

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**El Metroférico: Transporte masivo de pasajeros en el Distrito
Metropolitano de Quito**

Alfredo Renato Mucarsel Manciatí

Richard Resl, Ph.D. Geographic Information Systems,
Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de
Ingeniero Civil

Quito, mayo de 2015

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

El Metroférico: Transporte público masivo aéreo en el Distrito

Metropolitano de Quito

Alfredo Renato Mucarsel Manciatì

Richard Resl, Ph.D.,
Director de Tesis
Miembro del Comité de Tesis

Fabricio Yepez, Ph.D.,
Co-Director de Tesis
Miembro del Comité de Tesis

Fernando Romo, M.Sc.,
Director del Departamento de Ing. Civil
Miembro del Comité de Tesis

Ximena Córdova, Ph.D.,
Decana Escuela de Ingeniería
Colegio de Ciencias e Ingeniería

Quito, mayo de 2015

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: Alfredo Renato Mucarsel Manciatì

C. I.: 1717878738

Fecha: Quito, mayo de 2015

DEDICATORIA

“A quienes pretenden mejorar el orden mundial”.

AGRADECIMIENTOS:

El autor agradece especialmente a:

Dios, y a mi familia, por el apoyo incondicional.

Mi gratitud a Richard Resl, por invitarme a ser parte de la Iniciativa Metroférico.

A la Universidad San Francisco de Quito.

RESUMEN

El producto de este trabajo es el diseño geométrico para un sistema de Metroférico que conecta el hipercentro de Quito con el sector del Tababela. Observando la topografía involucrada en el tramo mencionando las complicaciones relacionadas con congestión vial en relación al desarrollo urbano.

De acuerdo a la supuesta implementación de un sistema de transporte aéreo masivo público con aspectos de sostenibilidad, se predicen los beneficios a corto y largo plazo, señalando aspectos de factibilidad en propuestas municipales.

ABSTRACT

This investigation provides the geometric design of a Cablecar system that connects the hypercenter of Quito with Tababela county. Noting the topography involved in the section mentioned and most of the complications related to traffic jam congestion in relation to urban development.

According to the alleged implementation of a system of public massive airlift, based in sustainability aspects, the benefits in the short and long term are predicted, pointing feasibility aspects within municipal proposals.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPITULO I. - INTRODUCCION

a. Antecedentes	12
b. Justificación.....	12
c. Objetivos.....	12
i. General.....	12
ii. Especificos.....	13
d. Metodología	14
e. Localización Geográfica del Proyecto.....	15

CAPITULO II. - CONGESTION VEHICULAR EN TRAMO QUITO-TABABELA

a. Tramos de congestión vehicular moderada en Núcleos de desarrollo urbano.	17
b. Medidas de control y planes de movilidad municipales.....	21
c. Factibilidad de rutas propuestas por el municipio.	23
i. Jaime Roldos.....	23
ii. Argelia.....	26
iii. Valle Tumbaco.....	27

CAPITULO III. - SISTEMA METROFERICO

a. Transporte.	41
i. Aspectos Técnicos Metroférico.....	44
ii. Operación y Funcionamiento.....	52
b. Comparación con otros sistemas de transporte público masivo....	55
i. Capacidad de pasajeros.	57
ii. Mantenimiento.	59
iii. Seguridad de transporte.	60
c. Viabilidad y factibilidad para implementación del sistema.....	62
d. Proyectos turísticos de teleféricos a nivel internacional.....	65

CAPITULO IV. – DISEÑO DE RUTA Y ESTACIONES

a. Topografía y perfil vertical.	70
b. Análisis Espacial.	73
i. Imágenes Satelitales.	73
c. Expropiaciones.	75
i. Sector privado.....	75
ii. Sector publico.	77
d. Ubicación estratégica de estaciones y parqueaderos sustentables.....	78
e. Alimentadores.	82
f. Trazado.	83
g. Tiempos de viaje promedio.	93
h. Costo aproximado del proyecto.	96

CAPITULO IV. – IMPACTO DE ESCENARIOS

a. Suposición de volumen de pasajeros que optan por el Metroférico.....	98
b. Petróleo y subsidios estatales del combustible.....	99
c. Reducción de embotellamiento vehicular en el ingreso y salida del hipercentro de Quito.	102
d. Riesgos de postergar la implementación de este sistema.	103
e. Amortización y precios de pasaje tentativos.	104
f. Beneficios a corto y largo plazo.	108

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

a. Entrevistas.....	112
b. Fuentes de consulta general	112

CAPITULO I . - INTRODUCCION Y ALCANCE DE PROYECTO

a. Antecedentes

Soy miembro de un equipo de trabajo liderado por el Dr. Richard Resl, a este grupo se lo ha denominado iniciativa Metroférico. Mi colaboración junto con la participación del resto de integrantes ha sido fructuosa y nos ha permitido descubrir datos interesantes a través de los estudios preliminares que hemos realizado. Existe una extensa gama de aspectos técnicos relacionados con el sistema de Metroférico para ser estudiados a profundidad. Lo que se intenta alcanzar es un conjunto de soluciones que brinden beneficios a la movilidad.

b. Justificación

El incremento de tráfico promedio diario anual en el distrito metropolitano de Quito posee cifras alarmantes, es aproximadamente el 10% anual (Augusto Barrera, 2014), esto implica que en 10 años existirán el doble de vehículos de los que existen actualmente; no es sencillo duplicar la dimensión de las vías para satisfacer tal demanda. Por esta y otras razones decidí ser parte de la iniciativa de profesionales independientes y estudiantes para brindar soluciones inmediatas a la movilidad y al desarrollo urbano. Es aquí donde surge la idea de implementar un sistema de Metroférico, ya que ha sido la solución para evitar un sinnúmero de inconvenientes en países desarrollados que involucran topografías complejas. Los beneficios que propone este sistema son sumamente valiosos a corto y largo plazo, teniendo en cuenta que sistemas de esta magnitud fomentan el progreso y la comunicación de la ciudad.

c. Objetivo

i. General

Diseñar la ruta para el sistema de Metroférico que permita transportar pasajeros masivamente en el tramo Quito y Tababela. Establecer estaciones en sitios estratégicos.

ii. Específicos

<u>Objetivos Específicos</u>	<u>Metas</u>	<u>Actividades</u>
Diseñar la ruta para el sistema de Metroférico uniendo el hipercentro de Quito con el aeropuerto Mariscal Sucre.	<ul style="list-style-type: none"> -Realizar procesos de diseño para asegurar eficiencia en el trazado. - Analizar expropiaciones de alta afectación. -Comparar factibilidad de rutas propuestas por la municipalidad en sectores de alta densidad poblacional ubicados en topografías complejas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Indicar datos técnicos y definición del Sistema Metroférico. - Analizar la topografía involucrada en el trazado. - Determinar puntos de interés mediante sistemas de información geográfica.
Plantear un análisis logístico para la ubicación estratégica de las estaciones del Metroférico.	<p>Analizar los sitios de congestión vehicular, dentro del tramo mencionado.</p> <p>Buscar solares aptos para la construcción de estaciones en sitios conflictivos.</p>	<p>Proponer conceptos innovadores para mejorar diseño y funcionamiento de las estaciones, focalizando aspectos de sustentabilidad.</p> <p>Proponer rutas preliminares de abastecimiento de pasajeros a las estaciones con micro alimentadores.</p>
Analizar los principales impactos que surgen al implementar el sistema de Metroférico.	<ul style="list-style-type: none"> -Realizar una comparación con respecto a otros medios de transporte público masivo. -Analizar el subsidio de combustible estatal, y la relación con el Metroférico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar los posibles perjuicios en caso de no incorporar el sistema de Metroférico en los próximos 30 años. - Consultar sobre proyectos semejantes y analizar los impactos respectivos. - Identificar los beneficios a corto y largo plazo.

d. Metodología

1. La metodología de este proyecto inicia con la recolección de datos históricos, como son los conteos vehiculares, con esto y otros factores se determina el incremento del TPDA (*tráfico promedio diario anual*).
2. Es indispensable el uso software como ARC-Geographic Information System, AutoCAD, Google SketchUp, Microsoft Excel; en los que se puede analizar la topografía, y realizar el diseño los trazados preliminares, definitivos y hojas de calculo electrónicas.
3. Se estudiara la logística de estaciones de transferencia con la finalidad de obtener la ubicación estratégica de las paradas del metroférico. Se tendrá en cuenta el análisis de expansión poblacional y sitios de embotellamiento critico a causa de congestión vehicular.
4. Para efectuar un análisis sustentabilidad y de datos específicos del sistema de Metroférico se utilizará información vigente que procede de empresas internacionales especializadas en estos sistemas, como es Doppelmayr, Leitner Ropeways, y la ILF.
5. Se realizará un análisis de seguridad general en comparación con otros medios de transporte publico, en relación a accidentes de transito y daños secundarios.

e. Localización Geográfica del Proyecto

Localización Geográfica y alcance del trazado.

El proyecto se ubica en el cinturón central del Distrito Metropolitano de Quito, teniendo en cuenta que la ruta será transversal a la ciudad en sentido este a oeste.

Inicia en el hipercentro de Quito, partiendo de una parada que a futuro deberá mantener conexión con el sistema de METRO, la cual atraviesa el valle de Cumbayá, Tumbaco, Puembo, y culmina en el aeropuerto Mariscal Sucre en Tababela.

CAPITULO II. - CONGESTION VEHICULAR EN TRAMO QUITO-TABABELA

- a. Tramos de congestión vehicular moderada en Núcleos de desarrollo urbano.

El tramo comprendido entre Quito y Tababela atraviesa varios núcleos de desarrollo comercial, y residencial. Es evidente la migración que surgió en las últimas dos décadas por parte de los habitantes de Quito hacia los valles; una de las razones que fomenta la decisión es la relación de costo por metro cuadrado de terreno, teniendo en cuenta que mientras más distante se encuentre el solar del sector de desarrollo ciudadano posee un costo menor.

Paralelamente la ciudad inicia la construcción vertical, con edificaciones que bordean los 10 pisos de altura en promedio. Mientras que los valles fueron incrementando el uso de los suelos para desarrollo residencial y continúan expandiéndose con tasas de crecimiento muy altas. La falta de planificación para el desarrollo urbano del tramo mencionado manifestó una serie de problemas que hoy en día son evidentes, causan un sinnúmero de afectaciones y son muy complejos de enderezar.

Hipercentro o distrito financiero central se refiere a las zonas en las cuales se aprecia una concentración de comercio destacada, es el lugar donde convergen distintas redes de transporte. Dicho concepto es sinónimo del termino ingles “Downtown” el cual nace en New York en la década de los años 80, ya que al norte de Manhattan se lo conocía como “Uppertown”, y el distrito central financiero se asentó en el sur, por lo tanto se lo denominó “Downtown”.

A diferencia de muchas ciudades europeas dicha área coincide con el casco antiguo, mientras que el hipercentro de la ciudad de Quito se trasladó del centro histórico al sector del parque la Carolina, donde existe una concentración de comercio local, oficinas, negocios, formidables edificaciones verticales a causa del alto precio de suelo, y escasas áreas verdes.

Si fijamos la tasa del crecimiento vehicular en los próximos 10 años, al 11% anual, existirán más del doble de los vehículos que transitan en la ciudad actualmente, teniendo en cuenta que lo más probable es que la tasa incremente. Al fomentar la infraestructura vial se motiva el uso del vehículo privado, es decir, mientras más autopistas se construyan mas rápido se saturaran. Como indica la siguiente ecuación:

$$\{Inversion\ en\ Infraestructura\ Vial\ \alpha\ Congestion\ Vehicular\}$$

La inversión destinada a la infraestructura vial es directamente proporcional al incremento del parque automotor, es decir, se obtiene mayor congestión vehicular.

Con estos datos se descarta la obvia factibilidad y viabilidad de abastecer y satisfacer las necesidades del tráfico en una década. Los costos de construcción serían imposibles de amortizar a corto y largo plazo, teniendo en cuenta que el mantenimiento vial es un rubro sumamente alto, y en caso de lograr se debería triplicar la capacidad vial de aquí en 20 años. Incluso si el estado tuviese un financiamiento para iniciar y duplicar la capacidad vial en 10 años no sería viable, debido a que no se ha previsto tal desarrollo y por ende se generarían expropiaciones al sector privado de carácter radical.

El problema radica el momento en que se analiza la complicada topografía que separa los valles del hipercentro, esto genera una serie de inconvenientes relacionados directamente con la comunicación vial. La avenida Simón Bolívar es una autopista perimetral de supuesto flujo masivo que bordea la ciudad de Quito de norte a sur. En varias ocasiones ha sido modificada y existen proyectos para extender dicho trazado hasta el sector del volcán Pululagua.

Recientemente con la repavimentación de la vía se redujeron de tres carriles a dos carriles en el tramo comprendido entre la avenida Granados hasta el sector de la hormigonera, únicamente en el sentido mencionado, su vía paralela de sentido contrario mantiene sus tres carriles vigentes. Esto ha congestionado la vía teniendo en cuenta que se pudo haber colocado tres carriles reduciendo el parte central, y realizando cortes de carácter mínimo. Es importante mencionar que dicho tramo no comprende obras estructurales que signifiquen alzas notorias en costos constructivos.

Es evidente que esta vía traslada el mayor volumen de tránsito entre los valles y el hipercentro; en consecuencia se generan los cuellos de embotellamiento a causa de la escases de vías para ingresar y desalojar vehículos, actualmente se mencionan los accesos de mayor concurrencia para dicho intercambio vehicular:

- Simón Bolívar – Av. Granados:

Son varios los estudios de ingeniería en transporte que sustentan el funcionamiento del redondel. Al llegar a la avenida Granados desde la Simón Bolívar existía un redondel para distribuir el tráfico. El problema surgió el momento en que el sector de Nayón, y Monteserrín incrementaron su densidad residencial, ya que ambos atribuyen con tránsito vehicular al redondel mencionado. Esto favoreció a la inversión que actualmente se encuentra en construcción, un intercambiador a desnivel.

- Simón Bolívar – Túnel Guayasamín

El túnel Guayasamín se construyó con el objetivo de conectar el hipercentro con los valles, y sustituir a la vía PARTIDERO A TUMBACO. En dicho entonces funcionaba interrumpidamente, debido a que frecuentaba derrumbes por la inestabilidad y erosión de taludes. Dentro del programa inicial se deseaba construir un segundo túnel paralelo al primero con la finalidad de generar dos carriles por sentido.

Actualmente se ha retirado dicho decreto y se propone sustituir el segundo túnel con un viaducto paralelo al túnel reforzando los suelos inestables.

- Simón Bolívar – Guapulo - Quito

Este tramo posee un volumen de tráfico vehicular reducido, mantiene un diseño que no cumple con las normativas de diseño vial propuesto por el MTOP, con curvas de radios menores a lo especificado. Es complicado extender y realizar mejoras debido a su respectiva expropiación de solares al sector privado, razón por la cual no es de flujo masivo.

Al igual que la vía Guapulo, estas tiene únicamente un carril por sentido, no son de flujo masivo, son diseñadas para desalojar y abastecer a las nuevas zonas residenciales que se asientan en el sector de Tanda, y Nayón.

Teniendo en cuenta que Guapulo no es una vía de flujo masivo, se ha llegado a optar por decisiones que afectan a varios transportistas como es la unificación de carriles en el túnel Guayasamín en horas pico, en la mañana solamente sirve para inyectar autos al distrito metropolitano y en la tarde para desalojar, esto implica que el túnel no funciona como estaba previsto.

b. Medidas de control y planes de movilidad municipales.

La planificación para el desarrollo vial se encuentra elaborada por la dirección de políticas y planeamiento de movilidad de la secretaria de movilidad del municipio del distrito metropolitano de Quito, mas no por el ministerio de transporte y obras publicas.

El cabildo presentado por la alcaldía de Augusto Barrera, formó un planteamiento para reducir la congestión vehicular en un 20%; a esta idea se la denominó “Pico y Placa”, consiste en restringir la circulación de automotores privados en un horario determinado, en base al dígito final que posea la placa del vehículo. A continuación se presenta la información extraída de la Agencia Metropolitana de Transito:

“No podrán circular los vehículos particulares y motos, cuya placa posea como último dígito:

- Lunes: 1 y 2
- Martes: 3 y 4
- Miércoles: 5 y 6
- Jueves: 7 y 8
- Viernes: 9 y 0

En el siguiente horario:

- En la mañana de 7:00am hasta las 9:30am
- En la tarde de 16:00pm hasta las 19:30pm

Zona de Regulación

En los horarios establecidos, los conductores que tengan restricción (según el último dígito de la placa) no podrán circular dentro del perímetro comprendido entre la av. Morán Valverde al sur, la Occidental al oeste, la av. Diego de Vásquez y Galo Plaza al norte y la av. Simón

Bolívar

- Por el Norte: Redondel de los Adolescentes, siguiendo por Av. Mariscal Sucre, Diego Vásquez y Panamericana Norte, intersección con la Av. Simón Bolívar.
- Por el Sur: Intercambiador Lucha de Los Pobres, Av. Simón Bolívar, Av. Morán Valverde hasta intersección con la Av. Mariscal Sucre.
- Por el Este: Av. Simón Bolívar entre la Panamericana Norte y el intercambiador Lucha de Los Pobres.
- Por el Oeste: Av. Mariscal Sucre entre Av. Morán Valverde y Redondel de los Adolescentes

Sanciones:

Según lo establecido en la Ordenanza Metropolitana No. 305 Art. I. 473 (4):

"Los propietarios de los vehículos que se encontraren circulando contraviniendo los planes de restricción y de regulación serán sancionados a través del órgano competente del Distrito Metropolitano, por la comisión de la infracción administrativa, con una multa equivalente a la tercera parte de una remuneración básica unificada; en caso de reincidencia, por segunda ocasión, con una multa equivalente a la mitad de una remuneración básica unificada y en caso de reincidencia, por tercera ocasión o más, con una multa equivalente a una remuneración básica unificada"

Excepciones:

- Vehículos conducidos por personas de la tercera edad. (Para esto la persona de la tercera edad debe encontrarse conduciendo el vehículo y portar la cedula de ciudadanía.)
- Los salvoconductos se emiten para personas con discapacidad para lo cual se debe iniciar el trámite previa acreditación del Consejo Nacional de Discapacidades (CONADIS).

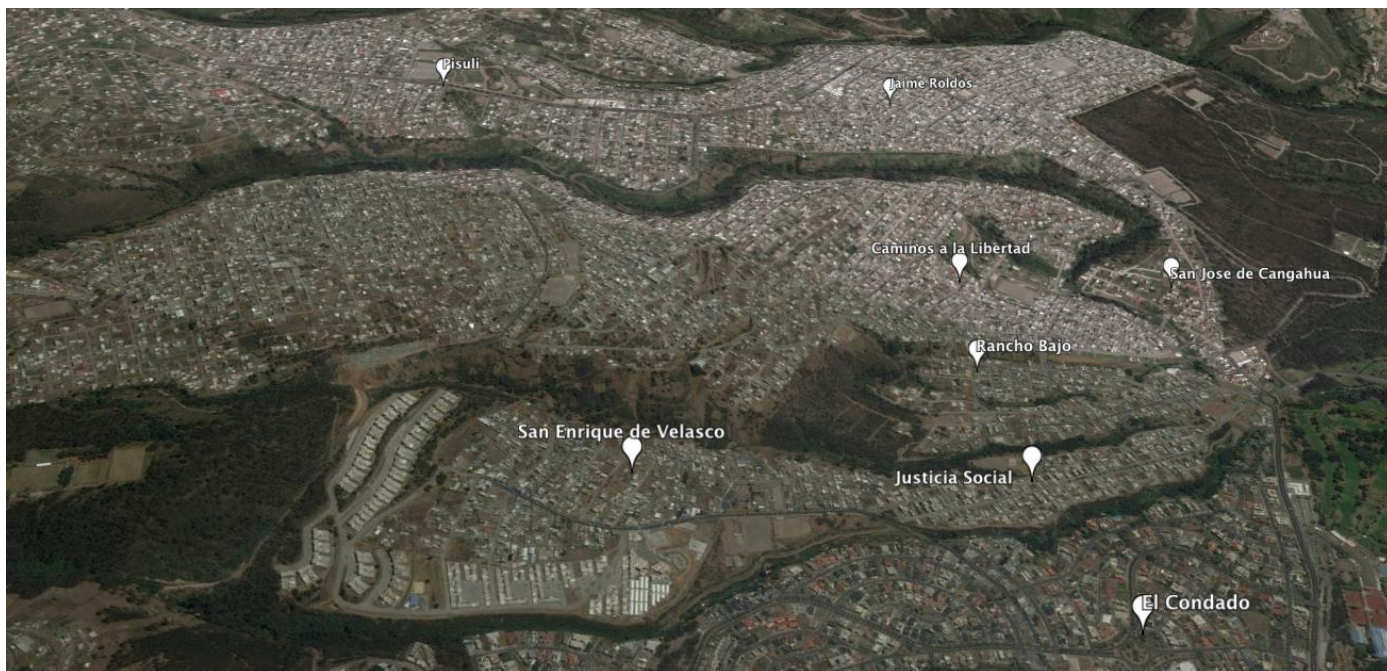
Monto de Multas:

OCASIÓN	MULTA USD	RETENCIÓN VEHÍCULOS
Primera vez	Tercera parte de una remuneración básica unificada: USD 113	1 día
Segunda vez	El 50% de una remuneración básica unificada: USD 170	3 días
Tercera vez en adelante	Una remuneración básica unificada: USD 340	5 días

c. Factibilidad de rutas propuestas por el municipio.

i. Jaime Roldos.

El municipio actual dirigido por el alcalde Mauricio Rodas, propone la construcción de un teleférico en la zona noroeste de Quito, distinguida como Jaime Roldos; esta comprende varios puntos de paso de escaso desarrollo como son Pisuli, San José de Cangahua, Caminos a la Libertad, Rancho Bajo, Justicia Social, San Enrique de Velasco. Los barrios mencionados no mantienen un crecimiento demográfico extraordinario, esto se debe a que dicha zona se encuentra en las laderas del Pichincha, donde se aprecian una serie de accidentes geográficos que separan la comunicación entre barrios. Las quebradas se pueden apreciar con facilidad en la imagen a continuación:



La intención de este proyecto es reducir el tiempo de viaje desde las laderas mencionadas hasta el corredor central norte, sector la Ofelia donde se espera que los pasajeros intercambien de transporte, es decir, de teleférico a bus debido a que la estación del metro más cercana se encontrará aproximadamente a 4,8 kilómetros de distancia. Un teleférico se adapta a cualquier topografía, es por esta razón que plantean esta solución. Es indispensable analizar la zona, y manifestar las razones principales por las cuales no debería realizarse este proyecto:

- ❖ Un alto porcentaje de la población que se asienta en estos barrios no posee vehículo privado, razón por la cual al construir el teleférico no reducirá el tráfico vehicular en el hipercentro de Quito.
- ❖ Es precisamente la construcción de un sistema de teleférico lo que brinda progreso y desarrollo a corto plazo para la zona afectada. Esto no es adecuado para el sector de Pisuli, debido a que no se debe fomentar el desarrollo residencial en las laderas del Pichincha. El crecimiento y avance ciudadano debe surgir en planicies aptas para un crecimiento eficaz, donde

exista la posibilidad de brindar eficiencia en sistemas de alcantarillado, agua potable, seguridad, conexión entre barrios vecinos con caminos cortos, y sobre todo focalizar la atención en una red de transporte pública colectiva.

- ❖ Al ser un sector con escasa población y no un núcleo de desarrollo, se distingue a este sector como un asentamiento residencial, mas no como zona comercial o industrial. Esto genera que el proyecto de teleférico no sea sustentable, lo más probable es que exista tránsito únicamente en horas pico, siendo en la mañana y en la tarde, horarios en los cuales los pasajeros se dirigen a sus labores y regresan su hogar.
- ❖ Improvisando un escenario económico la amortización de un proyecto con tal escasas de flujo de transporte es inverosímil. Al ser un asentamiento de clase social baja, los pasajes deben mantener precios competentes con el transporte público terrestre, teniendo en cuenta que la única medida para reducir el precio del boleto es a través de subsidio estatal.
- ❖ En caso de colocar un sistema de teleférico el funcionamiento colectivo se ve afectado y no es eficiente para estas laderas, la manera en que los pasajeros deberían acceder a las estaciones requiere de transporte público previo, con micro alimentadores o taxis, ya que peatonalmente las distancias serían significativas. Una posible solución sería la implementación de ciclo vías, el problema surge cuando se analiza las graves pendientes de la zona y la reducida área que presenta una cabina de teleférico, teniendo en cuenta que las góndolas de estos sistemas son capaces de transportar aproximadamente 8 a 10 personas, mas no bicicletas o equipaje significativo.
- ❖ Es excesivamente costoso y complejo proveer más de una estación por barrio, esto implica que los pasajeros tendrán que caminar o viajar algunos kilómetros para poder acceder a la estación más cercana, esto reduce la eficiencia en el transporte.

- ❖ Moradores de sectores cercanos no manifiestan interés alguno para acceder a estos barrios.

ii. Argelia.

La superficie que abarca barrios aledaños a la Argelia, mantiene topografía irregular, y se encuentra en el sur este de la ciudad de Quito. Esta zona no es un núcleo de desarrollo mas si un punto de conexión entre el valle de los chillos y el sur de Quito. Lo óptimo es diseñar una ruta que mantenga los siguientes barrios interconectados con una línea de metropolitano, capaz de unir Sangolqui, San Rafael, Conocoto, Lucha de los Pobres, Argelia, y que culmine en el centro comercial El Recreo.

Al generar esta ruta de metropolitano, cualquier pasajero puede moverse con transporte público de primera calidad con carril independiente, reconociendo el privilegio de mantener su línea independiente de movilidad con velocidad constante sin verse afectado por motivos cotidianos y tráfico terrestre. Al mantener velocidad constante siempre tardará el mismo tiempo en recorrer un trayecto determinado. Esto mantiene como propósito atravesar la compleja topografía que separa al valle de los Chillos con el sur de Quito.

- ❖ La población que opta por transporte público en el valle de San Rafael, reducirá el tiempo de transporte de manera considerable en relación al tiempo que recorre actualmente en el sistema de buses.
- ❖ Este valle tendrá conexión directa con la estación ubicada en el centro comercial El Recreo, con la finalidad de generar una red de transporte pública masiva de interconexión ya que culmina en la futura estación del metro que será ubicada en el centro comercial El Recreo. Esto permite que un pasajero pueda moverse desde el valle de los Chillos hasta el norte de Quito con transporte público de alta seguridad.

- ❖ La ventaja surge precisamente en que un pasajero puede reutilizar su boleto de metropolitano en la estación de metro, y viceversa siempre y cuando al realizar el cambio de transporte el pasajero no abandone la estación.

iii. Valle Tumbaco.

La parroquia de Tumbaco se asienta en una amplia planicie, rodeada por una serie de quebradas y delimitada por los ríos San Pedro, Machangara, Guayllabamba, Chiche, Pisque, y Guambi. Décadas atrás Tumbaco fue un centro de intercambio entre el oriente y la sierra, debido a que era un paso obligado para visitantes y comerciantes.

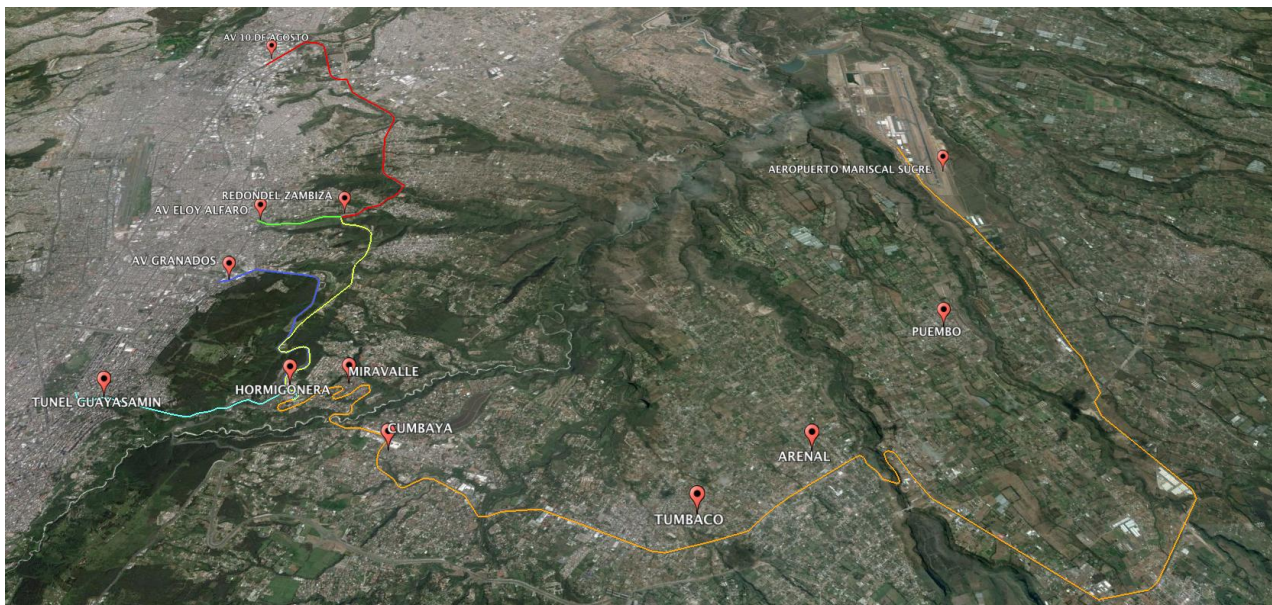
Tumbaco posee dos vecinos importantes, Cumbayá y Puembo, los mismos que mantienen condiciones geográficas similares. Estas parroquias presentan un asentamiento residencial y comercial en la última década. Una de las razones principales que incitan el desarrollo es la construcción del nuevo aeropuerto internacional Mariscal Mucre en Tababela.

Es precisamente la construcción del nuevo aeropuerto en Tababela lo que fomentó la notable inversión en infraestructura vial para mejorar la comunicación vial con Quito. Usualmente un aeropuerto se encuentra relativamente distante del hipercentro de una ciudad, una de las razones primordiales es evitar la contaminación acústica y elevar el índice de seguridad en caso de accidentes aéreos, colocando la pista y la zona de aproximación en campos con escaso asentamiento residencial y comercial. Esto permite que el distrito central pueda reformar las normativas de construcción en relación a la altura máxima de una edificación. El hecho de que el antiguo aeropuerto se encontraba en el sector del Labrador forjó que la mayoría de edificios en el hipercentro no superen los 10 pisos de altura.

Una vez construido el nuevo aeropuerto, el flujo de vehículos incremento radicalmente en Puembo, Tumbaco y Cumbayá. Esto formó molestias por varios meses tanto a los habitantes de dichas zonas como a los pasajeros que recorrían las congestionadas vías y tenían como destino Tababela. Este error tuvo críticas perpetuas, ya que lo óptimo era que antes de inaugurar el nuevo aeropuerto se cuente con vías de acceso exprés. Las rutas que debían estar en funcionamiento dentro de la planificación eran la Ruta Viva y la vía Collas Guayllabamba. Ninguna estuvo lista al tiempo de la inauguración del aeropuerto.

La autopista que une a la avenida Simón Bolívar con Puembo ha recibido el nombre de Ruta Viva, dispone de seis carriles, es decir, tres carriles por sentido con un ancho respectivo de 3.65 metros. Mantiene cinco intercambiadores eficientes ubicados en los sectores de Puembo, Tumbaco, Intervalles, Lumbisi, y Auquitas. Atraviesa dos ríos con dos puentes importantes, el puente sobre el río Chiche construido en hormigón pretensado con una longitud cercana a los 314 metros, y el puente sobre el río San Pedro con una extensión cercana a los 215 metros de longitud. También dispone de siete puentes a desnivel para servicio peatonal. Esta vía mantiene un tráfico promedio diario reducido, y no posee curvas con radios menores, logrando una trayectoria total de 12.9 kilómetros.

El día 12 de diciembre de 2014 se inauguró la Ruta Viva, teniendo en cuenta que previamente a este suceso el proceso de movilización ideal entre la Av. Simón Bolívar y Tababela era complejo debido que la única manera de llegar era cruzando a través de Miravalle, Cumbayá, Tumbaco, el Arenal, Puembo, y Pifo. Esta zonas residenciales altamente pobladas y congestionadas, mantienen un elevado número de semáforos y establecimientos comerciales que interrumpen la vías, las cuales presentan condiciones diferentes entre si, como la variación de carriles.



El trazado en color naranja tiene como inicio el aeropuerto Mariscal Sucre en Tababela, y culmina en el sector de la hormigonera en la avenida Simón Bolívar. Tiene una distancia aproximada de 30.61 kilómetros.

El trazado celeste al igual que el azul tiene como objetivo llegar a Quito, este tramo se desarrolla a través del túnel Guayasamín, por esta razón acorta distancia con una longitud cercana a los 4 kilómetros. A pesar de su distancia reducida el túnel se encuentra saturado de vehículos en horas pico, una de las razones es el peaje. Otra razón es el cuello de botella en el ingreso a Quito debido a que no existe un intercambiador adecuado para distribuir al tránsito eficazmente.

La trayectoria en color azul tiene una longitud aproximada de 5.66 kilómetros, se comprende desde el sector de la hormigonera, en la Av. Simón Bolívar y culmina en la avenida Granados. Esta genera el mismo inconveniente al ingresar a Quito, generando cuellos de embotellamiento que generan tiempos de espera significativos. Actualmente se construye en este punto conflictivo un intercambiador a desnivel, el mismo que pretende distribuir y mejorar el desalojo de vehículos en el sector donde

alguna vez fue el redondel del ciclista. El pronóstico y la estadística muestra que una vez que este punto se apacigüe, uno muy cercano se vera afectado, lo más claro es que el nuevo punto de atasco vehicular sea en la intersección entre la Av. Eloy Alfaro y Av. Granados.

La ruta amarilla inicia en la hormigonera y culmina en el redondel de Zambiza atravesando la Av. Simón Bolívar. Este redondel genera dos opciones la ruta en color rojo que culmina en la Av. De Agosto al norte de Quito y tiene una distancia 9.17 kilómetros. La cual al igual que el resto de ingresos genera puntos de congestión radical, como es el sector San Francisco del Norte, donde se estima prolongar la Av. Simón Bolívar, construyendo un intercambiador para distribuir el trafico respectivamente. También se presenta la ruta que verde que parte del mismo redondel y culmina en la av. Eloy Alfaro con una longitud de 1.62 kilómetros.

Al ser Tumbaco y sus barrios vecinos valles que desarrollaron sin una planificación idónea, el Municipio tuvo que solventar 70.903.539 USD para cubrir el proceso de expropiación en la construcción de la ruta viva. Se expropiaron 317 predios, según la empresa pública metropolitana de movilidad y obras publicas (EPMMOP). Las expropiaciones siempre han sido un tema que se considera legalmente complejo y retardatario debido a la inconformidad de costo por metro cuadrado de predio que establecen las instituciones gubernamentales.

El beneficio de la ruta viva surge principalmente para los usuarios de vehículo privado, sobre todo para quienes tienen como destino final el nuevo aeropuerto. Se aprecia el beneficio de esta vía exprés debido a su diseño, y a que mantiene un trafico reducido, el problema radica en las intersecciones con la Av. Simón Bolívar y obviamente llegará el día en el cual la vía se sature y no brinde el confort actual. Sin embargo, existe una serie de afectados quienes fueron perjudicados por el tema de expropiación.

Uno de los problemas determinantes radicaba el momento de alcanzar al encañonado del Chiche desde Pifo y desde el Arenal, ya que los 6 carriles existentes se reducían a 2 carriles por la limitación que presentaba el puente del Chiche. Tal como se muestra en la figura a continuación, el trazado rojo tiene únicamente un carril por sentido y una longitud aproximada de 1.69 kilómetros. El trazado en color celeste brinda un servicio de 3 carriles por sentido, lo que se esperaba hace algunos años era la construcción de un puente que conecte las trayectorias remarcadas en color celeste.



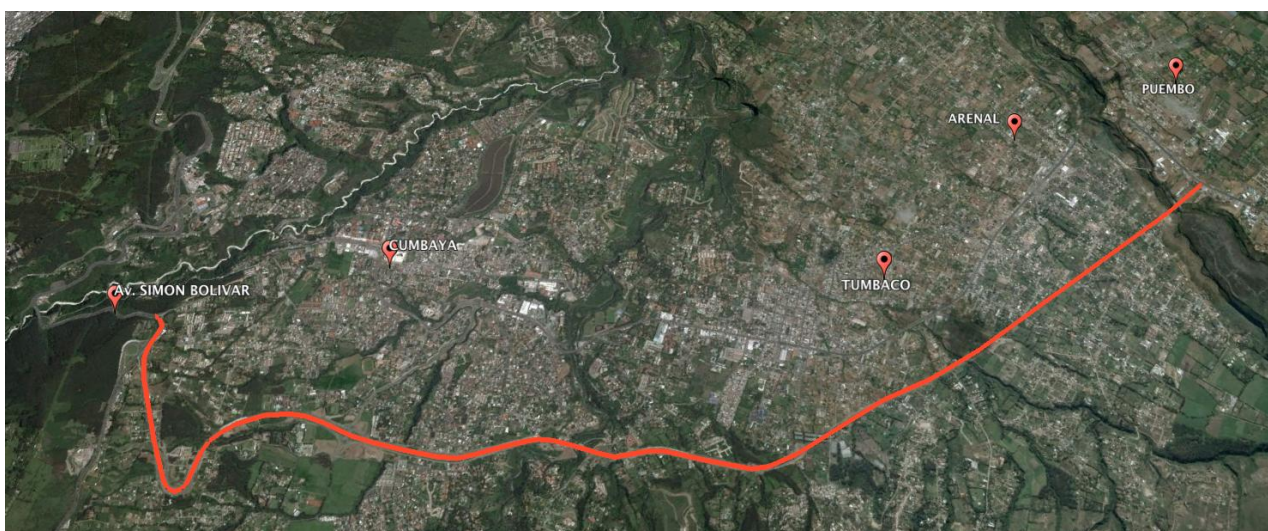
En varios casos solían ocurrir derrumbes, o accidentes de tránsito los cuales limitaban y generaban atascos de tiempo perdurable. En ocasiones el puente se veía afectado por sismos de carácter menor, sin embargo, el puente permanecía en mantenimiento por varios días fuera de servicio. Los cuellos de embotellamiento también se debían relacionar por la velocidad de diseño del tramo en color rojo, debido a las arduas pendientes de ingreso y salida del puente, especialmente el momento en que un vehículo pesado circulaba cuesta arriba.

“Si antes se hacía hasta una hora y media a Tababela, con esta autopista se reduciría a 45 minutos dependiendo de la hora. Pero también tiene un impacto en el aspecto económico y social de los pobladores de las zonas.” (Hermel Flores, 2014)



La ruta viva está considerada como una de las mejores carreteras de alta velocidad en la provincia de Pichincha. Sin embargo, no se puede dejar atrás la vía Collas Guayllabamba, la cual surge para comunicar al aeropuerto con el sector de Calderón. Esta obra tardó en construirse cerca de dos años y medio, debido a que la topografía era montañosa y poseía taludes que se erosionan con facilidad, es por este motivo que la estabilización de taludes con geo textiles disparó el costo de la obra, y posee dos carriles menos que la ruta viva, es decir, dos carriles por cada sentido.

Ruta Viva		
Especificación	Dato	Unidad
No. de Carriles por Sentido	3	[NA]
No. Carriles Global	6	[NA]
Distancia Global	12.9	[KM]
Costo por Obra Cierta	\$245,000,000.00	[USD]
Velocidad Promedio	65	[KPH]
Tiempo Promedio	12	[Minutos]
Afluencia Vehicular	50000	[Vehículos / Día]
Costo por KM	\$18,992,248.06	[USD]



Collas - Guayllabamba		
Especificación	Dato	Unidad
No. de Carriles por Sentido	2	[NA]
No. Carriles Global	4	[NA]
Distancia Global	11.7	[KM]
Costo por Obra Cierta	\$198,000,000.00	[USD]
Velocidad Promedio	50	[KPH]
Tiempo Promedio	15	[Minutos]
Afluencia Vehicular	5000	[Vehículos / Día]
Costo por KM	\$16,923,076.92	[USD]



El costo por kilometro de construcción de cada vía se promedia cerca de los 18 millones de dólares. Es importante considerar los beneficios y perjuicios que la infraestructura vial representa a corto y largo plazo. El hecho de ofrecer vías de primer orden fomenta la utilización del vehículo privado mas no el uso de transporte público. Por cuestiones de confort y comodidad los usuarios prefieren adquirir un vehículo para transportarse.

Los beneficios que se obtienen al invertir tal cantidad de dinero en infraestructura vial brotan notoriamente en los primeros meses. Ya que se reduce la congestión vehicular en ciertas zonas, y el asfalto es impecable. Una década más tarde surgen las desventajas, ya que el crecimiento del parque automotor ha incrementado, la vía requiere mantenimiento que en costo es casi como la construcción de una nueva, el asfalto no es optimo. Esto genera molestias atracos y accidentes.

Muchas críticas se relacionan con la escases de vías de primer orden y la implementación de pasos a desnivel para reemplazar la semaforización. Como se puede analizar en las imágenes a continuación esto no es la solución, en la ciudad de Los Ángeles se ha invertido billones de dólares para triplicar y potenciar la capacidad vial, sin embargo, continua colapsando a pesar de sus excelentes trazados y diseños de pasos a desnivel.

La ciudad de los Ángeles tiene una superficie aproximada de 1.302 km², el U.S. Department of Commerce realizó un censo en el año 2013 que indica una población de 3.884.307 habitantes en la ciudad y 10.441.080 en el condado. Se calculan 6.443.000 vehículos circulando.

	Total Vehicles In Urbanized Area	Population	Urbanized Area (sq. mile)	Vehicles per Person
<i>Los Angeles</i>	6,433,000	11,874,000	2,980	0.54
<i>New York</i>	7,771,000	18,091,000	5,500	0.43
<i>San Francisco</i>	1,769,000	3,019,000	720	0.59

Según el instituto nacional de estadística y censos, la ciudad de Quito tiene 2.239.191 habitantes posee una superficie aproximada de 324 km², mantiene una tasa de crecimiento poblacional aproximada menor al 2%, actualmente se calcula una circulación de 445 mil vehículos en el distrito metropolitano. En resumen comparando los datos de la tabla, se concluye que a mayor población menor cantidad de vehículos por persona. En Quito, los vehículos por persona son 0.19, y a pesar de mantener una cifra tan baja en relación a New York, San Francisco, y Los Ángeles se presentan atascos moderados, la razón fundamental es la limitación vial.

Ciudad	Vehículos en Zona Urbana	Población	Área Urbana	Vehículos por Persona
Quito	445000	2.239.191	324	0.198

Un estudio realizado por el Texas Transportation Institute indica cifras de alto impacto, por ejemplo en la ciudad de Los Ángeles, una persona destina 72 horas de su tiempo a atascos vehiculares anualmente, lo cual representa económicamente un coste anual de 718\$ por persona. Adicionalmente se estima un valor de 57 galones promedio en excedente de carburante consumido. Si estos datos permanecen fijos, en una década, la persona promedio habrá pasado un mes entero dentro de su

vehículo a causa de estos atascos. En términos económicos los resultados son alarmantes, como muestra la siguiente ecuación:

Perdida económica en un año:

$$[718\$/habitante \cdot \text{año}] \times [11 \text{ millones de habitantes}] \times [1 \text{ año}] = 7.898.000.000 \$$$

Perdida económica en una década manteniendo tasas y datos invariables:

$$[718\$/habitante \cdot \text{año}] \times [11 \text{ millones de habitantes}] \times [10 \text{ años}] = 78.980.000.000 \$$$

Comparación Nueva York / Los Ángeles / San Francisco

Estudio del Texas Transportation Institute	Nueva York	Los Ángeles	San Francisco
Población de área metropolitana (en millones)	22 250	20 460	7 158
Tiempo de espera anual en los atascos, por persona	69 h	72 h	60 h
Coste anual de los atascos, por persona	\$392	\$718	\$515
Economía del coste anual de los atascos congestión, en millones de dólares	7 383	9 325	2 412
Excedente de carburante consumido en los atascos, por persona	47 galones	57 galones	39 galones

Estadísticas del año 2005 extraídas del TTI Urban Mobility Report y del Buró del Censo

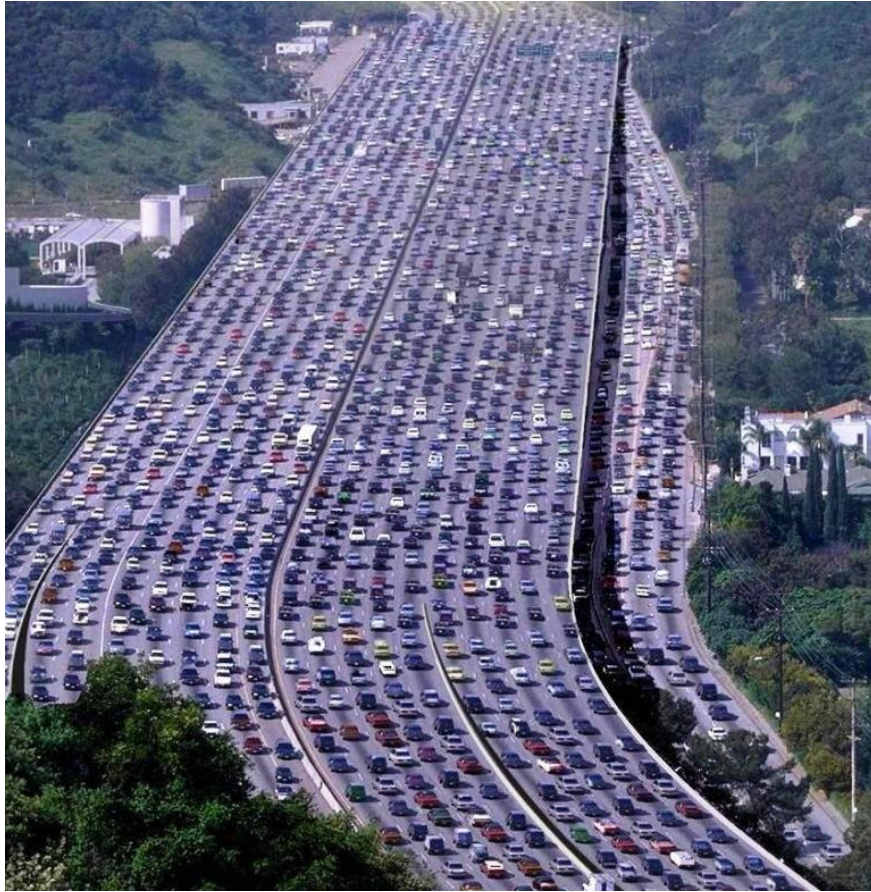
Lo más probable es que la tasa de crecimiento del parque automotor sea mayor al 10%, esto implica que las vías mencionadas se encontrarán con más del doble de vehículos de los que circulan actualmente en la próxima década. Preocuparse para proveer carriles adicionales resulta un problema muy complejo desde la perspectiva económica y sobre todo en cuestiones sociales relacionadas con expropiación al sector privado. En el hipercentro de Quito lo común es encontrarse con atascos causados por la falta de vigilancia y control policial ante la semaforización, como se muestra en la imagen a continuación:



Av. Eloy Alfaro – Av. De Los Shyris

Son varios los que solicitan y exigen la construcción de intercambiadores viales a desnivel, con la finalidad de sustituir la semaforización. Esto representa un costo alto de construcción y un beneficio con escasa durabilidad ya que los cuellos de botella migran a zonas aledañas cercanas. Otra de las razones que evita implementación de estos sistemas de bypass es el proceso de construcción, ya que no se puede desalojar el flujo vehicular por otras zonas, y estas construcciones tardan varios meses afectando con atascos notables.

La manera de comprobar que la inversión en ampliación y remodelación de vías no es la solución definitiva, es analizando otras ciudades, las cuales han ampliado carriles, proveyendo sistemas de intercambiadores a desnivel ininterrumpidos, puentes, túneles, entre otras obras de ingeniería en transporte; siendo las mismas que incitan saturan el tráfico en un determinado periodo de tiempo. Un gran ejemplo es la ruta 405 como se muestra en la imagen a continuación, en Los Ángeles California.



Ruta 405 LA – California



Ruta 405 LA – California

Suponiendo que fuese viable y factible la construcción y ampliación de una autopista, se descarta esta alternativa como solución por razones que económicamente no son rentables para el gobierno, debido a la amortización y al mantenimiento vial. Por consiguiente, mientras mejores sean las vías, más usuarios optarán por comprarse un vehículo, y como resultado proporcional incrementan los atascos vehiculares. A este diagnóstico se lo describe como una verdad incómoda, la cual debe ser reemplazada inmediatamente por un sistema de transporte público masivo distinto.

Se dice que un país desarrollado no es aquel en el que el pobre posee auto, es aquel en el que el rico se moviliza con transporte público. Es precisamente esta razón la que nos lleva a pensar en sistemas de transporte público masivo, no necesariamente siguiendo la doctrina del traslado terrestre como se ha optado desde siglos atrás. En esta ocasión se plantea una nueva visión, focalizada en la innovación del transporte público masivo aéreo, como es el sistema de Metroférico.

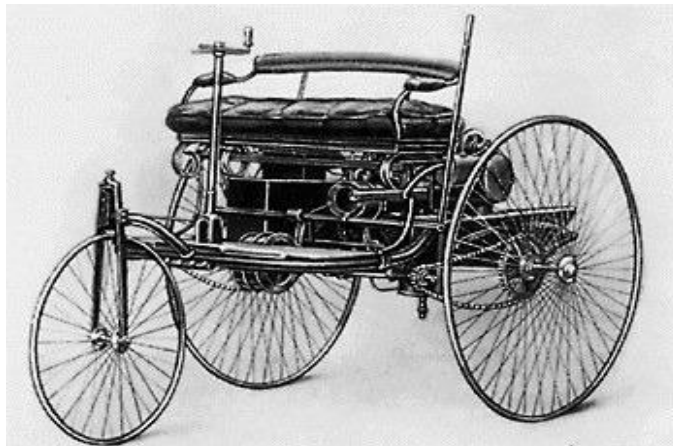
CAPITULO III . - DEFINICION SISTEMA METROFERICO

a. Transporte.

El transporte es el desplazamiento de personas u objetos desde un lugar de origen hasta un destino establecido. El entorno geográfico condiciona el transporte, clasificándolo en terrestre, aéreo, y acuático. Esta actividad terciaria ha crecido proporcionalmente con la industrialización, en las últimas décadas ha manifestado una expansión primordial. La tecnología investiga la eficiencia y eficacia en el desarrollo del transporte para incrementar la seguridad, y disminuir el tiempo que toma recorrer una trayectoria.

Uno de los inventos más importantes en relación al transporte ha sido la rueda, la misma que data con restos arqueológicos en el periodo de 3700 antes de Cristo, en Mesopotamia. Este invento se utilizó al fabricar las primeras carretas y carros, la mismas que utilizaban caballos u otros animales como fuente de energía. Cada civilización fue adoptando esta idea y contribuyeron con mejoras hasta desarrollar la rueda de radios.

Es el ingeniero alemán Karl Friedrich Benz, quien se considera uno de los promotores más influyentes en la invención del primer automóvil en el año 1885. Es el autor del Motorwagen un triciclo mono cilíndrico de 958 cm³, considerado como el primer automotor de combustión interna, capaz de generar una potencia de 0.75 caballos de fuerza, refrigerado por agua.



Consecutivamente estos inventos promueven la revolución industrial, en 1908 Henry Ford aprovecha el conocimiento de Benz, y logra inventar una cadena de montaje capaz de producir Ford T. Consiguiendo cifras inalcanzables, se produjeron cerca de 2 millones de vehículos por año. Esto involucra un cambio en el diseño urbano, ya que las ciudades empiezan a ser diseñadas para el automóvil, mas no para brindar prioridad al peatón. Actualmente en el mundo existe un vehículo por cada siete personas, en el año 2010 se registraron más de mil millones de automotores en funcionamiento, livianos, pesados, y medianos.

Desde la producción masiva de automóviles con motores de combustión interna se genera la importante disposición del uso de gasolina. La misma que proviene del petróleo, un recurso natural no renovable. En el año 1960 surge la constitución de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Al ser el petróleo un recurso relativamente finito, se entiende la relación del incremento de precio por barril. Se estima que existen 143000 millones de toneladas en las reservas conocidas, con lo cual se predice la desaparición y escases de petróleo a partir de los próximos 32 años.

Al utilizar energía renovable, se evitara millones de toneladas de contaminantes primarios y secundarios. Otro beneficio es reducir el costo del subsidio estatal que se asigna al combustible, lo cual a gran escala y a largo plazo brindan cifras importantes para la economía del país.

“En marzo del 2016 tendremos 7 hidroeléctricas más inauguradas que prácticamente duplicarán la potencia eléctrica del país, y nos convertirán en el país con la matriz eléctrica más eficiente, más amigable del medio ambiente que permitirá un cambio estructural histórico en el país” señaló el Primer Mandatario. Además, recordó que el Ecuador se convertirá en exportador de servicios energéticos.

Según informó el gobernante, los proyectos Mazar, Sopladora y Toachi Pilatón serán inaugurados en el 2015, mientras que para el 2016 se tiene previsto la puesta en marcha de 4 hidroeléctricas más: Minas San Francisco, Quijos, Coca Codo Sinclair y

Delsitanisagua, sumando un total de 2827 Megavatios de potencia, con una inversión total de \$ 5.887 millones.” (Rafael Correa, 2015).

La administración de Rafael Correa se ha enfocado en un cambio de matriz energética, lo ideal es aprovechar esta situación y conectar con sistemas de transporte que funcionen con energía eléctrica. Es por eso que el sistema de metroférico que se expone continuación va de la mano con el desarrollo del país y con el medio ambiente. El sistema de transporte de teleférico ubicado en Bolivia tiene la capacidad de transportar 36 millones de pasajeros anuales, consumiendo 100 mil dólares mensuales en sus tres líneas, con un consumo de 5MW anuales.

La tecnología de teleféricos no ha sido desarrollada e implementada globalmente, es importante tener en cuenta que los primeros teleféricos se construyeron en el año de 1900, brindando altas prestaciones para el transporte de personas y mercancías con empresas de alto prestigio como son Leitner Ropeways funcionando desde el año 1988 y Doppelmayr. Actualmente lo común es encontrar estos sistemas para acceder a sitios turísticos o centro de esquí. Y estos procesos han entregado resultados específicos que trastornan su uso hacia transporte urbano, teniendo en cuenta la rentabilidad, la perspectiva económica, el confort, la seguridad de viaje, y su sencilla instalación.

i. Aspectos técnicos Metroférico.

El sistema tradicional de teleférico se describe como un método de transporte aéreo compuesto por góndolas colgantes sobre uno o más cables que tienen la función de sostener y movilizar las cabinas a lo largo del trayecto. Los teleféricos antiguos comúnmente se encontraban configurados por un solo cable, el mismo que sostenía la cabina y a la vez estaba sometido a tracción para movilizarla. Los monocables tienen como limitación una capacidad máxima de transporte de 3400 personas por hora, y una velocidad de 5m/s.



Telefèric de Montjuïc, Barcelona, diseñado con fines turísticos, con capacidad de 8 pasajeros por góndola, costo por viaje € 7.80, velocidad 5 m/s, y recorre una distancia de 752 metros.

Los teleféricos 2S tienen la capacidad de trasladar 16 personas por cabina. Poseen dos cables y cada uno cumple su rol respectivo, el primer cable sostiene la cabina y el otro esta sometido a tracción para generar movimiento. Este sistema es la evolución del monocable, generando menor desgaste en el cable surge un considerable ahorro en el mantenimiento, y a la vez menos fricción lo cual implica menor costos operativos en cuestiones energéticas.



Hoy en día la tecnología más avanzada ofrece los teleféricos 3S, los cuales utilizan 3 cables, dos son portantes por lo que pueden sostener mayor peso. El otro cable funciona a tracción para movilizar las cabinas en el trayecto. Estos sistemas tienen la capacidad de trasladar a 5000 personas por hora por sentido, con una velocidad entre 7 a 8.5 metros por segundo. Es importante tener en cuenta que este sistemas es más eficiente que los anteriores, ya que requiere menor mantenimiento debido a la reducida fricción en los cables, disminuyendo los costos operativos.

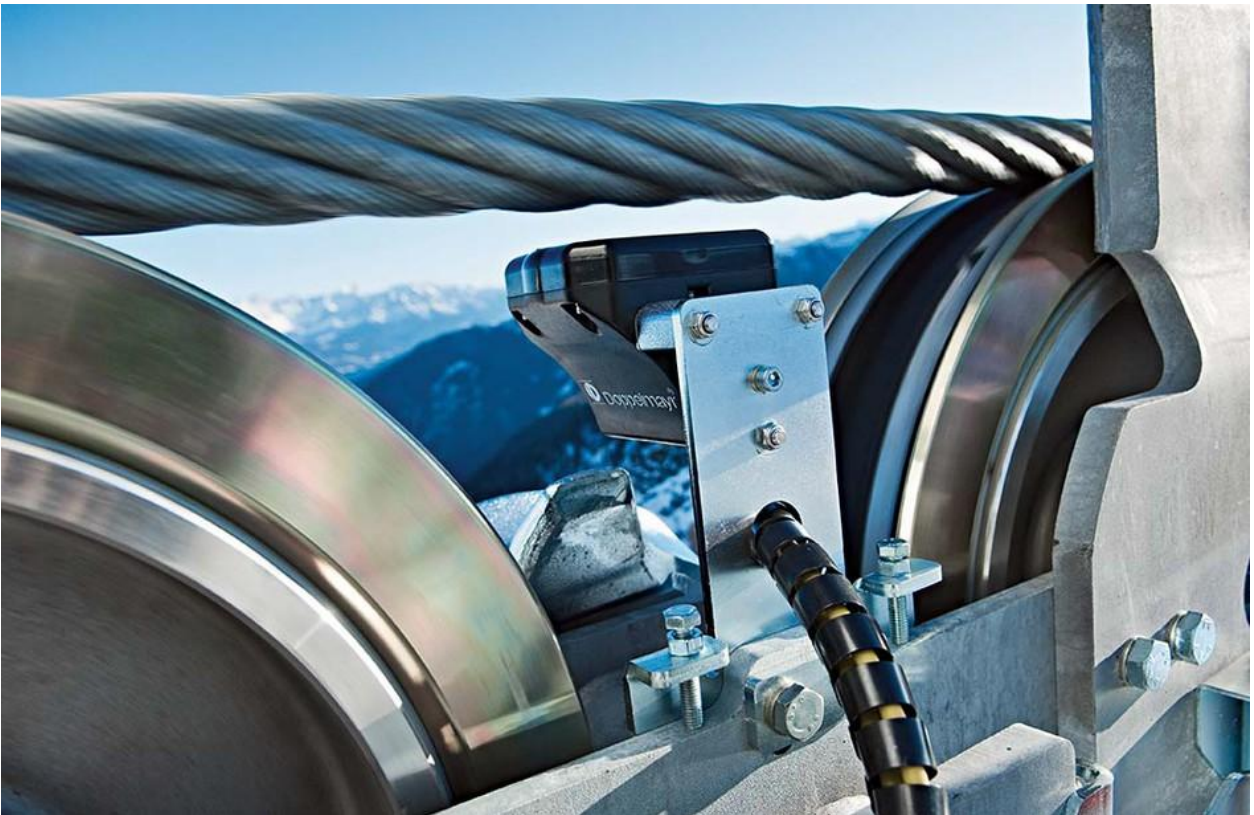


La tecnología 3S al tener mayor capacidad portante permite tener cabinas de mayor dimensión en las que caben 38 personas cómodas. Así mismo la luz entre torres pueden llegar a superar los 2500 metros, sin embargo, se puede reducir dicha distancia para reducir la catenaria de los cables y manejar las pendientes de diseño. Es adecuado implementar estos sistemas para brindar mayor seguridad, sobre todo en zonas donde exista peligro sísmico y más aun si el sistema será utilizado como transporte masivo urbano, ya que los cables y motores inician su trabajo a las

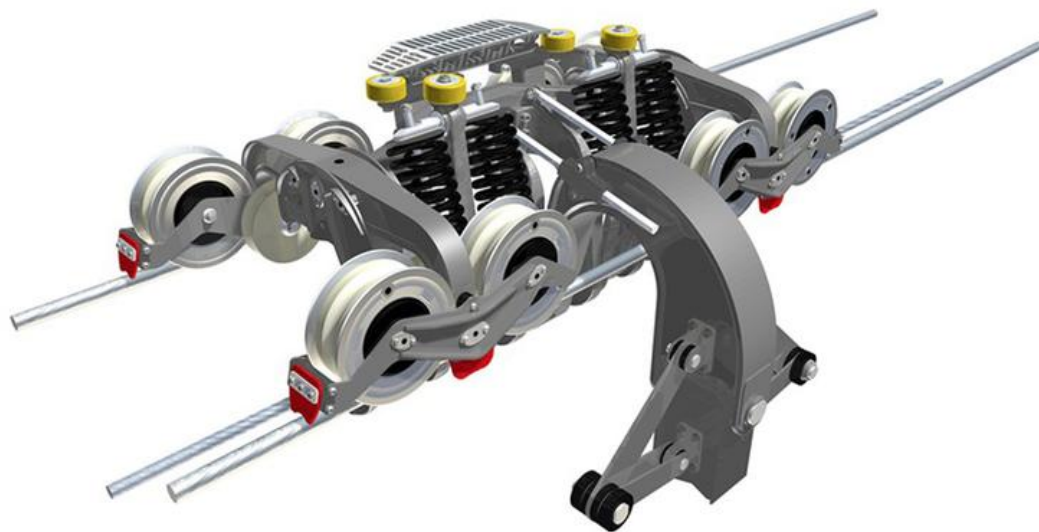
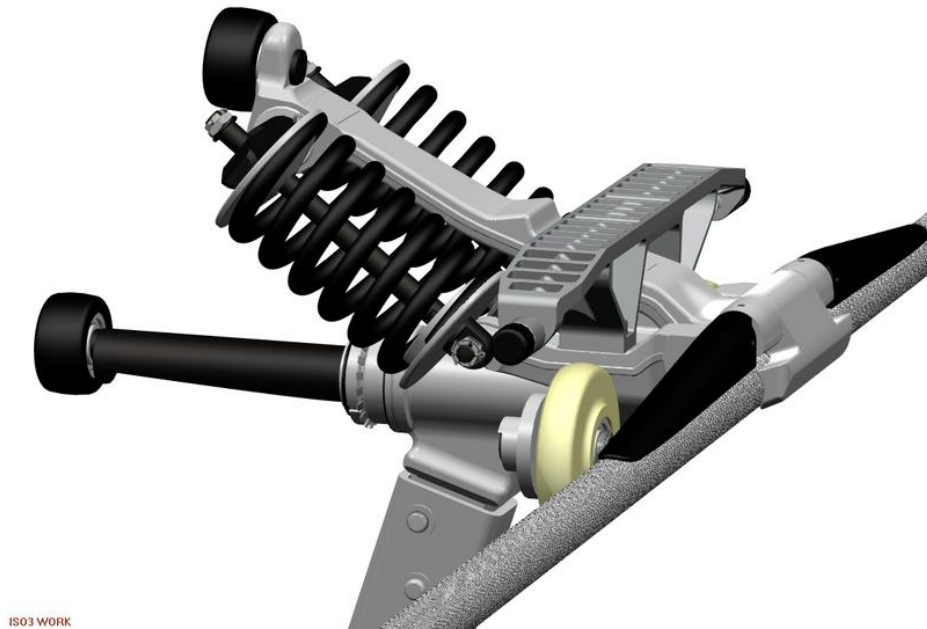
5:00am. y terminan a las 10:00pm. En caso de que falle un cable se tiene la posibilidad de salvar vidas y evitar catástrofes, en los otros sistemas no existe dicho respaldo.



Adicionalmente se reduce el número de torres que deben colocarse e incrementa el número de góndolas que entran en un vano convencional. Es por esta razón y por la alta velocidad que la tecnología 3S funciona para transporte masivo. Incluso en distancias con luces largas este sistema dispone un alto desempeño en condiciones extremas. El cual tiene placas laterales, ranuras de la polea profundas, guías de cuerda que se combinan, para eliminar el riesgo de “deropement” que quiere decir el momento en que un cable se desliza de las ruedas directrices, este sistema resiste vientos superiores a los 100 kph, en caso de registrar amenazas el sistema se detiene.



A estos mecanismos se los conoce como instalaciones desmontables, permiten modificar la velocidad, en la estación se reduce para embarcar pasajeros, y luego se potencia para ganar velocidad el trayecto. La imagen superior es para un mono cable y la inferior es para un sistema 3S:



La construcción del sistema de Metroférico requiere estructuras que se denominan torres, son celosías reforzadas prefabricadas en acero que cumplen normativas internacionales. Estas deben disponer capacidad para sostener el peso de las cabinas y el peso de los cables considerando fuerzas de viento y sísmicas. La altura de una torre determina el diseño, teniendo en consideración que lo recomendable es no tener alturas menores a 10 metros, y que se han diseñado torres de 180 metros de alto, en Lagos Nigeria.

Las torres promedio ocupan una superficie aproximada de 50 metros cuadrados, tienen 1250 toneladas de acero y cerca de 500 toneladas de hormigón, se estima que las cargas laterales en la plataforma bordean los 2.7 millones de Newtons de fuerza. Las torres pueden asentarse en cualquier escenario geográfico, como zonas montañosas, agua, nieve, rocas, arena entre otros. Hoy en día la mayoría de centros de esquí del mundo mantienen estos sistemas, y su funcionamiento es exitoso incluso en tormentas de nieve, fuertes vientos, y temperaturas bajo cero.

Es por esta razón que las torres mantienen una estructura formidable como se muestra en la imagen a continuación:





Los cables utilizados pueden variar su diámetro según el diseño, para sistemas tradicionales se suelen aplicar cables de 50mm de diámetro, la tensión en los cables portantes supera los 4.4 millones de Newtons. La pendiente máxima es 60 grados, para mantener un desempeño eficaz, lógicamente mientras la pendiente esta ligada con el consumo de energía, con la velocidad, y el desgaste de los cables. Lo importante es que la constructora de teleféricos como Doppelmayr Garaventa, y Leitner Ropeways, cumplan con las normativas vigentes de la UE (CEN).



i. Operación y Funcionamiento

Al igual que un sistema de transporte masivo como el metro, los pasajeros deben acercarse a las estaciones de Metroférico de mayor conveniencia. El acercamiento puede generarse por distintos métodos, como alimentadores, buses, taxis, bicicletas, peatonalmente, y en vehículo privado. Para efectuar este proceso correctamente se debe diseñar las estaciones con prudencia técnica basándose en una lógica sostenida, con la finalidad de cumplir las normativas constructivas, y la relación con el flujo de pasajeros que ingresan y desalojan a la estación en sus medios respectivos.

A pesar de que muchos lo ven como una utopía, lo ideal sería diseñar una red provincial de transporte público unificada; sobre todo para facilitar a los pasajeros la compra de boletos. Si un pasajero adquiere un boleto del tipo prepago este tenga la capacidad de gastarlo en el Metroférico, en el Metro, o incluso en el bus. La unificación de transporte público debería estar configurado como un monopolio administrado por una empresa estatal. Con lo cual se lograría solucionar la competencia entre los propietarios de buses con respecto a la recolección de pasajeros.

El sistema de Metroférico es apto para todo tipo de pasajeros, eso implica una amplia gama de boletos para acceder al mismo. El precio de cada boleto se encuentra relacionado con un estudio económico, el mismo que se basa en la amortización y rentabilidad del proyecto. Como se encuentra establecido suelen realizarse las siguientes opciones en base a las características del pasajero:

- Boleto Sencillo:

Valido para un solo viaje. El boleto tendrá validez hasta que el usuario abandona la estación.

- Boleto diez viajes:

Valido para realizar 10 viajes. El momento de colocar la tarjeta en la maquina receptora, indicará la cantidad de viajes restantes.

- Boleto Plus:

Provee un numero ilimitado de viajes en un lapso de 6 meses. Al adquirir esta membresía se puede otorgar descuentos representativos.

- Boleto Turístico:

Se podrá utilizar el sistema ilimitadamente en un intervalo de 3 días.

- Descuento aplica a pasajeros:

- Tercera Edad.
- Discapacitados.
- Niños menores de 4 años podrán viajar sin boleto.
- Estudiantes.
- Usuarios Park & Ride.



Por esta razón se diseñan las estaciones con la ideología Park & Ride, la cual tiene como objetivo motivar el uso del Metroférico para los usuarios de vehículos privados. Con esta alternativa se espera que los vehículos livianos se aproximen a la estación más cercana, la cual contará con modernas edificaciones extraordinarias y espaciales destinadas al uso de parqueadero. Estos parqueaderos se espera que tengan una superficie aproximada de 10000 metros cuadrados, con la expectativa de colocar paneles fotovoltaicos para proveer energía renovable a la estación y a los vehículos eléctricos de manera gratuita.

Adicionalmente se debe motivar a los usuarios que opten por el Park & Ride, manteniendo costos de estacionamiento relativamente competitivos, y descuentos atractivos en la compra del boleto para ingresar al Metroférico presentando el comprobante de estacionamiento. Los estacionamientos funcionaran las 24 horas, y mantendrán alta seguridad, a través de circuito cerrado y vigilancia profesional. Los predios que se requieren para la construcción de estos parqueaderos provienen de expropiación a terrenos del sector privado y público.

Actualmente la gasolina y el diesel prevalecen como fuentes de energía ante cualquier otro recurso para motores de vehículos livianos y pesados. Como se indico anteriormente, el petróleo es un recurso finito y cada vez es más costoso. La tecnología que estudia motores a combustión no ha logrado sustituir el combustible mencionado, no obstante se ha diseñado motores que generan menor consumo, es decir, mayor cantidad de kilómetros recorridos por galón.

b. Comparación con otros sistemas de transporte público masivo.

Actualmente la única manera de transportarse por medio público entre el hipercentro y el valle de Tumbaco es a través de buses, y taxis. Recientemente los taxis han incrementado sus tarifas y ya existen medidas de control para asegurar el uso del taxímetro. Sin embargo, la mayoría opta por buses debido a que un taxi tenía un costo aproximado de 12.00\$ dólares. Esta es la razón por la cual la mayor parte de las personas escogen bus. Varias décadas atrás existía un tren, donde se encuentra la actual ciclo vía, lo ideal sería que algún día se plantee una remodelación planteando un sistema de cercanías.

Los buses parten de la estación Rio Coca con rumbo al valle, atravesando Cumbayá, Tumbaco, El Arenal, Puembo, Pifo, Yaruqui, Checa y retornan cuando llegan al Quinche. Este pasaje tiene un costo de 0.65 centavos de dólar, y ha sido fijado por el Municipio de Quito para los buses regulares. En este trayecto existen 167 buses que provienen de 5 cooperativas, cumpliendo 670 turnos. Se registraron 78.537 viajes desde Quito hacia los valles involucrados, entre vehículos livianos y pesados.

Este sistema funciona las 24 horas y está diseñado para pasajeros que tengan como destino el aeropuerto. Esta tarifa se fijó debido a que ya circulaba un bus únicamente con destino al aeropuerto con un costo elevado. Es importante mencionar que el transporte público de buses debería ser unificado y monopolizado por una sola entidad, con la finalidad de evitar competencia entre cooperativas. Tal y como es en la mayoría de países de la Unión Europea, evitando adelantamientos, y accidentes por conseguir mayor cantidad de pasajeros. Estos buses contienen un chip para controlar el tiempo de espera en cada parada, la ruta que toman, y la velocidad.

Una de las soluciones más prácticas y ya probadas en zonas que presentan topografía compleja es el famoso Cable Car de San Francisco, California. Fue diseñado para poder recorrer por medio terrestre a través de arduas pendientes, compartiendo carril con el tránsito cotidiano. Este sistema fue puesto en marcha en agosto del año 1873 gracias a la iniciativa de Andrew Smith Hallidie y el ingeniero William Eppelsheimer.

La ciudad de San Francisco afrontó su compleja topografía con herramientas de ingeniería muy valiosas como son los puentes Golden Gate, y el Oakland Bay Bridge, sin embargo, nunca se construyó un metro, con toda la razón y argumento técnico, San Francisco se encuentra afectada por la conocida falla sísmica de San Andrés, la cual se genera por la colisión de la placa tectónica del pacifico con la placa norteamericana, las mismas que tienen el potencial para generar terremotos que generen daños complejos e imposibles de reparar.



Estas cabinas llegaron a ser un icono de la ciudad y un atractivo turístico que prevalece hasta la actualidad, teniendo en cuenta que su éxito fue formidable y hoy en día es patrimonio histórico nacional de los Estados Unidos. El inconveniente de esta tecnología son los elevados costos de mantenimiento, sin embargo se puede analizar opciones de nuevos materiales que impliquen mejoras y mayor durabilidad.

Lo ideal fuese implementar y colocar este sistema en las zonas propuestas de Jaime Roldos, y Toctiucto, ya que se los pasajeros pueden acceder a este medio en cortas distancias ya que las estaciones se encuentran cercanas, mas no las de un teleférico. De haber sido el teleférico una buena opción para transportar una población densamente asentada en una ladera, Los Estados Unidos de Norte America hubiesen colocado un teleférico en San Francisco, pero no lo hicieron porque no es eficiente el acceso peatonal desde varios sitios, se congestiona los puntos críticos de ingreso, y la mayoría de residencias se ven afectadas por la infraestructura del mismo.

i. Capacidad de pasajeros.

Cada cabina tiene la capacidad de transportar 38 pasajeros de manera ordenada, brindando confort en todo el trayecto. Estas presentan servicio de WIFI, cámaras de vigilancia y sistemas de SOS que permiten conexión inmediata con la estación más cercana. Es evidente que existirá personal que acomode pasajeros en cada cabina, con la finalidad de no sobrepasar el límite de personas y evitar que cabinas viajen sin pasajeros.

Las cabinas no se detienen a recolectar pasajeros, estas disminuyen a velocidad constante y avanzan mientras los usuarios acceden. A pesar de este movimiento niños, pasajeros discapacitados, personas de tercera edad, y otros pueden acceder a la góndola sin complicación. Es prudente mantener velocidad constante para no frenar por completo, con esto se logra un ciclo masivo, es decir, una cabina de 38 pasajeros cada 20 segundos por estación.

Existen garajes en los cuales pueden permanecer las góndolas estacionadas cuando no exista la suficiente demanda. Estos garajes inteligentes permiten inyectar el número de cabinas pertinentes en casos de mayor afluencia, como son las horas pico en la mañana y en la tarde. Es importante tener en cuenta que el hecho de no utilizar todas las cabinas es un proceso de optimización eficiente en el que se ahorra energía.

Al igual que en las atracciones de los parques de diversiones, se espera llenar las montañas rusas de forma eficiente. Para esto se coloca personal en la zona de ingreso a las cabinas con el propósito de llenarlas en su máxima capacidad. Esta tendencia mantiene un orden adecuado ya que se ha optado por diseñar una fila conocida como Single Rider. En cierto modo pretende llenar cabinas con pasajeros que no viajan en grupos, siempre sujetos a disponibilidad, y sin garantizar un tiempo de espera menor al usual.



Al ofrecer un sistema de transporte que cruza núcleos de desarrollo de tanta importancia, tenemos como resultado un gran número de pasajeros que viajan en el Metroférico. Se estima que un 90% de los pasajeros que viajan en bus, cambiarán a este sistema una vez que el metro se encuentre en funcionamiento. Teniendo en

cuenta que viajan con mayor seguridad, y siempre tardaran el mismo periodo de tiempo entre estación y estación, manteniendo un costo similar al actual.

Así mismo se espera que una cuarta parte de los usuarios de vehículos privados opten por el sistema de Metroférico, favoreciendo a estos con la metodología Park & Ride. Una de las principales razones para utilizar este medio es mantener el sistema de pico y placa, y brindar transporte público de primera calidad. Del mismo modo, los pasajeros podrán comparar el tiempo que les toma llegar hasta el hipercentro atravesando los cuellos de embotellamiento en su auto el en el Metroférico. Sin olvidar los costos que representa el mantenimiento del vehículo o los costos por el peaje del túnel Guayasamín.

ii. Mantenimiento.

El mantenimiento del sistema es económico, sencillo, y no genera interrupciones en el sistema. Lo ideal es efectuar estos procesos en feriados, o días en los que el metroférico mantiene una jornada pasiva sin flujo masivo. Como se menciona anteriormente un sistema 3S genera menor fricción en los cables un sistema de monocable o bicable, por esta razón invertir en un sistema de 3 cables a largo plazo resulta más rentable, ya que el reemplazo de cables es uno de los rubros más costosos a pesar de ser relativamente bajo en comparación con otros mantenimientos para distintos medios de transporte público masivo como un metro.

Adicionalmente se sustituyen piezas y mecanismos en la estaciones y en las torres debido a desgaste. Es importante dar mantenimiento a la estructuras, brindando ajustes periódicamente, para lo cual se hacen concesiones y capacitaciones con la empresa constructora, con la finalidad de asegurar u mantenimiento eficaz. En relación a proyectos semejantes se estima que el mantenimiento tenga un costo anual de 3.4 millones de dólares. Se estiman consumos de energía anual equivalentes a 1.2 millones de dólares.



iii. Seguridad de transporte.

Al ser Quito una zona sísmica, es recomendable colocar aisladores sísmicos en la cimentación de cada torre con la finalidad de estimular la seguridad de la infraestructura en caso de un sismo, cumpliendo las normas de construcción para la estaciones. La probabilidad de ocurrencia de un sismo es mayor de lo que parece, por lo que sería adecuado destinar un capital adicional a estos aisladores. En caso de que exista un sismo de magnitud considerable, y no se toma las medidas preventivas, los daños ocasionados fuesen más costosos de reparar de lo que costaría invertir en reforzar la estructura.

El sistema de Metroférico esta considerado como el transporte público masivo más seguro el mundo, brindando un exitoso porcentaje de cero accidentes. Lógicamente siempre existirán inconvenientes que sobresaltan inesperadamente, a continuación se muestran dos accidentes relacionados con teleféricos:

- i. Se reporta históricamente un accidente en Cavalese, en el norte de Italia, el 3 de febrero de 1998 en una estación de esquí, en la que 20 personas fallecieron a causa de que el avión EA-6B

Prowler de los United States Marine Corps, corto el cable de soporte que sostiene las cabinas del teleférico.

- ii. Recientemente se ha implementado un sistema de transporte aéreo a través de teleféricos en La Paz, Bolivia. El 15 de febrero de 2015 se reporto un accidente en el que un árbol cayo sobre los cables generando 19 heridos sin lesiones graves.

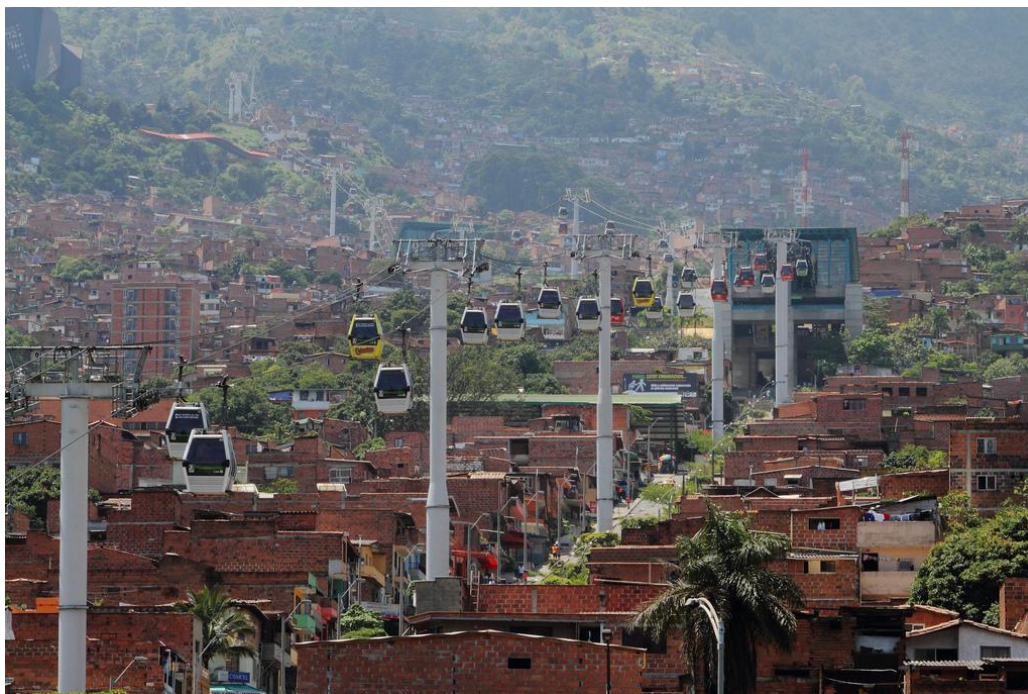
La OMS (Organización mundial de la Salud) expone cifras asombrosas indicando que 3500 personas fallecen diariamente por colisiones en carreteras, aproximadamente, 1.3 millones anuales. La National Safety council de Estados Unidos indica que de cada 5 mil viajes uno culmina en accidente. Es por esta razón que en el 2010 se registraron 25.588 accidentes, teniendo en cuenta que en la Av. Simón Bolívar se tiene un promedio de un accidente diario. Esto dispara las cifras por lo que la mayor cantidad de fallecidos se da por imprudencia del conductor en Guayas y Pichincha (Agencia Nacional de Transito, 2010).

El gobierno de Ecuador ha predestinado un impuesto elevado a la importación de vehículos. Los usuarios no detienen su compra, deciden comprar un automóvil más económico. Al ser un vehículo de menor precio, este no mantiene la seguridad adecuada en caso de colisión. Por esto debería existir una organización estatal que controle el tipo de vehículos que ingresan al país como es el Insurance Institute for Highway Safety, o la National Highway Traffic Safety Administration donde se realizan pruebas de colisión y el vehículo obtiene una calificación en base a la seguridad que disponga, en caso de no cumplir los requisitos se prohíbe la circulación en los Estados Unidos.



c. Viabilidad y factibilidad para implementación del sistema.

Se reconoce al Metrocable de Medellín, Colombia como uno de los primeros sistemas de teleférico para transporte público masivo a nivel mundial; el mismo que se diseña con el propósito de solucionar cuestiones de transporte en la ciudad. Estas líneas mantienen un carácter social y beneficio diario para brindar bienestar a los usuarios de menores ingresos que se encuentran zonas de topografía compleja. Hoy en día funcionan tres líneas de Metrocable en Medellín, la información que se presenta a continuación fue extraída de Metro de Medellín.



“**La línea K** recorre 2 kilómetros en el nororiente de la ciudad. Está conectada al sistema Metro en la estación Acevedo y los usuarios pueden hacer transferencia sin pagar un valor adicional. Las estaciones de la línea K son Andalucía, Popular y Santo Domingo, donde las cabinas retornan hacia el Metro.” (Metro de Medellín, 2015).

“**La línea J** recorre 2.9 kilómetros en el Occidente de Medellín. Está conectada al sistema Metro en la estación San Javier y los usuarios pueden hacer transferencia sin pagar un valor adicional. Las estaciones de la línea J son Juan XXIII, Vallejuelos y La Aurora, donde las cabinas retornan hacia el Metro.” (Metro de Medellín, 2015).

“**La Línea L** recorre 4.6 Kilómetros entre la estación de transferencia en Santo Domingo y la vereda El Tambo donde se encuentra la segunda y última estación. Es la primera línea turística del Metro que funcionó inicialmente con 27 cabinas y en 2011 aumentó su capacidad a 55 cabinas. La línea tiene incidencia en el corregimiento de Santa Elena y en algunos barrios de la Comuna 1 como Santo Domingo Savio, La Esperanza y La Avanzada.” (Metro de Medellín, 2015).

Adicionalmente ya se ha implementado un sistema de transporte público masivo de teleféricos en La Paz, Bolivia; conocido como Mi Teleférico, este tiene la capacidad de transportar 18000 pasajeros por hora en sus tres líneas. Fue diseñado para unir 90 zonas ubicadas entre La Paz y El Alto. Tienen la capacidad de transportar 10 pasajeros por cabina cada 12 segundos. Este sistema funciona 17 horas por día y no atribuye conflictos con las redes viales, sus puntos de contacto se diseñaron a través de estaciones para ofrecer servicio bimodal.

Actualmente el presidente Evo Morales ha concluido exitosamente la primera fase que tuvo un costo de 234.6 millones de dólares, beneficiando a mas de 14 millones de pasajeros. El desafío continua ya que se han contratado 6 líneas adicionales, para atender a barrios restantes, la inversión para esta segunda fase es de 450 millones de dólares. Que incluyen más de 50 mil metros cuadrados de áreas exteriores, destinadas a comercio, salud, vías peatonales, áreas verdes, y accesos viales que facilitan ingresos a la estación.

Las seis líneas que se construirán en la segunda fase suman más de 20 kilómetros de longitud, se construirán 23 estaciones, con un total de 164 torres y 917 cabinas. Este número es elevado debido a que en Bolivia optaron por construir con tecnología de monocable, teniendo en cuenta que en cada cabina entran únicamente 10 pasajeros, y las luces entre torres son menores. Al igual que el trafico promedio diario anual, los pasajeros incrementan paulatinamente y más aun si el sistema de transporte tiene acogida. El problema de no haber implementado el sistema de 3S surgirá cuando la demanda incremente, al igual que los costos de operación, y ampliar implica la misma inversión que se realizo ya que el monocable no soporta más peso. (Mi Teleférico Bolivia, 2014).



Al encontrar dos sistemas de transporte público masivo aéreo, en países latinoamericanos de condiciones sociales, topográficas, económicas, políticas, semejantes a las que presenta Quito, se puede concluir que si es factible y viable, por la gran aceptación que han tenido y porque han corrido el riesgo como pioneros. Al Evo Morales optar por la segunda fase, los beneficios recibe la ciudadanía el medio ambiente y el mismo gobierno son satisfactorios ya que logró reducir el volumen vehicular en ciertas zonas hasta en un 400%, ahorrando toneladas de CO₂, reduciendo accidentes de tránsito y mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

d. Proyectos turísticos de teleféricos a nivel internacional.

Un sistema de teleférico convencional se aprecia en las laderas del Pichincha, el mismo que tiene como intención proveer fines turísticos. El recorrido de estas cabinas tiene una duración de 10 minutos y un trayecto de 2.5 kilómetros, inicia en los 2950 m.s.n.m. y aterriza en los 4053 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar). Desde la parte superior se logra observar 4 nevados de la cordillera de los andes e inolvidables paisajes de la ciudad para los visitantes. La mayoría de estos teleféricos se asientan en zonas de esquí o en lugares que tienen un potencial turístico.

Desde que el petróleo se considero una fuente de ingreso limitada debido a que es un recurso finito, muchos países desarrollados han buscado alternativas para nuevas fuentes de ingresos económicos. En los Emiratos Árabes el Jeque Mohammed bin Rashid Al Maktoum, invirtió 45 mil millones de dólares provenientes del petróleo hacia un nuevo mercado orientado hacia el desarrollo inmobiliario para radicar el turismo. Parte de este proceso es la inversión en transporte público, la diferencia es que la estación se construye en sitios deshabitados y esta genera en su alrededor un desarrollo urbano.

Invertir en un sistema de transporte público aéreo en la zona montañosa del distrito metropolitano acataría varios intereses turísticos. Esto se comprueba con el teleférico ubicado en las laderas del Pichincha, ya que se puede apreciar varios os y paisajes inolvidables de la cordillera de los Andes. Esta ruta ofrecería panoramas atractivos de la ciudad, como el ingreso a Parque Carolina a través de los encañonados y ríos.

En las ultimas décadas se han construido varios sistemas de teleféricos para fomentar el turismo. En la mayoría de casos se procede a construir para poder acceder a sitios que brindan paisajes panorámicos de la ciudad. Al ser sistemas relacionados fundamentalmente con el turismo, estos ofrecen precios de transporte elevados. Entre estos se destacan los siguientes proyectos:

- Teleférico de Salta, en Argentina
- Teleférico de Bariloche, en Argentina
- Teleférico de Cochabamba, en Bolivia
- Mi Teleférico, en Bolivia
- Teleférico de Río de Janeiro, en Brasil
- Teleférico da Providencia, Rio de Janeiro, en Brasil
- Teleférico do Parque Estoril, São Bernardo, SP en Brasil

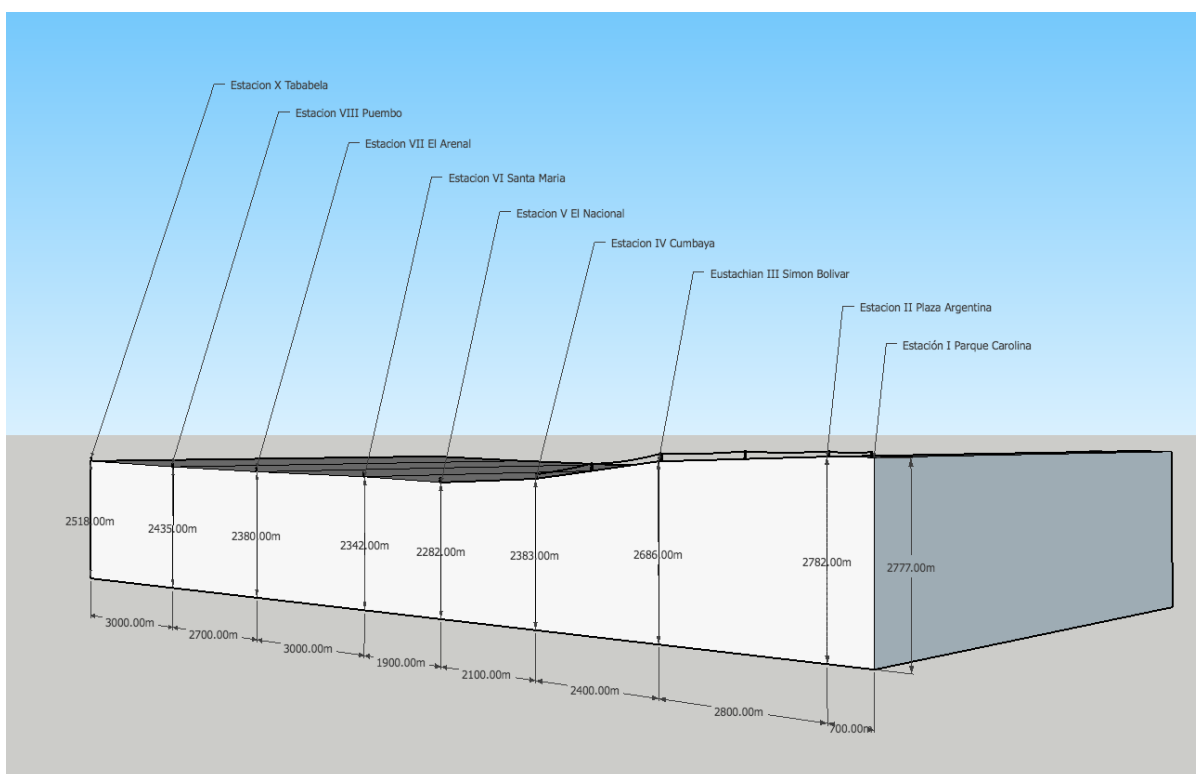
- Teleférico de Aparecida, Aparecida do Norte, SP en Brasil
- Teleférico de Aparecida do Parque da Colina, Nova Trento, SC en Brasil
- Teleférico de Telemaco Borba, Telemaco Borba, PR en Brasil
- Teleférico do Parque do Caracol, Canela, RS en Brasil
- Teleférico de Matinhos, Matinhos, PR en Brasil
- Teleférico de Nova Friburgo, Nova Friburgo, RJ en Brasil
- Teleférico de Domingos Martins, Espírito Santo, en Brasil
- Teleférico de Sol Victoria, Salvador, Bahía, en Brasil
- Teleférico de Chesf, Paulo Afonso, Bahía, en Brasil
- Teleférico de Triunfo, Pernambuco, en Brasil
- Teleférico de Maeda, Itu, São Paulo, en Brasil
- Teleférico da Serra Negra, São Paulo, en Brasil
- Teleférico de Atibaia, São Paulo, en Brasil
- Teleférico de San Vicente, São Paulo, en Brasil
- Teleférico Beto Carrero, Penha, Santa Catarina, en Brasil
- Teleférico de Caxambu, Caxambu, Minas Gerais, en Brasil
- Teleférico de Poços de Caldas, Poços de Caldas, Minas Gerais, en Brasil
- Teleférico de Ubajara, Ceara en Brasil
- Teleférico de Camburiu, Camburiu, Santa Catarina en Brasil
- Teleférico de Campos de Jordão, Campos do Jordão, São Paulo, en Brasil
- Teleférico do Complexo do Alemão, Rio de Janeiro en Brasil
- Teleférico de São Lourenço, São Lourenço, Minas Gerais, en Brasil
- Teleférico de Santiago, en Chile
- Teleférico de Monserrate Bogotá Colombia
- Metrocable, en Medellín, Colombia
- Cable Aéreo de Manizales, Colombia
- Teleférico San Sebastián de Palmitas, en Medellín, Colombia
- Teleférico del Chicamocha, en Colombia
- Teleférico del Parque Nacional del Café, en Montenegro, Colombia
- TelefériQo, en Quito, Ecuador
- Teleférico de la Isla Roosevelt en Nueva York. Estados Unidos de América.
- Teleférico de Portland en Portland, Oregon, Estados Unidos de América.
- Teleférico de Amatitlán, en Guatemala

- Teleférico de Hotel Montetaxco, en Taxco, Guerrero, México
 - Teleférico de Hotel Vida en el Lago, en Tepecoacuilco, Guerrero, México
 - Teleférico de Barrancas del Cobre, Chihuahua, México
 - Teleférico de Durango, Durango, México
 - Teleférico de Grutas de García, en Monterrey, México
 - Teleférico de Zacatecas, en Zacatecas, México
 - Teleférico de Orizaba, en Veracruz, México¹¹
 - Metrocable, en Caracas, Venezuela
 - Trolcable, en Mérida, Venezuela
 - Teleférico de Mérida, en Venezuela
 - Teleférico de Caracas, en Venezuela
 - Teleférico de Puerto Plata, en República Dominicana.
-
- Europa
 - Teleférico de Lisboa, en Portugal
 - Teleférico de Guimarães, en Portugal
 - Teleférico de Fuente Dé, en Cantabria, España
 - Teleférico de Madrid, en España
 - Teleférico de Montjuic, en Barcelona, España
 - Teleférico de Grenoble Bastille, en Grenoble, Francia
-
- Macaronesia
 - Teleférico del Teide, en Tenerife, Canarias, España
 - Teleférico de Funchal, en Madeira, Portugal

CAPITULO IV . - DISENO DE RUTA Y ESTACIONES

a. Topografía y Perfil Vertical

Es lógico pronosticar que el desarrollo urbano en las próximas décadas se asentará en los valles mencionados. Esta razón y el desnivel topográfico que existe en el hipercentro de Quito con respecto a los valles promueven la construcción del un sistema de Metroférico con tecnología 3S en el tramo Quito Tababela. A continuación se presenta un perfil vertical, el cual indica en la altitud de cada estación con su respectiva separación.



La topografía proviene de Software satelital e indica una pendiente máxima de 57,5% en la zona de la tercera estación. Esto se debe a las quebradas que están junto al túnel Guayasamín. Las pendiente media es 5.6% -11.3%, teniendo en cuenta que el intervalo tiene una longitud total de 18.8 kilómetros. Esto indica que si un pasajero ingreso al metropolitano en Quito y se encuentra en Cumbayá, este realiza un descenso de casi 400 metros en 10 minutos aproximadamente. La topografía satelital es valida para estudios de perfectibilidad debido que puede ser imprecisa. Sin embargo, se aprecia la buena calidad de los encañonados, como es el Chiche a la altura de los 14 kilómetros. Se trabajo con modelización en tres dimensiones para tener una idea de la proyección de las torres sobre la topografía, como se muestra a continuación:



El trabajar en un software 3D, permite analizar la altura que necesitará cada torre, y la ubicación que esta tendrá. Se determinó que las torres más altas tendrán 95 metros de altura y se ubicaran en el tramo plaza Argentina, hasta atravesar la compleja topografía que culmina en Cumbayá. Existirá una torre intermedia entre las estaciones que se encuentren a una distancia superior a 2500 metros.

Estación		Torre			[kilómetros]
Origen	Destino	Estación Origen	Intermedio	Estación Final	Luz
Parque La Carolina	Plaza Argentina	1	0	1	0.7
Plaza Argentina	Simón Bolívar	1	1	1	2.8
Simón Bolívar	Cumbayá	1	0	1	2.4
Cumbayá	El Nacional	1	0	1	2.1
El Nacional	Santa María	1	0	1	1.9
Santa María	Arenal	1	1	1	3
Arenal	Puembo	1	1	1	2.7

El diseño entrega como resultado 20 torres en total, teniendo en cuenta que entre estaciones se podrá tener una luz máxima de 2500 metros ya que se está trabajando con tecnología de punta, es decir, teleféricos con tecnología 3S. Por esta razón se colocaran torres intermedias únicamente en los tramos Plaza Argentina y Simón Bolívar, Santa María y El Arenal, El Arenal Puembo. El resto de tramos permanecerán únicamente con dos torres y una luz extraordinariamente larga, como es el caso de Simón Bolívar hasta la estación de Cumbayá.

- b. Análisis espacial.
 - i. Imágenes Satelitales.

A través de herramientas como Google Earth, y ArcGis se puede entender y observar la expansión demográfica de manera satelital. Este tipo de software facilitan el trabajo ya que permiten trazar el diseño geométrico con precisión. Una manera muy formal para percibir la expansión del crecimiento urbano es regresando en el tiempo, por medio de imágenes satelitales capturadas en el año 1969 por U.S. Geological Survey, y comparando con las imágenes satelitales actuales provenientes de Digital Globe 2015.

Esta es la razón por la cual se confirma un crecimiento residencial y comercial pronunciado en Quito y hacia los valles, teniendo en cuenta que si se colocan las líneas en sitios no poblados pero aptos para desarrollo urbano adecuado, los nuevos asentamientos residenciales serán en sitios idóneos, mas no en quebradas o laderas. Por esta razón se prolonga las líneas del metroférico como alimentación hacia la estación de Tababela.

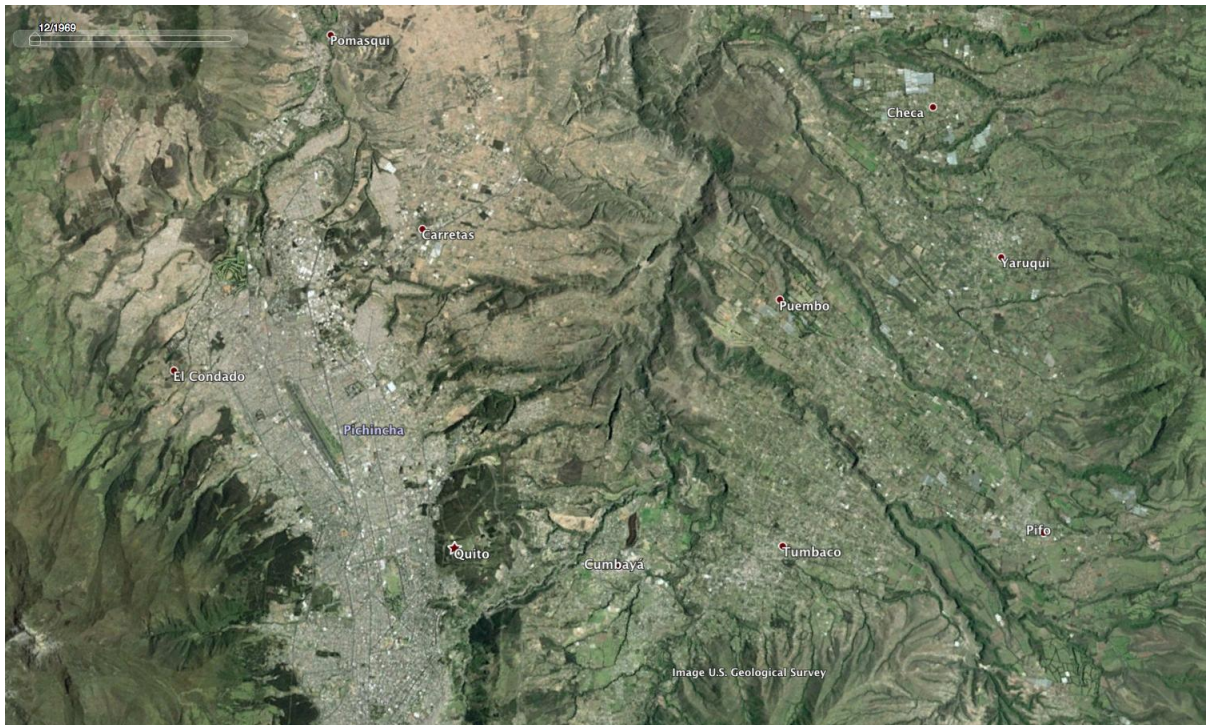


Image U.S.G.S. Quito 1969



Digital Globe, Quito 2015

c. Expropiaciones.

i. Sector privado.

Uno de los beneficios más rescatables en la implementación del sistema de Metroférico es la escasez de terreno requerida, debido a que es un transporte aéreo. Sin embargo, se necesitan áreas de terreno para satisfacer las condiciones de construcción de las torres y estaciones con parqueaderos. Para esto se ha previsto realizar un diseño geométrico que tiende a recorrer sobre quebradas no pobladas, intentando disminuir la mínima afectación posible.

Al partir con el trayecto desde la primera estación en parque Carolina, se diseña de tal forma que el trazado no afecta en absoluto en la proyección vertical de los terrenos que se encuentran desde la estación mencionada hasta la plaza Argentina. Todo el trayecto va sobre la avenida de Los Shyris, hasta avenida 6 de Diciembre, como se indica en la imagen satelital del subcapítulo anterior. Este diseño permite que la ciudad continúe creciendo verticalmente, sin expropiación al sector privado en medio terrestre y aéreo.

A partir de plaza Argentina hacia la estación Simón Bolívar se tiene un cambio de rumbo importante, el cual tiene un ángulo de 122,9 grados. Esto puede realizarse con aditamentos especiales de alta tecnología. Se realiza este diseño para llegar a un terreno que requiere expropiación al sector privado, este colinda con la Avenida Simón Bolívar. El objetivo de seleccionar este terreno es proveer acceso a los vehículos que atraviesan por esta vía y serán partidarios del park & ride. Esta estación requiere infraestructura vial para poder inyectar vehículos que vienen en el otro sentido de la autopista. Para lo cual sería ideal plantear dos puentes en volados sucesivos de hormigón pretensado que no interrumpa en absoluto el funcionamiento de la Simón Bolívar.

Todas las estaciones restantes recaen sobre terrenos privados, en Cumbayá junto al Paseo San Francisco en una cancha de futbol, en Tumbaco sobre el centro deportivo El Nacional, junto al centro comercial Santa María, y en terrenos ubicados junto a la avenida interoceánica en el Arenal. Luego se procede con la estación de Puembo y Tababela que también se construirán en terrenos privados. Estas estaciones serán de mayor dimensión al igual que la estación Simón Bolívar y El Nacional, teniendo en cuenta que requieren edificios con servicio de estacionamiento. Finalmente tenemos las estaciones de Pifo y Yaruqui, que por el momento requieren expropiación a bajo costo, ya que son terrenos de uso agrícola.

La expropiación que se realiza para la construcción de estaciones es de carácter mínimo en comparación con la expropiación que se realizó en la ruta viva, o en la ampliación de la avenida Simón Bolívar norte. Sin olvidar que se requieren terrenos de menor dimensión para la ubicación de torres, es importante mencionar que se intento colocar la mayor cantidad de torres en quebradas o terrenos del sector público, la ubicación de estas se presenta en el trazado.



ii. Sector Público.

La primera afectación se genera por la construcción de la estación en Parque Carolina, la misma que requiere parqueaderos subterráneos y la estación con las torres de aproximación. La siguiente afectación también recae en espacio público, en Plaza Argentina, donde existe contaminación visual por la construcción de la estación, incluyendo una torre y presencia de cables.

Para poder trazar el próximo trayecto es indispensable que se realicen trabajos viales e intercambiadores que faciliten el funcionamiento de la estación de Metroférico en Plaza Argentina. Teniendo en cuenta que esto permite agrandar la estación, crear más áreas verdes, y distribuir el tráfico vehicular de una mejor forma. Lógicamente la mayor cantidad de flujo proviene de los cuellos de embotellamiento del túnel Guayasamín. Esto permite colocar sistemas de intercambio de rumbo en la estación plaza Argentina, con la finalidad de poder cambiar la dirección.

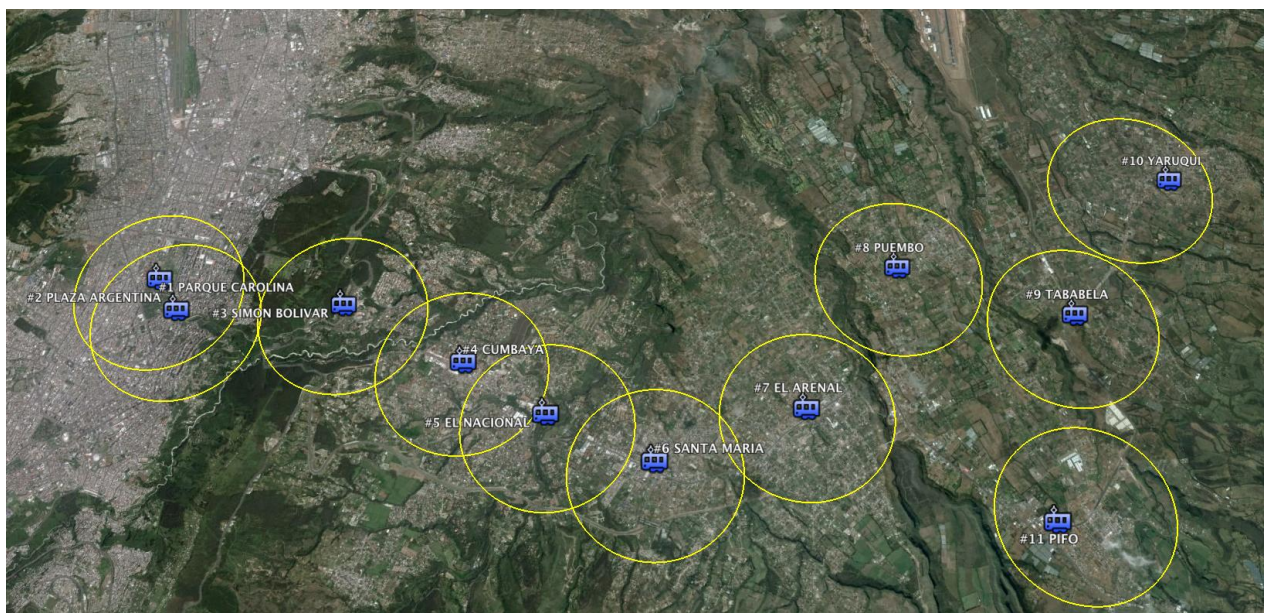
d. Ubicación estratégica de estaciones y parqueaderos sustentables.

Para realizar un diseño geométrico eficaz se opta por encontrar sitios de flujo masivo cerca de los núcleos de desarrollo. El diseño inicia con la ubicación estratégica de estaciones de Metroférico, teniendo en cuenta que son puntos de paso obligatorio para el trazado. El trayecto entre estaciones no tiene posibilidad de cambiar de rumbo y generar curvas, esta tecnología permite únicamente trayectorias en línea recta.



La logística para seleccionar la ubicación estratégica de estaciones intenta abastecer a barrios de mayor densidad poblacional. Para esto se utilizan métodos de trazado radiales, los cuales no dependen de la topografía y pretenden formar circunferencias de 1.5 kilómetros de radio a partir de cada estación. Esto permite analizar la separación entre estaciones y la posible intersección.

Cada circunferencia tiene una estación concéntrica, brindando accesos de cortos caminos. Las ubicaciones pretenden atender a los sectores de mayor concurrencia y satisfacer cualquier medio de transporte para el acceso respectivo.



En este caso se diseñan 11 estaciones que se mencionan a continuación:

No.	Estación
1	Parque La Carolina
2	Plaza Argentina
3	Simón Bolívar
4	Cumbayá
5	El Nacional
6	Santa María
7	Arenal
8	Puembo
9	Tababela
10	Pifo
11	Yaruquí

Cada trazado radial de 1.5 kilómetros es capaz de abastecer a más de 700 hectáreas. Es este principio permite analizar la separación o intersección entre circunferencias. En la salida de Quito existe una intersección significativa, entre la estación de Parque Carolina y Plaza Argentina. Lo cual parece ser ilógico, porque ambos satisfacen la misma superficie y el trayecto entre estaciones tiene una longitud de 0.68 kilómetros. Mientras que en el valle las estaciones se encuentran con áreas de intersección similares.

Al final del trayecto se aprecia que las circunferencias mantienen una separación completa, es decir, no existe intersección. Esto se debe a que la estación de Tababela será una estación de transferencia. Los valles lejanos no se ven afectados por la escases de predios o vías amplias para acceder a la estación. Esto se debe a la baja densidad poblacional, teniendo en cuenta que urbanísticamente es mejor implementar la estación a tiempo y que el sector desarrolle en su alrededor, mas no lo contrario.

Existen tres tipos de estación:

Estación de Recolección:

Este tipo de estaciones se caracterizan por recolectar pasajeros, se encuentran en zonas altamente pobladas donde no existe espacio suficiente para construir una gran estación con edificaciones de parqueo.

Estación Park&Ride:

A pesar de que son varias las estaciones que originan el proceso de Park&ride, se tiene una estación específicamente diseñada para esto, la misma que se ubica en la avenida Simón Bolívar. Tiene grandes edificaciones



Estación de Transferencia:

Se las denomina también como estaciones de interconexión, se caracterizan por estar conectadas con otro sistema de transporte público masivo que mantenga carril independiente. Estas estaciones son construcciones grandes, tienen parqueaderos, el objetivo es cambiar de rumbo. Usualmente se puede reutilizar el boleto para intercambiar de transporte sin abandonar la estación.

Existen dos estaciones de transferencia:

La primera es la estación Parque Carolina que proyecta unificar el transporte del metropolitano con el transporte del metro, generando una alimentación recíproca entre ambos.

Se tiene también la segunda estación de transferencia en Tababela, la cual recibe pasajeros de dos líneas de metropolitano que provienen de Pifo y Yaruqui. Esta estación también se encuentra interconectada con un sistema de transporte ferroviario que parte desde la estación de Tababela hacia el aeropuerto. A continuación se presenta la explicación del diseño geométrico.

e. Alimentadores.

Todas las estaciones del sistema de metropolitano poseen una superficie colindante con un acceso vial para taxis y buses alimentadores. Se plantea un orden definido en dos etapas, la primera es diseñada con la finalidad de abastecer pasajeros, y la segunda para recolectar pasajeros que desalojan del Metropolitano. Se diseñan estos espacios con la ideología de disminuir la afectación a las vías cercanas.

Inicialmente los transportistas se sienten vulnerables, ya que la competencia de un sistema de metropolitano eliminaría a la mayoría de buses. Lo importante es analizar el trayecto, ya que los buses al recorrer desde el Cumbayá hasta Quito, no recolectan un número de pasajeros significativo. Sin olvidar que la diferencia de nivel existente implica gastos de combustible considerables a largo plazo. Por esta razón los transportistas serían favorecidos al recorrer distancias menores, cobrando el mismo costo, y cubriendo trayectos adicionales.

f. Trazado.

La ruta inicia en el hipercentro de Quito, la primera estación se encuentra en el parque de La Carolina, mencionando que el parque está conectado con las calles que bordean todo el sector del hipercentro. La razón por la cual se selecciona la escasa área verde que presenta esta zona para la construcción de una estación, es evitar expropiaciones al sector privado que actualmente se considera de alto desarrollo.

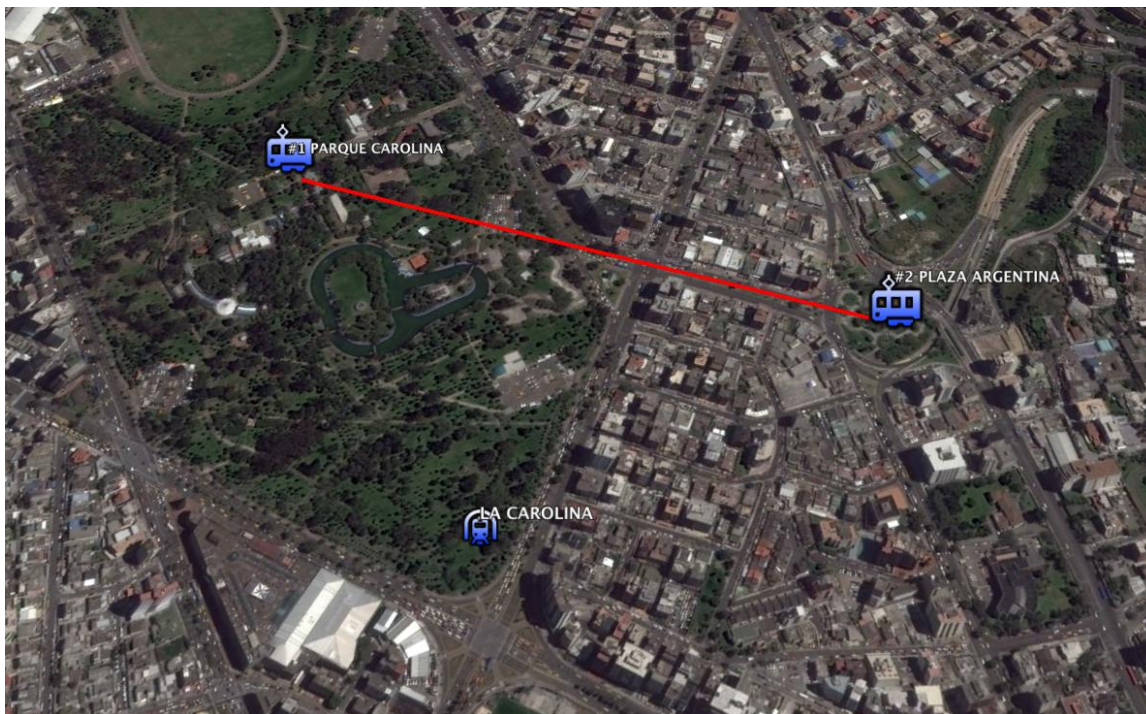
El objetivo principal es generar una red de transporte pública masiva unificada, es decir, a largo plazo esta estación será de interconexión con la estación del metro. Esto permite que cualquier pasajero pueda transportarse a través de los valles y en el trayecto de norte a sur utilizando transporte que dispone de carril independiente, con tiempos de viaje invariables.

La estación del parque de La Carolina deberá mantener conceptos sustentables, que generen la mínima afectación al diseño del parque, fomentando la creación de nuevas áreas verdes, y paneles solares para generar energía renovable. Los parqueaderos en esta zona serán edificios de 5 subsuelos que se construyen hacia abajo, para abastecer la mayor cantidad de vehículos y promover la ideología Park & Ride. Es importante analizar el trazado del metro para no interrumpir la trayectoria con los subsuelos de los parqueaderos.

Para acceder a la estación en vehículo privado se cuenta con dos accesos, uno que se encuentra en la intersección de la avenida de los Shyris y la avenida República del Salvador. El otro acceso es paralelo y se encuentra en la intersección de la avenida República con la avenida Amazonas. Al diseñar dos zonas de acceso al mismo destino se divide el flujo vehicular, evitando congestión.

Lo ideal es promover el orden manteniendo zonas que desarrollen una actividad específica. En este caso en cada extremo de la estación se planifica dos zonas, una para los pasajeros que llegan a la estación en taxi o bus, y una para los pasajeros que desalojan la estación y desean acceder a estos medios. Esta zona se encontrará en ambas calles con la finalidad de evitar el congestionamiento vehicular, y también la recolección de pasajeros en zonas de afluencia.

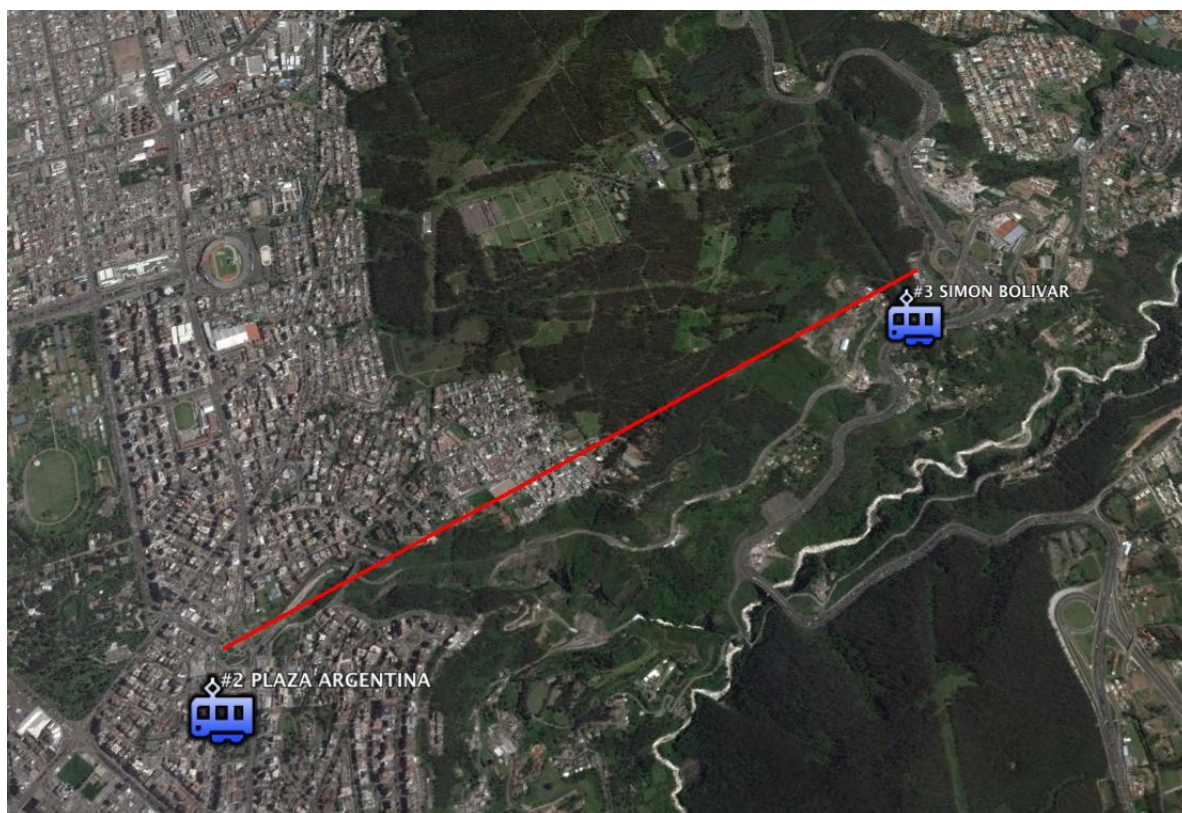
Las cabinas del Metroférico con tecnología 3S disponen mayor dimensión que una góndola tradicional, esto permite a las personas llevar consigo una bicicleta. La estación contará con un sistema de Bici-Q incorporado, y con parqueaderos vigilados de alta seguridad para los usuarios que deseen acceder en sus bicicletas a la estación. Al ser esto un proceso semejante al Park&Ride se debería ofrecer descuentos para fomentar el uso de bicicletas en el hipercentro, ya que dicha zona no posee pendientes graves que impidan la utilización cotidiana.



La siguiente estación es en Plaza Argentina la cual se encuentra a 680 metros del Parque Carolina. La línea se eleva sobre el parte central sin expropiación alguna.

Esta estación tiene dos objetivos, recolectar los pasajeros que provienen de la eco vía, y facilitar el rumbo hacia la próxima estación a través de la quebrada del Rio Machangara. Esta estación es únicamente de transferencia, razón por la cual no dispondrá de parqueaderos, no provoca afectación con construcciones significativas, y tampoco incrementa la congestión vehicular.

La próxima estación se encuentra en la avenida Simón Bolívar, a una distancia aproximada de 2.88 kilómetros de Plaza Argentina. Esta trayectoria es en línea recta y va sobre el túnel Guayasamín, sin afectar al futuro proyecto vial que se construirá con viaductos en la misma quebrada. La expropiación al sector privado es mínima debido a que se colocaran escasas torres en este trayecto.



El objetivo de aterrizar con la tercera estación sobre la av. Simón Bolívar es recolectar un importante número de pasajeros que pueden aproximarse a esta estación en bus, o vehículo privado. Esta estación se localiza en medio de una autopista, por esta razón se diseñan dos parqueaderos, uno para cada sentido de la vía. Teniendo en cuenta que se expropiaran algunos terrenos al sector privado para facilitar la construcción de la estación y las edificaciones para estacionamiento.

La conexión entre los parqueaderos y la estación de Metroférico son relativamente distantes, razón por la cual se construirán puentes peatonales de alta seguridad con bandas transportadoras para reducir el tiempo de caminata, como se suele hacer en los aeropuertos. La razón de adquirir la mayor cantidad de terreno, es facilitar el acceso y desalojo de pasajeros brindando zonas para transporte público terrestre. Adicionalmente se plantea que los usuarios afectados por el pico y placa pueden hacer uso de esta estación para ingresar a Quito, ya que la Simón Bolívar no tiene restricción por pico y placa.

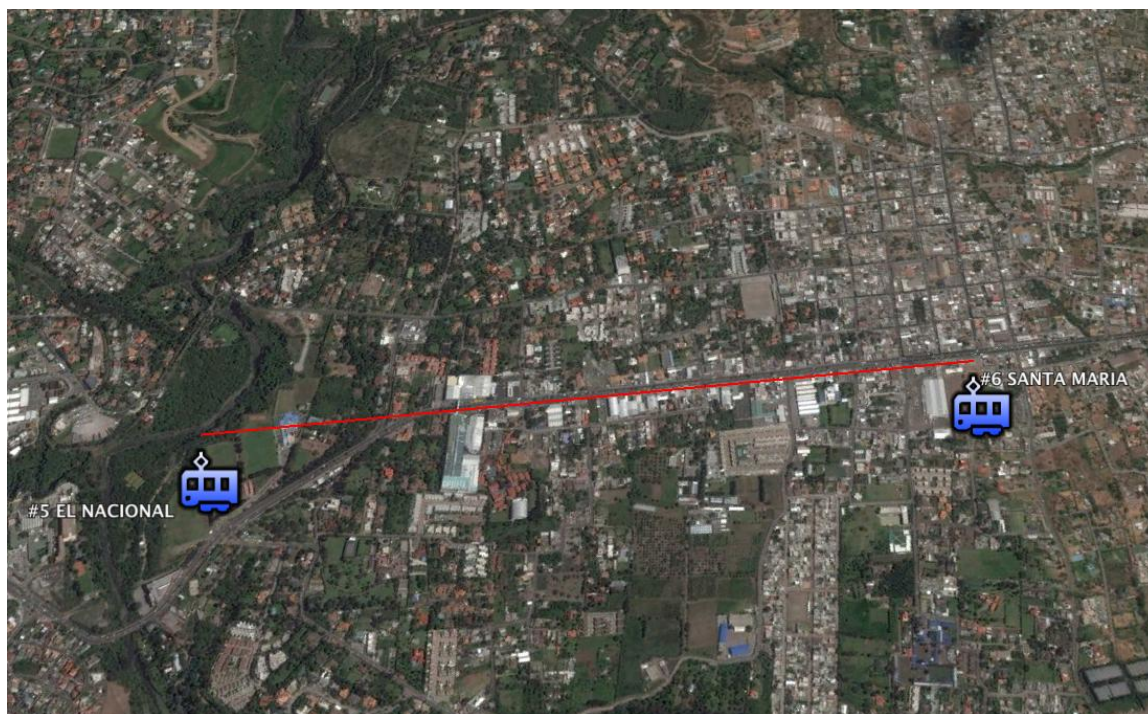
La cuarta estación se localiza en Cumbayá, su trayecto desde la estación de la Simón Bolívar es de aproximadamente 2.6 kilómetros. Existen escasos terrenos libres para colocar la estación, en este caso se utilizará la cancha de futbol que se encuentra junto al Paseo San Francisco para la construcción de estacionamientos y estación de Metroférico. Se pudiera colocar la estación dentro del Paseo San Francisco teniendo en cuenta que los parqueaderos pasarían a administración privada, y el centro comercial incrementaría su flujo de clientes.



La próxima estación se encuentra en centro deportivo El Nacional, donde se espera construir grandes parqueaderos para cumplir el propósito de Park&Ride; esta estación tendrá conexión con la ciclo vía y también deberá estar presente el servicio de biciQ. Lo ideal es evitar la mayor cantidad de expropiaciones al sector privado, por lo que se intentará realizar un relleno ingenieril en los terrenos y quebradas que colindan con el predio mencionado. Teniendo en cuenta que así podrán acceder también pasajeros que viven en Cumbayá, ingresando por el sector de la cervecería nacional.



La sexta estación pretende aterrizar en el sector del centro comercial Santa María. Como se encuentra relativamente cerca de la estación ubicada en el Nacional, esta no poseerá parqueaderos, será una estación para acceso y desalojo peatonal. Teniendo en cuenta que contará con zonas de recolección de pasajeros que provienen o desean acceder a buses y taxis.



Al ser Tumbaco un valle extenso es evidente que el crecimiento tiende a expandirse en la periferia. Por esta razón se diseña la séptima estación en el sector del Arenal, para facilitar el acceso a estos pasajeros quienes deben acercarse a través de alimentadores. Las distancias de aproximación hacia la estación no serán mayores a **5km**.



La octava estación llega al sector de Puembo junto a la “Y” conocida como la segunda Cruz de Piedra, teniendo en cuenta que a largo plazo será ideal que los usuarios accedan a la estación de metropolitano desde una zona céntrica de Puembo. Esta estación debe mantener una importante superficie destinada para parqueaderos, ya que Puembo se presta para un desarrollo y crecimiento residencial radical.



Uno de los puntos de interés en el trazado del Metroférico era la terminal aérea del nuevo aeropuerto Mariscal Sucre. Al momento de realizar esta investigación se analiza el accidente mencionado en Cavalese, Italia, donde un avión colisiono con los cables del teleférico. En cualquier obra de ingeniería la prioridad principal es brindar seguridad a los usuarios, a terceros, y a la misma estructura. Razón por la cual se descarta la factibilidad de incorporar una estación en la terminal internacional del aeropuerto procurando evitar un accidente similar.



Nunca se debe correr riesgos innecesarios, por esta razón la estación se encontrara ubicada en una zona que no afecta la línea de aproximación de aterrizaje, y donde los aviones permanecen a una altura considerable. De todos modos se mantendrá iluminación y objetos refractivos para distinguir los cables con anticipación adecuada. Las góndolas que viajan desde Puembo llegaran a una estación ubicada muy cerca del actual redondel de Tababela.



Trazado Completo Quito - Tababela

Es indispensable ofrecer conexión al aeropuerto desde la estación de Tababela, con la finalidad de ofrecer transporte público en todo instante. Por esta razón se diseña a la estación de Tababela como una estación de interconexión, la misma que tendrá un tren tipo cercanía que realiza viajes las 24 horas desde la estación de Metroférico hasta la Terminal aérea. La ruta del tren será paralela a las rutas de acceso vehicular. . En caso de no poseer el capital para la construcción de este tren se puede iniciar con buses tipo Airport Shuttle, que sean capaces de transportar pasajeros con equipamiento.



Adicionalmente existen dos rutas en el diseño que arriban a la estación de Tababela. La primera viene desde Yaruqui y tiene una longitud aproximada de 3.5 kilómetros. La segunda ruta proviene de Pifo y también llega a la estación de Tababela, y posee una distancia de 3.5 kilómetros. Se añaden estas rutas con el objetivo de fomentar el desarrollo comercial y urbano en zonas adecuadas. Brindando un servicio de primera calidad para que zonas no atendidas puedan comunicarse en menor tiempo y costo con el hipercentro de Quito, y a futuro con el metro.



g. Tiempos de viaje promedio.

Una ventaja muy apreciada por los usuarios será el tiempo de viaje. Muchos consideran que una cabina de Metroférico no es transporte veloz, sin embargo, el sistema de 3S, permite alcanzar velocidades de hasta 30 km/h. La combinación entre la velocidad y el diseño del trazado genera como resultado el tiempo de viaje. La eficacia está en intentar reducir la distancia a la menor posible, teniendo en cuenta que el viaje siempre será en línea recta, no habrán curvas entre dos estaciones.

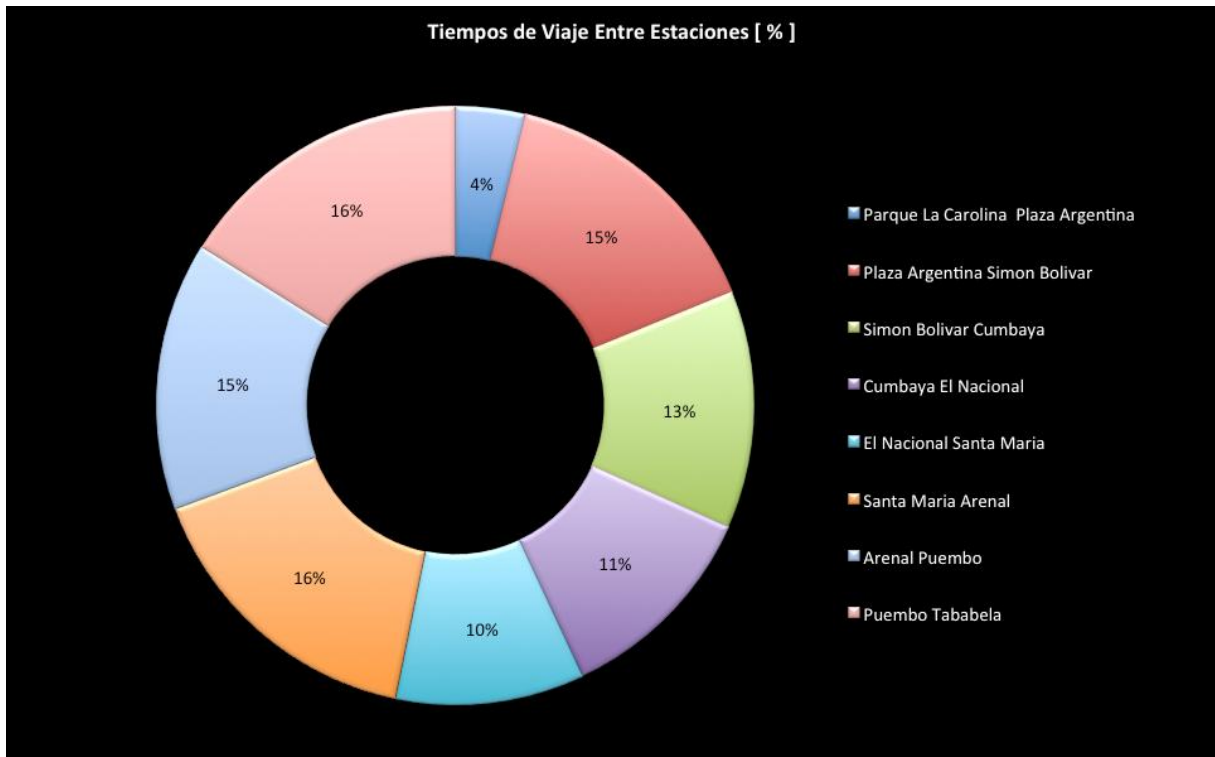
Al ser un transporte aéreo se puede atravesar cualquier accidente geográfico. Lo cual permite conectar en la menor distancia posible a dos puntos de interés. Teniendo en cuenta que el tiempo es inversamente proporcional a velocidad, y directamente proporcional con la distancia. La distancia entre estaciones se promedia en 2.32 kilómetros, mientras que el tiempo de viaje promedio es de 4.7 minutos.

El momento en que la góndola despega, la velocidad de viaje siempre será la misma, por esta razón el tiempo de viaje también será el mismo entre dos estaciones. El tiempo que se pierde en cada estación es de 20 segundos, ya que en este tiempo ingresan nuevos pasajeros o desalojan quienes estaban viajando. Las distancias entre estaciones si varían, tal como se muestra en el cuadro a continuación con sus tiempos de viaje respectivos:

Datos Técnicos		
Numero de Estaciones	8	[U]
Tiempo de Espera por cada Estación	0.33	[minuto]
	20	[segundos]
Velocidad	30	[km / h]
	0.5	[km / min]

Estación		[minutos]	[kilómetros]
Origen	Destino	Tiempo de Viaje	Distancia entre Estaciones
Parque La Carolina	Plaza Argentina	1.4	0.7
Plaza Argentina	Simón Bolívar	5.6	2.8
Simón Bolívar	Cumbayá	4.8	2.4
Cumbayá	El Nacional	4.2	2.1
El Nacional	Santa María	3.8	1.9
Santa María	Arenal	6.0	3
Arenal	Puembo	5.4	2.7
Puembo	Tababela	6.0	3

Tiempos de Traslado		[Unidades]
Tiempo de Viaje Total [Carolina - Tababela]	37.2	[minutos]
Tiempo de Espera por cada Estacion	0.33	[minutos]
Tiempo de espera en 8 Estaciones	2.67	[minutos]
Tiempo Total de Viaje [Carolina - Tababela]	40.2	[minutos]



Tiempo de Rutas Adicionales			
Estacion		[minutos]	[kilómetros]
Origen	Destino	Tiempo de Viaje	Distancia entre Estaciones
Tababela	Pifo	7.0	3.5
Tababela	Yaruqui	7.0	3.5

h. Costo aproximado del proyecto.

El costo del proyecto depende de cuantiosos factores, y externalidades por esta razón y en base a datos de proyectos si en este proyecto se establece una aproximación, obteniendo un costo por kilómetro de \$18,500,000.00.

Estación		[USD]	[kilómetros]
Origen	Destino	Costo	Distancia entre Estaciones
Parque La Carolina	Plaza Argentina	\$12,950,000.00	0.7
Plaza Argentina	Simón Bolívar	\$51,800,000.00	2.8
Simón Bolívar	Cumbayá	\$44,400,000.00	2.4
Cumbayá	El Nacional	\$38,850,000.00	2.1
El Nacional	Santa María	\$35,150,000.00	1.9
Santa María	Arenal	\$55,500,000.00	3
Arenal	Puembo	\$49,950,000.00	2.7
Puembo	Tababela	\$55,500,000.00	3
Total		\$344,100,000.00	18.6

CAPITULO V . - IMPACTO DE ESCENARIOS

a. Suposición de volumen de pasajeros que optan por el Metroférico.

Se asume un escenario en el cual a partir de la implementación del sistema de metroférico se reduce el tráfico promedio diario anual en las zonas aledañas. Esto debe ir de la mano con planes de movilidad que restringen inicialmente el acceso a Quito, como la regulación Pico y Placa, o colocando peajes de alto valor en los ingresos.

Para esto se predice que uno de cada tres conductores de vehículos livianos optaran por el sistema de metroférico. Y las dos terceras partes de las personas que se movilizan en buses optaran por el metroférico debido a los tiempos de viaje, seguridad, confort, y costo.

T.P.D.A.	
Livianos	58900
Buses	19600

T.P.D.A.	Con Metroférico	
Livianos	33.33%	39267
Buses	66.67%	6533

b. Petróleo y subsidios estatales del combustible.

Hoy en día los ecuatorianos pagan menos de la mitad del valor real por galón de combustible, ya que el estado paga la diferencia. A esto se lo denomina subsidio estatal, teniendo en consideración que el subsidio creció 8 veces en 7 años. En la última década se aprecia un escenario asombroso donde los precios del petróleo superaron niveles históricos. En el año 2006 Ecuador gastó 220.9 millones de dólares en subsidio de combustible, para el año 2015 se espera un gasto que se aproxima a los 1758 millones de dólares.



El precio de la gasolina llegó a costar 6 galones por 0.99 centavos de dólar.

“Aquellos que hablan tanto del gasto público y subsidios, si hubiéramos tenido estas hidroeléctricas décadas atrás, no tendríamos que importar tanto diesel, ni contaminar tanto el medio ambiente quemando diesel para generación termoeléctrica, ni gastar tanto en importación de combustible. Estos proyectos nos van a permitir ahorrar miles de millones de dólares.” (Rafael Correa, 2015).

Al ser el gobierno el contratante en la construcción de un sistema de Metroférico, su interés principal radica en el aspecto económico. El mayor provecho se obtiene al reducir el parque automotor privado y público, ya que estos funcionan con gasolina y diesel. La producción de gasolina dentro del país puede abastecer únicamente a un 55%, por esta razón se importa la diferencia. Ofrecer combustible a un precio tan bajo insita la compra de vehículos, teniendo en cuenta que el subsidio beneficia más a la clase alta y media.

Los precios de la gasolina en Ecuador y en Estados Unidos:

ECUADOR	2015
Gasolina	Costo por Galón
Super	\$2.01
Extra	\$1.48
Diesel	\$1.04

COSTO ECUADOR

USA	2013	2015
Gasoline	Costo por Galón	Costo por Galón
Premium	\$4.14	\$2.47
Regular	\$3.60	\$2.83
Diesel	\$3.16	\$2.93

COSTO INTERNACIONAL

ECUADOR	2013	2015
Gasolina	Valor de Subsidio	
Super	\$2.13	\$0.46
Extra	\$2.12	\$1.35
Diesel	\$2.12	\$1.89

GASTO DEL GOBIERNO

El combustible ahorrado representa dinero ahorrado para el estado, esto significa que si cada automóvil en la ruta mencionada consume 1 galón de gasolina diario, que tendrá un precio promedio entre gasolina súper y extra de 1.75\$, y los buses recorren en promedio 90 kilómetros diarios y consumen 60 galones diarios de diesel a un valor de 1.04\$, se presentan los siguientes cuadros:

CONSUMO GASOLINA DIARIO TPDA	
LIVIANOS	\$161,975.00
BUSES	\$122,304.00
Total	\$284,279.00

CONSUMO GASOLINA DIARIO TPDA REDUCIDO	
LIVIANOS	\$107,983.33
BUSES	\$6,794.67
Total	\$114,778.00

AHORRO DE GASTO EN SUBSIDIO	
\$169,501.00	DIARIO
\$3,390,020.00	20 DIAS
\$61,020,360.00	360 DIAS

- c. Reducción de embotellamiento vehicular en el ingreso y salida del hipercentro de Quito.

Atender a la ciudadanía con un sistema de transporte público que brinda viajes de valioso confort y tiempos de traslado constantes, incita a los usuarios de vehículos privados a optar por estos sistemas. Teniendo en cuenta que una vez que se invierta en estos sistemas se puede anular el subsidio al combustible para automotores privados.

Ofrecer viajes de tiempo constante permite al pasajero una administración de agenda más eficiente, ya que no pierde tiempo en atascos y cuellos de embotellamiento. Por esta razón se dice que varios usuarios del vehículo privado optarían por este medio, estacionando su auto en la estación de conveniencia.

Una de las razones para descartar los proyectos de teleférico en las laderas del Pichincha es que los usuarios no utilizan automóvil propio. Por esta razón no se descongestionara el hipercentro de Quito, estas zonas deberían ser atendidas con otros medios de transporte público terrestre como un funicular, gradas eléctricas, o tranvías.

Mientras que los habitantes que residen en los valles si tienen vehículo privado, y por esta razón se deben construir las líneas de metroférico con grandes estaciones que fomenten el uso del Park&Ride. Esto será un beneficio para toda la ciudad, ya que existirán menos vehículos transitando, y la probabilidad de accidentes decrece. Para esto se deben ofrecer parqueaderos de alta calidad ofreciendo seguridad y precios sugestivos.

d. Riesgos de postergar la implementación de este sistema.

En el proceso de trazado y diseño geométrico entrega un diagnóstico complejo relacionado con la localización estratégica para estaciones de Metroférico. Actualmente los espacios para la construcción ya se encuentran limitados, e inevitablemente algunas requieren expropiación al sector privado. Los solares que no han sido utilizados poseen un costo elevado por metro cuadrado, y cada día tienen un costo superior.

Luego de descartar varias posibilidades se logró adquirir terrenos para establecer la ubicación de cada estación, cumpliendo los requisitos que estas implican. De la misma manera se ha previsto la disponibilidad de suelos para colocar las torres. Lo más probable es que con el paso del tiempo estos terrenos ya no estén libres y quizá se construyan edificaciones que perturben el diseño del trazado por medio aéreo.

Desde la perspectiva económica el impacto proveniente de la inflación puede afectar al gobierno como inversionista. El incremento de inflación está relacionado con el crecimiento en las tasas de interés, por consiguiente se tiene un impacto mayor sobre los activos en renta fija. Esto implica que mientras más rápido se construya menos dinero costará, intentando amortizar la inversión en el menor periodo de tiempo posible.

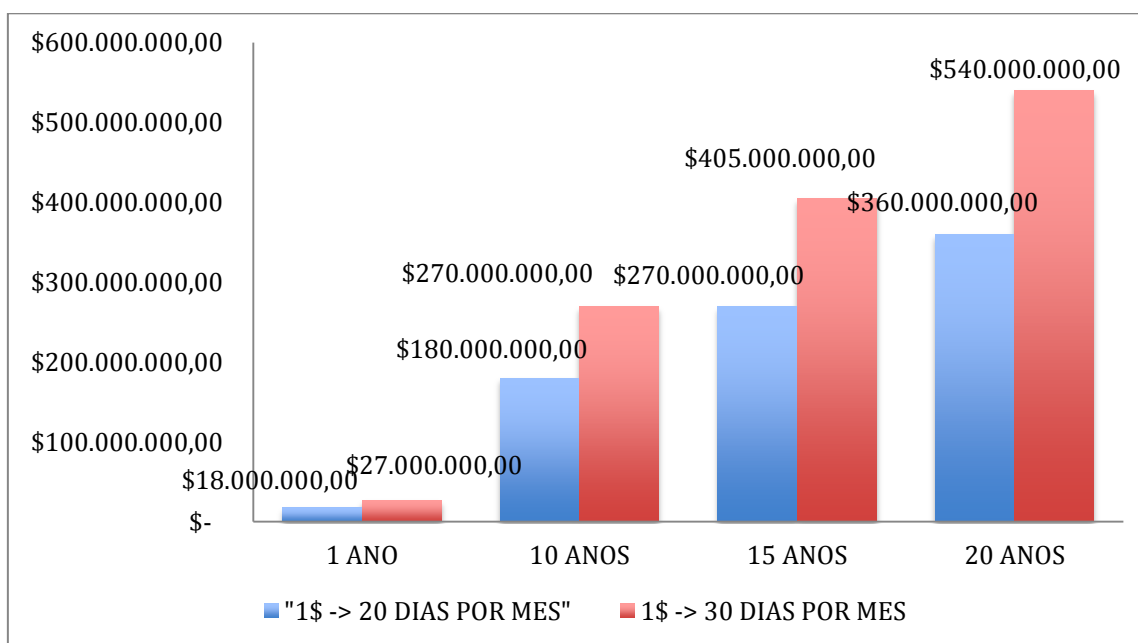
La alcaldía metropolitana de Quito tiene previsto iniciar la construcción de las líneas no adecuadas, como los teleféricos en Jaime Roldos, La Argelia, y Toctiuco. A la línea de Quito-Tumbaco se la tiene como cuarta opción, en caso de postergar la construcción del Metroférico Quito-Tababela, existe la probabilidad de que este proyecto nunca se construya debido a que las líneas mencionadas no adecuadas no son rentables, posiblemente requieren subsidio estatal y son complejas de amortizar.

e. Amortización y precios de pasaje tentativos.

Se ha realizado una encuesta en la que se presenta una gama de precios que los pasajeros estarían dispuestos a pagar. Como se esperaba, la mayoría de resultados provenientes concuerdan en un precio de 0.75 centavos de dólar por viaje. A continuación se presenta una tabla en la que se indica las opciones de variación con sus respectivas variables y los ingresos a largo plazo.

Para estimar la rentabilidad del proyecto se analiza dos variables, el costo del boleto y el flujo de pasajeros. Lo ideal es analizar el sistema de metroférico independientemente de los ingresos adicionales como son los parqueaderos, y la renta de locales comerciales.

El proyecto puede amortizarse en distintos periodos de tiempo, para esto es clave diferenciar el flujo que existe en días laborales con respecto al fin de semana. Por esta razón se realizan dos análisis de predicción, fijando el valor del boleto a 1 dólar, con un flujo de pasajeros diario de 75 mil personas. La diferencia se aprecia en el grafico de barras, el color rojo indica 30 días por mes, y el color azul 20 días por mes.



Evidentemente, suponer que los fines de semana tendrán el mismo número de pasajeros que se tiene en días laborales, es cometer un error. Por esta razón se muestran los datos de recaudación suponiendo el flujo en los fines de semana tiende a cero. Con esto se compara la recaudación en base a las variables mencionadas en un periodo de tiempo, diferenciando la cantidad de días por mes:

ESPECIFICACION	RECAUDACION	TIEMPO
30 días por mes	\$270,000,000.00	10 ANOS
20 días por mes	\$270,000,000.00	15 ANOS

Esto significa que si el flujo de pasajeros mantendría constante en fines de semana, el proyecto se adelanta 5 años en la recaudación que el proyecto con 20 días por mes lograría en 15 años. De la misma manera la diferencia en 20 años del cálculo de ingresos del los 30 días supera por 180 millones de dólares al análisis con 20 días por mes. Por obvias razones siempre debería trabajarse con valores conservadores, por esta razón se utilizan los resultados de 20 días por mes.

DIAS POR MES		DIAS LABORALES			
	20				
FLUJO DIARIO	75000	<u>240 DIAS</u>	<u>2400 DIAS</u>	<u>3600 DIAS</u>	<u>4800 DIAS</u>
TARIFA DE UN VIAJE	VIAJES POR DIA	1 AÑO	10 AÑOS	15 AÑOS	20 AÑOS
\$2.00	75000	\$36,000,000.00	\$360,000,000.00	\$540,000,000.00	\$720,000,000.00
\$1.75	75000	\$31,500,000.00	\$315,000,000.00	\$472,500,000.00	\$630,000,000.00
\$1.50	75000	\$27,000,000.00	\$270,000,000.00	\$405,000,000.00	\$540,000,000.00
\$1.25	75000	\$22,500,000.00	\$225,000,000.00	\$337,500,000.00	\$450,000,000.00
\$1.00	75000	\$18,000,000.00	\$180,000,000.00	\$270,000,000.00	\$360,000,000.00
\$0.75	75000	\$13,500,000.00	\$135,000,000.00	\$202,500,000.00	\$270,000,000.00
\$0.50	75000	\$9,000,000.00	\$90,000,000.00	\$135,000,000.00	\$180,000,000.00
\$0.25	75000	\$4,500,000.00	\$45,000,000.00	\$67,500,000.00	\$90,000,000.00

DIAS POR MES		DIAS LABORALES Y NO LABORALES			
30					
FLUJO DIARIO	75000	<u>360 DIAS</u>	<u>3600 DIAS</u>	<u>5400 DIAS</u>	<u>7200 DIAS</u>
TARIFA DE UN VIAJE	VIAJES POR DIA	1 AÑO	10 ANOS	15 ANOS	20 ANOS
\$2.00	75000	\$54,000,000.00	\$540,000,000.00	\$810,000,000.00	\$1,080,000,000.00
\$1.75	75000	\$47,250,000.00	\$472,500,000.00	\$708,750,000.00	\$945,000,000.00
\$1.50	75000	\$40,500,000.00	\$405,000,000.00	\$607,500,000.00	\$810,000,000.00
\$1.25	75000	\$33,750,000.00	\$337,500,000.00	\$506,250,000.00	\$675,000,000.00
\$1.00	75000	\$27,000,000.00	\$270,000,000.00	\$405,000,000.00	\$540,000,000.00
\$0.75	75000	\$20,250,000.00	\$202,500,000.00	\$303,750,000.00	\$405,000,000.00
\$0.50	75000	\$13,500,000.00	\$135,000,000.00	\$202,500,000.00	\$270,000,000.00
\$0.25	75000	\$6,750,000.00	\$67,500,000.00	\$101,250,000.00	\$135,000,000.00

f. Beneficios a corto y largo plazo.

Comúnmente un producto que proviene de una gestión de proyectos se lo mide en base a los beneficios y perjuicios que disponga. En esta ocasión los bienes y servicios que reciben los afectados al implementar este sistema de Metroférico son reconocidos a corto y largo plazo. Es un provecho que satisface a un sinnúmero de usuarios, pasajeros, ciudadanos, e instituciones gubernamentales.

- Incrementa el turismo.
- Reducción de accidentes de tránsito.
- Disminuyen los asaltos en medios de transporte público.
- Ahorro en economía gubernamental con la reducción de consumo de combustible debido al subsidio asignado.
- Ahorro para la ciudadanía, considerando los gastos que implica el mantenimiento de un vehículo.
- Reducción de vehículos transitando.
- Impacto Ambiental, se reducen toneladas de contaminante primarios y secundario.
- Orden Social, la ciudadanía puede invertir su tiempo que perdía en el tráfico en cualquier actividad.
- Red de transporte unificada

- Desarrollo urbano integral y eficiente.
- Menor inversión en infraestructura vial.

La situación incomoda de la movilización en Quito no proviene únicamente del tráfico, esta ocurre por la baja calidad que ofrece el transporte público. A pesar del reducido precio que ofrece el trolebús, eco vía, buses o taxis siempre existe un riesgo de ser víctima de un asalto. Esto ha fomentado la fobia a ciertos destinos, evitando que personas se acerquen a zonas determinadas por quedar atrapadas en cuellos de embotellamiento vehicular. Otros han optado por adquirir motocicletas, bicicletas, o un auto adicional que posea una placa distinta para circular en regulaciones de pico y placa. Hoy en día es normal que los conductores circulen a través de calles secundarias para evitar la congestión en calles principales.

El hecho de ofrecer un sistema de transporte aéreo a través de cables asegura tiempos de trayectoria puntuales e invariables. Lo cual a corto y largo plazo manifiesta ahorros económicos razonables, ya que no pierden tiempo en atascos vehiculares. Evidentemente surge un ahorro en el mantenimiento del vehículo, ya que hay menor desgaste en los neumáticos, menos consumo de gasolina, el mantenimiento se posterga, y el carro decrece su posible devaluación. Al ofrecer menor tiempo de viaje se predice un trastorno eficiente en el impacto social, ya que los pasajeros invierten el tiempo que malgastaban en actividades de beneficio personal, fomentando la puntualidad y el orden establecido.

Un estudio de Georgia Institute of Tecnología, indica que por cada 30 minutos que una persona se encuentre en el automóvil, podrá incrementar en un 3% el riesgo a desarrollar obesidad; las personas suelen ingerir alimentos poco saludables mientras se encuentran frente al volante. Mientras que la Universidad de Umea, en Suecia, descubrió que los conductores que tardan más de 45 minutos en movilizarse a sus

labores tienen mayor posibilidad de divorciarse ya que la persona disminuye la comunicación con su pareja.

El metroférico en sí, no es la solución íntegra ante la movilidad. Lo ideal es componer una red de transporte pública masiva sostenible interconectada. Por esta razón se espera disminuir el uso del automóvil, brindando transporte público de primer orden, ofreciendo confort, seguridad, y calidad. Para esto deben existir sistemas de interconexión, como son las estaciones de transferencia que deberían construirse entre el sistema de metroférico y el metro. Al igual que en algunas ciudades de la Comunidad Europea, el boleto para acceder a cualquiera de estos servicios es el mismo.

Cada año se producen mas de 34 billones de toneladas de CO₂, los vehículos motorizados son responsables del 14%. Anualmente ingresan cerca de 80 millones de automóviles al mercado. Si tenemos en Quito 445 mil vehículos y cada conductor se moviliza 24 kilómetros diarios, se estima una emisión de casi 3 mil toneladas diarias de CO₂.

Lo óptimo se logra con la construcción de varias líneas de Metro en el sector del hipercentro de Quito, conectando con sistemas de metroférico desde los valles y el sector de Calderón. Para esto es indispensable fomentar el Park&Ride e incrementar las regulaciones de circulación para incitar el uso de estos transportes. Sin olvidar que el transporte público terrestre deber ser repotenciado, y de ser posible debería ser monopolizado por una institución pública para evitar competencia en la recolección de pasajeros.

Como se menciona anteriormente, un estudio del Texas Transportation Institute indica que el tiempo que permanece un conductor en un atasco vehicular representa dinero. En la ciudad de México una persona permanece en atascos vehiculares 2 horas diarias, 10 horas por semana, 40 horas al mes, y 21 días por año. En casi 40 años de vida productiva la persona perdió aproximadamente 2.4 años de vida.

Con seguridad se puede afirmar que si hubiese un medio de transporte público capaz de reducir el tiempo de viaje a un costo aceptable, 9 de cada 10 usuarios optarían por este sistema. Y en su mayoría quienes estén consientes de que están perdiendo casi dos años y medio de su vida a causa de congestiones vehiculares.

Ciudades modernas que se desarrollan actualmente y tienen la posibilidad de controlar el asentamiento comercial y residencial de forma adecuada. Este orden se realiza construyendo sistemas de transporte público masivo en sitios inicialmente incomprensibles. Por ejemplo en Dubái existen estaciones en zonas desérticas, lo cual proviene de una planificación de desarrollo urbano ideal, que genera núcleos de crecimiento urbano entorno a la estación, teniendo en cuenta que de esta manera los usuarios se adaptan al sistema de transporte, mas no el sistema al crecimiento no controlado.

Es precisamente esta razón la que responde al diseño geométrico realizado, al prolongar el diseño inicial y conectar la estación de Tababela con zonas como Pifo y Yaruqui. Muchos expresarán que no es ideal por el momento, pero el hecho de atender a zonas aptas para un desarrollo comercial y urbano adecuado, brinda resultados organizados sobre todo para los próximos 30 años. Evitando asentamientos en laderas, rellenos, y sobre población en sectores existentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Entrevistas, estudios y conversaciones con Richard Resl

Entrevistas, estudios y conversaciones con Tom Jungh.

Entrevista, y conversaciones con Michael Schuhrer.

Entrevista, consulting engineers ILF.

Entrevista alcaldía de Quito, Dr. Mauricio Rodas.

Entrevista alcaldía de Quito, Dr. Augusto Barrera.

<http://www.quito.com.ec/la-ciudad>

<http://www.telegrafo.com.ec/noticias/quito/item/el-parque-automotor-crece-mas-que-la-poblacion.html>

<http://www.agenciatransito.quito.gob.ec/index.php/servicios/pico-y-placa.html>

<http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/proyectos/movilidad/semaforos>

<http://www.agenciatransito.quito.gob.ec/index.php/servicios/pico-y-placa.html>

http://www.noticiasquito.gob.ec/Noticias/news_user_view/pico_y_placa_mantiene_su_vigencia_en_el_2014--10541

<http://www.telegrafo.com.ec/noticias/quito/item/pico-y-placa-seguira-vigente-el-primer-semester-de-2013.html>

<http://comunidad.patiotuerca.com/profiles/blogs/el-pico-y-placa-en-quito>

<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2010/ci14607652/summary.es.p.php>

<http://www.streetcar.org/wheels-motion/cable-cars-work/>

<http://www.sftodo.com/cable-car-san-francisco.html>

<http://www.eluniverso.com/noticias/2014/12/12/nota/4333001/nueva-ruta-tababela-se-abre-hoy>

http://www.census.gov/popclock/?intcmp=home_pop

[http://ceo.lacounty.gov/forms/Population%20Pg Color.pdf](http://ceo.lacounty.gov/forms/Population%20Pg%20Color.pdf)

<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/pichincha.pdf>

<http://www.heliphoto.net/gallery.php?style=vertical>

<http://alvarcarretero.com/tag/los-angeles/>

<http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/sala-de-prensa/respuesta-a-medios>

<http://www.telegrafo.com.ec/noticias/quito/item/litigios-por-expropiacion-no-detienen-la-ruta-viva.html>

http://www.el-nacional.com/mundo/increibles-disenos-estaciones-metro-mundo_5_422407759.html

[http://es.wikipedia.org/wiki/Metro de la Ciudad de México](http://es.wikipedia.org/wiki/Metro_de_la_Ciudad_de_M%C3%A9xico)

<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/2008/2209>

[http://www.cec.uchile.cl/~ci53g/apuntes capacidad estaciones.pdf](http://www.cec.uchile.cl/~ci53g/apuntes_capacidad_estaciones.pdf)

<http://es.slideshare.net/comun023/diseo-de-estaciones-subterranas>

<http://redpgv.coppe.ufri.br/index.php/pt-BR/producao-da-rede/artigos-cientificos/2014-1/820-criterios-de-localizacion-de-estaciones-intermodales-definicion-y-aplicacion-en-el-area-metropolitana-de-caracas/file>

http://www.acerosarequipa.com/ILAFA/BASES_ILAFA.pdf

[http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/OrdenamientoTerritorial/ViasTransporte/Noticias/DOCUMENTO TERMINALES DE TPC 06 12 10.pdf](http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/OrdenamientoTerritorial/ViasTransporte/Noticias/DOCUMENTO_TERMINALES_DE_TPC_06_12_10.pdf)

<http://www.manualvuelo.com/TCV2/TCV62.html>

<http://www.miteleferico.bo/teleferico/>

<http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/conozca-como-funciona-el-teleferico-de-el-techo-de-america>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Teleférico>

https://www.metrodemedellin.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=165&lang=es

<http://www.eluniverso.com/noticias/2014/12/12/nota/4333001/nueva-ruta-tababela-se-abre-hoy>

<http://www.elcomercio.com/actualidad/quito-ruta-viva-costo.html>

<http://www.elcomercio.com/tag/ruta-viva>

<http://www.elcomercio.com/actualidad/accidente-puente-rio-chiche-quito.html>

<http://www.elcomercio.com/actualidad/quito-subida-precios-predios-rutaviva.html>

<http://www.elcomercio.com/video/recorrido-kilometros-ruta-viva-quito.html>

<http://www.telegrafo.com.ec/especiales/2014/Especial-Ruta-Viva/>

<http://www.telegrafo.com.ec/especiales/2014/Especial-Ruta-Viva/mapa.html>

http://ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=2818766749&umt=alerta constructores alertan a municipio quito incremento costos al 32 para ruta viva en favor odebrecht

<http://www.elcomercio.com/cartas/panamericana-collas-guayllabamba.html>

<http://www.telegrafo.com.ec/noticias/quito/item/via-oyacoto-guayllabamba-continua-cerrada.html>

<http://www.telegrafo.com.ec/noticias/quito/item/las-rutas-collas-y-viva-estaran-listas-en-el-2014.html>

<http://www.eluniverso.com/noticias/2014/08/01/nota/3301851/ruta-collas-hacia-tababela-fue-inaugurada>

https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/ppr/eval_indep/2008_caratula_carreteras.pdf

<http://www.dgt.es/revista/archivo/pdf/num145-2000Carreteras.pdf>

https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/ppr/eval_indep/2008_caratula_carreteras.pdf

[http://siteresources.worldbank.org/INTTRANSPORT/Resources/336291-1227561426235/5611053-1231943010251/TRN4 Road Maintenance Spanish.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTTRANSPORT/Resources/336291-1227561426235/5611053-1231943010251/TRN4_Road_Maintenance_Spanish.pdf)

[http://publicaciones.caf.com/media/1133/IS Mantenimiento vial.pdf](http://publicaciones.caf.com/media/1133/IS_Mantenimiento_vial.pdf)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre](http://es.wikipedia.org/wiki/Aeropuerto_Internacional_Mariscal_Sucre)

<http://aeropuertoquito.com>

<http://www.telefericodemerida.travel/tarifas-del-teleferico-de-merida-mukumbari/>

<http://www.metrodequito.gob.ec/metro.php?c=1294>

<http://institutodelaciudad.com.ec/attachments/article/149/boletin21.pdf>

<http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/wp-content/uploads/documentos/pdf/diagnosticomovilidad.pdf>

[http://odebrecht.com/sites/default/files/06 rota viva.jpg](http://odebrecht.com/sites/default/files/06_rota_viva.jpg)

<http://odebrecht.com/es/comunicacion/noticias/odebrecht-concluye-las-obras-de-la-segunda-etapa-del-proyecto-ruta-viva-en>

[http://caminos.udc.es/ferrotrans/orro/documentos/Transporte por cable.pdf](http://caminos.udc.es/ferrotrans/orro/documentos/Transporte_por_cable.pdf)

<http://www.comodoro.gov.ar/efemerides/?p=10067>

<http://www.loc.gov/rr/scitech/mysteries/auto.html>

<http://www.biography.com/people/karl-benz-9208256>

[http://www.portalplanetasedna.com.ar/karl benz.htm](http://www.portalplanetasedna.com.ar/karl_benz.htm)

<http://www.motor.mapfre.es/coches/noticias/4015/centenario-de-la-cadena-de-montaje-creada-por-henry-ford>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Petróleo#Historia>

<http://www.eluniversal.com/internacional/150215/accidente-en-el-teleferico-de-la-paz-deja-19-heridos>

<http://www.melimadrid.es/tarifas.asp>

[http://www.who.int/violence injury prevention/road traffic/es/](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_traffic/es/)

<http://www.eluniversal.com.mx/destinos-viajes/2014/probabilidades-accidente-en-ferry-avion-carretera-tren-87166.html>

<http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/database/veh/veh.htm>

http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Inflacion/2015/InflacionEnero2015/Reporte_inflacion_01_2015.pdf

<http://eleconomista.com.mx/fondos/2013/06/05/como-impacta-inflacion-las-inversiones>

<http://gondolaproject.com/2013/01/30/another-urban-gondola-kecioren-teleferik-in-ankara-turkey/>

http://es.wikipedia.org/wiki/Telef%C3%A9rico_de_Salta

http://es.wikipedia.org/wiki/Telef%C3%A9rico_de_Santiago

<http://www.citi.io/2015/01/31/crazy-commutes-weird-forms-of-urban-transport/>

<http://www.cnnexpansion.com/mi-carrera/2011/07/15/se-te-va-la-vida-en-el-trafico-cuidado>

<http://www.revistalideres.ec/lideres/gasolina-extra-super-subsidio-crecio.html>

<http://www.lahora.com.ec/index.php/movil/noticia/1101409039>

<http://www.miteleferico.bo/teleferico/>

https://www.metrodemedellin.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=165&lang=es

<http://www.miteleferico.bo/teleferico/r3.pdf>

<http://www.inrix.com/economic-environment-cost-congestion/>

http://www.biografiasyvidas.com/monografia/ford/ford_t.htm

http://voces.huffingtonpost.com/enrique-kogan/numero-de-vehiculos-en-el-mundo_b_6237052.html

<http://newsroom.doppelmayr.com/es/doppelmayr/news/inauguration-of/>

<http://www.laciudadviva.org/blogs/?p=10158>

<https://www.youtube.com/watch?v=IyC9xMbhs2U>

<http://sturmovikdragon.livejournal.com/95144.html>

<http://www.elcomercio.com/actualidad/gasolina-precio-internacional-combustibles-ecuador.html>

<http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101748386#.VVJ-l9NVhHw>

<http://www.explored.com.ec/noticias-ecuador/trafico-hacia-el-valle-un-calvario-398198.html>

<http://www.miteleferico.bo/teleferico/contentload.php?idc=MTY>

<http://caminos.udc.es/ferrotrans/orro/documentos/Transporte por cable.pdf>

<http://www.doppelmayr.com/en/products/references/28-tgd-pardatschgrat/>

http://www.doppelmayr.com/uploads/tx_vcs/28-TGD_Pardatschgrat.jpg

<http://www.doppelmayr.com/en/products/3s-gondola-lift/>

<http://www.doppelmayr.com/typo3temp/pics/6-CLD-B Absolut Shut 6c5c929454.jpg>

<http://www.doppelmayr.com/en/products/comfort-solutions-and-options/rpd-rope-position-detection/>

<http://en.leitner-ropeways.com/Products/Telemix>

<http://en.leitner-ropeways.com/Products/Tricable-3S-and-Bicable-2S-gondola-lifts>

<http://en.leitner-ropeways.com/INFO/Tipos-de-telef%C3%A9ricos>

<http://www.oopp.gob.bo/index.php/noticias/0,880.html>

<http://www.oxigeno.bo/node/962>

<http://www.elfec.com/noticias/mi-teleferico-demandara-5-mw-de-electricidad-al-ano>

<http://www.elcomercio.com/actualidad/empresas-inversion-quitocables-mauriciorodas-transporte.html>

<http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101815572/-1/Quitocables costarán 500 millones .html#.VVDVBEK4luU>

http://ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=2818755151&umt=municipio_recibe_oferta_para_implementar_teleferico_masivo_en_quit_o

http://www.noticiasquito.gob.ec/Noticias/news_user_view/municipio_recibio_oferta_formal_para_desarrollo_del_teleferico_masivo--10639

<http://www.bnamericas.com/news/infrastructure/doppelmayr-garaventa-eyes-quito-for-worlds-largest-cable-car>

<http://www.telefericodemerida.travel/tarifas-del-teleferico-de-merida-mukumbari/>

<http://es.leitner-ropeways.com/Inicio/A-PARTIR-DE-2014-EN-ANKARA-EL-TELECABINA-URBANO-MÁS-GRANDE-DE-EURASIA>

http://www.geocaching.com/geocache/GC4QTPQ_another_pg-at-a-pr?guid=5371178e-9875-42a8-880a-bf03cb9b1523

<http://gondolaproject.com/2013/05/24/weekly-roundup-new-urban-gondola-for-ankara-turkey/>

<http://www.poma.net/en/>

<https://www.mintransporte.gov.co>

<http://www.frlp.utn.edu.ar/lemac/Publicaciones/Del%202006/TMDA%20Ecuador.pdf>

<http://www.tfl.gov.uk/modes/emirates-air-line/>

http://en.leitner-ropeways.com/var/ezwebin_site_clean/storage/images/leitner-ropeways/worldwide/hauptnavigation/home/largest-urban-ropeway-on-eurasian-continent-in-ankara-from-2014/gd10-ankara5/585675-1-eng-US/GD10-Ankara_fullscreen.png

<http://www.doppelmayr.com/es/productos/telefericos-3s/>

<http://cable-car.net/services/>

http://www.ischgl.com/website/var/tmp/image-thumbnails/42584/thumb_lightbox/stuetze5-4-.jpeg

<http://www.seilbahn.net/sn/>

<http://es.leitner-ropeways.com/Home/First-tricable-system-in-Italy-The-Rittner-Bahn-at-Bolzano>

<http://www.ischgl.com/en/active/ski-area/3-s-pardatschgrat>

<http://www.telefericodebarcelona.com/es/home/>

<http://www.doppelmayr.com/es/empresa/empresa/el-mundo-de-los-telefericos/>

<http://www.doppelmayr.com/es/aplicaciones/urbano/>

<http://es.leitner-ropeways.com/EMPRESA/La-historia-de-la-empresa-LEITNER>

<http://www.isr.at/fileadmin/ebook/isr-2015-02/index.html>

<http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/wp-content/uploads/documentos/pdf/diagnosticomovilidad.pdf>

<http://www.metrodequito.gob.ec/metro.php?c=1322>

http://publicaciones.caf.com/media/1133/IS_Mantenimiento_vial.pdf

[http://siteresources.worldbank.org/INTTRANSPORT/Resources/336291-1227561426235/5611053-1231943010251/TRN4 Road Maintenance Spanish.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTTRANSPORT/Resources/336291-1227561426235/5611053-1231943010251/TRN4_Road_Maintenance_Spanish.pdf)

https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_public/ppr/eval_indep/2008_caratula_carreteras.pdf

<http://www.dgt.es/revista/archivo/pdf/num145-2000Carreteras.pdf>