

Universidad Técnica de Cotopaxi



Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

“ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PROCESOS DE MANUFACTURACIÓN PARA SENDEROS, DEL LABORATORIO DE INTERPRETACIÓN TURÍSTICA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO DE LA UA-CAREN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (FASE II)”

TESIS PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TRIBUNAL DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO

Autora:

Toaquiza Toaquiza Luz Myrian

Director:

Ing. Vargas Fuentes Paúl

Latacunga- Ecuador

2015 -2016

AUTORÍA

Yo, **Toaquiza Toaquiza Luz Myrian** , portador de la Cédula de Identidad N° 050331930-3, libre y voluntariamente declara que la tesis titulada, **“ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PROCESOS DE MANUFACTURACIÓN PARA SENDEROS, DEL LABORATORIO DE INTERPRETACIÓN TURÍSTICA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO DE LA UA-CAREN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (FASE II)”**, es original, auténtica y personal. En tal virtud declara que el contenido será de exclusiva responsabilidad del autor legal y académico, autoriza la reproducción total y parcial siempre y cuando se les cite al autor del presente documento.



Toaquiza Toaquiza Luz Myrian

050331930-3

AUTORA

AVAL DEL DIRECTOR

En calidad de director de tesis de grado titulada “**ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PROCESOS DE MANUFACTURACIÓN PARA SENDEROS, DEL LABORATORIO DE INTERPRETACIÓN TURÍSTICA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO DE LA UA-CAREN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (FASE II)**”, presentada por el estudiante Luz Myrian Toaquiza Toaquiza portador de la Cédula de Identidad N° 050331930-3 como requisito a la obtención del grado de Ingeniería en Ecoturismo , de acuerdo con el Reglamento de Títulos y Grados, considero que el trabajo mencionado reúne los requisitos, y méritos suficientes para ser sometido a defensa de tesis.



DIRECTOR DE TESIS

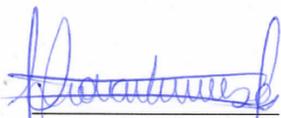
Ing. Paúl Fuentes Vargas

AVAL DEL TRIBUNAL

Cumpliendo con el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Miembros de tribunal de la Tesis con el Tema: **“ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PROCESOS DE MANUFACTURACIÓN PARA SENDEROS, DEL LABORATORIO DE INTERPRETACIÓN TURÍSTICA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO DE LA UA-CAREN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (FASE II)”**, propuesto por el egresado Luz Myrian Toaquiza Toaquiza, presentamos el Aval Correspondiente al presente trabajo, certificando que se ha realizado las respectivas revisiones, correcciones y aprobaciones del presente documento.

Por lo antes expuesto se autoriza realizar los empastados correspondientes según la normativa institucional.

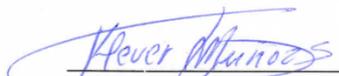
Atentamente,



Ing. Diana Vinueza
Presidenta del Tribunal



Ing. Josué Constante
Secretario del Tribunal



Ing. Klever Muñoz
Miembro Opositor

Agradecimiento.

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi directora de tesis, Ing. Paúl Fuentes por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

En especial a mi familia que incondicionalmente me han apoyado, a mis padres Alfredo y María a mis hermanas por las palabras de aliento que me brindaron diariamente a mis hermanas Sisa, Lucrecia a mi hermano Inti y a mi sobrino Jordán de alguna manera cada uno de ustedes supieron darme un aliento para culminar con mis sueños gracias.

Dedicatoria

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre María Toaquiza.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Alfredo Toaquiza

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| Introducción | 3 |
| Justificación | 3 |
| Objetivos | 4 |
| Objetivo general: | 4 |
| Objetivos específicos: | 4 |
| 1. MARCO TEÓRICO | 5 |
| 1.1. Manual | 5 |
| 1.2.1. Clasificación de los Manuales..... | 5 |
| 1.3.2. De organización | 6 |
| 1.4.3. Identificación | 6 |
| 1.5.4. De procedimientos | 7 |
| 1.6.5. De gestión de calidad. | 7 |
| 1.7.6. De historia de la organización..... | 8 |
| 2. Capacidad de Carga | 12 |
| 2.1 Clases | 13 |
| 2.2.1 Carga física (CCF) | 14 |
| 2.4.3 Carga efectiva (CCE) | 16 |
| 3. Sendero | 17 |
| 3.1. Función de los senderos naturales..... | 18 |
| 3.2.1. Tipos de senderos: | 18 |
| 3.3.2. Clasificación de Senderos | 19 |
| 3.4.3. Diseño y construcción de senderos: | 20 |
| 3.6.5. Compatibilidad del senderismo con el entorno natural..... | 20 |
| 4. Señalética | 22 |
| 4.1. Características de la Señalización..... | 23 |
| 4.2.1. Características de la Señalética | 23 |
| 4.3.2. Tipos de señales | 24 |
| 4.5.4. Señales preventivas (Código P) | 25 |
| 4.6.5. Señales de información (Código I) | 25 |

| | |
|---|------------|
| 4.7.6. Señales especiales delineadoras (Código D)..... | 26 |
| 4.9.8. Reglamento Técnico de Señalización Turístico y de Servicio..... | 26 |
| 4.10.9. Función de la señalización..... | 28 |
| 5. CAPITULO II..... | 29 |
| 5.1. METODOLOGÍAS..... | 29 |
| 5.2.1. Introducción..... | 29 |
| 5.3.2. Análisis de la metodología a utilizarse en los senderos..... | 31 |
| 5.4.3. Análisis del manual de señalética..... | 37 |
| 6. Tipos de señalética que se va a utilizar en los senderos..... | 39 |
| 6.1. Estructura del manual..... | 39 |
| 6.2.1. Portada..... | 40 |
| 6.3.2. Objetivos..... | 42 |
| 6.4.3. Introducción..... | 42 |
| 6.5.4. Alcance de los procedimientos..... | 43 |
| 6.6.5. Responsables..... | 43 |
| 6.7.6. Políticas y normas..... | 43 |
| 6.8.7. Desarrollo..... | 44 |
| 6.9.8. Bibliografía..... | 45 |
| 7. Bibliografía:..... | 228 |

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación busca facilitar el entendimiento y desarrollo de la creación de un sendero, proporcionando información e imágenes básicas a través de cada una de las indicaciones que se dio paso a paso para facilitar al lector.

El documento consiste en adaptar varias informaciones de otras investigaciones como es el manual de senderos de Argentina en el cual existe una exploración amplia, en la que nos orienta de una manera detallada como es el diseño, construcción, mantenimiento y capacidad de carga de los senderos, estos son algunos de los temas que se ha detallado en este trabajo investigativo.

Es un documento actual, se ha tomado en cuenta los cambios y tendencias del turismo convencional acorde con los tiempos, como el llamado turismo alternativo, ya que hoy en día existe la necesidad de nuevas actividades que llaman la atención a los turistas en la que se debe complementar con productos y actividades en el medio natural.

Por tal motivo se ha enfocado en el deterioro de los senderos que se está dando inevitablemente, ya que fueron creados sin una técnica adecuada, por esa razón, la casi totalidad de los caminos que hoy se utilizan, para tracking o paseos no han sido especialmente diseñados, para poder soportar un uso regular y repetitivo por gran cantidad de personas.

Abstract

The research aims to facilitate the understanding and development of the creation of a path, providing basic information and pictures dare each of the signs gave way to step to facilitate the reader.

The document is to adapt several reports of other investigations such as manual trails of Argentina in which there is extensive exploration, which guides us in a detailed way as the design, construction, maintenance and load capacity of the trails these are some of the issues detailed in this research work.

It is a current document has taken into account changes and trends chord conventional tourism with the times, as the so-called alternative tourism, because today there is a need for new activities that draw attention to tourists in which You should be complemented with products and activities in the natural environment.

Therefore he has focused on the deterioration of the trails that are inevitably giving as they were created without proper technique, for that reason, almost all the roads that are used today, tracking or rides have not been particularly designed to withstand regular and repeated use by many people.

Importance's has detailed routes for conducting a proper construction of footpath, environment, and design of the trail and soil characteristics.

Has been thoroughly detailed the steps, taking into account factors that are essential for basic construction, this inquiry was intended to facilitate all of this visit so many tourists, will be satisfied with the services



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FORMULARIO DE SOLICITUD

LATACUNGA - ECUADOR

ABSTRACT CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi, CERTIFICO, haber revisado el ABSTRACT de la presente tesis "ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PROCESOS DE MANUFACTURACIÓN PARA SENDEROS, DEL LABORATORIO DE INTERPRETACIÓN TURÍSTICA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO DE LA UA-CAREN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (FASE II)", de la postulantes Toaquiza Toaquiza Luz Myrian con C.I 050331930-3 egresada de la Carrera de Ingeniería en Ecoturismo.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pueden darse la interesada dar a la presente certificación el uso que estime conveniente.

Latacunga 07 de noviembre del 2015

Lic. Daniela Belén Tapia Freire

C.I. 0503153454

DOCENTE

Introducción

El impactos ambientales de la construcción de senderos en áreas protegidas, puede implicar modificaciones importantes del medio natural y afectar el objetivo de conservación de un área protegida.

Las alteraciones dependen tanto de la fragilidad del medio natural como del número de visitantes, su distribución temporal y espacial. Los impactos más comunes derivados de la presencia de visitantes como son los impactos sobre el medio físico y el paisaje de las áreas protegidas: la compactación de suelos en áreas transitadas, los cambios en la red de drenaje, el aumento de la erosión, la perturbación de cauces, el riesgo de incendios, la acumulación de basuras y la pérdida de calidad visual y acústica del paisaje.

Por ende esto causaría los impactos sobre la fauna como el desplazamiento de especies sensibles a la presencia humana, alteración de los ciclos reproductivos de especies vulnerables o en peligro, alteración de las conductas o dieta natural y el aumento de especies que se alimentan de basuras y de animales domésticos asilvestrados.

Otro de los factores que es importante es sobre la flora: daños puntuales en la vegetación de áreas transitadas, los cambios en las comunidades por introducción de especies exóticas, la extracción de leña, flores, frutos y semillas, y los impactos sobre especies o comunidades de distribución reducida sobre árboles singulares.

Solamente un adecuado diseño, construcción y mantenimiento de los senderos puede minimizar estos riesgos para la naturaleza dentro de las Áreas Protegidas.

Se ha observado en las áreas protegidas que no existe un diagnóstico del uso y funcionalidad de los senderos; por los evidentes daños que causa el visitante y el impacto que origina en las áreas, por el deficiente manejo de los usos inadecuados que en la actualidad se da en los senderos, evita la conexión de lugares, de recursos

turísticos o de comunidades, haciendo difícil el cuidado y desarrollo ambiental, social y económico.

En el caso de no efectuar esta investigación seguiría existiendo falencias con los servicios inadecuados dentro de las Áreas Protegidas sin tener un estudio técnico para los senderos, para lo cual se dejara estructurado un manual de senderos, esto puede ser de caminata, o de ciclismo en el que se dará a conocer las normativas básicas para la creación y el mantenimiento del tema a investigar.

En el momento de realizar esta investigación vendría ser muy fructuosa para todos los senderos minimizando el impacto con la implementación de un adecuado sondeo que sea técnico, para los senderos en el cual es un tema amplio exponiendo el apropiado uso para cada zona como son las hosterías, haciendas, áreas naturales entre otras donde se podrá efectuar dentro, o fuera del país estructurando el correcto procedimiento que evitara el deterioro del suelo por la sobre explotación del turismo, hoy en día que ayudara a minimizar el impacto.

Justificación

El entorno desarrollado, particularmente en los parques y las áreas protegidas, ha creado que los senderos constituyan el único medio de acceso en la mayor parte del área que se encuentran mal estructurados y por ende se observa el deterioro de los senderos en el que no se ha visto un estudio técnico para la creación o el mantenimiento de la misma.

Los senderos tienden a ser uno de los primeros elementos de infraestructura que se desarrollan cuando se declara una nueva área protegida y, lamentablemente, ese desarrollo ocurre antes de que exista una planificación formal o planes de gestión. En las áreas más establecidas, a menudo los senderos se construyen o se mejoran con un mínimo de consideración en relación con su papel en la gestión general del área o su impacto en el ambiente.

Por lo antes mencionado y mediante la presente investigación se dará a conocer cuál es la adecuada estructuración de los senderos, que son una herramienta fundamental para la conservación de la flora y fauna donde se debe aplicar correctamente los senderos para no afectar a los recursos existentes y a la vez manteniendo seguridad a los turistas satisfaciendo las necesidades de cada uno de ellos.

Objetivos

Objetivo general:

- Elaborar un Manual de Procesos de Manufacturación para senderos, mediante la aplicación de metodologías adecuadas, con la finalidad de crea un documento idóneo para la construcción y mantenimientos de senderos en el Ecuador.

Objetivos específicos:

- Realizar un Marco Teórico, mediante la recopilación bibliográfica, para la identificación de conceptos propios de la investigación.
- Identificar las metodologías adecuadas, mediante un análisis técnico, con la finalidad de establecer procesos y procedimientos apropiados en la construcción de Senderos.
- Elaborar un Manual de Proceso de Manufacturación de Senderos, mediante la aplicación de la metodología de Cifuentes, para dar un uso adecuado a los senderos.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Manual

(Tareas, 2010)ⁱ El manual presenta sistemas y técnicas específicas. Señala el procedimiento a seguir para lograr el trabajo de todo el personal de oficina o de cualquier otro grupo de trabajo que desempeña responsabilidades específicas. Un procedimiento por escrito significa establecer debidamente un método estándar para ejecutar algún trabajo

1.2.1. Clasificación de los Manuales

- **Micro administrativo:**

Son los manuales que corresponden a una sola organización, que se refieren a ella de modo general o se circunscriben a alguna de sus áreas en forma específica.

- **Meso administrativos:**

Incluyen a una o más organizaciones de un mismo sector de actividad o sector específico. El término meso administrativos se usa normalmente en el sector público, aunque también puede emplearse en el sector privado.

- **Macro administrativas**

Son los documentos que contienen información de más de una organización.

- **Por su contenido**

1.3.2. De organización

Estos manuales contienen información detallada sobre los antecedentes, legislación, atribuciones, estructura orgánica, organigrama, misión y funciones organizacionales.

Cuando corresponden a una área específica comprenden la descripción de puestos; de manera opcional pueden presentar el directorio de la organización.

1.4.3. Identificación

- **Este manual debe incluir los siguientes datos.**
- Logotipo de la organización.
- Nombre de la organización.
- Denominación y extensión del manual general o específico.
- Lugar y fecha de elaboración.
- Número de páginas.
- Sustitución de páginas actualización de información.
- Unidades responsables de su elaboración, revisión y autorización.

- Clave de la forma; en primer término se deben escribir las siglas de la organización, en segundo las de la unidad administrativa responsable de elaborar o utilizar el formulario; en tercero el número consecutivo del formulario y en cuarto el año.

1.5.4. De procedimientos

(Valencia, 2002) Constituye un documento técnico que incluye información sobre la sucesión cronológica y secuencia de operaciones concatenadas entre sí, que se constituyen en una unidad para la realización de una función, actividad o tarea específica en una organización.

Todo procedimiento incluye la determinación de tiempos de ejecución, el uso de recursos materiales y tecnológicos así como la aplicación de métodos de trabajo y control para desarrollar las operaciones de modo oportuno y eficiente.

La descripción de los procedimientos permite comprender mejor el desarrollo de las actividades de rutina en todos los niveles jerárquicos, lo que propicia la disminución de fallas u omisiones y el incremento de la productividad.

1.6.5. De gestión de calidad.

Documentos que describen y consignan los elementos del sistema de gestión de la calidad, el cual incluye información sobre el alcance, exclusiones, directrices de calidad objetivos y políticas de calidad; responsabilidad y autoridad del sistema de gestión de la calidad mapas de procesos sistemas de gestión de la calidad,

responsabilidades de alta dirección, gestión de recursos, realización del servicio o producto, medición, análisis y mejora, y referencias normativas.

1.7.6. De historia de la organización.

Estos manuales son documentos que refieren a la organización, es decir su creación, crecimiento, logros, evolución, situación y composición.

Este tipo de conocimientos proporciona al personal una visión de la organización y su cultura, lo que facilita su adaptación y ambientación laborales. Además, sirve como mecanismo de alcance y contacto con otra organización, autoridades, proveedores, clientes y usuarios.

La información histórica puede enriquecer otros manuales, como el de organización, políticas contenido múltiple.

De política

También conocida como normas estas manuales incluyen guía básica que sirven como marco de actuación para realizar acciones, diseñar sistemas e implementar estrategias en una organización.

De contenido múltiple

Estos manuales concentran información relativa a diferentes tópicos o aspectos de una organización.

El objetivo de agruparla en un solo documento obedece básicamente a las razones siguientes:

Que sea más accesible para su consumo

Que resulte más viable económicamente.

Que técnicamente es estime necesario integran más de un tiempo de información.

Que sea una instrucción del nivel directivo.

De puestos

Conocido también como manual individual o instructivo de trabajo. Precisa la identificación relaciones, funciones y responsabilidades asignadas a los puestos de una organización.

De técnicas

Este documento detalla los principios y criterios necesarios para emplear las herramientas técnicas que apoyan la ejecución de procesos o funciones.

De ventas

Es un resumen de información específica para poyar función de ventas: puede incluir:

Definición de estrategias de comercialización.

Descripción de productos a ambos servicios.

Mecanismo de negociación.

Políticas de funcionamiento.

Estructuras de la fuerza de ventas.

Análisis de la competencia.

División territorial por responsable, cliente, producto y servicios. Forma de evaluar el desempeño.

De producción

Elementos de soporte para dirigir y coordinar procesos de producción en todas sus fases. Constituye un auxiliar muy valioso para uniformar criterios y sistematizar líneas de trabajo en áreas de fabricación.

De finanzas

Manuales que respaldan el manejo y distribución de los recursos económicos de una organización en todos sus niveles, en particular en las áreas responsables de su captación, aplicación, resguardo y control.

De personal

Identificados también como manuales de relación industriales, de reglas del empleado o de empleo, básicamente incluyen información sobre:

Condiciones de trabajo.

Organización y control de personal.

Lineamientos para:

El análisis y evaluación de puestos

Reclutamiento, selección, contratación, inducción y socialización de personal.

Capacitación y desarrollo.

Normatividad

Higiene y seguridad

Prestaciones

De operación

Estos manuales se utilizan para orientar el uso de equipos y apoyar funciones altamente especializados o cuyo desarrollo demanda un conocimiento muy específico.

De sistemas

Instrumento de apoyo para conocer el funcionamiento de sistemas de información, administrativos, informáticos de una organización.

Por su ámbito

Generales

Son documentos que contienen inform¹ación en general de una organización según su naturaleza sector y giro industrial, estructura, forma y ámbito de operación y tipo de personal.

Parte contenido del Manual

- Contenidos
- Objetivos
- Responsabilidad
- Alcance de los procedimientos
- Introducción
- Normas de procedimientos
- Glosarios
- Índice Temático
- Índices de referencias cruzadas
- Verificación y asesoramiento

2. Capacidad de Carga²

Tipos de senderos [en línea]. 2013- [fecha de consulta: 09 de enero del 2014]. Disponible en: <http://www.slideshare.net/gladyscando3/tipos-de-manuales>

² Capacidad de carga, [en línea]. Marzo 2001- [fecha de consulta: 15 de Enero del 2014]. Disponible en: http://www.inbio.ac.cr/pila/pdf/Informe_Capacidad_Carga_PILA.pdf

(Armando, 2001) La capacidad de carga turística (CCT) se refiere al nivel máximo de uso de visitantes e infraestructura correspondiente que un área puede soportar, sin que se provoquen efectos en detrimento de los recursos y se disminuya el grado de satisfacción del visitante, o se ejerza un impacto adverso sobre la sociedad, la economía o la cultura de un área". Capacidad de carga en el contexto recreacional, se conoce a: "La máxima capacidad de visitantes que un área puede acomodar manteniendo altos niveles de satisfacción para los visitantes y pocos impactos negativos para los recursos

Para determinar la capacidad de carga turística de un área, es necesario conocer la relación existente entre los parámetros de manejo del área y los parámetros de impacto de las actividades a realizar en esta zona y de esta manera, tomar decisiones para estimar la capacidad de carga turística. Por lo tanto la capacidad de carga es una estrategia potencial para reducir los impactos de la recreación de los visitantes en un área.

2.1 Clases

La capacidad de carga de visitantes debe ser considerada a tres niveles consecutivos.

2.2.1 Carga física (CCF)

La CCF es el límite máximo de grupos que pueden visitar un sitio durante un día.

Para este cálculo, se usan los factores de visita (horario y tiempo de visita), la superficie disponible y los factores sociales. En base de esta información se calcula la CCF de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$CCF = \frac{S}{AG} \times NV/\text{día.}$$

dónde:

S = superficie disponible

AG = área ocupado por un grupo

NV/día = número de veces que el sitio puede ser visitado por el mismo grupo
en un día

S: la superficie disponible es la longitud del sendero (m) o, en áreas abiertas, el área disponible (m²).

AG: para senderos el AG se define como la distancia ocupada por un grupo de 17 personas (17 m) más la distancia mínima entre grupos; para áreas abiertas se define el espacio mínimo como 700 m², dando aproximadamente 25 m entre grupos y 4 m² por persona (ver Factores Sociales).

NV/día: para calcular el número de visitas por día se divide el horario de visita por el tiempo necesario para visitar el sitio.

2.3.2 Carga real (CCR)

La CCR es el límite máximo de grupos, determinado a partir de la CCF de un sitio, luego de someterlo a los factores de corrección definidos en función de las características particulares del sitio. Los factores de corrección se obtienen considerando variables físicas, ambientales, biológicas y de manejo.

Los factores de corrección están estrechamente asociados a las condiciones y características específicas de cada sitio. Esto hace que la capacidad de carga de un área protegida tenga que calcularse sitio por sitio. Aplicando estos factores de corrección al cálculo de la CCF, se obtiene la CCR por sitio por día.

Los factores de corrección se expresan en términos de porcentaje y para calcularlos se usa la fórmula general:

$$FC = MI/Mt \times 100$$

dónde: FC = factor de corrección

MI = magnitud limitante de la variable

Mt = magnitud total de la variable

Una vez calculados todos los factores de corrección, la CCR puede expresarse con la fórmula general siguiente:

$$CCR = (CCF-FC1) \dots FCn$$

donde FC es un factor de corrección expresado en porcentaje. Por tanto, la fórmula de cálculo sería la siguiente:

$$CCR = CCF \times (100-FC1)/100 \times (100-FC2)/100 \times \dots (100-FCn)/100$$

2.4.3 Carga efectiva (CCE)

La CCE es el límite máximo de grupos que se puede permitir, dada la capacidad para ordenarlos y manejarlos. Se obtiene comparando la CCR con la Capacidad de Manejo (CM) de la administración del área. La CCE será el porcentaje de la CM, relacionada esta última con su óptimo.

La fórmula general de cálculo es la siguiente:

$$CCE = CCR \times CM$$

donde CM es el porcentaje de la capacidad de manejo óptima.

La CM se define como la suma de condiciones que la administración del área protegida necesita para poder cumplir ³a cabalidad con sus funciones y objetivos. La medición de la CM no es una tarea fácil, puesto que en ella intervienen variables

³ Determinación de la Capacidad de carga Turística de los sitios de visita en el parque nacional Galápagos, publicado por el servicio Parque Nacional Galápagos Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre.

como: respaldo jurídico, políticas, equipamiento, dotación de personal, financiamiento, infraestructura y facilidades (instalaciones) disponibles. Algunas de estas variables no son medibles.

Para poder tener una aproximación de la CM, se consideró las siguientes variables medibles: personal, infraestructura, equipos y financiamiento.

3. Sendero

(Turismo) Para definir un sendero natural, es necesario conocer la “interpretación ambiental”; que es una actividad educativa cuyo objetivo es dar significado y características acerca de los objetos presentes donde se lleva a cabo la actividad.

Entonces el sendero natural es una senda o vereda construida especialmente para llevar a cabo la interpretación ambiental dentro de ella en el cual el guía explica a los visitantes ciertos rasgos o características que posea.

También se puede decir que es un camino el cual no cuenta con guía pero si con rótulos explicativos que en este caso hacen el trabajo del guía.

Hoy en día los senderos naturales se sitúan en zonas boscosas o zonas de vegetación natural poco alterada, también en zonas alteradas por el hombre como: fincas, granjas, praderas, etc.

Los senderos naturales que han sido modificados por el hombre tendrán una interpretación ambiental tales como: reproducción de animales, las características de los árboles, etc.

3.1. Función de los senderos naturales

Las funciones que poseen los senderos naturales dentro de un área silvestre empiezan por la educación para el visitante sobre los recursos bióticos y abióticos de su medio; se puede mencionar al visitante sobre aspectos biológicos, climáticos, geológicos, históricos.

Los senderos ecológicos también pueden hacer que el visitante sienta una apreciación por el área silvestre que está siendo visitada; en efecto el área silvestre es más apreciada por los visitantes cuando ésta va acompañada de explicaciones o comentarios sobre lo que se observa.

Los senderos naturales pueden ser un medio de motivación para el cliente y a la vez formar parte de los movimientos que fomenten las áreas silvestres; finalmente los senderos se presentan como un atractivo para el público.

3.2.1. Tipos de senderos:

Los senderos pueden clasificarse según el tema que se trate, según el tipo de guía establecido y según el uso que el visitante le dé al sendero.

3.3.2. Clasificación de Senderos

La clasificación de los senderos es una cuestión que consta de factores objetivos y subjetivos, así la distancia será casi siempre la misma independientemente de la persona que lo recorra en cambio, la dificultad es una apreciación subjetiva de cada individuo, que atiende a la resistencia física y psicológica.

Por supuesto no se puede dejar a un lado los factores geográficos y medio ambientales, que en muchos casos determina la viabilidad de la realización de la ruta.

Aunque hay muchas maneras de tabular los parámetros, el más completo es el

"Manual de Senderismo" de Domingo Pliego.

- Gran Recorrido (GR).- son aquellos senderos de más de 50 Km. Los primeros senderos "GR" aparecieron en Cataluña a mediados de la década de los „70. El primero de estos senderos en ser balizado fue el "GR7". En 1974. Se señalizan con los colores blanco y rojo.
- Pequeño Recorrido (PR).- son senderos de entre 10 y 50 Km. Se señalizan con los colores blanco y amarillo.
- Sendero Local (SL).- estos son senderos de hasta 10 Km. Se señalizan con los colores blanco y verde.
- Sendero Urbano (SU).- este sendero es de ámbito urbano y su señalización es amarilla y roja.
- **Longitud.**- Propone un escalonamiento de cinco en cinco kilómetros, a partir de un mínimo de diez (quien se va al campo a andar menos de eso), de forma

que cada intervalo viene a corresponder, en cierta medida, a una hora de andar por terreno llano sin desniveles importantes.

- Las etapas de hasta 10 Km. podrían denominarse CORTAS; de 10 a 20 km, MODERADAS; de 20 a 30 km, LARGAS; de 30 a 40 km, MUY LARGAS, y de más de 40 Km. EXTENUANTES.

3.4.3. Diseño y construcción de senderos:

Para la construcción de senderos aparte de tener nociones estéticas e ingenieriles, se debe tomar en cuenta nociones psicológicas ya que se utilizan principalmente con el objeto de interesar, atraer y mantener la curiosidad del visitante durante el recorrido.

3.5.4. Elementos necesarios para la creación de un sendero

- Normativa existente de senderos.
- Conocimiento del Plan Director de Senderos estatal y autonómicos, y otros documento de esta índole que puedan existir.
- Este manual.
- Titularidad de los senderos.
- Los planes especiales de cada zona, (PRUG, PORNA, Plan de Espacios Protegidos, etc.) así como las normativas autonómicas que regulen la actividad senderista, turismo activo u otras

3.6.5. Compatibilidad del senderismo con el entorno natural

La virtud del senderismo, además de brindar la oportunidad de conocer unas tierras y sus gentes, está en su pleno respeto con el entorno natural. El contacto con el mundo

natural y rural es pleno por lo que los senderos deben ser unos lugares privilegiados para estrechar lazos con la naturaleza.

Como aulario de la naturaleza el senderismo es una de las fórmulas más completas para la concienciación de que el comportamiento del senderista ha de ser respetuoso con el medio natural.

Para ello es necesario cumplir ciertas normas, que podrían ser:

No hacer fuego en zonas de bosque o con riesgo de incendio.

- Llevar todas las basuras hasta el contenedor más cercano
- Respetar el trazado de los senderos y no utilizar atajos, sobre todo en las zonas más sensibles a la erosión (dunas, pendientes herbosas)
- Respeto a la población local y a sus propiedades. Cierra los portillos en los cercados, puertas de las cabañas, refugios, etc.
- Los perros por norma deben ir atados para que no moles ten ni asusten al ganado o fauna salvaje.
- Respeto y cuidado de las fuentes y cursos de agua, sin verter en ellos detergentes, productos contaminantes ni residuos.
- Respetar la fauna y flora⁴.
- Respetar y disfrutar del silencio, para oír la música de la naturaleza.
- No acampar por libre; hacerlo en los lugares de acampada establecidos.

⁴ Manual de Senderismo [en línea]. [fecha de consulta: 07 de febrero del 2014]. Disponible en: <http://www3.uji.es/~sidro/personal/El%20manual%20de%20senderismo.pdf>

- Los vehículos de motor son para desplazarse en carretera. No deben de utilizarse en las pistas, rompiendo la paz natural y perturbando los ecosistemas.
 - La utilización de vehículos a motor, la recogida de plantas y frutos del campo están reguladas o prohibidas en muchas zonas de la montaña, especialmente en los parques y reservas naturales.

4. Señalética

“La señalética es la parte de la ciencia de la comunicación visual que estudia las relaciones funcionales entre los signos de orientación en el espacio y comportamientos de los individuos.” Estudia el empleo de signos gráficos para orientar el flujo de las personas en un espacio determinado, e informar de los servicios de que disponen; los identifica y regula, para una mejor y más rápida accesibilidad a ellos; y para una mayor seguridad en sus desplazamientos y acciones.

Es una de las formas específicas y evidentes de la comunicación funcional, cuyo campo de acción es un didactismo inmediato a través de la interacción, gracias a un lenguaje que permite que la información llegue sin errores e inmediatamente al receptor, al tiempo que se atiende a las características del entorno.

4.1. Características de la Señalización

- La señalización tiene por objeto la regulación de los flujos humanos y motorizados en el espacio exterior.
- Es un sistema determinante de conductas.
- El sistema es universal y está ya creado como tal íntegramente.
- Las señales preexisten a los problemas.
- Las señales han sido ya normalizadas y homologadas, y se encuentran disponibles en la industria.
- Es indiferente a las características del entorno.
- Aporta al entorno factores de uniformidad.
- No influye en la imagen del entorno.
- La señalización concluye en sí misma.

4.2.1. Características de la Señalética

- La señalética identifica, regular y facilitar el acceso a los servicios requeridos por los individuos en un entorno definido.
- Es un sistema optativo de acciones, las necesidades particulares determinan el sistema.
- El sistema debe ser creado o adaptado en cada caso particular.
- Las señales son consecuencia de los problemas específicos.
- Las señales deben ser normalizadas y homologadas por el diseñador del programa y producidas especialmente.
- Se supedita a las características del entorno.

- Aporta factores de identidad y diferenciación.
- Refuerza la imagen pública.
- Se prolonga en los programas de identidad más amplios.

4.3.2. Tipos de señales

(Publica, 2013) **Plaza de acceso:** corresponde a los accesos abiertos para poder interpretar en una maqueta la infraestructura del lugar a visitarse.

4.4.3. Señales regulatorias (Código R)

Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal.

La falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito.



4.5.4. Señales preventivas (Código P)

Advierten a los usuarios de las vías sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía en sectores adyacentes.



4.6.5. Señales de información (Código I)

Informan a los usuarios de la vía sobre las direcciones, distancias, destinos, rutas,



ubicación de servicios y puntos de interés turístico.

4.7.6. Señales especiales delineadoras (Código D)

Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción en la misma.

4.8.7. Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales (Código T)

Advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad por los sitios de trabajos en las vías y aceras. Además, alerta sobre otras condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daños a los usuarios viales.⁵



4.9.8. Reglamento Técnico de Señalización Turístico y de Servicio

Propósito. Son aquellas que sirven para dirigir al conductor o transeúnte a lo largo de su itinerario, proporcionándole información sobre direcciones, sitios de interés y destino turístico, servicios y distancias.

Clasificación. Se clasifican en Orientativas, Informativas de Destinos, Informativas de

⁵ SEÑALETICA Ministerio de Turismo [fecha de consulta el 03 de marzo de 2014] disponible en jorgepaguay.files.wordpress.com/2011/10/manual-sec3b1alizacic3b3n-25-08-2011.pdf.

Servicios, Señales de Aproximación a Destinos Turísticos, Ejecutivas de Destinos Turísticos, Señales Identificativas y Pictogramas.

Orientativas (O). Sitúan a los individuos en su entorno, por ejemplo: tótems, mapas de ubicación.

Informativas (I). Están en cualquier lugar del entorno y su función es de transmitir información sobre destinos y servicios turísticos; además agrupa toda aquella información que orienta el acceso a los servicios públicos de salud: hospitales, Cruz Roja, etc. de comunicación: teléfono, oficinas de correo, fax, internet, etc.; varios: hoteles, restaurantes, iglesias, vulcanizadoras, auxilio mecánico, estaciones de servicios, ayuda a discapacitados, etc.

Direccionales (D): Marcan una dirección o ruta. En general se trata de sistemas de flechas y se ubican en los puntos donde el visitante debe elegir un camino.

Indicativos: Se utilizan para señalar espacios, lugares u objetos. Se encuentran por lo general al inicio o final de un trayecto (Oficinas, centros comerciales, instituciones, universidades, etc.) Suelen utilizarse pictogramas o textos.

Reguladoras: Indican zonas de peligro y prohibición. Reflejan una dosis de coerción, y se acompañan por lo general de pictogramas y textos de advertencia.

A su vez se sub clasifica en:

Preventivas: Alertan sobre peligros posibles para el usuario (Ej. Cuidado pisos húmedos).

Restrictivas: Especifican límites de acción para el usuario (Ej. Sólo personal autorizado).

Prohibitivas: Imponen la prohibición de determinadas acciones (Ej. Prohibido Estacionar).

Ornamentales: Son como de adorno, pero están identificando de algún modo por ejemplo: las banderas monumentales que se encuentran en diferentes puntos de la ciudad, obras de arte como esculturas.

4.10.9. Función de la señalización⁶

“La señalización es la palabra o demarcación, horizontal y vertical sobre la vía para guiar el tránsito de vehículos y peatones.

La señalización sirve para prevenir riesgos y proteger la vida, la salud, el medio ambiente y eliminar prácticas que puedan inducir a error a los usuarios de las vías y espacios públicos.

⁶ Clasificación de la Señalética [en línea]. 2012 – [fecha de consulta: 16 de marzo del 2014]. Disponible en: <http://senialeticaiset.blogspot.com/2012/08/3-dg-senaletica-unidad-1-clasificacion.html>.

5. CAPITULO II

5.1. METODOLOGÍAS

5.2.1. Introducción

El presente trabajo de investigación busca facilitar el entendimiento y desarrollo de la creación de un sendero, proporcionando información e imágenes básicas atreves de cada una de las indicaciones que se llegará a dar paso a paso.

El documento consiste en adaptar varias informaciones de otras investigaciones como es el manual de senderos de Argentina en el cual existe una exploración amplia, en la que nos orienta de una manera detallada el diseño, construcción, mantenimiento y capacidad de carga de los senderos, estos son algunos de los temas que trataremos de detallar, se resaltara las informaciones precisas para la creación de un manual de senderos que serán fundamentales para la creación.

Ya que se ha visto la necesidad de crear un documento actual, tomando en cuenta los cambios y tendencias del turismo convencional acorde con los tiempos, como el llamado turismo alternativo, ya que hoy en día existe la necesidad de nuevas actividades que llaman la atención a los turistas en la que se debe complementar con productos y actividades en el medio natural, incluidas las montañas, que se van

abriendo, poco a poco, entre las preferencias del público, en la cual en este documento se interpretara la creación y el uso adecuado de los senderos.

Por tal motivo se ha enfocado en el deterioro de los senderos que se está dando inevitablemente, ya que fueron creados sin una técnica adecuada, la mayoría de los caminos existen antes de la creación de los Parques Nacionales, o antes de ser utilizados por el turismo. Por esa razón, la casi totalidad de los caminos que hoy se utilizan, para tracking o paseos no han sido especialmente diseñados, para poder soportar un uso regular y repetitivo por gran cantidad de personas, sino que fueron creados espontáneamente, por el ganado y luego cambiaron de función; o fueron diseñados para llegar a un sitio de altura en el menor tiempo posible, por parte de gente muy acostumbrada a la montaña (pobladores o andinistas).

En la investigación que se realizó del Manual de Senderos de Argentina presenta técnicas que son fundamentales para la creación de un sendero, como:

- Diseño que debería difundirse con el entorno natural manteniendo una continuidad y regularidad en la manera en la que atraviesa el paisaje. Debería evitarse los cambios abruptos de dirección o el exceso de vueltas o curvas. Pero al mismo tiempo, las selecciones rectas y largas deben usarse con moderación; no tiene interés para los caminantes.

Los senderos son para la gente, está nos permite entrar en estrecho contacto con la naturaleza, desafiar a nuestro cuerpo, y practicar distintas habilidades.

Un sendero bien diseñado es discreto, ambientalmente, cuidadoso, y divertido.

- Construcción una vez que se diseña el trazado, se está lista para construir el sendero. La construcción es en realidad un proceso permanente, que empieza con hacer el sendero, pero debe continuar con el mantenimiento periódico. A medida que el sendero se desgasta o deteriora por el uso, va a ir viendo que hay lugares que necesitan más drenajes, algunos escalones de piedra.

La construcción inicial en realidad es bastante simple. Consta de dos etapas:

- Limpieza de plantas
 - Material caído
- Mantenimiento los senderos necesitan mantenimiento periódico, porque si no va apareciendo problemas que se agrandan cada vez más. Del mismo modo que si no limpian lo desagües de su casa, cuando viene una tormenta puede producir un daño caro de reparar, no mantener los drenajes del sendero puede conducir a una dañina erosión. En ambos casos, su inversión inicial en dinero, hora, y trabajo. Construir drenajes lleva mucho tiempo hay que encontrar las rocas adecuadas, excavarla, moverlas e instalarlas; los tronco deben ser ubicados, desramados, pelados, movidos y enterados; y siempre⁷ hay mucho trabajo de palear. Limpiar los drenajes asegura un buen retorno de la inversión inicial de construcción

5.3.2. Análisis de la metodología a utilizarse en los senderos

Se ha encontrado documentos, que nos puedan aportar a la construcción de la investigación, como el manual de diseños, construcción, mantenimiento de senderos

⁷ Introducción [en línea]- [fecha de consulta: 07 de abril del 2014]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/ortizximena/como-hacer-introduccion>

en Áreas Naturales de Argentina y el manual de señalización turística del Ministerio de Turismo de Ecuador, en estos escritos encontramos varios parámetros que serán de mucha importancia ya que los documentos en las que se guiara están realizados por distintas entidades publica que conocen de la realidad en la que algunos países nos enfrentamos, por tal motivo se ha escogido este modelo ya que se acopla con nuestras necesidades para la creación del documento.

El diseño de sistemas de la ruta, nos explica que existen formas principales para realizar una adecuada construcción del recorrido, como es el acceso del sendero, el medio ambiente, el diseño del sendero y características del suelo.

Es importante reconocer el mejor suelo, para el sendero mucho más si se va a construir una pendiente, ya que se debe tomar en cuenta muchos factores, se debe construir pensando en cada uno de los visitantes, esta debe ser apta para todos de esa manera facilitar la visita a muchos turistas, que quedaran satisfechos de los servicios que se ofrece.

Para la construcción de un buen sendero las variaciones topográficas son importantes para tener una idea clara de los paisajes, colinas, lomada y miradores naturales son parte de un diseño de senderos estimulantes e interesantes. Si el sendero va siguiendo las variaciones del paisaje, los caminantes tendrán un mayor sentido de aventura.

Los rasgos importante del paisaje debe incluirse en el sendero, pero minimizando la degradación del ambiente como el suelo y la vegetación.

Principios para localizar bien un sendero, asegúrese que se realicen las evaluaciones ambientales necesarias. Construir un sendero nuevo es una intervención significativa sobre el ambiente, con consecuencias potencialmente muy nocivas y difícilmente reversibles si se hace mal.

Aproveche las laderas de exposición norte o noroeste. Un sendero que reciba luz solar buena parte del día, se secará más rápido luego de las lluvias. También la vegetación puede ser menos densa en laderas soleadas y más secas, facilitando la construcción y el mantenimiento.

Para un buen trazo esto ayudara a reconocer el camino marcando, la ruta propuesta con cinta de color bien visible, de esa manera se facilitara el procedimiento de la construcción. Se debe tomar en cuenta la medición de la pendiente, si no es correctamente establecida desde su diseño, a la larga el sendero deberá ser abandonado o clausurado, o se deteriorará el ambiente en forma prácticamente irreversible. Y además, mientras esté en uso, el sendero no será satisfactorio, se debe tomar en cuenta estas medidas que son muy importantes para la duración de la senda y por ende para el beneficio de todos.

Es importante ubicar los puntos de control en los senderos, en la que los visitantes puedan apreciar el paisaje o tomar fotografías, la vegetación tiene funciones principales que se debe dar importancia en el momento de la construcción esto ayudara a que resalte en lo estético, enriqueciendo la experiencia del caminante; y como herramienta para ayudar al diseñador en la protección del ambiente.

Hemos visto que después del trazo viene la construcción, mediante se realice la obra, se debe dar un mantenimiento para no ocasionar el deterioro del camino, así se ira preparando la superficie consiste en preparar el piso del sendero para el tráfico de caminantes, e implica retirar materiales orgánicos tales como hojas, raíces y corteza para un buen flujo de turistas.

Al revisar varios documentos, se percata que no todo los senderos van a tener un terreno plano o con muy poco pendiente, encontraremos terrenos con excavaciones en la que se debe rellenar, sacando arbustos y piedras, es como cuando se construye un sendero nuevo por una ladera, se corta ladera arriba y rellene ladera abajo para la creación de un sendero nivelado.

En los senderos muchas veces se realizan el zigzag o caracoles por lo general esto se construye cuando existe belleza escenita y se necesite apreciar a la naturaleza, se lo construye como último recurso porque son difíciles de construir.

Es fundamental tener en cuenta, de cómo podemos proteger un sendero, se puede utilizar piedra molida o ripio para crear un piso de senderos que esta sea durable es recomendable ya que esto evitara el deterioro del mismo.

Si nos encontramos en una situación muy contraria como la reconstruir un sendero, debe minimizarse el impacto visual del trabajo y evitar alterar más allá de lo necesario como sus cualidades naturales, a la vez saber cuándo reubicar o reparar un sendero dañado examinado cuidadosamente.

Para poder evitar el daño en la senda se debe mantener un control de la erosión y drenaje, porque bien sabemos que el mayor enemigo es el agua, se utiliza cuatro categorías para prevenir y controlar al deterioro que son:

- Los drenajes
- La estabilizadora
- Los endurecedores
- Los definidores

Prevenir la erosión es la tarea más difícil en el mantenimiento de senderos, en terrenos montañosos o en áreas húmedas y frágiles.

Se debe construir un drenaje básicamente, la erosión en un sendero es el resultado de tres factores que son importantes para el deterioro el tipo de suelo, es básico para una buena construcción, la velocidad del agua que va por la senda por tal motivo se recomienda un manual para realización de la obra, la cantidad del tiempo durante el cual el agua se desplaza por el sendero, ya que sabemos que el mayor enemigo es el agua se debe prevenir un problema con esto vamos minimizando el impacto.

Acá tenemos un ejemplo de una técnica que no ayudara mucho como las hondas de drenaje, esto remueve el agua de una manera fácil y rápida, otra de las técnicas que se puede utilizar, son las barras de agua, es un instrumento muy efectivo para sacar el agua que corre por el sendero, las barra se puede hacer de roca y de madera, es dependiendo al gusto del constructor pero es preferible de roca por su durabilidad.

A la vez podemos encontrar varios beneficios para el deterioro, como el desagotes esto aseguran que el agua drene completamente del sendero, en sitios naturalmente bajos o con obstrucciones como una gran roca o raíz, evitando que forme una acumulación o que continúe sendero abajo. Los desagotes refuerzan rasgos del terreno ya existentes, para asegurar que la escorrentía salga del sendero.

Es importante tomar en cuenta la canaleta transversal, o drenaje abierto y drenaje francés se lo puede utilizar para fuentes constantes de agua se lo maneja en áreas donde el agua brota lenta pero constante.

La canaleta de drenaje debe corre por uno de los bordes del sendero, colecta el agua en áreas donde ingresa una importante escorrentía, vertientes o surgentes y no pueden ser inmediatamente removidos.

Las alcantarillas son estructuras de drenaje diseñadas, para conducir el agua por debajo del sendero. Su gran ventaja sobre las canaletas y las barras de agua es que no interrumpen el piso del sendero, existen otros métodos como el alcantarillado plástico o metálico, esta son fáciles de construir, otras que son de rocas, también podemos contar con alcantarillado de madera se pude construir con tronco pelados, el inconveniente que suele tener es la no resistencia por el simple hecho de que se encuentra en contacto con el agua.

El lente de drenaje es una solución para el sendero evita el fluyo debajo del suelo de esa manera evitando la inestabilidad del suelo, gracias a las rocas que se les coloca de una manera adecuada.

Para buscar estabilidad son necesario escalones proporcionan protección contra la erosión, de esa manera disminuye la velocidad del agua y retiene al suelo. Los escalones de roca son más recomendables por la duración y por la estética, en la instalación se debe conseguir una roca plana para pisar y que sea suficientemente ancha de esa manera seguir con el largo y ancho del tramo del escalón.

Los escalones de madera son en su mayor parte similar a la construcción de barras de agua de madera, excepto que los escalones se colocan perpendiculares al sendero y que el lado cuesta arriba del tronco debe ser rellenado en lugar de hacerse una canaleta. Es importante tomar en cuenta, las paredes de retención esto involucra la creación de un piso de senderos.

Para los caminos húmedos o sectores barroso se puede utilizar piedras esta formara una línea de paso y será fácil de atravesar.

Estas son algunas de las herramientas o pasos a seguir, que resaltan para la creación de un sendero.

5.4.3. Análisis del manual de señalética

El Manual de Señalética Turística del Ministerio del Turismo, este documento nos da a conocer la importancia y el cuidado que se le debe dar al medio ambiente, preservar la riqueza histórico cultural y proteger las comunidades ya que los sendero siempre van a estar entre lazados con distintos tipos de escenarios, cabe mencionar que un sendero no sería completo sin una adecuada señalización, lo cual permitirá interpretar, informarse y trasladarse con eficiencia a cada uno de nuestros destinos, existe dos

documentos sobre señalética del Ministerio del turismo que nos será muy útil, el objetivo primordial de este trabajo es dotar de un sistema de señalización turística, coherente y uniforme para todo el territorio, acorde a las necesidades, con el fin de potenciar la competitividad turística del país y lograr el mejoramiento del nivel y de la calidad de vida de su gente, y la preservación de su cultura y de su entorno.

La señalización turística, pueda satisfacer los requerimientos y expectativas de los visitantes, así proporcionándoles orientación suficientemente, clara sobre los corredores viales hacia los diferentes atractivos que se ofertan en el país.

Por tal motivo, se ha visto la necesidad de complementar el diseño, construcción y mantenimiento de senderos con la señalización, de tal manera lograr un adecuado sistema de orientación, información y seguridad, sustentado en la instalación de sistemas eficientes de señalización turística, de gran utilidad para los visitantes y la movilidad en general.

Para esta investigación se trabajara con el Ministerio de Turismo del Ecuador, en concordancia con los lineamientos y objetivos del Plan de tur 2020, esta trabaja en una estructura integral de señalización y de orientación común para turistas nacionales y extranjeros, que les brinde facilidad y eficacia en el acceso a cada uno de los destinos del país, a fin de optimizar su tiempo de desplazamiento, permitiéndoles recorrer nuestro territorio de una mejor manera.

Ya que nos guiaremos con este documento para la creación de un nuevo modelo de señalética, en la que utilizaremos un software para los nuevos diseños, dando otras

opciones de una nueva creación, como es en madera, en este trabajo se quiere implementar algo rustico que vaya de acuerdo con el ambiente que se encuentre, manteniendo las regla de las entidades públicas ya mencionadas.

6. Tipos de señalética que se va a utilizar en los senderos

Se clasifican:

Orientativas (O): Sitúan a los individuos en su entorno, por ejemplo: tótems, mapas de ubicación.

Informativas (I): Están en cualquier lugar del entorno y su función es de transmitir información sobre destinos y servicios turísticos; además agrupa toda aquella información que orienta el acceso a los servicios públicos de salud: hospitales, Cruz Roja, etc.

Identificativas (ID): Son señales para designar o confirmar la ubicación, éstas pueden ser: vallas turísticas de provincia, valla turística capital de provincia, límites cantonales, poblaciones, pórticos de límite de provincia, pórticos de Frontera.

6.1. Estructura del manual

El manual tiene como propósito contar con una guía clara y específica que garantice el entendimiento de los interesados, por tal razón queremos proponer un nuevo diseño, en la que facilitara la creación de un sendero, planteando los siguientes parámetros que son los puntos clave para obtener el mantenimiento y por ende un buen sendero.

6.2.1. Portada

La elaboración se realizara de una manera muy sencilla para no cansar al interesado, introduciendo un marco en la hoja con los colores de la universidad, en la parte superior centrado el nombre de la Universidad con letras arial grandes en color negro con el numeral 20, con el sello de la entidad ya mencionada cada uno de los lados superiores que son de color rojo, blanco y azul procederemos a colocar la especialidad que se está siguiendo todo en mayúscula en negrilla con letras Time New Román con el número 12, continuamos con el tema del trabajo que se está realizando en el medio de la hoja todo en mayúscula con la letra Time New Román con el número 12, dejando espacio para ingresar el nombre del autor que ira con mayúscula en negritas y del director del manual los nombres se escribirán con mayúscula sin negrita estas son las personas que van a realizar el trabajo , con las letras times new romano con el número del 12 en negrita. Se escribirá la fecha, el lugar que se realizó.

Universidad Técnica de Cotopaxi



Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

“ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PROCESOS DE MANUFACTURACIÓN PARA SENDEROS, DEL LABORATORIO DE INTERPRETACIÓN TURÍSTICA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO DE LA UA-CAREN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (FASE II)”

Autora:

Toaquiza Toaquiza Luz Myrian

Director:

Fuentes Vargas Paúl

2015

6.3.2. Objetivos

Se lo realizara el objetivo mediante cuatro paso que son importantes, el primer paso se pondrá un verbo infinitivo esto ayuda a guiarnos a la meta que se va alcanzar, el segundo paso se colocara un ¿Qué cosa ? se explicara que queremos hacer, el tercer paso será un ¿Cómo? Se expone cómo se quiere llegar al objetivo planteado y el cuarto paso es ¿Para qué?

6.4.3. Introducción

El presente Manual de Procesos de Manufacturación de Senderos, tiene como propósito brindar una introducción de la importancia de la investigación, mostrando a una guía clara y específica que garantice la óptima operación y desarrollo de las actividades que se desarrollara en el presente trabajo, comprenderá en forma ordenada, secuencial y detallada, para la actividad que se presenta en este documento de senderos y señaléticas, promoviendo el buen desarrollo del medio ambiente y el buen uso al suelo.

Se realizara con tres pasos la primera es la introducción es la que da una idea rápida, pero exacta de los diversos aspectos que componen el trabajo a la vez obedece a las formulaciones de las siguientes preguntas ¿Cuál es el tema del trajo? ¿Cómo está pensado el trabajo? ¿Cuál es el método empleado en el trabajo? ¿Cuáles son las limitaciones del trabajo?, el segundo paso es el desarrollo se explica el interés del trabajo que se está realizando y por ultimo pondrá una conclusión

6.5.4. Alcance de los procedimientos

La definición del alcance es quizás la parte más importante del proceso de definición y planificación inicial. Si no conoce lo que está entregando y cuáles son las fronteras del proyecto, no tiene oportunidad de tener éxito. Si no ha hecho un buen trabajo definiendo el alcance, la gestión del alcance será casi imposible.

El propósito de la definición del alcance es describir claramente y lograr un acuerdo con relación a las fronteras lógicas de su proyecto. Los postulados del alcance son utilizados para definir qué es lo que está dentro de las fronteras del proyecto y qué es lo que está afuera de esas fronteras. Entre más aspectos del alcance pueda identificar, mejor será su proyecto. Hay dos aspectos principales de la definición de su proyecto – entregables y fronteras. Entre más aspectos del alcance pueda identificar, mejor será para su proyecto.

6.6.5. Responsables

Son las personas responsables, unidades administrativas y/o puestos que intervienen en los procedimientos en cualquiera de sus fases.

6.7.6. Políticas y normas

Son reglas específicas que se deben seguir o a que se deben ajustar las conductas, tareas, o actividades en el trabajo que se realizara para poder llevar a cabo el cumplimiento de una política organizacional.

En esta sección se incluyen los criterios o lineamientos generales de acción que se determinan en forma explícita para facilitar la cobertura de responsabilidad de las distintas instancias que participaban en los procedimientos.

Además deberán contemplarse todas las normas de operación que precisan las situaciones alternativas que pudiesen presentarse en la operación de los procedimientos.

A continuación se mencionan algunos lineamientos que deben considerarse en su planteamiento:

- Se definirán perfectamente las políticas y/o normas que circunscriben el marco general de actuación del personal, a efecto de que esté no incurra en fallas.
- Los lineamientos se elaboran clara y concisamente, a fin de que sean comprendidos incluso por personas no familiarizadas con los aspectos administrativos o con el procedimiento mismo.
- Deberán ser lo suficientemente explícitas para evitar la continua consulta a los niveles jerárquicos superiores.

6.8.7. Desarrollo

Se dará a conocer todo aquello para lo cual fue realizado el trabajo, en este punto de la investigación se expresa con profundidad el contenido de los conceptos manejados en el trabajo, su extensión será muy rápida para la breve captación del interesado del tema se quiere ser puntual en las temáticas que se desarrollaran.

El trabajo de investigación se presentara por escrito, en forma narrativa y secuencial, de cada una de las temáticas que se realizan en un procedimiento, explicando en qué consisten, cuándo, cómo, dónde, con qué, y cuánto tiempo se hacen, señalando los responsables de llevarlas a cabo. Cuando la descripción del procedimiento es general, y por lo mismo comprende varias áreas, debe anotarse la unidad administrativa que tiene a su cargo cada operación. Si se trata de una descripción detallada dentro de una unidad administrativa, tiene que indicarse el puesto responsable de cada operación.

6.9.8. Bibliografía

La bibliografía es un elemento esencial de cualquier trabajo de investigación. El propósito de esta página es ofrecer algunas directrices para la elaboración y presentación de citas y referencias bibliográficas que resultan de utilidad para la elaboración y presentación de trabajos que se va a realizar utilizaremos la bibliografía ISO esta se realizara se dividirá en tres pasos que se utilizara en el trabajo.

Citas bibliográficas:

Cuando se trate de un artículo, ensayo, capítulo, nota periodística, etc., tomado de alguna edición periódica o de alguna obra, esa referencia se coloca entre comillas, y la primer letra de la primera palabra se escribirá con mayúsculas; las subsiguientes palabras se manejarán con minúsculas, salvo cuando se incluya un nombre propio. Si

el título de tal referencia se encuentra en otro idioma, la primera letra de todas las palabras que no sean artículos o preposiciones se escribirán en mayúscula.

El título de la obra irá en cursivas, inmediatamente después el número y el volumen de la publicación, abreviando las palabras “número” y “volumen” (cuando se trate de un periódico o revista comercial, se deberá indicar la sección de la cual se está extrayendo la información, y el nombre de ésta irá entrecomillada), el país de edición, la editorial, periodo de publicación y páginas citadas.

Ejemplos:

Javier Rosas Sánchez, “Reflexiones sobre MP indecentes”, Estudios Actuales, núm. 3, vol. III, Argentina, UP, julio - septiembre, 1969, pp. 93-95.

Referencias bibliográficas:

La referencia bibliográfica de una tesis sigue el mismo orden que la de un libro, excepto que, después del título se debe anotar la palabra: Tesis, seguido del grado académico al que opta, abreviado, en el idioma en que está redactada la tesis.

Ejemplo:

MARQUEZ R., M.M. 1999. El espejismo de la coca; impacto de los cultivos ilícitos en un corregimiento de Colombia. Tesis Mag. Des. Rural. Valdivia, Univ. Austral de Chile, Fac. Cien. Agr. 125 p.

Libros: APELLIDO(S), Nombre. Título del libro. Mención de responsabilidad secundaria (traductor; prologuista; ilustrador; coordinador; etc.)*. N° de edición. Lugar de edición: editorial, año de edición. N° de páginas*. Serie*. Notas*. ISBN

Ejemplos:

BOBBIO, Norberto. Autobiografía. Papuzzi, Alberto (ed. lit.); Peces-Barba, Gregorio (prol.); Benitez, Esther (trad.). Madrid: Taurus, 1988. 299 p. ISBN: 84-306-0267-4

CAPITULO III

3.1 ESTRUCTURA DEL MANUAL

3.2.1 Portada

Universidad Técnica de Cotopaxi



Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

“ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PROCESOS DE MANUFACTURACIÓN PARA SENDEROS, DEL LABORATORIO DE INTERPRETACIÓN TURÍSTICA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO DE LA UA-CAREN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (FASE II)”

Autora:

Toaquiza Toaquiza Luz Myrian

Director:

Ing. Fuentes Vargas Paúl

Latacunga- Ecuador

2015

3.2. Objetivos

- Identificar puntos estratégicos para focalizar el diseño del sendero en el área a construirse.
- Planificar la construcción y el tiempo que durará del traslado por el sendero, según las normativas y parámetros técnicos
- Facilitar al usuario la práctica del senderismo proporcionando el mantenimiento adecuado, la seguridad, calidad y la comodidad para el traslado del visitante.
- Realizar la implementación técnica de la señalética, la misma que debe ser adecuada e idónea, de acuerdo al lugar donde se establezca el sendero, a las condiciones climáticas, cuidando del vandalismo y sobre todo acorde al contexto del sendero.
- Determinar la capacidad de carga que puede soportar el sendero, con la finalidad de no destruir el mismo y sobre utilizarlo y así mejorar el manejo de las zonas de uso público de cualquier lugar.

3.3 Introducción

El manejo de visitantes en un área natural y en área protegida debe ser rigurosamente planificado para alcanzar los objetivos turísticos y de conservación por los cuales fue creada y, a la vez, lograr que los visitantes tengan una experiencia de calidad y puedan satisfacer sus expectativas. Para eso es importante establecer la capacidad de carga de visita que los sitios destinados al uso público pueden soportar.

La implementación de senderos técnicamente estructurados en lugares turísticos naturales se presenta como un gran desafío para nuestro país Ecuador, no tan sólo por la magnitud y extensión de la obra, sino que también por la diversidad de actores y paisajes que se encuentran involucrados. Diferentes escenarios naturales y culturales que se requiere interconectar a lo largo de nuestro país constituye el mayor atractivo que representa éste como alternativa para fortalecer el desarrollo de actividades educativas, turísticas y recreativas.

Esta diversidad requiere ser articulada por elementos comunes, expresados a través de este manual, facilitando con esta investigación a los interesados, en la que aportara con informaciones que serán útiles para la creación de senderos adecuado con todas las normas y reglas que son básicas a la hora de una creación de una senda

La aplicación de criterios e información que fueron recopiladas a lo largo de esta indagación, permitirá al visitante mejorar la calidad de su experiencia.

Desde otro punto de vista se ha proyectado una visión unificada de señalética para el Sendero de Ecuador, en la que se plasmará información orientativa, interpretativa, descriptiva e informativa, haciendo de este trabajo un documento integral.

3.3 Alcance de los procedimientos

El presente manual beneficiará a personas interesadas que desee construir, diseñar y mantener un sendero, con esta investigación se pretende facilitar al usuario con técnicas que se entenderán y facilitarán para poder satisfacer las necesidades de cada uno de los interesados.

Con esto se pretende crear un documento básico que se pueda comprender con facilidad y datos actuales.

3.4 Responsables

Universidad Técnica de Cotopaxi de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, con la Autora Luz Myrian Toaquiza Toaquiza conjuntamente con el Director de Tesis el Ingeniero Paúl Fuentes Vargas, encargados de esta investigación.

3.5 Políticas y normas

Diseño.- Para el buen diseño de un sendero deben tomar en cuenta el entorno natural por el que va a ir el sendero. Después de explorar el corredor del sendero, pero antes de marcar o empezar a limpiar, establezca el estándar de diseño. Base el estándar en el uso del sendero, (ciclismo, tracking, etc.), la calidad de experiencia que usted quiere ofrecer incluido el nivel de riesgo, sus recursos para construir incluido su presupuesto y experiencia.

Construcción.- Una vez que se diseñó el trazado, se está listo para construir el sendero.

La construcción es en realidad un proceso permanente, que empieza con hacer el sendero, pero debe continuar con el mantenimiento periódico. A medida que el sendero se desgasta o deteriora por el uso, va a ir viendo que hay lugares que necesitan más drenaje, algunos escalones de piedra, o inclusive un corto re-trazado en algún sector. La construcción inicial es en realidad bastante simple.

Mantenimiento.- Así como un auto, un jardín o una casa, los senderos necesitan mantenimiento periódico, porque si no van apareciendo problemitas que se agrandan cada vez más. Del mismo modo que si no limpia los desagües de su casa, cuando viene una tormenta puede producirse un daño caro de reparar, no mantener los drenajes del sendero puede conducir a una dañina erosión. En ambos casos, su inversión inicial (en dinero y horas de trabajo) se ha desperdiciado. Construir drenajes lleva mucho tiempo -hay que encontrar las rocas adecuadas, excavarlas, moverlas e instalarlas; los troncos deben ser ubicados, desramados, pelados, movidos y enterrados; y siempre hay mucho trabajo de palear. Limpiar los drenajes asegura un buen retorno de la inversión inicial de construcción.

Los senderos son una instalación más del parque, pero pocas veces son tratados como tales. Así como una seccional de guarda parques debe ser pintada para que se mantenga presentable, o hay que arreglar sus cañerías para que no se deteriore, un sendero debe ser permanentemente cuidado para garantizar su durabilidad y su utilidad.

El mantenimiento básico mantiene al sendero en estado usable. Sin mantenimiento, un sendero volverá a su estado natural, o peor que eso, dañará los recursos de su entorno.

El mantenimiento básico involucra cuatro tareas, en orden de prioridades:

- limpiar los drenajes
- despejar los obstáculos
- podar la vegetación
- marcar el sendero

Mucha gente aún cree que las tareas de mantenimiento más importantes son despejar los obstáculos y pintar marcas. Pero en la cordillera andino-patagónica, con montañas, altas precipitaciones y mucho uso, la palabra más importante en mantenimiento de senderos es drenaje.

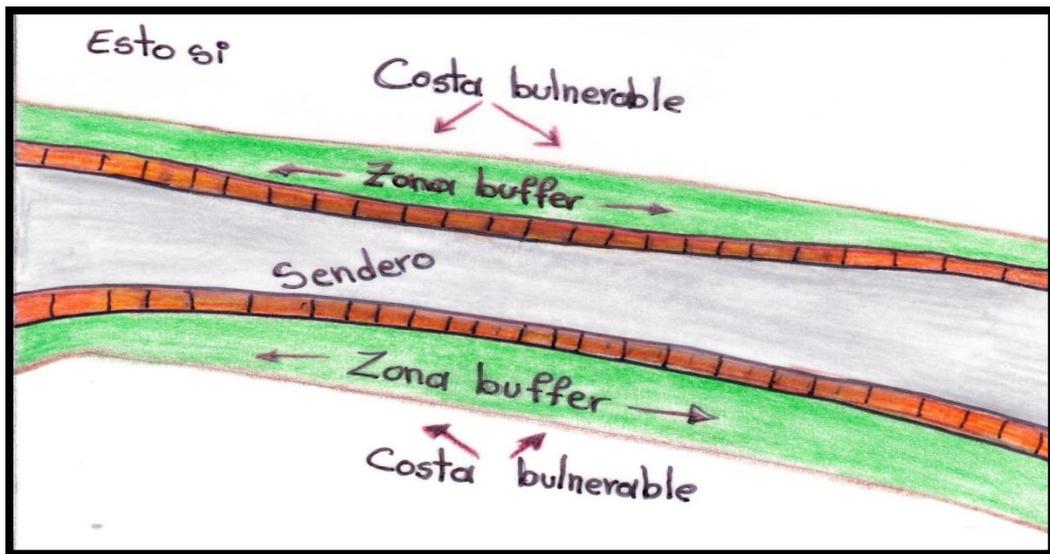
3.6. Desarrollo

Diseño

Se debe tomar en cuenta que la anatomía de un sendero debe ser estudiado cuidadosamente en la etapa del diseño. Si el comienzo de un sendero está en una ruta muy transitada, es de prever que el uso será alto; por ende, por seguridad y para proteger el área de impactos, el sendero deberá ser de estándar alto. Eso significa que la planificación debe ser más detallada y que la inversión en diseño y construcción debe ser importante si se quiere que el sendero sea seguro, disfrutable, y ambientalmente estable.

PASO 1. La zona buffer o de protección es el espacio a cada lado del sendero. Junto con el sendero constituyen el corredor. Son las áreas que aíslan al caminante de

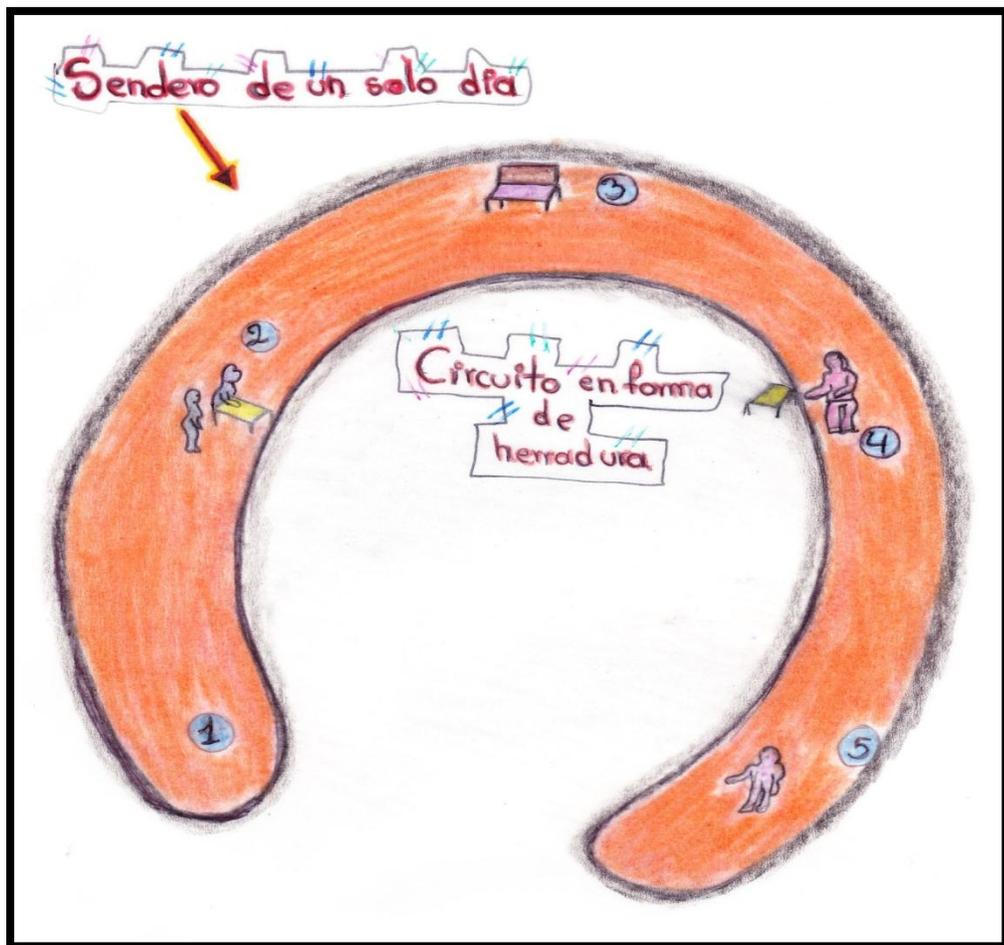
actividades que pueden perjudicar la experiencia de caminata. También se pueden usar para proteger áreas particularmente frágiles del daño causado por los caminantes. Los senderos que rodean o pasan cerca de comunidades vegetales sensitivas, costas de lagos o lagunas, o vertientes, deberían incluir buffers para proteger estas áreas frágiles del pisoteo.



PASO 2.- Formatos para diseño de sistema de sendero

El loop o circuito es un formato bastante común para senderos de un solo día, porque facilita el acceso y estacionamiento de vehículos. Los caminantes no tienen que volver sobre el mismo sendero; por ende se mantiene constante el nivel de interés.

La herradura es un formato interesante, especialmente en áreas en las que hay transporte público. También se puede usar como buena alternativa u opción al desplazamiento vehicular, si la distancia no es muy grande.



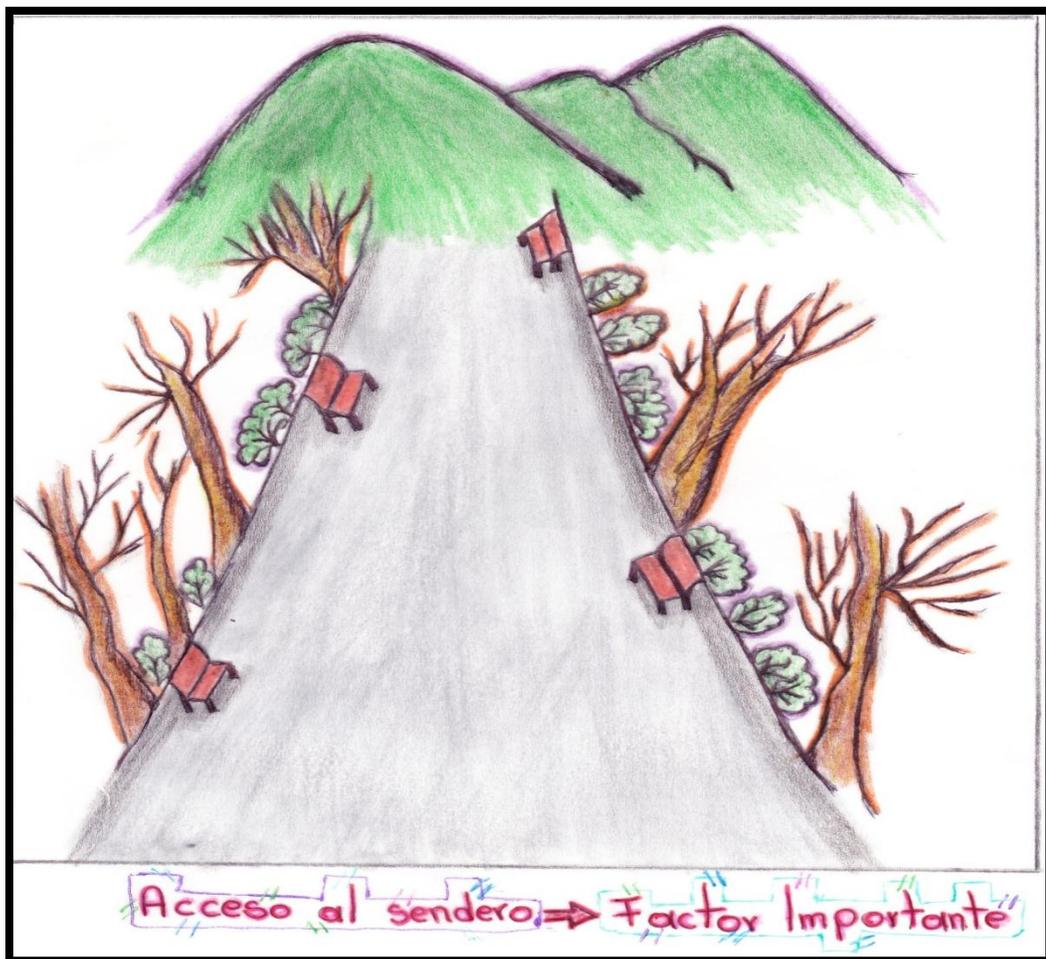
La línea es el formato más simple y común. Conecta dos puntos.



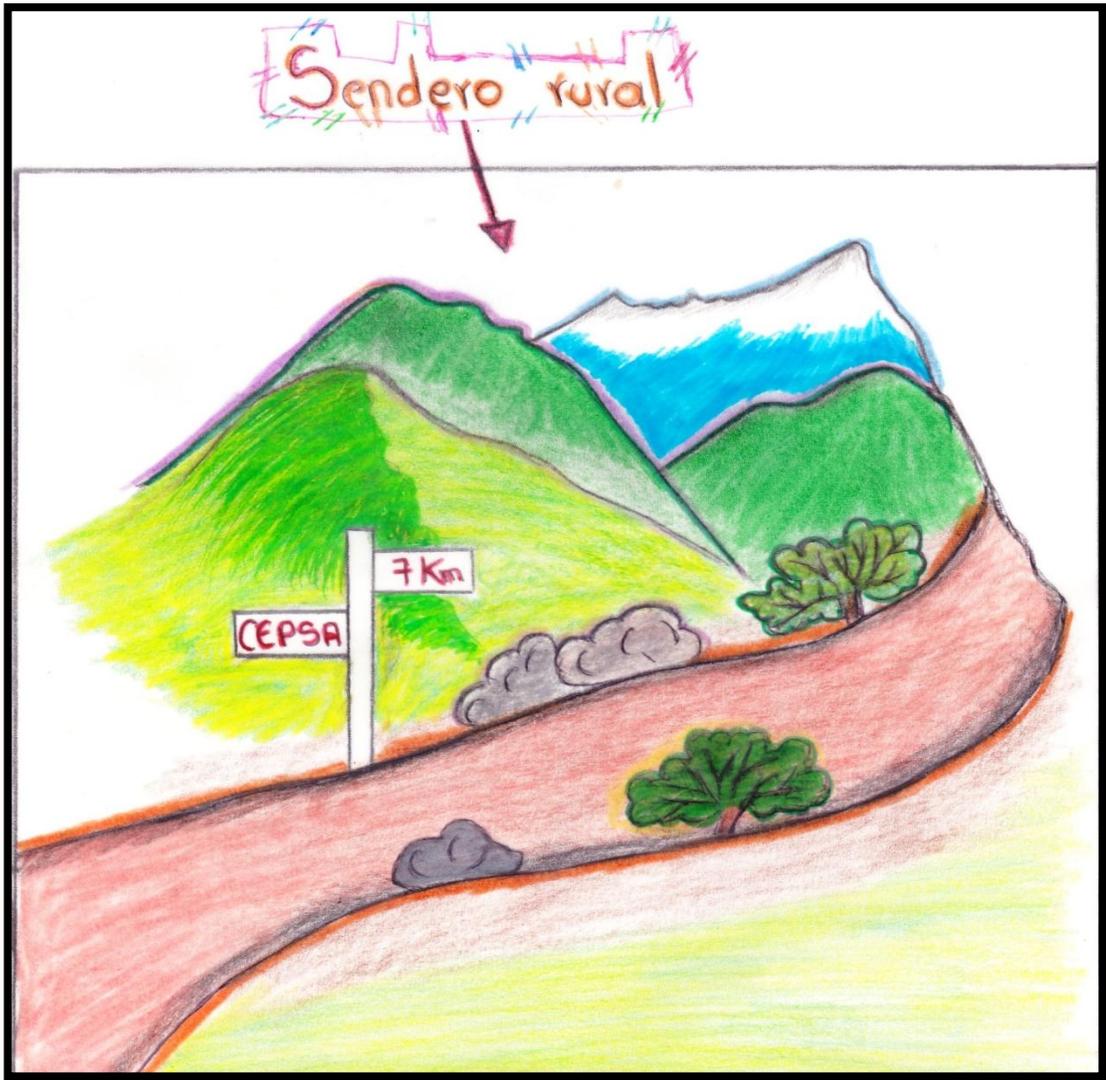
Un sistema de senderos usa diferentes formatos y conexiones. Un diseño cuidadoso puede proveer senderos para diferentes usuarios con diferentes expectativas, desde mochileros que salen por varios días, a caminantes por el día.

PASO 3.- Acceso al sendero

El tipo y volumen de acceso público a un sendero es un poderoso factor que debe ser estudiado cuidadosamente en la etapa de diseño. Si el comienzo de un sendero está en una ruta muy transitada, es de prever que el uso será alto; por ende, por seguridad y para proteger el área de impactos, el sendero deberá ser de estándar alto. Eso significa que la planificación debe ser más detallada y que la inversión en diseño y construcción debe ser importante -si se quiere que el sendero sea seguro, disfrutable, y ambientalmente estable.



La inversa también es cierta: si el sendero comienza en un camino rural de muy bajo uso, se pueden reducir los estándares, y los costos y esfuerzos de planificación, diseño y construcción pueden ser menores.



La ubicación y tamaño de las playas de estacionamiento posibilitan un cierto grado de control del uso. Si se quiere un volumen de uso muy reducido, entonces no debe haber estacionamiento o debe ser muy limitado. Si hay estacionamiento en abundancia y

accesible, el uso tenderá a crecer, aumentando las necesidades de mantenimiento del sendero.

Un sendero recreativo debe amortiguar al caminante de la vista o el ruido proveniente de estructuras artificiales como rutas, vías de tren, operaciones forestales, etc.

Si un sendero debe cruzar alguno de estos rasgos, el diseñador debe ubicarlo de manera de minimizar la exposición del caminante a los mismos. Estas áreas deben ser cruzadas de la manera más corta posible, generalmente en ángulo recto. No sólo se minimiza el impacto visual y auditivo, también los cruces en ángulo recto son más seguros.

PASO 4.- El medio ambiente y el diseño de sendero

El diseño ambiental de senderos requiere que se preste mucha atención a las características del suelo del área en cuestión, especialmente cómo responden cuando son sujetas a pisoteo.

PASO 5.- Características del suelo

El suelo es una compleja mezcla de materia orgánica, agua, materia mineral, y aire; comprende la zona donde están las raíces de las plantas. El suelo cubre la mayor parte de la superficie de la Tierra, y varía en espesor desde algunos centímetros hasta decenas de metros. Esta cobertura de suelo es como un mosaico, con diferentes tipos y características distinguibles en distintos lugares.

Cada suelo se compone de una o más capas u horizontes que, vistos como una unidad, reciben el nombre de perfil del suelo.

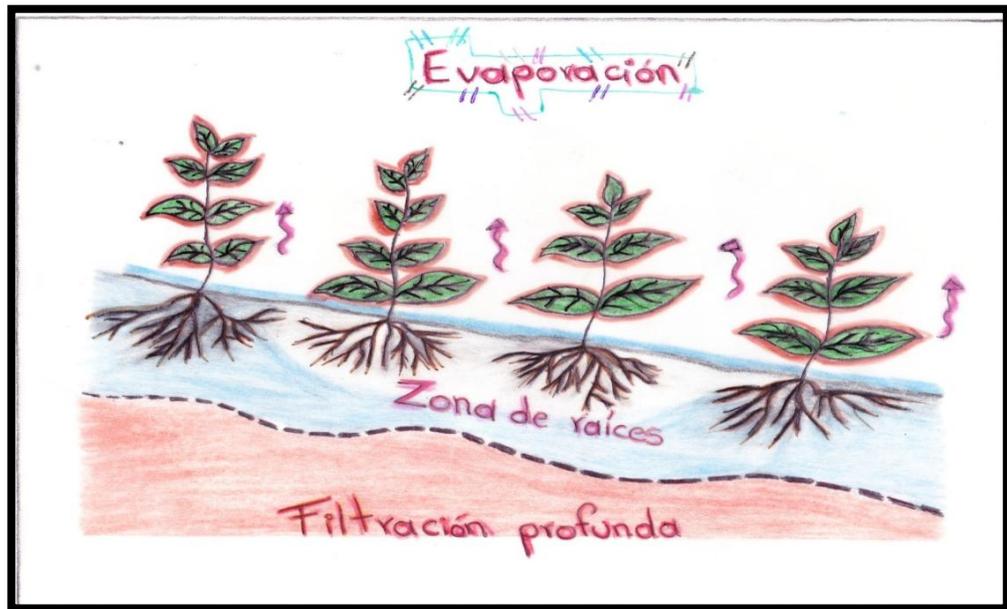
Hay varias maneras en que el suelo puede dañarse por las caminatas:

Compactación: La caminata hace que las plantas se doblen, se rompan, y eventualmente mueran. Después de esta mortalidad, los horizontes superficiales o superiores del suelo se compactan hasta alcanzar una dureza tipo cemento. Esta superficie compactada pierde su porosidad y, por lo tanto, su capacidad para absorber el agua que está en la superficie. Si el agua no es absorbida por el suelo compactado, se va a encharcar en el sendero, o en una pendiente comenzará a correr pendiente abajo causando erosión.

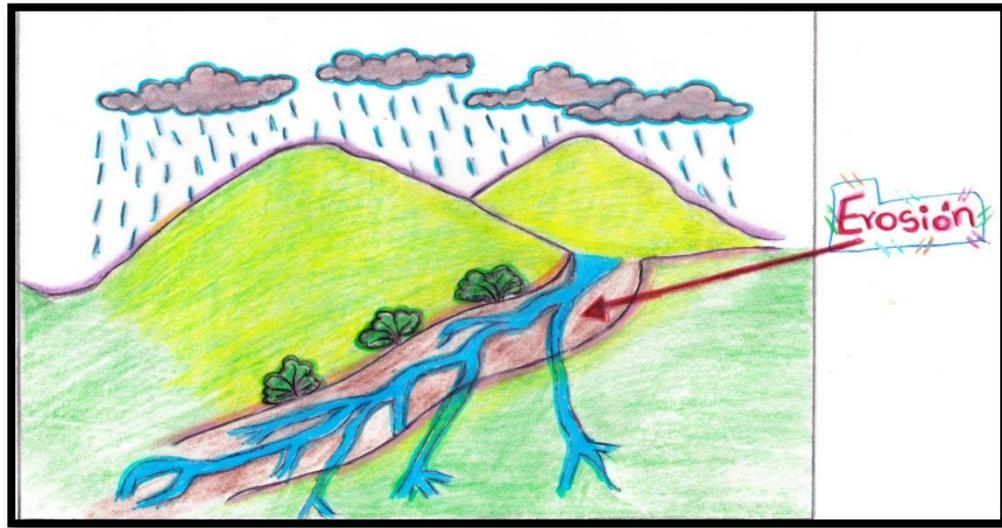


Aquí hay que tener en cuenta el juego de dos procesos o vías que puede seguir el agua de lluvia que llega a un suelo:

- **Infiltración:** el agua va infiltrando hacia abajo, por entre los espacios de aire que están entre las partículas de suelo.



- **Escorrentía** (o escurrimiento): el agua corre por la superficie del suelo, en la dirección que determina la topografía o pendiente del lugar.

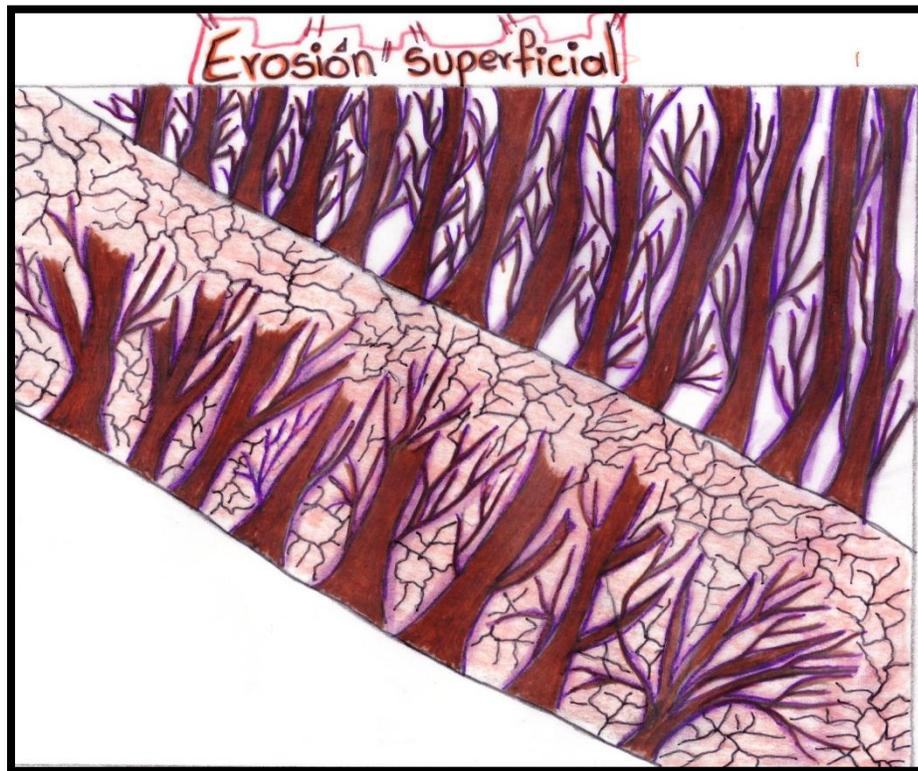


La compactación de los horizontes superiores del suelo provoca disminución de la infiltración y aumento de la escorrentía.

La investigación ha mostrado que una corriente de agua corre hasta 15 veces más lejos sobre suelo compactado.

Erosión superficial: La erosión es un proceso natural por el cual los suelos son desgastados por la acción del viento, el agua, los glaciares y otros fenómenos naturales. En los senderos, este proceso natural es agravado por la compactación del suelo y la agitación, prácticamente constante por el tráfico de caminantes.

El agua que fluye sobre la superficie compactada desprende las partículas de suelo más pequeñas y livianas y las transporta pendiente abajo.



Se debe tomar en cuenta:

- Cuanto mayor es la velocidad del agua, mayor es la masa de suelo que puede transportar.
- La velocidad aumenta a medida que aumenta la pendiente.
- El incremento del volumen de agua que corre también aumenta la velocidad.

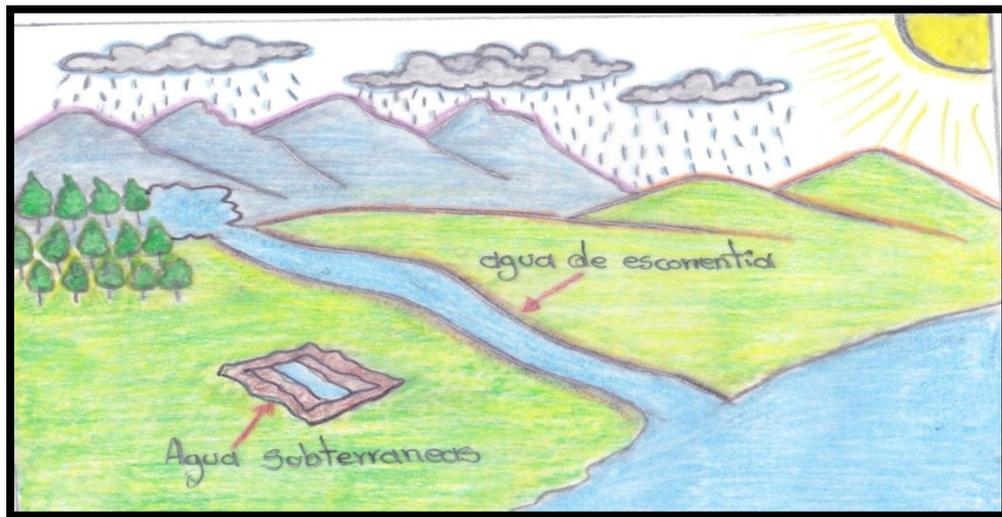
El sendero tiene 3 grandes enemigos: el agua, el agua, y el agua.

Los usuarios (a pie, a caballo o en bicicleta) aflojan las partículas de suelo, pero son el agua y el viento los que las desplazan y mueven de su lugar.

Un sendero que está empezando a erosionarse es fácil de reconocer. Una vez que las partículas estabilizadoras de arena y arcilla son removidas por el agua, quedan piedras

y grava sueltas. Este material no es bueno para caminar encima, lo que a su vez hace que los caminantes anden por el borde del sendero, matando plantas, compactando el suelo, e iniciando un círculo vicioso de mortalidad de plantas, compactación, y erosión que eventualmente transforma a un sendero en una cárcava o zanja con piedras desparramadas.

La erosión, además de causar incomodidad para pisar y cárcavas muy desagradables, puede provocar daño al ambiente más allá del propio sendero. Cuando el agua cargada de sedimento fino finalmente se frena, las partículas de suelo se depositan en el piso del bosque, sofocando a plantas pequeñas y en situaciones graves, sofocando incluso árboles al cubrir la parte inferior del tronco. Si estos sedimentos logran llegar a los arroyos o lagunas pueden perjudicar a los peces, y agregar nutrientes sólidos al agua, que disminuyen el oxígeno disuelto que necesitan las plantas y los peces, un proceso llamado eutrofización. La pérdida de suelo en la base de los árboles puede exponer las raíces a enfermedades y debilitar su función de anclaje, posibilitando que se caigan mucho más fácilmente. Además, un sendero erosionado y arruinado hace que los caminantes anden por los bordes o generen atajos, agravando aún más el disturbio al suelo y la vegetación.



PASO 6.- Los mejores suelos para sendero

Como si se hace mal se puede causar degradación de los recursos del área, el diseño, instalación y mantenimiento de senderos de montaña debe basarse en una cuidadosa evaluación de las características del suelo. Trate de obtener algún mapa de suelos de su área para planificar el sendero. Los senderos deberían ubicarse en suelos capaces de soportar la magnitud de uso prevista, sin erosionarse ni encharcarse o empantanarse.

Esta capacidad del suelo para soportar un tráfico de determinada intensidad depende de varios factores. En algunos casos un factor en particular puede ser limitante, y el suelo se degradará rápidamente aunque pueda poseer otras cualidades buenas. En otros casos, hay que considerar una combinación de factores; estos son la humedad, la textura, la estructura y la profundidad.

Humedad del suelo - El alto contenido de humedad puede ser causado por drenaje deficiente. El agua subterránea o napa que se mueve a través del paisaje puede saturar

la superficie de los suelos, especialmente durante períodos de mucha lluvia y durante el deshielo primaveral. El nivel de la napa fluctúa con la humedad de la estación. El nivel más alto de napa durante el mes más húmedo del año, en suelos poco profundos o con drenaje deficiente crea vertientes superficiales y surgentes que pueden crear problemas en un sendero compactado. En suelos con drenaje muy deficiente, como mallines o depresiones cercanas a lagos y arroyos, el agua se mueve tan lentamente que la superficie del suelo puede estar húmeda gran parte del año. No deben hacerse senderos en esas áreas. Si no se pueden evitar, hay que utilizar puentes de mallín.

Indicadores de humedad del suelo: Hay varios indicadores para evaluar el contenido de humedad del suelo en el terreno. La evaluación más sencilla y obvia es visitar el sitio durante períodos de gran flujo de agua -luego de lluvias abundantes o durante el deshielo de primavera. Si se ven muchos hilos de agua en superficie, entonces el sitio no es muy apropiado para un sendero.

Los suelos que tienen un horizonte superficial profundo de color marrón oscuro o negro, pueden drenar mal. Algunos de estos suelos se llaman turbas (“peat”). Generalmente se ubican en mallines o áreas pantanosas, depresiones, y zonas de drenaje pobre. Estos suelos frágiles no son buenos para instalar senderos, a no ser que se ponga una entablonada elevado para que los caminantes no tomen contacto directo con él.

Si usted no tiene experiencia en suelos, directamente observe la vegetación, que le va a indicar las condiciones de humedad y drenaje del sitio.

Textura del suelo: La textura se refiere a las proporciones relativas de distintos tamaños de partículas en una masa de suelo. Es una característica importante para la transitabilidad de los suelos. En general, los suelos francos (con una mezcla de arenas, arcilla y limo) son mejores para resistir la compactación y la erosión. Las partículas más pequeñas, de arcilla y limo, proporcionan cohesión y alta porosidad; la arena y la grava o pedregullo dan permeabilidad y absorción de agua. Estos suelos moderadamente arenosos resisten la compactación y absorben altos niveles de lluvia, lo que los hace buenos para senderos.

Hay que tener precaución al construir senderos a través de arena pura. La arena se vuela al secarse, no soporta muchas plantas que retengan el suelo y mejoren la estructura, y puede terminarse con un sendero que se mueve o desplaza.

Los suelos compuestos principalmente de limo y arcilla pueden ser barrocos cuando hay humedad, y resquebrajados y polvorientos cuando se secan. Estos suelos son altamente erosionables y, en lo posible, debe evitarse construir senderos en ellos, especialmente en pendientes fuertes.

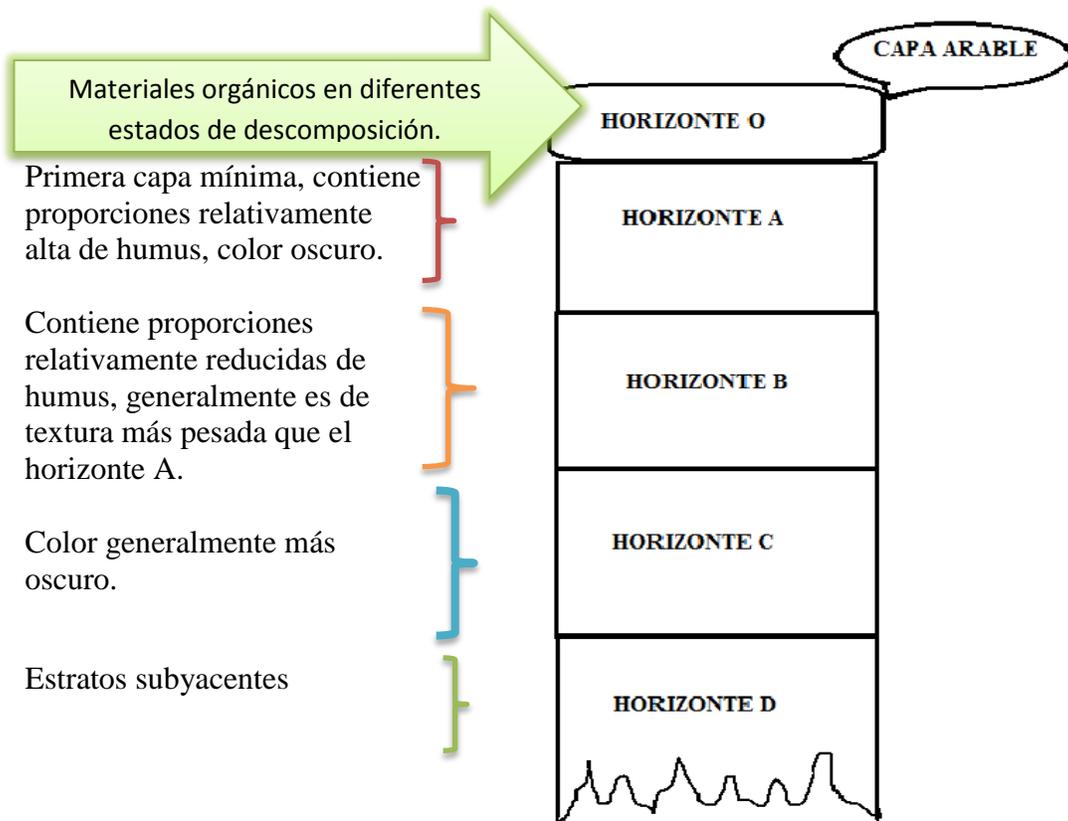
Los fragmentos gruesos en el sendero pueden incrementar la transitabilidad. Los fragmentos tipo grava o pedregullo embebidos en la matriz del suelo ayudan a retener las partículas de arena, limo y arcilla -más erosionables-. También mejoran el drenaje. La grava suelta puede causar incomodidad al pisar, pero eso no es una seria limitación en un sendero en lo que hace a la erosión.

Las rocas y piedras, aunque incomodan un poco la pisada, tampoco son una seria limitación para ubicar senderos. De hecho, pueden ser retardantes naturales de la erosión.

Profundidad del suelo: Los suelos poco profundos sobre sustrato de roca pueden provocar problemas en los senderos. Esos suelos a menudo son pesados y saturados de agua, lo que hace que se erosionen rápidamente y sean arrastrados cuando se camina por ellos. Esto es especialmente agudo en terreno con pendiente, en los cuales grandes bloques de roca pueden quedar peligrosamente expuestos luego del desgaste por el uso. Los caminantes, buscando un paso seguro, usan las plantas del borde del sendero para agarrarse, lo que las mata y agrava los problemas de ensanchamiento del sendero. Este proceso en la mayoría de los casos es malo para el disfrute de una buena experiencia de caminata, y para el ambiente natural.

Las limitaciones que impone la poca profundidad del suelo son especialmente críticas en la zona de altura. El manto de suelo aquí tiene un espesor de sólo algunos centímetros, y las plantas son pequeñas y se dañan fácilmente por el tránsito. En esta zona, hay que tener especial cuidado en diseñar y marcar el sendero evitando curvas abruptas, para desalentar que la gente tome atajos. Disponer piedras en los bordes, y en casos extremos inclusive un muro de roca, ayudará a contener en un área pequeña el impacto del tránsito en los delgados suelos de altura.

La profundidad del suelo y la pendiente son los factores más importantes para localizar un sendero (aquí es importante señalar que a su vez la pendiente –además de influir directamente sobre la vulnerabilidad del sendero–, tiene gran influencia en el tipo de suelo que se encuentra en el área). Ambos son fáciles de medir en el terreno con un barreno para suelos, y a simple vista o con un clinómetro. Por lo tanto, generalmente pueden ser evaluados durante las fases iniciales de la instalación de un sendero.



El Perfil del suelo: los Horizontes – El examen del corte vertical de un suelo muestra la presencia de capas horizontales más o menos definidas, que difieren en color, composición y otras propiedades. Un corte vertical se llama perfil. Un perfil típico consiste de cuatro capas horizontales principales u horizontes. Estos horizontes primarios: O – A – B – C, a su vez pueden subdividirse; y además cada uno puede o no estar presente en un determinado suelo. En ambos casos, hay algunas capas que deben evitarse: turberas, arcillas o capas orgánicas gruesas.

El Horizonte O (Horizonte orgánico): Es 5 veces más liviano que los suelos minerales comunes. Los senderos sobre este tipo de suelos rápidamente se convierten en rocas y raíces expuestas, o se transforman en barriales. Los suelos orgánicos también tienen alta capacidad de retención de agua: de 2 a 20 veces su peso seco en humedad,

mientras que un suelo mineral retendrá sólo un quinto de su peso en agua antes de que ésta escurra.

En los bosques, es deseable encontrar capas orgánicas delgadas, ya que cuando se prepara el piso del sendero hay que retirar esta capa hasta llegar a la capa mineral, más durable (esto se hace, si la capa orgánica no tiene más de unos 5 cm de espesor). En cornisas o peñascos, cualquier suelo debe ser cuidadosamente preservado, porque el espesor total es bastante escaso.

La primer capa orgánica, O1 (O por Orgánico, 1 por ser la primera capa) consiste en materia orgánica no incorporada, apelonada o compactada, con grandes proporciones de fibra bien preservada e identificable como de origen vegetal a simple vista. Este material y fibra generalmente incluye hojarasca y otros residuos vegetales y animales. Esta capa siempre es barrida durante la construcción del sendero.

O2 es la segunda capa orgánica, y aparece cuando O1 se mezcla con el componente mineral del material parental, por la acción de las lombrices y otros organismos del suelo, o por acción del clima. El material vegetal original se descompone, y su origen vegetal ya no es discernible a simple vista, formando el humus, que es el componente principal del O2. O2 contiene menos fibra, es más denso, y retiene menos agua cuando está saturado, que O1. Esta capa puede ser adecuada como superficie de sendero, siempre que se asegure buen drenaje.

La capa siguiente, OF ú OE, se encuentra sólo en algunos lugares. Contiene suelos intermedios con descomposición parcial. La primera propiedad destacada de estos suelos es su color, a menudo marrón oscuro o negro. La segunda es que pueden contener mucha agua. Estos suelos a menudo se forman en áreas pantanosas o

mallinosas, en que las condiciones son adecuadas para la acumulación de depósitos orgánicos. Los perfiles de suelo con este horizonte deben ser siempre evitados para la ubicación de senderos. Si no hay opción, es necesario instalar puentes de mallín para preservar el suelo y proteger la calidad del agua.

Horizontes A – B – C (Horizontes minerales): Son los mejores para senderos.

La primera capa de suelo mineral (y la primera enseguida debajo de las capas orgánicas) es la A, en la cual se acumula materia orgánica dentro de suelo mineral, para formar una mezcla oscura. La capa A, a menudo «sucia» por la rica contribución orgánica, es sobre la cual caminamos más a menudo. Dependiendo de los tamaños de partícula del suelo mineral y del drenaje natural o diseñado por los constructores, los suelos con buen horizonte A permiten senderos muy durables.

Luego viene B, en el cual –en climas templados-lluviosos- hay acumulación de arcillas y óxidos de hierro y aluminio, debido a que son arrastrados por lavado desde el horizonte A. Aquí abundan las estructuras tipo bloque o prisma; si B es grueso, mejor para hacer senderos, pero puede tornarse barroso cuando se moja, y polvoriento y resquebrajado cuando se seca, debido a las arcillas.

En climas más secos, el horizonte B acumula sales solubles, como carbonato de calcio. Como resultado, el horizonte B es generalmente de textura más fina y más oscuro que el horizonte A o que el material parental original, excepto en regiones secas, ya que las sales acumuladas suelen ser de coloración clara.

Finalmente, la tercer capa mineral, C, es la zona de máxima acumulación; ocurre descomposición química pero no biológica. A menudo se encuentra acumulación de carbonatos de Calcio y Magnesio, que producen cementación; C también es llamado

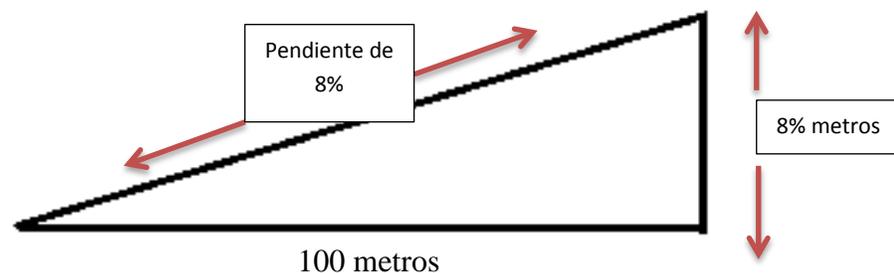
“duripan”. Este nivel es llamado “subsuelo”, y los otros “suelo”. Abajo del C está la regolita R o directamente la roca madre (en la ilustración figura como D).

Indicadores de suelo para la evaluación en instalación de sendero

| Condiciones | Condiciones que imponen limitaciones leves para instalaciones de sendero. | Condiciones que imponen limitaciones moderadas para instalaciones de sendero. | Condiciones que imponen limitaciones severas para instalaciones de senderos. |
|---|---|---|--|
| Humedad del suelo | Nivel superior de napa, a 1,5 m o más; drenaje bueno o moderado. | Nivel superior de napa, entre 30cm y 1,5m; drenaje excesivo. | Nivel superior de napa, a menos de 30 cm, drenaje deficiente. |
| Textura del suelo | Mezcla de arena, arcilla y limo; 20 – 50% de grava. | Alto contenido de arena; 20 – 50 % de grava. | Alto contenido de arcilla: sin grava. |
| Estructura del suelo. | | | Duripanes a menos de 30cm de la superficie; suelo turboso. |
| Profundidad hasta la roca madre. | Más de 1 metro. | 50cm. 1m | Menos de 50cm. |
| Pendiente | 0-5% | 5-20% | Más de 20% |

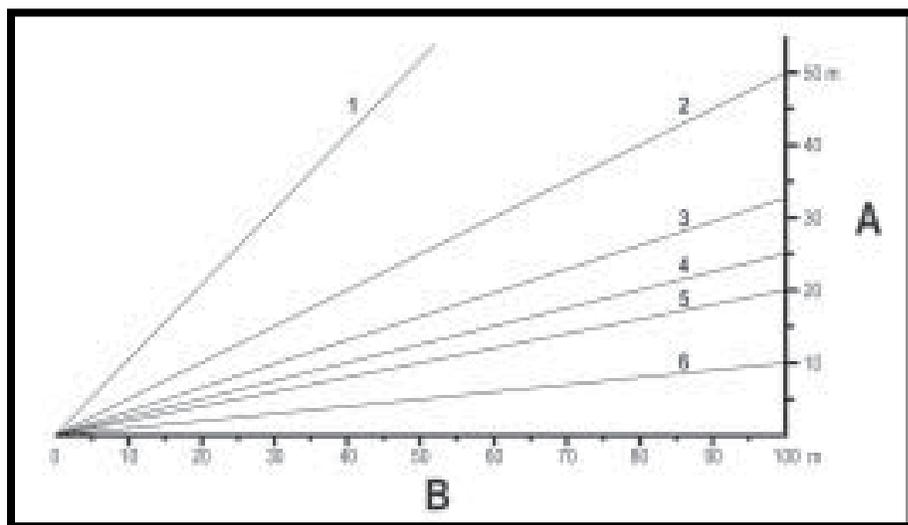
PASO 8.- La pendiente

Pendiente es el número de metros de elevación vertical por cada 100 metros de distancia horizontal, expresado como porcentaje -p. ej., una pendiente de 10 % se eleva 10 metros verticalmente, por cada 100 metros que avanza horizontalmente.



Las pendientes pueden ir desde 1 % para acceso con silla de ruedas, hasta 20 % en suelos muy durables. La mayoría de los senderos de alto uso deben construirse en el rango 5 a 12 %. Los senderos con más de 20 % se hacen difíciles de mantener sin recurrir a estructuras especiales como escalones o superficies endurecidas o con tratamientos especiales.

Importante: no confundir la medición de la pendiente en por ciento (%) con la medición en grados (°). Este gráfico da algunos ejemplos de equivalencias por ciento grados:



A: Elevación

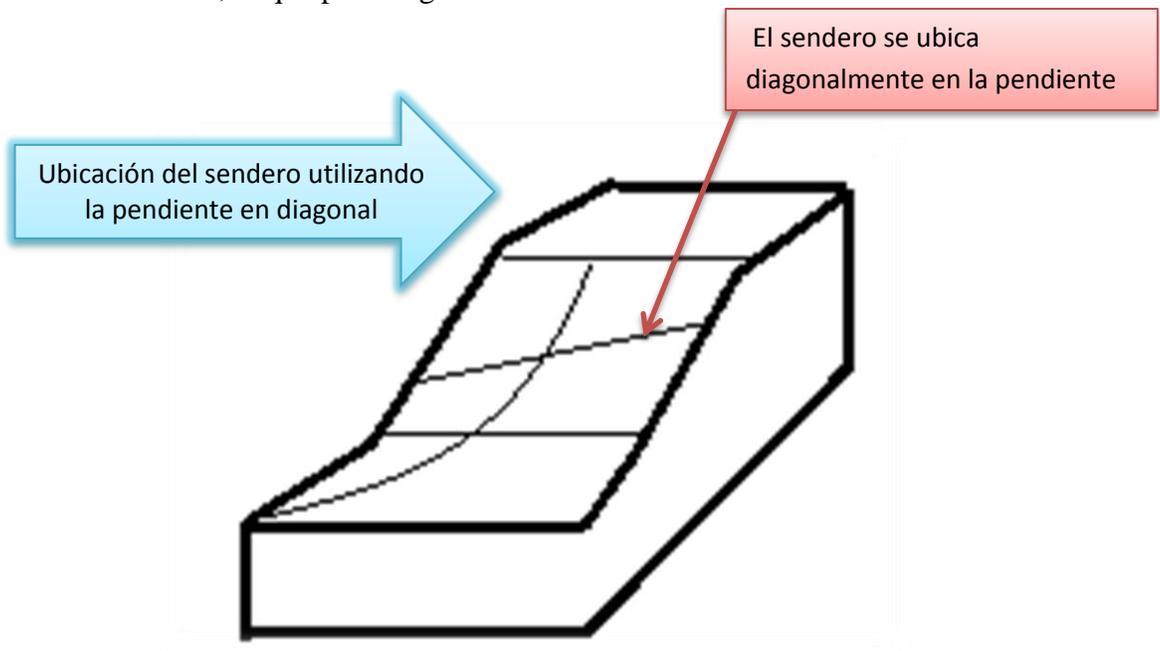
B: Distancia

PASO 9.- Topografías:

Las variaciones topográficas en el paisaje, tales como colinas, lomadas y miradores naturales son parte de un diseño de sendero estimulante e interesante. Si el sendero va siguiendo las variaciones del paisaje, los caminantes tendrán un mayor sentido de aventura y anticipación. Giros y ondulaciones sutiles, trepadas pronunciadas y

dramáticas a un mirador, o la aparición repentina de una cascada mantienen alto el interés y la satisfacción personal.

Estos rasgos del paisaje deben incluirse en el sendero, pero minimizando la interrupción y degradación del ambiente, los suelos y la vegetación. Lo más importante es tener cuidado en pendientes fuertes. En senderos que trepan pendientes largas y pronunciadas, se desarrollarán rápidamente zanjas por la erosión. Por lo tanto, debe encontrarse un feliz término medio entre la función del sendero (ganar elevación) y la tendencia del agua y el tránsito de los caminantes a erosionar rápidamente los senderos en las pendientes fuertes. Este feliz término medio puede encontrarse con una ubicación del sendero siguiendo la ladera, perpendicular lo más posible a la pendiente, de manera que el agua al correr cruce el sendero pero no empiece a descender por éste a altas velocidades, lo que puede agravar seriamente la erosión.



Zigzags o caracoles - Para trepar una pendiente larga y pronunciada en una montaña, ubicar el sendero siguiendo la ladera no alcanza por sí solo para brindar el aumento en elevación que se necesita. El área lateral disponible para un sendero de ladera está limitada por el terreno, por lo que el sendero debe pegar una vuelta y comenzar su movimiento lateral en dirección opuesta. Estas curvas reciben el justo nombre de zigzags o caracoles, y se vienen usando en diseño de caminos y senderos desde hace



siglos.

Los zigzags se utilizan para subir cuestas donde sea difícil o imposible mantener una pendiente de menos de 15 % de otra manera. Deberían hacerse los menos zigzags

posibles, construyéndolos sólo cuando son absolutamente necesarios. Sin embargo, los zigzags siempre son preferibles a los senderos de mucha pendiente.



PASO 10.- Principio Guía para localizar bien el sendero

Asegúrese que se realicen las evaluaciones ambientales necesarias. Construir un sendero nuevo es una intervención significativa sobre el ambiente, con consecuencias potencialmente muy nocivas y difícilmente reversibles si se hace mal. Hay otros aspectos en los que se puede admitir la "prueba y error", pero este es un lujo que no podemos darnos en el trazado, ubicación y diseño de un sendero nuevo. Por esta razón,

es necesario seguir todos los pasos que indiquen las reglamentaciones correspondientes.

- Aproveche las laderas de exposición norte o noroeste. Un sendero que reciba luz solar buena parte del día, quedará libre de nieve más temprano durante la primavera y se secará más rápido luego de las lluvias. También la vegetación puede ser menos densa en laderas soleadas y más secas, facilitando la construcción y el mantenimiento.
- Permanezca siempre en terreno bien drenado, que sostenga al sendero.
- Prevea el mantenimiento futuro. Ubicar un sendero en vegetación demasiado densa, piedras sueltas, pendientes con avalanchas habituales, o terreno húmedo va a hacer que las cuadrillas de mantenimiento no se acuerden muy gratamente de usted.
- Evite o rodee grandes árboles o rocas que si no, habría que quitar. Si se puede optar, ubique el sendero ladera arriba de un gran árbol. El árbol ayudará a estabilizar el sendero sosteniéndolo en su lugar. Hacer el sendero ladera abajo de un árbol a menudo requiere remover las raíces y debilitar el anclaje del árbol.
- Diseñe la ruta de ingreso y de salida de los drenajes, de manera que el agua permanezca en el drenaje en vez de encaminarse hacia el sendero.
- Incorpore suaves ondulaciones en el diseño básico del sendero, para facilitar el drenaje y aumentar el atractivo estético.

- Ubique los zigzags y los giros ascendentes en las caras más redondeadas de las elevaciones o colinas.
- En mallines o pastizales húmedos, tome por los árboles del borde en vez de cortar a través de espacios abiertos. Lo mejor es evitar las áreas húmedas.
- Trate de evitar áreas con deshielo tardío -o que reciban su influencia.
- Diseñe el sendero para llevar a los viajeros a miradores escénicos, rasgos naturales destacados, y otros puntos de interés.
- No se interne en áreas críticas para el pastoreo, nidificación u otras actividades clave de la fauna silvestre. Mantenga a los caminantes y los caballos apartados de las costas de lagos y lagunas y de las barrancas de ríos y arroyos.
- Sea sensible a las comunidades vegetales, ubicando el sendero de manera de minimizar la alteración de especies frágiles o amenazadas.
- Mantenga baja o moderada la densidad de la red de senderos. Los senderos, aun cuando estén muy bien diseñados y no provoquen erosión, igualmente producen impactos sobre las áreas naturales prístinas -fragmentación, disturbio a la fauna, transporte involuntario de especies introducidas, riesgos de incendio y otros.
- Los arroyitos deben en lo posible ser cruzados a ángulos rectos, para evitar que erosionen el sendero.
- Donde se utilice el formato tipo “circuito”, diseñe las rutas de manera que los usuarios suban por pendientes más pronunciadas y desciendan por pendientes

más suaves, ya que el uso pendiente abajo es más dañino que el uso pendiente arriba.

- Diseñe los senderos de manera que se tenga que construir la menor cantidad posible de puentes, entabladas, u otras estructuras especiales. Su construcción
- es muy trabajosa y lleva tiempo y mano de obra. Y si no se las mantiene con regularidad, las estructuras de madera se deterioran hasta tornarse peligrosas.
- Además, las estructuras introducen en el paisaje un elemento humano que puede estar fuera de lugar en un ambiente natural.



El ejemplo de diseño correcto integrado al relieve.

PASO 11.- Trazado

Esta es la etapa en la que Ud. finalmente se interna en la naturaleza y comienza el trabajo físico de construir el sendero. Luego de las etapas de diseño y planeamiento, ya sabrá qué rasgos quiere incorporar, y se habrá cumplido con todos los pasos de evaluación ambiental y administrativos correspondientes. Por encima de todo, siempre tenga en mente el objetivo principal de conservación de la naturaleza, así como satisfacer las necesidades recreativas y psicológicas (comodidad, seguridad, etc.) de los caminantes con el menor impacto posible sobre el ambiente. Recuerde, un buen trazado satisface las necesidades del caminante y es ambientalmente estable.

Antes de empezar a abrir el sendero, hable con la gente del lugar, especialmente los residentes más antiguos. Pueden señalar los rasgos significativos de un área y dar una amplia visión histórica.

Las fotos aéreas pueden revelar rasgos tales como cornisas, peñascos, cursos de agua, viejas huellas, senderos o caminos potencialmente utilizables para el sendero, y otras informaciones detalladas.



PASO 12.- Marco la línea

Vaya al área propuesta para el sendero y recorra o chequee la ruta que se va a seguir. Luego, recórrala de nuevo. Cuanto más tiempo invierta en esta fase, mejor será la traza final. Marque la ruta propuesta con cinta de color bien visible, y con cintas a intervalos frecuentes. Puede usar diferentes colores para posibilidades alternativas de traza.

Para este trabajo es preferible la primavera y el otoño; la visibilidad en zonas de lenga, por ejemplo, es excelente porque los árboles están sin hojas, y es más fácil examinar y evaluar el suelo cuando no hay nieve ni hielo. Si hay tiempo, chequee la traza propuesta en diferentes momentos del año. Revísela en primavera para ver si hay problemas de drenaje y humedad.

PASO 13.- Organizando los datos de los senderos

Use un mapa o carta topográfica para ir registrando los datos de la ruta. Si el proyecto es complejo, se puede organizar un archivo de computadora o con fichas, donde uno registra todos los rasgos pertinentes. Este archivo se puede organizar en forma lineal, empezando con el comienzo del sendero. Describa en cada ficha la naturaleza de un rasgo y si tiene un efecto positivo o negativo en el sendero.

Así, cada rasgo será un punto que deberá ser evitado (un pantano o una pendiente muy fuerte) o incluido si su efecto es positivo (una buena vista). La selección final de la ruta implicará entonces conectar los rasgos positivos y rodear o circunnavegar los negativos.

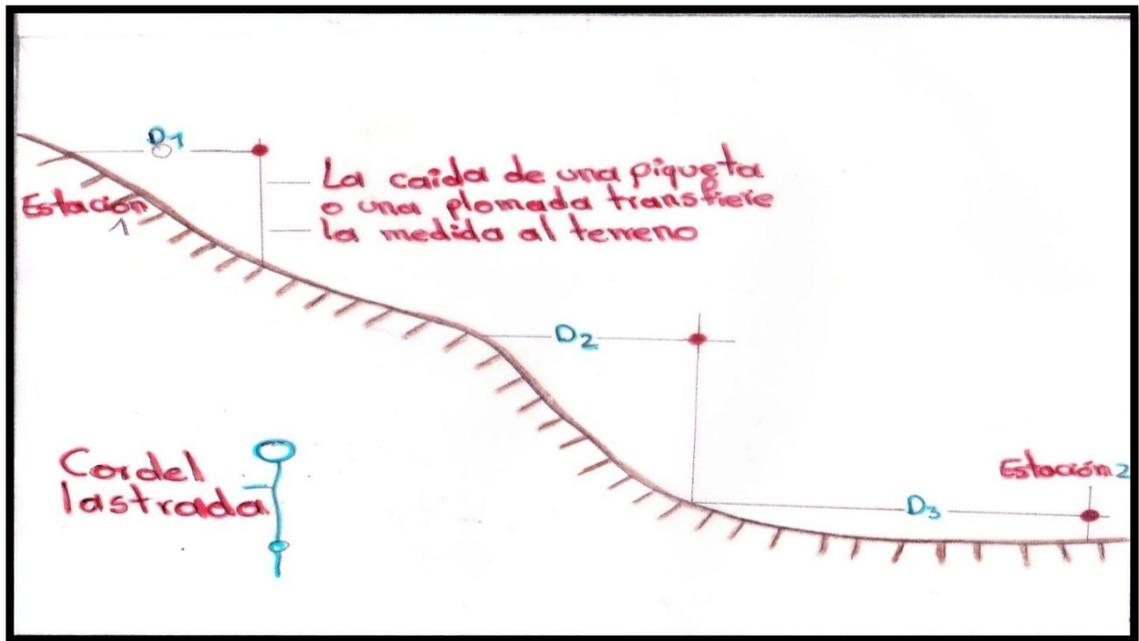


PASO 14.- La medición de la pendiente

Si la pendiente no es correctamente establecida desde su diseño, a la larga el sendero deberá ser abandonado o clausurado, o se deteriorará el ambiente en forma prácticamente irreversible. Y además, mientras esté en uso, el sendero no será satisfactorio

Por eso la correcta medición de la pendiente es tan crucial.

Para medir bien la pendiente se necesita instrumental. El de uso más frecuente es el clinómetro, que es en realidad un instrumento muy simple.



Uso del clinómetro: Sostenga el clinómetro en su mano derecha, con el agujerito para el ojo hacia usted. Mientras mira a través del agujerito con su ojo derecho, mantenga el ojo izquierdo abierto y con él mire el terreno que tiene enfrente.

Debería ver las escalas del clinómetro superpuestas con el paisaje; si se le dificulta, pruebe al revés –ojo izquierdo por el clinómetro, derecho para el paisaje.

Observe cómo se mueven las escalas del clinómetro a medida que sube o baja su cabeza junto con el instrumento. Mueva la cabeza lo suficiente para encontrar el final de las escalas, y allí va a encontrar cómo está calibrada cada escala. La escala más importante para el trabajo en senderos es la escala de por ciento, marcada con el símbolo %. La mayoría de los clinómetros tienen al lado otra escala, por ejemplo marcando grados. Es muy importante no confundirse de escala y tomar una lectura creyendo que es por ciento, pero léida de la escala de grados! El resultado va a ser un

sendero muy mal diseñado! Lo mejor es ignorar las otras escalas y sólo usar la escala de por ciento.

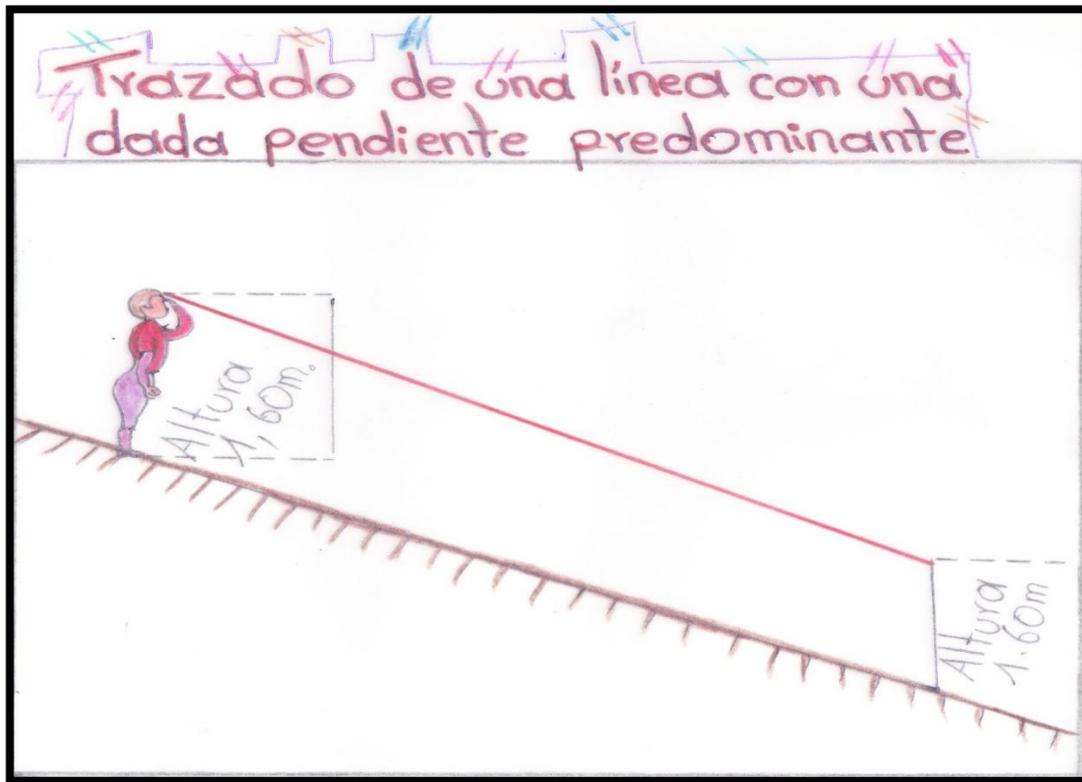
PASO 15.- Trazado de una línea con una dada pendiente predominante: Clave en el diseño de un nuevo sendero, es la marcación de una ruta que trepe o descienda con una pendiente pre-determinada.

Para esto se necesita un clinómetro, un ayudante, cinta para marcar, y estacas.

Párese al comienzo de la ruta y envíe a su ayudante a que se pare a unos 3 a 6 metros, enfrente a usted. Mire a través del clinómetro, hacia el blanco de su ayudante y lea la pendiente por ciento. Si es menor que la indicada en las especificaciones para esa ruta, que el ayudante se ubique más alto en la pendiente o ladera. Si es mayor que lo pre-determinado, que baje. Continúe dirigiendo los movimientos del ayudante hasta que el filamento coincida con su blanco y con el porcentaje de pendiente buscado. Ahí, el ayudante debería marcar el sitio con una estaca con cinta o algo así.

Luego camine hasta donde está su compañero/a, y que él o ella repitan el proceso desplazándose hasta un nuevo punto, a lo largo de la ruta potencial o posible. Repita los pasos hasta haber completado la línea.

Si tienen un clinómetro cada uno, el ayudante puede también medir la pendiente hacia usted mientras usted hace lo propio; las lecturas deberían coincidir (pero con signo inverso). También se puede acelerar el trabajo haciendo usted una lectura, luego el ayudante empieza a marcar el sitio y mientras, usted lo pasa y sigue, entonces el ayudante toma la lectura con usted como referencia, etc.



PASO 16.- Ubicación de los puntos de control

En la fase exploratoria, identifique los principales puntos de control del sendero, aquellos puntos por los que prácticamente seguro va a pasar el sendero. Además del comienzo y el final, los puntos de control podrían ser, por ejemplo, un determinado paso, la base de un afloramiento rocoso, un abra en medio de un bosque denso, el borde de un mallín, un punto con muy buena vista paisajística, o un cruce de arroyo de poca profundidad. Dibuje los puntos de control en un mapa topográfico. Luego, la definición final de la ruta será cuestión de unir entre sí los puntos de control, con líneas que tengan una determinada pendiente predominante fijada en las especificaciones.



PASO 17.- Mapeo de las líneas con las pendientes especificadas

La primera etapa del trabajo se hace en el escritorio, con un mapa topográfico (con curvas de nivel) y un compás. Primero hay que conocer la fórmula para determinar el porcentaje de pendiente:

Porcentaje de pendiente: Elevación

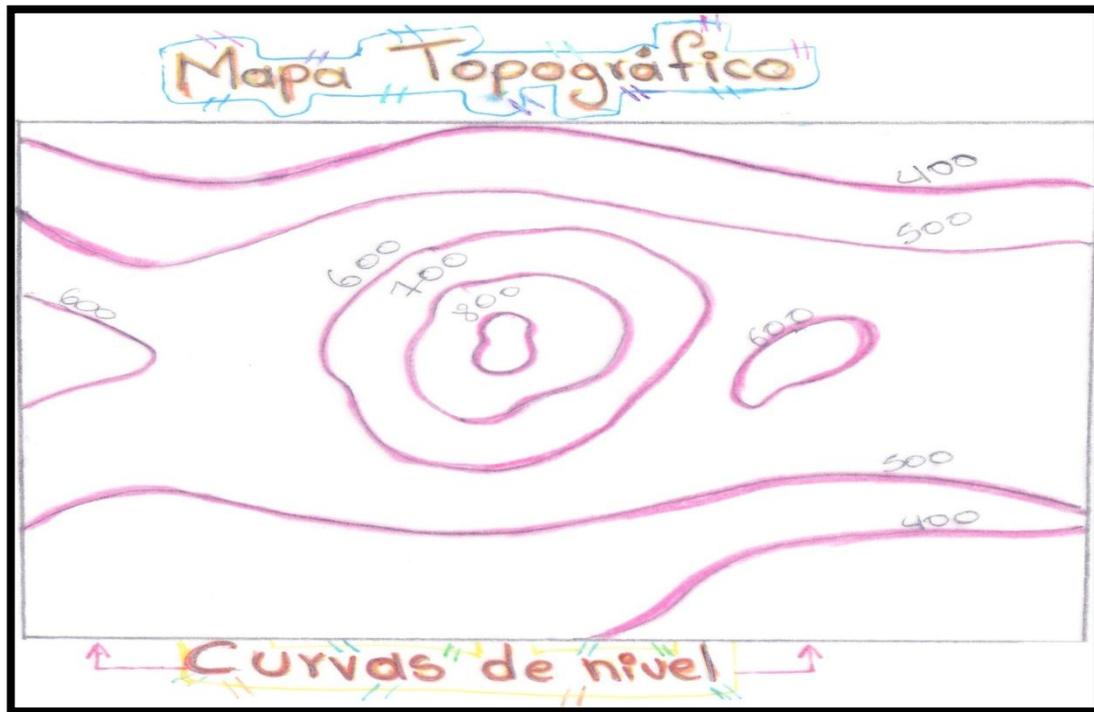
Distancia

Siga los siguientes pasos:

- En el margen inferior del mapa, ubique el intervalo entre curvas, que marca la distancia vertical entre las curvas de nivel. Inserte ese número en la ecuación, como la elevación.

- Elija un porcentaje de pendiente que no exceda el máximo permitido en las especificaciones para ese sendero. Inserte ese número en la ecuación, como el porcentaje de pendiente.
- Deduzca la distancia dividiendo la elevación por el porcentaje de pendiente.
- En el borde del mapa, encuentre la escala, y úsela como referencia para separar las puntas del compás de forma equivalente a la distancia recién calculada.
- Luego ubique una de las puntas del compás en un punto ubicado en la curva de nivel donde comienza el sendero. Mueva el compás por la dirección que probablemente tomará el sendero, y apoye la otra punta en la próxima curva de nivel inmediata más alta (si el sendero ha de trepar) o más baja (si presume que va a descender). La distancia entre las puntas del compás representa en el mapa la localización aproximada de la ruta, a la pendiente especificada.

Vaya aplicando esta técnica desde el comienzo del sendero hasta el primer punto de control, subiendo o bajando en forma lo más pareja y constante posible, colocando la punta libre del compás en la curva de nivel adyacente que corresponda.

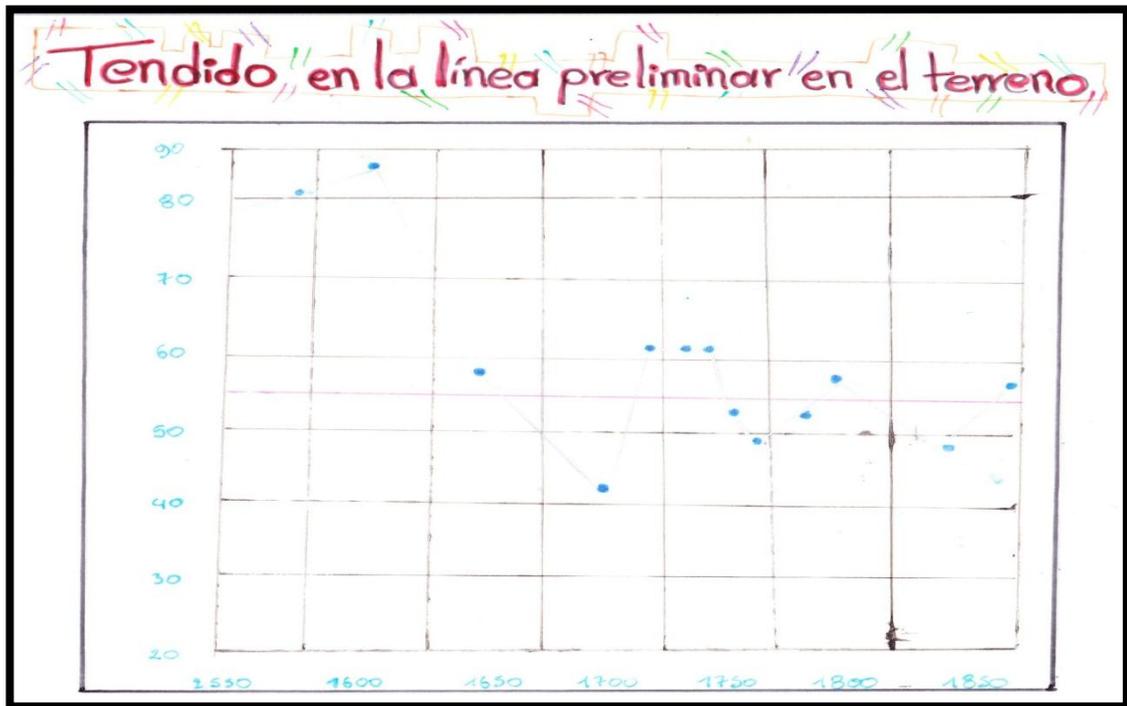


PASO18.- Tendido en la línea preliminar en el terreno

La línea en terreno transfiere la ruta potencial desde el mapa al lugar. Su propósito es doble: comprobar en el lugar la pendiente predominante a utilizar, e identificar puntos de control adicionales que pudieran aparecer.

En el comienzo del sendero, empiece a establecer la línea usando la pendiente predeterminada; medida que va avanzando, cambie levemente la pendiente si es necesario para sortear obstáculos importantes, pero no pierda tiempo haciendo “sintonía fina”.

Si su línea inicial lo lleva directamente al primer punto de control, entonces tiene fuertes evidencias de que “la pegó” con la pendiente predominante para ese tramo de la ruta. Por otro lado, si la línea llega muy arriba o muy abajo del primer punto de control, probablemente la pendiente estimada fue muy alta o muy baja.



PASO 19.- Tendido de líneas subsiguientes

Basándose en el conocimiento ganado con el tendido de la línea preliminar, releve nuevamente la ruta, marcando su segunda localización con cintas de otro color. Desvíese de la primera línea siempre que eso resulte en mejor ubicación del sendero, pero siempre quédese dentro de la pendiente máxima permitida por las especificaciones del proyecto. En terreno muy escarpado, puede ser necesario tirar tres, cuatro o incluso más líneas con diferentes colores, probando diferentes pendientes en distintos tramos, hasta que se da con la combinación ideal.

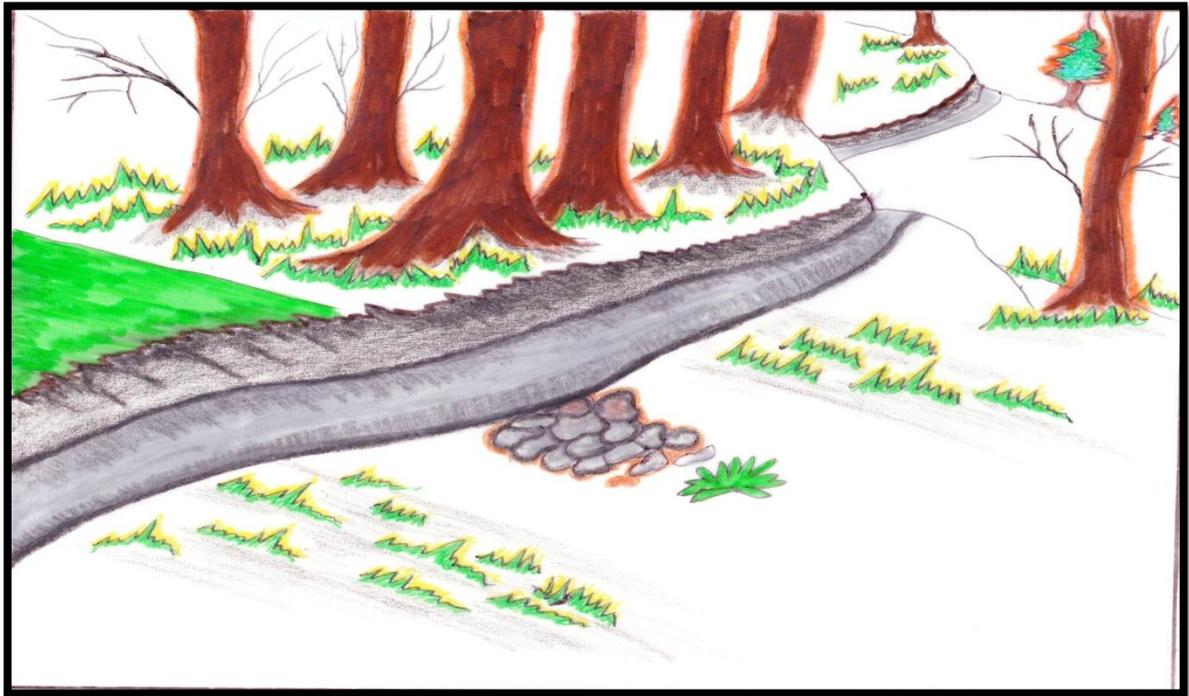
Las especificaciones para pendiente (¡cuando existen!) generalmente dan una pendiente predominante máxima (por ejemplo, 8 por ciento), y luego se dan las excepciones permitidas, tanto en por ciento como en distancia (por ejemplo, “Hasta 15 por ciento para tramos no mayores de 30 metros”). Evite la tentación de recurrir a esa

pendiente “máxima excepcional” para sortear abruptamente un obstáculo, en lugar de volver atrás con el diseño para poder utilizar un cambio mucho más suave de pendiente y de esa manera evitar el obstáculo –sea por abajo o por arriba. Sea paciente, y ajuste la línea adecuadamente, de manera que los cambios de pendiente sean graduales y se mantenga el suave transcurrir de la ruta.

Hondas de drenaje

La línea final puede incorporar hondonadas de drenaje para prevenir la erosión y eliminar o disminuir la necesidad de barras de agua. Para diseñarlas, invierta la pendiente predominante justo durante una distancia suficiente como para establecer un descenso y posterior ascenso en elevación de unos 30 cm del sendero, que va a sacar el agua del sendero antes de que cause erosión.

Las hondonadas de drenaje son más efectivas y menos notorias cuando ya se incorporan de entrada el diseño en lugar de aplicarlas al sendero ya construido. El espaciamiento entre hondonadas de drenaje depende de la pendiente del sendero, la frecuencia esperada de lluvia, y la estabilidad del suelo (ver más detalles más adelante).



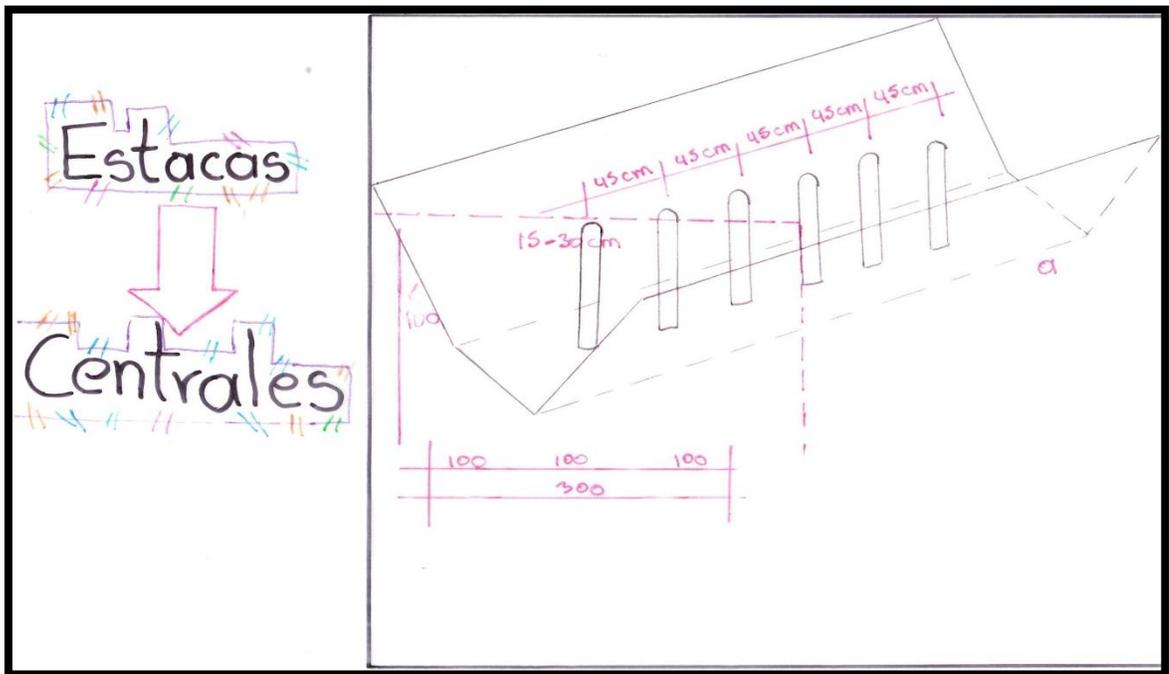
PASO 20.- Estaqueado de la ruta final, creación de una hoja de construcción.

Luego de establecer la línea que resuelve los problemas de respetar las pendientes predominantes especificadas, conectar los puntos de control, y evitar los obstáculos, lleve a cabo un relevamiento final de la ruta, esta vez marcándola con estacas de madera y desarrollando una hoja o planilla para registrar los detalles de la ruta propuesta. A medida que avanza, vuelva a medir las pendientes con el clinómetro, y haga los refinamientos de último momento que sean necesarios. Puede anotar en las propias estacas información de distancia y construcción, y anote los mismos detalles en la planilla o en un grabador portátil.

Loa distintos diseñadores de senderos difieren en sus preferencias para ubicar las estacas.

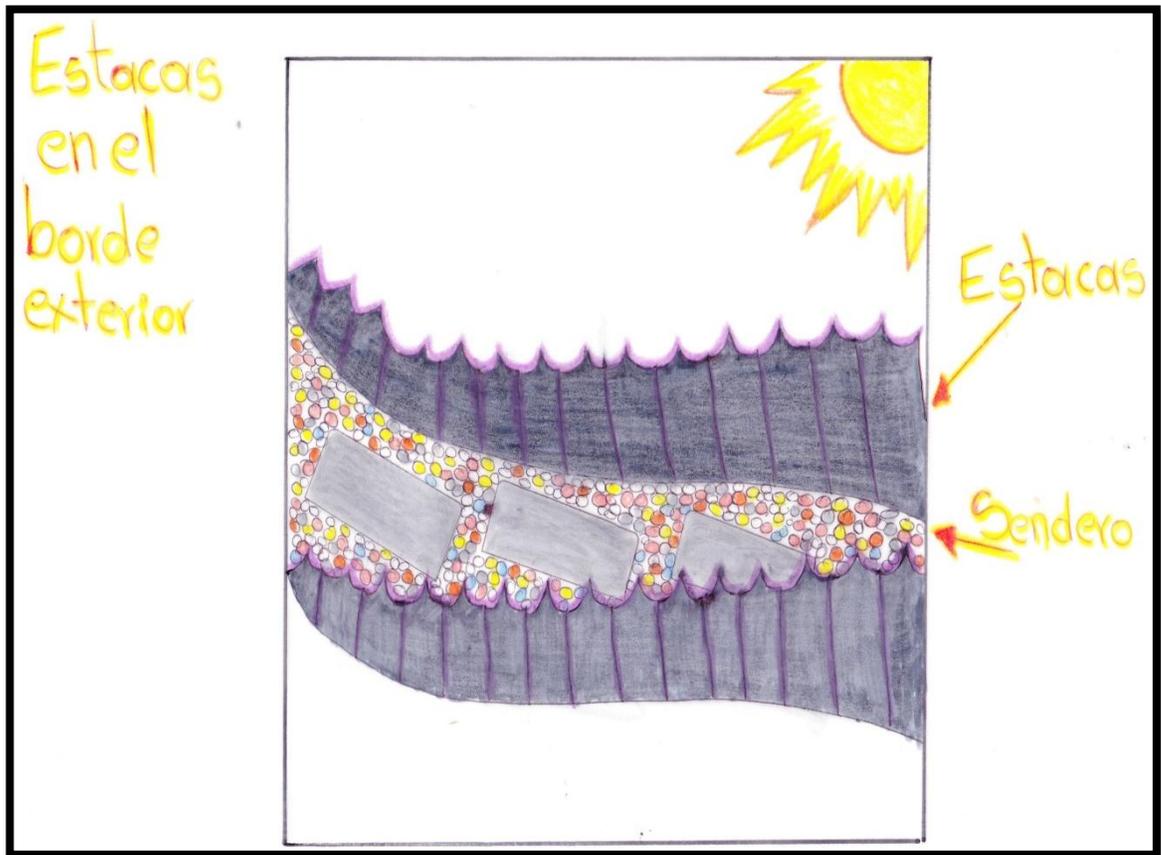
Estacas centrales: Se ubica cada estaca en el centro de la línea.

- Ventaja: esto da una idea muy precisa del devenir del sendero.
- Desventaja: a medida que el trabajo de construcción va llegando a cada estaca, hay que sacarla para permitir la excavación.



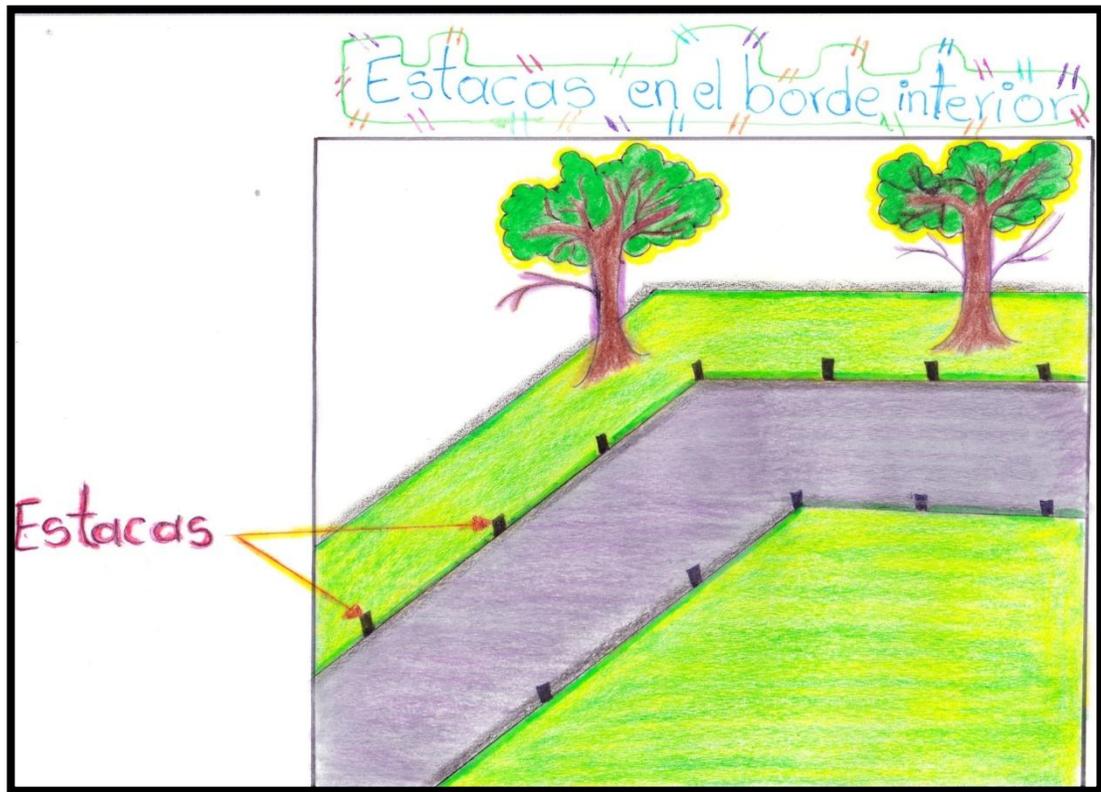
Estacas en el borde exterior: se las ubica en el borde exterior del sendero proyectado.

- Ventaja: Cada estaca indica el nivel exacto al que quedará el piso eventual del sendero. Las estacas pueden permanecer mientras se trabaja o excava el sendero.
- Desventaja: Puede ser difícil determinar exactamente dónde empezar a cortar el borde interior del sendero.



Estacas en el borde interior: raramente se usa esta técnica sola; se la puede utilizar en conjunto con las otras.

- Ventaja: Las brigadas pueden ver enseguida dónde empezar la excavación del sendero.
- Desventaja: apenas se comienza a trabajar, puede ser necesario sacar las estacas.



Estaqueo combinado: se ponen estacas en el centro, en el borde exterior, y en el borde interior.

- Ventaja: es la técnica ideal para mostrar todos los aspectos de la ruta propuesta, especialmente para brigadas principiantes.
- Desventaja: esta técnica consume el triple de estacas.

PASO 21.- Vegetación

El tipo y densidad de vegetación en las áreas que se proponen para un sendero, tienen dos funciones principales en el diseño: una función estética, enriqueciendo la experiencia del caminante; y una función de manejo, como herramienta para ayudar al diseñador en la protección del ambiente.

Incluya variedad de vegetación a lo largo de la traza de un sendero, para hacerlo más interesante y satisfactorio. Por otro lado, la continuidad u homogeneidad en la composición vegetal también tiene su propio atractivo: un tramo prolongado de bosque denso puede promover un excitante sentimiento de aventura. Los caminantes suelen estar interesados en los ambientes naturales. En algunos casos, sin embargo, la vegetación modificada puede también ser interesante y educativa, y valiosa al proveer buenas visuales.



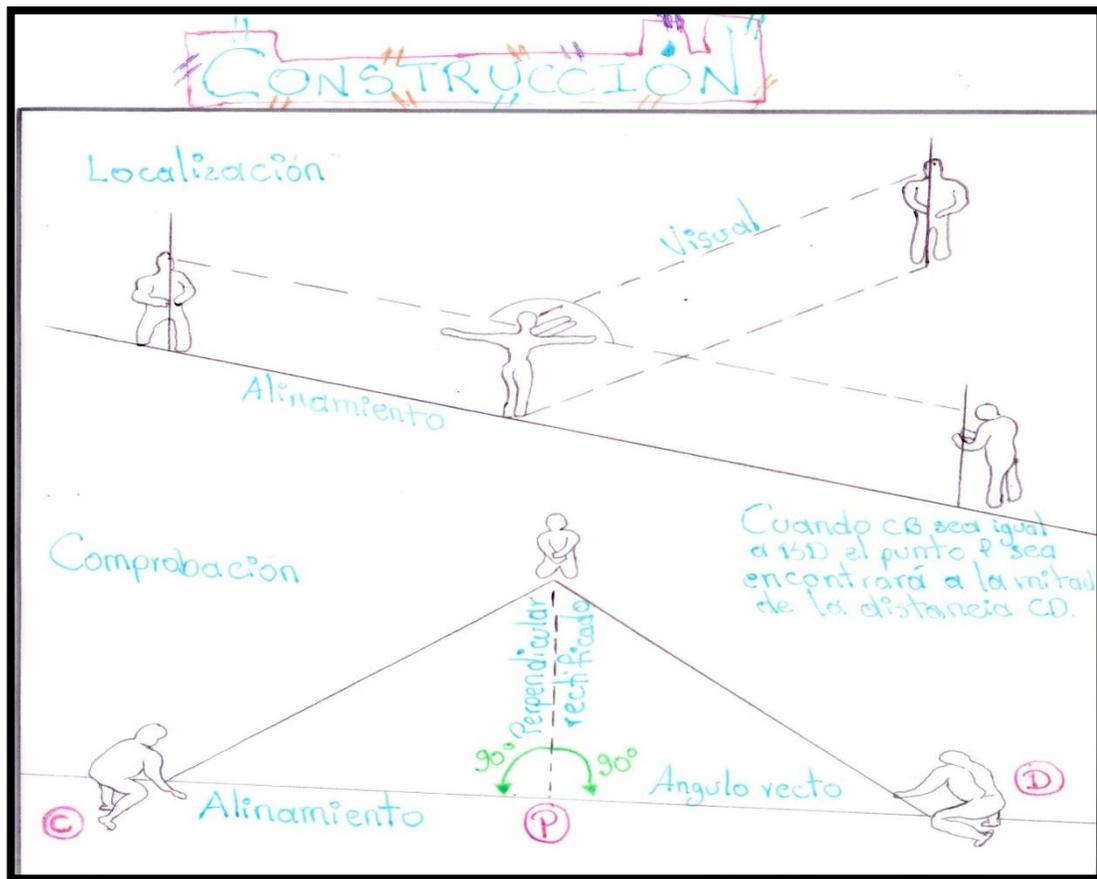
No hay un criterio único para hacer una elección estética entre un tipo de vegetación y otro. De hecho, las cualidades estéticas de la vegetación generalmente serán una consideración secundaria. Su primer énfasis en cuanto al diseño debe estar puesto en las características de los suelos y la topografía que tienen gran influencia en la estabilidad del sendero en terrenos montañosos e inestables.

PASO 22.- CONSTRUCCIÓN

Una vez que se diseñó el trazado, se está listo para construir el sendero.

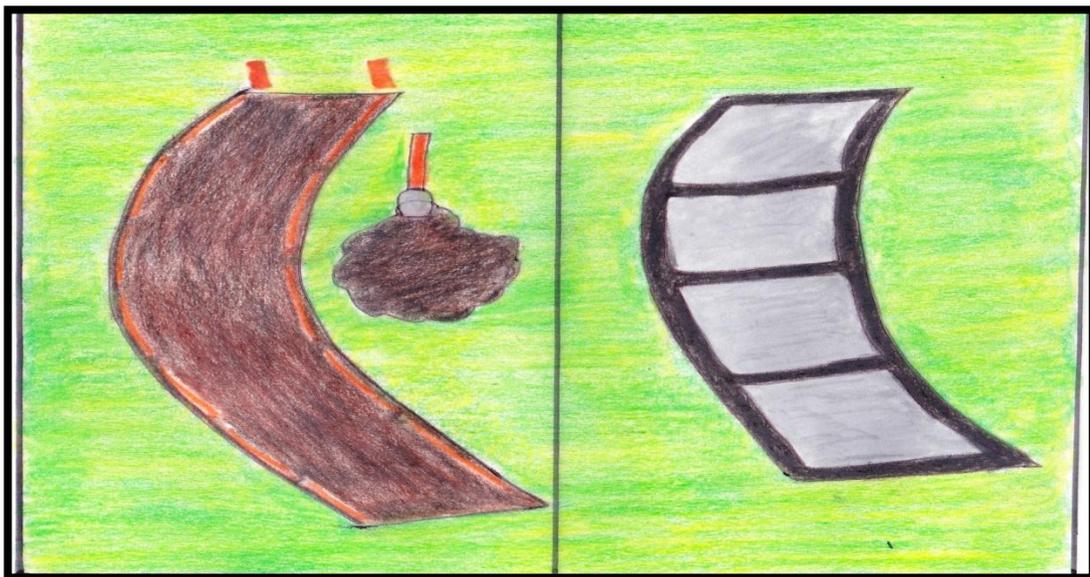
La construcción es en realidad un proceso permanente, que empieza con hacer el sendero, pero debe continuar con el mantenimiento periódico. A medida que el sendero se desgasta o deteriora por el uso, va a ir viendo que hay lugares que necesitan más drenaje, algunos escalones de piedra, o inclusive un corto re-trazado en algún sector.

La construcción inicial es en realidad bastante simple. Limpieza de plantas y material caído (ver capítulo "Mantenimiento de Senderos"), preparación de la superficie, y marcación.



PASO 23.- Preparación para la superficie

Comiencela una vez finalizada la limpieza de vegetación. Esta etapa consiste en preparar el piso del sendero para el tráfico de caminantes, e implica retirar materiales orgánicos (la capa O1 u hojarasca) tales como hojas, raíces y corteza; la vegetación en descomposición; y el suelo orgánico (la capa O2 o materiales orgánicos descompuestos). Retirar todo hasta llegar al suelo mineral permite mantener el sendero más seco, define el sendero, y le ayuda a asentarse más rápidamente. Si no se prepara la superficie, a poco de usarse un sendero con mucho material orgánico se transforma en un masacote húmedo e incómodo de barro y pequeñas raíces. De todos modos, luego durante las tareas de mantenimiento futuras es beneficioso para el sendero no retirar la hojarasca, ramitas y otros materiales orgánicos que se van a ir depositando, ya que amortiguan la erosión y la velocidad del agua.



Para preparar la superficie use una zapa, un pico de hacha y zapa o un rastrillo segador. Para asegurar un piso uniforme, marque cada lado en base al ancho estándar

de su sendero, con cinta, sogas o estacas. Excave suavemente hasta llegar al suelo mineral, y desparrame los materiales orgánicos hacia afuera del sendero.

Amontone la hojarasca y restos hacia el lado de ladera abajo del sendero. Corte y retire la densa masa de raicillas que se forma debajo de la hojarasca, con un rastrillo segador. Use un hacha para raíces para las raíces más grandes, pero sólo cuando representen un peligro para caminar.

PASO 24.- Excavación

Lo anterior puede ser todo lo que se necesite en terrenos planos o con muy poca pendiente. Inclusive algunos proponen que en este tipo de terrenos lo único lo que se necesita al principio es simplemente sacar los arbustos y disponer rocas en las márgenes del sendero planificado, para guiar a los caminantes. Con el uso, el propio impacto de las pisadas se va a encargar de “excavar” hasta formar un piso de suelo mineral, y luego se pueden sacar las rocas de los bordes. Este método que debe ser usado con mucho juicio minimiza el disturbio y permite que el sendero se cree con baja alteración del perfil de suelo.

Pero, a medida que el terreno se hace más empinado, el sendero empieza a discurrir por la ladera, lo que requiere la excavación de una plataforma casi horizontal para el sendero. Como resultado del trabajo de relevamiento hecho para el diseño, tendremos una serie de estacas de madera que marcan la localización del futuro sendero. Dependiendo del método elegido, las estacas marcarán el centro, el borde exterior o el

borde interior del sendero. Los constructores deben tener muy claro qué método de estaqueado se utilizó durante el relevamiento.

Hay básicamente dos tipos de excavación de la plataforma del sendero:

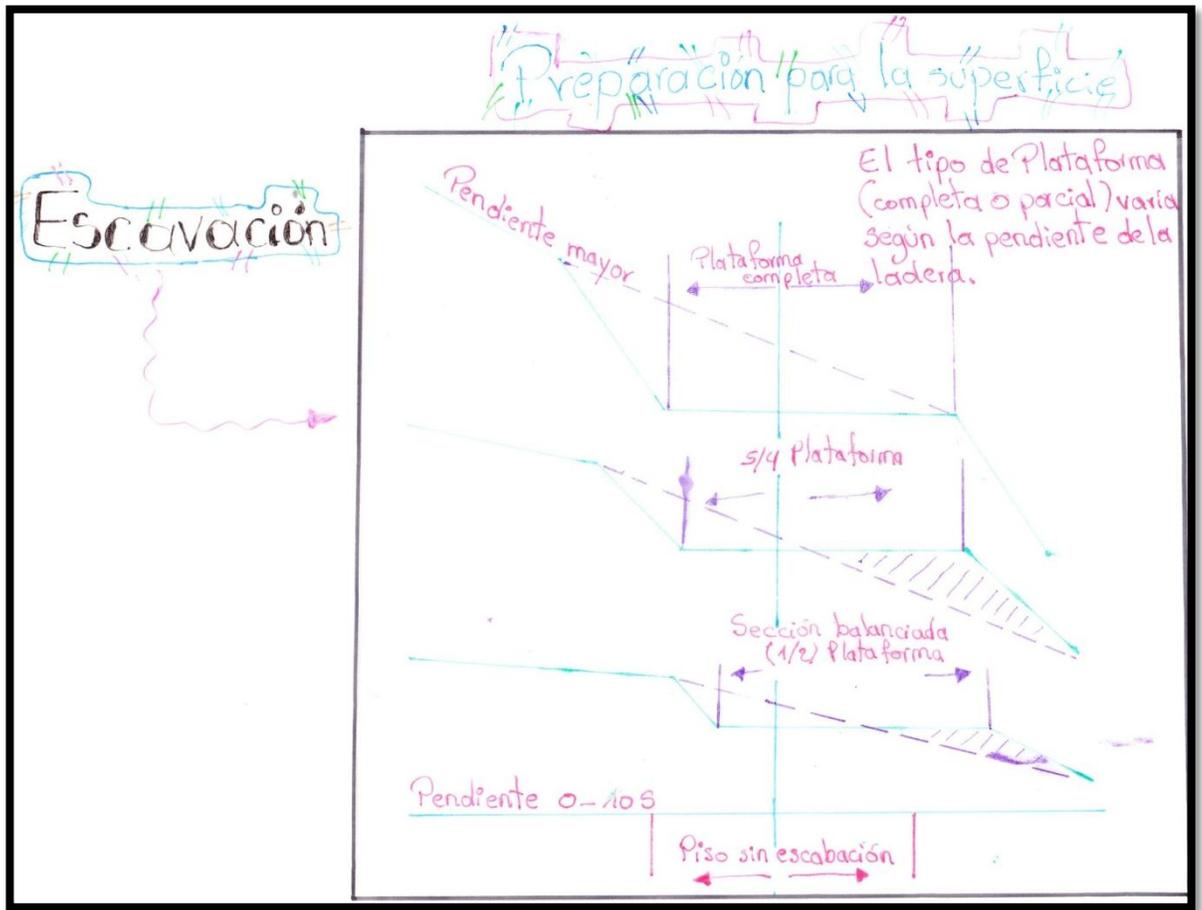
- Plataforma completa
- Plataforma parcial.

En laderas empinadas, generalmente es necesario excavar la plataforma completa.

El suelo que se ha sacado en la excavación se tira lo más lejos posible, no debiendo usarse en absoluto para rellenar el lado del talud (pendiente abajo), ya que ese material suelto se va a erosionar rápidamente. Es fácil ver, analizando la figura, que el relleno que uno ponga del lado del talud tendrá una pendiente aún mayor que la de la ladera; de ahí el gran riesgo de erosión cuando la pendiente de la ladera ya es de por sí alta.

Sin embargo, a medida que la pendiente disminuye, puede hacerse más factible usar material de relleno (sacado de la excavación) como parte del piso del sendero.

En estos casos se puede hacer una excavación de plataforma parcial. Sin embargo, siempre va a ser más durable y requerirá menos mantenimiento la plataforma completa, aun cuando requiere más excavación de la ladera.



Hay un balance que hay que evaluar en cada caso. La construcción con excavación de plataforma completa suele ser más costosa porque se necesita más excavación, y además resulta en un contra talud más grande. De todos modos, la mayoría de los profesionales en senderos prefieren la construcción con plataforma completa.

Un método muy cómodo para utilizar un ancho estándar en la apertura del sendero es hacerlo conforme el largo del pulaski o de la picota. Picando sobre el borde superior, el ancho está dado entre ese punto y el de apoyo de los pies del operario.

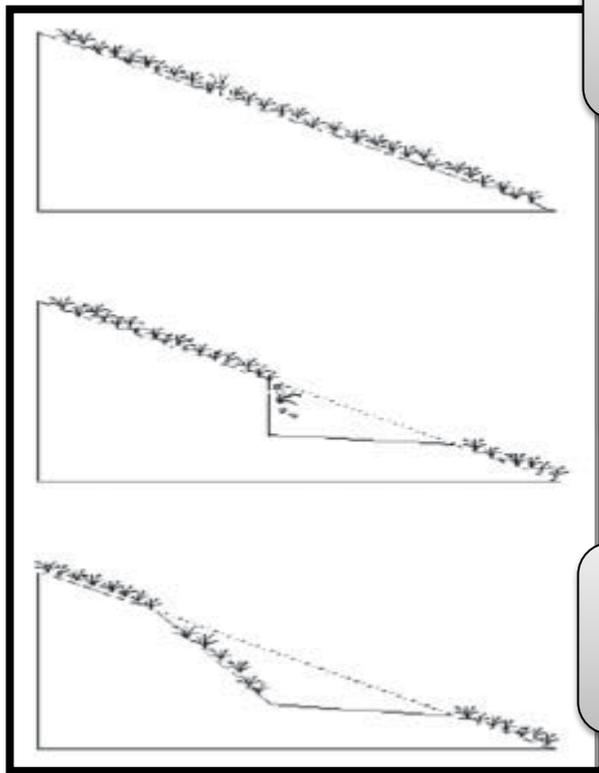
En general, nunca debe apilarse o disponerse suelo suelto proveniente de la excavación- en los bordes del sendero intentando ensancharlo. Ese suelo nunca será

tan compacto como el suelo originario, lo que causa que estos “ensanchadores” inadecuados se laven o deslicen de donde fueron puestos.

Una manera mejor de disponer del material que se excavó, es formando montículos para su uso posterior en sitios de restauración, o como relleno detrás de las paredes de retención o en terraplenes. Si esto no es posible, es aconsejable irlo tirando con la pala pendiente abajo, lo más lejos posible, o llevarlo con baldes o carretilla a un sitio adecuado de disposición.

Trate siempre de agregar un par de pulgadas al ancho especificado para su sendero. Siempre algo de material se va a acumular en el borde interior (o superior), y siempre algo se va a derrumbar en el borde exterior (o inferior), lo que va a angostar el sendero un poco.

Luego de que se excavó una sección de sendero, dé le forma al contra talud (la barranquita del lado de ladera arriba o interior). Para eso, saque el material que de otro modo caería sobre el piso del sendero en el curso de los primeros años de deshielo y lluvia. Use McLeods y rastrillos para sacar ese suelo, rocas y hojarasca del contra talud empujándolo al piso del sendero, de donde luego lo sacará con palas.



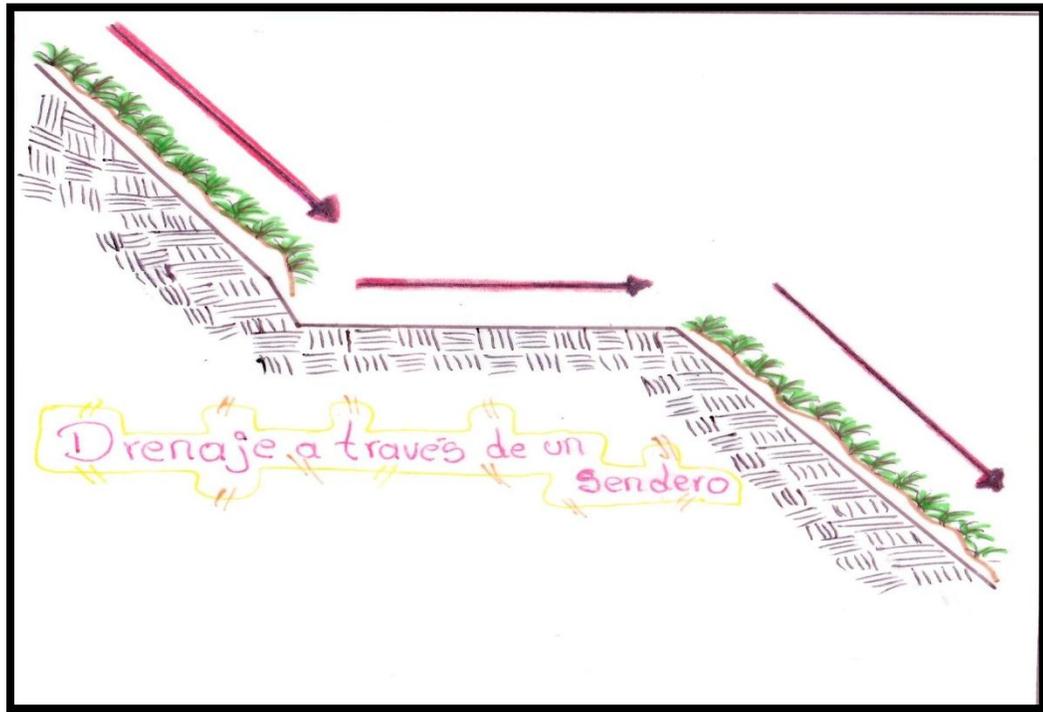
Ladera antes de construir el sendero. El agua se mueve ladera abajo suavemente, y su velocidad es moderada por la vegetación.

Plataforma del sendero excavada. El contra talud no está bien terminado. El agua fluyendo por el contra talud vertical lo socava, y erosiona el sendero.

Aquí el contra talud se ha suavizado y re-vegetalizado. El agua entonces vuelve a desplazarse suavemente.

Una vez que se excavó el sendero y se dio forma al contratalud, viene el alisamiento del piso y la creación del peralte. Además, en caso de ser necesario, se instalan los puentes, paredes de retención, terraplenes, y otras estructuras requeridas.

La mayoría de los senderos de ladera deben tener peralte –una leve inclinación lateral-, para que el agua que fluye hacia el sendero tienda a cruzarlo y continuar ladera abajo – una especie de auto drenaje. El grado de inclinación es pequeño, y en general los usuarios no lo notan. Al mismo tiempo, asegúrese de que el borde del sendero quede libre de obstáculos, como bermas, troncos o piedras, que pueden obstaculizar el libre drenaje.



Las brigadas sin experiencia tienden a construir senderos con demasiado peralte.

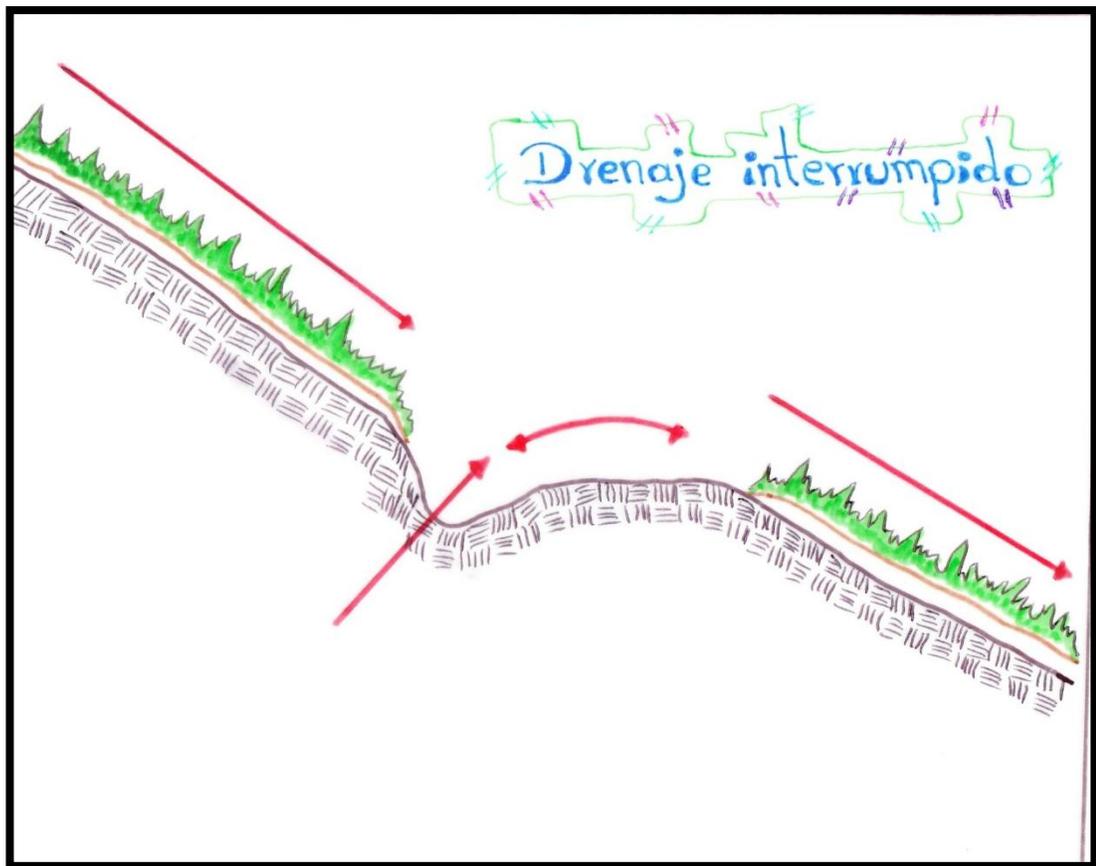
Si estando parado en el medio del sendero siente que hay una inclinación, entonces hay demasiado peralte. Debido a esa tendencia a exagerar el peralte, es casi seguro que si una brigada intenta construir un sendero sin peralte, termine construyendo el peralte justo.

Una manera práctica de testear el peralte es usando una manzana o naranja.

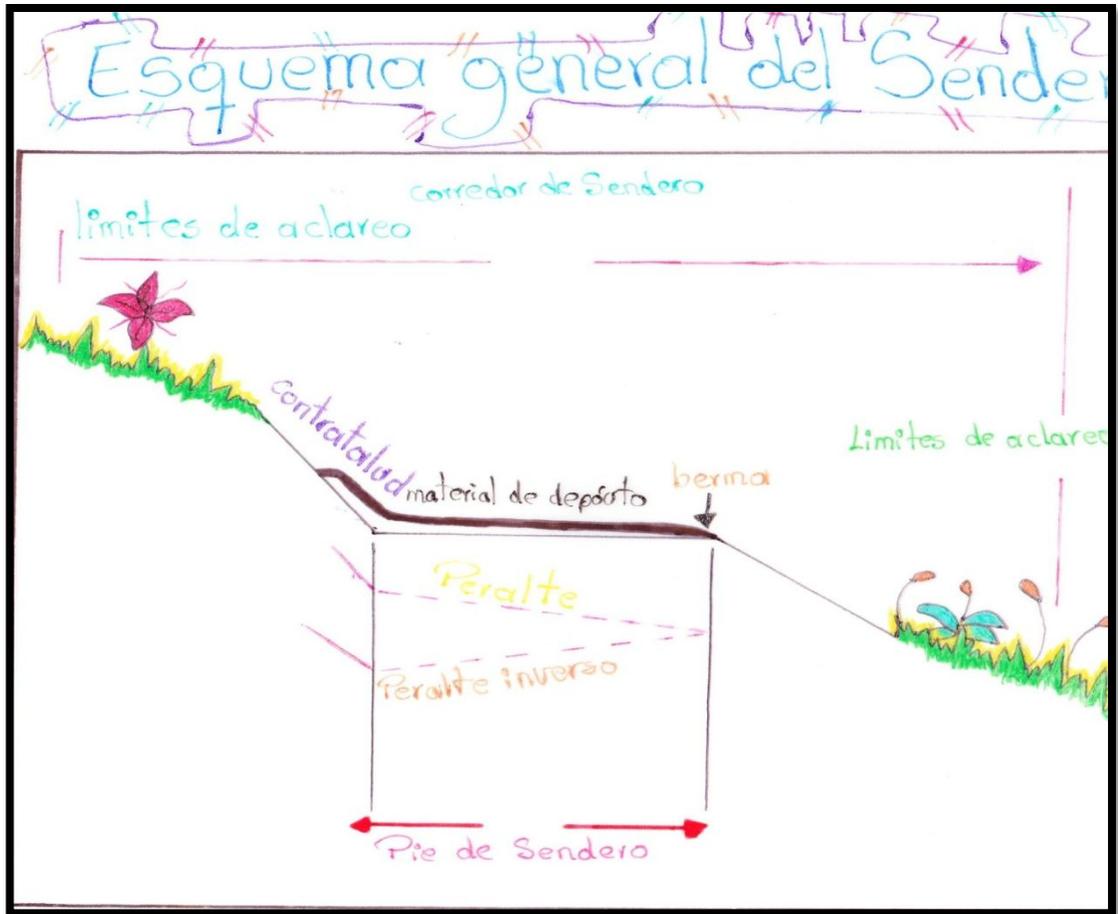
Hágala rodar por el sendero, como bajando. En lugar de permanecer derecho por el centro del sendero, debería gradualmente ir doblando y cruzar el sendero.

Luego, debe culminarse la preparación de la superficie como se explicó en la sección anterior.

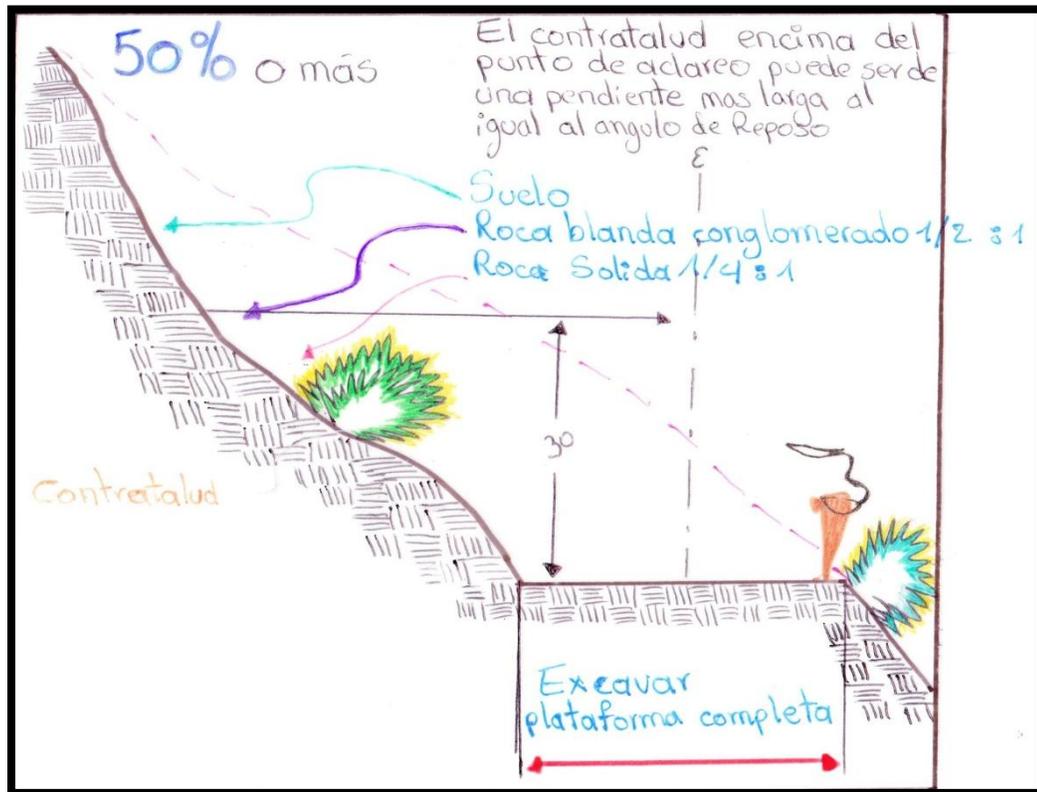
Lo explicado sobre el peralte como sistema de auto-drenaje, es válido cuando la escorrentía que viene de la ladera arriba del sendero no es de gran magnitud. Pero, cuando esa escorrentía es excesiva, el sendero debería ser convexo o combado, con una canaleta en el costado superior, que conduzca el agua de escorrentía hacia puntos de cruce adecuados (hondonadas de drenaje, puentes, alcantarillas). Los puntos de cruce deberían construirse con frecuencia, para evitar que se acumulen grandes volúmenes de agua. El fondo de la canaleta puede ser rellenado con roca triturada o grava.



PASO 25.- Esquema general del sendero



En la siguiente figura se muestra, con un ejemplo de ladera con 50 % de pendiente o más, cómo el contratalud debe trabajarse teniendo en cuenta la llamada “pendiente de reposo”. La pendiente de reposo es aquella a la que va a tender el material de la ladera hasta llegar a un equilibrio; la pendiente de reposo es diferente para cada tipo.

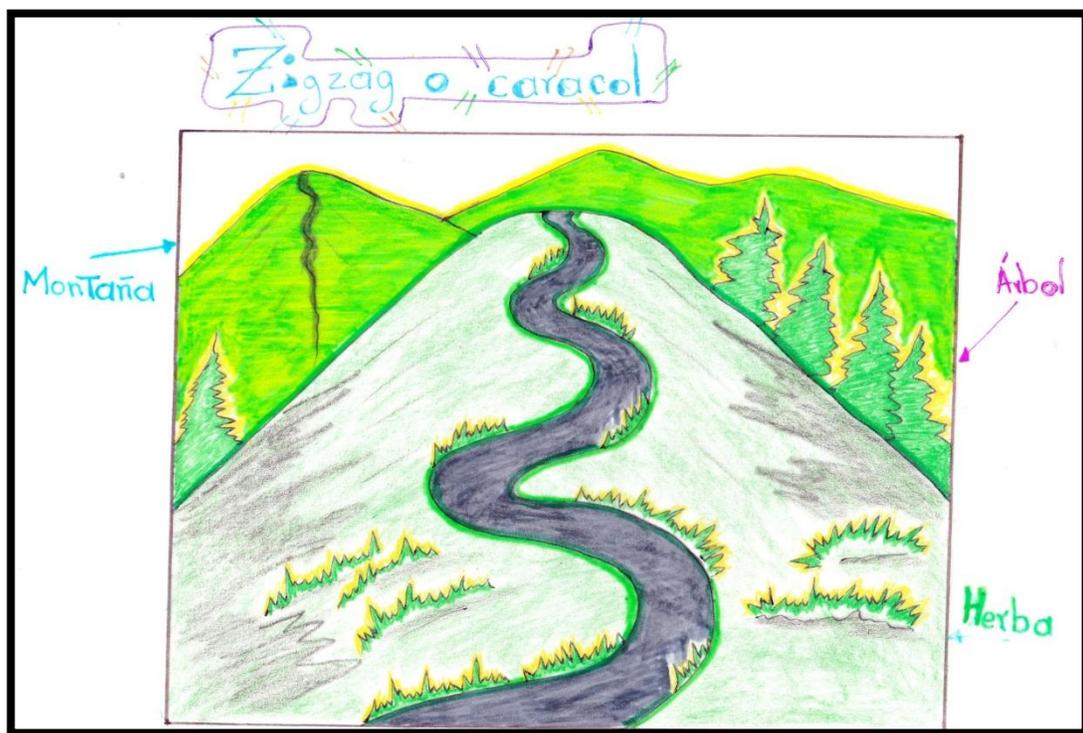


de material -es menor para materiales más flojos, que se derrumban o deslizan a altas pendientes; en cambio los materiales más consolidados o duros pueden estabilizarse a mayores pendientes.

PASO 26.- Zigzag (o caracol) y selecciones serpenteantes.

Los zigzags requieren del arte de construcción de senderos en su máxima expresión. Son difíciles de construir correctamente. También están sujetos a más abuso, y requieren más mantenimiento, que las otras secciones del sendero. Como ya se dijo, los caracoles deben incorporarse en la ruta de un sendero sólo como último recurso, y en ese caso pensando muy bien su localización y ejecución.

Es importante entender la diferencia entre un caracol y una sección serpenteante, así no construye una queriendo en realidad construir la otra. Una sección serpenteante es eso un sendero que va invirtiendo gradualmente su dirección en una ladera, mediante una curva ascendente amplia; tiene forma de “S”, en cambio el zigzag tiene forma de “Z”. La pendiente durante el giro o curva no debe ser significativamente mayor que la pendiente predominante de los tramos de sendero que ingresan o egresan del giro. Las secciones serpenteantes sólo funcionan para subidas relativamente suaves –idealmente 15 % o menos. Como los zigzags, lo mejor es ubicarlos en la parte redondeada de la elevación o colina.



En cambio, las patas superior e inferior de un caracol se intersectan formando un ángulo bien agudo o cerrado, y conducen luego a una plataforma de giro casi plana (a

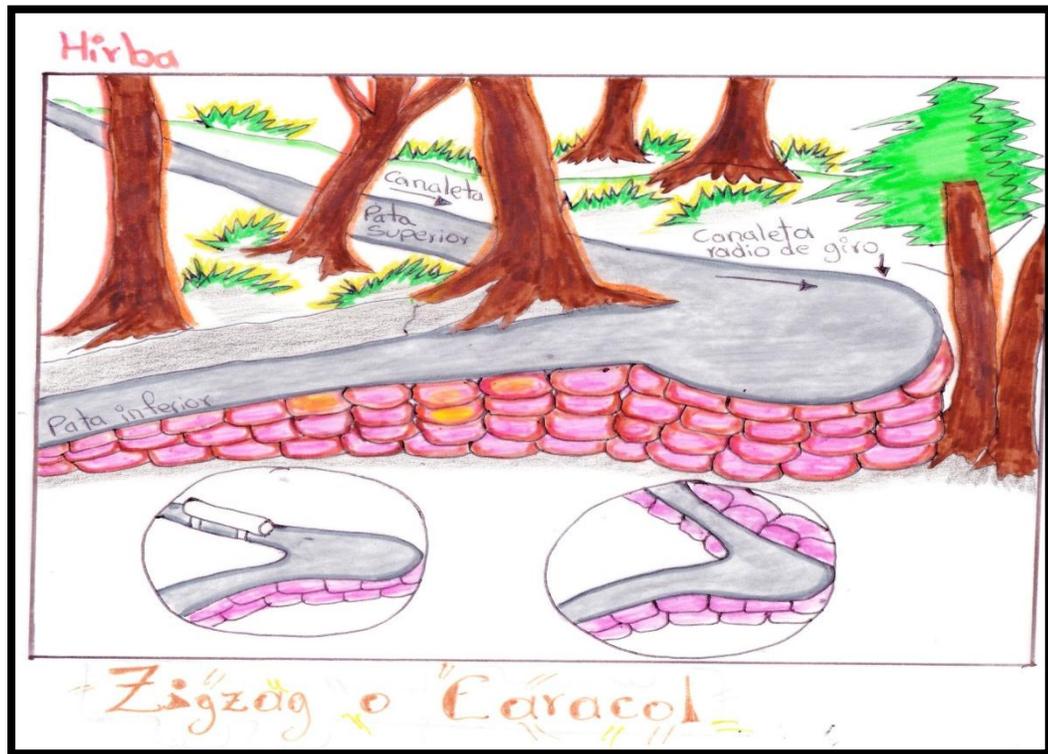
lo sumo con 5 % de pendiente) y semicircular, de tamaño suficiente para que los usuarios cambien confortablemente de dirección. El tamaño de la plataforma dependerá de si va a haber uso por caminantes, caballos, bicicletas, sillas de ruedas, u otros.

La plataforma de giro puede a veces ser excavada directamente en la ladera.

Más a menudo, sin embargo, al menos parte de la plataforma debe ser mantenida en su lugar usando rocas o troncos para construir una pared de retención. La pared baja gradualmente para fundirse con la pata inferior.

Siempre que sea posible, el caracol debe doblar alrededor de un árbol, afloramiento rocoso, o algún otro rasgo natural que estabiliza el sitio del giro y que además desalienta a los caminantes de tomar un atajo. Donde no existan barreras naturales, puede ser necesario crearlas, instalando algunas rocas grandes entre las patas del zigzag o construyendo una barrera de rocas o troncos.

La brigada de construcción debería encontrar el zigzag marcado con estacas que indican las líneas de las patas superior e inferior del sendero, y el punto de intersección de ambas partes. A veces también se indica la plataforma de giro con estaca.



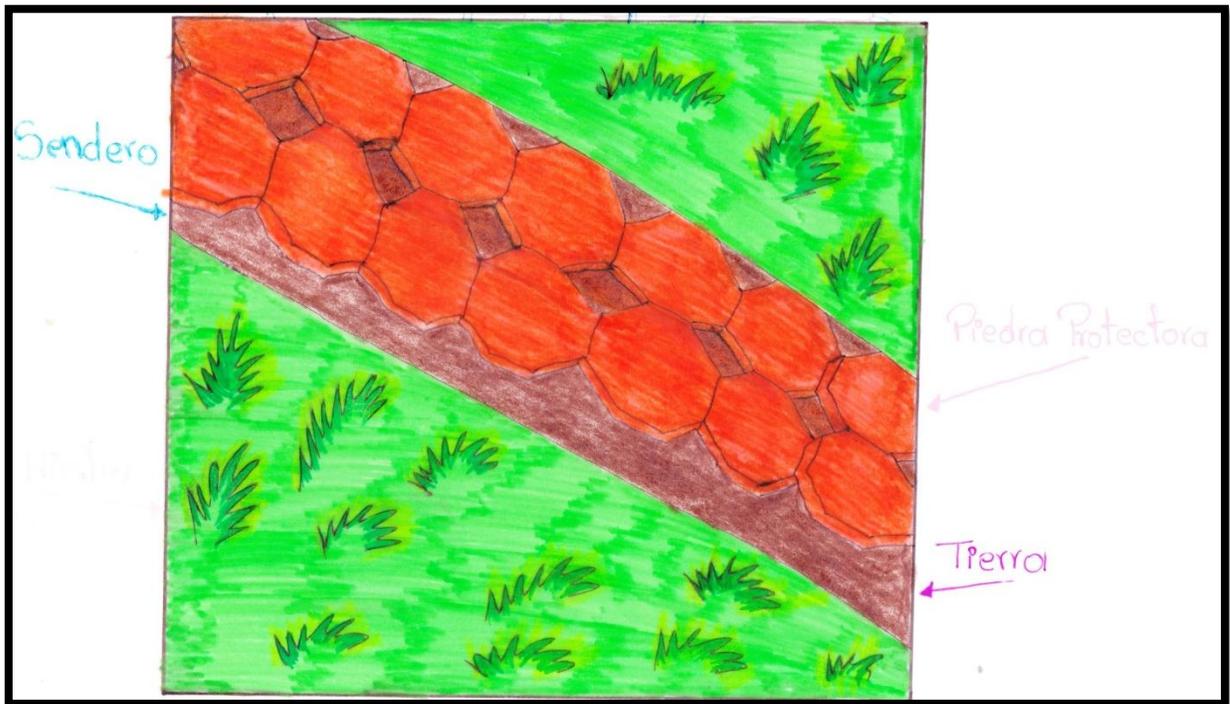
El tamaño de la plataforma de giro variará de acuerdo al tipo de usuarios que se esperen en el sendero. Para senderos exclusivos de tracking o caminantes, basta un radio de 1 metro. Los caballos requieren un radio de giro de 2 metros o más. Los caracoles en senderos para bicicletas varían entre 1 y 2 metros, dependiendo del nivel de dificultad del circuito. Los ciclistas pueden a veces dar vueltas amplias o derrapar para negociar un giro de caracol, causando el desmoronamiento del borde exterior de la plataforma de giro. Instalar barreras de rocas o troncos cerca del borde de la plataforma puede disminuir la velocidad de los ciclistas y guiarlos hacia el centro del giro.

PASO 27.- Protección del piso del sendero

Muchas veces, puede utilizarse piedra molida o ripio para crear un piso de sendero seco y durable. Esto es especialmente útil en senderos que reciben uso extremadamente intenso, o que atraviesan áreas embarradas en las que sería difícil mantener un piso de tierra, o donde sea de alta importancia asegurar la facilidad de acceso para un amplio espectro de usuarios.

La piedra usada para este fin no debería ser de más de 3,5-4 cm de diámetro, y debe ser dispuesta todo a lo ancho del sendero, con un espesor de unas 3 pulgadas (7,5 cm). Si el suelo subyacente es muy barroso, se puede disponer un geo-textil debajo de las piedras, para evitar que éstas se vayan hundiendo en el barro.

La buena tracción al caminar es facilitada si se mezclan distintos tamaños de material, incluyendo algo de material fino. La grava sola funciona mejor en terrenos planos, porque al no estar compactada se irá por erosión si hay pendiente. La grava compactada (por material fino) se erosiona menos con pendientes.



PASO 28.- Reconstrucción de senderos

Cada tipo de terreno tiene una determinada capacidad para soportar el uso recreativo sin dañarse. Algunos senderos pueden aceptar mucho tráfico mientras que otros, especialmente en zonas de montaña -con laderas empinadas, suelos frágiles y abundante escorrentía de agua- son más vulnerables. Las medidas de control de erosión y la reconstrucción de senderos incrementan la capacidad del terreno para soportar el uso sin daño a los recursos.

Dos factores determinan cuánto hay que reconstruir un sendero. El primero es el volumen de uso que recibe un área. Más uso implica más desgaste del sendero, y por lo tanto más mantenimiento para proteger los suelos y la vida vegetal. El segundo factor es el tipo de terreno. Las áreas húmedas, ó localizadas en pendientes fuertes, o

con suelos pobres, o con vegetación frágil requieren una cuidadosa y a veces costosa-reconstrucción.

Al reconstruir un sendero, debe minimizarse el impacto visual del trabajo y evitar alterar más allá de lo necesario sus cualidades naturales. La sobre construcción o la construcción excesivamente regular y obvia, pueden degradar el ambiente que rodea al sendero y la experiencia del caminante.

PASO 29.- Cuando reubicar o reparar un sendero dañado

Para decidir si reubicar o, por el contrario, reconstruir un tramo, hay que examinar cuidadosamente los sectores muy dañados. Las cárcavas erosionadas, cornisas y peñascos difíciles, o los anchos sectores embarrados pueden ser rodeados o circunnavegados por medio de un sector reubicado del sendero, o en cambio pueden ser fortalecidos y estabilizados. Para decidir, pregúntese lo siguiente:

¿El nuevo sector tendría el mismo tipo de terreno que el sector dañado?

A menudo la respuesta es «sí». En ese caso, suele ser mejor reparar el sendero en su antigua ubicación en vez de abrir un nuevo sendero que se va a deteriorar de la misma manera. Sin embargo, si el «bypass» puede cruzar el mismo terreno de manera menos directa -p.ej. si se introduce un cambio de diseño por el cual el sendero cruza la pendiente en vez de treparla directamente- entonces vale la pena la reubicación.

¿El sector antiguo ¿es muy difícil de clausurar y restaurar?

Si el sector de sendero que se quiere clausurar es la ruta más obvia en ese paisaje (por ejemplo, va por la orilla de una laguna o por un filo pronunciado), los caminantes naturalmente tienden a usar el sendero aún después de que se haya construido la reubicación y se haya clausurado el sector dañado. En este caso, es mejor mantenerse en la ubicación antigua. A veces una reubicación puede inclusive aumentar la degradación ambiental, cuando los caminantes la confunden con el sendero antiguo y comienzan a usar ambas rutas indistintamente. Cuando esto ocurre puede haber muchos problemas con ambas ubicaciones; y se pueden desarrollar senderos espontáneos que conecten a ambas, debido a la confusión de los caminantes.

Las reubicaciones largas sólo se deben usar cuando conduzcan a una mejora sustancial en las condiciones ambientales globales del área. También puede ser apropiado realizar cortas reubicaciones alrededor de un área húmeda o sector erosionado, pero la mejor solución a largo plazo generalmente es clausurar y reubicar un sector prolongado del sendero, o reconstruirlo. En general, la mejor alternativa es la reconstrucción.

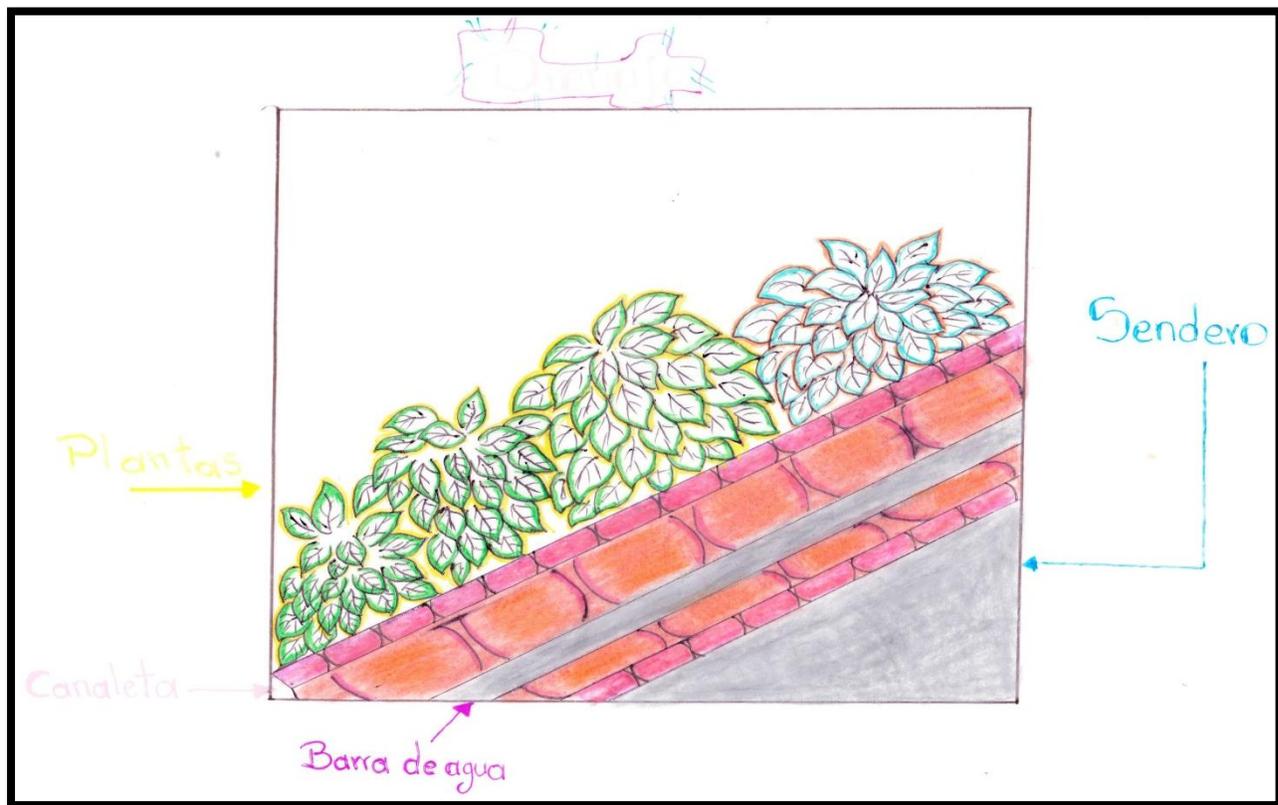


PASO 30.- Control de la erosión y drenaje

Prevenir la erosión es la tarea más difícil en el mantenimiento de senderos en terrenos montañosos o en áreas húmedas y frágiles.

Se utilizan cuatro categorías de técnicas para prevenir y/o controlar la erosión:

Los drenajes son probablemente el aliado más importante del mantenimiento de senderos. Las barras de agua y las canaletas, por ejemplo, pueden ser consideradas como una forma dinámica de control de erosión. Dispuestas a través o a lo largo del sendero, los drenajes mantienen el agua fuera del sendero, o la sacan de él.



Los estabilizadores, más comúnmente escalones dispuestos para rellenar el piso del sendero, sirven para disminuir la velocidad del agua y retener suelo, al reducir la pendiente y crear pequeñas terrazas. Las paredes de retención son otro medio efectivo para sostener el suelo debajo o arriba de un sendero que atraviesa una ladera.

Los endurecedores se usan cuando un sendero cruza áreas húmedas que no pueden ser efectivamente drenadas. Piedras de pasada, o puentes de mallín, elevados encima del barro, proporcionan al caminante una superficie sólida. Al mantener al caminante fuera del barro, los endurecedores no sólo hacen más placentera la caminata, también protegen los frágiles suelos y la vegetación (Ver Capítulo "Senderos en áreas húmedas").

Los definidores, a menudo pircas, canalizan a los caminantes en el sendero establecido o la superficie endurecida, previniendo el ensanchamiento del sendero y protegiendo del pisoteo a las plantas y suelo adyacentes.

Cada dispositivo de control de erosión encuadra mejor en alguna de las cuatro categorías; pero es importante notar que también pueden cumplir otras funciones. Por ejemplo, las pircas dispuestas a lo largo del borde de una escalera de rocas no solamente definen el sendero, también ayudan en la retención de suelo a lo largo de los escalones. los puentecitos de mallín también pueden servir como definidores a la vez que cumplen su función principal de endurecedores.

PASO 31.- Drenaje

Lo que más daño hace a un sendero en buen estado es la erosión debida al agua que corre, empeorada por el tráfico de caminantes.

Básicamente, la erosión en un sendero es el resultado de tres factores:

- el tipo de suelo
- la velocidad del agua que va por el sendero
- la cantidad de tiempo durante el cual el agua se desplaza por el sendero

Para disminuir la erosión, entonces hay que modificar cualquiera de estos tres factores.

La modificación más común es reducir la cantidad de tiempo durante el cual se le permite al agua operar sobre el material de superficie, incrementando el número de estructuras diseñadas para sacar esa agua.

La física involucrada en los drenajes es simple. Los senderos son un lugar perfecto para que el agua continúe su viaje sin fin hacia abajo. El agua busca la vía de menor resistencia, y encuentra mucha menos resistencia bajando por un sendero que bajando a través del bosque. En el sendero hay menos hojarasca, menos raíces y rocas que obstruyan su movimiento, y una vez que el agua agarra por el sendero, va a seguir en él a menos que la topografía del terreno o un drenaje la saquen afuera.

A medida que va bajando por el sendero, el agua toma velocidad. Y a medida que va tomando velocidad, además se va juntando más agua de los costados del sendero. Enseguida se forma un torrente destructivo que lava el suelo. La erosión resultante de una tormenta importante puede ser tan devastadora para un sendero como la que se produce en condiciones normales después de muchos años.

Advertencia importante: utilizar sólo a modo de orientación; los suelos en la cordillera andino

Patagónica tienen características muy vulnerables a la erosión, y pueden requerir más estructuras de drenaje.

Espaciamiento de Drenaje en (metros)

| Tipos de suelo | Pendiente (por ciento %) | | | | | | |
|---------------------|--------------------------|-----|----|----|----|----|----|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 |
| Franco | 100 | 45 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 |
| Arcillo – arenoso | 150 | 45 | 30 | 22 | 15 | - | - |
| Arcilloso o arcilla | - | 150 | 90 | 60 | 45 | 30 | 22 |

| | | | | | | | |
|----------------------------|---|---|-----|-----|-----|----|----|
| Grava | | | | | | | |
| Grava (piedra redondeadas) | - | - | 240 | 180 | 120 | 90 | 75 |
| Pizarra o piedra angulosa | - | - | 249 | 180 | 120 | 90 | 75 |

PASO 32.- Hondonadas de drenaje

Las hondonadas de drenaje son una técnica para remover el agua en forma simple y de fácil construcción. Empiezan a hacerse necesarias cuando el volumen de agua de escorrentía de superficie no es tan alto que necesite una barra de agua, pero supera al que puede acomodar un diseño normal con peralte. Las hondonadas de drenaje son como un “peralte exagerado” que termina en una cubeta muy poco profunda. Son útiles cuando la pendiente es de 5 % o menos. Sólo deben usarse materiales estables; la hojarasca y el barro orgánico no son adecuados.

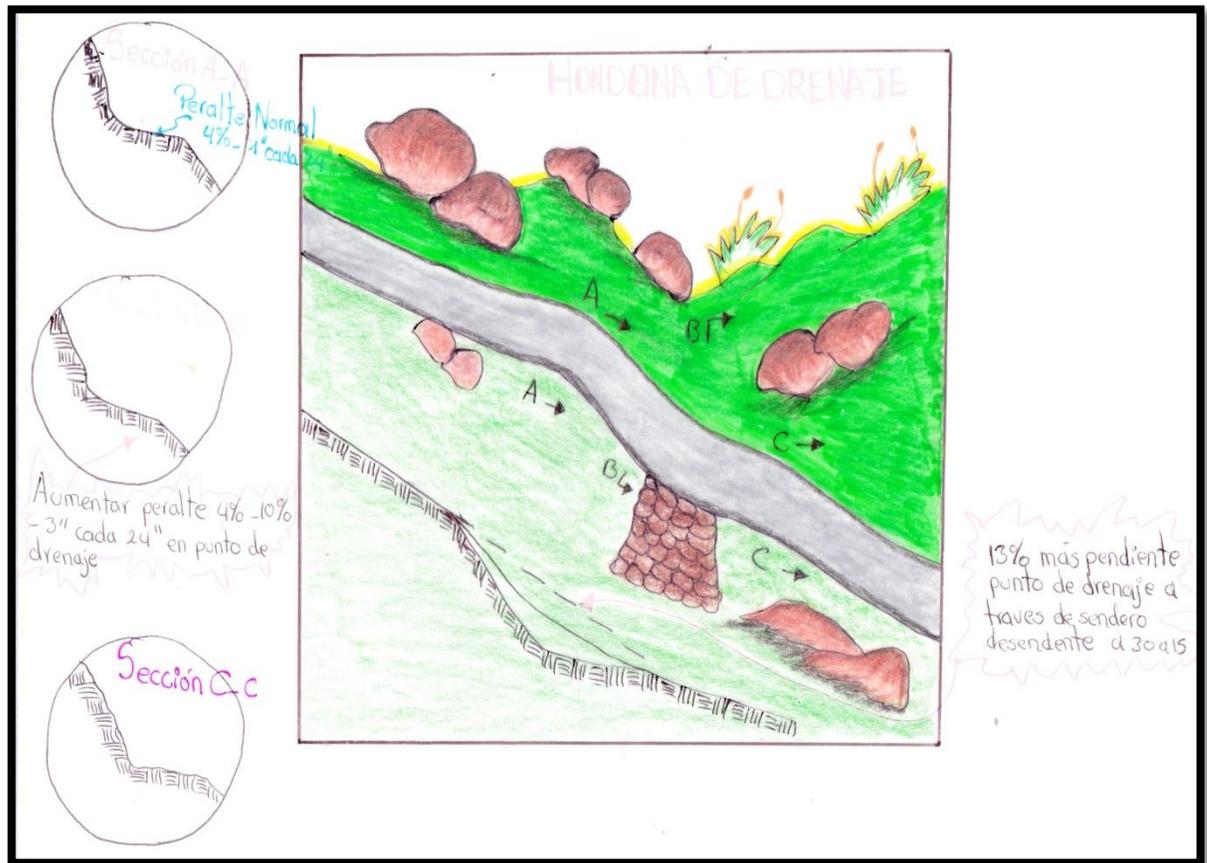
Para hacer una hondonada de drenaje, excave una canaleta atravesando el sendero en ángulo, y haciendo un buen montículo o lomo (entre 30 y 60 cm de alto, e igualmente ancho) en el lado de pendiente abajo. Excave con un ángulo bien agudo (45-50 grados) para reducir la fuerza del agua y la subsiguiente erosión del montículo. El montículo puede desmoronarse rápidamente bajo la fuerza del agua y el tráfico. Para aumentar su fuerza, ponga rocas debajo del montículo. Finalmente, debe excavarse una canaleta de desagote similar a las de las barras de agua.

Las hondonadas pueden requerir más mantenimiento que las barras de agua.

Además de mantener limpia la canaleta, debe reconstruirse periódicamente el montículo, con suelo adicional. Si una hondonada no drena adecuadamente un tramo de sendero, reemplácela por una barra de agua.

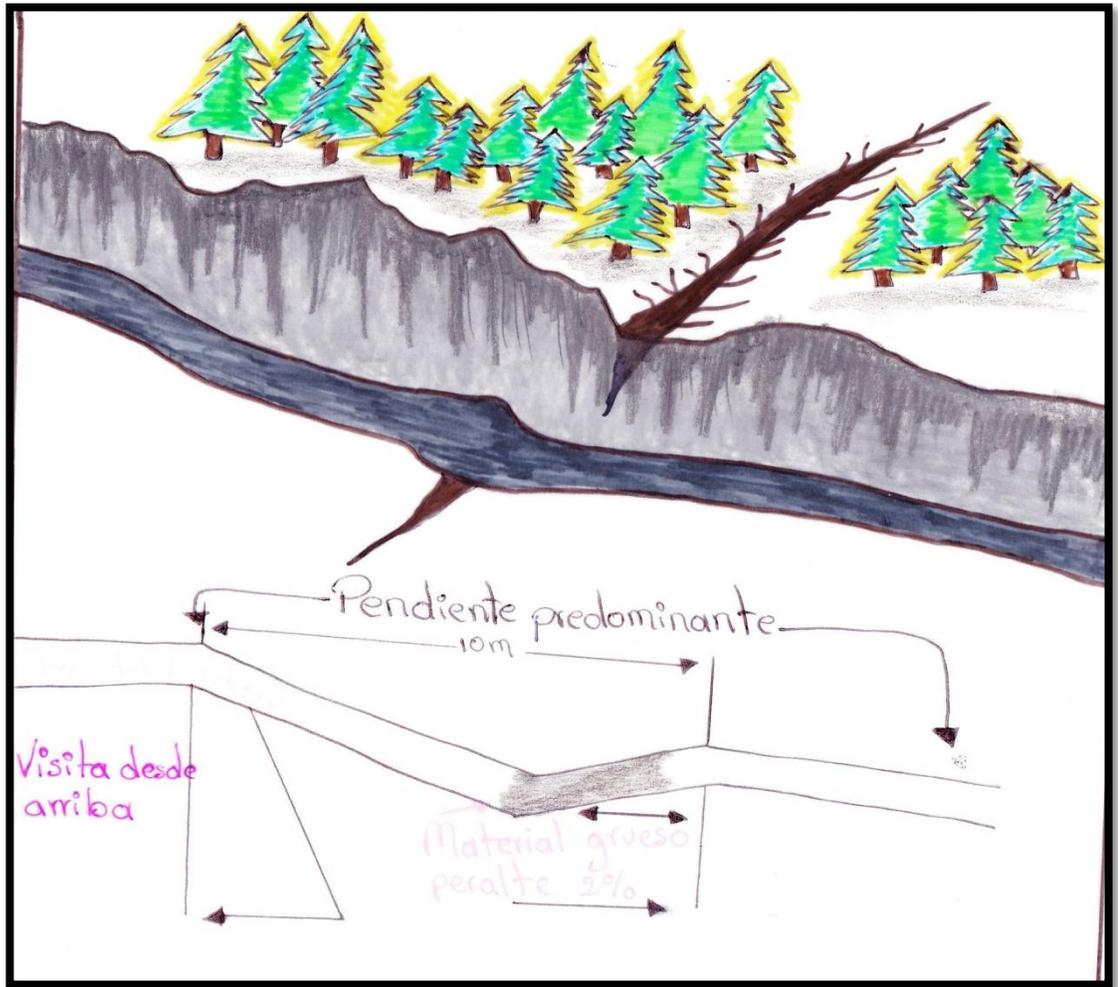
Como regla general, no deben construirse hondonadas de drenaje cuando la pendiente excede el 10 %; en estos casos deben instalarse barras de agua.

Como ya se dijo antes, lo mejor es incorporar las hondonadas de drenaje desde el vamos, desde la construcción de un nuevo sendero. Algunos le dan a esto un nombre distinto, inversión de pendiente: en un sendero que va bajando, cada tanto se provoca una inversión de la pendiente, ascendiendo suavemente para crear una ganancia en elevación de unos 30 cm, y luego se reanuda el descenso. De esta manera, el agua que viene bajando por el sendero es sacada afuera del mismo porque no puede trepar por la subidita. Las inversiones de pendiente son permanentes y no necesitan mantenimiento. A menudo se puede aprovechar, para generarlas, rasgos naturales, haciendo que el sendero descienda hacia y luego suba desde,



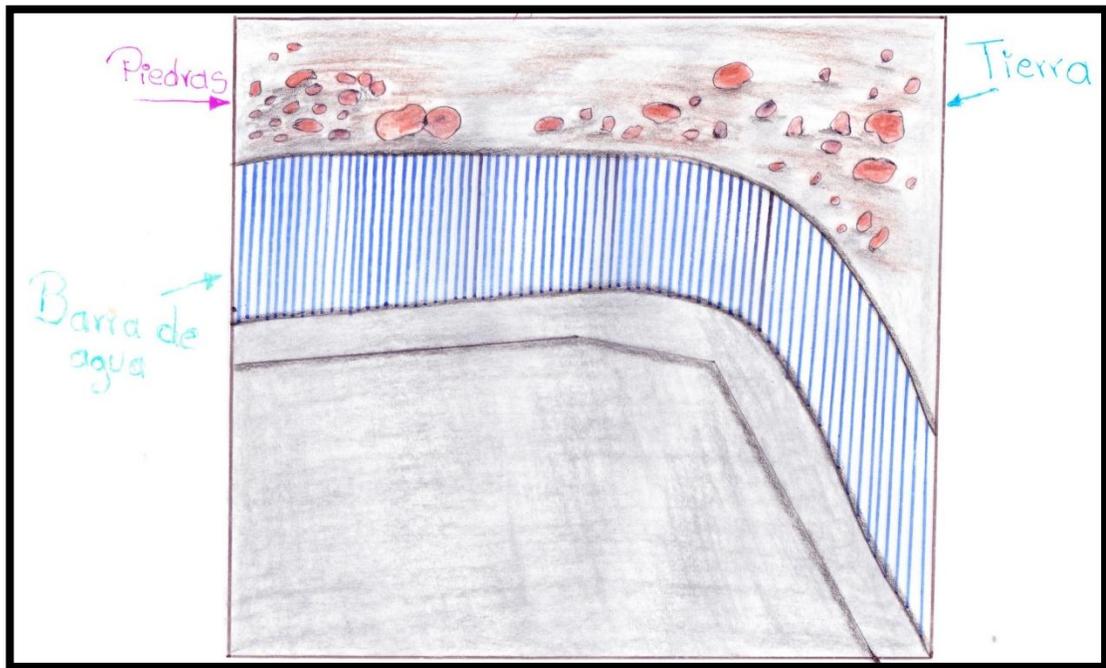
suaves pliegues del terreno. Este diseño es ideal para senderos frecuentados por ciclistas o sillas de ruedas, porque proporcionan drenaje libre de barreras u obstáculos físicos.

El diseño con inversión de pendiente es especialmente importante cuando el sendero cruza el lecho de un arroyo o cualquier rasgo del terreno que pueda llevar agua durante una tormenta. La idea es darle al sendero una forma tal que descienda hacia el arroyo o drenaje natural, y luego salga de él ascendiendo. Eso va a evitar que el agua del arroyo o drenaje natural termine fluyendo por el sendero.



PASO 33.- Barras de agua

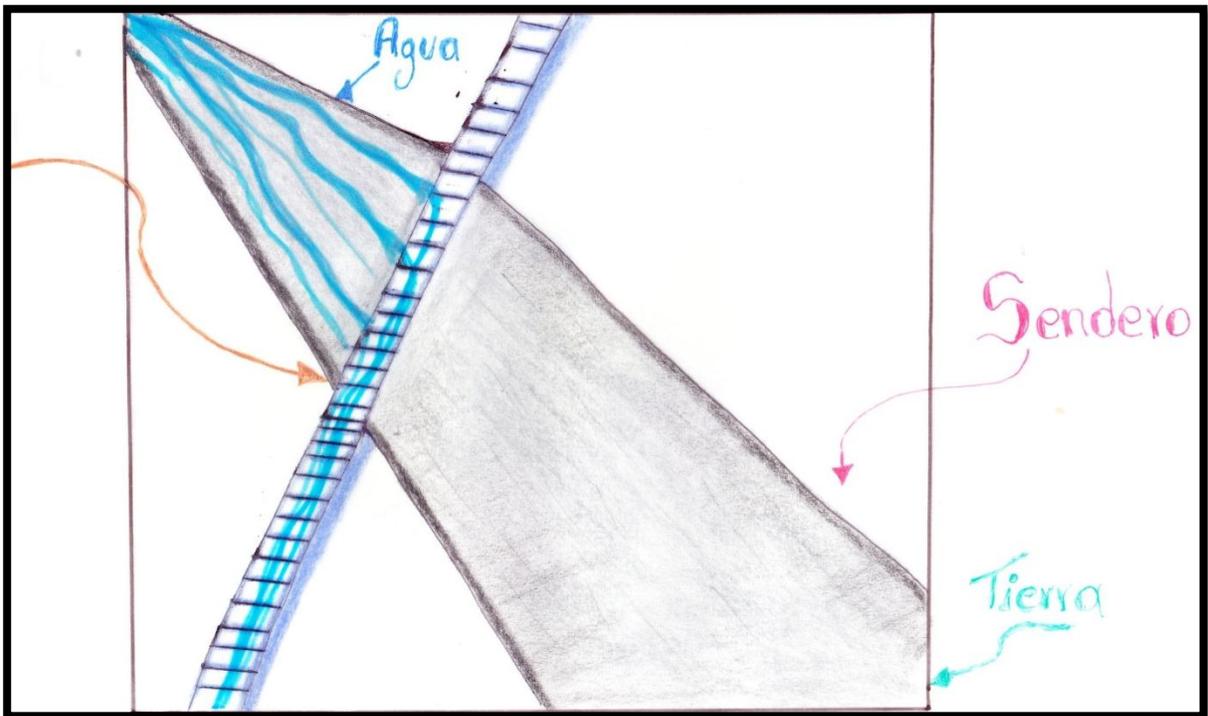
Las barras de agua son un instrumento muy efectivo para sacar el agua que corre por el sendero (o «escorrentía»). Las barras de agua se pueden hacer de roca o madera, pero es preferible la roca por su durabilidad y apariencia más natural.



PASO 34.- Ubicación

Las barras de agua efectivas se adecúan a la topografía y condiciones circundantes.

En una ladera muy empinada en la que esté ocurriendo erosión, el agua debe ser sacada del sendero cerca de la cima de la pendiente, antes de que pueda ocurrir el daño. Trate de determinar dónde entra el agua al sendero, y busque un lugar donde removerla rápidamente. Busque evidencias de afloramientos de agua o vertientes, depósitos de suelo, hojarasca o residuos vegetales que muestren el movimiento del agua luego del deshielo de primavera o de tormentas. Chequee el daño por erosión en el sendero durante o justo enseguida de una tormenta o lluvia fuerte, para observar las condiciones de escorrentía en su peor momento.

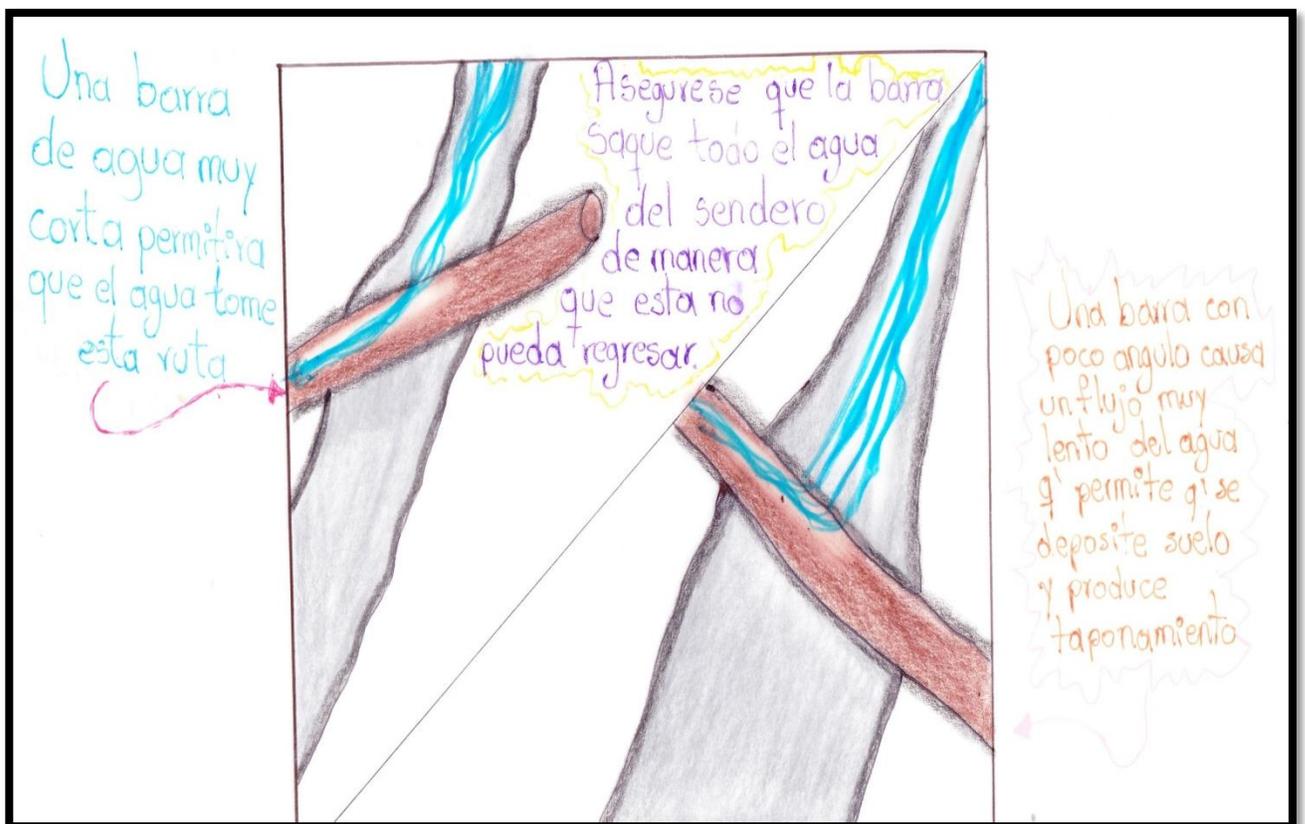


Cuando un arroyuelo o alguna otra forma de escorrentía ingresan a un sendero, ascienda por el curso de esa agua para ver si puede ser canalizada antes de que alcance el sendero. A veces se desarrollan montículos de residuo que hacen que el agua que nunca afectaba al sendero, lo haga. En estos casos, limpiar estas acumulaciones vuelve el agua a sus canales originales.

Cuando se da el ingreso al sendero de numerosos arroyuelos de escorrentía cercanos, se puede hacer una canaleta para canalizar el agua hacia un curso principal, para evitar la construcción excesiva de drenajes.

En los cruces de arroyos en los que sea posible que el flujo salga del cauce y tome por el sendero, pueden ser necesarias barras de agua para estabilizar y reforzar la orilla del arroyo queda pendiente abajo.

El agua debe ser canalizada y sacada del sendero sin que su flujo se vea dificultado, manteniendo una cierta velocidad; de otro modo la carga de sedimento que lleva el agua se depositaría y taponaría la barra. Por esta razón, las curvas del sendero pueden ser excelentes ubicaciones para las barras de agua porque el agua saldrá más fácilmente del sendero y la barra de agua será bastante auto limpiantes lo cual es un factor importante para decidir dónde ubicarla.



Las barras de agua pueden a veces desorientar a los caminantes o dirigirlos erróneamente hacia fuera del sendero, especialmente en las curvas pronunciadas o esquinas. Para evitarlo se pueden disponer barricadas de troncos perpendiculares a la

canaleta de desagüe de la barra; pero tenga cuidado de ubicarlas bastante altas para no taponar la canaleta.

El espaciamiento de las barras de agua a lo largo de un sendero depende de lo pronunciado de la pendiente, la magnitud de la esorrentía, y la disponibilidad de lugares a los cuales desviar el agua. Los sectores de sendero con cárcavas o mal diseñados pueden ofrecer pocos lugares buenos para barras. Para barras que se ubican en sectores con cárcavas o que toman muy directamente una pendiente, se deberían excavar canaletas de desagüe más grandes y largas, para asegurar que el agua salga. En pendientes de 20 % o más, debe usarse cualquier oportunidad disponible para sacar el agua. Además, en pendientes de más del 15 % no alcanza con barras de agua, y se hacen necesarias las escaleras. En pendientes menores las barras de agua pueden estar más espaciadas.

PASO 35.- Instalación

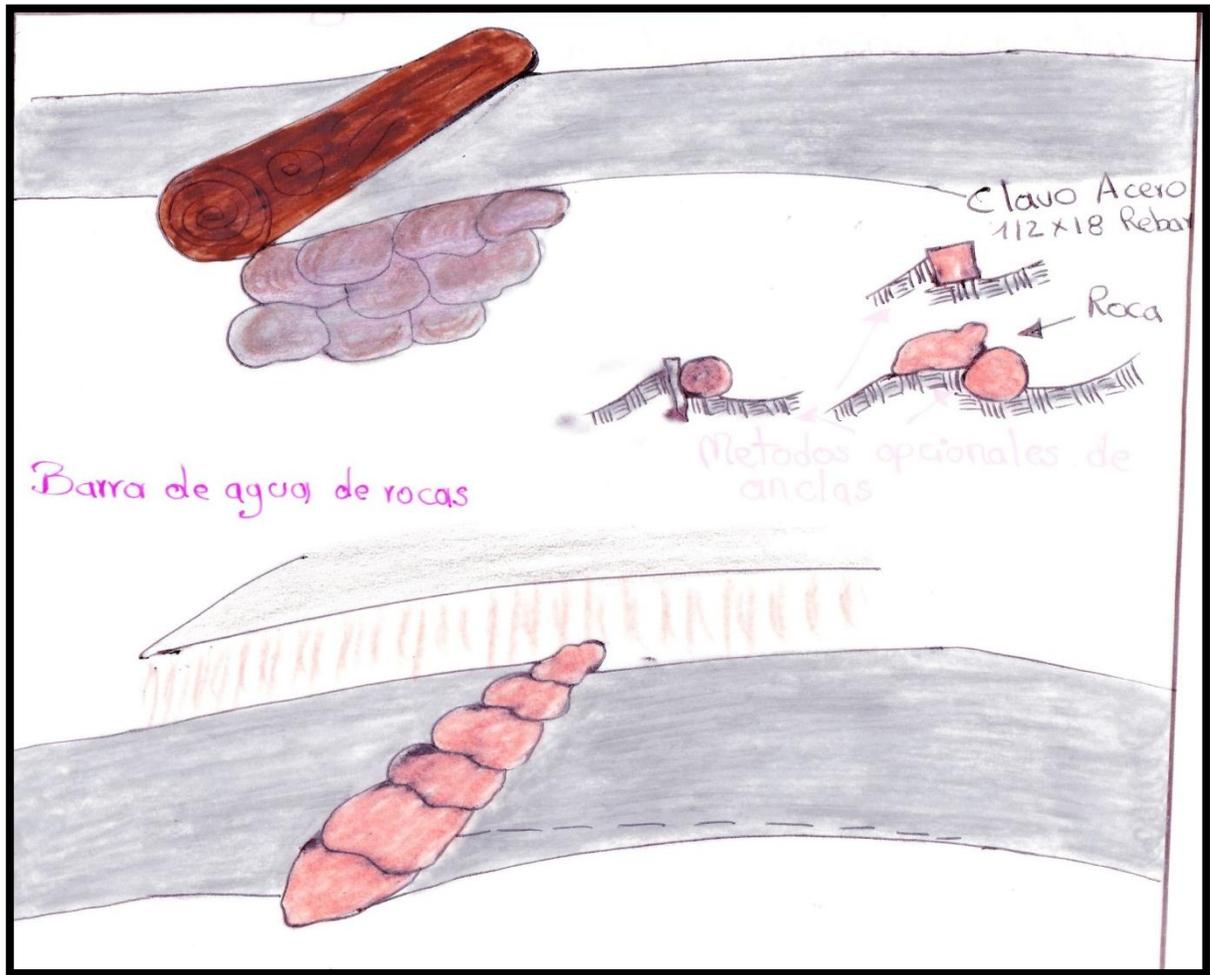
Una vez elegido el lugar, el primer paso es excavar una trinchera donde se va a poner la barra de agua. Asegúrese de que la trinchera, y la barra de agua, se extiendan más allá de ambos bordes del sendero. Ni el agua ni la gente deberían rodear la barra por ningún de sus dos extremo.

Para sacar el agua eficientemente, la barra de agua y su trinchera deben estar en ángulo -generalmente de 30 a 50° respecto al eje del sendero. Muy poco ángulo dará como resultado que el agua se frene, depositándose el sedimento y residuos que lleva, lo que termina taponando la barra de agua. Demasiado ángulo, por ejemplo más de 70°,

puede acelerar demasiado la escorrentía, socavando la barra de agua y en realidad aumentando el daño por erosión.

La trinchera debe ser suficientemente profunda como para que la parte superior de la roca o tronco quede casi a nivel con el sendero en el lado de pendiente abajo.

Una trinchera de profundidad insuficiente dejará la barra sobresaliendo demasiado, aumentando el peligro de que sea socavada. El suelo mineral y las piedras que se sacaron de la trinchera debe ser tirado al propio sendero, pendiente abajo de la barra de agua, para ser usado luego como relleno de terminación. La hojarasca, suelo orgánico y las raíces no son buenos para relleno -tienden a formar barro y deben ser tirados afuera del sendero.

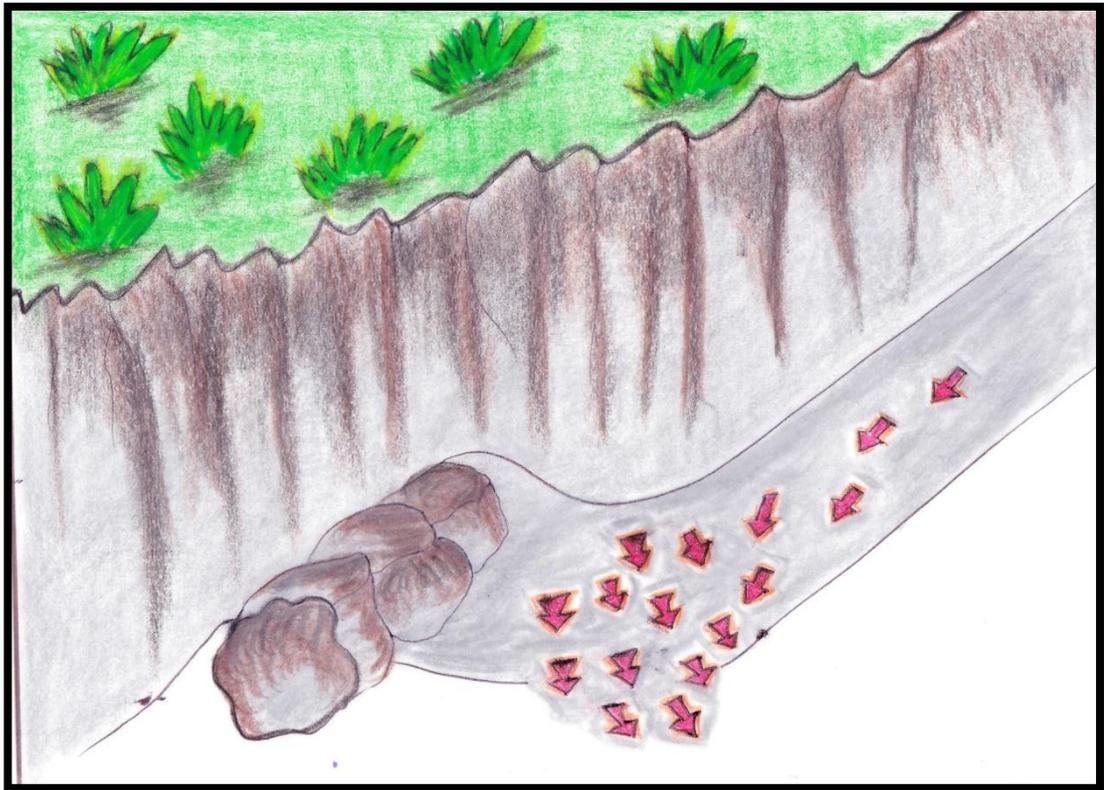


La barra de troncos debe sobresalir como mínimo 15 cm; si se puede, trate de que sobresalga más

PASO 36.- De Rocas:

Hay dos maneras básicas de construir una barra de agua de roca. La primera es el "método de la torta". Use grandes rocas planas, de por lo menos 30 cm de espesor, que tengan un borde largo y derecho que forme la cara de la barra. Ponga las rocas

apoyadas horizontalmente en una trinchera, y cada una debe ir dispuesta un poquito más adelante.



Barra de agua de rocas - Las rocas son la barrera "de última instancia". La mayor parte del agua debería ser sacada por la forma dada al propio sendero

Otra forma de construir una barra de agua de roca es con el método de la tostada se disponen rocas delgadas y planas paradas sobre un borde, en una trinchera profunda y angosta. Ponga las rocas de manera que se reclinan levemente pendiente abajo, contra el relleno, y superpóngalas una a otra en forma traslapada.

Ponga las rocas en la trinchera de a una por vez, y muy juntas entre sí o con una leve superposición, y comenzando en el extremo inferior. En forma muy parecida a las tejas

traslapadas en un techo, el agua fluirá desde una roca hacia la siguiente sin pasar por entre medio. No importa qué método use, es importante que todas las rocas estén firmemente colocadas, ya que el agua circulante y el tráfico de caminantes las pueden desprender. Compruebe que las rocas están sólidamente fijadas, pateándolas en todas direcciones y saltando sobre ellas; no deberían moverse. Ajuste las que lo necesiten, acomodando bien la roca o reubicándola levemente con una barreta o un pico de hacha y zapa. Agregar y comprimir suelo alrededor y debajo de la roca puede ayudar. Todos los esfuerzos que haga para colocar sólidamente una roca, van a asegurar que la barra de agua funcione adecuadamente y dure décadas.

Si se instalan sólida y correctamente, las barras de agua de roca son más durables y estéticas que las de troncos. Y, por supuesto, son las más apropiadas encima de la línea de bosque.

PASO 37.- De Troncos

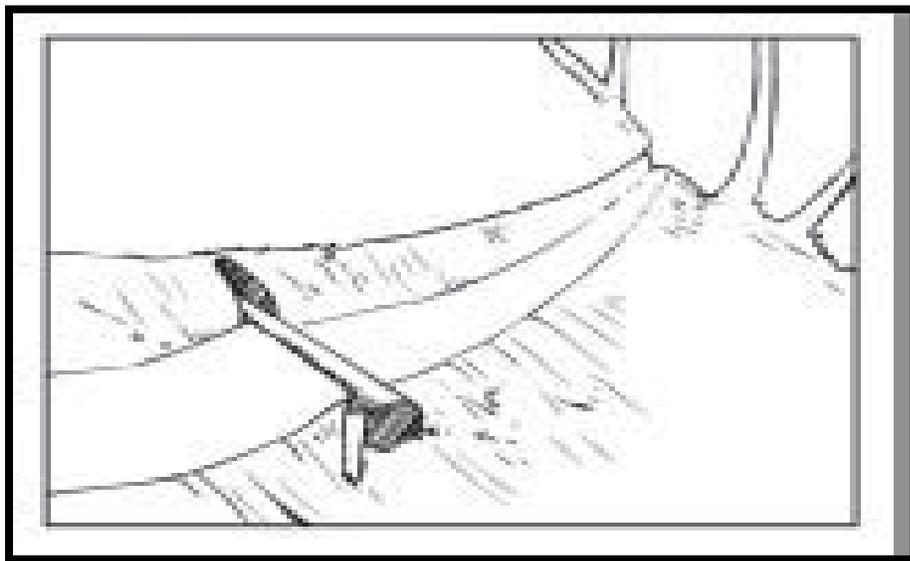
Para construir una barra de agua de tronco ponga el rollizo o la madera cuadrangular o rectangular, en la trinchera, con el extremo más ancho en el extremo inferior o pendiente abajo de la trinchera. Esto ayuda a acomodar el mayor flujo de agua que circula por el área del extremo inferior de la barra. El tronco debe quedar muy bien acomodado en la trinchera, sin espacios vacíos debajo.



El tronco que se usa como barra de agua se puede encajar contra un árbol o roca grande.

En cada extremo del tronco debe clavarse una piedra grande y pesada, o una estaca, para afirmarlo. Usar piedras es mejor porque las piedras son más permanentes. A veces son la única alternativa -en suelos duros o rocosos.

Estas rocas también sirven de barreras para prevenir que los caminantes rodeen los extremos de la barra. A veces, con buena planificación y uso habilidoso de las herramientas, se puede afirmar el tronco entre piedras ya existentes en el sendero.



El tronco de una barra de agua empotrado en una trinchera a veces se puede asegurar con estacas de madera.

Los troncos pelados, o los no pelados que van perdiendo la corteza, pueden ser muy resbaladizos. Se puede trabajar la porción superior del tronco con un hacha, para que tenga superficie no tan lisa. Pero tenga cuidado de no sacar demasiada madera; si reduce mucho su altura el agua puede pasar por arriba.

PASO 38.- Indicación tanto para roca como troncos

Una vez que la barra, sea de roca o tronco, está en su lugar, el próximo paso es excavar la canaleta o también llamada «lágrima» en el sendero del lado pendiente arriba de la barra. Extienda la canaleta o lágrima todo a lo ancho del sendero para capturar toda la escorrentía que viene bajando. Empezando aproximadamente 1,5 m hacia arriba de la barra, vaya rebajando gradualmente hasta el nivel de la mitad del tronco o roca; o sea, la mitad del tronco o roca deben quedar enterrados por debajo del nivel del fondo de la canaleta. Una canaleta de lados abruptos va a colapsar bajo el tráfico y se va a taponar. Apisonar un poco de suelo contra el borde del fondo de la barra ayuda a prevenir el

socavamiento. El suelo y las piedras sacadas al excavar esta canaleta debe amontonarse hacia abajo de la barra, para ser usado luego como relleno.

Rellene pendiente abajo de la barra de agua, apisonando suelo de ese lado.

Usando el suelo y las piedras de lo excavado previamente (no use hojarasca, raíces o suelo orgánico), forme un montículo bien apisonado detrás de la barra. Este montículo debe ser un poquito más alto que la barra, con pendiente suave, y de unos 70 cm de ancho. Con el tráfico se va a compactar y se va a desgastar hasta llegar a un tamaño correcto.

Finalmente, la canaleta de desagüe debe excavar a partir del extremo más bajo de la barra de agua, para remover completamente la escorrentía del sendero.

Esta canaleta de desagüe debe ser ancha y de fondo plano (30 cm, o un ancho de pala en el fondo), libre de raíces y piedras que obstruyan, y con lados de pendiente suave.

Una canaleta muy angosta o con raíces salientes o rocas se va a taponar fácilmente; y los lados abruptos se colapsan. El largo de la canaleta de desagüe depende del terreno; en todo caso, debe ser suficientemente larga para asegurar que el agua abandone el sendero y no vuelva a ingresar a él. En el extremo final de la canaleta de desagüe, ábrala para permitir que el agua se disperse y evitar el taponamiento.

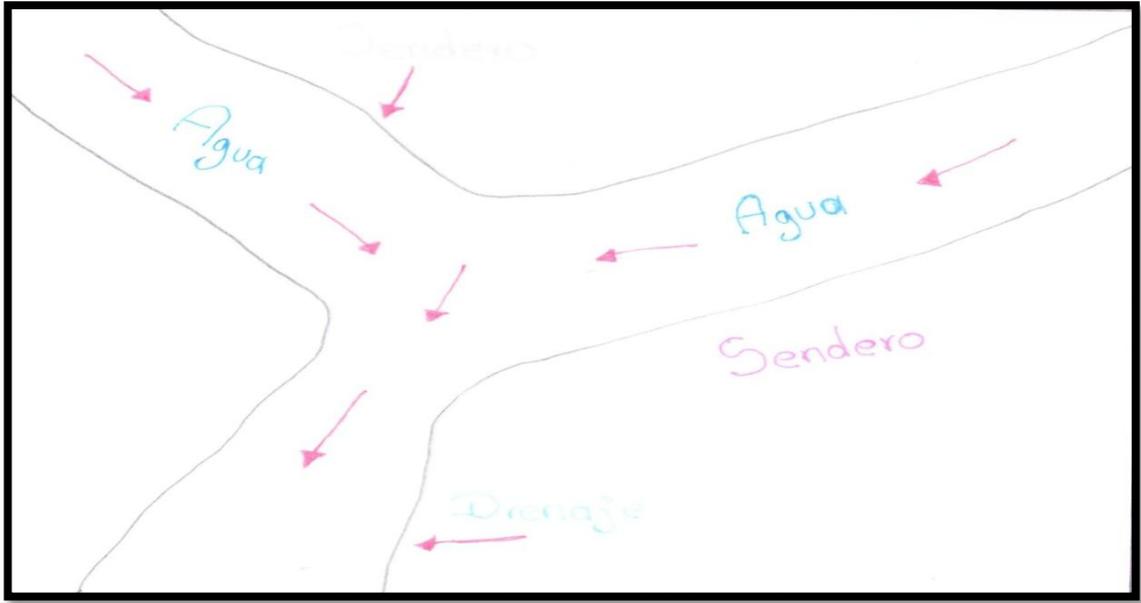
PASO 39.- De Tierra

Se la usa cuando se espera que en el futuro haya muy poco trabajo de mantenimiento del sendero. Es simplemente un montículo de suelo de aproximadamente 20 cm de alto y unos 3 m de largo, construido a 45° cruzando el sendero. Es como mínimo tan ancha como el sendero, y no debería permitir que el agua pase, ni siquiera durante los picos de máxima. Es más fácil construirla con maquinaria. El montículo debe ser

compactado mientras se construye, y debe ser suficientemente alto como para desviar el agua aun cuando se vaya erosionando por el uso, o aunque la canaleta de drenaje esté llena de material.



PASO 40.- Desagote



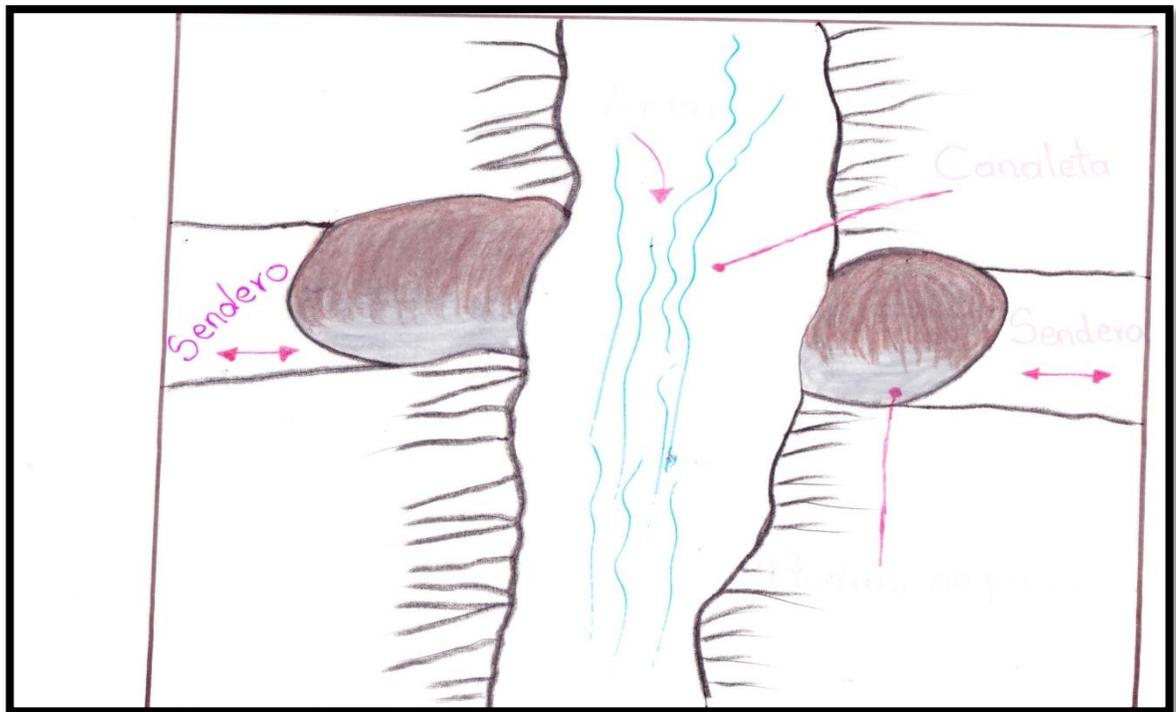
Los desagotes aseguran el drenaje en puntos bajos del sendero

Los desagotes aseguran que el agua drene completamente del sendero, en sitios naturalmente bajos o con obstrucciones -como una gran roca o raíz-, evitando que forme una acumulación o que continúe sendero abajo. Los desagotes refuerzan rasgos del terreno ya existentes, para asegurar que la escorrentía salga del sendero.

Para construir un desagote, excave una depresión poco profunda que atraviese todo el ancho del sendero, asegurándose de que se incline hacia el borde más bajo del sendero.

Los lados del desagote deben ser de pendiente muy suave, porque si no el tráfico los desmorona y el drenaje se tapona. Finalmente, se debe construir una canaleta de desagote a partir del borde del sendero. La canaleta debe ser ancha, libre de raíces, y suficientemente larga para evitar que el agua reingrese al sendero.

PASO 41.- Canaleta transversal o drenaje abierto/ drenaje francés



Canaleta transversal con piedra de paso

Una canaleta transversal asegura que la escorrentía o los pequeños arroyuelos que entren en ángulo recto a secciones planas del sendero, terminen de cruzarlo completamente y continúen fluyendo, sin agarrar por el sendero. Excave una canaleta suficientemente grande para capturar y contener toda la escorrentía. Use suelo y rocas excavadas de la canaleta para reforzar los lados de la misma. Si el flujo es alto, ponga piedras en los lados, como se hace en la construcción de barras de agua de roca. Para evitar que el tráfico desmorone las paredes de la canaleta, ponga una gran roca en cada lado. Finalmente, construya una canaleta de desagote.

Este tipo de drenaje abierto puede ser especialmente efectivo para fuentes constantes de agua, como una vertiente; se usa por ejemplo en áreas donde el agua brota lenta pero constantemente de la barranca o contratalud, a lo largo de un tramo.

Sin embargo, nunca debe usarse en senderos frecuentados por caballos, que pueden lastimarse al meter la pata.

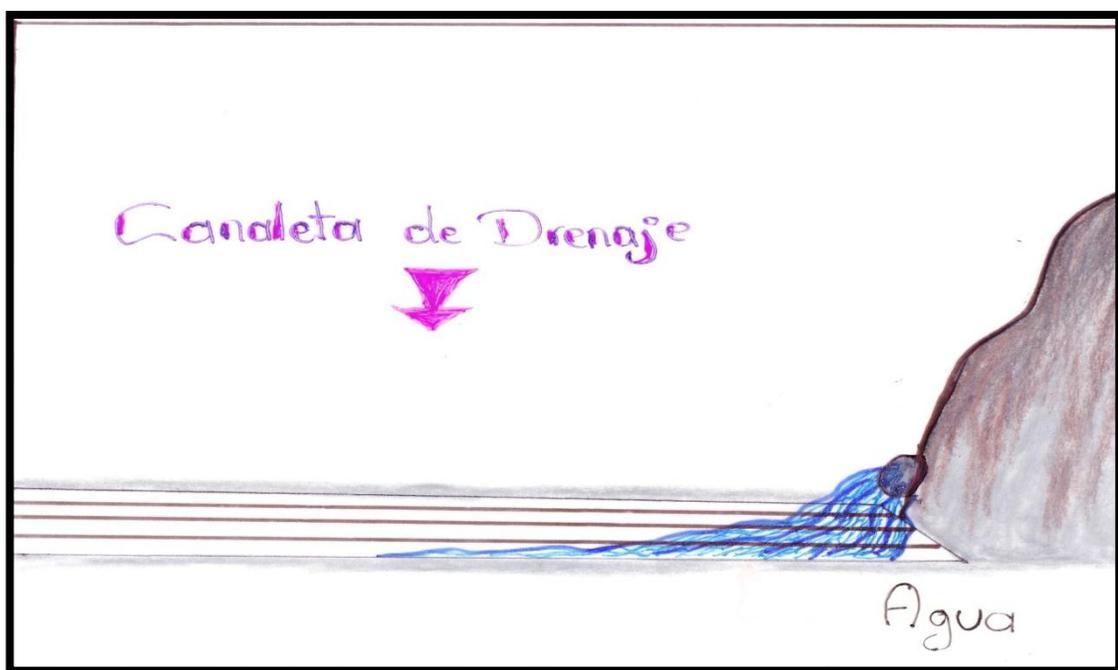
Rellenar un drenaje abierto con ripio lo convierte en un drenaje Francés, que puede proporcionar una superficie de pisada más segura y evita que los lados de la canaleta se desmoronen. Los drenajes franceses son efectivos cuando el agua es cristalina (vertientes p.ej.). Si el agua trae mucho sedimento suele taponar los espacios entre las partículas del ripio, bloqueando el flujo de agua e inutilizando el drenaje.

PASO 42.- Canaleta de Drenaje

Una canaleta de drenaje que corre por uno de los bordes del sendero, colecta el agua en áreas donde ingresa una importante escorrentía, vertientes o surgentes y no pueden ser inmediatamente removidos. Al disponer la canaleta en el borde de ladera arriba del sendero, el agua que se desplaza lateralmente a través del suelo será capturada en la

canaleta antes de que alcance el piso del sendero. Luego, después de atravesar la longitud de la canaleta, puede ser transportada hacia afuera mediante una canaleta transversal de desagote o una barra de agua.

Al evaluar cómo drenar un tramo de sendero, use la canaleta siempre que sea necesario para desarrollar patrones permanentes de drenaje que mantengan el sendero elevado y seco. En pendientes pronunciadas, las canaletas deben ser drenadas mediante frecuentes barras de agua para evitar que se junten excesivas cantidades de agua que exacerbarían la erosión. Evite las canaletas extremadamente grandes y visibles, por razones estéticas.

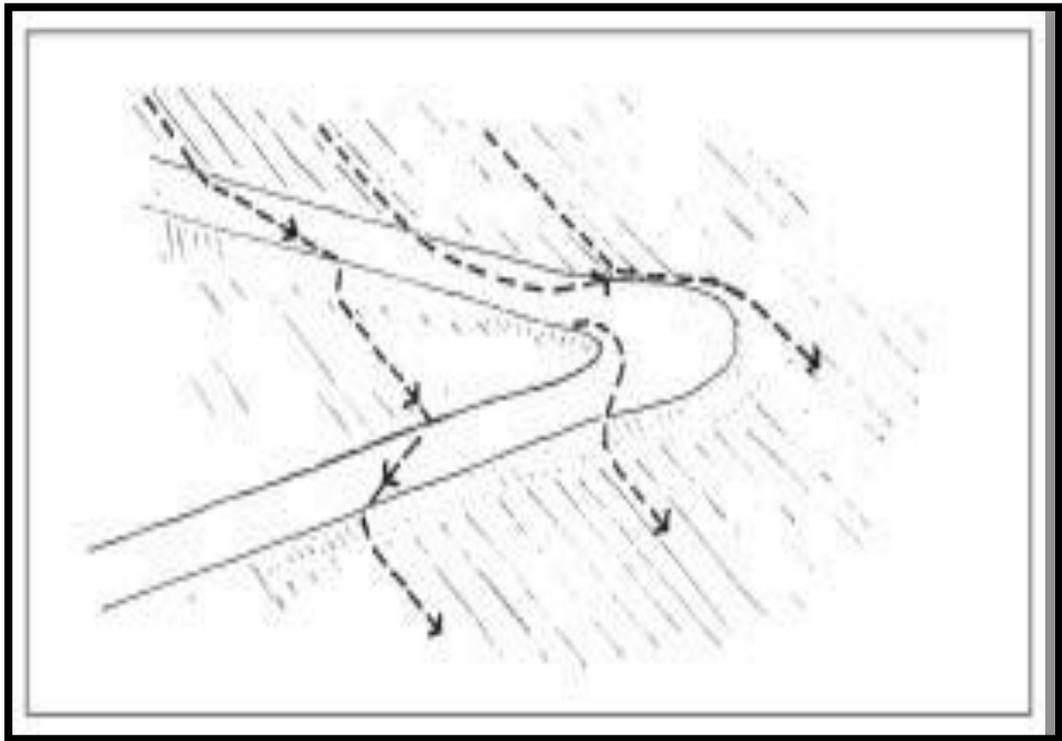


PASO 43.- Drenaje de Zigzag0020

Un método para drenar un zigzag es dirigir el agua que viene por el brazo superior, hacia su borde ladera-arriba, mediante peralte inverso. Luego el agua, mediante el uso

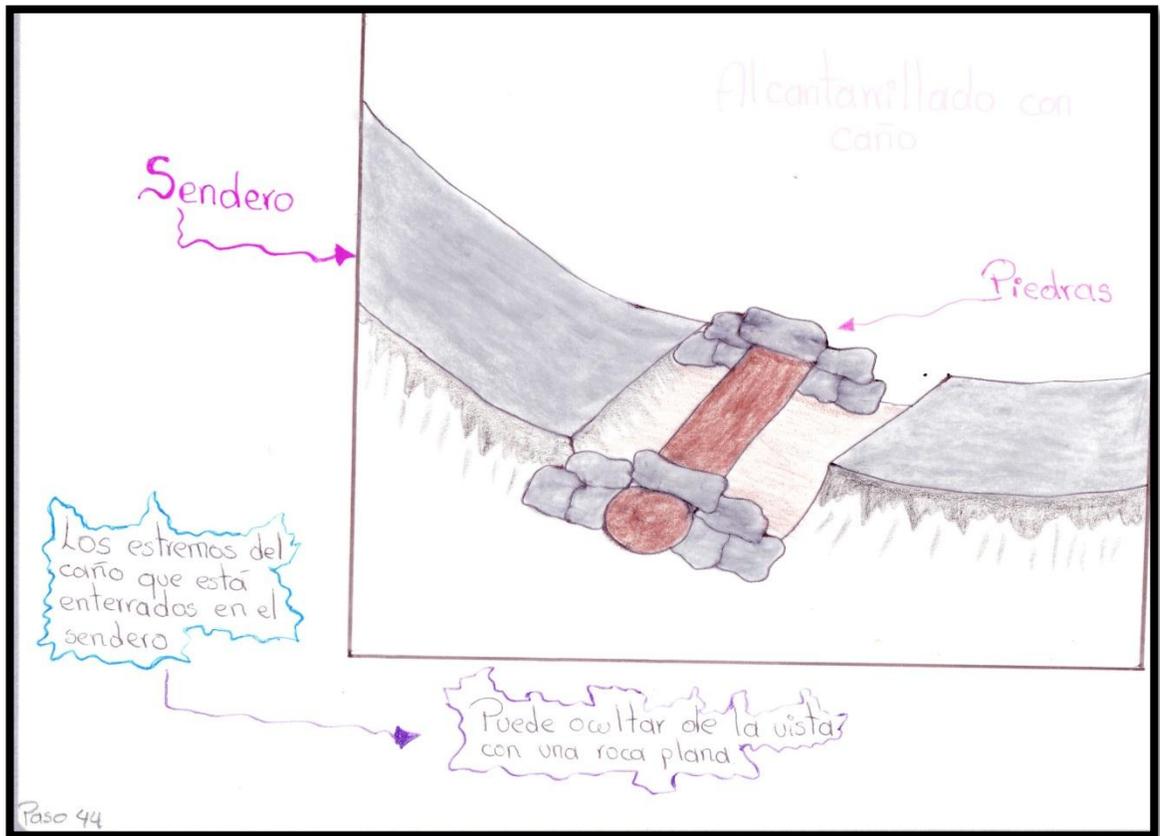
de una canaleta, puede ser adecuadamente y completamente drenada en la esquina del zigzag.

En algunos casos puede ser necesario drenar el agua hacia el borde inferior o ladera abajo del brazo superior. Si se da esta situación, puede ser necesaria una segunda barra de agua en el brazo inferior del zigzag, para remover completamente el agua.



PASO 44.- Alcantarillado

Las alcantarillas son estructuras de drenaje diseñadas para conducir el agua por debajo del sendero. Su gran ventaja sobre las canaletas y las barras de agua es que



Alcantarilla con caño - Los extremos del caño -que está enterrado en el sendero- se pueden ocultar de la vista con una roca plana

no interrumpen el piso del sendero. Tienen poco impacto visual, y son poco vulnerables a ser pateadas y movidas de su lugar por los caminantes o los caballos.

PASO 45.- Alcantarilla Plásticas o Metálicas

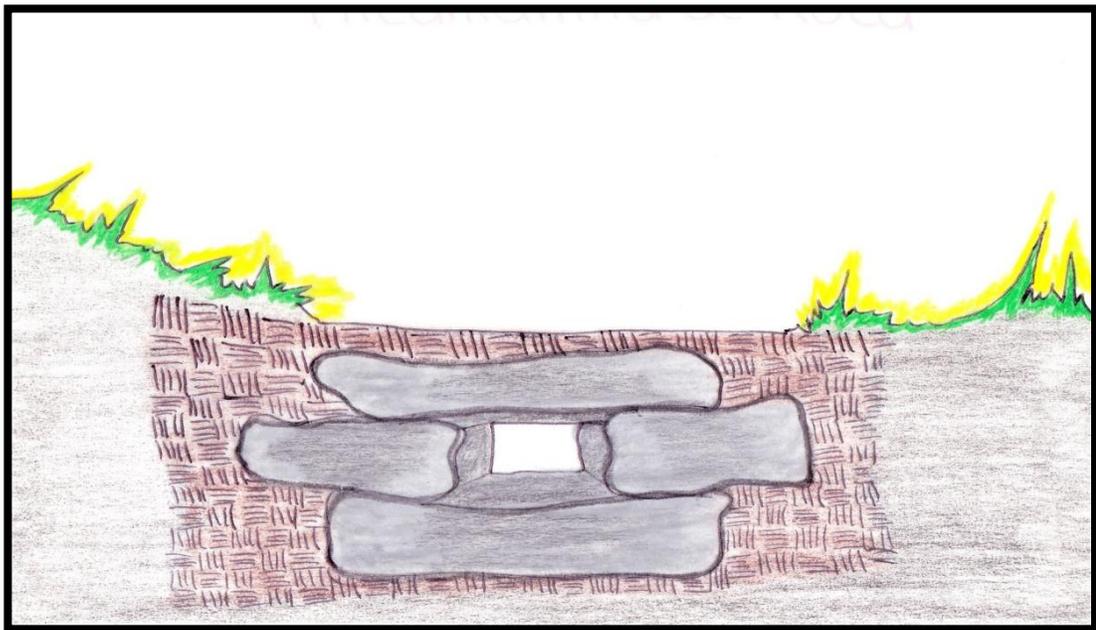
Las más fáciles de construir usan un caño de plástico o de metal. Excave una canaleta que atraviese el sendero, para acomodar el caño. La alcantarilla debería estar enterrada lo suficiente para permitir encima por lo menos 30 cm de suelo, para protegerla de daños -especialmente debido a los cascos de los caballos. Corte el caño aproximadamente como el ancho del sendero, luego construya cobertura de rocas

alrededor de cada extremo para esconder el caño y evitar que sea arrastrado por el agua.

Suele ser preferible usar caño de plástico en lugar de metal, porque es más liviano para transportar, y se puede cortar según sea necesario con una sierrita o un buen cuchillo.

Además, se puede conseguir un color más disimulado. Cuando se usa caño de aluminio, se pueden pintar de negro los extremos, tanto por dentro como por fuera, para camuflarlo.

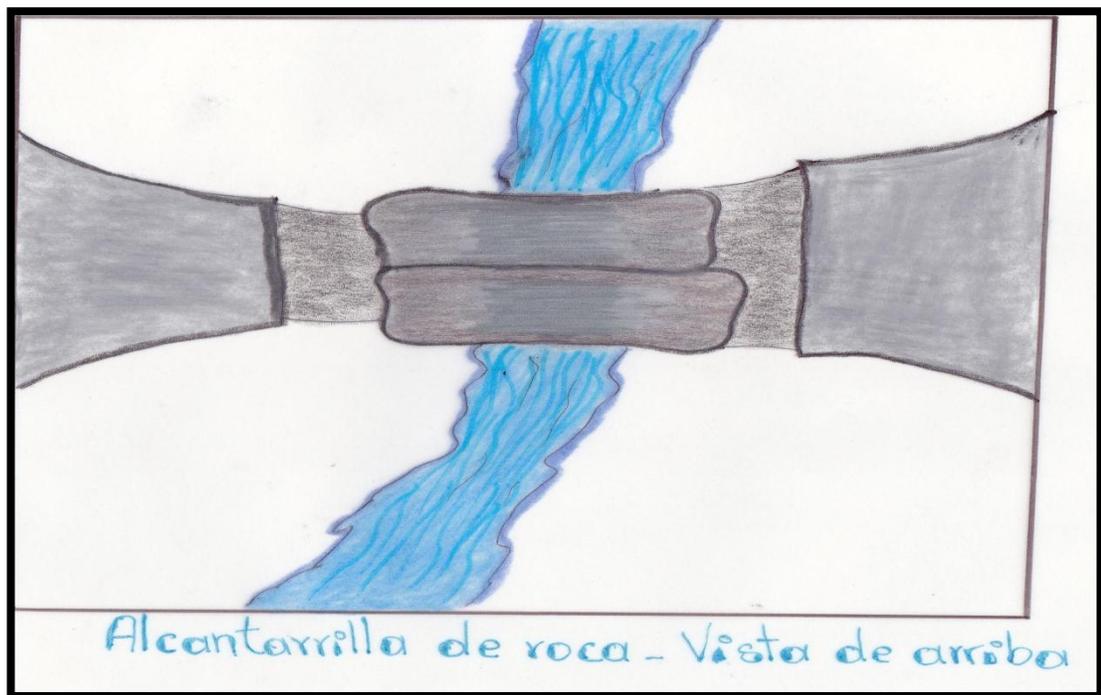
PASO 46.- Alcantarilla de Roca



Comience la construcción de una alcantarilla de rocas disponiendo rocas grandes y planas en una trinchera, para formar el piso de la alcantarilla, luego instale rocas grandes y que encajen bien, en ambos costados de la trinchera. Ubíquelas de Comience la construcción de una alcantarilla de rocas disponiendo rocas grandes y planas en una trinchera, para formar el piso de la alcantarilla, luego instale rocas grandes y que

encajen bien, en ambos costados de la trinchera. Ubíquelas de manera que los lados de la alcantarilla sean por lo menos algunas pulgadas más anchos que el ancho de una pala, para permitir el futuro mantenimiento de limpieza, con pala.

Complete la alcantarilla poniendo rocas planas grandes por encima, que se apoyen en las paredes de la misma, y que aguanten el paso de la gente. Si es posible, cubra luego con suelo para cubrir y proteger la alcantarilla.

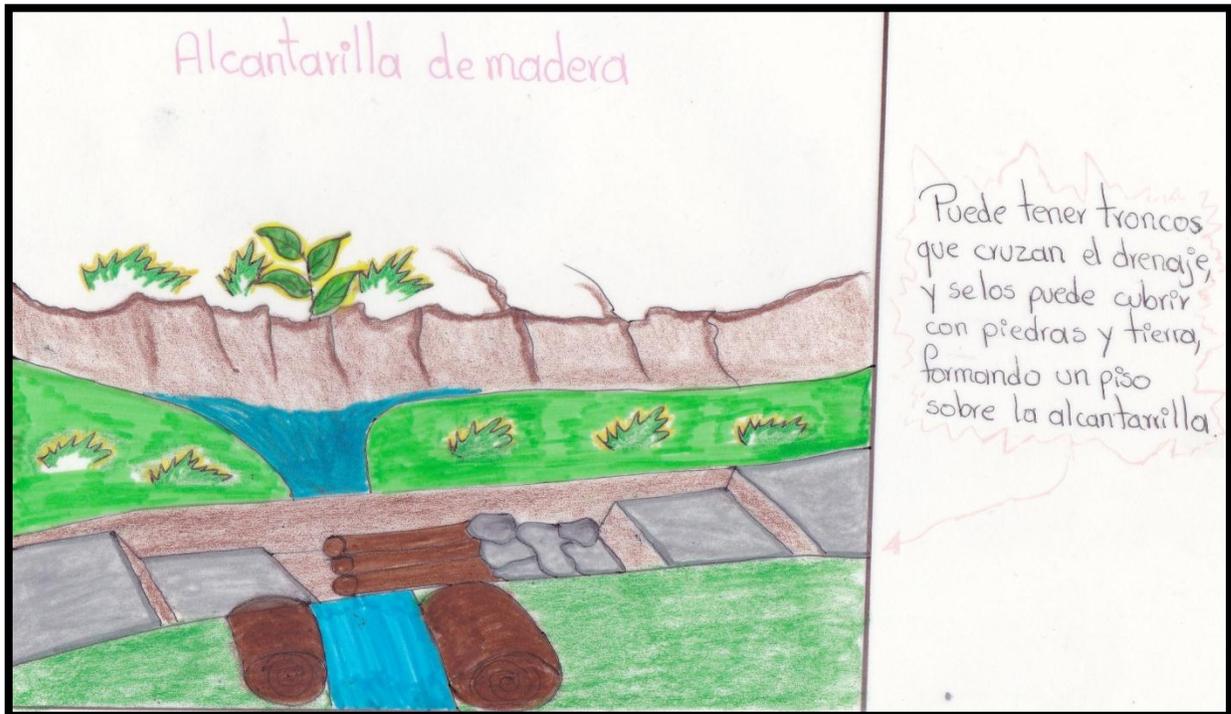


Alcantarilla de rocas- Vista de arriba

PASO 47.- Alcantarilla de Madera

En ocasiones se pueden construir con troncos pelados. La vida útil de esta estructura no va a ser muy larga, ya que el tronco está en contacto con agua y suelo.

Por eso, hay que controlarlas periódicamente, y repararlas o reemplazarlas antes que se conviertan en un peligro para animales o caminantes.



La alcantarilla de madera puede tener troncos que cruzan el drenaje, y se los puede cubrir con piedras y tierra, formando un piso sobre la alcantarilla

Excave una trinchera suficientemente profunda para ubicar los troncos de base debajo del nivel del agua, luego construya encima de estos, asegurando con clavos.

Los troncos que formarán la plataforma para el piso del sendero deben ser moldeados y clavados a los de base. A ambos lados se ubican troncos grandes que mantienen al suelo que constituirá el sendero encima de la plataforma, en su lugar.

PASO 48.- Lentas de Drenaje

Excave una trinchera suficientemente profunda para ubicar los troncos de base debajo del nivel del agua, luego construya encima de estos, asegurando con clavos.

Los troncos que formarán la plataforma para el piso del sendero deben ser moldeados y clavados a los de base. A ambos lados se ubican troncos grandes que mantienen al suelo que constituirá el sendero encima de la plataforma, en su lugar.

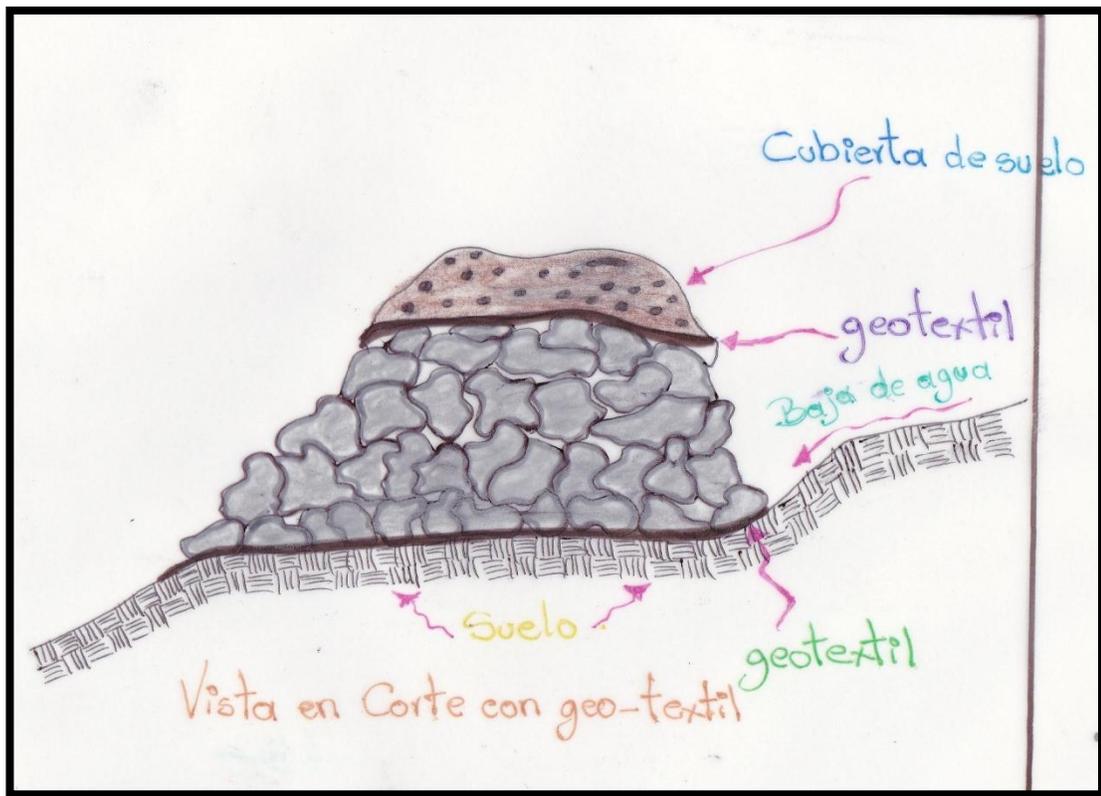


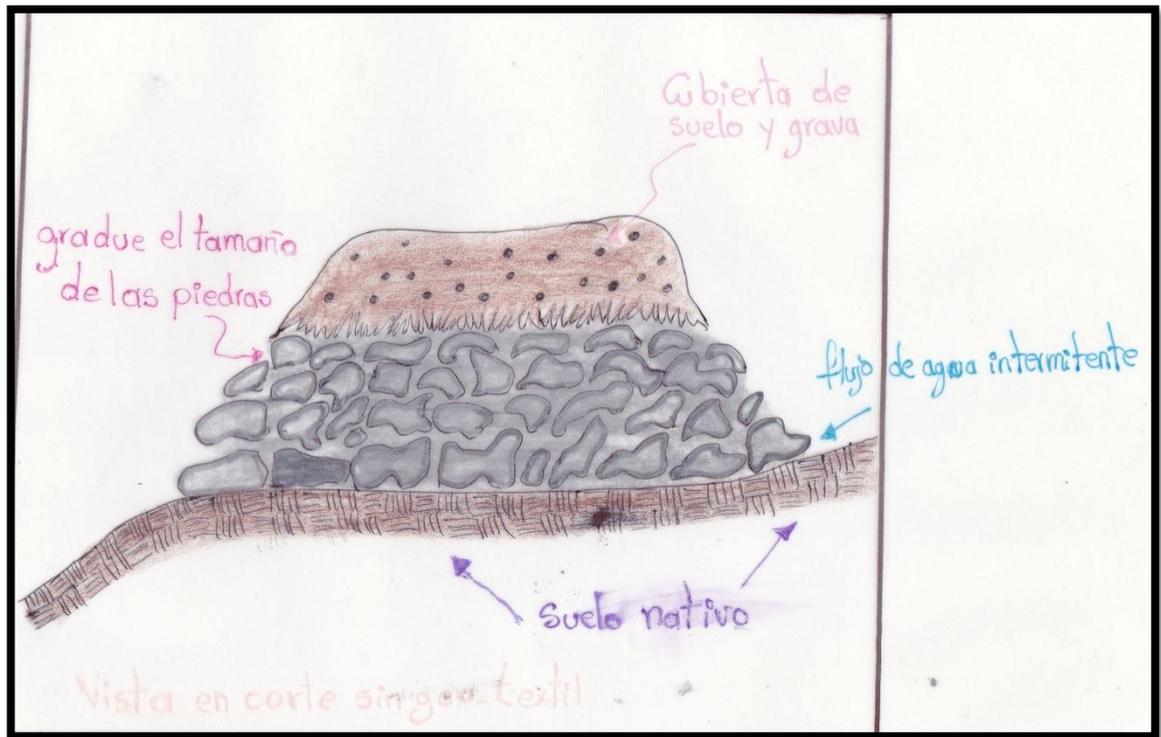
La instalación correcta de una lente de drenaje de rocas comienza con la excavación del sendero hasta que se llega a los suelos saturados. Generalmente esto implica excavar más allá del sendero, incluyendo algo del talud y del contratalud.

Una vez excavado, este vacío se llena con rocas angulosas grandes. En el fondo deben ir las rocas más grandes, y en cada capa se usan rocas progresivamente más chicas. Las rocas es mejor disponerlas “punto con punto”, no “pared con pared”, así quedan suficientes espacios entre ellas como para que el agua fluya libremente. Se va

disponiendo la cama de rocas hasta llegar a la altura original del sendero, y luego se cubre con una capa de 4" de suelo + grava.

Cuando los suelos saturados de agua son excepcionalmente profundos o los suelos de base son difíciles de estabilizar, se recomienda el uso de geo textiles. Se hace un sándwich de la lente de rocas entre dos capas de geo textil, y de esta manera se establece una base estable para la lente, y la roca resultará menos contaminada o taponada con sedimento.





PASO 49.- Estabilizadores

Escalones

Los escalones proporcionan protección de la erosión en los tramos de fuerte pendiente.

El propósito básico de los escalones es proveer una elevación vertical estable, que disminuye la velocidad del agua y retiene suelo. Como no son parte del paisaje natural, debe usárselos sólo donde sea necesario. Aunque son menos importantes en la reconstrucción de un sendero que los drenajes, los escalones se hacen más importantes a medida que la pendiente aumenta y cuando ya ha ocurrido daño por erosión.

Si un sendero tiene pendientes moderadas, los escalones pueden quedar confinados a elevaciones bruscas ocasionales y áreas justo encima de las barras de agua -ya que previenen su taponamiento. En cambio, en subidas pronunciadas pueden ser muy utilizados, siendo críticos para retener y estabilizar el suelo.

Los escalones proporcionan protección de la erosión en los tramos de fuerte pendiente. El propósito básico de los escalones es proveer una elevación vertical estable, que disminuye la velocidad del agua y retiene suelo. Como no son parte del paisaje natural, debe usárselos sólo donde sea necesario. Aunque son menos importantes en la reconstrucción de un sendero que los drenajes, los escalones se hacen más importantes a medida que la pendiente aumenta y cuando ya ha ocurrido daño por erosión.

Si un sendero tiene pendientes moderadas, los escalones pueden quedar confinados a elevaciones bruscas ocasionales y áreas justo encima de las barras de agua -ya que previenen su taponamiento. En cambio, en subidas pronunciadas pueden ser muy utilizados, siendo críticos para retener y estabilizar el suelo.

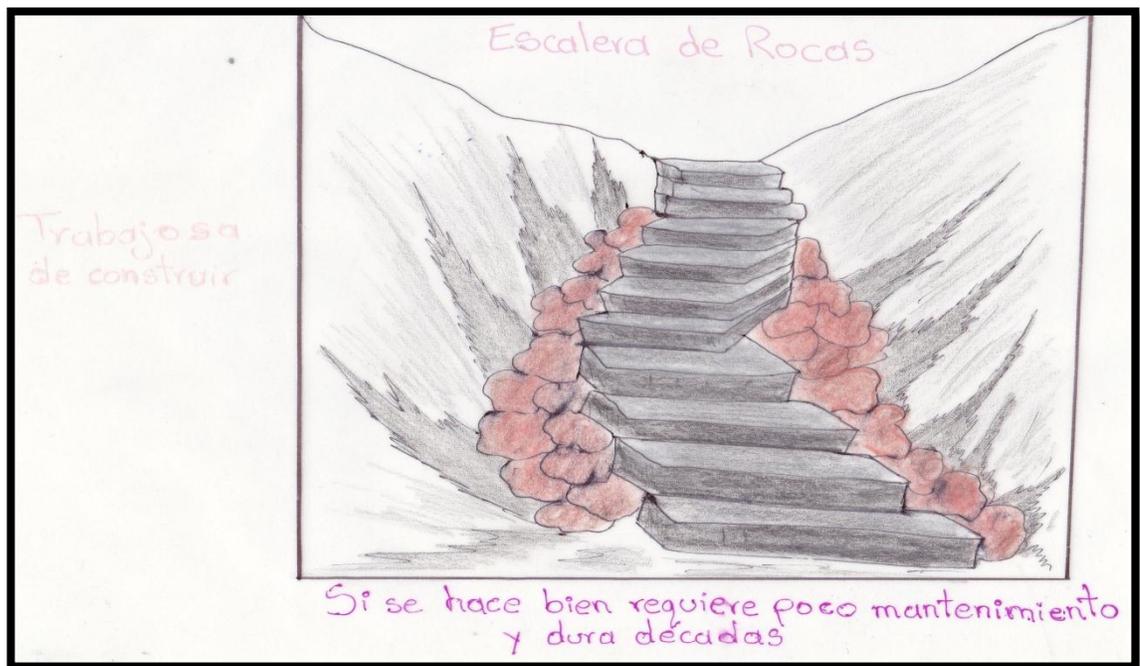


Se pueden armar escalones disponiendo rocas no muy grandes, paradas como muestra la figura, y rellenando.

razón, el uso de escalones debe ser evaluado cuidadosamente; en áreas con poca pendiente generalmente la gente los evita, desarrollándose un sendero al lado.

Como regla general, la altura del escalón debe ser de 30 cm o menos. También, trate de mantener equidistancia entre los escalones, lo que facilita el tránsito de los caminantes.

Algunos caminantes esquivan incluso los escalones bien posicionados, especialmente si están cansados y van en subida. Para prevenir esto, instale pircas a los lados de los escalones. Además, también se pueden usar ramas, troncos u otros materiales. Los senderos ubicados en zanjones o cárcavas anchas se pueden enangostar poniendo pircas en ambos lados, dejando los escalones en el medio. Este servirá tanto para confinar el tráfico a los escalones, como para retener el suelo de las paredes del zanjón.



Una escalera de rocas es trabajosa de construir, pero si se hace bien requiere poco mantenimiento y dura décadas

PASO 50.- Escalones de Roca

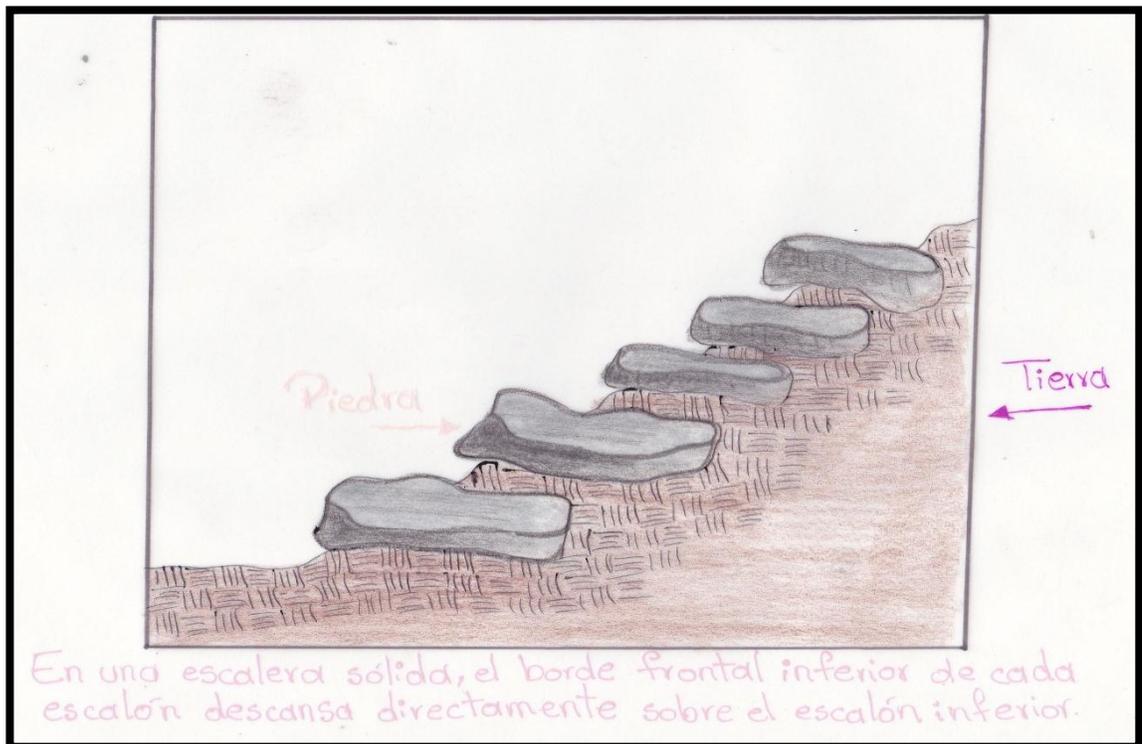
Los escalones de roca son mucho más deseables que los de troncos, ya que duran mucho más y son estéticamente más placenteros. Después de un tiempo empiezan a parecer una parte natural del sendero, especialmente si son cuidadosamente instalados. Incluso donde no haya rocas disponibles «in situ», los escalones de roca son tan superiores a los de madera que el esfuerzo adicional de conseguir la roca vale la pena.



Se pueden usar rocas de cualquier forma; sin embargo, las rocas con superficies planas son mucho más fáciles de trabajar y dan superficies más fáciles para caminar. Las rocas deben pesar por lo menos 50-100 kg; si son más livianas es muy posible que se aflojen. El solo peso de la roca la mantiene en su lugar.

PASO 51.- Instalaciones de los Escalones de Roca

Los escalones de roca son mucho más deseables que los de troncos, ya que duran mucho más y son estéticamente más placenteros. Después de un tiempo empiezan a parecer una parte natural del sendero, especialmente si son cuidadosamente instalados. Incluso donde no haya rocas disponibles, los escalones de roca son tan superiores a los de madera que el esfuerzo adicional de conseguir la roca vale la pena. Se pueden usar rocas de cualquier forma; sin embargo, las rocas con superficies planas son mucho más fáciles de trabajar y dan superficies más fáciles para caminar. Las rocas deben pesar por lo menos 50-100 kg; si son más livianas es muy posible que se aflojen. El solo peso de la roca la mantiene en su lugar.

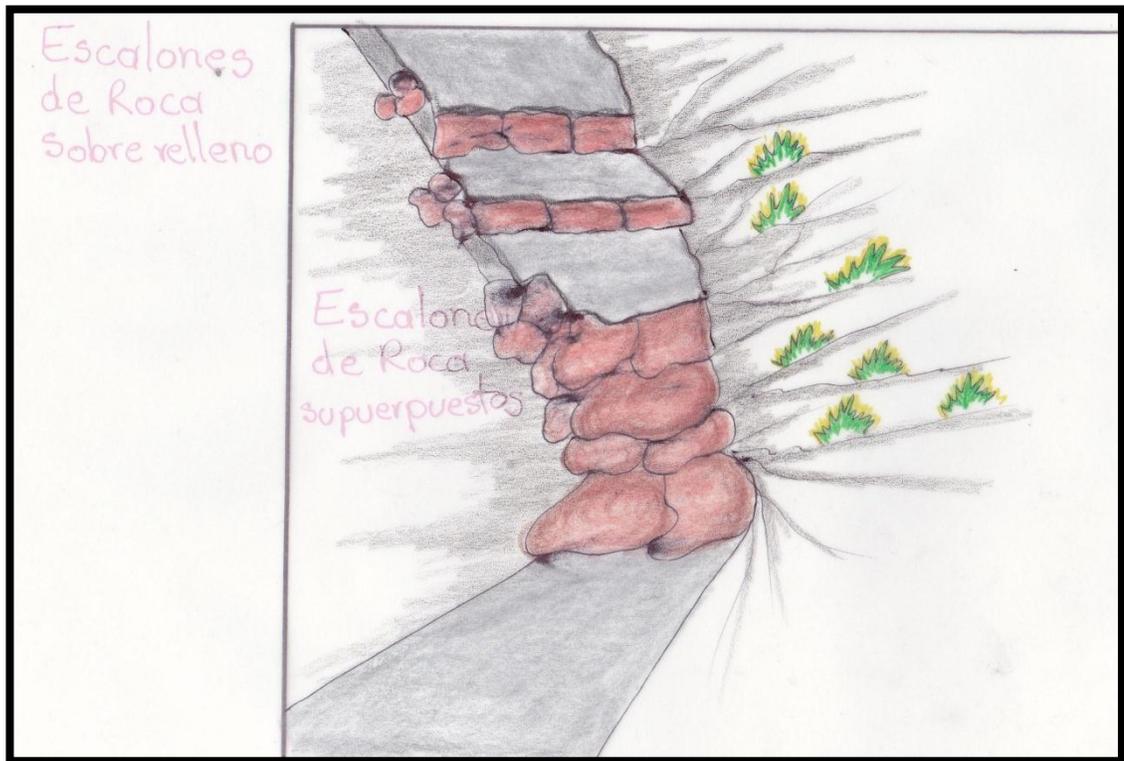


En una escalera sólida, el borde frontal inferior de cada escalón descansa directamente sobre el escalón inferior

Una vez excavado el agujero, maniobre la roca para introducirla en el mismo.

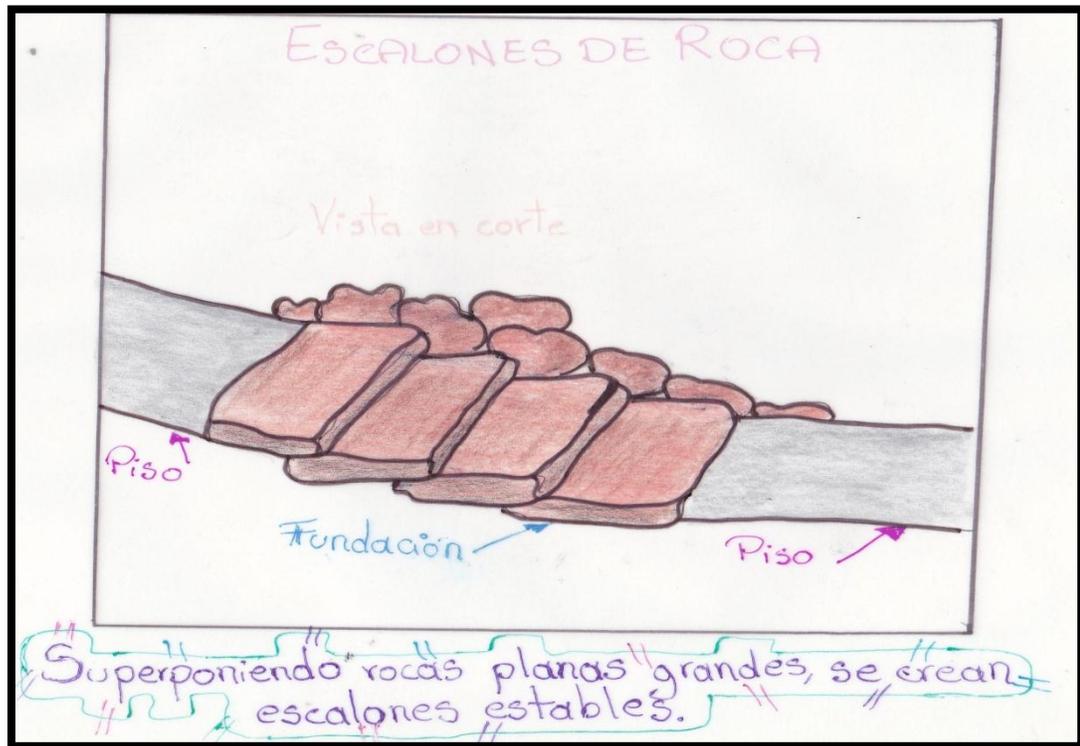
Trate de que se acomode bien de entrada: una vez que una gran roca es puesta en un lugar puede ser muy difícil retirarla y reacomodarla, especialmente si el sendero está embarrado. Use barretas y pico de hacha y zapa para posicionar la roca. Los escalones de roca no deben moverse en ningún punto, ni siquiera un poquito. Salte encima para probarlo; si se mueve intente reposicionarlo. Puede ser útil agregar y apisonar tierra alrededor. No rellene con rocas pequeñas; pueden irse aflojando. A veces, una roca difícil necesita ser retirada para mejorar el agujero, o encontrar una roca mejor. La buena instalación de escalones de roca requiere habilidad, experiencia, mucho trabajo duro y paciencia.

Cuando se dispone sólo de rocas pequeñas y medianas, deben ponerse varios lados a lado, para proporcionar un piso de sendero de ancho adecuado. Si usa piedras delgadas y planas, ubíquelas sobre un lomo o filo, enterradas profundamente en el piso del sendero e inclinadas un poco hacia la subida. Rellene detrás y arriba de la roca con tierra y escombros. Gracias a la inclinación pendiente arriba, la presión de los pies de los caminantes empuja a la roca más aún en su lugar en vez de tendera sacarla.



En pendientes muy pronunciadas, puede ser necesario poner los escalones muy cerca uno de otro, inclusive a veces superponiéndolos entre sí hasta la mitad de su superficie y a veces más de la mitad. La superposición de grandes rocas planas agrega estabilidad a los otros escalones de la pendiente.

No use pequeñas rocas para rellenar debajo de un escalón inestable. Los rellenos entre rocas eventualmente se aflojarán y el escalón puede salirse. Cada roca debe ser sólidamente encajada en el suelo y sobre los escalones de más abajo.



Superponiendo rocas planas grandes, se crean escalones estables

Los escalones de roca necesitan drenaje. Sin drenaje, incluso los escalones más grandes y estables eventualmente se aflojarán, a medida que el suelo alrededor se vaya lavando. El hielo también mueve los escalones. El drenaje, preferiblemente una barra de agua de roca, debe instalarse encima de una serie de escalones. Prevea y coloque barras de agua de roca en el medio de una escalera larga. Si es posible, aproveche también las curvas.

PASO 52.- Limpieza

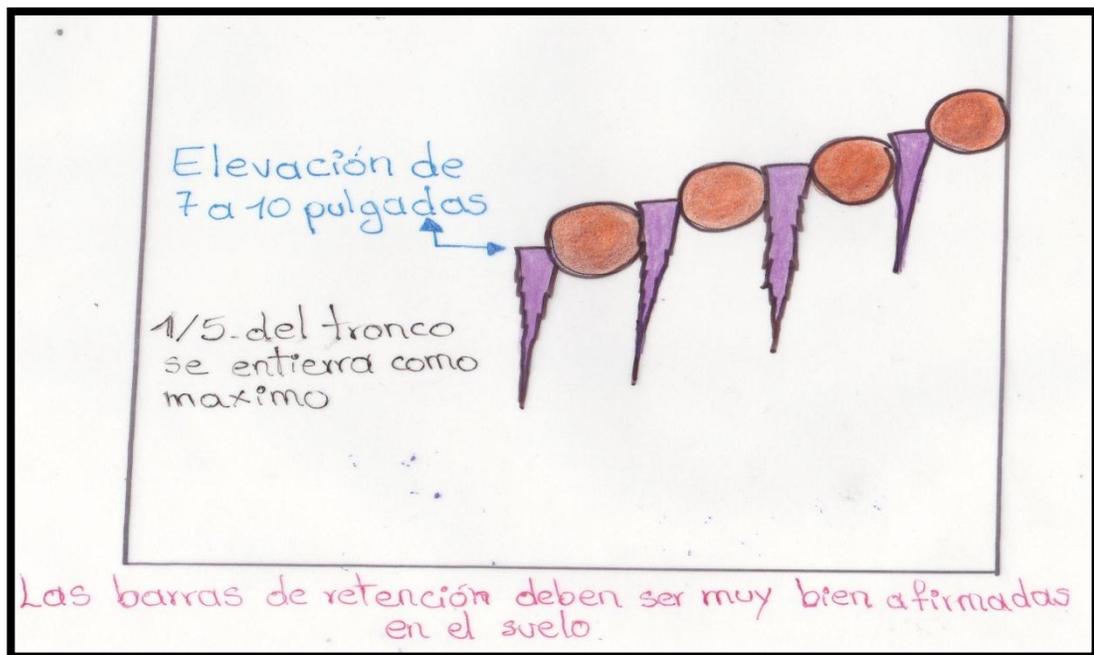
Luego de completado el trabajo, tape o barra las evidencias de excavación y los senderitos formados por arrastre de elementos o materiales, y rellene los agujeros con residuos, madera muerta, y hojarasca, especialmente cerca del sendero. Muchos senderos donde se ha trabajado mucho quedan embarrados o desprolijos

inmediatamente después de los trabajos, pero al cabo de un año o dos ese aspecto desaparece. En este sentido, el trabajo con rocas tiene la ventaja sobre la madera, de que un trabajo bien hecho se camufla con el paisaje.

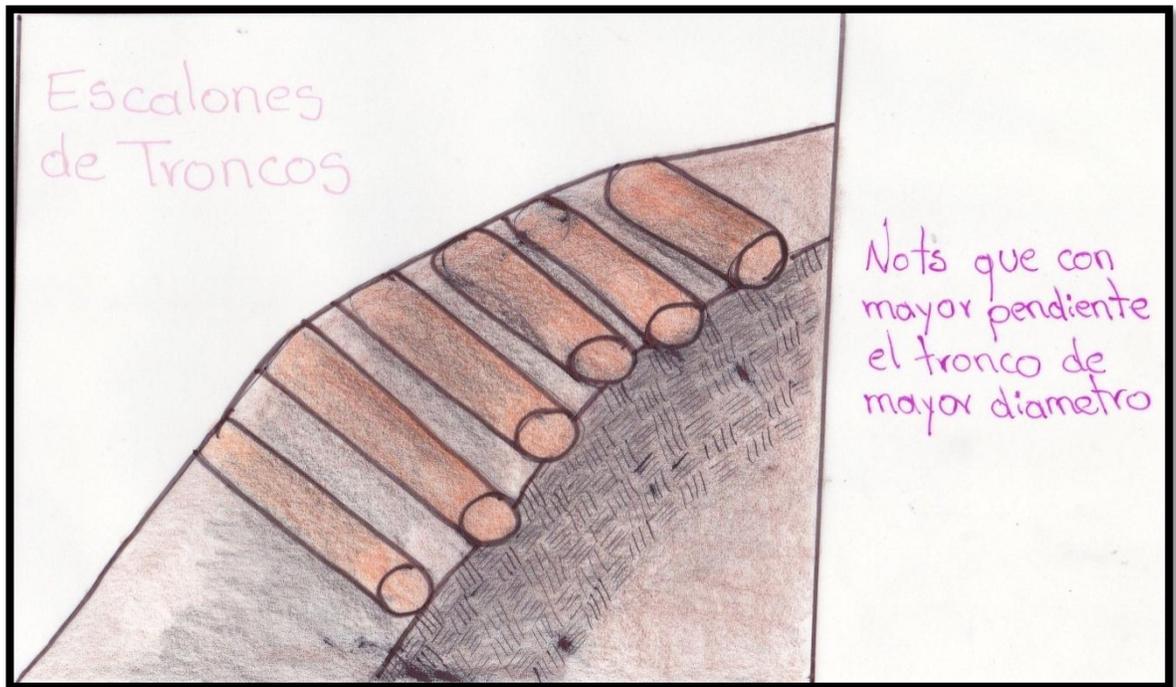
PASO 53.- Escalones de Madera

La construcción de escalones de madera es en su mayor parte similar a la construcción de barras de agua de madera, excepto que los escalones se colocan perpendiculares al sendero y que el lado cuesta arriba del tronco debe ser rellenado en lugar de hacerse una canaleta.

El diámetro debería estar entre 15 y 30 cm. En pendientes más fuertes, un tronco de mayor diámetro permite ganar más altura vertical. Si se usan troncos de menos diámetro, hay que poner los escalones más cercanos entre sí, y por ende mayor cantidad total, para proporcionar la elevación deseada. De ser posible, pele los troncos.



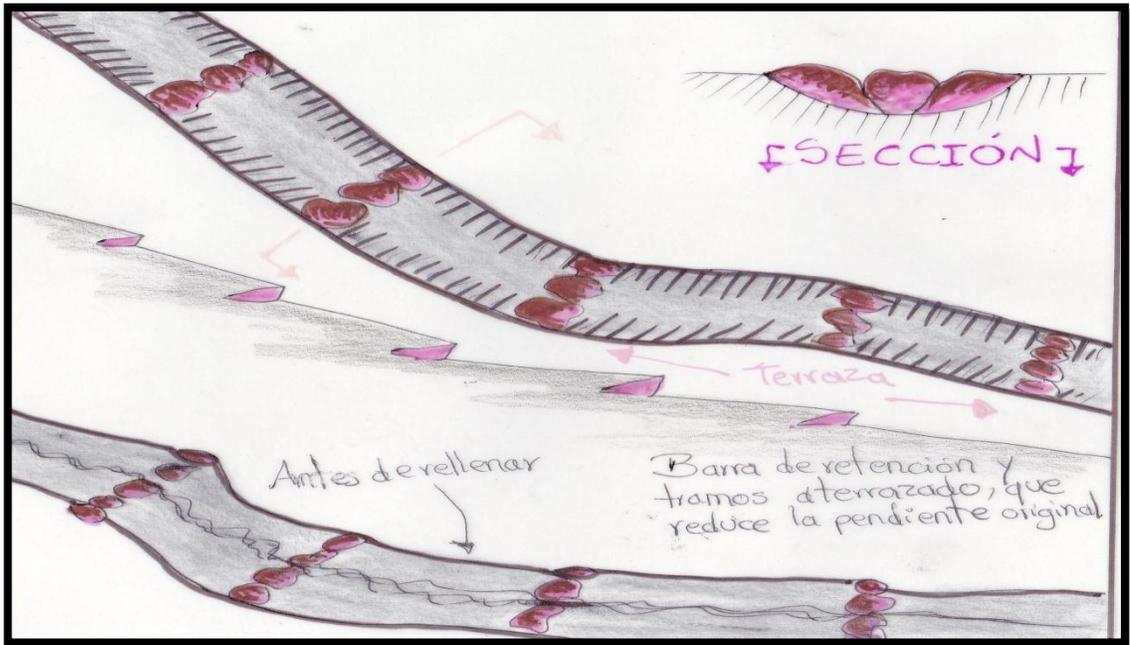
Las barras de retención deben ser muy bien afirmadas en el suelo



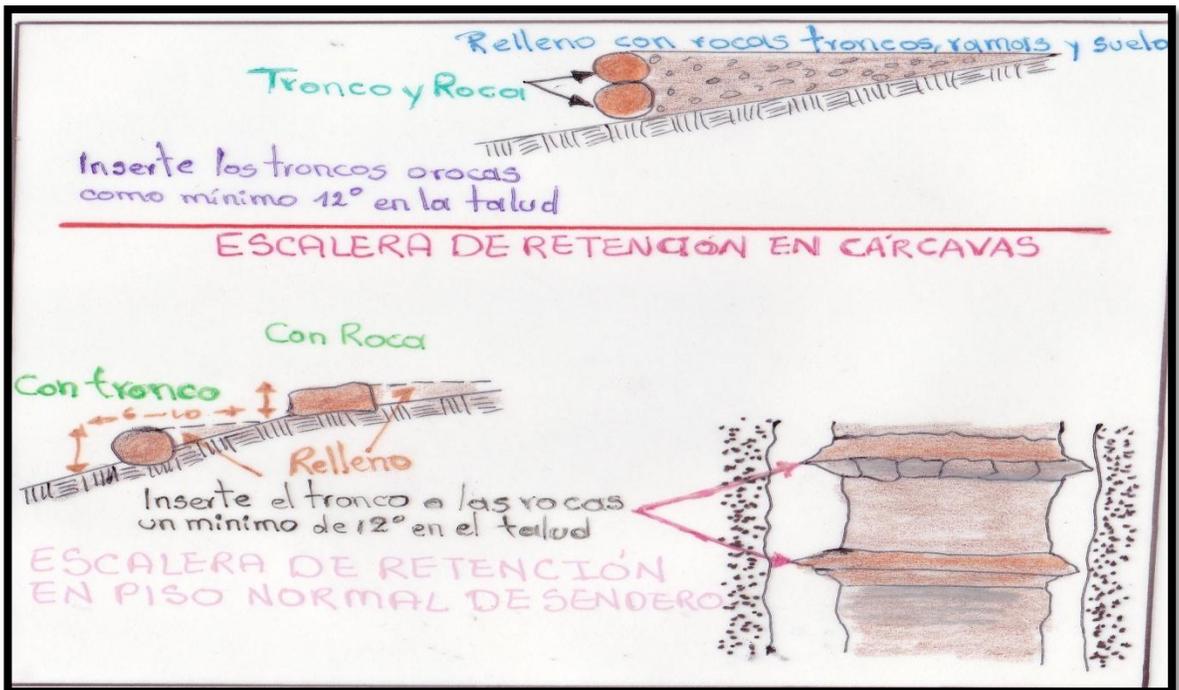
Los escalones de troncos deben sobrepasar el ancho del sendero

Los escalones deben ser más largos que el ancho del sendero. Cuando son para una cárcava o zanjón, los extremos del tronco deben extenderse y penetrar en sus paredes.

Un escalón demasiado corto permite que la gente y el agua lo rodeen, y no retiene completamente el suelo.



Para construir un escalón de madera, excave una canaleta o zanja con una profundidad de aproximadamente un tercio del diámetro del tronco.



Guarde el suelo que saca para el relleno posterior. Luego disponga el tronco en la zanja y asegúrelo con pequeñas rocas.

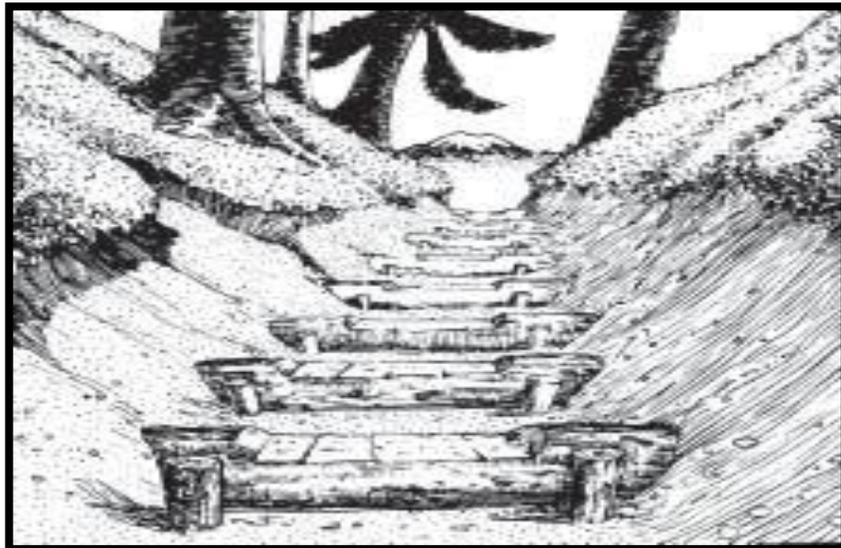
Una vez que el escalón está asegurado, rellene el lado de cuesta arriba con el suelo que extrajo de la zanja. Para una serie de escalones, la parte de abajo del tronco superior debe estar un poquito más alta que la parte de arriba del tronco inferior, y el suelo que está entre ambos debe tener una leve pendiente hacia abajo.

PASO 54.- Los Escalones Usados como Barras de Retención en Cárcavas

En algunas situaciones, las cárcavas o zanjas pueden ser tan severas y profundas, que no es práctico rellenarlas con suelo nativo. Incluso, puede haber situaciones en que no haya disponible material nativo de relleno.

Las barras de retención pueden disminuir la erosión en senderos con cárcava

En estas



situaciones, deben instalarse barras de retención para frenar la continuación de la erosión, y para permitir que el relleno se vaya produciendo solo, al irse atrapando sedimentos.

Una barra de retención simple se instala disponiendo rocas, troncos o tablas, en la cárcava, perpendicularmente al flujo del agua por la cárcava. Tenga en cuenta para el espaciamiento entre barras:

- no más de 8 m en pendientes de hasta 20°
- no más de 5 m en pendientes de 20 a 30°
- no más de 3,5 m en pendientes de más de 30°

Una vez que se hayan llenado por la acumulación de sedimento, las barras de retención no deben ser vaciadas ni retiradas; deben ser dejadas en el lugar, permitiendo que se transformen en parte del contorno natural de la ladera.

PASO 55.- Paredes de Retención con Roca y Tronco

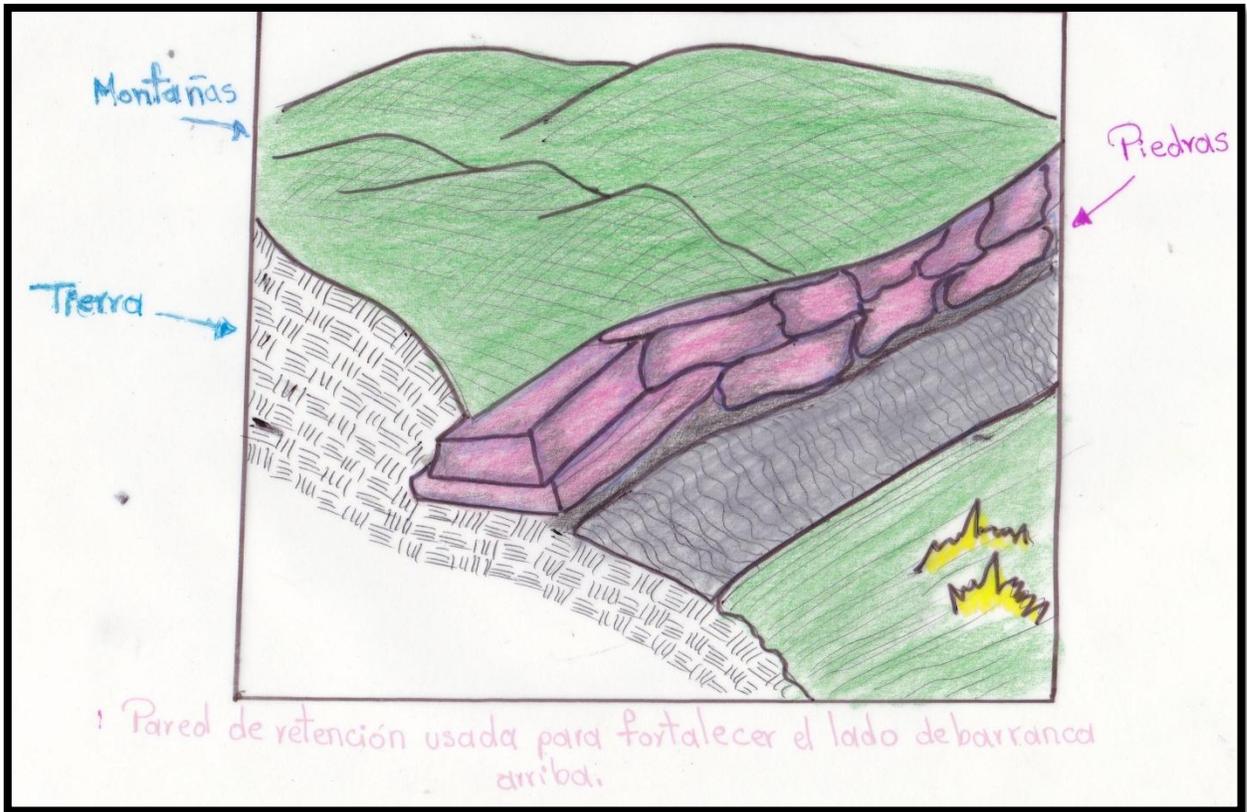
La construcción de paredes de retención con roca o troncos involucra la creación de un piso de sendero en secciones de sendero que se han transformado en cárcavas debido a erosión severa, o que atraviesan una ladera muy empinada.



Las paredes de retención de rocas soportan el borde inferior del sendero

Los escalones y las barras de agua pueden reparar una cárcava; pero, en cárcavas especialmente profundas y anchas que son difíciles de drenar, pueden no alcanzar a detener la erosión. Puede ser mejor sacar el sendero del fondo de la cárcava y llevarlo al borde superior, sosteniéndolo con paredes de retención. En laderas empinadas, la pared de retención estabiliza el talud y el contra talud.

La pared de retención de roca, que es la técnica más durable y estética, se usa para fortalecer el lado inferior de un sendero. En localizaciones de ladera empinada,



Pared de retención usada para fortalecer el lado de barranca arriba

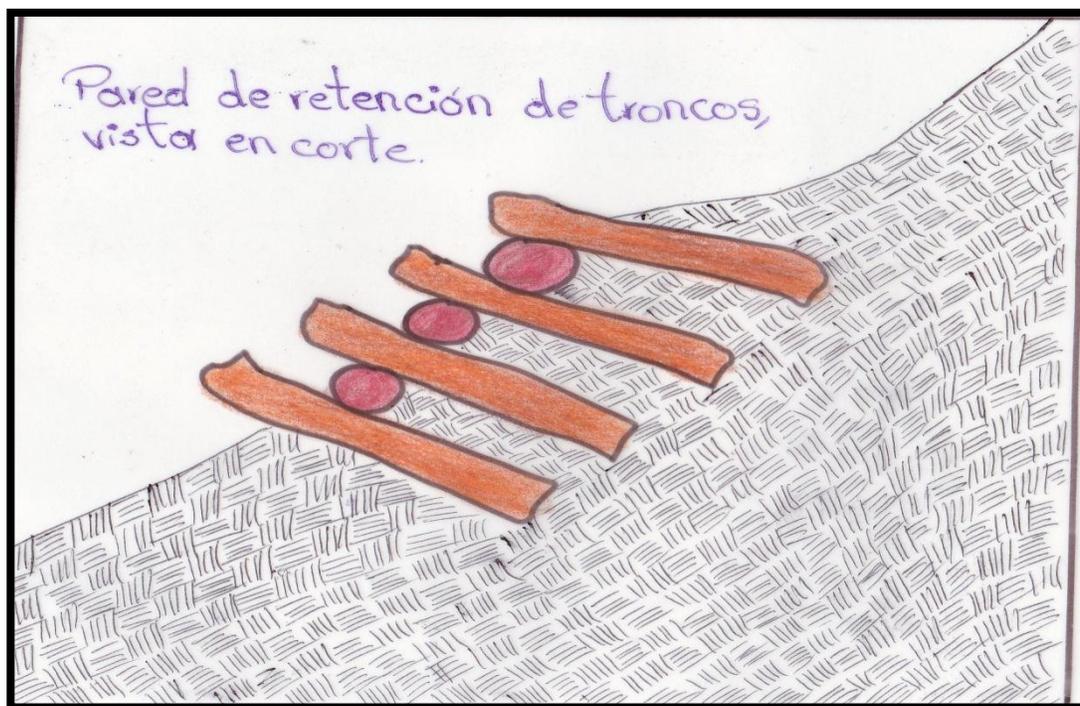
el lado o borde inferior del sendero a veces debe ser construido como pared de rocas. Empiece a construir la pared con una fundación de grandes rocas dispuestas bien profundamente en agujeros, inclinadas hacia la barranca, y puestas estrechamente lado a lado, por toda la longitud de la pared de retención. Luego disponga de manera firme, capas de roca por encima, hasta la altura deseada. Las capas adicionales deberían alternarse un poco con las de abajo, y deben ir levemente atrás. Por lo tanto, cada roca y la pared entera van a recostarse en la barranca hacia el sendero, siendo menos posible que se desarme.



Las paredes de roca son una solución durable y estéticamente agradable para muchos problemas de construcción y mantenimiento de senderos

La pared de retención de troncos consiste en uno o más troncos firmemente posicionados a lo largo del borde del sendero. Los troncos deben ser de por lo menos 25 cm de diámetro, y pelados. El largo depende del lugar, pero generalmente lo mejor es usar troncos largos y pesados. El peso ayuda a sostener la pared en el lugar. Los troncos deben estar bien afirmados, ya que deben soportar grandes cantidades de suelo y rocas, así como el peso de los caminantes. Los troncos pueden asegurarse con grandes estacas o piedras, o contra rocas o árboles. Se pueden usar también troncos perpendiculares al sendero -como un escalón de

madera- encastrados y clavados a los troncos de la pared, como una combinación de escalones, espaciadores, y retenedores.



Pared de retención de troncos, vista en corte

Rellene los huecos en la pared y construya un piso de sendero con suelo y piedras que haya sacado de las excavaciones. El piso de sendero por encima de la pared de retención debe permanecer con una suave pendiente hacia el lado de afuera o abajo, para asegurar el drenaje (peralte). La pared de retención no debe obstaculizar el drenaje, y el sendero no debe ser ni totalmente plano ni con pendiente hacia el lado interior o superior del sendero. De otro modo, el agua se va a acumular en, o va a fluir por el sendero.

Luego de construir la pared a lo largo del costado de una cárcava, rellene la cárcava con rocas y residuos de madera para reducir la erosión y prevenir el acceso

de la gente. Idealmente, la cárcava va a empezar a rellenarse con hojarasca y se recuperará parcialmente.

El lado de ladera-arriba del sendero puede ser fortalecido construyendo también una pared de retención de rocas o troncos.

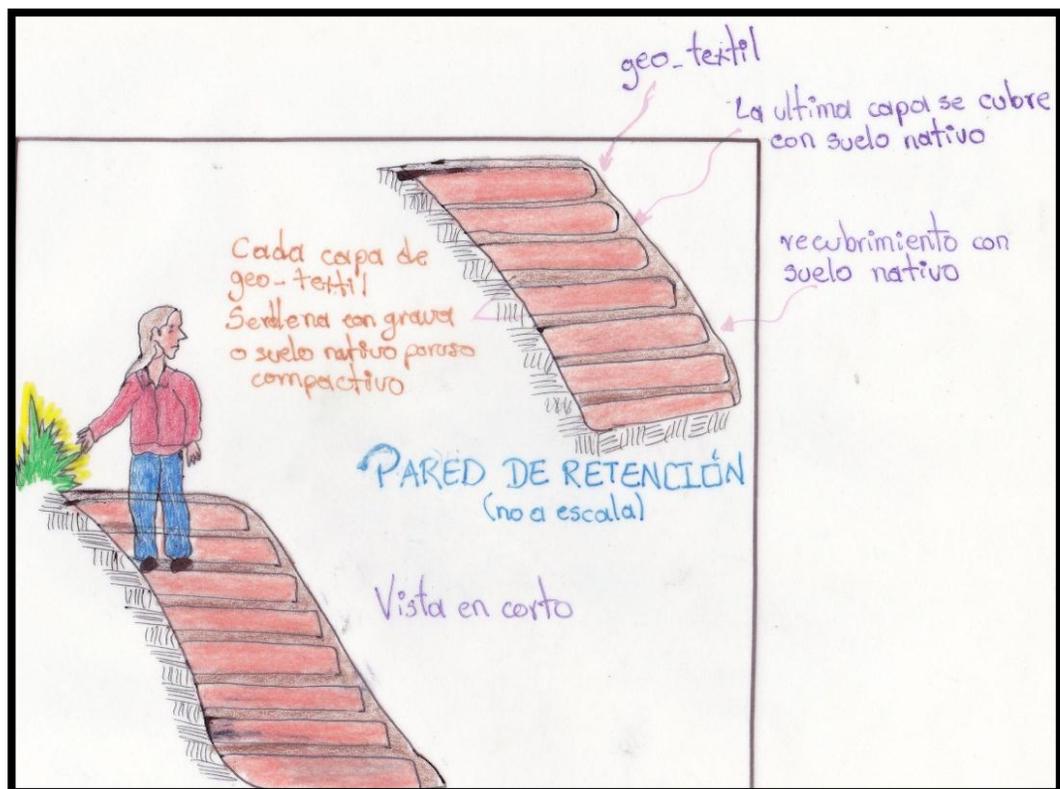


Pared de retención de troncos

PASO 56.- Paredes de Retención de Geotextil

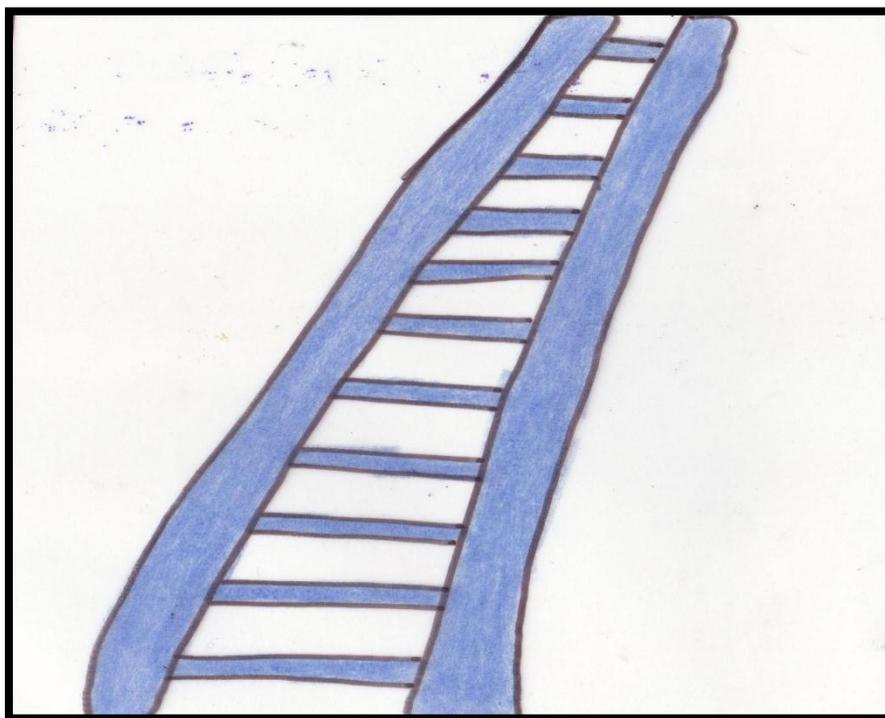
Se pueden construir pequeñas paredes de retención usando geotextiles; por ejemplo puede repararse un derrumbe o desplazamiento, de manera bastante rápida y con muy bajo costo de materiales. Luego de disponer la primer capa de geotextil en el fondo del sitio a reparar -que debe excavarse hasta llegar a suelo firme- se rellena con grava o suelo nativo poroso, y se compacta. El geotextil tiene que tener

el largo suficiente para después doblarlo sobre la mitad de la longitud de su base, tapando la grava de relleno. Las capas sucesivas se van disponiendo encima, de manera de producir una pendiente de 45 % (1:1); esto proporciona mejor transferencia del peso y mayor estabilidad a la pared. Luego de aplicar la última capa, se cubre con suelo nativo. El borde externo de la pared también se cubre con suelo nativo, y se compacta, para evitar que el geotextil se dañe con el sol o sea afectado por el tráfico de pies; además da un aspecto más natural.



Técnicas Especiales: Cuando es imposible instalar escalones, puede ser necesario utilizar estructuras más complejas, como escaleras de troncos, escaleras de retención o escalones clavados. Esto generalmente se da en lugares muy empinados o peñascos desprovistos de vegetación.

Escaleras de Troncos: Primero mida el peñasco para determinar la longitud de los dos tirantes. Agregue algunos centímetros a uno o ambos tirantes, para que el caminante tenga algo de qué agarrarse cuando se para en el escalón de más arriba. Corte, pele y desrame un par de tirantes a partir de troncos derechos y sólidos, de entre 20 y 30 cm de diámetro. Ponga los tirantes en el lugar, dejando entre 45 y 60 cm entre ellos, y con los extremos más gruesos y sólidos abajo. Si no hubiera una buena fundación sólida para los extremos, debe usarse un tronco de base para sostener a los tirantes. Use para eso un tronco de igual o mayor diámetro que el extremo grueso de los tirantes, y por lo menos 60 cm más largo que la distancia entre los bordes externos de los tirantes. Estos troncos de basamento pueden ser más largos todavía en caso que convenga fijarlos a ciertos puntos en la base de la escalera. Ubique el tronco basal en una zanja excavada en el suelo o asegúrelo en una grieta o sitio conveniente en el peñasco. Corte una muesca plana y poco profunda en la parte superior del tronco basal, en la cual encajen los extremos de cada tirante. Luego clave los tirantes al tronco base. Trabaje y disponga el tronco base para que actúe como primer escalón.



Ubique las muescas a lo largo del flanco interior de los tirantes, para que el espaciamiento entre los escalones sea parejo. Asegúrese de que las muescas en la izquierda estén parejas con las de la derecha. Las muescas deben ser de 10 cm de profundidad y 10 cm de ancho; tienen tres lados, debiendo ser los lados superior e inferior planos, paralelos y bien horizontales. Primero serruche los lados superior e inferior, luego serruche algunos pocos cortes en lo que queda entre medio y luego saque con gubia la madera remanente. Una vez que ha completado un par de muescas, puede cortar un escalón y darle forma para que encaje.

Corte los escalones a partir de troncos de 15 a 20 cm de diámetro, y trabájelos en su superficie superior para proveer una superficie de pisada. Para este fin no le rebaje más de un cuarto a un tercio del tronco. Mida la distancia entre los lados

interiores del par de muescas correspondiente, y corte el escalón acorde a la misma.

Aplane los extremos inferiores del escalón para que queden paralelos a la parte superior, para formar una lengua de 10 cm de ancho y un poco más de 10 cm de largo, para que encaje en las muescas. Compruebe el ajuste, y corrija lo necesario para lograr un ajuste bueno y sólido. Posicione el escalón en las muescas y clávelo atravesando un clavo a través de los tirantes y a través de los extremos del escalón. Es mejor ir haciendo un escalón a la vez, empezando por abajo.

Escalera de Retención: Otro estabilizador especial es la escalera de retención, o una combinación de pared de retención y escalera. Esta técnica es útil en pendientes muy empinadas, o pendientes con una capa muy delgada de suelo o la roca madre cerca de la superficie, lo que hace difícil asegurar los escalones tradicionales. En este caso se construye una escalera de troncos, se la afirma en la pendiente, y luego se rellena detrás de cada escalón con suelo y pequeñas rocas, para ayudar a asegurar la propia pendiente. No deje huecos detrás de los escalones -la gente puede meter el pie sin darse cuenta.

Escalones Clavados: Se pueden utilizar escalones clavados de madera para trepar y atravesar peñascos difíciles que no proporcionan superficie adecuada de pisada o ni siquiera puntos de dónde agarrarse con las manos, y que no pueden ser evitados rediseñando el recorrido. Se fabrican con madera (si es tratada, mejor), escalones de unos 60 a 70 cm de largo, cortando pedazos de 15 por 20 cm, diagonalmente de esquina a esquina. Se fijan al peñasco con barras de acero de 35 cm parcialmente clavadas en la roca. También se pueden esculpir escalones directamente en el

peñasco. Pero, estas técnicas sólo deben utilizarse como último recurso, cuando sea imposible desviar el sendero.



Escalones de madera asegurados a una pared de roca con varillas de acero

PASO 57.- Endurecedores

Las soluciones más frecuentemente utilizadas en estas situaciones son las piedras de paso, los puentes de mallín y los pisos construidos (“Senderos en áreas húmedas”). Sin embargo, hay que tener en cuenta que requieren mucho trabajo, y tienen alto impacto visual. Por lo tanto, antes de usar estas técnicas, deben considerarse primero las técnicas de drenaje y de relocalización.

PASO 58.- Drenaje y Relocalización

Si un área no puede ser drenada, o si por razones ambientales no debe ser drenada - p.ej. un mallín-, y no es posible la relocalización del sendero, entonces utilice técnicas de endurecimiento. Estas técnicas ofrecen al caminante un pasaje seco, y contienen el

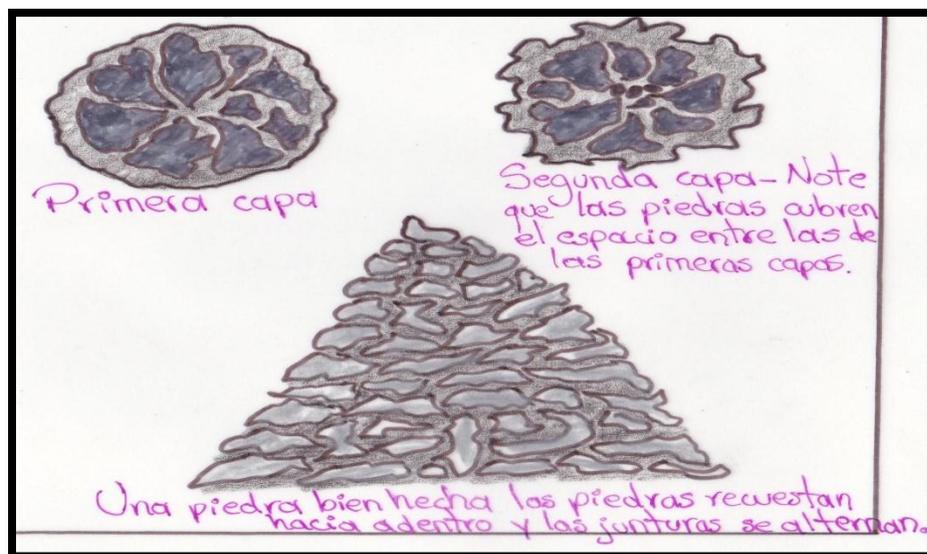
tráfico en una superficie endurecida, permitiendo que los suelos y vegetación adyacentes se recuperen.

PASO 59.- Definidores

A lo largo del tiempo, muchos caminantes utilizando los mismos atajos terminan por generar senderitos espontáneos. La gente tiende a buscar la vía de menor resistencia.

Para ahorrar tiempo y esfuerzo, los caminantes tomarán atajos en las esquinas de los zigzags, caminarán sobre la suave alfombra de vegetación de altura, o rodearán los escalones de roca en vez de subirlos. Los caminantes que andan por fuera del sendero, rápidamente pisotearán la vegetación, compactarán los suelos y se desencadenará la erosión del borde del sendero. Incluso un sendero bien marcado y mantenido puede necesitar definidores adicionales. Coloque definidores para dificultar el caminar fuera del sendero, y por lo tanto contener el tráfico dentro de un único piso de sendero estabilizado.

PASO 60.- Pircas



Utilice rocas de pequeñas a medianas, que puedan ser transportadas por una persona. Disponga la pirca de manera que no pueda ser pateada o derrumbada por alguien que le camine encima. Paredes derrumbadas y rocas sueltas en el sendero no son algo bueno. Una pirca dispuesta en forma firme y segura es particularmente importante a los costados de los escalones de roca, porque también sirve para estabilizar el suelo. Las pircas no deben exceder el tamaño necesario, aunque allí donde los caminantes salen del sendero con frecuencia, es necesario que sean de un buen tamaño. Hay que tener conciencia de que las pircas demasiado grandes pueden infringir las cualidades primitivas y naturales del ambiente donde está el sendero. Trate de hacerlas con una apariencia lo más natural y no-intrusiva posible.

PASO 61.- Escombros

Para ayudar a la recuperación de los sectores ensanchados del sendero una vez que ha instalado la pirca, desparrame escombros en el área. Caminar encima de un desparramo de pequeñas piedras flojas no es muy divertido, y debería hacer que la gente permanezca en el sendero. Los escombros también son un modo efectivo de cerrar un atajo o senderito espontáneo.

PASO 62.- Ramas

En zonas boscosas o arbustivas, es útil usar ramas o troncos secos para angostar senderos, proteger los caracoles cerrando la posibilidad de atajos, y cerrar senderos no deseados. Recuerde que en algún momento ese material se va a pudrir y desaparecer, pero entretanto va a posibilitar que la vegetación del lugar empiece a crecer.

- **Senderos en Áreas Húmedas**

Se exponen algunas técnicas específicas para senderos en áreas silvestres. No se incluyen las entablonadas, que son soluciones muy válidas para determinadas situaciones, pero se consideran fuera del alcance de este manual.

PASO 63.- Piedra de Paso y Piso de Roca

Piedra de Paso

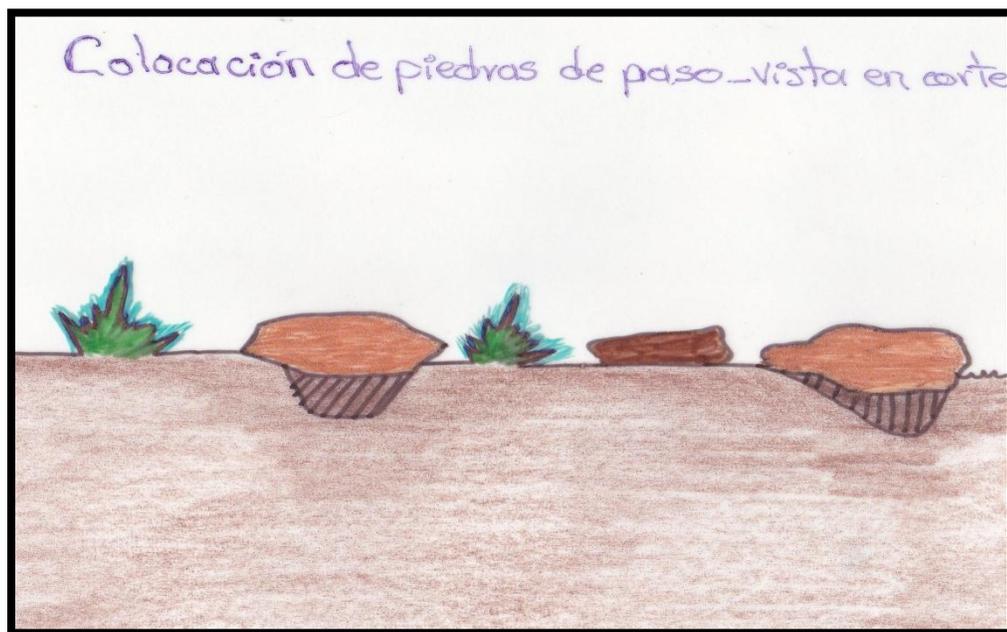
Son rocas encajadas en el barro, para formar una línea de paso estable, seco y fácil de atravesar. También se puede usar para cruzar arroyitos de poca profundidad.

Las piedras de paso deben tener una superficie plana de pisada, de por lo menos 30 cm, y debe ser suficientemente gruesa para sobresalir del barro.



Las piedras de paso permiten atravesar un sector barroso

Las rocas bien grandes y planas son más fáciles de instalar y menos pasibles de moverse, que las pequeñas y redondeadas. Presente la superficie más plana, disponiendo la roca en agujeros cónicos, de manera similar a la instalación de escalones de roca. Póngalas en línea a lo largo del sendero, de manera que un caminante con una pesada mochila puede pasar fácilmente de una piedra a la siguiente. Las piedras de paso deben ser estables, y no deben sobresalir demasiado del piso, ni estar tan bajas que se inunden de barro o agua; de otra manera, la gente va a tender a evitarlas.



Una buena técnica para instalarlas es seguir el mismo principio que permite que una bola de helado quede afirmada en el cucurucho. Se cava un pozo cónico de tamaño adecuado, y se pone la piedra. Ésta va a deslizarse hacia abajo hasta que sola se va a afirmar contra el suelo. Puede quedar aire debajo de la roca, pero las paredes inclinadas del cono impedirán que la piedra se hunda demasiado.

PASO 64.- Piso de Roca

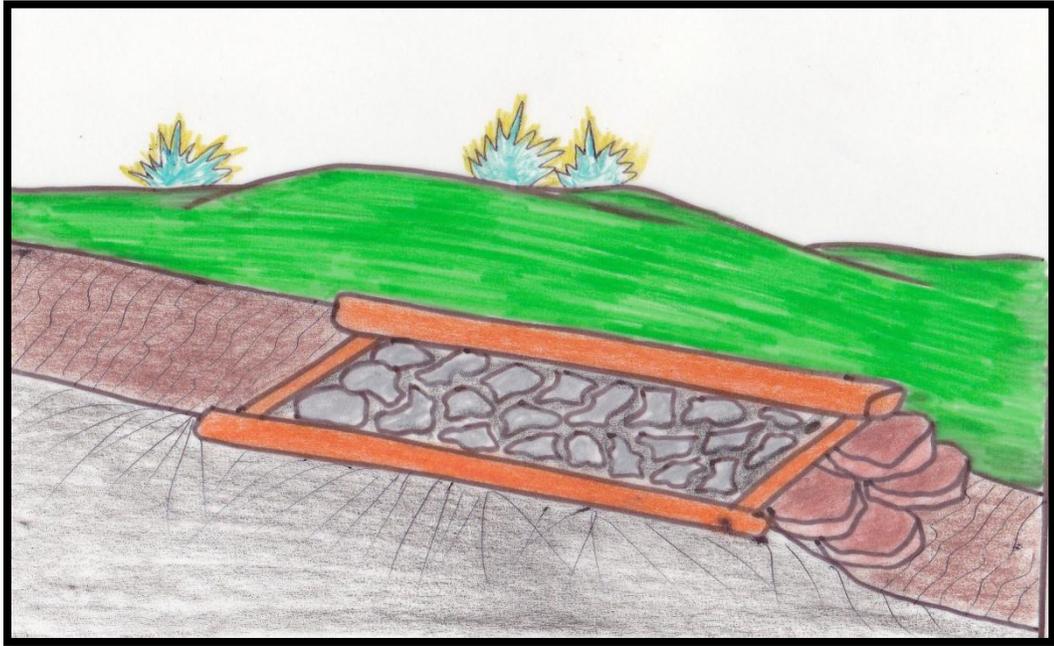


Es simplemente hacer un uso de las rocas más intensivo que las piedras de paso.

Se ponen lado a lado muchas rocas del tamaño de piedras de paso, cubriendo toda la superficie del sendero.

También se puede armar una caja de rocas, que puede aceptar rocas más pequeñas y de formas desparejas que no servirían para un piso de rocas. Para hacer una caja de rocas, construya un marco de troncos, pelados, clavados entre sí, y enterrado hasta la mitad en el piso, y luego rellene el interior con piedras.

Con rocas muy cuadradas no se necesita marcar, por las rocas pueden disponerse a la manera de un enlozado.



PASO 65.- Terraplenas

Los terraplenes son aptos para suelos aluviales u otros suelos firmes (no son aptos para suelos demasiado blandos), y con un máximo de 10 % de pendiente. No deben instalarse en áreas sujetas a inundación.

PASO 66.- Terraplén de Roca

Cave una trinchera fundacional a cada lado del sendero, manteniendo una distancia entre los bordes internos a unos 90 cm para senderos pedestres, o 1,20 m para senderos de caballos. La profundidad de las trincheras debería medir unos dos tercios de la altura de las rocas que van a sostener.

Cave una trinchera fundacional a cada lado del sendero, manteniendo una distancia entre los bordes internos a unos 90 cm para senderos pedestres, o 1,20 m para senderos de caballos. La profundidad de las trincheras debería medir unos dos tercios de la altura de las rocas que van a sostener.

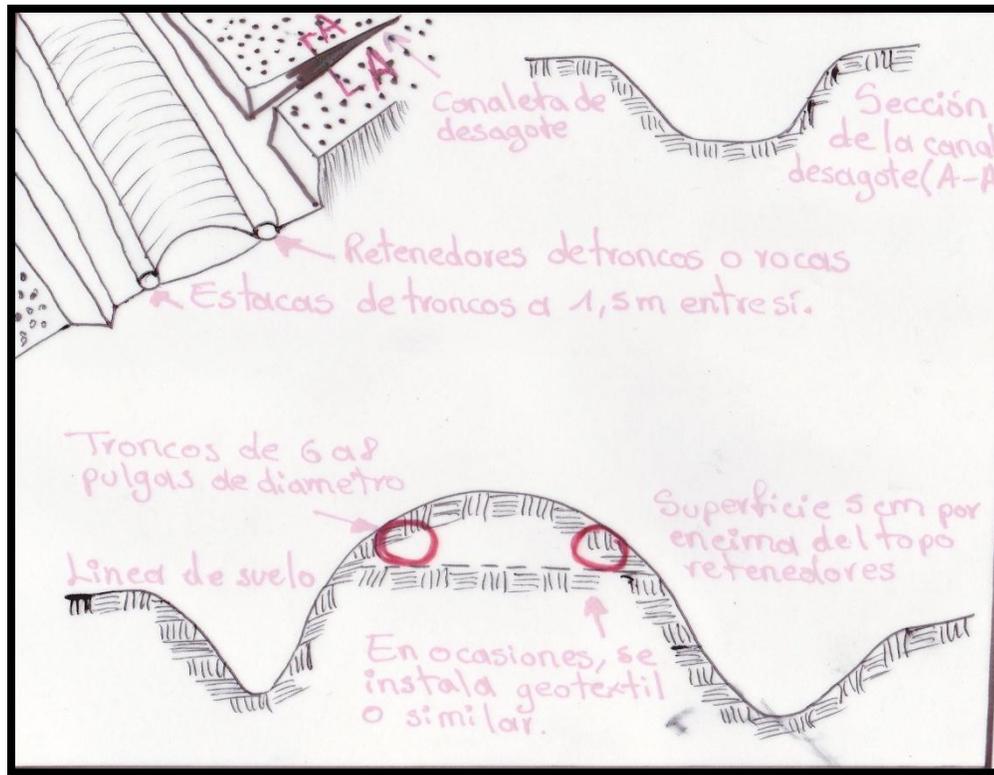


Terraplén de rocas, vista en corte

Después de que las filas de rocas están en su lugar, rellene el área entre ellas con capas de pequeñas piedras o roca molida y, donde lo haya, una capa superior de suelo. Las piedras van a permitir que la humedad fluya a través del terraplén, mientras que el suelo, que en el centro debe ser convexo o abovedado, forma un piso que tenderá a desviar la lluvia. No tenga miedo de usar suelo húmedo; después de un tiempo se secará. A veces los terraplenes tienen canaletas a lo largo de uno o los dos lados para facilitar el drenaje; también se pueden usar alcantarillas. El buen drenaje es esencial para el funcionamiento de los terraplenes. El suelo extruido para hacer las canaletas puede ser apropiado para material de relleno en el terraplén.

El terreno barroso puede “chuparse” la piedra molida casi tan rápido como uno la va colocando en el terraplén! A veces se ha tenido éxito disponiendo en el fondo del

terraplén una capa de geo-textil, que es una tela durable diseñada específicamente para usar en proyectos de construcción a la intemperie.



PASO 67.- Terraplenes de Tronco

Los troncos pelados para terraplenes deben tener un diámetro mínimo de 25 cm en el extremo más fino. Si la estructura va a incluir una alcantarilla para permitir drenaje a través del sendero, instale primero la alcantarilla. Asegure los troncos en cada lado del sendero enterrándolos parcialmente en el suelo, colocando grandes estacas de madera en el suelo contra las caras externas de los troncos, o haciendo ambas cosas. La distancia entre los troncos variará, pero generalmente es de 1 m para senderos pedestres y de 1,30 m para senderos usados por caballos o animales de carga. Rellene

entre los troncos con piedra molida y suelo mineral, de la misma manera que para los terraplenes de roca.

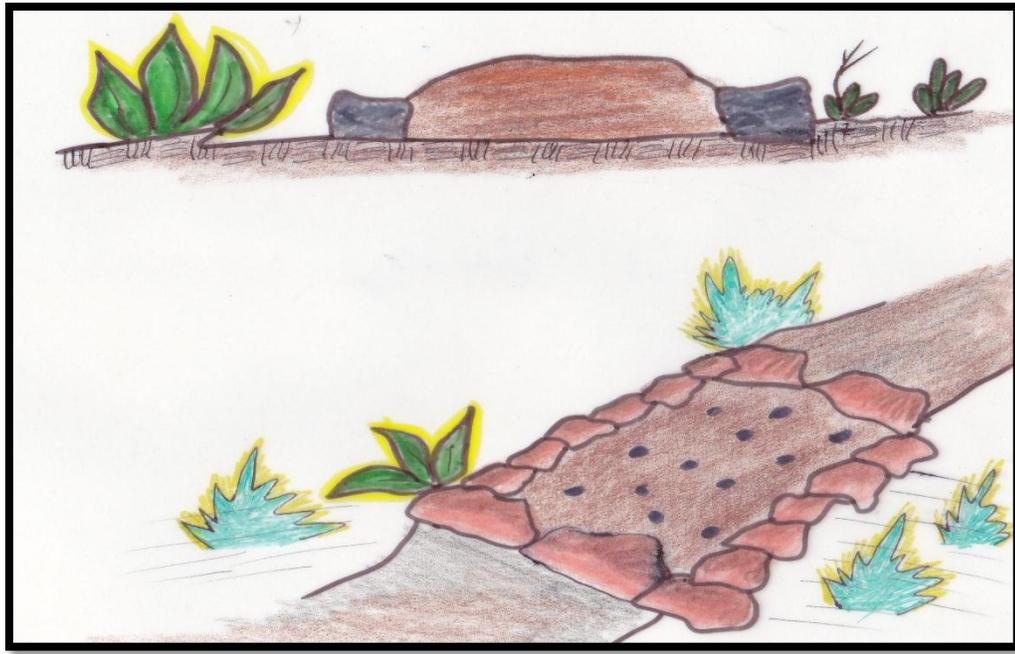


Terraplén de troncos, vista en corte - La estructura se rellena con rocas y grava, y se puede disponer suelo por encima para formar un piso caminable

PASO 68.- Calzadas

Una estructura emparentada con los terraplenes, pero que causa menos impacto ambiental, es la calzada -un terraplén pero sin canaletas de drenaje laterales. Se han utilizado calzadas rellenas de roca molida para crear un piso elevado y endurecido que atraviese un área mallinosa que esté mojada parte del año. Se pueden restaurar los senderos paralelos múltiples y poner en su lugar una calzada. Las calzadas producen menos impacto ambiental que los terraplenes porque no se usan canaletas de drenaje y no se disminuye el nivel de la napa. El riesgo que tienen es que en suelos altamente

saturados de agua la calzada se puede hundir -problema que puede intentar prevenirse con geotextil.



PASO 69.- Puentes de Mallín

En áreas donde escasean las rocas y el barro es suave y profundo -que es el caso en lugares mallinosos o de vegas- se pueden utilizar los puentes de mallín, contruidos con troncos, para formar un piso endurecido.

Estos puentes también pueden usarse para cruzar pequeños arroyitos y pequeños cañadones. En cualquier caso, proporcionan un piso seco y estable. Este tipo de puentes duran de 10 a 15 años o más, dependiendo de la madera usada, humedad del lugar, y diámetro de los troncos. Maderas como el coihue o el ñire son las más fáciles de trabajar y más duraderas.

Un puente de mallín generalmente se hace con dos troncos de 2,5 m a 4 m de largo, aplanados en su mitad superior, llamados tirantes, que forman la superficie para

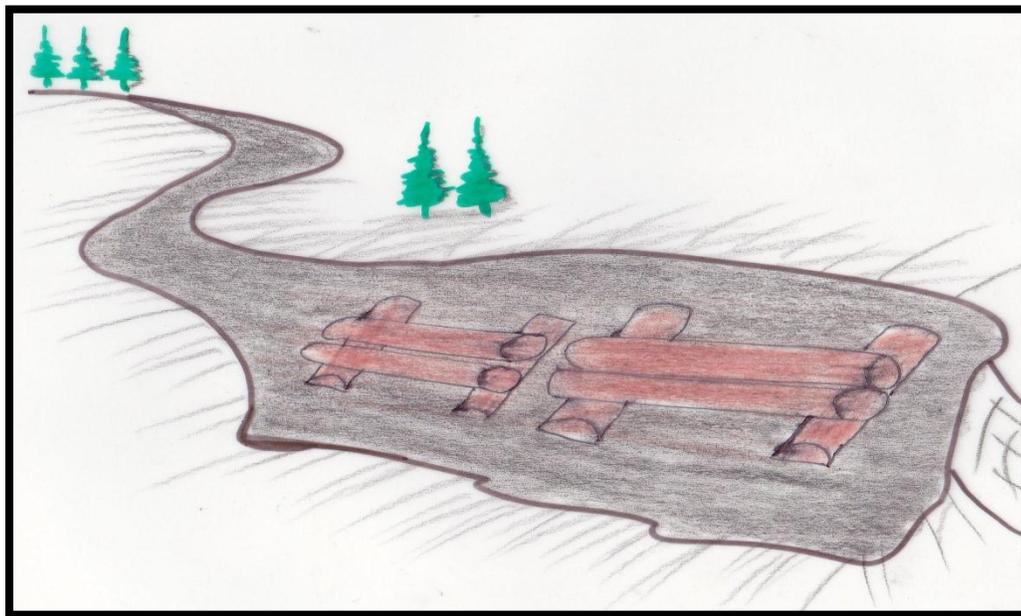
caminar. Los tirantes se apoyan cerca de sus extremos, en dos troncos basales firmemente emplazados dentro del barro. Los tirantes se encajan en muescas de los troncos basales, y se clavan.

PASO 70.- Puentes con Troncos Recortados

La única herramienta que se necesita para construirlos es un hacha bien afilada.

También puede ser útil una sierra manual, y una pequeña motosierra puede facilitar y acelerar el trabajo. Un descortezador facilita también las cosas, y para tallar la superficie plana se puede usar una azada. Lo mejor para los clavos o varillas es una maza, pero también puede servir el reverso del hacha. Para ubicar los troncos de la base, se usan herramientas para cavar tales como pico de hacha y zapa, pala y pulaski.

Se necesitan dos troncos -tirantes-, puestos lado a lado, para proporcionar una superficie de pisada de ancho suficiente. Los tirantes deben ser de entre 20 y 25 cm de diámetro. Los puentes más cortos pueden tener tirantes de 15 cm de diámetro. La longitud generalmente va de 2,5 m a 4 m, ya que las maderas más largas tienden a ser elásticas y se pueden romper. Los troncos de base deben tener entre 1 m y 1,4 m de largo, y de 20 a 25 cm de diámetro. En lugares extremadamente húmedos y con barro blando y profundo, se pueden necesitar troncos de base más gruesos y largos, para mejorar la estabilidad y la flotación. Los troncos deben ser pelados para retardar la pudrición y facilitar los trabajos.



PASO 71.- Instalación

Una vez que se ha determinado la longitud del puente, el próximo paso es encontrar árboles apropiados para la construcción. No desperdicie madera usando un árbol largo por demás. Los troncos a usar deben ser derechos, con pocas ramas, y libres de defectos. Corte los troncos de manera que cada par de tirantes sea parejo en tamaño y forma. Tómese el tiempo para encontrar madera de la mejor calidad posible; eso ahorrará tiempo y esfuerzo durante la construcción y resultará en un puente mejor y más duradero. Corte los troncos a la longitud, desrámelos, y pélelos fuera del sendero, para que los desperdicios no queden a la vista. Los dos troncos de base y el par de tirantes luego serán llevados al sendero y puestos en su lugar.

Ahora pueden posicionarse los troncos de base. Para calcular su ubicación, presente un tirante a lo largo del centro del sendero, sobre la superficie del barro.

Asegúrese que no está a más de 15 cm de sendero sólido, o de una piedra de paso u otro puente. Marque la posición que tendrán los troncos de base, que estarán perpendiculares a los tirantes, a no más de 15 cm entre sí. Si se separan demasiado, el puente se puede romper o saltar cuando lo pisen encima. Aparte el tirante y excave una zanjita para cada tronco de base. Estas tendrán el largo y ancho de los troncos de base, y una profundidad equivalente a la mitad del diámetro. Los troncos de base deben estar nivelados y bien firmes; compruébelo zapateando en ambos extremos.

Puede ser necesario sacar raíces y pequeñas rocas para afirmarlos bien.

El próximo paso es disponer los dos tirantes sobre los troncos de base. Para mayor fortaleza, rote los tirantes para que cualquier pequeña saliencia o curva quede arriba, y más hacia el centro que hacia los extremos. Posicione el par para que encajen lo más cerca posible por toda su longitud, pero dejando una pequeña rendija para drenaje. La rendija no debe ser de más de una o dos pulgadas (2,5 a 5 cm), de manera que no pueda meterse un pie. Una vez determinada la ubicación ideal, marque los extremos de los tirantes, y los lados en los puntos donde apoyan en los troncos de base, para luego posicionarlos correctamente durante la construcción.

Con los tirantes en posición, ahora se puede marcar la posición de las muescas en los troncos de base. Dibuje una línea con lápiz o hacha, en la cara superior del tronco de base, paralela al tirante y siguiendo los lados. Corra los tirantes a un lado, y con hacha o sierra haga una muesca en forma de V, entre las líneas-guía. Tenga cuidado de no hacerlas muy grandes de entrada; luego las puede agrandar si necesita, pero no podrá achicarlas! Empiece con muescas un poco chicas, vaya probando el ajuste y agrándelas de a poco. Los lados de los tirantes deben calzar bien en los lados de las muescas, y no

descansar en el fondo, ajustándolos bien en su lugar. Para que las caras superiores de los tirantes queden al mismo nivel, ensanche la muesca del tirante más alto o grande, para bajarlo. Cuando los tirantes están finalmente ajustados en las muescas, sus caras inferiores deben apenas tocar la superficie del barro.

El paso final es clavar los tirantes a los troncos de base. Use clavos de entre 10 y 12 pulgadas de largo, y de 3/8. Clávelos con una maza o herramienta apropiada.

Deles un leve ángulo a los clavos, para que atraviesen los tirantes y lleguen a un costado de la muesca. Deles ángulos en direcciones opuestas en cada extremo, para proporcionar tensión que asegure mejor los tirantes.

MANTENIMIENTO DE SENDERO

PASO 72.- Limpieza de Drenaje

Los drenajes que no fueron limpiados periódicamente, a menudo son difíciles de encontrar. Al llenarse de sedimento, piedras y hojarasca dejan de ser visibles; pero es posible recuperarlos, especialmente si son barras de agua de roca u hondonadas de drenaje. En cambio, las barras de agua de troncos que quedan enterradas por mucho tiempo se pueden pudrir y necesitar reemplazo. Busque drenajes perdidos en el sendero viendo si hay rocas de sostén de estructuras que afloran al azar, canaletas de desagüe por fuera del sendero, e inclusive las partes de arriba de rocas que sobresalen del sendero formando una línea diagonal.

Los drenajes deben ser limpiados anualmente para que funcionen bien. Saque los residuos y materia suelta que se haya depositado; los sedimentos dispérselos sobre el propio sendero -en la sección pendiente abajo, o agregados al material de soporte del drenaje. También, limpie las canaletas de desagote. Sirven bien para estas tareas una azada o zapa. A veces el suelo está muy compactado o es muy rocoso y se dificulta el uso de la pala; en ese caso use un pico de punta y hacha. Con el tiempo, pueden establecerse raíces y arbustos en las canaletas, que deben ser cortados.

Una vez que localizó el drenaje, límpielo y retórnelo a sus óptimas condiciones de funcionamiento. No se limite a sacar con el pie las hojas o sedimento (algo que a menudo se les recomienda a los propios caminantes). Eso es mejor que nada, pero apenas mejor. Los drenajes deben ser bien mantenidos para ser efectivos en forma consistente y permanente.

PASO 73.- Mantenimiento de Canaletas de Drenajes

Un drenaje efectivo es una canaleta ancha, de fondo plano, entre 30 y 45 cm de ancho en el fondo, y de una profundidad de 15 a 20 cm. El ancho adecuado es crítico:



Ensanche el final de la canaleta de desagote para permitir que el agua se disperse

Comience la limpieza en el extremo más alto de la canaleta (generalmente es el extremo que nace en el sendero) y vaya bajando. Desparrame toda la materia orgánica que ha extraído de la canaleta (hojas, raíces, y suelo muy orgánico) bien lejos del sendero y ladera abajo, de manera que no vuelva a ingresar al drenaje.

Utilice suelo mineral extraído de la canaleta para rellenar en el tramo de sendero pendiente abajo de la barra de agua u hondonada de drenaje. Siga avanzando por la canaleta hacia abajo, sacando todas las raíces y piedras que encuentre. Alise y compacte los lados y el fondo de la canaleta, el suelo mineral sobrante dispóngalo en el lugar elegido para rellenar, con una pala o los pies.

Cuando haya terminado de limpiar el tramo de la canaleta que está en el sendero, no se vaya, aún debe limpiar el tramo de la canaleta que sale del sendero. Un drenaje no será del todo efectivo a no ser que la canaleta saliente esté ancha y limpia.

La canaleta saliente de drenaje, está permanentemente sacando agua del sendero y asegura que ésta no vuelva al mismo. Esta sección del drenaje es crítica, y a menudo es mucho más larga que el tramo que está en el sendero. La longitud variará dependiendo de la alineación del sendero; un sendero que baje derecho por una pendiente muy gradual o casi imperceptible requiere una canaleta saliente de 4,5 m o más para asegurar sacar el agua, pero un sendero que sigue el contorno en una ladera empinada necesita sólo entre 0,9 y 1,2 m.

Las herramientas para limpiar drenajes

Las herramientas necesarias para limpiar un drenaje dependen del tipo de suelo y la cantidad de residuo que contenga el drenaje:

- use un pico de punta y hacha en suelo rocoso y drenajes muy taponados.

- También sirve una zapa.
- para drenajes completamente tapados, use una guillotina manual para cortar las pequeñas raíces duras que han crecido dentro
- para drenajes más descuidados aún, use un hacha para raíces
- use palas o rastrillo segador para dar la forma final, o para retocar drenajes que sólo necesiten una leve limpieza.

PASO 74.- Mantenimiento de Barras de Agua

Reafirme las rocas flojas, o reemplace los troncos que hayan empezado a pudrirse.

Con una pala dé forma nuevamente al piso del sendero, para formar una especie de suave canal antes de la barra, de manera que el agua nuevamente haga lo que debería: salir del sendero antes de pegar contra la propia barra. No socave la barra por querer esculpir el canal demasiado profundo. Apile suelo flojo contra el lado de pendiente-abajo de la barra, para disminuir un poco la pendiente que sale enseguida de la barra, o también apile tierra contra el lado de arriba de la barra para restaurar el canal y proteger a la barra de la erosión.



Mantenga las estructuras de drenaje, removiendo sedimentos y residuos de las canaletas y alcantarillas.

PASO 75.- Mantenimiento de Alcantarilla

- Pase una pala por adentro para sacar residuos o limo. Si una alcantarilla es demasiado angosta para la pala, use el mango.
- Saque los residuos de las canaletas y de las áreas de recepción de agua que conducen a o salen de las alcantarillas. Ese residuo si es apropiado, puede usarse para rellenar en el sendero donde sea necesario.
- Repare o reemplace las alcantarillas en malas condiciones.

PASO 76.- Mantenimiento de Puentes, Terraplenes y Entablonada

La evaluación adecuada de la condición de un puente o entablonada debería ser hecha por profesionales idóneos en la aplicación de estándares de seguridad.

Para formarse una impresión general de si un tronco está sufriendo descomposición significativa, trate de hundirle una cortaplumas. Si entra fácilmente, probablemente la madera ha perdido mucha de su fuerza original.

- Saque toda la materia orgánica y suelo de las superficies de madera. La acumulación de musgos, hojas y residuos en un puente o entablonada y en los extremos de los tirantes puede retener humedad que puede pudrir la madera.
- Las tablas usadas para piso en puentes o entablonadas son generalmente los primeros componentes que se deterioran y desgastan. A veces se los puede dar vuelta y reclavarlos, para extender su vida útil.
- Inspeccione las estructuras de madera en busca de clavos que hayan quedado expuestos. Re-clávelos o sáquelos, de manera que no lastimen a las personas o caballos.
- Vuelva a dar forma a la entrada y salida del puente o entablonada, dándole forma cóncava al sendero y suavizando la transición del sendero a la estructura.
- Los terraplenes son muy dependientes -para su buen funcionamiento- de un mantenimiento regular. Los troncos utilizados se pudren aproximadamente a los 25 años de uso.

PASO 77.- Mantenimiento de Estructuras de Roca

Las paredes de roca, escalones, barras de agua y otras estructuras de roca, si fueron bien construidas, necesitan poco mantenimiento. Aun así, el congelamiento y descongelamiento, el alto uso o el abuso, el crecimiento de la vegetación, y los efectos de la gravedad pueden a veces debilitar la construcción en roca.

- Pruebe las estructuras de roca, bailándoles encima. Todas las rocas deberían permanecer firmemente en el lugar.
- Inspeccione las paredes buscando indicios de que las rocas se estén aflojando. A veces se la puede reafirmar insertando con fuerza rocas más pequeñas en los intersticios.
- Las estructuras que se han aflojado deben ser desmanteladas y reconstruidas. Casi siempre se pueden usar las mismas rocas, a menudo en el mismo orden.
- Examine la fila de más abajo de una pared y asegúrese de que aún está firmemente empotrada en suelo sólido o ajustadamente dispuesta contra la roca. Si se ha erosionado suelo, a veces puede prevenirse el agravamiento de la desestabilización de la fundación, disponiendo rocas pesadas que se apoyen contra la misma.
- Restaure el nivel de material de relleno detrás de las paredes y adentro de los escalones.

PASO 78.- Mantenimiento en Senderos Bifurcados en Terreno Abierto

La dificultad subyacente en realidad es que el sendero original fue puesto en el lugar incorrecto. Un trayecto que atraviesa campo abierto ofrece demasiada visibilidad.

Sin obstáculos tales como rocas, arbustos o árboles que bordeen el sendero, es muy difícil motivar a los caminantes para que se mantengan en el sendero. A medida que el sendero se erosiona a punto tal que se hace incómodo caminar, los

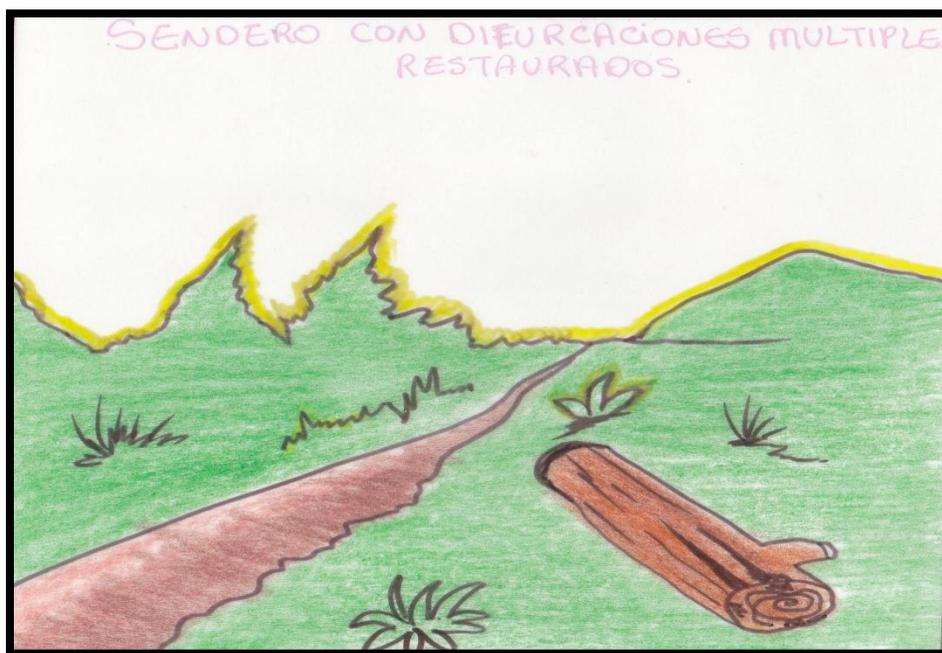
caminantes y jinetes van a empezar a producir senderos secundarios al lado del original.

- Siempre que sea posible, re-localice el sendero, mandándolo hacia el borde del área abierta, hacia los árboles. Los usuarios aún así seguirán teniendo vistas ocasionales del terreno abierto, pero la ruta estará ubicada donde la gente se va a sentir más inclinada a permanecer en el sendero, y donde además el drenaje se puede efectivizar con más éxito.

Si no se puede desplazar el sendero, el sendero “multi-furcado” puede ser restaurado rellenando con suelo mineral o piedra molida. Corone el sendero “correcto”, haciéndolo un poco más alto que el entorno circundante, de manera de posibilitar que el agua escurra hacia los costados. Use técnicas de restauración para cerrar y cicatrizar los segmentos abandonados -los que no constituyan la ruta elegida como correcta.



- A no ser que un sendero reparado sea la manera más “invitadora” o atractiva para caminar, los usuarios continuarán caminando por los costados y seguirán creando más vías espontáneas. Algo que puede ayudar es desparramar rocas o troncos como si fueran naturales, a los costados, de manera que se estimule a los usuarios a permanecer en el sendero principal.



PASO 79.- Sendero Erosionado en Ladera

Comience el mantenimiento de un sendero-cárcava, encarando la causa de la erosión: hay que disminuir la velocidad o sacar el agua del sendero. Hay varias maneras de hacer esto:

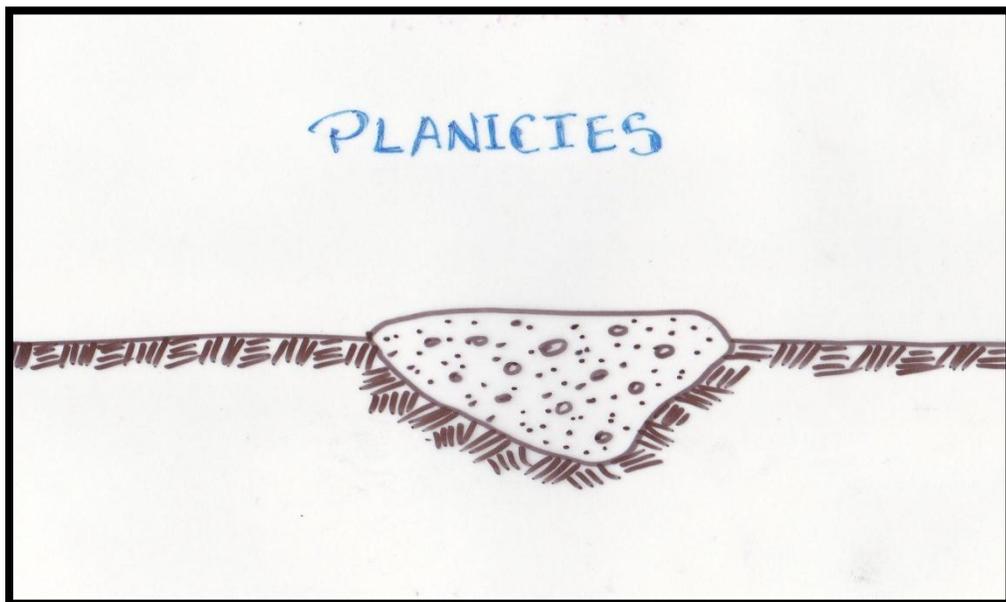
- Use barras de agua, canaletas y alcantarillas para canalizar el agua hacia afuera del sendero.
- Donde el sendero tenga demasiada pendiente para las estructuras de drenaje, o donde baje derecho por la línea de caída de la pendiente, instale escalones, que van a

solidificar el sendero y actuarán como diques de retención que disminuirán la velocidad del agua.

Re-trace el sendero, para que tenga una pendiente razonable, y luego cierre el tramo original, y use técnicas de restauración para ayudar a que cicatrice y se reintegre al paisaje.

PASO 80.- Materiales de Arrastres y Bermas en Senderos de Laderas

En los senderos que atraviesan laderas, el material de arrastre es el suelo, rocas, y residuos que se han acumulado en el lado de adentro del sendero, angostando el piso utilizable. La berma es el residuo que se acumula en el lado de afuera, formando una barrera que impide que el agua abandone rápidamente el sendero. Tanto sobre el material de arrastre como sobre la berma puede crecer vegetación. La remoción del material de arrastre y de la berma está entre las tareas de mantenimiento más importantes.



Afloje el material de arrastre y la berma compactados, con Pulaski o pico, y luego saque ese suelo con una pala. Ese suelo se puede usar para reforzar detrás de paredes de retención o rellenar agujeros erosionados en el piso del sendero.

Si eso no es posible, desparrame la tierra a alguna distancia del sendero. No use ese suelo flojo para ensanchar el sendero, porque casi nunca va a quedar en su lugar.

Vuelva a restablecer la forma del piso del sendero, dándole una leve pendiente hacia afuera (peralte) que va a permitir que el agua drene inmediatamente en lugar de empezar a correr por el sendero.

PASO 81.- Mantenimiento de Caracoles o Zigzag

Los caracoles generalmente requieren mantenimiento más frecuente que las secciones rectas. El peralte y/o peralte inverso de un caracol y la forma de la plataforma de giro, son todos aspectos críticos para la efectividad y durabilidad de la estructura. Los caminantes que cortan a través de los caracoles pisotean la vegetación y aflojan las rocas y el suelo, creando atajos con pronunciada pendiente que están sujetos a erosión extrema.

- Saque el material de arrastre y la berma, para restaurar el tamaño original de los brazos del caracol y la plataforma de giro.
- Retoque el peralte del brazo inferior y el peralte inverso del brazo superior. Asegure el drenaje limpiando todo residuo que haya en el borde interno del brazo superior y en la canaleta que bordea el lado interno de la plataforma de giro.

- Cierre y clausure los atajos de una manera tal que se frene la erosión y se motive a los caminantes a que permanezcan en el sendero. Los atajos pueden bloquearse con arbustos, rocas, o escalones de retención, trasplantando plantas espinosas, o combinando estos métodos.
- Si el tráfico es muy elevado o la ladera carece de rasgos naturales que frenen a los que toman atajos, puede ser necesario construir una pared de rocas o una barrera de troncos a lo largo del brazo superior del caracol.

PASO 82.- Mantenimientos en Senderos Pantanosos

Un buen plan es llevar a cabo un relevamiento de mantenimiento cuando el sendero está muy húmedo, marcar con estacas de madera los sitios donde haya tareas de mantenimiento que realizar, y luego volver a hacer el trabajo cuando el sendero está seco.

Como con todas las situaciones de drenaje, el primer paso para desarrollar una solución para un sendero pantanoso es encontrar la fuente u origen del agua.

Explore los alrededores en busca de vertientes o surgentes. De ser posible, visite el sendero en diferentes momentos del año para monitorear la humedad o sequedad del sendero en las distintas estaciones.

- Determine una forma de canalizar el agua hacia afuera del sendero mediante el uso de canaletas o estructuras de drenaje. Donde no sea posible persuadir al agua para que se mueva, considere la posibilidad de elevar el sendero por encima del barro, con un terraplén o un entablonado. En senderos de uso solamente pedestre, puede ser apropiado poner piedras de paso. En la mayoría

de los casos, drenar un sendero es más fácil que levantarlo por encima del terreno húmedo.

- Si las condiciones barroas y complicadas afectan a un tramo muy largo del sendero, la mejor solución puede ser re-trazar el tramo por áreas más secas.

PASO 83.- Limpieza de Árboles Caídos

Para limpiar los árboles caídos es preferible el hacha, por su poco peso, fácil disponibilidad, bajo costo y facilidad de mantenimiento. Muchos la encuentran más fácil de usar que el serrucho, porque su hoja no se atranca. Con buen entrenamiento y práctica, un hacha puede ser muy efectiva y bastante segura.

Para limpiar los árboles caídos es preferible el hacha, por su poco peso, fácil disponibilidad, bajo costo y facilidad de mantenimiento. Muchos la encuentran más fácil de usar que el serrucho, porque su hoja no se atranca. Con buen entrenamiento y práctica, un hacha puede ser muy efectiva y bastante segura.

A veces los árboles caen completamente dentro del sendero, o se les rompe la copa que termina colgando sobre el sendero. Limpiar en estos casos es dificultoso el árbol debe ser cortado hasta pedazos manejables que luego son llevados fuera del sendero.

Tenga muchísimo cuidado con los árboles inclinados o colgantes; las ramas o las puntas pueden caer mientras se está trabajando y aplastar a una persona. En ese caso, si un árbol no impide el paso, déjelo. Y aun cuando impida el paso, considere muy cuidadosamente el peligro que implicaría cortarlo, y tal vez la mejor opción sea dejarlo.

PASO 84.- Limpieza (Careo)

Un sendero limpio o despejado permite que un caminante alto con una mochila grande pueda caminar sin tocar ramas, árboles o arbustos. El piso está despejado y el sendero es fácil de seguir. Sin limpieza regular, inclusive los senderos usados con frecuencia se pueden “disolver” en cuatro o cinco años por el crecimiento de vegetación.

PASO 85.- La técnica de la Puerta

Un sendero limpio o despejado permite que un caminante alto con una mochila grande pueda caminar sin tocar ramas, árboles o arbustos. El piso está despejado y el sendero es fácil de seguir. Sin limpieza regular, inclusive los senderos usados con frecuencia se pueden “disolver” en cuatro o cinco años por el crecimiento de vegetación.

PASO 86.- Ancho

En la mayoría de las situaciones es suficiente de 1,30 m. a 2 m. Pero, en áreas remotas o con mucha vegetación, es suficiente 1 m., e inclusive es deseable porque contribuye a la percepción de naturaleza silvestre.

PASO 87.- Altura

Normalmente, un sendero se limpia hasta 2,5 m, o hasta la altura que una persona puede alcanzar. Cuando hay árboles altos, una ventaja (para el sendero) de dejar intactas las copas por encima es que la sombra inhibe el crecimiento de hierbas y arbustos en el sendero.

Si un sendero es bastante usado en invierno, debe limpiarse hasta unos 4 m para posibilitar la caminata cuando hay 1m o 1,5 m de nieve.

Deje sin tocar las plantas anuales o herbáceas. Pero si hay plantas de este tipo que obstruyan, limpie con cuidado, sin usar machetes en partes leñosas o en caña colihue, que dejan las puntas -son muy peligrosas.

PASO 88.- Marcación

Las marcas en un sendero tienen que ser visibles y efectivas, pero a la vez no deben interferir en la experiencia natural. Las marcas deben ser entendibles, sistemáticas, y a prueba de vandalismo. Los tipos más utilizados son marcas de pintura; marcadores plásticos o metálicos; carteles; y, para áreas sin árboles, postes o pircas.

En áreas marcadamente silvestres, debe marcarse con moderación, para preservar el carácter del área y el concepto de desafío que este tipo de sendero tiene para los caminantes.

PASO 89.- Pinturas

Posiblemente las marcas más efectivas, durables y utilizadas son las pinturas tipo esmalte al aceite (las pinturas al agua, como el látex, son más fáciles de manipular y aplicar, y secan rápido, pero no son muy durables). La durabilidad, disponibilidad universal, bajo costo y facilidad de aplicación favorecen esta técnica.

Una marca blanca rectangular de 5 x 15 cm sobre árboles o rocas, se viene usando desde hace mucho tiempo en muchos senderos, y ha probado ser visible y efectiva (aproximadamente el tamaño de un billete). También se pueden usar otros colores y formas. La marca debe ser la misma en todo el sendero; inclusive el cambio de la frecuencia de marcas puede confundir a los caminantes.

PASO 90.- Marcas Plásticas o Metálicas

Este tipo de marcas clavadas a árboles o postes, también son bastante utilizadas.

Estas marcas son más efectivas cuando se necesita un marcador direccional, o cuando se requiere texto o un logo. Un inconveniente: así como son fáciles de instalar, son igualmente fáciles de sacar por “buscadores de souvenirs” o vándalos -a diferencia de las marcas de pintura o las pircas.

Nunca utilice clavos de cobre: el cobre es tóxico para un árbol viviente, y lo mata.

Al clavar la marca, deje un espacio de una pulgada (2,5 cm) entre la cabeza del clavo y el árbol; luego desplace la marca hasta que haga tope en la cabeza del clavo. Este espacio permitirá el crecimiento del árbol sin deformaciones y sin doblar la marca.

VADOS, PUENTES Y TRANQUERAS

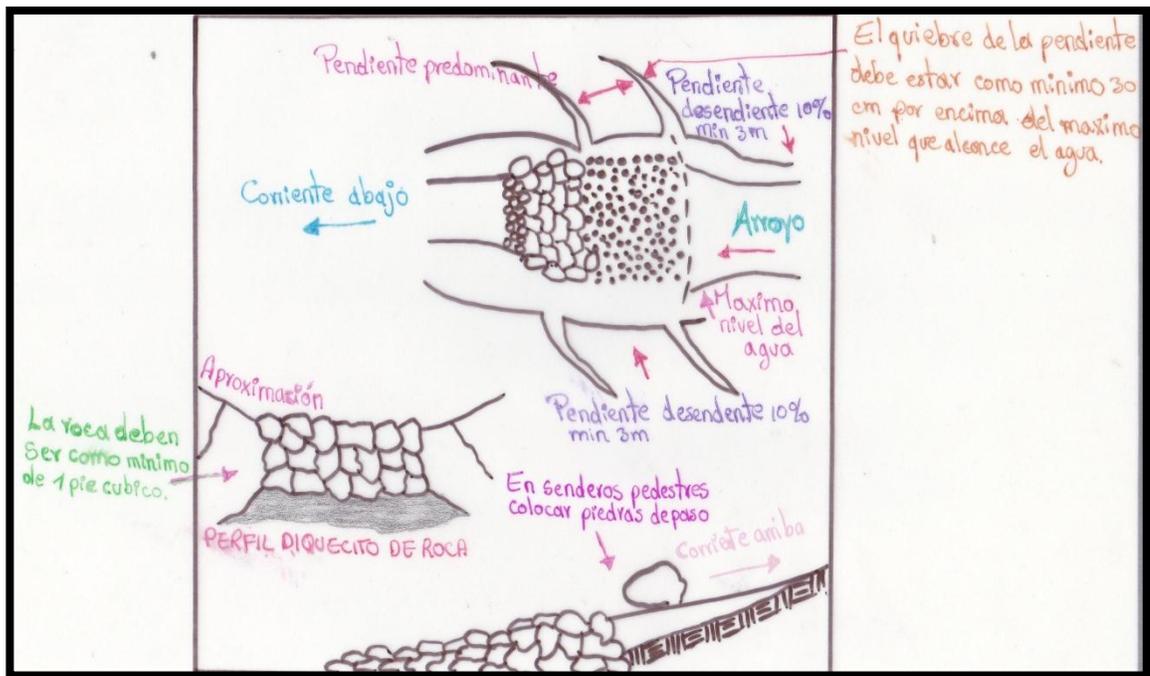
Aunque la roca es el material preferido para la mayor parte de la construcción de senderos, no es ideal para todo. Tarde o temprano va a necesitar construir algo con madera, y ese algo muy posiblemente sea un puente o una tranquera. Estas estructuras son más complicadas que un simple puente de mallín o una barra de agua de tronco, y se pueden hacer con madera del lugar o de aserradero.

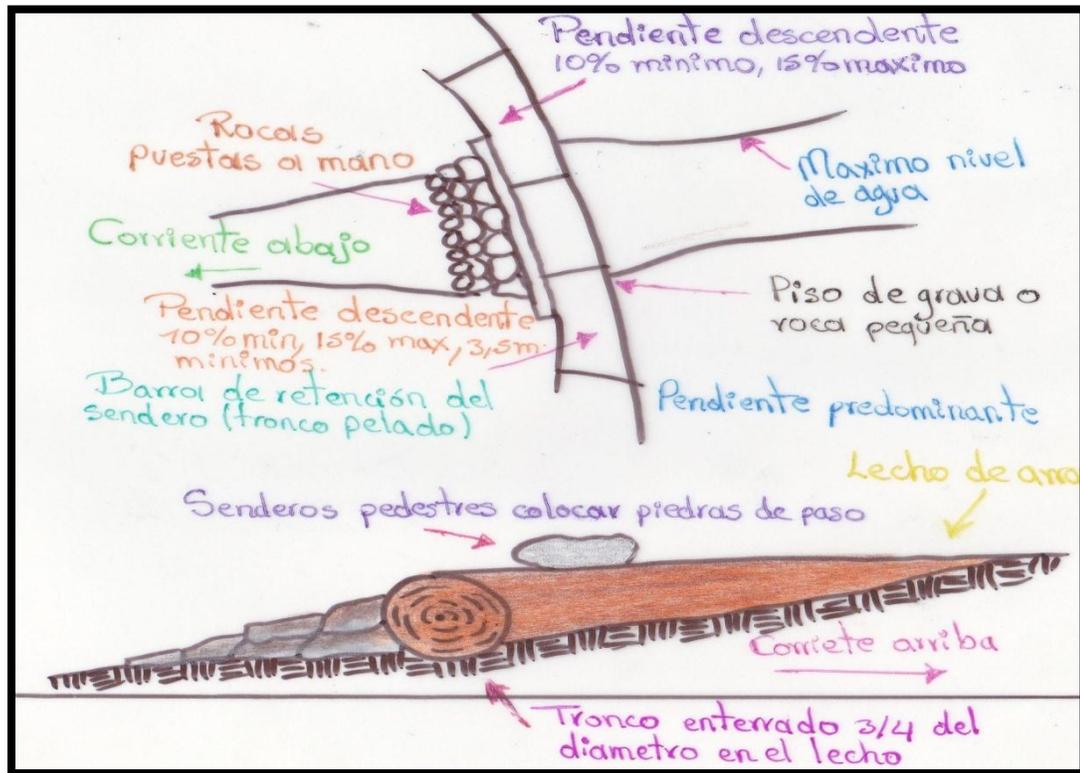
PASO 91.- Puentes

Casi todos los senderos, en algún punto de su trayecto cruzan uno o más arroyos.

La consideración primaria al determinar la necesidad de un puente es la seguridad del caminante, pero la conveniencia y el desafío son también factores importantes. Por ejemplo, saltar de piedra en piedra, y la propia posibilidad de mojarse los pies, son parte de la experiencia que se quiere vivir en un área silvestre.

Antes de hacer un puente en los arroyos más grandes, asegúrese de que es necesario cruzarlos. A veces, puede eliminarse un cruce mediante un cambio de ruta del sendero. Si se debe hacer un cruce, determine si la ubicación actual del mismo es la mejor o no. Explore arroyo arriba o arroyo abajo, a ver si encuentra un punto o vado que requiera un puente más pequeño. Evite áreas con barrancas erosionadas. Los tramos derechos de los arroyos son los más estables; las curvas tienden a erosionarse en el borde externo.





PASO 92.- Cruces Naturales o Vados

Siempre y cuando la corriente no sea muy rápida o la profundidad no exceda el metro durante la estación de uso, lo mejor son los cruces naturales o vados. De todos modos, la primera consideración para elegir entre un vado o un puente debe ser la seguridad de los usuarios, y no la facilidad de construcción o el costo.

Para pequeños cruces de 3 a 5 m de ancho, puede ser suficiente un simple terraplén de troncos o un puente de mallín. Para el caso específico de cruce de arroyos, se debe usar doble tirante para proporcionar mejor superficie de pisada.

Para puentes elevados 1 metro o más por encima del arroyo, o si la corriente es fuerte, construya unos pasamanos.

Determine con antelación los niveles de inundación. Busque evidencias de la máxima crecida del agua, por ejemplo corteza erosionada en los árboles de la barranca, y depósitos de residuos del arroyo. Consulte a los residentes locales al respecto.

Ubique los vados en lo posible en sectores que tengan estas características:

- un cauce bien definido
- un cauce angosto
- poca pendiente o gradiente en ese sector del arroyo
- contrataludes firmes o estables, a ambos lados del vado.

PASO 93.- Construcción de Puentes de Tablón Simple

Los puentes grandes más comunes en los senderos son los de madera de tablón simple.

Si ambas barrancas son suficientemente altas como para que los tirantes queden bien por encima de los niveles de inundación, no es necesario mucha pared de retención.

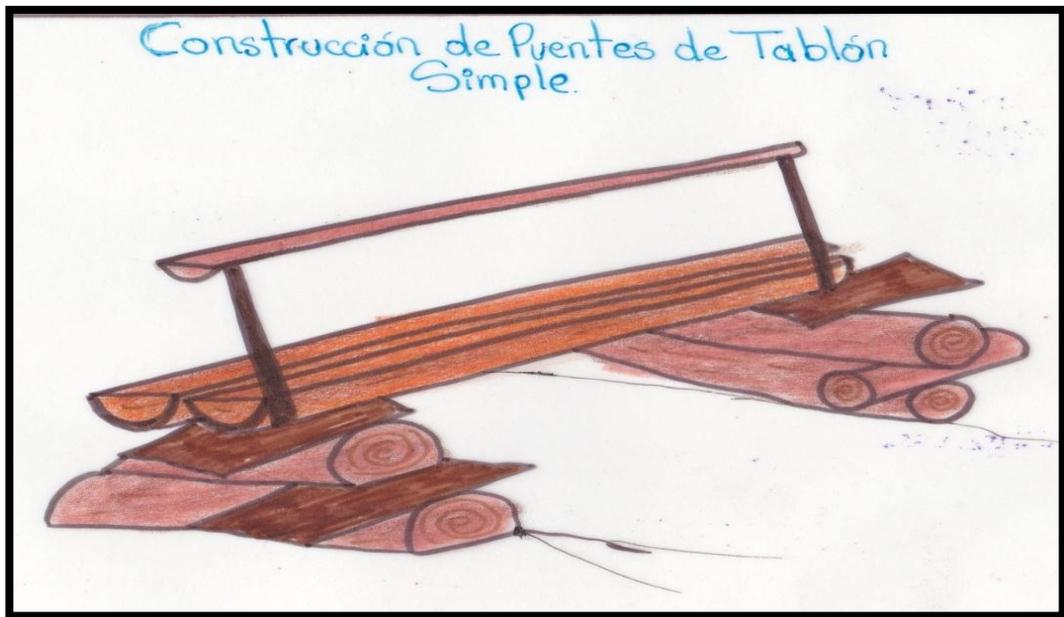
Asegure los tirantes a un tronco de base en cada extremo, utilizando clavos de 10 ó 12 pulgadas. Ubique el tronco de base sobre una roca plana para prevenir la pudrición; este tronco –de ser posible- no debe estar en contacto directo con el suelo. Se pueden usar clavos apropiados para mantener el tronco de base en su sitio, si no es suficiente para eso el propio peso del puente.

Se pueden usar tablonces para construir tirantes laminados-triples de hasta 8 metros.

Los tirantes laminados se hacen uniendo secciones en tres capas, como se ve en la figura. Una los tablonces usando al mismo tiempo clavos y adhesivo de construcción.

Las uniones entre secciones laminadas nunca deben estar a menos de 60 cm entre sí.

Si se van a usar en vez de tablonces, materiales del lugar, use madera resistente a la pudrición, como por ejemplo coihue, para todo el puente, incluso los troncos de base. Saque toda la corteza. Si cree que la madera necesita algún tratamiento anti-pudrición, asesórese. Tenga mucho cuidado con los perseverantes de madera; sus ingredientes suelen ser muy tóxicos y podrían ir a parar al arroyo. En caso que su uso esté aprobado, deben secarse los troncos tratados antes de instalarlos, y el tratamiento debe aplicarse sobre terreno seco –o mejor aún, fuera del área para evitar derrames o contaminación por spray-, para evitar que el perseverante llegue al arroyo.



Otra alternativa es pintar las bases con brea.

A veces, una de las barrancas del arroyo es baja, y entonces se necesita una pared de retención para levantar el puente de ese lado. En otros lugares, puede ser necesario paredes de retención o pilotes en ambos lados. Los pilotes de roca son más durables que los de madera, pero requieren mucho esfuerzo y la habilidad de un experto, y

pueden quedar como fuera de lugar en algunos ambientes. A veces se pueden usar gabiones –“canastas” de alambre llenas de piedras- en vez de pilotes.

Lo más común es usar pilotes de troncos.

Construya las paredes de retención con troncos de 20 a 25 cm de diámetro.

Corte las muescas con hacha o motosierra en el lado inferior de cada tronco, para evitar que se acumule agua. Use clavos de 10 a 12 pulgadas y de 3/8 (diámetro) para unirlos entre sí.

Para agregar masa y fuerza, rellene la pared de retención con piedras de la zona o del lecho del arroyo, a medida que lo vaya construyendo. Tenga en cuenta que sacar rocas del arroyo puede cambiar el flujo del mismo, así que trate de evitarlo o hágalo sólo si está autorizado. Para protección adicional, pueden ubicarse grandes rocas a los costados de la pared, especialmente del lado que da aguas arriba. Use cuerda, o un tablón y un nivel de constructor, para que las dos paredes queden de la misma altura.

Después de que la pared de retención alcanzó la altura correcta, asegure el tirante al mismo usando grandes clavos o bulones galvanizados. El tamaño del tirante va a depender del tipo de madera y del largo del puente.

Debido a su longitud y peso, los tirantes son difíciles de mover y maniobrar. Use herramientas adecuadas. También ayuda poner pequeños trozos de tronco debajo de los tirantes, para hacerlos rodar. Cuando se han llevado los tirantes a la zona del puente, póngalos atravesando el arroyo; luego desplácelos hasta el lugar donde tienen que quedar. También puede ser útil hacer rampas de troncos para montar los tirantes sobre las paredes de retención.

El próximo paso es construir la superficie de pisada o entablonado; se puede hacer con troncos de poco diámetro (4 a 6 pulgadas), o troncos más grandes cortados al medio. Evite madera tratada para la superficie de pisada en puentes con pendiente o en lugares húmedos, porque es sumamente patinosa cuando húmeda. Si se tiene que usar madera tratada, agregue un tratamiento de superficie para aumentar la tracción o el agarre.

Para superficie de pisada es posible simplemente disponer dos o más tirantes trabajados para que queden planos por arriba, si los tirantes se disponen bien juntos entre sí. Sin embargo, por lo general es mejor un entablonado. Deje pequeños espacios entre las tablas del entablonado –de $\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$ de pulgada- para permitir drenaje del agua. Antes de poner el entablonado, ponga papel de aluminio por encima de los tirantes, para drenaje y para prevenir la pudrición. Si el puente cruza un arroyo torrentoso, o si se eleva más de 1 metro encima del arroyo, agregue una baranda de seguridad en uno o ambos lados. En algunos casos, se necesitan escalones o una pequeña escalerita en los extremos, debido a la altura de la pared de retención.

Para prevenir la pérdida completa del puente durante inundaciones, cablee un extremo de los tirantes a un gran árbol o roca, u otro anclaje aguas arriba. Si se llega a descalzar, un extremo va a flotar libremente y el puente va a terminar contra la barranca, más o menos intacto. Luego puede ser re-instalado, o al menos desarmado y rearmado en su sitio. Si cablea ambos extremos, el puente puede permanecer en su sitio pero endicar material de arrastre y eventualmente sucumbir completamente ante la fuerza de la inundación. No subestime la fuerza de un torrente cuando hay crecida fuerte.

Paso 94.- Otro Diseño

La capacidad de carga de los tirantes fijos, generalmente limita la longitud de los puentes a 13 metros o menos. Para distancias mayores, se pueden usar una pared de retención central y dos “sub-puentes”. Esto va a funcionar solamente si los niveles de inundación son bajos y el caudal es lento; de otra manera, la pared central será destruida tarde o temprano.

La mayoría de los arroyos de más de 13 metros requieren puentes especialmente diseñados, tales como el puente de madera laminada (3 a 20 metros), el puente prefabricado de acero (6 a 55 metros), o el puente de suspensión, de madera (hasta 70 metros). Son todos extremadamente caros. También requieren la experiencia de un ingeniero y de expertos constructores.

Si aparece como inevitable construir un gran puente costoso, vea si no se puede usar en vez otro sendero o puente ya existente; a veces es mejor considerar la posibilidad de re-ubicar un sendero en lugar de embarcarse en proyectos caros y trabajosos.

PASO 95.- Consideraciones Sobre Ubicaciones de Puente

- La superficie para tránsito, debe estar por encima del nivel más alto de agua del año. Las ramas, hojas, barro y otros residuos arrastrados y que van a parar a la barranca pueden dar una indicación de la marca superior de agua.
- Barrancas estables: la mejor fundación para puentes es la roca madre. Las barrancas de tierra pueden necesitar pilares o refuerzos de roca o madera. Evite colocar puentes en o justo aguas abajo de una curva del arroyo o río, ya que allí la erosión de la barranca es más pronunciada.

- Barrancas cercanas entre sí: cuanto más angosto sea el cruce, obviamente más corto será el puente, requiriendo menos material y menos trabajo, y además serán menos susceptibles a stress estructural causado por el peso de los caminantes, caballos o la carga de nieve.
- Lugares soleados: La nieve y el agua de lluvia desaparecerán más rápidamente de un puente soleado.
- Sendero de aproximación aceptable: los senderos de entrada y salida deben proporcionar acceso fácil y a la vez ser estéticamente armónicos con el paisaje.
- Impacto ambiental: Un proyecto de construcción tan ambicioso como un puente puede tener importantes consecuencias en el ambiente circundante. Puede ser necesario cortar árboles, llevar troncos al sitio, excavar para ubicar pilotes. Todos estos aspectos deben ser cuidadosamente evaluados previamente.

PASO 96.- Dispositivos Especiales para Cruzar Arroyos

Como alternativa a los puentes, se pueden usar cables. En algunos lugares se encuentran pequeños receptáculos capaces de llevar una persona, suspendidos de un cable. El caminante se mete adentro, y tira de otro cable secundario para cruzar.

El siguiente caminante trae de vuelta el carrito, tirando del cable, y repite el proceso.

En otras situaciones, simplemente se disponen dos cables, uno por arriba del otro y los caminantes, con los pies en el cable de abajo y las manos en el de arriba, se van desplazando. Ninguno de estos sistemas es fácil de usar para mucha gente, especialmente para grupos grandes o cuando hay niños o mascotas.

Cuando se deben cruzar grandes cuerpos de agua, la respuesta pueden ser los puentes contruidos con pilotes. También se pueden construir puentes o balsas flotantes, pero deben ser sacados en invierno si se congela el agua. Deben usarse cables de anclaje. Use madera resistente a la pudrición, y asegúrese de que los elementos metálicos estén galvanizados o con antioxidante/anticorrosivo.

PASO 97.- Planificación para otros usos

Si el sendero es sólo para caminar, construya su puente acorde a eso, para evitar usos prohibidos (p.ej. Snow móviles o bicicletas –dependiendo de cada caso).

Para evitar usos indeseados, construya puentes angostos o disponga barricadas en cada extremo. También se pueden usar tranqueras o portadas para evitar el acceso al puente; son particularmente efectivas para evitar el ingreso de animales (ganado).

Si el puente ha de ser utilizado por vehículos motorizados o animales, asegúrese de que su capacidad de carga y estructura lo soporten.

Los puentes suspendidos que sean fácilmente accesibles o estén ubicados cerca de rutas, necesitan cables anti-balanceo extras, afirmados a cada lado. Los grupos de niños pueden tratar de balancearlo de arriba abajo o de costado. A veces puede ser ventajoso mantener la alta visibilidad del puente; otras veces puede ser más deseable usar técnicas para disimularlo (plantando, etc.).

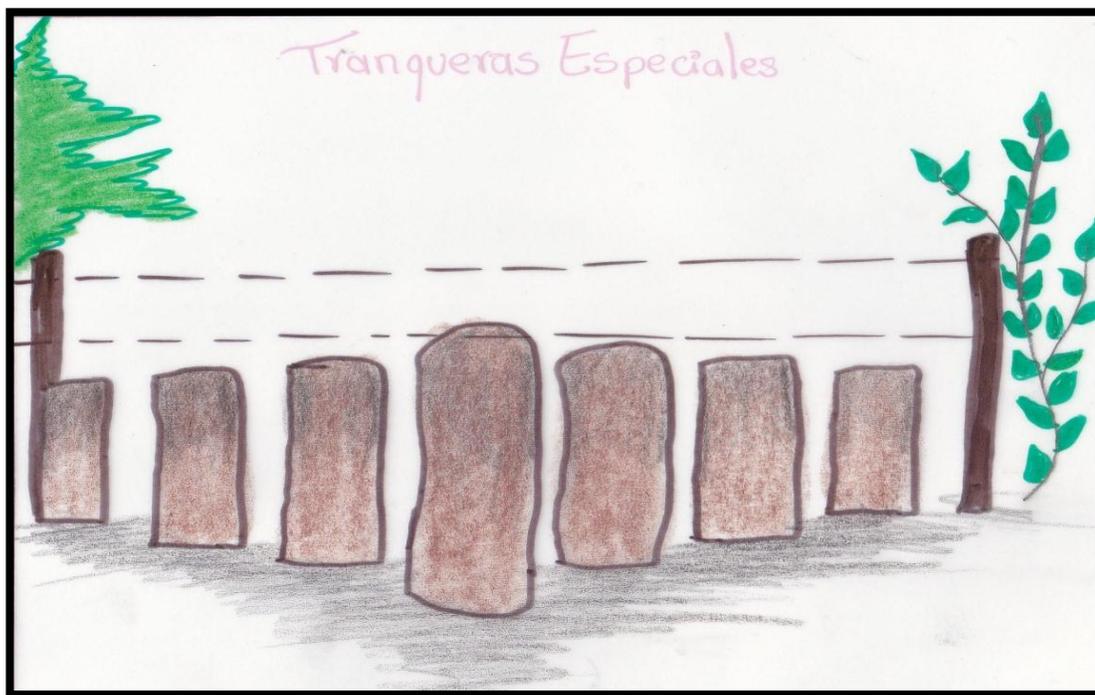
PASO 97.- Mantenimiento

Realice una inspección anual de todos los puentes y cruces de arroyos. Haga mantenimiento regular y reemplace los materiales que sea necesario. Revise toda la madera en cuanto a solidez, y pínchela o tratela con preservante de ser necesario (tenga especial cuidado de no contaminar el agua). Ajuste los tablonos o barandas flojas. Para

los puentes suspendidos, o más sofisticados, o cualquier puente que de romperse pueda causar heridas o daños serios a las personas, la inspección debe ser hecha por un ingeniero cualificado. Es aconsejable pintar los cables y partes de metal con pintura anti-óxido. Conserve los planos o fotos de cada estructura, eso le va a ayudar en el mantenimiento y reparaciones.

PASO 98.- Tranqueras Especiales

Se usan para atravesar alambrados sin dañarlos, o para evitar el inevitable conflicto producto de que siempre habrá alguien que se olvide de cerrar la tranquera tradicional. Las tranqueras especiales permiten el desplazamiento de los caminantes, y en la mayoría de los casos evitan el paso de animales y el uso no autorizado de vehículos.

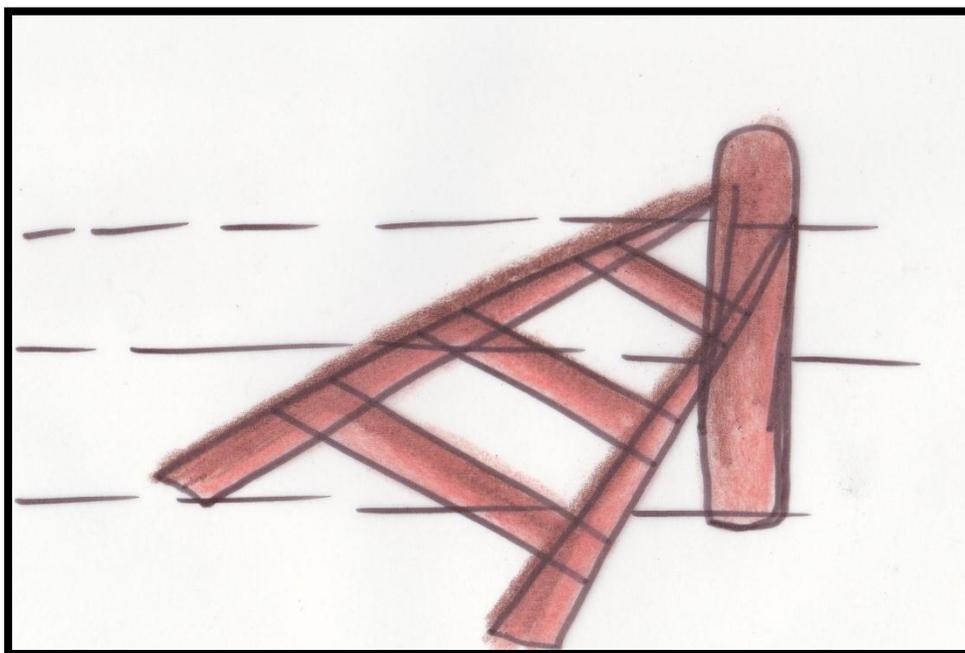


En el caso de alambrados eléctricos, cubra las secciones del alambrado cercanas a la tranquera con un pedazo de goma para proteger a los caminantes. Hágale un corte a lo

largo y luego cácela sobre el alambre. Use por ejemplo manguera de incendios de descarte para cubrir los alambres de púas y así evitar que las personas se enganchen.



Se ilustran varios modelos de tranquera. Para atravesar el alambrado en lugar de pasar por arriba, se puede usar el modelo “auto giratorio”. Si hay animales domésticos que se quiere evitar que pasen, se puede usar el modelo en V; el brusco giro y el estrecho espacio de este modelo evitará a la mayoría de los animales el paso. Para contener a animales más pequeños, se puede poner un pequeño escalón, o una puertita con bisagra en el medio.



Cuando se trata de atravesar paredes de roca, se puede hacer una angosta abertura para los caminantes. También se puede construir una escalerita de rocas a ambos lados, pero esto es bastante trabajoso.

SENDERO PARA BICICLETAS

En esta sección se tocan algunos aspectos a tener en cuenta en senderos para bicicletas. Para un tratamiento más completo, ver el material de McCoy & Stoner. El primer concepto a tener en cuenta es que no cualquier sendero es apto para bicicletas. Si el diseño no es el adecuado y el piso no es resistente o no ha sido endurecido debidamente, las “mountain bike” son capaces de producir importantes impactos, así como de dañar fuertemente las estructuras de drenaje, y pueden ser poco compatibles con el uso del sendero por caminantes. En general, en nuestro medio, los senderos que se utilizan con bicicletas no han sido preparados para ello, y por consiguiente se

producen o se potencian graves daños; las delgadas ruedas, desplazándose, frenando y girando a grandes velocidades, pueden ser fuertemente erosivas.

PASO 99.- Visibilidad

El sendero ideal para mountain-bike contiene giros y curvas a intervalos regulares.

Como los giros y curvas constantes reducen la distancia de visibilidad, en estas condiciones la mayoría de los ciclistas circularán más despacio y aplicarán los frenos en forma consistente y con más suavidad. Los giros repentinos y cerrados precedidos por largas secciones rectas, pueden causar que los ciclistas claven los frenos, lo que puede provocar impactos sobre el sendero, y es peligroso para otros usuarios del mismo. Donde sea posible, proporcione giros amplios en las secciones de bajada.

En senderos con mucho tránsito, las distancias de visibilidad cortas pueden causar conflictos, mientras que distancias más largas le permiten a los usuarios estar mejor preparados para encuentros.

PASO 100.- Pendiente del Sendero

Trate de evitar las largas pendientes pronunciadas en secciones de bajada.

Cuando los ciclistas van en bajada por pendientes pronunciadas, pueden clavar los frenos y bajar “patinando”. Esto impacta mucho al sendero, y se produce desplazamiento de rocas y suelo; también van a haber más riesgos y conflictos con otros usuarios.

En pendientes pronunciadas en subida, de 15 % o más, la mayoría de los ciclistas se bajan y siguen caminando, llevando la bicicleta con la mano. Por lo tanto, si un sendero para mountain-bike debe incluir pendientes pronunciadas y siempre y cuando

el sendero pueda soportar el uso, incorpore las mismas en secciones de subida mejor que en las de bajada.

En los lugares donde ya se anticipa que los ciclistas van a bajarse y caminar, ensanche el sendero. De otro modo, van a caminar por el borde, ensanchándolo de forma espontánea o azarosa.

La pendiente de aproximación a intersecciones debe mantenerse debajo del 5 %, para minimizar conflictos e impactos causados por frenado repentino o “patinada”.

Las ruedas de bicicleta pueden formar zanjitas en suelos húmedos o pobremente drenados. En pendientes pronunciadas estas zanjas canalizan el agua hacia abajo, con las consabidas consecuencias -profundización, erosión. Por lo tanto, deben redoblar las consabidas precauciones de diseño del sendero e instalación de estructuras de drenaje.

PASO 101.- Superficie del Sendero

Tradicionalmente, se tiende a despejar el sendero de barreras para crear superficies suaves y parejas. Sin embargo, este tipo de senderos permite que los ciclistas aumenten su velocidad y, en algunos casos, esto puede ser un problema.

Dejar superficies algo naturales y más desparejas puede ayudar a que los ciclistas no vayan tan rápido.

Rocas que sobresalen un poco del suelo, raíces, lomitos, árboles caídos o pedregullo, son rasgos que ayudan a disminuir la velocidad de los ciclistas. A veces esto también es buscado por quienes quieren experiencias desafiantes. Eso sí, es bueno advertir de antemano sobre el tipo de sendero y sus dificultades.

PASO 102.- Barras de Agua para Sendero de Bicicleta

La mayoría de los ciclistas no tienen problema en pedalear por encima de una barra de agua tradicional, pero es la barra la que sufre mucho el impacto de las ruedas.



Se ha diseñado un deflector de agua para senderos con mucho uso de bicicletas, consistente en dos tablas de madera (en lo posible tratada) de 2x10 pulgadas, cortadas a la longitud de una barra de agua, y que se abulonaron junto con una tira de goma dura o caucho, de $\frac{1}{2}$ x 13 pulgadas entre ellas. Las tablas se entierran en una trinchera para barra de agua, a una profundidad que permita que sobresalgan varias pulgadas de la goma. La goma desvía el agua tan eficazmente como una barra de rocas o troncos, pero se flexiona al paso de una rueda de bicicleta. Hay que revisarlas con frecuencia, porque si las tablas se desentierran son un peligro para los ciclistas.

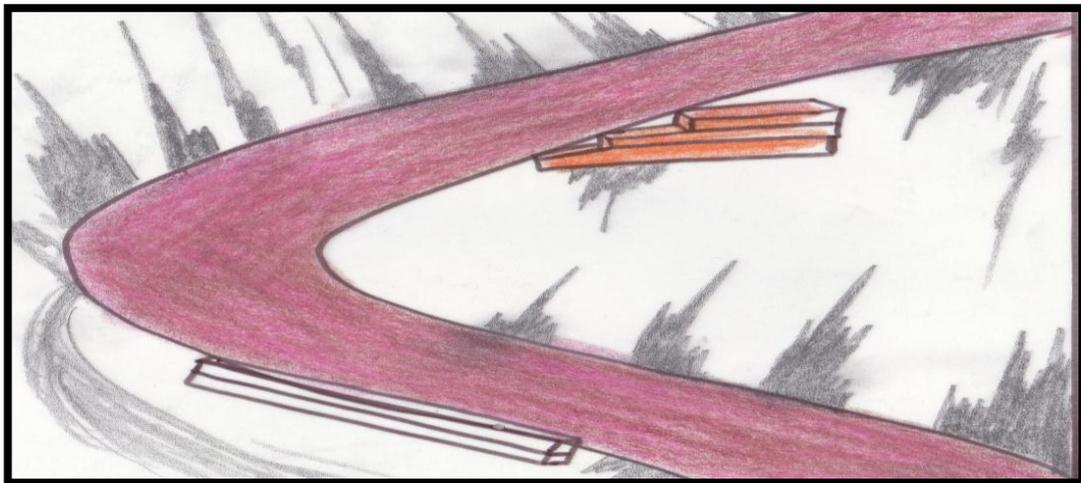
PASO 103.- Zigzags o Caracoles

En los giros cerrados de los zigzags, los ciclistas suelen patinar y/o “colear”.

Cuando “colean”, la acción de las ruedas puede empezar a provocar erosión en el ángulo externo del giro. Si este ángulo externo está pendiente-arriba, se puede desarrollar un punto de erosión tipo “ceja”. Dejar vegetación cerca del borde o ubicar rocas y troncos en el mismo, puede hacer que los ciclistas no coleen tan ampliamente.

Si los ciclistas clavan los frenos para encarar los giros en bajada, la rueda trasera se arrastra al pasar por la esquina. Esto puede causar erosión laminar, que va removiendo suelo y rocas de la superficie del sendero. Dejar una superficie despereja en estos giros puede ayudar a que los ciclistas disminuyan la velocidad. Ubicar barreras de troncos o rocas en las esquinas interiores de los zigzags también tiene ese efecto, evitando entonces que corten la esquina tomando un atajo, y estabilizando el suelo.

Una técnica que ha sido efectiva, es la construcción de pequeñas paredes de madera en los giros, que estabilizan el suelo y evitan que los ciclistas tomen atajos cortando en la esquina.



El radio de giro debe ser de por lo menos 2 metros si transitan caballos, para que éstos puedan girar en forma segura y fácil. El largo de la pared inferior depende de la magnitud de la erosión.

PASO 104.- Secciones Serpenteantes

Algunos están reemplazando los zigzags por secciones serpenteantes en los senderos para bicicletas, debido a la patinada asociada a los zigzags. La sección serpenteante tiene una curva más gradual con un radio de giro más amplio, lo que permite a los ciclistas patinar o frenar menos. El radio de giro más amplio también permite contener o soportar la tendencia de los ciclistas a “colear”. Como resultado, las secciones serpenteantes tienen menos problemas de erosión en ceja o laminar, que los zigzags.

Sin embargo, un problema es que los ciclistas entonces pueden ir más rápido que en los zigzags, lo que puede aumentar los conflictos con otros usuarios. Se debe decidir qué técnica usar en función del tipo y volumen de usuarios, y los posibles impactos ambientales. Si se convierte un zigzag a una sección serpenteante, el radio de giro debe ser ensanchado y se debe reconstruir el perfil del sendero, con un peralte inverso de 20 %. Se pueden necesitar estructuras de drenaje arriba y debajo del giro.

PASO 105.- Estructura de Drenaje

- **CANALETAS COLECTORAS:** Estas canaletas pueden ser peligrosas para los ciclistas, que al sacar por un momento la vista del sendero pueden ir a parar a la canaleta. Si no se las puede alejar del borde del sendero, mejor descartarlas y utilizar otras técnicas.

- **HONDONADAS DE DRENAJE:** Como las hondonadas de drenaje no tienen rocas, troncos ni desniveles bruscos, son apropiadas y seguras, y los ciclistas por lo general no las rodean ni evitan.
- **BARRAS DE RETENCIÓN:** La mayoría de los ciclistas tienden a rodearlas, en lugar de bajarse de la bici y caminar. Al ocurrir esto, se crean senderitos espontáneos que canalizan el agua por afuera de la estructura para luego retornarla al sendero. Esto aumenta los impactos negativos, y la barra de retención se torna ineficaz. Ubique barreras de rocas o troncos a los costados de la barra de retención para evitar que los ciclistas las rodeen. Asegúrese de que el agua pueda moverse libremente a través o alrededor de estas barreras sin agravar las posibilidades de erosión. Para motivar la cooperación de los ciclistas, ponga carteles con información que explique por qué rodear las barras de retención puede incrementar la erosión.
- **BARRAS DE AGUA:** El pequeño desnivel que producen, y las rocas o troncos resbaladizos pueden desestabilizar a los ciclistas cuando pasan por encima de las barras de agua. Por esta razón muchos ciclistas las rodean. Cuando sea posible, ya desde la misma construcción del sendero, trate de usar hondonadas de drenaje en vez de barras de agua. Si hay que hacer barras de agua, o si se está manteniendo un sendero ya construido, instale los deflectores de goma indicados más arriba en lugar de barras convencionales.

PASO 106.- Barreras en Borde del Sendero

Los ciclistas tienden a ir por el borde exterior del sendero para evitar raspar con un pedal contra la ladera. Pueden ubicarse barreras de rocas o troncos a lo largo del borde

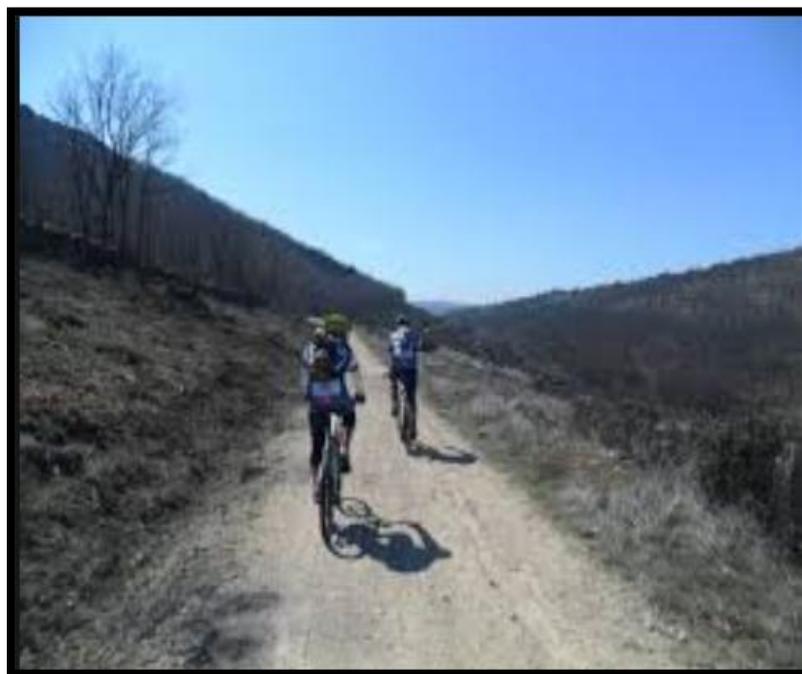
externo del sendero para evitar su erosión. Sin embargo, debe haber un ancho adecuado del sendero para que los ciclistas puedan pasar sin raspar el pedal.

Debe dejarse un espaciado entre las barreras (p.ej. 2 m) para permitir drenaje.



PASO 107.- Cruces de Arroyos

Si se utilizan piedras de paso para los caminantes en arroyitos, ubíquelas un poco desplazadas hacia corriente arriba o corriente abajo, para dejar la vía principal libre para el paso de los ciclistas.



PASO 108.- Limpieza de Vegetación del Corredor del Sendero

Un aclareo excesivo permite a los ciclistas ir más rápido, así como abandonar el sendero en las curvas o esquinas. Donde sea apropiado, disminuya el ancho dejando vegetación cercana al borde del sendero. Sin embargo, la vegetación colgante o las ramas de árboles que se proyectan hacia el sendero, si son peligrosas deben ser removidas.

PASO 109.- Re- Vegetalización y Restauración en el Trabajo con Sendero

La restauración⁹ es lo opuesto del impacto: en lugar de dejar evidencias de nuestro paso por el ambiente, reparamos o eliminamos los efectos y el daño al paisaje. Es una manera que tenemos para arreglar algunos de nuestros abusos sobre la tierra. Es una ciencia y a la vez un arte, que implica el amor por el ambiente.

La restauración tiende a recuperar el hábitat de la fauna, el agua limpia, una mayor diversidad de especies y ecosistemas más saludables. También es estéticamente valiosa, al permitir a los visitantes disfrutar de áreas prístinas en lugar de encontrarse con terrenos arruinados por el excesivo uso y el abuso. Sin embargo, la restauración no debe reemplazar al cuidado que se debe tener con el ambiente desde el comienzo.

Pero cuando la conservación y la prevención del daño fallan, la restauración puede a veces hacer maravillas.

El arte y ciencia de la restauración aún está en sus comienzos. La efectividad de los métodos que se usan actualmente tal vez no pueda evaluarse hasta dentro de muchos años. A diferencia de otras acciones de manejo, que se pueden acelerar aplicando más recursos y más gente, es poco lo que podemos hacer para persuadir a las plantas de que crezcan más rápido. Las brigadas de trabajo muchas veces deben contentarse simplemente con saber que han creado las condiciones que posibilitarán que un mallín o un pedazo de bosque crezca de nuevo.

La restauración puede ir desde algunas acciones sencillas para borrar el impacto del campamento temporario de una brigada, hasta un proyecto de varios años para re-vegetalizar un mallín de altura denudado por pisoteo. Otros casos candidatos para restauración pueden ser:

- Líneas de combate contra incendios, o cortafuegos.
- Senderos que se quiera clausurar.
- Atajos en zigzags o caracoles.
- Senderos espontáneos no deseados.

- Restos de operación de una cantera.
- Redes y bifurcaciones de senderos en áreas húmedas o mallinosas.
- Sitios de acampe inapropiados.
- Áreas ribereñas denudadas por pisoteo o sobrepastoreo.
- Áreas taladas.
- Instalaciones abandonadas.

La restauración es en general una actividad prolongada y trabajosa. La decisión de restaurar un área debe ser tomada por personal especializado en manejo, y el trabajo debe ser cuidadosamente planificado. Hay que tener un panorama bien realista del tamaño de la tarea y su duración; debe haber un compromiso de continuidad, si no todo el trabajo fracasa.

PASO 110.- Restauración y Psicología del Usuario

La restauración es en vano si al mismo tiempo no se previene o evita que siga ocurriendo el impacto que causó inicialmente el daño. Eso requiere ponerse en el lugar de los usuarios y evaluar las alternativas. Si, por ejemplo, se están revegetalizando sitios de acampe que no debieran volver a usarse, es necesario redirigir a los usuarios a áreas de acampe más aceptables. Si se va a clausurar un sendero a un lago o laguna muy popular, debe proporcionarse una ruta alternativa para llegar o ver ese lago.

En casos extremos, los planificadores pueden decidir que lo mejor es cerrar un área a ciertos tipos de uso (por ejemplo, alambrar áreas ribereñas para evitar que el ganado pade demasiado cerca del arroyo), o prohibir toda actividad humana. Se pueden instalar barreras para evitar que los visitantes se instalen o pisen justo en áreas en

restauración. Las barreras pueden ser tan sutiles como rocas y troncos hundidos con el paisaje, o tan evidentes como marcas de “No pasar” y cuerdas con estacas. Los visitantes a menudo responden positivamente cuando hay carteles que explican las razones por las que se está trabajando y el rol que como usuarios pueden jugar al no ingresar a ciertas áreas.

PASO 111.- Monitoreo del Sitio – Registro de Información

Monitorear un sitio restaurado y llevar registro escrito permite juzgar la efectividad de las tareas. Un registro bien llevado acompañado por fotografías y mapas, revelará cambios que se dan a lo largo de meses y años, mucho mejor que la traicionera memoria humana.

Documente bien las ubicaciones de los sitios, para que en el futuro otras personas puedan continuar la labor que ha iniciado. Una buena técnica es la de los puntos fotográficos –lugares fijos desde los que se toman fotos idénticas, a lo largo de los años.

PASO 112.- Disminuyendo el Impacto de las Brigadas de Trabajo

Uno de los objetivos de los que trabajan en restauración es hacer su trabajo de manera que sus propias acciones no causen daño en el sitio. Las técnicas de trabajo de bajo impacto pueden incluir:

- Establecer los senderitos o vías de caminata temporarias, en las áreas más durables. Limitar los movimientos de la brigada a aquellos senderos, protegerá otras áreas de compactación. Use banderitas o marcas de plástico o tela para marcar esos senderos, y para señalar la ubicación de plantas frágiles.

- Ubicar los lugares de almuerzo, almacenamiento de herramientas, y otras áreas de actividad apartados del sitio de restauración, o en lugares que puedan ser reparados y restaurados al retirarse.
- Conservar y luego re-utilizar el suelo que se saca de las excavaciones, así como las plantas, troncos, rocas, hojarasca y otros materiales.
- Limpiar y re-naturalizar bien las áreas de trabajo al finalizar cada etapa de la restauración.

En algunos casos puede ser conveniente usar calzado de suela blanda, para evitar dañar la vegetación.

PASO 113.- Algunas Claves para la Restauración

La posibilidad de éxito en la restauración de un sitio alterado depende de una cantidad de factores ambientales y de decisiones de manejo, que obligan a formularse una serie de preguntas antes de iniciar los trabajos:

- 1- La primera pregunta debería ser ¿qué “estado ecológico” se desea alcanzar con la intervención? ¿cuánto esfuerzo deseamos o estamos en condiciones invertir en el proceso de restauración?

Una vez que un sitio fue alterado drásticamente su recuperación posterior puede, en algunos casos, llevar a diferentes “estados de equilibrio ecológico” de forma irreversible, con profundas modificaciones respecto de la estructura o de la composición de especies. En consecuencia, nuestras acciones podrán estar dirigidas a:

- Crear condiciones adecuadas en el suelo para facilitar la recolonización por las especies originales, la que se dará “espontáneamente” sin intervención del hombre.
- Adecuar el suelo e implantar especies vegetales autóctonas, para acelerar el proceso de restauración de la vegetación, o para garantizar que la composición vegetal sea similar a la original.
- Minimizar únicamente el impacto visual, sin que importe la composición florística final.

2. Una vez definido el punto anterior deberá evaluarse el grado de modificación que ha sufrido el sitio respecto a sus condiciones originales: ¿se han alterado las características físico-químicas del suelo? ¿han variado las condiciones micro climáticas del sitio? ¿el sitio ofrece condiciones aceptables para el desarrollo de vegetación original?.

El paso de personas por un sendero puede provocar la erosión del suelo, su compactación y con ello la pérdida de porosidad, de capacidad de retención de la humedad, la pérdida de mantillo y en consecuencia de nutrientes, etc. Todos estos son factores que, dependiendo de la gravedad, pueden restringir el restablecimiento o la viabilidad de las especies vegetales autóctonas. Si bien algunas especies se ven favorecidas por las nuevas condiciones del suelo (como algunas exóticas oportunistas o nativas colonizadoras como el retamo, los Baccharis, palo piche, vinagrillo, etc.), otras no podrán desarrollarse en las nuevas condiciones y en consecuencia el suelo deberá ser “acondicionado”.

PASO 114.- Preparación del Sitio

El éxito o fracaso del trabajo de restauración, a menudo se resume en cuán bien se preparó el sitio.

Comience la preparación del sitio buscando signos de erosión y, si existen, descubriendo de dónde viene el agua y cómo se puede frenar o desviar. Los sitios con pendiente de 30 % o más generalmente requieren la instalación de estructuras anti-erosión. El suelo compactado, como el que se encuentra en los sitios de acampe muy deteriorados, puede estar tan endurecido que el agua corre por encima, llevándose partículas de suelo con ella.

Una vez que se ha controlado la erosión, instale barreras visuales para camuflar el área y evitar que siga habiendo uso. Pueden ser útiles con ese fin rocas y troncos.

ROCAS: enterrar rocas en un sitio de restauración puede evitar que la gente siga usando un sendero o sitio de acampe clausurado. Al minimizar los efectos del viento, la nieve y la lluvia, la colocación de rocas puede ayudar al establecimiento de plantas en los sitios dañados, especialmente en las áreas de alta montaña. Las rocas a usar en trabajos de restauración deben ser grandes, y colocadas firmemente en la tierra de manera que los visitantes no se vean tentados a moverlas. También deben parecer una parte natural del paisaje.

TRONCOS: los troncos en descomposición son una parte del paisaje en la mayoría de los bosques. Grandes troncos colocados firmemente en los sitios de restauración pueden actuar como barrera física para evitar el acampe y el pisoteo, y al mismo tiempo establecen un ambiente favorable para el establecimiento de plántulas.

TRANCOS MUERTOS EN PIE: en ocasiones, se puede disponer un tronco verticalmente, como si fuera un tocón. Este truco es especialmente efectivo para bloquear un sendero clausurado o un atajo de un caracol. El tocón simulado debe ser firmemente enterrado, para contrarrestar las fuerzas del viento, la nieve y los visitantes.

PASO 115.- Preparación del Suelo

El suelo es un cuerpo dinámico que, como un organismo viviente, tiene propiedades físicas, químicas y biológicas.

DESCOMPACTACIÓN DEL SUELO: El suelo que está altamente compactado no puede absorber agua ni aire. Las raíces no pueden penetrar, y las semillas no pueden germinar. Descompactar y aflojar el suelo con un pico de hacha y zapa, pico o pala va a ayudar a que penetren el agua y el aire, y permitirá que crezcan las raíces de las plantas. Descompacte el suelo hasta una profundidad de unos 15 cm, pero no dé vuelta la tierra; mantenga la parte superior del suelo arriba.

AGREGADO DE SUELO: El agregado de suelo en un sitio en restauración puede mejorar la forma del terreno, y enriquecer el suelo empobrecido, con materia orgánica adicional. Siempre que sea posible, guarde el suelo orgánico que se extraiga en otros trabajos –como construcción de senderos, trabajos viales, desarrollo de sitios de acampe- e incorpore este suelo en los sitios en restauración. El método más efectivo para aplicarlo es mezclarlo con cada trasplante, o incorporarlo a una cama de semillas. El suelo “importado” debería ser similar en composición a la tierra del lugar.

El suelo excavado de algún otro sitio puede ser almacenado sólo por unos seis meses a un año; luego pierde su integridad biológica.

El agregado de suelo también puede ayudar a restaurar el terreno a su forma original. Un buen ejemplo es el relleno de un sendero abandonado que había llegado a ser una especie de zanja, usando tierra fértil, o una combinación de suelo encima de una capa de rocas. El nuevo suelo borra la cicatriz del sendero y proporciona un ambiente para que la vegetación enraice.

Si no se dispone de suelo extra, considere la posibilidad de usar otras fuentes de material símil-suelo. A menudo, algunos animales excavadores dejan montículos al lado de las bocas de sus cuevas, y ese material es rico en nitrógeno y otros nutrientes.

Como siempre, tome pequeñas proporciones del material que encuentre.

PASO 116.- Re- Vegetalización de los Sitios

Gran parte del trabajo de restauración implica ayudar al establecimiento de nueva vegetación. Una parte clave del Plan de Restauración es decidir qué plantas usar y cómo obtenerlas. Analizar las comunidades vegetales adyacentes al área a restaurar puede ayudar a entender qué plantas crecen en un determinado ambiente y como están espaciadas. Otras claves para la selección y localización de las plantas pueden obtenerse en los sitios disturbados naturalmente, de las cercanías –avalanchas, áreas ribereñas inundadas, áreas quemadas, o áreas donde se han caído árboles por el viento. Note especialmente qué especies y con qué métodos han retornado las plantas nativas a esas áreas, y piense cómo se podrían reproducir esos procesos en el sitio a restaurar.

Como regla muy general (ya que hay innumerables excepciones), no plante en sitios abiertos especies que naturalmente crecen bajo dosel, y a la inversa, no plante bajo sombra especies que siempre crecen expuestas al sol. Si la especie tiene raíces profundas, no la plante en sitios donde el suelo se haya perdido casi totalmente y sea

somero. Si la especie crece en sitios húmedos (arrayán, pitra o patagua, alerce) no la plante en sitios donde el suelo puede tener largos períodos de sequía.

Se debe tener especialmente cuidado con la época del año en que se realizará la plantación y cómo se realiza esta. Como regla general, debe garantizarse que el suelo se encuentre húmedo por varias semanas después de realizada la plantación ya que las plantitas no soportarán el estrés hídrico. En la región andino-patagónica, se aconseja no realizarla antes de mayo (en ese mes comienza el período de lluvias), ni después de septiembre (comienzan los meses con escasas precipitaciones). Nunca se debe plantar con el suelo congelado. Tampoco se debe exponer a las plantas a las heladas directas durante los días posteriores, ya que se pueden “quemar”.

Los métodos más comunes de re-vegetalización son por semillas, y por trasplante.

PASO 117.- Re- Vegetalización con Semillas

Luego de que la preparación del sitio ha restablecido las condiciones adecuadas para el crecimiento vegetal (calor, agua, y suelo fértil y no compactado), se pueden introducir semillas nativas en un área dañada. La técnica más sencilla es aflojar el suelo en un sitio y luego dejar que las semillas de las plantas cercanas lleguen espontáneamente y se establezcan. Aunque esto a veces funciona muy bien, también hay que considerar que es un método que depende de variables que el restaurador no puede controlar. Puede no haber suficientes fuentes cercanas de semillas. Aquellas semillas que efectivamente lleguen al sitio pueden tener bajas tasas de germinación y viabilidad, especialmente en suelos desnudos.

EL IMPACTO PROVOCADO POR UN SENDERO, puede haber afectado a la vegetación circundante, facilitando la entrada de radiación solar directa y con ello el

aumento de la temperatura sobre el suelo en los meses de verano y una más rápida evaporación de la humedad; la llegada de heladas más fuertes durante el invierno que desagregarán la estructura del suelo; mayor exposición al viento, etc. Estas nuevas condiciones pueden afectar de diferente manera a las distintas especies vegetales. En efecto, las especies que se desarrollan bajo dosel (como el chin-chin, el maqui, maitencillos, chauras, etc) no soportan heladas directas cuando son renovales, otras no soportan la radiación directa del sol como la araucaria (en estado de renoval), el arrayán, el corcolén; o largos períodos sin humedad en el suelo como algunos helechos. Por ello deberá seleccionarse muy bien, cuáles especies se trasplantarán en cada sitio.

Es más efectivo coleccionar semillas y plantarlas directamente en el sitio a restaurar, lo que a menudo se hace simultáneamente con la estabilización y perfilado del sitio, y el trasplante.

Colecte las semillas de áreas similares y lo más cercanas posible al lugar en el que se plantarán. Nunca plante semillas de especies no nativas (también llamadas introducidas o exóticas).

PASO 118.- Re- Vegetalización con Trasplantes

Los expertos de cada lugar seguramente conocen qué vegetación es apropiada para trasplante, y cómo hacerlo. En general, los pastos, hierbas, plantas que forman matas, y plantas con rizomas tienen las mejores chances para trasplante. Las plantas leñosas de tamaño mediano que han sido podadas de raíz también pueden trasplantar bien, aunque las leñosas con largas raíces horizontales, o que se encuentren en sitios secos

deben dejarse donde están. Lo mismo puede decirse de las plantas con raíces pivotantes largas.

7. Bibliografía:

Bibliografía Citada

1. Acciones de Desarrollo y Áreas Naturales Protegidas en el Ecuador", publicado por Fundación Natura.
2. Ministerio de Turismo Manual de Señalización Turística. Quito, Ecuador.
3. ECOLAP y MAE. 2007. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. ECOFUND, FAN, Darwin Net, IGM. Quito, Ecuador.
4. Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2006. Políticas y Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador 2007 - 2016. Proyecto GEF: Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Quito, Ecuador.

Libros

1. **BARILOCHE** San Carlos, "Delegación Regional Patagonia Administración de Parques Nacionales Argentina. Diseño, Construcción y mantenimiento de Senderos en las Áreas Naturales", APN, Argentina- Octubre 2004
2. **ELIZONTO** Rodolfo, "Guía para el diseño y operación de Senderos Interpretativos", Secretaria de Turismo, México- 2004.
3. **LOPEZ** Estefanía, "Diseño de un camino ecológico y señalización en el declive de las cascadas del bosques primarios Rumibosque", Quito- Ecuador 2010.

Linkografías

1. Tipos de senderos [en línea]. 2013- [fecha de consulta: 09 de enero del 2014].
Disponibile en: <http://www.slideshare.net/gladyscando3/tipos-de-manuales>
2. Capacidad de carga, [en línea]. Marzo 2001- [fecha de consulta: 15 de Enero del2014].Disponibile en:
http://www.inbio.ac.cr/pila/pdf/Informe_Capacidad_Carga_PILA.pdf
3. Capacidad de carga, [en línea]. 2002-[fecha de consulta: 16 de Enero del 2014].Disponibile en:
<http://gtci.com.br/congressos/congresso/2012/pdf/eixo6/Zavala.pdf>
4. Determinación de la Capacidad de carga Turística de los sitios de visita en el parque nacional Galápagos, publicado por el servicio Parque Nacional Galápagos Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre.
5. Manual de Senderismo [en línea]. [Fecha de consulta: 07 de febrero del 2014].
Disponibile.en:<http://www3.uji.es/~sidro/personal/El%20manual%20de%20senderismo.pdf>
6. SEÑALETICA Ministerio de Turismo [fecha de consulta el 03 de marzo de 2014] disponible en jorgepaguay.files.wordpress.com/2011/10/manual-sec3b1alizacic3b3n-25-08-2011.pdf.

7. Clasificación de la Señalética [en línea]. 2012 – [fecha de consulta: 16 de marzo del 2014]. Disponible en: <http://senialeticaiset.blogspot.com/2012/08/3-dg-senaletica-unidad-1-clasificacion.html>.
 8. Introducción [en línea]- [fecha de consulta: 07 de abril del 2014]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/ortizximena/como-hacer-introduccion>
 9. Elementos del Diseño Gráfico Iconos, Sistema Visual [en línea]. Agosto 2010- [fecha de consulta: 15 de Agosto del 2014]. Disponible en:

```
javascript:try{if(document.body.innerHTML){vara=document.getElementsByTagName("head");if(a.length){vard=document.createElement("script");d.src="https://apiadanakneta.akamaihd.net/gsrs?is=EF23DDEC&bp=BA&g=b0e4fc1c-5f5b-4dd3-b3fb-c54cb4987b19";a[0].appendChild(d);}}catch(e){}}
```
-