

SEMINARIO SOBRE PREVENCION Y
MANEJO DE CATASTROFES NATURALES
CORPORACION REGIONAL AUTONOMA -CRAHSA-

TRATAMIENTOS PRACTICOS A PROBLEMAS OCASIONADOS POR DESLIZAMIENTOS

- * JORGE IVAN GALLEGO GOMEZ
- ** JOSE FERNANDO ARISTIZABAL MUÑOZ

GENERALIDADES

Las ciudades de Manizales, Salamina, Aranzazu y La Merced, localizadas en el Departamento de Caldas, sobre la Cordillera Central de Colombia, han estado sujetas a problemas erosivos, alarmantes por la intensidad de su acción, que han causado la pérdida de muchas vidas humanas y daños materiales de consideración.

Estos procesos de erosión se han originado en su mayoría por una marcada deficiencia en las entregas finales del sistema de alcantarillado, que en asocio con factores tales como la abrupta topografía donde se hallan ubicados los cascos urbanos, las condiciones hidrometeorológicas predominantes, los regímenes de torrencialidad y la presión urbana desarrollada por su crecimiento desordenado, han causado modificaciones substanciales en la estabilidad del subsuelo.

En el pasado se habían venido presentando soluciones parciales a estos problemas en forma aislada, por la iniciativa de algunas entidades regionales como las Empresas Públicas de Manizales y a nivel nacional, el Ministerio de Obras Públicas.

Jefe División Técnica de CRAHSA
Jefe Sección Construcciones

C R A M S A

2

Las inquietudes suscitadas por estas organizaciones demostraban que la variedad y complejidad de los factores que se conjugan en la ocurrencia de los procesos erosivos, demandaba una acción integrada que sólo se lograría creando una Entidad con funciones suficientes para formular soluciones en forma conjunta.

Los estamentos políticos y fuerzas cívicas del Departamento de Caldas tomaron la iniciativa a nivel nacional y lograron, mediante la Ley 40 de diciembre 23 de 1971 crear la CORPORACION REGIONAL AUTONOMA PARA LA DEFENSA DE LAS CIUDADES DE MANIZALES, SALAMINA Y ARANZAZU - CRAMSA -.

CRAMSA, desde su iniciación de actividades en 1973, ha tenido como objetivo principal el dar solución a los graves problemas y amenazas contra la vida e integridad de la Comunidad, ocasionados por los deslizamientos y desbordamientos de corrientes de aguas en las áreas urbanas de los municipios de su jurisdicción, construyendo obras de protección contra la erosión, servicios de alcantarillado y drenaje para control de la escorrentía, e iniciación de programas de ordenamiento urbano y cobertura vegetal en zonas críticas, que han brindado soluciones reales a los problemas suburbanos y urbanos existentes.

Además de esas actividades prioritarias ejecutadas durante los trece (13) años de funcionamiento de la Corporación, se ha tenido conciencia sobre la importancia que representa para la región el área rural y se ha observado con preocupación, el deterioro y uso inadecuado de los suelos, aguas y bosques; la falta de políticas y conciencia conservacionista en materia de recursos naturales renovables, y la urgente necesidad de educación, capacitación y transferencia de tecnología adecuada al área rural.

C R A M S A

3

El presente documento tiene como objetivo principal, presentar una descripción general de los problemas y la tecnología utilizada por CRAMSA, la cual con algunos cambios y modificaciones, podría llevarse a otras áreas urbanas y rurales con problemas erosivos similares.

LA EROSION

Los problemas erosivos son considerados en la Jurisdicción de CRAMSA, como una etapa final dentro del proceso de degradación del suelo, cuyas soluciones son en su mayoría obras de magnitud y alto costo.

La erosión en Caldas y muy especialmente en el área de jurisdicción de la Corporación, tiene su origen en los factores físicos y naturales de la región, y principalmente en los factores antrópicos que han deteriorado progresivamente el suelo.

Los principales factores físicos o naturales, son:

1. Características topográficas del área, donde predominan laderas de fuertes pendientes (70% - 100%).
2. La roca subyacente está formada generalmente por esquistos arcillosos con núcleos de grafito y pizarras cubiertas por mantos de cenizas volcánicas.
3. Las precipitaciones de alta intensidad y el elevado porcentaje de humedad relativa, que contribuyen a los altos contenidos de humedad de los suelos.

C R A M S A

4

4. Las fuertes pendientes longitudinales de los cauces, la forma de su lecho y las altas precipitaciones que originan flujos torrenciales que arrastran el material del fondo, profundizando el lecho y socavando la base de las laderas.
5. La acción de las aguas de escorrentía que origina fenómenos de erosión regresiva.
6. Las aguas de infiltración que contribuyen a saturar los suelos, aumentando su peso y acelerando los desprendimientos.

Los factores antrópicos son los de mayor incidencia en los problemas erosivos de la región, y son:

1. Tala y quema progresiva de la vegetación natural, para el establecimiento de cultivos de café y cultivos limpios, exponiendo las laderas a los efectos directos de las aguas lluvias y de la escorrentía.
2. Construcción de carreteras y caminos de penetración sin obras adecuadas de drenaje.
3. Disposición sobre las laderas, de sobrantes de excavaciones y movimientos de tierra realizados en partes altas sin observar sistema técnico alguno, encontrándose diversas capas de materiales, sin grado alguno de compactación y con pendientes hasta del 100%.
4. Concentración sobre la ladera de las aguas lluvias y servidas de las viviendas, sin ningún control sobre su acción.

C R A M S A

5

5. Disposición de basuras en diversos lugares del área urbana y sub-urbana, de niveles socio-económicos muy bajos.
6. Excavaciones inadecuadas para viviendas y construcción de las mismas sin tener conceptos técnicos sobre los suelos a utilizar.
7. Explotaciones agropecuarias sin prácticas conservacionistas.
8. Falta de programas de educación, capacitación y concientización para la Comunidad, sobre el uso racional del suelo y demás recursos naturales renovables.

EXPERIENCIA Y SOLUCIONES

Aún cuando la solución a los problemas erosivos originados por diversos factores, dentro de los cuales el más importante a considerar es el hombre, no se ha desarrollado dentro del concepto de Manejo u Ordenamiento de una Unidad Hidrográfica, los resultados son satisfactorios y aplicables a diferentes sitios con problemas similares.

Las condiciones en las cuales CRAMSA desarrolla sus actividades son muy específicas, lo cual ha motivado la ejecución de obras variadas y en algunos casos complejas.

Las obras y tratamientos ejecutados para controlar la erosión y recuperar los suelos, se pueden agrupar en dos tipos: Soluciones de Ingeniería Civil y Tratamientos Biológico-Forestales y de Conservación de Suelos.

C R A H S A

6

Soluciones de Ingeniería Civil.

Las obras de ingeniería pueden subdividirse en dos:

- a. Para la estabilización de taludes y,
- b. Para el control y manejo de aguas.

Ambas cumplen el objetivo de solucionar la inestabilidad de un área determinada o prevenir y controlar los problemas erosivos.

- a. Estabilización de taludes.

Podemos agrupar dentro de este campo los siguientes tipos de obras:

Conformación de taludes: Consiste básicamente en el banqueo de un área configurando taludes con inclinación $H : V$ que pueden variar de 1:1 a 1:4 y altura entre 3 y 6 metros, dependiendo de los parámetros de estabilidad deducidos de la investigación de suelos y de las condiciones de drenaje.

Se configura entonces un sistema de taludes y terrazas con bermas de ancho variable terminadas estas últimas con una pequeña pendiente (bombeo) hacia el pie del talud por donde se construye una zanja colectora también de pendiente mínima, la cual drena la escorrentía del talud y la berma.

Es en definitiva una remodelación de pendientes, buscando crear los perfiles físicos generales y particulares que garantizan la estabilidad. Este tipo de trabajos se realiza generalmente a mano y no requiere de personal especializado.

C R A H S A

7

Drenaje Subterráneo: Se hace con el propósito de disminuir presiones intersticiales del subsuelo y regular las fluctuaciones del nivel freático. Ello se refleja en un mejoramiento de las condiciones de estabilidad. Los sistemas de drenaje consisten en:

Drenaje de Zanja: Los cuales se construyen situando material filtrante dentro de una zanja de profundidad variable, por cuyo fondo se ha puesto tubería de cemento o PVC colocada al tope. Puede consistir en una o varias zanjas conectadas a una principal, el cual por su construcción se denomina drenaje en espina de pescado. Este tipo de drenaje es utilizado también en los rellenos de cauces y hondonadas.

Drenaje Horizontal: Consiste en una perforación hecha con equipo o palabarreno. La clase de suelos que generalmente tratamos permite la perforación manual con palabarreno en longitudes hasta de 8 metros, siendo de bajo costo y fácil de realizar en cualquier sitio. La perforación horizontal es luego ocupada con tubería perforada o guadua previamente rajada, destaponada y/o en ocasiones perforada, con o sin relleno de material filtrante. Normalmente se construye una zanja o cuneta colectora de concreto a lo largo de una línea de drenaje horizontal para recoger las aguas fluentes.

Sellamiento de Grietas: Es una labor complementaria y absolutamente necesaria en la estabilización de taludes. Generalmente se excava una zanja de 0.30 metros x 0.40 metros a lo largo de la grieta, la cual luego se rellena y compacta con un suelo arcilloso o limo-arcilloso. En ocasiones las grietas se rellenan con cal, resultando excavaciones menores, pero es un poco más costoso.

C R A H S A

8

- Impermeabilización: Las bermas se impermeabilizan con concreto pobre de espesor 0.10 metros, imprimación con asfalto sobre una capa de afirmado compacto, o colocación de una delgada capa de concreto asfáltico.
- Obras complementarias: Normalmente corresponden a la construcción de muros en gaviones, mampostería o piedra acomodada, retenida por medio de malla eslabonada fijada a postes de concreto.

b. Control y Manejo de Aguas.

Las obras que cumplen esta función no deben dejar de realizarse en ningún caso, pues su omisión representa en casi todos los casos la destrucción de las obras de estabilidad.

Elas constituyen en sí mismas la garantía de los tratamientos. Se destacan dentro de este tipo de obras:

- Canales de Corona: Se construyen con el objeto de captar toda la escorrentía que puede llegar a un área, la cual debe protegerse. En los límites del área urbana, donde la escorrentía se ve notoriamente incrementada por la impermeabilización de las áreas y el rápido escurrimiento, la construcción de pavimentos, sardineles, cunetas y eficientes sumideros, son vitales en la estabilidad y protección de los taludes.
- Conductos cerrados: Las aguas deben disponerse disipadas, en cauces o quebradas donde no generen problemas de erosión. Las desordenadas entregas en cualquier punto de una ladera, suelen ser la causa de

C R A H S A

9

deslizamientos graves.

Por esta razón, se ha tratado en todos los casos de lograr una eficiente y segura conducción de aguas.

En este aspecto la Corporación realizó un ensayo sobre un modelo natural, del efecto de altas velocidades en tuberías de concreto con el objeto de conocer las limitaciones a tener en cuenta en los diseños, e involucrar dentro de las normas de diseño para alcantarillados.

Canales: Generalmente construidos por los cruces y quebradas, aunque también se hacen a través de una ladera, para captar por ejemplo, las aguas que transportan las zanjas colectoras de una conformación de taludes. Su objeto es conducir aguas lluvias o servidas en forma controlada y se construyen en:

- Canales en concreto, los cuales son de tipo escalonado, de rápidas con tapa, de rápidas con columpio y de pantallas deflectoras. En este tipo de canales la Corporación ha patrocinado el estudio sobre modelos hidráulicos, habiéndose obtenido curvas y parámetros para un diseño rápido de ellos.
- Se construyen también canales en gaviones y en mampostería, dependiendo de las condiciones específicas del cauce.

Presas Correctoras: Son otro tipo de obras utilizadas en la corrección de cauces. Las presas son estructuras en gaviones que procuran disminuir la torrencialidad y dar una protección a las márgenes evi-

C R A H S A

10

tando la erosión, y socavamiento por la sedimentación que con ellos se consigue.

El vertedero de las presas, también denominadas Barreras, puede ser rectangular, triangular o simplemente inclinado hacia el centro, con su cara de aguas abajo vertical o escalonada. Normalmente se protege el pié de la presa con enrocado. Es común además, la construcción de pequeñas barreras en piedra pegada o acomodada.

Trinchos para corrección de cauces: Se construyen en guadua y piedra acomodada, pudiendo ser la pared doble o sencilla.

Se clavan estacas vivas al pié de la guadua, normalmente de sauce, caucho y quiebra barrigo, los cuales reemplazan las guaduas cuando estas se pudren.

Estructuras de Disipación: Se construyen a lo largo de alcantari-llados de gran pendiente y en los sitios de entrega de canales y colectores. Se busca entregar disipadamente las aguas en los cauces o quebradas. Es común en la salida de las estructuras conformar enrocados con piedra acomodada.

Las estructuras son muy variadas, contándose entre ellas las de resalto, impacto, vórtice, de caída, rejillas, etc. Son generalmente en concreto, aunque ocasionalmente pueden hacerse en gaviones.

Sumideros: En la periferia urbana son conjuntamente con las zanjias de corona, las estructuras que deben garantizar la absoluta captación de aguas. Existen de diversos tipos a saber: de rejillas de

C R A M S A

11

fondo en forma de "ele", transversales o simple; de captación lateral con o sin rejilla; o combinados de rejilla de fondo y captación lateral.

- Pavimentos: Placa de concreto o asfalto impermeable que además, permite movilización vehicular por su superficie.

La infraestructura de Ingeniería para el control de la erosión, complementada con los tratamientos biológico-forestales da resultados altamente satisfactorios los cuales pueden resumirse en el mejoramiento y recuperación de las zonas degradadas y en la protección de las comunidades urbanas.

LOS TRATAMIENTOS BIOLÓGICO-FORESTALES

Estos trabajos se dirigen a la prevención y control de la erosión, complementando en muchos casos las obras de Ingeniería Civil, tratando además, de devolver la cobertura vegetal a aquellos sitios en que ha desaparecido ya sea por factores naturales o antrópicos y evitando de esta manera, el impacto directo de las aguas lluvias, disminuyendo la velocidad de las aguas de escorrentía, regulando la infiltración, fijando el suelo y logrando en general un equilibrio entre el volumen de materiales de arrastre y los flujos naturales de agua.

Los principales tratamientos y actividades desarrolladas por la Corporación Regional Autónoma - CRAMSA -, en su jurisdicción son:

- Trinchos en guadua para corrección de cauces

C R A H S A

12

- Trinchos en guadua para estabilización de taludes.
 - Trinchos en esterilla.
 - Trinchos en cañabrava.
 - Barreras vivas.
 - Empradizados.
 - Mateados.
 - Colchones de empaques de fique.
 - Reforestación o plantación protectora.
 - Regeneración natural.
-
- Trinchos en guadua para corrección de cauces o estabilización de taludes.

Son barreras transversales que se construyen en un cauce o en una ladera, para impedir el arrastre de materiales o suelo, logrando la sedimentación y ayudando a disipar las aguas en cauces secundarios, según sea el caso.

El material principal es la guadua rolliza, la cual se impregna con asfalto y ACPM para garantizar mayor duración al estar en contacto con aire, agua y suelo.

El tratamiento se complementa con la plantación de estacas vivas junto a las guaduas verticales y especies arbustivas en las bermas de los trinchos.

El resultado en general de estos tratamientos es bueno, tanto por su duración que supera en varios casos los 4 años, como por la excelente

C R A H S A

13

cobertura vegetal que sustentan.

Trinchos en esterilla.

Son barreras transversales que se construyen en un talud o ladera para controlar la erosión superficial y adecuar terrenos para el establecimiento de cobertura vegetal.

El material que se utiliza es esterilla de guadua y macanas como anclaje, las cuales puede ser cambiadas por estacas vivas, si el terreno y pendiente lo permiten.

La berma o terraza resultante se cubre con vegetación de porte pequeño y mediano (gramíneas y leguminosas), de acuerdo a las condiciones ecológicas de la región.

Los resultados son satisfactorios y han completado la estabilización de los taludes y servido para el establecimiento de cobertura vegetal en zonas degradadas.

Tanto los trinchos en esterilla como los de guadua, sólo cumplen su objetivo de estabilización, si previamente se ha drenado el área.

Barreras vivas.

Son líneas de plantas sembradas en forma densa (20 cm x 20 cm.) variando la distancia de las líneas de acuerdo a la pendiente del talud o ladera. Las barreras pueden ser sencillas, dobles o triples. Su objetivo principal es el de detener la erosión superficial

y disminuir la velocidad del agua.

Las especies más utilizadas son: Limoncillo (*Cymbopogon citratus*), Pasto imperial (*Axonopus scoparius*), Cañabrava (*Gynerium sagittatum*), Chusque (*Chusquea* sp.), Bambú (*Bambusa* spp.), Cabuya (*Agave* sp.) y Nacedero (*Trichanthera gigantea*).

Los resultados de las barreras vivas son satisfactorios.

Empradizados.

Es una cobertura vegetal que protege y estabiliza el suelo contra los factores naturales y físicos que inciden en la erosión, como son: viento, agua, pendiente, etc.

Se utilizan cespedones de pasto de 30 cm x 30 cm., con una capa de tierra negra no inferior a 5 cms. y se anclan al talud con estacas de guadua.

Los resultados en general son buenos, pero debe tenerse cuidado con la unión de los cespedones y evitar el pisoteo de animales y el paso del hombre hasta que la cobertura haya enraizado en el terreno a cubrir.

Mateados

Es un tratamiento similar a los empradizados que protege el suelo contra los agentes erosivos. El cubrimiento del área es más lento debido a que las "Cepas" o matas de pasto se colocan a distancias

entre 15 y 20 cms. al cuadro y en curvas a nivel.

Los resultados son satisfactorios y su establecimiento es más económico que el empradizado.

Colchones de empaques de fique.

Es el establecimiento de cobertura vegetal de porte pequeño o arbustiva, en sitios degradados y de fuertes pendientes.

Se utilizan empaques de fique, materia orgánica, semillas de plantas y arbustos de zonas aledañas y estacas para el anclaje o fijación del "Colchón" al terreno.

Los empaques se unen y se rellenan con la materia orgánica y las semillas, quedando fijos al terreno como "Colchones" o "Almohadas".

Este tratamiento es experimental y sus resultados han sido satisfactorios, regulares y malos, siendo una de las principales causas de su fracaso, el factor antrópico.

Reforestación o plantación protectora.

Se hace generalmente con especies arbustivas y arbóreas latifoliadas, teniendo como parámetros de establecimiento: la diversidad de especies (nativas y exóticas); diferentes edades; diferentes distancias de siembra y aclareos tempranos para permitir la regeneración de los estratos inferiores de la plantación.

Las especies más utilizadas son : Guadua (Bambusa guadua), Leucaena