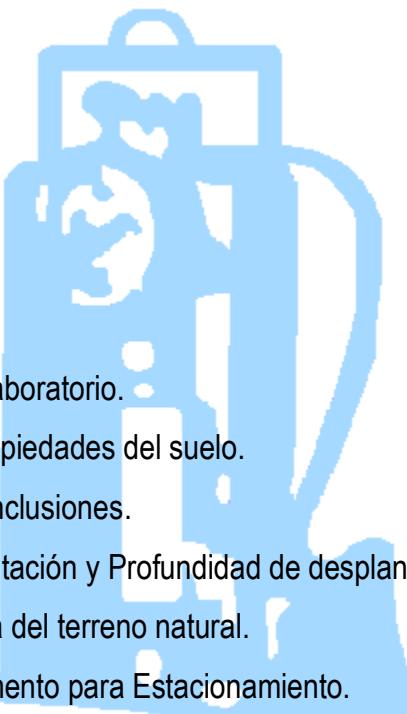


ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (EMS) EFECTUADO EN
UN LOTE DE TERRENO, CON SUPERFICIE DE 103 M², MISMO
DONDE SE TIENE PROYECTADA LA CONSTRUCCION DE LA
TIENDA KIOSKO “ PLAN DE AYALA ”, MISMO QUE SE
LOCALIZA POR EL BLVD. PLAN DE AYALA, ESQUINA CON
LA CALLE COR. JOAQUIN SANCHEZ, EN LA COL. EMILIANO
ZAPATA, EN ESTA CIUDAD CAPITAL DE CULIACAN,
SINALOA.

Indice:

- 1) Antecedentes.
- 2) Ubicación geográfica.
 - 2.1) Localización.
- 3) Diseño por sismo.
- 4) Diseño por viento.
- 5) Estudios de campo.
- 6) Exploración y muestreo.
- 7) Estudios y pruebas de laboratorio.
- 8) Perfil estratigráfico y propiedades del suelo.
- 9) Recomendaciones y conclusiones.
 - 9.1) Propuesta de cimentación y Profundidad de desplante.
 - 9.2) Capacidad de carga del terreno natural.
 - 9.3) Estructura de Pavimento para Estacionamiento.
- 10) Bancos de materiales.
- 11) Especificaciones de construcción



1) Antecedentes :

BRN Inmobiliaria del Pacífico S.A. de C.V., a través del C. Arq. Jean Carlo Castillo Castañeda, solicito los servicios de Control de Laboratorio para la Construcción “ Control-Lab ”, con la finalidad de efectuar un Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) en un Lote de Terreno, mismo donde se tiene proyectada la construcción de la Tienda Kiosko “ Plan de Ayala ”, mismo que se ubica por El Blvd. Plan de Ayala, esquina con la Calle Coronel Joaquín Sanchez, en la Col. Emiliano Zapata, en esta ciudad capital de Culiacán, Sinaloa.

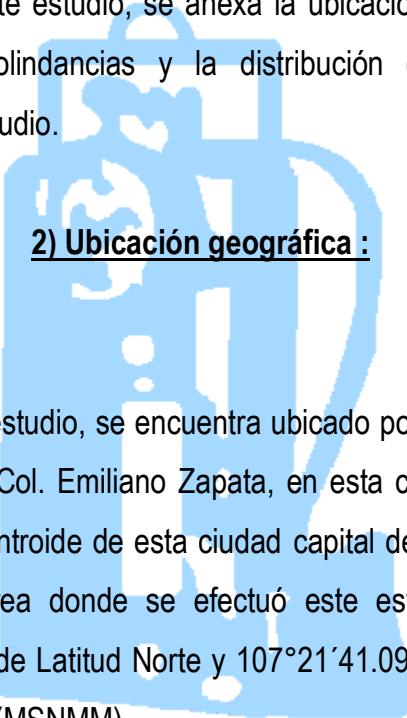
La Tienda Kiosko “ Plan de Ayala ” en proyecto de construcción, es una edificación de un solo nivel, estructurada con elementos de concreto reforzado y muros de block, rigidizados con dalas y castillos y con una losa aligerada.

Dicho lote de terreno al momento de efectuar este estudio, se encontró con una vivienda deshabitada próxima a su demolición y la exploración se efectuó en el área del patio de dicha vivienda, tal y como se muestra en la siguiente fotografía :



Las colindancias de este lote de terreno en estudio, son como a continuación se indican: Al Norte colinda con el Blvd. Plan de Ayala, mismo que cuenta con pavimento de concreto hidráulico en buenas condiciones, al Sur colinda con más viviendas habitadas, al Oriente colinda con la Calle Coronel Joaquín Sánchez, misma que también cuenta con pavimento de concreto en buenas condiciones y por último, al Poniente colinda con los patios de otras viviendas habitadas, esto en la Col. Emiliano Zapata, en esta ciudad capital de Culiacán, Sinaloa.

En el anexo # 1 de este estudio, se anexa la ubicación del terreno con respecto a la ciudad capital de Culiacán, Sinaloa, sus colindancias y la distribución de los PCA efectuados, distribuidos representativamente en el terreno en estudio.



2) Ubicación geográfica :

2.1) Localización Geográfica :

El lote de terreno en estudio, se encuentra ubicado por el Blvd. Plan de Ayala, esquina con la Calle Coronel Joaquín Sánchez, en la Col. Emiliano Zapata, en esta ciudad capital de Culiacán, Sinaloa y la ubicación del mismo con respecto al centroide de esta ciudad capital de Culiacán, Sinaloa, este se ubica en el Cuadrante II y específicamente, el área donde se efectuó este estudio, en su punto medio, es en las coordenadas siguientes : 24°47'18.79" de Latitud Norte y 107°21'41.09" de Longitud Oeste, con una altitud de 63 Metros Sobre el Nivel Medio del Mar (MSNMM).

3) Sismicidad :

Como en este caso en particular, se trata de una edificación pequeña de un solo nivel, tipo tienda, esta es relativamente chica, de baja altura y de construcción pequeña y ligera, que normalmente no es necesario una revisión ó diseño por sismo; con respecto a otras edificaciones grandes y altas, tipo edificios de varios niveles, Puentes, Bodegas, Silos, Tanques, etc.,

4) Diseño por Viento :

Igualmente como en este caso en particular, se trata de una edificación pequeña de un solo nivel, tipo tienda, esta es relativamente chica, de baja altura y de construcción pequeña y ligera, que normalmente no es necesario una revisión ó diseño por viento; con respecto a otras edificaciones grandes y altas, tipo edificios de varios niveles, Puentes, Bodegas, Silos, Tanques, etc.,

5) Estudios de campo :

Para definir la exploración y la cantidad de Pozos a Cielo Abierto por efectuar (PCA), en este caso en particular, se efectuó un recorrido físico en el lugar del terreno en estudio y como se trata de un lote regular relativamente chico, se determinó que prácticamente con la exploración y excavación de un solo (1) Sondeo Tipo PCA, era suficiente por lo pequeño del terreno en estudio, para que con este Sondeo Tipo PCA efectuado, poder determinar el perfil estratigráfico del terreno en estudio y así como también las propiedades físicas y mecánicas de las capas del sub-suelo en estudio, para que con esta información se determine el tipo de cimentación más adecuada y la profundidad de desplante, para determinar y calcular la resistencia del sub-suelo en donde se desplantará la cimentación de la Tienda Kiosko “Plan de Ayala”, en proyecto de construcción.

Como se mencionó anteriormente, los estudios de campo consistieron en la exploración y excavación de un solo (1) Sondeo Tipo Pozo a Cielo Abierto (PCA), por tratarse de un lote de terreno relativamente chico; efectuado con máquina retroexcavadora, hasta una profundidad máxima de exploración de 2.50 mts., medido a partir del nivel del terreno natural que existe actualmente al momento de efectuar este estudio.

6) Exploración y Muestreo :

El muestreo de los materiales se efectuó del tipo alterado con muestras para el contenido de humedad natural, verificación del peso volumétrico natural para reproducirse en el laboratorio las mismas propiedades del suelo y poder determinar así la resistencia de los estratos para fines del diseño de la

cimentación de la **Tienda Kiosko “ Plan de Ayala ”**, en proyecto de construcción. Durante la exploración y excavación del único (1) Sondeo Tipo Pozo a Cielo Abierto (PCA) efectuado, se detectaron los cambios exhibidos por los materiales del sub-suelo en estudio, definiéndose así la estratigrafía del depósito observado en el PCA efectuado, siendo este uniformes, como aquí se describen :

En general, en lo que respecta al área del terreno en estudio; que relativamente es chica, se encontraron Tres (3) capas ó estratos, mismo que inicialmente y superficialmente corresponden primero a una **1^a. Capa** de relleno superficial con material de banco, de cerro, tipo Sub-Rasante, seguido ya después de la **2^a. Capa**, formada por el suelo de origen y formación natural, correspondiente a una arcilla de color café oscuro de muy mala calidad y ya finalmente a mayor profundidad, se encontró una **3^a. Capa**, correspondiente ya al suelo muy firme, compacto y resistente, formado por una roca muy resistente, ya que la máquina retroexcavadora ya no pudo excavar más.

Como se describió al inicio de este informe, la edificación en proyecto es chica y prácticamente ligera, de un solo nivel, por lo que no requiere de un suelo muy firme de alta resistencia y si en caso de que lo requiriera, entonces se procedería a efectuar un mejoramiento de suelo debajo de la cimentación ó alguna plataforma con material de banco, debidamente construida.

7) Estudios y pruebas de laboratorio :

Las muestras obtenidas se clasificaron en el laboratorio según los procedimientos manuales y visuales del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), determinándose en el laboratorio las propiedades índice de los suelos encontrados.

Las pruebas índice efectuadas son como a continuación se indican :

*) Análisis granulométrico (curva granulométrica).

*) Límites de consistencia de Atterberg (plasticidad del suelo como lo es límite líquido (LL), límite plástico (LP),

índice plástico (IP) y contracción lineal (CL), todos en porcentaje (%).

*) Peso Volumétrico Seco y Suelto (γ_{vss} en kg/m³).

*) Contenido de Humedad natural del suelo (W %).

*) Peso Volumétrico Seco Máximo (γ_d en kg/m³).

*) Humedad Optima (%).

*) Capacidad de carga admisible (Q adm. en ton/m²).

En el anexo # 2 de este estudio, se presentan los resultados de las pruebas de laboratorio efectuadas a los materiales encontrados en dicho terreno en estudio, mismo donde se presentan las propiedades físicas de los materiales del sub-suelo en estudio.

8) Perfil Estratigráfico y Propiedades del Suelo :

De la observación directa del Sondeo Tipo PCA efectuado, pudo definirse el perfil estratigráfico del terreno en estudio; determinándose así las variaciones del depósito observado.

Cabe mencionar y es muy importante recalcar, que hasta las profundidades máximas exploradas y excavadas de 2.50 mts., medidos a partir del nivel del terreno natural que existe actualmente al momento de efectuar este estudio, No se observaron Filtraciones y Escurrimientos de Nivel de Aguas Freáticas (NAF).

A continuación se describen las Tres (3) capas ó estratos encontradas en el terreno en estudio, las cuales definen el perfil estratigráfico encontrado, mismos que es la siguiente :

1^a. Capa :

Superficial e inicialmente se encontró una 1a. Capa, correspondiente a un relleno superficial de banco, de cerro, de color blanquizo, de calidad tipo Sub-Rasante, de regular calidad, formado por una arena

arcillosa con gravas aisladas, de compacidad suelta, encontrada de la profundidad de 0.00 mts. (superficial) hasta la profundidad de 0.80 mts., con espesor de 0.80 mts., misma que es clasificada en base a su dureza de excavación como Tipo II-B (Suelo Intermedio Firme) y en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S), este se clasifica como tipo SC, de regular calidad.

Las propiedades físicas de esta **1^a. Capa** de relleno superficial, de cerro, tipo Sub-Rasante y de color blanquizco, son como a continuación se indican : presenta un Contenido de Humedad Natural (Wo %) de 12.2 %, un Límite Líquido (LL) de 42.6 %, un Límite Plástico (LP) de 22.2 %, un Índice Plástico (IP) de 20.38 %, un Límite de Contracción Lineal (LC) es de 8.15 %, un Peso Volumétrico Seco Suelto (PVSS) de 1,350 kg/m³ y un Peso Volumétrico Seco Máximo (PVSSMax.) de 1,750 kg/m³, con un contenido de humedad óptimo (Wo %) de 18.0 %, en su prueba de Granulometría, la Malla # 4 pasa 68 % y la Malla # 200 pasa 16 %; por lo que contiene Gravas 32 %, Arenas 52 % y unos Finos arcillosos de baja compresibilidad de 16 %; mismo que es de regular calidad.

2^a. Capa :

Posteriormente debajo de la 1^a. Capa de relleno superficial encontrado, ya a mayor profundidad, se encontró una **2^a. Capa**, correspondiente al terreno natural, formada por una arcilla, de color café oscuro, de alta compresibilidad y de consistencia blanda, encontrada de la profundidad de 0.80 mts. hasta la máxima profundidad explorada y excavada de 2.50 mts., con espesor de 1.70 mts., misma que es clasificada igualmente en base a su dureza de excavación como Tipo III-A (Suelo blando) y en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S), este se clasifica como tipo CH, de muy mala calidad.

Las propiedades físicas de esta **2^a. Capa** de arcilla de color café oscuro, tipo CH, son como a continuación se indican : presenta un Contenido de Humedad Natural (Wo %) de 21.5 %, un Límite Líquido (LL) de 56.8 %, un Límite Plástico (LP) de 26.3 %, un Índice Plástico (IP) de 30.5 %, un Límite de Contracción Lineal (LC) es de 12.2 %, un Peso Volumétrico Seco Suelto (PVSS) de 1,070 kg/m³ y un Peso Volumétrico Seco Máximo (PVSSMax.) de 1,550 kg/m³, con un contenido de humedad óptimo (Wo %) de 26.0 %, en su prueba de Granulometría, la Malla # 4 pasa 100 % y la Malla # 200 pasa 75 %; por lo que contiene Gravas 0 %, Arenas 25

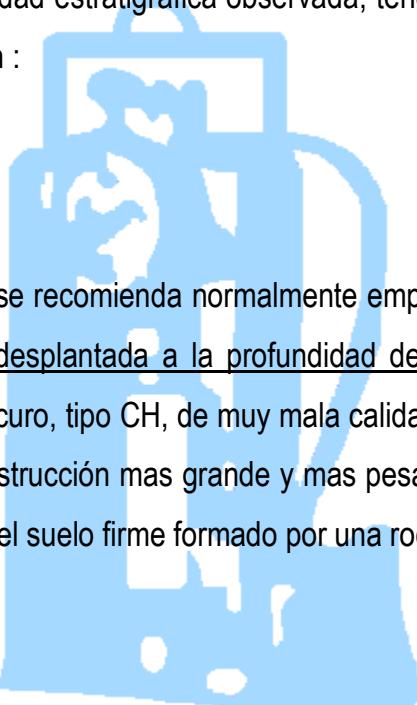
% y unos Finos arcillosos de alta compresibilidad de 75 %; mismo que es de muy mala calidad.

9) Recomendaciones y Conclusiones :

9.1) Alternativa de cimentación y Profundidad de Desplante :

Tomando en consideración las características geométricas y cargas para una edificación pequeña de un solo nivel, tipo **Tienda Kiosko “ Plan de Ayala ”**, las propiedades físicas determinadas en el terreno en estudio, así como la uniformidad estratigráfica observada, tenemos Tres (3) opciones de cimentación, mismas que a continuación se describen :

9.1.1) Opción # 1, Zapata Aislada :



En esta **1^a. Opción**, se recomienda normalmente emplear una cimentación del tipo superficial a base de Zapata Cuadrada Aislada, desplantada a la profundidad de 1.20 mts. mínimo, sobre la 2^a. Capa, formada por una arcilla de color café oscuro, tipo CH, de muy mala calidad, esto por ser una construcción liviana, pero para el caso de que fuera una construcción mas grande y mas pesada, la profundidad de desplante seria a la profundidad de 2.50 mys., esto es en el suelo firme formado por una roca. (No Se Recomienda)

9.1.2) Opción # 2, Zapata Corrida :



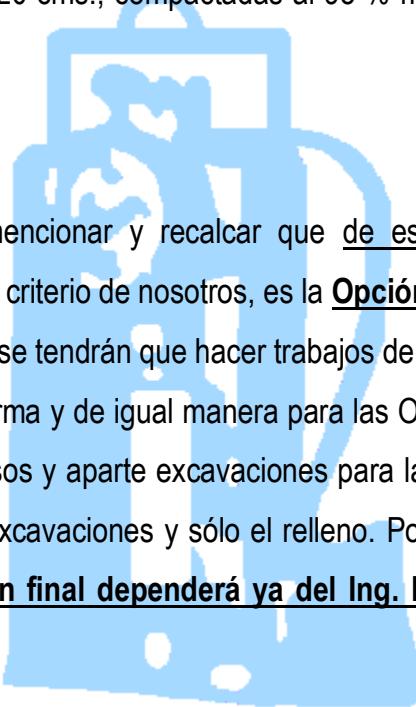
En esta **2^a. Opción**, se recomienda normalmente emplear una cimentación del tipo superficial a base de Zapata Corrida, desplantada a la profundidad de 1.20 mts. mínimo, sobre la 2^a. Capa, formada por una arcilla de color café oscuro, tipo CH, de muy mala calidad, esto por ser una construcción liviana, pero para el caso de que fuera una construcción mas grande y mas pesada, la profundidad de desplante seria a la profundidad de 2.50 mys., esto es en el suelo firme formado por una roca. (No Se Recomienda)

9.1.3) Opción # 3, Losa de Cimentación :

En esta 3^a. Opción, se recomienda emplear una cimentación del tipo superficial pero en este caso se trata de una Losa de Cimentación, desplantada sobre un relleno de plataforma, con material de banco, de calidad Sub-Rasante mínimo, con espesor de 0.60 mts. mínimo (Ya existe, con espesor de 80 cms.), sólo habrá que darle tratamiento de humedad y compactación, ya que se encuentra en estado suelto. Esto es, se deberá de cortar y retirar la 1^a. capa de relleno de banco con material de cerro, almacenarse junto a la obra y posteriormente llenarse en capas de 20 cms., compactadas al 95 % mínimo cada una de las capas de relleno (Esta Sí Se Recomienda).

Nota Importante :

Es muy importante mencionar y recalcar que de estas Tres (3) opciones de cimentación descritas anteriormente, la más viable a criterio de nosotros, es la Opción # 3, a base de Losa de Cimentación, ya que para las otras Opciones # 1 y 2, se tendrán que hacer trabajos de excavaciones y aquí en esta Opción # 3 no se requieren, solo hacer una plataforma y de igual manera para las Opciones 1 y 2, igual se tendrá que hacer un relleno para mejoramiento de los pisos y aparte excavaciones para la cimentación y con esta Opcion # 3, no se ocupa y es mucho más rápido sin excavaciones y sólo el relleno. Por lo que cualquiera de las tres opciones son adecuadas y correctas, la elección final dependerá ya del Ing. Estructurista, considerando, costos y tiempos de construcción.



9.2) Capacidad de Carga Admisible :

9.2.1) Capacidad de Carga Natural, para Zapata Aislada y Corrida, desplantada en la 2^a. Capa :

Para el cálculo de la Capacidad de Carga Admisible (Q adm.) en estado natural obtenida a la profundidad de 1.70 mts., sobre la 2^a Capa encontrada correspondiente a una arcilla, de color café oscuro, tipo CH, de consistencia blanda, considerando conservadoramente un suelo puramente cohesivo, con una Cohesión (C) = 0.50 kg/cm², con un ancho de cimentación (B) = 1.00 mts., una Profundidad de Desplante (Df) = 1.20 mts.,

con un $\gamma_n = 1,650 \text{ kg/m}^3$ y unos coeficientes de capacidad de carga de $N_c = 5.7$, $N_q = 1.0$ y $N_\chi = 0$; al introducir estos valores en la fórmula general de capacidad de carga de Terzagui, tenemos lo siguiente :

$$Q \text{ adm.} = 13.0 \text{ ton/m}^2$$

Notas : 1) Este valor de Capacidad de Carga Admisible, considera interna e implícitamente un Factor de Seguridad (FS) de Tres (3), para condiciones de trabajo y en condiciones naturales.

9.2.2) Capacidad de Carga en Estado Natural, para Losa de Cimentación :

Para el cálculo de la Capacidad de Carga Admisible ($Q \text{ adm.}$), desplantada superficialmente sobre una plataforma a construir (Darle tratamiento de humedad y compactación al relleno superficial existente), del material de banco existente, debidamente tratado con humedad y compactado a un 95 % mínimo, todo el espesor existente de 80 cms., mismo que es de tipo cohesivo-frictionante, de regular calidad, tipo Sub-Rasante mínimo, con espesor de 0.80 mts. mínimo, compactado en tres capas de 20 cms. y cada una al 95 % mínimo, quedando ya con una compacidad media a alta, considerando conservadoramente un Ángulo de Fricción Interna (ϕ) = 25°, con una Cohesión (C) = 0.15 kg/cm², con un ancho de cimentación (B) = 1.00 mts., un $D_f = 0.00$ mts., con un $\gamma_n = 1,900 \text{ kg/m}^3$ y unos coeficientes de capacidad de carga de $N_c = 25$, $N_q = 12.5$ y $N_\chi = 10$; al introducir estos valores en la fórmula general de capacidad de carga de Terzagui, tenemos lo siguiente :

$$Q \text{ adm.} = 18.85 \text{ ton/m}^2$$

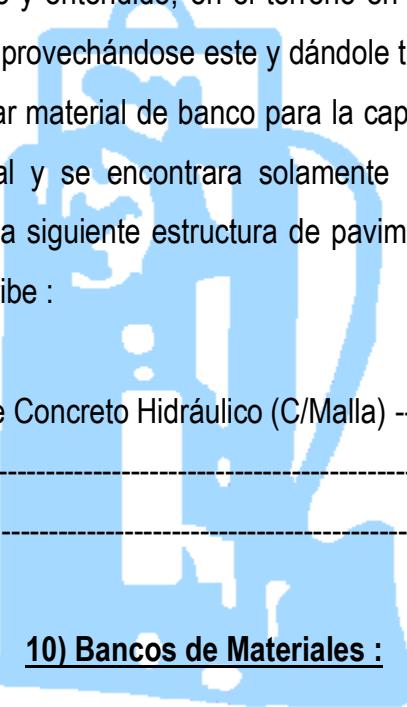
Notas : 1) Este valor de Capacidad de Carga Admisible, considera interna e implícitamente un Factor de Seguridad (FS) de Tres (3), para condiciones de trabajo y en condiciones naturales.

Nota Importante : Debido a que al momento de efectuar este estudio, se encontró todavía una vivienda construida, los muestreros se efectuaron en el área de patio, suponiendo que en toda el área del terreno es igual.

9.3) Estructura de Estacionamiento para Estacionamiento :

Para el área de Estacionamiento, como esta es prácticamente estacionario y de puro tráfico ligero tipo "A" y en base al suelo natural existente que es blando y de mala calidad; para estas condiciones de un suelo débil de apoyo y baja resistencia estructural VRS, se recomienda la siguiente estructura de pavimento :

Pero como se comentó anteriormente, los muestreos se efectuaron en el área del patio de atrás de la vivienda y por lo tanto partimos y se supone que en toda el área del terreno existe el mismo perfil estratigráfico, partiendo de este principio y entendido, en el terreno en estudio, como se cuenta con un relleno superficial de banco tipo Sub-Rasante, aprovechándose este y dándole tratamiento de humedad y compactación, entonces solamente se ocuparía comprar material de banco para la capa de Base Hidráulica; pero para el caso de que no saliera este mismo material y se encontrara solamente la arcilla del terreno natural, entonces procederemos a considerar y construir la siguiente estructura de pavimento rígido, a base de losa de concreto hidráulico, como a continuación se describe :

- 
- Losa de Pavimento de Concreto Hidráulico (C/Malla) -- 0.12 mts., $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, $TMA = \frac{3}{4}$ "
 - Sub-Base (banco) ----- 0.20 mts. al 95 % mínimo.
 - Sub-Rasante (banco) ----- 0.20 mts. al 95 % mínimo.

10) Bancos de Materiales :

En este caso en particular, como se comentó anteriormente, los muestreos se efectuaron en el área del patio de atrás de la vivienda y por lo tanto partimos y se supone que en toda el área del terreno existe el mismo perfil estratigráfico, partiendo de este principio y entendido, en el terreno en estudio, se tendrá que ocupar solamente material de Base Hidráulica y si no saliera el mismo material, entonces se ocuparía también la capa de Sub-Rasante; por lo que para los materiales de banco más cercanos a esta obra, es el Banco ubicado en El Ranchito que tiene materiales de cerro ó también en La Guásima que también tiene materiales de cerro y también de río, de muy buenas calidades para su uso y empleo en las capas correspondientes de Sub-Rasante y Base Hidráulica que son una mezcla de gravas con arenas y cementados con limos, de muy buena calidad.

11) Especificaciones de los materiales :

Invariablemente los materiales que vayan a ser empleados, deberán cumplir con las normas y especificaciones de la Normativa SCT en vigor.

ESPECIFICACIONES SCT DE LOS MATERIALES	
CARACTERISTICAS	BASE HIDRAULICA
Granulometría	(Zona 1-2)
Tamaño Máx. del Agregado (TMA) y % de finos < Malla 200	2" máximo y 25 % máximo.
Límite Líquido (LL) y Indice Plástico (IP)	25 % máximo y 6 % máximo
Compactación y VRS (%)	95 % mínimo y 80 % mínimo.

ESPECIFICACIONES SCT DE LOS MATERIALES	
CARACTERISTICAS	SUB-RASANTE
Granulometría	(Zona 1-2)
Tamaño Máx. del Agregado (TMA) % de finos < Malla 200	3" máximo y 25 % máximo.
Límite Líquido (LL) y Indice Plástico (IP)	40 % máximo y 12 % máximo
Compactación y VRS (%)	95 % mínimo y 20 % mínimo

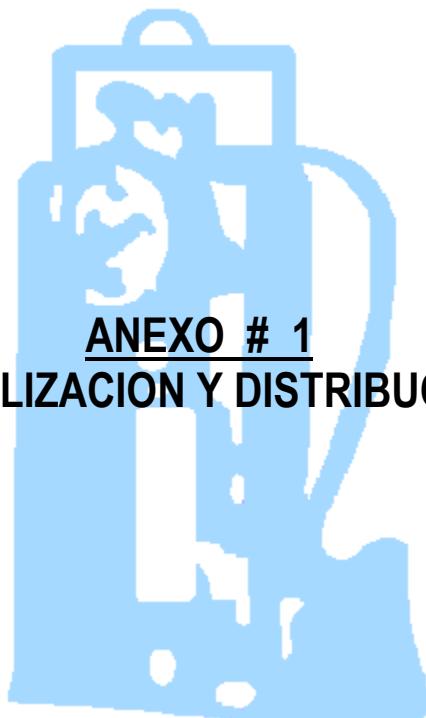
Culiacán, Sinaloa a 26 de Julio de 2024

Atentamente:
Control de Laboratorio para la Construcción

Ing. Carlos A. Garcia Mellado
(Director General)

Atentamente:
Control de Laboratorio para la Construcción

Ing. Marco A. Garcia Alvarez
(Representante Técnico)
Ced. Prof. 7255010

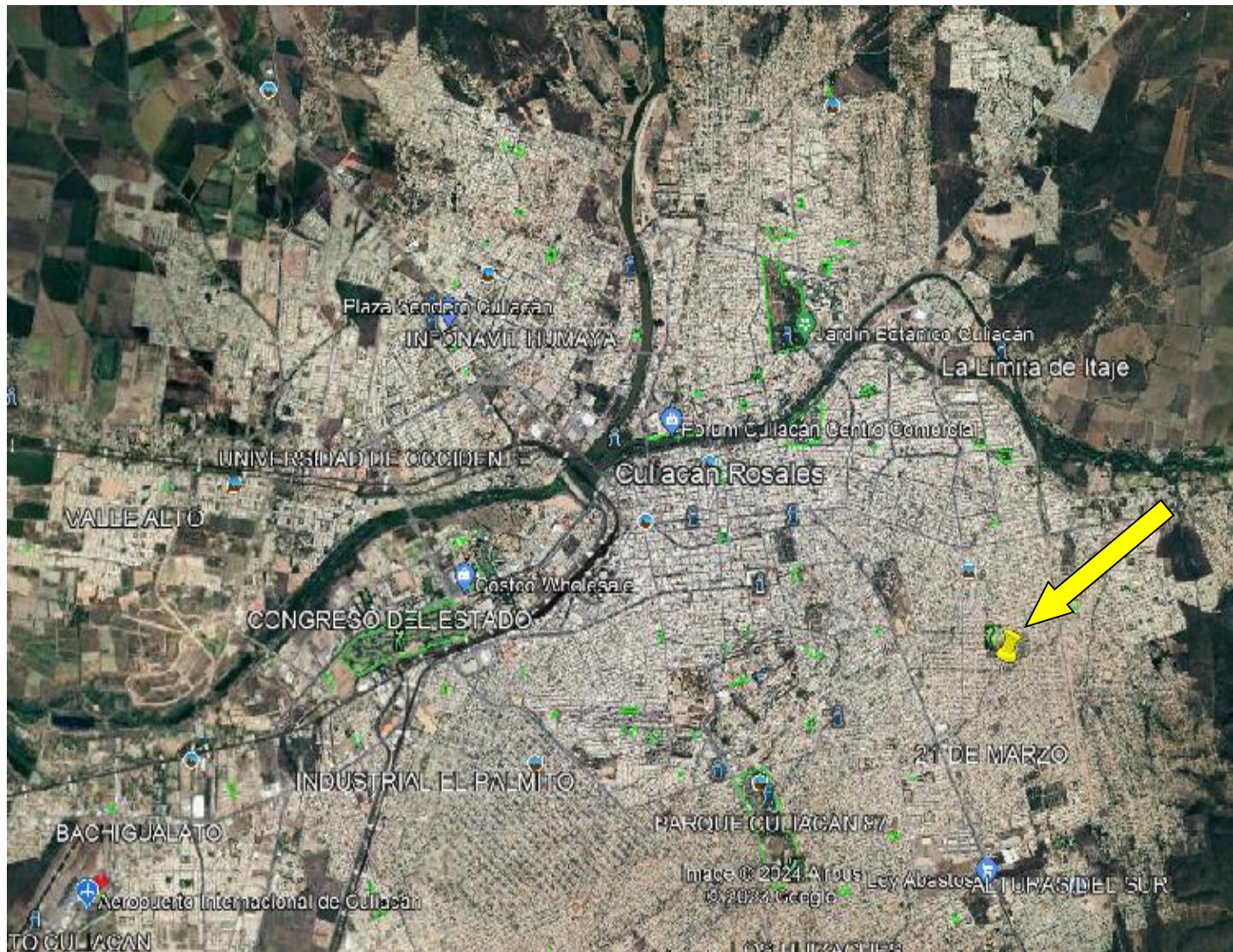


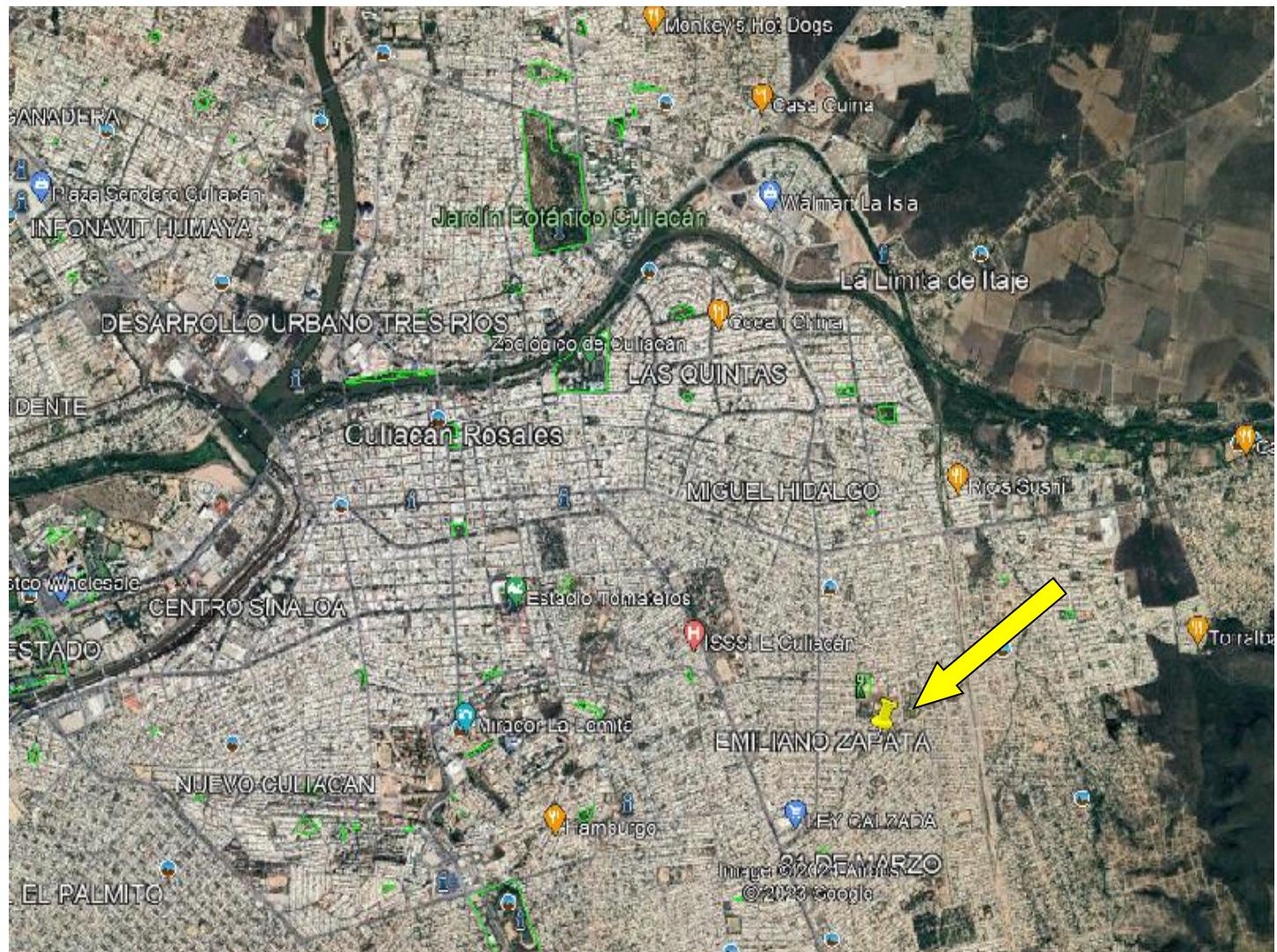
(CROQUIS DE LOCALIZACION Y DISTRIBUCION DE LOS PCA)

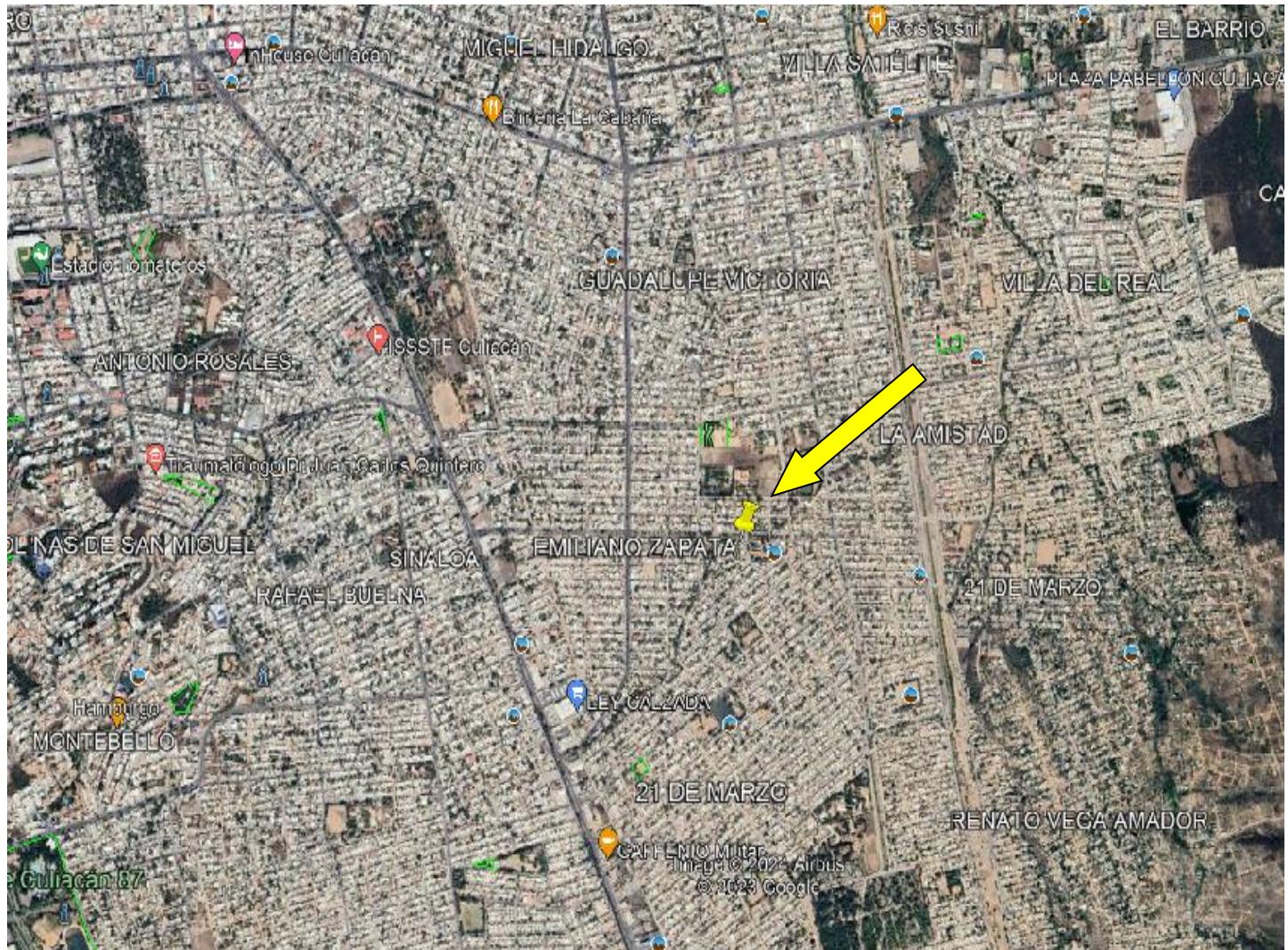
e-mail : control-labcn@prodigy.net.mx
controlabcln@gmail.com

MECANICA DE SUELOS-DISEÑO DE PAVIMENTOS-CONCRETOS-ASFALTOS
ING. CARLOS A. GARCIA MELLADO R.F.C. GAMC-470219-1B9
TELS. : (667) 750-25-89 OFICINA Y (667) 996-83-35 CELULAR









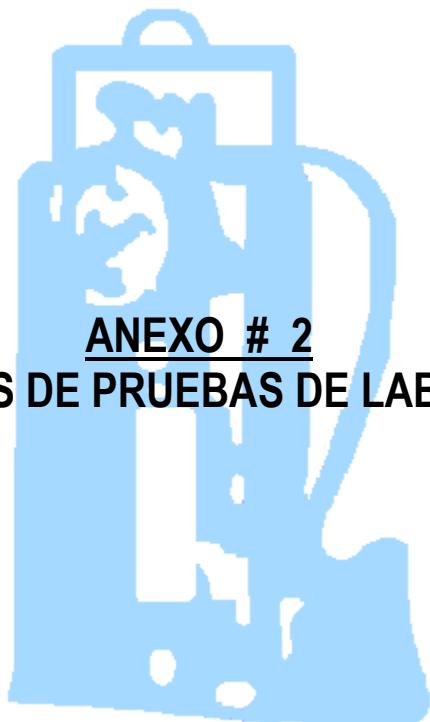
e-mail : control-labcln@prodigy.net.mx
controlabcln@gmail.com

MECANICA DE SUELOS-DISEÑO DE PAVIMENTOS-CONCRETOS-ASFALTOS
ING. CARLOS A. GARCIA MELLADO R.F.C. GAMC-470219-1B9
TELS. : (667) 750-25-89 OFICINA Y (667) 996-83-35 CELULAR



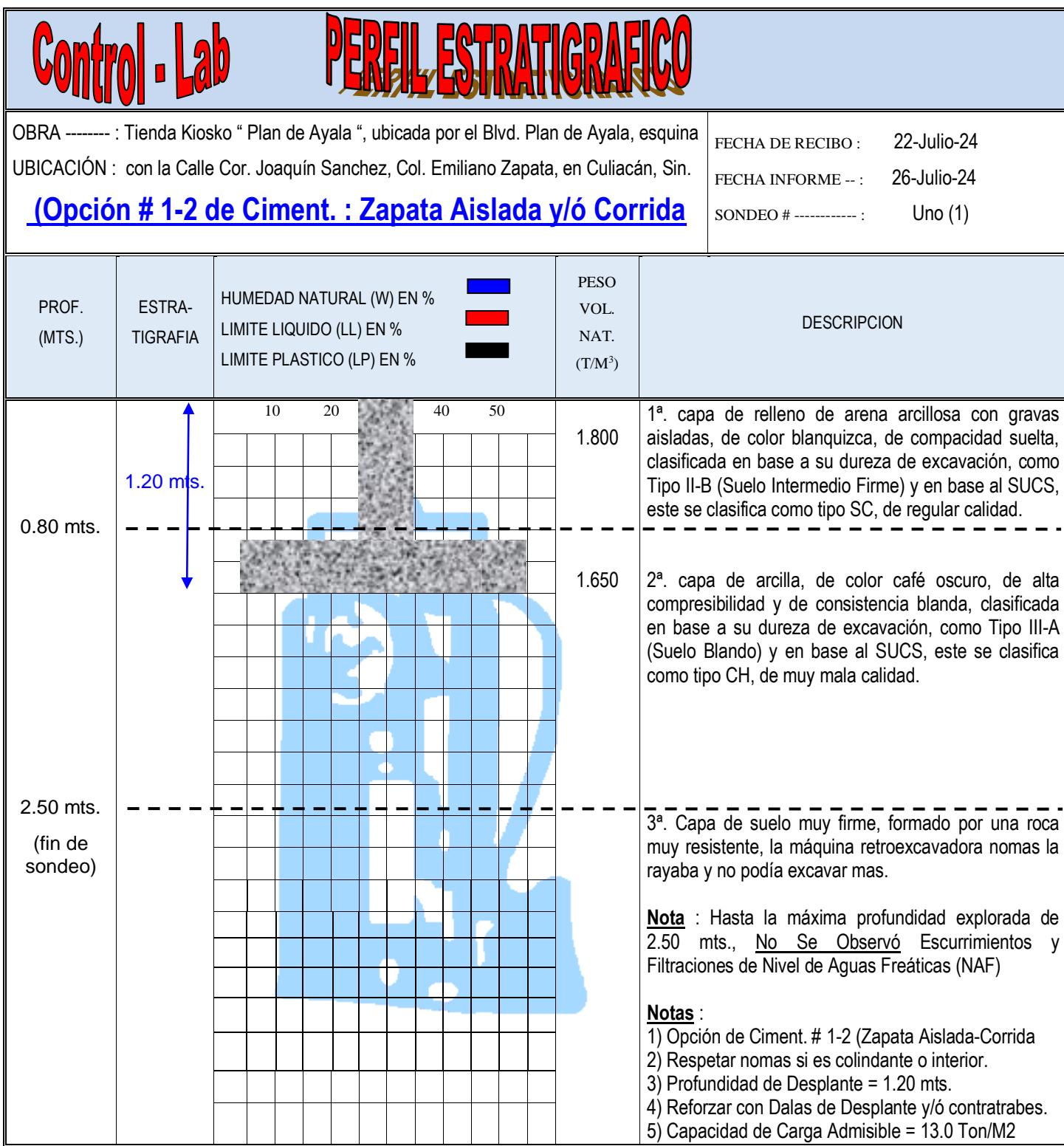




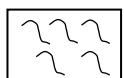


ANEXO # 2
(RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO)





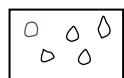
ARCILLA



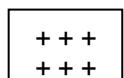
LIMO



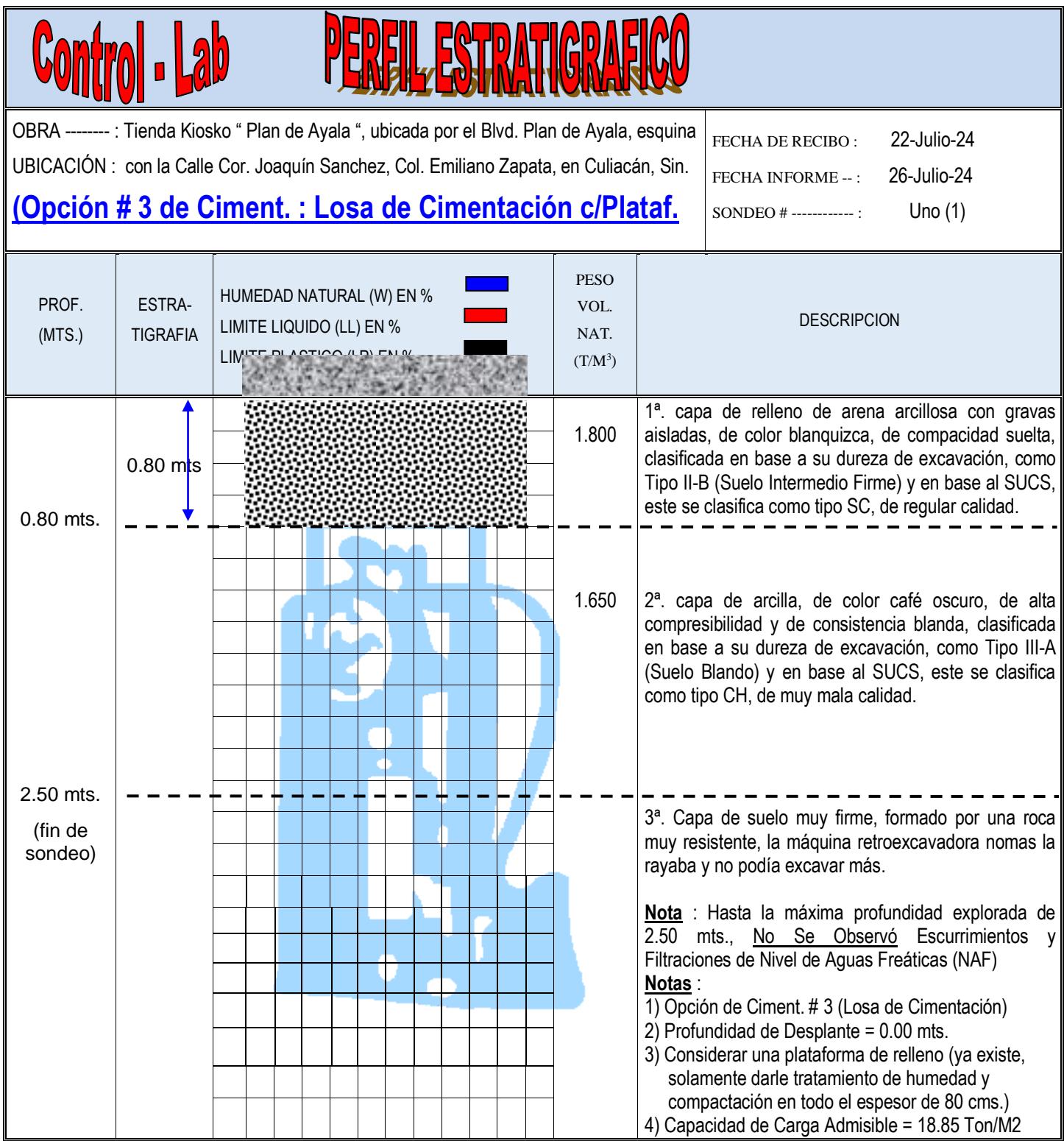
ARENA



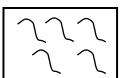
GRAVA



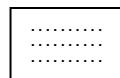
RELLENO



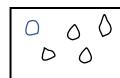
ARCILLA



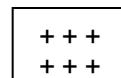
LIMO



ARENA



GRAVA



RELLENO



“ INFORME FOTOGRAFICO “



CONTINUACION :

