

Proyecto de restauración ambiental del área sur de la planta de mejoramiento de crudo de Operadora Cerro Negro (OCN), Jose, Estado Anzoátegui, Venezuela

*Ing. Agr. Carlos J Gomis S, Venezuela
cgs_ecology@yahoo.com*

Resumen

Hoy por hoy la degradación de los suelos constituye un problema que requiere de atención especial, la erosión además de provocar la generación de surcos y cárcavas limita el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales y acelera la producción de sedimentos hacia zonas mas bajas, capaces de colmatar e inhabilitar los sistemas de drenajes. Con el propósito de resarcir los daños al medio ambiente producto de la actividad Petrolera durante la construcción del Complejo Mejorador de Crudo de la Operadora Cerro Negro (OCN) (Jose, Edo Anzoátegui) y dar cumplimiento a la legislación nacional vigente, el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN) estableció la reforestación y estabilización de un área de seis (6) hectáreas ubicada al sur del complejo como zona de compensación. Se diseño y desarrolló un proyecto de bioingeniería considerando los siguientes aspectos: impacto directo de la lluvia sobre el suelo, escorrentía superficial del agua y desarrollo de la cobertura vegetal. Se seleccionó el uso de barreras vivas de vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L) Nash) en combinación con el pasto bermuda (*Cynodon dactylon*), paralelamente y a fin de canalizar las aguas de lluvia se construyo una red de sistemas de drenajes en el perímetro de las áreas de talud y zonas centrales. En la fase constructiva del proyecto se diferenciaron tres actividades generales: movimiento de tierra, sistema de riego y revegetación, las dos primeras se efectuaron de manera simultánea para lograr una vez realizada la siembra de las especies vegetales poder garantizar la disponibilidad del agua.

Los resultados obtenidos evidencian que la barreras vivas de vetiver en combinación con cobertura vegetal de pasto bermuda mas el efecto de las obras hidráulicas reducen significativamente el arrastre de sedimentos aguas abajo, garantizando mayor estabilidad de las áreas de talud, se minimizó el impacto de las gotas de lluvia sobre los agregados de suelo y se logró a satisfacción el establecimiento del área de compensación acorde con la normativa ambiental Venezolana.

Palabras claves: estabilización taludes, área de compensación, barreras vivas, bioingeniería.

A. Introducción

El proceso más ampliamente diseminado y dañino de la estructura del suelo es la erosión hídrica y eólica, afectando el uso y manejo de la tierra en todo el mundo. Gasperi (1982) señala que la forma más importante quizás la más espectacular y generalizada de deterioro del suelo es la erosión ocasionada por el agua. Este proceso de deterioro a través de la remoción y sedimentación superficial, altera las propiedades físicas y químicas del suelo a tasas que varían de una zona a otra, según: la topografía, lluvias y viento. Torres (1981) señala que la acción dispersiva y el grado de transporte del agua están determinadas por el choque de las gotas de lluvia al caer al suelo, por la cantidad y velocidad del escurrimiento superficial y por la resistencia del suelo a la dispersión y al movimiento, dependiendo todo esto de los factores: clima características de la lluvia), suelo (naturaleza, permeabilidad y resistencia a la dispersión), topografía (pendiente: forma, grado de inclinación y longitud), vegetación (capacidad de cobertura), hombre (acción sobre la vegetación, pendiente, cultivos y suelo).

La bioingeniería integra el uso de las especies vegetales en proyectos donde se requiere proteger infraestructuras, por tanto se requiere desarrollar y probar nuevas técnicas y metodologías para evaluar la problemática actual y la vulnerabilidad de los suelos en diferentes condiciones agroclimáticas con diferentes prácticas de manejo. Henghchaovanich. D (1998), señala que los problemas de movimientos superficiales y de erosión son difíciles de cuantificar y pueden persistir, en ciertos casos, a pesar de que se encuentren soluciones para los problemas profundos. Estos problemas se afrontan mejor mediante métodos de bioingeniería ó ecoingeniería (es decir usando vegetación) los cuales no solo abordan los problemas sino que también generan un producto final estéticamente agradable y mas beneficioso para el medio ambiente. El vetiver en la bioingeniería se destaca como una alternativa técnica y económica para la estabilización de áreas por sus múltiples cualidades: poco mantenimiento, adaptabilidad a diversas condiciones agroecológicas, sistema radicular masivo, el cual que le confiere anclaje y un rápido establecimiento en el terreno. Truong. P (Representante para Asia y el Pacifico de la Red del vetiver, 1999) señala que pueden estabilizarse eficazmente terraplenes de taludes por corte y relleno estableciendo el vetiver en las curvas de nivel, por su sistema de raíces profundas estabiliza el talud, mientras que las barreras dispersan el escurrimiento, reducen la erosión y retienen sedimentos. Rodríguez. O (1999) en el estudio sobre las aplicaciones del vetiver en bioingeniería en el ámbito internacional señala que el vetiver presenta una serie de características morfológicas(alta eficiencia como barrera), eco-fisiológicas (gran tolerancia a condiciones ambientales adversas) y genéticas(no invasor y uniformidad de respuesta a la tecnología) que le confieren ventajas para ser usado en bioingeniería ya sea solo o acompañado de otras medidas/estructurales, biológicas y civiles.

El proyecto OCN considerando todas estas bondades del vetiver, adoptó la tecnología para la estabilización de los taludes ubicados al sur de complejo Mejorador de Crudo, en áreas adyacentes al patio de materiales, Flare y linderos del condominio de Jose.

B. Objetivos

- **Objetivo General:** Garantizar la estabilidad del área sur de la planta de mejoramiento de crudo ubicada en las adyacencias del patio de materiales OCN/JOSE
- **Objetivo Especifico:** Estabilizar un área de 6 ha, implementando prácticas agronómicas de conservación de suelos y aguas, que garanticen el establecimiento de cobertura vegetal en las áreas de taludes adyacentes al patio de materiales de OCN/JOSE.

C. Antecedentes

Previo a la experiencia relacionada con conformación del terreno, siembra y establecimiento de barreras vivas de vetiver, hubo algunas prácticas agronómicas que implementaron otras compañías en búsqueda de lograr estabilizar y reforestar las áreas de talud al sur de la planta de OCN. Cabe mencionar la hidrosiembra como práctica empleada en búsqueda de una solución definitiva con el objeto de garantizar la estabilidad de las áreas de talud, favorecer la germinación y garantizar el desarrollo de las coberturas vegetales, sin embargo esta acción no tuvo éxito.

En el desarrollo de las técnicas implementadas no se consideraron y vincularon los factores edafoclimáticos de la zona, datos topográficos relacionados con pendientes (relación y longitud de taludes), grado de compactación del terreno, labores de riego (modo y forma de aplicación del agua), entre otros.

En consecuencia de esta actividad se generaron gran cantidad de surcos y cárcavas en los taludes, provocando el arrastre de sedimentos aguas abajo, que colmataron los sistemas de drenajes. OCN apoyándose en el Consorcio NJV y en búsqueda de soluciones permanentes que garantizaran la estabilidad y permanencia de las obras de conservación de suelos y aguas, y reforestar el área de compensación contrató mis servicios profesionales para llevar a cabo el proyecto, a través de una empresa privada de la zona.

D. Características del Proyecto

Duración: Seis meses (21 de Marzo - 20 de Agosto del 2001)

Ubicación y linderos:

Al norte con la Planta de Mejoramiento de Crudo OCN, al sur con terrenos del condominio de Jose / PDVSA y autopista de Barcelona-Píritu, al este colindante con terrenos de Petrolera Ameriven, y al oeste con terrenos de PEQUIVEN Sur.

Clima

El proyecto se sitúa según la clasificación de Holdridge en la zona de vida correspondiente a bosque muy seco tropical.

Precipitaciones bien localizadas caracterizadas por ser de alta intensidad y corta duración con valores de 400mm/año, temperaturas que oscilan entre 30 y 45° C.

Superficie:

El área donde se desarrolló el proyecto comprende 6 ha, constituida por deposiciones de capas de relleno compactadas producto del movimiento de tierra efectuado para la construcción de la Planta de Mejoramiento de Crudo (OCN), caracterizada por presentar vestigios de especies vegetales gramíneas cabe destacar (*Brachyarias decumens*), suelos arcillosos (pesados), desprovistos de materia orgánica, cárcavas y surcos presentes.

Condición inicial en áreas de talud



Zona Oeste

Restos vegetación de gramíneas



Zona Este

Surcos y cárcavas presentes



Zona Noroeste

Residuos vegetales en superficie,
cantos rodados

E. Actividades realizadas

Las actividades para el desarrollo del proyecto se dividieron en tres: movimiento de tierra, sistema de riego y drenaje y siembra de especies vegetales.

1. Movimiento de tierra

Esta actividad se dividió en cinco etapas: 1.- Levantamiento topográfico del área. 2. Eliminación de residuos vegetales, 3.- Conformación del terreno (manual y mecánica), 4.Colocación de materia orgánica en superficie. 5.- Demarcación y apertura de surcos a curvas de nivel.

1.1 Levantamiento topográfico del área: El levantamiento de las áreas de talud se llevó a cabo, con el propósito de establecer las zonas a desarrollar, programar las actividades subsiguientes y cuantificar avances de obra.

1.2 Eliminación de residuos vegetales: consistió en remover del terreno los restos y mantos vegetales existentes en el talud previo al desarrollo de este proyecto.

1.3 Conformación del terreno: esta actividad se efectuó con el propósito de uniformizar la superficie del suelo, con el objeto de facilitar labores subsiguientes, colocación de materia orgánica, apertura de las zanjas a curvas de nivel, entre otras. Las labores se efectuaron de dos maneras: manualmente y mediante la utilización de maquinaria pesada tipo (shovel). La uniformización de la superficie del terreno se realizó utilizando herramientas menores, en el caso de áreas con una relación de talud de 2:1. En el caso de los taludes con pendientes 3:1, la labor de conformación del terreno, se realizó mecánicamente.

1.4 Colocación de materia orgánica en superficie: Esta labor se realizó con el propósito de mejorar las condiciones de fertilidad del suelo en áreas del talud. Se extendió en todas las áreas una capa de materia orgánica de 6cm aproximadamente usando para ello el uso de la maquinaria pasada

1.5 Demarcación y apertura surcos a curvas de nivel: consistió en materializar en el terreno en áreas de talud, bandas de cal, con el objeto de facilitar y permitir la apertura de los surcos, donde se establecerían las barreras vivas de vetiver.

Detalles de Movimiento de tierra



Materia orgánica en superficie y áreas de talud surcadas a curvas de nivel.



Equipo mecánico mediante el cual se realizó la apertura de los surcos a curvas de nivel en áreas de talud.

2. Sistema de riego y drenaje

2.1 Sistema de riego: En esta etapa se destacan tres grandes actividades:

1. Proyecto de riego (Diseño, cálculo y establecimiento de las áreas a regar.)
2. Construcción de un tanque Australiano de 360.000 lts de capacidad como estructuras de almacenamiento.
3. Construcción de una red ó sistema de tuberías con riego por aspersion, que garantizara en su totalidad la suplencia hídrica a todas las especies vegetales implantadas es las áreas de talud (Barreras de Vetiver y pasto Bermuda)

2.2 Sistema de drenaje:

Paralelamente a la construcción del sistema de riego, se construyo el sistema de drenaje, que consistió en establecer en el perímetro de los taludes una red de cunetas y torrenteras para descargar el excedente de agua de las zonas las altas.

Detalles del sistema de riego



Etapa constructiva del tanque de almacenamiento para el agua de riego de las especies vegetales



Ajuste del sistema de riego entre las especies vegetales (barreras vivas de vetiver y pasto bermuda)

3. Siembra de especies vegetales

Se distinguen dos etapas: 1.- Siembra y establecimiento de barreras vivas de vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L) Nash, 2.- siembra y establecimiento de cobertura vegetal de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*)

3.1 Siembra y establecimiento de barreras vivas de vetiver

Previo a la siembra de las barreras y con un día de antelación, se humedecieron los surcos con el objeto de crear las condiciones propicias para establecimiento, crecimiento y buen desarrollo del vetiver, seguidamente se suministró fertilizante químico 14-14-14 a razón de 50gr por ml. Se seleccionó el vetiver por su amplia adaptabilidad a condiciones climáticas extremas, raíces muy profundas (2-3 m), corona sub superficial, planta perenne con hábito de crecimiento erecto. La siembra consistió en distribuir en los surcos del terreno, las cepas de vetiver, colocándolas de manera continua unas con otras y a curvas de nivel, evitando espacios huecos en las barreras, con el objeto de minimizar la escorrentía superficial del agua. Se seleccionaron cepas entre 8 y 10cm de diámetro y de una altura entre 20 y 30 cm a partir del cuello de la planta. El material vegetal para este trabajo provino de dos zonas del país: Las Mercedes del llano en el Estado Guarico y al sur del estado Apure.

3.2 Siembra y establecimiento de cobertura vegetal de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*)

La selección del pasto bermuda como especie de cobertura obedece a su potencialidad de adaptabilidad climática y a su hábito de crecimiento, ya que el vetiver reduciría el agua de escorrentía y la bermuda en minimizaría el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo, reduciría la evaporación del agua del suelo y protegería a las semillas del lavado. La siembra del pasto bermuda se realizó a partir de semilla asexual con refuerzo de semilla sexual, para ello cada 20 cm se surco el terreno a una profundidad de 10cm, seguidamente se humedeció el mismo para reducir la temperatura del suelo y crear las condiciones apropiadas para el establecimiento y desarrollo de esta especie.

Detalles Siembra de especies vegetales

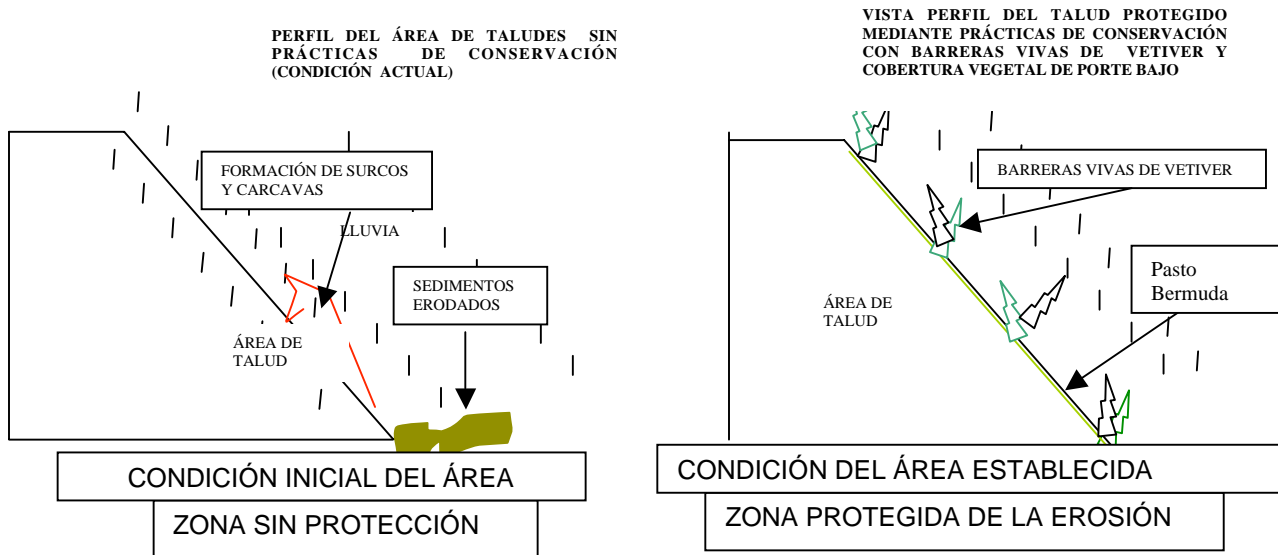


Coberturas vegetales: barreras vivas de vetiver y pasto bermuda



Establecimiento de barreras vivas de vetiver en áreas de talud

CROQUIS DE LAS ÁREAS DE TALUD CON Y SIN MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS



F. Resultados

Los resultados obtenidos evidencian que las barreras vivas de vetiver en combinación de cobertura vegetal de pasto bermuda mas el efecto de las obras hidraulicas reducen significativamente el arrastre de sedimentos aguas abajo garantizando mayor estabilidad de las áreas de talud, minimizando el impacto de las gotas de lluvia sobre los agregados del suelo y logrando a satisfacción el establecimiento del área de compensación acorde con la normativa ambiental Venezolana



Condición final de las áreas de talud una vez implantadas las especies vegetales

G. Conclusión

El conocimiento y uso de la tecnología del Vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L) Nash) como barrera viva en el proyecto de bioingeniería (OCN) represento una estrategia de fácil implementación que garantizó la estabilidad de las áreas de talud y redujo la producción de sedimentos aguas abajo. La aplicación exitosa en bioingeniería del vetiver en la restauración ambiental de la planta de Mejoramiento de Crudo (OCN) confirma su amplia potencialidad en este campo.

El uso del Vetiver como barrera viva en combinación con especies vegetales de porte bajo y habito estolonífero representa una alternativa a considerar en proyectos de bioingeniería donde se quiera estabilizar áreas de talud y proteger infraestructuras en armonía con el medio ambiente.

Es imprescindible como profesionales donar nuestro conocimiento sobre la tecnología del pasto vetiver promoviendo su uso ya que se reducen costos y es amigable con ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **BANCO MUNDIAL. 1995.** La barrera contra la erosión. 3ra Edición. Washington.78p
- **EWEL, J Y A. MADRIZ, 1968.** Zonas de vida de Venezuela, memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Ministerio de Agricultura y Cria. Dirección de Investigación. Caracas. Venezuela. Pp: 64 – 73
- **GASPERI, M. R.1982.** Principios básicos de erosión y conservación de suelos. FUDECO. Suplemento técnico N°28. Barquisimeto, Venezuela. Pp:42 – 57

- **HENGCHAOVANICH D.1999.** El pasto Vetiver en la estabilización de pendientes y el control de la erosión (con énfasis especial en las aplicaciones de ingeniería) APT Consult Co. Ltd. Bangkok, Tailandia. 14p
- **RED LATINOAMERICANA DEL VETIVER. 1996, 1997, 1998 y 1999.** *Boletín vetiver.* La Red Latinoamericana del Vetiver. James Smyle, Director. Joan Millar, Coordinadora. San José, Costa Rica.
- **RODRIGUEZ P.,O.** Experiencias recientes sobre las aplicaciones del Vetiver en Bioingeniería en el ámbito internacional. Taller de Bioingeniería para la construcción POST MITCH: Experiencia con el uso del vetiver para la protección y estabilización de infraestructura. San Salvador, El Salvador. Julio 1999. Pp:23:32
- **TORRES R., E.1981.** Manual de conservación de suelos agrícolas. Edit. Diana. Mexico. 10p
- **TRUONG,P. 1999.** Curso corto sobre tecnología del pasto vetiver para el control de la erosión y la sedimentación, estabilización de laderas y protección ambiental. Conferencia y exhibición Asia – Pacífico sobre bioingeniería, Manila, abril 1999.10p