

EXPERIENCIAS CON EL VETIVER Y LA PROTECCIÓN DE TORRES DE TRANSMISIÓN DE ALTA TENSIÓN EN VENEZUELA.

O. Luque¹, R. Luque², J. Maldonado³

¹Coordinador General del Proyecto Vetiver de Fundación Empresas Polar , email, oluque1@cantv.net

²Vetiver Antierosión, C.A. email vetiver_vzla@hotmail.com, ³Vetiver Andina C.A, email

RESUMEN

La erosión del suelo de las bases en torres de transmisión eléctrica de alto voltaje es una amenaza que implica elevados costos en mantenimiento o inversiones, representadas por la ejecución de obras civiles complementarias o por la reubicación de dichas infraestructuras, que ocasionan la suspensión o fallas de energía eléctrica, eventualmente asociadas a estas labores. CADAFE, GT II (Gerencia de Transmisión II), empresa generadora y trasmisora de energía eléctrica de Venezuela contrató con Vetiver Antierosión, C.A la bio-protección de dos de estas estructuras con vetiver; una a orillas de río Turbio, estado Yaracuy, en un área aluvial; y la otra, en el estado Lara en una región árida.

También CADELA, empresa de energía en Los Andes de Venezuela, contrató la bio-protección con vetiver de dos torres en el estado Mérida y 12 en el estado Tachira.

En este trabajo se presenta el estudio de los dos primeros casos, así como consideraciones sobre la necesidad de mantener este sistema de protección con al menos dos podas del vetiver al año.

Palabras claves: torres de alta tensión,

INTRODUCCION

La erosión hídrica es una amenaza para el sistema de transmisión de alta tensión, lo que amerita continuas inspecciones en algunos casos semanales, para prevenir este problema que puede causar serios inconvenientes. Esto es muy importante, en especial porque Venezuela como país tropical está afectado por efectos climáticos adversos, lluvias torrenciales e inestabilidad de los terrenos donde se fundan estas infraestructuras.

CONSIDERACIONES PRELIMINARES

a) Torre 265. Línea 230 KV, La Arenosa-Cabudare, Estado Yaracuy.

Ubicada en la margen derecha del río Turbio en el Estado Yaracuy, se protegió siguiendo un esquema de Bioingeniería, el cual consistió en siembras de 5 barreras de vetiver, *Vetiveria zizaniodes* (Linn) Nash, a 3 metros de separación en la zona plana del banco del río y un intervalo vertical de 1 metro en un talud, cuya pendiente era casi vertical, distribuidas a 7 plantas por metro lineal (abajo)



Las plantas fueron obtenidas de un vivero localizado en el Asentamiento Campesino La Majada, Santa Cruz, Estado Aragua, propiedad de la empresa Vetiver Antierosión C.A, sembradas en compost elaborado con una mezcla de estiércol bovino y cáscara de arroz en una proporción de 1:3, se dejó fermentar por espacio de dos meses y luego se llenaron bolsitas de polietileno negro de medio litro de capacidad, donde se sembró un esqueje, a los 2-3 meses las plantas, estuvieron listas para su ubicación en el campo, cada una tenía en promedio unos 3 retoños.

El suelo es típico de la posición geomorfológica conocida como albardón de orilla o banco, clasificado de acuerdo al Soil Taxonomy, USDA (1975) como un Fluvent, textura superficial franca, altamente susceptible a sufrir erosión hídrica, por las continuas subidas de nivel y aumento de la velocidad de las aguas del río, con un caudal promedio en la época de verano de 0, 4 metros cúbicos por segundo y 2-3 metros cúbicos por segundo en época de lluvias.

El sistema de protección de la torre con TBV fue instalado en febrero del 2001, en plena época seca; dos meses después, estando las plantas a una altura de 30 centímetros y un desarrollo radical estimado en 30 centímetros de profundidad, ocurrió una creciente del río, lo que permitió comprobar la bondad del sistema, pues el vetiver resistió el embate de las aguas y la inundación de 24 horas.

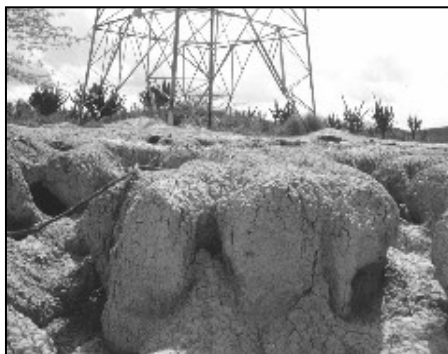
Un porcentaje muy bajo de plantas fueron arrancadas, en especial, las que se encontraban en la desembocadura de una pequeña quebrada. Para el mes de julio el vetiver tenía aproximadamente 1,5 metros de altura y las raíces también habían aumentado su desarrollo.

Las nuevas crecientes del río Turbio aportaron considerables sedimentos a las barreras, hasta 0,5 metros de altura, iniciándose un proceso de terrazas. Para diciembre de 2001, ocurrió la crecida más grande del año, que inundó toda la zona de protección. Al retirarse las aguas se observó un aporte significativo de sedimentos en la orilla derecha, en la zona de mayor riesgo de erosión; el fenómeno incorporó un banco de arena de 3 metros de ancho por 20 metros de largo, lo cual es una protección adicional a la torre (foto de abajo)



b) Torre 523. Línea 230 KV, Yaracuy - Morochas I y II, Estado Lara.

Ubicada en el sector conocido localmente como “El Pandito”, Km 16 de la autopista Barquisimeto-Carora, Estado Lara, Venezuela. Esta es una zona completamente árida con una vegetación xerófila, condicionada por una precipitación de unos 400 mm al año, distribuida entre los meses de octubre a diciembre.



El área alrededor de la torre (arriba) se encontraba totalmente erosionada, con amplias cárcavas, conformadas por zanjas profundas. El final de las cárcavas y sus paredes se protegieron con sacos de yute rellenos con arcilla; las zanjas, donde posteriormente se sembró el vetiver, se rellenaron con compost (abono orgánico), en un área de unos 800 metros cuadrados. La alta erosividad (alta energía cinética) de las lluvias y la erodabilidad del suelo, conjuntamente con la ocurrencia de un fenómeno conocido como sufusión, caracterizado por el lavado de los materiales finos (arcillas), que son arrastrados del perfil de suelo por efecto de corrientes internas de agua, lo que produce inestabilidad de los horizontes inferiores, posteriormente ceden grandes volúmenes de suelo superficial, y ocurren hundimientos; tales factores favorecen la comunicación entre sí de las cárcavas o zanjas, que aceleran un proceso erosivo muy fuerte, atentando contra la estabilidad de las torres.

El suelo según el Soil Taxonomy publicado por el USDA (1975), se clasificó como un Camborthid. Los resultados del análisis de suelo correspondientes a esta torre indicaron que la textura es Arcillo Limosa, clasificada como fina o pesada, los valores de potasio son muy altos, el contenido de carbonato de calcio libre, es bajo, pero las bases intercambiables calcio y magnesio son muy altas y muy bajas respectivamente, el fósforo es bajo. Este suelo es ligeramente salino de acuerdo a los valores de conductividad eléctrica, las sales solubles predominantes son sulfato de calcio, cloruro de sodio y en menor proporción bicarbonatos de calcio y magnesio y la Relación de Adsorción de Sodio es normal.

Las barreras de vetiver se sembraron en el mes de julio de 2001, en un arreglo de espina de pescado, para evitar la incidencia de las aguas de lluvia sobre las paredes de las cárcavas o zanjas originales. Igualmente, se protegieron los cortes causados por saques de arcilla (explotación típica de la zona, para materia prima en la artesanía y elementos de construcción) y para evitar la acción de las cabras o chivos se construyó una cerca perimetral de alambre de púa. Es de hacer notar que se han venido aplicando riegos

adicionales para minimizar las pérdidas de plantas de vetiver, y facilitar su implantación mientras se encontraban pequeñas; hasta el presente se han aplicado dos riegos mensuales con una frecuencia cada 15 días, con un costo de Bs. 40.000/mes, para un total de 480 dólares / año.

En diciembre de 2001 las plantas se encontraban en buenas condiciones de crecimiento con una altura aproximada de 70 centímetros, foto abajo, esto condicionó la suspensión del riego, pero la inspección realizada a finales de enero 2002 indicó que habían plantas que se estaban secando, por lo que se reanudaron los riegos quincenales.



Es de destacar que las condiciones de sequía del año pasado y del presente han sido de las más fuertes en la presente década, por lo que aun cuando se considera que el vetiver es una planta muy resistente a condiciones adversas, requiere de aportes de humedad en esta fase de crecimiento.

Aterramiento de la Torre

La inspección inicial de la torre 523 indicó que unos cables de puesta a tierra (norma que obliga a establecer una conexión a tierra de las torres para conducir voltajes excesivos o descargas de electricidad por efectos atmosféricos) habían quedado al descubierto por la erosión. En el uso de la tecnología barreras vetiver (TBV) se consideró esta norma, y se implantaron las barreras para cubrir los conductores de tierra del sistema, que quedaron protegidos con la garantía de un excelente contacto con el suelo, mejorando la conductividad eléctrica a través de la humedad que se almacena en el suelo, y por la presencia del sistema masivo de raíces de vetiver.

EVALUACIÓN

Es de destacar que la evaluación de estos dos proyectos pilotos continúa, sin embargo, la experiencia obtenida en un año permite comentar aspectos relativos a su comportamiento en dos condiciones climáticas totalmente diferentes (área relativamente húmeda en la torre 265 y zona árida o con déficit permanente de humedad en al menos 9 meses del año, para el caso de la torre 523).

A. En la torre 265.

1. La TBV hasta ahora ha protegido al banco del río, y por consiguiente a la torre, bajo la presencia de fuertes inundaciones.
2. El aporte de sedimentos es ejemplo del inicio de un proceso de recuperación
3. Dentro de las barreras de vetiver se observó la acumulación de materia orgánica y presencia de hongos tipo saprofitos, que hacen suponer el inicio de un proceso de mejoramiento de los suelos.

B. En la torre 523

1. La TBV también ha protegido al sistema torre-suelos de los efectos detrimentales de la erosión, al detener el proceso de sufusión y el desarrollo de nuevas cárcavas. Se piensa que un mayor tiempo para el establecimiento de las barreras consolidará el sistema.
2. La consolidación de la TBV requiere de aportes de riego, al menos cada 15 días durante 9 meses.
3. La TBV ha favorecido el cumplimiento de la norma relativa al aterramiento de las torres.

El seguimiento sistemático de estos dos proyectos permite destacar que la TBV, como sistema biológico necesita un programa de mantenimiento menor para el primer año, durante el establecimiento de las barreras, consistente en dos o tres limpiezas de malezas y riegos complementarios los cuales pueden prolongarse hasta por 9 meses, con una frecuencia de 15 días, para el caso de zonas áridas.

La inversión alcanzó una cifra cercana a Bs. 6.665.000 (\$ 6.665), la cual se considera mucho menor que cualquier otra solución relativa a obras civiles (construcción de bases especiales y placa de concreto); sin embargo, dada la dinámica de las lluvias y suelos en Venezuela, no se descarta la posibilidad de combinar las dos técnicas.

El vetiver integrado a un sistema conservacionista de suelos, aguas e infraestructura ha venido siendo utilizado desde hace muchos años en otros países; al respecto el Banco Mundial (1990) indica que este hecho ha dado a los usuarios recientes más confianza en la tecnología.

El vetiver por ser una planta de comportamiento conocido, según Truong (2000), y The Vetiver Network, (2001), es resistente al fuego, a sequías y a inundaciones, crece en diversas condiciones climáticas desde 300 mm hasta 6000 mm, se adapta a pobres condiciones nutricionales y otras situaciones adversas de suelo, tales como salinidad y sodicidad excesivas, rangos de pH muy amplios, tolera niveles extremadamente altos de aluminio, manganeso, arsénico, cadmio, cromo, plomo, mercurio, selenio y cinc; crece bien hasta los 2000 metros sobre el nivel del mar; no se convierte en maleza; el sistema radical puede alcanzar hasta 3 metros de profundidad, es masivo y muy resistente al esfuerzo cortante (75 Mpa), equivalente a 1/6 de la resistencia del acero blando, adicionalmente puede remover contaminantes de suelos y aguas. El vetiver tiene como limitantes su poca tolerancia a la sombra, y algunas plagas y enfermedades que pueden atacarle. Las experiencias en el país (Rodríguez, 2000) indican que el vetiver se adapta

muy bien a diversas condiciones agroclimáticas.

En general, se considera que el balance es positivo como un sistema de relativo bajo costo y de fácil mantenimiento.

Todas estas consideraciones apoyan proyectos de protección al sistema de transmisión de energía eléctrica de alta tensión y torres ubicadas en terrenos susceptibles a degradarse por el fenómeno de la erosión.

Este sistema de protección de torres eléctricas de alta tensión, se ha venido desarrollando también en Los Andes Venezolanos, a través de la Empresa Vetiver Andina C.A, para la empresa Cadela, hasta el momento se han protegido cuatro torres en el Estado Táchira y dos en el estado Mérida con resultados variables, que van desde excelentes hasta medianos. Es importante destacar que se hace necesario establecer un sistema de mantenimiento de al menos dos desmalezamientos al año, y la experiencia indica que en algunos casos, en especial, donde existen fallas de borde, es necesario acompañar estas prácticas con obras de ingeniería civil (control de torrenteras, estabilización de la cuña pasiva y otros) que serán complementadas con el sistema vetiver.

Breve referencia del primer autor:

Ingeniero agrónomo 1969, maestría en Ciencia del Suelo, 1972 y Doctorado en Ciencia del suelo 1981. Investigador agrícola, Asesor de Vetiver Antierosión C.A. y en la actualidad es Coordinador General del Proyecto Vetiver de Fundación Empresas Polar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banco Mundial, 1990. Vetiver-La barrera contra la erosión. Washington, D.C.

National Research Council. 1993. Vetiver Grass. A thin green line against erosion. National Academy Press. Washington, D.C.

The Vetiver Network. 2001. The Vetiver System, A Proven Solution, Vetiver Grass. A Hedge Against Erosion. Hoja divulgativa de la red mundial de vetiver. <http://www.vetiver.org>

Truong, P. 2000. The Vetiver Grass System. Potential Applications for Soil and Water Conservation in Northern California, Invited paper, Seminar Yolo County Rood Control & Water Aliance at Woodland on 9 May 2000. USA, Department of Natural Resources, Brisbane, Australia.

Rodríguez, O. 2000. Promoting Vetiver Grass Technology in Venezuela. In Proceedings Second International Conference in Vetiver. Vetiver and Environmental. Royal Office of Development Work. Phectchaburi Province, Thailand. pp: 97-102

Rodríguez, O. 2000. Soil and water quality management trough vetiver grass technology. In Proceedings Second International Conference in Vetiver. Vetiver and Environmental.

Royal Office of Development Work. Phecthaburi Province, Thailand. pp: 255-262.

USDA. 1975. Soil Taxonomy. A Basic System of Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Soil Survey Staff. Agriculture Handbook N° 436, Washington, D.C.

Agradecimiento:

Al Ing° Agr°, Doctor Ernesto Andreu Soler, profesor de la Universidad Rómulo Gallegos-Venezuela, por sus comentarios y observaciones. Al Ing° Agr° Carlos González de Fundación Danac-Venezuela, por la corrección de estilo.

.....