



# 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, 26 de abril de 2024

**Señores**  
**Constructora ININCO, S.A.**  
**E.S.D**

REF: Investigación en Sitio –Tanque de Almacenamiento de Agua Almirante

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 Almirante, provincia de Bocas del Toro.

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

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

26 de abril de  
2024



INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.

Investigación en Sitio

---

## TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA ALMIRANTE

*Preparado para:*  
*Constructora ININCO, 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**

- 0. ALCANCE DEL ESTUDIO
- 1. RECOMENDACIONES
- 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
  - 2.1 GEOLOGÍA DEL SITIO
- 3. PLANTA Y UBICACIÓN DE SONDEOS
- 4. REGISTROS DE PERFORACIÓN
- 5. RESULTADOS DE LABORATORIO
- 6. CONSIDERACIONES SÍSMICAS

### **0 ALCANCE DEL ESTUDIO**

Para este proyecto realizamos una (1) perforación, con equipo mecánico. La perforación se extendió 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 3, se muestra la planta y la ubicación de sondeos.

Además, realizamos ensayos de laboratorio en muestras de suelo como contenido de humedad, límites de Atterberg, ensayos de gradación y compresión simple en 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.

## **1 RECOMENDACIONES**

La estructura propuesta consiste en un tanque de almacenamiento de agua. El proyecto se encuentra ubicado en Almirante, provincia de Bocas del Toro. A continuación, se presentan las recomendaciones para los cimientos:

### **1.1 Cimientos**

#### **1.1.1 Zapatas**

Se puede cimentar la estructura propuesta sobre zapatas. Las zapatas deben ser desplantadas a una profundidad de 1.50 metros bajo la superficie actual del terreno y se deben dimensionar para una capacidad de soporte admisible de 30,000 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.

#### **1.1.2 Pilotes**

Se puede considerar el uso de pilotes vaciados para soportar la estructura propuesta, cimentados dentro del estrato de roca, los pilotes deben tener un largo mínimo de 8 metros. El fondo de las excavaciones para los pilotes deberá ser completamente horizontal, y estos deberán penetrar dentro del estrato de roca por lo menos 0.50 m, alrededor de todo su perímetro. En cualquier caso, recomendamos que los pilotes tengan un largo mínimo de 5.0 metros.

En las condiciones anteriores, los pilotes pueden diseñarse para una capacidad de soporte admisible en la punta de 200,000 kg/m<sup>2</sup>.

Si resulta conveniente, puede aumentarse la capacidad anterior, extendiendo la penetración del pilote dentro de la roca mediante un socket o llave. Este socket puede dimensionarse para una capacidad de soporte admisible de 20,000 kg/m<sup>2</sup>, en virtud de la fricción entre el pilote y la roca, después de atravesar los primeros 0.5 metros de roca.

### **1.2. Consideraciones Sísmicas**

#### **1.2.1. 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:

$$PGA = 0.58g \quad Ss(0.2s) = 1.30, \quad S1(1.0s) = 0.43$$

### **1.2.2. 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.

## 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El propósito de esta investigación fue determinar las características de los materiales geológicos en el sitio, de manera que se pueda diseñar la estructura propuesta de modo confiable. La estructura propuesta consiste en un tanque de almacenamiento de agua. El proyecto se encuentra ubicado Almirante, provincia de Bocas del Toro.



**Figura 2-1. Ubicación del Proyecto en el Mapa Satelital de Google Earth**

### **3.1 GEOLOGIA DEL SITIO**

A continuación, se presenta una descripción de la formación encontrada en sitio.

#### **Las Lajas (QR – Ala)**

Período Cuaternario. Grupo Aguadulce. Aluviones, sedimentos consolidados, areniscas, corales, manglares, conglomerados, lutitas carbonosas, deposiciones tipo delta.

#### **Río Hato (QR – Aha)**


Período Cuaternario. Grupo Aguadulce. Conglomerado, areniscas, lutitas, tobas, areniscas semi-consolidadas, pómez.

#### **B. de Chucará (QR – Abch)**

Período Cuaternario. Grupo Aguadulce. Aluviones, arena, lutita carbonosa, depósitos orgánicos con pirita, deposiciones tipo delta.

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.



Período	Grupo	Color	Formación	Descripción
CUATERNARIO	Aguadulce		Las Lajas	Aluviones, sedimentos consolidados,areniscas, corales, manglares, conglomerados, lutitas carbonosas, depósitos tipo delta,
			Río Hato	Conglomerado, areniscas, lutitas, tobas, areniscas semi-consolidadas, pómez.
			B. de Chucará	Aluviones, arena, lutita carbonosa, depósitos orgánicos con pirita, deposiciones tipo delta.

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)

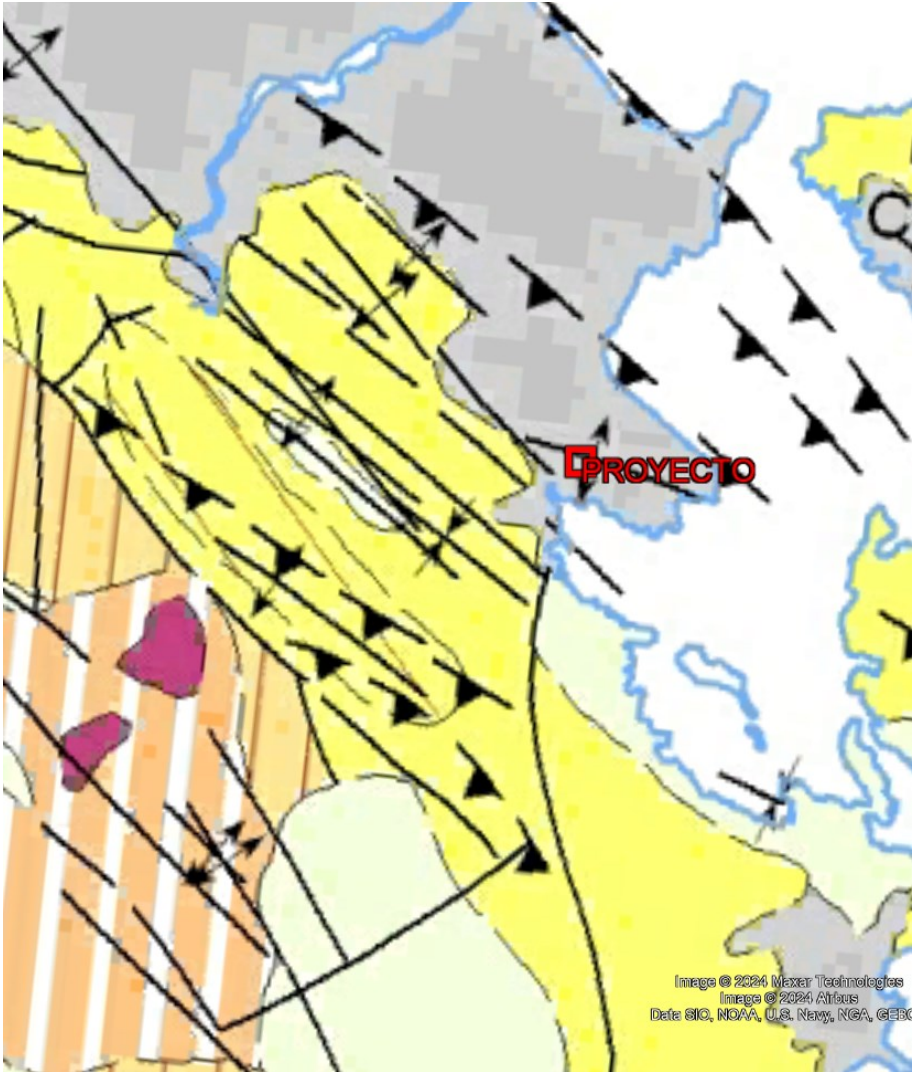


Figura 2-2. Ubicación del Proyecto en el Mapa Geológico





**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

PROYECTO:

**ESTACIÓN DE BOMBEO FINCA 4**

CLIENTE:

**CONSTRUCTORA ININCO, S.A.**

TÍTULO:

**03. PLANTA Y UBICACIÓN DE  
SONDEOS**

ESCALA:

**S/E**

HOJA:

**1\_DE\_1**



---

---

## **4. Registros de Perforación y Registro de Ensayo SPT y Muestreo**

---

---



**CLIENTE** ININCO

**CODIGO DE PROYECTO** 2265-ES-PTAPCHANGUINOLA

## PROYECTO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA ALMIRANTE

**LOCALIZACION** CHANGUINOLA, BOCAS DEL TORO

**INICIADA** 4/3/24

**NORTE** 1028188

REGISTRADO POR    ING. JOSE GUEVARA

**TERMINADA** 4/5/24

**ESTE** 346587

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

## ESTACION

## ELEVACION

**NIVEL FREATICO** ---

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		7.50 m. ARENISCA. ROCA SUAVE, RH: 1. ROCA LIGERAMENTE METEORIZADA (II). MASA ROCOSA FRACTURADA, PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS CERCANAMENTE ESPACIADAS (2 - 8 CM), JUNTAS BIERTAS (+3 MM) CON PRESENCIA DE PELÍCULAS DE OXIDACIÓN, BUZAN EN DIVERSOS ÁNGULOS. TEXTURA CLÁSTICA. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. FORMACIÓN GATÚN - USCARI. AVANCE DE BROCA LENTO. COLOR GRIS. (continued)	RC 3	15	0									
11														
12			RC 4	41	0									
13														
			RC 5	43	0									
14		13.50 m. ARENISCA. ROCA SUAVE, RH: 1. ROCA SANA (I). MASA ROCOSA MASIVA, FRACTURADA MECÁNICAMENTE. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. FORMACIÓN GATÚN USCARI. AVANCE DE BROCA LENTO. COLOR GRIS.												
15														
16														
			SS 6	41	0									
17		16.50 m. ARENISCA. ROCA MODERADAMENTE SUAVE, RH: 2. ROCA SANA (I). MASA ROCOSA MASIVA, FRACTURADA MECANICAMENTE. TEXTURA CLÁSTICA. ESTRATIFICACIÓN MASIVA. FORMACIÓN GATÚN - USCARI. AVANCE DE BROCA LENTO. COLOR GRIS.	RC 7	42	0									
18														
			RC 8	41	15									



## PAGINA 3 DE 3

**PROYECTO** TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA ALMIRANTE  
**LOCALIZACION** CHANGUINOLA, BOCAS DEL TORO

REGISTRADO POR ING. JOSE GUEVARA  
 REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN  
 NIVEL FREATICO ---

[illegible]

---

---

## **5. Resultados de Laboratorio**

---

---



## Relación Humedad (Density - Moisture Relation) (STD ASTM D2216)

<b>Tanque de Almacenamiento de Agua Almirante</b>	
Proyecto (Project)	
<i>Almirante , Bocas del Toro</i>	
Ubicación (Location)	
<i>José Pérez</i>	
Técnico (Technician)	
<i>12-abr-24</i>	
Fecha de Prueba (Test Date)	



**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

### DETERMINACION DE HUMEDAD (MOISTURE DETERMINATION)

		<b>H-01</b>			
		<b>SS-2</b>			
		<b>Depth: 3.00 to 3.60 m</b>			
No. de Tara (Tare No.)		AK-1			
Peso del Suelo Húmedo + Tara (Weight Wet Soil + Tare)	g	403.48			
Peso del Suelo Seco + Tara (Weight Dry Soil + Tare)	g	295.64			
Peso del Agua (Weight of Water)	g	107.84			
Peso de la Tara (Weight of Tare)	g	77.18			
Peso del Suelo Seco (Weight of Dry Soil)	g	218.46			
<b>% de Humedad</b> (Moisture percentage)		<b>49.4%</b>			



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

Determinar la cantidad de material más fino que No. 200 (75µm). Determining the Amount of Material Finer than No 200.(75µm). ASTM D1140 / ASTM D422.

Tanque de Almacenamiento de Agua Almirante

Proyecto (Project)

Almirante, Bocas del Toro

Ubicación (Location)

José Pérez

Técnico (Technician)

13/04/2024

Fecha de Prueba (Test Date)

Datos de la Muestra (Sample Data)

Perforación (Boring):

H-01

Fecha (Sample Date) :

05-abr-24

Muestra (Sample No.):

SS-2

Profundidad (Depth)m:

3.00 m - 3.60 m

Elevación (Elevation) m:

Descripción:  
(Description)

Limo

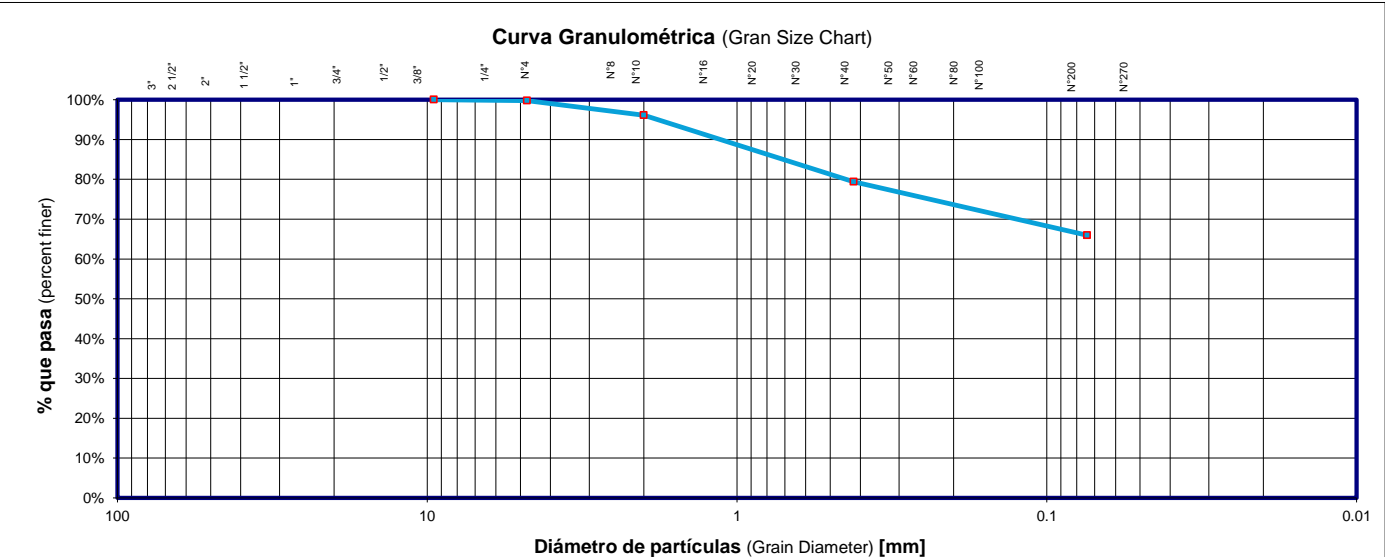
Material mas fino que la malla No. 200 (75 µm) = 66%

Material finer than No. 200 (75µm)

Peso Original de la Muestra (Original Weight of Sample) :

218.46 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	0.000	0.00	0.0%	100.0%
1"	25.400	0.000	0.00	0.0%	100.0%
3/4"	19.100	0.000	0.00	0.0%	100.0%
1/2"	12.700	0.000	0.00	0.0%	100.0%
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.0%	100.0%
1/4"	6.350				
Nº 4	4.760	0.58	0.58	0.3%	99.7%
Nº 8	2.380				
Nº 10	2.000	7.89	8.47	3.9%	96.1%
Nº 16	1.180				
Nº 20	0.850				
Nº 30	0.590				
Nº 40	0.420	36.50	44.97	20.6%	79.4%
Nº 50	0.297				
Nº 60	0.250				
Nº 80	0.180				
Nº100	0.149				
Nº200	0.074	29.41	74.38	34.0%	66.0%
Nº270	0.053				
Fondo (Bottom)					





## Ingenieros Geotécnicos, S. A.

### Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils (STD ASTM D-4318)

#### Método estándar para determinar Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los Suelos (ASTM D-4318)

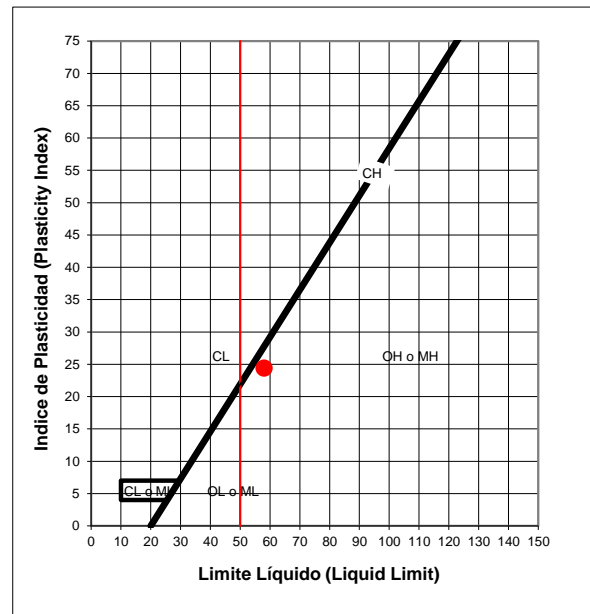
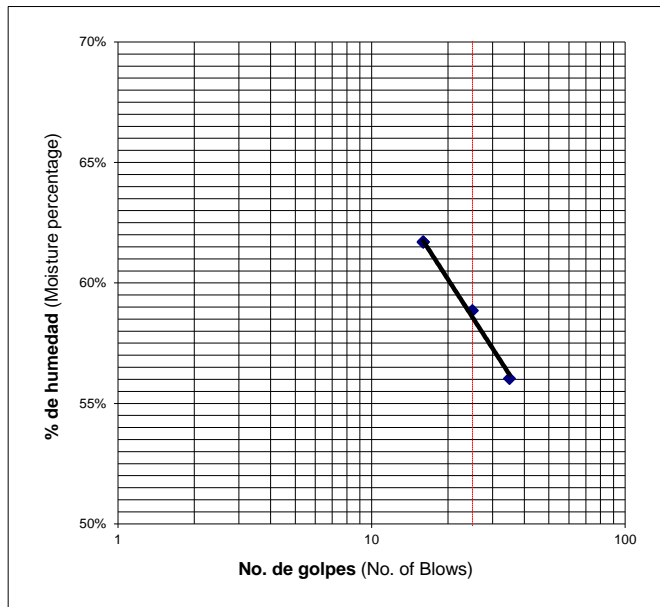
##### Tanque de Almacenamiento de Agua Almirante

Proyecto (Project)
Almirante, Bocas del Toro
Ubicación (Location)
José Pérez
Técnico (Technician)
13-abr-24
Fecha de Prueba (Test Date)

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

Perforación (Boring):	H-01
Fecha (Sample Date) :	05-abr-24
Muestra (Sample No.):	SS-2
Profundidad (Depth) m:	3.00-3.60 m
Elevación (Elevation) m:	
Descripción: (Description)	Limo de alta plasticidad.

	Límite Líquido (Liquid Limit)				Límite Plástico (Plastic Limit)			
Tara No. (Tare No.)	14	15	16		17	18		
No. de golpes (No. of blows)	35	25	16		-	-		
Peso de la tara + suelo húmedo (Weight of tare + wet soil)	50.02	49.53	50.12		20.11	20.1		
Peso de la tara + suelo seco (Weight of tare + dry soil)	36.09	35.61	35.35		17.81	18.06		
Peso húmedo (Weight of water)	13.93	13.92	14.77		2.3	2.04		
Peso de tara (Weight of tare)	11.23	11.96	11.41		10.82	12.11		
Peso de Suelo Seco (Weight of dry soil)	24.86	23.65	23.94		6.99	5.95		
% de humedad (Moisture Percentage)	56.0%	58.9%	61.7%		32.9%	34.3%		



As-received water content (Oven dried) =

Límite Líquido (Liquid Limit):

58 %

Límite Plástico (Plastic Limit):

34 %

Índice de Plasticidad (Plasticity Index):

24 %

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

MH



## 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).**

### Antecedentes de Almacenamiento de Agua Almirante

Proyecto (Project)
Almirante, Bocas del Toro
Ubicación (Location)
José Pérez
Técnico (Technician)
12-abr-24
Fecha de Prueba (Test Date)

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

Perforación (Boring):	H-01
Fecha (Sample Date) :	05-abr-24
Muestra (Sample No.):	RC-10
Profundidad (Depth)m:	20.75 m
Elevación (Elevation) m:	
Descripción(Description):	

### Parámetros físicos (Physical parameters):

Peso de la muestra (weight of the sample):	859.00 g
Diámetro (diameter):	61.00 mm
Altura (height):	125.00 mm
Area de la sección (cross sectional area):	2922.47 mm <sup>2</sup>
Volumen (Volume):	3.65E+05 mm <sup>3</sup>
Densidad(density):	23.06 kN/m <sup>3</sup>
Humedad (moisture):	8.91 %

### Resultados (Results):

Carga de falla (Failure load)	17.79 kN
Esfuerzo a compresión (Compressive strength): $\sigma =$	6.09 MPa
Tiempo de carga (load time)	5.20 min
Módulo de Young E 50%	1069 MPa
Deformación axial (axial strain): $\epsilon =$	6.10E-03

### Fotos (Pictures):



Observaciones (remarks):

falla en muestra de roca interna.

Ensayado por (Tested by): José Pérez

Calculado por (Calculated by): José Pérez

Revisado por (Reviewed by): J.Guevara



**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

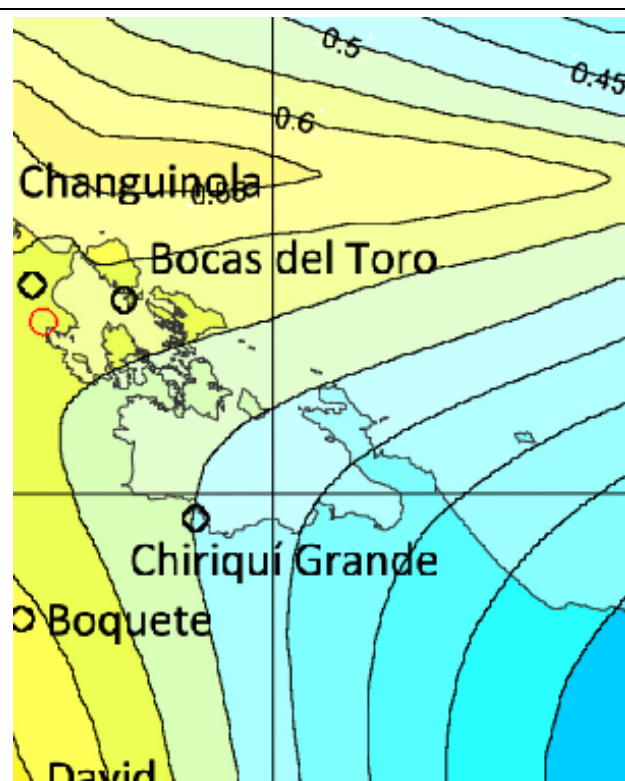
PROYECTO:  
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE  
AGUA ALMIRANTE

CLIENTE:  
CONSTRUCTORA ININCO, S.A.

## 7 CONSIDERACIONES SÍSMICAS

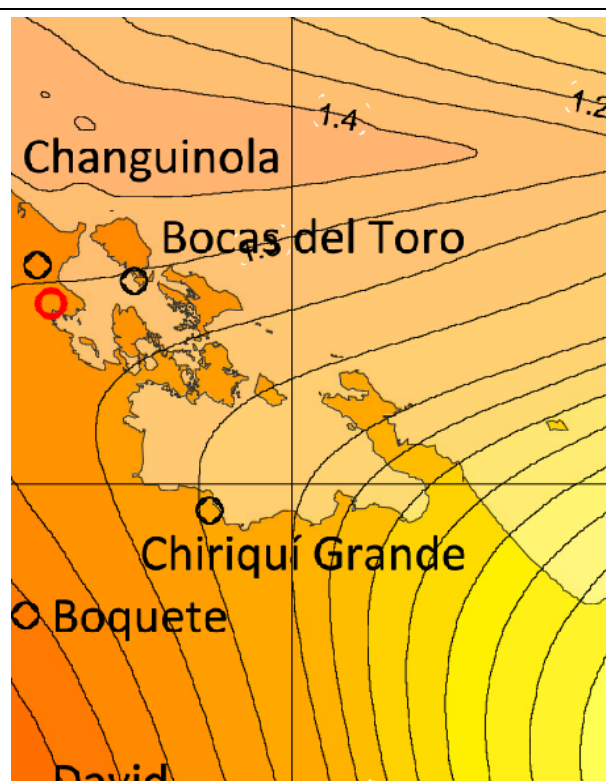
### 7.1 Carga Sísmica

*Mapa PGA-2500yr*



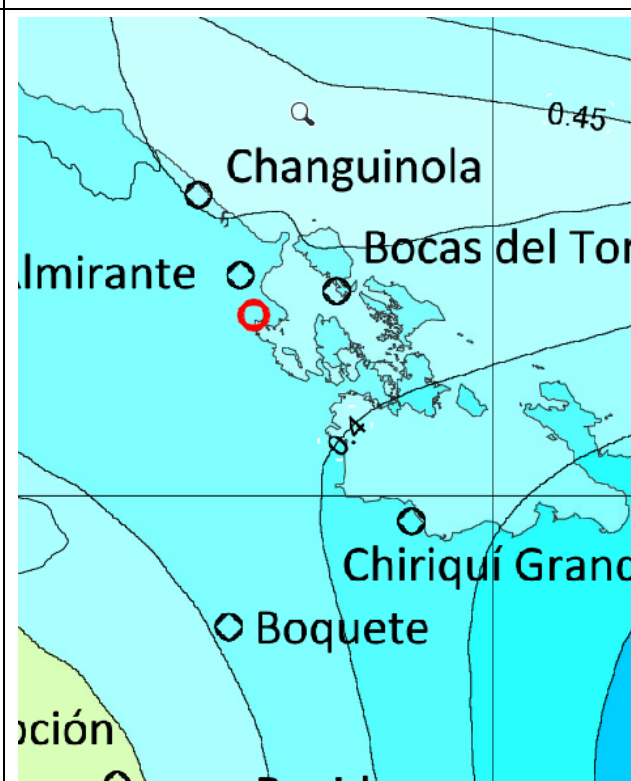
**Aceleración Pico del Suelo (PGA)**

*Mapa Ss-2500yr*



**Aceleración Espectral de 0.2 seg. (Ss)**

*Mapa S1-2500yr*



**Aceleración Espectral de 1.0 seg. (S1)**



**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

PROYECTO:  
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE  
AGUA ALMIRANTE

CLIENTE:  
CONSTRUCTORA ININCO, S.A.

## 7.2 Amplificación Sísmica del Sitio

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

Proyecto: Tanque de Almacenamiento de Agua Almirante

Ubicación: Changuinola, Bocas del Toro

Perfil: Promedio

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

H-01		
Espesor d (m)	N	d/N
2.1	48	0.044
1.5	50	0.030
1.5	50	0.030
1.5	50	0.030
6.9	50	0.138
16.5	100	0.165

Resultados por hoyo	30	100%	0.43675
			<b>69</b>
	Perfil		C

Resultado promedio del lote	100%	69
	<b>C</b>	