

INFORME SOBRE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

ISLA MULATUPU

**ISLA MULATUPU, CORREGIMIENTO DE TUBUALA, COMARCA
DE GUNA YALA, REPÚBLICA DE PANAMÁ**

INGENIERÍA CONTINENTAL, S.A.

Abril de 2019



INFORME SOBRE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

CARLOS MARIO MESA JARAMILLO

INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 96-003-062

Proyecto: **Isla Mulatupu (San Blas)**
Cliente: **Ingeniería Continental, S.A.**
Fecha: **23 de abril del 2019**

FIRMA
Ley 15 del 26 de enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

1. OBJETIVO: El propósito de esta investigación fue determinar las condiciones del subsuelo existente en el área, con el fin de obtener la información necesaria para el diseño de la cimentación de la estructura proyectada de conformidad con los ensayos, prácticas, guías y normativas vigentes en la República de Panamá.

2. LOCALIZACIÓN: La investigación fue realizada en el proyecto **Isla Mulatupu (San Blas)**, ubicado en el corregimiento de Tubuala, comarca de Guna Yala, República de Panamá. (véase Figura 1 y 2).

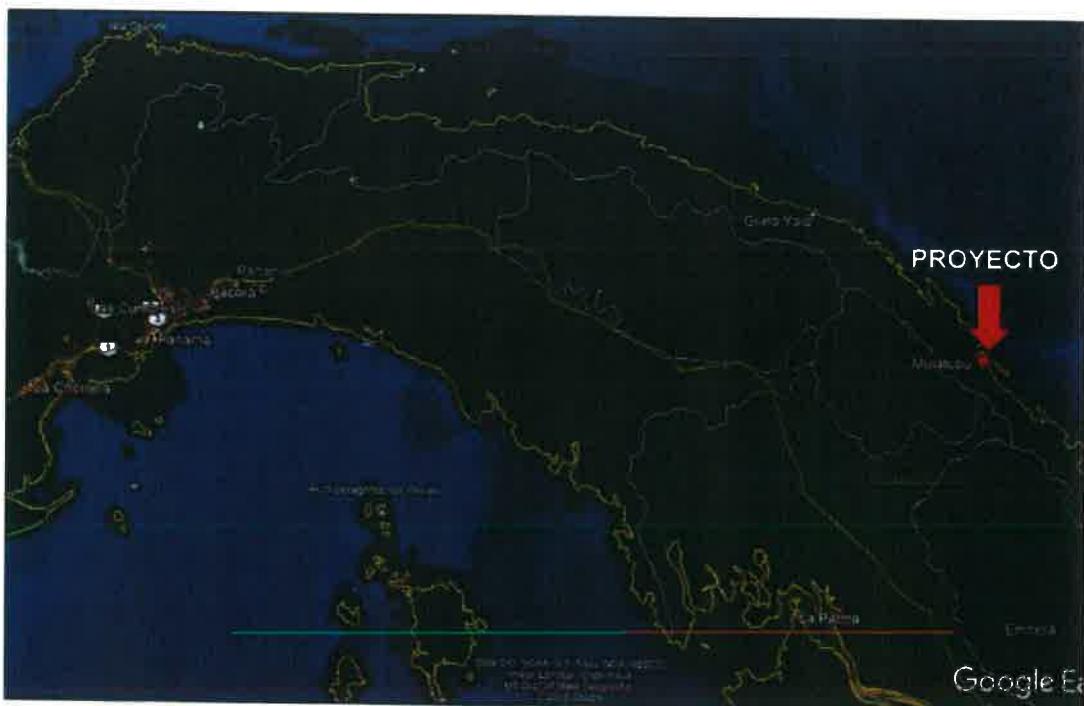
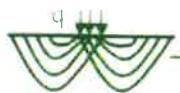


Figura 1 – Localización regional del proyecto.



3. EXPLORACIÓN Y MUESTREO: A solicitud del cliente se realizaron dos (2) perforaciones hasta 10,0 m de profundidad en los sitios designados por el cliente. Y realizadas con equipo a rotación con una perforadora portátil Minuteman Acker, con motor a gasolina Briggs & Stratton de 8 HP y a percusión (Acker Lightweigh Motorized Hoist and Portable Aluminium Derrick). La posición geográfica de las perforaciones, referida a las coordenadas UTM¹, se indican en la **Tabla 1** y la **Figura 2** indica la ubicación de las mismas perforaciones.

Hoyo	Coordenadas	
	Este (m)	Norte (m)
P-1	197367	989843
P-2	197287	989732

Tabla 1 - Coordenadas de las perforaciones realizadas. / WGS-84

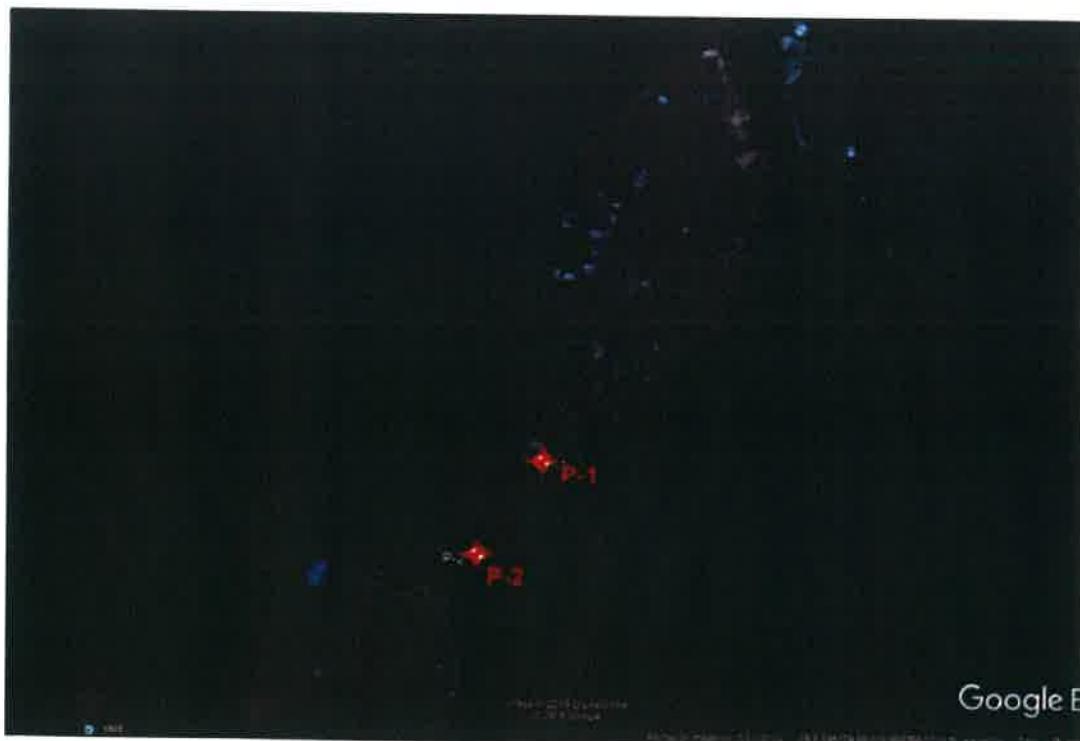
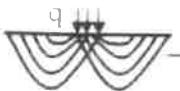


Figura 2 – Ubicación de la perforación.

¹ Cuadrícula Universal Transversal de Mercator.



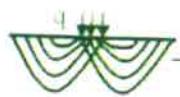
Para cada perforación, se efectuaron ensayos de penetración estándar mediante penetrómetro 3,49cm (1 3/8in) de diámetro interior, martillo de 63,5kg (140lb) y con una caída libre de 0,76m (30in). Estos ensayos se realizaron cada metro y se ajustaron a la norma ASTM D1586. Durante la ejecución de la SPT se anotó el número de golpes por cada 0,15m (6in.) de hincado.

Adicional se anotó el material recobrado (% sobre la base de longitud penetrada). A las muestras de suelo obtenidas se les determinó el contenido natural de agua y se clasificaron visualmente. El contenido de agua fue determinado de acuerdo a la norma ASTM D4643 y la clasificación de los suelos se hizo, según la norma ASTM D2488.

La prueba estándar de penetración (SPT), que es de uso generalizado en nuestro medio, a menudo proporciona guías para cuantificar parámetros de resistencia y de rigidez de los suelos investigados. En esta investigación se han utilizado los resultados de la SPT para estimar la capacidad de soporte admisible (q_a) de los suelos encontrados y clasificación sísmica del sitio.

Se hicieron mediciones, después de terminadas las perforaciones, para ubicar la profundidad del nivel freático del sitio. Se detectó en el hoyo P-1 a los 0,81 m y en el hoyo P-2 a los 0,80 m después de terminada la perforación, bajo el nivel actual del puente peatonal y variable con el cambio de marea.

Las investigaciones geotécnicas para este estudio fueron realizadas de conformidad con las Prácticas, Guías y Métodos de Ensayo que se indican en la **Tabla 2**.



Descripción	ASTM
Caracterización del sitio para ingeniería y construcción	D420
Perforación a percusión	D5783
Muestreo inalterado	D1587
Prueba estándar de penetración (SPT) y muestreo alterado	D1586
Descripción e identificación visual manual de los suelos	D2488
Conservación y transporte de muestras de suelos	D4220
Resistencia a compresión simple con penetrómetro de bolsillo	D1558
Registro de campo de las perforaciones en sitio	D5434

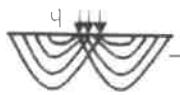
Tabla 2 - Descripción de las Prácticas, Guías y Métodos de Ensayo.

Para efectos de la compacidad relativa o consistencia se han descritos los suelos, según la **Tabla 3**. Este criterio está basado en el número de golpes/0,30m, no corregidos, N, obtenidos con la prueba estándar de penetración (ASTM D1586) de acuerdo a Terzaghi y Peck.

Tipo básico de suelo	Compacidad/Consistencia		Número de golpes no corregidos, N
No cohesivos: IP < 20%	Compacidad	muy suelta	<4
		suelta	4 a 10
		medianamente densa	10 a 30
		densa	30 a 50
		muy densa	>50
	Consistencia	muy suave	<2
		suave	2 a 4
		medianamente firme	4 a 8
		firme	8 a 15
		muy firme	15 a 30
		dura	>30

Tabla 3 - Compacidad relativa o consistencia

Para la descripción de los suelos se ha utilizado la **Tabla 4**, la cual describe el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS, (ASTM D2487) propuesto por Casagrande; y el criterio de plasticidad utilizado se basa en el índice plástico (ASTM D4318) según Atterberg, que se muestra en la **Tabla 5**.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 DA.59

Arriaga/Bolívarza Calle 1 y 200 No.300 Apartado 101-0010000 Alcántara
Teléfono: 236-77642, e-mail: mario@estudioselsuelos.com.pe

División principal	Trama	Símbolo de grupo	Nombre Típico
Suelos de grano grueso (más del 50% del material no pasa el tamiz No.200)	Gravas (Más del 50% de la fracción gruesa es mayor que el Tamiz No.4)	GW	Gravas bien graduadas, mezcla de gravas y arenas con muy poco o ningún contenido de finos
		GP	Gravas mal graduadas, mezcla de gravas y arenas con muy poco o ningún contenido de finos
		GM	Gravas limosas, mezcla de gravas, arenas y limo
		GC	Gravas arcillosas, mezcla de gravas, arena y arcilla.
Arenas (Más del 50% de la fracción gruesa es menor que el Tamiz No.4)		SW	Arenas bien graduadas, arenas gravosas con poco o ningún contenido de finos
		SP	Arenas mal graduadas, arenas gravosas con poco o ningún contenido de finos
		SM	Arenas limosas, mezcla de arenas y limos
		SC	Arenas arcillosas, mezcla de arenas y arcillas
Suelos de grano fino (más del 50% del material pasa el tamiz No.200)	Limos y arcillas (límite Líquido < 50)	ML	Limo inorganicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas arcillosas o limosas, limos arcillosos.
		CL	Arcillas inorganicas de plasticidad media a baja, arcillas gravosas, arenosas o limosas, arcillas poco plásticas
		OL	Limos organicos y arcillas limosas organicas de baja plasticidad
	Limos y arcillas (Límite Líquido ≥ 50)	MH	Limos inorganicos, suelos limosos y arenosos, limos elásticos
		CH	Arcillas inorganicas de alta plasticidad,arcillas francas
		OH	Arcillas organicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos
	Suelos muy organicos	Pt	Suelos con materia organica fibrosa,turba

Tabla 4 - Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

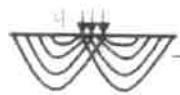
Índice plástico	Plasticidad	CARLOS MARIO MESA JARAMILLO INGENIERO CIVIL LICENCIA No. 89-003-062
0 a 3	no plástico	
4 a 15	plasticidad baja	
16 a 30	plasticidad media	
>30	plasticidad alta	

FIRMA

Ley 15 del 26 de enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Tabla 5 - Criterio de plasticidad de Atterberg

La **Tabla 6** presenta un resumen de los resultados de los ensayos de campo (SPT) y su correspondiente contenido natural de agua.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Av. Agustín Belluzzo, Calle Las Flores No. 308, Apartado 10013, 00-40, Arequipa
Teléfono: 250-7762 Celular: 96 13 71 59 correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

Hoyo	Prof. (m)	Muestra	N	w _n (%)
P-1	2,00 - 2,45	1A	2	--
	3,00 - 3,45	2A	2	--
	4,00 - 4,45	3A	3	52,0
	5,00 - 5,45	4A	3	44,8
	6,00 - 6,45	5A	4	64,0
	7,00 - 7,45	6A	4	60,6
	8,00 - 8,45	7A	6	65,0
	9,00 - 9,45	8A	10	42,8
	10,00 - 10,45	9A	2	41,6
	11,00 - 11,45	10A	3	66,8
P-2	11,55 - 12,00	11A	2	57,0
	2,00 - 2,45	1A	2	--
	3,00 - 3,45	2A	6	45,1
	4,00 - 4,45	3A	3	62,4
	5,00 - 5,45	4A	4	78,0
	6,00 - 6,45	5A	2	51,5
	7,00 - 7,45	6A	2	63,6
	8,00 - 8,45	7A	2	50,2
	9,00 - 9,45	8A	2	50,7
	10,00 - 10,45	9A	2	41,5
	11,00 - 11,45	10A	2	54,8
	11,55 - 12,00	11A	2	47,4

Tabla 6 - Resultados de los ensayos SPT

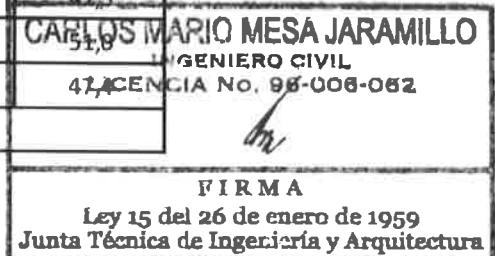
Donde:

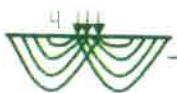
Prof. (m) = profundidad del ensayo SPT

Muestras A = muestras alteradas obtenidas con el sacamuestras partido

N = número de golpes por pie (valor no corregido)

W_n (%) = contenido natural de agua en porcentaje





ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Avda. Bulevar Calle Las Ticas No. 368, Apartado 2013-00140, Aricaíto
Teléfono 244-7714, Celular 56-15-31-59, Correo: estudiosdesueloselvicar.com

PERFIL DE PERFORACIÓN

PROYECTO: Isla Mulatupu - San Blas
CLIENTE: INGENIERIA CONTINENTAL S.A.
LOCALIZACIÓN: Isla Mulatupu, corregimiento de Tubuá, comarca de Guna Yala,
 República de Panamá
COORDENADAS: ESTE: 19°36'7" m NORTE: 989843 m
TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ROTACIÓN ROTOPERCUSIÓN CON MARTILLO DE FONDO
 AUGER BORINGS

HOYO No. 1
 FECHA: 20/09/2013
 SECCIÓN: -- m
 ELEVACIÓN: -- m
 PERFORADOR: RG
 HOJA No. 1 DE 2

PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO SUCS <input checked="" type="checkbox"/> VISUAL <input type="checkbox"/>	TRAMA MUESTRA No.	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)								OBSERVACIÓN	
			GOLPES /30 cm DE CAÍDA			N Golpes	P cm	q _u kg/cm ²	Rec %	w %		
			25	50	75							
0,00												
0,15	LOSA DE CONCRETO (PUENTE)										BD	
0,81	NIVEL DE AGUA VARIABLE										0,15	
1,00	AGUA										TF	
2,00	LECHO MARINO										2,00	
3,00			1A								SMP	
4,00	ARENA LIMOSA CON GRAVA (SM). CON MATERIA ORGÁNICA (OH). COMPACIDAD MUY SUELTA. PLASTICIDAD BAJA. CONTENIDO DE AGUA ALTO. COLOR GRIS		2A								SPT	
5,00			3A								3,00	
6,00			4A								SPT	
	ABREVIATURAS:			25	50	75	● CONTENIDO DE AGUA					
	NF - Nivel freático										OBSERVACIONES:	
	A - muestra alterada										NF: 0,81 m bajo el nivel actual de perforación.	
	I - muestra inalterada										Caracter: con el cambio de mareas.	
	N - Número de golpes no corregidos											
	P - Penetración											
	q _u - Compresión axial no confinada											
	Rec - % de recuperación del muestreador											
	w - Contenido de Agua de la muestra											
	NR - No recuperó											





ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V. 59

Avda. Bulevar 3 de Febrero No. 368, Apartado 130054 (00640) Arica, Chile
(56 31) 239 23 14 / Celular: 99 13 11 59 | correo: estudiosdesueloselvicar.com

PERFIL DE PERFORACIÓN

PROYECTO: Isla Malatupi (San Blas)

CLIENTE: INGENIERIA CONTINENTAL S.A.

LOCALIZACIÓN: Isla Malatupi, corregimiento de Tababela, comarca de Chira, Natividad, República de Panamá

COORDENADAS: ESTE: 107367 m NORTE: 989843 m

TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ROTACIÓN ROTOPERCUSIÓN CON MARTILLO DE FONDO

AUGER BORINGS

HOYO No. P-1

FECHA: 2019-04-13

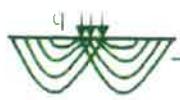
SECCIÓN: --- m

ELEVACIÓN: --- m

PERFORADOR: RG

HOJA No. 2 DE 2

PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	TRAMA	MUESTRA No.	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)							OBSERVACIÓN	
				■ GOLPES /30 cm DE CAÍDA			N	P	q _u	Rec	w	
				25	50	75						
6.00	SUCS <input checked="" type="checkbox"/>		5A	2	15	-						SPT
	VISUAL <input type="checkbox"/>		6A	2	15	-						5.45
7.00			7A	1	15	-						SMP
			8A	2	15	-						7.00
8.00			9A	2	15	-						7.45
9.00	ARENA LIMOSA CON GRAVA (SM), CON MATERIA ORGÁNICA (OH), COMPACIDAD SUELTA A MEDIANAMENTE DENSA A MUY SUELTA, PLASTICIDAD BAJA, CONTENIDO DE AGUA ALTO, COLOR GRIS		10A	4	15	-						SMP
10.00			11A	3	15	-						8.00
11.00				3	15	-						8.45
12.00				7	15	-						9.00
				4	15	-						9.45
				3	15	-						10.00
				7	15	-						10.45
				1	15	-						SMP
				1	15	-						11.00
				1	15	-						11.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						11.55
				1	15	-						SPT
				1	15	-						11.90
				2	15	-						SPT
				1	15	-						12.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						12.45
				1	15	-						SPT
				1	15	-						12.90
				2	15	-						SPT
				1	15	-						13.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						13.45
				1	15	-						SMP
				1	15	-						14.00
				2	15	-						SPT
				1	15	-						14.45
				1	15	-						SMP
				2	15	-						15.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						15.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						16.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						16.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						17.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						17.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						18.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						18.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						19.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						19.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						20.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						20.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						21.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						21.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						22.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						22.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						23.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						23.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						24.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						24.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						25.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						25.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						26.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						26.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						27.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						27.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						28.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						28.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						29.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						29.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						30.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						30.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						31.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						31.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						32.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						32.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						33.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						33.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						34.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						34.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						35.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						35.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						36.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						36.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						37.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						37.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						38.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						38.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						39.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						39.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						40.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						40.45
				1	15	-						SPT
				2	15	-						41.00
				1	15	-						SPT
				2	15	-						41.45
				1	15	-						SPT
				2	15							



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.F.C. 315710-1-412268 D.A.59

Av. 25 de Septiembre, Bulevar, Calle Las Tejas, No. 368, Apartado 10033, 31000, Acapulco
Teléfono: 259-2704, Celular: 66-15-11-30, correo: estudiosdesuelos@estudioselvicar.com

PERFIL DE PERFORACIÓN

PROYECTO: Isla Matalupu San Blas

CLIENTE: INGENIERIA CONTINENTAL S.A.

LOCALIZACIÓN: Isla Matalupu, corregimiento de Típula, comarca de Guna Yala, República de Panamá

COORDENADAS: ESTE: 107287 m NORTE: 989732 m

TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ROTACIÓN ROTOPERCUSIÓN CON MARTILLO DE FONDO
AUGER BORINGS

HOYO No. 02

FECHA: 2010-04-14

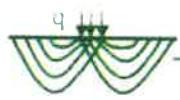
SECCIÓN: m m

ELEVACIÓN: m m

PERFORADOR: RG

HOJA No. 1 **DE** 2

PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	TRAMA	MUESTRA N°	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)								OBSERVACIÓN	
				GOLPES /30 cm DE CAIDA			N Golpes	P cm	q _u kg/cm ²	Rec %	w %		
				25	50	75							
0,00	SUCS ■ VISUAL □												
0,15	LOSA DE CONCRETO (PUENTE)											BD	
0,80	NIVEL DE AGUA VARIABLE											0,15	
1,00	AGUA											TF	
2,00	LECHO MARINO											2,00	
3,00	ARENA LIMOSA CON GRAVA (SM). CON MATERIA ORGÁNICA (OH). COMPACIDAD MUY SUELTA A SUELTA, PLASTICIDAD BAJA, CONTENIDO DE AGUA ALTO, COLOR GRIS		1A	3 1 1	15 15 15				44			2,50	
4,00			2A	2 3 3	15 15 15				44	45,1		3,00	
5,00			3A	1 2 1	15 15 15				56	62,4		3,45	
6,00			4A	2 2 2	15 15 15				44	78,0		4,00	
ABREVIATURAS:				25	50	75	● CONTENIDO DE AGUA		OBSERVACIONES				
NF - Nivel freático							Nº 035 - Prueba estándar de penetración						
A - muestra alterada							vario de acuerdo a la muestra						
I - muestra inalterada													
N - Número de golpes no corregidos													
P - Penetración													
q _u - Compresión axial no confinada													
Rec - % de recuperación del muestreador													
w - Contenido de Agua de la muestra													
NR - No recuperada													



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.L.C. 315710-1-412268 DA.59

Av. Amador Buitrago, Calle Las Tocas No. 368 - Apartado 1005-00140 Amador
Teléfono: 234-3714 Celular: 99 (5) 11.599 estudiosdesueloselvicar.com

PERFIL DE PERFORACIÓN

PROYECTO: Isla Matalupu (Sur Blanca)

CLIENTE: INGENIERIA CONTINENTAL S.A

LOCALIZACIÓN: Isla Matalupu, corregimiento de Tobuá, comarca de Comarca de Guna Yala, República de Panamá

COORDENADAS: ESTE: 197287 m NORTE: 989732 m

TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ROTACIÓN ROTOPERCUSIÓN CON MARTILLO DE FONDO
AUGER BORINGS

HOYO No. P-2

FECHA: 20/03/14

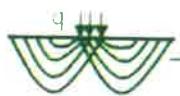
m

ELEVACIÓN: m

PERFORADOR: RG

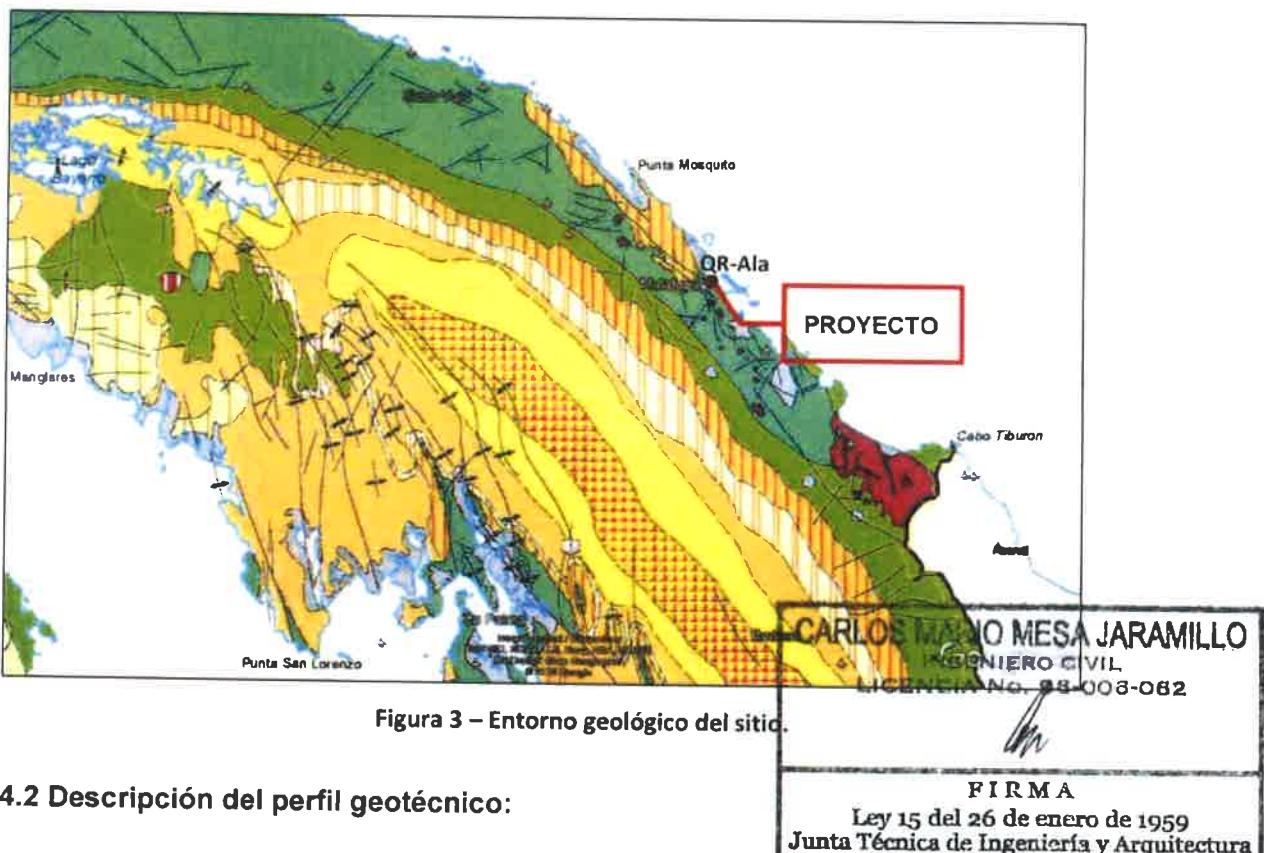
HOJA No. 2 **DE** 2

PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO		TRAMA MUESTRA No.	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)							OBSERVACIÓN	
	SUCS <input checked="" type="checkbox"/>			GOLPES /30 cm DE CAIDA			N	P	q _u	Rec	w	
	VISUAL <input type="checkbox"/>			25	50	75	Golpes	cm	kg/cm ²	%	%	
6,00			5A				1	15				SPT 6,45
7,00			6A				1	15				SMP 7,00
8,00			7A				1	15				SMP 8,00
9,00	ARENA LIMOSA CON GRAVA (SM). CON MATERIA ORGÁNICA (OH). COMPACIDAD MUY SUELTA. PLASTICIDAD BAJA. CONTENIDO DE AGUA ALTO. COLOR GRIS		8A				1	15				SPT 8,45
10,00			9A				1	15				SMP 10,00
11,00			10A				1	15				SMP 10,45
12,00			11A				1	15				SPT 11,00
	FIN DE SONDEO			25	50	75	CONTENIDO DE AGUA					SPT 11,55
	ABREVIATURAS:											SPT 12,00
	NF - Nivel freático											
	A - muestra alterada											
	I - muestra inalterada											
	N - Número de golpes no corregidos											
	P - Penetración											
	q _u - Compresión axial no confinada											
	Rec - % de recuperación del muestreador											
	W - Contenido de Agua de la muestra											
	NR - No recuperado											
	SPT - Prueba estándar de penetración											
	SMP - Cortado con Sacamuestra Partido											
	SUCS - Sistema Unificado de Clasificación Suelos											
	OBSERVACIONES:											
	NF: 12,00 m aguas arriba, aguas abajo de superficie.											
	A: 11,55 m aguas arriba, aguas abajo de superficie.											
	I: 11,00 m aguas arriba, aguas abajo de superficie.											
	N: 11,00 m aguas arriba, aguas abajo de superficie.											
	P: 11,00 m aguas arriba, aguas abajo de superficie.											
	q _u : 11,00 m aguas arriba, aguas abajo de superficie.											
	Rec: 11,00 m aguas arriba, aguas abajo de superficie.											
	W: 11,00 m aguas arriba, aguas abajo de superficie.											
	NR: 11,00 m aguas arriba, aguas abajo de superficie.											
	MARTILLO DE SEGURIDAD: 11											



4. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES:

4.1 Entorno geológico del sitio: El área del proyecto está representada por la formación sedimentaria **Las Lajas (QR-Ala)** con materiales como aluviones, sedimentos no consolidados, areniscas, corales, manglares, conglomerados. Lutita carbonosa, deposiciones tipo delta. En cuanto al tiempo geológico, pertenece al Periodo Cuaternario Reciente². (Ver Figura 3).



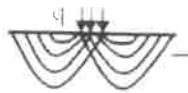
4.2 Descripción del perfil geotécnico:

Hoyo P-1, P-2:

Hasta la profundidad sondeada, se encontró una arena limosa con grava (SM), con materia orgánica (OH), compacidad muy suelta a medianamente densa a muy suelta, plasticidad baja, contenido de agua alto, color gris.

² Mapa Geológico, República de Panamá. Ministerio de Comercio e Industria. Recursos Minerales. Impreso por el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. 1991.





ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.E.C. 315710-1-412268 D.V.59

Av. nro 99, Bocanegra, Calle Las Flores, No. 308, Apartado 70-320000, Armenia
Teléfono: 269-37-34, Correo electrónico: 315710@estudioselvicar.com

Las muestras obtenidas en las perforaciones fueron agrupadas visualmente, según la norma ASTM D2488, obteniéndose una (1) muestra representativa de los suelos del área en estudio. Los ensayos de caracterización, antes mencionados, fueron realizados de conformidad con las normativas indicadas en la **Tabla 7**.

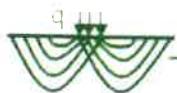
Descripción	Normativa
Contenido de agua en una muestra de suelo	ASTM D4643
Límite líquido	BS 1377
Límite plástico e índice de plasticidad	ASTM D4318
Ánálisis granulométrico por tamizado	ASTM C136 / D6913
Lavado con el tamiz No. 200	ASTM C117 / AASHTO T11
Clasificación de suelos SUCS/AASHTO	ASTM D2487 / AASHTO M145
Corte directo no consolidado no drenado (UU)	ASTM D6528
Cifras significativas en geotecnia	ASTM D6026

Tabla 7 - Descripción de las Pruebas y Prácticas de laboratorio y su normativa.

4.3 Resultados de pruebas de laboratorio: Para la determinación de propiedades índice y de resistencia, se procedió a seleccionar una (1) muestra representativa de los suelos del área en estudio. Se realizaron ensayos de clasificación (granulometría por tamizado y límites de consistencia), y corte directo UU.

En las **Tablas 8 y 9**, se presenta el resumen de los resultados obtenidos en estos ensayos, en el Apéndice "A", **Pruebas de Laboratorio**, se presenta los resultados de las pruebas índice y de resistencia de los suelos característicos del área en estudio, y en la **tabla 10** se muestra el criterio para identificar suelos expansivos o colapsable y el Potencial de expansión.

Grupo	m	%	%	Límites de Consistencia, %			SUCS	AASHTO
	Prof.	R ₄	T ₂₀₀	w _L	w _P	IP		
M-1	2,00 - 12,00	19,8	37,1	43,2	33,6	9,6	SM	A-5
Tabla 8 - Resultados de pruebas índice.								



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.L.C. 315710-1-412268 D.V.59

Avenida Buitrago Calle Las Faldas Nro 368 - Apartado 1110-30100-040 - Atrazan
Teléfono: 289-7794 / Celular: 098-11-590-0000 - www.estudiosdesueloselvicar.com

Grupo	Nº	Nº	SUCS	%	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ²	°	%
	Hoyo	Muestra		w	γ	γ _s	c	ϕ	S
M-1	P-1	10A	SM	51,0	16,2	10,8	0,0	29,3	96,0

Tabla 9 - Resultados de pruebas de corte directo.

Grupo	w %	γ _s kN/m ³	w _L %	I _s	Criterio del Bureau of Reclamation	Grado de expansión
						Criterio de Ghazzaly y Vijayvergyia
M-1	51,0	10,8	43,2	1,18	Colapsable	Baja

Tabla 10 - Criterio para identificar suelos expansivos o colapsables y el Potencial expansión

Donde:

M-1 = Arena limosa con grava (SM), color gris

R₄ = Porcentaje retenido acumulado en la malla No.4 (4,21 mm)

T₂₀₀ = Porcentaje que pasa la malla No.200 (0,074 mm)

W_L = Límite líquido, (%)

W_P = Límite plástico, (%)

IP = Índice de plasticidad, (%)

SUCS = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

AASHTO = American Association of State Highway and Transportation Officials

w = Contenido de agua de la prueba, (%)

γ = Peso volumétrico húmedo, (kN/m³)

γ_s = Peso volumétrico seco, (kN/m³)

c = Cohesión, (kN/m²)

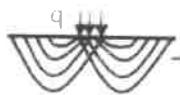
ϕ = Ángulo de fricción interna, (°)

S = Grado de saturación de la muestra, (%)

I_s = Índice de Expansión (I_s = w /w_L)



En las **figuras 4 y 5** se observa que los suelos característicos del área en estudio son suelos colapsables con un grado de expansión bajo.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arrajan Baronga Calle Las Fecas No 368, Apartado 1103-00040 Arrajan
Teléfono 259 7764 Celular 56 15 11 59 correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

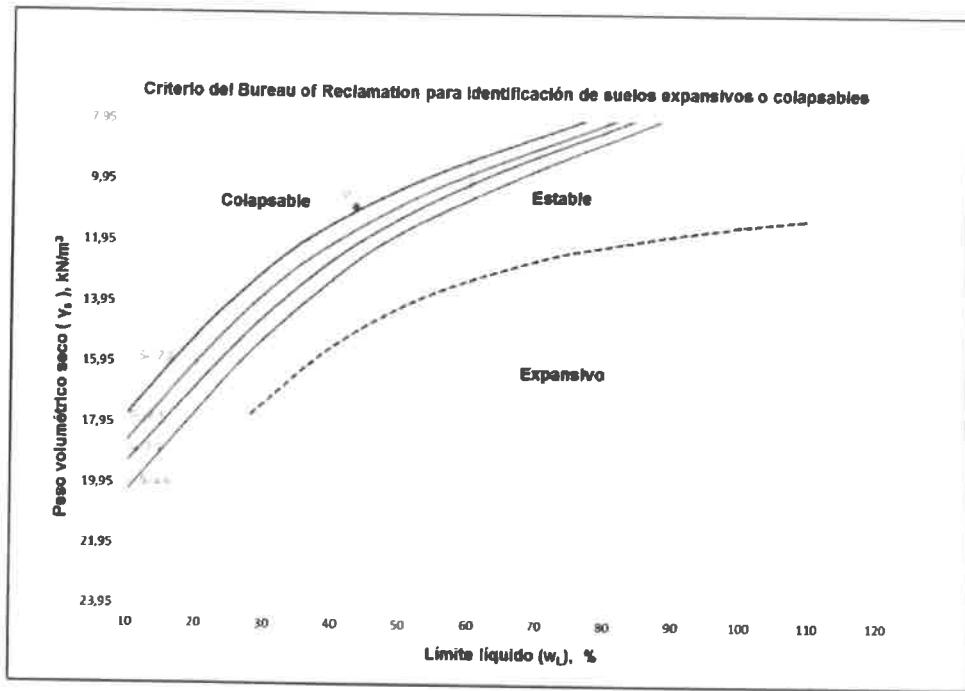


Figura 4 - Criterio del Bureau of Reclamation para identificación de suelos expansivos o colapsables

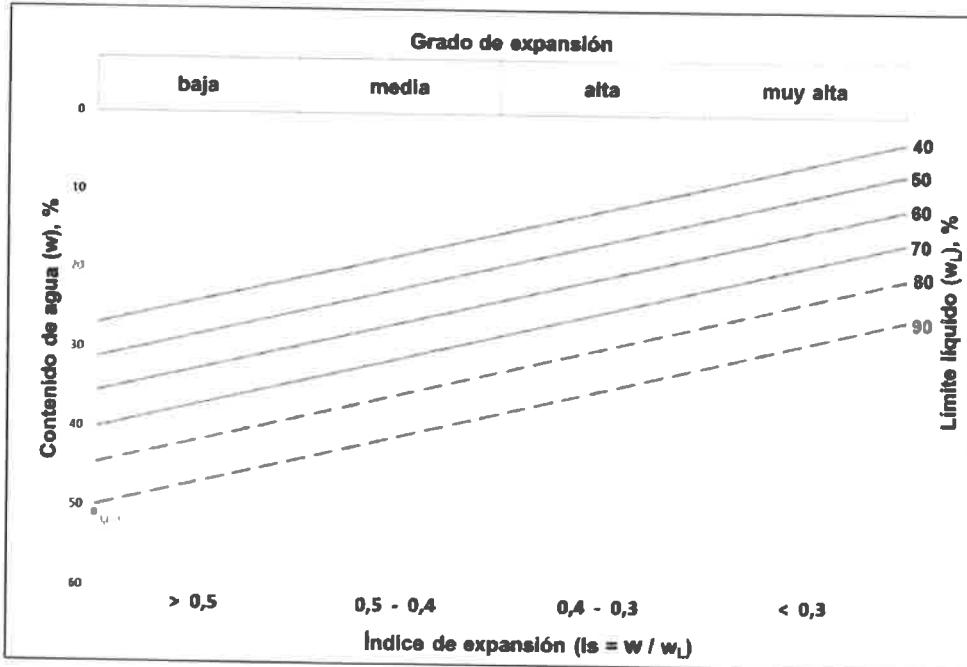
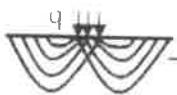


Figura 5 - Grado de expansión



<i>Is</i>	Probable Presión de Expansión (kg/cm²)	Expansion probable
>0,5	<0,33	<1,0
0,4 - 0,5	0,33 - 1,38	1 - 4
0,3 - 0,4	1,38 - 3,30	4 - 10
<0,3	>3,30	>10

Tabla 11 - Método de Ghazzaly y Vijayvergyia para verificar la presión de expansión probable de suelos expansivos.

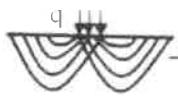
En la **tabla 11**, la probable presión de expansión para el estrato encontrado es menor a 0,33 kg/cm² (<0,33 kg/cm²).

5. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE: Los cimientos superficiales deben ser diseñados para que las cargas transmitidas al suelo no causen fallas de capacidad de soporte, ni asentamientos excesivos que ocasionen daños a la estructura soportada.

5.1 CAPACIDAD DE SOPORTE ÚLTIMA Y ASENTAMIENTO:

Para obtener la capacidad de soporte admisible de diseño de conformidad con la Figura 6.3.3 Capacidad de Soporte de Cimientos Superficiales y lineamientos establecidos en el Capítulo 6 Geotecnia del Reglamento Estructural de Panamá (REP-14).

5.1.1 MODELACION DE UNA FUNDACIÓN SUPERFICIAL: Se asume que los cimientos superficiales serán zapatas cuadras (BxB) con una profundidad de desplante (D) estimada de 1,50 m. Las cargas verticales últimas de compresión (P_u) fueron estimadas y las cargas de servicio (P_s) fueron determinadas con un factor de 1,4.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Avenida Búrquez, Calle Las Tejas, No 368 - Apartado 1003-00040 Arequipa
Teléfono: 289-7704 Celular: +51 98 49 0000 correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

P_u		P_s		D_f (m)	B (m)	Δ (mm)	q_c (kPa)	q_{ult} (kPa)	q_a (kPa)	FS = 3,0
(t)	(kN)	(t)	(kN)							
10,0	98,1	7,1	70,0	1,50	1,07	24,10	85,65	290,7	95,6	3,0
30,0	294,2	21,4	210,1	1,50	1,80	42,88	90,80	306,0	102,0	3,0
50,0	490,3	35,7	350,2	1,50	2,28	59,82	94,32	317,8	105,9	3,0
70,0	686,5	50,0	490,3	1,50	2,66	72,83	97,02	327,5	108,8	3,0
90,0	882,6	64,3	630,4	1,50	2,97	85,28	100,06	335,6	111,9	3,0
110,0	1078,7	78,6	770,5	1,50	3,25	99,23	102,13	343,1	114,0	3,0

Tabla 12 - Capacidad de soporte y asentamiento estimado

donde:

P = carga vertical de compresión

B = ancho de fundación superficial

D_f = profundidad de desplante

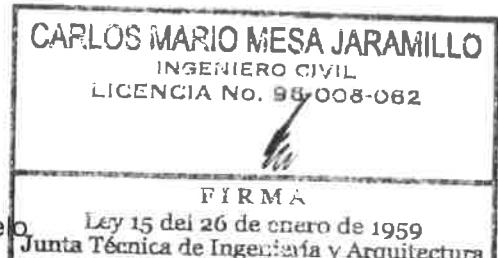
Δ = asentamiento estimado

q_c = Presión de contacto de la fundación al suelo

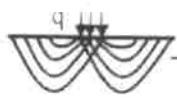
q_{ult} = capacidad de soporte última a compresión

q_a = capacidad de soporte admisible (Estado límite de servicio FS= 3)

FS = factor de seguridad de la falla por capacidad de soporte



Se utilizó el módulo "zapatas" del software GEO5 2019 para la modelación del entorno geotécnico (considerando los estratos encontrados en el perfil de perforación más adverso) en el análisis de capacidad de soporte y asentamiento a una profundidad de cimentación de 1,50 m. La tabla 12 contiene los resultados del modelo analizado y las Figuras 6, 7 y 8 ilustran gráficamente la relación entre el tamaño de la zapata cuadrada, la capacidad de soporte admisible y el asentamiento total para las cargas estimadas.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.L.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arraijan, Buringá, Calle 1as [casa] No. 368, Apartado 1103-00040, Arraijan
Teléfono: 234-7704, Celular: 66-15-11-59, correo: estudiosdesueloselvicar.com

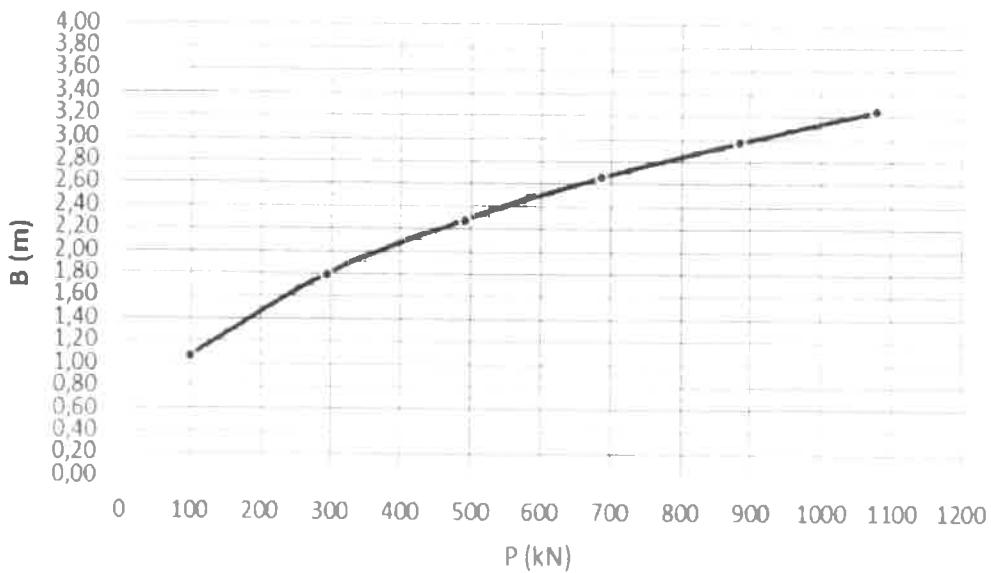


Figura 6 – Dimensionamiento de una zapata cuadrada.

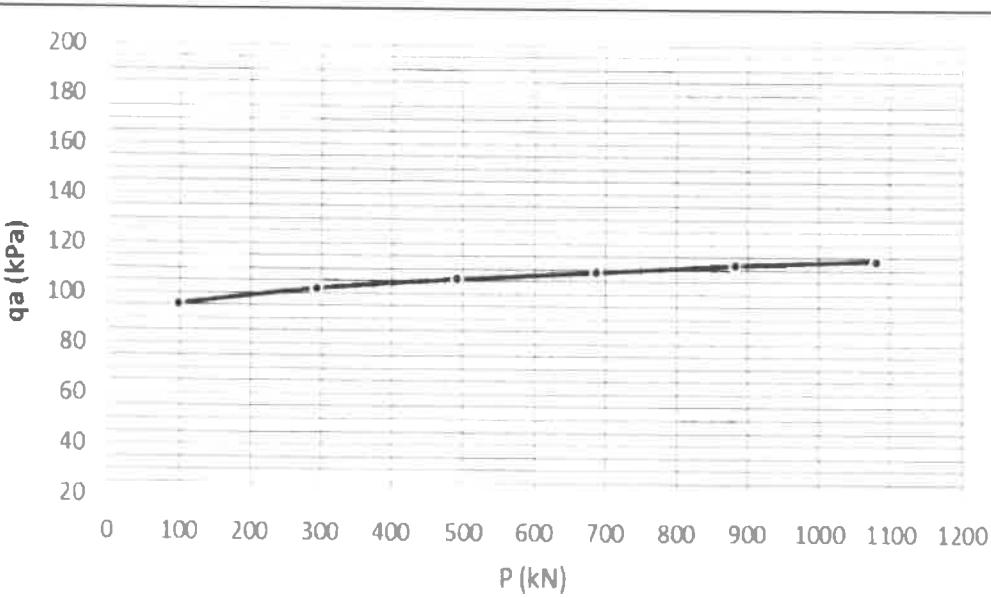
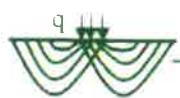


Figura 7 – Capacidad de soporte admisible.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arequipa-Barúanga-Calle Las Tocas No. 368-Apartado 1001-Arequipa
Teléfono 239-7704 Celular 98-15-11-59 correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

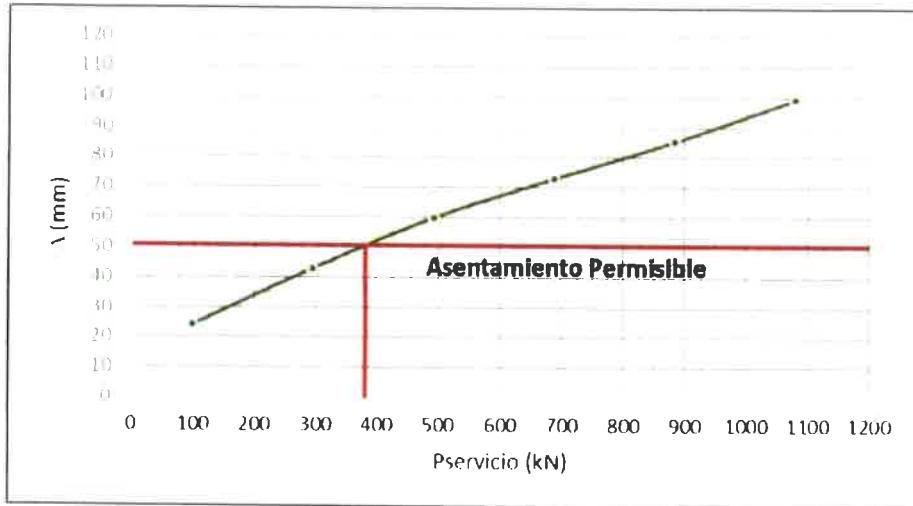


Figura 8 - Asentamiento estimado.

El asentamiento total deberá limitarse a 88,9mm (3,5in) (figura 6.3.6.4, Capítulo 6 – Geotecnia del REP-14).

El asentamiento total (para arenas) deberá limitarse a 50,8mm (2,0in) (figura 6.3.6.4, Capítulo 6 – Geotecnia del REP-14).

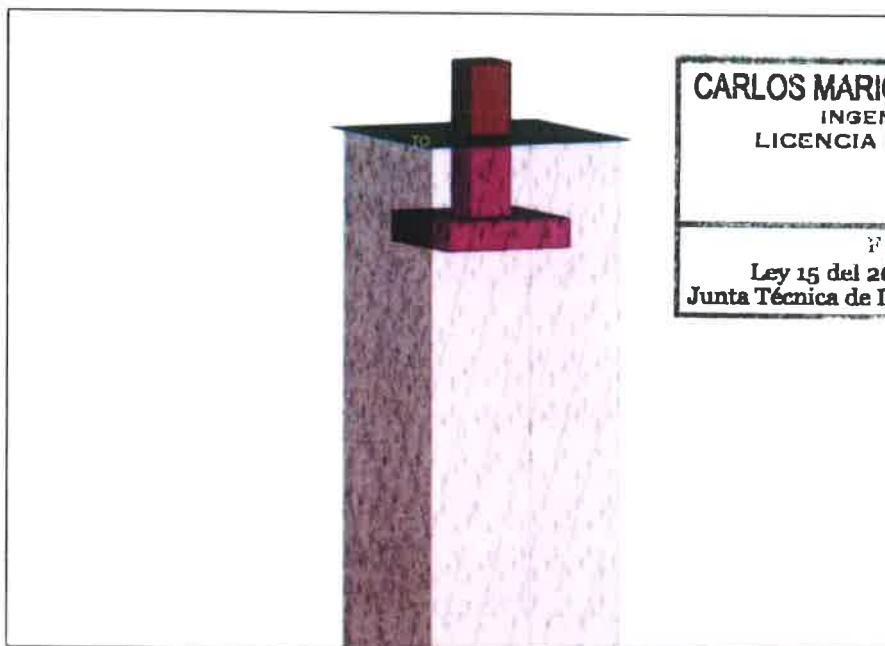
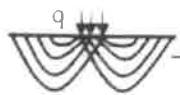


Figura 9 - Modelación de una fundación superficial



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arcaján, Bulevar Calle Las Fecas No. 368 Apartado 100-0000 Arcaján
Teléfono 259 7704 Celular 66 15 11 59 correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

5.2 CAPACIDAD DE SOPORTE ADMISIBLE EN BASE A LA SPT:

La capacidad de soporte admisible de un suelo puede estimarse a partir de pruebas de campo. Los valores de resistencia (número de golpes/0,30m) obtenidos de la SPT están relacionados directamente con la capacidad de soporte de un suelo, sin embargo deben emplearse con cautela ya que, en ciertas ocasiones pueden conducir a errores sustanciales.

Peck, Hanson & Thornburn (1974) proponen la siguiente ecuación semi-empírica para estimar la capacidad de soporte admisible (q_a) de un suelo:

$$q_a (\text{kPa}) = C_w (0,41) N \Delta$$

Donde:

q_a = esfuerzo de compresión vertical que ocasiona un asentamiento ΔH en mm

N = número de golpes/0,30m

Δ = asentamiento total admisible en mm (normalmente 25,4mm)

C_w = factor de corrección por la presencia de nivel freático

siendo:

$$C_w = 0,5 + 0,5 \frac{D_w}{D_f + B}$$

donde:

$$0,5 < C_w < 1,0$$

D_w = profundidad del nivel freático medida desde la superficie del terreno

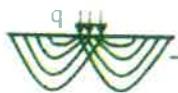
D_f = profundidad desde la base de la zapata hasta la superficie del terreno

B = ancho de la zapata

La cual en este informe se ha utilizado la siguiente expresión:

$$q_a (\text{kPa}) = 1,0 (0,41) N (25,4) = 10,41 N$$

$$q_a \left(\frac{t}{m^2} \right) = 1,04 N \approx 1,0 N$$

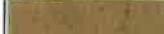


La **Tabla 13** presenta un resumen de los resultados de las SPT (valores no corregidos) realizadas en función de la profundidad.

Prof.	P-1	P-2
2,30	2	2
3,30	2	6
4,30	3	3
5,30	3	4
6,30	4	2
7,30	4	2
8,30	6	2
9,30	10	2
10,30	2	2
11,30	3	2
11,85	2	2

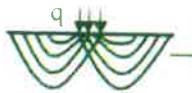
Tabla 13 - Resumen de las SPT en valores no corregidos de N.

Los colores resaltados en la **Tabla 13** corresponden a los suelos encontrados:

 Arena limosa con grava (SM), color gris

Cuando se excede la capacidad máxima de los parámetros geotécnicos, localmente se ocasionan pérdidas de resistencia y ocurre una redistribución de esfuerzos que produce pérdidas de resistencia generales, las cuales eventualmente conducen a fallas.

Con el objetivo de prevenir dichas fallas, se establece el procedimiento de definición de valores característicos de los parámetros geotécnicos a partir de los resultados de laboratorio y/o observaciones de campo con la aplicación de métodos estadísticos.



El valor característico se define como el valor seleccionado que afecta la ocurrencia del estado límite.

El uso de métodos estadísticos implica la disponibilidad de un número suficiente de resultados de ensayos. Las técnicas estadísticas tienen el objetivo de calcular el valor característico a partir de los parámetros estadísticos de las muestras (valor promedio, desviación estándar, coeficiente de variación). El valor característico seleccionado es aquel con poca probabilidad (menor al 5%) de que el valor gobernante del estado límite sea menos favorable que el valor característico.

Para la adecuada estimación del valor característico, se estima el valor promedio del parámetro gobernante del estado límite con nivel de confiabilidad del 95% que dicho valor sea más favorable que el valor característico.

Para determinar los valores característicos (x_k) de los resultados de los SPT realizados por estrato, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

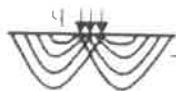
$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$
$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$v_x = \frac{s_x}{\bar{x}}$$

$$k_n = 1,64 \sqrt{\frac{1}{n}}$$

$$x_k = \bar{x} (1 - k_n v_x)$$

Siendo la cantidad de ensayos realizados (n), el promedio aritmético de los resultados de los ensayos (\bar{x}), la desviación estándar muestral (s_x), el coeficiente de variación (v_x), el coeficiente estadístico de Student (k_n), y el valor característico x_k .



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

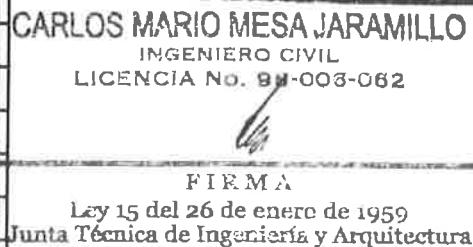
R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Av. 10 de Noviembre, Calle Las Flores, No. 368, Apartado 11-01-0044, Arica, Chile. Teléfono: 54-3-24-1-2104. Correo: estudiodeosuelos@elvicar.com

La **Tabla 14** resume el cálculo de los valores característicos correspondientes a los estratos encontrados:

Estrato	M-2 (MH)
Profundidad	2,00 - 12,00
Número de ensayos	22
Valor máximo	10
Valor mínimo	2
Valor promedio	3
Desviación estándar	2,0
Coeficiente de variación	0,62
Coeficiente estadístico	0,35
Valor característico	2

Tabla 14 -Valores característicos de los SPT.



FIRMA

Ley 15 del 26 de enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

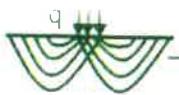
Es importante advertir que las capacidades de soporte indicadas en la **Tabla 15** son capacidades obtenidas, con los valores característicos de los SPT, para condiciones de desplante de cimentaciones alejadas de taludes, sin presencia de nivel freático y el módulo (k^3) de reacción vertical del suelo o módulo de balasto o módulo de Winkler es determinado en base a estas capacidades de soporte.

ESTRATO	PROF. (m)	q_s (t/m ²)	q_a (kPa)	K (MN/m ³)
Arena limosa con grava (SM), color gris	2,00 - 12,00	2,5	24,5	6,5

Tabla 15 - Capacidad de soporte admisible estimada.

6. CLASIFICACIÓN SÍSMICA DEL SITIO: Se ha clasificado el sitio de acuerdo con el criterio establecido en el Reglamento Estructural de Panamá REP-14. La **Tabla 16** muestra la definición del tipo de perfil de suelo para el área de estudio, la **Tabla 17** presenta un resumen de los términos descritos.

³ Fuente: Nelson Morrison, "Interacción Suelo-Estructuras: Semi-espacio de Winkler", Tesis de Maestría 1993, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arraiza, Bulevar, Calle Las Focas, No 368, Apartado 10143-0010, Arraiza
Teléfono 280-7704, Celular 605-15-111, Email: estudiosdesuelos@elvicar.com

Hoyo	$\sum d_i$	$\sum \frac{d_i}{N_i}$	\bar{N}	\bar{N}	Tipo de perfil de suelos
P-1	11,00	3,30	3	3	E
P-2	11,00	4,33	2		

Tabla 16 - Clasificación sísmica del sitio

Donde:

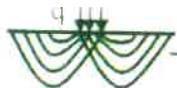
$$\bar{N} = \frac{\sum d_i}{\sum \frac{d_i}{N_i}}$$

$$\bar{\bar{N}} = \frac{\sum \bar{N}_i}{2}$$

Tipo de perfil de suelo	Velocidad de onda cortante, v_s	Número de Golpes N	Resistencia cortante no drenada, S_u
A Roca dura	>1500 m/s	No es aplicable	No es aplicable
B Roca	760 a 1500 m/s	No es aplicable	No es aplicable
C Suelo muy denso y roca suave	370 a 760 m/s	>50	>100 kPa
D Suelo duro	180 a 370 m/s	15 a 50	50 a 100 kPa
E Suelo	<180 m/s	<15	<50 kPa
F Suelo que requiere evaluación específica del sitio	1. Suelos vulnerables a falla potencial o colapso 2. Arcillas altamente orgánicas 3. Arcillas de plasticidad muy alta 4. Arcillas suaves de gran espesor		

Tabla 17 - Clasificación del tipo de perfil de suelo

Para los primeros 10,00 metros de profundidad la Clasificación Sísmica del sitio es Tipo E (suelo).



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arajal-Huanga, Calle las Uñas N° 363-Apt. 1001-00040 Arajal
Teléfono: 239-7714. Celular: 86151159. Correo: estudiodesueloselvicar.com

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS SÍSMICOS DEL SITIO (SEGÚN REP 2014)

Tabla 11.4-1 Coeficiente del Sitio, F_a

Clase de Sitio	Parámetro de aceleración de periodo corto considerando el espectro de respuesta sísmico máximo				
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.0$	$S_s \geq 1.25$
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
F	Ver la Sección 11.4.7				

Nota: Usar interpolación Lineal para valores intermedio de S_s .

Tabla 11.4-2 Coeficiente del Sitio, F_v

Clase de Sitio	Parámetro de aceleración de periodo de 1 segundo considerando el espectro de respuesta sísmico máximo				
	$S_1 \leq 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 \geq 0.5$
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
D	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
E	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
F	Ver la Sección 11.4.7				

Nota: Usar interpolación Lineal para valores intermedio de S_1 .

Tabla 11.8-1 Coeficiente del Sitio, F_{PGA}

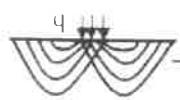
Clase de Sitio	Parámetro de aceleración de Aceleración Pico considerando el espectro de respuesta sísmico máximo				
	$PGA \leq 0.1$	$PGA = 0.2$	$PGA = 0.3$	$PGA = 0.4$	$PGA \geq 0.5$
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
F	Ver la Sección 11.4.7				

Nota: Usar interpolación Lineal para valores intermedio de PGA .

Proyecto Isla Mulatupu - Comarca de Guna Yala.

(Valores según la Tabla 5.12, del REP 2014 y el Cuadro A6.5.5.4.1 referencia 35 del REP 2014)

$S_s =$	0,940	(Para clase de Sitio "B")
$S_1 =$	0,380	(Para clase de Sitio "B")
$PGA =$	0,400	(Para clase de Sitio "B")
Perfil del Sitio (del proyecto) =	E	



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.
R.I.C. 315710-1-412268 D.V.59

Ecuaciones necesarias para determinación de valores sísmicos

$$S_{MS} = F_a * S_S$$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} * S_{MS}$$

$$S_{M1} = F_v * S_1$$

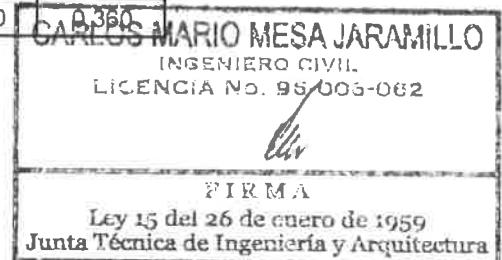
$$S_{D1} = \frac{2}{3} * S_{M1}$$

$$P_{GA_M} = F_{PGA} * PGA$$

Clase de Sitio	A	B	C	D	E
F_a	0,800	1,000	1,024	1,124	0,972
F_v	0,800	1,000	1,420	1,640	2,480
F_{PGA}	0,800	1,000	1,000	1,100	0,900
S_{MS}	0,752	0,940	0,963	1,057	0,914
S_{M1}	0,304	0,380	0,540	0,623	0,942
S_{DS}	0,501	0,627	0,642	0,704	0,609
S_{D1}	0,203	0,253	0,360	0,415	0,628
PGA_M	0,320	0,400	0,400	0,440	0,360

Valores para la clase del sitio del Proyecto: E

$$\begin{array}{l} S_{DS} = 0,609 \\ S_{D1} = 0,628 \\ PGA_M = 0,360 \end{array}$$



En caso de análisis de estabilidad de taludes, muros: Presentamos Sugerencias para estimar k_b y k_u , según el cuadro A6.5.5.4.1 del Rep 2014

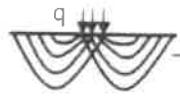
Clase de Sitio	A	B	C	D	E
K_h (Ref. 35)	0,20	0,25	0,26	0,28	0,24
K_h (Ref. 08)	0,23	0,25	0,25	0,26	0,24
K_h (Ref. 25)	0,16	0,20	0,20	0,22	0,18
K_v (Ref. 25)	0,11	0,13	0,13	0,15	0,12

Valores de los coeficientes sismicos horizontal y vertical para la clase del sitio del Proyecto:

Clase de sitio asignada al lugar del proyecto = []

$$k_h = 0,18$$





ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arrajan, Burunga, Calle Las Focas No 368, Apartado 11003-06040, Arrajan
Teléfono 232 7704 Celular 66 15 11 59 correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

Espectro de diseño de respuesta sísmica (Según Rep 2014)

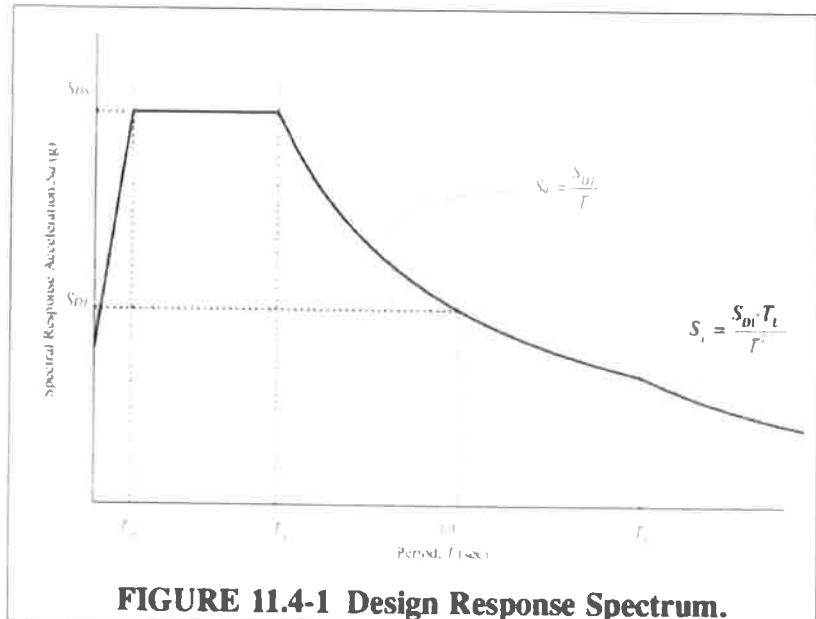


FIGURE 11.4-1 Design Response Spectrum.

Condiciones y consideraciones:

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_s = 1,031 \text{ seg}$$

$$T_0 = 0,2 * T_s$$

$$T_0 = 0,206 \text{ seg}$$

$$T_L = 10 \text{ seg}$$

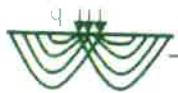
$$T_L = 10,00 \text{ seg}$$

$$\text{Condición 1. } 0 \leq T \leq T_0 \rightarrow S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

$$\text{Condición 2. } T_0 \leq T \leq T_s \rightarrow S_a = S_{DS}$$

$$\text{Condición 3. } T_s < T \leq T_L \rightarrow S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

$$\text{Condición 4. } T_L < T \rightarrow S_a = \frac{S_{D1} \cdot T_L}{T^2}$$



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.I.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arauca, Bucaramanga, Colle Las Teguas No 3600, Apartado 1003-00048 Arauca
Teléfono: 159-7704 Celular: 66-1311-59 correo: estudiosdesueloselvicar.com

Espectro de diseño de respuesta sismica (Según Rep 2014)

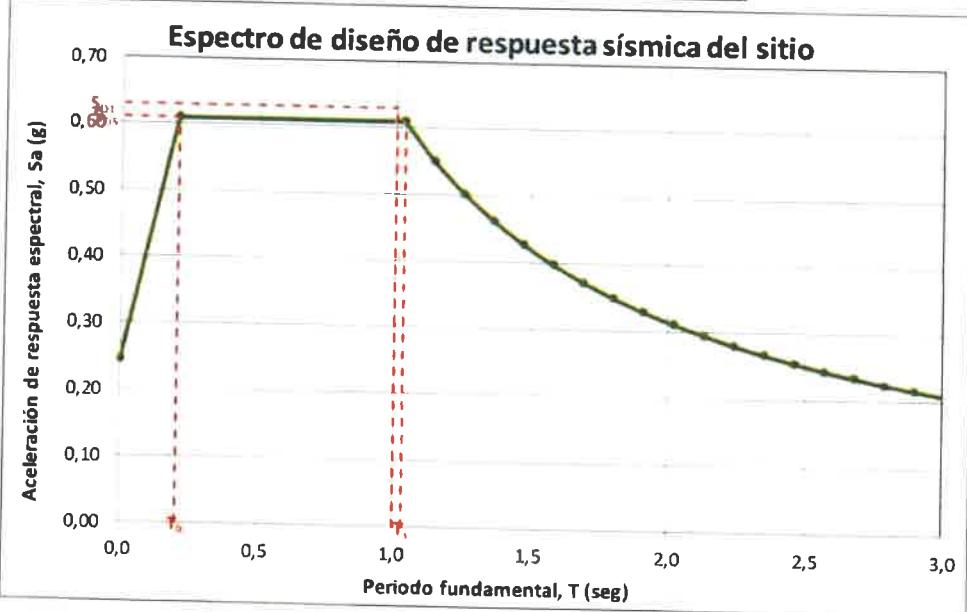
Puntos	T (seg)	S _a (g)	Condición
1	0,000	0,244	1
2 (T ₀)	0,206	0,609	
3 (T _s)	1,031	0,609	
4	1,141	0,550	
5	1,251	0,502	
6	1,361	0,462	
7	1,471	0,427	
8	1,581	0,397	
9	1,691	0,372	
10	1,801	0,349	
11	1,911	0,329	
12	2,021	0,311	
13	2,131	0,295	
14	2,241	0,280	
15	2,351	0,267	
16	2,461	0,255	
17	2,571	0,244	
18	2,681	0,234	
19	2,791	0,225	
20	2,901	0,217	
21	3,010	0,209	
22	3,120	0,201	
23	3,230	0,194	
24	3,340	0,188	
25	3,450	0,182	
26	3,560	0,176	
27	3,670	0,171	
28	3,780	0,166	
29	4,000	0,157	

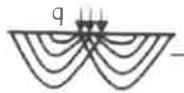
3

CARLOS MARIO MESA JARAMILLO
INGENIERO CIVIL
LICENCIA NO. 90-008-062



FIRMA
Ley 15 del 26 de enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura





***Nota: En cuanto a las estimaciones y recomendaciones de los parámetros sísmicos y espectro de respuesta sísmica del sitio presentado en este informe, el ingeniero estructural debe revisar y validar los Factores de modificación de respuesta "R" y el Factor de importancia por ocupación "I".**

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Según se presenta en la **Tabla 12** – “Capacidad de soporte y asentamiento estimado”. Para cargas puntuales estimadas que varían de (10,0 toneladas a 110,0 toneladas, que producen presiones de contacto que varían de 85,65 kPa a 102,13 kPa); con fundaciones superficiales tipo zapatas cuadradas que varían de (1,07 m x 1,07 m @ 3,25 m x 3,25 m), con profundidad de desplante de 1,50 m; La capacidad de soporte admisible del suelo (determinado con un factor de seguridad $FS= 3$) varía de 95,6 kPa @ 114,0 kPa (9,7 t/m² @ 11,6 t/m²). Se estimó que el asentamiento que se puede producir bajo este rango de cargas y estas condiciones de fundaciones varía de 24,10 mm @ 99,23 mm (Asentamientos con rangos mayores a 50,8 mm - Permitido por el REP-14 - para arena).

Según se observa en la **Figura 8** “Asentamiento estimado” si las cargas de trabajo son mayores a 380 kN (38,7 t) o produzcan presiones de contacto de fundaciones mayores a 9,4 t/m² se pueden producir asentamientos mayores a los permitidos por el REP-14 (para arenas), por lo anterior si esto ocurre se recomienda cimentar con cimientos profundos tipo pilotes fundidos en sitio (para trabajar por punta) o hincados hasta el rechazo (para trabajar a fricción).

Si se opta por pilotes hincados, las capacidades mínimas de trabajo a ser utilizadas serán,

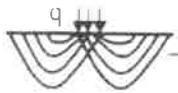
Pilotes redondos

10" de diámetro

50 toneladas métricas

12" de diámetro

90 toneladas métricas



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.A.59

Aranjuez - Bucaramanga - Calle Las Flores No. 368 - Apartado 1003-40040 Aranjuez
Teléfono 259-7714 - Celular 300 15 11 59 - correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

Pilotes cuadrados

10" de lado	60 toneladas métricas
12" de lado	115 toneladas métricas
16" de lado	150 toneladas métricas

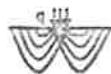
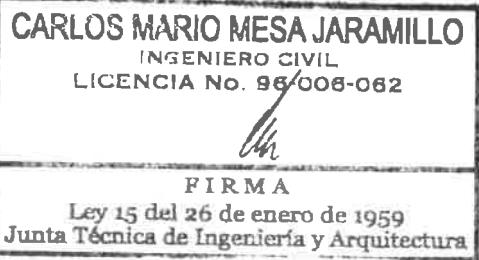
Hincados al rechazo. Las energías mínimas de hincado para los pilotes serán,

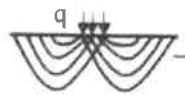
10" de diámetro	15000 lb - ft
12" de diámetro	22000 lb - ft
10" de lado	18000 lb - ft
12" de lado	28000 lb - ft
16" de lado	53000 lb - ft

Lo anterior constituye una guía tentativa, ya que depende del tipo de martillo y el peso del pistón.

Esta información, en conjunto con la información adicional incluida en el resto del Informe Geotécnico constituye elementos de referencia para el diseño conceptual de las estructuras del proyecto, los cuales serán utilizados por el Ingeniero Estructural. Es nuestra política suministrar esta información y dejar a decisión del Ingeniero Estructural la selección del tipo, profundidad de desplante, o cualquier otra decisión de diseño de las fundaciones, las cuales involucran una evaluación sistemática de la magnitud y naturaleza de los esfuerzos que controlan el diseño.

El Ingeniero Estructural podrá estimar la magnitud de los asentamientos diferenciales y estabilidad del conjunto, para distintas condiciones de carga de diseño.





ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

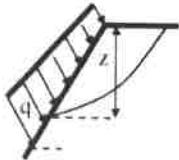
R.U.C. 315710-1-12268 D.V.59

Arraijan Buninga, Calle Las Tecas No 368 Apartado 11003-00010 Arraijan
Teléfono 259 7704 Celular 66 15 11 59 correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

8. APÉNDICE: Se adjunta el siguiente apéndice:

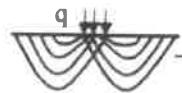
Apéndice "A": Pruebas de Laboratorio (5 hojas),

Atentamente,



M.I. Carlos Mario Mesa J.

Consultor en Geotecnia
Lic. No. 96-006-062



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.I.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arraiján, Burunga, Calle Las Tecas, No 368, Apartado 1003-00040 Arraiján
Teléfono 259 7704, Celular 66 15 11 59 correo estudiosdesuelos@elvicar.com

Apéndice “A”: Pruebas de Laboratorio



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 DA-59

Av. Juan B. Berlanga, Col. Las Fazendas, Apartado 1007400040, Amador
Teléfono: 239-5764, 7-7019, 00-51-39, Correo: estudiodeosueloselvicar.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG / GRADATION ANALYSIS AND ATTERBERG LIMITS

Proyecto / Project: Isla Mulatupu (San Blas)

Cliente / Client: INGENIERIA CONTINENTAL S.A

Muestreado por / Sample by: El Vicar S.A Fecha / Date: 2019/04/13-14

Preparado por / Tested by: El Vicar S.A Fecha / Date: 2019-04-18

Grupo / Group: M-1

Localización / Location: Isla Mulatupu, San Blas

República de Panamá

ANALISIS GRANULOMÉTRICO / GRADATION ANALYSIS (ASTM D6913)

Tamiz / Sieve	Retenido Acum / Accum Retained	%	%	Corrección / Correcion % Que Pasa / Passing
	Retenido / Retained	Que Pasa / Passing		% Que Pasa / Passing
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"		100,0	100,0	
3/4"	5,8	1,2	98,8	98,8
1/2"	20,5	4,1	95,9	95,9
3/8"	38,5	7,7	92,3	92,3
# 4	99,1	19,8	80,2	80,2

Agregado grueso / Coarse Aggregate

Tamiz / Sieve	Retenido Acum / Accum Retained	%	%	Corrección / Correcion % Que Pasa / Passing
	Retenido / Retained	Que Pasa / Passing		% Que Pasa / Passing
# 4	99,1	19,8	80,2	80,2
# 10	155,8	31,2	68,8	68,8
# 40	259 9	52,0	48,0	48,0
# 50	278,2	55,6	44,4	44,4
# 60	286,8	57,4	42,6	42,6
# 100	295,9	59,2	40,8	40,8
# 200	314,6	62,9	37,1	37,1

Agregado fino / Fine Aggregate

Peso Muestra Total Seca / Weight Total dry sample 500,00 g

Peso Seco Despues de Lavado / Weight dry after washed 314,70 g

% Grava / Gravel 19,8 % Arena / Sand 43,1 % Finos / Fine 37,1

LIMITES DE ATTERBERG / ATTERBERG LIMITS

Límite Líquido / Liquid Limit

Cono Ingles

Peso del Cono = 76 g

V = 60°

Tara / Tare No	Peso de Tara / Weight Tare (g)	Tara + Suelo Húmedo / Tare + Wet Soil (g)	Tara + Suelo Seco / Tare + dry soil (g)	Peso de Agua / Weight Water (g)	Suelo Seco / Dry Soil (g)	Contenido de Agua / Water Content (%)	Penetración de cono / Penetration of cone mm
T-8	19,16	62,71	50,01	12,70	30,85	41,17	13,83
T-7	18,42	58,76	46,64	12,12	28,22	42,95	18,62
T-9	19,04	63,69	50,16	13,53	31,12	43,48	21,46

Límite Plástico / Plastic Limit (ASTM D4318)

Tara / Tare No	Peso de Tara / Weight Tare (g)	Tara + Suelo Húmedo / Tare + Wet Soil (g)	Tara + Suelo Seco / Tare + dry soil (g)	Peso de Agua / Weight Water (g)	Suelo Seco / Dry Soil (g)	Contenido de Agua / Water Content (%)	Promedio / Average
P-9	6,45	8,14	7,72	0,42	1,27	33,07	33,60
P-10	8,22	9,91	9,48	0,43	1,26	34,13	

Descripción del material / Description of Material: Arena limosa con grava, plasticidad baja.

color gris

Observación / Remark: No hay observaciones

W_L = 43,2 % Límite Líquido / Liquid Limit
W_P = 33,6 % Límite Plástico / Plastic Limit
IP = 9,6 % Índice de plasticidad / Plastic index

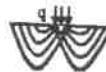
Clasificación / Clasification SUCS SM

Clasificación / Clasification AASHTO A-5

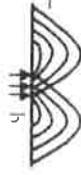
Laboratorista / Laboratory Worker: JR

Revisado por / Reviewed by: CMM

Fecha / Date: 2019-04-22



**ESTUDIOS DE SUELOS
EL VICAR, S.A.**



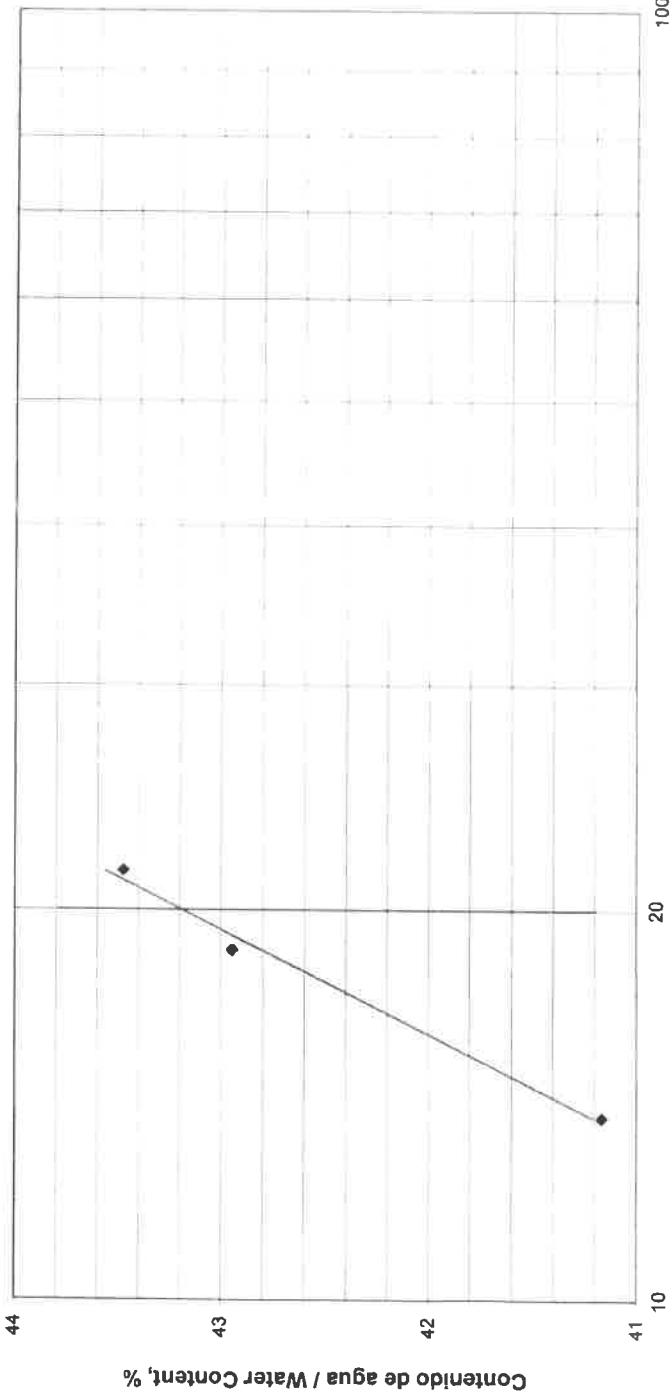
ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.L.C. 315710-1-1122684 1-59

LIMITES DE ATTERBERG / ATTERBERG LIMITS

Proyecto / Project:	Isla Matalupu (San Blas)		Localización / Location:	San Blas
Grupo / Group:	M-1	Hoyo / Borehole:	Profundidad / Depth:	m

$$y = 5,3698 \ln(x) + 27,106$$



Penetración del cono/ Penetration of the cone, mm

Descripción del material / Description of material:

Arena limosa con grava, plasticidad baja,
color gris

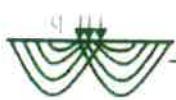
Observaciones / Remark:
No hay observaciones

$$\begin{aligned}w_L &= \frac{43,2}{\dots} \% \\w_P &= \frac{33,6}{\dots} \% \\IP &= \frac{9,6}{\dots} \%\end{aligned}$$

Límite Líquido / Liquid Limit
Límite Plástico / Plastic Limit
índice de plasticidad / Plasticity Index



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 DA-59

Av. 100m. Bulevar La Calle Las Flores, No. 368-A Apartado 1003-00420 Arica
Teléfono: 256-7704 Celular: 98-3156-0020 est.sueloselvicar@outlook.com

DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER UNCONSOLIDATED UNDRAINED CONDITIONS

Tested in accordance with ASTM Designation: D 6528

TEST REPORT - SUMMARY

Project location	<i>Isla Mulatupu (San Blas)</i>		
Project reference	<i>ICONSA</i>		
Borehole number	<i>M-1 / P-1 (10A)</i>	Specimen type	<i>Remoulded</i>
Specimen description	<i>Arena limosa con grava, plasticidad baja, color gris. (SM)</i>		
Specific gravity	<i>2.60 (Assumed)</i>	Specimens tested submerged	
Type of shear device	<i>Mechanically-driven shear machine with digital data acquisition and a pneumatic loading device</i>		

INITIAL CONDITIONS	SPECIMEN 1	SPECIMEN 2	SPECIMEN 3
Specimen number	<i>Pto. 1</i>	<i>Pto. 2</i>	<i>Pto. 3</i>
Specimen depth (m)	<i>11.00</i>	<i>11.00</i>	<i>11.00</i>
Thickness (mm)	<i>20.3</i>	<i>20.0</i>	<i>20.2</i>
Diameter (mm)	<i>60.0</i>	<i>60.0</i>	<i>59.7</i>
Area (mm ²)	<i>2827.4</i>	<i>2827.4</i>	<i>2797.4</i>
Water content (whole specimen) (%)	<i>51</i>	<i>51</i>	<i>50</i>
Water content (trimmings) (%)	<i>67</i>	<i>67</i>	<i>67</i>
Dry specimen mass (g)	<i>62.7</i>	<i>61.8</i>	<i>62.0</i>
Wet unit weight (kN/m ³)	<i>16.13</i>	<i>16.15</i>	<i>16.16</i>
Dry unit weight (kN/m ³)	<i>10.70</i>	<i>10.72</i>	<i>10.76</i>
Void ratio	<i>1.384</i>	<i>1.380</i>	<i>1.370</i>
Degree of saturation (%)	<i>95</i>	<i>96</i>	<i>95</i>

SHEARING	SPECIMEN 1	SPECIMEN 2	SPECIMEN 3
Rate of displacement (mm/min)	<i>0.712322</i>	<i>0.686236</i>	<i>0.682239</i>
Conditions at failure (maximum shear stress)			
Normal stress (kPa)	<i>30</i>	<i>60</i>	<i>120</i>
Shear stress (kPa)	<i>17</i>	<i>35</i>	<i>66</i>
Horizontal displacement (mm)	<i>5.89</i>	<i>5.90</i>	<i>5.40</i>
Vertical deformation (mm)	<i>1.469</i>	<i>1.792</i>	<i>1.289</i>

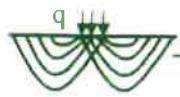
FINAL CONDITIONS	SPECIMEN 1	SPECIMEN 2	SPECIMEN 3
Water content (%)	<i>51</i>	<i>51</i>	<i>50</i>
Wet unit weight (kN/m ³)			
Dry unit weight (kN/m ³)			

Apparent cohesion (kPa)	<i>0.0</i>
Angle of shearing resistance (°)	<i>29.3</i>

Comments / variations from procedures:



ESTUDIOS DE SUELOS
EL VICAR, S.A.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

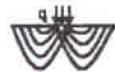
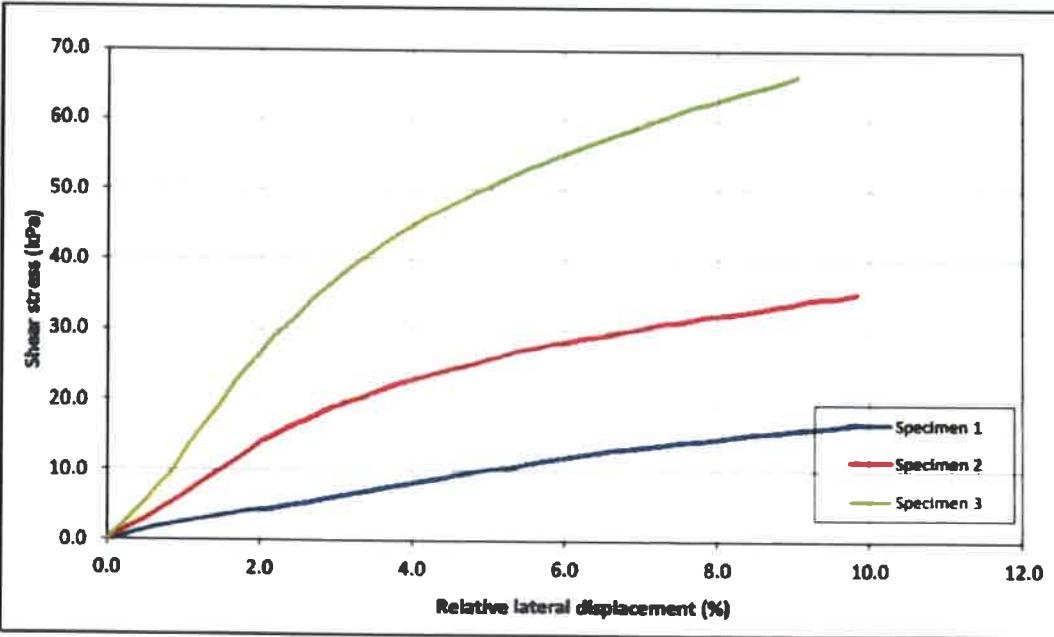
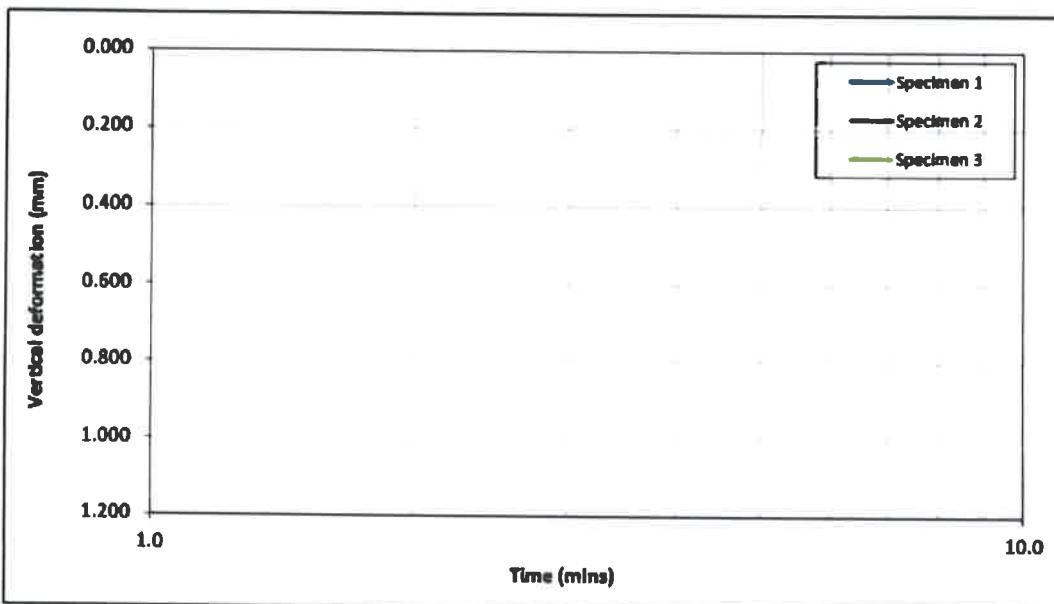
Arrajan - Burungo - Calle Las Fecas No. 368 - Apartado 10013-30040 - Arrajan
Teléfono: 259-7704, Celular: 66-15-11-59, correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER UNCONSOLIDATED UNDRAINED CONDITIONS

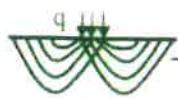
Tested in accordance with ASTM Designation: D 6528

TEST REPORT

Project location	<i>Isla Mulaupu (San Blas)</i>	Specimen number	<i>Pto. 1, Pto. 2, Pto. 3</i>
Project reference	<i>ICONSA</i>	Specimen depth (m)	<i>11.00, 11.00, 11.00</i>
Borehole number	<i>M-1 / P-1 (10A)</i>		



ESTUDIOS DE SUELOS
EL VICAR, S.A.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

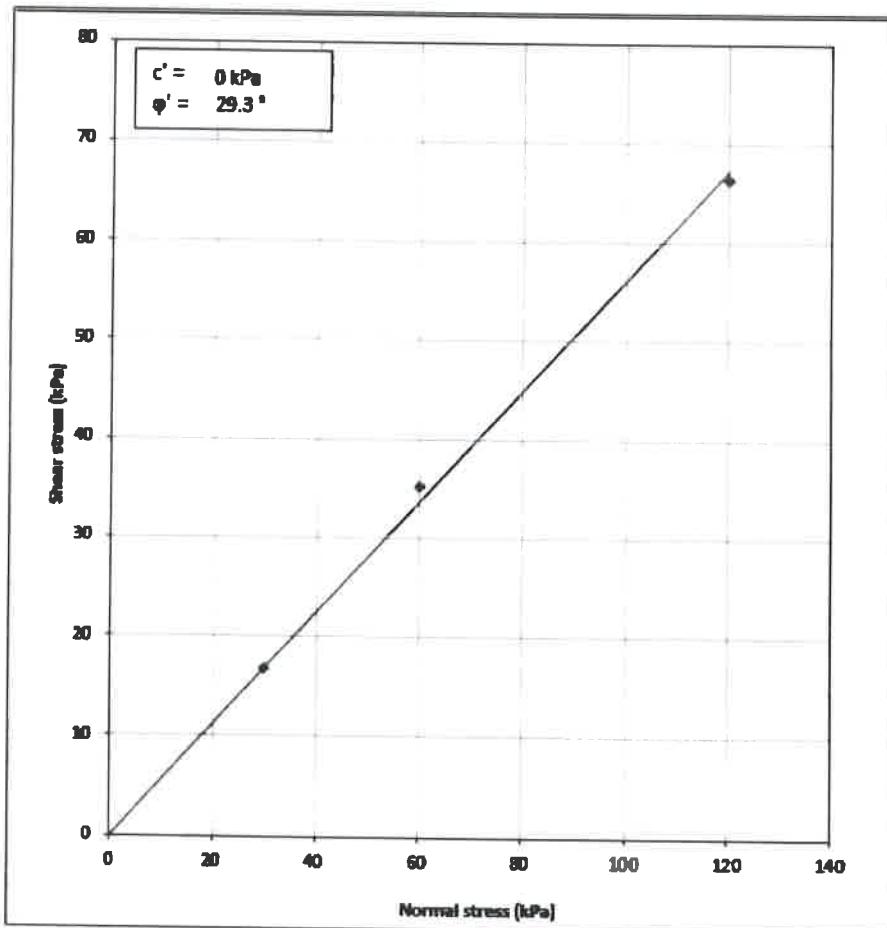
Arraiza, Burianga, Calle Las Vegas, No. 368, Apartado: 1003-00040, Arraiza
Teléfono: 259 7704, Celular: 66 15 11 59, correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER UNCONSOLIDATED UNDRAINED CONDITIONS

Tested in accordance with ASTM Designation: D 6528

TEST REPORT

Project location	Isla Mulatupu (San Bias)	Specimen number	Pto. 1, Pto. 2, Pto. 3
Project reference	ICONSA	Specimen depth (m)	11.00, 11.00, 11.00
Borehole number	M-1 / P-1 (104)		



ESTUDIOS DE SUELOS
EL VICAR, S.A.