



Prospección Geotécnica de Campo Aplicada a la Construcción de la Presa del Proyecto Parque del Conocimiento

¹Moisés Javier Loor Sánchez, ² Miguel Ángel Chávez Moncayo.

¹Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra-FICT,
Escuela Superior Politécnica del Litoral-ESPOL,
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral,
Apartado 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador.
moisesjavier-84@hotmail.com

² Ph.D., M.Sc. Geotécnica. Profesor de FICT, ESPOL. machecud@gmail.com

Resumen

El presente trabajo es una contribución al conocimiento Geológico-Geotécnico de toda el área que involucra el denominado Proyecto Parque del conocimiento. El primer trabajo realizado fue la investigación de la información existente, tanto a nivel del sector, como de la geología a gran escala. El trabajo de campo involucró las áreas de cuenca de drenaje, incluyendo, sitio de Presa y Aliviadero, además las áreas de préstamo y canteras. Se analizaron las características geomorfológicas, geoestructurales y litológicas, teniendo en cuenta los objetivos principales del proyecto que consiste en construir la mayor Presa de embalse en el Campus Politécnico Gustavo Galindo. Se realizó un levantamiento geológico detallado del área de emplazamiento de la Presa y sus empotramientos, información que igualmente se obtuvo para el reservorio y de la franja de terreno de emplazamiento del aliviadero. El paso siguiente fue la prospección geofísica de campo y su interpretación. Se realizaron abundantes observaciones y muestreo, en diferentes puntos aprovechando la gran cantidad de excavaciones, que con el motivo de explotación pétreo se habían realizado en todo el sector. La presente Tesis también incluye un análisis hidrogeológico y geotécnico orientado a determinar la estanqueidad, la resistencia portante y cortante, además la calidad de los materiales destinados a la construcción. El trabajo realizado proporcionó información directamente relacionada a los diseños y al proceso constructivo del proyecto de Presa.

Palabras Claves: Geológico-Geotécnico, Estanqueidad.

Abstract

The following research is a contribution to the Geological-Geotechnical knowledge about the area where the PARCON project will be built. The first work was the investigation of existing information, both at the sector level, and the geology on a large scale. The field work involved the drainage basin areas, including Dam and Spillway site also lending areas and quarries. Geomorphological characteristics were analyzed, and lithological geoestructurales, taking into consideration the main objectives of the project is to build the biggest Dam reservoir on the Polytechnic Campus Gustavo Galindo. We conducted a detailed geological survey of the area of the Dam site and its abutments; information also was obtained for the reservoir and the strip of land site of the Spillway. The next step was field geophysical exploration and interpretation. It made plenty of observations and sampling at different points in taking advantage of the large number of excavations, with the stony ground of exploitation had been made across the sector. This thesis also includes a hydro-geological and geotechnical analysis aimed at determining the sealing, bearing and shear strength, plus the quality of materials for construction. The work provided information directly related to the design and construction process of the proposed Dam.

1. Introducción

La ESPOL dispone de un amplio campus integrado en su totalidad 695 ha. de terreno como en parte de los cuales están construidas las diferentes unidades académicas, Instituciones de servicios básicos, instalaciones dotadas de infraestructura y una Presa de 20 metros de altura, construida en 1992, la misma que se constituye un puente que permite la circunvalación en las instalaciones en la ESPOL.

En el área colindante con la vía Perimetral existen aproximadamente 150 ha. de terreno que han sido utilizadas sólo en parte, un 25% de este terreno va a ser ocupado por el denominado Parque del Conocimiento. Este proyecto será construido en torno a un lago, para lo cual debe ser construida una Presa.

2. Objetivos y Justificación

a. Objetivo General:

Realizar una caracterización geológica orientada a la construcción de obras de ingeniería Civil en el proyecto antes mencionado.

b. Objetivos Específicos:

- ❖ Realizar el mapeo Geológico detallado del área
- ❖ Determinar y Definir las características Geológicas Significativas.
- ❖ Determinar las áreas de Préstamos y Canteras.
- ❖ Realizar recomendaciones, de geología aplicada, para el proceso constructivo.

3. Geología en el Contexto Regional

El área de estudio, se encuentra estrechamente relacionado con la historia geológica y tectónica de la península de Santa Elena, así como de la cordillera de Chongón-Colonche.

La roca más antigua aflorante en la región son las de la Fm. Piñón. Que constituye el basamento. La sedimentación marina ocurrió desde el Cretáceo Superior (Fm. Cayo), hasta el fin del Cretáceo (Fm. Guayaquil chert, Maestrichtiano).

A partir del Eoceno Medio hay una transgresión marina sobre las provincias costeras y se depositan las calizas arrecifales de la Fm. San Eduardo.

Se depositan sedimentos marinos y material detrítico volcánico desde el Oligoceno hasta el Plioceno formando la Cuenca Progreso.

Estructuralmente se puede hablar de un movimiento monoclinial de la cordillera de Chongón-Colonche que produce una fuerte compresión del

noreste generando deslizamiento de los sedimentos, fallamiento y plegamiento de la Cuenca Progreso.

En el Plioceno-Cuaternario, la zona baja situada al oeste de Los Andes se profundizó y se relleno de Aluviones Cuaternario. [1]

4. Enfoque sismológico

El área de Guayaquil como gran parte de la costa ecuatoriana está influenciada directamente por el proceso de subducción de la Placa Nazca, bajo la placa continental. La situación geológica se hace más compleja si se considera la existencia de otro elemento tectónico- estructural que constituye la denominada falla Guayaquil-Romeral.

La existencia de una falla geológica que se inicia en el Golfo de Guayaquil, que continua por la cordillera de Los Andes, pasa por Colombia y llega finalmente al sector del Romeral en Venezuela, ha sido siempre un aspecto inquietante, dentro de la tectónica regional.

Hay autores que consideran que la falla anteriormente mencionada es un límite de la placa Caribe, la que involucra, por tanto las Antillas.

Lo antes mencionado hace más complejo el proceso tectónico del sector de Guayaquil, sin embargo, de lo cual hasta el momento no se han detectado epicentro de grandes sismos en el golfo de Guayaquil; sismos de pequeña y mediana magnitud han sido registrados en el sector de Pascuales en donde además existe gran cantidad de fallas geológicas, afloramientos de rocas basálticas, de rocas graníticas (granodioríticas), filones mineralizados, en contacto con la formación geológica sedimentaria Cayo.

Como es conocido, la sismicidad de Guayaquil, puede ser variada en cuanto a las respuestas de las ondas sísmicas en función del sector considerado. Por ejemplo en sector del centro de Guayaquil, el lecho rocoso puede estar a más de 100 metros de profundidad, por lo que se tiene una capa de suelos aluviales y estuarinos, que pueden actuar como sedimentos acumulados y depositados en una fuente rocosa.

En cambio, en la parte norte de Guayaquil los terrenos que se encuentran son por lo general afloramientos rocosos de la Formación Cayo SS. Este es el caso particular del área de Presa estudiada donde aflora la Formación Cayo SS. En este caso el comportamiento de las ondas sísmicas es menos incidente que en los depósitos de suelo.

De acuerdo a análisis sísmico realizados en el área de Guayaquil, se determina, que se pueden producir aceleraciones sísmicas horizontales entre 0.08 g y 0.25 g, este último valor se deduce de sismos de alta

intensidad que aun no han sido registrados en el sector de Guayaquil.

5. Geología de la Cuenca de Drenaje.

En el área estudiada se puede hablar de forma general que se presenta una variación litológica que se resume así: aglomerados, areniscas, limolitas y lutitas con las cuales se observan a lo largo de las quebradas diferentes secuencias, entre ellas, arenisca aglomerada; o lutita aglomerática.

La descripción de estos tipos de roca nos indica que son representativos de la Formación Cayo SS cuya edad se la ubica en el Cretáceo Superior y de ambiente deposicional marino profundo.

Se establece que hacia la base de la Formación Cayo SS aumenta el contenido de carbonato y hacia el tope aumenta la cantidad de sílice.

La descripción generalizada del área es de tres Formaciones:

Formación Calentura o basal, constituida por arcillas, tobas y areniscas. Formación Cayo SS constituido por un depósito volcano-sedimentario compuesto principalmente por material piroclástico y la Formación Guayaquil en el techo, siendo un conjunto de arcillas bien silicificadas.

6. Estratigrafía

La base estratigráfica está constituida por la formación calentura, en donde prevalecen estratos de grano fino, como lo son las lutitas, de depositación en lagos profundos y esta descansa sobre la formación Piñón.

Sobre la secuencia de estratos Calentura se tiene la Formación Cayo SS, en donde prevalece estratos de grado mediano y grueso, tal es el caso de las limolitas, areniscas, microconglomerados, micro brechas, hasta aglomerados volcánicos, producto de la geodinámica en cuencas hidrográficas y lagos someros del pasado geológico.

La transición entre la Formación Cayo S.S. a la Formación Guayaquil es a veces poco perceptible ya que aparecen areniscas algo silicificadas y lutitas que tienen diferentes grados de silicificación, en ciertos niveles se tienen especialmente lutitas silicificadas (chert), lo que caracteriza esta Formación.

La secuencia estratigráfica antes señalada que involucra las Formaciones geológicas Calentura, Cayo SS y Guayaquil Chert, forman parte del denominado Grupo Chongon. [2]

7. Condiciones del Subsuelo

En todo el sector de Presa se encuentra en la Formación Geológica Cayo S.S., que presenta algunas variaciones litológicas, sin embargo mantiene las mismas condiciones de estratificación.

Entre el eje de Presa y la cola del vaso se tienen las siguientes variaciones litológicas:

En el sitio de Presa hay una secuencia de estratos de lutitas, areniscas y limolitas ligeramente meteorizadas en estratos de espesor máximo de 20 cm. esta condición se mantiene en toda la cimentación de la Presa hasta unos 50 m. aguas arriba, en donde aparecen las areniscas que tienen estratos de más de un metro de espesor, la potencia de estos estratos es de aproximadamente 60 m.

Siguiendo aguas arriba se presenta una nueva secuencia de estratos de una estratigrafía similar a la ya descrita en la cimentación, pero que tiene un espesor de aproximadamente 200 m. En la parte que corresponde al centro del vaso y la cola aparece otra vez la secuencia de arenisca de grano grueso, micro conglomerados potentes que constituyen la característica principal de la formación Cayo S.S.

El rumbo y buzamiento general tiene un promedio de $S71^{\circ}E/16^{\circ}SO$, de toda la secuencia litológica antes descritas.

Las facturas tectónicas que se repiten con la misma orientación, tienen aproximadamente los siguientes rumbos y buzamientos:

$N40^{\circ}E/83NO$; $S48^{\circ}E/84SO$; $N69^{\circ}O/73NE$.

Lo antes descrito determina que existen condiciones parciales de capacidad de reservorio subterráneo, teniendo en cuenta que las rocas sedimentarias de mayor tamaño de grano como lo son los micro conglomerados y las areniscas de grano grueso son los materiales que por su porosidad efectiva tienen la mayor capacidad de almacenamiento.

Las lutitas prácticamente no tienen condiciones de almacenamiento ya que sus granos son muy finos y forman capas impermeables.

8. Aportes de agua superficial y subterránea

La recarga en el medio geológico antes descrito puede ser cuantificada en primer término en función de la cuenca de drenaje que es de 100 ha. En el caso particular de la Presa estudiada, teniendo en cuenta el buzamiento de los estratos la recarga se produce principalmente debido a la inclinación de los estratos, en toda el área de Presa.

Todos los frentes que han sido escavados y donde la roca está expuesta constituyen áreas de infiltración

cuando ocurran las lluvias. Bajo este concepto se tendría que las mayores concentraciones de aguas subterráneas se van a tener en el vaso de la Presa.

Lo antes descrito determina indudablemente una condición favorable para el volumen total de agua embalsada y subterránea en el vaso.

También se puede establecer que el flujo subterráneo en el sentido de la dirección del estero principal (dirección aguas debajo de la Presa) no está favorecido. Se ha llegado a esta conclusión porque se han observado empozamientos en la parte central del vaso sin que esa agua se infiltre.

9. Modelo hidrogeológico aproximado

Debido a la forma de la recarga, la estratificación generará acumulaciones de agua subterránea, que podría constituir un acuífero confinado por estratificación, especialmente en las capas de arenisca, por el grado de porosidad y permeabilidad que posibilitarán las infiltraciones.

La presencia de las tres familias de fracturas antes anotadas, cuyo rumbo es transversal al eje de Presa que tiene una orientación aproximada E-W, constituyen elementos que cambian las condiciones hidrogeológicas aplicadas al diseño de la cimentación de dicha obra.

Tanto la cimentación como los empotramientos de Presa, permitirían infiltraciones más aun si va a existir condiciones de carga de agua. De allí se deduce que adopten soluciones técnicas que permitan controlar dichas filtraciones.

En el vaso y sitio de Presa, incluyendo empotramientos, las filtraciones, serían mínimas o poco significativas a nivel de la cimentación rocosa, lo que constituye una condición muy favorable para lograr un cierre de Presa.

10. Levantamiento de las discontinuidades

En todos los afloramientos disponibles y en los sitios donde las discontinuidades: estratificación y fracturas tectónicas estaban presentes se realizaron medidas de su orientación, utilizando una brújula Brunton, midiendo en todos los casos el rumbo y buzamiento de dichas discontinuidades. Toda esta información fue utilizada para ser graficada en la red estereográfica.

Teniendo en cuenta la nomenclatura de dirección de buzamiento de los estratos es de 199/16.

Las tres familias de fracturas encontradas son en valores promediales los siguientes:

$$F1: N40^\circ E/83^\circ NO; F2: S48^\circ E/84^\circ SO; F3: N69^\circ O/73^\circ NE.$$

Teniendo en cuenta que la orientación del eje de Presa es en promedio es de 101 grados azimut, es decir $N79^\circ O$, las tres familias de fractura son transversales al eje de Presa, lo que se demuestra objetivamente en el gráfico de promedio de fracturas. Ver figura 1

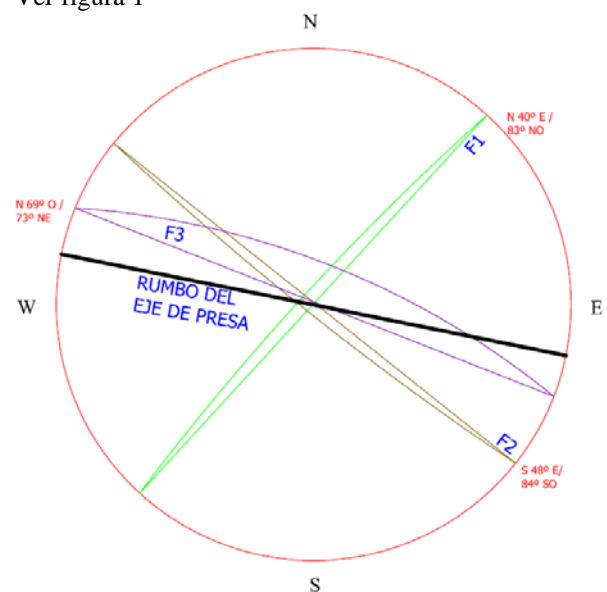


Figura 1. Representación en la red estereográfica de los promedios de las tres familias de fracturas y el eje de Presa.

Observando la ubicación espacial de las fracturas que atraviesan el eje de Presa se determina que las mas críticas son las familias de fracturas F1 Y F3, ya que su buzamiento está dirigido al norte, es decir aguas debajo de la Presa, es importante destacar que las fracturas F2 por su disposición corta las fracturas F1 y F3, por lo que es factible, que el agua fluya debido a la presión de la carga hídrica del embalse. La fractura F2 tiene una especial connotación ya que corta las otras dos fracturas y al excavar taludes se produce la caída de bloques.

También se puede visualizar las características de las fracturas, graficándolas por sus polos.

Ver figura 2.

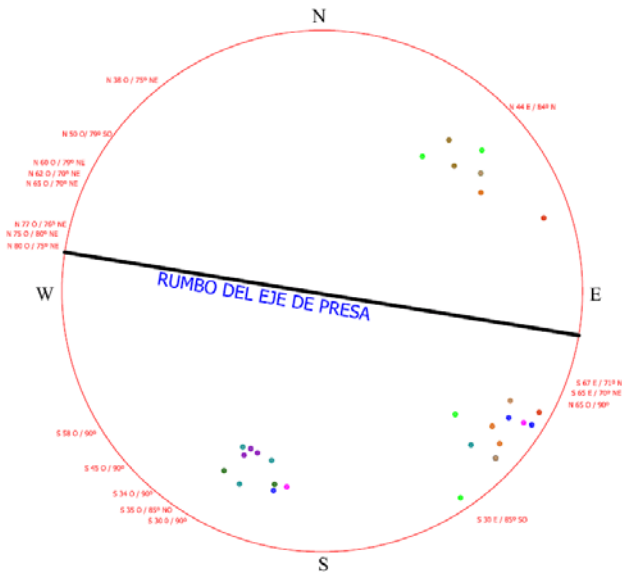


Figura 2. Se muestra en el plano horizontal mayor de la esfera la densidad de polos que corresponde a las familias de fractura.

11. Ensayos in situ y de Laboratorio

En la presente investigación no se presentaron perforaciones, debido a la existencia de gran cantidad de afloramientos y de cortes de roca, debido a la extracción pétreo.

Sin embargo se hicieron observaciones directas en huecos de roca que se llenaban con aguas lluvias y que permanecían con sus niveles constantes durante varios días, aun cuando ya no ocurrían lluvias. Esta observación permite determinar que pese a las fracturas existentes, cuando no hay una carga importante de agua no ocurre la infiltración, por lo que se puede deducir que si se construye un cuerpo impermeable de Presa y si la cimentación es debidamente tratada, el reservorio o vaso es estanco.

Otro análisis que ha sido considerado como ensayo in situ es el que se realizó en los estudios y diseños de la Presa 1 en donde se efectuaron análisis de hidráulica de roca, determinándose que con el efecto de la carga del nivel de embalse, podrían ocurrir filtraciones debajo de la cimentación de la Presa. Esta pérdida del agua del embalse se constata en la actualidad en la Presa 1, por cuanto no se efectuó un tratamiento de impermeabilización de la cimentación de dicha Presa.

De acuerdo al los cálculos realizados por el diseñador se estarían infiltrando uno 4 litros por segundo, a través de esas fracturas. [3]

Los ensayos de laboratorio realizados para el proyecto fueron orientados a determinar la calidad de los materiales. Para la obtención de los parámetros geotécnicos de suelos y rocas se realizaron ensayos de caracterización física, determinando así las propiedades índice y también ensayos de caracterización mecánica que fueron realizados en un Laboratorio de la ciudad de Guayaquil.

Los ensayos efectuados fueron los siguientes:

- ❖ Análisis Granulométrico,
- ❖ Pasante el Tamiz N° 200,
- ❖ Contenido de Humedad,
- ❖ Límites de Atterberg,
- ❖ Densidad Seca Máxima (Proctor),
- ❖ Compresión Simple,
- ❖ Corte Directo,
- ❖ Compresión Triaxial con deformación controlada.

En los estudios de diseño de la Presa PARCON [4] instan en forma detallada el reporte de los ensayos realizados.

12. Sondajes Geofísicos

Se efectuaron un total de 6 sondajes geofísicos empleando el método de resistividad aparente y dos tipos de dispositivos de sondajes denominados Schlumberger y half Schlumberger, el segundo dispositivo, se realizó para estudiar los espesores de suelos a partir de barrancos. El primer dispositivo se emplea para el caso en el cual se podían desplazar los electrodos a ambos lados del centro de sondaje.

Para obtener las mejores correlaciones entre los registros geofísicos y los diferentes tipos de estratos, se partió de observaciones directa de los afloramientos disponibles en varios cortes existentes en el sitio de Presa. Ver figura 3.

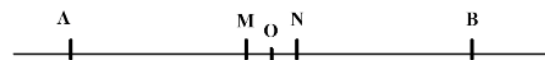


Figura 3. Dispositivo Schlumberger.

Los 6 sondajes realizados tuvieron profundidades de investigación variables entre 20 y 50 metros, los resultados de la prospección geofísica permitieron, junto con la prospección mecánica, realizar los perfiles geotécnicos en el sitio de Presa. Ver figura 4.

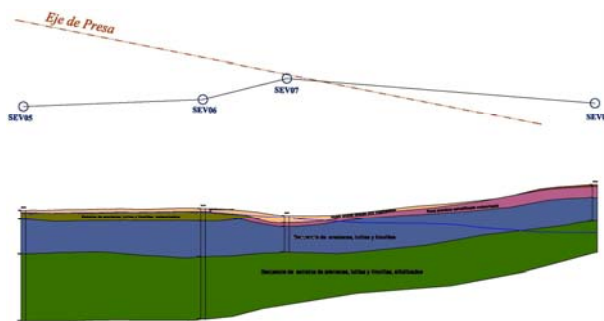


Figura 4. Perfil Geofísico.

13. Cimentación y empotramientos de la Presa

Si Partiendo de los planos topográficos de los estudios y diseños efectuados en el año 2002¹ y de las visitas de campo, se constataron notables cambios en el terreno, los que se resumen así:

Desaparición de los empotramientos derechos e izquierdos del primer proyecto de Presa, se habían eliminado las capas de suelo arcilloso, extraídos grandes volúmenes de roca, ya que ese sector se transformó en un frente de cantera múltiple. El cauce natural o estero que pasa por aquel lugar, fue rellenado con todos los escombros de la explotación en espesores que variaban de 2 a 7 metros.

El empotramiento derecho ha sido afectado por excavaciones de cantera y al mismo tiempo por la acumulación de materiales de desalojo provenientes de las excavaciones del túnel de Cerro Blanco. También se encontraron grandes montones de basura.

El mapeo geológico incluyó toda el área existente entre el lindero sur de la ESPOL y las instalaciones del GOE. El recorrido se realizó teniendo en cuenta el área que inicialmente fue elegida como sitio de Presa, el cual se ha transformado en dos grandes frentes de canteras.

En función de las condiciones topográficas aptas para determinar un sitio de Presa se debieron realizar varias observaciones, en concordancia con el equipo de trabajo, dirigido por el Director de la presente Tesis, por lo que los resultados del análisis fueron destinados directamente a los estudios y diseños de la Presa.

¹ En el año 2002 el Profesor Ing. Miguel Ángel Chávez Moncayo, presentó a la unidad de Planificación de la ESPOL, los primeros estudios y diseños de la Presa en el Parque de las Ciencias que en la actualidad pasó a designarse como Parque del Conocimiento

Así se seleccionó el sitio de cierre localizado a unos 300 metros aguas arriba del eje que fuera elegido en los estudios del año 2002.

La ubicación de los préstamos también cambió ya que al realizarse la explotación pétreo se eliminaron las capas de arcilla que eran consideradas áreas de préstamos para el núcleo de la Presa, por lo que se debió planificar la búsqueda de nuevos préstamos.

También se constató que los costados del vaso fueron sometidos a procesos de explotación de materiales pétreos, quedando taludes inestables. Debido a esto se planificaron estudios para la estabilización de dichos taludes.

Además de los aspectos antes mencionados ocurrió la eliminación de un alto porcentaje de árboles, arbustos típicos del bosque natural generando condiciones de inestabilidad.

Por las situaciones antes descritas se ocasionaron impactos ambientales bióticos y al medio geológico natural lo que además conlleva afectaciones, a la infraestructura existente aguas abajo del área afectada, tal es el caso de urbanizaciones, especialmente por acusa de la erosión.

14. Aliviadero

El aliviadero será construido en el empotramiento izquierdo de la Presa. En un alto porcentaje este canal será construido en roca poco meteorizada. Sin embargo debido a que para llegar al nivel de salida del aliviadero se deben excavar taludes de hasta 10 m de altura, estos cortes pueden hacerse inestables debido a la presencia de las familias de fracturas antes descritas. La estratificación que es aproximadamente transversal al eje del aliviadero, no tiene incidencia en la estabilidad de esos taludes.

15. Vaso o Reservorio

Este elemento del proyecto participa de las mismas características geotécnicas que existen en el área de cierre, esta situación garantiza la estanqueidad del reservorio.

Debido a la gran cantidad de excavaciones realizadas para la extracción de materiales pétreos, en el reservorio se encuentran frente de canteras, donde los taludes son casi verticales y en algunos casos existen contra pendientes, por esta razón se prevé condiciones de inestabilidad, sobre todo cuando el reservorio entre en funcionamiento y los niveles de agua actúen como un elemento desestabilizante.

16. Áreas de Canteras y Préstamos

A partir del mapeo geológico se ha determinado se pueden tenerse frentes de canteras en la misma área de Presa, ya que por las excavaciones constatándose frentes de estratificación rocosa de diferentes características de resistencia y que en algunos casos van a requerir del proceso de voladura para producir bloques de roca destinados al diseño de la Presa.

Se considera que existe gran cantidad de materiales que pueden ser explotados en el área de vaso e inclusive aguas abajo del sitio de Presa.

Los préstamos de arcilla, realmente suelos limo arcillosos, deben ser explotados en las terrazas bajas, y relativamente planas, existentes en el campus Gustavo Galindo.

Los préstamos que se recomienda utilizar se encuentran en el sector del CENAE en sitios que son contiguos al área donde se explotó este mismo tipo de material, para construir la Presa 1 en actual funcionamiento. Estos préstamos se encuentran aproximadamente a 1500 metros.

De acuerdo a la característica que tiene el vaso o reservorio también pueden ser explotados los suelos limo-arcillosos aptos para el núcleo de Presa. Ver figura 5.

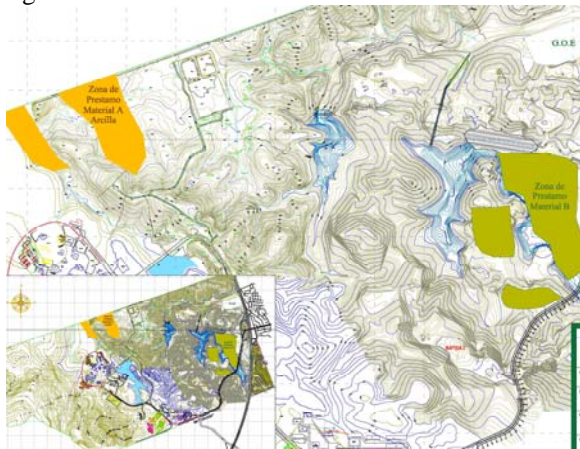


Figura 5. Áreas de Préstamos y Canteras.

17. Conclusiones

1. En general, los estudios geológicos realizados demuestran que las condiciones geológicas existentes en el área de Presa favorecen un proyecto de Presa de Tierra zonada, tanto para facilitar los diseños, como para su construcción.
2. El sitio de Presa es decir donde se cimentará y apoyará la Presa se tienen una misma formación geológica denominada Cayo S.S,

con una litología que cambia entre lutitas, limonitas y areniscas de grano fino. La estructura de los estratos es la de un monoclinal, que es la misma disposición que se encuentra en toda la zona de Guayaquil. El aspecto que más connotaciones tiene en la cimentación es la presencia de fracturas tectónicas que son transversales al eje de Presa, lo cual determina que se deban dar soluciones especiales para dicha cimentación.

3. Los taludes excavados para construir el aliviadero presentarán condiciones de inestabilidad debido a la presencia de las familias de fracturas y la dirección de los cortes.
4. El vaso o reservorio está favorecido por la disposición estratigráfica que es igual a la antes descrita. Se ha verificado que pozos de agua se mantienen sin infiltración lo que demuestra las condiciones de estanqueidad.
5. Se tienen préstamos de materiales de construcción arcillas para núcleo, capas muy meteorizadas de limonitas y areniscas para los espaldones y enrocados para los paramentos de la Presa, todos está ubicados en el sitio de cierre y en áreas muy próximas (entre 100 y 300m).
6. Una grave intervención antrópica que en realidad es una afectación sustancial al medio ambiente ha ocurrido por haberse utilizado toda el área de Presa para la extracción indiscriminada de materiales pétreos, afectando al mismo tiempo al sistema de drenaje natural, la estabilidad de las laderas y taludes, además al proceso constructivo ya que se rellenó áreas con materiales totalmente heterogéneos.

18. Recomendaciones

- Luego de construida la Presa debe procederse al control de proceso erosivo en las áreas excavadas.
- Es necesario que se realice un control y adecuaciones en los esteros y hondonadas naturales.
- Se sugiere también la utilización de los suelos orgánicos para cubrir áreas pedregosas y facilitar el crecimiento de vegetación del lugar (endémica).
- Se considera interesante que se realicen estudios detallados de los cambios litológicos existentes para realizar un perfil estratigráfico detallado de este sector de



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



Guayaquil. Para esto se cuenta con numerosos afloramientos dentro del campus politécnico y fuera de él (en la vía perimetral)

19. Agradecimientos

A todos los que hicieron posible esta tesis, a los Docentes M.Sc. Edison Navarrete, Ing. Jorge Rengel Espinosa e Ing. Galo Montenegro por su aporte valioso a la formación de los ingenieros geólogos de la ESPOL, al Dr. Ing. Miguel Ángel Chávez Moncayo, destacado Docente de la FICT, por su guía y apoyo constante en el desarrollo de la presente Tesis, a mis compañeros del grupo de tesis del Proyecto PARCON: Paul Gonzales, Rodrigo Carrión, Víctor Pogo, Adriana Cabrera y Karen Castro por su ayuda siempre amigable.

20. Referencias

- [1] Gustavo Medina Posada, Tesis de Grado, *Estudio Geológico del Campus Politécnico*, 1982.
- [2] Geol. Antenor M. Aleman, *Geological and Geophysical Evaluation of the Progreso Basin, Southwestern Ecuador*, Duke Energy-Petroecuador. antenor@swbell.net., 2000, pp. 8.
- [3] Ing. Miguel Ángel Chávez Moncayo, Los estudios y diseños para la construcción de la Presa 1. 1985.
- [4] Paúl Efrén González Zambrano, Rodrigo Aníbal Carrión Rodríguez, Tesis de Grado, "*Estudios y Diseños de la Presa de Embalse del Parque del Conocimiento – ESPOL*".2009.