

Nombre del Proyecto:
Canalización Picacho

Responsable de Elaboración:
Grupo Caduma Consultores, S. de R.L. de C.V.

Ubicación:
Av. Heroico Colegio Militar entre C. Tribunal Popular y C.
Insurgencia Obrera, Colonia Cdp, ciudad de Chihuahua, Chih.

GEOTECNIA CANALIZACIÓN PICACHO

MARZO 2023

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN

- I.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**
- I.2 LOCALIZACIÓN**
- I.3 OBJETIVO**
- I.4 ALCANCES Y METODOLOGÍA**

II. ANTECEDENTES

- II.1 FISIOGRAFIA**
- II.2 GEOLOGÍA**
- II.3 SISMICIDAD**
 - II.3.1 REGIONALIZACIÓN SÍSMICA**
 - II.3.2 CLASIFICACIÓN DEL SUELO**
 - II.3.3 RESPUESTA DINÁMICA DEL TERRENO**
 - II.3.4 ESPECTRO SÍSMICO**

III. TRABAJOS DE EXPLORACIÓN Y MUESTREO

- III.1 OBJETIVOS DE LOS TRABAJOS DE EXPLORACIÓN**
- III.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS**

IV. TRABAJOS DE LABORATORIO

- IV.1 OBJETIVO DE LOS TRABAJOS DE LABORATORIO**
- IV.2 DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS**

V. ESTRATIGRAFÍA DE LA ZONA

- V.1 SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)**
- V.2 CLASIFICACIÓN PARA EXCAVACIÓN.**
- V.3 RESULTADOS DE ESTUDIO GEOTÉCNICO**

- V.3.1 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS**

VI. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

VI.1 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

VI.1.1 ESFUERZOS A NIVEL DE LA CIMENTACIÓN

VI.1.2 CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

VI.2 MODELO GEOTÉCNICO

VI.3 MARCO TEÓRICO

VI.3.1 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA

VII. RESULTADOS

VII.1 CAPACIDAD DE CARGA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

VIII. CONCLUSIONES

IX. REFERENCIAS

X. ANEXOS

X.1 INFORMES DE COMPACTACIÓN

I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

Se asignó a la empresa Grupo Caduma Consultores S. de R.L. de C.V. la realización del estudio geotécnico del proyecto “**CANALIZACIÓN PICACHO**”, ubicado en la Avenida Heroico Colegio Militar entre la Calle Tribunal Popular y la Calle Insurgencia Obrera, en la colonia CDP, en Chihuahua, Chih., donde se realizaron dos sondeos tipo pozo a cielo abierto para determinar las características del tipo de suelo del lugar.

Los Sondeos tipo pozo a cielo abierto se emplean para recuperar muestras alteradas de suelo, la cuales en campo permiten identificar tipos de suelo y definir estratigrafía; en laboratorio, permiten la identificación de propiedades índice como contenido de humedad, límites de consistencia, Valor de Soporte, entre otros.

I.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El estudio geotécnico referente al proyecto de Canalización Picacho en la colonia CDP, fue realizado para conocer las características de los materiales que ahí se encuentran, fueron programados y ejecutados 2 (dos) sondeos tipo pozo a cielo abierto excavando a diferentes profundidades de acuerdo al tipo de suelo encontrado, empleando para ello una máquina retroexcavadora.

El presente reporte expone los resultados obtenidos del estudio del terreno en referencia, con la finalidad de proporcionar la información relacionada con el material existente en el lugar.

I.2 LOCALIZACIÓN

El proyecto de Canalización Picacho se encuentra en la colonia CDP, en la ciudad de Chihuahua, Chih. En la figura siguiente se muestra la ubicación del proyecto con respecto al municipio.

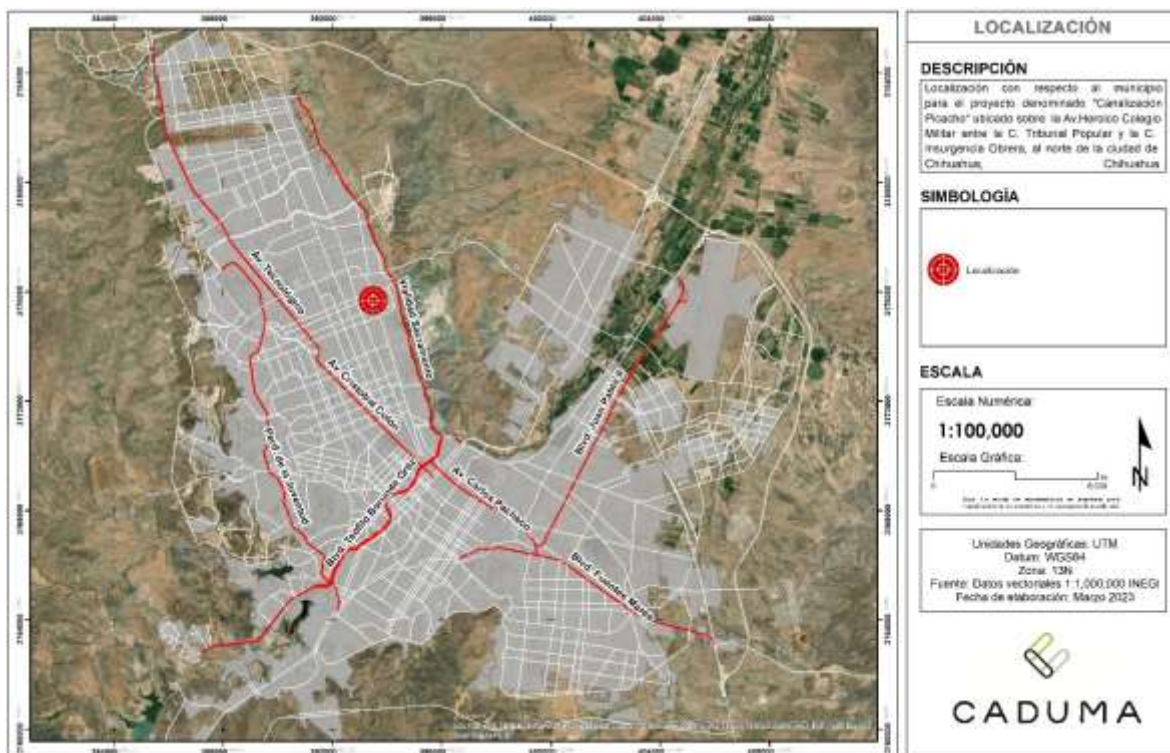


Figura 1. Localización con respecto al municipio.



Figura 2. Área que ocupará el proyecto.

I.3 OBJETIVO

El presente informe tiene como objetivo describir las características estratigráficas, propiedades índices y mecánicas del subsuelo del sitio a partir de la información obtenida de la exploración geotécnica.

El análisis Geotécnico consistirá en determinar los estados límite último y de servicio de la cimentación, es decir, capacidad de carga. Para tal efecto, se elaborará el modelo geotécnico del sitio tomando en cuenta la información de laboratorio.

I.4 ALCANCES Y METODOLOGÍA

Como parte de los alcances del siguiente informe se pueden enumerar los siguientes:

- Recopilación, análisis y descripción de la información existente.
- Descripción de los trabajos geotécnicos de campo.
- Clasificación de los materiales encontrados en el subsuelo mediante sus propiedades índice.
- Definición de la estratigrafía del subsuelo del sitio y las propiedades de resistencia mecánica de los materiales que lo constituyen.
- Clasificación del subsuelo del sitio para fines de análisis sísmico.
- Determinación y análisis de capacidad de carga para los diferentes tipos de cimentación del proyecto, para condiciones estáticas y dinámicas.
- Determinación de los asentamientos esperados para los diferentes tipos de cimentación en el edificio.
- Conclusiones y recomendaciones.

II. ANTECEDENTES

II.I DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Chihuahua se localiza al norte del país, representa el 12.6% de la superficie del país. Al norte del mismo se encuentran los Estados Unidos de América, al oeste con los estados de Sonora y Sinaloa, al sur con Durango y al este con Coahuila de Zaragoza. Chihuahua cuenta con una superficie de 247,456 km² (INEGI, 2010) y tiene elevaciones entre los 1000 y 3000 m de altura.

II.I.1 FISIOGRAFÍA.

El territorio de Chihuahua se ubica en dos provincias fisiográficas: la parte oeste pertenece a la Sierra Madre Occidental y la parte este a la denominada Sierras y Llanuras del Norte. En su territorio se intercalan amplias planicies con grandes serranías que corren en sentido norte sur.



Figura 3.- Geología Regional del estado de Chihuahua.

II.1.2 GEOLOGIA.

En el estado de Chihuahua cuenta con varios periodos geológicos entre ellos se encuentra el terciario el cual abarca un 45.3% del municipio de chihuahua, le sigue en dimensión el cuaternario con un 34.4%, el neógeno con 12.1% de territorio, con un poco menos de extensión está el cretácico con solo 0.9% y el paleógeno con 0.4%.

La columna estratigráfica está formada por rocas del Mesozoico, Paleozoico y Precámbrico, cubiertas en discordancia por rocas volcánicas del Terciario.

En la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental, se presentan principalmente rocas ígneas extrusivas ácidas, dentro de las cuales podemos encontrar rocas como la riolita acida, basalto, andesita y toba acida seguidas por las ígneas intrusivas dentro de la que se encuentra la roca monzonita y las sedimentarias del tipo conglomerado.

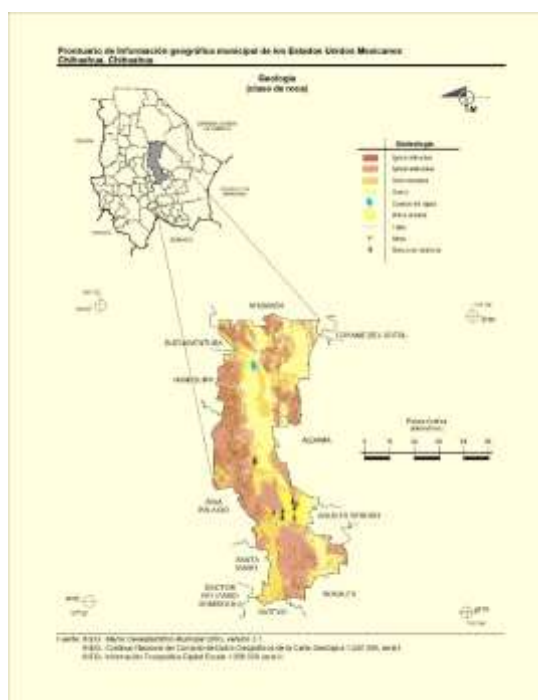


Figura 4.- Columna estratigráfica del terreno de Chihuahua (SGM, 2008).

II.3 SISMICIDAD

El diseño de las estructuras para soportar las cargas eventuales debidas a la acción de los sismos, depende del riesgo de que éstos ocurran y de las características del suelo donde se construirán. El primero se infiere a partir de la regionalización sísmica del territorio nacional y las segundas se consideran con base en el comportamiento dinámico de los suelos típicos de la zona.

II.3.1 REGIONALIZACIÓN SÍSMICA

Desde el punto de vista del riesgo sísmico, el territorio de la República Mexicana se divide en cuatro zonas sísmicas que se muestran en el mapa de la figura 5, donde la zona “A” corresponde a la de menor riesgo y la zona “D” a la de mayor riesgo sísmico.



Figura 5.- Regionalización sísmica de la República Mexicana.

II.3.2 CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Para tomar en cuenta la amplificación dinámica de la respuesta del suelo debido a las características del suelo sobre el cual descansa la cimentación de la estructura, se tomará en cuenta la clasificación del capítulo 5 “Sismo” de la norma N-PRY-CAR-6-01-005/01, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. En seguida se presenta la clasificación:

a) Suelo Tipo I

Suelos cuyo estrato superior está constituido por suelos rígidos y estables, o rocas de cualquier naturaleza, en un espesor no menor de 60 m.

b) Suelo Tipo II

Suelos cuyo estrato superior está formado por arcillas semirrígidas, con o sin lentes de arena, o por otros suelos friccionantes en un espesor igual o mayor de 9 m, sobre yaciendo a un estrato constituido por suelos rígidos y estables, o rocas de cualquier naturaleza, con un espesor no menor de 60 m.

c) Suelo Tipo III

Suelos cuyo estrato superior está formado por limos o arcillas blandas, en un espesor igual o mayor de 12 m sobre yaciendo a un estrato constituido por suelos rígidos y estables, o rocas de cualquier naturaleza, con un espesor no menor de 60 m.

II.3.3 RESPUESTA DINÁMICA DEL TERRENO

Para cualquier método que se utilice en la determinación de las cargas inducidas sobre las estructuras debido a la acción de sismos, es necesario utilizar el espectro sísmico correspondiente a la zona donde se ubique la estructura y al tipo de suelo en que se desplantara. En el espectro sísmico, “ a ” muestra la variación de la ordenada, correspondiente a la relación de la aceleración del sismo entre la de la gravedad, para sus diferentes periodos de vibración (T), los valores de la ordenada al origen (a_0), de la ordenada máxima (c) y de los periodos de vibración, inferior (T_a) y superior (T_b) del intervalo de resonancia del espectro. Para estructuras tipo A, los valores a_0 y c se multiplican por un factor de importancia de 1.50.

ZONA SÍSMICA	TIPO DE SUELO	A_0	c	T_a (s)	T_b (s)	r
A	I	0.020	0.08	0.2	0.6	1/2
	II	0.040	0.16	0.3	1.5	2/3
	III	0.050	0.20	0.6	2.9	1
B	I	0.040	0.14	0.2	0.6	1/2
	II	0.080	0.30	0.3	1.5	2/3
	III	0.100	0.36	0.6	2.9	1
C	I	0.090	0.36	0.2	0.6	1/2
	II	0.130	0.50	0.3	1.4	2/3
	III	0.160	0.64	0.6	1.9	1
D	I	0.130	0.50	0.2	0.6	1/2
	II	0.170	0.68	0.3	1.2	2/3
	III	0.210	0.86	0.6	1.7	1
E	I	0.040	0.16	0.2	0.6	1/2
	II	0.080	0.32	0.3	1.5	2/3
	III	0.100	0.40	0.6	3.9	1

Tabla 1

Donde:

A_0 Valor de a que corresponde a $T = 0$

C Coeficiente sísmico

T_a, T_b Periodos característicos de los espectros de diseño (en segundos)

Tipo de suelo:

- I Terreno firme
- II Terreno intermedio
- III Terreno blando

La ordenada (a) para cualquier periodo de vibración (T) en el espectro sísmico, está definida por las siguientes expresiones:

$$Si \ 0 < T \leq T_a ; a = a_0 + \frac{c - a_0}{T_a} T$$

$$Si \ T_a < T \leq T_b ; a = c$$

$$Si \ T_a < T ; a = c \left(\frac{T_b}{T} \right)^2$$

Donde:

- r Exponente adimensional que se obtiene de la Tabla 2, según la zona sísmica donde se ubique la estructura y el tipo de suelo en que se desplante.

En base a lo anterior, se elaboró el espectro sísmico correspondiente a la zona donde será construido el proyecto, tomando en consideración las características del suelo y la ubicación geográfica del mismo. Con la información recabada se tiene que: de acuerdo a la zona geográfica, el edificio se ubica en la Zona Sísmica “B” considerada el menor riesgo y de acuerdo a las características geotécnicas y geológicas, se determinó que el suelo se clasifica como Tipo I.

Con la información anterior se grafica el espectro sísmico, el cual queda de la siguiente forma:

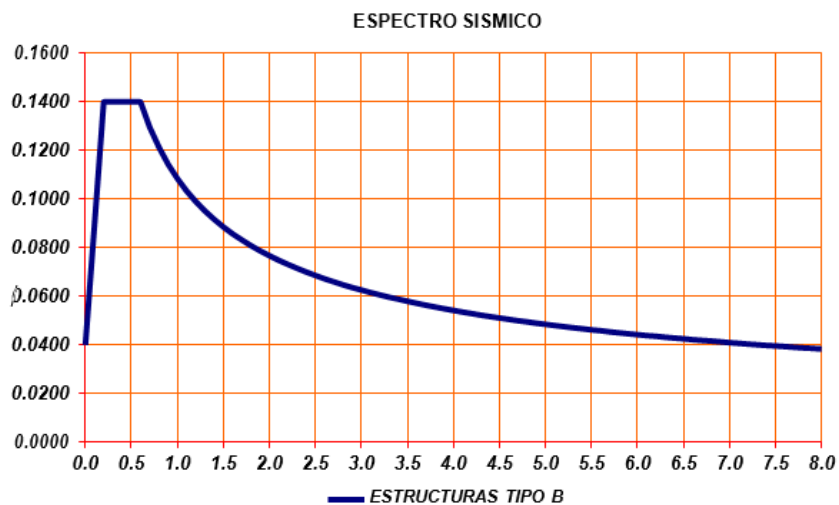


Figura 6.- Espectro sísmico para diferentes periodos de retorno, para estructuras tipo B, de acuerdo a la norma SCT (Caduma, 2021).

II.3.4 Valores obtenidos para el espectro sísmico:

$r = 0.50$

$a_0 = 0.040$

$c = 0.14$

$T_a = 0.2$

$T_b = 0.6$

III. TRABAJOS DE EXPLORACIÓN Y MUESTREO

III.1 OBJETIVO DE LOS TRABAJOS DE EXPLORACIÓN

Los trabajos de exploración tienen como finalidad el determinar la estratigrafía y las propiedades físicas de los suelos, particularmente sus características de resistencia y deformación, mediante la ejecución de 2 (dos) sondeos tipo pozo a cielo abierto con recuperación de muestras alteradas.

III.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de 2 (dos) sondeos de la forma de Pozo a Cielo Abierto (PCA) para la extracción de muestras alteradas de suelo a diversas profundidades del PCA, con el fin de ser transportadas al laboratorio de materiales de la empresa CADUMA para su análisis e interpretación. A continuación, se muestran algunas imágenes de la ejecución de las exploraciones de los Pozos a Cielo Abierto.

Los resultados de esta prueba se relacionarán indirectamente con algunas propiedades físicas de los suelos.

En la siguiente cartografía se muestran las ubicaciones de los sondeos tipo PCA realizados:

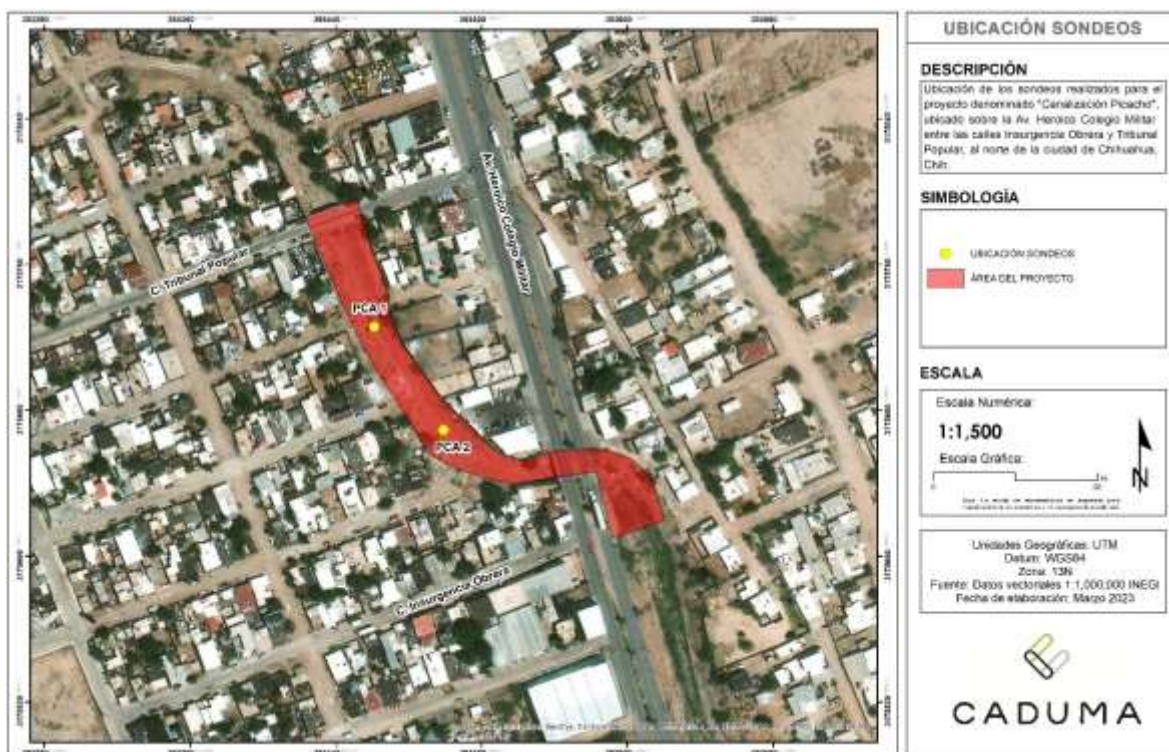


Figura 7.- Ubicación de los sondeos realizados.

A continuación, se muestran algunas imágenes de la ejecución de la exploración con los Pozos a Cielo Abierto (PCA).

Pozo a Cielo Abierto No. 1

En las coordenadas UTM 393453.47 mE y 3175727.71 m N, fue realizado el primer sondeo tipo Pozo a Cielo Abierto.



Figura 8.- Vista del Predio del Proyecto.



Figura 9.- Estratigrafía de PCA 1.

En éste sondeo se encontró un material de relleno, compuesto principalmente de grava arena color café claro con boleos hasta de 8" de tamaño máximo, al parecer producto de arrastre, el cual se encuentra contaminado con algo de basura y escombros, éste estrato va de 0.00m a 0.80m y se encuentra en estado húmedo y suelto.



Figura 10.- Material extraído del PCA 1, Estrato 1.

A continuación, se detectó un segundo estrato que va de 0.80m hasta 1.60m, de una arena muy arcillosa color café muy oscuro, con boleos de hasta de 6" de tamaño máximo, éste material se encuentra en estado muy húmedo y semi compacto.



Figura 11.- Material extraído del PCA 1, Estrato 2.

Continuando con la exploración, se encontró un tercer estrato que va de 1.60m hasta 3.10m, de una arena arcillosa color café, con algo de grava y boleos hasta de 6" de tamaño máximo, éste material se encuentra en estado muy húmedo y compacto, no fue detectado en nivel freático la profundidad explorada (3.10m), y no fue posible excavar más con el equipo utilizado.



Figura 11.- Material extraído del PCA 1, Estrato 3

Pozo a Cielo Abierto No. 2

En las coordenadas UTM **393498.54 m E** y **3175672.32 m N**, fue realizado el segundo sondeo tipo Pozo a Cielo Abierto.



Figura 12.- Estratigrafía de PCA 2.

En éste segundo sondeo se encontró un material de relleno, compuesto principalmente de grava arena color café claro con gran cantidad de boleos hasta de 12" de tamaño máximo, al parecer producto de arrastre, el cual se encuentra contaminado con algo de basura y escombros, éste estrato va de 0.00m a 0.90m y se encuentra en estado muy húmedo y suelto.



Figura 13.- Material extraído del PCA 2, Estrato 1.

Continuando con la exploración, se encontró un segundo estrato que va de 0.90m hasta 2.90m, de una arena arcillosa color café, con algo de grava y gran cantidad de boleos hasta de 10" de tamaño máximo, éste material se encuentra en estado muy húmedo y compacto, la excavación solo pudo llegar hasta éste punto con el equipo utilizado (2.90m), en el cual no fue detectado el nivel freático.



Figura 14.- Material extraído del PCA 2, Estrato 2.

IV. TRABAJOS DE LABORATORIO

IV.1 OBJETIVO DE LOS TRABAJOS DE LABORATORIO

El objetivo de los trabajos de laboratorio consistirá en la determinación de las propiedades índices y mecánicas del suelo. El sistema estructural del suelo se define en su totalidad en la fase exploratoria, la fase final es el evaluar las propiedades pertinentes de los estratos críticos que se hayan identificado, utilizando los resultados de los ensayos de laboratorio de muestras alteradas y los datos de campo.

IV.2 DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS

Se realizarán pruebas de resistencia mecánica para obtener los parámetros de resistencia al corte (ángulo de fricción y cohesión) de los suelos.

Como parte de la etapa de laboratorio, se tiene contemplado la realización de las siguientes pruebas a todas las muestras obtenidas durante los trabajos:

a) Pruebas Índice:

- Contenido de agua
- Límites de consistencia
- Granulometría
- Valor de Soporte de California
- Expansión

Para las muestras donde no sea posible realizar la prueba triaxial, los parámetros mecánicos como son ángulo de fricción y cohesión aparente para suelos friccionantes se determinarán mediante correlaciones a partir del número de golpes obtenido en la prueba de Penetración Estándar, dichos parámetros serán necesarios en los análisis de capacidad de carga de la cimentación.

V. ESTRATIGRAFÍA DE LA ZONA

V. ESTRATIGRAFÍA DE LA ZONA

Con la información obtenida a la fecha de la exploración geotécnica, se realizó la caracterización de los estratos de suelos que componen el área donde se proyecta la construcción. Se determinó que el suelo del sitio en estudio se conforma principalmente de:

- Arenas y Gravas Arcillosas con boleos.

V.1 SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Unified Soil Classification System (USCS), fue presentado por Arthur Casagrande, usado para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar.

Los suelos de granos grueso y fino se distinguen mediante el tamizado del material por el tamiz N°. 200. Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicho tamiz y los finos a los que lo pasan, de esta forma se considera que un suelo es grueso si más del 50% de las partículas del mismo son retenidas en el tamiz N°. 200 y fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicho tamiz.

Los suelos se designan por símbolos de grupo. El símbolo de cada grupo consta de un prefijo y un sufijo. Los prefijos son las iniciales de los nombres en ingles de los seis principales tipos de suelos (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turbas), mientras que los sufijos indican subdivisiones en dichos grupos.

Tipo de suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Grava	G (Gravel)	Bien graduada	W (Well)
Arena	S (Sand)	Mal graduado	P (Poor)
Limo	M (Moh)	Limoso	M (Moh)
Arcilla	C (Clay)	Arcilloso	C (Clay)
Orgánico	O (Organic)	Compresibilidad baja	L (Low)
		Compresibilidad alta	H (High)

Tabla 2

Las gravas con 5 a 12% de finos requieren el uso de símbolos dobles:

- GW -GM grava limosa bien gradada;
- GW-GC grava arcillosa bien gradada;
- GP-GM grava limosa mal gradada;
- GP-GC grava arcillosa mal gradada.

Las arenas con 5 a 12% de finos requieren el uso de símbolos dobles:

- SW -SM arena limosa bien gradada;
- SW -SC arenas arcillosa bien gradada;
- SP-SM arena limosa mal gradada;
- SP-SC arena arcillosa mal gradada.

V.2 CLASIFICACIÓN PARA EXCAVACIÓN.

Para iniciar la clasificación de los materiales de corte primero se exponen a continuación las descripciones de los comúnmente conocidos materiales A, B y C, utilizadas por la SCT.

Material A

Materiales blandos y sueltos, o suelos poco o nada cementados, con partículas hasta de 7.6 cm (3"). Estos materiales pueden ser eficientemente excavados con moto escrepa de 90 a 110 caballos de potencia sin auxilio de arados (ripper) o tractores empujadores, aunque ambos puedan ser utilizados para obtener mayores rendimientos.

Material B

Materiales que por la dificultad de extracción y carga, solo pueden ser excavados eficientemente por tractor de oruga con cuchilla de inclinación variable de 140 a 160 caballos de potencia, sin el uso de arado o explosivos aunque por conveniencia se utilicen estos para aumentar el rendimiento. Además se consideran como Material B, a las piedras menores a 75 cm y mayores a 7.6 centímetros (3") en estado suelto.

Material C

Son aquellos materiales que por su dificultad de extracción, sólo pueden ser excavados eficientemente mediante con roto martillo o bien con el uso de explosivos. Además, se considera que las rocas en estado suelto con una dimensión mayor a 75 cm., son Materiales C.

V.3 RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO

A través de los resultados de la campaña de exploración y laboratorio, se determinó que la estratigrafía del sitio donde se tiene planeado el proyecto se compone principalmente de Arenas Arcillosas así como fragmentos en forma de boleo.

Sondeo 1.

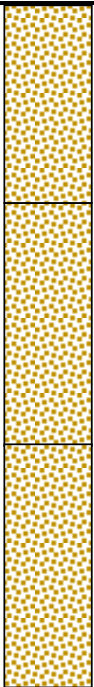
COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	SONDEO	CLASIFICACIÓN SUCS	ESPESOR (m)	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)
	PCA 1	SP-SM ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	0.00m - 0.80m	44	51	5
		SC ARENA ARCILLOSA	0.80m - 1.60m	23	63	14
		SC ARENA ARCILLOSA	1.60m - 3.10m	6	55	39

Figura 15.- Perfil estratigráfico para el PCA 1.

Sondeo 2.

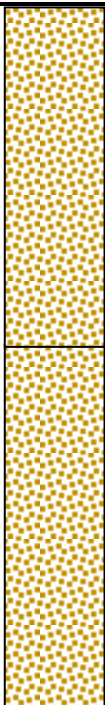
COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	SONDEO	CLASIFICACIÓN SUCS	ESPESOR (m)	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)
	PCA2	SP-SM ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	0.00m - 0.90m	43	52	5
		SC ARENA ARCILLOSA	0.90m - 2.90m	8	54	38

Figura 16.- Perfil estratigráfico para el PCA 2.

VI. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

VI. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

A continuación se describe el procedimiento de diseño geotécnico de cimentaciones superficiales desplantadas en estratos encontrados considerando su calidad, estabilidad en condiciones estáticas y de sismo, la distribución de esfuerzos en el suelo de soporte.

VI.1 PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS

VI.1.1 ESFUERZOS A NIVEL DE LA CIMENTACIÓN

Antes de iniciar el análisis de capacidad de carga es necesario conocer el esfuerzo que será transmitido a la cimentación, por lo que se deberá realizar la bajada de cargas de la superestructura, considerando las cargas que deben soportar.

VI.1.2 CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

Para la determinación de las propiedades mecánicas de cada uno de los estratos, se consideraran los resultados de las pruebas de laboratorio, en primera instancia, así como las correlaciones empíricas que relacionen los resultados en campo con algunas propiedades de resistencia (c , ϕ).

Por otro lado, para la determinación de los parámetros de elasticidad para cada uno de los estratos, se realizó con procedimientos diferentes. Los parámetros usados con más frecuencia para describir una relación esfuerzo-deformación lineal son el módulo de Young, E , y la relación de Poisson, ν . En los siguientes puntos se indican los criterios empleados para la determinación de los parámetros elásticos.

VI.2 MODELO GEOTÉCNICO

De acuerdo a la exploración geotécnica se determinó que el suelo donde serán cimentados los apoyos que conforman al proyecto se compone de la siguiente capa:

- Arena Arcillosa

VI.3 MARCO TEÓRICO

VI.3.1 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA PARA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

Para determinar la capacidad de carga, se consideraron los criterios de una zapata cuadrada de una cimentación superficial por debajo del nivel del terreno natural en un suelo homogéneo.

Consideraciones de cálculo:

- El suelo es semi-infinito, isotrópico y rígido-plástico.
- La profundidad de la cimentación no será menor que la altura del peralte de la zapata.
- El suelo por encima de la base de la cimentación es considerado como un esfuerzo de sobrecarga.
- La base de la zapata es áspera.

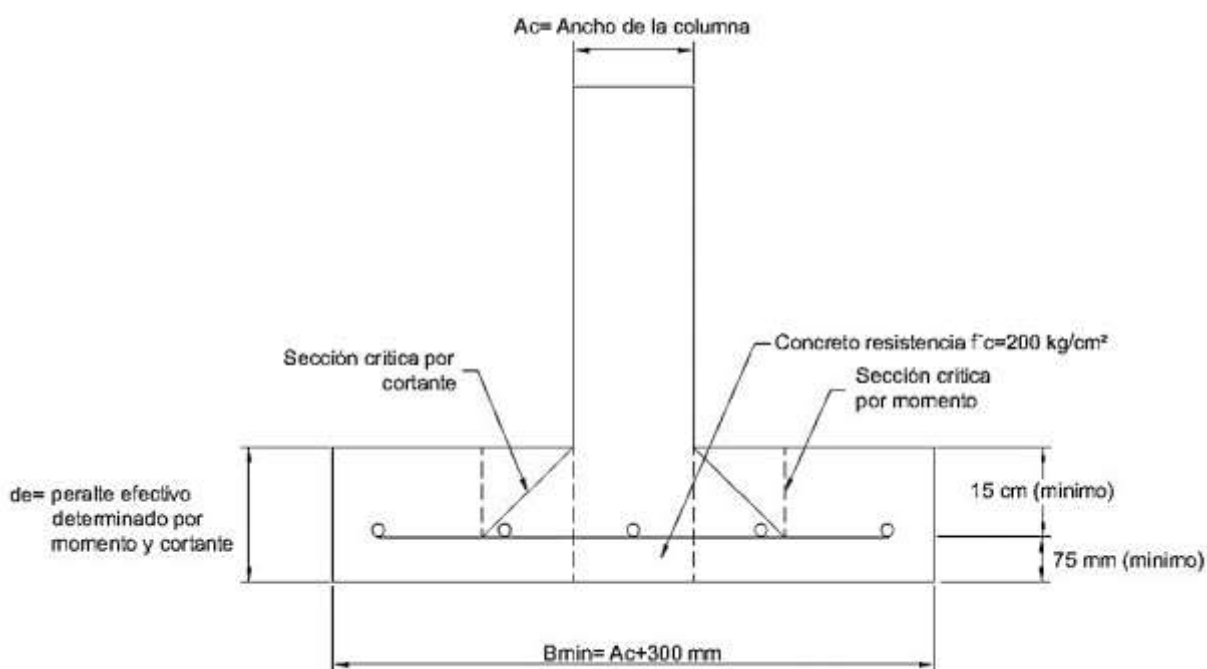


Figura 17.- Ejemplo de una zapata cuadrada con especificaciones.

Consideraciones generales de carga:

La carga última neta se determinó con la siguiente ecuación:

$$q_{neta (perm)} = 1.3cNc + \gamma DfNq + 0.4\gamma BN\gamma$$

Donde:

q_u = carga última

γ = peso volumétrico del suelo

D_f = profundidad a la que estará embebida o desplantada la cimentación en el suelo,
 $D_f < B$;

N_q y N_γ = factores de capacidad de carga

B = Ancho de la cimentación

L = Largo de la cimentación

q_a = Capacidad de carga admisible = $q_u/3$

VI.3.1.1 FACTOR DE SEGURIDAD

Para el diseño de la cimentación, la capacidad de carga última es reducida por un factor, dada la incertidumbre que puede existir acerca del comportamiento y las cargas a que estará sujeto el suelo o roca de desplante, para todas las teorías, la capacidad admisible estará dada por:

(Ecuación 8)

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{F.S.}$$

En general, el factor de seguridad (F.S.) para cimentaciones varía de 2 a 3, para éste tipo de proyecto se opta por un factor de 3.

VII. RESULTADOS

VII.1 CAPACIDAD DE CARGA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

Una vez realizados los cálculos para la capacidad de carga para cimentaciones superficiales tipo zapata cuadrada, se obtuvieron los siguientes resultados:

PCA 1	
Profundidad de desplante (m)	Capacidad de carga admisible (Ton/m ²)
1.00	43.17
1.50	46.59
2.00	49.73
2.50	53.08

Tabla 3.- Capacidad de carga última para cimentación superficial (Caduma, 2022).

PCA 2	
Profundidad de desplante (m)	Capacidad de carga admisible (Ton/m ²)
1.00	42.94
1.50	46.26
2.00	49.59
2.50	52.91

Tabla 4.- Capacidad de carga última para cimentación superficial (Caduma, 2022).

Notas:

- La profundidad de desplante de la base de la zapata recomendada (m) no deberá ser menor a la altura de la base de la cimentación.
- Se recomienda tomar una profundidad de desplante mayor a 1.00 metro, ya que el estrato superficial se encuentra contaminado por escombros y basura debido al arrastre del canal.

VIII. CONCLUSIONES

1. El Nivel de Aguas Freáticas no fue encontrado de acuerdo a la profundidad máxima de exploración.
2. Para validar en un futuro una edificación de mayor envergadura se deberá modificar el tipo de caracterización del suelo, mediante ensayos de penetración estándar o similar a profundidades mayores a los 10 m.
3. Para las zonas en donde se pretenda desplantar sobre un suelo de características arenosas - arcillosas, es necesario realizar el proceso de compactación por medios mecánicos en capas de no más de 20 cm de espesor, es decir pudiendo utilizarse rodillo pata de cabra en ambas variantes (vibratorio o por peso muerto) para su compactación. El grado de compactación mínimo aceptable deberá ser de 95 % de su Masa Volumétrica Seca Máxima (MVSM), empleando el AASHTO estándar.
4. Se debe cuidar la humedad óptima de los materiales, ya que se puede dar el caso de que por falta de humedad no se cumpla con el grado de compactación o se encarpete y/o rompa por fatiga el suelo.
5. La compactación podrá verificarse por algún laboratorio externo a la compañía constructora, ya sea mediante densímetro nuclear o con el método del cono y arena.
6. El afine de la capa final será mediante moto conformadora para dar los niveles de proyecto.
7. Se deberá de proteger el acero de refuerzo de la losa mediante una plantilla de concreto pobre para evitar el efecto de corrosión.
8. Es necesario llevar un control de calidad de los materiales y procesos constructivos al momento de edificar con el fin de alcanzar lo antes descrito.
9. De inicio, se recomienda cribar toda la capa del primer estrato, esto con el fin de aprovechar los materiales para emplearlos en las construcciones de terraplén y/o subrasante mejorándolos previamente para cumplir con la normativa.

RECOMENDACIONES:

1. Se deberá garantizar que el material para desplante de las zapatas cumpla con una calidad mínima de sub rasante, compactada al 95% de su peso volumétrico seco máximo, mediante la prueba AASHTO estándar, que permita abatir los riesgos de asentamientos diferenciales.
2. Enseguida se deberá construir una capa no menor a 20 cm con material que cumpla con las características de sub-base hidráulica, de acuerdo a la normativa SCT y deberá compactarse mínimo al 95% de su peso volumétrico seco máximo, obtenido mediante la prueba AASHTO modificada.

M.I. LEONEL BARRIENTOS JUÁREZ
Director Técnico

Ix. REFERENCIAS

- Servicio Geológico Mexicano, 2008, **Carta Geológico-Minera del Estado de Jalisco**, F13-8.
- Luis I. González de Vallejo, Mercedes Ferrer, Luis Ortuño y Carlos Oteo, Madrid, 2002, **“Ingeniería Geológica”**, Prentice Hall.
- Comisión Federal de Electricidad, México, 2008, **“Manual de Diseño de Obras Civiles”**, Diseño por Sismo.
- L. Don Leet, Sheldon Judson, México 2012, **“Fundamentos de Geología Física”**, Editorial Limusa.
- Braja M. Das, 2001, **“Principios de Ingeniería de Cimentaciones”**, Cuarta Edición, California State University, Sacramento.
- Eulalio Juárez Badillo y Alfonso Rico Rodríguez, México, 2000, **“Mecánica de Suelos”**, Tomo II, Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos, Limusa.
- Ernesto Holguín, Carlos E. Gutiérrez, Alberto Cuevas, José A. Segovia, México D. F., 1992, **“Diseño Geotécnico de Cimentaciones”**, TGC.
- Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A. C., 2001, **“Manual de Cimentaciones Profundas”**.
- Bowles, J. (1996), **“Foundation Analysis and Design”**, Ed. Mc Graw Hill, 5a. Edición.
- US Army Corps of Engineers (1991), **“Design of Pile Foundations”**, Washington D.C 1991.
- Gordon A. Fletcher, Vernon A. Smoots, México 1982 **“Estudios de suelos y cimentaciones en la industria de la construcción”**, Editorial Limusa
- James A. Langer, “Laterally loaded deep foundations: analysis and performance”, Estados Unidos 1978, American Society for Testing and Materials.
- D.D. Barkan, “Dynamics of Bases and Foundations”, Estados Unidos 1962, Ed. McGraw Hill.

X. ANEXOS

GRUPO CADUMA CONSULTORES, S. DE R.L. DE C.V.



INFORME DE POZOS A CIELO ABIERTO						
OBRA : CANALIZACIÓN DE ARROYO EL PICACHO			NÚMERO DE ENSAYE : _____			
LOCALIZACIÓN : 393453.47mE - 3175727.71mN			FECHA DE RECIBO : 2023-mar-23			
CIUDAD : CHIHUAHUA		ESTADO : CHIHUAHUA		FECHA INFORME : 30-mar-23		
I D E N T I F I C A C I Ó N						
No. ENSAYE	001	002	003			
POZO A CIELO ABIERTO	1	1	1			
ESTRATO	1	2	3			
PROFUNDIDAD	0.00m-0.80m	0.80m-1.60m	1.60m-3.10m			
RESULTADOS DE LABORATORIO						
TAMAÑO MÁXIMO	8"	6"	6"			
%RET.MALLA 75 mm (3")	6	3	5.0			
%PASA MALLA 50 mm (2")	94	100	100			
%PASA MALLA 38 mm (1 1/2")	92	95	98			
%PASA MALLA 25 mm (1")	83	92	98			
%PASA MALLA 19 mm (3/4")	80	91	98			
%PASA MALLA 12.5 mm (1/2")	73	87	97			
%PASA MALLA 9.5 mm (3/8")	68	84	96			
%PASA MALLA 6.3 mm (1/4")	61	80	95			
%PASA MALLA 4.75 mm (# 4)	56	77	94			
%PASA MALLA 2.00 mm (# 10)	40	63	89			
%PASA MALLA .850 mm (# 20)	27	46	81			
%PASA MALLA 0.475 mm (# 40)	15	26	64			
%PASA MALLA .250 mm (# 60)	10	19	55			
%PASA MALLA .150 mm (# 100)	7	15	47			
%PASA MALLA 0.075 mm (# 200)	5	14	39			
EQUIVALENTE ARENA %	-	-	-			
LÍMITE LÍQUIDO	22	44	39			
ÍNDICE PLÁSTICO	N.P.	24	25			
CONTRACCIÓN LINEAL %	0.9	8.6	5.02			
P.E.S.SUELTO Kg/m3	1436	1151	1131			
P.E.S.MÁXIMO Kg/m3	1833					
HUMEDAD ÓPTIMA %	-	-	-			
HUMEDAD NATURAL %	8.3	14.6	10.4			
GRADO DE COMPACTACIÓN %						
P.E.S. LUGAR %						
COMPACTIDAD RELATIVA						
C.B.R. SATURADO	24.9	9.5	53.7			
EXPANSIÓN	0.19	1.50	0.50			
CLASIFICACIÓN SUCS	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	ARENA ARCILLOSA	ARENA ARCILLOSA			
	S P S M	S C	S C			
OBSERVACIONES EN CAMPO						
DESCRIPCIÓN EN CAMPO	GRAVA ARENA	ARENA ARCILLOSA	ARENA ARCILLOSA			
COLOR	CAFÉ CLARO	CAFÉ OSCURO	CAFÉ			
PARTÍCULAS	REDONDEADAS	REDONDEADAS	REDONDEADAS			
ESTADO	HÚMEDO	MUY HÚMEDO	MUY HÚMEDO			
COMPACTIDAD	BAJA	MEDIA	MEDIA			
CONSISTENCIA	-	-	-			
RESISTENCIA EN ESTADO SECO	BAJA	MEDIA	BAJA			
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:						
NICOLÁS OLIVAS SÁENZ M.I. LEONEL BARRIENTOS JUÁREZ						

IR-CMPCA-07

CARRETERAS + DESARROLLO URBANO + MEDIO AMBIENTE

EL RESULTADO SÓLO ES VÁLIDO PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PARA CUALQUIER DUDA RELACIONADA CON LOS RESULTADOS QUE EMITIMOS, QUEJA O SUGERENCIA ESTAMOS A SU DISPOSICIÓN EN EL CORREO ELECTRÓNICO: contacto@caduma.com.mx

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO EXPEDIDO POR GRUPO CADUMA CONSULTORES, S. DE R.L. DE C.V.

GRUPO CADUMA CONSULTORES, S. DE R.L. DE C.V.

INFORME DE POZOS A CIELO ABIERTO						
OBRA : CANALIZACIÓN DE ARROYO EL PICACHO				NÚMERO DE ENSAYE : _____		
LOCALIZACIÓN : 393498.54 mE - 3175672.32 mN				FECHA DE RECIBO : 2023-mar-23		
CIUDAD : CHIHUAHUA		ESTADO : CHIHUAHUA		FECHA INFORME : 30-mar-23		
I D E N T I F I C A C I Ó N						
No. ENSAYE	001	002				
POZO A CIELO ABIERTO	2	2				
ESTRATO	1	2				
PROFUNDIDAD	0.00m-0.90m	0.90m-2.90m				
RESULTADOS DE LABORATORIO						
TAMAÑO MÁXIMO	7"	6"				
%RET.MALLA 75 mm (3")	12	5.0				
%PASA MALLA 50 mm (2")	95	99				
%PASA MALLA 38 mm (1 1/2")	90	95				
%PASA MALLA 25 mm (1")	84	94				
%PASA MALLA 19 mm (3/4")	79	94				
%PASA MALLA 12.5 mm (1/2")	71	93				
%PASA MALLA 9.5 mm (3/8")	66	92				
%PASA MALLA 6.3 mm (1/4")	61	92				
%PASA MALLA 4.75 mm (# 4)	57	92				
%PASA MALLA 2.00 mm (# 10)	42	88				
%PASA MALLA .850 mm (# 20)	28	80				
%PASA MALLA 0.475 mm (# 40)	15	67				
%PASA MALLA .250 mm (# 60)	9	58				
%PASA MALLA .150 mm (# 100)	7	45				
%PASA MALLA 0.075 mm (# 200)	5	38				
EQUIVALENTE ARENA %	-	-				
LÍMITE LÍQUIDO	22	41				
ÍNDICE PLÁSTICO	N.P.	25				
CONTRACCIÓN LINEAL %	0.9	5.4				
P.E.S.SUELTO Kg/m3	1441	1127				
P.E.S.MÁXIMO Kg/m3	-	-				
HUMEDAD ÓPTIMA %	-	-				
HUMEDAD NATURAL %	9.4	11.7				
GRADO DE COMPACTACIÓN %						
P.E.S. LUGAR %						
COMPACTIDAD RELATIVA						
C.B.R. SATURADO	25.3	54.6				
EXPANSIÓN	0.24	0.61				
CLASIFICACIÓN SUCS	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA S P S M	ARENA ARCILLOSA S C				
OBSERVACIONES EN CAMPO						
DESCRIPCIÓN EN CAMPO	GRAVA ARENA	ARENA ARCILLOSA				
COLOR	CAFÉ CLARO	CAFÉ				
PARTÍCULAS	REDONDEADAS	REDONDEADAS				
ESTADO	HUMEDO	MUY HÚMEDO				
COMPACTIDAD	BAJA	MEDIA				
CONSISTENCIA						
RESISTENCIA EN ESTADO SECO	BAJA	BAJA				
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:						
NICOLÁS OLIVAS SÁENZ M.I. LEONEL BARRIENTOS JUÁREZ						

IR-CMPCA-07

CARRETERAS + DESARROLLO URBANO + MEDIO AMBIENTE

EL RESULTADO SÓLO ES VÁLIDO PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PARA CUALQUIER DUDA RELACIONADA CON LOS RESULTADOS QUE EMITIMOS, QUEJA O SUGERENCIA ESTAMOS A SU DISPOSICIÓN EN EL CORREO ELECTRÓNICO: contacto@caduma.com.mx

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO EXPEDIDO POR GRUPO CADUMA CONSULTORES, S. DE R.L. DE C.V.