

OBRAS EN TALUDES

Cabeceo de cárcavas



FIGURA 117. CABECEO DE CÁRCAVAS

Es el proceso mediante el cual se realizan acciones en la parte inicial de una cárcava para evitar su crecimiento en longitud aguas arriba, es decir, para prevenir y detener la erosión remontante. Dicha actividad consiste en el recubrimiento con material inerte como piedras, cemento (comúnmente denominados rápidos) o material vegetal muerto de estructuras que tienen la finalidad de amortiguar la energía de caída de la escorrentía (Figura 117).

¿Para qué sirve?

- Evitar el crecimiento longitudinal de la cárcava y por lo tanto la erosión remontante.
- Estabilizar y cubrir los taludes en la parte inicial de la cárcava.
- Disminuir la pendiente de los taludes para evitar deslizamientos.

Beneficios

- Cubre el suelo descubierto evitando el impacto de las gotas de lluvia y las corrientes de agua.
- Disminuye la erosión en cárcavas.
- Mejora la calidad del agua.

a) Diseño del cabeceo

El cabeceo de una cárcava se debe realizar en conjunto con otras obras mencionadas en este manual, como zanjas derivadoras, zanja bordo, terrazas de formación sucesiva y en general obras que disminuyan la velocidad y el volumen de escurrimientos aguas arriba donde inicia la cárcava. Por lo expuesto, a continuación se hará referencia exclusivamente a las obras y actividades realizadas en la cabeza o inicio de una cárcava.

b) Proceso de construcción

Primer paso. Para la realización del cabeceo lo primero es marcar mediante estacas la parte de la cárcava donde se concentran los escurrimientos (que crecen cada vez que pasa la escorrentía), con el fin de realizar los cálculos necesarios para dar la correcta inclinación al talud (Figura 118).





FIGURA 118. ÁREA DE LA CÁRCAVA QUE RECIBE LOS ESCURRIMIENTOS

Segundo paso. Se mide la pendiente o grado de inclinación del talud y dependiendo de la profundidad de la cárcava se definirá el grado de inclinación a que se despalmará el talud, siendo normalmente de 2:1, pero pueden practicarse taludes de 0.5:1, 1:1, 2:1 o 3:1, entre otros.

Tercer paso. En cuanto a las características del suelo, los suelos estables pueden tener mayor inclinación y los arenosos poco estables deben tener menor inclinación (Figura 119).

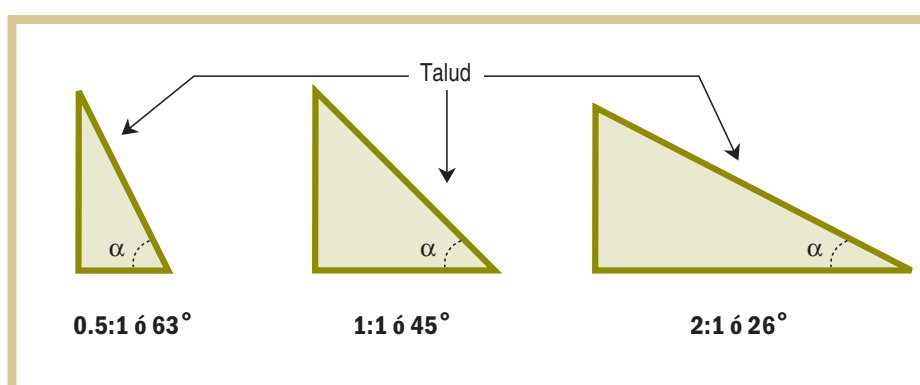


FIGURA 119. ESQUEMA DE GRADOS DE PENDIENTE



FIGURA 120. PROFUNDIDAD DE UNA CÁRCAVA

Cuarto paso. Para conocer la distancia en el nivel del piso hasta donde se realizará un despalme con inclinación 2:1, se debe medir la altura de la cárcava (h) desde donde inicia el talud (base) hasta el nivel del piso aguas arriba de manera vertical. En este caso se multiplica por dos y así se obtiene la distancia horizontal (d) (Figura 120).

Quinto paso. Luego se lleva a cabo el despalme mediante pico, barreta, pala u otro instrumento manual. En caso de que la cárcava sea muy profunda, se puede construir un escalón para facilitar los trabajos.

Sexto paso. Después, se procede a la colocación del recubrimiento en toda la superficie del talud de la cárcava. El recubrimiento puede ser de piedras, cemento, material vegetal muerto, ya sean troncos o residuos de cosecha, y costales de diversos materiales rellenos de suelo.

Séptimo paso. Hay que cuidar, según el tipo de recubrimiento, de aflojar la superficie del talud para la colocación de piedra o estacas y amarrar, en caso de ramas, troncos o costales (Figura 121).





FIGURA 121. RECUBRIMIENTO DE UNA CÁRCAVA

Octavo paso. Es conveniente prolongar el recubrimiento en la parte del fondo de la cárcava un tercio de la longitud del talud despalmado para evitar el golpeteo directo sobre el suelo de la corriente de agua.

c) Costos

Cuadro 17

Costos promedio para cabeceo de cárcavas (metro cuadrado)

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO \$	CANTIDAD REQUERIDA / HA	COSTO DE LA ACTIVIDAD \$
Limpieza y excavación para colocación del zampeado	Jornal	45	0.13	6
Pepena	Jornal	45	0.50	23
Acarreo	Jornal	45	0.13	6
Acomodo de piedra	Jornal	45	0.75	34
TOTAL \$ 69				

El cabeceo de cárcavas es una actividad que se debe realizar colateralmente a la construcción de presas para el control de azolves y se hará en la parte donde inician las cárcavas. Un solo cabeceo se considera que es suficiente por hectárea (6 metros cuadrados) por lo que su valor será de \$414.00.



OBRAS EN TALUDES

Estabilización de taludes



FIGURA 122. ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

Se denomina estabilización de taludes al despalme o recubrimiento practicado en taludes laterales de cárcavas, cauces intermitentes, caminos, arroyos o ríos para evitar o disminuir la erosión y permitir el desarrollo de la vegetación. De acuerdo con los trabajos que se promueven por la Gerencia de Suelos Forestales de la CONAFOR el término se ha acotado a obras en cárcavas y cauces intermitentes (Figura 122).

Términos utilizados

Para entender mejor el tema es necesario definir algunos términos utilizados:

Talud. Superficie de tierra bajo cierta pendiente o inclinación localizada entre su base y el inicio del nivel original del suelo, el cual se sitúa en una cárcava, cauce o camino con cambios de altura significativos.

Base de talud. Corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior del talud, factor que es difícil de cuantificar por las variaciones topográficas que el talud presenta. En general, para taludes naturales o artificiales con pendiente de conformación mayor de 45 grados, la base del talud se podrá localizar aproximadamente en la sección transversal típica cuando la diferencia de ángulo de conformación del talud entre cotas (cada un metro) sea superior a 10 grados. Para taludes de pendiente suave (menor de 45 grados), este punto podrá localizarse cuando el ángulo de conformación sea inferior a 22.5 grados (Figura 123). En caso de ser menor, no se considera como talud.

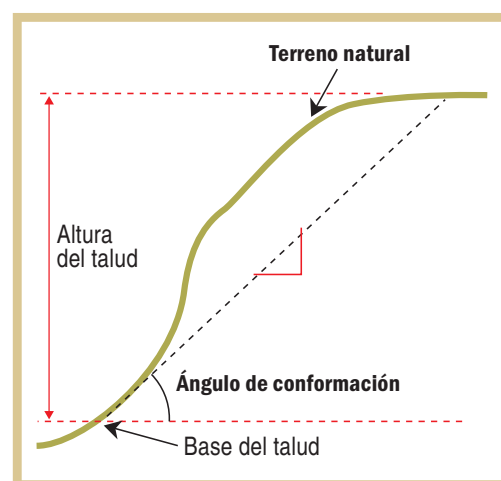


FIGURA 123. ESTABILIZACIÓN DE TALUD

Nivel original del suelo. Sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior del talud donde no se presenta flujo en masa.

Altura del talud. Distancia de dimensionamiento vertical del talud medida desde la base al borde superior.



Pendiente del talud. Identifica el ángulo o nivel de conformación del talud natural o artificial con respecto a la horizontal; se puede medir en grados, ángulo, porcentaje o relación metro / metro.

¿Para qué sirven?

- Evitar el crecimiento lateral de la cárcava.
- Estabilizar y cubrir los taludes longitudinales en una cárcava.
- Disminuir la pendiente de los taludes para evitar deslizamientos.
- Propiciar el establecimiento de vegetación.

Beneficios

- Cubren el suelo descubierto, evitando el impacto de las gotas de lluvia y las corrientes de agua.
- Disminuyen la erosión en cárcavas.
- Mejoran la calidad del agua.

a) Elementos de diseño

Las actividades para la realización de estas obras se deben iniciar con la medición de la pendiente de los taludes y el marqueo de su base, a fin de definir la inclinación final del despalme. Esto se puede realizar mediante el uso de un nivel de manguera o nivel de hilo.

También se debe medir la altura de la cárcava, desde la base hasta la prolongación horizontal con el nivel original del suelo. Finalmente, se debe realizar un esquema a escala para facilitar los cortes y en general los trabajos a realizar.



Hecho esto, se procede al despalme, que por lo regular se realiza con pala, pico o barreta; el método de construcción se debe seleccionar de acuerdo con el tamaño de la obra, las condiciones del terreno y los recursos humanos y económicos.

Los recubrimientos utilizados pueden ser de diferentes materiales, como malla de alambre, malla sombra, gaviones, piedra acomodada, ramas, troncos, residuos de cosecha, costales rellenos, etc. (Figura 124).



FIGURA 124. ESTABILIZACIÓN DE TALUD CON PIEDRA

b) Proceso de construcción

Para taludes de 2 metros de longitud o menores, se procede al despalme, llevando los taludes a una relación 1:1, y posteriormente se recubren los taludes con piedra acomodada, material vegetal muerto, como subproductos de cosechas (siempre y cuando se estaquen y entrelacen), madera o llantas.

En taludes mayores de 2 metros de longitud, se debe establecer vegetación nativa y construir escalones denominados bermas. En los taludes



solamente se hará un despalme de profundidad de corte variable, hasta conformar un talud de relación 2:1 cubierto con pasto, protegido aguas arriba con un sistema zanja bordo.

Esta actividad se deberá complementar con presas y cabeceo de cárcavas.

c) Costos

Cuadro 18

Costos promedio para estabilización de taludes (200 metros lineales)				
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO \$	CANTIDAD REQUERIDA / HA	COSTO DE LA ACTIVIDAD \$
Despalme del material con pala	Jornal	45	2.00	90
Compactación del material	Jornal	45	0.50	23
Conformación de bordos	Jornal	45	0.50	23
TOTAL \$				136

El costo sólo de despalme de taludes, para un promedio de 200 metros lineales, está calculado en \$136.00 (no incluye el recubrimiento).



OBRAS EN TALUDES

Protección y conservación de caminos



FIGURA 125. OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE CAMINOS FORESTALES

Los caminos son indispensables para el aprovechamiento forestal, pero también son la principal fuente de erosión en estas áreas. Por ello, después de su construcción se deben implementar estructuras de mantenimiento, sobre todo aquellas que tengan que ver con la evacuación del agua, que es el principal agente en la destrucción de caminos y erosión de suelos (Figura 125).

¿Para qué sirven?

- Reducir la erosión hídrica provocada por los caminos forestales.
- Encauzar los escurrimientos superficiales hacia áreas protegidas donde no se provoque erosión.
- Mantener los caminos en buen estado.

Beneficios

- Mantienen los caminos en buen estado.
- Mejoran el tránsito de vehículos.
- Permiten ahorros en los costos de mantenimiento de los caminos forestales.

a) Planeación de caminos forestales

Los caminos forestales se deben diseñar con el propósito de que crucen la menor cantidad de arroyos y se haga el menor movimiento de tierra. Asimismo, se busca usar los materiales locales para su protección y diseñar todas las estructuras de drenaje que permitan conservarlo en buen estado.

b) Canales de desviación

En los caminos forestales, dependiendo de la pendiente del camino, cada cierta distancia se deben colocar canales transversales de desviación de escurrimientos. Este tipo de canales desfogan el agua de manera controlada evitando que se formen surcos o zanjas y posteriormente cárcavas. Son obras sencillas y muy fáciles de ejecutar, pueden ser simples o compuestas.



Se trazan transversal al camino en un ángulo de 30 grados respecto a la dirección de éste o bien con una pendiente de 1% a 2%.

Canal transversal simple. Se puede construir únicamente de tierra o se puede hacer con uno o dos morillos horizontales.

El largo del canal depende de lo ancho del camino. Hay que colocar estacas enterradas a 50 centímetros y separadas a un metro.

Aguas arriba de las estacas se colocan dos morillos y sobre ellos se puede poner una malla de ixtle o malla sombra para que impida la filtración del agua.

Después, se coloca tierra compactada en el canal, formando una especie de tope (joroba de toro) que encauza el escurrimiento fuera del camino.

Este tipo de canal de desviación también se puede hacer únicamente de tierra, sólo que su duración será menor (Figura 126).



FIGURA 126. ESQUEMA DEL CANAL DE DESVIACIÓN

Canal transversal compuesto. Está integrado por una zanja protegida por dos morillos en cada uno de sus lados y el fondo por ripio, que es una piedra pequeña (Figura 127).

La profundidad del canal es de aproximadamente 30 centímetros, con un ancho de 20 centímetros, lo que permite a los vehículos transitar sin dificultades. Este tipo de canal es aún más adecuado que el sencillo, ya que no constituye ningún tope al flujo vehicular.

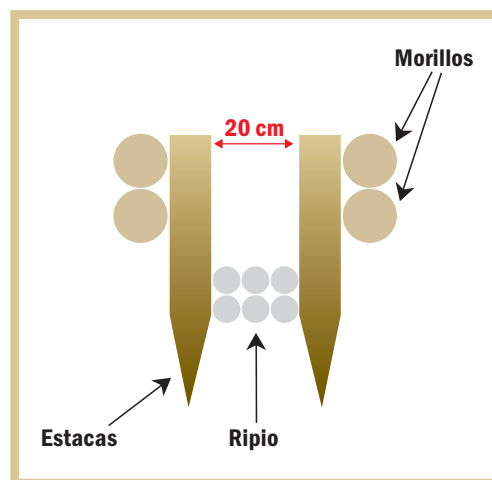


FIGURA 127. SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN CANAL CON MORILLOS

Se pueden usar morillos de pino resultantes de los aclareos. Se clavan estacas a 50 o 60 centímetros de profundidad, espaciadas cada metro y en ambos lados del canal. Posteriormente se colocan los morillos a lo largo del canal y se amarran a las estacas con alambre de acero galvanizado (Figura 128).

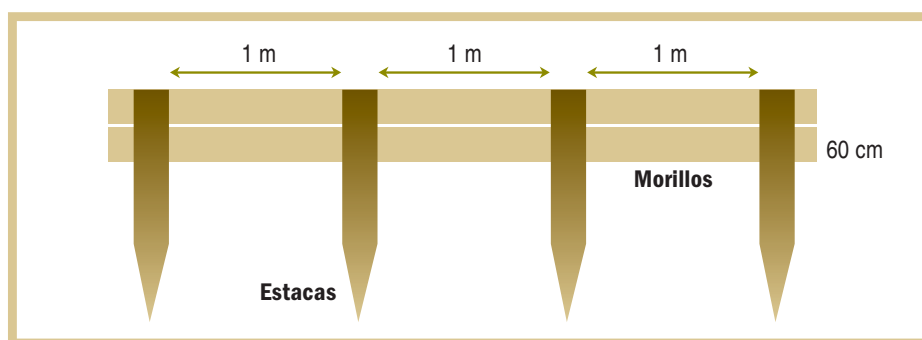


FIGURA 128. DIMENSIONES DE UN CANAL DE MORILLOS

Todo el fondo del canal se cubre con ripio y a la salida se hace un cabeceo o recubrimiento con piedra para impedir que el agua forme cárcavas. El agua evacuada del camino se conduce a un cauce natural o a una cárcava estabilizada (Figura 129).





FIGURA 129. CONSTRUCCIÓN DE UN CANAL DE DESAGÜE

Con la colocación de canales transversales de desagüe se incrementa la vida útil del camino.

c) Contracunetas

Las contracunetas son estructuras que sirven para interceptar el agua antes de que llegue al camino. Éstas se colocan principalmente en aquellos sitios donde el agua puede provocar su destrucción, sobre todo en taludes inestables.

Se construyen cuando la cuneta no es suficiente para drenar el agua de los escurrimientos. Sin embargo, es muy común que las contracunetas se construyan sin tomar en cuenta aspectos como la pendiente y distancia del camino, lo que ocasiona que se formen cárcavas y se derrumben los taludes del camino.

Las contracunetas se deben construir preferentemente a nivel o con una pendiente máxima de 2% y alejarlas de los taludes inestables un mínimo de 10 metros. Además, hay que llevar los escurrimientos captados hacia cauces naturales o cárcavas estabilizadas.

El diseño técnico de las contracunetas se puede hacer de la misma forma que las zanjas derivadoras de esorrentías.

d) Brechas de saca

En las brechas de saca se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se debe reducir al mínimo el movimiento de tierra.
- En lo posible, hay que seguir las curvas de nivel.
- En zonas muy húmedas, es recomendable proteger al suelo con materiales leñosos para evitar su degradación.
- Deben ser peraltadas para canalizar las aguas e impedir que las llantas de los vehículos formen zanjas. El peralte debe ser de 2% a 6%, a modo de evitar el deslizamiento a través de las huellas.
- Se deben realizar trabajos de drenaje para evitar la acumulación de agua y escurrimiento.

Una vez concluidas las labores de extracción o aprovechamiento, las brechas de saca se deben cerrar para impedir la formación de cárcavas. Se puede hacer esto con morillos resultantes de aclareos, puntas o ramas del aprovechamiento forestal (Figura 130).



FIGURA 130. ACOMODO DE MATERIAL VEGETAL MUERTO EN BRECHAS

e) Otras recomendaciones

- La construcción de caminos se debe realizar en la temporada de secas. No se recomienda hacer movimiento de tierras en suelos húmedos.
- La estabilización de taludes y control de la erosión se deben hacer paralelamente a la construcción del camino.



- Es mejor completar o estabilizar las secciones dentro de la misma temporada de construcción, asegurando el mecanismo de drenaje.
- Se debe realizar la supervisión y el mantenimiento de la red de caminos completa, con objeto de prevenir la erosión.
- Es recomendable transportar hacia áreas estables todo el material removido por las operaciones de mantenimiento y, si es necesario, aplicar medidas de estabilización de cortes y rellenos.
- Una vez cumplida la función de los caminos (sobre todo brechas de saca), deben ser desactivados, en especial cuando no sea posible realizar un adecuado mantenimiento de su estado, incluyendo las estructuras de drenaje.
- Después de la construcción y antes de utilizar el camino, se deben estabilizar los suelos y el material de derrame.
- Hay que estabilizar los taludes antes de la temporada de lluvias.

f) Medidas para reducir el desarrollo de cárcavas

- Hacer descargas más regulares de cunetas para introducir el escurrimiento superficial.
- En lo posible, se debe rellenar y recuperar el área de la cárcava. Si no es posible llenar la cárcava, se debe realizar un cabeceo de la cárcava o suavizarla por lo menos a 45 grados y protegerla con un empedrado.
- Hay que interceptar los escurrimientos con la adecuada planificación de cunetas, antes de que lleguen al camino.