



# Ingenieros Geotécnicos, S.A.

---

Ave. Ricardo J. Alfaro  
Edison Plaza, Tercer Piso, Ofic.38  
Teléfonos: (507)279-0014/0413/0366  
Fax: (507)279-0365  
Apdo. Postal: 0823-0423, Panamá  
[www.geo.com.pa](http://www.geo.com.pa)

Panamá, 18 de marzo de 2025

**Señores**  
**ITECPA, S.A.**  
**E.S.D**

REF: Investigación en Sitio –*Puente Río Bongo*

Por este medio tenemos el agrado de presentarle nuestro informe en relación a la investigación de sitio para el proyecto de referencia, el cual estará ubicado en Macaracas, Prov. de Los Santos.

Quedamos a su disposición para aclarar cualquier duda que pueda surgir a raíz de este informe.

Atentamente,  
**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

18 de marzo de  
2025



INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.

Investigación en Sitio

## PUENTE RÍO BONGO

*Preparado para:*  
**ITECPA, S.A.**



**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

***Ave. Ricardo J. Alfaro***

***Edison Plaza, Tercer Piso, Oficina 38***

***Teléfonos: (507) 279-0014/0413/0366***

***Fax. (507) 279-0365***

***Apartado Postal: 3628, zona 7, Panamá***

***E-mail: [info@ingeotec.net](mailto:info@ingeotec.net)***

***Web Site: [www.geo.com.pa](http://www.geo.com.pa)***



**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

PROYECTO:  
**PUENTE RÍO BONGO**

CLIENTE:  
**ITECPA, S.A.**

## TABLA DE CONTENIDO

1. ALCANCE DEL ESTUDIO
2. RECOMENDACIONES
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
  - 2.1 GEOLOGÍA DEL SITIO
4. PLANTA Y UBICACIÓN DE SONDEOS
5. REGISTROS DE PERFORACIÓN
6. RESULTADOS DE LABORATORIO
7. SECCION GEOLÓGICA
8. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ESTRATOS
9. CONSIDERACIONES SÍSMICAS

### **1. ALCANCE DEL ESTUDIO**

Para este proyecto realizamos dos (2) perforaciones, una para cada futuro estribo, con equipo mecánico. 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. En el punto 4, se muestra la planta y la ubicación de sondeos.

Además, se realizaron ensayos de laboratorio: contenido de humedad, límites de Atterberg, ensayos de granulometría y compresión simple de roca.

Basándose en el alcance de la exploración que acordamos con ustedes, podemos considerar que las recomendaciones emitidas en este informe son de carácter final. En el resto del informe se brindan mayores detalles al respecto.



**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

PROYECTO:  
PUENTE RÍO BONGO

CLIENTE:  
ITECPA, S.A.

## 2. RECOMENDACIONES

La estructura propuesta consiste en un (1) puente vehicular. El proyecto se encuentra ubicado sobre Río Bongo, Macaracas, Prov. de Los Santos. A continuación, se presentan las recomendaciones para los cimientos:

### 2.1 Cimientos

Se puede cimentar la estructura propuesta sobre zapatas. Las zapatas deben ser desplantadas a una profundidad mínima de 4.00 metros por debajo del lecho del río y se deben dimensionar para una capacidad de soporte admisible de 40,000 kg/m<sup>2</sup>.

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.

### 2.2 Consideraciones Sísmicas

#### 2.2.1 Carga Sísmica

La caracterización del Riesgo Sísmico en el sitio se obtuvo del Reglamento Estructural de Panamá (REP-2021). Esta carga sísmica se caracteriza por la aceleración máxima del terreno (PGA), la aceleración de respuesta espectral para estructuras de período corto (S<sub>s</sub>) y la aceleración de respuesta espectral para estructuras de período largo (S<sub>1</sub>). Los valores correspondientes al sitio son:

$$\text{PGA} = 0.39\text{g}; \text{S}_s(0.2\text{s}) = 0.83; \text{S}_1(1.0\text{s}) = 0.30$$

#### 2.2.2 Perfil sísmico del sitio

El perfil del sitio se clasifica como tipo C, de acuerdo con la edición 2021 del Reglamento Estructural Panameño (REP-2021). El valor ponderado de penetración se calculó utilizando la siguiente fórmula, de acuerdo con las recomendaciones del Reglamento Estructural Panameño (REP-2021).

$$\bar{N} = \frac{\sum d_i}{\sum (d_i / N_i)}$$

Donde: d<sub>i</sub> Espesor de los estratos / N<sub>i</sub> Valor de N (golpes por pie), de la prueba de penetración estándar.  $\bar{N}$  Valor ponderado de penetración estándar.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:  
PUENTE RÍO BONGO

CLIENTE:  
ITECPA, S.A.

### 3. 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 la estructura propuesta de modo confiable. La estructura propuesta consiste en un (1) puente vehicular. El proyecto se encuentra sobre Río Bongo, Macaracas, Prov. de Los Santos.



Figura 3-1. Ubicación del Proyecto en el Mapa Satelital de Google Earth

#### 3.1. GEOLOGÍA DEL SITIO

##### Macaracas (TO – MAC)

Período Terciario. Grupo Macaracas. Tobas y areniscas tobáceas. 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.

En la Figura 3-2, se muestra la ubicación del proyecto en el mapa geológico con referencia señalada.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:  
PUENTE RÍO BONGO

CLIENTE:  
ITECPA, S.A.

Período	Grupo	Color	Formación	Descripción
TERCIARIO	Macaracas		Macaracas	Tobas y Areniscas Tobáceas

Réferencia  
“GEOLOGÍA”. Dirección General de Recursos Minerales (DGRM).  
Mapa Geológico. Escala 1:250,000.  
Mapa Geológico. Escala 1:1,000,000. (Atlas Nacional de Panamá)



Figura 3-2. Ubicación del Proyecto en el Mapa Geológico



 <b>Ingenieros Geotécnicos, S.A.</b>	PROYECTO: <b>PUENTE RÍO BONGO</b> CLIENTE: <b>ITECPA, S.A.</b>	TÍTULO: <b>4. PLANTA Y UBICACIÓN DE SONDEOS</b>	ESCALA: <b>S/E</b>
			HOJA: <b>1_DE_1</b>



Ingenieros Geotécnicos, S.A.  
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, 3 piso, Ofic. 37-38  
Teléfono: +(507) 2790014 ó 2790413 Fax: +(507) 2790365

# PERFORACION H-01

PAGINA 1 DE 2

CLIENTE ITECPA

CODIGO DE PROYECTO 2378/2025

INICIADA 2/21/25

NORTE 875368

PROYECTO PUENTE RÍO BONGO

LOCALIZACION MACARACAS, PROV. DE LOS SANTOS

TERMINADA 2/23/25

ESTE 557997

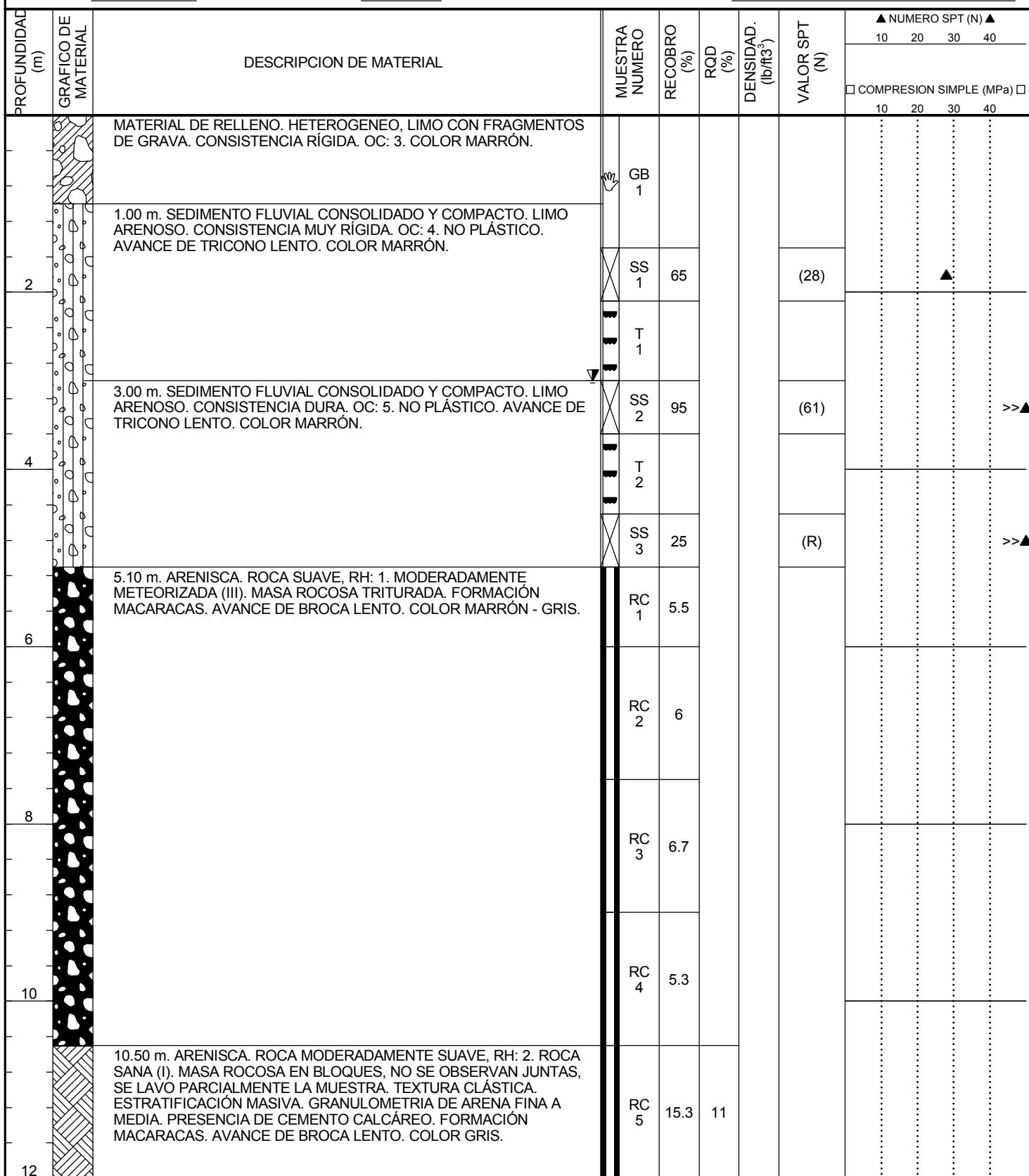
REGISTRADO POR ING. EUSEBIO SOLIS

ESTACION

ELEVACION 0 m

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

▼ 24hrs NIVEL FREATICO 3.00 m / Elev -3.00 m





Ingenieros Geotécnicos, S.A.  
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, 3 piso, Ofic. 37-38  
Teléfono: +(507) 2790014 ó 2790413 Fax: +(507) 2790365

## **PERFORACION H-01**

PAGINA 2 DE 2

CLIENTE ITECPA

CODIGO DE PROYECTO 2378/2025

INICIADA 2/21/25

**TERMINADA** 2/23/25

ESTACION

NORTE 875368

**ESTE** 557997

ELEVACION 0 m

**PROYECTO PUENTE RÍO BONGO**

**LOCALIZACION** MACARACAS, PROV. DE LOS SANTOS

REGISTRADO POR ING. EUSEBIO SOLIS

---

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

**⚠ 24hrs NIVEL FREATICO** 3.00 m / Elev -3.00 m

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	▲ NUMERO SPT (N) ▲				
				RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ft <sup>3</sup> )	VALOR SPT (N)	□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □
10	20	30	40	10	20	30	40	
14		12.00 m. ARENISCA. ROCA MODERADAMENTE SUAVE, RH: 2 ROCA SANA (I). MASA ROCOSA SOLIDA, SIN JUNTAS OBSERVABLES. SE OBSERVAN JUNTAS SELLADAS POR CALCITA. TEXTURA CLÁSTICA. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. GRANULOMETRIA DE ARENA FINA A MEDIA. PRESENCIA DE CEMENTO CALCÁREO. FORMACIÓN MACARACAS. AVANCE DE BROCA LENTO. COLOR GRIS	RC 6	100	91			
			RC 7	100	86			
		Fin del sondeo a 15.0 m.						



Ingenieros Geotécnicos, S.A.  
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, 3 piso, Ofic. 37-38  
Teléfono: +(507) 2790014 ó 2790413 Fax: +(507) 2790365

# PERFORACION H-02

PAGINA 1 DE 2

CLIENTE ITECPA

CODIGO DE PROYECTO 2378/2025

INICIADA 2/23/25

NORTE 875350

PROYECTO PUENTE RÍO BONGO

TERMINADA 2/24/25

ESTE 558009

LOCALIZACION MACARACAS, PROV. DE LOS SANTOS

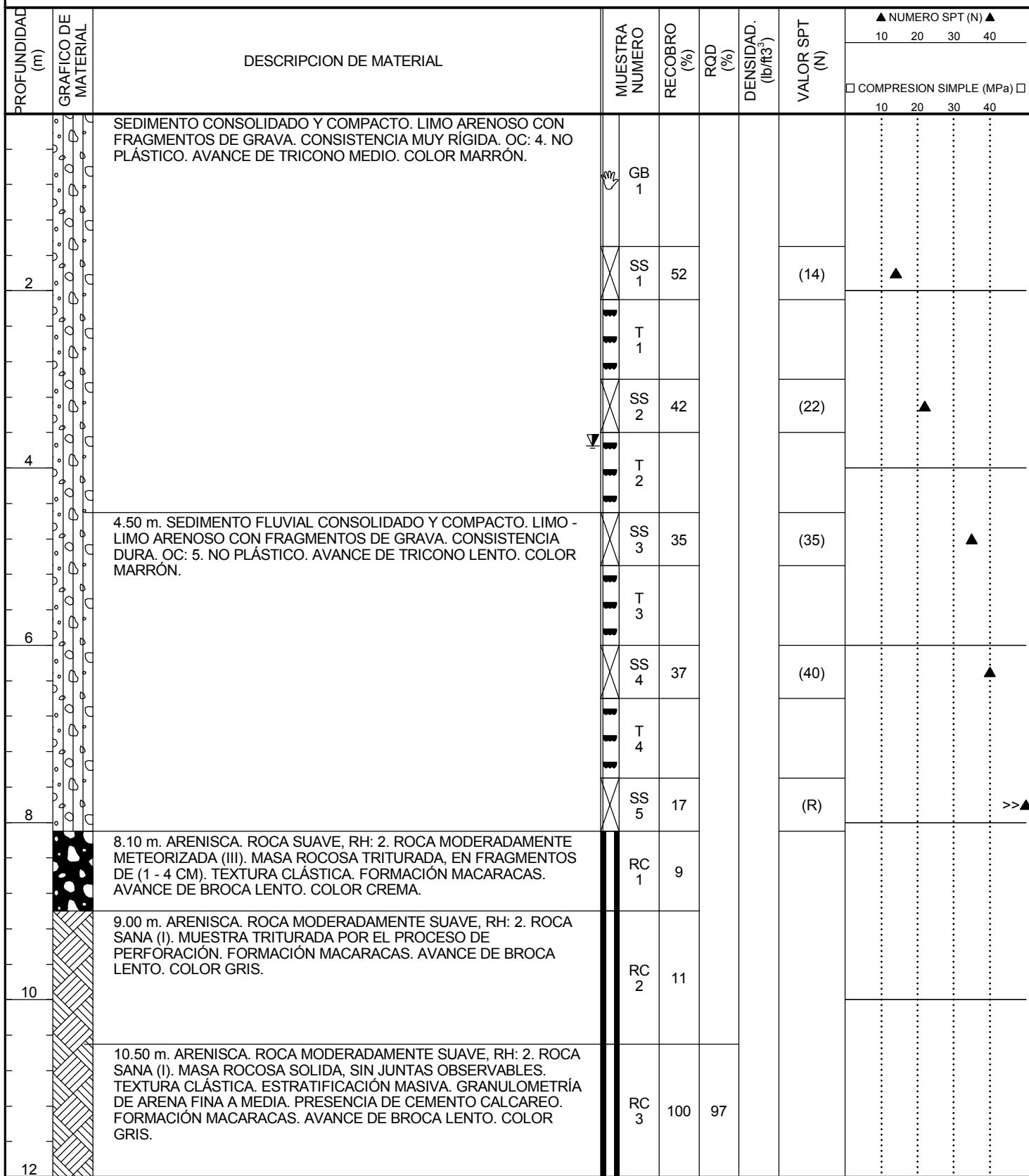
ESTACION

ELEVACION 0 m

REGISTRADO POR ING. EUSEBIO SOLIS

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

▼ 24hrs NIVEL FREATICO 3.75 m / Elev -3.75 m





Ingenieros Geotécnicos, S.A.  
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, 3 piso, Ofic. 37-38  
Teléfono: +(507) 2790014 ó 2790413 Fax: +(507) 2790365

# PERFORACION H-02

PAGINA 2 DE 2

CLIENTE ITECPA

CODIGO DE PROYECTO 2378/2025

INICIADA 2/23/25

NORTE 875350

PROYECTO PUENTE RÍO BONGO

TERMINADA 2/24/25

ESTE 558009

LOCALIZACION MACARACAS, PROV. DE LOS SANTOS

ESTACION

ELEVACION 0 m

REGISTRADO POR ING. EUSEBIO SOLIS

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

▼ 24hrs NIVEL FREATICO 3.75 m / Elev -3.75 m

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ft <sup>3</sup> )	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲
								10 20 30 40
								□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □
								10 20 30 40
		10.50 m. ARENISCA. ROCA MODERADAMENTE SUAVE, RH: 2. ROCA SANA (I). MASA ROCOSA SOLIDA, SIN JUNTAS OBSERVABLES. TEXTURA CLÁSTICA. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. GRANULOMETRÍA DE ARENA FINA A MEDIA. PRESENCIA DE CEMENTO CALCAREO. FORMACIÓN MACARACAS. AVANCE DE BROCA LENTO. COLOR GRIS. (continued)	RC 4	100	96			
		Fin del sondeo a 13.5 m.						

---

---

## **6. Resultados de Laboratorio**

---

---



**INFORME DE ENSAYO**  
**LÍMITES DE ATTERBERG (ATTERBERG LIMITS)**  
**(ASTM D4318)**

**CÓDIGO DE DOCUMENTO**  
SG-P14-F01  
Fecha: 22/02/2025  
Revisión: 01

**AREA (ÁREA):**  
**LABORATORIO (LABORATORY)**

**SUB-ÁREA (SUB-AREA):**  
**SUELOS (SOILS)**

**Nº DE INFORME (REPORT No.): ISG-2378-025**

2378/2025

TRABAJO No (JOB No.)  
**PUENTE RÍO BONGO**  
PROYECTO (PROJECT)  
**RÍO BONGO, PROV. DE LOS SANTOS**  
UBICACIÓN (LOCATION)  
**ITECPA,S.A.**  
CLIENTE (CLIENT)  
**LIMO**  
MATERIAL (MATERIAL)  
**NO APlica**  
FUENTE (SOURCE)

INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A.  
MUESTREADO POR (SAMPLED BY)  
**01/03/2025**  
FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT)  
**SPT**  
MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD)  
**23/02/2025**  
FECHA DE MUESTREO (SAMPLE DATE)  
**10/03/2025**  
FECHA DE ENSAYO (TEST DATE)  
**11/03/2025**  
FECHA DE REPORTE (REPORT DATE)

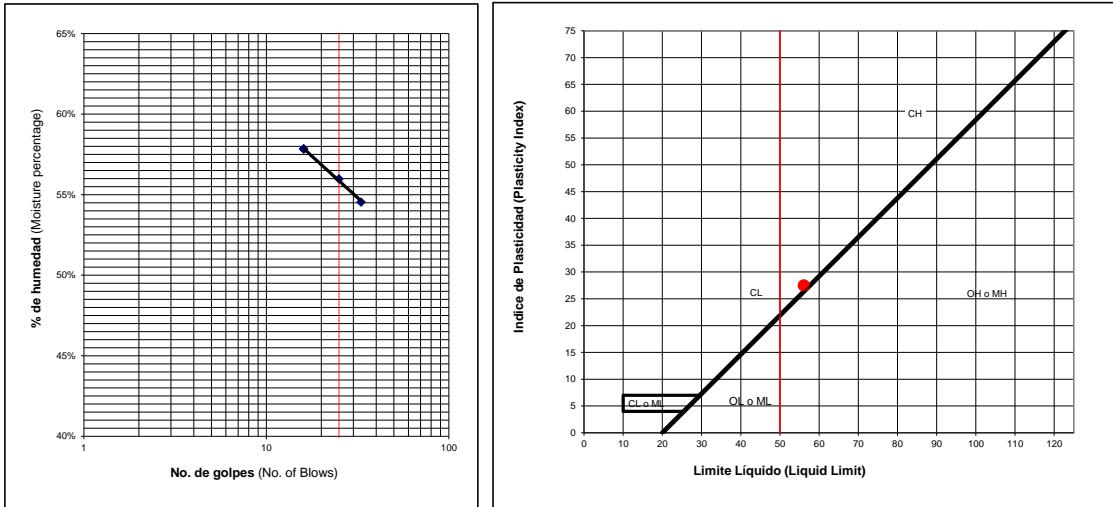
HOY No (HOLE No.)  
**2378-H01-SS02-RB**  
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (SAMPLE ID)  
**3.00 a 3.60 m**  
PROFUNDIDAD (DEPTH) (m)  
**NO APlica**  
ELEVACIÓN (ELEVATION) (m)  
COORDENADAS(COORDINATES)  
**N: 875368**  
**E: 557997**

Procedimiento Para Obtener Especimen (Procedure Uses To Obtain The Specimen):	Humedad (Moist): X	Horno (Oven):	Contenido de Humedad (As-Received Water Content):	28.90%
---	--------------------	---------------	---	--------

Ensaya No.(Test No.)	Límite Líquido (Liquid Limit)						Límite Plástico (Plastic Limit)					
	1	2	3				1	2				
Tara No. (Tare No.)	5	6	7				8	9				
No. de Golpes (No. of Blows)	33	25	16				-	-				
Peso de Tara + Suelo Húmedo (Weight of Tare + Wet Soil) (g)	48.26	50.56	47.96				22.56	21.74				
Peso de Tara + Suelo Seco (Weight of Tare + Dry Soil) (g)	34.99	36.81	34.76				19.98	19.64				
Peso del Agua (Weight of Water) (g)	13.27	13.75	13.2				2.58	2.1				
Peso de Tara (Weight of Tare) (g)	10.66	12.25	11.94				11.05	12.21				
Peso de Suelo Seco (Weight of Dry Soil) (g)	24.33	24.56	22.82				8.93	7.43				
% de Humedad (Moisture Percentage)	54.5%	56.0%	57.8%				26.9%	26.3%				

\*Límite Líquido (Liquid Limit): Equipo Manual (Manual Equipment)

\*Límite Plástico (Plastic Limit): Erollado a Mano(Hand Rolled)



Límite Líquido (Liquid Limit): 56 %

Límite Plástico (Plastic Limit): 29 %

Indice de Plasticidad (Plasticity Index): 28 %

Clasificación de la tabla de plasticidad (Plasticity Chart Classification): CH

Observaciones (Remarks): \_\_\_\_\_

**Equipo Utilizado para el Ensayo (Equipment Used for the Test)**

Equipo (Equipment):	<b>BALANZA</b>	Identificación(Identification):	<b>EQC-022</b>
Equipo (Equipment):	<b>HORN</b>	Identificación(Identification):	<b>EQV-021</b>
Equipo (Equipment):	<b>TERMÓMETRO</b>	Identificación(Identification):	<b>EQC-028</b>
Equipo (Equipment):	<b>CASA GRANDE</b>	Identificación(Identification):	<b>EQV-016</b>
Equipo (Equipment):	<b>RANURADOR</b>	Identificación(Identification):	<b>EQV-019</b>

Muestreado en Campo por(Sampled on site by):

Ensayado por (Tested by):

Compilado por (Compiled by):

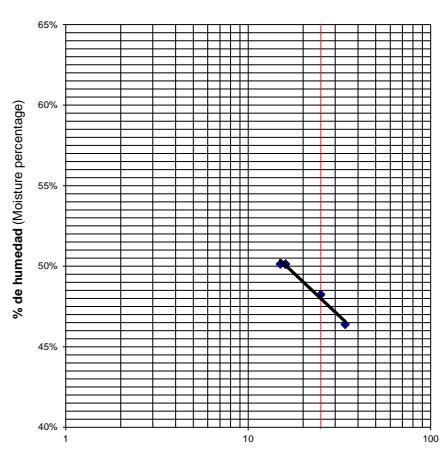
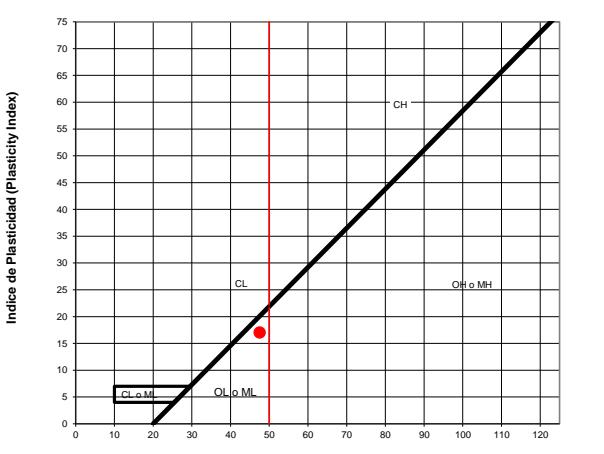
Presentado por (Compiled by):

**ING. JOSÉ GUEVARA**

*José E. Guerena*

Se prohíbe la reproducción de este reporte sin la aprobación escrita de SERVICIOS GEO,S.A.

Los resultados de este informe se aplican únicamente a las muestras recibidas y especificadas en él.

	<b>INFORME DE ENSAYO</b> <b>LÍMITES DE ATTERBERG (ATTERBERG LIMITS)</b> <b>(ASTM D4318)</b>				<b>CÓDIGO DE DOCUMENTO</b> SG-P14-F01 <b>Fecha:</b> 22/02/2025 <b>Revisión:</b> 01																																																												
<b>AREA (ÁREA):</b> <b>LABORATORIO (LABORATORY)</b>	<b>SUB-ÁREA (SUB-AREA):</b> <b>SUELOS (SOILS)</b>			<b>Nº DE INFORME (REPORT No.): ISG-2378-028</b>																																																													
2378/2025 TRABAJO No (JOB No.) PUENTE RÍO BONGO PROYECTO (PROJECT) RÍO BONGO, PROV. DE LOS SANTOS UBICACIÓN (LOCATION) ITECPA,S.A. CLIENTE (CLIENT) LIMO MATERIAL (MATERIAL) NO APLICA FUENTE (SOURCE)																																																																	
INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A. MUESTREADO POR (SAMPLED BY) 01/03/2025 FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT) SPT MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD) 24/02/2025 FECHA DE MUESTREO (SAMPLE DATE) 10/03/2025 FECHA DE ENSAYO (TEST DATE) 11/03/2025 FECHA DE REPORTE (REPORT DATE)																																																																	
H-02 HOYO No (HOLE No.) 2378-H02-SS02-RB IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (SAMPLE ID) 1.50 a 2.10 m PROFUNDIDAD (DEPTH) (m) NO APLICA ELEVACIÓN (ELEVATION) (m) COORDENADAS(COORDINATES) N: 875350 E: 558009																																																																	
Procedimiento Para Obtener Especimen (Procedure Uses To Obtain The Specimen): Húmedad (Moist): X Horno (Oven): Contenido de Humedad (As-Received Water Content): 33.80%																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Límite Líquido (Liquid Limit)</th> <th colspan="3">Límite Plástico (Plastic Limit)</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>41</td> <td>42</td> <td>32</td> <td>33</td> <td></td> </tr> <tr> <td>34</td> <td>25</td> <td>15</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>47.26</td> <td>49.56</td> <td>49.79</td> <td>21.51</td> <td>20.55</td> <td></td> </tr> <tr> <td>36.19</td> <td>36.91</td> <td>36.76</td> <td>19.11</td> <td>18.41</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11.07</td> <td>12.65</td> <td>13.03</td> <td>2.4</td> <td>2.14</td> <td></td> </tr> <tr> <td>12.33</td> <td>10.69</td> <td>10.77</td> <td>11.29</td> <td>11.32</td> <td></td> </tr> <tr> <td>23.86</td> <td>26.22</td> <td>25.99</td> <td>7.82</td> <td>7.09</td> <td></td> </tr> <tr> <td>46.4%</td> <td>48.2%</td> <td>50.1%</td> <td>30.7%</td> <td>30.2%</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <small>*Límite Líquido (Liquid Limit): Equipo Manual (Manual Equipment) *Límite Plástico (Plastic Limit): Erollado a Mano(Hand Rolled)</small>						Límite Líquido (Liquid Limit)			Límite Plástico (Plastic Limit)			1	2	3	1	2	3	40	41	42	32	33		34	25	15	-	-		47.26	49.56	49.79	21.51	20.55		36.19	36.91	36.76	19.11	18.41		11.07	12.65	13.03	2.4	2.14		12.33	10.69	10.77	11.29	11.32		23.86	26.22	25.99	7.82	7.09		46.4%	48.2%	50.1%	30.7%	30.2%	
Límite Líquido (Liquid Limit)			Límite Plástico (Plastic Limit)																																																														
1	2	3	1	2	3																																																												
40	41	42	32	33																																																													
34	25	15	-	-																																																													
47.26	49.56	49.79	21.51	20.55																																																													
36.19	36.91	36.76	19.11	18.41																																																													
11.07	12.65	13.03	2.4	2.14																																																													
12.33	10.69	10.77	11.29	11.32																																																													
23.86	26.22	25.99	7.82	7.09																																																													
46.4%	48.2%	50.1%	30.7%	30.2%																																																													
 																																																																	
Límite Líquido (Liquid Limit): 48 % Límite Plástico (Plastic Limit): 30 % Índice de Plasticidad (Plasticity Index): 17 %																																																																	
Clasificación de la tabla de plasticidad (Plasticity Chart Classification): ML																																																																	
Observaciones (Remarks):																																																																	
<b>Equipo Utilizado para el ENSAYO (Equipment Used for the Test)</b> Equipo (Equipment): BALANZA Identificación(Identification): EQC-022 Equipo (Equipment): HORNO Identificación(Identification): EQV-021 Equipo (Equipment): TERMÓMETRO Identificación(Identification): EQC-028 Equipo (Equipment): CASA GRANDE Identificación(Identification): EQV-016 Equipo (Equipment): RANURADOR Identificación(Identification): EQV-019																																																																	
Muestreado en Campo por (Sampled on site by): INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A. Presentado por (Compiled by): ING. JOSÉ GUEVARA Ensayado por (Tested by): TÉC. JOSÉ PÉREZ Compilado por (Compiled by): TÉC. JOSÉ PÉREZ Autorizado por (Authorized by): José E. Guerena																																																																	
Se prohíbe la reproducción de este reporte sin la aprobación escrita de SERVICIOS GEO,S.A. Los resultados de este informe se aplican únicamente a las muestras recibidas y especificadas en él.																																																																	
PEDREGAL, CALLE PRINCIPAL SANTA CRUZ, URB. VILLA LOBOS/ PROV. DE PANAMÁ REPÚBLICA DE PANAMÁ - TELÉFONOS 279-0014 / 6418-4204																																																																	



**INFORME DE ENSAYO  
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NATURAL MOISTURE CONTENT)  
(ASTM D2216)**

CÓDIGO DE DOCUMENTO	
SG-P14-F02	
Fecha:	22/02/2025
Revisión:	01

ÁREA (AREA):  
LABORATORIO (LABORATORY)

SUB-AREA (SUB-AREA):  
SUELOS (SOILS)

Nº DE INFORME (REPORT No.): ISG-2378-026

2378/2025

TRABAJO No (JOB No.)

PUENTE RÍO BONGO

PROYECTO (PROJECT)

RÍO BONGO, PROV. DE LOS SANTOS

UBICACIÓN (LOCATION)

ITECPA,S.A.

CLIENTE (CLIENT)

LIMO

MATERIAL (MATERIAL)

NO APLICA

FUENTE (SOURCE)

INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A.

MUESTREADO POR (SAMPLED BY)

01/03/2025

FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT)

SPT

MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD)

23/02/2025

FECHA DE MUESTREO (SAMPLE DATE)

06/03/2025

FECHA DE ENSAYO (TEST DATE)

07/03/2025

FECHA DE REPORTE (REPORT DATE)

H-01

HOYO No (HOLE No.)

2378-H01-SS01-RB

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(SAMPLEID)

3.00 a 3.60 m

PROFUNDIDAD (DEPTH) (m)

NO APLICA

ELEVACIÓN (ELEVATION) (m)

COORDENADAS(COORDINATES)

N: 875368

E: 557997

Muestra (Sample)	2378-H01-SS01-RB										
Hoyo No.(Borehole No.)	H-01										
Profundidad (Depth) (m)	3.00 a 3.60 m										
Método Usado (Test Method Used)	B										
No. de Tara (Tare No.)	O										
Peso del Suelo Húmedo + Tara (Weight Wet Soil + Tare)(g)	295.07										
Peso del Suelo Seco + Tara (Weight Dry Soil + Tare) (g)	243.14										
Peso del Agua (Weight of Water) (g)	51.93										
Peso de la Tara (Weight of Tare) (g)	63.54										
Peso del Suelo Seco (Weight of Dry Soil) (g)	179.6										
% de Humedad (Moisture Percentage)	28.9%										
Temperatura de Secado (Drying Temperature)	110 ± 5 °C										

Observaciones (Remarks):

**Equipo Utilizado para el Ensayo (Equipment Used for the Test)**

Equipo (Equipment):

BALANZA

Identificación(Identification):

EQC-022

Equipo (Equipment):

HORNO

Identificación(Identification):

EQV-021

Equipo (Equipment):

TERMÓMETRO

Identificación(Identification):

EQC-028

Muestreado en Campo por(Sampled on site by):

NO APLICA

Presentado por (Presented by): ING. JOSÉ GUEVARA

Ensayado por (Tested by):

TÉC. JOSÉ PÉREZ

José E. Guvara

Compilado por (Compiled by):

TÉC. JOSÉ PÉREZ

Autorizado por (Authorized by):

Se prohíbe la reproducción de este reporte sin la aprobación escrita de SERVICIOS GEO,S.A.

Los resultados de este informe se aplican únicamente a las muestras recibidas y especificadas en él.



**INFORME DE ENSAYO  
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NATURAL MOISTURE CONTENT)  
(ASTM D2216)**

CÓDIGO DE DOCUMENTO	
SG-P14-F02	
Fecha:	22/02/2025
Revisión:	01

ÁREA (AREA):  
LABORATORIO (LABORATORY)

SUB-AREA (SUB-AREA):  
SUELOS (SOILS)

N° DE INFORME (REPORT No.): ISG-2378-029

2378/2025

TRABAJO No (JOB No.)

PUENTE RÍO BONGO

PROYECTO (PROJECT)

RÍO BONGO, PROV. DE LOS SANTOS

UBICACION (LOCATION)

ITECPA,S.A.

CLIENTE (CLIENT)

LIMO

MATERIAL (MATERIAL)

NO APLICA

FUENTE (SOURCE)

INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A.

MUESTREADO POR (SAMPLED BY)

01/03/2025

FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT)

SPT

MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD)

24/02/2025

FECHA DE MUESTREO (SAMPLE DATE)

06/03/2025

FECHA DE ENSAYO (TEST DATE)

07/03/2025

FECHA DE REPORTE (REPORT DATE)

H-02

HOYO No (HOLE No.)

2378-H02-SS01-RB

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(SAMPLEID)

1.50 a 2.10 m

PROFUNDIDAD (DEPTH) (m)

NO APLICA

ELEVACIÓN (ELEVATION) (m)

COORDENADAS(COORDINATES)

N: 875350

E: 558009

Muestra (Sample)	2378-H02-SS01-RB										
Hoyo No.(Borehole No.)	H-02										
Profundidad (Depth) (m)	1.50 a 2.10 m										
Método Usado (Test Method Used)	B										
No. de Tara (Tare No.)	V										
Peso del Suelo Húmedo + Tara (Weight Wet Soil + Tare)(g)	260.66										
Peso del Suelo Seco + Tara (Weight Dry Soil + Tare) (g)	211.31										
Peso del Agua (Weight of Water) (g)	49.35										
Peso de la Tara (Weight of Tare) (g)	65.4										
Peso del Suelo Seco (Weight of Dry Soil) (g)	145.91										
% de Humedad (Moisture Percentage)	33.8%										
Temperatura de Secado (Drying Temperature)	110 ± 5 °C										

Observaciones (Remarks):

**Equipo Utilizado para el Ensayo (Equipment Used for the Test)**

Equipo (Equipment):

BALANZA

Identificación(Identification):

EQC-022

Equipo (Equipment):

HORNO

Identificación(Identification):

EQV-021

Equipo (Equipment):

TERMÓMETRO

Identificación(Identification):

EQC-028

Muestreado en Campo por(Sampled on site by):

INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A.

Presentado por (Presented by): ING. JOSÉ GUEVARA

Ensayado por (Tested by):

TÉC. JOSÉ PÉREZ

José E. Guvara

Compilado por (Compiled by):

TÉC. JOSÉ PÉREZ

Autorizado por (Authorized by):

Se prohíbe la reproducción de este reporte sin la aprobación escrita de SERVICIOS GEO,S.A.

Los resultados de este informe se aplican únicamente a las muestras recibidas y especificadas en él.





**INFORME DE ENSAYO  
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (PARTICLE SIZE DISTRIBUTION) (ASTM D6913)**

CÓDIGO DE DOCUMENTO	
SG-P14-F03	
Fecha:	22/02/2025
Revisión:	01

AREA (AREA):  
LABORATORIO (LABORATORY)

SUB-AREA (SUB-AREA):  
SUELOS (SOILS)

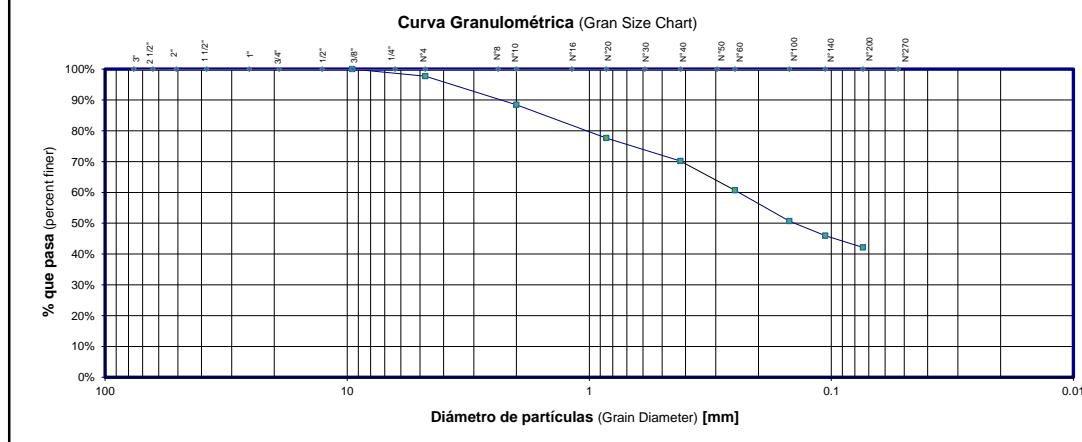
Nº DE INFORME (REPORT No.): ISG-2378-030

2378/2025	INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A.	H-02
TRABAJO No (JOB No.)	MUESTREADO POR (SAMPLED BY)	HOYO No (HOLE No.)
PUENTE RÍO BONGO	01/03/2025	2378-H01-SS01-RB
PROYECTO (PROJECT)	FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (SAMPLE ID)
RÍO BONGO, PROV. DE LOS SANTOS	SPT	1.50 a 2.10 m
UBICACIÓN (LOCATION)	MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD)	PROFUNDIDAD (DEPTH) (m)
ITECPA,S.A.	24/02/2025	NO APLICA
CLIENTE (CLIENT)	FECHA DE MUESTREO (SAMPLE DATE)	ELEVACIÓN (ELEVATION) (m)
LIMO	07/03/2025	
MATERIAL (MATERIAL)	FECHA DE ENSAYO (TEST DATE)	COORDENADAS(COORDINATES)
NO APLICA	07/03/2025	N: 875350
FUENTE (SOURCE)	FECHA DE REPORTE (REPORT DATE)	E: 558009

Procedimiento Para Obtener Especimen (Procedure Uses To Obtain The Specimen):	Secado al Horno/ Oven Dried	Método Usado (Test Method Used):	A	B
--	-----------------------------	----------------------------------	---	---

Peso de Muestra Total Seca (Total Weight Dry Sample): 145.91 g  
Peso Seco Despues de Lavado (Dry Weight after Washed): 84.44 g

Tamiz (Sieve) No.	Abertura (Sieve Opening) (mm)	Peso Retenido (Soil Retained) (g)	Peso Ret. Acumulado (Acumulative s. Retained) (g)	% Retenido (Percent Retained)	% Que Pasa (Percent Finer)
3"	76.2				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.100				
1/2"	12.700				
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.0%	100.0%
Nº 4	4.760	3.38	3.38	2.3%	97.7%
Nº 8	2.380				
Nº 10	2.000	13.51	16.89	11.6%	88.4%
Nº 20	0.850	15.72	32.61	22.3%	77.7%
Nº 40	0.420	10.94	43.55	29.8%	70.2%
Nº 60	0.250	13.85	57.40	39.3%	60.7%
Nº100	0.149	14.54	71.94	49.3%	50.7%
Nº140	0.106	6.93	78.87	54.1%	45.9%
Nº200	0.074	5.57	84.44	57.9%	42.1%
Fondo (Bottom)					



Observaciones (Remarks): \_\_\_\_\_

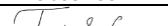
**Equipo Utilizado para el Ensayo (Equipment Used for the Test)**

Equipo (Equipment): BALANZA Identificación (Identification): EQC-022  
Equipo (Equipment): HORNO Identificación (Identification): EQV-021  
Equipo (Equipment): TAMICES Identificación (Identification): EQV-004 a EQV-014

Muestreado en Campo por(Sampled on site by): INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A.

Presentado por (Presented by): ING.JOSÉ GUEVARA

Ensayado por (Tested by): TÉC. JOSÉ PÉREZ



Compilado por (Compiled by): TÉC. JOSÉ PÉREZ

Autorizado por (Authorized by): José E. Guevara

Se prohíbe la reproducción de este reporte sin la aprobación escrita de SERVICIOS GEO,S.A.

Los resultados de este informe se aplican únicamente a las muestras recibidas y especificadas en él.

PEDREGAL, CALLE PRINCIPAL SANTA CRUZ, URB. VILLA LOBOS/ PROV. DE PANAMÁ REPÚBLICA DE PANAMÁ - TELÉFONOS 279-0014 / 6418-4204



## INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.

**Esfuerzo a compresión uniaxial y módulo elástico de muestra de núcleo de roca intacta. Uniaxial compressive strength and Elastic Moduli of Intact Rock Core specimens.  
ASTM D7012 Método D (Method D) (ASTM D2938).**

### Puente Río Bongo

Proyecto (Project)  
Río Bongo, Los Santos  
Ubicación (Location)  
José Pérez.  
Técnico (Technician)  
06-mar-25  
Fecha de Prueba (Test Date)

### Datos de la Muestra (Sample Data):

Perforación (Boring):	H-01
Fecha (Sample Date) :	23-feb-25
Muestra (Sample No.):	RC-7
Profundidad (Depth)m:	14.50 m
Elevación (Elevation) m:	
Descripción(Description):	

### Parámetros físicos (Physical parameters):

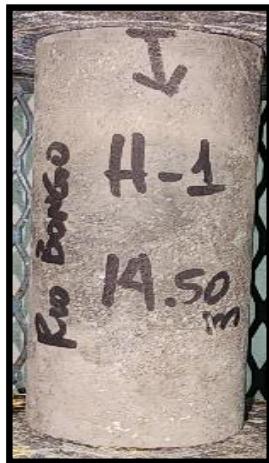
Peso de la muestra (weight of the sample):	321.70 g
Diámetro (diameter):	45.00 mm
Altura (height):	95.90 mm
Área de la sección (cross sectional area):	1590.44 mm <sup>2</sup>
Volumen (Volume):	1.53E+05 mm <sup>3</sup>
Densidad(density):	20.68 kN/m <sup>3</sup>
Humedad (moisture):	14.96 %

### Resultados (Results):

Carga de falla (Failure load)	26.58 kN
Esfuerzo a compresión (Compressive strength): $\sigma =$	16.71 MPa
Tiempo de carga (load time)	5.23 min
Módulo de Young E 50%	2637 MPa
Deformación axial (axial strain): $\epsilon =$	1.22E-02

### Fotos (Pictures):

Antes (before)



Después (after)



Observaciones (remarks):

Ensayado por (Tested by): José Pérez

Calculado por (Calculated by): José Pérez

Revisado por (Reviewed by): J.Guevara

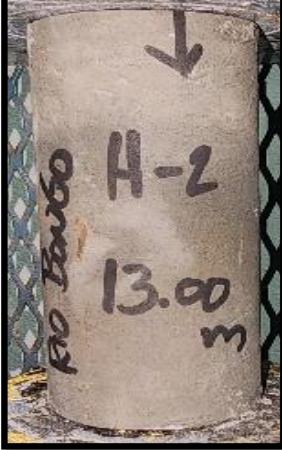
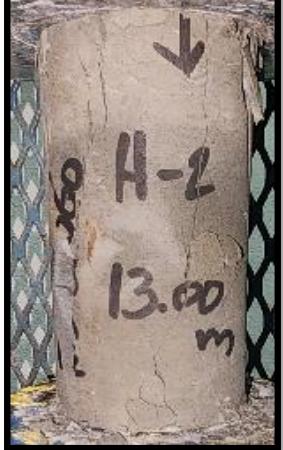
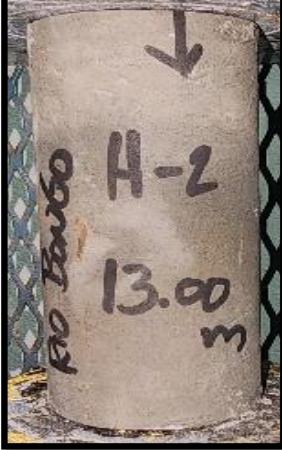
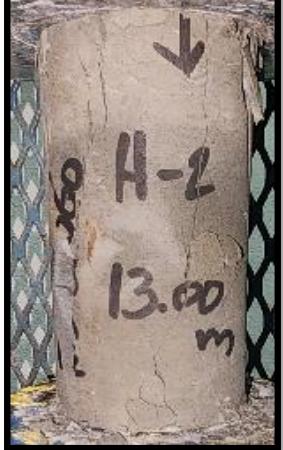
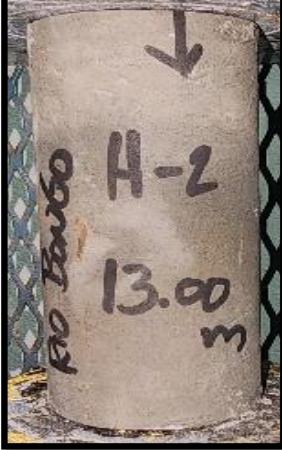
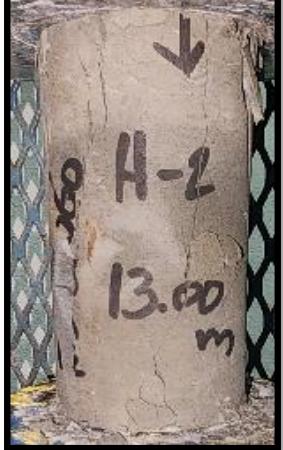


## INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.

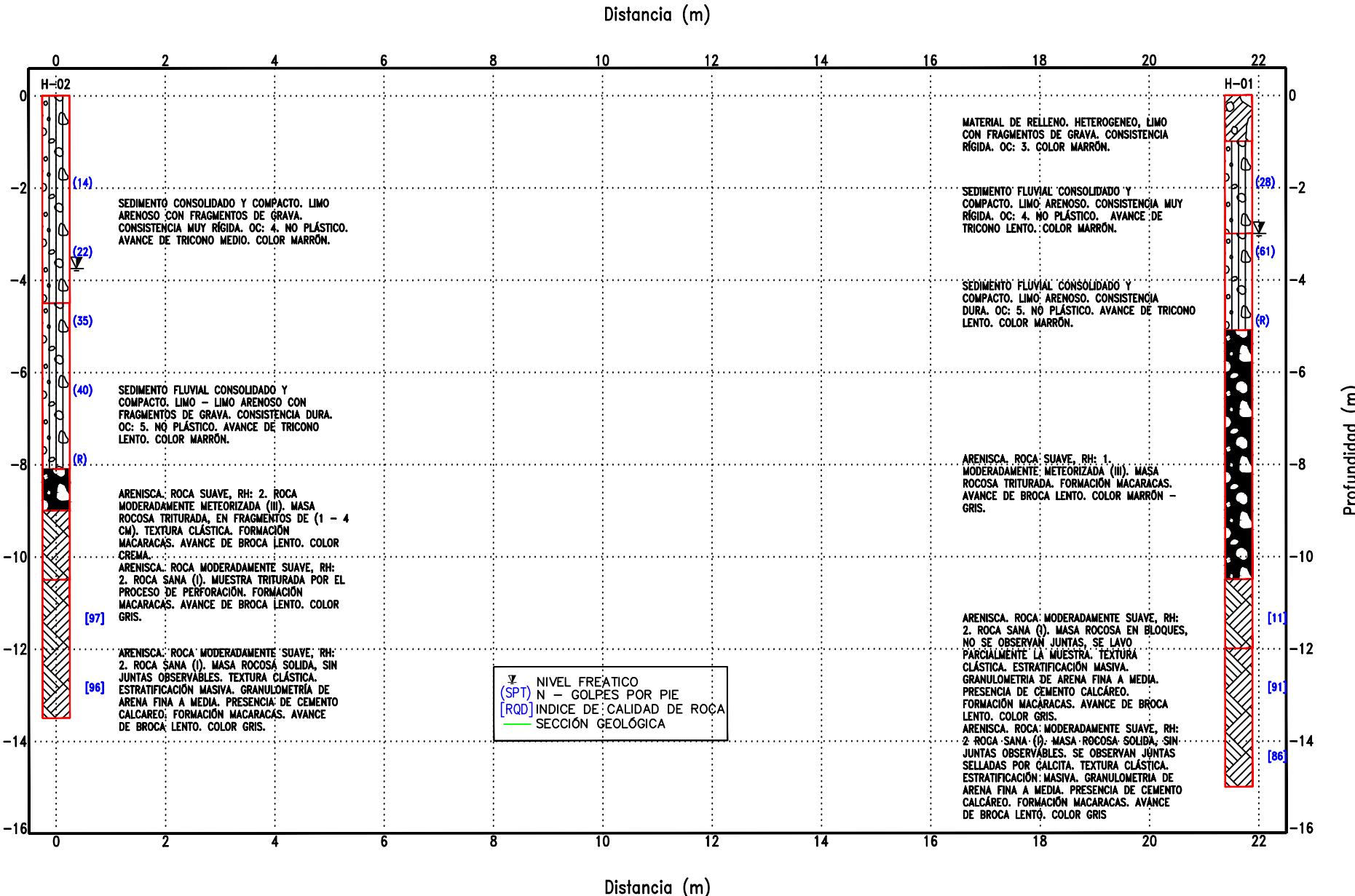
**Esfuerzo a compresión uniaxial y módulo elástico de muestra de núcleo de roca intacta. Uniaxial compressive strength and Elastic Moduli of Intact Rock Core specimens.  
ASTM D7012 Método D (Method D) (ASTM D2938).**

<b>Puente Río Bongo</b> Proyecto (Project): Río Bongo, Los Santos Ubicación (Location): José Pérez. Técnico (Technician): 06-mar-25 Fecha de Prueba (Test Date)	<b>Datos de la Muestra (Sample Data):</b> Perforación (Boring): H-02 Fecha (Sample Date) : 24-feb-25 Muestra (Sample No.): RC-4 Profundidad (Depth)m: 13.00 m Elevación (Elevation) m: Descripción (Description):														
<b>Parámetros físicos (Physical parameters):</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Peso de la muestra (weight of the sample):</td> <td style="width: 30%;">310.87 g</td> </tr> <tr> <td>Diámetro (diameter):</td> <td>44.80 mm</td> </tr> <tr> <td>Altura (height):</td> <td>94.50 mm</td> </tr> <tr> <td>Área de la sección (cross sectional area):</td> <td>1576.33 mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Volumen (Volume):</td> <td>1.49E+05 mm<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Densidad(density):</td> <td>20.47 kN/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Humedad (moisture):</td> <td>15.20 %</td> </tr> </table>		Peso de la muestra (weight of the sample):	310.87 g	Diámetro (diameter):	44.80 mm	Altura (height):	94.50 mm	Área de la sección (cross sectional area):	1576.33 mm <sup>2</sup>	Volumen (Volume):	1.49E+05 mm <sup>3</sup>	Densidad(density):	20.47 kN/m <sup>3</sup>	Humedad (moisture):	15.20 %
Peso de la muestra (weight of the sample):	310.87 g														
Diámetro (diameter):	44.80 mm														
Altura (height):	94.50 mm														
Área de la sección (cross sectional area):	1576.33 mm <sup>2</sup>														
Volumen (Volume):	1.49E+05 mm <sup>3</sup>														
Densidad(density):	20.47 kN/m <sup>3</sup>														
Humedad (moisture):	15.20 %														

<b>Resultados (Results):</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Carga de falla (Failure load)</td> <td style="width: 30%;">25.27 kN</td> </tr> <tr> <td>Esfuerzo a compresión (Compressive strength): <math>\sigma =</math></td> <td>16.03 MPa</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de carga (load time)</td> <td>6.30 min</td> </tr> <tr> <td>Módulo de Young E 50%</td> <td>2622 MPa</td> </tr> <tr> <td>Deformación axial (axial strain): <math>\epsilon =</math></td> <td>1.32E-02</td> </tr> </table>		Carga de falla (Failure load)	25.27 kN	Esfuerzo a compresión (Compressive strength): $\sigma =$	16.03 MPa	Tiempo de carga (load time)	6.30 min	Módulo de Young E 50%	2622 MPa	Deformación axial (axial strain): $\epsilon =$	1.32E-02
Carga de falla (Failure load)	25.27 kN										
Esfuerzo a compresión (Compressive strength): $\sigma =$	16.03 MPa										
Tiempo de carga (load time)	6.30 min										
Módulo de Young E 50%	2622 MPa										
Deformación axial (axial strain): $\epsilon =$	1.32E-02										

<b>Fotos (Pictures):</b> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"><b>Antes (before)</b></td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><b>Después (after)</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>		<b>Antes (before)</b>	<b>Después (after)</b>		
<b>Antes (before)</b>	<b>Después (after)</b>				
					
Observaciones (remarks): _____					
_____					
_____					

Ensayado por (Tested by):	José Pérez
Calculado por (Calculated by):	José Pérez
Revisado por (Reviewed by):	J.Guevara





**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

PROYECTO:  
**PUENTE RÍO BONGO**

CLIENTE:  
**ITECPA, S.A.**

## 8. DESCRIPCION Y CARACTERIZACIÓN DE ESTRATOS

Los principales estratos encontrados en el sitio y caracterizados fueron los siguientes; sedimento firme/suelo residual, roca meteorizada y roca sana.

### SEDIMENTO FIRME / SUELO RESIDUAL

El estrato de sedimento/suelo residual se caracteriza por presentarse con limo arenoso, de consistencia dura y baja plasticidad. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

1. Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es **SUELTO ENDURECIDO (HARDENING SOIL)**.
2. En base a los proyectos con geología similar y/o resultados de laboratorio y/o registros de perforación se puede concluir que este sedimento es de baja plasticidad a no plástico; por lo tanto, se estiman las siguientes propiedades ingenieriles:
  - a. **Parámetros Generales:** Empirical values for  $\gamma$ , of granular soils based on the standard penetration number, (from Bowles, Foundation Analysis); el valor del peso específico saturado,  $\gamma_{sat} = 18 \text{ kN/m}^3$  y no saturado  $\gamma_{unsat} = 17 \text{ kN/m}^3$ .
  - b. **Parámetros de Rígidez:** Según la Vs estimada, del ensayo geofísico las relaciones elásticas que relacionan el módulo de corte, peso específico y la relación de poisson, el módulo de Young,  $E_{50} = 275,000 \text{ kN/m}^2$  y la relación de Poisson,  $\nu = 0.30$ .
  - c. **Parámetros de Resistencia:** Se obtiene los siguientes parámetros iniciales del modelo Hoek-Brown para un tipo de roca “arenisca”: el valor de la constante  $mi = 19$ ; el valor del Índice de Resistencia Geológico mínimo  $GSI = 15$ ; el valor de la compresión simple para un material muy débil  $\sigma_{ci} = 1,000 \text{ kPa}$ ;

#### Datos de Entrada

##### Clasificación Hoek-Brown

Hoek-Brown Classification	
$\sigma_{ci}$	1 MPa
GSI	15
$mi$	19
D	0
<input type="radio"/> Ei	500 MPa
<input checked="" type="radio"/> MR	500

#### Resultados

##### Criterio Hoek-Brown

Hoek-Brown Criterion	
$mb$	0.913
$s$	0.0001
$a$	0.561
Failure Envelope Range	
Application:	General
$\sigma_{3max}$	0.2500 MPa

#### Resultados

##### Ajuste Mohr-Coulomb

Mohr-Coulomb Fit	
$c$	0.031 MPa
$\phi$	25.06 deg
Rock Mass Parameters	
$\sigma_{gt}$	-8.67e-5 MPa
$\sigma_{gc}$	0.005 MPa
$\sigma_{cm}$	0.096 MPa
$E_m$	18.22 MPa

Referencia: RocLab© de 2012-2013 Rocscience por Evert Hoek

Lo que permite, mediante el ajuste Mohr-Coulomb, estimar los parámetros de resistencia de cohesión  $C = 31 \text{ kN/m}^2$  y ángulo de fricción  $\phi = 25^\circ$ .



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:  
PUENTE RÍO BONGO

CLIENTE:  
ITECPA, S.A.

- d. **Parámetros de Permeabilidad:** según la referencia del Departamento de Agricultura de EE.UU., USDA por sus siglas en inglés (*Carsel & Parrish, 1988*) se obtiene el valor de permeabilidad de  $k = 0.108 \text{ m/día}$
3. Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen el estrato de manera completa:

Estrato:	SEDIMENTO / SUELO RESIDUAL		Modelo:		HARDENING SOIL		
Índice	General		Rigidez		Resistencia		Permeabilidad
SUCS	$\gamma_{\text{sat}} (\text{kN/m}^3)$	$\gamma_{\text{unsat}} (\text{kN/m}^3)$	$E_{50} (\text{kN/m}^2)$	$v$	$\phi (\circ)$	$C (\text{kN/m}^2)$	$K (\text{m/día})$
-	18	17	275,000	0.30	25	31	0.108

### Roca Meteorizada

La meteorización de la roca corresponde a la arenisca de la Formación Macaracas. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

1. Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es **SUELLO ENDURECIDO (HARDENING SOIL)**.
2. En base a los proyectos con geología similar y/o resultados de laboratorio y/o registros de perforación se estiman las siguientes propiedades ingenieriles:
  - a. **Parámetros Generales:** Empirical values for  $\gamma$ , of granular soils based on the standard penetration number, (from Bowles, Foundation Analysis); el valor del peso específico saturado,  $\gamma_{\text{sat}} = 21 \text{ kN/m}^3$  y no saturado  $\gamma_{\text{unsat}} = 20 \text{ kN/m}^3$ .
  - b. **Parámetros de Rigidez:** Según las relaciones elásticas que relacionan el módulo de corte, peso específico y la relación de poisson, el módulo de Young,  $E_{50} = 825,000 \text{ kN/m}^2$  y la relación de Poisson,  $v = 0.30$ .
  - c. **Parámetros de Resistencia:** Se obtiene los siguientes parámetros iniciales del modelo Hoek-Brown para un tipo de roca “arenisca”: el valor de la constante  $mi = 19$ ; el valor del Índice de Resistencia Geológico GSI = 20; el valor de la compresión simple para un material altamente meteorizado,  $\sigma_{ci} = 3,000 \text{ kPa}$ ;

#### Datos de Entrada

##### Clasificación Hoek-Brown

Hoek-Brown Classification		
sigci	3	MPa
GSI	20	
mi	19	
D	0	
<input type="radio"/> Ei	1500	MPa
<input checked="" type="radio"/> MR	500	

#### Resultados

##### Criterio Hoek-Brown

Hoek-Brown Criterion		
mb	1.091	
s	0.0001	
a	0.544	
Failure Envelope Range		
Application:	General	
sig3max	0.7500	MPa

#### Resultados

##### Ajuste Mohr-Coulomb

Mohr-Coulomb Fit		
c	0.106	MPa
phi	26.77	deg
Rock Mass Parameters		
sigt	-0.000379	MPa
sigc	0.024	MPa
sigcm	0.345	MPa
Erm	68.51	MPa



**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

PROYECTO:  
**PUENTE RÍO BONGO**

CLIENTE:  
**ITECPA, S.A.**

Lo que permite, mediante el ajuste Mohr-Coulomb, estimar los parámetros de resistencia de cohesión  $C = 106 \text{ kN/m}^2$  y ángulo de fricción  $\phi = 27^\circ$ .

- d. **Parámetros de Permeabilidad:** según la referencia del Departamento de Agricultura de EE.UU., USDA por sus siglas en inglés (*Carsel & Parrish, 1988*) para un material tipo “limo”, se obtiene el valor de permeabilidad de  $k = 0.108 \text{ m/día}$
- 3. Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen el estrato de manera completa:

Estrato:	ROCA METEORIZADA		Modelo:		HARDENING SOIL		
Descripción	General		Rigidez		Resistencia		Permeabilidad
Visual de Testigo	$\gamma_{\text{sat}} (\text{kN/m}^3)$	$\gamma_{\text{unsat}} (\text{kN/m}^3)$	$E_{50} (\text{kN/m}^2)$	$v$	$\phi (\text{°})$	$C (\text{kN/m}^2)$	$K (\text{m/día})$
Arenisca (RH:1)	21	20	825,000	0.30	27	106	0.108

### Roca Sana

La roca sana del área corresponde a una arenisca de la Formación Macaracas. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

1. Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es **HOEK BROWN**.
2. En base a los proyectos con geología similar y/o resultados de laboratorio y/o registros de perforación se estiman las siguientes propiedades ingenieriles:
  - a. **Parámetros Generales:** En base a resultados de laboratorio proyectos cercanos de geología similar, se obtienen los valores de: peso específico no saturado, el  $\gamma_{\text{unsat}} = 21 \text{ kN/m}^3$  = saturado.
  - b. **Parámetros de Clasificación Hoek-Brown:** En base a proyectos de geología similar, y los resultados de laboratorios se obtiene el valor de la resistencia de la roca,  $s_c = 18,000 \text{ kN/m}^2$ . La siguiente referencia técnica, (*Practical Rock Engineering, 2007*), describe el resto de los parámetros Hoek-Brown:
    - Tabla 3: Valores de la constante mi para Rocas Intactas, por grupo de rocas; para una arenisca, el  $mi = 19$
    - Tabla 5: Caracterización de la Masa Rocosa basado en las Condiciones y Espaciamiento de las Juntas; un  $GSI = 50$ .
    - Tabla 7: Guía para estimar el Factor de Perturbación D; para un material con perturbación mínima  $D = 0$ .
- a. **Parámetros de la Masa de Roca:** se estima la relación de Poisson según el tipo de material,  $v = 0.2$ . Según el tipo de roca, se obtiene el Módulo Ratio de 500, y el módulo de  $E_{rm} = 2,765,000 \text{ kN/m}^2$ .



**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

PROYECTO:  
**PUENTE RÍO BONGO**

CLIENTE:  
**ITECPA, S.A.**

- c. **Parámetros de Permeabilidad:** según la referencia del Departamento de Agricultura de EE.UU., USDA por sus siglas en inglés (*Carsel & Parrish, 1988*), se obtiene el valor de permeabilidad de  $k = 0.108 \text{ m/día}$ .

#### Datos de Entrada

##### Clasificación Hoek-Brown

Hoek-Brown Classification	
sigci	18
GSI	50
mi	19
D	0
<input type="radio"/> Ei	9000 MPa
<input checked="" type="radio"/> MR	500

#### Resultados

##### Criterio Hoek-Brown

Hoek-Brown Criterion	
mb	3.186
s	0.0039
a	0.506
Failure Envelope Range	
Application:	General
sig3max	4.5000 MPa

#### Resultados

##### Ajuste Mohr-Coulomb

Mohr-Coulomb Fit	
c	1.088 MPa
phi	36.05 deg
Rock Mass Parameters	
sigt	-0.022 MPa
sigc	1.084 MPa
sigcm	4.276 MPa
Erm	2764.67 MPa

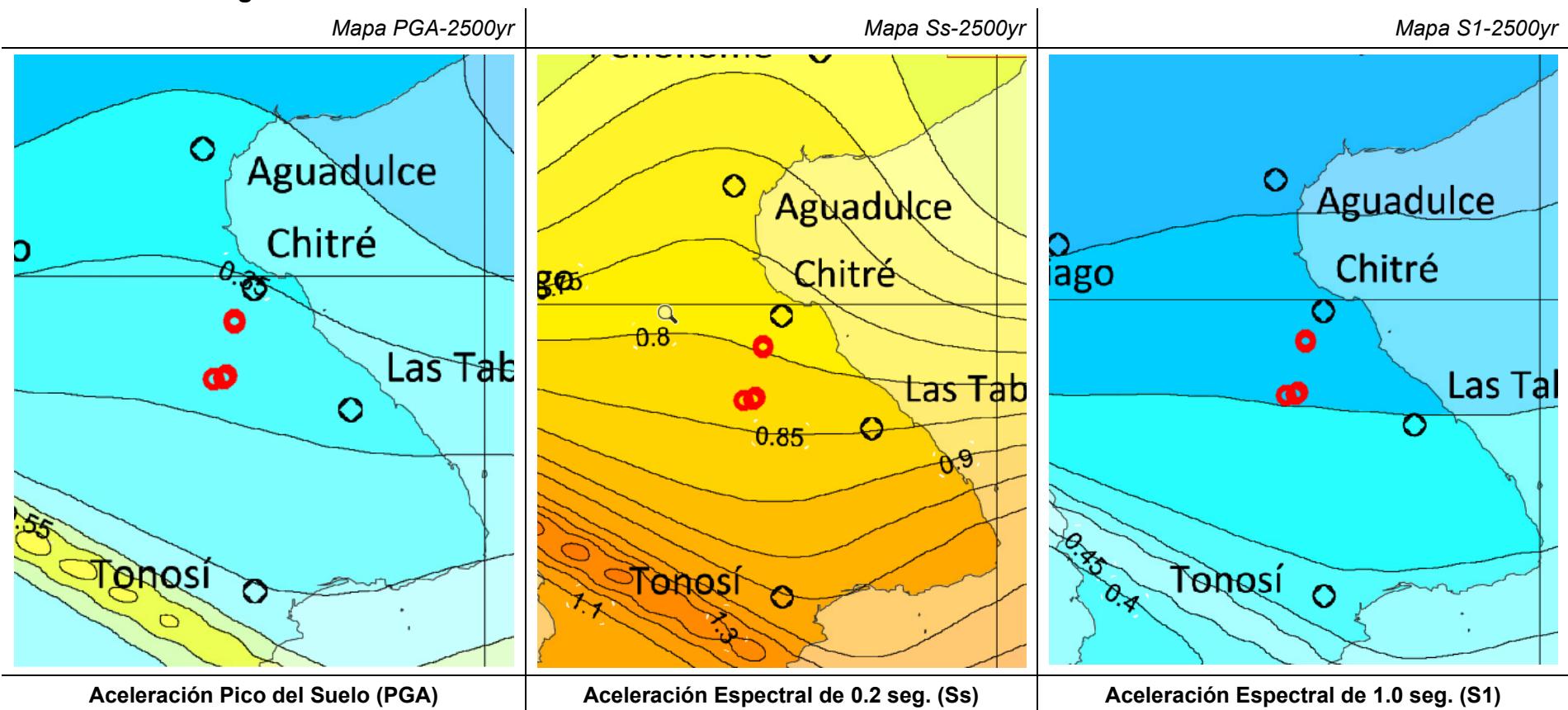
Referencia: RocLab© de 2012-2013 Rocscience por Evert Hoek

3. Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen el estrato de manera completa:

		Estrato:		ROCA SANA				Modelo:		HOEK-BROWN	
Descripción		General		Clasificación Hoek-Brown						Masa de Roca	
Visual del Testigo		$\gamma_{\text{sat}} (\text{kN/m}^3)$	$\gamma_{\text{unsat}} (\text{kN/m}^3)$	$\sigma_i (\text{kN/m}^2)$	GSI	mi	D	$E_i (\text{kN/m}^2)$	$E_{\text{rm}} (\text{kN/m}^2)$	$v$	$K (\text{m/día})$
Arenisca (RH:2)		21	21	18,000	50	19	0	9,806,247	9,000,000	0.2	0.108

## 9 CONSIDERACIONES SÍSMICAS

### 9.1 Carga Sísmica





PROYECTO:  
PUENTE RÍO BONGO  
  
CLIENTE:  
ITECPA, S.A.

## 9.2 Amplificación Sísmica del Sitio

### Clasificación de Sitios (NEHRP) sobre base de las provisiones del REP-2021

Proyecto: Puente Río Bongo

Ubicación: Macaracas, Prov. de Los Santos

Perfil: Promedio

$$\bar{N} = \frac{\sum d_i}{\sum (d_i / N_i)}$$

H-01			H-02		
Espesor d (m)	N	d/N	Espesor d (m)	N	d/N
2.1	28	0.075	2.1	14	0.150
1.5	61	0.025	1.5	22	0.068
1.5	50	0.030	1.5	35	0.043
24.9	100	0.249	1.5	40	0.038
			1.5	50	0.030
			21.9	100	0.219

Resultados por hoyo	30	50%	0.379	30	50%	0.548
			80			55
	Perfil	C	Perfil	C		

Resultado promedio del lote	100%	68
	C	