



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA METRO DE QUITO EPMMQ

CAPÍTULO 4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

- 4.1 MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO PARA LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS
- 4.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE TRANSPORTE MASIVO
- 4.3 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA SELECCIÓN DE LA RUTA DEL METRO
Incluye mapa de alternativas analizadas
- 4.4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS
- 4.5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LOS SITIOS DE ESCOMBRERAS
- 4.6 ANÁLISIS AMBIENTAL RESPECTO AL NÚMERO DE ESCOMBRERAS

Quito, Noviembre de 2012

CAPÍTULO 4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS



ÍNDICE DE CONTENIDO

4. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	4-1
4.1 MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO PARA LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	4-1
4.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE TRANSPORTE MASIVO	4-2
4.3 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA SELECCIÓN DE LA RUTA DEL METRO	4-4
4.3.1 TRAZADOS PRELIMINARES	4-4
4.3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ALTERNATIVAS DE TRAZADO PROPUESTAS	4-5
4.3.3 PROCESO DE ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	4-8
4.3.4 CONDICIONANTES	4-11
4.3.5 CONDICIONANTES DEBIDOS A LOS CRITERIOS DE DISEÑO	4-11
4.3.6 CONDICIONANTES EXTERNOS.....	4-12
4.3.7 CONDICIONANTES DE GEOINGENIERÍA	4-13
4.3.8 CONDICIONANTES DE INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES	4-15
4.3.9 CONDICIONANTES DEL ESPACIO URBANO	4-15
4.3.10 CONDICIONANTES SOCIO-AMBIENTALES Y PATRIMONIALES.....	4-15
4.3.11 MATRIZ DE CRITERIOS Y RESULTADOS	4-16
4.3.12 ALTERNATIVA SELECCIONADA	4-17
4.4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	4-19
4.5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LOS SITIOS DE ESCOMBRERAS	4-22
4.5.1 ALTERNATIVA 1: EL BATÁN	4-22
4.5.2 ALTERNATIVA 2: QUEBRADA JATUNHUAYCO	4-26
4.5.3 ALTERNATIVA 3: PEAJE VALLE DE LOS CHILLOS.....	4-29
4.5.4 ALTERNATIVA 4. GUAMANÍ	4-31
4.5.5 ALTERNATIVA 5. ESCOMBRERA “EL TROJE II”	4-33
4.5.6 ALTERNATIVA 6. QUEBRADA SIN NOMBRE (S/N).....	4-35
4.5.7 CONCLUSIONES	4-38
4.6 ANÁLISIS AMBIENTAL RESPECTO AL NÚMERO DE ESCOMBRERAS	4-38
4.6.1 ALTERNATIVA 1: UTILIZACIÓN DE UNA SOLA ESCOMBRERA	4-38
4.6.2 ALTERNATIVA 2: UTILIZACIÓN DE VARIAS ESCOMBRERAS	4-38
4.6.3 CONCLUSIONES	4-39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1: Alternativas de trazado del Metro	4-6
Figura 4.2: Modelo digital del terreno en el DMQ	4-14
Figura 4.3: Trazado de la alternativa seleccionada y métodos constructivos a emplear	4-21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1: Características de las alternativas de transporte masivo con las condiciones de demanda de movilidad de Quito, proyectada tanto para el año 2010 como para el año 2030	4-4
Tabla 4.2: Criterio: Características de la demanda	4-10
Tabla 4.3: Criterio: Geoingeniería	4-10
Tabla 4.4: Criterio: Infraestructura.....	4-10
Tabla 4.5: Criterio: Espacio urbano.....	4-10
Tabla 4.6: Criterio: Aspectos ambientales, sociales y patrimoniales	4-10



4. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

4.1 MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO PARA LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

En el estudio de la factibilidad de un proyecto, inicialmente, se realiza el análisis detallado de los objetivos, con la finalidad de evaluar las formas viables de cumplir los objetivos trazados. Para poder delinear el proyecto de manera concreta se trabaja en el análisis de alternativas.

Las alternativas son el conjunto de medios que pueden trabajarse, ya sea por una persona o varios medios agrupados (León, 2007).

En muchos proyectos hay diversidad de objetivos, el análisis de alternativas permite visualizar que es lo que va a realizarse, si se hará en conjunto o cada objetivo por separado, o si alguno de estos objetivos medios es inviable.

Las alternativas deben evaluarse en función del logro del objetivo propuesto, es decir si una de ellas tiene poco impacto en la situación deseada, entonces esa alternativa u objetivo medio debe ser descartada.

Según León (2007) algunos de los pasos para ejecutar el análisis de alternativas son:

1. Identificar diferentes tipos de objetivos (basados en el árbol de objetivos) que podrían ser estrategias a usar en el proyecto, los objetivos pueden combinarse para diseñar las estrategias.
2. Considerar la viabilidad política e institucional, además de la existencia de fuentes de financiamiento y otros aspectos necesarios para ejecutar el proyecto.
3. Elegir la estrategia principal o la combinación de estrategias a ser usadas en el proyecto. Una ayuda es usar una matriz de criterios de selección de alternativas.
4. Realizar los estudios necesarios para determinar la factibilidad de la estrategia principal o la combinación de ellas, esta estrategia principal o aquellas que se complementen, dan origen al proyecto, llevarlo adelante supone una serie de aspectos adicionales como diseño de obras civiles (de darse el caso) o estudios especiales para algún producto en especial, es decir ya contar con información específica para poder plantear los costos del proyecto y gestionar los niveles de cooperación internacional o local que se espera tener.

Cada estrategia o alternativa se somete a las preguntas: Hay presupuesto para ejecutarla?, genera impacto ambiental positivo o cuando menos no genera un efecto ambiental muy negativo?, genera mejoras en las condiciones sociales o el desarrollo social de la comunidad?, otras preguntas más que pueden considerarse son: se cuenta con especialistas en el tema del proyecto?, se puede contratarlos?, se cuenta con equipos especiales para este proyecto?, se puede comprarlos o alquilarlos?.

Finalmente, para el diseño final del proyecto hay que delinear las estrategias en dos grandes grupos, denominados objetivos estratégicos (OE), o alternativas seleccionadas, que permitirán la ejecución del proyecto de la manera más viable.

En el análisis de selección de una alternativa debe tenerse en cuenta la experiencia, intuición y juicio, que constituyen ingredientes predominantes en las decisiones, tanto gerenciales como a nivel de producción. Últimamente se ha logrado un progreso significativo en el empleo de técnicas cuantitativas, éstas ayudan al proceso de la toma de decisión, mediante el uso de modelos económicos.

El análisis directo de los procesos operativos alternativos es usualmente costoso y, en muchos casos, imposible. No obstante, los modelos de decisión y los procesos de simulación proveen un medio adecuado donde el evaluador puede obtener información de operaciones bajo su control sin perturbar las operaciones en sí mismas. Como resultado de ello, el proceso de simulación es esencialmente un proceso de experimentación indirecta a través del cual se testean cursos de acción alternativos antes de ser implementados.

Los modelos de decisión económica son formulados para proveer al analista con una base cuantitativa para estudiar las operaciones bajo su control. El método está compuesto de cuatro etapas:

- Definir el problema
- Formular el modelo
- Ejecutar el modelo
- Tomar la decisión

La metodología aplicada en cada caso depende de su naturaleza, y de la definición clara del objetivo perseguido. Entre las metodologías disponibles pueden mencionarse:

- Selección de alternativas a través del análisis de valor presente o punto de equivalencia.
- Técnicas de optimización
- Métodos de cálculo de rentabilidad de proyectos
- Análisis del punto de equilibrio



4.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE TRANSPORTE MASIVO

La demanda de movilidad en la ciudad de Quito para el año 2010 fue de 28,000 pasajeros por hora y por sentido, mientras que para el año 2030 se prevé un flujo de 48,000 pasajeros por hora y por sentido.

Para poder balancear la demanda de movilidad con la oferta de transporte, es necesario analizar y determinar cuál es el más apropiado sistema de transporte masivo que, al tiempo de articular el sistema, sea capaz de satisfacer los niveles de demanda definidos en el anterior párrafo.

Para el efecto cabe recordar primero que los sistemas o tecnologías de transporte público masivo de personas dentro del perímetro urbano existentes en el mundo se pueden dividir en 4 grandes grupos: buses convencionales, buses rápidos sobre vías segregadas o en inglés *bus rapidtransport* (BRT), trenes ligeros o en inglés *light rail transit* (LRT), trenes rápidos metropolitanos o en inglés *rapidtransit* (RT) más comúnmente llamados en todo el mundo como “Metros”. El análisis, sin embargo, parte de la alternativa cero o la no ejecución de ningún proyecto para optimizar el sistema de transporte público.

1. La **alternativa cero** implica continuar con el mismo sistema de transporte que hasta el momento ha venido operando en la ciudad de Quito, con el agravante de que, con el paso del tiempo, la demanda de transportación pública va creciendo, haciendo que el sistema de transporte establecido vaya quedando insuficiente, sobretodo dentro de la dinámica de crecimiento urbano. Por lo tanto, el continuar con este modelo conllevaría el colapso del sistema en unos pocos años.
2. Los **buses convencionales** tienen como ventaja la flexibilidad en el movimiento y es la opción de más baja inversión inicial. Como desventajas surgen la dificultad de incorporarlos a un sistema de planificación centralizada, el manejo poco profesional y por momentos hasta caótico de las unidades de transporte y su baja capacidad para satisfacer el flujo de pasajeros que genera la creciente demanda; un bus convencional apenas transporta alrededor de 50 pasajeros por hora. Para el caso de Quito que además cuenta actualmente con una flota de alrededor de 2.800 unidades, los buses convencionales más que una opción de solución integral son en sí mismo parte del problema por los aspectos mencionados anteriormente. Por lo tanto, la opción de buses convencionales como el eje vertebral del Sistema Integrado de Transporte Masivo para la ciudad de Quito queda completamente descartada.
3. El sistema de **buses rápidos sobre vías segregadas** o por sus siglas en inglés **BRT**, es la opción que ha manejado hasta el día de hoy la Municipalidad de Quito, como potencial eje articulador. Cuatro líneas integran el sistema Metrobus – Q: el Trolebús o Línea Verde que fue la primera en entrar en operación, la Ecovía o Línea Roja, continuada por el Corredor Sur Oriental y finalmente el Corredor Central Norte o Línea Azul. Una de las principales ventajas de los BRTs es la apropiada relación de costo beneficio determinada por la su capacidad de transporte frente a los montos de inversión necesarios para construirlos. Por ejemplo, el Trole de Quito costó un promedio de 5 millones de dólares por km de construcción y equipamiento y la Ecovía costó un promedio de 1.2

millones de dólares por km¹; y, tanto el Trole como la Ecovía cuentan con una capacidad de transporte de un flujo de alrededor de 12,000 pasajeros por hora por sentido. Las desventajas de los sistemas BRT son debidas básicamente al formato de segregación y exclusividad de vías que requieren, espacios altamente apreciados en ciudades como Quito, así como a las relativamente bajas velocidades y capacidades del sistema. Si bien casi la mayoría de sistemas BRT en el mundo se manejan sobre vías segregadas del tráfico, no siempre dichas vías tienen exclusividad, lo cual los enfrenta a que en ciertos sectores se den invasiones de vía y compita el BRT con el tráfico normal o que su velocidad se vea restringida por los usuales problemas del tráfico como son intersecciones semaforicas atascadas, tiempo de retraso debido a cruces viales y peatonales, etc., con lo que dichas complejidades llevan a caídas de velocidad muy por debajo de las esperadas en estos sistemas.

Adicionalmente y como factor preponderante, cabe mencionar que la capacidad de este tipo de sistema de transporte tiene un techo operacional límite, pues puede alcanzar hasta un cierto nivel máximo de pasajeros por hora por sentido, es así que usualmente se consideran capacidades máximas de transporte de los sistemas BRT en un rango de 10,000 a 20,000 pasajeros por hora y por sentido direccional,² aunque los más evolucionados y eficientes diseños de BRT en el mundo como casos extremos han alcanzado los 32,000 pasajeros por hora por sentido, tal es el caso del Transmilenio en Bogotá,³ aunque para ello se requiere de dos carriles por lado segregados para el sistema BRT, con el objetivo de que cierto número de unidades circulen de manera “expresa”, es decir deteniéndose solamente en pocas paradas de la ruta.

Para llegar al flujo de pasajeros necesario en el año 2010 de 28,000 pasajeros por hora y por sentido, según la Tabla 7, se requeriría entonces de la utilización del uso de dos carriles por lado a lo largo de toda una avenida para un corredor de BRT y con total exclusividad de la vía, es decir sin ningún cruce semaforizado para vehículos de manera transversal al corredor. Tal cantidad de espacio vial usado y sin intersecciones convertiría a los corredores segregados para los BRTs en auténticas “heridas urbanas” que en forma práctica crearían una separación de la vida de la ciudad a los dos lados del corredor.

Para el escenario del 2030, un sistema BRT sería incapaz de transportar los 48,000 pasajeros por hora y por sentido que se determina en el cálculo presentado en la Tabla 8, pues ya se anotó previamente que los diseños más evolucionados de BRTs en el mundo únicamente han alcanzado a transportar 32,000 pasajeros por hora. Esta modalidad, como eje central y vertebral del Sistema Integrado de Transporte Masivo fracasaría completamente, con lo cual el mismo sistema de transportación pública colapsaría.

¹ Arias César, Diálogo Regional en Transporte Urbano: Nuevas Tecnologías y sus Impactos en el Comportamiento de los Usuarios, 2005

² Halcrow Fox, Mass Rapid Transit in Developing Countries Report, Department of International Development World Bank, 2000

³ NESTLAC, Transmilenio un sistema de transporte masivo de alta capacidad y bajo costo, Consulta Regional NESTLAC (Red Latinoamericana de Transporte Sustentable), Panamá, 2003.



Finalmente, vale acotar que la creación de un BRT de 4 carriles segregados tendría un elevadísimo costo en cuanto al ya muy escaso terreno urbano utilizado. Un breve cálculo permite estimarlo: el ancho total requerido para instalar un corredor de 4 carriles es de 20 metros, si se multiplica ese valor por un recorrido longitudinal de 20 km se requeriría un total de 400,000 metros cuadrados. Dado que el corredor segregado se desarrolla sobre las avenidas más importantes de la ciudad, se esperaría un costo por metro cuadrado de al menos 700 dólares, por lo cual multiplicando este valor por la superficie anterior calculada, se llegaría a un costo del terreno urbano utilizado de 280 millones de dólares. A esto habría que sumarle los costos de los procesos de expropiación de los terrenos.

Se concluye que los sistemas de corredores de buses segregados o BRTs no son viables operacionalmente para el desarrollo del SITM de Quito. Crean una “herida urbana” rompiendo la interacción a los dos lados del corredor y tienen elevados costos por el terreno urbano utilizado; en consecuencia, los sistemas BRT por sí solos ya no pueden ser una solución como el eje vertebral del Sistema Integrado de Transporte Masivo de Quito.

4. Los **trenes ligeros y tranvías**, cuyas siglas en inglés son **LRT**, son sistemas de transporte masivo de frecuente uso en Europa, de manera especial en ciudades menores a dos millones de habitantes o en aquellas más grandes como líneas complementarias a los ya existentes sistemas de metros y, en algunos casos como sistemas de alimentación de los metros.

En la ciudad de Quito, en el 2007 se realizaron estudios preliminares para un proyecto denominado “TRAQ” (Tren Rápido para Quito), que por sus características caería dentro de la categoría de un tren ligero o LRT.

Los LRT tienen capacidades que fluctúan entre 10,000 a 20,000 pasajeros por hora y por sentido direccional. La segregación del tráfico define al igual que en los sistemas BRT las características y beneficios de operación de los sistemas LRT. Por otro lado las inversiones suelen ser superiores a los sistemas BRT, encontrándose entre 10 a 30 millones de dólares por km.⁴ Con la capacidad señalada de 10,000 a 20,000 pasajeros por hora para los LRT y dada la demanda que se calculó en la Tabla 7 para Quito en el año 2010 de 28,000 pasajeros por hora y por sentido, los sistemas LRT serían incapaces de aglutinar, canalizar y transportar dicha demanda. En peor caso se encontrarían para el año 2030 en el cual la demanda calculada según la Tabla 8 sería de 48,000 pasajeros por hora y por sentido, muy superior a la capacidad de los LRT.

En conclusión, para el caso de Quito, una modalidad tipo LRT como solución vertebral para el Sistema Integrado de Transporte Masivo no tiene viabilidad ni sostenibilidad por su limitada capacidad para atender la demanda prevista; en consecuencia deben ser descartados incluyendo el denominado proyecto TRAQ.

5. Los **sistemas de tránsito rápido o tipo metro**, que adoptan diversas denominaciones como tren subterráneo, tren metropolitano, tren elevado, subway, metro o RT por sus siglas en inglés de Rapid Transit, son opciones caracterizadas por una mayor capacidad para satisfacer demandas altas de transportación y son las de mayor velocidad posible de transportación. La capacidad de transporte de los sistemas tipo metro ha llegado hasta los 80,000 pasajeros por hora por sentido en ciudades como Hong Kong; en la línea este del metro de Sao Paulo se registran regularmente más de 60,000 pasajeros transportados por hora por sentido.⁵ Igualmente, sus velocidades promedio o también llamadas velocidades comerciales que incluye períodos en movimiento y paradas, llegan a los 40 km/h, mientras que sus velocidades máximas llegan a 110 km/h.

La base conceptual de los sistemas tipo metro es la segregación vial tanto horizontal como vertical, es decir la utilización de las vías con total exclusividad. Estos sistemas se pueden desplazar por vías subterráneas, en viaducto aéreo, en falso túnel, en trinchera y a nivel de superficie, facilitando la aplicación de diversos sistemas constructivos. Los montos de inversión de los sistemas tipo metro son muy variables, pues van desde los 20 hasta los 180 millones de dólares el kilómetro⁶, dependiendo de un serie de factores, entre los que están el propio sistema constructivo u obra civil, las características geológicas y geotécnica del terreno, el tipo y condición del material rodante, el nivel de automatización de las instalaciones, entre otros.

En conclusión, se puede observar que en base a su capacidad operativa, un sistema tipo metro sería el único capaz de transportar en Quito los flujos de pasajeros determinados en las Tablas 7 y 8. Dichos flujos se calculan en 28,000 pasajeros por hora y por sentido para el año 2010 y en 48,000 pasajeros por hora y por sentido en el 2030. Esto dado a que, como se explicó párrafos atrás, los sistemas tipo metro alcanza hasta 80,000 pasajeros por hora y por sentido.

Con las consideraciones antes mencionadas, resulta ilustrativo confrontar las características generales de las diferentes alternativas tecnológicas de transporte masivo, con la información de la demanda existentes. La Tabla 4.1, a continuación, presenta la comparación referida.

⁴Halcrow Fox, Mass Rapid Transit in Developing Countries Report, Department of International Development World Bank, 2000

⁵ Banco Mundial, Ciudades en Movimiento, Revisión de la Estrategia de Transporte Urbano, 2002

⁶ GTZ, Mass Transit Options, Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities, 2002



Tabla 4.1: Características de las alternativas de transporte masivo con las condiciones de demanda de movilidad de Quito, proyectada tanto para el año 2010 como para el año 2030

	BRT	LRT	Metro	Condiciones ideales
Capacidad del sistema (pasajeros por hora por sentido)	10,000 a 32,000 ✘	10,000 a 20,000 ✘	30,000 a 80,000 ✔	Año 2010: 28,000 Año 2030: 48,000
Velocidad comercial (km/h)	17 a 20 ✘	20 ✘	30 a 50 ✔	mínimo 25
¿Se requiere tomar espacio de vías actuales para instalar el sistema?	SI, 4 carriles ✘	SI, 2 carriles ✘	NO ✔	Espacio urbano limitado ideal que NO use espacio actual
Construcción paralizaría fuertemente el tráfico en determinadas zonas	SI ✘	SI ✘	NO ✔	Trafico en Quito ya es congestionado, ideal que la construcción NO paralice el tráfico

Fuente: Elaboración UNMQ, datos: Halcrow Fox, NESTLAC

De esta comparación se concluye claramente que el tren metropolitano o metro es la única opción, de entre los sistemas de transporte masivo, capaz de convertirse en el eje central, articulador y vertebrador del SITM, y de transportar los volúmenes de pasajeros requeridos a las velocidades deseadas en la ciudad de Quito, más aún de cara a la demanda proyectada; no ocuparía el espacio actual de vías, que es altamente apreciado por la condición longitudinal de la ciudad y en algunos tramos incluso podría liberar espacios; y, es el único sistema que no paralizaría el tráfico en amplias zonas de la ciudad durante su desarrollo y construcción.

Con sustento en todas estas consideraciones, se concluye desde el enfoque comercial de la movilidad, es decir bajo el criterio de balancear la demanda con la oferta, que la mejor alternativa de transporte para confrontar las exigencias de la demanda de movilidad en una ciudad con las características de Quito, que se convierta en la obra de infraestructura que articule y vertebre a un sistema integrado de transporte masivo, con visión de largo plazo, en forma eficiente y sostenible es, sin duda, el sistema de transporte masivo tipo Metro.

4.3 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA SELECCIÓN DE LA RUTA DEL METRO

4.3.1 Trazados preliminares

El primer paso realizado fue plantear puntos de paso recomendados para cualquiera de las alternativas que se fueran a desarrollar y corredores principales sobre los que desarrollarse. En un primer análisis se identificaron los siguientes puntos de paso (de sur a norte):

- Terminal Terrestre de Quitumbe
- Parroquia de Solanda
- Estación de transferencia de El Recreo
- Centro Histórico
- Estación de La Marín
- Parque de La Alameda
- Terminal Norte del Trole
- Estación de Transferencia de La Ofelia
- Terminal Terrestre de Carcelén

Los corredores principales identificados fueron los siguientes:

SUR	NORTE
Av. Antonio José de Sucre	Av. Amazonas
Av. Rumichaca	Av. 10 de Agosto
Av. Quitumbe	Av. América
Av. Pedro Vicente Maldonado	Av. De la Prensa
Av. Teniente Hugo Ortiz	Av. De los Shyris
Av. Cardenal de la Torre	Av. Eloy Alfaro
Av. Alonso de Angulo	Av. Galo Plaza Lasso
Av. 5 de Junio	Actual Aeropuerto

Con estas premisas, y los condicionantes externos identificados, se trazaron un total de 12 alternativas de trazado. Estas alternativas daban variantes a las zonas del sur por las que transitar, al paso por el Centro



Histórico y al cruce del río Machángara. En el Norte, parecía mucho más claro que cualquier alternativa debería pasar o por la Av. 10 de Agosto o por la Av. Amazonas y evitar así afectaciones al Trole durante la fase de construcción.

Sucesivos análisis permitieron afinar estas alternativas y reducirlas a tres, que se muestran en la Figura 4.2 y se describen a continuación.

4.3.2 Descripción general de las alternativas de trazado propuestas

El diseño de las distintas alternativas de trazado se realizó utilizando el software comercial de diseño de obras lineales ISTRAM/ISPOL, desarrollado por Buhodra Ingeniería, SA, que consiste en una aplicación informática que integra las variables geométricas, de optimización de espacio y optimización de tiempos de recorrido así como de los puntos nodales de interconexión con los otros subsistemas del sistema integrado.

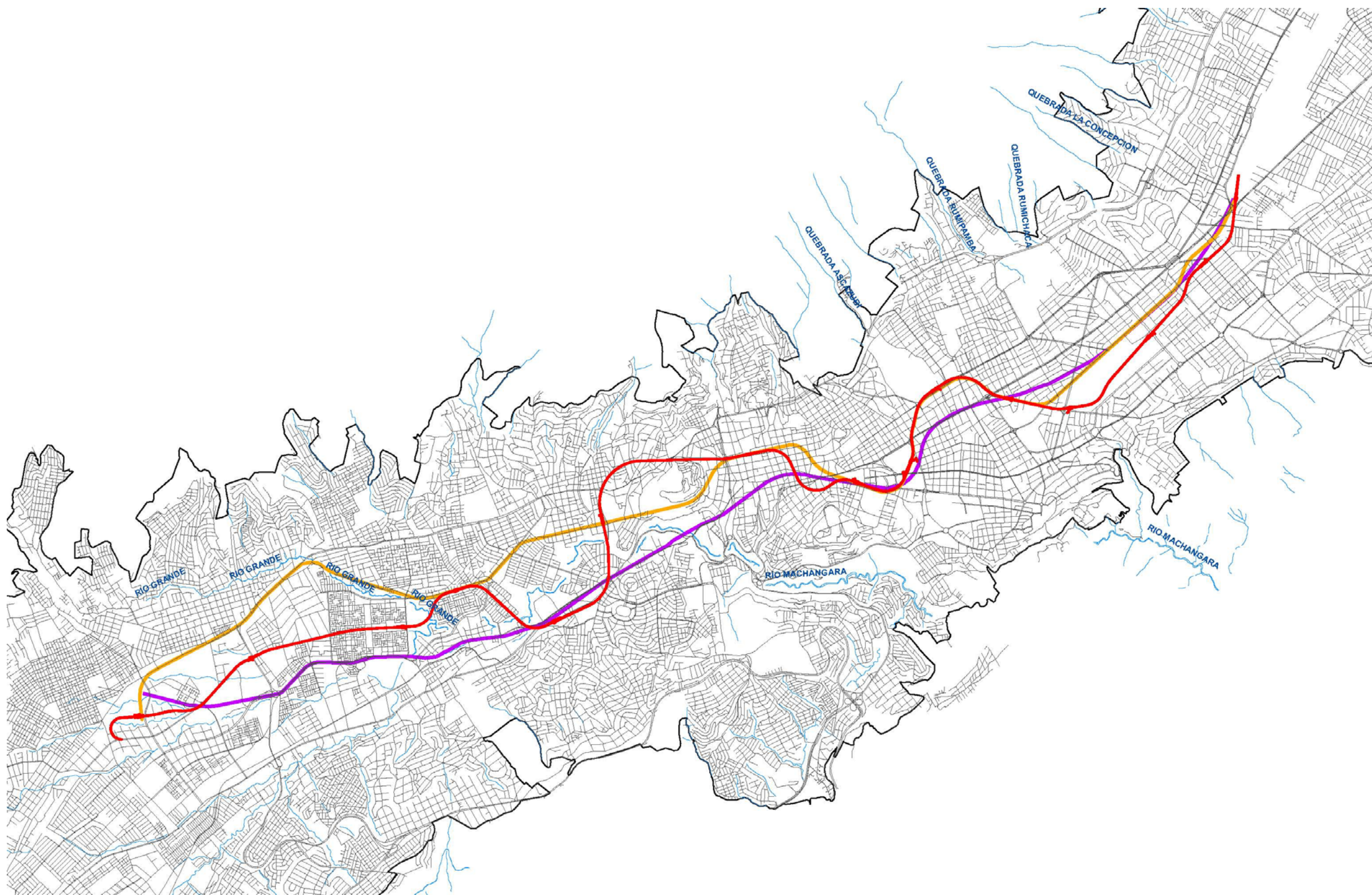
Los trazados de las tres alternativas seleccionadas se resumen a continuación.

Alternativa 1 (Centro)

Esta primera alternativa parte de la terminal terrestre de Quitumbe, donde se ubica la Estación 1, que se orienta en dirección Sur – Norte, junto al edificio de la terminal terrestre de Quitumbe, en la parcela vacía sobre la que se prevé la ampliación de la terminal. Toma la calle Pumapungo para cruzar la quebrada Ortega y alcanzar la avenida Rumichaca. En el cruce de ésta con la Av. Amaru Ñan se realiza una reserva de trazado (alineación recta y horizontal) para una posible futura estación. Siguiendo por Rumichaca, se llega al cruce con la Av. Morán Valverde, donde se ubica la Estación 2.

El trazado sigue por Rumichaca hacia Solanda, cruzando bajo una zona de edificaciones hasta llegar a una zona deportiva junto a la calle Venancio Estandoque, donde se ubicaría la Estación 3.

Figura 4.1: Alternativas de trazado del Metro



Fuente: UNMQ-Metro Madrid, 2011



Desde aquí gira al Oeste para alcanzar la avenida Cardenal de la Torre. Un poco antes del cruce de esta calle con Teniente Hugo Ortiz se ubica la Estación 4 El Calzado, bajo la zona de instalaciones deportivas existentes entre las dos calzadas de la avenida.

Al salir de esta estación gira al Este, atraviesa el barrio 1 de Mayo y cruza bajo el río Machángara para llegar a la terminal de El Recreo por el este, situando la Estación 5 bajo las vías del ferrocarril a Guayaquil y la zona de talleres del Trole.

Siguiendo por la vía, el trazado llega a la parada del Trole de Villaflores (pasando por debajo) y coge la Av. Rodrigo de Chávez. Siguiendo por ésta, llega a la altura del Cuerpo de Ingenieros del Ejército, donde se sitúa la Estación 6 en las instalaciones deportivas del Cuerpo de Ingenieros del Ejército. Desde aquí gira al norte para pasar El Panecillo por el Oeste y llegar a la plaza de San Francisco, donde se ubica la Estación 7 que se sitúa bajo la plaza de San Francisco, a unos 20 m al oeste del eje de la calle Benalcázar.

Esta estación es la que sirve a todo el Centro Histórico. De ella, el trazado va en dirección norte hasta la calle Manabí (esta alineación procura evitar los principales edificios históricos del centro de Quito: San Francisco, La Compañía, la Catedral, Carondelet, el Palacio Arzobispal, el convento de La Merced), girando al Este al pasar ésta para llegar a la zona del parque de La Alameda, donde se ubicaría la Estación 8 (justo detrás de la estatua a Simón Bolívar), alineada con la av. Gran Colombia.

Sin embargo, hay una variante actualmente en estudio hacia la plaza del Teatro Sucre, en virtud de la expansión turística, por las modificaciones de ampliación de la plaza hacia el occidente (derribo del edificio de parqueaderos Gran Pasaje en las calles Manabí, Vargas y Guayaquil) y, por el plan de peatonalización y movilidad del Centro Histórico de Quito que se encuentra en ejecución.

Siguiendo por la Gran Colombia el trazado gira al oeste para llegar al parque El Arbolito en El Ejido, donde se ubica la Estación 9 que está orientada hacia la av. Alfredo Pérez y sirve a La Mariscal y al entorno de la Casa de la Cultura. Esta estación se concibe como una estación de doble vestíbulo, uno que satisfaga la demanda de la zona de La Mariscal desde la av. La Patria, y otro que permita la entrada de viajeros desde la 6 de Diciembre, ya sea de gente que vaya a la Casa de la Cultura, a la Asamblea Nacional o al Hospital Eugenio Espejo, como de gente que intercambie al metro desde autobuses convencionales o sistemas masivos. Además, en un futuro, podría servir de intercambio con las líneas de autobuses que se dirigen a los valles.

El trazado sale de la Estación 9, sube por la av. Alfredo Pérez y gira al norte para tomar la av. América donde se situaría la Estación 10 para servir a la Universidad Central, y que también permitiría el intercambio con el Corredor Central Norte (CCN) del Trole, que tiene parada junto al Seminario Mayor San José. El desplazamiento del eje se ha considerado para minimizar la ocupación temporal de una calle con importante tráfico rodado durante la construcción de dicha estación, siempre y cuando se pueda ocupar parte del jardín de la Universidad (que al acabar las obras se repondría a su estado original).

Tras pasar la av. La Gasca el trazado gira al este, pasando bajo la zona de “Las Casas Bajo” hasta alcanzar la av. Eloy Alfaro, por la que discurre hasta llegar a la Estación 11, a la altura de la calle Inglaterra. Se ha preferido el paso bajo el barrio de Las Casas Bajo al ser edificaciones no muy altas, que entrar más “directos” en Eloy Alfaro y toparse con dos altos edificios que hay en la calle General Vicente Aguirre esquina 10 de Agosto, así como con el gran nudo, a 3 niveles, que conecta la 10 de Agosto, Eloy Alfaro y Francisco de Orellana.

Saliendo de la Estación 11, el eje sigue por la Av. Eloy Alfaro y cruza la av. La República para entrar en el parque de La Carolina, donde se sitúa la Estación 12. Al salir de ésta, el trazado gira al noroeste para buscar la calle Japón, y entre el parque, el parqueadero anexo al centro comercial Iñaquito y antes de llegar a la av. Naciones Unidas, se sitúa la Estación 13.

Saliendo de ésta, el trazado sigue por Japón, comenzando a la altura de José Villalengua una “S” para poder situarse en dirección sur-norte, paralelo a la Amazonas (lo que permite evadir los edificios más altos de la zona: Banco Pichincha, Banco Amazonas, etc.) y la 10 de Agosto, entrando entre la Plaza de Toros y la terminal Norte del Trole. Esta zona, de talleres y estacionamiento del trole, permite la ubicación de la Estación 14. Este emplazamiento de la estación es el más ventajoso desde el punto de vista constructivo, de afectación a la ciudad y de intermodalidad con la terminal norte del Trole.

Desde esta estación el trazado gira al noroeste para entrar en la zona del aeropuerto, donde se ubicarían cuatro estaciones. Obviamente, esto sólo se podrá realizar una vez haya quedado totalmente liberado la superficie del aeropuerto. Una de ellas en la cabecera sur del Aeropuerto Mariscal Sucre (Estación 15), otra junto a la actual terminal (se prevé que el edificio se convierta en un Centro de Exposiciones), la Estación 16, otra a la altura de la av. Emperador Carlos V (Estación 17) y una cuarta en la cabecera norte del Aeropuerto, junto a los barrios de Betania y El Rosario (Estación 18). En cualquier caso, la ubicación definitiva de estas 3 estaciones, e incluso su número, dependerá del planeamiento urbano de la zona del aeropuerto una vez éste haya sido trasladado a su nueva ubicación.

Desde la Estación 18 en El Rosario, el trazado se orienta en dirección nor-noreste para dirigirse a la terminal de La Ofelia, donde se sitúa la última estación, La Ofelia, la Estación 19.

Alternativa 2 (Occidental)

La Alternativa 2 discurre al occidente de la Alternativa 1 por el sur, hasta llegar a San Francisco, que coincide en ubicación con la Estación 7 San Francisco de la Alternativa 1. A partir de esta estación el trazado de la Alternativa 2 es el mismo que el de la Alternativa 1.

La Alternativa 2 arranca también en la terminal de Quitumbe, orientándose la Estación 1 en dirección sureste-noroeste, bajo las dársenas del Trolebús y la Ecovía (corredor suroriental). Desde esta estación, el trazado gira al norte para tomar la Av. Antonio José de Sucre, bajo la que discurre. Justo antes del cruce con la Av. Morán Valverde se sitúa la Estación 2.



Tras salir de la Estación 2, el trazado sigue por Antonio José de Sucre y a la altura de la calle Aloag gira al noreste para alinearse con la calle Sozoranga, donde se ubicaría la Estación 3 (a la altura de la calle Pilaló). Sale de la estación, continúa por Sozoranga y gira al norte para seguir con la Av. Cardenal de la Torre. En esta avenida el trazado coincide unos 400 m con el trazado de la Alternativa 1 (son paralelas), compartiendo también con ésta la ubicación de la Estación 4 (también la 4 de la Alternativa 1) en la zona de El Calzado.

Tras la Estación 4, el trazado de la Alternativa 2 gira al norte para seguir por la Av. Teniente Ortiz. Siguiendo por ésta, y después del cruce con Alonso de Angulo, se sitúa la Estación 5, justo tras la rotonda que conecta la Hugo Ortiz con Alonso de Angulo.

Se sale de esta estación y gira al noreste para tomar la calle General Epiclachima y su continuación, la 5 de Junio y la zona de La Magdalena y el Cuerpo de Ingenieros del Ejército. A la altura del cruce de la 5 de Junio con la Av. Rodrigo de Chávez se situaría la Estación 6, justo después de las instalaciones deportivas del Ejército.

Tras pasar ésta, el trazado se dirige hacia El Panecillo, pasando bajo éste por su lado oriental, y haciendo una «S» de dirección oeste-este se sitúa paralelo a Benalcázar, para llegar a la Plaza de San Francisco, la Estación 7. Desde aquí el trazado es idéntico a la Alternativa 1.

Alternativa 3 (Oriental)

La Alternativa 3 arranca como las anteriores en la terminal terrestre de Quitumbe, con una Estación 1 cuya configuración es idéntica a la de la Alternativa 1, en dirección perpendicular a la Av. Quitumbe Ñan. Cruza por la quebrada Ortega (por encima para no penalizar en demasía la cota de andén de la siguiente estación y en este cruce, habría que canalizar la quebrada y rellenar la zona de paso), la Av. Amaru Ñan, la zona de Las Cuadras y llega a la parada del Trolebús de Morán Valverde, junto al Quicentro Sur. Aquí se ubica la Estación 2, siendo necesario para ello el desmantelamiento de la actual parada del Trole.

Desde ésta, el trazado continúa por la Av. Teniente Hugo Ortiz (y toda la que se desarrolla en esta avenida) aprovecharía el derecho de vía del Trole, hasta llegar a la altura del mercado Mayorista, donde se ubica la Estación 3. Tras salir de ésta, sigue por Hugo Ortiz, cruza bajo la Av. Ajaví, el río Machángara y Av. Manglaralto, por la zona de San Agustín hasta llegar a la calle Teodoro Gómez de la Torre, en Clemente Ballén. Aquí se ubica la Estación 4, entre las calles Alonso de la Fuente y Pinllopata. Continúa por Teodoro Gómez de la Torre, cruza bajo la Av. Pedro Vicente Maldonado, y llega a la estación de transferencia de El Recreo, donde se ubica la Estación 5. La ubicación de esta estación es la misma que la de la Alternativa 1.

A partir de El Recreo el alzado es coincidente con el de la Alternativa 1.

El resumen de las tres alternativas inicialmente consideradas es como sigue:

ALTERNATIVA	LONGITUD	Nº ESTACIONES	INTERCAMBIOS
1 CENTRO	26,65 km	19	8
2 OCCIDENTAL	25,59 km	19	6-7
3 ORIENTAL	26,23 km	19	8-9

4.3.3 Proceso de análisis de alternativas

Análisis multicriterio

Para realizar el análisis multicriterio, se optó por el método AHP (The Analytical Hierarchy Process) de Thomas Saaty. Un ejemplo de todo el proceso de cálculo se presenta en el Anexo 11 del Capítulo Anexos.

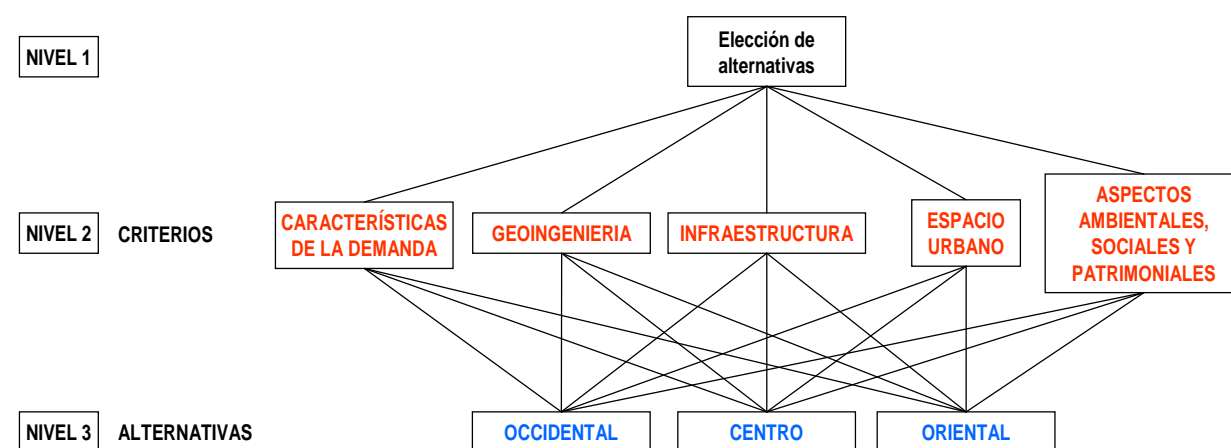
Este método está diseñado para cuantificar juicios u opiniones gerenciales (elementos cualitativos o subjetivos) sobre la importancia relativa de cada uno de los criterios que intervienen en un proceso de decisión. De forma genérica, las etapas del método AHP son las siguientes:

1. Descomponer el problema de decisión en una jerarquía de elementos interrelaciones, identificando: OBJETIVO O META, CRITERIOS que intervienen en la decisión, y ALTERNATIVAS sobre las que decidir.
2. Desarrollar una MATRIZ DE COMPARACIÓN DE CRITERIOS por pares, estableciendo un rating de importancia relativa de un criterio con otro. Dicho rating se establece usando la siguiente escala cualitativa:
 - 1 = igualmente preferida
 - 2 = moderadamente preferida
 - 3 = fuertemente preferida
 - 4 = muy fuertemente preferida
 - 5 = extremadamente preferida
3. Obtener la matriz de comparación de criterios NORMALIZADA, dividiendo cada celda de una columna por la suma de esa columna
4. Desarrollar el VECTOR DE PESOS para cada CRITERIO, obtenido como el promedio de cada fila de la matriz de criterios normalizada
5. Para cada CRITERIO, desarrollar una MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES de Alternativas, al igual que se hace con los criterios
6. Para cada CRITERIO, desarrollar la matriz de comparación por pares NORMALIZADA



7. Para cada CRITERIO, obtener un VECTOR DE PESOS o PRIORIDAD por Alternativas
8. Desarrollar una matriz de PRIORIDAD de CRITERIOS por ALTERNATIVAS
9. Por último, multiplicando esta matriz por el vector de pesos de cada criterio (paso 4) se obtiene la PONDERACIÓN GLOBAL de cada alternativa

La estructura jerárquica del problema dentro del enfoque de Thomas Saaty queda representada en la figura siguiente:



Se observa que el primer nivel o jerarquía de la estructura corresponde al propósito del problema, el segundo nivel a los criterios adoptados y el tercer nivel a las alternativas o elecciones posibles.

Criterios de calificación

El análisis de las tres alternativas se desarrolló a través de una metodología cualitativa y cuantitativa de probada validez, que incorporó aspectos técnicos económicos, ambientales, sociales y culturales.

Criterios considerados

Se trata de elegir una de las tres alternativas preseleccionadas, las cuales fueron evaluadas con base en los siguientes criterios:

Características de la demanda:

- Ubicación de las centralidades y concentraciones de administración/ servicios.
- Nodos de generación actual y futura de movilidad de las personas y demanda de transporte.

Geoingeniería:

- Seguridad y factibilidad geomorfológica, geológica / geotécnica/ geotectónica del subsuelo y su condición sísmica e hidrogeológica.
- Limitaciones topográficas y accidentes geográficos de efecto geométrico y constructivo.

Infraestructura:

- Redes de telecomunicaciones, agua potable y alcantarillado
- Construcciones civiles, obra pública existente y proyectada.
- Vialidad y articulación de la red actual del transporte de la ciudad.

Espacio Urbano:

- Equipamiento, desarrollo urbanístico y tendencia de crecimiento habitacional.
- Limitaciones de diseño como radios mínimos, clotoides, longitudes mínimas de recta, etc.
- Disponibilidad de espacios físicos para la ubicación y construcción de estaciones, talleres y cocheras de la Primera Línea del Metro de Quito.
- Requerimientos de interconectividad de futuras ampliaciones de la Primera Línea del Metro de Quito.

Aspectos Ambientales, Sociales y Patrimoniales:

- Identificación y evaluación de los posibles impactos al ambiente, sociales y al patrimonio de la ciudad.
- Identificación y evaluación de los riesgos ambientales y operativos.
- Áreas de posible expropiación.

Matriz de alternativas

Determinados los ponderadores del nivel jerárquico 2, el paso siguiente consiste en interactuar nuevamente con el centro decisor, pero ahora en el nivel jerárquico 3. Para ello el centro decisor muestra sus juicios de valor cuando se confronte cada alternativa con cada criterio. Las cinco matrices de comparación resultantes para el tercer nivel son:



Tabla 4.2: Criterio: Características de la demanda

DEMANDA	OCCIDENTAL	CENTRO	ORIENTAL
OCCIDENTAL	1	1/3	1/2
CENTRO	3	1	1
ORIENTAL	2	1	1

La alternativa centro es claramente mejor que la occidental, puesto que penetra mejor en Solanda, y además la Occidental no pasa por El Recreo. La oriental (que sigue más o menos El Trole) y la Centro son igualmente preferidas, y la Oriental es mejor que la Occidental por pasar por El Recreo.

Tabla 4.3: Criterio: Geoingeniería

GEOINGENIERÍA	OCCIDENTAL	CENTRO	ORIENTAL
OCCIDENTAL	1	1	1
CENTRO	1	1	2
ORIENTAL	1	1/2	1

Desde el punto de vista de la geoingeniería, todas las alternativas son igualmente preferibles entre sí, salvo la centro con la oriental, prefiriendo aquella por poder acometer mejor el cruce del río Machángara entre Solanda y El Calzado.

Tabla 4.4: Criterio: Infraestructura

INFRAESTRUCTURA	OCCIDENTAL	CENTRO	ORIENTAL
OCCIDENTAL	1	1/3	1/2
CENTRO	3	1	2/3
ORIENTAL	2	3/2	1

Respecto a la infraestructura, la Occidental es la peor porque gran parte de su desarrollo interfiere con la infraestructura del corredor sur-occidental, que debería abandonarse en ese tramo. La oriental es algo mejor que la centro por la menor afectación a colectores y quebradas.

Tabla 4.5: Criterio: Espacio urbano

ESP. URBANO	OCCIDENTAL	CENTRO	ORIENTAL
OCCIDENTAL	1	1/3	1
CENTRO	3	1	2
ORIENTAL	1	1/2	1

La oriental y la occidental son similares, presentando similares trazados y similares dificultades en el encaje de estaciones. La centro es mucho mejor que la occidental por la mejor disposición para ejecutar la estación de La Magdalena y Solanda, y algo mejor que la oriental por la mejor disposición para ejecutar la estación de El Calzado.

Tabla 4.6: Criterio: Aspectos ambientales, sociales y patrimoniales

Como insumo para la determinación de los criterios ambientales, a continuación se presenta la comparación cualitativa de alternativas respecto a cada uno de los elementos considerados. Para ello, se califica el nivel de impacto, o de riesgo, en una escala de tres niveles: alto, medio o bajo.

ALTERNATIVAS	IMPACTO FÍSICO	IMPACTO BIÓTICO	IMPACTO SOCIOECONÓMICO	IMPACTO CULTURAL / PATRIMONIAL	RIESGOS
OCCIDENTAL	Medio	Bajo	Alto	Alto	Medio
CENTRO	Medio	Bajo	Alto	Alto	Medio
ORIENTAL	Medio	Bajo	Alto	Alto	Medio

Como se puede apreciar, no existen diferencias en cuanto a los niveles de impacto ambiental, o de riesgos, al analizar las diferentes alternativas de trazado. Es claro, entonces, que la fundamentación de la decisión final para escoger la ruta no estará basada en criterios ambientales, sino en una consideración más amplia a través del análisis multicriterio. Para esto, a continuación se presenta la valoración comparativa, desde el punto de vista ambiental, entre las alternativas consideradas:

AMBIENTAL	OCCIDENTAL	CENTRO	ORIENTAL
OCCIDENTAL	1	1	1
CENTRO	1	1	2/3
ORIENTAL	1	3/2	1

Desde el punto de vista ambiental, la alternativa oriental y la occidental son similares, así como la centro y la occidental. Entre los pares de alternativas mencionados el nivel de impacto ambiental es prácticamente el mismo.



De igual manera, el nivel de riesgo entre las tres alternativas es similar, en razón de que los factores de riesgo ambiental son muy similares en los tres casos y los riesgos operativos son exactamente los mismos independientemente de la alternativa que sea escogida.

La alternativa oriental se considera algo mejor que la centro por generar menores áreas de expropiación.

A continuación, criterio a criterio, hay que normalizar las matrices de comparación para obtener los vectores de prioridad:

DEMANDA	OCCIDENTAL	CENTRO	ORIENTAL	PESOS
OCCIDENTAL	0,16667	0,14286	0,20000	0,1698
CENTRO	0,50000	0,42857	0,40000	0,4429
ORIENTAL	0,33333	0,42857	0,40000	0,3873
GEOINGENIERÍA	OCCIDENTAL	CENTRO	ORIENTAL	PESOS
OCCIDENTAL	0,33333	0,40000	0,25000	0,3278
CENTRO	0,33333	0,40000	0,50000	0,41111
ORIENTAL	0,33333	0,20000	0,25000	0,26111
INFRAESTRUCTURA	OCCIDENTAL	CENTRO	ORIENTAL	PESOS
OCCIDENTAL	0,16667	0,11765	0,23077	0,1717
CENTRO	0,50000	0,35294	0,3077	0,38688
ORIENTAL	0,33333	0,52941	0,4615	0,4414
ESP. URBANO	OCCIDENTAL	CENTRO	ORIENTAL	PESOS
OCCIDENTAL	0,20000	0,1818	0,25000	0,2106
CENTRO	0,60000	0,5454	0,50000	0,5485
ORIENTAL	0,20000	0,2727	0,25000	0,2409
AMBIENTAL	OCCIDENTAL	CENTRO	ORIENTAL	PESOS
OCCIDENTAL	0,33333	0,2857	0,375	0,3313
CENTRO	0,33333	0,2857	0,2500	0,2897
ORIENTAL	0,33333	0,4286	0,375	0,37898

4.3.4 Condicionantes

Para definir el trazado actual propuesto, se consideraron 2 tipos de condicionantes: los condicionantes de diseño y externos de los que se contó con información suficiente al momento de la definición del trazado y, los condicionantes debidos a la movilidad innata de las personas y los centros generadores y atractores de viajes.

En cuanto a los condicionantes debidos a criterios de diseño, se consideraron parámetros geométricos y cinemáticos de diseño, así como también los posibles emplazamientos propuestos para los aparatos de vía asociados a las estaciones.

Las estaciones se procuraron situar lo más superficiales posibles dentro de los mínimos recomendados por seguridad constructiva, facilitando así la accesibilidad de los usuarios.

A continuación se señalan los condicionantes considerados para la definición de las distintas alternativas de trazado.

4.3.5 Condicionantes debidos a los criterios de diseño

Para el diseño geométrico y cinemático de las distintas alternativas desarrolladas, se fijaron una serie de parámetros de diseño para el trazado en planta y en alzado, habituales en la definición de una obra ferroviaria tipo Metro.

La velocidad de diseño adoptada fue de 110 km/h, velocidad cuya consecución vendrá condicionada no sólo por los parámetros del trazado sino también por las paradas que deberán producirse en las estaciones y por la capacidad de aceleración – desaceleración del material móvil. De la conjunción de esos tres aspectos resultarán los gráficos de marcha definitivos.

Parámetros considerados

Los parámetros considerados se indican a continuación:

v : velocidad (m/s)

R : radio de la curva (m)

h : peralte real de la curva (mm)

i : insuficiencia de peralte (mm)

e : exceso de peralte (mm)

w : distancia entre ejes de carriles (mm)

a_{ncr} : aceleración no compensada real que sufre el viajero (m/s²)

s : coeficiente de flexibilidad del material rodante

j : variación máxima de la aceleración transversal no compensada (m/s³)

$$a_t = \frac{v^2}{R} : \text{aceleración transversal (m/s}^2\text{)}$$



$$a_{tc} = \frac{h \cdot g}{w} : \text{aceleración transversal compensada (m/s}^2\text{)}$$

$$a_{mc} = \frac{i \cdot g}{w} : \text{aceleración transversal no compensada debido a la insuficiencia de peralte (m/s}^2\text{)}$$

$$a_{mc} = \frac{e \cdot g}{w} : \text{aceleración transversal o compensada debido al exceso de peralte (m/s}^2\text{)}$$

L_{ct} : longitud mínima de la curva de transición (m)

L_{tp} : longitud mínima de transición del peralte (m)

$(vv)_{max}$: velocidad máxima vertical (mm/s)

$(rh)_{max}$: rampa máxima de peralte (mm/m)

r : rampa ficticia (‰)

p : pendiente real en el tramo en curva (‰)

a_{cv} : aceleración centrífuga vertical (m/s²)

R_{cv} : radio del acuerdo vertical (m)

K_v : radio de la circunferencia osculatriz de la parábola del acuerdo vertical

Relación entre la planta y el alzado

- No es aconsejable hacer coincidir los acuerdos verticales con curvas de transición en planta, ya que dificulta el montaje de vía.
- En tramos en rampa coincidentes con curvas en planta, se considerará una pendiente ficticia a efectos de pendiente máxima. Esta pendiente ficticia resulta de sumar a la pendiente real, en tanto por mil (‰), la relación 500/RADIO:

$$p_f = \frac{500}{R} + p_r$$

- No se colocarán aparatos de vía en tramos en los que se realice un acuerdo vertical o curvas de transición en planta.
- En general, los aparatos de vía se colocarán en tramos rectos, horizontales o no. Se limitará la rasante máxima en desvíos a 2 milésimas.

El gálibo del material móvil considerado ha sido el correspondiente a un coche de ancho 2,80 m, habitual en muchos metros del mundo. Este gálibo es además un producto de “catálogo” en los fabricantes de material que no requerirá de diseños específicos, por lo que el producto es más económico.

Las estaciones se procuraron situar lo más superficiales posibles dentro de los mínimos recomendados por seguridad constructiva, facilitando así la accesibilidad de viajeros. En las estaciones, se consideraron alineaciones rectas y horizontales de longitud tal que permita albergar andenes, resto de estación y posibles aparatos de vía.

4.3.6 Condicionantes externos

Los condicionantes externos considerados para la definición de las distintas alternativas de trazado han sido los siguientes:

Condicionantes de demanda

En este grupo se han considerado todas las centralidades, concentraciones de población, administración o servicios, nodos de demanda de transporte actuales o futuros, etc. En el desarrollo de las distintas alternativas se procuró dar servicio al mayor número posible de estos puntos de paso recomendados, planteando en ellos la ubicación de estaciones.

Dentro de estos condicionantes de demanda se consideraron los siguientes:

- Configuración de la ciudad (42 km de largo y 6 km de ancho).
- Las densidades de población tanto durante el día como la noche según la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda.
- El Plan de Proyectos Estratégicos de Quito recibido del Instituto Metropolitano de Urbanismo de Quito.
- Las macro-centralidades correspondientes a La Mariscal, Centro Histórico y La Carolina, más las cinco centralidades urbanas de los sectores de Carapungo, Cotocollao, Kennedy, Solanda y Quitumbe, según definición recibida de la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda.
- Los puntos específicos de atracción de demanda como son universidades, colegios, hospitales, sectores comerciales, sectores financieros y bancarios, centros de entretenimiento y turismo, oficinas públicas y centros empresariales.
- Los estudios de demanda de movilidad realizados en años anteriores como el de Cal y Mayor y Asociados en el año 2008.
- La distribución del actual sistema de transporte público y del viario de la ciudad según la EPMMOP.

En el análisis realizado, se identificaron aquellos puntos fundamentales recomendables de servir:

- Terminal terrestre de Quitumbe
- La avenida Morán Valverde



- Las parroquias de Solanda y San Bartolo
- La terminal de El Recreo y Villaflora
- El entorno del Cuerpo de Ingenieros del Ejército
- El Centro Histórico de Quito
- El entorno del Banco Central de Ecuador
- La zona de El Ejido y La Mariscal
- La Universidad Central de Quito
- El sector de servicios médicos en la Av. Eloy Alfaro
- La zona comercial de La Carolina
- La avenida Amazonas y Naciones Unidas
- El entorno de Jipijapa
- La zona de El Labrador

4.3.7 Condicionantes de geingeniería

De forma general, se consideraron dos grandes subgrupos de condicionantes: los topográficos y los geológico-geotécnicos. Dentro de los topográficos, el principal condicionante, que en algún caso puede llegar a invalidar una alternativa, es el paso de las múltiples quebradas que atraviesan el DMQ. El otro condicionante es la orografía natural del DMQ, en alguna zona especialmente abrupta. Ambos condicionantes han de compatibilizarse con el criterio básico de que las estaciones sean lo más superficiales posibles para que los recorridos verticales calle – andén sean mínimos.

- Paso de quebradas: el paso de quebradas debe realizarse prioritariamente por debajo de las mismas, dejando un resguardo mínimo entre la cota de cauce y la clave del túnel. Este paso bajo la quebrada debe ser compatible con la pendiente máxima de una obra tipo Metro (35 milésimas) y con una profundidad de andenes en las estaciones razonable (no más de 20 m).

En el caso de que la quebrada fuera estrecha y poco profunda, las condiciones geométricas del trazado no fueran compatibles con el paso bajo la misma, y el sistema constructivo a emplear fuera compatible (entre pantallas o excavación manual; no tuneladoras) se podría pasar sobre la quebrada, canalizando la misma, rellenando la zona y emboquillando adecuadamente la canalización aguas arriba y aguas abajo del cruce.

Entre otras, se han identificado las siguientes quebradas: Ortega, Shanshanyacu, El Tránsito, Caupichu, San Bartolo, Machángara, Grande, Clemencia, Pucanacha, Navarro, Alcantarilla, La Raya, Jerusalén, Manosalvas, Miraflores, Ascazubi, Vasconez, de la Comunidad, Rumipamba, San Isidro, Caicedo, El Rosario, de la Granja, etc. La afectación por cruce de quebradas es mucho mayor en la zona sur del trazado, en la que gran parte de las quebradas son visibles. En el norte muchas de ellas están canalizadas y rellenas, por lo que la afectación probablemente sea menor. De todas ellas, la más problemática sin duda es la correspondiente al río Machángara, el punto más bajo de la zona por la que discurrirá el metro.

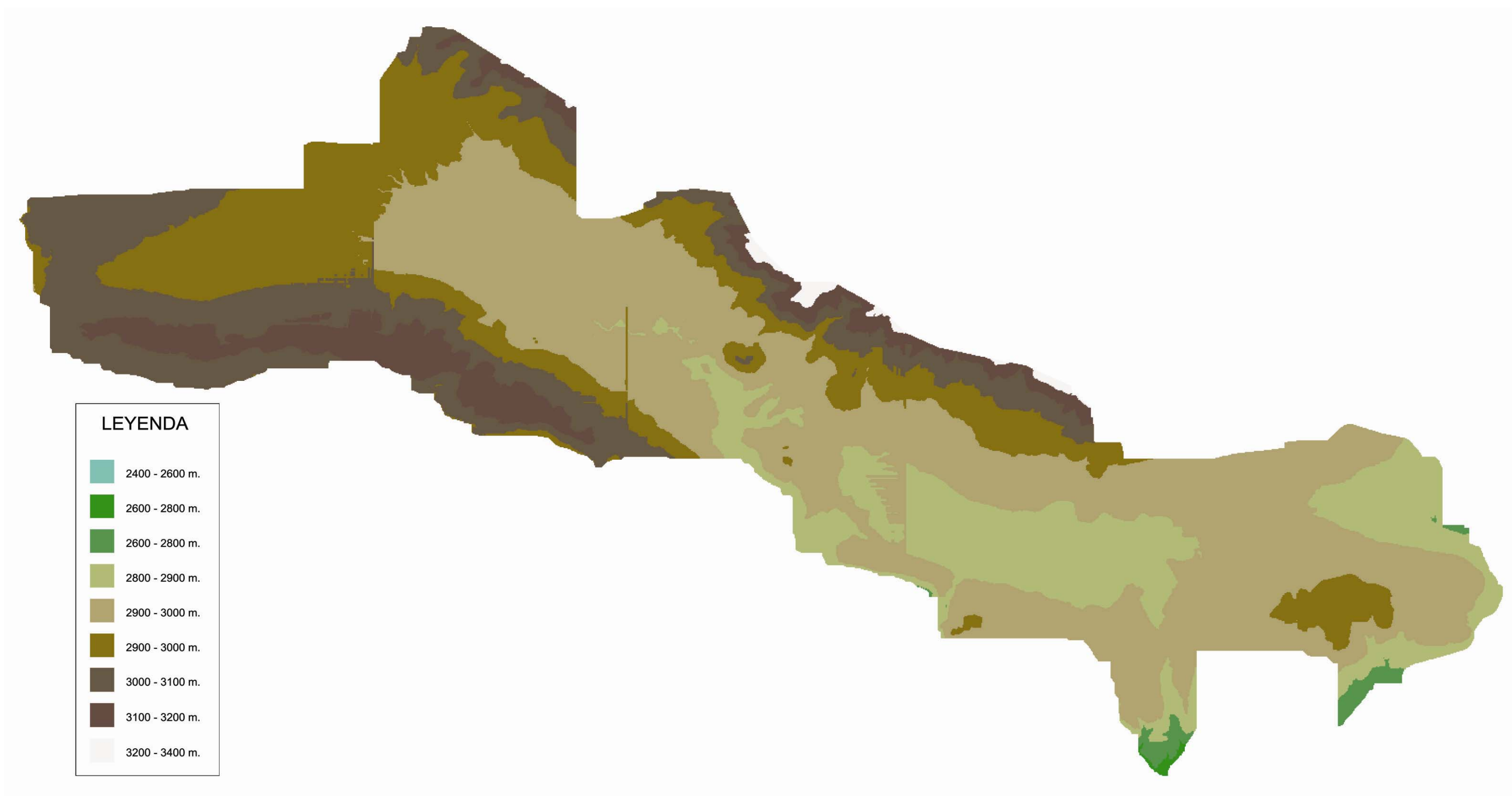
- Topografía general de Quito: Como se puede observar en el modelo digital del terreno del DMQ: (Figura 4.1), éste presenta una orografía bastante abrupta, condicionada por los volcanes Pichincha y el Ilaló, los valles orientales, las lomas del Panecillo e Itchimbia y el río Machángara. El Machángara divide la ciudad en dos: al sur, la cota va subiendo paulatinamente desde el Machángara hasta Quitumbe, con una diferencia media de cota de unos 150 m en una longitud de 9 km, lo que supone una pendiente media de 1,67%. No obstante, en algunas calles se supera dicha pendiente, por lo que el trazado en alzado (cuya pendiente máxima es el 3,5‰) puede exigir estaciones profundas.

En cambio, hacia el norte, la cota tiene un ascenso rápido en la zona del Centro Histórico, para llegar al entorno de los 2800 msnm y mantenerse sobre esta cota toda la zona. Con este perfil, el trazado del Metro será más suave, las pendientes menores y las estaciones menos profundas

En cuanto a los condicionantes geológicos y geotécnicos, con base en la información disponible en el Capítulo de Línea Base del presente estudio, referente a los estudios hidrológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos, se concluye que los principales condicionantes a encontrar son:

- Calidad de rocas del emplazamiento del proyecto: La calidad del tipo de rocas a nivel del subsuelo es un condicionante en razón de que la ingeniería debe ajustarse al tipo de material presente por donde va a transcurrir las obras del proyecto. El trayecto de la ruta establecida atraviesa por la formación Cangahua, la misma que presenta características físico-mecánicas favorables para la ejecución del proyecto.
- Presencia de agua: tanto en el norte como en el sur la presencia de agua es muy probable. Aunque es un condicionante más fuerte para las estaciones, tanto por el empuje hidrostático sobre los elementos verticales de contención como por la subpresión sobre la losa de fondo, en el túnel puede generar problemas de filtraciones y, sobre todo, inestabilidades frontales durante el proceso constructivo.

Figura 4.2: Modelo digital del terreno en el DMQ



Fuente: Estudio de Viabilidad Técnica. Metro Madrid, 2010



- **Terrenos fluvio-lacustres:** también podrán aparecer tanto en el norte como en el sur, que podrían generar problemas de subsidencias en superficie, lo que obligaría a que el alzado del túnel fuera más profundo. De igual manera, podrían presentar problemas de colapsabilidad o asiento inmediato. No obstante, hasta que no se tenga un perfil más detallado del terreno no se podrá precisar más este hecho, y ya la UNMQ ha contratado estos estudios.

Este tipo de terrenos, en combinación con bolsas de agua a presión podría dar lugar a problemas de inestabilidad en los frentes de los túneles. Este fenómeno se concretará en la fase de diseño de detalle, la cual ya ha comenzado.

- **Aspectos Sismotectónicos:** al encontrarse Quito en zona sísmica, el trazado del túnel puede verse condicionado por este hecho. Los principales problemas que se presentan en estructuras enterradas radica en la diferencia de comportamiento ante terrenos de diferentes propiedades geotécnicas y la licuefacción de suelos. Para que se produzca tal efecto es necesario la presencia de un nivel freático muy superficial, de escasa resistencia (suelos generalmente recientes) y con un escaso contenido en fracción arenosa o limosa.

4.3.8 Condicionantes de infraestructuras existentes

Dentro de las infraestructuras urbanas existentes que pueden condicionar el desarrollo de las distintas alternativas de trazado, se distinguen:

- **Infraestructuras de servicios:** alcantarillado, agua potable, energía, comunicaciones. De éstas, parte son enterradas (alcantarillado y agua potable, parte de la electrificación, y algún oleoducto en la zona sur) y el resto son aéreas.

Las infraestructuras aéreas son muy poco restrictivas para el trazado, puesto que sólo afectarán en las zonas de implantación de estaciones, y su desvío es fácil y económico. Solamente las líneas aéreas de alta tensión podrían complicar la ubicación de alguna estación, puesto que el cambio de posición de una torre es complejo. No obstante, con la posición actual de las estaciones no se ha identificado interferencia.

De las infraestructuras subterráneas, las más conflictivas son las que discurren a una mayor profundidad, fundamentalmente colectores de saneamiento, un oleoducto en el sur (SOTE) y quizá alguna arteria principal de suministro de agua. Estas infraestructuras pueden interferir directamente con los túneles o las estaciones, y por la profundidad a la que discurren su desvío es difícil y caro, por lo que en algunos casos llevará a retocar la solución de trazado.

- **Obras públicas y viales:** En este grupo de condicionantes hay que distinguir entre las estaciones y tramos de túnel ejecutados desde superficie y los túneles profundos, ejecutados como obra subterránea.

En el caso de las estaciones y falsos túneles, la ejecución desde superficie exige la disponibilidad de espacio, por lo que habrá que buscar zonas públicas (parques, instalaciones deportivas, viario público) suficientemente amplias para su desarrollo y ejecución. Una vez terminada la ejecución estas zonas serán repuestas a su estado original. En caso de que la disponibilidad de espacio sea menor, se puede plantear la ejecución en dos mitades, reduciendo así la ocupación.

En el caso de los túneles, los condicionantes de obras públicas existentes se limitan a estructuras enterradas que puedan interferir con la cota del túnel, fundamentalmente pasos inferiores, aparcamientos subterráneos y cimentaciones profundas de edificios y estructuras. En el trazado de las alternativas habrá que intentar evitar estas obras, o pasar suficientemente lejos (unos 10 m) para que la influencia sea inapreciable.

4.3.9 Condicionantes del espacio urbano

Las alternativas de trazado deben ser compatibles con los usos del suelo presentes y futuros definidos en los planes de desarrollo urbanístico existente. Dado que como premisa básica todo el trazado es subterráneo, incluidas las estaciones, la incidencia del Metro sobre el planeamiento urbanístico se reduce notablemente, limitándose a las bocas de acceso de las estaciones.

Sí tiene una mayor incidencia el diseño y construcción de las cocheras y talleres, que se diseñarán en superficie y exigirán una importante ocupación de suelo.

Los planes de desarrollo sectoriales (plan de infraestructuras viales, plan de transporte, etc.) se consideran para compatibilizar los trazados con los futuros desarrollos del DMQ. En este caso, hay que contemplar la posibilidad de que la primera línea de transporte masivo crezca hacia los valles orientales y el nuevo aeropuerto, hacia el sur aprovechando el derecho de vía de la línea de ferrocarril a Guayaquil, o hacia el norte-noreste para llegar a Carcelén, Comité del Pueblo, Mitad del Mundo, etc.

4.3.10 Condicionantes socio-ambientales y patrimoniales

Los trazados procuran minimizar los impactos en los ámbitos ambiental, social y patrimonial. En este sentido, el hecho de que el trazado del Metro vaya a ser subterráneo disminuirá los impactos con relación a una obra lineal superficial, centrándose en los excedentes de tierras, y a los impactos que se deriven de los trabajos en pozos y



estaciones. No obstante, se considera que estos condicionantes son de segundo nivel frente a los anteriores, dado que se limitan al periodo de construcción de las obras.

Los impactos sobre el patrimonio son los principales a cuidar. Es necesario evitar pasar por zonas patrimoniales, y en caso de decidirse que, por los condicionantes de demanda, se haya de pasar por ellas (Centro Histórico) habrá que intentar minimizarlos (por ejemplo, buscar trazados que eviten pasar bajo edificios protegidos o que vayan a mucha profundidad).

En cuanto a los riesgos ambientales, en todos los casos los trazados procuran minimizar los riesgos. De igual manera, el hecho de que el Metro vaya a ser subterráneo disminuirá los niveles de riesgo con relación a una obra lineal superficial.

4.3.11 Matriz de criterios y resultados

A continuación se expone los valores subjetivos que ha emitido el centro decisor para la conformación de la matriz de preferencias sobre los criterios adoptados.

Al tratarse (el proceso de decisión) de la construcción de una infraestructura de transporte pública urbana, el criterio de demanda es claramente el más importante frente a cualquier otro criterio. El objetivo de la línea es llegar al mayor número posible de potenciales viajeros. Una demanda baja inutilizaría el sistema, frente a la actual oferta de los sistemas BRT.

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE CRITERIOS	CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA	GEOINGENIERÍA	INFRAESTRUCTURA	ESPACIO URBANO	ASPECTOS AMBIENTALES, SOCIALES Y PATRIMONIALES
CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA	1	5	2	3	4
GEOINGENIERÍA	1/5	1	1/4	1/3	1/2
INFRAESTRUCTURA	1/2	4	1	2	5
ESPACIO URBANO	1/3	3	1/2	1	2
ASPECTOS AMBIENTALES, SOCIALES Y PATRIMONIALES	1/4	2	1/5	1/2	1

El criterio de infraestructura es, jerárquicamente, el segundo más importante, especialmente por lo que se refiere a la integración física con la red actual de transporte (cómo resolver la intermodalidad) y la afectación a los

grandes sistemas de colectores de la ciudad. La intermodalidad está íntimamente relacionada con la capacidad de captar demanda, puesto que el comportamiento de la movilidad de la ciudad de Quito tiene en las grandes estaciones de intercambio un pilar fundamental.

En tercer lugar se ha considerado el criterio de espacio urbano, en cuanto a la disponibilidad física de espacio para ejecutar las obras (que las estaciones previstas se puedan ubicar geométricamente en espacios disponibles), que los ejes recomendados puedan desarrollarse geométricamente cumpliendo parámetros de trazado ferroviario, etc.

En cuarto lugar, se ha considerado el criterio ambiental, social y patrimonial. En general, sobre todo en fase de funcionamiento, muchos de los impactos serán positivos puesto que permitirán reducir las emisiones de gases, ruido, tiempos de viaje, etc. Aunque también hay impactos negativos durante la construcción, fundamentalmente debidos al posible impacto sobre el tráfico y a los excedentes de tierras debido a la excavación.

Los criterios de geoingeniería se han considerado los últimos. A pesar de que a priori tienen gran importancia en una obra subterránea, sobre todo para la ejecución, se ha determinado que puede supeditarse al resto de criterios, puesto que de forma preliminar no va a condicionar la viabilidad del proyecto, algo que sí puede ocurrir con el resto de factores.

Una vez evaluados por pares los criterios, hay que obtener la matriz normalizada:

MATRIZ NORMALIZADA DE COMPARACIÓN DE CRITERIOS	CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA	GEOINGENIERÍA	INFRAESTRUCTURA	ESPACIO URBANO	ASPECTOS AMBIENTALES, SOCIALES Y PATRIMONIALES
CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA	0,438	0,333	0,506	0,439	0,320
GEOINGENIERÍA	0,088	0,067	0,063	0,049	0,040
INFRAESTRUCTURA	0,219	0,267	0,253	0,293	0,400
ESPACIO URBANO	0,146	0,200	0,127	0,146	0,160
ASPECTOS AMBIENTALES, SOCIALES Y PATRIMONIALES	0,109	0,133	0,051	0,073	0,080



Se calculan a continuación los pesos que cada criterio va a adquirir para la ponderación de las alternativas, consistentes con las preferencias subjetivas mostradas por el centro decisor en la matriz anterior:

VECTOR DE PESOS	W_i
CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA	0,4072
GEOINGENIERÍA	0,0614
INFRAESTRUCTURA	0,2864
ESPACIO URBANO	0,1558
ASPECTOS AMBIENTALES, SOCIALES Y PATRIMONIALES	0,0892

Ponderaciones

El paso siguiente consiste en obtener un sistema de ponderaciones para cada una de las alternativas según cada criterio, que resulte consistente con las preferencias subjetivas mostradas por el centro decisor y recogida en la matriz de comparación “por parejas” de los cuadros anteriores, obteniéndose lo siguiente:

ALTERNATIVAS	CRITERIOS				
	CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA	GEOINGENIERÍA	INFRAESTRUCTURA	ESPACIO URBANO	ASPECTOS AMBIENTALES, SOCIALES Y PATRIMONIALES
OCCIDENTAL	0,1698	0,3278	0,1717	0,2106	0,3313
CENTRO	0,4429	0,41111	0,38688	0,5485	0,2897
ORIENTAL	0,3873	0,26111	0,4414	0,2409	0,37898
PONDERACIONES DE CADA CRITERIO	0,4072	0,0614	0,2864	0,1558	0,0892

Una vez obtenidos los estimadores de los ponderadores para los niveles jerárquicos 2 y 3, el paso siguiente (y último) consiste en obtener unos ponderadores globales para ambos niveles de jerarquía. Esta tarea se aborda por medio de una agregación multiplicativa entre niveles jerárquicos, recogiendo el resultado final de los ponderadores globales en el siguiente cuadro:

ALTERNATIVAS	AGREGACIÓN MULTIPLICATIVA	PONDERADORES GLOBALES
OCCIDENTAL	$0,1698 \cdot 0,4072 + 0,3278 \cdot 0,0614 + 0,1717 \cdot 0,2864 + 0,2106 \cdot 0,1558 + 0,3313 \cdot 0,0892 =$	0,2008
CENTRO	$0,4429 \cdot 0,4072 + 0,41111 \cdot 0,0614 + 0,38688 \cdot 0,2864 + 0,5485 \cdot 0,1558 + 0,2897 \cdot 0,0892 =$	0,4277
ORIENTAL	$0,3873 \cdot 0,4072 + 0,26111 \cdot 0,0614 + 0,4414 \cdot 0,2864 + 0,2409 \cdot 0,1558 + 0,37898 \cdot 0,0892 =$	0,3715

En conclusión, la instrumentalización de las preferencias del centro decisor por medio del método AHP (Thomas Saaty) conduce a considerar la alternativa CENTRO como la mejor solución.

4.3.12 Alternativa seleccionada

Luego de estudiadas y analizadas cada una de las alternativas en función de las características físicas, bióticas y socio culturales del proyecto, de los métodos constructivos y utilizando el método AHP, se eligió la Alternativa 1 (Centro) por ser la más viable tanto actualmente como a futuro, considerando la demanda de servicio de transporte masivo y la reestructuración del sistema de transporte actual en la ciudad de Quito, así como también por la posibilidad de la construcción de futuras líneas del Metro que complementen y mejoren aún más el transporte masivo.

La descripción detallada de esta Alternativa 1 seleccionada se presenta en el siguiente Capítulo 5 Descripción del Proyecto.

A continuación se incluyen fotos tomadas de la página web Google Earth donde se muestra el trazado de esta alternativa seleccionada.



VISTA PANORAMICA EN A-1



4.4 Análisis de alternativas de sistemas constructivos

Una vez que se ha definido la mejor alternativa de ruta para la Primera Línea del Metro de Quito, es necesario analizar las diferentes alternativas de los sistemas constructivos y definir cuál de ellas es la óptima para cada uno de los tramos del túnel, así como para las estaciones, en función de las características de cada uno de estos elementos del proyecto.

La elección adecuada de los métodos constructivos en una obra subterránea de la envergadura de la presente es, sin duda, uno de los aspectos de mayor importancia para cumplir con los objetivos. Dos son los elementos básicos que constituyen la obra civil: el túnel de línea y las estaciones. Ambos elementos no son independientes sino que la disposición en planta y la profundidad de éstas condicionan totalmente el perfil longitudinal del túnel. A su vez, la ejecución del túnel, de acuerdo con los métodos seleccionados, puede condicionar la geometría de las estaciones. Es de un análisis conjunto del que debe resultar el trazado definitivo de la línea.

Las estaciones en subterráneo no dejan de tener afectaciones en la superficie por la ejecución de rampas, vestíbulos, ventilación, etc., provocando en ocasiones ocupaciones similares a las de las estaciones a cielo abierto. En este caso, todas las estaciones se ejecutarán mediante el método de cut&cover, que consiste en la conformación de una fosa inicial en la que se ubican pantallas laterales y una losa que permite los trabajos iniciales y que luego es regresada a las condiciones iniciales continuándose con los trabajos de excavación.

El factor escala es otra de las variables a considerar. Métodos de ejecución válidos para tramos cortos con pocas estaciones quedan invalidados al afrontar un programa de ejecución más ambicioso. Unos pocos frentes de trabajo que pueden acometer equipos humanos reducidos y experimentados pueden no ser válidos al incrementarse sensiblemente su número y, por tanto, escasear la mano de obra calificada.

De otra parte, tanto las grandes ampliaciones de Metro como las más importantes infraestructuras ferroviarias que se están llevando a cabo o se han realizado en los últimos años en el mundo se caracterizan porque los túneles, incluso los de corta longitud, se realizan con el empleo de máquinas tuneladoras. Este método constructivo, le confiere a la obra garantías en el cumplimiento de los plazos, de los costos y, sobre todo, seguridad para el entorno y para los trabajadores que ejecutan el túnel y lo independiza, hasta cierto punto, de los cambios del terreno que se atraviesa.

El terreno de la ciudad de Quito es un suelo competente y por tanto idóneo para el empleo de este método constructivo. Las máquinas más adecuadas son las EPB's (EarthPressureBalanced Machines: Escudos de Presión de Tierras).

Los métodos constructivos que fueron analizados, y que se detallan en el Capítulo 5 Descripción del Proyecto, permiten altos rendimientos y reducen las incertidumbres en la construcción de una obra que, por su amplitud, requiere procedimientos de construcción sistemáticos y que garanticen su éxito.

Estos otros procedimientos constructivos aplican para situaciones particulares, como pueden ser tramos de túnel excesivamente cortos que hacen inviable el empleo de la tuneladora (esta se recomienda en longitudes no inferiores a los 2.000 m), en fondos de saco de fin de línea, en galerías de accesos a estaciones, en desvíos de servicio y, en general, aquellas situaciones singulares en que puedan ser la mejor o, incluso, la única opción.

Estos métodos, además del empleo de la tuneladora que fueron analizados son: el Método Tradicional Madrileño, el túnel a cielo abierto ascendente y descendente y el Nuevo Método Austríaco (NATM).

Analizados los diferentes métodos constructivos a lo largo del trazado de la ruta, dio como resultado la siguiente evaluación:

FASE I Tramo 2 Solanda-La Magdalena. Dicho tramo incluye las estaciones de Solanda, El Calzado y El Recreo y 4.237 m de túnel. El túnel sería ejecutado mediante tuneladora, cuyo pozo de ataque es la estación de Solanda y cuyo pozo de salida se sitúa en la estación de La Magdalena. La tuneladora deberá ser arrastrada en El Calzado y El Recreo.

Dependiendo de los resultados del estudio geotécnico en la zona de El Panecillo, podría plantearse la alternativa de que en este tramo se ejecutara también la estación de La Magdalena y el tramo de túnel desde esta estación y un pozo de extracción que se situaría en la av. 24 de Mayo, antes de entrar al Centro Histórico. Esto incrementaría la longitud a ejecutar con la tuneladora en 2.315,5 m (6.552,5 m en total).

FASE I Tramo 3 La Magdalena-El Ejido. Dicho tramo incluye las cuatro estaciones de La Magdalena, San Francisco, La Alameda y El Ejido y los 5.040 m de túnel. El túnel se ejecutaría mediante método tradicional en mina (o belga), con frentes de ataque en cada una de las estaciones. En el caso del tramo La Magdalena-San Francisco, habrá que añadir ataques intermedios desde el pozo de ventilación, sensiblemente centrado en el trazado. De esta forma, resulta:

- Tramo La Magdalena-San Francisco (2.565 m), con 4 frentes de ataque: uno de La Magdalena hacia el pozo de ventilación, otros dos de dicho pozo a ambas estaciones, y un cuarto de San Francisco al pozo.
- Tramo San Francisco-La Alameda (1.396 m) con un frente de ataque en cada estación.
- Tramo La Alameda-El Ejido (1.079 m), con un frente de ataque desde cada estación.



En caso de que el tramo 2 se ejecute con tuneladora hasta la 24 de Mayo, este tramo 3 se reduciría notablemente (el tramo largo desaparecería y sólo incluiría un túnel del pozo de 24 de Mayo a San Francisco, de 249,5 m).

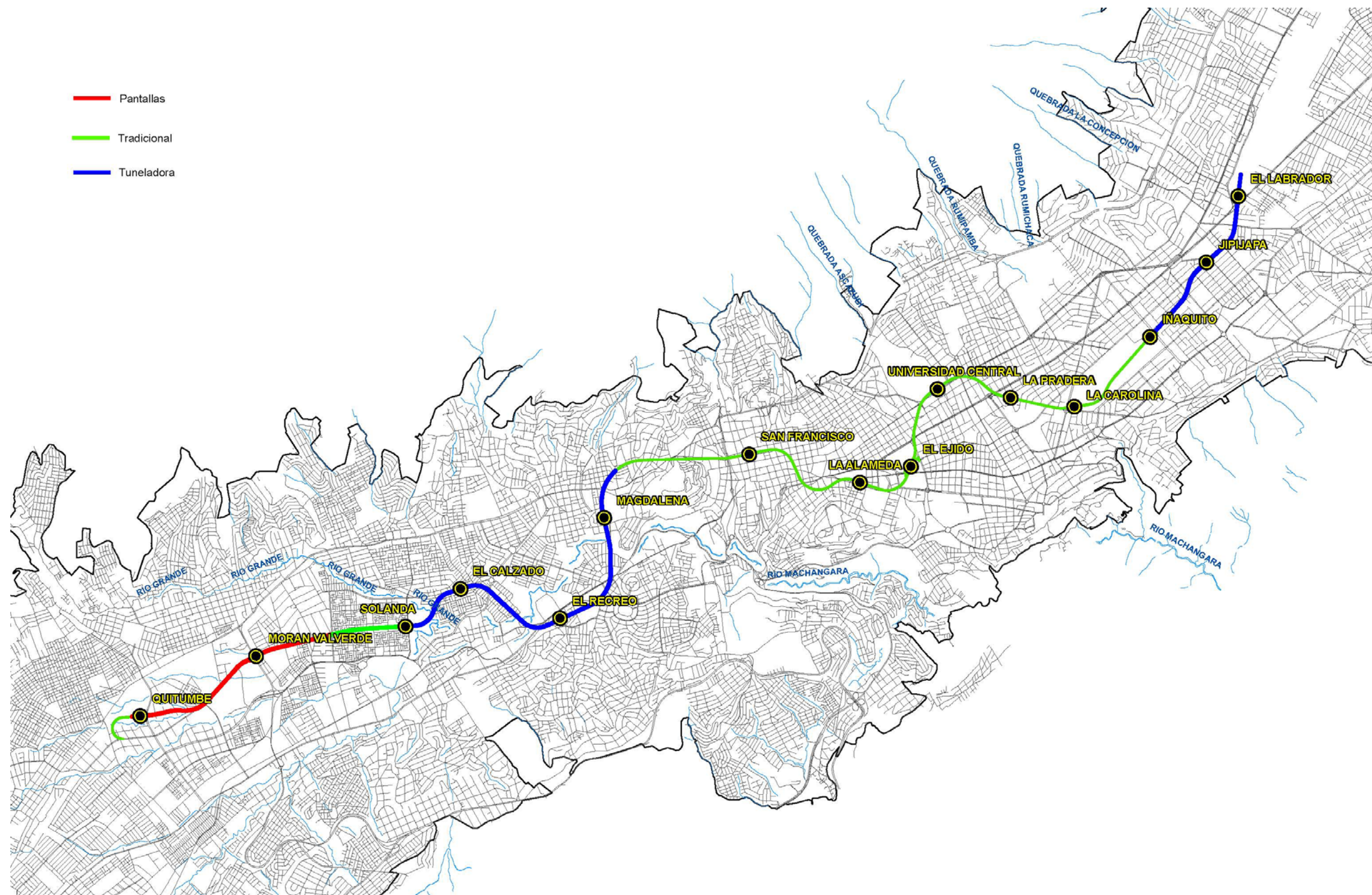
FASE I Tramo 4 El Ejido-Jipijapa. Dicho tramo incluye las cinco estaciones de Universidad Central, La Pradera, La Carolina, Ñaquito y Jipijapa, los 5.755 m de túnel que se construye entre El Ejido y Jipijapa y los 700 m de túnel de fondo de saco. El primer túnel se ejecutaría mediante tuneladora, cuyo pozo de ataque es la estación de Jipijapa y cuyo pozo de salida se sitúa en la estación de El Ejido. La tuneladora deberá ser arrastrada en Ñaquito, La Carolina, La Pradera y Universidad Central. El segundo túnel se ejecutará mediante método belga con tres frentes de ataque y finalizará en un espejo situado a 211 m del piñón de entrada de la estación de El Labrador, que se incluirá en la segunda fase del proyecto.

Se ha procurado que los cuatro tramos sean equivalentes, aunque el cuarto es más largo y tiene una estación más y el primer tramo es algo más corto aunque queda compensado con la cochera de Quitumbe, siendo mayor en este tramo el peso de trabajos “convencionales” que en los otros tres. El tramo 2 también es algo más largo que los tramos 3 y 4. En la Fase I por tanto va a ser necesario utilizar dos tuneladoras, siendo los nodos de actividad Solanda y Jipijapa.

La **FASE II** de construcción de la Primera Línea del Metro de Quito transcurre en su mayor parte bajo los terrenos del actual aeropuerto del Mariscal Sucre, por lo que mientras no esté plenamente operativo el nuevo aeropuerto internacional de Quito no podrá comenzar. Esta fase cuenta con 5,34 km de longitud y cinco nuevas estaciones por lo que se plantea sea ejecutada en un único tramo. Al ser el trazado longitudinal menos profundo se recomienda que en su mayor parte se ejecute mediante carro deslizante o mediante pantallas en una longitud de 4.875 m con ocho ataques (o cuatro, uno desde cada estación, con un plazo de ejecución doble) también se cuenta con 250 m de túnel a ejecutar mediante método belga, que se ejecutaría con un solo frente de ataque. En el extremo final de la Línea, tras la estación de La Ofelia se plantea un estacionamiento subterráneo capaz para doce trenes, que se ejecutaría mediante cut&cover.

En la Figura 4.3 se muestra el trazado definitivo y los métodos constructivos a utilizar.

Figura 4.3: Trazado de la alternativa seleccionada y métodos constructivos a emplear

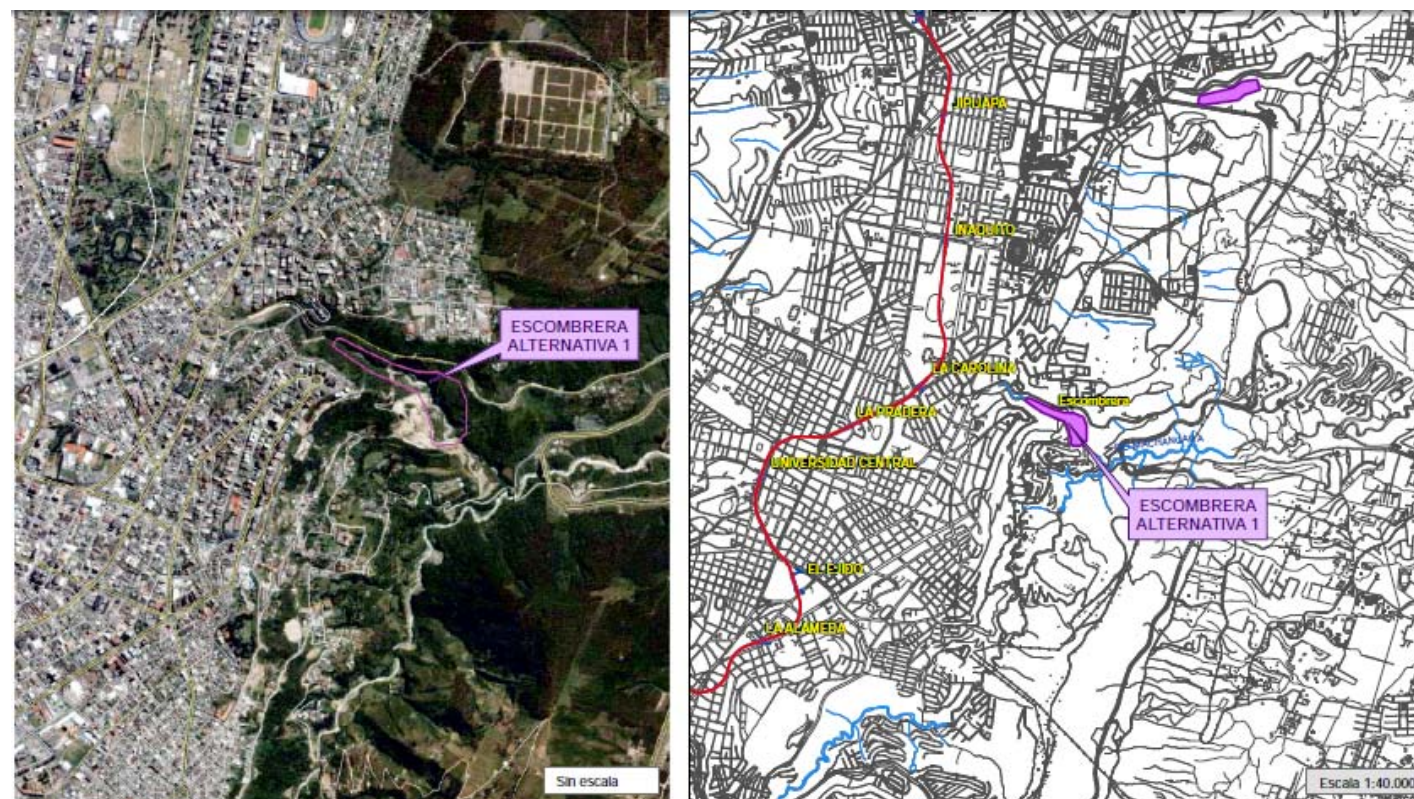


4.5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LOS SITIOS DE ESCOMBRERAS

El análisis de alternativas para los sitios de escombreras se desarrolló empleando los procedimientos propuestos por el Grupo de Trabajo para evaluar las Alternativas en Sistemas de Evaluación de Impacto Ambiental (SCC, Jansson, 2000; RAMBOLL, 2004). El procedimiento se basa en la descripción de cada alternativa en sus condiciones físicas, bióticas, socioeconómicas, infraestructura y uso de espacios por sitio, identificando las principales implicaciones de la utilización del sitio como escombrera, a fin de contar con una base cualitativa para la comparación.

4.5.1 Alternativa 1: El Batán

Alternativa: 1	Denominación: El Batán (QUEBRADA PACCHA)
Capacidad de recepción	5.000.000 m ³
Lugar:	Av. Interoceánica, paralela al túnel Guayasamín
Coordenadas UTM	17 781877 y 9978505



Registro fotográfico

Descripción del componente físico

- Topografía: La zona presenta una topografía irregular, donde existen áreas planas y pendientes hasta acceder al sitio donde se depositará el material pétreo. Los taludes son poco firmes, ocurriendo deslaves en períodos lluviosos. En la Quebrada se han construido canales de hormigón que son utilizados para el desagüe de aguas servidas y pluviales de los Barrios de Guápulo y Bellavista.
- Suelo: El suelo del área a intervenir es de tipo franco, utilizado para el cultivo de maíz, por los pobladores del Barrio. La vegetación del sitio es escasa y predomina el pasto.
- Las dimensiones aproximadas de toda la quebrada son: largo: 2000 m, ancho: 150 m; profundidad: 30 m.
- El área de las inmediaciones de la quebrada es en parte Residencial, Barrio Bolaños, por lo que debe utilizarse vehículos con silenciadores que mitiguen las emisiones de niveles de presión sonora.
- Las vías de acceso son apropiadas, existe una bajada desde el sector de Guápulo hacia la Av. Simón Bolívar, desde donde se puede acceder a la quebrada. Para el paso de volquetas cargadas las vías deberán recibir cierta adecuación para el traslado del material hacia la quebrada.
- Es importante mencionar que el establecimiento de la escombrera en esta quebrada podría aportar a la reconfiguración del terreno en el sector en donde la vía interoceánica se vino abajo hace aproximadamente 13 años, lo cual quizá posibilitaría la reconstrucción de la mencionada vía, con el consecuente beneficio para la ciudadanía en general y, particularmente, para los habitantes del valle de Cumbayá y Tumbaco, ya que se ha visto que el flujo vehicular sobrepasa la capacidad de la vía y túnel Guayasamín, razón por la cual se ha optado por hacerlo de una sola vía dos veces al día, en la mañana en sentido Este-Oeste, para facilitar el ingreso de personas del valle hacia Quito, y en la tarde y noche en sentido Oeste-Este, para facilitar el regreso de personas desde la ciudad hasta el valle.



Panorámica del sitio. Coberturas generalistas, eucaliptos, sin asentamientos inmediatos



Panorámica áreas aledañas. Guápulo se encuentra en el eje sur oriente del área analizada



Detalle áreas planas y pendientes de sitio. Existe una central de generación eléctrica aguas abajo



Topografía del área



Vista del área

Descripción del Componente Biótico

FLORA

La vegetación al interior de la Quebrada Paccha, en el sector de El Batán, se encuentra totalmente alterada. La vegetación natural ha quedado restringida a pequeños parches de matorral natural que ha quedado como remanente de lo que originalmente era el matorral andino.

La quebrada contiene una cascada en su parte media, que la divide claramente en dos zonas diferenciadas.

La zona superior, es decir de la cascada aguas arriba, presenta una cobertura vegetal de aproximadamente un 90 % de bosque de eucalipto y un 10 % de matorral remanente.

La zona inferior de la quebrada presenta cobertura vegetal en aproximadamente un 50 % de su superficie, mientras que el 50 % restante presenta paredes de roca en grandes peñascos de pendiente muy pronunciada. De este 50 %, un 40 % corresponde a pastizal dominado por kikuyo, mientras que un área de crecimiento secundario de eucalipto y pequeños remanentes de matorral ocupan, en partes iguales, el otro 10 % de cobertura.

Cabe mencionar que la zona destinada para la escombrera corresponde a la parte inferior de la quebrada.

FAUNA

Con relación a la fauna, al interior de la quebrada se aprecia que prácticamente han desaparecido los microhábitats necesarios para la permanencia de animales silvestres, por lo que no se aprecia la presencia de especies representativas de fauna.

Los mamíferos silvestres han sido reemplazados por roedores introducidos como ratas y ratones, los mismos que se desarrollan usualmente en áreas alteradas y con niveles bajos de salubridad.

Las aves son el grupo más representativo de fauna. Las especies más representativas son aquellas cuya presencia está relacionada con los pequeños remanentes de matorral; entre éstas se encuentran aves como las tangaras, pinchaflores, colibríes, tórtolas, atrapamoscas, mirlos y gorriones. Adicionalmente, sobrevolando en el área abierta y sobre los peñascos de roca se aprecia la presencia de golondrinas.

La herpetofauna es muy poco representativa en el área de la quebrada. Únicamente se estima la presencia de una especie de lagartija, la guagsa, y posiblemente una especie de rana marsupial del género *Gastrotheca*, debido a las condiciones de humedad por el paso de agua en el eje central de la quebrada.

Dentro de los invertebrados, los insectos son los más representativos del área. Entre éstos destacan algunos grupos como los saltamontes, chinches, abejas, abejorros, hormigas, mariposas y escarabajos.

Todos los animales presentes en la quebrada corresponden a especies generalistas, de poca sensibilidad ambiental, que se adaptan bien a las condiciones de alteración del hábitat.

Descripción del Componente Socioeconómico

La caracterización socioeconómica del presente estudio se realizó tomando como base procedimientos rápidos de investigación organizados en función de dos fuentes:

FUENTES PRIMARIAS

Para la investigación de campo se implementó el Diagnóstico-Evaluación Participativa Rápida (DEPR), que consiste en la aplicación de 2 técnicas de investigación: entrevistas personales y observación directa.



Entrevistas Personales

Se hicieron entrevistas personales a habitantes y trabajadores del área de influencia. Para ello se eligieron de forma aleatoria a dos personas que viven en el Barrio Bolaños, adicionalmente se entrevistó al personal que trabaja en el peaje y túnel Oswaldo Guayasamín.

Observación Directa

Los investigadores visitaron el área de implantación del proyecto para verificar la presencia o no de servicios básicos, así como el estado de la infraestructura comunitaria; y posibles inconvenientes sociales a lo largo del recorrido del proyecto.

FUENTES SECUNDARIAS

Para la realización de la presente investigación se recurrió a la investigación de gabinete consistente en recopilación bibliográfica y de otras fuentes que puedan brindar información de la zona estudiada, se destaca en estas fuentes el VII Censo de Población y VI Vivienda elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2010. Además, se revisaron otros documentos existentes referentes a la zona del proyecto.

POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

La vía Km. 1 de la Vía Interoceánica, conocido como Túnel Oswaldo Guayasamín, se ubica en la zona centro-este de la ciudad de Quito, en la provincia de Pichincha.

Esta vía fue construida para restituir la comunicación entre el norte de Quito y los valles de Cumbayá y Tumbaco, luego de que en el año 1.999, como consecuencia de grandes lluvias, se produjo un deslizamiento que incluyó tanto el talud como parte de la carretera en el Km. 1 de la Vía Interoceánica, destruyéndola casi por completo.

Durante los periodos de trabajo en esta zona, se produjeron más deslizamientos que prácticamente hicieron desaparecer la carretera antigua. La causa principal de estos deslizamientos es una cascada de aproximadamente 150 m de altura en la Quebrada Paccha, que erosionó el pie del talud. El caudal de ésta está constituido por efluentes sanitarios, industriales y pluviales⁷.

Aledaño al área de la Alternativa 2 – El Batán, se encuentra el barrio Padre de Jesús Bolaños, el cual se construyó al filo de la vía. Está ubicado a un costado de la Av. Interoceánica (salida del túnel de Guayasamín, con dirección a Cumbayá), es una zona categorizada como de riesgo de habitabilidad dentro del Distrito Metropolitano de Quito.

Pese a eso, según las opiniones de las personas entrevistadas sobre el peligro que corren al vivir en esta zona, existen criterios divididos pues quienes habitan en la parte alta del barrio afirman que el lugar es seguro, pues el terreno donde están sus casas es de cangagua (piedra de origen volcánico). Mientras que los vecinos de la parte baja del barrio, asentados al filo del antiguo camino a Cumbayá, sí corren peligro, pues el terreno es propenso a sufrir derrumbes, sin embargo, por falta de recursos no abandonan la zona.

La Administración Eugenio Espejo ha creado un comité de seguridad especializado en zonas de riesgo y ha realizado talleres de capacitación en el barrio con el fin de que los moradores conozcan qué hacer en caso de emergencia.

Otro problema con los habitantes de este barrio es la dificultad que tiene para movilizarse, pues si desean ir a Quito deben esperar a que alguien voluntariamente acceda a llevarlos, mientras que deben caminar hasta el intercambiador si desean llegar a Tumbaco.

No todos los pobladores del Barrio Bolaños cuentan con escrituras, debido a que son herederos o poseedores. Uno de los propietarios legítimos y dueño de la parte alta de la Quebrada Paccha es el Sr. Modesto Vascones, el cual no vive en la zona pero arrienda su propiedad.

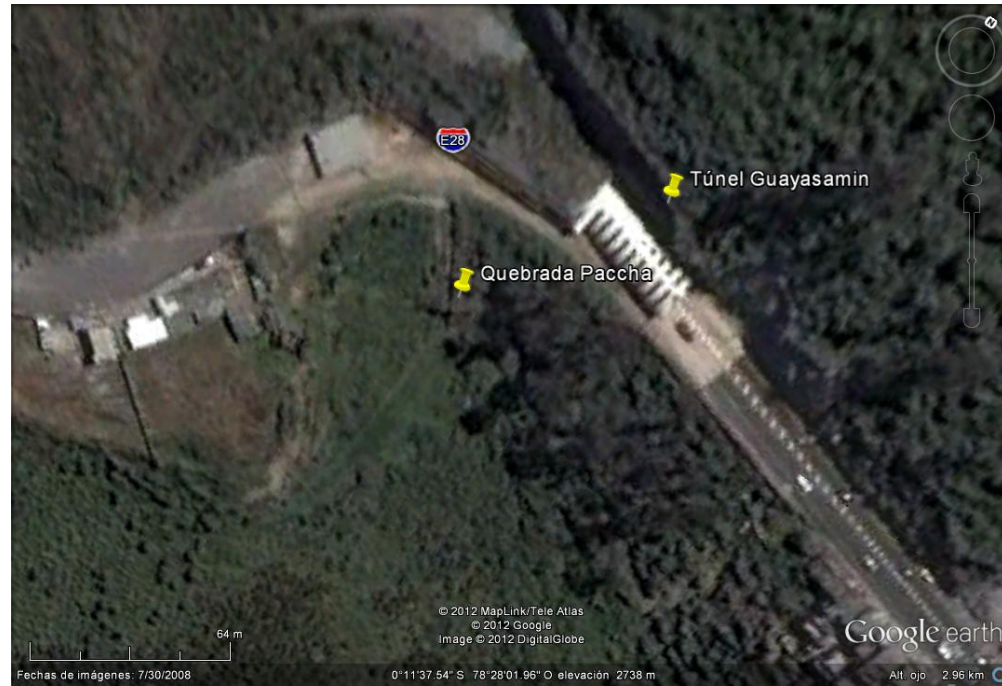
El barrio se encuentra organizado a través del Comité Pro mejoras, a pesar de la división que existe entre las personas que viven en la parte alta y baja.

Cuentan con todos los servicios básicos, casa comunal, iglesia y existió una escuela pero dejó de funcionar pues los habitantes de la zona prefieren enviar a sus hijos a Quito.

ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

La Alternativa 2 para la ubicación de escombreras del proyecto Metro Q, se ubica aledaño a la Quebrada Paccha y túnel Guayasamín, dentro de la propiedad privada del Sr. Modesto Vascones, en el Barrio Padre Jesús de Bolaños. Este sitio es habitado por no más de 10 familias que arriendan o no han abandonado sus casas a pesar de los riesgos.

⁷ Solución Vial del Km. 1 de la Vía Interoceánica - Túnel Oswaldo Guayasamín Vía Interoceánica Km. 1. Arturo Daniel Manzur



Fuente: Google Earth
Elaboración: Bioplanning, 2012

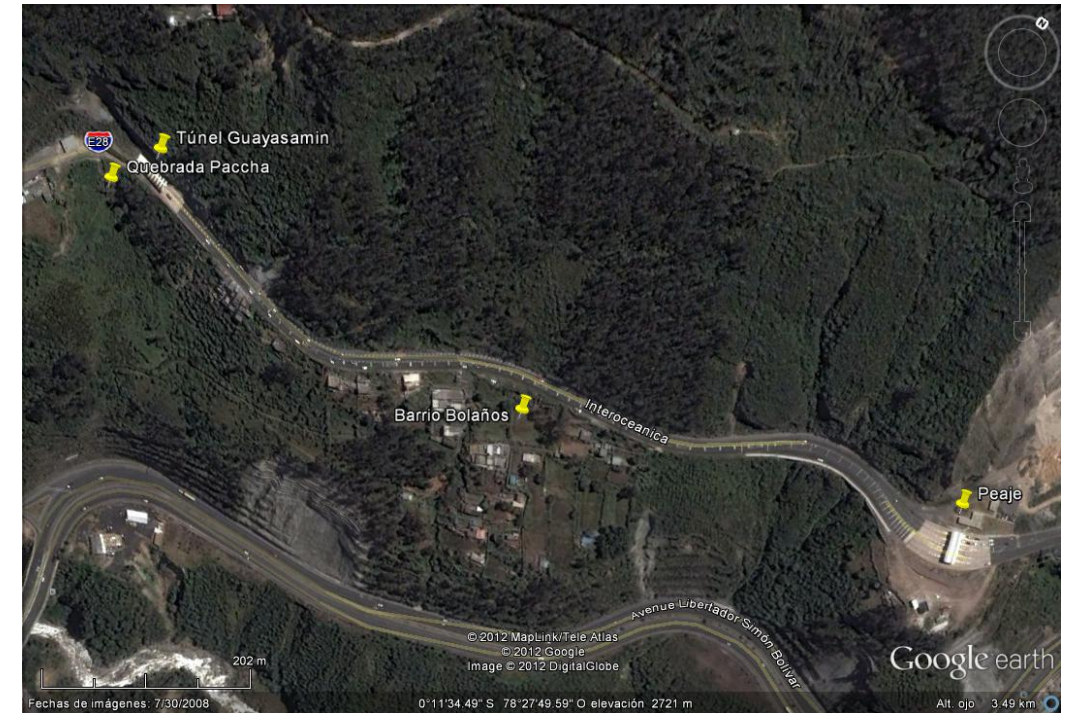


Acceso al área de escombrera

Esta zona soporta alto tráfico durante todo el día, principalmente durante las horas pico en que se implementa el sistema contraflujo para los usuarios que retornan a los valles.

ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

El área de influencia indirecta a esta alternativa está compuesto por la población de la parte alta y baja del Barrio Padre Jesús de Bolaños.



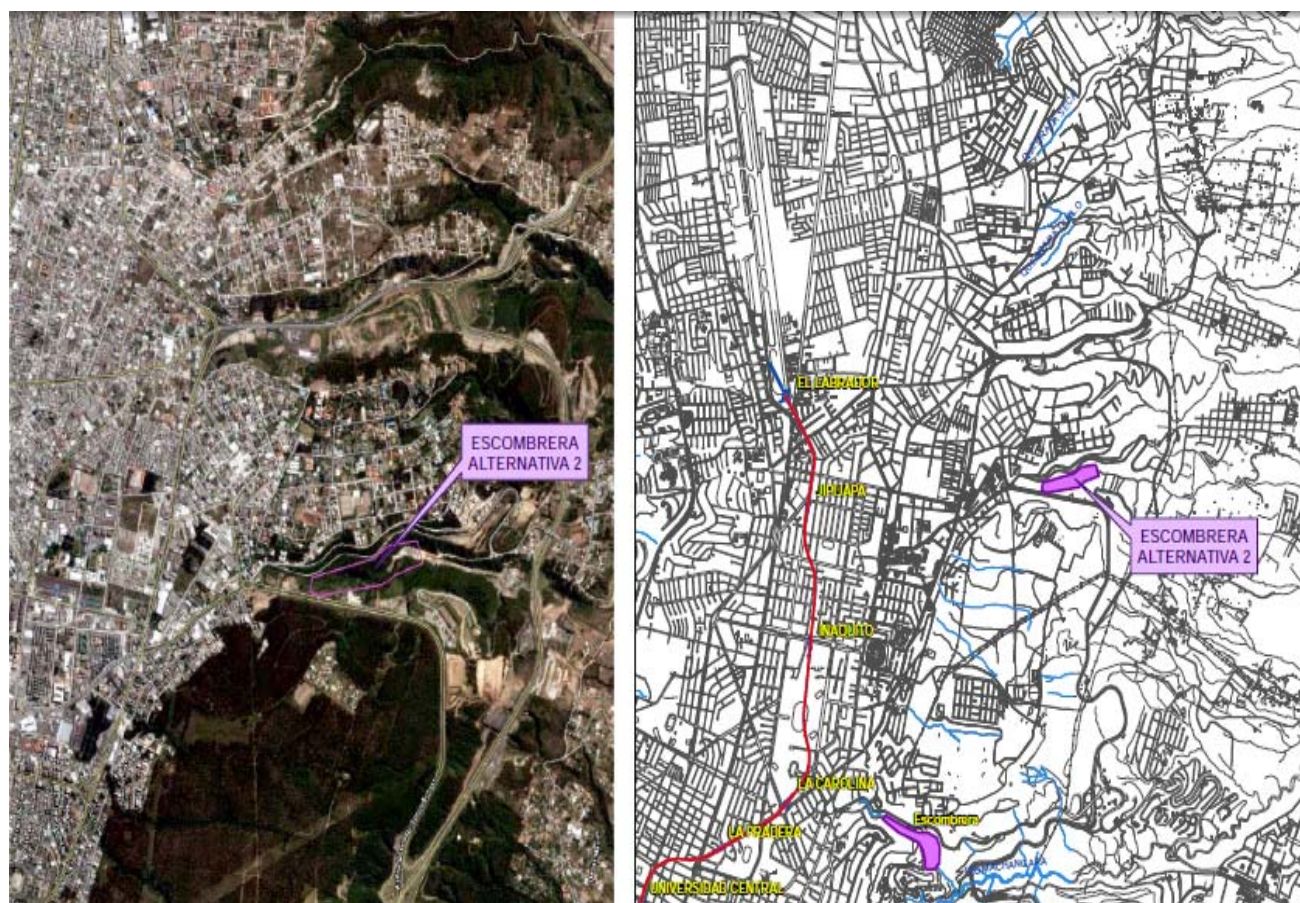
Fuente: Google Earth
Elaboración: Bioplanning, 2012



Panorámica del Barrio Bolaños

4.5.2 Alternativa 2: Quebrada Jatunhuayco

Alternativa: 2	Denominación: Jatunhuayco
Capacidad de recepción	1.800.000 m ³
Lugar:	Entre las Avs. Granados y Simón Bolívar
Coordenadas UTM	17 781963 y 9978586



Registro fotográfico

Descripción del Componente Físico:

- Topografía: La zona presenta una topografía irregular, donde existen áreas planas y pendientes hasta acceder al sitio donde se depositará el material pétreo. En la quebrada existen taludes rocosos firmes, que brindan estabilidad para depositar el material pétreo que se generará en la fase de movimiento de tierra y excavación del Metro. Además, se evidenció la construcción de canales de hormigón que son utilizados para el desagüe de aguas servidas y pluviales de las zonas altas

del sitio. El flujo de estas aguas dependerá del clima imperante. En su punto más bajo, al lado Este de la Av. Simón Bolívar, la quebrada sirve de límite entre los Barrios Jatunhuayco y Chibatola.

- Suelo: El suelo del área a intervenir no es utilizado para la agricultura, es de tipo arcilloso, determinado cualitativamente por el personal técnico que intervino en el trabajo de campo. La vegetación del sitio es escasa y predomina el pasto.
- Las dimensiones aproximadas de toda la quebrada son: largo: 1500 m, ancho promedio: 100 m; profundidad: 25 m.
- El área de las inmediaciones de la quebrada hacia el lado Oeste de la Av. Simón Bolívar posee principalmente áreas verdes con signos de alteración. En su punto más alto se encuentra el Camposanto Monteolivo. Hacia el lado Este de la Av. Simón Bolívar es en parte Residencial, con abundantes viviendas y parques en el lado sur, que corresponde a las inmediaciones del acceso al sector de Nayón por lo que, en caso de utilizarse el sitio como escombrera, debe utilizarse vehículos con silenciadores que mitiguen los niveles de presión sonora.
- Hacia el lado Este de la Av. Simón Bolívar, en el ingreso a Nayón, existen vías de acceso apropiadas para el paso de volquetas cargadas, que deben recibir cierta adecuación para el traslado del material debido a que son utilizadas para el tráfico vehicular de la zona. Hacia el lado Oeste de la Av. Simón Bolívar, en cambio, habría que adecuar una vía de acceso desde el carril derecho, en sentido Norte-Sur, de la Av. Simón Bolívar.



Panorámica desde el fondo del sitio. Cobertura generalista, barbecho, eucaliptos



Detalle áreas planas y pendientes de sitio. Se identifican propietarios



Descripción del Componente Biótico

FLORA

La vegetación al interior de la Quebrada Jatunhuayco se encuentra totalmente alterada. La vegetación natural ha quedado en pequeñas zonas de matorral natural que ha quedado como remanente de lo que originalmente era el matorral andino.

Existe aproximadamente un 90 % de cobertura vegetal, mientras que el 10 % restante del área presenta áreas con suelo descubierto. Del 90 % de cobertura vegetal, aproximadamente un 45 % corresponde a matorrales de chilca y otros representantes menores, que complementan el matorral alterado. Un 30 % de la cobertura vegetal está representada por pasto, en donde el kikuyo y el trébol tienen una presencia importante. En las zonas altas de la ladera, en ciertos puntos específicos, existen unos pequeños parches de bosque de eucalipto, aproximadamente en un 10 % de cobertura. El 5 % restante se encuentra cubierto por árboles de pino, principalmente en los puntos de la quebrada cercanos a la Av. Simón Bolívar.

FAUNA

Con relación a la fauna, al interior de la quebrada se aprecia que prácticamente han desaparecido los microhábitats necesarios para la permanencia de animales silvestres, por lo que no se aprecia la presencia de especies representativas de fauna.

Los mamíferos silvestres han sido reemplazados por roedores introducidos como ratas y ratones, los mismos que se desarrollan usualmente en áreas alteradas y con niveles bajos de salubridad.

Las aves son el grupo más representativo de fauna. Las especies más representativas son aquellas cuya presencia está relacionada con los pequeños remanentes de matorral; entre éstas se encuentran aves como las tangaras, pinchaflores, colibríes, tórtolas, atrapamoscas, mirlos y gorriones.

La herpetofauna es muy poco representativa en el área de la quebrada. Únicamente se estima la presencia de una especie de lagartija, la guagsa, y posiblemente una especie de rana marsupial del género *Gastrotheca*, debido a las condiciones de humedad por el paso de agua en el eje central de la quebrada.

Dentro de los invertebrados, los insectos son los más representativos del área. Entre éstos destacan algunos grupos como los saltamontes, chinches, abejas, abejorros, hormigas, mariposas y escarabajos.

Todos los animales presentes en la quebrada corresponden a especies generalistas, de poca sensibilidad ambiental, que se adaptan bien a las condiciones de alteración del hábitat.

Descripción del Componente Socioeconómico

La caracterización socioeconómica del presente estudio se realizó tomando como base procedimientos rápidos de investigación organizados en función de dos fuentes:

FUENTES PRIMARIAS

Para la investigación de campo se implementó el Diagnóstico-Evaluación Participativa Rápida (DEPR), que consiste en la aplicación de 2 técnicas de investigación: entrevistas personales y observación directa.

Entrevistas Personales

Se hicieron entrevistas personales a habitantes del área de influencia. Para ello se eligieron de forma aleatoria a dos personas que viven en Nayón, adicionalmente se entrevistó al Administrador del Cementerio Monte Olivo por ser propietarios de una parte del área a intervenir.

Observación Directa

Los investigadores visitaron el área de implantación del proyecto para verificar la presencia o no de servicios básicos, así como el estado de la infraestructura comunitaria; y posibles inconvenientes sociales a lo largo del recorrido del proyecto.

FUENTES SECUNDARIAS

Para la realización de la presente investigación se recurrió a la investigación de gabinete consistente en recopilación bibliográfica y de otras fuentes que nos puedan brindar información de la zona estudiada, se destaca en estas fuentes el VII Censo de Población y VI Vivienda elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2010. Además, se revisaron documentos existentes en la página de internet de la Junta Parroquial de Nayón.

POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

La quebrada Jatunhuayco se encuentra en el límite urbano al Este de la ciudad de Quito. Su parte alta, en el lado Norte de la quebrada, recibe la influencia del sector residencial de Monteserrín, una zona de gran desarrollo urbanístico en donde en los últimos años se han incrementado notablemente los proyectos habitacionales para los niveles socioeconómicos medio y alto. En el lado Sur de la parte alta de la quebrada se encuentra la Av. Simón Bolívar, en el sector de la gasolinera de Petrocomercial y del Camposanto Monteolivo, este último copropietario de un sector de la quebrada.

La parte baja de la quebrada se inserta en la Parroquia rural de Nayón, la misma que tiene una extensión de 2000 Ha., de las cuales 56,50 Ha. corresponden a la cabecera parroquial. Limita al Norte con la parroquia de



Zámbiza, al Sur con el río Machángara, al Este con el río San Pedro y al Oeste con los cerros Miraflores y Monteserrín.

En el censo realizado el 25 de noviembre del año 2001 Nayón alcanza los 9.693 habitantes, de los cuales 4736 hombres y 4957 mujeres.

La población cuenta con todos los servicios básicos y actualmente se encuentran ejecutando un proyecto de manejo de desechos.

Es una población organizada, que trabaja en coordinación con la Junta Parroquial para resolver sus problemas o necesidades.

La parroquia de Nayón asienta su estructura económica en el sector agrícola. La mayoría de habitantes son pequeños y medianos productores de plantas ornamentales, achiras, hortalizas, tomates, romero y pino, desde hace siglos han surtido el mercado de Quito con sus flores y hortalizas. También se comercializan plantas y semillas de estos productos.

Además la capacidad operativa de la microempresa en esta parroquia determina el sustento económico de las familias con pequeño capital de trabajo. Las actividades microempresariales son: la alimenticia, confesión de ropa, artesanías.

Actualmente, el turismo y la gastronomía se han convertido en alternativas para el desarrollo económico local.

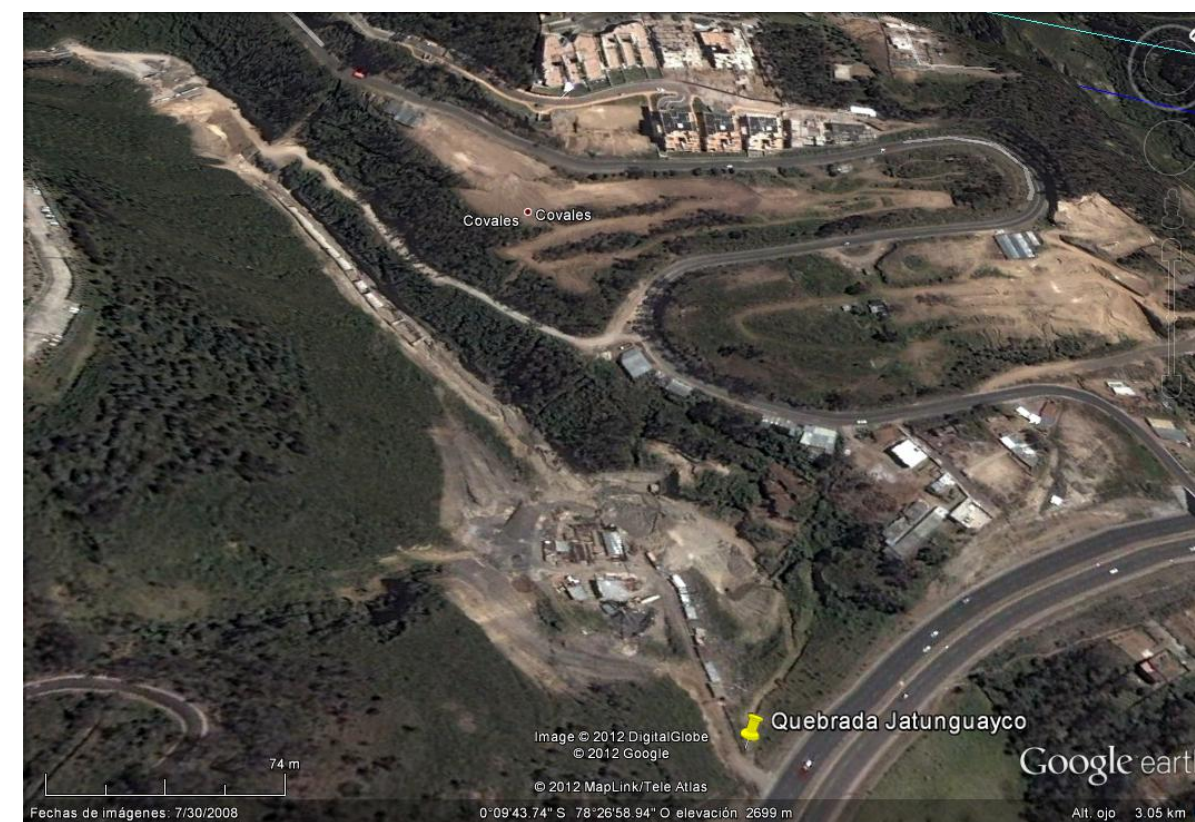
Se compone de llanos pequeños agrícolas y abruptas pendientes que descienden a las quebradas y al río.

Actualmente se encuentra integrado al Distrito Metropolitano de Quito dentro de la categoría de parroquia rural.

ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

La Alternativa 1 para la ubicación de escombreras del proyecto Metro Q, abarca la quebrada Jatunhuayco. Junto a la quebrada no se identificaron asentamientos humanos, sin embargo existe un colector de aguas lluvia y servidas que permite aliviar la descarga del colector Central Ñaquito.

La quebrada Jatunhuayco colinda hacia el Sur con la propiedad del Cementerio Monte Olivo, hacia el Norte con la antigua vía a Nayón, al Este con la Av. Simón Bolívar y al Oeste con el Barrio El Batán.



Fuente: Google Earth
Elaboración: Bioplanning, 2012

ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

El área de influencia indirecta corresponde a la población de Nayón principalmente la ubicada en la antigua vía de acceso.



Fuente: Google Earth
Elaboración: Bioplanning, 2012

4.5.3 Alternativa 3: Peaje Valle de Los Chillos

Alternativa: 3	Denominación: Peaje Valle de Los Chillos
Capacidad de recepción	300.000 m ³
Lugar:	Autopista Rumiñahui, a 100 metros del peaje
Coordenadas UTM	17 780200 y 9972363



Fuente: Google Earth. 2012



Panorámica del sitio, coberturas mixtas, con cultivos y viviendas precarias



Detalle áreas planas y pendientes de sitio. Accesos y basurales en inmediaciones



Panorámica áreas aledañas, viviendas inmediatas

Descripción del componente físico

- Topografía: La zona presenta una topografía irregular, donde existen pendientes hasta acceder al sitio donde se podrá depositar el material pétreo. Los taludes son poco firmes, ocurriendo deslaves en períodos lluviosos. En la zona existen viviendas precarias que arrojan los desechos orgánicos e inorgánicos en la ladera de la quebrada.
- Suelo: El suelo del área a intervenir es de tipo franco, utilizado para el cultivo de maíz y papa por los pobladores de la zona.
- Las dimensiones aproximadas de toda la quebrada son: largo: 500 m, ancho: 200 m; profundidad: 25 m.
- El área de las inmediaciones de la quebrada es en parte ocupada por vecinos del Barrio, por lo que debe utilizarse vehículos con silenciadores que mitiguen las emisiones de niveles de presión sonora.
- Las vías de acceso a la quebrada son inexistentes, por lo que sería necesario construir un acceso desde la Av. Rumiñahui, para lo cual se requeriría pasar por viviendas que existen en la zona. Sin embargo, el ingreso por la Av. Rumiñahui se dificulta por el tráfico de la subida a Quito.

Descripción del Componente Biótico

FLORA

La vegetación al interior de esta quebrada, en el sector de la autopista a Los Chillos, se encuentra totalmente alterada. La vegetación natural, de lo que originalmente era el matorral andino, se ha perdido totalmente.

La quebrada presenta cobertura vegetal en aproximadamente un 80 % de su superficie, mientras que el 20 % restante presenta suelo expuesto, principalmente en sitios de deslizamiento de tierra. De este 80 %, un 60 % corresponde a pastizal dominado por kikuyo, seguido por un 15 % de eucalipto, y el otro 5 % de cobertura corresponde a cultivos de los pobladores locales, entre los que sobresale las plantaciones de maíz.

FAUNA

Con relación a la fauna, al interior de la quebrada se aprecia que prácticamente han desaparecido los microhábitats necesarios para la permanencia de animales silvestres, por lo que no se aprecia la presencia de especies representativas de fauna.

Los mamíferos silvestres han sido remplazados por roedores introducidos como ratas y ratones, los mismos que se desarrollan usualmente en áreas alteradas y con niveles bajos de salubridad.



Las aves son el grupo más representativo de fauna. Sin embargo, las especies más representativas son aquellas cuya presencia está relacionada con el bosque de acaulípto; entre éstas se encuentran aves como las tórtolas, mirlos y gorriones.

La herpetofauna es muy poco representativa en el área de la quebrada. Únicamente se estima la presencia de una especie de lagartija, la guagsa, y, posiblemente, una especie de rana marsupial del género *Gastrotheca*.

Dentro de los invertebrados, los insectos son los más representativos del área. Entre éstos destacan algunos grupos como los saltamontes, chinches, abejas, abejorros, hormigas, mariposas y escarabajos.

Todos los animales presentes en la quebrada corresponden a especies generalistas, de poca sensibilidad ambiental, que se adaptan bien a las condiciones de alteración del hábitat.

Descripción del Componente Socioeconómico

La caracterización socioeconómica del presente estudio se realizó tomando como base procedimientos rápidos de investigación organizados en función de dos fuentes:

FUENTES PRIMARIAS

Para la investigación de campo se implementó el Diagnóstico-Evaluación Participativa Rápida (DEPR), que consiste en la aplicación de 2 técnicas de investigación: entrevistas personales y observación directa.

Entrevistas Personales

Se hicieron entrevistas personales a habitantes y trabajadores del área de influencia. Para ello se eligieron de forma aleatoria a dos personas que viven cerca del peaje del Valle de los Chillos y Conjunto Puertas del Sol Las Acacias.

Observación Directa

Los investigadores visitaron el área de implantación del proyecto para verificar la presencia o no de servicios básicos, así como el estado de la infraestructura comunitaria; y posibles inconvenientes sociales a lo largo del recorrido del proyecto.

FUENTES SECUNDARIAS

Para la realización de la presente investigación se recurrió a la investigación de gabinete consistente en recopilación bibliográfica y de otras fuentes que nos puedan brindar información de la zona estudiada, se destaca en estas fuentes el VII Censo de Población y VI Vivienda elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2010. Además, se revisaron documentos existentes referentes a la zona del proyecto.

POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

La Alternativa 3 para la ubicación de escombreras del proyecto Metro Q, está al filo de la Autopista General Rumiñahui, aledaño al conjunto habitacional Puerta del Sol "Las Acacias", situado a 600 metros pasando el peaje de la Autopista General Rumiñahui, entre los puentes 1 y 2.

Por su cercanía a la Autopista, este conjunto habitacional, compuesto por 11 casas y 35 departamentos, cuenta con varias alternativas de transporte que permiten a la gente trasladarse hacia distintos puntos de la ciudad.

Este sector cuenta con todos los servicios básicos: agua potable, luz eléctrica, alumbrado público, teléfono.

ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

En la parte baja de la quebrada se encuentran dos viviendas, aparentemente de invasiones pues las construcciones son precarias, únicamente de madera y zinc. Como parte de estas propiedades existen pequeñas parcelas de terrenos cultivados con maíz.

La quebrada ocasiona problemas a los moradores de la zona pues contiene aguas servidas que producen malos olores. Adicionalmente a este sitio llegan las aguas que se recogen de toda la autopista. En el otro margen de la quebrada está el sector denominado Salvador Celi. Ese sector registra contaminación por escombros que son arrojados a la quebrada.

Panorámicas del área del Proyecto



Fuente: Investigación de campo. Bioplanning, 2012

ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

El área de influencia indirecta corresponde a la población del Sector Salvador Celi.



Fuente: Google Earth. 2012

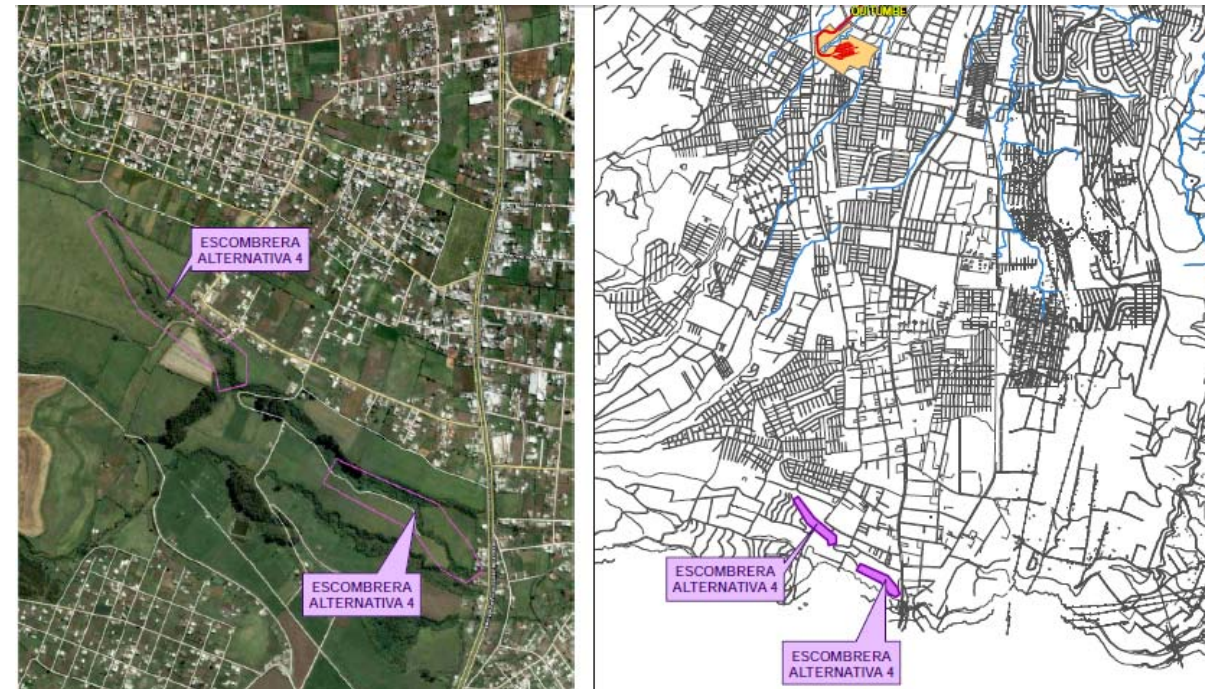
Panorámica del área de influencia



Fuente: Investigación de campo. Bioplaning. 2012

4.5.4 Alternativa 4. Guamaní

Alternativa: 4	Denominación: Guamaní
Capacidad de recepción	Aprox. 600 000 m ³
Lugar:	Predios del INIAP, Estación Santa Catalina
Coordenadas	17 772570 y 9960465



Registro fotográfico



Panorámica del sitio, pastos y árboles dispersos



Descripción del Componente Físico

- Topografía: La zona presenta una topografía regular, plana en los alrededores de una pequeña quebrada existente. Aparentemente, los taludes son poco firmes, ocurriendo deslaves en períodos lluviosos.
- Suelo: El suelo del área a intervenir es de tipo franco, donde se encuentra abundancia de pastos para el ganado.
- Las vías de acceso son apropiadas, aunque habría que adecuar un acceso desde la Panamericana Sur, lo cual dificultará el tráfico vehicular en la zona por el tránsito y, posiblemente, estacionamiento de las volquetas en la vía.
- La escombrera en este sitio no se ubicaría únicamente en la franja correspondiente a la quebrada, sino que utilizaría también las zonas planas aledañas, en tal caso se haría la disposición de material sobre la parte plana, a manera de terraplén.

Descripción del Componente Biótico

FLORA

La vegetación en el sector de los terrenos del INIAP, a la altura de esta quebrada, se encuentra alterada en buena parte. Sin embargo, al interior de la quebrada la vegetación natural, de tipo matorral andino, es la que predomina.

La quebrada presenta cobertura vegetal en el 100 % de su superficie. De esto, aproximadamente el 80 % corresponde al matorral andino, mientras que el 20 % restante se comparte, en partes iguales, entre áreas con pinos sembrados y áreas con pasto de kikuyo.

FAUNA

Con relación a la fauna, al interior de la quebrada se aprecia que aún existen ciertos microhábitats necesarios para la permanencia de animales silvestres, pero en las inmediaciones de la quebrada prácticamente lo único que existe es un pastizal bastante grande, por lo que el hábitat para la fauna en este sitio está totalmente modificado.

Los mamíferos silvestres han sido reemplazados por roedores introducidos como ratas y ratones, los mismos que se desarrollan usualmente en áreas alteradas y con niveles bajos de salubridad. Sin embargo, debido a la apreciable presencia de matorral al interior de la quebrada, es probable la presencia de al menos una especie de murciélago.

Las aves son el grupo más representativo de fauna. Sin embargo, las especies más representativas son aquellas cuya presencia está relacionada con el matorral andino; entre éstas se encuentran aves como las tórtolas,

tangaras, pinchaflores, colibríes, mirlos, atrapamoscas y gorriones. Además, sobre la zona abierta de pastizal es posible observar golondrinas en sobrevuelo.

La herpetofauna es muy poco representativa en el área de la quebrada. Únicamente se estima la presencia de una especie de rana marsupial del género *Gastrotheca*.

Dentro de los invertebrados, los insectos son los más representativos del área. Entre éstos destacan algunos grupos como los saltamontes, chinches, abejas, abejorros, hormigas, mariposas y escarabajos.

Todos los animales presentes en la quebrada corresponden a especies generalistas, de poca sensibilidad ambiental, que se adaptan bien a las condiciones de alteración del hábitat.

Descripción del Componente Socioeconómico

La caracterización socioeconómica del presente estudio se realizó tomando como base procedimientos rápidos de investigación organizados en función de dos fuentes:

FUENTES PRIMARIAS

Para la investigación de campo se implementó el Diagnóstico-Evaluación Participativa Rápida (DEPR), que consiste en la aplicación de 2 técnicas de investigación: entrevistas personales y observación directa.

Entrevistas personales

Se hicieron entrevistas personales a habitantes y trabajadores del área de influencia. Para ello se eligieron de forma aleatoria a dos personas que viven en la zona aledaña a los predios del INIAP, Estación Santa Catalina.

Observación Directa

Los investigadores visitaron el área de implantación del proyecto para verificar la presencia o no de servicios básicos, así como el estado de la infraestructura comunitaria; y posibles inconvenientes sociales a lo largo del recorrido del proyecto.

FUENTES SECUNDARIAS

Para la realización de la presente investigación se recurrió a la investigación de gabinete consistente en recopilación bibliográfica y de otras fuentes que puedan brindar información de la zona estudiada, se destaca en estas fuentes el VII Censo de Población y VI Vivienda elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2010. Además, se revisaron otros documentos existentes referentes a la zona del proyecto.

POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El probable sitio para la escombrera se ubica en el límite Sur del Cantón Quito. La zona se enmarca entre el frío de páramo, las lluvias de temporada y la calidez del mediodía, paisajes de neblina, la mezcla entre campo y pequeña ciudad y un vistoso paisaje natural.

La población del área de influencia es la que se encuentra junto a la vía Panamericana, en el sector de Guamaní, un sector en donde lo residencial se mezcla con lo comercial.

El interés por el sitio ha estado centrado en actividades ganaderas, agrícolas, diversos negocios internos de comercio y, en su mayoría, las prácticas laborales se desvían a prestar mano de obra en el mercado de la ciudad de Quito.

ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

La Alternativa 4 para Escombrera se ubicaría en terrenos del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, próximos a la Estación Experimental Santa Catalina.

El INIAP es una organización de carácter científico técnico, que se dedica a la investigación agropecuaria, gracias a las bondades de esta fructífera tierra se han desarrollado diversas innovaciones metodológicas y tecnológicas en beneficio del desarrollo local y nacional. Es parte de otras 7, ubicadas a lo largo y ancho del Territorio Nacional, inicia sus actividades en 1961 en una hacienda de la asistencia pública para luego convertirse en la estación Experimental Santa Catalina.

Dispone de 990 hectáreas de terreno para la investigación y producción de pino, eucalipto, rotaciones de cultivo, producción de leche, etc.

ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

El área de influencia indirecta a esta alternativa se compone de amplias zonas utilizadas como potreros. Existen pocas viviendas aledañas, dedicadas a actividades de ganadería y cultivo de subsistencia.

4.5.5 Alternativa 5. Escombrera “El Troje II”

Alternativa: 5	Denominación: El Troje II
Capacidad de recepción	Indeterminado, más de 3'000 000 m ³
Lugar:	Escombrera Municipal El Troje
Coordenadas	17 774452 y 9960350



Fuente: Investigación de campo. BIOPANNING. 2012

Descripción del Componente Físico

- Escombrera ubicada en la Panamericana Sur, sentido Sur – Norte.
- La capacidad es muy grande.
- Utilizada y adecuada para recibir material pétreo, actualmente en operación.
- La vía de acceso es la Ave. Simón Bolívar, sentido Sur – Norte, existiendo largas filas de volquetas que no interrumpen el tráfico vehicular. Se cancela 2 USD/volqueta a disponer.
- Alternativa favorable para disponer material pétreo, debido a que es un área con las facilidades creadas.
- Es necesario coordinar con la EMMOP la contratación de la escombrera para la disposición del material pétreo.



Figura 1. Escombrera "El Troje II"



Figura 2. Descarga de material

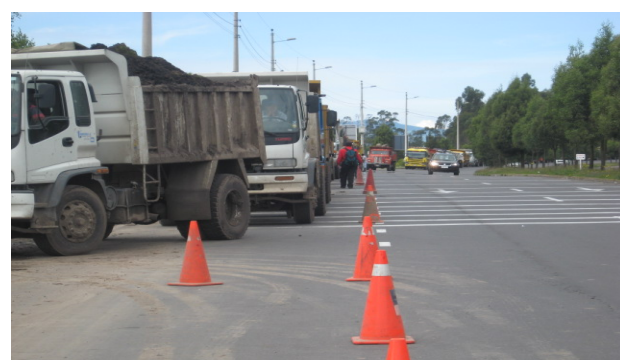


Figura 3. Vía de acceso



Figura 4. Vista de la escombrera

Descripción del Componente Biótico

FLORA

La vegetación en el sector de El Troje II se encuentra totalmente alterada. La vegetación natural, de lo que originalmente era el matorral andino, se ha perdido casi totalmente.

El sitio destinado para escombrera presenta cobertura vegetal en aproximadamente un 50 % de su superficie, mientras que el 50 % restante presenta suelo expuesto, principalmente debido a los movimientos de tierra, ya que esta escombrera se encuentra en plena operación. Del 50 % de superficie que si posee cobertura vegetal, un 40 % corresponde a árboles de pino, una especie introducida, y el otro 10 % de cobertura corresponde a remanentes de matorral natural, en donde predomina el crecimiento de surales.

FAUNA

Con relación a la fauna, en el sitio de la escombrera Troje II se aprecia que prácticamente han desaparecido los microhábitats necesarios para la permanencia de animales silvestres, por lo que no se aprecia la presencia de especies representativas de fauna.

Los mamíferos silvestres han sido reemplazados por roedores introducidos como ratas y ratones, los mismos que se desarrollan usualmente en áreas alteradas y con niveles bajos de salubridad.

Las aves son el grupo más representativo de fauna. Sin embargo, las especies más representativas son aquellas cuya presencia está relacionada con el bosque de pinos; entre éstas se encuentran aves como las tórtolas, mirlos y gorriones.

La herpetofauna es muy poco representativa en el área de la quebrada. Únicamente se estima la presencia de una especie de lagartija, la guagsa, y, posiblemente, una especie de rana marsupial del género *Gastrotheca*.

Dentro de los invertebrados, los insectos son los más representativos del área. Entre éstos destacan algunos grupos como los saltamontes, chinches, abejas, abejorros, hormigas, mariposas y escarabajos.

Todos los animales presentes en la quebrada corresponden a especies generalistas, de poca sensibilidad ambiental, que se adaptan bien a las condiciones de alteración del hábitat.

Descripción del Componente Socioeconómico

La caracterización socioeconómica del presente estudio se realizó tomando como base procedimientos rápidos de investigación organizados en función de dos fuentes:

FUENTES PRIMARIAS

Para la investigación de campo se implementó el Diagnóstico-Evaluación Participativa Rápida (DEPR), que consiste en la aplicación de 2 técnicas de investigación: entrevistas personales y observación directa.

Entrevistas personales

Se hicieron entrevistas personales a habitantes y trabajadores del área de influencia. Para ello se eligió al encargado de coordinar el ingreso de vehículos al área de descarga de escombros.

Observación Directa

Los investigadores visitaron el área de implantación del proyecto para verificar la presencia o no de servicios básicos, así como el estado de la infraestructura comunitaria; y posibles inconvenientes sociales a lo largo del recorrido del proyecto.

FUENTES SECUNDARIAS

Para la realización de la presente investigación se recurrió a la investigación de gabinete consistente en recopilación bibliográfica y de otras fuentes que nos puedan brindar información de la zona estudiada, se destaca en estas fuentes el VII Censo de Población y VI Vivienda elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2010. Además, se revisaron documentos existentes referentes a la zona del proyecto.



POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El sector denominado El Troje corresponde a una escombrera municipal que está abierta al público en general, por lo que no existen pobladores en su área de influencia. El ámbito de análisis socioeconómico, por tanto, se centra en la Administración Municipal.

En Quito hay tres escombreras autorizadas por el Municipio. Están ubicadas en El Troje, en Tumbaco (en el sector de La Alcantarilla) y en Oyacoto. A estos tres sitios ingresa un promedio de 100 a 150 volquetas por día. Es decir entre 3 000 y 4 000 m³ de material. De ellos, entre el 20 y 30% son productos de lo que se recoge en sitios no autorizados. En las escombreras municipales el material no tiene ningún tratamiento especial, se compacta con maquinaria hasta igualar el terreno al nivel requerido. No se requieren permisos para ingresar a las escombreras municipales. En cada ingreso hay que pagar por el depósito del material.

La Ordenanza Municipal 213 establece sanciones para quienes arrojen escombros en sitios no autorizados. Éstas van desde un salario básico unificado (USD 264) y se duplica conforme se cometan las infracciones. La competencia de controlar y sancionar es de la Administración Zonal, a través de los comisarios.⁸

ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

La alternativa para la escombrera está en El Troje, Fase II, en el Corredor Periférico Oriental (Av. Simón Bolívar, tramo sur). Actualmente está destinada a recibir la tierra y materiales pétreos que son retirados de la Av. Simón Bolívar, sector La Forestal, cuarta etapa.



Fuente: Investigación de campo. BIOPLANNING. 2012

ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

Terrenos destinados a potreros ubicados en la Avenida Simón Bolívar, sector La Forestal.



Fuente: Investigación de campo. BIOPLANNING. 2012

4.5.6 ALTERNATIVA 6. QUEBRADA SIN NOMBRE (S/N)

Alternativa: 6	Denominación: Quebrada S/N
Capacidad de recepción	Aprox. 500 000 m ³
Lugar:	Frente a la entrada al Barrio Nayón, Av. Simón Bolívar
Coordenadas	17 0784237 y 9982596

Descripción del Componente Físico

- Topografía: La zona presenta una topografía irregular, de pendiente moderada. Los taludes son firmes, rocosos. No existen cuerpos de agua, de ahí su denominación por los habitantes de la zona. La ubicación es propicia para la disposición de material pétreo.
- Suelo: El suelo del área a intervenir es de tipo arcilloso. La vegetación es escasa, predominio de pinos y pastos.
- Las dimensiones aproximadas del área son: largo: 200 m; ancho: 100 m; profundidad: 25 m.

⁸ http://www.elcomercio.com/quito/quitenos-confunden-baldios-quebradas-botaderos_0_581941839.html

- La vía de acceso al sector es apropiada, ingresando por la Av. Simón Bolívar en sentido Norte-Sur. Sin embargo, no existe una vía de acceso a la quebrada, por lo que sería necesario adecuar un ingreso para las volquetas.



Figura 1. Taludes rocosos de la Quebrada S/N. Fuente: Investigación de campo. BIOPLANNING. 2012



Vía de acceso. Fuente: Investigación de campo. BIOPLANNING. 2012

Descripción del Componente Biótico

FLORA

La vegetación al interior de esta quebrada, en el sector de la Av. Simón Bolívar, se encuentra totalmente alterada. La vegetación natural, de lo que originalmente era el matorral andino, se ha perdido totalmente.

La quebrada presenta cobertura vegetal en aproximadamente un 50 % de su superficie, mientras que el 50 % restante presenta suelo expuesto, principalmente debido a la acumulación previa de material, en donde aún no ha existido crecimiento de vegetación. De este 50 %, un 25 % corresponde a árboles de pino y el otro 25 % de cobertura corresponde a pastizal.

FAUNA

Con relación a la fauna, en el sitio de la quebrada S/N se aprecia que prácticamente han desaparecido los microhábitats necesarios para la permanencia de animales silvestres, por lo que no se aprecia la presencia de especies representativas de fauna.

Los mamíferos silvestres han sido reemplazados por roedores introducidos como ratas y ratones, los mismos que se desarrollan usualmente en áreas alteradas y con niveles bajos de salubridad.

Las aves son el grupo más representativo de fauna. Sin embargo, las especies más representativas son aquellas cuya presencia está relacionada con árboles de pino; entre éstas se encuentran aves como las tórtolas, mirlos y gorriones.

La herpetofauna es muy poco representativa en el área de la quebrada. Únicamente se estima la presencia de una especie de lagartija, la guagsa. Difícilmente se podría pensar en la existencia de anfibios ya que la quebrada no presenta microhábitats que mantengan la humedad como para el mantenimiento de estas especies.

Dentro de los invertebrados, los insectos son los más representativos del área. Entre éstos destacan algunos grupos como los saltamontes, chinches, abejas, abejorros, hormigas, mariposas y escarabajos.

Todos los animales presentes en la quebrada corresponden a especies generalistas, de poca sensibilidad ambiental, que se adaptan bien a las condiciones de alteración del hábitat.

Descripción del Componente Socioeconómico

La caracterización socioeconómica del presente estudio se realizó tomando como base procedimientos rápidos de investigación organizados en función de dos fuentes:

FUENTES PRIMARIAS

Para la investigación de campo se implementó el Diagnóstico-Evaluación Participativa Rápida (DEPR), que consiste en la aplicación de 2 técnicas de investigación: entrevistas personales y observación directa.

Entrevistas Personales

Se hicieron entrevistas personales a habitantes y trabajadores del área de influencia. Para ello se eligieron de forma aleatoria a peatones de la Autopista y moradores de Nayón.



Observación Directa

Los investigadores visitaron el área de implantación del proyecto para verificar la presencia o no de servicios básicos, así como el estado de la infraestructura comunitaria; y posibles inconvenientes sociales a lo largo del recorrido del proyecto.

FUENTES SECUNDARIAS

Para la realización de la presente investigación se recurrió a la investigación de gabinete consistente en recopilación bibliográfica y de otras fuentes que nos puedan brindar información de la zona estudiada, se destaca en estas fuentes el VII Censo de Población y VI Vivienda elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2010. Además, se revisaron documentos existentes referentes a la zona del proyecto.

POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Al este de la ciudad de Quito esta ubicada la parroquia rural de Nayón, con una extensión de 2000 Ha. De las cuales 56,50 Ha. correspondientes a la cabecera parroquial. Limita al norte con la parroquia de Zámiza, al sur con el río Machángara, al este con el río San Pedro y al oeste con los cerros Miraflores y Monteserrín.

En el Censo realizado el 25 de noviembre del año 2001 Nayón alcanza los 9.693 habitantes, de los cuales 4736 hombres y 4957 mujeres.

La población cuenta con todos los servicios básicos y actualmente se encuentran ejecutando un proyecto de manejo de desechos.

Es una población organizada, que trabaja en coordinación con la Junta Parroquial para resolver sus problemas o necesidades.

La parroquia de Nayón asienta su estructura económica en el sector agrícola. La mayoría de habitantes son pequeños y medianos productores de plantas ornamentales, achiras, hortalizas, tomates, romero y pino, desde hace siglos han surtido el mercado de Quito con sus flores y hortalizas. También se comercializan plantas y semillas de estos productos.

Además la capacidad operativa de la microempresa en esta parroquia determina el sustento económico de las familias con pequeño capital de trabajo. Las actividades microempresariales son: la alimenticia, confesión de ropa, artesanías.

Actualmente, el turismo y la astronomía se han convertido en alternativas para el desarrollo económico local.

Se compone de llanos pequeños agrícolas y abruptas pendientes que descienden a las quebradas y al río.

Actualmente se encuentra integrado al Distrito Metropolitano de Quito dentro de la categoría de parroquia rural.

ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

La Alternativa 6 para la ubicación de escombreras del proyecto Metro Q, abarca la quebrada Nayón en el carril norte sur de la Avenida Simón Bolívar justo frente al ingreso al poblado del mismo nombre.

Junto a la quebrada no se identificaron asentamientos humanos, sin embargo existe evidencia de que en el lugar han realizado trabajos de nivelación y descarga de desechos pétreos.



Fuente: Investigación de campo. BIOPANNING. 2012

ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

El área de influencia indirecta corresponde a la población de Nayón principalmente la ubicada en el acceso principal.



Fuente: Investigación de campo. BIOPANNING. 2012



4.5.7 CONCLUSIONES

Del análisis ambiental de las seis alternativas para las escombreras a ser utilizadas en el Proyecto Primera Línea del Metro de Quito, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Independientemente de la capacidad de recepción, las seis alternativas consideradas presentan características bastante similares, desde el punto de vista ambiental. Si bien existen particularidades de cada una de ellas en algún tema específico relativo al componente físico, biótico o socioeconómico, se aprecia que las diferencias, en términos generales, no son significativas.
- Las seis alternativas consideradas presentan características favorables para la disposición final de tierra y material pétreo, es decir que la actividad es viable, en términos ambientales, en cualquiera de los casos.
- De las seis alternativas analizadas, las cuatro primeras (El Batán, Jatunhuayco, Los Chillos y Guamaní) serían las prioritarias para su consideración dentro del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito. Las otras dos se las podrían considerar como en un nivel secundario de prioridad debido a que:
 - ✓ La escombrera de El Troje II está abierta al uso público. No es conveniente que un proyecto de gran envergadura, como el Metro de Quito, utilice una escombrera de uso público ya que, por un lado, se podría generar conflictos por sobreutilización de un espacio abierto a la ciudadanía y, por otro, no se podría asegurar una capacidad definida de recepción de material para el Proyecto del Metro, en razón de que habría volúmenes de ocupación pública, difíciles de estimar.
 - ✓ La posible escombrera de la quebrada S/N está bastante cerca de la quebrada Jatunhuayco y su capacidad de recepción es mucho menor por lo que, en lugar de considerar dos posibles sitios de afectación en la misma zona, se podría considerar solamente la utilización del sitio más grande, en donde se pueda asegurar una mayor capacidad de recepción, en este caso de la quebrada Jatunhuayco.
- Por tanto, se recomienda que para el proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito se tenga en consideración a las quebradas de El Batán, Jatunhuayco, Los Chillos y Guamaní como los posibles sitios determinados para las escombreras.

4.6 ANÁLISIS AMBIENTAL RESPECTO AL NÚMERO DE ESCOMBRERAS

4.6.1 Alternativa 1: Utilización de una sola escombrera

De las alternativas analizadas como posibles sitios de escombreras, únicamente la quebrada de El Batán tendría la capacidad de recibir la totalidad de material removido durante la construcción de la Primera Línea del Metro de Quito, por lo que la alternativa de utilizar una sola escombrera para todo el proyecto consideraría únicamente a la quebrada de El Batán. Para ello, previamente se requiere un trabajo de adecuación de la quebrada, de tal manera que el flujo de agua superficial no interfiera con los trabajos de disposición de material en la escombrera.

El hecho de tener una sola escombrera implica la necesidad de transportar el material desde todos los puntos a lo largo de la ruta de la Primera Línea del Metro, esto implica concentrar todo el movimiento para el desalojo en un solo punto; es decir, una fuerte implicación sobre todo para los barrios afectados en la vía de acceso a la escombrera, fundamentalmente el sector de Guápulo. Esta afectación, sin embargo, no sería mucho más allá de la prevista en caso de que se utilizaran varias escombreras ya que, en cualquiera de los casos, la actividad mayor siempre va a estar centrada en la escombrera de El Batán.

Desde el punto de vista físico y social existe una ventaja en cuanto a utilizar la escombrera de El Batán con el mayor volumen posible de material, ya que esto permitiría adecuar las bases para una posible reconfiguración futura de la vía Interoceánica, en el tramo que corre paralelo al túnel de Guayasamín. Entonces, se daría más estabilidad al terreno en dicha zona y, además, se podría empezar el camino hacia una recuperación de una vía alterna para la gente que transita entre Quito y el Valle de Cumbayá, aliviando así el denso tráfico que existe en la actualidad.

Desde el punto de vista biótico, existiría la ventaja de que se afectaría un solo sitio en lugar de varios. Sin embargo, esta afectación sería temporal con la aplicación de un adecuado plan de recuperación ecológica, posterior a la culminación de trabajos en la escombrera.

4.6.2 Alternativa 2: Utilización de varias escombreras

La utilización de varias escombreras, que bien podría ser hasta cuatro (El Batán, Jatunhuayco, Los Chillos y Guamaní), presentaría la ventaja de poder seccionar, por tramos, el volumen de desalojo de material desde las obras de la Primera Línea del Metro de Quito, para transportarlo, en función de su ubicación, a la escombrera más cercana al sitio de remoción. Esto permitiría, por un lado, aliviar la presión sobre el tráfico vehicular y la afectación en una sola zona de la ciudad y, por otro, estar prevenidos ante cualquier desfase que pudiera presentarse en el desarrollo del proyecto, por ejemplo en el caso de que llegara a iniciarse el movimiento de tierras sin contar aún con las adecuaciones requeridas en la quebrada de El Batán.

Desde el punto de vista físico, biótico y socioeconómico hay que tener presente que, en el caso de optarse por la utilización de varias escombreras, se estarían generando cuatro puntos de afectación, en lugar de uno sólo. Si



bien esta situación puede ser manejable, implica un mayor esfuerzo en la gestión y control de todos los aspectos asociados en cada caso.

4.6.3 Conclusiones

En conclusión, desde el punto de vista ambiental, la alternativa de menor impacto sería el contar con un solo sitio de disposición de material, es decir centralizar la actividad, y todos los esfuerzos, en la gestión requerida para la utilización de la quebrada El Batán; aunque es este caso el impacto a generarse por el transporte de material desde muy largas distancias, particularmente desde los sitios de desalojo ubicados más hacia el Sur de la ciudad, podría ser significativo.

Sin embargo, el criterio de mayor significancia en relación al desarrollo del proyecto sería la posibilidad de que exista un desfase en los tiempos, entre el momento que empiece la remoción de material por las obras del Metro y el tiempo que requiere la adecuación de la quebrada El Batán. En este caso, el peor escenario posible sería que se empiece a generar tierra y material pétreo que empiece a acumularse en los sitios de actividad del proyecto y sin posibilidad de utilizar la escombrera de El Batán. Ante esta posibilidad, y para evitar dicha situación, se considera que lo más apropiado es que el Proyecto del Metro pueda contar con las cuatro alternativas determinadas como las de mayor factibilidad, para que en el desarrollo de las actividades sean fácilmente superables posibles inconvenientes por desfases de tiempo, por cuestiones operativas o, incluso, por conflictos sociales que se pudieran llegar a presentar en alguno de los sitios determinados para las escombreras.

En este último caso, de las cuatro alternativas viables se podría escoger al menos dos, una en el sector Norte y otra en el Sector Sur de Quito, lo cual minimizaría el impacto a ocasionarse por el transporte de material desde cada uno de los sitios de desalojo hasta las escombreras. Entonces, las dos escombreras a utilizar podrían ser las de Jatunhuayco al Norte, y Sibauco al Sur.

