



Uso de los materiales extraídos en el proceso de excavación del “Túnel San Eduardo”

Osvaldo David Bacuy Ortiz ⁽¹⁾
Javier Enrique Guambo Lopez ⁽²⁾
Ing. Gastón Proaño Cadena ⁽³⁾
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾
Escuela Superior Politécnica del Litoral ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾
Campus Gustavo Galindo km. 30.5 vía Perimetral ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾
Apartado 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador
obacuy@espol.edu.ec ⁽¹⁾; jguambo@espol.edu.ec ⁽²⁾
gproano@espol.edu.ec ⁽³⁾

Resumen

Las autoridades municipales conscientes del problema vial que experimenta la ciudad de Guayaquil, ha dirigido sus acciones a ejecutar una serie de proyectos que ayudarían a la fluidez vehicular. Para reducir el tiempo de recorrido que requieren los vehículos que vienen del sur y tratan de utilizar la vía a Daule, que actualmente cuenta con 10 carriles de servicio, el Municipio ha planificado la construcción de un túnel que cruce el cerro del Paraíso, permitiendo con ello unir el sur de la ciudad con el norte en pocos minutos.

En los últimos años, estos problemas aumentan debido a que la fuerza laboral que reside en el suroeste de Guayaquil y trabaja en el sector industrial norte de la ciudad, así como los productores menores de otros cantones que ingresan a la ciudad por la vía a Daule, luego de sufrir los serios retrasos ocasionados por el tráfico de dicho sector y que a la fecha utilizaban el distribuidor del Km. 4.5 y posteriormente, efectuar uno de los recorridos.

Para resolver este problema de la red vial de la ciudad, la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil, plantea una propuesta importante que consiste en incorporar un nuevo enlace vial que conecte el intercambiador del Km. 4.5 de la vía a Daule y que distribuye el tráfico motorizado de las avenidas El Bombero y Carlos Julio Arosemena, para conectarse con la avenida Barcelona, en un tiempo menor de 5 minutos, y de este punto dirigirse hasta el oeste y finalmente al suburbio sur oeste de la ciudad.

Palabras Claves: Túneles, materiales construcción.

Abstract

The municipal authorities aware of the traffic problem experienced by the city of Guayaquil, has directed its actions to implement a series of projects that would help the vehicular flow. To reduce the travel time required by vehicles coming from the south and try to use the way for Duale, which currently has 10 service lanes, the City has planned the construction of a tunnel crossing the hill of Paradise, permitting join this southern city with the north in a few minutes.

In recent years, these problems increase due to the labor force that resides in the southwest of Guayaquil and works in the industrial north of the city as well as smaller producers of other counties that enter the city by a Daule after suffering the serious delays caused by traffic in this sector and used to date the distributor of Km 4.5 and then perform one of the tours.

To resolve this problem of road network in the city, the Most Illustrious Municipality of Guayaquil, which raises an important proposal is to incorporate a new road link connecting the heat exchanger Km 4.5 of the way for Duale and distributes motor traffic of floods and Firefighter Carlos Julio Arosemena, to connect with Barcelona Avenue, in a less than five minutes, and from this point go to the west and finally south-west suburb of the city.

Key words: tunnels, construction material.

1. Introducción

Se considera que este nuevo enlace, denominado “Túneles de San Eduardo” mejorara considerablemente las condiciones del tráfico de la ciudad, así como también producirá una reducción de los costos operativos de los usuarios, problemas de congestión y accidentes de tránsito. Además, disminuirá el consumo de combustible y además aspectos socioeconómicos y ambientales de la ciudad saldrán beneficiados disminuyendo el tiempo de recorrido.



Fig.1. Proyecto propuesto de la Municipalidad

2. Objetivos

- Investigación del material rocoso que conforma el cerro considerando la edad geológica
- Investigación del uso del material extraído en el proceso de excavación.
- Investigación de la cantidad de material extraído y su contribución a la construcción del Túnel.

3. Alcance del proyecto

El presente trabajo se limita a exponer las características de los materiales extraídos del proceso de explotación que fueron usados en la construcción del túnel y utilización además en distintas partes de la ciudad de Guayaquil.

4. Antecedentes del proyecto

La Fundación “Guayaquil Siglo XXI”, creada para la regeneración Urbana de la ciudad de Guayaquil,

resolvió con fecha 18 de agosto del 2003 expedir el concurso Privado para los estudios de Factibilidad del Proyecto Enlace Vial Intercambiador del Km. 4.5 de la vía a la costa.

El proyecto de “Túneles del Cerro San Eduardo” no solo une vialmente el sector suroeste con el noroeste de la ciudad, sino que será un estructurador de la red vial principal de la ciudad mediante la unión de la Avenida Assad Bucaram conocida como la Calle 29 ubicada en el suroeste de la ciudad con la vía a Daule a la altura del distribuidor de tráfico del kilómetro 4.5 al inicio de la avenida del bombero, uniendo además con la Avenida Carlos Julio Arosemena y Avenida José Rodríguez Bonin (vía a Daule) .

5. Justificación

El Plan Regulador de Desarrollo Urbano de Guayaquil, aprobado en el año 2000 define la expansión urbana y su desarrollo hacia las zonas del norte y el oeste de la ciudad. Lo que corresponde 6 proyectos estratégicos siendo el proyecto del “Túnel del Cerro San Eduardo “

Esta importante obra de ingeniería, es de gran trascendencia para la ciudad de Guayaquil ya que unirá el sector norte y la parte sur del sector oeste de la ciudad, ahorrando una notable cantidad de tiempo de transporte, combustible, costo de accidentes e impactos ambientales.

6. Metodología

Para la presente tesina realizamos investigaciones en internet para el material bibliográfica de la ubicación con las necesidades que tenía la ciudad de Guayaquil, con la justificación que le deben de dar.

Los datos técnicos, tales como, las propiedades mecánicas del material extraído del proceso de explotación, las normas del Ministerio de Obras Publicas para la aceptación de material de Base y Sub-Base.

A demás según información que obtuvimos del Ing. Washington Villacis (Profesor de la FICT y funcionario de la M.I. Municipalidad de Guayaquil) nos dio la cantidad de material que fue desalojado y el uso que se le dio a dicho material que es descrito a continuación.

7. Descripción del sitio de estudio



Los Túneles San Eduardo están ubicada en la ciudad de Guayaquil (provincia del Guayas), ubicada en el margen derecho del Río Guayas, se extiende de la siguiente manera.

En el sector oeste se inicia en el punto anterior, al colegio Xavier, para continuar por la costa 100 y por esta hasta un punto a 5000 metros sobre la calle Portete.

Cabe citar que dentro del bloque 1 se encuentra el área donde se ubica lo que antes fue el Botadero San Eduardo, en cuya área se asentaba un arroyo cuyo curso principal desembocaba en el Estero Salado. El acceso a esta zona se realiza por la Av. Barcelona o también llamado Malecón del Salado.

Desde la avenida Barcelona parte un camino sin asfaltar, entre las viviendas de la Cooperativa de Empleados de la Junta de Beneficencia y los terrenos de la fábrica de Cementos Rocafuerte, que conduce al botadero, a las canteras de áridos y a los asentamientos poblacionales que se encuentran en la cabecera del botadero. El camino que arranca desde la Av. Barcelona, luego de pasar junto a las casetas y el parque de máquinas de la cantera que explota el Municipio, se bifurca en dos caminos que bordean el Botadero por el oeste, dando acceso a dos asentamientos poblacionales que hay en la cabecera del botadero.

El proyecto “Túneles del Cerro San Eduardo” fue construido transversalmente en el cerro Paraíso, se longitud será de 1.33Km, uno de ida y otro de regreso, con 3 carriles cada uno, esta obra será complementada con 2.42Km de vía.

Esta obra no sólo unirá el sector suroeste con el sector noroeste de la ciudad sino que será una parte importante de la estructura vial. Para efectos del presente estudio solo se considerará la parte correspondiente a los Túneles.

Comprende túneles, intercambiadores de tráfico.

7.1 Características técnicas

El Señor Alcalde de la ciudad de Guayaquil y el cabildo pleno recibió a la consultora encargada del estudio determinó que no hay opción de que un tramo sea con túneles debido a la topografía del terreno en que se desarrollará.

El proyecto, motivo de este estudio, tendría una longitud total de 3750 metros, donde la abscisa 0+000

sería ubicada sobre la Av. Martha Bucaram y, el punto 3+750 sería ubicada sobre el puente que prolonga la calle Gómez Rendón sobre el Estero Salado.

Para la construcción se dividió este proyecto en los siguientes tramos.

Tramo 1: Dentro de las abscisas abs. 0+300 a las abs. 0+404.06 se implementaron las estructuras y rampas necesarias para que el intercambiador del Km. 4.5 cumpla funcionalmente con lo recomendado.

Tramo 2: Un Segmento Vial a cielo abierto y se desarrolla desde la abs. 0+404.06 a las abs. 1+746.25 de 6 carriles divididos (3 por sentido y 2 calzadas) que va desde los ramales del intercambiador al marco de entrada/salida de los túneles.

Tramo 3: Un Segmento Vial de 6 carriles divididos (3 por sentido y 2 calzadas) que va desde la abs. 1+746.25 a las abs. 2+700 para atravesar el cerro San Eduardo a cielo cubierto; esto es, utilizando estructuras de túnel.

Tramo 4: Un Segmento Vial a cielo abierto de 6 carriles divididos (3 por sentido y 2 calzadas). Va desde el marco entrada/salida de los túneles al intercambiador del sector Ciudad Deportiva. De la abs. 2+700 a las abs. 3+200

Tramo 5: Un intercambiador tipo diamante que permite separar el tráfico de paso del tráfico local generado o atraído por la ciudad deportiva. De la abs. 3+200 a las abs. 3+600

Tramo 6: Un Segmento Vial a cielo abierto de 6 carriles divididos (3 por sentido y 2 calzadas). Va desde el intercambiador Ciudad Deportiva al intercambiador en la Av. Barcelona. De la abs. 3+600 a las abs. 3+750

Tramo 7: Un intercambiador tipo estrella que permite la conexión directa con la Av. Barcelona y con el puente Gómez Rendón.

Características técnicas del túnel:

- Dos túneles paralelos cada uno de 3 carriles.
- La distancia horizontal entre los dos túneles = 15m
- La mayor cobertura sobre el túnel en la parte central = 140m
- Longitud de los 2 túneles = 1260m
- Longitud total de los dos túneles(natural y artificial) = 1320
- El área del túnel = 102m²

- Longitud de paradas de emergencia central = 48m
- El área de excavación de paradas de emergencia central = 126 m²
- Galerías de escape separadas a = 300m
- Revestimiento exterior con hormigón proyectado
- Revestimiento inferior impermeable con hormigón in-situ

8. Materiales

Los depósitos sedimentarios consisten principalmente de lutita y arenisca. Donde la topografía forma cerros y lomas que generalmente tienen una pendiente del 5 al 10% y donde existen depósitos de arcilla sobre areniscas, se ha desarrollado un suelo arcilloso negro profundo, pesado con pocas grietas durante el verano y que se vuelven más arenosos a los 70 cm de profundidad.

Sobre las colinas del Cerro Paraíso donde las pendientes son mayores se ha formado un suelo desarrollado, con un horizonte típico de alteración de las rocas sedimentarias cuya profundidad varía entre 10 a 100 cm de textura franca arenosa y con una coloración rojiza. Mientras que sobre las colinas de pendiente entre 12 y 25% tenemos un suelo así mismo desarrollado en continuo cambio de textura arcilloso u tono rojizo con piedras y de textura granular.

Sobre las colinas compuestas por rocas sedimentarias y volcánicas con pendientes menores al 40%, se encuentran suelos desarrollados y profundos, de textura arcillosa de tipo montmorillonítico (más del 35%) con grietas de más de 1 cm de ancho en el verano.

El cerro San Eduardo presenta una estructura monoclinial, tiene una orientación que varía de N60W a N85W y con buzamientos variables entre 12 y 20 °S. Las rocas de la Formación Cayo presentan un alto grado de fracturamiento especialmente las limolitas calcáreas y en menor presencia en las areniscas brechosas. Se observan tres familias de fracturas bien definidas con las siguientes direcciones.

- N20oE /86oN
- N72oE /90oN
- N10oE /82oN

La superficie de estas familias de fracturas continuas son rugosas, espaciadas cada 0.6m y en algunos casos > 2m, con aperturas entre 1-5mm. Rellenas de arcilla y óxidos, se presentan también abiertas sin relleno es decir fracturas vacías.

9. Uso del material extraído para la explotación del cerro San Eduardo

El material Rocoso extraído del cerro fue utilizada para construir carreteras paralelas al proceso de construcción de los Túneles San Eduardo.

Toneladas de roca fragmentada, extraída del interior del cerro San Eduardo, fueron utilizadas como relleno de una nueva carretera, cuya longitud alcanzó los 1.915 metros.

Con la ayuda de maquinarias pesadas que ayudaron desde diciembre del 2007.

Según los datos proveídos por el organismo competente como fue el municipio de Guayaquil, aproximadamente 43.500 m³ de material pétreo se emplearon para el relleno del túnel, pero la fiscalización de la obra, requería 90.000 m³ para cubrir todo el segmento.

Parte de la topografía del cerro San Eduardo, en las laderas, también fueron retiradas con tractores. En estos espacios se dispusieron de taludes (paredes de hormigón) para evitar que se produzcan deslizamientos. Los trabajos con roca fragmentada llama la atención por su color grisáceo.

Según datos proporcionados por el M.I. Municipalidad de Guayaquil el material para relleno de obras Municipales fue de 700.000m³.

El material proveniente de la explotación del túnel San Eduardo también fue utilizado como relleno o mejoramiento del suelo en ciertos lugares de Guayaquil como Monte Sinaí, Sergio Toral, Guasmo y otro porcentaje fue destinado a la construcción de las vías del túnel (Pedraplen, base y sub-base).



Fig. 2 Corte Transversal de un Pedraplen

Para el uso de la carpeta asfáltica se realizó un aforo de tráfico en la ciudad de Guayaquil tanto en la avenida del Bombero como en la avenida Barcelona y se estimo que 30000 carros podían pasar por el túnel y

que se tenía que diseñar la carpeta asfáltica con un tráfico promedio diario anual de 40000 carros por día en el año.

Para su empleo en Pedraplenes las rocas se clasifican en los siguientes grupos:

- Rocas adecuadas: Granitos, granodioritas y sienitas. Aplitas, pórfidos y porfiritas. Gabros. Diabasas, ofitas y lamprófidos. Riolitas y dacitas. Andesitas, basaltos y limburgitas. Cuarzitas y mármoles. Calizas y dolomías. Areniscas, conglomerados y brechas.
- Rocas inadecuadas: Serpentina. Tobas volcánicas y rocas volcánicas piroclásticas. Micacitas y filitas. Anhidrita, yeso y rocas solubles. Tobas calcáreas y caliches. Arcosas y limolitas. Las rocas que se desintegren espontáneamente al estar expuestas a la intemperie o que, al ser compactadas, sufran una trituración importante o adquieran una consistencia terrosa.
- Rocas que requieren estudio especial: Pertenecen a este grupo todas las rocas no incluíbles en ninguno de los dos anteriores.

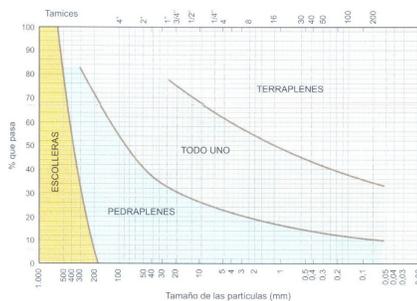


Fig. 3 Granulometría Idónea de los Terraplenes y Pedraplenes

Salvo autorización expresa del profesional a cargo de la obra, el contenido en peso de partículas con forma inadecuada será inferior al treinta por ciento (30%). A estos efectos se consideran partículas con forma inadecuada aquellas en que se verifique:

Siendo:

L = longitud = separación máxima entre dos planos paralelos tangentes a la partícula.

G = grosor = diámetro del agujero circular mínimo que puede ser atravesado por la partícula.

E = espesor = separación mínima entre dos planos paralelos tangentes a la partícula.

Los valores de L, G y E se pueden determinar en forma aproximada y no deben ser medidos necesariamente en tres direcciones perpendiculares entre sí.

Una vez preparada la superficie de asiento del pedraplén, se procede a su construcción, empleando materiales que cumplan las condiciones establecidas anteriormente, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la superficie de la explanada.

El espesor de las capas de pedraplén depende del tamaño máximo de los fragmentos de roca. Los fragmentos de menos de 30 cm suelen disponerse en capas de 50 cm de espesor en estado suelto. En el caso de los grandes fragmentos, este espesor puede aumentar hasta un metro o más.

El método de compactación elegido deberá garantizar la obtención de las compactaciones mínimas necesarias. Con este deberá elegirse adecuadamente, para cada zona del pedraplén, la granulometría del material, el espesor de tongada, el tipo de maquinaria de compactación y el número de pasadas del equipo.

Si en la compactación se utilizan rodillos vibratorios, el peso estático del equipo no deberá ser inferior a diez toneladas (10 t).

Cuando los Pedraplenes son relativamente limpios y no están formados por fragmentos muy grandes, de más de 30 cm, con rodillos vibratorios de 10 a 15 ton. de peso, con un mínimo de seis pasadas, una frecuencia mínima de mil vibraciones por minuto, y a una velocidad de tres a cuatro kilómetros por hora. Los enrocamientos más gruesos o los de escasa altura, formados por material muy bien graduado, pueden compactarse con un tractor pesado, con mínimo de 4 pasadas. Los enrocamientos contaminados, con más de 15% de material fino plástico, se han compactado exitosamente con rodillos neumáticos muy pesados, de 50 ton o aún más..

8. Conclusión y resultados

El proyecto “TUNELES SAN EDUARDO” constituye una obra de gran importancia ya que enlaza dos sectores muy importantes como son el distribuidor de tráfico ubicado en el Km 4.5 de la vía a Daule con la Avenida Barcelona, lo cual descongestionara el nudo de tráfico que se forma en dicho sector, a la vez que beneficiara la fluidez del tráfico de toda la ciudad



y disminuirá la contaminación causada por los automotores.

En el presente trabajo hicimos un estudio de en que fue empleado el material desalojado del proceso de excavación y como fue el diseño de la calzada.

Las Instituciones en cargadas del proceso constructivo estimaron que el tráfico promedio diario anual era de 40000 carros por día por año y se tenía la necesidad de hacer un diseño con pavimento hidráulico.

El ancho de la calzada fue de 6.5m y la longitud era de 750m que fue mostrado el diseño anteriormente.

El material total que fue desalojado era aproximadamente igual a 700000m³ de lo cual fue utilizado 73200m³ en la construcción del túnel para los terraplenes bases y subases. El resto de material fue utilizado en otras obras por los barrios aledaños a la construcción, que fueron descritos anteriormente.

En el proceso de compactación se utilizaron las maquinas correspondientes y con el correspondiente control de calidad, para la construcción de los terraplenes, bases y subases.

Cabe resaltar que el proyecto de graduación solo incluye la investigación del uso que se le dio al material desalojado del proceso de excavación del túnel, los materiales que fueron usados en la construcción o el correcto diseño y fiscalización de este proyecto no esta incluido en la investigación.

9. Agradecimientos

Nuestros más sinceros agradecimientos al Ing. Gastón Proaño, por todos sus conocimientos impartidos durante la carrera y como director de proyecto, además por ser parte fundamental para el desarrollo del mismo.

10. Bibliografía

1. <http://www.gavion.com/inicio.htm>
2. <http://www.rothfuss-es.de/>
3. <http://www.murodegaviones.com/>
4. <http://es.wikipedia.org/wiki/Gavi%C3%B3n>
5. <http://www.scribd.com/doc/16427206/Diseño-de-Muros-de-Gaviones>
6. http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/03_clases_cátedra/clases_catedra_ms1/08_empujes.pdf

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.