

- b. En las siguientes páginas se aporta el Informe de Investigación Geotécnica del sitio del proyecto Alpina Videre firmado y sellado en original por el idóneo que lo realizó por parte de la empresa Tecnilab con vasta experiencia en la materia.

Ver en las páginas siguientes y en el archivo digital (CD) el documento completo con sus apéndices debido a la extensión de estos.

 <p><b>TECNILAB, S.A.</b> UNA EMPRESA DE BARRANCO Y ASOCIADOS LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES</p>	<p><b>ALPINA VIDERE, S.A.</b></p>
<p><b>ALPINA VIDERE</b></p>	
<p><b>INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA</b></p>	
<p><b>TRABAJO No.: 2-1281</b></p>	

Rev.	Fecha de Inscripción	Descripción	Compilado por	Revisado por	Presentado por
A	-	Informe Final			
			N. Castrellón	B. Barranco	B. Barranco
			Fecha	Fecha	Fecha
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">           BRUNO RAMSES BARRANCO J.            INGENIERO CIVIL            Licencia N°. 98-006-113         </div> <div style="margin-top: 10px;">             Firma:            Ley 15 del 26 de Enero de 1959         </div>					
Junta Técnico de Ingeniería y Arquitectura					

25 de septiembre de 2024

Señores  
**ALPINA VIDERE, S.A.**  
Ciudad.

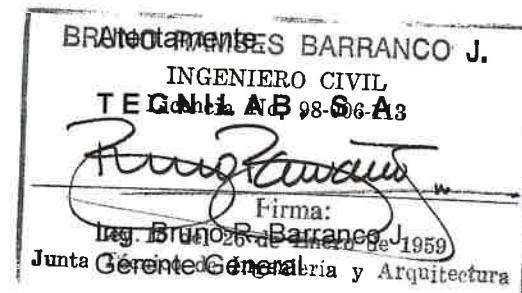
Asunto: **Investigación Geotécnica, Proyecto  
"ALPINA VIDERE"**

Estimados Señores:

Con la presente tenemos el agrado de adjuntarles el informe de la investigación geotécnica realizada con el fin de obtener la información requerida para el diseño de los cimientos del proyecto "Alpina Videre", ubicado en Boquete, Provincia de Chiriquí.

Adjunto también le estamos incluyendo la cuenta por nuestros servicios profesionales, la cual agradeceríamos nos sea cancelada al recibo de este informe.

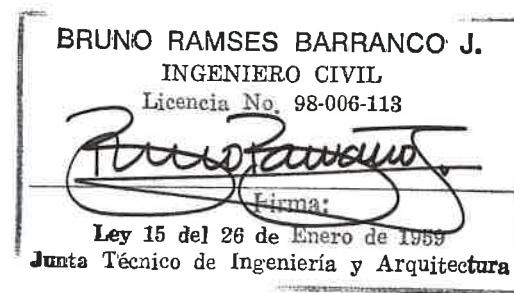
Indicándoles que estamos a su disposición para cualquier aclaración sobre la información adjunta, nos es grato suscribirnos.



BRBJ/nc. 24.09-653  
Adj.: Informe y Cuenta  
c.c.: Archivo 2-1281

**4INDICE**

I. INFORME	Páginas
1. Objetivo .....	1
2. Localización .....	1
3. Trabajo Realizado .....	1-4
4. Resultados .....	4-6
5. Potencial de Licuación .....	6-8
6. Análisis de Asentamientos .....	8-10
7. Análisis de estabilidad de talud .....	10-14
8. Recomendaciones .....	15-20
9. Apéndices .....	20-21
A. Detalle de Localización .....	2 hojas
B. Potencial de Licuación .....	3 hojas
C. Análisis de Asentamientos .....	2 hojas
D. Topografía del área y Secciones Consideradas .....	1 hoja
E. Estabilidad de Talud .....	4 hojas
F. Perfiles de Perforación .....	31 hojas
G. Estratigrafía.....	1 hoja
H. Datos Sobre Testigos de Roca .....	6 hojas
I. Pruebas de Laboratorio .....	56 hojas
J. Ensayo Piezométrico.....	4 hojas
K. Fotografías .....	2 hojas



## INFORME SOBRE INVESTIGACIÓN DE SUELOS

Firma:

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Trabajo No.: 2-1281

Fecha: Septiembre 2024

Proyecto: ALPINA VIDERE

Cliente: ALPINA VIDERE, S.A.

**1.- OBJETIVO:** El propósito de esta investigación fue el determinar las condiciones generales del subsuelo existente en el área, con el fin de obtener la información necesaria para el diseño de los cimientos del proyecto "ALPINA VIDERE".

**2.- LOCALIZACIÓN:** La investigación fue realizada en Boquete, Provincia de Chiriquí. En el Apéndice "A", **Detalle de Localización**, se muestra la ubicación general del sitio y la posición de cada perforación definida por el cliente. En el Apéndice "K", **Fotografías**, se muestra la condición actual del sitio donde se realizaron las perforaciones además de los materiales que conforman la estratigrafía del sitio.

**3.- TRABAJO REALIZADO:** La investigación consistió en ocho (8) perforaciones, realizadas con equipo mecánico rotativo. Además, se realizó la descripción visual de los suelos encontrados, por estrato; se efectuaron pruebas de penetración estándar (ASTM D 1586) a cada 1.50 metros, para obtener la capacidad de soporte de los suelos; a las muestras recuperadas se les determinó la humedad natural (ASTM D 2216).

Además, se hicieron mediciones a las 24 horas de terminadas las perforaciones para determinar la ubicación del nivel freático, el mismo no se observó.

Indicamos que la condición encontrada en el nivel freático puede variar dependiendo del estado del tiempo y la época del año, si se requiere determinar con certeza esta condición es necesario instalar un sistema de monitoreo. Por lo tanto, la información aquí presentada es meramente informativa y no apta para diseño.

En el Apéndice "F", "**Perfil de Perforación**", se presenta en detalle la información obtenida en la investigación, en cada una de las perforaciones realizadas; también se muestra gráficamente los **Resultados de las Pruebas de Penetración (S.P.T.)**, y el **Contenido Natural de Humedad (%)**, en donde se indica la humedad de los suelos existentes en el sitio, a las distintas profundidades de las pruebas de penetración, el Apéndice "G" **Estratigrafía**, muestra

gráficamente la estratificación encontrada en el área investigada, el Apéndice "H", **Datos sobre Testigos de Suelo y Roca**, muestra la información concerniente a las muestras de suelo y roca obtenidas.

La profundidad de las perforaciones y las longitudes de perforación en suelo y roca fueron como se indica en el siguiente cuadro:

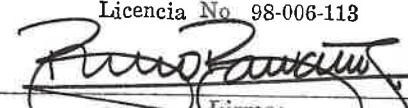
CUADRO No.2: RESUMEN DE LAS PERFORACIONES

SONDEO	TOTAL PERFORADO (m.)	PERFORACIÓN EN SUELO (m.)	PRUEBAS SPT (c.u.)	FORRO (m)
1	30.00	30.00	16	9.00
2	30.00	30.00	15	3.00
3	25.00	25.00	13	3.00
4	29.00	29.00	15	9.00
5	20.00	20.00	7	7.50
6	27.50	27.50	16	9.00
7	27.00	27.00	18	9.00
8	25.95	25.95	18	10.50
<b>TOTAL</b>	<b>214.45</b>	<b>214.45</b>	<b>118</b>	<b>60.00</b>

El alcance de los trabajos incluyó la realización de dos (2) ensayos presiométricos, en los sondeos No.6 y No.8, a distintas profundidades del estrato de Roca Sana. De los ensayos presiométricos se obtiene una respuesta esfuerzo-deformación del terreno "in situ", de manera que se pueda calcular el módulo de deformación presiométrico y otros parámetros necesarios para una buena caracterización del terreno.

En el caso de los ensayos realizados en rocas, el ensayo presiométrico permite disminuir notablemente el efecto escala que se produce, respecto a los ensayos de laboratorio convencionales, en función principalmente, del grado de fracturación del terreno, homogeneidades, otros.

En determinadas condiciones, en las que no se requiera sobrepasar una determinada presión, ni una deformación límite para la camisa elástica del presiómetro, se puede alcanzar la presión de fluencia y un tramo de la curva carga-deformación, correspondiente al comportamiento plástico del terreno se pueden estimar las siguientes características geotécnicas del terreno: cohesión, ángulo de rozamiento interno, y  $K_0$ ; en función de los datos disponibles.

BRUNO RAMSES BARRANCO J.  
 INGENIERO CIVIL  
 Licencia N° 98-006-118  
  
 Firma:  
 Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
 Junta Técnico de Ingeniería y Arquitectura

2

33

Como resultado de un ensayo presiométrico, se puede obtener, en el caso más favorable, una gráfica como la que se muestra en la Figura No.1. En ella se pueden distinguir las etapas siguientes de deformación:

- Adaptación de la camisa al sondeo.
- Deformación elástica.
- Deformación plástica.
- Rotura del terreno.

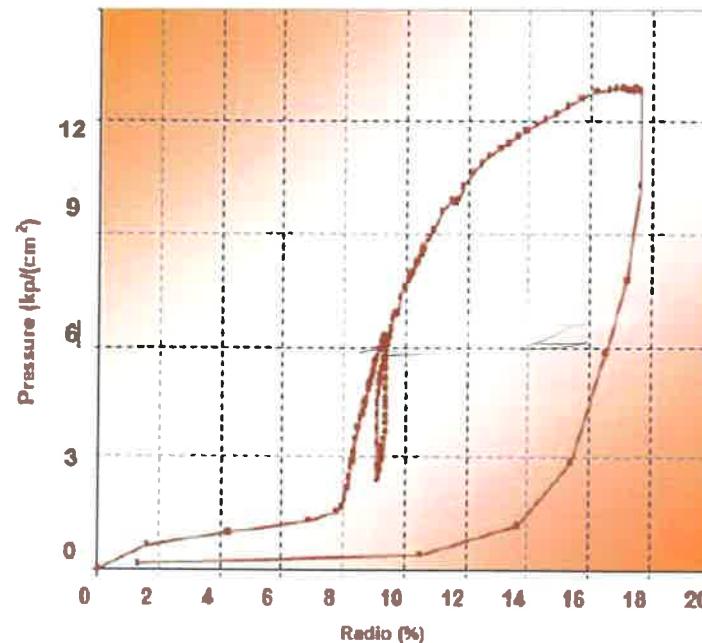


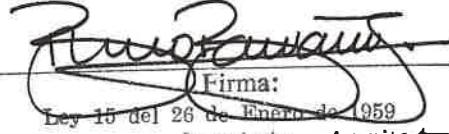
Figura No.1. CURVA TÍPICA DE FALLA DE UN ENSAYO PRESIOMÉTRICO

Los resultados de los ensayos presiométricos se muestran en el Apéndice "J", "Ensayo Presiométrico".

Las pruebas realizadas en campo a las distintas perforaciones, se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro No.3 RESUMEN DE LAS PRUEBAS DE CAMPO

No.	Ensayos Realizados en Campo/Norma	Hoyo	Cantidad
1	Percolación (ASTM D 4630)	--	2
2	Presiómetro (ASTM D 4719)	6, 8	2

BRUNO RAMSES BARRANCO J.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 98-006-113  
  
Firma:  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Las pruebas de laboratorio realizadas a las muestras obtenidas en las perforaciones y los resultados de las mismas se muestran en el Apéndice "I", **Pruebas de Laboratorio**. El siguiente cuadro muestra las cantidades de las mismas.

Cuadro No.4 RESUMEN DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO

No.	Ensayo/Norma	Tipo de Muestra	Cantidad
1	Contenido Natural de Humedad (ASTM D 2216)	Suelo	89
2	Análisis Granulométrico por tamizado e Hidrómetro (ASTM D 6913)/ (ASTM D 7928)	Suelo	1
3	Límites Líquido y Plástico (ASTM D 4318)	Suelo	1
4	Corte Directo CD (ASTM D 3080)	Suelo	1
5	Expansión y Colapso (ASTM D 4546)	Suelo	1
6	Consolidación (ASTM D 2435)	Roca	1

**4.- RESULTADOS:** El área estudiada está compuesta por la formación "Barú", símbolo "Qa" Basaltos/andesita, cenizas, tobas y lavas.

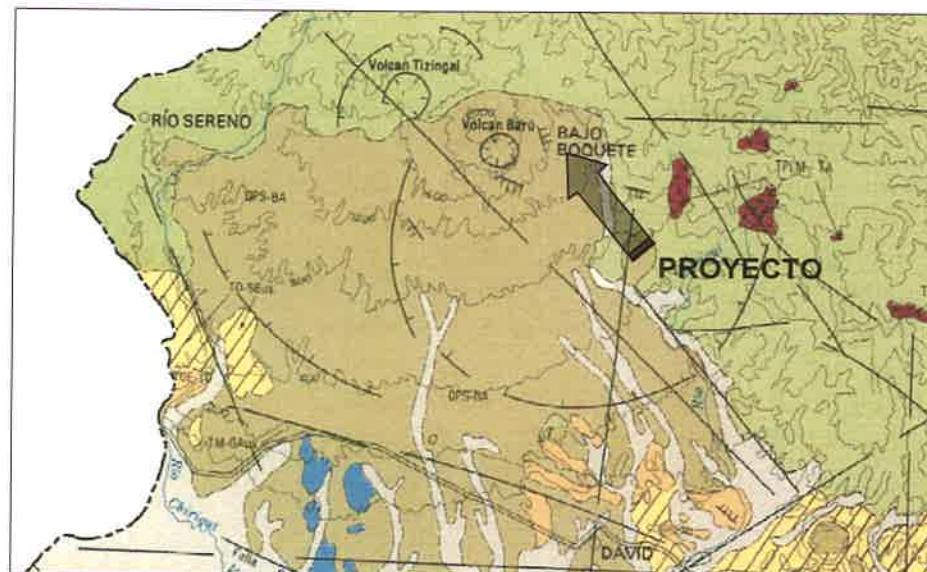
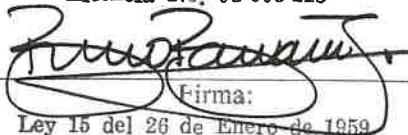


FIGURA No.2 MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

Barú	QPS - BA	Basaltos/andesita, cenizas, tobas aglomerados y lavas.
------	----------	--

LEYENDA DEL MAPA GEOLÓGICO

BRUNO RAMSES BARRANCO J.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 98-006-113  
  
Firma:  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnico de Ingeniería y Arquitectura

En la estratigrafía del sitio se observó un estrato de **Relleno** presente en los hoyos No.6, No.7 y No.8, compuesto de limo arenoso y limo arcilloso con arena, consistencia medianamente firme a muy firme, plasticidad baja a media, contenido natural de humedad bajo a medio. Color gris oscuro a chocolate. El mismo presentó un espesor entre 0.60 m (Hoyo No.7) a 3.00 m (Hoyo No.6).

Seguido en todos los sondeos se encuentra un estrato de **Limo Arcilloso**, de consistencia suave a muy firme, plasticidad media a alta, contenido natural de humedad baja a alto. Color chocolate rojizo y grisáceo a amarillo chocolatoso. Con espesores entre 4.50 m (Hoyo No.5) a 13.50m (Hoyo No.2).

Presente en todos los sondeos un estrato de **Limo Arenoso con gravas**, compacidad suelta a densa, contenido natural de humedad baja a alto. Color chocolate amarillento a grisáceo. Con espesores entre 1.50 m (Hoyo No.5) a 10.50 m (Hoyo No.7).

Se observó un estrato de **Arena Limosa**, en los Hoyos No.5 y No.6, de compacidad medianamente densa a densa, contenido natural de humedad bajo a medio. Color gris chocolatoso claro a chocolate. Con espesores entre 1.95 m (Hoyo No.5) a 3.00 m (Hoyo No.6).

Presente en todos los sondeos se observa un estrato de **Limo Arenoso, Gravas, Cantos y Boulders**, gravas de hasta 60mm, cantos de hasta 240mm y Boulders de hasta 320mm; de compacidad medianamente densa a muy densa, contenido natural de humedad alto a bajo. Color chocolate amarillento, chocolate claro y chocolate grisáceo. Con espesores entre 4.50 m (Hoyo No.7) a 15.55 m (Hoyo No.3).

El siguiente cuadro muestra el resumen general de resultados obtenidos en las pruebas de Laboratorio.

CUADRO No. 8: RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO

Sondeo	Muestra No.	Tipo de Muestra	Profundidad (m)	Clasificación S.I.U.C.S.	Clasificación AASHTO	Índice de Grupo	Análisis Granulométrico			Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Corte Directo CD		Consolidación			Hinchamiento
							% Grava	% Arena	% Finos				Φ (°)	C (kPa)	Cs	Cc	co' (kg/cm²)	
6	1	I	6.00-6.90	SM	A-4	0	4.50	60.50	35.00	39	29	10	31	68.0	0.028	0.146	1.065	15.50

BRUNO RAMSES BARRANCO J.

INGENIERO CIVIL

Licencia No. 98-006-113

Firma:

Ley 15 del 28 de Enero de 1959

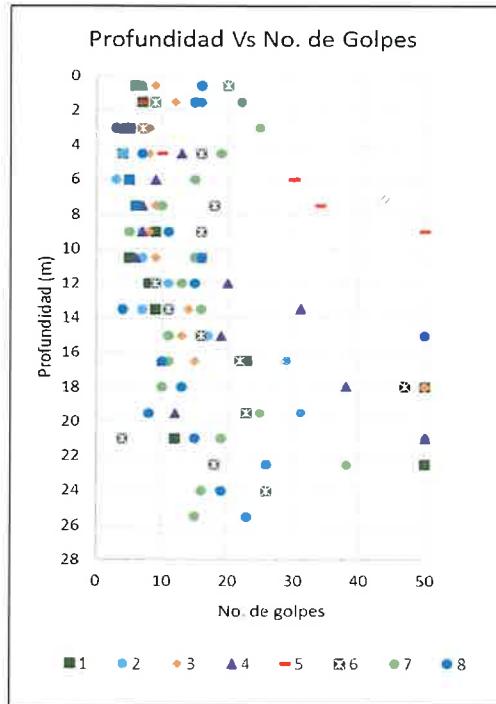
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

5

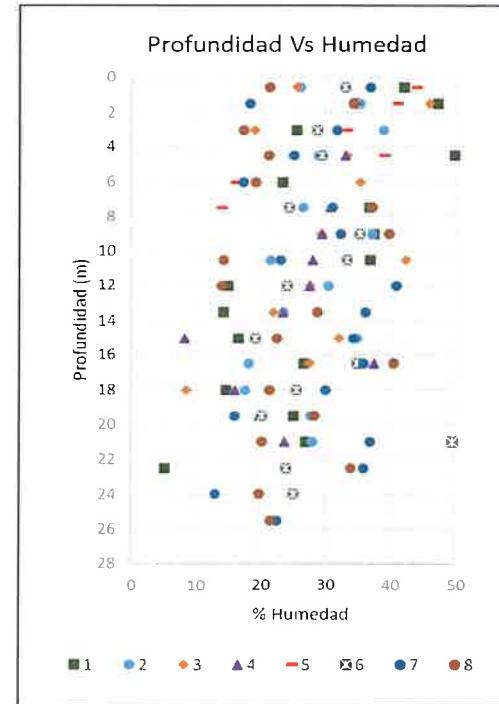
34

En los siguientes gráficos se muestran los porcentajes de humedad de las muestras obtenidas en sitio, el número de golpes por sondeo de la prueba de penetración estandar (SPT).  
Lev. 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Grafica Nº1: Profundidad Vs Nº de Golpes



Grafica Nº2: Profundidad Vs % de Humedad



**5.- POTENCIAL DE LICUACIÓN:** Utilizando los resultados del ensayo SPT, y del hidrómetro en el programa Settle3D, se calcula la probabilidad de licuefacción usando un factor de seguridad de 1. Para el cálculo de licuefacción se consideró lo siguiente:

- Todo material por arriba del nivel freático, no licua.
- Se asumió un nivel freático a 5.00m de profundidad, como condición crítica para realizar el análisis.
- Se utilizó el hoyo 1 para realizar los cálculos ya que presenta un menor N en los ensayos de SPT.
- De los resultados del ensayo con el hidrómetro se obtuvo un valor de 0.25mm, correspondiente al D50 (tamaño medio de esta distribución de partículas).
- Una aceleración máxima del sitio (PGA) de 0.60g para un sismo de magnitud 5.3.

Para determinar el potencial de licuefacción del suelo debe definir la relación del esfuerzo cíclico (CSR o Cyclic Stress Ratio). El CSR según Seed & Idriss (1971) se define como el esfuerzo cortante cíclico promedio que se desarrolla en el plano horizontal del perfil estratigráfico producto de la propagación vertical de las ondas de corte, normalizado por el

esfuerzo inicial vertical, para incorporar el incremento de la resistencia al corte debido al incremento a la tensión efectiva.

*Ramse Barranco*  
Firma:  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Utilizando el programa de computador Settle3D, se introducen una serie de valores según el procedimiento a utilizar. Se estima el CSR a partir de la aceleración pico del suelo (PGA), las tensiones efectivas y totales del suelo y un factor de reducción,  $r_d$ . Por otro lado, se define la relación de resistencia cíclica (CRR) a partir de los resultados del SPT, multiplicándolo por un factor escalado a la magnitud del sismo considerado (MSF o Magnitud Scaling Factor) de ser necesario.

Una vez estimada la relación de resistencia cíclica (CRR o Cyclic Resistance Ratio) se puede comparar con el CSR para obtener un Factor de Seguridad (FS) ante la licuefacción.

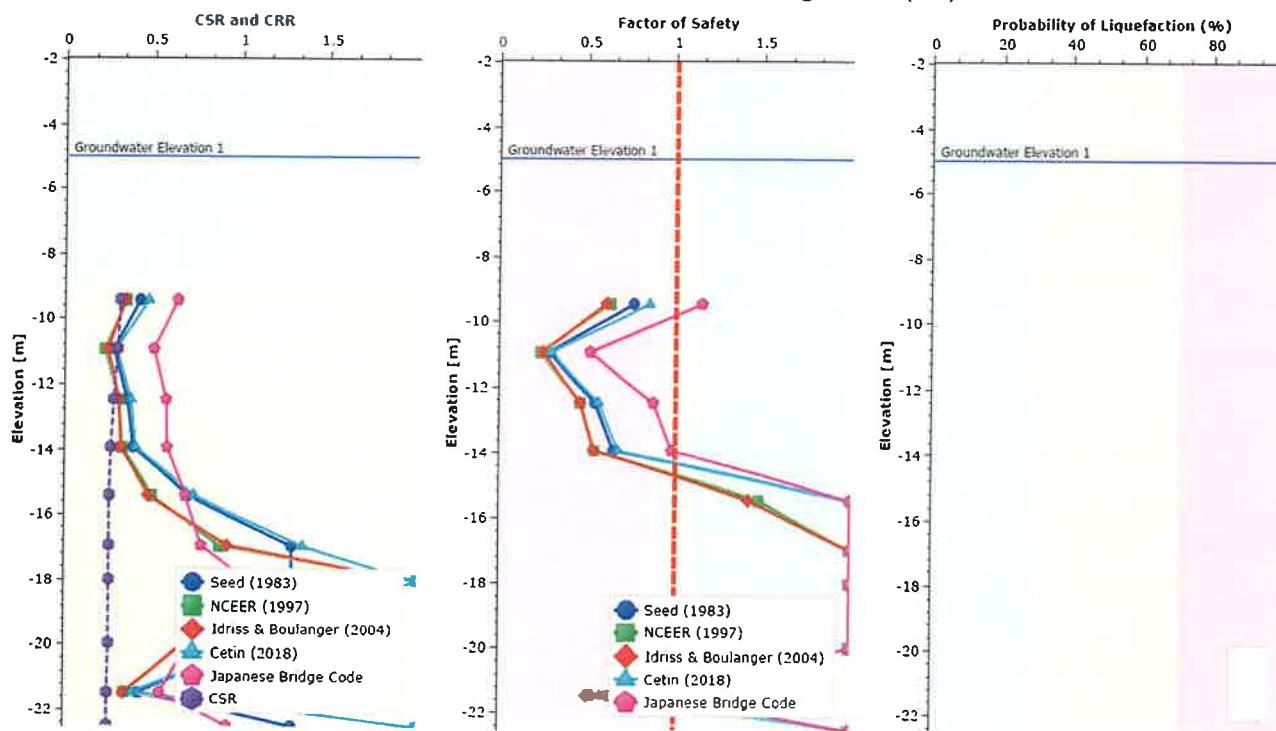


FIGURA 3. RESULTADO DEL MODELO DE LICUEFACCIÓN (CSR/CRR – FS – PROBABILIDAD DE LICUEFACCIÓN).

Como resultado, se obtuvo valores de factores de seguridad por debajo de 1, como se puede observar en la Figura 1, existe una (1) franja licuable entre los **9.50m a 14.00m** de profundidad, con un espesor de **4.50m**, lo cual genera asentamientos de **4.50 cm**.

Los resultados pueden observarse detalladamente en el Apéndice "B", **Potencial de Licuefacción**.



Junta Técnico de Ingeniería y Arquitectura

## 6.- ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS

6.1.- CONSIDERACIONES: El cálculo de asentamientos se ha realizado considerando los siguientes puntos:

- Se tomaron como referencia todos los perfiles de perforación realizados, para definir la estratigrafía del sitio.
- El nivel freático no se encontró durante las perforaciones.
- Basándose en los resultados obtenidos de los ensayos de consolidación, y el número de golpes ( $N_{spt}$ ) de los ensayos SPT es posible determinar propiedades elásticas de los suelos que conforman la estratigrafía del sitio, como el módulo elástico unidimensional (Módulo de Young), utilizado para el cálculo de asentamientos instantáneos o a corto plazo.
- Se considera una profundidad de desplante de 1.00m por debajo del nivel del sótano para los niveles N-300, N-400, y N-500.
- Se considera una estratigrafía heterogénea conformada por un limo arenoso con gravas y relleno con una profundidad hasta (0.00m – 7.50m), un limo arcilloso con arena con una profundidad hasta (0.00m – 15.00 m), y un limo arenoso con gravas y cantos con una profundidad hasta (15.00m – 22.50m), posterior se considerará un estrato incompresible asumido por el rechazo obtenido del ensayo SPT.
- Se calculan los asentamientos producidos por la construcción de una edificación asumiendo una zapata ligera de dimensiones **1.20mx1.20m, 1.50mx1.50m, y 2.00mx2.00m** ejerciendo una presión en el suelo de **9500 kg/m<sup>2</sup>**.
- Por otra parte, también se calculan los asentamientos considerando una losa de cimentación (MAT) con un área de 1680m<sup>2</sup> para la edificación, para lo cual se limitó la carga a 1,500 kg/m<sup>2</sup> para cumplir con el asentamiento permitido para suelo arcillosos (o suelos predominantemente cohesivos) según REP 2021 de 50 mm.
- Se calcula el asentamiento instantáneo y por consolidación primaria, basado en los resultados del ensayo de consolidación realizado a la muestra inalterada (I) obtenida en el hoyo 6.

La modelación de los asentamientos se realizó utilizando el programa de computadora desarrollado por Rocscience – Settle3D.

**6.2.- RESULTADOS:** Teniendo en cuenta lo mencionado en el apartado anterior, una vez finalizado el modelo, se procede a realizar el cálculo de asentamientos con el programa Settle3D en el que se consideran deformaciones unidimensionales en la dirección vertical, basándose en un comportamiento elástico lineal del material donde se introducen los parámetros de deformación del suelo ( $E_s$  y  $E_{sur}$ ). A continuación, se puede observar la estratigrafía considerada, los parámetros del suelo contemplados en el cálculo y la geometría de la carga aplicada.

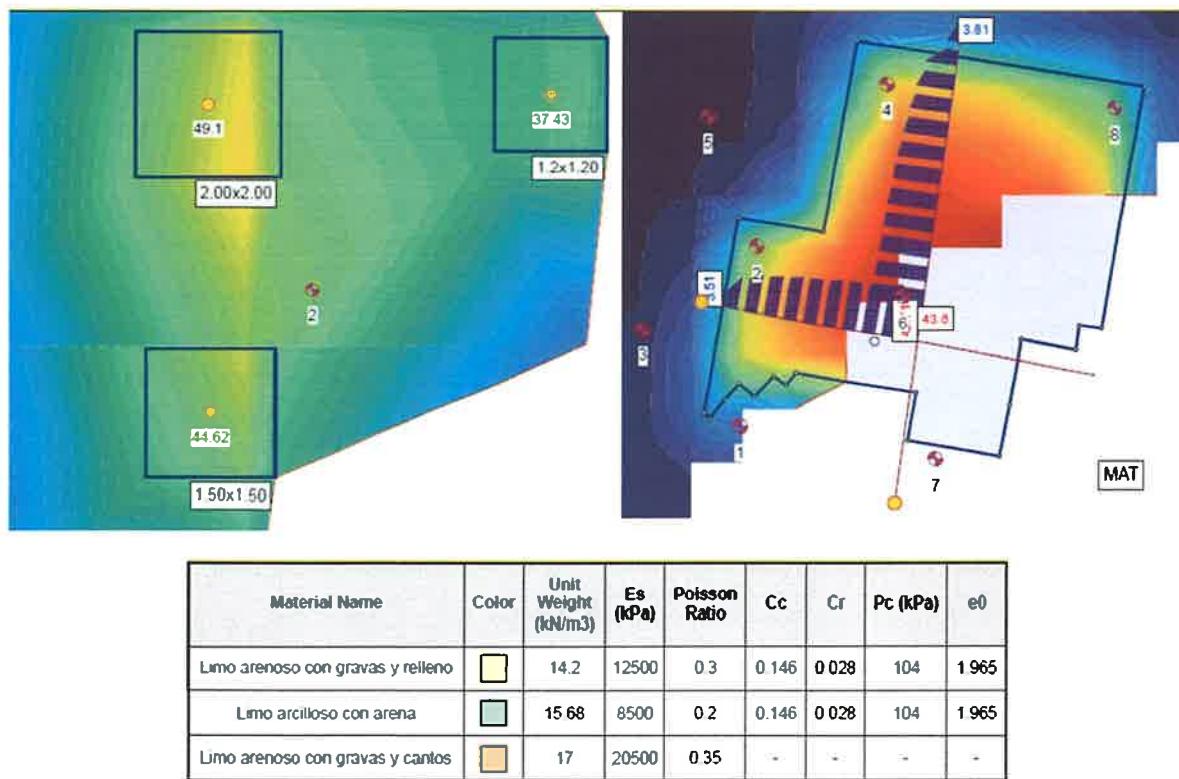


FIGURA 4. ESTRATIGRAFÍA Y RESULTADOS DEL MODELO.

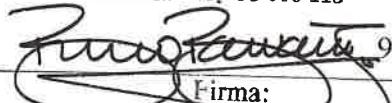
Una vez finalizado el modelo, se procede a realizar el cálculo de asentamientos con el programa Settle3D en donde se espera un asentamiento total máximo por estructura, tal como se indica a continuación:

CUADRO No. 9: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

Tipo de Cimentación	Asentamiento (mm)	Condición
1.20x1.20	37.43	Cumple
1.50x1.50	44.62	Cumple
2.00x2.00	49.10	Cumple
MAT	45.10	Cumple

Lo cual cumple con el asentamiento tolerable (para suelos arcillosos (suelo predominantemente cohesivos) según el REP 2021 DE 50mm.

BRUNO RAMSES BARRANCO J.  
INGENIERO CIVIL SUELO  
Licencia N°. 98-006-113

  
Firma:  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Es importante mencionar que cualquier cambio en la condición de carga establecida en este modelo, generará asentamientos mayores a los señalados y se requerirá un nuevo cálculo de asentamientos. Entiéndase que, si se desea construir cualquier tipo de estructura y la misma ejerce una presión mayor a la presión de pre consolidación al momento de la construcción, se generarán asientos adicionales a los señalados en este estudio.

Cualquier cambio en la geometría de las estructuras consideradas, parámetros de los suelos establecidos y cargas definidas, invalida este reporte.

Los asentamientos calculados se encuentran por debajo de los asentamientos tolerables establecidos por el REP-2021 bajo la condición de carga establecida.

En el Apéndice "C", **Cálculo de Asentamientos**, se pueden observar los resultados obtenidos en la modelación.

## 7.- ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD

**7.1.- OBJETIVO:** El propósito de este análisis fue verificar la estabilidad del talud. Una vez realizado los análisis, se brindarán recomendaciones para mitigar futuros deslizamientos y mantener la estabilidad de los mismos.

**7.2.- GEOMETRÍA:** Para este análisis se utilizó la topografía existente y el master plan, ambas proporcionadas por el cliente. Se analizó la sección X-X, considerada la más crítica a lo largo del talud a analizar.

En el siguiente cuadro se muestra la geometría de la sección:

CUADRO No. 10: GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN "B"

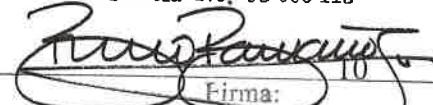
TIPO	ALTURA TOTAL (m)	PENDIENTE
Existente	5.60	VARIABLE 1.0V:2.5H (1:2.5) A 1.0V:7.0H (1:7)

La geometria fue asumida para un talud en condicion existente en el cual se realizaron cortes en base al nivel final de terraceria. La geometría descrita, se puede observar en el Apéndice "D", "**Topografía del área y Secciones Consideradas**".

BRUNO RAMSES BARRANCO J.

INGENIERO CIVIL

Licencia No. 98-006-113

  
Firma:  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnico de Ingeniería y Arquitectura

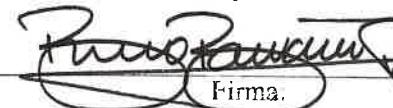
**7.3.- MODELACIONES:** Para realizar el análisis de estabilidad de talud, es necesario determinar las propiedades de los materiales, por lo que se realizaron correlaciones entre el número de golpes  $N_{spt}$  y los parámetros de resistencia del suelo como son su cohesión, ángulo de fricción interna y, además, su peso específico. Adicionalmente, se obtuvo una muestra inalterada a la cual se le realizó ensayo de Corte Directo para determinar sus parámetros de resistencia.

Utilizando la geometría descrita anteriormente, junto a las propiedades de los materiales definidos, se procedió a modelar el talud usando el método de equilibrio límite, con el procedimiento de Spencer para el cálculo del Factor de Seguridad bajo diferentes condiciones y así establecer los factores de seguridad del área investigada, según:

- a) Análisis Estático, Falla Global y Local
- b) Análisis Seudo-Estático, Falla Global y Local

Las modelaciones de los taludes se realizaron utilizando el programa de computador desarrollado por Rocscience – Slide2.

BRUNO RAMSES BARRANCO J.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 98-006-113



Firma.

Ley 15 del 26 de Diciembre de 1959  
Técnico en Arquitectura

#### 7.4.- RESULTADOS

**7.4.1.- ESTRATIGRAFÍA:** Analizando las muestras de suelo obtenidas de las perforaciones y haciendo correlaciones con el número de golpes de los ensayos SPT ( $N_{spt}$ ), al igual que los resultados de los ensayos de corte directo realizados a las muestras, se consideró la estratigrafía presentada en el siguiente cuadro:

CUADRO No.11: PARÁMETROS UTILIZADOS EN LAS MODELACIONES

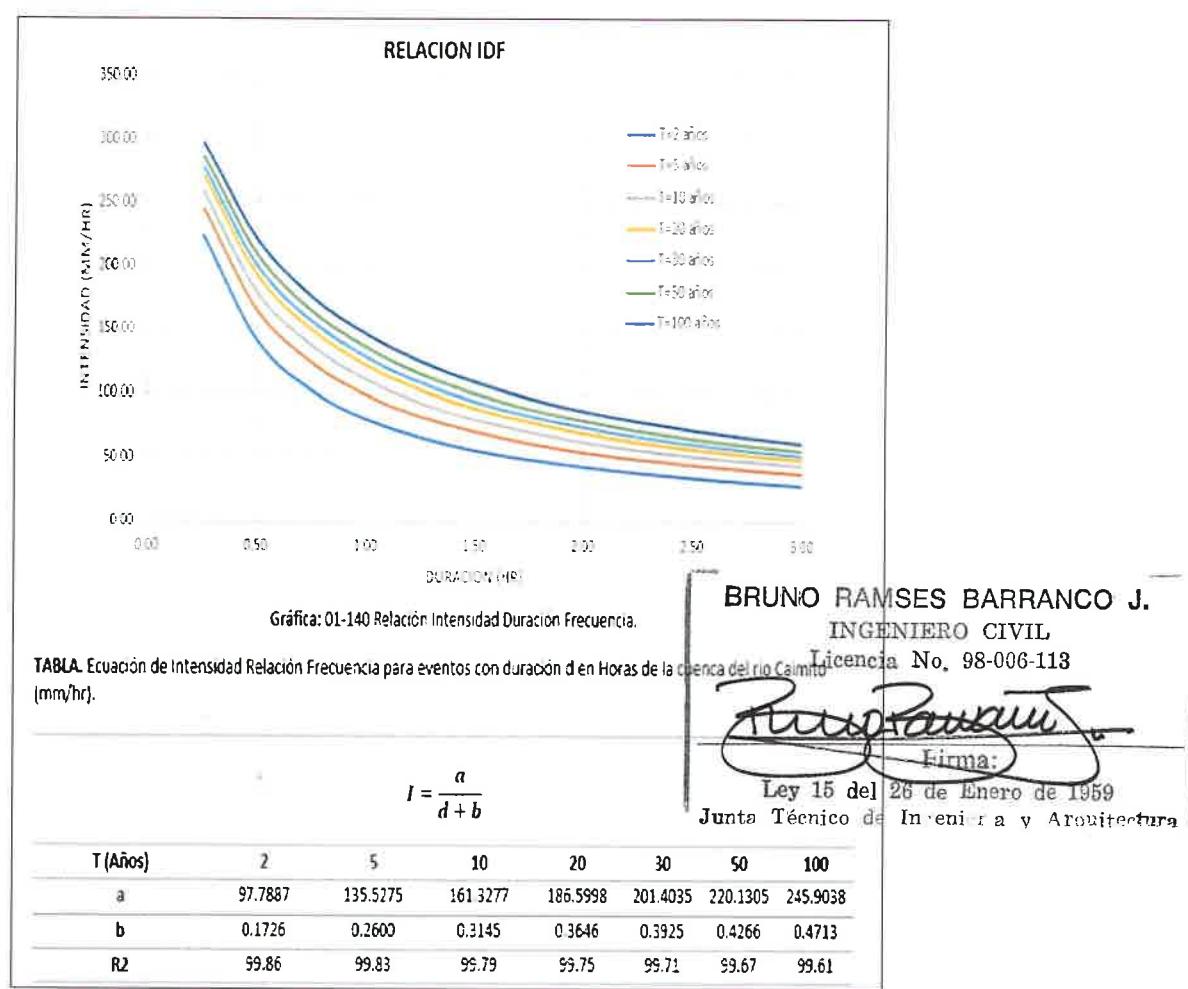
TIPO DE SUELO	PESO UNITARIO (kN/m <sup>3</sup> )	ÁNGULO DE FRICCIÓN, $\phi$ (grados)	COHESIÓN, $c$ (kPa)
Material de Relleno	16.00	33	12
Limo Arenoso	14.20	31	68
Limo Arcilloso	15.68	27	19
Material de Rechazo	17.00	37	5
Muro	20.00	-	-

**7.4.2.- NIVEL FREÁTICO:** El nivel freático no se encontró durante los trabajos de perforación, como condición crítica se consideró un nivel freático a una profundidad de 5.00 por debajo del nivel donde se realizaron los sondeos.

Indicamos que la condición de el nivel freático puede variar dependiendo del estado del tiempo y la época del año, si se requiere determinar con certeza esta condición es necesario instalar un sistema de monitoreo y realizar un análisis hidráulico al cauce. Por lo tanto, la información aquí presentada es meramente informativa.

Se modeló la infiltración de agua proveniente de la precipitación registrada en esa zona, para observar su influencia en el cálculo del factor de seguridad frente a la estabilidad. Para esto se realizó con un análisis de aguas subterráneas en régimen transitorio implementando una condición de contorno de “flujo nodal en el tiempo” a lo largo de los segmentos considerados como permeables, en la parte superior de la geometría considerada.

Se obtiene una intensidad de lluvia de 349 mm/hr para un periodo de retorno de 1:50 años, con un tiempo de concentración de 15min, utilizando la curva IDF, “Cuenca entre del Río Chiriquí”, obtenida del Manual de Requisitos para la Revisión de Planos 2021.



Dentro del modelo se desarrollan cinco escenarios, variando la intensidad de la lluvia desde niveles mínimos hasta la máxima estimada. El objetivo es analizar cómo estos cambios en la carga piezométrica afectan la estabilidad global y local del talud.

**7.4.3.- CARGAS DE LA ESTRUCTURA:** Se asumió una carga distribuida de 30 kPa considerando la carga de tránsito en la corona del talud y de 150 kPa para considerar la carga ejercida por las edificaciones.

**7.4.4.- CARGAS SÍSMICAS:** Para las modelaciones, se consideró el análisis seudo-estático utilizando un coeficiente sísmico horizontal de  $K_h=0.30$  y un coeficiente vertical de  $K_v=0.20$ . Para la zona analizada la Aceleración Pico del suelo (PGA)/5% de Amortiguamiento Crítico es de 0.60g. Mediante las ecuaciones  $K_h=0.50*(A_{pga}/g)$  y  $K_v=0.33*(A_{pga}/g)$ , de "Geotechnical Earthquake Engineering (1996)" citado como referencia 25 en el REP-2021, se obtienen esos coeficientes.

**7.4.5.- MODELACIONES:** Los factores de seguridad mínimos aceptables (FS<sub>min</sub>) dependerán de las condiciones de análisis y se utilizarán como referencia los valores indicados para "Derrumbe global" del Cuadro A 6.5.3.7 obtenidos del Anexo A6, Geotecnia, del REP-21:

Cuadro A6.5.3.7. Factores de seguridad recomendados, REP 2021

Modalidad de Falla	Estático	Sismo
Desplazamiento	1.5	1.2
Derrumbe global	1.5	1.2

Considerando la condición actual del talud y los parámetros de los materiales mencionados, se presentan los siguientes casos para el análisis de estabilidad:

- a) Análisis Estático, Falla Global y Local
- b) Análisis Seudo-Estático, Falla Global y Local

En el siguiente cuadro presentamos los Factores de Seguridad resultantes para cada modelación y condición de análisis. En el Apéndice "E", "Estabilidad de Talud", se presentan los resultados de las modelaciones.



13

44