

Mezclas ecológicas para el control de la erosión y la estabilidad de taludes

Ecological Mortar to Control the Bank's Erosion and Stability

Fecha de recepción: 4 de mayo de 2009
 Fecha de aprobación: 26 de noviembre de 2009

Jorge Antonio Londoño Martínez

Resumen

La permanente actividad constructora de la sociedad implica un continuo movimiento de suelo para moldear la topografía del terreno, muchas veces sin importar los daños que se causan al entorno y sin planear obras de mitigación que permitan la recuperación de las áreas degradadas. Desde el año 2000, un grupo de profesionales desarrolló las Mezclas ecológicas para el control de la erosión y la estabilidad de taludes "MECETA", con la combinación de materiales inertes; mezclas que se caracterizan por ser higroscópicas, presentar adhesión a cualquier material, tener baja densidad y fraguar rápidamente, entre otras, y que complementadas con material vegetal se convierten en bioestructuras idóneas para proteger y recuperar superficies erosionadas, degradadas, deterioradas o vulnerables a los agentes erosivos. MECETA ha contribuido en la recuperación de zonas inestables en diferentes regiones del país, lo que le ha merecido el aval de profesionales del área y de importantes instituciones tanto públicas como privadas.

Palabras clave: Erosión, Estabilidad, Bioestructuras.

Abstract

Society's permanent construction activity implies a continuous ground movement to mold the land topography, most of the time without the required environmental care and without the mitigation work's plan that allows the recovery of damages. Since 2000, an engineer research group, developed an environmentally friendly type of mortar for erosion control and banks stability, named "MECETA", with the combination of inert materials, achieving properties like: humidity control, adhesion to any surface or material, low density and rapid adherence, among others. Additionally the use of plant components turn it into BIO-STRUCTURES, suitable to protect, preserve and in some cases, recover land surfaces that have been degraded, damaged or exposed to erosive agents. MECETA has contributed to recover unstable zones in different regions of the country, receiving the acknowledgement from both public and private sectors.

Key words: Erosion, Stability, Bio-structures.

* Ingeniero Civil, Universidad Nacional-Medellín. www.maceta.com. jorge@meceta.com

I. INTRODUCCIÓN

La permanente actividad constructora de la humanidad implica un continuo movimiento de suelo para moldear su topografía de tal forma que permita construir la obra proyectada. Hasta épocas recientes, el único objetivo era construir y poner en funcionamiento la empresa, sin importar los daños que se causarían al entorno y, en consecuencia, sin pensar en obras de mitigación que permitieran la recuperación de las áreas degradadas; estas se abandonaban y solo se atendían, de forma rudimentaria, cuando los *procesos erosivos* amenazaban la funcionalidad de la construcción. Por fortuna, comenzamos a tomar conciencia de que el desarrollo del proyecto es tan importante como la reparación de los daños causados por su realización, y que toda obra humana debe concebirse de tal forma que interactúe amigablemente con el ambiente, que entre a formar parte de él de manera armónica y lo más natural posible.

Un grupo de profesionales, consciente del problema anotado, se ha dedicado desde el año 2000 a estudiar alternativas para lograr la estabilidad de taludes y la recuperación de suelos mediante la implementación de las bioestructuras, que son la combinación y uso de elementos vegetales potencialmente vivos, y elementos de construcción inertes, a base de "MECETA", los cuales, asociados entre sí, ayudan a corregir o a estabilizar áreas degradadas de origen antrópico o natural.

II. MECETA (MEZCLAS ECOLÓGICAS PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN Y ESTABILIDAD DE TALUDES)

MECETA es un compuesto que tiene como agregado un subproducto industrial rico en celulosa, y un aditivo en el agua de amasado, los cuales le dan a la mixtura unas propiedades interesantes, tales como:

- Alta capacidad de **adherencia** a todo tipo de material.
- **Plasticidad**. Es capaz de absorber cierto grado de deformación, por consolidación de la superficie a la cual está adherido. La resistencia a la compresión

oscila entre 7 kg/cm² y 12 kg/cm² [1].

- Gran capacidad de **absorción**, hasta un 80% [1]. Busca el equilibrio de la humedad entre la superficie a la que se ha fijado con la del medio en que se encuentra.
- **Fragua** rápidamente. Al poco tiempo de su aplicación (dos horas) presenta una superficie estable y resistente a los principales agentes erosivos: agua, viento y rayos solares.
- Aporta nutrientes y es regulador del pH (grado de acidez) del suelo.
- Baja **densidad**, no incrementa de manera significativa el peso de la masa intervenida.
- Evita la retracción del cemento. Las fisuras que eventualmente se presentan son superficiales, no comprometen la pasta en la totalidad de su espesor y no ameritan ser selladas, pero, si se quiere, son de fácil refacción [1].

A. Productos

Las Mezclas Ecológicas para el Control de la Erosión y Estabilidad de Taludes, "MECETA", tienen como objetivo proteger la superficie deteriorada o vulnerable a los agentes erosivos, mediante la cobertura del área. La protección se logra al aislarla de inmediato de los principales agentes erosivos: el agua lluvia y de escorrentía, el viento y los rayos solares. Al integrarse a la masa intervenida y regular el contenido de humedad de esta, mejora las propiedades geomecánicas de dicha masa y evita el colapso de la ladera por la gravedad. Este manto, o membrana protectora, *detiene de inmediato* la erosión laminar o superficial.

Se han desarrollado varios productos: *concreto ecológico, pilas secantes, mortero ecológico y pasta fértil*; estos últimos se diferencian por el agregado que se usa como aglomerante: cemento gris en el mortero y cal dolomítica en la pasta. Para definir cuál se debe usar, se analizan las condiciones topográficas del terreno y el suelo constitutivo de la ladera por intervenir.

1) Mortero ecológico (aglomerante, cemento gris)

Mezcla para las superficies rocosas, arenosas y, en

general, suelos sueltos, con ausencia de capa vegetal. Se amalgama con la arena y con suelos carentes de cementante; los protege superficialmente y evita su desprendimiento. Es apropiado para topografías abruptas con pendientes verticales y negativas (foto 1).

2) Pasta fértil (aglomerante, cal dolomítica)

Mezcla para las superficies de topografía suave, aún con capa vegetal y de fácil recuperación; es un sustrato apto para el establecimiento de material vegetal, por lo tanto, se incorporan a la mezcla las semillas que se determinen sembrar, las cuales quedan fijadas y protegidas en el talud.

El agua, como elemento catalizador y detonante de los movimientos masivos, amerita un manejo adecuado. Con "MECETA" se ha logrado establecer una manera eficiente y sencilla para conformar y proteger los senderos del agua superficial y de escorrentía, así como las zanjas de coronación, mediante la construcción de cunetas con concreto ecológico (foto 2).



Foto 1. Mortero ecológico aplicado directamente sobre el talud; km 3 + 200 Vía Doble Calzada Medellín-Las Palmas.

Fuente: Gómez, Luz Stella, julio de 2009

3) Cunetas (con concreto ecológico)

Mezcla compuesta básicamente de mortero ecológico y triturado o agregado pétreo de $\frac{1}{2}$ " ó $\frac{3}{4}$ ". Sus cualidades son similares a las del mortero; se utiliza en la construcción de estructuras de drenaje y rondas de coronación. Se cubren con mortero ecológico las paredes y fondo de los canales y surcos por donde corre el agua; se conforman el lecho y los hombros superiores ciñéndose de la mejor manera al desarrollo existente, sin cambiar el recorrido ni la forma que estos han adquirido de manera natural por la acción de la libre circulación del agua (foto 3).

Cuando se trata de estructuras artificiales, tales como zanjas de coronación y cunetas, se hace el movimiento de tierra y se procede a su protección con concreto ecológico, sin necesidad de entresuelo ni de juntas de dilatación.

Cuando la pendiente longitudinal es alta, para quitarle energía al agua se emplea, a manera de disipadores, piedra sobrepuesta empotrada con mortero ecológico.



Foto 2. Terreno tratado con pasta fértil, totalmente revegetalizado; km 2 + 300 Vía Doble Calzada Medellín-Las Palmas.

Fuente: Gómez, Luz Stella, agosto de 2010

4) Pilas secantes (control de la humedad interna)

Para aminorar el exceso de humedad en el interior de la masa, abatir el nivel freático y evitar la reptación o movimiento masivo, se ideó la mezcla "MECETA-Pilas Secantes", cuyos componentes son básicamente el subproducto industrial y la cal viva, con la cual hacemos las *pilas secantes*, que constituyen, como caso único, verdaderos drenes verticales.

En el terreno meteorizado, inestable y con un nivel freático alto, se hacen manualmente perforaciones verticales, bajando hasta donde el terreno lo permita sin anillar, para que el material de relleno quede en contacto directo con el suelo; se llenan con la mezcla "MECETA-Pilas Secantes", que tiene un porcentaje de cal viva, según el tipo de estrato por reemplazar. Esta mezcla tiene una alta capacidad de absorción, es higroscópica, hace que el agua del interior de la masa suba por capilaridad y la entrega a la atmósfera [1] (foto 4).

Es de baja densidad (750 kg/m³) [1], por lo tanto, se aligera el peso de la masa con este cambio de material. Esto permite controlar la humedad interna, abatir el nivel freático y evitar la saturación de agua, el incremento de peso y la alteración de las propiedades geomecánicas, principales causantes del movimiento masivo.



Foto 3. Cuneta en concreto ecológico; km 2 + 300
Vía Doble Calzada Medellín-Las Palmas
Fuente: Gómez Luz Stella, junio de 2010

5. Complementos vegetales

Las intervenciones descritas tienen como finalidad *detener* el proceso erosivo y *proteger* el área intervenida, hasta tanto el material vegetal se establezca plenamente y la ladera recupere su piel, la vegetación. Para ese entonces, el que permanezca o no el mortero o la pasta no es significativo. Sin embargo, se tienen trazas de la intervención con "MECETA" en zonas totalmente recuperadas y revegetalizadas, tratadas hace más de siete años.

En el proceso de revegetar se siembran especies vegetales de cobertura y recuperadoras de suelos. Las especies utilizadas, son:

Vetiver. "La barrera contra la erosión". Esta planta resulta ideal y no se conoce ninguna otra que la iguale en resistencia y adaptabilidad. Sus raíces se profundizan hasta más de 5 m, *estableciendo una "estructura viva" de contención y retención* en el interior de la masa vulnerable e inestable. A nivel superficial, sus raíces aéreas se entrelazan, constituyendo una tupida malla en donde quedan retenidas las partículas que eventualmente se desprendan de la ladera, propiciando así la formación de terrazas naturales [2] (foto 5).



Foto 4. Pila secante vista desde arriba. Vía Peñol-Guatapé, sector La Vega-Chiquinquirá.
Fuente: Gómez, Luz Stella, enero de 2008



Foto 5. Detalle del crecimiento de Vetiver sobre el mortero ecológico. Finca La Victoria, municipio de Amagá -Antioquia-
Fuente: el autor, abril de 2010

Frijol vida o maní forrajero. La especie se escoge según las condiciones climatológicas de la zona. Estas leguminosas fijan nitrógeno al suelo, por lo tanto, lo enriquecen; tienen buena capacidad radicular (amarran el suelo), y son poco exigentes en cuanto a la calidad del sustrato donde se siembran, por lo tanto, cumplen las funciones de protección, cobertura, aporte de nutrientes y acumulación de materia orgánica. Estas leguminosas se asocian con gramíneas estoloníferas del sector, preferiblemente nativas (foto 6).



Foto 6. Detalle del crecimiento de vegetación nativa y leguminosa entre surcos de Vetiver; km 3 + 200 Vía Doble Calzada Medellín-Las Palmas
Fuente: Gómez, Luz Stella, Marzo de 2010

III. EXPERIENCIAS

Los trabajos realizados en distintas localidades del país, en una amplia diversidad de suelos y condiciones climatológicas, tales como Medellín (Antioquia), Amagá (Antioquia), Manizales (Caldas), Pasto (Nariño), Puerto Valdivia (Antioquia), Villavicencio (Meta), Guatapé (Antioquia), Angelópolis (Antioquia), Coyaima (Tolima) y Calarcá (Quindío), para distintas entidades, como el Instituto Nacional de Vías "INVIAS", los municipio de Medellín (Secretaría de Obras, SIMPAD), Briceño y Giraldo, el departamento de Antioquia (DAPARD-Secretaría de Infraestructura), Coviandes- Consorcio Oriente 2006, Unión Temporal Antioquia, Consorcio Coyaima 2006, Unión Temporal Construcción Vial, todos ellos exitosos y debidamente certificados por ingenieros geólogos y civiles, y el haber ganado "CULTURA E" en el año 2005, evento organizado por el municipio de Medellín, compitiendo con más de 280 proyectos que concursaron en el cluster de construcción, son un respaldo importante y válido para los productos MECETA®. Los trámites de patente se iniciaron en el 2004 y ya se tienen los derechos legales sobre los productos.

También se ha participado en diferentes eventos nacionales, como el "Primer Simposio Latinoamericano sobre Control de Erosión", Bucaramanga 2002; Expocamacol, Medellín 2006; Seminario Nacional de Biotecnologías Aplicadas a la Estabilización de Taludes en Alta Montaña, Villavicencio 2006, en los cuales se han recibido excelentes comentarios y dejado expectativas respecto a este tipo de biotecnologías. En el 2008 se lanza el portal web www.meceta.com

IV. CONCLUSIONES

Cuando el área degradada es separada completamente de los agentes erosivos en el interior de la masa, se inicia un proceso de consolidación que es de vital importancia para la estabilización del terreno; este se logra debido a las altas cualidades de transferencia de humedades de MECETA. Las deformaciones de la masa en su proceso de consolidación son completamente moldeadas por la mezcla, ya que esta posee una alta plasticidad.

La evapotranspiración de los complementos vegetales, a nivel interno, actúa de manera eficaz y es de vital importancia para mejorar y conservar las condiciones de estabilidad de la masa; a nivel superficial, hidratan y oxigenan el entorno, aportando elementos benéficos para la vida animal y vegetal, y ayudando, de esta manera, a la protección y conservación del medioambiente.

Al establecer estas bioestructuras estamos aportándole al área sensible a los agentes erosivos o degradada y vulnerable las mejores condiciones para que se recupere de manera natural y en el futuro se reintroduzca la vegetación silvestre.

REFERENCIAS

- [1] N. García Tobón. Estabilidad del deslizamiento del km 1 + 500 en la vía Guatapé-San Rafael mediante mezclas ecológicas basadas en celulosa. Trabajo de Grado (Especialización en Vías y Transporte). Universidad de Medellín. Facultad de Ingeniería Civil, Medellín, 2009. 59 p.
- [2] Banco Mundial. Vetiver: la barrera contra la erosión. 3.^a edición, Washington, abril de 1995. [En línea]. Disponible en: http://www.vetiver.org/PUBLICATIONS/TVN_GreenSpan.pdf. [Fecha de consulta: mayo 21 de 2009].