



# EXPLORACIONES GEOTECNIA DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V.

Zapopan, Jal. 17 julio del 2012

## Comisión Estatal del Agua

Av. Francia # 1726

Colonia Moderna Guadalajara Jalisco.

Ing. Salvador Rosas Pelayo

Director Apoyo a Municipios

Por medio de la presente le informo de los resultados del estudio de Mecánica de Suelos para efectuar el diseño geotécnico de la capacidad de carga del suelo y estimación de hundimientos, para la construcción de la de una **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**, que se localizara en San Mateo, el Municipio de la Huerta, Jalisco.

ATENTAMENTE

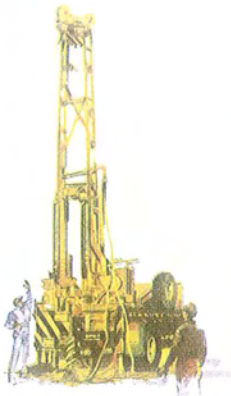
Exploraciones Geotecnia de Occidente, S.A. de C.V.  
Ing. José Rigoberto González Covarrubias



# EXPLORACIONES GEOTECNIA DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V.

## NOMENCLATURA

$q_a$	capacidad de carga neta admisible, en Ton/m <sup>2</sup>
F.S.	factor de seguridad
$\alpha_1, \alpha_2$	factores de forma, adimensional
R	radio de la cimentación
$\gamma$	peso volumétrico del suelo debajo del nivel suelo, en
Ton/m <sup>3</sup>	
c	Cohesión en Ton/m <sup>2</sup>
$N_c, N_\gamma$	factor de capacidad de carga, adimensional *
$\sigma_{od}$	esfuerzo efectivo a nivel de apoyo, Ton/m <sup>2</sup>
W	Contenido natural de agua, en %
S	hundimiento del estrato, en cm
Cc	índice de compresión, adimensional
$e_o$	relación de vacíos inicial, adimensional
$\sigma_{od}$	esfuerzo efectivo a nivel de apoyo, Ton/m <sup>2</sup>
$\Delta P$	incremento de carga, Ton/m <sup>2</sup>
H	espesor del estrato sometido a una presión P, en
metros	
$\varepsilon$	Deformación unitaria.
$\sigma_z, \sigma_x, \sigma_y$	Esfuerzos inducidos por el cimiento.
$\mu$	Relación de Poisson $\mu=0.3$
$E_s$	Módulo de deformación.



# EXPLORACIONES GEOTECNIA DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V.

## 1. INTRODUCCIÓN

Se presentan los resultados del estudio de Mecánica de Suelos para efectuar el diseño geotécnico de la capacidad de carga del suelo y estimación de hundimientos, para la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), que se localizara en San Mateo, Municipio de la Huerta, Jalisco. En este informe se presentan los resultados de los trabajos de campo, los ensayos de laboratorio y del análisis efectuado para tal fin. Figura # 1 y 2.

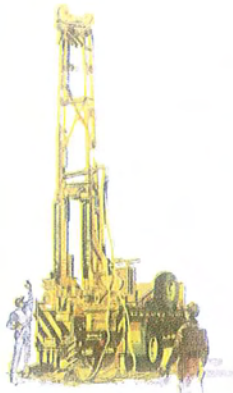
### 1.1 Descripción de la zona

El terreno está conformado por tierras pertenecientes al período terciario. La composición de los suelos es de dos tipos predominantes: luvisol vértico, feozem háplico y como suelo asociado se encuentra el tipo litosol.

Su superficie está conformada por 35% de zonas accidentadas, con cerros y bosques, con alturas que van de 2,200 a los 2,800 metros sobre el nivel del mar. Las alturas máximas son El Chacal y el Cerro del Tigre. Las tierras planas, que abarcan el 40% de la extensión territorial, son lomas y laderas con alturas que van desde los 2,000 a los 2,200 metros sobre el nivel del mar. Las zonas planas, alcanzan el 25% de la superficie, con elevaciones que van de los 200 a los 1,800 m.s.n.m. El suelo es montañoso y quebrado, con tierras diversas como roja charanda, topure y tepetates, que le dan gran colorido.

Los principales ríos en el municipio son: "Guadalajarita", "La Manzanilla" y "De la Pasión". Cuenta con los siguientes arroyos permanentes: "Rincón"; "La Peña"; "Las Cuevas"; "La Soledad"; "El Cerrito"; "Los Piratas"; "La Esperanza"; "El Tule"; "Palo Verde"; "Regadero"; "La Sabinilla"; "El Bejuco"; y "Las Verdolagas". En cuanto a arroyos temporales existen: "Las Lajitas"; "La Lagunilla"; "Callesillas"; "Loma Alta"; y "La Saucedá". Cuenta con los siguientes manantiales: "La Atarjea"; "La Loma"; "Loma Alta"; y "Sabinillas". En cuanto a presa se refiere, cuenta con "El Chiflón", "Palo Verde", "San Rafael" y "La Tinaja".





## EXPLORACIONES GEOTECNIA DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V.

### 1.2 Descripción del proyecto

Se pretende construir una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), en donde se nos solicito realizar dos sondeos de penetración estándar a la profundidad de 10.00 m, no se nos entrego proyecto por lo que desconocemos los tipos de estructuras a construir, pero debido a la estructura para un gasto de 1.5 litros por segundo y el material encontrado durante la exploración (boleos grandes y medianos empacados en una matriz de arenas y limos.

### 1.3 Objetivos del estudio

Son los siguientes:

- a. determinar la estratigrafía del subsuelo así como sus características índices más importantes de cada uno de ellos.
- b. Proponer el tipo de cimentación más adecuado de acuerdo a las características de los suelos.
- c. calcular la capacidad de carga neta admisible del suelo para diseñar la cimentación propuesta y sus asentamientos.
- d. Proponer el procedimiento constructivo correspondiente.

### 1.4 Alcance

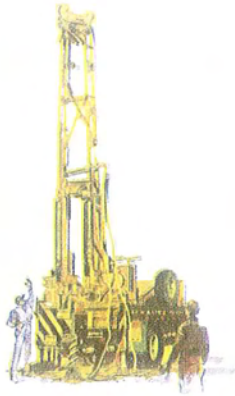
Se realizaron seis sondeos exploratorios, cinco de cono dinámico, uno de penetración estándar y un pozo a cielo abierto, que llegaron a una profundidad máxima de 3.00 m con respecto al nivel de su brocal, por la presencia de boleto no se profundizaron más. Los trabajos de campo se describen brevemente en el Capítulo 2.

En el Capítulo 3 se presenta la descripción de los ensayos de laboratorio efectuados en las muestras obtenidas con los sondeos.

En el Capítulo 4 contiene la interpretación estratigráfica del subsuelo.

En el Capítulo 5 se consigna la solución de cimentación mas adecuada para la vivienda, la capacidad de carga del suelo y una estimación de los asentamientos que ocurrirán.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes.



# EXPLORACIONES GEOTECNIA DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V.

## 2. TRABAJOS DE CAMPO

### 2.1 Inspección de la zona

Consistió en un recorrido por la zona para buscar indicios de problemas geotécnicos, como fallas, arroyos u otras depresiones. Pero durante este recorrido no se observó la existencia de problema alguno.

En las visitas al sitio se pudo observar lo siguiente:

- a. En el predio existe vegetación natural de la zona.
- b. Se buscaron referencias topográficas (mojoneras) para ubicar el área de estudio.
- c. El suelo del lugar es principalmente caracterizado por boleos medianos a grandes empacados en una matriz de arena arcillosa con limos de color café, finos de media plasticidad.
- d. No se localizó nivel de aguas freáticas durante la exploración geotécnica, ya que el boleó hizo imposible un muestreo más profundo.

### 2.2 Exploración del subsuelo

Para conocer la estratigrafía del subsuelo y las propiedades de sus principales depósitos, se realizaron los siguientes trabajos de campo:

- Se realizaron cinco sondeos de cono dinámico a una profundidad máxima de 3.00 m (SC-1 al 5), un pozo a cielo abierto (PCA 1) y un sondeo por el método de penetración estándar (SPE 1) llevados hasta una profundidad de 2.51 m como máximo, respecto a su brocal. Estos sondeos fueron indispensables para determinar las características estratigráficas de los suelos.

En la figura 3 se presenta la localización de los sondeos, en las figuras 4, 5, 6, 7 y 8, se presentan los sondeos de cono dinámico, en la figura 9 el perfil estratigráfico del sondeo de penetración estándar indicando la descripción de los materiales encontrados.

Todas las muestras que se obtuvieron en los sondeos se empacaron y trasladaron cuidadosamente al laboratorio de mecánica de suelos de esta empresa para su clasificación y ensaye.





## EXPLORACIONES GEOTECNIA DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V.

### 3. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras obtenidas de los sondeos se clasificaron en forma visual y manual en húmedo y en seco, y se determinó su contenido natural de agua. Adicionalmente se realizaron los siguientes ensayos en muestras seleccionadas.

- densidad de sólidos
- límites de consistencia líquido y plásticos en los suelos finos
- granulometría por mallas en los suelos granulares
- lavado por malla 200 en las mezclas de suelos finos con arena

Con base en los resultados de los ensayos mencionados se identificaron los principales depósitos que constituyen el subsuelo, clasificándolos conforme al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

No fue posible hacer pruebas mecánicas para determinar sus parámetros de resistencia al esfuerzo cortante, razón por la cual tanto el parámetro de cohesión como el ángulo de fricción interna se obtuvieron a partir de correlaciones de manera conservadora.

Los parámetros de deformabilidad del subsuelo también se obtuvieron a partir de correlaciones empíricas utilizando conservadoramente.

Adicional a los trabajos antes mencionados se anexan las gráficas granulométricas de los suelos estudiados, figuras 10.

### 4. ESTRATIGRAFIA DEL SUELO

Utilizando los resultados de campo y laboratorio se elaboró la columna estratigráfica del suelo en cada sondeo según se presentan en las figuras 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

A continuación se hace la descripción estratigráfica del subsuelo utilizando los resultados del sondeo SPE - 1, este sondeo es el más desfavorable considerando que es el que se logró entre los boleos muestreado la matriz en donde está empacado el boleo.



## EXPLORACIONES GEOTECNIA DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V.

No se localizo nivel de aguas freáticas durante la exploración geotécnica, ya que el boleó hizo imposible un muestreo más profundo.

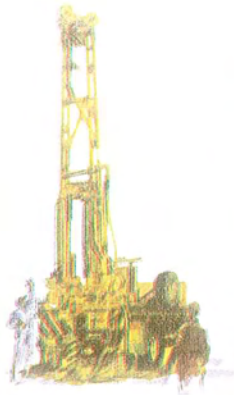
TABLA 2

SPE – 1

Deposito	Profundidad (m)	Descripción
I	0.00 a 0.60	ARENA LIMOSA CON GRAVAS DE COLOR CAFÉ, CON FINOS DE MEDIA PLASTICIDAD DE CONSISTENCIA MEDIA, CON PRESENCIA DE AGUA SE TRANSFORMA EN MUY BLANDA.
II	0.60 a 0.85	ARENA LIMOSA CON BOLEOS DE DIFERENTES TAMAÑOS.
III	0.85 a 1.70	LIMOS ARENOSOS DE COLOR CAFÉ CON FINOS DE MEDIA PLASTICIDAD CON BOLEOS MEDIANOS Y CHICOS.
IV	1.70 a 2.30	BOLEOS EMPACADOS EN UNA MATRIS DE UN LIMO ARENOSO DE COLOR CAFÉ.
		SUSPENDIDO POR SU DUREZA POR LA PRESENCIA DE BOLEOS.

La interpretación estratigráfica descrita es fundamental para el diagnostico del comportamiento de la obra, que estará determinado por el espesor, deformabilidad de los depósitos que constituyen el suelo, como se describe en el Capitulo 5 de este informe.





## EXPLORACIONES GEOTECNIA DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V.

### 5. ESTUDIO GEOTECNICO

#### 5.1 Solución de cimentación

Considerando la estratigrafía del subsuelo y las posibles características de las estructuras, se analizaron diferentes propuestas de cimentación pero consideramos que de acuerdo a las condiciones del suelo existentes en la zona consideramos las siguientes opciones:

- La solución es la de excavar del nivel de terreno actual 1.50 m como mínimo o hasta encontrar roca, limpiar perfectamente, colocar sobre la roca un mortero fluido o suelo cemento con una resistencia mínima de 50 Kg/cm<sup>2</sup>, posteriormente el desplante de la cimentación de concreto armado, no recomendamos cimentaciones de rehenchido o piedra brasa ya que no las consideramos de la calidad que el proyecto requiere.

#### 5.2 Capacidad de carga

Para la consideración de cimentación se deberá de desplantar el cimientto corrido o asilado a no menos de 1.50 m de profundidad del terreno actual.

La capacidad de carga última de los suelos para condiciones estáticas, se determinó utilizando la teoría de Terzaghi para zapatas corridas. La profundidad de desplante, se consideró a 1.50 m medida con respecto a la superficie del terreno.

Los parámetros empleados son los siguientes:

- Peso volumétrico del suelo bajo el cimientto  $\gamma = 1.600$  Ton/m<sup>3</sup>.
- Cohesión  $C=0$
- Ángulo de fricción  $\phi=30^\circ$ .

Los resultados de la capacidad de carga admisible resulto de 12 ton/m<sup>2</sup>, considerando zapatas cuadradas o corridas, con un factor de seguridad de 3.





## EXPLORACIONES GEOTECNIA DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V.

### 5.3 Hundimientos

La magnitud de hundimientos, se determinó para una zapata corrida rígida de 0.60 m de ancho que transmite una presión de contacto de 12 Ton/m<sup>2</sup>. En el cálculo de hundimientos, se consideró la variación del módulo de deformación de los suelos con la profundidad, y la siguiente expresión de la teoría de la elasticidad:

$$\varepsilon = 1/E_s (\sigma_z - \mu(\sigma_x + \sigma_y))$$

donde:

$\varepsilon$  Deformación unitaria.

$\sigma_z, \sigma_x, \sigma_y$  Esfuerzos inducidos por el cimiento.

$\mu$  Relación de Poisson  $\mu=0.3$

$E_s$  Módulo de deformación.

Para obtener el hundimiento, se utilizó la integración numérica de la deformación unitaria en todo el espesor de suelo sujeto a compresión, el cual se consideró de 4.00 m por debajo del desplante del cimiento.

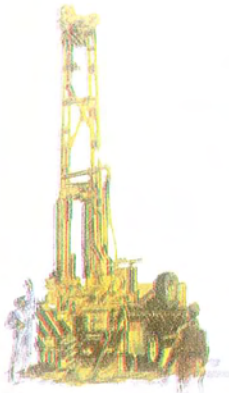
Los esfuerzos  $\sigma_z, \sigma_x, \sigma_y$ , inducidos por el cimiento, se determinaron mediante las ecuaciones de Holl referencia 1 para un área rectangular uniformemente cargada que actúa sobre un medio semi- infinito.

La influencia de la rigidez del cimiento se consideró en base al criterio de Fox tomado de la referencia 3. La influencia de la profundidad de desplante, se consideró usando el criterio de Jelinek, referencia 2.

Los resultados de los hundimientos no son mayores de 2 cm, pero en general los consideramos aceptables.

Esta capacidad de carga se tomo para las condiciones sin saturación del suelo, si existiera una saturación del suelo por una eventual fuga o filtración esta capacidad de carga disminuye drásticamente en las capas superiores.

### 5.4 Regionalización sísmica



## EXPLORACIONES GEOTECNIA DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V.

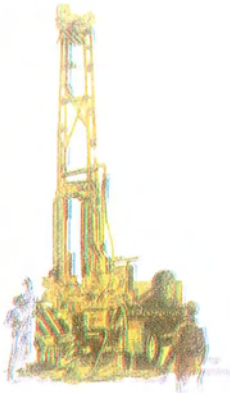
El sitio donde se construirá la obra esta localizado en la zona C de la Carta de regionalización Sísmica de la Republica Mexicana.

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El suelo del lugar está formado por boleos medianos a grandes empacados en una matriz de arena con limos de color café, finos de media plasticidad
- La solución es la de excavar del nivel de terreno actual 1.50 m como mínimo o hasta encontrar roca, limpiar perfectamente, colocar sobre la roca un mortero fluido o suelo cemento con una resistencia minima de  $50 \text{ Kg/cm}^2$ , posteriormente el desplante de la cimentación de concreto armado, no recomendamos cimentaciones de rehenchido o piedra braza ya que no las consideramos de la calidad que el proyecto requiere. La capacidad de carga admisible resulto de  $12 \text{ ton/m}^2$  y sus hundimientos de 2 cm.
- Para la protección de los pisos interiores y exteriores de deberá de retirar los primeros 40 cm, del material existente y sustituirlos con una grava arena con una capa no menor de 50 cm.
- Se deberá tener un cuidado especial en las instalaciones hidráulicas y sanitarias para que no presenten fugas, ya que estas pueden provocar asentamientos diferenciales de magnitud impredecible. Se recomienda que las tuberías sanitarias sean de PVC, para obtener una mayor hermeticidad. Los jardines y áreas verdes deberán de contar con un sistema de drenaje para evitar encharcamientos.
- La capacidad de carga de los suelos, así como la magnitud de hundimientos, están dadas para las condiciones actuales.
- Los hundimientos que estén dentro de lo permisible siempre y cuando no se presente una saturación del suelo ocasionada por alguna fuga de agua o por filtraciones al subsuelo (pozos de absorción o algún mal diseño de drenaje), ya que los hundimientos podrían ser considerables, por lo que se recomienda no utilizar pozos de absorción en el sistema de drenaje pluvial o sanitario.

Cualquier disminución en la capacidad de carga o aumento en la magnitud de hundimientos con respecto a los calculados





## EXPLORACIONES GEOTECNIA DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V.

y dados en éste estudio, que pueden deberse a fugas de agua que es la causa más común, esta fuera del alcance de éste estudio.

- Desde el punto de vista del comportamiento del subsuelo, es posible que durante un sismo intenso, ocurra un reacomodo en las partículas de los depósitos existentes, por lo cual es conveniente que las estructuras estén capacitadas para admitir movimientos diferenciales sin dañarse.
- Exploraciones Geotecnia de Occidente, S.A. de C.V. no se hace responsable por el mal uso de la información presentada o por la mala aplicación de los resultados o soluciones contenidas en este informe a estructuras o proyectos diferentes del aquí descrito.

ATENTAMENTE

Exploraciones Geotecnia de Occidente, S.A. de C.V.  
Ing. José Rigoberto González Covarrubias