

LIBRO: CTR. CONSTRUCCIÓN

TEMA: CAR. Carreteras

PARTE: 1. CONCEPTOS DE OBRA

TÍTULO: 01. Terracerías

CAPÍTULO: 010. Terraplenes Reforzados

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los aspectos a considerar en la construcción de terraplenes reforzados, para carreteras de nueva construcción.

B. DEFINICIÓN

Los terraplenes reforzados son aquellos que se construyen adicionándoles al cuerpo del terraplén elementos transversales, metálicos, plásticos o de otro material, que le proporcionan al suelo la capacidad de resistir esfuerzos de tensión, permitiendo la construcción con taludes menos tendidos que los que se podrían lograr sin elementos estructurales de contención, formando un muro de contención con el suelo y su refuerzo.

C. REFERENCIAS

Son referencias de esta Norma, las Normas aplicables de los Títulos 02. *Materiales para Concreto Hidráulico* y 03. *Acero y Productos de Acero*, de la Parte 2. *Materiales para Estructuras*, del Libro CMT. *Características de los Materiales*.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras	N-LEG-3
Desmonte	N-CTR-CAR-1-01-001

CTR. CONSTRUCCIÓN

CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR-1-01-010/00

Despalme	N-CTR-CAR-1-01-002
Terraplenes	N-CTR-CAR-1-01-009
Recubrimiento de Taludes	N-CTR-CAR-1-01-012
Acarreos.....	N-CTR-CAR-1-01-013
Materiales para Terraplén.....	N-CMT-1-01
Materiales para Subyacente.....	N-CMT-1-02
Materiales para Subrasante.....	N-CMT-1-03
Geotextiles para Terraplenes Reforzados.....	N-CMT-6-01-006

D. MATERIALES

- D.1.** Los materiales que se utilicen en la construcción de terraplenes reforzados, cumplirán con lo establecido en las Normas N-CMT-1-01, *Materiales para Terraplén*, N-CMT-1-02, *Materiales para Subyacente*, N-CMT-1-03, *Materiales para Subrasante* y N-CMT-6-01-006, *Geotextiles para Terraplenes Reforzados*, así como en las Normas aplicables de los Títulos 02. *Materiales para Concreto Hidráulico* y 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. Los suelos procederán de los cortes o bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.
- D.2.** El suelo que se utilice para la formación del cuerpo del terraplén reforzado o para la construcción de las capas subyacente y subrasante, ya sea que proceda de un corte o de un banco, siempre será compactable.
- D.3.** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en la Fracción D.1. de esta Norma, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista de Obra.
- D.4.** 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 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 en la construcción de terraplenes reforzados, 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.

E.1. MOTOCONFORMADORAS

Las motoconformadoras que se utilicen para el extendido y conformación de terraplenes, serán autopropulsadas, con cuchillas cuya longitud sea mayor de tres coma sesenta y cinco (3,65) metros, y con una distancia entre ejes mayor de cinco coma dieciocho (5,18) metros.

E.2. TRACTORES

Los tractores serán montados sobre orugas, reversibles, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque.

E.3. MOTOESCREPAS

Las motoescrepas serán autocargables en el menor tiempo, con capacidad de ocho coma cuatro (8,4) metros cúbicos (11 yd³) como mínimo, con descarga plena.

E.4. CARGADORES FRONTALES

Los cargadores frontales serán autopropulsados y reversibles, de llantas o sobre orugas, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque.

E.5. COMPACTADORES

Los compactadores serán autopropulsados y reversibles. Los compactadores vibratorios estarán equipados con controles para modificar la amplitud y frecuencia de vibración.

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son 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 N-CMT-1-01, *Materiales para Terraplén*, N-CMT-1-02, *Materiales para Subyacente*, N-CMT-1-03, *Materiales para Subrasante* y N-CMT-6-01-006, *Geotextiles para Terraplenes Reforzados*, así como en las Normas aplicables de los Títulos 02. *Materiales para Concreto Hidráulico* y 03. *Acero y Productos de Acero*, de la Parte 2. *Materiales para Estructuras*, del Libro CMT. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes, considerando lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-01-013, *Acarreos*.

G. EJECUCIÓN**G.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

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

G.2. TRABAJOS PREVIOS**G.2.1. Delimitación del terraplén reforzado**

Se delimitará la zona de desplante del terraplén reforzado mediante estacas u otras referencias, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

G.2.2. Desmante y despalme

Previo al inicio de los trabajos, la zona de desplante estará debidamente desmontada, considerando lo señalado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-001, *Desmante*. Cuando así lo establezca el proyecto o apruebe la Secretaría, se despalmará de acuerdo con lo señalado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-002, *Despalme*.

G.2.3. Preparación de la superficie

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, antes de iniciar la construcción de los terraplenes reforzados, se rellenarán los huecos resultantes de los

trabajos de desmonte y despalme con material compactado, asimismo se compactará el terreno natural o el despalmado, en el área de desplante, en un espesor mínimo de veinte (20) centímetros y a una compactación similar a la del terreno natural.

G.3. COLOCACIÓN DEL REFUERZO

- G.3.1.** A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, sobre la superficie de desplante preparada o una vez compactado el suelo de cada capa tendida y compactada como se indica en la Fracción G.4. de esta Norma, las piezas o elementos de refuerzo se colocarán de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- G.3.2.** El tipo, las dimensiones y características del refuerzo serán las fijadas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.
- G.3.3.** Cuando el proyecto indique la colocación de elementos para la contención del material más próximo a las orillas exteriores del terraplén reforzado o como paramento, éstos serán del tipo y se colocarán de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

G.4. TENDIDO Y COMPACTACIÓN

- G.4.1.** El suelo para la formación del cuerpo del terraplén reforzado, proveniente de cortes o de bancos, se descargará sobre la superficie donde se extenderá, en cantidad prefijada por estación de veinte (20) metros, en tramos que no sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se puedan tender, conformar y compactar.
- G.4.2.** El suelo se preparará hasta alcanzar el contenido de agua de compactación que indique el proyecto o apruebe la Secretaría y obtener homogeneidad en granulometría y humedad, extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, o eliminando el agua excedente.
- G.4.3.** Una vez preparado el suelo, se extenderá cubriendo totalmente los planos horizontales del refuerzo, en capas sucesivas sensiblemente horizontales, con el espesor

señalado en el proyecto o aprobado por la Secretaría, alcanzando la parte superior de la línea de los elementos que se coloquen en la orilla del terraplén y se conformará de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme.

G.4.4. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, para el extendido del material cuando se encuentren expuestas las piezas de refuerzo, se empleará equipo sobre neumáticos.

G.4.5. Una vez extendida y conformada, cada capa de suelo se compactará de tal forma que se garantice una compactación uniforme en todo el ancho de la sección reforzada, hasta alcanzar el grado indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

G.4.6. La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

G.4.7 A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la compactación en la franja de la orilla exterior del terraplén en un ancho no menor de un (1) metro, se ejecutará con equipo manual, asegurando en cualquier caso, la correcta alineación de los elementos que se coloquen en la orilla del terraplén.

G.4.8 Entre capa y capa compactada se colocará el refuerzo como se indica la Fracción G.3. de esta Norma.

G.4.9 A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, como parte final del terraplén se construirá la capa subyacente y, por último, la capa subrasante, como se indica en la Norma N-CTR-CAR-1-01-009, *Terraplenes*.

G.5. DRENAJE

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, durante la formación del terraplén reforzado se permitirá el drenaje de la superficie de trabajo, efectuando las obras auxiliares necesarias para tal fin.

G.6. ACABADO

Cuando el proyecto indique la colocación de elementos para la protección contra la erosión de los taludes o la aplicación de recubrimientos, éstos se colocarán de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, considerando, en su caso, lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-01-012, *Recubrimiento de Taludes*.

G.7. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de los terraplenes reforzados, hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría, junto con todo el tramo de carretera.

H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que el terraplén reforzado se considere terminado y sea aceptado 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 necesario, se comprobará:

H.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Que el suelo para el cuerpo del terraplén y los elementos de refuerzo, cumplan con las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma.

H.2. LÍNEAS Y NIVELES

Que el alineamiento, perfil y sección del cuerpo del terraplén reforzado, cumplan con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, para lo que se hará el seccionamiento topográfico en las estaciones cerradas a cada veinte (20) metros y en estaciones singulares como las de inicio y término de curvas, entre otras, verificando que las líneas de los taludes correspondan a las de proyecto, con una tolerancia de más diez (+10) centímetros y que el nivel de la superficie del terraplén, en cada punto nivelado sea el de proyecto más menos tres (± 3) centímetros.

H.3. COMPACTACIÓN

H.3.1. Que las compactaciones del cuerpo del terraplén reforzado, determinadas para cada capa tendida y compactada, en calas ubicadas al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, cumpla con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría.

H.3.2. El número de calas por realizar se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$c = L/20$$

Donde:

c = Número de calas por realizar en cada capa tendida y compactada, con aproximación a la unidad superior

L = Longitud de la capa tendida y compactada en un día de trabajo, (m)

H.3.3. Todas las compactaciones que se determinen en las calas, para ser aceptadas, deberán estar dentro de las tolerancias que fije el proyecto o apruebe la Secretaría.

H.3.4. Tan pronto se concluya la verificación, se rellenarán los huecos con el mismo material usado en la capa compactada.

I. MEDICIÓN

Cuando la construcción de terraplenes reforzados se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo señalado 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, mediante seccionamiento y siguiendo el método de promedio de áreas extremas, y al término de la obra se harán los ajustes necesarios para pagar los volúmenes considerados en proyecto, con las modificaciones aprobadas por la Secretaría. La medición se hará tomando como unidad el metro cúbico de terraplén terminado, con aproximación a la unidad, para:

- I.1. El cuerpo de terraplén reforzado, utilizando materiales compactables procedentes de cortes, para cada grado de compactación.
- I.2. El cuerpo de terraplén reforzado, utilizando materiales compactables procedentes de bancos, para cada grado de compactación y cada banco en particular.
- I.3. Las capas subyacente y subrasante, utilizando materiales compactables procedentes de cortes, para cada grado de compactación.
- I.4. Las capas subyacente y subrasante, utilizando materiales compactables procedentes de bancos, para cada grado de compactación y cada banco en particular.

J. BASE DE PAGO

Cuando la construcción de terraplenes reforzados 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 metro cúbico de terraplén terminado, para:

- J.1. El cuerpo de terraplén reforzado, utilizando materiales compactables procedentes de cortes, para cada grado de compactación. 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 adquisición o fabricación de los elementos de refuerzo, de las piezas que se coloquen en las orillas externas del terraplén, de los materiales para el recubrimiento de los taludes del terraplén y demás materiales necesarios para su instalación. Carga, transporte y descarga de los elementos de refuerzo y de todos los materiales hasta el sitio de su colocación, cargo por almacenamiento y regalías por el uso de patentes.
 - Disgregado y marreo del suelo para el cuerpo del terraplén.
 - Cargas del suelo en los cortes al equipo de transporte y descarga en el lugar donde de tendido.

- Permisos de explotación de bancos de agua; extracción, carga, acarreo al lugar de utilización, aplicación e incorporación del agua.
- Preparación de la superficie de desplante, incluyendo el relleno de huecos y la compactación del terreno natural o el despalmeado.
- Habilitación, colocación, mermas y desperdicios de los elementos de refuerzo, así como de las piezas que se coloquen en las orillas externas del terraplén o de los materiales para el recubrimiento de los taludes del terraplén
- En su caso, operaciones para quitar el agua excedente al contenido de agua de compactación establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- Operaciones de tendido, conformación y compactación al grado fijado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- Afinamiento para dar el acabado superficial.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de los materiales y suelos, durante las cargas y las descargas.
- La conservación del terraplén reforzado hasta que sea recibido por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

J.2. El cuerpo de terraplén reforzado, utilizando materiales compactables procedentes de bancos, para cada grado de compactación y cada banco en particular. 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 adquisición o fabricación de los elementos de refuerzo, de las piezas que se coloquen en las orillas externas del terraplén, de los materiales para el recubrimiento de los taludes del terraplén y demás materiales necesarios para su instalación. Carga, transporte y descarga de los elementos de refuerzo y de todos los materiales hasta el sitio de su colocación, cargo por almacenamiento y regalías por el uso de patentes.

- Desmonte y despalme de los bancos; extracción del suelo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones; disgregado y marreo del suelo; separación y recolección de los desperdicios; cargas, descargas y todos los acarreo locales necesarios para los suelos aprovechables así como de los desperdicios y formación de los almacenamientos.
- Cargas del suelo en los almacenamientos al equipo de transporte y descarga en el lugar de tendido.
- Permisos de explotación de bancos de agua; extracción, carga, acarreo al lugar de utilización, aplicación e incorporación del agua.
- Preparación de la superficie de desplante, incluyendo el relleno de huecos y la compactación del terreno natural o el despalmado.
- Habilitación, colocación, mermas y desperdicios de los elementos de refuerzo, así como de las piezas que se coloquen en las orillas externas del terraplén o de los materiales para el recubrimiento de los taludes del terraplén
- En su caso, operaciones para quitar el agua excedente al contenido de agua de compactación establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- Operaciones de tendido, conformación y compactación al grado fijado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- Afinamiento para dar el acabado superficial.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de los materiales y suelos, durante las cargas y las descargas.
- La conservación del terraplén reforzado hasta que sea recibido por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

J.3. Las capas subyacente y subrasante, utilizando materiales compactables procedentes de cortes, para cada grado de compactación. 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:

- Disgregado y marreo del material.
- Pepena y eliminación de las partículas de tamaños mayores al máximo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- Cargas del material en los cortes al equipo de transporte y descarga en el lugar de tendido.
- Permisos de explotación de bancos de agua; extracción, carga, acarreo al lugar de utilización, aplicación e incorporación del agua.
- En su caso, operaciones para quitar el agua excedente al contenido de agua de compactación establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- Operaciones de tendido, conformación y compactación al grado fijado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- Afinamiento para dar el acabado superficial.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de los materiales, durante las cargas y las descargas.
- La conservación del terraplén reforzado hasta que sea recibido por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

J.4. Las capas subyacente y subrasante, utilizando materiales compactables procedentes de bancos, para cada grado de compactación y cada banco en particular. 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:

- Desmote y despalde de los bancos; extracción del material aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones; disgregado y marreo del material; pepena y eliminación de las partículas de tamaños mayores al máximo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría; separación y recolección de los desperdicios; cargas, descargas y todos los acarreos locales necesarios para los materiales aprovechables así como de los desperdicios y formación de los almacenamientos.

- Cargas del material en los almacenamientos al equipo de transporte y descarga en el lugar de tendido.
- Permisos de explotación de bancos de agua; extracción, carga, acarreo al lugar de utilización, aplicación e incorporación del agua.
- En su caso, operaciones para quitar el agua excedente al contenido de agua de compactación establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- Operaciones de tendido, conformación y compactación al grado fijado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- Afinamiento para dar el acabado superficial.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de los materiales, durante las cargas y las descargas.
- La conservación del terraplén reforzado hasta que sea recibido por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de los terraplenes reforzados, 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 construcción del terraplén reforzado, la Secretaría lo aprobará y al término de la obra, cuando la carretera sea operable, lo 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.