GUIA DE PRÁCTICAS PARA EL MANEJO DE EROSIÓN Y ESCORRENTÍA AGRÍCOLA EN LADERAS



October 2016

Compilado por

el Distrito de Conservación de Recursos del Condado de Monterey y

la Oficina del Comisionado de Agricultura del Condado de Monterey





Guía de Prácticas para el Manejo de Erosión y Escorrentía Agrícola en Laderas

Esta guía fue creada con el apoyo financiero de la Oficina del Comisionado de Agricultura del Condado de Monterey.

Paul Robins y Ben Burgoa del Distrito de Conservación de Recursos del Condado de Monterey (RCDMC) compilaron y editaron información de múltiples fuentes para la creación de esta guía, como se cita en el documento, con contribuciones particulares del Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS), la Extensión Cooperativa de la Universidad de California, RCD del Condado de Santa Cruz y agricultores de la zona.

Kathleen Robins de la watershedwork diseñó y diagramó esta guía. Todos los dibujos son de Paul Robins, y todas las fotografías son cortesía de RCDMC y NRCS, excepto cuando se indique en el documento. Traducción a Español por Pilar Chaves y Sacha Lozano Cita sugerida:

Robins, P. & B. Burgoa (Eds). 2016. Guía de Prácticas para el Manejo de Erosión y Escorrentía Agrícola en Laderas. RCD del Condado de Monterey. Salinas, California.52p.

Contenido

Acerca de esta guía
Anticipar la Escorrentía y la Erosión
Prevención de la Escorrentía
Practicas de Manejo
Alineación de Surcosç
Protección de Hileras de Anclaje en Invernaderos o Túneles1
Cultivos de Cobertura17
Franjas de Filtración con Vegetación2
Cobertura en Caminos2
Plástico y Pastos en Zanjas para Proteger los Caminos Empinados27
Caminos con Subsolación Cruzada y Bermas de Drenaje29
Barreras para Control de Sedimentos: Sacos de Arena, Pacas de Paja, y Rollos de Fibra3
Tubería Temporal para Drenaje de Laderas3!
Desagües Subterráneos37
Estanques para el Control de Sedimentos y Agua Lluvia en Desagües Subterráneos 4
Recursos e Información para Manejo
Diseño de Vertedero/Desaguadero Principal para un Estanque de Control de Agua4
Fuentes de Semilla y Material Vegetal para Control de Erosión47
Medición de la Pendiente48
Asistencia Técnica50

Acerca de esta guía

El Distrito de Conservación de Recursos del Condado de Monterey (RCDMC) desarrolló esta guía a petición de la Oficina del Comisionado de Agricultura del Condado de Monterey (MCAC) para ofrecer lineamientos sobre prácticas de manejo que puedan prevenir la erosión y la escorrentía en tierras agrícolas de ladera.

Para desarrollar esta guía de prácticas de manejo, personal del RCDMC se reunió con personal del Condado de Monterey, con productores interesados en el manejo de la escorrentía, y con otros profesionales de extensión agrícola y de manejo de recursos. Esta Guía reúne información existente sobre métodos y técnicas para el manejo de escorrentía en ti-eras de cultivo de ladera en el condado de Monterey. RCDMC tiene la intención de mejorar y actualizar la Guía cada vez que científicos, agricultores y otros profesionales



estudien y prueben nuevas combinaciones y variaciones de los métodos aquí presentados para mejorar el cuidado y gestión de tierras agrícolas en zonas de ladera.

Este documento se presenta como una herramienta para la implementación autónoma y voluntaria de técnicas de conservación del suelo y el agua. Este documento no debe ser usado erróneamente como una guía de recomendaciones para satisfacer requisitos reglamentarios o de mitigación

Cómo utilizar esta Guía

Para manejar adecuadamente la escorrentía, un agricultor debe ser capaz de calcular y anticipar el volumen de escorrentía que un campo producirá y estar bien informado acerca de las técnicas adecuadas de manejo. Esta Guía ofrece una breve descripción de cómo evaluar su terreno para calcular el volumen de escorrentía (escorrentía crítica), aunque siempre es mejor contar con la ayuda de un ingeniero o hidrólogo y, de ser posible, con la opinión experta de alguien que conozca el terreno a ser evaluado

Las prácticas de manejo presentadas en esta Guía están organizadas en tres categorías:

- 1. Aumento de la capacidad de infiltración del agua lluvia y la retención de suelo y agua en el terreno. Por ejemplo:
 - Disposición de las hileras/surcos para minimizar la 'pendiente' lo más posible, sin comprometer la salud de las plantas o del suelo.
 - Sembrar cultivos de cobertura y franjas de filtración en surcos, zanjas, hileras de anclaje (para invernaderos de arco) y caminos, para aumentar la "rugosidad" de la superficie y mejorar la infiltración.
- 2. Medidas temporales para la descarga segura de aguas de escorrentía de las zonas de producción. Por ejemplo:
 - Siembra en los caminos
 - Blindaje de zanjas con plástico

- Zanjillas de desagüe para drenar el flujo fuera de los caminos
- Tubería superficial para drenaje de escorrentía
- 3. Estructuras permanentes para manejo de agua y sedimentos transportados en la parte baja del terreno. Por ejemplo:
 - Sistema subterráneo de drenaje con múltiples entradas
 - Estanques para control de agua y sedimentos

En general, estas prácticas aumentan en costo y complejidad a medida que se desciende en el campo, ya que la acumulación de los caudales y volúmenes requieren medidas de manejo a una escala más grande. La selección de las prácticas más adecuadas para aplicar depende enteramente de las características del terreno y la operación agrícola. Para garantizar una aplicación eficaz de estas prácticas, se recomienda contar con la guía de un ingeniero o un hidrólogo calificado durante la planificación y ejecución de estos proyectos. Los RCDs, NRCS y consultores privados están en capacidad de proporcionar este tipo de asesoría técnica.

Otras actividades relacionadas como la selección de variedades de cultivo, el uso de prácticas culturales en el momento adecuado, y el mantenimiento rutinario de estructuras existentes en el rancho, o mejoras a los sistemas de canalización aguas abajo (en coordinación con dueños de propiedades vecinas y el Departamento de Obras Públicas del Condado) son un complemento necesario para estas prácticas, pero no se discuten en profundidad en esta Guía.

Es fundamental reconocer que los agricultores deben enfrentar y resolver una variedad de factores dentro y fuera de su control, lo cual afecta su capacidad para proteger los recursos naturales. Estos factores incluyen retrasos en la obtención de permisos, asuntos internos del negocio, y acceso a equipo especializado. Y desde luego, cuando las lluvias se presentan en un tiempo e intensidad inusuales, se pone a prueba hasta los planes mejor trazados.



Acerca de esta guía

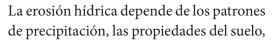
Anticipar la Escorrentía y la Erosión

Con el fin de seleccionar y diseñar los métodos de manejo más eficaces para el control de escorrentía y erosión, es fundamentalmente importante comprender los factores que determinan estas condiciones y tener un método confiable para anticipar el volumen de escorrentía que una parcela o terreno producirá bajo diferentes condiciones. Esta sección presenta una breve revisión y descripción de los pasos que un agricultor puede seguir para desarrollar el conjunto de prácticas integradas más adecuado para el manejo de escorrentía en su rancho.

Introducción a la Erosión Hídrica (adaptado de McCauley, 'Managing for Soil Erosion')

La mecánica de la erosión causada por el agua a menudo implica un proceso de dos etapas. Las gotas de lluvia que caen sobre la superficie del suelo hacen que las partículas se desprendan y salten hacia arriba. Cuando

las partículas caen de nuevo en la tierra se dispersan y obstruyen los poros del suelo, provocando la formación de costras superficiales y una reducción de la tasa de infiltración del suelo. La acción de martilleo de la lluvia también compacta el suelo, disminuyendo aún más su capacidad de infiltración. Cuando la tasa de precipitación o de riego es mayor que la tasa de infiltración del suelo, el agua se acumula y comienza a crear la escorrentía, generando desprendimiento y transporte adicional de partículas por la fuerza del agua en movimiento.





la pendiente y la cobertura vegetal. En general, la erosión más grave se produce cuando las lluvias son de duración relativamente corta, pero de alta intensidad. La fuerte acción de las gotas de lluvia sumada a una cantidad de agua mayor a la que el suelo puede infiltrar puede producir grandes volúmenes de escorrentía superficial y pérdida de suelo.

Las propiedades del suelo que determinan la erosión hídrica incluyen aquellas que afectan la infiltración y estabilidad del suelo, tales como la textura, la cantidad de materia orgánica, la agregación de partículas, la estructura y la facilidad de labranza. La escorrentía está influenciada por la cantidad y velocidad del caudal del agua, que a su vez dependen de la pendiente del terreno. Debido a que el agua en movimiento rápido puede llevar más sedimentos que el agua en movimiento lento, hay más posibilidades de perder una mayor cantidad de material en pendientes empinadas que en pendientes graduales. La cobertura vegetal reduce el desprendimiento de partículas del suelo al interceptar las gotas de lluvia y disipar su energía. Además, la vegetación superficial y los residuos pueden reducir la velocidad del flujo de agua sobre el terreno y promover la decantación de sedimentos.

Estimar el Pico de Caudal de Escorrentía

Al inicio de lluvia, el agua se infiltra en el suelo. Cuando la taza de precipitación excede la taza a la que el agua

se infiltra en el suelo, el agua llena las depresiones superficiales, se empoza, y luego se produce la escorrentía. El diseño de canales o estructuras para manejar el caudal natural de superficie o la escorrentía debe considerar la taza máxima o pico de escorrentía y el volumen de la misma. Los factores que afectan la escorrentía se pueden dividir entre aquellos relacionados con la precipitación y aquellos asociados a la cuenca o el terreno. Los factores asociados a la precipitación incluyen la duración, intensidad y distribución de las lluvias en un área determinada. Los factores asociados a la cuenca/terreno incluyen la topografía, los suelos, y el tamaño, forma y área total de la cuenca (Schwab et al, 1957).

Existe una variedad de métodos para estimar el pico de caudal de escorrentía con diversos niveles de sofisticación. Para el tipo de cuencas pequeñas que representan los campos agrícolas en zonas de ladera, la herramienta más comúnmente utilizada por el USDA en la Costa Central de California es el "Método Racional". Para más información ver el "Documento Técnico: Stormwater Erosion and Runoff on Salinas and Pajaro Valley Farms".

Definición:

Una cuenca hidrográfica se define como un área de tierra que drena hacia un mismo punto. Desde la perspectiva de un agricultor y para el manejo de la escorrentía, la cuenca se define como un campo o grupo de campos que drenan hacia un mismo punto.



El reto de un agricultor que se prepara para convertir un campo a producción de cultivos anuales, consiste en emplear una combinación de prácticas de manejo para mantener el pico de caudal de escorrentía (y su potencial para erosionar el suelo) lo más cerca posible del nivel natural asociado al uso de la tierra anterior (por ejemplo pastoreo). Las reseñas sobre medidas de manejo presentadas en esta Guía, proporcionan información general y de referencia para ayudar en ese proceso de decisión.

Un ejemplo de cómo reducir la escorrentía sería: 1) aumentar el tiempo de oportunidad para la infiltración por desaceleración del movimiento de agua a través del campo, 2) mediante la alineación de surcos para minimizar la pendiente, uso de cultivos de cobertura, y 3) siembra de zacate en surcos y caminos. Debido a que estas prácticas por sí solas no pueden mitigar el aumento de escorrentía causado por la labranza y/o la cobertura plástica, otras medidas como represas o estanques son necesarias para detener el flujo de agua y sedimentos en la parte inferior del campo, de manera que el agua recolectada pueda ser descargada lentamente y el sedimento capturado. Prácticas adicionales para proteger los caminos del campo y las zanjas también pueden ser necesarias para prevenir la erosión y reducir el volumen de sedimento que se acumula bien sea en un estanque o a nivel del suelo en la parte inferior del campo.

Referencias:

Chin, D. A. 2006. Water-Resources Engineering. 2nd Edition. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ.

Fangmeier et al. 2006. Soil and Water Conservation Engineering. 5th Edition. Thomson Delmar Learning. Clifton Park, NJ.

McCauley, A. and C. Jones. 2005. Managing for Soil Erosion. Publication 4481-3. Montana State University Extension Service. Montana.

North Carolina State University. 2013. Rainfall-Runoff. Biological and Agricultural Engineering, Erosion and Sediment Control Workshop. Raleigh, NC.

Oregon Department of Transportation. 2011. Hydraulics Manual. State of Oregon.

Resource Conservation District of Monterey County. 2003. "Stormwater Erosion and Runoff on Salinas and Pajaro Valley Farms." Salinas, CA.Schwab, G.O., Frevert, R.K., Barnes, K.K., Edminster, T.W. 1957. Elementary Soil and Water Engineering. John Wiley and Sons, Inc. New York, NY.

Prevención de Escorrentía

Este artículo no pretende reemplazar la asesoría profesional. Antes de implementar esta práctica, consulte un profesional para obtener el mayor beneficio de su aplicación

La Fórmula 4-D

Al considerar sus opciones para el manejo de escorrentía en cualquier localidad, los 4 modos de acción clave son Disminuir (volumen y velocidad del agua), Detener, Disipar y Desviar el flujo. Toda vez que sea posible, la desviación debe ser el último recurso, ya que desviar el agua puede simplemente 'desviar' el problema pero no darle solución. Las prácticas en esta guía están organizadas de acuerdo a este orden

Otros Enfoques y Consideraciones

Como se señaló en la introducción, esta guía ofrece una revisión general de prácticas clave en lugar de una lista comprehensiva de métodos para el manejo de la escorrentía. La siguiente es una lista corta de otras acciones y enfoques para abordar la estabilización del suelo y el manejo de escorrentía, que también se deben tener en cuenta al desarrollar una estrategia de control de la erosión para su terreno.

 Buenos Vecinos: Trabajar con propietarios o administradores de terrenos vecinos para solucionar el aumento o concentración de escorrentía proveniente de los mismos, que puedan estar afectando los volúmenos de escorre



- puedan estar afectando los volúmenes de escorrentía en el suyo.
- Manejo de la Calidad del Suelo: Considere implementar prácticas que mejoren la calidad del suelo y
 su capacidad para retener agua y hacerla disponible al cultivo, tales como la aplicación de composta, la
 reducción de labranza, la incorporación de residuos del cultivo y cultivos de cobertura, la rotación de
 cultivos con periodos de descanso y/o con abonos verdes, etc.
- **Cobertura para Conservación:** Considere usar cultivos de cobertura permanentes en lugar de anuales donde puedan tener cabida, ya sea dentro o alrededor de su sistema de producción.
- Mantillo de Cobertura Vegetal: Utilizar un mantillo de cobertura vegetal dentro y fuera de las áreas de cultivo puede reducir la escorrentía, ayudar a retener la humedad y mejorar la infiltración.



- Labranza para Conservación: Reducción y/o interrupción de la compactación de suelo mediante la disminución de operaciones de labranza y/o variación de la profundidad del equipo de labranza, especialmente en suelos con arcilla y/o cuando los suelos tienen una cantidad significativa de humedad.
- Manejo del Agua y Programación de Riegos: La programación es especialmente importante a principios del otoño antes de las primeras lluvias. Si el suelo está saturado por el riego antes de la llegada del invierno, la escorrentía será inmediata. Si la escorrentía comienza temprano en la temporada porque las tierras de cultivo ya están saturadas por riego, la probabilidad de erosión del suelo es

- mayor, debido a que los cultivos de cobertura y/o el zacate aun están tratando de establecerse y son menos efectivos.
- Cultivo y Selección de Variedades: En ocasiones cambiar de cultivo o incluso la variedad puede afectar profundamente la cantidad de escorrentía producida por un terreno, o puede afectar la planeación o las prácticas (como la cobertura con plástico) que influyen en la escorrentía.
- Otras Prácticas de "Baja Tecnología": cobertura de paja, hileras de mantillo, ondulación del terreno, y protección de vegetación de amortiguamiento, pueden ayudar a reducir la velocidad de la escorrentía y las concentraciones de agua.

Referencias:

Casale, Richard, CPESC #3. 2013. Personal Communication. USDA NRCS District Conservationist, Capitola, CA

Alineación de Surcos

Descripción y Beneficios

Los surcos ligeramente inclinados ayudan a que el agua tenga más tiempo para penetrar en el suelo. Además, el agua que sale del campo fluye lentamente, dejando el suelo en su lugar.

Los beneficios de una correcta alineación de surcos incluyen: 1) mayor uniformidad en el riego, fertirrigación y fumigación por goteo, 2) menor acumulación de agua en los surcos, 3) facilidad de cosecha, 4) campos con aspecto profesional, 5) reducción en gastos de limpieza y control de erosión.



¿Cuándo puede la Alineación de Surcos ayudar su situación?

El objetivo de la alineación es nivelar los surcos lo más posible sin provocar que el agua se estanque. Un buen objetivo es alinear los surcos a una pendiente de 1.5 a 2 %, pero pendientes más cercanas a 1.5% pueden ser más deseables si no causan encharcamiento. Se recomienda evitar pendientes mayores a 4 ó 5 %. La alineación de surcos es una técnica que requiere práctica y experiencia para dominarse, y en algunas parcelas puede ser difícil lograr surcos con pendientes bajas para todo un bloque. Otras consideraciones a tener en cuenta son el tipo de suelo y estratos compactados que pueden causar desprendimiento de las camas. Los surcos a nivel (sin pendiente) no representan un problema a menos que den lugar a la acumulación de agua, lo cual puede dañar camas y cultivos. Modifique estos métodos según sea necesario para adaptarlos mejor a su terreno y sus propios métodos de surcar.

Implementación

Herramientas necesarias

- Instrumentos para medir la pendiente, como un nivel de Abney, clinómetro o nivel de mano
- Varillas de nivelación o poste con marcas en pies
- Cinta métrica
- Varios cientos de pies de cuerda (dependiendo de la longitud y el ancho del bloque)
- Estacas de madera o pequeños sacos con arena

Procedimiento

Haga un mapa del campo y escriba las mediciones de pendiente de las líneas donde irán los surcos. Este mapa le ayudará a tomar decisiones sobre cómo alinear los surcos y ajustar la línea guía para mejores resultados.

Paso 1: Diseño y planificación de bloques

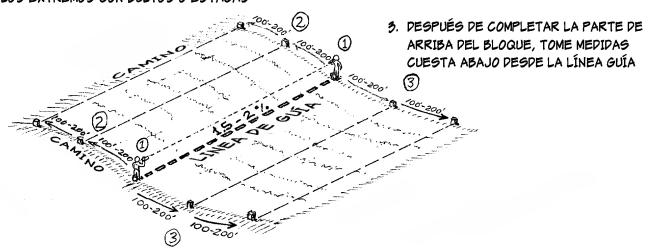
• Determine los lugares ideales para ubicar sus



- caminos y los bordes de los bloques de cultivo. En general, ubique los caminos en las partes más altas y más bajas del terreno, es decir, a lo largo de las crestas o paralelo a las zanjas de desagüe.
- No dirija flujos de agua directamente hacia caminos que no puedan contenerlos, y planee incorporar métodos apropiados de drenaje a lo largo de caminos que van a trasportar el agua, como se describe más adelante en esta Guía.
- Planee que las zanjas o la alineación de los surcos dirijan el agua lejos de los caminos más transitados. De lo contrario, dirija el tráfico fuera de los caminos que no puedan conservarse secos.
- Mantenga vegetación natural en zonas de pendiente pronunciada y aquellas que transporten gran cantidad de agua.

Paso 2: Instale la línea de guía. La línea guía marca la alineación de los surcos para todo el bloque.

- Sitúese en la parte más grande y difícil del bloque (por ejemplo, la que tenga el terreno más irregular) para trazar la línea de guía.
- Trace una línea con un máximo de pendiente entre 1.5 y 2 % usando un instrumento para medir la pendiente (ver hoja informativa relacionada). Marque la línea guía con bultos o estacas.
- I. PONGA LA LÍNEA GUÍA EN LA PORCIÓN MÁS EMPINADA DEL BLOQUE, CON UN MÁXIMO DE PENDIENTE ENTRE I.5 Y 2% Y MARQUE LOS EXTREMOS CON BULTOS O ESTACAS
- 2. USANDO UNA CUERDA PARA CONSERVAR LA DISTANCIA DE SEPARACIÓN, CAMINE CUESTA ARRIBA 100 O 200 , USANDO UNA RUEDA DE MEDICIÓN O CINTA MÉTRICA PARA CALCULAR LA DISTANCIA



Alineación de Surcos Figura A: Instalando la Línea Guía

Paso 3: Copie la línea de guía hacia arriba y hacia abajo del bloque para marcar las líneas de surco.

- Para este paso, dos personas se situan a lo largo de la linea guia recien trazada sosteniendo una cuerda templadaentre ellos. Cada persona utiliza una rueda de medición o cinta métrica para caminar 100' o 200' cuesta arriba hasta el próximo lugar donde la pendiente del surco debe ser verificada. La distancia será determinada por la complejidad de la pendiente del bloque. Mientras caminan a la misma velocidad, la cuerda entre ellos se mantiene templada, ayudando a mantenerse a la misma distancia. Una brújula puede ser útil para confirmar la alineación exacta del surco anterior.
- Ahora, revise la pendiente de la nueva línea de surco. Si la pendiente de la línea del surco es inferior a 4% y
 no tiene puntos bajos que se encharquen, entonces marque la línea y continúe moviéndose cuesta arriba y
 disponga líneas de surco hasta que la mitad superior del bloque esté completo.
- Vuelva a la línea de guía y mida cuesta abajo para trazar líneas de surcos adicionales. Si cualquiera de las líneas de surcos tienen pendientes más pronunciadas que 4% o tiene puntos bajos que se encharquen, entonces ajuste la línea guía y repita los pasos 1 a 4. No se olvide de revisar la pendiente en varios puntos

10 Alineación de Surcos

a lo largo del surco para identificar puntos bajos o puntos altos donde el agua pueda estancarse o cambie la dirección de la corriente, respectivamente.

• Si los surcos en el bloque no se pueden organizar de modo que todos tengan una pendiente menor de 4%, entonces alinee los surcos para que los más empinados se encuentren en la parte inferior del bloque, donde la corriente rápida de agua cause el menor daño posible.

Retos

Si un campo tiene un punto bajo que acumula agua (Figura B), existen las siguientes opciones:

- Curvee el surco para drenar la zona baja;
- Divida el bloque en dos poniendo un camino a través del punto bajo;
- Drene el punto bajo, usando un tubo de PVC de una pulgada, hacia un surco que dirija el agua hacia un camino;
- Utilice la nivelación de tierras para rellenar la zona baja del bloque y eliminar el encharcamiento.

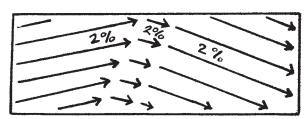


Figura C. Alineamiento de surcos en curvas

Si la pendiente del bloque cambia de manera que los surcos se vuelven demasiado empinados (Figura E), una solución podría ser añadir hileras de surcos de punta para compensar (Figura F).

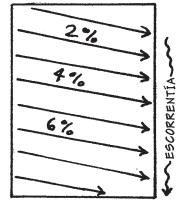


Figura E. Ejemplos de surcos con mucha pendiente

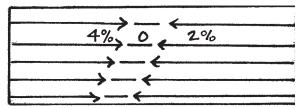


Figura B. Alineamiento de surcos a puntos bajos



Alineación de Surcos: Surcos Curveados

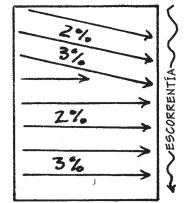


Figura F. Ejemplos de de surcos sin salida o de punta

Referencias:

Resource Conservation Districts and NRCS of Santa Cruz and Monterey Counties. 2003. Brochure: "Furrow Alignment." http://www.rcdmonterey.org/pdf/FINALEnglishFurrow.pdf. Accessed 10/4/13.

USDA-NRCS. 2008. Field Office Technical Guide. Conservation Practice Standard. Row Arrangement. Code 557. Davis, CA.

Protección de Hileras de Anclaje en Invernaderos o Túneles

Descripción y Beneficios

Los túneles o invernaderos de plástico, como se utilizan en la Costa Central, proporcionan valiosos beneficios para la producción, y a la vez son un reto para el manejo de la escorrentía, sobre todo en zonas de ladera (terrenos inclinados). Tal como se han configurado convencionalmente, las cubiertas de plástico pueden reducir la superficie permeable disponible del área productiva de un campo en más del 90%. Lo cual aumenta drásticamente el volumen de escorrentía durante un evento de tormenta. Así mismo, el impacto de la lluvia sobre el suelo se concentra a lo largo de los bordes del techo de los túneles en las hileras de anclaje (líneas de postes). Los métodos que se



Figura A. Tela de Filtro a lo largo de la Línea del Techo

han utilizado para hacer frente a estos retos van desde el blindaje del suelo y uso de cultivos de cobertura en las líneas de poste, uso de cubiertas de plástico en respuesta al estado del tiempo, canalones y sistemas de drenaje para desviar y re-dirigir la escorrentía del techo, hasta el aumento de la separación entre líneas de túneles, en intervalos plantados con zacate u otra cobertura vegetal. Las geo-membranas y los cultivos de cobertura en estas líneas proporcionan el beneficio adicional de suprimir las malezas.



Figura B. Cebada como Cobertura en la línea de Ancla

¿Cuándo proteger las líneas de postes en túneles?

If Toda vez que un campo con túneles esté expuesto a las lluvias mientras las láminas de plástico estén extendidas, es importante instalar protecciones a lo largo de las hileras de anclaje (líneas de postes) para reducir el impacto de la 'línea de goteo' sobre el suelo, minimizar el mantenimiento requerido y los riesgos de erosión. El grado en que se puedan implementar estas medidas dependerá de los recursos que tenga el agricultor, el numero de acres y la cantidad de

túneles a instalar por unidad de área, el potencial de erosión del campo (influenciado por la textura del suelo y la pendiente), el número de acres que drenen hacia los puntos de colección, y la capacidad del agricultor para manejar la escorrentía acumulada a través del campo y en las partes bajas (o el punto de acumulación más bajo).

Implementación

Aún existe muy poca información disponible sobre el manejo de la escorrentía en campos con túneles en los Estados Unidos. Los fabricantes de túneles y los materiales educativos de extensión universitaria se concentran casi exclusivamente, y con razón, en los factores de producción de los cultivos. Dicho esto, para estructuras pequeñas, semi-permanentes existen canalones para recolección de agua disponibles (Figura C), aunque no los hemos observado adaptados para el estilo predominante de túneles que se usan en la producción a gran escala



Figura C. Canalón de drenaje para un Tanque

surco de anclaje para mantener la máxima capacidad de infiltración.

La protección o blindaje puede hacerse con un material permeable como tela de filtro, paja, fibra de mantillo o roca triturada (sólo para instalaciones permanentes). La salida de cada línea de poste debe ser adicionalmente blindada para protegerla de la erosión causada por el agua de escorrentía recogida, a medida que esta drena hacia la zanja al final del campo o al camino. Consulte "Zanja con Plástico y Protección de Caminos con Pasto" (página 27) "Desagües Subterráneos" (página 33) para métodos de protección de caminos y canales de desagüe hacia afuera

en la Costa Central de California. Otros enfoques novedosos como el uso de tubería de drenaje para el manejo de la escorrentía recogida a lo largo de las líneas de postes, están siendo investigados por productores pero aún no han sido verificados en términos de su efectividad en un contexto productivo.

Aunque el NRCS ofrece orientación sobre el manejo de escorrentía para la práctica de uso de "túneles altos" (túneles de aro), se supone que esta práctica debe aplicarse en menos del 10% del total de acres de una finca productiva. Esas directrices han sido incorporadas en esta sección.

Al establecer las hileras de anclaje, minimice en lo posible el tráfico de vehículos sobre el



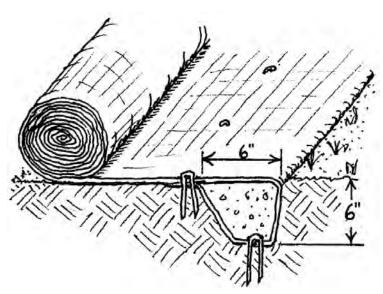


Figura D. Anclaje de los geo-textiles

del campo. Siempre que sea posible, drene las líneas de poste hacia terrenos ligeramente inclinados y áreas con vegetación densa.

El manual de buenas prácticas de manejo de Aguas Lluvias de California ("California Stormwater BMP Handbook") recomienda cubrir la superficie del suelo con geo-textiles para reducir la erosión causada por el impacto de la lluvia y mantener el suelo en su lugar. Geo-textiles tejidos y no tejidos con una fuerza de tensión mínima de 80 libras se pueden utilizar en las líneas de poste. Los materiales deben ser resistentes a la degradación por radiación ultravioleta (UV) (70% de retención después de 500 horas) y a los ambientes biológicos y químicos normalmente encontrados en el suelo. Las mantas geo-textiles deben extenderse por lo

menos 2 pies de ancho bajo las líneas de postes y abarcar la longitud total del túnel. La manta debe asegurarse en su lugar con grapas de alambre, y los extremos y lados deben estar anclados en una zanja de 6 pulgadas de



Figure E. Cobertura a lo largo de la línea de postes (Wayne Gularte)

profundidad por 6 pulgadas de ancho (Figura D). Rellene la zanja y apisone la tierra firmemente para asegurar la manta

Investigadores de Extensión Cooperativa de la UC en el Condado de Ventura aun están investigando los beneficios en términos de atenuación de escorrentía y sedimentos que tienen los cultivos de cobertura de pastos plantados a lo largo de las líneas de postes en túneles, pero los resultados preliminares definitivamente indican un beneficio observable. Dependiendo del tipo de túnel o de cobertura, cualquier aumento en la distancia de separación entre túneles, más la adición de cobertura vegetal, tendrán un beneficio de reducción de erosión y escorrentía. Dicha separación se debe planear para dar cabida a las labores de corte de pasto y malezas, dependiendo de la escala de la operación. En el ejemplo ilustrado a la izquierda, las áreas de amortiguamiento entre los túneles también están ligadas a un sistema común de drenaje. La inclusión de áreas de amortiguamiento o espacios entre los túneles depende de las recomendaciones de profesionales, las limitaciones de construcción o forma de los túneles, la necesidad relativa a la pendiente y al tipo de suelo, y las necesidades de producción del cultivo. El Método Racional, descrito anteriormente en este Manual, puede ser muy útil para estimar tasas

de escorrentía potenciales bajo diferentes distribuciones de túneles, y planificar mejor el diseño del sistema en relación con la capacidad del sitio para asimilar la escorrentía.

Referencias

Basler and Daugovish. 'UC introduces a new way to manage weeds in caneberry growing tunnels.' Ventura County Blog. 8/2/2013. http://ucanr.org/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=11040

California Stormwater Quality Association. 2003. *California Stormwater BMP Handbook Construction*. Menlo Park, CA. USDA-NRCS. 2012. *Field Office Technical Guide*. Conservation Practice Standard. Seasonal High Tunnels for Crops. Code 798. Davis, CA.

USDA-NRCS. 2011. *Field Office Technical Guide*. Conservation Practice Standard. Lined Waterway or Outlet. Code 468. Davis, CA.

Cultivos de Cobertura

Descripción y Beneficios

Los cultivos de cobertura que se utilizan en los sistemas de cultivos perennes y anuales se asocian con beneficios al suelo como mejoras en la labranza y la fertilidad, reducción de la erosión y formación de costras, reducción de escorrentía, y una mayor capacidad de retención de agua. Los cultivos de cobertura también pueden albergar insectos beneficiosos y suprimir malezas. Una aplicación específica de cultivos de cobertura en surcos ha demostrado ofrecer una reducción significativa de la escorrentía en campos de ladera en producción de fresas y vegetales en la Costa Central.



Diversas hierbas y plantas de hoja ancha -perennes

y anuales- pueden utilizarse como cultivos de cobertura, ya sea como especie única o mezclas de múltiples especies dependiendo de las necesidades del agricultor. Las especies de gramíneas de crecimiento rápido



proporcionan una alta biomasa para aumentar la materia orgánica disponible en el suelo, mientras que algunas especies de leguminosas pueden proporcionar nitrógeno para el siguiente cultivo comercial. Se pueden utilizar cultivos de cobertura mixtos para lograr una combinación de biomasa y producción de nutrientes que beneficie a la siguiente rotación. Las gramíneas de baja altura son ideales para la aplicación de cultivos de cobertura en surcos. Los cultivos de cobertura de "abono verde" normalmente se incorporan en el suelo antes de sembrar el cultivo comercial. En cultivos multi-anuales, se pueden aplicar varios cultivos de cobertura anuales manejados

de tal manera que se auto-siembren, minimizando así la necesidad de replantación y la perturbación del suelo. Los cultivos de cobertura de pastos perennes pueden proporcionar cobertura básica al suelo, y por lo general se seleccionan para minimizar la competencia por el agua y la luz solar con árboles y vides adyacentes.

¿Cuándo usar cultivos de cobertura?

Los cultivos de cobertura son útiles en una variedad de situaciones agronómicas, siempre que exista suficiente disponibilidad de agua lluvia o riego. Los cultivos de cobertura en surcos son útiles en campos de fresa en laderas, si se siembran al momento del trasplante para aprovechar las lluvias del invierno y el riego durante la fase de establecimiento.

Implementación

El momento ideal para sembrar la cobertura es a mediados de Octubre, para permitir la germinación y el crecimiento máximo de las plantas antes de que la temperatura del suelo y el aire se enfríe a medida que avanza el otoño. Antes de plantar un cultivo de cobertura, se debe preparar una cama de siembra. Esto generalmente se inicia después del riego posterior a la cosecha en cultivos perennes, o después de la preparación de las camas para cultivos anuales. Una rastra de discos o alguna otra forma de labranza suele ser suficiente para la mayoría de los cultivos de cobertura, en tierras agrícolas. Después de la labranza con discos es recomendable una operación

de suavizado como el flotante o el cepillado de modo que los terrones más grandes se rompan y la superficie del terreno este uniforme. Esto es particularmente importante para los cultivos de cobertura de semilla pequeña como los tréboles.

Generalmente no se requieren fertilizantes adicionales para los cultivos de cobertura, a menos que se utilicen plantas no leguminosas o sólo gramíneas. Si el cultivo requiere fertilizantes, siga las recomendaciones del representante de la compañía de semilla para el tipo de fertilizante y la taza de aplicación. El exceso de fertilizantes nitrogenados puede incluso reducir la fijación de nitrógeno total y dar una ventaja competitiva a especies de malezas.



Las mezclas que incluyan leguminosas de semilla grande, deben ser inoculadas con bacterias de rizobios apropiadas, antes de plantar. Las bacterias de hospedero específico trabajan en combinación con estructuras especiales de la raíz para retener o "fijar" nitrógeno en los tejidos vegetales. Algunas semillas se venden preinoculadas, pero las leguminosas de semilla grande como la arvejilla (vetch), los chícharos y las habas deben inocularse inmediatamente antes de la siembra a una tasa aproximada de 8 oz de inóculo por 100 libras de semilla, aplicados en capas en la tolva sembradora. Si la semilla se siembra al voleo y no perforando el suelo, debe ser inoculada en húmedo para proporcionar una mejor adhesión del inóculo a la semilla.

Para la siembra, la semilla de los cultivos de cobertura puede ser plantada al voleo o perforando el suelo. La siembra por perforación puede requerir menos preparación del terreno, y es el método de elección para las siembras de primera vez. Para las especies individuales o tipos de semilla más grandes se puede utilizar una sembradora de alfalfa. El sembrado al voleo es más rápido y menos costoso, pero requiere una rastra ligera para incorporar la semilla, seguida de una flotación final o rodillo para pulir la cama. Para cultivos de cobertura perennes establecidos, una siembra suplementaria puede ser necesaria cada dos a cinco años.

En terrenos de ladera, una aplicación de paja sobre el suelo recién sembrado puede proporcionar protección temporal a las pendientes, mientras el cultivo de cobertura germina y crece lo suficiente para sostenerse a si mismo y proporcionar cobertura sustancial. Si no se esperan lluvias de otoño inmediatamente, un riego ligero ayudará a asentar el suelo alrededor de la semilla y a acelerar la germinación. Los cultivos de cobertura anual de verano requieren riegos regulares al igual que cualquier otra cosecha en la temporada cálida.

Mantenimiento

En campos de cultivo anual, la altura de los cultivos de cobertura puede controlarse con podadoras o segadoras, y el cultivo de cobertura puede ser "derribado" con herbicidas o siega en Febrero o Marzo para no interferir con la producción del cultivo comercial. Si se desea la auto-siembra, la siega debe retrasarse hasta que el cultivo de cobertura tenga la semilla madura. Al cortar cultivos de cobertura mixtos que incluyan legumbres, se debe tener cuidado de no cortar por debajo del punto de crecimiento, o de lo contrario el re-crecimiento se verá impedido. Puede ser necesario usar poda, fumigación localizada o azada de mano para prevenir cubrir las líneas de aspersores o goteros, pero también usar cultivos de cobertura que no crezcan tan alto o extender la altura de los aspersores puede reducir la necesidad de dicho mantenimiento.

La incorporación del cultivo de cobertura, si es necesaria, debe ser programada para permitir por lo menos dos a cuatro semanas de descomposición en el suelo antes de la siembra. El momento de la incorporación también debe escogerse teniendo en cuenta la humedad del suelo para lograr una adecuada descomposición, de lo contrario un riego adicional puede ser necesario para romper la materia orgánica y poder preparar el suelo para el cultivo siguiente. En la primavera, también se debe tener cuidado de no entrar a un campo con excesiva humedad en el suelo, lo cual obviamente puede impedir el acceso de equipos pero también dañar el suelo con compactación excesiva y aterronamiento. El escenario más simple para la incorporación de cultivos de cobertura implica "derribar" el cultivo de cobertura, ya sea mediante poda o con un herbicida, seguido por

el disqueo del material vegetal en el suelo. Después de un período de descomposición, la superficie del suelo puede ser reconfigurada y emparejada según sea necesario.

Cuadro 1. Semillas de Pastos y Tasas de Siembra Sugeridas

Variedades de Semilla	Ciclo de Vida y Tiempo de Siembra	Características del Pasto	Libras de semilla por cada 100' x 10'de camino	Libras de semilla por acre	Costo estimado de semilla por acre
*Cereal de Centeno, variedad "Merced" Secale cereal *No confundir el cereal de centeno con el centeno anual Lolium multiflorum, el cual puede convertirse en una maleza invasora	Anual Principio de temporada SeptNov.	Bueno para pendientes secas y arenosas. Excelentes raíces	2	80	52 (a)
Cebada comun, variedad "UC 937" Hordeum vulgare	Anual, fin de temporada Nov. - Dec. o en emergencias	Bueno para todo tipo de suelos. Raíces medianamente buenas	4.5	180	63 (b)
Trios "102" Tricale	Anual, principio de temporada SeptNov.	Bueno para todo tipo de suelos. Buenas raíces. Corta estatura.	1.5	60	57 (c)
California Brome Bromus carinatus (nurse crop, germinación rápida, corta vida- 3 años.)	Mezcla Nativa Perenne	Bueno para pendientes secas y arenosas. Buenas raíces	0.3	25	174 (d)
Centeno silvestre Leymus triticoides (larga vida, germinacion lenta)	Principio de temporada Sept Oct.	Bueno para pendientes secas arenosas, y suelos franco arcillosos. Excelentes raíces	1	25	750 (e)

- a) Precio basado en \$52/saco de 80 lbs, Snow Seed Co., Agosto 2013
- b) Precio basado en \$17.50/saco de 50 lbs de cebada "UC 937", Snow Seed Co., Agosto 2013
- c) Precio basado en \$47.50/saco de 50 lbs de triticale organico, Snow Seed Co., Agosto 2013
- d) Precio basado en una mezcla de California brome, meadow barley and blue wild rye: \$7.65/1.1 lb para ordenes de más de 50 lbs, Harmony Farm Supply, Agosto 2013.
- e) El precio de L. triticoides puede ser \$20-\$40/lb. o más, dependiendo del año y la fuente

Referencias

- Ingels, C. 1995. Cover Crop Selection and Management in Orchards and Vineyards. UC Davis Sustainable Agriculture Research and Education Program. Davis, CA.
- USDA-NRCS. Lockeford Plant Material Center. Conservation Plant Releases. http://plant-materials.nrcs.usda.gov/capmc/releases.html
- Robins, P., R. Bresnick Holmes, and K. Laddish, ed. 2001. *Bring Farm Edges Back to Life!* 5th edition. Yolo County Resource Conservation District.

Franjas de Filtración con Vegetación

Este artículo no pretende reemplazar la asesoría profesional. Antes de implementar esta práctica, consulte con un profesional para asegurar el mayor beneficio de su aplicación

Descripción y Beneficios

Una franja de filtración es una zona de pasto u otra vegetación permanente utilizada para "filtrar" sedimentos, orgánico, material nutrientes, pesticidas y otros contaminantes de la escorrentía laminar del campo, con el fin de mantener o mejorar la calidad del agua en los cuerpos de agua locales como arroyos y estanques. Las franjas de filtración reducen la velocidad del agua, lo cual permite la deposición de partículas de suelo en suspensión, la infiltración de la escorrentía y contaminantes solubles, la adsorción de contaminantes a las superficies de suelo y plantas, y la absorción de contaminantes solubles



por las plantas. Las franjas de filtración típicamente tienen más de 12 pies de ancho; entre más anchas, más filtración y mayores beneficios para la calidad del agua. Las franjas de filtración pueden ser una medida estética de estabilización de suelo en los bordes del campo y también pueden servir como forraje (para uso en el rancho o para vender), zonas para dar la vuelta y cabeceras, y para acceso al campo. Las franjas de filtración pueden también ayudar a lograr objetivos de conservación de vida silvestre, dependiendo de las especies de vegetación



utilizadas y las prácticas de manejo. Cuando se plantan junto con especies nativas o adaptadas, pueden proporcionar alimento y resguardo a importantes especies de vida silvestre.

Cuándo utilizar Franjas de Filtración con Vegetación

Las franjas de filtración son más efectivas y útiles en terrenos con pendientes menores que 10% en el borde inferior del campo de cultivo, áreas sin uso, o áreas endurecidas donde hay flujo laminar o flujo superficial uniforme, especialmente cerca a arroyos, estanques, lagos y desagües. También pueden servir como parte de un sistema de transición a áreas de bosque ribereño.

Implementación

- La franja de filtración debe ser diseñada considerando los caudales de agua esperados, la pendiente y el tipo de suelo para maximizar su beneficio potencial. Para determinar el ancho óptimo de una franja de filtración, consulte con un ingeniero del NRCS, quien podrá evaluar su sitio particular.
- Antes de plantar una franja de filtración, el terreno debe estar preparado adecuadamente. En tierras de cultivo, un disqueo ligero o alguna otra forma de labranza suele ser suficiente. La rastra de discos debe ser

seguida de una operación de emparejado con rodillos o azadón rotatorio de modo que los terrones más grandes se rompan y el terreno este preparado. Esto es particularmente importante para las especies de semillas más pequeñas, como los tréboles.

- Para siembras sin leguminosas o de sólo gramíneas, puede ser necesario aplicar fertilizante adicional para ayudar con el establecimiento. Fertilice y abone el terreno con base en resultados de pruebas de suelo del sitio y las necesidades de las especies a plantar. El exceso de fertilizantes nitrogenados puede ser lavado o lixiviado del sitio (dando lugar a preocupaciones por la calidad del agua) o incluso dar a las malezas una ventaja competitiva sobre las especies plantadas.
- Si va a sembrar leguminosas, asegúrese de que las semillas estén pre-inoculadas o usted las inocule con las bacterias rizobiales adecuadas antes de la siembra, a una tasa de alrededor de 8 oz de inóculo por cada 100 libras de semilla.
- Para la siembra, la franja de filtración con vegetación puede ser plantada al voleo o en línea. Plantar en linea puede requerir menos preparación del terreno, y es el método más conveniente para plantar. Para las especies individuales o tipos con semilla más grandes, se puede utilizar un taladro de alfalfa o leguminosas. Plantar al voleo es más rápido y menos costoso, pero requerirá un rastrilleo ligero para incorporar la semilla en el suelo, seguido de un emparejado con rodillos o azadón rotatorio para terminar el terreno. Si es necesario, cubra la semilla recién plantada con paja para proteger el suelo durante la germinación. Puede ser necesaria una siembra suplementaria cada 2-5 años.
- Si no se esperan lluvias de otoño inmediatamente, un riego ligero ayudará a asentar el suelo alrededor de la semilla y a acelerar la germinación.
- Corte (y coseche si es posible) el pasto en la franja de filtración varias veces al año para fomentar el crecimiento de una vegetación densa. Se debe tener cuidado de evitar cortar el pasto durante los periodos de anidación en lugares con fauna silvestre que anide en el suelo. Si se desea la auto-siembra, la poda debe retrasarse hasta que las especies deseadas en la franja de filtración hayan madurado la semilla. Al podar una franja de vegetación que incluya leguminosas, se debe tener cuidado de no cortar por debajo del punto de crecimiento, o el re-crecimiento se verá obstaculizado.
- Tenga cuidado de mantener el ancho y la profundidad de la superficie plantada originalmente para mantener los beneficios previstos de la franja de filtración. Inspeccione y repare después de eventos de tormentas para rellenar los barrancos de suelo, remueva escombros que interrumpan el flujo del agua y sedimentos acumulados, re-siembre áreas afectadas, y tome otras medidas necesarias para prevenir flujo concentrado en la franja de filtración (Ver el capítulo de "Barreras para el Control de Sedimentos").
- Elimine malezas con cortes/podas oportunos, los cuales son preferibles al uso de herbicidas en una franja de filtración. Si se necesita usar herbicida, este debe ser aplicado en tasas bajas o en tratamientos localizados y con tiempo suficiente para la degradación antes de tormentas o riegos (eventos de escorrentía) previstas.
- Asegúrese de excluir ganado y tráfico vehicular de la franjas de filtración durante los períodos húmedos del año ya que las franjas dependen de la infiltración para reducir contaminantes. Se recomienda que se excluya éste tipo de tráfico en todo momento mientras sea posible.
- Restaurar la franja de filtración será necesario toda vez que haya acumulado tanto sedimento que ya no sea efectiva.

Referencias

USDA-NRCS. 2011. Field Office Technical Guide. Conservation Practice Standard. Filter Strips. Code 393. Sacramento, CA.

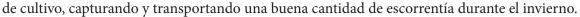
Robins, P., R. Bresnick Holmes, and K. Laddish, ed. 2001. *Bring Farm Edges Back to Life!* 5th edition. Yolo County Resource Conservation District.

COBERTURA EN CAMINOS

Descripción y Beneficios

Los caminos son una de las zonas más vulnerables a la erosión en un rancho. Con algunas técnicas simples, sus caminos se pueden proteger. La siembra de pasto en los caminos durante el invierno produce una masa grande de raíces que protege estas áreas contra el lavado, protege los extremos de las camas del hundimiento, inhibe el crecimiento de las malezas, y mejora la calidad del agua de escorrentía que drena a arroyos cercanos.

La siembra de caminos es una buena idea cuando se trabaja en terrenos de ladera con caminos que corren directamente cuesta abajo entre bloques





Implementación



Antes de trazar o modificar su camino, evalúe las áreas clave del rancho que drenarán hacia el camino o recibirán escorrentía del mismo. Si es posible, re-direccione la escorrentía proveniente de las partes altas hacia un estanque de sedimentación, o hacia un camino bien protegido. Proteja las áreas no cultivadas con cultivos de cobertura o pastos perennes. Considere modificar los surcos, que transportan grandes flujos de escorrentía durante tormentas fuertes, construyendo bloques de surcos más largos y con menos pendiente (1 - 3%) para disminuir la

tasa de escorrentía que llega al camino. (Ver el capítulo de "Alineación de Surcos"). Los surcos y las camas cubiertas de plástico concentran y aceleran la escorrentía durante las lluvias de invierno. Maneje dicha agua antes de que llegue a sus caminos.

En general, si usted está diseñando un campo en un terreno nuevo, identifique las zonas bajas o depresiones naturales y ubique los caminos en esos lugares. Luego organice sus bloques y surcos de acuerdo con los flujos de drenaje que esos caminos puedan soportar. Para caminos con buena protección, como sistemas de tuberías subterráneas, se puede colectar el caudal proveniente de los bloques a ambos lados del camino (Figura A). Sin embargo, para caminos con mínima protección, como zanjas cubiertas con vegetación o con plástico (Figura B), es mejor dividir el flujo, orientando los surcos para drenar bloques adyacentes hacia caminos o zanjas individuales.

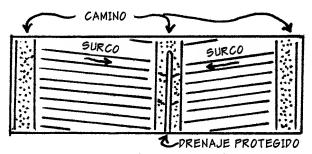


Figura A. Concentración de escorrentía de dos bloques a un camino. Se recomienda que la calle tenga plástico en la zanja.

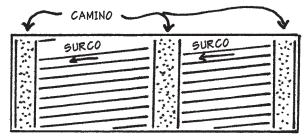


Figura B. Concentración de escorrentía de un bloque a un camino

Si la pendiente de un camino es más pronunciada que 20%, la escorrentía de los bloques de surcos debe ser dispersada de manera uniforme hacia caminos con pendientes menos pronunciadas. Si esas zonas drenan una gran cantidad de escorrentía, el diseño del camino debe incluir un canal reforzado o un drenaje subterráneo tal como se describe en esta Guía (Ver el capítulo de "Drenajes Subterráneos").

Un camino puede ser configurado para transportar agua ya sea dándole forma de una 'v' amplia (como se describe a continuación), o con una zanja a lo largo del lado más bajo (o a ambos lados) usando plástico de protección, como se muestra en la página anterior. Este último método se describe en "Plástico y pastos en zanjas para protección de caminos empinados" en la página 27.

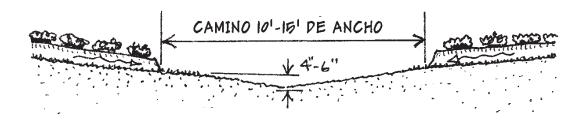


Figura C. Construcción de caminos con drenaje

Pasos para configurar un camino con un canal amplio en el centro para proteger los extremos de las camas de la erosión:

- 1. Arar los campos y subsolar si es necesario para aumentar la infiltración de agua.
- 2. Cortar los caminos con niveladoras para formar una "V" suave, de 6" de profundidad en el centro o a los lados.
- 3. Esparza el suelo en las partes bajas del campo.
- 4. Construya las camas o surcos perpendiculares a los caminos.
- 5. Corte los caminos de nuevo con niveladora para formar una "V" suave.
- 6. Use el suelo sobrante para hacer camellones o formar las camas; no lo deje en el camino.
- 7. Los caminos en el borde del rancho pueden inclinarse hacia un área de vegetación natural.

Siembra de Pastos en Caminos en el Otoño, para Minimizar la Erosión en el Invierno

Plante los pastos tan pronto como los caminos sean construidos y riéguelos si es necesario. Si el suelo en el camino esta compactado, airee ligeramente con un disco, un cincel o un rastrillo. (Pasar por encima del suelo con un rodillo prepara una excelente cama de siembra). Plante la semilla al voleo sobre el camino, a mano o con una sembradora. Plante mayor cantidad de semillas en los extremos de las camas y plante por lo menos 10 pies dentro de cada surco (Ver el capítulo de "Cultivos de Cobertura "para mayor información sobre siembra de surcos completos).

Entierre ligeramente las semillas a 1/2 pulgada de profundidad en el suelo pasando sobre ellas con un disco o un rastrillo. Cubra la semilla con cobertura de paja para protegerla y retener humedad, y proporcione riego suplementario si planta antes de las lluvias. Después que el pasto haya crecido, córtelo antes que las semillas se formen.

Mantenga los vehículos fuera de los caminos durante el invierno para evitar que las llantas creen surcos de erosión.

Los siguientes cuadros indican el número máximo de acres cultivados que pueden ser drenados de manera segura con sólo pasto para detener la erosión de caminos, dependiendo de la pendiente, uso de pastos anuales o perennes, y la presencia o ausencia de cobertura plástica completa en las camas durante el invierno.

Máximo número de acres que los caminos con pastos pueden soportar:

Para camas con forraje plástico:

Pastos Anuales		
Pendiente	Acres	
4 %	2.5	
8 %	1	
16 %	1/3	
24 %	1/4	

Pastos Perennes		
Pendiente	Acres	
4 %	5	
8 %	2	
16 %	2/3	
24 %	1/2	

Para camas sin forraje plástico:

Pastos Anuales		
Pendiente	Acres	
4 %	2.5	
8 %	1	
16 %	1/3	
24 %	1/4	

Pastos Perennes		
Pendiente	Acres	
4 %	5	
8 %	2	
16 %	2/3	
24 %	1/2	

Use los cuadros anteriores como guía para estimar el área de la parte superior de sus caminos que puede protegerse con sólo pasto y todavía drene de manera segura. Abajo de estas áreas, incorpore una zanja o una tubería para el resto del camino cubierto con pasto cuesta abajo. En situaciones con una gran cantidad de agua proveniente de zonas no cultivadas, es más seguro extender la zanja o la tubería incluso hasta la parte más alta del camino.

Beneficios y limitaciones de los pastos anuales vs. perennes para la cobertura de caminos

PASTOS ANUALES	PASTOS PERENNES
Apropiados para caminos no-permanentes	Apropiados para caminos permanentes y áreas criticas
Se establecen rápidamente en Otoño	Se establecen lentamente en Otoño
No necesitan protección durante el establecimiento	Necesitan cobertura en el primer año de establecimiento
Requieren poco mantenimiento	Requieren control de malezas los primeros dos años
Raíces cortas	Raíces profundas
Deben replantarse cada año	Proveen cobertura y protección a través de los años
Protegen el suelo en el invierno	Reducen el polvo en verano y protegen el suelo en invierno

Referencias:

Resource Conservation Districts and NRCS of Santa Cruz and Monterey Counties. *Controlling Erosion on Hillside Farm Roads*. http://www.rcdmonterey.org/pdf/FINALEnglishRoadsBrochure0301.pdf Accessed 10/4/2013.

Plástico y Pastos en Zanjas para Proteger los Caminos Empinados

Este artículo no pretende remplazar la asesoría profesional. Antes de implementar esta práctica, consulte un profesional para asegurar el mayor beneficio de su aplicación.

Descripción y Beneficios

Para campos empinados cuyas zanjas y caminos corren directamente cuesta abajo y tienden a transportar escorrentía altamente erosiva durante las lluvias de invierno, una medida de protección temporal consiste en establecer canales de drenaje reforzados con plástico. Si bien, esta medida protege las rutas de drenaje de la erosión, el canal debe tener un desagüe protegido o un estanque capaz de soportar el caudal acumulado en la parte baja de la pendiente. Consulte los capítulos de "Desagües Subterráneos" (página 33) para pendientes que necesiten una mayor capacidad de transporte o "Estanques de Sedimentación y Retención



de Agua" (página 35) para manejo de escorrentía en la parte baja de las pendientes.

¿Cuándo utilizar Plástico o Pasto en las Zanjas?

Lo mejor es consultar con un profesional calificado o un agricultor experimentado, que tenga conocimiento específico del rancho, para evaluar si el uso de plástico y/o semilla de pasto será suficiente para proteger un camino o zanja en particular, y para determinar el manejo adecuado del desagüe de la zanja. Los cuadros del capítulo anterior (página 25) ofrecen una referencia útil para estimar cuando el pasto por sí solo es suficiente, o no, para estabilizar un camino.

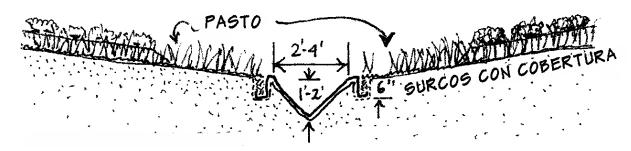


Figura A. Sección Transversal de la instalación de plástico en zanjas. El suelo escavado para la zanja se debe usar en la construcción de bermas o debe ser removido del camino.

Implementación

Después de que los caminos se hayan trazado y nivelado, corte una zanja de 1pie de profundidad por 4 pies de ancho en el centro o a un lado del camino. Zanjas a ambos lados del camino también se han utilizado efectivamente.

Use un plástico de relieve de 2-mil o plástico liso de 6-mil para máxima resistencia. Ambos tipos de plástico pueden soportar las pisadas de ciervo sin desgarrarse. No reutilice plásticos de otras aplicaciones.

Instale el plástico sobreponiéndolo como tejas, empezando en la parte baja de la loma y avanzando hacia arriba, de modo que el borde inferior de cada capa adicional de plástico se traslape con la capa anterior más o menos 3 pies. (Figura B)

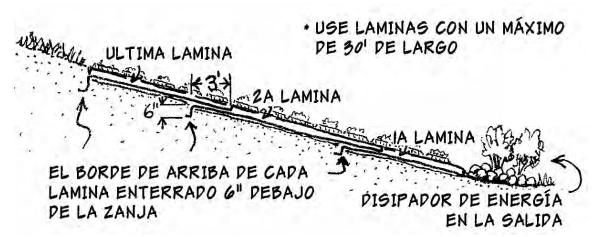


Figura B. Sección Longitudinal de la instalación de plástico en zanja, ilustrando el traslape del plástico. El largo de cada lámina de plástico debe ser de menos de 30 pies. Un disipador de energía (rocas) debe ser construido al final de la zanja.

Excave una pequeña zanja (6 pulgadas de profundidad) a lo largo del borde exterior de plástico. Asegure los extremos del plástico en la zanja y entiérrelos. Siembre pasto en el camino y a los lados de la zanja, y hasta 10 pies adentro de los surcos adyacentes que drenan en el camino. Consulte con un ingeniero para decidir la ubicación, tamaño y cantidad de materiales (como roca de cantera) a utilizar en la parte baja de la pendiente para minimizar el daño causado por el caudal de agua. Siempre que sea posible, considere plantar estacas de sauce en la zona rocosa para proveer una protección adicional a largo plazo, de tal manera que no se impida el flujo del canal.

Referencias:

Resource Conservation Districts and NRCS of Santa Cruz and Monterey Counties. *Controlling Erosion on Hillside Farm Roads*. http://www.rcdmonterey.org/pdf/FINALEnglishRoadsBrochure0301.pdf Accessed 10/4/2013.

Caminos Subsolados (Ripper) y con Bermas de Drenaje

Este artículo no pretende remplazar la asesoría profesional. Antes de implementar esta práctica, consulte un profesional para asegurar el mayor beneficio de su aplicación.

Descripción y Beneficio

El uso de bermas (barreras suelo) de drenaje puede ayudar a redirigir el agua desde los caminos en pendientes pronunciadas, hacia estructuras o terrenos que puedan transportarla o absorberla de manera segura, con un mínimo de erosión. Por su parte, la subsolación es una técnica que aumenta temporalmente la capacidad del camino para infiltrar y absorber la escorrentía, mediante la creación de fisuras perpendiculares a la pendiente para que el agua pase al subsuelo.

¿Cuándo Subsolar y formar Bermas?



Las bermas de drenaje temporal y la subsolación son prácticas rápidas y de bajo costo, muy útiles para complementar la siembra de cobertura en los caminos, en situaciones donde no es factible implementar estructuras más permanentes (como zanjas y desagües subterráneos). Las bermas también pueden utilizarse para dirigir el flujo superficial desde los caminos hacia estructuras de drenaje existentes o áreas con abundante vegetación.

Cuadro 1. Recomendaciones de espaciamiento entre bermas para caminos no pavimentados (Kocher, Gerstein, y Harris, 2007). Para propósitos de este cuadro, "suelos erosionables" son aquellos con altas concentraciones de limo o arenas finas, en relación con su contenido de arcilla.

Pendiente	Espaciamiento entre Bermas (ft)		
(%)	Suelos No-Erosivos	Suelos Erosivos	
0 - 5	250	130	
6 - 10	200	100	
11 - 15	150	65	
16 - 20	115	50	
21 - 30	100	40	
30+	50	30	

Implementación

Las bermas cruzadas se utilizan principalmente en caminos que no tendrán tráfico durante el invierno o durante un período de tiempo prolongado. El tráfico vehicular debe minimizarse y las bermas deben sembrarse con pasto para reducir la erosión. Una berma se construye excavando una fisura o cuneta transversal, en un ángulo de 30-40 grados en dirección descendiente, a través del camino. La tierra excavada se amontona a lo

largo del costado más bajo de la fisura, formando un "dique" transversal al camino. Para asegurarse que el agua no rodee o se salte la berma, el extremo superior de la fisura debe estar conectado a alguna zanja o surco. La berma debe tener un desagüe protegido en su extremo inferior para permitir que el agua se dirija de manera segura hacia una zanja adecuadamente blindada, a un desagüe subterráneo, o a un área de vegetación natural (con poca pendiente).

Se recomienda solicitar la orientación de un profesional calificado para determinar el espaciamiento entre bermas, pero los lineamientos generales para bermas de drenaje en caminos establecidos sin pavimentar también pueden ser útiles como referencia. El Cuadro 1 es un ejemplo de dicho material de referencia, extraído de la Guía para la Construcción y Mantenimiento de Caminos Rurales de UCANR. Es importante tener en cuenta que dicha información está pensada para caminos y carreteras permanentes, y puede asumir métodos estándar de construcción de carreteras, como el revestimiento con grava y la compactación.

Referencias:

Keller, G., and Sherar, J. 2003. Low Volume Roads Engineering: Best Management Practices Field Guide. USDA Forest Service/USAID.

Kocher, Gerstein, and Harris. 2007. Rural Roads. A Construction and Maintenance Guide for California Landowners. University of California DANR. Publication 8262. Davis, CA.

Resource Conservation Districts and NRCS of Santa Cruz and Monterey Counties. *Controlling Erosion on Hillside Farm Roads*, http://www.rcdmonterey.org/pdf/FINALEnglishRoadsBrochure0301.pdf Accessed 10/4/2013.

BARRERAS PARA CONTROL DE SEDIMENTOS: Sacos de Arena, Pacas de Paja, y Rollos de Fibra

Descripción y Beneficio

Las barreras para el control de sedimentos son estructuras temporales ubicadas a lo largo de un área perturbada para reducir la velocidad de la escorrentía y el desplazamiento de sedimentos en una pendiente. Estas estructuras capturan y acumulan el flujo laminar y concentrado de la escorrentía (lo que permite que el sedimento se deposite) y liberan el agua lentamente para evitar la erosión. Todas estas barreras son colocadas a la misma elevación a lo largo del contorno de terreno para interceptar el flujo laminar.

Sacos de Arena

Las bermas de drenaje temporal y la subsolación son prácticas rápidas y de bajo costo, muy útiles para complementar la siembra de cobertura en los caminos, en situaciones donde no es factible implementar estructuras más permanentes (zanjas y desagües subterráneos). Las bermas también pueden utilizarse para dirigir el flujo superficial desde los caminos hacia estructuras de drenaje existentes o áreas con abundante vegetación.

Instalación:

• Coloque las líneas de sacos en el mismo contorno de nivel.

Pendiente	Intervalo Máximo (pies)
< 25 %	20
25 % - 50 %	15
> 50 %	10

- Construya la primera línea de sacos en la base del talud.
- Ubique el final de la barrera hacia arriba para prevenir que la escorrentía pase alrededor de la barrera.
- Deje suficiente espacio pendiente arriba para permitir que el agua se acumule y provea suficiente espacio para la acumulación de sedimentos.
- El área de drenaje no debe ser mayor de 5 acres.
- Apile los sacos en forma de pirámide con tres sacos de altura (3-2-1).

Inspección y Mantenimiento:

- Los sacos de arena expuestos a la luz del sol deben remplazarse cada dos o tres meses debido a la degradación del material.
- Repare los derrumbes de la barrera o remplace los sacos según sea necesario.
- Remueva el sedimento acumulado detrás de la barrera periódicamente para mantener su efectividad. Remueva los sedimentos cuando la acumulación llegue a un tercio de la altura de la barrera (un saco de altura).

Pacas de Paja

Instalación:

 Coloque las líneas de pacas de paja en el mismo contorno de nivel.

Pendiente	Intervalo Máximo (pies)
< 10 %	50
> 10 %	No se recomienda

- Construya la primera línea de pacas de paja en la base del talud.
- Ubique la últimas pacas de la barrera hacia arriba para prevenir que la escorrentía pase alrededor de la barrera.
- Deje suficiente espacio pendiente arriba para permitir que el agua se acumule y provea suficiente espacio para la acumulación de sedimentos.

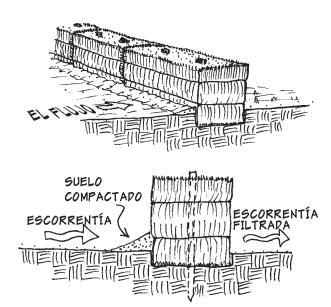


Figura A. Descripción de la instalación de pacas de paja en el campo.

- El área de drenaje no debe ser mayor de 1 a 0.25 acres por 100 pies de barrera.
- La máxima distancia de flujo debe estar limitado a 100 pies.
- La barrera debe tener una o dos líneas paralelas de pacas de paja.
 - o Las pacas de paja deben estar bien prensadas y apretadas.
 - o Rellene los espacios huecos con paja para reducir el movimiento de agua entre las pacas.
 - o Alterne las uniones entre la primera y segunda línea.
 - o Cada línea de pacas debe estar atrincherada.
 - o Entierre las pacas a 4 pulgadas de profundidad.
 - o Rellene y compacte el suelo alrededor de las pacas, especialmente en el lado superior de la pendiente.
- La barrera de pacas de paja debe limitarse a una paca de altura.
- Anclar las pacas con dos estacas de madera (2" x 2" por 36" de largo) o cuatro barras de hierro clavadas a través de la paca en el suelo a una profundidad de 18 pulgadas.

Inspección y Mantenimiento:

- Inspeccione las pacas: 1) antes de cada evento pronosticado de lluvia, 2) cada día durante periodos de lluvia, 3) después de las lluvia y cada semana durante la temporada de lluvias.
- Las pacas de paja se degradan, especialmente en contacto con la humedad.
- Repare derrumbes de la barrera o remplace los pacas dañadas según sea necesario.
- Remueva el sedimento acumulado detrás de la barrera periódicamente para mantener su efectividad. Los sedimentos deben ser removidos cuando la acumulación llegue a un tercio del la altura de la barrera.
- Remueva llas pacas cuando ya no sean necesarias.

Rollos de Fibra

Instalación:

• Coloque los rollos de fibra en el mismo contorno de nivel.

Pendiente	Intervalo Máximo (pies)
< 25 %	20
25 % - 50 %	15
> 50 %	10

- Dirija el final de la barrera hacia arriba para prevenir que la escorrentía pase alrededor de la misma.
- Ancle los rollos de fibra dentro de zanjas a una profundidad de 2 a 4 pulgadas con una ancho igual al diámetro de los rollos.
 - o Clave una estaca al final de cada rollo y a una distancia de 4 pies entre estacas.
 - o Use estacas de madera de tamaño 2"x 2" con 24 pulgadas de largo.

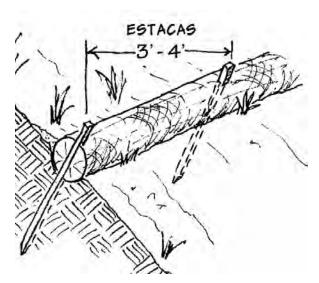


Figura B. Descripción de la instalación de los royos de fibra en el campo.

Inspección y Mantenimiento:

- Inspeccione los rollos antes de cada evento pronosticado de lluvia, cada día durante periodos de lluvia, después de las lluvia y cada semana durante la temporada de lluvia.
- Repare o reemplace rollos rotos o aplastados según sea necesario.
- Remueva el sedimento acumulado detrás de la barrera periódicamente para mantener su efectividad. Los sedimentos deben ser removidos cuando la acumulación llegue a la mitad del la altura de la barrera.
- Remueva los rollos cuando ya no sean necesarios.

Referencias:

Alabama Soil and Water Conservation. 2007. Guía de Campo para el Control de la Erosión y Sedimentación en Áreas de Construcción en Alabama. Montgomery, AL

California Stormwater Quality Association. 2011. Gravel Bag Berm, Straw Bale Barrier, Fiber Rolls. California Storm water BMP Handbook. Menlo Park, CA

Tubería Temporal para Drenaje de Laderas

Este artículo no pretende remplazar la asesoría profesional. Antes de implementar esta práctica, consulte un profesional para asegurar el mayor beneficio de su aplicación.

Descripción y Beneficios

Una tubería temporal para drenaje de laderas es un tubo flexible que se instala sobre la superficie del suelo y está diseñado para transportar escorrentía concentrada, sin causar erosión, desde la parte alta de una pendiente hasta la base de la misma. La escorrentía se intercepta en la parte alta de un área perturbada y se dirige hacia la tubería de drenaje, para ser transportada hacia un desagüe estable, donde se descarga a una velocidad no erosiva, en una trampa o estanque de sedimentación. Si bien es más sencillo y rápido instalar una tubería temporal



de drenaje que un desagüe subterráneo, el sistema temporal sólo funciona con una única entrada en su punto más alto.

¿Cuándo utilizar Tuberías Temporales de Drenaje?

Los drenajes temporales pueden ser una alternativa de manejo a corto plazo muy útil en campos que se rentan sólo por periodos cortos, o que tienen necesidades de manejo de escorrentía dramáticas. Las tuberías temporales son aplicables en áreas de drenaje de máximo 10 acres, y con pendientes de 3% o más, que no hayan sido estabilizadas. Para áreas más grandes, se debe dividir la escorrentía entre múltiples drenajes. Esta práctica se utiliza junto a otras prácticas de manejo como desvíos temporales, protección de desagües con piedra, trampas

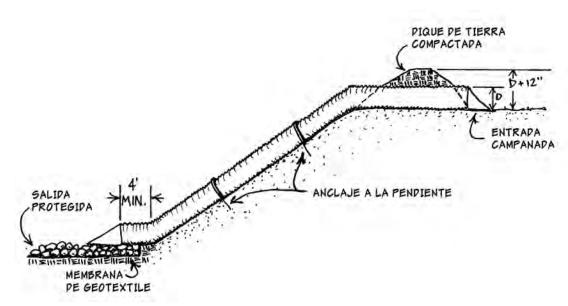


Figura A. Descripción la tubería de drenaje en laderas. En la parte superior, el dique con tierra compactada debe tener una altura de un pie más que el diámetro de la tubería. La tubería debe estar seguramente anclada a la pendiente. En la parte de abajo, los últimos 4 pies de tubería deben estar a nivel y la salida de la tubería debe estar protegida con rocas. Una membrana de geotextiles debe ser instalada entre el suelo y las rocas.

y estanques de sedimentación. Siempre consulte con un profesional calificado para la correcta aplicación de estas técnicas.

Implementación

Para establecer un drenaje temporal se puede usar una tubería rígida, una tubería corrugada flexible, o incluso una manguera plana ("layflat") con conexiones seguras y selladas. La entrada debe tener un diámetro mas grande que la tubería o debe terner una forma acampanada. El tamaño de la tubería depende del área a drenar, pero no debe exceder un diámetro de 30 pulgadas. Para evitar fallos en el sistema durante tormentas grandes, el suelo que rodea la tubería debe ser compactado a mano, dejando una berma de desviación de por lo menos un pie por encima del diámetro del tubo.

Para prevenir la erosión de la estructura de desviación, el suelo junto a la entrada de la tubería debe cubrirse con telas de filtro geo-textiles. El tipo de tela de filtro seleccionado dependerá de las características individuales del sitio, pero debe extenderse por lo menos 5 pies desde la toma del tubo, con los bordes enterrados al menos 6 pulgadas en el suelo.

La tubería debe estar anclada a la pendiente de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante. Sin embargo, independientemente del modelo seleccionado, se deberá sujetar a la pendiente con arandelas metálicas en al menos dos lugares separados no más de 10 pies de distancia. En la base de la pendiente, por lo menos 4 pies de tubería deben tener una pendiente de 1% o menos, antes de descargar, con el fin de reducir la velocidad de la escorrentía. La tubería de drenaje debe descargar hacia una superficie protegida y una trampa o estanque de sedimentación.

Mantenimiento

Los drenajes temporales deben ser inspeccionados después de cada evento de lluvia. Inspeccione los desagües para detectar muestras de erosión y socavado en partes bajas. Si hay evidencias de erosión, repare el daño e instale medidas adicionales para la disipación de energía. Si hay socavamiento en partes bajas, puede ser necesario reducir los caudales que descargan en el canal. Inspeccione la entrada de la tubería para detectar obstrucciones o rupturas, y remueva cualquier material acumulado en la entrada para mantener el flujo. Para reparar cualquier ruptura o filtración, puede ser necesario instalar una sección acampanada o rocas y grava alrededor de la entrada.

Referencias

California Stormwater Quality Association. California Stormwater BMP Handbook. 'EC-11: Slope Drains'. 2007.

Dane Count Land and Water Resources Department. 2007. Dane County Erosion Control and Stormwater Management Manual. Slope Drain (Temporary). Madison, WI.

Minnesota Pollution Control Agency. 2000. Protecting Water Quality in Urban Areas, A Manual. St. Paul, MN.

U.S.D.A. Natural Resources Conservation Service. 1996. National Catalog of Erosion and Sediment Control and Storm Water Management. Guidelines for Community Assistance. Washington, D.C.

U.S.D.A Natural Resources Conservation Service and Mississippi Department of Environmental Quality. April 1994. Planning and Design Manual for the Control of Erosion, Sediment, and Stormwater. Washington, D.C.

USDA-NRCS. 2011. Field Office Technical Guide. Conservation Practice Standard. Surface Drain, Main or Lateral. Code 608. Sacramento, CA.

USDA-NRCS. 2011. Field Office Technical Guide. Conservation Practice Standard. Pipeline. Code 516. Sacramento, CA.

Desagües Subterráneos

Este artículo no pretende remplazar la asesoría profesional. Antes de implementar esta práctica, consulte un profesional para asegurar el mayor beneficio de su aplicación

Descripción y Beneficios

El agua de lluvia que cae en los caminos de los ranchos se puede dirigir hacia un desagüe (o tubería) subterráneo y transferirse pendiente abajo, sin que arrastre sedimentos y cultivos con ella. Un desagüe subterráneo generalmente necesita estar conectado a un estanque de sedimentación para poder manejar efectivamente los grandes caudales para los cuales esta diseñado. Un inadecuado transporte del flujo cuesta abajo puede resultar en erosión, sedimentación y/o inundación excesivas. Cuando el agua concentrada que transporta el desagüe subterráneo desemboca en un estanque de sedimentación, el exceso de agua puede dejarse salir de forma gradual. Este sistema es una solución permanente y altamente eficaz.



¿Cuándo Utilizar Desagües Subterráneos?

Los desagües subterráneos son rentables en operaciones con una configuración permanente del campo y sólo deben planificarse e implementarse con la orientación de un profesional calificado. En general, este tipo de tuberías y sus entradas se colocan debajo de caminos permanentes, ubicados a lo largo de áreas "bajas" o resumideros de agua, en pendientes suficientemente pronunciadas como para generar volúmenes de escorrentía concentrada altos. Un desagüe subterráneo debe diseñarse con una desembocadura o salida segura.

Implementación

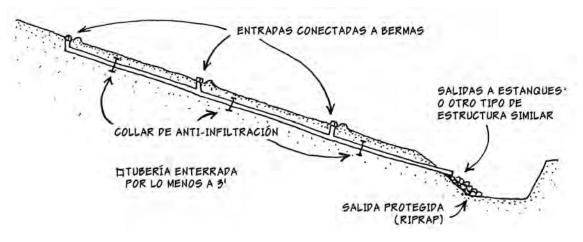


Figura A. Descripción del drenaje subterráneo. Bermas deben ser construidas para dirigir la escorrentía a cada una de las entradas. La tubería debe estar enterrada a un mínimo de 3 pies de profundad o por debajo del arado (discos y cinceles). La tubería debe tener a un collar anti-filtración cada 10 a 25 pies. La salida de la tubería debe desembocar en un estanque u otro tipo de estructura para la colección del agua. La salida debe estar protegida usando rocas ("rip rap").

La capacidad de diseño del desagüe subterráneo se basa en los requerimientos de la estructura o práctica a la cual sirve. La capacidad del desagüe subterráneo para estanques naturales o construidos debe ser adecuada para el objetivo previsto sin causar inundaciones, daños a los cultivos, a la vegetación, u obras de mejoramiento. Los desagües subterráneos pueden ser diseñados para soportar flujo a presión o por gravedad.

Entrada. La entrada del desagüe puede ser una caja de recolección, un tubo vertical perforado, u otro dispositivo apropiado. Para tubos verticales perforados, utilice materiales duraderos y estructuralmente adecuados que puedan resistir daños ocasionados por roedores u otros animales. La entrada también necesita un sistema de protección apropiado para asegurar que las basuras u otros desechos que entren en la tubería no obstruyan el flujo. Diseñe cajas de recolección lo suficientemente grandes para permitir operaciones de mantenimiento y limpieza.



Utilice entradas ciegas (tuberías subterráneas con ranuras o huecos para dejar entrar el agua) donde la instalación de estructuras abiertas o superficiales sea impráctica. Diseñe las entradas ciegas con un filtro de rocas alrededor del conducto. Diseñe el filtro con base al tamaño de las partículas del suelo alrededor y el caudal deseado.

Materiales. Los materiales usados como plástico, concreto, aluminio y tubo de acero deberán cumplir los requisitos especificados en el estándar que aplique según la ASTM ("American Society for Testing and Material" por su sigla en inglés). Los materiales deben cumplir con los requisitos aplicables de diseño, específicos al sitio, con respecto a fugas, carga externa, presión interna o vacío. Los conductos de desagüe

subterráneos pueden ser perforados o no perforados, dependiendo de los requisitos de diseño. Use una envoltura de tela de filtro (calcetín) o un filtro granular diseñado adecuadamente si prevé el desplazamiento de partículas de suelo hacia el conducto. Diseñe el filtro basado en el tamaño de partículas del suelo circundante para evitar la rápida obstrucción del filtro. Proteja todas las partes plásticas expuestas contra el deterioro causado por la exposición a la luz solar.

Salida o Desagüe. La salida debe ser estable ante las condiciones de caudal proveniente del drenaje subterráneo, previstas en el diseño. Diseñe el desagüe subterráneo para las condiciones superficiales del agua esperadas en la salida durante las condiciones de caudal de diseño. La salida del desagüe debe estar formada por una sección continua de tubo cerrado de 10 pies de largo o más. Si se utiliza un conducto cerrado, el material debe ser duradero y lo suficientemente fuerte para soportar las cargas previstas, incluso aquellas causadas por hielo. No diseñe la ubicación de desagües en zonas de erosión activa. Utilice materiales resistentes al fuego si los incendios son un peligro esperado. Todos los desagües deben incluir barreras contra animales para prevenir la entrada de roedores y otros animales. Diseñe barreras contra animales que permitan el paso de materiales pequeños pero bloqueen la entrada de animales que no puedan escapar del conducto fácilmente.

Operación y Mantenimiento

Un plan escrito de operación y mantenimiento debe abordar los siguientes requisitos mínimos:

- Inspecciones periódicas, en especial inmediatamente después de eventos significativos de escorrentía, para mantener las entradas, trampas de basura, cajas de recolección y estructuras limpias y libres de materiales que puedan reducir el flujo.
- Reparación o reemplazo oportunos de componentes dañados.
- Reparación o sustitución de entradas dañadas por maquinaria agrícola.

- Reparación de fugas y tuberías rotas o trituradas para asegurar el buen funcionamiento del desagüe.
- Verificación periódica de las rejillas de desagüe y barreras contra animales para asegurar el buen funcionamiento del sistema.
- Reparación de áreas erosionadas en el desagüe de la tubería.
- Mantenimiento de un relleno adecuado sobre el conducto.
- Puede ser necesario escarbar, remover y remplazar periódicamente la capa superficial del suelo en las entradas ciegas para mantener la permeabilidad de los materiales superficiales.

Referencias:

USDA-NRCS. 2012. Field Office Technical Guide. Conservation Practice Standard. Underground Outlet. Code 620. Sacramento, CA

Estanques para el Control de Sedimentos y Agua Lluvia con Desagües Subterráneos

Este artículo no pretende remplazar la asesoría profesional. Antes de implementar esta práctica, consulte un profesional para asegurar el mayor beneficio de su aplicación.

Descripción y Beneficios

Los caudales de agua lluvia a menudo son tan intensos que saturan los sistemas de drenaje en los ranchos y rebosan hacia zanjas de desagües y carreteras públicas. Altos caudales de agua pueden arrastrar grandes cantidades de sedimento, lo cual aumenta el riesgo de inundaciones y daños en el rancho afectado y en terrenos cuesta abajo. Los estanques de detención ayudan a reducir el volumen, la intensidad y la carga de sedimentos de la escorrentía, mediante una disminución en la velocidad del agua, lo que permite que más agua se infiltre, que la mayor parte de los sedimentos se deposite y que el agua que sale del campo esté más limpia, corra más lentamente y tenga menor volumen.



Cuándo Utilizar Estanques de Control de Sedimentos y Agua Lluvia

Un estanque de detención puede ser más efectivo cuando se ubica en la parte más baja de un campo donde la escorrentía ha sido recogida por zanjas y desagües subterráneos, y donde la intensidad o volumen potenciales de escorrentía pueden exceder la capacidad de estructuras localizadas aguas abajo. Un estanque construido sólo para el manejo de sedimentos generalmente está diseñado con una capacidad menor que un estanque para control de aguas de lluvias. No construya estos estanques sobre cauces de riachuelos u otros cuerpos de agua semi-permanentes o permanentes.

Implementación

Un estanque de sedimentación o control de agua de lluvia debe ser diseñado y desarrollado bajo la supervisión de un ingeniero calificado para garantizar la estabilidad y buen funcionamiento de la berma o dique, y las estructuras de salida. El tamaño del estanque y su desagüe debe calcularse correctamente, permitiendo suficiente capacidad para asimilar el caudal y volumen de escorrentía anticipada, de tal manera que no se exceda la estabilidad del desagüe, a la vez que se reduzca y retrase el flujo que sale de la estructura hacia propiedades y cuerpos de agua más abajo. Una estructura llevada al límite o cuya capacidad es excedida eventualmente fallará, y creará una responsabilidad legal en términos de seguridad, mantenimiento e impacto ambiental. La capacidad de un estanque de sedimentación debe ser igual al volumen total de sedimentos que se espera atrapar durante su vida útil (de diseño), o durante el intervalo de mantenimiento previsto del estanque, o debe ser correspondiente a las mejoras que está diseñado para proteger. Para reducir los costos de construcción y ahorrar espacio, la mayoría de los estanques están diseñados para limpiarse anualmente.

Un ejemplo de ubicación conveniente para un estanque es la parte interna del camino, en la esquina más baja del campo (o alrededor de la misma), utilizando el terraplén del camino como dique, siempre que este haya sido (o pueda ser) debidamente establecido y compactado en capas para asegurar su estabilidad. Los lados del dique o terraplén pueden protegerse aún más de la erosión si se cubren con vegetación, o se blindan con roca (dependiendo de la intensidad de flujo ejercida sobre el sitio).

El primer paso en el diseño de un estanque es determinar el flujo máximo de escorrentía esperado y las tasas de

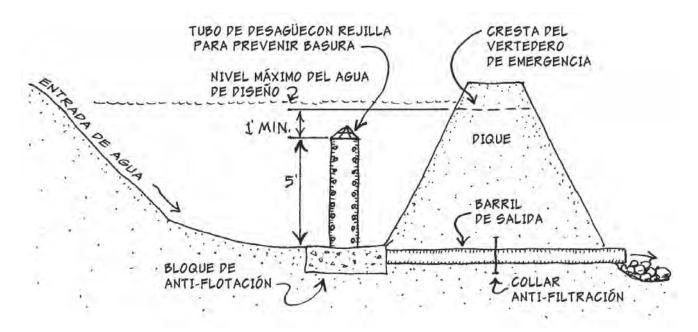


Figura A. Descripción de Desaguadero Principal

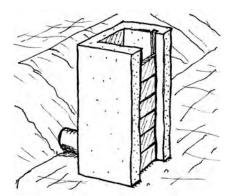


Figura B. Desagüe Monje ("flashboards").



flujo de salida deseadas. Aunque un agricultor experimentado, con muchos años de conocer un rancho, puede ser capaz de predecir dichos flujos, esta información es más precisa cuando se genera con la ayuda de un ingeniero calificado. Al comienzo de esta guía se encuentra una breve descripción de este proceso.

Aspectos críticos a incluir en el diseño de cualquier estanque:

- 1. Una entrada protegida para evitar la erosión del banco o dique cuando el agua entre al estanque.
 - Un tubo de desagüe cuidadosamente dimensionado y anclado (Ver en el capitulo "Diseño de Vertedero Principal"). Los desagües pueden ser tuberías verticales ranuradas, o desaguaderos "monje" ("flashboard risers" en ingles) los cuales tienen una "caja" de anclaje hecha de concreto, con espacios donde se insertan tablones verticalmente para controlar el nivel de desagüe (Figura B). Aunque los desaguaderos monje son más costosos, permiten mayor flexibilidad para ajustar los niveles y flujos de salida. Con el tubo vertical ranurado se permite que el agua salga gradualmente del estanque a través de ranuras sobre los lados de la tubería. Si la escorrentía aumenta entonces el agua sale a través de la parte superior de la tubería. Las tuberías deben ser diseñadas para una velocidad mínima de 1.4 pies/segundo para evitar que los sedimentos se acumulen en el interior de las mismas (CPS 620). La tubería debe tener un collar anti-filtración para prevenir el deterioro del relleno compactado alrededor de la tubería. El tubo de desagüe debe estar anclado en concreto. Los collares antifiltración suelen estar hechos de concreto o de lámina metálica con recubrimiento con masilla. Los collares se deben extender más de 18 pulgadas en todas las direcciones de las paredes de las tuberías. Si no se instala un collar anti-filtración, las condiciones de saturación

causarán gradualmente que el dique y el terraplén fallen.

- 3. La forma del estanque debe ser más de dos veces de largo que de ancho. Un dique y un área excavada con capacidad adecuada para retener el volumen de agua deseado, con al menos un pie de altura entre el máximo nivel de agua en el estanque y el tope del dique. El dique y la pendiente del talud del estanque no deben exceder una proporción de más de 2:1 (H: V) si están construidas de tierra compactada. El ancho del terraplén debe ser de 8 pies. En general, cualquier relleno debe compactarse cuidadosamente por capas o "ascensores" de menos de 4 pulgadas para una estabilidad ideal y para minimizar la erosión del talud
- 4. Un desagüe de emergencia es una porción del terraplén que es más baja que la elevación de la mayoría del dique y apropiadamente blindada con roca o concreto para soportar la fuerza erosiva del agua a medida que cae en cascada sobre la misma. Este elemento del diseño es un "seguro en caso de fallas" para proteger la estructura de retención de agua principal, de manera que bajo condiciones de máxima escorrentía (aquellas que excedan la capacidad del tubo de desagüe), el agua se evacue a través del desagüe secundario o de emergencia, y no por encima de la parte superior del dique.



Referencias:

USDA-NRCS. 2011. Field Office Technical Guide. Conservation Practice Standard, Ponds. Code 378. Sacramento, CA. USDA-NRCS. 2010. Field Office Technical Guide. Conservation Practice Standard. Sediment Basin. Sacramento. CA. USDA-NRCS. 2009. Field Office Technical Guide. Conservation Practice Standard. Water and Sediment Control Basin. Code 638. Sacramento, CA.

Diseño de Vertedero/Desaguadero Principal para un Estanque de Control de Agua

Este artículo no pretende remplazar la asesoría profesional. Antes de implementar esta práctica, consulte un profesional para asegurar el mayor beneficio de su aplicación.

Paso 1: Estimación del Caudal Pico de Escorrentía

El caudal pico de escorrentía está influenciado por la pendiente, el tipo de suelo, y el porcentaje de área impermeable. Con base en proyectos previos del NRCS, el pico de escorrentía común es 1.5 pies cúbicos por segundo por acre (cfs/acre) para tormentas con intensidades que se repiten cada 10 años, en terrenos cultivados en laderas al Norte del Condado de Monterey.

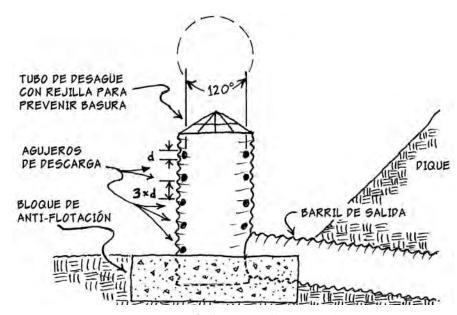


Figura A. Descripción de Desaguadero Principal

Paso 2: Desagüe Principal -Tamaño del Tubo de Desagüe

Con base en el pico de escorrentía identificado en el Paso 1 y en el Cuadro A1, determine el tamaño del tubo de desagüe. Por ejemplo, con un caudal pico de 25 pies cúbicos por segundo (cfs), el tamaño del tubo de desagüe debe ser de 36". La parte superior del tubo vertical de desagüe debe tener una trampa de basura para prevenir que objetos arrastrados por la corriente taponen la estructura.

Cuadro A1. Descarga para tubo de desagüe de metal corrugado (Altura=1.0 ft) y tamaño de concreto requerido para el bloque anti-flotación.

Caudal (pies cúbicos por segundo, cfs)	Diámetro del Tubo (pulgadas)	Tamaño del bloque de anti-flotación (pies cúbicos)
4.1	12	4.2
6.7	18	9.4
10.1	24	16.8
21.4	30	26.2
25.7	36	37.7
30.0	42	51.4
34.2	48	67.1
38.5	54	84.9
42.8	60	104.8

Paso 3: Tamaño del Bloque de Anti-flotación

La cantidad de concreto necesaria para el bloque anti-flotación se presenta en el Cuadro A1 y depende del diámetro del tubo de desagüe. El desaguadero debe estar amarrado de manera segura al bloque, ubicando dos barras en cruz a través del tubo y sellándolas dentro del bloque de concreto.

Paso 4: Tamaño del cañón ("tubo horizontal") del Desaguadero Principal

Se recomienda que el diámetro del cañón sea igual o una talla menor que el diámetro del tubo vertical del desaguadero ('riser'). Con base en el pico de escorrentía establecido en el Paso 1 y en el Cuadro A2, determine el diámetro del cañón. En el ejemplo anterior, con el caudal pico de escorrentía de 25 cfs, el diámetro adecuado del cañón es 30 pulgadas.

Cuadro A2. Descargas para Cañón (tubo horizontal del desaguadero) de Metal Corrugado, con flujo lleno a una presión de agua de 5pies (K=1, L=7' ft).

Caudal (pies cúbicos por segundo, cfs)	Diámetro del Barril (pulgadas)
4.5	12
12.2	18
24.7	24
42.1	30
64.5	36
91.9	42

Paso 5: Determinar el Tamaño del los Orificios en el Tubo Vertical de Desagüe ('riser')

El número y tamaño de los orificios dependerá del área de drenaje (Cuadro A3). El área de la superficie del estanque fue calculada usando 3600 ft3/acre de área de drenaje y una profundidad promedio de 6. Los orificios sobre el tubo vertical deben estar distribuidos igualmente en dos columnas y separados verticalmente por una distancia igual a tres veces el diámetro y 120 grados horizontalmente (ver la Figura A, en la página anterior). Los orificios están diseñados para drenar el estanque en 24 horas.

Cuadro A3. Tamaño de los Orificio Necesario para Drenar un Estanque en 24 horas

Area de Drenaje (Acres)	Diámetro de los orificios (pulgadas)
1 - 18	1.0
19 - 27	1.5
28 - 36	2.0
37 - 45	2.5
46 - 54	3.0

Referencias:

California Stormwater Quality Association. 2003. *California Stormwater BMP Handbook Construction*. Menlo Park, CA City of Knoxville. 2001. *Knoxville BMP Manual Erosion and Sediment*. Sediment Basin. Knoxville, TN.

USDA-NRCS. January 2012. Engineering Field Handbook. Chapter 6 - Structures. Washington D.C.

USDA-NRCS. 2010. Field Office Technical Guide. Conservation Practice Standard. Sediment Basin. Code 350. Sacramento. CA

Proveedores de Semilla y Material Vegetal para Control de Erosión

Proveedores de Semilla para Control de Erosión

Central Coast Wilds
114 Liberty Street, Santa Cruz
(831) 459-0655
www.centralcoastwilds.com
L.A. Hearne
King City & Prunedale
(831) 663-1572
www.hearneseed.com
Elkhorn Native Plant Nursery
P.O. Box 270, Moss Landing
(831) 763-1207
http://www.elkhornnursery.com/

Native Revival Nursery
8022 Soquel Drive, Aptos
(831) 684-1811
General Feed & Seed
1900 Commercial, Santa Cruz
(831) 476-5344
http://generalfeedandseed.com/
Rana Creek Ranch
35351 Carmel Valley Road, Carmel Valley, CA
(831) 659-4851
Snow Seed Company
21855 Rosehart Way, Salinas
(831) 758-9869
www.snowseedco.com

Dónde Comprar Paja de Arroz

AGCO Incorporated
Hollister, CA
(831) 628-3564
General Feed & Seed
1900 Commercial, Santa Cruz
(831) 476-5344
(minimum purchase - 250 bales of rice straw)
L.A. Hearne
8525 Prunedale N. Rd.
(831) 663-1572
www.hearneseed.com
Note: We recommend rice straw because it is less

weedy on upland farms.

Nota: recomendamos paja de arroz porque genera menos malezas en tierras altas

Midiendo la Pendiente

Herramientas para medir la pendiente de sus campos

El uso efectivo de muchas de las técnicas descritas en esta Guía depende de la medición y mapeo de la pendiente del campo en el que esté trabajando. La pendiente puede medirse con herramientas y técnicas relativamente simples como se describe a continuación, o puede realizarse con la asesoría profesional de ingenieros o contratistas para nivelación de terrenos. Las siguientes son descripciones breves de algunos de los instrumentos disponibles para medir la pendiente, y cómo usarlos.



Nivel Abney

Un nivel Abney mide la pendiente. Mire a través del nivel y apunte hacia un objeto que esté a la misma altura que sus ojos. Por ejemplo, si usted es una pulgada más alto que su compañero, apunte al ala de su sombrero. Ahora ajuste el nivel Abney hasta que la burbuja de nivel esté en el centro del visor. Luego lea el porcentaje de pendiente en el lado del instrumento.

Clinómetro

Un clinómetro mide la pendiente. Sostenga el clinómetro a la altura de uno de sus ojos, mientras mantiene ambos ojos abiertos. Con uno de sus ojos ubique un objeto que esté a la misma altura de sus ojos. Con el otro, mire el indicador del clinómetro para leer el porcentaje de pendiente. También puede construir un clinómetro muy simple con una varilla recta, un transportador, una cuerda y una arandela. Los números porcentuales están al lado derecho cuando lea su clinómetro.



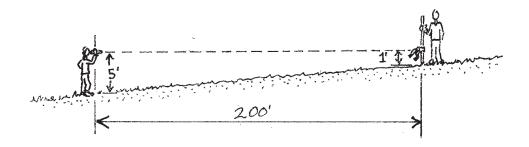
surveying-supplies.duncan-parnell.com

Nivel Manual

Al mirar a través de un nivel manual, usted verá objetos al mismo nivel de elevación que su ojo cuando la burbuja esté centrada. Este método puede ser usado por una persona sola clavando una estaca en el suelo y amarrándole una cinta. Usted debe tomar las medidas necesarias para calcular la pendiente

¿Qué significa una pendiente de 2%?

En el diagrama más abajo, el ojo del usuario está cinco pies por encima del suelo. El mira 200 pies a través de campo hacia un poste que sostiene su compañero. El poste tiene una cinta atada a un pie por encima del suelo. La pendiente se puede calcular dividiendo el cambio de elevación (5' - 1' = 4') por la distancia (200'), 4' dividido por 200' que es igual a una pendiente de 2%.



Otras herramientas usadas por topógrafos profesionales

Nivel Automático: un instrumento montado en un trípode que funciona como un nivel de mano, pero que tiene mayor exactitud.

Estación Total: instrumento montado en un trípode que usa un haz de luz para medir distancias y un nivel interno para medir la pendiente.

Recibidor de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS): Un instrumento portátil del tamaño de un maletín o mano que usa señales satelitales para determinar la elevación y posición del recibidor.

Para obtener asistencia del Distrito de Conservación de Recursos (RCD) y el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) para estimar la pendiente, contacte la oficina local listada la sección de Asistencia Técnica.



Asistencia Técnica

Sus **RCD** y **NRCS** locales trabajan en conjunto para proporcionar asistencia técnica en conservación, y cuentan con personal calificado en conservación de agua y suelos, ingeniería agrícola, y técnicas de manejo de vegetación. Estas entidades también pueden otorgar asistencia financiera parcial para proyectos de implementación, dependiendo de sus ciclos de financiación.

USDA Servicio de Conservación de Recursos del Condado de Monterey

831-424-1036 x124

USDA Servicio de Conservación de Recursos Naturales, Salinas

831-424-1036 x101

Distrito de Conservación de Recursos del Contado de Santa Cruz

831-464-2950

USDA Servicio de Conservación de Recursos Naturales, Capitola 831-424-1036 x101

Los Asesores Agrícolas de UC Extensión Cooperativa son un recurso crítico para agricultores locales en toda la gama de temas y dificultades de la producción agrícola regional, y traen consigo recursos de la Universidad de California. En temas relacionados con conservación de suelo y agua, también trabajan en colaboración con los RCDs y NRCS.

University of California Cooperative Extension, Salinas Valley 831-759-7350

University of California Cooperative Extension, Watsonville 831-763-8040

El Comisionado de Agricultura es responsable de la promoción y protección de la industria agrícola al mismo tiempo que garantiza la salud y seguridad de los trabajadores agrícolas, la protección de los recursos ambientales, y un Mercado justo para los consumidores.

Comisionado de Agricultura del Condado de Monterey 831-759-7325

Comisionado de Agricultura del Condado de Santa Cruz 831-763-8080

50 Asistencia Técnica