

**LIBRO: CSV. CONSERVACIÓN**

**TEMA: CAR. Carreteras**

**PARTE: 3. TRABAJOS DE CONSERVACIÓN PERIÓDICA**

**TÍTULO: 03. Puentes y Estructuras**

**CAPÍTULO: 002. Reparación de Grietas**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en los trabajos de reparación de grietas en los elementos de concreto reforzado de puentes y estructuras.

**B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

Es el conjunto de actividades necesarias para reparar las grietas mayores de cero coma tres (0,3) milímetros de anchura, que se presenten en los elementos estructurales de concreto reforzado de puentes y estructuras, con el propósito de prevenir la entrada de cuerpos extraños y del agua a dichos elementos, evitando así su degradación o deterioro.

**C. REFERENCIAS**

Son referencias de esta Norma, las Normas aplicables de la Parte 2. *Materiales para Estructuras*, del Libro CMT. *Características de los Materiales*.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
-------------------	-------------

Ejecución de Obras .....	N·LEG·3
--------------------------	---------

Ejecución de Proyectos de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras .....	N·PRY·CAR·10-03-001
Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación .....	N·CSV·CAR·2-05-011
Prácticas Ambientales durante la Conservación Periódica de las Obras .....	N·CSV·CAR·5-02-001
Criterios Estadísticos de Muestreo .....	M·CAL·1-02

#### **D. MATERIALES**

- D.1.** Los materiales que se utilicen en la reparación de grietas serán los que indique el proyecto o la Secretaría y cumplirán con lo establecido en las Normas aplicables de la Parte 2. *Materiales para Estructuras*, del Libro CMT. *Características de los Materiales*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.
- D.2.** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en la Fracción anterior, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista de Obra. Por ningún motivo se aceptarán materiales o sustancias agresivas que, a juicio de la Secretaría, pongan en peligro la integridad de los elementos de la estructura.
- D.3.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra corrija las deficiencias o remplace los materiales por otros adecuados, por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

#### **E. EQUIPO**

El equipo que se utilice para la reparación de grietas en puentes y estructuras, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto o señalada por la Secretaría, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación o el que indique la Secretaría, conforme al

programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que duren los trabajos y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra corrija las deficiencias, lo remplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

**E.1. EQUIPO AUXILIAR**

Andamios, pasarelas manuales o mecánicas, canastillas simples o montadas en camión, mamparas, tapiales perimetrales o cualquier otro dispositivo cuya versatilidad permita acercar y retirar el equipo, materiales y personal en las áreas de trabajo; garantizar la seguridad de los trabajadores y del público en general; preservar las condiciones ambientales y evitar la caída de materiales o herramientas al río.

**E.2. UNIDADES DE AGUA A PRESIÓN**

Provistas de boquillas capaces de producir una presión mínima de catorce (14) megapascales (143 kg/cm<sup>2</sup> aprox.).

**E.3. COMPRESORES DE AIRE**

Capaces de producir una presión mínima de seiscientos veinte (620) kilopascales (6 kg/cm<sup>2</sup> aprox.) provistos con los dispositivos necesarios para evitar la contaminación del aire con agua o aceite.

**E.4. MEZCLADORAS**

Con la capacidad y potencia suficiente para producir una mezcla homogénea, que cumpla con las características físicas y mecánicas requeridas.

**E.5. EQUIPO PARA INYECCIÓN**

Dispositivos de inyección, manuales o accionados por motores, eléctricos o neumáticos, simples o múltiples.

## **F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

**F.1.** El transporte y almacenamiento de todos los materiales y productos que se utilizarán para la reparación, así como de los residuos producto de la misma, son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas aplicables del Libro CMT. *Características de los Materiales* y considerando las recomendaciones del fabricante en el caso de productos comerciales. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

**F.2.** Cuando se utilicen epóxicos, se considerará que:

**F.2.1.** Deberán estar debidamente empacados en recipientes sellados y etiquetados con indicaciones de origen, número de lote del proveedor, descripción del componente, fecha de caducidad, peligrosidad del material y precauciones para su manejo.

**F.2.2.** Se almacenarán en lugares cubiertos, bien ventilados y de manera que se pueda garantizar que estarán perfectamente secos cuando se les mezcle.

**F.2.3.** Los recipientes permanecerán cerrados herméticamente hasta el momento de su utilización.

**F.3.** Los residuos producto de la reparación se cargarán y transportarán al banco de desperdicios que apruebe la Secretaría, en vehículos con cajas cerradas o protegidas con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen. Cuando sean depositados en un almacenamiento temporal, se tomarán las medidas necesarias para evitar la contaminación del entorno, trasladándolos al banco de desperdicios lo más pronto posible.

## **G. EJECUCIÓN**

### **G.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

Para la reparación de grietas, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

**G.2. PREPARACIÓN DE LOS MATERIALES DE SELLADO**

La preparación y manejo de los materiales que se empleen en el sellado de grietas, es responsabilidad del Contratista de Obra y se hará considerando lo siguiente:

- G.2.1.** Cuando se utilice mortero con cemento Pórtland, éste tendrá una dosificación que cumpla con la calidad indicada en el proyecto o por la Secretaría. El mortero contendrá la cantidad mínima de agua para hacerlo manejable.
- G.2.2.** Los aditivos utilizados estarán totalmente libres de cloruros y deberán mejorar la estabilidad de la mezcla y prevenir la contracción. A menos que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, en el mortero se incluirá un expansor, un adhesivo integral y un plastificante, con el objeto de disminuir la cantidad de agua y aumentar su manejabilidad.
- G.2.3.** Cuando se utilicen productos de tipo comercial, se prepararán conforme a las instrucciones que proporcione el fabricante y apruebe la Secretaría.
- G.2.4.** Cuando para la inyección de grietas se utilicen epóxicos, poliuretanos o acrílicos, el Contratista de Obra verificará que el producto químico por utilizar sea el adecuado para su aplicación en el elemento por reparar, considerando las condiciones locales de la zona de reparación, las recomendaciones proporcionadas por el fabricante y lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- G.2.5.** El procedimiento que se utilice para la preparación de la mezcla o producto para el sellado es responsabilidad del Contratista de Obra, quien tendrá los cuidados necesarios para el manejo de los materiales a lo largo de todo el proceso, para que la mezcla o producto cumpla con los requerimientos de calidad establecidos en el proyecto o por la Secretaría.
- G.2.6.** La consistencia de la mezcla será tal que permita bombearla sin segregación para llenar completamente la grieta.
- G.2.7.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, la calidad de la mezcla o producto, difiere de la establecida en el

proyecto o aprobada por la Secretaría, se suspenderán inmediatamente los trabajos en tanto que el Contratista de Obra la corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

- G.2.8.** Únicamente se preparará la cantidad de mezcla o producto que pueda colocarse antes de que inicie su endurecimiento; si esto ocurre, la mezcla o producto se desechará y no será objeto de medición ni pago.
- G.2.9.** A menos que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, el mortero tendrá una expansión libre entre cero coma uno (0,1) y doce (12) por ciento después de veinticuatro (24) horas de fraguado.

### **G.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS**

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se sellarán grietas en las siguientes condiciones:

- G.3.1.** Sobre superficies con agua libre o encharcada.
- G.3.2.** Cuando esté lloviendo.
- G.3.3.** Cuando la temperatura ambiente sea menor de diez (10) grados Celsius o mayor de treinta (30) grados Celsius y se vayan a utilizar epóxicos, a menos que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa.

### **G.4. TRABAJOS PREVIOS**

#### **G.4.1. Señalamiento y dispositivos de seguridad**

- G.4.1.1.** Antes de iniciar los trabajos de reparación de grietas, el Contratista de Obra instalará las señales y los dispositivos de seguridad que se requieran conforme a la Norma N-PRY-CAR-10-03-001, *Ejecución de Proyectos de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras*, como se indica en la Norma

N·CSV·CAR·2·05·011, *Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación* y contará con los bandereros que se requieran, tomando en cuenta todo lo referente a señalamiento y seguridad que establece la Cláusula D. de la Norma N·LEG-3, *Ejecución de Obras*. Asimismo, colocará en las áreas de trabajo, mamparas, tapias perimetrales o cualquier otro dispositivo necesario para evitar daños a sus trabajadores y al público en general o que caigan materiales y herramientas al río. En ningún caso se permitirá la ejecución de los trabajos de reparación mientras no se cumpla con lo establecido en este Párrafo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

**G.4.1.2.** El Contratista de Obra proporcionará al personal el equipo adecuado para su protección, como cascos, anteojos inastillables, mascarillas contra el polvo, dispositivos para la protección contra el ruido, ropa protectora, guantes, arneses y cinturones de seguridad, entre otros.

**G.4.2. Delimitación de las grietas por reparar**

Sobre la superficie del elemento de concreto reforzado, se delimitarán las grietas por reparar que señale el proyecto o la Secretaría, marcando los límites del área que habrá de limpiarse hasta cinco (5) centímetros más allá de la grieta a cada lado.

**G.4.3. Trazo de las perforaciones**

Una vez identificadas las grietas por reparar y el área por limpiar, se ubicarán las perforaciones para inyección de acuerdo con lo establecido en el proyecto o por la Secretaría.

**G.4.4. Preparación de la superficie**

**G.4.4.1.** Inmediatamente antes de la reparación, la grieta por tratar y el área circundante previamente marcada, estarán limpias, exentas de materiales sueltos,

substancias extrañas, polvo o agua libre. Para tal objeto se limpiarán enérgicamente las caras interiores de la grieta, empleando cepillos de alambre, agua a presión o aire comprimido, según se requiera. Cuando por cualquier circunstancia se suspenda la reparación, antes de reiniciarla, la grieta se limpiará nuevamente. Durante la limpieza de las grietas se tomarán en consideración las recomendaciones del fabricante del material sellador, en su caso.

**G.4.4.2.** En el caso que se utilice mortero con cemento Pórtland, previo a su aplicación se podrá dar un rociado ligero de agua sobre la superficie, para evitar la pérdida excesiva de agua en el mortero durante su aplicación.

**G.4.4.3.** Cuando se utilice un producto que así lo requiera, la superficie de la grieta estará totalmente seca al momento del sellado.

**G.4.4.4.** Cuando a lo largo de una grieta exista concreto hidráulico dañado o suelto, éste se removerá completamente, considerando lo establecido en el proyecto o por la Secretaría. La demolición y remoción se realizará cuidadosamente hasta los límites y profundidades marcados, con equipo adecuado y de tal manera que las partes restantes de los elementos estructurales no sean dañadas. Cuando se dañe el concreto reforzado que no deba ser demolido u otras partes del elemento estructural, el Contratista de Obra realizará las reparaciones necesarias por su cuenta y costo, a satisfacción de la Secretaría. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

## **G.5. PREPARACIÓN DE LA GRIETA**

**G.5.1.** Cuando lo indique el proyecto o la Secretaría, la perforación de los agujeros para inyección se hará en los sitios previamente marcados, mediante taladro y con los cuidados necesarios para no provocar roturas o desportillamientos en el elemento de concreto reforzado.

- G.5.2.** En los puntos donde se coloquen los inyectores, las grietas se cortarán en forma de "V" hasta una profundidad de treinta (30) a cincuenta (50) milímetros, removiendo de la grieta todo el concreto hidráulico suelto, laminado o desintegrado, considerando lo indicado en el Párrafo G.4.4.4. de esta Norma.
- G.5.3.** Todas las superficies de concreto reforzado a las cuales se vayan a adherir materiales nuevos, así como los agujeros para inyección taladrados en el concreto, se limpiarán para eliminar los residuos de aceite, polvo o cualquier otro tipo de partículas finas, considerando lo indicado en el Párrafo G.4.4.1. de esta Norma.

### **G.6. COLOCACIÓN DE LOS INYECTORES**

- G.6.1.** Los inyectores se colocarán a lo largo de la grieta, con una separación máxima de veinte (20) centímetros o en los agujeros para inyección previamente perforados.
- G.6.2.** Con la ayuda de una espátula, se colocará un sellador sobre el inyector y a todo lo largo de la grieta, formado por una pasta con las propiedades físicas y mecánicas adecuadas para mantener el inyector en su posición y sellar superficialmente la grieta de manera que resista la presión de inyección. El sellador se enrasará con la superficie adyacente.
- G.6.3.** Cuando la grieta haya traspasado completamente el elemento, se colocarán los inyectores y el sello en ambos lados del elemento.
- G.6.4.** Cuando el sello superficial haya endurecido, se comprobará la comunicación entre todos los puntos de inyección y la estanqueidad del sello. Para ello se colocarán mangueras a los inyectores y se aplicará aire comprimido a una presión de noventa y ocho coma uno (98,1) kilopascales ( $1 \text{ kg/cm}^2$ ) o mayor si la presión de inyección prevista es mayor, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o por la Secretaría.

## **G.7. INYECCIÓN**

- G.7.1.** A menos que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, la presión de inyección será menor de noventa y ocho coma uno (98,1) kilopascales ( $1 \text{ kg/cm}^2$ ).
- G.7.2.** La inyección se iniciará del punto extremo inferior de la grieta, hasta que el material de inyección salga por el siguiente punto. Una vez concluida la inyección de un punto, se cortará la manguera y se amarrará con hilo, de manera que quede completamente cerrada. Deberá dejarse un testigo del material de inyección para verificar su endurecimiento.
- G.7.3.** Cuando el material de inyección haya endurecido, se retirará la pasta, el sellador y los inyectores, para proceder a la limpieza de la superficie del elemento.
- G.7.4.** Durante y después de la inyección, se tomarán las precauciones necesarias para garantizar que el material de sellado llene toda la grieta.

## **G.8. ACABADO**

- G.8.1.** Tan pronto se concluya la inyección, el mortero o producto sellador en los puntos de inyección, se enrasará con la superficie de concreto reforzado adyacente.
- G.8.2.** Después de concluidos los trabajos de reparación de grietas, la superficie presentará, a juicio de la Secretaría, una textura uniforme y sin rebordes. De ser necesario los rebordes se pulirán con esmeril.
- G.8.3.** Al término de los trabajos, las superficies afectadas por la reparación quedarán libres de polvo, residuos de material de sellado o cualquier sustancia extraña.

## **G.9. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

Durante la reparación de grietas, el Contratista de Obra tomará las precauciones necesarias para evitar la contaminación del aire, los suelos, las aguas superficiales o subterráneas y la flora, conforme a lo señalado en la Norma N·CSV·CAR·5·02·001, *Prácticas*

*Ambientales durante la Conservación Periódica de las Obras, sujetándose en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.*

## **G.10. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de la reparación de grietas, hasta que el trabajo haya sido recibido por la Secretaría.

## **H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO**

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que la reparación de grietas en puentes o estructuras se considere terminada y sea aceptada por la Secretaría, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista de Obra, mismo que podrá ser verificado por la Secretaría cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

- H.1.** Que los materiales empleados hayan cumplido con las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma.
- H.2.** Que la mezcla de las inyecciones, inspeccionada en núcleos de concreto hidráulico obtenidos mediante corazonadora y que contengan la grieta sellada y hayan sido ubicados mediante un procedimiento objetivo basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M·CAL·1·02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, haya alcanzado la zona a tratar y que no existan oquedades, que a juicio de la Secretaría afecten la calidad del tratamiento.
- H.3.** Que el número de especímenes extraído haya sido el indicado en el proyecto o por la Secretaría, dependiendo de la importancia del elemento estructural de que se trate.
- H.4.** Que el acabado final de la superficie no presente afloramiento del material de sellado o cualquier otro defecto que, a juicio de la Secretaría, afecte la calidad del elemento de concreto reforzado.
- H.5.** Que la superficie del elemento de concreto reforzado esté limpia y los excedentes de los materiales o productos utilizados, así como los residuos producto de la reparación, hayan sido retirados y depositados en el banco de desperdicios aprobado por la Secretaría.

## **I. MEDICIÓN**

Cuando la reparación de grietas en puentes y estructuras se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el decímetro cuadrado de superficie reparada, considerando el área que fue limpiada previamente a la colocación del material o producto de sellado, pero no más allá de cinco (5) centímetros a cada lado de la grieta, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o por la Secretaría, para cualquier ancho y profundidad de grieta, y para cada tipo de material o producto utilizado, con aproximación a un décimo (0,1). Se pagará sólo el volumen de proyecto.

## **J. BASE DE PAGO**

Cuando la reparación de grietas en puentes y estructuras se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagará al precio fijado en el contrato para el decímetro cuadrado de superficie reparada, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o por la Secretaría, para cualquier ancho y profundidad de grieta, y para cada tipo de material o producto de sellado utilizado. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, incluyen lo que corresponda por:

- Valor de fabricación o adquisición de los materiales o productos para la reparación, incluyendo mermas y desperdicios; carga, transporte y descarga de todos los materiales y productos hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento.
- Limpieza de la superficie objeto de los trabajos, antes y después de la reparación.
- Delimitación de las grietas por reparar.
- Preparación de la superficie por reparar.
- Perforación de los orificios para inyección.
- Sellado superficial de las grietas y pruebas de sello.
- Suministro y utilización de agua.
- Inyección de los materiales o productos para el sellado.

- Esmerilado para eliminar rebordes.
- Equipo de alumbrado y su operación.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales y residuos durante las cargas y las descargas.
- La conservación de las grietas reparadas hasta que sean recibidas por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

**K. ESTIMACIÓN Y PAGO**

La estimación y pago de la reparación de grietas, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N·LEG-3, *Ejecución de Obras*.

**L. RECEPCIÓN DE LA OBRA**

Una vez concluidos los trabajos de reparación de grietas, la Secretaría los aprobará y recibirá conforme a lo señalado en la Cláusula H. de la Norma N·LEG-3, *Ejecución de Obras*, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula I. de la misma Norma.