

COBERTURAS VEGETADAS PARA REFUERZO DE MUROS DE CONTENCIÓN Y TALUDES INCLINADOS

Francisco Pizarro G.

Director Regional Propex América Latina - Ingeniero Civil, Master en Finanzas Aplicadas, Chile.
E-mail: Francisco.Pizarro@propexglobal.com

Introducción

Las tecnologías de refuerzo de suelos utilizando estructuras embebidas tales como grillas de cables de acero, geotextiles tejidos y geogrillas a base de polímeros han aportado significativamente al diseño geotécnico y las prácticas de la construcción durante los últimos 40 años.

Por otro lado, la instalación de refuerzos en suelos retenidos y compactados es la base de la construcción de las estructuras de suelos mecánicamente estabilizadas (MSE por sus siglas en inglés), las que incluyen taludes inclinados, mejor conocidos por taludes de suelo reforzado (RSS por sus siglas en inglés) y muros de retención vertical.

En años recientes, y siempre que las condiciones de terreno así lo permitan, los diseñadores han comenzado a utilizar coberturas vegetadas sobre estas estructuras como alternativa a las tecnologías tradicionales (paneles de concreto, bloques modulares de concreto, concreto lanzado o gaviones).

Dicha respuesta se ha manifestado con la aparición de tecnologías patentadas que proveen de cobertura utilizando PYRAMAT® 75, un geomanto de refuerzo vegetado de alta resistencia (HPTRM por sus siglas en inglés) conformado por un tejido piramidal en conjunto con abrazaderas (amarres) internas fabricadas a partir de compuesto de fibra.

Estos avances en la construcción de coberturas para MSE precinden de la necesidad de abrazaderas o amarres externos para la sujeción del sistema. En muchos casos el material encontrado in-situ puede ser utilizado para llenar las estructuras intentando por cierto que este contenga una baja dosis de detrito orgánico ni mucho menos fino granular elástico. Vegetación puede ser sembrada o plantada durante o posterior la construcción, dependiendo de las aplicaciones y condiciones del sitio. Alineamientos curvos o rectos son posibles y este sistema de cobertura es idóneo para protección de riberas, costas, litorales, así también remediaciones post aludes o alas de puentes anexas a caudales.

Componentes y capacidades

Por diseño de PYRAMAT® 75 permite el desarrollo de vegetación y establecimiento de raíces mientras provee de suficiente resistencia y durabilidad para un rendimiento de largo plazo del sistema de Cobertura Vegetada de Refuerzo PYRAWALL™. Los amarres están fabricados de fibra de alta resistencia y son insertados a través de PYRAMAT® 75 (Figura 1) para luego ensamblarlas mediante el llenado de material y así permitir la cara del geomanto se estructure correctamente.

PYRAMAT® 75 provee de cobertura a través de un típico wrap layer a través del fondo, a 30 cm de la pared vertical y el material remanente envuelto hacia atrás sobre el suelo compactado inserto. Esta cobertura genera una masa de suelo reforzado, el cual está diseñado para resistir esfuerzos laterales y proveer de una excelente protección contra la erosión a medida que la vegetación se establece (Figura 2).

Si se requiere de refuerzo adicional dentro de la zona de llenado, geogrillas o geotextiles tejidos pueden ser insertados en capas de modo cumplir con los criterios de diseño geotécnico.



Figura 1.- Barras de compuesto de fibra se insertan a través del geomanto y amarradas de modo de formar una escuadra interna.

Como una aplicación de suelo reforzado tradicional, los materiales adicionales geosintéticos trabajan como el primer refuerzo y la envoltura de PYRAMAT® 75 en la cara como el segundo refuerzo.



Figura 2.- Pyrawall construido y vegetado.

Si bien el ángulo de inclinación más pronunciado para PYRAWALL puede llegar a 1H:4V (76°), el desarrollo de vegetación es estimulado cuando el ángulo es de 1H:3V (71.5°) o menos. PYRAWALL puede ser instalado directamente en suelo nativo o relleno estructural previa aprobación del constructor. Dado que PYRAWALL es flexible, curvas pueden ser incorporadas a lo largo del muro o del alineamiento del talud.

Esto puede ser logrado para cada cara sucesiva mediante el corte de secciones horizontales de PYRAMAT® 75 perpendiculares a la cara del muro y luego proceder con la separación y traslape según corresponda (Figura 3).

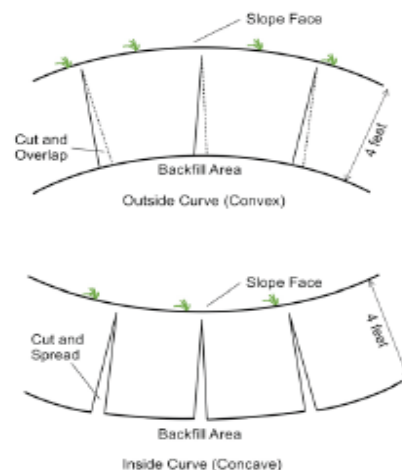


Figura 3.- PYRAWALL en secciones curvas

Conceptos para el diseño

Tabla 1.- Alturas máximas recomendadas para PYRAWALL en paredes con inclinación de 1H:4V (76°) sin recarga.

Ángulo talud posterior	Ángulo de fricción del suelo (°)				
	27	28	30	32	34
Plano, 0°	2.1 m	2.4 m	3.0 m	3.0 m	3.0 m
8H:1V, 7.1°	1.8 m	2.1 m	2.4 m	3.0 m	3.0 m
6H:1V, 9.5°	1.5 m	1.8 m	2.4 m	3.0 m	3.0 m
4H:1V, 14°	1.2 m	1.5 m	2.1 m	2.7 m	3.0 m
3H:1V, 18.4°	0.9 m	1.2 m	1.8 m	2.1 m	3.0 m
2.5H:1V, 21.8°	0.6 m	0.9 m	1.2 m	1.8 m	2.7 m
2H:1V, 26.6°	NR ²	NR ²	0.6 m	1.2 m	2.1 m

Notas:

Resultados generales basados en análisis de estabilidad externa para deslizamiento de base y volcamiento; diseñador debe también considerar condiciones locales y estabilidad global para estas geometrías de muro.

No Recomendado

Para aplicaciones de PYRAWALL de altura superior a 3 metros, PYRAMAT® 75 actúa como cobertura secundaria en la cara del talud, reduciendo así la carga sobre el refuerzo primario y también como mecanismo de redistribución de cargas frontales producto esfuerzos sísmicos o sobrecargas (Frankenberger, et al., 2017; Leshchinsky, et al. 2016; Leshchinsky, et al. 2017).

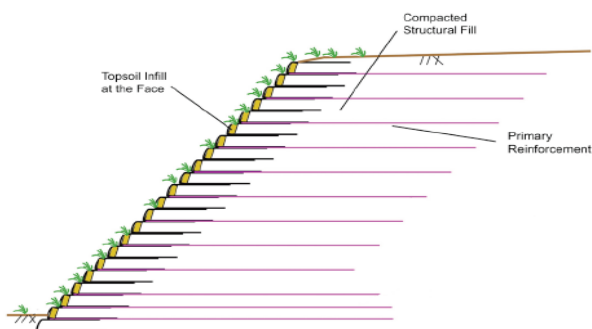


Figura 4.- Muro de suelo reforzado (RSS) PYRAWALL con capas adicionales de geosintéticos.

Importante mencionar que los análisis de estabilidad global deben considerar zonas de fallas potenciales externas al volumen reforzado. Dependiendo del ángulo del talud, la resistencia del suelo y la resistencia del refuerzo, la cuña de falla (aquella con el mínimo valor de Factor de Seguridad detectado) puede o no pasar a través de la zona reforzada.

Resumen

PYRAWALL será utilizado en proyectos que van desde mejoramientos paisajísticos para áreas residenciales o comerciales, hasta estructuras de gran escala que requieran nivelación para el transporte, taludes de suelo reforzado y sistemas integrados para puentes mediante refuerzos con geosintéticos (GRS-IBS por sus siglas en inglés). En muchos casos el suelo in situ puede ser utilizado para formar la estructura, siempre y cuando posea una cantidad mínima de componente orgánico elástico.

Más allá de los proyectos pilotos que permiten la elaboración de este trabajo, la empresa no posee trabajos oficiales 100% terminados hasta la fecha.

Referencias bibliográficas

Frankenberger, P.C., M.M. Merritt, M. Myers (2017). Secondary geogrid reinforcement in MSE walls. Publicado en Abril 10, 2017 en Geosynthetic.net; www.geosynthetic.net/secondary-geogrid-reinforcement-mse-walls/

Leshchinsky, D., et al. (2016). Limit Equilibrium Design Framework for MSE Structures with Extensible Reinforcement. Publ. No. FHWA-HIF-16-004; USDOT, Fed. Highway Admin.

Leshchinsky, D., O. Leshchinsky, B. Leshchinsky (2017). 'Geosynthetic reinforced soil 101' leading to rational design of MSE walls and slopes, Part 1. Geosynthetics 35(5): 24-33.