

# ESCUELA DE POSTGRADO NEUMANN

## MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS



**“El caso de la Asociación Público – Privada para el diseño, financiamiento, construcción y operación del sistema de transporte público aerosuspendido entre las ciudades de Durán y Guayaquil, Ecuador.”**

**Trabajo de Investigación  
para optar el Grado a Nombre de la Nación de:**

Maestro en  
Administración de Negocios

### **Autores:**

Econ. Ríos Ávila, Assenet Evangelina

Econ. Mateo Pacheco, Carla Marlene

### **Docente Guía:**

Mg. Moscoso Zegarra, Giomar Walter

**TACNA – PERÚ**

2021

“El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del (los) autor (es)”

## Contenido

1	Capítulo I: Antecedentes del Estudio .....	6
1.1	Título del Tema: .....	6
1.2	Planteamiento del Problema .....	6
1.3	Objetivos .....	10
1.3.1	Objetivo General:.....	10
1.3.2	Objetivos Específicos:.....	10
1.4	Justificación Teórica, Metodológica y Práctica.....	11
1.4.1	Modalidades para la ejecución de la Obra Pública .....	11
1.4.2	Justificación de la Ejecución de este Proyecto mediante Asociación Público – Privada. ....	13
1.5	Metodología .....	14
1.6	Definiciones .....	16
1.7	Alcances y Limitaciones.....	17
	Capítulo 2: La Situación sin proyecto .....	19
2.1	El área del proyecto.....	19
2.1.1	La Republica del Ecuador .....	19
2.1.2	La Provincia del Guayas.....	21
2.1.3	La ciudad de Guayaquil .....	22
2.2	Diagnostico de Transporte en la ciudad de Guayaquil .....	24
2.2.1	Equipamientos generadores de tráfico.....	24
2.2.2	Infraestructura vial y tráfico vehicular .....	24
2.2.3	Vialidad Principal existente .....	25
2.2.4	Análisis de la oferta de transporte público en Guayaquil .....	26
2.2.5	Análisis de oferta y demanda de transporte público en Guayaquil.....	28
	CAPITULO 3: ANALISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE AEROSUSPENDIDO .....	29
3.1.	TECNOLOGIAS DISPONIBLES A NIVEL MUNDIAL .....	29
3.2	TECNOLOGIAS DE TRANSPORTE POR CABLE.....	30
3.3	ESCENARIOS DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO .....	34
3.4.	DEFINICIÓN DE LOS ESCENARIOS PRIORITARIOS. ....	37
3.4.1.	ESCENARIO DE ALTERNATIVAS “CENTRO – ZONA NORTE”.....	37
3.4.2.	ESCENARIOS DE ALTERNATIVAS “CENTRO URDESA” .....	39
3.4.3.	ESCENARIOS DE ALTERNATIVAS “CENTRO – SAMBORONDÓN” .....	41
3.4.4	ESCENARIOS DE ALTERNATIVAS “CENTRO-DURÁN” .....	41
3.5	POBLACIÓN SERVIDA POR LOS ESCENARIOS. ....	43

3.6 EQUIPAMENTOS SERVIDOS POR CADA ESCENARIO.....	43
3.7. ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE.....	45
3.8 ESTIMACIÓN PRELIMINAR DE LOS COSTOS Y DE LAS RENTABILIDADES DE LOS ESCENARIOS.....	47
3.8.1. ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN POR CADA ESCENARIO. ....	47
3.8.2 ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA CADA ESCENARIO .....	49
3.8.3 ESTIMACIÓN DE LA RENTABILIDAD PARA CADA ESCENARIO. ....	50
3.9 EVALUACIÓN MULTICRITERIO DE LOS ESCENARIOS Y RECOMENDACIONES .	52
3.10. CONCLUSIONES .....	55
CAPITULO 4: ANALISIS Y PROYECCION DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE COLECTIVO EN GUAYAQUIL.....	56
4.1 INFORMACIONES RECOLECTADAS.....	56
4.2 MODELACION DE LA DEMANDA.....	67
4.2.1 Principios de la Modelación .....	67
4.2.2 Construcción de la Matriz OD VP .....	74
4.2.3 Modelo de Repartición Modal .....	75
4.2.4 Resultados de Demanda .....	83
4.2.5 Sensibilidad Tarifaria.....	88
4.3 DIPOSICIONES CONTRACTUALES EN RELACION CON LA DEMANDA PROYECTADA. ....	88
4.4. PROYECCION DE LA DEMANDA CONSIDERADA EN EL ESTUDIO.....	91
CAPITULO 5: ASPECTOS TECNICOS DE LA SOLUCION PROPUESTA.....	93
5.1. ELECCION DE LA TECNOLOGIA.....	93
5.3 PRINCIPIOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE LAS ESTACIONES .....	94
5.3.1. ESTACION DURÁN .....	95
5.3.2. ESTACION MALECON 2000.....	96
5.3.3. ESTACION JULIAN CORONEL.....	98
5.3.4 ESTACION PARQUE CENTENARIO .....	100
5.2 DEFINICION TÉCNICA DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA .....	101
5.4. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA .....	108
5.5. SEGURIDAD DE LA OPERACIÓN.....	110
5.6. IMPACTOS DEL PROYECTO.....	110
5.6.1 Riesgos en el entorno. ....	111
5.6.2 Impactos sobre las redes. ....	111
5.6.3. Impactos sobre el uso del suelo.....	112
5.6.4. Impactos sobre el ambiente.....	112

CAPITULO 6: ASPECTOS FINANCIEROS DEL PROYECTO.....	116
6.1. MONTO Y CATEGORIAS DE LA INVERSION.....	116
6.2. CALENDARIO DE LA INVERSIÓN .....	117
6.3. ACTUALIZACIÓN DE LAS INVERSIONES.....	118
6.4. FINANCIAMIENTO DE LA INVERSIÓN .....	120
6.5. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	122
6.6. INGRESOS FINANCIEROS.....	124
6.7. EVALUACIÓN FINANCIERA DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL OPERADOR ESTATEGICO.....	129
CAPITULO 7: EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO.....	133
7.1. OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN ECONOMICA .....	134
7.2. METODOLOGIA .....	134
7.3. DETERMINACION DE LOS BENEFICIOS ECONOMICOS GENERADOS POR EL PROYECTO.....	136
7.3.1 COSTO GENERALIZADO DE VIAJE.....	136
7.3.2. EXTERNALIDADES POSITIVAS.....	138
7.3.3. MEJORAMIENTO DE LA SEGURIDAD.....	139
7.3.4. BENEFICIOS ECONOMICOS TOTALES.....	140
7.4. DETERMINACION DE LOS COSTES ECONOMICOS.....	141
7.4.1. INVERSIÓN.....	141
7.4.2 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	142
7.5. FLUJO ECONOMICO .....	143
7.5. INDICADORES ECONOMICOS.....	144
CAPITULO 8: NORMATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO AEROVIA.....	145
8.1. NORMAS PARA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA AEROVIA.....	145
8.2. GARANTIAS A CARGO DEL OPERADOR.....	146
8.2.1. GARANTIA DE FIEL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO.....	146
8.2.2. GARANTIA DE RESPONSABILIDAD CIVIL.....	147
8.2.3. PÓLIZA DE TODO RIESGO.....	148
8.3. OBLIGACIONES DEL ALIADO ESTRATEGICO.....	148
8.4 OBLIGACIONES DE LA AUTORIDAD CONTRATANTE.....	154
CAPITULO 9: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	157
9.1 Conclusiones .....	157
9.2 Recomendaciones .....	164
BIBLIORAFIA .....	166
ANEXOS .....	167

**Índice de Cuadros**

**CUADRO No. 1..... 91**  
**CUADRO No. 2..... 116**  
**CUADRO No. 3..... 117**  
**CUADRO No. 4..... 118**  
**CUADRO No. 5..... 121**  
**CUADRO No. 6..... 122**  
**CUADRO No. 7..... 123**  
**CUADRO No. 8..... 124**  
**CUADRO No. 9..... 126**  
**CUADRO No. 10..... 127**  
**CUADRO No. 11..... 129**  
**CUADRO No. 12..... 131**  
**CUADRO No. 13..... 137**  
**CUADRO No. 14..... 138**  
**CUADRO No. 15..... 139**  
**CUADRO No. 16..... 140**  
**CUADRO No. 17..... 141**  
**CUADRO No. 18..... 142**  
**CUADRO No. 19..... 143**

## **Capítulo I: Antecedentes del Estudio**

### **1.1 Título del Tema:**

El caso de la Asociación Público – Privada para el diseño, financiamiento, construcción y operación del sistema de transporte público aerosuspendido entre las ciudades de Duran y Guayaquil, Ecuador.

### **1.2 Planteamiento del Problema**

El petróleo es el principal producto de exportación del Ecuador, cuya demanda internacional y precio unitario por barril se mantuvieron en niveles altos durante el periodo comprendido entre los años 2007 y 2014. Otros productos de exportación fueron el camarón, banano, cacao, café, aceite de palma, brócoli y flores.

Este desempeño favorable de las exportaciones petroleras le permitió al estado ecuatoriano obtener ingresos elevados que favorecieron la ejecución directa de la inversión pública por parte de los gobiernos nacionales y seccionales en detrimento de la inversión privada que no se canalizó hacia los sectores de infraestructura.

La situación cambió drásticamente a partir del año 2014, razón por la cual las autoridades económicas y políticas consideraron necesaria la reforma del ordenamiento jurídico para permitir y atraer una mayor participación del sector privado en la inversión pública, y de esta manera compensar y superar las

limitaciones que estaba enfrentando el estado ecuatoriano para desarrollar, ampliar y consolidar la infraestructura de servicio público.

Es así como el 18 de diciembre del 2015 se publicó en el Registro Oficial No. 652 la "Ley Orgánica de Incentivos para Asociaciones Público – Privadas y la Inversión Extranjera"; esta ley tiene por objeto establecer incentivos para la ejecución de proyectos bajo la modalidad de asociación público – privada y los lineamientos e institucionalidad para su aplicación.- Así mismo esta ley establece incentivos específicos para promover en general el financiamiento productivo, la inversión nacional y la inversión extranjera.- Esta Ley se aplica a las asociaciones público – privadas que tienen por objeto la provisión de bienes, obras o servicios por parte del Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados.

Los proyectos públicos aprobados, se beneficiarán de los incentivos propuestos en esta Ley, de conformidad con los acuerdos establecidos por las partes.

Entre los incentivos que establece la Ley se destacan los siguientes:

- Las sociedades que se crean o estructuran en el Ecuador para el desarrollo de proyectos públicos en asociación público – privada, gozarán de una exoneración de impuesto a la renta durante el plazo de 10 años contados a partir del primer ejercicio fiscal en el que se generen ingresos operacionales.

- Están exentos del impuesto a la salida de divisas los pagos al exterior que realicen las sociedades que se creen o estructuren para el desarrollo y ejecución de proyectos públicos en asociación público – privada, por los siguientes conceptos:
  - En la importación de bienes para la ejecución del proyecto público.
  - En la adquisición de servicios para la ejecución del proyecto publico
  - Los pagos efectuados por la sociedad a los financistas del proyecto público, incluido el capital, intereses y comisiones.
  - Los pagos efectuados por cualquier persona o sociedad en razón de la adquisición de acciones, derechos o participaciones de la sociedad estructurada para la ejecución de un proyecto público en la modalidad de asociación público – privada o por transacciones que recaigan sobre títulos representativos de obligaciones emitidos para el financiamiento del proyecto público.
- Los órganos y entidades del sector público, incluidos los gobiernos autónomos descentralizados, pueden declarar de utilidad pública bienes que requieran ser destinados a la ejecución de proyectos públicos en asociación público – privada.

Esta Ley entró en vigencia el 18 de diciembre del 2015, y uno de los contratos suscritos bajo su amparo es el de la “Alianza Estratégica” para realizar los diseños definitivos, suministro, construcción, montaje, puesta en funcionamiento y operación del Sistema de Transporte Publico Aerosuspendido para la ciudad de Guayaquil

(Primera Fase Guayaquil – Duran). Este contrato fue suscrito el 8 de septiembre de 2017 y las partes contratantes fueron las siguientes

1. Por un lado, las Autoridades Contratantes representadas por la M.I. Municipalidad de Guayaquil y la Empresa Pública Municipal de Transito de Guayaquil, EP.

2. Por la otra parte, el Operador, Aliado Estratégico o Contratista, el Consorcio Aerosuspendido Guayaquil POMA S.A.S. y SUFRATESA INC.

En la Actualidad las ciudades de Guayaquil y Eloy Alfaro (Durán), se conectan únicamente por vía terrestre, por intermedio del puente denominado de la “Unidad Nacional”. Durán es una especie de “ciudad dormitorio”, en donde tiene su domicilio una parte importante de la población que trabaja en Guayaquil, razón por la cual todos los días sus habitantes tienen que trasladarse entre ambas ciudades. Además, el puente Durán – Guayaquil es el vínculo que permite el ingreso de la producción agropecuaria que confluye a Guayaquil, así como de las mercancías de importación que llegan al puerto de Guayaquil y de aquí se distribuyen a las restantes regiones del Ecuador. Esto determina que la congestión vehicular sea muy grave, particularmente durante las llamadas horas “pico”. Esta situación de congestión se verá disminuida cuando el proyecto entre en operación al proporcionar una ruta alternativa para el transporte de pasajeros entre Durán y Guayaquil.

También hay que destacar que el transporte actual por vía terrestre produce una elevada contaminación, misma que disminuirá significativamente al utilizar el sistema aerotransportado. Otro beneficio de gran importancia es la disminución del tiempo que utilizarán las personas para trasladarse de un sitio a otro.

El presente trabajo de investigación es un estudio de caso que permitirá conocer el modelo utilizado en esta oportunidad, para hacer compatibles los intereses del empresario privado con los beneficios sociales de los servicios públicos que deben proporcionar los entes estatales o municipales. Los aspectos negociados y acordados en este proyecto podrían orientar la implementación de otras iniciativas de inversión público – privadas en el Ecuador.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General:**

Análisis del caso de la asociación público – privada para el diseño, el financiamiento, construcción y operación del sistema de transporte publico aerosuspendido entre las ciudades de Duran y Guayaquil, Ecuador.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos:**

- Realizar un diagnóstico sobre el financiamiento obtenido para ejecutar la inversión que3 demanda el proyecto del sistema de transporte publico aerosuspendido entre las ciudades de Duran y Guayaquil, Ecuador.
- Realizar un diagnóstico sobre la administración y gestión del proyecto del sistema de transporte publico aerosuspendido entre las ciudades de Duran y Guayaquil, Ecuador.
- Realizar un diagnóstico sobre los aspectos técnicos y ambientales del sistema de transporte publico aerosuspendido entre las ciudades de Duran y Guayaquil, Ecuador.

## **1.4 Justificación Teórica, Metodológica y Práctica**

### **1.4.1 Modalidades para la ejecución de la Obra Pública**

- La ejecución de proyectos del sector público, puede realizarse mediante diversos procedimientos orgánicos, entre los que se destacan los siguientes: Administración Directa, Contratación Pública, Concesión, Construya-Opere y Transfiera (BOT) y Asociación Estratégica Público – Privada.

- La construcción por Administración Directa presupone que la entidad estatal cuenta con una unidad especializada para la construcción, operación y mantenimiento de obras, incluyendo al personal, la maquinaria y equipo para la construcción, acceso a fuentes de fondos y facilidades para la adquisición de insumos y materiales.- Si se cumplen estas condiciones, se supone que esta metodología permitirá reducir los costos de construcción, operación y mantenimiento, asegurando al mismo tiempo la calidad de servicios públicos ofrecidos.- Sin embargo la experiencia ha demostrado que este procedimiento resulta poco eficiente, ya que en la práctica se alargan los plazos, se incrementan los costos y se presentan ineficiencias en la prestación del servicio.

- Otra modalidad consiste en la ejecución de proyectos mediante la suscripción de contratos con empresas privadas especializadas en la construcción de obras de infraestructura. En estos casos la entidad pública suele tener acceso directo al financiamiento nacional o extranjero, lo que permite conservar la propiedad de la obra, responsabilizándose directamente por la devolución de los préstamos, y el pago de intereses, porque el

Gobierno Central se responsabiliza del cumplimiento de tales compromisos. - El proceso de licitación pública que se aplica en estos casos suele demandar mucho tiempo y generar controversias políticas por el descontento de los participantes que pierden el concurso.

- Las diversas modalidades de Concesión han surgido como respuesta a la creciente dificultad que tiene el sector público de acceder a financiamiento externo o interno en condiciones ventajosas. - En la concesión, una empresa constructora privada, de prestigio internacional, se encarga de buscar financiamiento, construir la obra, operarla y darle mantenimiento en un plazo sujeto a negociación, que puede ser 20, 25 o 30 años. La empresa concesionaria asume los riesgos del negocio y también los beneficios cuando estos se producen. - En Ecuador la concesión se ha aplicado, tanto para la construcción de obras así como para garantizar su operación eficaz, su conservación y mantenimiento.

- Un caso particular de la concesión es el procedimiento B.O.T, por sus siglas en inglés "Construir-Operar-Transferir" (Building-Operating and Transfer). - El concesionario se obliga a construir el proyecto, financiarlo, operarlo, darle mantenimiento y transferir su propiedad al estado una vez cumplido el plazo fijado de mutuo acuerdo. - El oleoducto de Crudos Pesados en Ecuador se construyó y se opera bajo esta modalidad.

- Los contratos de Asociación Estratégica Público-Privada es una nueva modalidad de ejecución de proyectos del sector público vigente en Ecuador desde el 18 de diciembre del 2015. La presente investigación tiene por finalidad, precisamente, conocer en detalle esta modalidad de contratación a partir del contrato para el diseño, financiamiento, construcción

y operación del Sistema Aerotransportado Duran-Guayaquil, proyecto que se encuentra pronto a finalizar su fase de construcción.- Durante el proceso de investigación se procederá a comparar las soluciones que se aplican en este contrato con la de otros proyectos emblemáticos, como el del Puente Alternativo Norte (PAN) que es una alternativa para ingresar al Terminal Marítimo de Guayaquil (BOT) ; el mantenimiento de la carretera Duran-Naranjal (CONCESIÓN); el teleférico turístico de Quito; el Contrato de Concesión del Aeropuerto de Guayaquil, entre otros proyectos.

#### **1.4.2 Justificación de la Ejecución de este Proyecto mediante Asociación Público – Privada.**

La M.I Municipalidad de Guayaquil aplicó esta modalidad de contratación por las siguientes razones:

a) Al contar con recursos financieros de disponibilidad inmediata el Municipio de Guayaquil requirió la participación de un ente privado que interviniera como agente en la obtención del financiamiento; la mayor parte de la inversión se financiará mediante préstamo a largo plazo de un banco extranjero, y en la consecución de este crédito actuó como intermediario el socio estratégico privado; la otra parte de la inversión (aproximadamente el 15%), será un aporte directo del socio privado, a ser recuperado durante la operación del proyecto.

b) El proceso de administración y gestión del proyecto será realizado por el socio privado, ya que el sector público ha demostrado ser poco eficiente en la gestión de la construcción y operación de proyectos de inversión.

c) El precio unitario para la prestación del servicio está determinado en el contrato; podrá ser incrementado cada dos años en función de la tasa de inflación que se registre en el país; una elevación del precio por un concepto diferente requerirá la aprobación del Municipio de Guayaquil.

d) La entidad pública se reserva el control del cumplimiento de los objetivos sociales y ambientales del proyecto.

La presente investigación se justifica por cuanto en la ejecución de la obra pública siempre es necesario encontrar un equilibrio entre los intereses de la colectividad, representada por el gobierno nacional o por los gobiernos locales y los intereses legítimos de los inversionistas privados que aspiran obtener un beneficio al concluir la operación del servicio. El diseño de acuerdo público – privado que se plantea en este caso puede ser un referente importante que podría aplicarse en situaciones similares.

## **1.5 Metodología**

- **Diseño del estudio:** El diseño del presente estudio se catalogó como Diseño Transaccional descriptivo debido a que la variable será medida una sola vez mediante técnicas e instrumentos de recolección de datos, sin considerar los cambios que podrían presentarse como parte de su desenvolvimiento en un futuro.

- **Tipo de Investigación:** Se realizará investigación descriptiva para describir las implicancias positivas para determinar la ejecución de un proyecto del sector público mediante alianzas estratégicas público-privadas.

- Técnicas e instrumentos para la recolección de datos: Con el fin de reunir y medir información de diversas fuentes a fin de obtener un panorama completo y poder identificar las preferencias, elementos y condiciones para la ejecución de un proyecto del sector público mediante alianzas estratégicas público-privadas, realizaremos un Análisis Documental Técnico, para esto utilizaremos la recolección de datos basándonos en leyes, proyectos anteriores similares, contratos, etc.

La aproximación metodológica propuesta para realizar la presente investigación implica seguir un proceso que se puede subdividir en 3 etapas:

### Etapas

Identificación de las principales variables críticas que intervienen en la ejecución de un proyecto del sector público mediante alianzas estratégicas público-privadas. - Se anticipan los siguientes aspectos de importancia:

- Proyección del número de viajeros por día y por año. - ¿Quién asume el riesgo de la demanda?
- Precio por pasaje establecido en el contrato. - Requisitos y condiciones para eventuales modificaciones. - ¿De qué manera el Socio-Público se protege de un eventual abuso en la fijación del precio?
- Monto estimado de la inversión total. - Financiamiento a cargo del Socio-Privado. - Garantías para el repago del préstamo por parte del Socio Público.
- Responsabilidad por la operación y mantenimiento del sistema.

- Garantías, Seguros, Seguros a pasajeros y otros.
- Destino de los activos una vez finalizada la ejecución del contrato.

### Etapa 2

Análisis de la probable evolución de estas variables que, esperarían las partes interesadas -entidad estatal y operador- en base a los objetivos e intereses que persiguen cada una de ellas.

### Etapa 3

En los casos en que estos intereses no coincidan, establecer cómo se resolvieron las eventuales discrepancias en el contrato para el Sistema Aerotransportado Duran-Guayaquil.

#### 1.6 Definiciones

- Ediciones Legales. (2016). *Ley Orgánica de Incentivos para Asociaciones Público. -Privadas y la Inversión Extranjera. Ley s/n (Suplemento del Registro Oficial 652, 18-XII-2015).*
- Ley Orgánica de incentivos para Asociaciones Público-Privadas y la inversión Extranjera. Publicada en el Suplemento del Registro oficial 652 de 18-XII-2015.
- Contrato de Alianza Estratégica para realizar los Diseños definitivos, Suministro, Construcción, Montaje, Puesta en Funcionamiento, Financiamiento y Operación Del Sistema de Transporte Publico Aerosuspendido para la ciudad de Guayaquil, (Primera Fase Guayaquil-Duran), suscrito el 8 de septiembre del 2017.

- Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guayaquil.
- Autoridad de Tránsito Municipal – ATM ó EPMTG- Empresa Pública Municipal de Transito de Guayaquil, EP.
- Consorcio Aerosuspendido Guayaquil POMA S.A.S. y SOFRATESA Inc.
- Proyecto o Sistema.

Es el conjunto de obras de ingeniería y prestación de servicios relacionados con la ejecución de los diseños definitivos, suministro, construcción, montaje, puesta en funcionamiento, financiamiento y operación del Sistema de Transporte Publico Aerosuspendido para la ciudad de Guayaquil, (Primera fase Guayaquil-Duran)

### **1.7 Alcances y Limitaciones**

El sistema aerotransportado Guayaquil-Duran dispone de 4 paradas, una en Duran y 3 en Guayaquil; el circuito empieza en el malecón de Duran, Luego llega a la estación Cuatro Mosqueteros, situada en el Malecón Simón Bolívar y Loja; de allí sigue al Cerro del Carmen, en la Loma de igual nombre; Después a la estación Julián Coronel, en las calles Julián Coronel y Av. Quito; y termina en el Parque Centenario, en la Avenida Quito y Nueve de Octubre.

Las cabinas de la Aerovía tienen una capacidad de 10 pasajeros cada una, y atraviesan el Rio Guayas en una longitud de 4.10 Kms; en total se contará con 4 compartimentos en las cabinas; la velocidad promedio para atravesar el rio Guayas será de 16 Kilómetros por hora. - El tiempo actual para viajar de Durán a Guayaquil

en bus es de una hora, aproximadamente, tiempo que baja a 20 minutos con el nuevo sistema.

El pasaje costará en sus inicios \$0.70 pudiendo ser reajustado cada 2 años en función de la variación del índice de precios al consumidor.

En Guayaquil la Aerovía tendrá conexión con la Metrovía; en Duran los buses urbanos serán alimentadores.

La principal limitación del estudio se deriva del hecho de que la ejecución del contrato se encuentra en la fase de construcción de las obras civiles, que se esperaba que concluyeran en el mes de junio del 2020, en que se produciría la inauguración del servicio; este plazo, sin embargo, será modificado debido a la presencia de la pandemia del coronavirus en Ecuador y en el mundo. - En todo caso es evidente que durante la ejecución del estudio no se dispondrá de información operacional efectiva, y solo será posible fundamentar el análisis en los supuestos, informes y proyecciones del estudio de factibilidad realizado en forma previa a la suscripción del contrato de asociación Público-Privada.

Otra limitación que se anticipa en la investigación será la falta de acceso a determinadas fuentes de información. Aun cuando la Ley en Ecuador obliga a las instituciones públicas a subir al internet los actos administrativos que se realizan, esta disposición no siempre se acata. Así por ejemplo, no se ha publicado el contrato de financiamiento, aduciendo razones de sigilo bancario.

Por ultimo cabe citar como limitante de la investigación el escaso marco legal existente, así como la carencia de otros ejemplos de aplicación de esta modalidad contractual para le ejecución de proyectos del sector público.

## **Capítulo 2: La Situación sin proyecto**

### **2.1 El área del proyecto**

El proyecto de transporte aerosuspendido para comunicar a las ciudades de Guayaquil y Duran se localiza en dichas ciudades de la provincia del Guayas de la República del Ecuador.

#### **2.1.1 La Republica del Ecuador**

Ecuador es un país de América del Sur, que debe su nombre a que es atravesado por la línea equinoccial o Ecuador, que pasa cerca de Quito, su capital, limita al norte con Colombia, al sur y al este con Perú, y al oeste con el Océano Pacífico, cuenta con una superficie de 283.560 km<sup>2</sup>, y comprende cuatro regiones: Litoral, Sierra o región Interandina, región Amazónica, y región Insular o Islas Galápagos.

La población del Ecuador fue de 14'204.900 habitantes según el Censo de Población y Vivienda de 2010, siendo estimada en 16'278.844 habitantes en el 2015 y en 17'309.682 habitantes en el año 2020. La tasa de crecimiento poblacional es de 1.56% anual acumulativo.

El Producto Interno Bruto, valorado a precios corrientes, fue de 69.555.4 millones de dólares en 2010, y de 99.290.4 millones de dólares en el 2015. A precios constantes del 2007, esta valoración fue de 56.481.0 en el 2010 y de 70.174.7 millones de dólares en el 2015.

Como se puede apreciar la economía ecuatoriana ha tenido un importante crecimiento en la última década, con un promedio de 4% anual. Sin embargo en el

2020 esta tendencia se ha modificado como consecuencia de la caída de los precios internacionales del petróleo y de la pandemia a nivel mundial del coronavirus; para este 2020 se estima una caída del PIB cercana al 11%.

La economía Ecuatoriana depende en forma importante de los precios mundiales de petróleo (40% de los ingresos del Estado y 60% de las exportaciones). La agricultura y la pesca son también sectores dinámicos (banano, camarón, cacao, atún). El turismo creció significativamente hasta el 2019, pero ha caído de manera alarmante en el 2020 debido a la pandemia del coronavirus. El sector de servicios contribuye en forma minoritaria al PIB (menos del 10%) y el sector de las minas inicia un crecimiento que es prometedor.

Las cuentas fiscales presentan un déficit alarmante, de alrededor de 10.000 millones de dólares. El gobierno ha tenido que realizar préstamos a las instituciones financieras como el Fondo Monetario Internacional, el Banco Internacional de Desarrollo (BID) y la Corporación Andina de Fomento; también es importante la deuda con los tenedores privados de bonos (más de 17.000 millones de dólares), así como con China y con acreedores privados internos y proveedores a quienes no ha podido cancelar sus acreencias.

Como aspectos positivos se puede citar la suscripción de un acuerdo comercial con la Unión Europea, la renegociación de la deuda externa privada de bonos y el inicio de negociaciones con Estados Unidos previo a la suscripción de un acuerdo comercial bilateral.

A pesar de estos aspectos negativos, durante la década 2010 – 2019 se intensificó la inversión en infraestructura y en obras sociales (carreteras, hospitales, educación y aeropuertos), así como la construcción de ocho nuevas centrales

hidroeléctricas que mejoraran significativamente la provisión de energía y disminuirán la dependencia del petróleo.

### **2.1.2 La Provincia del Guayas**

La provincia del Guayas es una de las más importantes de las veinticuatro provincias que integran el Ecuador; se estima que la producción económica de la provincia del Guayas representa el 26% del PIB nacional; así el PIB provincial del año 2015 fue de USD 25.815.5 millones a precios corrientes, y de USD 18.245.4 millones a precios constantes de 2007.

De otra parte la población de la provincia del Guayas al mismo año 2015 fue de 4'086.089 habitantes, lo que representa el 25% de la población nacional. De lo anterior se concluye que el PIB per cápita al año 2015 fue de USD 6318 a precios corrientes y de USD 4465 a precios constantes.

Guayas se caracteriza por las exportaciones de productos primarios como banano, cacao, café, camarón, pero también tiene importantes industrias como la fabricación de papel y productos de papel, productos químicos y alimentos en general; también es importante el comercio y el turismo. Otras producciones agropecuarias para el consumo interno son el arroz, caña de azúcar, maíz, soya, palma africana y ganadería bovina, porcina y avicultura.

La provincia del Guayas tiene 25 cantones, de los cuales los de mayor interés para nuestro estudio son los de Guayaquil (2'350.915 habitantes), Durán o Eloy Alfaro (235.769 habitantes) y Samborondón (67.590 habitantes); en conjunto constituyen la zona metropolitana del Gran Guayaquil.

### **2.1.3 La ciudad de Guayaquil**

La ciudad de Guayaquil consta de 74 sectores, los cuales se dividen en 16 parroquias urbanas y 5 parroquias rurales. Se encuentra dividida en 4 cuadrantes considerándose como eje la intersección de la Avenida Quito y el Bulevar Nueve de Octubre, lo que constituye el punto cero que divide la ciudad en Noreste, Noroeste, Sureste y Suroeste.

El territorio de la ciudad de Guayaquil está organizado de la siguiente manera:

- Núcleo económico del centro (zonas de comercio y servicio).
- Corredores de uso industrial.
- Zonas residenciales y mixtas consolidadas.
- Zonas no consolidadas de asentamiento informal.

En los últimos años la M.I. Municipalidad de Guayaquil ha ejecutado varios proyectos de desarrollo y renovación urbana, entre los que destacan los siguientes:

- El proyecto de regeneración urbana, que comprende diversas intervenciones de la Municipalidad localizadas en varios segmentos urbanos, como recuperación de plazas, parques y mercados.

- El Malecón del Salado, construido en el año 2009, como parte del proceso de regeneración urbana, que recuperó y rehabilitó un brazo de mar que penetra en el espacio urbano. El área está distribuida en dos plantas donde se encuentra un puente peatonal y varios jardines, zonas de descanso y plazas como la Plaza de los Escritores y la Plaza de la Salud.

- El Malecón 2000 que fue recuperado en la regeneración urbana y actualmente es el principal atractivo turístico de la ciudad. Se extiende en una obra de 2.5 kilómetros que conecta museos, jardines, muelles y

miradores, como una estrategia para consolidar los límites de una serie de barrios. Se trata de un gran espacio público que restablece la relación de la ciudad con el río Guayas para iniciar el proceso de regeneración urbana del centro de la ciudad.

- El proyecto del Puerto Santa Ana, con una intervención público – privada, que consiste en un complejo inmobiliario y turístico que tiene un área edificable de 30.000 metros cuadrados en su primera etapa. Se construye como una ciudad dentro de la ciudad, donde se encuentra el edificio “The Point” que es el más alto del país, con 30 pisos.

También se deben mencionar las principales políticas y proyectos de desarrollo urbano que se encuentran en fase de estudio o de realización:

- -La Dirección de Urbanismo cuenta en su base de datos con 66 proyectos urbanísticos que están concentrados principalmente en el norte y en el noroeste de la ciudad. De estos proyectos, 33 se localizan en la vía a la costa y 19 en la Avenida Terminal Terrestre – Pascuales.

- El Plan de Ordenamiento Territorial (2012) señala las siguientes políticas de uso del suelo:

- La vía a la costa puede ser utilizada para fines turísticos, comerciales, recreativos y de urbanizaciones.

- La vía a Daule está destinada para industrias y viviendas de interés social.

- Las vías Terminal Terrestre – Pascuales y Francisco de Orellana son para vivienda, comercio y recreación.

- La vía desde El Salitral hasta La Consuarina se mantendrá como una vía rápida y con un desarrollo ordenado para comercio, vivienda e industria de bajo impacto.

- El Plan Director de Desarrollo Urbano de Guayaquil determinó nuevas áreas de expansión urbana: la zona del aeropuerto en Daular, los alrededores del embalse Chongón y Colinas de las Iguanas.

## **2.2 Diagnostico de Transporte en la ciudad de Guayaquil**

### **2.2.1 Equipamientos generadores de tráfico**

Dentro del proceso de elaboración del proyecto la consultora identificó los principales equipamientos urbanos que generan una gran cantidad de viajes. Dentro de esta categoría se incluyen los centros comerciales, las universidades, liceos y colegios, los hospitales, los mercados, etc. La consultora preparó un mapa que contiene estas referencias.

### **2.2.2 Infraestructura vial y tráfico vehicular**

A partir del año 1992 el Municipio de Guayaquil inició varios proyectos de infraestructura vial bajo un esquema jerárquico de red vial principal (autopistas, vías rápidas, viaductos y túneles), que permitieron una gran conectividad entre el norte y el sur de la ciudad, así como entre el este y el oeste, se construyeron puentes a desnivel e intercambiadores de tráfico en un número aproximado de 50 que permitieron una circulación continua sobre la red vial principal. También se han construido cuatro túneles de 3 carriles cada uno, lo que ha mejorado la continuidad de las vías y le han permitido a la ciudad soportar con mayor solvencia el rápido incremento del parque automotor. Sin embargo la presencia de más de 300.000

vehículos matriculados en Guayaquil, junto con los vehículos matriculados en las áreas de influencia inmediata de la ciudad, constituyen una seria carga para la red vial que al momento debe ser optimizada en su infraestructura y además se deben instrumentar medidas de gerencia y de gestión de tránsito que provoquen la optimización de la circulación.

### 2.2.3 Vialidad Principal existente

Guayaquil tiene jerarquizada su trama vial en primaria, secundaria y terciaria. La red vial de la ciudad tiene una longitud aproximada de 5000 kilómetros, los cuales están catalogados como la red vial fundamental (V1 autopistas, V2 expresas, V3

<b>TABLA No. 1: RED VIAL DE GUAYAQUIL</b>		
<b>Categoría Vial</b>	<b>Nombre de Categoría</b>	<b>Longitud (Km)</b>
<b>V1</b>	Autopistas	
<b>V2</b>	Expresas	
<b>V2</b>	Auxiliares	
<b>V4</b>	Colectoras	
<b>V5</b>	Colectoras	
<b>PV</b>	Par Vial	
<b>CSF</b>	Colectoras según función	
<b>V6</b>	Locales	
<b>SP</b>	Sin pavimentar	
<b>Total</b>		5000

arteriales, Pv par vial), vialidad secundaria (VA colectoras, V5 colectoras, CSF

colectoras según función, vialidad terciaria (V6 local), y vías sin pavimentar, situación que se resumen en la siguiente tabla

Al momento se ha construido y ya está en operación un nuevo puente que comunica a Guayaquil con Samborondón, y está en construcción un puente que vincula a Guayaquil con Daule. Se encuentra a nivel de estudio la autopista Guayaquil – Daular que servirá al nuevo aeropuerto de Guayaquil

#### 2.2.4 Análisis de la oferta de transporte público en Guayaquil

El transporte público en la ciudad de Guayaquil es prestado por el sistema integrado Metrovía, el sistema de buses convencionales, taxis reglamentadas, taxis ejecutivos, taxis informales y mototaxis.

- Sistema Metrovía y alimentadores: Primera Fase. En la actualidad existen en operación tres líneas troncales de Metrovía con una longitud total de 47.1 km., divididos en 16.1 km. para la troncal Bastión Popular – Centro, y 14.5 km. para la troncal 25 de Julio – Río Daule. Entre las tres troncales transportan 460.000 pasajeros por día, lo que significa 79.5 millones de pasajeros por año y 8.7 millones de vehículos – kilómetros recorridos.

Existen 205 buses articulados y 200 buses alimentadores en las tres troncales. Se estima que en Guayaquil existen 2.2 millones de viajes diarios en transporte público, lo que significa que el sistema Metrovía estaría transportando aproximadamente el 21% de los viajes en transporte público en la ciudad.

- Sistema Metrovía y alimentadores: Segunda Fase. En esta etapa se plantea la construcción de las dos troncales que servirán al suburbio oeste de Guayaquil denominadas Suburbio – Centro y que tienen los números 4 y 5.

La troncal 4 ya se inició la construcción y se espera sea entregada en diciembre del 2020. La troncal 5 aun está en proyecto. Adicionalmente se propone la troncal 6 de Metrovía a lo largo de la Avenida Juan Tanca Marengo y la troncal 7 sobre la Avenida Francisco de Orellana.

- Buses convencionales. El sistema convencional de buses presenta deficiencias y malas condiciones de confort, edad y seguridad. De acuerdo con un estudio de rutas realizado por la Autoridad Municipal de Transito, la flota de buses convencionales es de 2732 unidades, divididos en 2059 buses (de 80 pasajeros de capacidad) y 673 busetas (de 35m pasajeros de capacidad), que transportan un promedio diario aproximado de 650 pasajeros (bus) y 500 pasajeros (busetas) en día normal.

El sistema convencional esta agrupado en 70 empresas y cooperativas privadas. La tarifa normal del sistema convencional es de USD 0.30 para todos los recorridos y USD 0.15 para estudiantes menores de 18 años, tercera edad y personas con capacidades especiales.

El número de accidentes en el sistema convencional es más alto que en el sistema de la Metrovía. El sistema convencional presenta desequilibrio en la operación de líneas. En sectores como Suburbio (Batallón y Plan Piloto) hay déficit de buses, pero en otros sectores como las ciudadelas Kennedy y las Acacias hay exceso de líneas y buses. El sistema convencional provoca en diversos sectores de la ciudad embotellamientos, contaminación de aire, exceso de ruido e inseguridad vial.

- Taxis: La ciudad de Guayaquil presenta una sobreoferta de taxis.

La flota de taxis formales es de 9000 unidades, que transportan un promedio diario de 20 pasajeros por unidad. La participación de la flota de taxis en la flota de unidades de transporte público es de 13%. La flota de taxis presenta una edad promedio de 12 años; debido al excesivo número de unidades se generan problemas de embotellamiento, contaminación ambiental e inseguridad.

#### 2.2.5 Análisis de oferta y demanda de transporte público en Guayaquil

Para concluir este capítulo la consultora elaboró un mapa que identifica la oferta y la demanda de transporte público en la zona de estudio, la disponibilidad de transporte público y la congestión en general.

De este análisis se pudo ver que la zona norte es la que menos dispone de un sistema de transporte de Metrovía. Existen nuevos puntos de atracción como los centros comerciales Mall del Sol, Policentro, San Marino, Rio Centro, City Mall, entre otros. Estas centralidades atraen muchos viajes en transporte privado y en transporte público. La congestión del tráfico se ha incrementado en los últimos diez años de manera importante, lo cual afecta especialmente al transporte público colectivo que tiene menor capacidad de maniobra y debe parar periódicamente.

Otros sectores importantes y que tienen relación directa con Guayaquil son: el sector de Samborondón específicamente entre La Puntilla, el cantón Durán y el cantón Daule. Por esta razón las propuestas en estos casos deberán ser consensuadas con los correspondientes municipios.

## **CAPITULO 3: ANALISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE AEROSUSPENDIDO**

### **3.1. TECNOLOGIAS DISPONIBLES A NIVEL MUNDIAL**

Los consultores analizaron cuatro alternativas tecnológicas disponibles y probadas a nivel mundial, que fueron las siguientes:

Tecnologías apropiadas para recorridos largos:

1. Monorraíl.
2. Transporte por cable (monocable, tricable).

Tecnologías apropiadas para recorridos cortos:

3. Ascensores inclinados.
4. Funiculares

En términos de capacidades se puede decir que:

- ❖ La capacidad de los sistemas de ascensores y de funiculares está muy por debajo de los 1.000 pphpd (pasajeros por hora por dirección).
- ❖ La capacidad de los sistemas por cable está comprendida entre 2000 y 4500 pphpd.
- ❖ La capacidad de los sistemas de monorraíl es muy variable entre 3.200 y 12.000 pphpd.
- ❖ Las demandas esperadas en el proyecto de Guayaquil son inferiores a los 5000 pphpd.

En cuanto a los costos de inversión:

- ❖ Los proyectos urbanos de transporte por cable en el mundo suelen estar comprendidos entre 20 y 30 millones de dólares por kilómetro.

- ❖ Los costos de inversión de proyectos de monorriel urbanos suelen estar comprendidos entre 40 y 70 millones de dólares por kilómetro.

Los sistemas de cable tienen las siguientes ventajas:

- ❖ Son los más eficientes en términos de costos de inversión cuando se trata de preservar las vías para la circulación de vehículos automotores y cuando se deben salvar obstáculos geográficos, como montañas y ríos.

- ❖ Son sistemas que utilizan electricidad y no contaminan.

- ❖ Para la ciudad de Guayaquil esta es la tecnología más apropiada.

- ❖ Una tecnología de monorriel se considera sobredimensionada para atender la demanda de Guayaquil.

- ❖ Una tecnología de funiculares o de ascensores inclinados no tendría la capacidad adecuada ni tampoco se adaptaría a recorridos largos.

Los consultores llegaron a la conclusión de que el estudio debería centrarse en las tecnologías de transporte por cable.

### **3.2 TECNOLOGIAS DE TRANSPORTE POR CABLE**

Se analizaron los siguientes tipos de transporte por cable.

#### **Teleféricos:**

Permite superar un vano relativamente largo sin postes intermedios. Ningún sistema de este tipo ha sido construido incluyendo una estación intermedia; además,

los cambios de dirección no son posibles puesto que el sistema no permite desembragar.

- Capacidad máxima: 2000 personas por hora, por dirección para un sistema de 1800 metros de longitud con cabinas de 200 personas.
- Capacidad máxima de las cabinas: 200 personas.
- Velocidad máxima: 45 km/h.
- Vano máximo: aprox. 3 Km.

Existen dos tipos de teleféricos: de “va i ven” y de “va o ven”. - Este sistema se puede usar cuando:

- Existe conexión entre dos estaciones, sin servicio de estación intermedia;
- La demanda es menor de 2000 pphpd;
- El trazado requiere un vano largo entre dos apoyos;
- Los trazados son de corta distancia.

### **Telecabinas Pulsadas:**

Están generalmente dispuestas en pequeños grupos de cabinas (entre 3 y 5); presentan una tecnología simple, adaptada para flujos reducidos y trayectos cortos; si se construyen estaciones intermedias es preferible implantarlas en una línea equidistante para evitar que se detengan muchas cabinas en la línea; no se puede modificar el eje de la línea en una estación intermedia; existen telecabinas pulsadas con tecnología de monocable, bicable o tricable.

- Capacidad máxima: 1000 personas por hora por dirección.
- Capacidad máxima de las cabinas: 10 personas.

- Velocidad máxima:
  - Monocable 21,6km por hora;
  - Bicable o Tricable: 27 Km por hora
- Vano máximo:
  - Monocable 300 metros;
  - Bicable 1500 metros;
  - Tricable 3000 metros.

Estos sistemas se pueden usar para el transporte urbano en los siguientes casos:

- Trazados de corta distancia;
- Conexión entre dos estaciones terminales o con estaciones intermedias distribuidas de manera uniforme
- Demandas menores a 1000 pphpd

### **Telecabinas de movimiento unidireccional continuo:**

El cable de tracción está animado por un movimiento de velocidad constante y los aparatos están equipados con un sistema de desembrague para reducir la velocidad de la cabina durante su paso por la estación. Se distinguen los siguientes tipos:

#### **Telecabinas monocable**

Capacidad máxima: 3200 personas/hora/dirección.

Capacidad máxima de las cabinas: 10 personas.

Velocidad máxima: 21.6 Km/hora.

Vano máximo: 300 metros.

Altura máxima: 30 metros.

Las cabinas monocable se usan en los siguientes casos:

- Proyecto con presupuesto limitado.
- Proyecto sin obstáculos importantes.
- Demanda menor a 3200 personas/hora.

### **Telecabinas Monocable Doble (furmitel)**

Capacidad máxima: 4000 pphpd.

Capacidad máxima de las cabinas: 30 personas

Vano máximo: 800 metros.

Altura máxima: sin restricción.

Estas cabinas se usan en sitios muy ventosos con episodios de vientos frecuentes superiores a 90 km/hora.

### **Telecabinas Bicables y Tricables**

#### Telecabinas Bicables

Capacidad máxima: 4000 pphpd.

Capacidad máxima de las cabinas: 17 personas.

Velocidad máxima de las cabinas: 27 Kms/hora

Vano máximo: 1500 metros

Altura máxima: sin límites

#### Telecabinas Tricables )no=

Capacidad máxima: 4500 pphpd.

Capacidad máxima de las cabinas: 35 personas.

Velocidad máxima: 27 Km/hora.

Vano máximo: 3000 metros.

Altura máxima: sin límites

Los consultores llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Sistemas no adecuados para el caso de estudio:
  - Teleférico y telecabinas pulsadas.
  - Doble monocable.
2. Sistemas relevantes:
  - Las telecabinas monocable.
  - Las telecabinas tricable.

No se recomiendan las telecabinas bicables por ser una tecnología que no está suficientemente probada.

### **3.3 ESCENARIOS DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO**

El objetivo de esta tercera aproximación es una preselección de un grupo (o escenario) de alternativas de proyecto sobre la base de un análisis prospectivo de las rutas y también mediante la utilización de una matriz multicriterio que permita evaluar los diferentes escenarios considerados.

Uno de los parámetros más importantes considerados en la determinación de las rutas del sistema aéreo suspendido fue el equilibrio entre la oferta y la demanda, considerando la situación actual y la situación futura. El análisis realizado permitió

concluir que la mayor parte de los tramos críticos para este análisis se encuentran en el área centro-norte y en el centro tradicional de la ciudad. Así, se puede decir que los sectores prioritarios son los siguientes:

### **Norte**

- La calle Novena en Urdesa hacia la Avenida Carlos Julio Arosemena Tola.
- La calle Baquerizo Nazur en los barrios de la Alborada y Garzota.
- Las Avenida de las Aguas y Benjamín Carrión Mora, entre Urdesa y La Alborada.
- La Avenida Plaza Dañin.

### **Centro**

- Los sectores que conectan el parque Rodolfo Baquerizo con la zona del Hospital Luis Vernaza y el Malecón 2000.
- La avenida Malecón Simón Bolívar

También se identificó la importancia de la conexión entre los municipios de Samborondón y Durán con la ciudad de Guayaquil; la conexión principal se realiza mediante el puente de la Unidad Nacional, aunque Samborondón se comunica también con un puente nuevo que se inauguró en el 2018.

Sobre la base de este análisis se propusieron las siguientes rutas para el proyecto aerosuspendido:

### **Ruta Centro Norte**

Esta ruta permite proponer un servicio sobre el tramo crítico de la Avenida Baquerizo Nazur para conectar los barrios de la Alborada y Garzota con el centro. Esta ruta tendrá vínculo con otros barrios importantes de la ciudad mediante estaciones en la Kennedy y en Urdesa.

Hoy en día en el norte de la ciudad falta una línea de transporte estructurante, ya que sólo se encuentran buses convencionales. Una desventaja de esta ruta es que el recorrido es muy largo y sería de menor demanda y rentabilidad que el tramo proyectado de la Metrovía en la Avenida Orellana.

Se identificaron cinco alternativas preliminares.

### **Ruta Centro – Urdesa**

Esta ruta se enfoca en crear una conexión entre el barrio de Urdesa y el centro de la ciudad. Aunque el enfoque está limitado a un único barrio, la propuesta parece pertinente debido al hecho de que Urdesa está encerrado entre esteros y no se ha planteado otro tipo de transporte estructurante. Se identificaron 5 alternativas preliminares.

### **Ruta Centro – Samborondón**

Por la matriz origen – destino se observa una demanda de movilidad muy fuerte entre el centro de Guayaquil y Samborondón. Hoy en día la demanda parece estar mal atendida por el servicio de buses. El municipio de Samborondón es una zona de dinámico crecimiento y se puede esperar que crezca la demanda para el transporte colectivo. Se identificaron 3 alternativas preliminares.

## **Ruta Centro - Duran**

Por la matriz de origen – destino se observa una demanda de movilidad muy fuerte entre el centro de Guayaquil y Duran. Hoy en día la demanda parece mal atendida y se percibe una congestión en el puente de la Unidad Nacional por los buses que circulan entre Durán y Guayaquil. Se analizaron tres escenarios alternativos.

### **3.4. DEFINICIÓN DE LOS ESCENARIOS PRIORITARIOS.**

#### **3.4.1. ESCENARIO DE ALTERNATIVAS “CENTRO – ZONA NORTE”**

Para la ruta centro – zona norte se identificó un conjunto de 5 alternativas preliminares que sugieren las mismas directrices:

- Servir los barrios de la Alborada y de Garzota siguiendo un trazado paralelo a la calle “Rodolfo Baquerizo Nazur” que tiene una vocación comercial.
- Servir el barrio de Kennedy que es el nuevo polo de administraciones y negocios de la ciudad.
- Servir el barrio de Urdesa que es una zona de comercios y actividades de entretenimiento.
- Servir el centro de la ciudad que es a la vez una zona comercial y un polo de administraciones y negocios.

#### **Escenario 1**

Por la parte Norte, este escenario sugiere la calle Rodolfo Baquerizo Nazur hacia el Mall del Sol. Se plantean 4 estaciones: una estación terminal “Orellana”, una

segunda estación “Alborada” cerca de la Clínica Kennedy Alborada, una tercera estación “Garzota” cercana a la intersección de las calles Rodolfo Baquerizo Nazur y Agustín Freire Icaza, y por último, una cuarta estación terminal “Mall del Sol” que se localizaría en las cercanías de uno de los centros comerciales más grandes de la ciudad.

Por la parte central, el trazado se desvía hacia el oeste a partir del Mall del Sol para dirigirse hacia el barrio Kennedy, hacia los bajos de Urdesa y a la zona universitaria. Se plantean 4 estaciones: la estación “Kennedy Norte”, La estación “Kennedy Sur” que se ubicaría en un sitio estratégico de la avenida Francisco Orellana y la Plaza Dañin, la estación “Urdesa” cerca de la calle Víctor Emilio Estrada, y, Por último, la estación “Universidad de Guayaquil” que se ubicaría en el centro de la Universidad nacional.

Por la parte sur el trazado busca conectar con el Malecón 2000, planteándose tres estaciones: la estación “Plaza Rodolfo Baquerizo “, la estación “Avenida Quito” y la Estación “Centro Cultural Simón Bolívar” al norte del Malecón 2000, a la altura del MAAC.

## **Escenario 2**

Este escenario se distingue del anterior porque presenta una variante en la zona de las universidades; en vez de plantear una estación en la Universidad de Guayaquil, se propone la estación en la Universidad Católica.

## **Escenario 3**

Por la parte norte, este escenario es idéntico a los escenarios 1 y 2; por la parte central, este escenario es idéntico al escenario 1. Por la parte sur en este escenario el trazado conectaría el proyecto con el Parque Centenario pasando por la

Avenida Quito. Se han propuesto dos estaciones: la estación "Avenida Quito" que se ubica en el sector de la Avenida Quito y Manuel Galecio y Alejo Lascano: la otra estación se denomina "Parque Centenario" y podrá ser construida en un segundo piso en forma de pórtico por encima de la Avenida Quito.

#### **Escenario 4**

Por la parte norte, este escenario es idéntico a los escenarios 1 y 2. Por la parte central, este escenario es idéntico al escenario 1. Por la parte sur en este escenario del trazado se dedicaría a conectar con el Parque Centenario, pasando por la Avenida 9 de Octubre; se proponen 2 estaciones: la estación "Plaza Rodolfo Baquerizo" y la estación "Parque Centenario".

#### **Escenario 5**

Por la parte norte este escenario es idéntico al escenario 1 y 2. Por la parte central este escenario es idéntico al escenario 2. Por la parte sur este escenario idéntico al escenario 4.

### **3.4.2. ESCENARIOS DE ALTERNATIVAS "CENTRO URDESA"**

#### **Escenario 6**

Por la parte norte, este escenario sigue la calle Víctor Emilio Estrada en Urdesa. Se plantea una estación terminal "Federación Deportiva" localizada cerca de la Federación Deportiva del Guayas; otra posibilidad para la estación de terminal podría ser una estación en Mapasingue que es un barrio densamente poblado; se plantean después tres estaciones en Urdesa.

En la parte central se plantea una estación en la Universidad Guayaquil que le permitiría el público estudiantil tener un acceso privilegiado al sistema.

Por la parte sur en este escenario el trazado se dedicaría a conectar con el Malecón 2000. Las estaciones planteadas son la “Plaza Rodolfo Baquerizo”, la estación “Avenida Quito” y la estación “Centro Cultural Simón Bolívar” (MAAC) por el norte del Malecón 2000.

### **Escenario 7**

Este escenario solo se distingue del escenario 4 por una variante en la zona de las universidades; en vez de plantear una estación en la Universidad de Guayaquil se propone una estación en la Universidad Católica.

### **Escenario 8**

Por la parte norte y central este escenario es idéntico al escenario 6. Por la parte sur este escenario se dedicaría a conectar con el Parque Centenario pasando por la Avenida Quito; las estaciones planteadas son la estación “Avenida Quito” y la estación “Parque Centenario”.

### **Escenario 9**

Por la parte norte, este escenario es idéntico a los escenarios 6 y 7. Por la parte central, este escenario pasa por la Universidad de Guayaquil. Por la parte sur, en este escenario, el trazado se dedicaría a conectar con el Parque Centenario pasando por la Avenida 9 de octubre; las estaciones son las “Plaza Rodolfo Baquerizo” y la estación “Parque Centenario”.

### **Escenario 10**

Por parte norte este escenario es idéntico a los escenarios 6 y 7. Por la parte central, este escenario pasa por la Universidad Católica. Por la parte sur este escenario es idéntico al escenario 9.

### **3.4.3. ESCENARIOS DE ALTERNATIVAS “CENTRO – SAMBORONDÓN”**

#### **Escenario 11**

En el norte se plantea una estación de terminal en La Puntilla del cantón Samborondón. De este punto se cruzaría el río Daule hacia el sector de “Puerto Santa Ana” en Guayaquil. Para llegar al centro de la ciudad se prevé franquear el desnivel del cerro Santa Ana Con una estación a la altura de la iglesia y el faro. Por fin, se propondrían dos estaciones en el malecón 2000.

#### **Escenario 12**

Hasta puerto Santa Ana este escenario es igual al anterior. Después, este escenario sube al cerro Santa Ana y desciende en dirección a la Avenida Quito hasta llegar a la estación en el sector de la Avenida Quito y Alejo Lascano. Luego se conectaría con una estación en el “Parque Centenario” construida en pórtico por encima de la Avenida Quito.

#### **Escenario 13**

Hasta Puerto Santa Ana, este escenario es idéntico al precedente. Después, se plantea en la línea hacia el oeste con las estaciones siguientes: la estación “Coliseo” que permitiría una conexión con la metro vía, luego la estación “Plaza Rodolfo Baquerizo” y por último la estación “Universidad Católica” como terminal de la línea.

### **3.4.4 ESCENARIOS DE ALTERNATIVAS “CENTRO-DURÁN”**

#### **Escenario 14**

Se plantea una estación de terminal cerca de la estación de tren de Durán . En Durán se plantea otra estación intermedia ubicada más al sur, desde donde se

propone cruzar el río para llegar directamente a la otra estación de terminal ubicada sobre el malecón 2000, enfrente de la Avenida 9 de Octubre.

### **Escenario 15**

En Durán esta propuesta es igual a la anterior; una variante consiste en eliminar la estación cerca del tren de Durán y dejar sólo la estación del sur de Durán como estación terminal. Una vez cruzado el río este escenario se dirige hacia el Parque Centenario por lo que se plantean las siguientes estaciones:

- La estación “Centro Cultural Simón Bolívar, llamada también estación Malecón 2000”, ubicada en la parte norte del mismo, en las cercanías de una universidad, un hospital y de la zona turística constituida por el Malecón 2000, Santa Ana y Las Peñas.
- La estación Avenida Quito que también se denomina “Julián Coronel” y que se ubica en una zona de la ciudad que hoy día está deprimida.
- La estación “Parque Centenario” construida en pórtico por encima de la Avenida Quito. Esta estación permitiría a la gente llegar al centro de la ciudad y también permitiría una conexión intermodal con la estación de Metrovía del Parque Centenario.

### **Escenario 16**

Con este escenario, en vez de llevar la línea por el Parque Centenario, se propone una estación de terminal en la plaza Rodolfo Baquerizo Nazur.

### **3.5 POBLACIÓN SERVIDA POR LOS ESCENARIOS.**

Se evaluaron los habitantes con acceso “directo” a las estaciones para cada escenario, lo que permitió evaluar de manera cuantitativa la eficiencia de cada escenario en términos de población servida. Se llegó a las siguientes conclusiones:

- Los escenarios de la zona norte son los que sirven directamente el máximo número de habitantes (alrededor de 35,000 habitantes).
- Los escenarios de “Urdesa” tienen entre 23,000 y 25,000 habitantes en sus cercanías.
- Los escenarios de Samborondón tienen entre 10,000 y 12,000 habitantes en su proximidad inmediata
- Para los escenarios de Durán hay una variedad grande de posibilidades, pudiendo servir a 7000 habitantes (alternativa menos larga), hasta 15,000 habitantes con la alternativa más larga.

### **3.6 EQUIPAMENTOS SERVIDOS POR CADA ESCENARIO.**

Se ubicaron los equipamientos a lo largo del corredor de transporte para cada escenario, lo que permitió evaluar de manera cualitativa la eficiencia de cada escenario en términos de empleos y equipamientos públicos servidos.

Zona norte cuenta con cinco escenarios de las siguientes características:

- Escenario 1: cuenta con 9 centros comerciales mayores, 17 colegios, 6 hospitales, 4 Liceos y 6 universidades en sus cercanías.

- Escenario 2: Cuenta con 9 centros comerciales mayores, 16 colegios, 6 hospitales, 3 liceos y 5 universidades en sus cercanías.
- Escenarios 3: Cuenta con 9 centros comerciales mayores, 17 colegios, 2 hospitales, 3 liceos y 4 universidades en sus cercanías.
- Escenario 4: Cuenta con 9 centros comerciales mayores, 18 colegios, 1 hospital, 4 liceos y 5 universidades en sus cercanías.
- Escenario 5: Cuenta con 9 centros comerciales mayores, 17 colegios, 1 hospital, 2 liceos y 4 universidades en sus cercanías.

La zona Urdesa también cuenta con cinco escenarios y el equipamiento cercano en cada caso es el siguiente:

- Escenario 6: cuenta con 2 centros comerciales mayores, 9 colegios, 5 hospitales, 3 liceos y 8 universidades en sus cercanías.
- Escenario 7: Cuenta con 2 centros comerciales mayores, 8 colegios, 5 hospitales, 2 liceos y 7 universidades en sus cercanías.
- Escenario 8: cuenta con 2 centros comerciales mayores, 9 colegios, 1 hospital, 3 liceos y 6 universidades en sus cercanías.
- Escenario 9: cuenta con 2 centros comerciales mayores, 10 colegios, 1 hospital, 3 liceos y 7 universidades en sus cercanías.
- Escenario 10: cuenta con 2 centros comerciales mayores, 10 colegios, 0 hospitales, 3 liceos y 6 universidades en sus cercanías.

La zona Samborondón cuenta con el siguiente equipamiento:

- Escenario 11: Cuenta con 0 centro comercial mayor, 1 colegio, 7 hospitales, 1 liceo y 2 universidades en sus cercanías.

- Escenario 12: cuenta con 0 centro comercial mayor, 5 colegios, 8 hospitales, 0 liceos y 0 universidades en sus cercanías.
- Escenario 13: cuenta con 0 centro comercial mayor, 7 colegios, 6 hospitales, 0 liceos y 4 universidades en sus cercanías.

En la zona Durán se encuentra el siguiente equipamiento:

- Escenario 14: cuenta con 1 hospital 1 colegio y 1 liceo en sus cercanías.
- Escenario 15: cuenta con 3 colegios, 3 hospitales, 0 liceos y 1 universidad en sus cercanías.
- Escenario 16: cuenta con 3 colegios, 4 hospitales, 0 liceos y 3 universidades en sus cercanías.

### 3.7. ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE.

Una vez definido los escenarios a ser estudiados se realizó una primera estimación de la demanda, sobre la base de la matriz de origen y destino del transporte público del año 2013 ya existente en la Municipalidad.

Según este análisis se estimó que la demanda en horas pico en las rutas seleccionadas para Guayaquil está comprendido entre 1500 y 3000 pasajeros por hora y por dirección (pphpd), lo que está dentro del rango de capacidad del sistema de transporte por cable. Los datos de demanda en hora pico (pphpd) para los escenarios estudiados fueron los siguientes:

#### Zona norte

- Escenario 1            2000
- Escenario 2            1350

- Escenario 3. 1480
- Escenario 4 1950
- Escenario 5 2400

#### Zona Urdesa

- Escenario 6. 1750
- Escenario 7. 1600
- Escenario 8. 1900
- Escenario 9 1800
- Escenario 10 1600

#### Zona Durán

- Escenario 14 750
- Escenario 15 2450
- Escenario 16 2480

A continuación se presenta una estimación preliminar de pasajeros diarios por kilómetro de infraestructura:

#### Zona Norte

- Escenario 1. 4300
- Escenario 2. 3300
- Escenario 3. 3000
- Escenario 4. 4600
- Escenario 5. 5400.

#### Zona Urdesa

- Escenario 6 4800
- Escenario 7 4500
- Escenario 8. 4800
- Escenario 9. 6200
- Escenario 10. 6100

#### Zona Samborondón

- Escenario 11. 2000
- Escenario 12. 6600
- Escenario 13. 4200

#### Zona Durán

- Escenario 14. 4800
- Escenario 15. 5900
- Escenario 16. 5800

### 3.8 ESTIMACIÓN PRELIMINAR DE LOS COSTOS Y DE LAS RENTABILIDADES DE LOS ESCENARIOS.

#### 3.8.1. ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN POR CADA ESCENARIO.

Para la estimación de los costos de inversión se utilizaron las siguientes hipótesis:

- Los costos presentados no son definitivos y serán afinados para la alternativa seleccionada.
- Los costos presentados tienen un nivel de error de +/- 25%.
- El valor del IVA no está incluido en los costos presentados.

Los resultados generados para el sistema de monocable fueron los siguientes

	<b>Costos Totales (Millón de USD)</b>	<b>Costos Km (Millón USD/KM)</b>
<b>Zona Norte</b>		
Escenario 1	335	30
Escenario 2	320	28
Escenario 3	270	28
Escenario 4	290	31
Escenario 5	310	32
<b>Zona Urdesa</b>		
Escenario 6	250	34
Escenario 7	250	33
Escenario 8	190	34
Escenario 9	190	35
Escenario 10	185	36
<b>Zona Samborondón</b>		
Escenario 11	149	29
Escenario 12	160	32
Escenario 13	155	24
<b>Zona Duran</b>		
Escenario 14	95	19
Escenario 15	180	28
Escenario 16	180	26

Similar información se presenta para el sistema de Tricable.

Las conclusiones obtenidas con el análisis realizado se pueden resumir de la siguiente manera:

- El costo por kilómetro para el proyecto de Guayaquil puede variar entre 19 millones de dólares y 36 millones de dólares para el sistema de monocable.
- El costo por kilómetro está estrechamente vinculado con el número de estaciones propuestas
- El costo del sistema de cable (cabinas, cables, motores, postes, etc.) constituye aproximadamente el 50% de la inversión total.
- El costo de transporte es un rubro muy alto debido ya que el equipo debe ser traído desde Europa.
- Cuando se trata del sistema de Tricable que tiene una mayor capacidad, el costo del proyecto sube aproximadamente en un 20% respecto del Monocable.

### 3.8.2 ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA CADA ESCENARIO

Para la estimación de estos costos se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Los costos presentados son preliminares y en segunda aproximación se ajustan para la alternativa de ruta seleccionada.
- El valor del IVA no se incluye en los costos calculados.
- Los costos de operación y mantenimiento incluyen los siguientes rubros:
  - Costos de personal.

- Costos de materiales.
- Costos de energía.
- Gastos generales.

Luego de realizar el análisis se puede concluir lo siguiente:

- La operación y el mantenimiento de un sistema de cable tiene costos importantes.
- El personal de operación es alto porque es necesario coordinar y vigilar el embarque y desembarque de pasajeros en las estaciones.
- El mantenimiento plurianual es costoso e incluye reemplazos regulares de los cables de tracción y de soporte.
- El costo de operación y mantenimiento está directamente relacionado con la longitud de la línea. El costo de operación y mantenimiento de El Tricable es inferior al del Monocable.

### 3.8.3 ESTIMACIÓN DE LA RENTABILIDAD PARA CADA ESCENARIO.

Para realizar la evaluación financiera de las diferentes alternativas se adoptaron las siguientes hipótesis:

- La estimación de la demanda es preliminar y será ajustada para la alternativa que se seleccione tomando en cuenta los datos de los aforos vehiculares y las encuestas de preferencias declaradas
- Los costos de inversión, operación y mantenimiento tiene un margen de error de +/- 25%.
- El precio asumido para el análisis es de USD 1,50. La capacidad de pago de los usuarios será confirmada después de las encuestas de preferencias declaradas

- Se fija la tasa de descuento en 14% para el cálculo del valor actual neto.
- Se fija una tasa interna de retorno (TIR) De 14% como remuneración al capital privado.
- La inflación anual asumida es de 2%

Como resultado del análisis de rentabilidad financiero se puede establecer las siguientes conclusiones:

- Los escenarios de Samborondón y Durán que van solo hasta el Malecón 2000 no son los mejores porque no cubren los costos de operación, sin embargo; si son rentables si llegan al Parque Centenario o a la Plaza Baquerizo Moreno.
- Los demás escenarios son autosuficientes con tarifa de USD 1,50.

Para obtener una TIR de 14% para el inversionista privado que invierta en un sistema de monocable se deben de tener las siguientes condiciones:

- Que el municipio invierta entre el 75% y el 91% de la inversión, dependiendo de la alternativa.
- Que el socio privado invierta entre el 8% y el 25% de la inversión

Éstos son resultados preliminares que se obtienen para efectos comparativos entre alternativas que sirven para seleccionar la más conveniente y posteriormente hacer un análisis más preciso e individual.

### 3.9 EVALUACIÓN MULTICRITERIO DE LOS ESCENARIOS Y RECOMENDACIONES

Con el propósito de facilitar el análisis se tomó en cuenta en esta evaluación aquellos escenarios que pueden cubrir sus costos de operación con una tarifa de USD 1,50. Se determinaron varias áreas de evaluación y se estimó el cumplimiento de cada escenario respecto de estas áreas, para luego hacer una comparación entre ellas. El conjunto de la evaluación se la denomina “Performance de Movilidad Sostenible” . Las áreas consideradas fueron las siguientes:

- Área de medio ambiente y riesgos.
- Área ambiente de vida metropolitano.
- Área impacto del servicio sobre la gente de Guayaquil (Área social).
- Área accesibilidad y performance de la Red
- Área costos y rentabilidad.
- Área dificultades técnicas.

Para cada una de las áreas mencionadas se debe establecer un peso relativo. Para los análisis de multicriterio también es necesario establecer unos escenarios de evaluación. Se seleccionaron los siguientes escenarios de evaluación:

**a) Escenario de referencia con metas balanceadas.**

Las cuatro áreas principales de evaluación tienen el mismo peso de 20%; estas áreas son: ambiente de vida, impacto del servicio sobre los habitantes de Guayaquil, accesibilidad y performance de la Red, costos y rentabilidad; las áreas secundarias fueron: medio ambiente y riesgos, con una ponderación de 15%, y,

dificultades técnicas, con una ponderación de 5%.; en conclusión, en caso de que se quiera desarrollar un proyecto con metas balanceadas:

- En el área metropolitana, los escenarios desde el centro de Guayaquil hacia Samborondón o Durán, son los que sobresalen o serían los preferidos.
- Si sólo se toma en cuenta el área de Guayaquil, los escenarios del Centro hacia Urdesa son los que sobresalen.

**b) Evaluación con prevalencia del ambiente de vida.**

En esta evaluación el impacto de la renta sobre el ambiente de vida en el área metropolitana tiene el máximo peso de 35%; las demás áreas tienen el mismo peso de 15%, a excepción del área de dificultades técnicas cuyo peso es de 5%.

Se concluye en este caso:

- En el área metropolitana, los mejores escenarios son los que van desde el Centro de Guayaquil hacia Samborondón y Durán.
- En el área de Guayaquil, los mejores escenarios son los que van desde el Centro de Guayaquil hacia Urdesa.

**c) Evaluación considerando prioritariamente el mejor servicio para los habitantes de Guayaquil (o impacto social).**

En este caso el máximo peso de 35% lo tiene el impacto de la renta sobre los habitantes de Guayaquil, en tanto que los aspectos restantes tienen un peso de 15% cada uno, y las dificultades técnicas del 5%. En conclusión en caso de que se quiera desarrollar un proyecto con más beneficios para la gente de Guayaquil:

- Los escenarios hacia Durán son los que menos interesan a los habitantes de Guayaquil.
- Los escenarios hacia Urdesa o Samborondón tienen impactos positivos sobre los guayaquileños
- Los escenarios hacia la zona norte son los más beneficiosos para los habitantes de Guayaquil.

**d) Evaluación considerando prioritariamente la accesibilidad y la performance de la Red**

En esta evaluación, el impacto del escenario sobre la accesibilidad y la performance de la Red de transporte tienen el máximo peso de 35%; en las dificultades técnicas tienen un peso de 5% y las demás variables son ponderadas con el 15%. En conclusión en caso de que se quiera desarrollar un proyecto con más beneficios para el transporte metropolitano:

- Los escenarios hacia Durán y Samborondón son los que tienen mayor impacto positivo sobre el transporte metropolitano.
- En Guayaquil los escenarios hacia Urdesa son los que más beneficia a la mejora de la movilidad.

**e) Evaluación considerando prioritariamente los criterios de costos y rentabilidad.**

En esta valuación el impacto de la renta Los costos y la rentabilidad del proyecto tienen el máximo peso del 35%. Se concluyó que en caso de que se quiera desarrollar un proyecto con máxima rentabilidad financiera:

- Los escenarios hacia Durán y Samborondón son los más rentables financieramente.

- En Guayaquil los escenarios hacia Urdesa son más rentables que los escenarios hacia la zona norte.

### 3.10. CONCLUSIONES

a) Comparación de los escenarios que sirven dentro de la ciudad de Guayaquil (Zona Norte y Urdesa)

- De manera general los escenarios hacia Urdesa aparecen más eficientes que aquellos que sirven en la zona norte. Esto se explica porque los escenarios hacia la zona norte son mucho más largos sin tener beneficios proporcionales en términos de volúmenes de pasajeros.

- Sin embargo los escenarios hacia la zona norte tienen un mayor número de beneficiarios que los de Urdesa, pero a mayores costos.

- No se recomiendan los escenarios que circulan por la Avenida 9 de Octubre debido a razones técnicas, ya que el ancho de la vía no ofrece las condiciones de seguridad necesarias.

- Los escenarios hacia el Parque Centenario y hacia el Malecón 2000 presentan ventajas e inconvenientes, pero son razonablemente eficientes.

En conclusión para los escenarios dentro de la ciudad de Guayaquil los más recomendables son los escenarios 9 o 10 hacia Urdesa.

b) Comparación de los escenarios que sirven al gran Guayaquil (incluyendo Durán y Samborondón).

- Los escenarios desde Durán y Samborondón que llevan sólo hasta el Malecón 2000 (escenarios 11 y 14) no son los mejores, porque no logran movilizar una gran demanda y no Permiten alcanzar una rentabilidad mínima para el proyecto, por lo que la operación no sería sustentable.
- Los escenarios que se podrían recomendar para Samborondón y Durán son los escenarios hacia el Parque Centenario o hacia el parque Baquerizo Moreno (escenarios 12 y 13 y 15 y 16)

### c) Priorización

De lo observado, la extensión del proyecto al área metropolitana del gran Guayaquil parece ser la más valiosa. De hecho, los escenarios hacia Samborondón y Durán aparecen como más importantes que los de la Zona Norte y Urdesa.

En este sentido los escenarios prioritarios a desarrollar son los que se dirigen desde Guayaquil hacia Durán y Samborondón; en lo que sigue se desarrollará en amplitud y profundidad el escenario 15 que va desde Guayaquil a Durán y que constituyen lo que denominamos el proyecto.

## CAPITULO 4: ANALISIS Y PROYECCION DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE COLECTIVO EN GUAYAQUIL

### 4.1 INFORMACIONES RECOLECTADAS

En este capítulo se explican los datos de entrada así como la metodología utilizada para desarrollar el modelo de transporte colectivo para el sistema de Aerovía en la ciudad de Guayaquil. El programa de modelación utilizado es CUBE.

También se presente la arquitectura general del modelo de transporte y el detalle de cada una de las etapas:

- Modelación de la demanda
- Modelación de la oferta
- Selección modal
- Asignación de los pasajeros a los itinerarios disponible

**a) Datos de Entrada**

Esta actividad es fundamental para recopilar los datos de demanda existentes (por ejemplo los de Metrovía) y para utilizar los estudios realizados en el ámbito de transporte (encuestas OD y conteos realizados a lo largo de los últimos años).

A continuación se precisan las diferentes bases de datos e informaciones que han sido recopiladas y anualizadas durante esta fase.

**DATOS SOCIODEMOGRAFICOS**

**Objetivos:** Recopilar la información referente a la población con la finalidad de determinar el potencial de desarrollo de la sociedad y las necesidades en cuanto al servicio de transporte.

**Base de Datos:** Censo de población 2001, número de habitantes a nivel de las zonas del censo. Censo de población 2010, número de habitantes a nivel de zonas, sector y manzanas. Proyección cantonal total 2010 a 2020.

**GENERADORES DE VIAJES DE CORTA Y LARGA DURACIÓN**

**Objetivos:** Identificación de los principales centros de atracción de desplazamientos (principales industrias, grandes escuelas y colegios, centros de salud, etc.)

**Base de Datos:** Los consultores han identificado los principales equipamientos de la ciudad de Guayaquil y se ha identificado el potencial del tráfico.

## DATOS DE FRECUENTACION

**Objetivos:** Se ha recuperado la información existente en cuanto a los datos de frecuentación de Metrovía para las tres troncales.

**Base de Datos:** Número de pasajeros que suben en cada estación de Metrovía en hora pico y a lo largo del día.

## DATOS DE CAMPO

**Objetivos:** Se ha recuperado la información existente en cuanto a las encuestas realizadas (conteos de vehículos y pasajeros, estudio de ocupación visual de transporte colectivo, encuestas origen –destinos). La localización de los nuevos puntos de conteo se han realizado de manera coherente con las encuestas realizadas en el pasado.

**Base de Datos:** Matriz OD-TC 2002 - matriz diaria, en hora pico de la mañana y en hora pico de la tarde. Matriz OD TC 2013 – matriz diaria actualizada.

### b) **Aforos vehiculares de 2014**

**Objetivo:** Los aforos de 2014 sirvieron para afinar la matriz OD –TC -2013 en las principales zonas del perímetro de estudio. Se utilizan también para obtener el peso de hora pico con respecto al flujo diario. En vista de que existen datos disponibles de estudios precedentes, los aforos realizados como parte de este estudio sirven para controlar y actualizar la información existente.

Se dispone de los siguientes datos:

- El número de busetas, buses, vehículos de Metrovía, líneas alimentadoras y de taxis medidos en puntos estratégicos de vías del área de influencia.

- La ocupación visual de busetas, buses, vehículos de Metrovía y de líneas alimentadoras. Se clasificaron en cinco categorías:
  - Casi vacío o vacío (0% al 25% de plazas ocupadas), muchas plazas libres, gente solo sentada.
  - Medio vacío (del 25% al 50% de plazas ocupadas), gente sentada y algunas plazas libres.
  - Medio lleno (del 50% al 75% de plazas ocupadas), alguna gente de pie per espaciada.
  - Bastante lleno (del 75% al 100% de plazas ocupadas), gente de pie apretada.
  - Muy lleno (100% y más de plazas ocupadas), gente de pie muy apretada.

Se realizaron 30 aforos vehiculares localizados a lo largo de dos principales líneas de pantalla. Los datos recolectados a partir de estos aforos permitieron realizar una verificación de los volúmenes de la matriz OD en las zonas encuestadas.

### **c) Áreas de estudio inicial**

El área de estudio inicial para las encuestas fue definida en función de los corredores donde no está planificada la construcción de nuevas troncales de Metrovía y, por otra parte, en áreas donde la congestión o dificultad de llegar es manifiesta. Esto permitió definir el área de estudio para el proyecto constituida básicamente por el área norte de la ciudad donde se ha previsto únicamente la línea siete de la Metrovía, cuya construcción tomará bastante tiempo ya que únicamente se han construido y están en operación las tres primeras líneas.

**d) Diseño inicial de la investigación de campo**

Se definieron 26 puntos estratégicos para medir la demanda a través de observaciones de campo. Estos puntos fueron los siguientes:

N°	Ubicación
1	Puente Unidad Nacional
2	Av. Benjamín Rosales
3	Av. De las Américas
4	Av. Isidro Ayora
5	Av. Baquerizo Nazur
6	Av. Francisco de Orellana
7	Av. Juan Tanca Marengo
8	Av. Plaza Dañin
9	Víctor Emilio Estrada
10	Av. Carlos Julio Arosemena
11	Av. San Jorge (Av. Del Periodista)
12	Av. Jaime Roldos Aguilera
13	Av. Democracia
14	Av. Pedro Menéndez Gilbert
15	Av. Carlos Julio Arosemena
16	Av. Francisco de Orellana
17	Av. Francisco de Orellana
18	Calle Primero de Mayo
19	Malecón Simón Bolívar
20	Víctor Hugo Sicouret

21	Calle 9 NO- Víctor Emilio Estrada
22	Av. Carlos Julio Arosemena
23	Av. Barcelona
24	Av. Las Aguas
25	Av, Benjamín Carrión Mora
26	Av. Rodolfo Baquerizo Nazur

Se establecieron dos líneas de pantalla:

- Primera línea de pantalla a la altura de la calle “Dr. Luis Augusto Mendoza Moreira”, justo debajo de la Av. “Agustín Freire Icaza” (barrio Alborada) (puntos 02 al 07) y continua luego en diagonal atravesando el barrio Urdesa (puntos 21, 08, 09,10).
- Segunda línea de pantalla es una paralela a la avenida “Plaza Dañin” que va desde la “Av Carlos Julio Arosemena” hasta la “Av. Pedro Menéndez Gilbert” (puntos 11 al 15)

Además de estas líneas de pantalla se han ubicado algunos puntos de conteo aislados con la finalidad de tener una idea del volumen de vehículos en ciertas localizaciones interesantes. Estos puntos de coteo son:

- Barrio Samanes: puntos 17 y 18
- Barrio Centro: puntos 19 y 20
- Barrios Urdesa: puntos 16 y 22
- Puente de la Unidad Nacional: punto 01
- Punto Av. 9 de Octubre: punto 19
- Puente El Velero: punto 24

**e) Ocupación visual de buses convencionales y alimentadores de Metrovía.**

La finalidad de este estudio fue establecer la demanda de pasajeros en buses convencionales y en alimentadores de Metrovía en los puntos que se explicaron anteriormente. Además este estudio sirvió para ajustar las matrices de origen y destino 2013 en las principales zonas del área de estudio.

**f) Ocupación visual de Metrovía**

Se realizaron las observaciones de los vehículos articulados de Metrovía en las tres líneas troncales en los puntos que se manifestaron anteriormente.

**g) Ocupación visual de taxis**

Este estudio consistió en la estimación visual de la ocupación de pasajeros en taxis. Este trabajo se realizó en los mismos puntos y en el mismo horario de los anteriores estudios. La medición consistió en contar el número de pasajeros que se encontraba en el taxi incluyendo el chofer. El estudio se realizó a los vehículos que claramente se los identificó como taxi es decir, que se encontraban pintados de color amarillo, ya que en Guayaquil existe un gran porcentaje de taxis ilegales que son vehículos privados.

**h) Encuestas cualitativas (focus group).**

Se realizaron ocho sesiones de grupos focalizados (focus group). La finalidad de estas encuestas cualitativas es múltiple:

- Tener una idea clara de la opinión de los habitantes de Guayaquil en cuanto al proyecto de Aerovía.

- Identificar las categorías de la población potencialmente interesadas por el proyecto.
- Identificar los deseos de los posibles clientes de Aerovía en términos de calidad de servicios, así como de la tarifa que estarían dispuestos a pagar.
- Tener no solo una idea del tipo de clientela sino también del tipo de uso; por ejemplo ¿Los usuarios utilizarán el cable para ir a la universidad o se trata más bien de un uso ocasional (para ir al cine, al mall , etc)?.
- También es la oportunidad de identificar si existe un posible rechazo a este medio de transporte y de identificar posibles medidas de mitigación.
- Percepción sobre las otras formas de transporte: uso y expectativas.
- Al final del grupo focal se realizaron pruebas del cuestionario de la encuesta.

**i) Encuestas de preferencias reveladas y declaradas.**

Gracias a las encuestas de preferencias reveladas se pudo interrogar a la gente sobre sus prácticas actuales de desplazamientos. Las encuestas de preferencias declaradas van a confrontar a estas mismas personas a situaciones hipotéticas de escogencia: sobre un desplazamiento ficticio, se propone a los entrevistados diferentes modos de transporte.

Las encuestas de preferencias declaradas permiten estimar la función de utilidad de diferentes modos de transporte. Dicha función permite evaluar el grado de

atracción de un modo de transporte y depende de características propias del modo de transporte y también de cómo son valoradas por los utilizadores.

Gracias a estas encuestas es posible determinar cuánto están dispuestos a pagar los usuarios por un modo o un servicio de transporte particular o bien por reducir su tiempo de trayecto. Es una forma de evaluar económicamente el valor del tiempo o del confort y de estudiar la predisposición de los usuarios a utilizar un nuevo modo de transporte como es el caso de la Aerovía.

#### **j) Tamaño y tipología de la muestra**

Se realizaron 1800 entrevistas a residentes de la zona de impacto del proyecto de Aerovía y 480 entrevistas destinadas a la población flotante.

La muestra fue diseñada para obtener una alta fiabilidad estadística (confianza 95% error 3%) a nivel de cada una de las poblaciones residentes en las cuatro zonas de estudio, de la población flotante en la zona de impacto, y, de manera general, a nivel de la demanda de clientes potenciales de la Aerovía en su conjunto.

En el proceso de selección de las personas encuestadas se incluyeron varias variables socio-demográficas con la finalidad de obtener una muestra de la población que sea representativa de la zona estudiada y también una muestra variada en cuanto a los posibles puntos de vista.

#### **k) Preparación de las encuestas de preferencia declarada.**

Los escenarios ficticios, propuestos a las personas encuestadoras, son descritos a través de características propias a cada modo de transporte. Los modos de transporte tomados en consideración en las encuestas de preferencias

declaradas fueron: Metrovía; Taxi y Taxi “amigo”, carro privado/bus convencional; y Aerovía. Se eligieron 3 variables para describir cada alternativa: tarifa, tiempo de transporte y confort.

Se realizó, en primer lugar, una encuesta Piloto, que consiste en una prueba con un grupo reducido de personas, con el objetivo de comprobar de nuevo que el diseño de la encuesta es correcto, que se entiende y que las preguntas son adecuadas para obtener la información necesaria.

En el caso del estudio, con las encuestas se desea obtener lo siguiente:

- Caracterización del usuario
- Conocimiento de los hábitos de desplazamiento
- Conocimiento de los factores ms influyentes a la hora de utilizar modos alternativos
- Conocimiento de las variables que determinan la elección modal.
- Disponibilidad al cambio y opinión general de los sistemas de cable.

Una vez realizado el diseño de la muestra piloto se procedió a realizar un trabajo de capacitación de todo el personal, tanto de oficina como de campo, involucrado en la encuesta.

#### l) Diseño de las encuestas

Los modelos de elección discreta utilizados para las previsiones de tráfico son los modelos logit binomiales, los cuales nos permiten evaluar, para cada segmento de la demanda, el porcentaje de clientes que utilizarán el cable. Estos modelos nos permiten medir el nivel de aceptación/rechazo percibido por la población, lo que se

formaliza mediante funciones de utilidad, deduciendo así la clientela potencial del cable. Las funciones de utilidad U son combinaciones lineales de variables X (nivel de servicio, tiempo de espera, seguridad) que permiten evaluar un trayecto utilizando un modo de transporte particular:

$$U \text{ Cable} = \sum_i \alpha_i \cdot x_i$$

Los valores de los parámetros  $\alpha_i$  en principio desconocidos, representan el peso de cada variable en las funciones de utilidad. El objetivo de las encuestas de preferencia declarada es determinar dichos valores. Los atributos considerados fueron los siguientes: tarifa del viaje, tiempo de trayecto y confort. En nuestro caso nos limitamos a 3 niveles por atributo, salvo el caso de la tarifa, en que se propusieron 4. Sobre a base de 3 atributos a 3 niveles para cada uno de los 4 modos de transporte (Metrovía, taxi, carro/bus y Aerovía), el número total de bloques que pueden ser generados (es decir las situaciones de escogencia), es muy alto, de 43'046.721. Un número tan grande de cuestionarios es inviable en la práctica, por lo que se utilizó un programa especializado en el diseño de cuestionarios de preferencias declaradas denominado Ngeme. Este programa combina automáticamente las diversas características para representar de forma óptima el mayor número de escenarios posibles, limitando así el número de cuestionarios necesarios.

Por último se procede a la preparación de los bloques. Las tarjetas de elección presentan situaciones de escogencia. Las tarjetas deben ser tan claras e intuitivas como sea posible. Los bloques se generan aleatoriamente a partir de estas cartas. Tras la creación de los bloques, estos se reparten a los encuestadores. El diseño final de los cuestionarios se realiza tras las encuesta piloto.

### **m) Encuestas OD suplementarias en las zonas de Samborondón y Durán**

Estas encuestas no estuvieron previstas en el contrato inicial. Se decidió suscribir un contrato suplementario para incluir de forma más precisa el área de influencia del proyecto en los cantones de Durán, Samborondón y el Centro de la ciudad de Guayaquil.

La campaña de encuestas suplementarias se realizó en las principales paradas de autobuses y se encuestaron más de 1700 personas.

#### **4.2 MODELACION DE LA DEMANDA**

##### **4.2.1 Principios de la Modelación**

Se ha construido un modelo de desplazamientos en la hora pico de la tarde (HPT, 18h00 – 19h00). Esta hora presenta la demanda máxima de transporte colectivo, y en particular del sistema Metrovía, a lo largo del día. Gracias a la modelación de la demanda en hora pico se puede identificar los elementos necesarios para el dimensionamiento de la infraestructura de transporte. Pero también se necesitan los resultados de la demanda anualizados, datos que son deducidos gracias a los coeficientes de pasos que provienen de la recolección de los datos de demanda a lo largo del día y a lo largo del año:

<b>Coeficientes de Paso</b>	<b>Valor</b>	<b>Fuente</b>
Hora – día	9%	Demanda HPT 2013/
Día - año	300	Demanda día 2013

El método clásico utilizado para simular la demanda de desplazamientos es el modelo "4 etapas", el cual reconstituye los volúmenes observados a partir:

- De los desplazamientos emitidos y recibidos por cada zona.
- De su repartición espacial
- De la selección del modo de transporte
- Del itinerario seleccionado

Para cada uno de estos aspectos, a cada pasajero se le hacen cuatro preguntas:

- ¿Necesito viajar?
- ¿A dónde voy?
- ¿Qué modo de transporte utilizo?
- ¿Cuál itinerario/ camino tomo?

Cada una de estas preguntas corresponden a una de las etapas del modelo, las cuales son designadas como sigue: generación, distribución, selección modal y asignación.

### **1) Generación**

La etapa de Generación tiene como objetivo el de estimar el número de desplazamientos emitidos y recibidos por cada zona dentro del perímetro del estudio. El volumen de emisión y atracción está ligado al horario escogido para la modelación; así, en la hora pico de la tarde el trabajo o la escuela constituirá el origen de la mayoría de desplazamientos y el domicilio será el destino principal.

La evolución futura de las atracciones y emisiones de desplazamientos dependen en primer lugar de la evolución de la población y del empleo. En el estudio

la etapa de generación no tuvo en cuenta la evolución de la oferta de transporte y su impacto sobre la demanda.

## **2) Distribución**

Una vez calculado el volumen de desplazamientos emitido y recibido por zona, la etapa de distribución permite reconstruir la matriz de demanda. Esta matriz indica el origen y destino del conjunto de desplazamientos sobre el territorio. El algoritmo utilizado para realizar la etapa de distribución es el llamado FRATAR, el cual partiendo de la matriz actual de desplazamientos, la proyecta en el futuro utilizando la evolución de desplazamientos emitidos y recibidos por cada zona.

## **3) Selección Modal**

La Matriz de demanda de desplazamientos obtenida al final de la etapa de distribución es una matriz que representa la tendencia pero que no tiene en cuenta los usuarios de transporte adicionales atraídos por una mejora en la oferta de transporte colectivo o privado. Para cuantificar el número de desplazamientos adicionales que genera la creación del cable se han realizado las encuestas de preferencias declaradas.

## **4) Asignación**

La última etapa del modelo de 4 etapas es la asignación. Para cada modo, los desplazamientos son cargados en la red de TC conforme a la oferta y a la infraestructura de transporte existentes. En esta etapa se realiza la búsqueda de los itinerarios y se asigna los volúmenes de la demanda de pasajeros a los caminos nuevos costosos. El término “costoso” se entiende en el sentido de “costo generalizado del trayecto”, el cual es función de la tarifa, del tiempo de trayecto, del tiempo de espera, de las condiciones de confort, etc.

La construcción del modelo se ha realizado en dos etapas en función de las necesidades del proyecto:

- Antes de integrar los resultados de las encuestas y conteos. Se afectó la matriz OD TC HPT 2013 sobre las redes de transporte y se calibró los resultados de la afectación con los datos obtenidos de la Metrovía.
- Después de integrar los resultados de las encuestas y conteos: se reactualizó la matriz OD TC HPT 2013 y se elaboró un modelo de repartición modal.

#### FASE 1: Construcción de la matriz TC HPT 2013 y calibración de la afectación

Como pre requisito para la construcción del modelo de transporte propiamente dicho se necesita una matriz origen destino actual en hora pico.

En el año 2002 se realizó una campaña completa de aforos vehiculares y de encuestas origen – destino en toda la ciudad de Guayaquil, trabajo que fue realizado por la Municipalidad de Guayaquil con el respaldo del PNUD. Desde entonces, la matriz ha sido actualizada con nuevos aforos vehiculares. Se dispone actualmente de la última versión de la matriz TC OD, la cual representa la demanda diaria en el año 2013. Puesto que se necesita la matriz en hora de pico, hemos utilizado los pesos de la hora pico de la tarde con respecto al día en 2002 y los hemos aplicado a la matriz TC OD diaria 2013 para obtener la matriz OD TC HPT 2013:

<b>Volumen de Pasajeros</b>	
<b>Matriz OD TC diaria 2013</b>	2'425.884
<b>Matriz OD TC HPT 2013</b>	225.564

La matriz OD TC HPT 2013 así reconstruida representa el 9% del peso de la demanda diaria observada. En la primera fase del presente proyecto, en la cual no disponíamos aun de los datos de campo, hemos afectado esta matriz sobre las redes de transporte colectivo (Metrovía, líneas alimentadoras, y buses). Estas informaciones han sido comparadas con los datos recolectados de Metrovía y han servido para realizar una primera calibración de la afectación.

Esta comparación nos ha revelado que los volúmenes obtenidos con la matriz OD TC HPT 2013 eran superiores a los transmitidos por Metrovía. En consecuencia, se estima que la matriz TC HPT 2013 estaba sobre estimada. Para evitar esta desviación, se ha multiplicado la matriz OD TC HPT 2013 por un coeficiente de corrección de 0.9. de esta forma se conserva la estructura de la matriz pero se tiene un margen de seguridad. Los resultados de la afectación aparecen a continuación:

	<b>Subidas 18H00 – 19H00 - Metrovía</b>	<b>Diciembre 2014 Afectación CUBE</b>
<b>BRT – 1</b>	11100	12821
<b>BRT – 2</b>	9800	11148
<b>BRT – 3</b>	12500	12751

Los resultados obtenidos de la afectación siguen siendo superiores a los datos de Metrovía pero se acercan suficientemente a la realidad para validar esta primera etapa preliminar.

### FASE 2: Construcción del modelo completo

La matriz OD creada en la fase precedente ha sido utilizada solo de forma temporal porque se ha llevado a cabo una nueva campaña de aforos vehiculares (26

puestos de conteo) y 1560 encuestas de preferencias reveladas y declaradas. Estas informaciones han permitido actualizar la matriz TC, conforme se detalla a continuación:

1) Integración de los aforos vehiculares para actualizar la matriz OD TC. Los aforos vehiculares nos informan sobre el número de vehículos contabilizados en un punto particular de una carretera. También, nos dan una idea del volumen de pasajeros transportados. Los equipos a cargo de las encuesta anotan si los vehículos van más o menos llenos. Con esta estimación se puede reconstruir la carga a nivel de los diferentes puestos de observación y comparar estos datos con los resultados de la afectación de la matriz TC HPT 2013:



El volumen obtenido de la afectación de la matriz HPT 2013 sigue siendo superior a los resultados observados con los aforos. Sin embargo, el coeficiente de regresión  $R^2$  es elevado, 0.89, lo que significa que las tendencias están bien reproducidas.

Para evitar esta sobre estimación hemos estimado un nuevo coeficiente de corrección que nos permite obtener una recta de regresión perfectamente alineada sobre la diagonal:

Nuevo coeficiente de corrección:  $1/1.2842 = 0.7787$

Coeficiente global =  $(0.9) (0.7787) = 0.7$

La matriz TC HPT 2013 ha sido multiplicada por el coeficiente así calculado que es 0.7; en este caso,  $R^2 = 0.8$ , lo que significa que las tendencias siguen estando bien representadas.

2) Integración de las encuestas de preferencia revelada y declarada para actualizar la matriz OD TC.

Gracias a las encuestas de preferencias reveladas se conocen los orígenes y destinos de los trayectos realizados por las personas encuestadas. Estas informaciones no representan la totalidad de la población, pero si dan una idea suficientemente precisa de los orígenes y destinos de las personas que viven o circulan en el perímetro de estudio. De este modo, se sabe por ejemplo que 28% de las personas encuestadas entre 18H010 y 18H00 empiezan su trayecto cerca del Parque Centenario (zona 18 del modelo). Se puede realizar el mismo tipo de cálculo con la matriz OD TC HPT 2013 y comparar los resultados. Los consultores presentan dos tablas que muestran la repartición de los pasajeros según las encuestas y según la afectación de la matriz OD TC HPT 2013. Se ha realizado este ejercicio de comparación para los orígenes y destinos de trayectos.

3) Calibración de la afectación TC

Se efectuó una nueva afectación de la matriz actualizada OD TC HPT 2013 y se comparó con los datos transmitidos por Metrovía. Los datos obtenidos se recopilan en la siguiente tabla:

	<b>Subidas 18H00 – 19H00</b>	<b>Marzo 2015</b>
	<b>Datos Metrovía</b>	<b>Afectación CUBE</b>

<b>BRT – 1</b>	11100	10771
<b>BRT – 2</b>	9800	9871
<b>BRT – 3</b>	12500	13201

El modelo de transporte utilizado tiene en cuenta que la oferta de transporte colectivo es limitada y por lo tanto, el número de plazas disponibles puede ser eventualmente inferior a la demanda observada. El programa CUBE propone dos modelos: TC con capacidad limitada: ADJUSLINK y ADJUSWAIT; en el presente proyecto se combinaron ambos algoritmos.

#### 4.2.2 Construcción de la Matriz OD VP

El presente proyecto consiste en un estudio para determinar la demanda potencial del cable. Para ello, se propuso una modelación del transporte colectivo de la ciudad de Guayaquil, ya que los principales clientes de este nuevo modo de transporte son a priori los usuarios actuales del TC.

Sin embargo, es interesante, incluir los usuarios VP y taxi en el modelo, evaluar claramente el cambio modal. Dicha tarea resultó complicada puesto que no se disponía de una matriz OD VP. Los únicos datos disponibles venían de un estudio realizado por los estudiantes de la Universidad de Guayaquil en 2001.

Analizamos los resultados de dicha matriz y los resultados encontrados no eran coherentes. Por ejemplo, la matriz no era simétrica y se trataba de una matriz diaria.

Los consultores consideraron que el volumen de VP era correcto pero cambiaron la estructura de la matriz OD VP. Para ello, tomaron como hipótesis que la matriz OD VP tenía una estructura similar a la matriz OD TC.

Para calcular la evolución de la población como en el caso de la matriz TC. Por último, dichas matrices se ajustaron gracias a los datos transmitidos por el Ing. Federico Von Buchwald de Janon. Según el libro publicado por este autor, el número de cuatro móviles y taxis era de 61290 en 2003 y de 126520 automóviles en 2013 y 18000 taxis en 2013.

La matriz VP + taxi ha sido multiplicada por dos en diez años.

#### 4.2.3 Modelo de Repartición Modal

1) Análisis de datos de la encuesta de preferencia revelada y declarada. Se presenta a continuación los análisis realizados con el objetivo de comprender como las personas encuestas operan la elección del modo de transporte.

Repartición modal observada según las encuestas de preferencia revelada.

Las encuestas se realizaron tanto en los hogares de las personas que Vivian en la zona de estudio como en la calle para captar también la opinión de los transeúntes. Se distinguieron 4 perfiles de personas, en función de la posesión de un carro y del tipo de trayecto (corto o largo).

Se presente a continuación la repartición modal para cada una de las clases interrogadas:

- Repartición modal – mejor opción- personas entrevistadas en la calle.
  - Trayectos cortos sin carro
    - Metrovía 27%
    - Bus 37%

- Taxi 24%
    - Aerovía 12%
  - Trayectos cortos con carro
    - Carro 77%
    - Metrovía 6%
    - Taxi 10%
    - Aerocable 7%
  - Trayectos largos sin carro
    - Metrovía 38%
    - Bus 30%
    - Taxi 17%
    - Aerocable 15%
  - Trayectos largos con carro
    - Carro 72%
    - Metrovía 10%
    - Taxi 5%
    - Aerocable 13%
- Repartición modal – peor opción – personas entrevistadas en los hogares
  - Trayectos cortos sin carro
    - Metrovía 25%
    - Bus 29%
    - Taxi 22%
    - Aerocable 24%
  - Trayectos cortos con carro

- Carro 53%
- Taxi 19%
- Metrovía 7%
- Aerocable 21%
- Trayectos largos sin carro
  - Bus 23%
  - Metrovía 26%
  - Taxi 23%
  - Aerocable 28%
- Trayectos largos con carro
  - Carro 53%
  - Taxi 18%
  - Metrovía 6%
  - Aerocable 23%

Los propietarios de un carro privilegian su vehículo personal como modo de transporte principal. Esta información se observa aún más claramente entre los transeúntes interrogados.

Cuando analizamos el conjunto de información disponible, sin hacer distinción de perfiles, obtenemos una repartición casi homogénea entre los diferentes modo de transporte: no hay un modo de transporte que sea considerado mejor

- Repartición modal - mejor opción
  - Cable 31%
  - Metrovía 20%
  - Taxi 20%

- Bus 19%
- Carro 20%
- Repartición modal – peor opción
  - Metrovía 51%
  - Carro 26%
  - Taxi 13%
  - Bus 5%
  - Cable 5%

Es interesante constatar que la Metrovía no tiene una buena evaluación por casi la mitad de las personas interrogadas, seguido por el bus elegido por una cuarta parte de las personas.

- Repartición modal proyectada en las encuestas de preferencia revelada según la clase social. La clase social no parece tener un impacto importante sobre la elección del modo de transporte, a excepción de la Aerovía: 26% de personas de clase social media alta eligen el cable contra solo el 10% de personas de clase media baja.

- Clase social media baja
  - Carro propio 24%
  - Metrovía 24%
  - Taxi amarillo 17%
  - Aerocable 10%
  - Bus 25%
- Clase social media
  - Carro propio 22%
  - Metrovía 17%

- Taxi amarillo 22%
  - Aerocable 21%
  - Bus 18%
- Clase social media alta
  - Carro propio 12%
  - Metrovía 22%
  - Taxi amarillo 19%
  - Aerocable 26%
  - Bus 21%
- Correspondencia entre el modo de transporte privilegiado en la encuesta de preferencia revelada y el modo elegido en la encuesta de preferencia declarada.

Las tablas siguientes muestran la relación entre las respuestas dadas en las encuestas de preferencia declarada y las respuestas dadas en las encuestas de preferencia revelada.

Se observa que las personas que han elegido el carro como el modo principal de transporte en las encuestas de preferencias reveladas continúan mayoritariamente a elegir este modo de transporte cuando se proyectan en los escenarios propuestos. No es el caso de los otros modos de transporte, lo que puede significar que la distinción entre el sistema Metrovía, Bus o incluso taxi no está muy clara.

PREF ERENCIAS	PREFERENCIAS DECLARADAS					
	Modo Privilegiado	Carro propio	Metrovía	Taxi	Aerocabl e	Bus

	Carro propio	76%	9%	4%	11%	0%
	Metrovía	29%	19%	16%	11%	26%
	Taxi Amarillo	17%	28%	17%	17%	24%
	Aerocable	0%	0%	0%	0%	0%
	Bus	0%	34%	20%	20%	32%

FIGURA: Relación entre las respuestas de preferencias declaradas y las respuestas de preferencias reveladas – **Transeúntes**.

PREFERENCIAS REVELADAS	PREFERENCIAS DECLARADAS					
	Modo Privilegiado	Carro propio	Metrovía	Taxi	Aerocable	Bus
	Carro propio	52%	12%	17%	19%	0%
	Metrovía	12%	22%	29%	25%	22%
	Taxi Amarillo	5%	19%	29%	25%	22%
	Aerocable	0%	0%	0%	0%	0%
	Bus	0%	28%	21%	23%	28%

FIGURA: Relación entre las respuestas de preferencias declaradas y las respuestas de preferencias reveladas – **Hogares**.

## 2) Calibración del modelo de repartición modal.

La especificación y la calibración del modelo de repartición modal se realizó con el programa BIOGEME 14, dedicado a este tipo de estimación. En un principio los consultores probaron un modelo que integraba solamente dos variables (tiempo y tarifa) para cada modo de transporte, cada una con su parámetro tarifaria del bus y de la Metrovía ya que en ambos casos se pagaba USD 0.25 como tarifa, a esa

fecha. Sin embargo, esta calibración no resultó convincente ya que los valores del tiempo para el bus y la Metrovía estaban próximos de cero. Entonces, se fijaron los parámetros tarifarios en 0.2 y los resultados obtenidos con el modelo mejoraron notablemente. El valor del tiempo de usuarios se situó entonces alrededor de 2 dólares por hora. Se pudo establecer así, para cada bloque, el porcentaje de personas que utilizan cada modo de transporte según el modelo y según los datos recolectados con las encuestas. Se observa, por ejemplo, que las personas que disponen de un carro, utilizan este modo de transporte de forma frecuente. La parte modal VP está alrededor de 60%, aunque se observa una dispersión de valores: los resultados cambian según los bloques.

Los consultores concluyen este capítulo presentando:

- La especificación del modelo retenido
- Los valores de los coeficientes estimados
- Los indicadores sobre la calidad global del modelo

### FASE 3: INTEGRACION DE LAS ENCUESTAS OD REALIZADAS EN DURÁN Y SAMBORONDÓN

La Fase 3 integra los resultados de las encuestas suplementarias realizadas en Durán y Samborondón. La Estructura del modelo no cambia, pero la calidad de los datos de entrada se mejora gracias a la campaña de encuestas realizada.

#### Actualización de la matriz OD

Las encuestas OD suplementarias tienen como finalidad determinar con mayor precisión el área de influencia de las estaciones de cable propuestas

inicialmente la ciudad de Guayaquil estuvo dividida en 56 zonas de estudio, pero esta zonificación no permitía evaluar el volumen de personas que subirán en cada una de las estaciones de cable propuestas. El hecho es que en una misma zona habíamos propuesto varias estaciones de cable, lo cual complica la evaluación de la clientela potencial de la estación. Con la nueva zonificación, no encontramos dos estaciones de cable en la misma zona y los resultados obtenidos con el modelo son más fiables. Además, las nuevas encuestas nos permiten conocer el porcentaje de personas que se dirigen, desde Durán a Samborondón, al Parque Centenario o al Malecón.

El método utilizado para actualizar la matriz se realizó en dos etapas:

- Cambio de zonificación: la matriz OD que estaba compuesta por 56 zonas pasó a tener 86 zonas, y este cambio se realizó en función de la superficie.
- Integración de los datos de las encuestas OD: solo se cambió la distribución de los desplazamientos de la matriz OD para los trayectos que tenían como origen las zonas 56,86,57 y 58. En consecuencia, el volumen global de desplazamientos antes y después de la actualización de la matriz es el mismo.

#### Calibración de la afectación TC.

Se efectuó una nueva afectación de la matriz actualizada OD TC HPT 2013 y se comparó con los datos transmitidos por la Metrovía:

	<b>Subidas 1800-1900</b>	<b>Abril 2015</b>
	<b>Datos Metrovía</b>	<b>Afectación CUBE</b>

<b>BRT -1</b>	11100	12900
<b>BRT -2</b>	9800	10400
<b>BRT -3</b>	12500	12700

Esta nueva calibración obligó a ajustar el coeficiente de seguridad de 0.7 a 0.63.

#### 4.2.4 Resultados de Demanda

Se presentan a continuación los resultados de demanda obtenidos para:

- La alternativa seleccionada en el corto plazo (línea entre Guayaquil y Durán<sup>9</sup>).
- La alternativa de mediano plazo en dos líneas incluyendo una extensión hacia Samborondón.

Para cada caso de estudio se presentan:

- La demanda máxima en hora pico en el sentido de la marcha más cargada, este dato servirá para elegir entre el sistema monocable y tricable, a calcular el número de cabinas necesarias para absorber la demanda y a determinar las condiciones óptimas de explotación (frecuencia/velocidad en hora pico).
- El número de viajeros que suben a la Aerovía a lo largo del día y del año, esta información es esencial para calcular los beneficios económicos fruto de la explotación del cable.

El escenario de base para el estudio es un escenario:

- Sin integración tarifaria con Metrovía.

- Con integración tarifaria de las líneas de buses alimentadores de Samborondón y Durán.

En cuanto a los pasajes para los buses intercantonales se estudiaron dos alternativas:

- Primero, tomando la hipótesis de un precio de referencia para los buses cantonales Durán – Guayaquil de USD 0.25 (un costo que solo aumenta a través de los años con la inflación).
- Segundo, tomando en consideración una hipótesis de un aumento inmediato de USD 0.45 el pasaje, además de la inflación en los próximos años.

A continuación se presentan los resultados de las alternativas A y C, los cuales están constituidos de una sola rama, la cual une Durán con el Parque Centenario de Guayaquil. En el escenario A se ha considerado que el precio de los buses que hacen el trayecto Durán – Guayaquil es de 0.25 dólares, mientras que en el escenario C, el precio simulado es de 0.45 dólares para estos buses

	<b>Alternativa A</b>	<b>Alternativa C</b>
<b>Demanda Máxima en el sentido más cargado, 2020 -2040, tarifa 0.75 dólar</b>		
<b>2020</b>	1600	1500
<b>2025</b>	1800	1700
<b>2030</b>	1900	1800

<b>2035</b>	2100	2000
<b>2040</b>	2400	2300
<b>Demanda Hora pico 2020-2040 – tarifa 0.75 dólar</b>		
<b>2020</b>	4500	4400
<b>2025</b>	4900	4800
<b>2030</b>	5400	5200
<b>2035</b>	6000	5800
<b>2040</b>	6500	6700
<b>Demanda Diaria 2020- 2040 – tarifa 0.75 dólar</b>		
<b>2020</b>	50200	48500
<b>2025</b>	54600	53200
<b>2030</b>	58000	57000
<b>2035</b>	66500	64200
<b>2040</b>	76500	74400

A continuación se muestran los resultados de las alternativas B y D, los cuales están constituidos de dos ramas, la primera une Durán con el Parque Centenario de Guayaquil y la segunda Samborondón con Guayaquil. Las dos ramas se intersectan a nivel de Malecón. En el escenario B, la tarifa de los buses Durán – Guayaquil es de USD 0.25, y en escenario D es de USD 0.45.

	<b>Alternativa B</b>	<b>Alternativa D</b>
--	----------------------	----------------------

<b>Demanda Máxima en el sentido más cargado, 2020 -2040, tarifa 0.75 dólar</b>		
<b>2020</b>	1400 +300	1400 +300
<b>2025</b>	1500+300	1400 +300
<b>2030</b>	1600+400	1500 +400
<b>2035</b>	1800+400	1700+ 400
<b>2040</b>	2000+500	1800 +500
<b>Demanda Hora pico (2 sentidos confundidos) 2020-2040 – tarifa 0.75 dólar</b>		
<b>2020</b>	4000+ 500	3900 +500
<b>2025</b>	4400 +600	4200 +600
<b>2030</b>	4700 +700	4600 +600
<b>2035</b>	5600 +700	5100 +700
<b>2040</b>	6000+ 900	5900 +800
<b>Demanda Diaria (2 sentidos confundidos) 2020-2040 – tarifa 0.75 dólar</b>		
<b>2020</b>	44700 +5800	45200 +5700
<b>2025</b>	48500 +6500	48900 +6400
<b>2030</b>	52600 +7300	53000 +7100

<b>2035</b>	56700 +8200	58600 +8000
<b>2040</b>	67200 +9500	65100 +9300

El aumento de la tarifa del billete de bus a US\$ 0.45 para efectuar el trayecto Durán – Guayaquil no tiene un impacto significativo sobre el número de usuarios del cable. Observamos una ligera disminución de la demanda.

### RESULTADOS ESCENARIOS A & C

En resumen, la demanda máxima esperada en 2020 es del orden de 1400 viajeros en hora pico para las alternativas A y C. Se contabilizarán cerca de 4400 usuarios en hora pico, 48500 a lo largo del día y 14.5 millones de usuarios al año. Estos resultados de demanda han sido calculados con una tarifa de cable de 0.75 dólares.

Se debe precisar que los turistas actuales y futuros, potencialmente interesados por la parada del Malecón, no están integrados actualmente en el análisis. La demanda podría entonces ser algo superior a la estimada.

### RESULTADOS ESCENARIOS B & D

La demanda máxima esperada en el 2020 es del orden de 1700 viajeros en hora pico para las alternativas B y D. Se contabilizarán alrededor de 4400 usuarios en hora pico y contaremos 48900 usuarios diarios y 14.7 millones de usuarios anuales. Estos resultados de demanda han sido calculados con tarifa de cable de 0.75 dólares.

#### 4.2.5 Sensibilidad Tarifaria

En el modelo de transporte, se realizaron varios test de sensibilidad a la tarifa, la misma que varía entre 0.60 y 1.50 dólares. Se observa una disminución de la demanda de la Aerovía cuando la tarifa aumenta, pero el efecto no es muy importante para las tarifas analizadas. Por ejemplo, para el escenario A en el año 2020 se obtuvieron los siguientes resultados:

<b>TARIFA</b>	<b>DEMANDA DIARIA</b>	<b>INGRESOS DIARIOS</b>
<b>0.60</b>	50500	30300
<b>0.75</b>	50100	37500
<b>1.00</b>	49100	49100
<b>1.25</b>	48300	60400
<b>1.50</b>	47900	71800

Se observa una disminución de 5% de la frecuentación cuando la tarifa se incrementa de 0.60 dólares a 1.50 dólares. Lo que permite suponer que el público objetivo de este nuevo modo de transporte tiene en principio un nivel de vida medio – alto y alto.

#### 4.3 DIPOSICIONES CONTRACTUALES EN RELACION CON LA DEMANDA PROYECTADA.

##### a) TARIFA

La Tarifa del Sistema de Transporte Publico Aerosuspendido para la ciudad de Guayaquil será de USD 0.70; esta tarifa incluye el sistema de buses alimentadores en Durán, sea que el operador aliado estratégico adquiera, opere o

suministre el servicio de los buses directamente, o mediante acuerdo en operadoras de transporte autorizadas por las autoridades competentes. Las partes contratantes deberán acordar las condiciones del sistema de alimentación al inicio de la operación del sistema de Transporte Público Aerosuspendido. Esta tarifa se ajustará cada dos años, conforme a la variación del índice de precios al consumidor publicado por el Banco Central del Ecuador, el cual contemplará la variación acumulada de los dos años de vigencia de la tarifa anterior. Las tarifas bianuales indexadas se publicarán en el Registro Oficial dentro de los plazos pactados en el contrato, y en el cálculo se incluirá la variación de los índices de precios al consumidor tomando como fecha de cálculo el de la fecha de presentación de la oferta económica. El valor de la tarifa fijada será neto, libre de cualquier impuesto o gravamen que se llegase a aplicar, sin perjuicio de las exoneraciones vigentes a la fecha del contrato (tarifa especial para minusválidos, menores de edad y tercera edad).

La fórmula aplicable para el reajuste de la tarifa será la siguiente:

$$\text{Tarifa } a_n = \text{Tarifa } a_0 * \frac{IPC_n}{IPC_0}$$

En donde:

- Tarifa  $a_n$  = Tarifa válida a partir del 1 de enero del año n.
- Tarifa  $a_0$  = Valor base de la tarifa, el cual corresponde a USD 0.70 correspondiente al mes de entrega de la oferta económica.
- $IPC_n$  = Índice de Precios al Consumidor publicado por el Banco Central correspondiente al mes de noviembre del año n-1.
- $IPC_0$  = Valor base correspondiente al mes de entrega de la oferta económica.

El operador deberá respetar la tarifa establecida por la M.I Municipalidad de Guayaquil considerando las tríficas reducidas que contempla la legislación vigente a la fecha de suscripción del contrato (50% para menores de 18 años, personas de la tercera edad, personas con discapacidad).

b) RIESGO POR INSUFICIENCIA DE LA DEMANDA

El riesgo de a operación del sistema de Aerovía incluye el riesgo por el flujo estimado de pasajeros, por lo cual esta no será una causal para ajustar el equilibrio económico del contrato. No obstante lo anterior, ante causas extraordinarias, imprevisibles y sobrevinientes que puedan incidir sobre el uso del sistema por parte de los usuarios, la ATM se compromete a definir recorridos, rutas y frecuencias de transporte terrestre que no compitan de manera directa o desleal con el Sistema de Transporte Público Aerosuspendido. La ATM podrá autorizar recorridos, rutas y frecuencias que compitan de manera directa con el sistema únicamente si la demanda de transporte público no se encuentra debidamente satisfecha, por encontrarse el sistema saturado o colapsado por exceso de pasajeros.

Si el equilibrio económico financiero del contrato ha sido alterado por razones ajenas al operador, se restablecerá dicho equilibrio económico financiero mediante ajuste de tarifa, pero no mediante subsidio.

Esta es una disposición que el Municipio de Guayaquil ya estableció en anteriores contrataciones; así, en el caso de la Metrovía, el Municipio asumió el 100% de la inversión fija en infraestructura, a cambio de fijar y controlar la tarifa, sin asumir el riesgo por la operación del servicio.

Este escenario es diferente al que existe en las concesiones del Consejo Provincial del Guayas. Así, en el caso del Puente Alternativo Norte, la inversión y la

operación están a cargo de la empresa Hidalgo & Hidalgo S.A, pero el Consejo Provincial garantiza que todo el tránsito pesado desde y hacia el Puerto Marítimo de Guayaquil, utilizará los servicios del puente alterno norte, sin financiar ningún tipo de déficit en operaciones, en otro caso del mismo Consejo Provincial del Guayas, la concesión de la carretera Durán – El Triunfo – Bucay, la entidad provincial garantiza un flujo anual de vehículos, y, en caso de no cubrirse la meta programada, procede a subsidiar los déficit para así cubrir la totalidad de los costos operativos.

En el caso que nos ocupa la Municipalidad ha optado por cubrir el 85% del monto de la inversión fija, a cambio de mantener el control de la tarifa y no conceder ningún subsidio en el caso de producirse un desequilibrio económico financiero.

#### 4.4. PROYECCION DE LA DEMANDA CONSIDERADA EN EL ESTUDIO

La proyección de la demanda realizada por los consultores se fundamentó en los siguientes parámetros:

- Demanda/día en 2021: 36.000 pasajeros.
- Demanda/día en 2050: 55.000 pasajeros.
- Tasa Implícita de crecimiento de la demanda: 1.422 %
- Numero de días al año de operación: 365 días.
- Escenario base: demanda anual x 0.8
- Escenario pesimista: demanda anual x 0.7

A continuación se presenta un cuadro con la proyección de la demanda para el periodo 2021 – 2050:

#### **CUADRO No. 1**

#### **PROYECCION DE LA DEMANDA – PERIODO 2021-2050**

AÑO	PASAJEROS POR DIA	PASAJEROS POR AÑO	DEMANDA PROYECTADA	
			ESC. BASE	ESC. PESIMISTA
2021	36000	13140000,00	10512000,00	9198000,00
2022	36512	13326880,00	10661504,00	9328816,00
2023	37031	13516315,00	10813052,00	9461421,00
2024	37558	13708670,00	10966936,00	9596069,00
2025	38092	13903580,00	11122864,00	9732506,00
2026	38634	14101410,00	11281128,00	9870987,00
2027	39183	14301795,00	11441436,00	10011257,00
2028	39740	14505100,00	11604080,00	10153570,00
2029	40305	14711325,00	11769060,00	10297928,00
2030	40878	14920470,00	11936376,00	10744329,00
2031	41459	15132535,00	12106028,00	10592775,00
2032	42049	15347885,00	12278308,00	10743520,00
2033	42647	15566155,00	12452924,00	10896309,00
2034	43253	15787345,00	12629876,00	11051142,00
2035	43868	16011820,00	12809456,00	11208274,00
2036	44492	16239580,00	12991664,00	11367706,00
2037	45125	16470625,00	13176500,00	11529438,00
2038	45767	16704955,00	13363964,00	11693469,00
2039	46418	16942570,00	13554056,00	11859799,00
2040	47078	17183470,00	13746776,00	12028429,00
2041	47747	17427655,00	13924124,00	12199359,00
2042	48426	17675490,00	14140393,00	12379843,00
2043	49115	17926975,00	14341580,00	12548833,00
2044	49813	18181745,00	14545396,00	12727222,00
2045	50521	18440165,00	14752132,00	12908116,00
2046	51239	18702235,00	14961788,00	13091565,00
2047	51968	18968320,00	15174656,00	13277824,00
2048	52707	19238055,00	15390444,00	13466639,00
2049	53456	19511440,00	15609152,00	13658008,00
2050	55000	20075000,00	16060000,00	14052500,00

FUENTE: Estudio de Factibilidad, 2015.

ELABORACION: Propia del Estudio de Caso.

## CAPITULO 5: ASPECTOS TECNICOS DE LA SOLUCION PROPUESTA

### 5.1. ELECCION DE LA TECNOLOGIA

La modelación de la demanda permitió estimar el rango en horas pico.- considerando todas las alternativas estudiadas, la demanda es estimada en un máximo de 2600 personas por horas en el sentido más cargado.

El análisis de las tecnologías existentes de transporte por cable determino dos tecnologías viables en este proyecto: la telecabina monocable y la cabina tricable.- En el caso del proyecto de Guayaquil, considerando la demanda estimada por el modelo a mediano y largo plazo, la solución de telecabina monocable es la más adecuada ya que ofrece una inserción más fácil (estaciones más pequeñas, pilones, galibo reducido), lo que se traduce en costos inferiores en comparación con la solución del tricable.

El sistema recomendado corresponde entonces:

- A una telecabina monocable
- Cabinas de 10 personas
- Tiene una parada de 25 segundos en estaciones.
- Tiene una velocidad máxima de 5.5 m/s en línea (que podría ser reducida fuera de las horas pico).
- El tiempo de recorrido total será de 15 minutos.
- Se necesitan 134 cabinas para responder a una carga máxima a largo plazo (estimada en 2400 personas por hora y por sentido).
- Velocidad en línea en horas valle: 2 m/s.
- Aceleración/ desaceleración: 0.8 m/s<sup>2</sup>

- Intervalo entre las cabinas: 19.5 seg.
- Tiempo total en estación: 47 seg. (aceleración + desaceleración + tiempo de parada).

El trazado permite recorrer en 15 minutos los 4.1 km entre la estación de Durán y la estación del Parque Centenario:

<b>ESTACIONES</b>	<b>DURÁN</b>	<b>MALECON 2000</b>	<b>JULIÁN CORONEL</b>	<b>PARQUE CENTENARIO</b>
<b>DURÁN</b>	-	7'54''	12'54''	15'00''
<b>MALECÓN 2000</b>	7'54''	-	5'00''	7'42''
<b>JULIÁN CORONEL</b>	12'54''	5'00	-	2'42''
<b>PARQUE CENTENARIO</b>	15'00	7'42''	2'42''	-

Estos tiempos de recorrido corresponden a la hora pico, con una velocidad de 5,5 m/s; estos tiempos de recorrido se alargarán en caso de disminuir la velocidad (fuera de las horas pico).- Los tiempos de recorrido antes calculados no toman en cuenta los tiempos de acceso a los andenes y tampoco el tiempo de espera en caso de gran afluencia.

### 5.3 PRINCIPIOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE LAS ESTACIONES

En el proyecto se distinguen dos tipos de estaciones:

- Estaciones terminales (ubicadas en los extremos) (Durán y Parque Centenario)
- Estaciones intermedias (Malecón 2000 y Julián Coronel)

Estos dos tipos de estaciones tienen funcionalidades diferentes, ya que mientras las primeras aumentan pasajeros y son intermodales, las segundas sirven para pasajeros en ruta.

### 5.3.1. ESTACION DURÁN

La estación Durán se ubicará al sur del Municipio de Durán, ya que se descartó la opción en el sitio del Malecón cercano al ferrocarril.- Esta zona se caracteriza por la presencia de barrios de vivienda al este del sitio de implantación la estación; es una zona con vegetación natural y es objeto de proyectos de desarrollo urbano de uso residencial.- El área cuenta con dos ingresos, uno por la avenida Abel Gilbert y otro por el malecón del mismo nombre; por este sector pasa una línea de buses que sirve a los habitantes (Ruta 81- Abel Gilbert).- El diseño de la estación cubre los siguientes objetivos:

#### Objetivos Urbanos:

- Imagen pública del sistema de transporte para la estación de Durán;
- Inserción de la estación entre el entorno natural (que debe ser preservado) y los proyectos de construcción previstos al norte de la estación.
- Conexión urbana con los circuitos peatonales del malecón.

#### Objetivos de transporte:

La accesibilidad a la estación desde la red vial para taxis y buses.

Gestionar la seguridad de los flujos de vehículos con respecto a los peatones que llegan a las paradas de los buses.

#### En el terminal de Durán se prevé integrar:

Un parqueadero para usos de "Park & Ride" de una capacidad mínima de 250 plazas, más un espacio para 50 bicicletas.

Un sistema de 3 líneas alimentadoras con 31 buses de 12 m operando con una frecuencia de 5 minutos. Estas líneas tendrán un recorrido de 7.20, 19.17 y 11.5 kilómetros (ida y vuelta), con paradas cada 300 metros.

La terminal de Durán tendrá una altura de 2 pisos y los consultores presentan los correspondientes planos arquitectónicos.

### 5.3.2. ESTACION MALECON 2000

Es una estación intermedia y/o de interconexión.

Se ubicará al este de la ciudad y frente al río Guayas, cerca del centro cultural, en un área de gran atracción turística.- La estación se inserta de manera difícil cerca del Malecón y estará soportada sobre pilotes.- Las características intermodales del sitio de ubicación de la estación Malecón 2000 son las siguientes:

Sitio identificado: inserción en una terraza del malecón, al nivel del parking y del cine.

Altura de la estación: 3 pisos/pórtico encima de la carretera.

Inserción urbana: integración en el proyecto Malecón 2000; gestión de los flujos de vehículos yendo en el parking; conexión directa con el paseo del malecón, en la terraza al primer piso del edificio del malecón.

Transportes públicos en rangos próximos: Metrovía Troncal 1, para Las Peñas.

Intermodalidad identificada: con la Metrovía paso de peatones procediendo de la parada de Metrovía en Las Peñas.- Acceso de vehículos particulares, de

vehículos técnicos y de emergencia.- Acceso de peatones desde el parking existente en el malecón y desde el paseo del malecón en el primer piso.- Taxis para llegada de pasajeros y espera de vehículos.

El diseño de la estación cubre los siguientes objetivos:

Objetivos urbanos:

- Inserción de la estación en el espacio limitado disponible.
- Conexión urbana con el paso peatonal del Malecón.

Objetivos de transporte:

-La conexión peatonal para los usuarios de la estación Las Peñas de la Metrovía.

- Gestionar los flujos peatonales en el espacio urbano que es limitado.
- Gestionar el paso de vehículos que entran al estacionamiento del Malecón.

Los planos arquitectónicos tienen una topografía compleja por estar la estación colocada sobre la intersección de dos vías, al lado de un espacio público con acceso a un área de estacionamiento.- Es una estación de tipo “en ángulo”, es decir, donde la línea de la aerovía cambia de dimensión. La estación está distribuida en tres niveles.

Los accesos se realizan por el lado norte de la planta baja, que es un corredor alargado sobre el área pública del Malecón.- Desde esta área o desde la acera se accede a un espacio público cubierto frente al cual se encuentran el área de operaciones que incluye aseos y vestidores para los trabajadores y la boletería; al fondo se encuentra el área comercial.

A través de escaleras normales, escaleras mecánicas y un ascensor se sube al nivel inmediatamente superior que sirve de mezzanine distribuidor para el acceso a los andenes. Nuevamente encontramos la batería de escaleras normales, escaleras metálicas y ascensores, esta vez duplicada y dispuesta simétricamente, ya que hay un andén por cada dirección diferente de la línea de cabinas.

El andén tiene la forma curva necesaria para que las cabinas permitan el embarque y desembarque de los pasajeros. Se dispone, además de dos oficinas para los responsables de la estación y los locales técnicos cubiertos en cada andén.

### 5.3.3. ESTACION JULIAN CORONEL

Esta es una estación intermedia que se ubicará al principio de la Avenida Quito, en un área vacía, sin diseño urbano concreto. Esta ubicación de la aerovía ofrece oportunidades de regeneración urbana de uso terciario.

La estación se inserta en pórtico, por encima del intercambiador.- Por este sector existen muchos buses de paso.- El reto en este caso consiste en permitir el trasbordo y el intercambio modal de los pasajeros de un modo a otro de transporte.

Las características intermodales del sitio de ubicación de la estación Julián Coronel son las siguientes:

Sitios identificados: en el cruce de la avenida Quito con la avenida Dr. Julián Coronel, al sur o en el centro del enlace de intercambio entre las dos vías.

Afuera de la estación: 2 o 3 pisos, con pórtico, si es necesario.

Inserción urbana: Franqueamiento de la vía al sur del enlace; llegada de vehículos en un entorno restringido.

Transporte público en rangos próximos:

-Metrovía, troncal 2, ninguna parada.

-Buses en Av. Dr. Julián Coronel: 12 rutas de este a oeste y 8 rutas de oeste a este.

-Buses en Av. Quito/Av. José de Antepara: 24 rutas en sentido sur-norte y 24 rutas en sentido norte-sur.

Intermodalidad Identificada:

-Acceso de vehículos livianos, vehículos técnicos y de emergencia.

-Buses: paradas y pasos de peatones.

-Metrovía: paso de peatones.

-Taxis: llegada de pasajeros y espera de vehículos.

El diseño de la estación cubre los siguientes objetivos:

Objetivos urbanos:

-Inserción en el enlace de las Avenidas Quito y calle Julián Coronel, incluyendo las respectivas rampas.

-Conexión urbana entre ambos lados del nudo viario y revitalización del ambiente urbano.

Objetivos de Transporte:

-El acceso a la estación desde la red vial aledaña tanto para taxis como para buses.

-Paso seguro de los peatones salvando la intersección y los pasos elevados.

Los consultores presentan los correspondientes planos arquitectónicos.

#### 5.3.4 ESTACION PARQUE CENTENARIO

Es una estación terminal de retorno que se ubicara en el cruce de la avenida 9 de Octubre y la avenida Quito, cerca de la parada del sistema de Metrovía denominada "Parada Parque del Centenario".

El área de la estación (excepto la avenida Quito) se caracteriza por calles de ancho relativamente corto que bordea edificios de valor patrimonial, como la Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo del Guayas y la Corte Provincial del Justicia del Guayas.

Las características intermodales del sitio de ubicación de la estación Parque Centenario son las Siguietes:

Sitio identificado: en el cruce de la Avenida 9 de Octubre con la Avenida Quito.

Altura de la estación: 2 pisos/pórtico encima de la carretera.

Inserción urbana: estación en puente sobre la avenida Quito.

Transportes públicos en rangos próximos:

-Metrovía:

- Troncal 2 – parada Plaza del Centenario
- Línea nueva Mucho Lote – Centenario

-Buses:

- Av. Primero de Mayo: 4 rutas en dirección al este y 1 ruta en rotación al norte.

- Av. José de Antepara: 10 rutas en dirección al sur.

Intermodalidad Identificada.

-Acceso de vehículos técnicos y de emergencia.

-Buses: parada y paso de peatones.

-Metrovías: paso de peatones.

-Taxis: llegada de pasajeros y espera de vehículos.

Objetivos urbanos.

-Inserción del edificio – puente de la estación sobre la avenida Quito.

-Imagen pública del Sistema de Transporte por Cable en el centro urbano.

Objetivos de transporte:

-Conectar peatonalmente a los usuarios de Metrovía con la estación de la aerovía.

-Gestionar los flujos peatonales y de vehículos en el espacio urbano existente.

Arquitectura de la estación:

Esta estación, de tipo "retorno", incluye todo el programa de necesidades en una sola planta.

Los accesos se pueden realizar desde ambos lados de la vía a través de escaleras normales, escaleras mecánicas y un ascensor.

## 5.2 DEFINICION TÉCNICA DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

A continuación se presentan los requerimientos funcionales que deberán observarse para el proyecto de transporte por cable para las ciudades de Guayaquil y Durán.

## NIVEL DE SERVICIO, FIABILIDAD Y DISPONIBILIDAD

### Objetivo:

Garantizar los niveles de fiabilidad y disponibilidad requeridos para un sistema de transporte colectivo en medio urbano.

### Solución Propuesta:

Horario de operación: entre 15h y 19h por día.

Frecuencia de los vehículos: mínimo 1 vehículo cada 5 minutos en las horas punta, y cada 10 minutos en las horas bajas.

Servicio diario.

Oferta flexible a la demanda para minimizar los costos en los periodos con menor demanda.

Información dinámica en cada parada.

La tasa de fiabilidad está 97% y 99%, según información proporcionada por los constructores.

## COMODIDAD DEL USUARIO.

### Objetivo:

Concebir un Sistema de Transporte que responde a los criterios de comodidad de un Sistema de Transporte Colectivo Urbano.

### Solución Propuesta:

Los andenes y los accesos se realizarán en conformidad con los sistemas de transporte ya existentes en la ciudad (Metrovía), que corresponden a las normas nacionales.

El servicio será solo sentado con los asientos por cabina.

El dimensionamiento de la superficie de las cabinas se realizará considerando la capacidad máxima del sistema, la que no debe sobrepasarse por razones de seguridad.

En las cabinas se debe integrar equipamientos y sistemas para mantener una temperatura aceptable para el usuario, ya sea con aire acondicionado o con Sistemas de Ventilación forzada.

El Suministro de energía alternativo puede ser mediante energía solar o cualquier otro sistema moderno.

También se debe integrar un Sistema de Comunicación emergente con las cabinas así como el alumbrado interior, especialmente nocturno.

## ACCESIBILIDAD AL SISTEMA

Objetivo:

Crear un sistema de transporte, ya sea por bus, bicicleta, peatonal u otros modos, que respondan a los criterios de accesibilidad de una estación de transporte colectivo urbano.

Solución Propuesta:

Se dimensionarán los equipos en estación del sistema de transporte por cable de acuerdo con las normas de accesibilidad usadas en el diseño de estaciones de tipo metro aéreo (ascensores y escaleras mecánicas, particularmente)

Las cabinas estarán diseñadas para permitir el acceso a las personas con movilidad reducida.

#### INTEGRACIÓN EN LA RED DE TRANSPORTE URBANO:

##### Objetivo:

Concebir un sistema perfectamente combinado con la red de transporte urbano.- Esto incluye la coordinación física con estaciones intermodales y también la coordinación con los sistemas "Clásicos" de venta de pasajes, así como de información a los pasajeros.

##### Solución Propuesta:

Se ha optimizado el diseño de las estaciones para facilitar la correspondencia entre modos (análisis de los accesos y de los flujos de peatones).

Las estaciones contarán con sistemas de boleterías equivalentes a los instalados en una estación de Metrovía.

Se instalarán sistemas de información modernos para los pasajeros, similares a las que se utilizan en otras ciudades, en las estaciones de tranvía o metro.

Se contará con la presencia de un agente en cada estación, de tal manera de poder implementar una ventanilla de información; en caso de ser necesario y por razones de seguridad, este agente podrá intervenir directamente.

#### ASPECTO DE SEGURIDAD Y LUCHA CONTRA EL VANDALISMO.

Objetivo:

Responder a la necesidad de sentimiento de seguridad de los pasajeros, y luchar contra el vandalismo en línea o en las estaciones.

Obligaciones:

Implementar sistemas de vigilancia

Disuadir los fenómenos de vandalismo.

Soluciones Propuestas:

Video vigilancia en estación y en las cabinas.

Alarmas en cabinas, comunicación de radios entre las cabinas y el puesto de monitoreo.

Seguridad del acceso a los postes.

Cierre de las estaciones fuera de los horarios de operación.

Evitar la colocación de grafitis en las estaciones y en las cabinas.

Reemplazar los vidrios de las cabinas que tengan rajaduras.

Uso de materiales anti-vandálicos.

INTEGRACIÓN URBANA E IMPACTO SOBRE EL MEDIO URBANO.

Objetivo:

Crear un sistema que se integre armónicamente al medio urbano.

Obligaciones:

Optimizar la integración del sistema de transporte para limitar los impactos visuales y sonoros y anticipar los eventuales oposiciones al proyecto.

Soluciones Propuestas:

Se limitará en lo posible el sobrepaso de zonas urbanizadas.

En la estación locomotora se instalarán sistemas de aislamiento y absorción de vibraciones para disminuir el ruido.

Se implementarán modos de explotación con velocidad reducida en la mañana o en la tarde para reducir el impacto sonoro.

**SEGURIDAD:**

Objetivo:

Concebir un sistema de transporte que responda a las normas de seguridad propias de los sistemas de transporte por cable en un contexto urbano internacionalmente aceptadas.

Obligaciones:

Disponibilidad del sistema en caso de condiciones meteorológicas adversas o excepcionales tales como viento, sismo o tormenta.

Seguridad de los pasajeros tanto en la línea como en la estación en caso de suscitarse problemas técnicos.

Soluciones Propuestas:

Dadas las condiciones climáticas de Guayaquil, las paradas de operación debidas a vientos de alta velocidad no serán frecuentemente pero deben tomarse en cuenta las normas nacionales correspondientes.

La presencia de sismos es un elemento importante porque la ciudad de Guayaquil está en una zona sísmica y deberán estudiarse los elementos de diseño que aseguran la estabilidad del sistema.

También Guayaquil tiene un alto riesgo de incendios por lo que se tomarán en cuenta estos aspectos.

A fin de garantizar la continuidad del servicio será necesario considerar una oferta de transporte emergente mediante buses.

## EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO.

### Objetivo:

Garantizar el correcto mantenimiento así como el nivel de servicio y disponibilidad.

Integrar en el dimensionamiento del sistema, las necesidades establecidas para la operación y mantenimiento del sistema de transporte por cable, de acuerdo a los estándares internacionales para un medio urbano.

### Obligaciones:

Disponibilidad de los espacios necesarios para operar y mantener los sistemas en un contexto urbano denso.

Alto nivel de disponibilidad/confiabilidad necesaria para este tipo de sistemas.

Necesidad de controlar los costes de explotación y de mantenimiento.

### Soluciones Propuestas:

Los sistemas propuestos estarán concebidos considerando las limitaciones de explotación y mantenimiento en todo su ciclo de vida.- Medidas específicas se

tomarán para establecer mantenimiento preventivo que garantice la disponibilidad de los equipos.

Se debe establecer el programa de mantenimiento limitando al máximo el impacto sobre la operación del sistema, de manera diaria para el mantenimiento ligero, y también para el mantenimiento mayor de manera excepcional.

El mantenimiento diario se realizará principalmente de noche, durante las horas en las cuales el sistema estará cerrado.- Se considerarán los impactos sonoros del mantenimiento nocturno y se diseñarán las medidas de mitigación correspondientes.

El mantenimiento anual requerirá parar el sistema por cinco días, periodo durante el cual se sustituirá con un servicio de buses.

Un mantenimiento excepcional será necesario cada 5 años, necesitando un paro del sistema durante 10 días.

Para optimizar los costos de operación el personal dedicado a la operación del sistema deberá cumplir varias funciones.-Por ejemplo, los agentes encargados del andén podrán intervenir para reactivar la seguridad del sistema después de que la alarma haya sido activada por un usuario.

#### 5.4. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

Debido a la operación cotidiana de gran magnitud, los riesgos de fallo tienen que ser mitigados mediante un mantenimiento adecuado, considerando el nivel de servicio y disponibilidad deseados y tomando en cuenta también que trabajar en un entorno urbano denso es complicado y demanda intervenciones complejas.

El mantenimiento se realizará tomando en cuenta el diseño del sistema y será permanentemente durante todo su ciclo de vida.- El sistema integra parámetros de seguridad en el diseño, utilizando un máximo de componentes estandarizados para la facilidad del mantenimiento.- Por ejemplo, las piezas giratorias en los postes/torres son idénticas para facilitar las operaciones de sustitución:

El mantenimiento se divide en tres tipos de acciones.

El mantenimiento rutinario, diario y permanente.

El mantenimiento y las reparaciones anuales.

El mantenimiento y las reparaciones periódicas.

El mantenimiento diario corresponde a todas las tareas "básicas" para permitir la operación diaria del sistema; controles y cambios de pieza de desgaste, limpieza en las estaciones de los carriles de circulación de los vehículos, controles de los niveles de tensión en las estaciones y ajustes, controles de la apertura de las puertas de cabinas y andenes, etc.

El mantenimiento anual corresponde a operaciones más importantes que se pueden realizar durante la noche o el día, así como pruebas y ensayos específicos para validar el funcionamiento adecuado del sistema.- Se requerirá parar las instalaciones cada año por un periodo aproximado de 5 días.

El mantenimiento periódico (3 a 5 años) corresponde a controles regulares que requieran el reemplazo de componentes pesados, causando una interrupción del tráfico durante un periodo del orden de unos diez días.

## 5.5. SEGURIDAD DE LA OPERACIÓN.

El sistema de transporte tendrá que cumplir con las normas de seguridad específicas para los sistemas de transporte por cable en un contexto urbano.

Las principales causas de la interrupción no programada del servicio en Guayaquil podrían ser de naturaleza meteorológicas (viento y tormentas) o sísmica.- El riesgo sísmico tendrá que ser tomado en cuenta en el diseño definitivo.

Un sistema de cable está concebido para permitir la seguridad de los pasajeros en línea y en estación en caso de problema técnico.- La concepción del sistema incluye el concepto de "rescate integrado", que permite el retorno de las cabinas a la estación en cualquier caso y en cualquier tipo de aerovía.

La maquinaria es concebida de manera redundante.- La cadena cinemática debe ser duplicada.

Los motores eléctricos pueden funcionar de manera independiente y un grupo generador permite sustituir la alimentación eléctrica de la red normal, o sea alimentar los motores de auxilio que se conectan directamente al cable.

El diseño de los equipos sobre los postes/torres está realizado de tal manera que un caso de incidente, como desembarque, se puede intervenir rápidamente con personal especialmente formado.- Esto es especialmente importante cuando se consideran cabinas de pasajeros.

## 5.6. IMPACTOS DEL PROYECTO.

Esta parte tiene como objeto introducir los potenciales impactos de una línea de transporte por cable, proponiendo las medidas de mitigación correspondientes.

### 5.6.1 Riesgos en el entorno.

Existen dos riesgos principales relacionados con el entorno:

Riesgo de incendio o fuego.

Riesgo de caída de objetos o elementos de las cabinas o del sistema.

El riesgo de incendio se debe considerar como proveniente de la cabina o del entorno.- Este riesgo se considera a lo largo del trazado, especialmente en caso de sobrevuelo de vegetación, de obras civiles o de edificios residenciales y comerciales.- También hay que tener en cuenta la proximidad de las fachadas.

El riesgo de caída de objetos se contempla desde dos puntos de vista:

La caída de elementos del sistema es un riesgo industrial y tiene que ser controlado por el administrador del sistema.

La caída de objetos desde las cabinas es un riesgo que puede ser limitado con una reducción de tamaño de las aperturas (por ejemplo, aperturas solo para ventilación).

### 5.6.2 Impactos sobre las redes.

#### Redes Subterráneas.

Los impactos sobre las redes subterráneas son limitados.

Los impactos notables son a nivel de los postes/torres y a nivel de las estaciones.- Las redes subterráneas potencialmente presentes a lo largo del corredor tienen que ser identificadas durante la fase de diseños definitivos.- Dependiendo de su ubicación o importancia, las redes serán evitadas en la medida de lo posible o en su efecto deberán ser desviadas.

## Redes Aéreas.

La presencia de redes aéreas puede ser más problemática para el sistema de transporte por cable.- En el corredor escogido no se identificó líneas de alta tensión.- Las redes eléctricas secundarias podrán ser desviadas o incluso enterradas.

### 5.6.3. Impactos sobre el uso del suelo.

Los impactos terrestres se diferencian en función de:

Las áreas donde se ubican las estaciones.

Las áreas donde se ubican los postes/torres.

Las áreas en las que la línea no tiene huella sobre el suelo.

En las estaciones, se requerirá conseguir la propiedad de los terrenos, con expropiaciones si es necesario.- A nivel de los postes/torres se tiene que obtener el acceso necesario para las instalaciones. En las áreas en las que la línea no tiene huella al suelo es recomendable obtener la autorización de los propietarios o de compra de los terrenos.

Es necesario considerar la generación de normativa municipal relativa a proyectos de teleféricos urbanos.

### 5.6.4. Impactos sobre el ambiente.

Impactos sobre el paisaje.

El impacto principal del transporte por cable es sobre el paisaje.- Su inclusión en áreas urbanas puede ser vista como una molestia visual.- El impacto paisajístico proviene de varias partes del sistema: los postes/torres, los vehículos y el cable, y las estaciones.

El impacto más importante es la presencia de postes/torres.- En el caso del sistema con Monocable, los postes son más pequeños pero más numerosos.- La integración de las torres en el ambiente comienza evitando su ubicación en zonas vacías o en crestas.- También se evita la proximidad con las viviendas.

Los vehículos (cabinas) son una segunda fuente de contaminación visual e incluso pueden ser percibidas como un inconveniente por la falta de privacidad de la propiedad aledaña.- Las cabinas serán tratadas con una sección opaca en la parte inferior para no permitir una visión directa sobre las zonas atravesadas.

Finalmente, las estaciones tienen un impacto visual por su volumen.- Un caso significativo es la estación del Parque Centenario, que afecta a un edificio emblemático en Guayaquil, como es la Casa de la Cultura, que en su fachada hacia la calle Quito tiene un mural que será minimizado por la estación.- Esta circunstancia ya ha originado varias protestas a nivel de intelectuales y de periodistas que censuran este impacto negativo sobre el centro de la ciudad.

#### Corte de árboles.

Para la gestión del riesgo de incendios y para temáticas de evacuación, el cable requiere un desbroce de la maleza por debajo de la línea.

#### Impacto sobre la calidad del aire.

En un contexto urbano, los problemas de contaminación del aire y descarga de contaminantes son importantes.- El transporte por cable no emite gases de efecto invernadero en forma directa o no provoca la contaminación del aire debido a su operación a base de energía eléctrica.

Con la introducción de este modo de transporte se mejorará la movilidad, especialmente en las zonas actualmente desatendidas y con alto tráfico.- El proyecto tendrá un impacto positivo en la calidad del aire y en general no contaminará.

#### Impacto por Ruido.

Los sistemas de cable han sido principalmente desarrollados para proyectos en montaña donde hay pocas restricciones en términos de ruido.- Por el contrario, en las áreas urbanas se consideran importantes los impactos provocados por el ruido generado por el proyecto.

Las fuentes de ruido del sistema se concentran principalmente en la parte superior de los postes/torres y en las estaciones.- El ruido emitido por el movimiento de las cabinas en línea es insignificante.

A nivel de los postes, los postes de "compresión" son más ruidosos que los postes de apoyo.- El nivel de ruido supera los 50 dB en un radio de 15m. Alrededor de un poste de apoyo, contra un radio de 40m. Alrededor de poste de "compresión".- Cada paso de cabina sobre el poste provoca un incremento del nivel general del ruido de 5 a 10 dB.- En las áreas urbanas los niveles de ruido permitidos en ciudades europeas es de 70 dB, por lo que este sistema no afecta los niveles de ruido de la ciudad de Guayaquil.

En las estaciones, el nivel de ruido sube de 8 a 10 dB debido al recorrido de las cabinas.

En las zonas urbanas se preferirán las estaciones "cerradas", en especial cerca de las casas, para limitar el ruido al mínimo.

El sonido también depende de la velocidad de operación.- Esta velocidad se puede reducir en las horas de menor demanda y así permitir reducir el impacto sonoro del dispositivo.

El impacto del ruido de un sistema de transporte por cable no es significativo respecto de los diferentes ruidos que se provocan en la ciudad.

#### Impactos sobre el Tráfico.

El sistema de aerovía seleccionado no tiene impactos significativos sobre las redes viales y sobre el tráfico.- Las estaciones y postes se localizan normalmente fuera de la vía o por encima de ella.

Pero, varios impactos indirectos podrían ser observados:

De manera provisional, durante la obra se podrían producir algunas detenciones del tráfico puntualmente.

La remodelación de las vías en las cercanías de las estaciones podrá modificar el tráfico localmente y en algunos casos reducir el ancho de las vías existentes.

La inserción de la línea por el medio de una avenida podrá llevar a reducir el ancho de las vías existentes.

Por último, la creación de estacionamiento (Park and Ride), por ejemplo en la estación Durán, necesitará reformar la infraestructura existente.

En conclusión, el impacto negativo sobre el tráfico es muy pequeño, excepto potencialmente en algunas instalaciones relacionadas al sistema.- Además, se tienen que destacar los impactos positivos en términos de la potencial disminución del tráfico vehicular entre Guayaquil y Durán.

## CAPITULO 6: ASPECTOS FINANCIEROS DEL PROYECTO

### 6.1. MONTO Y CATEGORIAS DE LA INVERSION

El Estudio de Factibilidad realizado por la empresa A&V Consultores Cía. Ltda., con el apoyo de la empresa Systra, presentó un informe con fecha julio de 2015, el mismo que contiene una desagregación de las inversiones del sistema de Aerovía Durán – Guayaquil, según se muestra en el siguiente cuadro:

#### **CUADRO No. 2**

#### **SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL – INVERSIONES**

CATEGORIAS DE LA INVERSION	TOTAL	PARTE LOCAL		PARTE EXTRANJERA	
		%	USD	%	USD
1 Obras de vía y reubicación redes.	\$ 1.440.019,00	80	\$ 1.152.015,00	20	\$ 288.004,00
2 Protección anti-incendios de edificios	\$ 3.664.340,00	80	\$ 2.931.472,00	20	\$ 732.868,00
3 Infraestructura de líneas (fundaciones+postes+cables)	\$ 10.830.064,00	64	\$ 6.931.410,00	36	\$ 3.898.654,00
4 Cabinas	\$ 6.347.110,00	6	\$ 380.827,00	94	\$ 5.966.283,00
5 Equipamiento Eléctrico	\$ 4.491.195,00	9	\$ 404.208,00	91	\$ 4.086.987,00
6 Telecomunicaciones y boletería	\$ 4.273.879,00	61	\$ 2.607.066,00	39	\$ 1.666.813,00
<b>ESTACIONES</b>					
7 Tecnologías de cable en las estaciones	\$ 22.562.595,00	8	\$ 1.805.008,00	92	\$ 20.757.587,00
8 Obra civil y arquitectura	\$ 22.709.024,00	80	\$ 18.167.219,00	20	\$ 4.541.805,00
9 Centro de mantenimiento	\$ 4.768.963,00	34	\$ 1.621.277,00	66	\$ 3.147.186,00
10 Buses alimentadores y parqueamiento en Durán	\$ 3.321.204,00	80	\$ 2.656.963,00	20	\$ 664.241,00
11 Estudios y Supervisión Obras	\$ 10.128.947,00	0	-	100	\$ 10.128.947,00
12 Gastos de gestión, seguros,	\$ 2.352.237,00	0	-	100	\$ 2.352.237,00

	auditorias.						
	SUBTOTAL (1-12) (Sin contingencia.)	\$	40	\$	60	\$	
		96.889.577,00		38.657.465,00		58.231.612,00	
13	Compra de terrenos y Servidumbres.	\$	100	\$	-		
		2.652.500,00		2.652.500,00			
14	Fiscalización y trámites administrativos.	\$	100	\$	-		
		4.820.395,00		4.820.395,00			
	SUBTOTAL (1-14) (Sin contingenc.)	\$	44	\$	56	\$	
		104.362.472,00		46.130.360,00		58.231.612,00	
	Contingencias (rubros 1 al 12)	\$					
		21.473.384,00					
	TOTAL (1 al 12 + contingencias)	\$					
		125.835.856,00					
	Contingencias (rubros 13+14)	\$					
		1.225.271,00					
	TOTAL (con contingencias)	\$					
		127.061.127,00					

FUENTE Y ELABORACION: A&V Consultores Cía. Ltda., 2015.

## 6.2. CALENDARIO DE LA INVERSIÓN

Los consultores estimaron que el proceso de inversión duraría cuatro años, entre el 2015 y el 2018; como ocurre en muchos proyectos, este proceso se ha desfasado en el tiempo, y aun cuando sigue durando 4 años, este plazo se extiende entre el 2017 y 2020.

Tomando en cuenta esta corrección, el calendario de inversiones quedaría de la siguiente manera:

### **CUADRO No. 3**

#### **SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL – CALENDARIO DE INVERSIONES**

#### **SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL – CALENDARIO DE INVERSIONES**

INVERSIONES	2017	2018	2019	2020
-------------	------	------	------	------

1	Obras de vía y reubicación redes	-	\$ 896.009,00	\$ 544.011,00	
2	Protección anti-incendios	-	\$ 988.831,00	\$ 891.836,00	\$ 1.783.673,00
3	Infraestructura de líneas	-	\$ 2.166.013,00	\$ 6.498.039,00	\$ 2.166.013,00
4	Cabinas	-	\$ 1.269.422,00	\$ 3.808.266,00	\$ 1.269.422,00
5	Equipo Eléctrico	-	\$ 1.114.236,00	\$ 2.760.292,00	\$ 616.667,00
6	Telecomunicaciones	-	\$ 162.681,00	\$ 2.659.444,00	\$ 1.451.754,00
7	Tecnologías de cable en estaciones	-	-	\$ 15.793.817,00	\$ 6.768.779,00
8	Obra civil y arquitectura	-	\$ 7.323.561,00	\$ 13.195.844,00	\$ 2.189.619,00
9	Centro mantenimiento	-	\$ 1.155.910,00	\$ 2.848.296,00	\$ 764.257,00
10	Parqueamiento Durán	-	-	\$ 1.489.947,00	\$ 1.831.257,00
11	Estudios y Supervisión	\$ 4.785.586,00	\$ 5.343.362,00	-	-
12	Gastos de Gestión	\$ 633.059,00	\$ 633.059,00	\$ 633.059,00	\$ 633.059,00
	<b>TOTAL</b>	\$ 5.418.645,00	\$ 21.053.084,00	\$ 51.122.851,00	\$ 19.474.500,00

FUENTE Y ELABORACION: Estudio de Factibilidad A&V Consultores Cía. Ltda., 2015.

### 6.3. ACTUALIZACIÓN DE LAS INVERSIONES

El 22 de julio de 2016 la Empresa Pública Municipal de Transito de Guayaquil, EP (ATM) resolvió adjudicar al Consorcio POMASA y SOFRATESA INC, el Contrato para la ejecución del Proyecto de Transporte Publico Aerosuspendido Duran – Guayaquil.- El Presupuesto actualizado de la obra ascendió a USD 134'507.463,27 de acuerdo con el siguiente desglose:

#### **CUADRO No. 4**

**SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL – PRESUPUESTO CONTRACTUAL  
ACTUALIZADO DE LA OBRA**

CATEGORIAS DE LA INVERSION		PARCIAL	TOTALES
	CONSTRUCCIÓN DE		
1	ESTACIONES		\$ 38.073.953,00
	* Durán	\$ 4.476.787,00	
	* Malecón 200	\$ 9.389.424,00	
	* Julián Coronel	\$ 10.404.971,00	
	* Parque Centenario	\$ 6.060.512,00	
	* Estación Técnica	\$ 1.751.460,00	
	* Área Parqueo Durán	\$ 2.804.472,00	
	* Garaje	\$ 3.186.327,00	
2	PILOTES PARA TORRES EN LINEA Y ESTACIONES		\$ 10.539.474,00
3	SISTEMA TELEFERICO PRINCIPAL		\$ 53.176.023,00
4	SISTEMAS AUXILIARES		\$ 10.177.165,00
	* Energía/Iluminación	\$ 6.471.183,00	
	* Aire acondicionado	\$ 886.518,00	
	* Protección incendio	\$ 1.449.548,00	
	* Escaleras/ascensores	\$ 1.369.916,00	
5	SISTEMAS CONEXOS		\$ 10.570.955,00
	* Video Vigilancia	\$ 1.108.879,00	
	* Sonido	\$ 1.133.931,00	
	* Telefonía e intercomunicación	\$ 777.930,00	
	* Gestión Técnica Centralizada	\$ 1.016.497,00	
	* Control de acceso	\$ 526.053,00	
	* Detección de incendios	\$ 946.217,00	
	* Puesto mando centralizado	\$ 631.540,00	
	* Boletería	\$ 4.429.908,00	
6	OBRA CIVIL Y EQUIPAMIENTO		\$ 122.537.570,00
7	OTROS COSTOS INICIALES DE CAPITAL		
	* Gestión del Consorcio		\$ 7.485.151,00
	- Diseños de Ingeniería	\$ 2.302.613,00	
	- Desvío de Redes y zampam	\$ 5.182.538,00	
	* Otros costos de capital		\$ 4.484.742,00
			\$ 134.507.463,00

FUENTE Y ELABORACION: Evaluación Económica y Financiera. Román María, Noviembre 2016.

#### 6.4. FINANCIAMIENTO DE LA INVERSIÓN

En el contrato suscrito entre la Municipalidad de Guayaquil y el Socio Estratégico se especifica que “el Operador se obliga a proveer el financiamiento para el desarrollo del proyecto en los términos previstos en el presente Contrato” .- “ Las autoridades Contratantes se obligan a suscribir el Contrato de Financiamiento por un máximo del 85% de los costes de diseño, construcción, suministro y puesta en marcha del sistema”.

La Entidad proveedora del financiamiento es la Agencia Francesa de Desarrollo, por un monto de USD 114'331.343,85 que equivale al 85% del monto de la inversión.- Este préstamo tiene un plazo de 20 años, de los cuales los 5 primeros años corresponden al periodo de gracia en el que solo se pagarán intereses y comisiones, y los 15 años restantes incluyen el pago de intereses y la devolución del principal.

La tasa de interés pactada fue de 5,88% anual, con amortización en alcúotas anuales.

En garantía del cumplimiento del pago del préstamo la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil constituiría un Fideicomiso de Rentas Municipales, a costo de las Autoridades Contratantes, cuyo objeto será garantizar el valor de la cuota que debe pagarse a la entidad financiera que financió la construcción del Sistema Aerovía.- Igualmente se constituirá, a costo de las Autoridades Contratantes, un Fideicomiso de Flujos, el cual recibirá los desembolsos que serán realizados por los prestamistas, los que serán utilizados para pagar directamente al Aliado Estratégico por los costos incurridos con respecto al 85% de los costos de Construcción del Proyecto.

El Contrato también establece que “el restante 15% necesario para el diseño, construcción suministro y puesta en marcha del sistema, será asumido por el Operador como parte de su inversión, a su entero coste y riesgo”.- Este 15% equivale a USD 20'176.119,20.

**CUADRO No. 5**

**SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL – TABLA DE AMORTIZACIÓN DEL PRESTAMO**

PERIODO	AÑO	COMISION	INTERESES	CAPITAL	TOTAL
1	2017	\$ 185.905,07	\$ 1.506.146,67	-	\$ 1.692.051,74
2	2018	\$ 100.574,62	\$ 5.069.254,90	-	\$ 5.169.829,52
3	2019	-	\$ 6.122.449,17	-	\$ 6.122.449,17
4	2020	-	\$ 6.503.127,20	-	\$ 6.503.127,20
5	2021	-	\$ 6.485.359,09	-	\$ 6.485.359,09
6	2022	-	\$ 6.376.381,37	\$ 7.622.089,59	\$ 13.998.470,96
7	2023	-	\$ 5.944.024,10	\$ 7.622.089,59	\$ 13.566.113,69
8	2024	-	\$ 5.527.065,85	\$ 7.622.089,59	\$ 13.149.155,44
9	2025	-	\$ 5.079.309,55	\$ 7.622.089,59	\$ 12.701.399,14
10	2026	-	\$ 4.646.952,28	\$ 7.622.089,59	\$ 12.269.041,87
11	2027	-	\$ 4.214.595,01	\$ 7.622.089,59	\$ 11.836.684,60
12	2028	-	\$ 3.792.898,60	\$ 7.622.089,59	\$ 11.414.988,19
13	2029	-	\$ 3.349.880,46	\$ 7.622.089,59	\$ 10.971.970,05
14	2030	-	\$ 2.917.523,19	\$ 7.622.089,59	\$ 10.539.612,78
15	2031	-	\$ 2.485.165,91	\$ 7.622.089,59	\$ 10.107.255,50
16	2032	-	\$ 2.058.731,34	\$ 7.622.089,59	\$ 9.680.820,93
17	2033	-	\$ 1.620.451,37	\$ 7.622.089,59	\$ 9.242.540,96
18	2034	-	\$	\$	\$

			1.188.094,10	7.622.089,59	8.810.183,69
			\$	\$	\$
19	2035	-	755.736,82	7.622.089,59	8.377.826,41
			\$	\$	\$
20	2036	-	324.564,09	7.622.089,59	7.946.653,68
				\$	
TOTAL			\$75.967.711,07	114.331.343,85	\$190.585.534,61

FUENTE: ATM

ELABORACION: Evaluación Económica Financiera. Román María, Noviembre 2016

## 6.5. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Bajo esta denominación se incluyen las siguientes categorías de costes:

- Costes anuales de operación.
- Costes de mantenimiento diario y anual.
- Costes de mantenimiento quinquenal.

El coste de operación y mantenimiento fue estimado en USD 2.1 millones anuales y en 4.9 millones cada cinco años; esta estimación consta en el estudio de factibilidad y corresponde a precios del mes de julio del año 2015.- En el cuadro siguiente se presenta una desagregación de estos costes:

### **CUADRO No. 6**

#### **SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL: COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (SIN CONTINGENCIAS)**

RUBROS DEL COSTO	PERIODICIDAD	
	ANUAL	QUINCENAL
	\$	\$
1 Remuneraciones	482.513,00	482.513,00
	\$	\$
2 Energía	270.379,00	270.379,00
	\$	\$
3 Bienes nacionales	494.523,00	494.523,00
	\$	\$
4 Bienes importados	390.320,00	\$ 3.145.520,00
5 Transporte en Durán (por	\$	\$

buses)	421.715,00	421.715,00
	\$	\$
6 Otros gastos	40.012,00	74.452,00
TOTAL	\$ 2.099.462,00	\$ 4.889.102,00

En el estudio de factibilidad se propone considerar unos costes de contingencia de 25% que serviría como criterio para la actualización de estos costes.

Su distribución por rubros se resume en el siguiente cuadro:

**CUADRO No. 7**

***SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL: COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (CON CONTINGENCIAS 25%)***

RUBROS DEL COSTO	PERIODICIDAD	
	ANUAL	QUINCENAL
	\$	\$
1 Remuneraciones	603.141,00	603.141,00
	\$	\$
2 Energía	337.974,00	337.974,00
	\$	\$
3 Bienes nacionales	618.154,00	618.154,00
	\$	\$
4 Bienes importados	487.900,00	3.931.900,00
Transporte en Durán (por	\$	\$
5 buses)	527.144,00	527.144,00
	\$	\$
6 Otros gastos	50.015,00	93.065,00
	\$	\$
TOTAL	2.624.328,00	6.111.378,00

Otro criterio que se podía aplicar para actualizar estos costes consiste en utilizar el coeficiente que resultó al actualizar las inversiones.- Este coeficiente fue de 1.39 que se calcula al dividir la inversión considerada en el contrato entre la inversión inicialmente estimada, sin provisiones y fiscalización, y sin contingencias.-

Aplicando esta hipótesis de trabajo, los costes de operación y mantenimiento a utilizar en el análisis financiero serían los siguientes:

**CUADRO No. 8**

***SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL: COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (HIPOTESIS DE INCREMENTO DEL 25%)***

RUBROS DEL COSTO	PERIODICIDAD	
	ANUAL	QUINCENAL
	\$	\$
1 Remuneraciones	670.693,00	670.693,00
	\$	\$
2 Energía	375.827,00	375.827,00
	\$	\$
3 Bienes nacionales	687.387,00	687.387,00
	\$	\$
4 Bienes importados	542.545,00	4.372.273,00
Transporte en Durán (por	\$	\$
5 buses)	586.184,00	586.184,00
	\$	\$
6 Otros gastos	55.617,00	103.488,00
	\$	\$
TOTAL	2.918.253,00	6.795.852,00

**6.6. INGRESOS FINANCIEROS**

El Socio Operador del proyecto tendrá derecho a percibir por completo la tarifa que paguen los pasajeros por el uso del servicio, la misma que, en su primer año de operación, será de USD 0.70 por pasajero.

Cada dos años esta tarifa será revisada con la finalidad de incluir el cambio en los precios debido a la inflación.- El Operador podrá también organizar y proveer servicios adicionales, tales como publicidad, cabinas especiales, locales comerciales, entre otros; dichos ingresos serán considerados privados y de titularidad y manejo exclusivo del Operador.

Para realizar el cálculo de los ingresos por tarifas se han considerado los siguientes parámetros:

Demanda: - 36.000 pasajeros/día en 2021

- 55.000 pasajeros/día en 2050

Tasa de crecimiento de la demanda implícita: 1.422 %

Número de días de operación al año: 365 días.

Tarifa base: USD 0.70

Porcentaje de tarifa reducida: 15%

Escenarios financieros:

Escenario base: demanda anual x 0.8

Escenario pesimista: demanda anual x 0.7

En el Anexo No. 1 se presenta el cálculo de los ingresos diarios correspondiente a tarifas, en base al número de pasajeros esperados por día y tomando en cuenta la tarifa reducida.

En el Anexo No. 2 se presenta el cálculo del ingreso anual para dos escenarios financieros, el escenario de base y el escenario pesimista.

Los ingresos por servicios comerciales fueron estimados en USD 120.000 anuales durante todo el tiempo que dura la concesión, valorados a precios constantes, sin considerar la inflación; se exceptúan los primeros 2 años de operación, en que dichos ingresos serían de USD 60.000 durante el primer año y de USD 90.000, durante el segundo año de operación.

A continuación se presentan dos cuadros en que se resumen los ingresos anuales esperados durante los 30 años de operación que es el plazo de la concesión.

**CUADRO No. 9**

**SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL- ESTIMACIÓN DE INGRESOS ANUALES:  
ESCENARIO BASE**

PERIODO	INGRESOS/ TARIFA USD/AÑO	INGRESOS/COMERCIANTES USD/AÑO	TOTAL INGRESOS USD/AÑO
1	\$ 6.806.520,00	\$ 60.000,00	\$ 6.866.520,00
2	\$ 6.903.464,00	\$ 90.000,00	\$ 6.993.464,00
3	\$ 7.001.284,00	\$ 120.000,00	\$ 7.121.284,00
4	\$ 7.101.148,00	\$ 120.000,00	\$ 7.221.148,00
5	\$ 7.202.180,00	\$ 120.000,00	\$ 7.322.180,00
6	\$ 7.304.380,00	\$ 120.000,00	\$ 7.424.380,00
7	\$ 4.708.332,00	\$ 120.000,00	\$ 4.828.332,00
8	\$ 7.513.452,00	\$ 120.000,00	\$ 7.633.452,00
9	\$ 7.618.864,00	\$ 120.000,00	\$ 7.738.864,00
10	\$ 7.728.656,00	\$ 120.000,00	\$ 7.848.656,00
11	\$ 7.838.740,00	\$ 120.000,00	\$ 7.958.740,00
12	\$ 7.949.992,00	\$ 120.000,00	\$ 8.069.992,00
13	\$ 8.063.288,00	\$ 120.000,00	\$ 8.183.288,00
14	\$ 8.178.044,00	\$ 120.000,00	\$ 8.298.044,00
15	\$ 8.294.260,00	\$ 120.000,00	\$ 8.414.260,00

	\$			
16	8.412.228,00	\$	120.000,00	\$ 8.532.228,00
	\$			
17	8.531.656,00	\$	120.000,00	\$ 8.651.656,00
	\$			
18	8.653.128,00	\$	120.000,00	\$ 8.773.128,00
	\$			
19	8.776.352,00	\$	120.000,00	\$ 8.896.352,00
	\$			
20	8.901.036,00	\$	120.000,00	\$ 9.021.036,00
	\$			
21	9.027.764,00	\$	120.000,00	\$ 9.147.764,00
	\$			
22	9.155.660,00	\$	120.000,00	\$ 9.275.660,00
	\$			
23	9.286.184,00	\$	120.000,00	\$ 9.406.184,00
	\$			
24	9.418.168,00	\$	120.000,00	\$ 9.538.168,00
	\$			
25	9.551.904,00	\$	120.000,00	\$ 9.671.904,00
	\$			
26	9.687.684,00	\$	120.000,00	\$ 9.807.684,00
	\$			
27	9.825.508,00	\$	120.000,00	\$ 9.945.508,00
	\$			
28	9.965.084,00	\$	120.000,00	\$ 10.085.084,00
	\$			
29	10.106.996,00	\$	120.000,00	\$ 10.226.996,00
	\$			
30	10.398.996,00	\$	120.000,00	\$ 10.518.996,00

**CUADRO No. 10**

**SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL- ESTIMACIÓN DE INGRESOS ANUALES:  
ESCENARIO PESIMISTA**

---

INGRESOS/ TARIFA	INGRESOS/COMERCIANTES	TOTAL INGRESOS
---------------------	-----------------------	----------------

PERIODO	USD/AÑO	USD/AÑO	USD/AÑO
	\$		\$
1	5.955.705,00	\$ 60.000,00	6.015.705,00
	\$		\$
2	6.040.531,00	\$ 90.000,00	6.130.531,00
	\$		\$
3	6.126.124,00	\$ 120.000,00	6.246.124,00
	\$		\$
4	6.213.505,00	\$ 120.000,00	6.333.505,00
	\$		\$
5	6.301.908,00	\$ 120.000,00	6.421.908,00
	\$		\$
6	6.391.333,00	\$ 120.000,00	6.511.333,00
	\$		\$
7	6.482.290,00	\$ 120.000,00	6.602.290,00
	\$		\$
8	6.574.270,00	\$ 120.000,00	6.694.270,00
	\$		\$
9	6.666.506,00	\$ 120.000,00	6.786.506,00
	\$		\$
10	6.762.574,00	\$ 120.000,00	6.882.574,00
	\$		\$
11	6.858.898,00	\$ 120.000,00	6.978.898,00
	\$		\$
12	6.956.243,00	\$ 120.000,00	7.076.243,00
	\$		\$
13	7.055.377,00	\$ 120.000,00	7.175.377,00
	\$		\$
14	7.155.789,00	\$ 120.000,00	7.275.789,00
	\$		\$
15	7.257.478,00	\$ 120.000,00	7.377.478,00
	\$		\$
16	7.360.700,00	\$ 120.000,00	7.480.700,00
	\$		\$
17	7.465.199,00	\$ 120.000,00	7.585.199,00
	\$		\$
18	7.571.487,00	\$ 120.000,00	7.691.487,00
	\$		\$
19	7.679.308,00	\$ 120.000,00	7.799.308,00
	\$		\$
20	7.788.407,00	\$ 120.000,00	7.908.407,00
	\$		\$
21	7.899.294,00	\$ 120.000,00	8.019.294,00
	\$		\$
22	8.011.203,00	\$ 120.000,00	8.131.203,00
	\$		\$
23	8.125.411,00	\$ 120.000,00	8.245.411,00

	\$		\$
24	8.240.897,00	\$ 120.000,00	8.360.897,00
	\$		\$
25	8.357.916,00	\$ 120.000,00	8.477.916,00
	\$		\$
26	8.476.724,00	\$ 120.000,00	8.596.724,00
	\$		\$
27	8.597.320,00	\$ 120.000,00	8.717.320,00
	\$		\$
28	8.719.449,00	\$ 120.000,00	8.839.449,00
	\$		\$
29	8.843.622,00	\$ 120.000,00	8.963.622,00
	\$		\$
30	9.009.122,00	\$ 120.000,00	9.129.122,00

#### 6.7. EVALUACIÓN FINANCIERA DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL OPERADOR ESTATEGICO.

Resulta de interés la evaluación financiera del proyecto desde el punto de vista del operador estratégico privado; en efecto, este realizará una inversión relativamente pequeña, del 15% del monto de la inversión total del proyecto, pero que de todas maneras es a su cuenta y riesgo: se requiere, entonces, conocer si los ingresos esperados serán suficientes para cubrir los costos de operación y mantenimiento del sistema, recuperar la inversión a cargo del operador privado y generar un excedente o rentabilidad que garantice la sostenibilidad financiera del sistema.

Se ha procedido, entonces, a elaborar el flujo de caja financiero del proyecto desde el punto de vista del operador estratégico privado, considerando los 2 escenarios de demanda: el escenario base y el escenario pesimista, lo que se aprecia en los cuadros siguientes:

#### **CUADRO No. 11**

**SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL: FLUJO DE CAJA DEL OPERADOR ESTRATEGICO  
PRIVADO – ESCENARIO BASE**

PERIODO	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO DE CAJA
0	-	\$	- \$
		20.176.120,00	20.176.120,00
	\$	\$	\$
1	6.866.520,00	2.624.328,00	4.242.192,00
	\$	\$	\$
2	6.993.464,00	2.624.328,00	4.369.136,00
	\$	\$	\$
3	7.121.284,00	2.624.328,00	4.496.956,00
	\$	\$	\$
4	7.321.148,00	2.624.328,00	4.696.820,00
	\$	\$	\$
5	7.322.180,00	6.111.378,00	1.210.802,00
	\$	\$	\$
6	7.424.380,00	2.624.528,00	4.799.852,00
	\$	\$	\$
7	7.528.332,00	2.624.528,00	4.903.804,00
	\$	\$	\$
8	7.633.452,00	2.624.528,00	5.008.924,00
	\$	\$	\$
9	7.738.864,00	2.624.528,00	5.114.336,00
	\$	\$	\$
10	7.848.656,00	6.111.378,00	1.737.278,00
	\$	\$	\$
11	7.958.740,00	2.624.528,00	5.334.212,00
	\$	\$	\$
12	8.069.992,00	2.624.528,00	5.445.464,00
	\$	\$	\$
13	8.183.288,00	2.624.528,00	5.558.760,00
	\$	\$	\$
14	8.298.044,00	2.624.528,00	5.673.516,00
	\$	\$	\$
15	8.414.260,00	6.111.378,00	2.302.882,00
	\$	\$	\$
16	8.532.228,00	2.624.528,00	5.907.700,00
	\$	\$	\$
17	8.651.656,00	2.624.528,00	6.027.128,00
	\$	\$	\$
18	8.773.128,00	2.624.528,00	6.148.600,00
	\$	\$	\$
19	8.896.352,00	2.624.328,00	6.272.024,00
	\$	\$	\$
20	9.021.000,00	6.111.378,00	2.909.622,00
21	\$	\$	\$

	9.147.764,00	2.624.328,00	6.523.436,00
	\$	\$	\$
22	9.275.660,00	2.624.328,00	6.651.332,00
	\$	\$	\$
23	9.406.184,00	2.624.328,00	6.781.856,00
	\$	\$	\$
24	9.538.168,00	2.624.328,00	6.913.840,00
	\$	\$	\$
25	9.671.904,00	6.111.378,00	3.560.526,00
	\$	\$	\$
26	9.807.684,00	2.624.328,00	7.183.356,00
	\$	\$	\$
27	9.945.508,00	2.624.328,00	7.321.180,00
	\$	\$	\$
28	10.085.084,00	2.624.328,00	7.460.756,00
	\$	\$	\$
29	10.226.996,00	2.624.328,00	7.602.668,00
	\$	\$	\$
30	10.518.996,00	6.111.378,00	4.407.618,00

**CUADRO No. 12**

**SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL: FLUJO DE CAJA DEL OPERADOR ESTRATEGICO PRIVADO – ESCENARIO PESIMISTA**

PERIODO	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO DE CAJA
0	-	\$	- \$
		20.176.120,00	20.176.120,00
	\$	\$	\$
1	6.015.705,00	2.918.253,00	3.097.452,00
	\$	\$	\$
2	6.130.531,00	2.918.253,00	3.212.278,00
	\$	\$	\$
3	6.246.124,00	2.918.253,00	3.327.871,00
	\$	\$	\$
4	6.333.505,00	2.918.253,00	3.415.252,00
	\$	\$	\$
5	6.421.908,00	6.795.852,00	373.944,00
	\$	\$	\$
6	6.511.333,00	2.918.253,00	3.593.080,00
	\$	\$	\$
7	6.602.290,00	2.918.253,00	3.684.037,00
	\$	\$	\$
8	6.694.270,00	2.918.253,00	3.776.017,00

	\$	\$	\$
9	6.786.506,00	2.918.253,00	3.868.253,00
	\$	\$	\$
10	6.882.574,00	6.795.852,00	86.722,00
	\$	\$	\$
11	6.978.898,00	2.918.253,00	4.060.645,00
	\$	\$	\$
12	7.076.243,00	2.918.253,00	4.157.990,00
	\$	\$	\$
13	7.175.377,00	2.918.253,00	4.257.124,00
	\$	\$	\$
14	7.275.789,00	2.918.253,00	4.357.536,00
	\$	\$	\$
15	7.377.478,00	6.795.852,00	581.626,00
	\$	\$	\$
16	7.480.700,00	2.918.253,00	4.562.447,00
	\$	\$	\$
17	7.585.199,00	2.918.253,00	4.666.946,00
	\$	\$	\$
18	7.691.487,00	2.918.253,00	4.773.234,00
	\$	\$	\$
19	7.799.308,00	2.918.253,00	4.881.055,00
	\$	\$	\$
20	7.908.407,00	6.795.852,00	1.112.555,00
	\$	\$	\$
21	8.019.294,00	2.918.253,00	5.101.041,00
	\$	\$	\$
22	8.131.203,00	2.918.253,00	5.212.950,00
	\$	\$	\$
23	8.245.411,00	2.918.253,00	5.327.158,00
	\$	\$	\$
24	8.360.897,00	2.918.253,00	5.442.644,00
	\$	\$	\$
25	8.477.916,00	6.795.852,00	1.682.064,00
	\$	\$	\$
26	8.596.724,00	2.918.253,00	5.678.471,00
	\$	\$	\$
27	8.717.320,00	2.918.253,00	5.799.067,00
	\$	\$	\$
28	8.839.449,00	2.918.253,00	5.921.196,00
	\$	\$	\$
29	8.963.622,00	2.918.253,00	6.045.369,00
	\$	\$	\$
30	9.219.122,00	6.795.852,00	2.423.270,00

Al actualizar el flujo de caja del Escenario base se obtuvo una tasa interna de retorno para inversionista privado de 21%; en el escenario pesimista la tasa interna de retorno financiera del inversionista privado es de 15%. - Ambas tasas de rendimiento son superiores al 13% que la Municipalidad de Guayaquil estableció como aceptable para un socio operador privado. - De aquí se concluye que en ambos escenarios la rentabilidad financiera del inversionista privado está garantizada y por consiguiente, también lo está la sostenibilidad financiera del proyecto.

## **CAPITULO 7: EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO**

Se cuenta con dos estudios de evaluación económica del proyecto:

El realizado por la empresa A&V Consultores Cía. Ltda., con el apoyo de la empresa SYSTRA, en el mes de julio del 2015, en donde se estudio la factibilidad técnica, económica y financiera de la alternativa seleccionada (Sistema de aerovía Duran-Guayaquil).

El realizado por la economista María Elizabeth Román Rodríguez en noviembre de 2016, en que además de conceptualizar la evaluación económica y definir la Metodología utilizada, se retoman los beneficios identificados en el estudio de factibilidad, actualizándose sus valores, y se determinan los costes económicos a ser generados, previa eliminación de las distorsiones que afectan los precios de mercado, para calcular los indicadores económicos: Valor Actual Neto Económico (VANE), Tasa económica Interna de Retorno (TIRE) y la Relación Beneficio/Costo económico.

En lo que sigue se tomará como referencia el estudio realizado por la economista Román Rodríguez que considera el presupuesto actualizado de la inversión.

## 7.1. OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN ECONOMICA

El uso de los recursos públicos que se van a utilizar en el sistema de transporte masivo propuesto debe ser justificado y plenamente cuantificando, valorando los beneficios que percibirá tanto la población asentada en las áreas a ser intervenidas, cuanto los usuarios directos del servicio.

Estos beneficios son: la afectación positiva al aire por reducción de la polución; la disminución del costo generalizado de viaje – constituido por el ahorro en tiempo de viaje y en el ahorro de costos de operación y mantenimiento del parque automotor; y, el coste evitado por las tarifas del Transporte público interurbano.

De ahí que la evaluación económica identifica, cuantifica y valora esos beneficios para que, al compararlos con los costos del proyecto, el flujo resultante establezca los indicadores que permitan analizar la conveniencia o la ejecución de la obra.

## 7.2. METODOLOGIA

Se ha aplicado la metodología beneficio – costo, considerando la vida útil de los diferentes componentes que integran este proyecto, lapso para el cual se establecen tanto los costes como los beneficios a ser generados por el mismo.

En un primer momento se considera el precio de inversión (construcción) y luego el de su funcionamiento, en que se incluyen los costes tanto de operación como de mantenimiento.

Para el periodo de inversión (construcción), no se determinan los beneficios puesto que el proyecto todavía no los genera; los costes, en cambio, están dados por el monto de la Inversión a ser realizada.

En la fase de funcionamiento si se identifican, cuantifican y valoran los beneficios.

Los parámetros de análisis utilizados en la evaluación económica con los siguientes:

Tasa de descuento: 12%.

Vida útil de programa: 40 años, considerados desde el momento de conclusión de la obra civil y su correspondiente equipamiento.

Tiempo de ejecución: 24 meses a partir del año 2017; en la práctica esta fecha se trasladó a 2019 y 2020.

Tiempo de viaje: calculado en función del menor recorrido que se realizará al cruzar el río Guayas por el Transporte Aerosuspendido o por Transporte terrestre.

Pasajeros movilizados por los automotores que transitan por el área de influencia.

Costo hora-hombre: Para la valoración del ahorro en tiempo de viaje se ha aplicado el costo de la hora en función del producto interno bruto per-cápita del año 2015 y la población nacional correspondiente al mismo año.

El PIB nacional año 2015 fue de USD 100.176,8 millones, y la población estimada en el país fue de 16'278.844 habitantes; el PIBpc fue de USD 6.154.

Considerando 2000 horas laborables al año, el coste de la hora hombre es de USD 3.08.

Precios de eficiencia:

Obras de infraestructura: 0.8754

Equipos (principal y accesorios): 0.8333

Mano de obra: 1.00

Gastos varios: 1.00

### **7.3. DETERMINACION DE LOS BENEFICIOS ECONOMICOS GENERADOS POR EL PROYECTO.**

#### **7.3.1 COSTO GENERALIZADO DE VIAJE**

Para realizar este cálculo se ha tomado en consideración los siguientes aspectos:

Tiempo ahorrado por los usuarios al utilizar el servicio a ser prestado por el transporte Aerosuspendido versus los actuales modos de transporte (bus, Metrovía, taxi, vehículos livianos de uso privado).

Reducción de los costos de operación de los vehículos de transporte público que dejarán de circular por la implantación del presente proyecto.

Ahorro en el costo por el uso de automóviles particulares al ser el presente sistema un servicio alternativo para el transporte de pasajeros entre Durán y Guayaquil.

Disminución del coste de viaje por usuario por efecto del diferencial tarifario del servicio de transporte, contrastando:

Actual transporte público masivo de pasajeros (buses tradicionales y Metrovía)

Actual transporte público de pasajeros a través de taxis.

A continuación se presenta un cuadro que resume los beneficios atribuibles al proyecto por Costo Generalizado de Viaje Evitado, a precios de noviembre del 2018:

**CUADRO No. 13**

**SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL – BENEFICIOS ECONOMICOS DEL PROYECTO POR COSTO GENERALIZADO DE VIAJE EVITADO, A PRECIOS DEL AÑO 2016**

**COSTO GENERALIZADO DE VIAJE EVITADO**

PERIODO	TIEMPO VIAJE	OPERAC. DE MANT. PARQUE AUTOMOTOR	Y DEL TARIFAS DE TRANSPORTE	TOTAL
1	\$3.284.734,00	\$2.266.452,00	\$6.165.000,00	\$11.716.186,00
2	\$4.524.573,00	\$3.021.937,00	\$8.246.667,00	\$15.793.177,00
3	\$4.722.324,00	\$3.136.753,00	\$8.542.000,00	\$16.401.077,00
4	\$4.983.604,00	\$3.252.273,00	\$8.837.333,00	\$17.073.210,00
5	\$5.251.853,00	\$3.368.411,00	\$9.132.667,00	\$17.752.931,00
6	\$5.527.070,00	\$3.485.078,00	\$9.418.000,00	\$18.430.148,00
7	\$5.809.254,00	\$3.602.188,00	\$9.723.333,00	\$19.134.775,00
8	\$5.971.452,00	\$3.636.559,00	\$9.972.667,00	\$19.580.678,00
9	\$6.135.723,00	\$3.670.928,00	\$10.222.000,00	\$20.028.651,00
10	\$6.302.068,00	\$3.705.299,00	\$10.471.333,00	\$20.478.700,00
11	\$6.470.487,00	\$3.739.669,00	\$10.720.667,00	\$20.930.823,00
12	\$6.640.979,00	\$3.774.039,00	\$10.970.000,00	\$21.385.018,00
13	\$6.990.725,00	\$3.825.559,00	\$11.328.000,00	\$22.144.284,00
14	\$7.348.184,00	\$3.877.080,00	\$11.686.000,00	\$22.911.264,00
15	\$7.713.359,00	\$3.928.600,00	\$12.044.000,00	\$23.685.959,00
16	\$8.086.249,00	\$3.980.120,00	\$12.402.000,00	\$24.468.369,00
17	\$8.639.646,00	\$4.031.641,00	\$12.760.000,00	\$25.431.287,00
18	\$8.803.665,00	\$4.095.548,00	\$13.236.667,00	\$26.135.880,00
19	\$8.968.761,00	\$4.159.455,00	\$13.713.333,00	\$26.841.549,00
20	\$9.134.937,00	\$4.223.362,00	\$14.190.000,00	\$27.548.299,00
21	\$9.302.191,00	\$4.287.269,00	\$14.666.667,00	\$28.256.127,00
22	\$10.176.400,00	\$4.351.177,00	\$15.143.333,00	\$29.670.910,00
23	\$10.176.400,00	\$4.351.177,00	\$15.143.333,00	\$29.670.910,00
24	\$10.176.400,00	\$4.351.177,00	\$15.143.333,00	\$29.670.910,00
25	\$10.176.400,00	\$4.351.177,00	\$15.143.333,00	\$29.670.910,00
26	\$10.176.400,00	\$4.351.177,00	\$15.143.333,00	\$29.670.910,00
27	\$10.176.400,00	\$4.351.177,00	\$15.143.333,00	\$29.670.910,00
28	\$10.176.400,00	\$4.351.177,00	\$15.143.333,00	\$29.670.910,00
29	\$10.176.400,00	\$4.351.177,00	\$15.143.333,00	\$29.670.910,00
30	\$10.176.400,00	\$4.351.177,00	\$15.143.333,00	\$29.670.910,00

FUENTE Y ELABORACION: Evaluación Económica y Financiera. Román María, Noviembre 2016.

### 7.3.2. EXTERNALIDADES POSITIVAS.

Con la implementación del proyecto se va a obtener una mejoría en la calidad ambiental al reducirse el volumen del tráfico vehicular.- Los resultados obtenidos en relación con el mejoramiento del ambiente debido a la ejecución del proyecto se presentan en el siguiente cuadro:

#### **CUADRO No. 14**

#### **SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL – BENEFICIOS ECONOMICOS VINCULADOS AL MEDIO AMBIENTE**

PERIODO	BALANCE CARBONO	DISMIN. CONTAMINAC. SONORA	REDUCCION DE POLUCION	TOTAL
1	\$170.796,00	\$13.854,00	\$480.664,00	\$665.314,00
2	\$227.728,00	\$19.048,00	\$640.885,00	\$887.661,00
3	\$232.351,00	\$20.041,00	\$653.845,00	\$906.237,00
4	\$236.974,00	\$21.078,00	\$666.805,00	\$924.857,00
5	\$241.598,00	\$22.160,00	\$679.764,00	\$943.522,00
6	\$246.221,00	\$23.289,00	\$692.724,00	\$962.234,00
7	\$250.845,00	\$24.467,00	\$705.683,00	\$980.995,00
8	\$253.120,00	\$25.458,00	\$712.278,00	\$990.856,00
9	\$255.397,00	\$26.487,00	\$718.873,00	\$1.000.757,00
10	\$257.673,00	\$27.556,00	\$725.488,00	\$1.010.717,00
11	\$259.949,00	\$28.665,00	\$732.063,00	\$1.020.677,00
12	\$262.225,00	\$29.817,00	\$738.658,00	\$1.030.700,00
13	\$265.586,00	\$31.139,00	\$748.482,00	\$1.045.207,00
14	\$268.946,00	\$32.514,00	\$758.306,00	\$3.476.766,00
15	\$272.306,00	\$33.944,00	\$768.130,00	\$1.074.380,00
16	\$275.666,00	\$3.944,00	\$777.954,00	\$1.057.564,00
17	\$279.026,00	\$35.432,00	\$787.779,00	\$1.102.237,00
18	\$283.107,00	\$36.980,00	\$799.862,00	\$1.119.949,00
19	\$287.189,00	\$38.687,00	\$811.946,00	\$1.137.822,00
20	\$291.270,00	\$40.464,00	\$824.030,00	\$1.155.764,00
21	\$295.351,00	\$42.315,00	\$836.113,00	\$1.173.779,00
22	\$299.432,00	\$46.247,00	\$848.197,00	\$1.193.876,00
23	\$299.432,00	\$46.247,00	\$848.197,00	\$1.193.876,00
24	\$299.432,00	\$46.247,00	\$848.197,00	\$1.193.876,00

25	\$299.432,00	\$46.247,00	\$848.197,00	\$1.193.876,00
26	\$299.432,00	\$46.247,00	\$848.197,00	\$1.193.876,00
27	\$299.432,00	\$46.247,00	\$848.197,00	\$1.193.876,00
28	\$299.432,00	\$46.247,00	\$848.197,00	\$1.193.876,00
29	\$299.432,00	\$46.247,00	\$848.197,00	\$1.193.876,00
30	\$299.432,00	\$46.247,00	\$848.197,00	\$1.193.876,00

FUENTE Y ELABORACION: Evaluación Económica y Financiera. Román María, Noviembre 2016.

### 7.3.3. MEJORAMIENTO DE LA SEGURIDAD<sub>2</sub>

La tercera categoría de beneficios económicos corresponde al mejoramiento de la seguridad por tipo de vehículos, conforme se resume en el siguiente cuadro:

#### **CUADRO No. 15**

#### **SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL – BENEFICIOS ECONOMICOS POR MEJORAMIENTO DE LA SEGURIDAD**

PERIODO	CARRO	TAXI	TRANSPORTE PUBLICO	TOTAL
1	\$290.569,00	\$386.496,00	\$38.139,00	\$715.204,00
2	\$399.513,00	\$531.406,00	\$52.439,00	\$983.358,00
3	\$425.555,00	\$553.951,00	\$55.076,00	\$1.034.582,00
4	\$452.833,00	\$577.386,00	\$57.827,00	\$1.088.046,00
5	\$481.400,00	\$601.744,00	\$60.696,00	\$1.143.840,00
6	\$511.306,00	\$627.061,00	\$63.688,00	\$1.202.055,00
7	\$542.611,00	\$653.370,00	\$66.809,00	\$1.262.790,00
8	\$566.552,00	\$677.704,00	\$69.934,00	\$1.314.190,00
9	\$591.459,00	\$702.920,00	\$73.190,00	\$1.367.569,00
10	\$617.369,00	\$729.050,00	\$76.581,00	\$1.423.000,00
11	\$644.319,00	\$756.127,00	\$80.112,00	\$1.480.558,00
12	\$372.350,00	\$787.183,00	\$83.790,00	\$1.243.323,00
13	\$702.429,00	\$818.288,00	\$88.423,00	\$1.609.140,00
14	\$733.730,00	\$853.758,00	\$93.264,00	\$1.680.752,00
15	\$766.299,00	\$890.645,00	\$98.321,00	\$1.755.265,00
16	\$800.187,00	\$929.003,00	\$103.603,00	\$1.832.793,00
17	\$835.444,00	\$968.887,00	\$109.119,00	\$1.913.450,00
18	\$874.054,00	\$1.012.864,00	\$115.831,00	\$2.002.749,00
19	\$917.260,00	\$1.058.642,00	\$122.856,00	\$2.098.758,00
20	\$956.123,00	\$1.106.291,00	\$130.207,00	\$2.192.621,00
21	\$999.709,00	\$1.155.883,00	\$137.896,00	\$2.293.488,00
22	\$1.045.084,00	\$1.207.492,00	\$145.939,00	\$2.398.515,00

23	\$1.045.084,00	\$1.207.492,00	\$145.939,00	\$2.398.515,00
24	\$1.045.084,00	\$1.207.492,00	\$145.939,00	\$2.398.515,00
25	\$1.045.084,00	\$1.207.492,00	\$145.939,00	\$2.398.515,00
26	\$1.045.084,00	\$1.207.492,00	\$145.939,00	\$2.398.515,00
27	\$1.045.084,00	\$1.207.492,00	\$145.939,00	\$2.398.515,00
28	\$1.045.084,00	\$1.207.492,00	\$145.939,00	\$2.398.515,00
29	\$1.045.084,00	\$1.207.492,00	\$145.939,00	\$2.398.515,00
30	\$1.045.084,00	\$1.207.492,00	\$145.939,00	\$2.398.515,00

FUENTE Y ELABORACION: Evaluación Económica y Financiera. Román María, Noviembre 2016

#### 7.3.4. BENEFICIOS ECONOMICOS TOTALES

Sumando los valores presentados en los ítems anteriores se llega a la preparación del siguiente cuadro resumen:

#### **CUADRO No. 16**

#### **SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL – BENEFICIOS ECONOMICOS TOTALES**

PERIODO	COSTO GENERALIZADO DE VIAJE	BENEFICIOS AMBIENTALES	MEJORA EN LA SEGURIDAD	TOTAL BENEFICIOS
1	\$11.716.186,00	\$665.314,00	\$715.204,00	\$13.096.704,00
2	\$15.793.177,00	\$887.661,00	\$983.358,00	\$17.664.196,00
3	\$16.401.077,00	\$906.237,00	\$1.034.582,00	\$18.341.896,00
4	\$17.073.210,00	\$924.857,00	\$1.088.046,00	\$19.086.113,00
5	\$17.752.931,00	\$943.522,00	\$1.143.840,00	\$19.840.293,00
6	\$18.430.148,00	\$962.234,00	\$1.202.055,00	\$20.594.437,00
7	\$19.134.775,00	\$980.995,00	\$1.262.790,00	\$21.378.560,00
8	\$19.580.678,00	\$990.856,00	\$1.314.190,00	\$21.885.724,00
9	\$20.028.651,00	\$1.000.757,00	\$1.367.569,00	\$22.396.977,00
10	\$20.478.700,00	\$1.010.717,00	\$1.423.000,00	\$22.912.417,00
11	\$20.930.823,00	\$1.020.677,00	\$1.480.558,00	\$23.432.058,00
12	\$21.385.018,00	\$1.030.700,00	\$1.243.323,00	\$23.659.041,00
13	\$22.144.284,00	\$1.045.207,00	\$1.609.140,00	\$24.798.631,00
14	\$22.911.264,00	\$3.476.766,00	\$1.680.752,00	\$28.068.782,00
15	\$23.685.959,00	\$1.074.380,00	\$1.755.265,00	\$26.515.604,00
16	\$24.468.369,00	\$1.057.564,00	\$1.832.793,00	\$27.358.726,00
17	\$25.431.287,00	\$1.102.237,00	\$1.913.450,00	\$28.446.974,00
18	\$26.135.880,00	\$1.119.949,00	\$2.002.749,00	\$29.258.578,00
19	\$26.841.549,00	\$1.137.822,00	\$2.098.758,00	\$30.078.129,00
20	\$27.548.299,00	\$1.155.764,00	\$2.192.621,00	\$30.896.684,00
21	\$28.256.127,00	\$1.173.779,00	\$2.293.488,00	\$31.723.394,00

22	\$29.670.910,00	\$1.193.876,00	\$2.398.515,00	\$33.263.301,00
23	\$29.670.910,00	\$1.193.876,00	\$2.398.515,00	\$33.263.301,00
24	\$29.670.910,00	\$1.193.876,00	\$2.398.515,00	\$33.263.301,00
25	\$29.670.910,00	\$1.193.876,00	\$2.398.515,00	\$33.263.301,00
26	\$29.670.910,00	\$1.193.876,00	\$2.398.515,00	\$33.263.301,00
27	\$29.670.910,00	\$1.193.876,00	\$2.398.515,00	\$33.263.301,00
28	\$29.670.910,00	\$1.193.876,00	\$2.398.515,00	\$33.263.301,00
29	\$29.670.910,00	\$1.193.876,00	\$2.398.515,00	\$33.263.301,00
30	\$29.670.910,00	\$1.193.876,00	\$2.398.515,00	\$33.263.301,00

FUENTE Y ELABORACION: Evaluación Económica y Financiera. Román María, Noviembre 2016

#### 7.4. DETERMINACION DE LOS COSTES ECONOMICOS

##### 7.4.1. INVERSIÓN

Los valores de mercado y de eficiencia de las obras civiles y del equipamiento se presentan en el siguiente cuadro:

#### **CUADRO No. 17**

#### **SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL – COSTOS DE INVERSION A PRECIOS DE MERCADO Y DE EFICIENCIA**

RUBROS INVERSION	A PRECIOS DE MERCADO	DE A PRECIOS DE EFICIENCIA
	\$	\$
Estación Duran	4.476.787,00	3.919.017,00
	\$	\$
Estación Malecón	9.389.424,00	8.219.581,00
	\$	\$
Estación Técnica	1.751.460,00	1.533.243,00
	\$	\$
Estación Julián Coronel	10.404.971,00	9.108.600,00
Estación Parque Centenario	\$	\$
	6.060.512,00	5.305.424,00
	\$	\$
Área Parqueo Duran	2.804.472,00	2.455.059,00
	\$	\$
Garaje	3.186.327,00	2.789.338,00
	\$	\$
Pilotes	10.539.474,00	9.226.344,00
Sistema Teleférico	\$	\$

principal	53.176.023,00	44.313.353,00
	\$	\$
Sistemas auxiliares	10.177.165,00	8.480.971,00
	\$	\$
Sistemas conexos	10.570.955,00	8.809.129,00
	\$	\$
Gestión del Consorcio	7.985.151,00	7.485.151,00
	\$	\$
	130.522.721,00	111.645.210,00

FUENTE Y ELABORACION: Evaluación Económica y Financiera. Román María, Noviembre 2016

#### 7.4.2 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

En el cuadro siguiente se aprecian los costes anuales de operación y mantenimiento, valorados a precio de mercado y de eficiencia:

##### **CUADRO No. 18**

##### ***SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL – COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO VALORADOS A PRECIOS DE MERCADO Y A PRECIOS DE EFICIENCIA.***

##### A) PRECIOS DE MERCADO

RUBROS	DEL PERIODOS	PERIODO
COSTO	1 AL 4	5 +
	\$	\$
SALARIOS	482.513,00	482.513,00
	\$	\$
ENERGIA	270.379,00	270.379,00
BUS	\$	\$
NACIONALES	494.523,00	494.523,00
BUS	\$	\$
IMPORTADOS	390.320,00	3.145.520,00
	\$	\$
BUSES DURAN	421.715,00	421.715,00
	\$	\$
OTROS GASTOS	40.012,00	74.452,00
	\$	\$
TOTAL	2.099.462,00	4.889.102,00

##### B) PRECIOS DE EFICIENCIA

RUBROS COSTO	DEL PERIODOS 1 AL 4	PERIODO 5 +
	\$	\$
SALARIOS	482.513,00	482.513,00
	\$	\$
ENERGIA	270.379,00	270.379,00
BUS	\$	\$
NACIONALES	433.792,00	433.792,00
BUS	\$	\$
IMPORTADOS	325.267,00	2.621.267,00
	\$	\$
BUSES DURAN	363.278,00	363.278,00
	\$	\$
OTROS GASTOS	40.012,00	74.452,00
	\$	\$
TOTAL	1.915.241,00	4.245.681,00

FUENTE Y ELABORACION: Evaluación Económica y Financiera. Román María, Noviembre 2016

#### 7.5. FLUJO ECONOMICO

Considerando los beneficios y los costos antes determinados, es posible construir el cuadro del flujo económico del proyecto:

#### **CUADRO No. 19**

#### **SISTEMA DE AEROVIA DURAN – GUAYAQUIL – FLUJO ECONOMICO**

PERIODO	CT	BT	TOTAL
0	\$ 90.921.633,00	\$ -	\$ -90.921.633,00
0	\$ 25.208.318,00	\$ -	\$ -25.208.318,00
1	\$ 1.915.241,00	\$ 13.096.704,00	\$ 11.181.463,00
2	\$ 1.915.241,00	\$ 17.664.196,00	\$ 15.748.955,00
3	\$ 1.915.241,00	\$ 18.341.897,00	\$ 16.426.656,00
4	\$ 1.915.241,00	\$ 19.086.113,00	\$ 17.170.872,00
5	\$ 4.245.681,00	\$ 19.840.292,00	\$ 15.594.611,00
6	\$ 1.915.241,00	\$ 20.594.437,00	\$ 18.679.196,00
7	\$ 1.915.241,00	\$ 21.378.561,00	\$ 19.463.320,00
8	\$ 1.915.241,00	\$ 21.892.319,00	\$ 19.977.078,00

9	\$	1.915.241,00	\$	22.403.592,00	\$	20.488.351,00
10	\$	4.245.681,00	\$	22.918.991,00	\$	18.673.310,00
11	\$	1.915.241,00	\$	23.438.652,00	\$	21.523.411,00
12	\$	1.915.241,00	\$	23.965.865,00	\$	22.050.624,00
13	\$	1.915.241,00	\$	24.808.455,00	\$	22.893.214,00
14	\$	1.915.241,00	\$	25.661.606,00	\$	23.746.365,00
15	\$	4.245.681,00	\$	26.525.428,00	\$	22.279.747,00
16	\$	1.915.241,00	\$	27.398.551,00	\$	25.483.310,00
17	\$	1.915.241,00	\$	28.459.057,00	\$	26.543.816,00
18	\$	1.915.241,00	\$	29.270.662,00	\$	27.355.421,00
19	\$	1.915.241,00	\$	30.087.213,00	\$	28.171.972,00
20	\$	4.245.681,00	\$	30.908.767,00	\$	26.663.086,00
21	\$	1.915.241,00	\$	31.735.478,00	\$	29.820.237,00
22	\$	1.915.241,00	\$	33.263.301,00	\$	31.348.060,00
23	\$	1.915.241,00	\$	33.263.301,00	\$	31.348.060,00
24	\$	1.915.241,00	\$	33.263.301,00	\$	31.348.060,00
25	\$	4.245.681,00	\$	33.263.301,00	\$	29.017.620,00
26	\$	1.915.241,00	\$	33.263.301,00	\$	31.348.060,00
27	\$	1.915.241,00	\$	33.263.301,00	\$	31.348.060,00
28	\$	1.915.241,00	\$	33.263.301,00	\$	31.348.060,00
29	\$	1.915.241,00	\$	33.263.301,00	\$	31.348.060,00
30	\$	4.245.681,00	\$	33.263.301,00	\$	29.017.620,00
31	\$	1.915.241,00	\$	33.263.301,00	\$	31.348.060,00
32	\$	1.915.241,00	\$	33.263.301,00	\$	31.348.060,00
33	\$	1.915.241,00	\$	33.263.301,00	\$	31.348.060,00
34	\$	1.915.241,00	\$	33.263.301,00	\$	31.348.060,00
35	\$	4.245.681,00	\$	33.263.301,00	\$	29.017.620,00
36	\$	1.915.241,00	\$	33.263.301,00	\$	31.348.060,00
37	\$	1.915.241,00	\$	33.263.301,00	\$	31.348.060,00
38	\$	1.915.241,00	\$	33.263.301,00	\$	31.348.060,00
39	\$	1.915.241,00	\$	33.263.301,00	\$	31.348.060,00
40	\$	4.245.681,00	\$	33.263.301,00	\$	29.017.620,00

FUENTE Y ELABORACION: Evaluación Económica y Financiera. Román María, Noviembre 2016

## 7.5. INDICADORES ECONOMICOS

Los indicadores económicos resultantes del flujo neto anterior se resumen a continuación:

Valor Actualizado Neto Económico (VANE)	30'504.855
Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE)	14.46%

Como resultado del flujo neto de beneficios y costos se encuentra un valor actual neto económico positivo de 30.5 millones de dólares, una tasa interna de retorno económica superior al 12% usado para actualizar los flujos netos y una relación beneficios/costes que determina que por cada dólar de costo hay 1.23 dólares de retorno o beneficio neto.

## **CAPITULO 8: NORMATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO AEROVIA.**

### **8.1. NORMAS PARA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA AEROVIA.**

A continuación se presenta un resumen de las principales disposiciones contractuales que son aplicables en la fase de operación y mantenimiento del sistema Aerovía Duran-Guayaquil.

Las Autoridades Contratantes otorgan al Operador el derecho a operar, a su entera cuenta y riesgo, el Sistema de Transporte Publico Aerosuspendido para la ciudad de Guayaquil ( Primera fase Guayaquil-Duran), en los términos establecidos en el Contrato, incluyendo sus estaciones y la ruta alimentadora de buses en el cantón Duran.- Así mismo, otorga el derecho a recaudar el valor del pasaje que el usuario cancele por el uso del servicio, y a percibir los ingresos que por la explotación de las estaciones se genere, siempre en los términos previstos en el Contrato.

El Operador será responsable de operar y mantener el Sistema, y lo mantendrá en las condiciones de operación exigidas en el Contrato y sus Anexos durante todo el periodo contractual.

Las Autoridades Contratantes se obligan a permitir la explotación económica del servicio durante todo el periodo contractual, sin perjuicio del control que realizara la ATM para exigir el cumplimiento del Contrato.

El Operador será responsable de la operación y mantenimiento del Sistema a su entero coste y riesgo, no habiendo obligación alguna de las Autoridades Contratantes de pagar valor alguno por la operación del Sistema.- La operación incluirá el pago de los gastos de personal, prestaciones sociales, provisión de repuestos, mantenimiento preventivo y correctivo, la operación del Sistema de buses alimentadores en Duran, boletería, administración de estaciones, seguridad, limpieza y en general todos los bienes y servicios que requiera la operación del sistema.

## 8.2. GARANTIAS A CARGO DEL OPERADOR.

### 8.2.1. GARANTIA DE FIEL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO.

El Operador, de manera previa a la firma del Contrato, entregará a la ATM, en calidad de beneficiaria, una garantía incondicional, irrevocable y de cobro inmediato, para garantizar el fiel cumplimiento del Contrato, por un valor de USD. 3'000.000: esta garantía deberá mantenerse vigente durante todo el periodo de construcción del proyecto.

Después de ejecutadas las obras, y puesto en marcha el proyecto, durante el tiempo que reste para la ejecución del Contrato, la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato se renovará anualmente y tendrá inicialmente un valor de USD 500.000, mismo que será ajustado luego anualmente a un monto equivalente al 10% de los ingresos Netos del Operador durante el año anterior.

En caso de que la garantía de fiel cumplimiento del Contrato sea un póliza de seguro, durante toda su vigencia debe estar reasegurada en un 85%, debiendo

encargarse el aliado estratégico que durante la vigencia del contrato se cumpla tal obligación a satisfacción de la ATM.- El texto de la garantía de fiel cumplimiento del contrato deberá haber sido aprobado por la ATM, por escrito, antes de su emisión.

#### 8.2.2. GARANTIA DE RESPONSABILIDAD CIVIL

El operador entregara una garantía de responsabilidad civil por la suma de USD 3'500.000 para cubrir daños a terceros (en su persona o bienes), en caso de accidentes, negligencia o mala ejecución de los trabajos contratados por parte del personal del Operador, siempre y cuando dichos daños sean consecuencia directa de la gestión del Operador y provengan de demandas contractuales y extracontractuales que deriven en resoluciones y sentencias en contra de la MIMG, de la ATM, de la fiscalización y/o del Operador.- El Operador se obliga a mantenerla vigente desde que se expida la orden de inicio de la construcción hasta la conclusión del Plazo de Vigencia del Contrato.

El Operador deberá justificar que cuenta con una póliza de responsabilidad civil contra daños a terceros y/o usuarios y sus bienes para garantizar a quienes puedan resultar perjudicados en el desarrollo de la actividad materia del Contrato.- Queda claramente entendido que la obtención y vigencia de este seguro no relevará en forma alguna al aliado estratégico de la responsabilidad directa que le corresponda siempre por siniestros cuyos montos sean superiores al seguro contratado; así como responderá aun en el caso de que la aseguradora no pague la indemnización contratada por cualquier motivo que alegare.- Esta garantía no exime, pues, al socio estratégico de la reparación total por los daños producidos, en función de cualquier reclamación de terceros efectivamente perjudicados, sea que haya o no sentencia ejecutoriada.

### 8.2.3. PÓLIZA DE TODO RIESGO.

El operador deberá contar durante todo momento, mientras se encuentre vigente el Contrato, con pólizas de seguro todo riesgo, incluyendo, pero sin limitar, robo, huelgas y paro, que ampare la totalidad de los equipos, redes e infraestructura afecta al servicio público, según el diseño de las inversiones que presente el Operador aliado estratégico. El valor asegurado deberá ser el de reposición como nuevos, sin ajustes, por parte de la aseguradora, a satisfacción de la ATM.

En ningún caso ni en ninguna circunstancia el Operador podrá requerir, reclamar o demandar a la Municipalidad de Guayaquil o a la ATM por el lucro cesante generado por algún siniestro que inutilice o destruya total o parcialmente parte o partes del Sistema de Transporte Publico Aerosuspendido y/o los equipos auxiliares y componentes necesarios para su funcionamiento, sea que tal siniestro esté o no protegido por alguna garantía o póliza de seguro.

La ATM podrá exigir al Operador que sustituya al emisor de estas pólizas en caso de que tal emisor incurriese en condiciones de quiebra técnica o en el evento de que incurriese en negativa de pago de siniestros o fianzas por otras pólizas emitidas a favor de la ATM, de la MIMG o de cualquiera de sus fundaciones o empresas públicas.

### 8.3. OBLIGACIONES DEL ALIADO ESTRATEGICO.

1. El Aliado Estratégico deberá diseñar, suministrar, montar, construir e implementar el Sistema de Transporte Publico Aerosuspendido para la ciudad de Guayaquil, para lo cual deberá garantizar la calidad de los Equipos con normas europeas o del país de origen, siempre que sean compatibles con las primeras;

deberá planificar la logística para el transporte de los mismos, deberá construir la obra civil y poner en marcha el Sistema.- Posteriormente lo operará y dará un mantenimiento al sistema durante el periodo contractual.- Por otra parte será de su cargo la implementación del sistema de recaudo y su implementación.

2. Presentar todos los estudios necesarios para realizar las obras, ensayos y puesta en marcha del sistema, incluyendo obras civiles, sistemas electromecánicos, sistemas informáticos, y el resto de elementos necesarios para el adecuado funcionamiento del sistemas, además de entregar el diseño general global, de detalle y de ejecutivo del Proyecto y de su infraestructura, integrando las diferentes especialidades, las interfaces internas y externas, respondiendo a las performances, características funcionales y de seguridad exigidas en las especificaciones técnicas de referencia.

3. Demostrar que el diseño, los métodos de construcción, de control y la organización establecida permite la obtención de las performances y funcionabilidad esperadas, incluyendo el RAM (Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad) y Seguridad.

4. Deberá realizar los estudios correspondientes a los impactos ambientales tomando en cuenta los impactos en el paisaje, la intrusión visual para evitar las molestias derivadas de la presencia de postes, cables, vehículos y estaciones, y prestar su colaboración en la obtención de los permisos ambientales correspondientes.- La obtención de los permisos ambientales, es responsabilidad de las Autoridades Contratantes, debiendo el Aliado Estratégico realizar todos los estudios y análisis necesarios para obtener la aprobación correspondiente de dichos permisos ambientales.

5. Colaborar en la obtención de las autorizaciones y permisos necesarios para realizar las obras y prestar los servicios materia del Contrato, deber que incluirá la elaboración de todos los estudios y generación de documentos e información necesaria para su obtención, incluyendo los que sean necesarios para los ensayos y la puesta en marcha del sistema, y en general en la obtención de todos los permisos que sean necesarios para realizar todas las actividades previstas en el marco del Contrato.

6. La provisión, la instalación, la integración, los ensayos, la puesta en marcha, la garantía, la operación y el mantenimiento de los equipos bajo normas de calidad y seguridad indicadas en las especificaciones técnicas.- El Operador debe realizar el conjunto de las obras que permitan la construcción y la instalación de los equipos.

7. Las obras preparatorias (desmante, tala, instalación de rallas de obra, etc.) fuera de las obras sobre los servicios públicos, dejando indemne a las Autoridades Contractuales de cualquier responsabilidad derivada de dichas obras.

8. El cableado y el empalme con los elementos de las redes de servicios públicos (electricidad, teléfono y comunicaciones, agua, alcantarillado, etc.) por la evacuación de los escombros y de materiales y el mantenimiento de la limpieza de las vías colindantes con el área de las obras.

9. Deberá realizar los ensayos para demostrar que cada exigencia de las especificaciones técnicas es cumplida por el sistema, según un protocolo formalizado por el Operador y aceptado por la ATM.

10. El Operador debe entregar para la aprobación de la ATM un manual que incluya los procedimientos necesarios para la operación y el mantenimiento del sistema.

11. La formación del personal en el conjunto de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema y la provisión de material y herramientas pedagógicas necesarias.

12. Mantener el nivel de stock de los repuestos necesarios para mantener en condición operacional el sistema y cambiar sistemáticamente los elementos utilizados, conforme lo sugiera el Manual del fabricante.

13. La provisión de herramientas y equipos necesarios para la operación y el mantenimiento del sistema.

14. Mantener locales y talleres equipados que permitan almacenar las piezas y herramientas y la realización de actividades de mantenimiento necesarias.

15. Realizar la operación y el mantenimiento bajo normas europeas de calidad y seguridad del Sistema hasta la finalización del plazo contractual.

16. Durante la explotación, el Operador debe corregir el conjunto de los errores y no conformidades existentes en las obras, los equipos y el sistema en general, incluyendo los software.

17. Reemplazar, reparar o renovar el conjunto de las piezas y materiales defectuosos, sea cual fuese la causa del problema (fallo, desgaste, oxidación, caducidad, etc.)

18. Mantener el nivel de seguridad del sistema exigido en el Contrato y sus Anexos.

19. Ejecutar todas las operaciones de mantenimiento necesarias para el correcto y seguro funcionamiento del sistema.

20. Realizar inspecciones visuales del Sistema y de los elementos mecánicos, sin desmontaje o más operaciones previas que las de apertura de puertas o armarios que confieren dichos elementos.

21. Limpieza de los elementos mecánicos, sin desmontaje o más operaciones previas que la apertura de puertas o armarios que contienen dichos elementos.

22. Controles periódicos con herramientas metrológicas estándares o herramientas específicas o especiales proporcionadas por el Operador en el Marco del Proyecto.

23. Operaciones de engrasado y lubricación, además de la identificación de las aerovías, diagnósticos simples y aplicación de las operaciones correctivas sencillas, como los ajustes, configuraciones, reparaciones de las partes defectuosas que solamente necesitan desmontaje de dicha parte, montaje del repuesto, controles y ajustes sencillos si es necesario.

24. Mantendrá actualizado el registro detallado de mantenimiento del sistema para facilitar eventuales investigaciones: el mantenimiento diario se realizará principalmente de noche, durante las horas en las cuales el sistema estará cerrado.

Durante el diseño del sistema se considerarán los impactos sonoros del mantenimiento nocturno y se diseñaran las medidas correspondientes de mitigación.

25. El Operador se encargará del embalaje y del transporte de los elementos reparados, renovados y de los repuestos.

26. El Operador se encargará de los gastos de transporte, de aduanas, de seguro, de impuestos, de viaje, la alimentación del personal y cualquier gasto vinculado a la realización de las prestaciones, corregirá las anomalías del funcionamiento de los software, garantizarán la actualización de los software editados por terceros e integrados al sistema, mas particularmente los sistemas de operación y los firmwares.

27. Deberá operar los 7 días de la semana y los 365 días al año, excepto en días de mantenimiento donde debe pararse la operación necesariamente.- La derivación del servicio diario es de 18 horas, lapso durante el cual la ATM deberá coadyuvar en la promoción, difusión y civilización por parte de los usuarios del Sistema de Transporte Publico Aerosuspendido que permita mantener el equilibrio económico financiero del Contrato.

28. Es responsable que el sistema responda a las normas de seguridad propias de los sistemas de transporte por cable, en un contexto urbano internacionalmente aceptadas, manteniendo la disponibilidad del sistema en caso de condiciones meteorológicas adversas o excepcionales tales como viento, tormenta, etc.

29. Será responsable de la seguridad de los pasajeros tanto en la línea como en la estación en caso de suscitarse problemas en la operación (evacuación de los pasajeros y establecimiento de medios de socorro).

30. Respetar la tarifa establecida por la M.I. Municipalidad de Guayaquil, considerando las tarifas reducidas que contempla la legislación vigente a la fecha de suscripción del presente Contrato (50% para menores de 18 años, personas de la tercera edad, personas con discapacidad).

31. El Operador se encargará de la recaudación o cobro del pasaje, para lo cual deberá disponer de un sistema informático, el mismo que deberá brindar todas las seguridades para el control y fiscalización de la operación por parte de la ATM.

#### 8.4 OBLIGACIONES DE LA AUTORIDAD CONTRATANTE.

1. Adquirir, a su cuenta y riesgo, los terrenos que serán empelados para la ejecución del proyecto, y de ser el caso cancelar los costes de expropiaciones de terrenos o edificaciones.

2. Otorgar al aliado estratégico el derecho a operar, a su entera cuenta y riesgo, el Sistema de Transporte Publico Aerosuspendido para la Ciudad de Guayaquil (Primera Fase Guayaquil-Durán).

3. Otorgar el derecho al aliado estratégico de recaudar el valor de la tarifa que el usuario cancele por el uso del servicio y a percibir los ingresos que por la explotación de las estaciones se genere.

4. Suscribir el Contrato de Financiamiento con la entidad que otorgue el financiamiento y cumplir con las obligaciones contenidas en dicho contrato.

5. Proporcionar las áreas para la implementación y funcionamiento del proyecto del Sistema con sus respectivos permisos y factibilidad legal.

6. Gestionar y tramitar, a solicitud del Operador la importación de los equipos, maquinarias y materiales requeridos para la ejecución del proyecto.- Los costos de las importaciones serán cubiertos por el Operador, y serán de su cargo las gestiones para la obtención de las exoneraciones que correspondan y el trámite de importación.

7. Obtener los permisos y licencias de entidades gubernamentales y/o municipales necesarias para la ejecución de las obras y la prestación de los servicios materia del contrato, siempre que el aliado estratégico realice los estudios necesarios, obtenga los documentos e información pertinente y cumpla con los requisitos legales y reglamentarios para la obtención del correspondiente permiso o licencia.- Esta obligación de las Autoridades Contratantes no involucra aquellos permisos que no sean propios o relacionados con el Sistema, tales como permisos o registros tributarios de Operador, permisos o registros laborales, permisos o registros de la Seguridad Social, entre otros permisos y registros propios de cualquier actividad económica en el país.

8. Expedir las normas técnicas y los instructivos que sean necesarios para la prestación de los servicios materia del presente Contrato.

9. Revisar la tarifa y aprobar el incremento de forma bianual, considerando la variación del Índice de Precios al Consumidor publicado por el Banco Central del Ecuador.

10. Contar con una Fiscalización Profesional externa de reconocida experiencia y solvencia profesional, para la ejecución de las etapas de construcción del presente contrato.- La fiscalización supervisará y controlará el avance y calidad de los trabajos objeto del presente Contrato, y, en general, el cumplimiento de las obligaciones del Operador.

11. Otorgar las ampliaciones de plazo correspondientes que fueren aplicables, incluyendo el caso de que se encuentren interferencias en las redes de agua potable, alcantarillado, telefonía, alumbrado público o privado, u otros que afecten materialmente al desarrollo de la Obra.

12. Abstenerse de realizar actos de disposición sobre los bienes y derechos otorgados al Operador cuando con ello se afecten sus derechos o facultades, excepto cuando ello sea necesario para la adecuada prestación del servicio público de transporte.

13. Suscribir las Órdenes de Cambio necesarias para la ejecución de la obra, conforme a los términos previstos en este Contrato.

14. Cualquier otra que se derive del Contrato, los Pliegos de Contratación, o de cualquier otro documento contractual, así como de las normas aplicables.

## **CAPITULO 9: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **9.1 Conclusiones**

1. Las ciudades más grandes e importantes del Ecuador son Quito, Guayaquil y Cuenca, tanto por la población que concentran, cuanto por la superficie territorial que ocupan.

Las tres ciudades presentan problemas de tránsitos similares, ocasionados porque sus ciudadanos han privilegiado la solución del transporte privado con carros propios, quedando relegados a un segundo plano las soluciones que se basan en una modernización del transporte colectivo.

En Quito se ha construido la primera etapa del tren subterráneo, con una inversión superior a los 2.000 millones de dólares, que será inaugurado durante el año 2021, una vez que se defina el modelo de gestión para su operación y mantenimiento.

En Cuenca se construyó un tren eléctrico de transporte urbano, mismo que se inauguró el año 2020, con una inversión aproximada de 282 millones de dólares; se espera que este tren eléctrico permita superar los problemas de transporte urbano colectivo en la ciudad de Cuenca.

En Guayaquil se encuentran en operación tres líneas de un sistema denominado Metrovía, el mismo que contempla un total de 7 líneas. Este sistema fue construido a costo no recuperable por la Municipalidad de Guayaquil, y tuvo una inversión superior a los 100 millones de dólares. En la infraestructura de vía exclusiva de hormigón y de estaciones para recibir y dejar pasajeros. En la operación de la Metrovía se aplica un sistema privado, en el que una asociación de

propietarios de buses que fueron desplazados por este proyecto, se han unido formando una Asociación que se encarga de la inversión en los buses articulados, así como en su operación y mantenimiento.

2. El sistema de transporte público colectivo aerosuspendido Durán – Guayaquil es una primera etapa de una nueva solución alternativa para el transporte público en Guayaquil, con una inversión de 134 millones de dólares. Una segunda etapa incluiría el sistema aerosuspendido Samborondón – Guayaquil, con dos estaciones. También podrían desarrollarse en un futuro mediano los sistemas de aerovías La Garzota – Zona Centro y Urdesa – Zona Centro, cuya prefactibilidad ha sido establecida.

3. El modelo de financiamiento aplicado en el sistema de Aerovía es similar al que usó en la Metrovía; esto es, el 85% de la inversión es un aporte no recuperable que hace el Municipio de Guayaquil, en tanto que el socio estratégico privado aportará el 15% de la inversión más los costos de operación y mantenimiento. El socio estratégico privado recaudará todos los ingresos derivados de la operación del sistema, y a cambio de ellos asumirá los riesgos derivados de la demanda atribuible al proyecto.

4. El estudio de Factibilidad fue contratado por la Municipalidad de Guayaquil con la firma consultora “Arias & Villagómez, Consultores”, misma que realizó su trabajo profesional contando con el respaldo de la empresa SYSTRA en la modelación y estimación de la demanda.

5. El diseño, financiamiento, construcción, operación y mantenimiento del sistema Durán – Guayaquil fue contratado con el “Consortio Aerosuspendido Guayaquil –POMA S.A.A y SOFRATESA INC.”; el proceso de construcción y equipamiento se concluyó en el año 2020, y el proyecto inició operaciones el 21 de diciembre de 2020.

6. El esquema de inversión compartida que se contrató se sustenta en la Ley Orgánica de Incentivos para Asociaciones Público – Privadas y la Inversión Extranjera, de fecha 18 de diciembre de 2015, que establece una serie de incentivos tributarios a favor del inversionista privado.

7. En el estudio de Factibilidad se compararon varias alternativas de transporte aerosuspendido, a saber: monorraíl, transporte por cable (monocable y tricable), ascensores inclinados y funiculares; los consultores llegaron a la conclusión de que para la ciudad de Guayaquil el estudio debería centrarse en las tecnologías de transporte por cable.

Se analizaron los siguientes tipos de transporte por cable: teleféricos, telecabinas pulsadas, telecabinas de movimiento unidireccional continuo, entre las cuales existen las telecabinas monocable, telecabinas bicables y telecabinas tricable. Los consultores recomendaron para Guayaquil las telecabinas monocables porque minimizan la inversión dada la demanda prevista de pasajeros.

8. Los escenarios alternativos de proyecto aerosuspendido estudiados fueron los siguientes:

- Ruta Centro – Norte: 5 alternativas.
- Ruta Centro – Urdesa: 5 alternativas.
- Ruta Centro – Samborondón: 3 alternativas.
- Ruta Centro – Durán: 3 alternativas

Para la primera etapa del proyecto se escogió una alternativa de la ruta Centro – Durán.

9. Las principales características técnicas de la alternativa seleccionada son las siguientes:

- Telecabina monocable
- Cabinas con capacidad para 10 personas
- Tiene una parada de 25 segundos en estaciones.
- Velocidad máxima de 5.5 m/s en línea (que podría ser reducida fuera de las horas pico).
- El tiempo de recorrido total será de 15 minutos.
- El sistema Durán – Guayaquil contará con 134 cabinas para responder a una carga máxima a largo plazo (estimada en 2400 personas por hora y por sentido).
- Velocidad en línea en horas cable: 2 m/s
- Aceleración/ desaceleración:  $0.8 \text{ m/s}^2$
- Intervalo entre las cabinas: 19.5 seg.
- Tiempo total en estación: 47 seg (aceleración + desaceleración+ tiempo de parada).

- El trazado permite recorrer en 15 minutos los 4.1 kilómetros que existen entre la estación de Durán y la del Parque Centenario.

10. La proyección de la demanda para el sistema aerosuspendido Durán – Guayaquil consideran las siguientes estimaciones:

AÑO	PASAJEROS POR DIA	PASAJEROS POR AÑO	DEMANDA PROYECTADA	
			ESC. BASE	ESC. PESIMISTA
2021	36.000	13'140.000	10'512.000	9'198.000
2030	40.878	14'920.470	11'936.376	10'744.329
2040	47.078	17'183.470	13'746.776	12'028.429
2050	55.000	20'075.000	16'060.000	14'052.500

11. Existe el riesgo de que el sistema de aerovía Durán – Guayaquil sea utilizado como instrumento turístico y no como mecanismo de transporte público colectivo. Si esto resulta así entonces la demanda será muy inferior a la estimada, y esta situación deberá ser interpretada como un fracaso del sistema, ya que no contribuye a la solución del transporte público en la ciudad de Guayaquil. Este riesgo será asumido exclusivamente por el socio inversionista privado, ya que la Municipalidad de Guayaquil ya ha realizado el sacrificio de cubrir el 85% de la inversión, misma que no será recuperada y que resulta ser un aporte del Municipio para el desarrollo integral de Guayaquil.

12. El modelo de gestión ha recibido críticas porque se considera que el único que obtendrá resultados exitosos seguros es el socio estratégico

privado, quien con una inversión de solo el 15% podrá vender sus equipos y tecnología y asegurar la operación del sistema durante 30 años.

13. Otro aspecto del proyecto que ha merecido reparos es el de la tarifa de viaje, establecida en USD 0.70 por persona, misma que ser revisada cada dos años, por motivos de inflación. Otras tarifas consideradas en el estudio de factibilidad fueron de USD 1.00 y USD 1.50. De todas maneras, la tarifa actual de un viaje por tierra en bus es de USD 0.35, que es la mitad de la tarifa aprobada para la Aerovía. Las líneas de buses que actualmente circulan en la ruta Durán – Guayaquil lo seguirán haciendo en el futuro y bajo la misma tarifa actual, lo que incidirá en que muchos viajeros decidan continuar usando esta modalidad de servicio.

14. La inversión del proyecto establecida en el contrato es de USD 134'507.463,27 de acuerdo con la siguiente desagregación:

• Construcción de estaciones	38'073.953,00
• Pilotes para torres en línea	10'539.474,00
• Sistema Teleférico principal	53'176.023,00
• Sistemas auxiliares	10'177.165,00
• Sistemas conexos	10'570.955,00
• Gestión del Consorcio	7'485.151,00
• Otros costos de capital	4'484.742,00

15. El financiamiento acordado de esta inversión es el siguiente:

• Aporte de la Municipalidad de Guayaquil, mediante préstamo de la Agencia Francesa de Desarrollo, a 20 años plazo (5 años de gracia y 15 años para devolución del principal. Tasa de interés 5.88% anual	114'331.343,85
--	----------------

- Aporte del Consorcio Privado  
20'176.119,20

16. Evaluación Financiera para el inversionista privado. Se obtuvo una tasa interna de retorno de 21% en el escenario base, y una TIR de 15% en el escenario pesimista. Ambas tasas de rendimiento son superiores al 13% establecido por la Municipalidad de Guayaquil como aceptable para un socio operador privado.

17. La Evaluación Económica se expresa a través de los siguientes indicadores:

- Valor Actualizado Neto Económico (VANE): 30'504.855
- Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE): 14.46%
- Relación Beneficios / Costos Económica 1.23

La TIRE es superior al 12% utilizada para la actualización de los flujos económicos.

18. La empresa seleccionada como socio estratégico privado tiene experiencia en la operación y mantenimiento de esta modalidad de transporte aerosuspendido. De todas, será fundamental que se aplique a cabalidad un mantenimiento preventivo diario, anual y multianual, para evitar cualquier eventualidad de accidentes. También existe riesgo de destrucción por vandalismo, por ocurrencia de sismos, por incendio o por fallo mecánico de las cabinas.

19. Durante el periodo de construcción surgieron voces de reclamo porque la estación Parque Centenario impide apreciar un mural artístico ubicado en la fachada del edificio de la Casa de la Cultura. Se trata de un edificio emblemático que queda completamente minimizado por la construcción de este proyecto. El daño causado no puede ser subsanado por no existir medidas de compensación.

## 9.2 Recomendaciones

1. Se recomienda que la Agencia Municipal de Transito realice un control muy estricto sobre la ejecución del contrato y su aplicación por parte del socio estratégico extranjero, en lo particular en lo relacionado con la operación del sistema y el mantenimiento preventivo al que se ha obligado y comprometido.

2. Se recomienda que en forma anual se realice una auditoría y evaluación del número de usuarios que han utilizado el sistema, para comparar estos resultados con la proyección de la demanda que consta en el estudio.

3. También se requiere un control estricto de la tarifa, aplicando en todo momento las normas previstas en el contrato para su eventual revisión.

4. Se recomienda realizar una auditoría ambiental del proyecto en operación, ya que los estudios ambientales de la factibilidad han resultado insuficientes.

5. Mientras no se confirmen los resultados favorables de la inversión, se recomienda suspender la implantación de otras iniciativas, como la ruta Samborondón- Guayaquil y la ruta Urdesa – Centro, en el norte de la urbe.

## BIBLIORAFIA

- Estudio de Factibilidad de un Sistema de Transporte Masivo Alternativo para la ciudad de Guayaquil. (2015). Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guayaquil.
- Ediciones Legales. (2016). Ley Orgánica de Incentivos para Asociaciones Público. - Privadas y la Inversión Extranjera. Ley s/n (Suplemento del Registro Oficial 652, 18-XII-2015).
- Contrato de Alianza Estratégica para realizar los Diseños definitivos, Suministro, Construcción, Montaje, Puesta en Funcionamiento, Financiamiento y Operación Del Sistema de Transporte Publico Aero suspendido para la ciudad de Guayaquil, (Primera Fase Guayaquil-Duran), suscrito el 8 de septiembre del 2017.
- Normas Europeas. (2000) - Directiva 2009/90/CE del parlamento europeo y del Consejo del 20 de marzo el 2000, relativa al transporte de personas por Cable.
- Román Rodríguez E. (2016). Evaluación Económica-Financiera del Sistema de Transporte Publico Aero suspendido para la ciudad de Guayaquil, (Primera Fase Guayaquil-Duran).
- Finnerty, J.D. (1998). Financiamiento de Proyectos: Técnicas Modernas de Ingeniería Económica, México, A. Simón & Schuster Company.
- JenKins, G.P., Chun-Yan k., Arnold C., y Harberger., (2011). Cost – Benefit Analisis for Juvestment Decisions, August.
- Behrens, W., P.M. Hawranek., (1994). Manual para la Preparación de Estudios de Viabilidad Industrial. Edición Corregida y Aumentada. Viena, ONUDI.

## ANEXOS

ANEXO N° 1: CALCULO DE LOS INGRESOS DIARIOS POR TARIFAS							
PERIODO	AÑO	PASAJEROS POR DIA	8 5%	1 5%	0, 70 X 0,85	0 ,35 X 0,15	US D/DIA
1	2021	36000	0600	400	1420	890	233
2	2022	36512	1035	477	1725	917	236
3	2023	37031	1476	555	2033	944	239
4	2024	37558	1924	634	2347	972	243
5	2025	38092	2378	714	2665	1000	246
6	2026	38634	2839	795	2987	1028	250
7	2027	39183	3306	877	3314	1057	253
8	2028	39740	3779	961	3645	1086	257
9	2029	40305	4259	1046	3981	1116	260
10	2030	40878	4746	1132	4322	1146	264

		2		3	6	2	2	268
11	031		41459	5240	219	4668	177	45
		2		3	6	2	2	272
12	032		42049	5742	307	5019	208	26
		2		3	6	2	2	276
13	033		42647	6250	397	5375	239	14
		2		3	6	2	2	280
14	034		43253	6765	488	5736	271	07
		2		3	6	2	2	284
15	035		43868	7288	580	6101	303	05
		2		3	6	2	2	288
16	036		44492	7818	674	6473	336	09
		2		3	6	2	2	292
17	037		45125	8356	769	6849	369	18
		2		3	6	2	2	296
18	038		45767	8902	865	7231	403	34
		2		3	6	2	2	300
19	039		46418	9455	963	7619	437	56
		2		4	7	2	2	304
20	040		47078	0016	062	8011	472	83
		2		4	7	2	2	309
21	041		47747	0585	162	8409	507	17
		2		4	7	2	2	313
22	042		48426	1162	264	8813	542	55
		2		4	7	2	2	318
23			49115					

	043		1748	367	9223	579	02	
		2		4	7	2	2	322
24	044		49813	2341	472	9639	615	54
		2		4	7	3	2	327
25	045		50521	2943	578	0060	652	12
		2		4	7	3	2	331
26	046		51239	3553	686	0487	690	77
		2		4	7	3	2	336
27	047		51968	4173	795	0921	728	49
		2		4	7	3	2	341
28	048		52707	4801	906	1361	767	27
		2		4	8	3	2	346
29	049		53456	5438	018	1806	806	13
		2		4	8	3	2	356
30	050		55000	6750	250	2725	888	13

**ANEXO N° 2: CALCULO DE LOS INGRESOS ANUALES POR TARIFAS**

**DOS ESCENARIOS FINANCIEROS**

PERIODO	AÑO	USD/AÑO	ESCENARIO	
			1	ESCENARIO 2
1	021	8.50 8.150	6.806.5 20	5.955.705
2	022	8.62 9.330	6.903.4 64	6.040.531
3	023	8.75 1.605	7.001.2 84	6.126.124
4	024	8.87 6.435	7.101.1 48	6.213.505
5	025	9.00 2.725	7.202.1 80	6.301.908
6	026	9.13 0.475	7.304.3 80	6.391.333
7	027	9.26 0.415	7.408.3 32	6.482.290
8	028	9.39 1.815	7.513.4 52	6.574.270
9	029	9.52 3.580	7.618.8 64	6.666.506
10	030	9.66 0.820	7.728.6 56	6.762.574

		9.79	7.838.7	
11	031	8.425	40	6.858.898
		9.93	7.949.9	
12	032	7.490	92	6.956.243
		10.0	8.063.2	
13	033	79.110	88	7.055.377
		10.2	8.178.0	
14	034	22.555	44	7.155.789
		10.3	8.294.2	
15	035	67.825	60	7.257.478
		10.5	8.412.2	
16	036	15.285	28	7.360.700
		10.6	8.531.6	
17	037	64.570	56	7.465.199
		10.8	8.653.1	
18	038	16.410	28	7.571.487
		10.9	8.776.3	
19	039	70.440	52	7.679.308
		11.1	8.901.0	
20	040	26.295	36	7.788.407
		11.2	9.027.7	
21	041	84.705	64	7.899.294
		11.4	9.155.6	
22	042	44.575	60	8.011.203
		11.6	9.286.1	
23				8.125.411

	043	07.730	84	
24	044	72.710	68	8.240.897
25	045	39.880	04	8.357.916
26	046	09.605	84	8.476.724
27	047	81.885	08	8.597.320
28	048	56.355	84	8.719.449
29	049	33.475	996	8.843.622
30	050	98.745	996	9.099.122