

República de Panamá



MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO URBANO DE LAS CALLES DE ISLA COLÓN,
CIRCUNVALACIÓN COSTERA LA FERIA – BOCA DE DRAGO – PLAYA BLUFF –
PLAYA PAUNCH, SISTEMA DE BOMBEO Y REMOZAMIENTO DEL PARQUE
SIMÓN BOLÍVAR

PROVINCIA BOCAS DEL TORO

Contrato UAL-3-01-2020



CONSORCIO PROYECO-INGEOTEC

8. ESTUDIO DE SUELOS

Versión 01

Diciembre, 2020



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVO	5
3. GEOLOGÍA DEL SITIO	5
4. ESTUDIO PARA LOS PUNTOS CRÍTICOS Y SISTEMA DE CONTENCIÓN Y PROTECCIÓN COSTERO	7
4.1. ALCANCE DEL ESTUDIO	7
4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
4.3. UBICACIÓN DE SONDEOS	7
4.4. REGISTROS DE PERFORACIONES PROFUNDAS.....	9
4.5. RESULTADOS DE LABORATORIO	16
4.6. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ESTRATOS	16
4.6.1. PUNTOS CRÍTICOS 1 Y 2.....	16
4.6.2. PUNTO CRÍTICO 3.....	4
4.6.3. PUNTO CRÍTICO 4.....	5
4.6.4. SISTEMA DE CONTENCIÓN Y PROTECCIÓN COSTERO.....	7
5. ESTUDIO PARA LAS ESTACIONES DE BOMBEO	11
5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	11
5.2. ALCANCE DEL ESTUDIO	11
5.3. UBICACIÓN DE SONDEOS	12
5.4. REGISTROS DE PERFORACIÓN.....	13
5.5. RESULTADOS DE LABORATORIO	15
5.6. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ESTRATOS	15

5.7. RECOMENDACIONES	17
5.7.1. CIMIENTOS	17
5.7.2. CONSIDERACIONES SÍSMICAS	18
ANEXOS	20
ANEXO Nº1	21

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación del Proyecto en el Mapa Geológico	6
Ilustración 2. Sondeos en Recorrido La FERIA - Playa Paunch.....	7
Ilustración 3. Sondeos en Recorrido Playa Big Creek – Boca de Drago.....	8
Ilustración 4. Ubicación de las estaciones de bombeo.	11
Ilustración 5. Ubicación de Sondeos, Estaciones de Bombeo.	12
Ilustración 6. Mejoramiento de Suelo Bajo la Huella de la Zapata.	18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de resultados de laboratorio, puntos críticos y sistema de contención y protección costero.	16
Tabla 2. Caracterización de estratos, Puntos críticos 1 y 2.	1
Tabla 3. Propiedades de estrato de suelo residual, puntos críticos 1 y 2.	2
Tabla 4. Caracterización de estratos, Puntos críticos 1 y 2.	2
Tabla 5. Caracterización de estratos de roca meteorizada, punto crítico 1 y 2.....	4
Tabla 6. Caracterización de estratos, Punto crítico 3.....	4
Tabla 7. Propiedades de estrato de material de relleno, punto crítico 3.	5
Tabla 8. Propiedades de estrato de roca meteorizada, punto crítico 3.	5
Tabla 9. Caracterización de estratos, Punto crítico 4.....	6
Tabla 10. Propiedades de estrato de suelo residual, punto crítico 4.....	7
Tabla 11. Propiedades de estrato de roca meteorizada, punto crítico 4.	7
Tabla 12. Caracterización de estratos, costa.....	8
Tabla 13. Propiedades de estrato de suelo residual, costa.....	8
Tabla 14. Caracterización de estratos, costa.....	9
Tabla 15. Propiedades de estrato de roca meteorizada, costa.....	10
Tabla 16. Resumen de resultados de laboratorio, Estaciones de Bombeo.....	15
Tabla 17. Caracterización de estratos, Estaciones de Bombeo.....	16
Tabla 18. Propiedades de estratos, Estaciones de Bombeo.....	17

Tabla 19. Especificaciones del Material Selecto.....	17
--	----

1. INTRODUCCIÓN

Como parte del proyecto denominado “CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO URBANO DE LAS CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA LA FERIA – BOCA DE DRAGO – PLAYA BLUFF – PLAYA PAUNCH, SISTEMA DE BOMBEO Y REMOZAMIENTO DEL PARQUE SIMÓN BOLÍVAR, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO” con contrato UAL-3-01-2020, se entienden todos aquellos estudios, investigaciones, levantamientos y diseños necesarios para la futura construcción.

El presente documento manifiesta el estudio de suelos realizado la Fase A del proyecto en referencia, el cual abarca las siguientes zonas:

- Calles internas de Isla Colón
- Circunvalación Costera La FERIA – Boca de Drago – Playa Paunch
 - Tramo Existente La FERIA – Playa Paunch
 - Tramo Existente Big Creek - Boca de Drago

El alcance del presente informe comprende la realización de los estudios de suelos necesarios para la construcción de las obras estructuras como parte de la Consultoría, en este sentido, se incluyen las estaciones de bombeo, puntos críticos y tablestacado.

2. OBJETIVO

El presente documento tiene por objeto recopilar las características de los suelos sobre los cuales se asentarán las estructuras como estaciones de bombeo, recomendaciones sobre las posibles soluciones a problemas de estabilidad en los puntos críticos sistema de contención y protección costero para así establecer los parámetros de diseño de cada una de las mencionadas estructuras.

3. GEOLOGÍA DEL SITIO


Galique (TO – SEga)

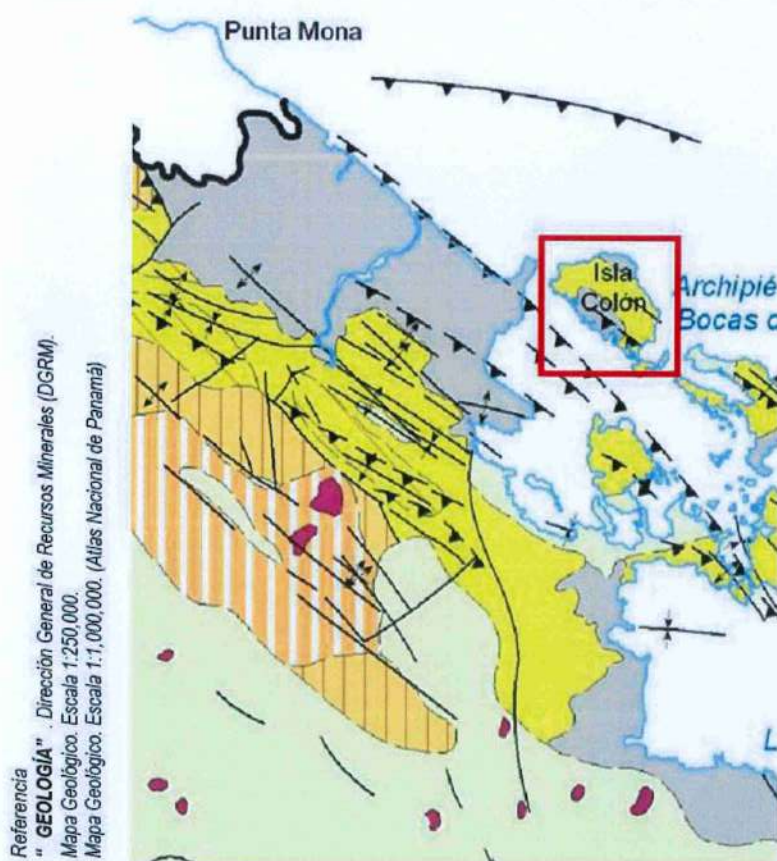
614

Período Terciario. Grupo Sensori-Uscari. Arenisca, lutitas, tobas, limolitas, arenisca con fósiles.

Estos materiales se encuentran en diversos grados de meteorización. El sitio presenta un perfil de meteorización gradual, típica en áreas de clima tropical: las rocas sanas a cierta profundidad se van convirtiendo en rocas cada vez más meteorizadas hacia la superficie, donde usualmente se presentan como suelos residuales completamente meteorizados.

Ilustración 1. Ubicación del Proyecto en el Mapa Geológico

Período	Grupo	Color	Formación	Descripción
TERCIARIO	SENSORI- USCARI		Galique	Arenisca, lutitas, tobas, limolitas, arenisca con fósiles.



Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

615

4. ESTUDIO PARA LOS PUNTOS CRÍTICOS Y SISTEMA DE CONTENCIÓN Y PROTECCIÓN COSTERO

4.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

Se han realizado perforaciones profundas para el análisis de los puntos de interés, una por cada uno de los cuatro puntos críticos y dos dentro de la zona de control de erosión. Las perforaciones se extendieron hasta la profundidad necesaria para identificar los materiales geológicos que inciden sobre el diseño de los cimientos del proyecto. A intervalos convenientes se realizaron pruebas de penetración estándar, para cuantificar la consistencia de los suelos en sitio. Se utilizaron estos resultados en conjunto con los ensayos de laboratorio para evaluar la estabilidad de los taludes de los puntos críticos. Los cuatro puntos críticos se encuentran ubicados en el recorrido que va desde la Playa Big Creek hasta Playa Boca de Drago y el control de erosión se encuentra en el Recorrido que va desde La Feria hacia Playa Paunch.

4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El propósito de esta investigación fue determinar las características de los materiales geológicos en el sitio, de manera que se pueda diseñar de modo confiable los puntos críticos y sistema de contención y protección costero.

4.3. UBICACIÓN DE SONDEOS

A continuación, se muestra la imagen Google Earth con la ubicación de los sondeos.

Ilustración 2. Sondeos en Recorrido La Feria - Playa Paunch



Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyecco-Ingeotec.

Ilustración 3. Sondeos en Recorrido Playa Big Creek – Boca de Drago



Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyecco-Ingeotec.

4.4. REGISTROS DE PERFORACIONES PROFUNDAS

Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365

PERFORACION H-02

PAGINA 1 DE 1

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón

INICIADA 10/17/20 NORTE 1034211

TERMINADA 10/17/20 ESTE 362208

ESTACION EROSION POR OLEAJE ELEVACION

PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA

LOCALIZACIÓN ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

REGISTRADO POR J. A.

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

24hrs NIVEL FREÁTICO 2.50 m

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECUBRO (%)	ROD (%)	DENSIDAD (g/cm ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲			
								10	20	30	40
1		SUELO RESIDUAL SAPROLÍTICO. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACION. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 1								
2		1.50 m. SUELO RESIDUAL SAPROLÍTICO. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACION. CONSISTENCIA FIRME. OC: 3. NO PLÁSTICO. MATERIAL AFECTADO POR LA EROSION MARINA (HA REDUCIDO SU CONSISTENCIA). COLOR CREMA.	SS 1	100			(7)				
3		2.10 m. SUELO RESIDUAL SAPROLÍTICO. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACION Y ALGO DE SEDIMENTO MARINO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA MARRÓN/GRIS.	T 2								
4		3.00 m. NO SE PUDO REALIZAR PRUEBA SPT, DEBIDO A LA ACCION DEL MAR. EL MATERIAL A ESTA PROFUNDIDAD FUE EROSIONADO Y HA OCASIONADO UNA CAVIDAD.	SS 2								
5		3.60 m. SUELO RESIDUAL SAPROLÍTICO. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACION Y ALGO DE SEDIMENTO MARINO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA MARRÓN/GRIS.	T 3								
6		4.50 m. FORMACIÓN DE ROCA. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA LIGERAMENTE METEORIZADA. CONSISTENCIA DURA. OC: 5. NO PLÁSTICO. COLOR GRIS/MARRÓN.	SS 3	50			(R)				
7		5.10 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. ROCA MUY SUAVE. EL MATERIAL SE LAVÓ EN LA ACCIÓN DE LA PERFORACIÓN. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR DE AGUA GRIS.	RC 1	0							
8		6.00 m. FORMACIÓN GATÚN-USCARI TM-Gaus. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA SUAVE RH: 1. ROCA SANA (I). MASA ROCOSA MASIVA, PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS ESPACIADAS, JUNTAS MODERADAMENTE ABIERTAS (3-10 MM) CON PRESENCIA DE UNA FINA PELÍCULA DE CALCITA. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. GRANULOMETRÍA DE LA ROCA CON GRANOS DE 0.032-0.125 MM. REACTIVA AL HCL, PRESENCIA DE CEMENTO CALCAREO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE LENTO. COLOR GRIS.	RC 2	100	70						
9			RC 3	100	38						

Fin del sondeo a 9.0 m.


Fin del sondeo a 9.0 m.

Ingenieros Geotécnicos, S.A. Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38 Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365		PERFORACION H-03 PAGINA 1 DE 1						
CLIENTE <u>MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS</u>		PROYECTO <u>CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA</u>						
CODIGO DE PROYECTO <u>2000-es-IslaColón</u>		LOCALIZACION <u>ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO</u>						
INICIADA <u>10/16/20</u>	NORTE <u>1034250</u>	REGISTRADO POR <u>J. A.</u>						
TERMINADA <u>10/16/20</u>	ESTE <u>362243</u>	REVISADO POR <u>ING. GEORGE BERMAN</u>						
ESTACION <u>EROSION POR OLEAJE ELEVACION</u>		24hrs NIVEL FREATICO <u>2.40 m</u>						
PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECUBRO (%)	RCD (%)	DENSIDAD (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	Δ NUMERO SPT (N) Δ 10 20 30 40	□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □ 10 20 30 40
1	SUELO RESIDUAL SAPROLÍTICO. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACIÓN. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 1						
2	1.50 m. SUELO RESIDUAL. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACIÓN. CONSISTENCIA FIRME. OC: 3. NO PLÁSTICO. COLOR CREMA.	SS 1	100			(6)		
3	2.10 m. SUELO RESIDUAL SAPROLÍTICO. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACIÓN. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 2						
4	3.00 m. FORMACIÓN DE ROCA METEORIZADA. CONSISTENCIA DURA. OC: 5. NO PLÁSTICO. COLOR MARRÓN/GRIS.	SS 2	50			(R)		
5	3.60 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. ROCA MUY SUAVE. EL MATERIAL SE LAVÓ EN LA ACCIÓN DE LA PERFORACIÓN. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA/GRIS.	RC 1	0					
6		RC 2	0					
7	6.00 m. FORMACIÓN GATÚN-USCARI TM-Gaus. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA SUAVE RH: 1. MATERIAL MUY SUAVE Y FRACTURADO. SE LAVÓ EN SU MAYOR PARTE DURANTE LOS TRABAJOS DE PERFORACIÓN. AVANCE DE BROCA DE LENTO. COLOR GRIS.	RC 3	6	0				
8	7.50 m. FORMACIÓN GATÚN-USCARI TM-Gaus. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA SUAVE RH: 1. ROCA SANA (I). MASA ROCOSA MASIVA. PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS ESPACIADAS, JUNTAS MODERADAMENTE ABIERTAS (3-10 MM) CON PRESENCIA DE UNA FINA PELÍCULA DE CALCITA, TAMBIÉN SE PRESENTA MUCHAS FRACTURAS MECÁNICAS DEBIDO AL PROCESO DE PERFORACIÓN Y LAS CUALES NO SON REPRESENTATIVAS DEL MATERIAL. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. GRANULOMETRÍA DE LA ROCA CON GRANOS DE 0.032-0.125 MM. REACTIVA AL HCL. PRESENCIA DE CEMENTO CALCÁREO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE LENTO. COLOR GRIS.	RC 4	66	0				
10		RC 5	100	56				
	Fin del sondeo a 10.5 m.							

Ingenieros Geotécnicos, S.A. Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38 Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365		PERFORACION H-04 PAGINA 1 DE 1						
CLIENTE <u>MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS</u>		PROYECTO <u>CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA</u>						
CODIGO DE PROYECTO <u>2000-es-IslaColón</u>		LOCALIZACION <u>ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO</u>						
INICIADA <u>10/20/20</u>	NORTE <u>1035247</u>	REGISTRADO POR <u>J. A</u>						
TERMINADA <u>10/20/20</u>	ESTE <u>362144</u>	REVISADO POR <u>ING. GEORGE BERMAN</u>						
ESTACION <u>PTO. CRÍTICO 1</u>	ELEVACION <u></u>	24hrs NIVEL FREATICO <u>OBSTRUIDO</u>						
PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECUBRO (%)	ROD (%)	DENSIDAD (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲ 10 20 30 40
		SUELO RESIDUAL, LIMO ARCILLOSO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 1					
2		1.50 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. CONSISTENCIA FIRME. OC. 3.	SS 1	0			(6)	▲
		2.10 m. SUELO RESIDUAL, LIMO ARCILLOSO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 2					
4		3.00 m. SUELO RESIDUAL, LIMO ARCILLOSO. CONSISTENCIA FIRME. OC. 3. PLASTICIDAD MEDIA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO MODERADA. COLOR MARRÓN/CREMA.	SS 2	35			(6)	▲
		3.60 m. SUELO RESIDUAL, LIMO ARCILLOSO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 3					
		4.50 m. SUELO RESIDUAL, LIMO ARCILLOSO. CONSISTENCIA FIRME. OC. 3. PLASTICIDAD MEDIA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO MODERADA. COLOR MARRÓN/CREMA.	SS 3	100			(5)	▲
6		5.10 m. SUELO RESIDUAL, LIMO ARCILLOSO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA CAMBIA A GRIS.	T 4					
		6.00 m. SUELO RESIDUAL, LIMO ARCILLOSO. CONSISTENCIA RÍGIDA. OC. 3. PLASTICIDAD BAJA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO DÉBIL. COLOR GRIS.	SS 4	100			(13)	▲
		6.60 m. SUELO RESIDUAL, LIMO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA GRIS.	T 5					
8		7.50 m. SUELO RESIDUAL, LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACIÓN. CONSISTENCIA MUY RÍGIDA. OC. 4. NO PLÁSTICO. COLOR GRIS.	SS 5	100			(25)	▲
		8.10 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. ROCA MUY SUAVE. EL MATERIAL SE LAVÓ EN LA ACCIÓN DE LA PERFORACIÓN. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR DE AGUA GRIS.	RC 1	0				
10		9.00 m. FORMACIÓN GATÚN-USCARI TM-Gaus. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA SUAVE RH: 1. ROCA SANA (I). MASA RÓCOSA MASIVA, PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS ESPACIADAS, JUNTAS MODERADAMENTE ABIERTAS (3-10 MM) CON PRESENCIA DE UNA FINA PELÍCULA DE CALCITA, SE PRESENTA MUCHAS FRACTURAS MECÁNICAS DEBIDO AL PROCESO DE PERFORACIÓN Y LAS CUALES NO SON REPRESENTATIVAS DEL MATERIAL. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. GRANULOMETRÍA DE LA ROCA CON GRANOS DE 0.032-0.125 MM. REACTIVA AL HCL, PRESENCIA DE CEMENTO CALCÁREO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE LENTO. COLOR GRIS.	RC 2	90	34			
12			RC 3	100	24			

Fin del sondeo a 12.0 m.

Ingenieros Geotécnicos, S.A. Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38 Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365		PERFORACION H-05 PAGINA 1 DE 2							
CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS		PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA							
CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón		LOCALIZACION ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO							
INICIADA 10/19/20	NORTE 1035222	REGISTRADO POR J. A							
TERMINADA 10/19/20	ESTE 362077	REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN							
ESTACION PTO. CRITICO 2	ELEVACION	24hrs NIVEL FREATICO OBSTRUIDO							
PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECUBRO (%)	ROD (%)	DENSIDAD (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	NUMERO SPT (N) 10 20 30 40	COMPRESION SIMPLE (MPa) 10 20 30 40
		CALICATA, LOS PRIMEROS 0.15 METROS SE PRESENTA ASFALTO Y CAPA BASE, CAMBIA A TERRENO NATURAL.	GB 1	100					
2		1.50 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 1						
4		3.00 m. SUELO RESIDUAL. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACION. CONSISTENCIA MUY RIGIDA. OC: 4. PLASTICIDAD BAJA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO BAJA. COLOR GRIS.	SS 1	85			(20)		
		3.60 m. SUELO RESIDUAL. LIMO CON FRAGMENTOS DE ROCA. AVANCE DE TRICONO MEDIO- COLOR DE AGUA GRIS.	T 2						
		4.50 m. TRANSICION DE SUELO RESIDUAL A ROCA. LIMO SAPROLITICO. CONSISTENCIA DURA. OC: 5. NO PLASTICO. LIMO CON FRAGMENTOS DE ARENA Y METEORIZACION. COLOR GRIS.	SS 2	65			(R)		
6		5.10 m. NO HUBO RECUPERACION. ROCA MUY SUAVE. EL MATERIAL SE LAVO EN LA ACCION DE LA PERFORACION. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR DE AGUA GRIS.	RC 1	0					
8		6.00 m. FORMACION GATUN-USCARI TM-GA _{US} . ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA SUAVE RH: 1. ROCA LIGERAMENTE METEORIZADA (II). MASA ROCOSA FRACTURADA, PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS CERCANAMENTE ESPACIADAS, JUNTAS ABIERTAS (8-15 MM) CON PRESENCIA DE UNA FINA PELICULA DE CALCITA. SE PRESENTA ALGUNAS FRACTURAS MECANICAS DEBIDO AL PROCESO DE PERFORACION Y LAS CUALES NO SON REPRESENTATIVAS DEL MATERIAL. LA POCA RESISTENCIA DE LA ROCA PROVOCA QUE PARTE DE LA MUESTRA SE TRITURE Y NO SE RECUPERE. ESTRATIFICACION MASIVA. GRANULOMETRIA DE LA ROCA CON GRANOS DE 0.032-0.125 MM. REACTIVA AL HCL. PRESENCIA DE CEMENTO CALCAREO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR GRIS.	RC 2	36	0				
10			RC 3	30	0				
			RC 4	50	0				
12			RC 5	50	0				

 Ingenieros Geotécnicos, S.A. Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38 Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365		PERFORACION H-05 PAGINA 2 DE 2						
CLIENTE <u>MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS</u> CODIGO DE PROYECTO <u>2000-es-IslaColón</u>		PROYECTO <u>CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA</u> LOCALIZACION <u>ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO</u>						
INICIADA <u>10/19/20</u> NORTE <u>1035222</u> TERMINADA <u>10/19/20</u> ESTE <u>362077</u> ESTACION <u>PTO. CRITICO 2</u> ELEVACION _____		REGISTRADO POR <u>J. A</u> REVISADO POR <u>ING. GEORGE BERMAN</u> 24hrs NIVEL FREATICO <u>OBSTRUIDO</u>						
PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECORO (%)	ROD (%)	DENSIDAD (t/m ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲ 10 20 30 40 <input type="checkbox"/> COMPRESION SIMPLE (MPa) <input type="checkbox"/> 10 20 30 40
14		10.50 m. FORMACIÓN GATUN-USCARI TM-GAus. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA SUAVE RH: 1. ROCA SANA (I). MASA ROCOSA MASIVA, PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS MODERADAMENTE ESPACIADAS, JUNTAS MODERADAMENTE ABIERTAS (6-10 MM) CON PRESENCIA DE UNA FINA PELICULA DE CALCITA, SE PRESENTA MUCHAS FRACTURAS MECANICAS DEBIDO AL PROCESO DE PERFORACION Y LAS CUALES NO SON REPRESENTATIVAS DEL MATERIAL, LA POCA RESISTENCIA DE LA ROCA PROVOCA QUE PARTE DE LA MUESTRA SE TRITURE Y NO SE RECUPERE. ESTRATIFICACION MASIVA. GRANULOMETRIA DE LA ROCA CON GRANOS DE 0.032-0.125 MM. REACTIVA AL HCL, PRESENCIA DE CEMENTO CALCAREO, AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE LENTO. COLOR GRIS. (continued)	RC 6	40	0			
			RC 7	90	36			
Fin del sondeo a 15.0 m.								

Ingenieros Geotécnicos, S.A. Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38 Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365		PERFORACION H-06 PAGINA 1 DE 1						
CLIENTE <u>MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS</u>		PROYECTO <u>CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA</u>						
CODIGO DE PROYECTO <u>2000-es-IslaColón</u>		LOCALIZACION <u>ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO</u>						
INICIADA <u>10/21/20</u> NORTE <u>1036885</u>		REGISTRADO POR <u>J. A.</u>						
TERMINADA <u>10/21/20</u> ESTE <u>361264</u>		REVISADO POR <u>ING. GEORGE BERMAN</u>						
ESTACION <u>PTO. CRÍTICO 3</u> ELEVACION <u></u>		24hrs NIVEL FREÁTICO <u>OBSTRUIDO</u>						
PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECUBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	NUMERO SPT (N) 10 20 30 40
		MATERIAL DE RELLENO, LIMO ARCILLOSO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 1					
2		1.50 m. MATERIAL DE RELLENO, ARCILLA LIMOSA. CONSISTENCIA SUAVE. OC: 3. PLASTICIDAD ALTA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO ALTA. COLOR MARRÓN.	SS 1	40			(3)	
		2.10 m. MATERIAL DE RELLENO, ARCILLA LIMOSA. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA MARRÓN.	T 2					
		3.00 m. MATERIAL DE RELLENO, ARCILLA LIMOSA. CONSISTENCIA SUAVE. OC: 3. PLASTICIDAD ALTA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO ALTA. COLOR MARRÓN.	SS 2	45			(2)	
4		3.60 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA CAMBIA A GRIS.	T 3					
		4.50 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. CONSISTENCIA DURA. OC: 5. PLASTICIDAD BAJA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO DEBIL. COLOR MARRÓN.	SS 3	90			(R)	
6		5.10 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. ROCA MUY SUAVE. EL MATERIAL SE LAVÓ EN LA ACCIÓN DE LA PERFORACIÓN. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR DE AGUA GRIS.	RC 1	0				
		6.00 m. FORMACIÓN GATUN-USCARI TM-Gaus. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA SUAVE RH: 1. ROCA SANA (I). MASA ROCOSA EN BLOQUES-MASIVA, PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS MODERADAMENTE ESPACIADAS, JUNTAS MODERADAMENTE ABIERTAS (3-10 MM) CON PRESENCIA DE UNA FINA PELÍCULA DE CALCITA, SE PRESENTA MUCHAS FRACTURAS MECÁNICAS DEBIDO AL PROCESO DE PERFORACIÓN Y LAS CUALES NO SON REPRESENTATIVAS DEL MATERIAL, LA POCA RESISTENCIA DE LA ROCA PROVOCA QUE PARTE DE LA MUESTRA SE TRITURE Y NO SE RECUPERE. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. GRANULOMETRÍA DE LA ROCA CON GRANOS DE 0.032-0.125 MM. REACTIVA AL HCL. PRESENCIA DE CEMENTO CALCÁREO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE LENTO. COLOR GRIS.	RC 2	30	30			
8			RC 3	100	40			
10			RC 4	100	18			
Fin del sondeo a 10.5 m.								

Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365

PERFORACION H-07

PAGINA 1 DE 1

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón

PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA
LOCALIZACION ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

INICIADA 10/22/20 NORTE 1037325
TERMINADA 10/22/20 ESTE 361241
ESTACION PTO. CRITICO 4 ELEVACION _____

REGISTRADO POR J. A
REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN
24hrs NIVEL FREATICO OBSTRUIDO

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECUBRO (%)	ROD (%)	DENSIDAD (BN/3')	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲ 10 20 30 40	
								□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □ 10 20 30 40	
		SUELO RESIDUAL. ARCILLA LIMOSA. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 1						
2		1.50 m. SUELO RESIDUAL. ARCILLA LIMOSA. CONSISTENCIA SUAVE. OC: 2. PLASTICIDAD ALTA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO ALTA. COLOR CREMA.	SS 1	65			(3)	▲	
		2.10 m. SUELO RESIDUAL. ARCILLA LIMOSA. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 2						
4		3.00 m. SUELO RESIDUAL. ARCILLA LIMOSA. CONSISTENCIA RÍGIDA. OC: 3. PLASTICIDAD ALTA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO ALTA. COLOR CREMA.	SS 2	100			(12)	▲	
		3.60 m. SUELO RESIDUAL. ARCILLA LIMOSA. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 3						
6		4.50 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. CONSISTENCIA MUY RÍGIDA. OC: 3. PLASTICIDAD MEDIA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO MODERADA. COLOR CREMA.	SS 3	100			(16)	▲	
		5.10 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 4						
		6.00 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. CONSISTENCIA MUY RÍGIDA. OC: 3. PLASTICIDAD MEDIA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO MODERADA. COLOR CREMA.	SS 4	100			(11)	▲	
		6.60 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. ROCA MUY SUAVE. EL MATERIAL SE LAVÓ EN LA ACCIÓN DE LA PERFORACIÓN. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR DE AGUA GRIS.	RC 1	0					
8		7.50 m. FORMACIÓN GATÚN-USCARI TM-Gaus. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA SUAVE RH: 1. ROCA SANA (I). MASA ROCOSA MASIVA, PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS ESPACIADAS, JUNTAS MODERADAMENTE ABIERTAS (3-10 MM) CON PRESENCIA DE UNA FINA PELÍCULA DE CALCITA, SE PRESENTA MUCHAS FRACTURAS MECÁNICAS DEBIDO AL PROCESO DE PERFORACIÓN Y LAS CUALES NO SON REPRESENTATIVAS DEL MATERIAL. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. GRANULOMETRÍA DE LA ROCA CON GRANOS DE 0.032-0.125 MM. REACTIVA AL HCL, PRESENCIA DE CEMENTO CALCÁREO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE LENTO. COLOR GRIS.	RC 2	76	58				
10			RC 3	100	18				
12									

Fin del sondeo a 12.0 m.



4.5. RESULTADOS DE LABORATORIO

Tabla 1. Resumen de resultados de laboratorio, puntos críticos y sistema de contención y protección costero.

Estructura / Sitio	Sondeo	Muestra No.	Prof. de la Muestra (m)	Tipo de Muestra (Alterada (A)/ No Alterada (NA))	Clasificación	Indicador Físico	Límites de Atterberg				Análisis de Tamaño de Partículas						Resistencia Uniaxial a la Compresión en Roca	
							Limite Líquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad	Grava	Arena		Limo		Arcilla		γ	RCS
							W _L	W _P	I _p	>2	2~0.59	0.59~0.25	0.25~0.075	0.075~0.005	<0.005	mm		
					ASTM D2487	W	%	%	%	mm	mm	mm	mm	mm	mm	%	kN/m ³	MPa
Erosión por Oleaje	H-02	SS-1	1.50 - 2.10	A	MH	42.9	63.0	40.0	23.0	100.0	99.6	98.0	93.3	93.3	93.3	16.23	2.03	
	RC-1	SS-1	8.90	NA	Roca	42.3	36.0	24.0	12.0	100.0	99.7	98.0	94.1	94.1	94.1	19.24	2.01	
	H-03	RC-5	9.8	NA	Roca	76.6	78.6	38.0	40.6	100.0	100.0	99.8	99.7	99.7	99.7	17.36	0.53	
Punto Crítico 1	H-04	SS-3	4.50 - 5.10	A	MH	23.8	66.5	42.0	24.5	100.0	99.7	97.2	90.4	90.4	90.4	19.49	1.26	
Punto Crítico 2	H-05	RC-4	14.4	NA	Roca	64.3	98.0	77.0	21.0	99.8	98.4	96.5	90.8	90.8	90.8	14.74	0.68	
Punto Crítico 3	H-06	RC-4	9.80	NA	Roca	78.2	85.5	38.0	47.5	99.9	99.2	98.8	98.1	98.1	98.1	16.62	1.86	
Punto Crítico 4	H-07	SS-2	3.00 - 3.60	A	MH	78.2	85.5	38.0	47.5	99.9	99.2	98.8	98.1	98.1	98.1	16.62	1.86	
		RC-3	11.70	NA	Roca													

Fuente: Elaborado por el Consortio Proyecco-Ingeotec.

4.6. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ESTRATOS

4.6.1. PUNTOS CRÍTICOS 1 Y 2

Los principales estratos caracterizados fueron suelo residual y roca meteorizada. Sólo se caracterizaron los materiales involucrados en la estabilidad del talud, por lo que la roca sana no se incluyó en el análisis.

Suelo Residual

El estrato de suelo residual corresponde a un estrato compuesto de limo y arcilla. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

- Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es SUELO ENDURECIDO (HARDENING SOIL).
- Las perforaciones realizadas muestran:

Tabla 2. Caracterización de estratos, Puntos críticos 1 y 2.

Sondeo	Prof. (m)		N (SPT)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
H-04	1.50	2.10	6	No hubo recuperación. Consistencia firme. OC: 3.
	3.00	3.60	6	Suelo residual. Limo arcilloso. Consistencia firme. OC: 3. Plasticidad media. Resistencia en estado seco moderada. Color marrón/crema.
	4.50	5.10	5	
	6.00	6.60	13	Suelo residual. Limo arcilloso. Consistencia rígida. OC: 3. Plasticidad baja. Resistencia en estado seco débil. Color gris
	7.50	8.10	25	Suelo residual. Limo con fragmentos de meteorización. Consistencia muy rígida. OC: 4. No plástico. Color gris.
H-05	3.00	3.60	20	Suelo residual. Limo con fragmentos de meteorización. Consistencia muy rígida. OC: 4. Plasticidad baja. Resistencia en estado seco baja. Color gris.

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

- Con base a los registros de perforación y a proyectos con geología similar se estiman las siguientes propiedades:

Empirical values for γ , of cohesive soils based on the standard penetration number, (from Bowles, Foundation Analysis), se estima el peso específico seco, $\gamma_{unsat} = 16.0 \text{ kN/m}^3$ y saturado, $\gamma_{sat} = 17.0 \text{ kN/m}^3$

Según el Reglamento Estructural Panameño (REP 2014), Anexo A6: Figura 6.3.3 Capacidad de Soporte de Cimientos Superficiales; se estiman los valores del ángulo de fricción $\phi = 20^\circ$ y la cohesión, $c = 16 \text{ kN/m}^2$

De acuerdo a la velocidad de onda de corte estimada y la relación de Poisson de $\nu = 0.3$, se obtiene el valor del módulo de Young, $E_{50 \text{ ref}} = 210,000 \text{ kN/m}^2$

- Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen las propiedades del estrato de manera completa:

Tabla 3. Propiedades de estrato de suelo residual, puntos críticos 1 y 2.

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	$\gamma_{\text{unsat}} \text{ (kN/m}^3\text{)}$	$\gamma_{\text{sat}} \text{ (kN/m}^3\text{)}$	$E_{50 \text{ ref}} \text{ (kN/m}^2\text{)}$	ν	$\phi \text{ (}^\circ\text{)}$	$c \text{ (kN/m}^2\text{)}$
SResidual	16	17	210,000	0.3	20	16

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

Roca Meteorizada

La roca meteorizada del área corresponde la descomposición de la roca predominante en el sitio: arenisca de grano fino de la Formación Gatún Uscari. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es SUELO ENDURECIDO (HARDENING SOIL). Primero se estimaron parámetros iniciales del modelo "Hoek-Brown" para un tipo de roca "arenisca". Luego, según el ajuste Mohr-Coulomb por Hoek, B. (2007), se obtuvieron parámetros de resistencia que permitieron definir el material equivalente dentro del modelo "Hardening-Soil". Para obtener la equivalencia se utilizó la referencia: RocLab® de 2012-2013 Rocscience por Evert Hoek.

- Las perforaciones o ensayos de laboratorio realizados para este proyecto muestran:

Tabla 4. Caracterización de estratos, Puntos críticos 1 y 2.

Sondeo	Prof. (m)		Recobro (%)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
H-04	8.10	9.00	0	No hubo recuperación. Roca muy suave. El material se lavó en la acción de la perforación. Avance de broca de diamante medio. Color de agua gris.
H-05	4.50	5.10	50	Transición de suelo residual a roca. Limo saprolítico. Consistencia dura. OC: 5. No plástico. Limo con fragmentos de arena y meteorización. Color gris.

Sondeo	Prof. (m)		Recobro (%)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
	5.10	6.00	0	No hubo recuperación. Roca muy suave. El material se lavó en la acción de la perforación. Avance de broca de diamante medio. Color de agua gris.

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

- Por referencia a los ensayos de compresión simple en el sitio y a proyectos con geología similar se obtienen los siguientes parámetros:

El valor del peso específico no saturado, el $\gamma_{unsat} = 17 \text{ kN/m}^3$ y saturado, $\gamma_{sat} = 17 \text{ kN/m}^3$

El valor de la resistencia a la compresión simple estimada, $\sigma_c = 5,300 \text{ kN/m}^2$

De acuerdo a la velocidad de onda de corte estimada y la relación de Poisson, $\nu = 0.20$, se obtiene el valor del módulo inicial de la masa de roca, $E_i = 1,084,000 \text{ kN/m}^2$. De estos datos, se obtiene el módulo $E_{50} = 596,000 \text{ kN/m}^2$.

El coeficiente $m_i = 17$, de acuerdo al tipo de roca; el índice de resistencia geológico, $GSI = 60$ y el factor perturbación mínima, $D = 0$.

Datos de Entrada

Clasificación Hoek-Brown

Hoek-Brown Classification

sigci 0.53 MPa

GSI 60

m_i 17

D 0

E_i 1084 MPa

MR

Resultados

Criterio Hoek-Brown

Hoek-Brown Criterion

mb 4.074

s 0.0117

a 0.503

Failure Envelope Range

Application: Slopes

sig3max 0.0782 MPa

Unit Weight 0.017 MN/m³

Slope Height 6.2 m

Resultados

Ajuste Mohr-Coulomb

Mohr-Coulomb Fit

c 0.025 MPa

phi 42.51 deg

Rock Mass Parameters

sigt -0.002 MPa

sigc 0.057 MPa

sigcm 0.147 MPa

Erm 563.68 MPa

Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen las propiedades del estrato de manera completa:

Tabla 5. Caracterización de estratos de roca meteorizada, punto crítico 1 y 2.

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	γ_{unsat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	$E_{50 \text{ ref}}$ (kN/m ²)	ν	ϕ (°)	c (kN/m ²)
RMeteorizada	17	17	596,000	0.3	42	25

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

4.6.2. PUNTO CRÍTICO 3

Los principales estratos caracterizados relleno y roca meteorizada. Sólo se caracterizaron los materiales involucrados en la estabilidad del talud, por lo que la roca sana no se incluyó en el análisis.

Material de Relleno

El estrato de relleno corresponde a un estrato compuesto de limo y arcilla. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

- Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es SUELO ENDURECIDO (HARDENING SOIL).
- Las perforaciones realizadas muestran:

Tabla 6. Caracterización de estratos, Punto crítico 3.

Sondeo	Prof. (m)		N (SPT)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
H-06	1.50	2.10	3	Material de relleno. Arcilla limosa. Consistencia suave. OC: 3. Plasticidad alta. Resistencia en estado seco alta. Color marrón
	3.00	3.60	2	Material de relleno. Arcilla limosa. Consistencia suave. OC: 3. Plasticidad alta. Resistencia en estado seco alta. Color marrón.

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

- En base a los registros de perforación y a proyectos con geología similar se estiman las siguientes propiedades:

Empirical values for γ , of cohesive soils based on the standard penetration number, (from Bowles, Foundation Analysis), se estima el peso específico seco, $\gamma_{\text{unsat}} = 16.0 \text{ kN/m}^3$ y saturado, $\gamma_{\text{sat}} = 17.0 \text{ kN/m}^3$

Según el Reglamento Estructural Panameño (REP 2014), Anexo A6: Figura 6.3.3 Capacidad de Soporte de Cimientos Superficiales; se estiman los valores del ángulo de fricción $\phi = 15^\circ$ y la cohesión, $c = 13 \text{ kN/m}^2$

De acuerdo a la velocidad de onda de corte estimada y la relación de Poisson de $\nu = 0.3$, se obtiene el valor del módulo de Young, $E_{50 \text{ ref}} = 145,000 \text{ kN/m}^2$

- Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen las propiedades del estrato de manera completa:

Tabla 7. Propiedades de estrato de material de relleno, punto crítico 3.

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	$\gamma_{\text{unsat}} (\text{kN/m}^3)$	$\gamma_{\text{sat}} (\text{kN/m}^3)$	$E_{50 \text{ ref}} (\text{kN/m}^2)$	ν	$\phi (^\circ)$	$c (\text{kN/m}^2)$
MRelleno	16	17	145,000	0.3	15	13

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

Roca Meteorizada

La roca meteorizada corresponde a la misma caracterizada en el punto crítico 1 y 2. Se resume como:

Tabla 8. Propiedades de estrato de roca meteorizada, punto crítico 3.

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	$\gamma_{\text{unsat}} (\text{kN/m}^3)$	$\gamma_{\text{sat}} (\text{kN/m}^3)$	$E_{50 \text{ ref}} (\text{kN/m}^2)$	ν	$\phi (^\circ)$	$c (\text{kN/m}^2)$
RMeteorizada	17	17	596,000	0.3	42	25

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

4.6.3. PUNTO CRÍTICO 4

Los principales estratos caracterizados fueron suelo residual y roca meteorizada. Sólo se caracterizaron los materiales involucrados en la estabilidad del talud, por lo que la roca sana no se incluyó en el análisis.

Suelo Residual

El estrato de suelo residual corresponde a un estrato compuesto de limo y arcilla. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

- Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es SUELO ENDURECIDO (HARDENING SOIL).
- Las perforaciones realizadas muestran:

Tabla 9. Caracterización de estratos, Punto crítico 4.

Sondeo	Prof. (m)		N (SPT)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
H-07	1.50	2.10	3	Suelo residual. Arcilla limosa. Consistencia suave. OC: 2. Plasticidad alta. Resistencia en estado seco alta. Color crema
	3.00	3.60	12	Suelo residual. Arcilla limosa. Consistencia rígida. OC: 3. Plasticidad alta. Resistencia en estado seco alta. Color crema.
	4.50	5.10	16	Suelo residual. Limo arcilloso. Consistencia muy rígida. OC: 3. Plasticidad media. Resistencia en estado seco moderada. Color crema
	6.00	6.60	11	

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

- En base a los registros de perforación y a proyectos con geología similar se estiman las siguientes propiedades:

Empirical values for γ , of cohesive soils based on the standard penetration number, (from Bowles, Foundation Analysis), se estima el peso específico seco, $\gamma_{unsat} = 16.0 \text{ kN/m}^3$ y saturado, $\gamma_{sat} = 17.0 \text{ kN/m}^3$

Según el Reglamento Estructural Panameño (REP 2014), Anexo A6: Figura 6.3.3 Capacidad de Soporte de Cimientos Superficiales; se estiman los valores del ángulo de fricción $\phi = 20^\circ$ y la cohesión, $c = 16 \text{ kN/m}^2$

De acuerdo a la velocidad de onda de corte estimada y la relación de Poisson de $\nu = 0.3$, se obtiene el valor del módulo de Young, $E_{50 \text{ ref}} = 210,000 \text{ kN/m}^2$

- Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen las propiedades del estrato de manera completa:

Tabla 10. Propiedades de estrato de suelo residual, punto crítico 4.

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	γ_{unsat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	$E_{50 \text{ ref}}$ (kN/m ²)	ν	ϕ (°)	c (kN/m ²)
SResidual	16	17	210,000	0.3	20	16

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

Roca Meteorizada

La roca meteorizada corresponde a la misma caracterizada en el punto crítico 1 y 2. Se resume como:

Tabla 11. Propiedades de estrato de roca meteorizada, punto crítico 4.

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	γ_{unsat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	$E_{50 \text{ ref}}$ (kN/m ²)	ν	ϕ (°)	c (kN/m ²)
RMeteorizada	17	17	596,000	0.3	42	25

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

4.6.4. SISTEMA DE CONTENCIÓN Y PROTECCIÓN COSTERO

Los principales estratos caracterizados fueron suelo residual y roca meteorizada. Sólo se caracterizaron los materiales involucrados en la estabilidad del talud, por lo que la roca sana no se incluyó en el análisis.

Suelo Residual

El estrato de suelo residual corresponde a un estrato compuesto de limo con fragmentos de roca. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

- Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es SUELO ENDURECIDO (HARDENING SOIL).
- Las perforaciones realizadas muestran:

Tabla 12. Caracterización de estratos, costa.

Sondeo	Prof. (m)		N (SPT)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
H-02	1.50	2.10	7	Suelo residual saprolítico. Limo con fragmentos de meteorización. Consistencia firme. OC: 3. No plástico. Material afectado por la erosión marina (ha reducido su consistencia). Color crema
H-03	1.50	2.10	6	Suelo residual. Limo con fragmentos de meteorización. Consistencia firme. OC: 3. No plástico. Color crema

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

- En base a los registros de perforación y a proyectos con geología similar se estiman las siguientes propiedades:

Empirical values for γ , of cohesive soils based on the standard penetration number, (from Bowles, Foundation Analysis), se estima el peso específico seco, $\gamma_{\text{unsat}} = 16.0 \text{ kN/m}^3$ y saturado, $\gamma_{\text{sat}} = 17.0 \text{ kN/m}^3$

Según el Reglamento Estructural Panameño (REP 2014), Anexo A6: Figura 6.3.3 Capacidad de Soporte de Cimientos Superficiales; se estiman los valores del ángulo de fricción $\phi = 20^\circ$ y la cohesión, $c = 16 \text{ kN/m}^2$

De acuerdo a la velocidad de onda de corte estimada y la relación de Poisson de $\nu = 0.3$, se obtiene el valor del módulo de Young, $E_{50 \text{ ref}} = 210,000 \text{ kN/m}^2$

- Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen las propiedades del estrato de manera completa:

Tabla 13. Propiedades de estrato de suelo residual, costa.

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	$\gamma_{\text{unsat}} (\text{kN/m}^3)$	$\gamma_{\text{sat}} (\text{kN/m}^3)$	$E_{50 \text{ ref}} (\text{kN/m}^2)$	ν	$\phi (^\circ)$	$c (\text{kN/m}^2)$
SResidual	16	17	210,000	0.3	20	16

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

Roca Meteorizada

La roca meteorizada del área corresponde la descomposición de la roca predominante en el sitio: arenisca de grano fino de la Formación Gatún Uscari. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es SUELO ENDURECIDO (HARDENING SOIL). Primero se estimaron parámetros iniciales del modelo "Hoek-Brown" para un tipo de roca "arenisca". Luego, según el ajuste Mohr-Coulomb por Hoek, B. (2007), se obtuvieron parámetros de resistencia que permitieron definir el material equivalente dentro del modelo "Hardening-Soil". Para obtener la equivalencia se utilizó la referencia: RocLab® de 2012-2013 Rocscience por Evert Hoek.

- Las perforaciones o ensayos de laboratorio realizados para este proyecto muestran:

Tabla 14. Caracterización de estratos, costa.

Sondeo	Prof. (m)		Recobro (%)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
H-02	4.50	5.10	50	Formación de roca. Arenisca de grano fino. Roca ligeramente meteorizada, consistencia dura. OC: 5. No plástico. Color gris/marrón.
H-03	3.00	3.60	50	Formación de roca meteorizada. Consistencia dura. OC: 5. No plástico. Color marrón/gris

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

- Por referencia a los ensayos de compresión simple en el sitio y a proyectos con geología similar se obtienen los siguientes parámetros:

El valor del peso específico no saturado, el $\gamma_{\text{unsat}} = 17 \text{ kN/m}^3$ y saturado, $\gamma_{\text{sat}} = 17 \text{ kN/m}^3$

El valor de la resistencia a la compresión simple estimada, $\sigma_c = 5,300 \text{ kN/m}^2$

De acuerdo a la velocidad de onda de corte estimada y la relación de Poisson, $\nu = 0.20$, se obtiene el valor del módulo inicial de la masa de roca, $E_i = 1,084,000 \text{ kN/m}^2$. De estos datos, se obtiene el módulo $E_{50} = 596,000 \text{ kN/m}^2$.

El coeficiente $m_i = 17$, de acuerdo al tipo de roca; el índice de resistencia geológico, $GSI = 60$ y el factor perturbación mínima, $D = 0$.

Datos de Entrada

Clasificación Hoek-Brown

Hoek-Brown Classification

sigci 0.53 MPa

GSI 60

m_i 17

D 0

☒ Ei 1084 MPa

☐ MR

Resultados

Criterio Hoek-Brown

Hoek-Brown Criterion

mb 4.074

s 0.0117

a 0.503

Failure Envelope Range

Application: Slopes

sig3max 0.0782 MPa

Unit Weight 0.017 MN/m³

Slope Height 6.2 m

Resultados

Ajuste Mohr-Coulomb

Mohr-Coulomb Fit

c 0.025 MPa

phi 42.51 deg

Rock Mass Parameters

sigt -0.002 MPa

sigc 0.057 MPa

sigcm 0.147 MPa

Erm 563.68 MPa

Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen las propiedades del estrato de manera completa:

Tabla 15. Propiedades de estrato de roca meteorizada, costa.

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	γ_{unsat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	$E_{50 \text{ ref}}$ (kN/m ²)	ν	ϕ (°)	c (kN/m ²)
RMeteorizada	17	17	596,000	0.3	42	25

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

5. ESTUDIO PARA LAS ESTACIONES DE BOMBEO

5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consta de dos estaciones de bombeo. La Estación de Bombeo Sur se propone en la Calle 6ta, con la intersección de la Ave. B; mientras que la Estación de Bombeo Norte se localiza en la intersección de Calle 6ta y Ave. Norte, de Isla Colón, Provincia de Bocas del Toro.

Ilustración 4. Ubicación de las estaciones de bombeo.



Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

5.2. ALCANCE DEL ESTUDIO

Para estas estructuras, se realizaron dos (2) perforaciones, una para cada estación de bombeo, con equipo mecánico. Las perforaciones se extendieron hasta la profundidad necesaria para identificar los materiales geológicos que inciden sobre el proyecto. En el punto 5.3, se muestra la planta y la ubicación de sondeos. Además, realizamos ensayos de laboratorio en suelo como contenido de humedad, límites de Atterberg y análisis granulométricos.

En el resto del informe se brindan mayores detalles al respecto.

5.3. UBICACIÓN DE SONDEOS

Ilustración 5. Ubicación de Sondeos, Estaciones de Bombeo.



Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

5.4. REGISTROS DE PERFORACIÓN

Ingenieros Geotécnicos, S.A. Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38 Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365		PERFORACION EB-01									
PAGINA 1 DE 2											
CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS		PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA									
CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón		LOCALIZACIÓN ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO									
INICIADA 10/15/20 NORTE 1032360		REGISTRADO POR J. A.									
TERMINADA 10/15/20 ESTE 363524		REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN									
ESTACIÓN EST. DE BOMBEO ELEVACION		Z 24hrs NIVEL FREÁTICO 0.40 m									
PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECUBRO (%)	ROD (%)	DENSIDAD (gm/cc)	VALOR SPT (N)	A. NUMERO SPT (N) A			
								10	20	30	40
								COMPRIMISION SPT (MPa)			
								10	20	30	40
0		CALICATA, SEDIMENTO FLUVIAL, FRAGMENTOS DE RESTOS DE CORAL EN UNA MATRIZ ARENOSA, DEPOSITO CLASTO SOPORTADO, REACTIVO AL HCL, DEBDO A LOS RESTOS CALCICOS DE LOS CORALES, COLOR BLANCO, GRIS.	GB 1	100							
2		1.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL, CORAL CON ARENA, SE REVISTO A ESTA PROFUNDIDAD PARA EVITAR DERRUMBES, AVANCE DE TRICONO RÁPIDO, COLOR DE AGUA BLANCO.	T 1								
4		3.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL, ARENA FINA CON FRAGMENTOS DE CORAL, COMPACIDAD DENSA, MUESTRA HUMEDA, REACTIVO AL HCL, COLOR GRIS/BLANCO.	SS 1	90			(36)				
4		3.60 m. SEDIMENTO FLUVIAL, ARENA CON FRAGMENTOS DE CORAL, SE REVISTO A ESTA PROFUNDIDAD, AVANCE DE TRICONO RÁPIDO, COLOR GRIS CLARO.	T 2								
6		4.50 m. SEDIMENTO FLUVIAL, ARENA FINA, COMPACIDAD DENSA, POBREMENTE GRADUADA, MUESTRA HUMEDA, COLOR GRIS.	SS 2	65			(34)				
6		5.10 m. SEDIMENTO FLUVIAL, ARENA FINA, SE REVISTO A ESTA PROFUNDIDAD, AVANCE RÁPIDO-CAMBIA A LENTO, COLOR DE AGUA GRIS OSCURO.	T 3								
8		6.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL, ARENA FINA, COMPACIDAD MUY DENSA, POBREMENTE GRADUADA, MUESTRA HUMEDA, COLOR GRIS.	SS 3	25			(R)				
8		6.60 m. NO HUBO RECUPERACIÓN, POR LA DUREZA DEL MATERIAL SE USO BROCA DE DIAMANTE, EL SEDIMENTO PRESENTE SE LAVO Y NO HUBO RECUPERACIÓN, SE OBSERVA EN EL AGUA DE LA PERFORACION PRESENCIA DE RESTOS DE CORAL Y ARENA MEDIA, AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO, COLOR DE AGUA GRIS CAMBIA A BLANCA.	RC 1	0							
10		9.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL, CORAL CON PRESENCIA DE ARENA FINA A MEDIA, DEPOSITO CLASTO SOPORTADO, LOS FRAGMENTOS DE CORAL SON DE 1-15 CM, LA ARENA PRESENTE ES BIEN GRADUADA, MATERIAL REACTIVO AL HCL POR LOS RESTOS DE CORAL, AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO, COLOR DE AGUA BLANCO.	RC 3	14							
12			RC 4	16							
14		9.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL, CORAL CON PRESENCIA DE ARENA FINA A MEDIA, DEPOSITO CLASTO SOPORTADO, LOS FRAGMENTOS DE CORAL SON DE 1-15 CM, LA ARENA PRESENTE ES BIEN GRADUADA, MATERIAL REACTIVO AL HCL POR LOS RESTOS DE CORAL, AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO, COLOR DE AGUA BLANCO. (continued)	RC 5	14							
14			RC 6	24							
Fin del sondeo a 15.0 m.											

Ingenieros Geotécnicos, S.A. Ave. Ricardo J. Altaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38 Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365		PERFORACION EB-02 PAGINA 1 DE 2					
CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS		PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA					
CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón		LOCALIZACIÓN ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO					
INICIADA 10/26/20 NORTE 1033047		REGISTRADO POR J. A.					
TERMINADA 10/26/20 ESTE 363456		REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN					
ESTACION EST. DE BOMBEO ELEVACION		± 24hrs NIVEL FREATICO 0.40 m					
PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECORO (%)	ROD (%)	DENSIDAD (DMT)	VALOR SPT (N)	A NUMERO SPT (N) A 10 20 30 40
	MATERIAL DE RELLENO. SELECTO.	GS 1					
2	1.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL, ARENA, AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR DE AGUA GRIS CLARO.	T 1					
4	3.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL, ARENA MEDIA, COMPACIDAD DENSA, MATERIAL HÚMEDO. COLOR GRIS CLARO.	SS 1	85			(29)	
4	3.60 m. SEDIMENTO FLUVIAL, ARENA, AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR DE AGUA GRIS CLARO.	T 2					
4	4.50 m. SEDIMENTO FLUVIAL, ARENA MEDIA, COMPACIDAD MUY DENSA, MATERIAL HÚMEDO. COLOR GRIS CLARO.	SS 2	90			(52)	
6	5.10 m. SEDIMENTO FLUVIAL, ARENA, AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR DE AGUA GRIS CLARO.	T 3					
6	6.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL, ARENA MEDIA, COMPACIDAD DENSA, MATERIAL HÚMEDO. COLOR GRIS CLARO.	SS 3	85			(31)	
6	6.60 m. SEDIMENTO FLUVIAL, ARENA, AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR DE AGUA GRIS CLARO.	T 4					
8	7.50 m. SEDIMENTO FLUVIAL, ARENA MEDIA, COMPACIDAD DENSA, MATERIAL HÚMEDO. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR GRIS CLARO.	SS 4	65			(18)	
8		T 5					
10		SS 5	50			(16)	
10		T 6					
12		SS 6	75			(30)	
12		T 7					
14		SS 7	85			(29)	
14		T 8					
14		SS 8	90			(22)	
14		T 9					
16	7.50 m. SEDIMENTO FLUVIAL, ARENA MEDIA, COMPACIDAD DENSA, MATERIAL HÚMEDO. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR GRIS CLARO. (continued)	SS 9	100			(19)	
16		T 10					
18		SS 10	90			(17)	
18		T 11					
18		SS 11	100			(23)	

Fin del sondeo a 18.5 m.



5.5. RESULTADOS DE LABORATORIO

Tabla 16. Resumen de resultados de laboratorio, Estaciones de Bombeo.

Estructura / Sitio	Sondeo	Muestra No.	Prof. de la Muestra (m)	Tipo de Muestra (Alterada (A) No Alterada (NA))	Clasificación	Indicador Físico			Límites de Atterberg			Análisis de Tamaño de Partículas					
						Contenido de Humedad	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Grava	Arena	Limo	Arcilla				
Estación de Bombeo	EB-01	SS-2	4.50 - 5.10	A	SP	W	WL	Wp	Ip	>2	2 ~ 0.59	0.075 ~ 0.005	<0.005	mm	mm	%	%
	EB-02	SS-4	7.50 - 8.10	A	SM	27.2	N.P.	N.P.	N.P.	99.6	98.2	11.3	3.4	mm	mm	%	%
						39.6	N.P.	N.P.	N.P.	99.2	98.4	59.5	29.8	mm	mm	%	%

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

5.6. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ESTRATOS

El principal estrato encontrado en el sitio y caracterizado fue el sedimento fluvial. El sedimento fluvial corresponde a una mezcla de arena y coral. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

- Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es SUELO ENDURECIDO (HARDENING SOIL).
- Las perforaciones o ensayos de laboratorio realizados para este proyecto muestran a continuación:

Tabla 17. Caracterización de estratos, Estaciones de Bombeo.

Sondeo	Prof. (m)		N (SPT)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
EB-01	3.00	3.60	36	Sedimento fluvial. Arena fina con fragmentos de coral. Compacidad densa. Muestra húmeda. Reactivo al HCL. Color gris/blanco
	4.50	5.10	34	Sedimento fluvial. Arena fina. Compacidad densa. Pobremente graduada. Muestra húmeda. Color gris.
	6.00	6.60	>50	
EB-02	3.00	3.60	29	Sedimento fluvial. Arena media. Compacidad densa. Material húmedo. Color gris claro.
	4.50	5.10	52	
	6.00	6.60	31	
	7.50	8.10	18	Sedimento fluvial. Arena media. Compacidad densa. Material húmedo. Avance de tricono rápido. Color gris claro
	9.00	9.60	16	
	10.50	11.10	30	
	12.00	12.60	29	
	13.50	14.10	22	
	15.00	15.60	19	
	16.50	17.10	17	
	18.00	18.60	23	

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

- En base a los registros de perforación y a proyectos con geología similar se estiman las siguientes propiedades:

Brinkgreve RBJ, Engin E, Engin HK (2010). Validation of empirical formulas to derive model parameters for sands. Proc. Numerical Methods in Geotechnical Engineering, NUMGE 2010 (eds. S. Nordal & T. Benz).; se asume una densidad relativa de menos de 25% (arena con compacidad suelta) que permite estimar los valores del peso específico seco, $\gamma_{unsat} = 16.0 \text{ kN/m}^3$ y saturado, $\gamma_{sat} = 19.0 \text{ kN/m}^3$; ángulo de fricción $\phi = 30^\circ$; la cohesión $c = 0 \text{ kN/m}^2$; relación de Poisson de $\nu = 0.2$ y el valor del módulo de Young $E_{50 \text{ ref}} = 9,600 \text{ kN/m}^2$.

- Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen las propiedades del estrato de manera completa:

Tabla 18. Propiedades de estratos, Estaciones de Bombeo.

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	γ_{unsat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	$E_{50 \text{ ref}}$ (kN/m ²)	ν	ϕ (°)	c (kN/m ²)
Sedimento	16	19	9,600	0.2	30	0

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

5.7. RECOMENDACIONES

5.7.1. CIMIENTOS

Se pueden cimentar estas estructuras sobre zapatas. Las zapatas deben ser desplantadas a una profundidad de 1.50 metros bajo la superficie actual del terreno y se deben dimensionar para una capacidad de soporte admisible de 20,000 kg/m².

Debido al material de arena y coral que se encuentran a profundidad, recomendamos reemplazo con material selecto de 1.00 metro de profundidad adicional al desplante de la zapata. A continuación, se presentan las especificaciones.

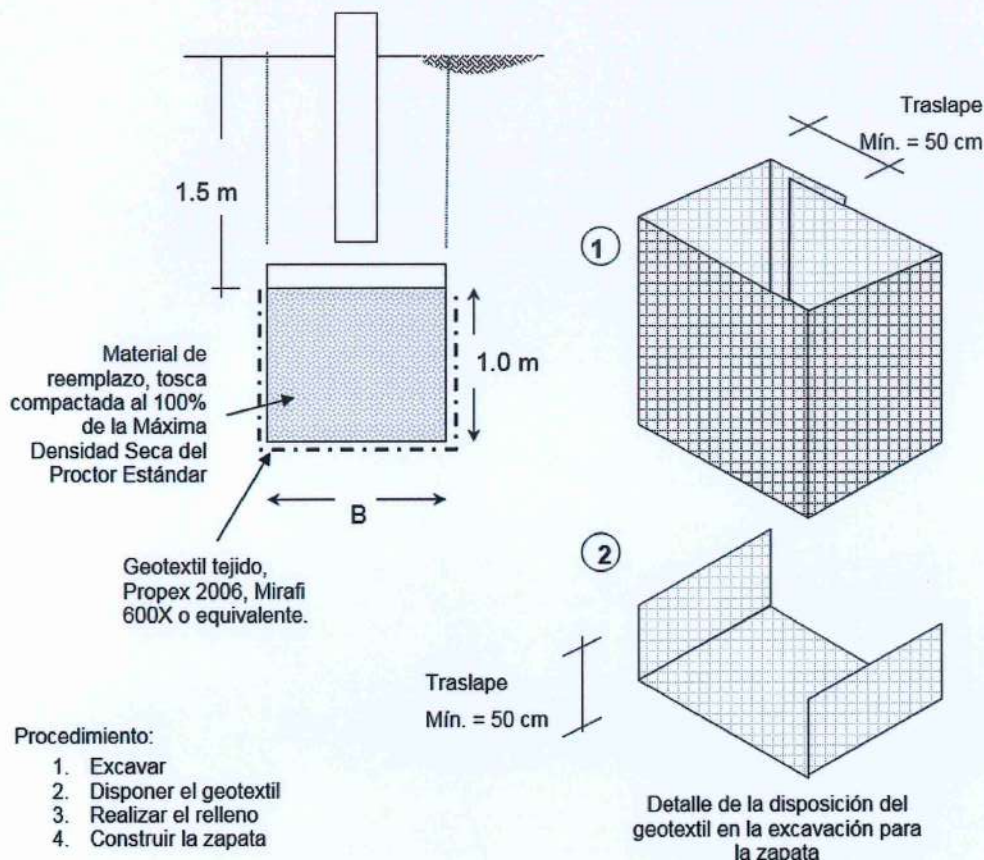
Tabla 19. Especificaciones del Material Selecto.

Parámetros	Especificación MOP
Porcentaje que pasa tamiz 3"	100%
Porcentaje que pasa tamiz 2"	90% min - 97% máx.
Porcentaje que pasa el Tamiz No. 4	35% min - 80% máx.
Porcentaje que pasa el Tamiz No. 200	25% máx.
Límite Líquido	40% máx.
Índice de Plasticidad	10% máx.

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

El material debe estar compactado al 100% del ensayo Proctor Estándar. Se recomienda el uso de geotextil, como se muestra en la Esquema 1.

Ilustración 6. Mejoramiento de Suelo Bajo la Huella de la Zapata.



Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec.

El fondo de las excavaciones para las zapatas deberá ser completamente horizontal, encontrarse en un solo material geológico y estar libre de escombros y suelos reblandecidos, antes del vaciado.

5.7.2. CONSIDERACIONES SÍSMICAS

La caracterización del Riesgo Sísmico en el sitio se obtuvo del Reglamento Estructural de Panamá (REP-2014). La carga sísmica se caracteriza por la aceleración máxima del terreno (p_g), la aceleración de respuesta espectral para estructuras de período corto (S_s) y la aceleración de respuesta espectral para estructuras de período largo (S_1).

La aceleración espectral (S_s) en el sitio de Almirante, Bocas del Toro es de 1.282. De la ecuación 3.1 de Z.A. Lubkowsky & B. Aluisi ("Deriving S_s and S_1 Parameters from PGA Maps"), se obtiene el PGA:

$$S_s/PGA = 0.3386 \cdot PGA + 2.1696, \text{ resultando } PGA = 0.54g$$

Los valores correspondientes al sitio son:

$$PGA = 0.54g; S_s (0.2s) = 1.282; S_1 (1.0s) = 0.517$$

ANEXOS

ANEXO N°1

REGISTROS DE PERFORACIONES



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365

PERFORACION H-04

PAGINA 1 DE 1

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA

CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón

LOCALIZACION ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

INICIADA 10/20/20

NORTE 1035247

REGISTRADO POR J. A

TERMINADA 10/20/20

ESTE 362144

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

ESTACION PTO. CRITICO 1

ELEVACION

24hrs NIVEL FREATICO OBSTRUIDO

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲				
								10	20	30	40	
								□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □				
									10	20	30	40
2		SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 1									
		1.50 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. CONSISTENCIA FIRME. OC. 3.	SS 1	0			(6)	▲				
		2.10 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 2									
		3.00 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. CONSISTENCIA FIRME. OC: 3. PLASTICIDAD MEDIA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO MODERADA. COLOR MARRÓN/CREMA.	SS 2	35			(6)	▲				
4		3.60 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 3									
		4.50 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. CONSISTENCIA FIRME. OC: 3. PLASTICIDAD MEDIA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO MODERADA. COLOR MARRÓN/CREMA.	SS 3	100			(5)	▲				
		5.10 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA CAMBIA A GRIS.	T 4									
		6.00 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. CONSISTENCIA RÍGIDA. OC: 3. PLASTICIDAD BAJA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO DÉBIL. COLOR GRIS.	SS 4	100			(13)	▲				
		6.60 m. SUELO RESIDUAL. LIMO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA GRIS.	T 5									
		7.50 m. SUELO RESIDUAL. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACIÓN. CONSISTENCIA MUY RÍGIDA. OC: 4. NO PLÁSTICO. COLOR GRIS.	SS 5	100			(25)		▲			
8		8.10 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. ROCA MUY SUAVE. EL MATERIAL SE LAVÓ EN LA ACCIÓN DE LA PERFORACIÓN. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR DE AGUA GRIS.	RC 1	0								
		9.00 m. FORMACIÓN GATÚN-USCARI TM-GAus. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA SUAVE RH: 1. ROCA SANA (I). MASA ROCOSA MASIVA, PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS ESPACIADAS, JUNTAS MODERADAMENTE ABIERTAS (3-10 MM) CON PRESENCIA DE UNA FINA PELÍCULA DE CALCITA, SE PRESENTA MUCHAS FRACTURAS MECÁNICAS DEBIDO AL PROCESO DE PERFORACIÓN Y LAS CUALES NO SON REPRESENTATIVAS DEL MATERIAL. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. GRANULOMETRÍA DE LA ROCA CON GRANOS DE 0.032-0.125 MM. REACTIVA AL HCL, PRESENCIA DE CEMENTO CALCÁREO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE LENTO. COLOR GRIS.	RC 2	90	34							
10			RC 3	100	24							
12												

Fin del sondeo a 12.0 m.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365

PERFORACION H-05

PAGINA 1 DE 2

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón

PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA

LOCALIZACION ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

INICIADA 10/19/20

NORTE 1035222

REGISTRADO POR J. A

TERMINADA 10/19/20

ESTE 362077

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

ESTACION PTO. CRITICO 2

ELEVACION

24hrs NIVEL FREATICO OBSTRUIDO

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲ 10 20 30 40			
								□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □ 10 20 30 40			
		CALICATA, LOS PRIMEROS 0.15 METROS SE PRESENTA ASFALTO Y CAPA BASE, CAMBIA A TERRENO NATURAL.	GB 1	100							
2		1.50 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 1								
4		3.00 m. SUELO RESIDUAL. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACIÓN. CONSISTENCIA MUY RÍGIDA. OC: 4. PLASTICIDAD BAJA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO BAJA. COLOR GRIS.	SS 1	85			(20)				
		3.60 m. SUELO RESIDUAL. LIMO CON FRAGMENTOS DE ROCA. AVANCE DE TRICONO MEDIO- COLOR DE AGUA GRIS.	T 2								
		4.50 m. TRANSICIÓN DE SUELO RESIDUAL A ROCA. LIMO SAPROLÍTICO. CONSISTENCIA DURA. OC: 5. NO PLÁSTICO. LIMO CON FRAGMENTOS DE ARENA Y METEORIZACIÓN. COLOR GRIS.	SS 2	65			(R)				>>▲
6		5.10 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. ROCA MUY SUAVE. EL MATERIAL SE LAVÓ EN LA ACCIÓN DE LA PERFORACIÓN. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR DE AGUA GRIS.	RC 1	0							
8		6.00 m. FORMACIÓN GATÚN-USCARI TM-GAus. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA SUAVE RH: 1. ROCA LIGERAMENTE METEORIZADA (II). MASA ROCOSA FRACTURADA, PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS CERCANAMENTE ESPACIADAS, JUNTAS ABIERTAS (8-15 MM) CON PRESENCIA DE UNA FINA PELÍCULA DE CALCITA, SE PRESENTA ALGUNAS FRACTURAS MECÁNICAS DEBIDO AL PROCESO DE PERFORACIÓN Y LAS CUALES NO SON REPRESENTATIVAS DEL MATERIAL, LA POCA RESISTENCIA DE LA ROCA PROVOCA QUE PARTE DE LA MUESTRA SE TRITURE Y NO SE RECUPERE. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. GRANULOMETRÍA DE LA ROCA CON GRANOS DE 0.032-0.125 MM. REACTIVA AL HCL, PRESENCIA DE CEMENTO CALCÁREO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR GRIS.	RC 2	36	0						
10			RC 3	30	0						
			RC 4	50	0						
12			RC 5	50	0						



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365

PERFORACION H-05

PAGINA 2 DE 2

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA

CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón

LOCALIZACION ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

INICIADA 10/19/20

NORTE 1035222

REGISTRADO POR J. A

TERMINADA 10/19/20

ESTE 362077

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

ESTACION PTO. CRITICO 2

ELEVACION _____

24hrs NIVEL FREATICO OBSTRUIDO

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲ 10 20 30 40			
								<input type="checkbox"/> COMPRESION SIMPLE (MPa) <input type="checkbox"/> 10 20 30 40			
14		10.50 m. FORMACIÓN GATÚN-USCARI TM-GAus. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA SUAVE RH: 1. ROCA SANA (I). MASA ROCOSA MASIVA, PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS MODERADAMENTE ESPACIADAS, JUNTAS MODERADAMENTE ABIERTAS (6-10 MM) CON PRESENCIA DE UNA FINA PELÍCULA DE CALCITA, SE PRESENTA MUCHAS FRACTURAS MECÁNICAS DEBIDO AL PROCESO DE PERFORACIÓN Y LAS CUALES NO SON REPRESENTATIVAS DEL MATERIAL, LA POCA RESISTENCIA DE LA ROCA PROVOCA QUE PARTE DE LA MUESTRA SE TRITURE Y NO SE RECUPERE. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. GRANULOMETRÍA DE LA ROCA CON GRANOS DE 0.032-0.125 MM. REACTIVA AL HCL, PRESENCIA DE CEMENTO CALCÁREO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE LENTO. COLOR GRIS. (continued)	RC 6	40	0						
			RC 7	90	36						
		Fin del sondeo a 15.0 m.									



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365

PERFORACION H-06

PAGINA 1 DE 1

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA

CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón

LOCALIZACION ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

INICIADA 10/21/20

NORTE 1036885

REGISTRADO POR J. A

TERMINADA 10/21/20

ESTE 361264

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

ESTACION PTO. CRITICO 3

ELEVACION

24hrs NIVEL FREATICO OBSTRUIDO

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲				
								10	20	30	40	
								□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □				
								10	20	30	40	
2		MATERIAL DE RELLENO, LIMO ARCILLOSO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 1									
		1.50 m. MATERIAL DE RELLENO. ARCILLA LIMOSA. CONSISTENCIA SUAVE. OC: 3. PLASTICIDAD ALTA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO ALTA. COLOR MARRÓN.	SS 1	40			(3)	▲				
4		2.10 m. MATERIAL DE RELLENO. ARCILLA LIMOSA. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA MARRÓN.	T 2									
		3.00 m. MATERIAL DE RELLENO. ARCILLA LIMOSA. CONSISTENCIA SUAVE. OC: 3. PLASTICIDAD ALTA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO ALTA. COLOR MARRÓN.	SS 2	45			(2)	▲				
6		3.60 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA CAMBIA A GRIS.	T 3									
		4.50 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. CONSISTENCIA DURA. OC: 5. PLASTICIDAD BAJA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO DÉBIL. COLOR MARRÓN.	SS 3	90			(R)					>>▲
8		5.10 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. ROCA MUY SUAVE. EL MATERIAL SE LAVÓ EN LA ACCIÓN DE LA PERFORACIÓN. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR DE AGUA GRIS.	RC 1	0								
		6.00 m. FORMACIÓN GATÚN-USCARI TM-GAus. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA SUAVE RH: 1. ROCA SANA (I). MASA ROCOSA EN BLOQUES-MASIVA, PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS MODERADAMENTE ESPACIADAS, JUNTAS MODERADAMENTE ABIERTAS (3-10 MM) CON PRESENCIA DE UNA FINA PELÍCULA DE CALCITA, SE PRESENTA MUCHAS FRACTURAS MECÁNICAS DEBIDO AL PROCESO DE PERFORACIÓN Y LAS CUALES NO SON REPRESENTATIVAS DEL MATERIAL, LA POCA RESISTENCIA DE LA ROCA PROVOCA QUE PARTE DE LA MUESTRA SE TRITURE Y NO SE RECUPERE. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. GRANULOMETRÍA DE LA ROCA CON GRANOS DE 0.032-0.125 MM. REACTIVA AL HCL, PRESENCIA DE CEMENTO CALCÁREO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE LENTO. COLOR GRIS.	RC 2	30	30							
10			RC 3	100	40							
			RC 4	100	18							
		Fin del sondeo a 10.5 m.										



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365

PERFORACION H-07

PAGINA 1 DE 1

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA

CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón

LOCALIZACION ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

INICIADA 10/22/20

NORTE 1037325

REGISTRADO POR J. A

TERMINADA 10/22/20

ESTE 361241

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

ESTACION PTO. CRITICO 4

ELEVACION

24hrs NIVEL FREATICO OBSTRUIDO

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ftc³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲				
								10	20	30	40	
								□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □				
								10	20	30	40	
		SUELO RESIDUAL. ARCILLA LIMOSA. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 1									
2		1.50 m. SUELO RESIDUAL. ARCILLA LIMOSA. CONSISTENCIA SUAVE. OC: 2. PLASTICIDAD ALTA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO ALTA. COLOR CREMA.	SS 1	65			(3)	▲				
		2.10 m. SUELO RESIDUAL. ARCILLA LIMOSA. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 2									
		3.00 m. SUELO RESIDUAL. ARCILLA LIMOSA. CONSISTENCIA RÍGIDA. OC: 3. PLASTICIDAD ALTA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO ALTA. COLOR CREMA.	SS 2	100			(12)	▲				
4		3.60 m. SUELO RESIDUAL. ARCILLA LIMOSA. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 3									
		4.50 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. CONSISTENCIA MUY RÍGIDA. OC: 3. PLASTICIDAD MEDIA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO MODERADA. COLOR CREMA.	SS 3	100			(16)	▲				
		5.10 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 4									
6		6.00 m. SUELO RESIDUAL. LIMO ARCILLOSO. CONSISTENCIA MUY RÍGIDA. OC: 3. PLASTICIDAD MEDIA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO MODERADA. COLOR CREMA.	SS 4	100			(11)	▲				
		6.60 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. ROCA MUY SUAVE. EL MATERIAL SE LAVÓ EN LA ACCIÓN DE LA PERFORACIÓN. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR DE AGUA GRIS.	RC 1	0								
8		7.50 m. FORMACIÓN GATÚN-USCARI TM-GAus. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA SUAVE RH: 1. ROCA SANA (I). MASA ROCOSA MASIVA, PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS ESPACIADAS, JUNTAS MODERADAMENTE ABIERTAS (3-10 MM) CON PRESENCIA DE UNA FINA PELÍCULA DE CALCITA, SE PRESENTA MUCHAS FRACTURAS MECÁNICAS DEBIDO AL PROCESO DE PERFORACIÓN Y LAS CUALES NO SON REPRESENTATIVAS DEL MATERIAL. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. GRANULOMETRÍA DE LA ROCA CON GRANOS DE 0.032-0.125 MM. REACTIVA AL HCL, PRESENCIA DE CEMENTO CALCÁREO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE LENTO. COLOR GRIS.	RC 2	76	58							
10			RC 3	100	18							
12												

Fin del sondeo a 12.0 m.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365

PERFORACION H-02

PAGINA 1 DE 1

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón

PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA

LOCALIZACION ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

INICIADA 10/17/20

NORTE 1034211

REGISTRADO POR J. A

TERMINADA 10/17/20

ESTE 362208

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

ESTACION EROSION POR OLEAJE ELEVACION

24hrs NIVEL FREATICO 2.50 m

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲			
								10	20	30	40
1		SUELO RESIDUAL SAPROLÍTICO. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACIÓN. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 1								
2		1.50 m. SUELO RESIDUAL SAPROLÍTICO. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACIÓN. CONSISTENCIA FIRME. OC: 3. NO PLÁSTICO. MATERIAL AFECTADO POR LA EROSIÓN MARINA (HA REDUCIDO SU CONSISTENCIA). COLOR CREMA.	SS 1	100			(7)	▲			
3		2.10 m. SUELO RESIDUAL SAPROLÍTICO. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACIÓN Y ALGO DE SEDIMENTO MARINO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA MARRÓN/GRIS.	T 2								
4		3.00 m. NO SE PUDO REALIZAR PRUEBA SPT, DEBIDO A LA ACCIÓN DEL MAR, EL MATERIAL A ESTA PROFUNDIDAD FUE EROSIONADO Y HA OCASIONADO UNA CAVIDAD.	SS 2								
5		3.60 m. SUELO RESIDUAL SAPROLÍTICO. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACIÓN Y ALGO DE SEDIMENTO MARINO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA MARRÓN/GRIS.	T 3								
6		4.50 m. FORMACIÓN DE ROCA. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA LIGERAMENTE METEORIZADA, CONSISTENCIA DURA. OC: 5. NO PLÁSTICO. COLOR GRIS/MARRÓN.	SS 3	50			(R)				>>▲
7		5.10 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. ROCA MUY SUAVE. EL MATERIAL SE LAVÓ EN LA ACCIÓN DE LA PERFORACIÓN. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR DE AGUA GRIS.	RC 1	0							
8		6.00 m. FORMACIÓN GATÚN-USCARI TM-GAus. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA SUAVE RH: 1. ROCA SANA (I). MASA ROCOSA MASIVA, PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS ESPACIADAS, JUNTAS MODERADAMENTE ABIERTAS (3-10 MM) CON PRESENCIA DE UNA FINA PELÍCULA DE CALCITA. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. GRANULOMETRÍA DE LA ROCA CON GRANOS DE 0.032-0.125 MM. REACTIVA AL HCL, PRESENCIA DE CEMENTO CALCÁREO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE LENTO. COLOR GRIS.	RC 2	100	70						
9			RC 3	100	38						

Fin del sondeo a 9.0 m.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365

PERFORACION H-03

PAGINA 1 DE 1

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA

CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón

LOCALIZACION ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

INICIADA 10/16/20 NORTE 1034250

REGISTRADO POR J. A

TERMINADA 10/16/20 ESTE 362243

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

ESTACION EROSION POR OLEAJE ELEVACION

24hrs NIVEL FREATICO 2.40 m

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲ 10 20 30 40			
								□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □ 10 20 30 40			
		SUELO RESIDUAL SAPROLITICO. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACIÓN. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 1								
2		1.50 m. SUELO RESIDUAL. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACIÓN. CONSISTENCIA FIRME. OC: 3. NO PLÁSTICO. COLOR CREMA.	SS 1	100			(6)	▲			
		2.10 m. SUELO RESIDUAL SAPROLÍTICO. LIMO CON FRAGMENTOS DE METEORIZACIÓN. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 2								
		3.00 m. FORMACIÓN DE ROCA METEORIZADA. CONSISTENCIA DURA. OC: 5. NO PLÁSTICO. COLOR MARRÓN/GRIS.	SS 2	50			(R)				>>▲
4		3.60 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. ROCA MUY SUAVE. EL MATERIAL SE LAVÓ EN LA ACCIÓN DE LA PERFORACIÓN. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA/GRIS.	RC 1	0							
			RC 2	0							
6		6.00 m. FORMACIÓN GATÚN-USCARI TM-GAus. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA SUAVE RH: 1. MATERIAL MUY SUAVE Y FRACTURADO, SE LAVÓ EN SU MAYOR PARTE DURANTE LOS TRABAJOS DE PERFORACIÓN. AVANCE DE BROCA DE LENTO. COLOR GRIS.	RC 3	6	0						
8		7.50 m. FORMACIÓN GATÚN-USCARI TM-GAus. ARENISCA DE GRANO FINO. ROCA SUAVE RH: 1. ROCA SANA (I). MASA ROCOSA MASIVA, PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS ESPACIADAS, JUNTAS MODERADAMENTE ABIERTAS (3-10 MM) CON PRESENCIA DE UNA FINA PELÍCULA DE CALCITA, TAMBIEN SE PRESENTA MUCHAS FRACTURAS MECÁNICAS DEBIDO AL PROCESO DE PERFORACIÓN Y LAS CUALES NO SON REPRESENTATIVAS DEL MATERIAL. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. GRANULOMETRÍA DE LA ROCA CON GRANOS DE 0.032-0.125 MM. REACTIVA AL HCL, PRESENCIA DE CEMENTO CALCÁREO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE LENTO. COLOR GRIS.	RC 4	66	0						
10			RC 5	100	56						
		Fin del sondeo a 10.5 m.									



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365

PERFORACION EB-01

PAGINA 1 DE 2

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA

CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón

LOCALIZACION ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

INICIADA 10/15/20

NORTE 1032360

REGISTRADO POR J. A

TERMINADA 10/15/20

ESTE 363524

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

ESTACION EST. DE BOMBEO

ELEVACION

24hrs NIVEL FREATICO 0.40 m

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRE (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲ 10 20 30 40			
								□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □ 10 20 30 40			
		CALICATA. SEDIMENTO FLUVIAL. FRAGMENTOS DE RESTOS DE CORAL EN UNA MATRIZ ARENOSA. DÉPOSITO CLASTO SOPORTADO. REACTIVO AL HCL, DEBIDO A LOS RESTOS CALCICOS DE LOS CORALES, COLOR BLANCO, GRIS.	GB 1	100							
2		1.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL. CORAL CON ARENA. SE REVISTIO A ESTA PROFUNDIDAD PARA EVITAR DERRUMBES. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR DE AGUA BLANCO.	T 1								
4		3.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA FINA CON FRAGMENTOS DE CORAL. COMPACIDAD Densa. MUESTRA HÚMEDA. REACTIVO AL HCL. COLOR GRIS/BLANCO.	SS 1	90			(36)				▲
		3.60 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA CON FRAGMENTOS DE CORAL. SE REVISTIO A ESTA PROFUNDIDAD. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR GRIS CLARO.	T 2								
		4.50 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA FINA. COMPACIDAD Densa. POBREMENTE GRADUADA. MUESTRA HÚMEDA. COLOR GRIS.	SS 2	65			(34)				▲
6		5.10 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA FINA. SE REVISTIO A ESTA PROFUNDIDAD. AVANCE RÁPIDO-CAMBIA A LENTO. COLOR DE AGUA GRIS OSCURO.	T 3								
		6.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA FINA. COMPACIDAD MUY Densa. POBREMENTE GRADUADA. MUESTRA HÚMEDA. COLOR GRIS.	SS 3	25			(R)				>>▲
8		6.60 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. POR LA DUREZA DEL MATERIAL SE USO BROCA DE DIAMANTE, EL SEDIMENTO PRESENTE SE LAVÓ Y NO HUBO RECUPERACIÓN, SE OBSERVA EN EL AGUA DE LA PERFORACIÓN PRESENCIA DE RESTOS DE CORAL Y ARENA MEDIA. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR DE AGUA GRIS CAMBIA A BLANCA.	RC 1	0							
			RC 2	0							
10		9.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL. CORAL CON PRESENCIA DE ARENA FINA A MEDIA. DEPOSITO CLASTO SOPORTADO. LOS FRAGMENTOS DE CORAL SON DE 1-15 CM, LA ARENA PRESENTE ES BIEN GRADUADA. MATERIAL REACTIVO AL HCL POR LOS RESTOS DE CORAL. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR DE AGUA BLANCO.	RC 3	14							
12			RC 4	16							



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365

PERFORACION EB-01

PAGINA 2 DE 2

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA

CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón

LOCALIZACION ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

INICIADA 10/15/20

NORTE 1032360

REGISTRADO POR J. A

TERMINADA 10/15/20


ESTE 363524

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

ESTACION EST. DE BOMBEO

ELEVACION _____

24hrs NIVEL FREATICO 0.40 m

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲			
								10	20	30	40
								□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □			
								10	20	30	40
14		9.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL. CORAL CON PRESENCIA DE ARENA FINA A MEDIA. DEPOSITO CLASTO SOPORTADO. LOS FRAGMENTOS DE CORAL SON DE 1-15 CM, LA ARENA PRESENTE ES BIEN GRADUADA. MATERIAL REACTIVO AL HCL POR LOS RESTOS DE CORAL. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR DE AGUA BLANCO. (continued)	RC 5	14							
			RC 6	24							
		Fin del sondeo a 15.0 m.									



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365

PERFORACION EB-02

PAGINA 1 DE 2

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón

PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA

LOCALIZACION ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

INICIADA 10/26/20

NORTE 1033047

REGISTRADO POR J. A

TERMINADA 10/26/20

ESTE 363486

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

ESTACION EST. DE BOMBEO

ELEVACION

24hrs NIVEL FREATICO 0.40 m

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRE (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲			
								10	20	30	40
								□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □			
								10	20	30	40
		MATERIAL DE RELLENO. SELECTO.	GB 1								
2		1.00 m. SEDIEMENTO FLUVIAL. ARENA. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR DE AGUA GRIS CLARO.	T 1								
4		3.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA MEDIA. COMPACIDAD DENSA. MATERIAL HÚMEDO. COLOR GRIS CLARO.	SS 1	85			(29)			▲	
		3.60 m. SEDIEMENTO FLUVIAL. ARENA. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR DE AGUA GRIS CLARO.	T 2								
		4.50 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA MEDIA. COMPACIDAD MUY DENSA. MATERIAL HÚMEDO. COLOR GRIS CLARO.	SS 2	90			(52)				>>▲
6		5.10 m. SEDIEMENTO FLUVIAL. ARENA. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR DE AGUA GRIS CLARO.	T 3								
		6.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA MEDIA. COMPACIDAD DENSA. MATERIAL HÚMEDO. COLOR GRIS CLARO.	SS 3	85			(31)			▲	
		6.60 m. SEDIEMENTO FLUVIAL. ARENA. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR DE AGUA GRIS CLARO.	T 4								
8		7.50 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA MEDIA. COMPACIDAD DENSA. MATERIAL HÚMEDO. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR GRIS CLARO.	SS 4	65			(18)		▲		
			T 5								
			SS 5	50			(16)		▲		
10			T 6								
			SS 6	75			(30)			▲	
12			T 7								
			SS 7	85			(29)			▲	
			T 8								
14			SS 8	90			(22)			▲	
			T 9								



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365

PERFORACION EB-02

PAGINA 2 DE 2

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón

PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA

LOCALIZACION ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

INICIADA 10/26/20

NORTE 1033047

REGISTRADO POR J. A

TERMINADA 10/26/20

ESTE 363486

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

ESTACION EST. DE BOMBEO

ELEVACION _____

24hrs NIVEL FREATICO 0.40 m

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲ 10 20 30 40			
								□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □ 10 20 30 40			
16		7.50 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA MEDIA. COMPACIDAD Densa. MATERIAL HÚMEDO. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR GRIS CLARO. (continued)	SS 9	100			(19)		▲		
			T 10								
			SS 10	90			(17)		▲		
18			T 11								
			SS 11	100			(23)		▲		
Fin del sondeo a 18.6 m.											



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365

PERFORACION CE-1

PAGINA 1 DE 2

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón

PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA

LOCALIZACION ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

INICIADA 10/24/20

NORTE 1034980

REGISTRADO POR J. A

TERMINADA 10/24/20

ESTE 362846

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

ESTACION CE

ELEVACION

24hrs NIVEL FREATICO OBSTRUIDO

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲			
								10	20	30	40
								□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □			
								10	20	30	40
2		MATERIAL DE RELLENO. BOLIOS DE ROCA, ARENA. AVANCE DE TRICONO LENTO. COLOR DE AGUA GRIS CLARO.	T 1								
4											
6											
6.00		6.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA MEDIA. COMPACIDAD DENSA. MATERIAL HÚMEDO. POBREMENTE GRADUADA. COLOR GRIS.	SS 1	100			(34)			▲	
6.60		6.60 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR DE AGUA GRIS CLARO.	T 2								
7.50		7.50 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA MEDIA. COMPACIDAD DENSA. MATERIAL HÚMEDO. POBREMENTE GRADUADA. COLOR GRIS.	SS 2	90			(25)			▲	
8.10		8.10 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR DE AGUA GRIS CLARO.	T 3								
9.00		9.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA MEDIA. COMPACIDAD SUELTA. MATERIAL HÚMEDO. POBREMENTE GRADUADA. COLOR GRIS.	SS 3	75			(8)	▲			
9.60		9.60 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR DE AGUA GRIS CLARO.	T 4								
10.50		10.50 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. COMPACIDAD SUELTA.	SS 4	0			(7)	▲			
11.10		11.10 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARENA. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR DE AGUA GRIS CLARO.	T 5								
12											



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365

PERFORACION CE-1

PAGINA 2 DE 2

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón

PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN. CIRCUNVALACIÓN COSTERA

LOCALIZACION ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

INICIADA 10/24/20

NORTE 1034980

TERMINADA 10/24/20

ESTE 362846

ESTACION CE

ELEVACION

REGISTRADO POR J. A

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

24hrs NIVEL FREATICO OBSTRUIDO

ELEVACION		24hrs NIVEL FREATICO		OBSTRUIDO							
PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ft3)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲			
								10	20	30	40
□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □											
10 20 30 40											
14 											



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Teléfono: (507) 279-0014 Fax: (507) 279-0365

PERFORACION CE-2

PAGINA 1 DE 1

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

CODIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón

PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA
LOCALIZACION ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

INICIADA 10/23/20

NORTE 1038716

TERMINADA 10/23/20

ESTE 358847

ESTACION CE

ELEVACION

REGISTRADO POR J. A

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

24hrs NIVEL FREATICO 1.90 m

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲ 10 20 30 40			
								□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □ 10 20 30 40			
		SEDIEMENTO FLUVIAL. ARCILLA-LIMO ARENOSA. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 1								
2		1.50 m. SEDIMENTO FLUVIAL. CONSISTENCIA SUAVE. OC: 2. PLASTICIDAD MEDIA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO MODERADA. COLOR CREMA.	SS 1	50			(4)	▲			
		2.10 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARCILLA-LIMO ARENOSA. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 2								
		3.00 m. NO HUBO RECUPERACIÓN.	SS 2	0			(4)	▲			
4		3.60 m. SEDIMENTO FLUVIAL. LIMO CON FRAGMENTOS DE CORAL. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR DE AGUA CREMA.	T 3								
		4.50 m. SEDIMENTO FLUVIAL. LIMO CON FRAGMENTOS DE CORAL. CONSISTENCIA DURA. OC: 5. COLOR CREMA/BLANCO.	SS 3	50			(R)				
6		5.10 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR DE AGUA CLARO.	RC 1	0							>>▲
		6.00 m. ARRECIFE DE CORAL. CORAL. CONSISTENCIA DURA. OC: 5. CONSISTE EN OTRORA UN ARRECIFE DE CORAL, CONTIENE ELEMENTOS FINOS (LIMO, ARENA). AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE LENTO. COLOR BLANCO.	RC 2	36							
8			RC 3	16							
10			RC 4	14							
12			RC 5	6							
			RC 6	30							

Fin del sondeo a 13.5 m.