



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN**

**DISEÑO GEOTÉCNICO PARA DOS TORRES  
DE DIEZ Y QUICE NIVELES, Y DE UNO A  
DOS SÓTANOS, QUE SE PROYECTA  
CONSTRUIR EN MERIDA YUCATÁN.**

**DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A:  
ROSAS CASTILLO JIMENA**

**ASESOR:**

**Ing. Gabriel Álvarez Bautista**



**BOSQUES DE ARAGÓN, ESTADO DE MÉXICO, MARZO DE 2019.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



## *Agradecimientos*

*La elaboración de este trabajo profesional no hubiese sido posible sin la participación de personas e instituciones que han facilitado la información para la elaboración del mismo. Por ello, es para mí un placer compartir estas líneas para ser justa y consecuente con ellas, expresándoles mis más sinceros agradecimientos.*

*En primera instancia debo agradecer a Dios, por haberme guiado y acompañado a lo largo de mi carrera profesional, porque gracias a ello he logrado mis metas como profesionista.*

*Quiero extender un sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Aragón, por formarme como Ingeniera Civil, por ayudarme a ser competente en el ámbito laboral, e independiente como persona.*

*Si bien es cierto que, “Lo maravilloso de aprender algo, es que nadie puede arrebatárnoslo” y la Ingeniera Civil que soy, se lo debo a mis padres, el Sr. Víctor Rosas Torres y la Sra. Angélica Castillo Galván, en primera instancia por concebirme, por haberme inculcado los valores que al día de hoy forjan mi educación, por su apoyo incondicional, su amor eterno, por la colaboración e inspiración que me han brindado, pero sobre todo por la confianza que me tuvieron durante mi preparación profesional. A mis hermanas: Erandy y Fabiola por su paciencia, generosidad, por su ejemplo de valentía y responsabilidad que me han mostrado. A mis tíos: Ofelia y Vicente Rosas Torres, por su cariño, empatía, atención y colaboración, que tienen conmigo. Y por supuesto el agradecimiento también es para, Miguel de Luna Trifundio, por la paciencia y amor que me tiene, por motivarme a seguir adelante en momentos difíciles, y por darme la oportunidad de compartir su tiempo, amistad y conocimientos conmigo.*

*Debo agradecer de manera especial y sincera al Ingeniero Gabriel Álvarez Bautista por aceptarme para realizar este trabajo profesional bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de este trabajo, sino también en mi formación como Ingeniera Civil. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado juntos, el cual no se puede concebir sin su siempre oportuna participación. Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo del caso práctico. Así mismo externo mi agradecimiento a mis Síndicos, por la aceptación y colaboración en este proyecto.*

*Para todos aquellos amigos que han compartido conmigo los “ires y venires” del camino que he recorrido, en el ámbito personal y profesional, agradezco eternamente su compañía, amistad y cariño para conmigo, gracias por todo: Saúl Martínez Ávila, Sergio González Martínez, Arturo Galindo Carpio, Fernando Gracia Piña y Alejandro Toxtega Santos.*



# ÍNDICE

<b>I. ANTECEDENTES</b> .....	7
I.1 Localización .....	7
I.2 Descripción del proyecto .....	8
I.3 Condiciones actuales .....	39
I.4 Colindancias .....	41
I.5 Objetivos .....	42
<b>II. EXPLORACIÓN Y MUESTREO DEL SUBSUELO</b> .....	47
II.1 Generalidades .....	47
II.2 Sondeo con equipo mecánico.....	51
II.2.1 Método de penetración estándar .....	51
II.2.2 Muestreo con Barril NQ.....	53
<b>III. ENSAYES DE LABORATORIO</b> .....	153
III.1 Muestras alteradas.....	154
III.2 Muestras inalteradas.....	154
<b>IV. CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS Y FÍSICAS DEL SUBSUELO</b> .....	157
IV.1 Marco geológico .....	157
IV.2 Geohidrología.....	157
IV.3 Descripción estratigráfica del subsuelo .....	157
IV.4 Regionalización sísmica.....	185
<b>V. DISEÑO DE CIMENTACIÓN</b> .....	187
V.1 Dimensionamiento de las pilas.....	191
V.2 Capacidad de carga en Pilas .....	192
V.2.1 Revisión de la capacidad de carga por Reglamento.....	195
V.2.2 Asentamientos en pilas.....	197
V.2.3 Implicaciones para el diseño estructural de la cimentación .....	198
<b>VI. PROCEIMIENTO CONSTRUCTIVO Y PROTECCIÓN A COLINDANCIAS</b> .....	205
VI.1 Desplante de Pilas .....	205
VI.2 Proceso constructivo de la cimentación con pilas .....	256
VI.3 Cimentación superficial .....	264
VI.3.1 Alternativa mediante Losa de Cimentación.....	264
VI.3.2 Capacidad de carga de la cimentación.....	265

VI.3.3	Dimensionamiento de la cimentación .....	266
VI.3.4	Estado límite de falla en condiciones estáticas.....	266
VI.3.5	Estado límite de falla en condiciones dinámicas.....	267
VI.3.6	Estado límite de servicio .....	269
VI.3.7	Alternativa mediante Zapatas.....	269
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>275</b>

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXO I: REPORTE FOTOGRÁFICO**

### **ANEXO II: PRUEBAS DE LABORATORIO**



## *INTRODUCCIÓN*

La Geotécnica es una rama de la ingeniería civil que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas y de resistencia de los suelos, por eso, los ingenieros civiles especializados en esta área investigan y analizan el suelo y las rocas por debajo de la superficie para determinar sus propiedades y diseñar las bases o cimentaciones para diversas estructuras; tales como edificios, puentes, centrales hidroeléctricas, estabilizar taludes, construir túneles y carreteras, etc.

Los ingenieros geotécnicos conocen acerca de los principios de la mecánica y de la hidráulica, de estructuras y planeación, así como conceptos relacionados a la geología. Todo esto les permite conocer las condiciones bajo las cuales determinados materiales fueron creados o depositados, y los posteriores procesos estructurales que han sufrido.

La Geotécnica permite a los ingenieros desarrollarse como entes investigadores, ya que indagan sobre los riesgos que existen para el hombre, las propiedades, características, entre otras. Investigan el riesgo para los seres humanos, los fenómenos ambientales naturales o propiciados por la actividad humana tales como deslizamientos de terreno, hundimientos de tierra, flujos de lodo y caída de rocas. Su trabajo en este tiempo es indispensable para cualquier edificación.

Hoy día, esta rama de la Ingeniería Civil ha adquirido términos amplios que incluyen la ingeniería sísmica, la producción de materiales geotécnicos, mejoramiento de las características del suelo, interacción suelo-estructura y otros.

Un estudio geotécnico, estructural, hidráulico, de planeación, etcétera, son estudios realizados por los ingenieros civiles, que nos dan como resultados edificaciones cien por ciento seguras y con alto índice de calidad.

El siguiente trabajo mostrará la alternativa de cimentación, para una Torre Residencial de diez y quince niveles, y de uno a dos sótanos, que se proyectan construir en Merida Yucatán.

Para la elaboración de este proyecto se determinará la estratigrafía del subsuelo en el sitio de interés, sus propiedades índices y mecánicas (deformabilidad y resistencia), y se establecerá la alternativa de cimentación que se juzga más adecuada para la construcción de la estructura que garanticen su estabilidad, proporcionando las recomendaciones necesarias para su diseño, tales como: la capacidad de carga en condiciones estáticas y dinámicas, los asentamientos máximos esperados que se desarrollarán en la masa del suelo bajo la carga total de la estructura, realizando su revisión con los criterios establecidos por el Reglamento de Construcciones.



## ANTECEDENTES



PANORÁMICAS DEL SITIO DE INTERÉS DE TORRE 1.

## ANTECEDENTES



PANORÁMICAS DEL SITIO DE INTERES DE TORRE ÍNDICO.



## I. ANTECEDENTES

### I.1 Localización

Se presenta el Estudio de Mecánica de Suelos en un predio que se encuentra ubicado en la Avenida Ricardo el Vate López Méndez 314, Zona Industrial, Nueva Revolución, Mérida, Yucatán, dentro del Proyecto Vía Montejo, donde se proyecta la construcción de la Estructura denominada “Torre 1” y “Torre Índico”. La ubicación del sitio de interés se muestra en la figura 1.

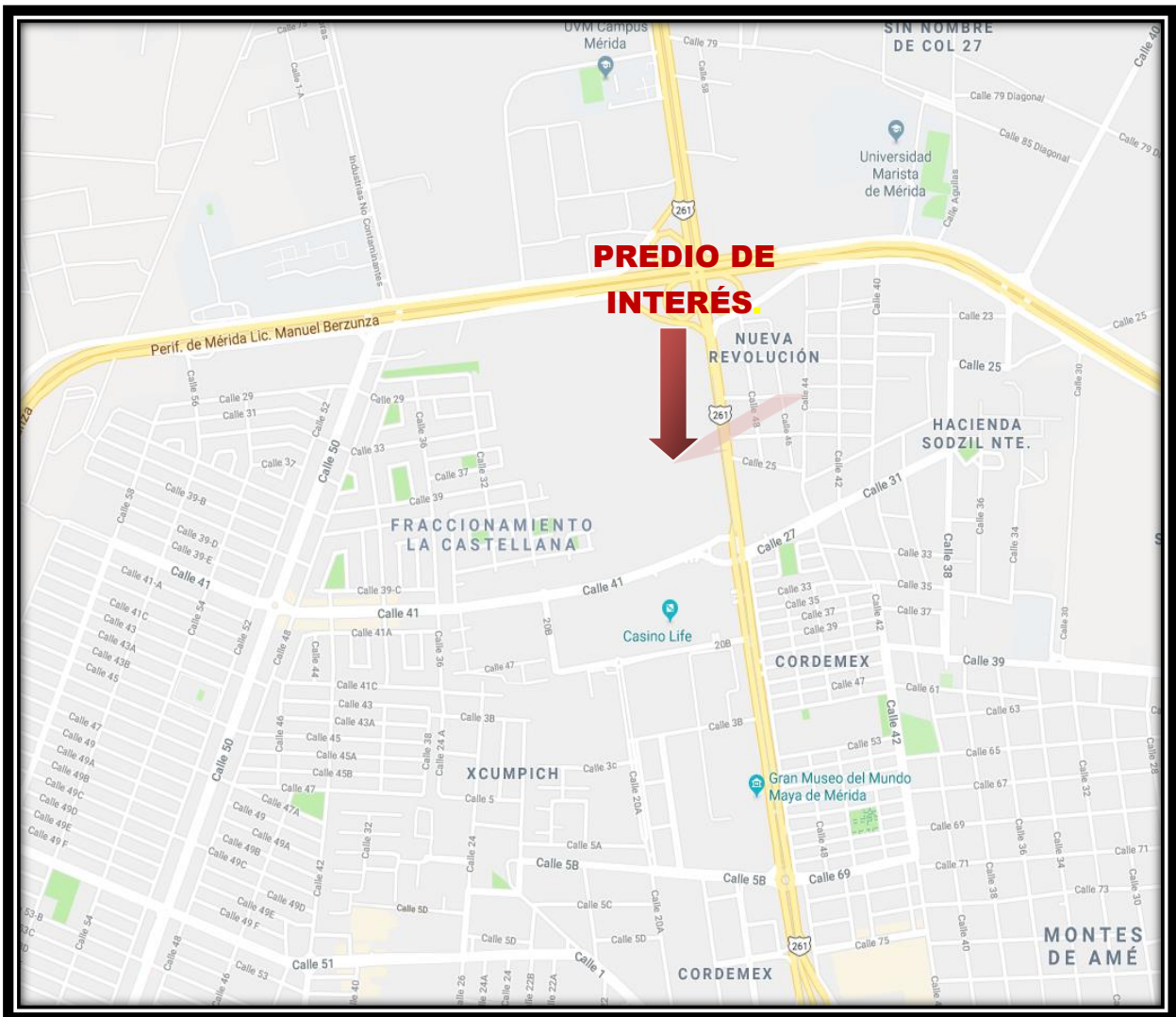


FIGURA 1.- CROQUIS DE LOCALIZACIÓN.

## I.2 Descripción del proyecto

El proyecto arquitectónico para **“Torre 1”** contempla una estructura compuesta por dos sótanos, planta baja, y nueve niveles superiores; es necesario conocer las condiciones reales del subsuelo y definir el comportamiento que tendrán las estructuras bajo las solicitaciones proyectadas.

En las figuras 2 a 8 se muestran las plantas del proyecto arquitectónico: planta sótano 1, planta sótano 2, planta baja, planta nivel 2, plantas nivel 3-10 y las plantas de azotea, y en las figuras 9 a 14 se muestran los cortes arquitectónicos del proyecto.

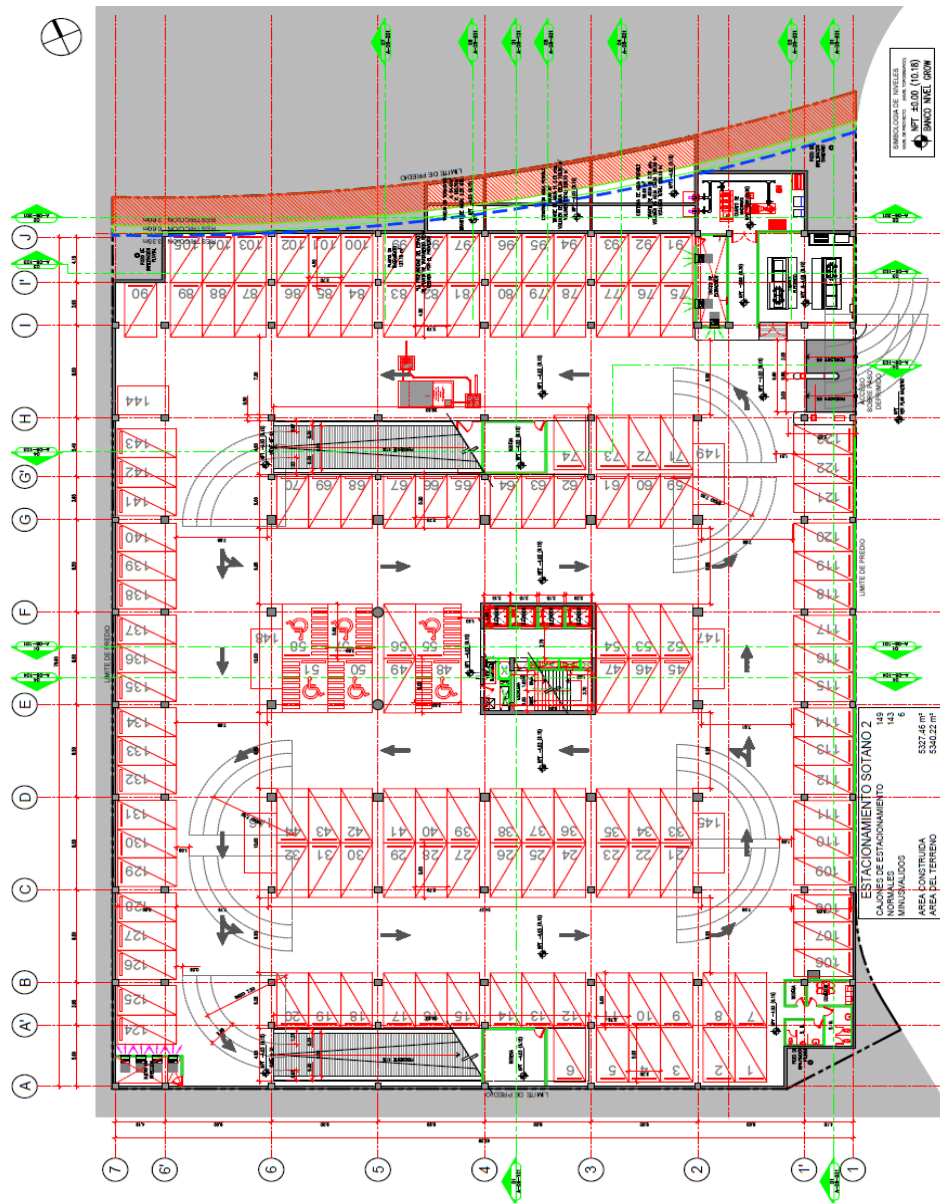
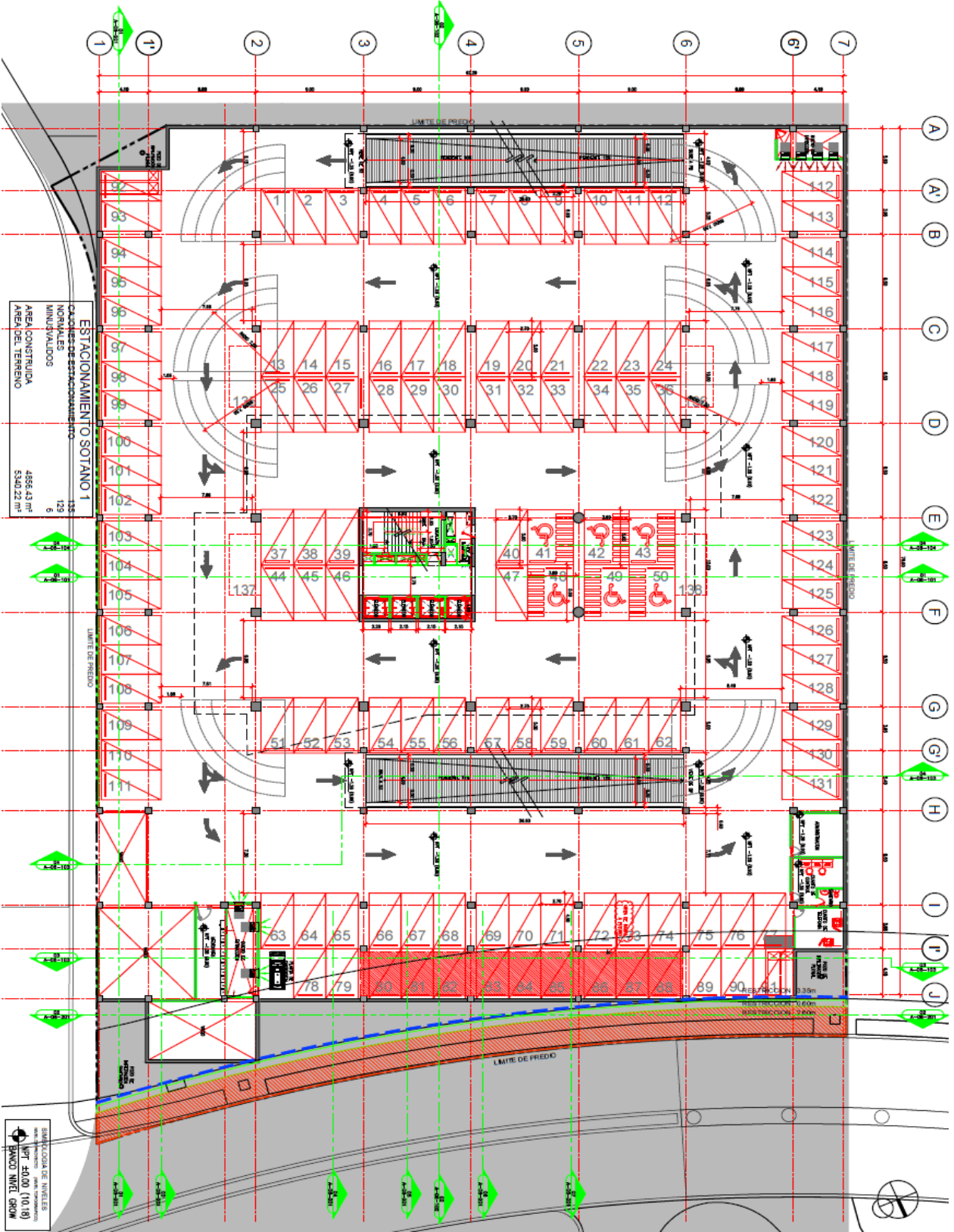


FIGURA 2.- PLANTA SÓTANO 2.

FIGURA 3.- PLANTA SOTANO 1.



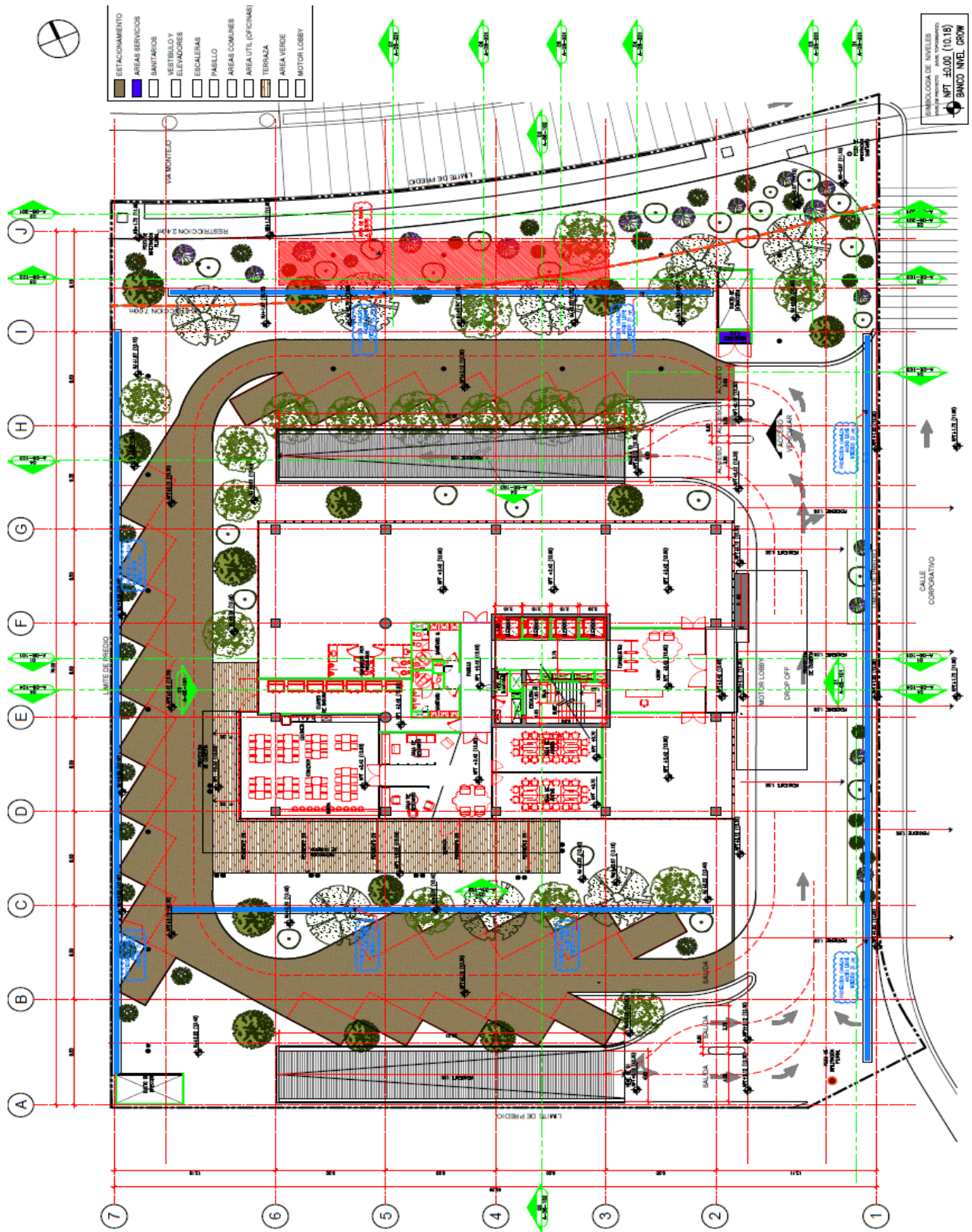


FIGURA 4.- PLANTA BAJA.

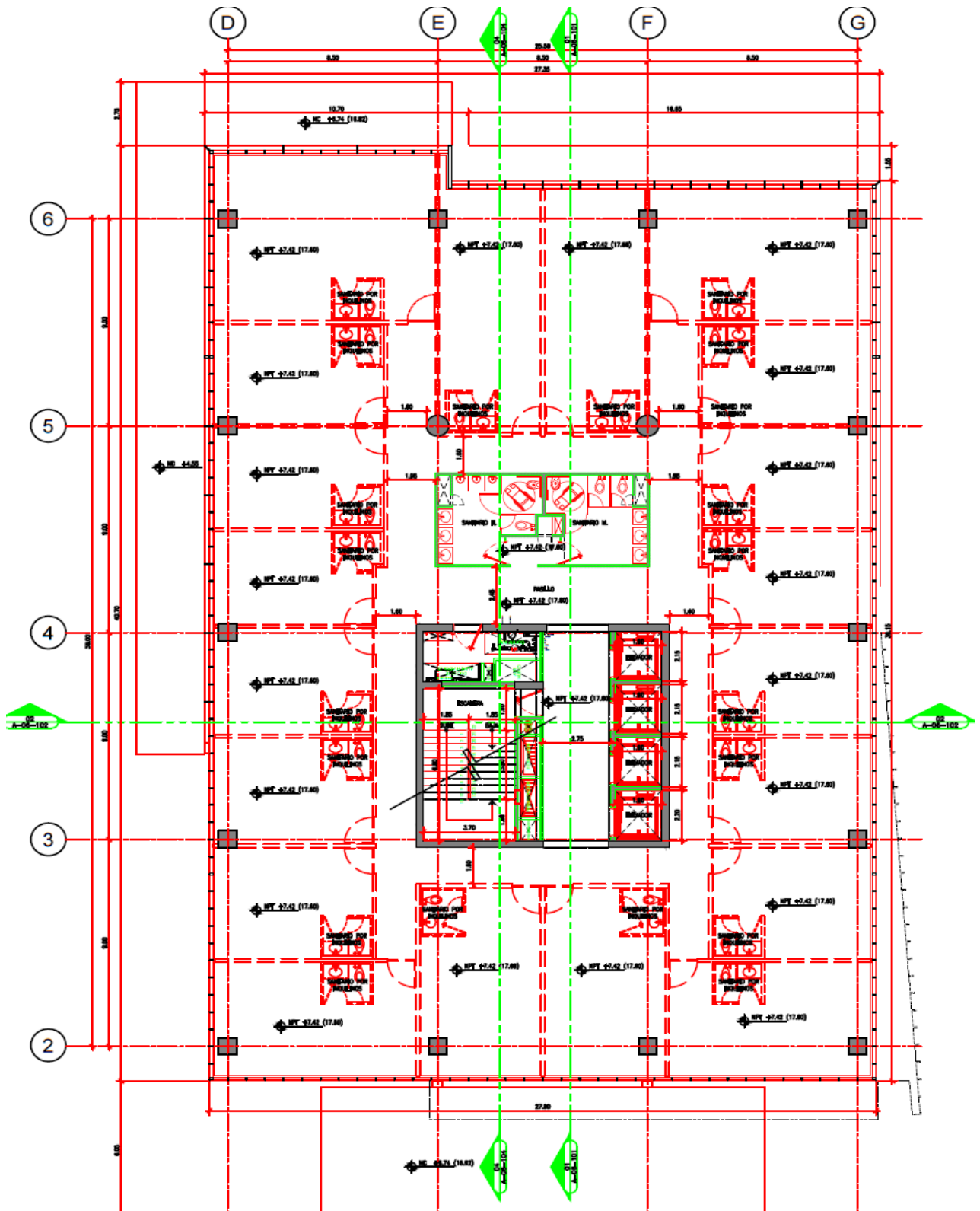


FIGURA 5.- PLANTA NIVEL 2.

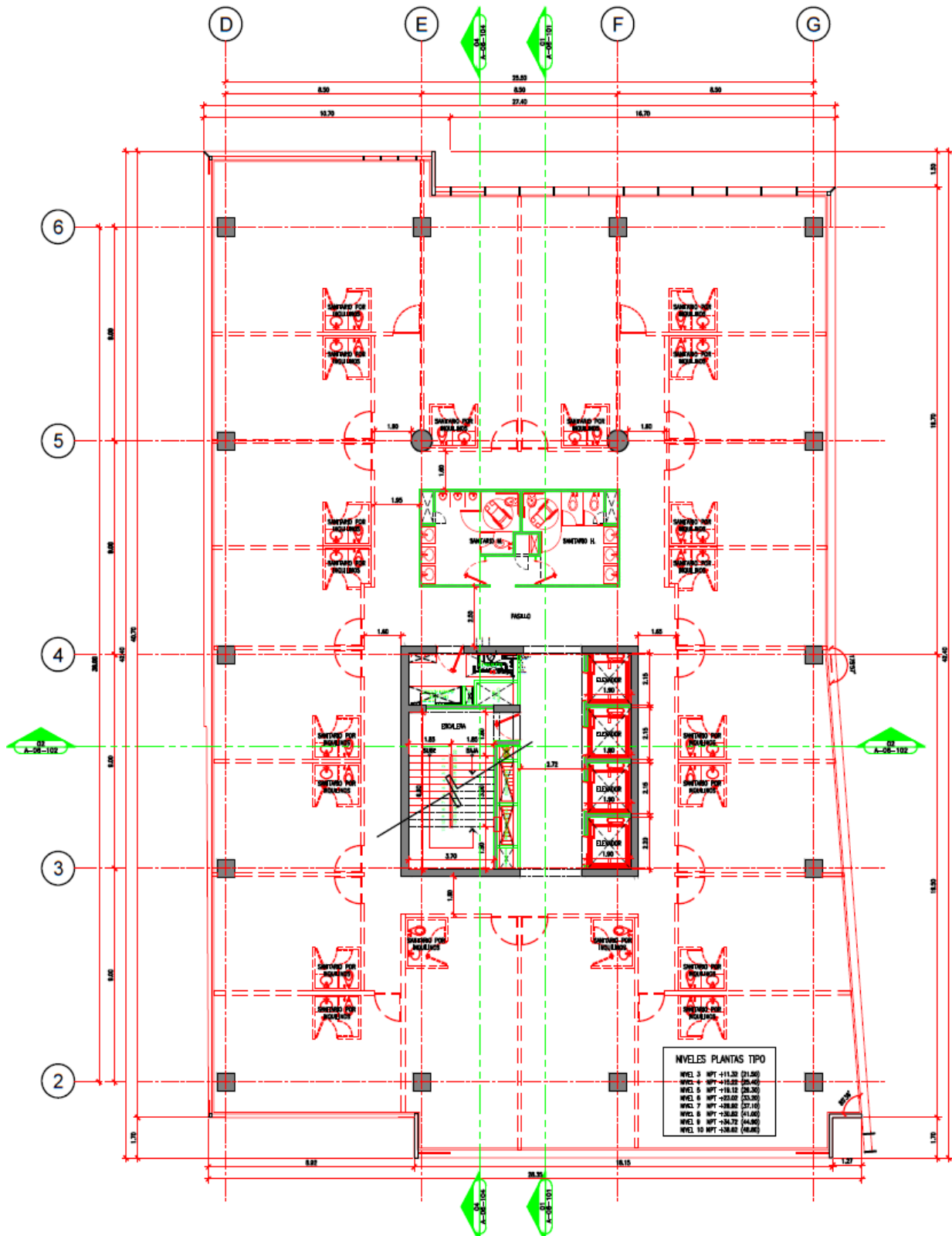


FIGURA 6.- PLANTA NIVEL 3-10 (OFICINAS).



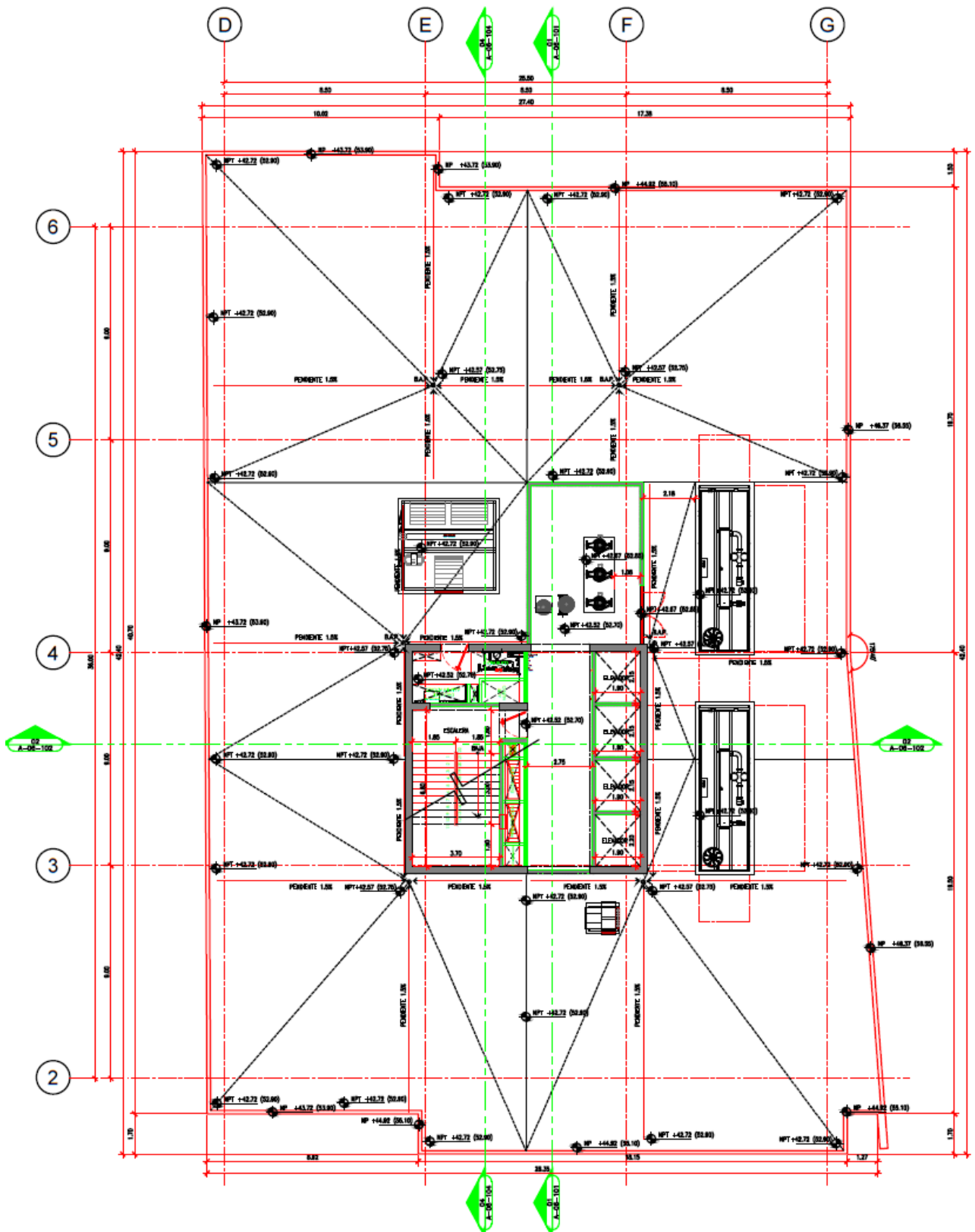


FIGURA 7.- PLANTA AZOTEA.

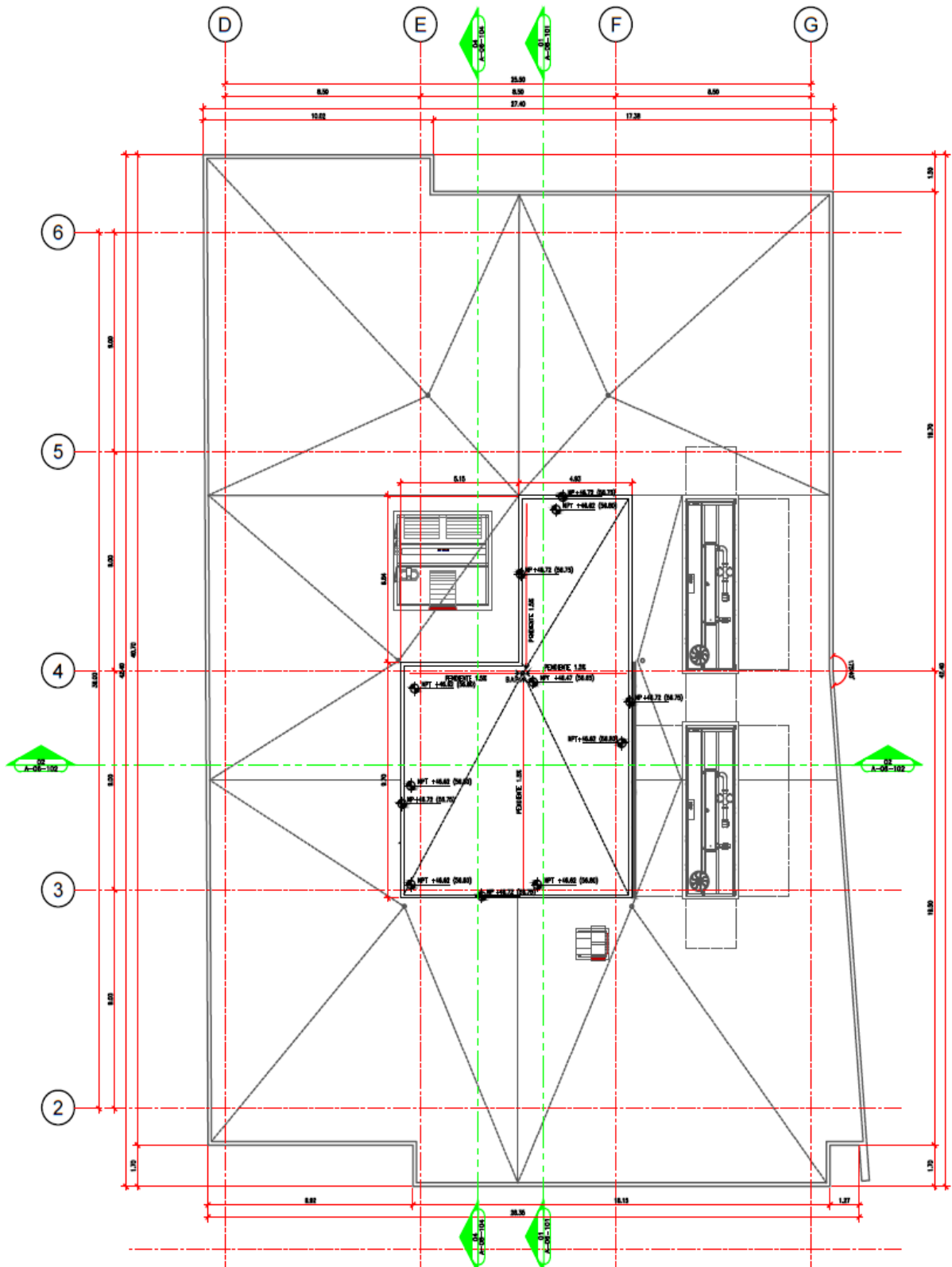


FIGURA 8.- PLANTA AZOTEA 2.

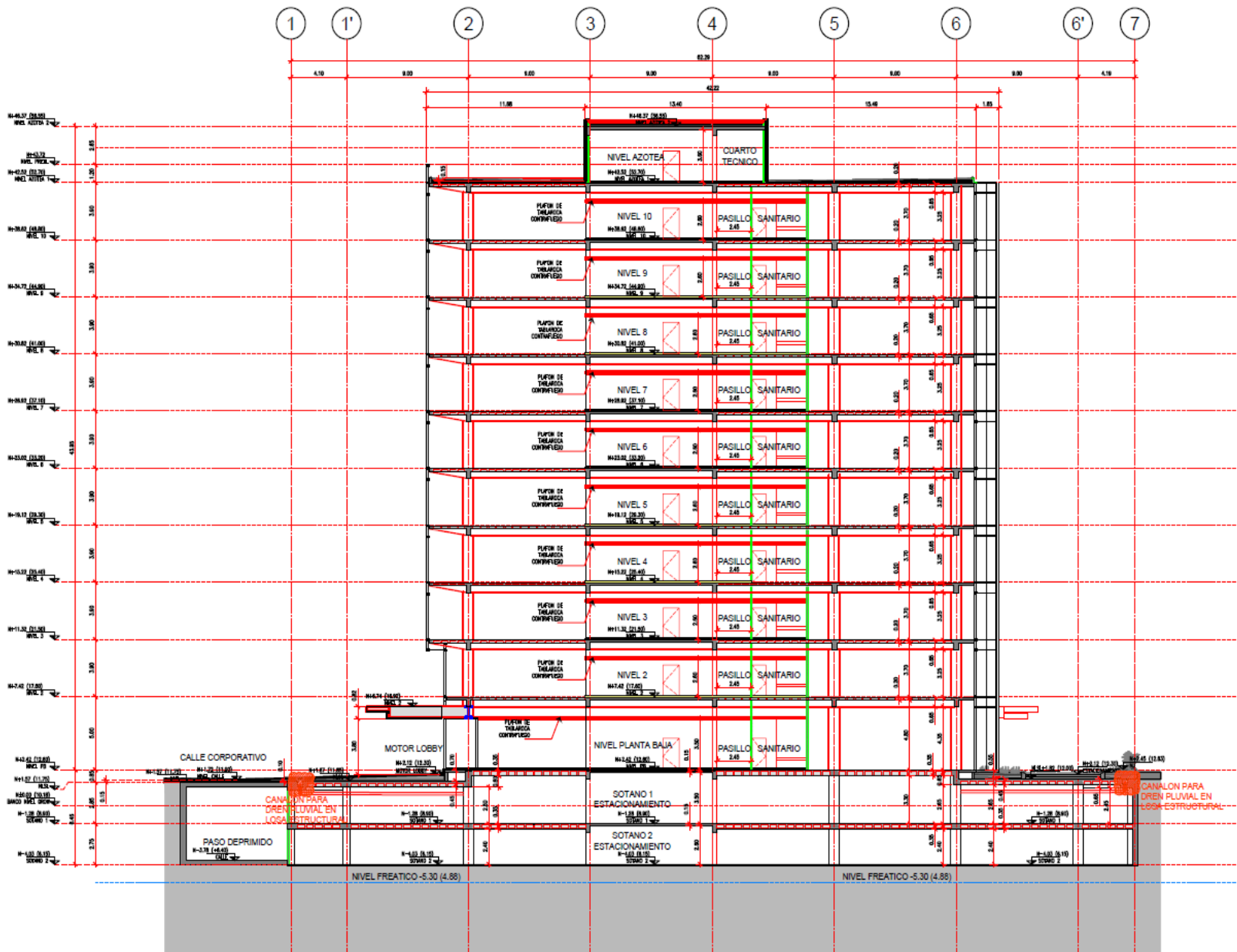


FIGURA 9.- CORTE LONGITUDINAL 1.

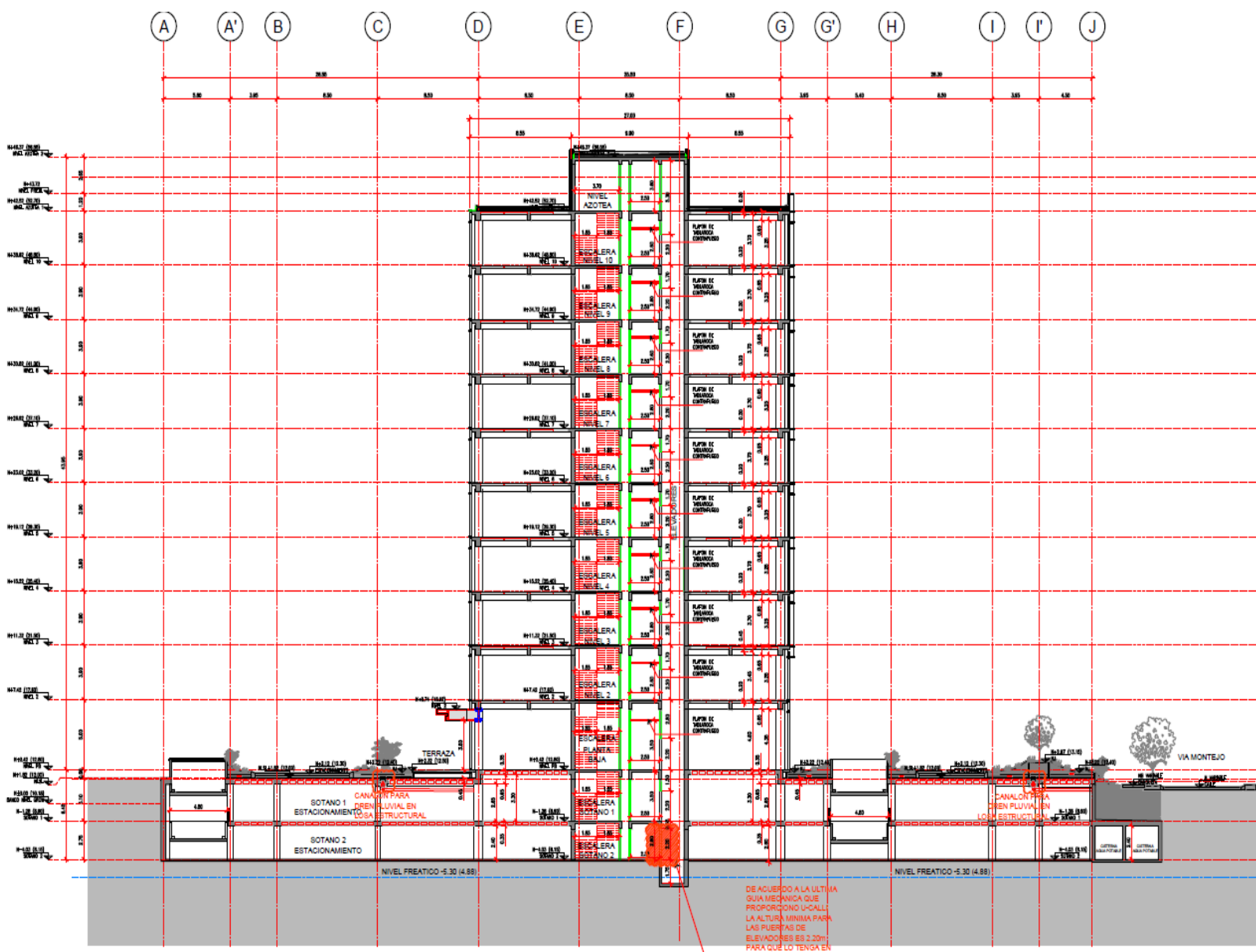
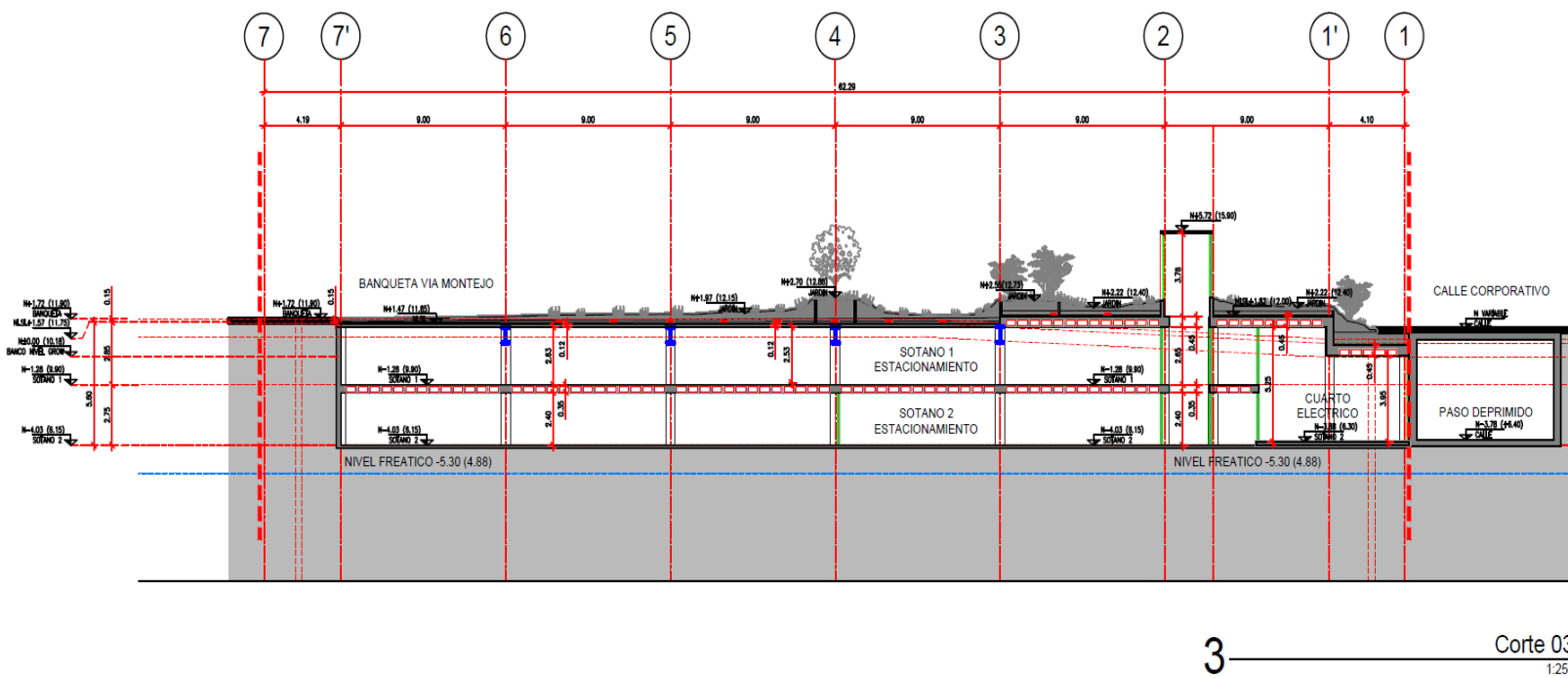
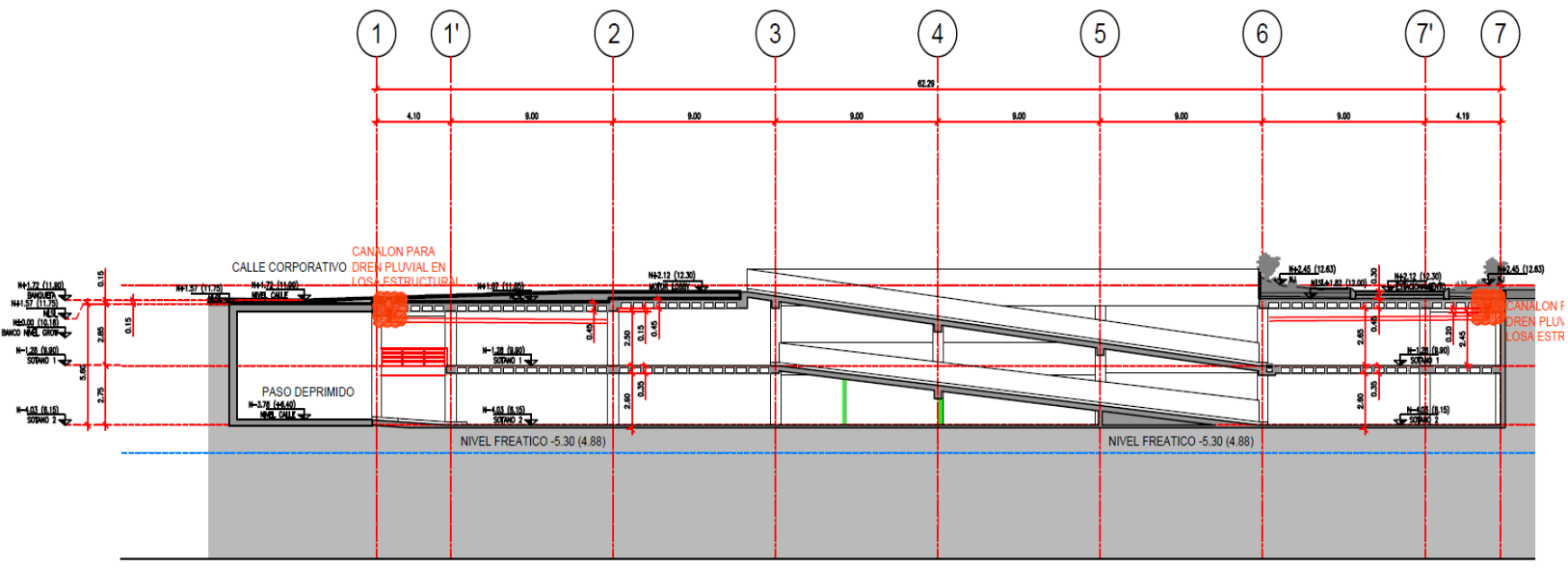


FIGURA 10.- CORTE TRANSVERSAL 3.



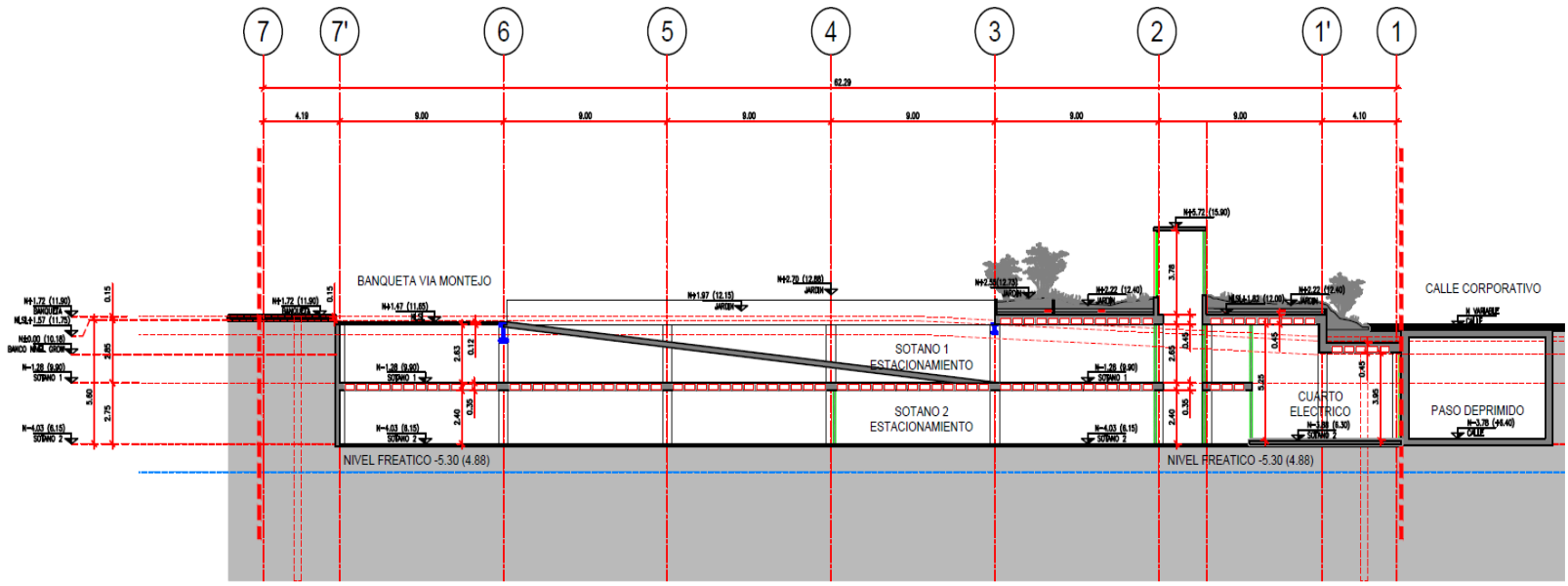
3 Corte 03  
1:250

FIGURA 11.- CORTE LONGITUDINAL 3.



4 \_\_\_\_\_ Corte 04  
1:250

FIGURA 12.- CORTE LONGITUNAL 4.



3 Corte 03 Opcion Rampa  
1:250

FIGURA 13.- CORTE LONGITUDINAL 3 (OPCIÓN RAMPA).

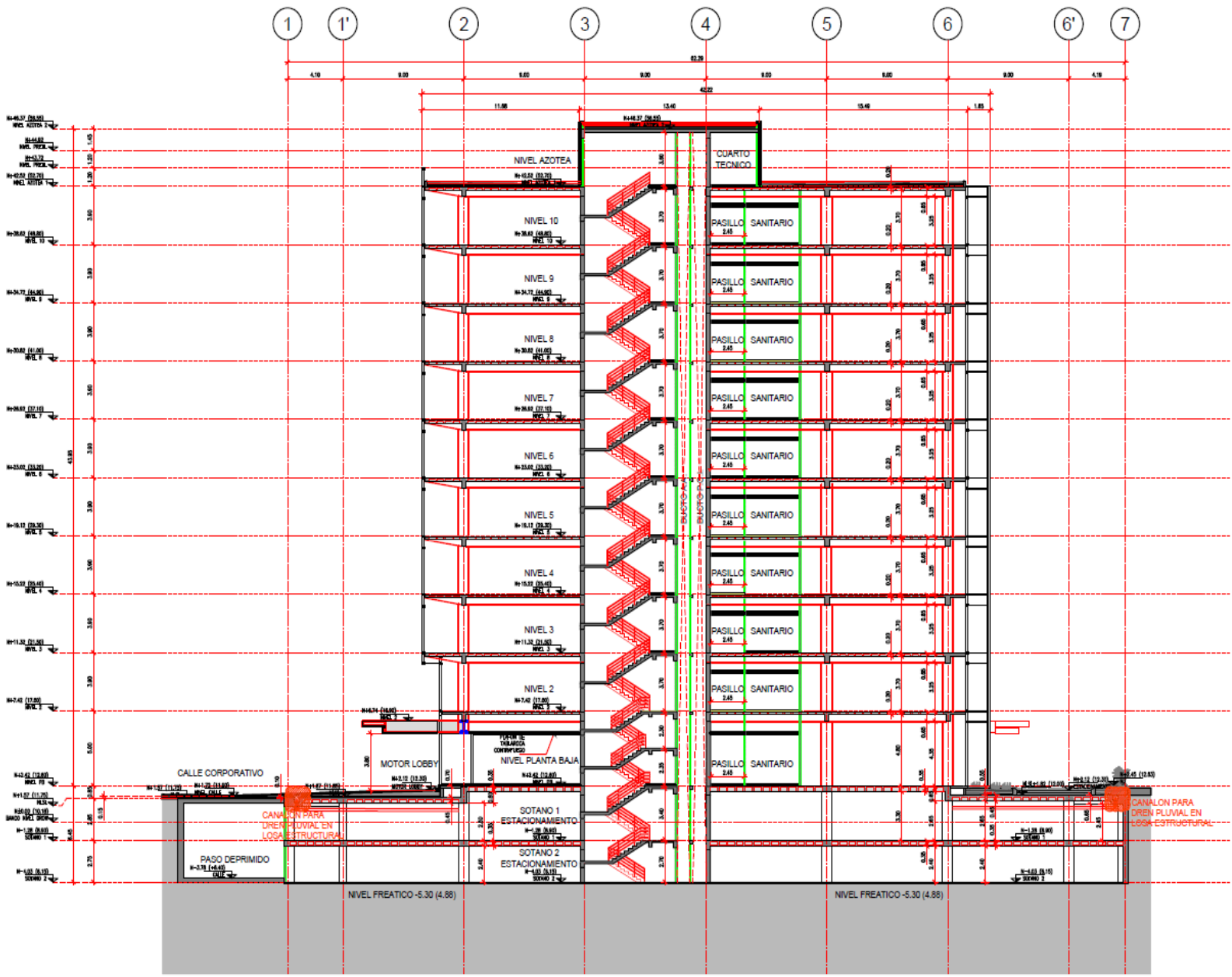


FIGURA 14.- CORTE LONGITUDINAL 4.





El proyecto arquitectónico para “*Torre Índico*” contempla una estructura compuesta por un sótano, planta baja, y quince niveles superiores; es necesario conocer las condiciones reales del subsuelo y definir el comportamiento que tendrán las estructuras bajo las solicitaciones proyectadas.

En la figura 15 a 28 se muestran las plantas del proyecto que contemplan los estacionamientos y los niveles de la torre, y en las figuras 29 a 37 se muestran los cortes arquitectónicos del proyecto.

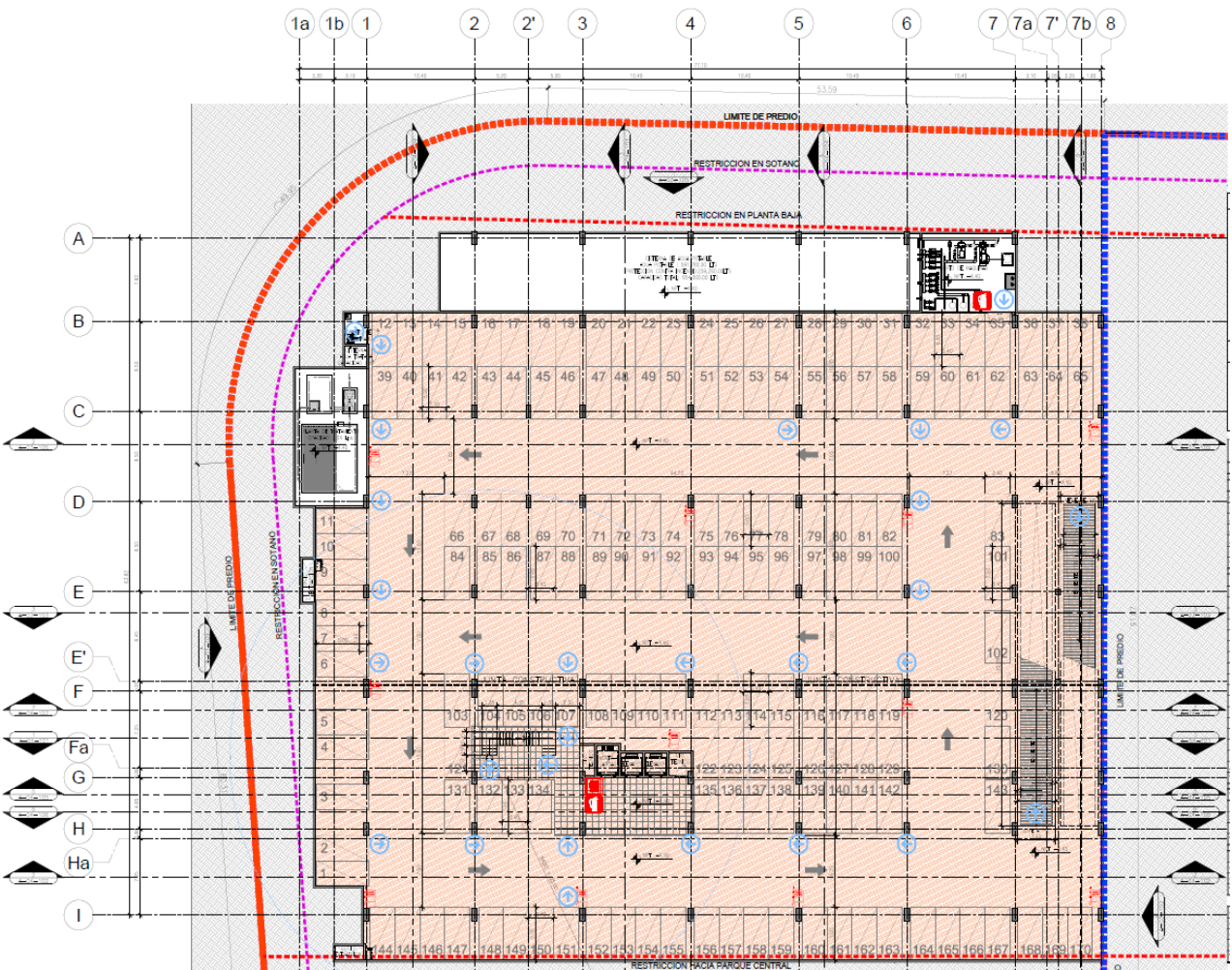


FIGURA 15.- PLANTA SÓTANO.

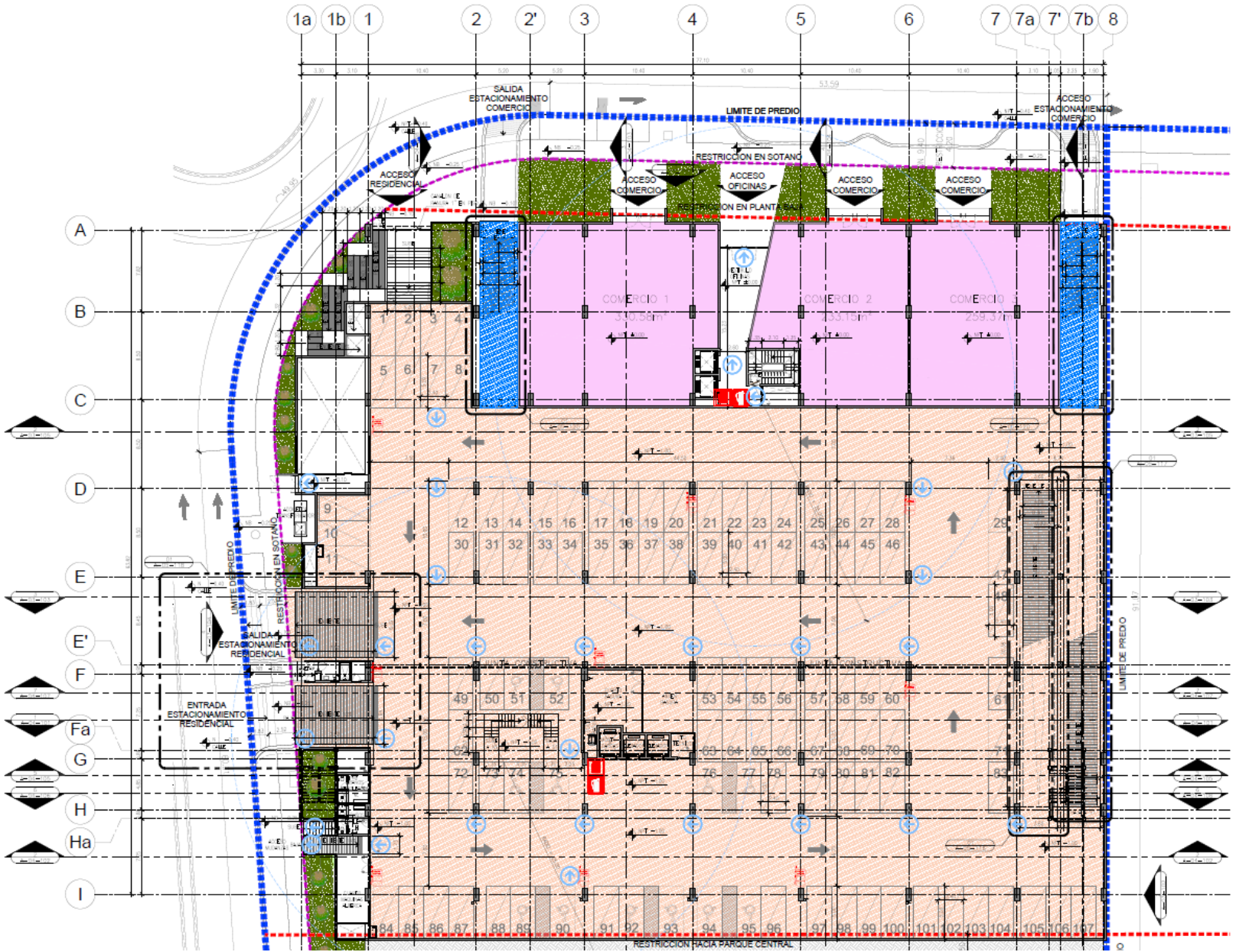


FIGURA 16.- PLANTA BAJA.



FIGURA 17.- PLANTA NIVEL 1.

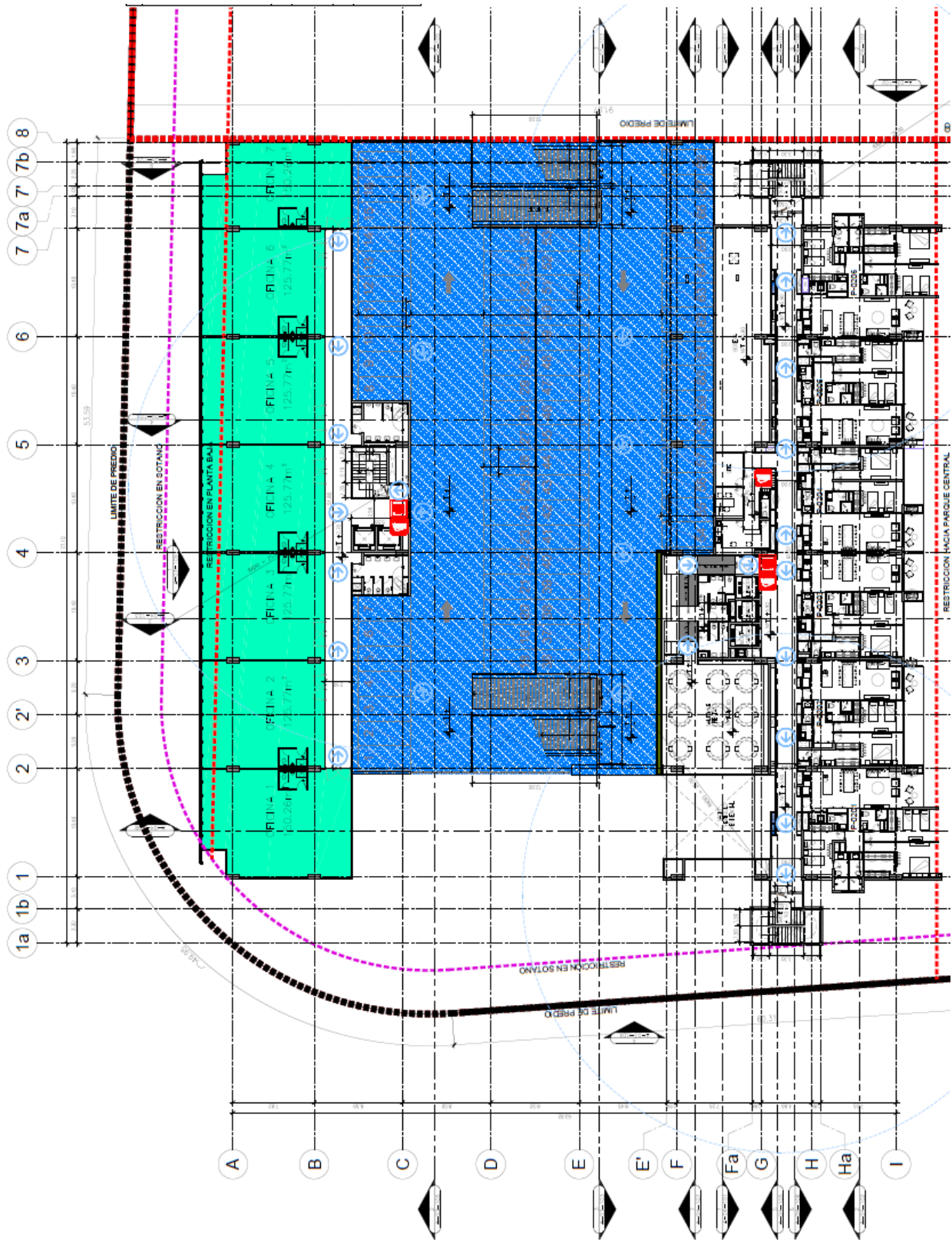


FIGURA 18.- ESTACIONAMIENTO NIVEL 2.

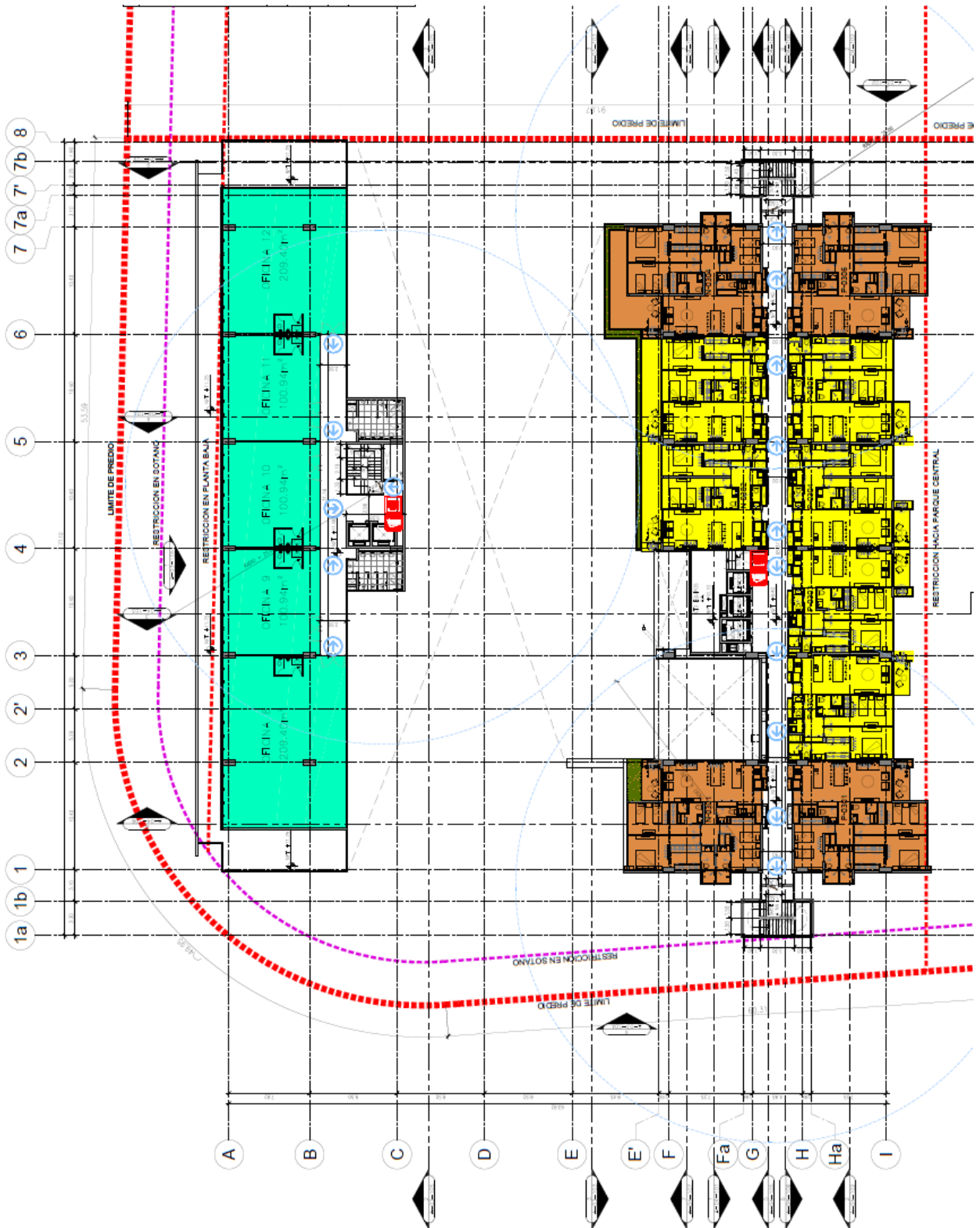


FIGURA 19.- PLANTA NIVEL 3.

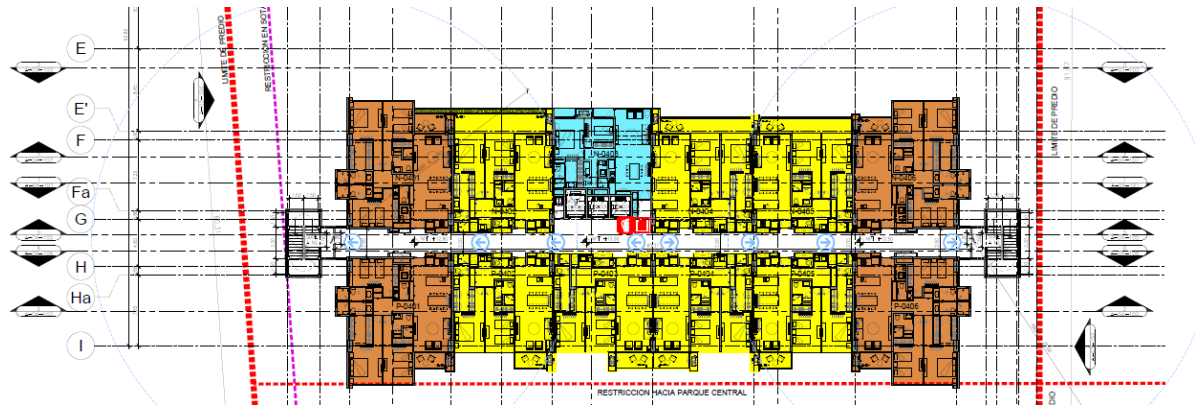


FIGURA 20.- PLANTA NIVEL 4.



FIGURA 21.- PLANTA NIVEL 5 Y 6.



FIGURA 22.- PLANTA NIVEL 7 Y 8.



FIGURA 23.- PLANTA NIVEL 9.



FIGURA 24.- PLANTA NIVEL 10, 11 Y 12.



FIGURA 25.- PLANTA NIVEL 13 Y 14.



FIGURA 26.- PLANTA NIVEL 15 PH.

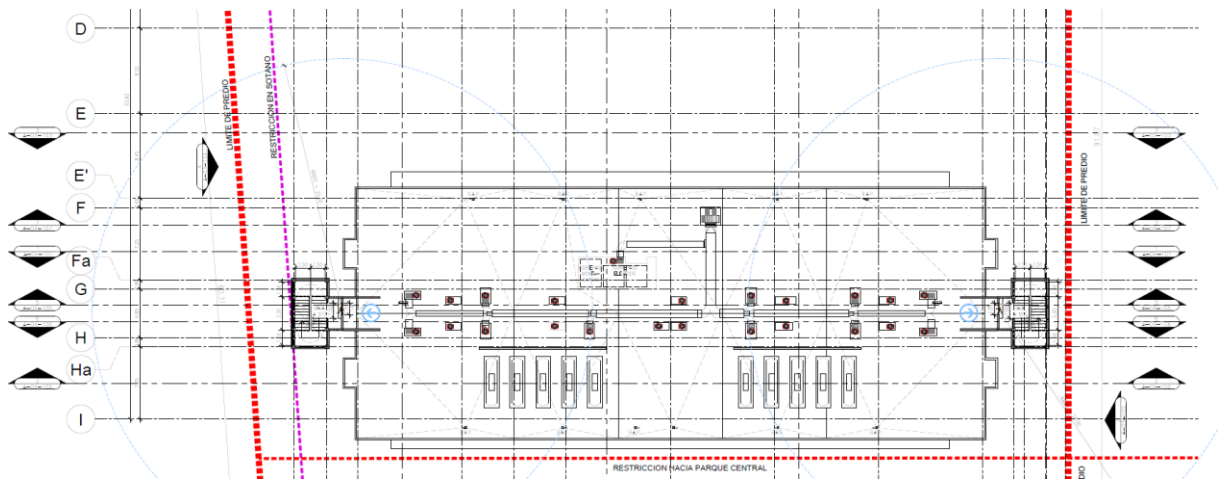


FIGURA 27.- PLANTA NIVEL 15 AZOTEA.



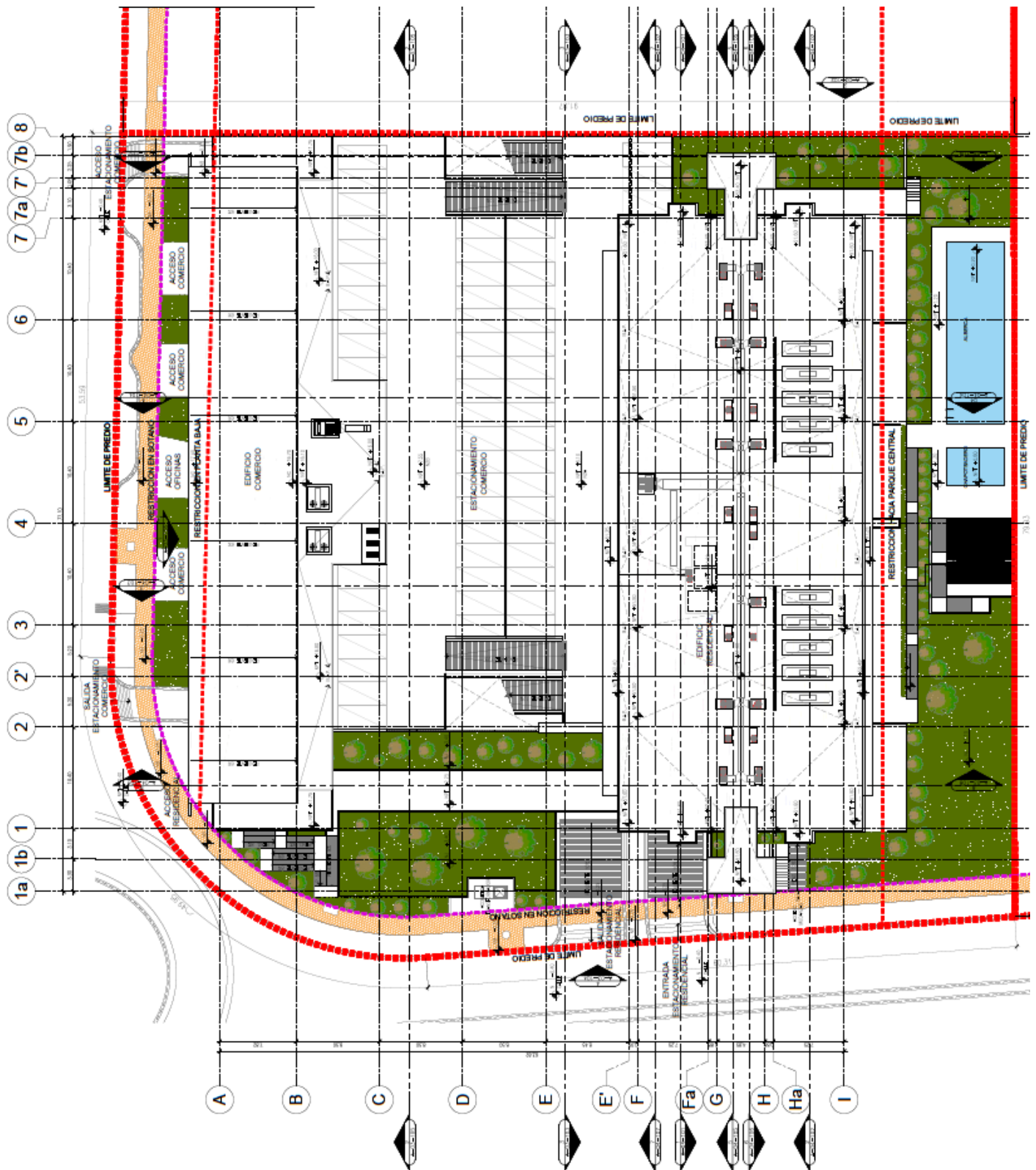


FIGURA 28.- PLANTA DE CONJUNTO.

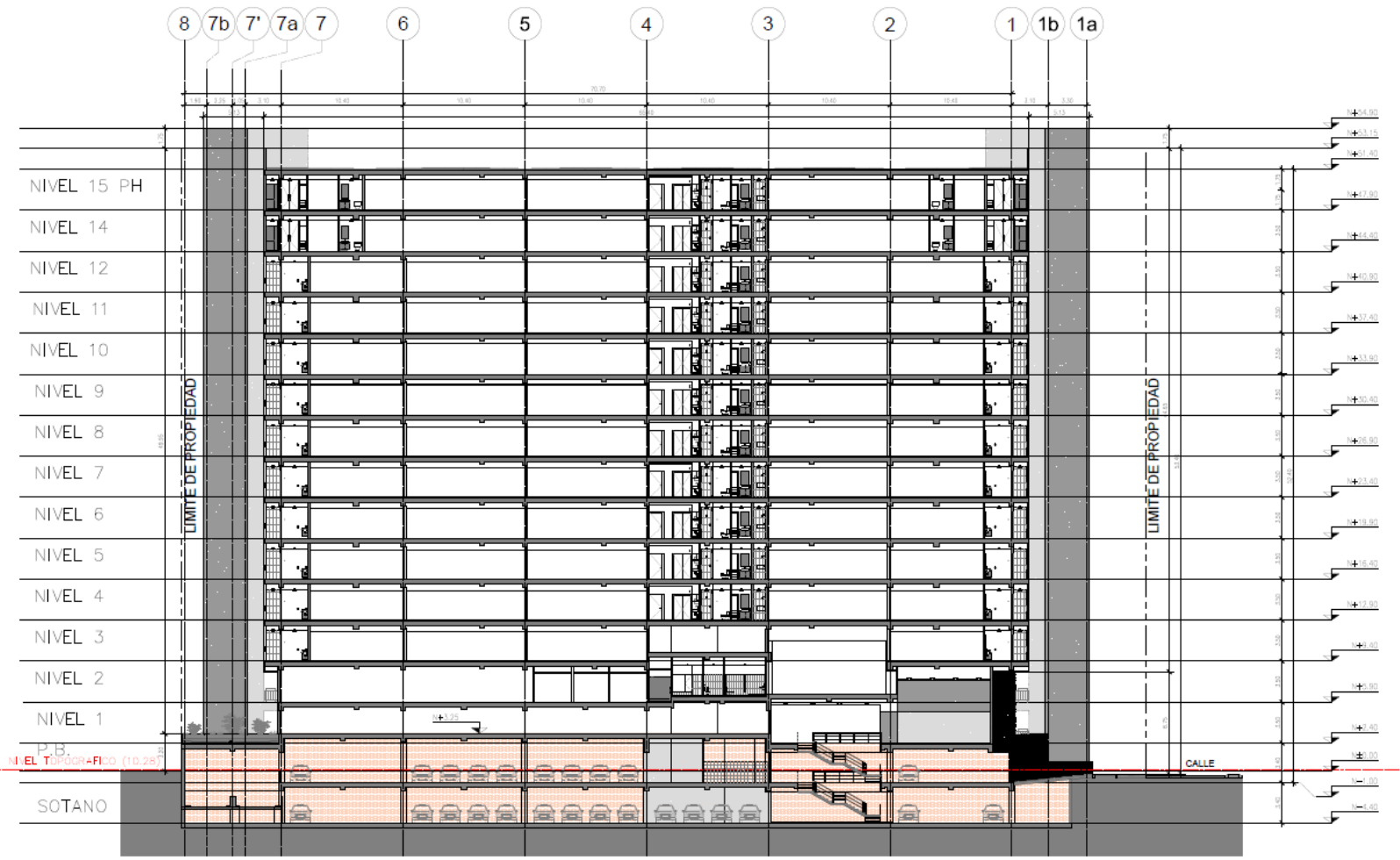


FIGURA 29.- CORTE 1.

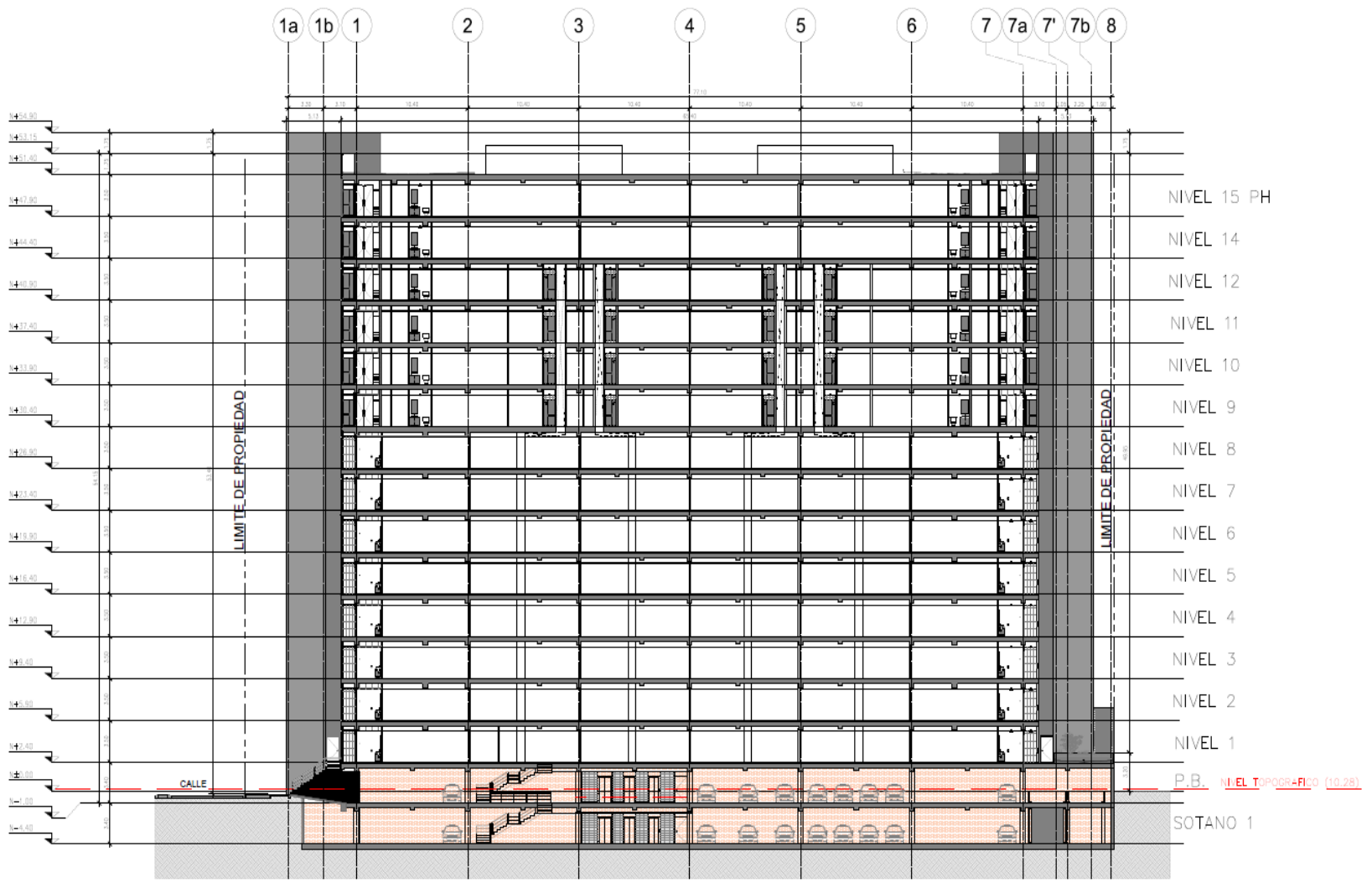


FIGURA 30.- CORTE 2.

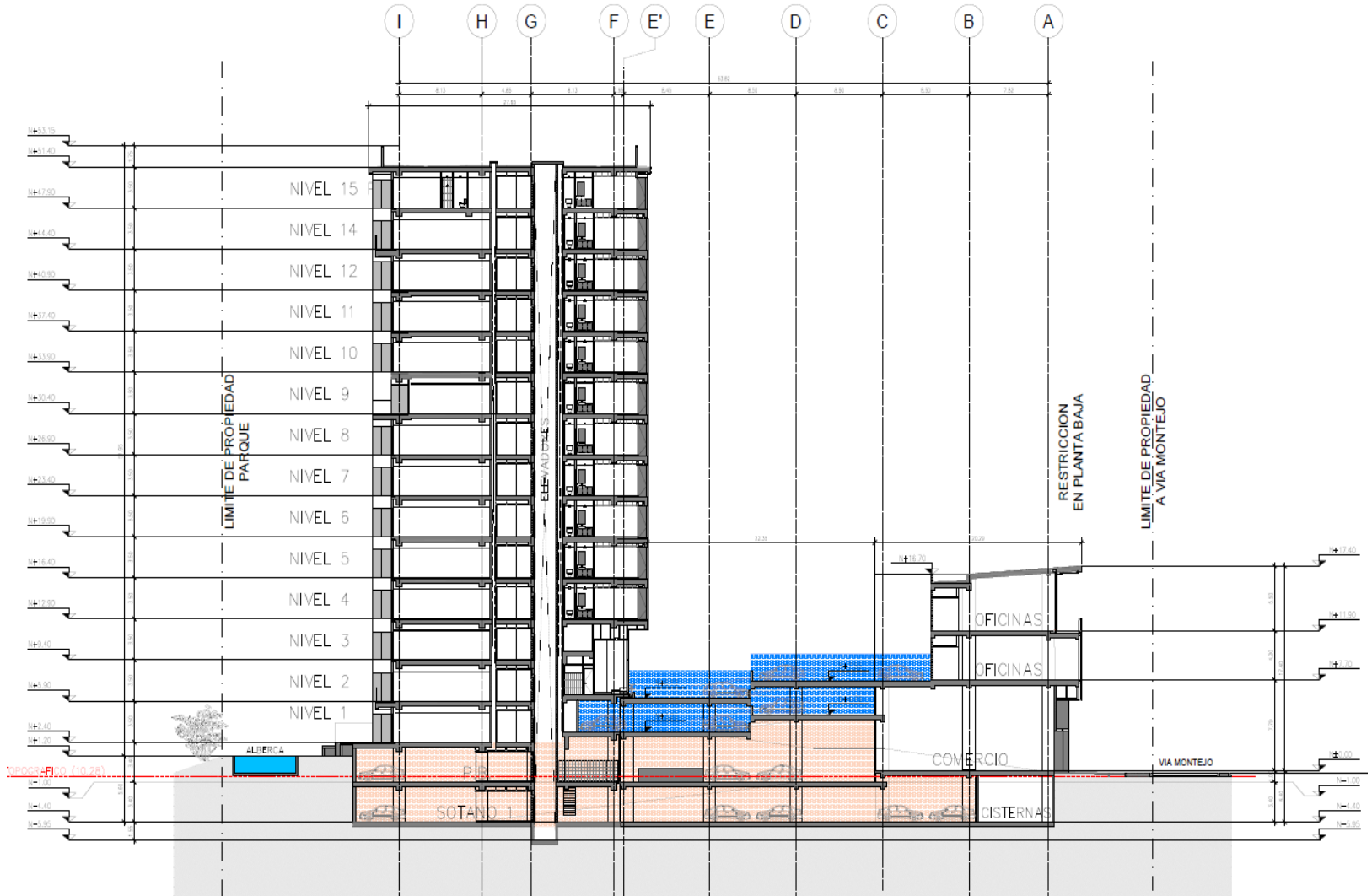


FIGURA 31.- CORTE 5.

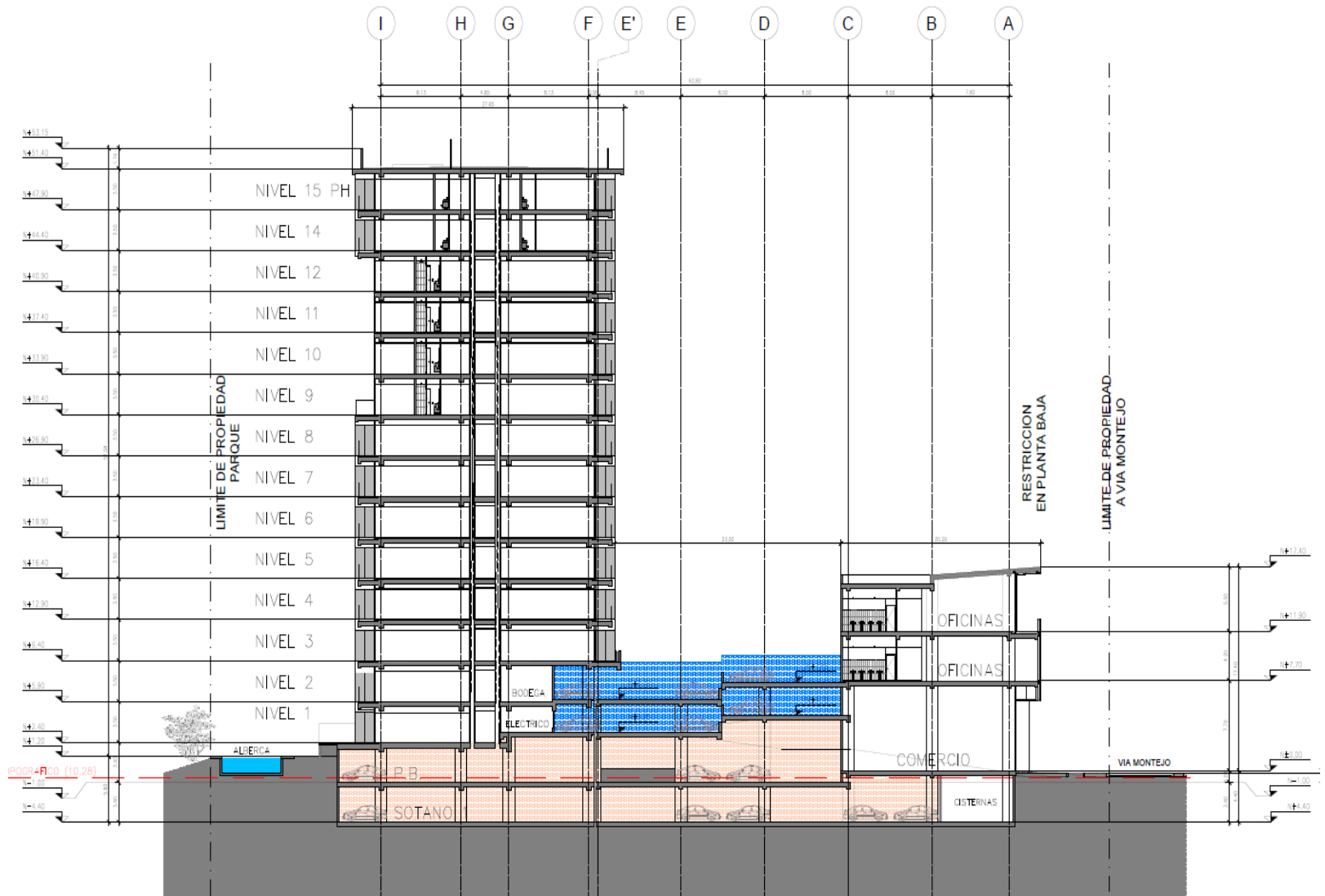


FIGURA 32.- CORTE 4.

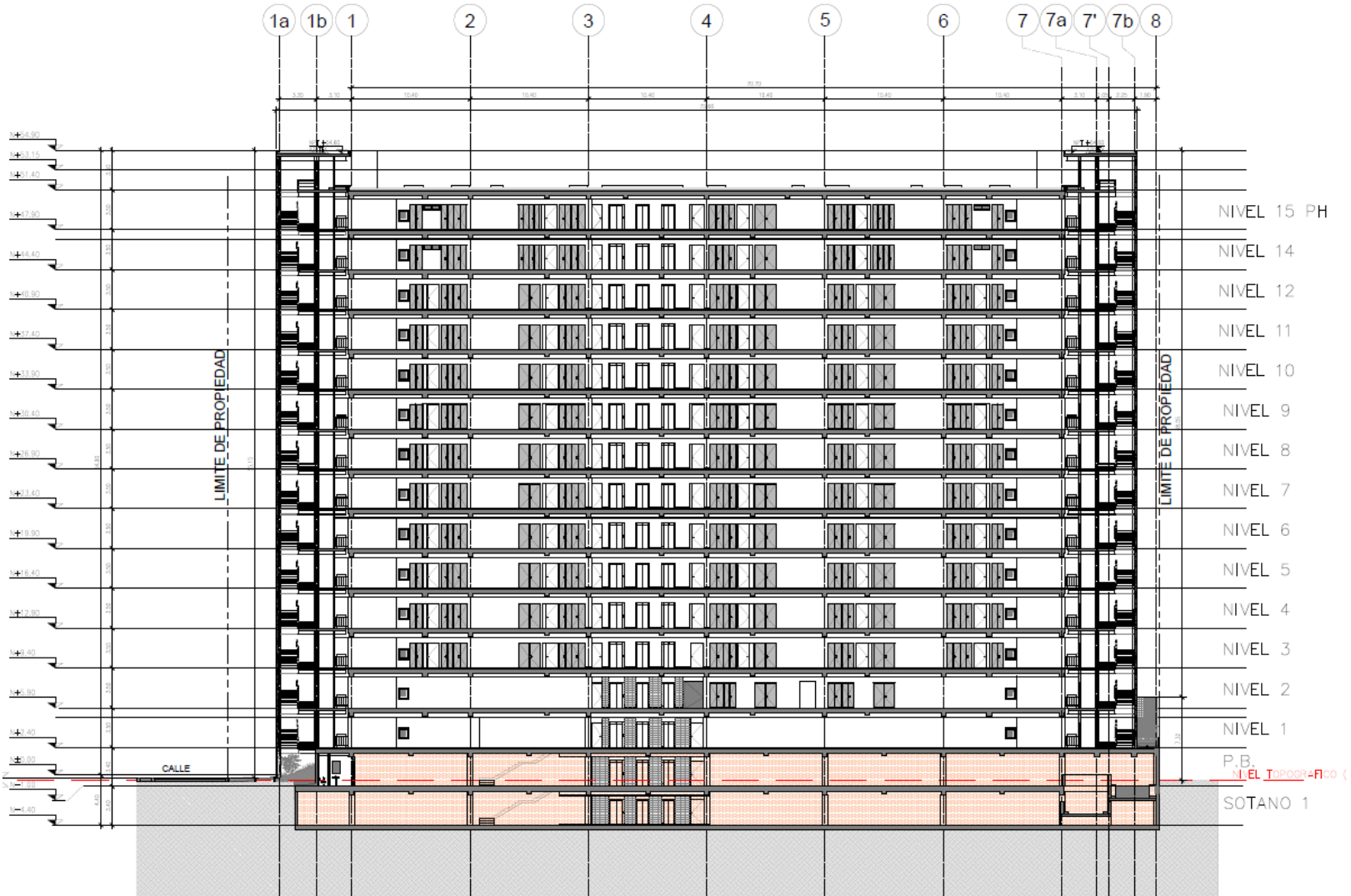


FIGURA 33.- CORTE 7.

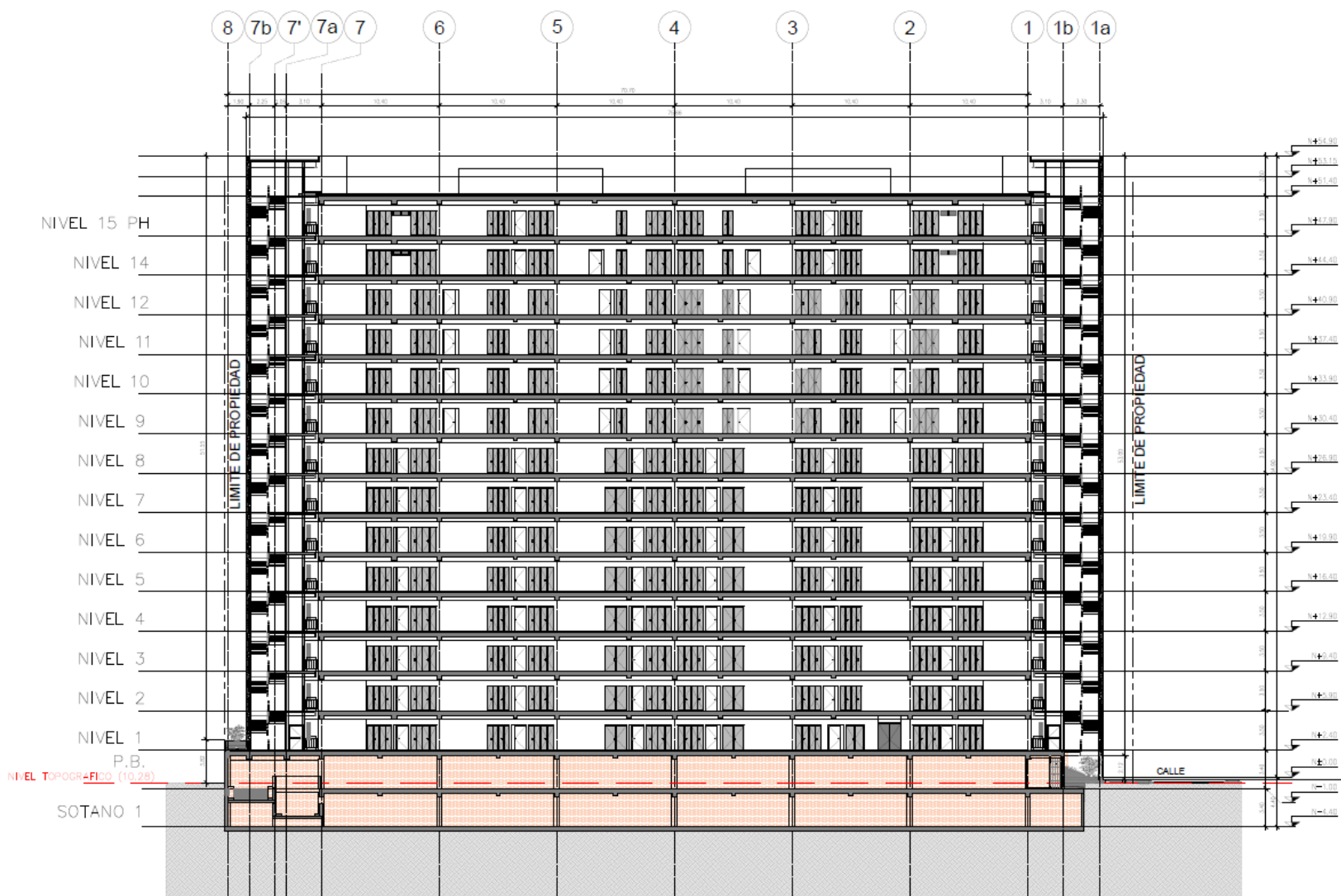


FIGURA 34.- CORTE 6.

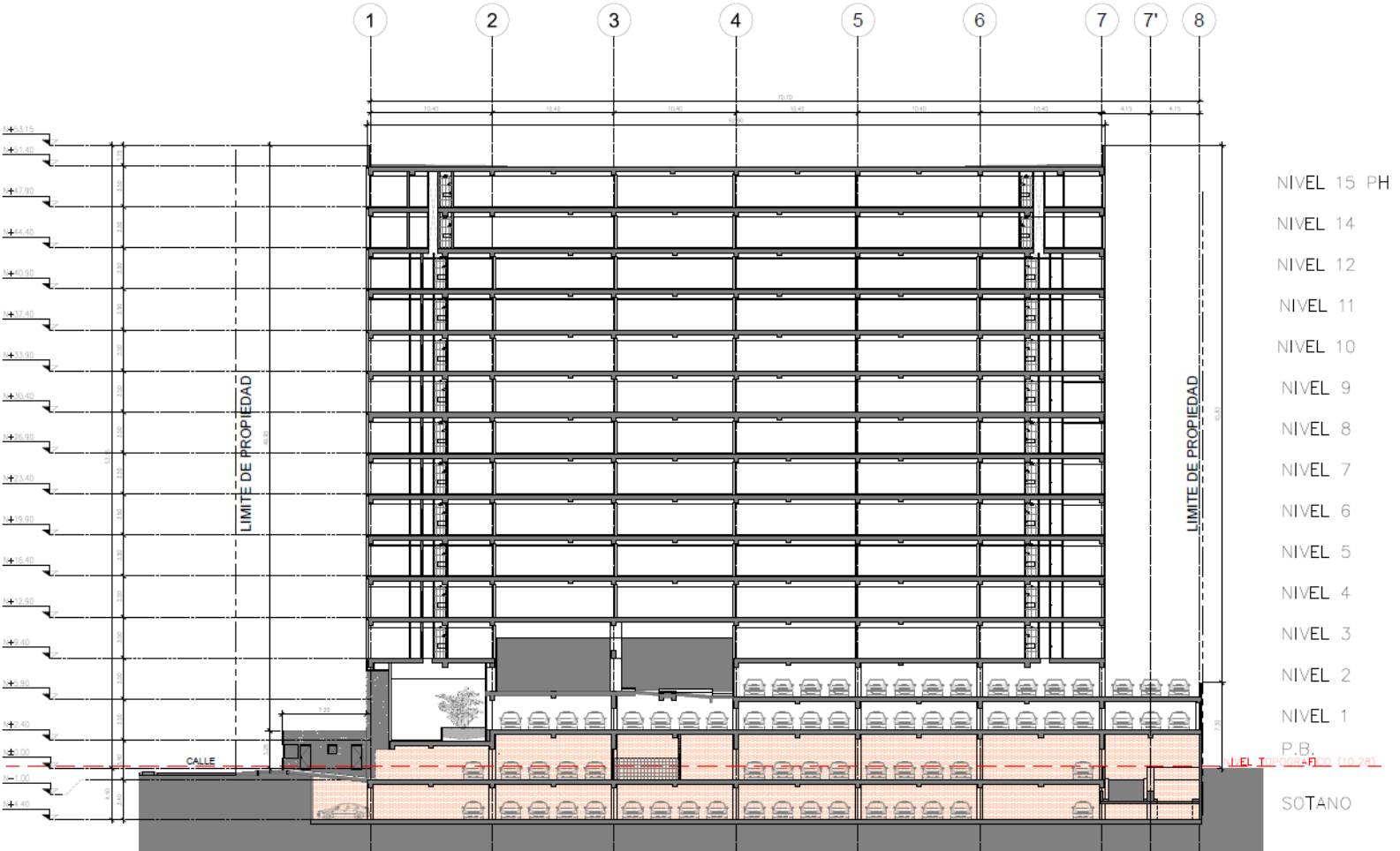


FIGURA 35.- CORTE 7.



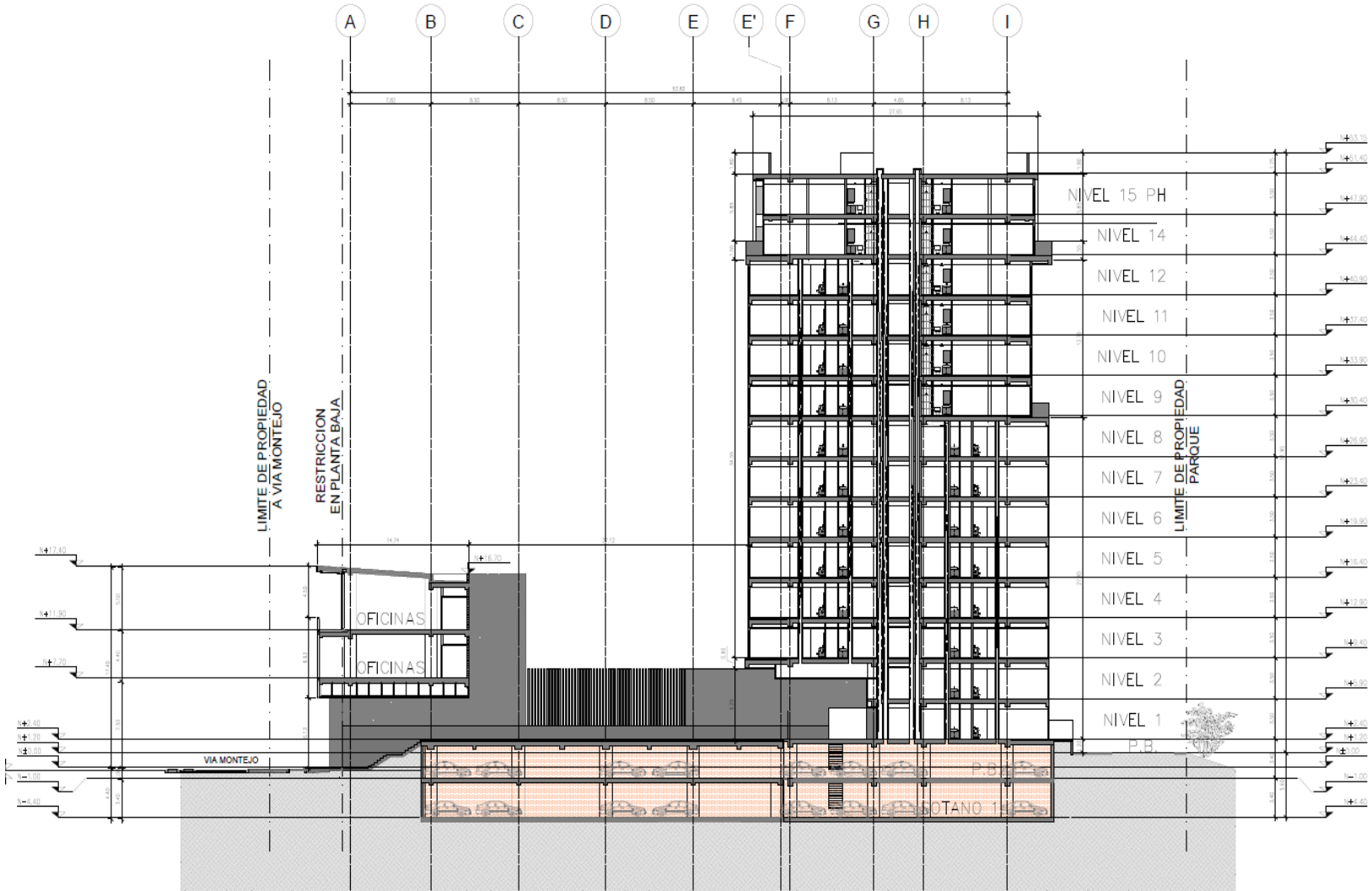


FIGURA 36.- CORTE 8.

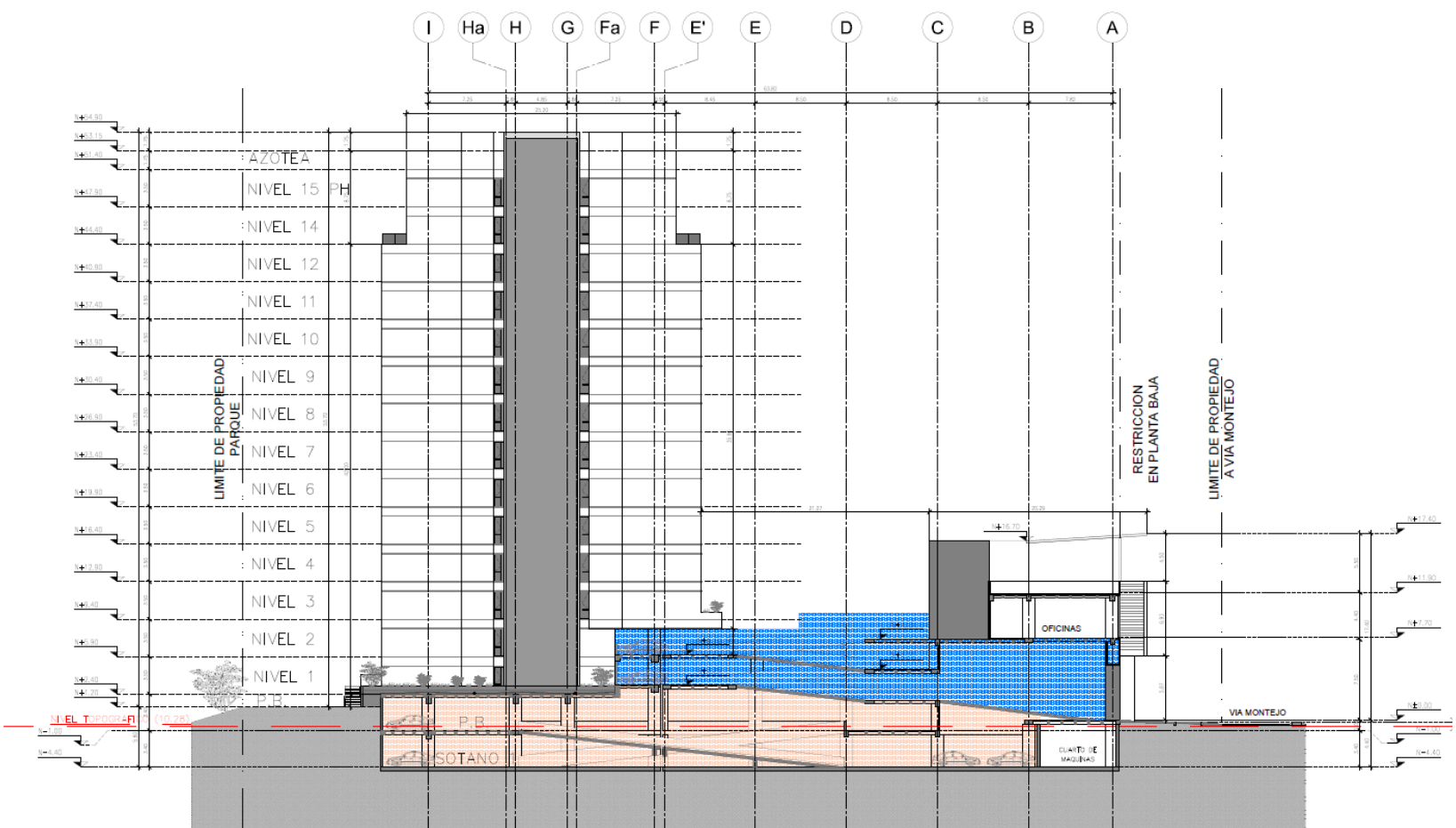


FIGURA 37.- CORTE 8.

### I.3 Condiciones actuales

El predio de interés tiene una configuración sensiblemente horizontal; actualmente se realizan los trabajos previos a la excavación del terreno, como son despalme y deshierbe. En la figura 38 se muestra un esquema de las condiciones actuales del predio.





**FIGURA 38.- ESTADO ACTUAL.**



#### I.4 Colindancias

Las colindancias que tiene el predio en estudio y de acuerdo al levantamiento realizado en campo se indican en la figura 39, y son las siguientes:

- Al norte colinda con el Periférico de Mérida (Lic. Manuel Berzunza)
- Al oriente colinda con la Carretera Mérida-Progreso (Av. Ricardo “El Vate” López Méndez).
- Al poniente y Sur se localizan predios baldíos.

Es importante mencionar que las colindancias antes descritas corresponden al predio del “Proyecto Vía Montejo” y que **“Torre 1”** y **“Torre Índico”** se encuentra dentro de este predio.

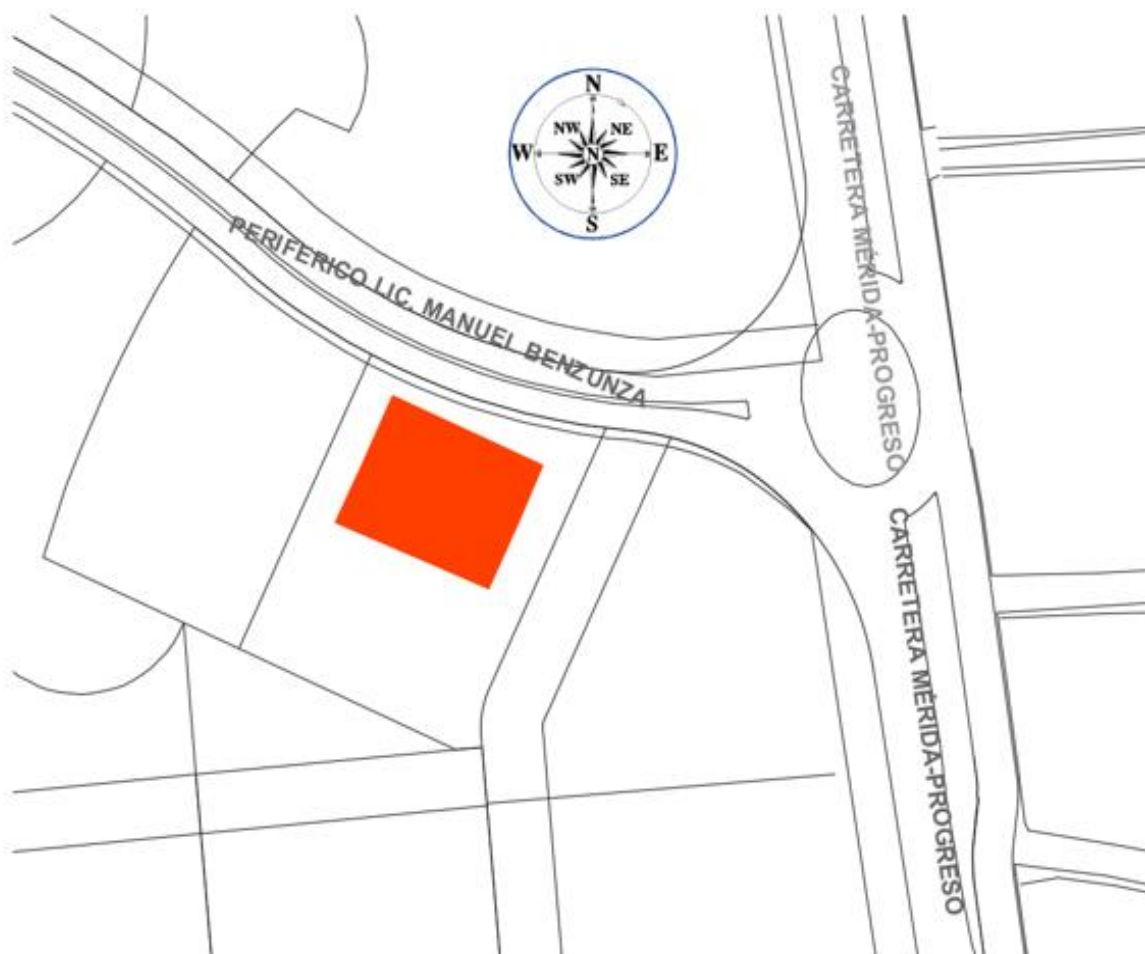


FIGURA 39.- COLINDANCIAS DEL PREDIO.



## I.5 Objetivos

### El objeto del estudio es:

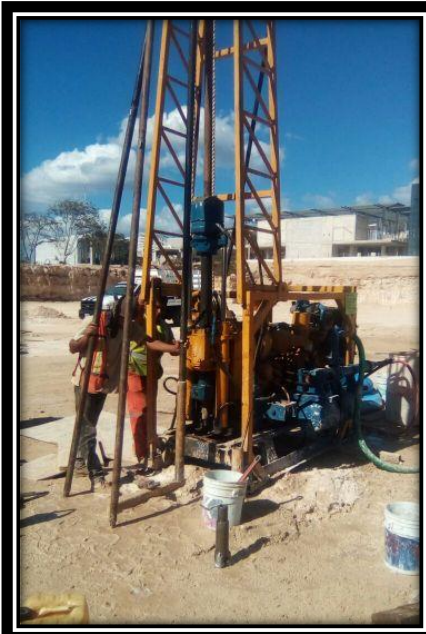
- Determinar la estratigrafía del subsuelo en el sitio de interés, sus propiedades índices y mecánicas (deformabilidad y resistencia).
- Establecer la alternativa de cimentación que se juzga más adecuada para la construcción del inmueble que garantice su estabilidad, proporcionando las recomendaciones necesarias para su diseño, tales como: la capacidad de carga en condiciones estáticas y dinámicas, los asentamientos máximos esperados que se desarrollarán en la masa del suelo bajo la carga total de la estructura.
- Determinar el procedimiento constructivo para la excavación que alojará la cimentación que contempla el proyecto

En este informe se describen los trabajos realizados, se reportan los resultados obtenidos y se consignan las recomendaciones para el diseño y construcción de la alternativa de cimentación que se juzga más conveniente, así como el proceso constructivo que se requiere efectuar para la construcción de la cimentación.



## EXPLORACIÓN Y MUESTREO DEL SUBSUELO





EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO EN TORRE 1.







**EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO EN TORRE ÍNDICO**



## II. EXPLORACIÓN Y MUESTREO DEL SUBSUELO

### II.1 Generalidades

La investigación del subsuelo tiene como finalidad averiguar el estado natural de un suelo de cimentación antes de la asignación a un predio de un tipo determinado de estructura o de un arreglo de ellas, ***para lo anterior se realizaron doce sondeos de tipo mixto a 40 m de profundidad en la primera etapa de exploración y ocho sondeos de tipo mixto a 40 m de profundidad en la segunda etapa de exploración en el interior del predio de interés, en que se combinó el muestreo inalterado mediante la herramienta de penetración estándar, y el muestreo inalterado de los materiales mediante la extracción de núcleos con el Barril NQ.***

La ubicación dentro del predio de los sondeos efectuados en la primera etapa de “Torre 1” se muestra en la figura 40.

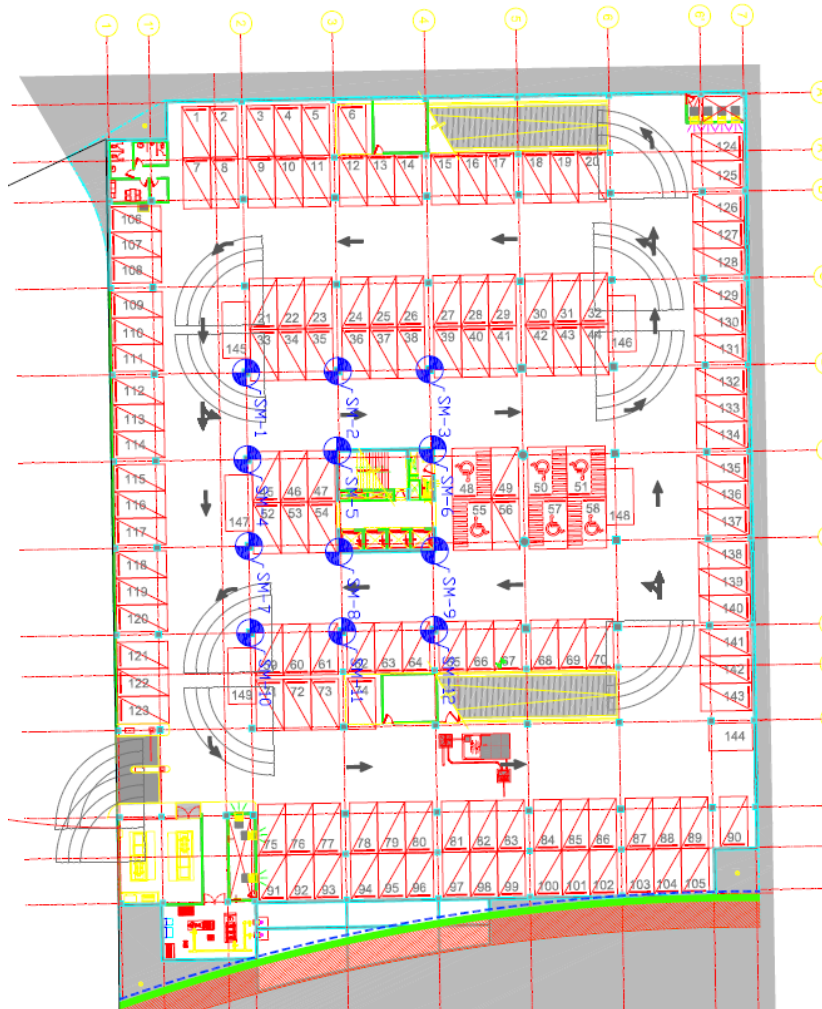


FIGURA 40.- UBICACIÓN DE SONDEOS EN LA PRIMERA ETAPA DE EXPLORACIÓN (TORRE 1).



La ubicación dentro del predio de los sondeos efectuados en la segunda etapa de “Torre 1” se muestra en la figura 41.

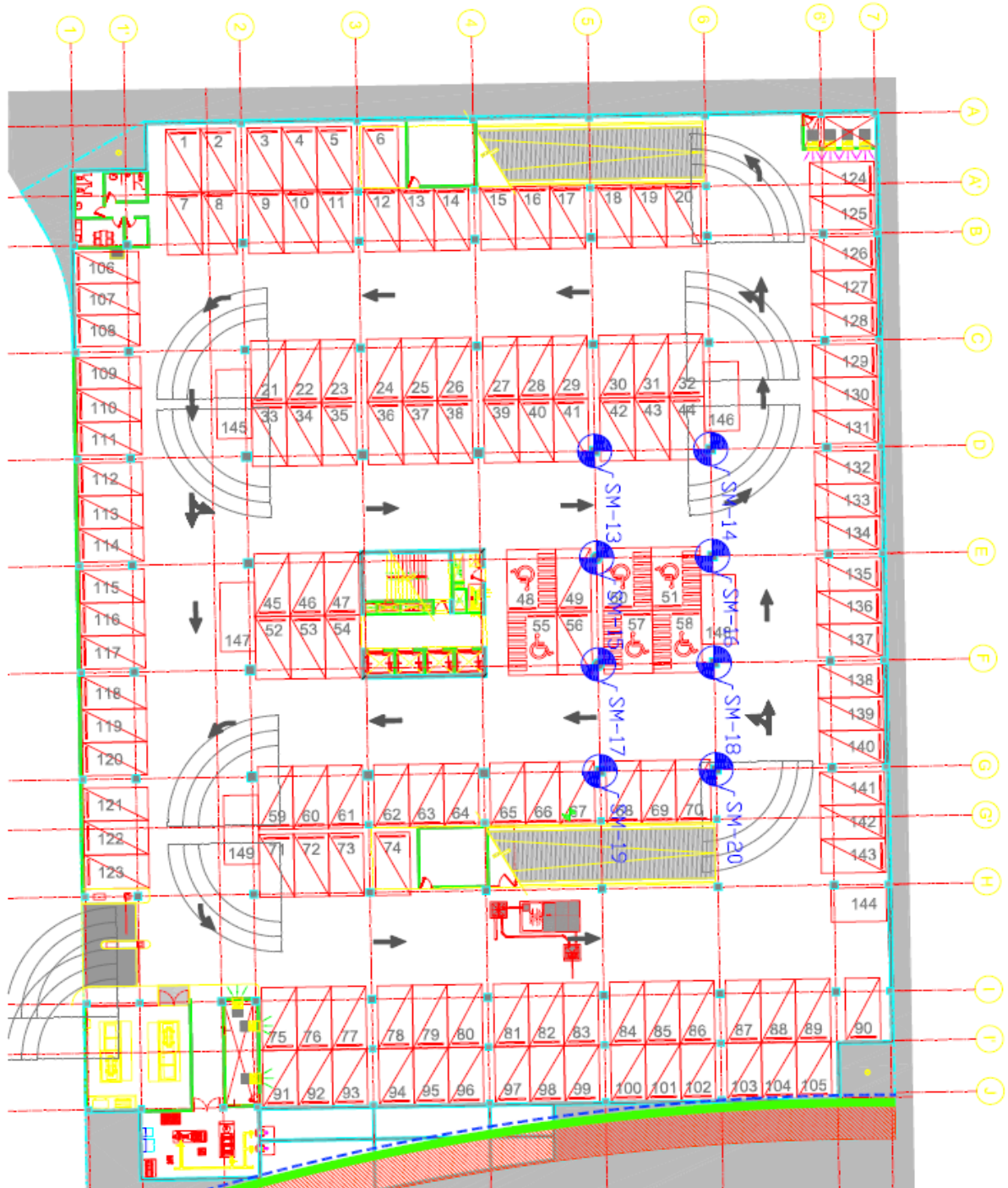


FIGURA 41.- UBICACIÓN DE SONDEOS EN LA SEGUNDA ETAPA DE EXPLORACIÓN (TORRE 1).

La ubicación dentro del predio de los sondeos efectuados en la primera etapa de “Torre Índico” se muestra en la figura 42.

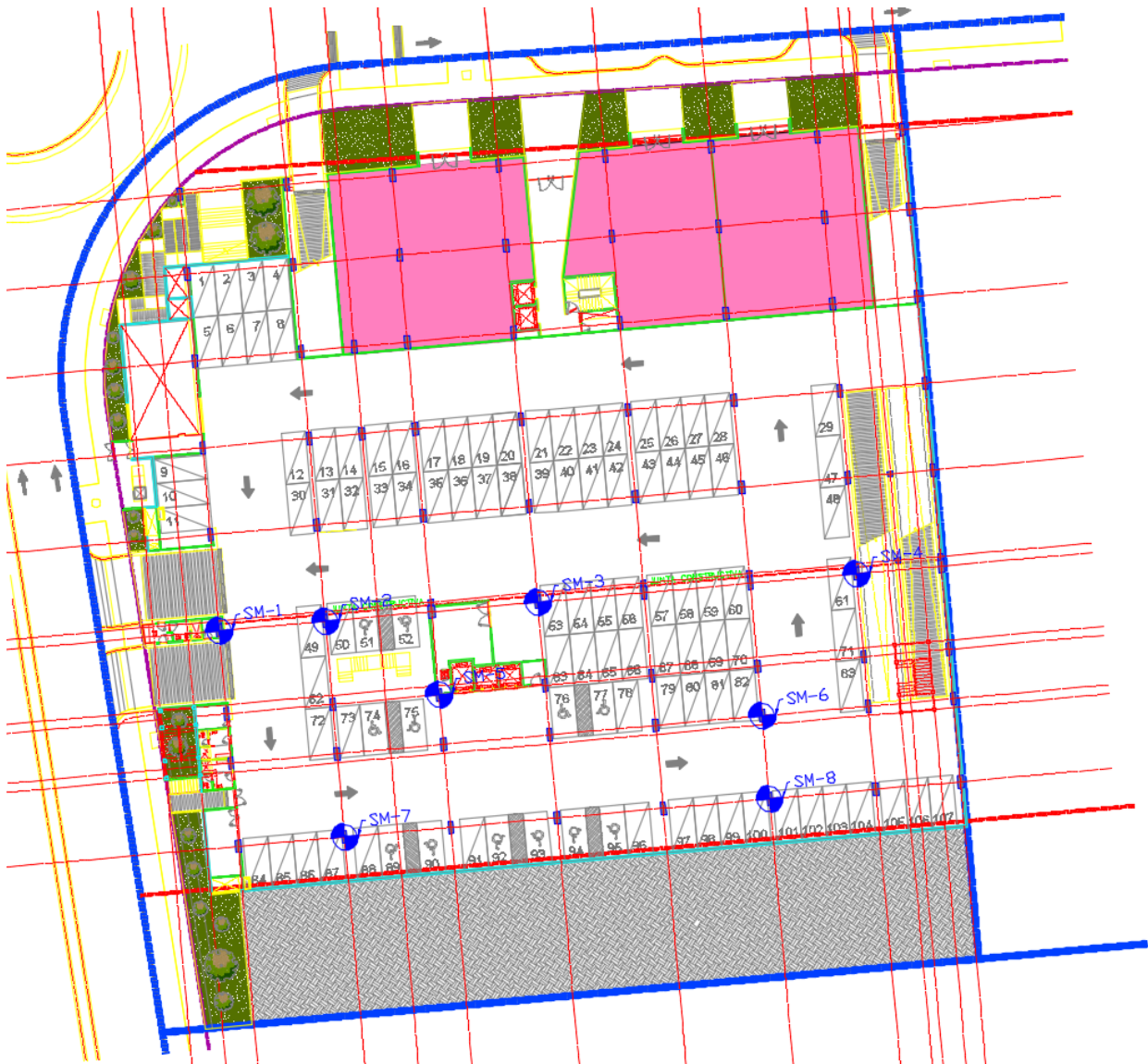


FIGURA 42.- UBICACIÓN DE SONDEOS EN LA PRIMERA ETAPA DE EXPLORACIÓN (TORRE ÍNDICO).



La ubicación dentro del predio de los sondeos efectuados en la segunda etapa de “Torre Índico” se muestra en la figura 43.



FIGURA 43.- UBICACIÓN DE SONDEOS EN LA SEGUNDA ETAPA DE EXPLORACIÓN (TORRE ÍNDICO).

## II.2 Sondeo con equipo mecánico

Se efectuaron para “**Torre 1**” 20 sondeos profundos de tipo Mixto a 40 m de profundidad denominados SM-1 a SM-20, y para “**Torre Índico**” 28 sondeos profundos de tipo Mixto a 40 m de profundidad denominados SM-1 a SM-28, obteniendo datos confiables de los depósitos profundos y la estratigrafía del sitio, que serán de gran ayuda en el cálculo de la capacidad de carga y de los asentamientos máximos esperados.

### II.2.1 Método de penetración estándar

Con este método se obtienen principalmente muestras alteradas de suelo, la importancia y utilidad mayores de la prueba de penetración estándar radican en las correlaciones realizadas en el campo y en el laboratorio en diversos suelos, sobre todo en arenas, que permiten relacionar aproximadamente la compacidad, el ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) en arenas y el valor de la resistencia a la compresión simple ( $q_u$ ) en arcillas.



PENETROMETRO ESTÁNDAR EMPLEADO.





La prueba se realiza dejando caer un martillo que pesa 63.5 Kg. sobre la barra de perforación, desde una altura de 76 cm. El número de golpes N necesarios para producir una penetración de 30 cm. se considera la resistencia a la penetración.

Para considerar la falta de apoyo, los golpes de los primeros 15 cm. de penetración no se toman en cuenta; los necesarios para aumentar la penetración de 15 a 45 cm, constituyen el valor de N.

En el caso de las arenas, los valores obtenidos de N son bastante seguros como para usarlos en el proyecto de las cimentaciones, en el caso de las arcillas plásticas, los valores de N deben tomarse con criterio pues no son tan dignos de crédito.

A continuación se presenta una tabla que correlaciona el número de golpes con la compacidad relativa, en el caso de las arenas, y la consistencia, en el caso de las arcillas, según Terzaghi y Peck:

**Correlación entre la resistencia a la penetración y las propiedades de los suelos a partir de la prueba de penetración estándar.**

ARENAS (BASTANTE SEGURAS)	
No. DE GOLPES POR 30 CM. N	COMPACIDAD RELATIVA
0 - 4	MUY SUELTA
5 - 10	SUELTA
11 - 30	MEDIA
31 - 50	COMPACTA
MAS DE 50	MUY COMPACTA

ARCILLAS (RELATIVAMENTE INSEGURA)	
No. DE GOLPES POR 30 CM. N	CONSISTENCIA
MENOS DE 2	MUY BLANDA
2 - 4	BLANDA
5 - 8	MEDIA
9 - 15	FIRME
15 - 30	MUY FIRME
MAS DE 30	DURA



### II.2.2 Muestreo con Barril NQ

El muestreador barril NQ es un tubo de acero, de 10cm de diámetro y 2m de longitud, con el extremo inferior una broca que permite el corte en la roca, se introduce mediante rotación con la broca que va cortando la roca, y de esta manera se obtienen muestras de roca para obtener su RQD.



**MUESTREADOR BARRIL NQ.**

En las figuras 44 a 91 se presentan los registros de campo de los sondeos realizados, y en las figuras 92 a 138 se muestran los perfiles estratigráficos de los sondeos mixtos realizados en el interior del predio.



PROYECTO:	TORRE #1	HOJA 1
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL MONTEJO MERIDA, YUCATAN	
SONDEO:	SM-1	
N.A.F.:	1.35 MTS (13-12-17)	
PREFORADORA:	LONG YEAR 34	
FECHA DE INICIO:	11-dic-17	
BOMBA:	M OYNO 3L6	
FECHA DE TERMINACION:	19-dic-17 (SE SUSPENDIO EL 14-12-17 Y SE CONTINUO EL LUNES 18-12-17)	

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
1	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
	25.00	25.20	37	50/5		34			TP	Arena limosa color blanquizca
	25.20	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
2	25.60	25.87	37	50/12		38			TP	Arena limosa color blanquizca
	25.87	26.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
3	26.20	26.40	25	50/5		33			TP	Arena limosa con grumos del mismo material color blanquizca
	26.40	26.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
4	26.80	26.89	50/9			9			TP	Arena limosa con grumos del mismo material color blanquizca
	26.89	27.40		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
5	27.40	28.00	44	33	24	18			TP	Limo grumoso color blanquizco con gravillas empacadas
6	28.00	28.25	35	50/10		11			TP	Limo grumoso color blanquizco con gravillas empacadas
	28.25	28.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
7	28.60	28.90	28	50/15		16			TP	Limo grumoso color blanquizco con gravillas empacadas
	28.90	29.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	29.20	29.30	50/10			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra
	29.30	29.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
8	29.80	30.10	40	50/15		13			TP	Limo color café blanquizco
	30.10	30.40		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
9	30.40	30.60	25	50/5		10			TP	Limo color café blanquizco
	30.60	31.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
10	31.00	31.30	30	50/15		15			TP	Limo grumoso color blanquizco con gravillas empacadas
	31.30	31.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
11	31.60	31.82	45	50/7		14			TP	Limo grumoso color blanquizco con gravillas empacadas
	31.82	32.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
12	32.20	32.33	50/13			11			TP	Limo grumoso color blanquizco con gravillas empacadas
	32.33	32.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
13	32.80	33.24	35	50/29		35			TP	Rebote de Herramienta
	33.24	33.40		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
14	33.40	33.65	45	50/10		15			TP	Limo con grumos del mismo material color café blanquizco
	33.65	34.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
15	34.00	34.30	40	50/15		23			TP	Limo con grumos del mismo material color café blanquizco
	34.30	34.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica

SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	<b>OBSERVACION:</b> <b>SE UTILIZO 11,000 LTS DE AGUA APROX</b> <b>SE ADEMO 25 MTS</b>	<b>Operador:</b> NESTOR EUGENIO <b>Supervisor:</b> ING ERICK GOMEZ
--	---	---

FIGURA 44.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-1 (PARTE 1).



PROYECTO:	TORRE 1			HOJA 1
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN			
SONDEO:	SM-2	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA: M OYNO 3L6
N.A.F.:	NO SE DETECTO	FECHA DE INICIO:	9-dic-17	FECHA DE TERMINACION:
				11-dic-17



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	11.30		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
	11.30	11.30		AVANCE					BT	Se bloqueo la Broca Triconica
1	11.30	12.80	BARRIL	NQ		43			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
2	12.80	15.80	BARRIL	NQ		106			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
3	15.80	18.80	BARRIL	NQ		100			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
4	18.80	21.80	BARRIL	NQ		43			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
5	21.80	24.80	BARRIL	NQ		154			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
6	24.80	27.80	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
7	27.80	30.80	BARRIL	NQ		50			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
8	30.80	31.40	8	44	41	40			TP	Limo arenoso color blanquizco
9	31.40	32.00	10	40	45	33			TP	Limo arenoso color blanquizco
10	32.00	32.30	24	50/15		13			TP	Limo arenoso color blanquizco
	32.30	32.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
11	32.60	32.85	30	50/10		10			TP	Limo arenoso color blanquizco
	32.85	33.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
12	33.20	34.70	BARRIL	NQ		41			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
13	34.70	35.00	30	50/15		42			TP	Limo arenoso color blanquizco
	35.00	35.30		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
14	35.30	35.55	28	50/10		15			TP	Limo arenoso color blanquizco
	35.55	35.90		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
15	35.90	36.90	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
16	36.90	37.13	37	50/8		6			TP	Limo arenoso color blanquizco
	37.13	37.50		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
17	37.50	37.60	50/10			8			TP	Limo arenoso color blanquizco
	37.60	38.10		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	38.10	38.18	50/8			SR			TP	Sin Recuperacion de Muestra
	38.18	38.70		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	38.70	38.71	50/1			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)
18	38.71	40.21	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
				<b>FIN DE SONDEO A LOS 40.21 MTS</b>						

SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	OBSERVACION: <b>SE UTILIZO 15,000 LTS DE AGUA APROX</b>	Operador: SERGIO TELLEZ Supervisor: ING ERICK FCO
--	--	--



56

FIGURA 46.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-2.



PROYECTO:	TORRE 1	HOJA 1
UBICACIÓN:	PARQUE RESEIDENCIAL VIA MONTEJO MÉRIDA YUCATAN	
SONDEO:	SM-3	
N.A.F.:	NO SE DETECTO	
PREFORADORA:	LONG YEAR 34	
FECHA DE INICIO:	9-dic-17	
BOMBA:	M OYNO 3L6	
FECHA DE TERMINACION:	10-dic-17	

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	0.15		AREA LIBRE						Perforacion anterior
	0.15	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	25.00	25.01	50/1			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de herramienta)</b>
1	25.01	26.50	BARRIL	NQ		24			BNQ	Fragments de boleos ( caliza color café claro)
2	26.50	26.80	31	50/15		26			TP	Limo calizo color blanquizco
	26.80	27.10		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	27.10	27.11	50/1			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de herramienta)</b>
3	27.11	28.11	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragments de roca caliza color blanquizca
SM	28.11	28.12	50/1			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de herramienta)</b>
4	28.12	28.25	BARRIL	NQ		12			BNQ	Fragments de roca color café claro
5	28.25	28.75	BARRIL	NQ		16			BNQ	Fragments de boleos color café claro
6	28.75	29.75	BARRIL	NQ		55			BNQ	Limo cementado color café claro
SR	29.75	31.75	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin recuperacion de Muestra <b>(Se labo la muestra)</b>
7	31.75	32.35	8	22	11	30			TP	Limo calizo color blanquizco
8	32.35	32.95	13	18	4	23			TP	Limo calizo color blanquizco
SM	32.95	34.75	1	PH	PH	SR			TP	Se detecto caverna de aprox 1.80 mts
9	34.75	35.17	14	50/27		25			TP	Limo color café claro con grumos del mismo material
	35.17	35.35		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	35.35	35.36	50/1			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Se labo la muestra)</b>
10	35.36	36.36	BARRIL	NQ		11			BNQ	Fragments de boleoo color café claro
11	36.36	38.00	BARRIL	NQ		21			BNQ	Fragments de boleoo color café claro
SM	38.00	38.20	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin recuperacion de Muestra <b>(Se labo la muestra)</b>
12	38.20	38.80	20	24	18	55			TP	Limo calizo color café claro
	38.80	38.81	50/1			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de herramienta)</b>
13	38.81	40.31	BARRIL	NQ		64			BNQ	Fragments de boleos color café claro
				FIN DE SONDEO A LOS		40.31 MTS				

SM= SIN MUESTRA	OBSERVACION: <span style="color: red;">SE ADEMO 25.30 MTS</span>	Operador	EDUARDO RODRIGUEZ
SR= SIN RECUP. DE MUESTRA	<span style="color: red;">SE UTILIZARON 12,300 LTS DE AGUA APROX.</span>	Supervisor:	ING ERICK FCO
TSH= TUBO SHELBY			

FIGURA 47.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-3.

PROYECTO:	TORRE #1					HOJA 1
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL MONTEJO MERIDA, YUCATAN					
SONDEO:	SM-4	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6	
N.A.F.:	1.30 MTS	FECHA DE INICIO:	12-dic-17	FECHA DE TERMINACION:	13-dic-17	



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción	
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance		
1	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica	
	25.00	25.22	28	50/7		42			TP	Arena limosa color blanquizca	
	25.22	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica	
2	25.60	25.74	50/14			14			TP	Limo con grumos del mismo material color blanquizco	
	25.74	26.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica	
	26.20	26.33	50/13			13			TP	Limo con grumos del mismo material color blanquizco	
3	26.33	26.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica	
	26.80	26.88	50/8			8			TP	Limo con grumos del mismo material color blanquizco	
	26.88	27.40		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica	
4	27.40	27.45	50/5			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra	
	27.45	28.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica	
	28.00	28.06	50/6			6			TP	Limo con grumos del mismo material color blanquizco	
5	28.06	28.60		AVANCE					BT	Limo con grumos del mismo material color blanquizco	
	28.60	29.60	BARRIL	NQ		22			BNQ	Fragmentos de roca caliza <b>RQD=16 CM</b>	
	29.60	30.01	8	50/26		8			TP	Limo con grumos del mismo material color blanquizco	
6	30.01	30.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica	
	30.20	31.20	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmento de roca caliza color gris blanquizca	
	31.20	31.20	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>	
7	31.20	32.20	BARRIL	NQ		50			BNQ	Fragmentos de boleos color gris blanquizco	
	32.20	32.25	50/5			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra	
	32.25	33.50		AVANCE					BT	<b>No avanza la Broca Triconica</b>	
8	33.50	33.50	BARRIL	NQ		42			BNQ	Fragmentos de boleos color gris blanquizco	
	33.50	33.50	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>	
	33.50	35.00	BARRIL	NQ		80			BNQ	Fragmentos de boleos color gris blanquizco	
9	35.00	36.00	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de boleos color gris blanquizco	
	36.00	36.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>	
	36.00	37.00	BARRIL	NQ		26			BNQ	Fragmentos de boleos color gris blanquizco	
10	37.00	38.00	BARRIL	NQ		21			BNQ	Fragmentos de roca cedimetada	
	38.00	39.00	BARRIL	NQ		20			BNQ	Fragmentos de boleos color gris blanquizco	
	39.00	39.00	50/0			SR			TP	Rebote de Herramienta	
11	39.00	40.00	BARRIL	NQ		30			BNQ	Fragmentos de boleos color gris blanquizco	
			<b>FIN DE SONDEO A LOS</b>	<b>40.00 MTS</b>							
SM= SIN MUESTRA		OBSERVACION:		<b>SE ADEMO 26.50 MTS</b>						Operador: NESTOR EUGENIO	
SR= SIN RECUP. DE MUESTRA				<b>SE UTILIZARON 12,000 LTS DE AGUA APROX</b>						Supervisor: ERICK FCO.	
TSH= TUBO SHELBY				<b>SE OCUPÓ POLIMERO Y BENTONITA</b>							

FIGURA 48.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-4.



PROYECTO:	TORRE #1					HOJA 1
UBICACIÓN:	PARUQE RESIDENCIAL MONTEJO MERIDA, YUCATAN					
SONDEO:	SM-5	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6	
N.A.F.:	1.40 MTS	FECHA DE INICIO:	12-dic-17	FECHA DE TERMINACION:	13-dic-17	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	25.00		AVANCE						BT Avance con Broca Triconica
SM	25.00	25.02	50/2			SR				TP Sin Recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)
1	25.02	26.62	BARRIL	NQ		7				BNQ Roca Caliza muy fracturada color blanquizca
2	26.62	26.74	50/12			11				TP Limo arenoso color blanquizco
	26.74	27.22		AVANCE						BT Avance con Broca Triconica
3	27.22	27.32	50/10			7				TP Limo arenoso color blanquizco
	27.32	27.82		AVANCE						BT Avance con Broca Triconica
SM	27.82	27.87	50/5			SR				TP Sin Recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)
	27.87	27.92		AVANCE						BT Se bloqueo la Broca Triconica
4	27.92	29.42	BARRIL	NQ		45				BNQ Roca Caliza muy fracturada color blanquizca
5	29.42	29.67	40	50/10		15				TP Limo arenoso color blanquizco
	29.67	30.02		AVANCE						BT Avance con Broca Triconica
SM	30.02	30.02	50/0			SR				TP Sin Recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)
6	30.02	31.52	BARRIL	NQ		33				BNQ Roca Caliza muy fracturada color blanquizca
7	31.52	31.64	50/12			7				TP Limo arenoso color blanquizco
	31.64	32.12		AVANCE						BT Avance con Broca Triconica
8	32.12	32.62	BARRIL	NQ		40				BNQ Roca Caliza muy fracturada color blanquizca
SM	32.62	32.66	50/4			SR				TP Sin Recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)
SM	32.66	34.16	BARRIL	NQ		SR				BNQ Sin Recuperacion de Muestra (Se lavo la muestra)
9	34.16	34.49	20	50/18		10				TP Limo arenoso color blanquizco
	34.49	34.76		AVANCE						BT Avance con Broca Triconica
10	34.76	35.01	26	50/10		11				TP Limo arenoso color blanquizco
	35.01	35.36		AVANCE						BT Avance con Broca Triconica
11	35.36	36.86	BARRIL	NQ		28				BNQ Fragmentos de roca caliza color blanquizca
12	36.86	37.17	28	50/16		13				TP Limo arenoso color blanquizco
	37.17	37.46		AVANCE						BT Avance con Broca Triconica
13	37.46	37.73	25	50/12		10				TP Limo arenoso color blanquizco
	37.73	38.06		AVANCE						BT Avance con Broca Triconica
14	38.06	39.06	BARRIL	NQ		40				BNQ Fragmentos de roca caliza color blanquizca
15	39.06	40.06	BARRIL	NQ		20				BNQ Fragmentos de roca caliza color blanquizca

FIN DE SONDEO A LOS 40.06 MTS

SM= SIN MUESTRA  
SR= SIN RECUP. DE MUESTRA  
TSH= TUBO SHELBY

OBSERVACION: SE ADEMO 27.50 MTS  
SE UTILIZO 6,300 LTS DE AGUA APROX  
ARRASTRE DEL SM-2 AL SM-5

Operador: SERGIO TELLEZ  
Supervisor: ERICK FCO.

59

FIGURA 49.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-5.



PROYECTO:	TORRE 1										HOJA 1
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN										
SONDEO:	SM-6	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6						
N.A.F.:	1.40 MTS	FECHA DE INICIO:	10-dic-17	FECHA DE TERMINACION:	12-dic-17						



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	25.00	25.01	50/1			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
1	25.01	26.50	BARRIL	NQ		33			TP	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
2	26.50	26.80	25	50/15		22			TP	Limo arenoso color blanquizco
	26.80	27.10							BT	Avance con Broca Triconica
3	27.10	27.38	17	50/13		20			TP	Limo arenoso color café claro
	27.38	27.70							BT	Avance con Broca Triconica
4	27.70	27.91	25	50/6		15			TP	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	27.91	28.30		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	28.30	28.31	50/1			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
5	28.31	29.31	BARRIL	NQ		27			BNQ	Fragmentos de roca caliza color café claro
6	29.31	30.81	BARRIL	NQ		75			BNQ	Fragmentos de roca caliza color café claro
7	30.81	32.31	BARRIL	NQ		16			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
8	32.31	33.81	BARRIL	NQ		24			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
9	33.81	34.33	7	47	50/7	40			BNQ	Fragmentos de roca caliza color café claro
	34.33	34.41		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
10	34.41	34.86	20	50/30		50			TP	Limo arenoso color blanquizco
	34.86	35.01		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	35.01	35.02	50/1			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
11	35.02	36.02	BARRIL	NQ		20			BNQ	Fragmentos de roca caliza color café claro
SM	36.02	37.52	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra <b>(Se lavo la muestra)</b>
SM	37.52	37.55	50/3			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
	37.55	38.12		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	38.12	38.13	50/1			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
12	38.13	39.13	BARRIL	NQ		6			BNQ	Fragmentos de roca caliza color café claro
13	39.13	39.48	21	50/20		33			TP	Limo arenoso color blanquizco
	39.48	39.73		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
14	39.73	40.26	18	45	50/8	29			TP	P/S limo arenoso color blanquizco P/I limo cementado color blanquizco
				<b>FIN DE SONDEO A LOS 40.26 MTS</b>						

SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	OBSERVACION:	SE ADEMO 25.00 MTS PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 5.00 MTS SE UTILIZO 18,000 LTS DE AGUA APROX	Operador: EDUARDO RGUEZ Supervisor: ING ERICK FCO
--	--------------	---	--



FIGURA 50.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-6.



PROYECTO:	TORRE #1	HOJA	1
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL MONTEJO MERIDA, YUCATAN		
SONDEO:	SM-7	PREFORADORA:	LONG YEAR 34
N.A.F.:	1.30 MTS	FECHA DE INICIO:	14-dic-17
		BOMBA:	M OYNO 316
		FECHA DE TERMINACION:	15-dic-17

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	25.00	25.05	50/5			SR			TP	Sin Recuperacion de Muestra
	25.05	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.60	25.70	50/10			10			TP	Arena limosa color gris blanquizca
	25.70	26.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
2	26.20	26.27	50/7			7			TP	Arena limosa color gris blanquizca
	26.27	26.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	26.80	26.83	50/3			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra
	26.83	27.20		AVANCE					BT	<b>Se Bloqueo la Broca ya no avanza</b>
SM	27.20	27.20	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
3	27.20	28.20	BARRIL	NQ		30			TP	Fragmentos de boleos color gris blanquizco
4	28.20	28.34	50/14			10			TP	Limo con grumos del mismo material color blanquizco
	28.34	28.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	28.80	28.87	50/7			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
	28.87	29.40		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
5	29.40	29.55	50/15			15			TP	Limo con grumos del mismo material color blanquizco
	29.55	30.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
6	30.00	31.00	BARRIL	NQ		20			BNQ	Fragmentos de boleos caliza color blanquizco
SM	31.00	32.00	BARRIL	NQ		1			BNQ	Avance con Broca Triconica
SM	32.00	32.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
7	32.00	33.00	BARRIL	NQ		13			BNQ	Fragmentos de boleos color cafe blanquizco
8	33.00	34.00	BARRIL	NQ		38			BNQ	Fragmentos de boleos color blanquizco
SM	34.00	34.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
9	34.00	35.00	BARRIL	NQ		23			BNQ	Fragmentos de boleos color cafe blanquizco
10	35.00	36.00	BARRIL	NQ		20			BNQ	Fragmentos de boleos color café blanquizco
11	36.00	37.00	BARRIL	NQ		39			BNQ	Fragmentos de boleos color cafe blanquizco
SM	37.00	37.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
12	37.00	38.00	BARRIL	NQ		35			BNQ	Fragmentos de boleos color café blanquizco
13	38.00	39.00	BARRIL	NQ		68			BNQ	Fragmentos de boleos color café blanquizco
SM	39.00	39.50	DETECTA	CAVERNA	PH	20			BNQ	Sin recuperacion de Muestra <b>(Se detecto caverna de 50 MTS APROX.)</b>
14	39.50	40.00	BARRIL	NQ		20			BNQ	Fragmentos de boleos color café blanquizco
	<b>FIN DE</b>	<b>SONDEO A LOS</b>	<b>40.00 MTS</b>							

SM= SIN MUESTRA  
SR= SIN RECUP. DE MUESTRA  
TSH= TUBO SHELBY

OBSERVACION: **SE ADEMO 27.00 MTS SE OCUPÓ 15,000 LTS DE AGUA  
ARRASTRE DEL SM-4 AL SM-7 8.00 MTS APROX.  
SE DETECTO CAVERNA DE .50 CM DE LOS 39.00 MTS A LOS 39.50 MTS**

Operador: NESTOR EUGENIO  
Supervisor: HECTOR GOMEZ

FIGURA 51.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-7.



PROYECTO:	TORRE #1	HOJA 1
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL MONTEJO MERIDA, YUCATAN	
SONDEO:	SM-8	
N.A.F.:	1.35 MTS	
PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA: M OYNO 3L6
FECHA DE INICIO:	15-dic-17	FECHA DE TERMINACION:
		16-dic-17

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	25.00	25.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
1	25.00	26.50	BARRIL	NQ		11			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizza
2	26.50	27.10	8	9	PH	13			TP	Limo arenoso color blanquizzo
SM	27.10	28.60	SE DETECTO	CAVERNA	PH	SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Se detecto caverna de 1.50 MTS APROX.)</b>
SM	28.60	29.00	35	50/25		SR			TP	Sin recuperacion de Muestra
	29.00	29.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	29.20	29.20	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
3	29.20	30.70	BARRIL	NQ		15			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizza
SM	30.70	32.20	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin recuperacion de Muestra <b>(Se lavo la muestra)</b>
4	32.20	33.70	BARRIL	NQ		15			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizza
5	33.70	35.20	BARRIL	NQ		42			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizza <b>RQD=13+13=26 CM</b>
6	35.20	36.70	BARRIL	NQ		50			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizza
7	36.70	38.20	BARRIL	NQ		42			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizza
8	38.20	39.70	BARRIL	NQ		31			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizza
9	39.70	40.70	BARRIL	NQ		40			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizza
	<b>FIN DE</b>	<b>SONDEO A LOS</b>	<b>40.70 MTS</b>							

SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECLUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	<b>OBSERVACION:</b> SE ADEMO 29.00 MTS SE UTILIZO 8,500 LTS AGUA APROX. SE DETECTO CAVERNA DE APROX. 1.50 MTS DE LOS 27.10 A 28.60 MTS ARRASTRE DEL SONDEO SM-11 AL SM-8 APROX 8.00 MTS	<b>Operador:</b> SERGIO TELLEZ <b>Supervisor:</b> ING ERICK GOMEZ
---	---	--

FIGURA 52.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-8.

PROYECTO:	TORRE 1	UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6	HOJA	1
SONDEO:	SM-9	FECHA DE INICIO:	14-dic-17	FECHA DE TERMINACION:	16-dic-17				
N.A.F.:	1.22 MTS								



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.00	27.00	BARRIL	NQ		32			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color café claro
2	27.00	29.00	BARRIL	NQ		40			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color café claro
3	29.00	31.00	BARRIL	NQ		37			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color café claro
4	31.00	33.00	BARRIL	NQ		30			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Se lavo la muestra</b> )
SM	33.00	34.20	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Se lavo la muestra</b> )
SM	34.20	35.20	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Se lavo la muestra</b> )
SM	35.20	36.20	SE DETECTO	CAVERNA	PH	SR			BNQ	Se detecto caverna de 1.00 mts aprox.
5	36.20	36.35	50/15			13			TP	Limo arenoso color blanquizco
	36.35	36.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	36.80	36.81	50/1			SR			TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
6	36.81	38.31	BARRIL	NQ		30			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color café claro
SM	38.31	38.60	SE DETECTO	CAVERNA	PH	SR			BNQ	Se detecto caverna de 30 CM aprox.
SM	38.60	38.60	50/0			SR			TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
7	38.60	40.10	BARRIL	NQ		77			BT	Fragmentos de Roca caliza color café claro
		<b>FIN DEL SONDEO A LOS 40.10 MTS</b>								
SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY		<b>OBSERVACION:</b> SE ADEMO 33 MTS CONSUMO DE AGUA DE APROX. 13,000 LTS SE DETECTO CAVERNA DE APROX. 1.00 MTS A LOS 35.20 A 36.20 Y OTRA DE .30 CM DE 38.31 A LOS 38.60 SE ARRASTRO EL EQUIPO DEL S-12 AL SM-9 APROX. 9 MTS							Operador: EDUARDO RGUEZ Supervisor: ING ERICK FCO	

FIGURA 53.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-9.





PROYECTO:	TORRE #1			HOJA 1	
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL MONTEJO MERIDA, YUCATAN				
SONDEO:	SM-11	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6
N.A.F.:	1.35 MTS	FECHA DE INICIO:	12-dic-17	FECHA DE TERMINACION:	14-dic-17



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.00	25.28	40	50/13		13			TP	Limo arenoso color blanquizzo
	25.28	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	25.60	25.61	50/1			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
2	25.61	27.11	BARRIL	NQ		28			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
3	27.11	27.24	50/13			11			TP	Limo arenoso color blanquizzo
	27.24	27.71		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
4	27.71	27.74	50/3			3			TP	Limo arenoso con gravas empacadas color blanquizzo (caliza)
	27.74	28.31		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	28.31	28.31	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
5	28.31	29.31	BARRIL	NQ		6			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
6	29.31	30.81	BARRIL	NQ		35			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
7	30.81	31.11	32	50/15		13			TP	Limo arenoso color blanquizzo
	31.11	31.41		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
8	31.41	31.68	30	50/12		12			TP	Limo arenoso color blanquizzo
	31.68	32.01		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	32.01	32.01	50/0						TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
9	32.01	33.01	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
10	33.01	34.51	BARRIL	NQ		50			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
11	34.51	36.01	BARRIL	NQ		26			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
12	36.01	37.01	BARRIL	NQ		32			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
13	37.01	38.01	BARRIL	NQ		36			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
14	38.01	39.01	BARRIL	NQ		24			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
15	39.01	40.51	BARRIL	NQ		114			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca RQD=13+22+24=59 CM
			FIN DE	SONDEO A LOS	40.51 MTS					
SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY										
<b>OBSERVACION:</b> SE ADEMO 25.00 MTS PERDIDA TOTAL DE AGUA DESDE LOS 35.00 MTS SE UTILIZO 10,000 LTS DE AGUA APROX ARRASTRE DEL SONDEO SM-5 AL SM-11 APROX 21 MTS										
<b>Operador:</b> SERGIO TELLEZ <b>Supervisor:</b> ING ERICK GOMEZ										



65

FIGURA 55.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-11.



PROYECTO:	TORRE 1	HOJA 1
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN	
SONDEO:	SM-12	
N.A.F.:	1.54 MTS	
PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA: M OYNO 3L6
FECHA DE INICIO:	12-dic-17	FECHA DE TERMINACION:
		14-dic-17

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	15.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica (Perforacion ya realizada)
SM	15.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.00	26.50	BARRIL	NQ		29			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color café claro
2	26.50	28.00	BARRIL	NQ		33			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color café claro
SM	28.00	29.00	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra <b>(Se lavo la muestra)</b>
3	29.00	31.00	BARRIL	NQ		50			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color café claro
4	31.00	33.00	BARRIL	NQ		83			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color café claro
SM	33.00	33.50	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra <b>(Se lavo la muestra)</b>
5	33.50	33.78	34	50/13		28			TP	Limo arenoso color blanquizco
	33.78	34.10	AVANCE	CON	BARRIL	NQ			BNQ	Avance con Barril NQ
6	34.10	34.45	29	50/20		25			TP	Limo arenoso color blanquizco
	34.45	34.70	AVANCE	CON	BARRIL	NQ			BT	Avance con Barril NQ
SM	34.70	34.71	50/1			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
7	34.71	36.20	BARRIL	NQ		20			TP	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	36.20	36.80	CAIDA DE	HERRAMIENTA		SR			BT	Sin recuperacion de Muestra <b>(Se detecto caberna de 60 cm aprox.)</b>
8	36.80	38.00	BARRIL	NQ		25			TP	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
9	38.00	40.00	BARRIL	NQ		120			TP	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	<b>FIN DEL</b>	<b>SONDEO A LOS</b>	<b>40.00 MTS</b>							

SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	<b>OBSERVACION:</b> SE ADEMO 29.50 MTS PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 12.00 MTS SE UTILIZO 18,000 LTS DE AGUA APROX SE DETECTO CAVERNA DE APROX. 60 CM A LOS 36.20 A 36.80	<b>Operador:</b> EDUARDO RGUEZ <b>Supervisor:</b> ING ERICK FCO
--	---	--

66

FIGURA 56.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-12.

PROYECTO:	TORRE 1 2DA ETAPA	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6	HOJA	1
UBICACIÓN:	RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN	FECHA DE INICIO:	23-dic-17	FECHA DE TERMINACION:	26-dic-17		
SONDEO:	SM-1						
N.A.F.:	1.25 MTS (26-12-17)						



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	0.15		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica (Perforacion ya realizada)
	0.15	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.00	27.00	BARRIL	NQ		21			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	27.00	28.00	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Se lavo la Muestra</b> )
2	28.00	28.15	50/15			8			TP	Limo arenoso color café claro
	28.15	28.50		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica ( <b>Ya no avanzo la Broca</b> )
SM	28.50	28.60	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Se lavo la Muestra</b> )
3	28.60	28.86	40	50/11		18			TP	Limo arenoso color café claro
	28.86	29.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
4	29.20	29.48	37	50/13		24			TP	Limo arenoso color café claro
	29.48	29.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
5	29.80	29.95	50/15			15			TP	Limo arenoso color café claro
	29.95	30.40		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
6	30.40	30.45	50/5			5			TP	Limo arenoso color café claro
	30.45	31.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
7	31.00	32.50	BARRIL	NQ		36			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	32.50	33.70		PH					BT	Se detecto cavema de 1.20 CM
8	33.70	34.70	BARRIL	NQ		16			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	34.70	35.70	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Se lavo la Muestra</b> )
9	35.70	36.30	4	18	16	33			TP	Limo arenoso color café claro
10	36.30	38.30	BARRIL	NQ		55			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
11	38.30	40.00	BARRIL	NQ		50			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	<b>FIN DE</b>	<b>SONDEO A LOS</b>	<b>40.00 MTS</b>							
SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECU. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	OBSERVACION: <b>SE CARGO LA MAQUINA DE TORRE INDICO A TORRE 1 2DA ETAPA 8.50 MTS SE REALIZO MOVIMIENTO SE UTILIZARON 16,000 LTS DE AGUA APROX SE ADEMO 25 MTS</b>								Operador Supervisor:	EDUARDO RODRIGUEZ HERCTOR GOMEZ









PROYECTO:	TORRE 1 2DA ETAPA				HOJA 1
UBICACIÓN:	RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN				
SONDEO:	SM-4	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6
N.A.F.:	1.35 MTS (26-12-17)	FECHA DE INICIO:	26-dic-17	FECHA DE TERMINACION:	27-dic-17



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
RH	25.00	25.00	50/0			RH			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
1	25.00	26.50	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
2	26.50	26.75	33	50/10		11			TP	Limo arenoso color blanquizco
	26.75	27.10		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
3	27.10	27.18	50/8			8			TP	Limo arenoso color blanquizco
	27.18	27.70		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	27.70	27.70	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
4	27.70	29.20	BARRIL	NQ		19			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
5	29.20	29.60	25	50/25		4			TP	Roca Caliza muy fragmentada color blanquizca
	29.60	29.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
6	29.80	30.22	22	50/27		21			TP	Limo arenoso color blanquizco
	30.22	30.40		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	30.40	30.90	PH	PH	PH	SR			TP	Se detecto caverna de .50 cm
7	30.90	31.30	20	50/25		22			TP	Limo arenoso con una grava de caliza empacada color blanquizco
	31.30	31.50		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	31.50	31.50	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
8	31.50	32.50	BARRIL	NQ		24			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
9	32.50	32.95	12	50/30		26			TP	Limo arenoso color blanquizco
	32.95	33.10		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	33.10	33.10	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
SM	33.10	34.60	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Se lavo la muestra</b> )
10	34.60	35.00	10	50/25		21			TP	Limo arenoso con una grava de caliza empacada color blanquizco
	35.00	36.00		PH					BT	Se detecto caverna de 1.00 cm
11	36.00	36.31	26	50/16		13			TP	Gravas de caliza empacadas color blanquizco
	36.31	36.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
12	36.60	36.88	24	50/13		17			TP	Gravas de caliza empacadas color blanquizco
	36.88	37.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
RH	37.20	37.20	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
13	37.20	38.70	BARRIL	NQ		15			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
14	38.70	40.20	BARRIL	NQ		20			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca

SM= SIN MUESTRA	OBSERVACION: <b>SE ADEMO 28.00 MTS SE UTILIZARON 11,000 LTS DE AGUA APROX PERDIDA DE AGUA A LOS 10.00 MTS CON PERDIDA AL 100%</b>	Operador: SERGIO TELLEZ Supervisor: HERCOR GOMEZ
SR= SIN RECUP. DE MUESTRA		
TSH= TUBO SHELBY		



FIGURA 60.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-16.



PROYECTO:	TORRE 1 2DA ETAPA			HOJA	1
UBICACIÓN:	RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN				
SONDEO:	SM-6	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6
N.A.F.:	:90 CM (29-12-18)	FECHA DE INICIO:	27-dic-17	FECHA DE TERMINACION:	29-dic-17



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	15.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
	15.00	18.00		VACIO		PH			TP	Se detecta un vacío
	18.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.00	25.15	50/15			15			TP	Limo arcilloso color blanquizco
	25.15	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
2	25.60	25.73	50/13			13			TP	Limo arcilloso color blanquizco
	25.73	26.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
3	26.20	26.34	50/14			14			TP	Limo arcilloso color blanquizco
	26.34	26.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
4	26.80	27.05	31	50/10		25			TP	Limo arcilloso color blanquizco con gravillas de roca caliza
	27.05	27.40		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	27.40	27.40	50/0			SR			TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de herramienta</b> )
5	27.40	28.40	BARRIL	NQ		20			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
6	28.40	28.55	50/15			15			TP	Limo arcilloso color blanquizco con gravillas de roca caliza
	28.55	29.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
7	29.00	29.14	50/14			14			TP	Limo arcilloso color blanquizco con gravillas de roca caliza
	29.14	29.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
8	29.60	29.66	50/6			6			TP	Limo arcilloso color blanquizco con gravas en zapata
	29.66	30.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	30.20	30.20	50/0			SR			TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de herramienta</b> )
9	30.20	32.20	BARRIL	NQ		28			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
10	32.20	32.45	18	50/10		25			TP	Limo arcilloso color blanquizco con gravillas de caliza empacadas
	32.45	32.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
11	32.80	33.07	32	50/12		21			TP	Limo arcilloso color blanquizco con gravillas de caliza empacadas
	33.07	33.40		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	33.40	33.60	27	50/5		SR			TP	Sin Recuperacion de Muestra
	33.60	34.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	34.00	34.00	50/0			SR			TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de herramienta</b> )
12	34.00	36.00	BARRIL	NQ		40			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
13	36.00	38.00	BARRIL	NQ		45			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
14	38.00	40.00	BARRIL	NQ		42			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco

SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	OBSERVACION:	ARRASTRE DE MAQUINARIA DE SM-5 A SM-6 ZDA ETAPA TORRE 1 APROX. 10 MTS PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 4.00 MTS SE UTILIZARON 15,000 LTS DE AGUS APROX SE ADEMO 28.00 MTS	Operador: SERGIO PACHECO Supervisor: ING ERICK GOMEZ
--	--------------	--	---

FIGURA 61.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-18.



PROYECTO:	TORRE 1 2DA ETAPA	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6	HOJA	1
UBICACIÓN:	RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN	FECHA DE INICIO:	28-dic-17	FECHA DE TERMINACION:	29-dic-17		
SONDEO:	SM-7						
N.A.F.:	.90 CM (28-12-17)						



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	3.00								Avance con Broca Triconica (Perforacion ya realizada)
	3.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.00	25.02	50/2			2			TP	Limo grumosa con gravas de caliza empacadas color blanquizco
	25.02	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	25.60	25.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
SM	25.60	26.60	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin recuperacion de Muestra (Se lavo la muestra)
2	26.60	26.72	50/12			12			TP	Limo grumoso con gravas de caliza empacadas color café claro
	26.72	27.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
3	27.20	27.50	14	50/15		30			TP	Limo grumoso con gravas de caliza empacadas color café claro
	27.50	27.80							BT	Avance con Broca Triconica
4	27.80	28.05	17	50/10		24			TP	Limo grumoso con gravas de caliza empacadas color café claro
	28.05	28.40		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
5	28.40	29.00	15	40	23	60			TP	Limo con grumos del mismo material y gravas empacadas color blanquizco
6	29.00	29.60	22	43	25	31			TP	Limo con grumos del mismo material y gravas empacadas color blanquizco
7	29.60	29.85	43	50/10		30			TP	Limo con grumos del mismo material y gravas empacadas color blanquizco
	29.85	30.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	30.20	30.20	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
8	30.20	31.20	BARRIL	NQ		47			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	31.20	31.20	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
9	31.20	32.20	BARRIL	NQ		45			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	32.20	32.20	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
10	32.20	33.20	BARRIL	NQ		35			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	33.20	33.20	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
11	33.20	34.20	BARRIL	NQ		34			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	34.20	34.20	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
12	34.20	35.20	BARRIL	NQ		40			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
13	35.20	35.45	33	50/10		15			TP	Limo grumoso color blanquizco
	35.45	35.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
14	35.80	35.99	35	50/4		13			TP	Limo grumoso color blanquizco
	35.99	36.40		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	36.40	36.40	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
15	36.40	38.00	BARRIL	NQ		90			BNQ	Fragmentos de caliza color café blanquizca
16	38.00	39.00	BARRIL	NQ		42			BNQ	Fragmentos de caliza color café blanquizca
17	39.00	40.00	BARRIL	NQ		35			BNQ	Fragmentos de caliza color café blanquizca
		<b>FIN DE SONDEO A LOS 40.00 MTS</b>								
SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	<b>OBSERVACION:</b> 9.00 MTS DE ARRASTRE DEL EQUIPO DEL SM-8 A SM-7 2DA PARTE TORRE 1 <b>PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 11.00 MTS SE OCUPARON 11,000 LTS DE AGUA APROX SE ADEMO 30 MTS</b>									<b>Operador:</b> NESTOR EUGENIO <b>Supervisor:</b> ING ERICK GOMEZ

FIGURA 62.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-19.

PROYECTO:	TORRE 1 2DA ETAPA					HOJA 1
UBICACIÓN:	RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN					
SONDEO:	SM-8	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6	
N.A.F.:	1.43 MTS (27-12-17)	FECHA DE INICIO:	26-dic-17	FECHA DE TERMINACION:	27-dic-17	



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.00	25.30	35	50/15		20			TP	Limo grumoso color blanquizco
		25.30		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
2	25.60	25.85	33	50/10		25			TP	Limo grumoso color blanquizco
		25.85		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
3	26.20	26.50	42	50/15		24			TP	Limo grumoso color blanquizco
		26.50		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
4	26.80	27.05	36	50/10		20			TP	Limo grumoso color blanquizco
		27.05		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	27.40	27.40	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
SM	27.40	28.40	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin recuperacion de Muestra <b>(Se labo la muestra)</b>
SM	28.40	28.43	50/3			SR			TP	Sin Recuperacion de Muestra
		28.43		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica <b>(No avanza la broca)</b>
5	28.90	29.90	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizco
SM	29.90	29.90	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
		29.90		BARRIL	NQ		8		BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizco
7	30.90	30.90	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
		30.90		BARRIL	NQ		60		BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizco
8	32.00	33.00	BARRIL	NQ		19			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizco
9	33.00	33.10	50/10			10			TP	Limo grumoso con gravillas de caliza empacadas color blanquizco
SM	33.50	33.50	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
10	33.50	34.50	BARRIL	NQ		20			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizco
SM	34.50	34.50	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
11	34.50	35.50	BARRIL	NQ		35			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizco
12	35.50	36.50	BARRIL	NQ		40			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizco
SM	36.50	36.50	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
13	36.50	37.50	BARRIL	NQ		14			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizco
14	37.50	37.60	50/10			8			TP	Limo grumoso color blanquizco
		37.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
15	38.10	38.20	50/10			10			TP	Limo grumoso con gravillas de caliza empacadas color blanquizco
		38.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	38.70	38.80	50/10			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
16	38.80	40.00	BARRIL	NQ		30			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizco

SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	OBSERVACION:	SE INCARON 25.00 MTS DE ADM PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 11.00 MTS SE UTILIZARON 10,000 LTS DE AGUA APROX SE CARGO EL EQUIPO UN MOV DE TORRE INDICO A TORRE 1 2DA ETAPA	Operador: NESTOR EUGENIO Supervisor: ERICK FCO.
--	--------------	--	--



FIGURA 63.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-20.







PROYECTO:	TORRE INDICO			HOJA	1
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN				
SONDEO:	SM-2	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6
N.A.F.:	1.20 MTS	FECHA DE INICIO:	20-dic-17	FECHA DE TERMINACION:	22-dic-17

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	8.50		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
	8.50	8.50		AVANCE					BT	Ya no avanza la Broca
1	8.50	11.50	BARRIL	NQ		12			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
2	11.50	14.50	BARRIL	NQ		36			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
3	14.50	17.50	BARRIL	NQ		30			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
4	17.50	20.50	BARRIL	NQ		155			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca RQD 11 CM
5	20.50	23.50	BARRIL	NQ		142			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca RQD= 14+11+12+10+11=58 CM
6	23.50	26.50	BARRIL	NQ		60			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	26.50	26.50	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)
7	26.50	29.50	BARRIL	NQ		60			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca RQD 11 CM
8	29.50	32.50	BARRIL	NQ		75			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca RQD 18 CM
9	32.50	35.50	BARRIL	NQ		57			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
10	35.50	38.50	BARRIL	NQ		65			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
11	38.50	40.50	BARRIL	NQ		40			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
				FIN DE SONDEO A LOS	40.50 MTS					
SM= SIN MUESTRA	OBSERVACION:		PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 11.50 MTS		SE UTILIZO 13,400 LTS DE AGUA APROX		Operador:	SERGIO TELLEZ		
SR= SIN RECLIP. DE MUESTRA			ADM 38 MTS CON BROCA DE DIAMANTE				Supervisor:	HECTOR GOMEZ		
TSH= TUBO SHELBY			ARRASTRE DEL SM-1 AL SM-2 12 MTS APROX.							

FIGURA 65.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-2.

PROYECTO:	TORRE INDICO			HOJA	1
UBICACIÓN:	MERIDA, YUCATAN, RESIDENCIAL VIA MONTEJO				
SONDEO:	SM-3	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6
N.A.F.:	.95 CM	FECHA DE INICIO:	19-dic-17	FECHA DE TERMINACION:	20-dic-17



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	16.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica <b>(Se bloqueo la Broca)</b>
1	16.00	18.00	BARRIL	NQ		18			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	18.00	22.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica <b>(Se bloqueo la Broca)</b>
2	22.00	24.00	BARRIL	NQ		22			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	24.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
3	25.00	27.00	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
4	27.00	29.00	BARRIL	NQ		16			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
5	29.00	31.00	BARRIL	NQ		26			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
6	31.00	33.00	BARRIL	NQ		23			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SR	33.00	35.00	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
7	35.00	37.00	BARRIL	NQ		27			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
8	37.00	39.00	BARRIL	NQ		18			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
9	39.00	40.00	BARRIL	NQ		6			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
				<b>FIN DE SONDEO A LOS 40.00 MTS</b>						

SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	OBSERVACION:	<b>SE ADEMO 22 MTS (CON ZAPATA DE DIAMANTE) PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 11.50 MTS SE COSUMIO APROX. 12,000 LTS DE AGUA DE SITIO SM-10 TORRE 1 A 2DO SITIO TORRE INDICO SM-3 APROX. 1 UN KM SE CARGO Y DESCARGO MAQUINA</b>	Operador: SERGIO PACHECO Supervisor: HECTOR GOMEZ
--	--------------	--	--



FIGURA 66.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-3.

PROYECTO:	TORRE INDICO				HOJA 1
UBICACIÓN:	MERIDA, YUCATAN, RESIDENCIAL VIA MONTEJO	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6
SONDEO:	SM-4	FECHA DE INICIO:	18-dic-17	FECHA DE TERMINACION:	20-dic-17
N.A.F.:	1.25 MTS				



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
1	0.00	1.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica <b>(Se bloqueo la Broca)</b>
	1.00	3.00	BARRIL	NQ		38			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	3.00	8.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica <b>(Se bloqueo la Broca)</b>
2	8.00	9.00	BARRIL	NQ		27			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	9.00	11.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica <b>(Se bloqueo la Broca)</b>
3	11.00	12.00	BARRIL	NQ		22			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	12.00	14.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
4	14.00	15.00	BARRIL	NQ		16			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	15.00	16.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
5	16.00	18.00	BARRIL	NQ		23			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	18.00	22.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica <b>(Se bloqueo la Broca)</b>
6	22.00	24.00	BARRIL	NQ		46			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	24.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	25.00	25.01	50/1			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
7	25.01	27.00	BARRIL	NQ		15			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	27.00	29.00	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra <b>(Se lavo la Muestra)</b>
8	29.00	31.50	BARRIL	NQ		18			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
9	31.50	33.50	BARRIL	NQ		10			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
10	33.50	35.50	BARRIL	NQ		20			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	35.50	36.00	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra <b>(Se lavo la Muestra)</b>
11	36.00	36.28	26	50/13		13			TP	Limo arenoso color blanquizco
	36.20	36.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
12	36.60	36.91	29	50/16		8			TP	Limo arenoso color blanquizco
	36.91	37.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	37.20	37.21	50/1			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
SM	37.21	38.20	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra <b>(Se lavo la Muestra)</b>
13	38.20	40.20	BARRIL	NQ		33			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	<b>FIN DE</b>	<b>SONDEO A LOS</b>	<b>40.20 MTS</b>							

SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	OBSERVACION:	<b>SE ADEMO 23.00 MTS</b> <b>SE UTILIZO 25,000 LTS DE AGUA APROX</b> <b>SE OCUPU BENTONITA Y POLIMERO</b>	Operador: EDUARDO RODRIGUEZ Supervisor: ING ERICK GOMEZ
--	--------------	---	--



78

FIGURA 67.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-4.



PROYECTO: TORRE INDICO	UBICACIÓN: RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN	HOJA 1
SONDEO: SM-5	PREFORADORA: LONG YEAR 34	BOMBA: M OYNO 3L6
N.A.F.: 1.00 MTS (21-12-17)	FECHA DE INICIO: 20-dic-17	FECHA DE TERMINACION: 23-dic-17

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.00	25.25	44	50/0		25			TP	Limo grumos color blanquizco
	25.25	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	25.60	25.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
2	25.60	26.60	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra <b>(Se lavo la Muestra)</b>
SM	26.60	26.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
2	26.60	27.60	BARRIL	NQ		25			BNQ	Roca caliza muy Fragmentada color blanquizca
SM	27.60	27.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
3	27.60	28.60	BARRIL	NQ		10			BNQ	Roca caliza muy Fragmentada color blanquizca
SM	28.60	28.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
4	28.60	29.60	BARRIL	NQ		15			BNQ	Roca caliza muy Fragmentada color blanquizca
SM	29.60	29.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
5	29.60	30.60	BARRIL	NQ		10			BNQ	Roca caliza muy Fragmentada color blanquizca
SM	30.60	30.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
6	30.60	31.60	BARRIL	NQ		9			BNQ	Roca caliza muy Fragmentada color blanquizco
SM	31.60	31.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
7	31.60	32.60	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
8	32.60	33.60	BARRIL	NQ		16			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	33.60	33.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
SM	33.60	34.60	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra
SM	34.60	34.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
9	34.60	35.60	BARRIL	NQ		27			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	35.60	35.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
10	35.60	36.60	BARRIL	NQ		20			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	36.60	36.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
11	36.60	38.60	BARRIL	NQ		50			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	38.60	38.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
12	38.60	40.10	BARRIL	NQ		20			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca

SM= SIN MUESTRA	OBSERVACION:	SE UTILIZARON 11,000 LTS DE AGUA APROX SE INICARON 20 MTS DE ADEME NW 20 MTS DE ARRASTRE DE SM-7 AL SM-5 TORRE INDICO	Operador	NESTOR EUGENIO
SR= SIN RECUP. DE MUESTRA			Supervisor:	ING. ERICK GOMEZ
TSH= TUBO SHELBY				

79

FIGURA 68.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-5.

PROYECTO:	TORRE INDICO			HOJA	1
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO YUCATAN				
SONDEO:	SM-6	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6
N.A.F.:	1.00 MT (22-12-17)	FECHA DE INICIO:	21-dic-17	FECHA DE TERMINACION:	22-dic-17



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	25.00	25.01	50/1			SR			TP	Sin Recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
SM	25.01	27.00	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra <b>(Se lavo la muestra)</b>
1	27.00	29.00	BARRIL	NQ		24			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
2	29.00	31.00	BARRIL	NQ		40			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
3	31.00	33.00	BARRIL	NQ		32			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
4	33.00	33.13	50/13			13			TP	Limo arenoso color blanquizco
	33.13	33.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
5	33.60	33.70	50/10			10			TP	Limo arenoso color blanquizco
	33.70	34.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	34.20	34.21	50/1			SR			TP	Sin Recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
6	34.21	35.50	BARRIL	NQ		7			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
7	35.50	37.50	BARRIL	NQ		35			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
8	37.50	39.00	BARRIL	NQ		47			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
9	39.00	40.00	BARRIL	NQ		38			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
			FIN DE	SONDEO A LOS	40.00MTS					

SM= SIN MUESTRA  
SR- SIN RECUP. DE MUESTRA  
TSH- TUBO SHELBY

OBSERVACION: **PERDIDA TOTAL DE AGUA DESDE LOS 7.50 MTS SE UTILIZO 20,000 LTS DE AGUA APROX**  
**20 MTS DE ARRASTRE DE MAQUINARIA DEL SM-4 AL SM-6**  
**SE ADEMO 25.00 MTS**

Operador: EDUARDO RODRIGUEZ  
Supervisor: ING ERICK FCO.



FIGURA 69.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-6.



PROYECTO: TORRE INDICO			HOJA 1
UBICACIÓN: MERIDA, YUCATAN, RESIDENCIAL VIA MONTEJO	PREFORADORA: LONG YEAR 34	BOMBA: M OYNO 3L6	
SONDEO: SM-7	FECHA DE INICIO: 19-dic-17	FECHA DE TERMINACION: 20-dic-17	
N.A.F.: 1.15 MTS			

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.00	25.30	16	50/15		30			TP	Limo con grumos del mismo material color blanquizco
	25.30	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	25.60	25.63	50/3				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
	25.63	26.00		AVANCE					BT	<b>Ya no avanzo la Broca Triconica</b>
SM	26.00	26.00	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
	26.00	27.00	BARRIL	NQ			35		BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	27.00	27.00	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
	27.00	28.00	BARRIL	NQ			15		BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	28.00	28.00	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
	28.00	29.00	BARRIL	NQ			15		BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	29.00	29.00	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
	29.00	30.00	BARRIL	NQ			75		BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	30.00	30.00	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
	30.00	31.00	BARRIL	NQ			35		BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	31.00	31.00	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
	31.00	32.00	BARRIL	NQ			25		BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	32.00	32.00	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
	32.00	33.00	BARRIL	NQ			15		BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	33.00	33.00	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
	33.00	34.00	BARRIL	NQ			35		BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	34.00	34.00	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
	34.00	35.00	BARRIL	NQ			SR		BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	35.00	35.00	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
	35.00	36.00	BARRIL	NQ			25		BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	36.00	36.00	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
	36.00	37.00	BARRIL	NQ			25		BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	37.00	37.00	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
	37.00	38.00	BARRIL	NQ			10		BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	38.00	38.00	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
	38.00	39.00	BARRIL	NQ			15		BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	39.00	39.00	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
	39.00	40.00	BARRIL	NQ			43		BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
		<b>FIN DE SONDEO A LOS 40.00MTS</b>								
SM-SIN MUESTRA SR-SIN RECUP. DE MUESTRA TSH-TUBO SHELBY	OBSERVACION: <b>PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 11.00 MTS SE UTILIZARON 10,000LTS</b>								Operador: NESTOR EUGENIO Supervisor: ING ERICK GOMEZ	

FIGURA 70.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-7.





PROYECTO:	TORRE INDICO 2 ETAPA	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6	HOJA	1
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA	FECHA DE INICIO:	11-ene-18	FECHA DE TERMINACION:	12-ene-18		
SONDEO:	SM-9						
N.A.F.:	3.50 MTS (POR LA RAMPA)						

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	14.50		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
	14.50	14.80		CAVERNA					BT	Se detecto caverna de .30 cm
	14.80	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.00	25.25	35	50/10		20			TP	Limo arenoso color blanquizco
	25.25	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
2	25.60	25.71	50/11			11			TP	Limo arenoso color blanquizco
	25.71	26.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
3	26.20	28.20	BARRIL	NQ		30			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
4	28.20	30.20	BARRIL	NQ		20			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
5	30.20	32.20	BARRIL	NQ		23			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
6	32.20	33.20	BARRIL	NQ		16			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
7	33.20	33.31	50/11			4			TP	Limo arenoso color blanquizco
	33.31	33.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
8	33.80	33.86	50/6			6			TP	Limo arenoso color blanquizco
	33.86	34.40		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
9	34.40	34.55	50/15			15			TP	Limo arenoso color blanquizco
	34.55	34.90		AVANCE					BT	No avanza la Broca Triconica
10	34.90	36.90	BARRIL	NQ		26			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
11	36.90	38.90	BARRIL	NQ		22			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
12	38.90	40.40	BARRIL	NQ		30			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
	<b>FIN DEL</b>	<b>SONDEO A LOS</b>	<b>40.40 MTS</b>							
SM-SIN MUESTRA	OBSERVACION: SE UTILIZO 20,000 LTS DE AGUA APROX PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 4.00 MTS								Operador	EDUARDO RODRIGUEZ
SR-SIN RECUP. DE MUESTRA	25.00 MTS DE ADM								Supervisor:	ING ERICK GOMEZ
TSH-TUBO SHELBY	SE ARRASTRO EL EQUIPO 19.00 APROX AL PUNTO EN RAMPA									

FIGURA 72.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-9.



PROYECTO:	TORRE INDICO 2DA ETAPA		UBICACIÓN:		PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN		HOJA 1	
SONDEO:	SM-10	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6			
N.A.F.:	1.10 MTS	FECHA DE INICIO:	10-ene-18	FECHA DE TERMINACION:	11-ene-18			



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
RH	25.00	25.00	50/0						TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
1	25.00	26.50	BARRIL	NQ		33			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca RQD=12 CM
2	26.50	28.00	BARRIL	NQ		46			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca RQD=22+19= 41 CM
SM	28.00	28.30		CAVERNA						Se detecto caverna de 30 cm
3	28.30	29.80	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
SM	29.80	31.30	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin recuperacion de Muestra
4	31.30	32.80	BARRIL	NQ		18			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
5	32.80	34.30	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
6	34.30	35.80	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
7	35.80	37.30	BARRIL	NQ		16			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
8	37.30	38.80	BARRIL	NQ		15			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
9	38.80	40.30	BARRIL	NQ		37			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
	<b>FIN DE</b>	<b>SONDEO A LOS</b>	<b>40.30 MTS</b>							

SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	OBSERVACION: <b>SE UTILIZO 7,000 LTS DE AGUA APROX PERDIDA DE AGUA A LOS 10.70 MTS SE ADEMO 25.50 MTS CON BROCA DE DIAMANTE ARRASTRE DEL SM-5 AL SM-2. APROX. 13 MTS</b>	Operador: SERGIO TELLEZ Supervisor: INF ERICK GOMEZ
--	---	--



FIGURA 73.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-10.



PROYECTO:	TORRE INDICO 2 ETAPA							HOJA 1
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN							
SONDEO:	SM-12	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6			
N.A.F.:	1.15 MTS	FECHA DE INICIO:	12-ene-18	FECHA DE TERMINACION:	13-ene-18			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.00	25.55	15	25	50/10	15			TP	Limo arenoso color blanquizo
	25.55	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
2	25.60	27.10	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
3	27.10	27.50	25	50/25		10			TP	Limo arenoso color blanquizo
	27.50	27.70		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	27.70	27.70	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
4	27.70	29.20	BARRIL	NQ		16			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
5	29.20	30.70	BARRIL	NQ		47			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
6	30.70	32.20	BARRIL	NQ		30			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
7	32.20	33.70	BARRIL	NQ		17			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
SM	33.70	35.20	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Se lavo la muestra</b> )
SM	35.20	35.20	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
8	35.20	36.70	BARRIL	NQ		18			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
9	36.70	38.20	BARRIL	NQ		48			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
10	38.20	39.70	BARRIL	NQ		35			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
11	39.70	40.70	BARRIL	NQ		35			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
	<b>FIN DEL</b>	<b>SONDEO A LOS</b>	<b>40.70 MTS</b>							
SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	OBSERVACION: SE UTILIZO 8000 LTS DE AGUA APROX HUBO PERDIDA DE AGUA A LOS 10.80 MTS ARRASTRE DEL SM-3 TORRE INDICO 2DA ETAPA AL SM-4 TORRE INDICO 2DA ETAPA 13.00 MTS APROX SE ADEMO 25.50 MTS							Operador Supervisor:	SERGIO TELLEZ ING ERICK FCO.	

FIGURA 75.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-12.





PROYECTO:	TORRE INDICO 2 ETAPA				HOJA	1
UBICACIÓN:	TORRE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN					
SONDEO:	SM-13	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6	
N.A.F.:	1.10 MTS	FECHA DE INICIO:	9-ene-18	FECHA DE TERMINACION:	10-ene-18	

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	25.00	25.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
1	25.00	26.50	BARRIL	NQ		33			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
2	26.50	28.00	BARRIL	NQ		35			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
3	28.00	29.50	BARRIL	NQ		15			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
4	29.50	31.00	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
5	31.00	32.50	BARRIL	NQ		27			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	32.50	34.00	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Se lavo la muestra</b> )
SM	34.00	34.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
6	34.00	35.50	BARRIL	NQ		28			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
7	35.50	37.00	BARRIL	NQ		31			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
8	37.00	38.50	BARRIL	NQ		37			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color café claro
9	38.50	40.00	BARRIL	NQ		45			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color café claro
	FIN DE	SONDEO A LOS	40.00 MTS							
SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	OBSERVACION: SE UTILIZO 6000 LTS DE A GUA APROX SE TUVO PERDIDA DE AGUA A LOS 11.00 MTS SE METIERON 25.50 MTS DE ADEME SE ARRASTRO LA MAQUINA DEL SM-20 AL SM-5								Operador: SERGIO TELLEZ Supervisor: ING ERICK FCO,	

FIGURA 76.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-13.

PROYECTO:	TORRE INDICO 2 ETAPA	PREFORADORA:		LONG YEAR 34	BOMBA:		M OYNO 3L6	HOJA	1
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA	FECHA DE INICIO:		10-ene-18	FECHA DE TERMINACION:		11-ene-18		
SONDEO:	SM-14								
N.A.F.:	1.10 MTS								



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	12.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
	12.00	12.30		CAVERNA					BT	Se detecto caverna de .30 cm
	12.30	20.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
	20.00	20.50		CAVERNA					BT	Se detecto caverna de .50 cm
	20.50	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.00	25.31	25	50/16		20			TP	Limo arenoso color blanquizco
	25.31	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
2	25.60	25.86	35	50/11		25			TP	Limo arenoso color blanquizco
	25.86	26.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	26.20	26.21	50/1			SR			TP	Sin Recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)
SM	26.21	27.20	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra (Se lavo la muestra)
3	27.20	28.70	BARRIL	NQ		46			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco RQD=12 CM
4	28.70	30.20	BARRIL	NQ		32			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
5	30.20	32.20	BARRIL	NQ		33			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
6	32.20	34.20	BARRIL	NQ		40			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
	34.20	37.70		CAVERNA						Se detecto caverna de 3.50 cm
7	37.70	39.20	BARRIL	NQ		26			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
8	39.20	40.70	BARRIL	NQ		17			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
9	40.70	42.20	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizco
	FIN DE	SONDEO A LOS	42.20 MTS							

SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	OBSERVACION:	<b>SE UTILIZO 20,000 LTS DE AGUA APROX PERDIDA DE AGUA A LOS 11.00 MTS</b> <b>26.00 MTS DE ADM</b> <b>SE ARRASTRO EL EQUIPO 7.00 APROX AL PUNTO</b>	Operador: EDUARDO RODRIGUEZ Supervisor: ING ERICK GOMEZ
--	--------------	---	--

88

FIGURA 77.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-14.





PROYECTO:	TORRE INDICO 2 ETAPA				HOJA 1
UBICACIÓN:	TORRE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN				
SONDEO:	SM-07	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6
N.A.F.:	1.15 MTS	FECHA DE INICIO:	9-ene-18	FECHA DE TERMINACION:	10-ene-18

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	11.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
	11.20	11.80		CAVERNA					BT	Se detecto Caverna de .60 cm
	11.80	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.00	25.25	23	50/10		20			TP	Limo arenoso color blanquizzo
	25.25	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
2	25.60	25.75	50/15			15			TP	Limo arenoso color blanquizzo
	25.75	26.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
3	26.20	26.25	50/5			4			TP	Limo arenoso color blanquizzo
	26.25	26.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	26.80	26.81	50/1			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)
4	26.81	28.80	BARRIL	NQ		70			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizzo
5	28.80	30.80	BARRIL	NQ		40			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizzo
6	30.80	32.80	BARRIL	NQ		27			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizzo
7	32.80	34.80	BARRIL	NQ		57			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizzo RQD= 17+11=28 CM
8	34.80	36.80	BARRIL	NQ		50			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizzo
9	36.80	38.80	BARRIL	NQ		35			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizzo
10	38.80	40.30	BARRIL	NQ		37			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizzo
	FIN DE SONDEO A LOS	40.30 MTS								
SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECLUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	OBSERVACION: SE UTILIZO 21,000 LTS DE A GUA APROX PERDIDA TOTAL DE AGUA DESDE LOS 11.00 MTS SE METIERON 21.50 MTS DE ADEME SE ARRASTRO LA MAQUINA APROX. 4.00 MTS									Operador: EDUARDO RODRIGUEZ Supervisor: ING ERICK FCO.

FIGURA 78.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-15.



PROYECTO:	TORRE INDICO 2 ETAPA			HOJA 1		
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN					
SONDEO:	SM-8	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6	
N.A.F.:	1.20 MTS (9-1-18)	FECHA DE INICIO:	8-ene-18	FECHA DE TERMINACION:	9-ene-18	



Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	11.30		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
	11.30	12.10		CAVERNA					BT	Se detecto caverna de aprox. .80 cm
	12.10	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.00	25.38	10	50/23		23			TP	Limo arenoso color blanquizco
	25.38	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
2	25.60	25.93	23	50/18		20			TP	Limo arenoso color blanquizco
	25.93	26.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
3	26.20	26.51	36	50/16		21			TP	Limo arenoso color blanquizco
	26.51	26.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
4	26.80	26.95	50/15			15			TP	Limo arenoso color blanquizco
	26.95	27.40		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	27.40	27.41	50/1			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)
5	27.41	29.41	BARRIL	NQ		54			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
6	29.41	31.41	BARRIL	NQ		55			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
7	31.41	33.40	BARRIL	NQ		71			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
8	33.40	35.40	BARRIL	NQ		53			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca RQD=13 CM
9	35.40	37.40	BARRIL	NQ		90			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
10	37.40	39.40	BARRIL	NQ		33			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
11	39.40	40.40	BARRIL	NQ		20			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
	<b>FIN DE</b>	<b>SONDEO A LOS</b>	<b>40.40 MTS</b>							

SM= SIN MUESTRA	OBSERVACION:	PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 11.00 MTS SE UTILIZO 20,000 LTS DE AGUA SE ADEMO 22.00 MTS DE ADM SE ARRASTRO APROX. 6.00 MTS EL EQUIPO	Operador:	EDUARDO RODRIGUEZ
SR= SIN RECUP. DE MUESTRA			Supervisor:	ING ERICK FCO.
TSH= TUBO SHELBY				



90

FIGURA 79.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-16.









PROYECTO: TORRE INDICO 2 ETAPA						HOJA 1
UBICACIÓN: PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN		PREFORADORA: LONG YEAR 34		BOMBA: M OYNO 3L6		
SONDEO: SM-11		FECHA DE INICIO: 2-ene-18		FECHA DE TERMINACION: 3-ene-18		
N.A.F.: 1.00 MTS						

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD (%)	Muestreo Avance	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	(cm)	(%)			
1	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
	25.00	25.25	41	50/10		25			TP	Limo arenoso color blanquizco
	25.25	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
2	25.60	25.75	50/15			15			TP	Limo arenoso color blanquizco
	25.75	26.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
3	26.20	26.31	50/11			4			TP	Roca caliza muy fracturada color blanquizca
	26.31	26.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	26.80	26.82	50/2			SR			TP	Sin Recuperacion de Muestra
4	26.82	28.80	BARRIL	NQ		39			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
SM	28.80	29.50	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Sin Recuperacion de Muestra
5	29.50	29.78	36	50/13		18			TP	Limo arenoso color blanquizco
	29.78	30.10		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
6	30.10	30.42	29	50/17		20			TP	Limo arenoso color blanquizco
	30.42	30.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
7	30.60	32.60	BARRIL	NQ		31			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
8	32.60	34.60	BARRIL	NQ		23			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
9	34.60	36.60	BARRIL	NQ		33			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
10	36.60	38.60	BARRIL	NQ		37			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
11	38.60	40.00	BARRIL	NQ		57			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
			FIN DE	ONDEO A LO	40.00 MTS					
SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY		OBSERVACION: <b>SE UTILIZARON 20,000 LTS DE AGUA</b> <b>SE ADEMO 22.00 MTS</b> <b>SE ARRASTRO EL EQUIPO 8.50 MTS</b>								Operador: EDUARDO RODRIGUEZ Supervisor: HECTOR GOMEZ

93

FIGURA 82.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-19.





PROYECTO:	TORRE INDICO 2ª ETAPA	HOJA 1
UBICACIÓN:	RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN	
SONDEO:	SM-13	
N.A.F.:	1.20 MTS (30-12-17)	
PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA: M OYNO 3L6
FECHA DE INICIO:	29-dic-17	FECHA DE TERMINACION:
		30-dic-17 (SE CONTINUO HASTA 43.20 MTS EL DIA 4 DE ENERO 2018)

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	(cm)	(%)	(%)	Avance	
	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.00	25.25	30	50/10		19			TP	Limo arenoso color blanquizco
	25.25	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	25.60	25.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)
2	25.60	27.10	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
3	27.10	28.60	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
4	28.60	28.85	25	50/10		12			TP	Limo arenoso color blanquizco
	28.85	29.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	29.20	29.20	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)
5	29.20	30.70	BARRIL	NQ		32			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
6	30.70	32.20	BARRIL	NQ		43			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
7	32.20	33.70	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
8	33.70	35.20	BARRIL	NQ		30			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
9	35.20	36.70	BARRIL	NQ		45			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	36.70	38.20		CAVERNA					TP	Se detecta Caverna de 1.50 mts
10	38.20	40.20	BARRIL	NQ		90			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca RQD= 17+14+11= 42 CM
11	40.20	41.70	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
12	41.70	43.20	BARRIL	NQ		30			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	FIN DE	SONDEO A LOS	43.20 MTS							

SM= SIN MUESTRA	OBSERVACION:	PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 11.00 MTS SE ADEMO 25.00 MTS SE UTILIZARON 8,000 LTS DE AGUA APROX	Operador	SERGIO TELLEZ
SR= SIN RECUP. DE MUESTRA		SE CARGO MAQUINA DE TORRE 1 2DA ETAPA A TORRE INDICO 2DA ETAPA	Supervisor:	ING. ERICK GOMEZ
TSH= TUBO SHELBY		NOTA: SE CONTINUO EL BARRENO DESPUES DE LOS 40.00 MTS EL DIA 4-ENERO-18 POR ENCONTRARSE CAVERNA A LOS 36.70 MTS		

95

FIGURA 84.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-21.



PROYECTO:	TORRE INDICO 2 ETAPA	HOJA 1
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN	
SONDEO:	SM-14	
N.A.F.:	1.50 MTS	
PREFORADORA:	LONG YEAR 34	
FECHA DE INICIO:	2-ene-18	
BOMBA:	M OYNO 3L6	
FECHA DE TERMINACION:	3-ene-18	

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
1	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
	25.00	25.30	26	50/15		18			TP	Limo arenoso color blanquizco
	25.30	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
2	25.60	25.85	20	50/10		17			TP	Limo arenoso color blanquizco
	25.85	26.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
3	26.20	27.70	BARRIL	NQ		40			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
4	27.70	29.20	BARRIL	NQ		22			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
5	29.20	30.70	BARRIL	NQ		30			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
6	30.70	32.20	BARRIL	NQ		32			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
SM	32.20	32.30	50/10			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)
7	32.30	33.80	BARRIL	NQ		32			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	33.80	33.80	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)
8	33.80	35.30	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
9	35.30	36.80	BARRIL	NQ		30			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
10	36.80	38.30	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	38.30	38.70		CAVERNA					BNQ	Se detecto caverna de aprox. 40 cm
11	38.70	40.20	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
12	40.20	41.70	BARRIL	NQ		52			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
13	41.70	43.20	BARRIL	NQ		50			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquizca
	FIN DE SONDEO A LOS	43.20 MTS								

SM= SIN MUESTRA SR- SIN RECUP. DE MUESTRA TSH- TUBO SHELBY	OBSERVACION: PERDIDA DE AGUA TOTAL A LOS 10.50 MTS SE UTILIZO 13,000 LTS DE AGUA SE ADEMO 26.00 MTS SE ARRASTRO LA MAQUINA DEL SM-13 AL SM-14	Operador: SERGIO TELLEZ Supervisor: ING ERICK FCO.
--	---	---

96



FIGURA 85.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-22.



PROYECTO:	TORRE INDICO 2 ETAPA			HOJA 1	
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN				
SONDEO:	SM-15	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6
N.A.F.:	1.13 MTS	FECHA DE INICIO:	4-ene-18	FECHA DE TERMINACION:	5-ene-18

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
1	0.00	25.00		AVANCE						BT Avance con Broca Triconica
	25.00	25.37	12	50/22		14				TP Limo arenoso color blanquizco
	25.37	25.60		AVANCE						BT Avance con Broca Triconica
	25.60	25.60	50/0			SR				TP Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
2	25.60	27.10	BARRIL	NQ		51				BNQ Fragmentos de roca caliza color blanquizca
3	27.10	28.60	BARRIL	NQ		44				BNQ Fragmentos de roca caliza color blanquizca
4	28.60	30.10	BARRIL	NQ		25				BNQ Fragmentos de roca caliza color blanquizca
5	30.10	31.60	BARRIL	NQ		25				BNQ Fragmentos de roca caliza color blanquizca
6	31.60	33.10	BARRIL	NQ		10				BNQ Fragmentos de roca caliza color blanquizca
7	33.10	34.60	BARRIL	NQ		41				BNQ Fragmentos de roca caliza color blanquizca
8	34.60	36.10	BARRIL	NQ		20				BNQ Fragmentos de roca caliza color blanquizca
SM	36.10	37.60	BARRIL	NQ		SR				BNQ Sin Recuperacion de Muestra <b>(Se lavo la Muestra)</b>
9	37.60	39.10	BARRIL	NQ		33				BNQ Fragmentos de roca caliza color blanquizca
10	39.10	40.60	BARRIL	NQ		38				BNQ Fragmentos de roca caliza color blanquizca
			FIN DE	SONDEO A LOS	40.60MTS					

SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	OBSERVACION:	PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 10.00 MTS SE UTILIZO 15,000 LTS DE AGUA SE METIERON 25.50 MTS DE ADM ARRASTRE 9.00 MTS DEL SM-14 AL SM-15	Operador: NESTOR EUGENIO Supervisor: ING ERICK FCO.
--	--------------	---	--

97

FIGURA 86.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-23.



PROYECTO:	TORRE INDICO 2DA ETAPA			HOJA 1	
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA				
SONDEO:	SM-16	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 316
N.A.F.:	1.00 MTS	FECHA DE INICIO:	29-dic-17	FECHA DE TERMINACION:	2-ene-18

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD (%)	Muestreo Avance	Descripción	
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )				
	0.00	14.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Tricónica	
	14.00	15.00		CAVERNA					BT	Se detecta Caverna de aprox. 1.00 mts	
	15.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Tricónica	
1	25.00	25.30	22	50/15		30			TP	Limo grumoso con gravillas empacadas color blanquizco	
	25.30	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Tricónica	
2	25.60	28.85	25	50/10		18			TP	Limo grumoso con gravillas empacadas color blanquizco	
	28.85	26.20		AVANCE					BT	Avance con Broca Tricónica	
SM	26.20	26.20	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)	
SM	26.20	27.20	BARRIL	NQ			SR		BNQ	Sin Recuperacion de Muestra (Se lavo la muestra)	
	27.20	27.20	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)	
3	27.20	28.20	BARRIL	NQ		30			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca	
	28.20	28.20	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)	
4	28.20	29.20	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca	
5	29.20	29.45	20	50/10		25			TP	Limo grumoso con gravillas empacadas color blanquizco	
	29.45	29.80		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica	
6	29.80	30.05	25	50/10		20			TP	Limo grumoso color café blanquizco	
	30.05	30.40		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica	
SM	30.40	30.40	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)	
7	30.40	31.40	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca	
SM	31.40	31.40	50/0				SR		TP	Rebote de Herramienta	
8	31.40	32.40	BARRIL	NQ		20			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca	
	32.40	32.40	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)	
9	32.40	33.40	BARRIL	NQ		35			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca	
SM	33.40	33.40	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)	
10	33.40	34.40	BARRIL	NQ		45			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca	
SM	34.40	34.40	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)	
SM	34.40	35.40	BARRIL	NQ			SR		BNQ	Sin Recuperacion de Muestra (Se lavo la muestra)	
SM	35.40	35.40	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)	
11	35.40	36.40	BARRIL	NQ		40			BNQ	Fragmentos de caliza color blanquizca	
SM	36.40	36.40	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)	
12	36.40	37.40	BARRIL	NQ		25			BNQ	Fragmentos de caliza color blanquizca	
SM	37.40	37.40	50/0				SR		TP	Sin Recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)	
13	37.40	38.40	BARRIL	NQ		21			BNQ	Fragmentos de caliza color blanquizca	
SM= SIN MUESTRA		OBSERVACION: PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 12.00 MTS SE UTILIZO 11,000 LTS DE AGUA APROX								Operador: NESTOR EUGENIO	
SR= SIN RECUP. DE MUESTRA		1 MOVIMIENTO DE CARGA Y DESCARGA DE TORRE 1 A TORRE INDICO								Supervisor: HECTOR GOMEZ	
TSH= TUBO SHELBY		SE INCARON 25.00 MTS DE ADEME									

FIGURA 87.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-24 (PARTE 1).



PROYECTO:	TORRE INDICO 2DA ETAPA			HOJA 2	
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA				
SONDEO:	SM-16	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6
N.A.F.:	1.00MTS	FECHA DE INICIO:	29-dic-17	FECHA DE TERMINACION:	2-ene-18

FIGURA 87.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-24 (PARTE 2).

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	38.40	39.60		CAVERNA					TP	Se detecta caverna de aprox. 1.20 mts
SM	39.60	39.60	50/0			SR			TP	Sin Recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)
14	39.60	40.60	BARRIL	NQ		56			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca RQD=10+13+10=33
15	40.60	41.60	BARRIL	NQ		40			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
16	41.60	42.60	BARRIL	NQ		35			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
				FIN DE SONDEO A LOS	42.60MTS					
SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	OBSERVACION: PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 12.00 MTS SE UTILIZO 11,000 LTS DE AGUA APROX 1 MOVIMIENTO DE CARGA Y DESCARGA DE TORRE 1 A TORRE INDICO SE INCARON 25.00 MTS DE ADEME							Operador	NESTOR EUGENIO	
								Supervisor:	HECTOR GOMEZ	





PROYECTO:	TORRE INDICO 2 ETAPA			HOJA	1
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN				
SONDEO:	SM-17	PREFORADORA:	LONG YEAR 34	BOMBA:	M OYNO 3L6
N.A.F.:	2.00 MTS (4-01-18)	FECHA DE INICIO:	2-ene-18	FECHA DE TERMINACION:	4-ene-18

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	5.40		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
	5.40	12.00		CAVERNA					TP	Se detecta caverna de aprox. 6.60 mts
	12.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	25.00	25.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
1	25.00	26.00	BARRIL	NQ		32			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca RQD=32 CM
SM	26.00	27.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
2	27.00	28.00	BARRIL	NQ		20			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
SM	28.00	28.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
3	28.00	29.00	BARRIL	NQ		40			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
SM	29.00	29.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
4	29.00	30.00	BARRIL	NQ		31			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
SM	30.00	30.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
5	30.00	31.00	BARRIL	NQ		26			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
SM	31.00	31.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
6	31.00	32.00	BARRIL	NQ		19			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
SM	32.00	32.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
7	32.00	33.50	BARRIL	NQ		22			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
SM	33.50	33.50	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
8	33.50	34.50	BARRIL	NQ		13			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
SM	34.50	34.50	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
9	34.50	35.50	BARRIL	NQ		22			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
SM	35.50	35.50	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
SM	35.50	36.50	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
	36.50	40.70		CAVERNA					TP	Se detecta caverna de aprox. 4.20 mts
10	40.70	42.00	BARRIL	NQ		35			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
SM	42.00	42.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
11	42.00	43.00	BARRIL	NQ		37			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
SM	43.00	43.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra <b>(Rebote de Herramienta)</b>
12	43.00	44.00	BARRIL	NQ		33			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
	FIN DE	SONDEO A LOS	44.00 MTS							

SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECLUP. DE MUESTRA TSH= TUBO SHELBY	<b>OBSERVACION:</b> <b>PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 2.00 MTS SE UTILIZO 15,000 LTS DE AGUA</b> <b>SE INCARON 25.00 MTS DE ADM NW</b> <b>SE ARRASTRO EL EQUIPO 5.00 MTS DEL SM-16 AL SM-17</b>	<b>Operador:</b> NESTOR EUGENIO <b>Supervisor:</b> ING ERICK FCO.
---	---	--

100

FIGURA 88.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-25.



PROYECTO:	TORRE INDICO 2 ETAPA	HOJA 1
UBICACIÓN:	PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN	
SONDEO:	SM-18	
N.A.F.:	1.00 MTS (5-1-18)	
PREFORADORA:	LONG YEAR 34	
BOMBA:	M OYNO 3LG	
FECHA DE INICIO:	4-ene-18	
FECHA DE TERMINACION:	5-ene-18	

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
1	25.00	25.30	31	50/15		31			TP	Limo arenoso color blanquizo
	25.30	25.60		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	25.60	25.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
2	25.60	27.10	BARRIL	NQ		35			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquiza
SM	27.10	27.10	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
3	27.10	28.60	BARRIL	NQ		30			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquiza
SM	28.60	28.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
4	28.60	30.10	BARRIL	NQ		30			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquiza
SM	30.10	30.10	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
5	30.10	31.60	BARRIL	NQ		30			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquiza
SM	31.60	31.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
6	31.60	33.10	BARRIL	NQ		45			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquiza
SM	33.10	33.10	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
7	33.10	34.60	BARRIL	NQ		30			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquiza
SM	34.60	34.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
8	34.60	36.10	BARRIL	NQ		45			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquiza
SM	36.10	36.10	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
SM	36.10	37.10	BARRIL	NQ		SR			BNQ	Gravas y Fragmentos de caliza color blanquiza
SM	37.10	37.10	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
9	37.10	38.60	BARRIL	NQ		42			BNQ	Gravas y Fragmentos de caliza color blanquiza
SM	38.60	38.60	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra ( <b>Rebote de Herramienta</b> )
10	38.60	40.10	BARRIL	NQ		50			BNQ	Fragmentos de Roca caliza color blanquiza
	<b>FIN DE</b>	<b>SONDEO A LOS</b>	<b>40.10 MTS</b>							

SM= SIN MUESTRA      OBSERVACION: **PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 11.00 MTS    SE UTILIZO 10,000 LTS DE AGUA**  
 SR= SIN RECUP. DE MUESTRA      **SE ADEMO 25.50 MTS**  
 TSH= TUBO SHELBY      **SE ARRASTRO EL EQUIPO APROX. 17 MTS DEL SM-17 AL SM-18**  
 Operador: NESTOR EUGENIO  
 Supervisor: ING ERICK FCO.



PROYECTO: TORRE INDICO 2 ETAPA  
 UBICACIÓN: PARQUE RESIDENCIAL VIA MONTEJO MERIDA YUCATAN  
 SONDEO: SM-19  
 N.A.F.: 1.20 MTS (3-1-18)  
 PREFORADORA: LONG YEAR 34  
 FECHA DE INICIO: 2-ene-18  
 BOMBA: M OYNO 3L6  
 FECHA DE TERMINACION: 3-ene-18  
 HOJA 1

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	( cm )	( % )	( % )	Avance	
	0.00	11.50		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
	11.50	12.00		CAVERNA					TP	Se detecto caverna de .50 cm
SM	12.00	12.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)
1	12.00	14.00	BARRIL	NQ		22			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
	14.00	25.00		AVANCE					BT	Avance con Broca Triconica
SM	25.00	25.00	50/0			SR			TP	Sin recuperacion de Muestra (Rebote de Herramienta)
2	25.00	27.00	BARRIL	NQ		62			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
3	27.00	29.00	BARRIL	NQ		56			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
4	29.00	31.00	BARRIL	NQ		42			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
5	31.00	33.00	BARRIL	NQ		56			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca RQD=21+12=33 CM
6	33.00	35.00	BARRIL	NQ		45			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
7	35.00	37.00	BARRIL	NQ		32			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
8	37.00	39.00	BARRIL	NQ		44			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
9	39.00	40.00	BARRIL	NQ		20			BNQ	Fragmentos de roca caliza color blanquizca
	<b>FIN DE</b>	<b>SONDEO A LOS</b>	<b>40.00 MTS</b>							
SM= SIN MUESTRA SR= SIN RECUP. DE MUESTRA TSH- TUBO SHELBY	<b>OBSERVACION: PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 8.00 MTS SE UTILIZO 13,000 LTS DE AGUA SE ADEMO 12.00 MTS</b>							<b>Operador</b> SERGIO PACHECO <b>Supervisor:</b> ING ERICK FCO.		

102

FIGURA 90.- REGISTRO DE EXPLORACIÓN SM-27.





“TORRE 1”

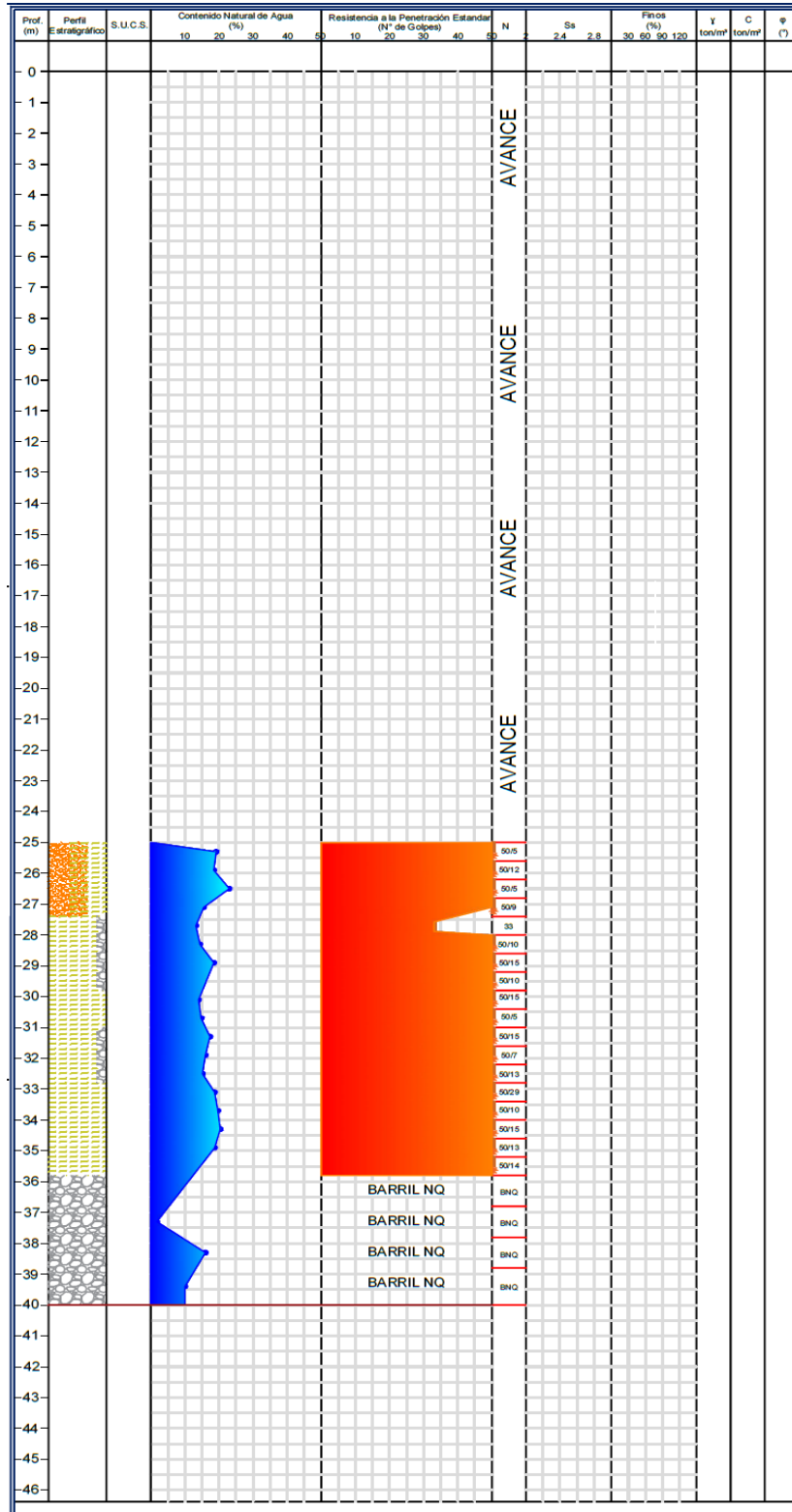


FIGURA 92.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 1.

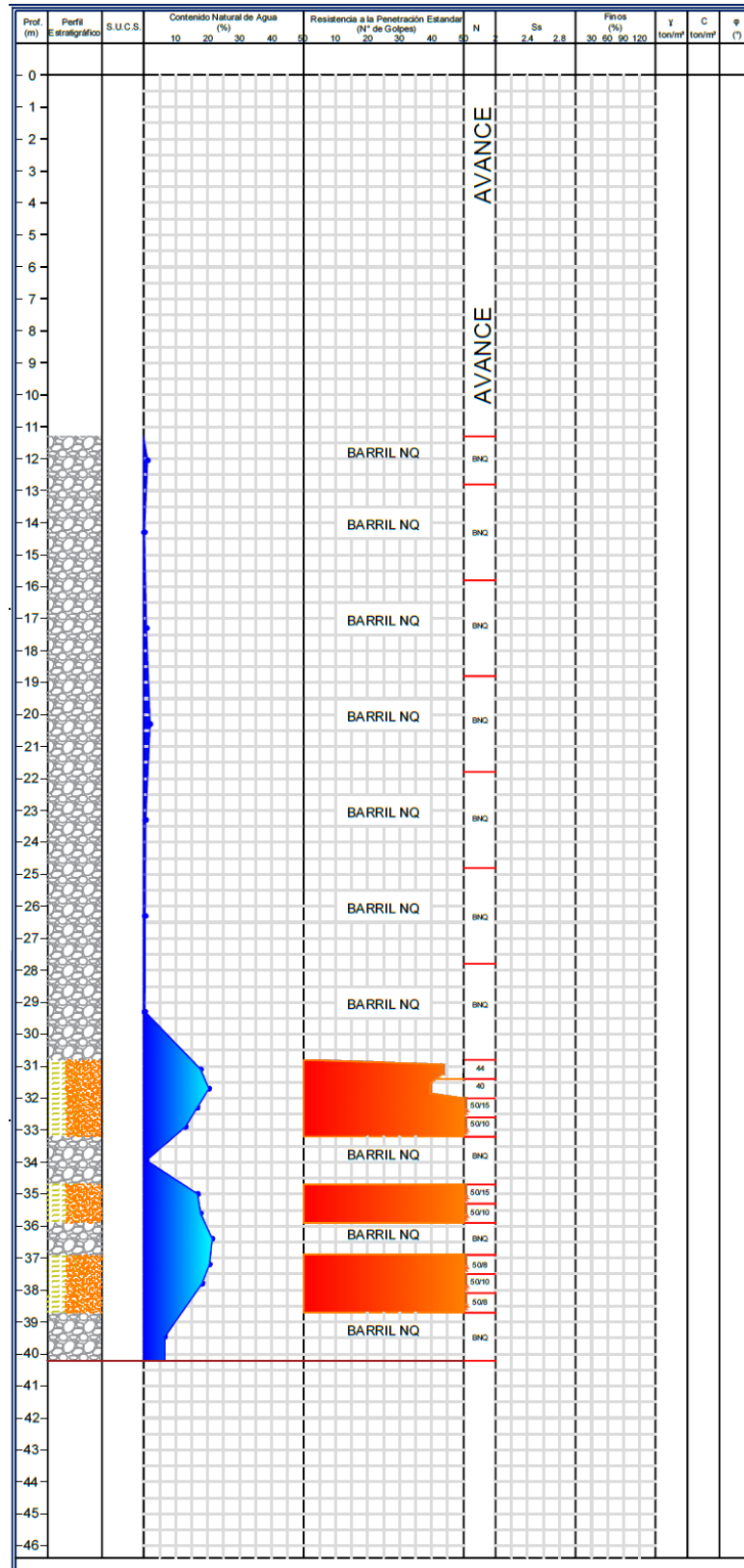


FIGURA 93.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 2.

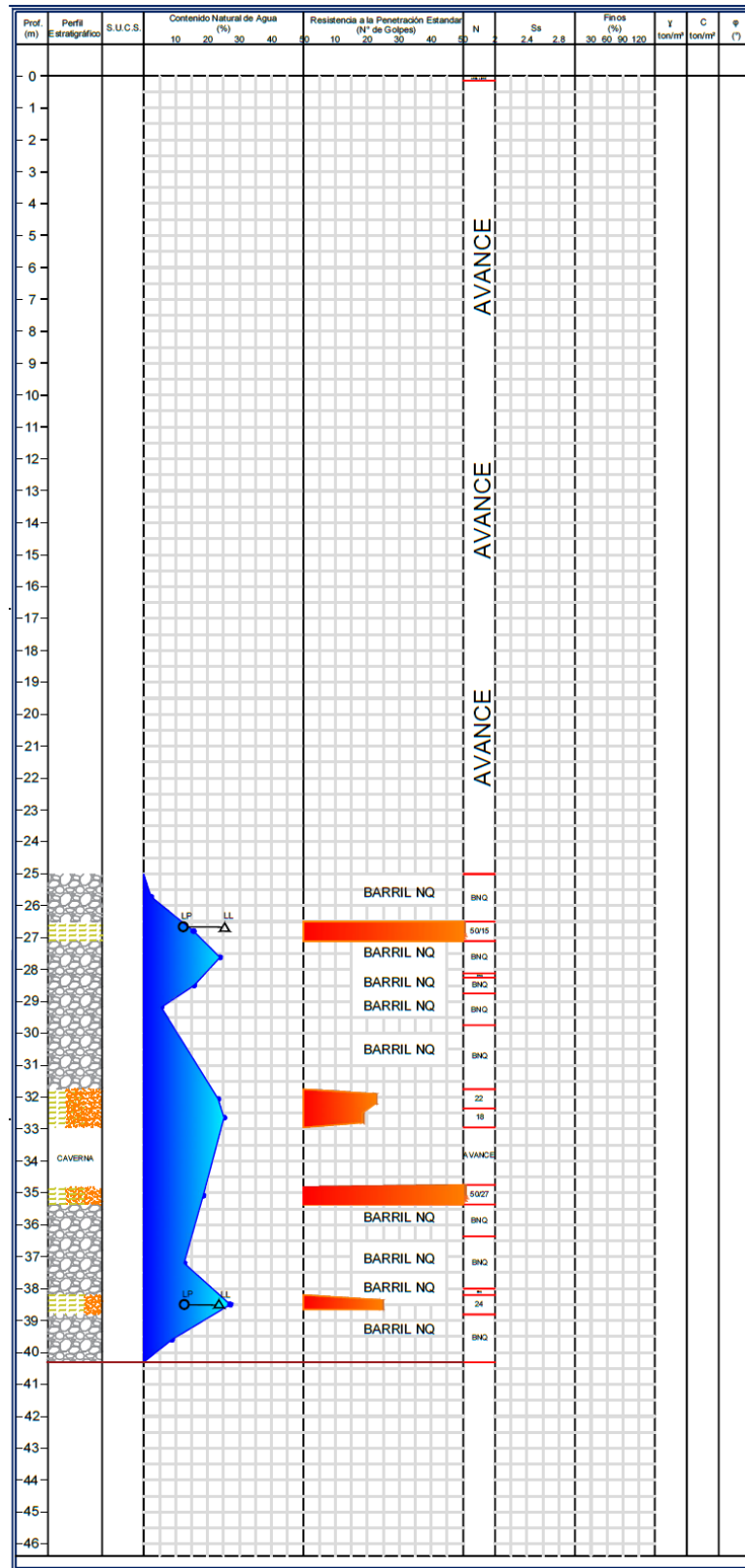


FIGURA 94.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 3.

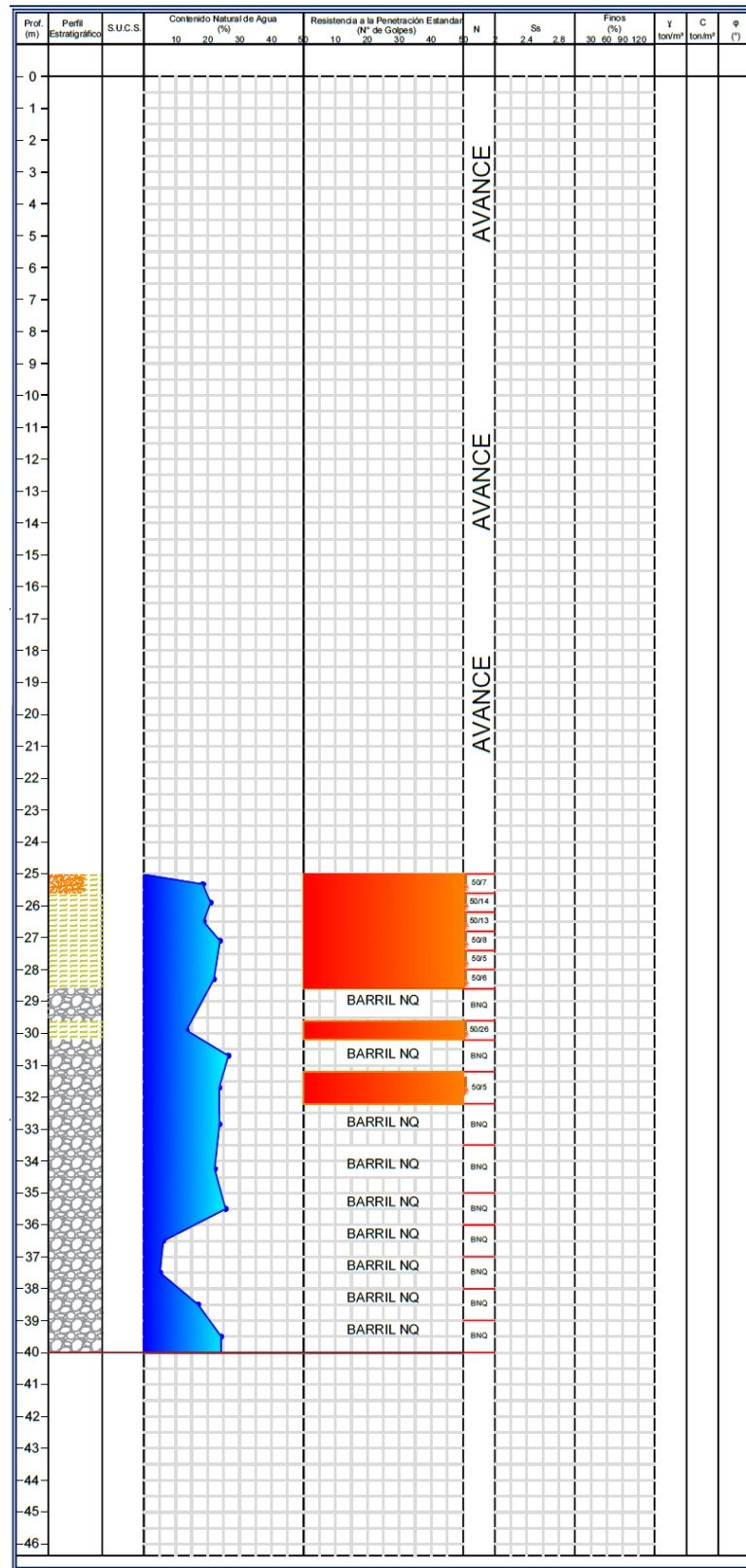


FIGURA 95.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 4.



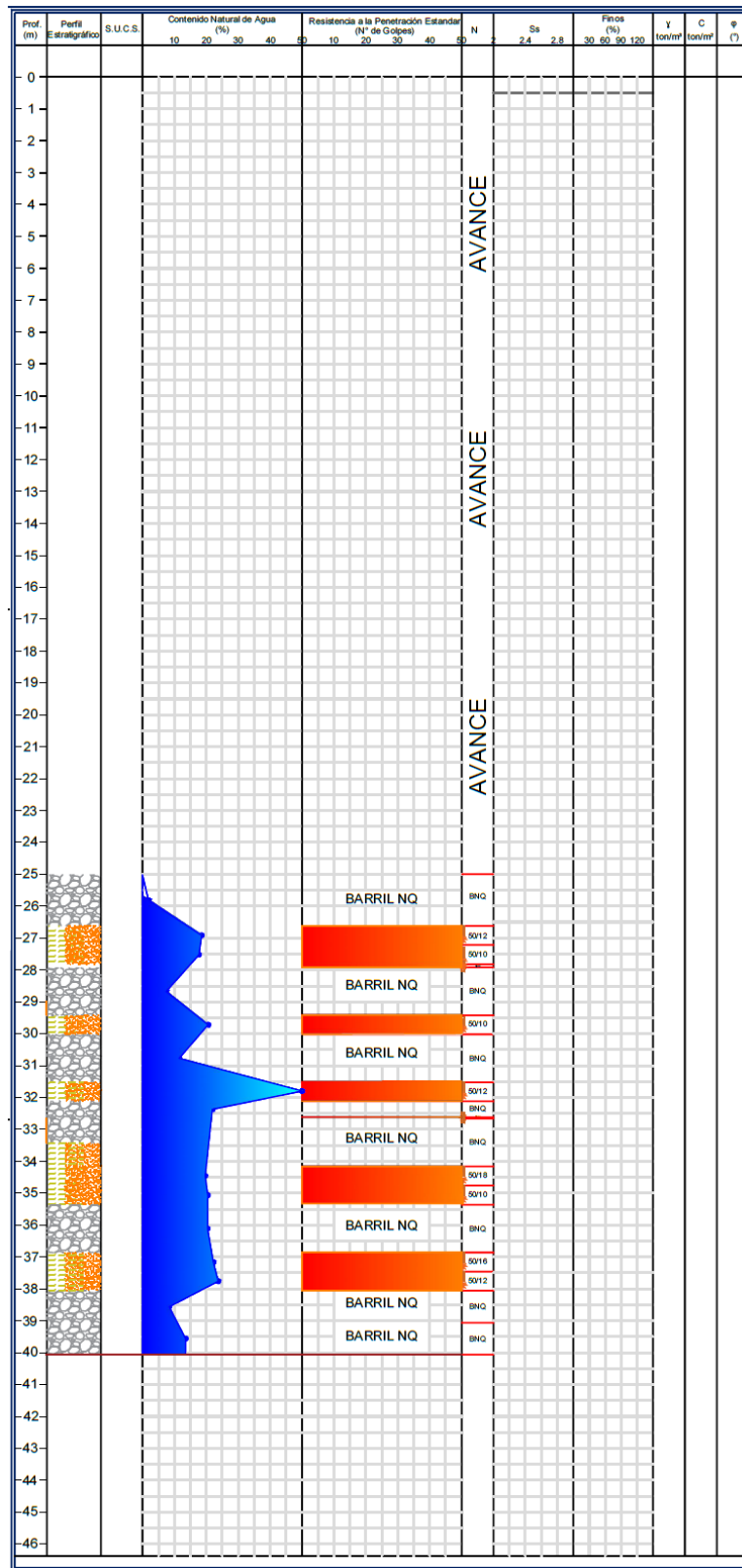


FIGURA 96.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 5.

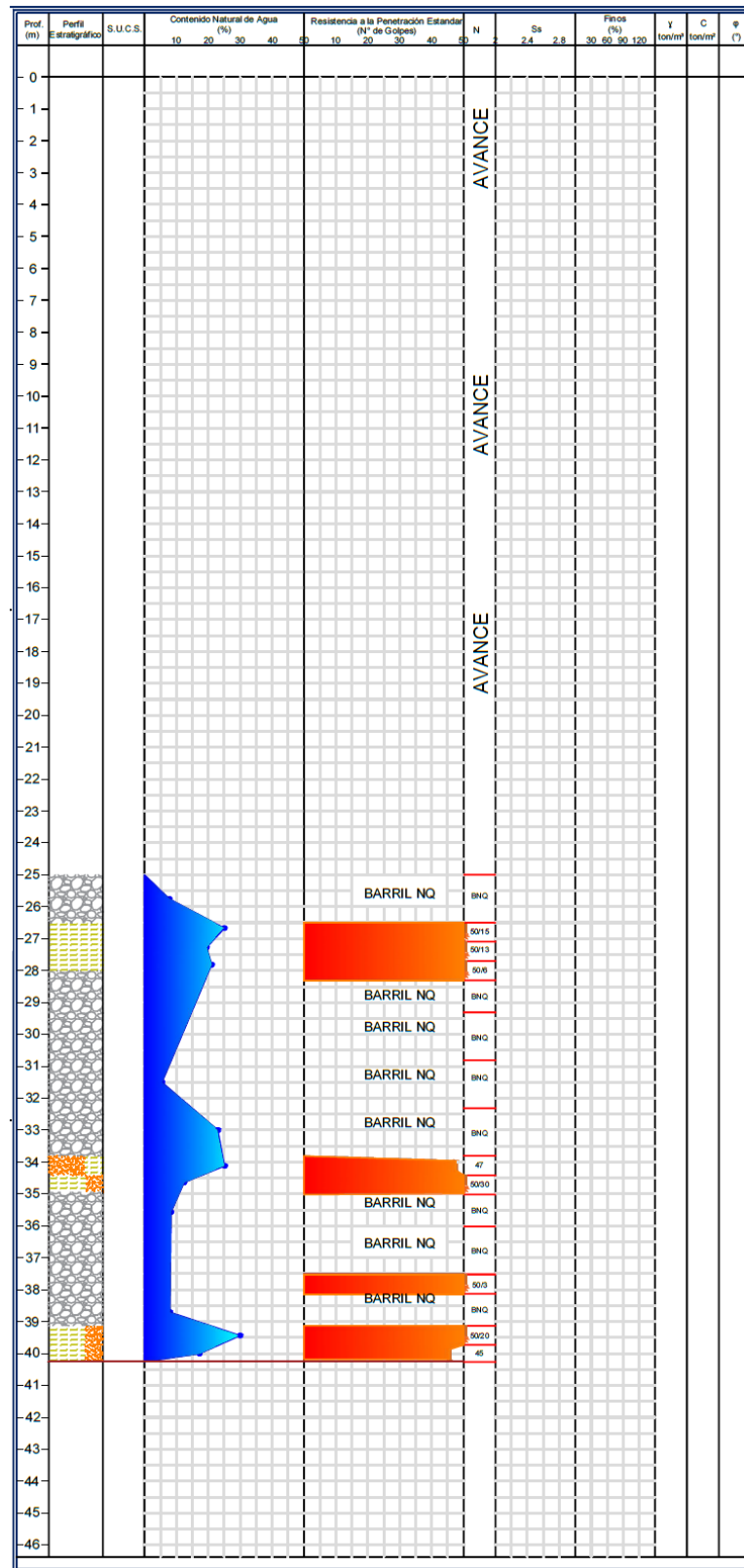


FIGURA 97.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 6.

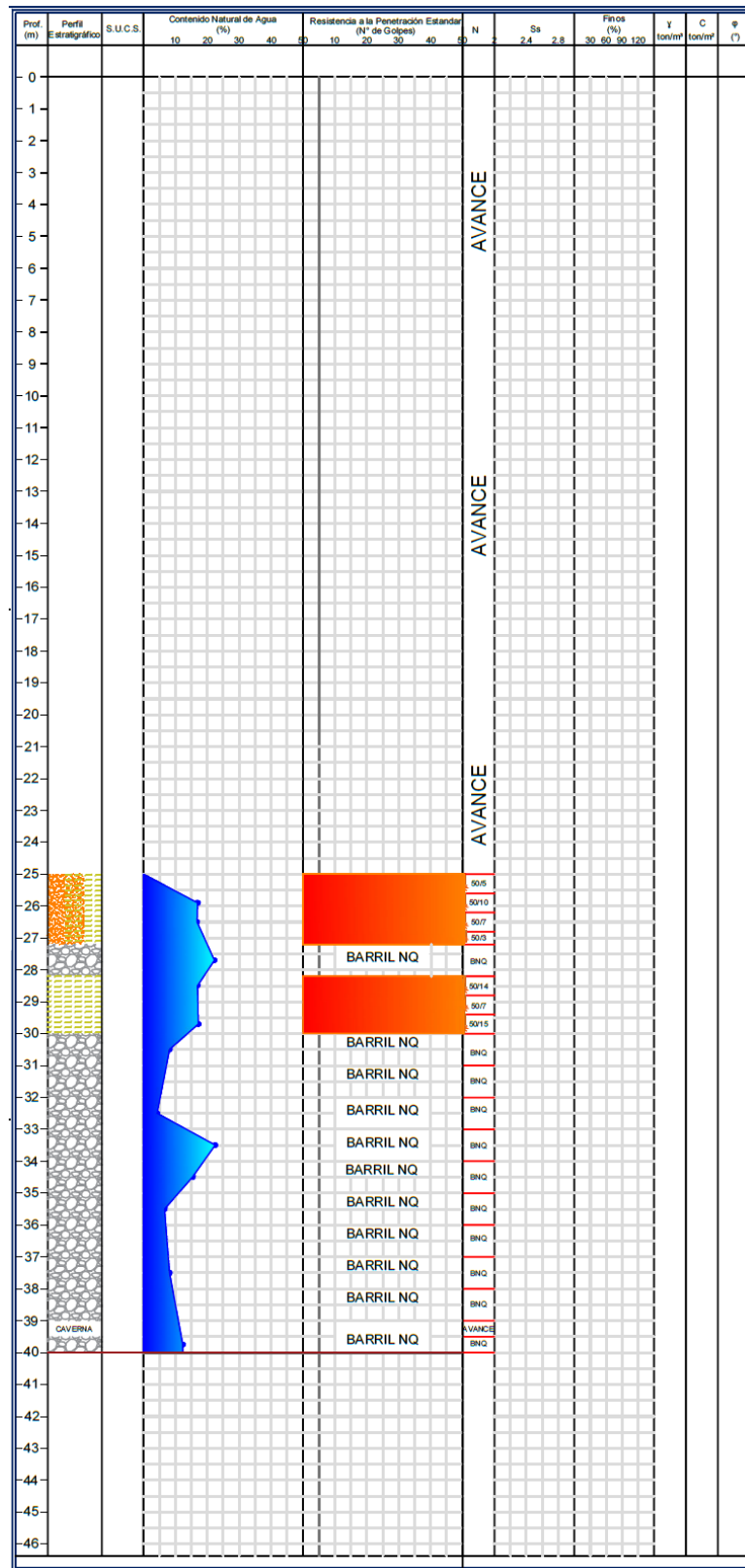


FIGURA 98.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 7

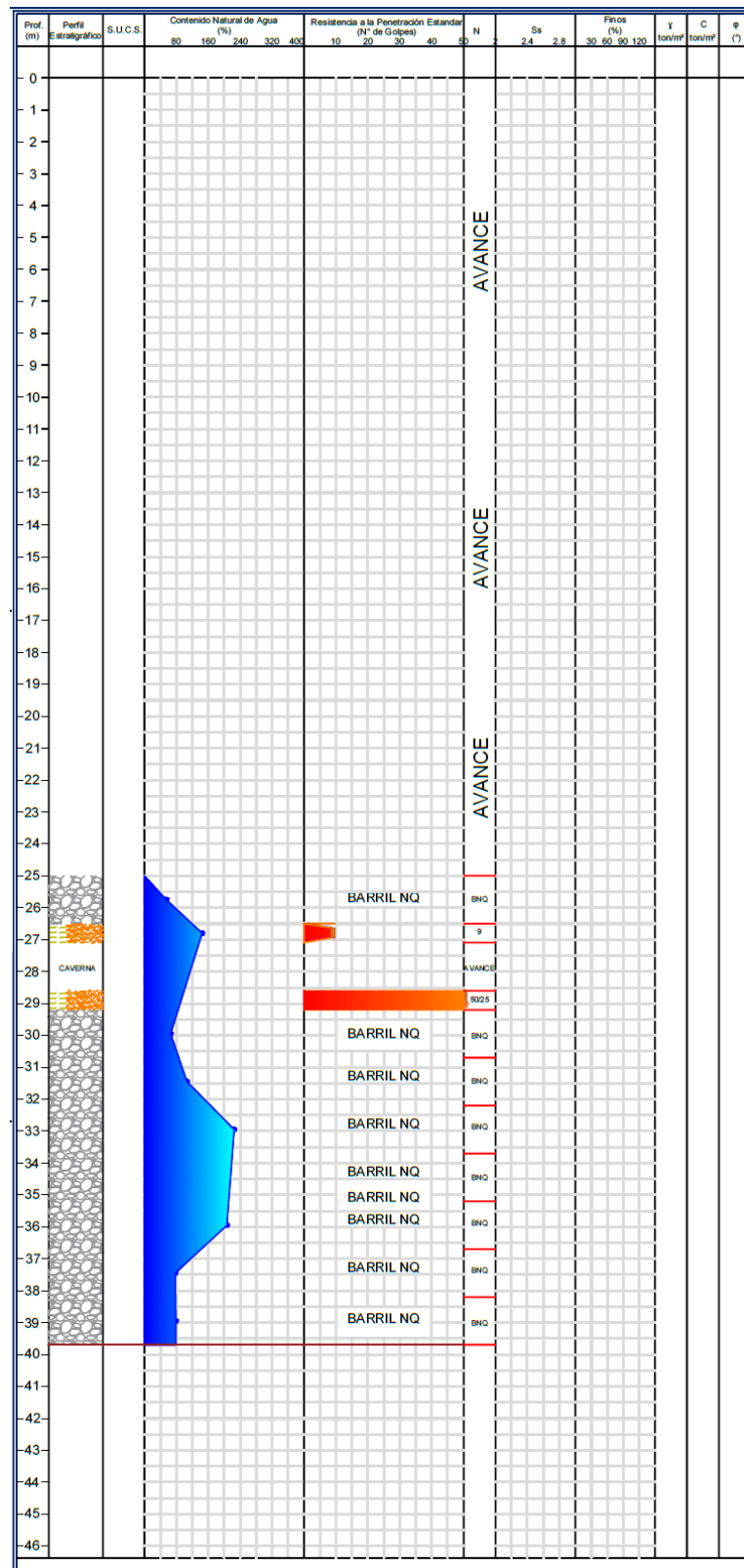


FIGURA 99.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 8.

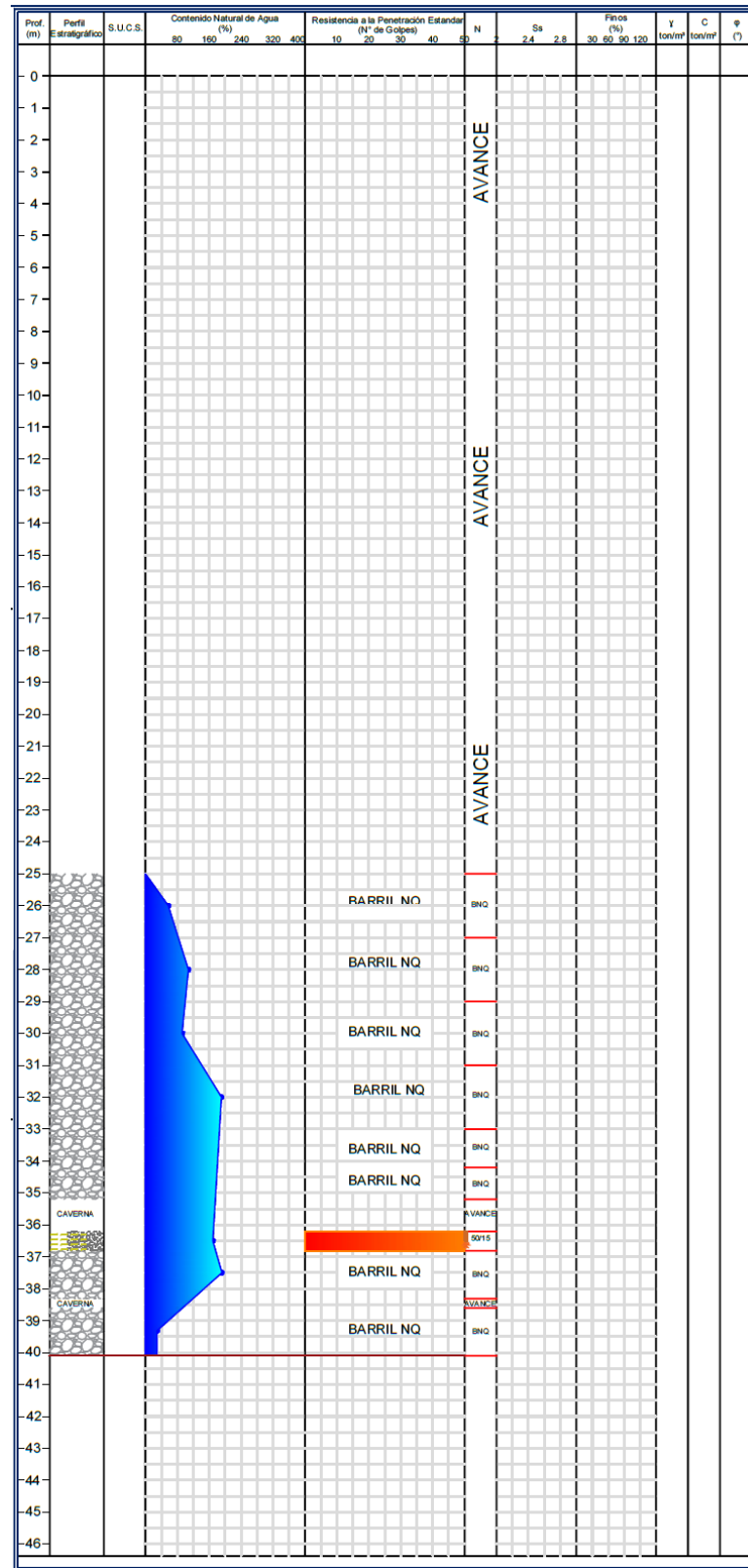


FIGURA 100.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 9.

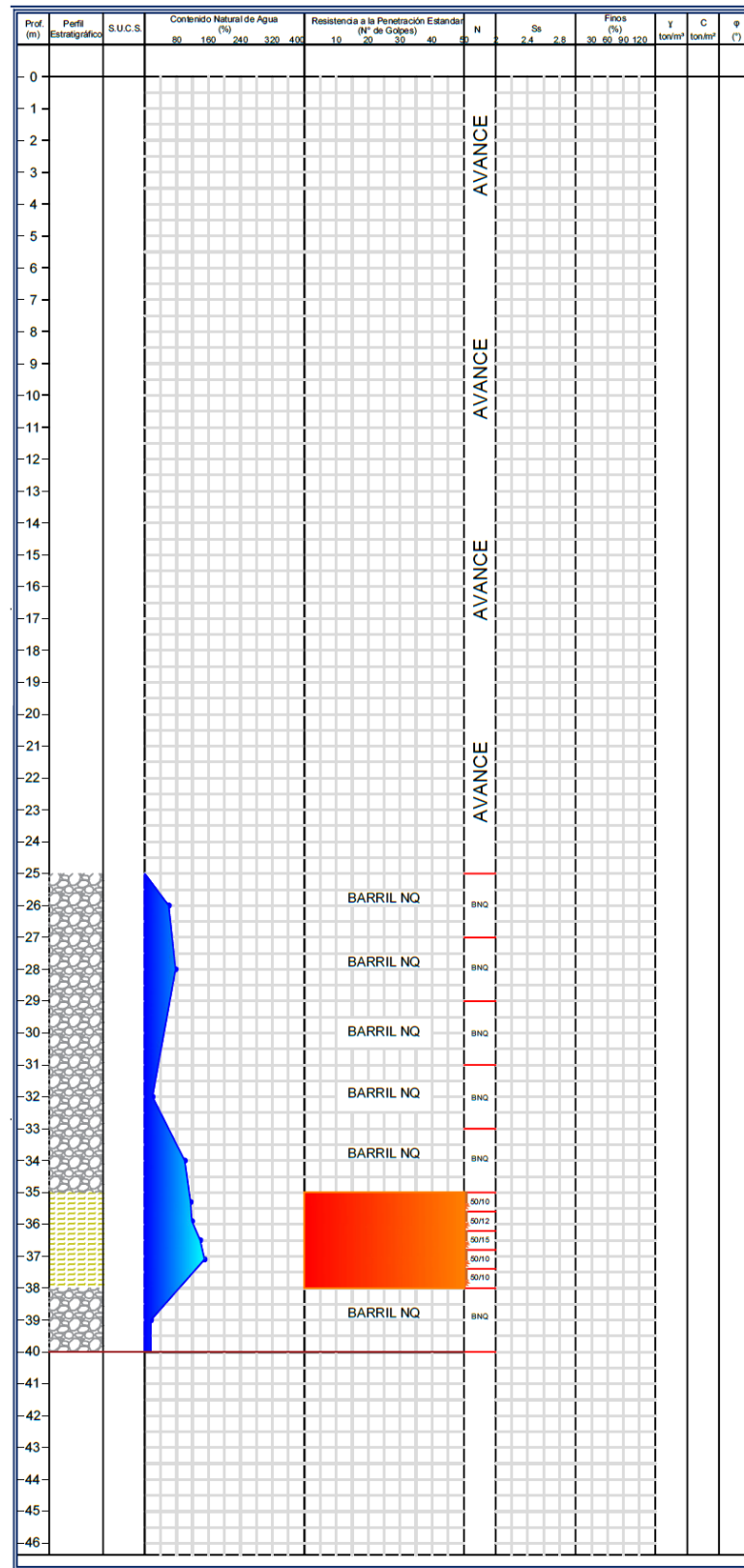


FIGURA 101.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 10.

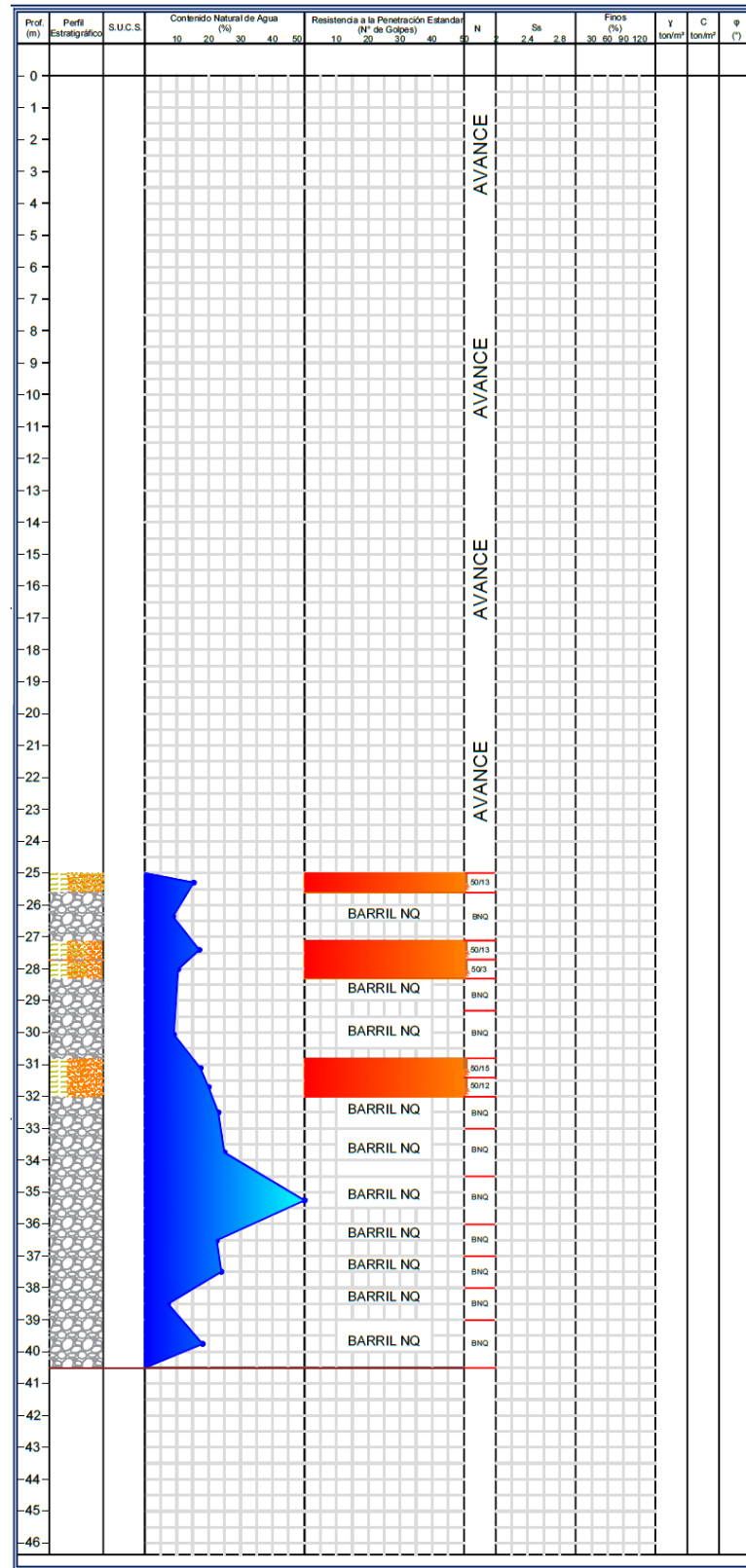


FIGURA 102.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 11.

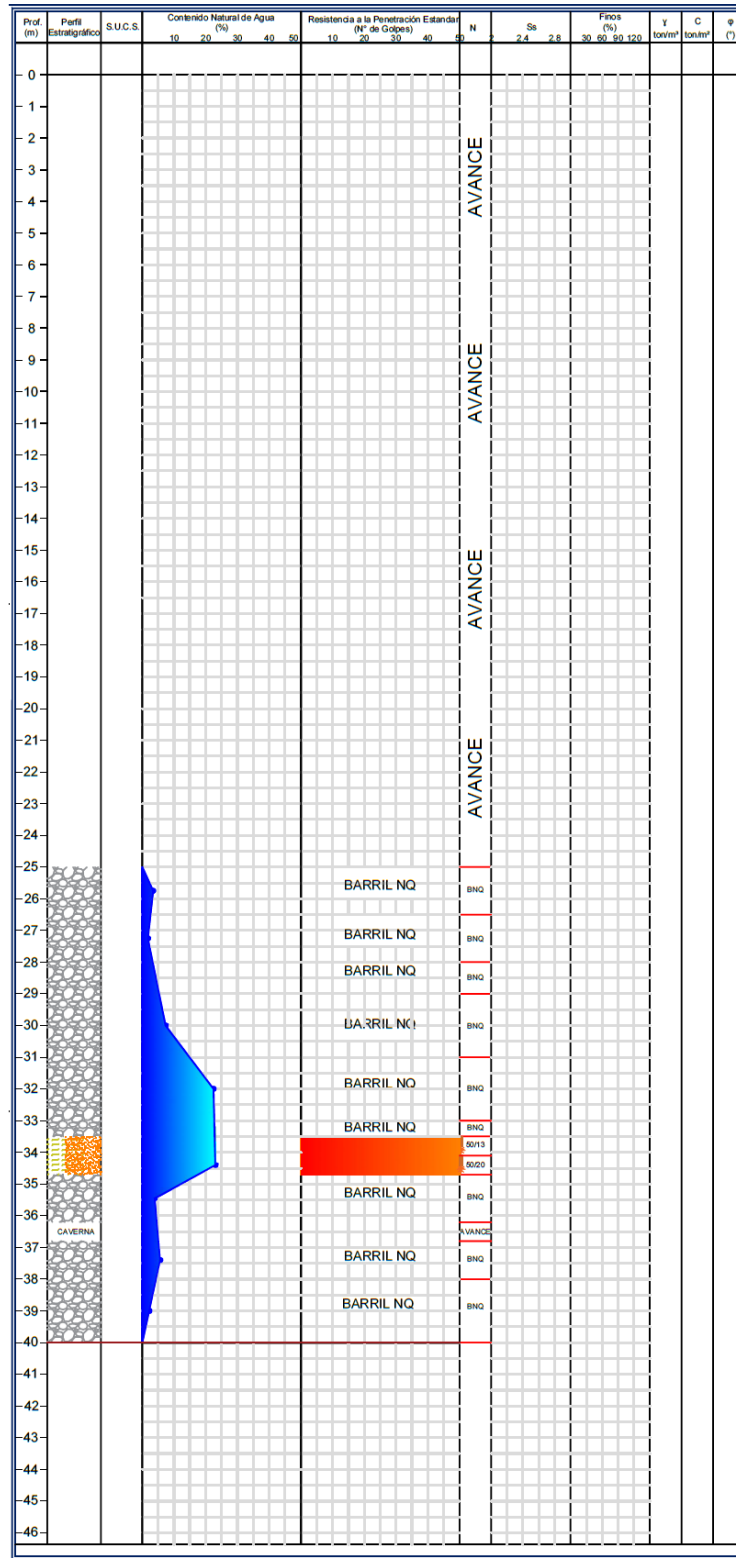


FIGURA 103.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 12.



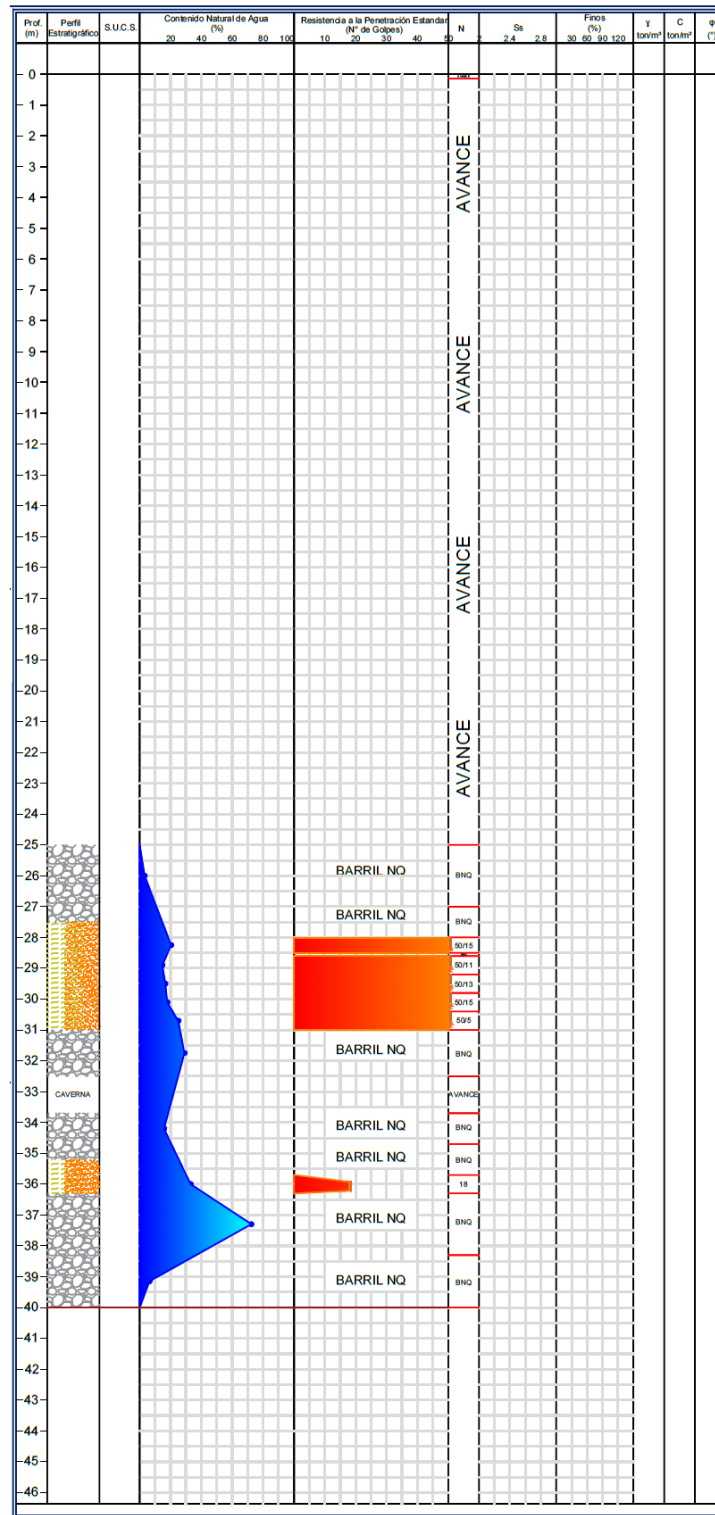


FIGURA 104.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 13.

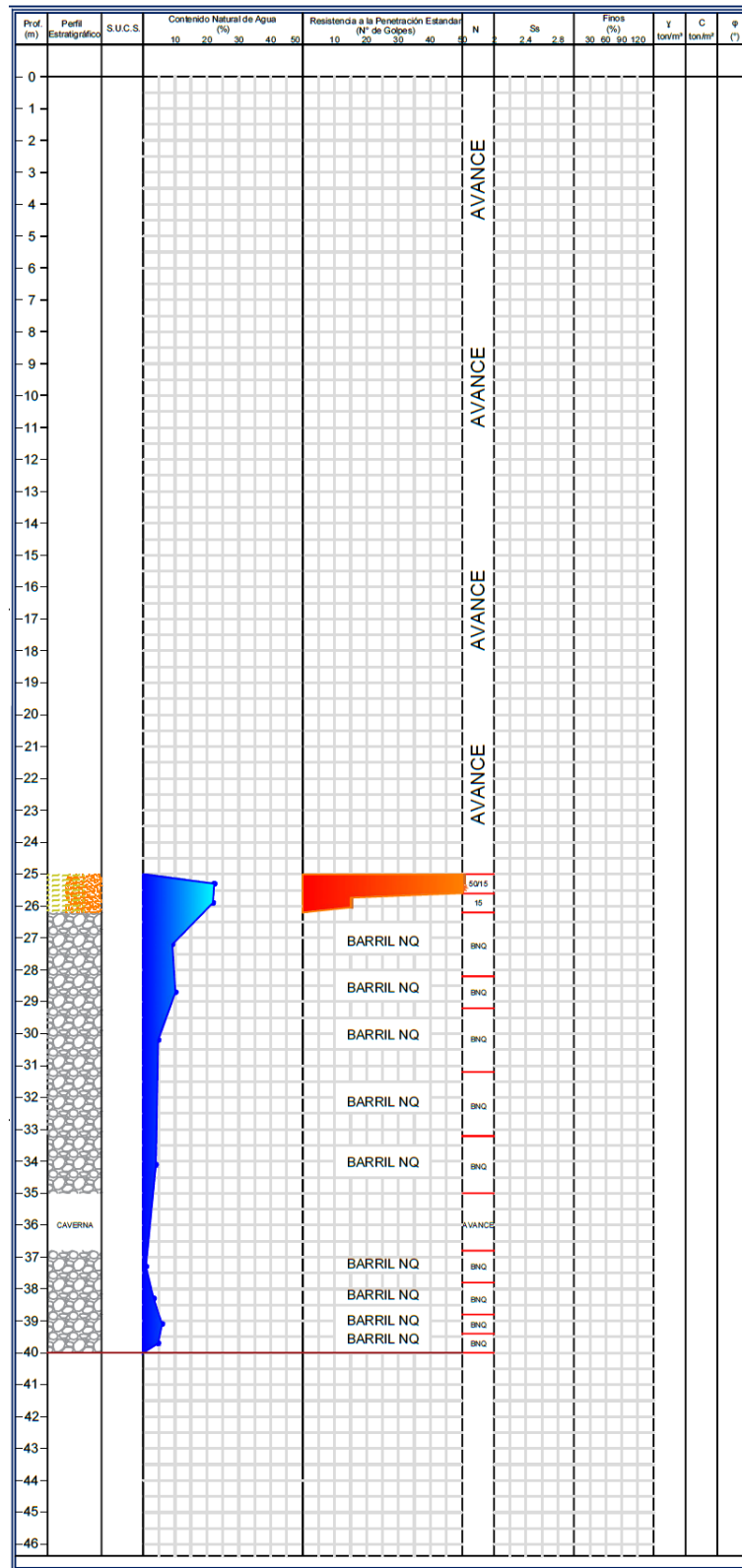


FIGURA 105.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 14.

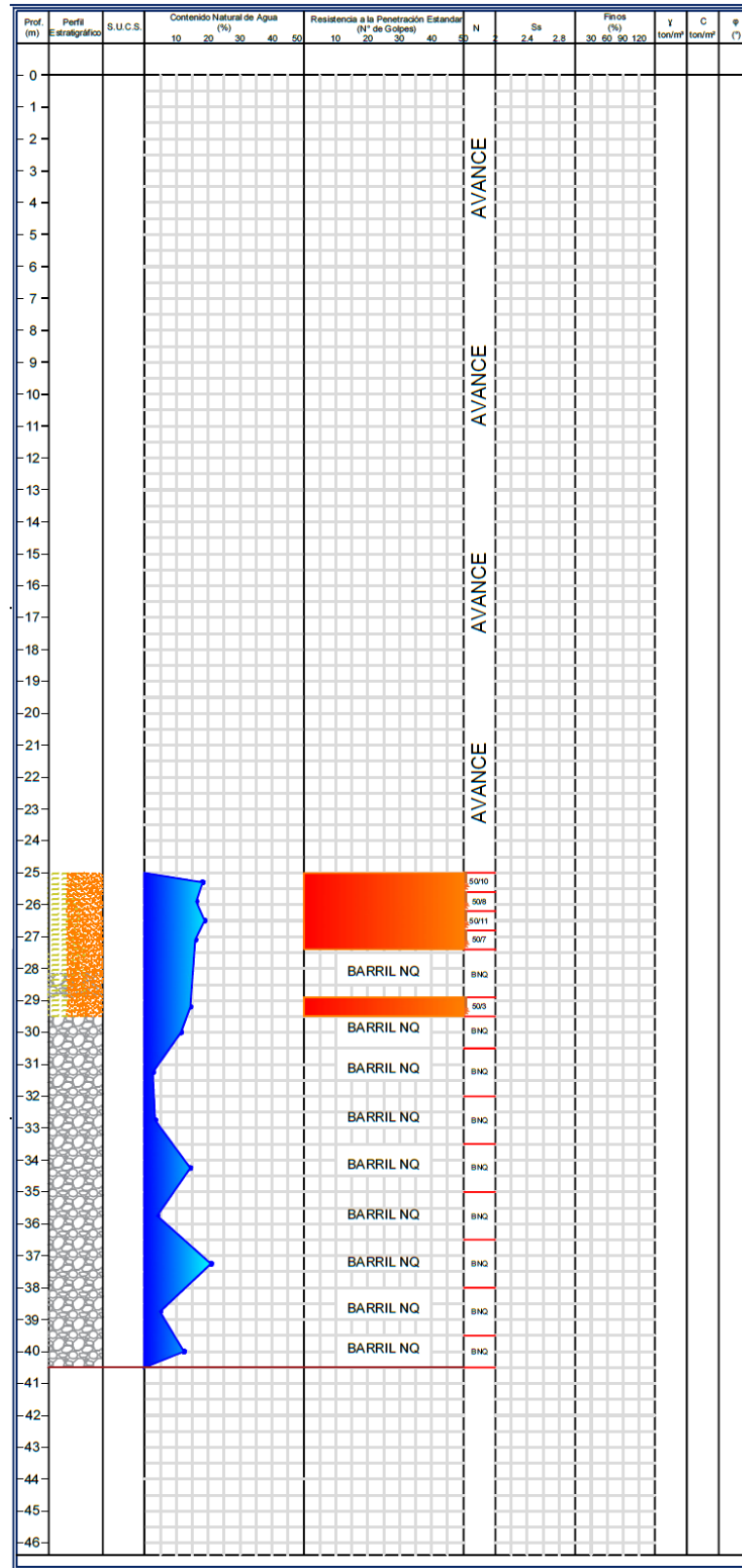


FIGURA 106.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 15.

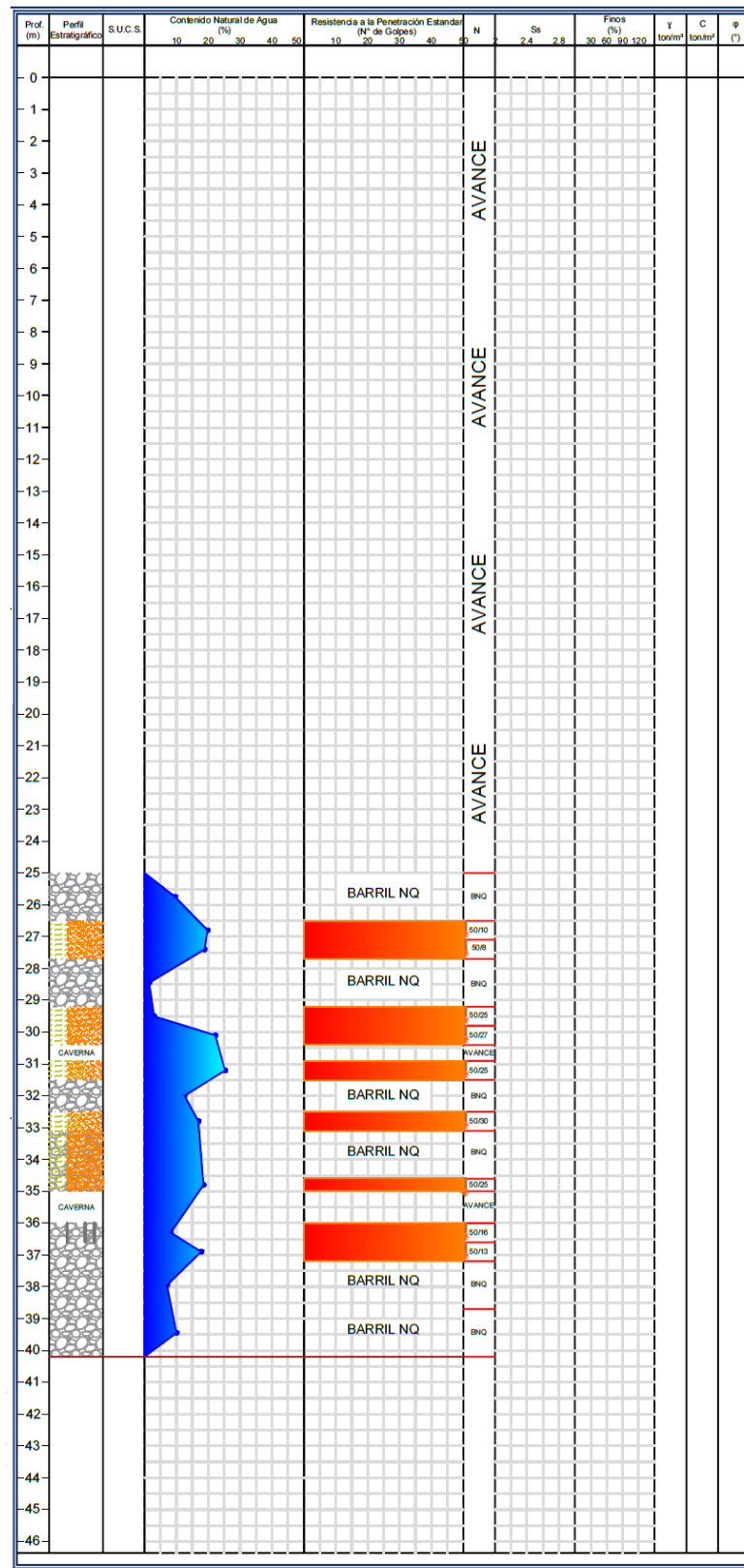


FIGURA 107.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 16.

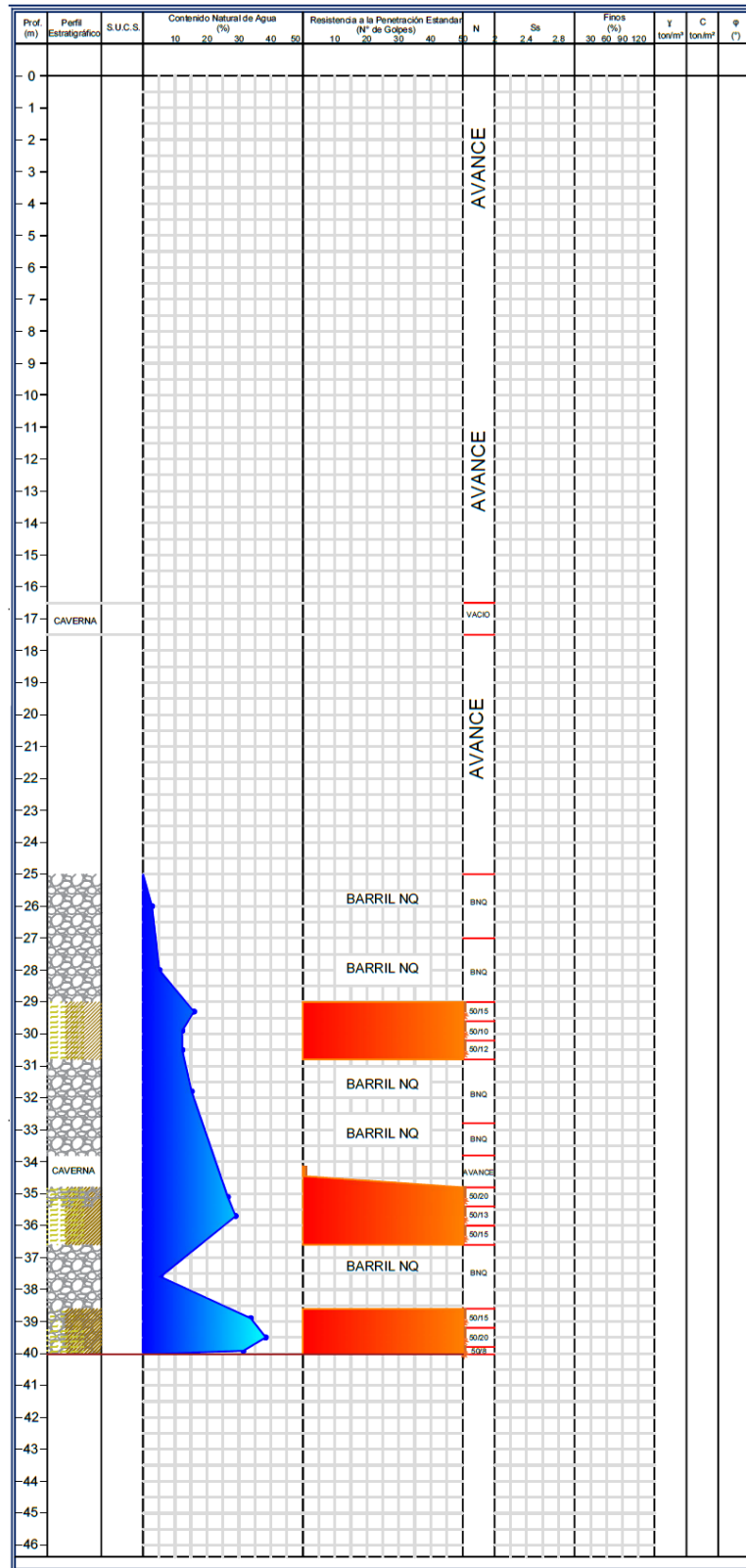


FIGURA 108.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 17

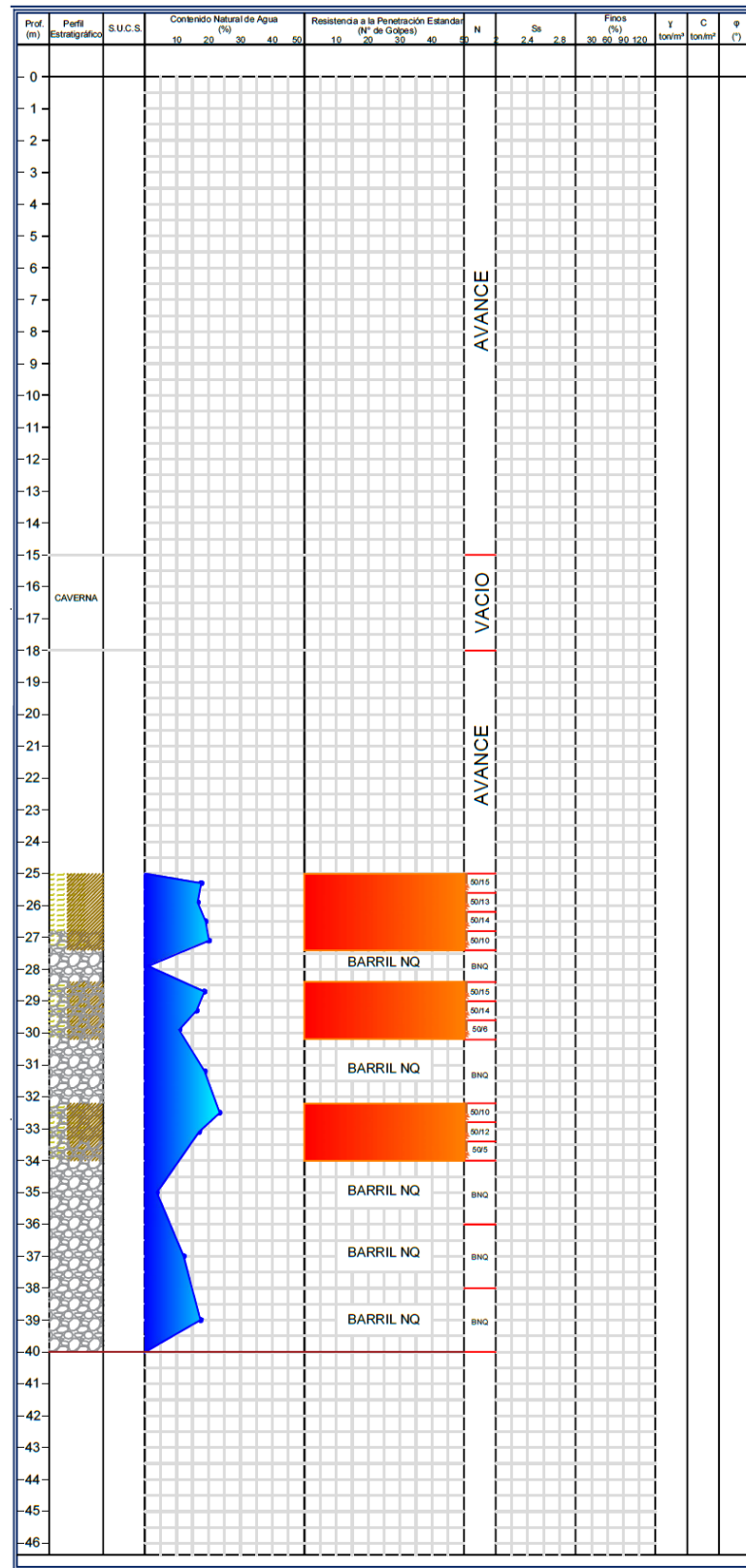


FIGURA 109.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 18.

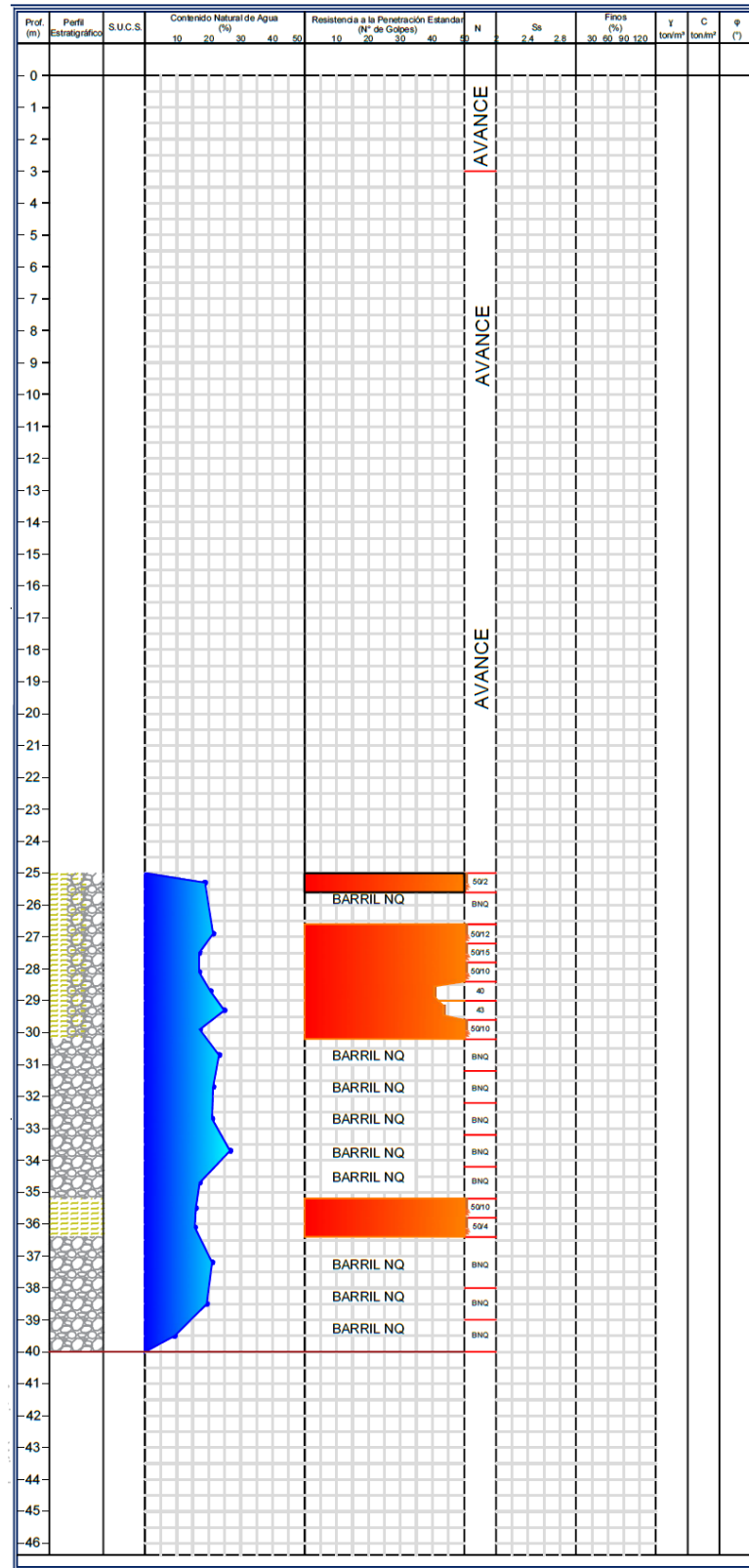


FIGURA 110.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 19.

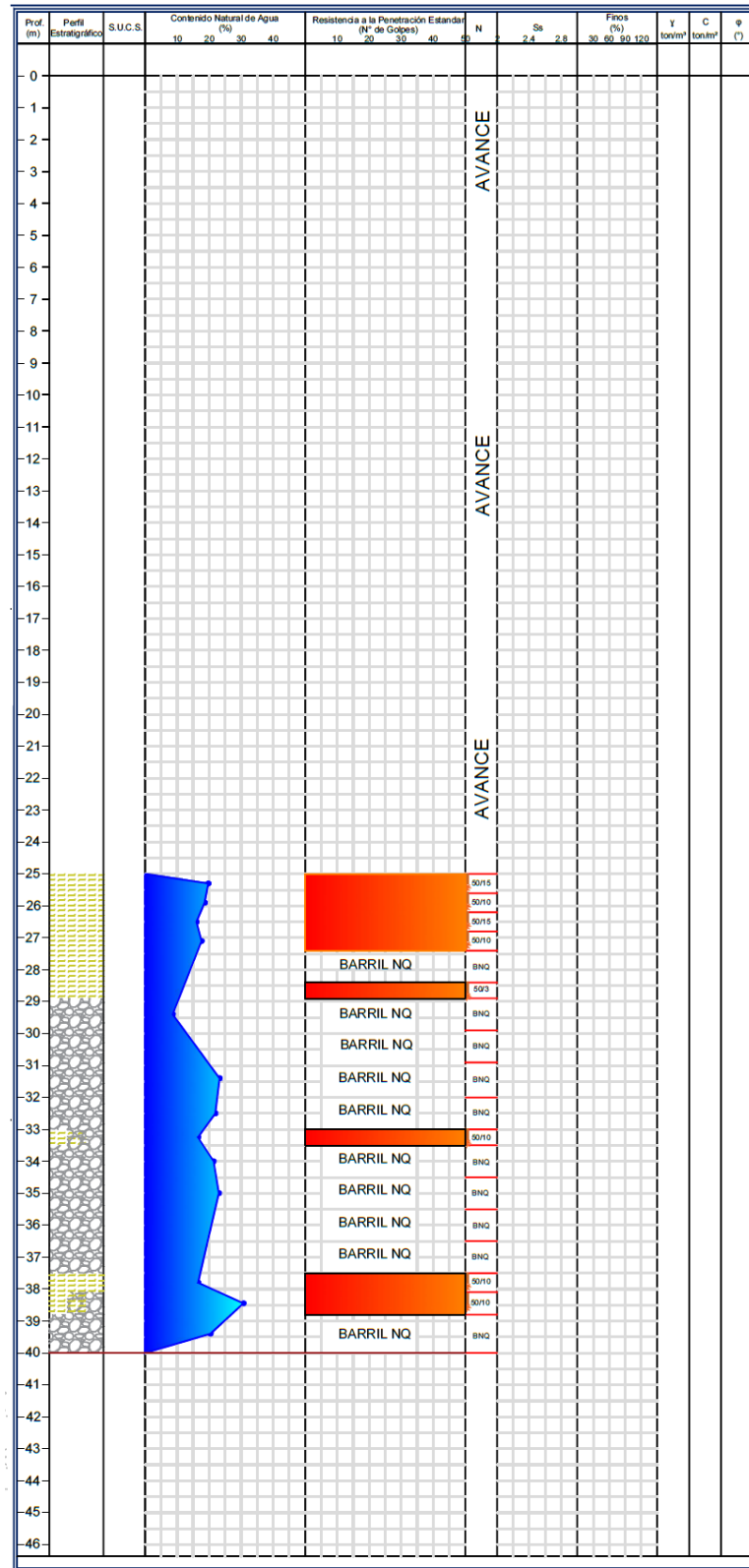


FIGURA 111.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 20.





“TORRE ÍNDICO”

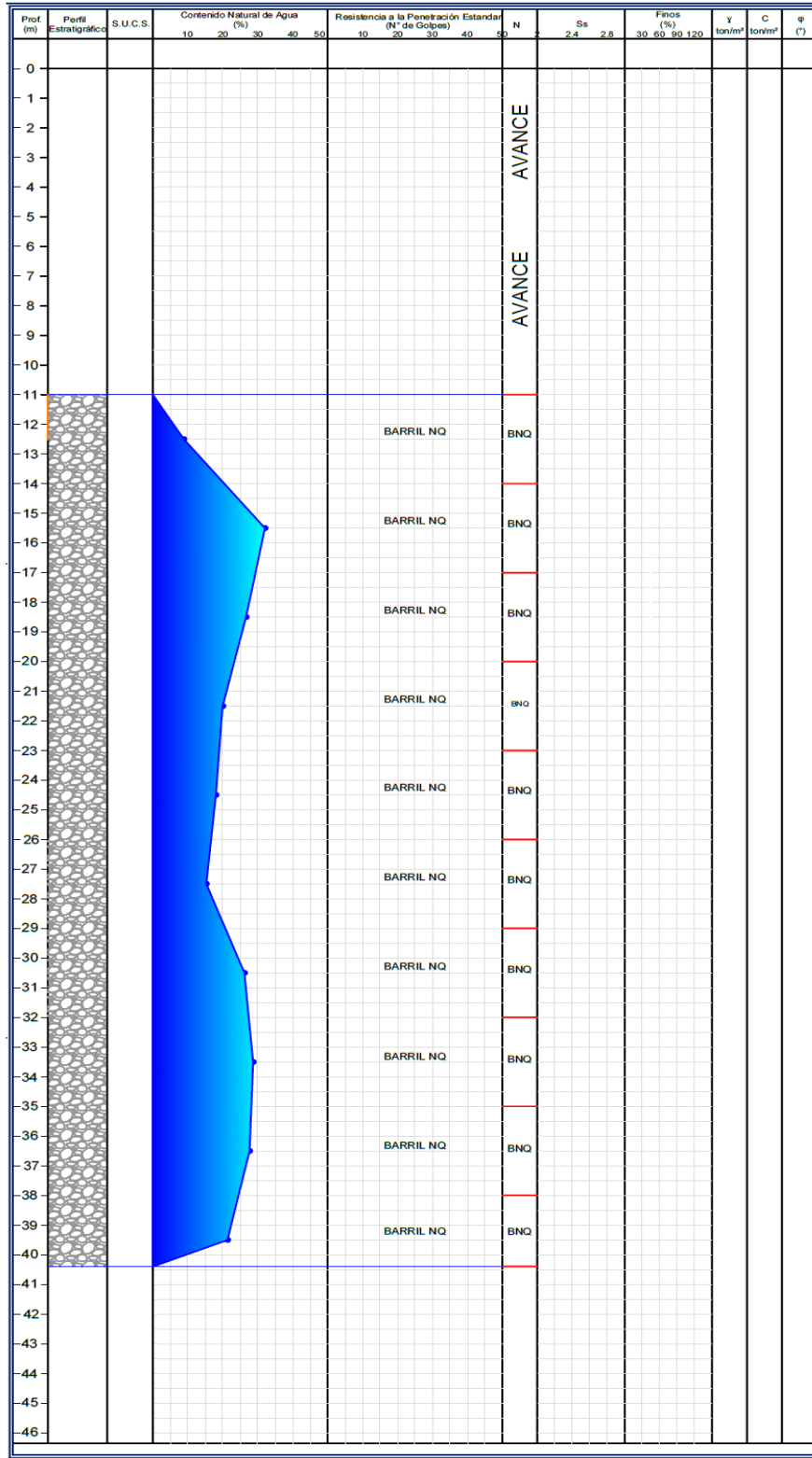


FIGURA 112.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 1.

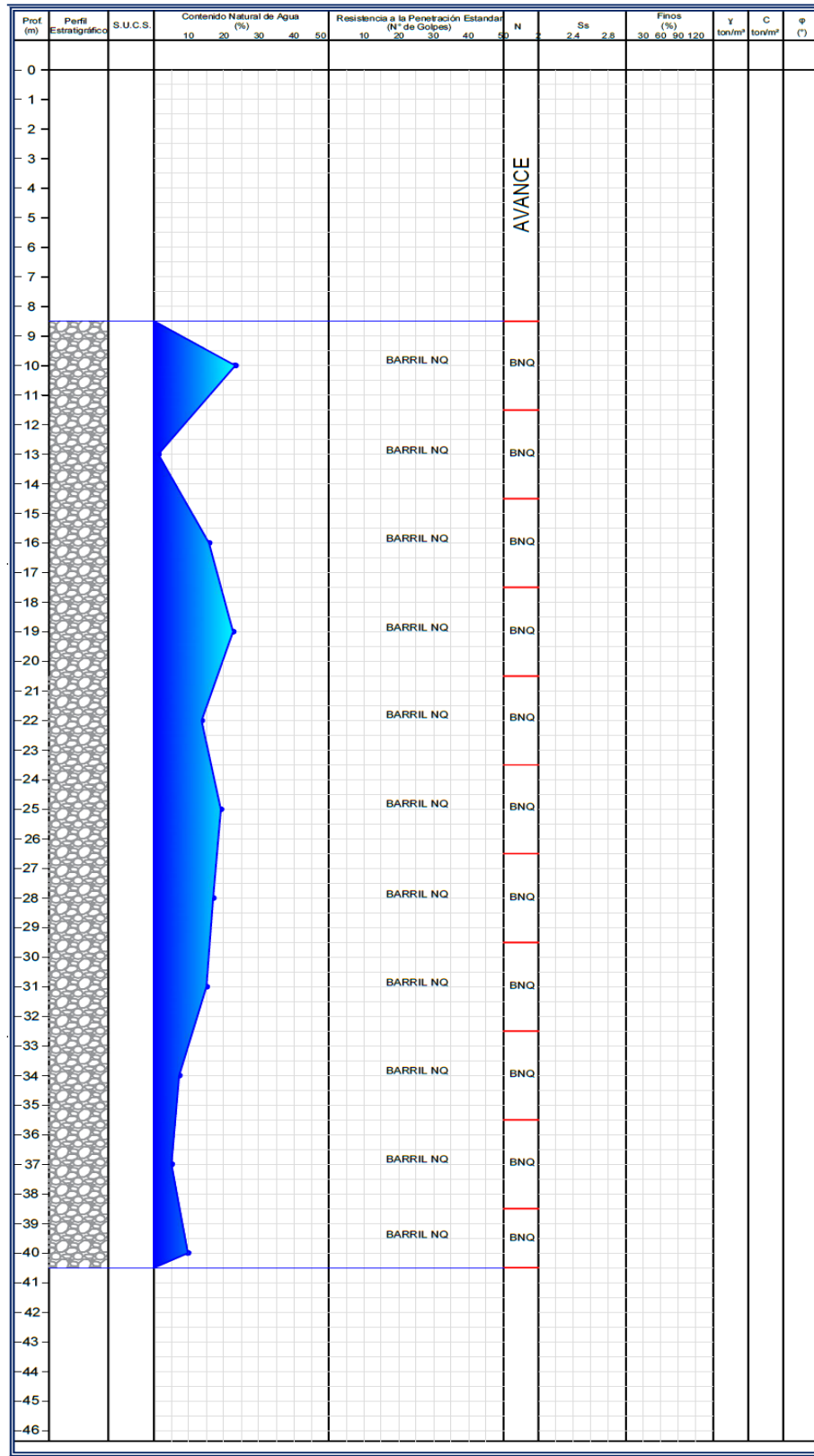


FIGURA 113.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 2.

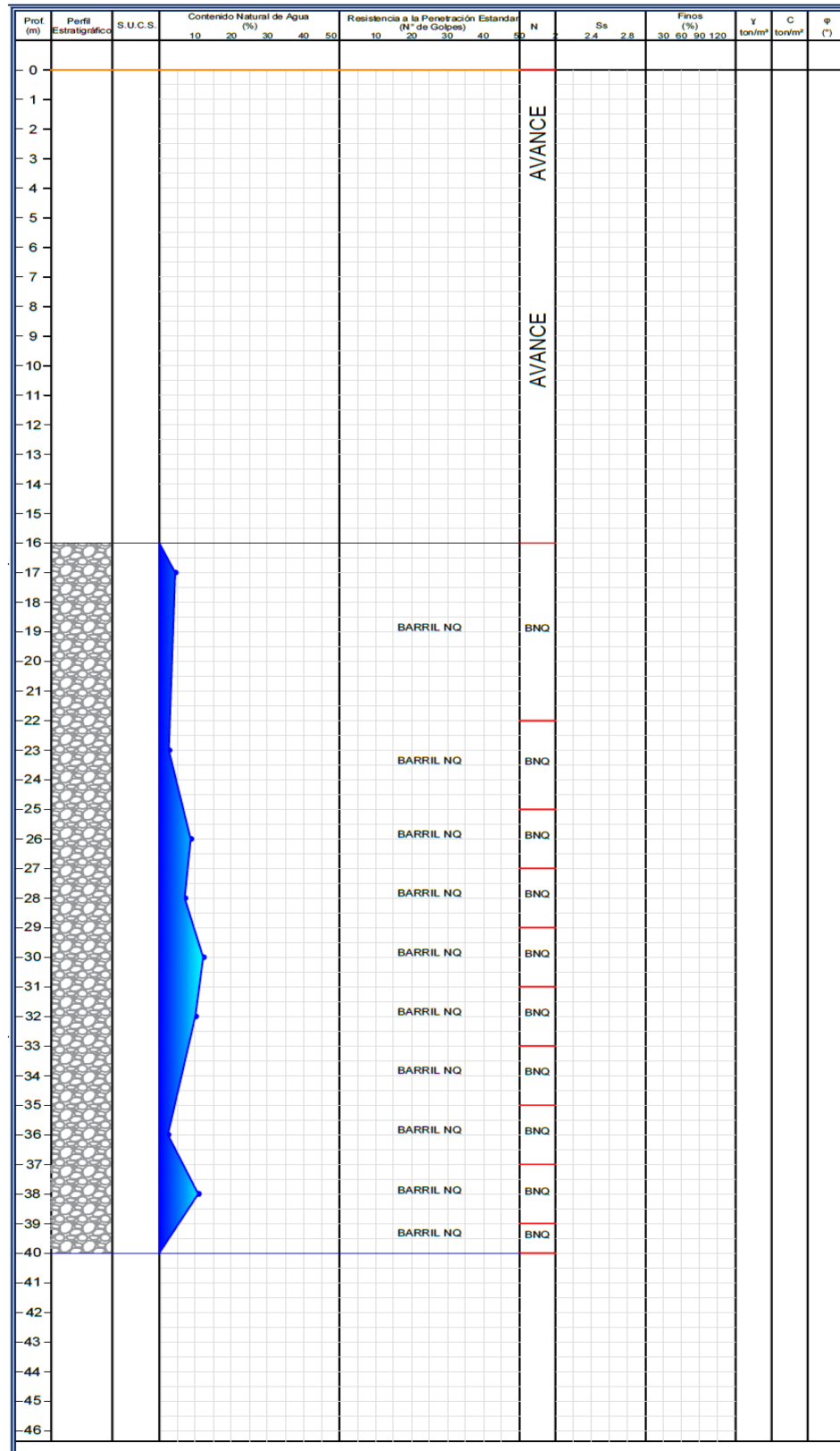


FIGURA 114.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 3.

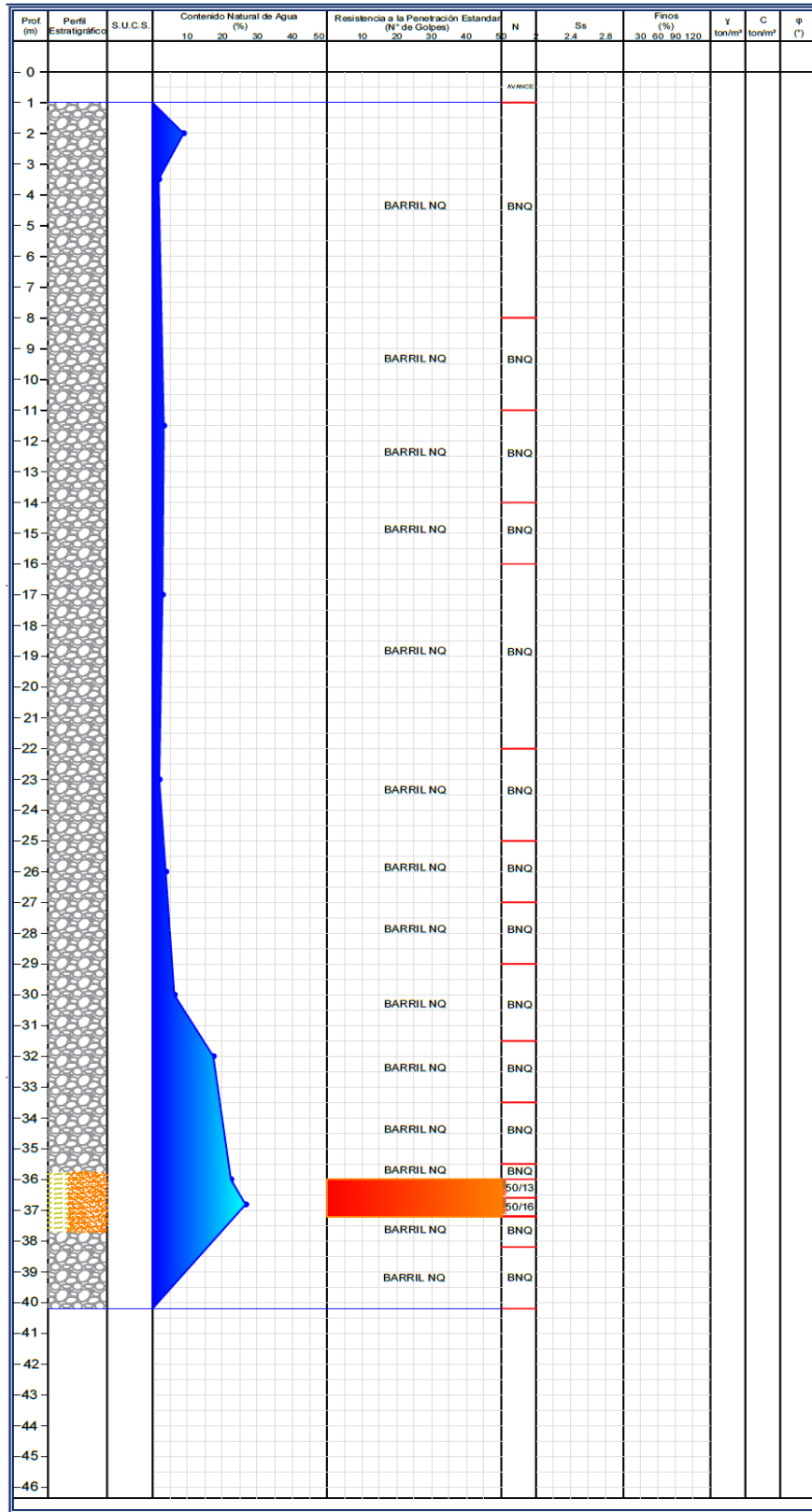


FIGURA 115.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 4.

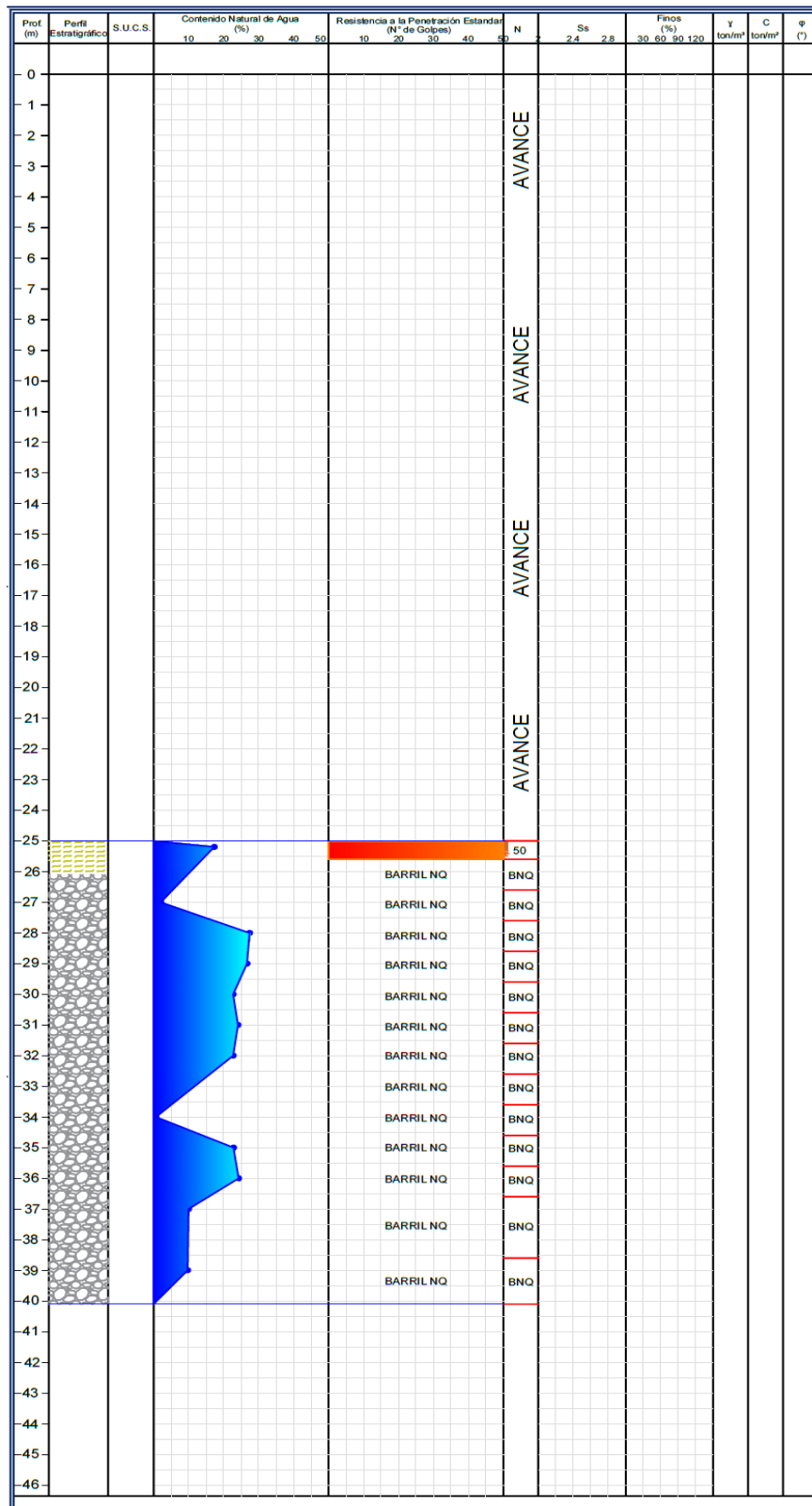


FIGURA 116.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 5.

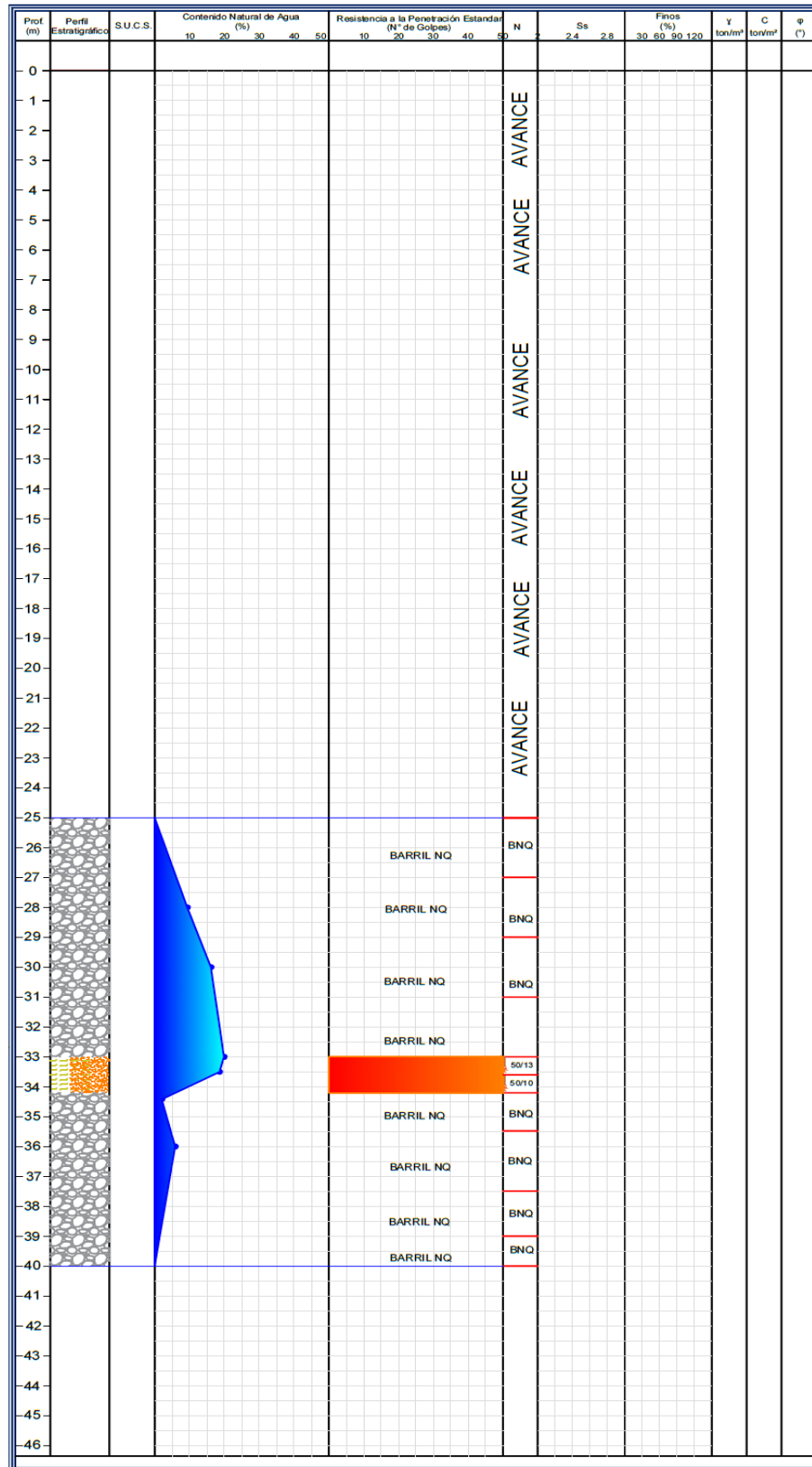


FIGURA 117.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 6.

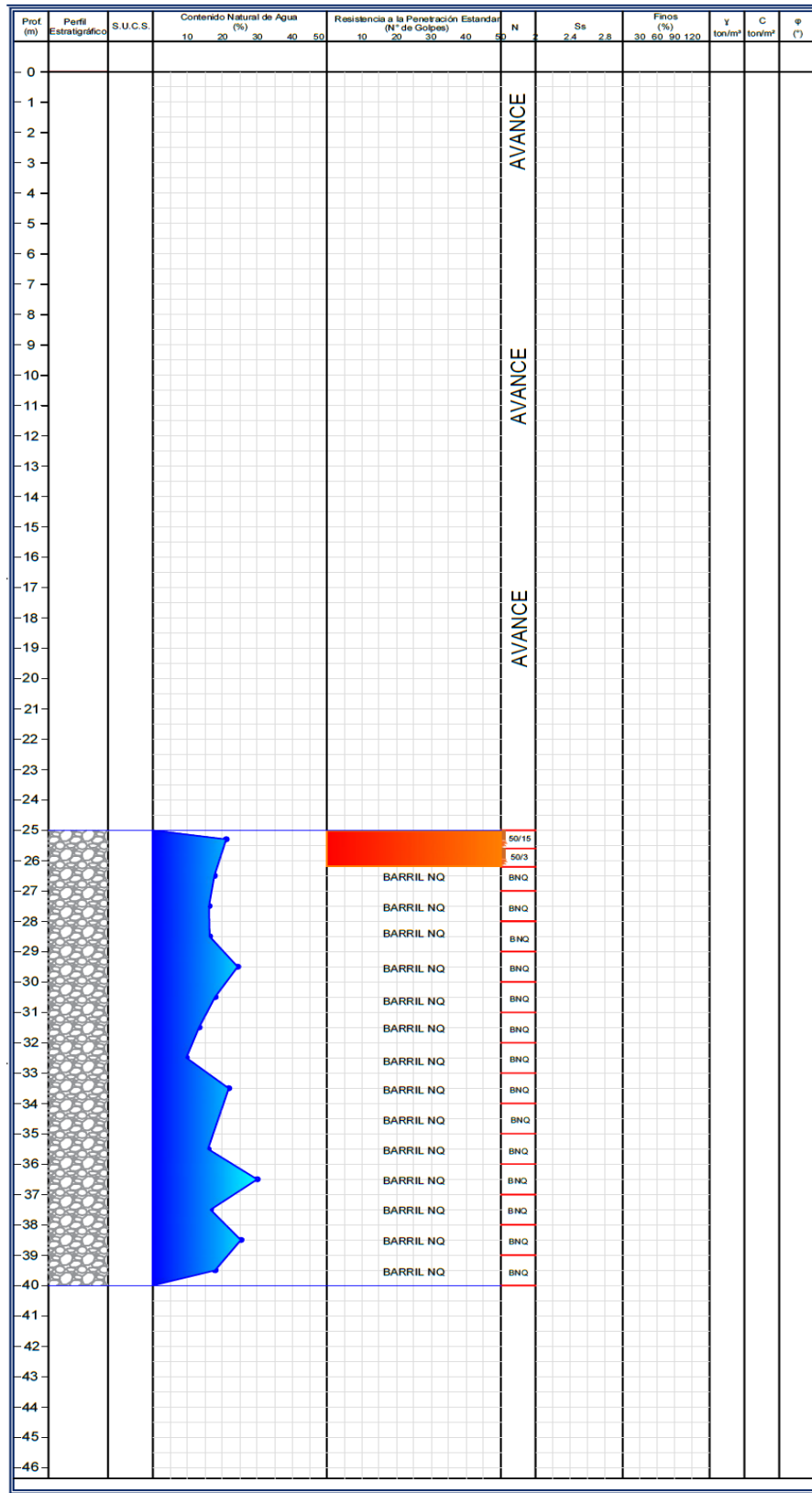


FIGURA 118.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 7.

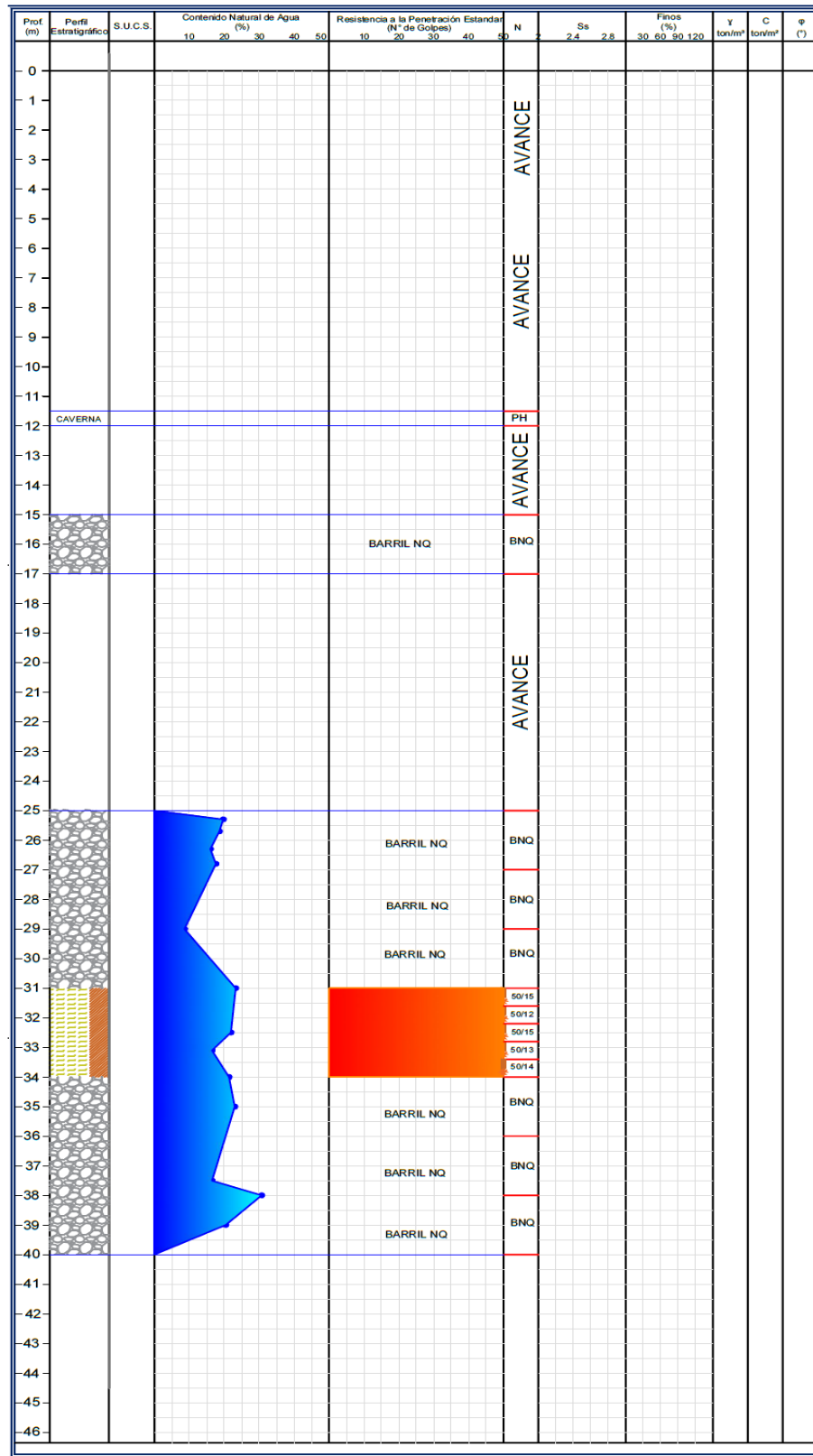


FIGURA 119.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 8.



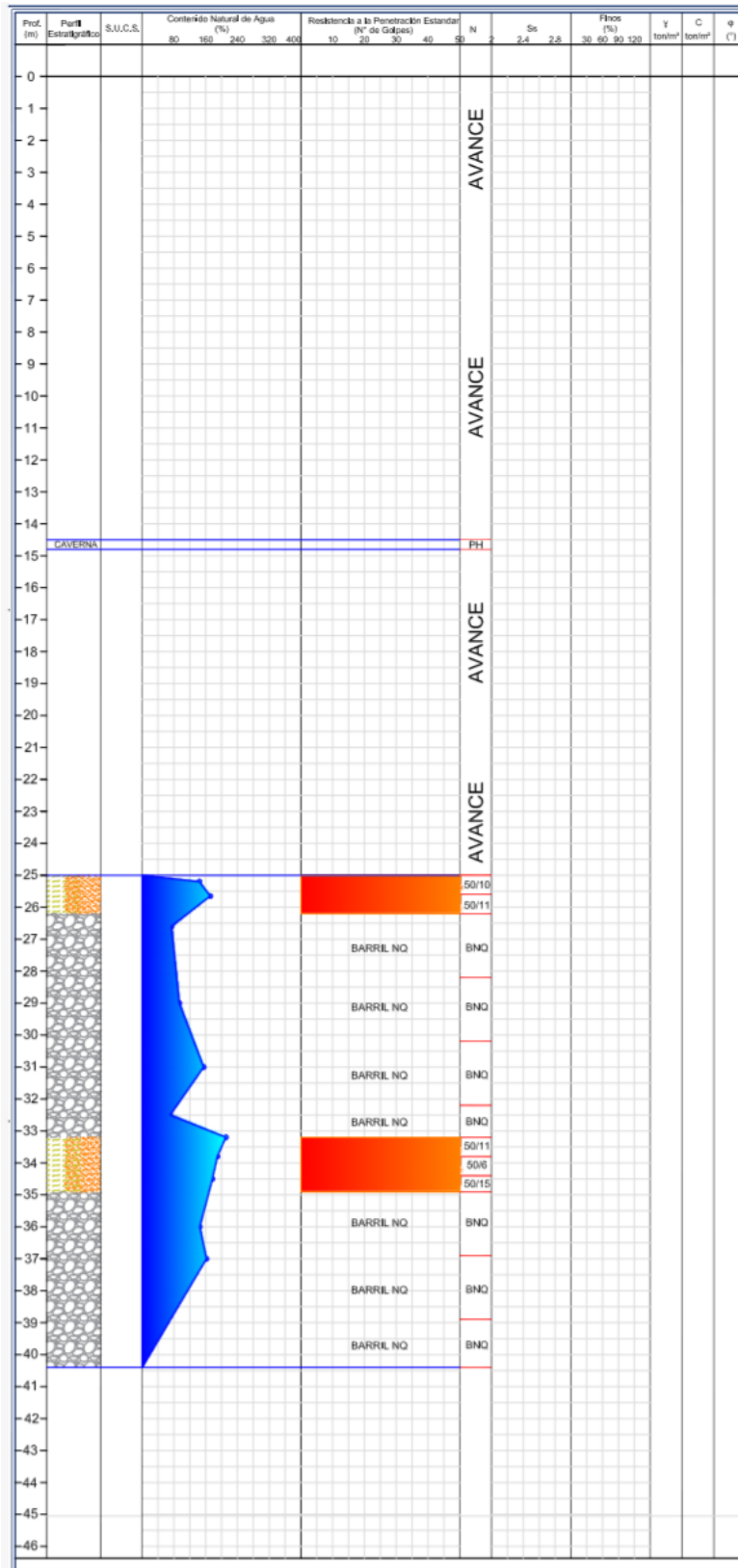


FIGURA 120.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 9.

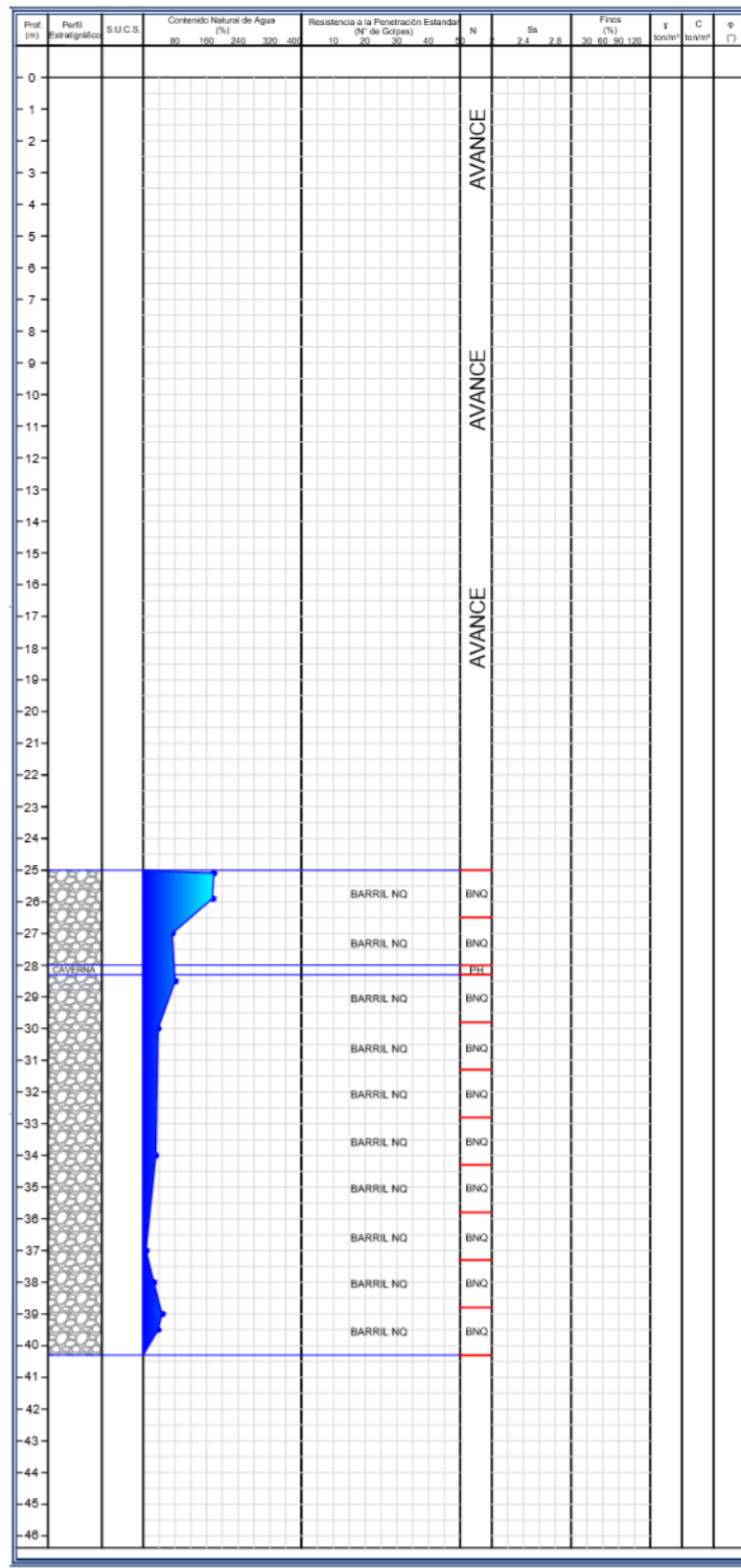


FIGURA 121.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 10.

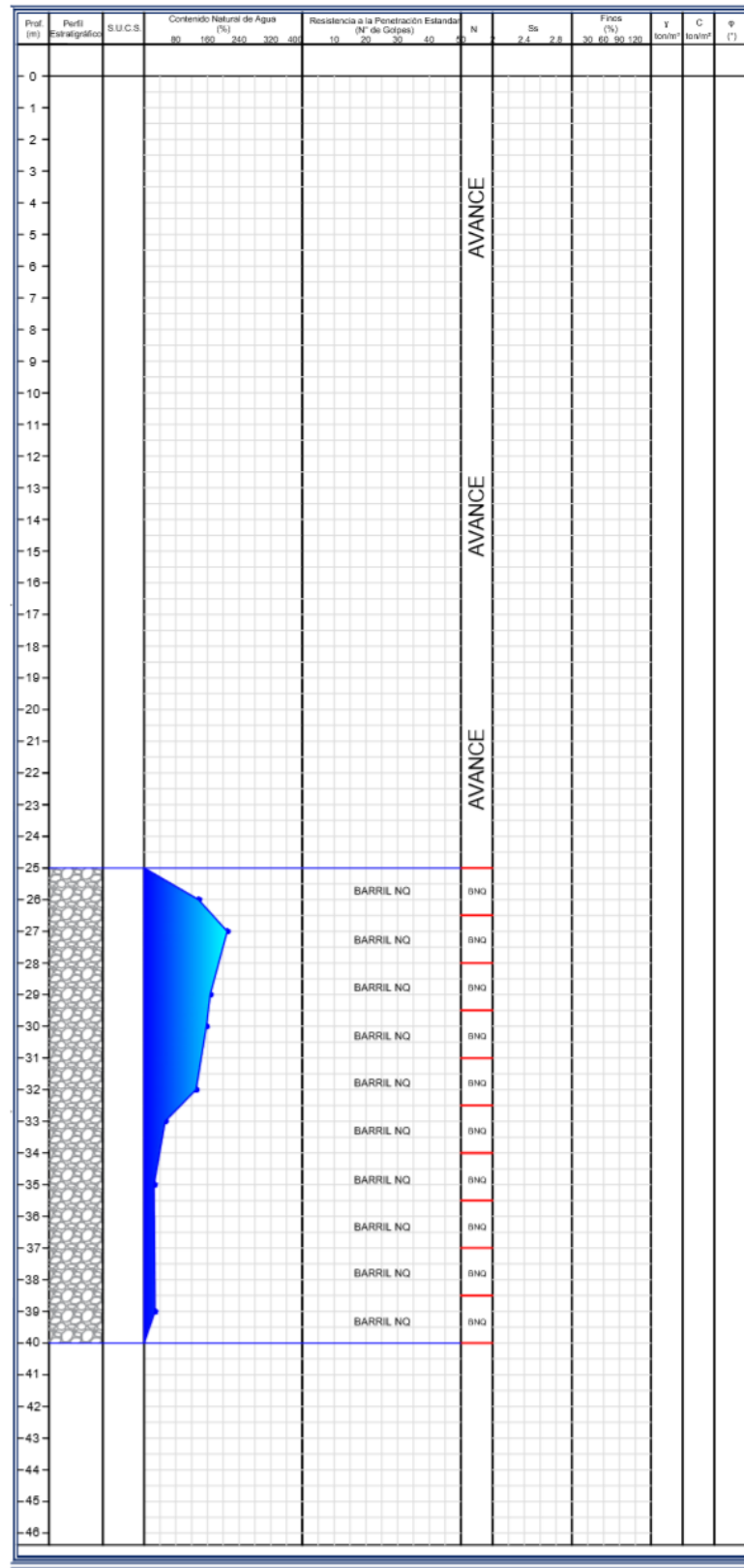


FIGURA 122.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 11.

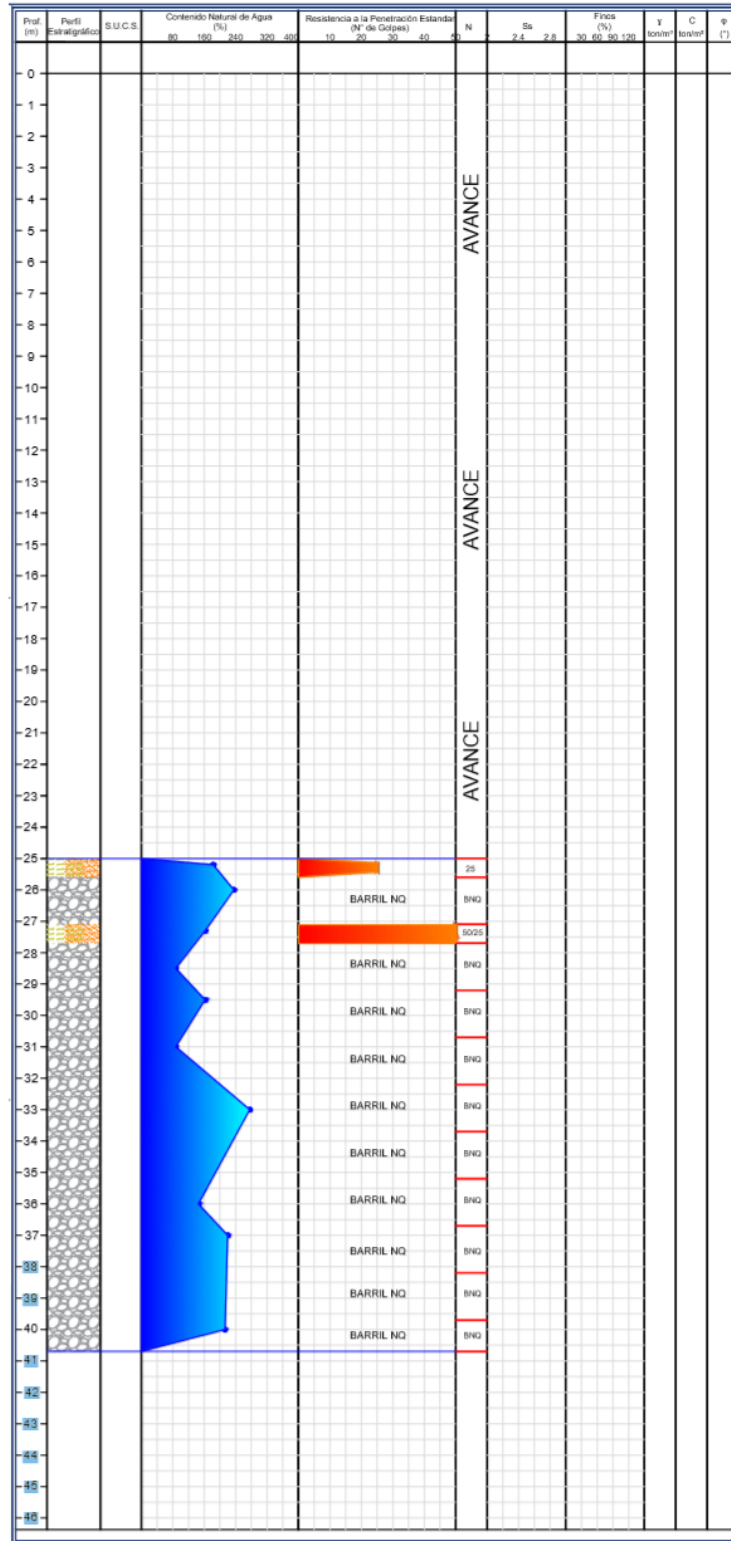


FIGURA 123.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 12.

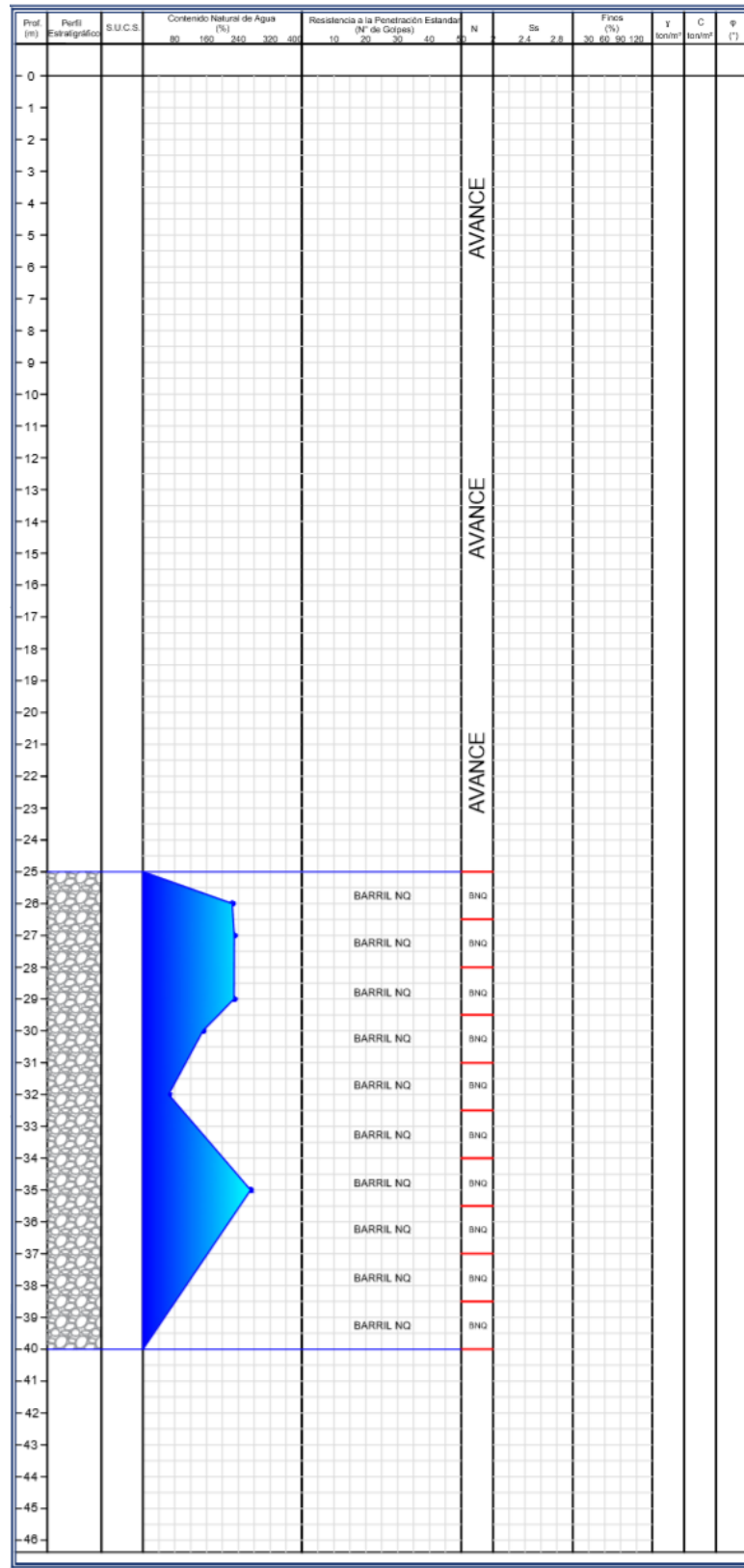


FIGURA 124.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 13.

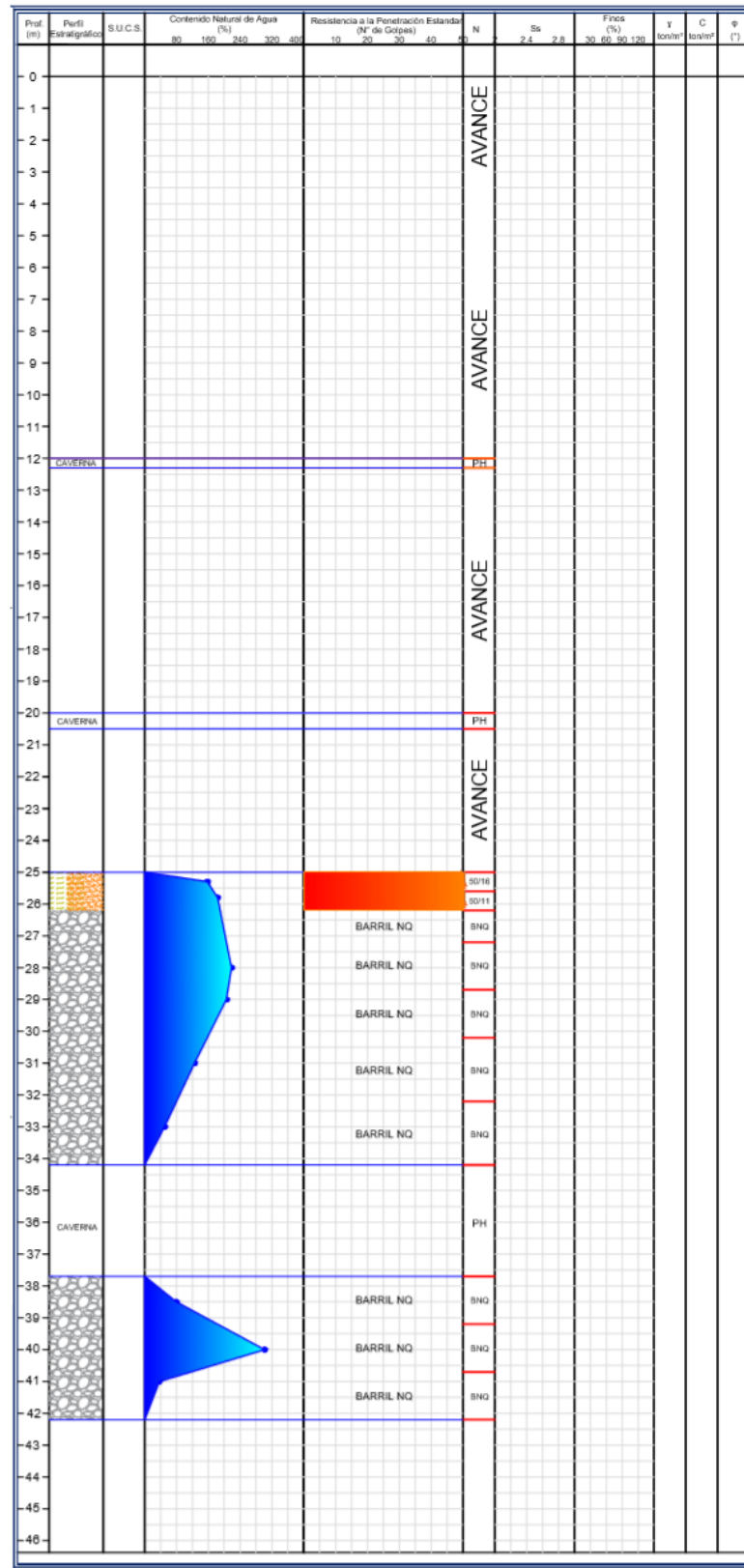


FIGURA 125.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 14.

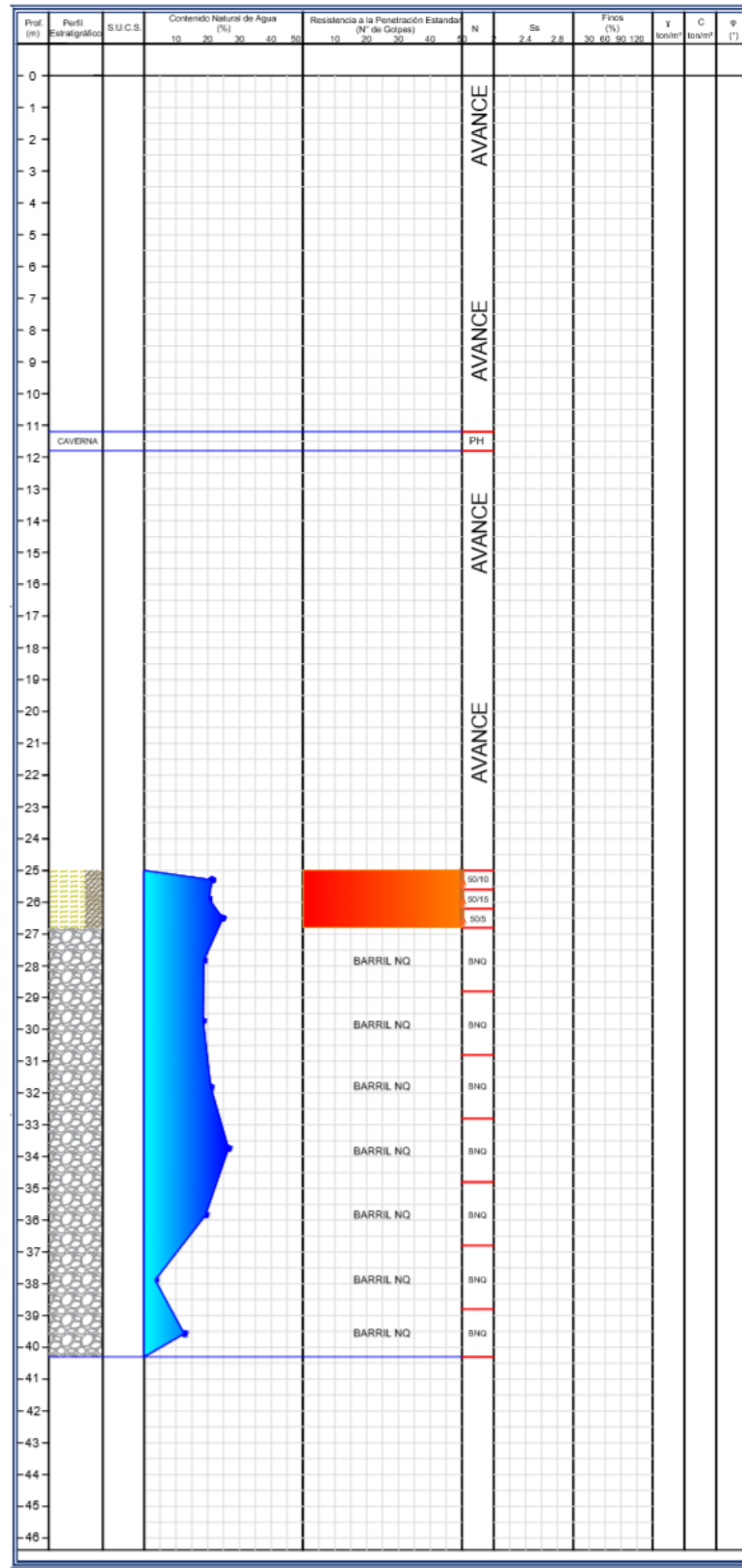


FIGURA 126.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 15.

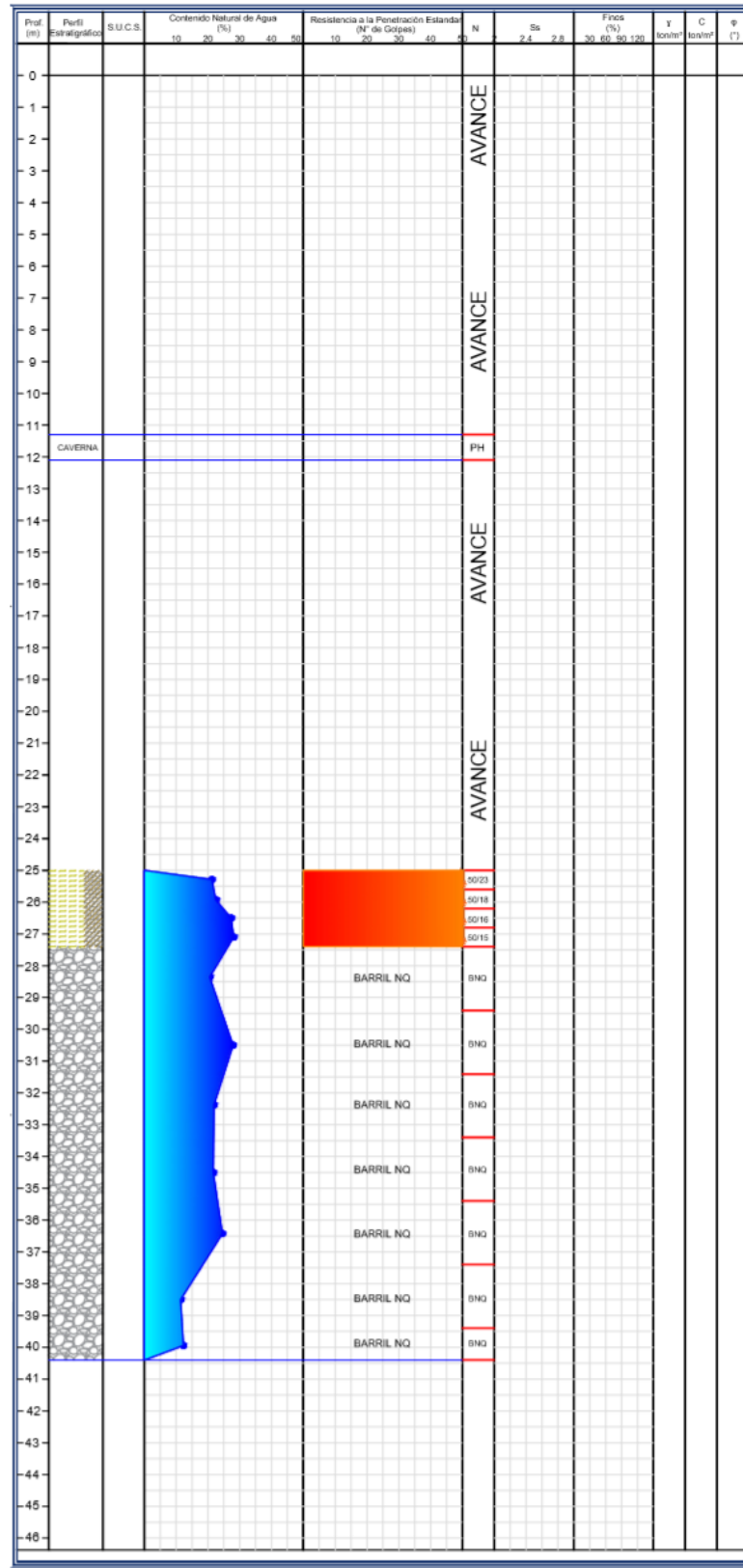


FIGURA 127.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 16.



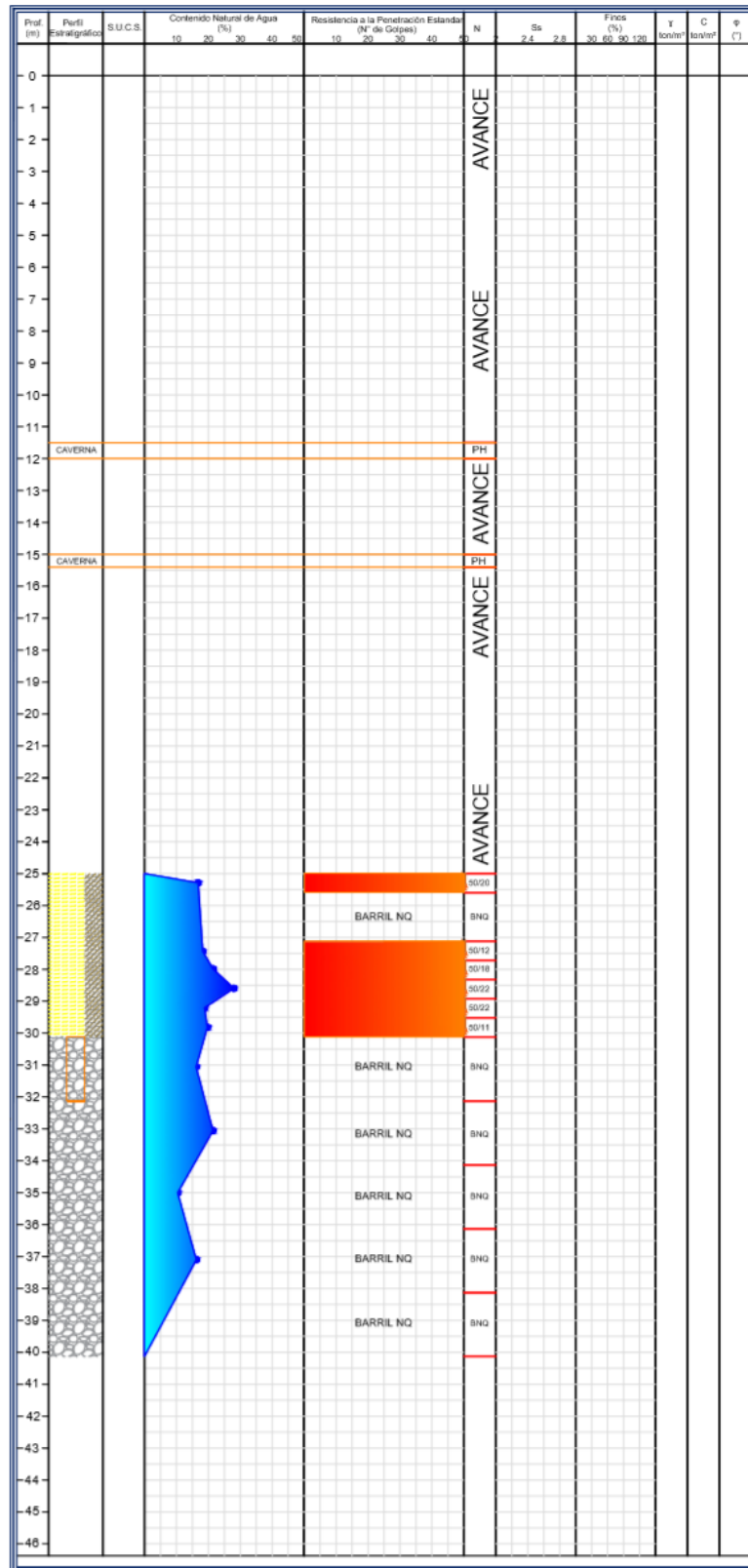


FIGURA 128.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 17.

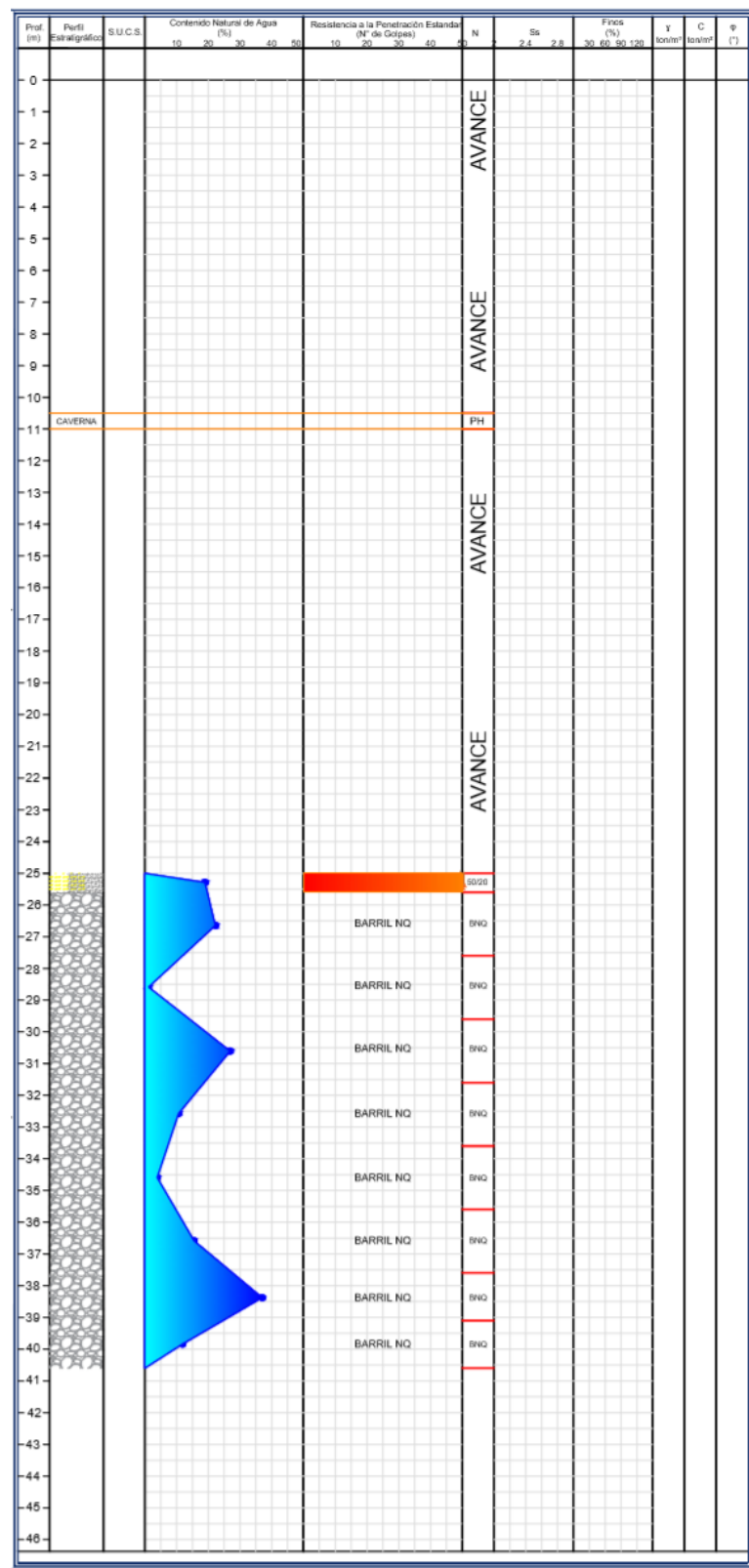


FIGURA 129.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 18.

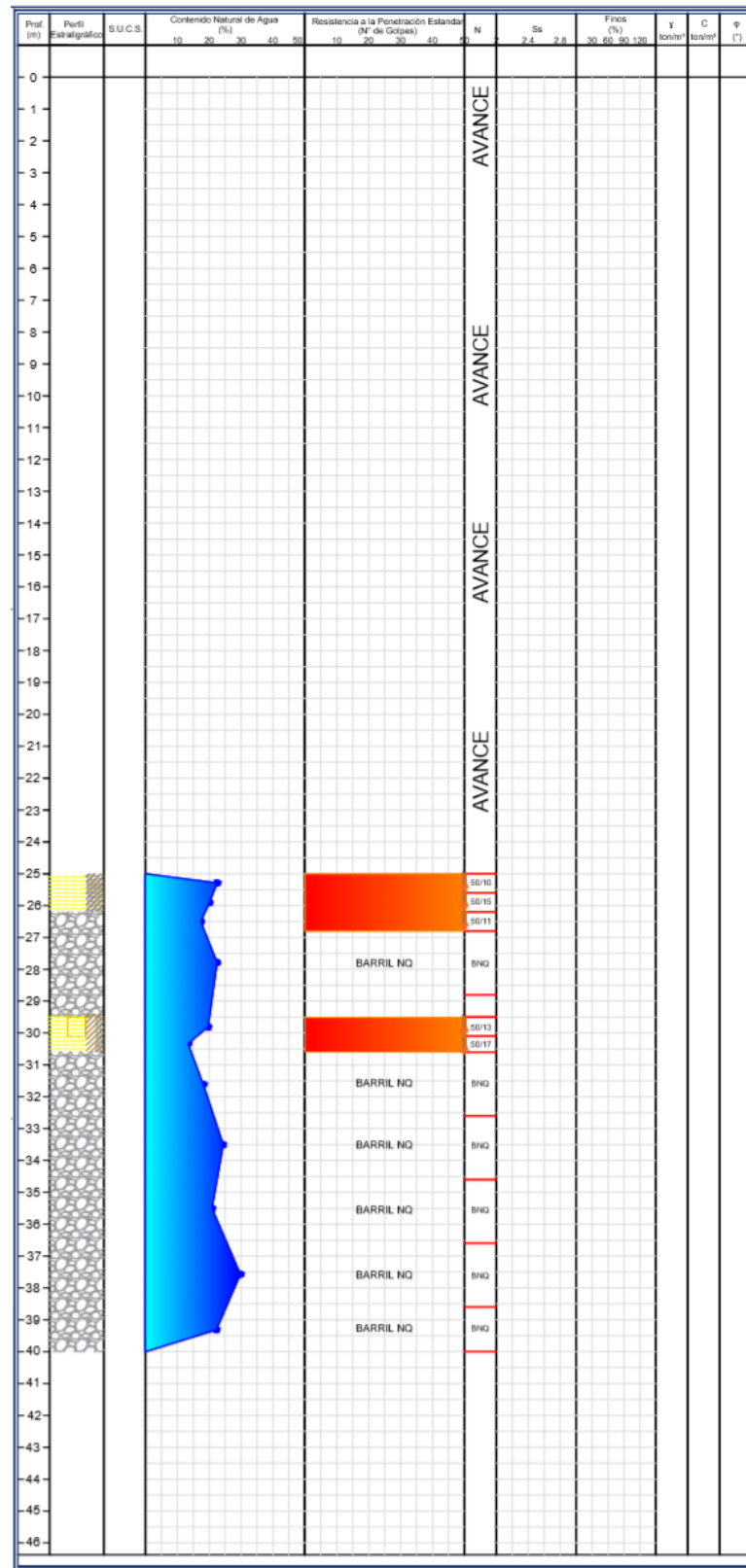


FIGURA 130.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 19.

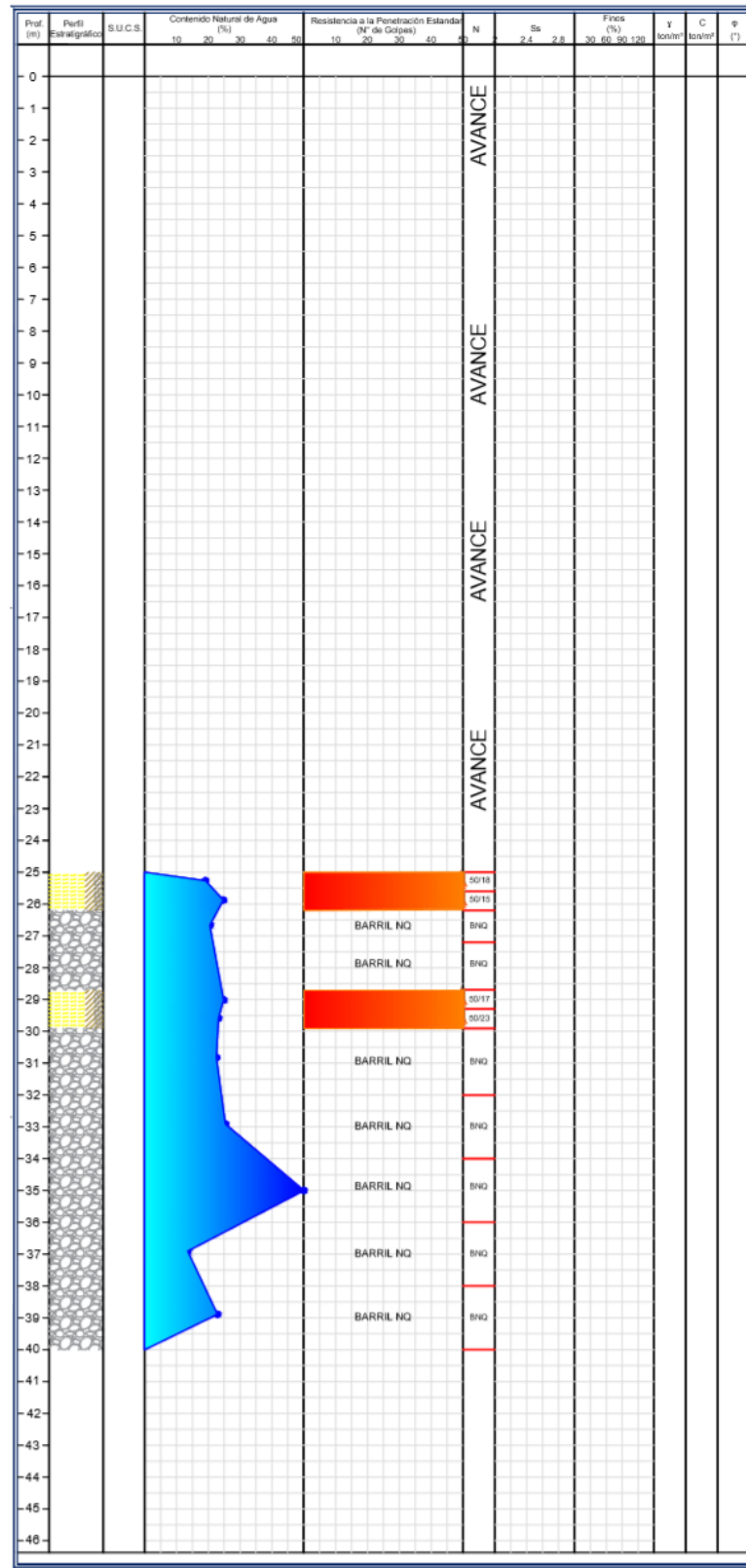


FIGURA 131.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 20.

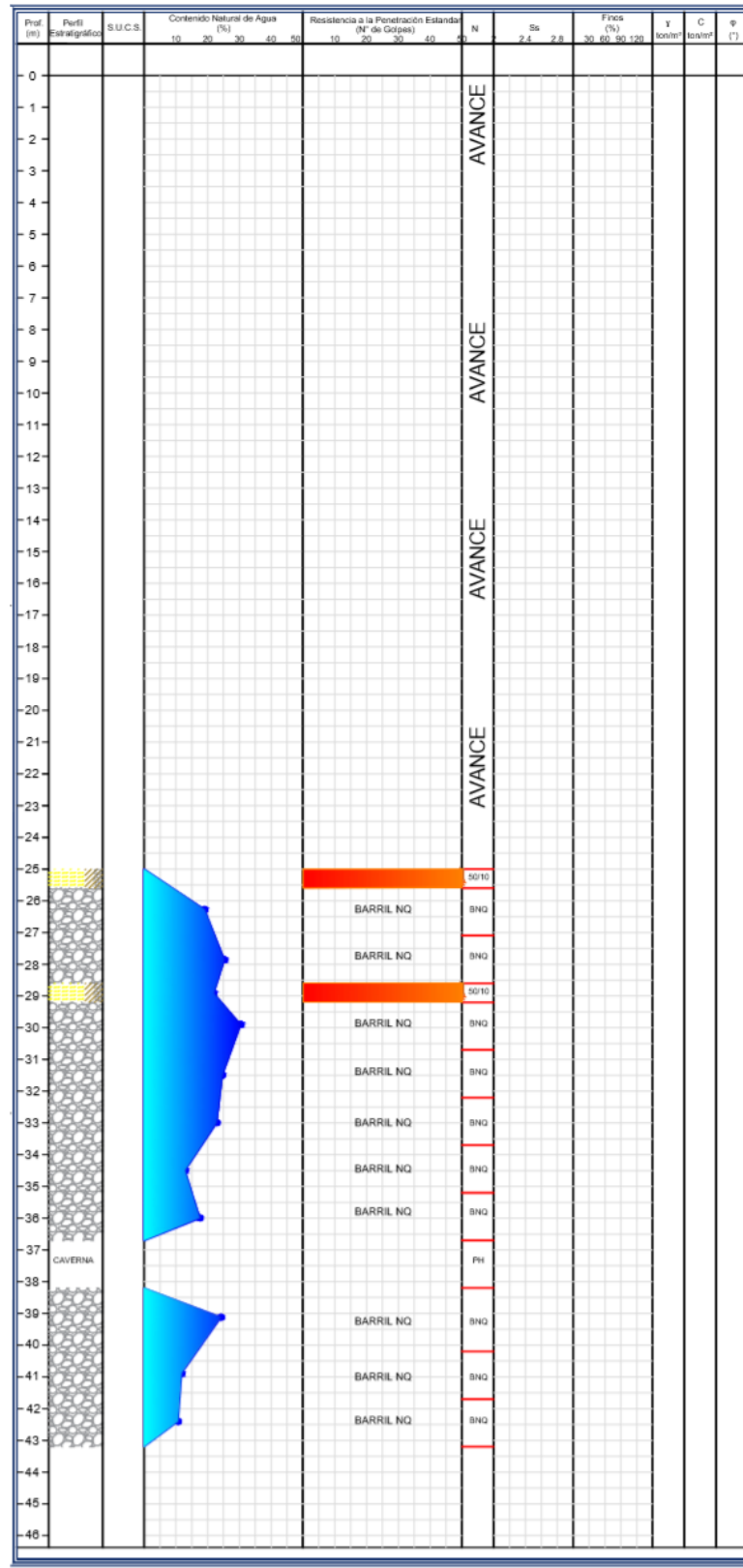


FIGURA 132.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 21.

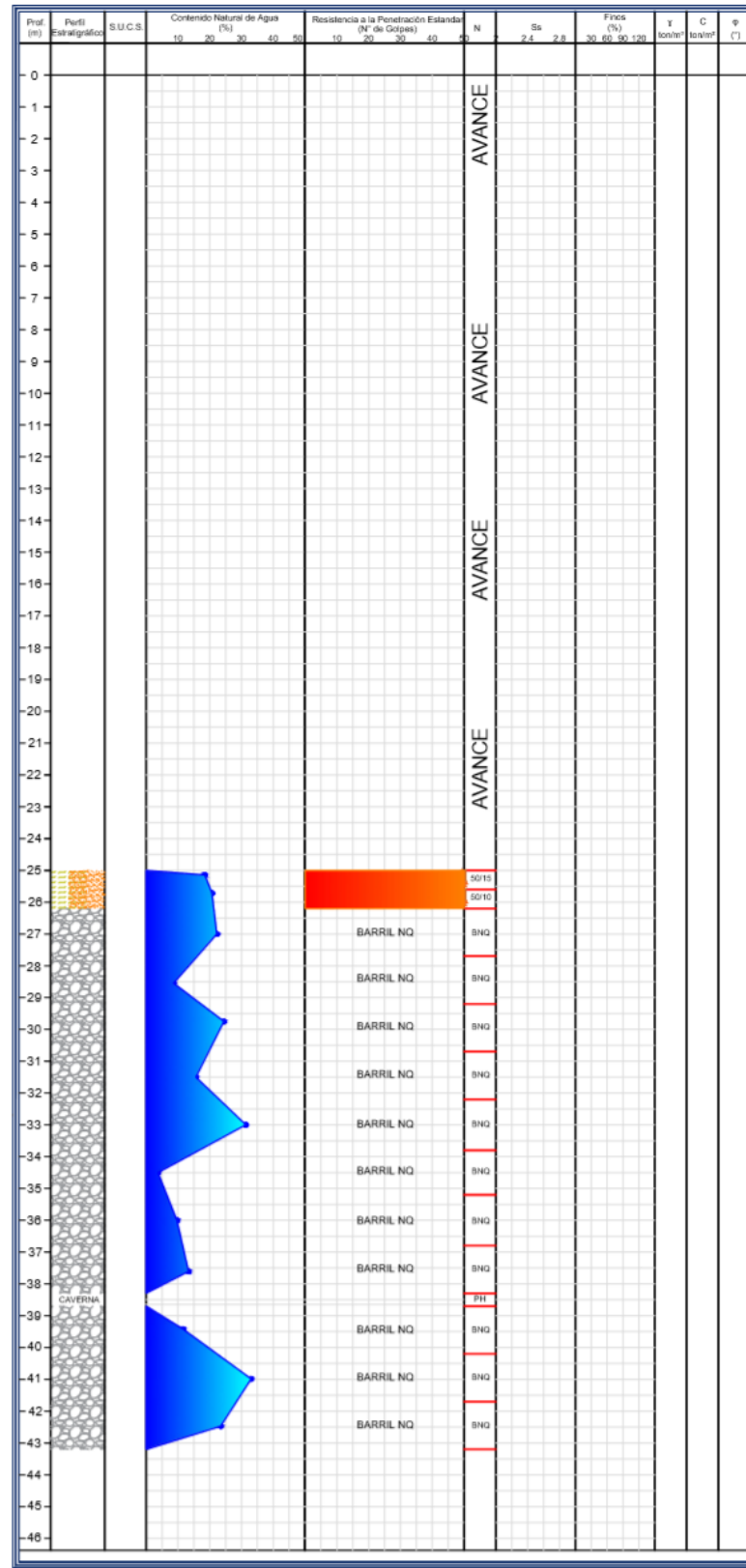


FIGURA 133.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 22.

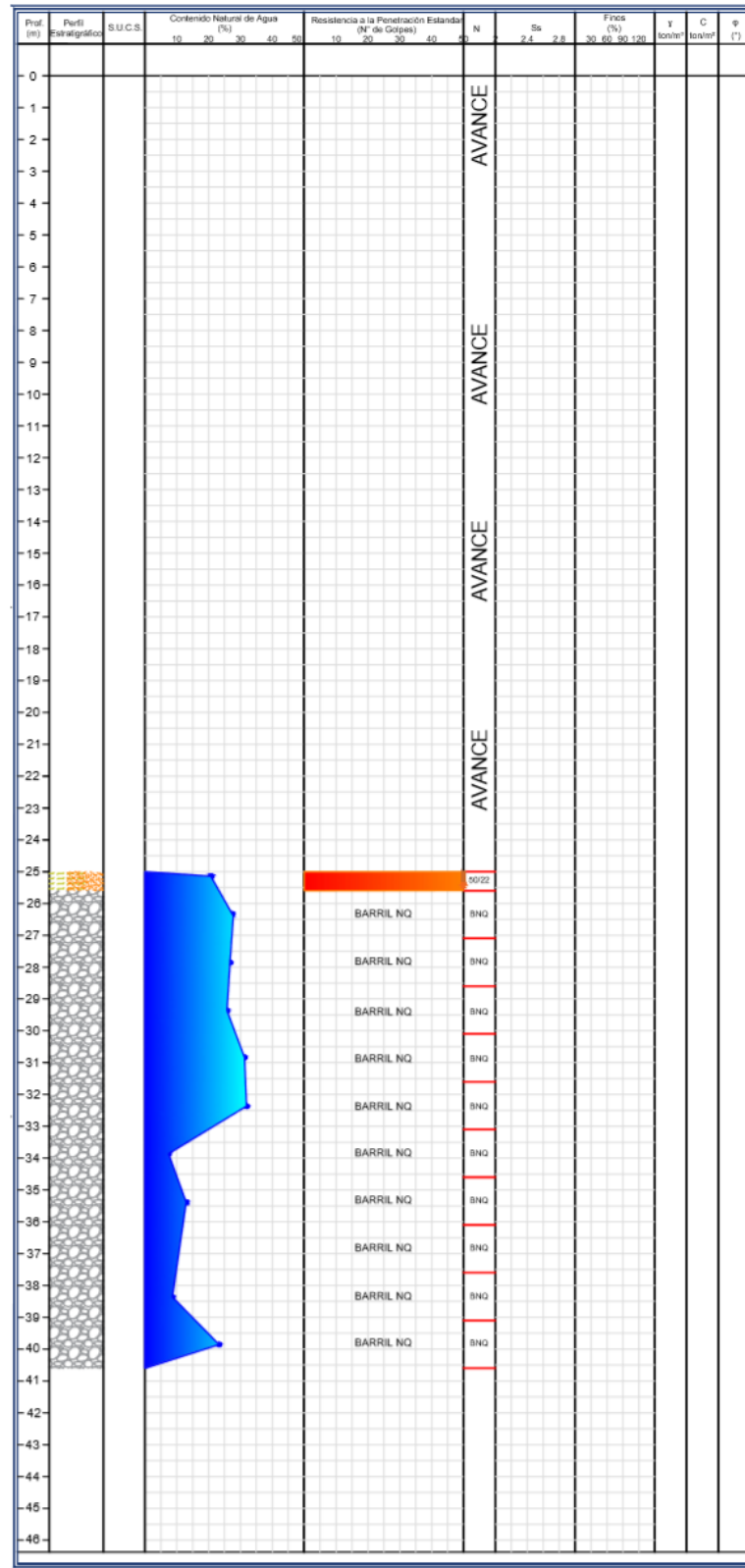


FIGURA 134.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 23.

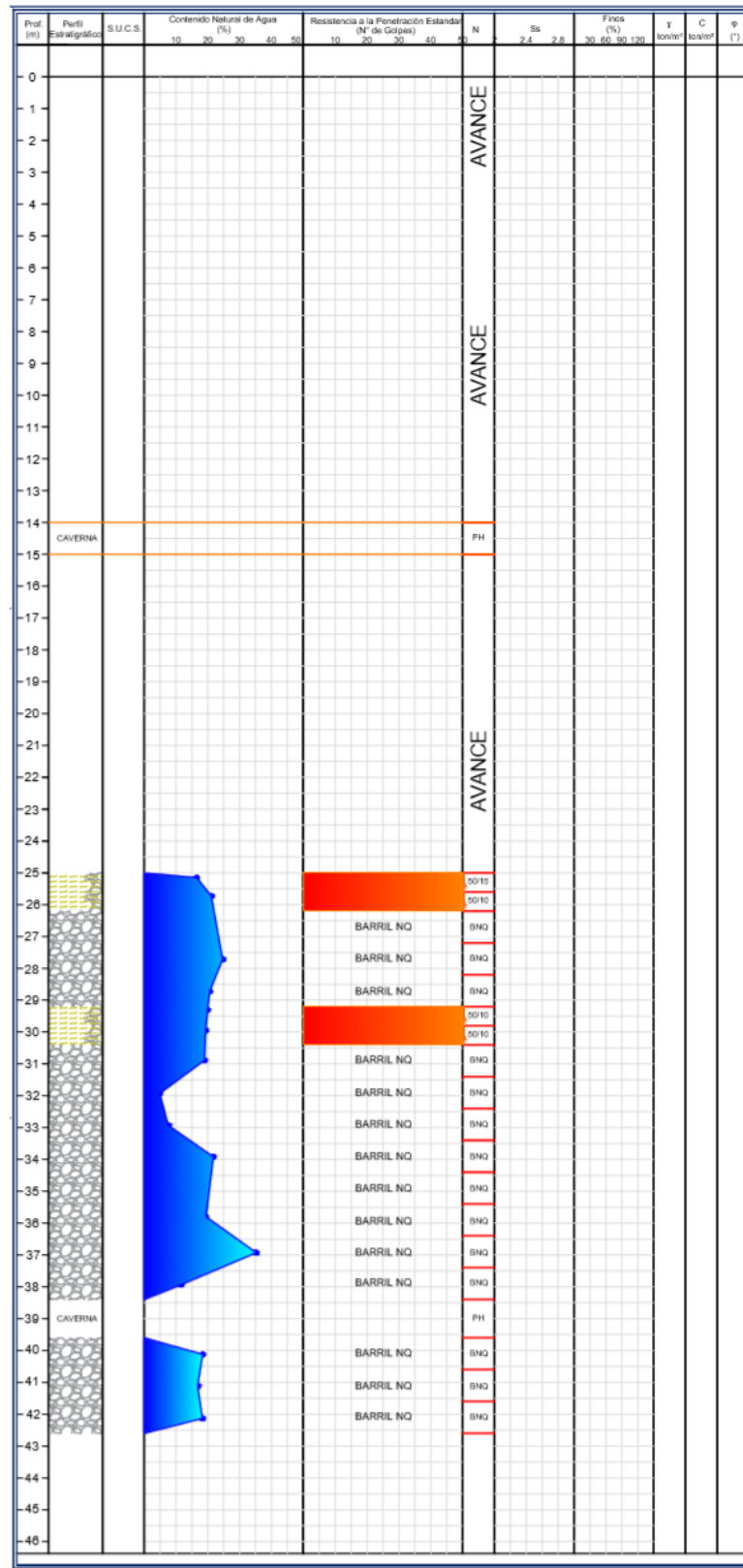


FIGURA 135.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 24.



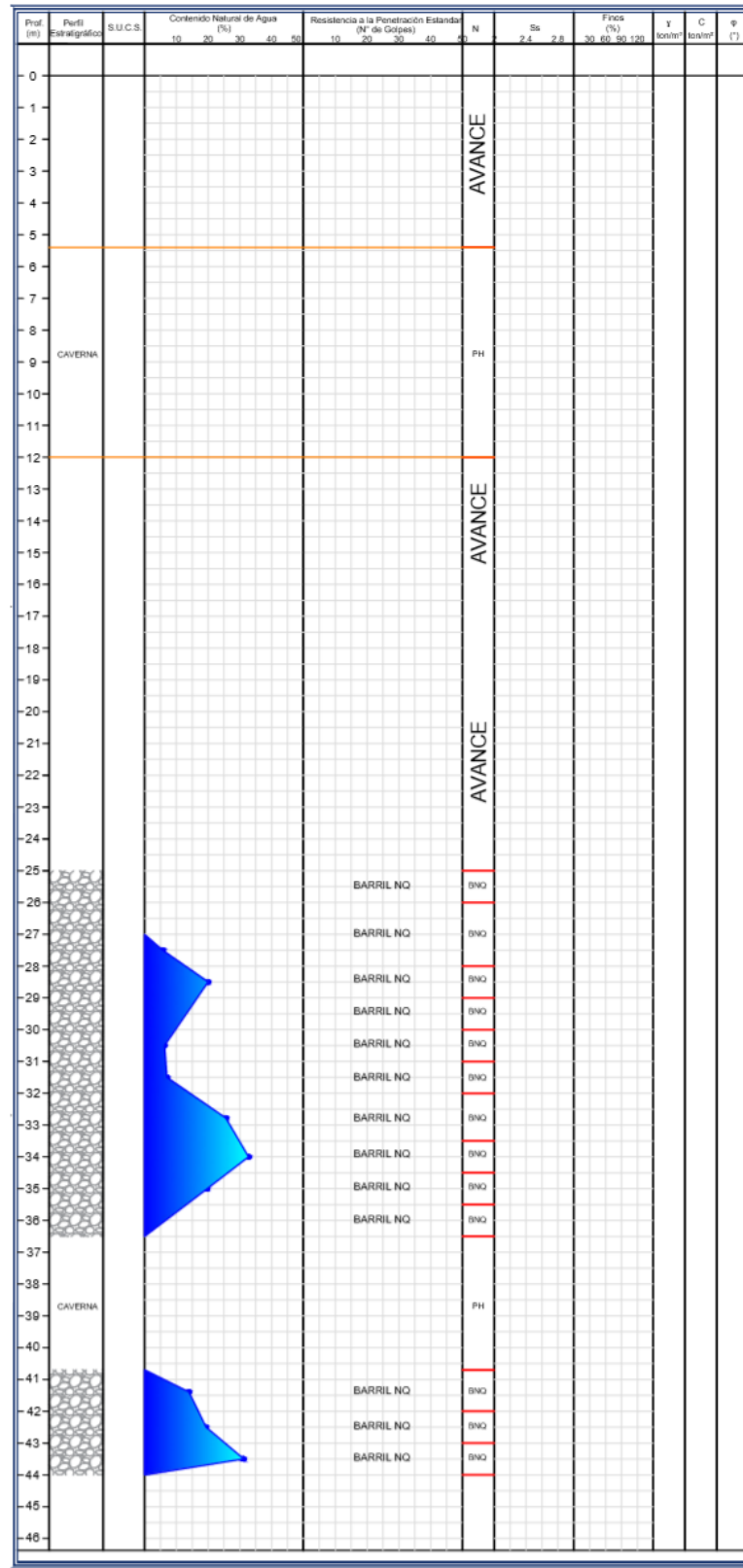


FIGURA 136.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 25.

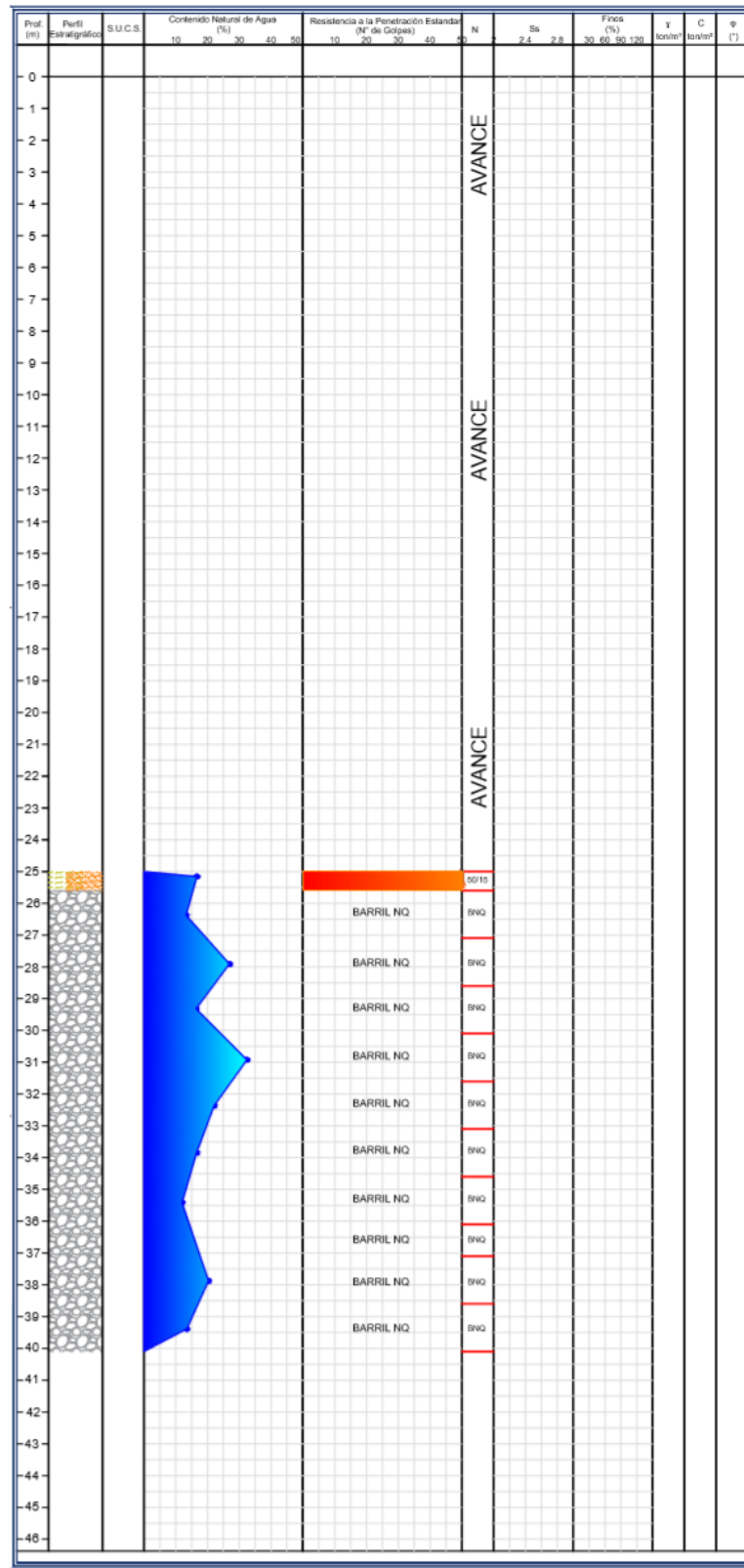


FIGURA 137.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 26.

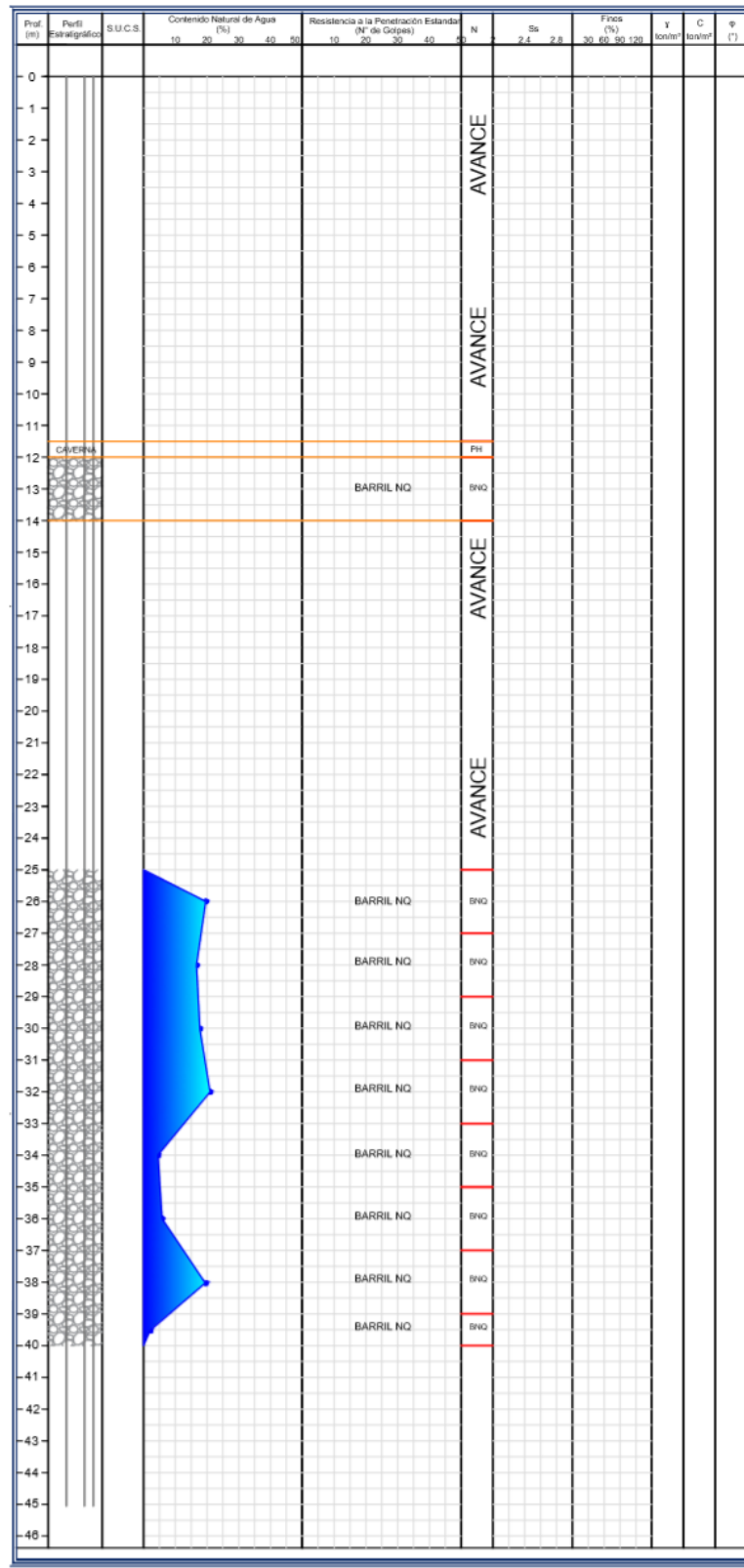


FIGURA 138.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 27.

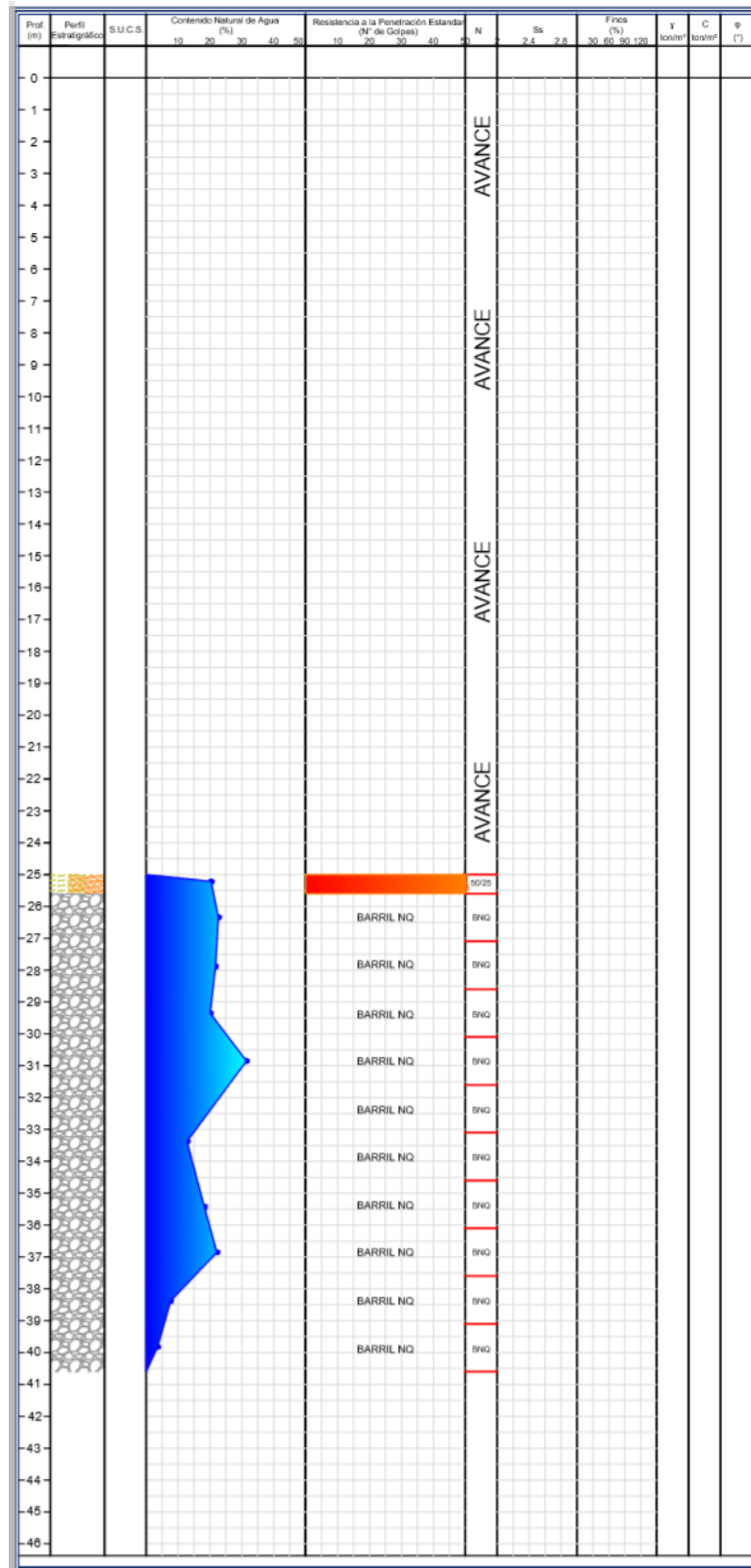


FIGURA 139.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO MIXTO SM – 28.

## PRUEBAS DE LABORATORIO



**PRUEBALIMITES DE CONSISTENCIA.**



**PRUEBA COMPRESIÓN SIMPLE.**



**PRUEBA TRIAXIAL.**

**EQUIPO DE LABORATORIO.**

### III. ENSAYES DE LABORATORIO

Las pruebas de laboratorio se realizaron siguiendo las especificaciones establecidas en el Manual de Laboratorio de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Una vez obtenidas las muestras, se emplearon para obtener las propiedades índice y mecánicas del suelo. En lo descrito a continuación se relacionan las pruebas de laboratorio que se realizaron en las muestras obtenidas, de acuerdo al tipo de muestra:



**MUESTRAS OBTENIDAS EN LA EXPLORACIÓN DE CAMPO.**



### III.1 Muestras alteradas

En las muestras representativas alteradas, se harán las siguientes pruebas de laboratorio:

#### Propiedades Índice

- Clasificación SUCS y contenido natural de agua (ASTM D 2488, ASTM D 2216)
- Límites de consistencia, líquido y plástico (ASTM D 4318)
- Análisis granulométrico por mallas (ASTM D 422)
- Porcentaje de finos
- Densidad de sólidos

### III.2 Muestras inalteradas

A las muestras cúbicas inalteradas, además de las pruebas anteriores también se les realizaron las siguientes pruebas:



#### Propiedades Mecánicas

- Resistencia a la compresión simple con al menos dos ciclos de carga y descarga.
- Determinación de los parámetros de resistencia al corte mediante pruebas de compresión triaxial no consolidadas no drenadas (UU) (ASTM D 2850) en juegos de mínimo tres (3) probetas. Incluyen gráficas de esfuerzo-deformación.



Todas las muestras obtenidas se clasificaron en forma visual y al tacto, en estado húmedo y seco mediante pruebas del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se determinó también su contenido natural de agua. (Ver figuras Anexo II).

En estratos representativos se hicieron límites de consistencia y/o porcentaje de finos para conocer su granulometría; se obtuvo en ambos casos la densidad de sólidos, los resultados se muestran en las figuras del Anexo II.

Para conocer los parámetros de resistencia del suelo, se efectuaron en muestras inalteradas ensayos de compresión triaxial no consolidada-no drenada (pruebas UU).

La ley de resistencia definida por la envolvente de los círculos de Mohr correspondientes a los estados de esfuerzo desviador máximo, obtenidos en pruebas de compresión triaxial no consolidada - no drenada, UU, así como los registros de laboratorio y las gráficas de esfuerzo-deformación unitaria, de las pruebas UU, se presentan en las figuras del Anexo II.

En las figuras 18 a 29 se presentan en forma gráfica los resultados de algunas de las pruebas de laboratorio efectuadas en las muestras de los sondeos de tipo mixto realizados en el sitio de interés, incluyendo los valores del índice de resistencia a la penetración estándar de los depósitos atravesados.



## CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS Y FÍSICAS DEL SUBSUELO

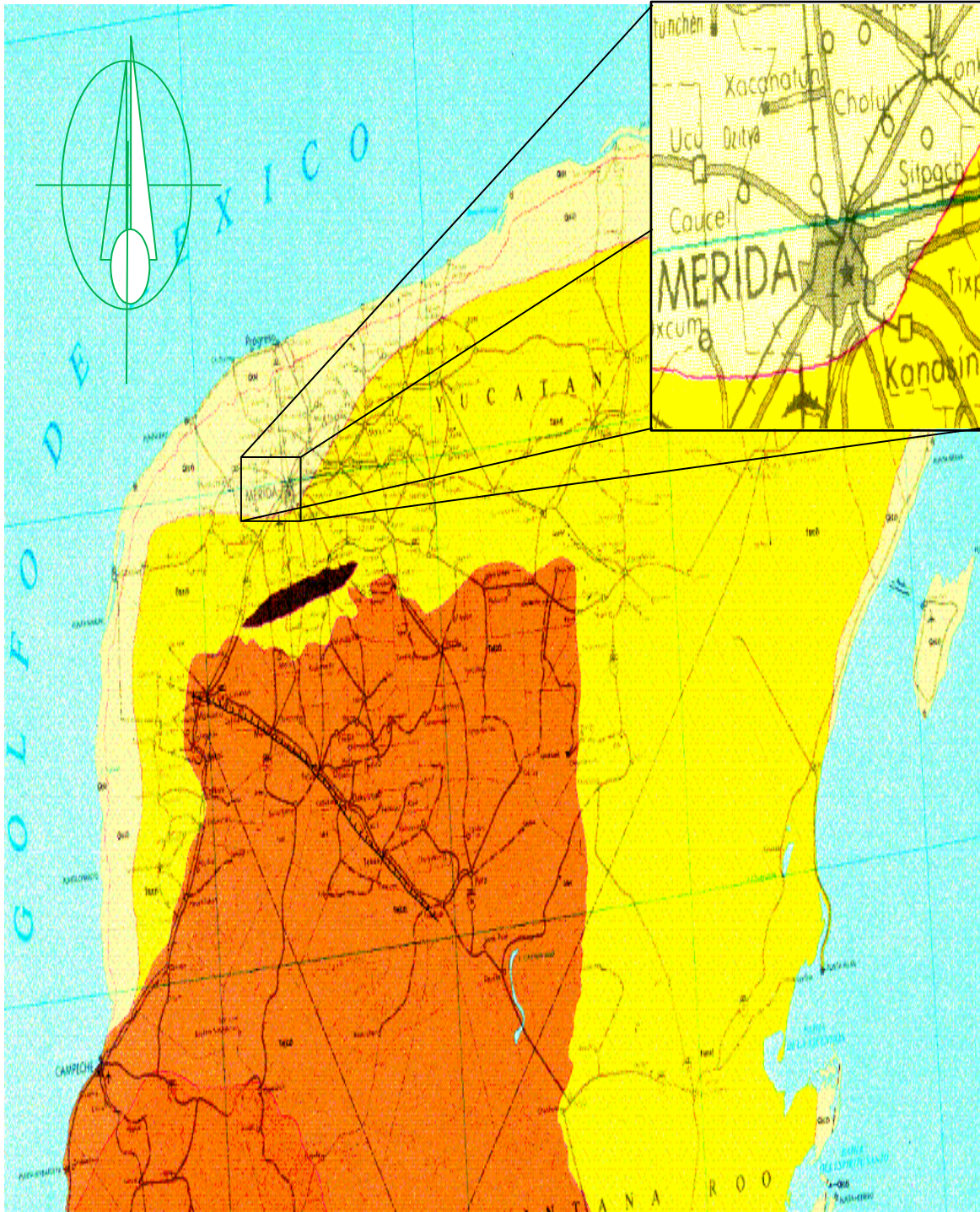


FIGURA 140.- CARTA GEOLÓGICA DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.



## IV. CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS Y FÍSICAS DEL SUBSUELO

### IV.1 Marco geológico

La información bibliográfica indica que el predio se encuentra dentro de la formación geológica Carrillo Puerto, que según J. Butterlin, está constituida por rocas de origen sedimentario, del tipo de la caliza. De acuerdo con el mismo autor, conforme se avanza hacia la superficie las calizas son cada vez más impuras, a veces arcillosas, de color amarillento o rojizo.

El intemperismo está representado principalmente por fenómenos químicos que producen disolución de la caliza mediante una acción que se denomina cárstica y que es causante de un gran número de conductos y cavidades subterráneas comunicadas entre sí y ocasionalmente al exterior.

Los procesos erosivos, en particular la erosión vertical, han provocado el transporte de la raquílica capa vegetal, depositándolos en las oquedades de la masa rocosa, llenándolas parcial o totalmente y formando bolsas de suelos en general blandos, conocidas como coqueras. El suelo vegetal es escaso, sobre todo en las zonas de mayor permeabilidad donde se desplaza con mayor facilidad a estratos más profundos.

También son frecuentes las cavidades producidas por el hombre, conocidas como sascaberas o sahcaberas, subterráneas o superficiales.

En ellas se atraviesa la costra de caliza para extraer el sahcab que subyace. Este material es una roca caliza no consolidada cuya consistencia parece indicar que el lodo calcáreo del cual procede se depositó como calcita y, por lo tanto, no ocurrió la recristalización de aragonita a calcita, proceso necesario para la formación de la roca.

### IV.2 Geohidrología

En el Estado de Yucatán no existen corrientes superficiales, porque la alta permeabilidad de las calizas provoca una rápida penetración del agua hacia el nivel freático, sin embargo, están presentes los cuerpos de agua superficiales L. Flamingos y L. Rosada, así como los Esteros Celestún, Yucalpetén, Río Lagartos, El Islote y Yolvé.

Yucatán es famoso por la presencia de una gran cantidad de los llamados cenotes, que son acuíferos subterráneos expuestos, formados por el hundimiento total o parcial de la bóveda calcárea. También son frecuentes y voluminosos los acuíferos subterráneos no expuestos, que forman un sistema de vasos comunicantes que desembocan al mar, con profundidades de niveles freáticos que varían de dos a tres metros en el cordón litoral, hasta 130 m en el vértice sur del estado.

### IV.3 Descripción estratigráfica del subsuelo

Basados en los estratos encontrados en los sondeos exploratorios, se puede afirmar que la estratigrafía del terreno está conformada como se describe a continuación.



Superficialmente se detectó una capa de tierra vegetal; la capa superficial de tierra vegetal tiene un espesor aproximado de 0.70 m, en esta capa se encontró en algunos casos escoria metálica y fragmentos de roca sueltos e inmersos; esta capa inicia en el nivel natural del terreno y se tiene que excavar entre 0.30 m y 1.10 m de profundidad para llegar al estrato de roca caliza. Posteriormente se encontró un estrato de roca caliza consolidada con una dureza que varía de dura a blanda dependiendo del lugar, esta capa se encontró a partir de la profundidad de 0.70 m y termina aproximadamente a 5.80 m de profundidad, el espesor promedio de esta es de 5.00 m. Se observó en los registros de los sondeos exploratorios que el manto rocoso presenta un ligero fracturamiento, se encontró una oquedad de 0.40 m rellena de arena limosa, también se encontró una fractura en la roca rellena con escoria metálica, así como arena limosa interestratificada en la roca caliza; (el Índice de Calidad de la Roca para este tipo de roca se estima entre 10% y 50%), el cual es indicativo del fracturamiento y de las irregularidades de la masa rocosa.

En algunos casos, subyacente a la roca caliza consolidada, se encontró un estrato de roca caliza no consolidada, se comenzó a detectar a partir de la profundidad de 5.40 m y terminó hasta una profundidad de 6.30 m, en algunos casos no se encuentra este estrato debajo de la roca caliza consolidada y el máximo espesor es de 0.80 m; el grado de fracturación de este macizo rocoso es mayor que el de la roca caliza consolidada. El Índice de Calidad de la Roca para este tipo de roca se estima entre 0% y 20%.

Después se halla un estrato de arena limosa, SM según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, conocido localmente como sascab o sahcab; en general, la compacidad de este material es media, pero en algunos casos, se encuentran compacidades más densas o más sueltas y se encuentra interestratificado por roca caliza no consolidada. Este material también se encontró entre los estratos de roca caliza, sin embargo, de manera continua, se detectó a partir de la profundidad de 6.00 m en promedio.

En algunos casos, además de estar interestratificado a la arena limosa, se encontró un estrato de roca caliza no consolidada con un espesor considerable, se detectó a las profundidades de 10.00 m y 10.60 m en dos sondeos, con un espesor máximo de 1.80.

Posteriormente se encontró un estrato de roca caliza con abundancia de fósiles medianamente cementada, conocida localmente como conchuela, esta capa se encontró, una profundidad promedio de 10.90 m y termina aproximadamente a 11.80 m de profundidad, el espesor varía de 1.00 m a 1.60 m. Comúnmente este estrato presenta mayor resistencia que la arena limosa y menor resistencia que la roca caliza no consolidada. A continuación, inmediatamente debajo de la conchuela, a una profundidad promedio de 12.70 m, se encuentra otro estrato de arena limosa (sahcab, SM), en general, la compacidad de este material varía de media a suelta, y según lo observado en el sondeo de 25 m, el estrato termina a la profundidad de 15.90 m.



Debajo de la arena limosa se detectó otro estrato de roca caliza consolidada con una dureza blanda, esta capa se encontró a partir de la profundidad de 15.90 m y termina a 18.60 m de profundidad.

Subyacente a la roca caliza consolidada, se encuentra una capa de arena limosa (sahcab, SM), en general, la compacidad de este material es media, el estrato termina a la profundidad de 19.30 m. A continuación, se encuentra una roca caliza consolidada de dureza media, hasta 20.70 m de profundidad, el estrato tiene un espesor de 1.40 m.

Posteriormente se encuentra otra capa de arena limosa (sahcab, SM), con compacidad media, hasta una profundidad de 21.60 m. Por debajo se continúa con otra roca caliza consolidada de dureza media, hasta 22.70 m de profundidad, el estrato tiene un espesor de 1.10 m.

A continuación, se halla una capa de arena limosa (sahcab, SM), con compacidad media, hasta una profundidad de 24.10 m. Finalmente, de 24.10 m a 25.60 m se encuentra una roca caliza consolidada de dureza blanda, finalmente a partir de los 25 m y hasta la máxima profundidad explorada, en particular se detectó el estrato de roca caliza fracturada, de los cuales el RQD no sobrepasa el 25%, con algunas intercalaciones de arenas limosas de compacidades altas.

El nivel de aguas freáticas se detectó a partir del nivel del brocal del sondeo, a una profundidad variable entre 1.20 y 1.40 m.

La secuencia estratigráfica del sondeo realizado se describe a continuación:

### ***“TORRE 1”***

#### **SONDEO MIXTO SM-1**

<b>PROFUNDIDAD</b> <b>(m)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
00.00 – 25.00	Avance con broca tónica.
25.00 – 27.40	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con contenido de agua variable de 15 a 23%.
28.60 – 28.60	Limo arenoso fino blanquizco, con contenido de agua promedio de 14%.
28.60 – 36.80	Limo arcilloso blanquizco con poca arena fina, con contenido de agua variable de 14 a 20%.
36.80 – 40.00	Fragmentos núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm., con contenido de agua variable de 1 a 16%.



### SONDEO MIXTO SM-2

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 11.30	Avance con broca tricónica.
11.30 – 30.80	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm.
30.80 – 31.40	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con contenido de agua de 18%.
31.40 – 32.00	Limo arenoso fino blanquizco, con contenido de agua de 20%.
32.00 – 33.20	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con contenido de agua promedio de 15%
33.20 – 34.70	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm.
34.70 – 35.90	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con contenido de agua promedio de 16%.
35.90 – 36.90	Gravas hasta de 1" blanquizco, con contenido de agua de 21%.
36.90 – 37.60	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con contenido de agua promedio de 19%.
37.60 – 40.21	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm, con contenido de agua promedio de 7%.

### SONDEO MIXTO SM-3

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 25.01	Avance con broca tricónica.
25.01 - 26.50	Fragmento de núcleo café grisáceo, con un contenido de humedad del 2%.
26.50 – 26.81	Limo blanquizco con contenido de agua del 16%, límite plástico del 12.35%, límite líquido de 22.35, índice plástico 10% y de acuerdo a S.U.C.S el suelo se clasifica como CL.
27.11 – 28.11	Fragmentos de núcleo blanquizco, con contenido de agua del 24%.
28.12 – 28.21	Fragmento de núcleo blanquizco.



28.25 – 28.75	Fragmento de núcleo blanquizco, con contenido de agua de 18%.
28.75 – 29.75	Gravas hasta de 1" blanquizco, con contenido de agua de 5%.
31.75 – 32.95	Limo arenoso blanquizco, con contenido de agua promedio de 24%
32.95 – 34.75	Se detectó caverna de aproximadamente 1.80 m.
34.75 – 35.17	Limo arenoso blanquizco, con un contenido de agua de 19%
35.36 – 36.36	Fragmentos de núcleo blanquizco, con tamaño menor a 10 cm
36.36 – 38.00	Gravas hasta de 1" blanquizco, con un contenido de agua de 13%
38.20 – 38.80	Limo blanquizco con poca arena fina, con contenido de agua del 27%, presenta un límite líquido de 23.67%, límite plástico de 12.66, índice plástico de 11.01% y de acuerdo a S.U.C.S. se clasifica como CL
38.81 – 40.31	Fragmentos de núcleo blanquizco, con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua del 9%.

#### SONDEO MIXTO SM-4

**PROFUNDIDAD**  
**(m)**

**DESCRIPCIÓN**

00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 28.60	Limo poco arcilloso blanquizco y café amarillento, con poca arena fina, con contenido de agua variable de 18 a 24%.
28.60 – 29.60	No hay muestra.
29.60 – 30.20	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con contenido de agua de 13%.
30.20 – 33.50	Fragmento de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm.
33.50 – 35.00	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño máximo de 10 cm y 13 cm, y un R.Q.D de 15%
35.00 – 37.00	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua variable de 5 a 17%.
37.00 – 38.00	Fragmentos de núcleo café grisáceo con tamaño máximo de 13 cm y un R.Q.D de 13%.



38.00 – 40.00

Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua promedio de 20%.

### SONDEO MIXTO SM-5

**PROFUNDIDAD**  
**(m)**

**DESCRIPCIÓN**

00.00 – 25.02

Avance con broca tricónica.

25.02 – 26.62

Grava de 1" café grisáceo claro.

26.62 – 27.92

Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina y algunas gravillas, con contenido de agua de 18%.

27.92 – 29.42

Fragmentos de núcleo café grisáceo claro con tamaños menores a 10 cm, con un contenido de agua de 7%.

29.42 – 32.12

Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con un contenido de agua variable de 11 a 52%.

32.12 – 32.62

Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10%, con un contenido de agua de 22%.

34.16 – 35.36

Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con contenido de agua promedio de 20%.

35.36 – 36.86

Gravas hasta de 1" blanquizco.

36.86 – 38.06

Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina y algunas gravillas, con contenido de agua promedio de 22%.

38.06 – 40.06

Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm, con contenido de agua de 8 a 13%.

### SONDEO MIXTO SM-6

**PROFUNDIDAD**  
**(m)**

**DESCRIPCIÓN**

00.00 – 25.01

Avance con broca tricónica.

25.01 – 26.50

Fragmentos de núcleo blanquizco con contenido de agua de 8%.

26.50 – 26.80

Limo blanquizco con contenido de agua de 25%, límite líquido de 16.22%, límite plástico de 9.64% y su índice plástico es de 6.58%, de acuerdo con S.U.C.S. se clasifica como CL.

27.10 – 27.91

Limo blanquizco con contenido de agua de 20%



28.31 – 29.31	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm.
29.31 – 30.81	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño máximo de 22 cm.
30.81 – 32.31	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm con contenido de agua del 6%.
32.31 – 33.81	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm con contenido de agua de 23%.
33.81 – 34.33	Arena fina poco limosa blanquizca con contenido de agua del 25%.
34.41 – 34.86	Limo blanquizco con poca arena fina con contenido de agua del 12%, límite líquido de 20.85, límite plástico de 11.51, su índice plástico es de 9.34% y de acuerdo al S.U.C.S se clasifica como CL.
35.02 – 36.02	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm, con contenido de agua del 8%.
38.13 – 39.13	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm con contenido de agua del 8%.
39.13 – 39.48	Limo blanquizco con poca arena fina, con contenido de agua de 30%, límite líquido es de 21.85%, límite plástico de 11.66, índice plástico de 10.19% y de acuerdo al S.U.C.S se clasifica como CL.
39.73 – 40.26	Limo blanquizco con poca arena fina, con contenido de agua del 17%.

#### SONDEO MIXTO SM-7

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 25.60	Avance con broca tricónica.
25.60 – 25.70	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con contenido de agua de 17%.
26.20 – 26.27	Limo arenoso fino blanquizco, con contenido de agua de 17%.
27.20 – 28.20	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm.
28.20 – 30.00	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina.





30.00 – 39.00	Fragmentos de núcleo café grisáceo y blanquizco con tamaño menor a 10 cm, con contenido de agua variable de 4 a 22%.
39.00 – 39.50	Sin recuperación de muestra (Se detectó caverna de 50 cm aproximadamente)
39.50 – 40.00	Fragmentos de núcleo café grisáceo claro con tamaño menor a 10 cm.

#### SONDEO MIXTO SM-8

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 26.50	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua de 7%.
26.50 – 27.10	Limo arenoso café amarillento claro, con un contenido de agua variable de 18%.
27.10 – 28.60	Sin recuperación de muestra (Se detectó caverna de 1.50 m aproximadamente).
29.20 – 35.20	Fragmentos de roca caliza color blanquizco.
35.20 – 36.70	Limo poco arcilloso blanquizco con fragmentos de núcleo menores a 10cm.
36.70 – 40.70	Fragmentos de núcleo gris claro con tamaño menor a 10 cm, con contenido de agua variable de 10 a 26%.

#### SONDEO MIXTO SM-9

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
0.00 – 25.00	Avance sin recuperación.
25.00 – 35.20	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10cm.
35.20 – 36.20	Se detectó caverna de 1.00 m aproximadamente
36.20 – 36.35	Limo blanquizco con poca arena fina.
36.81 – 38.31	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua de 24%.
38.31 – 38.60	Se detectó caverna de 30 cm aproximadamente



38.60 – 40.10

Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua de 4%.

### SONDEO MIXTO SM-10

**PROFUNDIDAD**  
**(m)**

**DESCRIPCIÓN**

00.00 – 25.00

Avance sin recuperación.

25.00 – 27.00

Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua de 7%.

27.00 – 35.25

Limo blanquizco con poca arena fina, con contenido de agua variable de 2 a 12%.

35.25 – 40.00

Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua variable de 1 a 19%.

### SONDEO MIXTO SM-11

**PROFUNDIDAD**  
**(m)**

**DESCRIPCIÓN**

00.00 – 25.00

Avance sin recuperación.

25.00 – 25.28

Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina.

25.61 – 27.11

Fragmentos de núcleo café grisáceo con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua de 9%.

27.11 – 27.24

Limo arenoso fino blanquizco, con un contenido de agua de 17%.

27.71 – 27.74

Limo poco arcilloso café amarillento con poca arena fina, con un contenido de agua de 10%.

28.31 – 30.81

Fragmentos de núcleo café grisáceo con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua de 9%.

30.81 – 31.68

Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con un contenido de agua promedio de 18%

32.01 – 40.51

Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua variable de 7 a 54%.



### SONDEO MIXTO SM-12

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 25.00	Avance sin recuperación.
25.00 – 32.00	Fragmentos de núcleo blanquizo con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua variable de 7 a 22%.
33.50 – 34.45	Limo arenoso fino blanquizo, con un contenido de agua variable de 22%.
34.45 – 36.20	Fragmentos de roca caliza color blanquizo
36.20 – 36.80	Sin recuperación de muestra (Se detectó caverna de 60 cm aproximadamente)
36.80 – 38.00	Fragmentos de núcleo café grisáceo claro con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua promedio de 4%.
38.00 – 40.00	Fragmentos de núcleo café grisáceo claro con tamaño máximo de 14 cm, con un contenido de agua promedio de 2%, y un R.Q.D de 7%.

### SONDEO MIXTO SM-13

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 25.00	Avance sin recuperación.
25.00 – 27.00	Fragmentos de núcleo gris claro con tamaño menor a 10 cm.
28.00 – 32.50	Limo poco arcilloso blanquizo con poca arena fina, con contenido de agua variable de 15 a 29%.
32.50 – 33.70	Se detectó caverna de 1.20 m.
33.70 – 34.70	Fragmentos de núcleo grisáceo claro con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua de 14%.
35.70 – 36.30	Limo poco arcilloso blanquizo con poca arena fina, con un contenido de agua de 33%.
36.30 – 40.00	Fragmentos de núcleo café grisáceo claro con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua variable de 6 a 73%.



### SONDEO MIXTO SM-14

#### PROFUNDIDAD

#### DESCRIPCIÓN

(m)

00.00 – 25.00	Avance broca tricónica.
25.00 – 26.20	Limo arenoso fino blanquizco.
26.20 – 28.20	Gravas de hasta 1" blanquizco, con un contenido de agua de 9%.
28.20 – 29.20	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua de 10%.
29.30 – 35.00	Gravas de hasta 1" blanquizco, con un contenido de agua promedio de 3%.
35.00 – 36.80	Se detectó caverna a 1.80 m.
36.80 – 40.00	Fragmentos de núcleo café grisáceo claro, con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua promedio de 4.6%.

### SONDEO MIXTO SM-15

#### PROFUNDIDAD

#### DESCRIPCIÓN

(m)

00.00 – 25.00	Avance broca tricónica.
25.00 – 26.20	Limo arenoso color blanquizco.
26.20 – 29.50	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con un contenido de agua variable de 15%.
29.50 – 32.00	Gravas de hasta 1" color blanquizco, con un contenido de agua variable de 3 a 11%.
32.00 – 40.50	Fragmentos de núcleo color blanquizco, con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua variable de 3 a 21%.



### SONDEO MIXTO SM-16

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 25.00	Avance broca tricónica.
25.00 – 26.50	Fragmentos de núcleo gris claro con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua de 10%.
26.50 – 27.70	Limo poco arcilloso blanquizco, con poca arena fina, con un contenido de agua promedio de 18%.
27.70 – 29.20	Fragmentos de núcleo gris claro con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua de 1%.
29.20 – 29.60	Grava hasta de $\frac{3}{4}$ " café grisáceo claro.
29.80 – 30.22	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina.
30.40 – 30.90	Se detectó caverna de 50 cm.
30.90 – 31.30	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con un contenido de agua promedio de 23%.
31.50 – 32.50	Fragmentos de núcleo café blanquizco con poca arena fina, con un contenido de agua promedio de 13%.
32.50 – 35.00	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con un contenido de agua de 17%.
35.00 – 36.00	Se detectó caverna de 1.00 m.
36.00 – 36.31	Gravas de caliza empacadas color blanquizco.
36.60 – 36.88	Gravas de caliza empacadas color blanquizco.
37.20 – 40.20	Fragmentos de roca caliza color blanquizca.

### SONDEO MIXTO SM-17

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 16.50	Avance broca tricónica.
16.50 – 17.50	Se detectó caverna de 1.00 m.
16.50 – 25.00	Avance broca tricónica.



25.00 – 29.00	Fragmentos de núcleo blanquizco con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua promedio de 3%.
29.00 – 30.47	Limo poco arcilloso color blanquizco, con poca arena fina, con un contenido de agua promedio 13%.
30.80 – 32.80	Fragmentos de núcleo blanquizco, con tamaño menor a 10 cm.
33.80 – 34.80	Se detectó caverna de 1.00 m.
34.80 – 36.60	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina.
36.60 – 38.60	Fragmentos de roca color blanquizco.
38.60 – 40.03	Limo poco arcilloso gris claro con poca arena fina.

### SONDEO MIXTO SM-18

**PROFUNDIDAD**  
**(m)**

**DESCRIPCIÓN**

00.00 – 15.00	Avance broca tricónica.
15.00 – 18.00	Se detecta un vacío.
25.00 – 27.05	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con un contenido de agua promedio de 17%.
27.40 – 28.40	Gravas de hasta 1" blanquizco, con un contenido de agua de 1%.
28.40 – 34.00	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con un contenido de agua variable de 10 a 23%.
34.00 – 38.00	Fragmentos de núcleo café grisáceo claro con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua variable de 4 a 12%.
38.00 – 40.00	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con un contenido de agua de 17%.

### SONDEO MIXTO SM-19

**PROFUNDIDAD**  
**(m)**

**DESCRIPCIÓN**

25.00 – 30.20	Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina, con un contenido de agua variable de 17 a 25%
30.20 – 35.20	Fragmentos de núcleo café blanquizco con tamaño menor a 10 cm, con un contenido de agua de 16 a 27%.



35.20 – 36.40 Limo poco arcilloso blanquizco con poca arena fina.  
36.40 – 40.00 Fragmentos de roca caliza color blanquizca.

### SONDEO MIXTO SM-20

**PROFUNDIDAD**  
**(m)**

**DESCRIPCIÓN**

25.00 – 25.30 Limo grumoso color blanquizco.  
25.60 – 25.85 Limo grumoso color blanquizco.  
26.20 – 26.50 Limo grumoso color blanquizco.  
26.80 – 27.05 Limo grumoso color blanquizco.  
28.90 – 33.00 Fragmentos de roca caliza color blanquizco.  
33.00 – 33.10 Limo grumoso con gravillas de caliza empacadas color blanquizco.  
33.50 – 37.50 Fragmentos de roca caliza color blanquizco.  
37.50 – 37.60 Limo grumoso color blanquizco.  
38.10 – 38.20 Limo grumoso con gravillas de caliza empacadas color blanquizco.  
38.80 – 40.00 Fragmentos de roca caliza color blanquizco.

**“TORRE ÍNDICO”**

### SONDEO MIXTO SM-1

**PROFUNDIDAD**  
**(m)**

**DESCRIPCIÓN**

00.00 – 11.00 Avance con broca tricónica.  
11.00 – 14.00 Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 9%, Barril NQ.  
14.00 – 17.00 Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con contenido de agua del 32%, RQD=8%, Barril NQ.  
17.00 – 20.00 Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con contenido de agua del 27%, RQD=24 cm, Barril NQ.



20.00 – 23.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con contenido de agua del 20%, RQD=9% cm, Barril NQ.
23.00 – 26.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con contenido de agua del 18%, Barril NQ.
26.00 – 29.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con contenido de agua del 15%, Barril NQ.
29.00 – 32.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con contenido de agua del 26%, RQD=4%.
32.00 – 35.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con contenido de agua del 29%, Barril NQ.
35.00 – 38.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con contenido de agua del 28%, RQD=10 cm, Barril NQ.
38.00 – 40.40	Fragmentos de roca caliza, color blanquizco y café claro, con contenido de agua del 21%, Barril NQ.

#### SONDEO MIXTO SM-2

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 08.50	Avance con broca tricónica.
08.50 – 17.50	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 1 a 23%, Barril NQ.
17.50 – 20.50	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 23%, RQD=11 cm, Barril NQ.
20.50 – 23.50	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 14%, RQD=15%, Barril NQ.
23.50 – 26.50	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 19%, Barril NQ.
26.50 – 29.50	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 17%, RQD=11 cm, Barril NQ.
29.50 – 32.50	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 15%, RQD=6%, Barril NQ.





32.50 – 40.50

Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 5 a 10 %, Barril NQ.

### SONDEO MIXTO SM-3

#### PROFUNDIDAD

#### DESCRIPCIÓN

(m)

00.00 – 16.00

Avance con broca tricónica.

16.00 – 18.00

Fragmentos de roca caliza color, blanquizca, con un contenido de agua del 4%, Barril NQ.

22.00 – 24.00

Fragmentos de roca caliza color, blanquizca, con un contenido de agua del 3%, Barril NQ.

25.00 – 40.00

Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 2 a 12 %, Barril NQ.

### SONDEO MIXTO SM-4

#### PROFUNDIDAD

#### DESCRIPCIÓN

(m)

0.00 – 01.00

Avance con broca tricónica.

1.00 – 3.00

Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 9%, barril NQ.

8.00 – 9.00

Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, barril NQ.

11.00 – 12.00

Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 3%, barril NQ.

14.00 – 15.00

Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, barril NQ.

16.00 – 18.00

Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 3%, barril NQ.

22.00 – 24.00

Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 2%, barril NQ.

25.01 – 27.00

Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 4%, barril NQ.

29.00 – 35.50

Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 6 a 17%, barril NQ.



36.00 – 36.28	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 22%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
36.60 – 36.91	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 27%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
38.20 – 40.20	Fragmentos de roca, color blanquizco, Barril NQ.

#### **SONDEO MIXTO SM-5**

#### **PROFUNDIDAD**

#### **DESCRIPCIÓN**

(m)

00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 25.25	Limo grumos, color blanquizco, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 50 golpes.
26.60 – 31.60	Roca caliza muy fragmentada, color blanquizco, Barril NQ.
31.60 – 33.60	Fragmentos de roca caliza, color blanquizco, Barril NQ.
34.60 – 40.10	Fragmentos de roca caliza, color blanquizco, Barril NQ.

#### **SONDEO MIXTO SM-6**

#### **PROFUNDIDAD**

#### **DESCRIPCIÓN**

(m)

00.00 – 27.00	Avance con broca tricónica.
27.00 – 33.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 9 a 20%, Barril NQ.
33.00 – 33.13	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 19%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
33.60 – 33.70	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 19%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
34.21 – 40.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 2 a 6 %, RQD=12%, Barril NQ.



### SONDEO MIXTO SM-7

#### PROFUNDIDAD

#### DESCRIPCIÓN

(m)

00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 25.30	Limo con grumos del mismo material, color blanquizco, con un contenido de agua del 21 %, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
26.00 – 40.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 10 a 30%, RQD=34%.Barril NQ.

### SONDEO MIXTO SM-8

#### PROFUNDIDAD

#### DESCRIPCIÓN

(m)

00.00 – 11.50	Avance con broca tricónica.
11.50 – 12.00	Caverna de aproximadamente 50 cm.
15.00 – 17.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, Barril NQ.
25.00 – 29.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 9 a 20%, Barril NQ.
31.00 – 31.15	Limo muy poco arcilloso, color blanquizco, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
31.60 – 31.87	Limo muy poco arcilloso, color blanquizco, con un contenido de agua del 23%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
32.20 – 32.50	Limo muy poco arcilloso, color blanquizco, con un contenido de agua del 22%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
34.00 – 40.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 17 a 23 %, Barril NQ.



### SONDEO MIXTO SM-9

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 25.25	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 18%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
25.60 – 28.60	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 9 a 21%, Barril NQ.
28.60 – 28.85	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 12%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
29.20 – 36.70	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 9 a 27%, Barril NQ.
36.70 – 38.20	Se detecta caverna de 1.50 m
38.20 – 40.20	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca RQD=42 cm, Barril NQ.

### SONDEO MIXTO SM-10

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 25.33	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 20%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
25.60 – 25.90	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 20%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
26.20 – 27.20	Fragmentos de roca caliza, color blanquizco, Barril QD.
28.70 – 29.02	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 18%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.



29.30 – 29.68	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 5%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
29.91 – 40.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizco, con un contenido de agua variable entre 5 a 15 %, Barril NQ.

#### **SONDEO MIXTO SM-11**

<b>PROFUNDIDAD</b> <b>(m)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 28.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 17 a 26%, Barril NQ.
28.00 – 40.00	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua variable entre 3 a 20%, Barril NQ.

#### **SONDEO MIXTO SM-12**

<b>PROFUNDIDAD</b> <b>(m)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 25.55	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 23%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
25.60 – 27.10	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 29%, Barril NQ.
27.10 – 27.50	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 20%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
27.70 – 30.70	Fragmentos de roca caliza color, blanquizca, con un contenido de agua variable entre 11 a 20 %, Barril NQ.
30.70 – 32.20	Fragmentos de roca caliza color, café grisáceo, con un contenido de agua del 11%, Barril NQ.
32.20 – 33.70	Fragmentos de roca caliza color, blanquizca, con un contenido de agua del 34%, Barril NQ.



35.60 – 40.70

Fragmentos de roca caliza color, café grisáceo, con un contenido de agua variable entre 18 a 27%, Barril NQ.

### SONDEO MIXTO SM-13

#### PROFUNDIDAD

#### DESCRIPCIÓN

(m)

00.00 – 25.00

Avance con broca tricónica.

25.00 – 35.50

Fragmentos de roca caliza color, blanquizca, con un contenido de agua variable entre 8 a 33%, Barril NQ.

35.50 – 37.00

Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, Barril NQ.

37.00 – 38.50

Fragmentos de roca caliza, RQD=10.00%, Barril NQ.

38.50 – 40.00

Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, RQD=14.00%

### SONDEO MIXTO SM-14

#### PROFUNDIDAD

#### DESCRIPCIÓN

(m)

00.00 – 25.00

Avance con broca tricónica.

25.00 – 25.86

Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua variable entre 20 a 23%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.

27.20 – 28.70

Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 27%, RQD=12 cm.

28.70– 32.20

Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 16 a 26%, Barril NQ.

32.20 – 42.20

Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua variable entre 5 a 38%, Barril NQ.



### SONDEO MIXTO SM-15

#### PROFUNDIDAD

#### DESCRIPCIÓN

(m)

00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 26.25	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua variable entre 20 a 25%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
26.80 – 30.80	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 19%, Barril NQ.
30.80 – 32.80	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua del 21%, Barril NQ.
32.80 – 34.80	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 27%, RQD=28 cm.
34.80 – 40.30	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua variable entre 4 a 19%, Barril NQ.

### SONDEO MIXTO SM-16

#### PROFUNDIDAD

#### DESCRIPCIÓN

(m)

00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 26.95	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua variable entre 21 a 28%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
27.41 – 33.40	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 21 a 28%, Barril NQ.
33.40 – 35.40	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua del 22%, RQD=13 cm, Barril NQ.
35.40 – 37.40	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 25%, Barril NQ, Barril NQ.



37.40 – 40.40

Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua variable entre 11 a 12%, Barril NQ.

### SONDEO MIXTO SM-17

#### PROFUNDIDAD

#### DESCRIPCIÓN

(m)

00.00 – 25.00

Avance con broca tricónica.

25.00 – 29.78

Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua variable entre 17 a 28%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.

30.13 – 38.13

Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua variable entre 10 a 21%, Barril NQ.

38.13 – 40.13

Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, RQD=25 cm, Barril NQ.

### SONDEO MIXTO SM-18

#### PROFUNDIDAD

#### DESCRIPCIÓN

(m)

00.00 – 25.00

Avance con broca tricónica.

25.00 – 25.35

Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 19%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.

25.60 – 33.60

Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 1 a 27%, Barril NQ.

33.60 – 37.60

Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua variable entre 4 a 16%, Barril NQ.

37.60 – 39.10

Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 37%, RQD=10%, Barril NQ.

39.10 – 40.60

Fragmentos de roca caliza, color blanquizco, con un contenido del 12%, Barril NQ.





### SONDEO MIXTO SM-19

#### PROFUNDIDAD

#### DESCRIPCIÓN

(m)

00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 26.31	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua variable entre 17 a 22%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
26.82 – 28.80	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 22%, Barril NQ.
29.50 – 30.42	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua variable entre 13 a 20%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
30.60 – 36.60	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 18 a 24%, Barril NQ.
36.60 – 40.00	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua variable entre 22 a 30%, Barril NQ.

### SONDEO MIXTO SM-20

#### PROFUNDIDAD

#### DESCRIPCIÓN

(m)

00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 25.90	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua variable entre 19 a 25%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
26.20 – 27.20	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 21%, Barril NQ.
28.70 – 29.68	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua variable entre 23 a 25%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.



29.91 – 34.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquiza, con un contenido de agua variable entre 23 a 25%, Barril NQ.
34.00 – 40.00	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua variable entre 14 a 61%, RQD=9%, Barril NQ.

#### SONDEO MIXTO SM-21

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 25.25	Limo arenoso, color blanquizo, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
25.60 – 33.70	Fragmentos de roca caliza, color blanquiza, con un contenido de agua variable entre 19 a 30%, Barril NQ.
33.70 – 36.70	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua variable entre 14 a 61%, Barril NQ.
38.20 – 40.20	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua del 24%, RQD=22%, Barril NQ.
40.20 – 43.20	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua del 12%, Barril NQ.

#### SONDEO MIXTO SM-22

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 25.85	Limo arenoso color, blanquizo, con un contenido de agua variable entre 19 a 21%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
26.20 – 32.20	gravas hasta de 1" color, blanquizo, con un contenido de agua variable entre 9 a 24%, Barril NQ.



32.30 – 33.80	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua del 31%, Barril NQ.
33.80 – 35.30	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 4%, Barril NQ.
35.30 – 36.80	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua del 10%, RQD=21%, Barril NQ.
36.80 – 43.20	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua variable entre 12 a 33%, RQD=7%, Barril NQ.

### SONDEO MIXTO SM-23

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 25.37	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 21%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
25.60 – 34.60	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 7 a 32%, Barril NQ.
34.60 – 40.60	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua variable entre 9 a 23%, RQD=8%, Barril NQ.

### SONDEO MIXTO SM-24

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 25.85	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua variable entre 17 a 21%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
27.20 – 29.20	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 21 a 25%, Barril NQ.



29.20 – 30.05	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 20%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
30.40 – 31.40	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 19%, Barril NQ.
31.40 – 34.40	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua variable entre 5 a 22%, Barril NQ.
35.40 – 42.60	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 12 a 35%, RQD=39%, Barril NQ.

#### SONDEO MIXTO SM-25

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 33.50	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 6 a 28%, RQD=31%, Barril NQ.
33.50 – 42.00	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua variable entre 14 a 33%, RQD=10%, Barril NQ.
42.00 – 44.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 19 a 31%, Barril NQ.

#### SONDEO MIXTO SM-26

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 25.30	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 17%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
25.60 – 27.10	Fragmentos de roca caliza color blanquizca, con un contenido de agua del 13%, Barril NQ.
27.10 – 30.10	gravas hasta de 1" color blanquizco, con un contenido de agua variable entre 16 a 27%, Barril NQ.



30.10 – 34.60	Fragmentos de roca caliza color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 17 a 33%, RQD=9%, Barril NQ.
34.60 – 38.60	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua variable entre 12 a 20%, Barril NQ.
38.60 – 40.10	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 14%, Barril NQ.

#### SONDEO MIXTO SM-27

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 12.00	Avance con broca tricónica.
12.00 – 25.00	gravas hasta de 1", color blanquizca, con un contenido de agua del 18 %, Barril NQ.
25.00 – 31.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 17 a 20%, Barril NQ.
31.00 – 33.00	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua del 21%, RQD=33 cm, Barril NQ.
33.00 – 40.00	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua variable entre 2 a 20%, RQD=6%, Barril NQ.

#### SONDEO MIXTO SM-28

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
00.00 – 25.00	Avance con broca tricónica.
25.00 – 25.40	Limo arenoso, color blanquizco, con un contenido de agua del 20%, de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) más de 50 golpes.
25.60 – 37.60	Fragmentos de roca caliza, color blanquizca, con un contenido de agua variable entre 13 a 31%, Barril NQ.
37.60 – 40.60	Fragmentos de roca caliza, color café grisáceo, con un contenido de agua promedio del 8%, Barril NQ.



#### IV.4 Regionalización sísmica

La Ciudad de Mérida se encuentra en la Región A, de menor actividad sísmica, según el MDOC-CFE-931, como se observa en la figura 141, denominada Regionalización Sísmica de la República Mexicana. Por otra parte, el suelo que corresponde al sitio de la obra, es Tipo I (terreno firme); estas dos características permiten afirmar que el efecto de un movimiento telúrico no es determinante en el diseño de las estructuras; sin embargo, el diseño por viento sí es de importancia, por lo que se deberá tomar en cuenta.

El Análisis y Diseño Estructural debe realizarse, considerando una velocidad de viento a 180km/h



**FIGURA 141.- REGIONALIZACIÓN SÍSMICA DE LA REPÚBLICA MEXICANA.**



### Parámetros de los espectros de diseño para la República Mexicana

Zona sísmica	Tipo de suelo	$a_0$ (g)	c (g)	$T_a$ (s)	$T_b$ (s)	r
A	I	0.02	0.08	0.2	0.6	1/2
	II	0.04	0.16	0.3	1.5	2/3
	III	0.05	0.2	0.6	2.9	1.00
B	I	0.04	0.14	0.2	0.6	1/2
	II	0.08	0.3	0.3	1.5	2/3
	III	0.1	0.36	0.6	2.9	1.00
C	I	0.36	0.36	0	0.6	1/2
	II	0.64	0.64	0	1.4	2/3
	III	0.64	0.64	0	1.9	1.00
D	I	0.5	0.5	0	0.6	1/2
	II	0.86	0.86	0	1.2	2/3
	III	0.86	0.86	0	1.7	1.00

<sup>1</sup> Comisión Federal de Electricidad, "Manual de Diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo)", Instituto de Investigaciones Eléctricas

**TABLA I.- ZONIFICACIÓN SÍSMICA.**



## V. DISEÑO DE CIMENTACIÓN

El sembrado de las estructuras proyectadas se presenta a continuación:

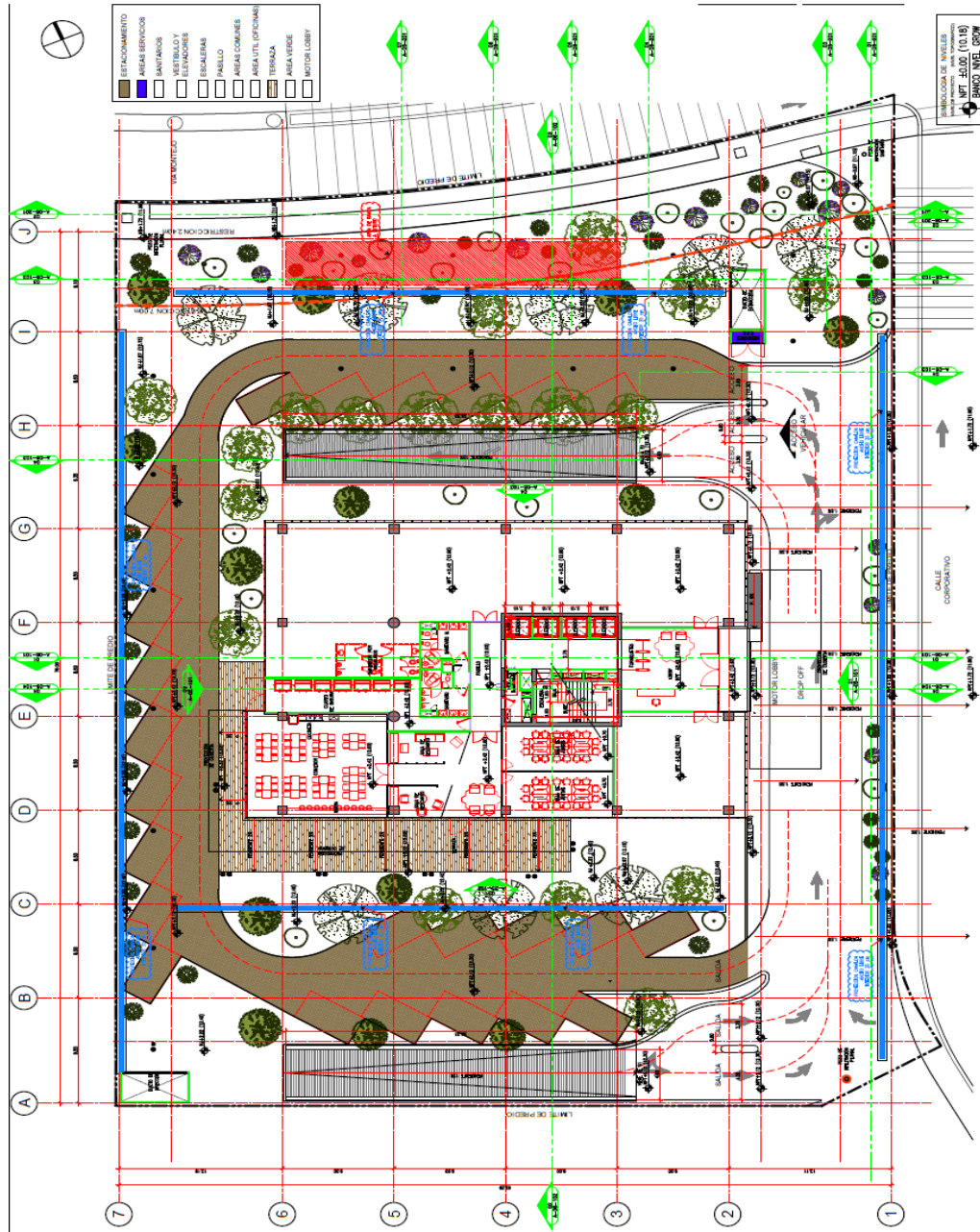
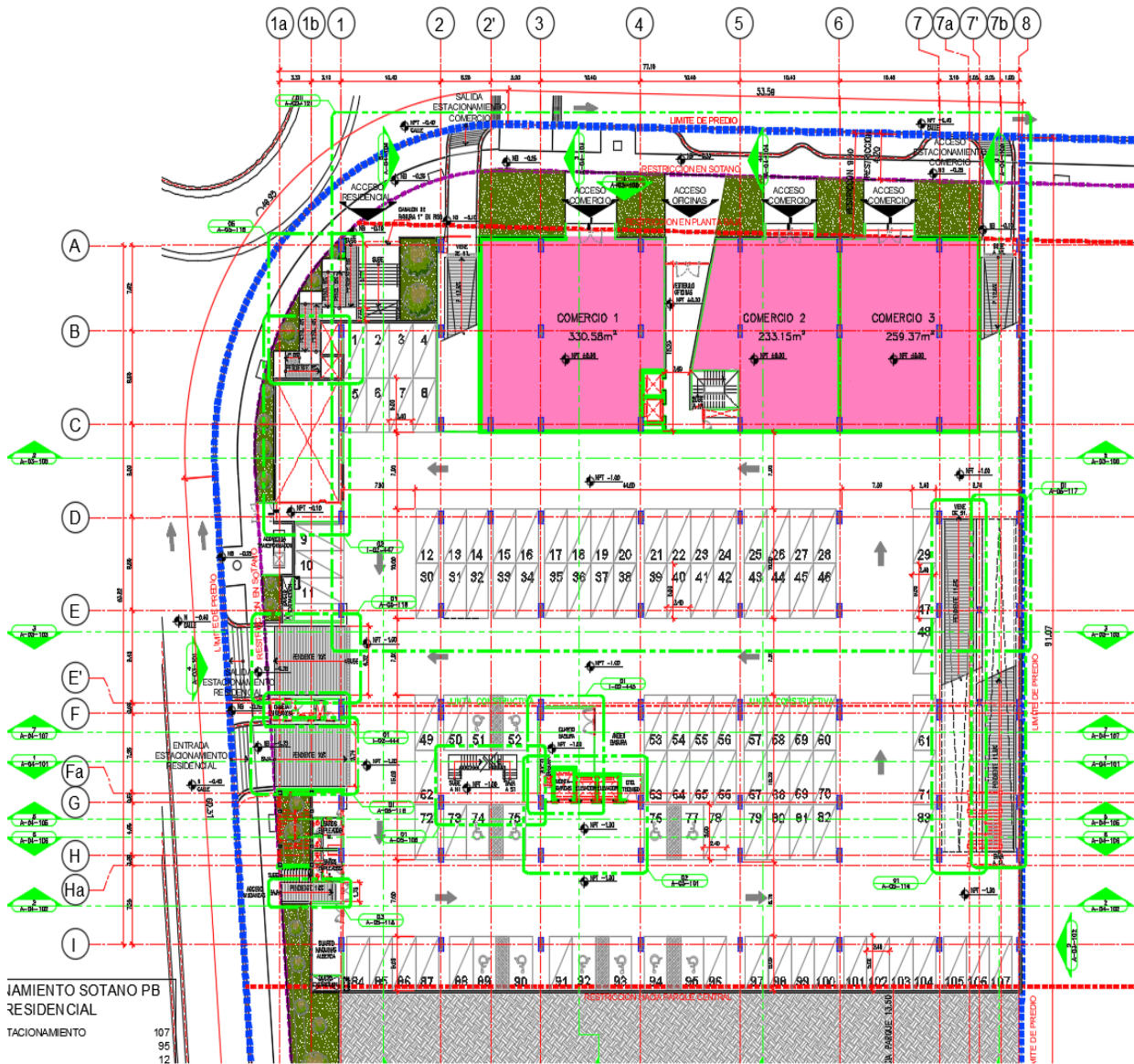


FIGURA 142.- SEMBRADO DEL PROYECTO DE TORRE 1.





**FIGURA 143.- SEMBRADO DEL PROYECTO DE TORRE ÍNDICO.**

Considerando las características del proyecto, las propiedades del subsuelo, así como la magnitud y distribución de las cargas, en base a lo anterior se juzga que la alternativa de cimentación más adecuada será mediante pilas de fuste recto coladas in situ, y desplantadas sobre el estrato resistente con más de 50 golpes, apoyados a profundidades variables de acuerdo a la tabla I medido respecto al nivel de terreno actual (en la fecha en que se realizaron los sondeos).



EJE	SONDEO	NAF (PROFUNDIDAD m)	CAVERNAS (PROFUNDIDAD m)		TERGALINA (PROFUNDIDAD EN m)		DESPLANTE (PROFUNDIDAD EN m)
			DE	A	DE	A	
D1	SM-1	1.4	18 29	20 32	17 29	21 33	34
D3	SM-2	1.4	17 29	20 32.5	16 29	21 32.5	34
D4	SM-3	1.4	12.8 18 21.8 32.9	14.8 20.2 22.3 34.8	11.8 17 20.8 31.9	15.8 21.2 22.8 35.8	36
E2	SM-4	1.4	10 18	11 20.2	9 17	12 21.2	32
E3	SM-5	1.4	11.8 17 29	13.5 21 30.8	10.8 16 28	14.5 22 31.8	32
E4	SM-6	1.4	12.5 18	14.8 21	11.5 17	15.8 22	32
F2	SM-7	1.4	18 30 39	20 32 39.5	17 29 38	21 33 40.5	41
F3	SM-8	1.4	8 18 27	12 22 28.6	7 17 26	13 23 29.6	32
F4	SM-9	1.4	18 35.2 38.3	20.5 36.2 38.6	17 34.2 37.3	21.5 37.2 39.6	40
G2	SM-10	1.4	16.2 21	19.2 22	15.2 20	20.2 23	32
G3	SM-11	1.4	18.5 23	20 25	17.5 22	21 26	32
G4	SM-12	1.4	18 21 36.2	19 23 36.8	17 20 35.2	20 24 37.8	38
D5	SM-13	1.4	18 32.5	20 33.7	17 31.5	21 34.7	35
D6	SM-14	1.4	18 35	20 36.8	17 34	21 37.8	38
E5	SM-15		18	21	17	22	32
E6	SM-16	1.4	18 30.4 35	20 30.9 36	17 29.4 34	21 31.9 37	37
F5	SM-17	1.4	16.5 31 33.8	20 32 34.8	15.5 30 32.8	21 33 35.8	32
F6	SM-18	1.4	15 19	18 20	14 18	19 21	32
G5	SM-19	1.4	18	20	17	21	32
G6	SM-20	1.4	18	20	17	21	32

**TABLA II.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE PILAS EN TORRE 1.**



EJE	SONDEO	NAF (PROFUND)	CAVERNAS		TERGALINA		DESPLANT E
			DE	A	DE	A	
F1	SM-1	1.4	----	----	----	----	32
F2	SM-2	1.4	----	----	----	----	32
F4	SM-3	1.4	----	----	----	----	32
F7	SM-4	1.4	----	----	----	----	32
G3	SM-5	1.4	----	----	----	----	32
H6	SM-6	1.4	----	----	----	----	32
I2	SM-7	1.4	----	----	----	----	32
I6	SM-8	1.4	11.5	12	10.5	13	32
F3	SM-9	1.4	14.5	14.8	13.5	15.8	32
F5	SM-10	1.4	28	28.3	27	29.3	32
F6	SM-11	1.4	----	----	----	----	32
G1	SM-12	1.4	----	----	----	----	32
G2	SM-13	1.4	----	----	----	----	32
G4	SM-14	1.4	12	12.3	11	13.3	40
			20	20.5	19	21.5	
			34.2	37.7	33.2	38.7	
G5	SM-15	1.4	11	11.8	10.2	12.8	32
G6	SM-16	1.4	11.3	12.1	10.3	13.1	32
H1	SM-17	1.4	11.5	12	10.5	13	32
			15	15.4	14	16.4	
H2	SM-18	1.4	10.5	11	9.5	12	32
H3	SM-19	1.4	----	----	----	----	32
H4	SM-20	1.4	----	----	----	----	32
H5	SM-21	1.4	36.7	38.2	35.7	38.2	40
H7	SM-22	1.4	38.3	38.7	37.3	39.7	41
G7	SM-23	1.4	----	----	----	----	32
I1	SM-24	1.4	14	15	13	16	42
			38.4	39.6	37.4	40.6	
I3	SM-25	1.4	5.4	12	3.4	14	43
			36.3	40.7	34.3	42.7	
I4	SM-26	1.4	----	----	----	----	32
I5	SM-27	1.4	11.5	12	10.5	13	32
I7	SM-28	1.4	----	----	----	----	32

**TABLA III.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE PILAS EN TORRE ÍNDICO.**



**NOTA: Los resultados mostrados en la Tabla II y III, son de acuerdo a la exploración realizado en campo, y dado que los sondeos se realizaron en la perforación previa, se complementaron por la información proporcionada por el cliente, por lo que en campo y al momento de realizar la perforación para el colado de pilas, se deberán de verificar por un ingeniero especialista en mecánica de suelos.**

El desplante propuesto de las pilas es variable en consideración de la estratigrafía del subsuelo, y la presencia de cavernas que se detectaron en los sondeos a profundidades variables y que se encuentran indicados en la tabla I.

La solución se establece de acuerdo a los sondeos realizados, donde se observa que en la mayor parte del predio el estrato resistente con más de 50 golpes se encuentra a profundidades variables a partir de los 5 m de profundidad, detectándose en general un estrato de alta resistencia conformado por un macizo de roca caliza muy fisurada, intercalado con estratos de gravillas, gravas y boleos del mismo material entre los 11 y 30 m de profundidad, a continuación, se presentan.

intercalaciones de estratos limo-arenosos y arenas limosas con estratos de roca caliza medianamente fisurada y gravas y boleos, hasta la máxima profundidad de excavación.

Sin embargo, a determinadas profundidades se detectaron cavernas, en el punto en que se realizó el sondeo, que se encuentran indicadas en la tabla I.

Tomando en cuenta la magnitud de las cargas del proyecto resulta como alternativa de cimentación el empleo de pilas de fuste recto, con el desplante indicado en la tabla I, a partir del nivel de terreno actual (en la fecha en que se realizaron los sondeos).

Es importante señalar que una pila corta tendrá una deformación mayor a una más larga, debido a que el trabajo de fricción para la cual fueron calculadas, tendrá una deformación menor, para una pila con una longitud ligeramente mayor.

### **V.1 Dimensionamiento de las pilas**

Para el dimensionamiento de las pilas se deberá considerar la capacidad de carga admisible contra la carga nominal (es decir sin  $F_c$ ) que resulte mayor de las siguientes condiciones:

- ❖ Condiciones estáticas, que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva máxima que incluye el peso propio de la cimentación.
- ❖ Condiciones dinámicas que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva instantánea que incluye el peso propio de la cimentación y la acción accidental más crítica (incremento de esfuerzos provocado por el momento de volteo debido a sismo).



El coeficiente sísmico que deberá considerarse que actúa en la base de construcción por efecto de sismo, será igual a 0.08 por considerarse que el subsuelo en el sitio de interés tiene características semejantes a los materiales indicados en zona I.

Las pilas soportarán la totalidad de las solicitaciones transmitidas por la estructura, por lo que deberán diseñarse estructuralmente para soportar las cargas axiales de trabajo de compresión y tensión del análisis estructural definitivo.

## V.2 Capacidad de carga en Pilas

Con base a las condiciones estratigráficas del subsuelo encontradas en los trabajos de exploración, las propiedades geomecánicas de los suelos y rocas, NAF y de una descarga concentrada máxima de  $P= 1,224.00$  ton por columna, recomendamos para la Torre Corporativa una cimentación profunda desplantada sobre pilas coladas in-situ, con un desplante en general a 32 m de profundidad, en el cual el trabajo es por punta y fricción total de fuste, con perforación previa igual al diámetro de sección, acero y concreto estructural recomendado por el análisis y diseño estructural, el concreto será colocado por el método de tubo Tremie, se recomienda una profundidad de apoyo, igual a  $D_f= 32$  m (respecto a NTN actual), con ademe metálico no recuperable en zonas anómalas, que en general han sido detectadas como cavernas y se encuentran indicadas en la tabla I, para estas zonas, en caso necesario y para optimizar el colado se recomienda utilizar una tergalina reforzada con una malla tipo gallinero.

La capacidad de carga admisible por punta y fricción,  $C_p$  y  $C_s$ , respectivamente, será igual a:

$$C_p = A_p * q_u / FS$$

$$C_s = P * L * t / 8$$

dónde:

$D$ = Diámetro de la pila, m.

$D_f=L$ , Profundidad de apoyo, m.

$q_u= 100.0$  ton/m<sup>2</sup> (Roca caliza fragmentada).

$t/8= 12.5$  ton/m<sup>2</sup>.

$FS=3$

Debido a la estratigrafía del subsuelo y a la pobre calidad de los materiales encontrados en los primeros 25 m de longitud, se recomienda tomar solo el 0.8 de  $L$ .

Sustituyendo para los siguientes diámetros:

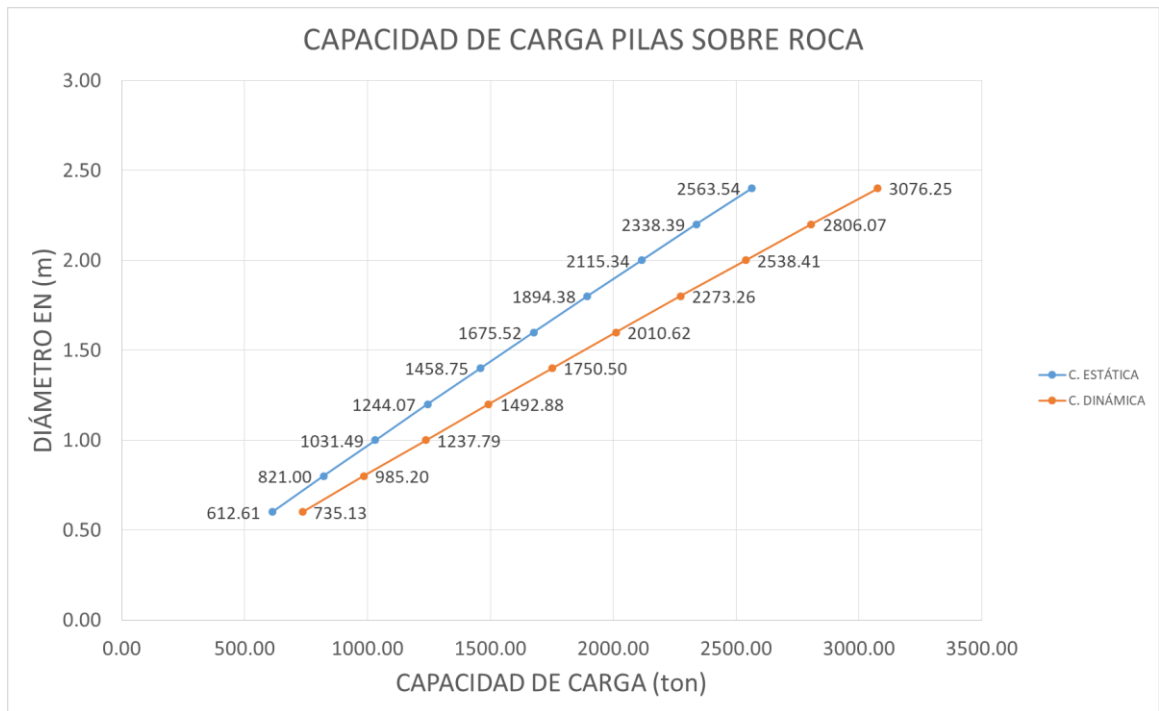


<b>Diámetro</b>	<b>Capacidad de Carga estática (Punta y Fricción)</b>	<b>Capacidad de Carga Dinámica (Punta y Fricción)</b>
<b>(m)</b>	<b>(ton)</b>	<b>(ton)</b>
0.60	612.61	735.13
0.80	821.00	985.20
1.00	1031.49	1237.79
1.20	1244.07	1492.88
1.40	1458.75	1750.50
1.60	1675.52	2010.62
1.80	1894.38	2273.26
2.00	2115.34	2538.41
2.20	2338.39	2806.07
2.40	2563.54	3076.25
2.60	2790.78	3348.94

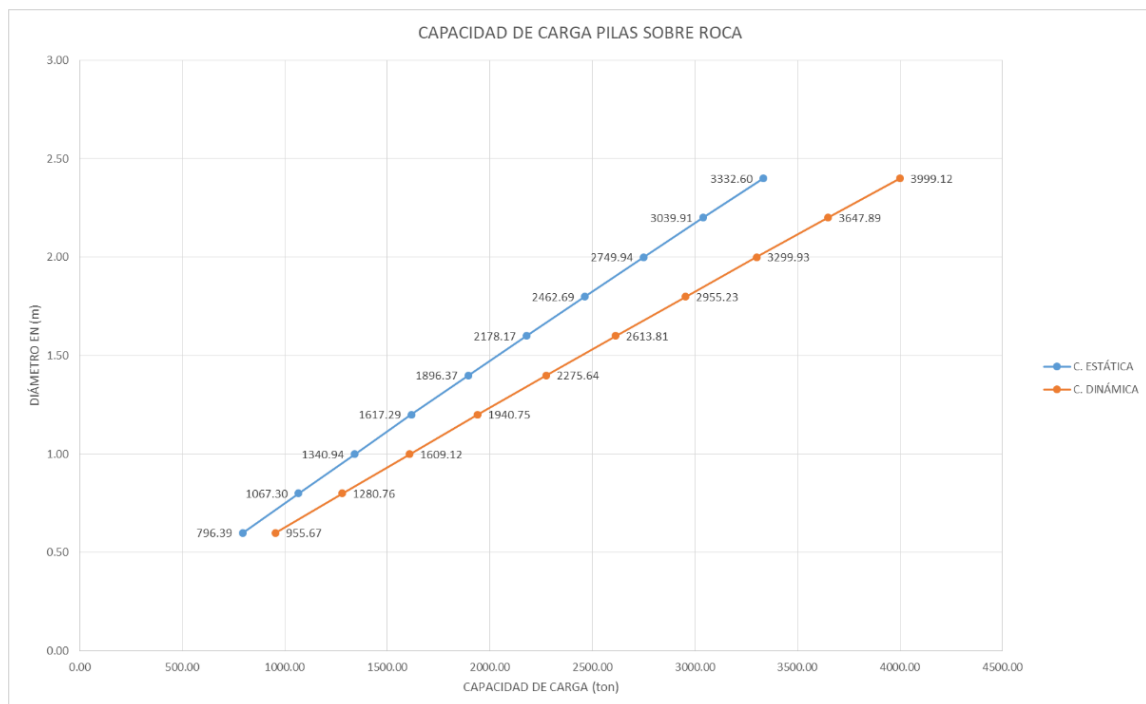
**TABLA IV.- CAPACIDAD DE CARGA PARA PILAS DESPLANTADAS EN ROCA A 32 M DE PROFUNDIDAD EN TORRE 1.**

<b>Diámetro</b>	<b>Capacidad de Carga estática (Punta y Fricción)</b>	<b>Capacidad de Carga Dinámica (Punta y Fricción)</b>
<b>(m)</b>	<b>(ton)</b>	<b>(ton)</b>
0.60	796.39	955.67
0.80	1067.30	1280.76
1.00	1340.94	1609.12
1.20	1617.29	1940.75
1.40	1896.37	2275.64
1.60	2178.17	2613.81
1.80	2462.69	2955.23
2.00	2749.94	3299.93
2.20	3039.91	3647.89
2.40	3332.60	3999.12
2.60	3628.02	4353.62

**TABLA V.- CAPACIDAD DE CARGA PARA PILAS DESPLANTADAS EN ROCA A 32 M DE PROFUNDIDAD EN TORRE ÍNDICO.**



**GRÁFICA I.- CAPACIDAD DE CARGA PARA PILAS DESPLANTADAS EN ROCA A 32 M DE PROFUNDIDAD EN TORRE 1.**



**GRÁFICA II.- CAPACIDAD DE CARGA PARA PILAS DESPLANTADAS EN ROCA A 32 M DE PROFUNDIDAD EN TORRE ÍNDICO.**



### V.2.1 Revisión de la capacidad de carga por Reglamento

La capacidad de la carga de las pilas se determinó mediante el criterio indicado el punto 5.2 y se realizó la revisión con base al criterio establecido en el Reglamento de Construcciones y que se indica a continuación:

Para calcular la capacidad de carga para pilas se consideró que los materiales de apoyo son de tipo cohesivo – friccional, por lo que se aplicó la siguiente fórmula de Meyerhof:

$$Q_a = \{[(C N''c + (\overline{Pv})N''q)F_R + Pv]Ab\}F_{Re}$$

donde:

$Q_a$ : capacidad de carga por punta, en toneladas

$C$ : cohesión del material de apoyo, en ton/m<sup>2</sup>

$N''c$ ,  $N''q$ : coeficientes de capacidad de carga

$$N''c = Nc + (N'c - Nc) * \frac{D''}{D'}$$

$$N''q = Nq + (N'q - Nq) * \frac{D''}{D'}$$

$D''$ : Empotramiento de la pila, en m

$D'$ : Empotramiento óptimo de la cimentación, calculado con la expresión:

$$D' = 4 \left( \tan \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right) B$$

$B$ : lado o diámetro de la cimentación, en m

$\phi$ : ángulo de fricción interna del material de apoyo

$F_R$ : factor de reducción de la resistencia (0.35 de acuerdo al Reglamento)

$Ab$ : Área de la pila (m<sup>2</sup>)

$Pv$ : presión vertical total en la base de apoyo de la cimentación, en ton/m<sup>2</sup>

$\overline{Pv}$ : presión vertical efectiva en el punto de apoyo de la cimentación, en ton/m<sup>2</sup>

$F_{Re}$ : factor de reducción de escala, el cual se aplica únicamente para los pilotes o pilas de más 50 cm de diámetro, con el propósito de tomar en cuenta el efecto de la escala.

$$a) F_{Re} = \frac{B + 1}{2B + 1} \rightarrow \text{Material Cohesivo}$$

$$b) F_{Re} = \left[ \frac{B + 0.5}{2B} \right]^n \rightarrow \text{Material Friccional}$$

El factor  $F_{Re}$  se tomará como el indicado en el inciso b, y que corresponde a los **materiales de tipo friccional**.

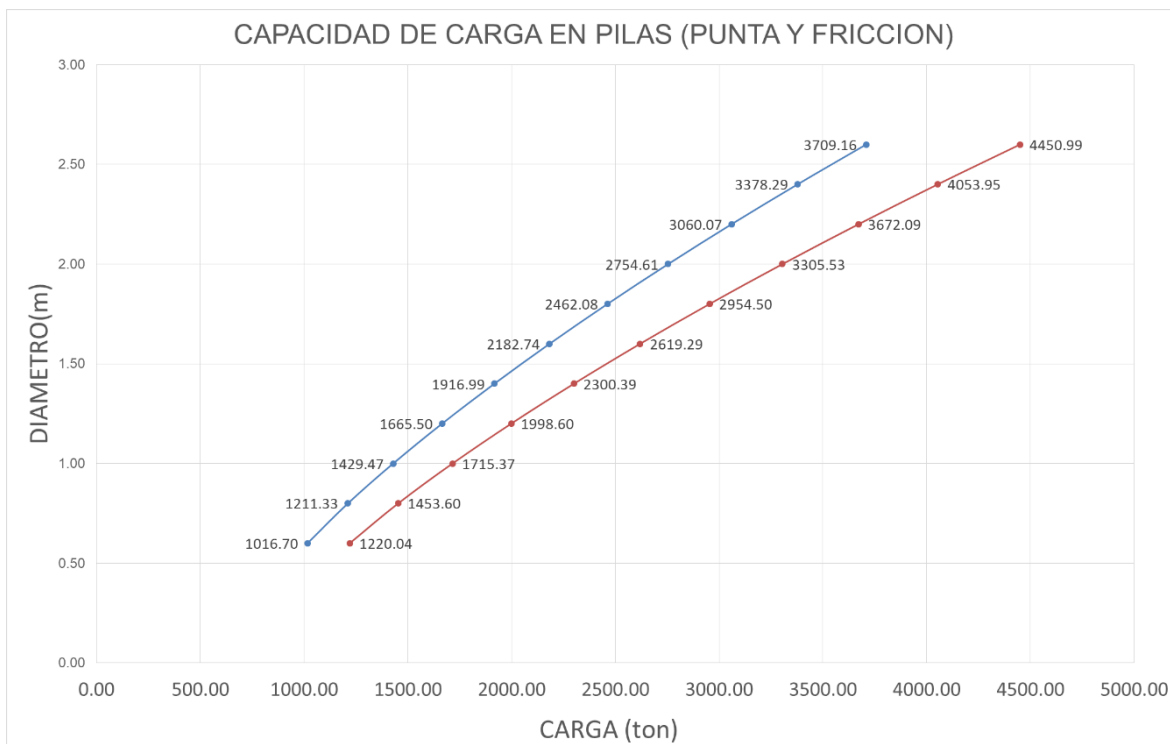




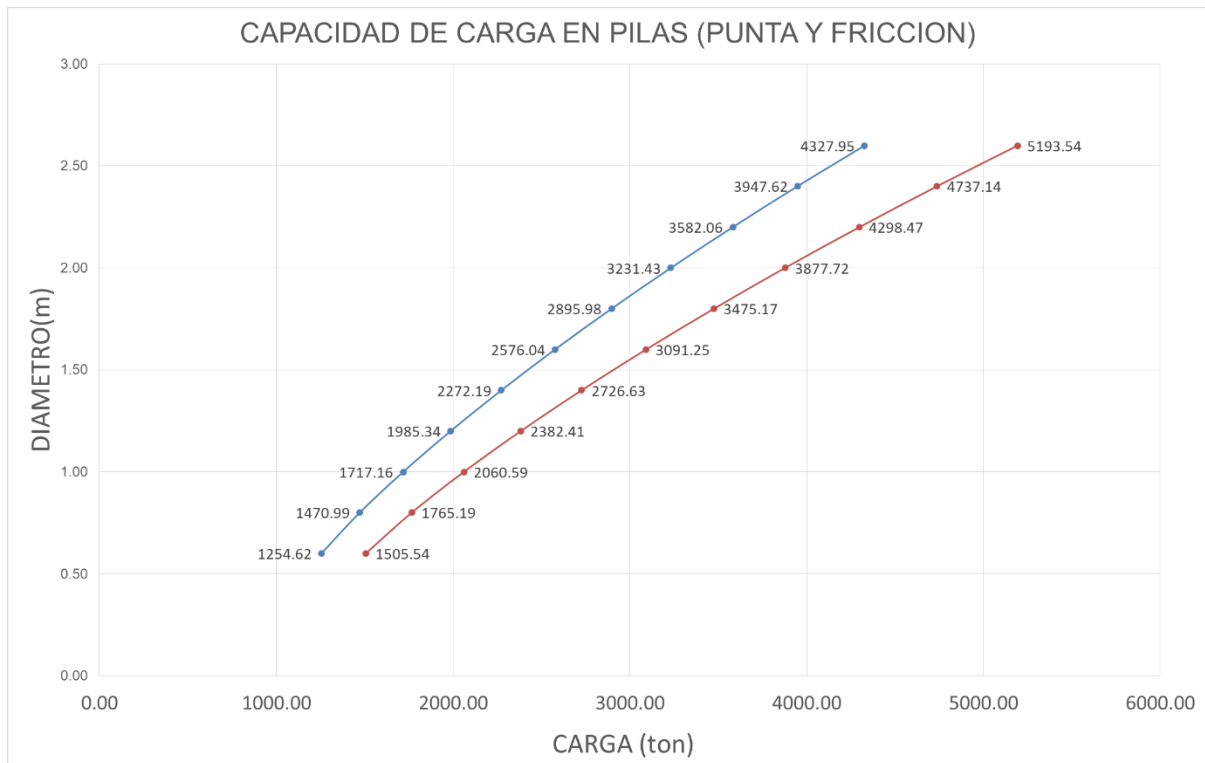
En los cálculos realizados se consideró una cohesión de  $2.0 \text{ ton/m}^2$ , y un ángulo de fricción interna de  $34^\circ$  para los materiales de apoyo de las pilas, (obtenido de correlacionar éste con las propiedades índice de los materiales de apoyo y de los resultados de las pruebas de compresión triaxial rápida que se ejecutaron en muestras inalteradas de los materiales de apoyo obtenidos de otros proyectos mediante su correlación); además de considerar un peso volumétrico de  $2.0 \text{ ton/m}^3$ , tomando en cuenta que el desplante de las pilas será a una profundidad variable entre 27 y 39 m de profundidad y en el que adicionalmente se consideró la capacidad de carga por la fricción ejercida sobre el fuste de la pila considerando una cohesión de  $2.0 \text{ ton/m}^2$ , un ángulo de fricción de  $30^\circ$  y un peso volumétrico de  $1.80 \text{ ton/m}^3$ , con respecto al nivel de terreno actual (en la fecha en que se realizaron los sondeos).

Las pilas se diseñan para que estáticamente tomen la carga neta y dinámicamente tomen la carga neta más el incremento de carga por sismo.

Las capacidades de carga para pilas de punta apoyadas en el estrato resistente, en general se recomiendan a un desplante a 32 m de profundidad a excepción de los casos indicados en la Tabla II y III, para diámetros variables, en condiciones estáticas y dinámicas, se encuentran indicadas en la gráfica III y IV:



GRÁFICA III.- CAPACIDAD POR PUNTA Y FRICCIÓN DE PILAS EN TORRE 1.



**GRÁFICA IV.- CAPACIDAD POR PUNTA Y FRICCIÓN DE PILAS EN TORRE ÍNDICO.**

## V.2.2 Asentamientos en pilas

Para calcular los asentamientos que se presentaran se utilizó la siguiente expresión:

$$\Delta H_e = Q \left[ \frac{L}{E_c A_f} + \frac{m C_s f_p}{E_s \sqrt{A_b}} (1 - \mu^2) \right]$$

dónde:

$\Delta H_e$ : Deformación.

$Q$ : suma de fuerzas actuantes en la pila.

$L$ : longitud de la pila.

$E_c$ : módulo de elasticidad de la pila.

$A_f$ : área transversal del fuste.

$m$ : factor de forma igual a 0.95.

$C_s$ : factor de rigidez igual a 1.0.

$f_p$ : factor de profundidad igual a 0.5.

$\mu$ : relación de Poisson igual a 0.35 para Torre 1 y 0.30 para Torre Índico

$E_s$ : módulo de elasticidad del suelo igual a 40,000 ton/m<sup>2</sup>.

$A_b$ : área transversal de la base.

Sustituyendo la ecuación anterior se obtuvieron asentamientos mostrados en la siguiente tabla.



B (m)	$\Delta H_e$ (cm)
0.60	4.68
0.80	3.32
1.00	2.69
1.20	2.35
1.40	2.15
1.60	2.02
1.80	1.94
2.00	1.89
2.20	1.86
2.40	1.85
2.60	1.85

TABLA VI.- ASENTAMIENTOS EN PILAS EN TORRE 1.

B (m)	$\Delta H_e$ (cm)
0.60	6.07
0.80	4.25
1.00	3.39
1.20	2.93
1.40	2.65
1.60	2.47
1.80	2.35
2.00	2.27
2.20	2.22
2.40	2.19
2.60	2.18

TABLA VII.- ASENTAMIENTOS EN PILAS EN TORRE ÍNDICO.

### V.2.3 Implicaciones para el diseño estructural de la cimentación

Las pilas soportarán la totalidad de las solicitaciones transmitidas por la estructura, por lo que deberán diseñarse estructuralmente para soportar las cargas axiales de trabajo de compresión y tensión del análisis estructural.

Mientras que el diseño estructural de la losa de la estructura, deberá diseñarse para soportar las cargas máximas factorizadas.

En la tabla VIII se presenta los módulos de reacción horizontal para el diseño estructural de las pilas.

La rigidez o módulo de reacción horizontal, equivalente de los estratos del subsuelo, se calcularon para diferentes diámetros de pila.

#### Módulos de reacción Horizontal.

Aunque su definición es simple, el coeficiente de reacción,  $K_s$  ha demostrado ser un parámetro muy difícil de evaluar. Esto se debe al hecho de que no se puede medir en pruebas de laboratorio, sino que más bien debe calcularse por retroalimentación a partir de pruebas de campo a escala natural. Las investigaciones han demostrado que varía no solo con el tipo de suelo y sus propiedades mecánicas, sino también con el nivel de esfuerzos y la geometría de la pila.



A la falta de mejor información el coeficiente de reacción puede estimarse con el método propuesto por Terzaghi (Terzaghi 1955) quien establece las siguientes formulas y constantes para calcularlo.

**A) En suelos predominantemente cohesivos:**

$$K_s = \frac{67C_u}{1.5D * FS}$$

Donde:

$K_s$ =coeficiente de reacción horizontal,  $t/m^3$

$C_u$ = resistencia al corte no drenada del suelo,  $t/m^2$

D= diámetro de la pila, en m.

FS= Factor de seguridad de 1.5

**B) En suelos predominantemente friccionantes:**

$$K_s = ((n_h)z/D)/FS$$

Donde

$K_s$ =coeficiente de reacción horizontal a la profundidad z,  $t/m^3$

Z = profundidad, en m

D= diámetro de la pila, en m.

$n_h$ = Constante relacionada con la compacidad del suelo cuyos valores aparecen en la tabla III

FS= Factor de seguridad de 1.5

Compacidad del suelo	Nh, t/m <sup>3</sup>	
	Arriba del NAF	Abajo del NAF
Suelta	230	130
Media	680	450
Compacta	1800	1100

**TABLA VIII.- VALORES DE NH PARA SUELOS PREDOMINANTEMENTE FRICCIONANTES.**



Con base en la exploración realizada en el predio, se determinó el módulo de reacción horizontal para pilas a diferentes profundidades considerando el criterio de un suelo friccionante, en el cual el valor de  $N_h$  se rige por el índice de resistencia a la penetración estándar, por lo que los resultados obtenidos por medio de esta consideración deben de ser usados con criterio; los resultados se muestran a continuación en la tabla IX.

Estrato	Z (m)		Ks (T/m <sup>3</sup> ) Diámetro de 0.60m	Ks (T/m <sup>3</sup> ) Diámetro de 0.80m	Ks (T/m <sup>3</sup> ) Diámetro de 1.00m	Ks (T/m <sup>3</sup> ) Diámetro de 1.20m	Ks (T/m <sup>3</sup> ) Diámetro de 1.40m	Ks (T/m <sup>3</sup> ) Diámetro de 1.60m	Ks (T/m <sup>3</sup> ) Diámetro de 1.80m	Ks (T/m <sup>3</sup> ) Diámetro de 2.00m
	DE	A								
1	0.00	1.50	383.33	287.50	230.00	191.67	164.29	143.75	127.78	115.00
2	1.50	25.00	11750.00	8812.50	7050.00	5875.00	5035.71	4406.25	3916.67	3525.00
3	25.00	40.00	18333.33	13750.00	11000.00	9166.67	7857.14	6875.00	6111.11	5500.00

**TABLA IX.- MÓDULOS DE REACCIÓN HORIZONTAL EN PILAS CON SECCIONES VARIABLES EN SUS DIFERENTES PROFUNDIDADES. KH EN T/M<sup>3</sup>**

De los resultados obtenidos se recomienda, que debido a las características de los estratos del suelo que debido a sus características pueden ser considerados puramente friccionantes a partir de los 5 m de profundidad hasta la máxima profundidad máxima explorada de 40 m, los valores obtenidos sean usados con criterio.

Debido al efecto del nivel de esfuerzos, y de la geometría de la pila en el valor de  $K_s$ , así como al carácter de la pila en el valor de  $K_s$ , así como al coeficiente carácter empírico de estas expresiones, el coeficiente de reacción determinado de este modo presenta un alto grado de incertidumbre y debe usarse con criterio.

### C.- Determinación de momentos y deflexiones.

Por simplicidad, solo se considera el caso de pilas con traveses de liga rígidas apoyadas sobre la corona de las pilas.

La distribución y magnitud de los momentos y deflexiones en una pila sometida a fuerzas horizontales, es esencialmente función de la rigidez relativa T del sistema pila-suelo. T está dada por (CGS, 1978):

$$T = \left[ \frac{EI}{Kh} \right]^{1/5}$$



Donde:

E: Módulo de elasticidad del material de la pila, ton/m<sup>2</sup>

I: Momento de inercia de la sección transversal de la pila, m<sup>4</sup>

Kh: Coeficiente de reacción lateral, ton/m<sup>3</sup>

T: Rigidez relativa, m

PROFUNDIDAD		DIÁMETRO DE LA PILA D (m)	MÓDULO ELÁSTICO $E_c = 10000 (f_c^{3/4})$ (ton/m <sup>2</sup> )	MOMENTO DE INERCIA $I = (\pi D^4)/64$ (m <sup>4</sup> )	MÓDULO DE REACCIÓN Kh (ton/m <sup>3</sup> )	RIGIDEZ RELATIVA $T = (EI/Kh)^{1/5}$ (m)
INICIAL (m)	FINAL (m)					
0.00	1.50	0.6	141421	0.00636173	383.33	1.1860
0.00	1.50	0.8	141421	0.02010619	287.50	1.5814
0.00	1.50	1	141421	0.04908739	230.00	1.9767
0.00	1.50	1.2	141421	0.1017876	191.67	2.3721
0.00	1.50	1.4	141421	0.1885741	164.29	2.7674
0.00	1.50	1.6	141421	0.32169909	143.75	3.1628
0.00	1.50	1.8	141421	0.51529974	127.78	3.5581
0.00	1.50	2	141421	0.78539816	115.00	3.9535

PROFUNDIDAD		DIÁMETRO DE LA PILA D (m)	MÓDULO ELÁSTICO $E_c = 10000 (f_c^{3/4})$ (ton/m <sup>2</sup> )	MOMENTO DE INERCIA $I = (\pi D^4)/64$ (m <sup>4</sup> )	MÓDULO DE REACCIÓN Kh (ton/m <sup>3</sup> )	RIGIDEZ RELATIVA $T = (EI/Kh)^{1/5}$ (m)
INICIAL (m)	FINAL (m)					
1.50	25.00	0.6	141421	0.00636173	11750.00	0.5982
1.50	25.00	0.8	141421	0.02010619	8812.50	0.7975
1.50	25.00	1	141421	0.04908739	7050.00	0.9969
1.50	25.00	1.2	141421	0.1017876	5875.00	1.1963
1.50	25.00	1.4	141421	0.1885741	5035.71	1.3957
1.50	25.00	1.6	141421	0.32169909	4406.25	1.5951
1.50	25.00	1.8	141421	0.51529974	3916.67	1.7945
1.50	25.00	2	141421	0.78539816	3525.00	1.9938



PROFUNDIDAD		DIÁMETRO DE LA PILA D (m)	MÓDULO ELÁSTICO $E_c = 10000 (f'c^{1.5})$ (ton/m <sup>2</sup> )	MOMENTO DE INERCIA $I = (\pi D^4)/64$ (m <sup>4</sup> )	MÓDULO DE REACCIÓN Kh (ton/m <sup>2</sup> )	RIGIDEZ RELATIVA $T = (EI/Kh)^{1/5}$ (m)
INICIAL (m)	FINAL (m)					
25.00	40.00	0.6	141421	0.00636173	18333.33	0.5472
25.00	40.00	0.8	141421	0.02010619	13750.00	0.7296
25.00	40.00	1	141421	0.04908739	11000.00	0.9120
25.00	40.00	1.2	141421	0.1017876	9166.67	1.0945
25.00	40.00	1.4	141421	0.1885741	7857.14	1.2769
25.00	40.00	1.6	141421	0.32169909	6875.00	1.4593
25.00	40.00	1.8	141421	0.51529974	6111.11	1.6417
25.00	40.00	2	141421	0.78539816	5500.00	1.8241

A partir de los valores de T se pueden calcular los momentos Mp y las deflexiones dp a cualquier profundidad, usando las siguientes formulas:

$$M_p = F_m P T$$

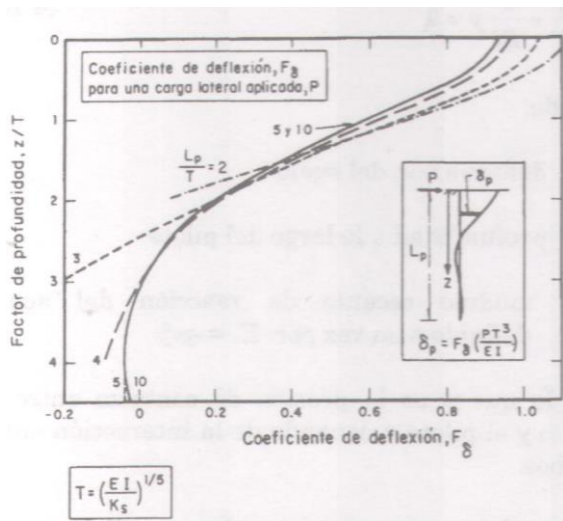
$$\delta_p = \frac{F_\delta (PT^3)}{EI}$$

Donde:

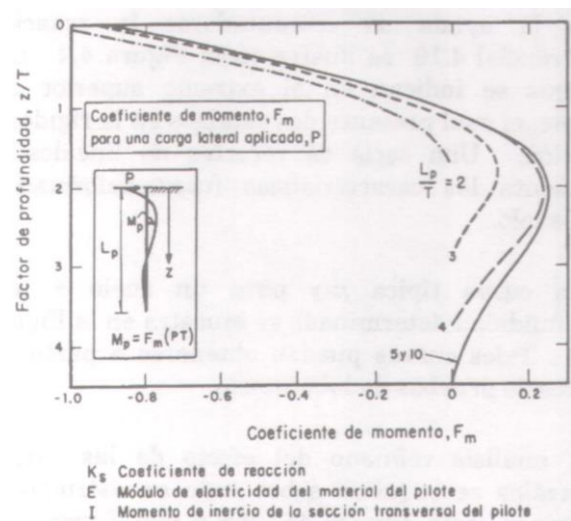
Mp: Momento a la profundidad z, ton-m

dp: deflexión a la profundidad z, m

Fd: Factor de deflexión a la profundidad z, dado por:



Coefficiente de deflexión para pilas  
sometidas a carga lateral (CGS1978)



Coefficiente de momento para pilas  
sometidos a carga lateral (CGS 1978)

Fm: Factor de momento a la profundidad z, dado por:

Donde:

P: Carga lateral, ton

T: Rigidez relativa, m

I: momento de Inercia de la sección transversal de la pila, m<sup>4</sup>

**Para el cálculo y las deformaciones es necesario se tome en cuenta la carga lateral P (ton), a que estará sujeto la pila de cimentación.**

#### D.- Módulos de reacción Vertical para pilas

El módulo de reacción del subsuelo se define como:

$$k = \frac{\Delta\sigma}{\delta}$$

donde:

k : módulo de reacción, kg/cm<sup>3</sup>.

$\Delta\sigma$  : incremento de esfuerzo neto, kg/cm<sup>2</sup>.

$\delta$  : asentamiento esperado, cm.

El módulo de reacción vertical del suelo para las pilas se calculó considerando la capacidad de carga de las pilas para diámetros comprendidos entre 0.60 m y 2.60 m,





tomando en cuenta el peso propio de la pila y considerando un factor de carga de 1.4, los módulos de reacción vertical obtenidos se indican en la tabla X y XI.

Diámetro (m)	Q*Fc (ton/m <sup>2</sup> )	ΔH (m)	ΔH (cm)	kv (ton/m <sup>3</sup> )	kv (kg/cm <sup>3</sup> )
0.60	5138.35	0.0468	4.68	109887.10	109.89
0.80	3477.97	0.0332	3.32	104688.06	104.69
1.00	2652.25	0.0269	2.69	98481.27	98.48
1.20	2165.83	0.0235	2.35	92112.74	92.11
1.40	1847.58	0.0215	2.15	85991.10	85.99
1.60	1624.01	0.0202	2.02	80290.91	80.29
1.80	1458.71	0.0194	1.94	75068.04	75.07
2.00	1331.71	0.0189	1.89	70320.53	70.32
2.20	1231.16	0.0186	1.86	66020.00	66.02
2.40	1149.63	0.0185	1.85	62127.67	62.13
2.60	1082.22	0.0185	1.85	58602.37	58.60

**TABLA X. MÓDULOS DE REACCIÓN VERTICAL PARA PILAS DE 32 M DE LONGITUD EN TORRE 1.**

CAPACIDAD DE CARGA PARA PILAS Y MODULO DE REACCIÓN					
Diámetro (m)	Q*Fc (ton/m <sup>2</sup> )	ΔH (m)	ΔH (cm)	kv (ton/m <sup>3</sup> )	kv (kg/cm <sup>3</sup> )
0.60	6316.37	0.0607	6.07	104006.06	104.01
0.80	4201.19	0.0425	4.25	98949.07	98.95
1.00	3165.06	0.0339	3.39	93259.93	93.26
1.20	2561.75	0.0293	2.93	87524.89	87.52
1.40	2170.62	0.0265	2.65	82034.43	82.03
1.60	1897.87	0.0247	2.47	76914.70	76.91
1.80	1697.43	0.0235	2.35	72205.84	72.21
2.00	1544.20	0.0227	2.27	67904.91	67.90
2.20	1423.41	0.0222	2.22	63988.70	63.99
2.40	1325.82	0.0219	2.19	60425.67	60.43
2.60	1245.39	0.0218	2.18	57182.13	57.18

**TABLA XI.- MÓDULOS DE REACCIÓN VERTICAL PARA PILAS DE 32 M DE LONGITUD EN TORRE ÍNDICO.**



## VI. PROCEIMIENTO CONSTRUCTIVO Y PROTECCIÓN A COLINDANCIAS

### VI.1 Desplante de Pilas

Considerando la magnitud del proyecto y la propiedades del suelo obtenidas del sondeo, se establece que el nivel de desplante de las pilas será a una profundidad de 32 m, cabe mencionar que al realizar la exploración se encontraron cavidades por lo que se debe considera una protección adicional la cual será solventada con Tergalina reforzada con malla tipo gallinero, esta deberá cubrir todo el perímetro de la pila donde se localizó dicha caverna, esto con el fin de reducir la pérdida de concreto a la hora de colar la misma.

Se debe considerar que el nivel de brocal respecto al cual se realizaron los sondeos, se encuentra por debajo del nivel de banquetta actual, el cual es producto de la excavación previamente realizada para alojar a los sótanos del proyecto, por lo cual los niveles de desplante de las pilas que se muestran más adelante están referenciados al nivel de máxima excavación que se tiene a la fecha en que se realizaron los sondeos.

A continuación, y de acuerdo a la Tabla II y III, se muestran los desplantes propuestos de las pilas, y se indican las zonas anómalas en donde se detectaron las cavernas.

**NOTA: Los resultados mostrados en la Tabla XII, son de acuerdo a la exploración realizado en campo, y dado que los sondeos se realizaron en la perforación previa, se complementaron por la información proporcionada por el cliente, por lo que en campo y al momento de realizar la perforación para el colado de pilas, se deberán de verificar por un ingeniero especialista en mecánica de suelos.**

**NOTA: Los desplantes de las pilas en su mayoría, se encuentran propuestos a 32 m a excepción de los indicados en la Tabla XIII, lo cual se determinó en función de la estratigrafía obtenida de la exploración de campo y de las discontinuidades detectadas en los sondeos.**



EJE	SONDEO	NAF (PROFUNDIDAD m)	CAVERNAS (PROFUNDIDAD m)		TERGALINA (PROFUNDIDAD EN m)		DESPLANTE (PROFUNDIDAD EN m)
			DE	A	DE	A	
D1	SM-1	1.4	18 29	20 32	17 29	21 33	34
D3	SM-2	1.4	17 29	20 32.5	16 29	21 32.5	34
D4	SM-3	1.4	12.8 18 21.8 32.9	14.8 20.2 22.3 34.8	11.8 17 20.8 31.9	15.8 21.2 22.8 35.8	36
E2	SM-4	1.4	10 18	11 20.2	9 17	12 21.2	32
E3	SM-5	1.4	11.8 17 29	13.5 21 30.8	10.8 16 28	14.5 22 31.8	32
E4	SM-6	1.4	12.5 18	14.8 21	11.5 17	15.8 22	32
F2	SM-7	1.4	18 30 39	20 32 39.5	17 29 38	21 33 40.5	41
F3	SM-8	1.4	8 18 27	12 22 28.6	7 17 26	13 23 29.6	32
F4	SM-9	1.4	18 35.2 38.3	20.5 36.2 38.6	17 34.2 37.3	21.5 37.2 39.6	40
G2	SM-10	1.4	16.2 21	19.2 22	15.2 20	20.2 23	32
G3	SM-11	1.4	18.5 23	20 25	17.5 22	21 26	32
G4	SM-12	1.4	18 21 36.2	19 23 36.8	17 20 35.2	20 24 37.8	38
D5	SM-13	1.4	18 32.5	20 33.7	17 31.5	21 34.7	35
D6	SM-14	1.4	18 35	20 36.8	17 34	21 37.8	38
E5	SM-15		18	21	17	22	32
E6	SM-16	1.4	18 30.4 35	20 30.9 36	17 29.4 34	21 31.9 37	37
F5	SM-17	1.4	16.5 31 33.8	20 32 34.8	15.5 30 32.8	21 33 35.8	32
F6	SM-18	1.4	15 19	18 20	14 18	19 21	32
G5	SM-19	1.4	18	20	17	21	32
G6	SM-20	1.4	18	20	17	21	32

**TABLA XII. PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE PILAS EN TORRE 1.**



EJE	SONDEO	NAF (PROFUND)	CAVERNAS		TERGALINA		DESPLANT E
			DE	A	DE	A	
F1	SM-1	1.4	----	----	----	----	32
F2	SM-2	1.4	----	----	----	----	32
F4	SM-3	1.4	----	----	----	----	32
F7	SM-4	1.4	----	----	----	----	32
G3	SM-5	1.4	----	----	----	----	32
H6	SM-6	1.4	----	----	----	----	32
I2	SM-7	1.4	----	----	----	----	32
I6	SM-8	1.4	11.5	12	10.5	13	32
F3	SM-9	1.4	14.5	14.8	13.5	15.8	32
F5	SM-10	1.4	28	28.3	27	29.3	32
F6	SM-11	1.4	----	----	----	----	32
G1	SM-12	1.4	----	----	----	----	32
G2	SM-13	1.4	----	----	----	----	32
G4	SM-14	1.4	12	12.3	11	13.3	40
			20	20.5	19	21.5	
			34.2	37.7	33.2	38.7	
G5	SM-15	1.4	11	11.8	10.2	12.8	32
G6	SM-16	1.4	11.3	12.1	10.3	13.1	32
H1	SM-17	1.4	11.5	12	10.5	13	32
			15	15.4	14	16.4	
H2	SM-18	1.4	10.5	11	9.5	12	32
H3	SM-19	1.4	----	----	----	----	32
H4	SM-20	1.4	----	----	----	----	32
H5	SM-21	1.4	36.7	38.2	35.7	38.2	40
H7	SM-22	1.4	38.3	38.7	37.3	39.7	41
G7	SM-23	1.4	----	----	----	----	32
I1	SM-24	1.4	14	15	13	16	42
			38.4	39.6	37.4	40.6	
I3	SM-25	1.4	5.4	12	3.4	14	43
			36.3	40.7	34.3	42.7	
I4	SM-26	1.4	----	----	----	----	32
I5	SM-27	1.4	11.5	12	10.5	13	32
I7	SM-28	1.4	----	----	----	----	32

**TABLA XIII. PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE PILAS EN TORRE ÍNDICO.**

A continuación, se muestran en las figuras 144 a 191 el desplante de las pilas propuesto y la ubicación de la tergalina reforzada con malla tipo gallinero en las zonas requeridas, de acuerdo a lo indicado en la tabla XII Y XIII.



“TORRE 1”

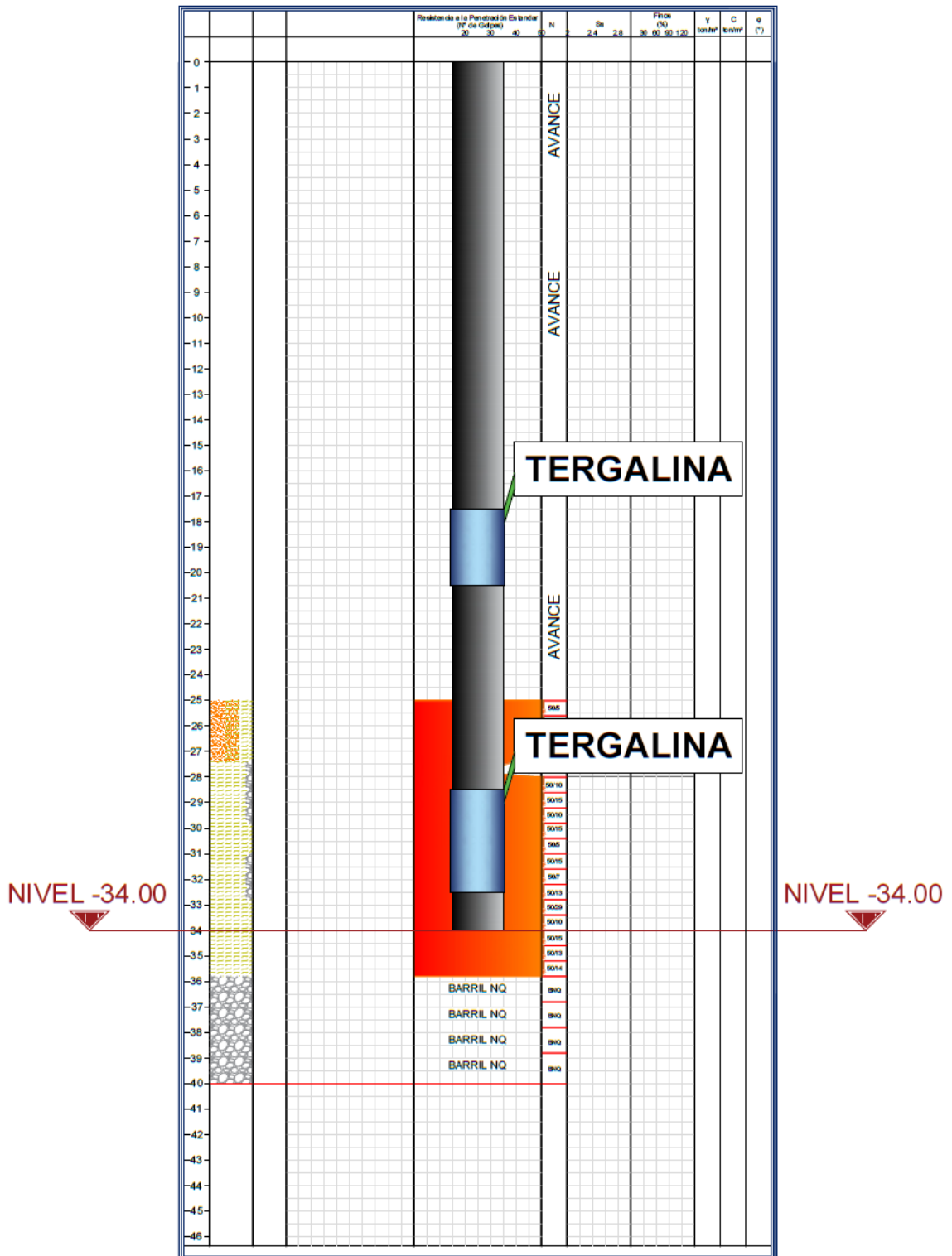


FIGURA 144.- PILA 1 (SM-1 EJE D2).

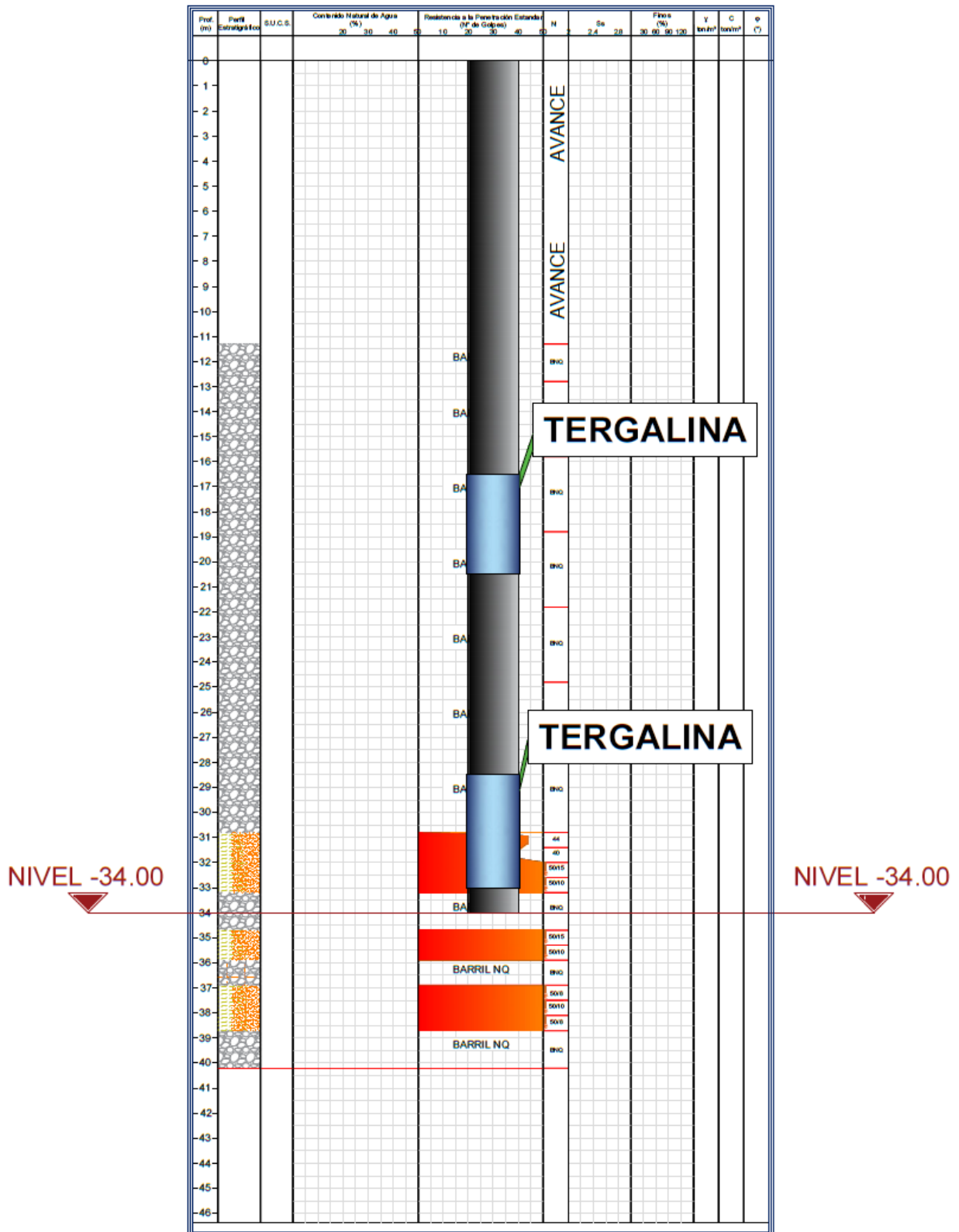


FIGURA 145.- PILA 2 (SM-2 EJE D3).

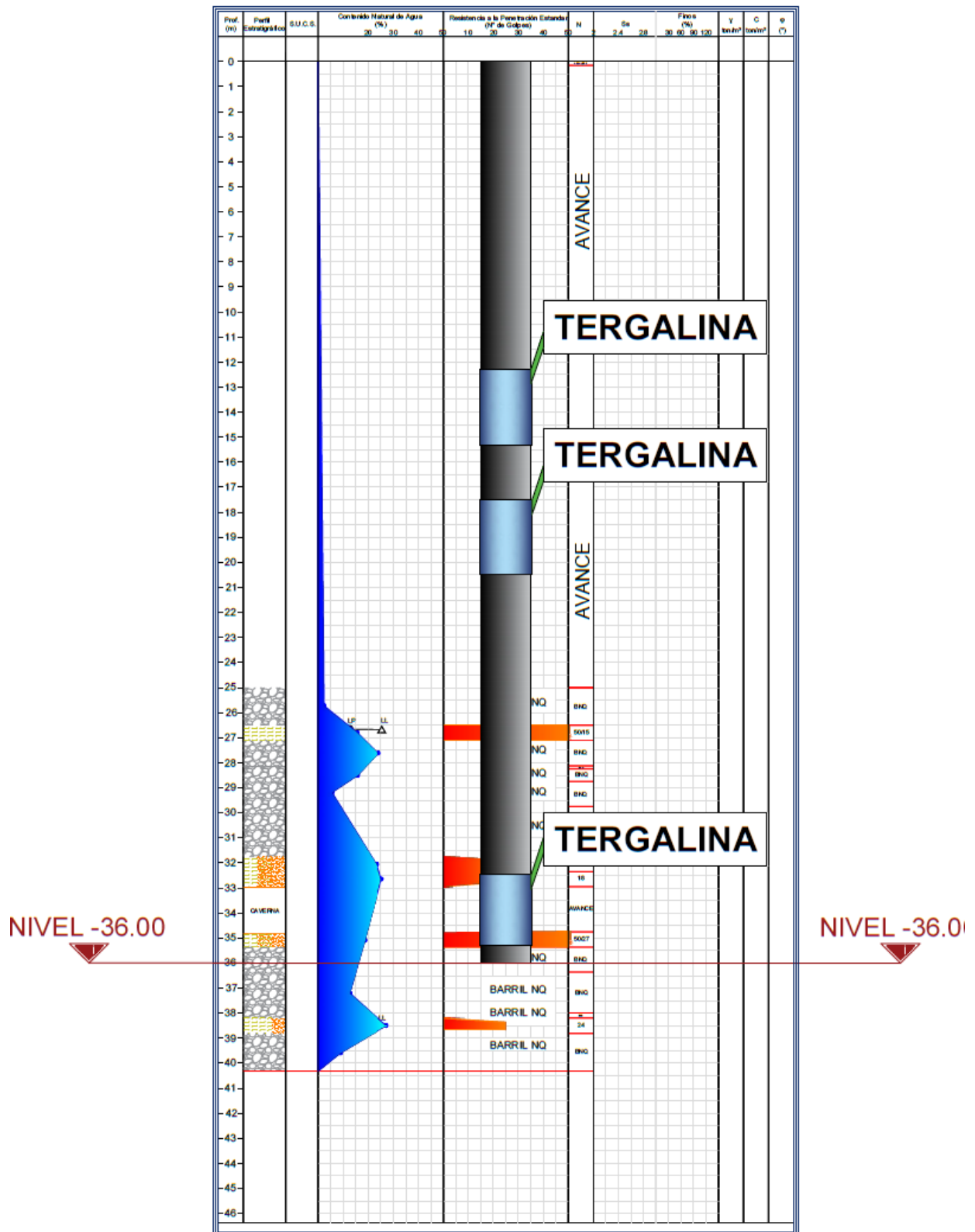


FIGURA 146.- PILA 3 (SM-3 EJE D4).

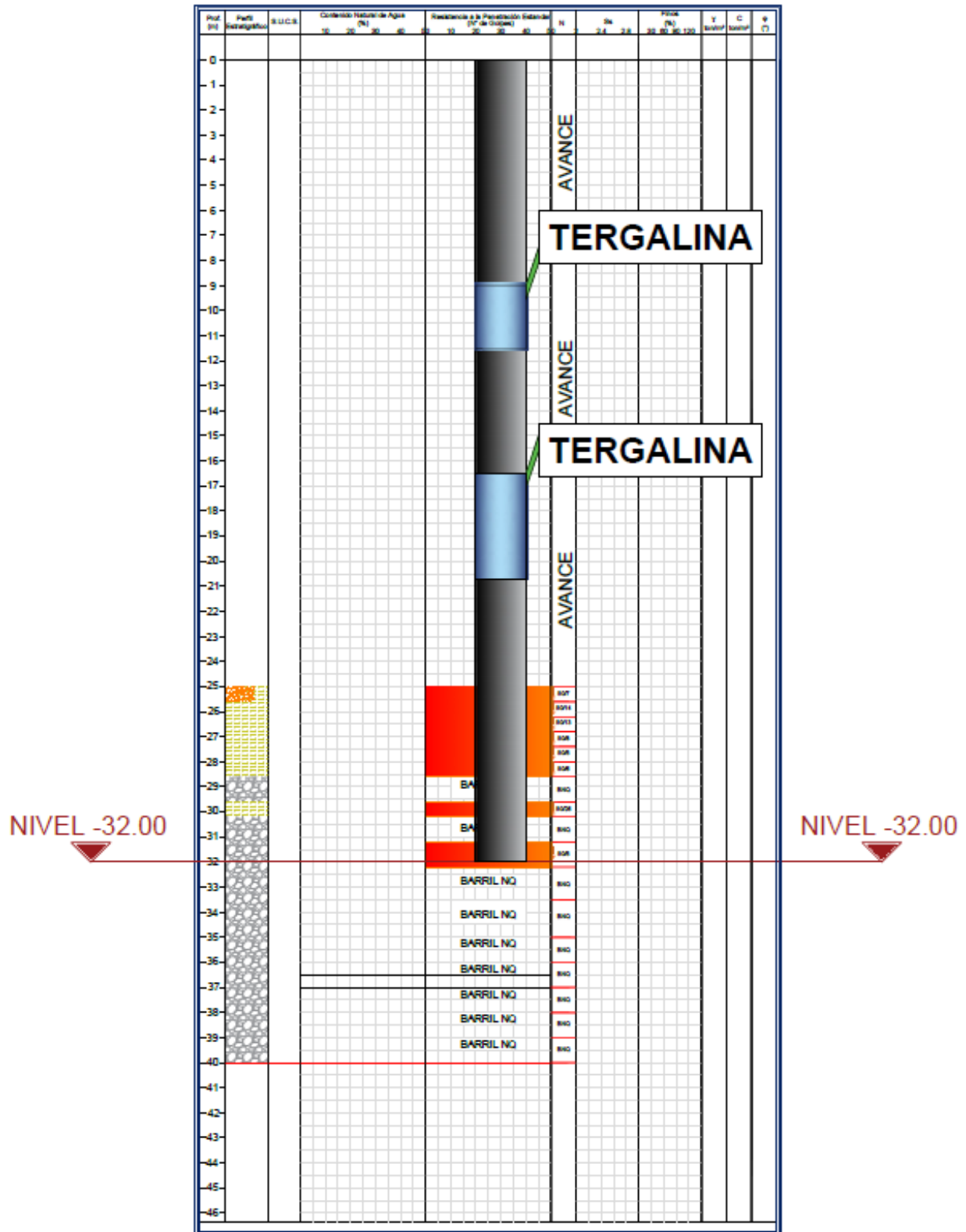


FIGURA 147.- PILA 4 (SM-4 EJE E2).



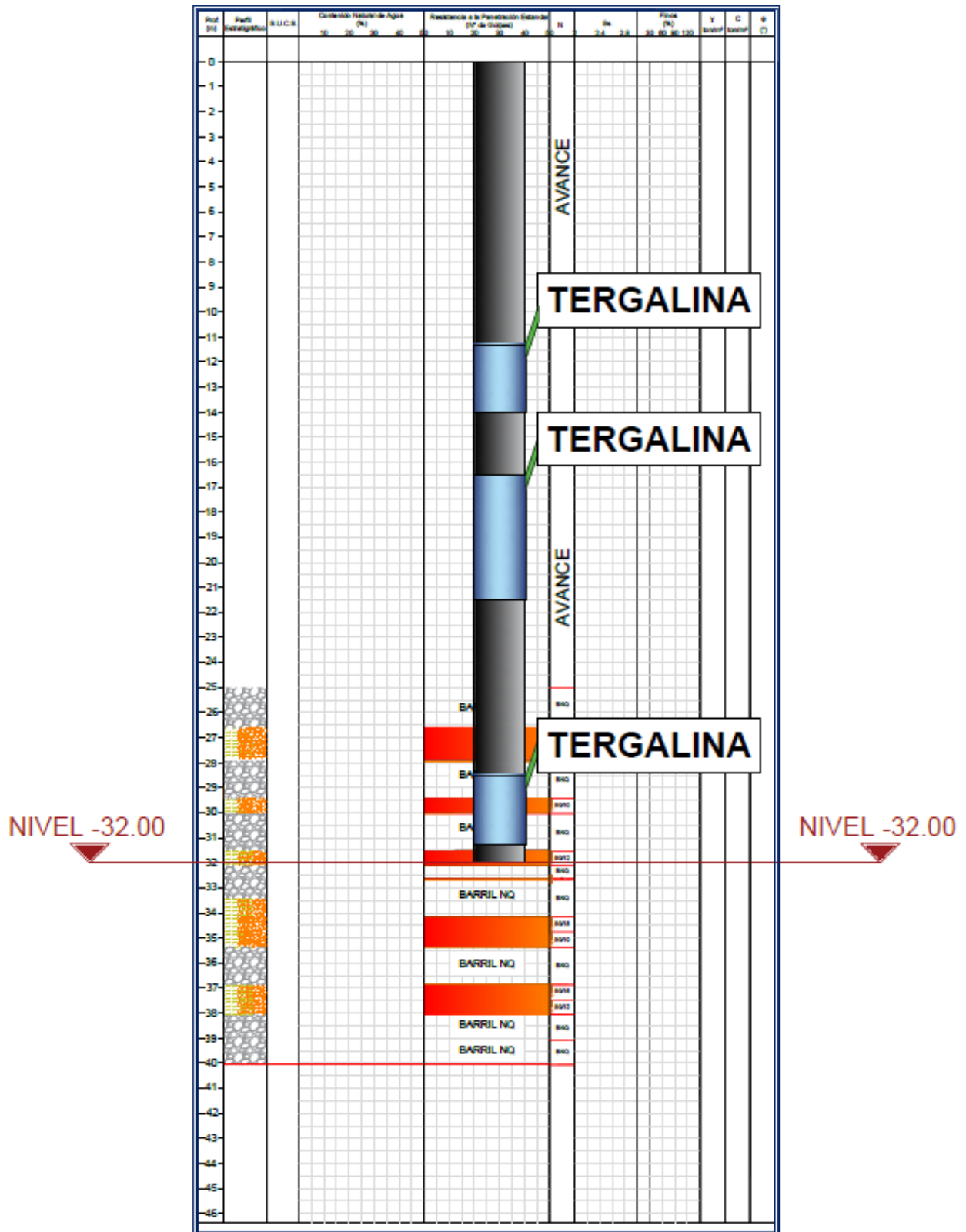


FIGURA 148.- PILA 5 (SM-5 EJE E3).

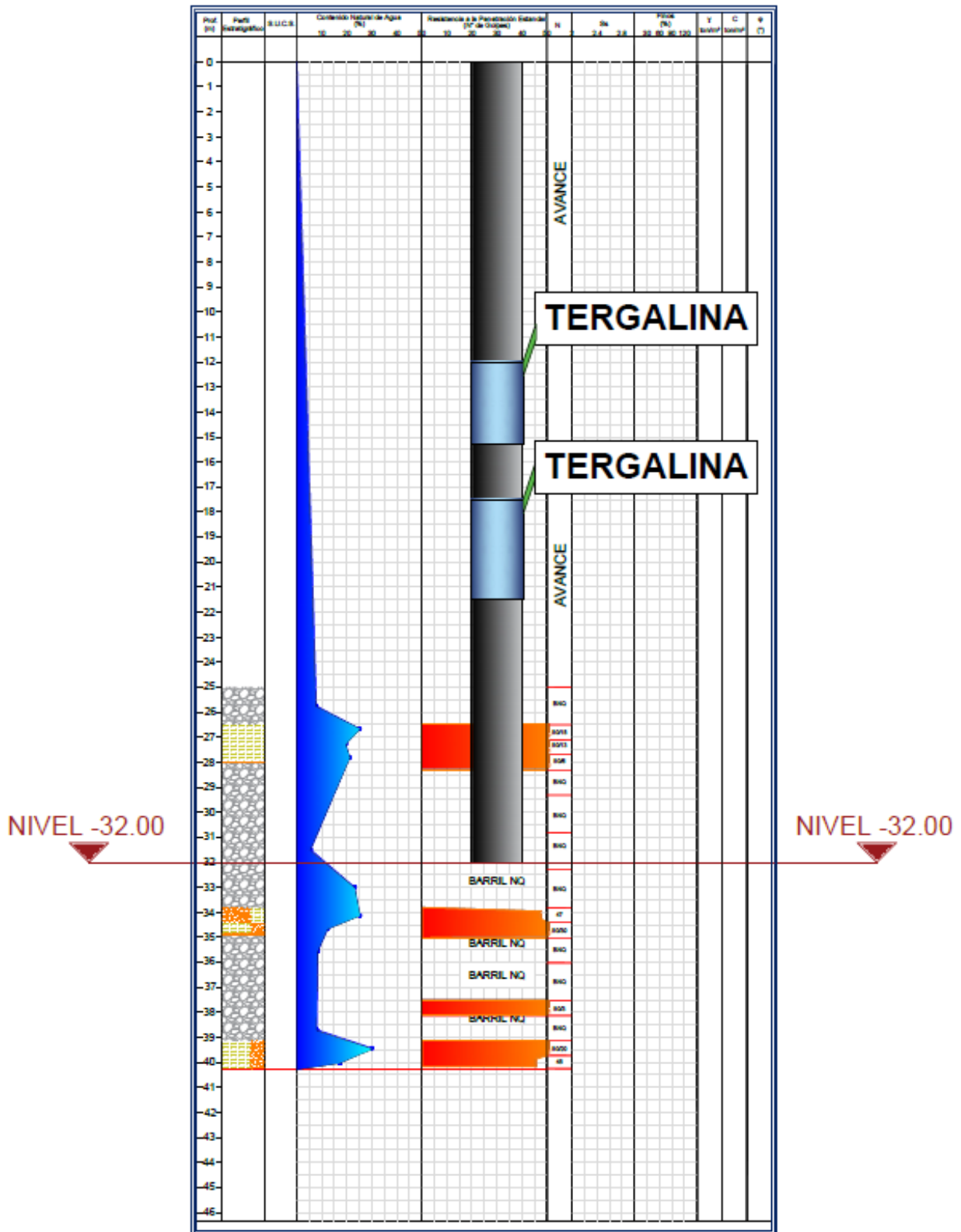


FIGURA 149.- PILA 6 (SM-6 EJE E4).

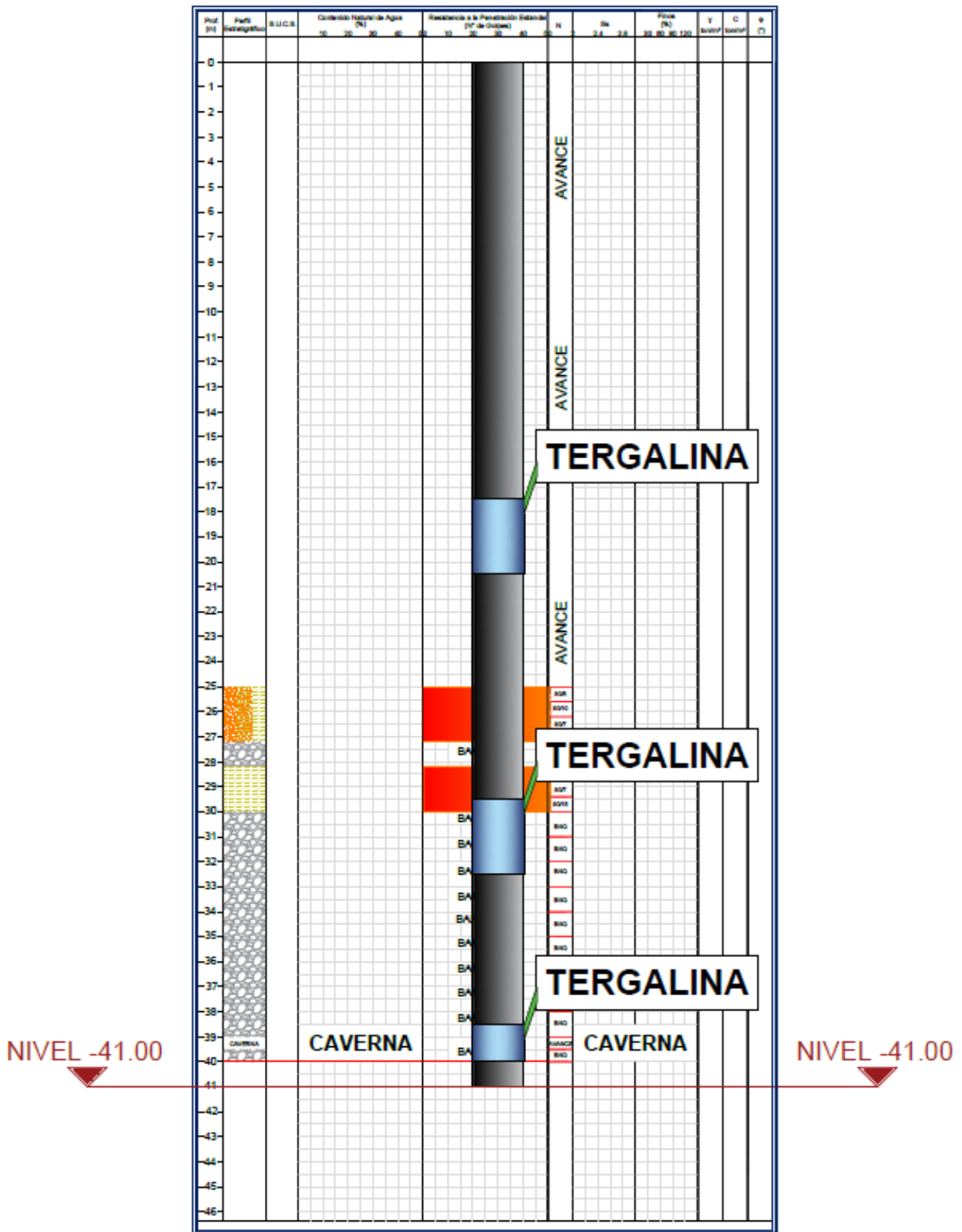


FIGURA 150.- PILA 7 (SM-7 EJE F2).

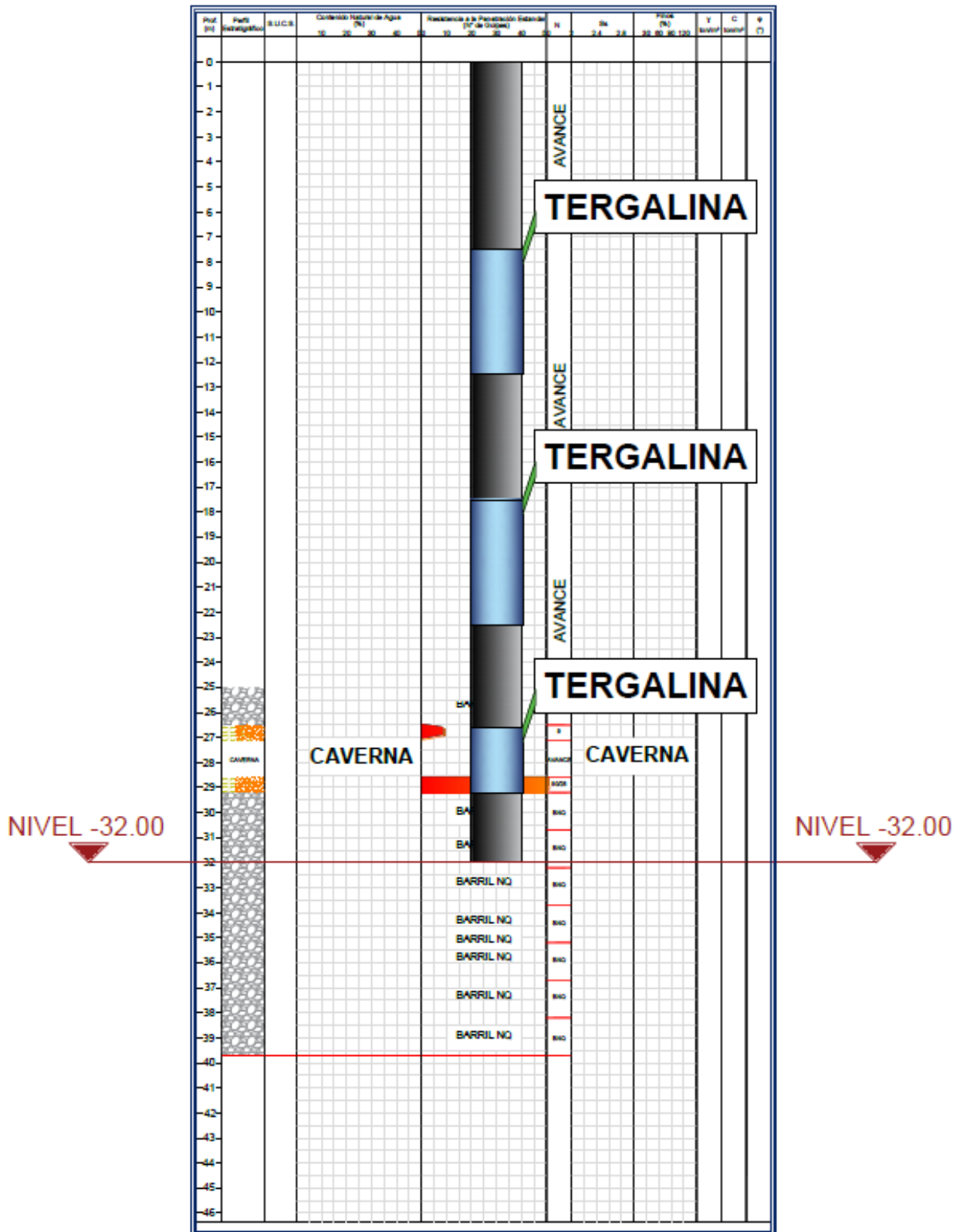


FIGURA 151.- PILA 8 (SM-8 EJE F3).

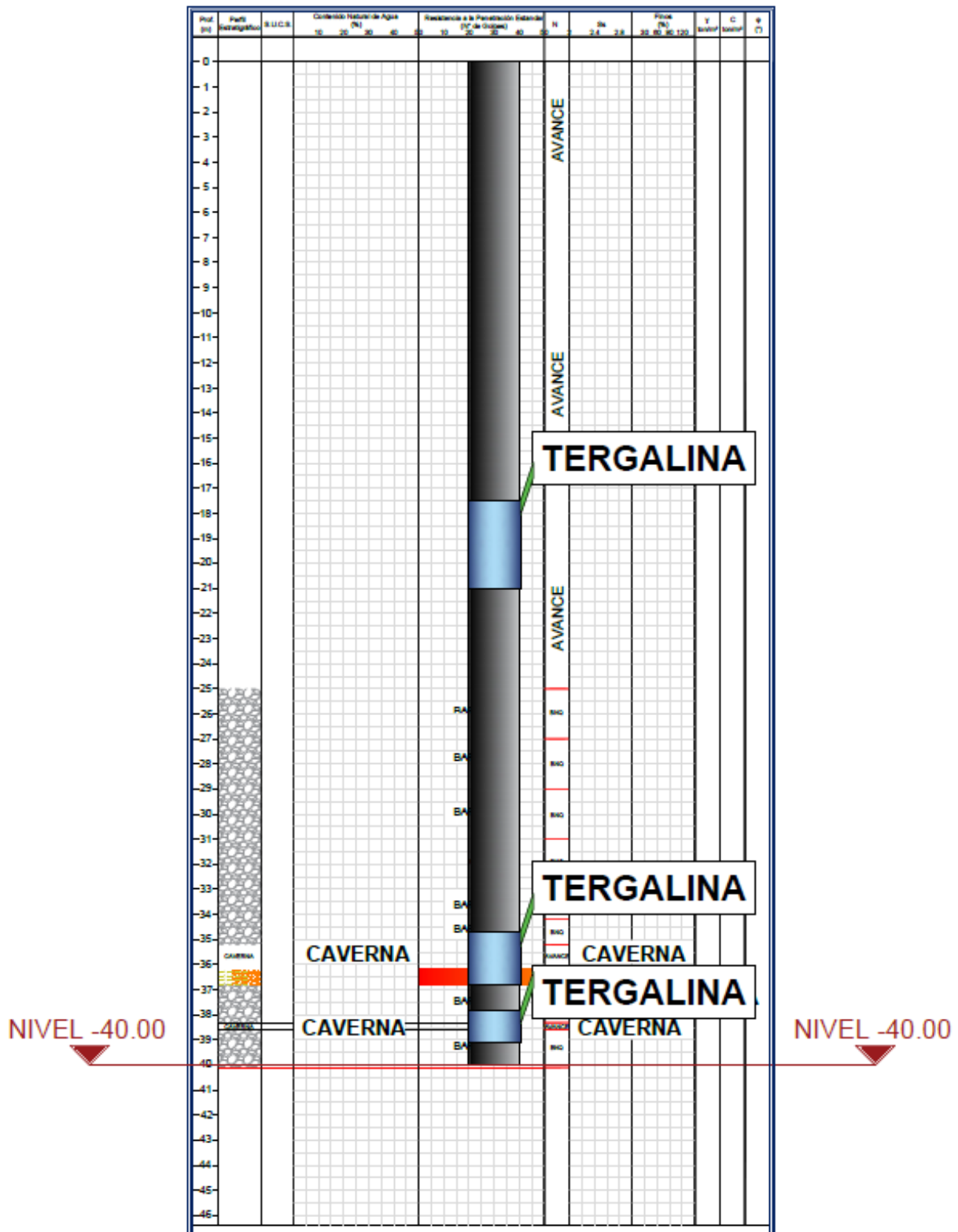


FIGURA 152.- PILA 9 (SM-9 EJE F4).

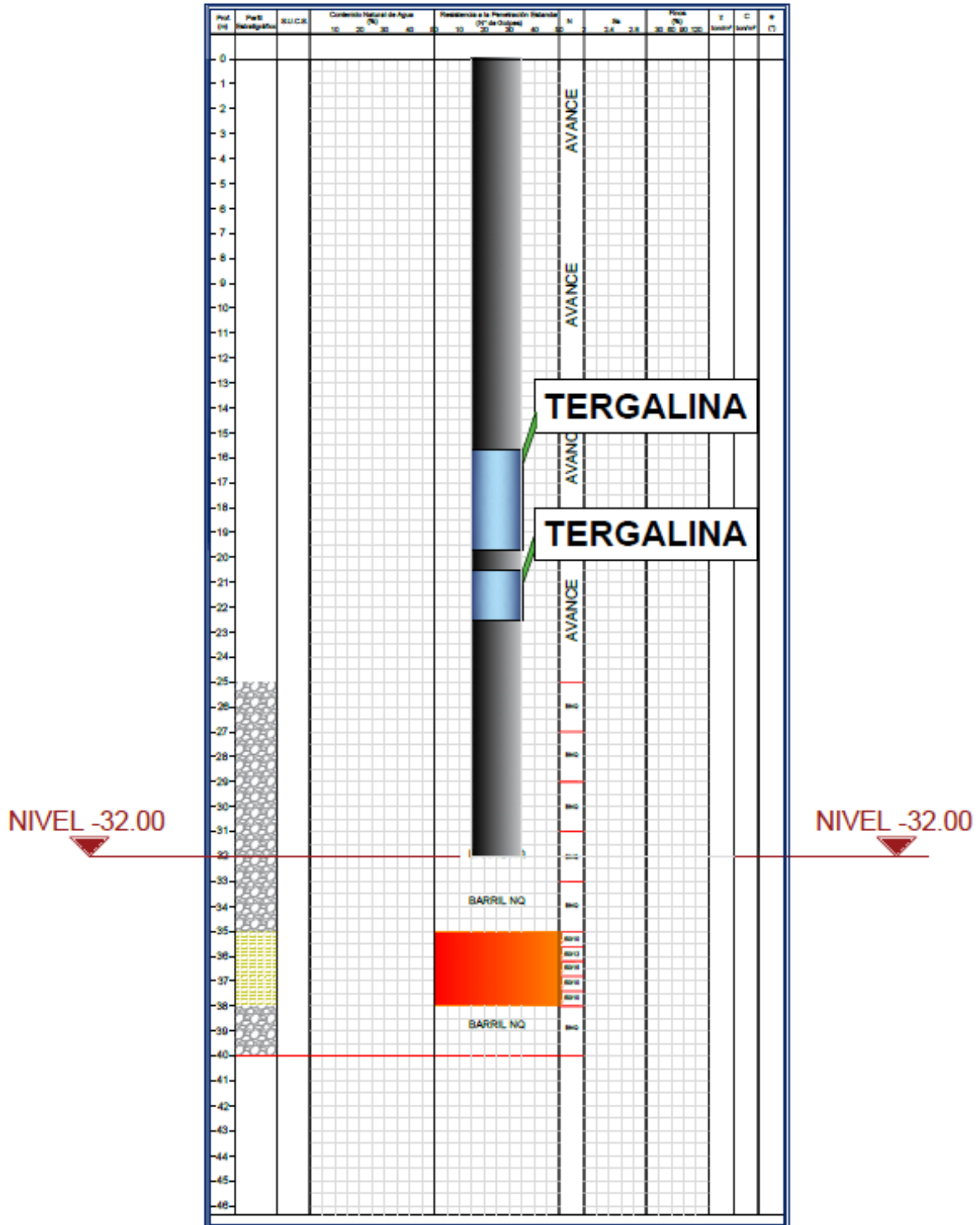


FIGURA 153.- PILA 10 (SM-10 EJE G2).

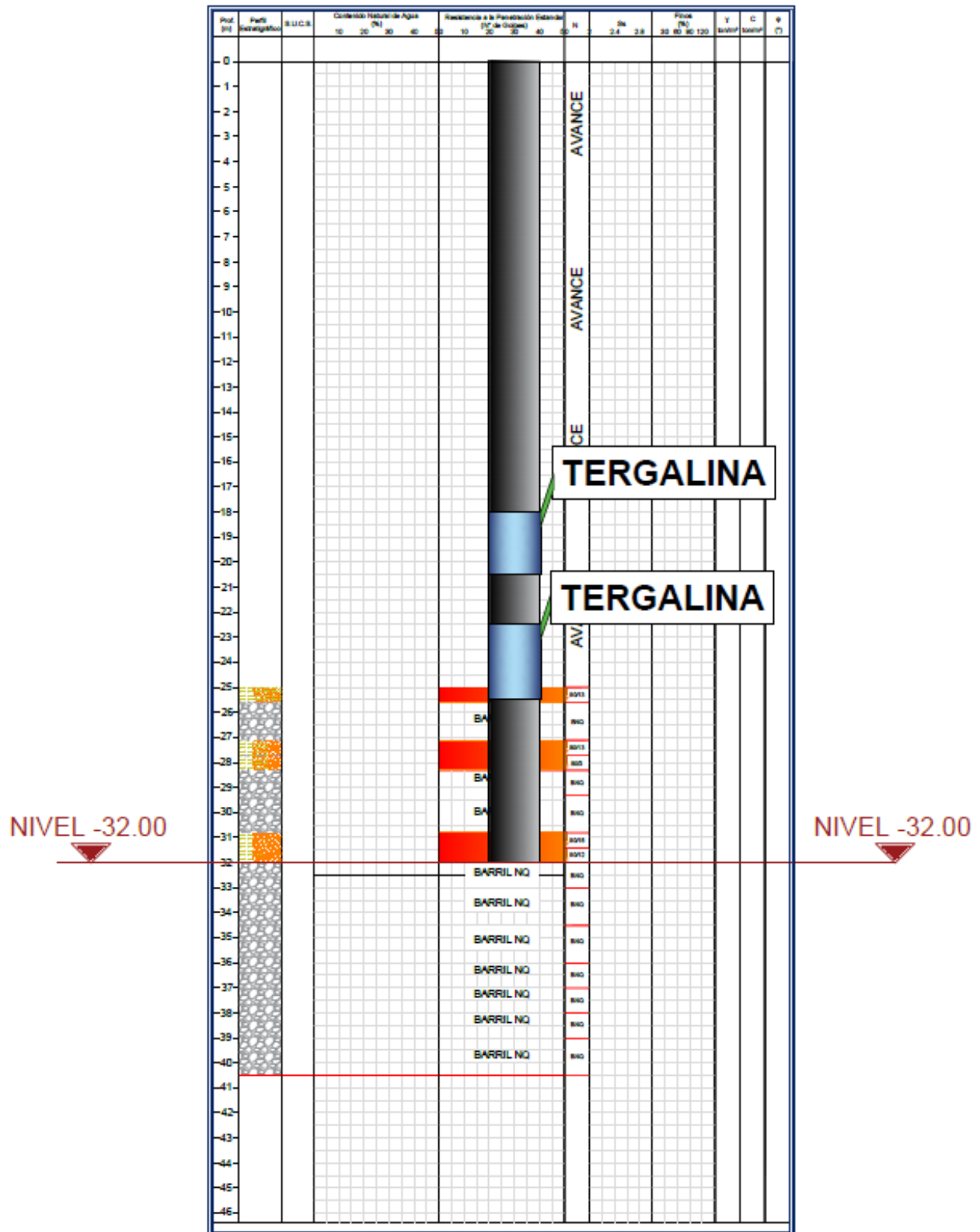


FIGURA 154.- PILA 11 (SM-11 EJE G3).

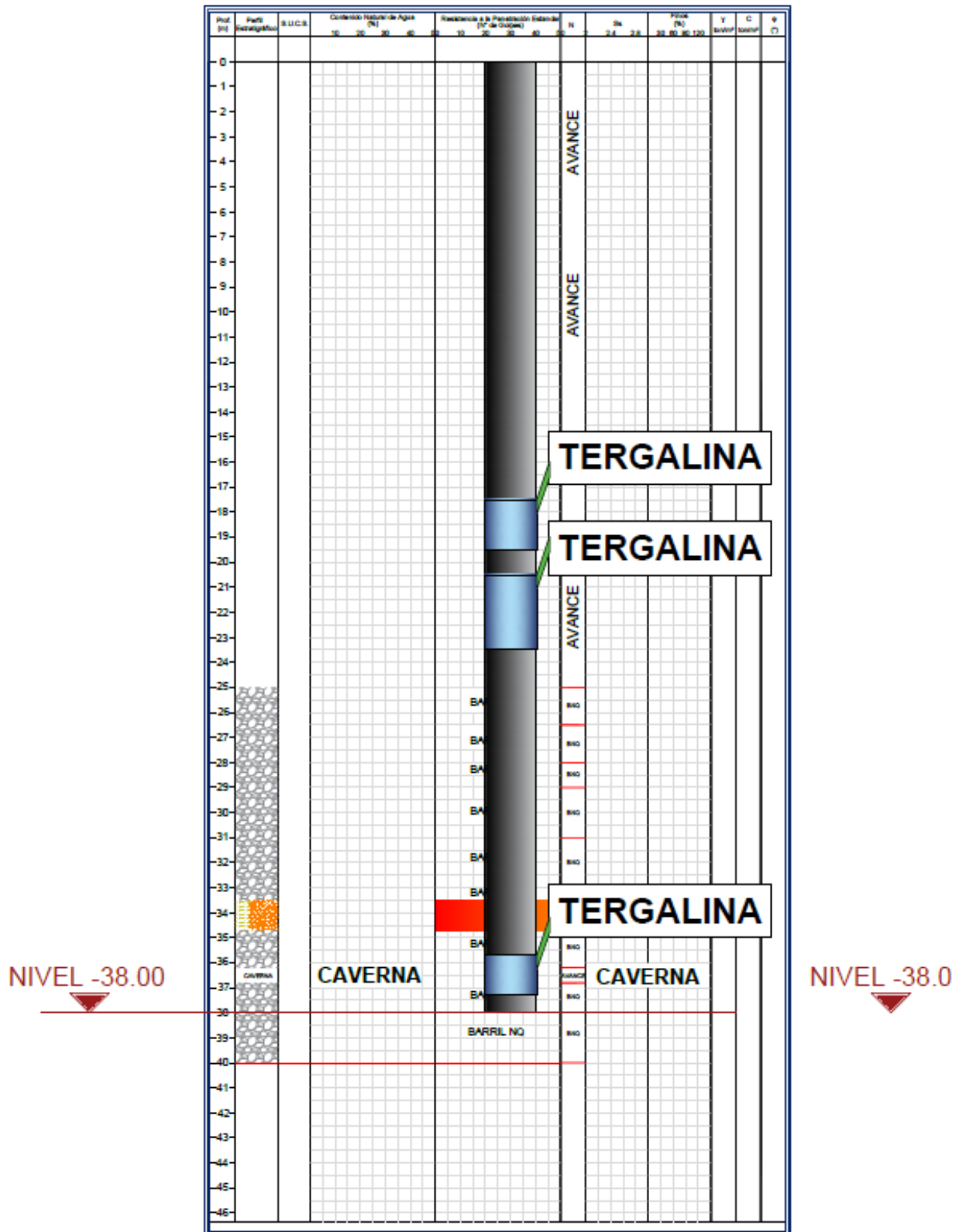


FIGURA 155.- PILA 12 (SM-12 EJE G4).



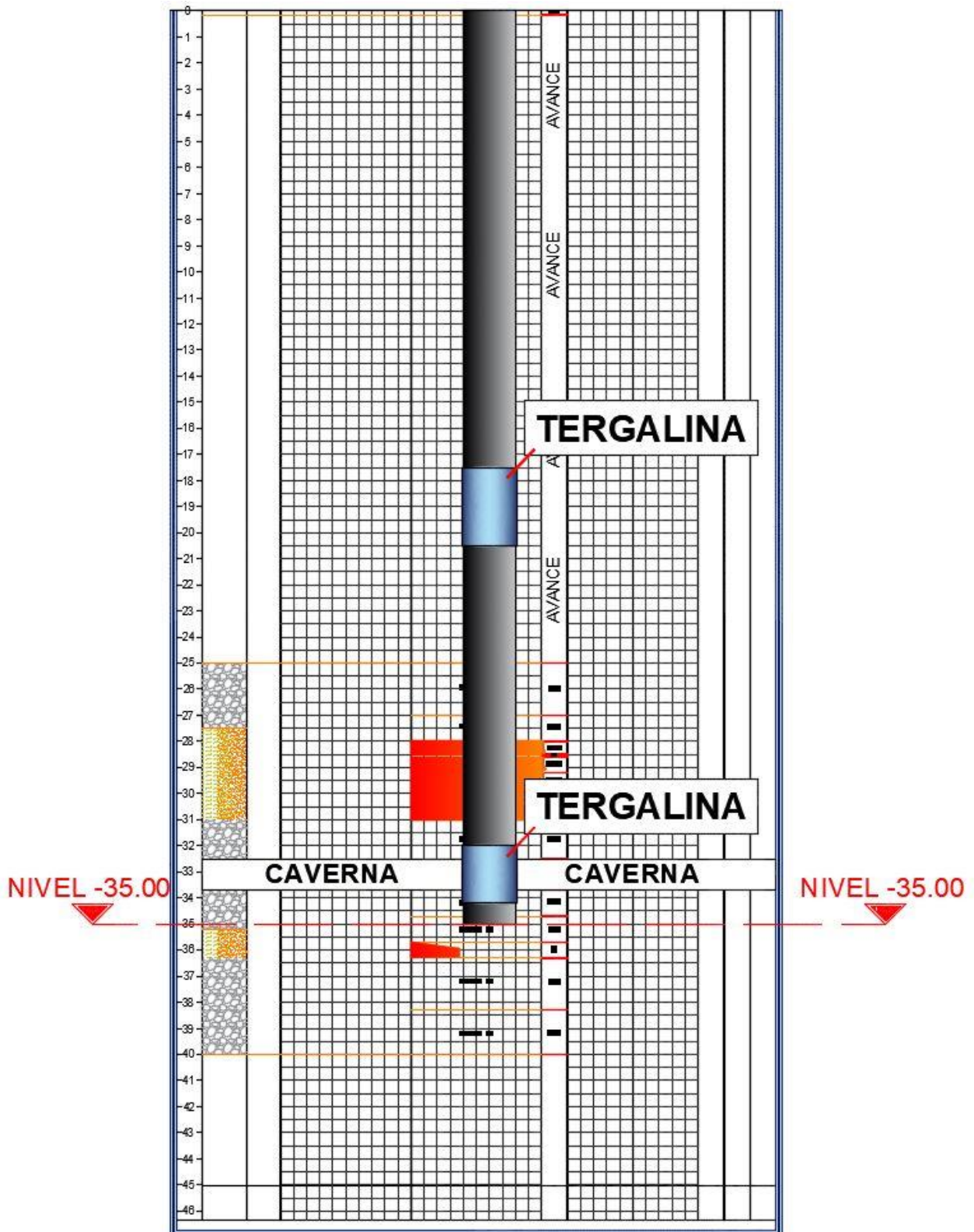


FIGURA 156.- PILA 13 (SM-13 EJE D5).

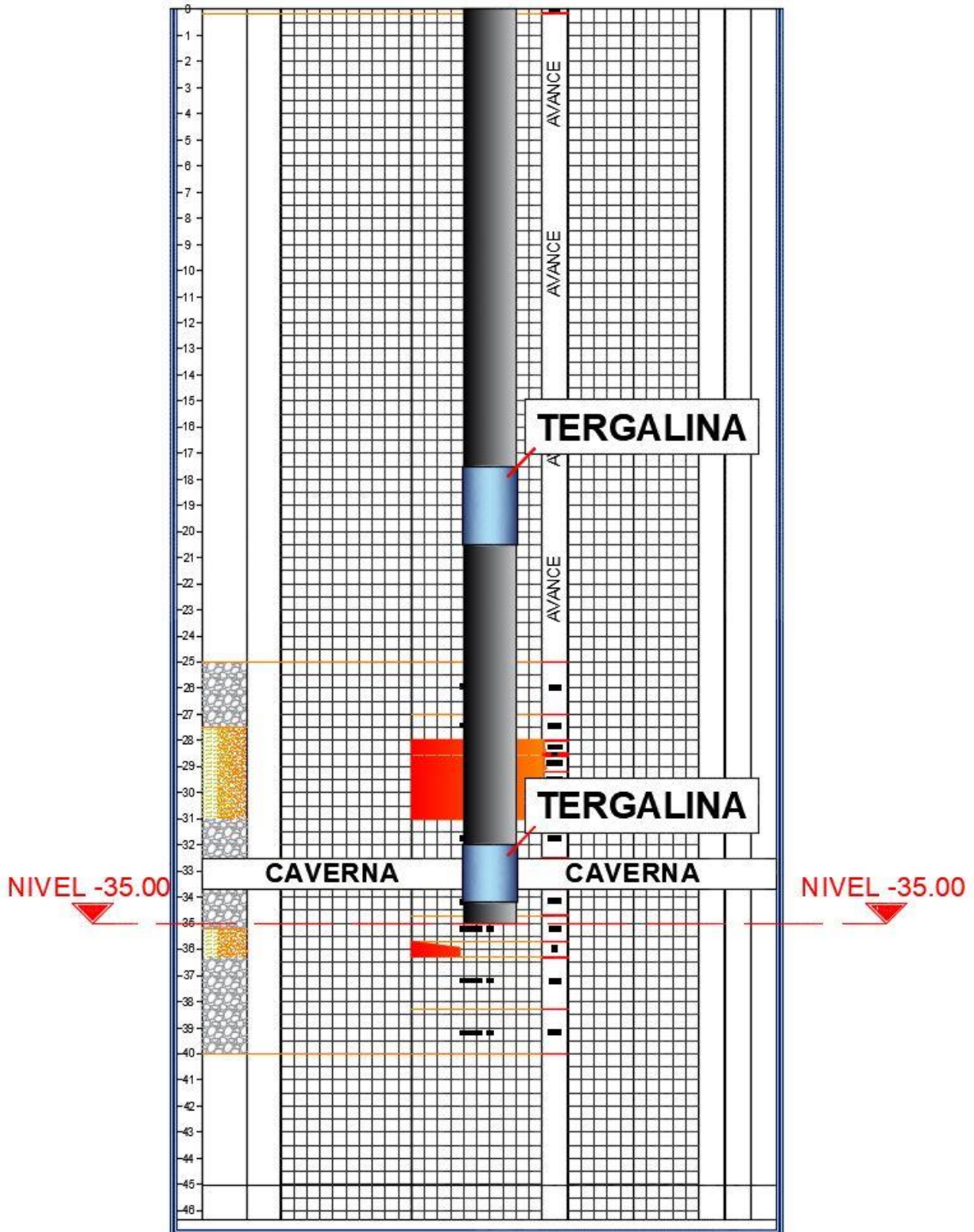


FIGURA 157.- PILA 14 (SM-14 EJE D6).

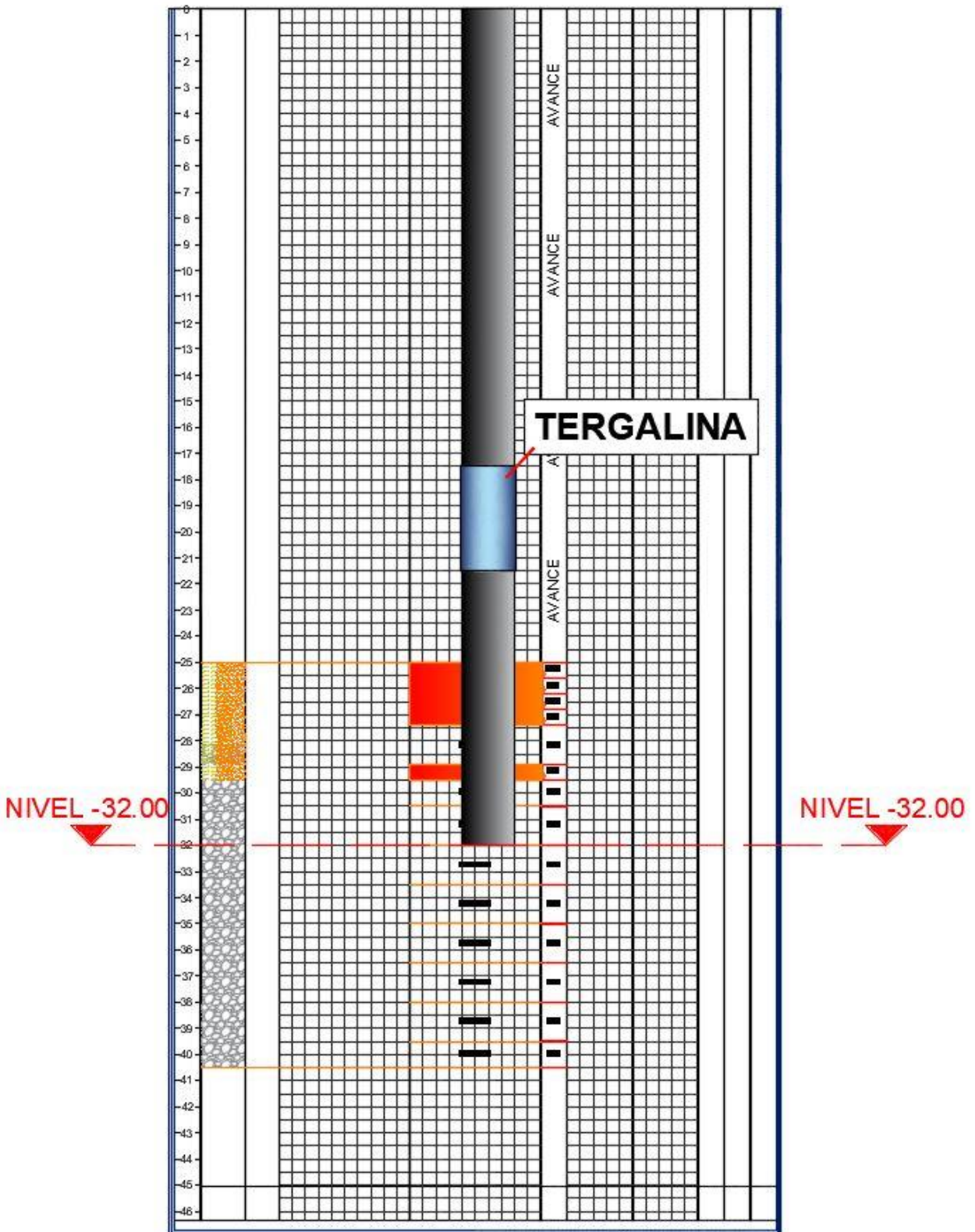


FIGURA 158.- PILA 15 (SM-15 EJE E5).

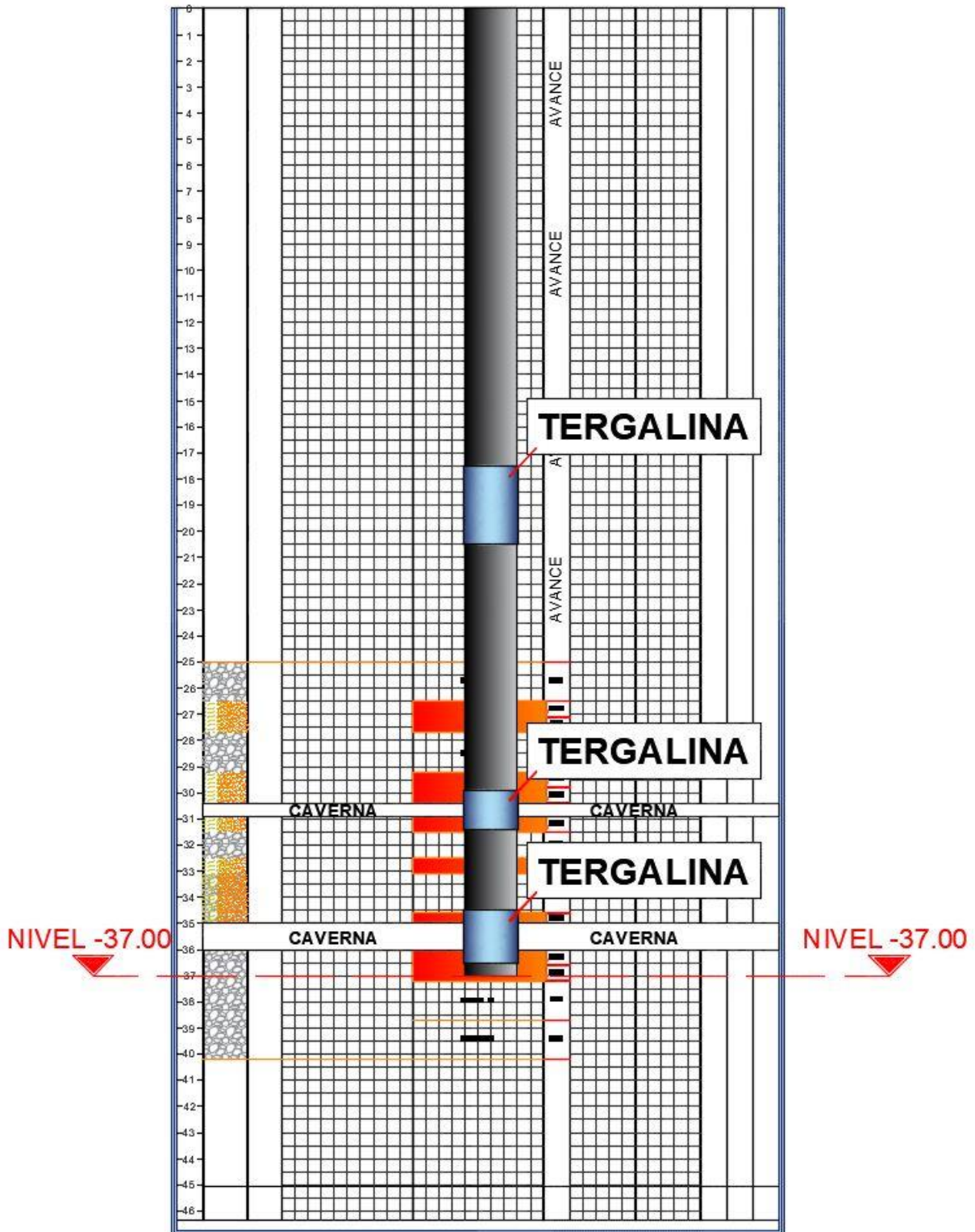


FIGURA 159.- PILA 16 (SM-16 EJE E6).

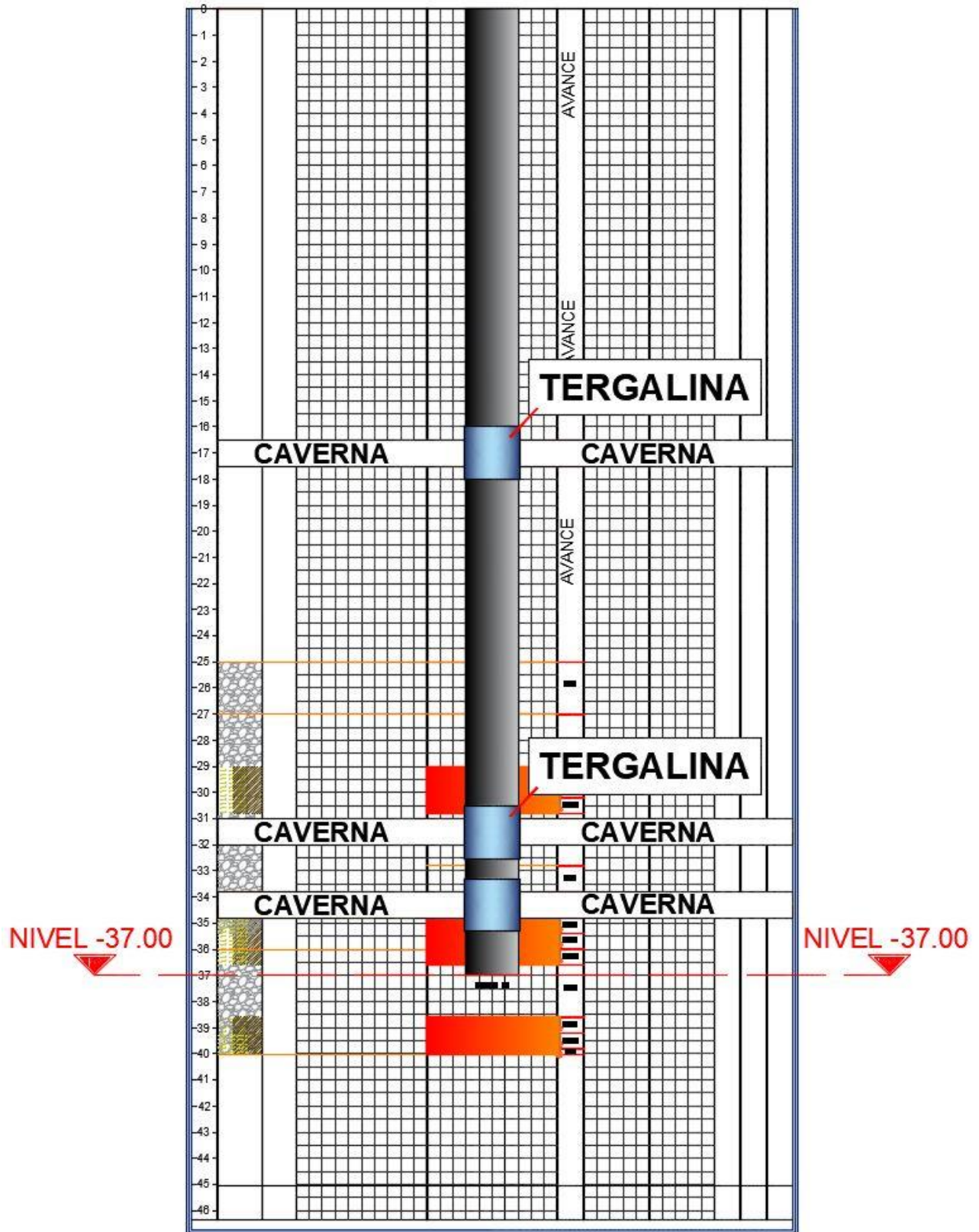


FIGURA 160.- PILA 17 (SM-17 EJE F5).

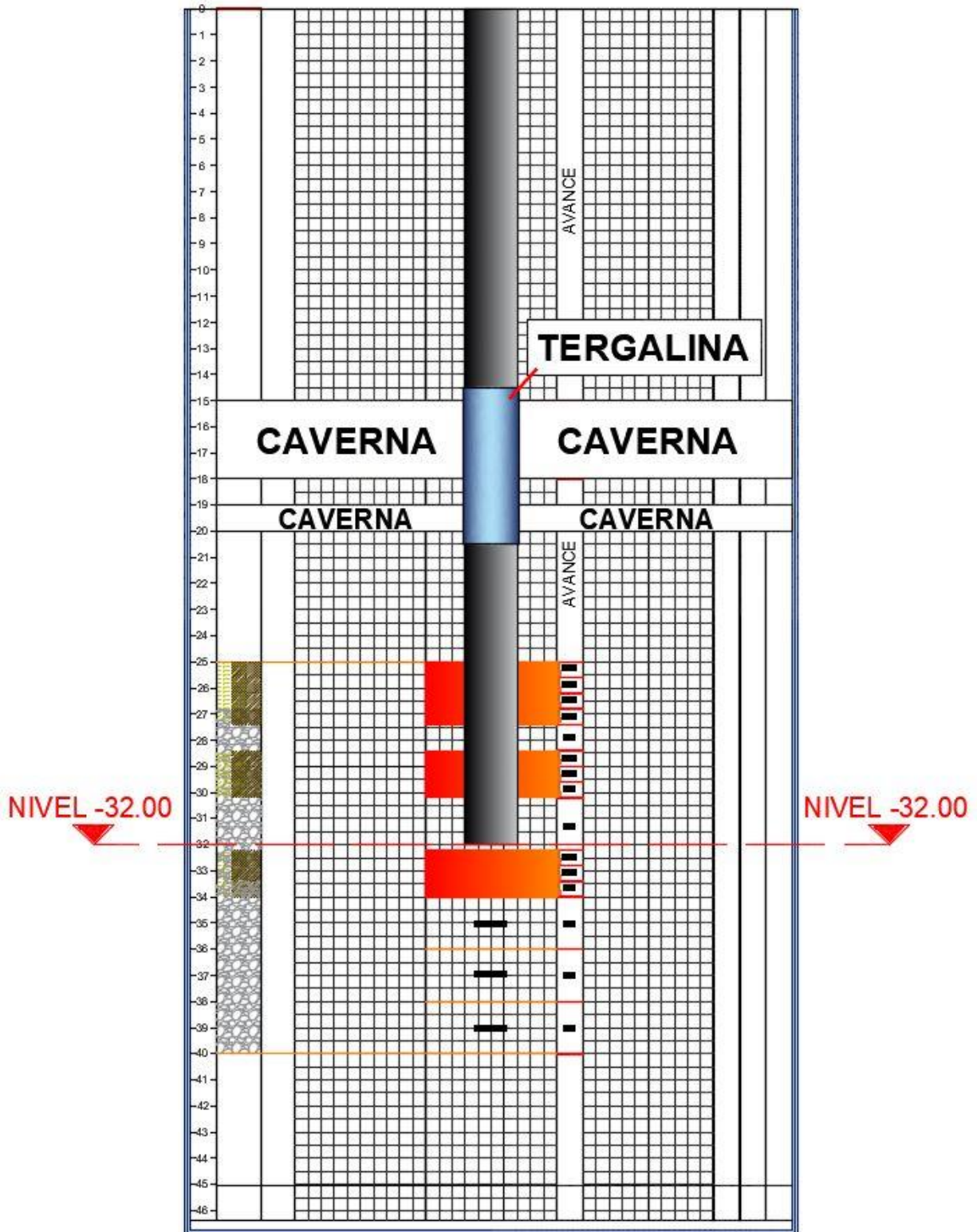


FIGURA 161.- PILA 18 (SM-18 EJE F6).

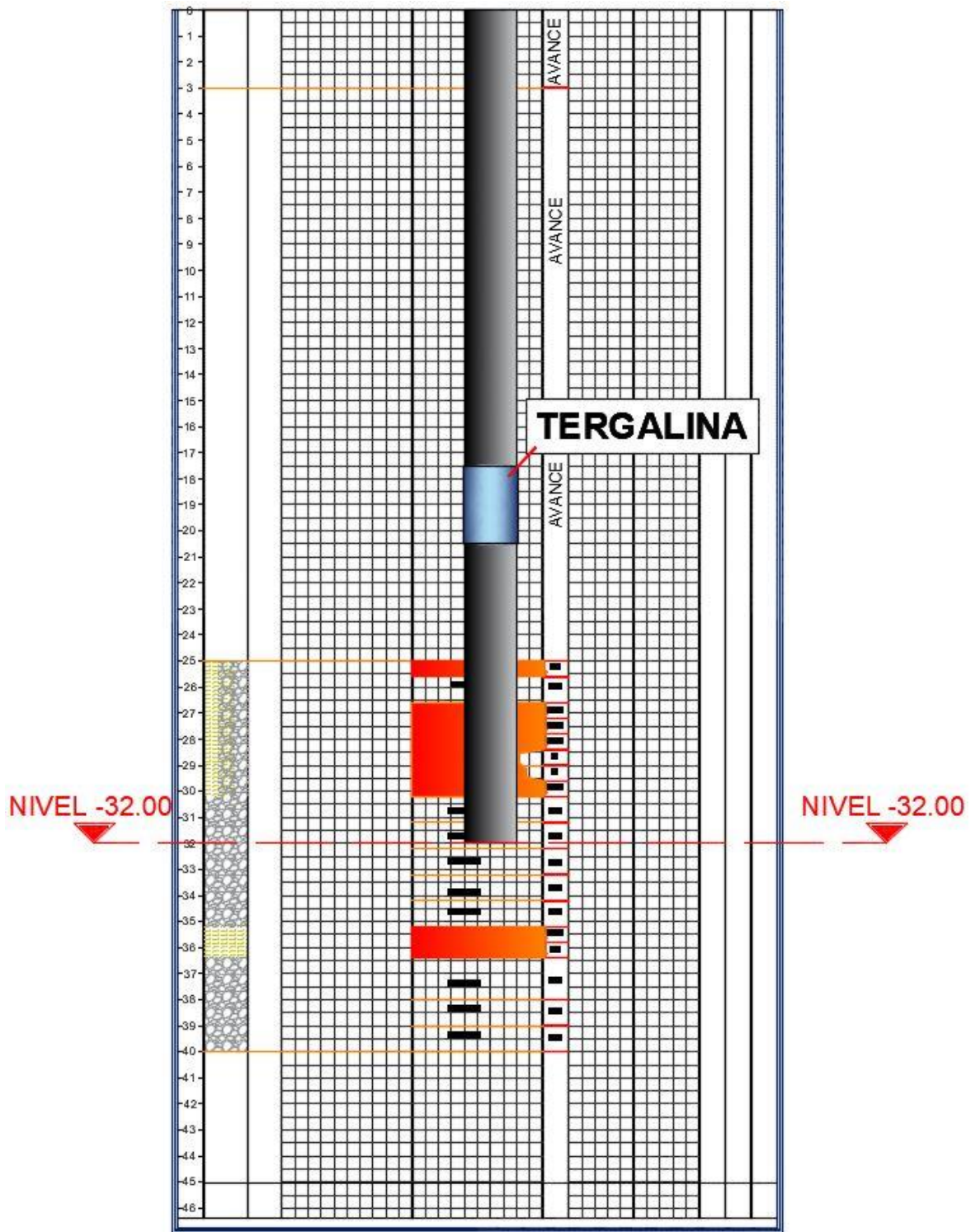


FIGURA 162.- PILA 19 (SM-19 EJE G5).

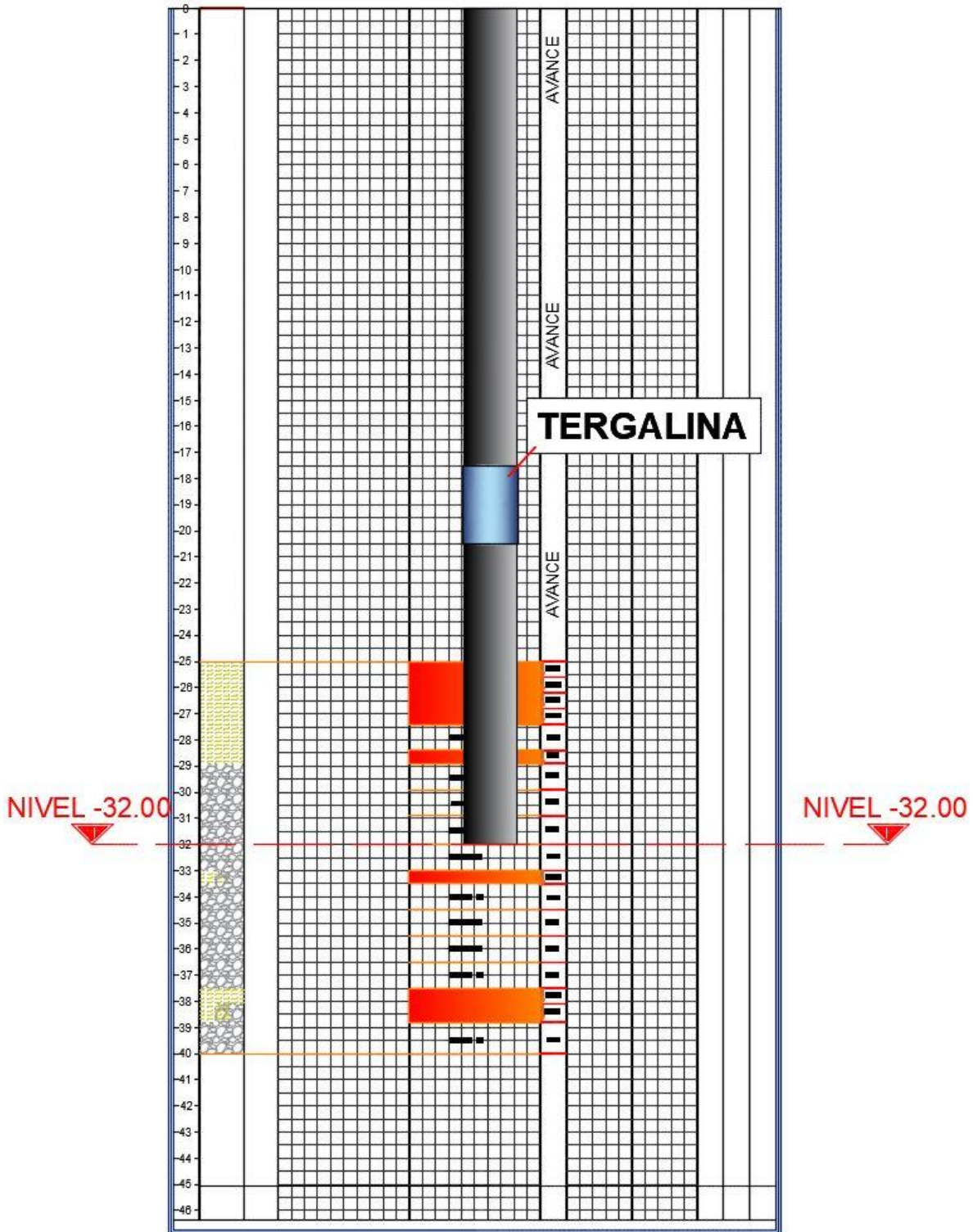


FIGURA 163.- PILA 20 (SM-20 EJE G6).





“TORRE ÍNDICO”

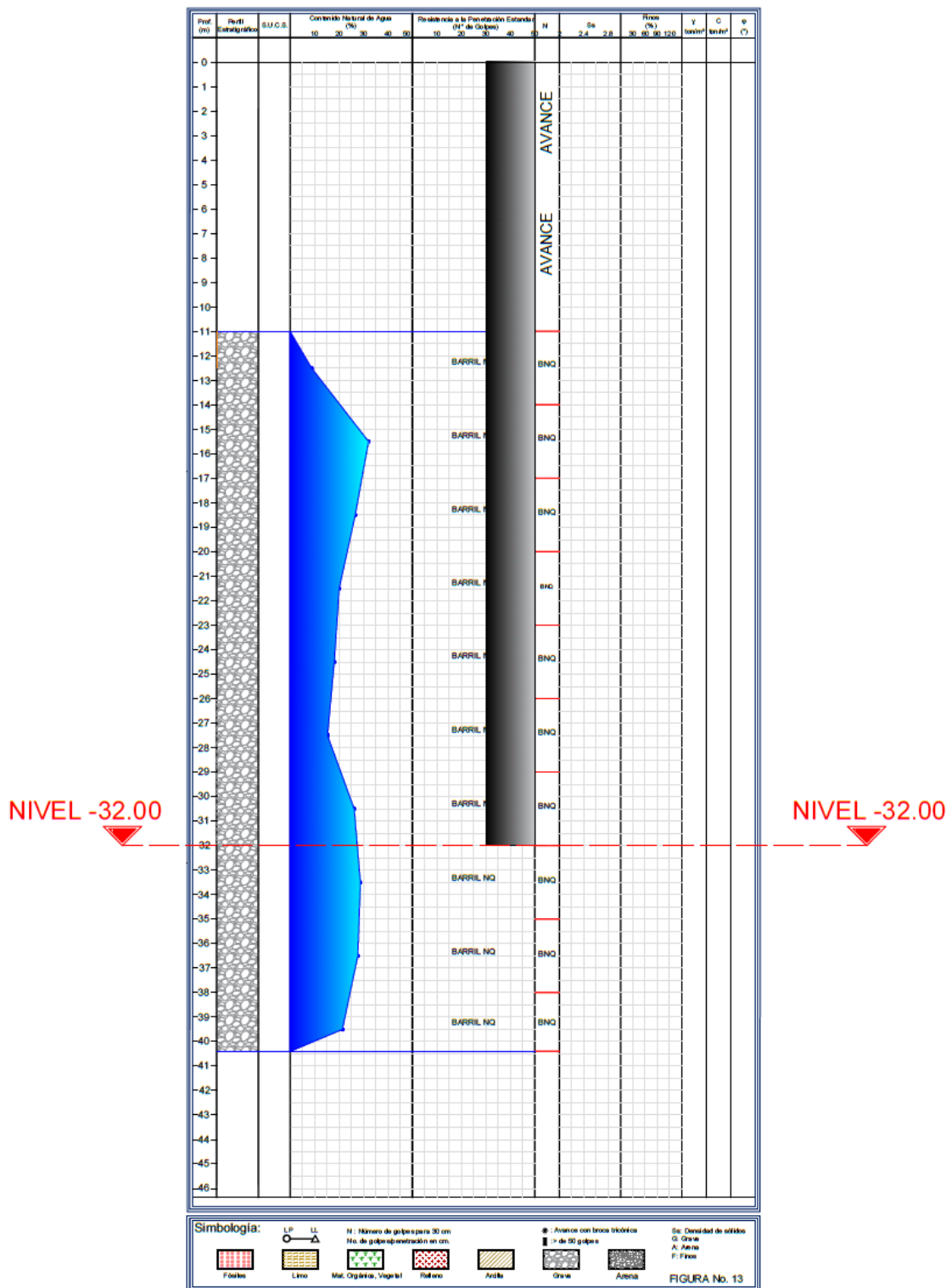


FIGURA 164.- DESPLANTE DE PILA 1 (SM-1-EJE F1).

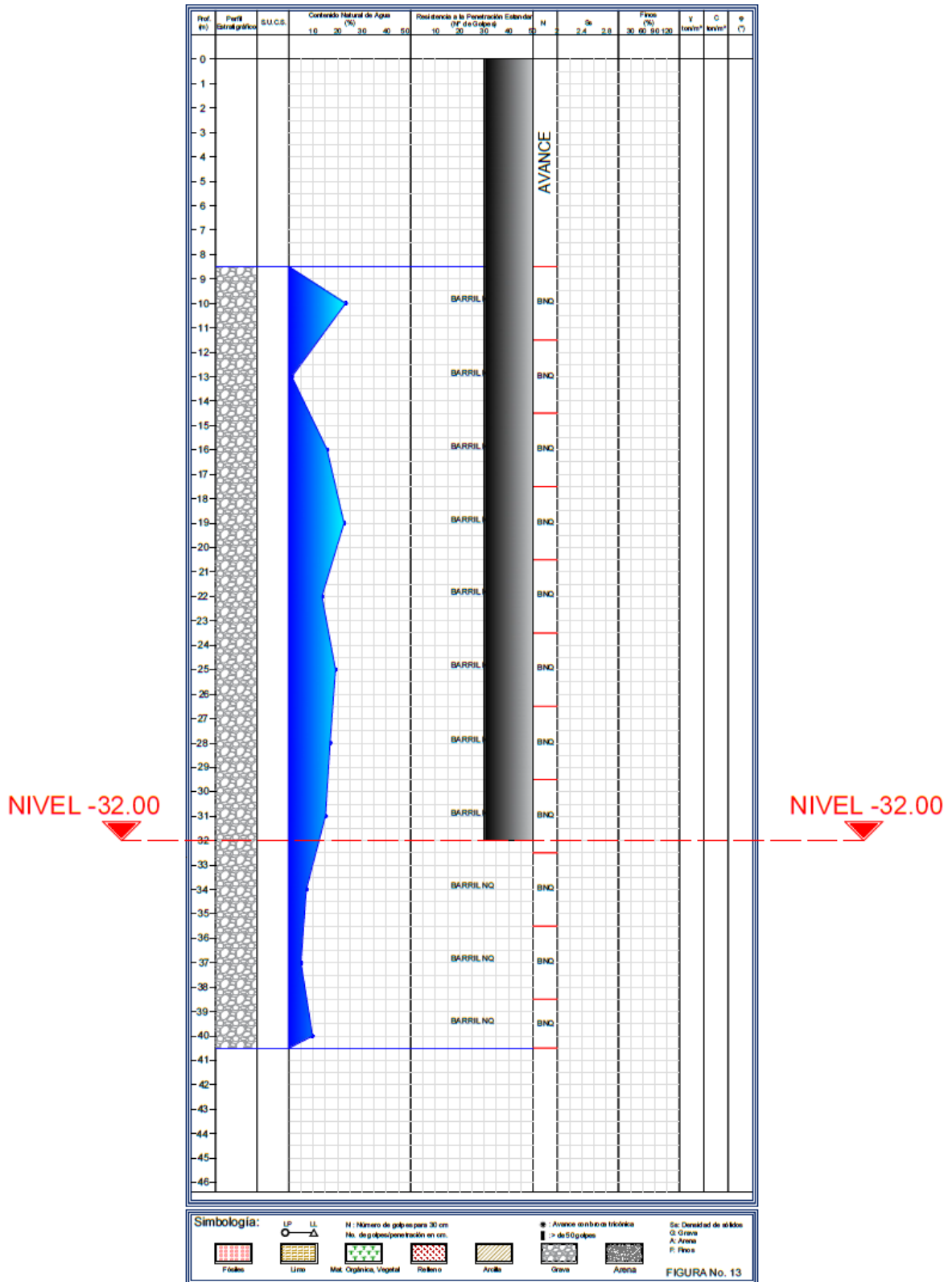


FIGURA 165.- DESPLANTE DE PILA 2 (SM-2-EJE F2).

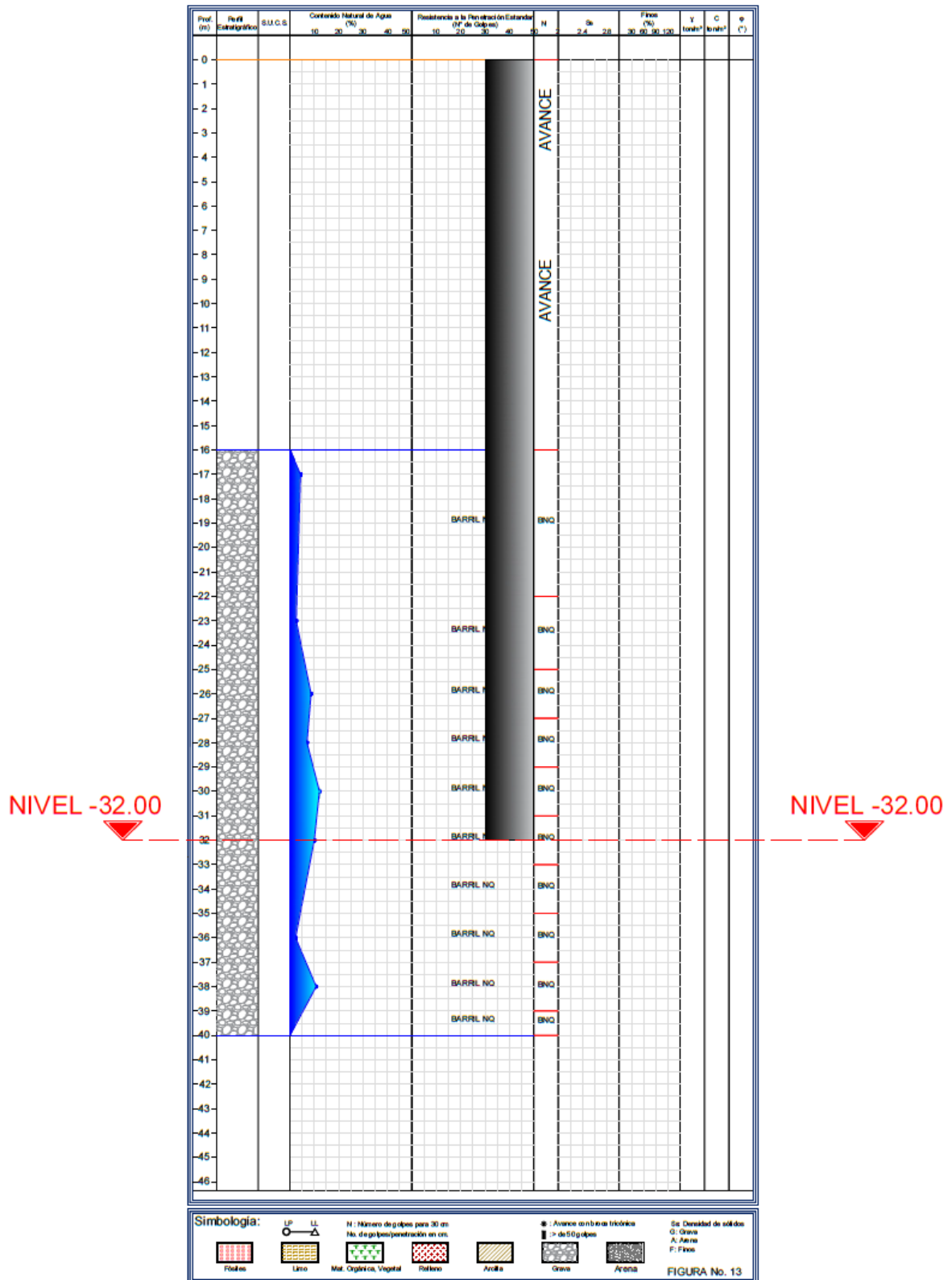


FIGURA 166.- DESPLANTE DE PILA 3 (SM-3-EJE F4).

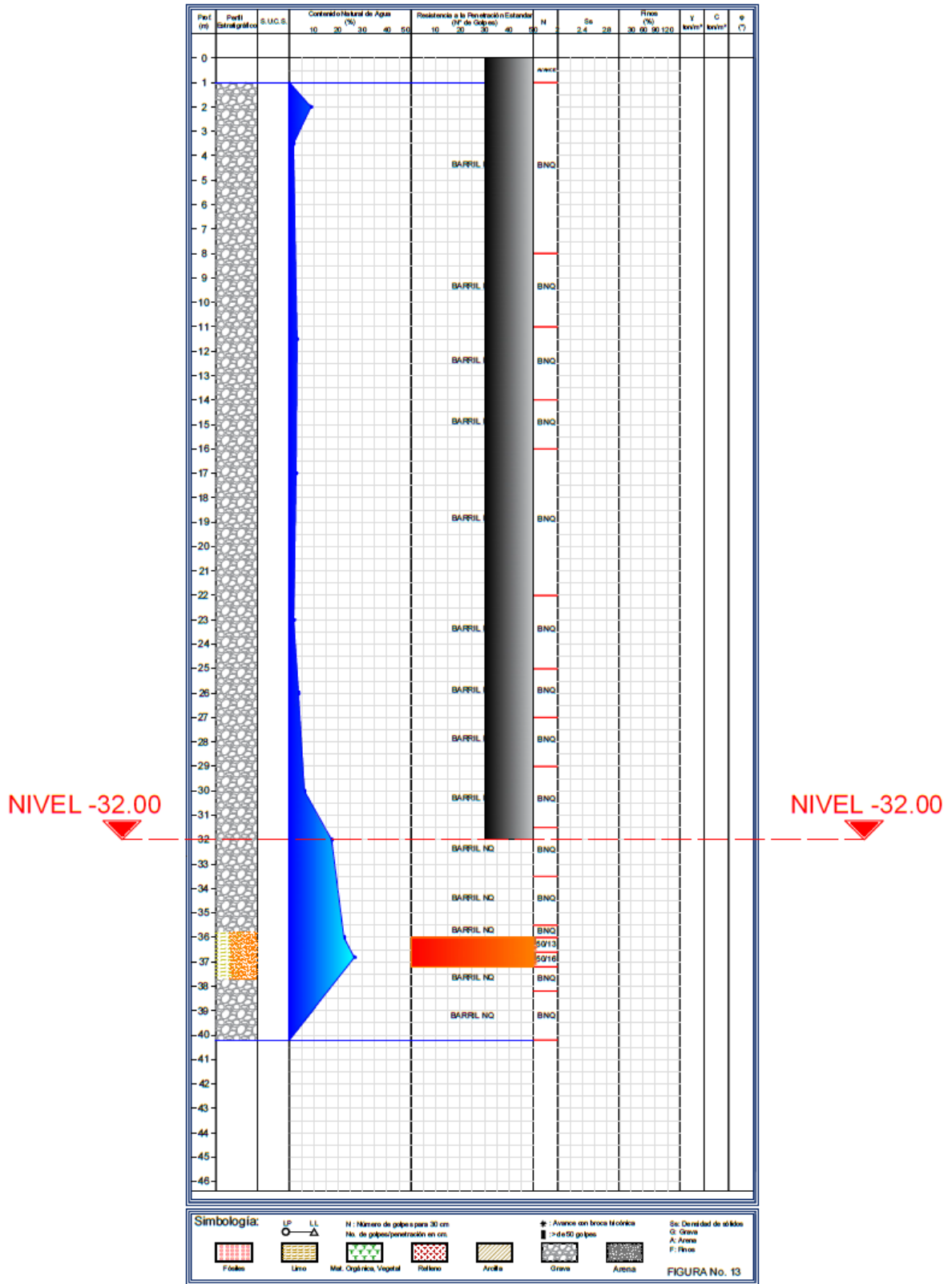


FIGURA 167.- DESPLANTE DE PILA 4 (SM-4-EJE F7).

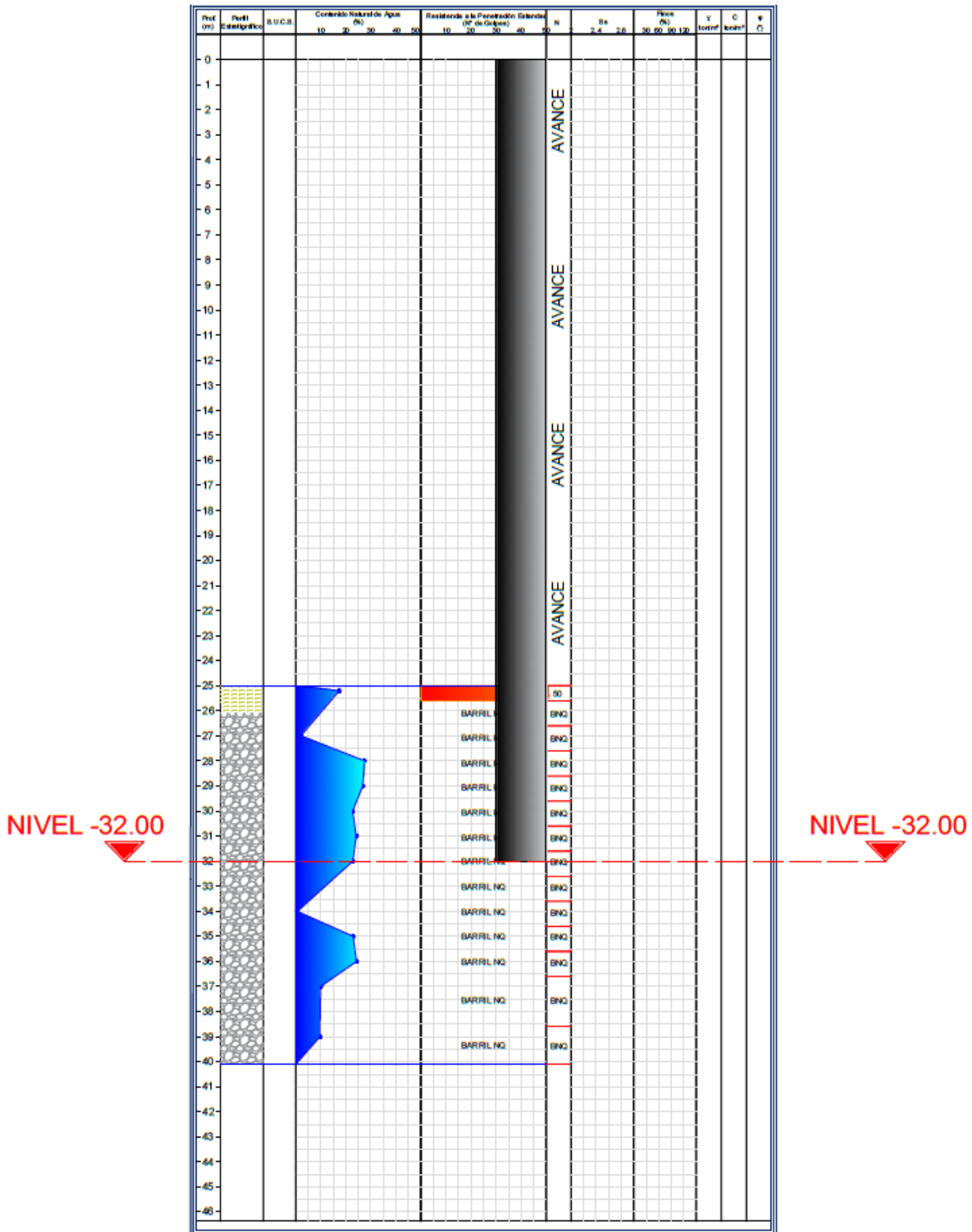


FIGURA 168.- DESPLANTE DE PILA 5 (SM-5-EJE G3).

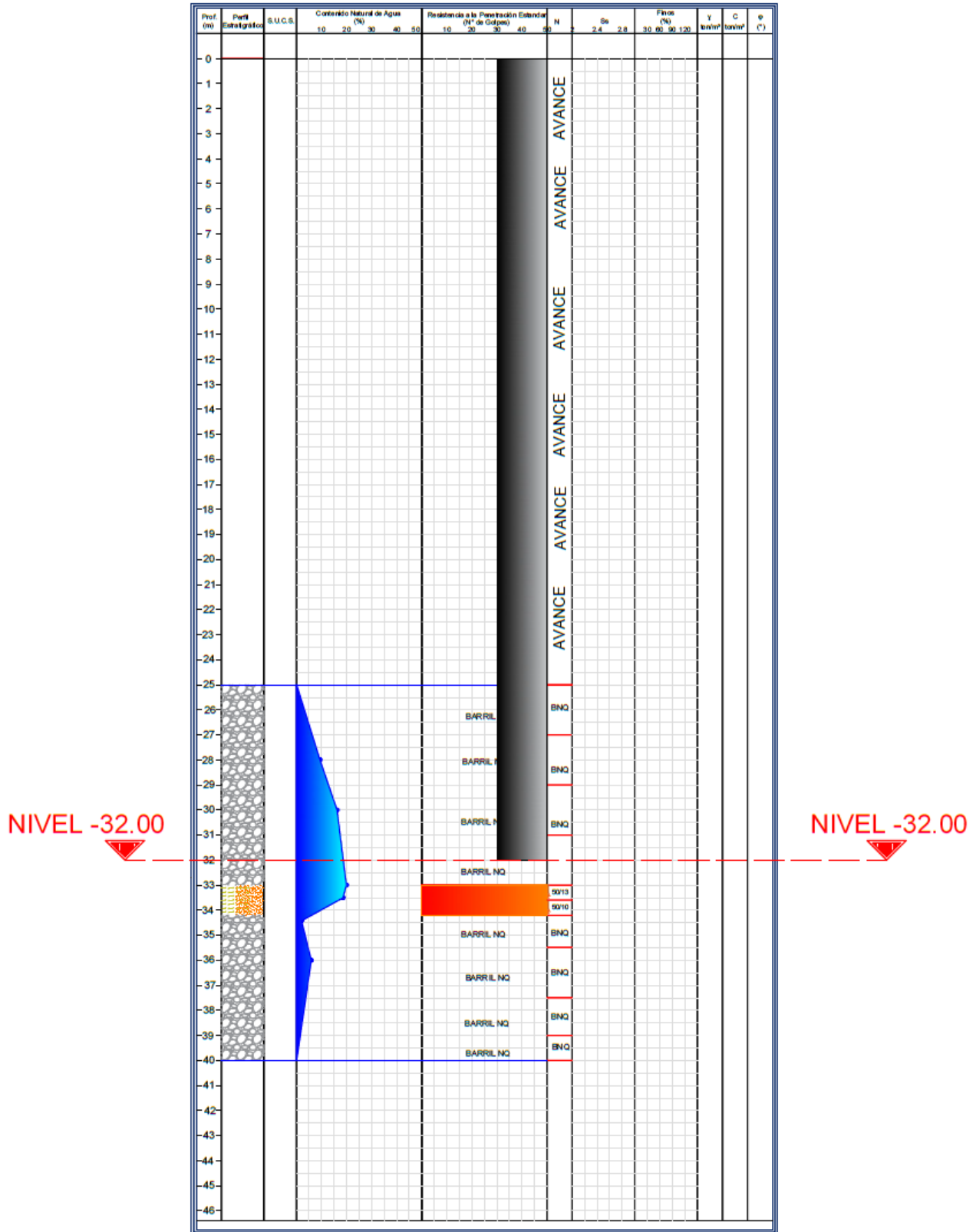


FIGURA 169.- DESPLANTE DE PILA 6 (SM-6-EJE H6).

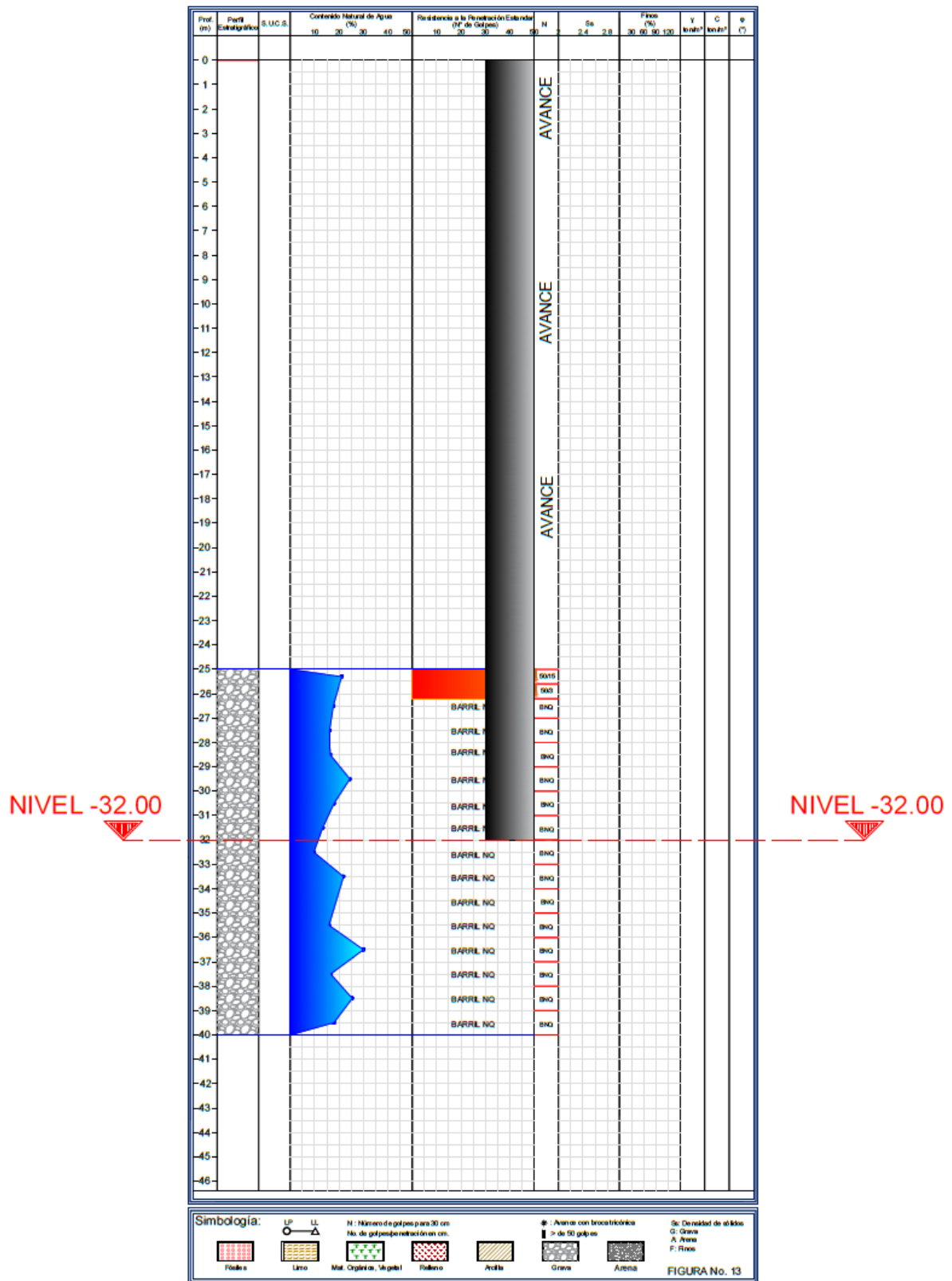


FIGURA 170.- DESPLANTE DE PILA 7 (SM-7-EJE I2).

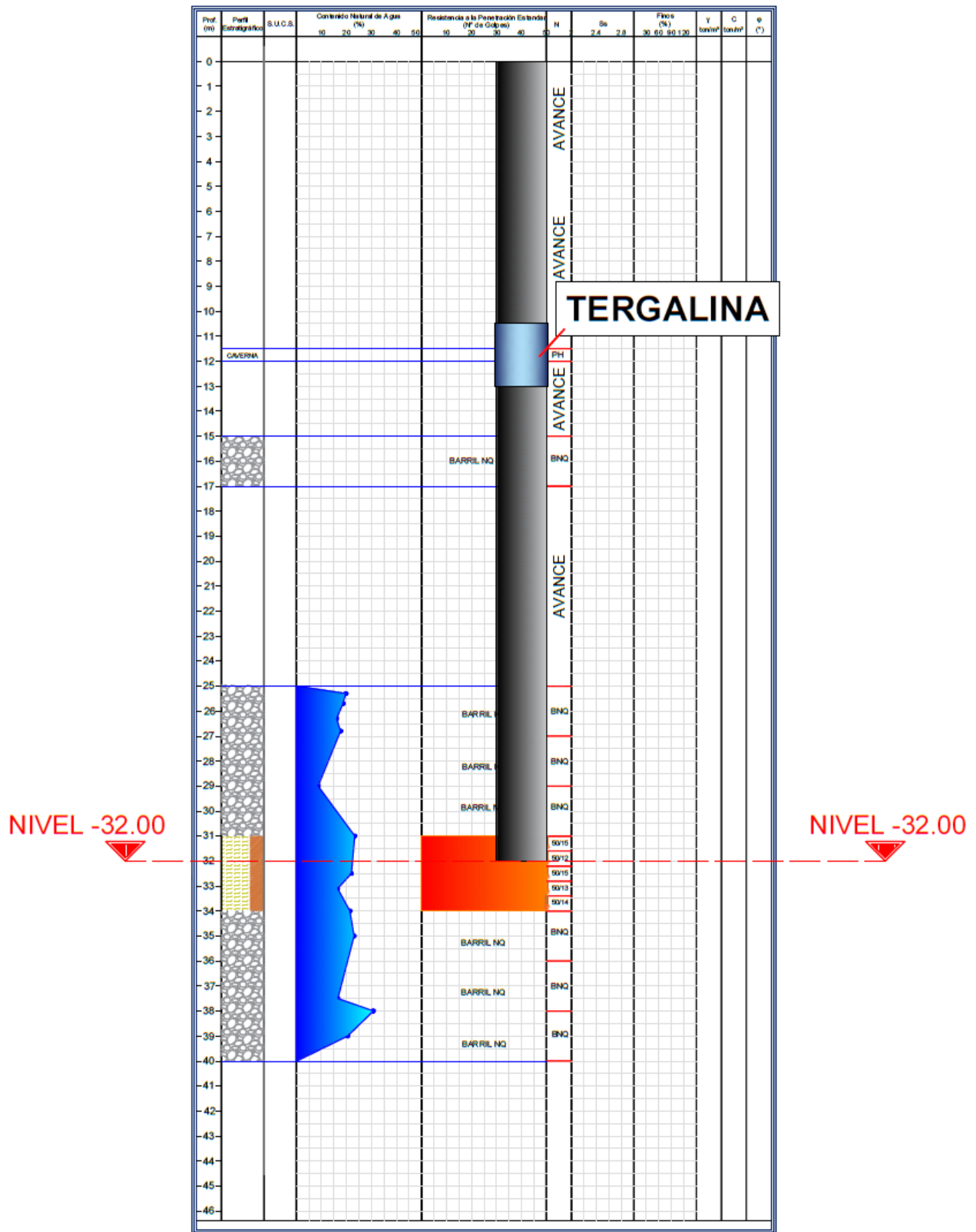


FIGURA 171.- DESPLANTE DE PILA 8 (SM-8-EJE I6).



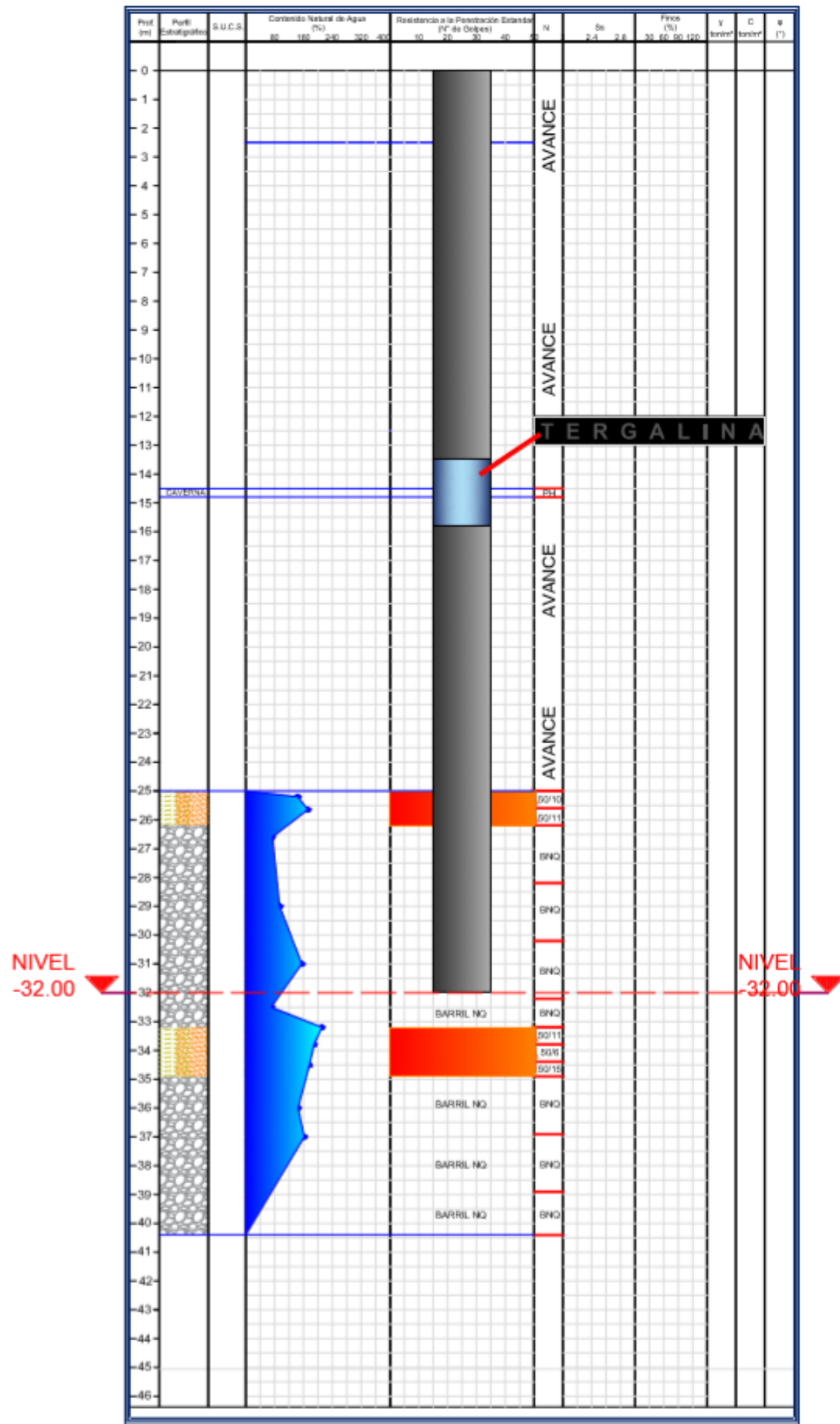


FIGURA 172.- DESPLANTE DE PILA 9 (SM-1-EJE F3).

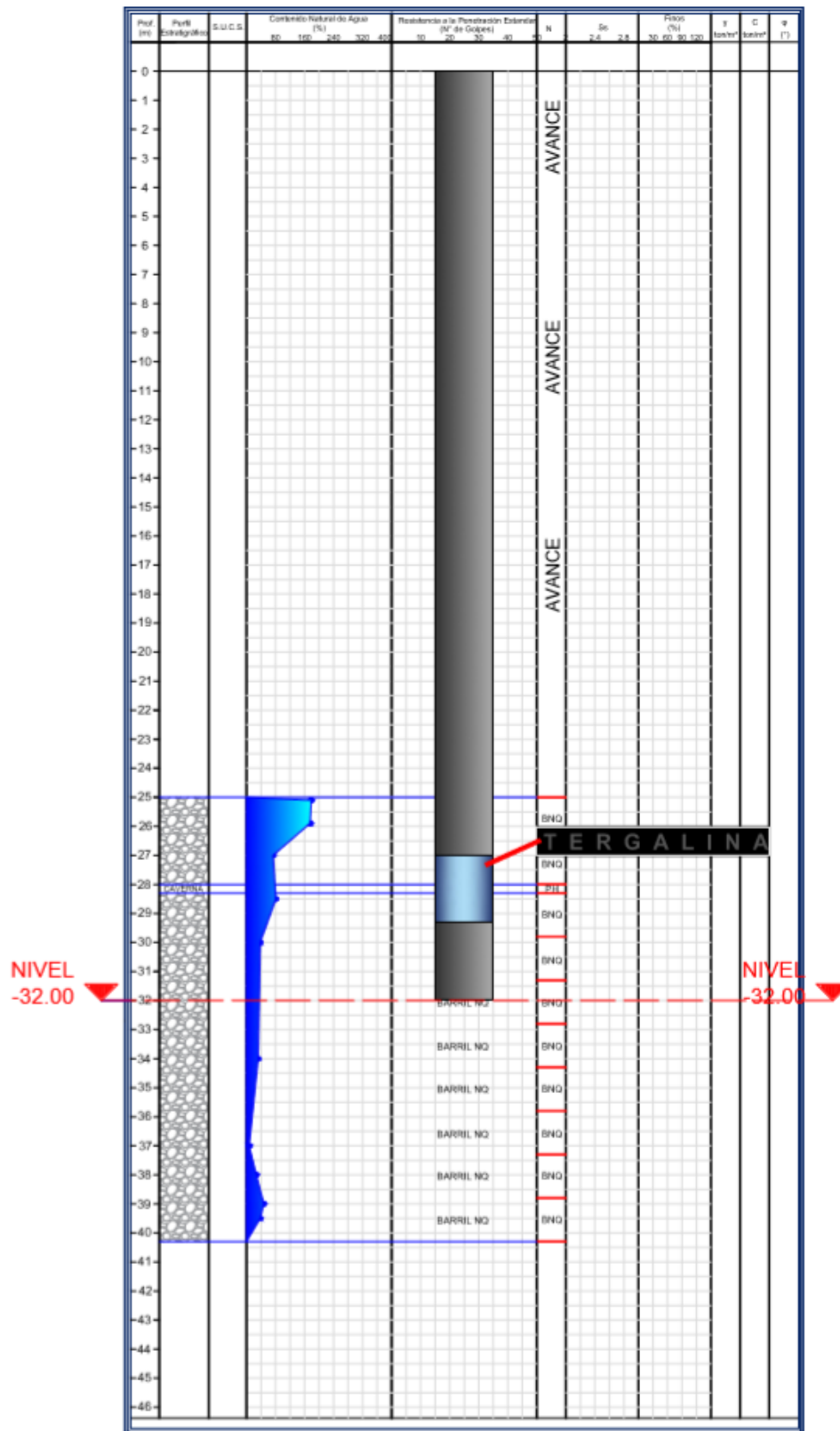


FIGURA 173.- DESPLANTE DE PILA 10 (SM-2-EJE F5).

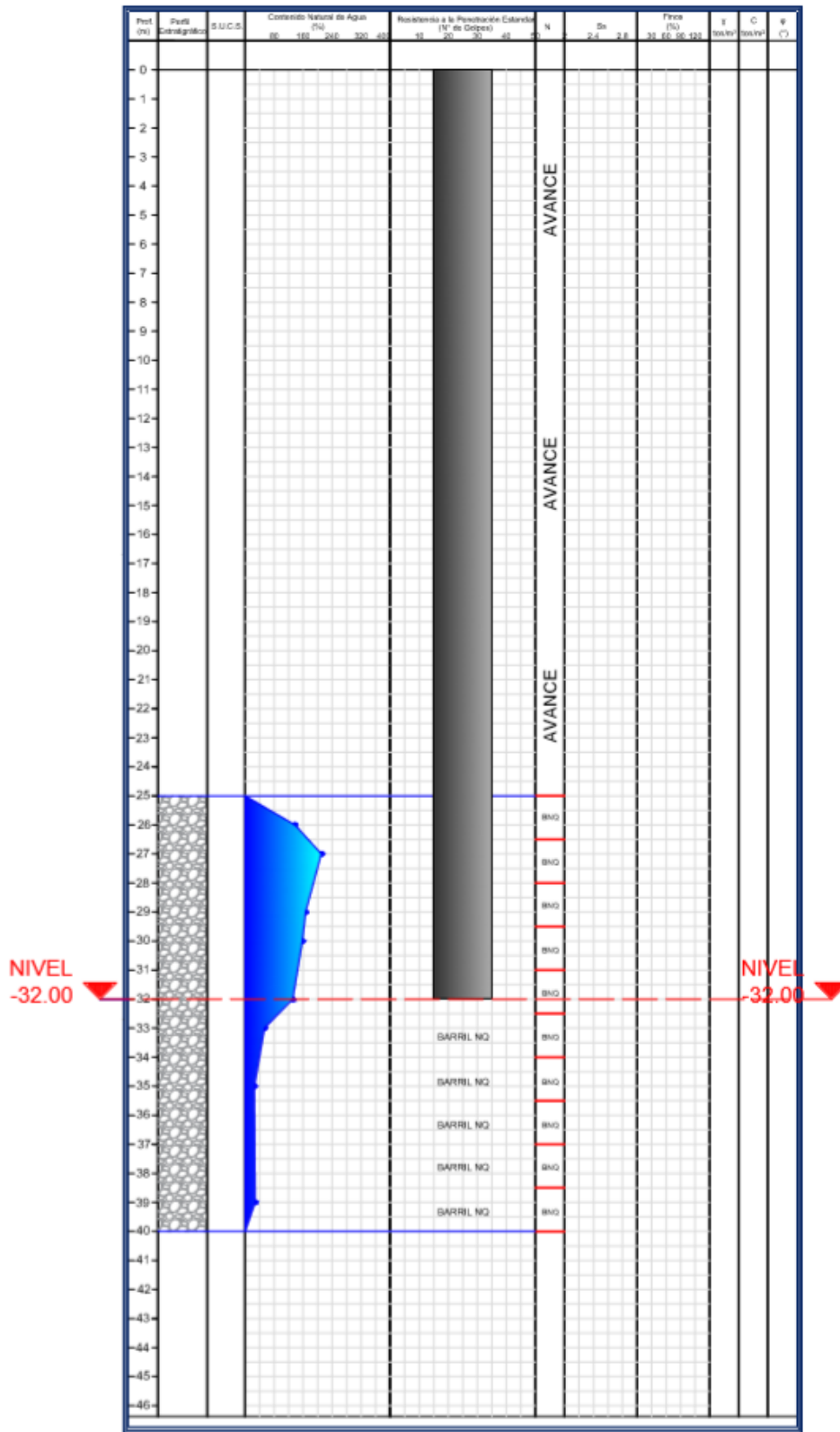


FIGURA 174.- DESPLANTE DE PILA 11 (SM-3-EJE F6)

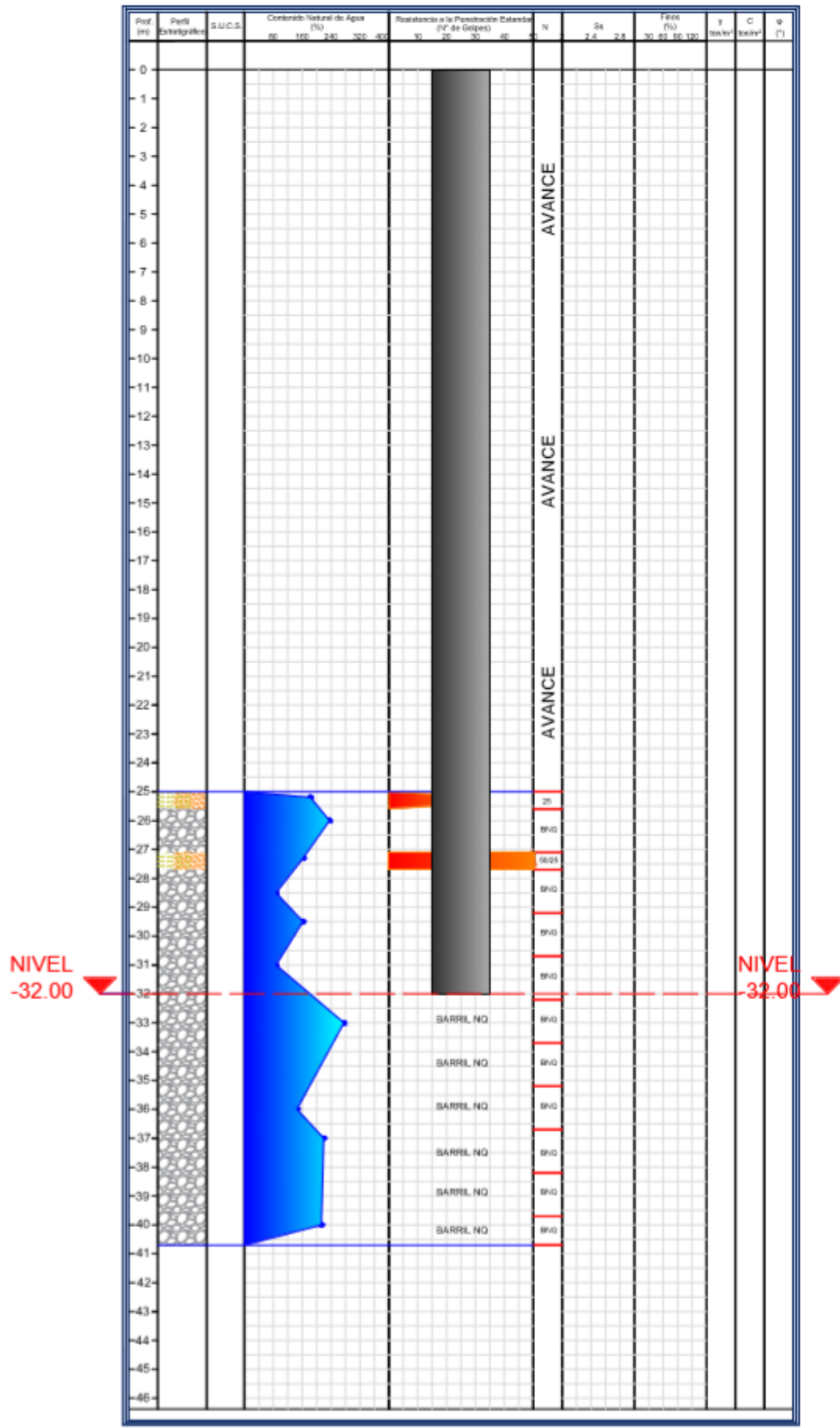


FIGURA 175- DESPLANTE DE PILA 12 (SM-4-EJE G1).

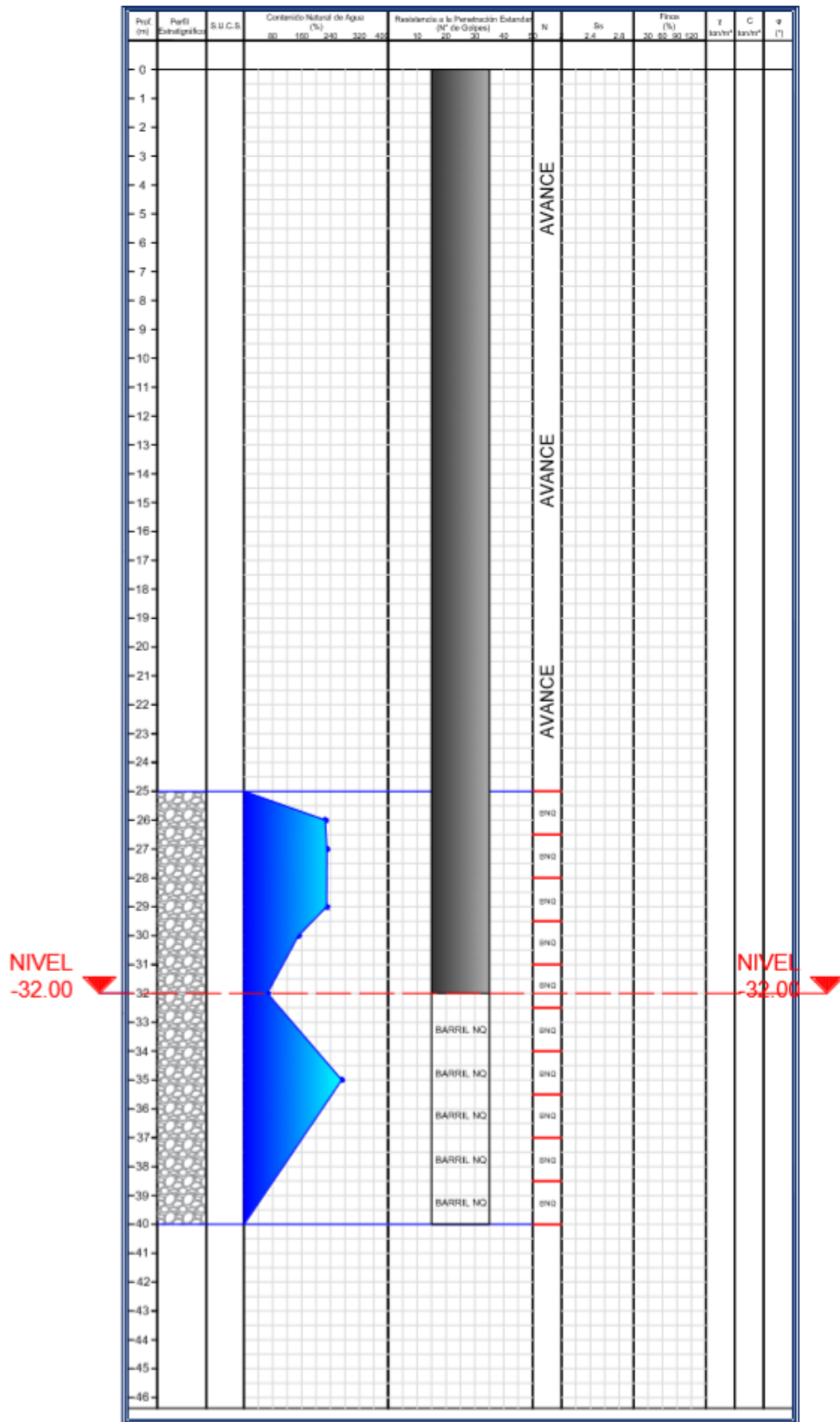


FIGURA 176.- DESPLANTE DE PILA 13 (SM-5-EJE G2).

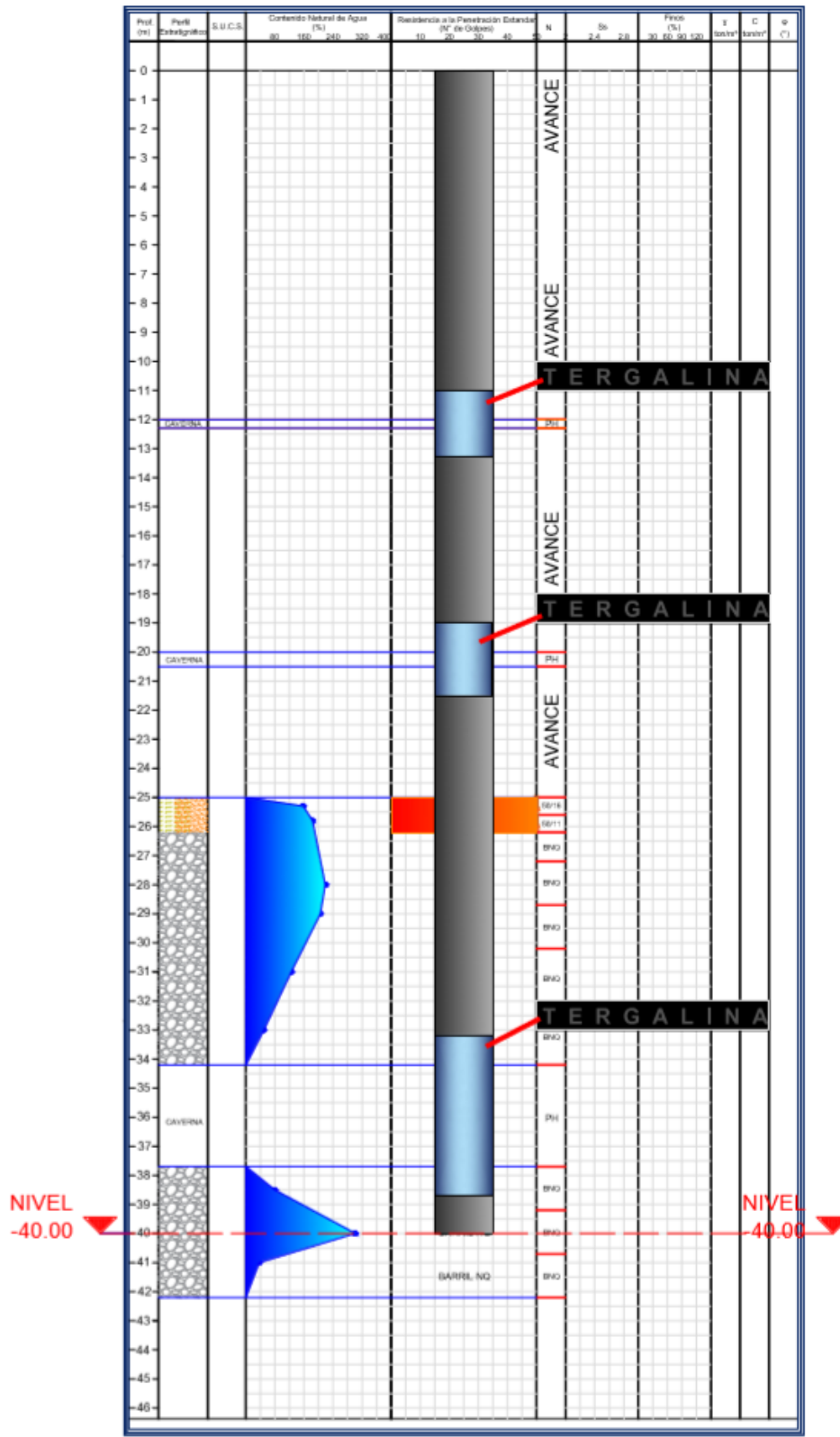


FIGURA 177.- DESPLANTE DE PILA 14 (SM-6-EJE G4).

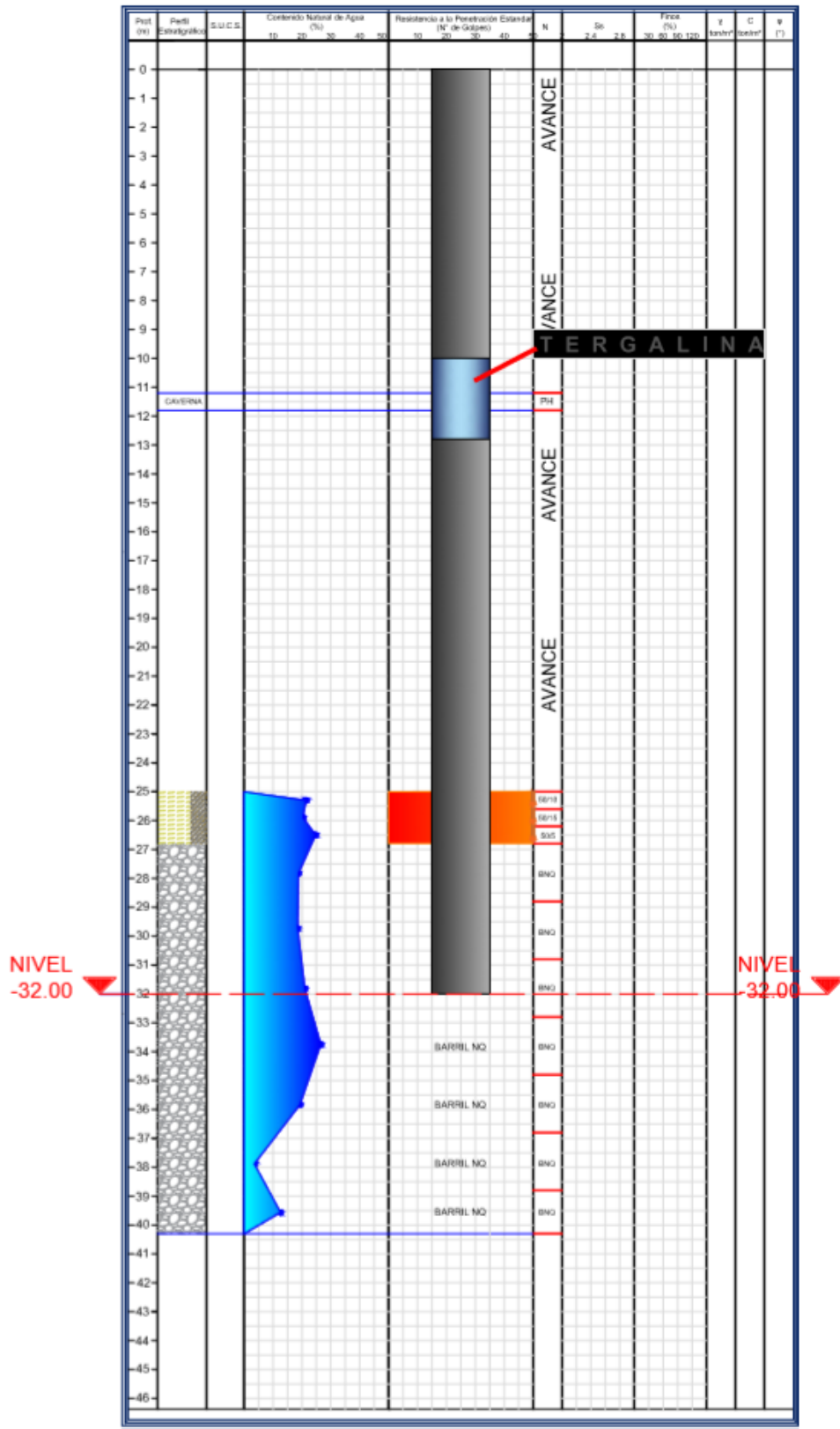


FIGURA 178.- DESPLANTE DE PILA 15 (SM-7-EJE G5).

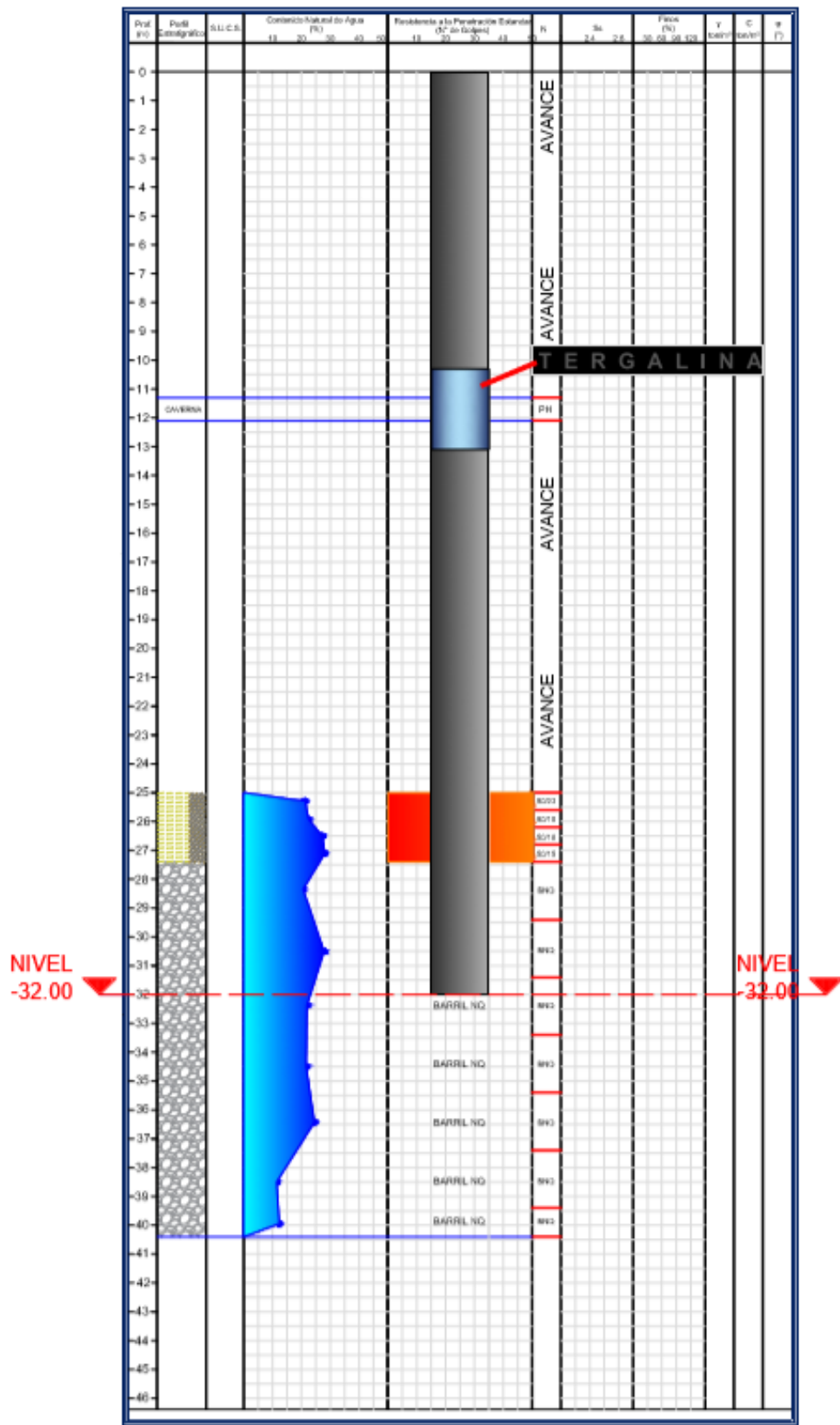


FIGURA 179.- DESPLANTE DE PILA 16 (SM-8-EJE G6).



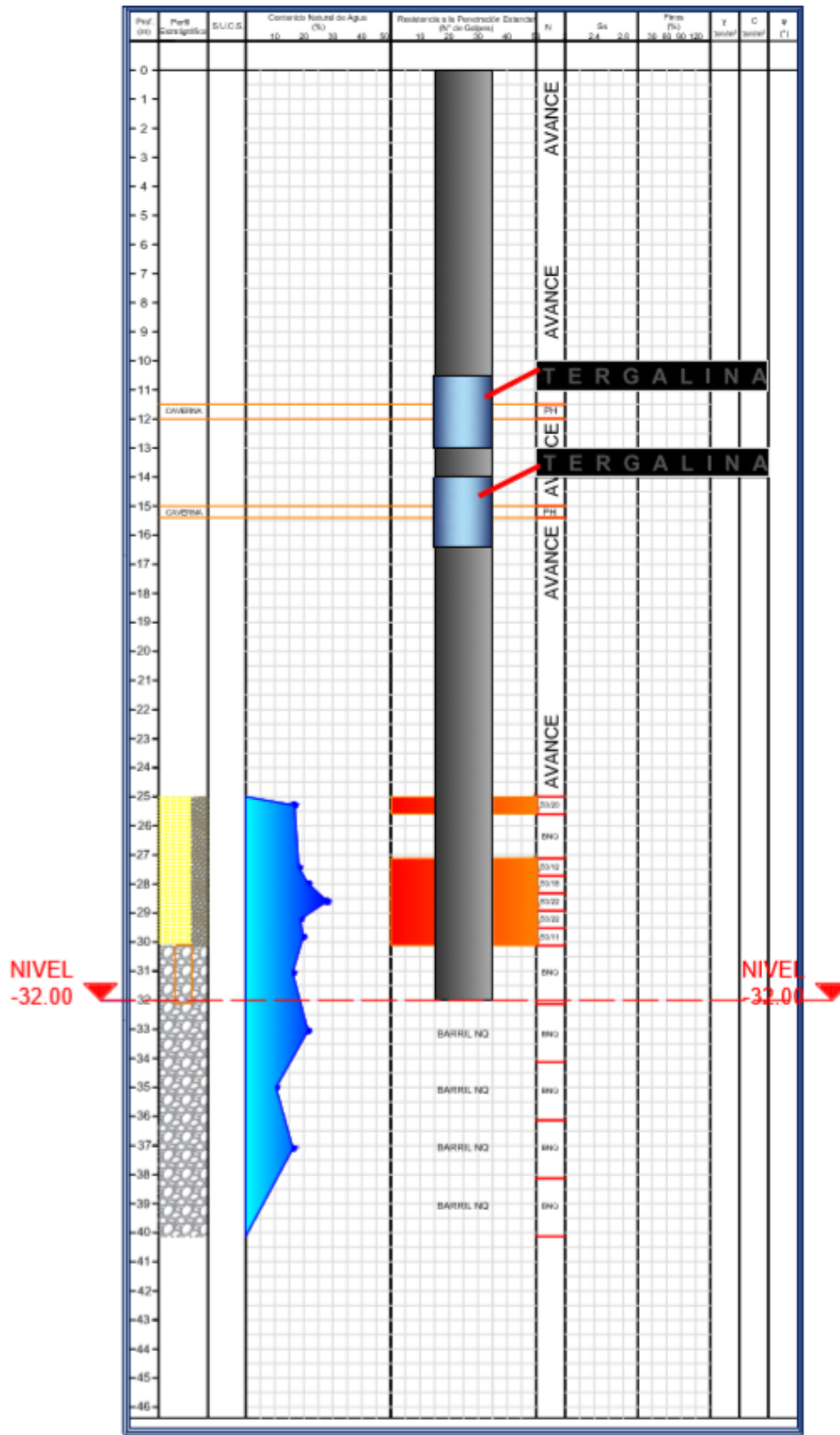


FIGURA 180.- DESPLANTE DE PILA 17 (SM-9-EJE H1).

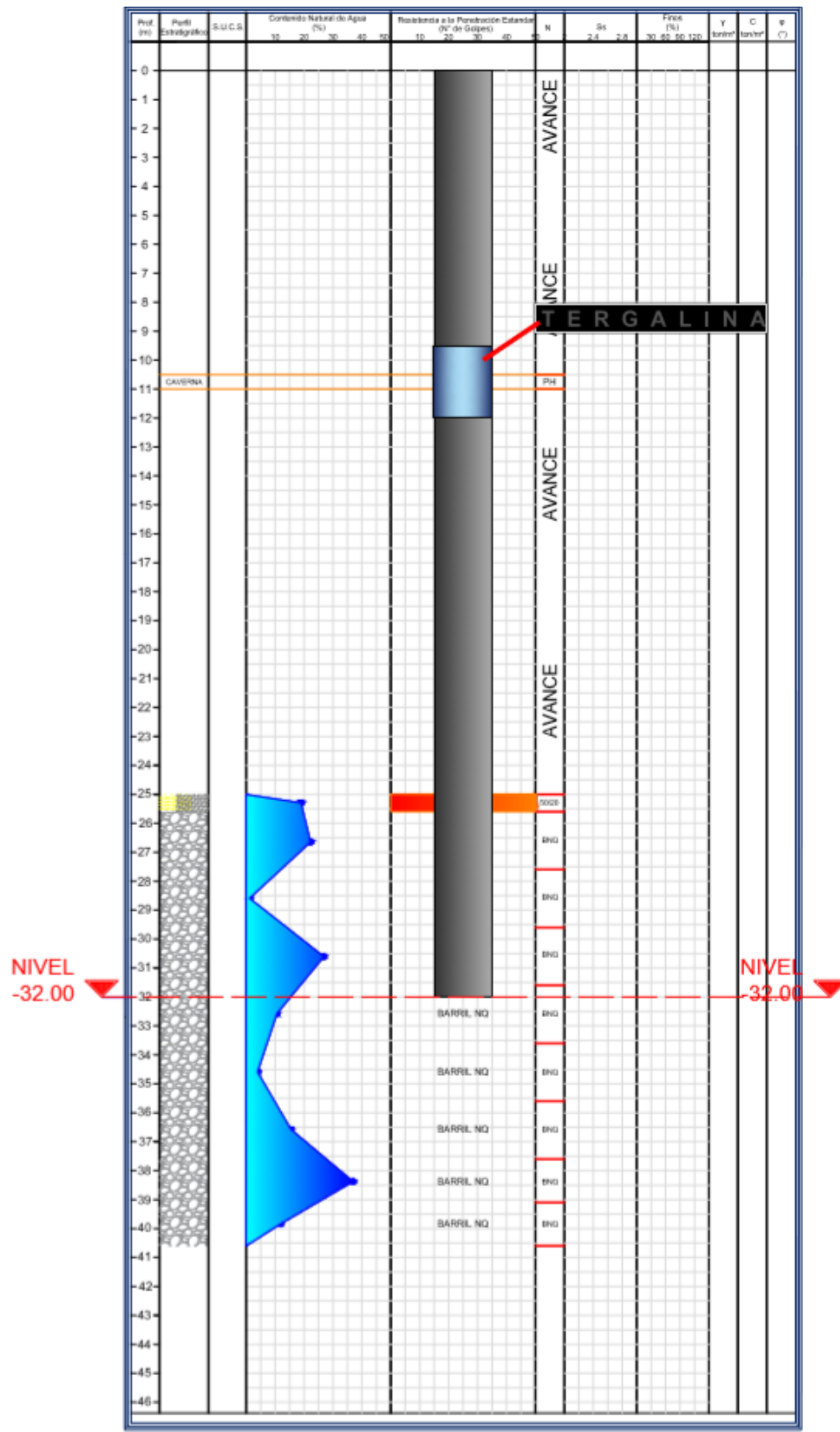


FIGURA 181- DESPLANTE DE PILA 18 (SM-10-EJE H2).

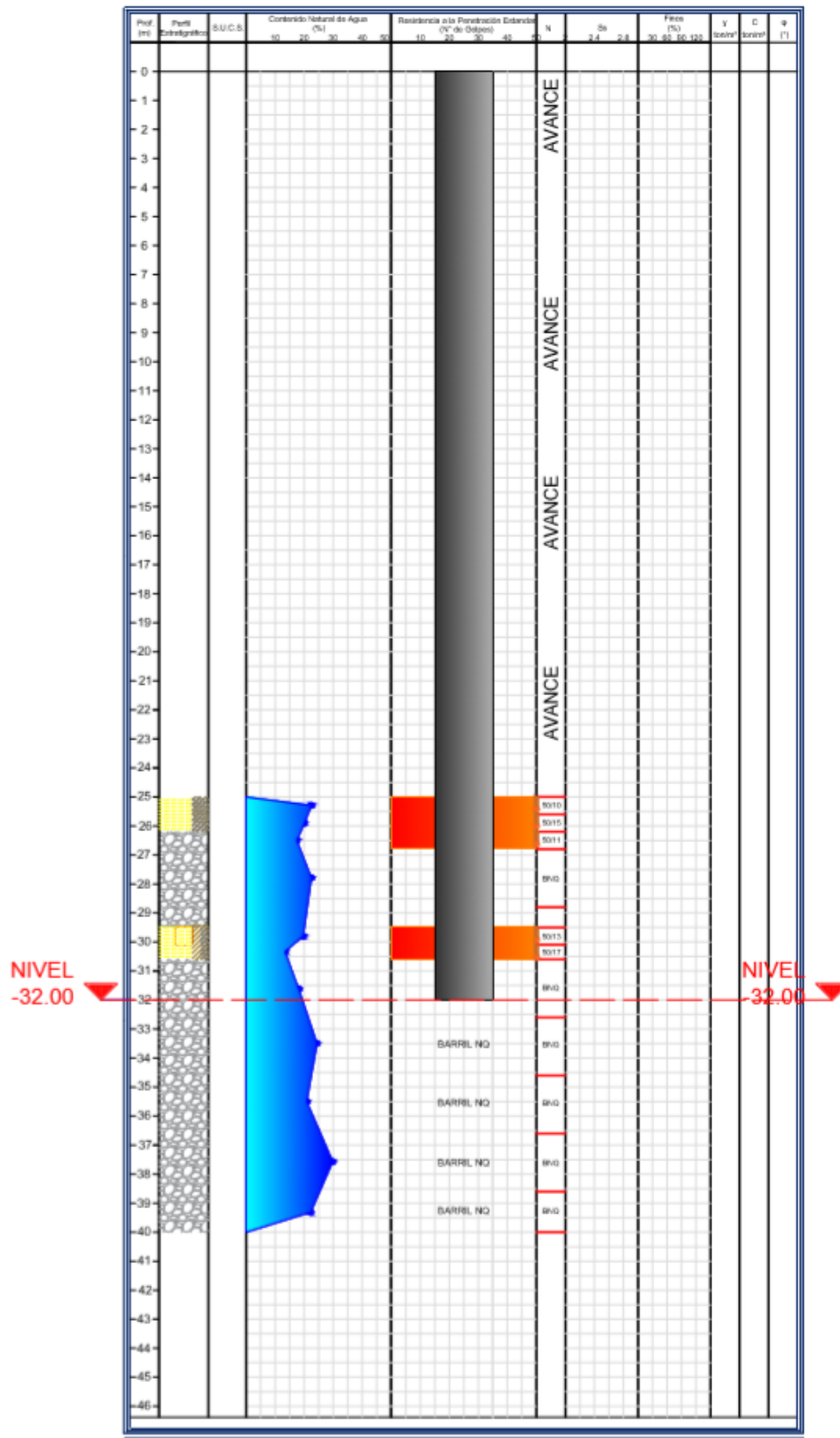


FIGURA 182.- DESPLANTE DE PILA 19 (SM-11-EJE H3).

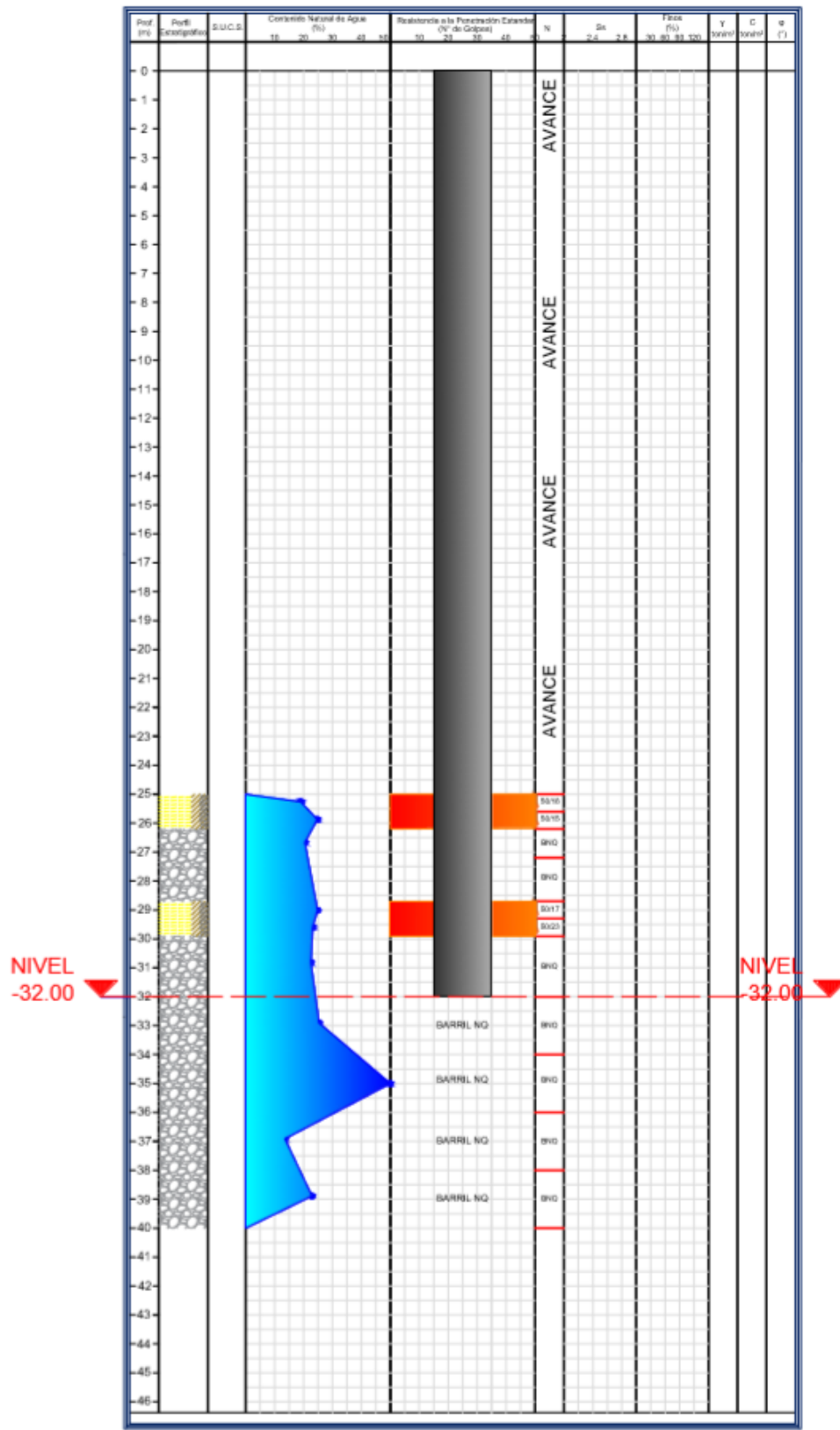


FIGURA 183.- DESPLANTE DE PILA 20 (SM-12-EJE H4).

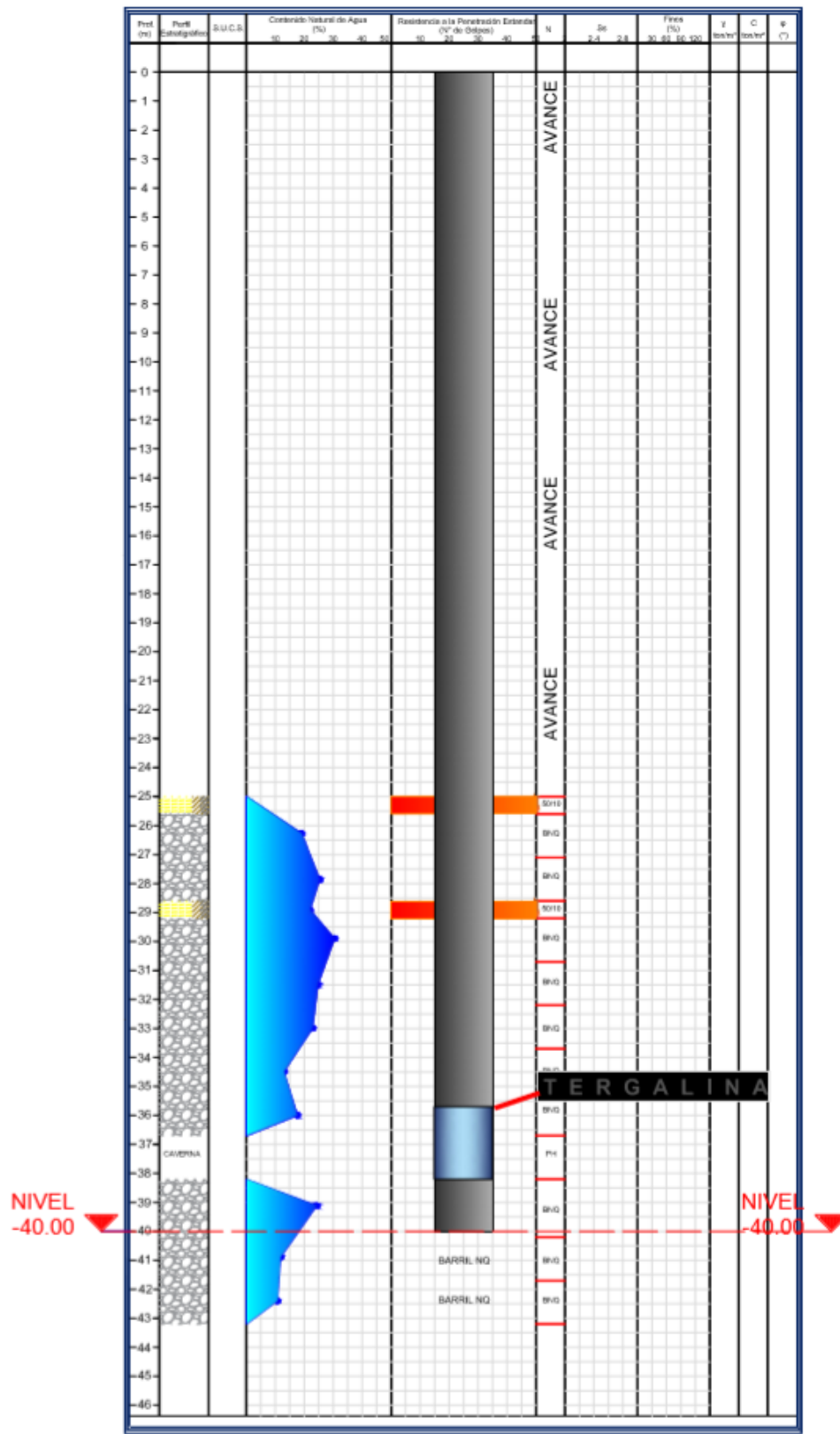


FIGURA 184.- DESPLANTE DE PILA 21 (SM-13-EJE H5).

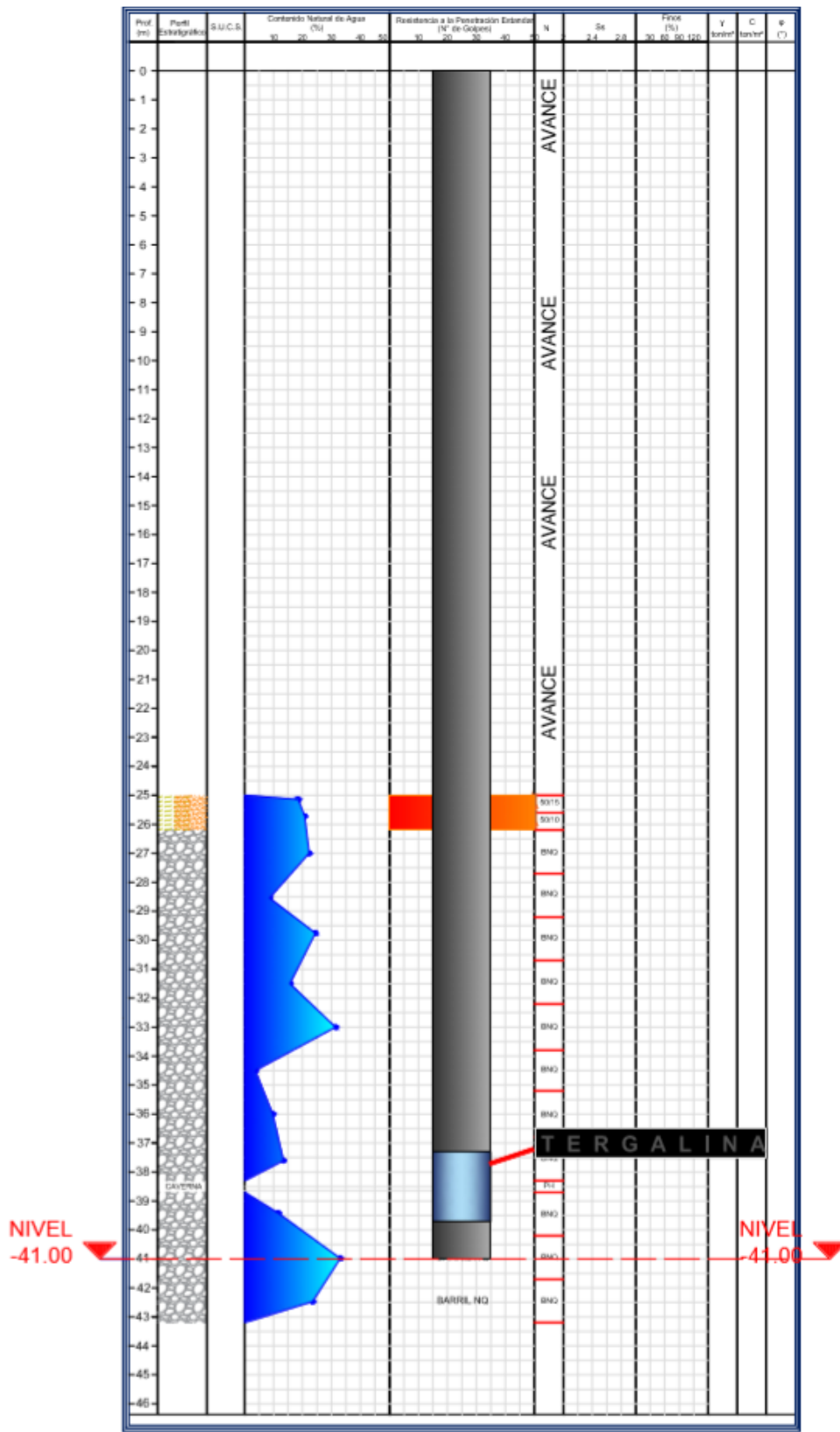


FIGURA 185.- DESPLANTE DE PILA 22 (SM-14-EJE H7).

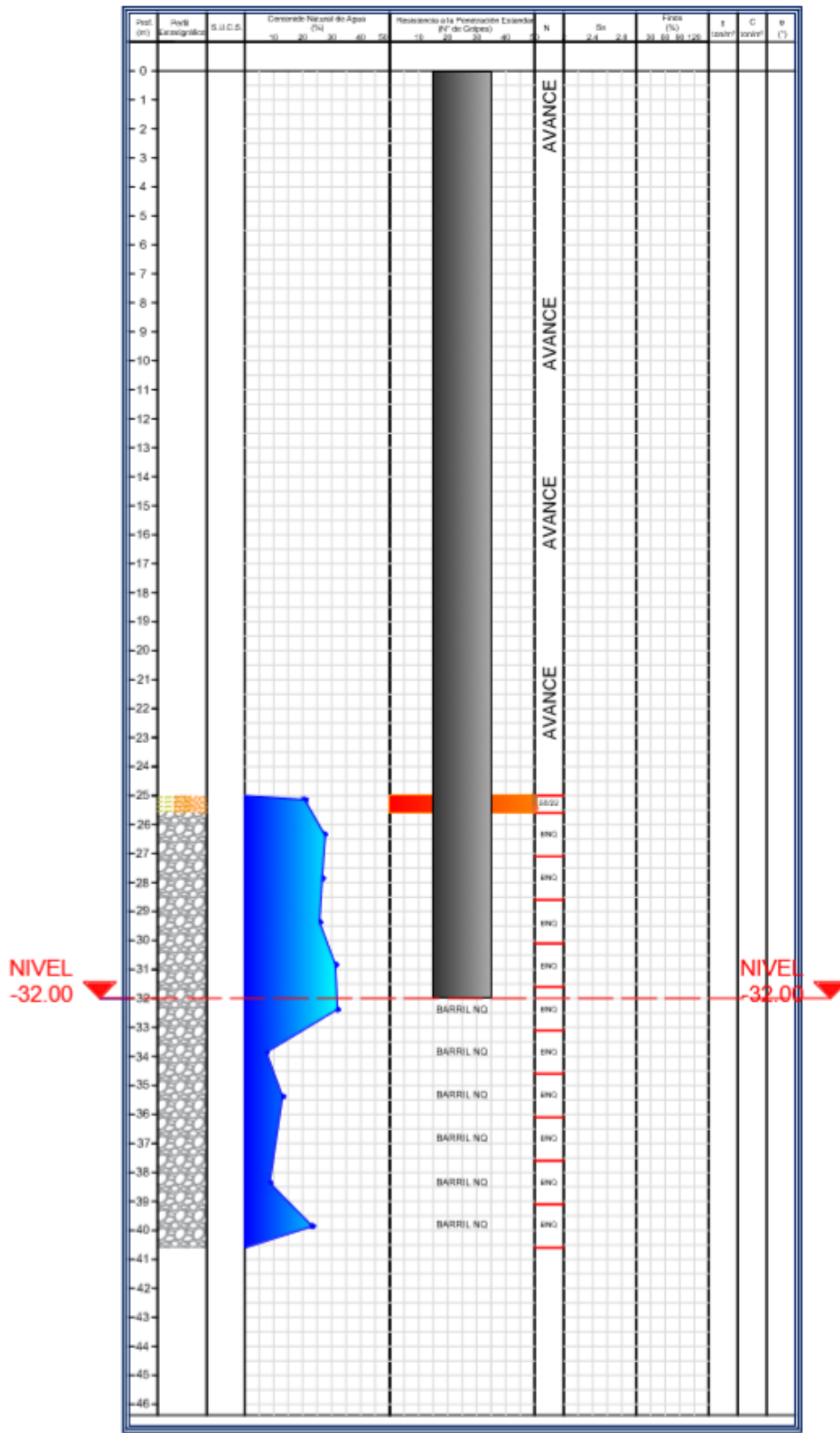


FIGURA 186.- DESPLANTE DE PILA 23 (SM-15-EJE G7).

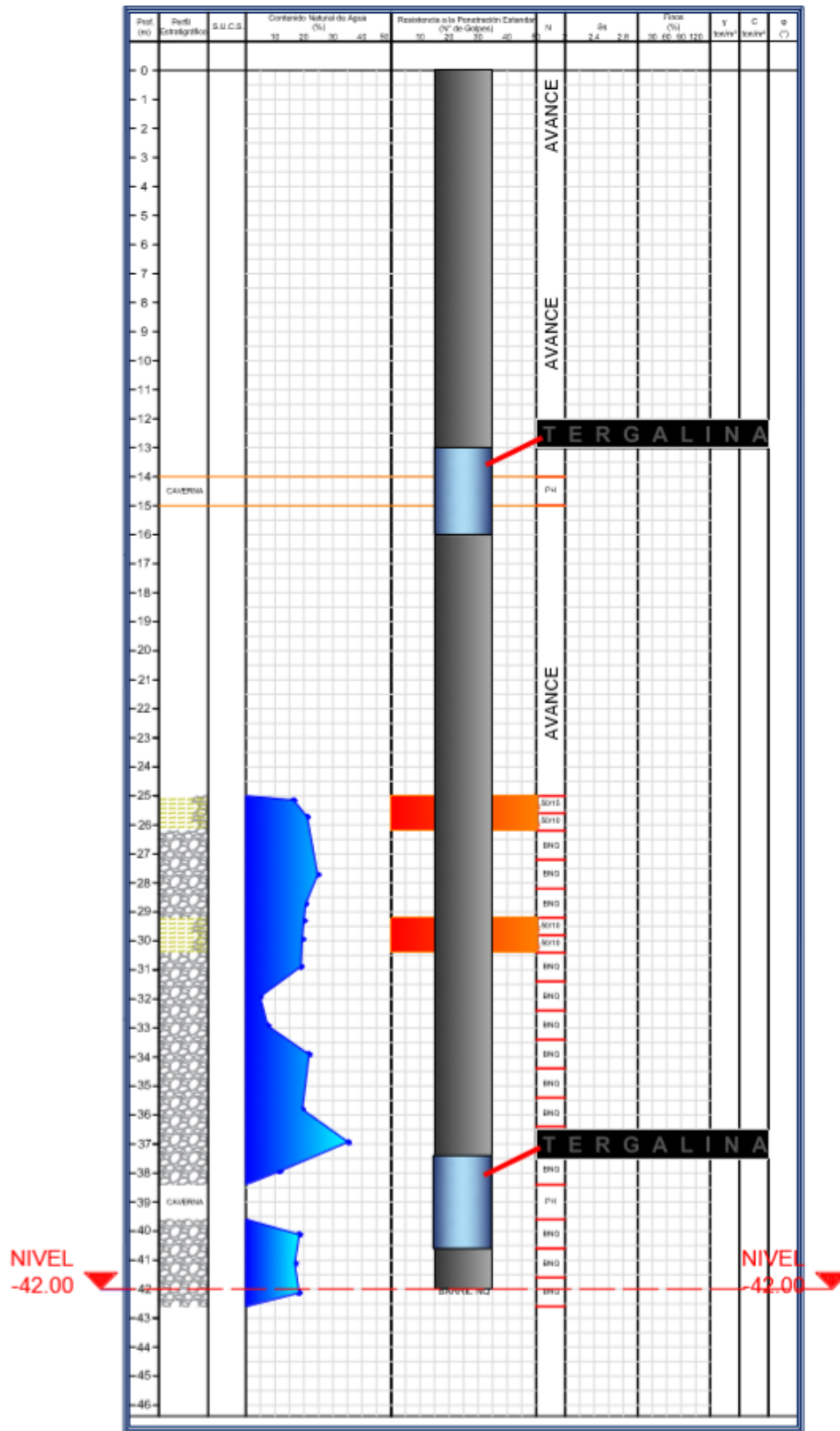


FIGURA 187.- DESPLANTE DE PILA 24 (SM-16-EJE I1).



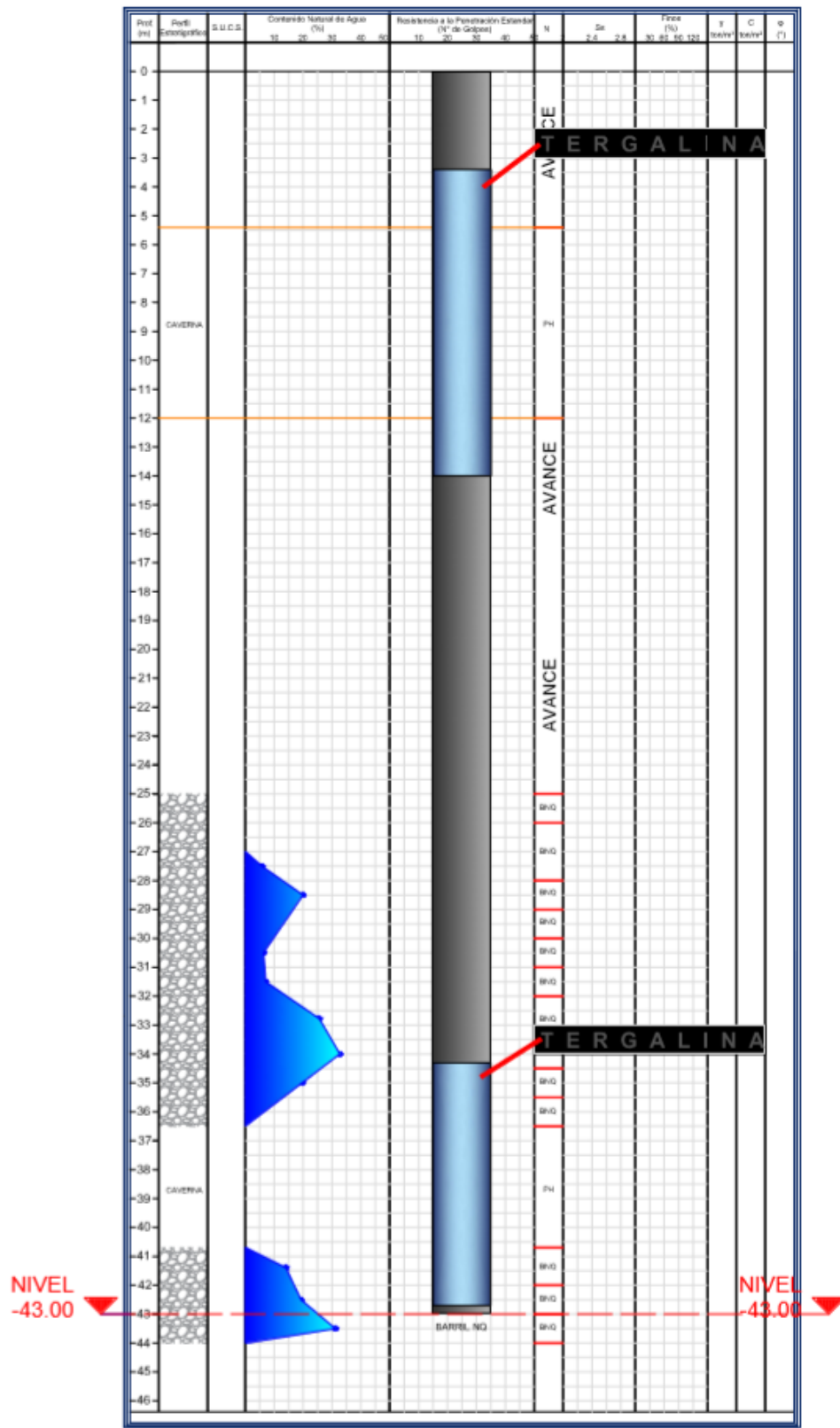


FIGURA 188.- DESPLANTE DE PILA 25 (SM-17-EJE I3).

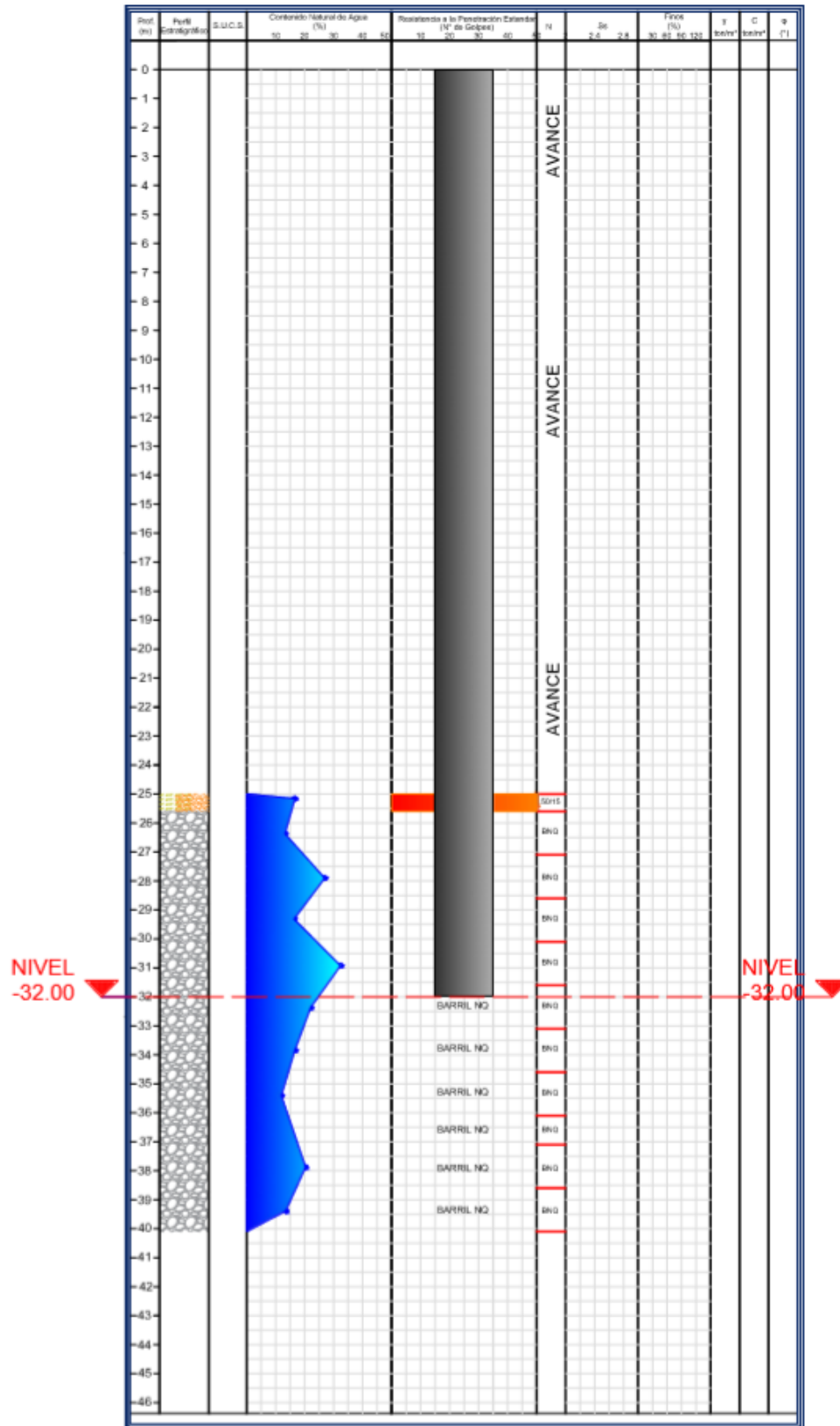


FIGURA 189.- DESPLANTE DE PILA 26 (SM-18-EJE I4).

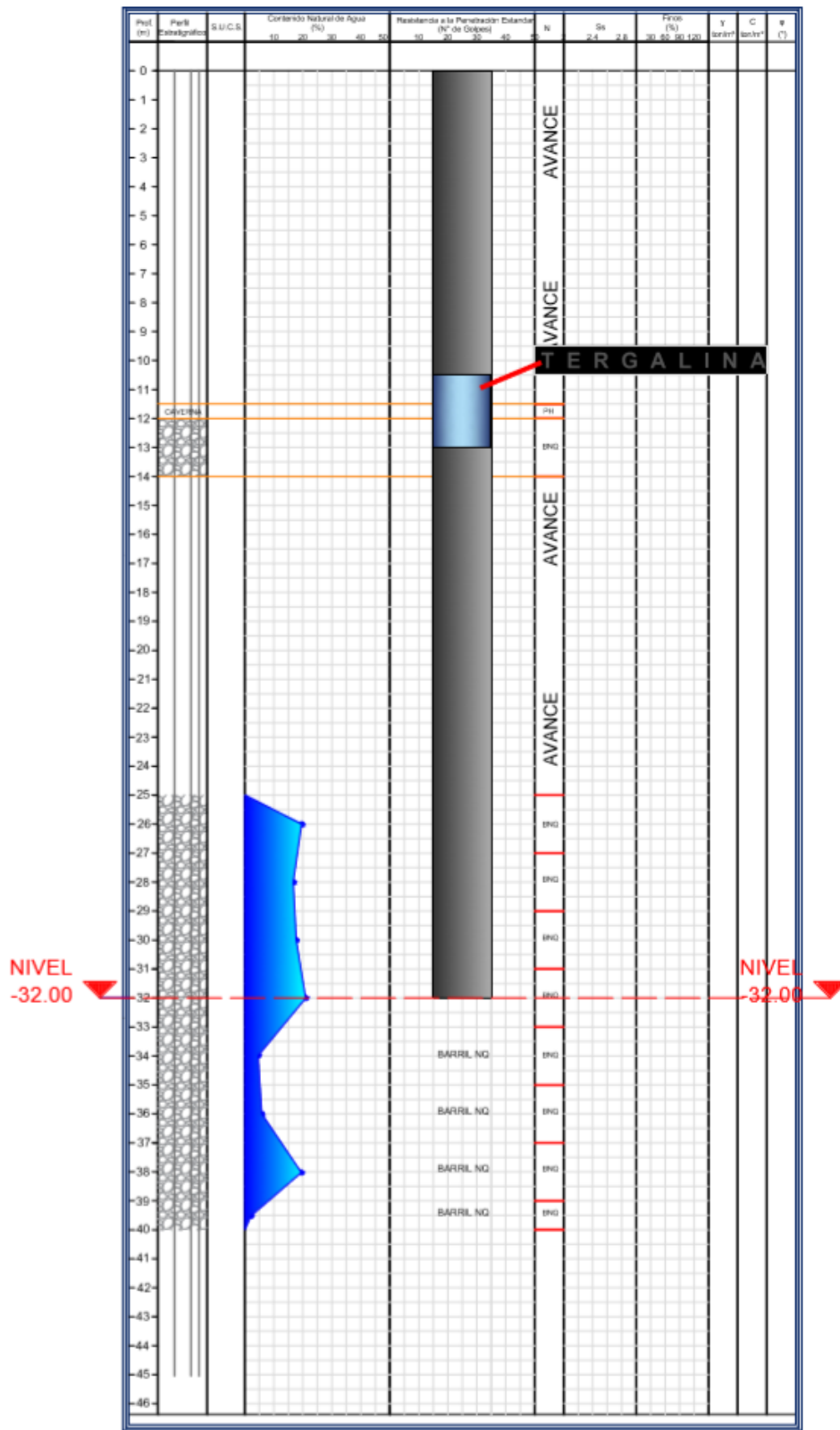


FIGURA 190.- DESPLANTE DE PILA 27 (SM-19-EJE I5).

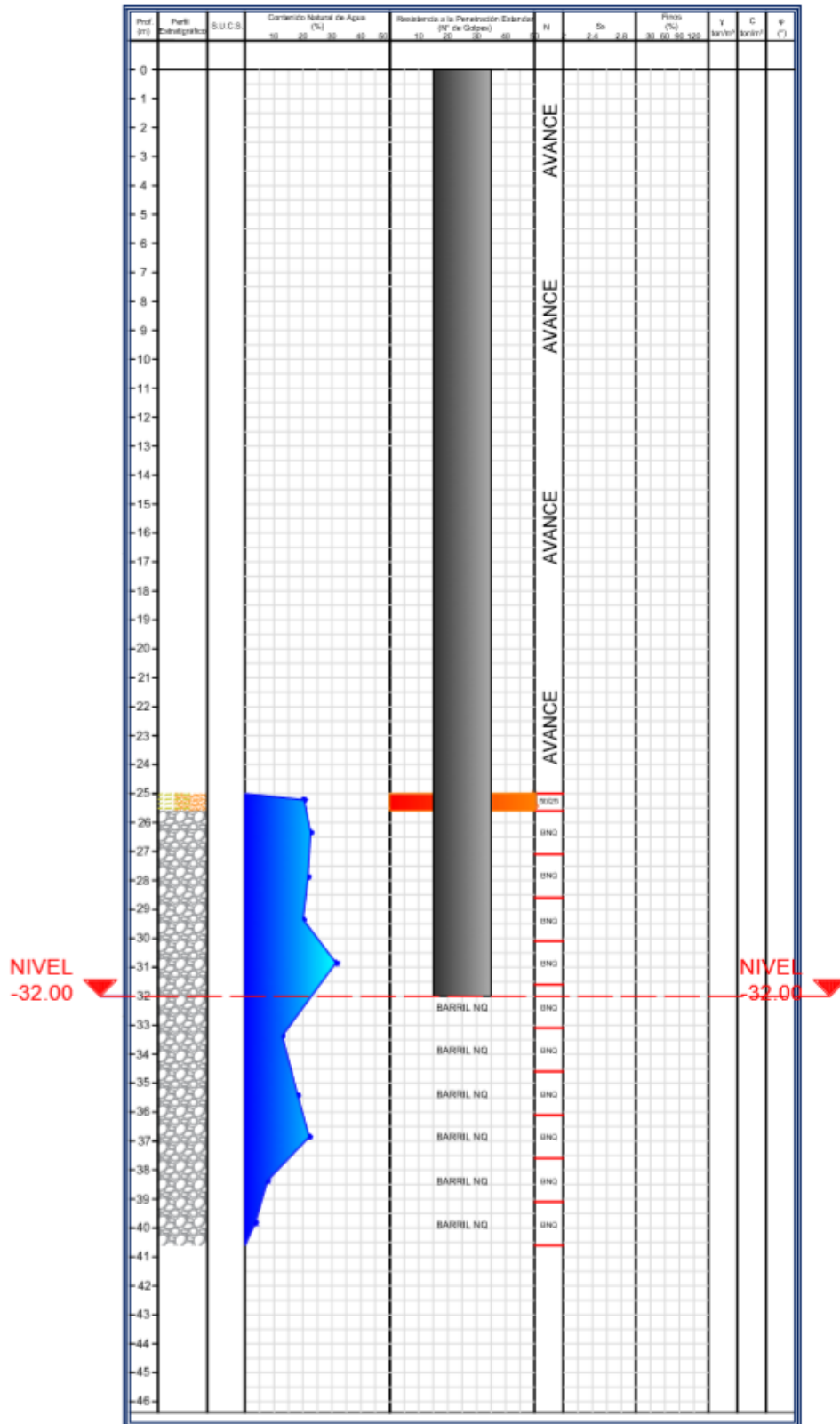


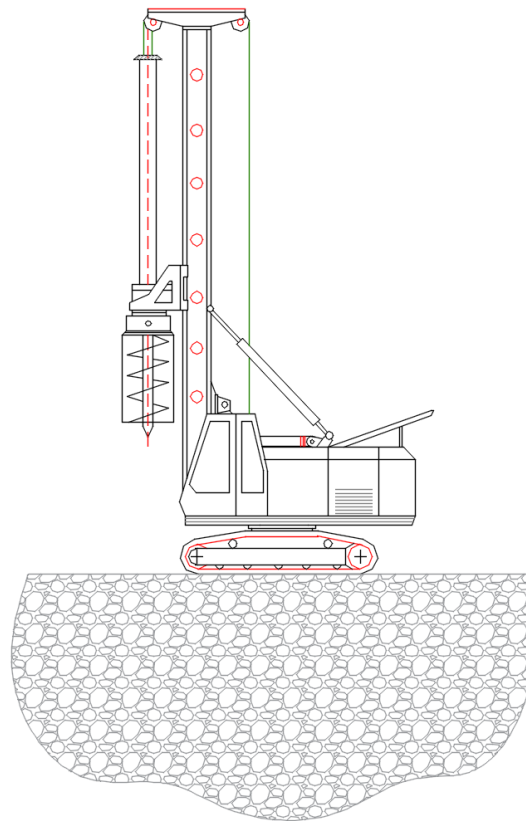
FIGURA 191.- DESPLANTE DE PILA 28 (SM-20-EJE I7).

## VI.2 Proceso constructivo de la cimentación con pilas

El procedimiento de construcción recomendado para el desplante de pilas se menciona a continuación:

Es indispensable contar con un equipo topográfico para referenciar los ejes y niveles de colocación de las pilas.

Realizar la perforación utilizando equipo con capacidad y herramientas, adecuadas para garantizar la verticalidad del barreno, además, es recomendable minimizar la alternación del suelo adyacente a la excavación, conservando las dimensiones de proyecto en toda la profundidad, evitando sobre excavación lateral y vertical del terreno.



**FIGURA 192.- EQUIPO DE PERFORACIÓN.**

Para cada pila se llevará un registro con todos los detalles relevantes durante la construcción. Debe supervisarse que el empotre de las pilas sea en el material resistente. Definido anteriormente y supervisado físicamente por un especialista durante el proceso de perforación.

El material suelto que se acumule en el fondo de la perforación debe ser retirado con el equipo de limpieza adecuado, para garantizar que las pilas no se desplanten en material remoldeado y evitar posibles asentamientos.

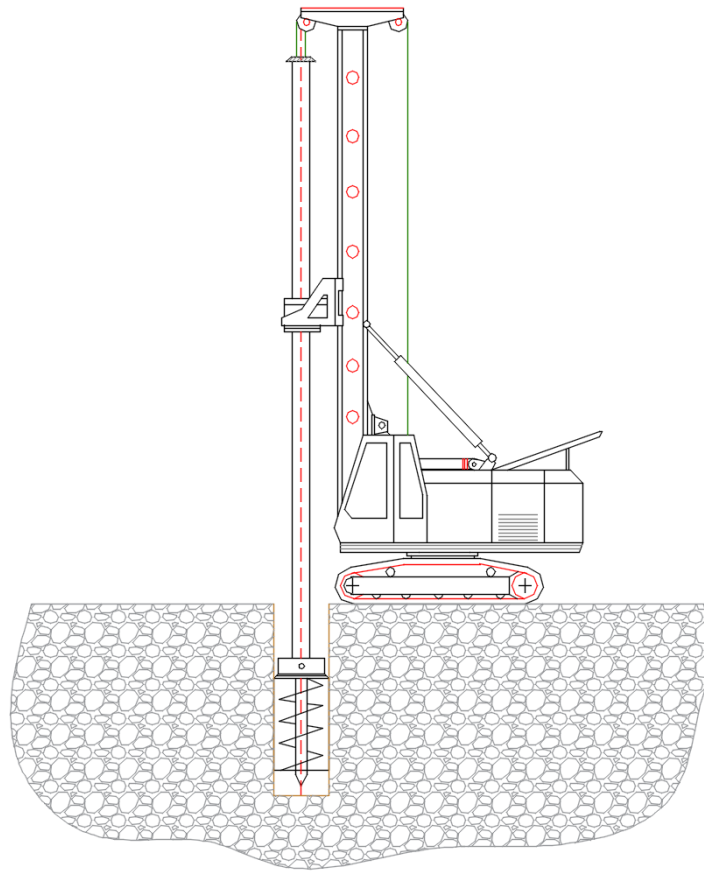
Una vez terminada la perforación, se procederá de inmediato a la colocación del acero de refuerzo previamente habilitado con separadores para garantizar el recubrimiento libre mínimo de 7 cm, entre paños de estribos y perforación.

Después de colocar el armado se iniciará la colocación del concreto con el procedimiento del tubo Tremie, manteniendo el extremo inferior del tubo embebido en el concreto fresco un mínimo de un metro; por ningún motivo se interrumpirá la colocación del concreto hasta completar la pila en construcción. El colado se llevará hasta 0.40 m por arriba del nivel de desplante de las contratrabes, para eliminar el concreto contaminado y permitir la liga estructural de las pilas.

**A continuación, se describe el proceso constructivo para la perforación y colado de las pilas:**

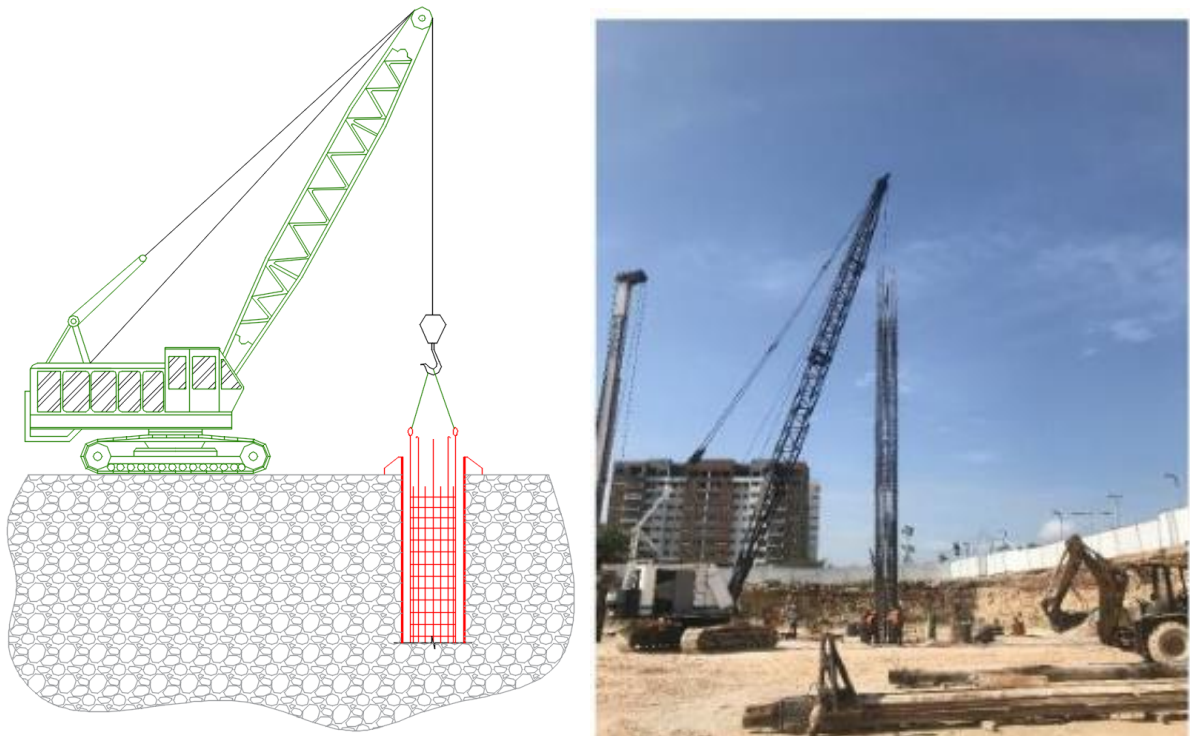
- a) El equipo de perforación deberá emplear brocas helicoidales con alabes y elementos de ataque adecuados. Previo a los trabajos de inicio de perforación, deberá ubicarse mediante una brigada de topografía la ubicación correcta del centro de las pilas. También deberá verificarse la verticalidad del equipo de perforación con el objeto de garantizar que la perforación se realice en forma adecuada.
- b) La perforación se iniciará utilizando una broca de tipo helicoidal con diámetro igual al fuste de la pila. En caso de que al fondo de la perforación aparezcan materiales resistentes, se podrá perforar inicialmente con una broca de menor diámetro y posteriormente se rimará al diámetro de proyecto.





**FIGURA 193.- PERFORACIÓN.**

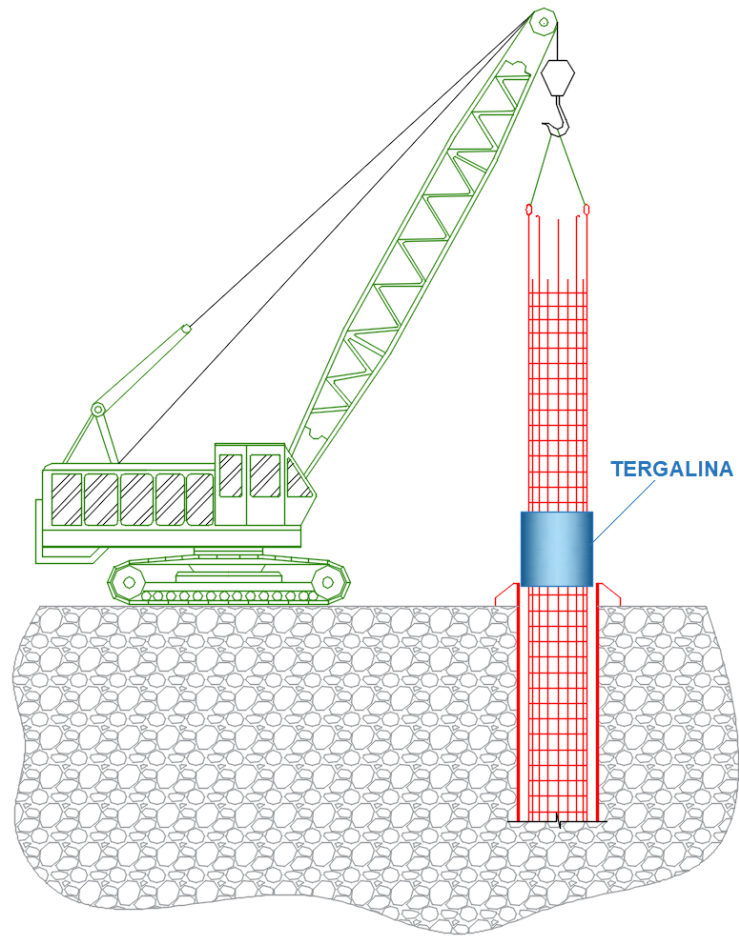
- d) La perforación de la pila posiblemente requiera de un ademe metálico recuperable en los primeros 3 m, pero en general será en seco.
- e) Al llegar la perforación a la profundidad de desplante de la pila, autorizada por la supervisión geotécnica, se realizará la limpieza del fondo de la excavación, de todo material suelto, empleando un bote desazolvador, el que se meterá tantas veces como sea necesario.
- f) Inmediatamente después de hacer limpieza del fondo de la perforación, se bajará el armado y se colará la pila.
- g) El armado se introducirá a la perforación momentos antes de realizar el colado, con sus separadores correspondientes para un correcto centrado dentro de la perforación.
- h) Una vez terminada la perforación, se procederá de inmediato a la colocación del acero de refuerzo momentos antes de realizar el colado previamente habilitado con sus separadores para garantizar el recubrimiento libre mínimo de 7 cm, entre paños de estribos y perforación.



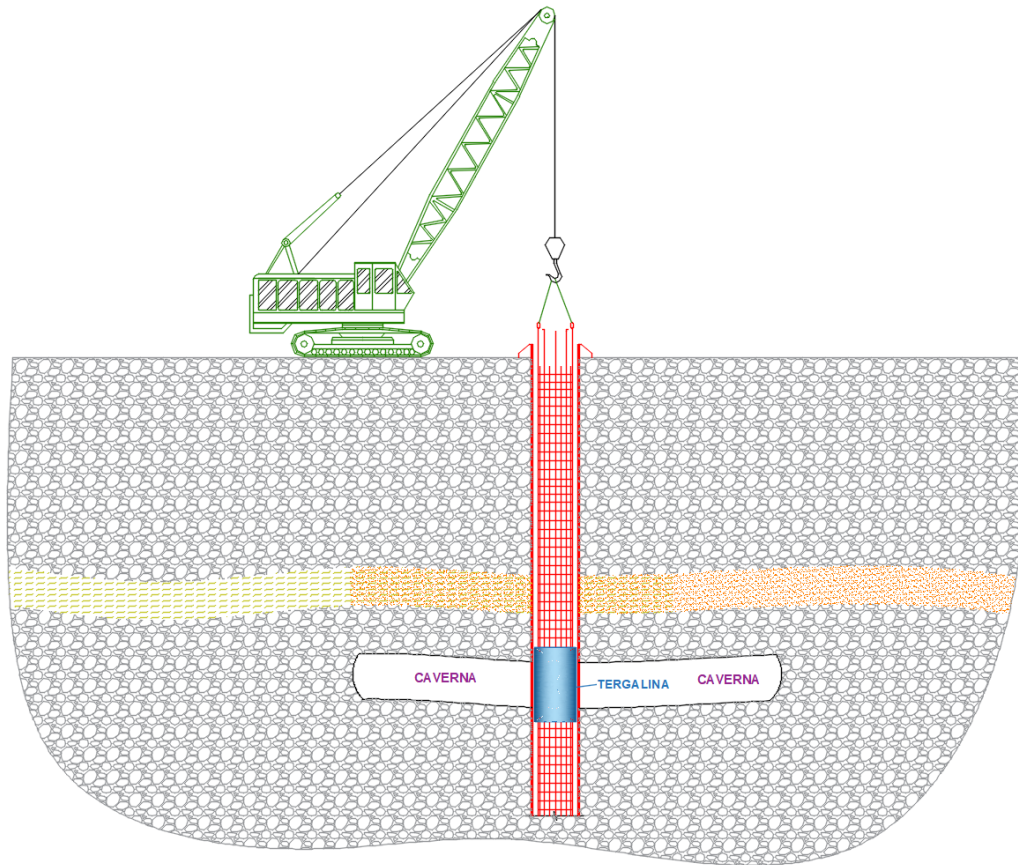
**FIGURA 194.- COLOCACIÓN DE ARMADO .**

- i) En el caso de las pilas donde se encontraron cavernas, se deberá habilitar con Tergalina reforzada con malla tipo gallinero en todo el perímetro de la pila donde se ubica la caverna, o bien se podrá emplear ademe metálico (No recuperable), en ambos casos deberá de considerarse una longitud adicional de mínimo de 50 cm sobre la bóveda de la caverna y bajo el lecho de la misma, tal como se indica más adelante, esto con la finalidad de dar continuidad al fuste de la pila en la zona en donde se presentan las discontinuidades y de evitar la pérdida masiva de concreto al momento de colar la pila.



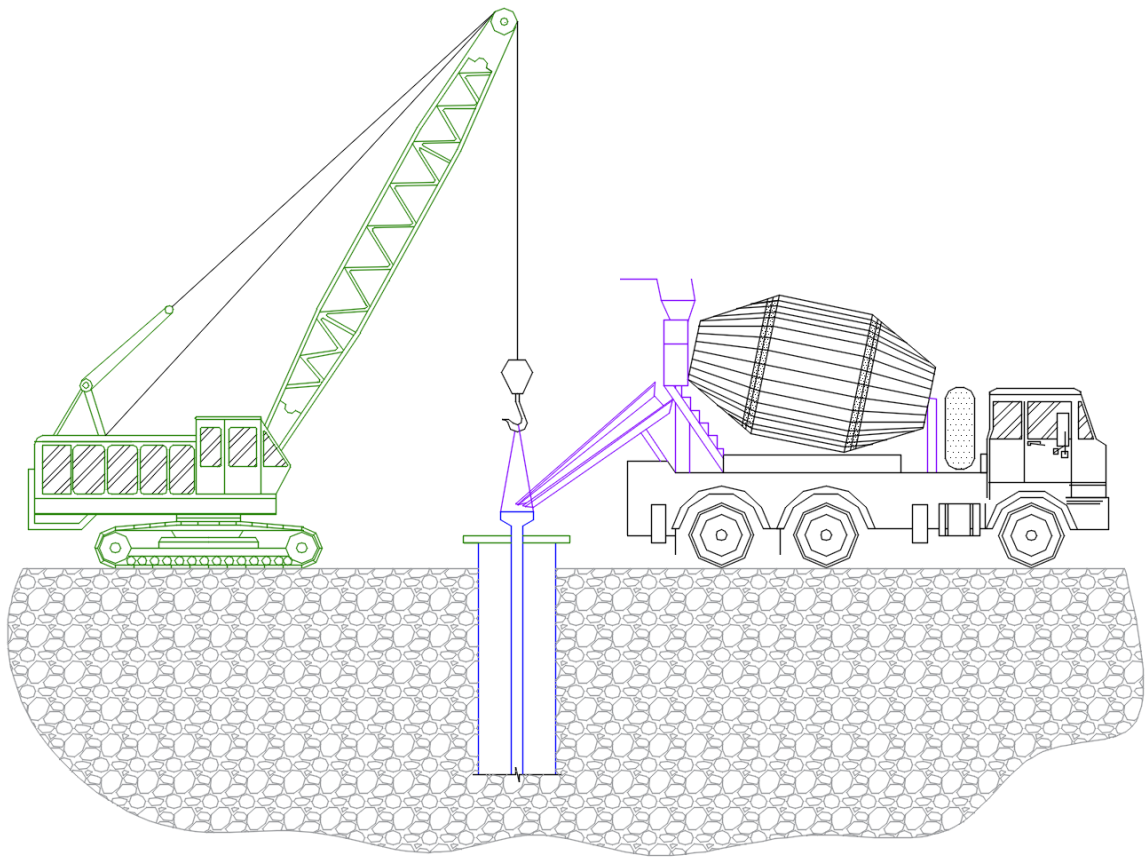


**FIGURA 195.- COLOCACIÓN DE TERGALINA.**



**FIGURA 196.- COLOCACIÓN TERGALINA.**

i) Después de colocar el armado se iniciará con la colocación del concreto con el procedimiento del tubo Tremie con la pelota en el extremo inferior de 8 pulgadas de diámetro mínimo, manteniendo el extremo inferior del tubo embebido en el concreto fresco un mínimo de un metro sobre el fondo de la perforación, con objeto de evitar la contaminación y segregación del concreto; por ningún motivo se interrumpirá la colocación del concreto hasta completar la pila en construcción. El colado se llevará hasta 0.40 m por arriba del nivel de desplante de las contratrabes, para eliminar el concreto contaminado y permitir la liga estructural de las pilas.



**FIGURA 197.- COLADO DE PILAS.**

- j) La punta inferior del tubo irá ascendiendo conforme avance el colado, de tal manera que ésta permanezca dentro del concreto, durante todo el colado, una longitud mínima de 1m.
- k) Se deberá llevar un registro del volumen del concreto vaciado a la perforación, el que se cotejará con la ubicación de la misma.
- l) El colado se suspenderá una vez que el concreto no contaminado tenga la altura correspondiente al nivel inferior de las contratraves, lo que se estima ocurre 0.4 m abajo del nivel superior del concreto.
- m) Se recomienda usar concreto con aditivo fluidizante se aceptará un revenimiento como mínimo de 18 cm + 2.5 cm, únicamente los 6 m<sup>3</sup> más profundos serán con un revenimiento de 20 cm+ 2 cm.



- n) Se llevará un registro de la localización de las pilas, las dimensiones de las perforaciones, las fechas de perforación y colado, la profundidad y los espesores de los materiales encontrados y las características del material de apoyo
- o) El colado se suspenderá una vez que el concreto no contaminado tenga la altura correspondiente al nivel inferior de las contratraves, lo que se estima ocurre 0.4 m abajo del nivel superior del concreto.
- p) Las pilas serán de fuste recto sin ampliación en su base.



q) Se verificarán las paredes de la perforación y en caso necesario se utilizará polímero o lodo bentónico.

### VI.3 Cimentación superficial

De acuerdo con la exploración realizada tanto en Torre 1 y en Torre Índico, se detectaron cavernas a diferentes profundidades observando discontinuidades de hasta 2 m de espesor, por debajo de los 3 m de profundidad, por lo que se recomienda utilizar losas de cimentación para las estructuras proyectadas, y únicamente se podrán considerar zapatas corridas bajo los muros perimetrales.

A continuación se muestran los resultados obtenidos del análisis geotécnico del sitio en estudio.

#### VI.3.1 Alternativa mediante Losa de Cimentación.

**De acuerdo con datos obtenidos en campo para este propósito se observó que superficialmente se tiene materiales** de roca caliza consolidada con una dureza que varía de dura a blanda dependiendo del lugar, esta capa se encontró a partir de la profundidad actual del terreno que se encuentra por debajo de la superficie del orden de 4 m y termina aproximadamente a 5,80 m de profundidad. Se observó en los registros de los sondeos de penetración estándar que el manto rocoso presenta un ligero fracturamiento, se detectaron cavidades en los primeros 3m de profundidad, y algunas rellenas de arena limosa, también se detectaron fracturas en la roca y rellena con escoria, así como arena limosa interestratificada en la roca caliza; (el Índice de Calidad de la Roca para este tipo de roca se estima entre 10% y 50%), el cual es indicativo del fracturamiento y de las irregularidades de la masa rocosa superficial, debido a lo anterior la alternativa de zapatas no es viable, pues al desplantarlas entre 1.2 y 1.5 m de profundidad, se tendrían en algunas zonas cavidades por debajo de sus desplante que pondría en riesgo su estabilidad, por este motivo será mejor emplear una losa de cimentación apoyada sobre la plataforma de mejoramiento existente, previa recompactación, y en el caso de las cavidades que esta esté puenteando dichas zonas, evitando el colapso de las cavidades subterráneas que se detectaron en los primeros tres metros .

En algunos casos, subyacente a la roca caliza consolidada, se encontró un estrato de roca caliza no consolidada, se comenzó a detectar a partir de la profundidad de 5.40 m y terminó hasta una profundidad de 6.30 m, en algunos casos no se encuentra este estrato debajo de la roca caliza consolidada y el máximo espesor es de 0.80 m; el grado de fracturación de este macizo rocoso es mayor que el de la roca caliza consolidada. El Índice de Calidad de la Roca para este tipo de roca es entre 0% y 20%.



Después se detectó un estrato de arena limosa, SM según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, conocido localmente como sascab o sahcab; en general, la compacidad de este material es media, pero en algunos casos, se encuentran compacidades más densas o más sueltas y se encuentra interestratificado por roca caliza no consolidada. Este material también se encontró entre los estratos de roca caliza, sin embargo, de manera continua, se detectó a partir de la profundidad de 6.0 m en promedio.

En algunos casos, además de estar interestratificado a la arena limosa, se encontró un estrato de roca caliza no consolidada con un espesor considerable, se detectó a las profundidades de 10.00 m y 10.60 m en dos sondeos, con un espesor máximo de 1.80m

A continuación, se presentan los resultados de los análisis de la cimentación mediante losa:

### VI.3.2 Capacidad de carga de la cimentación

La capacidad de carga de los materiales sobre los que se desplantará la cimentación se determinó considerando que los materiales afectados por la superficie potencial de la falla son suelos friccionantes aplicando Terzaghi con la siguiente expresión1.

$$Q_a = \{ c N_c + P'v ( N_q - 1 ) + 0.5 \gamma B N_\gamma \} F_R + P_v$$

en donde:

$Q_a$ : capacidad de carga admisible del suelo de apoyo, en ton/m<sup>2</sup>

$P'v$ : presión vertical efectiva a la profundidad de desplante, en ton/m<sup>2</sup>.  $N_q$ : coeficiente de capacidad de carga, adimensional y dado por

$$N_q = e \tan^2 (45^\circ + \frac{\phi}{2})$$

siendo:

$\phi$ : ángulo de fricción interna de suelos de apoyo en grados.

$N_q$ : se multiplica por  $(1 + \tan)$  en el caso de cimientos cuadrados, por  $(1 + (B / L) \tan)$ , para el caso de cimientos rectangulares.

$B$ : ancho del cimiento, en m.

$L$ : largo del cimiento, en m.

$\gamma$ : peso volumétrico del suelo, abajo del nivel desplante, en ton/m<sup>3</sup>.

$N$ : coeficiente de capacidad de carga adimensional y dado por:



N : se multiplica por 0.6 en el caso de cimientos cuadrados y por  $(1 - 0.4 (B / L))$  para cimientos rectangulares.

FR: factor de resistencia, adimensional e igual a 0.35

Pv: presión vertical total a la profundidad de desplante de la cimentación.

Los materiales menos favorables que se tendrán a nivel del desplante recomendado, tiene un ángulo de fricción interna de  $27^\circ$ , un peso volumétrico de  $1.7 \text{ ton/m}^3$ , obtenidos de los resultados de las pruebas triaxiales no consolidadas-no drenadas UU y de la compresión axial no confinada realizadas en las muestras cubicas obtenidas.

**Para el diseño de la losa de cimentación se obtuvo la capacidad de carga admisible para diseño que resulto de  $35.5 \text{ ton/m}^2$  en condiciones estáticas y de  $42.6 \text{ ton/m}^2$  en condiciones dinámicas, desplantada sobre una plataforma de material controlado, a la que le subyace un limo arenoso de color café blanquizzo.**

### VI.3.3 Dimensionamiento de la cimentación

Las acciones que deberán ser consideradas en los análisis de la cimentación serán las siguientes:

- a) Combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad máxima, que incluyendo el peso de la cimentación para la estructura de interés. Estas cargas se afectarán por un factor de carga de 1.4 y se considerarán en el análisis límite de falla en condiciones estática.
- b) Combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad instantánea, que incluyendo el peso de la cimentación para las casas de interés de interés. La acción accidental más crítica por efecto sísmico corresponderá a un momento sísmico para la estructura analizada. Las cargas se afectarán por un factor de carga de 1.1 y se utilizarán en el análisis límite de falla en condiciones dinámicas.
- c) Combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad media, que incluyendo el peso de la cimentación se afectaran por un factor de carga de 1.0, y se emplearan en el análisis del estado límite de servicio lacustre.

### VI.3.4 Estado límite de falla en condiciones estáticas.



Considerando la combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad máxima, más el peso de la cimentación, afectadas por un factor de 1.4, una vez dimensionada la cimentación deberá verificarse que la desigualdad siguiente se satisfaga:

$$(Q F_c / A) < R F_R$$

donde:

Q: suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada en ton.

F<sub>c</sub>: factor de carga, adimensional e igual a 1.4

A: área de apoyo de la cimentación, en m<sup>2</sup>.

R: capacidad de carga de los materiales que subyacen a la cimentación.

F<sub>R</sub>: factor de resistencia, igual a 0.35

Una vez dimensionadas la cimentación se deberá satisfacer la condición anterior.

### VI.3.5 Estado límite de falla en condiciones dinámicas

La revisión de la cimentación ante el estado límite de falla en condiciones dinámicas se realizó de acuerdo al criterio establecido en los Comentarios de las Normas de Emergencia del Reglamento de Construcciones del Subcomité de Normas y Procedimientos de Construcción del Comité de Reconstrucción del Área Metropolitana, que establece que la cimentación de una estructura será segura ante el estado límite de falla en condiciones dinámicas, si la capacidad de carga neta del suelo afectada por el factor de carga y la fuerza de inercia que obra en la zona de falla potencial del suelo que subyace al cimiento, es mayor a la acción de las cargas gravitacionales y las debidas al sismo, lo cual puede verificarse a través de la siguiente desigualdad:

$$W_t F_c < F_R A_R q_1 \left( 1 - \frac{0.12 F_c a_0 b}{F_R c g} \right)$$

donde:

W<sub>t</sub>: carga total de la estructura en la condición analizada.

F<sub>c</sub>: factor de carga, adimensional e igual a 1.1

F<sub>R</sub>: factor de resistencia adimensional e igual a 0.35

A<sub>R</sub>: área reducida de la losa de cimentación, para tomar en cuenta el momento de volteo debido a sismo, igual a:

$$A_R = (B - 2 e) \times L$$





siendo:

B: ancho de la losa de cimentación.

L: largo de la losa de cimentación

e: excentricidad dada por:

$$e = M_s / W_t$$

W<sub>t</sub>: peso de la estructura en la condición analizada, en ton.

M<sub>s</sub>: momento de volteo debido a sismo, obtenido en forma aproximada con el siguiente procedimiento:

$$M_s = 0.8 \left( \frac{2}{3} \right) H_T W_t (C_s/Q)$$

siendo:

H<sub>T</sub>: altura total de la estructura, medida a partir del desplante, estimada de m.

C<sub>s</sub>: coeficiente de diseño sísmico,

Q: factor de comportamiento sísmico (ductibilidad),

q<sub>1</sub>: capacidad de carga neta del suelo de apoyo de la cimentación, obtenida con la siguiente formula:

$$q_1 = c N_c$$

donde:

c: cohesión media del suelo a lo largo de la superficie potencial de falla.

N<sub>c</sub>: coeficiente de capacidad de carga

a<sub>o</sub>: aceleración horizontal máxima del terreno, según el Reglamento de Construcciones, igual a C<sub>sis</sub> g, para estructuras tipo B, afectada por un factor de ductilidad, siendo "g" la aceleración debida a la gravedad.

b: mínimo de (d, 1.2 h, 20m)

en la cual:

d: ancho del área reducido de la losa de cimentación.

h: profundidad desde el nivel de desplante de la losa de cimentación hasta la capa dura más próxima.

γ: peso volumétrico medio del suelo al nivel de desplante, hasta una profundidad B, abajo de él.

c: cohesión media del suelo, desde el nivel de desplante, hasta una profundidad B, abajo de él.

Una vez dimensionadas la cimentación se deberá satisfacer la condición anterior.



### VI.3.6 Estado límite de servicio

Se calcularon los movimientos verticales que sufrirán las estructuras provocados por la deformación elástica de los materiales aluviales que se tienen por debajo de la cimentación y debido al incremento de presión transmitido.

Se estimaron los asentamientos elásticos que sufrirán los materiales de apoyo de la losa de cimentación debido a la presión aplicada, empleando el criterio de la Teoría de la Elasticidad,

Los asentamientos máximos esperados en la cimentación se calcularon considerando una relación de Poisson de 0.30, un módulo de elasticidad de los materiales de apoyo de 8000 ton/m<sup>2</sup> (obtenidos de la correlación con las propiedades índice y mecánicas), y que la cimentación aplique una presión de contacto de 3 ton/m<sup>2</sup>, obteniéndose asentamientos máximos esperados de 1.4 cm para la esquina y 2.8 cm para el centro, observándose que resultan admisibles los movimientos verticales tanto los totales como los diferenciales..

Los análisis efectuados corresponden a estructuras de dos niveles y un sótano, con elementos estructurales aligerados, con cimentación constituida por losa de cimentación, desplantado sobre una plataforma de materiales controlados para sobre elevar el nivel de piso terminado por arriba de banqueteta, y que en esas condiciones aplican una presión neta de 3 ton/m<sup>2</sup>

### VI.3.7 Alternativa mediante Zapatas

#### VI.3.7.1 Determinación de la capacidad de carga

La capacidad de carga de los materiales sobre los que se desplantarán las zapatas se determinó considerando que los materiales afectados por la superficie potencial de la falla son suelos cohesivos-friccionantes aplicando la siguiente expresión<sup>1</sup>.

$$Q_a = \{ c N_c + P'v ( N_q - 1 ) + 0.5 \gamma B N_\gamma \} F_R + P_v$$

en donde :

Q<sub>a</sub> : capacidad de carga admisible del suelo de apoyo de las zapatas, en ton/m<sup>2</sup>

c : cohesión del material de apoyo, en ton/m<sup>2</sup>.

N<sub>c</sub> : coeficiente de capacidad de carga, adimensional y dado por:

$$N_c = 5.14 ( 1 + 0.25 D_f/B + 0.25 B/L )$$

en la cual :

D<sub>f</sub> : profundidad de desplante la cimentación en m.

B : ancho del cimiento, en m.



L : largo del cimiento, en m.

P'v : presión vertical efectiva a la profundidad de desplante, en ton/m<sup>2</sup>.

Nq : coeficiente de capacidad de carga, adimensional y dado por:

$$Nq = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 (45^\circ + \phi/2)$$

siendo :

Φ : ángulo de fricción interna de suelos de apoyo en grados.

Nq : se multiplica por ( 1+ tan Φ) en el caso de zapatas cuadradas, por (1 + (B / L) tan Φ), para el caso de cimientos rectangulares.

γ : peso volumétrico del suelo, abajo del nivel desplante, en ton/m<sup>3</sup>.

Nγ: coeficiente de capacidad de carga adimensional y dado por:

$$N\gamma = 2 ( Nq + 1 ) \tan \phi$$

FR : factor de resistencia, adimensional e igual a 0.35

Pv : presión vertical total a la profundidad de desplante de la cimentación.

Los materiales que se tendrán al nivel del desplante recomendado, tienen una cohesión de 2 ton/m<sup>2</sup> y un ángulo de fricción interna de 28°, un peso volumétrico de 1.8 ton/m<sup>3</sup>, obtenidos de la correlación de la prueba de penetración estándar, se obtuvo la capacidad de carga admisible para diseño para **zapatas corridas de 39.9 ton/m<sup>2</sup> en condiciones estáticas y de 47.89 ton/m<sup>2</sup> en condiciones dinámica.**

### VI.3.7.2 Dimensionamiento de las zapatas

Para el dimensionamiento de las zapatas se deberá tomar la carga que resulte mayor de las siguientes condiciones:

- *Condiciones estáticas*, que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva con intensidad máxima más el peso de la cimentación, afectadas de un factor de carga de 1.4.
- *Condiciones dinámicas*, que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva con intensidad instantánea y acción accidental más crítica (incremento de carga provocada por el momento de volteo debido al sismo) más el peso de la cimentación, afectadas por un factor de carga de 1.1.

En el caso de la combinación de cargas (en particular las que incluyan solicitaciones sísmicas) que den lugar a excentricidades actuando a una distancia "e" del eje centroidal del cimiento, el ancho efectivo de éste deberá considerarse igual a:

$$B' = B - 2e$$



### VI.3.7.3 Estado límite de falla en condiciones estáticas

Considerando la combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad máxima, más el peso de la cimentación, afectadas por un factor de 1.4, deberá verificarse que la desigualdad siguiente se satisfaga:

$$\frac{\Sigma Q F_c}{A} \leq R$$

donde :

$\Sigma Q$ : suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada, en ton.

$F_c$  : factor de carga, adimensional igual a 1.4

$A$  : área de apoyo de la zapata de cimentación, en m

$R$  : capacidad de carga admisible de los materiales que subyacen a la zapata de cimentación.

Una vez dimensionadas las zapatas se deberá satisfacer la condición anterior.

### VI.3.7.4 Estado límite de falla en condiciones dinámicas

Considerando la combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad instantánea y acción accidental más crítica, el sismo, más el peso de la cimentación, afectadas por un factor de carga de 1.1, deberá comprobarse que la desigualdad siguiente se satisfaga:

$$\frac{\Sigma Q F_c}{A} \leq R$$

donde :

$\Sigma Q$ : suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada, en ton.

$F_c$ : factor de carga, adimensional igual a 1.1

$A$  : área de apoyo de la zapata de cimentación, en m<sup>2</sup>

$R$ : capacidad de carga admisible de los materiales que subyacen a la zapata de cimentación.

Una vez dimensionadas las zapatas se deberá satisfacer la condición anterior.

### VI.3.7.5 Estado límite de servicio

Los asentamientos elásticos que sufrirán los materiales de apoyo de las zapatas de cimentación se calcularon aplicando el criterio de la Teoría de la Elasticidad dado por la siguiente expresión:



$$\delta = \{(1 - u^2) / E\} P B I_0$$

donde :

u : relación de Poisson, adimensional

E : módulo de elasticidad del suelo de apoyo, en ton/m<sup>2</sup>.

P : presión de contacto aplicada por las zapatas, en ton/m<sup>2</sup>.

B : ancho de la zapata, en m.

I<sub>0</sub> : factor de forma adimensional que depende del punto en que se desee estimar el asentamiento, y la forma de la zapata.

Los asentamientos máximos esperados en la cimentación se calcularon considerando una relación de Poisson de 0.30, un módulo de elasticidad de los materiales de apoyo de 8000 ton/m<sup>2</sup> (obtenidos de la correlación con las propiedades índice y mecánicas), y que la cimentación aplique una presión de contacto de 3 ton/m<sup>2</sup>, obteniéndose asentamientos máximos esperados de 1.7 cm para la esquina y 3.4 cm para el centro, observándose que resultan admisibles los movimientos verticales tanto los totales como los diferenciales..

#### **VI.3.7.6 Condición sísmica**

Para el diseño en condición sísmica será necesario revisar que la combinación de cargas gravitatorias (CM + CVMÁX.), combinadas con el sismo actuando con un 100% de intensidad en la dirección más desfavorable y de un 30% en la más favorable cumplan las condiciones de estabilidad a corto plazo.

Las solicitaciones en condiciones dinámicas no deben de exceder la capacidad de carga admisible proporcionada, además de satisfacer la estabilidad de la estructura por las posibles solicitaciones a tensión contrarestadas por las cargas gravitacionales.

#### **VI.3.7.7 Empujes sobre los muros perimetrales**

Tomando en cuenta las características estratigráficas y físicas de los materiales del subsuelo, así como las del proyecto, la determinación de los empujes a largo plazo sobre los muros perimetrales de los sótanos se realizó siguiendo las recomendaciones establecidas en el Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, bajo la condición de empuje de suelo en reposo y considerando los siguientes efectos:

+ La presión que ejerce la masa de suelo en condiciones de reposo, obtenida como el producto acumulado del peso volumétrico total para profundidades sobre el nivel freático, y bajo este, el peso volumétrico sumergido, por los espesores en los que se considera el mismo valor, afectados por el coeficiente de presión de tierras en reposo.



+ La acción de una sobrecarga uniformemente repartida, actuando en un área contigua al muro, obteniéndose los esfuerzos inducidos bajo un punto en la parte media lateral del área, afectada por el coeficiente de presión de tierras en reposo.

+ Para tomar en cuenta las sollicitaciones sísmicas, se determinó una componente horizontal expresada como el producto del peso de la masa de suelo deslizante por un coeficiente sísmico de 0.08.

Una vez calculados los valores de los tres efectos, se superpusieron obteniéndose la envolvente de empujes horizontales que deberán ser considerados en el diseño o revisión de los muros. En la figura 198 se muestran los valores obtenidos en forma gráfica, los que deberán ser considerados en el diseño o revisión de los muros perimetrales.

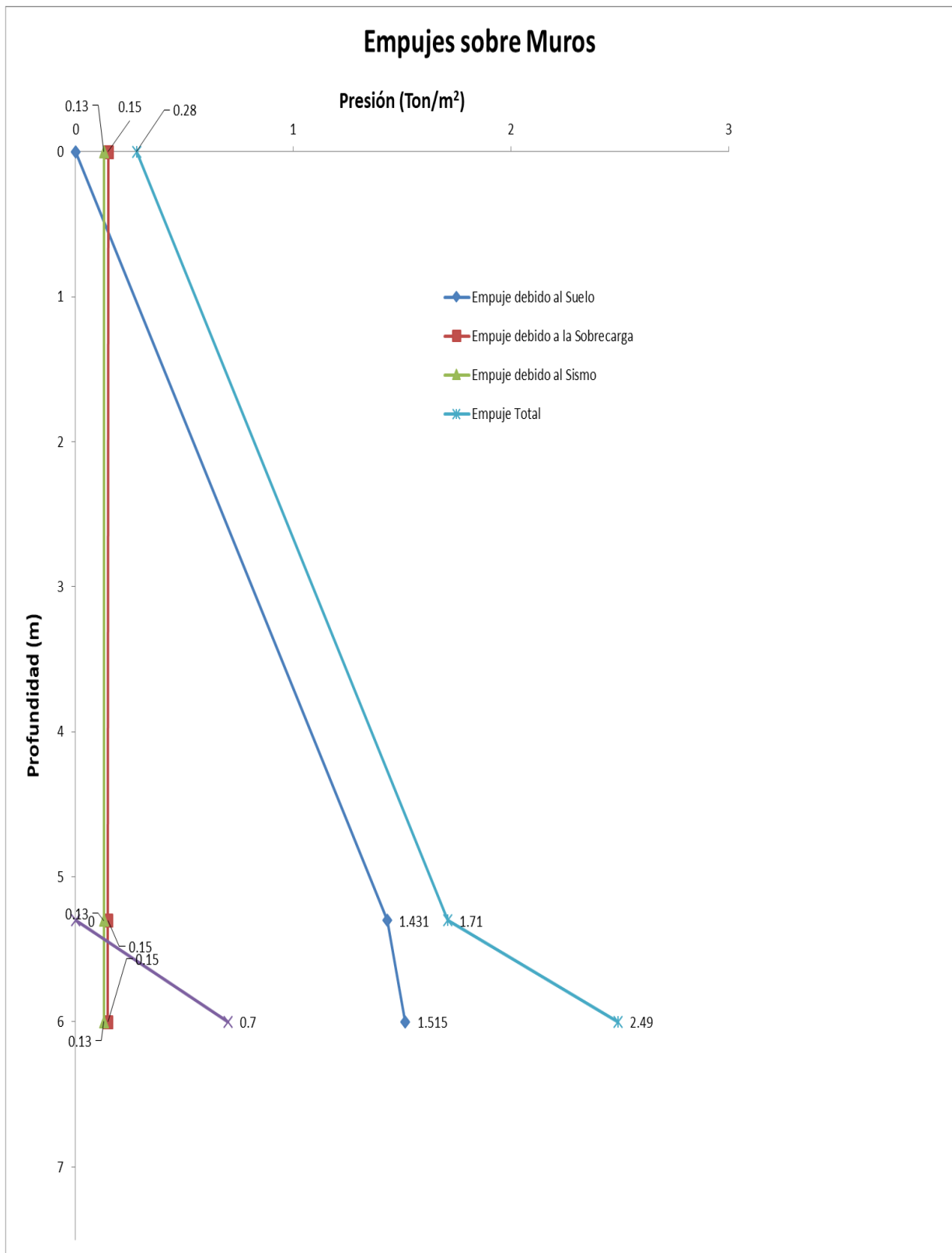


FIGURA 198.- DIAGRAMA DE EMPUJES DE MUROS.



## VII. CONCLUSIONES

El diseño geotécnico para dos torres de diez y quince niveles, y de uno a dos sótanos, que se proyecta construir en Mérida Yucatán presenta sobre la Avenida Ricardo el Vate López Méndez 314, Zona Industrial, Nueva Revolución, dentro del Proyecto Vía Montejo, donde se proyecta la construcción de la Estructura denominada “Torre 1” y “Torre Índico”.

El proyecto arquitectónico para “Torre 1” contempla una estructura compuesta por dos sótanos, planta baja, y nueve niveles superiores; es necesario conocer las condiciones reales del subsuelo y definir el comportamiento que tendrán las estructuras bajo las solicitaciones proyectadas.

El proyecto arquitectónico para “Torre Índico” contempla una estructura compuesta por un sótano, planta baja, y quince niveles superiores; es necesario conocer las condiciones reales del subsuelo y definir el comportamiento que tendrán las estructuras bajo las solicitaciones proyectadas.

El predio de interés tiene una configuración sensiblemente horizontal; actualmente se realizan los trabajos previos a la excavación del terreno, como son despalme y deshierbe.

Las colindancias que tiene el predio en estudio y de acuerdo al levantamiento realizado en campo se indican en la figura 39, y son las siguientes:

- Al norte colinda con el Periférico de Mérida (Lic. Manuel Berzunza)
- Al oriente colinda con la Carretera Mérida-Progreso (Av. Ricardo “El Vate” López Méndez).
- Al poniente y Sur se localizan predios baldíos.

Se efectuaron para “Torre 1” 20 sondeos profundos de tipo Mixto a 40 m de profundidad denominados SM-1 a SM-20, y para “Torre Índico” 28 sondeos profundos de tipo Mixto a 40 m de profundidad denominados SM-1 a SM-28, obteniendo datos confiables de los depósitos profundos y la estratigrafía del sitio, que serán de gran ayuda en el cálculo de la capacidad de carga y de los asentamientos máximos esperados.

En el Estado de Yucatán no existen corrientes superficiales, porque la alta permeabilidad de las calizas provoca una rápida penetración del agua hacia el nivel freático, sin embargo, están presentes los cuerpos de agua superficiales L. Flamingos y L. Rosada, así como los Esteros Celestún, Yucalpetén, Río Lagartos, El Islote y Yolvé.

Yucatán es famoso por la presencia de una gran cantidad de los llamados cenotes, que son acuíferos subterráneos expuestos, formados por el hundimiento total o parcial de la bóveda calcárea.

También son frecuentes y voluminosos los acuíferos subterráneos no expuestos, que forman un sistema de vasos comunicantes que desembocan al mar, con profundidades de niveles freáticos que varían de dos a tres metros en el cordón litoral, hasta 130 m en el vértice sur del estado.





Basados en los estratos encontrados en los sondeos exploratorios, se puede afirmar que la estratigrafía del terreno está conformada como se describe a continuación.

Superficialmente se detectó una capa de tierra vegetal; la capa superficial de tierra vegetal tiene un espesor aproximado de 0.70 m, en esta capa se encontró en algunos casos escoria metálica y fragmentos de roca sueltos e inmersos; esta capa inicia en el nivel natural del terreno y se tiene que excavar entre 0.30 m y 1.10 m de profundidad para llegar al estrato de roca caliza.

Posteriormente se encontró un estrato de roca caliza consolidada con una dureza que varía de dura a blanda dependiendo del lugar, esta capa se encontró a partir de la profundidad de 0.70 m y termina aproximadamente a 5.80 m de profundidad, el espesor promedio de esta es de 5.00 m. Se observó en los registros de los sondeos exploratorios que el manto rocoso presenta un ligero fracturamiento, se encontró una oquedad de 0.40 m rellena de arena limosa, también se encontró una fractura en la roca rellena con escoria metálica, así como arena limosa interestratificada en la roca caliza; (el Índice de Calidad de la Roca para este tipo de roca se estima entre 10% y 50%), el cual es indicativo del fracturamiento y de las irregularidades de la masa rocosa.

En algunos casos, subyacente a la roca caliza consolidada, se encontró un estrato de roca caliza no consolidada, se comenzó a detectar a partir de la profundidad de 5.40 m y terminó hasta una profundidad de 6.30 m, en algunos casos no se encuentra este estrato debajo de la roca caliza consolidada y el máximo espesor es de 0.80 m; el grado de fracturación de este macizo rocoso es mayor que el de la roca caliza consolidada. El Índice de Calidad de la Roca para este tipo de roca se estima entre 0% y 20%.

Después se halla un estrato de arena limosa, SM según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, conocido localmente como sascab o sahcab; en general, la compacidad de este material es media, pero en algunos casos, se encuentran compacidades más densas o más sueltas y se encuentra interestratificado por roca caliza no consolidada. Este material también se encontró entre los estratos de roca caliza, sin embargo, de manera continua, se detectó a partir de la profundidad de 6.00 m en promedio.

En algunos casos, además de estar interestratificado a la arena limosa, se encontró un estrato de roca caliza no consolidada con un espesor considerable, se detectó a las profundidades de 10.00 m y 10.60 m en dos sondeos, con un espesor máximo de 1.80.

Posteriormente se encontró un estrato de roca caliza con abundancia de fósiles medianamente cementada, conocida localmente como conchuela, esta capa se encontró, una profundidad promedio de 10.90 m y termina aproximadamente a 11.80 m de profundidad, el espesor varía de 1.00 m a 1.60 m. Comúnmente este estrato presenta mayor resistencia que la arena limosa y menor resistencia que la roca caliza no consolidada.



A continuación, inmediatamente debajo de la conchuela, a una profundidad promedio de 12.70 m, se encuentra otro estrato de arena limosa (sahcab, SM), en general, la compacidad de este material varía de media a suelta, y según lo observado en el sondeo de 25 m, el estrato termina a la profundidad de 15.90 m.

Debajo de la arena limosa se detectó otro estrato de roca caliza consolidada con una dureza blanda, esta capa se encontró a partir de la profundidad de 15.90 m y termina a 18.60 m de profundidad.

Subyacente a la roca caliza consolidada, se encuentra una capa de arena limosa (sahcab, SM), en general, la compacidad de este material es media, el estrato termina a la profundidad de 19.30 m. A continuación, se encuentra una roca caliza consolidada de dureza media, hasta 20.70 m de profundidad, el estrato tiene un espesor de 1.40 m.

Posteriormente se encuentra otra capa de arena limosa (sahcab, SM), con compacidad media, hasta una profundidad de 21.60 m. Por debajo se continúa con otra roca caliza consolidada de dureza media, hasta 22.70 m de profundidad, el estrato tiene un espesor de 1.10 m. A continuación, se halla una capa de arena limosa (sahcab, SM), con compacidad media, hasta una profundidad de 24.10 m.

Finalmente, de 24.10 m a 25.60 m se encuentra una roca caliza consolidada de dureza blanda, finalmente a partir de los 25 m y hasta la máxima profundidad explorada, en particular se detectó el estrato de roca caliza fracturada, de los cuales el RQD no sobrepasa el 25%, con algunas intercalaciones de arenas limosas de compacidades altas.

El nivel de aguas freáticas se detectó a partir del nivel del brocal del sondeo, a una profundidad variable entre 1.20 y 1.40 m.

*La Ciudad de Mérida se encuentra en la Región A, de menor actividad sísmica, según el MDOC-CFE-931, denominada Regionalización Sísmica de la República Mexicana. Por otra parte, el suelo que corresponde al sitio de la obra, es Tipo I (terreno firme); estas dos características permiten afirmar que el efecto de un movimiento telúrico no es determinante en el diseño de las estructuras; sin embargo, el diseño por viento sí es de importancia, por lo que se deberá tomar en cuenta.*

*El Análisis y Diseño Estructural debe realizarse, considerando una velocidad de viento a 180km/h*

Considerando las características del proyecto, las propiedades del subsuelo, así como la magnitud y distribución de las cargas, en base a lo anterior se juzga que la alternativa de cimentación más adecuada será mediante pilas de fuste recto coladas in situ, y desplantadas sobre el estrato resistente con más de 50 golpes, apoyados a profundidades variables de acuerdo a la tabla II medido respecto al nivel de terreno actual (en la fecha en que se realizaron los sondeos).



EJE	SONDEO	NAF (PROFUNDIDAD m)	CAVERNAS (PROFUNDIDAD m)		TERGALINA (PROFUNDIDAD EN m)		DESPLANTE (PROFUNDIDAD EN m)
			DE	A	DE	A	
D1	SM-1	1.4	18 29	20 32	17 29	21 33	34
D3	SM-2	1.4	17 29	20 32.5	16 29	21 32.5	34
D4	SM-3	1.4	12.8 18 21.8 32.9	14.8 20.2 22.3 34.8	11.8 17 20.8 31.9	15.8 21.2 22.8 35.8	36
E2	SM-4	1.4	10 18	11 20.2	9 17	12 21.2	32
E3	SM-5	1.4	11.8 17 29	13.5 21 30.8	10.8 16 28	14.5 22 31.8	32
E4	SM-6	1.4	12.5 18	14.8 21	11.5 17	15.8 22	32
F2	SM-7	1.4	18 30 39	20 32 39.5	17 29 38	21 33 40.5	41
F3	SM-8	1.4	8 18 27	12 22 28.6	7 17 26	13 23 29.6	32
F4	SM-9	1.4	18 35.2 38.3	20.5 36.2 38.6	17 34.2 37.3	21.5 37.2 39.6	40
G2	SM-10	1.4	16.2 21	19.2 22	15.2 20	20.2 23	32
G3	SM-11	1.4	18.5 23	20 25	17.5 22	21 26	32
G4	SM-12	1.4	18 21 36.2	19 23 36.8	17 20 35.2	20 24 37.8	38
D5	SM-13	1.4	18 32.5	20 33.7	17 31.5	21 34.7	35
D6	SM-14	1.4	18 35	20 36.8	17 34	21 37.8	38
E5	SM-15		18	21	17	22	32
E6	SM-16	1.4	18 30.4 35	20 30.9 36	17 29.4 34	21 31.9 37	37
F5	SM-17	1.4	16.5 31 33.8	20 32 34.8	15.5 30 32.8	21 33 35.8	32
F6	SM-18	1.4	15 19	18 20	14 18	19 21	32
G5	SM-19	1.4	18	20	17	21	32
G6	SM-20	1.4	18	20	17	21	32

**TABLA II.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE PILAS EN TORRE 1.**



EJE	SONDEO	NAF (PROFUND)	CAVERNAS		TERGALINA		DESPLANT E
			DE	A	DE	A	
F1	SM-1	1.4	----	----	----	----	32
F2	SM-2	1.4	----	----	----	----	32
F4	SM-3	1.4	----	----	----	----	32
F7	SM-4	1.4	----	----	----	----	32
G3	SM-5	1.4	----	----	----	----	32
H6	SM-6	1.4	----	----	----	----	32
I2	SM-7	1.4	----	----	----	----	32
I6	SM-8	1.4	11.5	12	10.5	13	32
F3	SM-9	1.4	14.5	14.8	13.5	15.8	32
F5	SM-10	1.4	28	28.3	27	29.3	32
F6	SM-11	1.4	----	----	----	----	32
G1	SM-12	1.4	----	----	----	----	32
G2	SM-13	1.4	----	----	----	----	32
G4	SM-14	1.4	12 20 34.2	12.3 20.5 37.7	11 19 33.2	13.3 21.5 38.7	40
G5	SM-15	1.4	11	11.8	10.2	12.8	32
G6	SM-16	1.4	11.3	12.1	10.3	13.1	32
H1	SM-17	1.4	11.5 15	12 15.4	10.5 14	13 16.4	32
H2	SM-18	1.4	10.5	11	9.5	12	32
H3	SM-19	1.4	----	----	----	----	32
H4	SM-20	1.4	----	----	----	----	32
H5	SM-21	1.4	36.7	38.2	35.7	38.2	40
H7	SM-22	1.4	38.3	38.7	37.3	39.7	41
G7	SM-23	1.4	----	----	----	----	32
I1	SM-24	1.4	14 38.4	15 39.6	13 37.4	16 40.6	42
I3	SM-25	1.4	5.4 36.3	12 40.7	3.4 34.3	14 42.7	43
I4	SM-26	1.4	----	----	----	----	32
I5	SM-27	1.4	11.5	12	10.5	13	32
I7	SM-28	1.4	----	----	----	----	32

TABLA III.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE PILAS EN TORRE ÍNDICO.



Para el dimensionamiento de las pilas se deberá considerar la capacidad de carga admisible contra la carga nominal (es decir sin  $F_c$ ) que resulte mayor de las siguientes condiciones:

- ❖ Condiciones estáticas, que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva máxima que incluye el peso propio de la cimentación.
- ❖ Condiciones dinámicas que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva instantánea que incluye el peso propio de la cimentación y la acción accidental más crítica (incremento de esfuerzos provocado por el momento de volteo debido a sismo).

El coeficiente sísmico que deberá considerarse que actúa en la base de construcción por efecto de sismo, será igual a 0.08 por considerarse que el subsuelo en el sitio de interés tiene características semejantes a los materiales indicados en zona I.

Las pilas soportarán la totalidad de las solicitaciones transmitidas por la estructura, por lo que deberán diseñarse estructuralmente para soportar las cargas axiales de trabajo de compresión y tensión del análisis estructural definitivo.

Con base a las condiciones estratigráficas del subsuelo encontradas en los trabajos de exploración, las propiedades geomecánicas de los suelos y rocas, NAF y de una descarga concentrada máxima de  $P= 1,224.00$  ton por columna, recomendamos para la Torre Corporativa una cimentación profunda desplantada sobre pilas coladas in-situ, con un desplante en general a 32 m de profundidad, en el cual el trabajo es por punta y fricción total de fuste, con perforación previa igual al diámetro de sección, acero y concreto estructural recomendado por el análisis y diseño estructural, el concreto será colocado por el método de tubo Tremie, se recomienda una profundidad de apoyo, igual a  $D_f= 32$  m (respecto a NTN actual), con ademe metálico no recuperable en zonas anómalas, que en general han sido detectadas como cavernas y se encuentran indicadas en la tabla I, para estas zonas, en caso necesario y para optimizar el colado se recomienda utilizar una tergalina reforzada con una malla tipo gallinero.

Debido a la estratigrafía del subsuelo y a la pobre calidad de los materiales encontrados en los primeros 25 m de longitud, se recomienda tomar solo el 0.8 de L.

Sustituyendo para los siguientes diámetros:



<b>Diámetro</b>	<b>Capacidad de Carga estática (Punta y Fricción)</b>	<b>Capacidad de Carga Dinámica (Punta y Fricción)</b>
<b>(m)</b>	<b>(ton)</b>	<b>(ton)</b>
0.60	612.61	735.13
0.80	821.00	985.20
1.00	1031.49	1237.79
1.20	1244.07	1492.88
1.40	1458.75	1750.50
1.60	1675.52	2010.62
1.80	1894.38	2273.26
2.00	2115.34	2538.41
2.20	2338.39	2806.07
2.40	2563.54	3076.25
2.60	2790.78	3348.94

**TABLA IV.- CAPACIDAD DE CARGA PARA PILAS DESPLANTADAS EN ROCA A 32 M DE PROFUNDIDAD EN TORRE 1.**

<b>Diámetro</b>	<b>Capacidad de Carga estática (Punta y Fricción)</b>	<b>Capacidad de Carga Dinámica (Punta y Fricción)</b>
<b>(m)</b>	<b>(ton)</b>	<b>(ton)</b>
0.60	796.39	955.67
0.80	1067.30	1280.76
1.00	1340.94	1609.12
1.20	1617.29	1940.75
1.40	1896.37	2275.64
1.60	2178.17	2613.81
1.80	2462.69	2955.23
2.00	2749.94	3299.93
2.20	3039.91	3647.89
2.40	3332.60	3999.12
2.60	3628.02	4353.62

**TABLA V.- CAPACIDAD DE CARGA PARA PILAS DESPLANTADAS EN ROCA A 32 M DE PROFUNDIDAD EN TORRE ÍNDICO.**



La capacidad de la carga de las pilas se determinó mediante el Reglamento de Construcciones y que se indica a continuación:

Para calcular la capacidad de carga para pilas se consideró que los materiales de apoyo son de tipo cohesivo – friccionante, por lo que se aplicó la siguiente formula de Meyerhof:

$$Q_a = \{[(C N''c + (\overline{Pv})N''q)F_R + Pv]Ab\}F_{Re}$$

$$a) F_{Re} = \frac{B + 1}{2B + 1} \rightarrow \text{Material Cohesivo}$$

$$b) F_{Re} = \left[ \frac{B+0.5}{2B} \right]^n \rightarrow \text{Material Friccionante}$$

El factor FRe se tomará como el indicado en el inciso b, y que corresponde a los materiales de tipo friccionante.

En los cálculos realizados se consideró una cohesión de 2.0 ton/m<sup>2</sup>, y un ángulo de fricción interna de 34° para los materiales de apoyo de las pilas, (obtenido de correlacionar éste con las propiedades índice de los materiales de apoyo y de los resultados de las pruebas de compresión triaxial rápida que se ejecutaron en muestras inalteradas de los materiales de apoyo obtenidos de otros proyectos mediante su correlación); además de considerar un peso volumétrico de 2.0 ton/m<sup>3</sup>, tomando en cuenta que el desplante de las pilas será a una profundidad variable entre 27 y 39 m de profundidad y en el que adicionalmente se consideró la capacidad de carga por la fricción ejercida sobre el fuste de la pila considerando una cohesión de 2.0 ton/m<sup>2</sup>, un ángulo de fricción de 30° y un peso volumétrico de 1.80 ton/m<sup>3</sup>, con respecto al nivel de terreno actual (en la fecha en que se realizaron los sondeos).

Las pilas se diseñan para que estáticamente tomen la carga neta y dinámicamente tomen la carga neta más el incremento de carga por sismo.

Para calcular los asentamientos que se presentaran se utilizó la siguiente expresión:

$$\Delta H_e = Q \left[ \frac{L}{Ec Af} + \frac{m Cs fp}{Es \sqrt{Ab}} (1 - \mu^2) \right]$$

Sustituyendo la ecuación anterior se obtuvieron asentamientos mostrados en la siguiente tabla.



B (m)	ΔHe (cm)
0.60	4.68
0.80	3.32
1.00	2.69
1.20	2.35
1.40	2.15
1.60	2.02
1.80	1.94
2.00	1.89
2.20	1.86
2.40	1.85
2.60	1.85

TABLA VI.- ASENTAMIENTOS EN  
EN TORRE 1.

B (m)	ΔHe (cm)
0.60	6.07
0.80	4.25
1.00	3.39
1.20	2.93
1.40	2.65
1.60	2.47
1.80	2.35
2.00	2.27
2.20	2.22
2.40	2.19
2.60	2.18

TABLA VII.- ASENTAMIENTOS EN PILAS  
PILAS EN TORRE ÍNDICO.

Las pilas soportarán la totalidad de las solicitaciones transmitidas por la estructura, por lo que deberán diseñarse estructuralmente para soportar las cargas axiales de trabajo de compresión y tensión del análisis estructural.

Mientras que el diseño estructural de la losa de la estructura deberá diseñarse para soportar las cargas máximas factorizadas.

Aunque su definición es simple, el coeficiente de reacción,  $K_s$  ha demostrado ser un parámetro muy difícil de evaluar. Esto se debe al hecho de que no se puede medir en pruebas de laboratorio, sino que más bien debe calcularse por retroalimentación a partir de pruebas de campo a escala natural. Las investigaciones han demostrado que varía no solo con el tipo de suelo y sus propiedades mecánicas, sino también con el nivel de esfuerzos y la geometría de la pila.

**A) En suelos predominantemente cohesivos:**

$$K_s = \frac{67C_u}{1.5D * FS}$$

**B) En suelos predominantemente friccionantes:**

$$K_s = ((n_h)z/D)/FS$$

Con base en la exploración realizada en el predio, se determinó el módulo de reacción horizontal para pilas a diferentes profundidades considerando el criterio de un suelo





friccionante, en el cual el valor de  $N_h$  se rige por el índice de resistencia a la penetración estándar, por lo que los resultados obtenidos por medio de esta consideración deben de ser usados con criterio; los resultados se muestran a continuación en la tabla IX.

Estrato	Z (m)		$K_s$ (T/m <sup>3</sup> ) Diámetro de 0.60m	$K_s$ (T/m <sup>3</sup> ) Diámetro de 0.80m	$K_s$ (T/m <sup>3</sup> ) Diámetro de 1.00m	$K_s$ (T/m <sup>3</sup> ) Diámetro de 1.20m	$K_s$ (T/m <sup>3</sup> ) Diámetro de 1.40m	$K_s$ (T/m <sup>3</sup> ) Diámetro de 1.60m	$K_s$ (T/m <sup>3</sup> ) Diámetro de 1.80m	$K_s$ (T/m <sup>3</sup> ) Diámetro de 2.00m
	DE	A								
1	0.00	1.50	383.33	287.50	230.00	191.67	164.29	143.75	127.78	115.00
2	1.50	25.00	11750.00	8812.50	7050.00	5875.00	5035.71	4406.25	3916.67	3525.00
3	25.00	40.00	18333.33	13750.00	11000.00	9166.67	7857.14	6875.00	6111.11	5500.00

De los resultados obtenidos se recomienda, que debido a las características de los estratos del suelo que debido a sus características pueden ser considerados puramente friccionantes a partir de los 5 m de profundidad hasta la máxima profundidad máxima explorada de 40 m, los valores obtenidos sean usados con criterio.

Debido al efecto del nivel de esfuerzos, y de la geometría de la pila en el valor de  $K_s$ , así como al carácter de la pila en el valor de  $K_s$ , así como al coeficiente carácter empírico de estas expresiones, el coeficiente de reacción determinado de este modo presenta un alto grado de incertidumbre y debe usarse con criterio.

La distribución y magnitud de los momentos y deflexiones en una pila sometida a fuerzas horizontales, es esencialmente función de la rigidez relativa T del sistema pila-suelo. T está dada por (CGS, 1978):

$$T = \left[ \frac{EI}{Kh} \right]^{1/5}$$



PROFUNDIDAD		DIÁMETRO DE LA PILA D (m)	MÓDULO ELÁSTICO $E_c = 10000 (fc^{3/4})$ (ton/m <sup>2</sup> )	MOMENTO DE INERCIA $I = (\pi D^4)/64$ (m <sup>4</sup> )	MÓDULO DE REACCIÓN Kh (ton/m <sup>3</sup> )	RIGIDEZ RELATIVA $T = (EI/Kh)^{1/5}$ (m)
INICIAL (m)	FINAL (m)					
0.00	1.50	0.6	141421	0.00636173	383.33	1.1860
0.00	1.50	0.8	141421	0.02010619	287.50	1.5814
0.00	1.50	1	141421	0.04908739	230.00	1.9767
0.00	1.50	1.2	141421	0.1017876	191.67	2.3721
0.00	1.50	1.4	141421	0.1885741	164.29	2.7674
0.00	1.50	1.6	141421	0.32169909	143.75	3.1628
0.00	1.50	1.8	141421	0.51529974	127.78	3.5581
0.00	1.50	2	141421	0.78539816	115.00	3.9535

PROFUNDIDAD		DIÁMETRO DE LA PILA D (m)	MÓDULO ELÁSTICO $E_c = 10000 (fc^{3/4})$ (ton/m <sup>2</sup> )	MOMENTO DE INERCIA $I = (\pi D^4)/64$ (m <sup>4</sup> )	MÓDULO DE REACCIÓN Kh (ton/m <sup>3</sup> )	RIGIDEZ RELATIVA $T = (EI/Kh)^{1/5}$ (m)
INICIAL (m)	FINAL (m)					
1.50	25.00	0.6	141421	0.00636173	11750.00	0.5982
1.50	25.00	0.8	141421	0.02010619	8812.50	0.7975
1.50	25.00	1	141421	0.04908739	7050.00	0.9969
1.50	25.00	1.2	141421	0.1017876	5875.00	1.1963
1.50	25.00	1.4	141421	0.1885741	5035.71	1.3957
1.50	25.00	1.6	141421	0.32169909	4406.25	1.5951
1.50	25.00	1.8	141421	0.51529974	3916.67	1.7945
1.50	25.00	2	141421	0.78539816	3525.00	1.9938



PROFUNDIDAD		DIÁMETRO DE LA PILA D (m)	MÓDULO ELÁSTICO $E_c = 10000 (f_c^{3/2})$ (ton/m <sup>2</sup> )	MOMENTO DE INERCIA $I = (\pi D^4)/64$ (m <sup>4</sup> )	MÓDULO DE REACCIÓN K <sub>h</sub> (ton/m <sup>3</sup> )	RIGIDEZ RELATIVA $T = (EI/K_h)^{1/5}$ (m)
INICIAL (m)	FINAL (m)					
25.00	40.00	0.6	141421	0.00636173	18333.33	0.5472
25.00	40.00	0.8	141421	0.02010619	13750.00	0.7296
25.00	40.00	1	141421	0.04908739	11000.00	0.9120
25.00	40.00	1.2	141421	0.1017876	9166.67	1.0945
25.00	40.00	1.4	141421	0.1885741	7857.14	1.2769
25.00	40.00	1.6	141421	0.32169909	6875.00	1.4593
25.00	40.00	1.8	141421	0.51529974	6111.11	1.6417
25.00	40.00	2	141421	0.78539816	5500.00	1.8241

El módulo de reacción vertical del suelo para las pilas se calculó considerando la capacidad de carga de las pilas para diámetros comprendidos entre 0.60 m y 2.60 m, tomando en cuenta el peso propio de la pila y considerando un factor de carga de 1.4, los módulos de reacción vertical obtenidos se indican en la tabla X y XI.

Diámetro (m)	Q*F <sub>c</sub> (ton/m <sup>2</sup> )	ΔH (m)	ΔH (cm)	k <sub>v</sub> (ton/m <sup>3</sup> )	k <sub>v</sub> (kg/cm <sup>3</sup> )
0.60	5138.35	0.0468	4.68	109887.10	109.89
0.80	3477.97	0.0332	3.32	104688.06	104.69
1.00	2652.25	0.0269	2.69	98481.27	98.48
1.20	2165.83	0.0235	2.35	92112.74	92.11
1.40	1847.58	0.0215	2.15	85991.10	85.99
1.60	1624.01	0.0202	2.02	80290.91	80.29
1.80	1458.71	0.0194	1.94	75068.04	75.07
2.00	1331.71	0.0189	1.89	70320.53	70.32
2.20	1231.16	0.0186	1.86	66020.00	66.02
2.40	1149.63	0.0185	1.85	62127.67	62.13
2.60	1082.22	0.0185	1.85	58602.37	58.60

TABLA X. MÓDULOS DE REACCIÓN VERTICAL PARA PILAS DE 32 M DE LONGITUD EN TORRE 1.



CAPACIDAD DE CARGA PARA PILAS Y MODULO DE REACCIÓN					
Diámetro (m)	Q*Fc (ton/m <sup>2</sup> )	ΔH (m)	ΔH (cm)	kv (ton/m <sup>3</sup> )	kv (kg/cm <sup>3</sup> )
0.60	6316.37	0.0607	6.07	104006.06	104.01
0.80	4201.19	0.0425	4.25	98949.07	98.95
1.00	3165.06	0.0339	3.39	93259.93	93.26
1.20	2561.75	0.0293	2.93	87524.89	87.52
1.40	2170.62	0.0265	2.65	82034.43	82.03
1.60	1897.87	0.0247	2.47	76914.70	76.91
1.80	1697.43	0.0235	2.35	72205.84	72.21
2.00	1544.20	0.0227	2.27	67904.91	67.90
2.20	1423.41	0.0222	2.22	63988.70	63.99
2.40	1325.82	0.0219	2.19	60425.67	60.43
2.60	1245.39	0.0218	2.18	57182.13	57.18

**TABLA XI.- MÓDULOS DE REACCIÓN VERTICAL PARA PILAS DE 32 M DE LONGITUD EN TORRE ÍNDICO.**

Es indispensable contar con un equipo topográfico para referenciar los ejes y niveles de colocación de las pilas.

Para cada pila se llevará un registro con todos los detalles relevantes durante la construcción. Debe supervisarse que el empotre de las pilas sea en el material resistente. Definido anteriormente y supervisado físicamente por un especialista durante el proceso de perforación.

El equipo de perforación deberá emplear brocas helicoidales con alabes y elementos de ataque adecuados. Previo a los trabajos de inicio de perforación, deberá ubicarse mediante una brigada de topografía la ubicación correcta del centro de las pilas. También deberá verificarse la verticalidad del equipo de perforación con el objeto de garantizar que la perforación se realice en forma adecuada

La perforación se iniciará utilizando una broca de tipo helicoidal con diámetro igual al fuste de la pila. En caso de que al fondo de la perforación aparezcan materiales resistentes, se podrá perforar inicialmente con una broca de menor diámetro y posteriormente se rimará al diámetro de proyecto.

La perforación de la pila posiblemente requiera de un ademe metálico recuperable en los primeros 3 m, pero en general será en seco

Inmediatamente después de hacer limpieza del fondo de la perforación, se bajará el armado y se colará la pila.



El armado se introducirá a la perforación momentos antes de realizar el colado, con sus separadores correspondientes para un correcto centrado dentro de la perforación.

Una vez terminada la perforación, se procederá de inmediato a la colocación del acero de refuerzo momentos antes de realizar el colado previamente habilitado con sus separadores para garantizar el recubrimiento libre mínimo de 7 cm, entre paños de estribos y perforación.

En el caso de las pilas donde se encontraron cavernas, se deberá habilitar con Tergalina reforzada con malla tipo gallinero en todo el perímetro de la pila donde se ubica la caverna, o bien se podrá emplear ademe metálico (No recuperable), en ambos casos deberá de considerarse una longitud adicional de mínimo de 50 cm sobre la bóveda de la caverna y bajo el lecho de la misma, tal como se indica más adelante, esto con la finalidad de dar continuidad al fuste de la pila en la zona en donde se presentan las discontinuidades y de evitar la pérdida masiva de concreto al momento de colar la pila.

Después de colocar el armado se iniciará con la colocación del concreto con el procedimiento del tubo Tremie con la pelota en el extremo inferior de 8 pulgadas de diámetro mínimo, manteniendo el extremo inferior del tubo embebido en el concreto fresco un mínimo de un metro sobre el fondo de la perforación, con objeto de evitar la contaminación y segregación del concreto; por ningún motivo se interrumpirá la colocación del concreto hasta completar la pila en construcción. El colado se llevará hasta 0.40 m por arriba del nivel de desplante de las contratrabes, para eliminar el concreto contaminado y permitir la liga estructural de las pilas

Se deberá llevar un registro del volumen del concreto vaciado a la perforación, el que se cotejará con la ubicación de la misma.

El colado se suspenderá una vez que el concreto no contaminado tenga la altura correspondiente al nivel inferior de las contratrabes, lo que se estima ocurre 0.4 m abajo del nivel superior del concreto.

Se recomienda usar concreto con aditivo fluidizante se aceptará un revenimiento como mínimo de 18 cm + 2.5 cm, únicamente los 6 m<sup>3</sup> más profundos serán con un revenimiento de 20 cm+ 2 cm.

De acuerdo con la exploración realizada tanto en Torre 1 y en Torre Índico, se detectaron cavernas a diferentes profundidades observando discontinuidades de hasta 2 m de espesor, por debajo de los 3 m de profundidad, por lo que se recomienda utilizar losas de cimentación para las estructuras proyectadas, y únicamente se podrán considerar zapatas corridas bajo los muros perimetrales.



De acuerdo con datos obtenidos en campo para este propósito se observó que superficialmente se tiene materiales de roca caliza consolidada con una dureza que varía de dura a blanda dependiendo del lugar, esta capa se encontró a partir de la profundidad actual del terreno que se encuentra por debajo de la superficie del orden de 4 m y termina aproximadamente a 5,80 m de profundidad. Se observó en los registros de los sondeos de penetración estándar que el manto rocoso presenta un ligero fracturamiento, se detectaron cavidades en los primeros 3m de profundidad, y algunas rellenas de arena limosa, también se detectaron fracturas en la roca y rellena con escoria, así como arena limosa interestratificada en la roca caliza; (el Índice de Calidad de la Roca para este tipo de roca se estima entre 10% y 50%), el cual es indicativo del fracturamiento y de las irregularidades de la masa rocosa superficial, debido a lo anterior la alternativa de zapatas no es viable, pues al desplantarlas entre 1.2 y 1.5 m de profundidad, se tendrían en algunas zonas cavidades por debajo de sus desplante que pondría en riesgo su estabilidad, por este motivo será mejor emplear una losa de cimentación apoyada sobre la plataforma de mejoramiento existente, previa recompactación, y en el caso de las cavidades que esta esté puentando dichas zonas, evitando el colapso de las cavidades subterráneas que se detectaron en los primeros tres metros .

Los materiales menos favorables que se tendrán a nivel del desplante recomendado tienen un ángulo de fricción interna de  $27^\circ$ , un peso volumétrico de 1.7 ton/m<sup>3</sup>, obtenidos de los resultados de las pruebas triaxiales no consolidadas-no drenadas UU y de la compresión axial no confinada realizadas en las muestras cúbicas obtenidas.

Para el diseño de la losa de cimentación se obtuvo la capacidad de carga admisible para diseño que resultó de 35.5 ton/m<sup>2</sup> en condiciones estáticas y de 42.6 ton/m<sup>2</sup> en condiciones dinámicas, desplantada sobre una plataforma de material controlado, a la que le subyace un limo arenoso de color café blanquizco.

Los materiales que se tendrán al nivel del desplante recomendado tienen una cohesión de 2 ton/m<sup>2</sup> y un ángulo de fricción interna de  $28^\circ$ , un peso volumétrico de 1.8 ton/m<sup>3</sup>, obtenidos de la correlación de la prueba de penetración estándar, se obtuvo la capacidad de carga admisible para diseño para zapatas corridas de 39.9 ton/m<sup>2</sup> en condiciones estáticas y de 47.89 ton/m<sup>2</sup> en condiciones dinámicas.





## BIBLIOGRAFÍA

- Badillo, J. (2005). *Mecánica de Suelos* . México D.F.: Limusa.
- Braja , M. D. (2001). *Principios de Ingeniería en Cimentaciones*. 4th Ed. Flores, O. J. (21 de Marzo de 2012). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/86171858/Exploracion-y-Muestreo-Del-Subsuelo>
- *Laboratorio L4. Ingeniería Civil*. (02 de Agosto de 2014). Obtenido de [https://drive.google.com/file/d/0B8\\_rUO6apoExWGh4eVVqUUt3MXc/view](https://drive.google.com/file/d/0B8_rUO6apoExWGh4eVVqUUt3MXc/view)
- *Normas Técnicas Complementarias*. (2004). Ciudad de México: Gaceta Oficial del Departamento del D.F.
- *Reglamento de Cimentaciones para el Distrito Federal*. (2004). México: Gaceta Oficial del Departamento del D.F. .
- SMIG. (2001). *Manual de Cimentaciones Profundas* . México D.F.
- SMMG. (2002). *Manual de Construcción Geotécnica Tomo I y II*. México.







# ANEXO I

## REPORTE

### FOTOGRAFICO





## “TORRE 1”

VISTAS PANORÁMICAS DEL PREDIO UBICADO EN CALLE 60, AVENIDA PROLONGACIÓN PASEO MONTEJO, N°1, POR 3, COLONIA VIA MONTEJO, MERIDA YUCATÁN.



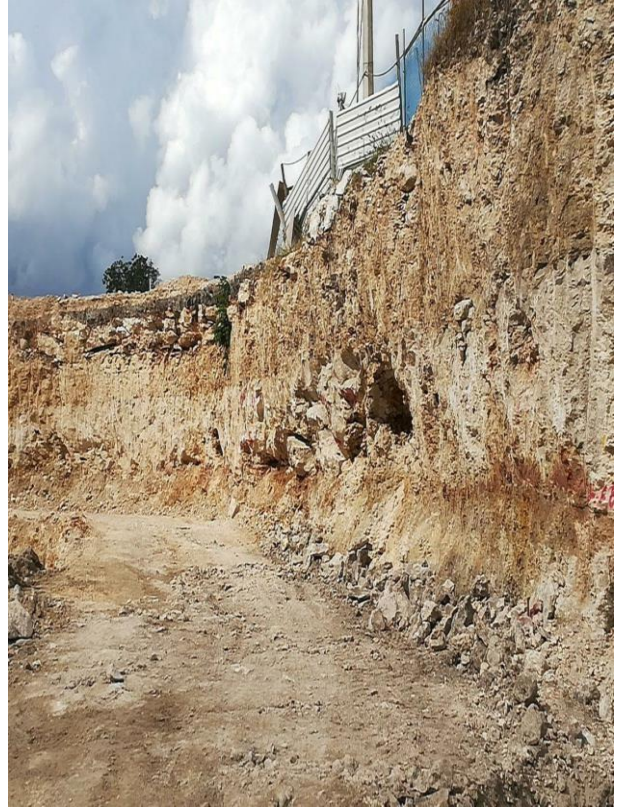


VISTAS PANORÁMICAS DEL PREDIO UBICADO EN CALLE 60, AVENIDA PROLONGACIÓN  
PASEO MONTEJO, N°1, POR 3, COLONIA VIA MONTEJO, MERIDA YUCATÁN.





## INICIO DE LOS TRABAJOS DE EXCAVACIÓN





INICIO DE LOS TRABAJOS DE EXCAVACIÓN





**SONDEO MIXTO SM-1**



**MUESTRAS OBTENIDAS**







**SONDEO MIXTO SM-2**



**MUESTRAS OBTENIDAS**

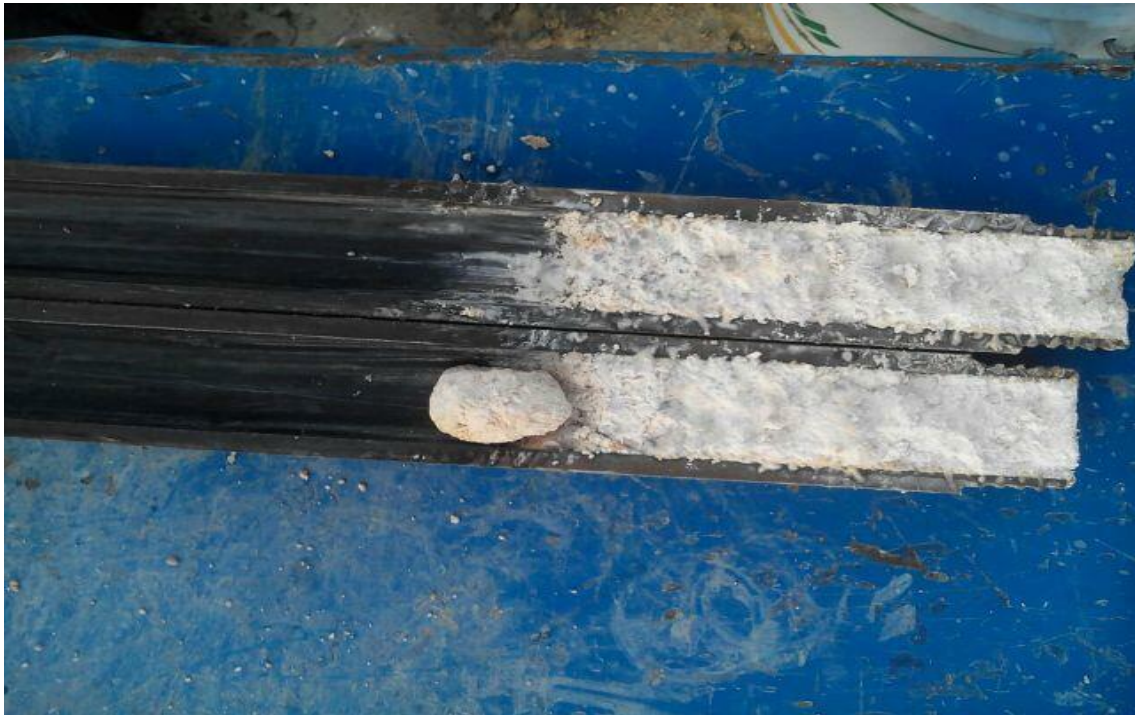




**SONDEO MIXTO SM-3**



**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-4**





**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-5**



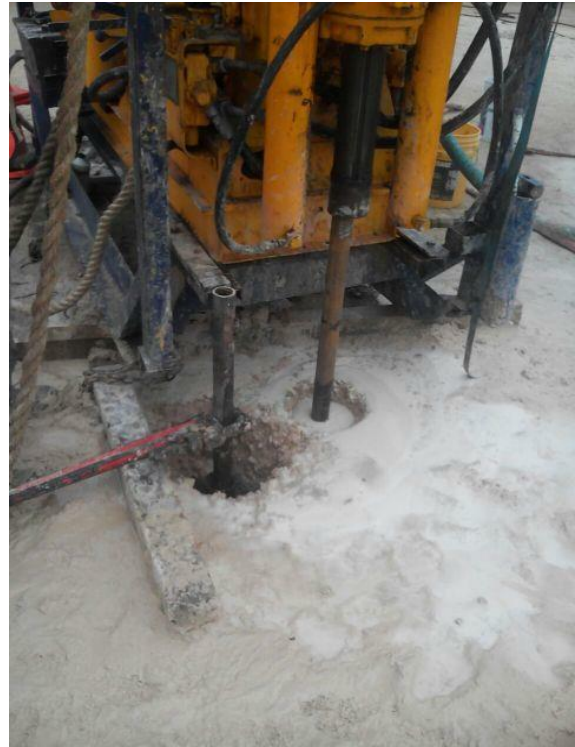
**MUESTRAS OBTENIDAS**



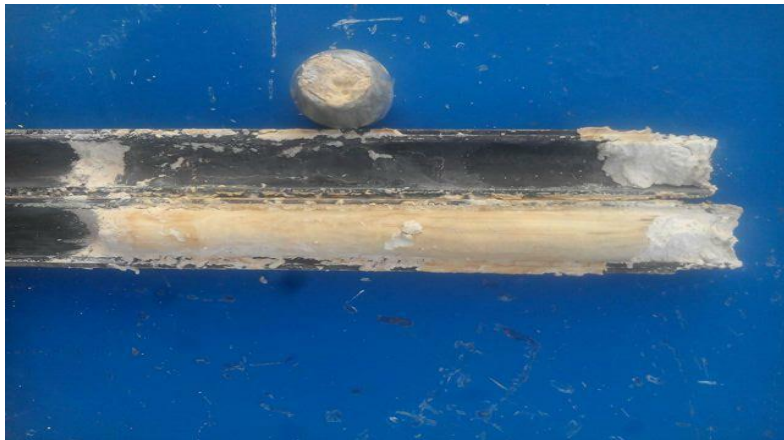




**SONDEO MIXTO SM-6**



**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-7**





**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-8**

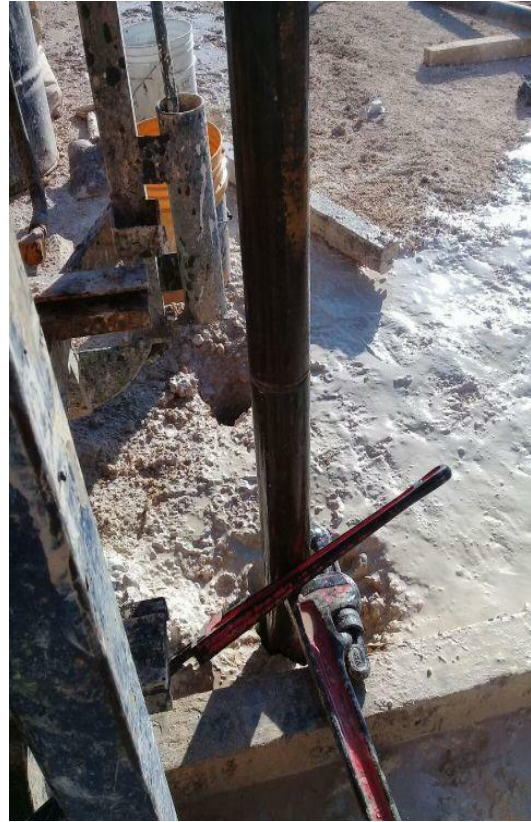


**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-9**





**MUESTRAS OBTENIDAS**







**SONDEO MIXTO SM-10**



MUESTRAS OBTENIDAS



**SONDEO MIXTO SM-11**



**MUESTRAS OBTENIDAS**



**SONDEO MIXTO SM-12**





**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-13**





**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-14**





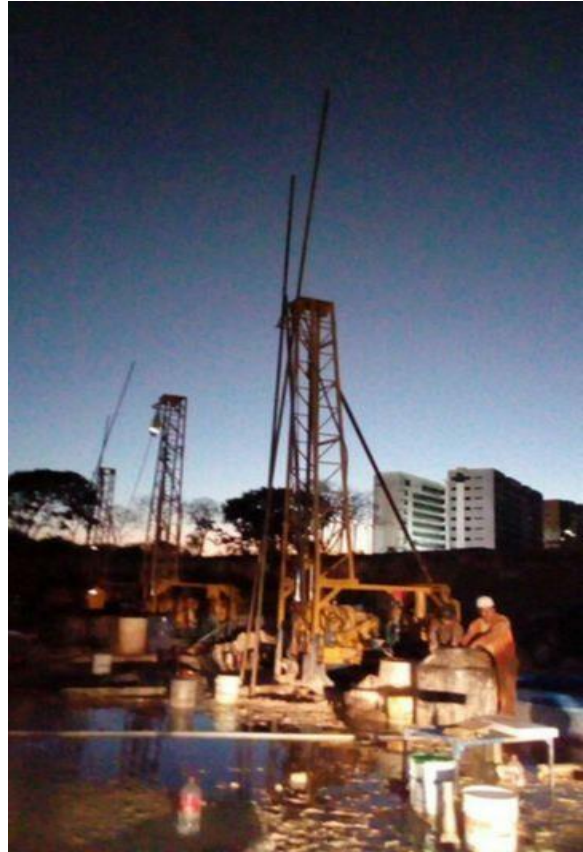


**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-15**



**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-16**





MUESTRAS OBTENIDAS



**SONDEO MIXTO SM-17**





MUESTRAS OBTENIDAS









**SONDEO MIXTO SM-18**



MUESTRAS OBTENIDAS







SONDEO MIXTO SM-19





MUESTRAS OBTENIDAS







**SONDEO MIXTO SM-20**







MUESTRAS OBTENIDAS







## “TORRE ÍNDICO”

VISTAS PANORÁMICAS DEL PREDIO UBICADO EN CALLE 60, AVENIDA PROLONGACIÓN PASEO MONTEJO, N°1, POR 3, COLONIA VIA MONTEJO, MERIDA YUCATÁN.







**INICIO DE LOS TRABAJOS DE EXCAVACIÓN**







**SONDEO MIXTO SM-1**



MUESTRAS OBTENIDAS









**SONDEO MIXTO SM-2**



**MUESTRAS OBTENIDAS**



**SONDEO MIXTO SM-3**

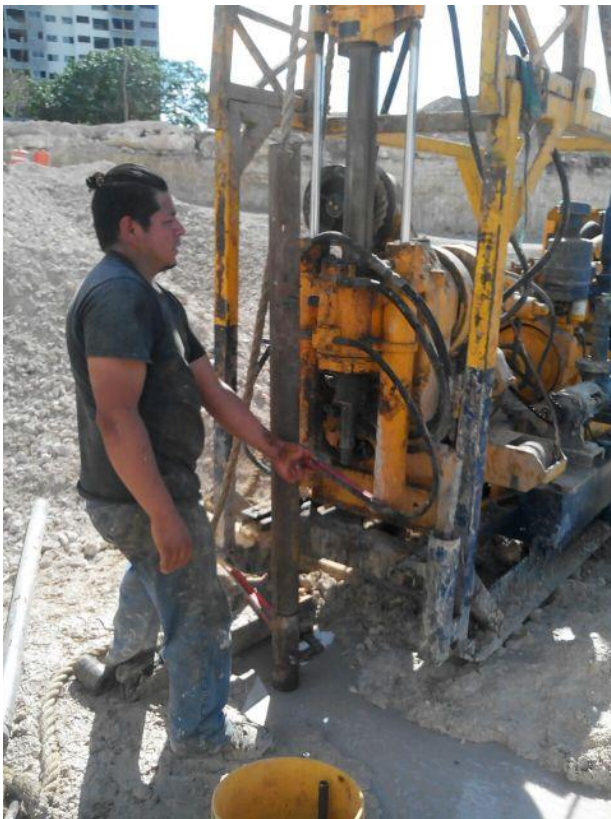


MUESTRAS OBTENIDAS





**SONDEO MIXTO SM-4**





**MUESTRAS OBTENIDAS**



**SONDEO MIXTO SM-5**







**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-6**





**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-6**



MUESTRAS OBTENIDAS





SONDEO MIXTO SM-7





**MUESTRAS OBTENIDAS**



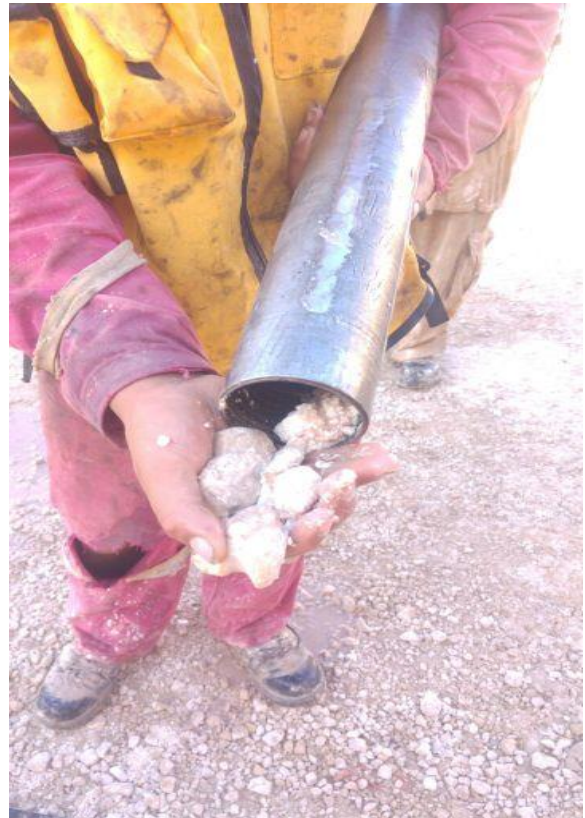


**SONDEO MIXTO SM-8**





**MUESTRAS OBTENIDAS**





SONDEO MIXTO SM-9





**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-10**

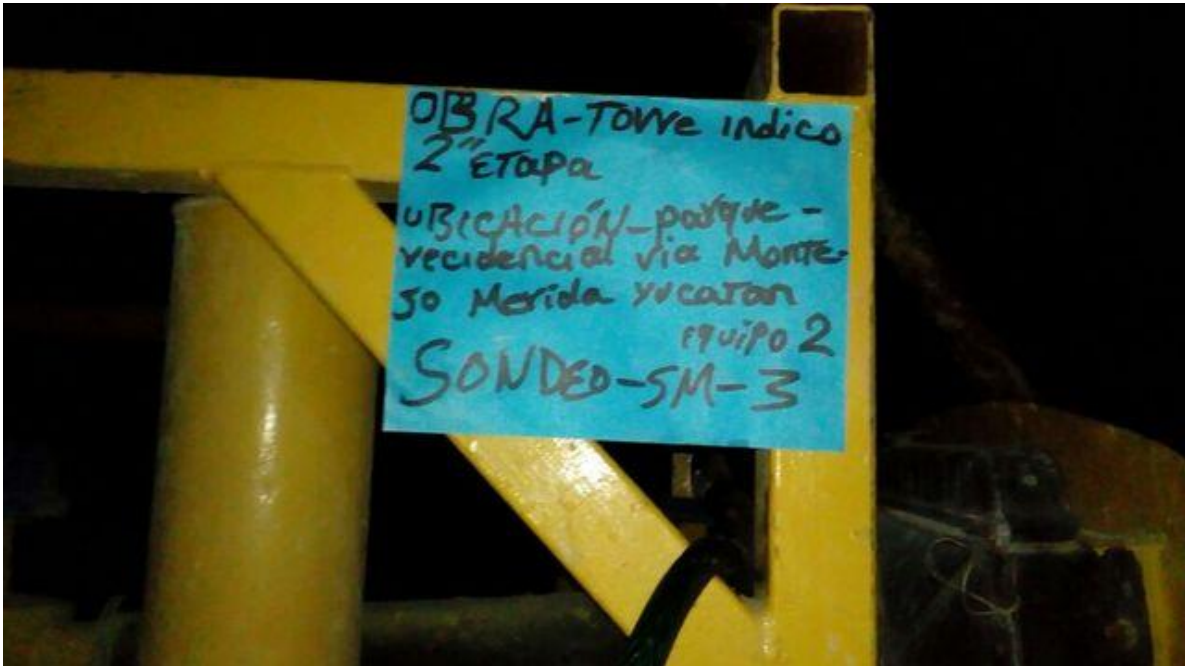


**MUESTRAS OBTENIDAS**





SONDEO MIXTO SM-11



MUESTRAS OBTENIDAS



SONDEO MIXTO SM-12



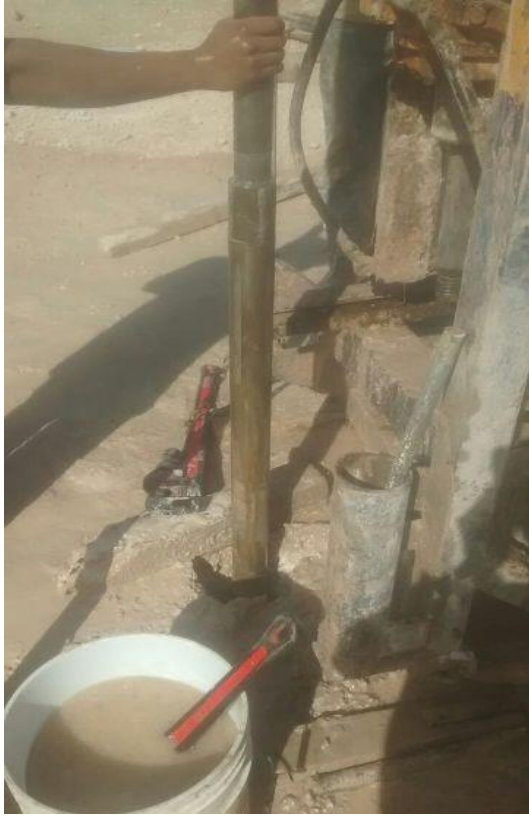




MUESTRAS OBTENIDAS



**SONDEO MIXTO SM-13**



**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-14**



**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-15**



**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-16**



**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-17**



**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-17**







**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-19**



**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-20**





**MUESTRAS OBTENIDAS**



**SONDEO MIXTO SM-21**



**MUESTRAS OBTENIDAS**



**SONDEO MIXTO SM-22**



**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-23**



**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-24**



**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-25**



**MUESTRAS OBTENIDAS**



**SONDEO MIXTO SM-26**

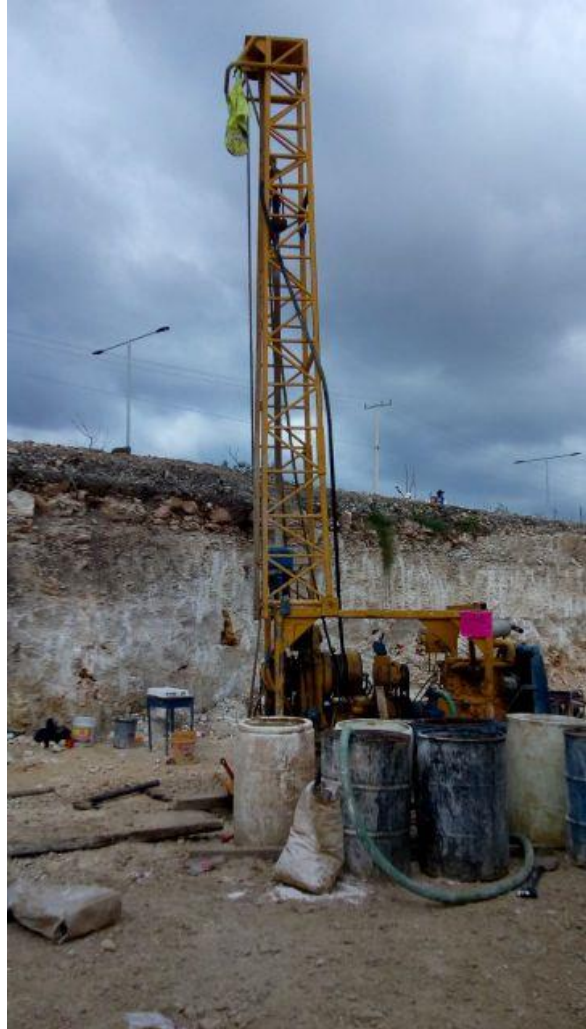


**MUESTRAS OBTENIDAS**

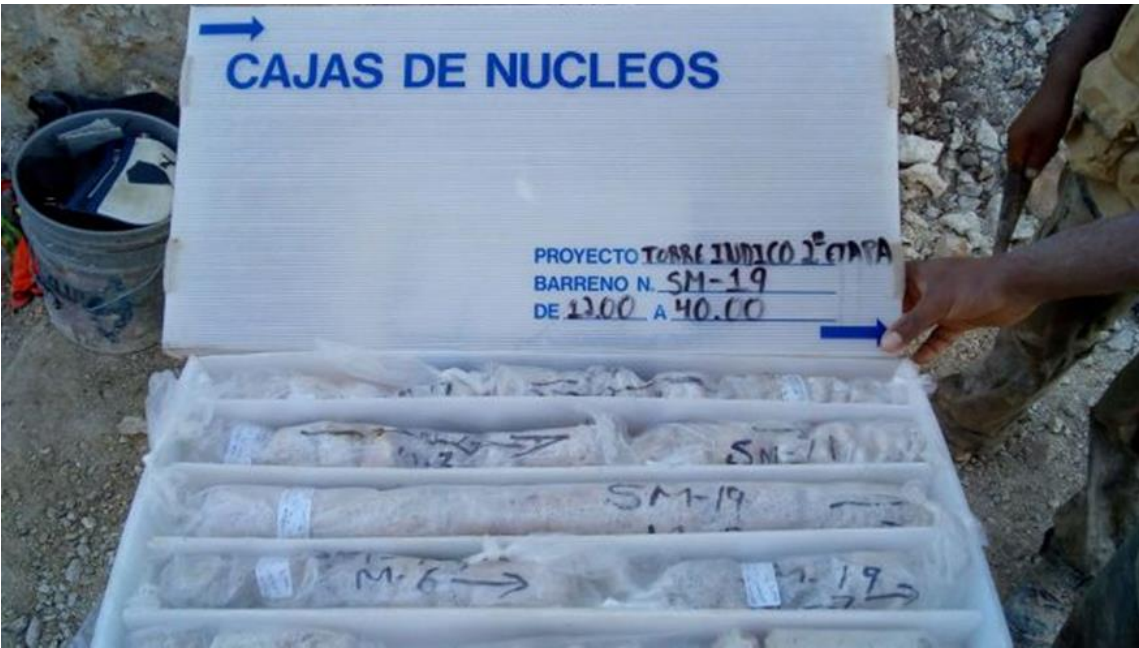




**SONDEO MIXTO SM-27**



**MUESTRAS OBTENIDAS**





**SONDEO MIXTO SM-28**



**MUESTRAS OBTENIDAS**







# ANEXO II

## PRUEBAS DE

### LABORATORIO





OBRA: **TORRE 1**

SONDEO: **1**

FECHA: 28 - JUNIO -2004

24-ene-18

“TORRE 1”



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm <sup>2</sup>	CLASIFICACIÓN
1	25.00 25.20	Z-31	25.50	96.30	84.90	19.19		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
2	25.60 25.87	1	24.1	89.6	79.4	18.44		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
3	26.20 26.80	2020	24.6	89.9	77.7	22.98		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
4	26.80 26.89	A-2	24.1	81.5	73.8	15.49		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
5	27.40 28.00	3	24.1	92.7	84.7	13.20		LIMO ARENOSO FINO BLANQUISCO
6	28.00 28.25	2036	24	84.4	76.8	14.39		LIMO ARENOSO FINO BLANQUISCO
7	28.60 28.90	HM	24.2	89	78.9	18.46		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
8	29.80 30.00	2023	24.5	85.4	77.9	14.04		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
9	30.40 30.60	2035	24.4	85.1	77.3	14.74		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
10	31.00 31.30	199	24.1	93.8	83.5	17.34		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
11	31.60 31.82	H-1	25.5	79.2	71.8	15.98		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
12	32.20 32.33	805	23.5	59.2	54.5	15.16		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
13	32.80 33.24	305	23.5	105.4	92.5	18.70		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
14	33.40 33.65	2016	24.6	94.6	83.1	19.66		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA



OBRA: **TORRE 1**

SONDEO: **2**

FECHA:

20-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	11.30	M-1	25.6	101.8	100.9	1.195219		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	12.80							
2	12.80	Z-32	23.5	66.5	66.4	0.2331		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	15.80							
3	15.80	1	23.9	68.9	68.5	0.896861		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	183.80							
4	18.80	3	24.1	65	64.2	1.995012		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	21.80							
5	21.80	2026	24.3	72.1	71.8	0.631579		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	24.80							
6	24.80	2017	24.5	64.2	64	0.506329		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.80							
7	27.80	2016	24.5	77.2	77	0.380952		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	30.80							
8	30.80	2027	23.9	86.9	77.4	17.75701		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	31.40							
9	31.40	76	25.4	92.8	81.4	20.35714		LIMO ARENOSO FINO BLANQUISCO
	32.00							
10	32.00	1020	23.6	93.3	83.3	16.75042		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	32.30							
11	32.60	I-1	23.4	90	82.3	13.07301		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	32.85							
12	33.20	2034	24.3	86.6	86.1	0.809061		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR
	34.70							
13	34.70	2031	23.9	91.7	81.9	16.89655		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	35.00							
14	35.20	2	24.2	78.6	70.4	17.74892		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	35.55							





OBRA: **TORRE 1**  
 SONDEO: **SM-3**

FECHA: \_\_\_\_\_

15-dic-17



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.01	S-1	25.2	65.1	64.2	2.307692		FRAGMENTO DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO
	26.50							
2	26.50	2020	24.2	76.8	69.7	15.6044		LIMO BLANQUISCO
	26.81							
3	27.11	FM	23.9	75.2	65.3	23.91304		FRAGMENTO DE NUCLEO BLANQUISCO
	28.11							
4	28.12							FRAGMENTO DE NUCLEO BLANQUISCO
	28.21							
5	28.25	1	23.9	66.1	59.8	17.54875		FRAGMENTO DE NUCLEO BLANQUISCO
	28.75							
6	S/P	2015	24.1	99.2	95.3	5.477528		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
7	31.75	2003	24.3	82	71.1	23.2906		LIMO ARENOSO BLANQUISCO
	32.35							
8	32.35	2029	24.1	78.3	67.4	25.17321		LIMO ARENOSO BLANQUISCO
	32.95							
9	34.75	XX	26.7	90.3	80.3	18.65672		LIMO ARENOSO BLANQUISCO
	35.17							
10	35.36							FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	36.36							
11	36.36	1020	23.5	68	63	12.65823		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	38.00							
12	38.20	I-1	23.5	89.2	75.2	27.0793		LIMO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	38.80							
13	38.81	1008	25.1	83	78.3	8.834586		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	40.31							



OBRA: **TORRE I**  
 SONDEO: **4**

FECHA: 22-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2011	24.4	87.8	77.9	18.50467		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.22							
2	25.60	2015	24.2	93.8	81.8	20.83333		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.74							
3	26.20	2003	24.4	85.3	75.7	18.71345		LIMO POCO ARCILLOSO CAFÉ AMARILLENTO CON POCA ARENA FINA
	26.33							
4	26.80	2007	24.4	97.3	83.3	23.7691		LIMO POCO ARCILLOSO CAFÉ AMARILLENTO CON POCA ARENA FINA
	26.88							
5	28.00	2001	24.4	60.6	54.1	21.88552		LIMO POCO ARCILLOSO CAFÉ AMARILLENTO CON POCA ARENA FINA
	28.06							
6	28.60							NO HAY MUESTRA
	29.60							
7	29.60	3	20.1	80.5	73.4	13.32083		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	30.01							
8	30.20	2036	24.1	58.1	51	26.39405		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.20							
9	31.20	HM	24.3	62.1	54.9	23.52941		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.20							
10	32.50	1	24.1	69.1	60.5	23.62637		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.50							
11	33.50	2030	24.1	58.3	52.1	22.14286		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MAXIMO DE 10 CM. Y 13 CM. R.Q.D. = 15.33 %
	35.00							
12	35.00	AM	24	61.3	53.7	25.58923		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.00							
13	36.00	31	23.8	74.9	72	6.016598		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.00							
14	37.00	DM	23.9	96.3	92.8	5.079826		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MAXIMO DE 13 CM. R.Q.D = 13.00 %
	38.00							
15	38.00	Z-31	25.4	86.7	77.8	16.98473		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	39.00							
16	39.00	305	23.9	82.4	71	24.20382		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.00							



OBRA: **TORRE 1**

SONDEO: **5**

FECHA:

20-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.02	2032	24.4	66.8	66	1.923077		GRAVA DE 1" CAFÉ GRISACEO CLARO
	26.62							
2	26.62	306	23.2	92.9	82	18.53741		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA Y ALGUNAS GRAVILLAS
	26.74							
3	27.22	2026	24.3	93	82.7	17.63699		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA Y ALGUNAS GRAVILLAS
	27.32							
4	27.92	W-1	25.5	71.8	68.6	7.424594		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑOS MENORES A 10 CM.
	29.42							
5	29.42	O-2	23.8	84.2	73.9	20.55888		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	29.67							
6	30.02	J	25.3	93.5	86.5	11.43791		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	31.52							
7	31.52	1004	23.6	78.1	59.3	52.66106		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	31.64							
8	32.12	54	24.6	89.7	78	21.91011		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR
	32.62							
9	34.16	U	24.3	105.4	92.1	19.61652		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	34.49							
10	34.76	609	23.1	80.9	71.1	20.41667		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	35.01							
11	35.36	8	24.1	59.6	53.6	20.33898		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	36.86							
12	36.86	Z-3	23.8	95.8	82.7	22.24109		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA Y ALGUNAS GRAVILLAS
	37.17							
13	37.46	I-1	23.5	77.2	66.9	23.73272		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA Y ALGUNAS GRAVILLAS
	37.73							
14	38.06	H	24.4	64.6	61.5	8.355795		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	39.06							
15	39.06	5	23.8	64.2	59.4	13.48315		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.06							





OBRA: **TORRE 1**  
 SONDEO: **SM-6**

FECHA: 15-dic-17



Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.01	2012	24.8	106.3	100.4	7.804233		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO
	26.50							
2	26.50	W-1	25.8	77.2	66.9	25.06083		LIMO BLANQUISCO
	26.80							
3	27.10	IM	24.1	78.6	69.7	19.51754		LIMO BLANQUISCO
	27.38							
4	27.70	BM	24.1	88.4	77.2	21.09228		LIMO BLANQUISCO
	27.91							
5	28.31							FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10CM
	29.31							
6	29.31							FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MAXIMO DE 22 CM.
	30.81							
7	30.81	2	24.5	93.3	89.7	5.521472		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10CM
	32.31							
8	32.31	2013	24	75.3	65.7	23.02158		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10CM
	33.81							
9	33.81	CM	23.8	82.5	70.7	25.15991		ARENA FINA POCO LIMOSA BLANQUISCA
	34.33							
10	34.41	2020	24.6	79.9	73.8	12.39837		LIMO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	34.86							
11	35.02	2023	24.4	90.6	85.5	8.346972		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10CM
	36.02							
12	38.13	2027	23.9	118.5	111.5	7.990868		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10CM
	39.13							
13	39.13	N-1	24.4	83.3	69.7	30.02208		LIMO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	39.48							
14	39.73	2030	24.3	94.3	84	17.25293		LIMO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	40.26							



OBRA: **TORRE I**

SONDEO: **7**

FECHA: \_\_\_\_\_

24-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.60	BM	24.1	91.6	81.8	16.9844		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.70							
2	26.20	W-1	25.5	45	42.2	16.76647		LIMO ARENOSO FINO BLANQUISCO
	26.27							
3	27.20	2001	24.4	52.5	47.4	22.17391		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	28.20							
4	28.20	O-2	23.8	51.4	47.4	16.94915		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	28.34							
5	29.40	8	24.3	89.7	80.1	17.2043		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	29.55							
6	30.00	J	25.3	90	85.1	8.19398		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.00							
7	32.00	306	23.1	131.8	127.3	4.318618		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.00							
8	33.00	2015	24.2	84.7	73.6	22.46964		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	34.00							
9	34.00	Z-3	23.8	61.3	56.3	15.38462		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	35.00							
10	35.00	2039	24.1	64.4	61.9	6.613757		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.00							
11	36.00							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.00							
12	37.00	2018	24.2	49.3	47.4	8.189655		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.00							
13	38.00							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MAXMO DE 12 CM. R.Q.D. = 12.00%
	39.00							
14	39.00	2026	24.4	108.2	99	12.33244		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.00							

400



OBRA: **TORRE I**  
 SONDEO: **8**

FECHA: 22-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2018	24.2	128.6	121.9	6.857728		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	26.50							
2	26.50	2009	24.3	81.2	72.5	18.04979		LIMO ARENOSO CAFÉ AMARILLENTO CLARO
	27.10							
3	28.20	2028	24.2	122.9	115.4	8.223684		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	30.30							
4	32.20	2010	24.5	95.1	86.8	13.32263		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.90							
5								NO HAY MUESTRA
6	35.20	D	24.6	85.3	72	28.05907		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON FRAGMENTOS DE NUCLEO MENORES A 10 CM.
	36.70							
7	36.70	R	23.9	75.1	64.6	25.79853		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.20							
8	38.20	6	24	64.9	61.3	9.651475		FRAGMENTOS DE NUCLEO GRIS CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	39.20							
9	39.70	N-1	24.6	75.9	71.3	9.850107		FRAGMENTOS DE NUCLEO GRIS CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	40.70							

401



OBRA: **TORRE I**

SONDEO: **9**

FECHA: \_\_\_\_\_

22-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2038	23.8	99.7	94.6	7.20339		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.00							
2	27.00	2033	24.6	102	92.8	13.48974		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.00							
3	27.00	2005	24.6	96.5	89.1	11.47287		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.00							
4		2037	24.1	73.5	64	23.80952		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
5	36.20	CM	23.8	78.9	69.3	21.0989		LIMO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	36.35							
6	36.81	2020	24.2	70.8	61.8	23.93617		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.31							
7	38.61	FM	24	75.7	73.9	3.607214		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.10							

402



OBRA: **TORRE I**  
 SONDEO: **10**

FECHA: 22-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2012	24.6	69.1	66	7.487923		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.00							
2	27.00	2017	24.5	97.6	91.2	9.595202		LIMO ARENOSO FINO BLANQUISCO
	29.00							
3	31.00	2	24.5	67.5	66.5	2.380952		LIMO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	33.00							
4	33.00	2031	24	83.3	76.7	12.52372		LIMO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	35.00							
5	35.00	2034	24.3	89.1	81	14.28571		LIMO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	35.25							
6	35.60	2027	23.9	87.7	79.5	14.7482		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	35.87							
7	36.80	1020	23.7	97.5	86.6	17.32909		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.05							
8	37.20	2016	24.6	95.1	84	18.68687		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.50							
9	38.00	M-1	25.8	63.3	62.6	1.902174		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MAXIMO DE 13 CM. R.Q.D. = 6.50 %
	40.00							

403



OBRA: **TORRE I**

SONDEO: **11**

FECHA:

22-ene-18



Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	1	24	98	88.2	15.2648		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.28							
2	25.61	2023	24.6	81.3	76.7	8.829175		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.11							
3	27.11	199	24.1	83.9	75.2	17.02544		LIMO ARENOSO FINO BLANQUISCO
	27.24							
4	27.24	2032	24.2	74	69.3	10.42129		LIMO POCO ARCILLOSO CAFÉ AMARILLENTO CON POCA ARENA FINA
5	28.31							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.31							
6	29.31	2006	24.3	71	67.1	9.11215		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	30.81							
7	30.81	2013	24.1	88.2	78.7	17.39927		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	31.11							
8	31.41	2019	23.9	74.4	66	19.95249		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	31.68							
9	32.01	F-2	23.3	64.5	56.8	22.98507		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.01							
10	33.01	2025	24.4	87.1	74.6	24.9004		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	34.51							
11	34.51	4	23.9	74.5	56.6	54.74006		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.01							
12	36.01	H-1	25.5	65.7	58.3	22.56098		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.01							
13	37.01	A-2	23.9	67.9	59.4	23.94366		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.01							
14	38.01	Z-32	23.5	69.5	66.4	7.226107		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	39.01							
15	39.01	606	24.9	75.9	68.1	18.05556		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.51							
								FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MAXIMO 16 CM . Y 12 CM R.Q.D. = 18.66

OBRA: **TORRE I**

SONDEO: **12**

FECHA:

24-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	26.00	2022	24.6	97.5	95.1	3.404255		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	26.50							
2	26.50	2014	24.3	98.4	97.1	1.785714		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	28.00							
3	29.00	2008	24.8	78.9	75.2	7.34127		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.00							
4	31.00	2002	23.6	89.1	77.1	22.42991		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.00							
5	33.50	1	24.2	90.6	78.5	22.28361		LIMO ARENOSO FINO BLANQUISCO
	33.70							
6	34.10	M-1	25.6	73.7	64.7	23.0179		LIMO ARENOSO FINO BLANQUISCO
	34.45							
7	34.71	AM	24	92.9	90.3	3.921569		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.20							
8	36.80	2030	24.3	90.2	86.7	5.608974		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.00							
9	38.00	DM	23.9	61.3	60.5	2.185792		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MAXIMO DE 14 CM R.Q.D. = 7.00 %
	40.00							



OBRA: **TORRE 1**  
 SONDEO: **13**

FECHA: 24-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	31	23.9	88	86	3.220612		FRAGMENTOS DE NUCLEO GRIS CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.00							
2	28.00	X	24.8	91.7	80.4	20.32374		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	28.15							
3	28.60	V-1	25.3	99.2	89.8	14.57364		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	28.86							
4	29.20	O-1	26.9	83.2	75.2	16.56315		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	29.48							
5	29.80	2027	23.9	90.4	80.3	17.9078		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	29.95							
6	30.40	609	23.2	56.2	49.6	25		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	30.49							
7	31.00	2034	24.4	88	73.7	29.00609		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	32.58							
8	33.70	2	24.4	70.3	64.6	14.1791		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	34.70							
9	35.90	2019	23.8	84.7	69.6	32.96943		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	36.30							
10	36.30	2031	24	98.1	67	72.32558		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	38.30							
11	38.30	GM	24.1	62.7	60.4	6.336088		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	40.00							





OBRA: **TORRE I**  
 SONDEO: **14**

FECHA: 20-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2002	23.6	82.8	72	22.31405		LIMO ARENOSO FINO BLANQUISCO
	25.10							
2	25.60	4	23.8	85.7	74.6	21.85039		LIMO ARENOSO FINO BLANQUISCO
	26.20							
3	26.20	DM	23.8	81.1	76.3	9.142857		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	28.20							
4	28.20	31	23.7	45.5	43.5	10.10101		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.20							
5	29.20	J	25.3	76.5	74.2	4.703476		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	31.20							
6	33.20	2025	24.3	87.3	84.9	3.960396		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	35.00							
7	36.80	2014	24.1	103.8	103.1	0.886076		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	37.80							
8	37.80	AM	23.9	111.2	108.4	3.313609		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.80							
9	38.80	2011	24.3	74.3	71.5	5.932203		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	39.40							
10	39.40	2022	24.6	107.4	103.7	4.677623		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.00							

407



OBRA: **TORRE 1**

SONDEO: **15**

FECHA:

20-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	V-1	25.3	87.5	77.9	18.25095		LIMO ARENOSO FIN BLANQUISCO
	25.10							
2	25.60	2040	24	89.2	80.1	16.22103		LIMO ARENOSO FIN BLANQUISCO
	25.68							
3	26.20	2008	24.6	86.4	76.6	18.84615		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	26.31							
4	26.80	2036	23.8	79.1	71.5	15.93291		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	26.87							
5	28.90	7	24.2	67.1	61.7	14.4		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA Y ALGUNAS GRAVILLAS
	28.93							
6	29.50	2034	24.2	59.2	55.6	11.46497		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	30.50							
7	30.50	2014	24.2	94.5	92.7	2.627737		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	32.00							
8	32.00	31	23.8	64.1	62.8	3.333333		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.50							
9	33.50	2028	24	68.6	63	14.35897		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	35.00							
10	35.00	2020	24.6	73.5	71.6	4.042553		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.50							
11	36.50	2031	24.1	57.7	51.9	20.86331		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.00							
12	38.00	2	24.2	90.6	87.5	4.897314		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	39.50							
13	39.50	2012	24.6	50.9	48	12.39316		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.50							



OBRA: **TORRE 1**  
 SONDEO: **16**

FECHA: 24-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	X	25	96	89.8	9.567901		FRAGMENTOS DE NUCLEO GRIS CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	26.50							
2	26.50	V-1	25.3	81.8	72.5	19.70339		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	26.75							
3	27.10	2019	23.8	85.1	75.4	18.79845		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	27.18							
4	27.70	306	23.1	78.8	78	1.457195		FRAGMENTOS DE NUCLEO GRIS CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.20							
5	29.20	7	24.2	66.1	64.9	2.948403		GRAVA HASTA DE 3/4" CAFÉ GRISACEO CLARO
	29.60							
6	29.80	2	24.4	85	74	22.17742		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	30.22							
7	30.90	GM	24.2	97.2	82.5	25.21441		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	31.30							
8	31.50	2031	24.1	82.5	76	12.52408		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	32.50							
9	32.50	BM	24	91.1	81.4	16.89895		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	32.95							
10	34.60	O-1	26.8	96.7	85.8	18.47458		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	35.00							
11	36.00	2034	24.4	83.8	79.3	8.196721		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	36.31							
12	36.60	31	23.8	92.1	81.8	17.75862		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	36.80							
13	37.20	1	24	81.9	78.1	7.02403		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	38.90							
14	38.70	2032	24.2	70.3	66.1	10.02387		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	40.20							



OBRA: **TORRE 1**

SONDEO: **17**

FECHA:

24-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2023	24.6	68.4	67.2	2.816901		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.00							
2	27.00	HM	24.4	92.4	89.1	5.100464		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.00							
3	29.00	O-2	23.8	91.5	82.2	15.92466		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	29.30							
4	29.60	5	24	86.4	79.6	12.23022		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	29.85							
5	30.20	2035	24.2	74.7	69.2	12.22222		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	30.47							
6	30.80	2015	24.2	87.9	79.5	15.18987		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.80							
7	34.80	2001	24.4	64.5	56.1	26.49842		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	35.15							
8	35.40	2020	24.6	62	53.6	28.96552		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA A 10 CM.
	35.68							
9	36.60	2036	24	95.8	92.1	5.433186		GRAVAS HASTA DE 1" GRIS CLARO
	38.60							
10	38.60	8	24	60.9	51.6	33.69565		LIMO POCO ARCILLOSO GRIS CLARO CON POCA ARENA FINA
	38.90							
11	39.20	W-1	25.6	61.3	51.4	38.37209		LIMO POCO ARCILLOSO GRIS CLARO CON POCA ARENA FINA
	39.55							
12	39.80	2016	24.5	58.4	50.3	31.39535		LIMO POCO ARCILLOSO GRIS CLARO CON POCA ARENA FINA
	40.03							



OBRA: **TORRE I**  
 SONDEO: **18**

FECHA: 20-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2006	24.2	68.1	61.5	17.69437		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.02							
2	25.60	6	24.1	66.4	60.4	16.52893		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.73							
3	26.20	2005	24.5	74.5	66.5	19.04762		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	26.34							
4	26.80	2019	23.8	81.2	71.6	20.08368		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	27.05							
5	27.40	1	23.9	72.9	72.4	1.030928		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	28.40							
6	28.40	2033	24.6	69.8	62.7	18.63517		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	28.55							
7	29.00	2009	24.6	65.5	59.8	16.19318		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	29.14							
8	29.60	2023	24.5	75	70.1	10.74561		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	29.66							
9	30.20	N-1	24.6	80.3	71.5	18.76333		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA Y ALGUNAS GRAVILLAS
	32.20							
10	32.20	2020	24.2	60.6	53.7	23.38983		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA Y ALGUNAS GRAVILLAS
	32.45							
11	32.80	3	24.1	71	64.2	16.95761		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	33.07							
12	34.00	HM	24.3	71.1	69.4	3.769401		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	36.00							
13	36.00	2015	24.1	77.6	71.8	12.15933		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	38.00							
14	38.00	2010	24.4	74.9	67.4	17.44186		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	40.00							





Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	6	24	85.9	76.1	18.80998		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.02							
2	26.60	2006	24.3	86.2	75.3	21.37255		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	26.72							
3	27.20	D	24.7	75.7	68.3	16.97248		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	27.50							
4	27.80	2024	24.8	86.9	77.9	16.94915		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	28.05							
5	28.40	2020	24.3	96	83.8	20.5042		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	29.00							
6	29.00	2032	24.2	61.9	54.4	24.83444		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	29.60							
7	29.60	31	23.8	81.1	72.7	17.17791		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	29.85							
8	30.20	X	25	55.8	50	23.2		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	31.20							
9	31.20	2029	24.1	63.3	56.4	21.36223		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	32.20							
10	32.20	2031	24.1	73	64.5	21.0396		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	33.20							
11	33.20	2038	23.8	68.5	59.1	26.6289		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	34.20							
12	34.20	G	22.7	67.9	61.3	17.09845		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	35.20							
13	35.20	7	24.3	93.5	84	15.9129		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM
	35.45							
14	35.80	O-2	23.8	88.3	79.6	15.5914		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	35.99							





OBRA: **TORRE I**  
 SONDEO: **20**

FECHA: 24-ene-18



Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm <sup>2</sup>	CLASIFICACIÓN
1	25.00	1020	23.6	79.5	70.3	19.70021		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.30							
2	25.60	AM	24	103.8	91.3	18.57355		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.85							
3	26.20	2030	24.3	117.7	104.8	16.02484		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	26.50							
4	26.80	2017	24.6	113.5	100.2	17.59259		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	27.05							
5	28.90	O-1	26.8	92.3	87.1	8.623549		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.90							
6	29.90							FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	30.90							
7	30.90	2011	24.3	78.4	68.2	23.23462		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.00							
8	32.00	2012	24.6	46.3	42.4	21.91011		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.00							
9	33.00	805	23.4	84.9	76.2	16.47727		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.10							
10	33.50	199	24.3	85.1	74.4	21.35729		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	34.50							
11	34.50	V-1	25.3	79.3	69.2	23.00683		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	35.50							
12	35.50							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.50							
13	36.50							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.50							
14	37.50	306	23.1	59.8	54.6	16.50794		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.60							
15	38.10	R	24	60.6	52	30.71429		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.20							
16	38.80	J	25.3	86.1	75.8	20.39604		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.00							





### CÁLCULO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROCEDENCIA: PARQUE RESIDENCIAL MONTEJO

SONDEO Nº: SM-3 MUESTRA: 2 PROF.: 26.50-26.80 m.

DESCRIPCION DEL MATERIAL: LIMO BLANQUISCO

#### LÍMITE LÍQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
32	28	15.00	12.70	2.30	22.12
23	65	14.80	12.51	2.30	22.43
16	98	14.60	12.30	2.20	22.77
8	69	14.40	12.10	2.20	23.23

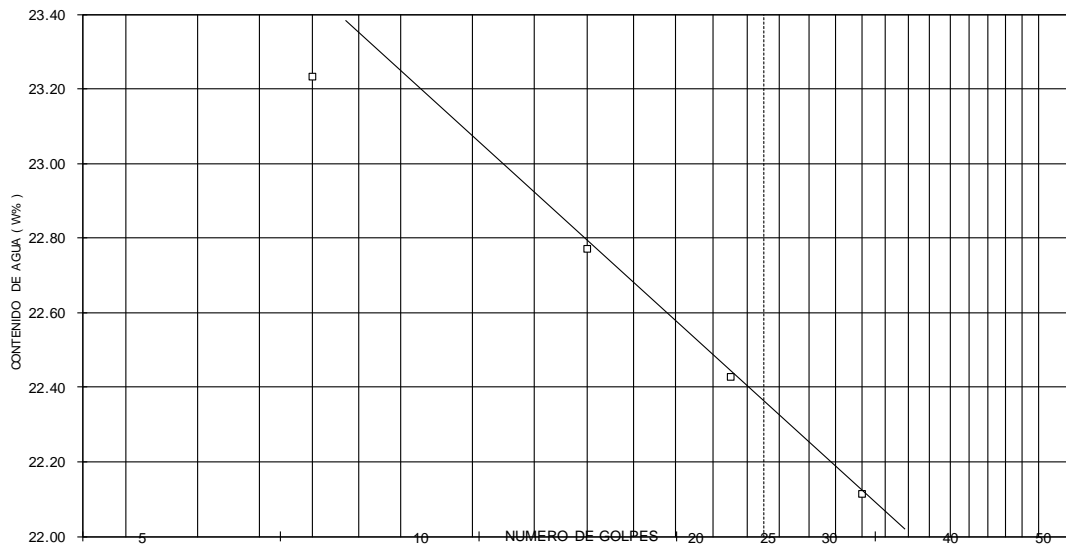
#### LÍMITE PLÁSTICO

	15	6.20	5.70	2.10	13.89
	54	6.30	5.90	2.20	10.81

#### CONTRACCIÓN LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
22.35	12.35	10.00	CL





### CÁLCULO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROCEDENCIA: PARQUE RESIDENCIAL MONTEJO

SONDEO Nº: SM-3 MUESTRA: 12 PROF.: 38.20-38.80 m.

DESCRIPCION DEL MATERIAL: LIMO BLANQUISCO

#### LIMITE LIQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
34	78	16.00	13.40	2.30	23.42
26	49	15.80	13.20	2.20	23.64
18	29	15.60	13.03	2.30	23.95
10	91	15.50	12.90	2.20	24.30

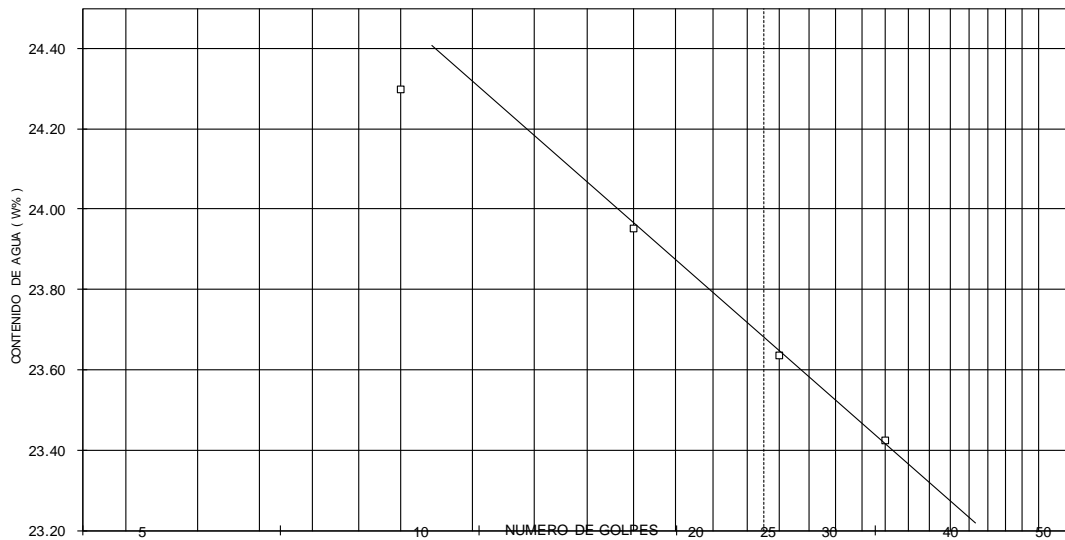
#### LIMITE PLASTICO

	9	6.70	6.20	2.30	12.82
	1	6.80	6.30	2.30	12.50

#### CONTRACCION LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
23.67	12.66	11.01	CL





### CÁLCULO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROCEDENCIA: PARQUE RESIDENCIAL MONTEJO

SONDEO Nº: SM-6 MUESTRA: 2 PROF.: 26.50-26.80 m.

DESCRIPCION DEL MATERIAL: LIMO BLANQUISCO

#### LIMITE LIQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
34	97	17.10	15.04	2.20	16.04
28	67	17.30	15.20	2.20	16.15
20	26	17.50	15.35	2.20	16.35
12	60	17.80	15.60	2.20	16.42

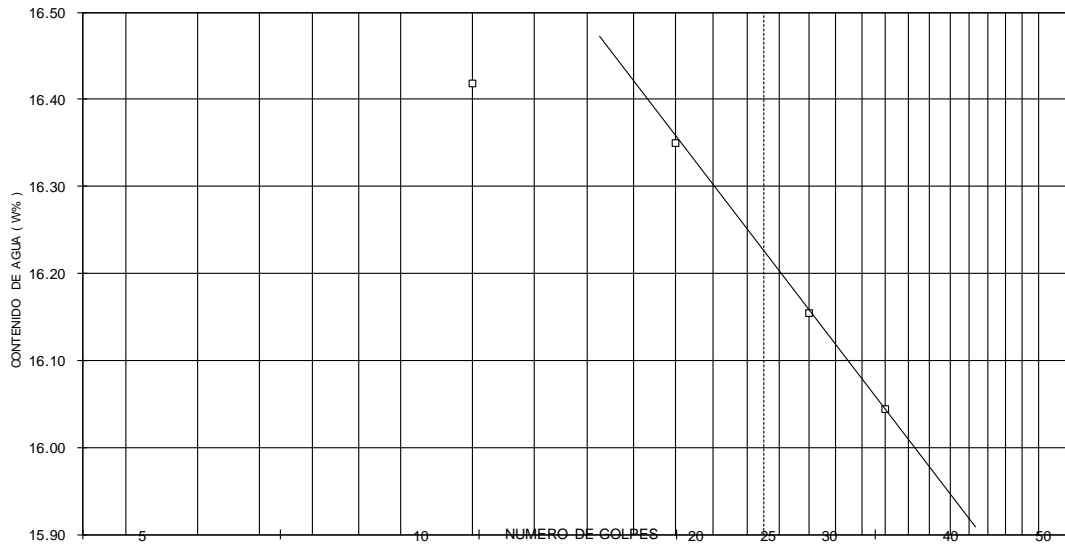
#### LIMITE PLASTICO

	10	6.70	6.30	2.20	9.76
	47	6.80	6.40	2.20	9.52

#### CONTRACCION LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
16.22	9.64	6.58	CL





### CÁLCULO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROCEDENCIA: PARQUE RESIDENCIAL MONTEJO

SONDEO Nº: SM-6 MUESTRA: 10 PROF.: 34.41-34.86 m.

DESCRIPCION DEL MATERIAL: LIMO BLANQUISCO

#### LÍMITE LÍQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
36	56	16.90	14.38	2.10	20.52
26	92	17.00	14.45	2.20	20.82
18	27	17.20	14.60	2.30	21.14
10	38	17.40	14.70	2.20	21.60

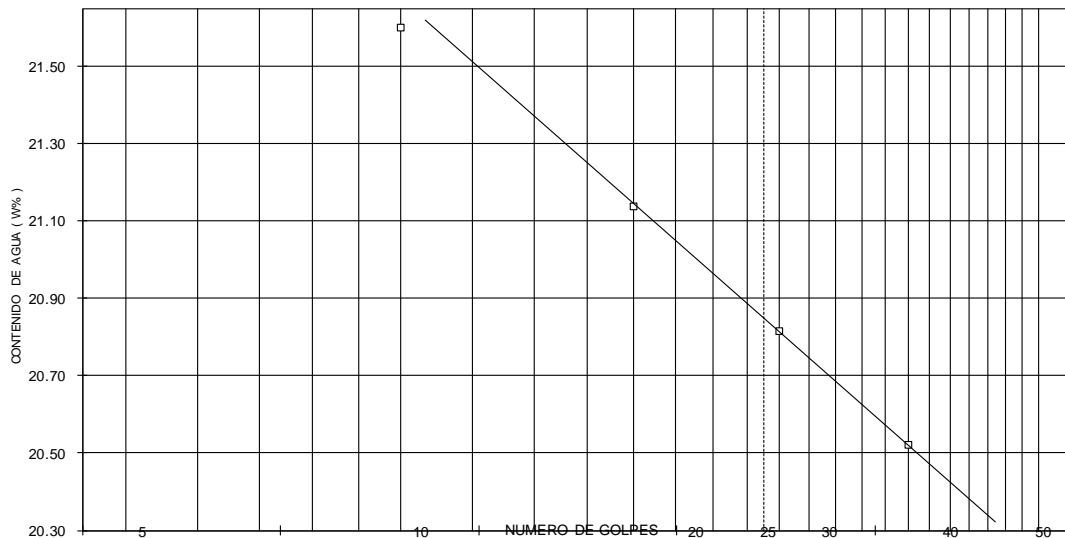
#### LÍMITE PLÁSTICO

	25	6.90	6.40	2.20	11.90
	51	6.80	6.35	2.30	11.11

#### CONTRACCIÓN LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
20.85	11.51	9.34	CL





### CÁLCULO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROCEDENCIA: PARQUE RESIDENCIAL MONTEJO

SONDEO Nº: SM-6 MUESTRA: 13 PROF.: 39.15-39.48 m.

DESCRIPCION DEL MATERIAL: LIMO BLANQUISCO

#### LIMITE LIQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
33	53	20.00	16.85	2.30	21.65
25	68	20.10	16.89	2.20	21.85
17	77	20.50	17.20	2.30	22.15
9	59	20.30	17.00	2.30	22.45

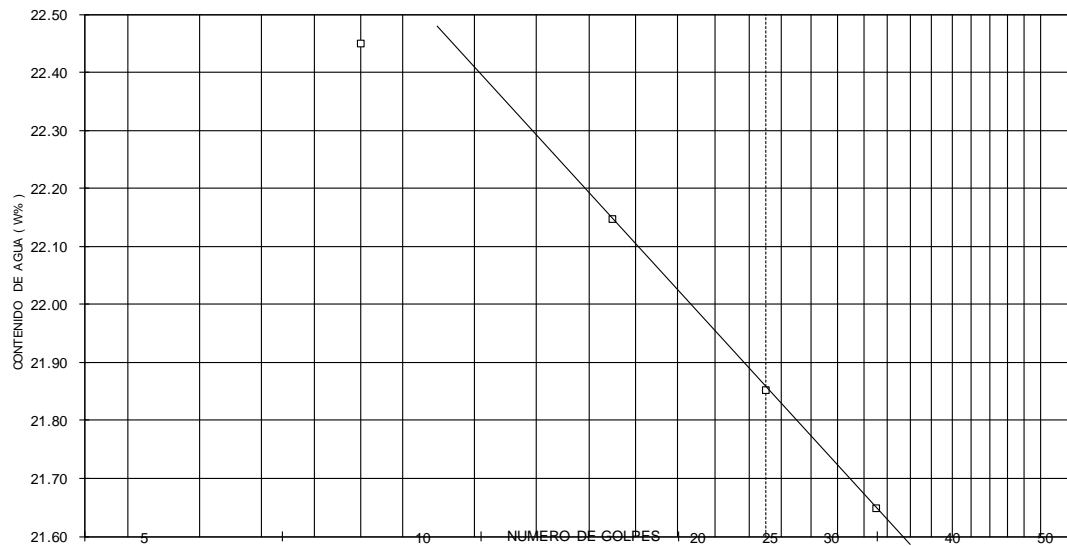
#### LIMITE PLASTICO

	100	6.30	5.90	2.20	10.81
	76	6.80	6.30	2.30	12.50

#### CONTRACCION LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
21.85	11.66	10.19	CL





## ENSAYE A LA COMPRESIÓN EN NÚCLEOS DE CONCRETO HIDRÁULICO

OBRA	: <u>TORRE 1</u>	DIRECTOR	_____	REPORTE No.	_____ <u>1</u>
LOCALIZACION:	: <u>RESIDENCIAL VIA MONTEJO,</u>	SUPERVISOR	_____	Fecha de muestreo:	_____
	<u>MERIDA YUCATÁN</u>	CONSTRUCTOR	_____	Fecha Informe:	<u>Dic/2017</u>

DATOS DEL PROYECTO:	_____
SUPERVISION DE LOS TRABAJOS DE LABORATORIO:	<u>Ing. Rodolfo Maza</u>

SONDEO No.	MUESTRA	PROFUNDIDAD	ENSAYE	DATOS ESPECIMEN						DATOS DEL ENSAYE	
				Ø	A	H	VOL.	PESO	PESO VOL. (Kg/cm <sup>3</sup> )	CARGA DE RUPTURA (Kg)	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>
6	13	36.00-38.00	ENERO/2018	4.65	16.98	9.30	158	354	2,238	12,247	721
7	12	34.20-35.20	ENERO/2018	4.67	17.13	9.22	158	261	1,653	408	24
	17	39.40	ENERO/2018	4.63	16.84	9.60	162	373	2,307	9,526	566
8	7	30.90-32.00	ENERO/2018	4.65	16.98	9.70	165	360	2,188	21,773	1,282
	13	36.50-37.50	ENERO/2018	4.55	16.26	9.22	150	348	2,318	17,690	1,088

420



OBRA: **TORRE INDICO**

SONDEO: **1**

FECHA:

24-ene-18

“TORRE INDICO”



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	11.00	EM	23.9	83.1	78.3	8.82		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	14.00							
2	14.00	FM	23.9	67.6	57	32.02		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	17.00							
3	17.00	2005	24.6	85.5	72.7	26.61		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	20.00							
4	20.00	2028	24.1	83.6	73.7	19.96		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	23.00							
5	23.00	2007	24.3	71.5	64.3	18.00		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	26.00							
6	26.00	2033	24.5	74.4	67.8	15.24		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.00							
7	29.00	2010	24.5	73.7	63.5	26.15		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.00							
8	32.00	2013	24.1	81.1	68.4	28.67		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	35.00							
9	35.00	2037	24	80.8	68.5	27.64		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.00							
10	38.00	9	24.6	70.6	62.5	21.37		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.40							



OBRA: **TORRE ÍNDICO**

SONDEO: **2**

FECHA:

25-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	8.50	2018	24.1	50.6	45.6	23.25581		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	11.50							
2	11.50	4	23.8	64	63.5	1.259446		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	14.50							
3	14.50	Z-3	23.8	96	86.2	15.70513		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	17.50							
4	17.50	2003	24.4	78.6	68.6	22.62443		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MAXIMO DE 10 CM. R.Q.D. = 3.33 %
	20.50							
5	20.50	F-2	23.3	110.9	100.4	13.61868		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MAXIMO DE 12 CM. R.Q.D. = 4.00 %
	23.50							
6	23.50	5	23.8	97.9	86	19.13183		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MAXIMO DE 12 CM. R.Q.D. = 4.00 %
	26.50							
7	26.50	2035	24.3	66.5	60.4	16.89751		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.50							
8	29.50	2015	24.2	85.5	77.5	15.00938		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.50							
9	32.50	2001	24.5	97.7	92.8	7.174231		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	35.50							
10	35.50	2014	24.4	68.4	66.3	5.011933		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.50							
11	38.50	8	24.1	75	70.5	9.698276		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.50							





OBRA: **TORRE ÍNDICO**

SONDEO: **3**

FECHA:

24-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	16.00	M-1	25.7	83.2	80.8	4.355717		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	18.00							
2	22.00	2002	23.7	87	85.4	2.593193		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	24.00							
3	25.00	3	24.2	94.3	88.7	8.682171		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.00							
4	27.00							FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.00							
5	29.00	A-2	24.1	81.4	75.2	12.13307		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.00							
6	31.00							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.00							
7	35.00	N-1	24.6	94.9	93.3	2.328967		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.00							
8	37.00	DM	23.9	77.5	72.3	10.7438		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	39.00							

423



OBRA: **TORRE ÍNDICO**  
 SONDEO: **4**

FECHA: 25-ene-18



Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm <sup>2</sup>	CLASIFICACIÓN
1	1.00	2013	24.2	94.3	88.6	8.850932		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	3.00							
2	3.00	2010	24.5	112	110.5	1.744186		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	4.00							
3	11.00	2028	24.1	80.1	78.4	3.130755		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	12.00							
4	14.00							FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	15.00							
5	16.00	2005	24.6	98.3	96.3	2.7894		GRAVAS HASTA DE 1" CAFÉ GRISACEO CLARO
	18.00							
6	22.00	2026	24.3	57.2	56.6	1.857585		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	24.00							
7	25.00	1	24	68.1	66.5	3.764706		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.00							
8	29.00	AM	24	99.4	95	6.197183		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.50							
9	31.50	2023	24.6	93.6	83.4	17.34694		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.50							
10	33.50							FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.00							
11	36.00	2007	24.3	85.5	74.3	22.4		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	36.28							
12	36.60	2027	23.8	68.5	59.1	26.6289		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	36.91							
13	38.20							FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.20							



OBRA: **TORRE INDICO**

SONDEO: **6**

FECHA:

24-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	27.00	2022	24.6	79.6	74.9	9.343936		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.00							
2	29.00	2014	24.4	82	74	16.12903		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.00							
3	31.00	2018	24	91.6	80.4	19.85816		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.00							
4	33.00	4	23.8	63.6	57.2	19.16168		LIMO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	33.13							
5	33.60	Z-3	23.8	69.2	62.1	18.53786		LIMO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	33.70							
6	34.21	2003	24.5	95.9	94.5	2		GRAVA DE 1" BLANQUISCO
	35.50							
7	35.50	F-2	23.2	90.2	86.5	5.845182		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.50							
8	37.50							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	39.00							
9	39.00							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MAXIMO DE 12 CM. R.Q.D. = 12.00%
	40.00							

425



OBRA: **TORRE INDICO**  
 SONDEO: **7**

FECHA: 24-ene-18



Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm <sup>2</sup>	CLASIFICACIÓN
1	25.00	7	24.2	95.6	83.2	21.01695		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.30							
2	26.00	2031	24	78	69.9	17.64706		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.00							
3	27.00	31	23.8	61.3	56.1	16.09907		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	28.00							
4	28.00	2032	24.2	65.6	59.8	16.29213		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.00							
5	29.00	2026	24.4	63.7	56	24.36709		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	30.00							
6	30.00	X	24.8	78.9	70.7	17.86492		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.00							
7	31.00	2	24.2	91.7	83.8	13.25503		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.00							
8	32.00	2034	24.4	63.2	59.8	9.60452		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.00							
9	33.00	BM	24.2	81.3	71.1	21.7484		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	34.00							
10	35.00	1	24.1	70.1	63.8	15.86902		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.00							
11	36.00	2019	23.8	84.9	70.8	30		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.00							
12	37.00	GM	24.1	81.9	73.7	16.53226		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.00							
13	38.00	2008	24.7	76.7	66.2	25.3012		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	39.00							
14	39.00	2039	24.2	98.7	87.4	17.87975		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.00							



OBRA: **TORRE INDICO**  
 SONDEO: **8**

FECHA: 24-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm <sup>2</sup>	CLASIFICACIÓN
1	25.00	1020	23.6	79.5	70.3	19.70021		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.30							
2	25.60	AM	24	103.8	91.3	18.57355		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.85							
3	26.20	2030	24.3	117.7	104.8	16.02484		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	26.50							
4	26.80	2017	24.6	113.5	100.2	17.59259		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	27.05							
5	28.90	O-1	26.8	92.3	87.1	8.623549		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.90							
6	29.90							FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	30.90							
7	30.90	2011	24.3	78.4	68.2	23.23462		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.00							
8	32.00	2012	24.6	46.3	42.4	21.91011		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.00							
9	33.00	805	23.4	84.9	76.2	16.47727		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.10							
10	33.50	199	24.3	85.1	74.4	21.35729		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	34.50							
11	34.50	V-1	25.3	79.3	69.2	23.00683		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	35.50							
12	35.50							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.50							
13	36.50							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.50							
14	37.50	306	23.1	59.8	54.6	16.50794		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.60							
15	38.10	R	24	60.6	52	30.71429		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.20							
16	38.80	J	25.3	86.1	75.8	20.39604		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.00							



OBRA: **TORRE INDICO**  
 SONDEO: **9**

FECHA: 31-ene-18



Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2015	24.2	96.9	85.8	18.01948		LIMO ARENOSO FINO BLANQUISCO
	25.25							
2	25.60	D	24.7	77.4	68.1	21.42857		LIMO ARENOSO FINO BLANQUISCO
	25.71							
3	26.20	2038	23.8	97.1	90.9	9.23994		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	26.80							
4	28.20	6	24	74.6	69.3	11.69978		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	30.20							
5	30.20	2035	24.4	76.8	68.3	19.36219		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.20							
6	32.20	2018	24.1	68.6	65	8.801956		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.20							
7	33.20	HM	24.4	57	50.2	26.35659		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	33.31							
8	33.80	2003	24.4	40.6	37.5	23.66412		GRAVA DE 1" BLANQUISCO
	33.86							
9	34.40	8	24.1	56.7	50.8	22.09738		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON ALGUNAS GRAVAS HASTA DE 1"
	34.55							
10	34.90	2010	24.6	63.7	57.7	18.12689		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.90							
11	36.90	2030	24.4	86.8	76.3	20.23121		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.90							
12	38.90							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.40							



OBRA: **TORRE INDICO**  
 SONDEO: **10**

FECHA: 31-ene-18



Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2027	24	59.8	53.9	19.73244		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	26.50							
2	26.50							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MAXIMO DE 20 CM. R.Q.D. = 13.33 %
	28.00							
3	28.30	2024	24.8	80.1	71.6	18.16239		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	29.80							
4	29.80	2034	24.4	79.8	77.4	4.528302		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.80							
5	32.80	CM	24	66.2	61	14.05405		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	34.30							
6	34.50	2020	24.6	77.1	74.6	5		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	35.80							
7	35.80	BM	24.1	44.7	42	15.0838		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.30							
8	37.30	2039	24	72.3	70	5		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.80							
9	38.80	2023	24.5	85.5	79.6	10.7078		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.30							

429



OBRA: TORRE INDICO  
 SONDEO: 11

FECHA: 31-ene-18



Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2007	24.3	61.8	56.3	17.1875		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	26.50							
2	26.50	2005	24.6	71.3	61.6	26.21622		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	28.00							
3	28.00	4	23.8	97.9	85.1	20.88091		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.50							
4	29.50	2014	24.4	97.9	85.8	19.70684		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.00							
5	31.00	X	24.8	72.3	65.6	16.42157		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.50							
6	32.50	7	24.2	65.9	63.3	6.649616		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	34.00							
7	34.00	2029	24.1	103	100.6	3.137255		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	35.50							
8	37.00							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.50							
9	38.50	H	24.3	78.7	76.9	3.422053		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.00							

430





OBRA: **TORRE INDICO**  
 SONDEO: **12**

FECHA: 31-ene-18



Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm <sup>2</sup>	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2018	24.1	84.2	73	22.90389		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.55							
2	25.60	2010	24.4	53.4	46.8	29.46429		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.10							
3	27.10	6	24	76.1	67.3	20.32333		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	27.50							
4	27.70	8	24.2	68.8	64.4	10.94527		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.20							
5	29.20	2038	23.7	80.7	71.1	20.25316		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	30.70							
6	30.70	2035	24.4	110.6	102.1	10.93951		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO 10 CM.
	32.20							
7	32.20	2030	24.3	91	73.9	34.47581		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.70							
8	35.60	2003	24.4	95.3	84.4	18.16667		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.70							
9	36.70	D	24.8	89.8	75.8	27.45098		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.20							
10	38.20							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	39.70							
11	39.70	HM	24.3	101.8	85.5	26.63399		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.70							

OBRA: **TORRE INDICO**  
 SONDEO: **13**

FECHA: 31-ene-18



Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	306	23.2	75.6	64.1	28.11736		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	26.50							
2	26.50	2024	24.8	86.7	72.9	28.69023		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	28.00							
3	28.00	2020	24.7	69.6	59.6	28.6533		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.50							
4	29.50	BM	23.8	76.7	68.3	18.8764		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.00							
5	31.00	J	25.4	99	93.5	8.076358		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.50							
6	34.00	W-1	25.7	79.1	65.6	33.83459		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	35.50							
7	35.50							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.00							
8	37.00							FRAGMENTOS DE NUCLEO FRACTURADO CON TAMAÑO MAXIMO 15 CM. R.Q.D. = 10.00 %
	38.50							
9	38.50							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MAXIMO DE 10 CM. Y 11 CM. R.Q.D. = 14.00 %
	40.00							

432



OBRA: **TORRE INDICO**  
 SONDEO: **15**

FECHA: 31-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	9	24.8	111.2	96	21.34831		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.25							
2	25.60	2015	24.1	91.7	80.3	20.2847		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.75							
3	26.20	2028	24.1	55.4	49.2	24.7012		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	26.25							
4	26.80	1	24	103.8	91.2	18.75		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	28.80							
5	28.80	2017	24.5	77.6	69.3	18.52679		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	30.80							
6	30.80	2020	24.5	100.7	87.5	20.95238		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO 10 CM.
	32.80							
7	32.80	W-1	25.4	61.2	53.7	26.50177		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	34.80							
8	34.80	2036	24.1	72.4	64.6	19.25926		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.80							
9	36.80	GM	24.3	99	96.5	3.462604		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.80							
10	38.80	2021	24.3	78	72	12.57862		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.30							

433



OBRA: **TORRE INDICO**  
 SONDEO: **16**

FECHA: 31-ene-18



Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2017	24.5	94.6	82.3	21.28028		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.38							
2	25.60	2028	24.1	98.6	84.9	22.53289		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.93							
3	26.20	9	24.5	90.7	76.5	27.30769		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	26.51							
4	26.80	GM	24.3	79.9	67.7	28.1106		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	26.95							
5	27.41	2036	24	89.7	78.5	20.55046		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.41							
6	29.41	2020	24.6	83.3	70.5	27.88671		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.41							
7	31.41	1	24	60.2	53.7	21.88552		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.40							
8	33.40	7	24.2	69.1	61.1	21.68022		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	35.40							
9	35.40	2008	24.7	69.9	61	24.51791		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.40							
10	37.40	2005	24.6	60.7	57	11.41975		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	39.40							
11	39.40	2026	24.4	116.6	106.5	12.30207		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.40							

OBRA: **TORRE INDICO**  
 SONDEO: **17**

FECHA: 31-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	Z-3	23.9	73.9	66.7	16.82243		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.35							
2	27.12	R	23.9	88.6	78.6	18.28154		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	27.39							
3	27.72	805	23.4	93	80.7	21.46597		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	28.05							
4	28.32	1004	23.6	82.1	69.3	28.00875		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	28.67							
5	28.92	V-1	25.3	106.8	93.9	18.80466		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	29.29							
6	29.52	199	24.3	94.6	83	19.7615		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	29.78							
7	30.13	O-1	26.8	109.4	97.9	16.1744		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.13							
8	32.13	2011	24.5	86.3	75.4	21.41454		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	34.13							
9	34.13	G	22.7	84.1	78.3	10.43165		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.13							
10	36.13	2001	24.5	82.5	74.4	16.23246		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.13							
11	38.13							FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.13							

435



OBRA: **TORRE INDICO**  
 SONDEO: **18**

FECHA: 20-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	1	24.2	97	85.4	18.95425		LIMO ARENOSO FINO BLANQUISCO
	25.35							
2	25.60	EM	24	88.9	77.1	22.22222		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.60							
3	27.60	2035	24.4	92.1	91.3	1.195815		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.60							
4	29.60	2036	24	93.9	79.1	26.86025		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.60							
5	31.60	2039	24.1	102.9	95.3	10.67416		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.60							
6	33.60	2015	24.1	90.2	87.7	3.930818		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	35.60							
7	35.60	HM	24.2	95	85.5	15.49755		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.60							
8	37.60	3	24	66.6	55.1	36.97749		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	39.10							
9	39.10	2024	24.9	93.7	86.4	11.86992		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.60							

436



OBRA: **TORRE INDICO**

SONDEO: **19**

FECHA:

20-ene-18



Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2024	24.9	66.8	59.1	22.51462		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON ESCASA ARENA FINA
	25.25							
2	25.60	241	24.5	75.4	66.9	20.04717		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON ESCASA ARENA FINA
	25.75							
3	26.20	9	24.8	30.2	29.4	17.3913		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON ESCASA ARENA FINA
	26.31							
4	26.82	AM	24	64.9	57.4	22.45509		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	28.80							
5	29.50	DM	23.9	73.2	65.1	19.66019		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA Y ALGUNAS GRAVILLAS
	29.78							
6	30.10	2002	23.8	80.6	73.9	13.37325		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON ESCASA ARENA FINA
	30.42							
7	30.60	4	23.8	81.1	72.3	18.14433		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.60							
8	32.60	2017	24.4	62.7	55.2	24.35065		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	34.60							
9	34.60	2016	24.4	62	55.5	20.90032		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.60							
10	36.60	2027	24	61.9	53.2	29.79452		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.60							
11	38.60	2039	24	79	69	22.22222		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.00							

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN



OBRA: **TORRE INDICO**

SONDEO: **20**

FECHA:

20-ene-18



Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	EM	24.1	75.9	67.6	19.08046		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON ESCASA ARENA FINA
	25.33							
2	25.60	2035	24.3	62.6	55	24.7557		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON ESCASA ARENA FINA
	25.90							
3	26.20	1	24	69.3	61.6	20.47872		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.20							
4	28.70	CM	23.8	75.1	64.9	24.81752		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON ESCASA ARENA FINA
	29.02							
5	29.30	2018	24.1	84.7	73.3	23.17073		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON ESCASA ARENA FINA
	29.68							
6	29.91	FM	23.9	58.6	52.2	22.61484		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.00							
7	32.00	2021	24.2	61.3	53.8	25.33784		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	34.00							
8	34.00	2011	24.3	95.9	68.9	60.53812		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.00							
9	36.00	2003	24.2	76.5	84.7	-13.55372		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.00							
10	38.00	2001	24.5	80.3	69.9	22.90749		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.00							

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN





OBRA: **TORRE INDICO**  
 SONDEO: **21**

FECHA: 20-ene-18



Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm <sup>2</sup>	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2028	24.1	97.6	85.8			LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.25							
2	25.60	H-1	25.5	72.3	64.8	19.08397		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.10							
3	27.10	A-2	24	65.6	57.2	25.3012		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	28.60							
4	28.60	F-2	23.1	92	79.6	21.9469		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	28.85							
5	29.20	2037	24.1	90.1	74.7	30.43478		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	30.70							
6	30.70	2040	24	73.1	63.4	24.61929		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.20							
7	32.20	FM	24	55.7	49.8	22.86822		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.70							
8	33.70	D	24.6	79.6	73.3	12.93634		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	35.20							
9	35.20	2018	24.1	73	65.7	17.54808		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.70							
10	38.20	2010	24.4	77.1	66.8	24.29245		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MAXIMO DE 11 CM. Y 14 CM. R. Q. D. = 12.5 %
	40.20							
11	40.20	2027	23.8	64.4	60.1	11.84573		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	41.70							
12	41.70	1	24	94.3	87.5	10.70866		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	43.20							

OBRA: **TORRE INDICO**

SONDEO: **22**

FECHA:

20-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2020	24.5	90.6	80.3	18.45878		LIMO ARENOSO FINO BLANQUISCO
	25.30							
2	25.60	O-1	26.8	90.3	79.4	20.72243		LIMO ARENOSO FINO BLANQUISCO
	25.85							
3	26.20	2021	24.2	85.2	74.1	22.24449		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	27.70							
4	27.70	2003	24.3	67.1	63.7	8.629442		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	29.20							
5	29.20	2001	24.4	97.2	82.9	24.44444		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	30.30							
6	30.70	V-1	25.3	71.1	64.9	15.65657		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	32.20							
7	32.30	9	24.7	84.6	70.3	31.35965		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.80							
8	33.80	X	24.8	125.1	121.5	3.722854		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	35.30							
9	35.30	GM	24.1	131.5	122	9.703779		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MAXIMO DE 10 CM. R.Q.D. = 6.66 %
	36.80							
10	36.80	2007	24.2	64	59.3	13.39031		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.30							
11	38.70	2008	24.6	86	79.6	11.63636		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.20							
12	40.20	805	23.4	94.3	76.7	33.02064		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	41.70							
13		132	25.5	83.4	72.4	23.45416		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.



OBRA: **TORRE INDICO**

SONDEO: **23**

FECHA:

20-ene-18



Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	GM	24.2	63.8	57	20.73171		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON ESCASA ARENA FINA
	25.37							
2	25.60	2032	24.2	84.6	71.6	27.42616		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.10							
3	27.10	5	23.8	55.1	48.5	26.72065		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	28.60							
4	28.60	2013	24	63.5	55.4	25.79618		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	30.10							
5	30.10	O-2	23.7	59.8	51.2	31.27273		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.60							
6	31.60	805	23.5	48.7	42.6	31.93717		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.10							
7	33.10	2	24.5	98.6	93.5	7.391304		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	34.60							
8	34.60	2025	24.4	84.4	77.5	12.99435		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.10							
9	37.60	2022	24.7	66.3	63	8.616188		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	39.10							
10	39.10	609	23.1	70.2	61.3	23.29843		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.60							

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN



OBRA: **TORRE INDICO**  
 SONDEO: **24**

FECHA: 20-ene-18



Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	F-2	23.1	80.9	72.7	16.53226		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON ESCASA ARENA FINA
	25.30							
2	25.60	2026	24.3	77	67.8	21.14943		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON ESCASA ARENA FINA
	25.85							
3	27.20	2038	23.8	71.8	62.3	24.67532		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	28.20							
4	28.20	R	23.9	66	58.8	20.63037		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.20							
5	29.20	2007	24.3	80.9	71.5	19.91525		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON ESCASA ARENA FINA
	29.45							
6	29.80	H-1	25.4	79.6	70.8	19.38326		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON ESCASA ARENA FINA
	30.05							
7	30.40	X	24.8	85	75.4	18.97233		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.40							
8	31.40	O-1	26.8	93	89.9	4.912837		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.40							
9	32.40	132	25.5	59.8	57.4	7.523511		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.40							
10	33.40	606	24.9	66.9	59.4	21.73913		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	34.40							
11	35.40	J	25.3	62.2	56.2	19.41748		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.10							
12	36.40	306	23.2	78.9	64.4	35.19417		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.40							
13	37.40	M-1	25.8	71.9	67.1	11.62228		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.40							
14	39.60	2037	24.1	73	65.4	18.40194		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.60							
15	40.60	D	24.6	79.5	71.6	16.80851		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	41.60							
16	41.60	A-2	23.9	99.6	87.9	18.28125		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	42.60							

OBRA: **TORRE INDICO**

SONDEO: **25**

FECHA:

20-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm <sup>2</sup>	CLASIFICACIÓN
1								FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
2	27.00	N-1	24.7	91.6	88	5.687204		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	28.00							
3	28.00	2023	24.6	95.4	83.6	20		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.00							
4		1	24	67.9	58.3	27.98834		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
5	30.00	2019	23.8	84.7	81.1	6.282723		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.00							
6	31.00	2006	24.5	95.8	91.1	7.057057		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	32.00							
7	32.00	2005	24.5	91.7	78	25.60748		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.50							
8	33.50	2033	24.6	70.4	59.1	32.75362		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	34.50							
9	34.50	2020	24.4	69.3	61.9	19.73333		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	35.50							
10	40.70	2009	24.2	75.6	69.3	13.96896		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	42.00							
11	42.00	6	24	87	76.8	19.31818		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	43.00							
12	43.00	CM	23.8	68.4	57.8	31.17647		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	44.00							



OBRA: **TORRE INDICO**  
 SONDEO: **26**

FECHA: 20-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2029	24.1	82.9	74.5	16.66667		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.30							
2	25.60	1008	25.3	85.9	78.8	13.27103		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.10							
3	27.10	M	24.8	70.1	60.5	26.89076		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	28.60							
4	28.60	Z-3	23.6	81.9	73.7	16.36727		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
	30.10							
5	30.10	8	24	60.8	51.8	32.3741		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.60							
6	31.60	54	24.6	80.5	70.4	22.0524		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.10							
7	33.10	1004	23.6	72.1	65.2	16.58654		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	34.60							
8	34.60	X-1	25.1	73.7	68.5	11.98157		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.10							
9	37.10	BM	24.1	89.9	78.8	20.2925		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	38.60							
10	38.60	2030	24.1	59.4	55.2	13.50482		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.10							

444



OBRA: **TORRE ÍNDICO**  
 SONDEO: **27**

FECHA: 20-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1		O-1	27.2	98.4	87.8	17.49175		GRAVAS HASTA DE 1" BLANQUISCO
2	25.00	817	27.1	79.6	71	19.58998		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.00							
3	27.00	111	24.3	108.9	96.8	16.68966		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	29.00							
4	29.00	112-1	22.4	112.7	99.1	17.73142		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.00							
5	31.00	199	24.1	72.6	64.2	20.94763		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MAXIMO DE 19 CM. R.Q.D. = 9.50 %
	33.00							
6	33.00	H	24.6	68.6	66.7	4.513064		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	35.00							
7	35.00	W-1	25.7	82	78.9	5.827068		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.00							
8	37.00	U	24.2	59.2	53.5	19.45392		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	39.00							
9	39.00	G	22.9	66.9	66	2.088167		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.00							

445



OBRA: **TORRE ÍNDICO**

SONDEO: **28**

FECHA:

31-ene-18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Muestra N°	Profundidad (m)	Tara N°	tara gr.	Wh+t gr.	Ws+t gr.	w %	TORC. kg/cm²	CLASIFICACIÓN
1	25.00	2014	24.4	81.1	71.5	20.38217		LIMO POCO ARCILLOSO BLANQUISCO CON POCA ARENA FINA
	25.40							
2	25.60	1020	23.5	87.9	76	22.66667		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	27.10							
3	27.10	4	23.8	70.3	62	21.72775		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	28.60							
4	28.60	2029	24.2	76.8	68	20.09132		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	30.10							
5	30.10	2007	24.3	65.3	55.5	31.41026		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	31.60							
6	33.10	2001	24.5	83.5	76.8	12.81071		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	33.60							
7	34.60	Z-3	23.9	83	73.9	18.2		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	36.10							
8	36.10	2011	24.3	89.9	78	22.16015		FRAGMENTOS DE NUCLEO BLANQUISCO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	37.60							
9	37.60	G	22.7	67.6	64.4	7.673861		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	39.10							
10	39.10	X	24.8	91.8	89.5	3.554869		FRAGMENTOS DE NUCLEO CAFÉ GRISACEO CLARO CON TAMAÑO MENOR A 10 CM.
	40.60							

446







## ENSAYE A LA COMPRESIÓN EN NÚCLEOS DE CONCRETO HIDRÁULICO

OBRA	: <b>TORRE INDICO</b>	DIRECTOR	_____	REPORTE No.	1
LOCALIZACION:	: <b>RESIDENCIAL VIA MONTEJO, MERIDA, YUC.</b>	SUPERVISOR	_____	Fecha de muestreo:	_____
	_____	CONSTRUCTOR	_____	Fecha Informe:	<b>Dic/2017</b>

DATOS DEL PROYECTO:	
SUPERVISION DE LOS TRABAJOS DE LABORATORIO:	_____ Ing. Rodolfo Maza _____

SONDEO No.	MUESTRA	PROFUNDIDAD	ENSAYE	DATOS ESPECIMEN						DATOS DEL ENSAYE	
				Ø	A	H	VOL.	PESO	PESO VOL. (Kg/cm <sup>3</sup> )	CARGA DE RUPTURA (Kg)	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>
1	3	17.00-20.00	Dic/2017	4.71	17.42	9.75	170	354	2,086	16,330	937
	4	20.00-23.00	Dic/2017	4.62	16.76	10.48	176	331	1,882	1,361	81
	7	29.00-32.00	Dic/2017	4.73	17.57	9.62	169	387	2,290	12,792	728
2	5	20.50-23.50	Dic/2017	4.61	16.69	10.02	167	337	2,013	1,905	114
	8	29.50-32.50	Dic/2017	4.63	16.84	10.00	168	386	2,293	14,969	889
6	8	37.50-39.00	Dic/2017	4.73	17.57	10.22	180	346	1,926	4,082	232
7	5	29.00-30.00	Dic/2017	4.29	14.45	9.90	143	261	1,822	1,452	100

447

