

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 1 de 38

1.0 OBJETIVO

Presentar criterios a utilizar para controlar los sedimentos y reducir la erosión producto de actividades mineras y minimizar impactos en los cuerpos de agua.

2.0 ALCANCE

Todas las áreas de CMBSAA sus empleados y contratistas.

3.0 DEFINICIONES

Erosión

⊕ Perdida de material de la superficie terrestre por acción de agentes externos, como el agua o el viento.

4.0 RESPONSABLES / RESPONSABILIDADES

⊕ Todas las jefaturas (Mina, Planta, Geología, Proyectos) deben de cumplir con el control de erosión y el manejo de sedimentos que se puedan generar producto de las actividades que realicen.

5.0 ESTÁNDAR

5.1 Control de la fuente

5.1.1 Manejo de agua

- ⊕ En las operaciones y proyectos se debe limitar con prioridad el ingreso de agua (escorrentía o vertimiento) a componentes mineros o áreas disturbadas a fin de reducir el arrastre potencial de partículas de suelo.
- ⊕ Es obligatorio que se instalen y/o construyan los controles ambientales antes de la época de lluvia. Asimismo, las actividades de construcción se concluyan antes del inicio de la época de lluvias.
- ⊕ Es importante que cada Unidad (Departamento de Planeamiento) disponga de un plano que detalle las obras para gestionar el agua de escorrentía. Construir canales y otras hidráulicas previas a la construcción del PADs, depósito de material estéril, DRIM u otros componentes cuya ingeniería lo demande.

5.1.2 Control de la erosión


- ⊕ Técnicas de control de la erosión:

Perturbación controlada / limitada

La mejor herramienta disponible para controlar la erosión es reducir la perturbación del suelo y la vegetación natural por lo tanto todos los trabajos serán diseñados e implementados limitando la perturbación de la vegetación, recuperando el suelo orgánico, reponiendo de inmediato la vegetación. Igualmente impulsando los trabajos e rehabilitación AMBIENTAL PRODUCTO DEL Cierre progresivo.

5.1.3 Control de sedimentos entre la fuente y el límite de propiedad

- ⊕ Esta etapa consiste en atrapar las partículas de sedimentos dentro del límite de la operación y proyectos de CMBSAA para reducir la cantidad de sedimento transportado a estructuras ubicadas fuera del área de operaciones o de la propiedad minera.
- ⊕ Los controles usados para capturar los sedimentos y reducir la carga de partículas deben ser específicos, se recomienda el uso de serpentines; pozas y/o diques de contención, para reducir la energía cinética del agua, incrementar el tiempo de retención y propiciar de manera física el asentamiento de los sólidos; en el caso de persistencia de sedimentos se usarán de químicos (coagulantes/floculantes) para estimular el asentamiento de los sedimentos y realizar la descargar con

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 2 de 38

una concentración de sólidos suspendidos (TSS) menor o igual a 25 ppm o mg/litro, en concordancia con lo estipulado por la normatividad vigente.

5.1.4 Pautas específicas para el control de sedimentos.

5.1.4.1 CAMINOS

Los caminos pueden ser Permanentes (P), si da servicio por 1 año o más y Temporales (T), si da servicio por menos de un año.

Drenaje

Los caminos permanentes y temporales (P, T) se construirán con un control de drenaje adecuado de aguas pluviales; ello implica que los caminos tengan:

- Una adecuada inclinación para promover el drenaje hacia las cunetas ubicadas en el borde del camino.
- Los caminos permanentes (P) se construirán con cunetas y estructuras de descarga resistentes a la erosión (revestimiento de roca o revestimiento de roca con cemento).
- Los caminos temporales (T) que permanecerán durante la estación de lluvias también se construirán con cunetas y estructuras de descarga resistentes a la erosión (revestimiento de roca o revestimiento de roca con cemento).
- Las cunetas descargarán en estructuras de control de sedimentos (pozas)
- Cruces de drenajes en vías con alcantarilla o badenes, debidamente protegidos contra la erosión en los ingresos y salidas (P, T)
- Cuando se instalan alcantarillas se considerará cajas de registro a la entrada y salida que eviten su obstrucción (P, T)
- Cunetas de coronación para proteger los taludes (P) con estructuras de descarga resistentes a la erosión.

Construcción

- Se evitará la construcción colocando material excavado suelto en los taludes de caminos permanentes (P). Este debe ser dispuesto compactado y con talud para formar la ladera final compacta o será transportado a un depósito de material estéril.
- Los caminos permanentes (P) deberán ser lastrados y compactados con material que no sea generador de acidez, reduciendo así la generación de sedimentos. Evitar en los accesos cortar material generador de acidez. Caso contrario, el talud de corte deberá sellarse con concreto o restaurarse según las características del material.

Mantenimiento

- Hacer mantenimiento programado de la plataforma y cunetas de los caminos para garantizar un drenaje adecuado. Igualmente, de las estructuras de erosión y sedimentación conformadas junto a los caminos.

5.1.4.2 CANALES DE DERIVACION

Contribuyen a evitar que aguas de lluvias ingrese a una estructura determinada.

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 3 de 38

Drenaje

- Las estructuras de derivación deben haber considerado adecuadas pautas de un buen diseño hidráulico y de resistencia a la erosión y deben de descargar hacia estructuras de control de sedimentos.

Construcción

- Los canales deben estar concluidos antes de la estación húmeda.
- Las estructuras que se construyen en los canales de derivación en un relleno deben sellarse para evitar filtraciones y erosión.
- Se construirán en o con roca no generadora de ácido (no PGA). Si no es posible, el talud de corte deberá restaurarse según las características del material PGA.

Mantenimiento

- Debe mantenerse periódicamente los controles de drenaje limpieza, restauración y revegetación.
- El material retirado de la limpieza debe transportarse a los botaderos de depósito de material estéril. Queda prohibido vaciarlo en terrenos adyacentes.

5.1.4.3 CORTES (de camino, de canales de derivación y otros)

Drenaje

- Debe construirse estructuras de drenaje protegidos contra la erosión para transportar los flujos concentrados a través de taludes de corte.
- Se formará plataformas en la base del corte para transportar el flujo lateralmente a los drenajes naturales/artificiales.

Mantenimiento

- Mantener los controles de drenaje.
- Establecer registros de los trabajos de mantenimiento/limpieza para tener control de fecha y volumen del sedimento eliminado de las estructuras diferentes.
- Las PMA de control de sedimentos requieren eliminar los sedimentos cuando haya alcanzado 50% de la capacidad de almacenamiento de la estructura.

5.1.4.4 RELLENOS (de camino, de canales de derivación, rellenos estructurales)

Exclusiones: Botaderos, Pilas de acopio, Rellenos de camino de acarreo.

Drenaje

- Los rellenos deberán tener estructuras de drenaje para evitar acumulación de agua (empozamientos): Canales, Cunetas y gradiente adecuada de las plataformas de relleno.
- Se evitará la colocación de rellenos sobre drenajes naturales.
- Las estructuras de control de sedimentos, se construirán aguas abajo cuando sea necesario.
- Podrá conformarse trampas de sedimentos en los cursos de drenaje del agua pluvial. Serán de tamaño y limpiadas con una frecuencia adecuada para manejar la carga de sedimentos

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 4 de 38

esperados provenientes del área de construcción en avance. El diseño de construcción debe permitir realizar los trabajos de limpieza.

Construcción

- Los ángulos de las laderas de relleno permanente (P), definidas como expuestas a una estación de lluvias completa, requerirán la reposición de la vegetación.
- Las superficies de relleno serán escalonadas para descargar el agua a las estructuras de control de aguas pluviales.
- Los extremos del relleno deben mantenerse fuera de los cursos de agua.
- A los extremos del relleno que puedan abarcar cursos de agua se instalará un drenaje adecuado para manejar los flujos de base sin desgastarse (es decir, drenajes franceses, alcantarillas, etc.). También se construirán canales de derivación para controlar el flujo de la tormenta alrededor de los extremos del relleno.
- La supervisión prestará control a la posible erosión en las laderas del relleno usando las PM.
- No está permitido realizar relleno con material generador de acidez (PGA).

Mantenimiento


- Los controles de drenaje tendrán un programa de mantenimiento elaborado por el área responsable y supervisado por Medio Ambiente.
- Las estructuras de control de sedimentos se limpiarán cuando sea necesario (mínimo una vez que la trampa haya llenado el 50% de su capacidad). El material excavado de las trampas de sedimento se transportará hacia el depósito.
- Las barreras y otras medidas de control de la erosión se mantendrán cuando sean necesarias durante la construcción.
- El material caído será transportado a un depósito.
- Los registros se mantendrán para rastrear la fecha y volumen del sedimento eliminado de las estructuras de control de sedimentos.

Desarrollo del minado

Drenaje

- Se construirá con prioridad y se mantendrá permanentemente la infraestructura de drenaje superficial para evitar el ingreso de agua de lluvia al tajo, por chimeneas o rajos abiertas y contener el agua de lluvia que cae directamente dentro de las labores y evitar una carga adicional de sedimento por la escorrentía.
- Se deberá contar con canales de drenaje y estructuras de salida para transportar el agua a las estructuras de control de sedimentos corriente abajo de manera segura.
- Toda la escorrentía de agua superficial será descargada a las estructuras de control de sedimentos.
- En las actividades de minado subterráneo: Se construirá con prioridad pozas de sedimentación en el interior de mina captando toda el agua subterránea previa a su drenaje.
- Los sólidos serán transportados como relleno a los tajeos de mina.
- Estas estructuras deberán de ser mantenidas como máximo cuando los sedimentos alcancen el 50% del volumen.

Operaciones/Mantenimiento

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 5 de 38

- Se evitará disponer material acumulado sobre el borde del tajo de chimeneas, tajos abiertos y bocaminas. Si no se puede evitar, éste deberá reducirse e implementarse inmediatamente las medidas de control de sedimentos.

5.1.4.5 Depósitos de material estéril, material inadecuado/orgánicos y PAD

Drenaje

- Construir canales de derivación según diseño pre establecido (aprobado en el instrumento ambiental) que impidan el ingreso de aguas arriba.
- Los sistemas de drenaje en el interior de los depósitos deben ser implementados en forma temporal y progresiva para evitar empozamientos.
- Los drenajes interiores de depósitos deberán descargar en estructuras de sedimentación y/o tratamiento.
- Las plataformas de relleno de botaderos deben poseer una gradiente adecuada para evitar empozamientos.
- Las trampas y estructuras de control de sedimentos serán construidas fuera del área de relleno de los depósitos.
- Al cierre, los drenajes en y alrededor de los depósitos serán dimensionados para un evento de tormenta en 100 años.
- Preferentemente no se construirán los canales de drenaje sobre un material PGA descargado. En caso de ser requerido se considerará el recubrimiento respectivo para evitar que el agua entre en contacto con el material PGA.

Construcción

- Los depósitos de material deberán contar como parte del diseño de ingeniería un sistema de sub-drenes que garantice la estabilidad del botadero.
- Se definirán las zonas de descarga de materiales saturados (sedimentos) y no saturados para garantizar la estabilidad del botadero.
- El Departamento de Medio Ambiente dará disposiciones para proteger las laderas de la erosión (perturbación controlada, barreras, coberturas, etc.).
- De no haber alternativas, se deberán considerar las medidas de mitigación consideradas en el PMA.
- Los depósitos serán construidos en capas compactadas por el equipo de descarga y conformación (tractores de oruga) y/o siguiendo lo enseñado en el Manual de Operaciones
- La descarga, conformación, restauración y revegetación se debe realizar en forma progresiva para controlar la generación de sedimentos.
- La estabilización se puede hacer disminuyendo la pendiente a 2.5:1, cubriendo la parte frontal del botadero con roca de tamaño y profundidad suficiente para evitar la erosión, u otros métodos que blinden la parte frontal del botadero. La estabilización del botadero podría variar dependiendo del material y el grupo de geotecnia deberá evaluar las opciones de ladera más adecuadas.
- El material PGA deberá ser encapsulado con el material de óxido con un espesor mínimo de 1 metro.
- Se deberá desarrollar un plan de restauración progresiva y continua para limitar la filtración y la erosión desde las partes frontales del botadero abierto.

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 6 de 38

Mantenimiento

- Se mantendrán los controles de drenaje requeridos.
- Se limpiarán las trampas de sedimentos el que será eliminado en los depósitos de material estéril designado.
- Se mantendrá las barreras (de geotextil, de pacas, de piedra, etc.) y otras medidas para el control de la erosión.
- El mantenimiento será requerido antes de que el almacenamiento supere el 50% de su capacidad.

5.1.4.6 Canteras

Aplicación: Construcción y operación de las canteras de roca o agregados fuera del tajo.

Drenaje

- Construir y mantener el drenaje superficial para reducir las escorrentías de las canteras.
- Si las escorrentías no se pudieran contener dentro de la cantera, se construirán zanjas de drenaje y estructuras de salida para transportar el agua a las estructuras de control de sedimentos aguas abajo de manera controlada.
- Al cierre, se medirá cualquier derivación asociada para manejar un evento de tormenta en 100 años.

Operaciones/Mantenimiento

Mantener los controles de drenaje.

- Realizar la limpieza de las estructuras de manera programada. El lodo debe ser transportado a los depósitos de material inadecuado a menos que sean contenidos dentro de la cantera.
- Debe producirse sólo el material requerido con los controles de erosión adecuados. No se permitirá almacenamientos de materiales sueltos por largos períodos de tiempo.

Construcción

- La construcción deberá seguir generalmente los principios de construcción de tajos y construcción de caminos.
- Como regla general los taludes de corte dejados deberán ser menores o iguales a 2.5H:1V y se realizará restauraciones y revegetaciones progresivas al avance de explotación de la cantera.

5.1.5 Programación

Es conveniente que los proyectos de construcción deberán de programarse y terminar, hasta el punto práctico, durante la estación seca para limitar las perturbaciones activas y la remoción de la capa superficial del suelo durante la estación de lluvias.

5.1.6 Planeamiento

Cada proyecto debe ejecutarse mediante un Plan de Manejo Ambiental (PMA). Los PMA serán revisados por el Departamento de Medio Ambiente y se requiere su aprobación antes de dar inicio a cualquier proyecto. Este

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 7 de 38

plan debe dirigir toda la actividad esperada durante un período máximo de un año. El propósito de un PMA es identificar los impactos específicos y las medidas de mitigación para las actividades programadas.

5.1.7 Temporada de construcción

Es preferible fomentar la construcción en la estación seca. Sin embargo, se permite la construcción en la estación de lluvias si se delimitan y aprueban en el PMA las PM/medidas de mitigación adecuadas.

5.1.8 Inspección, monitoreo y mejoramiento

El Área de Medio Ambiente conducirá inspecciones periódicas enfocadas en la mejora continua de los trabajos de diseño, ejecución y mantenimiento en el control de sedimentos.

Las deficiencias en el control de la erosión y sedimentos se informarán en el campo al Supervisor del área involucrada y por escrito a Jefe del área, para ser corregida oportunamente bajo responsabilidad del área involucrada. En caso de incumplimiento el Jefe de Medio Ambiente tienen la autoridad para detener el trabajo.

6.0 FORMATOS Y REGISTROS

⊕ No aplica.

7.0 REVISIÓN

⊕ Aplicar Procedimiento P-COR-SIB-04.08 Gestión de Documentos.


8.0 REFERENCIAS LEGALES Y OTRAS NORMAS

⊕ Mejores prácticas de manejo de sedimentos y erosión.

9.0 ANEXOS


⊕ Anexo 1, Mejores Prácticas de Manejo de Sedimentos.

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR :	APROBADO POR:
PABLO VALLADARES H. SUPERVISOR DEL ÁREA	CARLOS RODRÍGUEZ V. GERENTE DE GESTIÓN AMBIENTAL	TOMÁS CHAPARRO D. GERENTE DE SEGURIDAD	VICTOR GOBITZ C. GERENTE GENERAL
FECHA: 20 ABRIL 2018	FECHA: 20 ABRIL 2018	FECHA: 20 ABRIL 2018	FECHA: 20 ABRIL 2018

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 8 de 38

ANEXO 1
EJEMPLO DE LAS MEJORES PRÁCTICAS DE MANEJO

1. Introducción
2. Mejores Prácticas de Manejo
3. Control de sedimentos
4. Control químico
5. Temporada de construcción
6. Actividades prohibidas
7. Manejo/Programación
8. Perturbación limitada
9. Restauración inmediata
10. Minimizar la perturbación y faja de amortiguación
11. Revestimiento de canales con geocelda, piedra/roca
12. Geoceldas para taludes empinados
13. Concreto Lanzado
14. Aplicación de capa superficial orgánica
15. Entrada/Salida de construcción temporal de grava
16. Conservación vegetativa
17. Sembrío / Transplante para el control de la erosión
18. Plantación hidráulica
19. Aplicación de mantillo
20. Canales con revestimiento de piedra
21. Dique interceptor temporal
22. Drenes de talud
23. Barreras para agua y bermas de rodadura
24. Bermas de seguridad y taludes de relleno
25. Mantas y mallas para control de la erosión
26. Rip-Rap
27. Pozas de sedimentos temporales
28. Pacas de paja/arroz o diques de roca apiladas
29. Cerco de sedimento
30. Berma continua
31. Emisor de gaviones
32. Presas de retención
33. Construcción de caminos
34. Mantenimiento de caminos

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 9 de 38

35. Pozas de camino / fosos para lodo
36. Abertura de bermas
37. Polímeros de control de polvo
38. Serpentes
39. Uso de geomembrana
40. Rip-rap de entrada de alcantarilla
41. Tuberías de alcantarilla
42. Mantenimiento de estructura de control de sedimentos
43. Flocculación

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 10 de 38

INTRODUCCIÓN

El presente procedimiento proporciona al personal de CMBSAA un conjunto de prácticas de manejo, que ayudarán a manejar los sedimentos y escorrentías originados por los trabajos mineros o por la construcción y el mantenimiento de la infraestructura de la mina. Pueden agregarse otras a medida que se encuentre que son eficaces.

LAS MEJORES PRÁCTICAS DE MANEJO (PM)

Las Mejores Prácticas de Manejo (PM) son técnicas y herramientas utilizadas para controlar la erosión del terreno perturbado y mitigar los efectos de cualquier erosión que llegue a ocurrir. Todas las operaciones que impliquen perturbación del terreno, deben realizarse como si fuera a ocurrir una gran lluvia en ese día.

La cobertura vegetal es una de las formas más importantes de control de erosión posible, porque evita o reduce la erosión en vez de intentar capturar el sedimento después de que las partículas del suelo ya han sido arrastradas. Además, contribuye al valor estético y funcional del desarrollo de un proyecto.

Las Mejores Prácticas de Manejo (PM) son las que actualmente se considera que proporcionan los medios más eficaces y prácticos de prevenir o reducir impactos negativos generados por fuentes no puntuales. Lo que es muy importante es que cambian con el tiempo, según vamos descubriendo o conociendo otras prácticas que cumplen mejor sus objetivos.

CONTROL DE SEDIMENTOS

El suelo que se erosiona y moviliza en un curso de agua es muy difícil de asentar fuera del agua, y los sedimentos que se acumulan son costosos de remover, difíciles de acarrear y crean problemas de estabilidad en los botaderos de disposición final. La generación de sedimento debe ser minimizada mediante el control de la erosión.

CONTROL QUÍMICO

Una operación puede estar emplazada en materiales generadores de acidez (PGA) que cuando se les expone al oxígeno y al agua producen agua de bajo pH, la cual también puede contener metales. Las operaciones de minado deben controlar y manejar esta cantidad y calidad de escorrentía antes de la descarga.


TEMPORADA DE CONSTRUCCIÓN

Cuando sea posible, las actividades de construcción que perturben el terreno deben limitarse al período de la estación seca. En algunos casos esto no es posible y se debe emplear PM rigurosas para controlar la escorrentía adicional que esto causará.

ACTIVIDADES PROHIBIDAS

No están permitidas las siguientes actividades:

- Iniciar el trabajo sin un PMA aprobado.
- Iniciar el trabajo antes de que se hayan establecido el PMA.
- Perturbar el terreno fuera del emplazamiento de la obra o sin un instrumento ambiental aprobado.
- Poner tierra suelta en canales de corriente.
- Dejar suelo suelto expuesto al viento y la lluvia (vaciado lateral).

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 11 de 38

MANEJO/PROGRAMACIÓN

Una PM importante y efectiva es la programación del trabajo para limitar la cantidad de terreno perturbado que se deja sin protección. El control de la erosión en la fuente requiere que todo el personal que trabaja en el proyecto sepa que las actividades de perturbación del terreno deben limitarse al emplazamiento del proyecto. Se prohíbe los senderos de acceso no autorizados y el movimiento de equipo sobre terreno sin perturbar.

PERTURBACIÓN LIMITADA

Se necesita aplicar prácticas de “JUSTO A TIEMPO” a las actividades que perturban el terreno. Se debe dar una secuencia al trabajo, de modo que las actividades de desbroce y de capa superficial orgánica se efectúen sólo cuando las actividades de construcción o de minado requieran el área. Se permiten algunas excepciones para evitar el desbroce durante la estación de lluvias.

RESTAURACIÓN INMEDIATA

Debe priorizarse el cerrar y rehabilitar los trabajos de movimiento de tierras a medida que avance la obra y los trabajos hayan cumplido su fin. La aplicación de capa superficial orgánica y el sembrío no deben dejarse para el final del proyecto. La capa superficial orgánica necesitará barreras, coberturas, otros, hasta que la vegetación se establezca.

MINIMIZAR LA PERTURBACIÓN Y FAJA DE AMORTIGUACIÓN

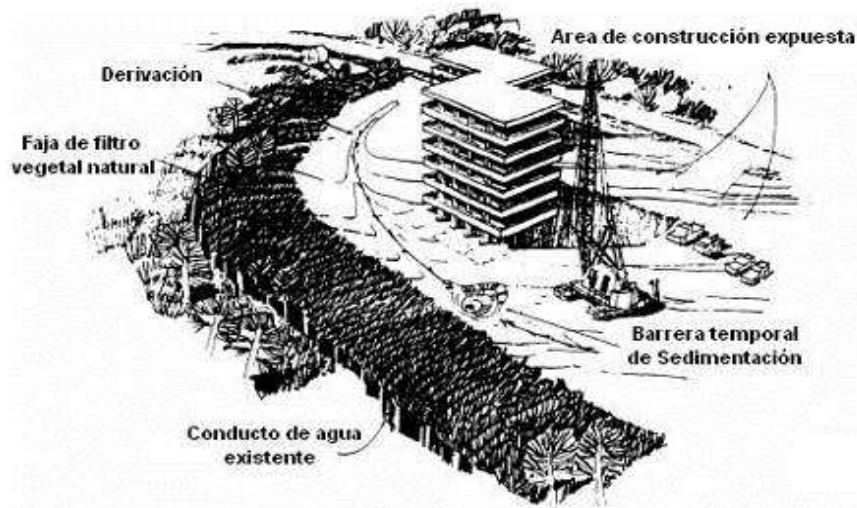
El mantenimiento de una faja de amortiguación vegetativa natural o faja de filtro en la base de un talud, retiene el sedimento en el emplazamiento y es el método preferido para el control de la erosión. Si se deja la cobertura vegetal natural, no tendrá que usarse otras técnicas de cobertura como el mantillo o la cobertura plástica. La vegetación sin perturbar es de lejos el mejor método para reparar y mantener taludes inestables. Si tiene que perturbarse la cobertura vegetal natural, también sirven de ayuda los métodos tales como colocar fajas de champa a lo largo de la cara del talud. Estas medidas ayudan a disminuir la velocidad de la escorrentía, atrapar sedimentos y reducir el volumen de la escorrentía.

REVESTIMIENTO DE CANALES CON GEOCELDA, PIEDRA/ROCA

Se puede usar geocelda, piedra/roca para revestir canales y de esta manera evitar que el agua entre en contacto con otro material (suelo orgánico, material PGA).




Fotografía N° 1: Canal con rip-rap con lechada de concreto.

**Gráfico N° 1: Fajas de filtro vegetativo****GEOELDAS PARA TALUDES EMPINADOS**

Se puede usar geoceldas en taludes empinados para sostener la capa superficial del suelo en los niveles no favorables. También existen otras opciones como tender el talud hacia atrás o en algunos casos el hidrosembado podría resultar exitoso.

**Fotografía N° 2: Restauración de talud en etapa inicial con geoceldas,**

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 13 de 38

CONCRETO LANZADO

La aplicación de concreto lanzado a áreas perturbadas no durables, tales como canales, bermas y taludes empinados, reduce o elimina la erosión potencial. Las superficies con base de cemento son resistentes a la erosión, reduciendo o previniendo así el transporte de sedimentos. Otro uso del concreto lanzado es la cubierta de superficies expuestas de material PGA. La cubierta de concreto evita o reduce la posibilidad de que el oxígeno y el agua contacten el material PGA, eliminando o reduciendo así la escorrentía ácida.



Fotografía N° 3: Talud de corte con PGA encapsulado usando

APLICACIÓN DE CAPA SUPERFICIAL ORGÁNICA

Aunque de por sí no es un procedimiento de cobertura permanente, la aplicación de capa superficial orgánica ha sido incluida en esta sección porque es un componente integral en la preparación de una cobertura permanente para las áreas donde la superficie del suelo no es adecuada para el crecimiento de plantas.


Se debe utilizar la capa superficial orgánica para mejorar la estabilización final del emplazamiento con vegetación. La aplicación de esta capa provee un medio adecuado de crecimiento para la estabilización final del emplazamiento con vegetación.

Situaciones a las que se aplica esta práctica:

- Cuando se determina que la conservación o traslado de capa superficial orgánica es el método más efectivo de proveer un medio de crecimiento adecuado y los taludes son menores de 2:1.
- Es aplicable para áreas con suelos muy densos o impermeables o áreas donde se va a plantar en el subsuelo, donde el mantillo y abono por sí mismos (solos) no proveerían un medio de crecimiento adecuado.

ENTRADA/SALIDA DE CONSTRUCCIÓN TEMPORAL DE GRAVA

Una plataforma temporal estabilizada con piedra en los puntos de ingreso y salida de vehículos en una obra de construcción. Esta estructura reduce la cantidad de barro, desechos, piedras, etc. transportados a los caminos de acceso por vehículos motorizados o la escorrentía, mediante la construcción de una plataforma estabilizada de lajas de piedra en los ingresos a los sitios de construcción y el lavado de llantas durante la salida. Esto impedirá el

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 14 de 38

transporte de sedimento con el equipo. Los ingresos a la construcción proveen un área donde puede removerse el barro de las llantas de los vehículos antes de que entren a una carretera pública. Si el paso del vehículo sobre la plataforma de grava no es suficiente para remover la mayor parte del barro, entonces deben lavarse las llantas antes de que el vehículo ingrese a una carretera pública. Si se recurre al lavado, deben tomarse las medidas necesarias para interceptar el agua del lavado y atrapar el sedimento antes de que sea llevado fuera del emplazamiento. Los ingresos de construcción deben usarse junto con la estabilización de los caminos de construcción, para reducir la cantidad de barro que recogen los vehículos. Es importante anotar que esta PM sólo será eficaz si se usa el control de sedimentos en todo el resto del emplazamiento de construcción.

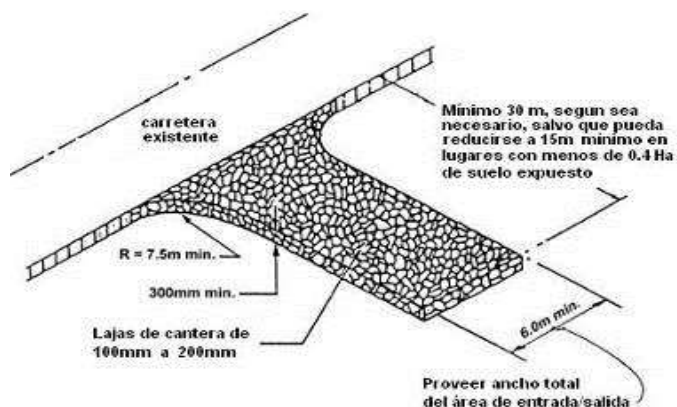


Gráfico N° 2: Entrada de construcción estabilizada

CONSERVACIÓN VEGETATIVA

Se usa para reducir los suelos expuestos y la erosión consiguiente habilitando sólo los lugares donde se va a realizar una construcción. Para reducir la erosión debe conservarse la vegetación natural cuando sea factible. Ejemplo de dónde se aplica esta práctica:


La vegetación natural debe conservarse en los taludes empinados, cerca de cursos de agua o canales permanentes e intermitentes y en los sitios de edificios en zonas boscosas.

Las ventajas de conservar la vegetación natural son las siguientes:

- Ayuda a reducir la erosión del suelo.
- Embellece el área.
- Ahorro en costos de de control paisajista.
- Provee áreas para la vida silvestre.
- Posible aumento del valor de la tierra.

Modera los cambios de temperatura y provee sombra y hábitat cubierto para las aguas superficiales y la tierra. Esto es especialmente importante cuando las pozas de detención descargan en corrientes que tienen salmónidos. Los aumentos en la temperatura del agua tienden a disminuir el oxígeno disponible para la vida acuática.

SEMBRÍO/TRANSPLANTE PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 15 de 38

La cobertura vegetal es una forma importante de control de erosión posible, pues evita o reduce la erosión en vez de intentar atrapar el sedimento luego de que el suelo ya se ha erosionado. Además, contribuye al valor estético y funcional de un proyecto de desarrollo.

La erosión laminar, causada por el impacto de la lluvia sobre el suelo desnudo, es fuente de la mayoría de partículas finas en el sedimento. Para reducir esta carga de sedimento en la escorrentía, debe protegerse la superficie misma del suelo. El medio más eficiente y económico de controlar la erosión laminar y de surco, es establecer una cobertura vegetal.

El sembrío temporal puede evitar las operaciones de mantenimiento costoso en otros sistemas de control de erosión. Por ejemplo, las limpiezas de poza de sedimento se reducirán si se siembra el área de drenaje de la poza, donde no se esté realizando nivelación y construcción. Los diques perimétricos serán más efectivos si no están saturados con sedimento.

Las prácticas de cobertura pueden dividirse en medidas temporales y permanentes. Se aplican medidas temporales para proveer rápida cobertura a suelos que están expuestos por cortos períodos de tiempo, entre ellos sembrío; mantillo y enmallado; y otra cobertura.

Las medidas permanentes se ejecutan tanto durante las actividades de construcción como a la culminación de las mismas.

Dichas medidas incluyen las siguientes:


- a) Conservación de la vegetación natural
- b) Zonas de amortiguación;
- c) Sembrío y plantación permanentes.

PLANTACIÓN HIDRÁULICA

También pueden usarse aplicaciones de "hidrosembrado" con mezclas aprobadas de semilla, mantillo y abono. El uso de una máquina de hidrosembrado tiene la ventaja de poder aplicar la semilla, el mantillo y el ligador todo en una operación. El "hidrosembrado" se puede usar en cualquier lugar en donde se utilice el sembrado a mano y, adicionalmente, en taludes más empinados.



Fotografía N° 4: Trasplante de vegetación nativa

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 16 de 38

APLICACIÓN DE MANTILLO

Se puede aplicar mantillo para proporcionar protección inmediata a suelos expuestos. Asimismo, los mantillos también mejoran el establecimiento de plantas al conservar la humedad y moderar las temperaturas del suelo. El mantillo ayuda a evitar que el abono, la semilla y la capa superficial orgánica sean desplazados por el viento, la lluvia y la escorrentía, y mantiene la humedad cerca de la superficie del suelo.

Entre las variedades de mantillo se encuentran el heno, paja, viruta o cualquier elemento que se determine como adecuado para la disipación de energía de las gotas de lluvia.

Situaciones en que se aplica esta práctica:

En áreas sembradas, ya sea para cobertura temporal o permanente, la aplicación del mantillo debe seguir inmediatamente después del sembrío.

En áreas que no pueden sembrarse debido a la estación, o que no son favorables al crecimiento de plantas por otros motivos.


En un área con pendiente mayor de 2:1, el mantillo debe aplicarse inmediatamente después del sembrío.



Fotografía N° 5: Hidrosembrado (hidráulico) de un tajo del camino

CANALES CON REVESTIMIENTO DE PIEDRA

En algunos casos los canales requerirán un revestimiento de piedra o rip rap que sirve de protección contra la erosión en las avenidas. La ventaja de la piedra colocada es que limita la velocidad del agua evitando así la erosión.

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 17 de 38

El diseñador deberá definir los requerimientos de dimensiones del canal, características de la piedra (dureza, forma, tipo, calidad, diámetro y espesor), geotextil bajo la piedra, taludes de corte o relleno. Por definición los drenajes permanentes y de larga duración, que necesiten protección contra la erosión, requerirán ser revestidos con piedra o rip rap.

Está prohibido el uso de material PGA para estos trabajos.

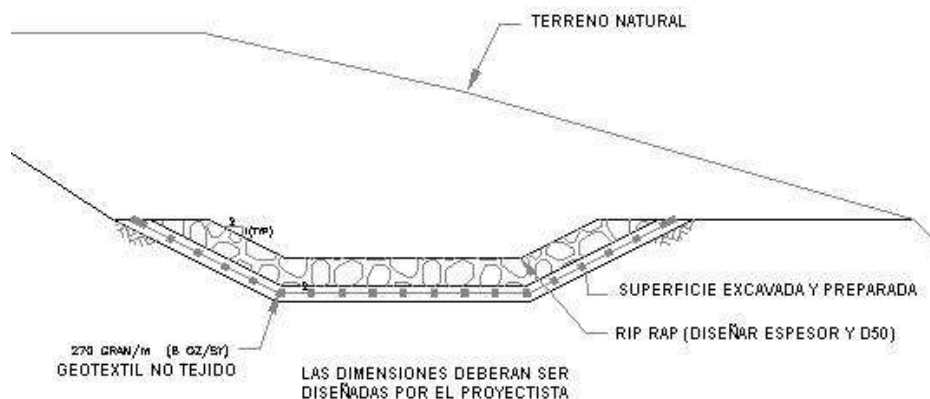


Grafico N° 3: Canal con Revestimiento de piedra

DIQUE INTERCEPTOR TEMPORAL

Una cresta de suelo compactado o una depresión con revestimiento vegetativo situada en la parte superior o en la base de un área perturbada en declive. El dique interceptará la escorrentía pluvial de las áreas de drenaje arriba de los taludes sin protección y la dirigirá hacia una salida estabilizada. Situaciones a las que se aplica esta práctica:

- Cuando debe reducirse el volumen y la velocidad de la escorrentía de taludes expuestos o perturbados.

- Cuando un dique/depresión de intercepción se coloca sobre un talud perturbado, reduce el volumen de agua que llega al área perturbada al interceptar la escorrentía proveniente de aguas arriba. Cuando se coloca horizontalmente a través de un talud perturbado, reduce la velocidad de la escorrentía que fluye por el talud al disminuir la distancia que la escorrentía puede fluir directamente cuesta abajo.

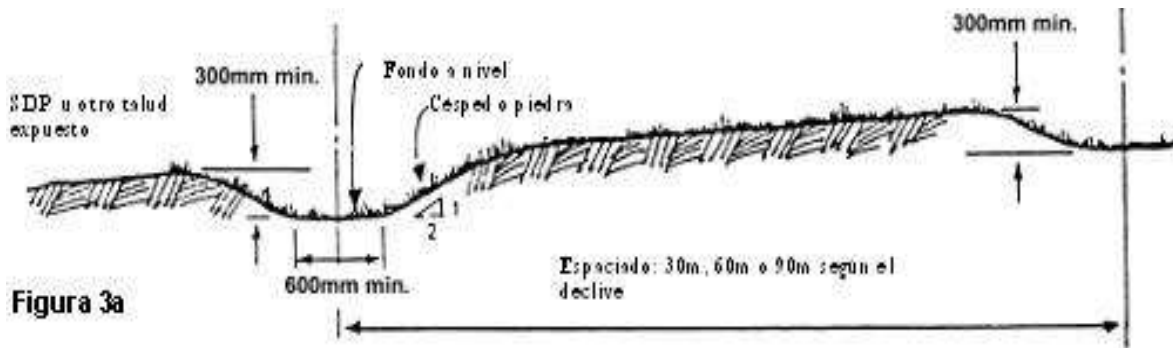


Figura 3a

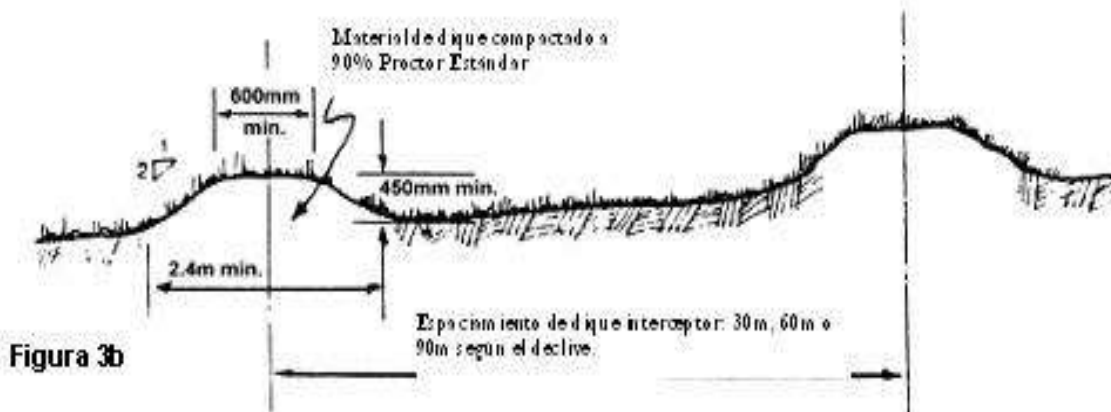


Figura 3b

Grafico N° 4: Dique interceptor temporal

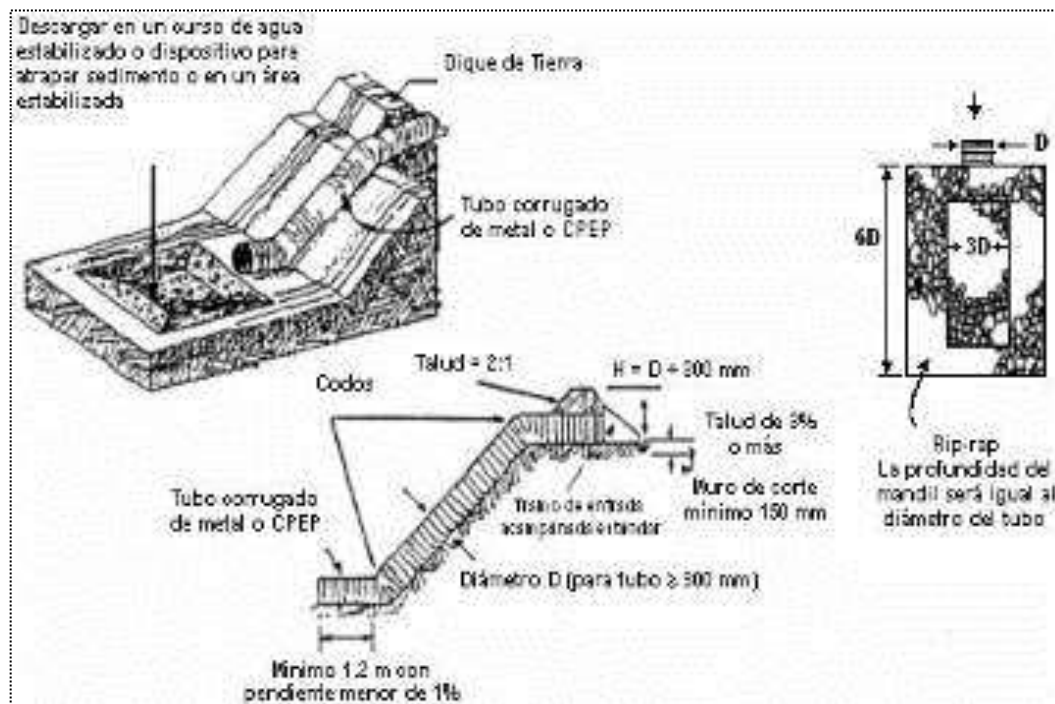
DRENES DE TALUD

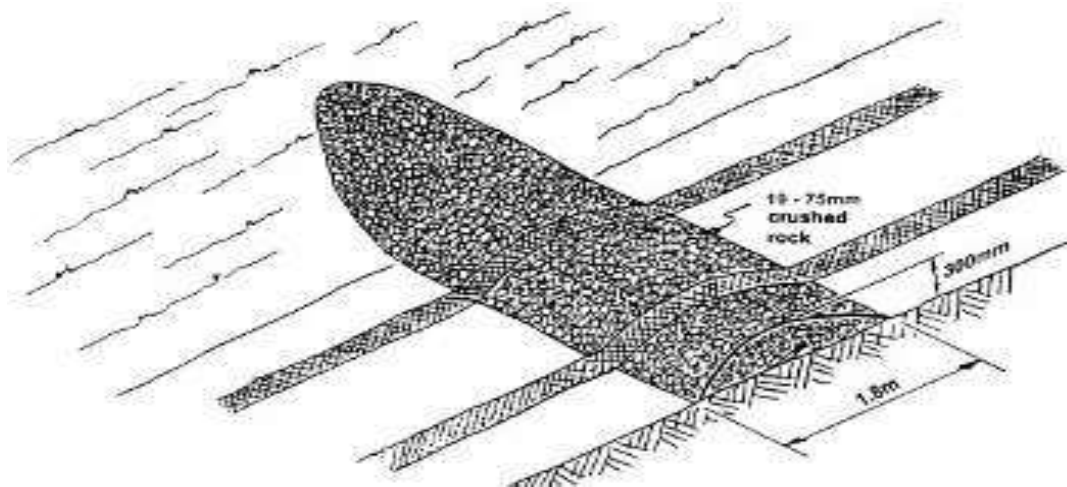
Tubo (tubería) que se extiende desde la parte superior al fondo de un talud de corte o de relleno y que descarga en un curso de agua estabilizado o un dispositivo de captura de sedimentos, o en un área de estabilización o a un sistema de tratamiento.

La finalidad es conducir escorrentía concentrada por taludes empinados sin causar cárcavas, erosión de canal, o saturación de suelos con tendencia al deslizamiento.

Situaciones en las que se aplica la práctica:

- Cuando se necesita una medida temporal (o permanente) de conducir escorrentía por un talud sin causar erosión.

**Grafico N° 5: Tubo – Drenes de talud**

BARRERAS DE AGUA Y BERMAS DE RODADURABerma
de
grava**Grafico N° 6: Berma de filtro de grava**

construida sobre caminos. La berma retendrá el sedimento de las áreas de tráfico mediante el uso de un filtro de grava o piedra chancada.

Se aplica la práctica cuando se necesita una medida temporal para retener el sedimento de los caminos.

BARRERAS DE SEGURIDAD Y TALUDES DE RELLENO

La construcción de bermas de seguridad y taludes de relleno requiere que los suelos sean estabilizados. El tratamiento mínimo es compactar estas estructuras. Para bermas permanentes debe proveerse una cubierta de vegetación u otra protección de erosión. Las bermas temporales a corto plazo deben tener la superficie compactada y encrestada para disminuir la velocidad del agua y retener las partículas de suelo en el talud.

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 21 de 38

MANTAS Y MALLAS PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN

Usadas para controlar la erosión del talud.

Es importante considerar la orientación de las mantas y mallas.



Fotografía N° 6: Mantas para el control de la erosión

RIP-RAP

El rip-rap es un tipo de protección que consiste en colocar piedras grandes, sueltas y angulares. El rip-rap disminuye la velocidad de la escorrentía concentrada o estabiliza taludes con problemas de filtración y/o suelos no cohesivos.

Situaciones en que se aplica esta práctica:

- Contactos suelo-agua, donde las condiciones del suelo, la turbulencia del agua, la velocidad del agua y la cubierta vegetativa prevista son tales que el suelo puede erosionarse bajo las condiciones del flujo de diseño.
- Dado que el rip-rap grabado consiste en una variedad de tamaños de piedra, se necesita un método para especificar el rango de tamaño de la mezcla de piedras. El diseñador especifica un diámetro de piedra en la mezcla para el que cierto porcentaje, por peso, será más pequeño. Por ejemplo, D85 se refiere a una mezcla de piedras en la que el 85% de la piedra por peso sería más pequeño que el diámetro especificado. La mayoría de diseños se basan en d50. En otras palabras, el diseño se basa en la dimensión mediana de la piedra en la mezcla.

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 22 de 38

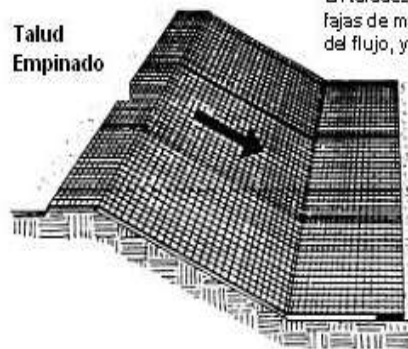
- Dado que el rip-rap se usa donde el potencial de erosión es alto, la construcción debe tener una secuencia tal que el rip-rap pueda instalarse con la mínima demora posible. La perturbación de áreas donde se va a colocar el rip-rap, sólo debe hacerse cuando la preparación final y colocación del mismo pueda seguir inmediatamente después de la perturbación inicial. Cuando se use el rip-rap para protección de salidas, se le debe colocar antes o junto con la construcción del tubo o canal, de modo que esté instalado cuando el tubo o canal comiencen a operar.



Cuando haya una berna al tope del talud, pasar la malla sobre la berna y anclarla detrás de esta.

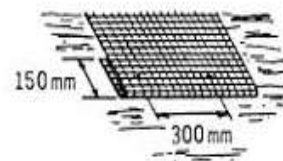
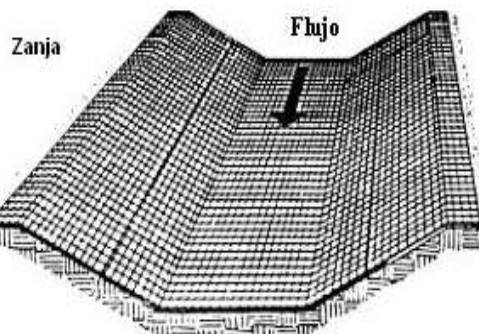


Talud Empinado




En taludes empinados, instalar las fajas de malla paralelo a la dirección del flujo, y anclar firmemente.

Llevar la malla hasta un área a nivel antes de determinar la instalación. Doble 150 mm del extremo hacia abajo y engrape a intervalos de 300 mm



En zanjas, instalar la malla paralela a la dirección del flujo. Use ranuras de retención cada 4.5 metros. No una las fajas de malla en el centro de la zanja.

Grafico N° 6: Orientación de las mantas y mallas

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 24 de 38

MANTENIMIENTO

Las coberturas de rip-rap deben inspeccionarse regularmente y después de cada evento pluvial grande.

Todas las prácticas temporales y permanentes de control de erosión y sedimentos deben mantenerse y repararse según sea necesario para asegurar el desempeño continuado de su función prevista. Todo el mantenimiento y reparación debe efectuarse de acuerdo con un manual adecuado.

POZAS DE SEDIMENTOS TEMPORALES

La poza de sedimentos temporales sirve para captar y almacenar sedimentos de lugares desbrozados antes del restablecimiento de la vegetación permanente y/o la construcción de estructuras. Tiene la finalidad de evitar el transporte del sedimento arrastrado en el emplazamiento. La poza es una medida temporal y debe mantenerse hasta que el área del emplazamiento esté protegida permanentemente contra la erosión.

Situaciones en que se aplica esta práctica:

Terreno abierto de un área pequeña.



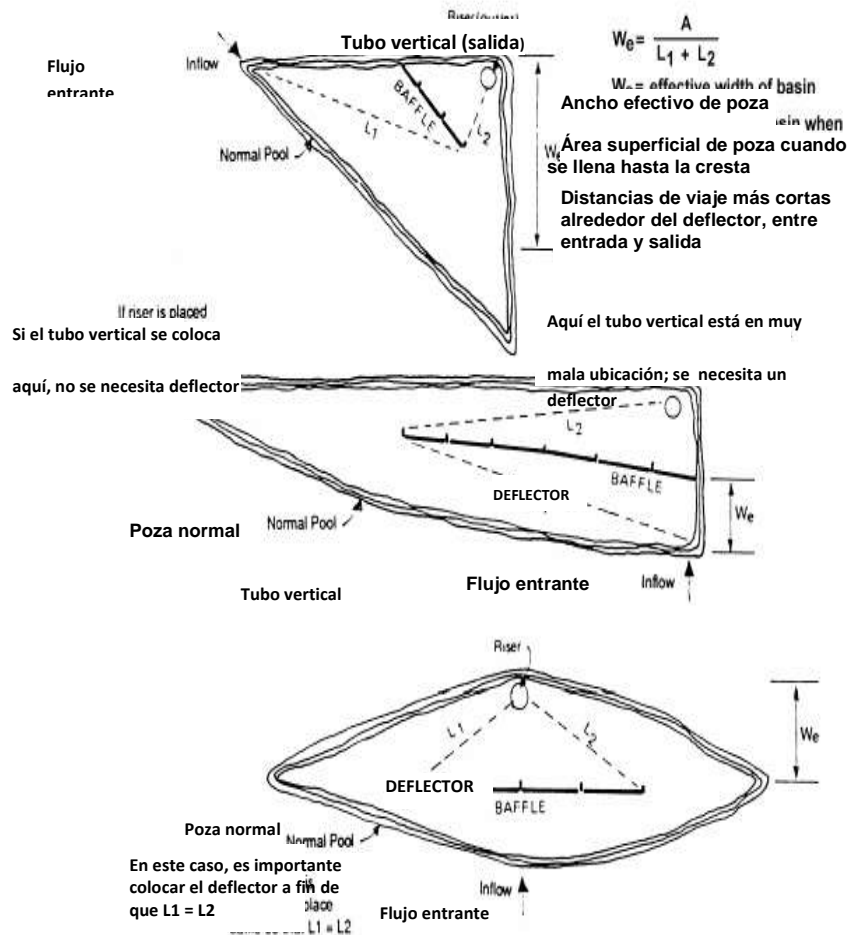
Fotografía N° 7: Estructuras de sacos con concreto

EFFECTIVIDAD

Las pozas de sedimentos sólo son 70-80 por ciento efectivas en el mejor de los casos, para atrapar el sedimento que fluye hacia ellas. Por lo tanto, deben usarse conjuntamente con prácticas de control de la erosión tales como sembrío temporal, mantillo, diques de derivación, etc. para reducir la cantidad de sedimento que fluye a la poza. Las pozas de sedimentos son mucho más efectivas cuando se les diseña con una serie de cámaras.

Se puede construir pozas de sedimento con sacos de polietileno, usando una mezcla de material con cemento (mortero) para rellenar los sacos.

Esto hará posible que el material contenido en los sacos se compacte como roca, proporcionando una barrera permanente y evitando que falle cuando el saco se desgasta debido a los efectos del clima (sol, lluvia, viento, etc.). Se necesita una separación adecuada entre las barreras para un control escalonado de sedimento en todos los conductores de agua, zanjas, canales, etc.



Planchas de madera terciada 1.3 m x 2.4 m x

37.5 mm, madera terciada para exteriores o

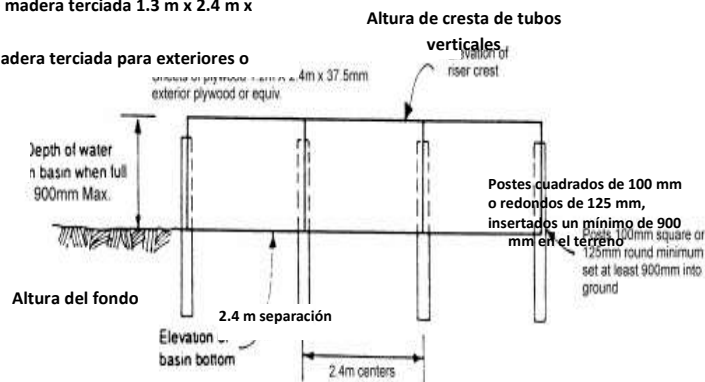
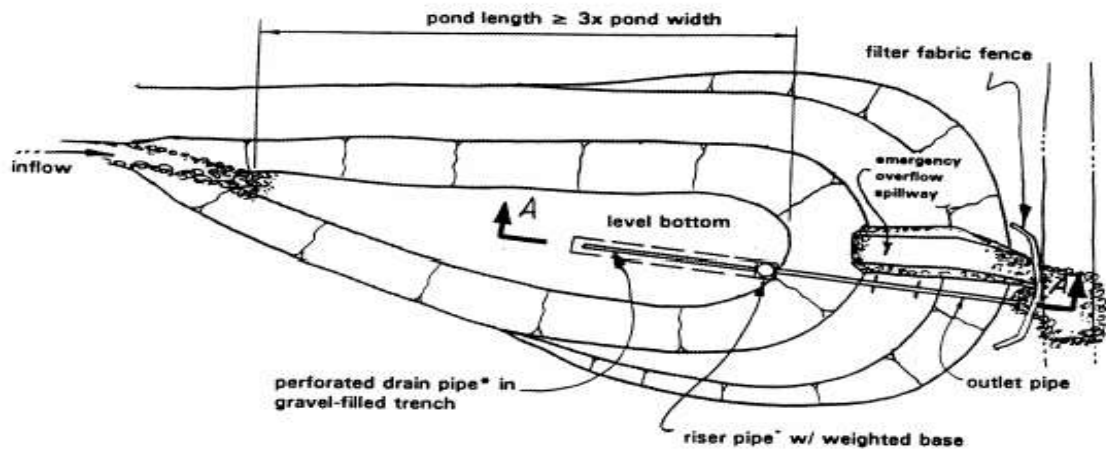


Grafico N° 7: Poza:

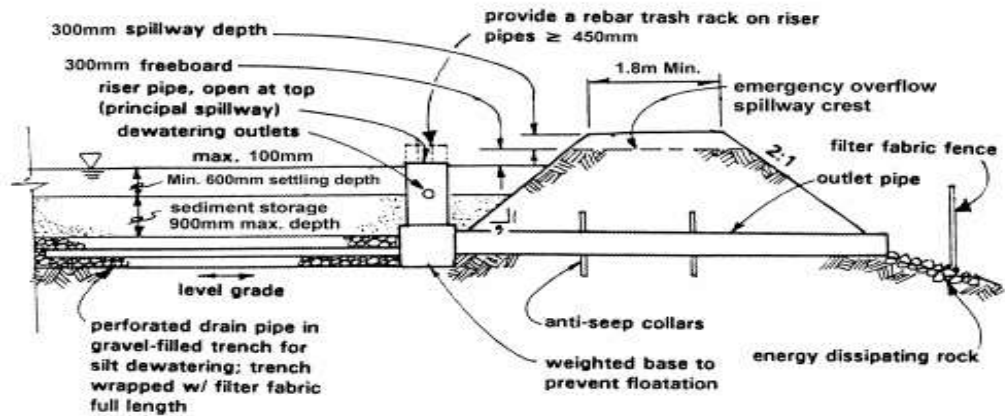
Longitud de poza ≥ 3 x ancho de poza

Valla de tela de filtro

Flujo entrant



* Note: Sediment dewatering may be accomplished with perforated pipe in trench as shown or with a perforated riser pipe covered with filter fabric and a gravel "cone". A control structure may also be required; see Conditions Where Practice Applies



Profundidad de agua

en poza cuando está

llena: máximo 900 mm

Section A-A

Grafico N° 8: Deflectores de poza de sedimentación

BARRERAS DE PACAS DE PAJA O DIQUES DE ROCAS APILADAS

Barrera temporal de sedimentos consistente en una fila de pacas de paja encajonadas y ancladas. Las pacas de paja interceptarán y detendrán pequeñas cantidades de sedimento proveniente de áreas perturbadas de extensión limitada, para evitar que el sedimento salga del emplazamiento.

El propósito principal de las pacas de paja es reducir temporalmente la velocidad del agua de escorrentía, para limitar el ingreso de partícula, mientras se establece la vegetación.

Se requiere la instalación cuidadosa de las pacas de paja para evitar la canalización involuntaria del flujo.

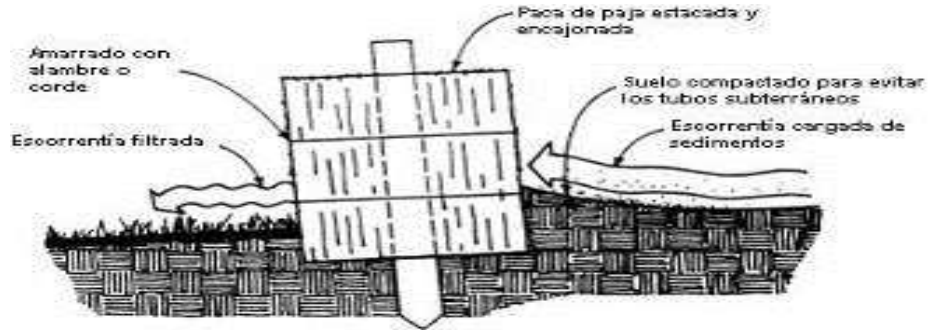
A fin de evitar la canalización, las pacas de paja deberán colocarse a lo largo del contorno para reducir al mínimo el riesgo de canalización del flujo a lo largo de la parte cuesta arriba de las pacas de paja. También se deberá evitar el empozamiento limitando el área contribuyente cuesta arriba de las pacas de paja. La siguiente tabla se puede usar como guía con respecto al espaciado de las pacas de paja, dependiendo del ángulo del talud que se controlará.

Tabla N° 1

Talud	Distancia entre filas
(H:V)	(m)
Menos de 1.5:1	5
1.5:1	10
2:1	12
2.5:1	15
3:1	20

Situaciones en que se aplica la práctica:

- Debajo de áreas perturbadas sujetas a erosión laminar y de surco.
- Cuando el tamaño del área de drenaje no es mayor que 0.1 ha por 30 m de longitud de barrera; la longitud máxima del talud tras la barrera es 20 m; y la pendiente máxima del talud tras la barrera es 50% (2:1), de ser posible.
- En depresiones o líneas de zanja menores, donde el área máxima de drenaje contribuyente no es mayor de 0.8 ha.


**Gráfico N° 9: Corte Transversal de una barrera de paca de paja debidamente instalada**

Por ningún motivo deben construirse barreras de pacas de paja en corrientes o en depresiones donde haya posibilidad de flujo concentrado.

**Fotografía N° 8: Aplicación de pacas de paja****CERCO DE SEDIMENTO**

Barrera temporal de sedimento consistente en una tela de filtro extendida entre postes de soporte y fijada a ellos, y encajonada. El cerco de sedimento se construye con estacas y tela de filtro sintética, con un respaldo rígido de cerco de alambre donde sea necesario para soporte. Los cercos de sedimento interceptan y detienen pequeñas cantidades de sedimento en condiciones de flujo laminar, proveniente de áreas perturbadas a fin de evitar que el sedimento salga del emplazamiento y disminuir la velocidad de los flujos laminares.

Se requiere la instalación cuidadosa del cerco de sedimento para evitar la canalización involuntaria del flujo. A fin de evitar la canalización, el cerco de sedimento deberá colocarse a lo largo del contorno para reducir al mínimo el riesgo de canalización del flujo a lo largo de la parte cuesta arriba del cerco de sedimento. También se deberá

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 29 de 38

evitar el empozamiento limitando el área contribuyente cuesta arriba del cerco de sedimento. Se aplican los mismos requerimientos de espacio para los cercos de sedimento.

Situaciones en que se aplica esta práctica:

Los cercos de filtro deben proveerse justo corriente arriba de los puntos de descarga de escorrentía de un emplazamiento, antes de que el flujo se concentre. También se les puede necesitar:

- Debajo de áreas perturbadas donde la escorrentía puede ocurrir en forma de erosión laminar o de surco; dondequiera que la escorrentía tenga potencial para impactar recursos corrientes abajo.
- Depresiones perpendiculares a menores o líneas de zanja para áreas de drenaje contribuyentes.

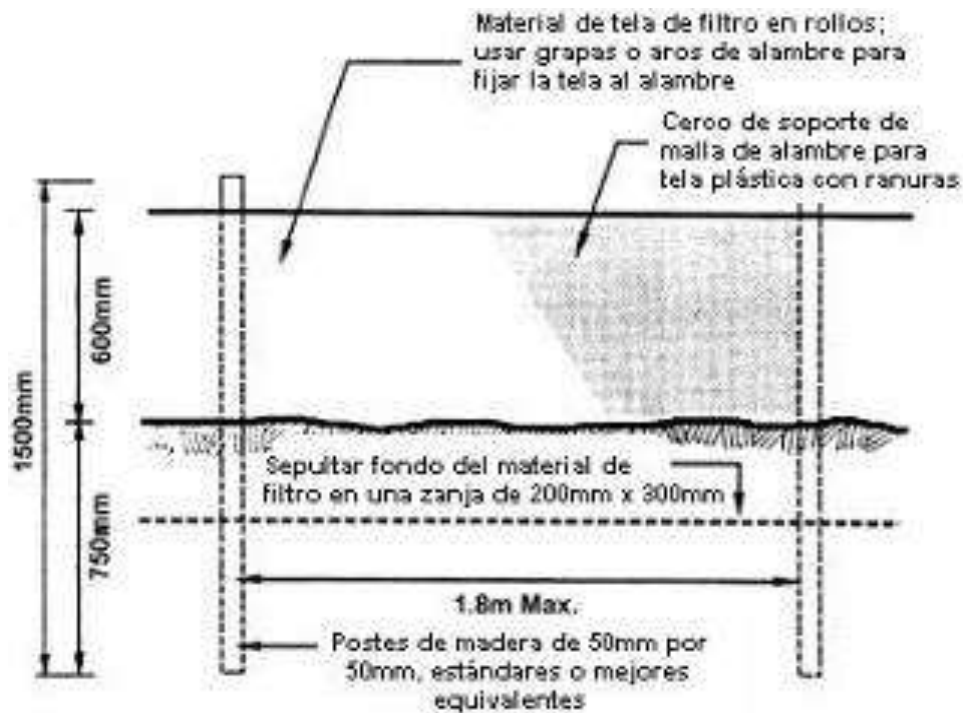


Grafico N° 10: Detalle de cerco de tela de filtro

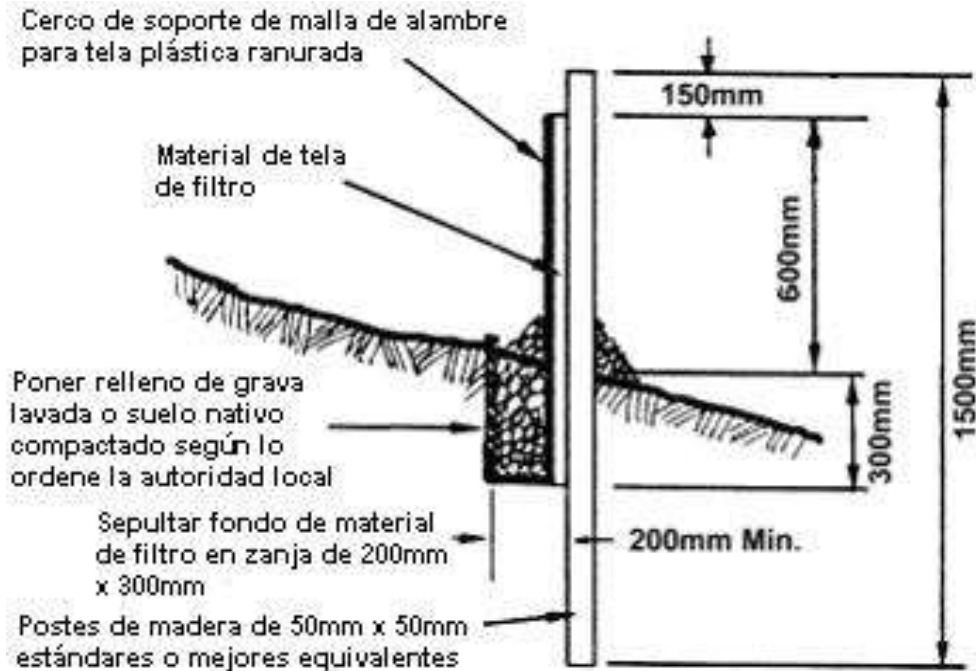


Grafico N° 9: Detalle de cerco de tela de filtro

BERMA CONTINUA

Un lomo de suelo compactado o una depresión con forro vegetativo situado en la parte superior o en la base de un área perturbada de talud. La berma interceptará la escorrentía pluvial de áreas de drenaje sobre taludes sin protección y la dirigirá hacia una salida estabilizada o poza de sedimento.

Situaciones en que se aplica esta práctica:

- Cuando debe reducirse el volumen y velocidad de la escorrentía de taludes expuestos o perturbados.
- Cuando se coloca un dique/depresión de intercepción arriba de un talud perturbado, reduce el volumen de agua que llega al área perturbada al interceptar la escorrentía proveniente de la parte superior. Cuando se le coloca horizontalmente a través de un talud perturbado, disminuye la velocidad de la escorrentía que fluye por el talud al reducir la distancia que puede fluir directamente cuesta abajo.

EMISOR DE GAVIONES

Los emisores se diseñan para operar a gravedad o a presión, decisión que depende de las condiciones particulares de cada proyecto. La parte del emisor que conduce el efluente de agua puede ser un canal a cielo abierto, pero la parte del emisor que conduce el influente de agua es una tubería, comúnmente de concreto, que sólo se encontrará totalmente inundada durante o inmediatamente después de una precipitación pluvial. Para este caso se considera una estructura de gaviones para atrapar o retener sedimentos presentes hasta partículas de 4.75 mm tamaño.

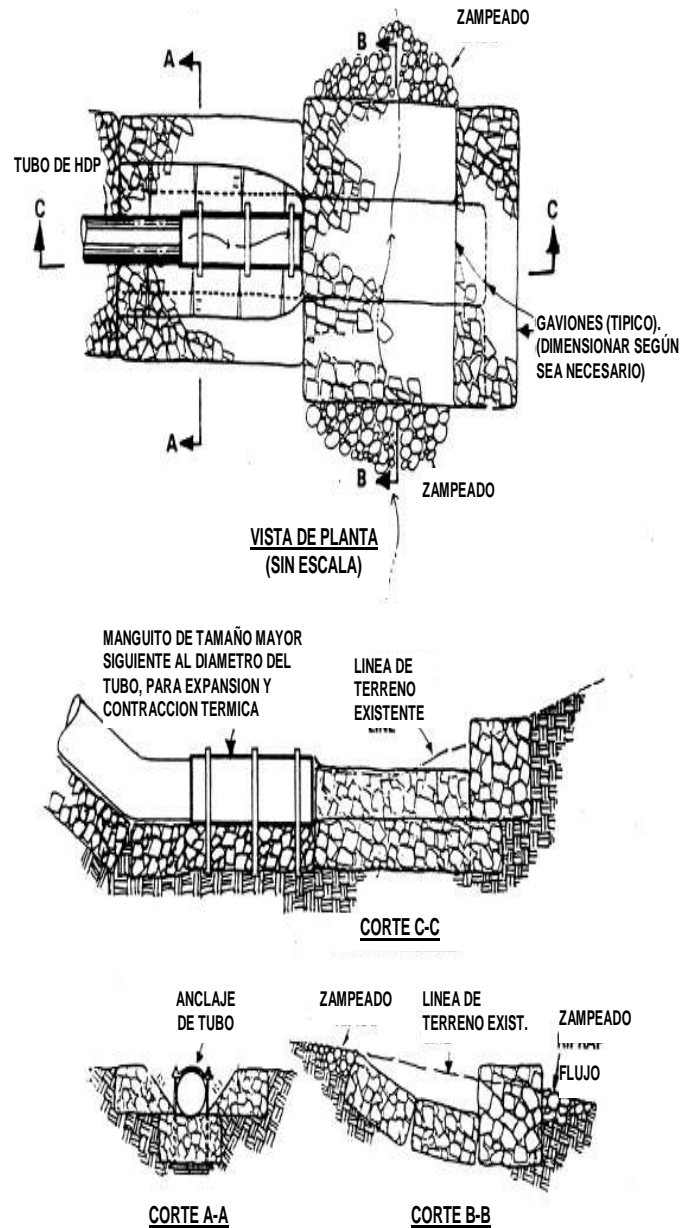


Grafico N° 10: Detalle de emisor de gavión

PRESAS DE RETENCIÓN

Las dos estructuras inferiores en la grafico proveen una ilustración de cómo deben colocarse las estructuras de la presa retención para asegurar la estabilidad del fondo del canal. La grafico muestra que la erosión ocurrirá aguas abajo de la presa de retención que se encuentra más arriba, debido a que el agua empozada por la estructura aguas abajo no está disponible para disipación de energía. La estructura más alta y media en la grafico están demasiado separadas.

Las estructuras más baja y media se encuentran adecuadamente separadas. La estructura inferior provee agua empozada por debajo de la estructura media que sirve para disipar la energía y limitar la erosión. Si el canal tiene una pendiente de z por ciento (por ejemplo, 4.3%), entonces por triángulos semejantes:

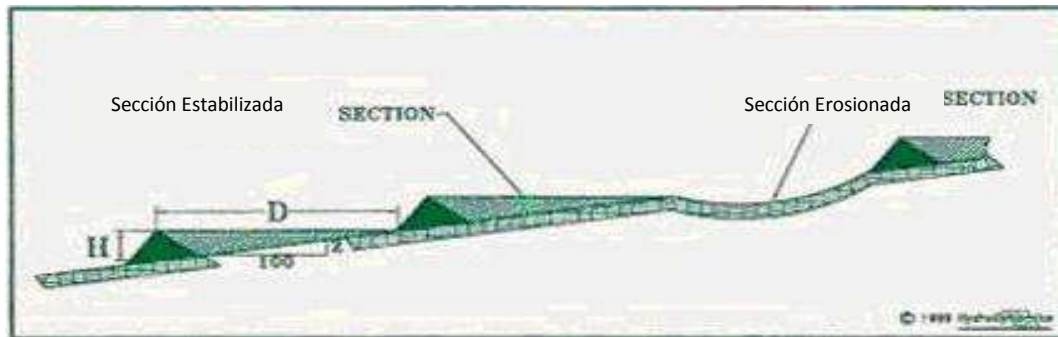



Grafico N° 11: Colocación de estructuras para estabilizar un

$$D = (100 \times H) \div Z$$

Sección estabilizada

Sección erosionada



	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 33 de 38

Fotografía N° 9: Aplicación de las presas de retención

CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS

Una de las principales fuentes de sedimento en la mina durante la estación de lluvias proviene de los caminos. Es por esta razón que un diseño adecuado, el material adecuado y un riguroso proceso de control de calidad durante la construcción garantizarán una reducción significativa en la generación de sedimento.

Los caminos se deberán construir cumpliendo con el diseño geométrico de manera tal que las gradientes (coronas o “super gradientes”) deban asegurar que el agua de lluvia drenará rápidamente hacia las zanjas, evitando su empozamiento o estancamiento en la superficie del camino. Además, también se deberá respetar el diseño estructural, así como el uso de material adecuado, el cual se deberá colocar en capas sucesivas (base, sub-base y superficie de camino) hasta que se obtenga la dureza correcta a fin de evitar la filtración de agua y el aflojamiento de partículas que resulta de ello. El drenaje de la plataforma se logrará mediante una pendiente transversal en curvas y una corona de 3% en tramos rectos.

En algunos casos se considerará un tramo recto con pendientes transversales para re direccionar el flujo, pero esto causa más erosión debido al recorrido más largo que hace el agua.



Fotografía N° 10: Drenaje de camino


MANTENIMIENTO DE CAMINOS

Cada vez que ocurre una lluvia fuerte, los camiones producen una película delgada de barro a su paso. Esto hace que los camiones tengan ligeros resbalones (“patinadas”).

Frente a esta situación, los operadores de las motoniveladoras y los supervisores pueden decidir realizar cortes en el camino. Esto algunas veces genera un problema mayor al bloquear la vía de drenaje.

En estos casos, se deberá realizar lo siguiente:

- Controlar la velocidad de los camiones para evitar los resbalones (“patinadas”)
- Luego de que termine la lluvia, el departamento de Mantenimiento de Caminos deberá inspeccionar el área y limpiar la zanja si se requiere.

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 34 de 38

POZAS DE CAMINO/FOSOS PARA LODO

Durante las lluvias, ciertos sectores del camino (curvas, áreas anchas) pueden acumular lodo. Se puede construir fosos para lodo y las motoniveladoras podrían empujar temporalmente el lodo hacia los fosos para lodos y acumularlo en esos lugares. Luego, cuando el clima lo permita y las pozas estén llenas, éstas se deberán limpiar removiendo primero y sacando el lodo (usando excavadoras y volquetes pequeños). El diseño de las pozas debe garantizar que la longitud sea tres veces el ancho, buscando la mayor longitud que permita el espacio.



Fotografía N° 11: Poza de camino

ABERTURAS DE BERMA

En el sistema de drenaje de caminos deberá haber una abertura por lo menos cada 150 metros, de manera que el agua no tenga que fluir por largos tramos en las zanjas.


El flujo sale de la zanja al lado del camino pasando a través de la abertura de la berma y fluyendo hacia otras estructuras del sistema de drenaje (canales, alcantarillas, pozas).

Las aberturas en las bermas no deberán usarse como fosos para lodo.

Deberá haber aberturas cada 150 metros para que el flujo de las zanjas salga e ingrese otras estructuras de control de sedimento. Estas aberturas requieren rip-rap u otros materiales resistentes a la erosión adecuados para evitar la degradación.

POLÍMEROS DE CONTROL DE POLVO

Los polímeros de control de polvo pueden ayudar a controlar la generación de sedimento de los caminos. En el mercado se encuentran químicos que se pueden rociar en los caminos para unir las partículas de la superficie y aumentar la resistencia a la erosión. Los productos de polímero son numerosos y se deben seleccionar sobre la base de aplicaciones específicas.

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 35 de 38



Fotografía N° 12: Abertura de berma

SERPENTINES

Los serpentines se consideran una PM de control de sedimentos. La efectividad de una PM de control de sedimentos está establecida en gran parte por la cantidad del área que está disponible para asentamiento y almacenamiento de sedimento.

Un serpentín es básicamente una poza de sedimento alargada. Por lo general, los serpentines están contruidos con varias celdas de poza de sedimento alargadas en serie o en paralelo con respecto al contorno.

Una ventaja de un serpentín es la capacidad de construir una estructura de control de sedimento en un balance de corte y relleno en una ladera.

El diseño del serpentín debe considerar asuntos de mantenimiento, entre ellos la capacidad de remover sedimento de la estructura en forma segura y eficaz. Los serpentines contruidos con celdas en paralelo en lugar de en serie permiten que las celdas se saquen de las líneas para mantenimiento.



Fotografía N° 13: Serpentín multi-celda

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 36 de 38

USO DE GEOMEMBRANA

El uso de la geomembrana como control de sedimento se deberá analizar cuidadosamente. La geomembrana puede eliminar el contacto entre las áreas de lluvias y perturbación, pero también aumenta la velocidad del flujo y puede ocasionar problemas adicionales aguas abajo.

RIP-RAP DE ENTRADA DE ALCANTARILLA

Cuando se colocan entradas de alcantarilla, éstas deben estar protegidas contra la erosión colocando rip-rap alrededor de ellas. Se requiere un mantenimiento regular para remover el sedimento acumulado.

TUBERÍAS DE ALCANTARILLA

Se puede usar tuberías corrugadas en las alcantarillas para ayudar a reducir la velocidad del flujo. Sin embargo, las tuberías de HDPE lisas o corrugadas pueden ser necesarias para los cursos de agua con valores de pH bajos, de modo tal que se evite la corrosión de las alcantarillas de metal corrugado.

MANTENIMIENTO DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL DE SEDIMENTO

Se realizará la limpieza de las estructuras de control de sedimento cuando la capacidad de almacenamiento de la estructura se encuentre llena de sedimento depositado en un máximo de 50%.

FLOCULACIÓN

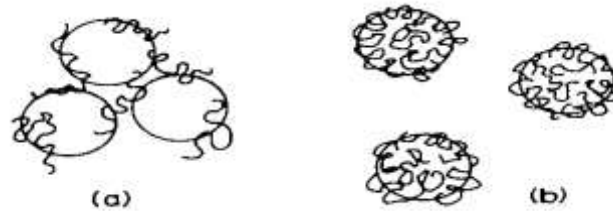
En el campo del tratamiento de aguas, la coagulación es, por definición, el fenómeno de desestabilización de las partículas coloidales, que puede conseguirse especialmente por medio de la neutralización de sus cargas eléctricas. Se llama coagulante al producto utilizado para esta neutralización. La agrupación de las partículas descargadas, al ponerse en contacto unas con otras, constituye la floculación, que da lugar a la formación de flóculos capaces de ser retenidos en una fase posterior del tratamiento del agua. Algunos productos pueden favorecer la formación del flóculo; a éstos se les llama floculantes.

Preparación del Floculante

Las empresas proveedoras de floculantes ofrecen estos productos en diversas formas, frecuentemente como gránulos, emulsiones o soluciones acuosas. Como los floculantes son utilizados normalmente en soluciones muy diluidas, es conveniente preparar una solución madre con una concentración entre 0.5 y 1% de floculante en peso. Para su uso esta solución se diluye nuevamente a valores de 0.01 a 0.1% en peso según sea necesario. Cuando se prepara una solución madre a partir de floculante en forma granulada, es importante que cada gránulo individual sea mojado con agua de manera evite la formación de grumos que se disuelven muy lentamente. Para preparar solución al 0.5% tomar como referencia que en un volumen de agua limpia de 497.5 ml y agitando intensamente agregar 2.5g de floculante granulada lentamente, gránulo por gránulo, de modo que sean succionados por el vórtice de la agitación. Terminado este proceso, disminuir la agitación lentamente hasta que no se produzca turbulencia, pero que las partículas permanezcan en suspensión. Después de algunos minutos, los gránulos comienzan a hincharse y la solución se torna viscosa y luego de 60 minutos de agitación debiera haber una solución homogénea.

A mayores concentraciones que las necesarias para la floculación, el floculante se adsorbe completamente en una partícula dejando poca oportunidad para adsorberse en otras partículas y re-estabilizando la suspensión. Por esta razón, existe una dosificación óptima para los floculantes poliméricos.

Grafico N° 12: Floculación



- a) Floculación de varias partículas;
- b) re-estabilización por exceso de floculante.

Preparación de floculante:

- Preparar el floculante 0.1 % (2.5gr de floculante en 497.5ml de agua es 0.5%)
- Instalar bombas dosificadoras con las siguientes características

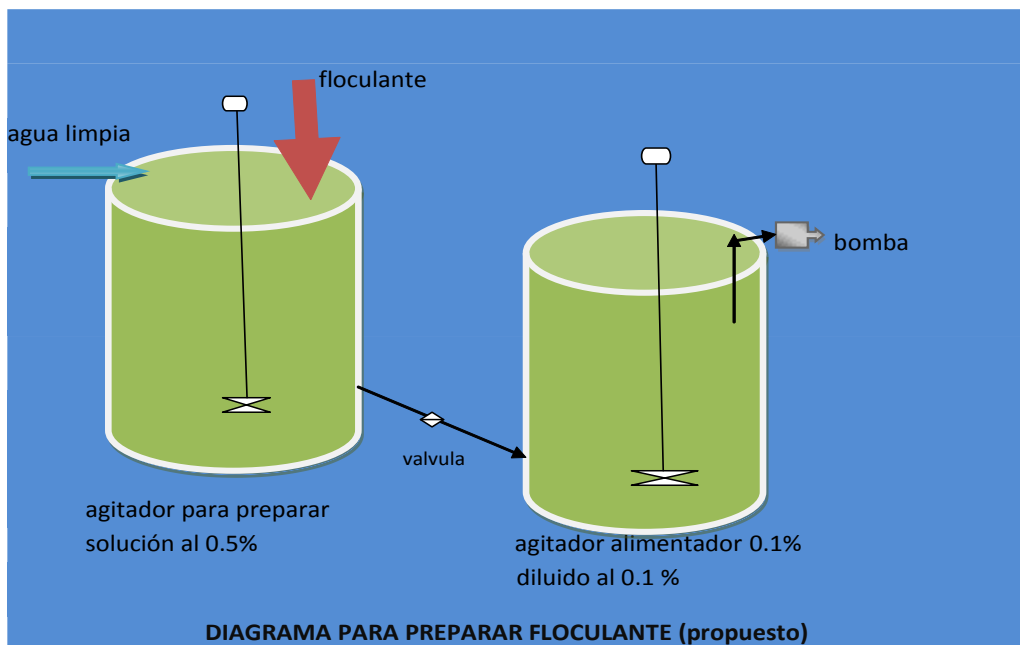


Gráfico: N° 13: Preparación de floculante

	SISTEMA INTEGRADO BUENAVENTURA CONTROL DE SEDIMENTOS E-COR-SIB-21.03	CORPORATIVO	
		Versión 01	Pág. 38 de 38

Ejemplo de Bomba para dosificar coagulante

- 02 c/u Bomba dosificadora electrónica con display digital y señal de entrada de 4 - 20 mA
- Marca IWAKI WALCHEM de USA
- Modelo EWB11Y2PC
- Kit de repuestos de bomba IWAKI WALCHEM



Fotografía N° 14: Bomba dosificadora

SELECCIÓN DEL FLOCULANTE

Para que el tratamiento de cualquier suspensión de mineral tenga éxito es esencial que el programa de pruebas de floculante sea eficiente los floculantes se evalúan por separado y para un máximo de eficiencia y economía, los mejores resultados se obtienen cuando los floculantes se agregan en forma de soluciones muy diluidas, ya hemos mencionado que la sobredosis de floculantes puede producir proporciones de sedimentación más bajas y floculación y claridad mas deficientes; es por eso que las dosis se deben calcular de acuerdo con las pruebas de laboratorio. Los floculantes se clasifican de acuerdo con su carácter iónico.

Cationicos. - Son utilizados para la obtención de máxima eficacia bajo unas condiciones de PH bajos.

Anionicos. - Se usan generalmente bajo condiciones alcalinas y se prefiere para soluciones neutras.