



Más allá
siempre



**GEOSINTÉTICOS Y
AGREGADOS
GEOCELDAS – MUROS MSE**

**ING WILLIAM QUINTERO
LIDER AREA TÉCNICA
TDM COLOMBIA**



Más allá
siempre

**SOLUCIONES DE
INGENIERIA**

www.grupotdm.com



Primeros sistemas de confinamiento en Cultura Caral (2500 A.C.)



Para que geoceldas?

- a) Mejorar propiedades.
- b) Complementar materiales.
- c) Usos no convencionales.
- d) Aprovechamiento de materiales.



Normativa

[gs15.pdf \(geosynthetic-institute.org\)](https://www.geosynthetic-institute.org/geos15.pdf)

[412-18 MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOCELDAS.pdf \(idu.gov.co\)](https://www.idu.gov.co/412-18-MEJORAMIENTO-DE-LA-SUBRASANTE-CON-GEOCELDAS.pdf)

Table 1 –Geocells Made From High Density Polyethylene Strips

Tabla 412.1

Requerimientos de propiedades mínimos para geoceldas

Test Properties	Test Method	Test Value (S.I. Units)	Testing Frequency (minimum)	Test Value Standard (US) Units	Testing Frequency (minimum)
Wall Thickness Nominal – 10%)	GRI-GS14	1.25 mm	per bundle	50 mils	per bundle
Density (min. ave.)	ASTM D 1505/D 792	0.940 g/cc	90,000 kg	0.940 g/cc	200,000 lb
Seam Efficiency (min. ave.)	GRI-GS13	100%	9,000 kg	100%	20,000 lb
Tensile Properties (min. ave.) (1) • yield strength • break strength • yield elongation • break elongation	ASTM D 6693 Type IV	18 kN/m 13 kN/m 12% 100%	9,000 kg	105 lb/in. 75 lb/in. 12% 100%	20,000 lb
Tear Resistance (min. ave.)	ASTM D 1004	155 N	20,000 kg	35 lbs	45,000 lb
Puncture Resistance (min. ave.)	ASTM D 4833	330 N	20,000 kg	75 lbs	45,000 lb
Direct Shear Friction Angle (4)	ASTM D5321	30°	20,000 kg	30°	45,000 lb
Carbon Black Content (range) (2)	ASTM D 4218	2-3%	9,000 kg	2-3%	20,000 lb
Carbon Black Dispersion (3)	ASTM D 5596	note (5)	20,000 kg	note (5)	45,000 lb
Oxidative Induction Time (OIT) (min. ave.) (5) (a) Standard OIT — or — (b) High Pressure OIT	ASTM D 3895 ASTM D 5885	100 min. 400 min.	90,000 kg	100 min. 400 min.	200,000 lb
Oven Aging at 85°C (5) (a) Standard OIT (min. ave.) - % retained after 90 days — or — (b) High Pressure OIT (min. ave.) - % retained after 90 days	ASTM D 5721 ASTM D 3895 ASTM D 5885	55% 80%	per formulation	55% 80%	per formulation
UV Resistance (6) (a) Standard OIT (min. ave.) — or — (b) High Pressure OIT (min. ave.) - % retained after 1600 hrs (8)	ASTM D 7238 ASTM D 3895 ASTM D 5885	N.R. (7) 50%	per formulation	N.R. (7) 50%	per formulation

Propiedades	Norma de referencia	Valor
Densidad promedio mínima del material (g/cm ³)	ASTM D1505 (columna gradiente) o ASTM D792 (desplazamiento)	0.94
Espesor nominal de la pared texturizada (mm)	ASTM D5199	1.25
Contenido de carbón negro (%)	ASTM D1603 ASTM D4218	1.50 - 2.50 2-30
Esfuerzo de fluencia a tensión mínimo (kN/m)	ASTM D6693	18
Esfuerzo de rotura a la tensión mínimo (kN/m)	ASTM D6693	13
Resistencia en la unión (kN/m)	ISO 13426 Método B, ASTM D4437	13
Eficiencia en la soldadura (%)	GRI – GS – 13	100
Tiempo de inducción oxidativa (min)	ASTM D3895	≥100
Resistencia al agrietamiento afectaciones medioambientales (horas)	ASTM D1693	3500
Angulo la fricción conjunto arena – pared de celda	ASTM D5321	>30°

412.3.3 Características de capas granulares o de relleno

Los materiales granulares o materiales de relleno deben satisfacer la Especificación técnica vigente correspondiente. La selección del suelo de relleno está gobernada por la naturaleza e intensidad de los esfuerzos actuantes, la disponibilidad y costo de los materiales susceptibles de ser empleados, lo definido en el diseño y aprobado por el Interventor. De manera particular el material confinado dentro de la geocelda debe tener un tamaño máximo a 1/3 de su altura (altura de la celda y cobertura). Se pueden utilizar materiales de relleno tipo RAP o RCD o un porcentaje de estos según diseño, siempre y cuando cumplan con las condiciones de recibo de los trabajos.

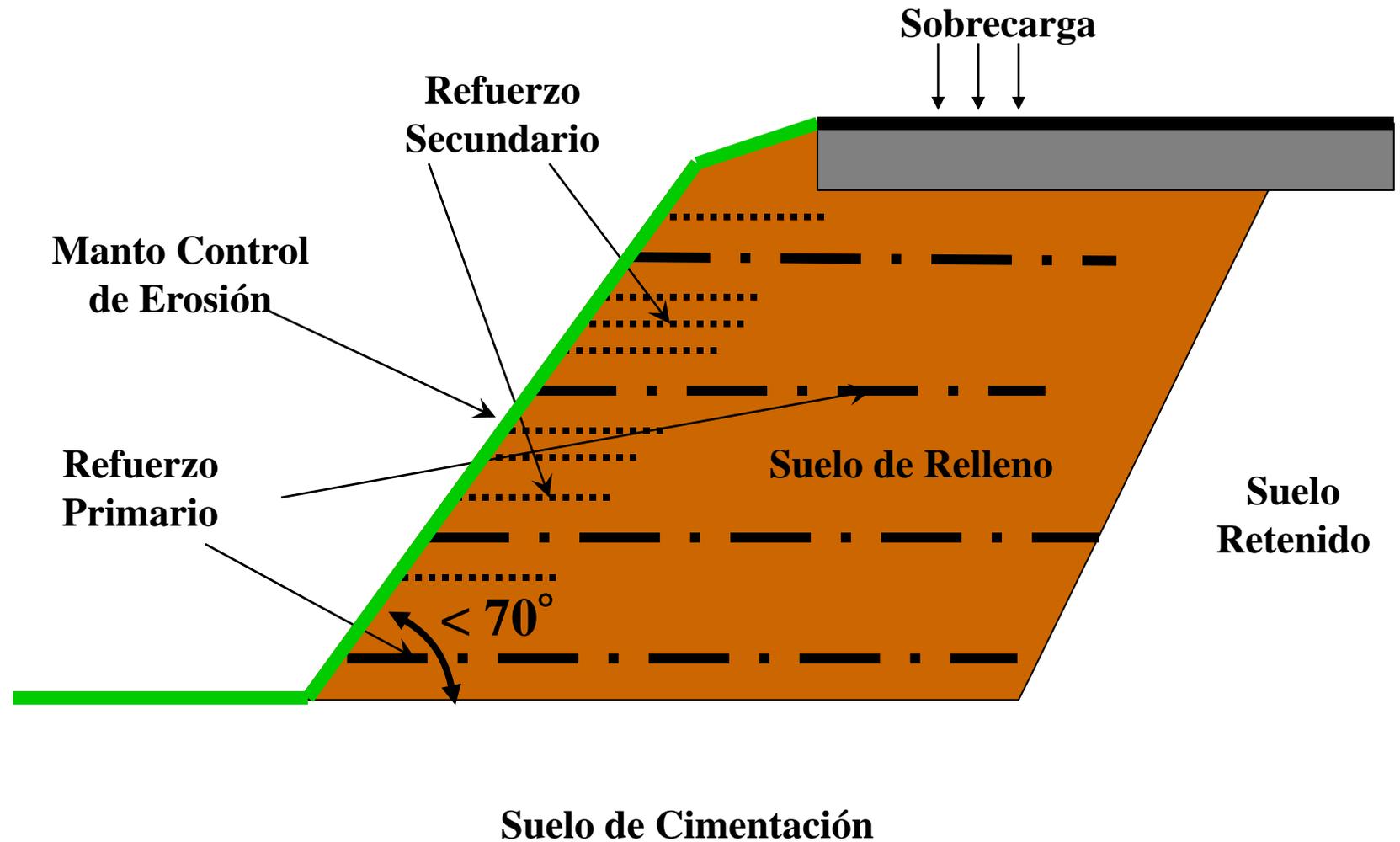
Normativa Geoceldas INVIAS actualmente en revisión, contempla agregados de trituración, escoria, RAP.



Componentes de un Talud/Terraplén de Suelo Reforzado

Porque muros suelo reforzado?

- a) Distintos tipos de fachadas.
- b) Aprovechamiento de materiales?
- c) Distintos tipos de refuerzo.
- d) Proceso Constructivo.



Normativa

U.S. Department of Transportation
Federal Highway Administration
Publication No. FHWA-NHI-00-043

NHI Course No. 132042

MECHANICALLY STABILIZED EARTH WALLS AND REINFORCED SOIL SLOPES DESIGN & CONSTRUCTION GUIDELINES

U. S. Department of Transportation
Federal Highway Administration
Publication No. FHWA-NHI-10-024
FHWA GEC 011 – Volume I
November 2009

NHI Courses No. 132042 and 132043

Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Volume I

Developed following:
AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 4th Edition, 2007, with 2008 and 2009 Interims, and
AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications, 2nd Edition, 2004, with 2006, 2007, 2008, and 2009 Interims.

U. S. Department of Transportation
Federal Highway Administration
Publication No. FHWA-NHI-10-025
FHWA GEC 011 – Volume II
November 2009

NHI Courses No. 132042 and 132043

Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Volume II

Developed following:
AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 4th Edition, 2007, with 2008 and 2009 Interims, and
AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications, 2nd Edition, 2004, with 2006, 2007, 2008, and 2009 Interims.



Capítulo 6 – ESTRUCTURAS Y DRENAJES **Art. 683**

Muros de tierra estabilizada mecánicamente con geosintéticos
Artículo 683 – 22

Capítulo 6 – ESTRUCTURAS Y DRENAJES **Art. 680**

Muros de tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto
Artículo 680 – 22

Tabla 683 – 6. Requisitos para material alternativo de relleno

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Tamaño máximo, (mm)	E-123	19,0
Material que pasa a través del tamiz de 0,075 mm, máximo (%)	E-123	15
Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%)	E-218	50
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	E-220	
- Sulfato de sodio		12
- Sulfato de magnesio		18
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	6
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2
Índice de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230	35
Caras fracturadas (una cara), mínimo (%)	E-227	50

Table 3-2. RSS Granular Reinforced Fill Requirements.

Gradation: (AASHTO T-27)	U.S. Sieve Size	Percent Passing
	4 in. (102 mm) ^(a) ¾-inch (20 mm) ^(a)	100
	No. 4 (4.76 mm)	100 – 20
	No. 40 (0.425 mm)	0-60
	No. 200 (0.075 mm)	0 – 50
Plasticity Index, PI (AASHTO T-90)	PI ≤ 20	
Soundness: (AASHTO T-104)	Magnesium sulfate soundness loss less than 30% after 4 cycles, based on AASHTO T-104 or equivalent sodium sulfate soundness of less than 15 percent after 5 cycles.	
Note:		
(a) To apply default F* values, C _s should be greater than or equal to 4.		
(b) As a result of recent research on construction survivability of geosynthetics and epoxy coated reinforcements, it is recommended that the maximum particle size for these materials be reduced to ¾-in. (19 mm) for geosynthetics, and epoxy and PVC coated steel reinforcements unless construction damage assessment tests are or have been performed on the reinforcement combination with the specific or similarly graded large size granular fill. Prequalification tests on reinforcements using standard agency fill materials should be considered.		

Propiedad	Norma de ensayo o guía	Requisito
Resistencia a la tensión última en la dirección del refuerzo, mínimo (kN/m) - Geotextiles - Geomallas	NTC 3334 (ASTM D4595) NTC 5492 (ASTM D6637)	Según lo establecido en los documentos del proyecto
Resistencia a la tensión a largo plazo en la dirección del refuerzo, mínimo (kN/m)	Numeral 683.2.1.1.	Según lo establecido en los documentos del proyecto
Resistencia de las uniones o nodos de las geomallas	ASTM D7737	Según lo establecido en los documentos del proyecto
Coefficiente de interacción geosintético/suelo por extracción para el tipo de relleno contemplado en el proyecto, mínimo	ASTM D6706	0,85
Coefficientes de deslizamiento pico y residual en la interfaz geosintético/suelo, para el tipo de relleno contemplado en el proyecto, mínimo	NTC 4847 (ASTM D5321)	Según lo establecido en los documentos del proyecto
Estabilidad ultravioleta: Resistencia retenida después de quinientas horas (500 h) de exposición, valor mínimo (%)	NTC 3300 (ASTM D4355)	70

Marginal Reinforced Fill for MSE walls. MSE wall reinforced fill materials outside of these gradation and plasticity index requirements (Table 3-1) have been used successfully; however, problems including significant distortion and structural failure have been observed with finer grained and/or more plastic soils. A recent NCHRP research study (NCHRP 24-22) on Selecting Reinforced Fill Materials for MSE Retaining Walls has confirmed that reinforced fill with up to 35% passing a No. 200 (0.75 mm) sieve could be safely allowed in the reinforced fill, provided the properties of the materials are well defined and controls are established to address the design issues. Design issues include drainage, corrosion, deformations, reinforcement pullout, constructability, and performance expectations. While there may be a significant savings in using lower quality reinforced fill, the affect on performance must be carefully evaluated.

