

**XXVIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA
BUENOS AIRES, ARGENTINA, SEPTIEMBRE DE 2018**

APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS PARA LA PROTECCIÓN DE CANAL

Ing. Augusto Mendiz - Ing. Federico Dal Farra
CORIPA S.A, Virrey del Pino 2458, Argentina, amendiz@coripa.com.ar

RESUMEN:

El presente trabajo describe los principales aspectos técnicos para la protección antierosiva de canales mediante el uso de geosintéticos aplicados a un caso práctico en donde se utilizó geomantas de refuerzo de vegetación y geoceldas en un establecimiento agropecuario ubicado en el Departamento de Los Altos, Provincia de Catamarca, Argentina. El canal presentaba graves problemas de erosión retrograda que no habían podido controlarse y la intervención con geosintéticos obtuvo los resultados positivos buscados.

ABSTRACT:

The aim of this paper is to describe the main technical aspects for the erosion control of channels through the use of geosynthetics applied to a practical case example where turf reinforcement mats and geocells were used in an agricultural establishment located in Los Altos, Province of Catamarca, Argentina. The channel had unresolved serious regressive erosion problems and the intervention with the geosynthetic lining obtained the desired positive results.

PALABRAS CLAVES: geosintéticos; geomantas; control de erosión.

INTRODUCCIÓN

La zona donde se encuentra el canal en estudio se ha ido transformando, debido a la actividad humana, de monte natural a campos de explotación agrícola. La transformación, sumado al cambio climático, el régimen e intensidad de precipitaciones, y la deforestación generan que el agua que desciende de los montes no encuentre vegetación que oponga resistencia ni la intercepte y toma gran velocidad hasta desembocar en el río que se encuentra en el sector más bajo. El agua, en su descenso, cruza varios de estos establecimientos agropecuarios generando daños por erosión.

Los canales que se formaron naturalmente y por acción de los propietarios de los establecimientos generan una desembocadura que colecta y concentra el flujo. Estos canales se encontraban expuestos y sin cobertura vegetal, presentando riesgos de erosión superficial por escurrimiento de origen pluvial y erosión retrograda por la acción del agua del río Bañado de Ovanta que desciende de los montes. Los niveles de agua fluctuaban estacionalmente por lo que era necesario pensar una protección permanente y compatible con el desarrollo de la vegetación.

Para resolver el problema se implementó una solución con geosintéticos, viable de ejecutar en la zona, que permitió el manejo de la cuenca evitando la erosión de los suelos.

PROBLEMÁTICA

El desafío consistió en conducir un gran caudal de agua ($80\text{m}^3/\text{seg}$) transportado por un canal que al llegar a la zona de estrechamiento, próxima a la desembocadura al río, se incrementa significativamente la pendiente resultando en altas velocidades ($3,65\text{ m}/\text{seg}$). Dada la presencia de suelos erosionables, esta velocidad generaba un fenómeno de erosión retrograda que llegó a avanzar más de 400m en una semana. Los suelos encontrados en la zona son en general finos, del tipo limo-arenoso y limo-arcilloso.

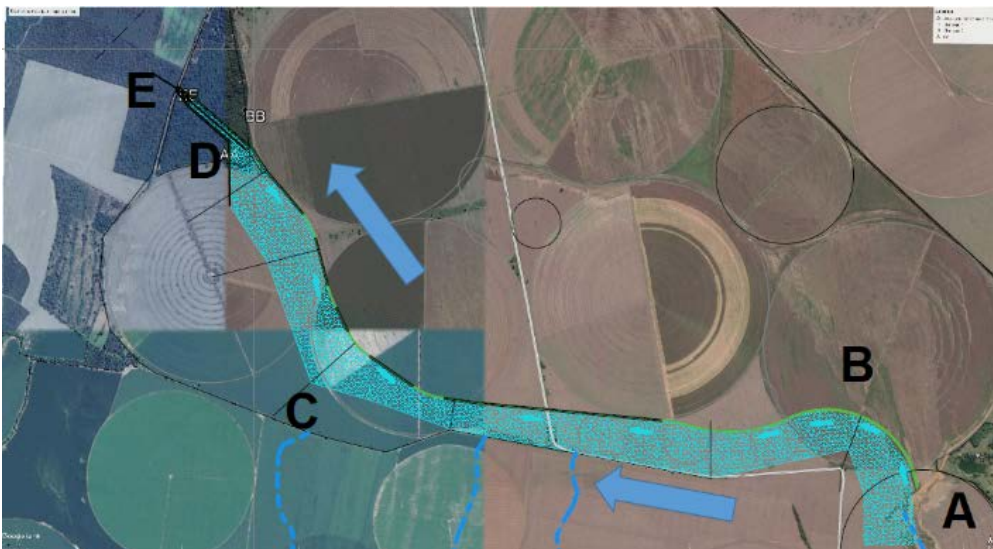


Figura 1.- Imágen satelital del canal

En la Figura 1 se observa el escurrimiento del canal desde el punto “A” hasta el punto “E”, notándose que partir del punto “D” un cambio de pendiente aumenta considerablemente la velocidad del agua hasta desembocar en el río El Abra.

La pendiente del canal en el tramo “D-E” se encuentra entre $2,9\%$ y $3,3\%$ y el escurrimiento se desarrolla en régimen no permanente y con flujo supercrítico.



Figura 2.- Ejemplo de cárcavas generadas en la zona por la erosión del agua

El principal problema de erosión retrograda se generaba cuando aparecía un desnivel en el cauce. Por más mínimo que sea, comenzaba un proceso de caída de agua que lo acentuaba de inmediato incrementando la altura del salto, erosionando con mayor energía y velocidad.

Este salto se transformaba en cascada y la acción erosiva de la caída de agua terminaba por desmoronar y arrastrar las partículas de suelo haciendo que retroceda el desnivel aguas arriba en un proceso extremadamente rápido y repetitivo ante cada evento.

El fenómeno erosivo consiste de tres fases: el desprendimiento, el transporte y la sedimentación. En este proyecto se buscó actuar principalmente en la primera fase, es decir evitando el desprendimiento. Aun así, si la partícula efectivamente se desprendiera tampoco podría ser transportada ya que quedaría retenida en las tramas de los geosintéticos utilizados.

SOLUCIÓN IMPLEMENTADA

Los objetivos planteados eran buscar una alternativa acorde al entorno y a la actividad del lugar dentro de un marco técnico-económico viable que haga posible su implementación con los recursos disponibles (personas y equipos) en un establecimiento de este tipo.

A partir de una evaluación técnica de diversas soluciones potenciales se descartó, por ejemplo, un canal de hormigón ya que resultaba completamente inviable dada la logística necesaria para su construcción, además de no ser compatible con el entorno y esto último fue una premisa de diseño.

Por lo tanto, se propuso el uso de un revestimiento flexible y permeable mediante una combinación de geotextil no tejido, geoceldas y geomantas con el objetivo de mitigar la erosión, de forma eficiente y con bajo impacto ambiental.

$B_w =$	42 m
$R_z =$	2H:1V
$L_z =$	2H:1V
$D =$	2 m
$T_w =$	50 m
$L =$	180 m
$S_0 =$	0.033 m/m
$Q =$	80 m ³ /s
Radius of Curvature	N/A
=	
Channel Bend Ratio	N/A
=	
Required FS =	1.3

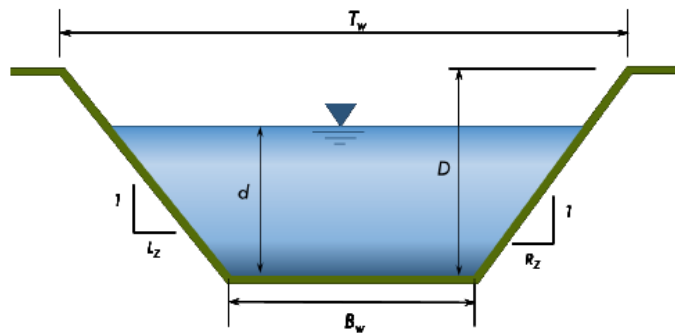


Figura 3.- Parámetros de diseño del canal y sección transversal

A partir de los parámetros de diseño disponibles y de la evaluación del riesgo (intensidad, frecuencia y permanencia) se dimensionó las características y principales propiedades hidráulicas y mecánicas necesarias de los geosintéticos: resistencia a la tracción, espesor, permeabilidad, cobertura, etc.

Se generó un canal trapecoidal para los flujos de agua de mayor recurrencia que resiste grandes velocidades y una zona de rebalse que forma un canal de mayores dimensiones pero con menor nivel de intervención para controlar los picos eventuales de caudales.

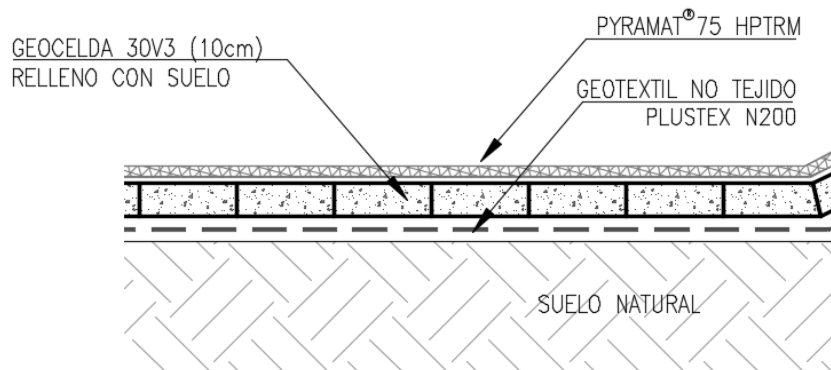


Figura 4.- Ejemplo de una sección transversal del canal con flujos de mayor recurrencia

Es práctica común en aplicaciones de control de erosión establecer un factor de seguridad mínimo de 1.3 (FHWA, 2005), de esta manera se cubre posibles variaciones en la cobertura vegetal y en las condiciones del suelo. Vale destacar que el factor de seguridad antes del revestimiento era muy inferior a 1.

Basados en el análisis del canal y los esfuerzos hidráulicos, se definió el uso de geotextil no tejido, Geoceldas 30V3 (10cm de alto) y por encima una geomanta Pyramat[®] 75.

Este paquete de geosintéticos brinda: separación, confinamiento, filtro y refuerzo de vegetación generando una revestimiento capaz de resistir hasta 8,8 m/s (para flujos no permanentes), por lo que logramos un coeficiente de seguridad $2,4 > 1,3$, verificando la velocidad máxima de servicio.

GEOSINTÉTICOS

Las geoceldas consisten en un sistema de celdas rugosas y perforadas fabricadas en polietileno, con una conexión altamente resistente que confina y estabiliza los suelos. Su principal forma de trabajo es mediante la restricción de la deformación y el desplazamiento lateral del suelo, lo cual permite aumentar las pendientes de las superficies confinadas o la velocidad de escurrimiento. Proporciona soluciones innovadoras a problemas de erosión en canales.

La geoceldas (Fig. 5), dependiendo el fin buscado pueden ser llenadas con hormigón, piedra o suelo orgánico para permitir el crecimiento de la vegetación. En este caso en particular se utilizó el propio suelo del lugar.

Bajo las geoceldas se dispuso un geotextil no tejido Plustex® N200 ajugado de poliéster actuando como filtro y separador.



Figura 5.- Ejemplo de geoceldas rellenas con diferentes materiales

Las geomantas (Fig. 6) están constituidas por una malla tejida de filamentos continuos de polipropileno y matriz tridimensional. Su elevada resistencia a la tracción y vida útil, brinda una protección permanente del suelo y un óptimo control de erosión. La geomanta actúa reforzando la vegetación y evita el arrastre de las partículas de suelo, esto a su vez favorece la infiltración reduciendo la energía del escurrimiento. Si bien tiene una gran cobertura de más del 90% de la superficie, es permeable y permite que la vegetación crezca entre sus filamentos.



Figura 6.- Ejemplo de geomanta tejida de polipropileno

Como medida complementaria de seguridad se instalaron trincheras enterradas transversales con geotubos rellenos en seco con suelo del lugar, el objetivo era generar un elemento que corte la posible erosión retrograda en caso que se superen los criterios de diseño. Los geotubos se colocaron enterrados en forma transversal, su función es actuar como fusible y generar una demora en el avance de los daños, lo cual reduzca a posterior los trabajos de mantenimiento del canal.

Los geotubos son contenedores geosintéticos lineales en forma de manga para aplicaciones hidráulicas y ambientales, confeccionado a partir de un geotextil tejido de polipropileno, de alta

tenacidad y elevada capacidad filtrante. Para este proyecto, se utilizó la variante de llenado en seco con costura in-situ.

CONCLUSIONES

El resultado del canal en servicio fue exitoso, superando las expectativas, ya que al momento de la primera crecida se encontraba un muy bajo porcentaje de cobertura vegetal (Fig.7 izquierda). La utilización de geosintéticos permitió obtener un revestimiento confiable y compatible con el desarrollo de la vegetación. Además, por su fácil instalación este tipo de solución es una alternativa a considerar para establecimientos agropecuarios y lugares de difícil acceso.



Figura 7.- Fotografía de la solución en servicio antes (izq.) y después (der.) de vegetado.

A la fecha, el canal se encuentra completamente vegetado (Fig. 7 derecha) lo cual el impacto de la intervención es prácticamente imperceptible a la vista ya que se mimetiza con el entorno natural del lugar. El crecimiento de la vegetación a través de la geomanta genera un sistema compuesto de altas prestaciones como revestimiento antierosivo, reteniendo suelo y humedad.

Si bien estos geosintéticos se encuentran estabilizados a los UV con una prolongada vida útil de hasta 75 años y son capaces de actuar independientemente del crecimiento de la vegetación, cabe destacar la importancia de esta última ya que es un factor fundamental para controlar la erosión.

La vegetación intercepta el agua precipitada, evitando el desprendimiento de partículas. A su vez aumenta la rugosidad del suelo, disminuyendo la velocidad del escurrimiento y aumentando la infiltración. Colabora con la retención de sedimentos, filtrando el agua escurrida mientras que sus raíces dan estructura al suelo haciéndolo más estable y resistente. Por lo tanto, aprovechando estos sistemas de geosintéticos que lo permiten es fundamental que siempre se busque el crecimiento de la vegetación para complementar el conjunto.

REFERENCIAS

EC Design® Channel Analysis Software

Robert M. Koerner (2005). "Designing with Geosynthetics". Prentice Hall; 5th edition, April 2005

Federal Highway Administration (FHWA) (2005) "Design of Roadside Channels with Flexible Linings". Hydraulic Engineering Circular No. 15, Third Edition