

CONSORCIO FAMCOVA - ESTRATEGA - CCOCIMO
Teléfono (506) 2487-8724 Fax (506) 2487-8808

Alajuela, 10 de mayo del 2022

COFEC-(1-4)-0155-2022

Asunto	Corrección de diseño Ruta 124, zona 1-4 Alajuela sur
---------------	---

Ing. Luis A. Alvarado Arce
Ingeniero de Proyectos. Zona 1-4
Licitación Pública 2014LN-000017-0CV00.
CONAVI

CONAVI.V.U.RECIBIDO
11MAY'22'12:52 04281
WILBER

Estimado Ingeniero:

Me permito adjuntar, el diseño de muro anclado sobre la ruta nacional 124, en el sector del puente sobre Rio Ciruelas, con las correcciones y subsanes solicitados.

Se procedió a revisar los cambios específicos solicitados, las variaciones están en el nuevo diseño presentado por la empresa.

Esto para trámite ante la Dirección de Diseño de Vías y Puentes.

Atentamente



Luis Carlos Corrales Xatruch
CONSORCIO FAMCOVA-ESTRATEGA-CCOCIMO
Representante Legal

cc.: Archivo
LCCX: amr

CHS-02-2022-00272-09/05/2022

San José, 09 de mayo de 2022.

Referencia: Entrega de diseño de
muro Ruta 124 Zona 1-4 Alajuela Sur,
de la Licitación Pública No.2014LN-
000017-0CV00.

Señor
Ing. Luis Carlos Corrales Xatruch
Administrador Vial Zona 1-4 Alajuela Sur
Consorcio FAMCOVA- ESTRATEGA-CCOCIMO

Asunto: Entrega de diseño de Subsane muro Ruta 124

Por medio de la presente se hace entrega del diseño del subsane del muro la ruta 124.

Indicamos como medio de notificaciones el correo electrónico
conservacionvial@hsolis.com

Agradeciendo la atención a la presente, me despido de usted.

Saludos cordiales.




Ing. Oscar Rodríguez Vega
Ingeniero Constructora Hernán Solís, SRL.
orodriguez@hsolis.com



Copias:
Cc/Archivo
Ing. Keylor Godínez
Hernán Solís

Gerente de Proyectos de constructora

Número de Informe: INF# LAB-393-2018

Laboratorio: BEL Ingeniería

Fecha: 14/09/2018

Dirección del Laboratorio: 6.5km al oeste del Aeropuerto
Juan Santamaría, contiguo Zona Franca Pro Park



Datos del Cliente

Empresa: Constructora Hernán Solís

Dirección Proyecto: Ruta No.124, Alajuela
Sur; Línea 4, zona 1-4

Proyecto: Conservación Vial .Licitación
Publica No. 2014 LN-000017-
OCV00 "Mantenimiento
rutinario con equipo y
rehabilitación del sistema de
evacuación pluvial de la red
vial nacional pavimentada."

Dirigido a: Ing. Bernardo Jiménez

Con copia a: N/A

Dirección del Cliente: Alajuela, Costa Rica

Datos de Control

Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo

El laboratorio realizó el muestreo: N/A

Fecha de realización del muestreo: 05/09/2018

Lugar de muestreo: Ruta No.124 (La Guácima, Alajuela)

Procedimiento de Muestreo: Perforación a rotación diametral

Condiciones ambientales durante el muestreo: N/A

Material muestreado: 1.Suelos

Información del Método de Ensayo Utilizado

Lugar de realización de los ensayos: Laboratorio de calidad, BEL Ingeniería

Fecha de recepción de la Muestra: 11/09/2018

Periodo ejecución de los ensayos: 11/09/2018 al 14/09/2018

Ensayos realizados:

- Análisis granulométrico en tamices de agregado fino y grueso ASTM C136 (GN-P03) (*)
- Lavado del material que pasa por el tamiz 75 µm en agregados minerales ASTM C117 (GN-P02) (*)
- Límite líquido, AASHTO T-89 (GN-P09) (*)
- Límite plástico, AASHTO T-90 (GN-P10) (*)

- Determinación en el laboratorio del contenido de humedad de los suelos y combinación de agregados finos y gruesos, ASTM D2216 (GN-P08) (*)

***Ensayo acreditado**

****Ensayo no acreditado**

Ver alcance en www.eca.or.cr.

Laboratorio Acreditado: INTE ISO/IEC 17025:2005

Los resultados que se presentan a continuación se refieren únicamente a las muestras ensayadas y/o pruebas de campo realizadas y al momento y condiciones en que se realizaron los ensayos.

El Informe de Ensayo no es válido sin la firma respectiva de aprobación. No se permite la reproducción parcial del Informe de Ensayo sin previa autorización escrita de Bel Ingeniería, Laboratorio de Calidad.

Resultados de pruebas de laboratorio

A continuación se presentan las pruebas de laboratorio efectuadas.

Pruebas de Laboratorio – No. Orden : 540-18

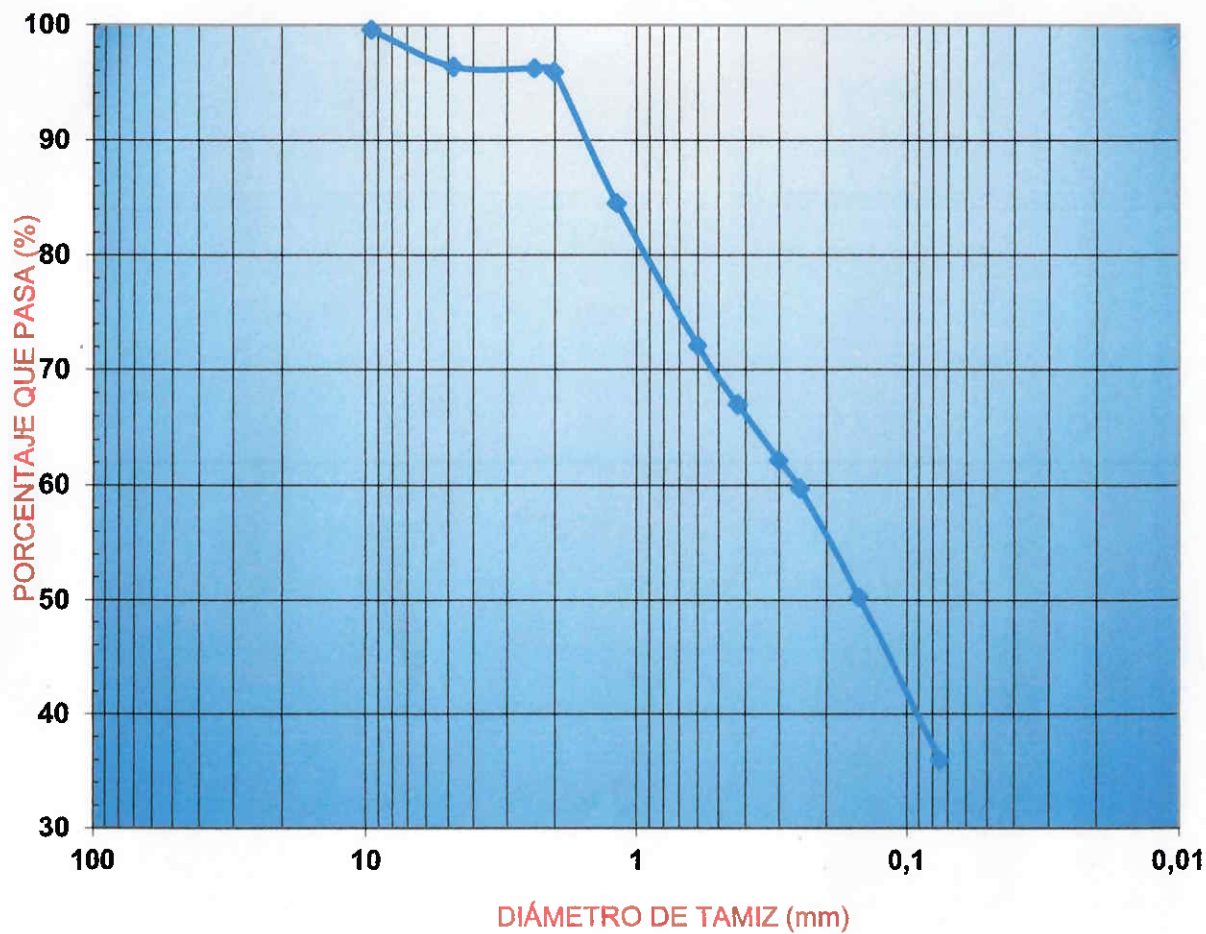
1. Caracterización de Suelos

Tabla No.1

Descripción de pruebas, registros y consecutivos utilizados	Límites de Atterberg	GN-P09-R02 L2/264-18	GN-P09-R02 L2/265-18	GN-P09-R02 L2/266-18
	Humedad	GN-P08-R02 L2/045-18	GN-P08-R02 L2/046-18	GN-P08-R02 L2/047-18
	Granulometría	GN-P03-R02 L1/465-18	GN-P03-R02 L1/466-18	GN-P03-R02 L1/467-18
Ensayo		Suelo, Profundidad 2,00 m - 4,00 m	Suelo, Profundidad 6,00 m - 8,00 m	Suelo, Profundidad 10,00 m - 12,00 m
Clasificación SUCS		SC	SM	SM
Limite Líquido (%)		44,00	53,00	42,00
Índice Plástico (%)		17,59	15,53	14,53
Humedad (%)		35,62	41,01	34,89
Granulometría		% Pasando	% Pasando	% Pasando
Malla (3/4")		100	100	100
Malla (1/2")		100	99	100
Malla (3/8")		100	98	100
Malla No.4		96	88	94
Malla No. 8		96	71	76
Malla No. 10		96	67	72
Malla No. 16		85	56	63
Malla No. 30		72	46	55
Malla No. 40		67	42	52
Malla No. 50		62	38	49
Malla No. 60		60	36	47
Malla No. 100		50	29	40
Malla No. 200		35,9	22,7	27,9

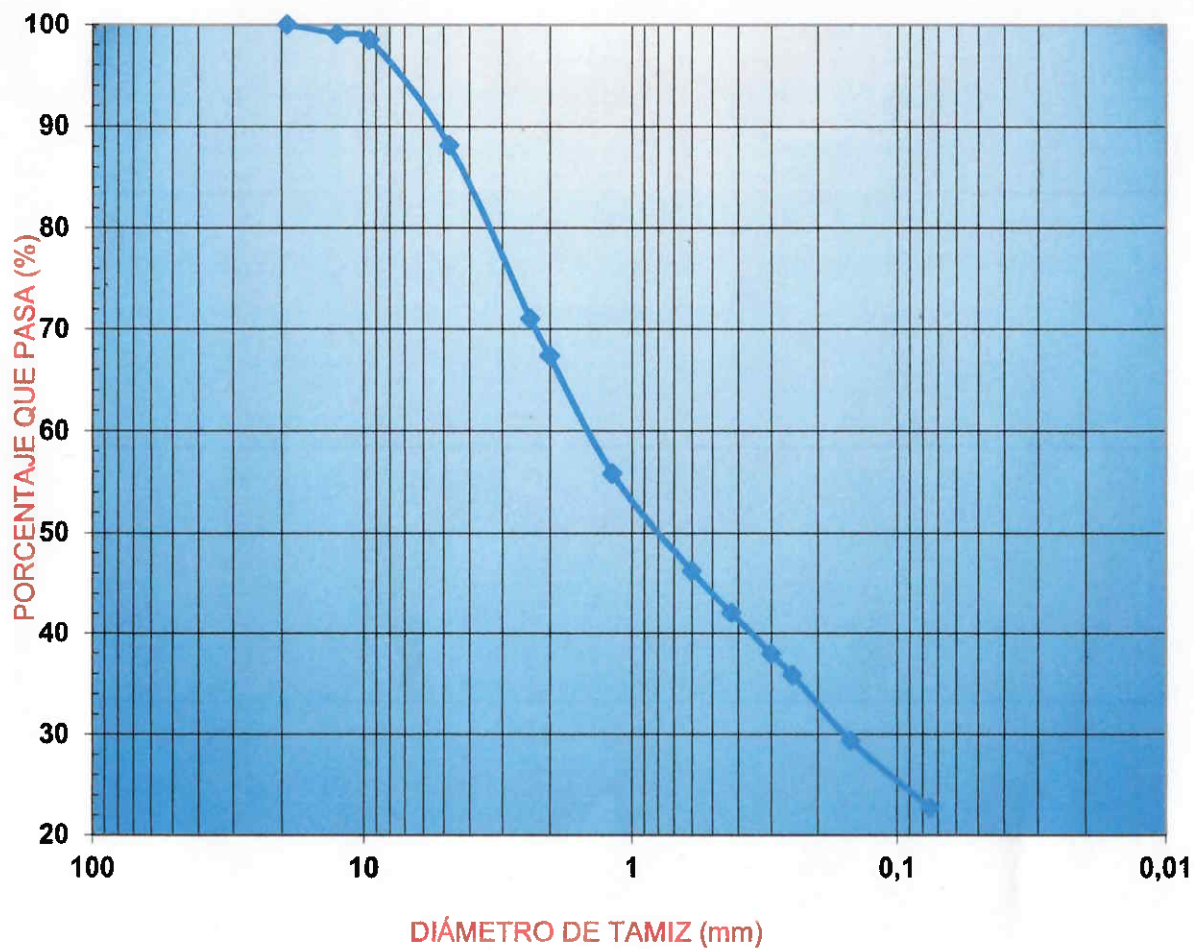
1. Suelo, profundidad 2,00 m – 4,00 m

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



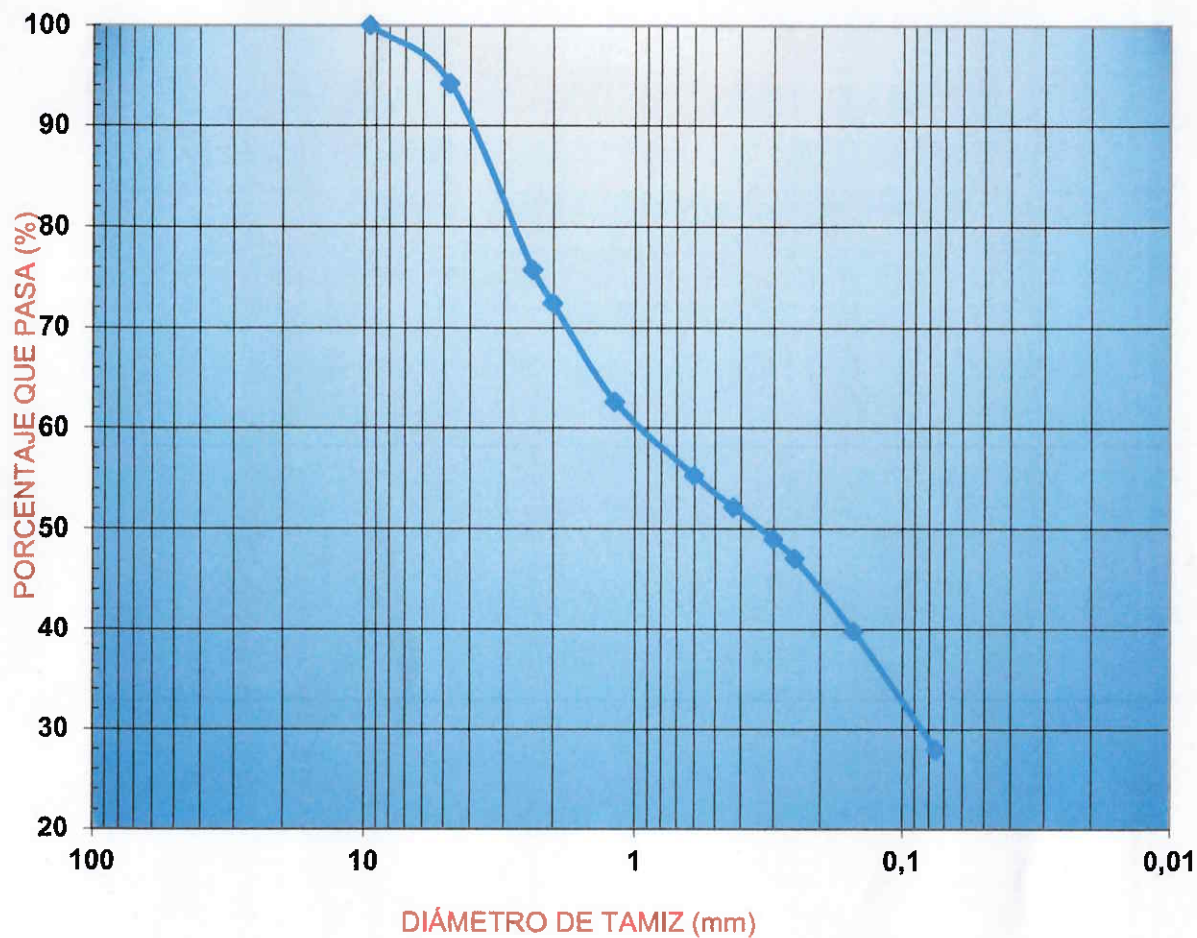
2. Suelo, profundidad 6,00 m – 8,00 m

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3. Suelo, profundidad 10,00 m – 12,00 m

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Marianela Vásquez C.


Elaborado
Asistente de Ingeniería

Ing. Ingrid Román L.

Revisado
Ing. Supervisor de Laboratorio

Leandro Segura A.

Aprobado
Gerente Técnico

	Diseño geotécnico	Consecutivo:e-09-2018
	Versión: 04	Página 1 de 29

DISEÑO DE MURO REFORZADO CON ANCLAJES PASIVOS

RUTA NACIONAL 124

CLIENTE: CONSTRUCTORA HERNÁN SOLÍS

Realizado por:

Ing. Bernardo Jiménez Vega

Firma

Fecha

13/04/2020



	Diseño geotécnico	Consecutivo:e-09-2018
	Versión: 04	Página 2 de 29

Tabla de contenidos

1	Introducción	3
1.1	Descripción del proyecto y ubicación.....	3
1.2	Objetivos del diseño	4
1.3	Alcances y limitaciones del diseño.....	4
2	Condiciones del terreno	5
2.1	Análisis de estabilidad de las condiciones del terreno	8
3	Diseño del muro.....	10
3.1	Esquema propuesto.....	10
3.2	Comprobación de la estabilidad global del talud	11
4	Revisión estructural del anclaje	13
4.1	Selección de anclaje.....	13
4.2	Revisión longitud de anclaje pasivo	13
4.3	Diseño de placa de anclaje.....	16
5	Consideraciones finales.....	17
6	Referencias bibliográficas.....	18
7	Apéndice A registro de ensayos SPT	19
8	Apéndice B registro fotográfico de ensayos SPT	22
9	anexo A ensayos de laboratorio.....	24

	Diseño geotécnico	Consecutivo:e-09-2018
	Versión: 04	Página 3 de 29

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del proyecto y ubicación

En este informe se incluyen los análisis mediante los cuales se diseñó el muro anclado de la ruta nacional 124.


El proyecto está ubicado en el distrito de Guácima, cantón Alajuela y provincia de Alajuela.

Actualmente existen problemas de estabilidad del talud externo de la carretera como lo muestra la Figura 1. El desprendimiento de material ha aumentado los problemas de erosión en el talud.

Se plantea la construcción de un muro anclado con elementos pasivos como solución al problema de estabilidad del talud externo. La función de los anclajes es redistribuir esfuerzos mediante una transferencia de fuerzas entre la zona de falla y la zona estable. Esta distribución se da mediante la interacción acero-lechada-suelo. El concreto lanzado protege el talud de la erosión. El muro debe contar con elementos internos para el control del agua.



Figura 1. Inestabilidad en el sitio de la ruta nacional 3.

	Diseño geotécnico	Consecutivo:e-09-2018
	Versión: 04	Página 4 de 29

1.2 Objetivos del diseño

Los objetivos de diseño geotécnico son:

- Diseñar un muro anclado mediante las recomendaciones de guías de diseño como medida de solución al problema de inestabilidad de talud.
- Comprobar que la estabilidad global del muro anclado mediante la técnica de equilibrio límite verificando los requisitos mínimos de seguridad.
- Seleccionar el tipo de refuerzo mediante la comparación de las fuerzas axiales desarrolladas para garantizar la seguridad de los anclajes.

1.3 Alcances y limitaciones del diseño

El diseño corresponde a un muro con anclajes activos. El diseño no se debe adaptar a otro tipo de condiciones diferentes a las presentadas en este documento.

Los datos geomecánicos del terreno fueron basados en el estudio de suelos mediante ensayos SPT y con criterio de los profesionales de la empresa Constructora Hernán Solís.

Los resultados de la investigación geotécnica son exclusivos para el sitio y para cada sondeo. Existe la posibilidad de encontrar condiciones geotécnicas diferentes en puntos cercanos al sondeo, debido a la incertidumbre geotécnica

2 CONDICIONES DEL TERRENO

Las condiciones del terreno fueron estudiadas mediante ensayos tipo SPT. En el Anexo A se presentan los resultados de los ensayos. En los ensayos la profundidad de rebote varió de 5,0 m a 7,0 m. La ubicación de los ensayos realizados se muestra en la Figura 2.

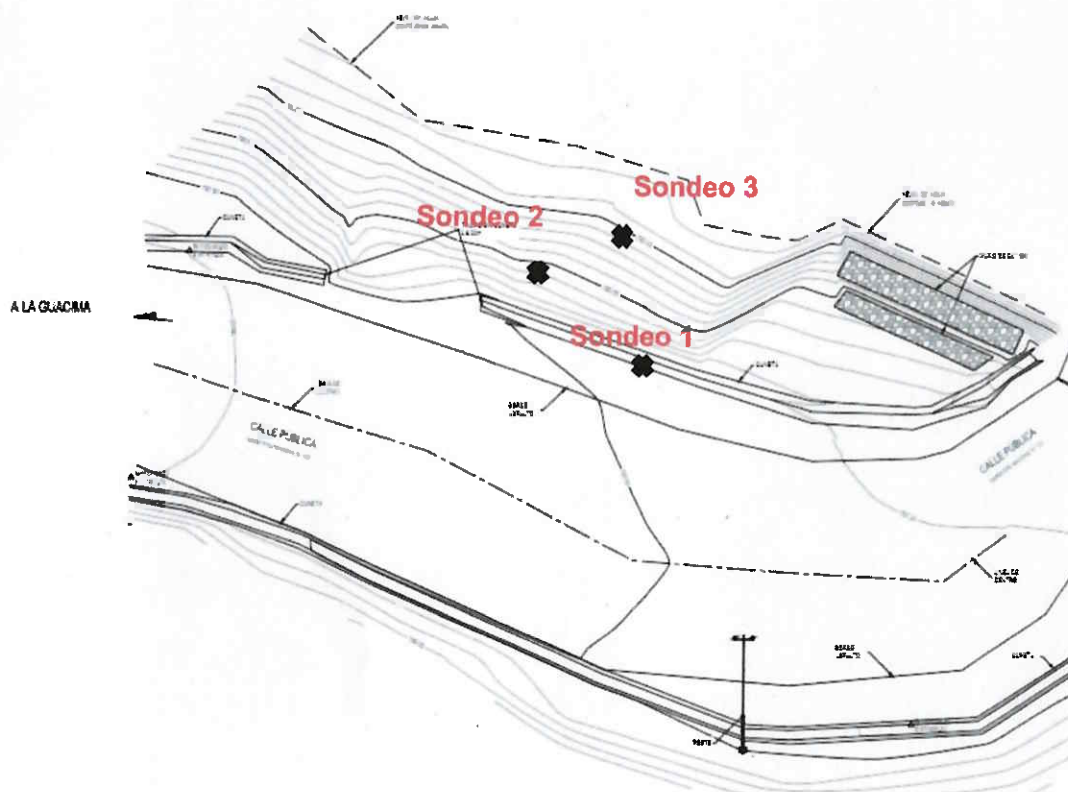


Figura 2. Ubicación de los ensayos SPT.

Con los materiales recuperados durante los ensayos SPT se ejecutaron ensayos de caracterización. Los ensayos fueron ejecutados por la empresa Bel Ingeniería y sus resultados se muestran en el Apéndice A.

La geología regional en la zona de estudio obtenida de los mapas presentados en el Código de Cimentaciones de Costa Rica (CCCR) indica suelos residuales de origen volcánico. La zonificación geotécnica lo describe como un suelo blando de alta plasticidad tipo arcillas y limos.

A partir de los ensayos SPT, los ensayos de caracterización de laboratorio y la inspección de las condiciones in situ se definieron 3 unidades geotécnicas presentes en el sitio.

La correlación entre los valores de SPT y el ángulo de fricción efectivo se presenta a continuación según Schnaid (2008). Para suelos cohesivos se recomienda disminuir 5° los valores presentados por Schnaid.

Cuadro 1. Correlaciones entre NSPT y ángulo de fricción.

NSPT	Composición del suelo	Ángulo de fricción	Peso específico (kN/m³)
<4	Muy suelta	<25	11,0-16,0
4-10	Suelta	25-35	14,0-18,0
10-30	Compacta	30-40	17,5-20,5
30-50	Densa	35-45	18,0-22,5
>50	Muy densa	>45	20,8-24,0

Fuente: Schnaid (2008).

Durante los estudios realizados (marzo-2018) se detectó un nivel freático a 6,0 m de profundidad del sondeo 1. También se correlacionan los ensayos de laboratorio con el ángulo de fricción según la Figura 3.

- UG 1: Asociado a N_{SPT} entre 7 y 15 golpes. Suelo arcillo arenoso de composición suelta a media y color café claro. Plasticidad baja. Presencia de materia orgánica. Se asignan valores de fricción de 25°.
- UG 2: Asociado a N_{SPT} entre 15 y 30 golpes. Suelo limo arenoso de composición densa. Horizonte C del suelo. Se asignan valores de fricción de 30°
- UG 3: Asociado a N_{SPT} entre 30 golpes y el rebote. Se describe como suelo rígido. Esta unidad geotécnica se infiere mediante la profundidad de rebote del ensayo SPT. Se asignan valores de fricción de 25°.

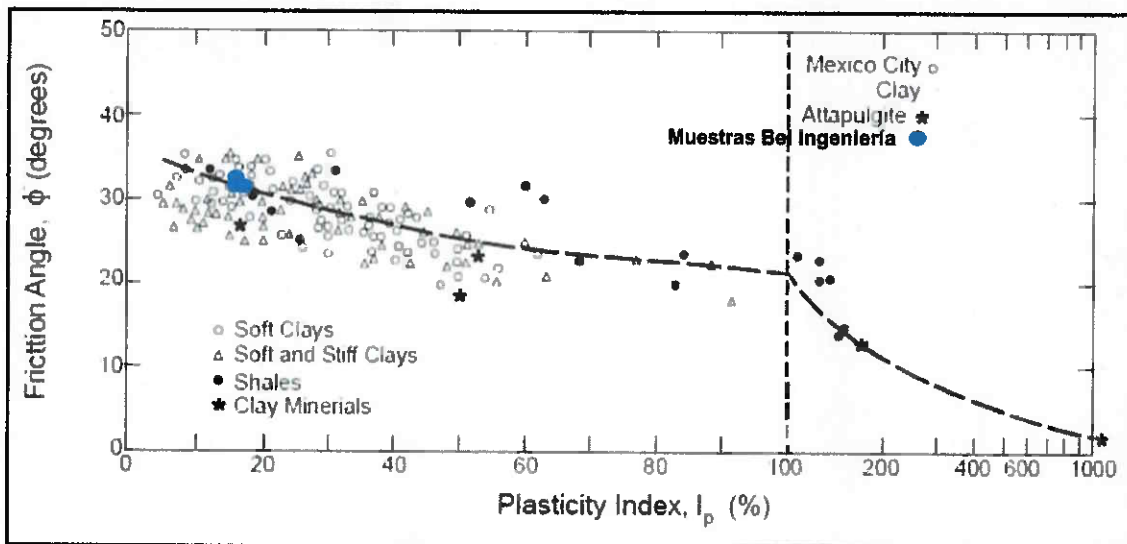


Figura 3. Correlación entre el ángulo de fricción efectivo Φ y el índice de plasticidad I_p .

Fuente: Modificado de Terzaghi, Peck y Mesri, 1996.

El

Cuadro 2 muestra características geomecánicas asociadas a las unidades geotécnicas encontradas en el sitio de estudio. La asignación de los pesos específicos proviene del Cuadro 1. La asignación de los valores de cohesión proviene del reconocimiento en campo y laboratorio de los materiales.

Cuadro 2. Propiedades geomecánicas del suelo.

Unidad geotécnica	Peso específico γ (kN/m ³)	Ángulo de fricción (°)	Cohesión (kPa)
UG 1	16,0	25	5
UG 2	17,0	30	5
UG 3	18,0	35	40

La Figura 4 muestra en detalle el modelo geotécnico para la zona de estudio.

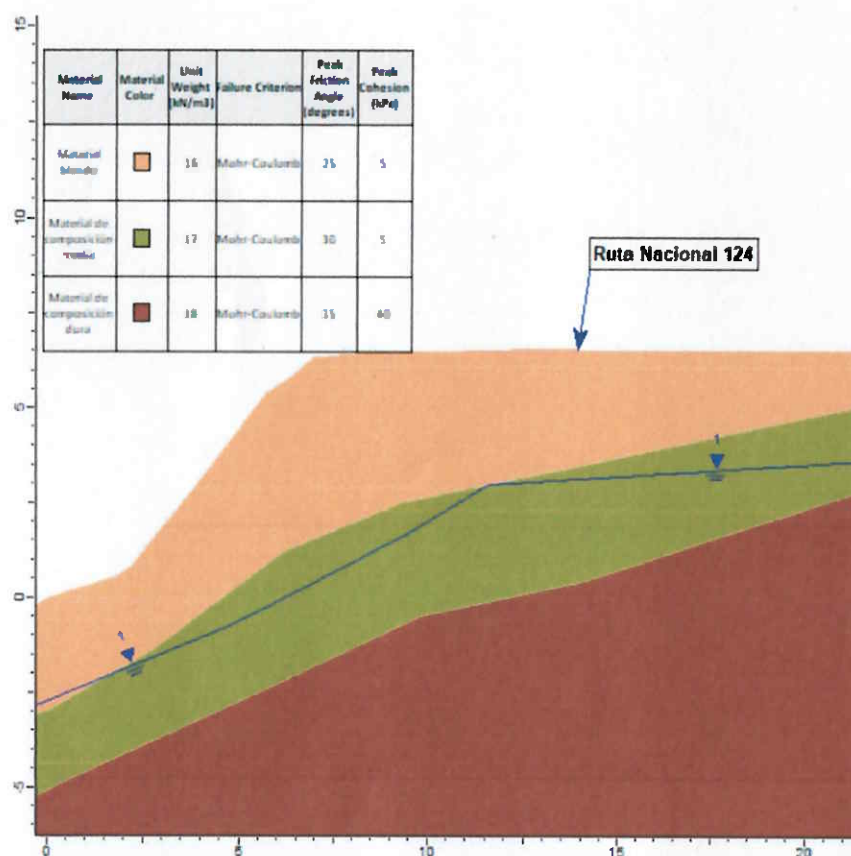


Figura 4. Modelo geotécnico de la zona de estudio.

2.1 Análisis de estabilidad de las condiciones del terreno

El factor de seguridad necesario para cada caso de diseño se clasifica según el riesgo de pérdidas humanas y el riesgo de daños económicos y ambientales presentado en el CGTLCR. Se considera ambos riesgos como bajos y los factores de seguridad necesarios para la estabilidad global se presentan en el siguiente cuadro.

Condición de análisis	<div> <div>Riesgo de pérdidas de vidas</div> <div>Riesgo de daños económicos y ambientales</div> </div>	Bajo	Medio	Alto
Estática	Bajo	1,20	1,30	1,40
	Medio	1,30	1,40	1,50
	Alto	1,40	1,50	1,50
Pseudoestática	Bajo	>1,00	>1,00	>1,05
	Medio	>1,00	1,05	1,10
	Alto	>1,00	1,10	1,10

Cuadro 3. Factores de seguridad establecidos por el CGTLCR.

Se realiza una comprobación de la estabilidad global del muro mediante la técnica de equilibrio límite. El análisis de estabilidad del muro fue realizado en la herramienta computacional Slide de la empresa Rocscience. Se consideró una sobrecarga uniforme de 12 kPa y una carga puntual de 19 KN/m debido al tránsito según parámetros establecidos por AASHTO y un coeficiente pseudoestático de 0,20 g definido en el CGTLCR.

Los resultados del análisis de estabilidad se muestran en la Figura 5 para la condición estática y en la Figura 6 pseudoestática. Justamente la superficie de falla coincide con la zona de mayor erosión en el talud. En ambos casos los factores de seguridad no cumplen con los criterios mínimos establecidos por el CGLTCR. Por lo tanto, se justifica el uso de anclajes en el talud.

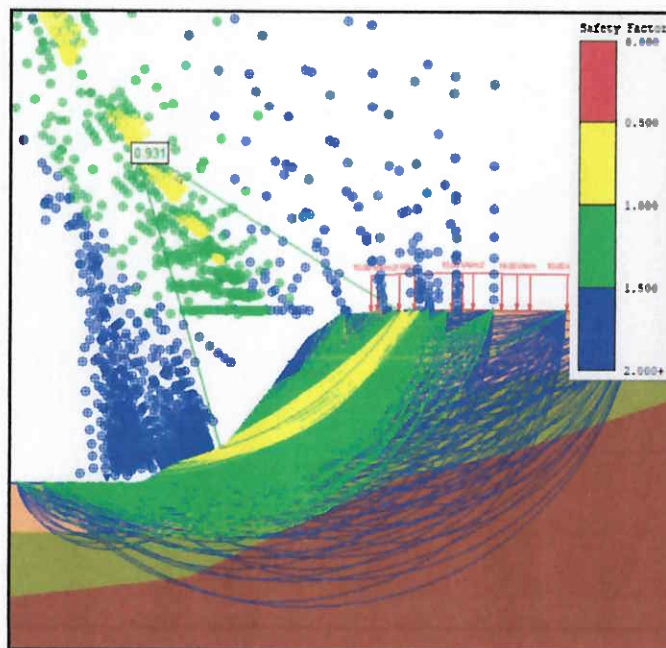


Figura 5. Estabilidad del talud para la condición estática.

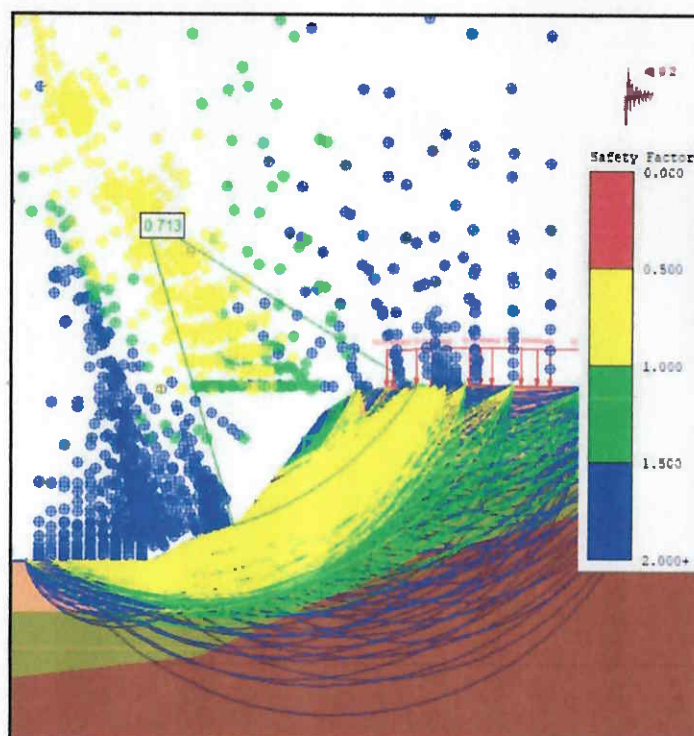


Figura 6. Estabilidad del talud para la condición pseudoestática.

3 DISEÑO DEL MURO

3.1 Esquema propuesto

Se propone construir un muro con 3 filas de anclajes pasivos. La Figura 7 muestra el esquema propuesto. Los anclajes se diseñan inicialmente de 15,0 m de longitud.

Los anclajes se encuentran distanciados cada 2,0 m en la distancia horizontal y 2,0 m en la distancia vertical. La densidad de los anclajes se justifica mediante la comparación de las fuerzas axiales. Con una menor densidad se desarrollan fuerzas axiales no compatibles con la resistencia del refuerzo. La longitud de los anclajes se justifica según la longitud de adherencia.

Existen elementos de drenaje interno en el muro como lo son tuberías de 2" en la cara del muro. También la adición de toba cemento pretende recuperar el ancho de la vía y reconstruir la cuneta.

La selección del anclaje se realiza en base a las fuerzas axiales determinadas mediante análisis para los casos de diseño. También se determina la longitud de adherencia del anclaje así como el dimensionamiento de la placa de anclaje.

El diseño del muro de suelo cosido es basado según las recomendaciones del Geotechnical Engineering Circular 7 (GEC 7) del Federal Highway Administration (FDHW). Se utilizan las recomendaciones para el caso de diseño para anclajes pasivos permanentes.

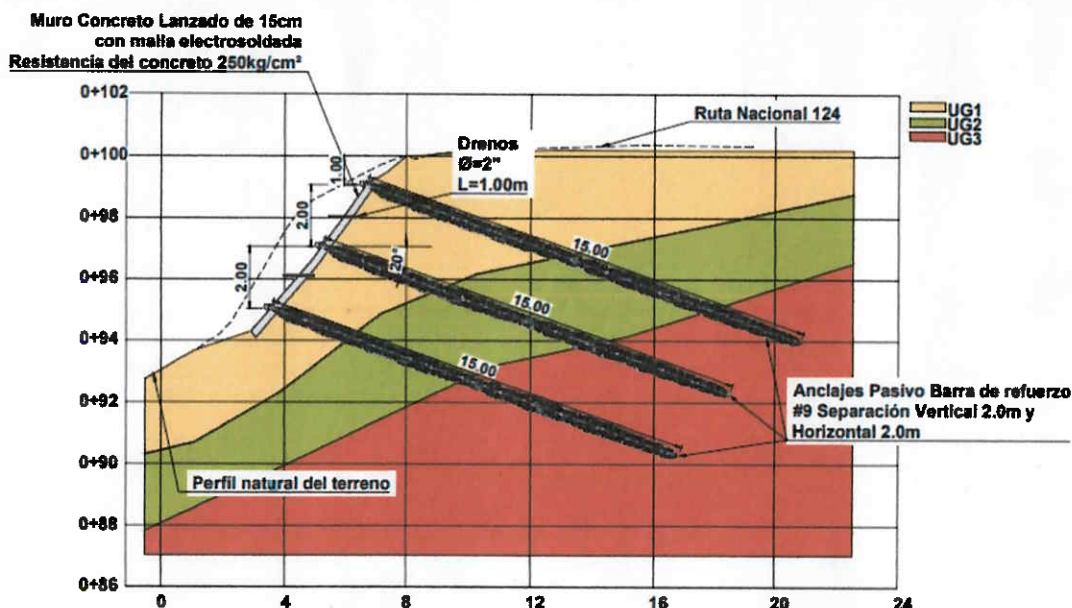



Figura 7. Propuesta de muro anclado.

	Diseño geotécnico	Consecutivo:e-09-2018
	Versión: 04	Página 11 de 29

3.2 Comprobación de la estabilidad global del talud

Se realiza una comprobación de la estabilidad global del muro mediante la técnica de equilibrio límite. El análisis de estabilidad del muro fue realizado en la herramienta computacional Slide de la empresa Rocscience. Se consideró una sobrecarga uniforme de 12 kPa y una carga puntual de 19 kN/m debido al tránsito según parámetros establecidos por AASHTO y un coeficiente pseudoestático de 0,20 g definido en el CGLTCR.

La Figura 8 muestra el modelo utilizado en el programa SLIDE en donde se contempla las condiciones del terreno actuales y la ubicación de los elementos de refuerzo. Las características de los anclajes también se muestran en la figura.

Los resultados se muestran en la Figura 9 para el caso estático y en la Figura 10 para el caso pseudoestático. Ambos resultados son favorables y cumplen con los requisitos de estabilidad definidos por el CGLTCR.

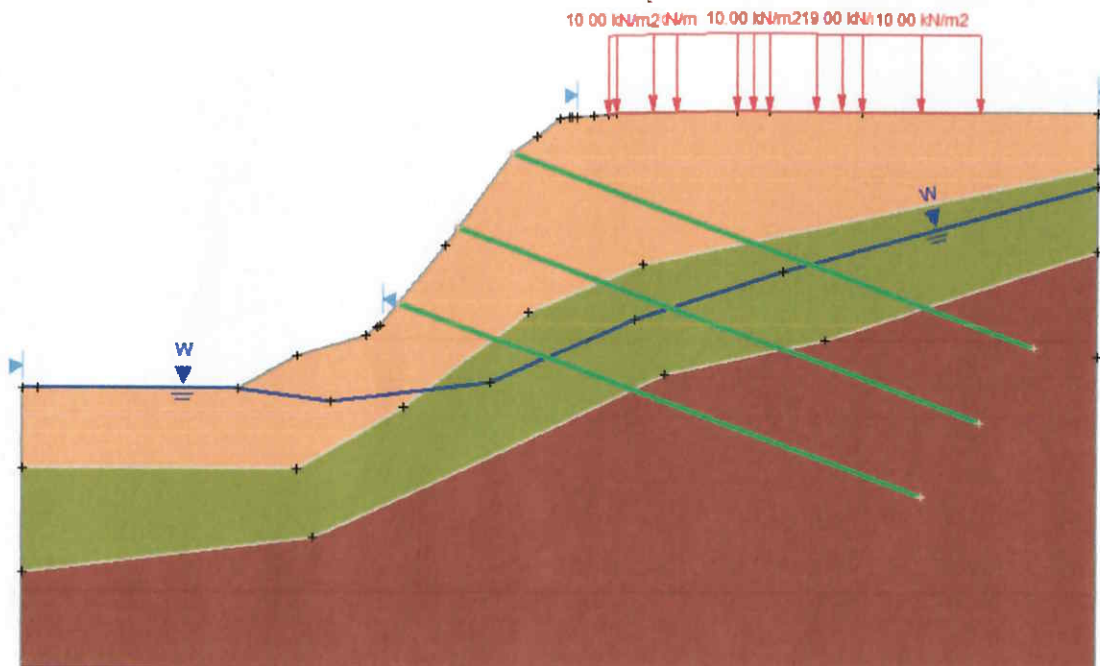


Figura 8. Modelo del muro en el programa Slide.

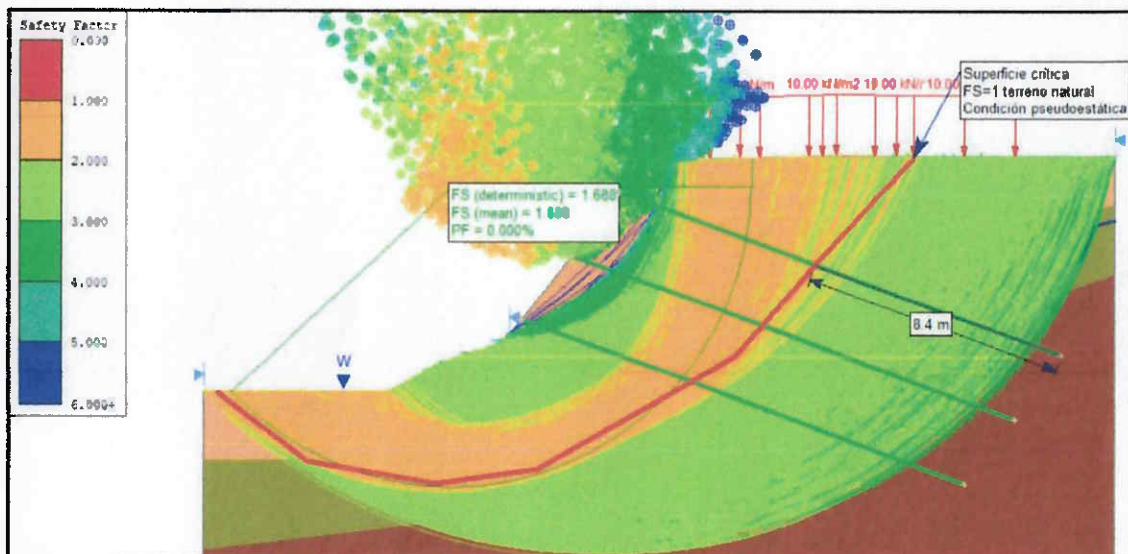


Figura 9. Resultado para el muro en el caso estático.

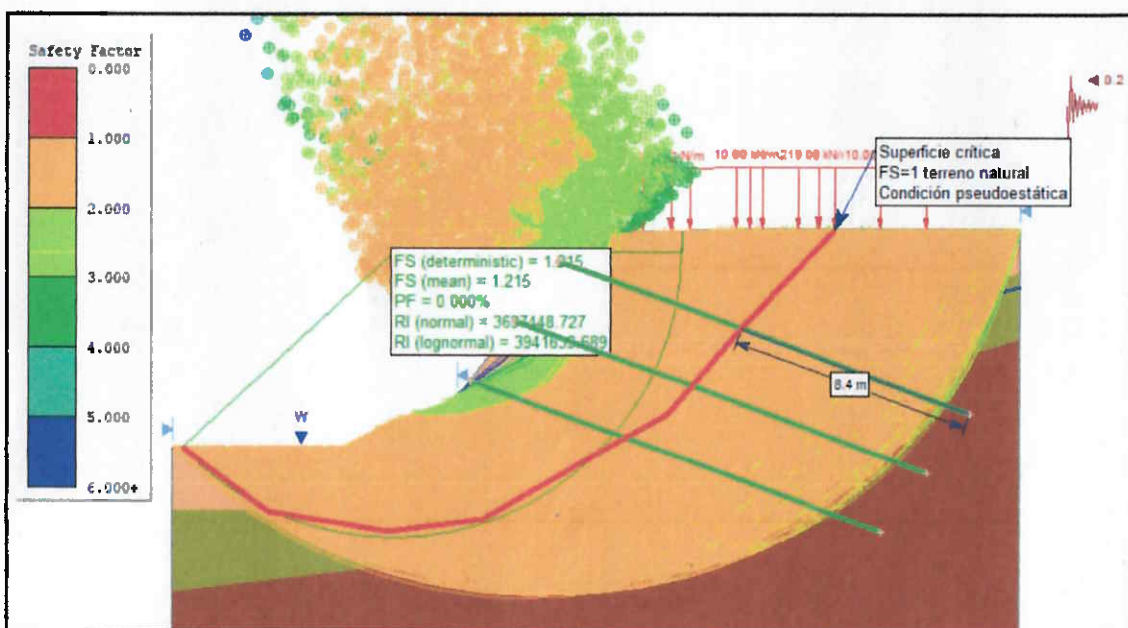


Figura 10. Resultado para el muro en el caso pseudoestático.

4 REVISIÓN ESTRUCTURAL DEL ANCLAJE

4.1 Selección de anclaje

Para la selección del anclaje se debe conocer la carga axial máxima en el anclaje. La Figura 11 muestra la variación axial de las fuerzas en los anclajes. Siendo la fuerza de diseño de 135 kN.

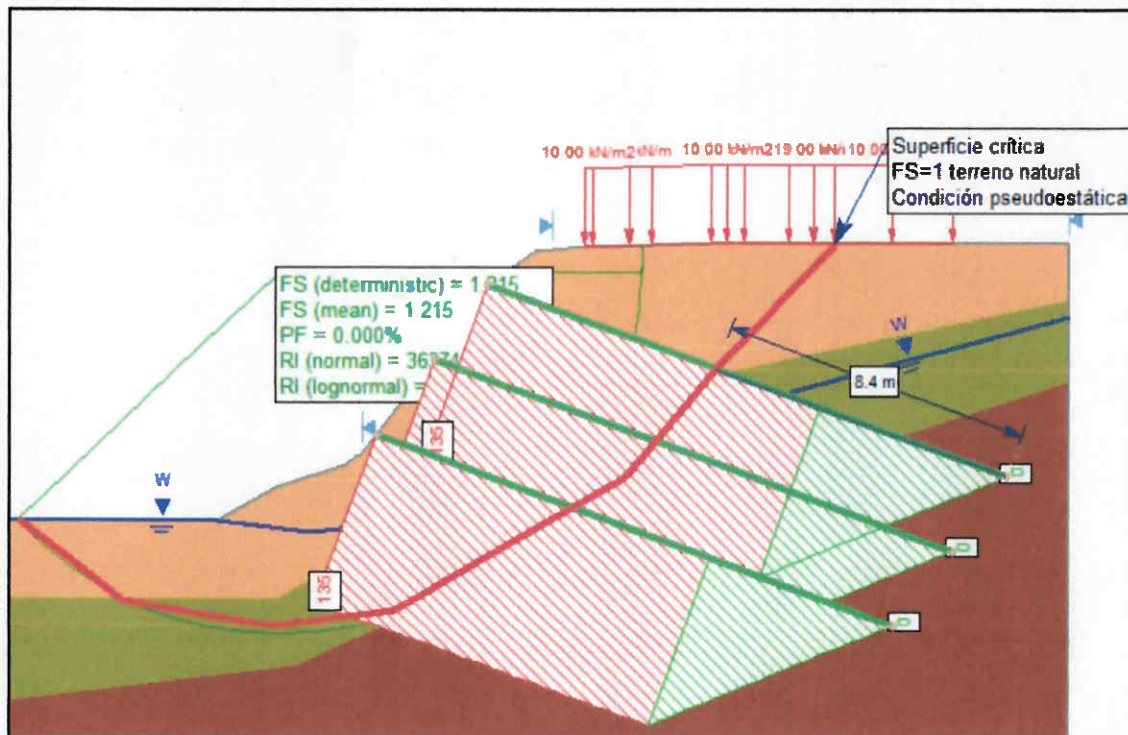


Figura 11. Fuerzas axiales (kN) presentadas en los anclajes para el caso pseudoestático.

Se propone utilizar varilla #9 Gr. 60 como anclaje.

CDR = Capacity demand ratio

$$CDR = \frac{f_y \times A \times \phi}{\gamma \times F}$$

Donde:

f_y : esfuerzo de fluencia del anclaje (4200 kg/cm²) acero A706 grado 60

A : área efectiva del anclaje (6,45 cm²)

ϕ : factor de reducción de resistencia a tracción (0,75)

γ : factor de mayorero para demanda axial (1,0 condición sísmica)

+506 4000-1390 | +1-305-507-4598

www.hsolis.com

SOLÍS	Diseño geotécnico	Consecutivo: e-09-2018
	Versión: 04	Página 14 de 29

F: demanda de carga axial (135 kN=13500 kg)

$$CDR = \frac{4200 \times 6,45 \times 0,75}{1 \times 16800}$$

$$CDR = 1,50 > 1$$

4.2 Revisión longitud de anclaje pasivo

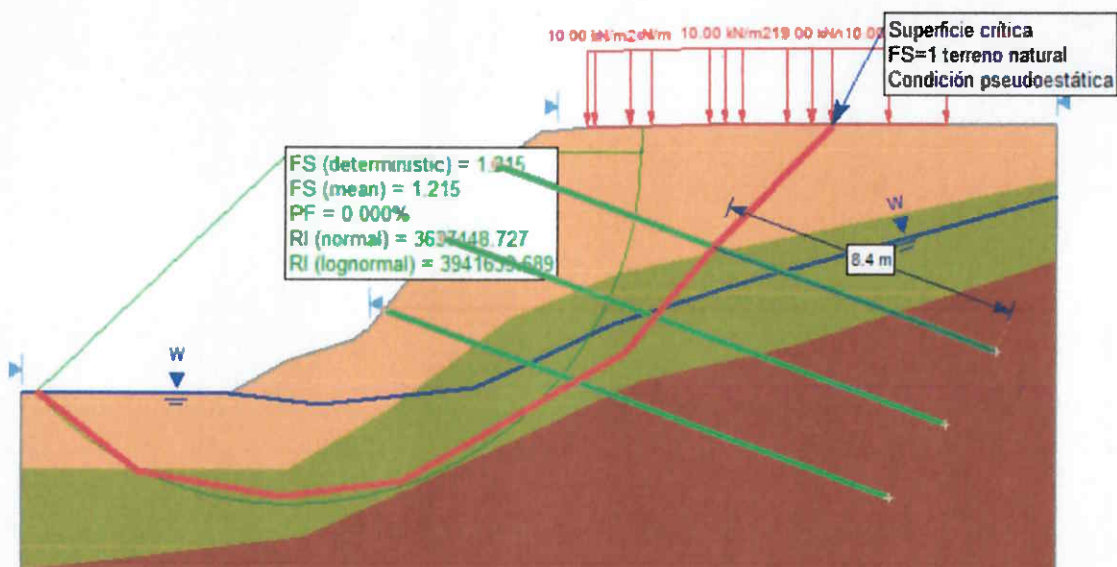


Figura 12. Longitud activa mínima en el anclaje.

- Resistencia a la extracción

$$r_{PO} = \pi q_u D_{DH}$$

$$R_{PO} = r_{PO} L_P$$

$$CDR = \frac{\varphi_{PO} R_{PO}}{\gamma T_{max}} \geq 1,0$$

Donde:

q_u : resistencia no drenada del suelo (Tabla 4.4b GEC 7 valor 100 kPa).


D_{dh} : diámetro de perforación+expansión del bulbo (0,1 m+ 0,02 m)

r_{PO} : resistencia de adherencia por unidad de longitud

R_{PO} : resistencia de adherencia

+506 4000-1390 | +1-305-507-4598

www.hsolis.com

	Diseño geotécnico	Consecutivo:e-09-2018
	Versión: 04	Página 15 de 29

L_p : longitud de adherencia (8,4 m)


ϕ_{PO} : factor de resistencia para condiciones estáticas y sísmicas (Tabla 5.6 GEC-7 valor 0.65)

γ : factor de carga para arrancamiento (Tabla 5.1 GEC-7 valor: 1,50 para condición pseudoestática)

T_{max} : fuerza de tracción máxima desarrollada en el anclaje de menor longitud de adherencia (135 kN condición condición pseudoestática)

$$CDR_{pseudoestático-pullout} = \frac{205.8}{202.5} \geq 1,0$$

$$CDR_{pseudoestático-pullout} = 1,02 \geq 1,0$$

	Diseño geotécnico	Consecutivo:e-09-2018
	Versión: 04	Página 16 de 29

4.3 Diseño de placa de anclaje

Datos para diámetro de placa

- $T_{max}=135 \text{ kN}$ Carga de tensión máxima
- $f'_c= 280 \text{ kg/cm}^2$ Resistencia a la compresión del concreto del bloque
- $f_y=50 \text{ ksi o } 345 \text{ MPa}$ Esfuerzo de fluencia de la placa de anclaje
- $D_{ext}= 25,4 \text{ mm}$ Diámetro externo de la barra de refuerzo

Cálculos

$$\sigma_{aplast} = 0,65 \times f'_c = 162,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$d_{req} = \sqrt{\frac{4 \times T_{max}}{\pi \times \sigma_{aplast}} - D_{ext}^2} = 0,09986 \text{ m}$$

Se propone una propone una placa de 12,5 cm de diámetro

Datos para espesor de placa

- $r=4,82 \text{ cm}$ Distancia del voladizo de la placa de anclaje
- $D=12,5 \text{ cm}$ Diámetro de la placa de anclaje

La presión desarrollada en la placa de anclaje B_c produce un momento con un brazo de palanca r .


$$B_c = \frac{T_{max}}{\left(\frac{\pi \times D^2}{4}\right)} = 11001 \text{ kPa}$$

$$M_{max} = B_c \times r^2 \times 0,5 = 13 \text{ kNm}$$

$$t_{req} = \sqrt{\frac{6 \times M_{max}}{0,55 \times f_y}} = 0,0201 \text{ m}$$


Se propone utilizar placa de 25,4 mm (1,0 pulgada) de espesor.

Resumen: utilizar placa de 12,5 cm de diámetro y 25,4 mm de espesor

	Diseño geotécnico	Consecutivo:e-09-2018
	Versión: 04	Página 17 de 29

5 CONSIDERACIONES FINALES

- Se debe comprobar las condiciones geotécnicas de los materiales encontrados. Si se observan condiciones distintas a las estipuladas en este documento el contratista deberá informar al diseñador para un reajuste en el diseño.
- El detalle de la protección de la placa del anclaje es presentado en los planos constructivos.
- El diámetro de perforación debe ser de por lo menos 100 mm.
- El detalle del muro es presentado en los planos constructivos.

	Diseño geotécnico	Consecutivo:e-09-2018
	Versión: 04	Página 18 de 29

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Costarricense de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Fundaciones, (2009). Código de Cimentaciones de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- Asociación Costarricense de Geotecnia, (2015). Código geotécnico de taludes y laderas de Costa Rica. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Lazarte, C. A., Robinson, H., Gómez, J. E., Baxter, A., Cadden, A., & Berg, R. (2015). Soil Nail Walls Reference Manual (No. FHWA-NHI-14-007).
- Sabatini, P. J., Pass, D. G., and Bachus, R. C., 1999, Ground Anchors and Anchored Systems, Geotechnical Engineering Circular No. 4, FHWA SA-99-015, Washington, DC, 281 pp.
- Schnaid, F. (2008). In situ testing in geomechanics: the main tests. CRC Press.

H SOLÍS	Diseño geotécnico	Consecutivo:e-09-2018
	Versión: 04	Página 19 de 29


7 APÉNDICE A REGISTRO DE ENSAYOS SPT


H SOLÍS		RESUMEN DE ENSAYO SPT		NÚMERO DE SONDEO 01	
Página 1 de 1					
CLIENTE	H SOLÍS	NOMBRE DEL PROYECTO	CONSERVACIÓN VIAL		
NOMBRE PERFORACIÓN	RN 124 SONDEO 1	UBICACIÓN	GUACIMA, ALAJUELA		
FECHA	21/3/2018				
EMPRESA PERFORADORA	H SOLÍS	NIVEL DE AGUA (m)	SIN REGISTRO		
EQUIPO	EG-03				
EJECUTADO POR	ALBERTO MASIS	REPORTE POR	BERNARDO JIMENEZ		
NOTAS					

PROFUNDIDAD (m)		GOLPES				CORRECCIONES			COMPOSICIÓN
DESDE	HASTA	N ₁₅	N ₃₀	N ₄₅	NSPT	N _i	N ₆₀	N _{i 60}	
1,00	1,45	3	5	7	12	N/A	14	14	MEDIA
2,00	2,45	9	9	11	20	N/A	23	23	MEDIA
3,00	3,45	5	5	4	9	N/A	11	11	MEDIA
4,00	4,45	4	15	26	41	N/A	48	48	DENSA
5,00	5,45	8	25	40	65	N/A	76	76	DENSA
6,00	6,45	31	42	50	92	N/A	107	107	DENSA
7,00	7,45	55	0	0	REBOTE	N/A	REBOTE	REBOTE	

N60: NORMALIZACIÓN 60% ENERGIA POTENCIAL MARTILLO SPT

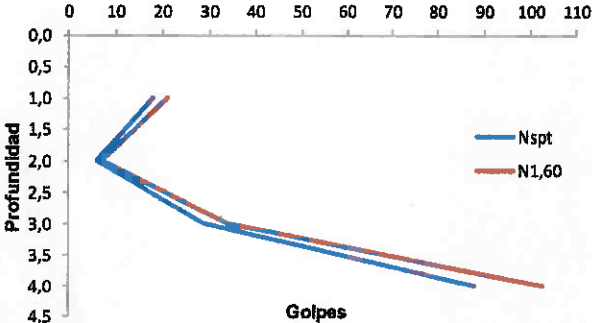
Profundidad (m)	Nspt	N1,60
1,00	12	14
2,00	20	23
3,00	9	11
4,00	41	48
5,00	65	76
6,00	92	107
7,00	REBOTE	REBOTE

	Diseño geotécnico	Consecutivo: e-09-2018
	Versión: 04	Página 20 de 29

		RESUMEN DE ENSAYO SPT		NÚMERO DE SONDEO 02	
				Página 1 de 1	
CLIENTE	H SOLÍS	NOMBRE DEL PROYECTO	CONSERVACIÓN VIAL		
NOMBRE PERFORACIÓN	RN 124 SONDEO 2	UBICACIÓN	GUACIMA, ALAJUELA		
FECHA	22/3/2018	NIVEL DE AGUA (m)	SIN REGISTRO		
EMPRESA PERFORADORA	H SOLÍS	REPORTE POR	BERNARDO JIMENEZ		
EQUIPO	EG-03				
EJECUTADO POR	ALBERTO MASIS				
NOTAS					

PROFUNDIDAD (m)		GOLPES				CORRECCIONES			COMPOSICIÓN
DESDE	HASTA	N ₁₅	N ₃₀	N ₄₅	NSPT	N ₁	N ₆₀	N _{1,60}	
1,00	1,45	6	8	10	18	N/A	21	21	MEDIA
2,00	2,45	4	3	3	6	N/A	7	7	MEDIA
3,00	3,45	8	5	24	29	N/A	34	34	DENSA
4,00	4,45	14	35	53	88	N/A	103	103	DENSA
5,00	5,45	50	0	0	REBOTE	N/A	REBOTE	REBOTE	

N60: NORMALIZACIÓN 60% ENERGIA POTENCIAL MARTILLO SPT




H SOLÍS	Diseño geotécnico	Consecutivo: e-09-2018
	Versión: 04	Página 21 de 29

H SOLÍS		RESUMEN DE ENSAYO SPT		NÚMERO DE SONDEO 03	
				Página 1 de 1	
CLIENTE	H SOLÍS	NOMBRE DEL PROYECTO	CONSERVACIÓN VIAL		
NOMBRE PERFORACIÓN	RN 124 SONDEO 3	UBICACIÓN	GUACIMA, ALAJUELA		
FECHA	23/3/2018				
EMPRESA PERFORADORA	H SOLÍS	NIVEL DE AGUA (m)	SIN REGISTRO		
EQUIPO	EG-03				
EJECUTADO POR	ALBERTO MASIS	REPORTE POR	BERNARDO JIMENEZ		
NOTAS					

PROFUNDIDAD (m)		GOLPES				CORRECCIONES			COMPOSICIÓN
DESDE	HASTA	N ₁₅	N ₃₀	N ₄₅	NSPT	N ₁	N ₆₀	N _{1,60}	
1,00	1,45	2	3	4	7	N/A	8	8	MEDIA
2,00	2,45	4	3	3	6	N/A	7	7	MEDIA
3,00	3,45	4	8	21	29	N/A	34	34	DENSA
4,00	4,45	35	45	55	100	N/A	117	117	DENSA
5,00	5,45	50	0	0	REBOTE	N/A	REBOTE	REBOTE	

N60: NORMALIZACIÓN 60% ENERGIA POTENCIAL MARTILLO SPT

	Diseño geotécnico	Consecutivo: e-09-2018
	Versión: 04	Página 22 de 29

8 APÉNDICE B REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS SPT



Figura 13. Sondeo 1 en sitio de muro RN 124.



Figura 14. Sondeo 2 en sitio de muro RN 124.

	Diseño geotécnico	Consecutivo: e-09-2018
	Versión: 04	Página 24 de 29

9 ANEXO A ENSAYOS DE LABORATORIO



Registro
Informe de Ensayo

GN-I01-R01
Ver. 01

Número de Informe: INF# LAB-393-2018

Laboratorio: BEL Ingeniería

Fecha: 14/09/2018

Dirección del Laboratorio: 6.5km al oeste del Aeropuerto
Juan Santamaría, contiguo Zona Franca Pro Park



Datos del Cliente

Empresa: Constructora Hernán Solís

Dirección Proyecto: Ruta No.124, Alajuela
Sur; Línea 4, zona 1-4

Proyecto: Conservación Vial. Licitación
Pública No. 2014 LN-000017-
OCV00 "Mantenimiento
rutinario con equipo y
rehabilitación del sistema de
evacuación pluvial de la red
vial nacional pavimentada."

Dirigido a: Ing. Bernardo Jiménez

Con copia a: N/A

Dirección del Cliente: Alajuela, Costa Rica

Datos de Control

Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo

El laboratorio realizó el muestreo: N/A

Fecha de realización del muestreo: 05/09/2018

Lugar de muestreo: Ruta No.124 (La Guácima, Alajuela)

Procedimiento de Muestreo: Perforación a rotación diametral

Condiciones ambientales durante el muestreo: N/A

Material muestreado: 1. Suelos

Información del Método de Ensayo Utilizado

Lugar de realización de los ensayos: Laboratorio de calidad, BEL Ingeniería

Fecha de recepción de la Muestra: 11/09/2018

Periodo ejecución de los ensayos: 11/09/2018 al 14/09/2018

Ensayos realizados:


- Análisis granulométrico en tamices de agregado fino y grueso ASTM C136 (GN-P03) (*)
- Lavado del material que pasa por el tamiz 75 µm en agregados minerales ASTM C117 (GN-P02) (*)
- Límite líquido, AASHTO T-89 (GN-P09) (*)
- Límite plástico, AASHTO T-90 (GN-P10) (*)

Número de Informe: INF# LAB-393-2018

Página 1 de 6

+506 4000-1390 | +1-305-507-4598

 www.hsolis.com

	Diseño geotécnico	Consecutivo:e-09-2018
	Versión: 04	Página 25 de 29



Registro
Informe de Ensayo

GN-101-R01
Ver. 01

- Determinación en el laboratorio del contenido de humedad de los suelos y combinación de agregados finos y gruesos, ASTM D2216 (GN-P08) (*)

*Ensayo acreditado

**Ensayo no acreditado

Ver alcance en www.ecn.or.cr.

Laboratorio Acreditado: INTE ISO/IEC 17025:2005

Los resultados que se presentan a continuación se refieren únicamente a las muestras ensayadas y/o pruebas de campo realizadas y al momento y condiciones en que se realizaron los ensayos.

El Informe de Ensayo no es válido sin la firma respectiva de aprobación. No se permite la reproducción parcial del Informe de Ensayo sin previa autorización escrita de Bei Ingeniería, Laboratorio de Calidad.





Registro
Informe de Ensayo

GN-I01-R01
Ver. 01

Resultados de pruebas de laboratorio

A continuación se presentan las pruebas de laboratorio efectuadas.

Pruebas de Laboratorio – No. Orden : 540-18

1. Caracterización de Suelos

Tabla No.1

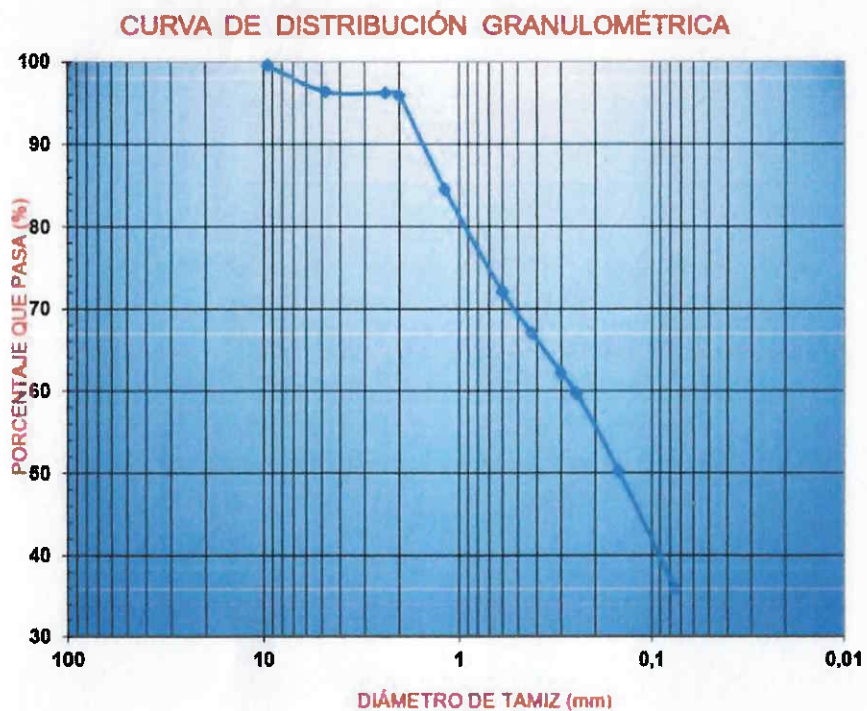
Descripción de pruebas, registros y consecutivos utilizados	Límites de Atterberg	GN-P09-R02 L2/264-18	GN-P09-R02 L2/265-18	GN-P09-R02 L2/266-18
	Humedad	GN-P08-R02 L2/045-18	GN-P08-R02 L2/046-18	GN-P08-R02 L2/047-18
	Granulometría	GN-P03-R02 L1/465-18	GN-P03-R02 L1/466-18	GN-P03-R02 L1/467-18
Ensayo		Suelo, Profundidad 2,00 m - 4,00 m	Suelo, Profundidad 6,00 m - 8,00 m	Suelo, Profundidad 10,00 m - 12,00 m
Clasificación SUCS		SC	SM	SM
Límite Líquido (%)		44,00	53,00	42,00
Índice Plástico (%)		17,59	15,53	14,53
Humedad (%)		35,62	41,01	34,89
Granulometría		% Pasando	% Pasando	% Pasando
Malla (3/4")		100	100	100
Malla (1/2")		100	99	100
Malla (3/8")		100	98	100
Malla No.4		96	88	94
Malla No. 8		96	71	76
Malla No. 10		96	67	72
Malla No. 16		85	56	63
Malla No. 30		72	46	55
Malla No. 40		67	42	52
Malla No. 50		62	38	49
Malla No. 60		60	36	47
Malla No. 100		50	29	40
Malla No. 200		35,9	22,7	27,9



Registro
Informe de Ensayo

GN-101-R01
Ver. 01

1. Suelo, profundidad 2,00 m – 4,00 m



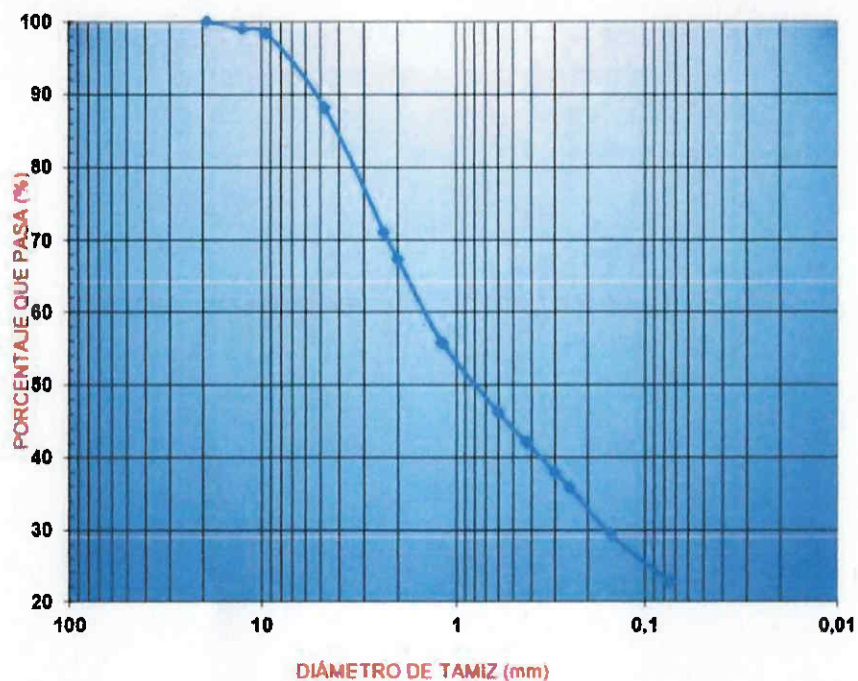


Registro
Informe de Ensayo

GN-101-R01
Ver. 01

2. Suelo, profundidad 6,00 m – 8,00 m

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



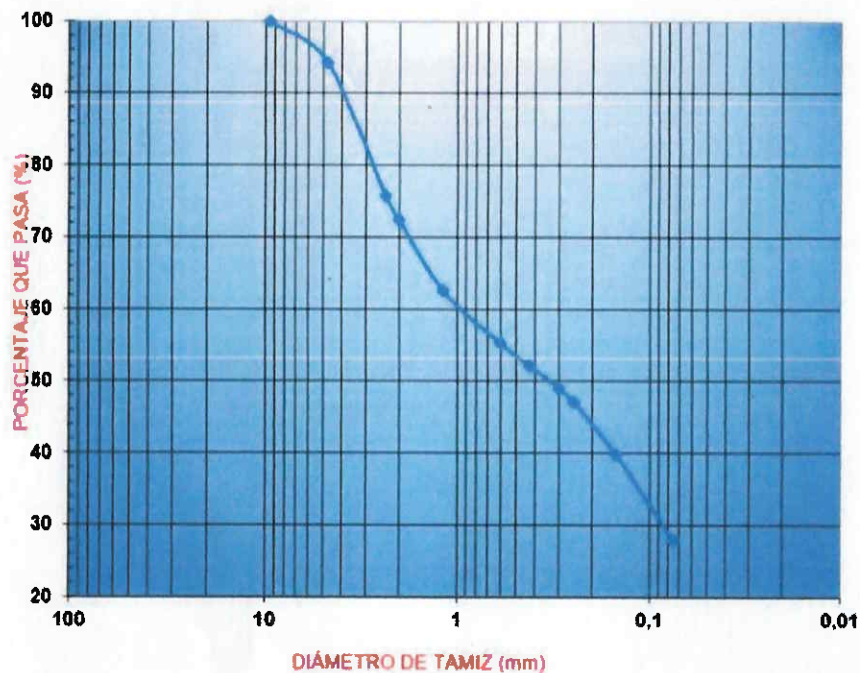
Número de Informe: INF# LAB-393-2018

Página 5 de 6



Registro
Informe de Ensayo

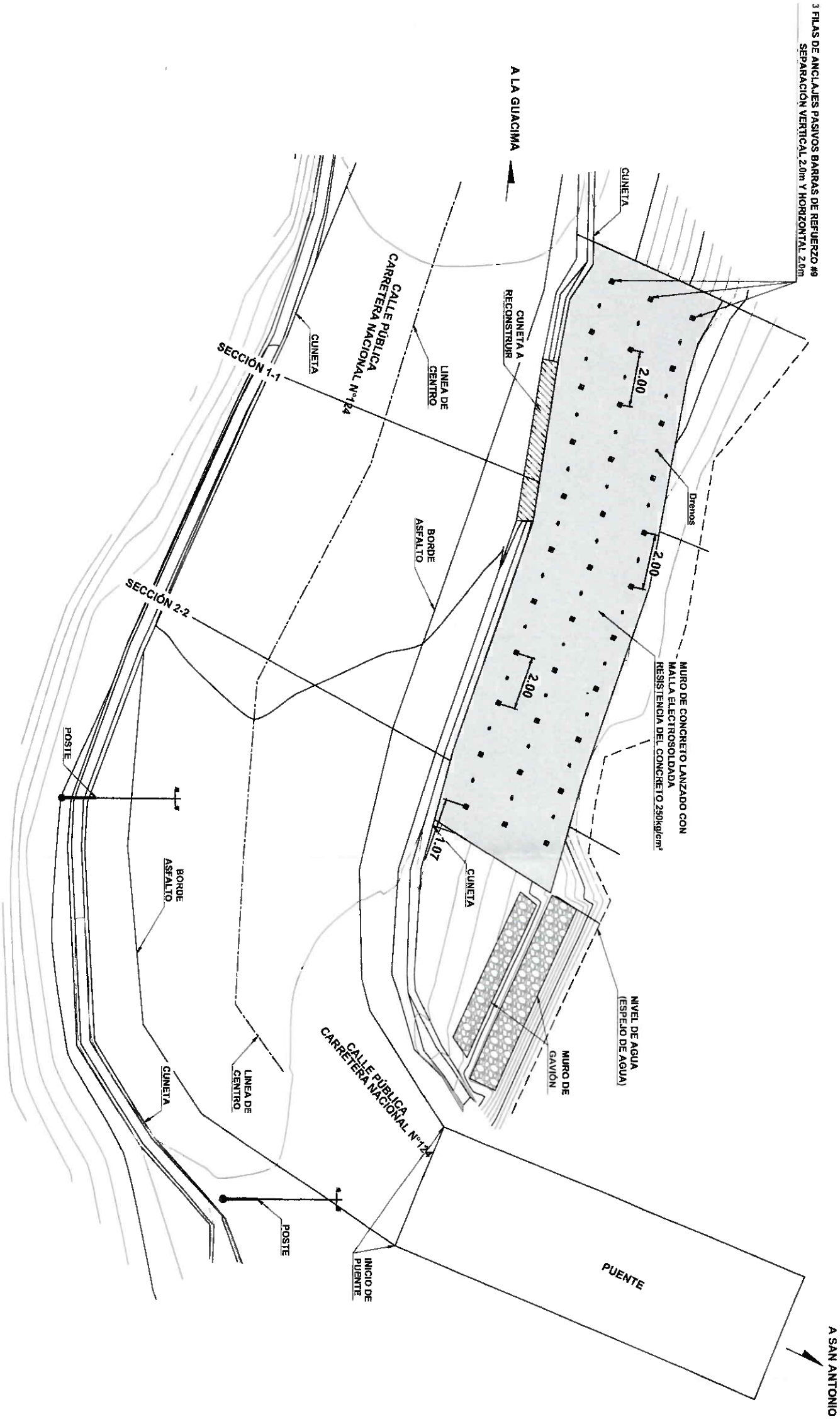
GN-101-R01
Ver. 01

3. Suelo, profundidad 10,00 m – 12,00 m**CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**

Marianela Vásquez C.
Elaborado
Asistente de Ingeniería

Ing. Ingrid Roman L.
Revisado
Ing. Supervisor de Laboratorio

Leandro Segura A.
Aprobado
Gerente Técnico



PLANTA DE MURO
ESCALA 1:100

▲		
▲		
▲		
RECUBRIMIENTO	RESERVA	RESERVA

APROBACION COMISION REVISORA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION

SOLÍS

PROYECTO :
MURO RUTA NACIONAL 124

PROYECTADO :

Revisado :
Aprobado :
Diseñado :
Calculado :

Coordenado :
Ejecutado :
Supervisado :

Revisado :
Aprobado :
Diseñado :
Calculado :

Coordenado :
Ejecutado :
Supervisado :

Revisado :
Aprobado :
Diseñado :
Calculado :

Coordenado :
Ejecutado :
Supervisado :

Revisado :
Aprobado :
Diseñado :
Calculado :

Coordenado :
Ejecutado :
Supervisado :

Escudo :	Fecha :	No. Limpieza :
ANEXO :	MURO 2022	02
		04

