

Caviahue, 14 de Noviembre del 2019

ESTUDIO N°00131-AA

COMITENTE: NQ S.R.L.

PROPIETARIO: HIDENE S.A.

OBRA: PLANTA DE GAS LICUADO DE PETROLEO

UBICACIÓN: CAVIAHUE – PCIA DE NEUQUEN

OBJETO: ESTUDIO DE SUELO

1.- INTRODUCCIÓN: el presente estudio de suelos es para definir las fundaciones para una futura estructura metálica en forma de zepelín con una capacidad de 49m³ de gas natural y un peso de 35,5 tn.

La estructura se fundará con dos (2) bases individuales con forma rectangular.

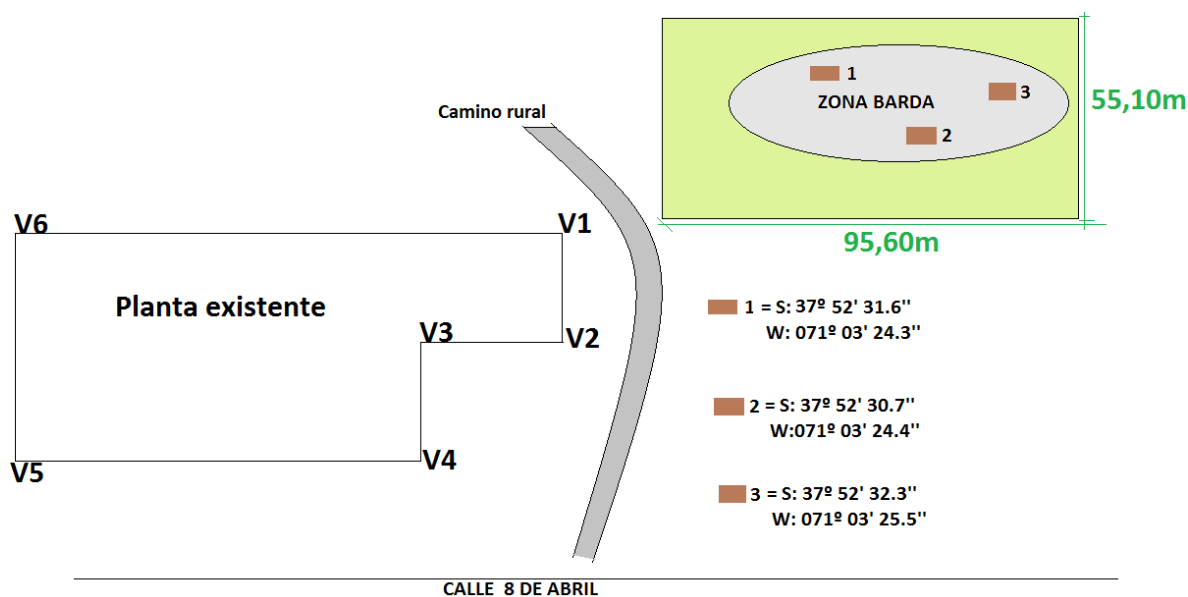
Al final se hallarán las recomendaciones e información sobre:

- Tipo de fundación
- Cota de contacto
- Tensión admisible del terreno
- Perfiles estratigráficos y planillas de ensayos
- Nivel de napa freática
- Mejora del contacto suelo-estructuras

2.- TRABAJOS REALIZADOS: se escogieron 3(tres) puntos de estudio, en la zona de emplazamiento de proyecto en compañía del sr. Ramírez, dependiente de HIDENESA, el cual nos guio y acompañó para hacer la extracción de muestras para luego hacer los distintos análisis de laboratorio.

PUNTOS	COORDENADAS	
	S	W
01	37° 52' 31,60"	071° 03' 24,30"
02	37° 52' 30,70"	071° 03' 24,40"
03	37° 52' 32,30"	071° 03' 25,50"

- **Planta ubicación calicatas**



Se llegó a una profundidad de investigación de 2,00 m. con retropala sobre neumáticos JCB 3C y así observar el perfil estratigráfico y su grado de compacidad.

Se tomaron muestras continuas las que debidamente embaladas e individualizadas se trasladaron al laboratorio donde entre otros se efectuaron los análisis y ensayos que a continuación se detallan:

- Curvas granulométricas completas por vía húmeda y/o vía seca según Normas IRAM 1501/1505/1509/1540
- Porcentaje de partículas menores que 74 micrones (Tamiz N°200)
- Búsqueda de los límites de Atterberg, Limite líquido, limite plástico, índice de plasticidad, índice de fluidez, etc. Norma IRAM N° 10.501 y 10.502.

- Humedad natural y densidad relativa aparente Normas Iram N° 10.503
- Determinación de los diámetros índices tales como D95, D85, D60, D30, D10
- Cálculo de los coeficientes de curvatura y coeficientes de uniformidad
- Análisis de agresividad del medio por contenido de sulfatos, en agua o suelo, según Norma DVN E18/67
- Determinación del estado de densidad relativa en estratos de suelos granulares teniendo en cuenta los ensayos de Penetración Dinámica Normalizada (SPT)
- Estimación del ángulo de fricción interna sobre la base de los registros de campo y con las expresiones de Dunhan & osaki, Meighbb & Nixon y otros
- Clasificación mediante el Sistema unificado de Casagrande o Norma IRAM N° 10.509
- Clasificación que tiene en cuenta las propiedades ingenieriles de los suelos Método de la Highway Research Board (H.R.B.) o Norma Iram 10.521

3.- RESULTADOS: en función de los resultados de campo y de laboratorio, los cuales se informan mediante la confección de un gráfico tipo (pág.08 en adelante), donde se puede apreciar lo siguiente:

1. El número de golpes normalizado (SPT) por cada metro de avance en cada sondeo
2. Las proporciones granulométricas de cada muestra por medio de los tamices que definen la clasificación de suelos y las cotas desde donde comienza y termina cada muestra analizada
3. Para una mejor interpretación se ha hecho la doble clasificación de los suelos hallados esto es la clasificación unificada de Casagrande (C.U.C.) y la América Highway Research Board (H.R.B.)
4. Se han incluido las características plásticas de las muestras, es decir los Límites de Atterberg cuando correspondiere y planillas complementarias
5. se aprecian también las cotas relativas de la napa freática cuando se detectaron, todas referidas a la cota de terreno natural.

4.- ESTRATIGRAFIA: los perfiles estratigráficos presentan las mismas características en las tres (3) calicatas, por lo cual se confección un perfil tipo, cuya características son las siguientes:

CALICATA N° 01, 02 y 03

1. **PRIMER HORIZONTE:** nos encontramos hasta una profundidad de 0,00 a -0,20m. arena limosa color negruzco, suelo tipo “SM” en Sistema Unificado de Casagrande y A-2-6 (0) en el Método de la Highway Research Board (HRB)
2. **SEGUNDO HORIZONTE:** podemos observar a una profundidad entre -0,20 a -2,00m. zona de barda, la existencia de material toscas partidas de variados tamaños con arena y limo, se clasifican como suelo tipo “GP-GM” en el Sistema Unificado de Casagrande y A-2-4 (0) en el Método de la Highway Research Board (HRB).

5.- PARAMETROS DE CIMENTACIÓN: de acuerdo con el perfil de suelo hallado y el tipo de estructura a fundar se sugiere:

5.1. Tipo de cimentación: BASES AISLADAS RECTANGULARES

- a. **Cota de contacto suelo estructura: -1,00 m. de profundidad:** sobre la mejora de suelo granular de aporte y las mejoras descriptas en el punto 7 que sigue
- b. **Tensión admisible solo por punta:** hasta 13,50tn/m² Que se estima en función de la siguiente expresión para suelos con cohesión cero y base rectangular

$$q_{adm.} = \gamma_h - D + (\rho \cdot \gamma_h \cdot N_\gamma + \gamma_h \cdot D \cdot (N_q - 1) + C' \cdot N_c) / F$$

Reemplazando con los siguientes parámetros obtenemos la siguiente tensión admisible:

σ admisible hasta	13,50	Tn/m ²
--------------------------	-------	-------------------

ángulo rozamiento interno ϕ	31,00	
peso específico del suelo γ_h	1,10	gr/cm ²
profundidad de cimentación D	1,00	m
cohesión C'	0,00	kg/cm ²
factor de seguridad F	3,00	
ancho de cimentación B	2,00	m
longitud de cimentación L	4,00	m
radio de cimentación R	0,00	
factor forma de cimentación	60,00	ρ
	20,63	N_q
	32,67	N_c
	23,59	N_γ

- c. Cota de contacto suelo estructura (sobre el suelo preparado según punto 7)
- d. Ancho mínimo de base: 2,00m.
- e. Módulo de deformación $E = 112 \text{ kg/cm}^2$
- f. Coeficiente de Poisson $\nu = 0,22$
- g. Coeficiente de Balasto vertical $K_p = 7.500 \text{ tn/m}^3$

El valor sugerido es para una placa de ancho = 1 pie (30,5cm.)

$K_p = 7500 \text{ tn/m}^3$ (7,5kg/cm³) para otra de ancho B (cm) surgirá la siguiente expresión:

$$K_b \text{ rectangular} = (2/3)K_p [(B+30)/(2b)]^2 [1 + B/(2L)]$$

Donde K_b = coeficiente de balasto para vigas de ancho B (cm) y de L: longitud de zapata (cm)

6.- AGRESIVIDAD: no se detectó agresividad del suelo al Cemento Portland Normal, CPN. Igualmente se sugiere emplear **CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO CPP-40**, en la elaboración de hormigones de contacto con el suelo de aporte tipo “GP-GM” ya que las canteras de la zona podrían llegar a tener altos porcentajes de sales que químicamente atacarían al CPN.

7.- MOVIMIENTO Y/O MEJORA DEL SUELO

Se necesitara realizar una nivelación y extracción de la primera capa de suelo, cuyo espesor es de 0,20 m. El procedimiento es simple, pero se necesitará actuar con prolijidad y obtener una homogenización del suelo de aporte, luego de la nivelación del terreno se procederá a realizar lo siguiente:

1. Se compactará con elementos adecuados como por ejemplo la plancha vibratoria o elementos que garanticen un suelo densificado en forma homogénea, en cada base. Al menos deberá pasar la plancha 6 veces por capa
Después de hormigonadas las bases deberán taparse mezclando en partes iguales el suelo natural con el de aporte y compactar dicha mezcla en cada base
2. Finalizada la compactación del suelo, se deberán tomar densidades para poder determinar la compacidad del suelo y en la capa final realizar ensayos SPT para determinar la tensión admisible.
3. Sobre el suelo se colará el hormigón de limpieza tipo H-17 o H-21 y posteriormente se armará la platea de Hormigón Armado, teniendo como base de apoyo el hormigón de limpieza y por consiguiente el paquete de suelos mejorados.

8.- NAPA FREÁTICA: No fue detectada al momento del estudio, fines de noviembre pero es probable que aparezca en épocas de lluvias y nieve y el suelo se sature posibilidad que se tuvo en cuenta en el cálculo.

- **Fotografía N° 01 – excavación calicatas**



- **Fotografía N° 02 – ensayo SPT -**



**REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**

COMITENTE: NQ SRL

CALICATA N°1

PROPIETARIO: HIDENESA - HIDROCARBUROS DEL NEUQUEN S.A.

OBRA: PLANTA DE GAS LICUADO DE PETROLEO

UBICACION: CAVIAHUE DEPARTAMENTO ÑORQUIN

ESTUDIO: 00131-AA

FECHA: 14/11/2019

COORDENADAS: S: 37° 52' 31,6"
W: 071° 03' 24,3"

PROFUND. DE MUESTRA (m): 0,00 a 0,20

Curva: Sin especificar

GRADACIÓN

D(10,0)= 0,05852 mm
D(15,0)= 0,212113 mm
D(15,9)= 0,268619 mm
D(30,0)= 0,80375 mm
D(50,0)= 1,45625 mm
D(60,0)= 1,7825 mm
D(84,1)= 3,801695 mm
D(85,0)= 3,894708 mm
D(95,0)= 5,147436 mm

Especificaciones
Max Min

Peso inicial: 8.700,00 [gr]		Peso final: 7.585,00 [gr]			
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	75,000	0,0			
2 ½"	63,000	0,0			100,0%
2"	50,000	0,0			100,0%
1 ½"	37,500	0,0			100,0%
1"	25,000	0,0			100,0%
¾"	19,000	0,0			100,0%
½"	12,500	0,0			100,0%
3/8"	9,500	0,0			100,0%
4	4,750	585,0	6,7%	6,7%	93,3%
8	2,360	0,0		6,7%	93,3%
10	2,000	2.315,0	26,6%	33,3%	66,7%
16	1,180	0,0		33,3%	66,7%
30	0,600	0,0		33,3%	66,7%
40	0,425	4.200,0	48,3%	81,6%	18,4%
50	0,300	0,0		81,6%	18,4%
80	0,180	0,0		81,6%	18,4%
100	0,150	0,0		81,6%	18,4%
200	0,075	485,0	5,6%	87,2%	12,8%
Pasa 200		1.115,0	12,8%	100,0%	0,0%
Total		8.700,0			

RESULTADOS

Recipiente No.	1
P ₁	9125,0
P ₂	8720,0
P ₃	20,0
P _w	405,0

Límite Líquido	N/A
Límite Plástico	N/A
Índice Plástico	N/A
Gravas	6,7%
Arenas	80,5%
Finos	12,8%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
H.R.B.	A-2-6
C.U.C.	SM
Cu =	30,46
Cc =	6,19
Modula de Finura:	3,41


Nelson Jaime Mondel Tolosa
LABORATORISTA
Socio Gerente


Ing. Carballo Carlos Adrián
Mat. NQN ING 0830/R.N. A-3864-7
Socio Gerente

OBSERVACIONES: Material Arenas limosas color negruzco

**REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**

COMITENTE: NQ SRL

CALICATA N°1

PROPIETARIO: HIDENESA - HIDROCARBUROS DEL NEUQUEN S.A.

OBRA: PLANTA DE GAS LICUADO DE PETROLEO

UBICACION: CAVIAHUE DEPARTAMENTO ÑORQUIN

ESTUDIO: 00131-AA

FECHA: 14/11/2019

COORDENADAS: S: 37° 52' 31,6"
W: 071° 03' 24,3"

PROFUND. DE MUESTRA (m): 0,20 a 2,00

Curva: Sin especificar

GRADACIÓN

D(10,0)= 0,252386 mm
D(15,0)= 1,221688 mm
D(15,9)= 1,416358 mm
D(30,0)= 20,96364 mm
D(50,0)= 47,7 mm
D(60,0)= 60,63046 mm
D(84,1)= 112,5669 mm
D(85,0)= 114,6857 mm
D(95,0)= 138,2286 mm

Especificaciones
Max Min

Peso inicial: 16.480,00 [gr]		Peso final: 11.555,00 [gr]			
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	75,000	0,0			100,0%
2 ½"	63,000	2.790,0	16,9%	16,9%	83,1%
2"	50,000	0,0		16,9%	83,1%
1 ½"	37,500	3.250,0	19,7%	36,7%	63,3%
1"	25,000	1.700,0	10,3%	47,0%	53,0%
¾"	19,000	440,0	2,7%	49,6%	50,4%
½"	12,500	515,0	3,1%	52,8%	47,2%
3/8"	9,500	425,0	2,6%	55,3%	44,7%
4	4,750	585,0	3,5%	58,9%	41,1%
8	2,360	0,0		58,9%	41,1%
10	2,000	210,0	1,3%	60,2%	39,8%
16	1,180	0,0		60,2%	39,8%
30	0,600	0,0		60,2%	39,8%
40	0,425	1.200,0	7,3%	67,4%	32,6%
50	0,300	0,0		67,4%	32,6%
80	0,180	0,0		67,4%	32,6%
100	0,150	0,0		67,4%	32,6%
200	0,075	440,0	2,7%	70,1%	29,9%
Pasa 200		4.925,0	29,9%	100,0%	0,0%
Total		16.480,0			

RESULTADOS

Recipiente No.	1
P ₁	17000,0
P ₂	16500,0
P ₃	20,0
P _w	500,0

Límite Líquido	N/A
Límite Plástico	N/A
Índice Plástico	N/A
Gravas	80,1%
Arenas	11,2%
Finos	8,6%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
H.R.B.	A-2-4
C.U.C.	GP_GM
Cu =	240,23
Cc =	28,72
Modula de Finura:	7,88


Nelson Jaime Montiel Tolosa
Socio Gerente


Ing. Carballo Carlos Adrián
Mat. NQN ING 0830/R.N. A-3864-7
Socio Gerente

OBSERVACIONES: ZONA DE BARDA DETRITUS DE EXCAVACIÓN

REGISTRO PERFIL ESTRATIGRAFICO

COMITENTE: NQ SRL
 PROPIETARIO: HIDENESA - HIDROCARBUROS DEL NEUQUEN S.A.
 OBRA: PLANTA DE GAS LICUADO DE PETROLEO
 UBICACION: CAVIAHUE DEPARTAMENTO ÑORQUIN
 FECHA: 14/11/2019
 PROFUNDIDAD: 2,00m

COORDENADAS PUNTO N°1:

S: 37° 52' 31,6"
 W: 071° 03' 24,3"

CALICATA N° 1

PROF. (m)	CLASIFICACIÓN		PROF. MUESTRA (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	SPT	Wn. (%)	LIMITES ATTERBERG			GRADACIÓN			N
	CUC	HRB						L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	GRAVAS	ARENAS	FINOS	
0,20														0
	SM	A-2-6 (0)	0,00 a 0,20		ARENAS LIMOSAS COLOR NEGRUZO		3,7	N.L.	N.P.	-	31,8%	58,6%	9,6%	12
2,00														50
														50
	GP-GM	A-2-4 (0)	0,20 a 2,00		ZONA DE BARDAS MATERIAL TOSCAS PARTIDAS DE VARIADOS TAMAÑOS CON ARENA Y LIMO		3,0	N.L.	N.P.	-	80,1%	11,2%	8,6%	50
														50
														50

OBSERVACIONES: De 0,00 a 0,20m arenas limosas color negruzco.: De 0,20m Material de barda, toscas partidas de variados tamaños con arenas y limo

NAPA FREATICA: FILTRACIÓN A 2,00m

SOIL TERRA SRL
 INGENIERIA
 Nelson Jaime Montiel Tolosa
 LABORATORISTA
 Socio Gerente

SOIL TERRA SRL
 INGENIERIA
 Ing. Carballo Carlos Adrián
 Mat. NQN ING 0830/R.N. A-3864-7
 Socio Gerente