



# ESTUDIO GEOTÉCNICO

## PROYECTO “ANTENA ISLA CHIPRE”

**DICIEMBRE 2020**

*RESUMEN: SE DESCRIBEN LAS ACTIVIDADES DE CAMPO Y LABORATORIO, AL IGUAL QUE LOS ANÁLISIS TÉCNICOS REALIZADOS PARA ESTABLECER LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SITIO EN ESTUDIO Y EMITIR LAS RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA.*



# LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD JUÁREZ, S.C.

**CONTROL DE CALIDAD**  
CALLE CHIHUAHUA No. 7045 – COL. AMPLIACION AEROPUERTO  
TELEFONOS 619-55-55 Y 619-50-13  
CD. JUÁREZ CHH.

**www.leisajuarez.net**

Ciudad Juárez, Chih., 09 de diciembre del 2020.

**ING. PEDRO ORTEGA TOVAR**  
**GPS CONSTRUCTIVOS**  
**P R E S E N T E**

Me permito anexar el **Estudio Geotécnico** solicitado por usted en el cual se presentan las propiedades físicas y mecánicas del subsuelo del sitio del proyecto ANTENA ISLA CHIPRE, localizado sobre calle Milpa Alta 3244, Colonia Loma Linda, perteneciente al municipio de Cd. Juárez, en el estado de Chihuahua.

En este estudio se describen las actividades tanto de campo como de laboratorio llevadas a cabo para determinar las características físicas y mecánicas del terreno.

Como parte de la exploración y muestreo se realizó un sondeo a 8.00m de profundidad, mediante perforación del suelo y recuperación de muestras con pruebas de penetración estándar.

Con los datos así obtenidos y en conjunto con los proporcionados por el solicitante acerca del proyecto se realizaron los cálculos necesarios conforme a las teorías geotécnicas aplicables para presentar los parámetros característicos del suelo.

Cabe mencionar que los análisis y recomendaciones emitidos en este informe están basados en los datos obtenidos en campo y en laboratorio. Sin embargo, debido a la naturaleza propia de los suelos, este reporte no refleja la exacta variación de las condiciones del subsuelo, ya que la naturaleza y extensión de los diferentes estratos a través del subsuelo puede no ser evidente sino hasta que comience la construcción, por lo que será necesario replantear las condiciones iniciales cuando se note algún cambio en las características del subsuelo descritas en este informe para proceder con el análisis de la factibilidad de permanecer con las mismas recomendaciones o de realizar las adecuaciones que resulten necesarias para la ejecución segura de los trabajos.

Sin otro particular, quedo de usted.

**REALIZÓ**

**M.C. P. García R.**  
**JEFE DE GEOTECNIA**

**REVISÓ**

**M.C. E. O. López M.**  
**GERENTE TÉCNICO**

**APROBÓ**

**Ing. J. Hinojos A.**  
**GERENTE GENERAL**

**AUTORIZÓ**

**Ing. F. Ramírez**  
**DIRECTOR GENERAL**

## Índice de contenido

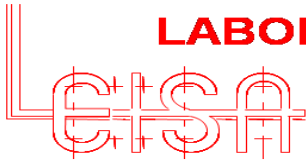
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ASPECTOS GEOGRÁFICOS	1
2.1.	Geología	1
2.2.	Topografía básica	2
2.3.	Clima	2
2.4.	Sismicidad	2
2.5.	Ubicación	4
3.	TRABAJOS DE CAMPO	5
4.	CAPACIDAD DE CARGA PARA SUELOS FRICCIONANTES	9
4.1.	CAPACIDAD DE CARGA POR FRICCIÓN LATERAL	9
4.2.	CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA (EN ARENAS) Meyerhof (1976)	9
4.3.	ASENTAMIENTO EN PILAS	10
4.4.	MÓDULO DE REACCIÓN VERTICAL	11
4.5.	MÓDULO DE REACCIÓN HORIZONTAL	11
4.6.	CAPACIDAD POR EXTRACCIÓN	12
4.7.	ANÁLISIS DE CIMENTACIONES	13
4.7.1.	PILOTES	14
5.	LIMITACIONES	14
6.	INSPECCIÓN	15
7.	REFERENCIAS	16
8.	ANEXOS	18

## Índice de tablas

Tabla 1. Velocidad de ondas de corte a partir del número de golpes .....	3
Tabla 2. Valores de los períodos característicos y exponentes que controlan las ramas descendentes de los espectros de diseño para zoba B tipo III.....	3
Tabla 3. Ubicación de sondeos .....	5
Tabla 4. Capacidad de carga por pilotes.....	14

## Índice de figuras

Figura 1. Clima en Ciudad Juárez. Fuente: INEGI .....	2
Figura 2. Regionalización sísmica de la República Mexicana. Fuente: Manual, CFE, 2015 .....	3
Figura 3. Ubicación del predio explorado en un panorama local. Fuente: Google Earth.....	4
Figura 4. Ubicación de los sondeos. Fuente oogle Earth .....	4
Figura 5. Perfil estratigráfico del SPT-1 .....	7
Figura 6. Coeficiente de levantamiento y variación de la fricción en el fuste. ....	13



# **LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD JUÁREZ, S.C.**

## **CONTROL DE CALIDAD**

**CALLE CHIHUAHUA No. 7045 – COL. AMPLIACION AEROPUERTO  
TELEFONOS 619-55-55 Y 619-50-13  
CD. JUÁREZ CHH.**

**[www.leisajuarez.net](http://www.leisajuarez.net)**

## **1. INTRODUCCIÓN**

La empresa GPS CONSTRUCTIVOS pondrá en operación el sitio celular "ISLA CHIPRE" el cual se encuentra ubicado en las coordenadas 31° 43' 22.13" N; 106° 30' 40.32" W, en Ciudad Juárez, Chihuahua. Para lo cual, Laboratorios LEISA realiza el estudio de mecánica de suelos para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo de sustentación que alojará la cimentación de una estructura para la colocación de antenas de telefonía celular. El alcance del estudio es determinar la capacidad de carga admisible del terreno, así como dar las recomendaciones adecuadas de excavación y cimentación para dicha estructura.

## **2. ASPECTOS GEOGRÁFICOS**

### **2.1. Geología**

El Municipio de Juárez se localiza en la parte oeste del norte del Estado de Chihuahua, en las coordenadas 106° 29' 13" longitud oeste y 34° 44' 22" latitud norte, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar (msnm). Colinda al norte con el municipio de Ascensión y los Estados Unidos de América; al este con los Estados Unidos de América y el municipio de Guadalupe; al sur con los municipios de Guadalupe, Ahumada y Ascensión; al oeste con el municipio de Ascensión. Cuenta con una superficie de 3,561.14 km<sup>2</sup>, que representa el 1.4% del total de la superficie del estado.

La geología se compone por suelos del periodo cuaternario, cretácico, terciario y jurásico. Cuenta con rocas ígnea extrusiva, metamórficas, y sedimentarias, dentro de las cuales se presentan la caliza, conglomerado, caliza-lutita y lutita-arenisca.

Se observa la presencia de suelos del tipo aluvial, eólico y lacustre.

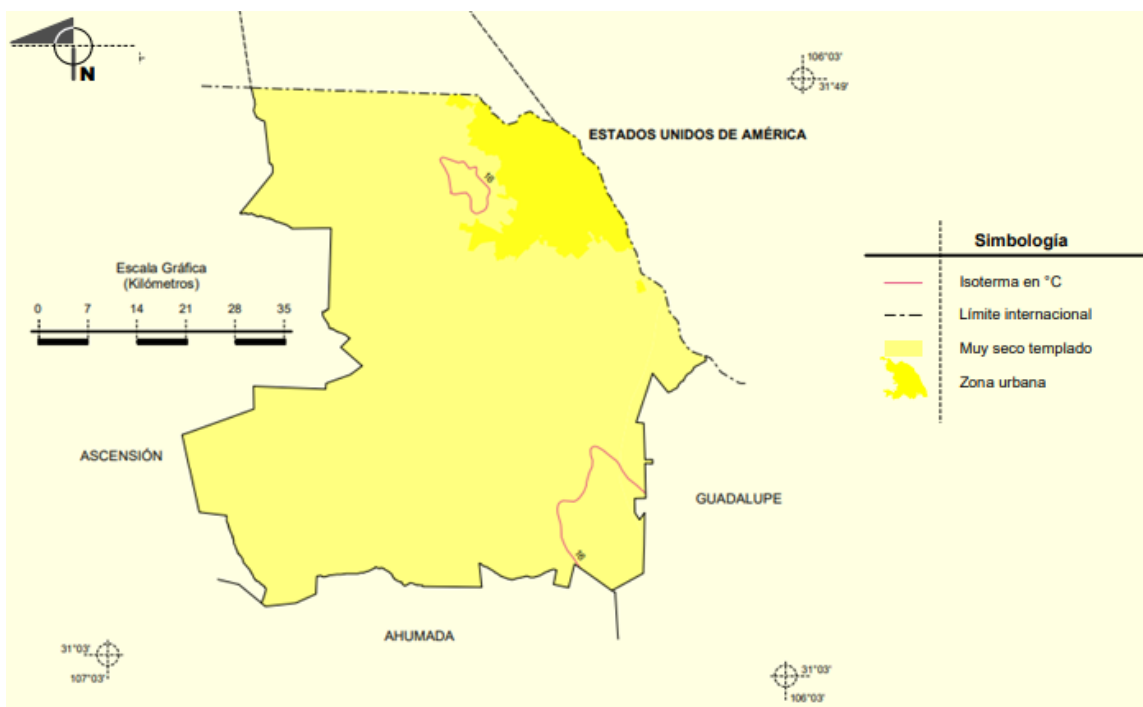
Las zonas urbanas están creciendo sobre suelos y rocas sedimentarias del Cuaternario, sobre áreas donde originalmente había suelos denominados arenosol, regosol, calcisol, solonetz, leptosol, gypsisol y solonchack; tienen clima muy seco templado, y están creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y matorrales.

## 2.2. Topografía básica

El terreno es mayormente plano, las principales elevaciones son: Sierra Juárez y Sierra El Presidio con 1, 820 msnm; Sierra Samalayuca con 1, 760msnm; Cerro El Mesudo con 1, 490 msnm y Cerro La Morita con 1, 340 msnm. (INEGI, 2010).

## 2.3. Clima

La zona en estudio se encuentra en un área definida como clima Muy seco templado tal y como se muestra en la Figura 2. La temperatura de este clima oscila entre los 14.0 °C y 18.0 °C a lo largo del año; por otra parte, la precipitación media anual es de 200-300 mm. Las lluvias de temporal se dan en los meses de junio a septiembre, aunque no son muy abundantes.

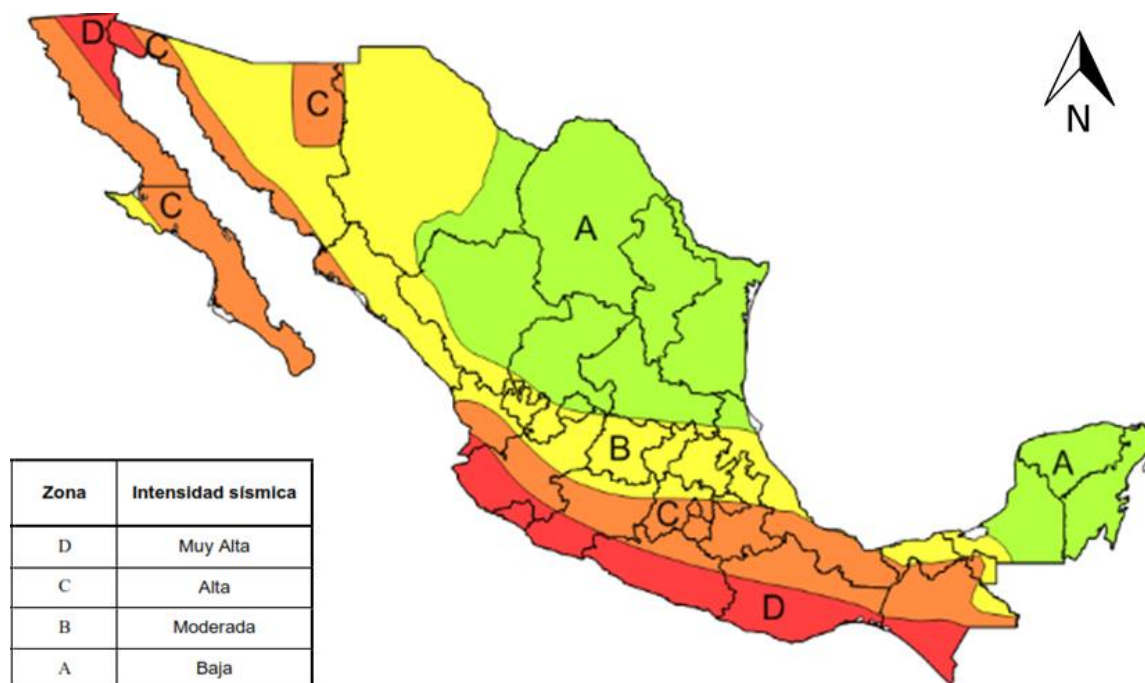


**Figura 1.** Clima en Ciudad Juárez. *Fuente: INEGI.*

## 2.4. Sismicidad

Dado que dentro de los alcances del estudio geotécnico del proyecto no se encuentra la determinación de los parámetros sísmicos de los materiales mediante

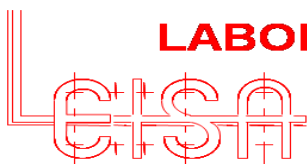
pruebas de campo (exploración geofísica), se toma como referencia lo señalado en el Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015) apoyados del programa PRODISIS v4.1.



**Figura 2.** Regionalización sísmica de la República Mexicana. *Fuente: Manual CFE, 2015.*

Debido a que la Cd. Juárez se ubica en la zona tipo B (Figura 4), y se desconocen las velocidades de propagación de los estratos, se relacionaron el número de golpes del sondeo con las velocidades establecidas en la tabla 1, y se clasificó como un suelo tipo II. Respetando lo señalado en el manual de CFE, 2015. Se recomiendan los siguientes parámetros para espectro de diseño sísmico de esta zona, para un espectro de diseño transparente regional en estructuras A2 y B1:  $F_{sit}=2.57$ ,  $F_{res}=3.77$ ,  $a_0=149.11$  y  $c=561.82$  cm/s<sup>2</sup>.





# LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD JUAREZ, S.C.

## CONTROL DE CALIDAD

CALLE CHIHUAHUA No. 7045 – COL. AMPLIACION AEROPUERTO  
TELEFONOS 619-55-55 Y 619-50-13  
CD. JUAREZ CHH.

[www.leisajuarez.net](http://www.leisajuarez.net)

Tabla 1. Velocidad de ondas de corte a partir del número de golpes

Tipo de suelo	Número de golpes (SPT)	$v_s$ (m/s)	$\gamma_s$ (t/m <sup>3</sup> )
Roca	–	> 720	2.0
Suelo firme y denso	> 50	360	1.8
Suelo medio	15 – 50	180	1.5
Suelo blando	< 15	90	1.3

Tabla 2. Valores de los periodos característicos y exponentes que controlan las ramas descendentes de los espectros de diseño para zona B tipo III.

Zona	Tipo de terreno	Ta(s)	T(b)	T(c)	K	r
B	II	0.2	1.4	2.0	1.0	2/3

## 2.5. Ubicación

El sitio de estudio se localiza sobre calle Milpa Alta 3244, Colonia Loma Linda, perteneciente al municipio de Cd. Juárez, en el estado de Chihuahua. Esta localización dada en coordenadas geográficas es 31°43'22.13"N, 106°30'40.32"O. En la Figura 1 se muestra la localización del sitio en un panorama local.



**Figura 3.** Ubicación del predio explorado desde un panorama local. *Fuente: Google Earth.*



**Figura 4.** Ubicación de los sondeos. *Fuente: Google Earth.*

**Tabla 3.** Ubicación de sondeos

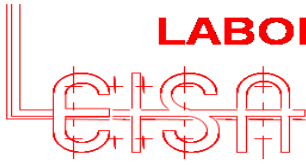
SONDEO	COORDENADAS DE SONDEOS	
	X	Y
SPT-1	356,823.85 m E	3,510,705.33 m N

### 3. TRABAJOS DE CAMPO

La exploración del sitio, así como el muestreo de suelo se llevó a cabo por personal técnico de Laboratorio de Estudios Integrales de Cd. Juárez, S.C.

En el sitio, los trabajos de exploración consistieron en un sondeo de 8m de profundidad, mediante perforación del suelo y con recuperación de muestras con pruebas de penetración estándar (SPT). Tal como lo describe la normativa ASTM D-1586-18.

Las muestras recuperadas de cada sondeo se colocaron en bolsas herméticas para evitar la pérdida de humedad y contaminación de las mismas. Estas fueron clasificadas de manera visual y etiquetas al momento de la recuperación.



## **LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD JUAREZ, S.C.**

### **CONTROL DE CALIDAD**

**CALLE CHIHUAHUA No. 7045 – COL. AMPLIACION AEROPUERTO  
TELEFONOS 619-55-55 Y 619-50-13  
CD. JUAREZ CHH.**

**[www.leisajuarez.net](http://www.leisajuarez.net)**

Para la determinación de las características mecánicas del suelo, se emplearon lo siguientes ensayos, descritos en la normativa correspondiente de ASTM, así como correlaciones mediante el número de golpes resultante del ensayo de penetración estándar:

- Análisis granulométrico por tamizado, ASTM C-136.
- Determinación del porcentaje de humedad natural del suelo, ASTM D-2216.
- Determinación del peso volumétrico seco suelto, ASTM C-29/C29M.
- Determinación de los límites de consistencia, norma ASTM D-4318.
- Clasificación de suelos SUCS, ASTM D-2487.

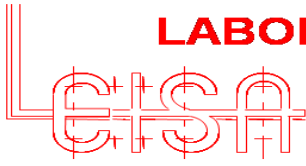
En los anexos 2 y 3 de este informe se puede observar los registros de los resultados de laboratorio, así como los resultados de campo: clasificación SUCS, humedad natural, peso seco máximo, límites de consistencia.

De lo anterior, se obtuvo el siguiente perfil estratigráfico, referente al sondeo SPT-1, mostrado en la figura 5.

1.-Superficialmente y hasta la profundidad de 0.60 m se encuentra un estrato conformado por arena limosa (SM) con presencia de materia orgánica y grava, color café claro, poco compacta, con un contenido natural de agua de 5.90%, la granulometría se determinó con un porcentaje de finos de 25 %, un porcentaje de arenas de 68 %, un porcentaje de gravas de 7 %, el material cuenta con un límite líquido de 22 %, y un 19 % de índice plástico.

2.- Subyaciendo de una profundidad de 0.60 y hasta 1.20m se encuentra un estrato conformado por arena limo arcillosa (SC-SM), con presencia de materia orgánica y grava, café claro, poco húmeda, con un contenido natural de agua de 2.0 %, la granulometría se determinó con un porcentaje de finos de 41 %, un porcentaje de arenas de 49 %, un porcentaje de gravas de 10 %, el material cuenta con un límite líquido de 26 %, y un 20 % de índice plástico.

3.-De 1.20m a 3.00m de profundidad se encuentra un estrato conformado por basura.



## **LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD JUAREZ, S.C.**

### **CONTROL DE CALIDAD**

**CALLE CHIHUAHUA No. 7045 – COL. AMPLIACION AEROPUERTO  
TELEFONOS 619-55-55 Y 619-50-13  
CD. JUAREZ CHH.**

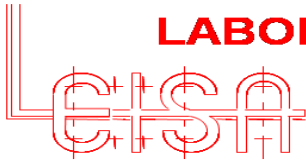
**[www.leisajuarez.net](http://www.leisajuarez.net)**

4.-De 3.00m a 4.00m de profundidad se encuentra un estrato saturado conformado por un material con mal olor.

5.-Posteriormente, de 4.00 a 5.50m de profundidad se encuentra un estrato conformado por arena limosa (SM), café claro, húmeda, muy compacta, con un contenido natural de agua de 9.20 %, la granulometría se determinó con un porcentaje de finos de 20 %, un porcentaje de arenas de 44 %, un porcentaje de gravas de 36 %, el material cuenta con un límite líquido de 20 %, y un 17 % de índice plástico.

6.-De 5.50 a 6.75m de profundidad se encuentra un estrato conformado por arena arcillosa (SC), café claro, muy húmeda, muy compacta, con un contenido natural de agua de 19.4%, la granulometría se determinó con un porcentaje de finos de 21 %, un porcentaje de arenas de 54 %, un porcentaje de gravas de 25 %, el material cuenta con un límite líquido de 27 %, y un 9 % de índice plástico.

7.-De 6.75 a 8.00m de profundidad se encuentra un estrato conformado por arena arcillosa (SC), café claro, muy húmeda, muy compacta, con un contenido natural de agua de 28.8%, la granulometría se determinó con un porcentaje de finos de 27 %, un porcentaje de arenas de 59 %, un porcentaje de gravas de 14 %, el material cuenta con un límite líquido de 27 %, y un 11 % de índice plástico.



# LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD JUAREZ, S.C.

**CONTROL DE CALIDAD**  
CALLE CHIHUAHUA No. 7045 – COL. AMPLIACION AEROPUERTO  
TELEFONOS 619-55-55 Y 619-50-13  
CD. JUAREZ CHH.

**www.leisajuarez.net**

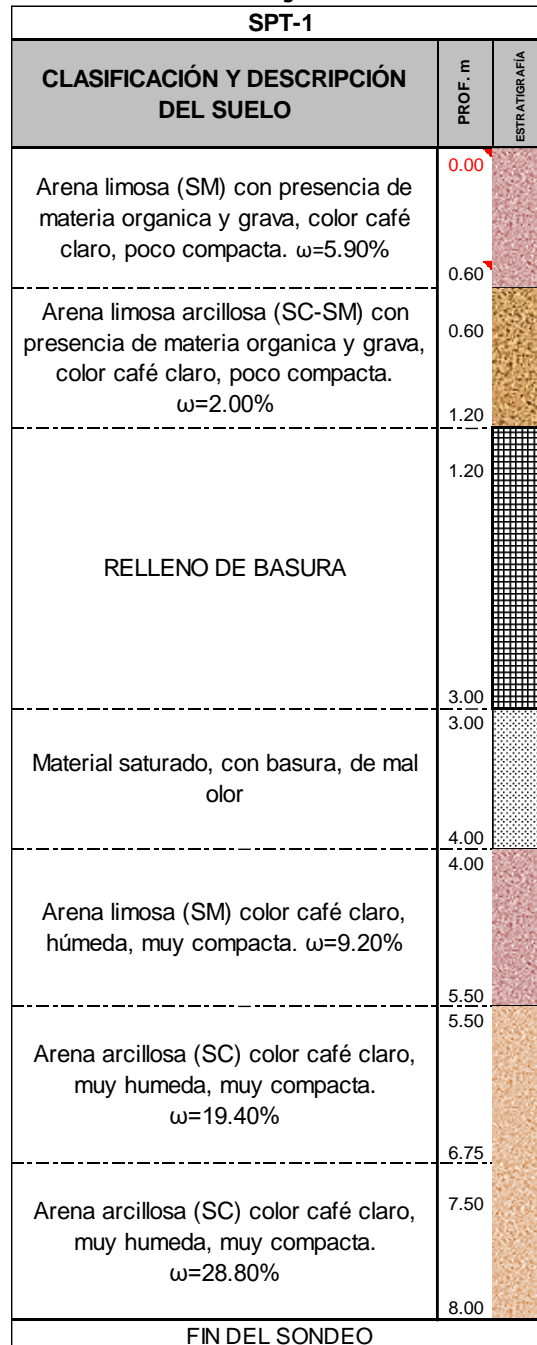
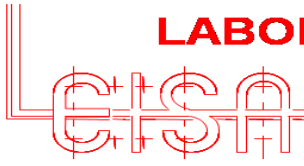


Figura 5. Perfil estratigráfico del SPT-1.





## **LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD JUAREZ, S.C.**

### **CONTROL DE CALIDAD**

**CALLE CHIHUAHUA No. 7045 – COL. AMPLIACION AEROPUERTO  
TELEFONOS 619-55-55 Y 619-50-13  
CD. JUAREZ CHH.**

**[www.leisajuarez.net](http://www.leisajuarez.net)**

En la profundidad explorada de 3.00m a 4.00m, se encuentra un material saturado, por lo que se presume la existencia de un escurrimiento. No se considera un nivel de aguas freáticas, puesto que la profundidad del NAF se encuentra a altas profundidades en esta zona.

Debido a las características del agua encontrada (contaminada), se presume que es un escurrimiento derivado de una posible fuga de algún sistema de alcantarillado o agua potable y posiblemente combinado con un lixiviado consecuente de la materia orgánica, presente en la basura encontrada en el estrato superior.

**NOTA:** Los parámetros geomecánicos mencionadas para cada estrato, fueron obtenidos mediante tablas de correlación, haciendo uso del número de golpes obtenidos durante la prueba de penetración estándar. La cohesión calculada, corresponde a una cohesión aparente, que a su vez, está en función del contenido de agua presente el suelo.

#### **4. CAPACIDAD DE CARGA PARA SUELOS FRICCIONANTES**

Los suelos fricciones se caracterizan por ser suelos compuestos principalmente de material mayor a 0.072mm, con buenos ángulos de fricción y nula o poca cohesión.

##### **4.1.CAPACIDAD DE CARGA POR FRICCION LATERAL**

$$Q_s = \sum p \Delta L f$$

Donde:

$p$ : perímetro de la sección del pilote

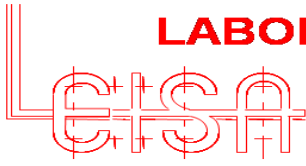
$\Delta L$ : longitud incremental del pilote sobre la cual  $p$  y  $f$  se consideran constantes

$f$ : resistencia unitaria por fricción a cualquier profundidad  $z$

##### **4.2.CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA (EN ARENAS) Meyerhof (1976)**

$$Q_p = 0.4 p_a N_{60} \frac{L}{D} \leq 4 p_a N_{60}$$

Donde:



$N_{60}$ : valor promedio del número de penetración estándar cerca de la punta del pilote (Casi 10D arriba y 4D debajo de la punta del pilote)

$p_a$ : presión atmosférica

### 4.3.ASENTAMIENTO EN PILAS

Una pila sometida a carga vertical sufre asentamiento debido a tres factores:

$$S_t = S_e + S_p + S_{ps}$$

$S_t$  = Asentamiento total de la pila (cm)

$S_e$  = Asentamiento elástico de la pila (cm)

$S_p$  = Asentamiento del pilote causado por la carga en la base de la pila (cm)

$S_f$  = Asentamiento de la pila por la carga transmitida en el fuste (cm)

Vesic (1977), propuso la magnitud  $\xi = 0.67$ , donde  $\xi$  depende de la distribución de la resistencia por fricción que para el caso se estima de forma triangular, entonces:

$$S_e = \frac{(Q_{ap} + \xi Q_{as})L}{A_p E_p}$$

$Q_{ap}$  = Carga en la punta de la pila bajo condición de carga de trabajo (Ton)

$Q_{as}$  = Carga por resistencia de fricción bajo condición de carga de trabajo (Ton/pila)

$L$  = Longitud de la pila (metros)

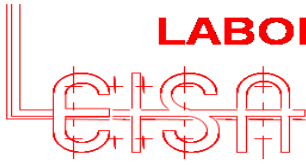
$A_p$  = Área de la sección del pilote (m<sup>2</sup>)

$E_p$  = Modulo de elasticidad del material del pilote (Ton/m<sup>2</sup>)

$$S_p = \frac{Q_{ap}}{A_p} * \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp}$$

$E_s$ : Modulo elástico del suelo

$D$ : Ancho o diámetro del pilote



## LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD JUAREZ, S.C.

### CONTROL DE CALIDAD

CALLE CHIHUAHUA No. 7045 – COL. AMPLIACION AEROPUERTO  
TELEFONOS 619-55-55 Y 619-50-13  
CD. JUAREZ CHH.

**www.leisajuarez.net**

$\mu_s$ : Relación de Poisson del suelo

$I_{wp}$ : Factor de influencia = 0.85

$$S_f = \frac{Q_{ap}}{pL} * \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp}$$

$p$ : Perímetro del pilote

$L$ : Longitud empotrada del pilote

$I_{wp}$ : Factor de influencia,  $I_{wp} = 2 + 0.35 \left( \sqrt{\frac{L}{D}} \right)$

#### 4.4.MÓDULO DE REACCIÓN VERTICAL

El módulo de reacción se entiende como la relación de un esfuerzo con la deformación que causa o, dicho de otra manera, la capacidad de carga entre la deformación que causa. El módulo de reacción, así como la capacidad de carga, está en función de la estratigrafía y las dimensiones de la cimentación profunda; por lo que no es un valor constante del suelo.

$$k = \frac{r}{S_t}$$

$k$ : Módulo de reacción

$S_t$ : Asentamiento elástico total

$Q_a$ : Capacidad de carga admisible

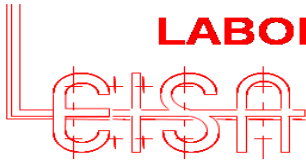
#### 4.5.MÓDULO DE REACCIÓN HORIZONTAL

Para pilas a través de suelos friccionantes, se utilizará los modelos de Bowles, donde la expresión más general para módulo de reacción horizontal o lateral se indica a continuación:

$$K_s = 40 * f_s * q_a$$

$K_s$  = Modulo de reacción horizontal en MN/m<sup>3</sup>





#### **4.6.CAPACIDAD POR EXTRACCIÓN**

De los estudios hechos por Das y Seely (1975), se estimó que la capacidad de carga neta por levantamiento para pilas perforadas en suelos granulares ( $C=0$ ) para las condiciones más desfavorables encontradas en campo como:

$$T_{un} = \int_0^L (f_u p) dz$$

Dónde:

$f_u$  = fracción superficial unitaria durante el levantamiento (T/m<sup>2</sup>)

$p$  = perímetro de la sección transversal de la pila (metros)

$f_u$  Varía como se muestra en la figura 6

$$f_u = K_u \sigma_v' \tan \delta$$

Dónde:

$K_u$  = coeficiente de levantamiento

$\sigma_v'$  = esfuerzo vertical efectivo a una profundidad  $z$  (T/m<sup>2</sup>)

$\delta$  = ángulo de fricción entre el suelo y la pila

Para suelos secos,  $\sigma_v' = \gamma z$  ( $\gamma$ , peso específico del suelo). Entonces:

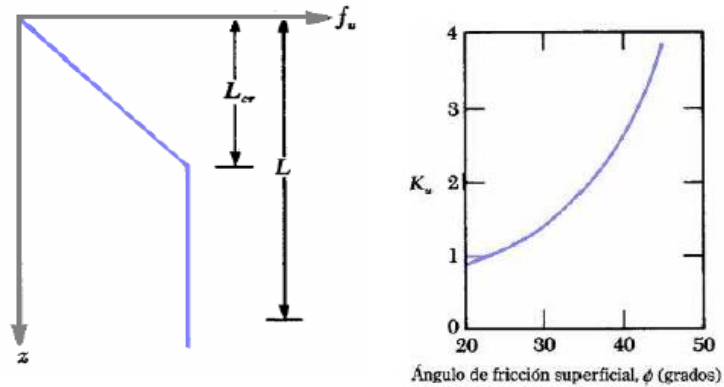
$$T_{un} = \frac{1}{2} p \gamma L^2 K_u \tan \delta$$

Si  $L > L_{cr}$ , entonces:

$$T_{un} = \frac{1}{2} p \gamma L_{cr}^2 K_u \tan \delta + p \gamma L_{cr} K_u \tan \delta (L - L_{cr})$$

Se recomienda utilizar un factor de seguridad entre 2 y 3 entonces:

$$T_{u(adm)} = \frac{T_{ug}}{FS} = \text{capacidad de carga admisible (Ton)}$$



**Figura 6.** Coeficiente de levantamiento y variación de la fricción en el fuste.

La capacidad de carga ultima por levantamiento de pilotes hincados en arcillas fue estudiado por Das y Seely (1982). De acuerdo a lo siguiente:

$$T_{un} = Lp \propto' C_u$$

Dónde:

$L$ = Longitud de pilote

$p$ = Perímetro de la sección del pilote

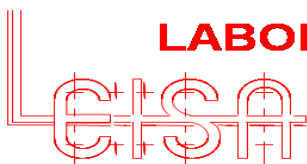
$\propto$ =Coeficiente de adhesión

$C_u$ =cohesión no drenada de la arcilla

Para pilotes de concreto colados In Situ  $\propto' = 0.9 - 0.00625C_u$

#### 4.7.ANÁLISIS DE CIMENTACIONES

De acuerdo a lo observado en el perfil estratigráfico, se aprecia la existencia de un estrato que va de 1.20m a 3.00m, y un estrato subyacente de material saturado, por lo que no es factible implementar una cimentación a base de zapatos, puesto que la presencia de basura y el material saturado, presentaría movimientos permanentes de la misma. Así mismo, no se recomienda desplantar sobre un estrato de basura.



# LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD JUAREZ, S.C.

## CONTROL DE CALIDAD

CALLE CHIHUAHUA No. 7045 – COL. AMPLIACION AEROPUERTO  
TELEFONOS 619-55-55 Y 619-50-13  
CD. JUAREZ CHH.

[www.leisajuarez.net](http://www.leisajuarez.net)

Se recomienda resolver la cimentación mediante pilotes reforzados colados en sitio, los cuales deberán ser ubicados hasta un estrato resistente. Para ellos, se emiten las siguientes recomendaciones.

### 4.7.1. PILOTES

La bajada de cargas debe ser desplantada al centro de los pilotes produciendo una carga únicamente axial. De no ser así, se deberá considerar en el diseño estructural las cargas desestabilizadoras a fin de representar las condiciones del sitio y así evitar desplomes por volteo.

**Tabla 4.** Capacidad de carga de pilotes.

Prof m	Diám m	Carga admisible total por pilote Ton/pilote ( $Q_{adm}$ )	Módulo de balasto vertical ( $k_v$ ) kg/cm <sup>3</sup>	Módulo de balasto horizontal ( $k_h$ ) kg/cm <sup>3</sup>	Resistencia a la extracción Ton/pilote
7.00	0.30	16.38	22.64	11.32	1.89
7.00	0.60	60.48	10.66	5.33	3.78
7.00	0.90	110.71	6.96	3.48	5.67
7.00	1.20	146.13	5.17	2.58	7.57

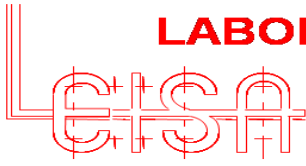
Se recomienda seleccionar las dimensiones que resuelvan las necesidades estructurales, dentro de las dimensiones proporcionadas en la tabla 5, siempre y cuando y éstas no excedan las cargas admisibles totales. De no estar establecidas en el presente documento, notificar con las nuevas características.

*Es importante evitar el flujo de agua hacia los estratos que subyacen a las cimentaciones ya que esto modifica las condiciones del suelo, así como su capacidad de carga.*

## 5. LIMITACIONES

La investigación, conclusiones y recomendaciones de este informe se realizaron bajo los criterios que fueron enunciados y las características de edificación descritas. Cualquier cambio en las condiciones originales deberá ser replanteado a este laboratorio para analizarse de nuevo.

Este reporte no refleja la exacta variación de las condiciones del subsuelo en el sitio; la naturaleza y extensión de los diferentes estratos a través del subsuelo puede no



# LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD JUAREZ, S.C.

## CONTROL DE CALIDAD

CALLE CHIHUAHUA No. 7045 – COL. AMPLIACION AEROPUERTO  
TELEFONOS 619-55-55 Y 619-50-13  
CD. JUAREZ CHH.

**www.leisajuarez.net**

ser evidente sino hasta que comience la construcción, por lo que es necesario replantearse cuando se note algún cambio en las características del subsuelo descritas en este informe.

## 6. INSPECCIÓN

Se recomienda se vigile las operaciones de compactación de terraplén o rellenos por capa, por conducto de la supervisión y se determinen los pesos volumétricos secos del lugar por el laboratorio, recomendándose las siguientes reglas para esto:

1. Una determinación de peso volumétrico del lugar por cada 300 m<sup>2</sup>.
2. Una determinación de peso volumétrico seco máximo y humedad optima por cada variación del material.
3. Una determinación del estudio completo de calidad del material por cada 500 m<sup>3</sup>.

Sin otro particular, quedo de usted.

REALIZÓ

M.C. P. García R.

JEFE DE GEOTECNIA

REVISÓ

M.C. E. O. López M.

GERENTE TÉCNICO

APROBÓ

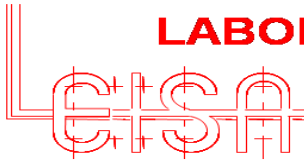
Ing. J. Hinojos A.

GERENTE GENERAL

AUTORIZÓ

Ing. F. Ramírez

DIRECTOR GENERAL



## **LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD JUAREZ, S.C.**

### **CONTROL DE CALIDAD**

**CALLE CHIHUAHUA No. 7045 – COL. AMPLIACION AEROPUERTO  
TELEFONOS 619-55-55 Y 619-50-13  
CD. JUAREZ CHH.**

**[www.leisajuarez.net](http://www.leisajuarez.net)**

## **7. REFERENCIAS**

ASTM C-29/29M Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate. American Standard Test Methods.

ASTM C-136 Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. American Standard Test Methods.

ASTM D-1557 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>)). American Standard Test Methods.

ASTM D-2216 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (moisture) Content of soil and Rock by Mass. American Standard Test Methods.

ASTM D-2487 Standard Practice for Classification of soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System). American Standard Test Methods.

ASTM D-4318 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils. American Standard Test Methods.

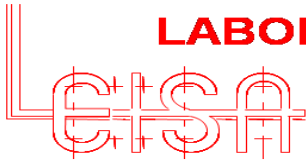
CRESPO VILLALAZ, CARLOS (2004) Mecánica de suelos y cimentaciones, 5ª ed. Edit. Limusa.

DAS, BRAJA M. (2001) Principios de ingeniería de cimentaciones, 4ª ed., Edit. Thomson.

DAS, BRAJA M. (2015) Fundamentos de ingeniería geotécnica, 4ª ed., Edit. Cengage Learning.

GOBIERNO MUNICIPAL (2016). Municipio de Juárez. Recuperado de <http://www.juarez.gob.mx/bienvenido/>

GONZÁLEZ, A. J., Y ÁLVARO, J. (1999) Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT. X jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana.



## **LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD JUAREZ, S.C.**

### **CONTROL DE CALIDAD**

**CALLE CHIHUAHUA No. 7045 – COL. AMPLIACION AEROPUERTO  
TELEFONOS 619-55-55 Y 619-50-13  
CD. JUAREZ CHH.**

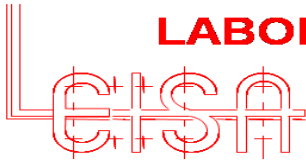
**[www.leisajuarez.net](http://www.leisajuarez.net)**

INAFED (2016) Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México – Juárez, Chih. Recuperado en <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM08chihuahua/index.html>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, INEGI (2010) Prontuario de información geográfica de los Estados Unidos Mexicanos, Juárez, Chih. Ed. 2009 Recuperado en <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825292959>.

SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL (2016) Regiones sísmicas en México. Recuperado en [http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/region\\_sismica\\_mx.jsp](http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/region_sismica_mx.jsp).

SISTEMA GEOLÓGICO MEXICANO (SGM), Carta geológico-minera, Cd. Juárez, H13-1-El Porvenir-H13-2, Chihuahua.



## **LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD JUAREZ, S.C.**

### **CONTROL DE CALIDAD**

**CALLE CHIHUAHUA No. 7045 – COL. AMPLIACION AEROPUERTO  
TELEFONOS 619-55-55 Y 619-50-13  
CD. JUAREZ CHH.**

**[www.leisajuarez.net](http://www.leisajuarez.net)**

## **8. ANEXOS**

En este apartado se detalla el croquis de localización y ubicación de los sondeos, los resultados de laboratorio, el registro de los sondeos y el registro fotográfico.



CEDULA

2258785

TITULO \_\_\_\_\_ REGISTRADO A FOJAS 176-36

DEL LIBRO A225

DE REGISTRO DE TITULOS PROFESIONALES Y  
GRADOS AC



FIRMA DEL INTERESADO

SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA  
DIRECCION GENERAL DE PROFESIONES

2258785

EN VIRTUD DE QUE JESUS HINOJOS

ALVIDREZ

CUMPLIO CON LOS REQUISITOS EXIGIDOS POR LA LEY REGLAMENTARIA DEL ARTICULO 5o. CONSTITUCIONAL EN MATERIA DE PROFESIONES Y SU REGLAMENTO SE LE EXPIDE LA PRESENTE

**CEDULA**

CON EFECTOS DE PATENTE  
PARA EJERCER LA PROFESION DE

**\*ING. CIVIL\***

MEXICO, D.F., A 31 DE ENE DE 19 96

EL DIRECTOR GENERAL DE PROFESIONES

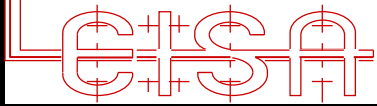
LIC. DIANA CECILIA ORTEGA AMIEVA



## **ANEXO 1**

### **CROQUIS DE LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN DE LOS SONDEOS**

# LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD. JUAREZ ,S.C.



CONTROL DE CALIDAD

CALLE CHIHUAHUA #7045 COL. AMPLIACION AEROPUERTO C.P. 32690

TELS. 6195555 Y 6195013

CD. JUAREZ CHIH.

## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO:

Antena Isla Chipre

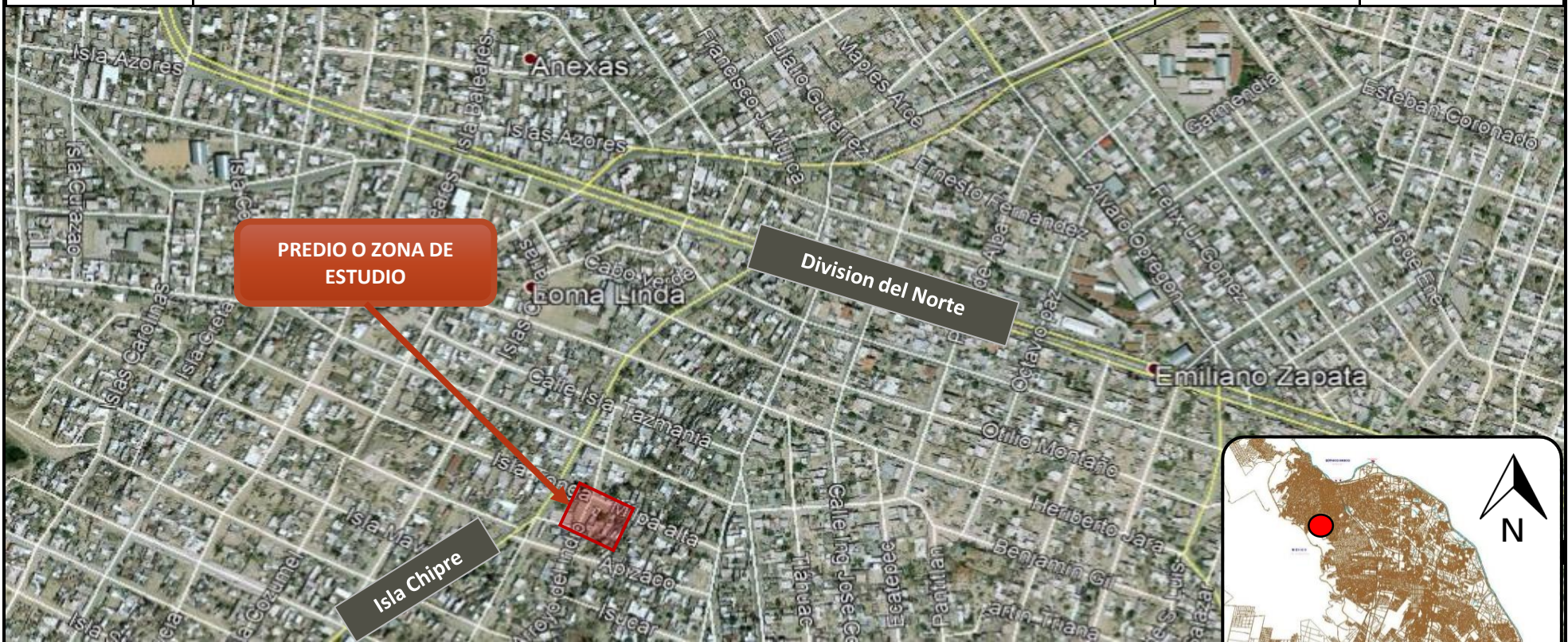
FECHA:

INICIO

17 / noviembre / 2020

FIN

17 / noviembre / 2020



### UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PREDIO

FUENTE DE IMAGEN: Google Earth

REALIZÓ:

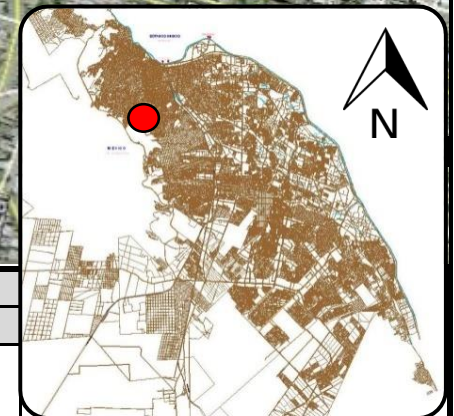
C. Daniel Salgado Velasco

REVISÓ:

M. C. Pamela García Ramírez  
M. C. Erick Omar López Montes

APROBÓ:

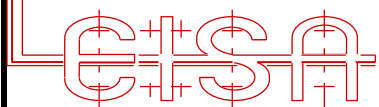
Ing. Jesús Hinojos A.



CD. JUÁREZ, CHIH.



# LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD. JUAREZ ,S.C.



CONTROL DE CALIDAD

CALLE CHIHUAHUA #7045 COL. AMPLIACION AEROPUERTO C.P. 32690

TELS. 6195555 Y 6195013

CD. JUAREZ CHIH.

## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO:

Antena Isla Chipre

FECHA:

INICIO

17 / noviembre / 2020

FIN

17 / noviembre / 2020



### UBICACIÓN DE SONDEOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) DENTRO DE LA ZONA DE ESTUDIO

FUENTE DE IMAGEN: Google Earth

REALIZÓ:

C. Daniel Salgado Velasco

REVISÓ:

M. C. Pamela García Ramírez  
M. C. Erick Omar López Montes

APROBÓ:

Ing. Jesús Hinojos A.



CD. JUÁREZ, CHIH.

## **ANEXO 2**

### **RESULTADOS DE LABORATORIO**

**LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD. JUAREZ ,S.C.**



CONTROL DE CALIDAD  
CALLE CHIHUAHUA # 7045 COL. AMPLIACION AEROPUERTO C.P. 32690  
TELS. 6195555 Y 6195013 CD. JUAREZ CHIH.

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

**CALIDAD DE MATERIALES DE TERRACERIAS**

PROYECTO:	Antena Isla Chipre	FECHA:	
		INICIO:	17 / noviembre / 2020
		FIN:	17 / noviembre / 2020

LOCALIZACIÓN:	31°43'22.13"N, 106°30'40.32"O
---------------	-------------------------------

SONDEO	SPT-1						
ESTRATO	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7
PROFUNDIDAD DE PERFORACIÓN (m)	0.00-0.60	0.60-1.20	1.20-1.80	2.50-3.00	4.00-4.50	5.50-6.00	7.50-8.00
MUESTRA (m)	0.00-0.60	0.60-1.20	1.20-1.80	2.50-3.00	4.00-4.50	5.50-6.00	7.50-8.00
TAMAÑO MÁXIMO (Designación)	1 "	3/4 "	-	-	1 "	3/4 "	3/4 "
% RETENIDO MALLA 3" (75 mm)	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	0.0
% PASA MALLA # 4 (4.75 mm)	93	90	B	B	64	75	86
% PASA MALLA # 40 (0.425 mm)	71	74	A	A	46	49	61
% PASA MALLA # 200 (0.075 mm)	25	41	S	S	20	21	27
LÍMITE LÍQUIDO %	22	26	U	U	20	27	27
LÍMITE PLÁSTICO %	19	20	R	R	17	18	16
ÍNDICE PLÁSTICO %	3	6	A	A	3	9	11
P.V.S. SUELTO KG/M3	1236	1467	-	-	1285	1303	1187
HÚMEDAD NATURAL %	5.9	2.0	-	-	9.2	19.4	28.8
COMPACTACIÓN DEL LUGAR %	-	-	-	-	-	-	-
C.B.R. ESTÁNDAR SATURADO %	-	-	-	-	-	-	-
EXPANSIÓN ( % )	-	-	-	-	-	-	-
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	SM	SC-SM	-	-	SM	SC	SC
NO. DE GOLPES PENETRACIÓN ESTÁNDAR	5-4-3-2	2-1-3-2	1-1-8-8	18-8-11	50/3 "	45-22-32	8-8-50/2 "

OBSERVACIONES:

SE REPORTAN LAS MUESTRAS ENSAYADAS CON LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS INDICADAS

REALIZÓ: C. Daniel Salgado Velasco	REVISÓ: M. C. Pamela García Ramírez M. C. Erick Omar López Montes	APROBÓ: Ing. Jesús Hinojos A.
---------------------------------------	---	----------------------------------

## **ANEXO 3**

### **REGISTRO DE LOS SONDEOS**



## **ANEXO 4**

### **REGISTRO FOTOGRÁFICO**



**LABORATORIO DE ESTUDIOS INTEGRALES DE CD. JUAREZ ,S.C.****CONTROL DE CALIDAD****CALLE CHIHUAHUA # 7045 COL. AMPLIACION AEROPUERTO C.P. 32690****TELS. 6195555 Y 6195013****CD. JUAREZ CHIH.****ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS****DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA****CALIDAD DE MATERIALES DE TERRACERIAS****PROYECTO:****Antena Isla Chipre****FECHA:****INICIO:****17 / noviembre / 2020****FIN:****17 / noviembre / 2020****REPORTE FOTOGRÁFICO****SONDEO SPT-1****PRUEBA DE PENETRACION ESTANDAR EN SPT-1****PERFORACION EN SONDEO SPT-1****MUESTRAS RECUPERADAS EN SONDEO SPT-1****REALIZÓ:****C. Daniel Salgado Velasco****REVISÓ:****M. C. Pamela García Ramírez  
M. C. Erick Omar López Montes****APROBÓ:****Ing. Jesús Hinojos A.**