (DTED).

2.24 Finitions

Lorsque des revêtements (notamment peintures) sont prévus sur le renforcement, ils doivent avoir fait l'objet d'essais préalables validant leur adhérence sur la matrice cimentaire du composite.

2.25 Prescriptions Techniques

2.251 Conditions de conception et de calcul

Le dimensionnement du renforcement doit être réalisé par un bureau d'études de structure spécialisé en renforcement de structures.

L'utilisation du procédé LANKOSTRUCTURE CARBOGRID en deux couches ou plus n'est pas admise.

2.2511 Justification à la rupture

Cette justification doit être réalisée en prenant en compte la hauteur totale de la section de l'élément à renforcer (ex : pour une poutre en T, il convient de considérer la hauteur totale de la section avec la table de compression). Elle consiste en une vérification de l'élément à la rupture, toutes redistributions effectuées, et sans tenir compte du renforcement, sous la combinaison ELS rare (considérée conventionnellement dans les calculs comme combinaison ELU fondamentale) $G + Q_1 + \sum \psi_{oi} Q_i$, où G représente la sollicitation due à la charge permanente et $\sum \psi_{oi} Q_i$ celle due aux charges de courte durée d'application dites d'accompagnement de l'action de base Q_1 , y compris s'il y a lieu les charges climatiques et celles dues aux instabilités.

Toutefois, cette justification n'est pas à effectuer si :

- $(R_1) \geq 0,63(S_2)$, dans le cas d'un élément principal, dont la rupture est susceptible d'entraîner celle d'autres éléments (poutre porteuse, par exemple),
- $(R_1) \geq 0,50(S_2)$, dans le cas d'un élément secondaire, dont la rupture n'est pas susceptible d'entraîner celle d'autres éléments (panneaux de dalles de planchers posés sur poutres, par exemple).

Avec, dans ces expressions :

R_1 : capacité résistante à l'ELU, en situation fondamentale, de l'élément non renforcé.

S_2 : sollicitation agissante à l'ELU, en situation fondamentale, sur l'élément renforcé.

2.2512 Renforcement des éléments en béton armé vis-à-vis du moment de flexion

Le dimensionnement à la flexion du procédé de renforcement LANKOSTRUCTURE CARBOGRID est effectué selon les Eurocodes, conformément au paragraphe 4.4 du Dossier Technique établi par le Demandeur

Etant donné l'absence d'utilisation d'un dispositif permettant un ancrage total dans la table de compression, les vérifications vis-à-vis de l'effort tranchant doivent être effectuées sur la section réduite de la poutre à renforcer (sans prise en compte de la table de compression des sections en T).

Les justifications à effectuer, vis-à-vis du moment de flexion, pour les éléments en béton renforcés par le collage de la grille bidirectionnelle, sont les suivantes :

Calcul à l'ELS : ce calcul est effectué selon les hypothèses classiques du béton armé, en tenant compte de l'historique du chargement et du renforcement (y compris un éventuel déchargement ou vrinage provisoire en cours de travaux). Ceci conduit à superposer les états de contraintes relatifs aux deux situations suivantes :

- Ouvrage non renforcé, soumis aux sollicitations initiales, appliquées au moment où l'on entame les travaux de renforcement,
- Ouvrage renforcé, soumis aux sollicitations additionnelles.

Cette justification est menée en limitant la contrainte finale dans les armatures tendues existantes tel que décrit dans le Dossier Technique établi par le demandeur. La contrainte finale dans les armatures tendues existantes à la valeur $f_{s,lim} = 0,80 f_{yk}$ sous combinaison caractéristique

Dans le cas où le renfort composite n'est pas appliqué sur la totalité de la partie de la structure fissurée (risque de pénétration des agents agressifs), il y a lieu de justifier la maîtrise de la fissuration conformément au paragraphe 7.3 de la norme NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale.

Le calcul du moment de service est réalisé conformément aux détails donnés dans la Dossier Technique établi par le demandeur.

Calcul à l'ELU : ce calcul est mené conformément aux détails donnés dans le dossier technique établi par le demandeur.

Vérification du glissement à l'interface composite-béton : cette vérification consiste à s'assurer que la contrainte de cisaillement à l'interface composite-béton n'excède pas la valeur de la contrainte limite de cisaillement. Cette valeur limite s'appuie dans tous les cas sur des essais de pastillage à effectuer in situ sur le support après préparation, dans l'état dans lequel il est destiné à recevoir le renforcement.

La valeur de la contrainte de cisaillement limite à retenir pour le dimensionnement est calculée de la manière suivante, à partir de la résistance caractéristique à la traction du support béton f_{tk} obtenue par les essais de pastillage :

$$\text{A l'ELS : } v_{ad,d} = \min\left(1,5 \text{ MPa}; \frac{f_{tk}}{2}\right)$$

$$\text{A l'ELU (fondamental et accidentel) : } v_{ad} = \min\left(2,0 \text{ MPa}; \frac{f_{tk}}{1,5}\right)$$

Dans tous les cas, le procédé LANKOSTRUCTURE CARBOGRID n'est pas applicable si les essais de pastillage donnent une valeur de f_{tk} inférieure à 1,5 MPa.

Vérification de la contrainte d'entraînement :

La vérification des contraintes d'entraînement à l'ELU (τ_u) et à l'ELS (τ_e), à l'interface LANKOSTRUCTURE CARBOGRID - béton est réalisée conformément au paragraphe 4.461 du Dossier Technique, en s'assurant que $\tau_u < \bar{\tau}_u$ et que $\tau_e < \bar{\tau}_e$, où :

$$\bar{\tau}_u = \min\{v_{ad,d}; \tau_i\}$$

$$\bar{\tau}_e = \min\left\{v_{ad}; \frac{\tau_i}{1,5}\right\}$$

Avec :

- τ_i est la contrainte de cisaillement d'interface de LANKOSTRUCTURE CARBOGRID égale à 0,5 MPa
- $v_{ad,d}$ et v_{ad} sont les valeurs de contraintes de cisaillement limites à l'interface composite béton définies dans le paragraphe précédent.

2.252 Renforcement des éléments en béton armé vis-à-vis de l'effort tranchant.

Le renforcement des dalles vis-à-vis de l'effort tranchant n'est pas visé dans le cadre du présent Avis Technique.

Etant donné l'absence d'utilisation d'un dispositif permettant un ancrage total dans la table de compression, les vérifications vis-à-vis de l'effort tranchant doivent être effectuées sur la section réduite de la poutre à renforcer (sans prise en compte de la table de compression des sections en T).

Le renforcement n'est pas admis dans le cas d'un moment négatif sur l'appui considéré.

Le dimensionnement à l'effort tranchant du procédé de renforcement LANKOSTRUCTURE CARBOGRID est effectué selon les Eurocodes conformément au paragraphe 4.5 du Dossier Technique.

Calcul à l'ELU : ce calcul est mené conformément aux détails donnés dans le dossier technique établi par le demandeur.

Les deux vérifications à effectuer, vis-à-vis de l'effort tranchant, pour les éléments en béton renforcés par la grille bidirectionnelle en fibre de carbone établi par le demandeur sont à effectuer. Il s'agit :

- De la vérification en traction du composite,
- De la vérification de non-glissement du plan de collage.

2.26 Conditions de mise en œuvre

La mise en œuvre doit être effectuée dans les strictes conditions définies dans le dossier technique établi par le demandeur, notamment pour ce qui concerne le nettoyage et la préparation des supports ainsi que la réalisation des essais de convenances sur ce même support. Il est précisé que ces essais doivent être effectués pour chaque chantier et pour tous les supports visés par le présent Avis Technique.

L'entreprise mettant en œuvre le procédé doit justifier d'une formation spécifique à ce type de renforcement.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 2.1) est appréciée favorablement.

Validité

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 31 juillet 2021.

*Pour le Groupe Spécialisé n°3.3
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Il est souligné que le renforcement structural d'un ouvrage existant quelle que soit la technique de renforcement utilisée, doit faire suite à un diagnostic préalable de qualification de cet ouvrage (détermination des capacités résistantes). Un tel diagnostic peut se révéler lourd et imprécis, étant notamment fonction de la qualité des matériaux, des dispositions internes souvent non accessibles (armatures, par exemple) et d'une manière générale de « l'histoire » de l'ouvrage. L'attention du Maître d'œuvre est donc attirée sur la nécessité qu'il y a à faire effectuer un diagnostic aussi précis que possible, permettant de dimensionner et de mettre en œuvre les renforcements de manière pertinente.

De plus, étant donné les faibles valeurs des caractéristiques mécaniques en traction des systèmes composites « LANKOSTRUCTURE CARBOGRID » par rapport aux systèmes de renforcement carbone-époxy le groupe tient à préciser que le taux de renforcement conféré par le procédé est relativement faible : le procédé « LANKOSTRUCTURE CARBOGRID » permet donc principalement de limiter et de contrôler la fissuration en surface des éléments renforcés.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé
n°3.2*

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

1.1 Définition

Le système LANKOSTRUCTURE CARBOGRID est destiné à renforcer les structures en béton armé par le collage d'une grille de fibres de carbone 32 CARBOGRID TRM (fibres de carbone imprégnées d'une matrice organique) à l'aide d'un mortier spécialement formulé, 52 CARBOGRID Colle.

Tableau 1 : Composite LANKOSTRUCTURE CARBOGRID

Gamme de renforcement TRC	Grille	Mortier colle
LANKOSTRUCTURE CARBOGRID	32 CARBOGRID TRM	52 CARBOGRID Colle

Ce procédé est utilisé en tant que renfort d'éléments de structure béton armé travaillant en flexion et à l'effort tranchant.

Le présent Dossier Technique définit la méthode dimensionnement, les produits utilisés et leurs modalités de mise en œuvre et de contrôle pour l'exécution des travaux cités au présent paragraphe.

2. Domaine d'emploi

2.1 Domaine d'emploi accepté

Le présent Dossier Technique concerne les ouvrages neufs ou existants en béton armé.

L'objectif du renforcement est d'accroître la résistance au moment de flexion en travée de poutres ou de dalles, et la résistance à l'effort tranchant de poutres.

Les ouvrages nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié ne sont pas visés.

Tenue en température en service continu et en pointe de 80°C.

2.2 Types de charges

Seules les applications sous charges statiques sont visées

2.3 Zones géographiques

Il est possible d'utiliser le procédé en France Européenne et les DROM.

3. Matériaux

3.1 Grille 32 CARBOGRID TRM

Grille bidirectionnelle comportant 13 fils de carbone au 10 cm dans le sens chaîne et dans le sens trame. Chaque fil est constitué de 12 000 filaments de 7 microns de diamètre de carbone T700 dont la résistance unitaire est de 4 900 MPa et le module d'Young en traction de 230 GPa (loi de comportement linéaire élastique).

La liaison est assurée par des fils de liage dans le sens chaîne et dans le sens trame assujettis selon le système « pas de gaz ».

La géométrie de la grille 32 CARBOGRID est calibrée et maîtrisée afin de garantir une répartition idéale des efforts diffusés dans l'ouvrage (cette géométrie maîtrisée est le fait d'un processus industriel unique qui est l'objet d'un dépôt de brevet).

Caractéristiques :

Composition : fibres de carbone imprégnées d'une résine en phase aqueuse.

Poids : 320 gr/m² environ (+/- 10%)

Présentation en rouleaux de 50 mètres x 1 mètre de largeur

Couleur : noir

Cette grille se pose par « moulage au contact » (opération de stratification) directement sur le support (préalablement préparé afin de remplir les critères minimum d'applicabilité du renfort).

3.11 Identification

32 CARBOGRID TRM est identifié par un numéro de lot composé de la date de fabrication suivi d'un code de production.

3.12 Performances

Module d'élasticité en traction > 125 GPa (grille)

Résistance à la traction : 12 000 N/ 5 cm en valeur caractéristique (13 234 N / 5cm en valeur moyenne) selon EN ISO 13934-1

Allongement à la rupture > 3,5 % selon EN ISO 139

3.2 52 CARBOGRID colle

52 CARBOGRID Colle est un mortier colle formulé à base de liants hydrauliques, de charges spécifiques et d'adjuvants soigneusement sélectionnés.

- Couleur : gris
- Consistance : plastique, onctueuse
- Densité pâte : 1,8
- Granulométrie : 0 à 1 mm
- Conditionnement : sac de 25 kg

52 CARBOGRID Colle est conforme à la norme NF EN 1504-3 de classe R3 et fait donc l'objet d'un Marquage CE.

3.21 Identification

La codification est réalisée sur chaque emballage et représente :

- L'identification du numéro de lot
- La date de fabrication
- L'heure de fabrication
- Le site de production (en l'occurrence le site de Paviers identifié U37)

3.22 Performances

- Résistance à la compression : 35 MPa à 28 jours
- Résistance à la traction par flexion : 7,5 MPa à 28 jours
- Adhérence sur béton : > 2 MPa (mortier seul)
- Durée pratique d'utilisation (DPU) : 40 minutes à 20°C

3.3 Produits complémentaires

532 UTAREP H 80 C

Mortier colle époxydique à deux composants sans solvant, de couleur grise :

- Composant A : résine blanche
- Composant B : durcisseur noir

Elle est utilisée pour les ragréages et surfaçages localisés du support.

Densité : 1,5 environ.

745 LANKOCOTE CM 660

Micro-mortier à base de liant hydraulique à gâcher avec une résine en dispersion aqueuse destiné à recouvrir le système LANKOSTRUCTURE CARBO.

228 LANKOLASTIC

Micro mortier assoupli à base de liant hydraulique à gâcher avec une résine en dispersion aqueuse destiné à recouvrir le système LANKOSTRUCTURE CARBO.

720 LANKOREP EPOXY

Mortier époxy bi-composant destiné aux rattrapages de surfaces en faible ou épaisseur (jusqu'à 20 mm).

Application sur primaire époxy 533 UTAREP H 80 FLU.

533 UTAREP H 80 FLU

Primaire époxy bi composant destiné au collage de béton frais sur béton durci, primaire pour mortiers époxy.

731 LANKOREP STRUCTURE

Mortier de réparation du béton bénéficiant du marquage CE NF 1504-3 R4.

735 LANKOREP RAPIDE

Mortier de réparation du béton bénéficiant du marquage CE NF 1504-3 R4 à prise et durcissement rapides.

770 LANKOREP FIN RAPIDE

Mortier de réparation fin du béton bénéficiant du marquage CE NF 1504-3 R3 à prise et durcissement rapides.

777 LANKOIMPER SURFAÇAGE

Mortier de réparation conforme NF EN 1504-3 de classe R4, permettant le reprofilage sous faible épaisseur des ouvrages nécessitant le renfort par le système LANKOSTRUCTURE CARBOGRID.

737 LANKOREP FISSURES

Coulis formulé spécialement à base de liants hydrauliques et d'adjuvants spéciaux. Ce coulis permet l'injection de fissures fines à partir de 0,3 mm.

740 LANKOSCELFIX

Résine de scellement époxy destinée au scellement de tiges ou d'armatures dans le béton, bénéficiant de deux ETE.

4. Dimensionnement

Le dimensionnement des éléments de renforcement, en particulier la section, la longueur et le positionnement des renforts composites, doit être réalisé par un bureau d'étude (BE structure) expérimenté en calcul de renforcement de structures.

Les paragraphes ci-après sont consacrés au cas général de dimensionnement suivant les règles de l'Eurocode 2 (cf. annexes 2 et 3 du DTED).

4.1 Notations

Générales :

A_s : section des armatures en zone tendue ;

A'_s : section des armatures en zone comprimée ;

A_f : section du LANKOSTRUCTURE CARBOGRID ;

$$A_{f,max} \leq \min \left\{ b_f t_f; \frac{F_{fu}}{f_{fu,d}} \right\}$$

b_f : largeur de la bande de LANKOSTRUCTURE CARBOGRID ;

n : coefficient d'équivalence entre l'acier et le béton (rapport des modules). $n=15$ usuellement ;

n_f : coefficient d'équivalence entre le LANKOSTRUCTURE CARBOGRID et le béton (rapport des modules) ;

I : inertie équivalente de la section : contribution du béton, des armatures et du LANKOSTRUCTURE CARBOGRID tendu.

τ_i : contrainte d'interface ou de délaminage du composite LANKOSTRUCTURE CARBOGRID

t_f : épaisseur d'une couche

F_{fu} : Effort résistant du renfort textile

$f_{fu,d}$: Résistance de calcul du renfort textile

A l'ELS :

M_1 : moment avant renforcement à l'ELS

M_2 : incrément de moment après renforcement à l'ELS

σ_{c1} : contrainte en fibre supérieure du béton comprimé sous le moment M_1

σ_{c2} : contrainte en fibre supérieure du béton comprimé sous le moment M_2

σ_{s1} : contrainte dans les armatures sous le moment M_1

σ_{s2} : contrainte dans les armatures sous le moment M_2

σ_{f2} : contrainte dans le LANKOSTRUCTURE CARBOGRID sous le moment M_2

$\bar{\sigma}_c$: contrainte admissible dans le béton à l'ELS

$\bar{\sigma}_s$: contrainte admissible dans les armatures existantes à l'ELS

$f_{f,e,d}$: contrainte admissible dans LANKOSTRUCTURE CARBOGRID à la limite de l'élasticité linéaire

$f_{f,d}$: contrainte admissible dans LANKOSTRUCTURE CARBOGRID à l'ELS (correspondant à une déformation dans les aciers passifs de 0,20 %)

A l'ELU :

M_{Ed} : moment sollicitant à l'ELU

σ_c : contrainte en fibre supérieure du béton comprimé à l'ELU

σ'_s : contrainte dans les armatures comprimées à l'ELU

σ_s : contrainte dans les armatures tendues à l'ELU

σ_f : contrainte de traction dans le LANKOSTRUCTURE CARBOGRID à l'ELU

$f_{y,k}$: contrainte limite de traction dans l'acier à l'ELU

$f_{fu,d}$: contrainte limite de traction dans le LANKOSTRUCTURE CARBOGRID à l'ELU

Effort tranchant :

- A_{sw} : aire de la section des armatures d'effort tranchant

- f_{yd} : limite d'élasticité des armatures d'effort tranchant

- s : espacement des armatures d'effort tranchant

- z : Bras de levier

- θ : angle d'inclinaison des bielles (conformément à la NF EN 1992-1)

- α : angle d'inclinaison des armatures d'effort tranchant ;

- β : angle d'inclinaison du LANKOSTRUCTURE CARBOGRID (par rapport à la fibre moyenne)

- $l_{anc,vu}$: longueur d'ancrage imposée par la géométrie de la poutre à renforcer

- $l_{anc,d}$: longueur d'ancrage de calcul : 200 mm

4.2 Synthèse des caractéristiques des composants du système LANKOSTRUCTURE CARBOGRID à considérer pour le dimensionnement

LANKOSTRUCTURE CARBOGRID est un composite constitué de « l'assemblage » de 32 CARBOGRID TRM noyé dans la mortier colle 52 CARBOGRID Mortier colle.

4.2.1 Epaisseur

L'épaisseur d'une couche de composite LANKOSTRUCTURE CARBOGRID est présentée dans le Tableau 1 de l'Annexe 1.

Le nombre de couches du système LANKOSTRUCTURE CARBOGRID est limité à 1 couche.

4.2.2 Caractéristiques mécaniques du système composite LANKOSTRUCTURE CARBOGRID

La valeur de $f_{f,k}$ correspond à la valeur caractéristique (conformément à l'Annexe D de la NF EN 1990-1) de résistance à la traction du composite obtenue par essais.

Les valeurs caractéristiques et de calcul à l'ELU et à l'ELS sont indiquées en Annexe 1 du présent Dossier Technique.

4.2.3 Interface composite-béton

La contrainte de cisaillement de l'interface composite-béton est définie comme suit :

$$v_{ad,d} = \min(1,5 \text{ MPa}; \frac{f_{tk}}{\gamma_{td}}) \quad (\text{ELS})$$

$$v_{ad} = \min(2 \text{ MPa}; \frac{f_{tk}}{\gamma_{td}}) \quad (\text{ELU})$$

Avec : f_{tk} la résistance caractéristique du support béton en traction déterminée par essais de pastillage

Tableau 2 : Valeurs de γ_{td} à prendre en compte pour la vérification de l'interface composite- béton

γ_{td}	ELS	ELU
LANKOSTRUCTURE CARBOGRID	2	1,5

Les contraintes d'entraînement sont calculées conformément au §4.461 en s'assurant que $\tau_u < \bar{\tau}_u$ et que $\tau_e < \bar{\tau}_e$, où :

$$\bar{\tau}_u = \min\{v_{ad,d}; \tau_i\}$$

$$\bar{\tau}_e = \min\left\{v_{ad}; \frac{\tau_i}{1,5}\right\}$$

Avec :

- τ_i la contrainte de cisaillement d'interface de LANKOSTRUCTURE CARBOGRID égale à 0,5 MPa ;
- τ_u (ELU) et τ_e (ELS) les contraintes d'entraînement à l'interface LANKOSTRUCTURE CARBOGRID - béton ;
- $\bar{\tau}_u$ (ELU) et $\bar{\tau}_e$ (ELS) les contraintes admissibles dans le béton.

Dans tous les cas, le procédé LANKOSTRUCTURE CARBOGRID n'est pas applicable si les essais de pastillage donnent une valeur de f_{tk} inférieure à 1,5 MPa.

4.3 Expertise préalable de la structure

Tout chantier de réparation fera l'objet d'une expertise préalable exécutée par une société de contrôle agréée visant à identifier les causes des désordres, le niveau de dégradation, les possibilités technologiques de maintenance, réparation, renforcement.

Dans la mesure où la structure a été dimensionnée suivant les règles de l'Eurocode 2 avant renforcement, la fiabilité de la structure prenant en compte la section effective des aciers existants devra être vérifiée à l'ELU vis-à-vis de la combinaison d'action de type accidentelle en considérant la contrainte de l'acier égale à f_{yk} .

Sachant que la structure a été dimensionnée suivant les règles de l'Eurocode 2 avant renforcement, la validité des conditions d'enrobage des armatures passives (classe d'exposition, classe structurale) pour les classes d'environnement concernant l'ouvrage avant et après réparation seront vérifiées. Si ces conditions ne sont pas respectées, avant renforcement, une mise en conformité sera effectuée.

4.4 Dimensionnement des renforcements en flexion pour les structures en béton armé suivant l'Eurocode 2.

4.41 Préambule

Le calcul des structures en béton armé renforcées par du LANKOSTRUCTURE CARBOGRID se fait selon les règles et les principes de l'Eurocode 2. La vérification s'appuie sur les hypothèses fondamentales du calcul du béton armé, à savoir :

- Le béton tendu est négligé dans l'équilibre des sections.
- Les sections planes restent planes après déformation (hypothèse de Navier - Bernoulli).
- Non glissement de l'acier et du LANKOSTRUCTURE CARBOGRID au béton.
- Pour le dimensionnement du renfort à l'ELU et l'ELS, des logigrammes de calcul sont présentés en Annexe 2 du DTED (Figure 4 et Figure 5 respectivement).

4.42 Caractéristiques des matériaux

4.421 Béton

La loi de comportement considérée pour le béton est donnée dans l'Eurocode 2, Partie 1-1, §3.1.

4.422 Acier

La loi de comportement considérée pour les aciers passifs est donnée dans l'Eurocode 2, Partie 1-1, §3.2.

4.423 Composite

Les performances mécaniques du composite sont présentés dans l'Annexe 1 du DTED.

4.43 Actions et sollicitations

Les combinaisons d'actions à prendre en considération sont celles des Eurocodes 0 et 1.

4.44 Flexion à l'état limite ultime (ELU)

Les vérifications et les calculs doivent respecter la règle des pivots de l'Eurocode 2 :

- PIVOT A : déformation limite des armatures existantes
- PIVOT B : déformation limite du béton
- PIVOT D : déformation limite du LANKOSTRUCTURE CARBOGRID (allongement)

Les déformations limites des armatures et du béton sont définies dans l'Eurocode 2

Les performances mécaniques du LANKOSTRUCTURE CARBOGRID (déformation et résistance admissibles) sont présentées dans l'Annexe 1 du DTED.

Le moment résistant ultime de l'élément renforcé s'écrit :

$$M_{Rd} = \text{Min} \{ M_{Rdc}; M_{Rds} + M_{Rdf} \}$$

M_{Rdc} : moment résistant ultime équilibré par le béton comprimé dans la section considérée.

$$M_{Rdc} = 0,8 x . f_{cd} . b . (d - 0,4x)$$

1er cas : Pivots A et B

L'allongement du composite est déterminé par :

$$\varepsilon_{fd} = \text{min} \{ 1,1 \cdot (\varepsilon_{su,d} - \varepsilon_{s1}); \varepsilon_{fu,d} \}$$

ε_{s1} : déformation des aciers passifs avant mise en œuvre du renforcement

$\varepsilon_{su,d}$: déformation limite en traction des aciers passifs

$\varepsilon_{fu,d}$: déformation limite en traction du LANKOSTRUCTURE CARBOGRID

Moment repris par les aciers tendus (supposés plastifiés) :

$$M_{Rd,s} = A_s . f_{yd} . z_s \text{ et } z_s \approx 0,9d$$

Moment repris par le composite :

$$M_{Rd,f} = A_f . f_f . z_f \text{ et } z_f \approx d$$

f_f est obtenue pour ε_{fd} à partir de la loi de comportement du LANKOSTRUCTURE CARBOGRID

2ème cas : Pivots B ou D, aciers passifs à la limite de la plastification

$$\varepsilon_{f,d} < 1,1 (\varepsilon_{sy,d} - \varepsilon_{s1})$$

$\varepsilon_{se,d}$: déformation limite élastique des aciers passifs

Moment repris par les aciers tendus :

$$M_{Rd,s} = A_s . f_{yd} . z_s \text{ et } z_s \approx 0,9d$$

Moment repris par le composite :

$$M_{Rd,f} = A_f . f_f . z_f \text{ et } z_f \approx d$$

3er cas : Pivots B ou D, aciers passifs non plastifiés

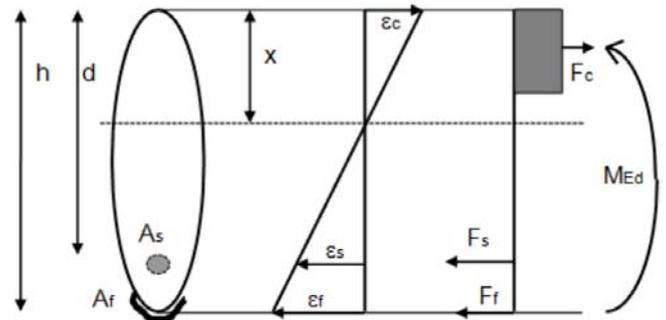
Alors $\varepsilon_s = \text{min} \{ \varepsilon_{s0} + 0,91 \varepsilon_{fu,d}; f_{yd}/E_s \}$

Moment repris par les aciers tendus :

$$M_{Rd,s} = A_s . E_s . \varepsilon_s . z_s \text{ et } z_s \approx 0,9d$$

Moment repris par le composite :

$$M_{Rd,f} = A_f . f_{f,d} . z_f \text{ et } z_f \approx d$$



F_f , force à reprendre par le composite LANKOSTRUCTURE CARBOGRID, se déduit de l'équilibre de la section :

$$M_{Ed} = F_s \left(d - \frac{0,8x}{2} \right) + F_f \left(h - \frac{0,8x}{2} \right)$$

$$F_c = F_s + F_f$$

4.45 Flexion à l'état limite de service (ELS)

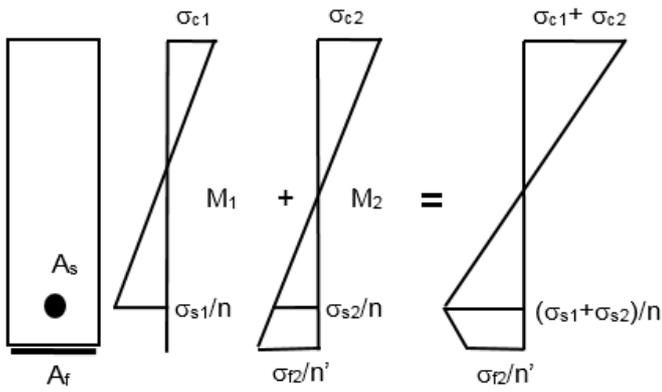
4.451 Principe

Le moment M appliqué à une section donnée se décompose en :

- un moment M_1 appliqué avant renforcement par LANKOSTRUCTURE CARBOGRID,
- un moment M_2 appliqué après renforcement.

On a : $M = M_1 + M_2$

L'état de contraintes total dans les matériaux résulte de la combinaison des contraintes sous la sollicitation M_1 sans le renfort LANKOSTRUCTURE CARBOGRID et des contraintes sous la sollicitation M_2 avec le renfort LANKOSTRUCTURE CARBOGRID.



Il faut vérifier que :

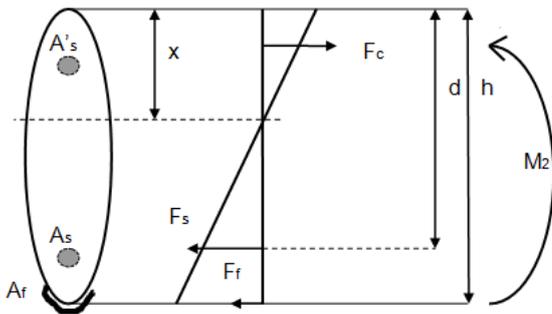
$$\begin{aligned} \sigma_{s1} + \sigma_{s2} &\leq \bar{\sigma}_s \\ \sigma_{c1} + \sigma_{c2} &\leq \bar{\sigma}_c \\ \sigma_{f2} &\leq \sigma_{fs} \end{aligned}$$

Les contraintes admissibles pour l'acier et pour le béton sont celles données dans les règles de calcul usuelles (Eurocode 2).

Les performances mécaniques du LANKOSTRUCTURE CARBOGRID (notamment la contrainte admissible σ_{fs}) à l'ELS est donnée dans l'Annexe 1 du DTED : $\sigma_{fs} = f_{f,d}$

4.452 Calcul des contraintes dans un cas général

Sous le torseur des charges supplémentaires apportées après renforcement $\{M_2\}$:



La section est en équilibre lorsque :

$$\{F_c + F_s + F'_s + F_f\} = 0$$

Où :

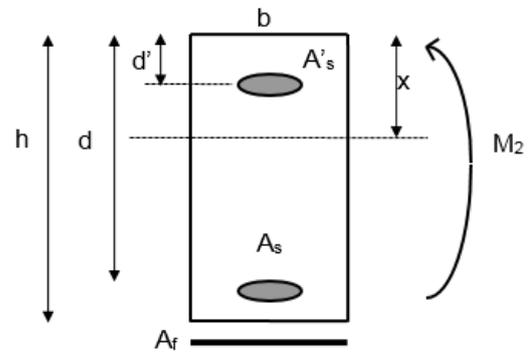
$$\begin{aligned} F_c &= \int_0^x \frac{\sigma_{c2}}{x} \cdot b(y) \cdot y \cdot dy \\ F_s &= A_s \sigma_{s2} \\ F'_s &= A'_s \sigma'_{s2} \\ F_f &= A_f \sigma_{f2} \end{aligned}$$

Avec :

$$\begin{aligned} \sigma_{c2} &= \frac{M_2 \cdot x}{I} \\ \sigma_{s2} &= n \frac{M_2 \cdot (x - d)}{I} \\ \sigma_{f2} &= n' \frac{M_2 \cdot (x - h)}{I} \end{aligned}$$

4.453 Cas d'une section rectangulaire

Sous le torseur des charges supplémentaires apportées après renforcement $\{M_2\}$:



La position de l'axe neutre x est déterminée à partir de l'équation suivante :

$$\frac{bx^2}{2} + (nA_s + nA'_s + n'A_f) \cdot x - nA_s d - nA'_s d' - n'A_f h = 0$$

L'inertie de la section est donnée par :

$$I = \frac{bx^3}{2} + nA_s(d-x)^2 + nA'_s(d'-x)^2 + n'A_f(h-x)^2$$

Les contraintes sont alors calculées par :

$$\begin{aligned} \sigma_{c2} &= \frac{M_2 \cdot x}{I} \\ \sigma_{s2} &= -n \frac{M_2 \cdot (d - x)}{I} \\ \sigma_{f2} &= -n_f \frac{M_2 \cdot (h - x)}{I} \end{aligned}$$

4.454 Compléments sur la maîtrise de la fissuration suivant les méthodes forfaitaires de l'Eurocode 2

Dans la mesure où l'élément à renforcer a été dimensionné à l'EC 2, la méthode de dimensionnement à l'ELS proposée est la suivante :

La condition de résistance est vérifiée suivant la procédure de dimensionnement à l'ELS (§4.452 et §4.453). Il s'agit d'une méthode traditionnelle au sens où le matériau composite LANKOSTRUCTURE CARBOGRID est mobilisé dans son domaine élastique linéaire et la déformation de l'acier demeure élastique.

Le moment de service sera calculé en considérant le coefficient d'équivalence n_f à partir de la condition suivante :

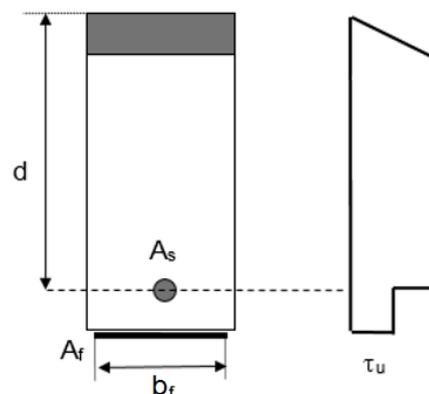
$$\begin{aligned} 0 \leq \varepsilon_f < 0,01\% & \quad E_f = 52\,000 \text{ MPa} \\ 0,01\% \leq \varepsilon_f \leq 0,19\% & \quad E_f = 2\,200 \text{ MPa} \end{aligned}$$

La maîtrise de la fissuration est assurée par les aciers passifs de l'élément à renforcer.

4.46 Vérifications complémentaires (ELU/ELS)

4.461 Vérification de la contrainte d'entraînement

Les contraintes d'entraînement τ_u (ELU) et τ_e (ELS) à l'interface LANKOSTRUCTURE CARBOGRID - béton doivent être inférieures aux contraintes admissibles dans le béton $\bar{\tau}_u$ (ELU) et $\bar{\tau}_e$ (ELS) respectivement.



$$\begin{aligned} \tau_u &= \frac{V_{Ed,ELU}}{b_f \cdot z} \cdot \frac{F_f}{F_s + F_f} \\ \tau_e &= \frac{V_{Ed,ELS}}{b_f \cdot z} \cdot \frac{F_f}{F_s + F_f} \end{aligned}$$

Où

b_f : largeur de composite LANKOSTRUCTURE CARBOGRID

V_{Ed} : valeur maximale de l'effort tranchant à l'ELU ou à l'ELS sur la longueur où est appliqué le LANKOSTRUCTURE CARBOGRID

F_f et F_s : forces respectives dans le LANKOSTRUCTURE CARBOGRID et dans les armatures longitudinales existantes (voir §4.44 pour l'ELU et §4.45 pour l'ELS)

Il faut s'assurer que $\tau_u < \bar{\tau}_u$ et que $\tau_e < \bar{\tau}_e$, où :

$$\bar{\tau}_u = \min\{v_{ad,d}; \tau_i\}$$

$$\bar{\tau}_e = \min\left\{v_{ad}; \frac{\tau_i}{1,5}\right\}$$

Avec : τ_i est la contrainte de cisaillement d'interface de LANKOSTRUCTURE CARBOGRID égale à 0,5 MPa. Les valeurs de $v_{ad,d}$ et v_{ad} sont données au paragraphe 4.23.

4.462 Longueur d'ancrage à la flexion

Il est impératif de prolonger la longueur d'ancrage d'une valeur a_L correspondant au décalage de la courbe de moment défini par le paragraphe 9.2.1.3 de la NF EN 1992-1-1 :

$$L_{anc,flexion} = L_{anc,d} + a_L$$

Avec :

- $L_{anc,d}$ la longueur utile d'ancrage vérifiée au paragraphe 4.462, au minimum égale à 200 mm
- a_L le décalage de la courbe de moments défini dans le §9.2.1.3 de l'Eurocode 2 partie 1-1.

4.463 Vérification de la longueur d'ancrage

On vérifie que la contrainte de cisaillement du béton d'enrobage reste inférieure au cisaillement admissible en considérant une répartition moyenne de la contrainte de cisaillement.

$$\frac{F_{f,ELU}}{b_f \cdot l_{anc}} \leq \bar{\tau}_u$$

$$\frac{F_{f,ELS}}{b_f \cdot l_{anc}} \leq \bar{\tau}_e$$

b_f : largeur du composite LANKOSTRUCTURE CARBOGRID

F_f : forces respectives dans le LANKOSTRUCTURE CARBOGRID (voir §4.44 pour l'ELU et §4.45 pour l'ELS)

l_{anc} : longueur d'ancrage du composite égale à $l_{anc,d} = 200$ mm. Pour les éléments en flexion, la longueur d'ancrage est celle précisée au §4.462.

Avec :

$$\bar{\tau}_u = \min\{v_{ad,d}; \tau_i\}$$

$$\bar{\tau}_e = \min\left\{v_{ad}; \frac{\tau_i}{1,5}\right\}$$

Avec : τ_i est la contrainte de cisaillement d'interface de LANKOSTRUCTURE CARBOGRID égale à 0,5 MPa. Les valeurs de $v_{ad,d}$ et v_{ad} sont données au paragraphe 4.23.

4.5 Dimensionnement des renforcements à l'effort tranchant pour les structures en béton armé suivant l'Eurocode 2.

4.51 Préambule

Une insuffisance d'armatures d'effort tranchant peut être compensée par du composite. Le composite se comporte comme une armature externe complémentaire aux étriers existants en acier, pour « recoudre » une fissure potentielle d'effort tranchant.

Le cas envisageable est le suivant :

- Si la poutre se trouve sous une dalle, le composite LANKOSTRUCTURE CARBOGRID est collé sur les deux faces latérales en passant sous la poutre. Il reste une contrainte d'ancrage aux extrémités supérieures des bandes proches de la dalle. Il convient de tenir compte d'une longueur d'ancrage l_{anc} sur laquelle le composite n'est pas efficace.

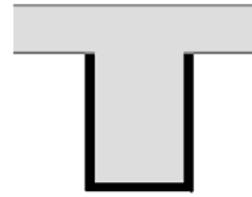
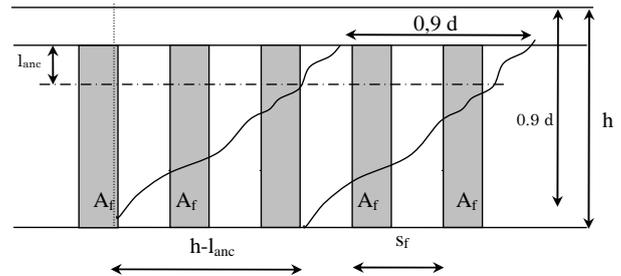


Figure 1 : Possibilité d'entourer partiellement la section d'une poutre avec une armature complémentaire en composite vis-à-vis de l'effort tranchant

Les poutres soumises à des efforts tranchants sont justifiées vis-à-vis de l'état limite ultime (ELU) pour une fissure d'effort tranchant inclinée à 45°, qui est le cas le plus défavorable. Il s'agit de déterminer la répartition des bandes de composite sur les faces latérales : leur largeur b_f et leur espacement s_f .



$b_f = h - \text{épaisseur table}$

Figure 2 : Renforcement à l'effort tranchant pour une fissure inclinée à 45° dans une poutre en T

4.52 Caractéristiques des matériaux

4.521 Béton

La loi de comportement considérée pour le béton est donnée dans l'Eurocode 2, Partie 1-1, §3.1.

4.522 Acier

La loi de comportement considérée pour les aciers passifs est donnée dans l'Eurocode 2, Partie 1-1, §3.2.

4.523 Composite

Les performances mécaniques du composite sont présentées dans l'Annexe 1 du DTED.

4.53 Actions et sollicitations

Les combinaisons d'actions à prendre en considération sont celles des Eurocodes 0 et 1.

4.54 Dimensionnement à l'ELU

Le renforcement par du LANKOSTRUCTURE CARBOGRID est envisageable sous réserve de vérifier la résistance des bielles de compression en béton suivant les prescriptions de l'Eurocode 2 [$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$]. De plus, il est nécessaire de bien pouvoir assurer concrètement l'accrochage des bandes de LANKOSTRUCTURE CARBOGRID et de vérifier que contrainte de cisaillement ultime à l'interface béton reste inférieure à la contrainte $\bar{\tau}_u$.

Les bandes peuvent être fermées (ceinturage de la poutre) ou ouvertes (en U).

A l'ELU, après fissuration et création du treillis, la résistance à l'effort tranchant de la section réparée ou renforcée V_{Rd} est le minimum des efforts que peuvent reprendre :

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} = \min\{V_{Rd,s} + V_{Rd,f}; V_{Rd,max}\}$$

- V_{Ed} : effort tranchant ultime à la section considérée
- V_{Rd} : effort tranchant résistant
- $V_{Rd,max}$: effort tranchant maximum pouvant être repris par la section avant écrasement des bielles de compression (§6.2.3 (3) de l'EC2).
- $V_{Rd,s}$: Contribution des armatures passives :

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{S} z \frac{f_{ywd}}{\gamma_s} (\cot\theta + \cot\alpha) \sin\alpha$$

- $V_{Rd,f}$: Contribution du renfort LANKOSTRUCTURE CARBOGRID :

$$V_{Rd,f} = \alpha_v \frac{A_f f_{fud} \min[0,9d; (h_f - l_{anc,v_u})]}{s_f} \cdot \frac{\sin(\beta + \theta)}{\sin \theta}$$

- α_v : coefficient minorant la contrainte de traction. S'il n'est pas possible d'ancrer le composite sur le composite ne peut pas être égale à f_{fud} . Du choix de la valeur de $l_{anc,v_u} \leq l_{anc,d}$, va dépendre la valeur du coefficient α_v minorant la contrainte de traction dans le composite transversal à $\alpha_v f_{fud}$ avec $\alpha_v = \frac{l_{anc,v_u}}{l_{anc,d}}$ ($0 \leq \alpha_v \leq 1$)

L'usage de bandes ceinturant la poutre est limité à des bandes perpendiculaires à l'axe longitudinal de la poutre ($=90^\circ$).

4.541 Vérification de l'effort de traction induit dans les armatures longitudinales

Il convient également d'évaluer l'effort de traction supplémentaire induit dans les armatures longitudinales par l'effort tranchant $\Delta F_{td,v}$ (EC2 6.2.3 (7))

$$\Delta F_{td,v} = 0,5V_{Ed}(\cot \theta - \cot \alpha)$$

Cet effort doit être cumulé avec les efforts de torsion conformément à l'Eurocode 2 (§6.3).

Plus l'angle d'inclinaison des fissures sera faible, plus l'effort longitudinal induit sera important. Cet aspect doit donc être pris en compte lors de la détermination de l'angle d'inclinaison des fissures.

4.542 Vérification du taux de travail du béton

Le taux de cisaillement du béton doit être vérifié notamment à l'interface de la table de compression dans le cas des poutres en T. Le but étant de ne pas créer de zone fragile dans la zone d'ancrage du composite

4.55 Dimensionnement à l'ELS

Pour toutes les structures en béton, l'article 7.3.3 (5) de Eurocode 2-1-1 précise que dans le cas où :

- les dispositions constructives à la section 9 sont respectées
- les quantités d'aciers sont suffisantes vis-à-vis de l'ELU,

, on peut considérer que la fissuration due aux sollicitations tangentes est maîtrisée.

Pour les bâtiments, la question de la maîtrise de la fissuration est à apprécier au cas par cas en fonction des particularités de la structure.

4.56 Dispositions constructives

La position des fissures n'est pas connue a priori. Pour qu'aucune fissure potentielle ne puisse apparaître entre, les bandes de renforcement composite sans être reprise, la condition sur l'espacement des bandes LANKOSTRUCTURE CARBOGRID est :

$$s_f < (h_f - l_{anc})$$

5. Fabrication – Contrôles

5.1 32 CARBOGRID TRM

Les contrôles sont réalisés à chaque campagne de fabrication, à savoir tous les 1000 m² environ.

Nom de la grille	32 LANKOSTRUCTURE CARBOGRID TRM		Tolérance	Norme
Masse surfacique (g/m ²)	340		5%	EN 12127:1997
Poids écri (g/m ²)	227		5%	EN 12127:1997
Fils	12 K TORAY	12 K TORAY		
Nbre de fils (/10 cm)	T 700 SC	T 700 SC	0,50%	EN 1049-2:1999
Fils	EC9-34 tex Z 28			
Nbre de fils (/10 cm)	26			
Fils		EC9-68 tex Z 28		
Nbre de fils (/10 cm)		13		
Résistance à la traction (N/5 cm)				ISO 4606:1995
Etat initial	> 9500	> 9500		

Elongation à la rupture (%)	3,5	3,5	
Type d'apprêt	Acrylique		
Epaisseur (mm)	0,8		
Armure	Pas de gaz + toile		
Dimensions standard (m x cm)	50	100	DIN 61101-1 + DIN ISO 9354

Ces contrôles sont réalisés au sein du site de fabrication qui dispose d'un laboratoire certifié TUV.

PAREXGROUP s'engage à fournir les résultats des contrôles effectués à l'issu des productions, selon la fréquence et les critères de contrôles définis. Il s'agira d'un audit documentaire dont les éléments seront issus directement des laboratoires d'essai sur site de production.

La synthèse de ces contrôles doit être transmise une fois par an au CSTB.

Au sens de la loi Française, PAREXGROUP SA titulaire du procédé, qu'il commercialise de manière exclusive est considéré comme étant le fabricant. A ce titre il fait effectuer les contrôles qualité selon un plan établi conjointement avec son sous-traitant.

5.2 52 CARBOGRID Colle

Les contrôles sont réalisés à chaque campagne de fabrication qui est d'environ 7 tonnes (2 lots de fabrication) dans le laboratoire de PAREX GROUP situé sur le site de production.

PAREXGROUP dispose de laboratoires de contrôle sur chacun de ses sites de production et les caractéristiques des produits fabriqués sont contrôlés de manière systématique à chaque campagne sur la base de critères d'évaluation propres à chaque type de produit fabriqué.

Dans le cas de 52 CARBOGRID Mortier colle, le temps de prise et la valeur des résistances mécaniques à différentes échéances sont contrôlés.

PAREXGROUP est audité dans le cadre du marquage CE et de la conformité aux normes NF EN 1504-3 et 6 pour le site producteur (37 Paviers).

6. Travaux préparatoires

6.1 Généralités

Le bon fonctionnement d'une réparation ou d'un renforcement par le procédé LANKOSTRUCTURE CARBOGRID exige un support de bonne qualité. Les caractéristiques indiquées ci-après sont considérées comme minimales :

- Cohésion superficielle après préparation du support : $\geq 1,5$ MPa (essai de traction directe)
- Support humidifié à refus la veille de l'intervention (au moment de la préparation des supports) et ré-humidifié au moment de l'application du système LANKOSTRUCTURE CARBOGRID.

Les supports seront âgés de 28 jours au minimum au moment de l'application du système LANKOSTRUCTURE CARBOGRID.

Le maître d'œuvre prendra soin de faire procéder aux tests nécessaires afin de déterminer l'état des ouvrages et la pertinence de la solution de réparation proposée (diagnostic réalisé par un organisme agréé).

La réparation des dégradations superficielles du béton doit être traitée en se référant à la norme NF P 95-101 et NF EN 1504-3

6.2 Préparation du support

La préparation a pour objet d'éliminer toute trace superficielle d'huile, de graisse, de laitance, de produit de décoffrage et autres souillures, de toute partie hétérogène ou ne permettant pas de garantir une cohésion superficielle du support minimale de 1,5 MPa.

Les supports contaminés par la pénétration de chlorures, sulfates, graisses, etc., sont exclus.

La préparation du support peut être réalisée par sablage, grenailage, décapage au marteau à aiguilles, ponçage au disque diamanté,...

Il appartient à l'entreprise de déterminer le moyen le plus adapté pour éliminer les éléments polluants ou pouvant nuire à l'adhérence du système (cohésion de surface du support $\geq 1,5$ MPa).

Pour le procédé LANKOSTRUCTURE CARBOGRID, les arêtes vives doivent être arrondies, jusqu'à un rayon d'au moins 20 mm, par exemple par ponçage au disque diamanté.

Dans tous les cas, le support après préparation doit être soigneusement dépolvé par aspiration (matériel professionnel).

6.3 Planéité du support

- Après préparation, la tolérance de planéité du support sera de 10 mm sous la règle de 2 m.
- Les balèvres de coffrage et saillies ne doivent pas excéder 0,5 mm
- Si ces conditions ne sont pas vérifiées, il faut procéder à des ragréages ponctuels à l'aide du mortier 777 LANKOIMPER SURFAÇAGE ou 731 LANKOREP STRUCTURE (cas de fortes épaisseurs).

6.4 Réception du support

Après préparation du support, il doit être procédé à sa réception.

Elle doit comporter :

- Le contrôle de la planéité,
- La mesure de la cohésion superficielle par des essais de traction directe,
- Le relevé des fissures éventuelles.

6.5 Dispositions correctives

Elles comprennent notamment :

- Les reprises de la planéité par ragréage avec 777 LANKOIMPER SURFAÇAGE pour rentrer dans les tolérances définies au paragraphe 6.3
- L'injection des fissures d'ouverture supérieure à 0,3 mm avec 737 LANKOREP FISSURE afin de recréer le monolithisme des éléments de structure et d'éviter toute discontinuité de la surface de collage.

7. Mise en œuvre

7.1 Préparation des armatures 32 CARBOGRID TRM

Découper la grille aux dimensions définies par le Bureau d'Etudes, à l'aide de ciseaux adaptés.

La vérification de la géométrie et des dimensions du renfort ainsi préparé doit être effectuée avant sa mise en place.

Lorsque les renforts sont découpés et vérifiés selon le schéma ci-dessus, ils sont stockés dans un endroit propre sec, à l'abri de toute pollution ultérieure.

Il est impératif de ne pas plier les renforts prédécoupés afin de ne pas provoquer le cisaillement de la fibre de la grille. L'enroulement des renforts sera effectué sur mandrin.

7.2 Préparation 52 CARBOGRID Colle

Le gâchage de chaque sac de mortier 52 CARBOGRID Colle sera effectué à l'eau propre.

La quantité d'eau par sac de 25 kg de mortier 52 CARBOGRID Colle est définie à 4 litres.

Verser la quantité d'eau définie dans un seau, puis ajouter progressivement la poudre en malaxant à l'aide d'un malaxeur électrique.

Le mélange sera maintenu jusqu'à obtention d'une pâte onctueuse de consistance plastique d'aspect uniforme.

Avant utilisation du mortier, un temps de repos de 2 à 3 minutes sera ménagé.

Un ré-malaxage quelques instants avant son application sur le support est nécessaire.

Lors de la mise en œuvre, la température ambiante devra être comprise entre +5 et + 35°C.

7.3 Pose du système LANKOSTRUCTURE CARBOGRID

Le support béton aura été au préalable nettoyé de manière à éliminer toute trace de saleté de quelque nature que ce soit.

Les défauts de planimétrie et éventuels bullages auront été « rattrapés » à l'aide de 777 LANKOIMPER SURFAÇAGE ou selon les cas de 731 LANKOREP STRUCTURE.

Le support aura été au préalable humidifié à refus la veille du jour où la mise en œuvre du procédé de renforcement LANKOSTRUCTURE CARBOGRID a lieu.

Une humidification du support est à renouveler le jour de l'application du système.

L'application du mortier est faite manuellement à l'aide d'une lisseuse en serrant fortement le mortier sur le support au préalable préparé et humidifié.

Aussitôt la couche de mortier appliquée et serrée au support, passer une lisseuse crantée afin de structurer la surface de cette couche de mortier (création de sillons longitudinaux).

Une mise en œuvre par projection du mortier est une alternative tout aussi efficace, dans ce cas de figure, le serrage sera effectué à l'aide de la lisseuse crantée à l'identique de la mise en œuvre manuelle.

Sur cette couche de mortier structurée (sillons réalisés avec la lisseuse crantée dont les dents sont de format 6X6), positionner la grille de renfort selon le plan de calepinage défini par le bureau d'étude.

Plaquer la grille de renfort sur le mortier, maroufler soigneusement cette grille afin de faire percoler le mortier au travers de cette grille.

Lorsque la grille est intégrée dans le mortier, une couche de recouvrement de mortier sera appliquée.

Le lissage de la couche de finition doit être réalisé lorsque le mortier est encore frais.

Il est important de noter que chaque strate de renfort, composée d'une grille et de deux couches successives de mortier est d'une épaisseur d'environ 3 mm (cf. Tableau A1-1 Annexe 1).

8. Finition – Protection,

8.1 Finition revêtement associés

Les revêtements associés au système LANKOSTRUCTURE CARBOGRID peuvent être les suivants :

- Un mortier de finition et/ou de protection à base de ciment ou de mortiers à base de liants mixte (LHM).
- Si nécessaire, nettoyer la surface du mortier appliqué en couche de finition sur le renfort, prendre soin d'humidifier le système. Appliquer directement sur le support ainsi préparé la finition à base de ciment souhaitée.

8.2 Protection au feu

La structure renforcée doit être justifiée selon la norme NF EN 1992-1-2 et son AN en faisant un calcul à l'E.L.U. en considérant les charges sans coefficient de pondération (combinaisons accidentelles) et en prenant en compte uniquement les aciers existants.

9. Contrôle à la mise en œuvre

9.1 Contrôle du support

Dès le début des travaux et tout au long du chantier, l'entreprise complète et tient à jour des fiches d'autocontrôle. Ces fiches reprennent l'ensemble des résultats des contrôles décrits ci-après.

Elles doivent pouvoir être présentées à la demande du Maître d'œuvre. Un exemple de fiche d'autocontrôle figure en fin du présent document.

9.2 Contrôle de la cohésion superficielle

Après préparation du support, procéder à une série d'essais de traction directe sur le support afin d'apprécier sa cohésion superficielle et de valider la méthode de préparation utilisée (voir paragraphe 6.2.)

Les valeurs mesurées au dynamomètre de traction directe devront être au moins égales à celles prises en compte dans les calculs. Dans le cas contraire, l'entreprise doit informer immédiatement le Maître d'œuvre des valeurs mesurées.

9.3 Contrôle de la planéité

Le support, sans décrochement ou saillie supérieure à 0,5 mm, doit respecter la condition de planimétrie suivante : 10 mm sous la règle de 2 m (voir paragraphe 6.3)

9.4 Relevé des fissures

Voir paragraphe 6.5

9.5 Contrôle des produits

Relever les numéros de lots des produits utilisés dans les systèmes LANKOSTRUCTURE CARBOGRID (imprimé sur les sacs de mortiers 52 CARBOGRID Colle et sur l'étiquette apposée sur le rouleau de 32 CARBOGRID TRM).

9.6 Contrôles lors des travaux

Noter les dates et heures de la mise en place des 32 CARBOGRID TRM et 52 CARBOGRID Colle.

- Relever simultanément la température ambiante, la température du support.

9.7 Contrôles finaux

- Vérifier que le collage est continu sur toute la surface des éléments renforcés.

Cette vérification est effectuée par sondage sonore du support après un délai de 24 heures minimum après mise en place du système, ou par le biais de thermographie infra rouge (gradient thermique au niveau de la zone défectueuse).

- Si la surface renforcée présente des défauts, une réfection du renfort est à envisager.

10. Assistance technique

La Société PAREXGROUP S.A. assure l'information et l'aide aux entreprises qui en font la demande pour le démarrage d'un chantier afin de préciser les dispositions spécifiques de mise en œuvre du produit (ou procédé). Cette assistance ne peut être assimilée ni à la conception de l'ouvrage, ni à la réception des supports, ni à un contrôle des règles de mise en œuvre, ces dernières étant décrites dans le présent document, il appartient à l'entreprise applicatrice de les respecter.

En ce qui concerne spécifiquement le procédé par le présent AT, une formation est délivrée sans laquelle une entreprise ne peut approvisionner les produits concernés par les systèmes de renforcement.

Par ailleurs, les entreprises formées s'engagent (signature d'une charte bi latérale) à respecter les règles de mise en œuvre décrites dans le présent document.

PAREXGROUP attache une grande importance au fait que le dimensionnement des renforts soient réalisés par une structure habilitée et compétente (Bureau d'étude structure).

2. La Chapelle Faucher, réservoir d'eau potable au sol, bureau d'études, EAU et STRUCTURE rue Edmond Michelet 24 THIVIERS. Entreprise ayant réalisé les travaux VIGIER TECNI COMPOSITES, rue Edmond Michelet 24 THIVIERS. Maitre d'ouvrage SIAEP local.
3. STEP de SOUESMES (45), renforcement de bassins d'usine de traitement des eaux usées, bureau d'études AXIOME Ingénierie DOURDAN (28). Entreprise ayant réalisé les travaux SEGEC 70 Avenue Aristide BRIAND 36400 LA CHÂTRE. Maitre d'ouvrage mortier collectivité de Souesmes SIAEP.
4. Logement d'habitation individuel situé sur la ville du Havre dont le maitre d'ouvrage est « HABITAT 76 » 17 Rue Malherbe, 76040 ROUEN. L'opération a consisté à renforcer la dalle « haut de rez de chaussée » de logements HLM (pavillons), le bureau d'études a été celui d'EIFFAGE CONSTRUCTION HAUTE NORMANDIE, 6 rue Jean Rostand 76142 LE PETIT QUEVILLY La maîtrise d'œuvre a été réalisée par E.AMANTEA ARCHITECTES 61-63 Rue Réaumur 75002 PARIS.

B. Résultats expérimentaux

1. Comportement en traction uni-axiale quasi-statique du composite LANLOSTRUCTURE TRM (ENISE)
2. Evaluation de la longueur critique d'ancrage LANKOSTRUCTURE TRM (ENISE)
3. Caractérisation de la fissuration dans le composite LANKOSTRUCTURE TRM (ENISE)
4. Stabilité en température du composite LANKOSTRUCTURE TRM (ENISE)
5. Etude exploratoire en fatigue du composite LANKOSTRUCTURE TRM (ENISE)
6. Evaluation de la cohésion superficielle du composite LANKOSTRUCTURE TRM sur support béton (ENISE)
7. Résultats expérimentaux sur poutres en flexion (moment fléchissant) renforcées par matériau composite LANKOSTRUCTURE TRM (ENISE)
8. Résultats expérimentaux sur des poutres en béton armé vis-à-vis de l'effort tranchant par matériau composite LANKOSTRUCTURE TRM (ENISE)
9. Etude portant sur le vieillissement du système LANKOSTRUCTURE CARBOGRID (ENISE)

C. Références

C.1 Données environnementales

Le procédé « LANKOSTRUCTURE CARBOGRID » ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

C.2 Liste de références chantiers

Depuis sa commercialisation à partir de février 2016, le système a été utilisé sur plusieurs chantiers dont voici la liste (non exhaustive) :

1. La Trinité Porhœt, réservoir d'eau potable sur tour, bureau d'étude, Cabinet BOURGOIS, Agence de Vannes, rue Alain GERBAULT ZI du Prat 56037 VANNES Cedex. Entreprise ayant réalisé les travaux, Réhabilitation Ouest Etanchéité (ROE), « La Croûte », 50530 CHAMPCEY. Maitre d'ouvrage SIAEP local.

Annexe 1 : Caractéristiques des composites LANKOSTRUCTURE CARBOGRID

Caractéristiques géométriques du composite LANKOSTRUCTURE CARBOGRID

Tableau A1-1 : Epaisseur du composite LANKOSTRUCTURE CARBOGRID

Référence du renfort	Nombre de couche (grille)	Epaisseur du composite	Epaisseur de calcul du composite
LANKOSTRUCTURE CARBOGRID	1	3 mm +/- 0,3 mm	3 mm

Caractéristiques mécaniques du composite LANKOSTRUCTURE CARBOGRID à l'ELU

Tableau A1-2 : Résistance à la traction ELU

Propriété	Valeur
Résistance caractéristique en traction du composite $f_{f,u,k}$	25,64 MPa
Résistance de calcul en traction du composite $f_{f,u,d}$	11,9 MPa
Allongement de calcul à la rupture ε_{fud}	0,27 %
Contrainte ultime équivalente dans les fibres $\sigma_{f_f,u,d}$	595 MPa

Caractéristiques mécaniques du composite LANKOSTRUCTURE CARBOGRID à l'ELS

Tableau A1-3 : Résistance à la traction ELS

Propriété	Valeur
Résistance caractéristique limite élastique en traction du composite $f_{f,e,k}$ ($\varepsilon_{ELS} = 0,01\%$)	6,1 MPa
Résistance de calcul limite en traction du composite $f_{f,e,d}$ ($\varepsilon_{ELS} = 0,01\%$)	2,0 MPa
Résistance caractéristique limite en traction du composite $f_{f,k}$ ($\varepsilon_{ELS} = 0,19\%$)	10,0 MPa
Résistance de calcul limite en traction du composite $f_{f,d}$ ($\varepsilon_{ELS} = 0,19\%$)	3,25 MPa
Module Elastique E_f pour $0 < \varepsilon_f < 0,01\%$	52 000 MPa
Module Elastique E_f pour $0,01 \% < \varepsilon_f < 0,19 \%$	2 200 MPa

Annexe 2 : LOGIGRAMME DE DIMENSIONNEMENT DU LANKOSTRUCTURE CARBOGRID

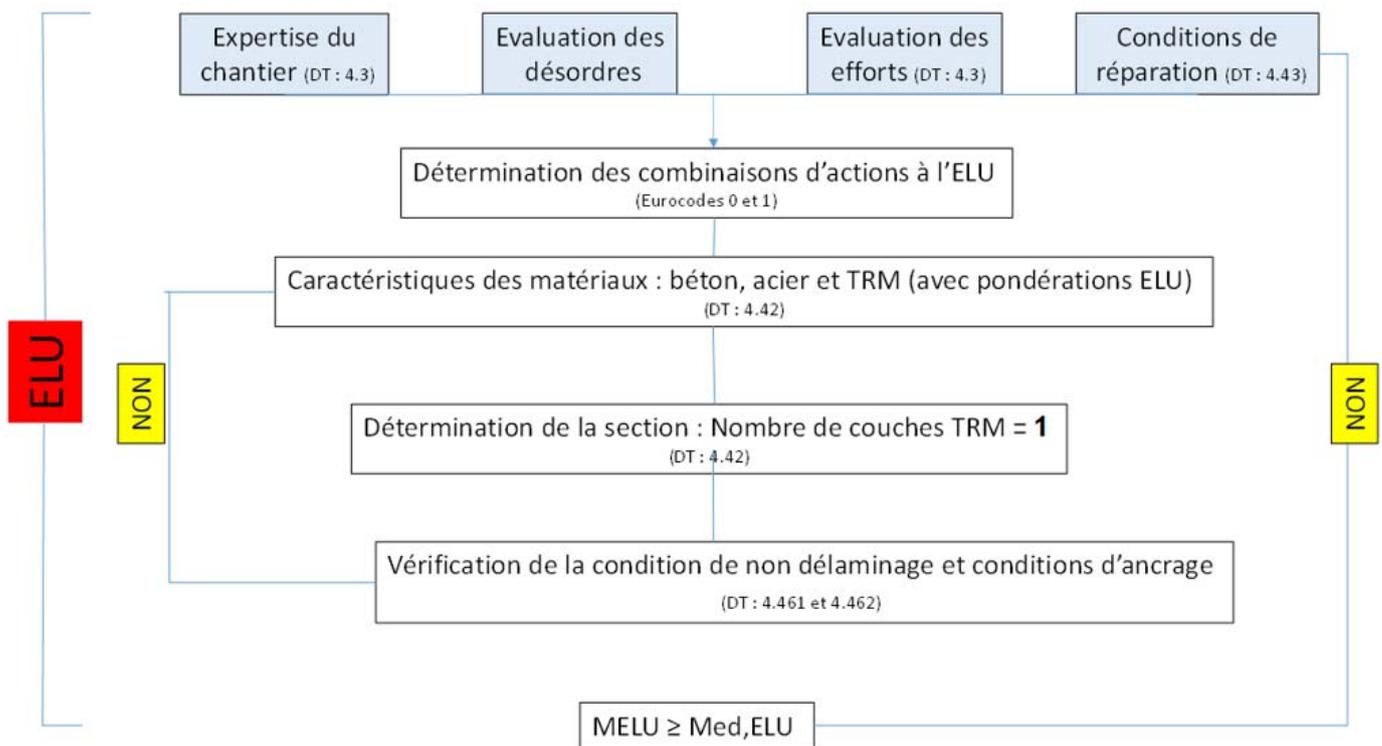


Figure 5 : Logigramme de dimensionnement à l'ELU

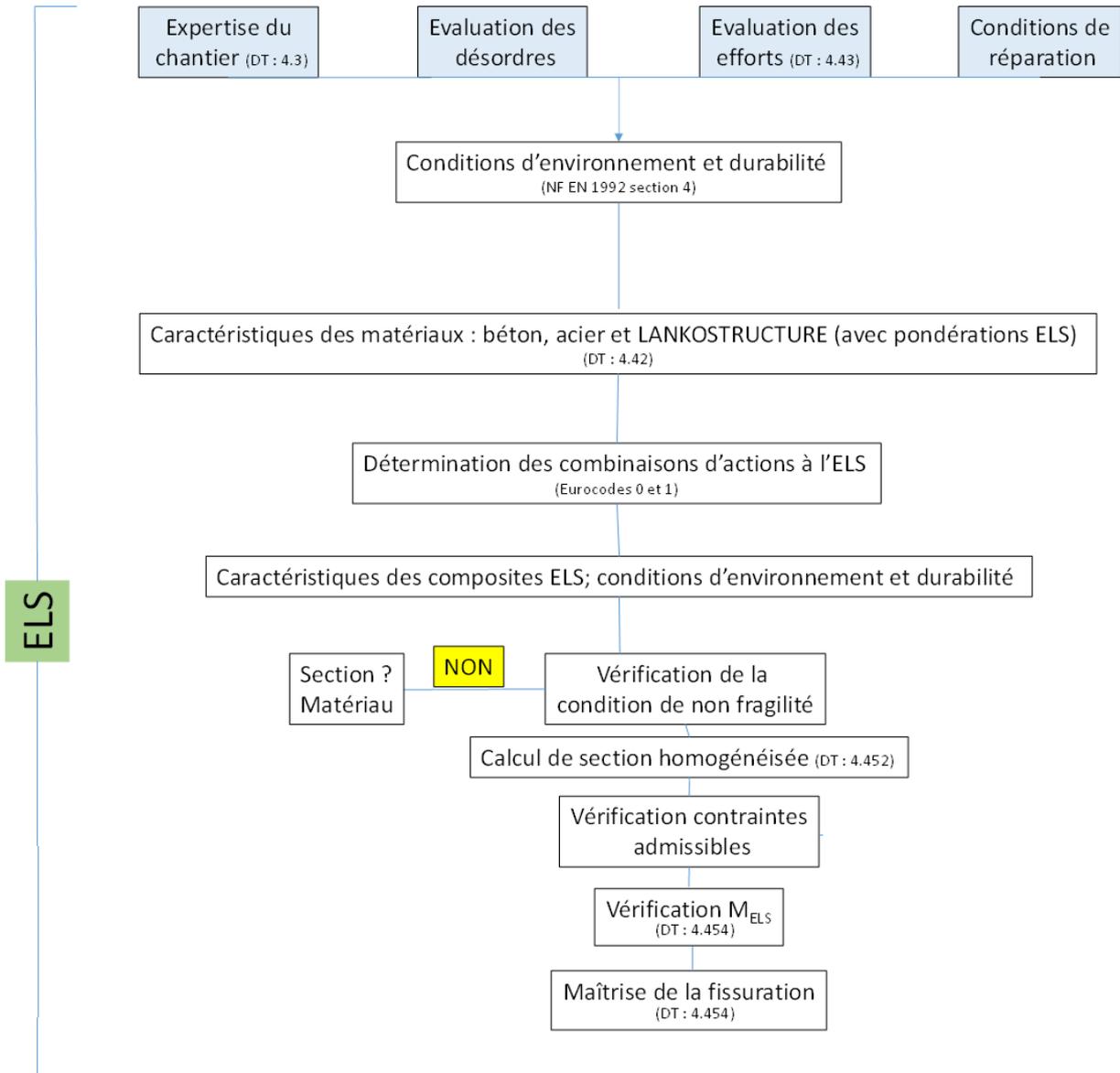


Figure 6 : Logigramme de dimensionnement à l'ELS

Annexe 3 : FICHE D'AUTOCONTRÔLE DE CHANTIER

Entreprise : Date :

Référence chantier :

.....
.....

Type de structure à renforcer :

.....
.....

Localisation de l'application (référence, plan, étage,...)

.....
.....
.....
.....
.....

Nom de la personne effectuant le relevé :

.....
.....

PREPARATION DU SUPPORT Date :

Méthode de préparation utilisée :

.....
.

Respect de la planéité requise : Oui Non

Mesure de la cohésion superficielle :

.....
.....

Localisation

..... :

Valeurs

en

MPa :

.....

Présence de fissures : Oui Non

Si oui, localisation :

PRODUITS

- **737 LANKOREP FISSURES** N° de lot :

.....

- **720 LANKOREP EPOXY** N° de lot :

.....

- **52 CARBOGRID Mortier colle** N° de lot

.....

- **32 CARBOGRID TRM** N° de lot :

.....

VERIFICATION A LA MISE EN ŒUVRE

CONDITIONS CLIMATIQUES (variations extrêmes pour la journée)

Mesure simultanée des 3 critères suivants :

• Température ambiante :

.....
.....

• Taux d'humidité relative :

.....
.....

• Température du support :

.....
.....

VERIFICATIONS APRES MISE EN OEUVRE

Vérification visuelle du collage : Oui Non

Détection de la présence de vide : Oui Non

Si oui, localisation :

.....

REMARQUES EVENTUELLES

.....
.....
.....
.....
.....



Sika FRCM Systems

System properties and design values

28/02/2022 / 1.1 / SIKA SERVICES AG / ANTONINO MONTALBANO

TEMPLATE FOR LOCAL ADAPTION

TABLE OF CONTENTS

1	SCOPE	3
2	INTRODUCTION	3
2.1	Definition	3
2.2	Design Guidelines	3
3	SIKA® CARBODUR® GRID C SYSTEM	5
3.1	System Components	5
3.2	System Description	5
3.3	Technical Data	5
3.4	Mechanical and Design Values	6
4	SIKA MONOTOP®-722 MUR + SIKAWARP®-340 G GRID AR	7
4.1	System Components	7
4.2	System Description	7
4.3	Technical Data	7
4.4	Mechanical and Design Values	8
5	LEGAL NOTE	9

1 SCOPE

This document describes the FRCM systems (*Fibre-Reinforced Cementitious Matrix/Mortar*) available in Sika product range, defining the system components, the suitable substrates and the design values to be used for the calculation.

2 INTRODUCTION

2.1 DEFINITION

FRCM systems are obtained by using reinforcement grids made of aramid, basalt, carbon, PBO and glass bundles/yarns or by using unidirectional high-strength steel cords.

Grids and strands are combined with inorganic matrices, made for example with lime or cement-based binders, with the possible addition of additives. In the case of organic additives, it is recommended that the organic component does not exceed 10% by weight of the inorganic binder.

FRCM strengthening systems, in the case of a single-ply fabric application, have a thickness ranging between 5 and 15 mm, excluding the levelling of the substrate. In the case of multiple plies, thickness increases, but it is usually not greater than 30 mm. The spacing between the yarns does not usually exceed 2 times the thickness of the mortar and in any case it cannot be greater than 30 mm.

The high strength-to-weight ratio of FRCM systems makes it possible to enhance the mechanical performance of the strengthened structural element, essentially being able to withstand the tensile stresses without increasing its mass or significantly changing its stiffness.

In general, FRCM reinforcements demonstrate good chemical-physical compatibility with masonry and concrete substrates and a certain degree of vapour permeability; moreover, they can be prepared and applied in a simple way by using basically traditional procedures, even on wet surfaces. Due to their mechanical properties, FRCM reinforcements are specifically indicated for applications requiring limited deformations, as typically occurs for strengthening of masonry.

2.2 DESIGN GUIDELINES

The FRCM composites are nowadays used in structural rehabilitation interventions, more and more frequently, instead of classic FRP fibre reinforced composites (Fibre Reinforced Polymer), made with long glass, carbon or aramid fibres immersed in polymeric matrices (such as epoxy resins).

In international literature the first are sometimes called TRC (Textile Reinforced Concrete), TRM (Textile Reinforced Mortars), FRM (Fabric Reinforced Mortar) or even IMG (Inorganic Matrix-Grid Composites).

FRCM composites are the result of coupling nets, made with the same fibres mentioned above, with an inorganic matrix based on lime or cement mortar. Some competitors use alternative fibres such as basalt, PBO (Polyparaphenylene benzobisoxazole) and steel.

The inorganic matrix has some advantages over the organic FRP matrix, especially for applications to masonry structures, given its greater affinity with this type of substrate.

Some guidelines are available in the international field for the qualification of FRCMs and for the design of structural strengthening of structures, carried out with such materials. The US acceptance criteria (ACI 434 - *Acceptance Criteria for Masonry and Concrete Strengthening Using Fiber-Reinforced Cementitious Matrix (FRCM) Composite Systems*, issued by ICC Evaluation Service, 2018) and the design guidelines (RILEM TC 250-CSM & ACI 549 - *Guide to Design and Construction of Externally Bonded Fabric-Reinforced Cementitious Matrix (FRCM) and Steel Reinforced Grout (SRG) Systems for Repair and Strengthening Masonry Structures, pending approval*) can be mentioned.

The only Eurocode based available and approved guideline is the Italian [CNR-DT 215/2018](#) (*“Guide for the Design and Construction of Externally Bonded Fibre Reinforced Inorganic Matrix Systems for Strengthening Existing Structures”*).

The purpose of this guideline is to provide, within the framework of the Italian regulations (and of the Eurocode), a document for the design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening existing structures.

In the guideline is possible to find the equations to design FRCM reinforcement of masonry structures and RC structures.

3 SIKA® CARBODUR® GRID C SYSTEM

This FRCM system is mainly intended for the application and the strengthening of concrete structures.

It can be used for flexural or shear strengthening of RC beams and for the confinement of RC columns.

It can also be used for the strengthening of buried structures, concrete pipes, cooling towers and in all the situations where it's difficult or not possible to apply a classic FRP system (i.e. green concrete substrates, permanent humid or wet environment, high service temperatures)

3.1 SYSTEM COMPONENTS

Grid		Matrix
Sika® CarboDur®-300 Grid	+	Sika MonoTop®-3200 Grid

Conventional substrate:

CONCRETE

3.2 SYSTEM DESCRIPTION

Grid:

Product name	Fibre orientation	Type of fibre	Weight [g/m ²]
Sika® CarboDur®-300 Grid	<i>Bidirectional</i>	High strength bi-directional, non-woven balanced carbon fibre grid, embedded in a special coating	Total: 340 Fibre: 226

Mortar:

Product name	Description
Sika MonoTop®-3200 Grid	Sika MonoTop®-3200 Grid is a 1-part, cementitious, low shrinkage, surfacing / finishing mortar. It is designed to be used in combination with the Sika® CarboDur®-300 Grid as part of the Sika® CarboDur® Grid system which provides an efficient strengthening system for concrete structure

3.3 TECHNICAL DATA

Characteristic	Values	U.M.	Test method /Standard
Nominal thickness of the system	4-8	[mm]	
Total Weight of the grid	340 ± 10	[g/m ²]	
Total weight of fibres in Weft direction			
Carbon Fibres	104 ± 5	[g/m ²]	
Glass Fibres	9 ± 2	[g/m ²]	
Total weight of fibres in Warp direction			
Carbon Fibres	104 ± 5	[g/m ²]	

Glass Fibres	9 ± 2	[g/m ²]	
Equivalent thickness of the grid in Weft Direction	0.057	[mm]	CNR-DT 215 (§ 2)
Equivalent thickness of the grid in Warp Direction	0.057	[mm]	CNR-DT 215 (§ 2)
Density of carbon Fibre	1.80 ± 2	[g/cm ³]	
Percentage of organic compounds in the matrix	< 10	%	
Reaction to fire of the mortar	Euroclass A1		UNI EN 13501-1
CE marking of the mortar	Class R3		EN 1504-3

3.4 MECHANICAL AND DESIGN VALUES

Characteristic	Concrete substrate	U.M.	Test method /Standard
$\sigma_{lim,conv}$ (Conventional stress limit)	2730	[MPa]	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.2)
$\sigma_{lim,conv,ck}$ (Conventional stress limit, char.)	2270	[MPa]	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.2)
$\epsilon_{lim,conv}$ (Conventional strain limit)	1.20	%	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1)
$\epsilon_{lim,conv,ck}$ (Conventional strain limit, char.)	1.00	%	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1)
E_1 (Young's Modulus of elasticity of uncracked FRCM)	2 987 000	[MPa]	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1.2)
σ_u (Ultimate tensile stress of FRCM, referred to fibres)	3680	[MPa]	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1.2)
$\sigma_{u,ck}$ (Ultimate tensile stress of FRCM, characteristic)	3490	[MPa]	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1.2)
ϵ_u (Ultimate tensile strain of FRCM)	1.70	%	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1.2)
σ_{uf} (Ultimate tensile stress of dry fibres)	3480	[MPa]	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1.1)
$\sigma_{uf,ck}$ (Ultimate tensile stress of dry fibres, char.)	3020	[MPa]	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1.1)
E_f (Young's modulus of elasticity of dry fibre)	223 000	[MPa]	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1.1)
ϵ_{uf} (Ultimate tensile strain of dry fibres)	1.55	%	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1.1)
$f_{c,mat}$ (Compressive strength of the matrix)	~30	[MPa]	EN 12190

NOTE: Characteristic values (with the subscript "ck") represents the fractile 5% and they are obtained subtracting two times the standard deviation from the mean value of the tests performed. All the values without the subscript "ck" are mean values. All the data refer to weft direction. For any additional information, refer to the relevant Product Data Sheet.

4 SIKA MONOTOP®-722 MUR + SIKAWARP®-340 G GRID AR

This FRCM system is mainly intended for the application and the strengthening of masonry structures.

It can be used for shear and flexural strengthening of masonry walls and for the confinement of masonry columns.

It can also be used for the strengthening of bricks, tuff or natural stone vaults, seismic retrofitting of masonry structures, etc.

4.1 SYSTEM COMPONENTS

Grid		Matrix
SikaWrap®-340 G Grid AR	+	Sika MonoTop®-722 Mur

Conventional substrates:

BRICKS, TUFF, NATURAL STONES

4.2 SYSTEM DESCRIPTION

Grid:

Product name	Fibre orientation	Type of fibre	Weight [g/m ²]
SikaWrap®-340 G Grid AR	<i>Bidirectional</i>	High strength bi-directional, non-balanced AR Glass fibre grid, embedded in a SBR-Latex coating	Total: 335 Fibre: 281

Mortar:

Product name	Description
Sika MonoTop®-722 Mur	Sika MonoTop®-722 Mur is a ready to use, 1 component, fiber reinforced cementitious mortar with reactive pozzolanic components, selected aggregates and special additives. Sika MonoTop®-722 Mur in combination with SikaWrap®-340 G Grid AR are the components of an efficient FRCM System for the strengthening of masonry structures.

4.3 TECHNICAL DATA

Characteristic	Values	U.M.	Test method /Standard
Nominal thickness of the system	10	[mm]	
Total Weight of the grid	335 ± 10	[g/m ²]	
Total weight of fibres in Weft direction	156 ± 5	[g/m ²]	
Total weight of fibres in Warp direction	125 ± 5	[g/m ²]	
Equivalent thickness of the grid in Weft Direction	0,063	[mm]	CNR-DT 215 (§ 2)
Equivalent thickness of the grid in Warp Direction	0,051	[mm]	CNR-DT 215 (§ 2)
Density of glass Fibre	2,463	[g/cm ³]	

Percentage of organic compounds in the matrix	< 10	%	
Reaction to fire of the mortar	Euroclasse A2		UNI EN 13501-1
Water vapour permeability	μ 15/35		EN 1745 table A.12
Service temperature range	-20°C / +100°C		CNR-DT 215 (§ 3.4.3)
CE marking of the mortar	Class R2 Class GP Class M20		EN 1504-3 EN998-1 EN 998-2

4.4 MECHANICAL AND DESIGN VALUES

Characteristic	Bricks substrate	Tuff substrate	Natural Stone substrate	U.M.	Test method /Standard
$\sigma_{lim,conv}$ (Conventional stress limit)	705	700	640	[MPa]	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.2)
$\sigma_{lim,conv,ck}$ (Conventional stress limit, char.)	630	570	560	[MPa]	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.2)
$\epsilon_{lim,conv}$ (Conventional strain limit)	1.35	1.35	1.20	%	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1)
$\epsilon_{lim,conv,ck}$ (Conventional strain limit, char.)	1.20	1.10	1.05	%	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1)
E_1 (Young's Modulus of elasticity of uncracked FRCM)	2 165 000			[MPa]	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1.2)
σ_u (Ultimate tensile stress of FRCM, referred to fibres)	810			[MPa]	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1.2)
$\sigma_{u,ck}$ (Ultimate tensile stress of FRCM, characteristic)	720			[MPa]	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1.2)
ϵ_u (Ultimate tensile strain of FRCM)	1.90			%	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1.2)
σ_{uf} (Ultimate tensile stress of dry fibres)	750			[MPa]	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1.1)
$\sigma_{uf,ck}$ (Ultimate tensile stress of dry fibres, char.)	660			[MPa]	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1.1)
E_f (Young's modulus of elasticity of dry fibre)	52 000			[MPa]	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1.1)
ϵ_{uf} (Ultimate tensile strain of dry fibres)	1.45			%	CNR-DT 215 (§§ 2.1-7.1.1)
$f_{c,mat}$ (Compressive strength of the matrix)	~22			[MPa]	EN 1015-11 EN 12190

NOTE: Characteristic values (with the subscript "ck") represents the fractile 5% and they are obtained subtracting two times the standard deviation from the mean value of the tests performed. All the values without the subscript "ck" are mean values. All the data refer to weft direction. For any additional information, refer to the relevant Product Data Sheet.

5 LEGAL NOTE

The information contained herein and any other advice are given in good faith based on Sika's current knowledge and experience of the products when properly stored, handled and applied under normal conditions in accordance with Sika's recommendations. The information only applies to the application(s) and product(s) expressly referred to herein and is based on laboratory tests which do not replace practical tests. In case of changes in the parameters of the application, such as changes in substrates etc., or in case of a different application, consult Sika's Technical Service prior to using Sika products. The information contained herein does not relieve the user of the products from testing them for the intended application and purpose. All orders are accepted subject to our current terms of sale and delivery. Users must always refer to the most recent issue of the local Product Data Sheet for the product concerned, copies of which will be supplied on request.

Sika Services AG
TM Refurbishment
Tueffenwies 16
8048 Zurich
Switzerland
www.sika.com

Version given by
Antonino Montalbano
Phone: +39 335 5212 918
Fax:
Mail:
montalbano.antonino@it.sika.com

Sika FRCM systems
System properties and design values
28.02.2022, VERSION 1.1
Document ID: 870 26 08

Language/Region/Translation template
e.g. template for local adaption