

LIBRO: CTR. CONSTRUCCIÓN

TEMA: PUE. Puertos

PARTE: 1. *CONCEPTOS DE OBRA*

TÍTULO: 02. Obras de Protección

CAPÍTULO: 001. *Enrocamientos*

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de obras de protección a base de enrocamientos en puertos y zonas costeras.

B. DEFINICIÓN

Son estructuras formadas con material pétreo, del tamaño, masa y durabilidad adecuados para resistir la acción del oleaje o de las corrientes y cuya disponibilidad sea técnica y económicamente la más conveniente de acuerdo con el proyecto o lo aprobado por la Secretaría. En las Figuras 1 y 2 de esta Norma se presentan secciones transversales tipo de obras de protección a base de enrocamientos.

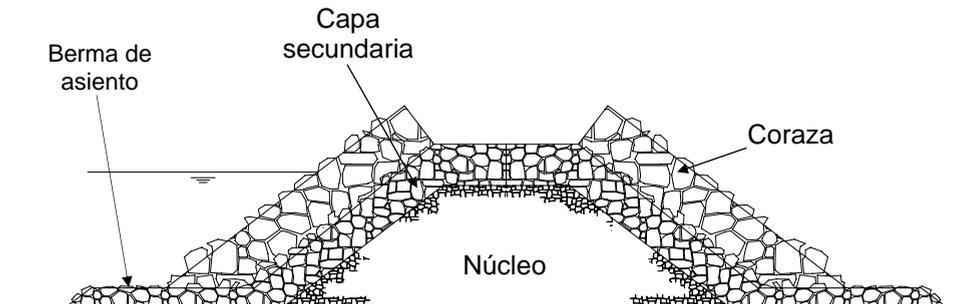


FIGURA 1.- Sección transversal tipo de escolleras, rompeolas y espigones a base de enrocamientos

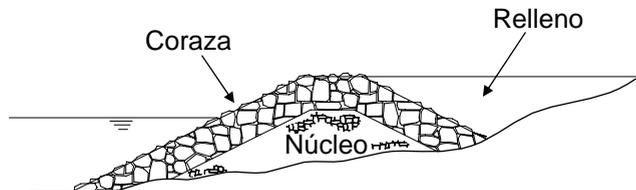


FIGURA 2.- Sección transversal tipo de protección marginal y espigones cortos a base de enrocamientos

C. REFERENCIAS

Son referencias de esta Norma, las Normas aplicables de la Parte 12. *Proyecto de Señalamiento Marítimo*, del Libro PRY. *Proyecto*.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras	N-LEG-3
Bancos	N-CTR·PUE-1-01-007
Bermas	N-CTR·PUE-1-02-002

D. MATERIALES

- D.1.** El tamaño y la masa de los materiales pétreos que se utilicen en la construcción de obras de protección a base de enrocamientos, cumplirán con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría; serán densos, resistentes y durables, y procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría, conforme a lo establecido en la Norma N-CTR·PUE-1-01-007, *Bancos*.
- D.2.** 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.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 los reemplace por otros adecuados, por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

E. EQUIPO

El equipo que se utilice para la construcción de obras de protección a base de enrocamientos, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución, 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 remplace 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. EQUIPO DE TRANSPORTE

Dependiendo de las características del material, del terreno y de las vías de comunicación existentes, así como de la ubicación del banco, el equipo de transporte puede ser:

- E.1.1.** Góndolas de ferrocarril con descarga lateral (de volteo).
- E.1.2.** Camiones de volteo ordinarios o fuera de carretera, con una capacidad entre veinte (20) y noventa (90) metros cúbicos.
- E.1.3.** Charolas con las dimensiones mínimas que garanticen el adecuado acomodo de las rocas con la ayuda de una grúa de alcance y con la capacidad de carga necesaria para soportar la masa del material.
- E.1.4.** Chalanas o barcasas con compuertas en el fondo, de apertura por el fondo, de volteo lateral o de vaciado por los lados, como las mostradas en la Figura 3 de esta Norma, o para una colocación más precisa del material, barcasas de descarga lateral con tractor o barcasas con grúas propias o con grúas de tierra montadas sobre ellas, que cuenten con almejas, con garras de dos o más dedos o con cucharones de gajos.

E.2. CARGADORES FRONTALES

Autopropulsados y reversibles, de llantas o sobre orugas, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque.

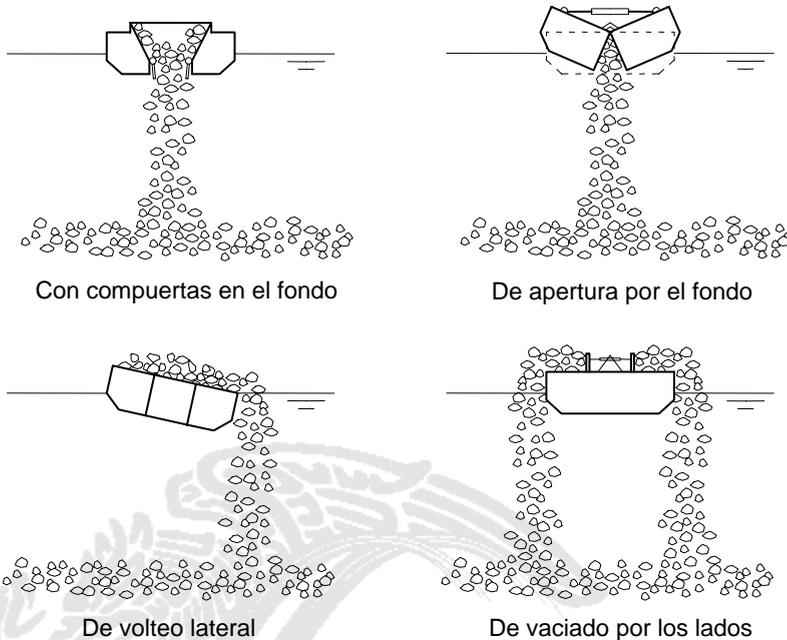


FIGURA 3.- Tipos de barcazas según sus descargas

E.3. TRACTORES

Montados sobre orugas, reversibles, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque.

E.4. RETROEXCAVADORAS

Con una capacidad de uno (1) a quince (15) metros cúbicos.

E.5. PALAS MECÁNICAS

Con una capacidad de dos (2) a quince (15) metros cúbicos.

E.6. GRÚAS

Con almejas, con garras de dos o más dedos o con cucharones de gajos, con la potencia y capacidad compatibles con el tipo de

material y el frente de ataque, para acomodar los elementos del enrocamiento en la posición que, en su caso, indique el proyecto.

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El transporte y almacenamiento de todos los materiales para enrocamientos 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. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes, considerando lo siguiente:

- F.1.** Para efectuar el transporte del material hasta el sitio de su colocación, el Contratista de Obra contará con el equipo adecuado, acorde con las características del material y con los requerimientos de volúmenes y rendimientos establecidos en el programa de utilización de maquinaria.
- F.2.** Cuando el transporte del material se haga por tierra, será depositado en patios de descarga o de almacenamiento en la obra, o directamente en el lugar donde se ubique la estructura, según sea el caso.
- F.3.** Cuando el transporte del material se haga por carretera, el Contratista de Obra gestionará con las autoridades correspondientes la autorización para circular por ellas, teniendo en cuenta la masa máxima del vehículo que podrá transitar sobre el camino por recorrer.
- F.4.** Si el transporte se hace por ferrocarril, será responsabilidad del Contratista de Obra gestionar con el concesionario correspondiente, la autorización para construir los tramos de vía entre el banco y la línea troncal, y de ésta al patio de descarga o de almacenamiento del material en la obra.
- F.5.** En el caso del transporte por agua, el Contratista de Obra será responsable de ubicar, obtener la autorización de la autoridad competente y construir o acondicionar el muelle e instalaciones que se requieran, y contará con el equipo necesario para embarcar el material en barcasas o chalanas y, en su caso, para su desembarque y almacenamiento en la obra.

G. EJECUCIÓN

G.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para la construcción de obras de protección a base de enrocamientos, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

G.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS

La colocación del enrocamiento será suspendida en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas, principalmente lluvias, vientos y oleaje extremos, y no se reanudará mientras no sean las adecuadas.

G.3. TRABAJOS PREVIOS

G.3.1. Visita de inspección

Previo al inicio de los trabajos, se realizará una visita de inspección para llevar a cabo su programación.

G.3.2. Delimitación del enrocamiento

Previamente a la construcción del enrocamiento se delimitará la zona en la que se desplantará, mediante estacas en la parte de tierra y boyarines u otras referencias en la de mar, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

G.3.3. Señalamiento y dispositivos de seguridad

Antes de iniciar la construcción de enrocamientos, el Contratista de Obra instalará las señales y los dispositivos de seguridad para garantizar la salvaguarda de las embarcaciones que naveguen cerca del área de construcción, que se requieran conforme a las Normas aplicables de la Parte 12. *Proyecto de Señalamiento Marítimo*, del Libro PRY. *Proyecto*, tomando en cuenta todo lo referente a señalamiento y seguridad que establece la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*. En ningún caso se permitirá la construcción de enrocamientos mientras no se cumpla con lo establecido en este Inciso. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

G.4. COLOCACIÓN DEL MATERIAL

La colocación del material para construir el enrocamiento se podrá realizar desde tierra o por mar, según lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría, considerando lo siguiente:

- G.4.1.** Para el proceso de construcción por mar, es recomendable que se tenga un tirante de agua de por lo menos tres (3) metros, para facilitar las operaciones de las barcazas. Con tirantes menores es conveniente que el proceso se ejecute desde tierra.
- G.4.2.** Cuando el proceso de construcción se realice desde tierra, el material se verterá a granel en el sitio de su colocación, directamente de los camiones de volteo convencionales o fuera de carretera, o mediante cargadores frontales, tractores, retroexcavadoras, palas mecánicas o charolas, excepto cuando el proyecto establezca un acomodo determinado de los elementos, en cuyo caso, para colocar el material se recurrirá al uso de grúas con almejas, con garras de dos o más dedos o con cucharones de gajos.
- G.4.3.** Si el proceso de construcción se ejecuta por mar, el material se verterá a granel en el sitio de su colocación, directamente de las barcazas con compuertas en el fondo, de apertura por el fondo, de volteo lateral o de vaciado por los lados, excepto cuando el proyecto establezca un acomodo determinado de los elementos, en cuyo caso, para colocar el material, se utilizarán barcazas de descarga lateral con tractores o barcazas con grúas propias o con grúas de tierra montada sobre ellas, que cuenten con almejas, con garras de dos o más dedos o con cucharones de gajos.
- G.4.4.** Cuando el nivel de la corona del núcleo de la obra de protección coincida con la elevación cero ($\pm 0,00$) o sea inferior, el Contratista de Obra empleará chalanas, charolas de volteo manejadas con grúas o cualquier otro sistema similar para depositar el material del núcleo, de acuerdo con el trazo y los niveles establecidos en el proyecto.
- G.4.5.** Cuando el nivel de la corona del núcleo de la obra de protección sea superior que la elevación cero ($\pm 0,00$), el núcleo se construirá vertiendo el material de su centro directamente de los camiones de volteo y el de sus taludes

por medio de una grúa equipada con charola, bote o cualquier otro aditamento similar, de forma que el material se coloque gradualmente desde abajo hacia arriba, variando de la menor a la mayor masa de roca especificada en el proyecto, desde adentro hacia fuera de la capa correspondiente.

- G.4.6.** Tan pronto se complete la sección transversal del núcleo, se construirán, en su caso, las bermas de asiento y protección de los pies de la coraza, de acuerdo con lo establecido en la Norma N-CTR-PUE-1-02-002, *Bermas*, para evitar problemas de socavación en esos sitios.
- G.4.7.** Para cada caso, el Contratista de Obra y previo acuerdo con la Secretaría, determinará en el sitio de la obra y en función de la intensidad del oleaje, la longitud máxima del tramo del núcleo que pueda permanecer sin protección hasta el momento en que se coloque la capa secundaria.
- G.4.8.** La colocación de la roca para formar la capa secundaria, se hará con una grúa o algún otro equipo establecido en el programa de utilización de maquinaria o aprobado por la Secretaría, adecuado y equipado con los aditamentos apropiados tales como almejas, garras, cucharones, redes o charolas, entre otros, hasta completar la sección y los niveles indicados en el proyecto.
- G.4.9.** Antes de iniciar la construcción de un nuevo tramo de núcleo y de su capa secundaria, se construirá la coraza del tramo anterior, acomodando la roca de acuerdo con el trazo y niveles indicados en el proyecto, mediante la utilización de una grúa o algún otro equipo establecido en el programa de utilización de maquinaria o aprobado por la Secretaría, adecuado y equipado con los aditamentos apropiados tales como almejas o garras, entre otros.
- G.4.10.** Durante el proceso constructivo, cuando la obra se realice desde tierra, la corona del núcleo, de la capa secundaria o de la coraza, podrá emplearse como camino de trabajo, mediante la construcción de una capa de rodadura y, de tramo en tramo, de retornos para facilitar las maniobras del equipo de construcción, considerando que el ancho de la corona ha de permitir siempre la circulación adecuada de los

camiones de volteo fuera de carretera, construyendo, en caso necesario, ampliaciones para el cruce de dos camiones o de un camión con una grúa, como se muestra en la Figura 4 de esta Norma.

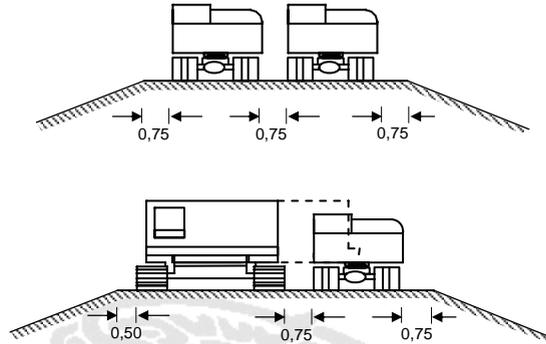


FIGURA 4.- Requerimientos de ancho de corona

- G.4.11.** Cuando la corona del núcleo, de la capa secundaria o de la coraza, se utilice como camino de trabajo su elevación durante la etapa de construcción será por lo menos de uno coma cincuenta (1,50) metros sobre el nivel de marea alta, para reducir el efecto de las rocciones producidos por el oleaje.
- G.4.12.** Cuando el enrocamiento requiera la colocación de un parapeto o muro deflector para evitar el paso de oleajes extraordinarios sobre la estructura, se harán las provisiones necesarias de espacio para la operación de los equipos requeridos para su construcción, ya sea con elementos precolados o colado en el sitio, según se haya indicado en el proyecto.
- G.4.13.** En todo momento se tomarán las precauciones necesarias para que no sufran alteraciones o daños las instalaciones, equipos o algún otro objeto existente en las cercanías del sitio de construcción.
- G.4.14.** Al concluirse totalmente la construcción del enrocamiento, el Contratista de Obra retirará los materiales sobrantes, los desperdicios, escombros y hará la limpieza general del sitio de la obra.

G.5. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de las obras de protección a base de enrocamientos, hasta que hayan sido recibidas por la Secretaría.

H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que las obras de protección a base de enrocamientos se consideren terminadas y sean aceptadas 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. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Que los materiales para el enrocamiento cumplan con las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma.

H.2. LÍNEAS Y NIVELES

Que el alineamiento, perfiles y secciones del núcleo, de la capa secundaria y de la coraza, cumplan con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría, con una tolerancia, en más, equivalente a la dimensión media de la roca de cada capa en el alineamiento y en los taludes, para lo que se hará el levantamiento de secciones topográficas en las estaciones cerradas a cada diez (10) metros y en estaciones singulares, como las de inicio y término de curvas, entre otras.

I. MEDICIÓN

Cuando la construcción de obras de protección a base de enrocamientos 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 en cuenta que para el núcleo, capa secundaria y coraza, se hará tomando como unidad la tonelada o el metro cúbico de material colocado, según su tipo y para cada banco en particular, con aproximación a la unidad. Cuando la unidad de medición sea la tonelada, la estimación se hará con base en el pesaje de los camiones antes de su ingreso a la obra para colocar roca.

J. BASE DE PAGO

Cuando la construcción de obras de protección a base de enrocamientos 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 por tonelada o en su caso por metro cúbico de material colocado, según su tipo y para 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:

- Permisos y pago de derechos de explotación de los bancos; desmonte y despalme; extracción del material aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones; selección de la roca; separación y recolección de los desperdicios; cargas, descargas y todos los acarreos locales necesarios de los materiales y desperdicios, y la formación de los almacenamientos.
- Todas las cargas y descargas necesarias para transportar el material desde el banco hasta el sitio de su utilización.
- Capas de rodadura, retornos y, en su caso, ampliaciones para el cruce del equipo de construcción.
- Visita de inspección, delimitación del enrocamiento y colocación de material de todos tamaños, para la construcción del enrocamiento.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas.
- La conservación de la obra de protección a base de enrocamientos, así como la construcción y conservación de las obras auxiliares en la zona de la obra y en el banco, hasta que la obra de protección haya sido recibida por la Secretaría.
- Pesaje.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de las obras de protección a base de enrocamientos, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

L. RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Una vez concluida la construcción de las obras de protección a base de enrocamientos, la Secretaría las aprobará y las 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.

M. BIBLIOGRAFÍA

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, *Manual de Dimensionamiento Portuario*, Puertos Mexicanos, México (1992).

Macdonel, G. *et al*, *Ingeniería Marítima y Portuaria*, Alfa Omega, México (1999).

Balkema A. A., *Manual on the Use of Rock in Hydraulic Engineering*. Ministry of Transport, Public Works and Water Management. Holanda (1995).

