



**ABONOS
DE OCCIDENTE R.L**

vetiver

la barrera contra la erosión

Yorleny Cruz, MBA
TVNI's Coordinator for Costa Rica
Cel.: +(506) 8991-9180
Skype: vetiver.crc

ABONOS
DE OCCIDENTE R.L

etiver

la barrera contra la erosión

Costa Rica

www.youtube.com/watch?v=EZXy3mcX6dI

Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Proyecto Nueva Carretera a San Carlos, Costa Rica

Soluciones Combinadas con el
Sistema Vetiver para Manejo de
Escombreras y Recuperación
Ambiental.

Constructora Sanchez Carvajal

- Empresa con más de 50 años de experiencia en construcciones de obra civil:
- Puentes
- Carreteras
- Proyectos Hidroeléctricos y Eólicos.
- Muelles

Sobre el Proyecto

- Longitud del proyecto: 30 km
- Ancho: 4 Carriles
- Tipo de proyecto: Carretera nueva
- Velocidad: 80 km/h
- Topografía: Montañoso
- Puentes: 9
- Pasos a desnivel: 11
- Monto del Contrato: \$145,392,910.55

Movimiento de Tierras

- Volumen total: 15,244.468.60 m³
- Volumen realizado: 14,173,771.76 m³
- Volumen faltante: 1,070,696.84 m³

- Escombreras 83 autorizadas
- Área de escombrera 1,235,919 m²

Movimiento de Tierra



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Movimiento de Tierra



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Movimiento de Tierra



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Movimiento de Tierra



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Movimiento de Tierra



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Obras de Protección



Puentes

1. Puente sobre Río Barranca $L= 314.40$ m,
2. Puente sobre Río Espino, $L= 235.00$ m
3. Puente sobre Río Laguna, $L= 132.40$ m
4. Puente sobre Río Tapesco, $L= 273.40$ m
5. Puente sobre Río Arena, $L= 113.40$ m
6. Puente sobre Río Seco, $L= 148.40$ m
7. Puente sobre Río La Vieja, $L= 138.40$ m
8. Puente sobre Río Ron Ron, $L=114.40$ m
9. Puente sobre Río Chocosuela, $L=85.00$ m

Total: $1,554.80$ m

Puentes



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Puentes



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

A. Escombreras



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

Problemática

- En un inicio no se contemplaron ítems para manejo ambiental.
- Se tenía diversas denuncias por mal manejo de escombreras.
- No se dio un manejo adecuado de los materiales depositados en las escombreras.
- No hay presupuesto para la recuperación ambiental

Causas

Se determinaron las modificaciones que han sufrido los terrenos donde se ubican las escombreras.

- Sobrecarga de superficies por los rellenos
- Cambios en la Topografía
- Modificación de las condiciones naturales del agua superficial y subterránea
- Cambio de la cobertura vegetal y del suelo superficial
- Aumento de caudales y de áreas de contribución
- Manejo de compactación de materiales

Efectos

- La sobrecarga y saturación ha producido colapso de suelos sueltos
- Formación de cárcavas y agrietamientos por erosión
- Deslizamientos en la superficie de contacto relleno-corte
- Saturación de terrenos
- Falta de protección vegetal contra lluvia y erosión
- Capas impermeables en suelo
- Arrastre de partículas a cuerpos de agua

Valoración

- La mayoría de problemas tienen su origen en la ausencia de un sistema para el control de aguas, esto ha generado erosión, deslizamientos y contaminación a los cuerpos de agua.
- Problemas de estabilidad de los taludes por el efecto de sobre-carga, líneas de contacto y compactación inadecuada de los materiales depositados.

Plan de Acción

1. Formar en dos frentes de trabajo para las escombreras. Cada frente tendrá dos brigadas de mano de obra, una brigada de revegetación y como mínimo una Retroexcavadora y un Tractor tipo D6.
2. Establecer un plan de mantenimiento rutinario de las obras existentes en las escombreras. Para lo anterior se conforma una Brigada de Mantenimiento de Escombreras (BME), la cual trabajara diariamente según la programación establecida y los requerimientos que se presenten.

Plan de Acción

3. Realizar los trabajos de movimiento de tierra, canalización y obras de arte según las condiciones del clima y terreno lo permitan.
4. Implementar la utilización de medidas de mitigación temporal, que sean aprobadas por la regencia ambiental. Para esto se utilizaran barreras temporales con sacos, trampas de finos con geotextil, camas sedimentadoras, fosas sedimentadoras, disipadores, colectores y filtros, entre otras.

Plan de Acción

5. Siembra de zacate vetiver como barrera anti-erosión, por el proceso natural de establecimiento del sistema se recomienda para que el efecto de la barrera sea inmediato, combinarlo con barreras temporales de sacos o geotextil rellenos con tierra.
6. Revegetación de taludes y áreas susceptibles con especies de la zona.
7. Siembra de árboles nativos y especies que contribuyan a la estabilización de los taludes.
8. Protecciones temporales de las zonas que representen de alto riesgo y de difícil acceso por las condiciones climáticas.

Algunas Condiciones Criticas



Algunas Condiciones Criticas



Algunas Condiciones Criticas



Caso 1. Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Caso 2. Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Caso 3. Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Medidas de Mitigación



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

B. Soluciones para Taludes

Debido a los problemas que se presentan en los taludes la empresa constructora propone dos tipos de soluciones:

1. Soluciones Geotécnicas tradicionales: gaviones, concreto lanzado, soil nailing, etc; para aquellos casos que amerite.
2. Estabilización y protección utilizando cobertura vegetal nativa combinado con el sistema vetiver .

Efectos de la Construcción

- Eliminación o reducción de la cobertura vegetal nativa.
- Destrucción o deterioro de la estructura y fertilidad natural del suelo.
- Incremento en condiciones de pendiente (corte y rellenos).
- Disminución en la tasa de infiltración por efecto de la compactación
- Interceptación de flujos superficiales por los cortes de la pendiente

Efectos de la Construcción



Problemática



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Problemática



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Factores asociados a fallas en los taludes

- Zona con periodos de lluvias muy largos.
- Promedios de precipitaciones altos, intensidad y tiempo de lluvias.
- Terrenos muy quebrados con alta cantidad de escorrentía por los taludes.
- Presencia de aguas subterráneas.
- Círculos de Falla Hidrotermal

Análisis de estabilidad taludes utilizando conceptos de Bioingeniería

- Se propone estabilización de taludes mediante el uso combinado de vegetación y elementos estructurales adicionales.
- Este concepto de estabilización comprende parámetros ambientales y paisajista muy importantes.
- Se recomienda utilizar varias especies en cada sitio, las cuales se complementan para lograr un equilibrio ecológico, generando así, un sistema capaz de alcanzar una cobertura densa y resistente a los cambios climáticos y físicos.

Sistema biodiversificado de control de erosión y estabilización de taludes

Propuesta

- Utilización de especies nativas según las zonas de vida del proyecto
- Combinación de especies con diversas características. Pastos, **Hierbas**, leguminosas, arbustos y arboles.
- Utilización conceptos bioingeniería en procesos de estabilidad de taludes

Sistema biodiversificado de control de erosión y estabilización de taludes

Metodología

1. Análisis de las propiedades edáficas del suelo
2. Realizar enmiendas al suelos con abonos orgánicos
3. Determinación de las zonas de vida en el proyecto
4. Análisis de las especies presentes en el corredor de la carretera
5. Determinación de las especies a usar. Diseño de los modelos.
6. Recolección de semillas y plantas en los alrededores de la carretera
7. Preparación de los suelos y taludes para iniciar la siembra

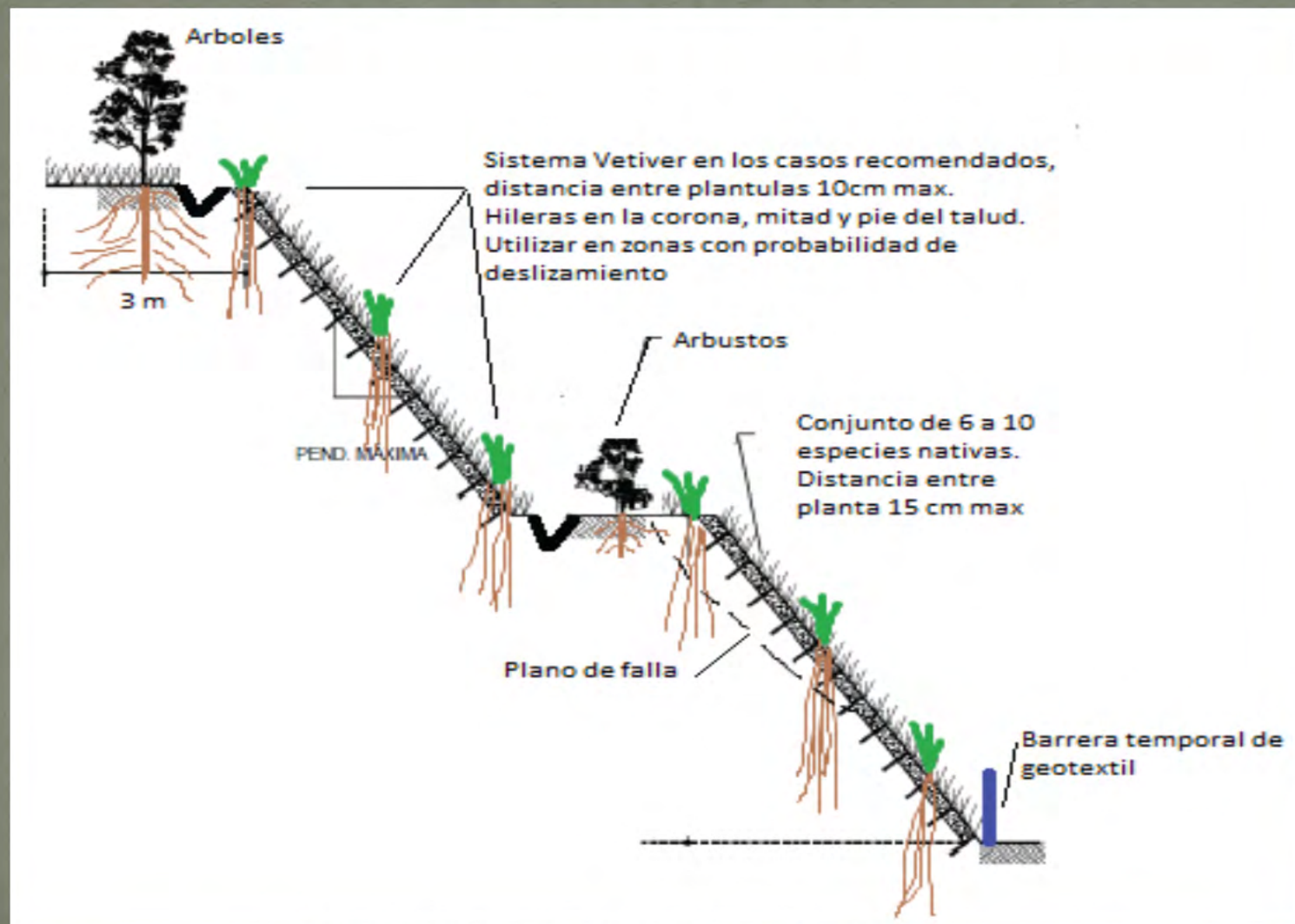
Metodología

8. Siembra de las especies de pastos
9. Siembra de hierbas bajas y medias por medio de trasplante de todos los tamaños. Distancia recomendada cada 50 cm a 1 m.
10. Siembra de Arbustos a lo largo de las bermas mediante esquejes cruzados.
11. Siembra Sistema Vetiver en las zonas con evidencias deslizamientos y en las que existen deslizamientos de tamaño moderado
12. Siembra de Arboles en la parte alta de los taludes, mediante trasplante

Mecanismos de Recolección de especies

1. Mediante ferias ambientales en los centros educativos de la zona o cualquier otro que manifieste interés en participar en el proyecto. Ya sea que los centros busquen las especies o bien que la empresa les suministre las semillas y cada centro se encargue de plantarlas y cuidarlas hasta que tengan la edad para ser sembradas en el proyecto. Para esto se implementará la campaña *Un Cuaderno por un Árbol*, además a cada centro educativo que participe se le brindara un colector desechos para reciclaje construido con estañones.
2. Mediante donaciones de empresas u organizaciones dedicadas a la conservación ambiental, ya existen ofrecimientos para donar especies al proyecto.

Modelo: Sistema de control de erosión y estabilización de taludes



Vivero del Proyecto



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Hidrosiembra



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Siembra Manual



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Sistema de Protección de Taludes



Propiedad Constructora Sanchez Carvajal S.A. 2013

CONSTRUCTORA
SANCHEZ



CARVAJAL

Comparación de Costos

Utilizando Siembra Simple con Especies Nativas				
Descripción	Unidad	Cantidad en el proyecto	Precio Unitario \$	Total
Sistema Diversificado	m2	1,000,000.00	\$ 1.50	\$ 1,500,000.00
Sistema Vetiver	m	80,000.00	\$ 3.00	\$ 240,000.00
Siembra de arboles	uni	60,000.00	\$ 1.00	\$ 60,000.00
TOTAL PROYECTO REVEGETACIÓN				\$ 1,800,000.00

Utilizando Hidrosiembra				
Descripción	Unidad	Cantidad en el proyecto	Precio Unitario \$	Total
Hidrosiembra	m2	1,000,000.00	\$ 3.00	\$ 3,000,000.00
Sistema Vetiver	m	80,000.00	\$ 3.00	\$ 240,000.00
Siembra de arboles	uni	60,000.00	\$ 1.00	\$ 60,000.00
TOTAL PROYECTO REVEGETACIÓN				\$ 3,300,000.00

Sistema Combinado				
Descripción	Unidad	Cantidad en el proyecto	Precio Unitario \$	Total
Sistema Diversificado	m2	700,000.00	\$ 1.50	\$ 1,050,000.00
Hidrosiembra	m2	300,000.00	\$ 3.00	\$ 900,000.00
Sistema Vetiver	m	80,000.00	\$ 3.00	\$ 240,000.00
Siembra de arboles	uni	60,000.00	\$ 1.00	\$ 60,000.00
TOTAL PROYECTO REVEGETACIÓN				\$ 2,250,000.00

Conclusiones

1. Mediante la utilización del sistema vetiver combinando con otras soluciones de mitigación se ha logrado controlar los problemas de las escombreras.
2. Se ha demostrado a la administración del proyecto que es una propuesta económicamente muy favorable y funcional.
3. La combinación del sistema Vetiver con otros elementos han hecho que el conjunto funcione desde el momento de la instalación.



GRACIAS

Ing Adán Corrales Quesada MSc

+(506)8863-9646

acorrales@sanchez-carvajal.com

Costa Rica