

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS
EVALUACIÓN DE REISTENCIA DEL SUELO Y CAPACIDAD DE
CARGA PARA PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NAVES EN LA
ALCALDIA CUAUHEMOC, CDMX.**

PARA:

A QUIEN CORRESPONDA;

POR:

ABC MECÁNICA DE SUELOS

21 OCTUBRE 2024

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	2
II.	OBJETIVO	3
III.	ANTECEDENTES.....	4
IV.	CARACTERISTICAS DEL SITIO.....	5
IV.1.-	Localización y descripción del sitio en estudio	5
IV.2.-	Topografía.....	5
IV.3.-	Marco geológico local del predio.....	5
IV.4.-	Zonificación Sísmica.....	7
	Sismicidad.....	7
	Viento	8
V.	ANALISIS GEOTECNICOS.	9
V.1.-	Tipos de cimentación recomendables para la estructura.....	9
V.2.-	Profundidad de desplante	9
V.3.-	Capacidad de Carga.....	9
V.4.-	Asentamientos	10
V.4.1.-	Elásticos	10
V.4.2.-	Diferidos.....	10
V.4.3.-	Modulo de reacción vertical del subsuelo	11
VI.	PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	12
VI.1.-	Cimentación.....	12
VI.2.-	Protección a colindancias	12
VII.	CONCLUSIONES.	14

I. INTRODUCCIÓN.

De acuerdo a la petición del cliente, se encomendó a la empresa **ABC Mecánica de Suelos** el realizar la evaluación de resistencia del suelo y el análisis de capacidad de carga que guarda el terreno para el proyecto de construcción de naves industriales, proyectadas en la calle Liverpool No.42, Col. Juárez, Alcaldía Cuauhtémoc, CDMX, C.P. 06600.

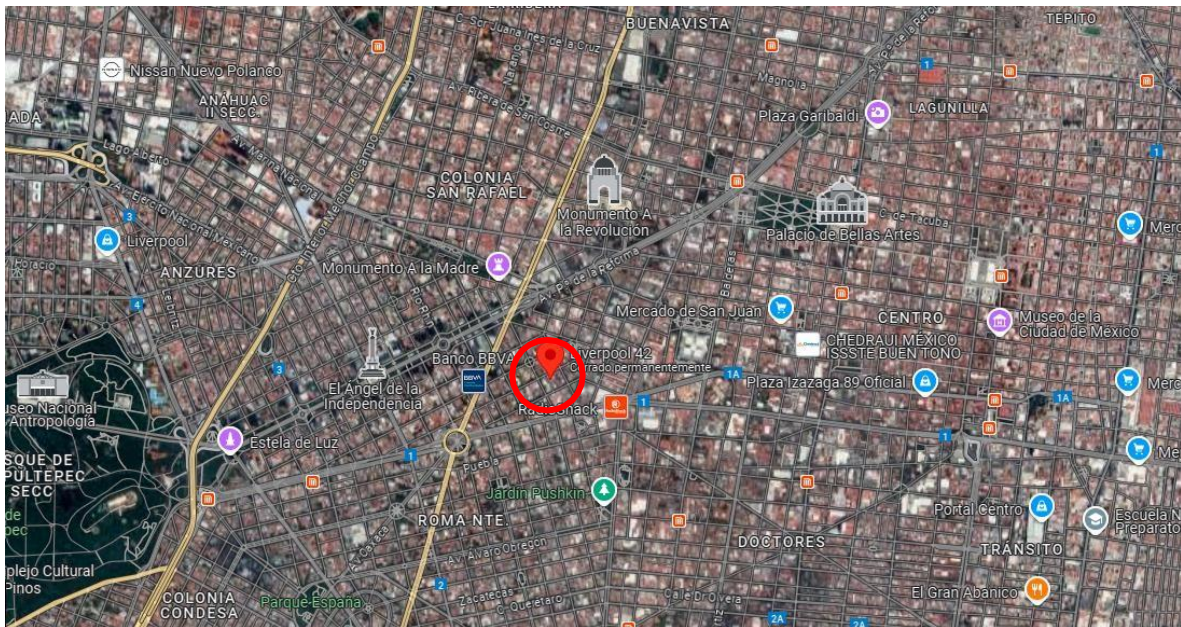


Figura No.1. Ubicación de Proyecto.

II. OBJETIVO.

El presente documento tiene como objetivo, el evaluar las propiedades índice y mecánicas que guardan los rellenos y suelos superficiales, del predio donde se pretende la construcción del proyecto por evaluar, sentando precedente de las propiedades físicas y de resistencia de los suelos actualmente, mismos que permitan al ingeniero estructurista a cargo confirmar y/o en su caso adecuar las recomendaciones pertinentes que permitan revisar la seguridad estructural de la cimentación del inmueble y de la súper estructura.

Siempre será primordial garantizar la integridad del personal y vidas humanas como producto de la operación del inmueble y/o los procesos constructivos desarrollados en sitio, por lo que este es el principal objetivo a preservar, determinando para ello las propiedades índice y mecánicas de los suelos que estarán sirviendo de sustento y soporte de la estructura de proyecto.

III. ANTECEDENTES.

Actualmente dentro del predio en estudio se desarrollan los trabajos correspondientes a la construcción del inmueble, estando en proceso las actividades correspondientes a excavación.

El predio en sus colindancias presenta edificaciones de tipo habitacional y comercial, en distintos niveles y con magnitudes de carga considerables, producto de la zona urbana en la que se encuentra inmerso el predio.

Es muy importante considerar que cualquier alteración a los estados de esfuerzo-deformación del sitio, tiene repercusiones en magnitudes variadas a los predios y construcciones en vecindad, por lo que siempre se deberá de tener especial cuidado con las afectaciones que puedan resultar en los predios y estructuras vecinas, mediante las revisión, análisis y procedimientos constructivos que sean necesarios para salvaguardar su estabilidad y seguridad.

IV. CARACTERISTICAS DEL SITIO.

Para mayor comprensión del presente documento es importante conocer con el mayor detalle las condiciones y características de la zona y del sitio a estudiar, por lo que se menciona lo siguiente;

IV.1.- Localización y descripción del sitio en estudio.

El predio está ubicado en Calle Liverpool No.42, Col. Juárez, Alcaldía Cuauhtémoc, CDMX, C.P. 06600.

El predio actualmente se encuentra en construcción, con el desarrollo de trabajos de excavación, sobre los suelos integrados por rellenos heterogéneos superficialmente hasta 1.20 m y suelos sedimentarios de mediano a alto contenido de humedad, mediana a baja resistencia al esfuerzo cortante y de alta compresibilidad, integrados por arcillas y limos con lentes de arena media a fina.

IV.2.- Topografía.

La topografía es sensiblemente plana, con estructuras de tipo habitacional, comercial y de servicios en colindancia, producto de la zona urbana en la que se encuentra inmerso el predio.

IV.3.- Marco geológico local del predio.

Los principales acontecimientos que dieron origen y transformación a la Cuenca de México sucedieron en los últimos 25 millones de años aproximadamente. La cuenca donde se encuentra actualmente en principio fue parte del mar somero, luego se convirtió en una planicie costera, después en una zona de subducción y finalmente una cuenca lacustre. Estos eventos tuvieron lugar durante el Mioceno, Plioceno y Pleistoceno. La región donde se encuentra actualmente la Cuenca de México resultó de una intensa actividad volcánica y tectónica que inició en la época del Mioceno. El basamento volcánico del Terciario Medio fue afectado por fracturas y fallas de la corteza terrestre provocando hundimientos y formando algunas fosas tectónicas. Posteriormente durante el Mioceno tardío el material volcánico formó estructuras principalmente en la parte oriente y poniente del valle, obstruyendo y desviando los ríos existentes, en esta época se forma la Sierra de Guadalupe. Antes del Pleistoceno los ríos existentes dentro de la cuenca drenaban hacia el Sur.

En el Plioceno la actividad volcánica caracterizada por potentes derrames de andesitas basálticas produce el cierre de la cuenca en la parte norte (Mooser, 1975), en esta época surge la Sierra de las Cruces al poniente. A finales del Plioceno se producen fracturas con orientación W-E, por las cuales se tuvieron grandes efusiones de basalto que crearon la Sierra de Chichinautzin. Durante esta etapa se forman pequeños cuerpos de agua que posteriormente dan origen a los diferentes lagos en la cuenca, este sistema de lagos

provoca el surgimiento de grandes abanicos aluviales sobre los flancos poniente y oriente de la cuenca conocidos ahora como Formación Tarango.

Con la formación de la Sierra Chichinautzin se formó una represa natural que obstaculizó el drenaje de la cuenca en la parte Sur delimitando el sistema fluvial, ocasionando que el agua se estancara dando origen primero a pequeños cuerpos de agua y después a grandes lagos, los que ahora se conocen como el sistema compuesto por: Zumpango, Xaltocan, Texcoco, Xochimilco y Chalco. Los lagos se formaron sobre depresiones, es decir, solo permanecían durante la época de lluvia, pero en época de sequía se formaban zonas áridas, dando origen a sedimentos fluvio-lacustres interestratificados.

La Cuenca de México en su mayoría está compuesta por rocas volcánicas y sedimentos de tipo lacustre. Las rocas volcánicas se originaron de los diferentes periodos de actividad tectónica y volcánica, los sedimentos lacustres provienen del sistema de lagos surgidos después del cierre de la cuenca.

Los lagos en la Cuenca de México fueron formados por la acumulación de agua en depresiones y alimentados por agua de lluvia de temporada, sin embargo solo permanecían algún tiempo desapareciendo después a causa de la filtración y la evaporación ocasionada por el cambio en el clima. Estas condiciones climáticas originaron una acumulación de arenas, limos, arcillas, cenizas, además de clastos derivados de la acción de ríos, arroyos, glaciares y volcanes rellenando la parte central de la cuenca. Actualmente los estratos en la cuenca son limo-arenosos, limo-arcillosos, clásticos y existen capas de cenizas y pómez producto de las erupciones volcánicas que sucedieron en el último millón de años. Los sedimentos depositados por los lagos resultaron en un perfil de capas dispuestas horizontalmente sobre la cuenca.

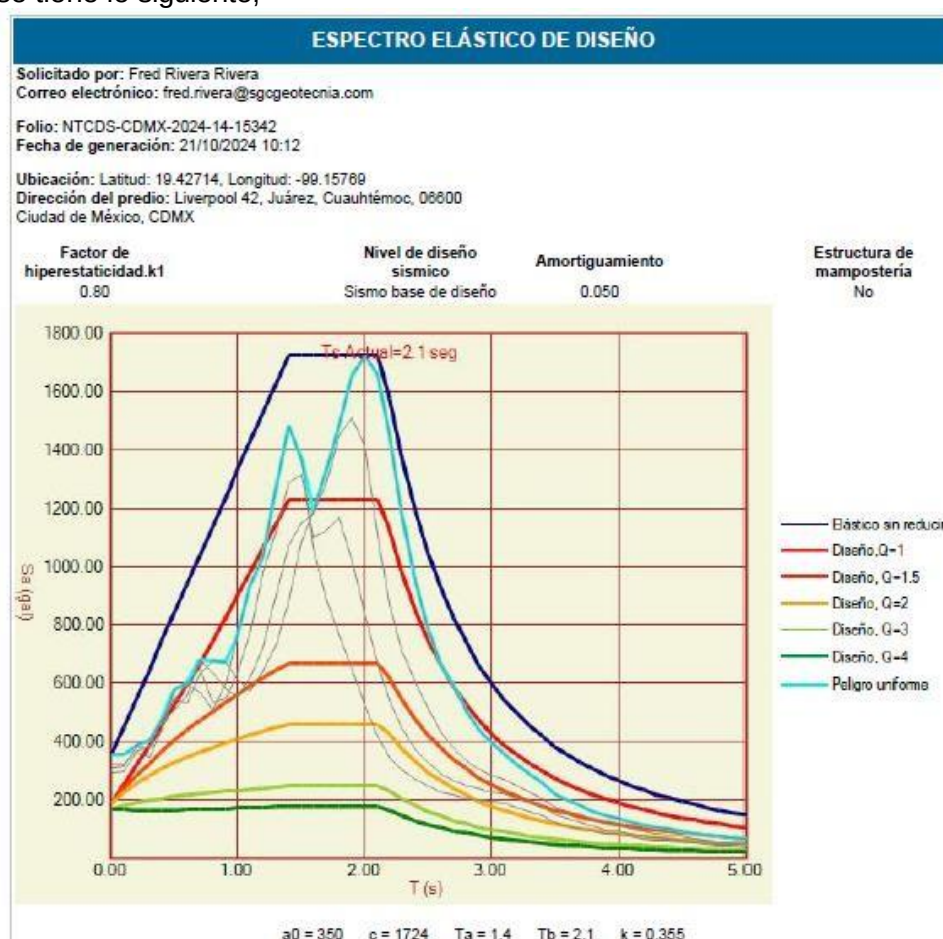
En las zonas altas de la cuenca se encuentran mantos de lava y material piroclástico, existen grandes depósitos de basalto sobre todo en la zona Sur. Al pie de las sierras se localizan grandes depósitos aluviales de composición muy variable, debido a la forma en cómo se depositaron los clastos fluviales y aluviales se produjo una intercalación con las arcillas. En las partes bajas, entre las sierras y principalmente en la región central de la cuenca, existen depósitos lacustres constituidos por ceniza volcánica con intercalaciones de pómez, arenas finas y limos. Entre estos depósitos se encuentran intercalados estratos de origen aluvial, o bien, se encuentran en contacto con las formaciones de las zonas altas. Las formaciones lacustres alcanzan un espesor de hasta 80 m, disminuyendo en algunos lugares, por ejemplo debajo del Zócalo existe un espesor de unos 60 m y desaparece al pie de las Lomas de Chapultepec. Entre las arcillas lacustres aparece una capa dura de entre 30 y 40 m la cual va desapareciendo hacia el centro de Texcoco.

Finalmente, en la estratigrafía de la cuenca aparece la Formación Tarango, compuesta en la parte superficial de arena cementada con carbonato de calcio, un poco de limo en las capas superiores y con grava en las capas inferiores. Hasta el momento se tiene conocimiento sólo de los primeros 150 m pero con poco detalle y exactitud.

IV.4.- Zonificación Sísmica.

Sismicidad.

De acuerdo con el reglamento de construcciones del distrito federal, empleando el software SASID, Considerando un **suelo Tipo II (Suelos de dureza media)** y que el predio está ubicado en la **Zona I (Lomas)** con las coordenadas Longitud: -99.12061, Latitud: 19.49615, se estiman los siguientes valores, $V_s = 600$ m/s, Estrato Resistente= 20.0 m, se tiene lo siguiente;



• Perfil Estratigráfico Sísmico

De acuerdo a la información obtenida durante la campaña de exploración y a los análisis de laboratorio realizados a las muestras obtenidas, se infiere el siguiente perfil sísmico, de acuerdo a la estratigrafía identificada resultante de los trabajos de exploración realizados.

Profundidad (m)		γ (Ton/m ³)	V_s (m/s)	Clasificación
De	A			
0.00	1.20	1.53	490	Relleno (Arena limosa con Mat. De construcción)
1.20	2.50	1.48	460	Limo arcilloso de alta plasticidad

Viento.

De acuerdo al manual de obras civiles emitido por la comisión federal de electricidad en su tomo de análisis por viento, la velocidad regional de ráfaga para diseño podrá determinarse de dos maneras. Una de ellas es empleando la importancia de la estructura que está relacionada con un periodo de retorno fijo. La otra manera está asociada con el costo relativo aceptable de las consecuencias en caso de producirse una falla estructural.

El proyectista empleará el enfoque tradicional con el primer procedimiento para el diseño de estructuras de los Grupos A, B y C. Sin embargo, se suministra un segundo procedimiento basado en un enfoque óptimo desde el punto de vista económico en el que se hace un uso más racional de las inversiones a largo plazo.

Las velocidades regionales recomendadas para ambos procedimientos, se proporcionan bajo condiciones homogéneas preestablecidas: Categoría del terreno 2, velocidades asociadas con ráfagas de 3 segundos y evaluadas a 10 m de altura en terreno plano. Por tanto, al aplicar los factores de exposición y topografía, se estarán considerando las condiciones reales del sitio de desplante

V. ANALISIS GEOTECNICOS.

V.1.- Tipos de cimentación recomendables para la estructura.

De acuerdo a la información obtenida en campo y laboratorio, el reconocimiento geológico del sitio y el conocimiento de la zona se recomienda como sistema de cimentación el empleo de zapatas corridas bajo muros de carga y muros perimetrales o zapatas aisladas bajo columnas, rigidizando el sistema de cimentación con contra-trabes en dos direcciones.

V.2.- Profundidad de desplante.

De acuerdo a los análisis realizados se recomienda que las zapatas se apoyen como mínimo a 1.00 m de profundidad por debajo del nivel de terreno natural (N.T.N.). El ingeniero estructurista revisará que esta profundidad sea congruente con su análisis estructural y bajadas de cargas correspondientes.

V.3.- Capacidad de Carga.

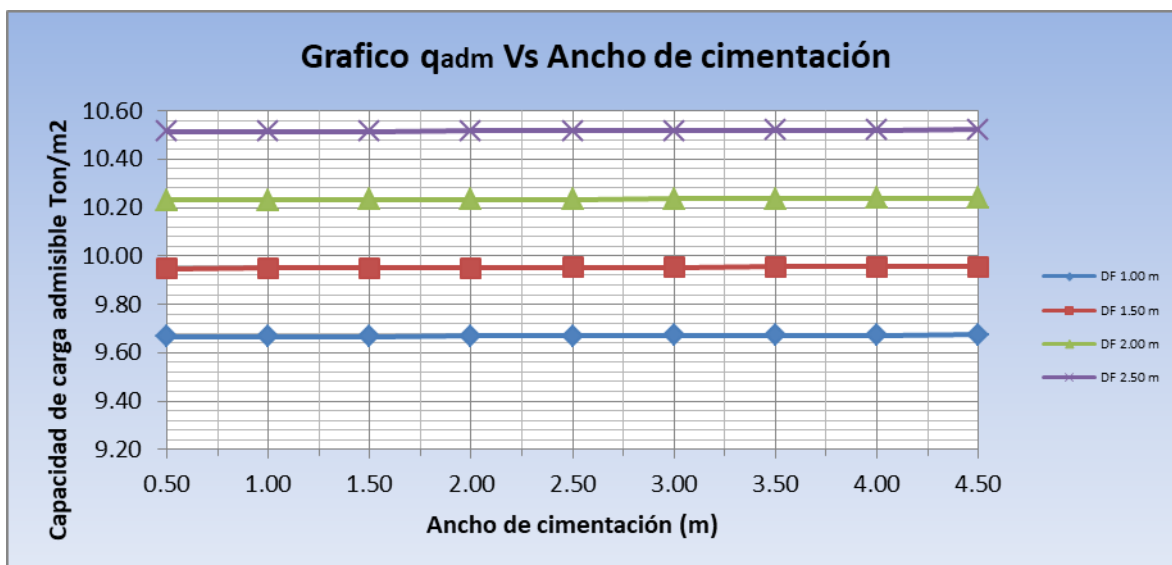
VII.3.1. Cimentación Superficial (Zapatas)

Para el cálculo se consideró un modelo de suelo de apoyo formado por los **Suelos inertes de banco integrados por arenas medias a fina mezcladas con limo cementadas subyacentes al terreno natural integrado por limos arcilloso de alta plasticidad con lentes de arena**. Se asumió un comportamiento puramente cohesivo, derivado de las pruebas de laboratorio correspondiente se obtuvo una resistencia a la compresión simple en el terreno $q_u = 7.0 \text{ Kg/cm}^2$ y una cohesión $C_u = 3.5 \text{ Kg/Cm}^2$ y peso volumétrico del material al desplante de la cimentación 1.54 Ton/m^3 , para el cálculo se empleó la teoría de Terzaghi;

La capacidad de carga admisible depende del ancho del cimiento, de acuerdo a las consideraciones que se han tomado en cuenta para el proyecto de cimentación, se estiman solicitaciones que permitan determinar los valores de capacidad de carga admisible, siempre procurando el no generar asentamientos de magnitud importante y fuera de la normatividad vigente.

La capacidad de carga obtenida al nivel de desplante estimado de la cimentación y que tiene influencia directa sobre los suelos de banco y sobre el terreno natural integrado por limos arcillosos de alta plasticidad subyacentes fue de 9.67 ton/m^2 . Considerando un ancho de cimentación de 1.50 m

La capacidad de carga admisible corresponde a condiciones estáticas con un factor de seguridad de 3, Para condiciones dinámicas la capacidad de carga admisible se puede incrementar en un 33%.



V.4.- Asentamientos.

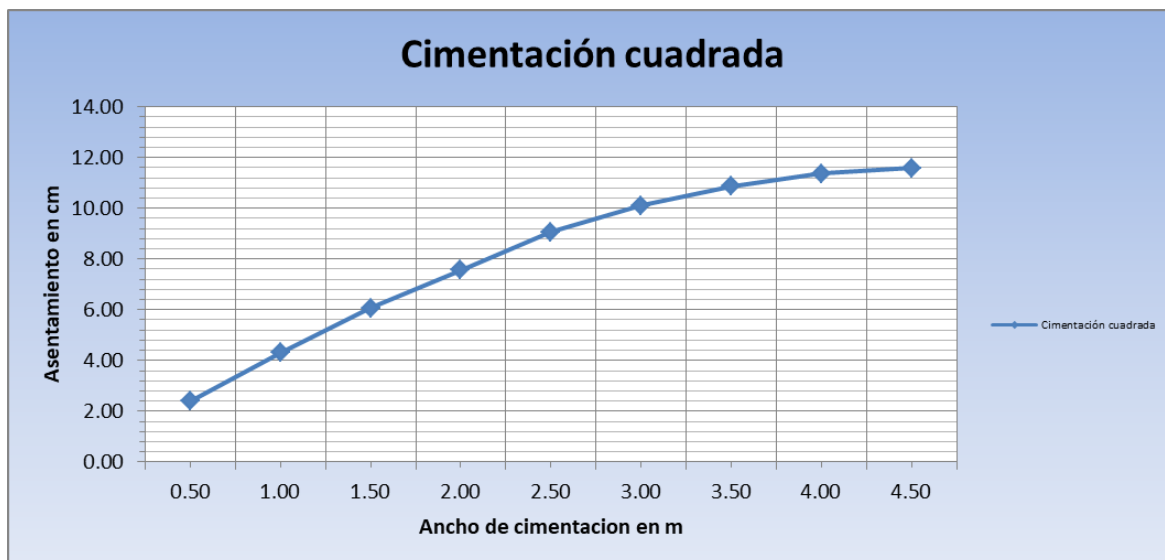
De acuerdo a la información recopilada en campo, la obtenida en laboratorio, al reconocimiento geológico de la zona y experiencia del especialista a cargo, se determina que se tendrán asentamientos inmediatos al comprimirse el suelo bajo la acción de las cargas, asentamientos de tipo elástico, de acuerdo a los suelos identificados en el sitio se esperan asentamientos diferidos por consolidación primaria o secundaria de una magnitud importante, que sumados a los asentamiento elásticos nos dan un valor de **asentamientos totales de 6.07 Cm.**

V.4.1.- Elásticos.

Para el cálculo de asentamientos se empleó un módulo de elasticidad promedio de 40.79 Kg/cm², calculado en base a los resultados de laboratorio y al valor de la presión atmosférica, de acuerdo al estimado de cargas se obtuvieron asentamientos elásticos del orden de 0.30 cm.

V.4.2.- Diferidos.

Los suelos que integran la litología del sitio, presentan una compresibilidad en magnitud elevada, por lo que se tienen asentamientos diferidos por consolidación del orden de 5.78 cm.



V.4.3.- Modulo de reacción vertical del subsuelo.

De acuerdo a lo propuesto por Vesic en (1961), se está considerando la siguiente ecuación para estimar la reacción del subsuelo;

$$k' = Bk = 0.65 \sqrt{\frac{E_s B^4}{E_F I_F}} \frac{E_s}{1 - \mu_s^2}$$

o

$$k = 0.65 \sqrt{\frac{E_s B^4}{E_F I_F}} \frac{E_s}{B(1 - \mu_s^2)} \quad (5.52)$$

donde E_s = módulo de elasticidad del suelo
 B = ancho de la cimentación
 E_F = módulo de elasticidad del material de la cimentación
 I_F = momento de inercia de la sección transversal de la cimentación
 μ_s = relación de Poisson del suelo

Para la mayoría de los fines prácticos, la ecuación (5.52) se aproxima por

$$k = \frac{E_s}{B(1 - \mu_s^2)} \quad (5.53)$$

Sustituyendo los valores en la ecuación se obtiene un Módulo de reacción K de 0.30 Kg/Cm3

VI. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.

VI.1.- Cimentación.

- a) Una vez que se haya revisado el tipo de cimentación por parte del ingeniero estructurista, se realizará la excavación del terreno hasta llegar al nivel de desplante requerido de 1.0 m de profundidad, donde se escarificarán 20 cm adicionales, el fondo de la excavación se nivelará, enrazará y compactará como mínimo al 90% de su PVSM, posteriormente se deberá colocar una capa de mejoramiento habilitada con material de banco y calidad mínima sub-rasante en una sola capa de 20 cm, compactada como mínimo al 95% de su PVSM.
- b) Se colocará una plantilla de concreto pobre de 5 cm de espesor y una resistencia $F'c = 100 \text{ Kg/Cm}^2$ para desplante de la cimentación y una vez que se hayan colocado todos los rellenos necesarios hasta el nivel de desplante.

Las cepas se excavarán con taludes verticales. Es importante que las excavaciones no permanezcan innecesariamente expuestas al secado solar o al humedecimiento por lluvias o escurrimientos durante la construcción, para lo cual se debe programar y ejecutar con oportunidad la secuencia de actividades necesarias de habilitación del acero, armado del mismo, colocación de cimbra y colado del concreto.

Si la construcción se hace durante la época de lluvias se tomarán precauciones para evitar que se sature o inunde el suelo de las cepas. En ese caso será conveniente proteger temporalmente las paredes y el fondo de la excavación con un repellado de mortero; para la atención de inundaciones se contará en todo momento con el personal y el equipo para efectuar el bombeo necesario.

Lo anterior es de primordial importancia ya que la saturación del suelo modificará en éste las propiedades de resistencia y su estabilidad en las paredes de las zanjas.

Una vez abiertas y protegidas las cepas se colocará el material de mejoramiento de acuerdo a lo especificado anteriormente, posterior a este se colocará una plantilla de concreto pobre de 5 cm de espesor con $f'c$ de 100 kg/cm^2 .

Después de efectuarse el colado y cuando la supervisión determine que el concreto de la zapata ha adquirido la resistencia necesaria, se procederá al relleno de las zanjas, para lo cual podrá emplearse el material producto de la excavación de las cepas de cimentación.

El relleno se hará por capas sueltas de 15 cm de espesor que se humectarán para compactarlas al 95% del PVSM mediante el empleo de *bailarinas*

VI.2.- Protección a colindancias.

De acuerdo a los procesos constructivos necesarios en la ejecución de obra y ante la posible existencia de estructuras en colindancia a los sitios de proyecto, es probable que la alteración de los estados de esfuerzo, como consecuencia de los procesos

constructivos necesarios para ejecución de obra, puedan tener repercusiones en las estructuras colindantes, por lo que deberán de atenderse siempre las siguientes recomendaciones generales, como sistemas de protección a colindancias;

- Realizar antes del inicio de cualquier proceso de obra en el predio, la correspondiente fe de hechos, ante un Notario, dictaminando y manifestando las condiciones actuales en que se encuentran las construcciones, vialidades, instalaciones y demás estructuras vecinas, incluyendo su estabilidad y seguridad estructural, siempre antes de que se comiencen a realizar los trabajos de demolición, desmonte, despalme y demás excavaciones que sean necesarias.
- En todas las colindancias al predio y previamente a cualquier trabajo de demolición y excavación, deberán de colocarse los suficientes puntos de control en las diferentes estructuras en colindancia, una vez iniciado el proceso de obra estos puntos de control deberán mantener un monitoreo constante y permanente, por lo menos durante el tiempo que dure la ejecución de los trabajos de desmonte, despalme, demolición, excavación y construcción de la cimentación, realizando las nivelaciones correspondientes que verifiquen la seguridad de cada colindancia.
- En todas la colindancias y ante la existencia de cimentaciones de bardas, muros de carga, columnas, sistemas de pisos, vialidades y cualquier tipo de obra de cimentación o soporte, se deberán de realizar las excavaciones, dejando una berma de al menos 50 cm de separación con respecto a las estructuras vecinas, los trabajos de excavación se desarrollarán en tramos alternados de máximo 2.0 m, uno si y uno no, evitando dejar expuestos los cortes al intemperismo y erosión por secado solar y humectación por lluvia, durante periodos largos de tiempo, como protección de la colindancia se dispondrá en toda la excavación un muro remetido de 15 cm de espesor habilitado con una malla electro soldada 6-6-10-10 y concreto lanzado $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ o repellado de mortero cemento – arena $F'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$.

VII. CONCLUSIONES.

De acuerdo a la petición del cliente, se encomendó a la empresa **ABC Mecánica de Suelos** el realizar la evaluación de resistencia del suelo y el análisis de capacidad de carga que guarda el terreno para el proyecto de construcción de naves industriales, proyectadas en la calle Liverpool No.42, Col. Juárez, Alcaldía Cuauhtémoc, CDMX, C.P. 06600.

El presente estudio considero como sustento de exploración geotécnica el análisis de una muestra cubica y muestras representativas, entregadas a esta empresa, de la cual se obtuvieron las propiedades índice y mecánicas de resistencia del terreno.

De acuerdo con el reglamento de construcciones del distrito federal, empleando el software SASID, Considerando un Suelo Tipo I (Suelos blandos) y que el predio está ubicado en la Zona III (Zona de Lago) con las coordenadas Longitud: -99.15769, Latitud: 19.42714, $C=0.17$, el empleo de valores del coeficiente sísmico estarán a cargo del especialista en estructuras designado para el proyecto, teniendo como referencias del coeficiente sísmico y espectro transparente respectivamente, lo mencionado en el apartado correspondiente del presente documento.

Se recomienda como cimentación el empleo de zapatas corridas en dos direcciones de concreto reforzado bajo los muros de carga y muros perimetrales de las estructuras y/o el empleo de zapatas aisladas bajo columnas, ligadas con contratraveses en dos direcciones que proporcionen la rigidez necesaria al sistema de cimentación.

El desplante de la cimentación será directamente sobre los limos con arena de grano medio a fino en tonos color café claro considerandos como material de mejoramiento con materiales inertes de banco y que anteceden al terreno natural integrado por limos arcillosos de alta plasticidad con lentes de arena media a fina subyacentes al nivel de desplante de la cimentación recomendada que es de 1.00 m medidos a partir del Nivel de Terreno Natural.

En caso de presencia de agua se deberá de ejecutar el bombeo de achique y abatimiento freático mediante un sistema de zanjas y cárcamos de achique que permitan desalojar el agua captada mediante el empleo de becerros o bombas de achique sumergibles.

Cualquier duda y/o condición detectada en sitio y no manifestada en el presente documento se deberá de consultar con el especialista geotécnico encargado de la realización del correspondiente estudio a la brevedad.

Atentamente



Ing. Fred Rivera Rivera

Ing. Fred Rivera Rivera
CED. PROF. 7207717