

MODIFICACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONTRATO DE OBRA

El día 29 de abril de 2026, **POR UNA PARTE:** el Cr. Mario Piacenza, titular de la cédula de identidad N° 3.328.274-6 y el Ec. Pablo Gutiérrez, titular de la cédula de identidad N° 1.885.281-7, actuando en nombre y representación de la **CORPORACIÓN VIAL DEL URUGUAY S.A.** (en adelante el Contratante), constituyendo domicilio en Rincón 528 piso 5°, de la Ciudad de Montevideo. **POR OTRA PARTE:** El Ing. Carlos Terreno, titular de la cédula de identidad número 1.710.447-3, actuando en nombre y representación de **SERVIAM S.A.**, constituyendo domicilio en la calle Treinta y Tres 413, de la ciudad de San José, **CONVIENEN LO SIGUIENTE:**

PRIMERO – ANTECEDENTES

- I) La Corporación Vial del Uruguay S.A. llamó a Licitación N° C/137 para la ejecución de obra **“Ruta 23, Tramo 161k000 - 203k300”** habiéndose recibido las ofertas el día 09 de junio de 2022. Por resolución del Directorio del día 05 de octubre de 2022, se adjudicaron los trabajos de referencia a la empresa SERVIAM S.A. suscribiéndose contrato el día 14 de octubre de 2022.
- II) Por expediente N° 6046/2023 y 221/2024 el MTOP solicita gestionar una Ampliación de Contrato por los rubros, metrajes y condiciones mencionadas en dichos expedientes. Luego de analizadas las actuaciones anteriores, el día 07 de agosto de 2024 el Directorio de la Corporación Vial del Uruguay S.A aprobó la Ampliación de Contrato solicitada, suscribiendo el documento el día 14 de octubre de 2024.
- III) Por expediente N° 3147/2025 el MTOP solicita gestionar una Modificación y Ampliación de Contrato por los rubros, metrajes y condiciones mencionadas en el objeto del presente contrato dado que, al momento de realizar tareas de movimiento de suelos en el trazado, se detectó la existencia de un basurero Municipal, el cual estaba bajo tierra hace muchos años. Esto implicó incrementar los metrajes ejecutados en los rubros de Excavación Clasificada, Excavación no Clasificada enviada a depósito, así como recarga de material granular a los efectos de realizar una nueva compactación de la zona excavada y ofrecer mayor soporte al terraplén y por ende al nuevo trazado del By Pass.
- IV) En tal sentido, luego de analizadas las actuaciones anteriores, el día 05 de noviembre de 2025 el Directorio de la Corporación Vial del Uruguay S.A aprobó la Modificación y Ampliación de Contrato solicitada.

SEGUNDO – OBJETO

Por el presente, las partes acuerdan realizar una Modificación y Ampliación del Contrato de fecha 14 de octubre de 2024, la cual tiene por Objeto la *“Construcción del By Pass a la Ciudad de Trinidad (rama Oeste)”*,

Los trabajos detallados anteriormente se ejecutarán de acuerdo con las Especificaciones Técnicas, las que se adjuntan en el Anexo I y forman parte del presente Contrato.

Asimismo, los trabajos se desarrollarán de acuerdo con los rubros, metrajes y montos previstos en el Anexo II del presente documento, que se agregan y forman parte del presente contrato.

TERCERO – PRECIO

La presente Modificación y Ampliación de Contrato implica un aumento del monto básico del contrato de fecha 14 de octubre de 2025, de \$65.884.867,80 (pesos uruguayos sesenta y cinco millones ochocientos ochenta y cuatro mil ochocientos sesenta y siete con 80/100). Considerando lo anterior, el monto total básico contratado para la ejecución de los trabajos descriptos en el Objeto del presente Contrato, asciende a la suma de **\$239.285.887,30 (pesos uruguayos doscientos treinta y nueve millones doscientos ochenta y cinco mil ochocientos ochenta y siete con 30/100)** de acuerdo a los precios unitarios indicados en el Cuadro de Metrajes (Anexo II), que se agrega y forma parte del presente documento.

CUARTO – MONTO IMPONIBLE

La presente Modificación y Ampliación implica un aumento en el monto imponible de jornales básicos del contrato de fecha 14 de octubre de 2025 de \$11.681.100,00 (pesos uruguayos once millones seiscientos ochenta y un mil cien con 34/100) sin impuestos. Considerando lo anterior el monto imponible total es de **\$35.487.478,00 (pesos uruguayos treinta y cinco millones cuatrocientos ochenta y siete mil cuatrocientos setenta y ocho con 00/100)**.

QUINTO – PLAZO

A partir de la presente Modificación y Ampliación de Contrato el plazo contractual se extiende hasta el mes de octubre 2026 inclusive, de acuerdo con lo previsto en el Anexo IV, Plan de Trabajo (PDT) y Flujo de Fondos (PFF) que se adjuntan y forman parte de este Contrato.

A los solos efectos de la certificación de obra, cuando el Contratista sea notificado de la No Objeción del MTOP, se tomará en cuenta ese mes completo el cual corresponderá al primer mes del PDT y PFF, mencionados anteriormente.

SEXTO – GARANTIA

El Contratista constituyó garantía de fiel cumplimiento del contrato, mediante seguro de fianza de BANCOS DE SEGUROS DEL ESTADO, póliza N° 6112850/0, por un monto de U\$S 82.500.- (dólares estadounidenses ochenta y dos mil quinientos).

SEPTIMO - PERÍODO DE RESPONSABILIDAD POR DEFECTOS

Se establece un período de conservación de 36 (treinta y seis) meses, contados a partir de la Recepción Provisoria Total de las obras. El período de responsabilidad por defectos se extenderá si los defectos persisten.

OCTAVO – PREVISIONES VARIAS

En todo lo no modificado por el presente acuerdo, continuarán vigentes y válidos todos los términos establecidos en el Contrato de fecha 14 de octubre de 2022 y todos los demás documentos que forman parte del mismo.

NOVENO – COMPETENCIA Y JURISDICCION APLICABLE

Las partes aceptan como derecho aplicable a este Contrato el Derecho Privado y la competencia y jurisdicción de los tribunales de la ciudad de Montevideo y renuncian a cualquier otra opción.

DECIMO – DOMICILIOS

Las partes constituyen domicilio a todos los efectos de este contrato en los indicados como suyos en la comparecencia, donde serán válidas todas las comunicaciones y notificaciones que se cursen en forma fehaciente.

DECIMO PRIMERO – NO OBJECION DEL CONCEDENTE

Este acuerdo se firma sujeto a la No Objeción por parte del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

ANEXO I

Bypass Ciudad de Trinidad

Subtramo- Refuerzo basal de
terraplén sobre RSU con
geosintéticos

Cliente: SERVIAM



Montevideo, junio 2025

CONTENIDO

1	Introducción	3
1.1	Descripción general	3
1.2	Antecedentes.....	3
2	Análisis de estabilidad- Refuerzo basal de terraplén sobre relleno sanitario	4
2.1	Premisas y Consideraciones	4
2.2	Determinación de Secciones Criticas.....	4
2.3	Parámetros Geotécnicos de Resistencia	4
2.4	Parámetros de cálculo	5
2.5	Resultados de Análisis de Estabilidad.....	6
2.5.1	Sección 1 + 737.50 – Sin Refuerzo	6
2.5.2	Sección 1 + 737.50 – Con Refuerzo	7
2.5.3	Sección 1 + 800.00 – Sin Refuerzo	7
2.5.4	Sección 1 + 800.00 – Con Refuerzo	8
2.5.5	Resumen de resultados de análisis de estabilidad	8
3	Análisis teórico de asentamientos en el terraplén.....	9
3.1	Modelaje numérico para determinar el asentamiento teórico del terraplén.....	11
3.1.1	Deformación del terraplén con 2,0 m de altura.....	11
3.1.2	Deformación del terraplén con 3,0 m de altura.....	12
3.1.3	Deformación del terraplén con 4,0 m de altura.....	12
3.1.4	Deformación del terraplén con 4,0 m de altura y sobrecarga de 20,0 kPa.....	13
4	Propuesta de refuerzo basal.....	14
4.1	Sección transversal esquemática de la propuesta de refuerzo.....	15
4.2	Comentarios y recomendaciones de la propuesta.....	15
5	Conclusiones.....	17
6	Anexos	18

1 Introducción

1.1 Descripción general

El objetivo del documento es presentar la propuesta del refuerzo basal de terraplén sobre un relleno sanitario urbano, en el marco de la obra del Bypass de la ciudad de Trinidad, en el tramo rural del proyecto entre las progresivas 1+700 a 1+850. También se realiza un análisis por elementos finitos para obtener los asentamientos teóricos en base a los datos de los ensayos recibidos.

Planta de ubicación esquemática:



Imagen de ubicación en planta

1.2 Antecedentes

A continuación, se presenta el listado de los documentos considerados para la elaboración de la propuesta, brindados por la contratista. Los documentos se encuentran anexos en último ítem de este informe.

Listado de documentos	Nombre archivo
Láminas de planialtimetría del proyecto original	BPT-Laminas-12-9-23-PPL O-L1.pdf
Láminas de planialtimetría y ST del proyecto original	BPT-Laminas-12-9-23-PPL O-PTT-L2.pdf
Secciones transversales	"RO33"- "RO41".pdf
Informe de estudio geotécnico	Informe - Estudio Geotécnico - By Pass Ciudad de Trinidad - Flores con tiempos
Referencias de ubicación de estudios geotécnicos	Ensayos placa y DPSH
Imágenes de cateos	"E0"- "E3".pdf

2 Análisis de estabilidad- Refuerzo basal de terraplén sobre relleno sanitario

2.1 Premisas y Consideraciones

- En este proyecto, se evalúa la viabilidad de ejecución de un terraplén para la implantación de corredor vial, considerando fundación constituida por un antiguo relleno sanitario.
- Se realiza verificación de refuerzo basal con geogrillas de alta tenacidad mediante análisis de equilibrio límite con el software SLIDE2
- Análisis de estabilidad en condición de operación de carretera y factor de seguridad requerida **FS: 1,5**
- Se adopta sobrecarga de 20 kPa como sollicitación típica de tránsito
- La capa freática se considera a 0,80 metros por encima del nivel del suelo (precipitación).
- Métodos de análisis adoptados: Bishop Simplificado, Spencer e GLE/Morgenstern-Price

2.2 Determinación de Secciones Críticas

- Definición de secciones críticas basadas en la altura del terraplén de diseño, el espesor del relleno sanitario y el número de golpes asociados a esta capa. Es decir, se consideró dos secciones para calcular la estabilidad, considerando los casos más desfavorables, mayor altura y sondeos con resultados más críticos. Por lo tanto, las Secciones seleccionadas son: 1 + 737,50 y 1 + 800,00
Como referencia, los ensayos utilizados por tramo fueron:
 - **1+737.50:** Ensayo DPSH N° 6, 8 e 9
 - **1+800.00:** Ensayo DPSH N° 4 e 5
- Perfiles trazados a partir de los sondeos. Las capas intermedias, entre el relleno sanitario y la roca, fueron consideradas como material de relleno sanitario como medida conservadora.

2.3 Parámetros Geotécnicos de Resistencia

- Datos analizados a partir de los sondeos realizados en campo.
- Se determinaron correlaciones de los resultados NDPSH para obtener datos NSPT,
- mediante las relaciones sugeridas en¹ [1], [2], [3] y [4].

1 [1] R. Dahlberg, "Penetration testing in Sweden," International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, 1976.

[2] E. Dapena and J. G. Lacasa, "Relación entre los resultados de los ensayos de penetración dinámica Borros DPSH y el SPT en un suelo arcilloso," Actas del Simp. sobre geotecnia de las infraestructuras lineales. Soc. Española de Mec. del Suelo e Ing. Geotécnica, 2000.

[3] J. A. López-Chinarro, F. P. Marín, and R. C. Pugh, "Propuesta de correlación para los suelos de la cuenca de Madrid entre el golpeo obtenido con ensayos de penetración DPSH y SPT," Revista Digital del Cedex, no. 146, p. 111, 2007.

[4] E. L. Salamanca-Medina, J. J. López-Domínguez, "Ensayo de penetración dinámica súper pesada (DPSH): equivalencia para el ensayo de penetración estándar (SPT) en Colombia" Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, vol. 21 (2), pp.47-56, julio. 2021.

[5] Ehrlich, M., & Becker, L. (2009). Muros e taludes de solo reforçado: projeto e execução. Oficina de Textos.

- Determinación de los parámetros del relleno mediante el número mínimo de golpes identificados en los sondeos, en este caso se encontró la relación NSPT 4 para caracterizar el relleno.
- Se considera como material de terraplén arena limosa arcillosa, con parámetros de resistencia al corte típicos de grado de compactación de 90% como es recomendado en [5].

2.4 Parámetros de cálculo

(1) Suelos en general

$$N_{SPT} = 2,24N_{DPSH}^{0,87}$$

(2) Suelos cohesivos

$$N_{SPT} = 2,10N_{DPSH}^{0,90}$$

A través de esto, se identificó el número mínimo de golpes N_{SPT} para cada levantamiento (Tabla 1) y, con base en esto, se adoptaron los parámetros para la capa de Relleno Sanitario, presentados en la Tabla 2.

Tabla 1 - N_{SPT} mínimo referente al estrato de Resíduo Sanitario por ensayo:

				López-Chinarro et al. [3]
				COESIVOS
Ensayo	Abcisa	Espe. Relleno (m)	Prof. Roca (m)	Nspt mínimo
1	1 + 850.00	0,0	2,2	0
2	1 + 850.00	0,0	2,4	0
3	1 + 825.00	0,0	1,4	0
4	1 + 800.00	1,2	3,2	7
5	1 + 800.00	3,6	4,2	6
6	1 + 750.00	4,6	5,6	6
7	1 + 775.00	2,6	3,8	6
8	1 + 750.00	3,8	4,4	4
9	1 + 725.00	3,0	3,6	4
10	1 + 700.00	0,0	3,8	0
11	1 + 700.00	0,0	3,6	0
12	1 + 675.00	0,0	3,4	0

Tabela 2 – Parâmetro adotados para o Aterro Sanitário

Peso específico – γ (kN/m ³)	Cohesion efectiva – c' (kPa)	Angulo de fricción – Φ' (°)
16,0	4,0	18,0

Para representar los modelos de sección se dibujaron los perfiles geológicos-geotécnicos con base en los reportes de perforación y la información presentada en el informe. En favor de la seguridad, las capas intermedias entre el

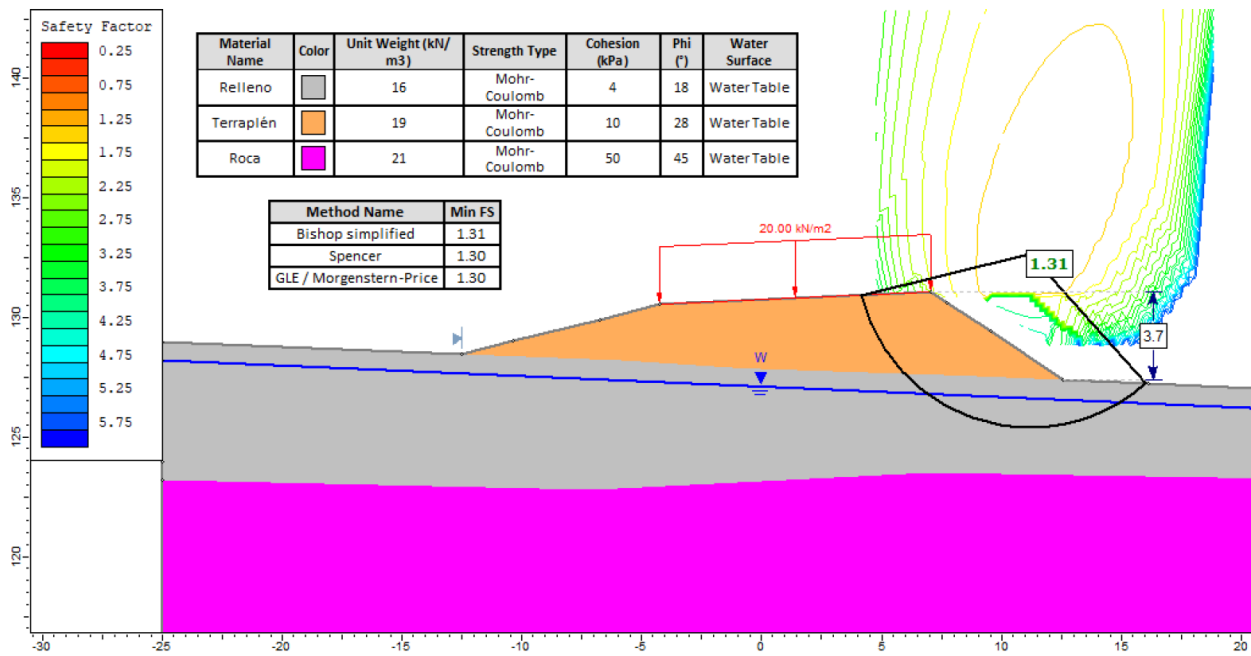
vertedero y la capa de roca también se representaron como vertedero.

Además, debido a las posibles precipitaciones, el nivel freático se definió en 0,80 m de profundidad con relación al nivel del suelo.

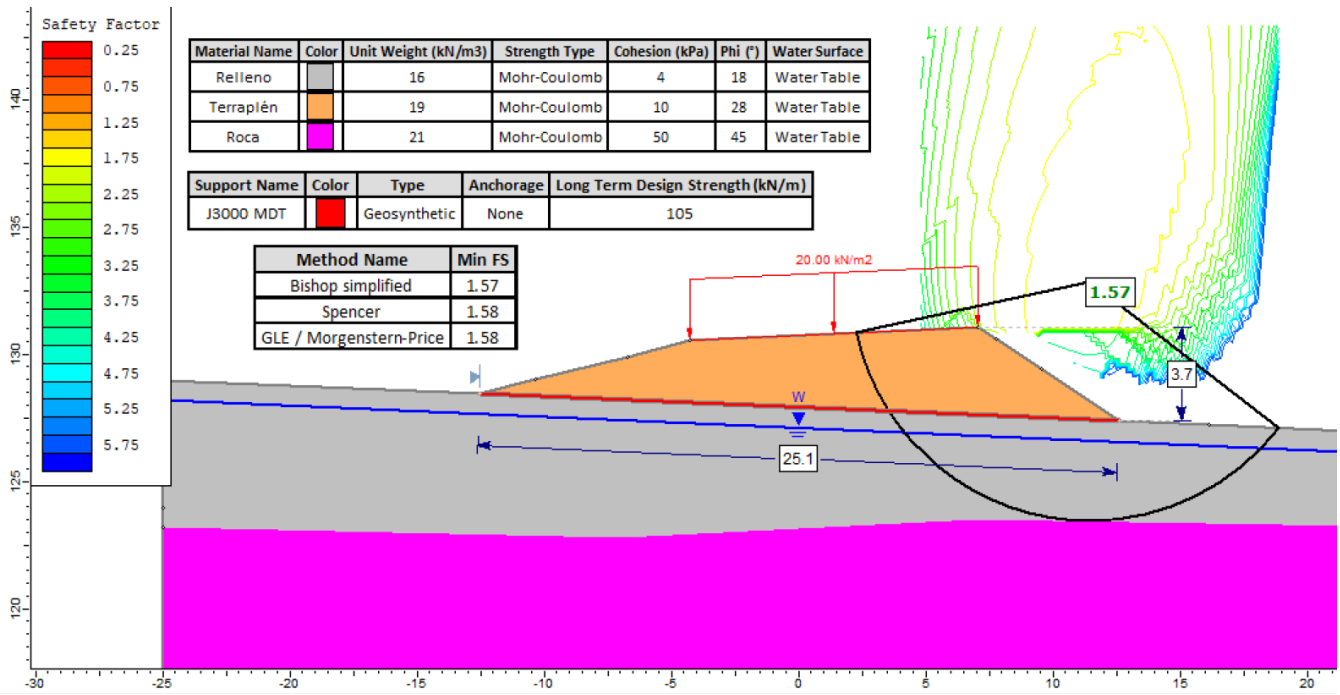
2.5 Resultados de Análisis de Estabilidad

Análisis de estabilidad global fueron realizados con el *software* SLIDE2.

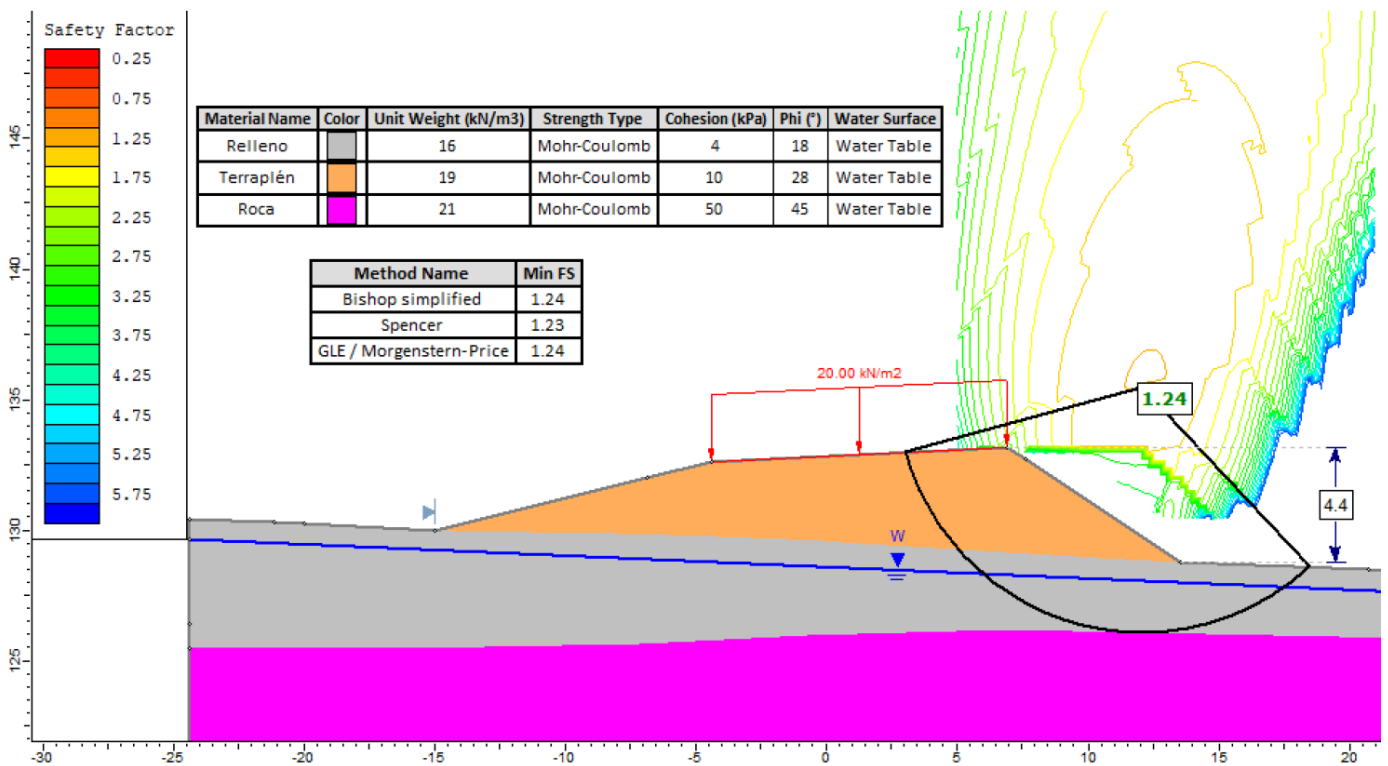
2.5.1 Sección 1 + 737.50 – Sin Refuerzo



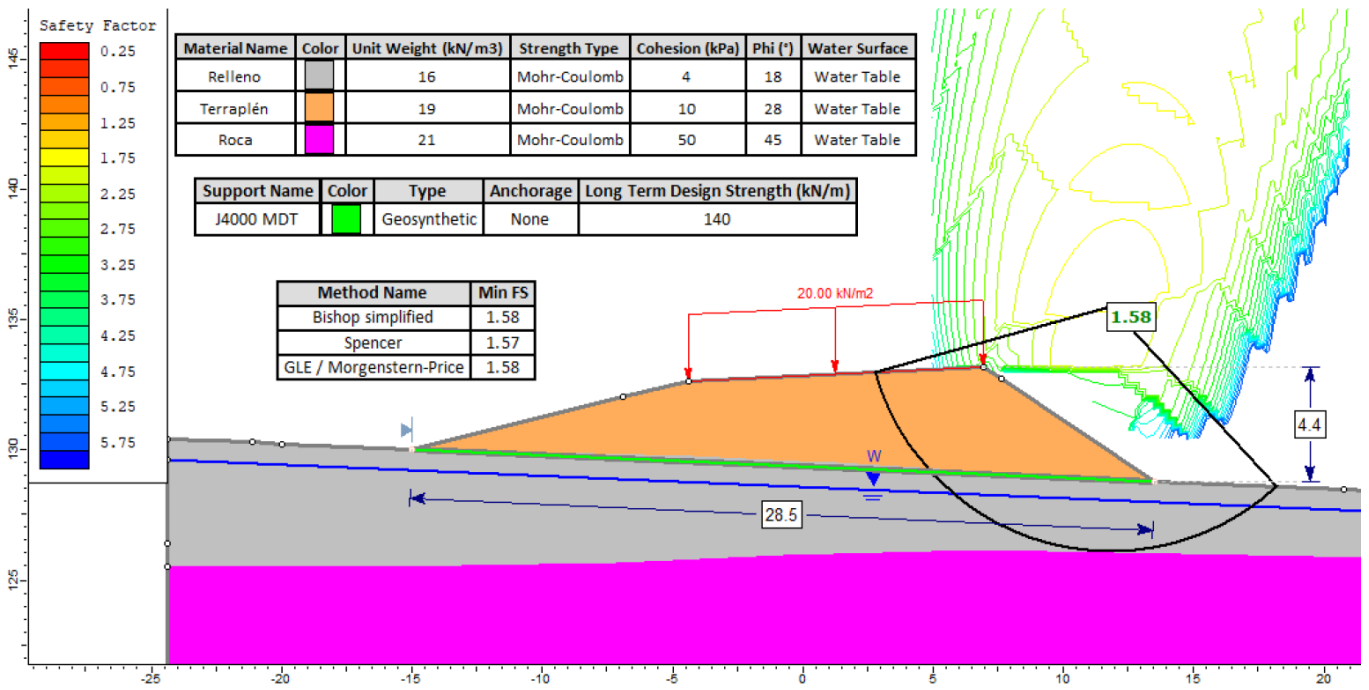
2.5.2 Sección 1 + 737.50 – Con Refuerzo



2.5.3 Sección 1 + 800.00 – Sin Refuerzo



2.5.4 Sección 1 + 800.00 – Con Refuerzo



2.5.5 Resumen de resultados de análisis de estabilidad

A continuación, se resumen la verificación de estabilidad en las secciones consideradas.

Sección 1 + 737.50, Altura 3,7m

- Sin Refuerzo: **FS = 1.30**
- Con Refuerzo - Fortrac J3000 MDT: **FS = 1.57**

Sección 1 + 800.00, Altura 4,4 m

- Sin Refuerzo: **FS = 1.23**
- Con Refuerzo - Fortrac J4000 MDT: **FS = 1.58**

3 Análisis teórico de asentamientos en el terraplén

A continuación, se detallan los resultados de los ensayos de placa, que indican las deformaciones en relación con la carga aplicada. A partir de estos datos, fueron estimados los Módulos de Compresibilidad del subsuelo en residuos sólidos urbanos (RSU)

Ensayo de Placa 01

Carga (MN/m²)	Deformación promedio (mm)
0,00	0,00
0,04	30,16
0,06	35,81
0,08	41,45
0,14	56,86
0,20	72,67

Raio da placa (m)	0,38
--------------------------	------

Módulo de compresibilidad (MPa)	2,17
--	-------------

Ensayo de Placa 02

Carga (MN/m ²)	Deformación promedio (mm)
0,00	0,00
0,04	0,93
0,06	1,28
0,08	1,63
0,14	2,60
0,20	3,54

Raio da placa (m)	0,38
--------------------------	------

Módulo de compresibilidad (MPa)	34,55
--	--------------

Ensayo de Placa 04

Carga (MN/m ²)	Deformación promedio (mm)
0,00	0,00
0,04	1,09
0,06	1,615
0,08	2,74
0,14	5,51
0,20	8,30

Raio da placa (m)	0,38
--------------------------	------

Módulo de compresibilidad (MPa)	12,68
--	--------------

Los módulos de compresibilidad determinados a partir de los ensayos de placa fueron de 2,20 MPa; 34,50 MPa; y 12,70 MPa, (el tercer ensayo resulto en un sector muy suelto, lo que también muestra la baja resistencia del terreno). Estos resultados demuestran la variabilidad de los módulos de deformación en los diferentes sectores del área con Residuos sólidos. En función de estos resultados, serán estimadas las deformaciones que el terraplén podrá alcanzar debido a la actuación de su peso actuando sobre la basura.

Debemos indicar que, al no ser un material natural, los RSU no poseen propiedades resistentes, hidráulicas y elasticidad plenamente establecidas pues su conformación fue por actividad humana.

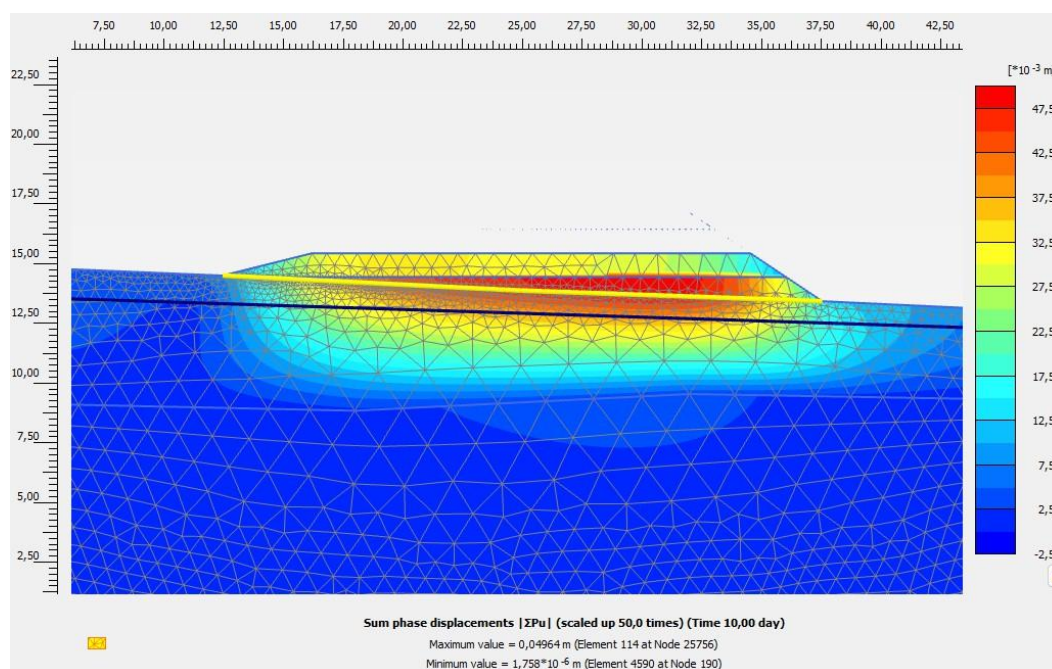
3.1 Modelaje numérico para determinar el asentamiento teórico del terraplén.

Con los valores de elasticidad obtenidos para los RSU, fueron efectuados modelajes numéricos a través del Método de los Elementos Finitos (MEF) con el objetivo de obtener valores posibles de ser medidos en obra, y así establecer magnitudes de deformación y posiblemente distorsiones aceptables o no, en la estructura del pavimento sobre el terraplén.

Los modelos numéricos fueron cargados en el software geotécnico Plaxis 2D de Bentley®, propiedad de Huesker - Brasil.

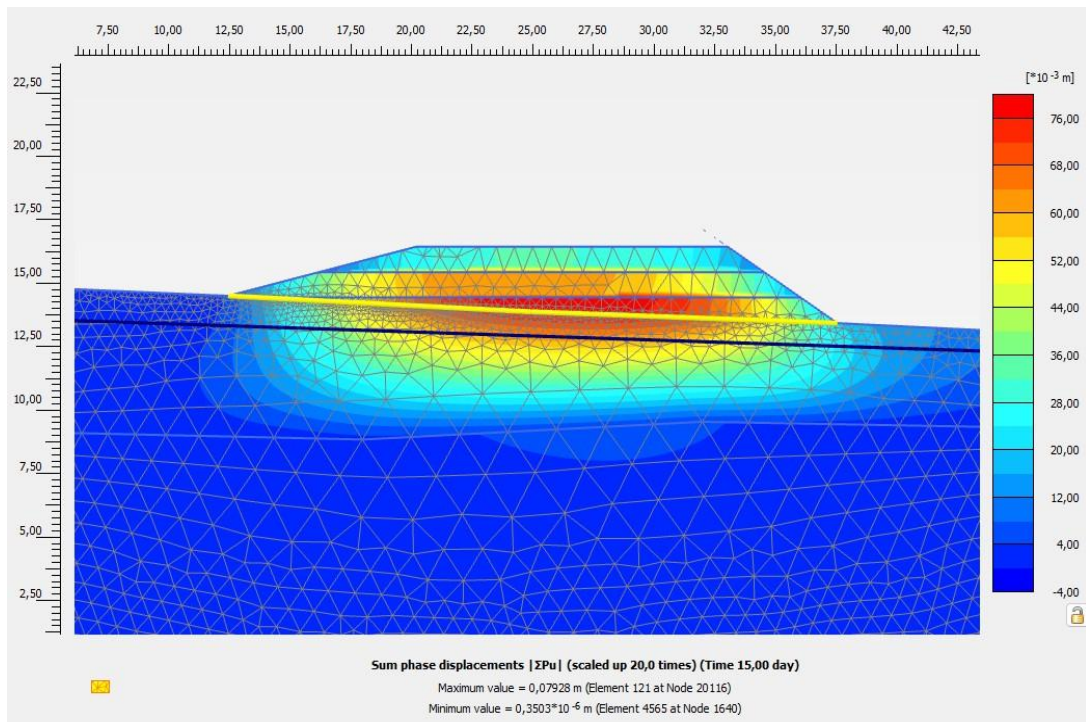
Por tratarse de un macizo de residuos, el mismo es susceptible a infiltraciones en temporada de lluvias. En ese sentido, los modelos consideraron un nivel freático formado a 0,8m-1,0 m de profundidad desde la superficie actual del terreno.

3.1.1 Deformación del terraplén con 2,0 m de altura



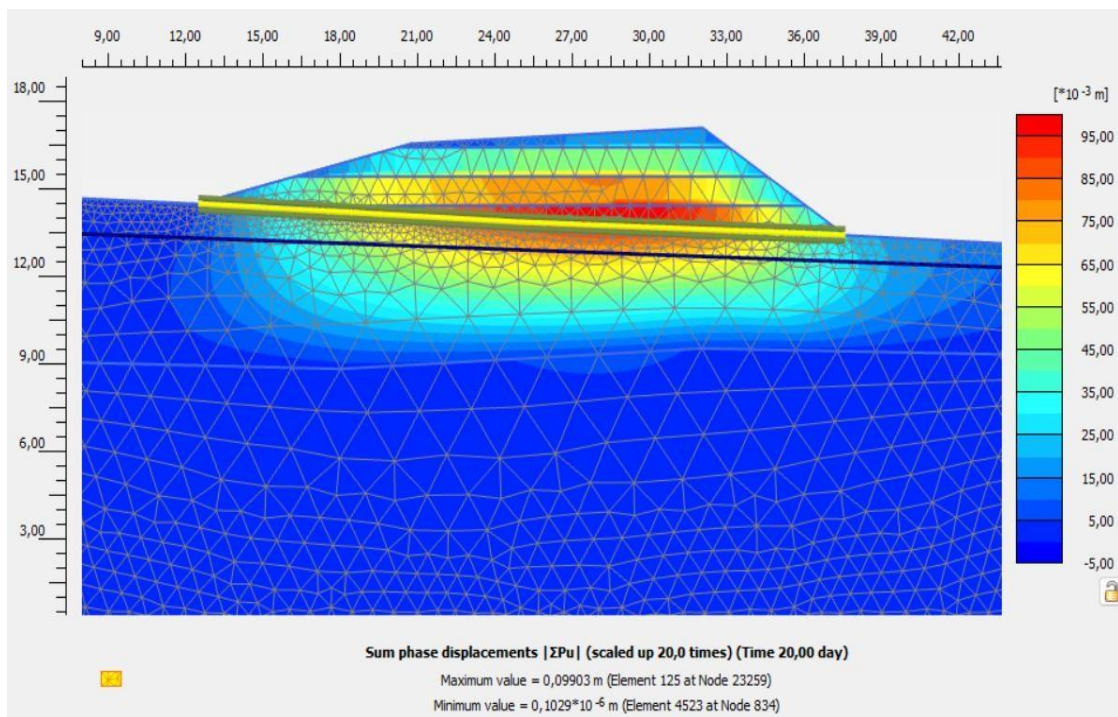
Deformación vertical máxima = 5,0 cm

3.1.2 Deformación del terraplén con 3,0 m de altura



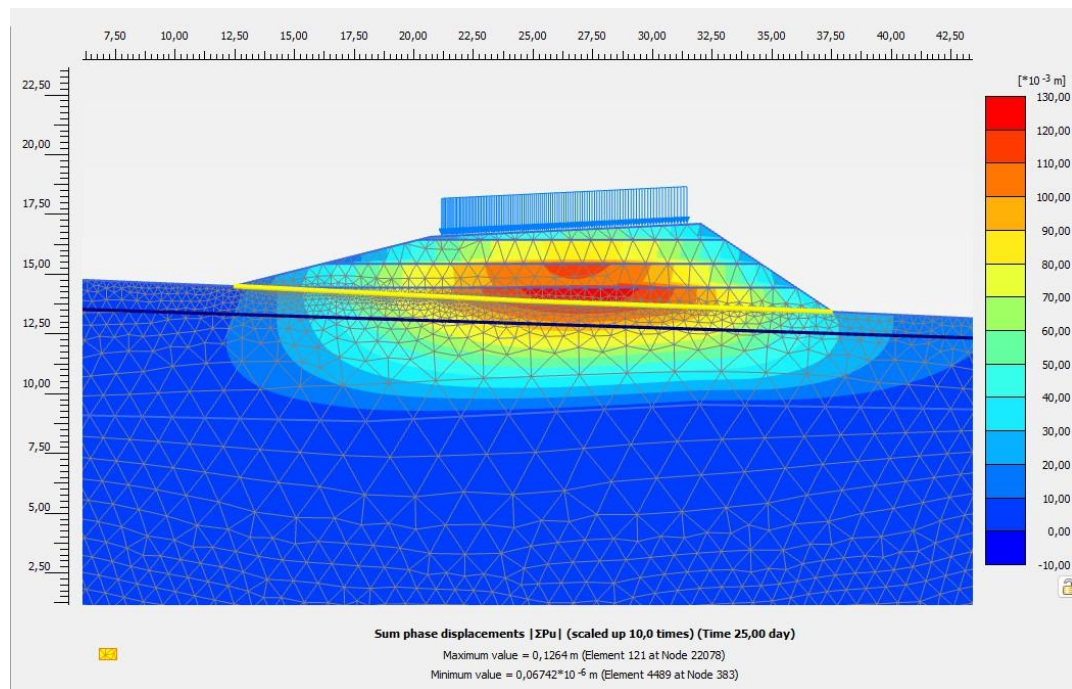
Deformación vertical máxima = 7,9 cm

3.1.3 Deformación del terraplén con 4,0 m de altura

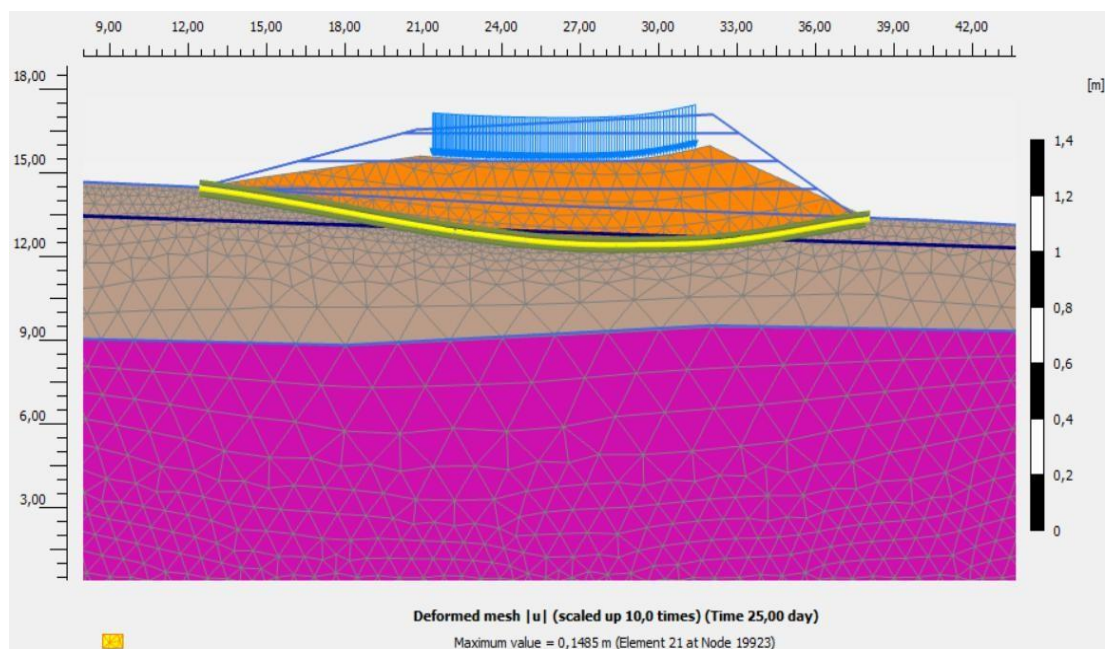


Deformación vertical máxima = 9,9 cm

3.1.4 Deformación del terraplén con 4,0 m de altura y sobrecarga de 20,0 kPa.



Deformación vertical máxima = 12,6 cm (acumulado total)



Deformación total máxima 14,9 cm – gráfico distorsionado 20 veces

4 Propuesta de refuerzo basal

Según los resultados obtenidos, se recomienda la instalación de Geogrilla Fortrac J4000 en la base del terraplén para lograr la estabilidad global del suelo de aporte sobre el basurero ubicado aproximadamente entre las progresivas 1+700 a 1+850 sumada a un geotextil tejido Basetrac Woven 35/35, como elemento separador, a fin de evitar la contaminación entre el suelo de aporte del terraplén y el suelo subyacente.

En particular, la geogrilla propuesta para el refuerzo es la Fortrac J4000 de filamentos continuos de polivinil alcohol (PVA), de módulo de rigidez 4000 Kn/m para una deformación del 5% en la dirección de mayor resistencia.

Luego de la aplicación de los factores de seguridad y de reducción a largo plazo, la resistencia resultante del geosintético considerada es de 140 kN/m como se puede observar en los resultados en el ítem 2.5. Se optó por unificar el geosintético a utilizar en las distintas secciones de una forma conservadora, permitiendo optimizar y utilizar un solo tipo de refuerzo basal, sumado al geotextil de separación.

Resumen de especificación de geosintéticos en el proyecto:

Geogrilla Fortrac J4000 MDT (denominación por módulo) /Fortrac MDT 200 (denominación por resistencia)

Geogrilla de refuerzo de PVA (polivinil alcohol) de alta tenacidad, de baja fluencia y alta resistencia química, en la dirección principal de tracción, con recubrimiento protector polimérico, cuya función principal es el refuerzo de suelos, en este caso, utilizado para estabilidad global de terraplén sobre el RSU

Propiedades mecánicas J4000 MDT:

Resistencia a la tracción nominal (5% deformación) T_{char} : 200 kN/m

Módulo de rigidez nominal (5% deformación): 4000 kN/m

En la dirección ppal. de la Geogrilla.

Geotextil tejido Basetrac Woven 35/35

Geotextil tejido biaxial de Polipropileno de alto módulo inicial y elevada resistencia a la degradación ambiental cuya función principal es la separación de suelos y refuerzo constructivo

Propiedades mecánicas J4000 MDT:

Resistencia a la tracción nominal (5% deformación), en dirección longitudinal T_{char} : 35 kN/m

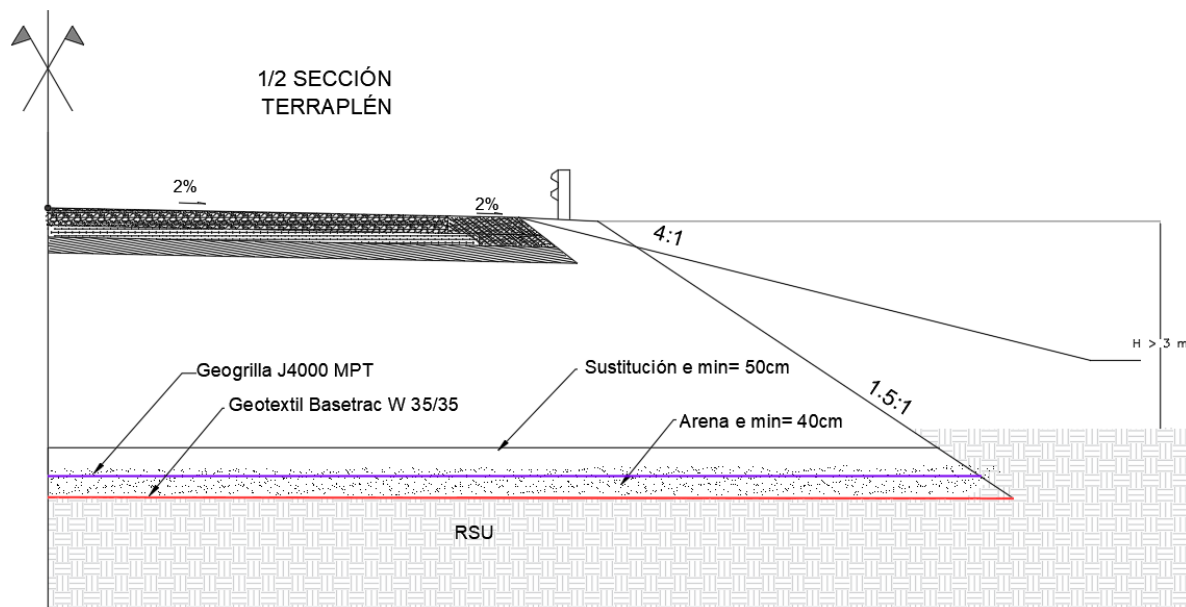
Resistencia a la tracción nominal (5% deformación), en dirección transversal T_{char} : 35 kN/m

Bi-axial, misma resistencia en ambas direcciones.

Ver fichas técnicas de los geosintéticos indicados en Anexos

4.1 SECCIÓN TRANSVERSAL ESQUEMÁTICA DE LA PROPUESTA DE REFUERZO

A continuación, se observa una sección trasversal tipo de terraplén, en la que se esquematiza la ubicación y propuesta de refuerzo geosintético.



Ver las respectivas guías de instalación de cada uno de los geosintéticos propuestos en los Anexos.

4.2 Comentarios y recomendaciones de la propuesta

- El objetivo del refuerzo basal con geosintéticos propuesto para el proyecto, es asegurar que no exista falla global del terraplén, pero no permite el control de asentamientos. Si bien existen otros sistemas con geosintéticos para reducir/eliminar los asentamientos, por ejemplo, Columnas granulares encamisadas de geotextiles de alta resistencia Ringtrac o Geogrillas de refuerzo sobre pilotes, según la evaluación realizada en instancias previas, estos sistemas no resultaban viables económicamente para la obra. En este caso, el refuerzo con geosintéticos consiste en dos elementos: Geotextil tejido (Basetrac W 35/35) en la interfaz basura-arena, como elemento de separación y Geogrilla de refuerzo en la interfaz arena-terraplén (Fortrac J4000) para asegurar la estabilidad del terraplén, tal como se menciona en los apartados anteriores.
- Si bien no fueron proporcionadas mediciones de permeabilidad, considerando que se trata de materiales de depósito, se consideró a la basura (RSU) con permeabilidad **similar a la de un material areno limoso** para efectos del modelo y análisis. Por lo cual, **se espera que los asentamientos ocurran de forma cuasi instantánea o en periodos cortos de tiempo** (pocos meses) ya que la evacuación del agua y vacíos sería de forma rápida.
- Deberán ser instaladas **Placas medidoras de asentamiento** durante la construcción de los terraplenes de forma a medir los resultados de los asentamientos en sitio. Con estas placas se podrá construir una gráfica de asentamiento vs tiempo poder evaluar el momento en el cual se estabilizan los valores, es decir que las deformaciones permanezcan constantes o aceptables para realizar el pavimento definitivo. Estas mediciones podrán ser hechas por métodos topográficos tomando puntos de referencia fijos con nivel. Ver anexo "Guía Instrumentación de asentamientos en terraplén- Huesker"
- **Se propone la realización de una precarga** aumentando la altura final del terraplén para simular la

carga de diseño. En este caso la carga es de 20 kPa, para simular esta sollicitación puede colocarse entre 1,0m y 1,10m adicionales de suelo. Con esta precarga se busca generar los asentamientos definitivos del terraplén.

Dicha sobrecarga podría colocarse incluso continuando el ángulo del talud del proyecto, para no tener que ensanchar la base de la plataforma y aumentar en mayor medida el movimiento de suelos. Sin embargo, esto reduciría el ancho de coronamiento superior del terraplén temporalmente. Una vez que se hayan estabilizado los asentamientos, se puede retirar el suelo sobrante (altura de sobrecarga menos asentamiento experimentado) para alcanzar la cota de proyecto. Con esta técnica permite también nivelar correctamente los asentamientos diferenciales que van a generarse transversalmente. Otro aspecto a considerarse en este ítem es que, desde el punto de vista geométrico, deberá tenerse en cuenta el ángulo del talud necesario para que el ancho final de calzada y banquetas sean los requeridos en proyecto, ya sea previendo un sobreancho para el terraplén o aumentando la pendiente del ángulo del talud, ya que cuando este se asiente y se retire la sobrecarga, disminuirá su ancho de coronamiento.

- Se sugiere que se realice una **sustitución de suelo de 0,50m mín.** de la capa de basura existente para uniformizar la superficie de base del terraplén. A su vez, se recomienda que el espesor de sustitución sea tal que permita trabajar lo más alejado posible de la napa freática para facilitar la compactación y ejecución del terraplén. Se recomienda fuertemente que, dentro de dicha sustitución, la **primera capa del terraplén, de espesor 40cm mínimo** se realice con **arena** para lograr que exista un material drenante entre la interfaz de la basura y el suelo del terraplén. Esto permite que, en caso que hubiere agua dentro de la basura y su camino de drenaje sea hacia arriba (ocasionado por la carga que impone la construcción del terraplén), pueda ser evacuada rápidamente por esa capa drenante y así acelerar la consolidación/asentamiento de la obra. Para lograr las propiedades drenantes de la capa de arena sobre la basura y prevenir la pérdida de este material se propone la colocación de un **geotextil tejido 35/35 Basetrac Woven** como separador. El uso del geotextil permite la separación de suelos entre la arena y la basura, manteniendo la permeabilidad necesaria de dicha capa.

5 Conclusiones

En resumen, los asentamientos estimados en el ítem 3 del presente documento, no son exactos (debido a que un relleno de basura no es un suelo y es heterogéneo) pero si indican un orden de magnitud de los mismos (decenas de centímetros) y ayudaran al seguimiento, construcción y toma decisiones del proyecto.

Además de asegurar la estabilidad global, el uso del geosintético de refuerzo en la base del terraplén, incluye otros beneficios económicos como lo son la disminución de plazos de ejecución de obras, por reducción del volumen de sustitución de suelos. Asimismo, se generan beneficios ambientales en la obra, consecuencia de la reducción de extracción y transporte de materiales de aporte, así como del retiro a depósito del material.

Este informe fue realizado con base en la información entregada por el destinatario y disponible al momento de este informe. El documento deberá ser evaluado por los ingenieros responsables por el proyecto y caso surja alguna propuesta de estudio adicional que pueda ser elaborado, estamos a la disposición.

Msc. Ing. Luis Brian Fuentes

Ingeniero Geotécnico Sénior – Huesker Brasil

Email: brian.fuentes@huesker.com.br

MSc Ing. Lizeth Ardila

Coordinadora Técnico Comercial Suramérica

Email: lizeth.ardila@huesker.com.br

6 Anexos

Contenido de anexo

- Informe de estudio geotécnico - Ing Hector Gosso
- Referencias de ubicación de estudios geotécnicos considerados en el proyecto- Serviam
- Especificaciones técnicas de los materiales propuestos (Geogrilla J4000 MPT; Geotextil Basetrac Woven 35/35)-Huesker & AméricaTS
- Guía de instalación Refuerzo basal de terraplenes con Geogrilla Fortrac- Huesker & AméricaTS
- Guía de instalación Separación de suelos con geotextil tejido Basetrac Woven- Huesker & AméricaTS
- Guía Instrumentación de asentamientos en terraplén- Huesker & AméricaTS



Estudio Geotécnico

By Pass Ciudad de Trinidad

Subtramo: 1+675 a 1+875

Ciudad de Trinidad - Departamento de Flores

Marzo, 2025



Estudio Geotécnico
By Pass Ciudad de Trinidad
Subtramo: 1+675 a 1+875
Ciudad de Trinidad - Departamento de Flores

1. Introducción

El presente informe refiere al estudio geotécnico solicitado por la empresa SERVIAM S.A. que se encuentra construyendo el By Pass de la Ciudad de Trinidad, durante la obra se detectó la presencia en la traza entre las progresivas 1+675 y 1+875 aproximadamente la presencia de un relleno sanitario que había sido cerrado del orden de 20 años atrás, por lo que se nos fue solicitada la realización de ensayos de Placa de Carga y SPT o DPSH, la ubicación del área se presenta en esquema de la fotografía aéreas de la figura 1.

1.1. Objetivo

El estudio tuvo por objetivo investigar el subsuelo entre las progresivas en cuestión, a los efectos de caracterizar su capacidad como cimiento y efectuar las recomendaciones del caso para la obra a proyectar en todos los aspectos vinculados con el subsuelo.

1.2. Antecedentes

A los efectos de la realización del Estudio se dispuso de información acerca de las características geológicas y geotécnicas de la zona, de subtramo en cuestión.

Geológicamente se presentan el Basamento Cristalino y las formaciones Libertad y Dolores, y el Reciente y Actual.

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgoso@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com



El Basamento Cristalino expone mayoritariamente neises, granitos y anfibolitas, más o menos alterados y fracturados, y más sanos y frescos en profundidad, donde alcanza tenacidades y resistencias muy importantes.



Figura 1. Ubicación del Area de Estudio

Estratigráficamente arriba se presentan sedimentos arcillo-limosos, corrientemente arenosos, de las formaciones Dolores y Libertad (Cuaternario), de colores marrones, con tonalidades blancuzcas y rojizas. Éstos se depositan directamente sobre el Basamento Cristalino y asimismo pueden presentarse recubiertos por rellenos antrópicos producto de depósitos artificiales o de la nivelación de terrenos. Estos sedimentos pueden alcanzar espesores de algunos metros, sobre todo en posiciones topográficas intermedias.

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgoso@adinet.com.uy – Web: www.ingectorgoso.com



Y finalmente se presenta el Reciente y Actual, que muestra sedimentos arenosos más o menos arcillosos correspondientes a depósitos aluviales, y arcillosos más o menos arenosos de depósitos aluviales y esteros.

En lo que tiene que ver con los aspectos geotécnicos vinculados específicamente al objetivo del estudio cabe señalar que el Basamento Cristalino a su vez presenta en los niveles alterados resistencias asimilables a las del suelo que los recubre, pasando a medio-altas y altas a medida que la alteración disminuye, pudiendo admitir tensiones admisibles de 500kPa en el nivel desagregado y muchos mayores cuando fresco.

Las formaciones Dolores y Libertad presentan resistencias regulares, en el entorno de los 100 a 200kPa como tensión admisible, correspondiendo los valores mayores a los materiales que presentan carbonatos, algo de arena-gravas, o a las situaciones de bajo tenor de humedad.

En cuanto al Reciente y Actual comúnmente se trata de materiales normalmente a poco consolidados/poco densificados, por lo cual son a esperar resistencias bajas, de 100kPa o menos.

Respecto a las deformaciones, el Basamento Cristalino puede considerarse indeformable a los efectos prácticos.

Las arcillas limosas de las formaciones Libertad y Dolores presentan deformaciones diferidas, aunque al haber experimentado fenómenos de preconsolidación por la acción de capas superiores luego erosionadas, ello reduce sensiblemente su magnitud, salvo que se sobrepasen las cargas de preconsolidación.

En cuanto al Reciente y Actual, las variedades arenosas pueden admitir asentamientos importantes cuando se presentan poco densificadas, aunque los mismos se producen en forma casi instantánea con la carga, y las arcillosas presentan características similares a las de Libertad y Dolores, aunque con menos o ninguna preconsolidación, lo que las hace mucho más deformables.

Con relación a los rellenos, si no se han realizado con los cuidados correspondientes (materiales seleccionados, exentos de materia orgánica y residuos; compactación suficiente y por capas), lo cual es la situación más usual, presentarán resistencias muy bajas y alta compresibilidad.

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgosos@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com



2. Investigaciones Realizadas

De acuerdo a lo solicitado y programado, en el subtramo en estudio se efectuaron cuatro ensayos de Placa de Carga, con placa de 76cm de diámetro de acuerdo a la norma NLT-357/98, en las ubicaciones y cotas indicadas por el Comitente, figura 2, y además dadas las características del relleno y de manera de tener una información de resistencia continua perforaciones, se efectuaron ensayos DPSH según la norma UNE 103801-94, con equipo mecánico, figura 3, estas determinaciones se llevaron a cabo hasta alcanzar el rechazo en el ensayo. La distribución de las 16 determinaciones efectuadas entre ambos métodos, se presenta en la figuras 4.

Los resultados obtenidos en las determinaciones, se presentan en ANEXO.

3. Resultados Obtenidos

Los materiales

Los materiales presentes en el predio corresponden a tres grandes unidades geológico-geotécnicas:

- una *primera unidad*, constituida por rellenos antrópicos, compuesto como se aprecia en las fotografías de las figuras 5 a 8, por escombros de variados tamaños y tenacidades, restos plásticos de variado tamaño resistencia y grado de degradación (bolas, botellas, caños, mesas, etc), restos metálicos de variados tamaños (chapas, caños, varillas, etc.) y material orgánica con un avanzado estado de descomposición, salvo en los puntos de Placa de Carga E2 y E4 y en los puntos de determinaciones DSPH denominados 1, 2, 3, 10, 11 y 12, que es un espesor muy reducido (1-2 decímetros) o inexistente;
- una *segunda unidad*, constituida por arcillas limosas de color marrón rojizo con variado contenido de arena fina a gruesa, poco a relativamente compactas en profundidad, que se presenta edafizada en los primeros decímetros en la zonas donde se ejecutaron determinaciones fuera del área del relleno, donde presenta el color negro típico de la materia orgánica.

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgoso@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com



- una *tercera unidad*, donde ya se exhiben los niveles de descomposición del basamento, en forma de granitos alterados, a cuarzo-feldespato-mica, con finos arcillosos marrón verdoso a rojizos. En estos niveles se puede penetrar hasta alcanzar el rechazo algún decímetro. Normalmente la presencia de materiales tenaces y su abundancia, hace imposible seguir excavando con medios mecánicos de pequeño porte.



Figura 2. Imágenes de la Preparación y ejecución de un ensayo de Placa de Carga

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgoso@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com



Figura 3. Imagen del Equipo utilizado para el ejecución de los ensayos DSPH

Ensayos de Placa de Carga

A solicitud de comitente, se realizaron 4 determinaciones de Placa de carga para determinar el Módulo de Reacción, con placa de carga de 76cm, que es la indicada por la norma para este tipo de materiales, dos de ellos prácticamente superficies y los otros dos a una profundidad del orden de 1.0 - 1.5m, los E1 y E3, se efectuaron sobre rellenos, mientras que los E2 y E4 sobre terreno natural, es decir sin rellenos, los resultados obtenidos se

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgoso@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com



presenta en el ANEXO – Determinaciones de Placa de Carga.

Los resultados obtenidos en las diferentes determinaciones se resumen a continuación:

Ensayo N°	Progresiva	Profundidad de Ensayo	Tipo de Material	Módulo de Reacción (MN/m ³)	Asentamiento al Fnal del Ensayo (mm)	Observaciones
E1	1+810	-0.2m aprox	Relleno - Basura y Escombros	4	57	
E2	1+860	-1.5m aprox	Terreno natural - Niveles superiores del granito alterado	44	2	
E3	1+740	-1.0m aprox	Relleno - Basura y Escombros	-	86	Se produjo la falla del terreno con una aplicación de carga de 40kPa por lo que el valor del Módulo de Reacción para la deformación indicada por la norma es 0
E4	1+700	-0.2m aprox	Terreno natural - Arcilla limosa marrón oscura	34	8	

Los resultados obtenidos, marcan que los suelos naturales presentan valores del Módulo de Reacción y deformación de los suelos por las cargas aplicadas dentro de los rangos normales para estas litologías ensayadas.

En el caso de las dos determinaciones efectuadas sobre los rellenos, indican una baja resistencia y una variación de valores muy significativa en pocos metros, lo que evidencia una heterogeneidad significativa y la problemática de área para apoyar cualquier estructura.

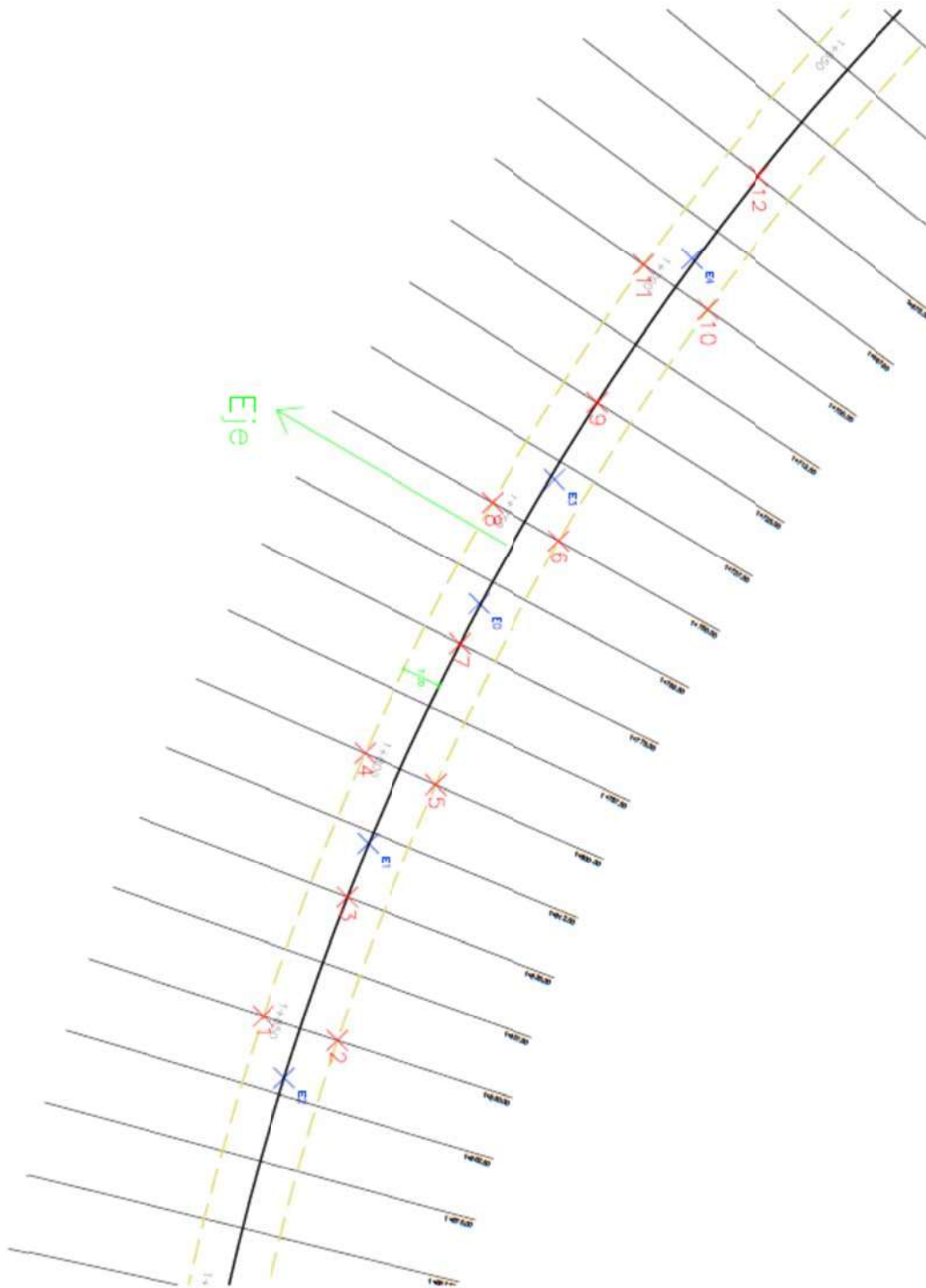


Figura 4. Plano con la distribución de las determinaciones efectuadas

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgoso@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com



Figura 5. Imágenes de una excavación donde se puede apreciar el relleno presente

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgoso@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com



Figura 6. Imágenes de material extraído de una excavación, la heterogeneidad del mismo y su composición



Figura 7. Imágenes de material extraído de una excavación, donde se puede apreciar, los restos de una mesa, una viga de hormigón de tamaño importante, restos de escombros de gran tamaño, etc.

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgoso@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com



Figura 8. Imágenes de material extraído de una excavación, donde se puede apreciar, chapas, caños de hierro, varillas, mallas, etc.

Ensayos DPSH

A solicitud de comitente, se realizaron 12 determinaciones de DPSH, dadas las características del material de relleno y su variabilidad en planta y profundidad dado que

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgozo@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com



mientras que éste da una información continua, el SPT da información de pequeños tramos cada 1 m lo que hace en estos caso no tener información entre ensayo y ensayo, es por eso que se optó por la ejecución de DPSH.

Las determinaciones se efectuaron según indica la norma determinado el N_{20} (número de golpes necesarios para una penetración del cono en el terreno de 20cm de profundidad), llevando las determinaciones hasta el rechazo (R), situación que se da según la norma, cuando para una penetración de 20cm se superen los 100 golpes o en tres valores consecutivos N_{20} , sean iguales o superiores a 75 golpes.

Este caso las determinaciones en los puntos 1, 2, 3, 10, 11 y 12, como se dijo más arriba se efectuaron sobre terreno natural es decir sin relleno o un relleno con un espesor muy reducido de 0.1-0.2m.

A continuación los resultados de las determinaciones mediante DPSH:

Ensayo N°	Progresiva	Porgresiva en eje o a + o a -	Espesor del Relleno (m)	Profundidad de la Roca (m)	Número de Capas	Observaciones
1	1+850	+	0	2.2	3	Se efectúo sobre Terreno Natural
2	1+850	-	0	2.4	3	Se efectúo sobre Terreno Natural
3	1+775	eje	0	1.4	3	Se efectúo sobre Terreno Natural
4	1+800	+	1.2	3.2	3	Se efectúo sobre Zona de Relleno
5	1+800	-	3.6	4.2	2	Se efectúo sobre Zona de Relleno
6	1+750	-	4.6	5.6	3	Se efectúo sobre Zona de Relleno
7	1+775	eje	2.6	3.8	3	Se efectúo sobre Zona de Relleno
8	1+750	+	3.8	4.4	3	Se efectúo sobre Zona de Relleno
9	1+725	eje	3.0	3.6	3	Se efectúo sobre Zona de Relleno
10	1+770	-	0	3.8	4	Se efectúo sobre Terreno Natural
11	1+770	+	0	3.6	4	Se efectúo sobre Terreno Natural
12	1+675	eje	0	3.4	4	Se efectúo sobre Terreno Natural

Los ensayos efectuados permite identificar la profundidad de la roca que presenta dificultades de excavación por su grado de alteración, en la Zona del Relleno el espesor del relleno y en la Zonas de Terreno Natural, permite identificar el espesor de material orgánico (arcillas negras), el descompuesto (arcillas marrón rojizo), el desagregado con finos arcillosos y el desagregado con escasos finos arcillosos.

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgoso@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com



A partir de la información de las determinaciones efectuadas, que se presentan en cada determinación los valores de tensiones admisibles para cada tramo de 20cm, se tiene que para los suelos naturales los valores de tensión admisible son normales para las litologías presentes en la zona, es decir para los niveles arcillosos superiores tensiones admisibles de 1.0 a 2.5 kg/cm², y para el granito alterado con escasos finos arcillosos de al menos 5kg/cm², para mayores resistencias del macizo rocoso se requiere otro tipo de estudio pero eso no era objeto de este estudio.

En el caso de los rellenos, se debe tener en cuenta que los ensayos de resistencia tanto del DPSH como el SPT que se efectúan en perforaciones, son para suelos. Además se debe tener en cuenta que los rellenos no controlados como es este caso, está compuesto por materiales de baja compacidad que no son aptos para cimentar ya que se componen de restos de suelo, desechos orgánicos domiciliarios, escombros, metálicos, plásticos, entre otros.

Debe tenerse quedar claro que los rellenos no controlados pueden causar problemas de asentamientos diferenciales y de difícil cuantificación.

A partir de los ensayos DPSH, se tienen que las tensiones admisibles más bajas detectadas en el ensayo son del orden de los 0.5kg/cm², por lo que es importante decir que en una primera instancia el relleno no es capaz de soportar cargas superiores a 0.5kg/cm² y que por la información recabada van a generar asentamientos de algún decímetro. Se debe tener en cuenta que las características del relleno hace que los valores de resistencia tanto en los ensayos DPSH como los ensayos SPT, se pueden ver sensiblemente aumentados si las determinaciones atraviesan o desplazan en profundidad objetos de cierto tamaño y resistencia. Si darían valores confiables en relleno controlados y con material seleccionado.

El Agua

Se detectó la presencia de agua en las determinaciones de Placa de Carga, en el punto E0 y en los ensayos DPSH en los puntos 4, 5, 6, 7 y 8, a una profundidad del orden de un metro o algo más desde el actual del terreno.

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgoso@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com



4. Conclusiones

No se recomienda:

- Apoyar estructuras sobre el relleno existente, ya que se trata de un material no seleccionado, de baja compacidad y composición heterogénea.
- Estimar asentamientos o capacidad portante utilizando métodos convencionales como SPT o DPSH, ya que estos ensayos no son representativos en rellenos de este tipo.
- Aplicar precargas como medida de mejoramiento, en un material como el identificado aquí, para acelerar su consolidación, dada su baja resistencia y además de ser un relleno con alta heterogeneidad, no sería una solución muy efectiva y además demandaría un periodo de tiempo muy prolongado lo cual puede no ser compatible con los plazos del proyecto.

Se observó:

- En los ensayos de Placa de Carga, el terreno comenzó a deformarse significativamente con una carga del orden de 0.4 kg/cm². Aplicando un factor de seguridad de 3, se obtiene una tensión admisible estimada de aproximadamente 0.1 kg/cm², lo cual resulta extremadamente bajo para cualquier tipo de apoyo estructural.

Debería considerarse:

- Si bien la definición de la solución definitiva corresponde al proyectista, en función de las condiciones del terreno relevadas, la opción técnicamente más razonable parecería ser la remoción total del relleno y su sustitución por material seleccionado, adecuadamente compactado y controlado, de modo de garantizar un comportamiento predecible y adecuado para los requerimientos estructurales.

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgoso@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com



- En caso de que se opte por mantener parte del relleno, se recomienda ejecutar una mejora controlada del terreno. Esta debería incluir, en primer lugar, la sustitución en espesor parcial del relleno heterogéneo (al menos dos metros), seguida de la colocación de geomallas, la incorporación de una capa de material seleccionado adecuadamente compactado y la realización de ensayos de Placa de Carga para verificar la efectividad del tratamiento. Se podría también implementar una zona de prueba para validar el procedimiento antes de su aplicación general.


Lic. Ernesto Goso



ANEXO

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgoso@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com



Ensayo de Placa de Carga

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgoso@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com

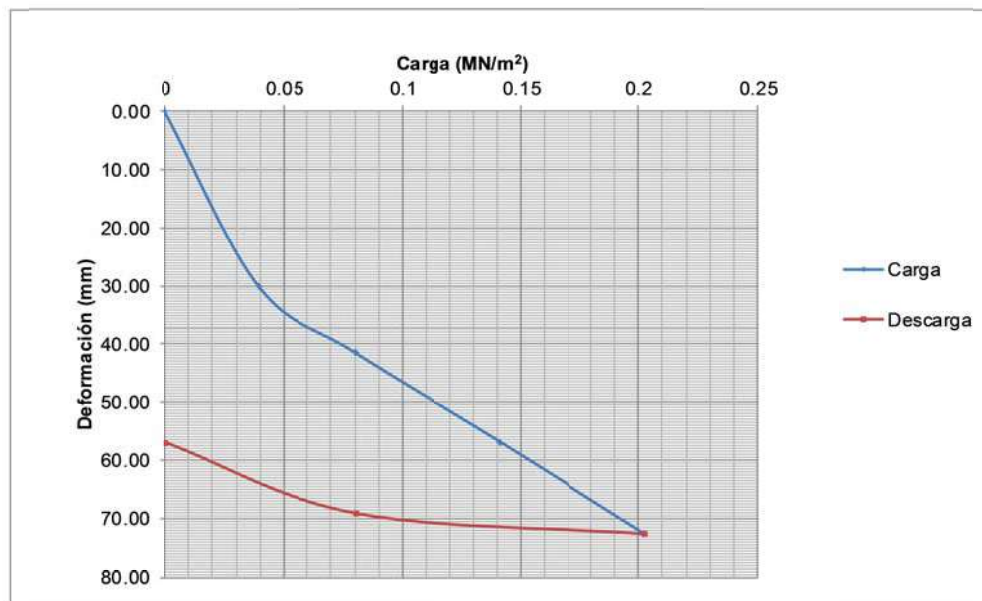


Ensayo de Carga con Placa
NLT-357/98
Determinación del Módulo de Reacción

Obra: By Pass Ciudad de Trinidad
Fecha: 26-feb-29
Comitente: SERVIAM
Ensayo N°: E1 - Progresiva 1+810

	Tensión Normal (MN/m ²)	Tiempo (min)	Deformación (mm)			Deformación Promedio (mm)
			Deformimetro			
			1	2	3	
			Deformimetro	Deformimetro	Deformimetro	
Aplicación de Cargas	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.04	6	30.02	30.20	30.27	30.16
	0.08	10	41.97	41.50	40.87	41.45
	0.14	16	56.44	57.16	56.98	56.86
	0.20	22	72.20	72.70	73.12	72.67
Descargas	0.08	4	67.86	69.89	69.55	69.10
	0.00	6	56.66	57.10	56.94	56.90

Deformación caga máxima (mm): 72.67
Deformación permanente (mm): 56.90
Recuperación (mm): 15.77
 σ_0 (MN/m²): 0.005
 k_s (MN/m³): 4



Nota: Se efectuó sobre relleno con basura

Lic. Ernesto Goso

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgosos@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com

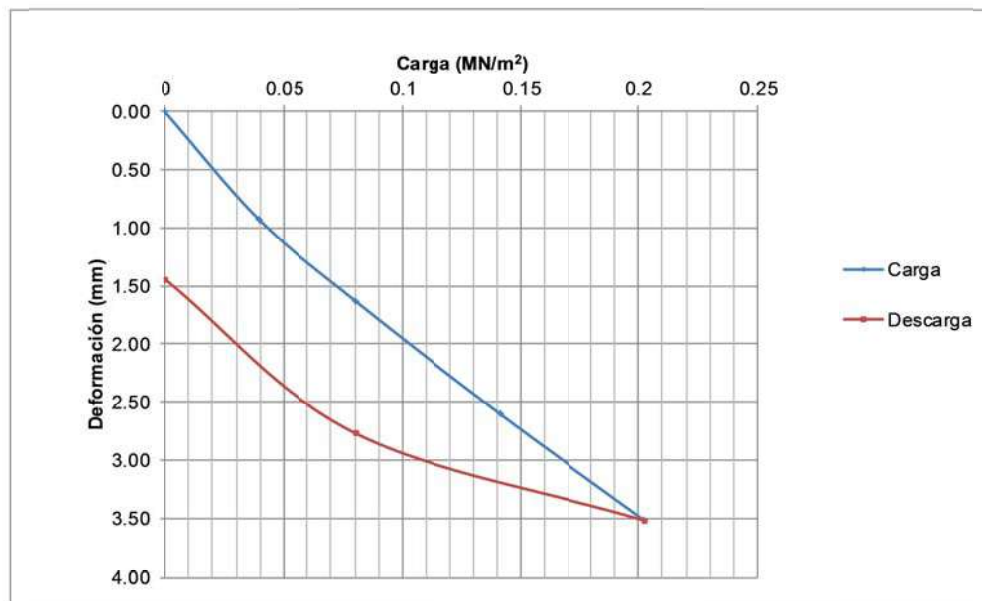


Ensayo de Carga con Placa
NLT-357/98
Determinación del Módulo de Reacción

Obra: By Pass Ciudad de Trinidad
Fecha: 26-feb-29
Comitente: SERVIAM
Ensayo N°: E2 - Progresiva 1+860

	Tensión Normal (MN/m ²)	Tiempo (min)	Deformación (mm)			Deformación Promedio (mm)
			Deformimetro			
			1	2	3	
			Deformimetro	Deformimetro	Deformimetro	
Aplicación de Cargas	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.04	6	0.73	0.97	1.08	0.93
	0.08	6	1.66	1.45	1.77	1.63
	0.14	8	2.63	2.51	2.67	2.60
	0.20	10	3.53	3.45	3.58	3.52
Descargas	0.08	6	2.91	2.64	2.75	2.77
	0.00	6	1.66	1.24	1.42	1.44

Deformación carga máxima (mm): 3.52
Deformación permanente (mm): 1.44
Recuperación (mm): 2.08
 σ_0 (MN/m²): 0.055
 k_s (MN/m³): 44



Nota: Se efectuó sobre terreno natural

Lic. Ernesto Goso

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgosos@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com

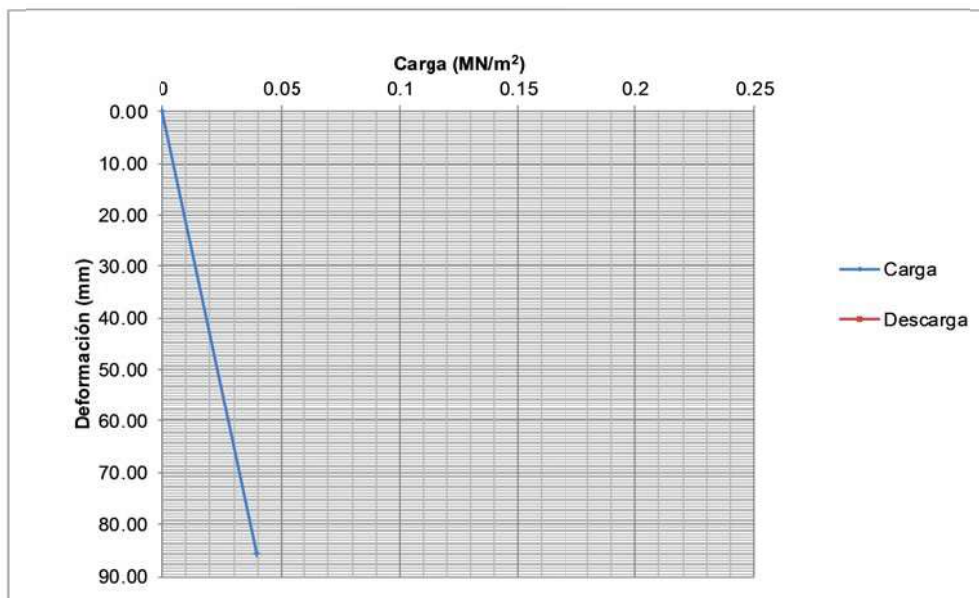


Ensayo de Carga con Placa
NLT-357/98
Determinación del Módulo de Reacción

Obra: By Pass Ciudad de Trinidad
Fecha: 26-feb-29
Comitente: SERVIAM
Ensayo N°: E3 - Progresiva 1+740

	Tensión Normal (MN/m ²)	Tiempo (min)	Deformación (mm)			Deformación Promedio (mm)
			Deformimetro			
			1	2	3	
			1	2	3	
Aplicación de Cargas	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.04	15	85.47	84.99	85.93	85.46
	0.08					
	0.14					
	0.20					
Descargas	0.08					
	0.00					

Deformación caga máxima (mm): 85.46
Deformación permanente (mm):
Recuperación (mm):
 σ_0 (MN/m²):
 k_s (MN/m³):



Nota: Se efectuó sobre relleno con basura
 Al alcanzar el ensayo una deformación >10% del diámetro de la placa, se considera como una de las situaciones de falla, por lo cual se detiene el ensayo con una carga aplicada de 0.04MN/m²

Lic. Ernesto Goso

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgozo@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com

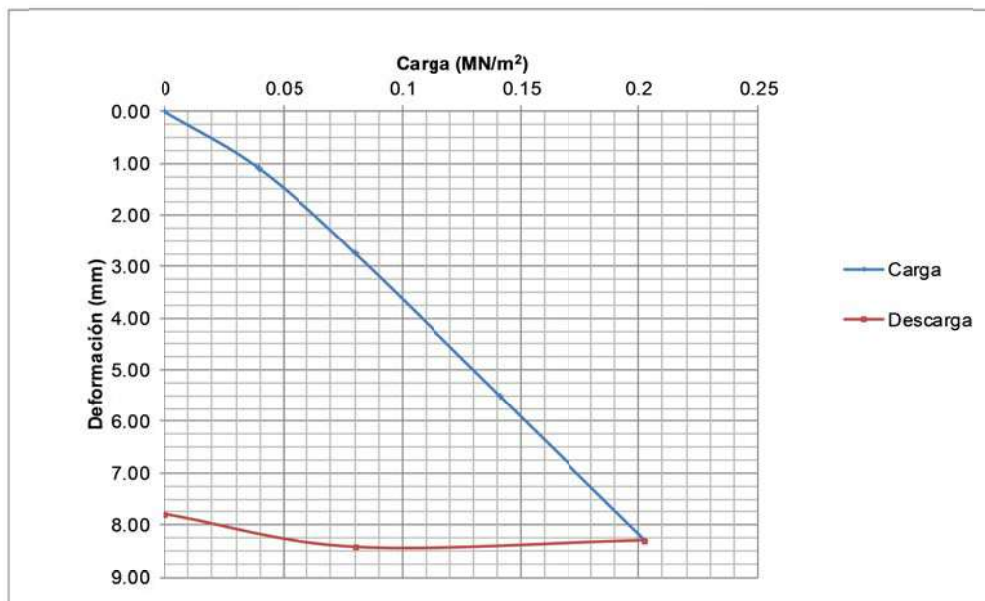


Ensayo de Carga con Placa
NLT-357/98
Determinación del Módulo de Reacción

Obra: By Pass Ciudad de Trinidad
Fecha: 26-feb-29
Comitente: SERVIAM
Ensayo N°: E4 - Progresiva 1+700

	Tensión Normal (MN/m ²)	Tiempo (min)	Deformación (mm)			Deformación Promedio (mm)
			Deformimetro			
			1	2	3	
			Deformimetro	Deformimetro	Deformimetro	
Aplicación de Cargas	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.04	6	1.20	1.02	1.06	1.09
	0.08	6	2.70	2.62	2.89	2.74
	0.14	8	5.18	5.66	5.70	5.51
	0.20	16	8.35	8.21	8.33	8.30
Descargas	0.08	6	8.13	8.52	8.62	8.42
	0.00	6	8.12	7.76	7.48	7.79

Deformación caga máxima (mm): 8.30
Deformación permanente (mm): 7.79
Recuperación (mm): 0.51
 σ_0 (MN/m²): 0.04
 k_s (MN/m³): 34



Nota: Se efectuó sobre terreno natural

Lic. Ernesto Goso

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: [hgoso@adinet.com.uy](mailto:hgosso@adinet.com.uy) - Web: www.inghectorgoso.com



Ensayos DPSH

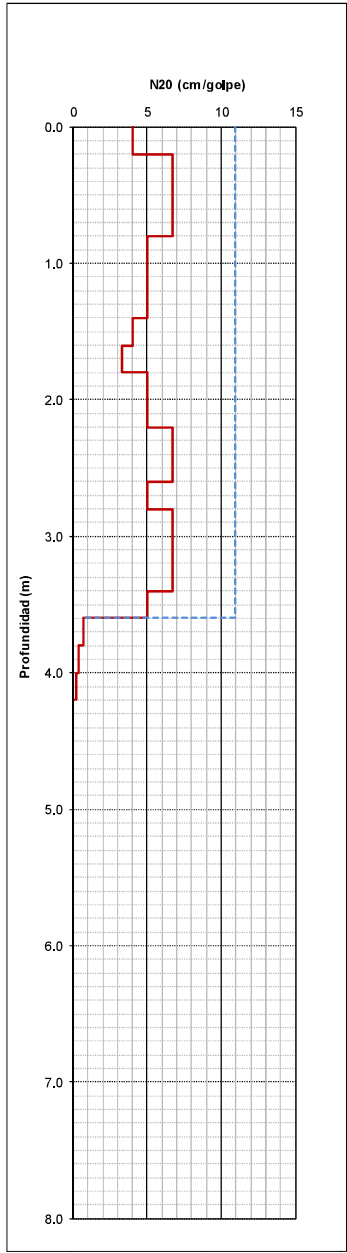
Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
Tel.: 099163381 e-mail: hgosos@adinet.com.uy – Web: www.inghectorgoso.com



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA (DPSH - UNE 103801-94)

PROYECTO: By Pass - Ciudad de Trinidad
 ENSAYO N°: 5
 FECHA: 25-mar-25
 OBSERVACIONES: Se efectúo sobre zona de relleno

INTERVALO CAMPO cm	PENETRACION		N20 cm/Golpe	R _d Kg/cm ²	q _{ad} Kg/cm ²
	N20	ACUMULADA m			
0		0			
20	5	0.2	4.0	53.80	0.9
20	3	0.4	6.7	32.28	0.5
20	3	0.6	6.7	32.28	0.5
20	4	0.8	5.0	43.04	0.7
20	4	1.0	5.0	43.04	0.7
20	4	1.2	5.0	43.04	0.7
20	5	1.4	4.0	53.80	0.9
20	6	1.6	3.3	64.56	1.1
20	4	1.8	5.0	43.04	0.7
20	4	2.0	5.0	43.04	0.7
20	3	2.2	6.7	32.28	0.5
20	3	2.4	6.7	32.28	0.5
20	4	2.6	5.0	43.04	0.7
20	3	2.8	6.7	32.28	0.5
20	3	3.0	6.7	32.28	0.5
20	3	3.2	6.7	32.28	0.5
20	4	3.4	5.0	43.04	0.7
20	30	3.6	0.7	322.81	5.3
20	59	3.8	0.3	634.85	10.5
20	91	4.0	0.2	979.18	16.2
20	139	4.2	0.1	1495.67	R



Capa N°	Profundidad inicial (m)	Profundidad final (m)	Esesor (m)
1	0.0	3.6	3.6
2	3.6	4.2	0.6

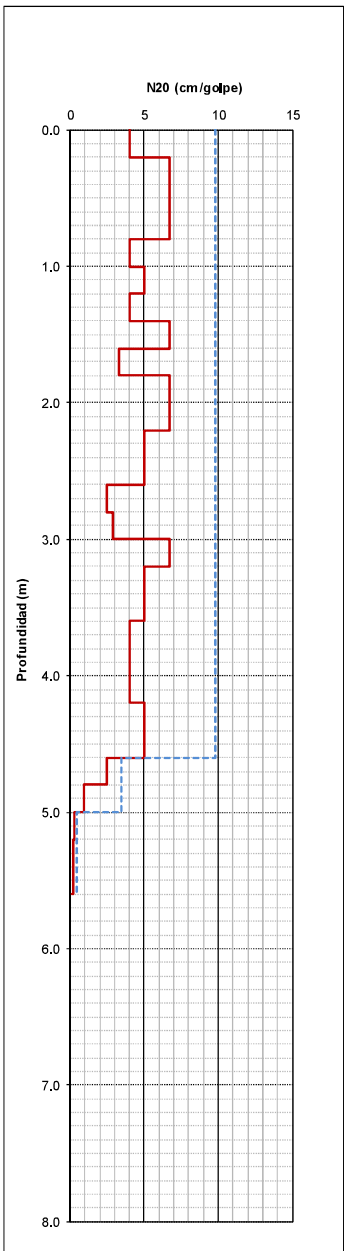
Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
 Tel.: 099163381 e-mail: hgoso@adinet.com.uy - Web: www.inghectorgoso.com



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA (DPSH - UNE 103801-94)

PROYECTO: By Pass - Ciudad de Trinidad
 ENSAYO N°: 6
 FECHA: 25-mar-25
 OBSERVACIONES: Se efectúo sobre zona de relleno

INTERVALO CAMPO	PENETRACION		N20 cm/Golpe	R _d Kg/cm ²	q _{ad} Kg/cm ²
	N20	ACUMULADA m			
0		0			
20	5	0.2	4.0	53.80	0.9
20	3	0.4	6.7	32.28	0.5
20	3	0.6	6.7	32.28	0.5
20	5	0.8	4.0	53.80	0.9
20	4	1.0	5.0	43.04	0.7
20	5	1.2	4.0	53.80	0.9
20	3	1.4	6.7	32.28	0.5
20	6	1.6	3.3	64.56	1.1
20	3	1.8	6.7	32.28	0.5
20	3	2.0	6.7	32.28	0.5
20	4	2.2	5.0	43.04	0.7
20	4	2.4	5.0	43.04	0.7
20	8	2.6	2.5	86.08	1.4
20	7	2.8	2.9	75.32	1.2
20	3	3.0	6.7	32.28	0.5
20	4	3.2	5.0	43.04	0.7
20	4	3.4	5.0	43.04	0.7
20	5	3.6	4.0	53.80	0.9
20	5	3.8	4.0	53.80	0.9
20	5	4.0	4.0	53.80	0.9
20	4	4.2	5.0	43.04	0.7
20	4	4.4	5.0	43.04	0.7
20	8	4.6	2.5	86.08	1.4
20	21	4.8	1.0	225.96	3.7
20	61	5.0	0.3	656.37	10.8
20	79	5.2	0.3	850.06	14.0
20	93	5.4	0.2	1000.70	16.5
20	137	5.6	0.1	1474.15	R



Capa	Profundidad inicial (m)	Profundidad final (m)	Espesor (m)
N° 1	0.0	4.6	4.6
2	4.6	5.0	0.4
3	5.0	5.6	

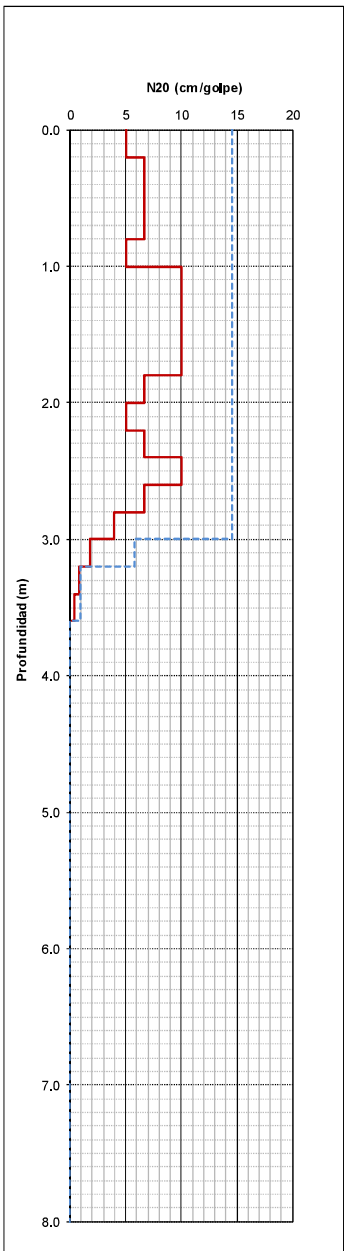
Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
 Tel.: 099163381 e-mail: hgoso@adinet.com.uy - Web: www.inghectorgoso.com



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA (DPSH - UNE 103801-94)

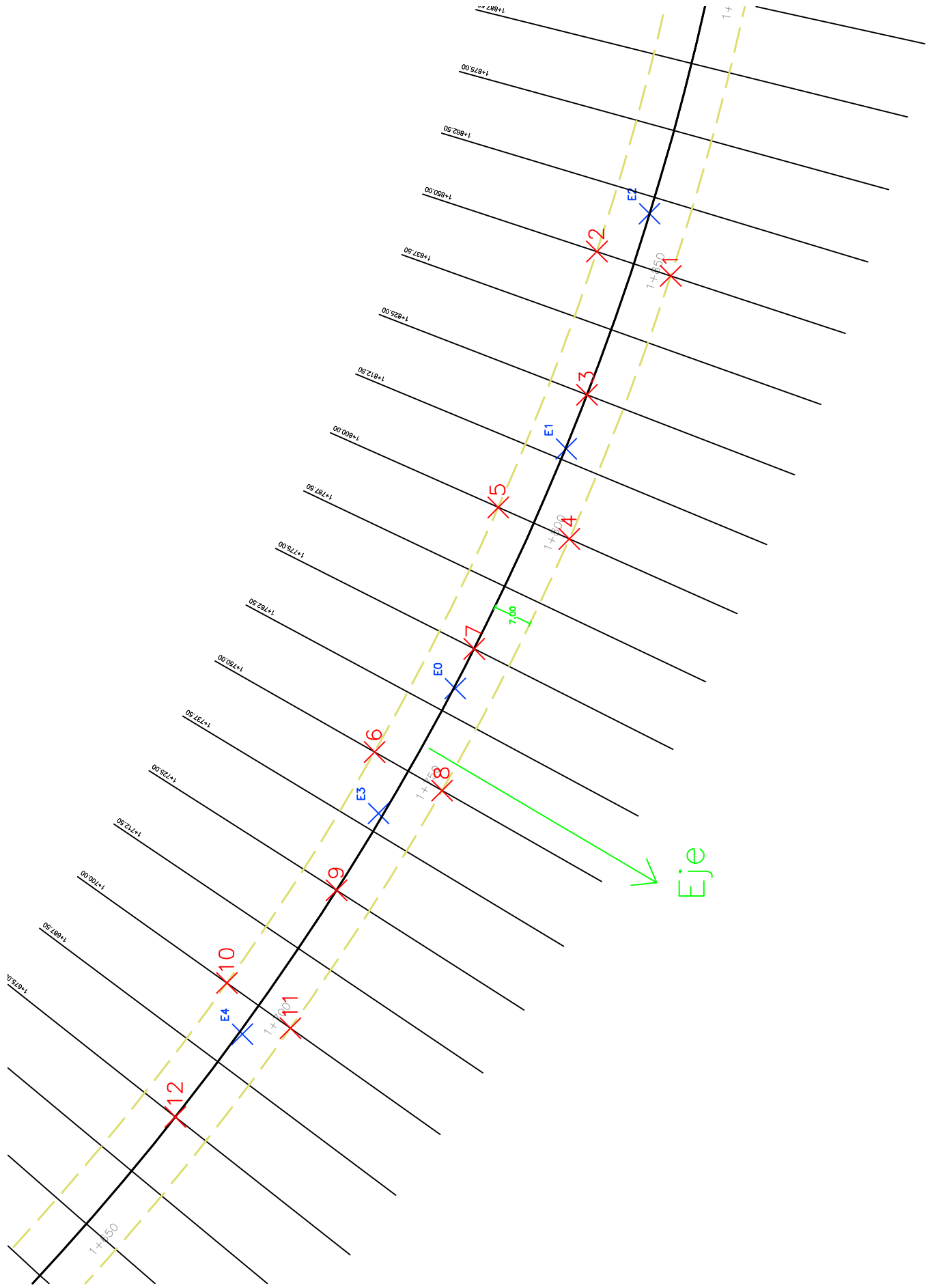
PROYECTO: By Pass - Ciudad de Trinidad
 ENSAYO N°: 9
 FECHA: 25-mar-25
 OBSERVACIONES: Se efectúo sobre zona de relleno

INTERVALO CAMPO	PENETRACION		N20 cm/Golpe	R _d Kg/cm ²	q _{ad} Kg/cm ²
	N20	ACUMULADA m			
0		0			
20	4	0.2	5.0	43.04	0.7
20	3	0.4	6.7	32.28	0.5
20	3	0.6	6.7	32.28	0.5
20	4	0.8	5.0	43.04	0.7
20	2	1.0	10.0	21.52	0.4
20	2	1.2	10.0	21.52	0.4
20	2	1.4	10.0	21.52	0.4
20	2	1.6	10.0	21.52	0.4
20	3	1.8	6.7	32.28	0.5
20	4	2.0	5.0	43.04	0.7
20	3	2.2	6.7	32.28	0.5
20	2	2.4	10.0	21.52	0.4
20	3	2.6	6.7	32.28	0.5
20	5	2.8	4.0	53.80	0.9
20	11	3.0	1.8	118.36	2.0
20	23	3.2	0.9	247.49	4.1
20	47	3.4	0.4	505.73	8.4
20	135	3.6	0.1	1452.63	R



Capa	Profundidad inicial (m)	Profundidad final (m)	Espesor (m)
N° 1	0.0	3.0	3.0
2	3.0	3.2	0.2
3	3.2	3.6	0.4

Del Sauzal E/De Los Cazadores y De Las Lagartijas S3 M748 P. de Solymar - Canelones
 Tel.: 099163381 e-mail: hgoso@adinet.com.uy - Web: www.inghectorgoso.com





Ideen. Ingenieure. Innovationen.

HUESKER Ltda.
 Romualdo Davoli 375 - Centro Empresarial Eldorado
 São José dos Campos, SP - Brasil / CEP: 12238-577
 Teléfono: +55 (12) 3903 9300
 Fax: +55 (12) 3902 9301
 Internet: www.huesker.com
 E-mail: huesker@huesker.com.br

HOJA TÉCNICA

Fortrac[®] J4000 MP

Geomalla flexible de PVA de alta tenacidad, baja fluencia y alta resistencia química, con revestimiento protector polimérico, cuya principal función es el refuerzo de suelos.

PROPIEDADES (*):

Materia prima principal	PVA (Polivinil alcohol)
Revestimiento protector	Polimérico
Resistencia química	2 ≤ pH ≤ 13
Abertura de malla nominal	30 mm
Módulo de rigidez a 5% de elongación <i>EN ISO 10.319 / ASTM D-6637</i> Longitudinal	≥ 4.000 kN/m
Elongación en la resistencia nominal <i>EN ISO 10.319 / ASTM D-6637</i> Longitudinal	≤ 5,0 %
Carga de ruptura por fluencia (120 años, ≤ 30 °C) Longitudinal	≥ 140 kN/m
Carga de ruptura por fluencia (2 años, ≤ 30 °C) Longitudinal	≥ 148 kN/m
Deformación por fluencia (luego de 2 años a 50% de la carga de ruptura) Longitudinal	≤ 1,0 %
Coefficiente de interacción Suelos finos Suelos arenosos	≥ 0,8 ≥ 0,9
Dimensiones estándar de los rollos Ancho Longitud (**)	5,0 m 200,0 m

* Materiales certificados ISO 9001

** Longitudes especiales son posibles

Derechos de modificación reservados para efectos de mejora en el producto.

Actualización: 01/2014

HaTe® 35/35

Descripción del material: Geotextil tejido biaxial de Polipropileno de alto módulo inicial y elevada resistencia a la degradación ambiental.

Principales Aplicaciones: Separación, refuerzo y protección de estructuras y sistemas expuestos en obras geotécnicas y de Ingeniería hidráulica.

Propiedades (*)	HaTe® 35/35
Materia prima principal	Polipropileno (PP)
Resistencia a la tracción nominal (EN ISO 10.319 / ASTM D-4595) - Dirección longitudinal - Dirección transversal	≥ 35 kN/m ≥ 35 kN/m
Deformación en la resistencia nominal (EN ISO 10.319 / ASTM D-4595) - Dirección longitudinal - Dirección transversal	≤ 15,0 % ≤ 15,0 %
Tamaño de abertura aparente característico (EN ISO 12.956) Tolerancia	≤ 0,20 mm ± 0,05 mm
Índice de permeabilidad normal al plano (EN ISO 11.058) Tolerancia	≥ 15 l/m ² /s ± 5 l/m ² /s
Resistencia UV <i>Resistencia luego de 4300 h de exposición</i> (DIN EN 12.224)	≥ 80 %
Dimensiones estándar de los rollos - Ancho - Longitud (**)	5,00 m 200,0 m

(*) Materiales Certificados ISO 9001.

(**) Longitudes especiales son posibles.

Hoja técnica en términos MARV – Valor mínimo promedio por rollo (95% de nivel de confiabilidad).

Este documento es propiedad de Huesker.

Huesker se reserva el derecho de efectuar alteraciones en su formato o contenido sin previo aviso.

www.huesker.com

HUESKER
Ideen. Ingenieure. Innovationen.



INSTRUCCIONES GENERALES PARA EL ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE GEOMALLAS DE REFUERZO

Versão 1.0 (2014)

INSTRUCCIONES GENERALES PARA EL ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE GEOMALLAS DE REFUERZO

Versão 1.0 (2014)

Contenido

Item 1.	Entrega y Almacenamiento.....	2
Item 2.	Identificación.....	4
Item 3.	Control y Aseguramiento de la Calidad (CC / CA).....	5
Item 4.	Instalación.....	7

Item 1. Entrega y Almacenamiento

- ✓ Durante todo el período de transporte y almacenaje, se deberán evitar ambientes agresivos y el contacto o exposición directa de la geomalla con materiales que puedan deteriorarla. El producto deberá mantenerse a temperaturas inferiores a 65°C.

- ✓ Las geomallas son suministradas en rollos. Cada rollo o bobina es conformado por un panel unitario de 5,0 m de ancho, con longitudes estándar que varían de 50 a 200 m, según el peso total de los rollos y la resistencia del producto (Ver tabla abajo).



Producto (Resistencia nominal longitudinal)	Longitud estándar (*)
Hasta 200 kN/m	200 m
Superior a 200 kN/m, y hasta 600 kN/m	100 m
Superior a 600 kN/m,	50 m

(*) Longitudes diferentes a las estándar son posibles sobre encomienda.

- ✓ Los rollos son protegidos por envolturas plásticas resistentes a todas las solicitaciones habituales durante el transporte y otros agentes externos.
- ✓ Los rollos deben ser dispuestos en pilas (con 5 niveles como máximo), preferiblemente en un lugar local cubierto y aireado (sombra y libre de lluvia). Los rollos deben ser apoyados sobre un terreno liso y nivelado. Eventualmente podrán usarse estantes de baja altura para evitar el contacto con agua, los cuales deberán estar libres de puntas y esquinas que puedan dañar el material.

- ✓ No habiendo disponibilidad de área cubierta, se recomienda cubrir la pila de rollos con una lona o cubierta plástica.
- ✓ Para una mejor identificación del producto, principalmente luego de la retirada de la envoltura de protección, se recomienda un almacenamiento selectivo, agrupándose separadamente los rollos o paneles por especificación de producto.
- ✓ La carga y descarga del material y el traslado al lugar de almacenaje en obra puede ser realizado mediante el uso de un camión con grúa munck o con un equipo pala cargador, con el auxilio de un cable resistente enlazado en las dos puntas de los rollos.



- ✓ Para la abertura del embalaje de protección, cada rollo posee un cordón fijado en ambos extremos, que debe ser jalado para rasgar la envoltura plástica.



Item 2. Identificación

- ✓ Cada rollo es identificado por la especificación del material en rótulos adhesivos de Huesker.



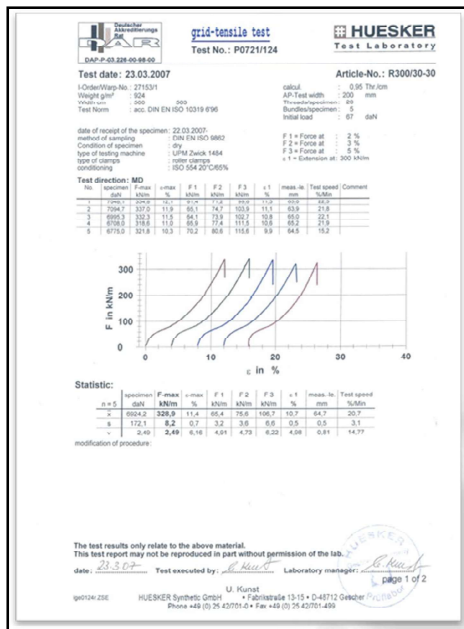
- ✓ Esta identificación cumple con las normas internacionales vigentes aplicables a este ítem. En Brasil por ejemplo, la norma vigente para la identificación de materiales geosintéticos es la ABNT 12592 – *Geossintéticos: Identificação para fornecimento*.
- ✓ En el respectivo rótulo de cada bobina son informados:
 - especificación / modelo del material;
 - materia prima principal,
 - dimensiones del panel completo en el rollo;
 - peso bruto del rollo;
 - lote de fabricación y número de la bobina en el lote;
 - número individual del rollo (código de barras).

Item 3. Control y Aseguramiento de la Calidad (CC / CA)

- ✓ Todos los lotes de fabricación son ensayados para el correspondiente control de calidad en el propio laboratorio de ensayos de Huesker.
- ✓ El laboratorio posee Certificado DAR de acreditación, que asegura la competencia e idoneidad para la realización de ensayos de control de calidad y de inspección de todos los productos fabricados por Huesker.
- ✓ El control de calidad hace parte del proceso normal de fabricación, control y expedición, conforme la Certificación ISO 9001 de Huesker.
- ✓ El control de calidad por lote de fabricación de la geomalla es realizado a través de ensayos de tracción de faja ancha de acuerdo con las normas vigentes (DIN EN ISO 10.319 – Geotextiles – *wide-width tensile tests* y ASTM 6637).



- ✓ Junto con los materiales entregados, Huesker presenta copias de los informes de control de calidad para cada uno de los lotes de fabricación.



En el encabezado:

Article-No: referencia/especificación del producto

Test Norm: Norma del ensayo DIN EN ISO 10319 8/96

Test direction = Dirección del ensayo:
MD o Warp = longitudinal (rollo)
CMD o Weft = transversal (rollo)

Descripción de la tabla de resultados::

Variable medida:

F-max (x) = resistencia a la tracción de rotura media (obtenidas de 5 especímenes) en kN/m
ε-max (x) = deformación de rotura media (obtenida de 5 especímenes) en %
ε1 (x) = deformación de rotura en la resistencia nominal promedio (obtenida de 5 especímenes) en %.

- ✓ El seguimiento y control de cada rollo entregado en la obra puede ser efectuada de dos maneras: por el número de lote de fabricación más el número del rollo en el lote, o por el número de la bobina (código de barras).

Item 4. Instalación

- ✓ Durante la instalación se deberá evitar la posibilidad de daños a la geomalla por máquinas o equipamientos abrasivos en contacto directo con el material.
- ✓ El terreno donde será posicionada la geomalla, cualquiera que sea el tipo de obra, debe ser preparado de forma a estar lo más plano y limpio posible.



- ✓ En la lateral de los rollos, una flecha indica el sentido de desenrollado del panel de geomalla.





- ✓ Para orientación en el corte de los paneles, cintas métricas de fábrica vienen disponibles en cada rollo de material. Estas cintas traen la especificación del producto impresa.

- ✓ Se recomienda que el corte de los paneles o secciones menores efectuadas a partir del rollo principal sea llevado a cabo en un área que posibilite su fácil manejo.

- ✓ La geomalla puede ser fácilmente cortada en la longitud especificada en el proyecto mediante el uso de navajas o tijera convencionales.



- ✓ Las secciones de geomalla deben estar estirados lo máximo posible, sin presentar dobleces.
- ✓ Los paneles de geomalla deben ser posicionados conforme las indicaciones descritas del proyecto ejecutivo. Dicha instalación puede ser efectuada tanto de forma manual como con el auxilio de equipamientos.
- ✓ Los paneles de geomalla deben estar posicionados de modo que la dirección de mayor resistencia coincida con la de mayor sollicitación en la estructura. Esto debe ser bien definido y descrito en los informes técnicos del proyecto.

- ✓ Sobreposiciones o traslapes longitudinales de las secciones de geomalla deben ser evitadas. En el caso de ser contempladas en el diseño, deben ser realizadas de modo que garanticen la total transferencia de carga en esta dirección. De esta forma, se recomienda que dicha sobreposición sea de por lo menos una longitud equivalente a la longitud del anclaje mínimo calculada.



Este documento contiene recomendaciones generales sobre aspectos constructivos. Para la correcta instalación en cada una de las aplicaciones, deben ser seguidos los procedimientos detallados descritos en los Manuales de Instalación específicos.

Guía de instalación Separación de suelos con geotextil tejido Basetrac Woven

Transporte, Almacenamiento y Manipulación

- Durante la totalidad del período de transporte y almacenamiento, se deben evitar los ambientes agresivos y el contacto o exposición directa del geosintético con materiales que puedan causarle deterioro; se debe evitar que la geogrilla quede expuesta a temperaturas superiores a 65°.
- El geotextil Basetrac es producido en rollos de 5,0m de ancho y largo de 200m.
- Los rollos son protegidos por lonas resistentes a las solicitaciones usuales durante el transporte y la intemperie. Cada rollo es identificado por la especificación del material a través de rótulos adhesivos de la empresa.
- Durante el almacenamiento, se deben evitar ambientes agresivos y el contacto u exposición directa del geotextil con materiales que le puedan provocar deterioro.
Preparación del Terreno



- El terreno donde será colocado el material, cualquiera sea el tipo de obra, debe prepararse de modo que no contenga elementos punzantes o muy irregulares (ramas, piedras, zanjas, hierros). En caso de que se trate de un camino permanente se debe retirar la capa orgánica. Para casos de caminería temporal, no es necesario retirar esta capa.

Instalación del Basetrac/Hate

- El geotextil Basetrac debe ser desenrollado manualmente o por equipamientos que no causen daños al material.
- El geotextil Basetrac debe estar lo más estirado posible, sin presentar pliegues.
- El geotextil Basetrac puede ser fácilmente cortado según lo especificado en el proyecto con el uso de una tijera o trincheta.
- En el caso de que se verifique que el producto Basetrac resulte dañado por una perforación o rasgadura, se deberá cubrir el área afectada con un panel del mismo material, con

dimensiones mínimas de 1,0 x 1,0m.

- La unión lateral entre paneles de Basetrac debe seguir las recomendaciones específicas y pueden ser efectuadas por solape o por costura.

Uniones y anclaje

- En este caso, las **uniones** se podrán realizar exclusivamente **por solape**.
- Dado que la resistencia del geotextil es bi-axial en este caso, puede colocarse tanto longitudinalmente, como en fajas de 5m (ancho del geotextil) transversales al eje.
- En caso de que se coloque longitudinalmente y que el ancho de la plataforma sea superior a las dimensiones del ancho del rollo (5m), será requerido más de un rollo en la base, y se deberá considerar un solape longitudinal de un mínimo de 50 cm
- En este caso, el anclaje necesario debe abarcar todo el ancho base de la plataforma. En caso de que haya un excedente de geotextil, se puede dejar sobrante a los lados de la plataforma y/o envolver la primera capa de material granular, lo cual brinda un confinamiento lateral adicional.



Ejecución del terraplén

- El suelo de cobertura debe ser extendido y compactado de modo de minimizar el riesgo de formación de pliegues y corrimientos de los paneles de geotextil.
- Las máquinas y equipamiento de construcción no deben operar en contacto directo con el tejido. Un espesor mínimo de 20 cm de suelo debe ser extendido sobre el material para permitir el tráfico de máquinas sobre el área cubierta.
- El tejido debe ser cubierto con suelo dentro de los 30 días como máximo, para evitar un tiempo de exposición excesivo.
- Además de no transitar en contacto directo con el material, se deben evitar grandes velocidades y frenadas repentinas para minimizar los corrimientos de los paneles durante la construcción del terraplén.
- Para los solapes longitudinales, el sentido del lanzamiento del terraplén, debe ser coincidente con el sentido de los solapes.



En el caso de terraplenes sobre suelos blandos, las primeras capas de compactación deben ser ejecutadas según las recomendaciones específicas establecidas en el proyecto ejecutivo; normalmente se debe evitar una elevada energía de compactación en las primeras capas, próximas al suelo blando.

GUÍA INSTRUMENTACIÓN DE ASENTAMIENTOS EN TERRAPLÉN SOBRE SUELO BLANDO

Proyecto de Referencia: 250327, Uruguay

Los terraplenes construidos sobre suelos blandos experimentan asentamientos diferenciales a lo largo del tiempo debido a la consolidación del suelo subyacente. Para controlar estos asentamientos y garantizar la estabilidad de la infraestructura, se emplean estrategias como la precarga, que permite la disipación de presiones intersticiales y la consolidación del suelo antes de la colocación de la capa de rodadura. El monitoreo de asentamientos es esencial para determinar el momento adecuado de instalación del pavimento y evitar deformaciones prematuras que comprometan la durabilidad de la carretera.

Es importante destacar que el geosintético de refuerzo basal desempeña un papel fundamental en la estabilidad contra ruptura del terraplén, proporcionando refuerzo y controlando la deformación horizontal. Sin embargo, no es el responsable directo de la reducción de asentamientos. Su contribución se centra en la uniformización de los asentamientos, ayudando a distribuir de manera más homogénea las deformaciones y reduciendo el riesgo de irregularidades en la superficie.

Usaremos los conceptos habitualmente usados en suelos blando para un terraplén sobre un relleno sanitario como la mejor aproximación posible con los datos actuales.

Placas de Asentamiento

Son dispositivos utilizados para medir asentamientos en terraplenes. Estas consisten en una placa base instalada en la superficie del suelo blando antes del inicio de la construcción del



Figura 1. Placa de Asentamientos

terraplén conectada a una varilla vertical que permite registrar la variación de altura con el tiempo.

También es posible, si el terraplén esta correctamente compactado, instalarla en una capa más próxima la parte superior del terraplén para tener menos riesgos de mover la varilla durante la ejecución del terraplén.

Es usual que la varilla (caño) solidario a la placa sea un caño roscado al cual se le van agregando tramos a medida que se va construyendo el terraplén y que se utilice una vaina /caño de mayor diámetro, tal que la varilla interior se mueva libremente dentro del espesor del terraplén.

La medición de asentamientos se realiza a partir de puntos de referencia estables, mediante topografía, permitiendo evaluar la consolidación/asentamiento del suelo y la estabilidad estructural del terraplén.

Se recomienda el esquema de instalación de instrumentación mediante placas de asentamiento, posicionando placas en el eje y en las laterales del terraplén. La distancia longitudinal puede ser entre 20m y 30 m y transversal en los bordes del pavimento.

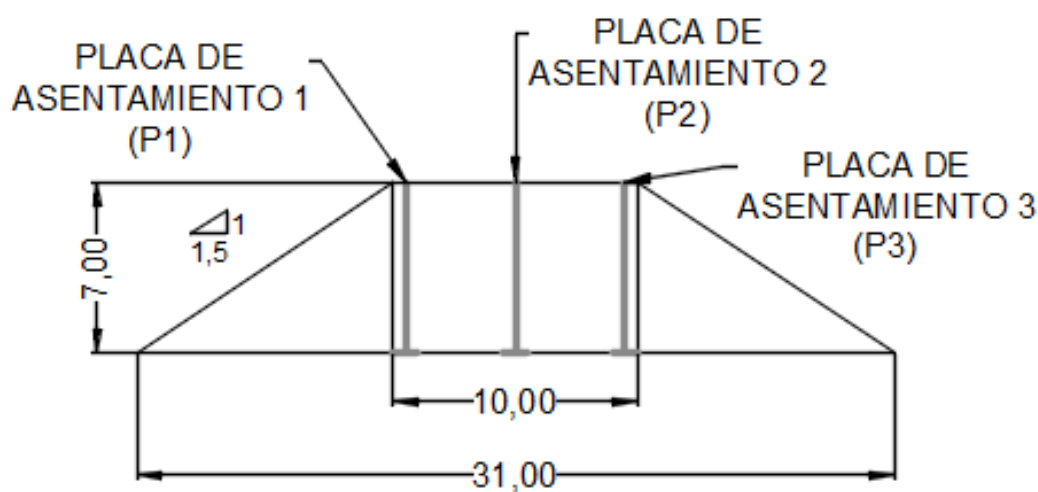


Figura 2.. Propuesta de Instrumentación en terraplén - Perfil.

Monitoreo de las placas de Asentamiento

Para garantizar un control adecuado de los asentamientos, se recomienda la siguiente metodología de monitoreo:

- **Frecuencia de mediciones:**
 - Una vez que se alcance la altura superior del terraplén, realizar mediciones cada 3-7 días, dependiendo de la tasa de asentamiento observada. La elección del número de días depende del constructor de la obra y su disponibilidad de ir a campo.
 - Al acercarse la estabilización del terraplén, las mediciones pueden realizarse en intervalos de 15-20 días hasta alcanzar una tasa de asentamiento considerada estable.
- **Registro de datos:**
 - Se debe registrar el nivel de la placa en función del tiempo y analizar la curva de asentamiento acumulado.
 - Comparar los valores obtenidos con los modelos de predicción de consolidación/asentamiento para evaluar la evolución del proceso.

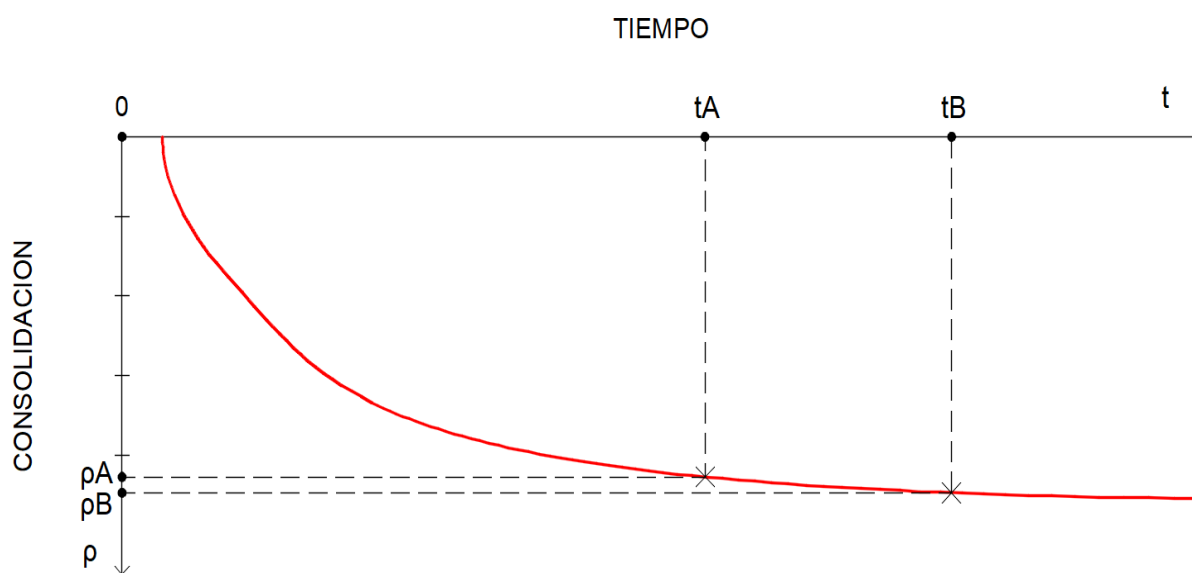


Figura 3. Registro de Asentamientos vs Tiempo

- **Evaluación de estabilidad:**

- El monitoreo debe continuar hasta que la tasa de asentamiento se reduzca a valores aceptables, a través de la metodología de Asaoka, de gráficos ¹congruentes.

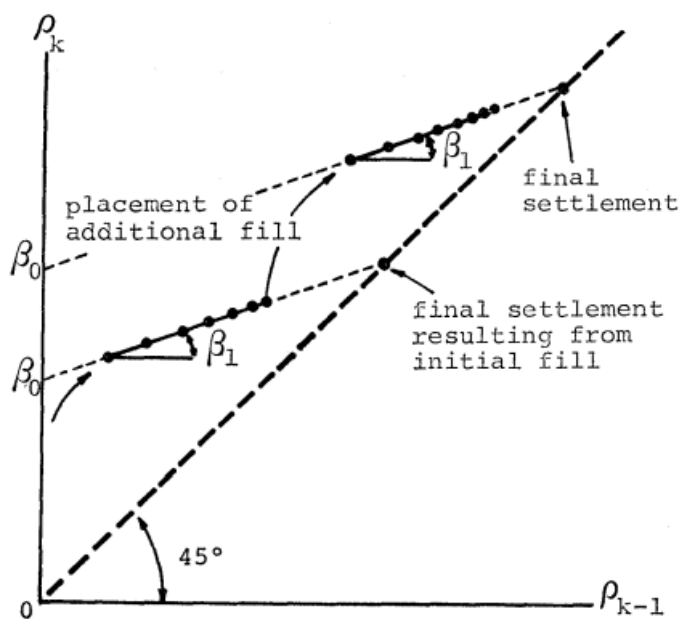


Figura 4. Predicción de Estabilización de Asentamientos Asaoka¹

- **Medición de la distorsión entre placas de asentamiento:**

- La distorsión angular entre dos puntos de medición se obtiene dividiendo la diferencia de asentamientos entre dos placas de recalque por la distancia horizontal entre ellas.
- Matemáticamente, se expresa como: **Distorsión = (Asentamiento 1 - Asentamiento 2) / Distancia entre placas.**
- Esto se deberá realizar tanto longitudinal como transversalmente al eje de la ruta . En este caso, la medición transversal es importante ya que el terraplén tiene apoyo en materiales diferentes (sobre RSU y sobre suelo firme)
- Esta relación permite evaluar la uniformidad de los asentamientos y predecir posibles deformaciones diferenciales que puedan afectar la estabilidad/integridad del pavimento. El pavimento deberá poseer juntas de dilatación que además podrán absorber las distorsiones angulares consideradas aceptables por el ingeniero de pavimentos responsable.

¹ ASAOKA, A. (1978). Observational procedure of settlement prediction. Soils and Foundations, 18, n° 4, pp. 87-101.

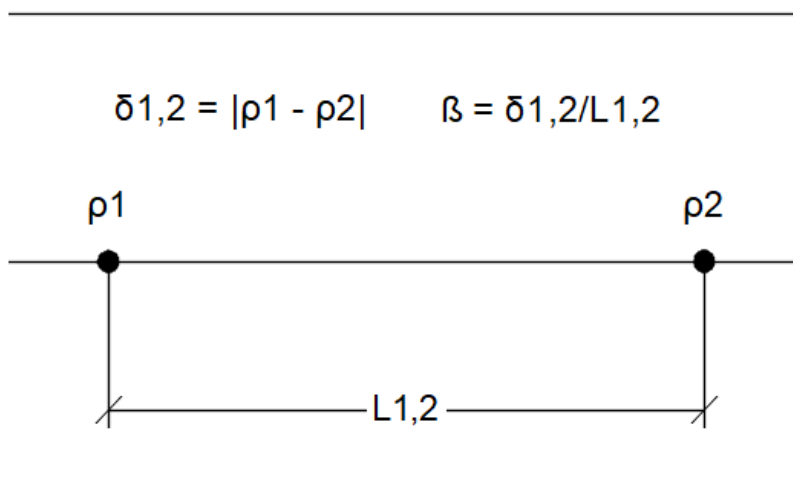


Figura.5 Cálculo de Distorsión entre placas

Criterios para la Instalación del Pavimento

El pavimento de la capa de rodadura puede ser instalado una vez que la tasa de asentamiento se haya reducido a valores aceptables y la distorsión angular dentro del terraplén esté dentro de los límites recomendados por el ingeniero de pavimentos. Por experiencia de este equipo técnico, para garantizar la estabilidad de la carretera, se considera aceptable una distorsión angular de 1:1000, teniendo en cuenta los valores aceptables de distorsión para pavimentos de hormigón. Si los resultados del monitoreo indican que estos valores han sido alcanzados considerando el espesor de terraplén adicional que será utilizado como sobrecarga inicial, y la tasa de asentamiento se encuentra dentro de los límites establecidos, se puede proceder con la instalación del sistema de pavimento.

Departamento de Ingeniería

HUESKER Ltda.

24 de abril de 2025

ANEXO II

GRUPO	RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL	PRECIO	MONTO BASICO
				CONTRATO MODIFICADO		
I	1	Movilización	global	1,00	\$ 4.928.381,85	\$ 4.928.381,85
II	6	Excavación no clasificada	m ³	33.000,00	\$ 259,12	\$ 8.550.960,00
II	7	Excavación no clasificada a depósito	m ³	53.171,14	\$ 213,90	\$ 11.373.306,85
II	8	Excavación no clasificada de préstamo	m ³	82.399,00	\$ 521,07	\$ 42.935.646,93
II	9	Extracción de árboles	c/u	5,00	\$ 12.376,70	\$ 61.883,50
II	25	Escarificado, conformación y compactación de capa de base	m ²	1.500,00	\$ 32,98	\$ 49.470,00
II	26	Ejecución de ensanche de plataforma	m	850,00	\$ 390,10	\$ 331.585,00
II	71	Recuperación ambiental	global	1,00	\$ 7.178.576,62	\$ 7.178.576,62
III	76	Sobret transporte de suelos (distancia libre = 400 metros)	m ³ km	38.163,00	\$ 15,61	\$ 595.724,43
IV	94	Cemento Portland para base estabilizada	ton	366,00	\$ 5.706,36	\$ 2.088.527,76
VI	111	Ejecución de riego bituminoso de imprimación	m ²	30.187,00	\$ 22,21	\$ 670.453,27
VI	115	Ejecución de riego bituminoso de imprimación reforzada	m ²	820,00	\$ 22,20	\$ 18.204,00
VII	127	Sub base granular con CBR > 20% (con transporte)	m ³	6.770,00	\$ 660,96	\$ 4.474.699,20
VII	133	Base granular con CBR > 80% (con transporte)	m ³	4.898,00	\$ 739,97	\$ 3.624.373,06
VII	135	Material granular para bacheo previo (con transporte)	m ³	1.500,00	\$ 1.236,17	\$ 1.854.255,00
VII	181	Reciclado de pavimentos	m ²	29.050,00	\$ 130,07	\$ 3.778.533,50
IX	211	Agregados pétreos gruesos y medianos para tratamientos	m ³	25,00	\$ 1.748,15	\$ 43.703,75
IX	212	Agregado fino para tratamientos	m ³	186,00	\$ 1.287,92	\$ 239.553,12
IX	215	Suministro y colocación de arena	m ³	3.500,00	\$ 1.746,96	\$ 6.114.360,00
XIII	261	Hormigón armado clase VII para alcantarillas (con tratamiento)	m ³	118,00	\$ 59.683,00	\$ 7.042.594,00
XIII	274	Alcantarillas de caño de hormigón armado de 60 cm (sin cabezales)	m	502,00	\$ 8.511,28	\$ 4.272.662,56
XIII	281	Cabezales de hormigón armado clase VII para alcantarillas de caños	m ³	16,00	\$ 50.148,32	\$ 802.373,12
XIII	289	Cordones de hormigón armado clase VII	m	106,00	\$ 1.683,68	\$ 178.470,08
XIII	299	Bocas de tormenta BTA	c/u	9,00	\$ 150.444,96	\$ 1.354.004,64
XIV	311	Alambrados	ml	3.310,00	\$ 525,00	\$ 1.737.750,00
XVII	382	Señalización de obra	global	1,00	\$ 796.567,16	\$ 796.567,16
XX	429	Acondicionamiento de cantero	m ²	887,00	\$ 242,62	\$ 215.203,94
XXXI	528	Veredas de baldosas de 9 panes	m ²	84,00	\$ 1.915,11	\$ 160.869,24
XXXII	536	Cordón cuneta	m	550,00	\$ 3.200,26	\$ 1.760.143,00
XXXII	537	Pavimento de adoquines de hormigón	m ²	167,00	\$ 2.441,51	\$ 407.732,17
XXXII	542	Pavimento de hormigón simple de 0,22 m de espesor	m ²	22.480,00	\$ 2.569,55	\$ 57.763.484,00
XXXII	550	Pavimento de hormigón simple de 0,24 m de espesor	m ²	5.300,00	\$ 2.887,11	\$ 15.301.683,00
XXXVIII	599	Suministro y colocación de geogrilla	m ²	5.580,00	955,82	\$ 5.333.475,60
XXXVIII	599	Suministro y colocación de geotextil	m ²	6.045,00	111,90	\$ 676.435,50
XLI	621-1	Suministro y colocación de defensas metálicas H1W4 ó 5A	m	600,00	\$ 2.204,54	\$ 1.322.724,00
XLI	624	Poste de caño para señales	m	246,00	\$ 2.108,90	\$ 518.789,40
XLI	624-2	Soporte para señales de 2,40 x 2,40 EN12767	c/u	3,00	\$ 15.312,93	\$ 45.938,79
LXIX	873	Cordones de hormigón simple	m	572,00	\$ 1.235,83	\$ 706.894,76
LXXX	912	Alimentación	pers.mes	48,00	\$ 50.137,51	\$ 2.406.600,48
LXXXI	914b	Suministro de locomoción	veh.mes	12,00	\$ 141.354,77	\$ 1.696.257,24
LXXXII	915b	Suministro de locomoción sin chofer	veh.mes	24,00	\$ 69.256,39	\$ 1.662.153,36
LXXXIX	929	Alojamiento para personal de inspección	casa.mes	12,00	\$ 68.139,36	\$ 817.672,32
LXXXIX	930	Alojamiento para gerente de obra	casa.mes	12,00	\$ 43.175,93	\$ 518.111,16
LXXXIX	1302	Ayuda para adecuación de servicios públicos	global	1,00	\$ 1.361.988,09	\$ 1.361.988,09
LXXXIX	1303	Suministro y colocación de placas	global	1,00	\$ 139.998,75	\$ 139.998,75
LXXXIX	1303	Ejecución de precarga	mes	2,00	\$ 480.000,00	\$ 960.000,00
CXXXI	2113	Acondicionamiento de isletas	m ²	400,00	\$ 261,94	\$ 104.776,00
CLII	2135	Suministro, transporte y elaboración de emulsiones asfálticas	m ³	33,00	\$ 54.722,45	\$ 1.805.840,85
CL	2376	Fresado	m ³	53,00	\$ 1.989,14	\$ 105.424,42
CCCI	3010	Señales clase 1 instaladas	m ²	103,00	\$ 7.759,98	\$ 799.277,94
CCCII	3017	Poste para señales instalado	m ³	1,00	\$ 66.641,26	\$ 66.641,26
CCCIV	3042	Tachas instaladas	c/u	542,00	\$ 187,60	\$ 101.679,20
CCCIV	3043	Línea de eje aplicado en caliente	m ²	90,00	\$ 715,22	\$ 64.369,80
CCCIV	3044	Línea de borde aplicado en caliente	m ²	864,00	\$ 715,23	\$ 617.958,72
CCCIV	3045	Línea amarilla aplicado en caliente	m ²	432,00	\$ 715,22	\$ 308.975,04
CCCIV	3046	Superficies apicadas en caliente	m ²	200,00	\$ 1.432,25	\$ 286.450,00
CCCV	3051	Superficies pintadas (puentes, cordones)	m ²	400,00	\$ 400,72	\$ 160.288,00
CDVII	4063	Elementos de contralor	global	1,00	\$ 184.326,26	\$ 184.326,26
		Iluminación de rotonda intersección con Ruta 3	global	1,00	\$ 8.807.105,61	\$ 8.807.105,61
		Ayuda para entubado de La Casilla	global	1,00	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00
		Corrimiento de CAIF	global	1,00	\$ 12.000.000,00	\$ 12.000.000,00
						\$ 239.285.887,30

ANEXO III

GRUPO	RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL CONTRATO MODIFICADO	PRECIO UNITARIO	MONTO BASICO TOTAL CONTRATO MODIFICADO	Acumulado a Marzo-26	Abr-26	May-26	Jun-26	Jul-26	Ago-26	set-26	Oct-26
II	6	Excavación no clasificada	m³	33.000,00	\$ 259,12	\$ 8.550.960,00	7.446.207,41	138.095,41	138.095,41	138.095,41	138.095,41	138.095,41	138.095,41	276.190,83
II	7	Excavación no clasificada a depósito	m³	53.171,14	\$ 213,90	\$ 11.373.306,85	8.734.820,40	96.605,80	96.605,80	96.605,80	96.605,80	96.605,80	96.605,80	193.211,59
II	8	Excavación no clasificada de préstamo	m³	82.399,00	\$ 521,07	\$ 42.935.646,93	37.903.887,58	711.317,87	704.570,01	704.570,01	704.570,01	704.570,01	704.570,01	804.172,23
II	9	Extracción de árboles	c/u	5,00	\$ 12.376,70	\$ 61.883,50	91.092,51	-	-	-	-	-	-	-
II	25	Escarificado, conformación y compactación de capa de base	m²	1.500,00	\$ 32,98	\$ 49.470,00	-	-	-	-	49.470,00	-	-	-
II	26	Ejecución de ensanche de plataforma	m	850,00	\$ 390,10	\$ 331.585,00	-	-	-	-	331.585,00	-	-	-
II	71	Recuperación ambiental	global	1,00	\$ 7.178.576,62	\$ 7.178.576,62	2.512.501,82	215.357,30	143.571,53	143.571,53	143.571,53	143.571,53	143.571,53	3.732.859,84
III	76	Sobretorre de suelos (distancia libre = 400 metros)	m³.km	38.163,00	\$ 15,61	\$ 595.724,43	330.622,61	-	-	-	265.101,82	-	-	-
IV	94	Cemento Portland para base estabilizada	ton	366,00	\$ 5.706,36	\$ 2.088.527,76	1.863.525,99	-	-	-	684.763,20	-	-	-
VI	111	Ejecución de riego bituminoso de imprimación	m²	30.187,00	\$ 22,21	\$ 670.453,27	494.343,07	-	-	-	183.251,16	-	-	-
VI	115	Ejecución de riego bituminoso de imprimación reforzada	m²	820,00	\$ 22,20	\$ 18.204,00	-	2.255,30	2.275,50	2.275,50	2.275,50	2.275,50	2.275,50	4.551,00
VII	127	Sub base granular con CBR > 20% (con transporte)	m³	6.770,00	\$ 660,96	\$ 4.474.699,20	3.752.269,92	-	-	832.809,60	-	-	-	-
VII	133	Base granular con CBR > 80% (con transporte)	m³	4.898,00	\$ 739,97	\$ 3.624.373,06	3.275.107,22	-	-	865.764,90	-	-	-	-
VII	135	Material granular para bacheo previo (con transporte)	m³	1.500,00	\$ 1.236,17	\$ 1.854.255,00	233.401,26	222.510,60	222.510,60	222.510,60	222.510,60	222.510,60	222.510,60	445.021,20
VII	181	Reciclado de pavimentos	m²	29.050,00	\$ 130,07	\$ 3.778.533,50	2.942.214,62	-	-	-	1.073.077,50	-	-	-
IX	211	Agregados pétreos gruesos y medianos para tratamientos	m³	25,00	\$ 1.748,15	\$ 43.703,75	-	-	-	-	43.703,75	-	-	-
IX	212	Agregado fino para tratamientos	m³	186,00	\$ 1.287,92	\$ 239.553,12	41.213,44	-	-	-	79.554,82	-	-	-
IX	215	Suministro y colocación de arena	m³	3.500,00	\$ 1.746,96	\$ 6.114.360,00	-	4.821.609,60	-	-	-	-	-	-
XIII	261	Hormigón armado clase VII para alcantarillas (con tratamiento superfic	m³	118,00	\$ 59.683,00	\$ 7.042.594,00	7.798.180,78	-	-	-	-	-	-	-
XIII	274	Alcantarillas de caño de hormigón armado de 60 cm (sin cabezales)	m	502,00	\$ 8.511,28	\$ 4.272.662,56	978.797,20	-	-	-	1.668.210,88	1.625.654,48	-	-
XIII	281	Cabezales de hormigón armado clase VII para alcantarillas de caños	m³	16,00	\$ 50.148,32	\$ 802.373,12	24.071,19	389.150,96	389.150,96	-	-	-	-	-
XIII	289	Cordones de hormigón armado clase VII	m	106,00	\$ 1.683,68	\$ 178.470,08	-	178.470,08	-	-	-	-	-	-
XIII	299	Bocas de tormenta BTA	c/u	9,00	\$ 150.444,96	\$ 1.354.004,64	-	-	-	-	752.224,80	601.779,84	-	-
XIV	311	Alambrados	ml	3.310,00	\$ 525,00	\$ 1.737.750,00	-	1.737.750,00	-	-	-	-	-	-
XVII	382	Señalización de obra	global	1,00	\$ 796.567,16	\$ 796.567,16	796.567,16	-	-	-	-	-	-	-
XX	429	Acondicionamiento de cantero	m²	887,00	\$ 242,62	\$ 215.203,94	-	215.203,94	-	-	-	-	-	-
XXXI	528	Veredas de baldosas de 9 panes	m²	84,00	\$ 1.915,11	\$ 160.869,24	-	-	-	-	-	160.869,24	-	-
XXXII	536	Cordón cuneta	m	550,00	\$ 3.200,26	\$ 1.760.143,00	-	-	-	-	1.760.143,00	-	-	-
XXXII	537	Pavimento de adoquines de hormigón	m²	167,00	\$ 2.441,51	\$ 407.732,17	-	407.732,17	-	-	-	-	-	-
XXXII	542	Pavimento de hormigón simple de 0,22 m de espesor	m²	22.480,00	\$ 2.569,55	\$ 57.763.484,00	36.049.347,55	-	3.984.241,45	-	-	17.083.737,97	-	-
XXXII	550	Pavimento de hormigón simple de 0,24 m de espesor	m²	5.300,00	\$ 2.887,11	\$ 15.301.683,00	14.236.339,41	-	-	1.065.343,59	-	-	-	-
XXXVIII	599	Suministro y colocación de georilla	m²	5.580,00	955,82	\$ 5.333.475,60	-	5.365.266,17	-	-	-	-	-	-
XXXVIII	599	Suministro y colocación de geotextil	m²	6.045,00	111,90	\$ 676.435,50	-	676.435,50	-	-	-	-	-	-
XLI	621-1	Suministro y colocación de defensas metálicas H1W4 ó 5A	m	600,00	\$ 2.204,54	\$ 1.322.724,00	-	-	-	-	-	-	-	1.322.724,00
XLI	624	Poste de caño para señales	m	246,00	\$ 2.108,90	\$ 518.789,40	-	-	259.394,70	-	-	-	-	259.394,70
XLI	624-2	Soporte para señales de 2,40 x 2,40 EN12767	c/u	3,00	\$ 15.312,93	\$ 45.938,79	-	-	22.969,40	-	-	-	-	22.969,40
LXIX	873	Cordones de hormigón simple	m	572,00	\$ 1.235,83	\$ 706.894,76	-	-	706.894,76	-	-	-	-	-
LXXX	912	Alimentación	pers.mes	48,00	\$ 50.137,51	\$ 2.406.600,48	701.925,14	50.137,51	50.137,51	50.137,51	50.137,51	50.137,51	50.137,51	50.137,51
LXXXI	914b	Suministro de locomoción	veh.mes	12,00	\$ 141.354,77	\$ 1.696.257,24	-	-	-	-	-	-	-	-
LXXXII	915b	Suministro de locomoción sin chofer	veh.mes	24,00	\$ 69.256,39	\$ 1.662.153,36	2.881.065,82	207.769,17	207.769,17	207.769,17	207.769,17	207.769,17	207.769,17	207.769,17
LXXXIX	929	Alojamiento para personal de inspección	casa.mes	12,00	\$ 68.139,36	\$ 817.672,32	-	-	-	-	-	-	-	-
LXXXIX	930	Alojamiento para gerente de obra	casa.mes	12,00	\$ 43.175,93	\$ 518.111,16	7.771,67	-	-	-	-	-	-	-
LXXXIX	1302	Ayuda para adecuación de servicios públicos	global	1,00	\$ 1.361.988,09	\$ 1.361.988,09	2.042.982,14	-	-	-	-	-	-	-
LXXXIX	1303	Suministro y colocación de placas	global	1,00	\$ 139.998,75	\$ 139.998,75	-	139.998,75	-	-	-	-	-	-
LXXXIX	1303	Ejecución de precarga	mes	2,00	\$ 480.000,00	\$ 960.000,00	-	2.400.000,00	480.000,00	480.000,00	-	-	-	-
CXXXI	2113	Acondicionamiento de isletas	m²	400,00	\$ 261,94	\$ 104.776,00	-	104.776,00	-	-	-	-	-	-
CLII	2135	Suministro, transporte y elaboración de emulsiones asfálticas	m³	33,00	\$ 54.722,45	\$ 1.805.840,85	1.219.216,19	586.624,66	-	-	-	-	-	-
CLI	2376	Fresado	m³	53,00	\$ 1.989,14	\$ 105.424,42	-	-	-	-	-	105.424,42	-	-
CCCI	3010	Señales clase 1 instaladas	m²	103,00	\$ 7.759,98	\$ 799.277,94	-	-	399.638,97	-	-	-	-	399.638,97
CCCI	3017	Poste para señales instalado	m³	1,00	\$ 66.641,26	\$ 66.641,26	-	-	33.320,63	-	-	-	-	33.320,63
CCCI	3042	Tachas instaladas	c/u	542,00	\$ 187,60	\$ 101.679,20	-	-	-	37.520,00	-	-	-	64.159,20
CCCI	3043	Línea de eje aplicado en caliente	m²	90,00	\$ 715,22	\$ 64.369,80	-	-	25.747,92	-	-	-	-	38.621,88
CCCI	3044	Línea de borde aplicado en caliente	m²	864,00	\$ 715,23	\$ 617.958,72	-	-	247.183,49	-	-	-	-	372.205,69
CCCI	3045	Línea amarilla aplicado en caliente	m²	432,00	\$ 715,22	\$ 308.975,04	-	-	123.590,02	-	-	-	-	183.954,58
CCCI	3046	Superficies aplicadas en caliente	m²	200,00	\$ 1.432,25	\$ 286.450,00	-	-	114.580,00	-	-	-	-	171.870,00
CCCV	3051	Superficies pintadas (puentes, cordones)	m²	400,00	\$ 400,72	\$ 160.288,00	-	-	64.115,20	-	-	-	-	96.172,80
CDVII	4063	Elementos de contralor	global	1,00	\$ 184.326,26	\$ 184.326,26	418.420,61	-	-	-	-	-	-	-
		Iluminación de rotonda intersección con Ruta 3	global	1,00	\$ 8.807.105,61	\$ 8.807.105,61	8.807.105,61	-	-	-	-	-	-	-
		Ayuda para entubado de La Casilla	global	1,00	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00	5.000.000,00	-	-	-	-	-	-	-
		Corrimiento de CAIF	global	1,00	\$ 12.000.000,00	\$ 12.000.000,00	12.000.000,00	-	-	-	-	-	-	-
						\$ 239.285.887,30								

Monto total del contrato (\$):	\$	239.285.887,30	Monto Total por mes (\$):	\$	167.511.380,17	\$	18.667.066,79	\$	8.416.363,03	\$	4.846.973,62	\$	8.456.621,46	\$	21.143.001,48	\$	1.565.535,53	\$	8.678.945,22	
Monto total acumulado (\$):	\$	167.511.380,17	\$	186.178.446,96	\$	194.594.809,99	\$	199.441.783,61	\$	207.898.405,07	\$	229.041.406,55	\$	230.606.942,08	\$	239.285.887,30				
					70%		78%		81%		83%		87%		96%		96%		100%	

Para constancia y en prueba de conformidad ambas partes suscriben el presente contrato:

Por CORPORACIÓN VIAL DEL URUGUAY S.A.

Ec. Pablo Gutiérrez
Vice Presidente

Cr Mario Piacenza
Presidente

Por SERVIAM SA

Ing. Carlos Terreno