



# 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 Quebrada Mona*

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 QUEBRADA MONA

---

*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)***

## **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.

## 2. RECOMENDACIONES

La estructura propuesta consiste en un (1) puente vehicular. El proyecto se encuentra ubicado sobre Qbda. Mona, 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 (Ss) y la aceleración de respuesta espectral para estructuras de período largo (S1). Los valores correspondientes al sitio son:

$$PGA = 0.39g; Ss (0.2s) = 0.83; S1 (1.0s) = 0.30$$

#### 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:  $d_i$  Espesor de los estratos /  $N_i$  Valor de N (golpes por pie), de la prueba de penetración estándar.  $\bar{N}$  Valor ponderado de penetración estándar.

### 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 Qbda. Mona, 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.

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

Referencia  
 “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**





**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

PROYECTO:  
**PUENTE QUEBRADA MONA**

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

TÍTULO:  
**4. PLANTA Y UBICACIÓN DE  
SONDEOS**

ESCALA:  
**S/E**

HOJA:  
**1\_DE\_1**

**CLIENTE** ITECPA

**PROYECTO** PUENTE QBDA. MONA

**CODIGO DE PROYECTO** 2378/2025

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

**INICIADA** 2/24/25

**NORTE** 875882

**REGISTRADO POR**    **ING. EUSEBIO SOLIS**

**TERMINADA** 2/25/25
























**ESTE** 559322

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

## ESTACION

**ELEVACION** 0 m

**▼ 24hrs NIVEL FREATICO** 3.00 m / Elev -3.00 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	
		MATERIAL DE RELLENO. HETEROGENEO, LIMO - GRAVA. CONSISTENCIA RÍGIDA. OC: 3. COLOR MARRÓN.										
		0.50 m. SEDIMENTO FLUVIAL CONSOLIDADO Y COMPACTO. LIMO. CONSISTENCIA DURA. OC: 5. PLASTICIDAD BAJA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO DÉBIL. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR MARRÓN.	 GB 1									
2			 SS 1	43			(42)					▲
			 T 2									
		3.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL CONSOLIDADO Y COMPACTO. LIMO CON FRAGMENTOS DE GRAVA. CONSISTENCIA DURA. OC: 5. NO PLÁSTICO. AVANCE DE TRICONO LENTO. COLOR MARRÓN.	 SS 2	15			(R)					>>▲
4			 T 3									
			 SS 3	37			(51)					>>▲
			 T 4									
6			 SS 4	27			(R)					>>▲
		6.60 m. ARENISCA. ROCA SUAVE, RH: 1. ROCA MODERADAMENTE METEORIZADA (III). MASA ROCOSA TRITURADA, EN FRAGMENTOS DE (1 - 4 CM), JUNTAS ABIERTAS (+2 MM) CON PRESENCIA DE PELÍCULAS DE OXIDACIÓN - MANGANESO. TEXTURA CLÁSTICA. GRANULOMETRÍA DE ARENA FINA A MEDIA. FORMACIÓN MACARACAS. AVANCE DE BROCA LENTO. COLOR MARRÓN.	RC 1	10								
8			RC 2	11								
			RC 3	31								
10			RC 4	85	51							
		10.50 m. ARENISCA. ROCA MODERADAMENTE SUAVE, RH: 2. ROCA SANA (I). MASA ROCOSA MASIVA, SIN JUNTAS OBSERVABLES. TEXTURA CLÁSTICA. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. GRANULOMETRÍA DE ARENA FINA A MEDIA. PRESENCIA DE CEMENTO CALCÁREO. FORMACIÓN MACARACAS. AVANCE DE BROCA LENTO. COLOR GRIS.										
12												







## PAGINA 1 DE 2

**PROYECTO** PUENTE QBDA. MONA

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

REGISTRADO POR ING. EUSEBIO SOLIS  
 REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN  
 ▽ 24hrs NIVEL FREATICO 1.90 m / Elev -1.90 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	
2		MATERIAL DE RELLENO. HETEROGENEO, LIMO CON FRAGMENTOS DE ROCA. CONSISTENCIA RÍGIDA. COLOR MARRÓN.	GB 1									
		1.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL CONSOLIDADO Y COMPACTO. LIMO. CONSISTENCIA MUY RÍGIDA. OC: 4. PLASTICIDAD BAJA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO DÉBIL. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR MARRÓN.	SS 1	32.5			(30)					
4		3.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL CONSOLIDADO Y COMPACTO. LIMO ARENOSO CON FRAGMENTOS DE GRAVA. CONSISTENCIA DURA. OC: 5. NO PLÁSTICO. AVANCE DE TRICONO LENTO. COLOR MARRÓN.	SS 2	45			(55)					>>▲
		4.50 m. SEDIMENTO FLUVIAL CONSOLIDADO Y COMPACTO. GRAVA ARENOSA. COMPACIDAD DENSA. OC: 5. NO PLÁSTICO. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR MARRÓN.	SS 3	67			(41)					
6			T 1									
			T 2									
8			SS 4	45			(51)					>>▲
			T 3									
10		6.60 m. ARENISCA. ROCA SUAVE, RH: 1. MODERADAMENTE METEORIZADA (III). MASA ROCOSA TRITURADA, EN FRAGMENTOS DE (1 - 4 CM), JUNTAS ABIERTAS (+2 MM) CON PRESENCIA DE PELÍCULAS DE OXIDACIÓN, BUZAN EN DIVERSOS ÁNGULOS. TEXTURA CLÁSTICA. FORMACIÓN MACARACAS. AVANCE DE BROCA LENTO. COLOR MARRÓN/GRIS.	RC 1	8								
			RC 2	3								
12		9.00 m. ARENISCA. ROCA MODERADAMENTE SUAVE, RH: 2. ROCA SANA (I). MASA ROCOSA MASIVA, SE OBSERVA UNA JUNTAS ONDULADA RUGOSA A LOS 14.9 - 14.95, JUNTAS CERRADAS (1 MM) CON PELÍCULAS DE CALCITA, BUZAN EN ÁNGULOS DE 40°. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. GRANULOMETRÍA DE ARENA FINA A MEDIA. PRESENCIA DE CEMENTO CALCÁREO. FORMACIÓN MACARACAS. AVANCE DE BROCA LENTO. COLOR GRIS.	RC 3	8								
			RC 4	72	32							

CLIENTE ITECPA  
CODIGO DE PROYECTO 2378/2025

**PROYECTO** PUENTE QBDA. MONA

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

INICIADA	2/25/25	NORTE	875887
TERMINADA	2/27/25	ESTE	559341
ESTACION		ELEVACION	0 m

REGISTRADO POR ING. EUSEBIO SOLIS  
 REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN  
 ▽ 24hrs NIVEL FREATICO 1.90 m / Elev -1.90 m

[illegible]

---


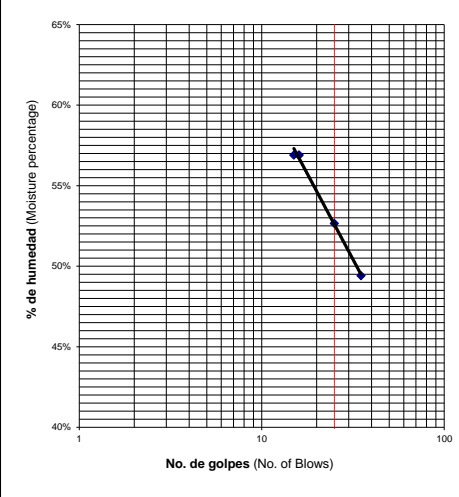
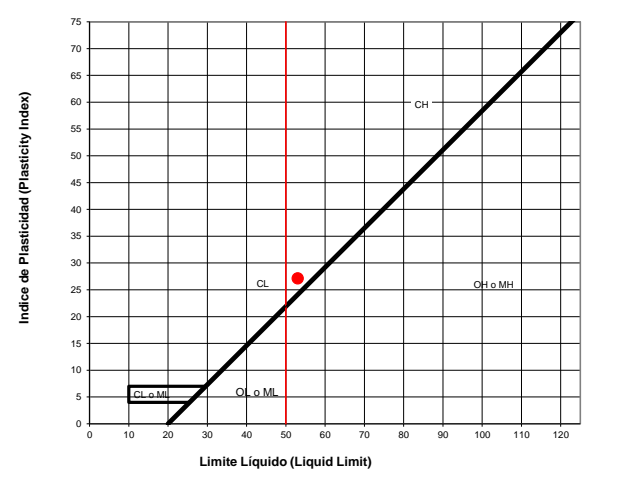
---

## **6. Resultados de Laboratorio**


---

---



	<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>ÁREA (ÁREA):</b> <b>LABORATORIO (LABORATORY)</b>	<b>SUB-ÁREA (SUB-AREA):</b> <b>SUELOS (SOILS)</b>		<b>N° DE INFORME (REPORT No.):</b> ISG-2378-013																																																																																																																																					
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:33%;"> <b>2378/2025</b>            TRABAJO No (JOB No.)  <b>PUENTE QDA. MONA</b>            PROYECTO (PROJECT)  <b>QDA. MON. PROV. DE LOS SANTOS</b>            UBICACIÓN (LOCATION)  <b>ITECPA, S.A.</b>            CLIENTE (CLIENT)  <b>LIMO</b>            MATERIAL (MATERIAL)  <b>NO APLICA</b>            FUENTE (SOURCE)         </td> <td style="width:33%;"> <b>INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.</b>            MUESTREADO POR (SAMPLED BY)  <b>01/03/2025</b>            FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT)  <b>SPT</b>            MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD)  <b>25/02/2025</b>            FECHA DE MUESTREO (SAMPLE DATE)  <b>10/03/2025</b>            FECHA DE ENSAYO (TEST DATE)  <b>11/03/2025</b>            FECHA DE REPORTE (REPORT DATE)         </td> <td style="width:33%;"> <b>H-01</b>            HOYO No (HOLE No.)  <b>2378-H01-SS3-QM</b>            IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (SAMPLE ID)  <b>4.50 a 5.10 m</b>            PROFUNDIDAD (DEPTH) (m)  <b>NO APLICA</b>            ELEVACIÓN (ELEVATION) (m)            COORDENADAS (COORDINATES)  <b>N: 875882</b>  <b>E: 559322</b> </td> </tr> </table>					<b>2378/2025</b> TRABAJO No (JOB No.) <b>PUENTE QDA. MONA</b> PROYECTO (PROJECT) <b>QDA. MON. PROV. DE LOS SANTOS</b> UBICACIÓN (LOCATION) <b>ITECPA, S.A.</b> CLIENTE (CLIENT) <b>LIMO</b> MATERIAL (MATERIAL) <b>NO APLICA</b> FUENTE (SOURCE)	<b>INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.</b> MUESTREADO POR (SAMPLED BY) <b>01/03/2025</b> FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT) <b>SPT</b> MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD) <b>25/02/2025</b> FECHA DE MUESTREO (SAMPLE DATE) <b>10/03/2025</b> FECHA DE ENSAYO (TEST DATE) <b>11/03/2025</b> FECHA DE REPORTE (REPORT DATE)	<b>H-01</b> HOYO No (HOLE No.) <b>2378-H01-SS3-QM</b> IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (SAMPLE ID) <b>4.50 a 5.10 m</b> PROFUNDIDAD (DEPTH) (m) <b>NO APLICA</b> ELEVACIÓN (ELEVATION) (m) COORDENADAS (COORDINATES) <b>N: 875882</b> <b>E: 559322</b>																																																																																																																																	
<b>2378/2025</b> TRABAJO No (JOB No.) <b>PUENTE QDA. MONA</b> PROYECTO (PROJECT) <b>QDA. MON. PROV. DE LOS SANTOS</b> UBICACIÓN (LOCATION) <b>ITECPA, S.A.</b> CLIENTE (CLIENT) <b>LIMO</b> MATERIAL (MATERIAL) <b>NO APLICA</b> FUENTE (SOURCE)	<b>INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.</b> MUESTREADO POR (SAMPLED BY) <b>01/03/2025</b> FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT) <b>SPT</b> MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD) <b>25/02/2025</b> FECHA DE MUESTREO (SAMPLE DATE) <b>10/03/2025</b> FECHA DE ENSAYO (TEST DATE) <b>11/03/2025</b> FECHA DE REPORTE (REPORT DATE)	<b>H-01</b> HOYO No (HOLE No.) <b>2378-H01-SS3-QM</b> IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (SAMPLE ID) <b>4.50 a 5.10 m</b> PROFUNDIDAD (DEPTH) (m) <b>NO APLICA</b> ELEVACIÓN (ELEVATION) (m) COORDENADAS (COORDINATES) <b>N: 875882</b> <b>E: 559322</b>																																																																																																																																						
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:40%;">Procedimiento Para Obtener Especimen (Procedure Uses To Obtain The Specimen):</td> <td style="width:10%;">Humedad (Moist):</td> <td style="width:5%;">X</td> <td style="width:10%;">Horno (Oven):</td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:25%;">Contenido de Humedad (As-Received Water Content):</td> <td style="width:10%;">31.70%</td> </tr> </table>					Procedimiento Para Obtener Especimen (Procedure Uses To Obtain The Specimen):	Humedad (Moist):	X	Horno (Oven):		Contenido de Humedad (As-Received Water Content):	31.70%																																																																																																																													
Procedimiento Para Obtener Especimen (Procedure Uses To Obtain The Specimen):	Humedad (Moist):	X	Horno (Oven):		Contenido de Humedad (As-Received Water Content):	31.70%																																																																																																																																		
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="5">Limite Líquido (Liquid Limit)</th> <th colspan="5">Limite Plástico (Plastic Limit)</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ensayo No. (Test No.)</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Tara No. (Tare No.)</td> <td>2</td> <td>14</td> <td>25</td> <td></td> <td></td> <td>36</td> <td>47</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>No. de Golpes (No. of Blows)</td> <td>35</td> <td>25</td> <td>15</td> <td></td> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Tara + Suelo Húmedo (Weight of Tare + Wet Soil) (g)</td> <td>47.69</td> <td>49.99</td> <td>47.39</td> <td></td> <td></td> <td>21.12</td> <td>20.65</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Tara + Suelo Seco (Weight of Tare + Dry Soil) (g)</td> <td>35.81</td> <td>36.62</td> <td>34.58</td> <td></td> <td></td> <td>19.05</td> <td>18.65</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del Agua (Weight of Water) (g)</td> <td>11.88</td> <td>13.37</td> <td>12.81</td> <td></td> <td></td> <td>2.07</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Tara (Weight of Tare) (g)</td> <td>11.77</td> <td>11.23</td> <td>12.07</td> <td></td> <td></td> <td>11.02</td> <td>10.94</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Suelo Seco (Weight of Dry Soil) (g)</td> <td>24.04</td> <td>25.39</td> <td>22.51</td> <td></td> <td></td> <td>8.03</td> <td>7.71</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% de Humedad (Moisture Percentage)</td> <td>49.4%</td> <td>52.7%</td> <td>56.9%</td> <td></td> <td></td> <td>25.8%</td> <td>25.9%</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">*Limite Líquido (Liquid Limit): Equipo Manual (Manual Equipment)</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">*Limite Plástico (Plastic Limit): Erollado a Mano (Hand Rolled)</td> </tr> </tbody> </table>								Limite Líquido (Liquid Limit)					Limite Plástico (Plastic Limit)					1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Ensayo No. (Test No.)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Tara No. (Tare No.)	2	14	25			36	47				No. de Golpes (No. of Blows)	35	25	15			-	-				Peso de Tara + Suelo Húmedo (Weight of Tare + Wet Soil) (g)	47.69	49.99	47.39			21.12	20.65				Peso de Tara + Suelo Seco (Weight of Tare + Dry Soil) (g)	35.81	36.62	34.58			19.05	18.65				Peso del Agua (Weight of Water) (g)	11.88	13.37	12.81			2.07	2				Peso de Tara (Weight of Tare) (g)	11.77	11.23	12.07			11.02	10.94				Peso de Suelo Seco (Weight of Dry Soil) (g)	24.04	25.39	22.51			8.03	7.71				% de Humedad (Moisture Percentage)	49.4%	52.7%	56.9%			25.8%	25.9%				*Limite Líquido (Liquid Limit): Equipo Manual (Manual Equipment)					*Limite Plástico (Plastic Limit): Erollado a Mano (Hand Rolled)				
	Limite Líquido (Liquid Limit)					Limite Plástico (Plastic Limit)																																																																																																																																		
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5																																																																																																																														
Ensayo No. (Test No.)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5																																																																																																																														
Tara No. (Tare No.)	2	14	25			36	47																																																																																																																																	
No. de Golpes (No. of Blows)	35	25	15			-	-																																																																																																																																	
Peso de Tara + Suelo Húmedo (Weight of Tare + Wet Soil) (g)	47.69	49.99	47.39			21.12	20.65																																																																																																																																	
Peso de Tara + Suelo Seco (Weight of Tare + Dry Soil) (g)	35.81	36.62	34.58			19.05	18.65																																																																																																																																	
Peso del Agua (Weight of Water) (g)	11.88	13.37	12.81			2.07	2																																																																																																																																	
Peso de Tara (Weight of Tare) (g)	11.77	11.23	12.07			11.02	10.94																																																																																																																																	
Peso de Suelo Seco (Weight of Dry Soil) (g)	24.04	25.39	22.51			8.03	7.71																																																																																																																																	
% de Humedad (Moisture Percentage)	49.4%	52.7%	56.9%			25.8%	25.9%																																																																																																																																	
*Limite Líquido (Liquid Limit): Equipo Manual (Manual Equipment)					*Limite Plástico (Plastic Limit): Erollado a Mano (Hand Rolled)																																																																																																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 45%;">  </div> </div>																																																																																																																																								
<table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:50%;">Limite Líquido (Liquid Limit):</td> <td style="width:50%;">53 %</td> </tr> <tr> <td>Limite Plástico (Plastic Limit):</td> <td>26 %</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad (Plasticity Index):</td> <td>27 %</td> </tr> <tr> <td>Clasificación de la tabla de plasticidad (Plasticity Chart Classification):</td> <td>CH</td> </tr> </table>							Limite Líquido (Liquid Limit):	53 %	Limite Plástico (Plastic Limit):	26 %	Índice de Plasticidad (Plasticity Index):	27 %	Clasificación de la tabla de plasticidad (Plasticity Chart Classification):	CH																																																																																																																										
Limite Líquido (Liquid Limit):	53 %																																																																																																																																							
Limite Plástico (Plastic Limit):	26 %																																																																																																																																							
Índice de Plasticidad (Plasticity Index):	27 %																																																																																																																																							
Clasificación de la tabla de plasticidad (Plasticity Chart Classification):	CH																																																																																																																																							
Observaciones (Remarks): _____																																																																																																																																								
<table style="width:100%;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Equipo Utilizado para el Ensayo (Equipment Used for the Test)</th> </tr> <tr> <td style="width:33%;">Equipo (Equipment):</td> <td style="width:33%;">BALANZA</td> <td style="width:33%;">Identificación (Identification):</td> <td style="width:33%;">EQC-022</td> </tr> <tr> <td>Equipo (Equipment):</td> <td>HORNO</td> <td>Identificación (Identification):</td> <td>EQV-021</td> </tr> <tr> <td>Equipo (Equipment):</td> <td>TERMÓMETRO</td> <td>Identificación (Identification):</td> <td>EQC-028</td> </tr> <tr> <td>Equipo (Equipment):</td> <td>CASA GRANDE</td> <td>Identificación (Identification):</td> <td>EQV-016</td> </tr> <tr> <td>Equipo (Equipment):</td> <td>RANURADOR</td> <td>Identificación (Identification):</td> <td>EQV-019</td> </tr> </table>							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	Equipo (Equipment):	CASA GRANDE	Identificación (Identification):	EQV-016	Equipo (Equipment):	RANURADOR	Identificación (Identification):	EQV-019																																																																																																										
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																																																																																																																																					
Equipo (Equipment):	CASA GRANDE	Identificación (Identification):	EQV-016																																																																																																																																					
Equipo (Equipment):	RANURADOR	Identificación (Identification):	EQV-019																																																																																																																																					
<table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:33%;">Muestreado en Campo por (Sampled on site by):</td> <td style="width:33%;">INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.</td> <td style="width:33%;">Presentado por (Compiled by):</td> <td style="width:33%;">ING. JOSÉ GUEVARA</td> </tr> <tr> <td>Ensayado por (Tested by):</td> <td>TÉC. JOSÉ PÉREZ</td> <td>Autorizado por (Authorized by):</td> <td><i>José E. Guevara</i></td> </tr> <tr> <td>Compilado por (Compiled by):</td> <td>TÉC. JOSÉ PÉREZ</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>							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	Autorizado por (Authorized by):	<i>José E. Guevara</i>	Compilado por (Compiled by):	TÉC. JOSÉ PÉREZ																																																																																																																								
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	Autorizado por (Authorized by):	<i>José E. Guevara</i>																																																																																																																																					
Compilado por (Compiled by):	TÉC. JOSÉ PÉREZ																																																																																																																																							
<p style="font-size: small;">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.</p>																																																																																																																																								
<b>PEDREGAL, CALLE PRINCIPAL SANTA CRUZ, URB. VILLA LOBOS/ PROV. DE PANAMÁ REPÚBLICA DE PANAMÁ - TELÉFONOS 279-0014 / 6418-4204</b>																																																																																																																																								



	<b>INFORME DE ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL (NATURAL MOISTURE CONTENT) (ASTM D2216)</b>		<b>CONTENIDO</b>		<b>CÓDIGO DE DOCUMENTO</b>						
			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-2378-014							
2378/2025		INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A.		H-01							
TRABAJO No (JOB No.) PUENTE QDA. MONA		MUESTREADO POR (SAMPLED BY) 01/03/2025		HOYO No (HOLE No.) 2378-H01-SS03-QM							
PROYECTO (PROJECT) QDA. MONA, PROV. DE LOS SANTOS		FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT) SPT		IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (SAMPLE ID)							
UBICACIÓN (LOCATION) ITECPA,S.A.		MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD) 25/02/2025		4.50 a 5.10 m							
CLIENTE (CLIENT) LIMO		FECHA DE MUESTREO (SAMPLE DATE) 06/03/2025		PROFUNDIDAD (DEPTH) (m) NO APLICA							
MATERIAL (MATERIAL) NO APLICA		FECHA DE ENSAYO (TEST DATE) 07/03/2025		ELEVACIÓN (ELEVATION) (m)							
FUENTE (SOURCE)		FECHA DE REPORTE (REPORT DATE)		COORDENADAS(COORDINATES) N: 875882 E: 559322							
Muestra (Sample)	2378-H01-SS03-QM										
Hoyo No.(Borehole No.)	H-01										
Profundidad (Depth) (m)	4.50 a 5.10 m										
Método Usado (Test Method Used)	B										
No. de Tara (Tare No.)	G10										
Peso del Suelo Húmedo + Tara (Weight Wet Soil + Tare)(g)	273.15										
Peso del Suelo Seco + Tara (Weight Dry Soil + Tare) (g)	223.18										
Peso del Agua (Weight of Water) (g)	49.97										
Peso de la Tara (Weight of Tare) (g)	65.74										
Peso del Suelo Seco (Weight of Dry Soil) (g)	157.44										
% de Humedad (Moisture Percentage)	31.7%										
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. DAVID RODRIGUEZ		Autorizado por (Authorized by):	Jose E. Guevara							
Compilado por (Compiled by):	TÉC. JOSÉ PÉREZ										
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 DE HUMEDAD NATURAL (NATURAL MOISTURE CONTENT) (ASTM D2216)

## CONTENIDO

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-2378-017

2378/2025

INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A.

H-02

TRABAJO No (JOB No.)

PUENTE QDA. MONA

MUESTREADO POR (SAMPLED BY)

01/03/2025

HOYO No (HOLE No.)

2378-H02-SS02-QM

PROYECTO (PROJECT)

QDA. MONA, PROV. DE LOS SANTOS

FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT)

SPT

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (SAMPLE ID)

3.00 a 3.60 m

UBICACIÓN (LOCATION)

ITECPA,S.A.

MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD)

27/02/2025

PROFUNDIDAD (DEPTH) (m)

NO APLICA

CLIENTE (CLIENT)

LIMO

FECHA DE MUESTREO (SAMPLE DATE)

06/03/2025

ELEVACIÓN (ELEVATION) (m)

MATERIAL (MATERIAL)

NO APLICA

FECHA DE ENSAYO (TEST DATE)

07/03/2025

COORDENADAS(COORDINATES)

N: 875887

FUENTE (SOURCE)

E: 559341

Muestra (Sample)	2378-H02-SS02-QM										
Hoyo No.(Borehole No.)	H-02										
Profundidad (Depth) (m)	3.00 a 3.60 m										
Método Usado (Test Method Used)	B										
No. de Tara (Tare No.)	AB1										
Peso del Suelo Húmedo + Tara (Weight Wet Soil + Tare)(g)	334.35										
Peso del Suelo Seco + Tara (Weight Dry Soil + Tare) (g)	269.95										
Peso del Agua (Weight of Water) (g)	64.40										
Peso de la Tara (Weight of Tare) (g)	65.63										
Peso del Suelo Seco (Weight of Dry Soil) (g)	204.32										
% de Humedad (Moisture Percentage)	31.5%										
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. DAVID RODRÍGUEZ

Autorizado por (Authorized by):

José E. Guevara

Compilado por (Compiled by):

TÉC. JOSÉ PÉREZ

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

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (PARTICLE SIZE DISTRIBUTION) (ASTM D6913)

**CÓDIGO DE DOCUMENTO**

SG-P14-F03

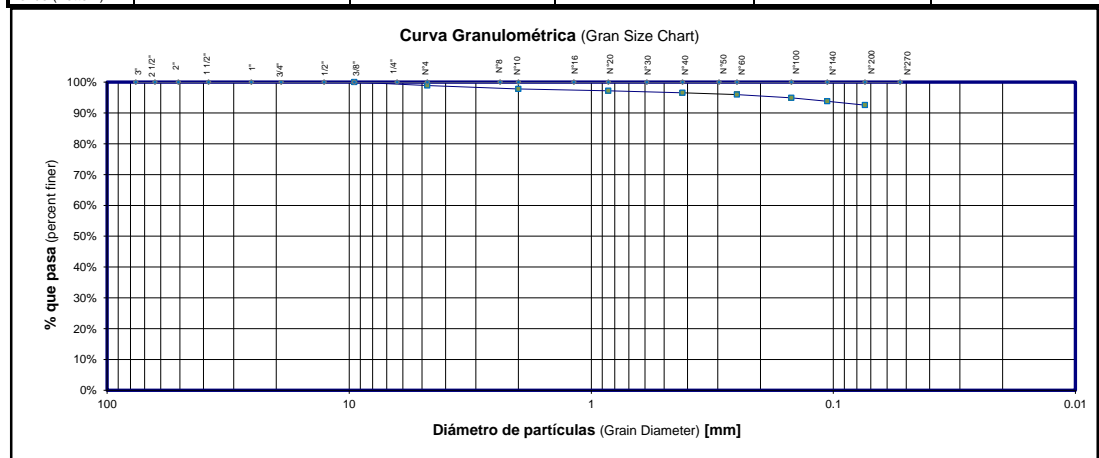
**Fecha:** 22/02/2025**Revisión:** 01**ÁREA (AREA):**  
**LABORATORIO (LABORATORY)****SUB-ÁREA (SUB-AREA):**  
**SUELOS (SOILS)****N° DE INFORME (REPORT No.): ISG-2378-015**

2378/2025	INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.	H-01
TRABAJO No. (JOB No.)	MUESTREADO POR (SAMPLED BY)	HOYO No. (HOLE No.)
PUENTE QDA. MONA	01/03/2025	2378-H01-SS03-QM
PROYECTO (PROJECT)	FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (SAMPLE ID)
QDA. MONA, PROV. DE LOS SANTOS	SPT	4.50 a 5.10 m
UBICACIÓN (LOCATION)	MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD)	PROFUNDIDAD (DEPTH) (m)
ITECPA, S.A.	25/02/2025	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: 875882
FUENTE (SOURCE)	FECHA DE REPORTE (REPORT DATE)	E: 559322

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): 157.44 g  
Peso Seco Despues de Lavado (Dry Weight after Washed): 11.76 g

Tamiz (Sieve) No.	Abertura (Sieve Opening) (mm)	Peso Retenido (Soil Retained) (g)	Peso Ret. Acumulado (Cumulative 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	1.70	1.70	1.1%	98.9%
Nº 8	2.380				
Nº 10	2.000	1.80	3.50	2.2%	97.8%
Nº 20	0.850	0.88	4.38	2.8%	97.2%
Nº 40	0.420	1.07	5.45	3.5%	96.5%
Nº 60	0.250	0.92	6.37	4.0%	96.0%
Nº 100	0.149	1.65	8.02	5.1%	94.9%
Nº 140	0.106	1.78	9.80	6.2%	93.8%
Nº 200	0.074	1.96	11.76	7.5%	92.5%
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-006 a EQV-014

Muestreado en Campo por (Sampled on site by): **INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.**  
Ensayado por (Tested by): **TÉC. DAVID RODRIGUEZ**  
Compilado por (Compiled by): **TÉC. JOSÉ PÉREZ**

Presentado por (Presented by): **ING. JOSÉ GUEVARA**  
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



# INFORME DE ENSAYO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (PARTICLE SIZE DISTRIBUTION) (ASTM D6913)

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

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

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

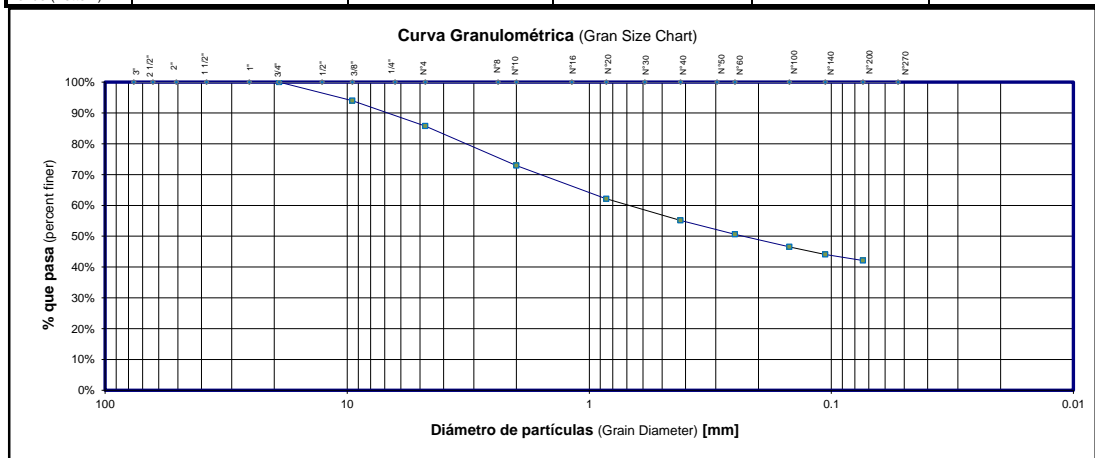
**N° DE INFORME (REPORT No.): ISG-2378-018**

2378/2025	INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.	H-02
TRABAJO No (JOB No.)	MUESTREO POR (SAMPLED BY)	HOYO No (HOLE No.)
PUENTE QDA. MONA	01/03/2025	2378-H02-SS02-QM
PROYECTO (PROJECT)	FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (SAMPLE ID)
QDA. MONA, PROV. LOS SANTOS	SPT	3.00 a 3.60 m
UBICACIÓN (LOCATION)	MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD)	PROFUNDIDAD (DEPTH) (m)
ITECPA, S.A.	26/02/2025	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: 875887
FUENTE (SOURCE)	FECHA DE REPORTE (REPORT DATE)	E: 559341

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): 204.32 g  
Peso Seco Despues de Lavado (Dry Weight after Washed): 118.29 g

Tamiz (Sieve) No.	Abertura (Sieve Opening) (mm)	Peso Retenido (Soil Retained) (g)	Peso Ret. Acumulado (Cumulative 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	0.00	0.00	0.0%	100.0%
1/2"	12.700				
3/8"	9.520	12.25	12.25	6.0%	94.0%
Nº 4	4.760	16.87	29.12	14.3%	85.7%
Nº 8	2.380				
Nº 10	2.000	26.26	55.38	27.1%	72.9%
Nº 20	0.850	21.95	77.33	37.8%	62.2%
Nº 40	0.420	14.36	91.69	44.9%	55.1%
Nº 60	0.250	9.24	100.93	49.4%	50.6%
Nº 100	0.149	8.33	109.26	53.5%	46.5%
Nº 140	0.106	5.02	114.28	55.9%	44.1%
Nº 200	0.074	4.01	118.29	57.9%	42.1%
Fondo (Bottom)					





## 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 Qda. Mona		Datos de la Muestra (Sample Data):	
Proyecto (Project)	Quebrada Mona, Los Santos	Perforación (Boring):	H-01
Ubicación (Location)	José Pérez.	Fecha (Sample Date) :	25-feb-25
Técnico (Technician)	06-mar-25	Muestra (Sample No.):	RC-5
Fecha de Prueba (Test Date)		Profundidad (Depth)m:	13.00 m
		Elevación (Elevation) m:	
		Descripción(Description):	

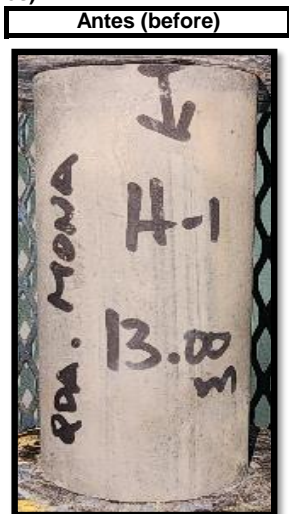
### Parámetros físicos (Physical parameters):

Peso de la muestra (weight of the sample):	298.79	g
Diámetro (diameter):	45.00	mm
Altura (height):	93.80	mm
Area de la sección (cross sectional area):	1590.44	mm <sup>2</sup>
Volumen (Volume):	1.49E+05	mm <sup>3</sup>
Densidad(density):	19.64	kN/m <sup>3</sup>
Humedad (moisture):	16.56	%

### Resultados (Results):

Carga de falla (Failure load)	30.16	kN
Esfuerzo a compresión (Compressive strength): $\sigma =$	18.96	MPa
Tiempo de carga (load time)	7.73	min
Módulo de Young E 50%	1474	MPa
Deformación axial (axial strain): $\epsilon =$	1.57E-02	

### Fotos (Pictures):



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).**

### PUENTE QDA. MONA

Proyecto (Project)  
Quebrada Mona, 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-02**  
Fecha (Sample Date) : 27-feb-25  
Muestra (Sample No.): RC-6  
Profundidad (Depth)m: 14.60 m  
Elevación (Elevation) m:  
Descripción(Description):

### Parámetros físicos (Physical parameters):

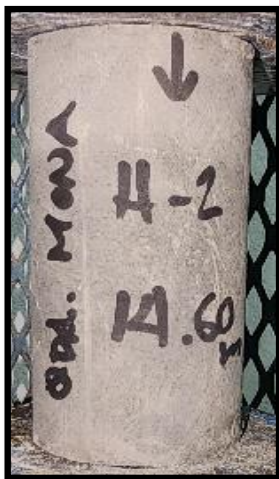
Peso de la muestra (weight of the sample):	295.36 g
Diámetro (diameter):	45.00 mm
Altura (height):	91.80 mm
Area de la sección (cross sectional area):	1590.44 mm <sup>2</sup>
Volumen (Volume):	1.46E+05 mm <sup>3</sup>
Densidad(density):	19.84 kN/m <sup>3</sup>
Humedad (moisture):	15.83 %

### Resultados (Results):

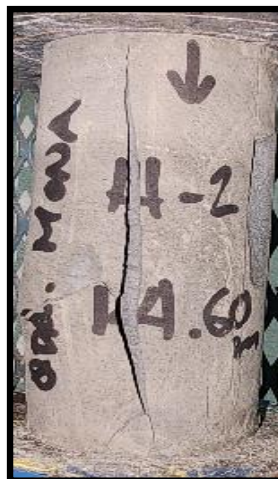
Carga de falla (Failure load)	28.62 kN
Esfuerzo a compresión (Compressive strength): $\sigma =$	18.00 MPa
Tiempo de carga (load time)	7.35 min
Módulo de Young E 50%	1442 MPa
Deformación axial (axial strain): $\epsilon =$	1.27E-02

### Fotos (Pictures):

Antes (before)



Después (after)

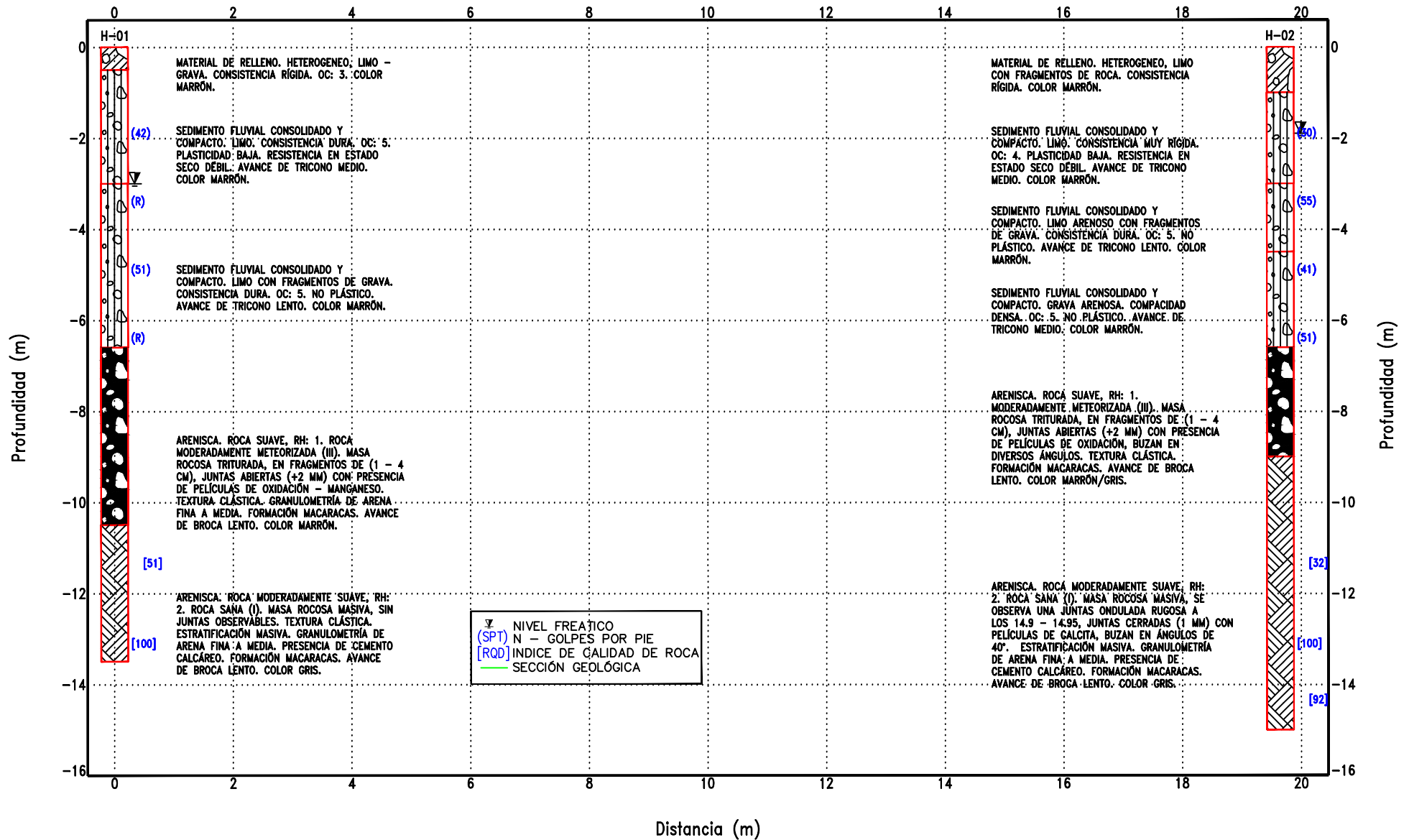


Observaciones (remarks):

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



Distancia (m)



**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

PROYECTO:  
**PUENTE QUEBRADA MONA**

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

TÍTULO:  
**7. SECCIÓN GEOLÓGICA**

ESCALA:  
**S/E**

HOJA:  
**1\_1**

## 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.

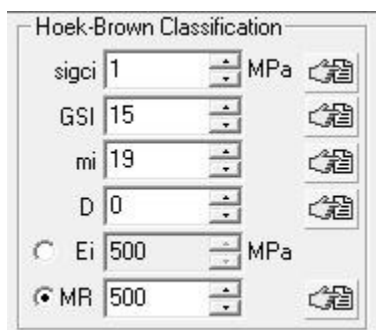
### SEDIMENTO FIRME / SUELO RESIDUAL

El estrato de sedimento/suelo residual se caracteriza por presentarse con limo con fragmentos de grava, 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 **SUELO 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 Rigidez:** 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  $m_i = 19$ ; el valor del Índice de Resistencia Geológica mínimo  $GSI = 15$ ; el valor de la compresión simple para un material muy débil  $\sigma_{ci} = 1,000 \text{ kPa}$ ;

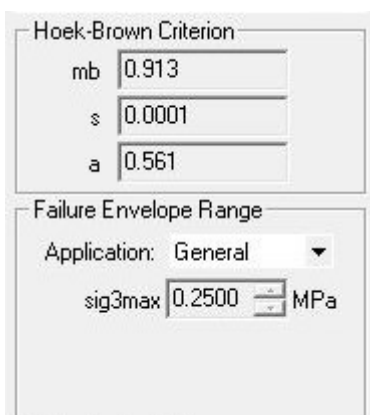
#### Datos de Entrada

Clasificación Hoek-Brown



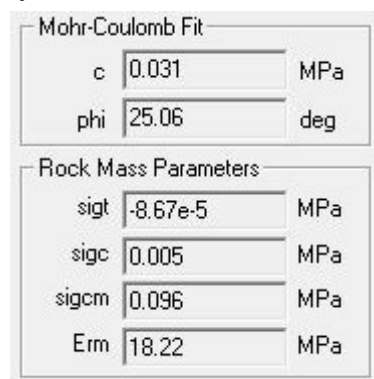
#### Resultados

Criterio Hoek-Brown



#### Resultados

Ajuste Mohr-Coulomb



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  $\phi = 25^\circ$ .

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  $k = 0.108$  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	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{unsat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$E_{50}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\nu$	$\phi$ (°)	$C$ (kN/m <sup>2</sup> )	$K$ (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:

- Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es **SUELO ENDURECIDO (HARDENING SOIL)**.
- En base a los proyectos con geología similar y/o resultados de laboratorio y/o registros de perforación se estiman las siguientes propiedades ingenieriles:
  - 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,  $\gamma_{sat} = 21$  kN/m<sup>3</sup> y no saturado  $\gamma_{unsat} = 20$  kN/m<sup>3</sup>.
  - Parámetros de Rigidez:** Según las relaciones elásticas que relacionan el módulo de corte, peso específico y la relación de poisson, el módulo de Young,  $E_{50} = 825,000$  kN/m<sup>2</sup> y la relación de Poisson,  $\nu = 0.30$ .
  - Parámetros de Resistencia:** Se obtiene los siguientes parámetros iniciales del modelo Hoek-Brown para un tipo de roca “arenisca”: el valor de la constante  $m_i = 19$ ; el valor del Índice de Resistencia Geológica  $GSI = 20$ ; el valor de la compresión simple para un material altamente meteorizado,  $\sigma_{ci} = 3,000$  kPa;

#### Datos de Entrada

##### Clasificación Hoek-Brown

Hoek-Brown Classification

$\sigma_{ci}$  3 MPa

GSI 20

$m_i$  19

D 0

☐  $E_i$  1500 MPa

☒ MR 500

#### Resultados

##### Criterio Hoek-Brown

Hoek-Brown Criterion

$m_b$  1.091

$s$  0.0001

$a$  0.544

Failure Envelope Range

Application: General

$\sigma_{3max}$  0.7500 MPa

#### Resultados

##### Ajuste Mohr-Coulomb

Mohr-Coulomb Fit

$c$  0.106 MPa

$\phi$  26.77 deg

Rock Mass Parameters

$\sigma_{gt}$  -0.000379 MPa

$\sigma_{gc}$  0.024 MPa

$\sigma_{gcm}$  0.345 MPa

$E_{rm}$  68.51 MPa

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	$\gamma_{\text{sat}} (\text{kN/m}^3)$	$\gamma_{\text{unsat}} (\text{kN/m}^3)$	$E_{50} (\text{kN/m}^2)$	$\nu$	$\phi (^\circ)$	$C (\text{kN/m}^2)$	$K (\text{m/día})$
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:

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



- 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  $k = 0.108$  m/día.

**Datos de Entrada**

Clasificación Hoek-Brown

Hoek-Brown Classification

sigci 18 MPa

GSI 50

mi 19

D 0

☐ Ei 9000 MPa

☒ 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		Permeabilidad
Visual del Testigo	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{unsat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\sigma_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	GSI	mi	D	Ei (kN/m <sup>2</sup> )		$E_m$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\nu$	K (m/día)
Arenisca (RH:2)	21	21	18,000	50	19	0	9,806,247		9,000,000	0.2	0.108



**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

PROYECTO:  
PUENTE QBDA. MONA

CLIENTE:  
ITECPA, S.A.

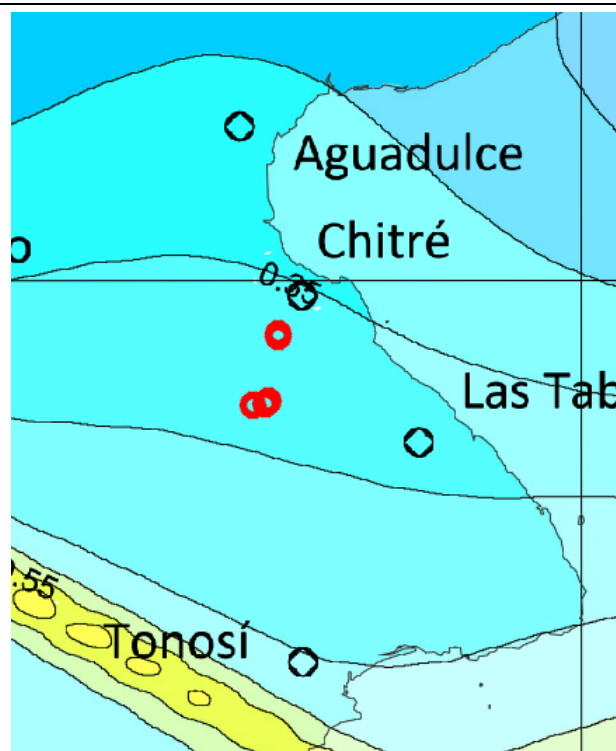
## 9 CONSIDERACIONES SÍSMICAS

### 9.1 Carga Sísmica

*Mapa PGA-2500yr*

*Mapa Ss-2500yr*

*Mapa S1-2500yr*





**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

PROYECTO:  
PUENTE QBDA. MONA

CLIENTE:  
ITECPA, S.A.

## 9.2 Amplificación Sísmica del Sitio

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

Proyecto: Puente Qbda. Mona

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	42	0.050	2.1	30	0.070
1.5	50	0.030	1.5	55	0.027
1.5	51	0.029	1.5	41	0.037
1.5	50	0.030	1.5	51	0.029
23.4	100	0.234	23.4	100	0.234

Resultados por hoyo	30	50%	0.373	30	50%	0.397
			81			76
	Perfil		C	Perfil		C

Resultado promedio del lote	100%	79
	C	