



**PROYECTO
HABITACIONAL**

**CLIENTE
VILLA JOHN 284**

DIRECCIÓN

**MANZANA 284 LOTE 10,
MUNICIPIO DE TULUM,
QUINTANA ROO.**

MEMORIA

MECÁNICA DE SUELOS

**TULUM, QUINTANA ROO A
28 ABRIL DE 2022.**

En forma adjunta, se envía el informe técnico correspondiente al Estudio de Mecánica de Suelos para proyecto residencial, ubicado en Manzana 284 Lote 10, Municipio De Tulum, Quintana Roo.

Esperando servirles nuevamente, nos despedimos de usted reiterándonos a sus apreciables órdenes.

Contenido

1. Introducción.....	3
1.1 Descripción del proyecto.....	3
1.2 Ubicación.....	3
1.3 Descripción del trabajo realizado.....	3
2. Antecedentes geográficos.....	4
2.1 Geología regional.....	4
2.2 Geología local.....	4
2.3 Efectos sísmicos.....	5
2.4 Efectos de viento.....	6
2.5 Permeabilidad.....	6
3. Cimentaciones.....	7
3.1 Tipos de cimentaciones.....	7
4. Descripción de los trabajos de campo y gabinete.....	8
5. Solución de la cimentación.....	12
5.1 Cimentación propuesta.....	12
5.2 Capacidad de carga para cimentaciones superficiales.....	13
5.3 Proceso constructivo para cimentaciones superficial.....	13
6. Conclusiones y recomendaciones.....	15
A) Estratigrafía de los sondeos exploratorios de avance controlado.....	17
B) Representación en sección transversal, estratigrafías de los sondeos.....	24
C) Bibliografía.....	28

1. Introducción

1.1 Descripción del proyecto

Se desea realizar la construcción de proyecto residencial, por lo que se solicitó a nuestra empresa (**SINKO**) la ejecución de los trabajos de campo correspondientes con el fin de determinar las características físicas y mecánicas del suelo; y establecer las características de la cimentación a emplear en dicha construcción, así como la capacidad de carga del suelo de desplante para la cimentación.

1.2 Ubicación

Ubicado en Manzana 284 Lote 10, Municipio De Tulum, Quintana Roo.

1.3 Descripción del trabajo realizado

Los trabajos de campo y gabinete son los siguientes:

- a) Descripción visual del predio.
- b) Localización física de los sondeos.
- c) Sondeos de avance controlado (6 en este proyecto)
- d) Interpretación de datos de campo.
- e) Elaboración del Informe Final y Perfiles Estratigráficos.

2. Antecedentes geográficos

2.1 Geología regional

La península de Yucatán es una planicie con características morfológicas y estructurales, bastante uniformes. Está constituida por sedimentos calcáreos marinos del cenozoico. Las elevaciones sobre el nivel del mar alcanzan alturas pequeñas, siendo la máxima, la correspondiente a la sierra Yucateca, con una altitud de 126 m sobre el nivel del mar.

Las características físico-geográficas que presenta esta región son de tipo cárstico y corresponden a un estado intermedio de erosión dentro del ciclo geomorfológico. En las calizas pueden existir cavidades y conductos de disolución que varían, desde pequeños poros hasta grandes cavernas. Destaca a primera vista que el sub-suelo está constituido por rocas calcáreas, con una estructura secundaria muy desarrollada, representada en particular por cavidades y conductos de disolución.

Además existen depósitos de sedimentos blandos producto de la erosión vertical, confinados en cavidades; así como otras irregularidades.

La dureza de las rocas es muy variable encontrando desde muy blandas hasta duras. La capa de suelo vegetal, salvo en regiones ubicadas al sur de la península, es muy delgada y en muchas localidades no existe.

2.2 Geología local

En general sólo se tiene la formación Carrillo Puerto, que pertenece al Plioceno – Mioceno superior. Esta formación ocupa la mayor parte del estado de Quintana Roo y en general está formada en los estratos superiores por calizas duras, de color blanco a amarillo claro, con niveles arenosos debajo de los cuales se encuentran calizas arenosas menos duras, que van de un tono amarillento a amarillo – rojizo, alternadas algunas veces por margas, arenas y areniscas. Los estratos inferiores están representados por coquinas, recubiertas por una capa dura de roca caliza, con moluscos y otros tipos de fósiles marinos.

En algunas rocas, los fragmentos de fósiles son de moluscos (pelecípodos y gasterópodos), foraminíferos (planulina y quinqueloculina) y espinas de equinodermos, con tamaño variable de 0.07 y hasta 15 mm El cementante es lodo calcáreo (micrita), el cual ha recristalizado parcialmente en cristales de calcita (Springall & Espinoza, 1976).

El origen de la roca es sedimentaria marina, tal vez depositada detrás de los arrecifes coralíferos cerca de la costa, siendo por tanto, formas en condiciones de sedimentación en un ambiente epinerítico de evaporación total.

2.3 Efectos sísmicos

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro regiones sísmicas (Figura 2.1), la península de Yucatán se ubica en la zona A (zona asísmica), lo que indica una probabilidad muy baja de movimientos sísmicos, por lo general no se consideran estos efectos en el diseño de las estructuras y sí se considera los valores son mínimos. Se recomienda emplear, a juicio del diseñador estructural, un coeficiente sísmico de 0.10 para aquellas estructuras que sean vulnerables a las cargas laterales.

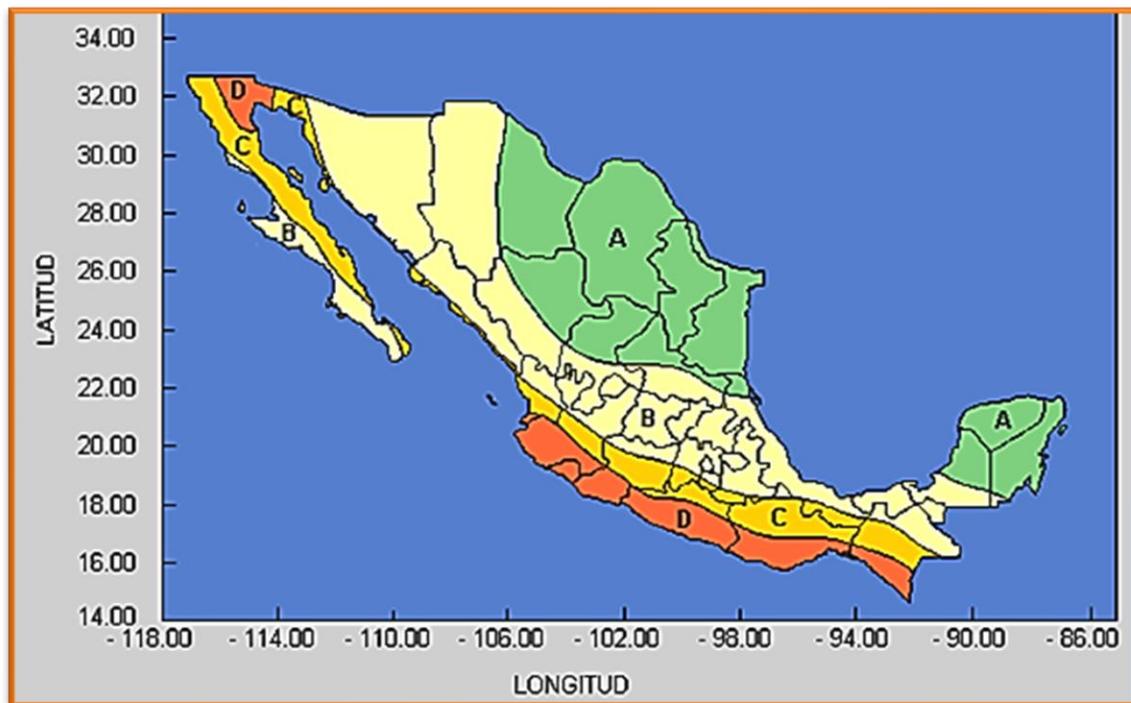


Figura 2.1 Regionalización sísmica (tomada del SSN)

2.4 Efectos de viento

En cuanto a las consideraciones de viento, el predio se ubica en la zona 4 del mapa de regionalización eólica, que de acuerdo al reglamento de construcciones de la localidad, debe considerarse una Velocidad Regional $V_R = 250$ Km/h

2.5 Permeabilidad

En el estado de Quintana Roo no existen corrientes de agua superficiales por la fácil penetración del agua en el suelo típico de la región, la Tabla 2.1 menciona tipos de suelo y su coeficiente de permeabilidad.

	Suelo	k (m/día)
Sedimentos	Grava	25 – 2,500
	Arena gruesa	0.1 – 500
	Arena media	0.1 – 50
	Arena fina	0.02 – 20
	Silt, loess	$10^{-4} - 2$
	Arcilla	$10^{-6} - 4*10^{-4}$
	Arcilla marina	$10^{-7} - 2*10^{-4}$
Rocas sedimentarias	Calizas carstificadas	0.1 – 2,000
	Calizas, dolomías	$10^{-4} - 0.5$
	Areniscas	$3*10^{-5} - 0.5$
	Argilitas (siltstone)	$10^{-6} - 0.001$
	Pizarras sedimentarias (shale) intactas	$10^{-8} - 2*10^{-4}$
Rocas cristalinas	Basalto permeable	0.03 – 2000
	Rocas ígneas y metamórficas sin fracturar	$10^{-9} - 10^{-5}$
	Rocas ígneas y metamórficas fracturadas	0.001 – 25
	Granito alterado	0.3 – 5
	Gabro alterado	0.05 – 0.3

Tabla 2.1 Permeabilidad del suelo

Donde k es el coeficiente de permeabilidad.

Cada proyecto tiene características especiales, al rellenar las excavaciones realizadas se llega a utilizar un material distinto al original por lo que se tiene que considerar este fenómeno para evitar inundaciones posteriores en el predio. Una solución a este problema es la construcción de pozos de absorción.

3. Cimentaciones

La cimentación de una edificación está integrada por elementos estructurales que forman la subestructura que sostiene y estabiliza a la superestructura y se coloca bajo el nivel del terreno natural (Cementos Apasco, S.A. de C.V., 2008). Por lo tanto, una cimentación correcta dependerá de la edificación planeada como del suelo donde será desplantado el proyecto.

Los objetivos que se buscan resolver con la cimentación son los siguientes.

- a) Reducir o mantener el asentamiento total a una cantidad máxima aceptable.
- b) Evitar lo más posible el asentamiento diferencial entre las partes de una estructura.
- c) Estabilizar la estructura.

3.1 Tipos de cimentaciones

Existen diferentes clasificaciones para las cimentaciones, siendo la más utilizada la profundidad donde se desplantara nuestro cimiento, existe una gran variedad de opiniones entre los expertos de la geotecnia mexicana sobre el límite que divide a las cimentaciones someras (superficiales) de las profundas. Para el trabajo presentado se utilizará 0.25 A 1.00 m de profundidad, la experiencia y la bibliografía consultada son base de nuestra elección.

Las cimentaciones superficiales y profundas a la vez se subdividen, la Tabla 3.1 describe de manera breve las principales características de cada una de ellas.

Nombre	Clasificación	Descripción
Zapata Aislada	Superficial	Son elementos estructurales, generalmente cuadrados o rectangulares y más raramente circulares, que se construyen bajo las columnas con el objeto de transmitir la carga de éstas al terreno en una mayor área, para lograr una presión apropiada.
Zapata corrida	Superficial	Son elementos análogos a los anteriores, en los que la longitud supera en mucho al ancho. Soportan varias columnas o un muro y pueden ser de concreto reforzado o de mampostería. La zapata corrida es una forma evolucionada de la zapata aislada, en el caso en que el suelo ofrezca una resistencia baja, que obligue al empleo de mayores áreas de repartición o en el caso en que deban transmitirse al suelo grandes cargas.
Nombre	Clasificación	Descripción

Losa de cimentación	Superficial	Cuando la resistencia del terreno sea muy baja o las cargas sean muy altas, las áreas requeridas para apoyo de la cimentación deben aumentarse, llegándose al empleo de verdaderas losas de cimentación, construidas también de concreto reforzado, las que pueden llegar a ocupar toda la superficie construida.
Cajón de cimentación	Profunda	Se trata de desplantar a una profundidad tal que el peso de la tierra excavada iguale al peso de la estructura, de manera que al nivel de desplante el suelo, por así decirlo, no sienta la sustitución efectuada, por no llegarle ninguna presión en añadidura a la originalmente existente.
Pilote	Profunda	Son elementos esbeltos, similares a las columnas, que se hincan en el terreno por medio de equipo mecánico. Se fabrican de acero, madera o concreto. A su vez se clasifican en Pilotes de punta, control y fricción.

Tabla 3.1 Tipos de cimentaciones

El trabajo de campo realizado nos permitirá conocer qué tipo de cimentación es apropiada para este proyecto, se recomienda que la información obtenida sea consultada con un experto en la materia.

4. Descripción de los trabajos de campo y gabinete

Los sondeos de avance controlado se emplean para determinar la estratigrafía de la roca y para clasificar está de acuerdo a su dureza. La dureza de la roca se correlaciona con el tiempo que tarda la broca en penetrar 25 cm. El criterio utilizado en la exploración mediante el avance controlado es garantizar un estrato continuo de roca de 5.00 a 8.00 m de espesor como mínimo para descargas de intensidad moderada. La ventaja que ofrece este tipo de sondeos es encontrar discontinuidades en el suelo (cavidades) y conocer donde se localizan los estratos más resistentes para desplantar la cimentación. Se clasifica la dureza de la roca en blanda, media o dura.

Descripción	Tiempo registro (s/25)	Resistencia a la compresión no confinada q_u , (Kg/cm ²)
Arenas cementadas, rocas blandas	15 a 29	20
Roca de dureza media	30 a 59	20 a 90
Rocas duras	60 a 140	90 a 260
Rocas muy duras	>140	>260

4.1 Descripción visual del predio

El predio se encuentra con fácil acceso, sin oquedades superficiales y vegetación mínima de la región.



Lote 9 entre Orión y Centauro
Col. Maya Pax Tulum Quintana Roo Tel. (984) 156 23 88



4.2 Localización física del sondeo

**Calle 4 Oriente Manzana 41 Lote 9 entre Orión y Centauro
Col. Maya Pax Tulum Quintana Roo Tel. (984) 156 23 88**

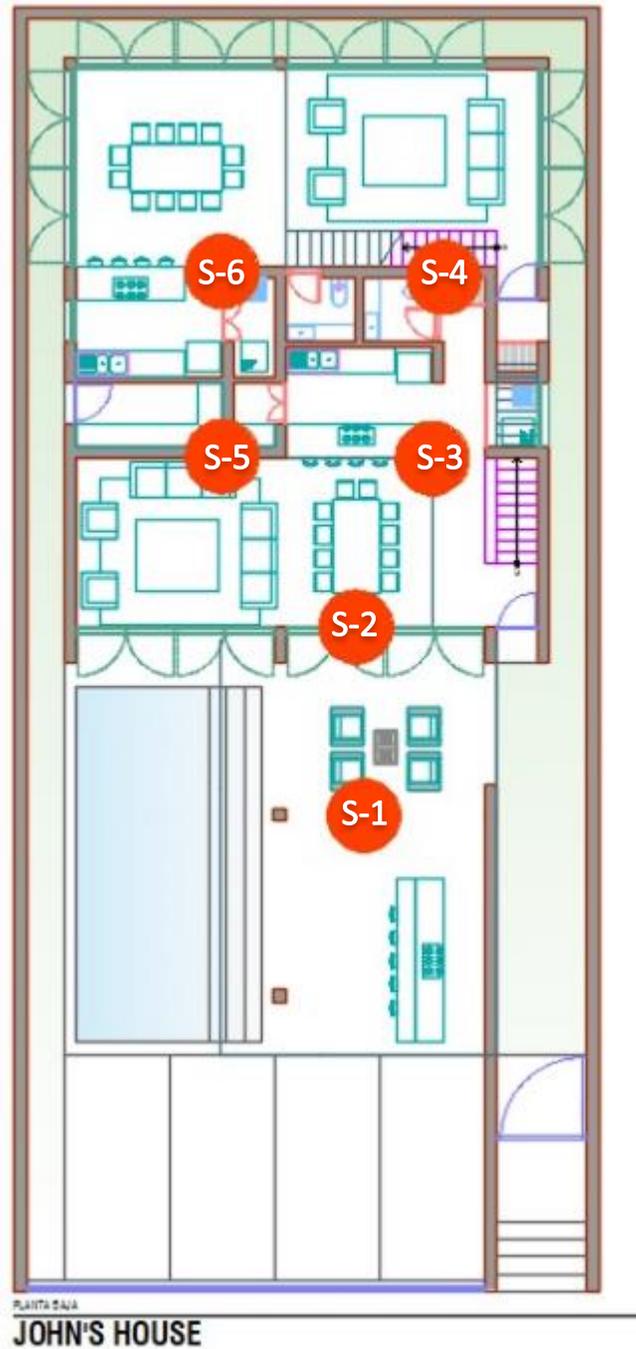


Figura 4.2 Ubicación del sondeo en el predio

4.3 Sondeos de avance controlado

Los trabajos de exploración fueron a través de 6 sondeos de avance controlado con una perforadora tipo wagon drill y martillo de 3". Los 6 sondeos llegaron a una profundidad de 10 ml, respecto al Nivel de Terreno (NT).

PROYECTO RESIDENCIAL				
Sondeos	Prof. del sondeo (m)	Prof. de roca (m)	Cimentación (Propuesta)	Observaciones
1	10.00	0.50	Superficial (Zapata Corrida/ Mampostería)	-----
2	10.00	0.50	Superficial (Zapata Corrida/ Mampostería)	-----
3	10.00	0.50	Superficial (Zapata Corrida/ Mampostería)	-----
4	10.00	0.50	Superficial (Zapata Corrida/ Mampostería)	Oquedad o caverna
5	10.00	0.75	Superficial (Zapata Corrida/ Mampostería)	-----
6	10.00	0.50	Superficial (Zapata Corrida/ Mampostería)	-----

Tabla 4.4 Características de los sondeos de avance controlado

5. Solución de la cimentación

5.1 Cimentación propuesta

Con relación al estrato de suelo seleccionado para desplantar la cimentación y el peso propio de la estructura, el tipo de cimentación más adecuado es superficial, considerando el grado de oquedades o cavernas en el terreno se propone el desfonde de cavernas, en caso de presentarse en el área de construcción se deberá rellenar con concreto ciclópeo y desplantar una losa de cimentación sobre plataforma con material de banco el cual tiene por objeto transmitir las cargas del edificio al terreno distribuyendo los esfuerzos uniformemente.

5.2 Capacidad de carga para cimentaciones o superficiales

De acuerdo a los resultados observados en las gráficas se puede establecer que se encuentra un estrato de material con las características idóneas para transmitir las cargas de la estructura hacia el subsuelo. Según la correlación de los datos obtenidos con muestras para este tipo de lecturas se estimó una capacidad de carga de 5.8 Kg/cm²

La capacidad de carga se obtuvo mediante la aplicación de la siguiente expresión.

$$q_{adm} = \sigma N_c + Z N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma$$

Donde:

q_{adm} = Capacidad de carga admisible o límite (kg/cm²).

σ = Esfuerzo al nivel de desplante (kg/cm²).

Z = Profundidad de desplante de la cimentación (m).

γ = Peso específico seco del material bajo el desplante de la cimentación (kg/cm³).

B = Ancho de la cimentación propuesta (m).

N_c , N_q y N_γ = Factores de capacidad de carga que dependen del ángulo de fricción interna del extracto de apoyo (adimensional)

De acuerdo a lo anterior se obtiene lo siguiente:

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE Z (m)	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (qadm)
0.50 A 1.00	5.8 Kg/cm ²

Tabla 5.2 Capacidad de carga admisible del suelo.

5.3 Proceso constructivo para cimentaciones superficial

Para lograr una cimentación efectiva se recomienda seguir las siguientes recomendaciones constructivas.

- Se deberá realizar una limpieza en la superficie del área de cada vivienda, los trabajos consisten en retirar completamente la vegetación existente.

- b) Una vez terminada la limpieza se podrán observar las irregularidades del terreno para poder identificar las oquedades o cavernas y determinar el estado crítico de la superficie.
- c) Obteniendo la ubicación de las oquedades o cavernas se deberá desfondar con equipo mecánico empleando martillo y posteriormente se deberá sellar con concreto ciclópeo.
- d) Posteriormente se deberá realizar el suministro de material de banco (base hidráulica) materiales granulares que se colocan normalmente sobre la subbase o la subrasante, para formar una capa de apoyo.
- e) El equipo que se utilice para la construcción, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación.
- f) Es de gran importancia asegurarse que el material de banco cumpla con las especificaciones de calidad conforme lo indica el proyecto y que exista personal de control de calidad que verifique el espesor y grado de compactación.

5.4 Zonas anómalas detectadas

Si llegara existir cavidades en zonas mínimas dentro del terreno, donde no se llegó hacer sondeos, y si el responsable de este proyecto considera seguro se presenta una alternativa para obturar dichas anomalías.

Solución a base de concreto fluido o ciclópeo

Dado que la anomalía es superficial, se recomienda su limpieza eliminando la mayor cantidad de material suelto, basura, material vegetal, etc., el cual pueda provocar asentamientos futuros a la estructura por el reacomodo natural del material.

Posteriormente, se rellenará la cavidad con concreto ciclópeo con una resistencia a la compresión de 100 Kg/cm². Esta actividad puede efectuarse por capas hasta alcanzar el techo de la cavidad y garantizar que esté completamente rellena.

El concreto ciclópeo es una mezcla de piedras con dimensiones máximas de 4" y concreto de baja resistencia. El proceso consiste en agregar inicialmente el concreto y posteriormente colocar dichas piedras, se podrá repetir las veces necesarias hasta garantizar que la cavidad se encuentra rellena.

6. Conclusiones y recomendaciones

A partir de la campaña de exploración efectuada, se llegaron a las siguientes conclusiones.

1. El trabajo de campo consistió de 6 sondeos exploratorios de avance controlado a 10.00m de profundidad.
2. El nivel de terreno está en su parte fácil acceso, sin oquedades superficiales y vegetación mínima de la región.
3. Se detectó oquedades superficiales.
4. Se detectó oquedad o caverna en el sonde S-4
5. Se propone una cimentación superficial, con el fin de distribuir uniformemente los esfuerzos de contacto al subsuelo. (Verificar con experto en la materia).
6. Según la experiencia y la correlación de la información recabada, la capacidad de carga del terreno a nivel de desplante es de 5.8 Kg/cm².
7. El ingeniero experto en la materia, deberá cuidar la bajada de cargas de la estructura no exceda la capacidad de carga admisible del terreno.
8. Si existen zonas (puntos no sondeados) con alguna grieta o fisura en la roca, podrá emplearse el procedimiento de rellenado con concreto ciclópeo descrito en este trabajo.

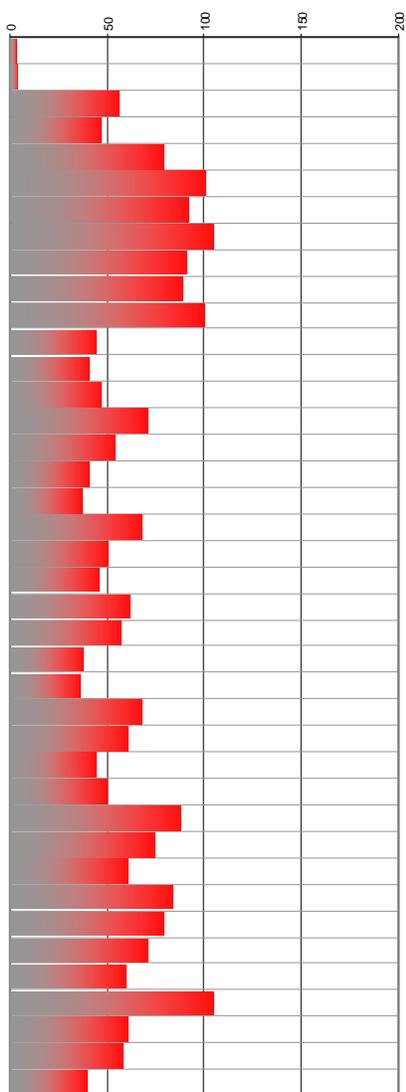


ING. JESUS HERNANDEZ VALENCIA

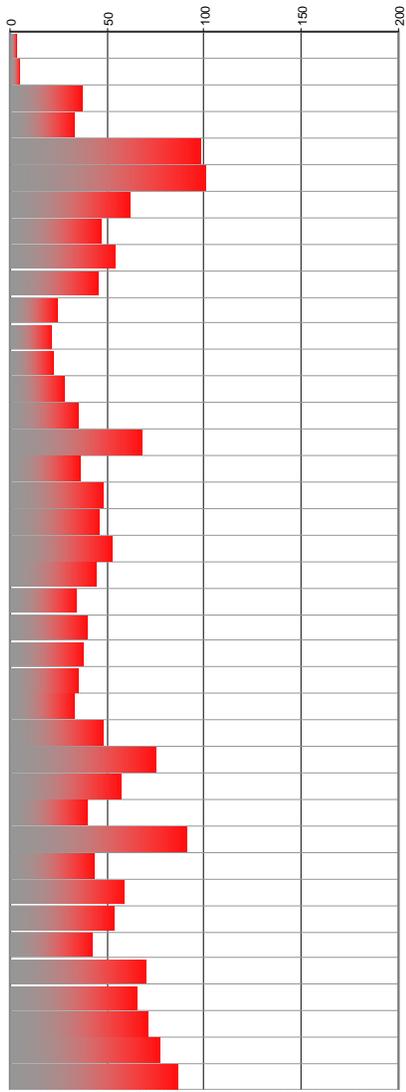
P.R.O.-TU-IN-03

A) Estratigrafía de los sondeos exploratorios de avance controlado

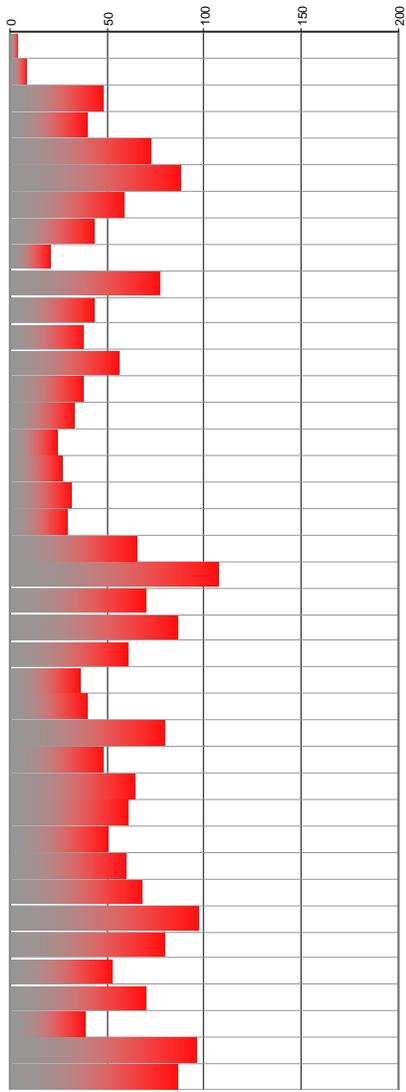
A.1. Resultados del sondeo controlado No. 1

Sinko Soluciones integrales en construcción		REPORTE DE PERFORACION			
		Localización:	Obra:	HABITACIONAL	
		MANZANA 284 LOTE 10, MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO.	Sondeo No.	S - 1	
Cliente:	VILLA JOHN 284		N.A.F. (m)	8	
Fecha:	27 de abril de 2022	Operador: Benito Dzul	Responsable:	Ing. Jesus Hernandez Valencia	
Profundidad (m)		Tiempo (s)	Descripción del material	Velocidad de avance (cm/s)	Gráfica de velocidad de avance
De:	A:				
0.00	0.25	3	Terreno natural	8.33	
0.25	0.50	4	Terreno natural	6.25	
0.50	0.75	56	Roca de dureza media	0.45	
0.75	1.00	47	Roca de dureza media	0.53	
1.00	1.25	79	Roca dura	0.32	
1.25	1.50	101	Roca dura	0.25	
1.50	1.75	92	Roca dura	0.27	
1.75	2.00	105	Roca dura	0.24	
2.00	2.25	91	Roca dura	0.27	
2.25	2.50	89	Roca dura	0.28	
2.50	2.75	100	Roca dura	0.25	
2.75	3.00	44	Roca de dureza media	0.57	
3.00	3.25	41	Roca de dureza media	0.61	
3.25	3.50	47	Roca de dureza media	0.53	
3.50	3.75	71	Roca dura	0.35	
3.75	4.00	54	Roca de dureza media	0.46	
4.00	4.25	41	Roca de dureza media	0.61	
4.25	4.50	37	Roca de dureza media	0.68	
4.50	4.75	68	Roca dura	0.37	
4.75	5.00	51	Roca de dureza media	0.49	
5.00	5.25	46	Roca de dureza media	0.54	
5.25	5.50	62	Roca dura	0.40	
5.50	5.75	57	Roca de dureza media	0.44	
5.75	6.00	38	Roca de dureza media	0.66	
6.00	6.25	36	Roca de dureza media	0.69	
6.25	6.50	68	Roca dura	0.37	
6.50	6.75	61	Roca dura	0.41	
6.75	7.00	44	Roca de dureza media	0.57	
7.00	7.25	50	Roca de dureza media	0.50	
7.25	7.50	88	Roca dura	0.28	
7.50	7.75	74	Roca dura	0.34	
7.75	8.00	61	Roca dura	0.41	
8.00	8.25	84	Roca dura	0.30	
8.25	8.50	79	Roca dura	0.32	
8.50	8.75	71	Roca dura	0.35	
8.75	9.00	60	Roca dura	0.42	
9.00	9.25	105	Roca dura	0.24	
9.25	9.50	61	Roca dura	0.41	
9.50	9.75	58	Roca de dureza media	0.43	
9.75	10.00	40	Roca de dureza media	0.63	

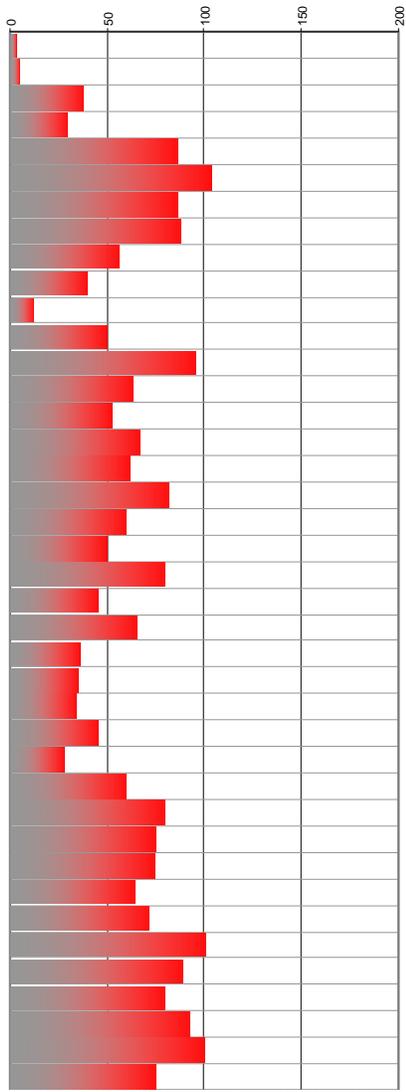
A.2. Resultados del sondeo controlado No. 2

Sinko Soluciones integrales en construcción		REPORTE DE PERFORACION			
		Localización:	Obra:	HABITACIONAL	
		MANZANA 284 LOTE 10, MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO.	Sondeo No.	S - 2	
Cliente:	VILLA JOHN 284		N.A.F. (m)	8	
Fecha:	27 de abril de 2022	Operador: Benito Dzul	Responsable:	Ing. Jesus Hernandez Valencia	
Profundidad (m)		Tiempo (s)	Descripción del material	Velocidad de avance (cm/s)	Gráfica de velocidad de avance
De:	A:				
0.00	0.25	3	Terreno natural	8.33	
0.25	0.50	5	Terreno natural	5.00	
0.50	0.75	37	Roca de dureza media	0.68	
0.75	1.00	33	Roca de dureza media	0.76	
1.00	1.25	98	Roca dura	0.26	
1.25	1.50	101	Roca dura	0.25	
1.50	1.75	62	Roca dura	0.40	
1.75	2.00	47	Roca de dureza media	0.53	
2.00	2.25	54	Roca de dureza media	0.46	
2.25	2.50	45	Roca de dureza media	0.56	
2.50	2.75	24	Arena cementada o Roca blanda	1.04	
2.75	3.00	21	Arena cementada o Roca blanda	1.19	
3.00	3.25	22	Arena cementada o Roca blanda	1.14	
3.25	3.50	28	Arena cementada o Roca blanda	0.89	
3.50	3.75	35	Roca de dureza media	0.71	
3.75	4.00	68	Roca dura	0.37	
4.00	4.25	36	Roca de dureza media	0.69	
4.25	4.50	48	Roca de dureza media	0.52	
4.50	4.75	46	Roca de dureza media	0.54	
4.75	5.00	52	Roca de dureza media	0.48	
5.00	5.25	44	Roca de dureza media	0.57	
5.25	5.50	34	Roca de dureza media	0.74	
5.50	5.75	40	Roca de dureza media	0.63	
5.75	6.00	38	Roca de dureza media	0.66	
6.00	6.25	35	Roca de dureza media	0.71	
6.25	6.50	33	Roca de dureza media	0.76	
6.50	6.75	48	Roca de dureza media	0.52	
6.75	7.00	75	Roca dura	0.33	
7.00	7.25	57	Roca de dureza media	0.44	
7.25	7.50	40	Roca de dureza media	0.63	
7.50	7.75	91	Roca dura	0.27	
7.75	8.00	43	Roca de dureza media	0.58	
8.00	8.25	59	Roca de dureza media	0.42	
8.25	8.50	53	Roca de dureza media	0.47	
8.50	8.75	42	Roca de dureza media	0.60	
8.75	9.00	70	Roca dura	0.36	
9.00	9.25	65	Roca dura	0.38	
9.25	9.50	71	Roca dura	0.35	
9.50	9.75	77	Roca dura	0.32	
9.75	10.00	86	Roca dura	0.29	

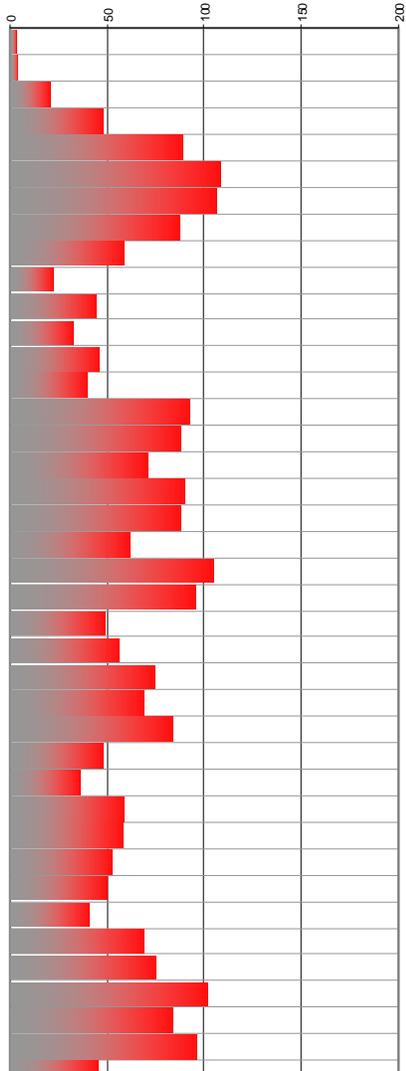
A.3. Resultados del sondeo controlado No. 3

Sinko Soluciones integrales en construcción		REPORTE DE PERFORACION			
		Localización:	Obra:	HABITACIONAL	
		MANZANA 284 LOTE 10, MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO.	Sondeo No.	S - 3	
Cliente:	VILLA JOHN 284		N.A.F. (m)	8	
Fecha:	27 de abril de 2022	Operador: Benito Dzul	Responsable:	Ing. Jesus Hernandez Valencia	
Profundidad (m)		Tiempo (s)	Descripción del material	Velocidad de avance (cm/s)	Gráfica de velocidad de avance
De:	A:				
0.00	0.25	4	Terreno natural	6.25	
0.25	0.50	9	Terreno natural	2.78	
0.50	0.75	48	Roca de dureza media	0.52	
0.75	1.00	40	Roca de dureza media	0.63	
1.00	1.25	73	Roca dura	0.34	
1.25	1.50	88	Roca dura	0.28	
1.50	1.75	59	Roca de dureza media	0.42	
1.75	2.00	43	Roca de dureza media	0.58	
2.00	2.25	20	Arena cementada o Roca blanda	1.25	
2.25	2.50	77	Roca dura	0.32	
2.50	2.75	43	Roca de dureza media	0.58	
2.75	3.00	38	Roca de dureza media	0.66	
3.00	3.25	56	Roca de dureza media	0.45	
3.25	3.50	38	Roca de dureza media	0.66	
3.50	3.75	33	Roca de dureza media	0.76	
3.75	4.00	24	Arena cementada o Roca blanda	1.04	
4.00	4.25	27	Arena cementada o Roca blanda	0.93	
4.25	4.50	31	Roca de dureza media	0.81	
4.50	4.75	30	Roca de dureza media	0.83	
4.75	5.00	65	Roca dura	0.38	
5.00	5.25	107	Roca dura	0.23	
5.25	5.50	70	Roca dura	0.36	
5.50	5.75	86	Roca dura	0.29	
5.75	6.00	61	Roca dura	0.41	
6.00	6.25	36	Roca de dureza media	0.69	
6.25	6.50	40	Roca de dureza media	0.63	
6.50	6.75	80	Roca dura	0.31	
6.75	7.00	48	Roca de dureza media	0.52	
7.00	7.25	64	Roca dura	0.39	
7.25	7.50	61	Roca dura	0.41	
7.50	7.75	51	Roca de dureza media	0.49	
7.75	8.00	60	Roca dura	0.42	
8.00	8.25	68	Roca dura	0.37	
8.25	8.50	97	Roca dura	0.26	
8.50	8.75	80	Roca dura	0.31	
8.75	9.00	52	Roca de dureza media	0.48	
9.00	9.25	70	Roca dura	0.36	
9.25	9.50	39	Roca de dureza media	0.64	
9.50	9.75	96	Roca dura	0.26	
9.75	10.00	86	Roca dura	0.29	

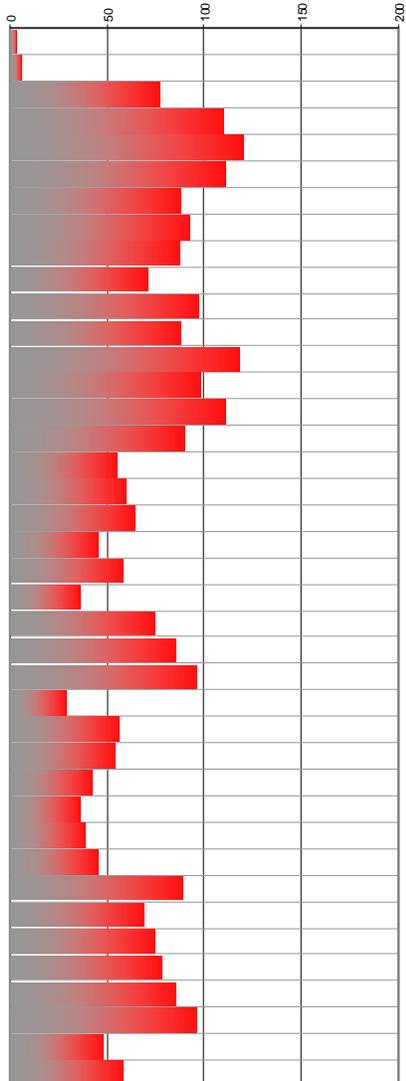
A.4. Resultados del sondeo controlado No. 4

Sinko Soluciones integrales en construcción		REPORTE DE PERFORACION			
		Localización:	Obra:	HABITACIONAL	
		MANZANA 284 LOTE 10, MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO.	Sondeo No.	S - 4	
Cliente:	VILLA JOHN 284		N.A.F. (m)	8	
Fecha:	27 de abril de 2022	Operador: Benito Dzul	Responsable:	Ing. Jesus Hernandez Valencia	
Profundidad (m)		Tiempo (s)	Descripción del material	Velocidad de avance (cm/s)	Gráfica de velocidad de avance
De:	A:				
0.00	0.25	3	Terreno natural	8.33	
0.25	0.50	5	Terreno natural	5.00	
0.50	0.75	38	Roca de dureza media	0.66	
0.75	1.00	30	Roca de dureza media	0.83	
1.00	1.25	86	Roca dura	0.29	
1.25	1.50	104	Roca dura	0.24	
1.50	1.75	86	Roca dura	0.29	
1.75	2.00	88	Roca dura	0.28	
2.00	2.25	56	Roca de dureza media	0.45	
2.25	2.50	40	Roca de dureza media	0.63	
2.50	2.75	12	Oquedad o caverna	2.08	
2.75	3.00	50	Roca de dureza media	0.50	
3.00	3.25	95	Roca dura	0.26	
3.25	3.50	63	Roca dura	0.40	
3.50	3.75	52	Roca de dureza media	0.48	
3.75	4.00	67	Roca dura	0.37	
4.00	4.25	62	Roca dura	0.40	
4.25	4.50	82	Roca dura	0.30	
4.50	4.75	60	Roca dura	0.42	
4.75	5.00	50	Roca de dureza media	0.50	
5.00	5.25	80	Roca dura	0.31	
5.25	5.50	45	Roca de dureza media	0.56	
5.50	5.75	65	Roca dura	0.38	
5.75	6.00	36	Roca de dureza media	0.69	
6.00	6.25	35	Roca de dureza media	0.71	
6.25	6.50	34	Roca de dureza media	0.74	
6.50	6.75	45	Roca de dureza media	0.56	
6.75	7.00	28	Arena cementada o Roca blanda	0.89	
7.00	7.25	60	Roca dura	0.42	
7.25	7.50	80	Roca dura	0.31	
7.50	7.75	75	Roca dura	0.33	
7.75	8.00	74	Roca dura	0.34	
8.00	8.25	64	Roca dura	0.39	
8.25	8.50	72	Roca dura	0.35	
8.50	8.75	101	Roca dura	0.25	
8.75	9.00	89	Roca dura	0.28	
9.00	9.25	80	Roca dura	0.31	
9.25	9.50	93	Roca dura	0.27	
9.50	9.75	100	Roca dura	0.25	
9.75	10.00	75	Roca dura	0.33	

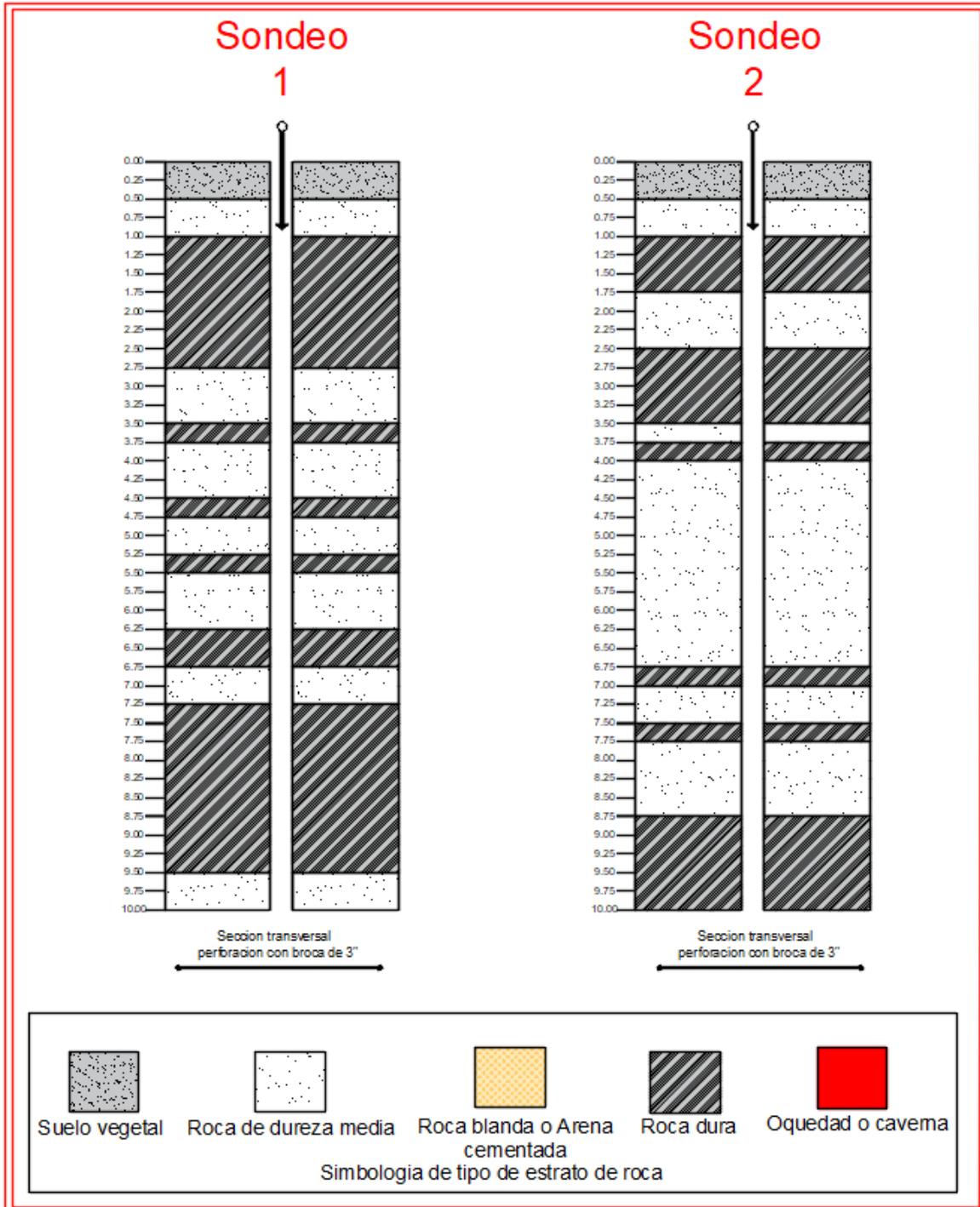
A.5. Resultados del sondeo controlado No. 5

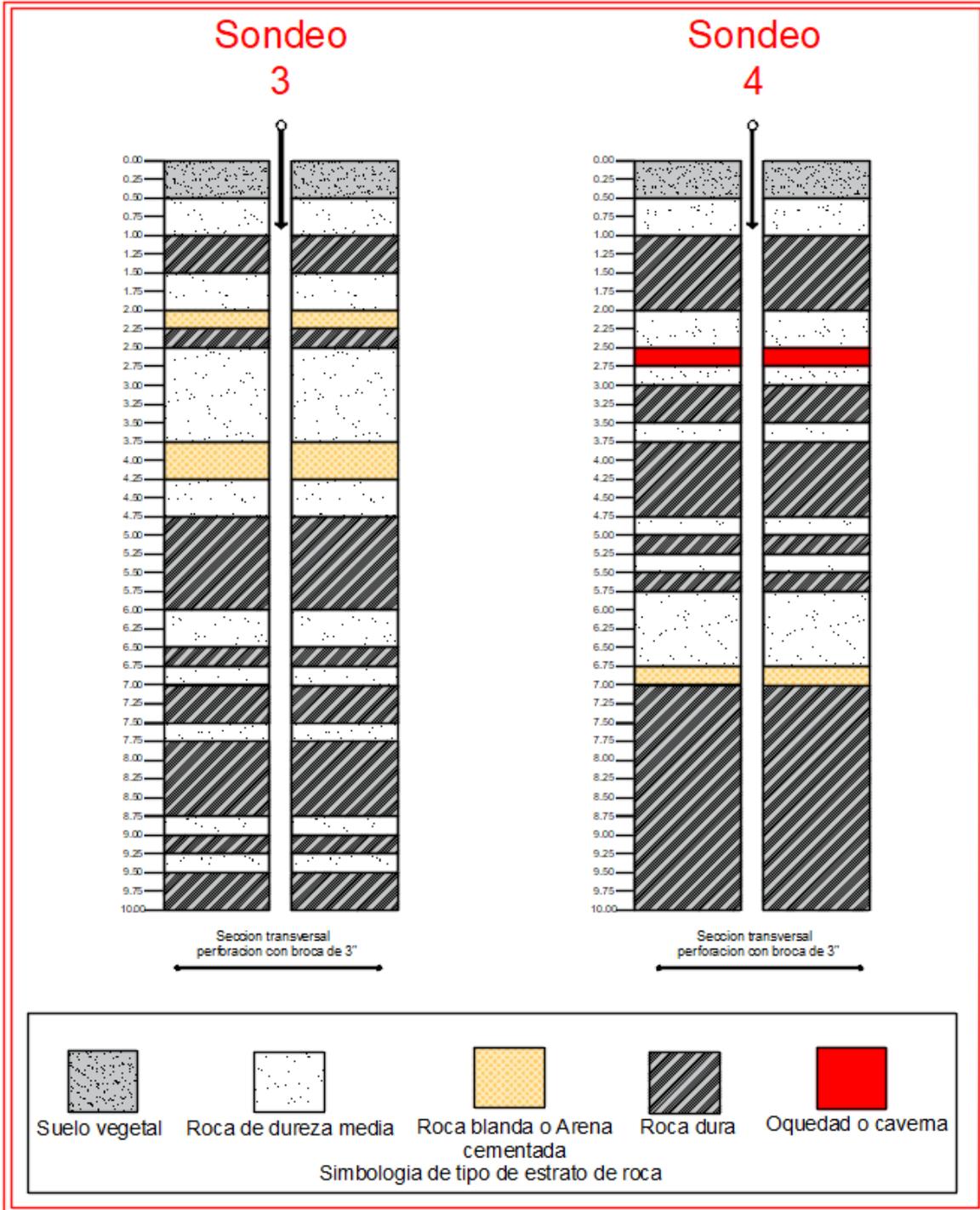
Sinko Soluciones integrales en construcción		REPORTE DE PERFORACION				
		Localización:	Obra:	HABITACIONAL		
		MANZANA 284 LOTE 10, MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO.	Sondeo No.	S - 5		
Cliente:	VILLA JOHN 284		N.A.F. (m)	8		
Fecha:	27 de abril de 2022	Operador: Benito Dzul	Responsable:	Ing. Jesus Hernandez Valencia		
Profundidad (m)	De:	A:	Tiempo (s)	Descripción del material	Velocidad de avance (cm/s)	Gráfica de velocidad de avance
0.00	0.25		3	Terreno natural	8.33	
0.25	0.50		4	Terreno natural	6.25	
0.50	0.75		20	Arena cementada o Roca blanda	1.25	
0.75	1.00		48	Roca de dureza media	0.52	
1.00	1.25		89	Roca dura	0.28	
1.25	1.50		108	Roca dura	0.23	
1.50	1.75		106	Roca dura	0.24	
1.75	2.00		87	Roca dura	0.29	
2.00	2.25		59	Roca de dureza media	0.42	
2.25	2.50		22	Arena cementada o Roca blanda	1.14	
2.50	2.75		44	Roca de dureza media	0.57	
2.75	3.00		32	Roca de dureza media	0.78	
3.00	3.25		46	Roca de dureza media	0.54	
3.25	3.50		40	Roca de dureza media	0.63	
3.50	3.75		93	Roca dura	0.27	
3.75	4.00		88	Roca dura	0.28	
4.00	4.25		71	Roca dura	0.35	
4.25	4.50		90	Roca dura	0.28	
4.50	4.75		88	Roca dura	0.28	
4.75	5.00		62	Roca dura	0.40	
5.00	5.25		105	Roca dura	0.24	
5.25	5.50		95	Roca dura	0.26	
5.50	5.75		49	Roca de dureza media	0.51	
5.75	6.00		56	Roca de dureza media	0.45	
6.00	6.25		74	Roca dura	0.34	
6.25	6.50		69	Roca dura	0.36	
6.50	6.75		84	Roca dura	0.30	
6.75	7.00		48	Roca de dureza media	0.52	
7.00	7.25		36	Roca de dureza media	0.69	
7.25	7.50		59	Roca de dureza media	0.42	
7.50	7.75		58	Roca de dureza media	0.43	
7.75	8.00		52	Roca de dureza media	0.48	
8.00	8.25		50	Roca de dureza media	0.50	
8.25	8.50		41	Roca de dureza media	0.61	
8.50	8.75		69	Roca dura	0.36	
8.75	9.00		75	Roca dura	0.33	
9.00	9.25		102	Roca dura	0.25	
9.25	9.50		84	Roca dura	0.30	
9.50	9.75		96	Roca dura	0.26	
9.75	10.00		45	Roca de dureza media	0.56	

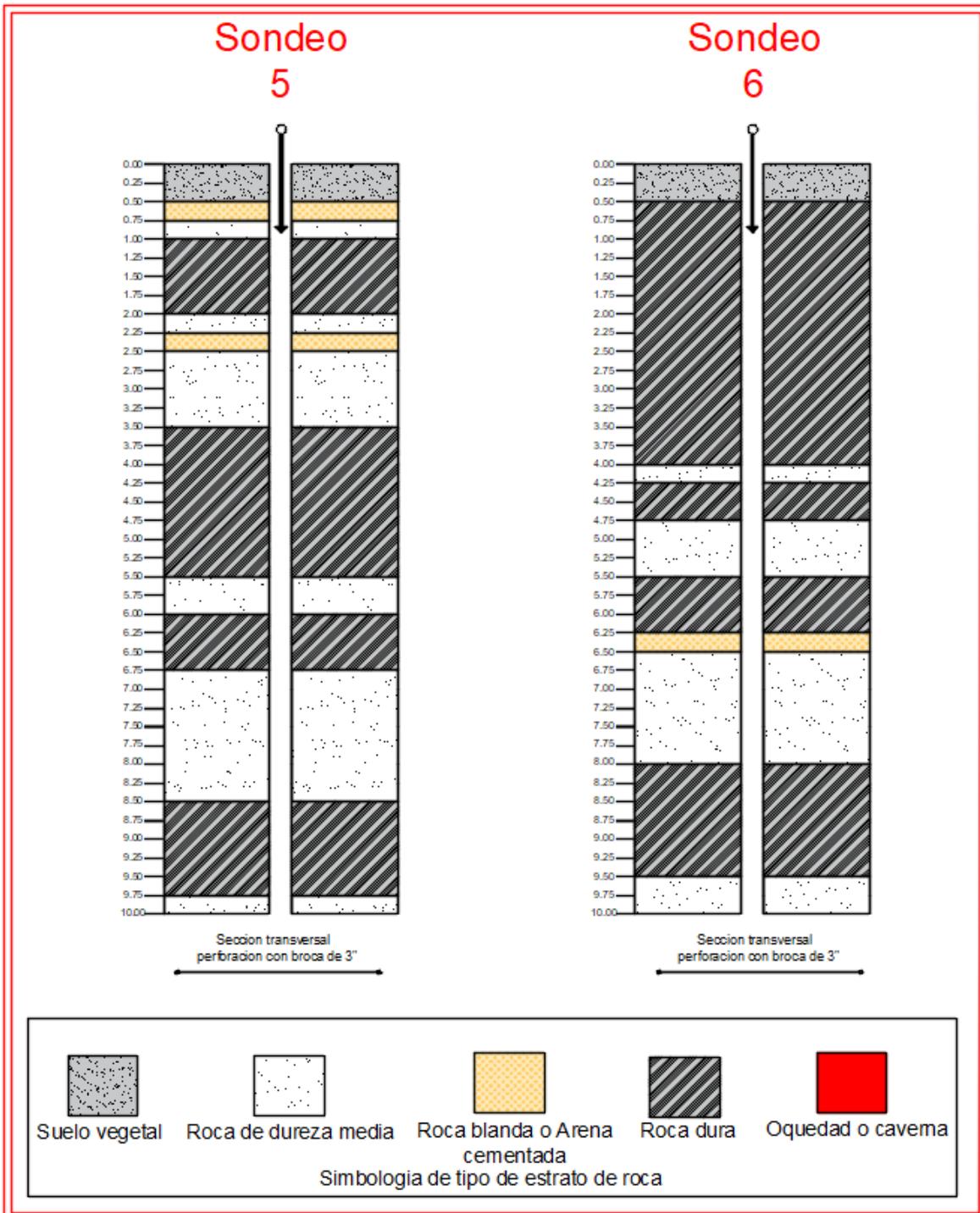
A.6. Resultados del sondeo controlado No. 6

 Soluciones integrales en construcción		REPORTE DE PERFORACION			
		Localización:	Obra:	HABITACIONAL	
		MANZANA 284 LOTE 10, MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO.	Sondeo No.	S - 6	
Cliente:	VILLA JOHN 284	N.A.F. (m)		8	
Fecha:	27 de abril de 2022	Operador: Benito Dzul	Responsable:	Ing. Jesus Hernandez Valencia	
Profundidad (m)		Tiempo (s)	Descripción del material	Velocidad de avance (cm/s)	Gráfica de velocidad de avance
De:	A:				
0.00	0.25	3	Terreno natural	8.33	
0.25	0.50	6	Terreno natural	4.17	
0.50	0.75	77	Roca dura	0.32	
0.75	1.00	110	Roca dura	0.23	
1.00	1.25	120	Roca dura	0.21	
1.25	1.50	111	Roca dura	0.23	
1.50	1.75	88	Roca dura	0.28	
1.75	2.00	93	Roca dura	0.27	
2.00	2.25	87	Roca dura	0.29	
2.25	2.50	71	Roca dura	0.35	
2.50	2.75	97	Roca dura	0.26	
2.75	3.00	88	Roca dura	0.28	
3.00	3.25	118	Roca dura	0.21	
3.25	3.50	98	Roca dura	0.26	
3.50	3.75	111	Roca dura	0.23	
3.75	4.00	90	Roca dura	0.28	
4.00	4.25	55	Roca de dureza media	0.45	
4.25	4.50	60	Roca dura	0.42	
4.50	4.75	64	Roca dura	0.39	
4.75	5.00	45	Roca de dureza media	0.56	
5.00	5.25	58	Roca de dureza media	0.43	
5.25	5.50	36	Roca de dureza media	0.69	
5.50	5.75	74	Roca dura	0.34	
5.75	6.00	85	Roca dura	0.29	
6.00	6.25	96	Roca dura	0.26	
6.25	6.50	29	Arena cementada o Roca blanda	0.86	
6.50	6.75	56	Roca de dureza media	0.45	
6.75	7.00	54	Roca de dureza media	0.46	
7.00	7.25	42	Roca de dureza media	0.60	
7.25	7.50	36	Roca de dureza media	0.69	
7.50	7.75	39	Roca de dureza media	0.64	
7.75	8.00	45	Roca de dureza media	0.56	
8.00	8.25	89	Roca dura	0.28	
8.25	8.50	69	Roca dura	0.36	
8.50	8.75	74	Roca dura	0.34	
8.75	9.00	78	Roca dura	0.32	
9.00	9.25	85	Roca dura	0.29	
9.25	9.50	96	Roca dura	0.26	
9.50	9.75	48	Roca de dureza media	0.52	
9.75	10.00	58	Roca de dureza media	0.43	

B) Representación en sección transversal,
estratigrafías de los sondeos.







C) Bibliografía

Cementos Apasco, S.A. de C.V. (2008). *Manual Técnico de Construcción*. México D.F.: Fernando Porrúa.

Crespo Villalaz, C. (1989). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. México D.F.: Limusa Editores.

Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (1973). *Mecánica de Suelos, Tomo II*. México D.F.: Limusa Editores.

Rico Rodríguez, A., & Del Castillo, H. (1999). *La Ingeniería de suelos en las Vías Terrestres*. México D.F.: Limusa Editores.

Salazar, A. (1998). *Guía para el Diseño y Construcción de Pavimientos Rígidos*. México D.F.: IMCYC.

Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos. (1989). *Manual de Diseño y Construcción de Pilas y Pilotes*. México D.F.: SMMS.

Springall, G., & Espinoza, L. (1976). El subsuelo de la Península de Yucatan. *Cuarta reunión de los suelos SMMS*.