

LIBRO: CTR. CONSTRUCCIÓN

TEMA: CAR. Carreteras

PARTE: 1. *CONCEPTOS DE OBRA*

TÍTULO: 05. Túneles

CAPÍTULO: 007. *Marcos Metálicos en Túneles*

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los aspectos a considerar para la colocación de marcos de acero estructural, que se utilicen para sostener las paredes y bóvedas de una excavación en túneles.

B. DEFINICIÓN

Los marcos metálicos son elementos compuestos por segmentos de viga de acero estructural tipo I o H, con placas metálicas soldadas en sus extremos y unidos entre sí con tornillos, para adaptarse a la sección del túnel y soportar las presiones ejercidas por el terreno circundante, transmitiendo las cargas al perfil metálico por medio del *tupido* formando con bloques y cuñas de madera retacadas entre las paredes y bóvedas de la excavación y el marco metálico.

C. REFERENCIAS

Son referencia de esta Norma las Normas aplicables del Título 03. *Acero y Productos de Acero*, de la Parte 2. *Materiales para Estructuras*, del Libro CMT. *Características de los Materiales* y la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

D. MATERIALES

- D.1.** El acero estructural, los accesorios y demás materiales que se utilicen en la colocación de marcos metálicos, cumplirán con lo establecido en las Normas aplicables del Título 03. *Acero* y

Productos de Acero, 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.
- D.3.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, el acero estructural, los accesorios y demás materiales que se utilicen en la colocación de marcos metálicos, 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 los 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.

E. EQUIPO

El equipo que se utilice para la colocación de marcos de acero, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, 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 dure la obra 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 reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El transporte y almacenamiento de los materiales es responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas aplicables del Título 03. *Acero y Productos de Acero*, de la Parte 2. *Materiales para*

Estructuras, del Libro CMT. *Características de los Materiales*. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

G. EJECUCIÓN

G.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para la colocación de marcos metálicos para soporte de túneles se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

G.2. TRABAJOS PREVIOS

G.2.1. Sistema de seguridad

G.2.1.1. Los sistemas de seguridad durante la colocación de marcos de acero son responsabilidad del Contratista de Obra, por lo que antes de iniciar los trabajos debe implementarlos, por su cuenta y costo, de forma que garanticen la integridad del personal. En ningún caso se permitirá la ejecución de los trabajos de colocación mientras no se cumpla con lo establecido en este Inciso. 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.2.1.2. Se tomará en cuenta todo lo referente al equipo, señalamiento y dispositivos de seguridad que establece la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

G.2.1.3. 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, botas antiestáticas de seguridad, ropa protectora, guantes, lámparas portátiles, arneses y cinturones de seguridad, entre otros.

G.2.1.4. En la obra se contará como mínimo con un instructivo visible en que se consignent los detalles sobre la forma

de actuar en casos de emergencia, instalaciones de rescate y primeros auxilios, extintores de incendio adecuados, luces de emergencia y filtros para monóxido de carbono en túneles de más de quinientos (500) metros.

- G.2.1.5.** Se contará con medios de comunicación efectivos para uso habitual y para casos de emergencia, entre el sitio donde se coloquen los marcos de acero y el exterior del túnel. En el caso que se interrumpa dicha comunicación, la Secretaría suspenderá de inmediato los trabajos hasta que la comunicación sea restablecida. La Secretaría decidirá si la interrupción se debió a causas atribuibles al Contratista de Obra, en cuyo caso, los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

G.2.2. Fabricación de elementos metálicos

- G.2.2.1.** Los soportes deben ser fabricados de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- G.2.2.2.** Los soportes de acero estructural deben ser doblados en frío, por ningún motivo se permitirá que sean calentados para facilitar el doblaje.
- G.2.2.3.** La soldadura utilizada en la fabricación de los soportes debe ser ejecutada por un soldador calificado.

G.3. COLOCACIÓN

- G.3.1.** La ubicación, distribución y geometría de los marcos metálicos serán los establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.
- G.3.2.** Los soportes de acero estructural deben mantenerse acunados, apuntalados y bloqueados entre marcos adyacentes y contra la roca durante el tiempo que sea necesario para asegurar la estabilidad de las excavaciones.
- G.3.3.** Los soportes de acero estructural deben colocarse tan pronto como la secuencia de las operaciones de excavación lo permitan. Cuando el tiempo de autoaporte del terreno sea

bajo, se reduce la longitud entre tramos de avance y pueden utilizarse soportes metálicos incrustados hacia delante de la excavación, en ranuras en la zona de la clave del túnel, para sustentar el techo del tramo que se vaya a excavar. Este procedimiento se realiza conforme a los detalles de ejecución establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

G.3.4. Los marcos metálicos se colocarán en secciones perpendiculares al eje longitudinal del túnel, con separación máxima de uno coma dos (1,2) metros entre sí.

G.3.5. Donde sea necesario el empleo de soportes que permitan deformaciones del terreno, los procedimientos de acuñamiento y afianzamiento se harán de tal manera que permitan una deformación controlada, para lo que se usa la madera. En estas circunstancias, en casos extremos de rocas expansivas, se correrá la línea de excavación teórica hacia fuera hasta los límites que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría, de manera que cuando termine la expansión del terreno, la sección de excavación que quede no sea inferior a la sección de proyecto.

G.3.6. Las placas de apoyo para los pies derechos de los marcos de acero deben asegurar que estos no sufran movimientos laterales por lo que debe colocarse una zapata corrida o aislada en la que se apoyen las placas del marco. Las dimensiones de dichas placas deben ser las adecuadas para evitar la penetración por punzonamiento de la zapata.

G.4. REUTILIZACIÓN DE MARCOS METÁLICOS

G.4.1. La Secretaría determinará en cada caso los marcos que pueden ser removidos, los cuales se desarmarán, estibando y almacenando las piezas y herrajes en tal forma que se facilite su utilización posterior.

G.4.2. La reutilización de segmentos metálicos, siempre que la calidad de los materiales sea la apropiada para conformar soportes, debe ser autorizada previamente por la Secretaría.

G.4.3. La Secretaría se reserva el derecho de exigir pruebas de calidad a los materiales para su reutilización.

G.5. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de los marcos metálicos hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría, cuando el túnel sea operable.

H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que la colocación de marcos metálicos 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 la tolerancia en las dimensiones del marco metálico sea de más menos cero coma cinco ($\pm 0,5$) por ciento de las dimensiones de proyecto, o las aprobadas por la Secretaría.
- H.2.** Que la tolerancia en la posición de los marcos en el túnel sea de más menos veinte (± 20) centímetros respecto a la indicada en el proyecto, o aprobada por la Secretaría.
- H.3.** Que los marcos metálicos no invadan el intradós del túnel, respecto a lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- H.4.** Que la verticalidad de un marco metálico no difiera en más de uno coma cinco (1,5) por ciento.

I. MEDICIÓN

Quando la colocación de los marcos metálicos 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 kilogramo de acero de marco terminado, según su tipo, con aproximación a un décimo (0,1). La masa será calculada con base en la masa certificada por el fabricante de los perfiles de acero y de los accesorios, de la longitud de los perfiles y del número de accesorios usados en los soportes; además, se incluirá la masa de los elementos utilizados para atise y sujeción que se coloquen entre los soportes, excepto si estos se usan para rellenar sobreexcavaciones.

J. BASE DE PAGO

Cuando la colocación de los marcos metálicos para soporte de túneles 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 kilogramo de acero de marco terminado, según su tipo. Este precio unitario, conforme a lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, incluye lo que corresponda por:

- Valor de adquisición o fabricación, incluyendo desperdicios, de las diferentes piezas de acero; de todos los elementos de unión como tornillos, tuercas o soldaduras; de puntales, encostillado metálico y tupido de madera. Cargas, transporte y descargas de todos ellos hasta el sitio de colocación de los marcos, cargo por almacenamiento y, en su caso pintura de taller.
- Regalías por el uso de patentes.
- Los sistemas de seguridad en la obra a que se refiere el Inciso G.2.1. de esta Norma, cuando el Contratista de Obra no sea el responsable de realizar la excavación.
- Obras falsas y auxiliares.
- Colocación, tupido, encostillado y apuntalamiento de los marcos.
- La iluminación y ventilación cuando el Contratista de Obra no sea el responsable de realizar la excavación.
- Limpieza del frente.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de los marcos metálicos, 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 concluida la colocación de marcos metálicos, la Secretaría los aprobará y al término de la obra, cuando el túnel sea operable, los recibirá conforme con 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.

