PLAN DE EXPLORACIÓN PARA EL EPMSC – TULUÁ

CONTRATO DE CONSULTORIA No. USPEC-CT-354-2023 CUYO OBJETO ES LA: "CONSULTORÍA TÉCNICA PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA QUE PERMITA DETERMINAR EL TIPO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y/O AMPLIACIÓN REQUERIDA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES DE LOS ESTABLECIMIENTOS PENITENCIARIOS Y CARCELARIOS DEL ORDEN NACIONAL A CARGO DEL INPEC".

CLIENTE: UNIDAD DE SERVICIOS PENITENCIARIOS Y CARCELARIOS – USPEC

ORLANDO ELÍAS GÓMEZ MALDONADO
MAGISTER EN GEOTECNIA

VERSIÓN: VA

BOGOTÁ D.C.
MARZO DE 2024

CONTROL DE CAMBIOS – PY1006 – USPEC – EPMS (TULUA)					
Versión	**Realizada por**	**Revisada por**	**Aprobada por**	**Fecha**	**Cambios al documento anterior**
VA	OEGM	YFSS	NFRV	MARZO/2024	Emisión Inicial

TABLA DE CONTENIDO

1. PLAN DE EXPLORACIÓN 5
1.1. Localización del proyecto 5
1.2. Categoría del proyecto 5
1.3. Exploración del subsuelo y ensayos de Laboratorio 6
1.4. Localización de Sondeos 10
1.5. Análisis geotécnicos. 11
1.6. Cronograma 14

TABLA DE IMÁGENES

Imagen 1 Ubicación del proyecto. Fuente: Adaptado de Google Maps. 5
Imagen 2.Muestreador de suelos tipo Split Spoon. 6
Imagen 3.Muestreador de pared delgada. 7
Imagen 4.Equipo de perforación. 9
Imagen 5.Equipo de línea de refracción. 10
Imagen 6. Distribución de exploración y unidades de construcción 11

1. PLAN DE EXPLORACIÓN

1.1. Localización del proyecto

El contrato tiene como objeto realizar el estudio de suelos para el estudio de vulnerabilidad y reforzamiento para el EPMSC – Tuluá. Localizado en la Carrera 29 14-02 Barrio: EL Popular, en Tuluá, Valle del Cauca.



Imagen 1 Ubicación del proyecto. Fuente: Adaptado de Google Maps.

1.2. Categoría del proyecto

De acuerdo con la Tabla H.3.1-1. Clasificación de las unidades de construcción por categorías de la NSR-10, se tiene una unidad de construcción de categoría baja, lo anterior dado el número de pisos y las cargas máximas por columna, se tiene una unidad de construcción.

Tabla H.3.1-1
Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

1.3. Exploración del subsuelo y ensayos de Laboratorio

La determinación de número de sondeos se realiza teniendo en cuenta la configuración arquitectónica y estructural definida para el proyecto. De acuerdo a lo anterior y la Categoría del proyecto e información revisada, se propone a continuación la cantidad, profundidad de exploración y los ensayos de laboratorio que se consideran necesarios para realizar una adecuada caracterización de los suelos, el número final de ensayos de laboratorio dependerá del tipo de suelos y las muestras recuperadas.

La exploración del subsuelo tiene por objeto la caracterización tanto espacial como en profundidad de los materiales geológicos de superficie en la zona de estudio y es parte esencial para la generación de un estudio geotécnico. En este sentido, se deberá efectuar una exploración directa del subsuelo, con el fin de obtener un reconocimiento de las características intrínsecas del suelo, desde el punto de vista geomecánicos, evaluar los espesores promedios de los materiales encontrados y definir aproximadamente la posición del nivel freático y superficies de agua presentes en la zona. En estos sondeos se efectuarán ensayos de penetración estándar (S.P.T.) con equipo manual y toma muestras alteradas e inalteradas para los respectivos ensayos de laboratorio. En estos ensayos se incluyen la determinación de propiedades índices como la Humedad natural, peso unitario, y los límites de plasticidad. Además, se realizarán ensayos que permitan determinar la resistencia y deformabilidad que dependerán de los tipos de suelos detectados.

Las muestras alteradas serán recuperadas en suelos con muestreador tipo cuchara partida (Split Spoon) como se muestra a continuación:



Imagen 2.Muestreador de suelos tipo Split Spoon.

En caso de detectar suelos arcillosos blandos se utilizará un muestreador de pared delgada que permite la toma de muestra inalteradas que son utilizadas en ensayos de consolidación y compresión inconfinada.



Imagen 3.Muestreador de pared delgada.

El equipo a utilizar corresponde a una máquina de perforación manual, que corresponde con el siguiente equipo:

ITEM	EQUIPO	CANT
1	TUBERÍA AW DE 1.5 m	2
2	TUBERÍA AW DE 1.0 m	3
3	GUÍA DE GOLPEO DE 1.0 m	1
4	SPLIT SPOON	1
5	TUBO SHELBY CON ACOPLE Y TORNILLOS	1
6	MARTILLO DE 140 Lb	1
7	GOLPEADOR CIRCULAR	1
8	PLATINA DE EXTRACCIÓN CON CADENA	1
9	TRÍPODE DE SOPORTE CON PATAS	1
10	BARRA DE 1.20 m	2
11	HOYADOR	1
12	TABLÓN DE APOYO	2
13	LLAVES PARA TUBO DE 24”	3
14	HELICOIDE DE 1.0 m	1

ITEM	EQUIPO	CANT
15	CANASTA DE ALMACENAJE	1
16	ESPÁTULA 2”	1
17	CEPILLO DE DE ALAMBRE	1
18	GRASA	1
19	PLÁSTICO STRETCH DE 0.6 m	1
20	BISTURÍ	1
21	TABLERO DE ACRÍLICO	1
22	MARCADOR BORRABLE	2
23	MARCADOR PERMANENTE	1
24	FLEXÓMETRO	1
25	CARPETA CON PAPELERÍA	1
26	LLAVE BRISTOL	1
27	DECAMETRO	1
28	CÁMARA DIGITAL	1
29	LAPICERO	2
30	COLOMBINAS DE SEÑALIZACIÓN	3
31	CINTA DE PELIGRO	1
32	MARTILLO DEMOLEDOR ELÉCTRICO	1
33	ALMADENA	1
34	EXTENSIÓN ELÉCTRICA	1



*Imagen 4.*Equipo de perforación.

De acuerdo a lo anterior se propone la siguiente exploración para el edificio:

Sondeo	Profundidad (m)
1	6
2	6

Además se realizarán dos líneas de refracción que alcanzan profundidades de hasta 30 m. La prospección por refracción sísmica permite interpretar la estratigrafía del subsuelo gracias al uso del principio físico del fenómeno de la refracción total de una onda sísmica que incide sobre una interfase localizada entre dos cuerpos con diferentes propiedades mecánicas, (horizonte de refracción). La condición fundamental para llevar a cabo estudios de sísmica por refracción es que la sucesión de los estratos a investigar se caracterice por velocidades sísmicas crecientes al aumentar la profundidad. De este modo se pueden evaluar hasta 4 o 5 horizontes de refracción diferentes.

Los ensayos se basan en la medición de los tiempos de recorrido de las ondas elásticas para las cuales -suponiendo amplias superficies de separación con respecto a la longitud de onda o en todo caso con una débil curvatura- los frentes de onda se representan por medio de los relativos rayos sísmicos. El análisis se basa en el principio de Fermat y en la ley de Snell.



*Imagen 5.*Equipo de línea de refracción.

Además, se realizarán dos apiques para la verificación de las cimentaciones existentes.

1.4. Localización de Sondeos

La cantidad de sondeos definida, se determinó teniendo en cuenta lo establecido por la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10 que en su aparte H.3.2.6 NUMERO MÍNIMO DE SONDEOS menciona:

"Los sondeos realizados en la frontera entre unidades adyacentes de construcción de un mismo proyecto, se pueden considerar válidos para las dos unidades siempre y cuando domine la mayor profundidad aplicable.

Efecto por repetición — Para proyectos con varias unidades similares, el número total de sondeos se calculará a partir de la segunda unidad de construcción y siguientes como la mitad (50%) del encontrado para la primera unidad, aumentando al número entero siguiente al aplicar la reducción."

Así las cosas, y teniendo en cuenta que solo el 50% de los sondeos debe estar dentro de la proyección de la edificación de acuerdo con H.2.3.4 literal C



Imagen 6. Distribución de exploración y unidades de construcción.

1.5. Análisis geotécnicos.

Determinación de Niveles Freáticos

Mediante un análisis de los sondeos realizados en la zona de estudio, se determinará la localización de los diferentes niveles freáticos correspondientes a diferentes eventos de precipitación. Estos niveles freáticos serán usados como condiciones de borde en la modelación geotécnica.

Caracterización geotécnica de las series estratigráficas que conforman el perfil de suelo en los sitios de estudio

Se efectuara un análisis de la información de campo y laboratorio de cada una de las perforaciones realizadas, se realizara una caracterización geotécnica de cada perforación evaluando la variación

de las características litológicas, parámetros índice y parámetros de resistencia, con el fin de establecer la relación de estos resultados con los modelos geológico-geotécnico propuestos.

Correlación de la información de los modelos geológicos propuestos con los resultados de cada perforación ejecutada, con el fin de establecer la relación entre el modelo geotécnico y el tipo de unidad geológica sobre la cual se realizó cada perforación.

Estados límite de falla y servicio para cimentaciones

Descripción del perfil de suelo: Basados en la información y exploración se definirá el perfil de suelo y sus propiedades principales de compresibilidad y resistencia al cortante. De acuerdo a las características del proyecto a construir (diseño estructural) y características geotécnicas del subsuelo, se evaluarán los estados límite de falla (capacidad de carga admisible) y servicio (asentamientos) para las diferentes estructuras proyectadas.

Se diseñarán los sistemas de cimentación adecuados para minimizar los asentamientos en cada una de las estructuras. Los cálculos se realizarán empleando soluciones analíticas y numéricas, particularmente programas para estimar asentamientos y deformaciones en masas de suelo Interacción permanente con el diseñador estructural para establecer la alternativa de cimentación que optimice los costos del proyecto y que garantice las condiciones de estabilidad de las mismas. Así mismo se determinarán los parámetros necesarios para el diseño de los muros de contención que puedan ser requeridos.

Para calcular la capacidad portante para cimentaciones rectangulares, circulares y corridas, teniendo en cuenta factores como el empotramiento, inclinación de la carga e inclinación del suelo de apoyo entre otros, se utilizará el método de Vesic que se puede resumir en la siguiente ecuación:

$$q = \zeta_c \zeta_{cd} \zeta_{ci} \zeta_{ct} \zeta_{cg} {}^{c}N_c + \zeta_q \zeta_{qd} \zeta_{qi} \zeta_{qt} \zeta_{qg} {}^{q}_{o}N_q + \frac{\zeta_\gamma \zeta_{\gamma d} \zeta_{\gamma i} \zeta_{\gamma t} \zeta_{\gamma g} B\gamma N_\gamma}{2}$$

Donde q es la capacidad portante, Nc, Nq, Nγ son los factores de capacidad portante por cohesión, sobrecarga y peso unitario respectivamente,ζ corresponde a los factores de corrección por inclinación, empotramiento, entre otros.

- Contenido mínimo del estudio de suelos

El estudio de suelos a presentar contendrá como mínimo lo exigido en el numeral H.2.2.2.2:

a. Del proyecto — Nombre, plano de localización, objetivo del estudio, descripción general del proyecto, sistema estructural y evaluación de cargas. No se podrán considerar como ESTUDIO GEOTÉCNICO DEFINITIVO aquellos estudios realizados con cargas preliminares ni donde sólo se hayan tenido en cuenta las cargas de gravedad.
b. Del subsuelo — Resumen del reconocimiento de campo, de la investigación adelantada en el sitio específico de la obra, la morfología del terreno, el origen geológico, las características físicomecánicas y la descripción de los niveles freáticos o aguas

subterráneas con una interpretación de su significado para el comportamiento del proyecto estudiado.

c. De cada unidad geológica o de suelo, se dará su identificación, su espesor, su distribución y los parámetros obtenidos en las pruebas y ensayos de campo y en los de laboratorio, siguiendo los lineamientos del Capítulo H.3. Para el análisis de efectos locales, la definición de tipo de suelo se debe hacer siguiendo los lineamientos del numeral A.2.4. Se debe estudiar el efecto o descartar la presencia de suelos con características especiales como suelos expansivos, dispersivos, colapsables, y los efectos de la presencia de vegetación ó de cuerpos de agua cercanos.
d. De los análisis geotécnicos — Resumen de los análisis y justificación de los criterios geotécnicos adoptados que incluyan los aspectos contemplados especialmente en el Título H y en el numeral A.2.4. También, el análisis de los problemas constructivos de las alternativas de cimentación y contención, la evaluación de la estabilidad de taludes temporales de corte, la necesidad y planteamiento de alternativas de excavaciones soportadas con sistemas temporales de contención en voladizo, apuntalados o anclados. Se deben incluir los análisis de estabilidad y deformación de las alternativas de excavación y construcción, teniendo en cuenta, además de las características de resistencia y deformabilidad de los suelos, la influencia de los factores hidráulicos.
e. De las recomendaciones para diseño — Los parámetros geotécnicos para el diseño estructural del proyecto como: tipo de cimentación, profundidad de apoyo, presiones admisibles, asentamientos calculados incluyendo los diferenciales, tipos de estructuras de contención y parámetros para su diseño, perfil del suelo para el diseño sismo resistente y parámetros para análisis de interacción suelo-estructura junto con una evaluación del comportamiento del depósito de suelo o del macizo rocoso bajo la acción de cargas sísmicas así como los límites esperados de variación de los parámetros medidos y el plan de contingencia en caso de que se excedan los valores previstos. Se debe incluir también la evaluación de la estabilidad de las excavaciones, laderas y rellenos, diseño geotécnico de filtros y los demás aspectos contemplados en este Título.
f. De las recomendaciones para la protección de edificaciones y predios vecinos — Cuando las condiciones del terreno y el ingeniero encargado del estudio geotécnico lo estime necesario, se hará un capítulo que contenga: estimar los asentamientos ocasionales originados en descenso del nivel freático, así como sus efectos sobre las edificaciones vecinas, diseñar un sistema de soportes que garantice la estabilidad de las edificaciones o predios vecinos, estimar los asentamientos inducidos por el peso de la nueva edificación sobre las construcciones vecinas, calcular los asentamientos y deformaciones laterales producidos en obras vecinas a causa de las excavaciones, y cuando las deformaciones o asentamientos producidos por la excavación o por el descenso del nivel freático superen los límites permisibles deben tomarse las medidas preventivas adecuadas.
g. De las recomendaciones para construcción. Sistema Constructivo — Es un documento complementario o integrado al estudio geotécnico definitivo, de obligatoria elaboración por parte del ingeniero geotecnista responsable, de acuerdo con lo establecido en el numeral H.8.1. La entrega de este documento o su inclusión como un numeral del informe, deberá ser igualmente verificada por las autoridades que expidan las licencias de construcción. En el sistema constructivo se deben establecer las alternativas técnicamente factibles para

solucionar los problemas geotécnicos de excavación y construcción. Para proyectos de categoría Alta o Especial (véase el numeral H.3.1.1) se debe cumplir lo indicado en el numeral H.2.2.3.

h. Anexos — En el informe de suelos se deben incluir planos de localización regional y local del proyecto, ubicación de los trabajos de campo, registros de perforación y resultado de pruebas y ensayos de campo y laboratorio. Se debe incluir la memoria de cálculo con el resumen de la metodología seguida, una muestra de cálculo de cada tipo de problema analizado y el resumen de los resultados en forma de gráficos y tablas. Además, planos, esquemas, dibujos, gráficas, fotografías, y todos los aspectos que se requieran para ilustrar y justificar adecuadamente el estudio y sus recomendaciones.

1.6. Cronograma

Una vez sea aprobado el presente plan de exploración se procederá con las actividades de acuerdo con el siguiente cronograma:

Descripción	Días																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Activiades de Campo																																			
Ensayos de Laboratorio																																			
Elaboración de informe																																			

Es de resaltar que se trabajará de lunes a sábado de entre 7:30 am y 5:00 pm

Atentamente,

OrlandoElíasGómezM

_____

ORLANDO ELÍAS GÓMEZ MALDONADO

Magister en Geotecnia