



SOLUCION INTEGRAL A LA EROSION DE LOS TALUDES DE LAS VEGAS – CARRETERA TINGO MARIA - PUCALLPA - PERU

J. Alva, MSCE, CE, Ph. D. Ing. Civil – Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú
J. Cardozo, Presidente Ejecutivo Andex, Ms.Sc. Gestion Ambiental, CAEN, PAD – UDEP, ESAN, Ing. Civil.

1. RESUMEN

En el Km 22+800 al 23+900 de la Carretera Tingo María-Pucallpa - Sector Las Vegas, Departamento de Húanuco – Perú, se presentaron problemas serios de erosión, causados principalmente por las intensas precipitaciones existentes en la zona y la naturaleza del terreno, produciéndose unas cárcavas de gran magnitud las cuales comprometieron la estabilidad de los taludes y plataforma de la carretera.

Una propuesta integral, usando geosintéticos con bioingeniería de suelos fue el resultado del análisis, el cual consideró dentro de la solución, una rápida de amortiguamiento con disipadores de energía encargada de coleccionar las aguas pluviales y conducir las a través de las banquetas disipando la energía y las altas velocidades de flujo hasta el pie del talud.

2. ANTECEDENTES

La Carretera Lima – Pucallpa es uno de los ejes más importantes de conexión de la Capital del Perú con la Selva Amazónica Central. El Sector Las Vegas es uno de los segmentos críticos de dicha vía, ya que su trazo alcanza el “Divortium Aquarium” de la cadena de montañas sobre la cual corre el trazo de dicha vía.

Dada las características del tramo, el terraplén de la carretera tiene 2 taludes (uno Norte y el Otro Sur) de considerable altura; los cuales han sido erosionados, debido a la deforestación de los mismos, y las altas precipitaciones a las que han estado sometidos en el transcurso de su funcionamiento.

Provías Nacional encargó el estudio de la estabilidad de taludes y control de la erosión y manejo de aguas al Consorcio CES-Hidroenergía, quien planteó una solución integral que incluye el uso de geosintéticos y la bioingeniería de suelos.

La ejecución del proyecto estuvo a cargo del Consorcio Puente Chino, y la obra fue ejecutada en el año 2008.

3. OBJETIVOS

- Presentar la alternativa innovadora de estabilización de taludes, control de erosión y manejo de aguas que se utilizó como alternativa de solución integral al problema de las cárcavas del Sector Las Vegas.
- Presentar los monitoreos y performance del sistema desde su ejecución a la fecha.
- Proponer algunas medidas de mantenimiento y mejoras para futuras aplicaciones.

4. SOLUCION PROPUESTA

4.1 Reconformación de los Taludes.-

Para poder cubrir la altura total de 50 m, se tuvo que reconformar 5 terrazas o banquetas de 10 m de altura, cada una, las mismas que se trabajaron con taludes de suelo internamente reforzado con geomallas sintéticas de polyester de alta resistencia y baja deformación; ya que los taludes fueron de V:1, H: 1.75

4.2 Revegetación de los Taludes.-

Habiéndose efectuado los análisis de estabilidad geotécnica de los taludes internamente reforzados, se hacía necesario definir un sistema de control de la erosión superficial; el mismo que se definió con la revegetación del talud, usando tanto especies foráneas como locales, para garantizar el establecimiento de una vegetación adecuada y propia de la zona.

Sobre la revegetación debería usarse un Manto de Control de Erosión de Coco de 400 gr./m², 100% orgánico, con el afán de proteger las semillas mientras se establezca permanentemente la vegetación.

4.3 Manejo de Aguas.-

En el pie de cada banquetta se ha diseñado una cuneta de recolección del escurrimiento superficial, las mismas que conducen el flujo hacia unas rápidas, que luego lo conducen hacia los niveles inferiores.

Los sistemas de drenaje fueron diseñados para caudales de avenidas con probabilidad de ocurrencia de 1% y 2%, correspondientes a los períodos de retorno de 100 y 50 años respectivamente.

Estas rápidas deben contar con disipadores de energía, a fin de que finalmente se disponga del agua, con una entrega de energía disipada, y no vuelva a ocasionar la erosión del pie de talud, en la figura N°01 se puede ver la geometría de los dados disipadores.

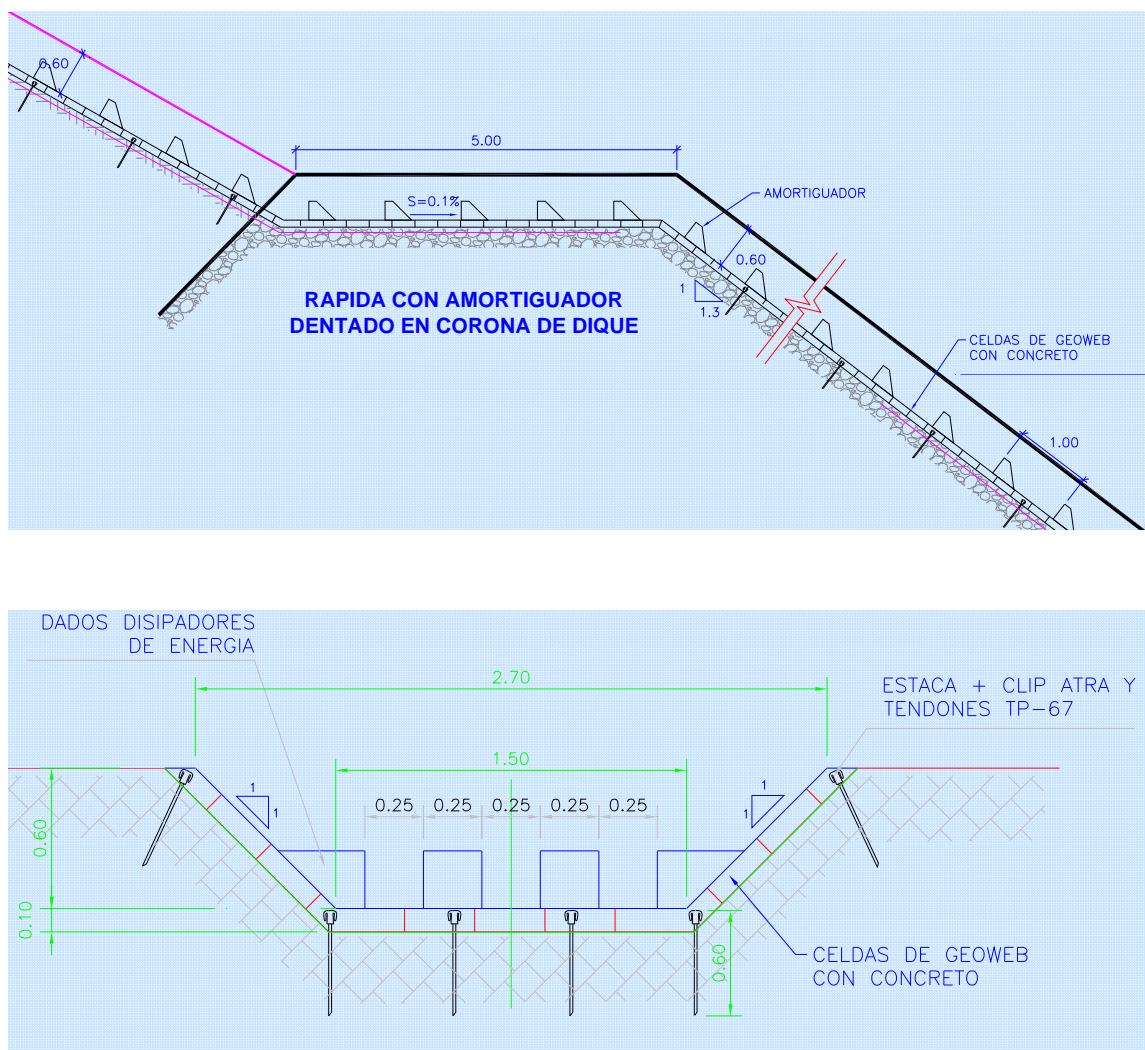


Figura 1. Datos disipadores

Dichas rápidas fueron concebidas para ser ejecutadas con Geoweb + Concreto, conforme se aprecia en el panel fotográfico.

4.4 Características del Sistema de Confinamiento Geocelular Geoweb

El sistema de Confinamiento Geocelular está conformado por fajas laminares texturadas de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) con las siguientes características:

El diámetro de perforaciones en las paredes del Geoweb, son de 10mm que se disponen en hileras desfasadas tipo tresbolillo, cuya área total de perforación debería estar entre 19% – 28% del área total de las bandas que conforman el Geoweb, las cuales cumplen las siguientes funciones:

Con Suelo Vegetal: La perforación, permite el paso de raíces entre las celdas posibilitando un mayor agarre del sistema vegetativo con la capa de suelo vegetal contenidas en ellas, sobre todo en taludes fuertemente empinados, también facilita el drenaje a través de todo el sistema.

Con Concreto: La perforación posibilita un mayor entrelazamiento durante el vaciado del concreto dentro del sistema geocelular permitiendo una distribución rápida y pareja entre las celdas así como una trabazón aumentando la resistencia contra las fuerzas de extracción las cuales están calculadas (el caso que estamos tratando) para una resistencia de 31 kN medido por ensayo de extracción.



Figura 2. Sistema de Confinamiento Geocelular Perforado (19% - 28%)

Las fajas laminares de HDPE, están unidas entre sí por soldadura ultrasónica en 3 puntos por pulgada, estos se ensayan a las 10,000 horas (poco más de un año y dos meses de tensión continua) según el método de ensayo ASTM D 2990.

El proceso de fabricación es por extrusión siendo el espesor de la pared incluyendo el texturado de 1.52 mm más menos 15% ASTM D5199.

Accesorios

El Sistema de Confinamiento Geocelular Geoweb garantiza su efectividad con la combinación de los siguientes accesorios:

Tendones

Confeccionados en poliéster de alta resistencia los cuales tiene que ser pasados por la ranura u orificio central de las celdas antes de expandir las secciones y fijados con amarre doble al muerto de anclaje, que en este caso fue una tubería de PVC de $d= 4"$ de paredes gruesas que fue colocada dentro de una zanja de anclaje de 0.50m de profundidad por un ancho de 0.30m (esta zanja fue rellena con el material propio procedente de la misma excavación, compactada y finalmente terminada con concreto).

Los tendones enlazan los anclajes al terreno en toda la longitud del talud desde el muerto de anclaje y soportan las tensiones estructurales picos en los procesos de socavación y acomodo del sistema durante la puesta de servicio del sistema, la elección del tipo de tendón a utilizar está concebido por el cálculo de los esfuerzos y cargas que deberá soportar.

Clip ATRA

Confeccionado en Polietileno de Alta Densidad, que se colocaron en los extremos de las estacas de fierro corrugado de $\frac{1}{2}"$ y cuyos brazos en forma de "T" con ganchos direccionados hacia abajo, tienen la función de asir los tendones en un amarre en forma de cruz como medio de restricción y transferencias de esfuerzos. Ver Figuras 3 y 4



Figura 3. Clip ATRA y estacas de Fierro Corrugado



Figura 4. Paso de Tendones a través de ojo chino del Geoweb

Estacas

Son varillas de Fierro Corrugado de $\frac{1}{2}$ " de L= 0.75 m, las que tendrán en un extremo los Clip Atra, estos se colocarán a manera de anclaje en un patrón de estacado distribuidos en toda la longitud horizontal y vertical de la sección para evitar el deslizamiento y el levantamiento originados por las supresiones hidráulicas sobre todo pasada la temporada de lluvias de Diciembre a Marzo, que ocurren estacionariamente en el Departamento de Huánuco.

La densidad del patrón de estacado, así como la longitud de estacas, depende de las inclinaciones del talud, el tipo de suelo y peso o carga a soportar, estos se dimensionan para soportar los esfuerzos de corte en el sentido del flujo, y en el sentido transversal a este.

Grapas Galvanizadas y Engrapadoras

Las cuales permiten las uniones entre secciones y entre cortes en las curvas, se usan con las engrapadoras que pueden ser neumáticas y funcionan con una pequeña compresora, o pueden ser manuales.

Geotextil No tejido

El Geotextil No Tejido Clase 1, es empleado como separación y filtro, separación entre el vaceado del concreto y el suelo compactado del dique.

Metodología de la Alternativa Propuesta

La Alternativa del Sistema de Confinamiento Geocelular, cumplía y superaba las principales características necesarias para el buen desempeño de una rápida, y que se tomaron en consideración a la hora de elegir la Alternativa Técnica y Económica más viable y que son:

Flexibilidad: Combinación de la dureza del concreto con la flexibilidad de las Geoceldas.

Durabilidad. Garantía del Sistema por 10 años, período de vida útil de 50 a 100 años

Facilidad de construcción. No requiere mano de obra especializada

Rapidez de construcción. Avances de 1000 m² por día

Se puede apreciar subdrenes horizontales revestidos con geomembranas que colectan el agua pluvial y la conducen mediante tubos perforados de 10" a las rápidas o disipadores de energía, para su disposición al pie del talud.

La fuerza del caudal en la rápida se disipa sin causar erosión al pie del talud, con lo que se cumple el objetivo propuesto en la alternativa de solución, que era encauzar el agua de la lluvia superficial en pendientes fuertes y por largos recorridos.

Los taludes han sido revegetados con mantos de fibra de coco de 400 gr/m², sobre suelo orgánico, el cual había sido acopiado en zonas adyacentes a la obra.

Antes y después de la colocación de los mantos de fibra de coco de 400gr/m², se hizo una hidrosiembra sobre el suelo orgánico y sobre el mismo.

5. CONCLUSIONES

- El sistema de confinamiento Geocelular es versátil y fácil de instalar.
- Los rendimientos para esta obra específica estuvieron en el orden de 700 a 1000 m² por día.
- Las losas flexibles no requieren de juntas ni encofrados.
- El sistema emplea mayormente el material disponible en la zona de trabajo.
- Su instalación no requiere de mano de obra calificada.
- El sistema reemplaza aplicaciones convencionales de gaviones y enrocados, cuando no se cuenta con material pétreo y roca.
- Son fácilmente adaptables a otras aplicaciones donde la flexibilidad o capacidad de acomodarse a las deflexiones del suelo sean una característica importante a considerar.

Controla la cantidad exacta de concreto en el vaciado, no incurriendo en desperdicios.

6. PANEL FOTOGRAFICO DE LA OBRA

A continuación se muestran imágenes durante la ejecución del proyecto:



Figura 5. Conformación de terraplenes



Figura 6. Acondicionamiento de bajantes para rápidas.



Figura 7. Instalación del Geoweb en las rápidas



Figura 8. Colocación de los dados disipadores



Figura 9. Geoweb con concreto mas disipadores



Figura 10. Rápidas trabajando



Figura 11. Rápidas en funcionamiento



Figura 12. Rápidas en Banquetas – Las Vegas 2009

7. MONITOREO

Dos años después de ejecutado el proyecto, se ha podido apreciar el correcto performance del sistema Geoweb, tanto en las rápidas en donde no se dan muestras de algún tipo de falla dada la flexibilidad que presenta el sistema a diferencia de los sistemas convencionales como es el caso de las estructuras de mampostería comúnmente empleadas.



Figura 13. Cárcava N°1 – Octubre 2011

REFERENCIAS

ASTM D 5321. Método de prueba estándar para determinar el coeficiente de fricción del suelo y el geosintético por el método de corte directo, *Sociedad Americana para Pruebas y Materiales*, West Conshohocken, Pensilvania, EE.UU.

ASTM D 2990. Método de prueba estándar para la fluencia a la tracción, comprensión, flexión y rotura y fluencia de plásticos, *Sociedad Americana para Pruebas y Materiales*, West Conshohocken, Pensilvania, EE.UU.

ASTM D 5199. Método de prueba estándar para medir el espesor nominal de geosintéticos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración del Consorcio CES-Hidroenergía, Consultor; Consorcio Puente Chino, Contratista de PROVIAS NACIONAL, Propietaria del Proyecto.