

## **INFORME EJECUTIVO**

### **ESTUDIOS GEOLOGICO GEOTECNICOS DEL METRO DE QUITO**

#### **OBJETIVOS PARTICULARES**

Entre los objetivos particulares. Se encuentran los siguientes:

- Determinar las propiedades geológicas, del subsuelo, a diversas profundidades.
- Determinar los parámetros físicos y geomecánicos del subsuelo en los diferentes niveles.
- Determinar los diferentes grados de compacidad de los suelos, según la profundidad de los mismos.
- Determinar la existencia o no de roca sólida a lo largo del subsuelo por donde pasa la PLMQ.
- Elaborar el perfil geológico – geotécnico continuo del terreno a lo largo del trazado de la Primera Línea del Metro de Quito, con base a los diferentes tipos de suelo encontrados en los distintos sondeos.
- Establecer las características geológicas y geotécnicas del terreno como las siguientes: estratigrafía, litología, espesor, secuencia, textura y límites de consistencia, resistencia etc.
- Determinar el espesor de suelos blandos como: rellenos, turbas, suelos plásticos, arenas sueltas, que presentan escasa competencia y pueden condicionar el método constructivo y trazado.
- Determinar las principales propiedades geomecánicas de los suelos: resistencia, ángulo de rozamiento, cohesión, etc., en presiones efectivas.
- Identificar los posibles puntos críticos, que podrían presentarse a lo largo de la PLMQ, de acuerdo con las características geotécnicas alrededor del trazado de la línea.
- Realizar el estudio geofísico de la PLMQ, por medio de diferentes métodos como: la geofísica en pozo, sísmica y registros Gamma, SP y SPR.
- Determinación de la velocidad de las ondas longitudinales (P) y de corte (S), con la finalidad de obtener los parámetros elásticos de los suelos

#### **ALCANCE DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS**

La línea de Metro para Quito, se extiende desde el sector de Quitumbe al Sur de la ciudad, hasta la cabecera Sur del Aeropuerto Mariscal Sucre, al Norte de Quito. Para esta zona de estudio se han ejecutado las siguientes actividades:

- Perforación de 70 sondeos a rotación, a profundidades comprendidas entre 25m y 85 m
- Descripción de la estratigrafía de los 70 sondeos, a lo largo de toda la Primera Línea de Metro, mediante el análisis de los testigos obtenidos en los mismos.
- Elaboración del Perfil geológico – geotécnico, del eje de la Primera Línea del Metro de Quito, mediante la zonificación de las distintas unidades litoestratigráficas,
- Correlación estratigráfica de las columnas litológicas obtenidas en cada uno los sondeos.
- Determinación de permeabilidades de los diferentes estratos, medición de niveles piezométricos, definición de los niveles freáticos.
- Determinación de las propiedades físico - mecánicas de los diferentes niveles estratigráficos, mediante ensayos de laboratorio.
- Realización de Ensayos Presiométricos, de tipo Menard, en los sondeos previamente seleccionados
- Determinación de las propiedades elásticas de las capas, mediante las correlaciones obtenidas con el empleo del método Down Hole.
- Determinación de diversas propiedades Geofísicas de los suelos mediante Diagrfías - Registro de pozo (Gamma, Potencial Espontaneo SP, Resistividad SPR)
- Elaboración del perfil geotécnico del eje del túnel, empleando toda la información obtenida en los sondeos mecánicos, los resultados de los análisis de laboratorio, las características presiométricas y las propiedades Geofísicas obtenidas mediante ensayos de campo.

## **DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO EJECUTADO**

Las actividades realizadas durante la ejecución del presente estudio fueron las siguientes:

- Revisión de la información
- Ejecución de sondeos mecánicos en donde se ejecutaron:
  - Obtención de testigos de perforación
  - Realización de ensayos SPT
  - Toma de muestras Shelby
  - Toma de muestras indisturbadas (parafinadas)
  - Ensayos de permeabilidad

- Instalación de piezómetros
- Toma de medidas de nivel freático
- Ensayos Down-Hole
- Diagrafías - Registro de pozo (Gamma, Potencial Espontaneo SP, Resistividad SPR)
- Ensayos Presiométricos
- Ensayos de mecánica de suelos
- Análisis químicos de muestras de agua de los sondeos
- Acondicionamiento de los pozos para realizar ensayos geofísicos
- Ejecución de ensayos Down Hole
- Interpretación de los resultados de campo y laboratorio

### CANTIDADES DE LAS INVESTIGACIONES REALIZADAS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
SONDEOS A ROTACION: 1/325m	Unidad	70 (2800m)
Toma de muestras inalteradas y testigos parafinados	Unidad	980
Ensayos de penetración estándar (Standard Penetration Test - SPT)	Unidad	980
Ensayos de permeabilidad	Unidad	70
Ensayos de deformabilidad (Presiométricos)	Unidad	119
Diagrafías Sísmicas (Down Hole – DH) en toda la profundidad del sondeo	Unidad	40
Diagrafías - Registro de pozo (Gamma, Potencial Espontaneo SP, Resistividad SPR)	Unidad	50
Instalación de piezómetro y monitoreo de nivel freático	Unidad	70

### RESUMEN DE LA GEOLOGIA DEL METRO

El trazado de la Línea de METRO DE QUITO, se ubica a lo largo de la cuenca de Quito que es una depresión topográfica de dirección aproximada N-S, de forma alargada y de tres a cinco kilómetros de ancho. Morfológicamente, se divide en dos

sub - cuencas: centro – norte y sur, separadas por el río Machángara y el domo El Panecillo.

La formación de esta cuenca está directamente relacionada con la actividad del sistema de fallas inversas de Quito, cuya expresión morfológica es una serie de lomas alargadas de dirección N – NNE, situadas en el borde oriental de la ciudad. Esta estructura tectónica ha sido dividida en tres segmentos principales, de norte a sur: Lomas Calderón – Catequilla, Lomas Batán – La Bota y Lomas Ilumbisí – Puengasí. Estos segmentos buzan hacia el oeste y probablemente empezaron a propagarse desde el norte en una serie de pulsos

El perfil encontrado a lo largo de la línea por donde atravesará el METRO, ha encontrado los siguientes tipos de suelos desde el sur hacia el norte:

**En el sector Sur**, las correlaciones estratigráficas realizadas por medio de los sondeos, han permitido determinar que los depósitos fluvio-lacustres El Pintado se extienden desde el sector de Chillogallo, y que a partir del sector El Calzado, estos depósitos se hacen más potentes hacia el norte. Estas correlaciones también han permitido establecer que el contacto entre la Unidad Fluvio – Lacustre El Pintado y la Unidad Volcanosedimentaria Guamaní corresponde a un cambio transicional.

En la base de la Unidad Fluvio-Lacustre El Pintado se presentan brechas volcánicas intercaladas con estratos de tobas, arenas finas y arcillas.

Sobre el conjunto anteriormente descrito aparece una interestratificación de arcilla y arena de color verde, que tiene gradación normal, con líticos subredondeados, debido a su ambiente de depositación de tipo fluvial. El espesor de los estratos varía entre 0.20m y 0.50m. y el del conjunto es inferior a los 10m.

Estos estratos se encuentran en muchos de los pozos perforados en el norte y oeste y de la Subcuenca Sur de Quito.

En la parte superior de la Unidad Fluvio-Lacustre El Pintado, sobreyaciendo al depósito arriba descrito de arcilla y arena de color verde, se encuentran niveles de turbas, paleosuelos y tobas, cuyo espesor llega hasta los 20 metros. Los niveles de turbas, permiten identificar el ambiente lacustre de la depositación.

Finalmente, recubriendo los niveles anteriormente descritos, aparece la Cangahua en espesores mucho menores que en el norte, la cual presenta en su parte superior

niveles de paleosuelos y estratos de pómez de caída de hasta 30 centímetro de espesor; mientras en su parte media se observan estratos de arena fina de composición litológica de carácter volcánico, de espesores de hasta 50 centímetros.

**En el sector norte** de la cuenca, a partir del Panecillo, en el perfil de la línea de METRO, predomina la presencia desde abajo hacia arriba de la Formación Cangahua, conformada por limos arenosos, típicamente de colores amarillentos a marrones, generalmente intercaladas con caídas de cenizas, pómez, paleosuelos y algunas veces, flujos de lodos y canales aluviales. En la denominación Cangahua, se han incluido los depósitos de conos aluviales que se desprenden de las estribaciones orientales del volcán Pichincha.

Se ha encontrado que esta Cangahua presenta una mayor compacidad a partir de profundidades comprendidas entre los 15 y 20m, lo cual le otorga un comportamiento de mejor consistencia y cementación que favorecería a las excavaciones subterráneas, permitiendo mayores “luces” sin sostenimiento inmediato

Desde El Ejido, hacia el Norte, sobre la Cangahua, se presentan los Depósitos Carolina de origen Fluvio Lacustre, los cuales se encuentran ubicados solamente en la Subcuenca Centro-Norte de Quito. Estos sedimentos, se encontrarían en algunos tramos, por encima de la bóveda del túnel del METRO.

Son sedimentos conformados por paquetes de limos, arcillas, arenas medias a gruesas, intercalados con cenizas y caídas de pómez. Estos sedimentos han sido subdivididos en dos miembros: Aluvial y Lacustre Palustre.

El Miembro Aluvial se encuentra conformado por lahares, cenizas volcánicas primarias y niveles de suelos presentes en los abanicos que forman los principales drenajes de la Subcuenca Centro-Norte de Quito (Mothes y otros, 2001).

En la parte central de la Subcuenca, se halla relacionado con los depósitos lacustres y palustres, así como también a pequeños canales fluviales, (El Ejido, La Carolina, La Jipijapa).

El Miembro Lacustre Palustre es considerado como los Depósitos La Carolina propiamente dichos. Se encuentra conformado por paquetes de limos y arcillas, intercalados con caídas de ceniza. En los registros de las perforaciones de La Carolina y El Ejido han sido evidenciados además vestigios de paleosuelos.

## **CONCLUSIONES GENERALES**

Más del 99% del metro atravesará suelos, entre compactos y sueltos.

Posibilidad de encontrar roca 1% (250m)

Los estratos superficiales tanto en el sur como en el norte, tienden a deformarse.

Los estratos más profundos de toba blanda en el norte, son compactos y pueden excavarse sin soporte inmediato.

La presencia de acuíferos influye sobre la obra a construirse y sobre la infraestructura existente.

Métodos constructivos a emplearse: CUT and COVER, método convencional y TBM