

# VIABILIDAD TÉCNICA

## C40 Cities Finance Facility

OCTUBRE 2020



Funding partners:



Implementing agencies:



## **SOBRE CFF**

El programa C40 Cities Finance Facility (CFF) es una colaboración entre el Grupo de Liderazgo Climático – C40 Ciudades por el Clima y la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ) GmbH. El CFF apoya a las ciudades en economías en Desarrollo y emergentes en el desarrollo de proyectos que estén listos para acceder a financiamiento con el fin de reducir emisiones y detener el aumento de la temperatura mundial en 1.5 °C, fortaleciendo la resistencia contra los impactos del cambio climático. El CFF está financiado por el Ministerio Federal Alemán para la Cooperación y el Desarrollo Económico (BMZ), la Fundación del Fondo de Inversión para la Infancia (CIFF), el Gobierno del Reino Unido y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

Funding partners:



Implementing agencies:



# Agradecimientos

## Ciudad de Quito

Marcelo Narvaez  
Gustavo Hinostroza

## GIZ

Alexandra Perez Salazar  
Mario Piñeiros

## Equipo técnico

Paulo Sérgio Custódio  
Wagner Colombini Martins  
Diogo Barreto  
Cesar Arias  
Patrícia Herrmann  
Pilar Henríquez  
Maurício Feijó Cruz  
Juliana Carmo Antunes  
Bruna Pizzol  
Rafael Sanabria Rojas  
Pietro Enrico Haydamus  
Diego Ferrete  
Augusto Pirani Ghilardi  
Kátia Oliveira Custódio

Preparado por:  
C40 Cities Finance Facility

Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Oficinas:  
Bonn and Eschborn, Germany

Potsdamer Platz 10  
10785 Berlin, Germany

E [contact@c40cff.org](mailto:contact@c40cff.org)  
W [c40cff.org](http://c40cff.org)

Logit Engenharia Consultiva Ltda.  
Avenida Eusébio Matoso, 690, São Paulo/SP Brasil  
São Paulo, 2020  
[www.logiteng.com](http://www.logiteng.com)

Funding partners:



Implementing agencies:



## Lista de tablas

Tabla 1: Características de los corredores .....	8
Tabla 2: Movilidad en transportes motorizados .....	30
Tabla 2: Demanda potencial de los corredores de BRT (cobertura - banda de 500m) .....	38
Tabla 3: Demanda diaria de pasajeros por modo de transporte.....	45
Tabla 3: Características de VMUs.....	52
Tabla 6: Parámetros de dimensionamiento de estaciones .....	73
Tabla 7: Eficiencia del módulo de parada de la estación .....	75
Tabla 8: Dimensionamiento de las estaciones de la extensión norte .....	76
Tabla 4: Presupuesto referencial.....	93
Tabla 5: cronograma propuesto para la obra .....	94

Funding partners:



UK Government



USAID  
FROM THE AMERICAN PEOPLE



Implementing agencies:

## Lista de figuras

Figura 1: Parroquias urbanas y rurales .....	3
Figura 2: Densidad Poblacional.....	4
Figura 3: Ingresos Mensuales Relativos .....	5
Figura 4: Actividades.....	6
Figura 5: Metrobus-Q y Metro .....	7
Figura 6: Pasajeros en corredor Oriental Ecovía, 2019.....	9
Figura 7: Pasajeros en corredor Trolebús, 2019 .....	9
Figura 8: Extensión norte – Corredor Trolebús .....	10
Figura 9: Número de carriles disponibles para el tráfico general por tramo .....	11
Figura 10: Localización del tramo al sur de la Av. Amazonas .....	12
Figura 11: Posicionamiento de las estaciones en el tramo al sur de la Av. Amazonas .....	12
Figura 12: Sección transversal Av. Galo Plaza Lasso, tramo con 3 carriles (por sentido) .....	13
Figura 8: Sección transversal Av. Galo Plaza Lasso, con adelantamiento con 3 carriles (por sentido).....	14
Figura 9: Cruce de las avenidas Galo Plaza y Amazonas.....	14
Figura 10: Localización del tramo entre la avenida Isaac Albéniz y la calle Del Cedros.....	15
Figura 11: Posicionamiento de las estaciones en el tramo entre la avenida Isaac Albéniz y la calle Del Cedros.....	15
Figura 12: Sección transversal Av. Galo Plaza Lasso, tramo entre la avenida Isaac Albéniz y la calle Del Cedros.....	16

Funding partners:



Implementing agencies:



Figura 15: Sección transversal Av. Galo Plaza Lasso, con adelantamiento entre la avenida Isaac Albéniz y la calle Del Cedros.....	17
Figura 17: Sección Transversal de la Av. Galo Plaza en el cruce con la Av. Del Maestro .....	17
Figura 18: Localización del tramo entre la calle De Los Cedros y la calle De Los Eucaliptos.....	18
Figura 19: Vista superior y sección transversal en el tramo entre la calle De Los Cedros y la calle De Los Eucaliptos .....	19
Figura 21: Localización del tramo entre la calle De Los Eucaliptos y la Av. Eloy Alfaro .....	20
Figura 22: Posicionamiento de las estaciones en el tramo entre la calle De Los Eucaliptos y la Av. Eloy Alfaro.....	21
Figura 27: Cruce de la Av. Galo Plaza con la Calle De Los Arupos .....	21
Figura 29: Localización del tramo después de la avenida Eloy Alfaro hasta la Calle N-76 .....	22
Figura 30: Vista superior y sección transversal en el tramo después de la avenida Eloy Alfaro hasta la Calle N-76.....	23
Figura 34: Vista superior del viario después de la Calle N-76 hasta el Terminal Carapungo.....	25
Figura 9: Líneas de deseo, región norte.....	26
Figura 10: Líneas de deseo, región sur.....	27
Figura 11: Macrozonas.....	28
Figura 12: Población que viajó y no viajó por Macrozona .....	29
Figura 13: Hábitos de utilización de los modos de transporte .....	30
Figura 14: Distribución horaria de viajes en transporte público.....	31
Figura 15: Motivo prioritario de viaje .....	31
Figura 16: Corredores de transporte del escenario con proyecto.....	34

Funding partners:



Implementing agencies:



Figura 33: Area de influencia directa, corredor Ecovia.....	36
Figura 33: Area de influencia directa, corredor Trolebús.....	38
Figura 16: Origen/destino de viajes en transporte público en la hora pico de la mañana .....	40
Figura 20: Áreas de influencia de estaciones del metro y del BRT y conexiones estratégicas del sistema de BRT .....	41
Figura 20: Ejemplo de asignación de demanda en la red de corredores de BRT y Metro (HPM).....	44
Figura 20: Etapas diarias por modo de transporte (escenario A) – Tarifa base USD0.35, metro 0.50.....	45
Figura 20: Perfil de cargamento horario - Corredor Trolebús (Escenario A) .....	47
Figura 20: Perfil de cargamento horario - Corredor Ecovia (Escenario A) .....	48
Figura 20: Perfil de cargamento horario - Metro (Escenario A) .....	49
Figura 16: VMUs .....	51
Figura 17: Ciclovías en DMQ .....	54
Figura 18: Área restringida - Hop scooter .....	55
Figura 19: BiciQuito.....	57
Figura 20: Bicicleta plegable .....	59
Figura 21: Portabicicletas interno.....	60
Figura 22: Rack interno con fijo de una rueda.....	61
Figura 23: Ciclo parqueaderos U invertido en Quito.....	62
Figura 24: Ciclo parqueaderos controlado en Sao Paulo .....	63
Figura 25: Ciclo parqueaderos <i>locker</i> .....	64
Figura 26: Portabicicletas frontal .....	65
Figura 27: Instrucciones para ubicar bicicleta en el <i>rack</i> .....	66

Funding partners:



Implementing agencies:



Figura 28: Portabicicletas frontal plegable .....	67
Figura 29: Portabicicletas trasero.....	68
Figura 29: Localización de estaciones en la extensión norte del corredor Trolebús .....	73
Figura 29: Ejemplo de señalización de advertencia en el acceso del patio Sanchinarro – España.....	77
Figura 29: Acceso de buses en Via estrecha .....	77
Figura 43: Ubicación de las plazas de aparcamiento para recarga - Patio Carapungo .....	80
Figura 43: Detalle de los cargadores debajo de la cobertura y del transformador	81
Figura 45: Ubicación de las plazas de aparcamiento para recarga – Terminal Carcelén.....	82
Figura 45: Ubicación de las plazas de aparcamiento para recarga – Terminal La Y .....	83
Figura 45: Ubicación de las plazas de aparcamiento para recarga – Terminal La Y .....	84
Figura 45: Estacionamiento Terminal Carcelén.....	85
Figura 45: Puente Peatonal en el Acceso de la Av. Eloy Alfaro .....	86
Figura 50: Estacionamiento Terminal La Y .....	87
Figura 50: terminal Carapungo.....	88
Figura 30 : Ubicación Cicloparqueadero .....	90
Figura 31 : Amarrador de acero .....	90
Figura 32 : Señalética .....	91

Funding partners:



Implementing agencies:



# Contenido

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. Caracterización del perfil del usuario .....	2
2.1 Quito.....	2
2.2 Sistema de Transporte Publico .....	6
2.2.1 Cacacterísticas Principales de los Corredores .....	7
2.2.2 Extensión Labrador- Carapungo.....	9
2.2.3 Estructura de la demanda.....	25
2.2.4 Características de los Usuarios .....	27
3. Demanda de Pasajeros Considerando la Operación del Metro .....	33
3.1 Generalidades.....	33
3.1.1 Información de partida .....	33
3.1.2 Hipótesis de partida .....	33
3.1.3 Demanda potencial.....	35
3.1.4 Esquema operacional de los corredores de Trolebús y Ecovias .....	38
3.2 Demanda de pasajeros .....	42
3.2.1 Distribución de etapas de viaje.....	44
3.2.2 Perfil de cargamento.....	46
4. Vehículo de movilidad urbana (VMU): .....	50
4.1 Contexto.....	52
4.1.1 Infraestructura existente .....	53
4.1.2 VMUs compartidos .....	54
4.2 Medidas de Integración con el sistema .....	57
4.2.1 Transporte dentro del vehículo .....	58

Funding partners:



Implementing agencies:



4.2.2	Estacionamientos .....	62
4.2.3	Transporte fuera del vehículo .....	65
4.2.4	BiciQuito y otros sistemas compartidos .....	69
5.	Especificaciones técnicas .....	71
5.1	Estaciones.....	71
5.1.1	Tipología de la estación .....	73
5.1.2	Ubicación y tamaño de cada estación propuesta .....	76
5.2	Análisis especificaciones técnicas .....	78
5.2.1	Estaciones .....	78
5.2.2	Patios.....	79
5.2.3	Terminales.....	81
5.2.4	Estacionamientos .....	84
5.3	VMUs .....	88

Funding partners:



Implementing agencies:



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la actividad 2.1.1 – Viabilidad Técnica, del proyecto “Asistencia técnica para la transición de buses diésel a e-buses y la ampliación del corredor Central Trolebús” como soporte al C40 Cities Finance Facility (CFF), identificado por el contrato número 81249355 con GIZ.

Este proyecto tiene como objetivo principal proveer soporte técnico para dos proyectos de servicios de electro movilidad de Quito, en Ecuador. El primer proyecto consiste en la extensión del corredor de Trolebús de Labrador hasta Carapungo y la renovación de la flota trolebuses. El segundo proyecto consiste en la transición del BRT Ecovía de autobuses diésel a e-buses.

La información del presente documento proporciona el componente técnico de ambos subproyectos y considera los siguientes aspectos:

- i. **Caracterización del perfil del usuario:** Identifica el entorno socioeconómico y de oferta tanto física como operacional del transporte público de los usuarios potenciales del sistema
- ii. **Demanda de pasajeros:** identifica la demanda potencial a través de la revisión y evaluación de las matrices de origen, destino y demanda existentes para la ciudad
- iii. **Vehículo de movilidad urbana (VMU):** evalúa posibles medidas para incluir UMV que operan como servicios de alimentación y medidas para integrar el sistema con el programa BiciQ;
- iv. **Tipología de la estación:** definición de ubicación, tamaño y tipología de cada estación propuesta, basada en el análisis de las características de la demanda de viajes locales (que se desarrollará en cooperación con la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas - EPMMP);
- v. **Especificaciones técnicas:** creación de una descripción clara de los requisitos de los materiales que se comprarán e implementarán, considerando las circunstancias específicas de la ciudad y los requisitos del equipo de implementación local. Esto incluirá la estimación de los costos de estos elementos, con base en los costos de sistemas comparables y los precios actuales del mercado

Funding partners:



Implementing agencies:



## 2. Caracterización del perfil del usuario

Para caracterizar al usuario, además de observar sus características socioeconómicas, es necesario entender el contexto en el que realiza sus desplazamientos, así como el sistema de transporte utilizado. A continuación, se incluyen los datos sobre la Ciudad de Quito, su sistema de transportes público, específicamente los corredores Trolebús e Ecovía de Metrobus-Q y, finalmente, sobre los usuarios de este sistema.

### 2.1 Quito

La ciudad de Quito es la capital político-administrativa de Ecuador, actualmente, se proyecta que el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) sea el mayor cantón del país, con más de 2,7 millones de habitantes en 2020<sup>1</sup>. En 2010, por medio del Censo de Población y Vivienda en Ecuador, se identificó casi 2,3 millones de habitantes en DMQ, de estos, cerca de 72,3% habitan las parroquias urbanas (Ciudad de Quito) y los otros 27,7% las parroquias rurales del cantón.

Quito es cercada por montañas, ubicada en una meseta a 2.850 msnm en la Cordillera Occidental de los Andes, en la región Sierra de Ecuador. La ciudad presenta una topografía predominantemente longitudinal, con 5 a 8 km de extensión de este y oeste y más de 20 km de extensión a norte y sur, topografía que favorece el transporte público basado en líneas troncales y alimentadoras, como el que actualmente circula en la ciudad.

---

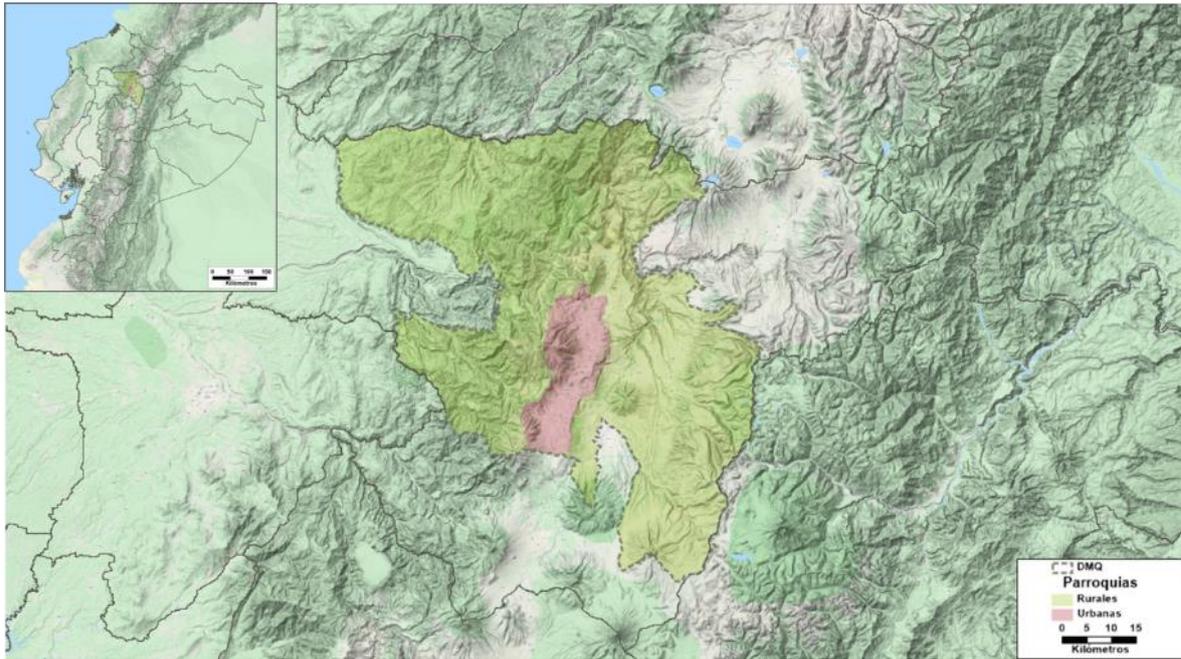
<sup>1</sup> INEC. Proyecciones poblacionales.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 1: Parroquias urbanas y rurales**

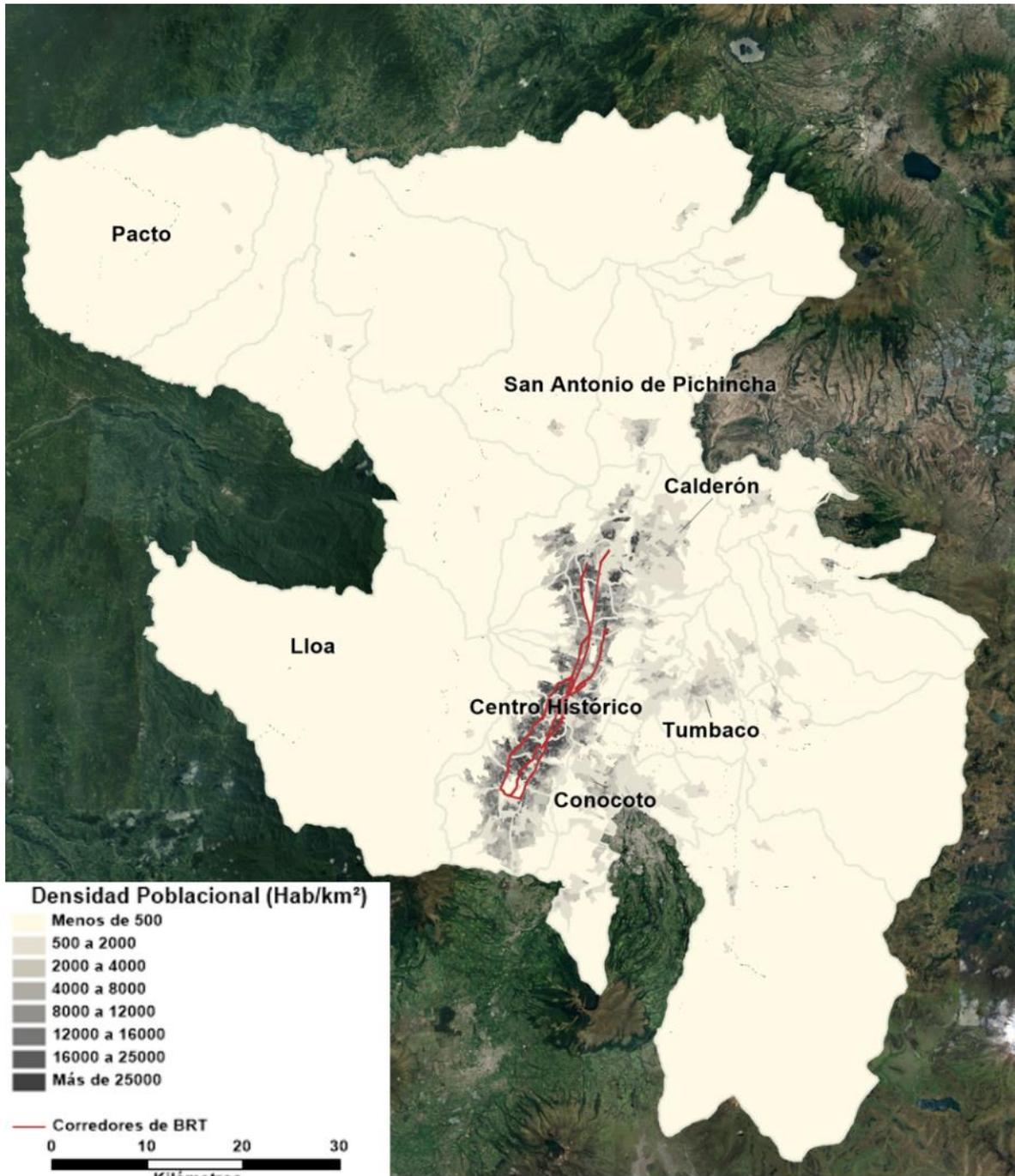
Fuente: DMQ & Google Terrain

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 2: Densidad Poblacional**  
Fuente: INEC & Google Satellite

Funding partners:

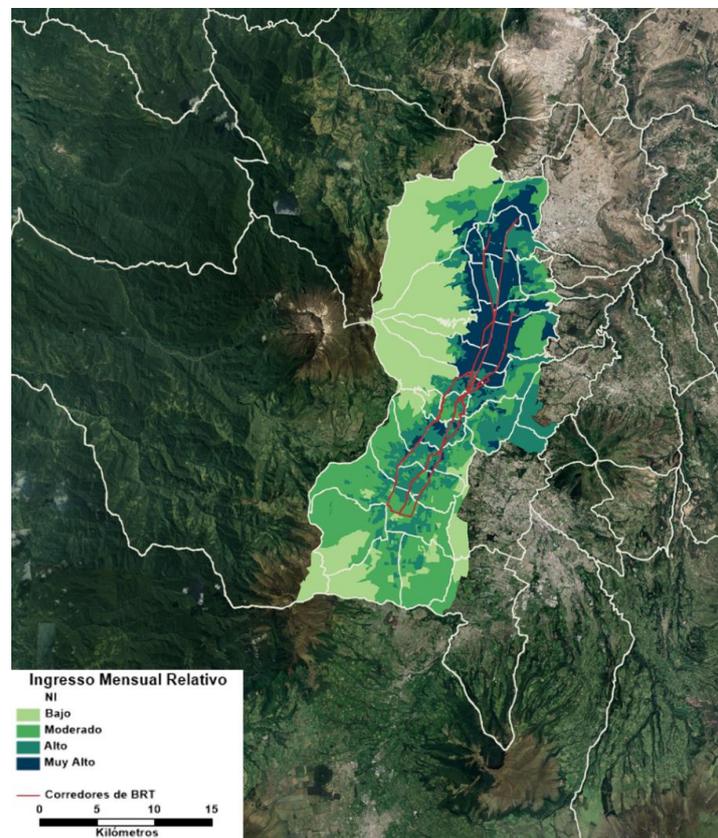


Implementing agencies:



Su altitud y proximidad con la línea del ecuador hacen con que el clima en Quito sea clasificado como Cfb<sup>2</sup>, esto es, húmedo de montaña, con temperaturas amenas y siendo isotérmico a lo largo del año. Existen apenas dos estaciones, una más seca, en los meses con temperaturas más altas, de junio a septiembre, y él otra más lluvioso, en el resto del año, aun así, se destaca que el clima seco en Quito tiene pluviometría alta.

Las parroquias urbanas de Quito, en la parte norte y este, son las más ricas, con ingresos mensuales mayores, ya en la parte oeste, se observan los menores ingresos mensuales. Con relación a comercio y enseñanza, estos están principalmente localizados en las parroquias urbanas de Quito, ya en las parroquias rurales, se observa el predominio de actividades de agricultura.



**Figura 3: Ingresos Mensuales Relativos**

Fuente: INEC & Google Satellite

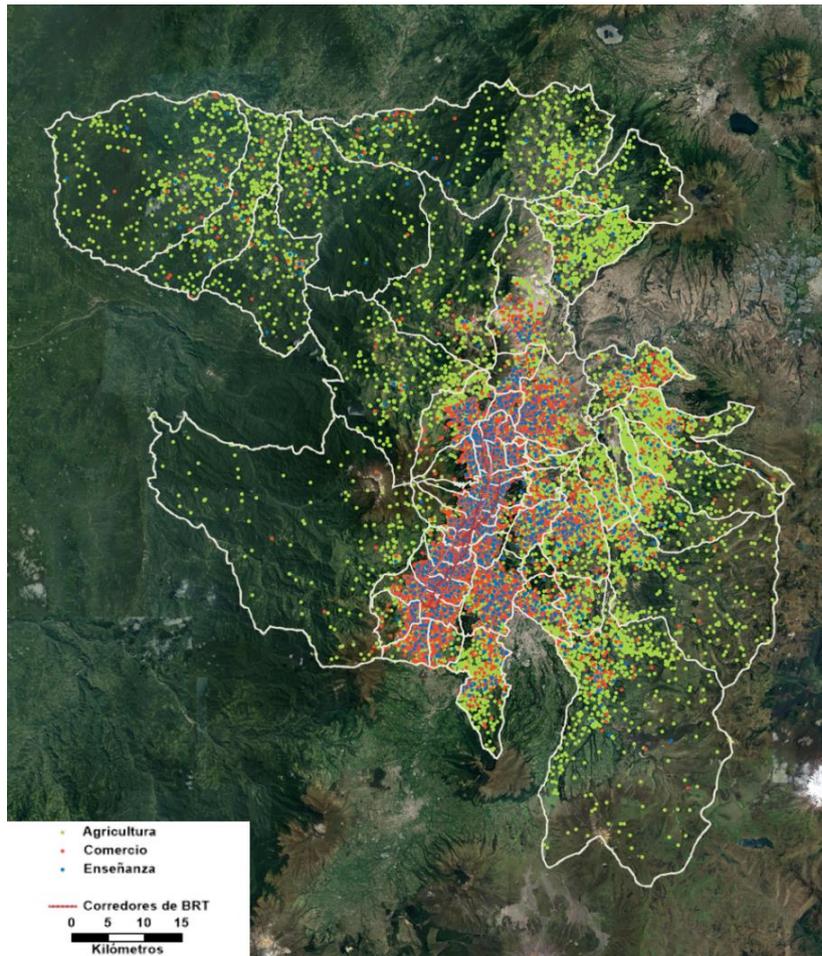
<sup>2</sup> Según clasificación climática de Köppen, em que “C” es identificación para clima templado, “f” es para precipitaciones constantes y “b” para templado o verano suave.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 4: Actividades**

Fuente: INEC & Google Satélite

## 2.2 Sistema de Transporte Publico

El sistema de transporte público de DMQ es estructurado en corredores exclusivos de BRT, de norte a sur, líneas alimentadoras de los corredores de BRT, de este a oeste, y líneas convencionales, con sus rutas específicas, compuestas por servicios urbanos y servicios interparroquiales e intraparroquiales. Adicionalmente, está en final de construcción de la primera línea del metro, también en el sentido norte-sur paralelo a los corredores de BRT.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> <https://www.metrodequito.gob.ec/proceso-de-seleccion-de-empresa-operadora/>. Acceso en 25/05/2020.

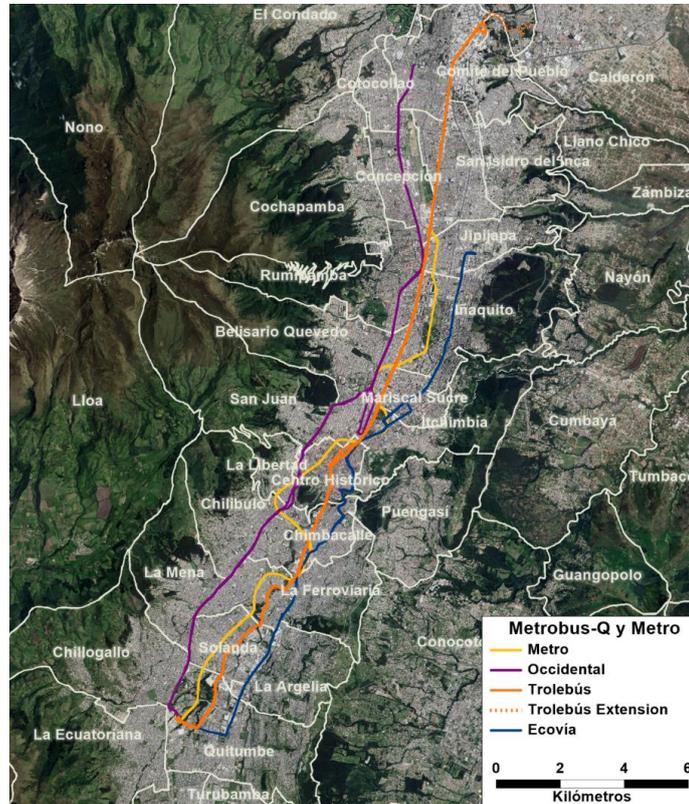
Funding partners:



Implementing agencies:



El Metrobus-Q (Metro-Q) es el sistema tronco alimentador que une las líneas exclusivas de BRT (sistema troncal) y las líneas alimentadoras. Metrobus-Q está conformado por 3 “corredores”: Trolebús, Oriental o Ecovía y Occidental. Esos corredores tienen varios circuitos organizados operados con vehículos articulados y biarticulados en más de 71 km de vías segregadas.



**Figura 5: Metrobus-Q y Metro**

Fuente: DQM & Google Satélite

### 2.2.1 Características Principales de los Corredores

El Corredor Trolebus fue inaugurado en 1995, cuenta con 39 paraderos, 4 estaciones de transferencia y, en promedio, 281 mil pasajeros diarios. La Ecovía, inaugurada en 2002, tiene 38 paraderos, 2 estaciones de transferencias y, en promedio, 229 mil pasajeros diarios. El esquema tarifario considera una tarifa integrada de USD 0,25 de valor normal, USD 0,12 de tarifa reducida y 0,10 de preferencial.

Funding partners:



Implementing agencies:



**Tabla 1: Características de los corredores**

Corredor	Trolebús	Oriental / Ecovía
<b>Inauguración</b>	1995	2002
<b>Circuitos</b>	5	7
<b>Longitud (km)</b>	22,5	20,9
<b>Estaciones/Paraderos</b>	39	38
<b>Estaciones de Transferencia</b>	4	2
<b>Distancia entre estaciones (m)</b>	400	400
<b>Flota Troncal</b>	<b>Trolebús</b>	49
	<b>Biarticulados</b>	55
	<b>MB0500</b>	8
	<b>Volvo B10M</b>	0
	<b>Volvo B12M</b>	0
<b>Demanda diaria (mil)</b>	281	229

Fuente: Empresa de Transporte de Pasajeros, DMQ, 2017

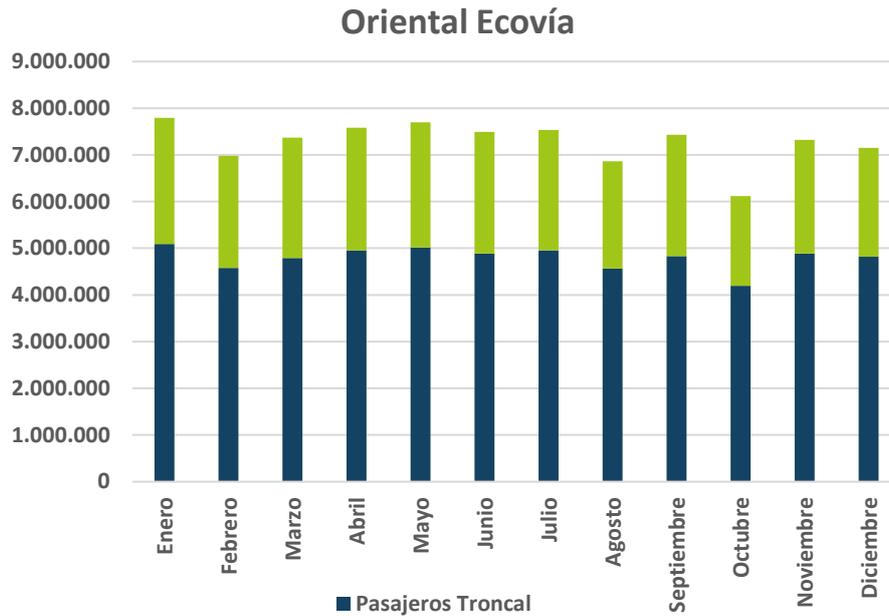
En las siguientes figuras se incluye el movimiento de pasajeros en las líneas troncales y alimentadoras en los corredores Trolebús y Oriental Ecovía para el año de 2019. En general, se puede observar un mayor número de pasajeros en las líneas troncales, con una disminución del movimiento en los meses de vacaciones y días festivos.

Funding partners:



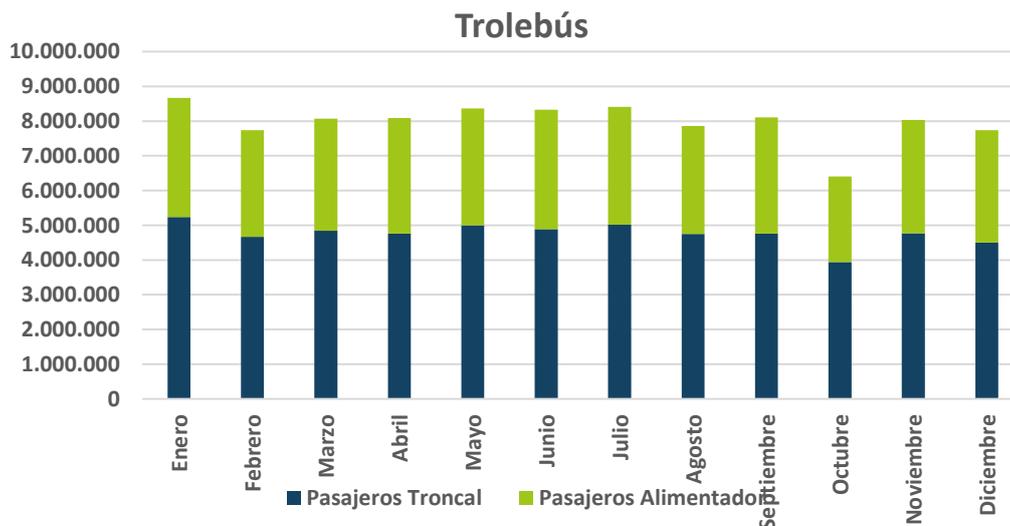
Implementing agencies:





**Figura 6: Pasajeros en corredor Oriental Ecovía, 2019**

Fuente: Empresa de Transporte de Pasajeros, DMQ



**Figura 7: Pasajeros en corredor Trolebús, 2019**

Fuente: Empresa de Transporte de Pasajeros, DMQ

## 2.2.2 Extensión Labrador- Carapungo

La extensión norte hasta la terminal de Carapungo tiene una longitud de 8,7 km, en el que se contemplan 13 estaciones (incluyendo la Terminal de Carapungo). Este nuevo tramo del corredor no tendrá cobertura de catenaria. La figura presentada a

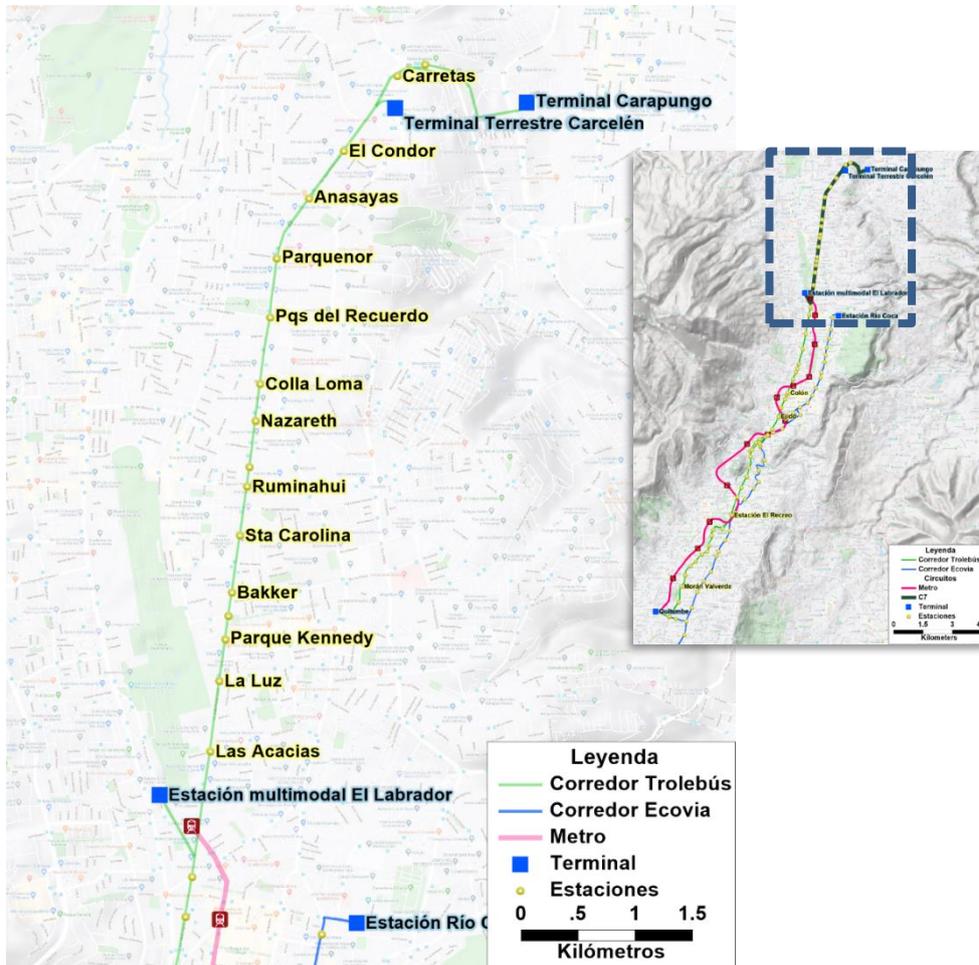
Funding partners:



Implementing agencies:



continuación muestra el trazado y localización de las estaciones en la Extensión Norte.



**Figura 8: Extensión norte – Corredor Trolebús**

Fuente: Elaboración propia

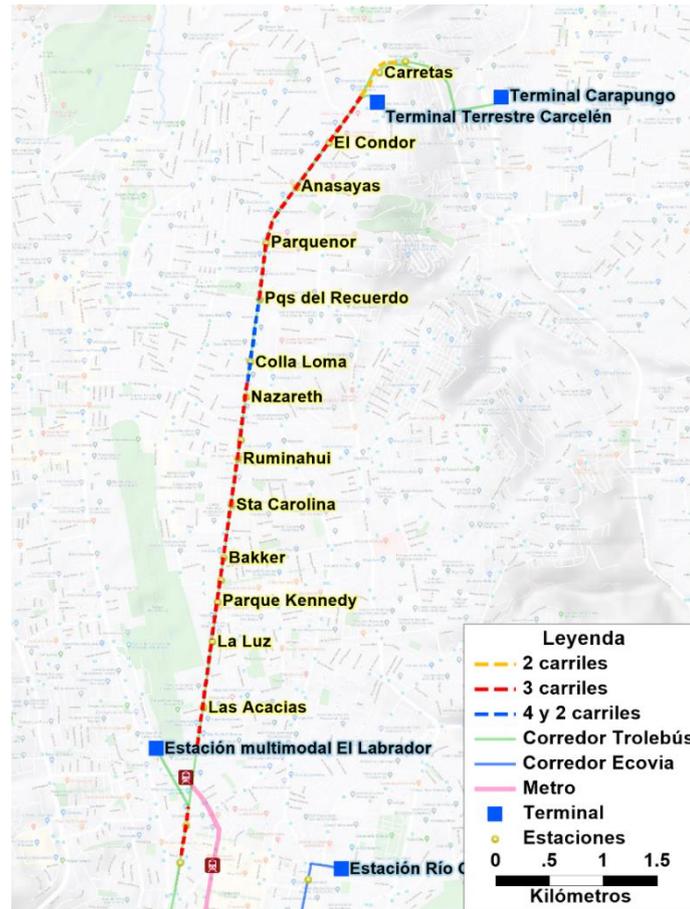
La Extensión Norte cuenta con un carril exclusivo por sentido para la circulación de los servicios troncales del corredor Trolebús. Para el tránsito mixto, el número de carriles es de 2 y 3 por sentido, dependiendo del tramo, conforme se ilustra en la siguiente figura.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 9: Número de carriles disponibles para el tráfico general por tramo**

Fuente: Elaboración propia

Además, el proyecto tiene dos tramos en los que el corredor será subterráneo en el cruce con la Av. Del Maestro y la Calle De Los Arupos.

A continuación, se describen estos tramos:

### Tramo al sur de la Av. Amazonas

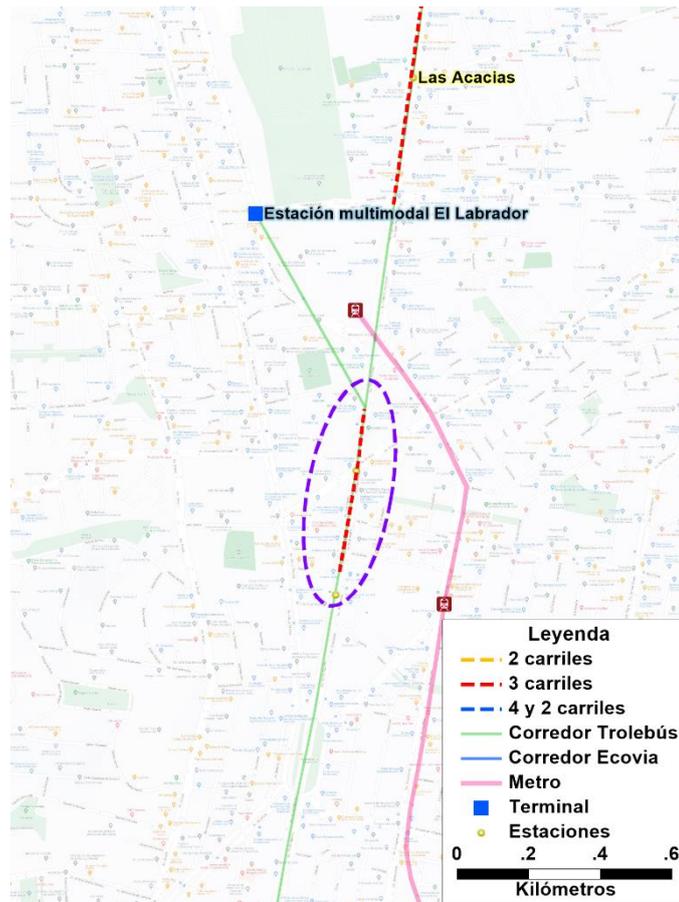
En todo el tramo de la avenida Galo Plaza Lasso entre la Calle Falconi y la avenida Amazonas, se dispondrá de 3 carriles para el tráfico general para cada sentido de circulación. Las siguientes figuras ilustran las secciones transversales tipo de los tramos descritos y su localización.

Funding partners:



Implementing agencies:

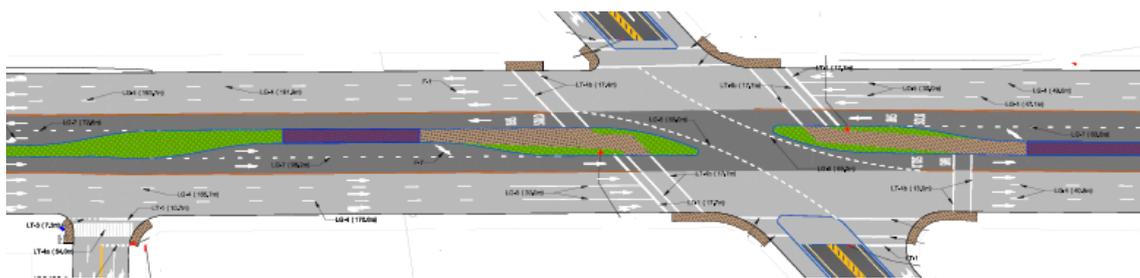




**Figura 10: Localización del tramo al sur de la Av. Amazonas**

Fuente: Elaboración propia

La siguiente figura ilustra la disposición de las estaciones del corredor y la correspondiente sección transversal.



**Figura 11: Posicionamiento de las estaciones en el tramo al sur de la Av. Amazonas**

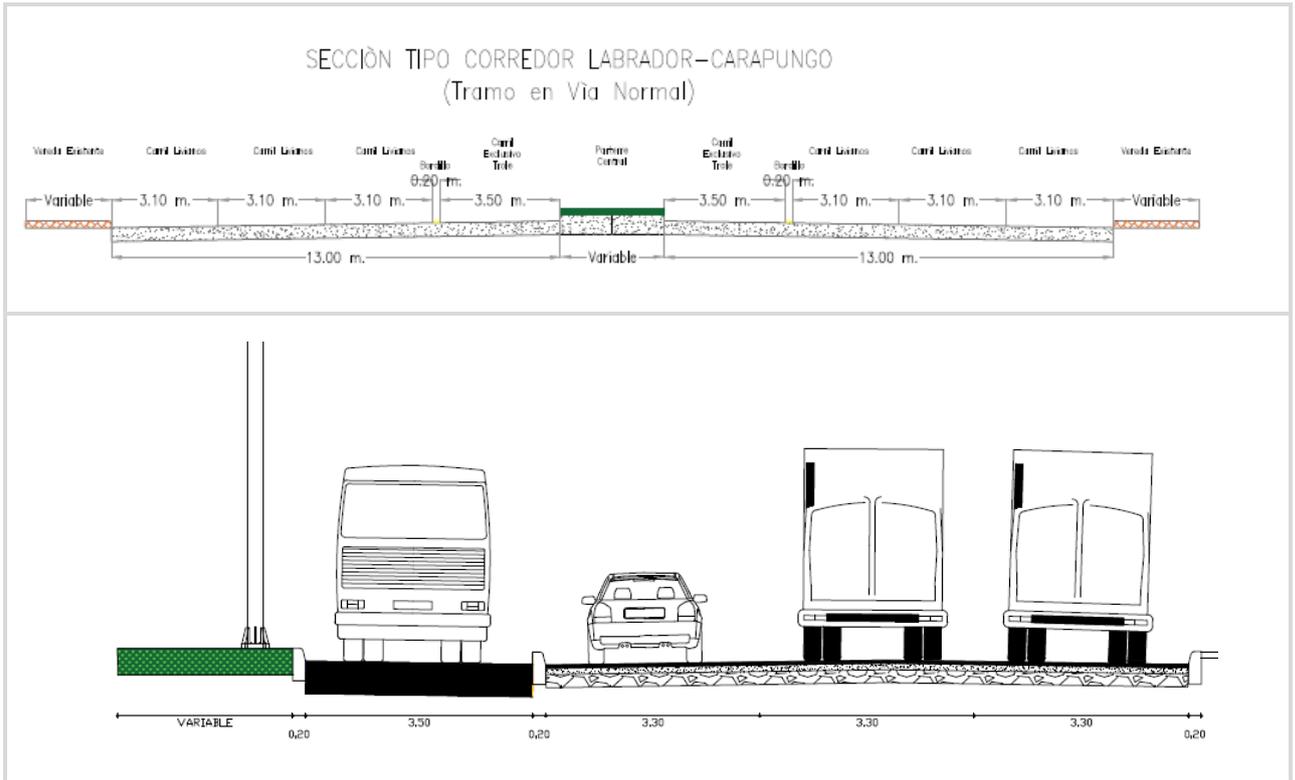
Fuente: Estudio de los Diseños de Ingeniería Finales del Corredor Labrador – Carapungo (Secretaría de Movilidad, Quito)

Funding partners:



Implementing agencies:

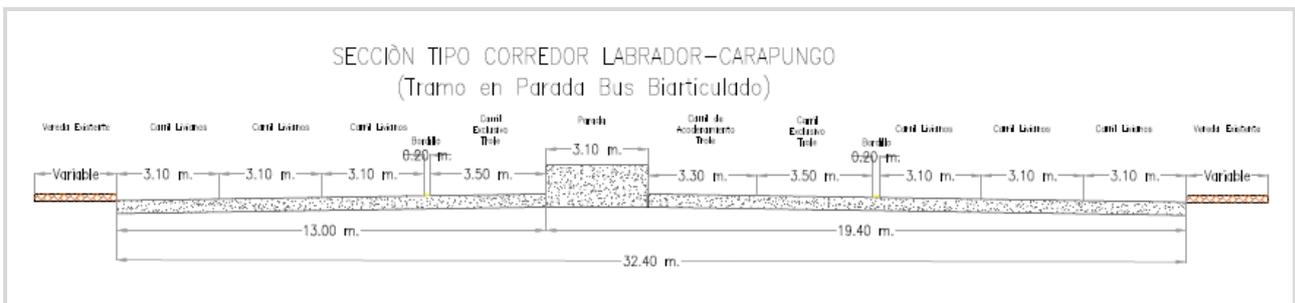




**Figura 12: Sección transversal Av. Galo Plaza Lasso, tramo con 3 carriles (por sentido)**

Fuente: Estudio de los Diseños de Ingeniería Finales del Corredor Labrador – Carapungo (Secretaría de Movilidad, Quito)

El corredor posibilita el sobrepaso en las áreas de paradero, a través de un carril adicional, resultando en una sección transversal conforme la mostrada en las siguientes figuras.

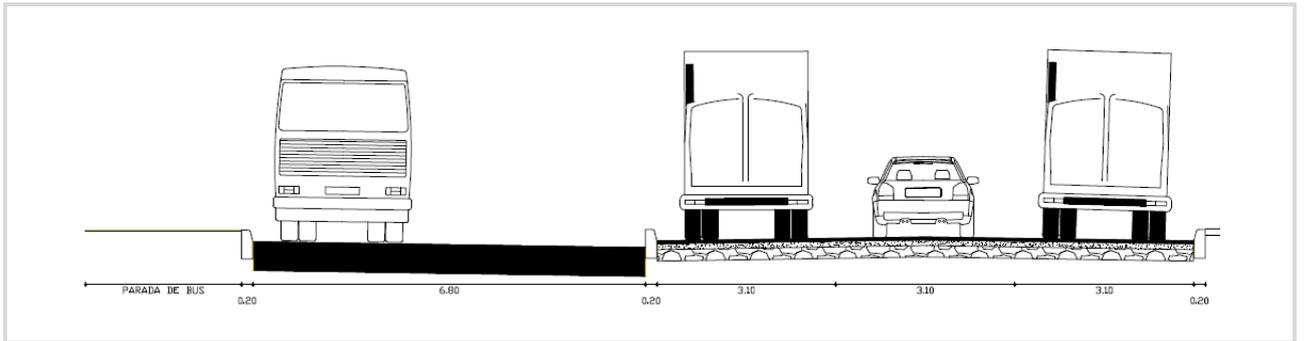


Funding partners:



Implementing agencies:

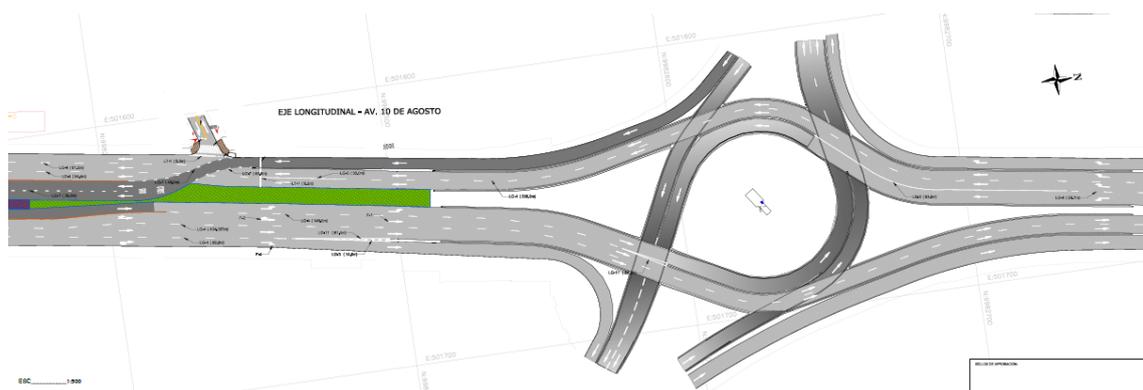




**Figura 13: Sección transversal Av. Galo Plaza Lasso, con adelantamiento con 3 carriles (por sentido)**

Fuente: Estudio de los Diseños de Ingeniería Finales del Corredor Labrador – Carapungo (Secretaría de Movilidad, Quito)

Un punto de atención en este tramo es la intersección con la Avenida Amazonas, donde el corredor hará un desvío para llegar a la Terminal del Labrador.



**Figura 14: Cruce de las avenidas Galo Plaza y Amazonas**

Fuente: Estudio de los Diseños de Ingeniería Finales del Corredor Labrador – Carapungo (Secretaría de Movilidad, Quito)

### Tramo entre la avenida Isaac Albéniz y la calle Del Cedros

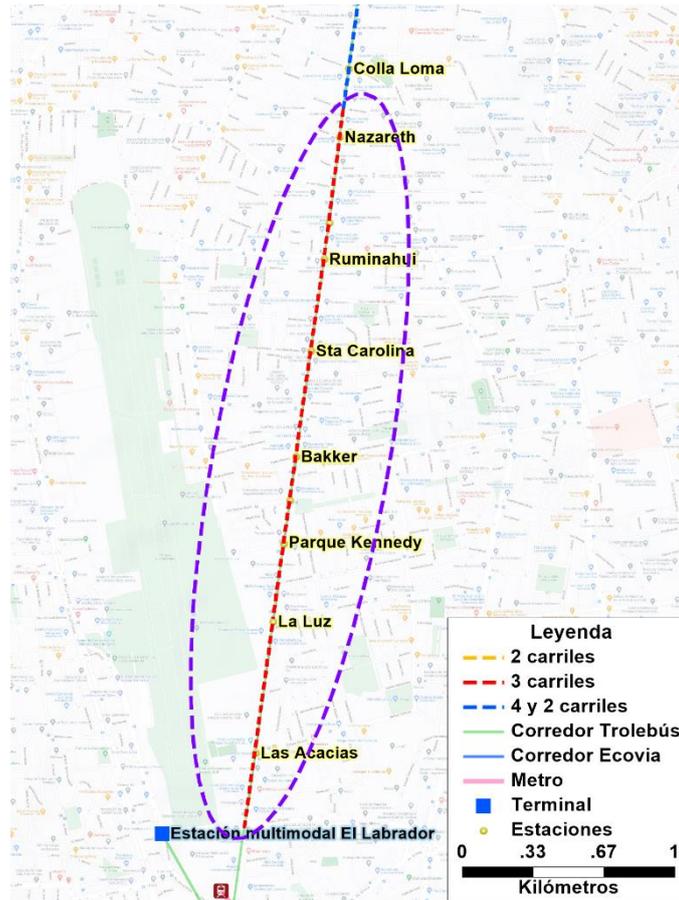
En todo el tramo de la avenida Galo Plaza Lasso entre la avenida Isaac Albéniz y la calle Del Cedros, se dispondrá de 3 carriles para el tráfico general en ambos sentidos. Las siguientes figuras ilustran las secciones transversales tipo de los tramos descritos y su localización.

Funding partners:



Implementing agencies:

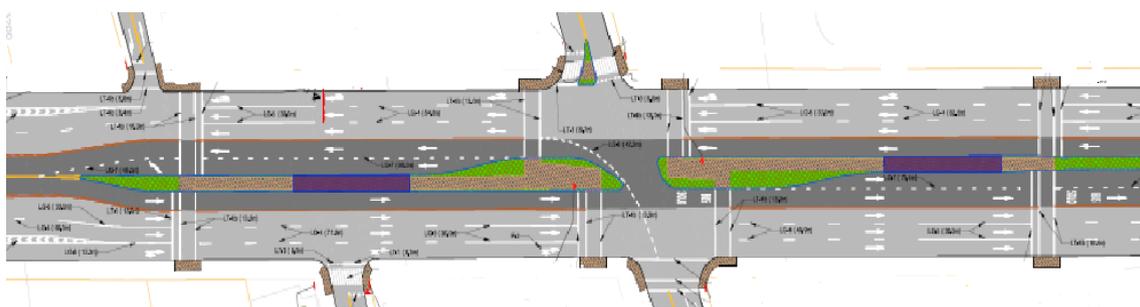




**Figura 15: Localización del tramo entre la avenida Isaac Albéniz y la calle Del Cedros**

Fuente: Elaboración propia

Las estaciones del corredor se distribuirán en la vía como se muestra a continuación en púrpura.



**Figura 16: Posicionamiento de las estaciones en el tramo entre la avenida Isaac Albéniz y la calle Del Cedros**

Fuente: Estudio de los Diseños de Ingeniería Finales del Corredor Labrador – Carapungo (Secretaría de Movilidad, Quito)

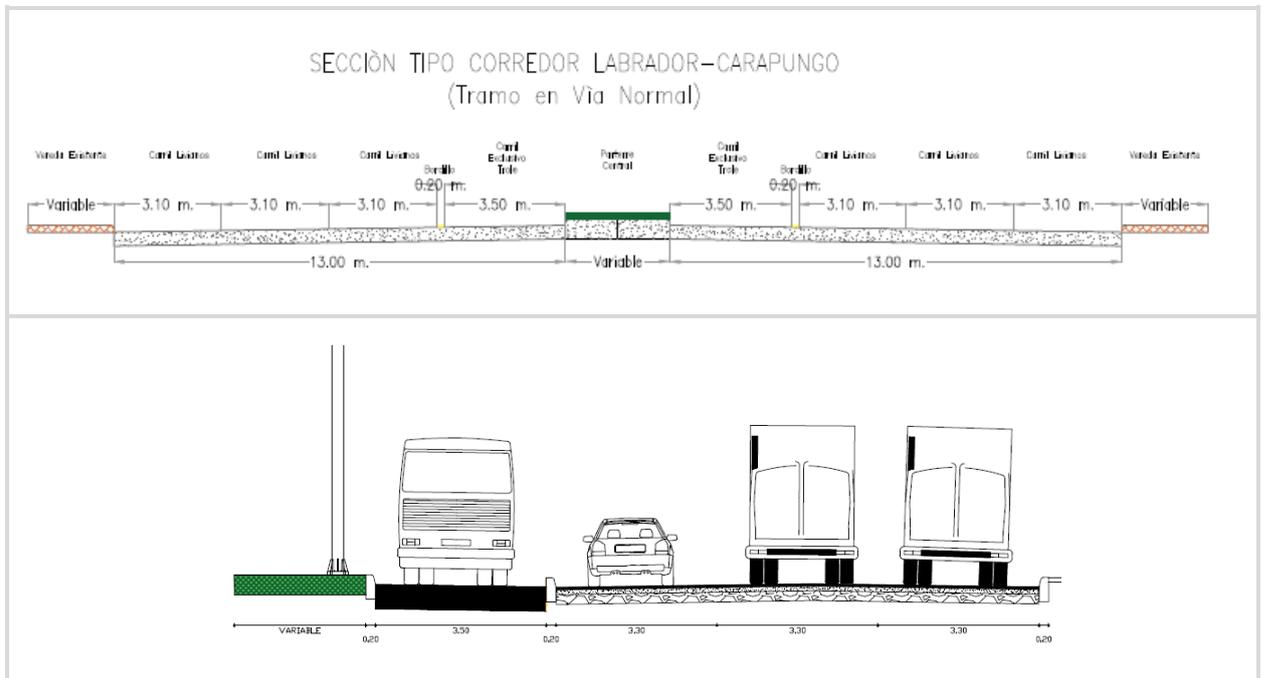
Funding partners:



Implementing agencies:



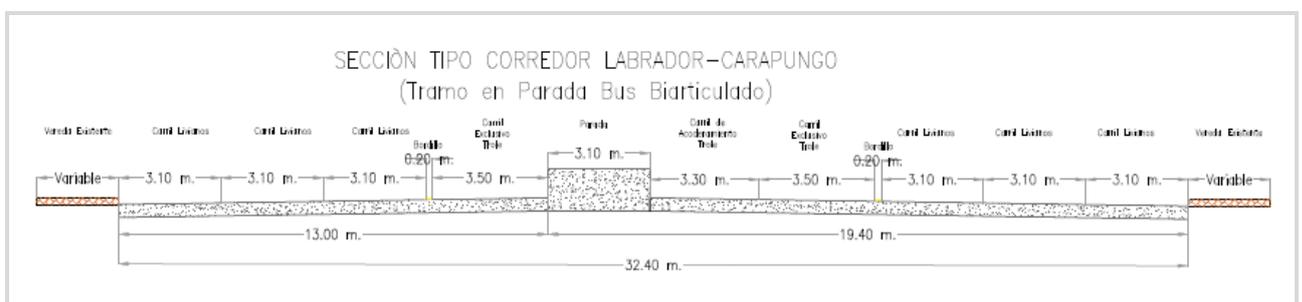
La sección transversal típica de este tramo se presenta en la siguiente figura:



**Figura 17: Sección transversal Av. Galo Plaza Lasso, tramo entre la avenida Isaac Albéniz y la calle Del Cedros**

Fuente: Estudio de los Diseños de Ingeniería Finales del Corredor Labrador – Carapungo (Secretaría de Movilidad, Quito)

Cuando se necesita un carril adicional para sobrepasar dentro del corredor debido a la presencia de una estación de embarque y desembarque, la sección transversal es la que se muestra en las siguientes figuras.

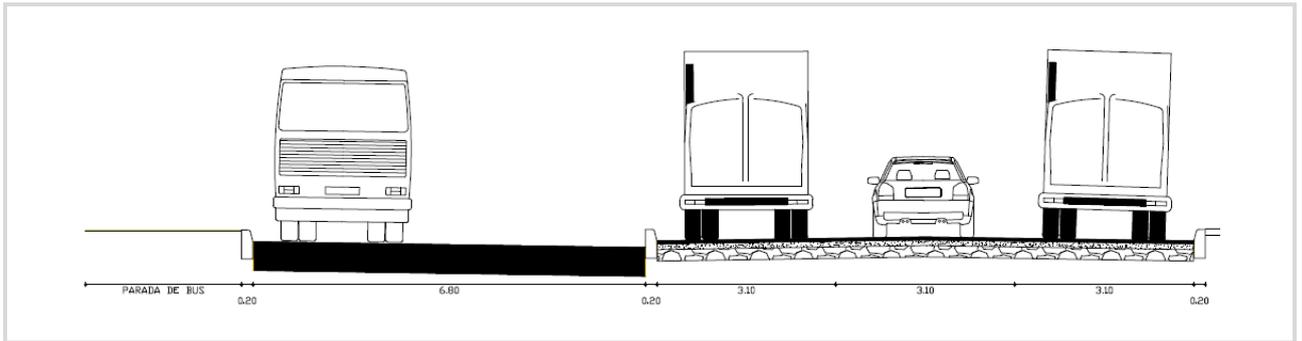


Funding partners:



Implementing agencies:

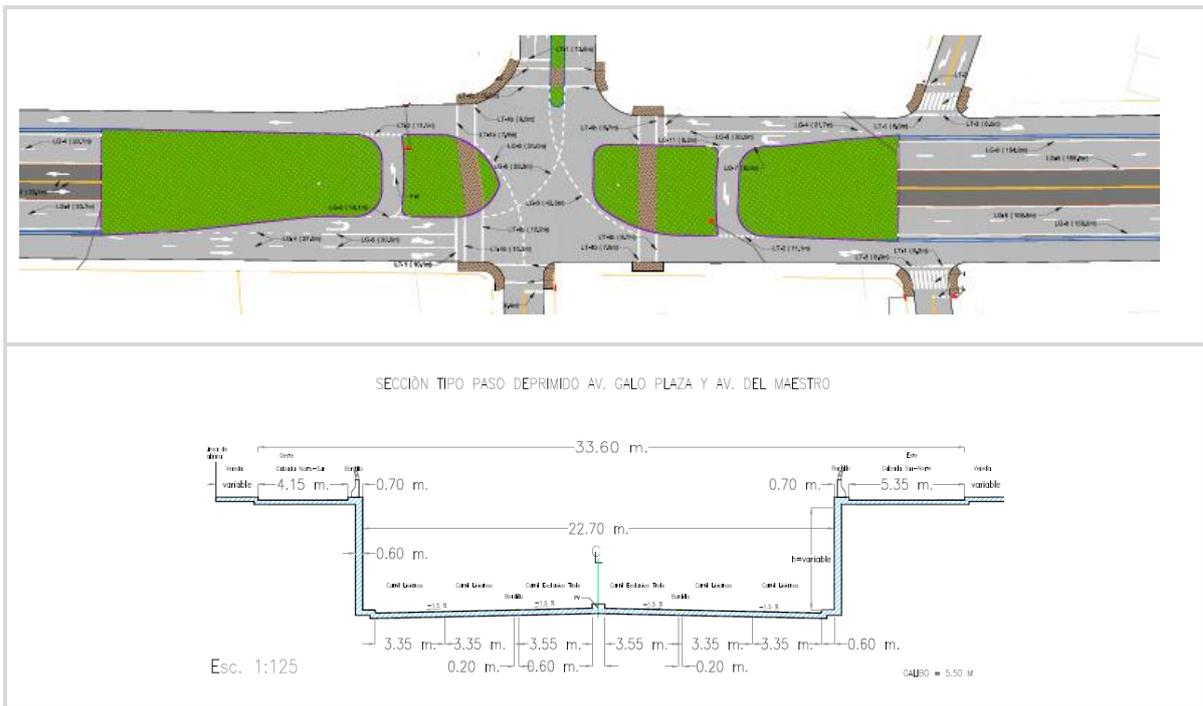




**Figura 18: Sección transversal Av. Galo Plaza Lasso, con adelantamiento entre la avenida Isaac Albéniz y la calle Del Cedros**

Fuente: Estudio de los Diseños de Ingeniería Finales del Corredor Labrador – Carapungo (Secretaría de Movilidad, Quito)

En el cruce de la Av. Galo Plaza con la Av. Del Maestro el corredor será subterráneo con un ancho de 22,70 metros, conforme las siguientes figuras.



**Figura 19: Sección Transversal de la Av. Galo Plaza en el cruce con la Av. Del Maestro**

Fuente: Estudio de los Diseños de Ingeniería Finales del Corredor Labrador – Carapungo (Secretaría de Movilidad, Quito)

Funding partners:

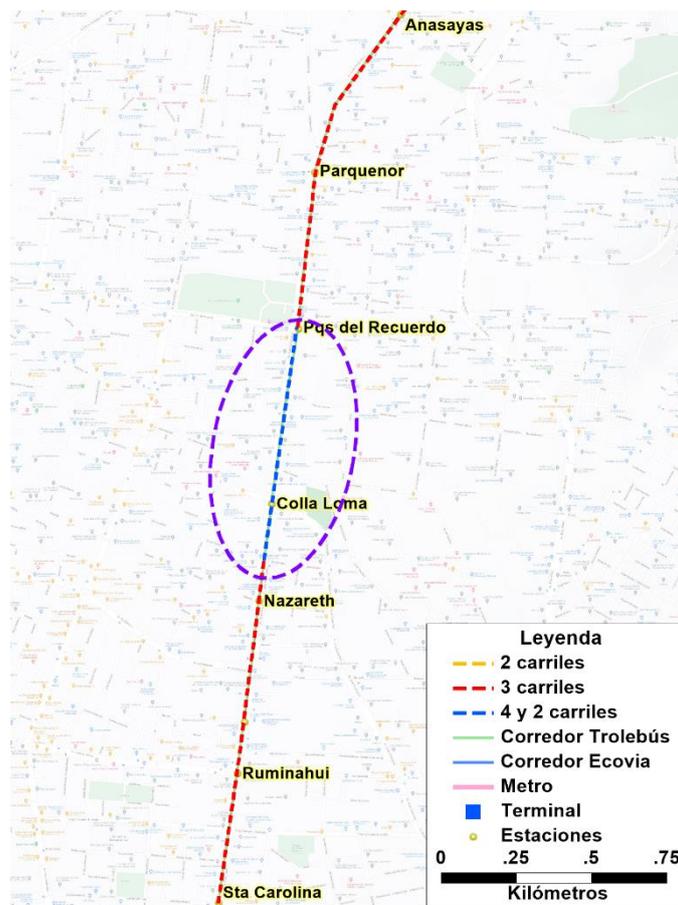


Implementing agencies:



## Sección Transversal – Tramo entre la calle De Los Cedros y la calle De Los Eucaliptos

En todo el tramo de la avenida Galo Plaza Lasso entre la calle De Los Cedros y la calle De Los Eucaliptos, el número de carriles para el tráfico general será de 4 en el sentido sur y 2 en el sentido norte. Las siguientes figuras ilustran las secciones transversales tipo de los tramos descritos y su localización.



**Figura 20: Localización del tramo entre la calle De Los Cedros y la calle De Los Eucaliptos**

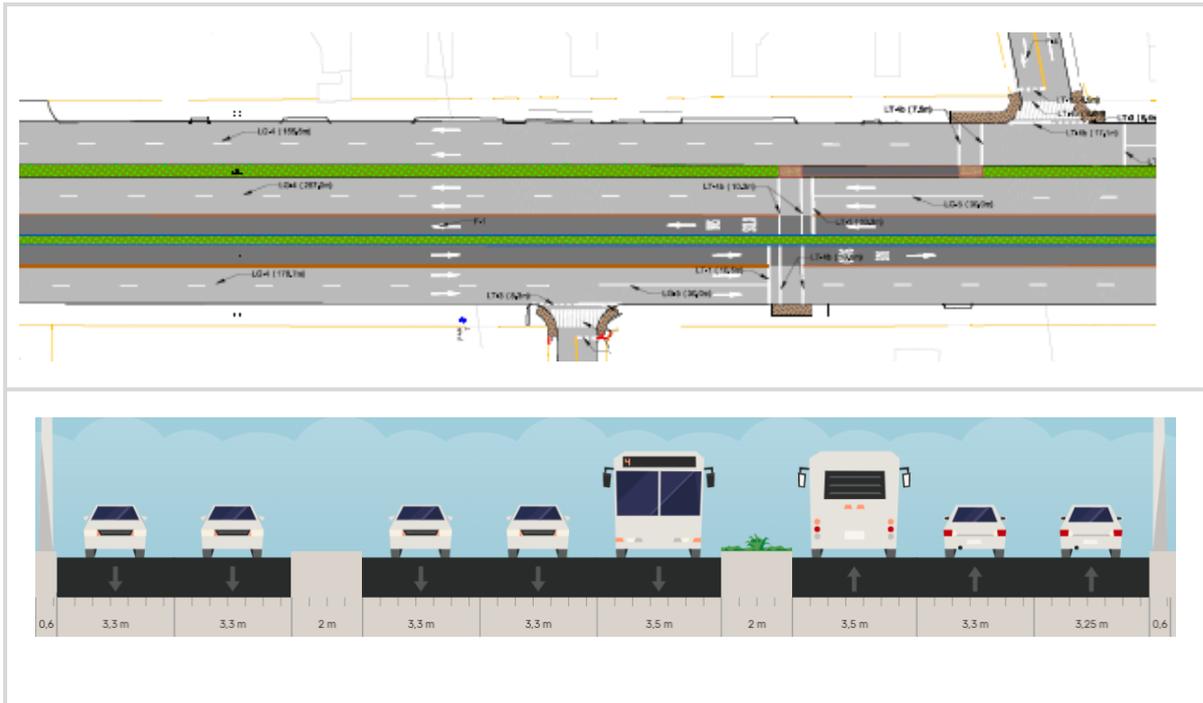
Fuente: Elaboración propia

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 21: Vista superior y sección transversal en el tramo entre la calle De Los Cedros y la calle De Los Eucaliptos**

Fuente: Estudio de los Diseños de Ingeniería Finales del Corredor Labrador – Carapungo (Secretaría de Movilidad, Quito), Fuente: Elaboración propia

### Tramo entre la calle De Los Eucaliptos y la Av. Eloy Alfaro

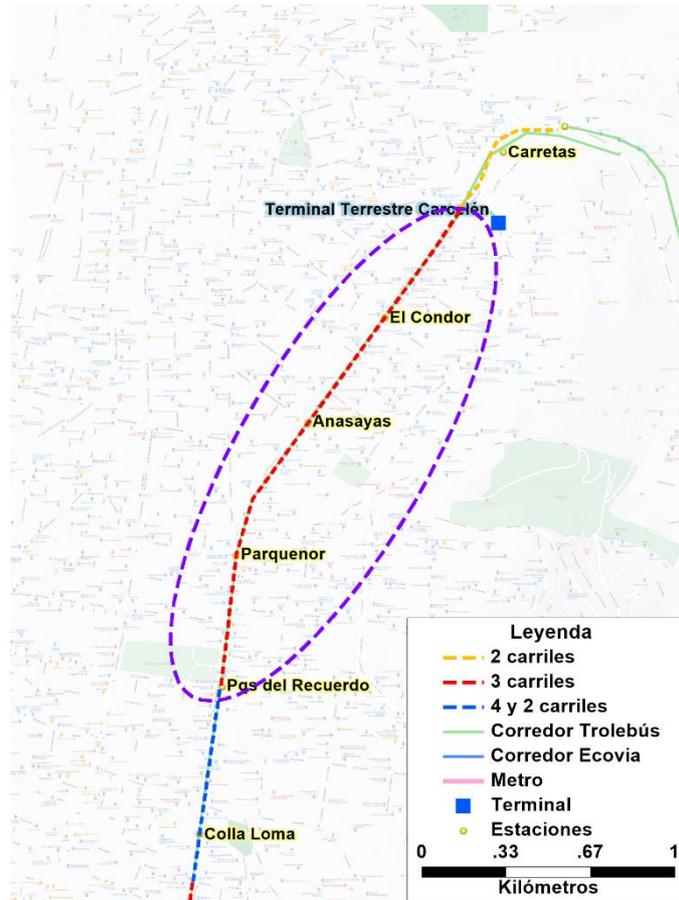
En todo el tramo de la avenida Galo Plaza Lasso entre la calle De Los Eucaliptos y la Av. Eloy Alfaro, se dispondrá de 3 carriles para el tráfico general en ambos sentidos. Las siguientes figuras ilustran las secciones transversales tipo de los tramos descritos y su localización.

Funding partners:



Implementing agencies:

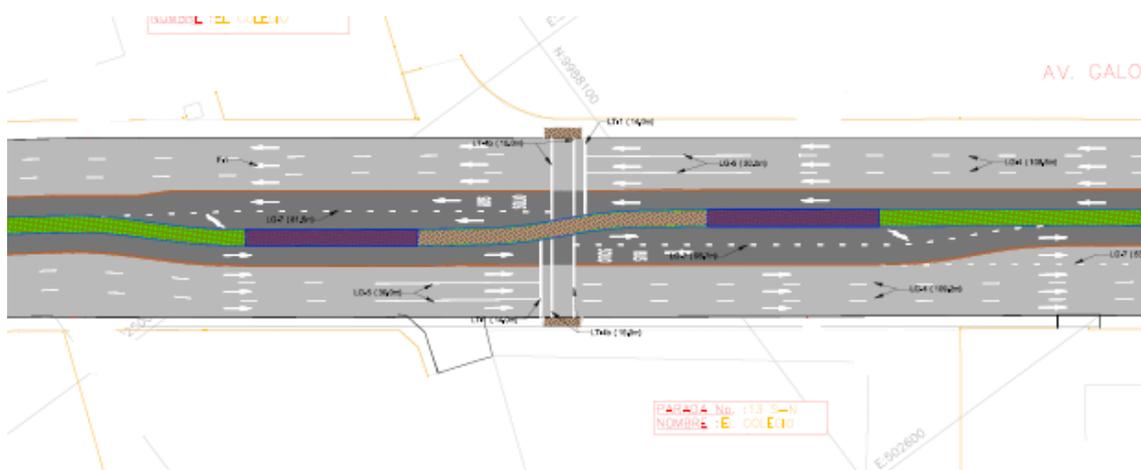




**Figura 22: Localización del tramo entre la calle De Los Eucaliptos y la Av. Eloy Alfaro**

Fuente: Elaboración propia

Las estaciones del corredor se distribuirán en la vía como se muestra a continuación en púrpura.



Funding partners:



Implementing agencies:



**Figura 23: Posicionamiento de las estaciones en el tramo entre la calle De Los Eucaliptos y la Av. Eloy Alfaro**

Fuente: Estudio de los Diseños de Ingeniería Finales del Corredor Labrador – Carapungo (Secretaría de Movilidad, Quito)

En el cruce de la Av. Galo Plaza con la Calle De Los Arupos el corredor será subterráneo, con un ancho de 22,70 metros, conforme las siguientes figuras.



**Figura 24: Cruce de la Av. Galo Plaza con la Calle De Los Arupos**  
Fuente: Estudio de los Diseños de Ingeniería Finales del Corredor Labrador – Carapungo (Secretaría de Movilidad, Quito)

**Sección Transversal – Tramo con 2 carriles para el tráfico general**

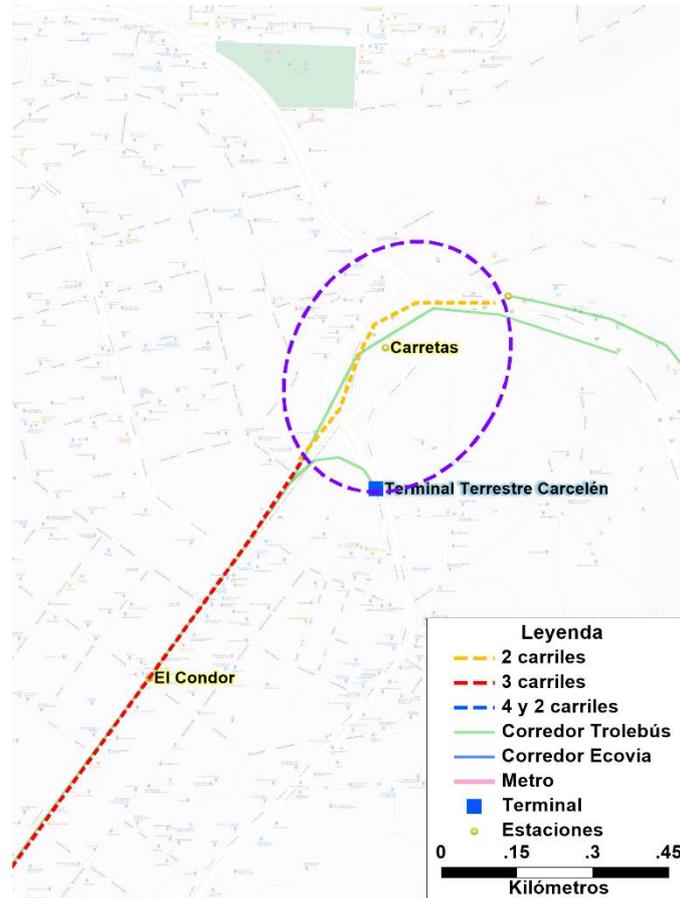
Funding partners:



Implementing agencies:



En todo el tramo de la avenida Galo Plaza Lasso después de la avenida Eloy Alfaro hasta la Calle N-76, se dispondrá de 2 carriles para el tráfico general en ambos sentidos. Las siguientes figuras ilustran la sección transversal tipo del tramo descrito.



**Figura 25: Localización del tramo después de la avenida Eloy Alfaro hasta la Calle N-76**

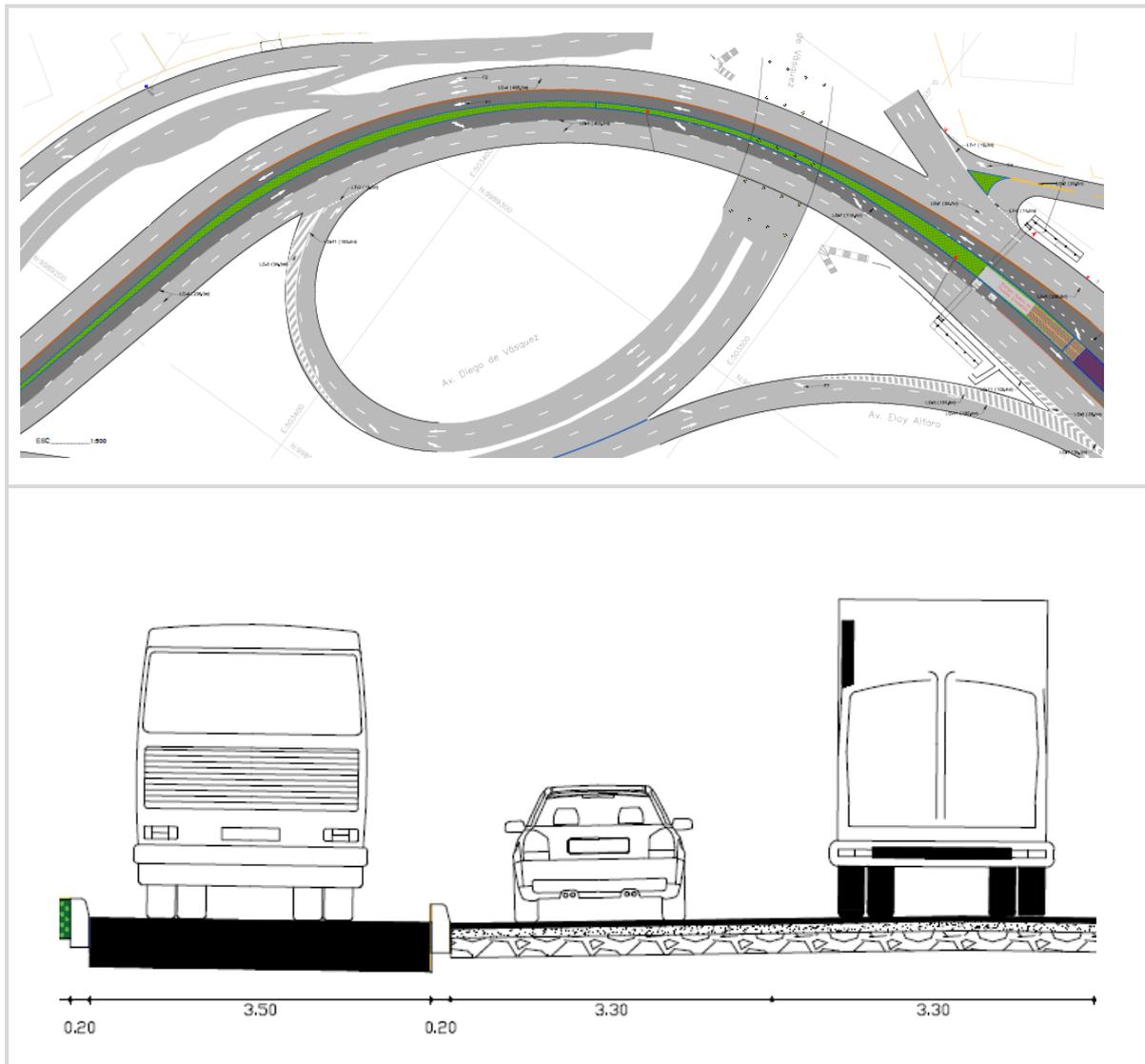
Fuente: Elaboración propia

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 26: Vista superior y sección transversal en el tramo después de la avenida Eloy Alfaro hasta la Calle N-76**

Fuente: Estudio de los Diseños de Ingeniería Finales del Corredor Labrador – Carapungo (Secretaría de Movilidad, Quito)

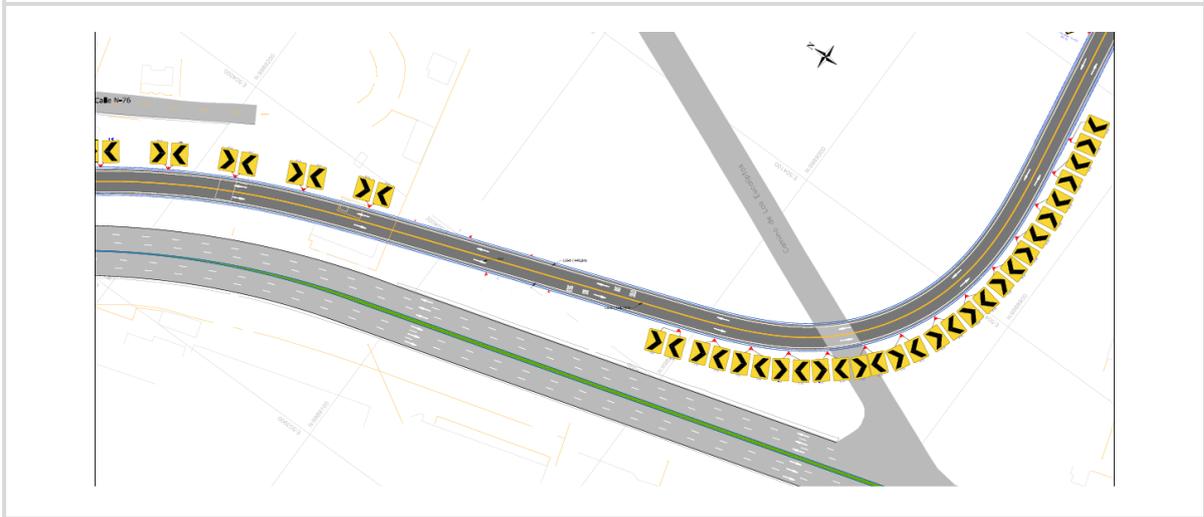
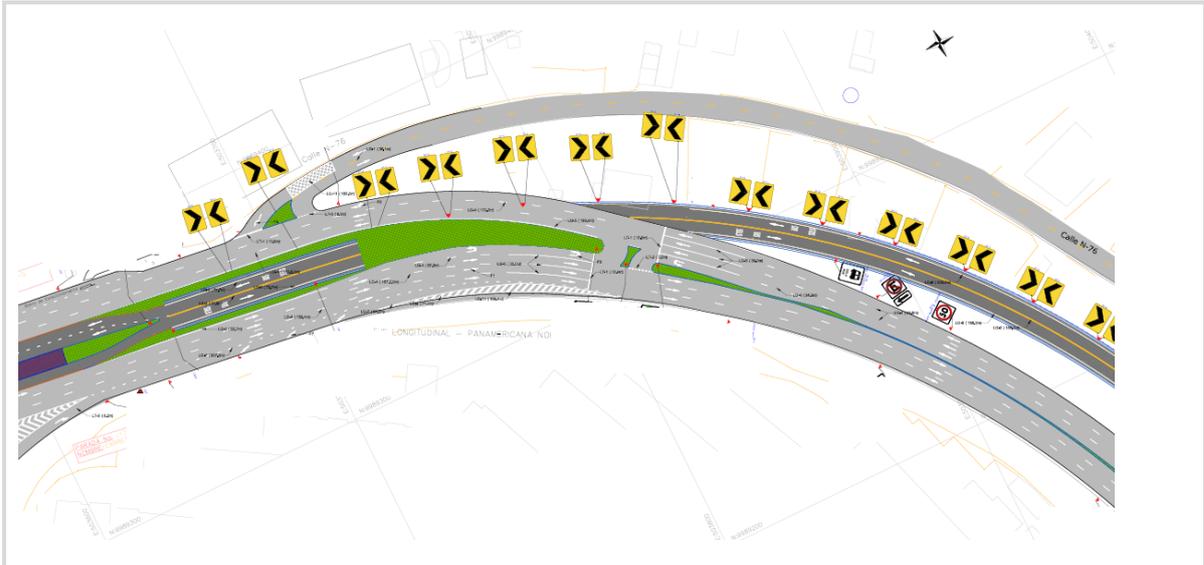
Después de este tramo, el corredor no afecta más el tráfico general, ya que se construirá una obra segregada para los autobuses de la Terminal Carapungo. Las siguientes figuras ilustran los tramos del corredor después de la calle N-76 hasta el terminal Carapungo.

Funding partners:



Implementing agencies:





Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 27: Vista superior del viario después de la Calle N-76 hasta el Terminal Carapungo**

Fuente: Estudio de los Diseños de Ingeniería Finales del Corredor Labrador – Carapungo (Secretaría de Movilidad, Quito)

### 2.2.3 Estructura de la demanda

Con relación a la espacialidad de la demanda por transporte público, se tiene como herramienta de visualización las líneas de deseo, indicativas del flujo de usuarios entre zonas de transporte. Para visualizar mejor los movimientos de los pasajeros, las zonas de transporte se agregaron en 15 regiones principales. En las figuras presentadas más adelante, es posible observar las líneas de deseo de las regiones del norte de la ciudad, con destaque para el flujo de la población de la región noroeste para el futuro Terminal Carapungo. Lo cual identifica la importancia del sistema de alimentación de esta futura terminal. En la propuesta de rutas alimentadoras se han previsto varios servicios en esta región para satisfacer esta demanda de viajes.

Funding partners:

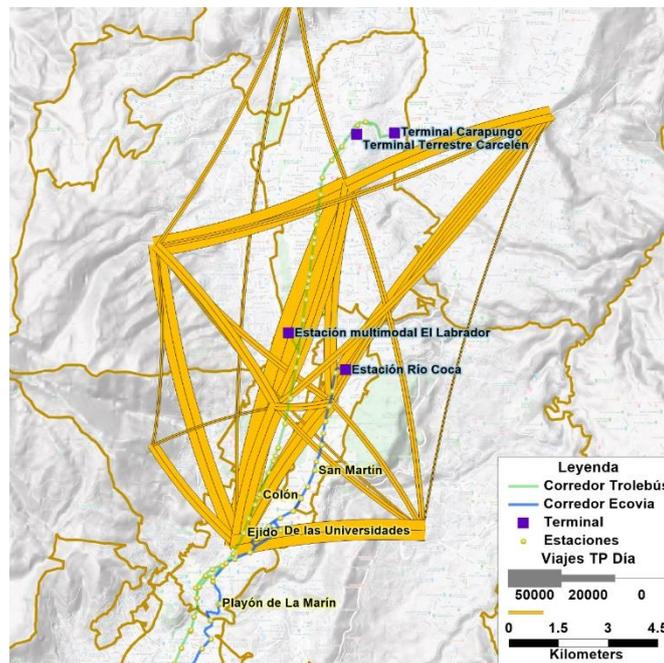


Implementing agencies:



Los viajes que se originan en la región de las nuevas estaciones de la extensión norte y de la Terminal Carapungo tienen como destino principal las regiones del centro, entre las estaciones Playón de la Marín y de las Universidades.

El corredor troncal de la extensión norte presenta un flujo de viajes considerable con destino a la región central, con más de 35 mil viajes al día. Este flujo tiene un gran potencial para utilizar los servicios troncales de la extensión norte cuando este se implemente.



**Figura 28: Líneas de deseo, región norte**

Fuente: Matriz de viajes del modelo 4 etapas

En la siguiente figura, se incluyen las líneas de deseo de las regiones del sur, donde también es posible ver importantes flujos para los corredores de Trolebús y Sur Oriental. De estos, se destaca el flujo desde los barrios del suroeste hasta la región del corredor de Trolebús, alcanzando casi 20.000 viajes por día. Los distritos del sur también tienen un gran flujo hacia la región del corredor sur oriental, con cerca de 11 mil viajes al día.

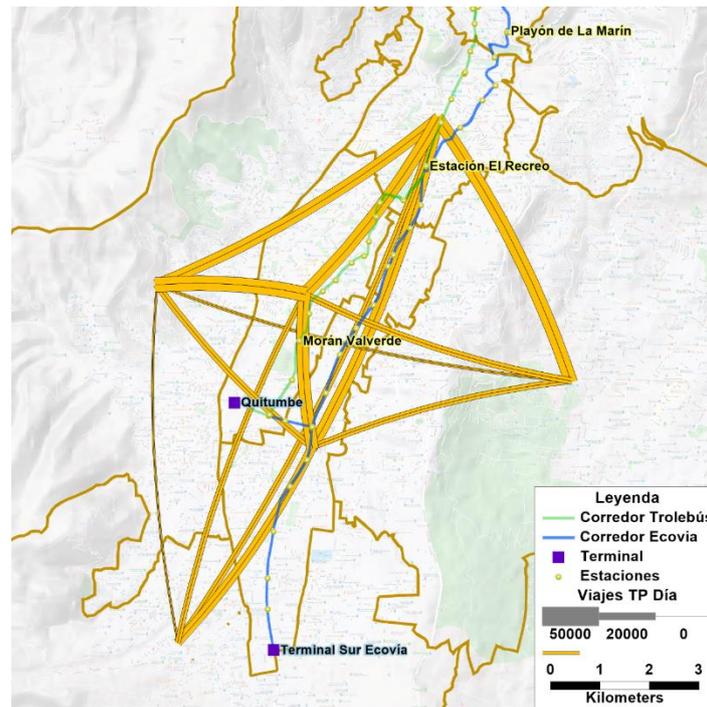
Los viajes que se originaron en la región del Terminal Quitumbe y Terminal Sur tienen como destino principal las regiones del centro, entre las estaciones El Recreo y de las Universidades.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 29: Líneas de deseo, región sur**

Fuente: Matriz de viajes del modelo 4 etapas

## 2.2.4 Características de los Usuarios

La principal fuente son las informaciones disponibles de la Encuesta Domiciliaria de 2011.

La encuesta domiciliaria tuvo una muestra de más de 75 mil personas en 27 mil hogares en el año de 2011 y su cuestionario abordó tres clases de variables: Características de los hogares, características de las personas y características detalladas de todos los viajes realizados.

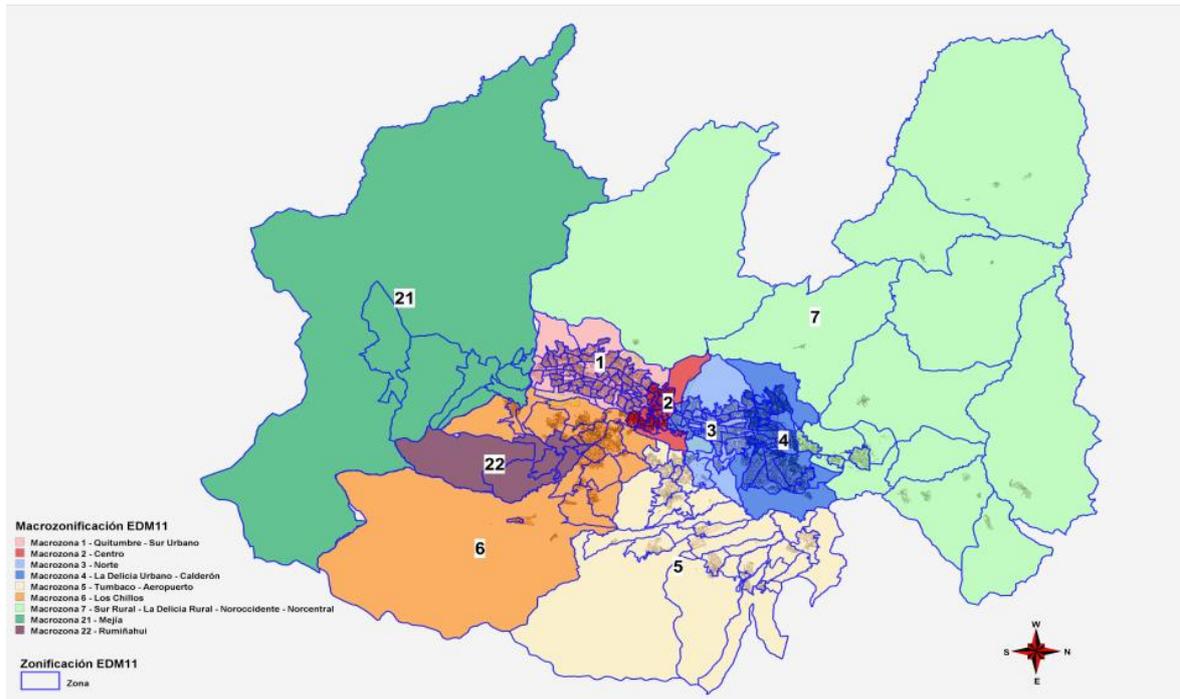
Los datos se presentan considerando la división de macrozonas definida por la encuesta, conforme se ilustra en la siguiente figura.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 30: Macrozonas**

Fuente: Encuesta Domiciliaria (2011) & DMQ

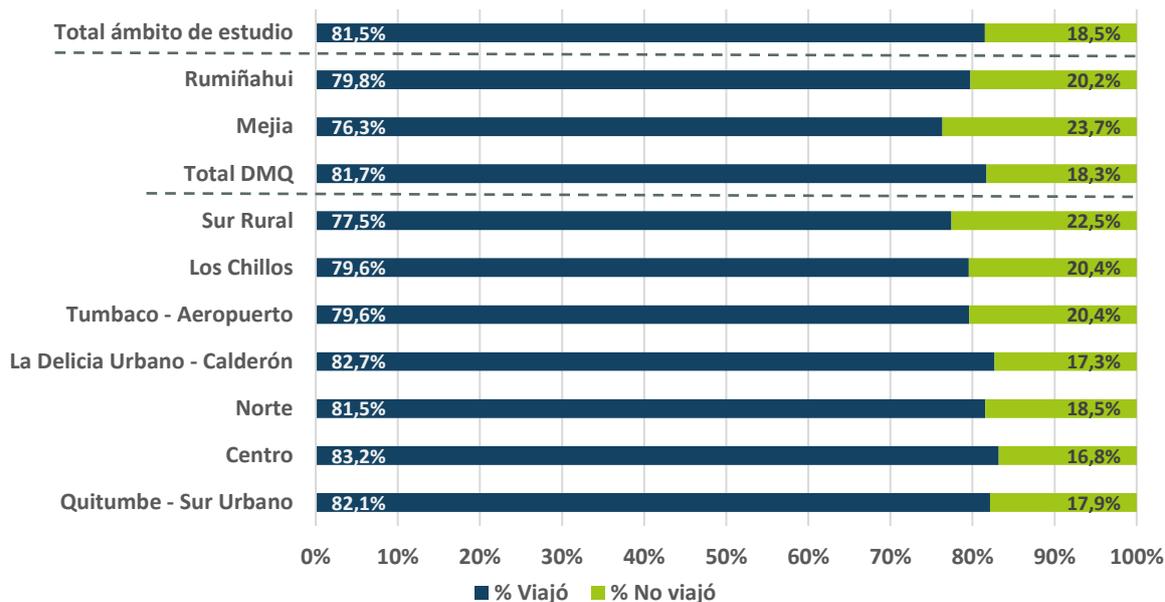
Según la encuesta, 81,5% de la población residente mayor de cuatro años había viajado el día de la encuesta y 18,5% no había viajado el día de la encuesta. Entre las macrozonas, la de menor porcentaje de viajes fue la región Sur Rural.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 31: Población que viajó y no viajó por Macrozona**

Fuente: Encuesta domiciliaria, 2011

De la población que realiza desplazamientos, el 84,4% de los viajes son realizados en modos motorizados y 15,6% en modos no motorizado: caminando (98,02%) y 1,98% en bicicleta. Como esta encuesta ocurrió en 2011, antes de la popularización de BiciQ, se espera que tal participación, sea, actualmente más grande que lo descrito.

Para aquellos que viajan en modos motorizados, 76,5% utilizan el transporte público (Uso general o escolar y empresa) y apenas 23,5% utilizan el transporte privado (Auto o Taxi), un demostrativo de que la mayor parte de la población utiliza el transporte público, debido a topología de la ciudad. Aún más, destacamos que de aquellos que utilizan el transporte público, 22,7% utilizan Metrobús-Q y, de estos, 45,6% utilizan el corredor Trolebús y 19,7% el corredor Ecovía

Funding partners:



Implementing agencies:

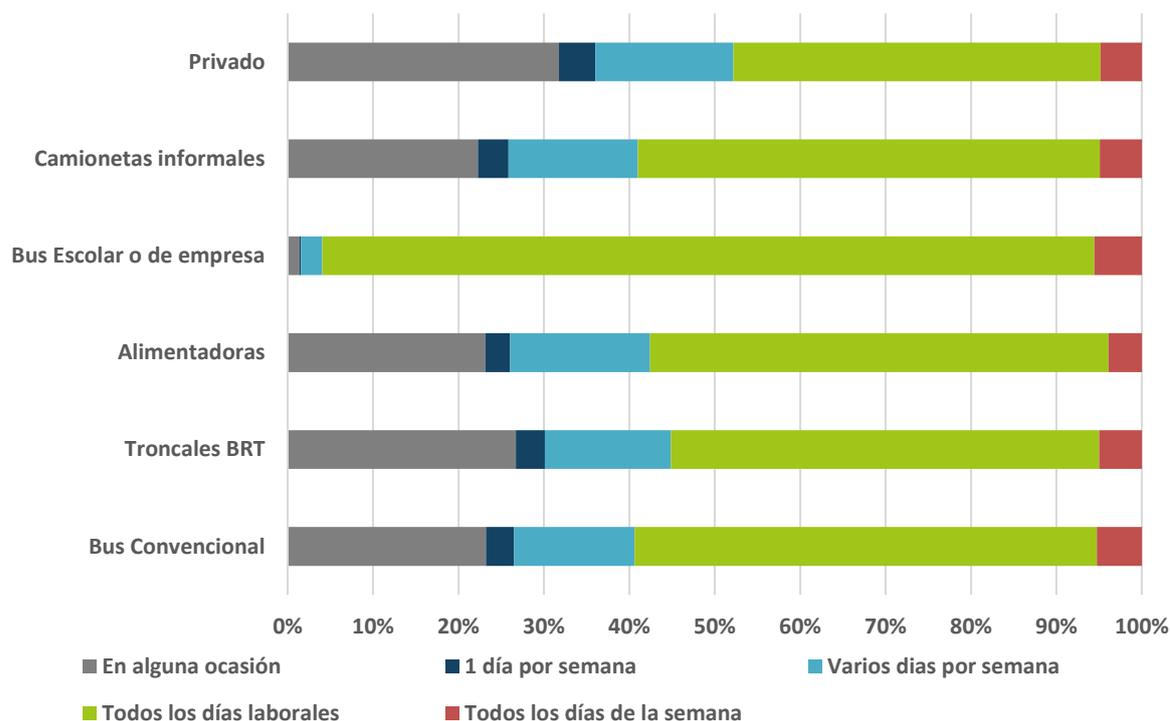


**Tabla 2: Movilidad en transportes motorizados**

Mecanizados	Viajes	Etapas	Mecanizados	Viajes	Etapas	Publico		Etapas	Troncales	Etapas					
Publico	73,0%	76,5%	Uso general	61,9%	67,3%	Metrobus-Q	Troncales	14,8%	Trolebús	45,6%					
									CCN	26,7%					
									Ecovía	19,7%					
												Alimentadoras	7,9%		
												Convencional/Parroquial	63,5%		
												Camionetas informales	1,8%		
			Escolar y empresa	11,1%	9,2%	Escolar y empresa		12,0%							
Privado	27,0%	23,5%	Auto	23,1%	18,9%										
			Taxi	3,9%	4,6%										

Fuente: Encuesta domiciliaria, 2011

En la encuesta, también se pregunta sobre los hábitos de utilización de los modos de transporte, para las líneas troncales, más de 50% las utilizan todos los días laborales. En el tema de distribución horaria de uso del transporte público, hay tres picos de movimientos: uno pela mañana, de las 6h as 8h, otro en almuerzo, de 12h as 14h, y otro en la tarde, más plano de las 18 h a 20 h.


**Figura 32: Hábitos de utilización de los modos de transporte**

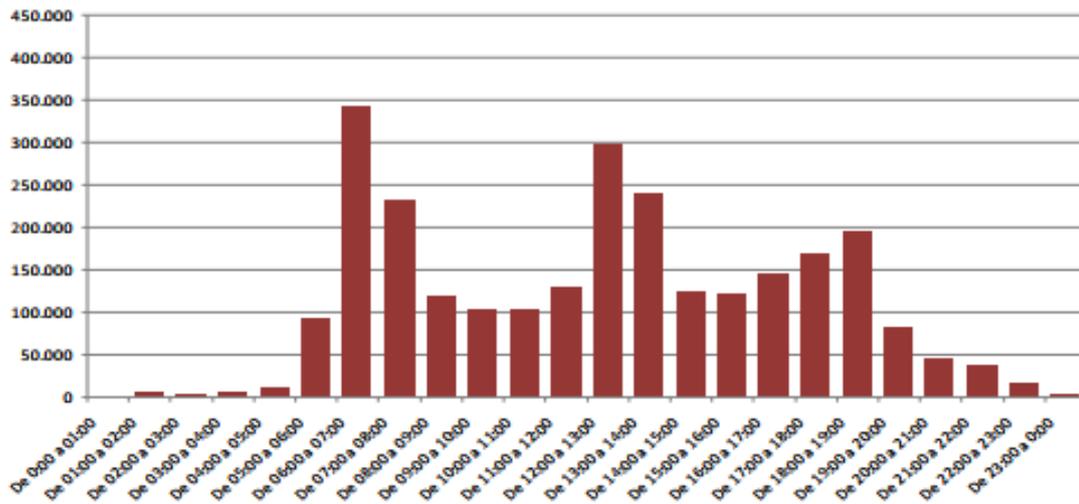
Fuente: Encuesta domiciliaria, 2011

Funding partners:



Implementing agencies:

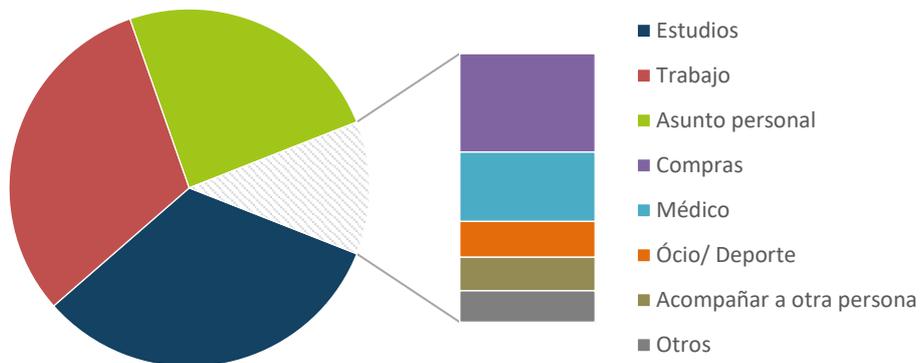




**Figura 33: Distribución horaria de viajes en transporte público**

Fuente: Encuesta domiciliaria, 2011

Los motivos de los viajes son, principalmente, estudios, trabajo y asuntos personales, que juntos, son más de 87% de los motivos declarados por los encuestados.



**Figura 34: Motivo prioritario de viaje**

Fuente: Encuesta domiciliaria, 2011

Según la encuesta, en general, el transporte público es más utilizado por personas de menores recursos económicos - 69,3% declararan estar en nivel medio y 23,6%,

Funding partners:



Implementing agencies:



en nivel bajo y 0,7% muy bajo. 6,4%, están en nivel alto o muy alto, destacando los jóvenes (15 a 24 años) y las mujeres más que los hombres. Aún como indicativo del nivel socioeconómico, tenemos la motorización familiar (vehículos livianos/hogar), resaltamos los valores más alto y más bajo, 0,73 en la Macrozona Norte y apenas 0,37 en Mejía.

Por fin, apuntamos datos de la pesquisa sobre mejoramiento de la calidad del servicio de transporte público en DMQ, de junio de 2017, en que 94,5% de los encuestados señalaran que prefieren que la tarifa se mantenga igual.

Funding partners:



Implementing agencies:



### 3. Demanda de Pasajeros Considerando la Operación del Metro

#### 3.1 Generalidades

##### 3.1.1 Información de partida

La información de partida para el análisis de demanda del sistema de BRT de la ciudad incluye las siguientes bases de datos:

- Modelo de transporte del estudio de Actualización del Modelo de Demanda del Distrito Metropolitano de Quito, julio de 2018.
- Registros de pasajeros diarios por estación de los corredores Trolebús y Ecovías entre los años 2016 y 2019
- Programación operacional actual de los servicios del BRT
- Anteproyecto y diseño definitivo del Corredor Labrador – Carapungo, abril de 2015.

##### 3.1.2 Hipótesis de partida

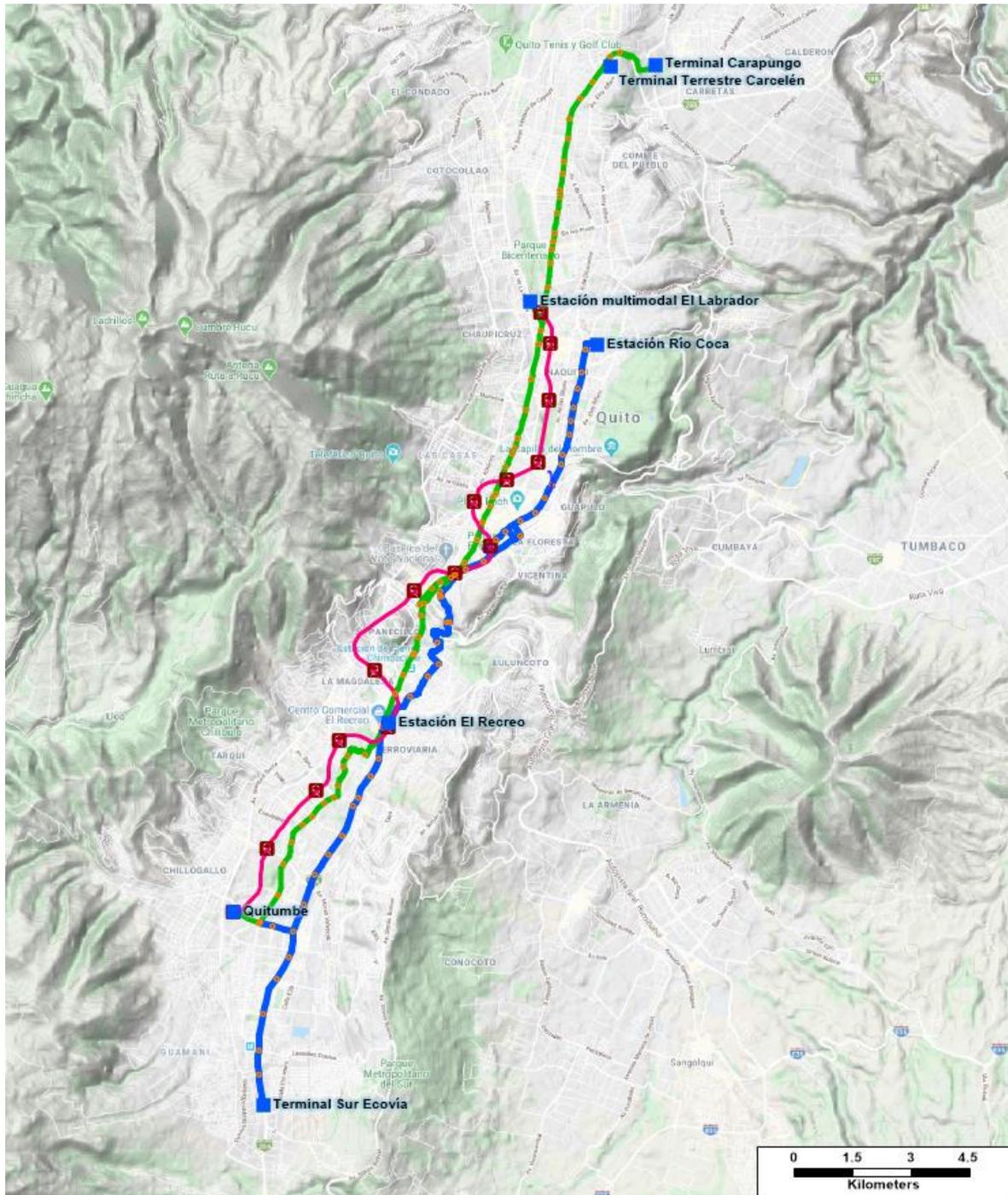
El escenario con proyecto considera la operación de la Línea 1 de Metro entre la Terminal Quitumbe y Labrador y la extensión norte del corredor Trolebús hasta la nueva Terminal Carapungo, que incluye cerca de 9 km adicionales de corredor troncal exclusivo, conforme se ilustra en la siguiente figura.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 35: Corredores de transporte del escenario con proyecto**

Fuente: Elaboración propia

Los escenarios modelados contemplan las siguientes configuraciones:

- El escenario de referencia considera un esquema tarifario con los siguientes valores:

Funding partners:



Implementing agencies:



- Tarifa de metro USD 0.50
- Tarifa Base, BRT, USD 0.35
- Tarifa de Integración con Metro, USD 0.67
- Fue desarrollado un escenario alternativo, sin integración tarifaria:
  - Tarifa de metro USD 0.50
  - Tarifa Base, BRT, USD 0.25
  - Sin integración tarifaria con Metro, USD 0.75
- Los escenarios no consideran la reorganización de las rutas convencionales, solamente de los alimentadores y servicios troncales del corredor Trolebús y Ecovias.
- No considera un sistema de alimentación específico para el metro.

### 3.1.3 Demanda potencial

La demanda potencial está compuesta por el contingente de viajes cubiertos por los corredores de BRT, incluido su respectivo sistema de alimentación.

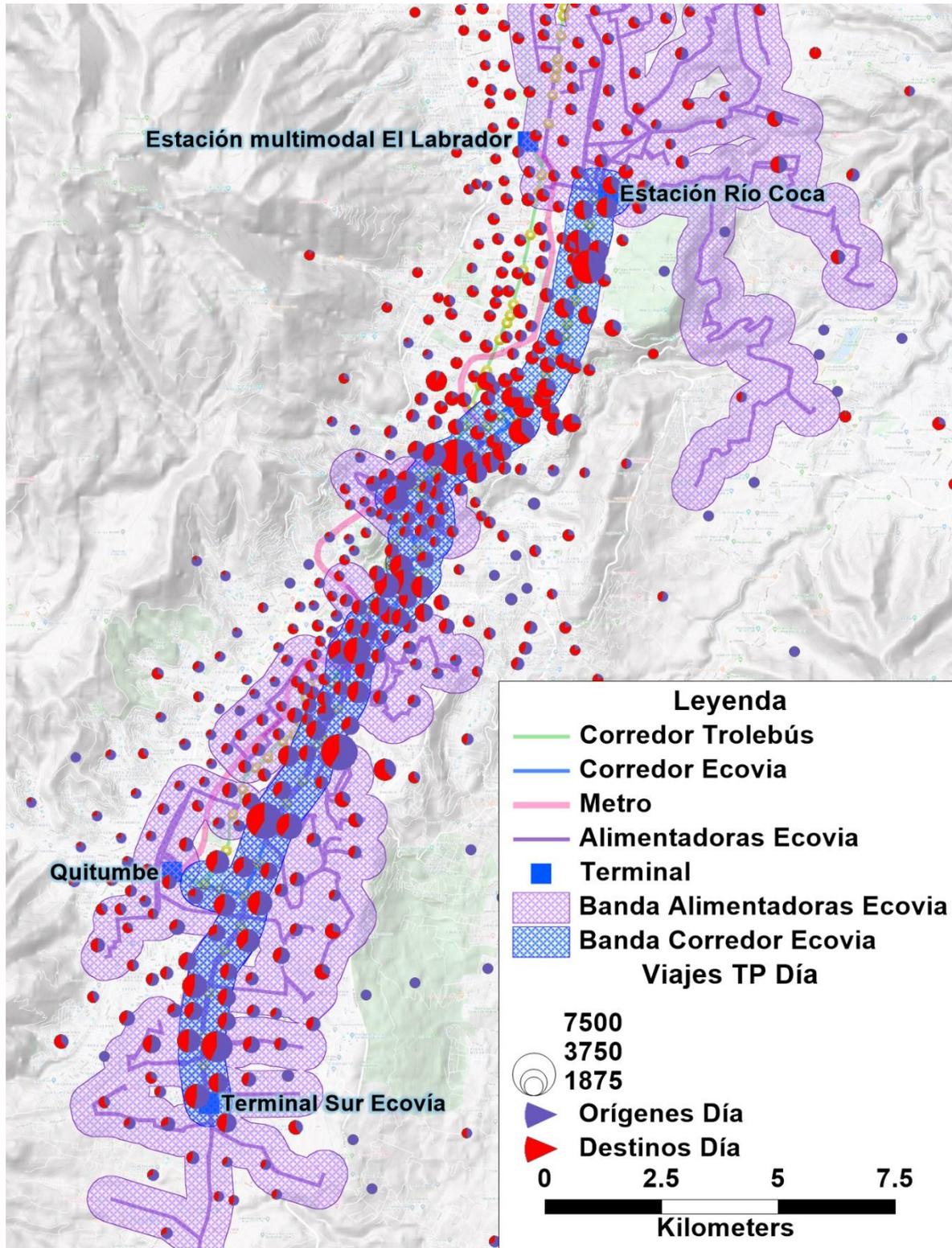
Para esto, han sido considerados los viajes con origen y/o destino en el área de influencia directa de los corredores, correspondiente a una banda de 500 metros, conforme se ilustra en las siguientes figuras.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 36: Área de influencia directa, corredor Ecovia**

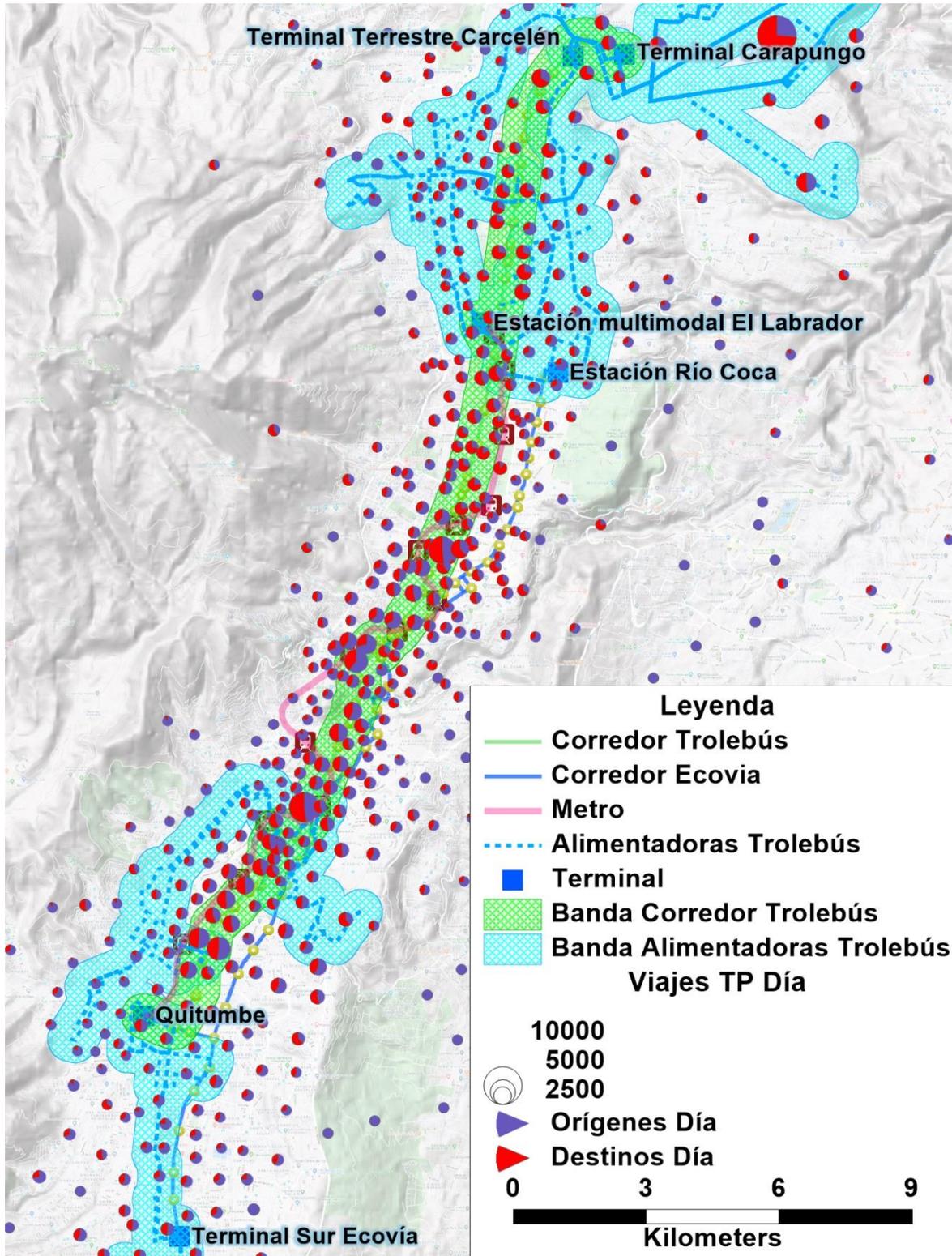
Fuente: Elaboración propia

Funding partners:



Implementing agencies:





Funding partners:



Implementing agencies:



### Figura 37: Área de influencia directa, corredor Trolebús

Fuente: Elaboración propia

Los corredores de Trolebús y Ecovía, incluidos sus respectivos sistemas de alimentación, cubren por separado cerca del 40% de la demanda total de la ciudad, correspondiente a valores cercanos a un millón de viajes diarios. Los tramos de troncal también presentan coberturas, relativamente similares, con valores de alrededor del 20%. Por lo tanto, la contribución del sistema de alimentación es del 50%.

La extensión norte del corredor Trolebús cubre cerca del 18% de los viajes de la ciudad, concentrado principalmente en el sistema de alimentación, que atiende a cerca de 400 mil viajes, convirtiéndose en la principal cuenca de alimentación de la ciudad, conforme se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 3: Demanda potencial de los corredores de BRT (cobertura - banda de 500m)**

Corredor	Viajes	%
Corredor Trolebús	522,384	20%
Corredor Trolebus+Aliment.	1,115,673	43%
Corredor Ecovia	474,383	18%
Corredor Ecovia+Aliment.	1,099,068	42%
Extensión Norte	87,223	3%
Extensión Norte+Aliment.	460,277	18%
<b>Total viajes diarios en T. Pub.</b>	<b>2,599,683</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 3.1.4 Esquema operacional de los corredores de Trolebús y Ecovias

El punto de partida para la definición de este esquema es la identificación de la estructura de la demanda de viajes atendidos por el sistema de transporte tanto en su condición actual como en la situación con proyecto (metro y extensión norte del BRT). A través del procesamiento de las matrices origen/destino es posible identificar las zonas de concentración de viajes en transporte público y la estructura de la demanda, que conforman las regiones estratégicas de atendimento del sistema de transporte.

Puede observarse una gran concentración de viajes en las inmediaciones de la futura Terminal Carapungo, en la región central y especialmente en las zonas

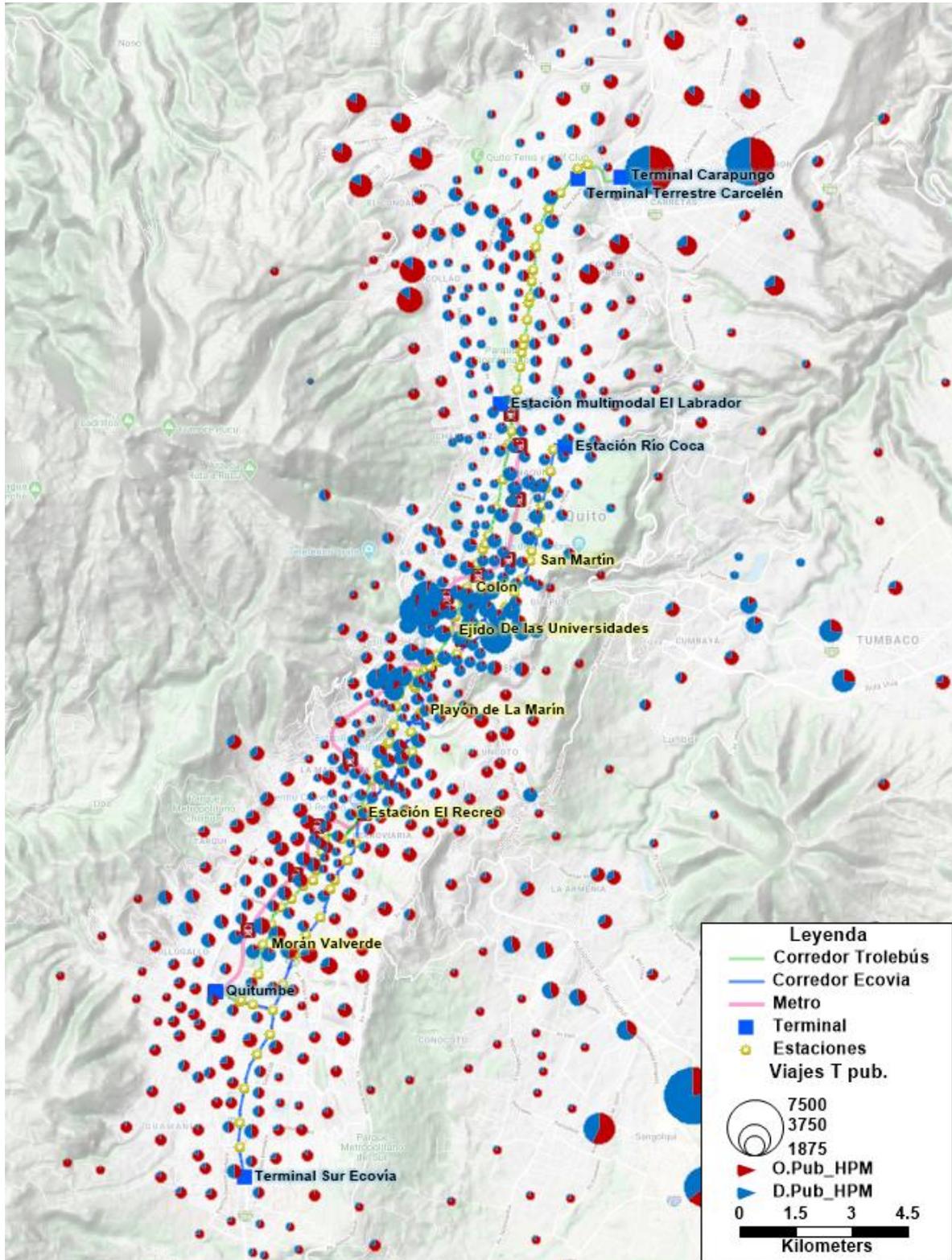
Funding partners:



Implementing agencies:



alrededor de las estaciones Ejido y de las Universidades, conforme se ilustra en la siguiente figura.



Funding partners:



Implementing agencies:



### **Figura 38: Origen/destino de viajes en transporte público en la hora pico de la mañana**

Fuente: Elaboración propia

Aunque las áreas de influencia del metro presentan superposición con las del corredor Trolebús es posible plantear una estrategia de articulación modal basada en los siguientes principios:

- El metro se constituye en la espina dorsal del sistema de transporte, proporcionando principalmente la función de movilidad para los viajes de media y larga distancia.
- El corredor Trolebús proporciona la función de accesibilidad, atendiendo principalmente a viajes de corta y media distancia, gracias a su mayor capilaridad y cobertura de las estaciones, complementando la cobertura del metro.
- La extensión norte del corredor Trolebús hasta la Terminal Carapungo, ofrece una gran oportunidad para establecer un esquema de alimentación tanto del metro como de otros servicios troncales en la Terminal multimodal El Labrador.

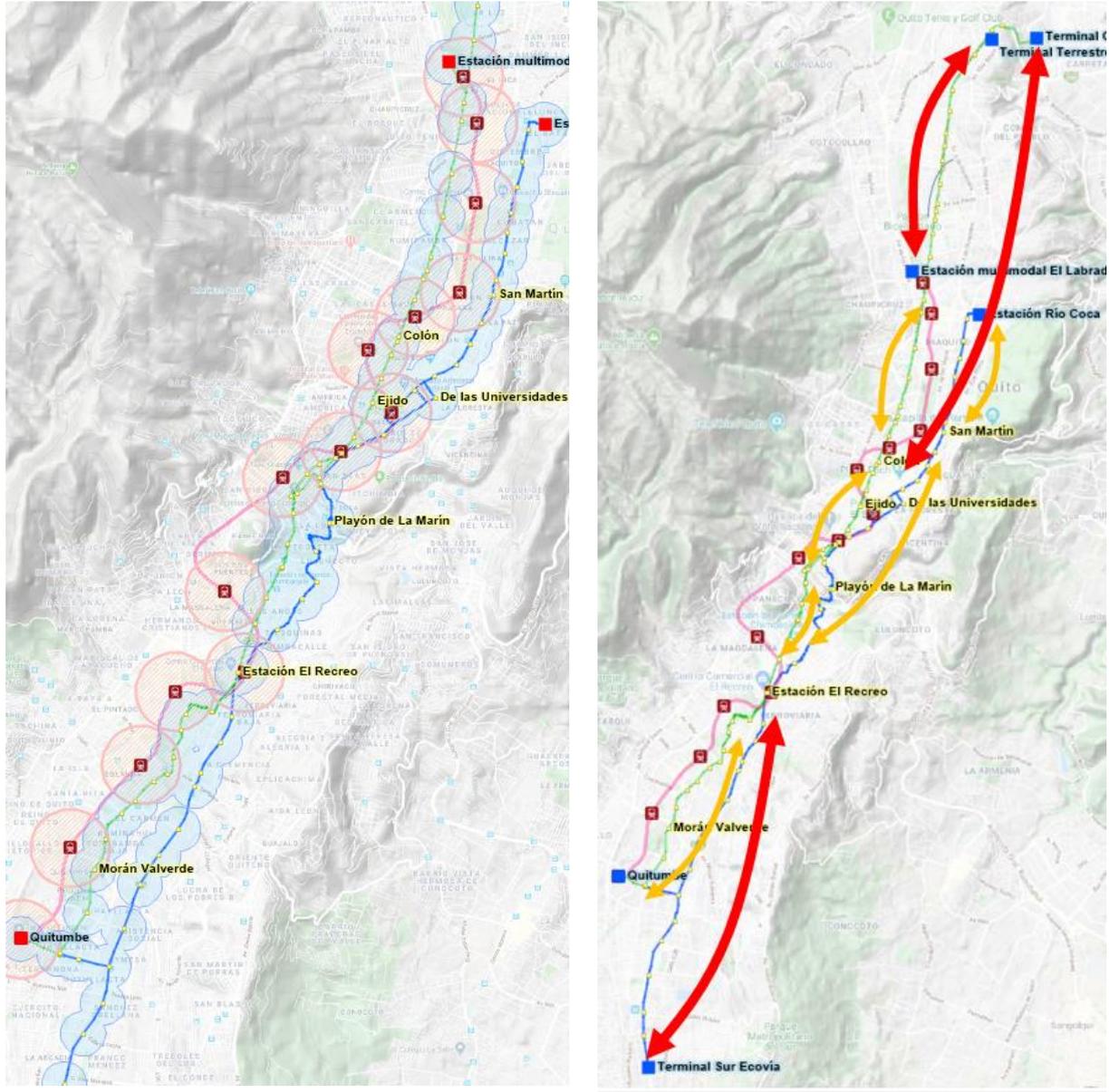
Las siguientes figuras ilustran las áreas de cobertura del metro y de las estaciones de BRT (Trolebús y Ecovia) y la articulación operacional estratégica propuesta de estos modos. Las líneas en amarillo muestran conexiones estratégicas de distribución capilar de viajes de corta distancia y las líneas en rojo, las conexiones estratégicas de media distancia tanto de los corredores Trolebús y Ecovía.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 39: Áreas de influencia de estaciones del metro y del BRT y conexiones estratégicas del sistema de BRT**

Fuente: Elaboración propia

Los escenarios analizados en la situación con la línea de metro consideran las siguientes hipótesis e información de partida:

- Conforme se mencionó anteriormente, fue utilizado el modelo de transporte del estudio de Actualización del Modelo de Demanda del Distrito Metropolitano de Quito, julio de 2018.

Funding partners:



Implementing agencies:



- Fueron considerados tres periodos de simulación, correspondiente a las horas pico de la mañana y de la tarde y fuera de pico.
- Se incluye en la red de simulación la extensión norte hasta Carapungo, compuesta por 15 nuevas estaciones, incluyendo la Terminal Carapungo, conforme el diseño definitivo del corredor.
- El escenario de referencia considera un esquema tarifario con los siguientes valores (escenario A):
  - Tarifa de metro USD 0.50
  - Tarifa Base, BRT, USD 0.35
  - Tarifa de Integración con Metro, USD 0.67
- Fue desarrollado un escenario alternativo, sin integración tarifaria con los siguientes valores (escenario B):
  - Tarifa de metro USD 0.50
  - Tarifa Base, BRT, USD 0.25
  - Sin integración tarifaria con Metro, USD 0.75
- Considerando el mismo esquema tarifario del escenario de referencia (escenario A) fue desarrollada una alternativa sin la extensión norte (escenario C), tarifas:
  - Tarifa de metro USD 0.50
  - Tarifa Base, BRT, USD 0.25
  - Sin integración tarifaria con Metro, USD 0.75.
- No se considera reorganización de las rutas convencionales, solamente de los alimentadores y servicios troncales del corredor Trolebús y Ecovias.
- No considera un sistema de alimentación específico para el metro.

### 3.2 Demanda de pasajeros

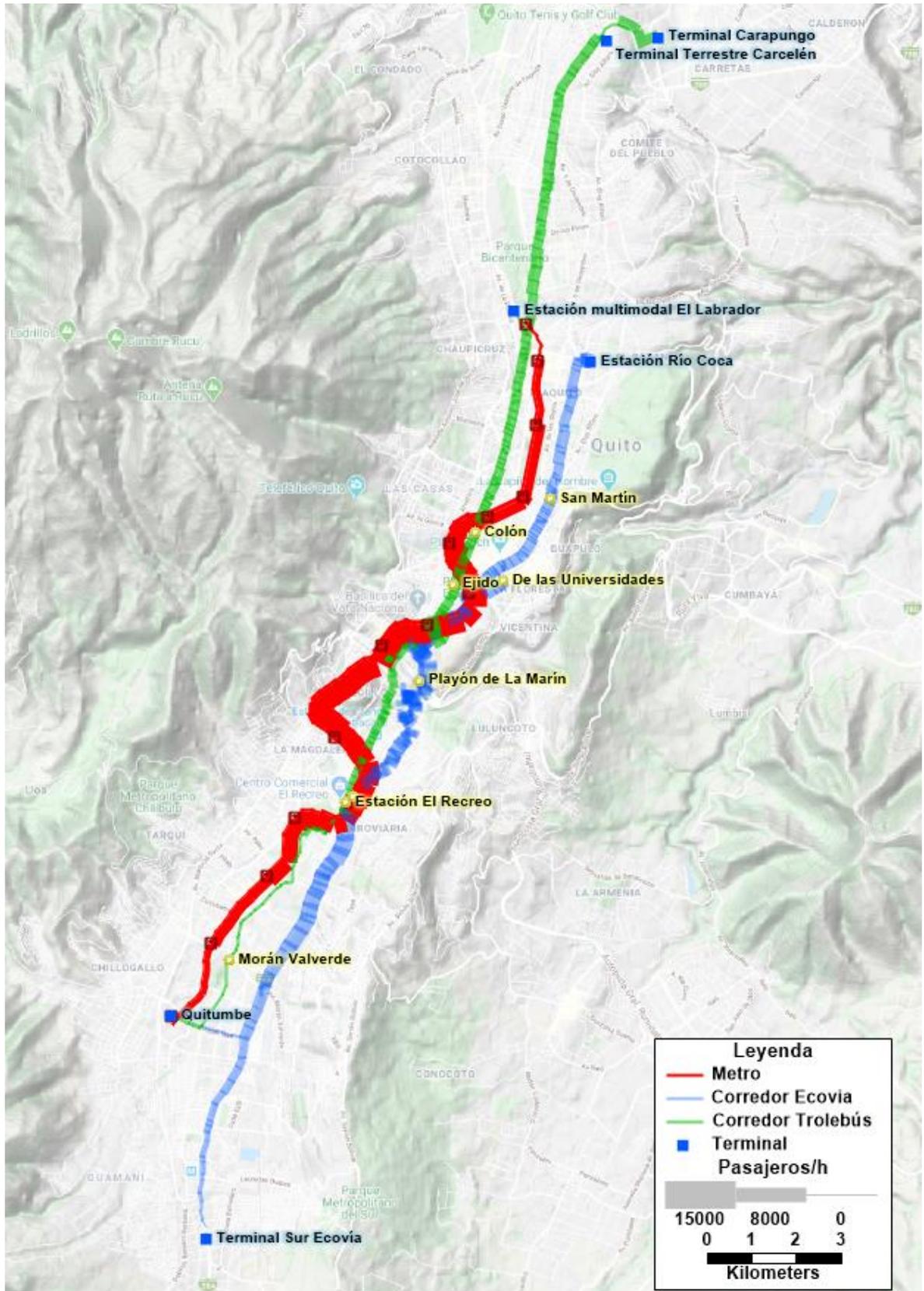
Como resultado del proceso de simulación, la siguiente figura ilustra el cargamento de los corredores de BRT y del metro en la hora pico de la mañana.

Funding partners:



Implementing agencies:





Funding partners:

Implementing agencies:



### Figura 40: Ejemplo de asignación de demanda en la red de corredores de BRT y Metro (HPM)

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detallan los principales resultados del proceso de modelización.

#### 3.2.1 Distribución de etapas de viaje

El primer resultado corresponde a la distribución de etapas o embarques por cada modo de transporte. En el escenario de referencia (A), las etapas en metro corresponden a 5% del total, con cerca de 160 mil viajes diarios. Los corredores de Trolebús y Ecovias, junto con sus respectivos sistemas de alimentación, transportan cerca del 20% de los viajes diarios, conforme se ilustra en la siguiente tabla y figura.

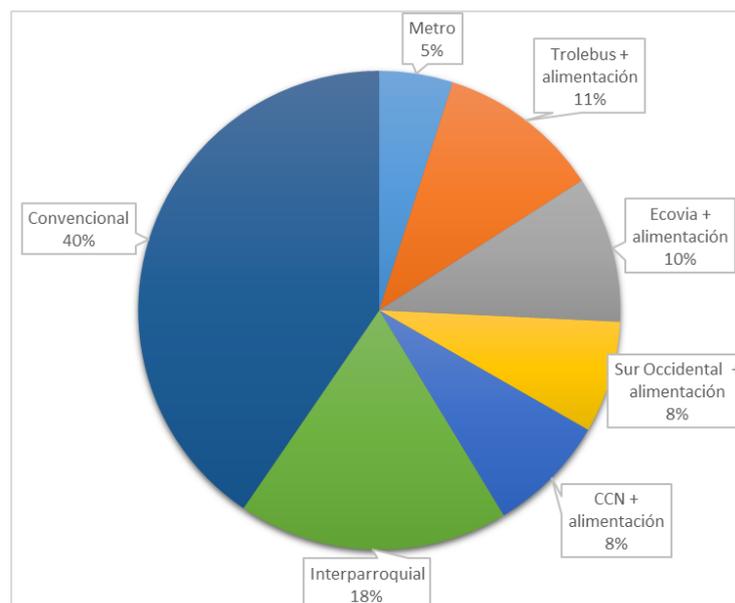
Modo	Etapas	%
<b>Metro</b>	161,635	5%
<b>Trolebús</b>	175,492	5%
<b>Ecovia</b>	206,200	6%
<b>Sur Occidental</b>	224,684	7%
<b>CCN</b>	131,071	4%
<b>Ali. Ecovia</b>	55,905	2%
<b>Ali. Trolebús</b>	183,222	6%
<b>Ali. CCN</b>	132,391	4%
<b>Ali. Sur Oriental</b>	61,491	2%
<b>Ali. Sur Occidental</b>	22,922	1%
<b>Interparroquial</b>	594,667	18%
<b>Convencional</b>	1,326,049	40%

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 41: Etapas diarias por modo de transporte (escenario A) – Tarifa base USD0.35, metro 0.50**

Nota: Las etapas incluyen transferencia interna entre modos

Fuente: Elaboración propia

La demanda de pasajeros que ingresan en las estaciones presenta una gran sensibilidad al esquema tarifario, especialmente para los modos metro y trolebús. El esquema tarifario sin integración (Escenario B) se destaca como el escenario “pesimista” para el metro, considerando que resulta en una disminución de demanda mayor del 30%, comparado con el escenario de referencia (escenario A), conforme se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 4: Demanda diaria de pasajeros por modo de transporte**

Corredor	Escenario de Referencia (A)		Escenario sin integr. (B)		Escenario sin ext. norte (C)	
	Etapas	Pasajeros	Etapas	Pasajeros	Etapas	Pasajeros
Ecovia	206,200	174,413	231,633	191,777	203,490	172,217
Trolebús	175,492	156,409	204,854	172,228	150,976	140,068
Metro		161,635		104,731		159,640

Etapas: Incluye Transferencias internas

Funding partners:



Implementing agencies:



Pasajeros: que ingresan en las estaciones (pasajeros pagos)

Fuente: Elaboración propia

## 3.2.2 Perfil de cargamento

### 3.2.2.1 Corredor Trolebús

En el escenario con integración (Escenario A – tarifa base 0.35) el perfil de cargamento esperado para la situación con proyecto presenta dos regiones con carga cercana a 4 mil pas/h, la primera, se registra a la altura de la estación Ejido, identificada como un lugar con alta concentración de actividades; la segunda región, se ubica en la extensión norte, a la altura de la Terminal Carcelén.

El tramo Terminal Quitumbe – El Recreo presenta una carga sustancialmente menor a los otros tramos, con valores cercanos a 1000 pas/h.

Desde la estación El Recreo hasta la Terminal El Labrador el cargamento oscila entre 3 mil y 4 mil pas/h en la hora pico de la mañana.

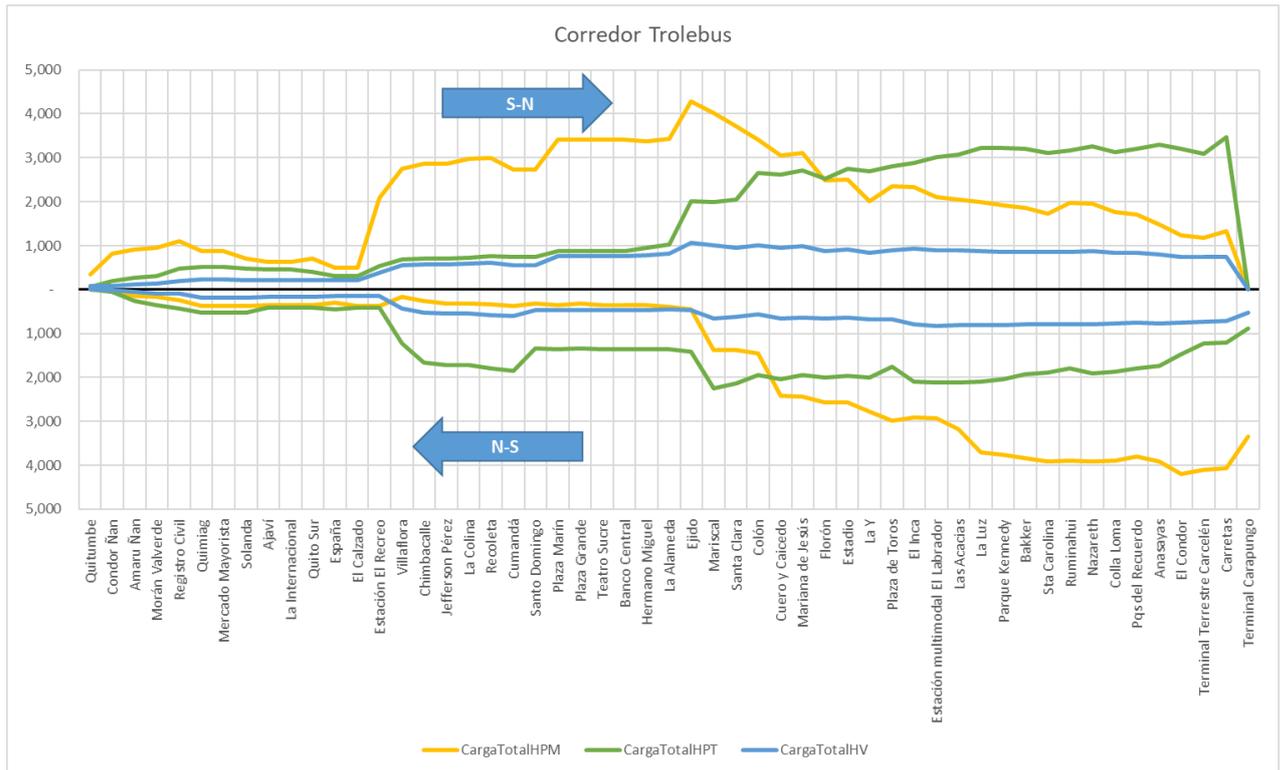
En la Extensión norte del corredor la carga en las horas pico es mayor de 3 mil pas/h, superando los 4 mil pas/h, lo cual señala el alto potencial de demanda de este tramo, comparable, o inclusive mayor al del corredor central.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 42: Perfil de cargamento horario - Corredor Trolebús (Escenario A)**

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2.2 Corredor Ecovia

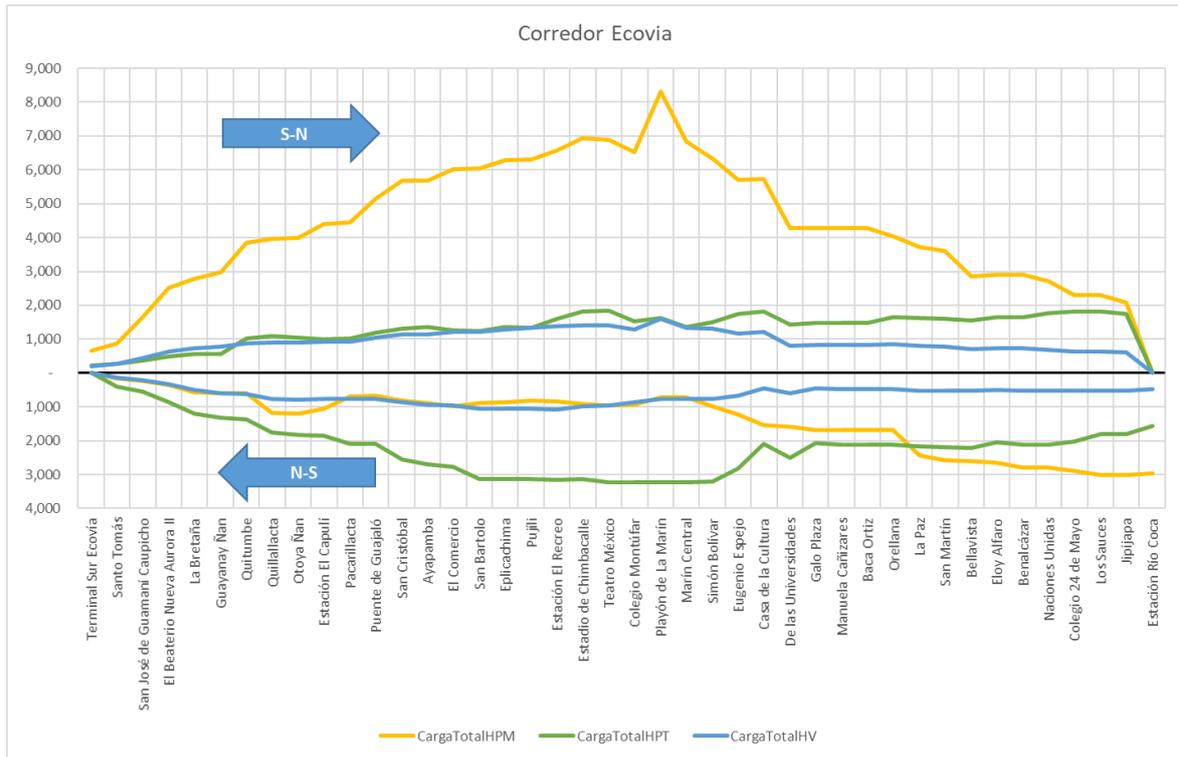
El corredor Ecovia registra una carga máxima cercana a 8 mil pas/h a la altura de la estación Playón de la Mirim en el sentido sur-norte y en la hora pico de la mañana, conforme se ilustra en la siguiente figura.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 43: Perfil de cargamento horario - Corredor Ecovía (Escenario A)**

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2.3 Metro

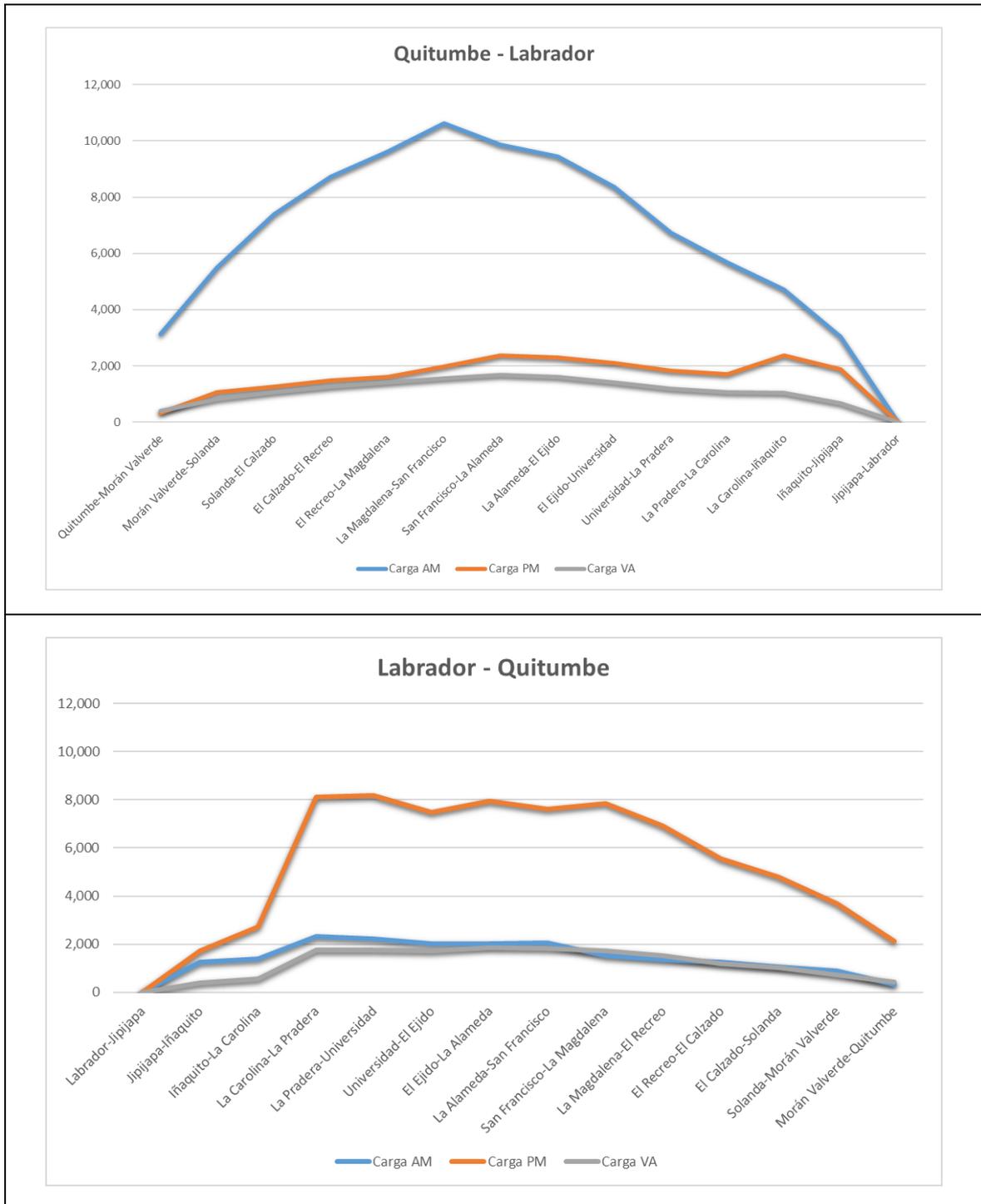
En este escenario, la carga del metro llega a valores cercanos a 12 mil pas/h en el tramo La Magdalena-San Francisco en la hora pico de la mañana y con valores pico de 8 mil pas/h en la hora pico de la tarde, conforme se ilustra en las siguientes figuras.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 44: Perfil de cargamento horario - Metro (Escenario A)**

Fuente: Elaboración propia

Funding partners:



Implementing agencies:



#### 4. Vehículo de movilidad urbana (VMU):

Entendemos como vehículos de movilidad urbana (VMU), los vehículos individuales leves, incluidos los eléctricos, que son utilizados principalmente en cortas distancias. Estos vehículos hacen parte de la micromovilidad y son herramientas tecnológicas que contribuyen con una movilidad más sostenible. Son clasificados como VMUs *segways*, *scooters*, monociclos, *hoverboards* y bicicletas, eléctricas o no, conforme se ilustra en la siguiente imagen.

Funding partners:



Implementing agencies:





Segway



Scooter eléctrica



Monociclo eléctrico



Hoverboard



Bicicleta eléctrica



Bicicleta

**Figura 45: VMUs**

En la siguiente tabla se resumen las principales características de estos VMUs.

Funding partners:



Implementing agencies:



**Tabla 5: Características de VMUs**

VMU	Rodas	¿Eléctrico?	¿Portátil?	¿Hay sistema compartido?	¿Va bien con pendiente alta?	Precio (USD)
Bicicleta	2	No	No	Si	Necesario esfuerzo físico	\$100 a \$200
e-bicicleta	2	Si	No	Si	Si	\$1000 a \$1500
Scooter	2	Si	No	Si	Hasta 20°	\$350 a \$700
Segway	2	Si	No	No	Hasta 30°	\$2000 a \$7000
Monociclo	1	Si	Si	No	Hasta 15°	\$1200 a \$2000
Hoverboard	2	Si	Si	No	Hasta 18°	\$350 a \$700

Fuente: Elaboración propia

Para evaluar posibles medidas de inclusión de los VMUs en un esquema de operación semejante a servicios de alimentación y medidas para integrar el sistema con el programa BiciQ es necesario entender los contextos y las posibilidades de inclusión.

De esta forma, inicialmente, presentamos el contexto, incluida la infraestructura ya disponible en la ciudad, y en seguida se plantean las posibilidades de integración de VMUs y BiciQuito al sistema de transporte público.

#### 4.1 Contexto

Inicialmente, tenemos que comprender el contexto en que los VMUs podrían operar. Como se mencionó anteriormente, el Distrito Metropolitano de Quito está ubicado en la Cordillera Occidental de los Andes y tiene topografía accidentada y longitudinal<sup>4</sup>, con 5 a 8 km de extensión de este y oeste y más de 20 km de

<sup>4</sup> En hipercentro.

Funding partners:



Implementing agencies:



extensión a norte y sur, que hace favorable al transporte público con líneas troncales y alimentadoras.

En conjunto con el clima de Quito, con gran pluviometría durante el año, la topografía explica en gran parte la división modal presentada en la EDM2011, en que más de 60% de los viajes son realizados en transporte público y apenas 0,3% en bicicletas.

Actualmente no existe legislación específica en Quito sobre el uso de los VMUs. Sin embargo, en enero de 2020, se inició el proceso de preparación de la normativa para uso de VMUs en Quito<sup>5</sup>.

#### 4.1.1 Infraestructura existente

Quito tiene más de 90 km de ciclovías, localizados en vías y parques, las ciclovías están principalmente en la región central y norte del Distrito Metropolitano. Además, en la ciudad existen, en total, 163 parqueaderos gratuitos de bicicletas, de esos, 36 están en terminales terrestres interprovinciales (Quitumbe y Carcelén) y 24 en los terminales microrregionales Río Cocoa, La Ofelia y La Marín<sup>6</sup>, también en El Recreo y Norte la “Y”<sup>7</sup>.

Es permitido ingresar en las líneas de bus con bicicleta los domingos, en las unidades que dispongan de espacio, únicamente en los circuitos y horarios señalados. En Ecovía y Trolebús, circuitos C1 y E3, están disponibles 50 buses articulados con portabicicletas, en que se pueden llevar bicicletas de un terminal hacia otro, sin la posibilidad de desembarque en estaciones intermedias<sup>8</sup>.

---

<sup>5</sup> <https://www.metroecuador.com.ec/ec/noticias/2020/01/07/preparan-normativa-uso-segwey-scooters-bicicletas-motocicletas-electricas-quito.html>

<sup>6</sup> <https://www.metroecuador.com.ec/ec/noticias/2017/09/21/cuantos-estacionamientos-bicicletas-existen-quito.html>

<sup>7</sup> <https://www.trolebus.gob.ec/index.php/servicios/mueve-a-quito#lleva-tu-bici>

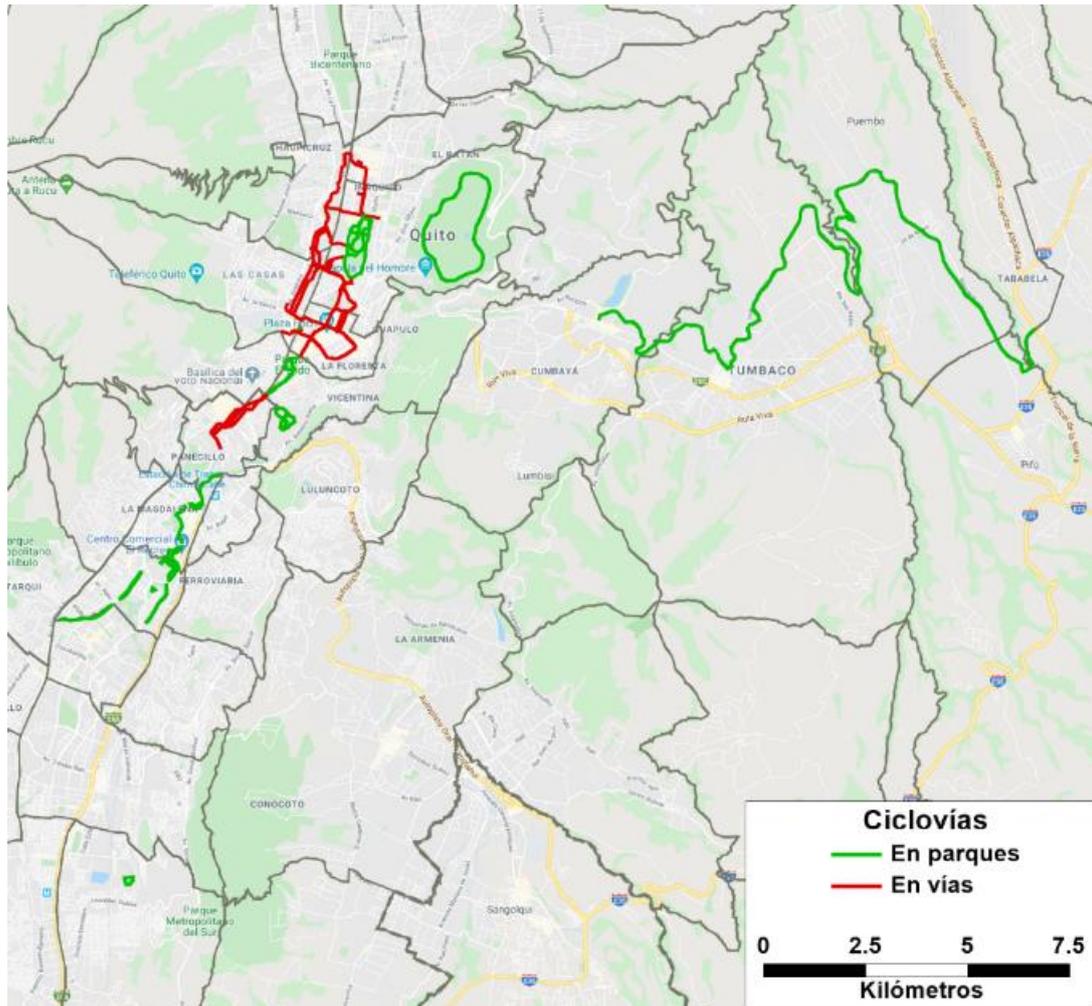
<sup>8</sup> <https://www.trolebus.gob.ec/index.php/servicios/mueve-a-quito#lleva-tu-bici>

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 46: Ciclovías en DMQ**

Fuente: DMQ & Google Maps

#### 4.1.2 VMUs compartidos

En Quito hay, actualmente, disponible para compartir apenas dos tipos de VMUs: *scooters*, disponibles por Hop scooter, en área restricta en la zona bancaria y sin integración o conexión específica con el sistema de transporte público. Los corredores Trolebús y Ecovía pasan por los límites de su área de circulación, pero no existe integración entre los sistemas. Para utilizar los *scooters*, es necesario descargar una app en que se paga dos tarifas, una por desbloqueo del scooter y

Funding partners:

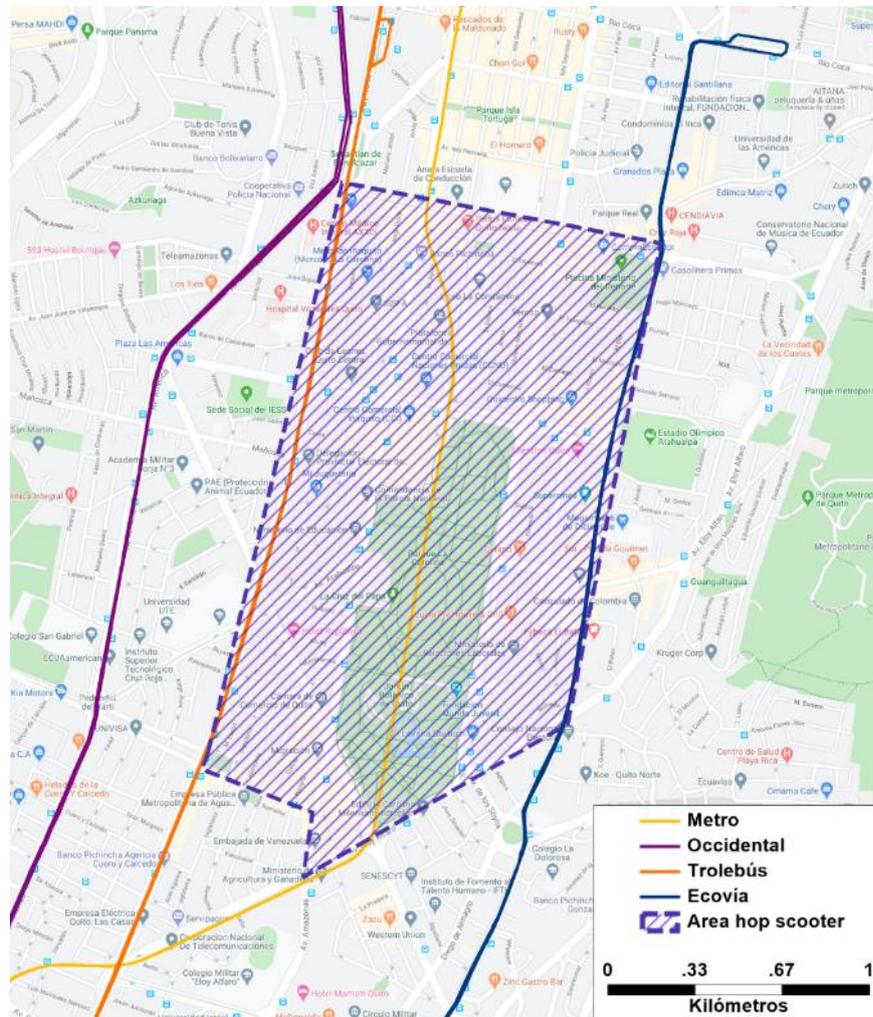


Implementing agencies:



otra por minuto de utilización. La recomendación en la app es de utilizar los 75 scooters en ciclovías, cuando sea posible<sup>9</sup>.

La siguiente figura muestra el área de operación de los “scooters”.



**Figura 47: Área restringida - Hop scooter**

Fuente: Hop Scooter & Google Maps

El segundo tipo de VMUs compartidos en Quito, BiciQuito, existe desde 2012 y es un sistema gratuito de préstamo de bicicletas. Actualmente, tiene 25 estaciones y 658 bicicletas<sup>10</sup>, con más de 100 bicicletas eléctricas<sup>11</sup>. BiciQuito es operada por

<sup>9</sup> <https://www.primicias.ec/noticias/tecnologia/quito-primera-ciudad-ecuador-scooters/>

<sup>10</sup> <http://www.biciquito.gob.ec/index.php/info/que-es.html>

<sup>11</sup> <https://www.elcomercio.com/actualidad/bicicletas-electricas-ciudad-bicentenario-carapungo.html>

Funding partners:



Implementing agencies:



AMT y funciona todos los días, de lunes a viernes de 07h a 19h y sábado, domingo y feriados de 08h a 17h. Hay limitación de 45 minutos de uso y restricción de área de circulación.

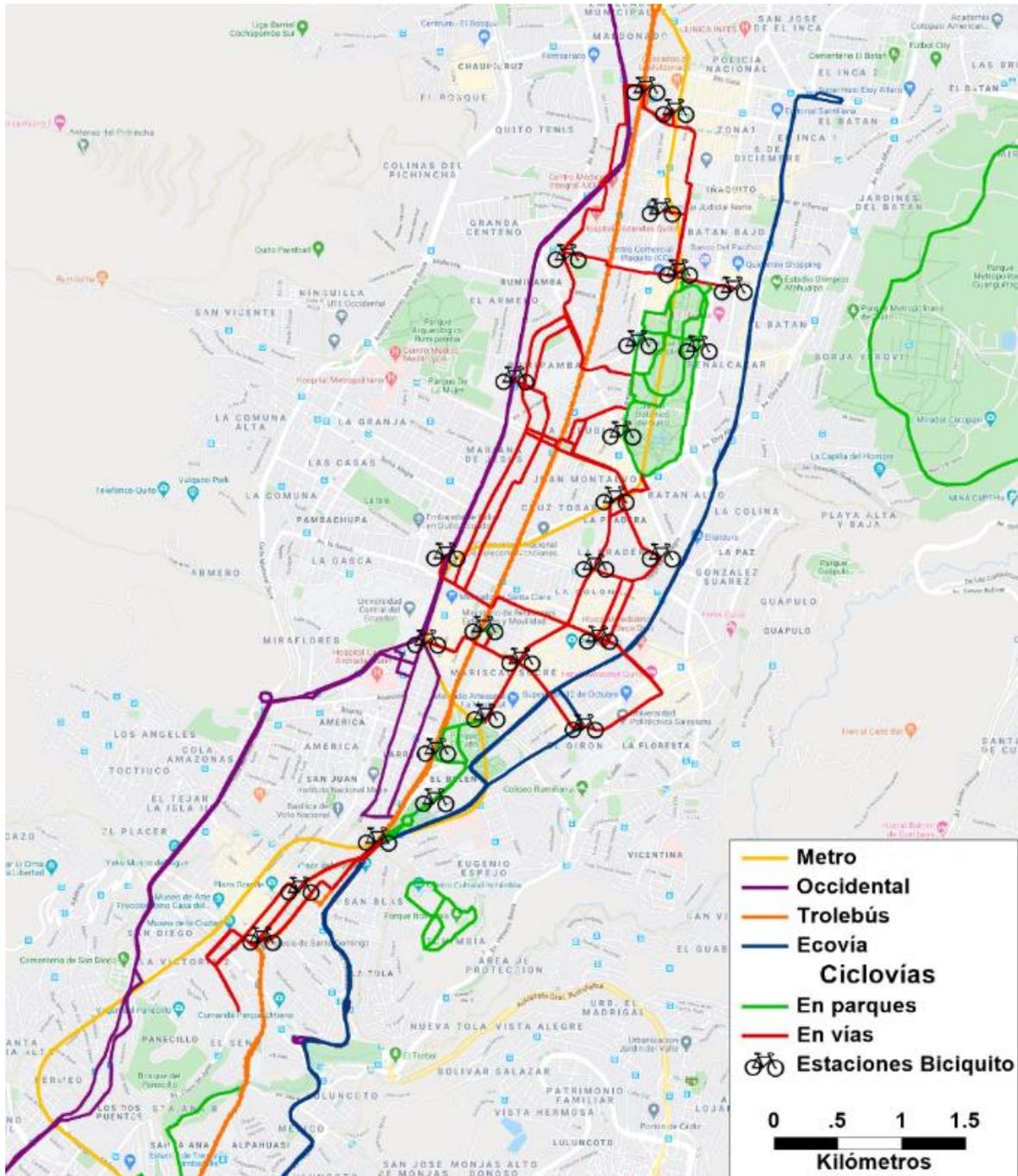
En la siguiente figura se incluye un mapa de las estaciones de BiciQuito, junto con los posibles rúters de conexión con el transporte público. De esta forma, 12 de las 25 estaciones de BiciQuito están a menos de 200 m de alguna parada de los corredores de BRT, la estación más distante está a poco más de 640 m de una parada de BRT.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 48: BiciQuito**

Fuente: DMQ & Google Maps

### 4.2 Medidas de Integración con el sistema

Las medidas más comunes de integración son: estacionamientos en las estaciones de transporte público, permiso para usar las bicicletas dentro del vehículo o

Funding partners:



Implementing agencies:



transporte fuera del vehículo y de sistemas de bicicletas públicas o de VMUs compartidos.

Estas medidas, tienen, como ventaja la disminución de costo de operación general, mayores beneficios por la operación troncalizada y menor costo de operación de vehículos alimentadores, debido a la reducción de viajes, lo cual es de gran impacto para el sistema, considerando que el costo de alimentación de los BRT es elevado comparativamente con el costo de las troncales.

## 4.2.1 Transporte dentro del vehículo

### 4.2.1.1 Sin fijación

Solamente deben ser transportados sin instrumentos de fijación, de forma segura, los VMUs con dimensiones que permiten el cargamento dentro de los buses “sin incomodar o dificultar el flujo normal de usuarios”, como recomienda la Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros<sup>12</sup>. De los VMUs citados, pueden ser transportados sin soporte los monociclos y *hoverboards* y bicicletas o *scooters*, caso sean plegables.

---

<sup>12</sup> <http://www.trolebus.gob.ec/index.php/atencion-al-cliente/preguntas-frecuentes#c%C3%B3mo-debo-utilizar-los-servicios-de-la-epmtpq>

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 49: Bicicleta plegable**

Fuente: Pliage

#### 4.2.1.2 **Rack interno**

En el caso de las bicicletas, es posible que sean cargadas en *rack* o portabicicletas dentro de los vehículos. Este tipo de Rack es principalmente observado en servicios de tren y metro y también en algunos sistemas de buses en ciudades como Vancouver (Canadá), Sao Paulo (Brasil) y Edimburgo (Escocia).

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 50: Portabicicletas interno**

Fuente: ECF

En general, se lleva de 1 a 3 bicicletas en los *racks* y se puede fijar la bicicleta apenas por su rueda delantera o en las dos ruedas.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 51: Rack interno con fijo de una rueda**

Fuente: SPTrans

Pueden ser localizadas frente a un espacio para sillas de ruedas, o adelante de sillas plegables y, de preferencia, próximas a la salida del bus, así se interfiere menos con los otros pasajeros. Se recomienda que no ocupen más espacio que la profundidad de una silla con una persona sentada (como en las figuras anteriores) y, que, en casos de *rack* de dos ruedas, que sean plegables, para que permitan la mejor utilización del espacio interno del bus.

Para el uso seguro, es necesario que el operador tenga cuidados como:

- Realizar pruebas periódicas para asegurar las cerraduras o fijadores;
- Realizar pruebas de carga de acuerdo con la carga nominal del equipo para asegurarse de que el *rack* este firme.

Para la diseminación del uso seguro por parte de los pasajeros, el operador debe colocar instrucciones de uso en el sitio web y dentro del autobús, próximo al *rack*:

- Cómo bloquear y desbloquear;
- Advertencia de riesgos a los que se enfrenta el pasajero cuando usa el portabicicletas principalmente debido al mal uso;
- Advertencia de desembarque necesario cuando el rack está instalado en frente al hogar de silla de ruedas y se embarca un usuario en silla de ruedas.

Funding partners:



Implementing agencies:



## 4.2.2 Estacionamientos

Destinados a los VMUs que tienen dimensiones que no permiten llevarlos en el interior de los buses, sin incomodar o dificultar el flujo normal de usuarios, tales como los *segways*, *scooters* y bicicletas.

Para esos VMUs, que no se pueden llevar fácilmente en los buses, se recomienda la disposición de estacionamientos o parqueaderos en las proximidades de las paradas de buses.

### 4.2.2.1 Cicloparqueadero en U invertida

Estos son más baratos y tienen una baja capacidad, relativa al espacio utilizado, su instalación es recomendada en las proximidades de las ciclovías y en lugares cercanos a los principales centros de atracción. Son ampliamente utilizados en varias ciudades alrededor del mundo, entre ellas, Quito y en ciudades como Nueva York (Estados Unidos), Barcelona (España), Londres (Inglaterra), Lima (Perú), Buenos Aires (Argentina) y Sao Paulo (Brasil), entre otras.



**Figura 52: Ciclo parqueaderos U invertido en Quito**

Fuente: EPMMOP

Funding partners:



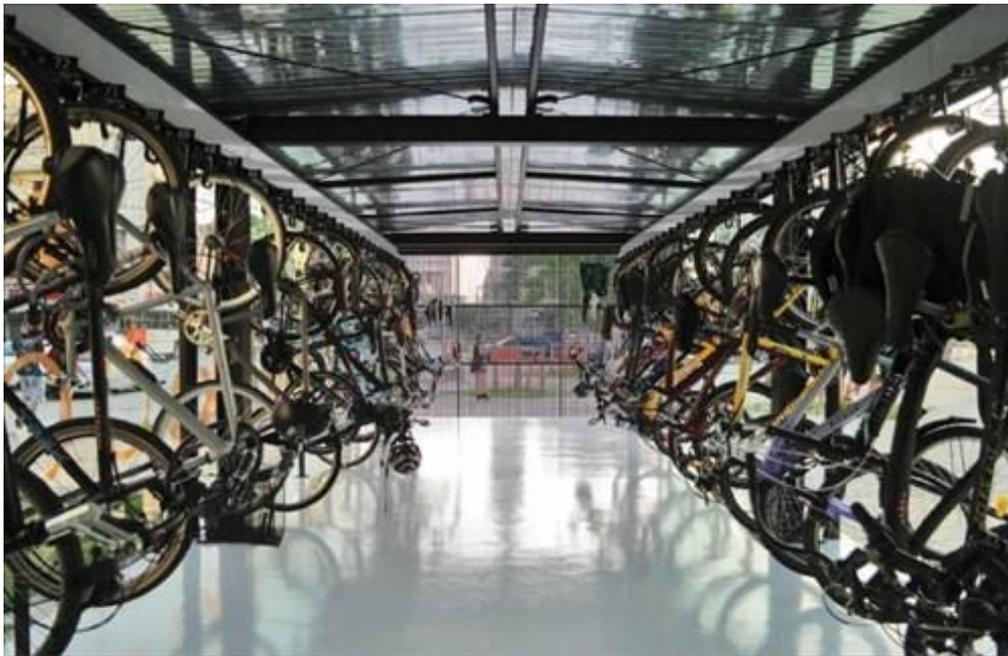
Implementing agencies:



En el caso Quito, se cuenta con 75 sitios disponibles por EPMMOP en el Sistema de Estacionamientos de Quito, estos cuentan con seguridad permanente sin costo y funcionan durante las 24 horas del día<sup>13</sup>.

#### 4.2.2.2 Cicloparqueaderos controlados

Estos son más costosos que los anteriores, pero tienen mayor capacidad y requieren de personal o de control electrónico para su operación. La Compañía de Ingeniería de Tráfico de la ciudad de Sao Paulo (CET-SP), en Brasil, recomienda su instalación en situaciones donde la bicicleta permanece estacionada durante varias horas, requiriendo de un estacionamiento más seguro, por ejemplo, en casos de integración con transporte público. Para atraer a los ciclistas, un ciclo parqueadero debe ser visible, seguro, estar bien ubicado y tener buena accesibilidad.



**Figura 53: Ciclo parqueaderos controlado en Sao Paulo**

Fuente: CET-SP

13

[http://www.prensa.quito.gob.ec/index.php?module=Noticias&func=news\\_user\\_view&id=8522&umt=Parqueaderos%20municipales%20brindan%20nuevos%20servicios](http://www.prensa.quito.gob.ec/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=8522&umt=Parqueaderos%20municipales%20brindan%20nuevos%20servicios)

Funding partners:



Implementing agencies:



Entre los modelos de estacionamientos de bicicletas, también se destacan aquellos que son controlados por dispositivos electrónicos, sin personal de apoyo, llamados de *lockers*. Su implementación también tiene alto costo, pero no requiere gastos de personal permanente, disminuido los costos de mantenimiento.



**Figura 54: Ciclo parqueaderos *locker***

Fuente: ITDP

Según el ITDP (2013), los criterios determinantes para evaluar un estacionamiento de bicicleta son, de punto de vista del usuario: Seguridad, la comodidad de uso del estacionamiento, la facilidad de uso de estacionamiento y protección contra la intemperie. Ya para la municipalidad, las variables son: Costo de construcción, costo de instalación, durabilidad y mantenimiento, planeación en la localización, el número de estacionamientos para bicicletas, organización de espacio público y generación de políticas necesarias.

Funding partners:



Implementing agencies:



## 4.2.3 Transporte fuera del vehículo

### 4.2.3.1 Rack frontal

Ya existentes en Trolebús y Ecovía, en los circuitos C1 y E3, disponibles en 50 buses, en los que es posible llevar bicicletas de una terminal a otra, sin la posibilidad de desembarque en estaciones intermedias<sup>14</sup>.

Los portabicicletas existentes en los buses de Quito son, actualmente, usados solamente entre terminales, limitando el alcance del servicio y, por tanto, no siendo la mejor solución para integrar los VMUs a las líneas alimentadoras o troncales. La medida no tuvo la acogida esperada<sup>15</sup>.



**Figura 55: Portabicicletas frontal**

Fuente: *Bikes on buses*

<sup>14</sup> <https://www.trolebus.gob.ec/index.php/servicios/mueve-a-quito#lleva-tu-bici>

<sup>15</sup> <https://www.expreso.ec/actualidad/bicicleta-sera-nuevo-pasajero-transporte-municipal-quito-12251.html>

Funding partners:



Implementing agencies:



## Loading Your Bike

1. Support your bike with one hand, then squeeze the rack's handle and pull the rack down to its locked, loading position.



2. Lift or roll your bike onto the rack, placing the front and back tires into the correct wheel slots closest to the bus. The front wheel slot is labeled.



3. Turn the handle by the front wheel slot until your bike's front wheel is secured in the wheel slot.



**Figura 56: Instrucciones para ubicar bicicleta en el rack**

Fuente: Civitas

Su uso es observado en ciudades como Vancouver (Canadá), Portland (Estados Unidos), San Petersburgo (Rusia), uno en cada tres buses en América del Norte tiene portabicicletas. Debido a legislaciones, en la Unión Europea no es permitido el uso de los *racks* frontales, debido a los riesgos para peatones en casos de accidentes.

En general, se pueden llevar de 2 a 3 bicicletas en los portabicicletas frontales, de tal forma que no se interfiera con las maniobras del bus y evitar accidentes al ser

Funding partners:



Implementing agencies:



adelantado. Es posible seleccionar productos que permitan bloqueo de las ruedas de la bicicleta ajustable para diferentes tamaños de bicicleta y *rack* plegable para interferir menos cuando no está en uso.



**Figura 57: Portabicicletas frontal plegable**

Fuente: *Wheelbus*

Aún más, en su uso es recomendable que el posicionamiento de las bicicletas se alterne para facilitar el acceso a las bicicletas, o que exista una distancia mínima entre ellas para permitir que los pasajeros accedan a la de atrás si hay una al frente e indicación en el *rack* de dónde va la rueda delantera y dónde va la rueda trasera.

Para el uso seguro, es necesarios que el operador tenga cuidados como:

- Realizar pruebas periódicas para asegurar las cerraduras;
- Realizar pruebas de carga de acuerdo con la carga nominal del equipo para asegurarse de que el rack este firme en el autobús;
- Los conductores deben estar entrenados para abrir los racks antes de operar los buses;
- Evitar la circulación por lugares estrechos donde el rack interferiría en las curvas.

Para la popularización del uso seguro por parte de los pasajeros, el operador debe colocar instrucciones de uso en el sitio web y dentro del autobús:

- Retirar los objetos que puedan caerse de la bicicleta;
- Cómo bloquear y desbloquear;
- Ubicar la bicicleta lo más cerca posible del autobús;
- El pasajero debe pagar su pasaje y quedarse en la parte delantera del autobús (antes del torniquete);

Funding partners:



Implementing agencies:



- Advertencia de riesgos a los que se enfrenta el pasajero cuando usa el portabicicletas principalmente debido al mal uso.

#### 4.2.3.2 **Rack trasero**



**Figura 58: Portabicicletas trasero**

Fuente: Civitas

Popular en la Unión Europea debido a la prohibición de los portabicicletas frontales, los *racks* traseros transportan las bicicletas en vertical, fijados con pasadores de acero. Su capacidad es, en general, mayor que los *racks* frontales, llevando de 4 a 8 bicicletas.

Se recomienda que sean instaladas cámaras para que el conductor pueda percatarse que las bicicletas estén seguras y su correcta ubicación, o que ya es posible partir de la estación, al ser retiradas.

En su uso, así como en los portabicicletas frontales, es recomendable indicación en el *rack* de dónde va la rueda delantera y dónde va la rueda trasera.

Para el uso seguro, así como en los frontales, son necesarios que el operador tenga cuidados como: Realizar pruebas periódicas para asegurar las cerraduras; Realizar pruebas de carga de acuerdo con la carga nominal del equipo para asegurarse de que el *rack* este firme en el autobús.

Para la diseminación del uso seguro por los pasajeros, el operador debe colocar instrucciones de uso en el sitio web y dentro del autobús:

- Retirar los objetos que puedan caerse de la bicicleta;

Funding partners:



Implementing agencies:



- Cómo bloquear y desbloquear;
- Advertencia de riesgos a los que se enfrenta el pasajero cuando usa el portabicicletas principalmente debido al mal uso.

#### 4.2.4 BiciQuito y otros sistemas compartidos

Como se mencionó anteriormente, solamente se encontraron casos de scooters y bicicletas compartidas, no siendo identificados proyectos de monociclos eléctricos, segways o *hoverboards* compartidas.

##### 4.2.4.1 Sistemas compartidos privados

En el caso de los sistemas compartidos privados, como Hop y otros sistemas mundialmente conocidos, como Lime, Mobike y Tier Mobility, la integración con transporte público debe ser negociada y pensada junto a las empresas y ocurre naturalmente por cuenta de los usuarios.

Su principal ventaja radica en que no hay costos directos para la gobernanza y la población, no necesita preocuparse con el transporte de lo VMU, ya que una vez usado, no es más responsabilidad del usuario.

Sus principales desventajas son que tienen costos relativamente elevados para un uso frecuente, siendo poco accesible a toda la población y las dificultades de estacionamiento observadas cuando los sistemas *dockless* no tienen reglamentación de estacionamiento para los VMUs, creando problemas de accesibilidad y movilidad en las regiones en que se puede dejar los vehículos.

En general, para incentivar la popularización del uso de VMUs compartidos, el ITDP<sup>16</sup> realiza las siguientes recomendaciones del uso de bicicletas eléctricas y *scooters*, que podrían ser adoptadas para todos los VMUs:

- Clasificar bicicletas eléctricas y *scooters*, y otros VMUs, como vehículos no motorizados;
- Definir velocidades límites para vehículos de baja y media velocidades;

---

<sup>16</sup> The Electric Assist:Leveraging E-Bikes And E-Scooters For More Livable Cities.2019. ITPD.

Funding partners:



Implementing agencies:



- Definir infraestructura en que se pueden utilizar los vehículos eléctricos;
- Desarrollar infraestructura vial segura e inclusiva;
- Reforzar el uso seguro de ciclovías;
- Incrementar acceso y exposición a VMUs;
- Impulsar el cambio modal, haciendo el automóvil menos conveniente;
- Diseñar e implementar espacios de estacionamiento y carga;
- Ofrecer vías públicas para conducción segura;
- Integrar los VMUs en planos y estrategias de la ciudad;
- Recopilar datos para análisis y aplicación.

Aún más, recomendamos el establecimiento o actualización de legislación para estacionamiento de VMUs compartidos sin estaciones (*dockless*), medidas como las listadas traen seguridad para la población y pueden atraer más empresas de VMUs compartidos.

#### 4.2.4.2 BiciQuito

Para el caso específico de BiciQuito la integración con transporte público ocurre de forma estratégica, por medio de decisiones gubernamentales. Una de las ventajas de usar BiciQ para integrar los VMUs con transporte público es la alta accesibilidad, ya que no tienen costos de utilización, cualquier persona puede utilizar el sistema compartido y no hay necesidad de poseer una bicicleta, aumentando aún más su accesibilidad. Su mayor desventaja son los costos existentes para la gobernanza y los posibles conflictos de espacio en sus estaciones.

Funding partners:



Implementing agencies:



## 5. Especificaciones técnicas

### 5.1 Estaciones

La extensión norte del corredor Trolebús contempla 15 estaciones, iniciando en la estación Plaza de Toros hasta el futuro terminal Carapungo, con una distancia aproximada de 9.17 km, equivalente a un espaciamiento medio de 600 m entre estaciones.

Este espaciamiento está dentro de los rangos observados en otros sistemas de transporte tipo BRT, correspondiente a valores entre 400m y 1000m. La localización de las estaciones garantiza una cobertura adecuada de la demanda a lo largo del corredor, implicando distancias de caminata menores de 450 m.

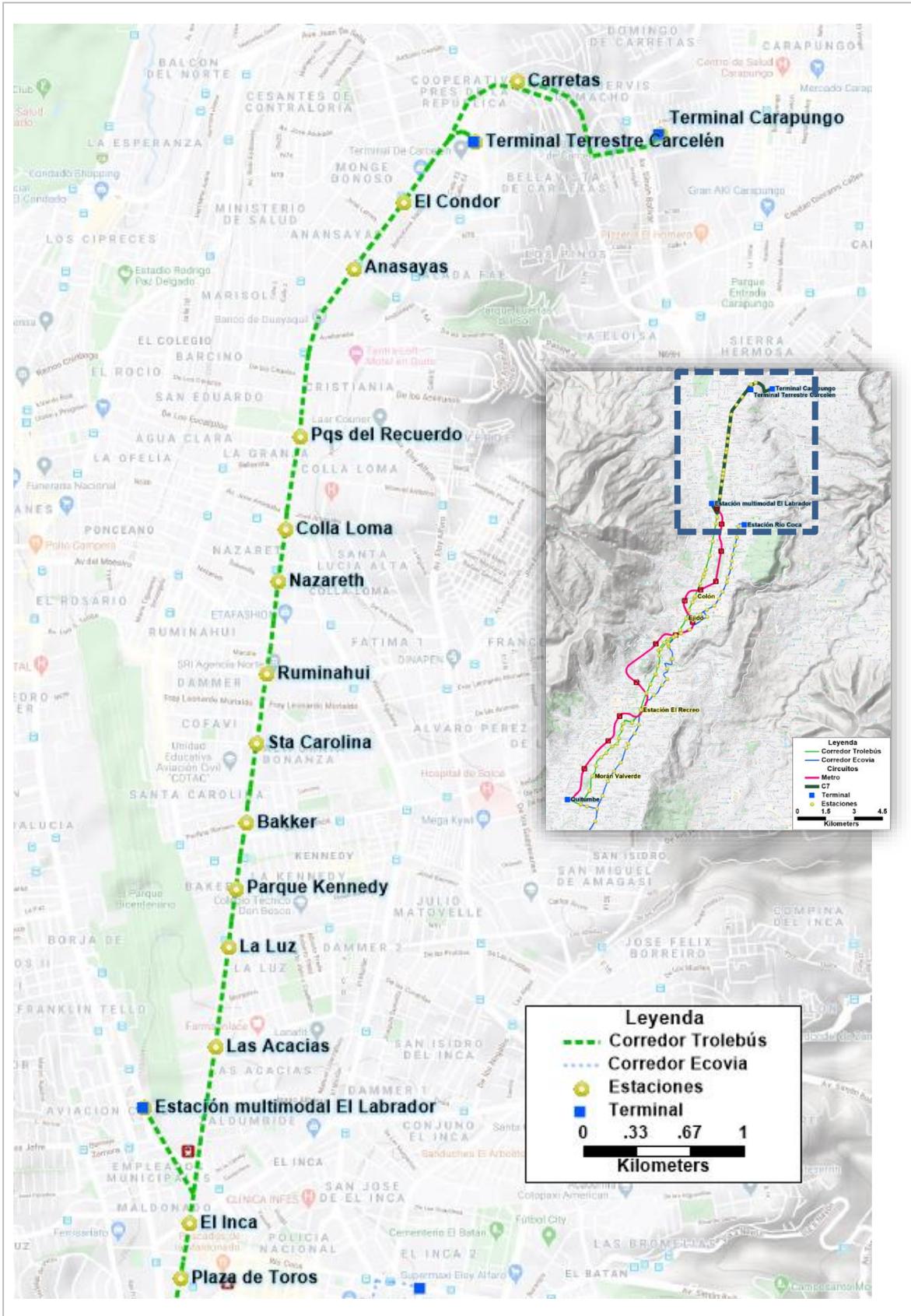
La siguiente figura ilustra la localización de las estaciones en la extensión norte del corredor de Trolebús.

Funding partners:



Implementing agencies:





Funding partners:

Implementing agencies:



### **Figura 59: Localización de estaciones en la extensión norte del corredor Trolebús**

Fuente: Elaboración propia a partir de estudio definitivo de la extensión (2017)

#### **5.1.1 Tipología de la estación**

La capacidad de las estaciones depende de los módulos o espacios de parada independientes de cada estación y del tiempo que ellos están ocupados en las operaciones de aproximación, ascenso/descenso de pasajeros y la salida de los autobuses.

De esta forma, el nivel de saturación de una estación es el porcentaje de tiempo que una posición de parada de un vehículo está ocupada. La saturación de las estaciones es un indicador de la probabilidad de que se produzcan colas y congestiones, basado en la frecuencia de operación de los vehículos y en el número de ascenso y descensos en el momento más crítico. En el caso de la extensión norte, de acuerdo con los resultados de la simulación, el periodo más crítico se presenta en la hora pico de la mañana.

Para el cálculo de la saturación es necesario definir las siguientes variables:

- Tiempo de maniobra del vehículo: tiempo de aproximación y salida de la estación
- Tiempo de ascenso/descenso de pasajeros

En el siguiente cuadro se muestran los parámetros considerados en el cálculo de la saturación de las estaciones:

**Tabla 6: Parámetros de dimensionamiento de estaciones**

<b>Tiempo de maniobras/Bus</b>	30	segundos
<b>Tiempo de ascenso/pax/puerta</b>	1.00	segundos
<b>Tiempo de descenso/pax/puerta</b>	0.75	segundos

A partir de los resultados del embarque y desembarque durante la hora pico de la mañana y las frecuencias calculadas para esa hora, se estimó la saturación, correspondiente a la relación entre el tiempo total de ocupación crítica de la

Funding partners:



Implementing agencies:



estación y su tiempo disponible. Los valores recomendados de este indicador son menores de 40% para garantizar que no se generen filas o congestiones en la estación.

Para calcular el nivel de saturación ( $x$ ), es necesario identificar inicialmente los tiempos que componen el proceso de embarque y desembarque de un servicio que pasa en una determinada estación:

$$x = \frac{\text{tiempo total de parada}}{\text{tiempo total disponible}} = \frac{t_{\text{parada}}}{t_{\text{disponible}}}$$

El tiempo total de parada en una estación puede dividirse en tres tipos: tiempo de embarque, tiempo de desembarque y tiempo muerto o de maniobras.

$$t_{\text{parada}}[\text{s}] = t_{\text{embarque}} + t_{\text{desembarque}} + t_{\text{muerto}}$$

El tiempo total disponible corresponde a la duración del período analizado, en este caso la hora pico, multiplicado por el número de posiciones efectivas de parada ( $n$ ) o módulos disponibles en la estación, teniendo en cuenta la tasa de éxito (porcentaje de veces en que, cuando el vehículo llega a la estación, su posición de parada está ocupada).

$$t_{\text{disponible}} = \text{cantidad}_{\text{paradas disponibles}} * 3600$$

La siguiente tabla muestra la relación entre los espacios de parada dentro de cada módulo y el número de paradas efectivas. Por ejemplo, en un módulo de tres posiciones de parada, la eficiencia es del 40% y equivale a 2.15 paradas, cada parada tiene 3600 seg disponibles, en el caso de 3 espacios seguidos, el tiempo efectivo para el cálculo de la saturación es de:

$$3600 \text{ seg} * 2,15 * 40\% = 3096 \text{ seg.}$$

Funding partners:



Implementing agencies:



**Tabla 7: Eficiencia del módulo de parada de la estación**

Cantidad de espacios de parada en el módulo	Eficiencia	Paradas Equivalentes
1	100%	1,00
2	75%	1,75
3	40%	2,15
4	20%	2,35
5	10%	2,45

Fuente: Transit Capacity and Quality of Service Manual (Transportation Research Board)

Para el caso de sistema BRT con cobro externo, un pasajero tarda en media un segundo en subir y 0,75 segundos en el descenso.

El tiempo de maniobra es el tiempo necesario para que el vehículo disminuya la velocidad, se acerque al punto de parada y abra las puertas, además de cerrar las puertas y acelerar desde el punto de embarque. El tiempo muerto se estima en 30 segundos.

Basándose en la frecuencia de los servicios ( $f$ ) que se paran en la estación durante la hora punta de la mañana, se puede calcular el tiempo muerto total.

$$t_{muerto} = 30 * f$$

Los valores de embarque y desembarque por estación se basan en los resultados del escenario de referencia (escenario integrado A), y las frecuencias por servicio se derivan de los resultados del plan operacional, conforme se presenta en la siguiente tabla.

Funding partners:



Implementing agencies:



**Tabla 8: Dimensionamiento de las estaciones de la extensión norte**

Estación	Embarques (Hora Pico)	Desembarques (Hora Pico)	Módulos	Frecuencia Pico (veh/h)	Tiempo Total Crítico (s)	Saturación Crítica
El Inca	129	145	1	20	719	0.11
Las Acacias	79	675	1	33	1282	0.20
La Luz	92	209	1	33	1180	0.19
Parque Kennedy	82	225	1	33	1115	0.18
Bakker	85	213	1	33	1119	0.18
Sta Carolina	82	198	1	33	1107	0.18
Ruminahui	700	478	1	33	1519	0.24
Nazareth	245	254	1	33	1208	0.19
Colla Loma	122	193	1	33	1125	0.18
Pqs del Recuerdo	189	368	1	33	1238	0.20
Anasayas	141	667	1	33	1310	0.21
El Condor	125	271	1	33	1169	0.19
Carretas	1246	379	1	33	1755	0.28

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos la saturación es menor de 40% lo que indica que con un solo módulo de parada es suficiente para una adecuada operación de la estación.

### 5.1.2 Ubicación y tamaño de cada estación propuesta

Dado el nivel de detalle de los proyectos disponibles, se realizó un análisis general de las estaciones en su entorno directo, identificando posibles puntos de conflicto que puedan existir entre la circulación de peatones y la estructura del sistema.

Un primer punto para garantizar es la seguridad de los peatones que circulan por las aceras cerca de los accesos vehiculares a las terminales y patios. La circulación de vehículos grandes requiere señales de advertencia para evitar accidentes graves, como el atropello de peatones. Por ejemplo, en la figura a continuación, se muestra la señalización de acceso al patio Sanchinarro, en España.

Funding partners:



Implementing agencies:

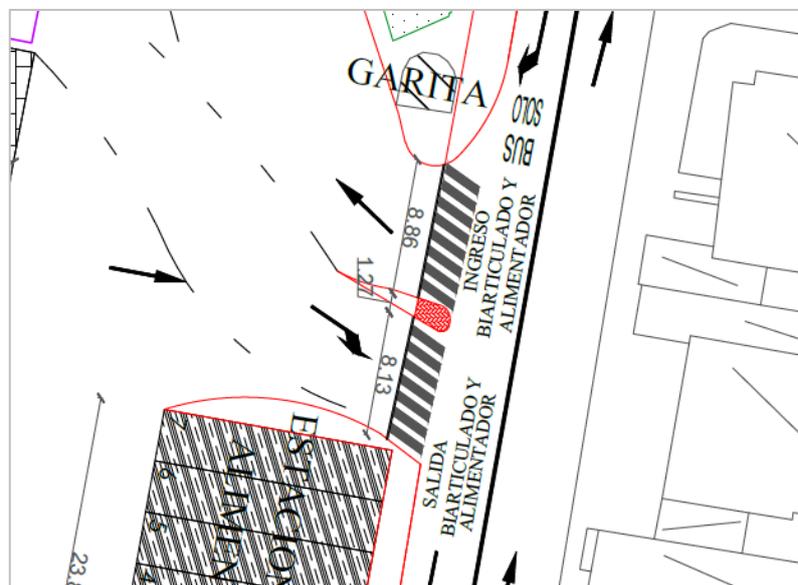




**Figura 60: Ejemplo de señalización de advertencia en el acceso del patio Sanchinarro – España**

Fuente: Google Street View

Se debe prestar especial atención al acceso a la terminal de La Y, que se llevará a cabo en una vía estrecha (8m), que requiere que los autobuses se muevan en los carriles de la dirección opuesta en ciertas maniobras.



**Figura 61: Acceso de buses en Via estrecha**

Fuente: Estudio definitivo extensión Labrador - Carapungo

Funding partners:



Implementing agencies:



## 5.2 Análisis especificaciones técnicas

Con base en los proyectos disponibles, se realizó un análisis, identificando posibles mejoras o adecuaciones para mejorar la operación de los nuevos buses eléctricos en el corredor Labrador-Carapungo.

De todas las infraestructuras a analizar, solo los 3 terminales (Carcelén, La Y e Carapungo) y el Patio en Carapungo tenían diseños detallados, lo que permitió llevar a cabo análisis más específicos. Por esta razón, en los otros lugares, se desarrolló un análisis más general, que indica los puntos que deberán ser considerados en el proyecto detallado.

Teniendo en cuenta la disposición de las áreas de parqueo y paradero para autobuses de 18m presentadas en el proyecto del sistema, se propone que los autobuses sean cargados por la delantera, una vez que la carga lateral exige un área mayor (no disponible) y la carga trasera requiere maniobras más complejas y más tiempo de maniobra, siendo la menos recomendado para la operación del sistema.

Manteniendo la visión de un sistema libre de emisiones, toda la iluminación en estas áreas, así como parte de la energía eléctrica consumida en edificios y equipos, se puede obtener mediante placas fotovoltaicas instaladas en los techos de los edificios y espacios de estacionamiento.

### 5.2.1 Estaciones

Por las razones ya presentadas, para los nuevos buses eléctricos, las baterías no tendrán ningún tipo de cargamento de oportunidad a lo largo de las rutas, estas deben permitir rangos aproximados de hasta 250 km cuando estén completamente cargadas.

Por lo tanto, no se plantean cambios específicos en las estaciones debido a los autobuses eléctricos.

Funding partners:



Implementing agencies:



## 5.2.2 Patios

### 5.2.2.1 Carapungo

Considerando que las rutas de autobuses eléctricos tendrán una relación directa con la Terminal de Carapungo, se propone que el patio planeado incluya espacios de estacionamiento tanto para autobuses Diésel (alimentadores y biarticulados), así como para los autobuses eléctricos articulados de 18m.

Basado en la propuesta de carga por la delantera de los buses, se recomienda que tanto los cargadores como la parte delantera de los vehículos (donde se encuentran los conectores) estén cubiertos y protegidos contra el clima (lluvia, viento y sol).

Esta cobertura tendrá la función de proteger tanto los cargadores y el enchufe, que generalmente ofrecen protección contra salpicaduras y polvo (IP-54 o IP-55) como, también, el personal encargado de recargar los buses.

Es de fundamental importancia verificar las dimensiones de los buses para la instalación de esta estructura, ya que deben ser lo suficientemente alta como para que cualquier vehículo llegue hacia abajo y también debe contener un canal de captación de agua pluvial, de modo que no exista riesgo del agua de la cobertura bajar por el techo del vehículo hasta su frente, mojando el equipo y el personal.

Como no habrá estacionamiento en la terminal para los vehículos que se quedan esperando durante los períodos valle, se recomienda que los cargadores en este patio también sean accesibles para los buses eléctricos de otros operadores, diferentes al responsable del patio Carapungo, permitiendo que todos vehículos que operan en esa terminal pueden realizar cargas parciales.

Este tipo de procedimiento requiere una operación detallada, que considera los riesgos de que ocurra un accidente entre el vehículo de otro operador y las instalaciones o vehículos del operador del patio, y también una división de los costos de mantenimiento de los cargadores entre los diferentes operadores que los utilizan.

Además, los cargadores deben tener lectores de tarjetas o teclados para digitación de códigos, que identifiquen el vehículo, su operador y, posteriormente, permitan la recolección de los costos de la energía utilizada. Las reglas de tiempo y la prioridad de uso también deben establecerse en el plan operacional.

Funding partners:

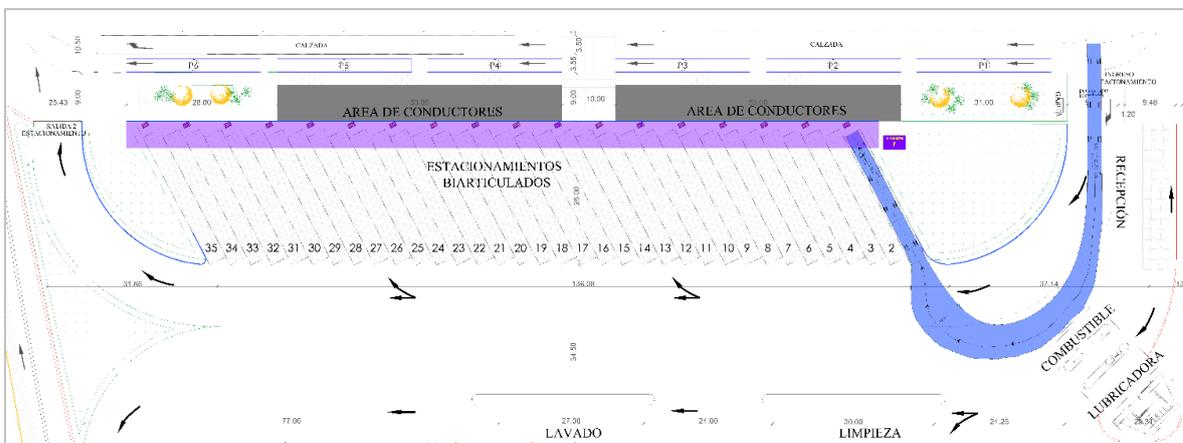


Implementing agencies:



Para permitir la instalación de cargadores, también es esencial considerar el área para la instalación de transformadores que soportan la carga esperada de los cargadores (aproximadamente 120kw por cada 2 buses). Considerando que 34 buses podrán ser cargados simultáneamente en el Patio, se considera que la demanda total de los cargadores será de 2.040kw.

La Figura a continuación muestra las plazas de estacionamiento recomendadas para el uso de cargadores. Estos 35 espacios se consideraron inicialmente solo para buses biarticulados, sin embargo, en la propuesta, pueden ser utilizados por cualquier tipo de vehículo que requiera carga eléctrica, incluso en el futuro, por vehículos eléctricos mayores.



**Figura 62: Ubicación de las plazas de aparcamiento para recarga - Patio Carapungo**

Fuente: Estudio definitivo extensión Labrador - Carapungo

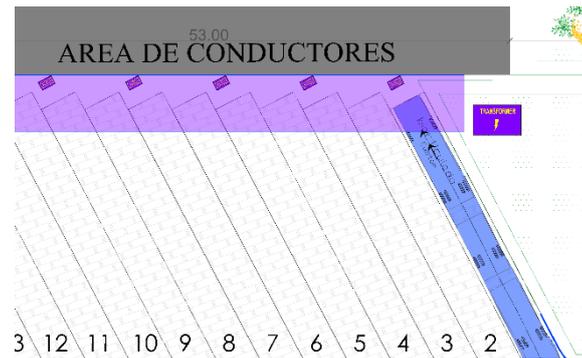
En la siguiente figura se presenta el detalle de los cargadores en la delantera de los buses (1 cargador para cada 2 buses). Es importante tener en cuenta, como se indicó anteriormente, que tanto los cargadores como la parte delantera de los buses están protegidos por la cobertura (área morada).

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 63: Detalle de los cargadores debajo de la cobertura y del transformador**

Fuente: Elaboración propia, Estudio definitivo extensión Labrador - Carapungo

## 5.2.3 Terminales

### 5.2.3.1 Carcelén

Se recomienda la instalación de cargadores para cargas parciales en los buses que permanecen en la terminal en los períodos valle.

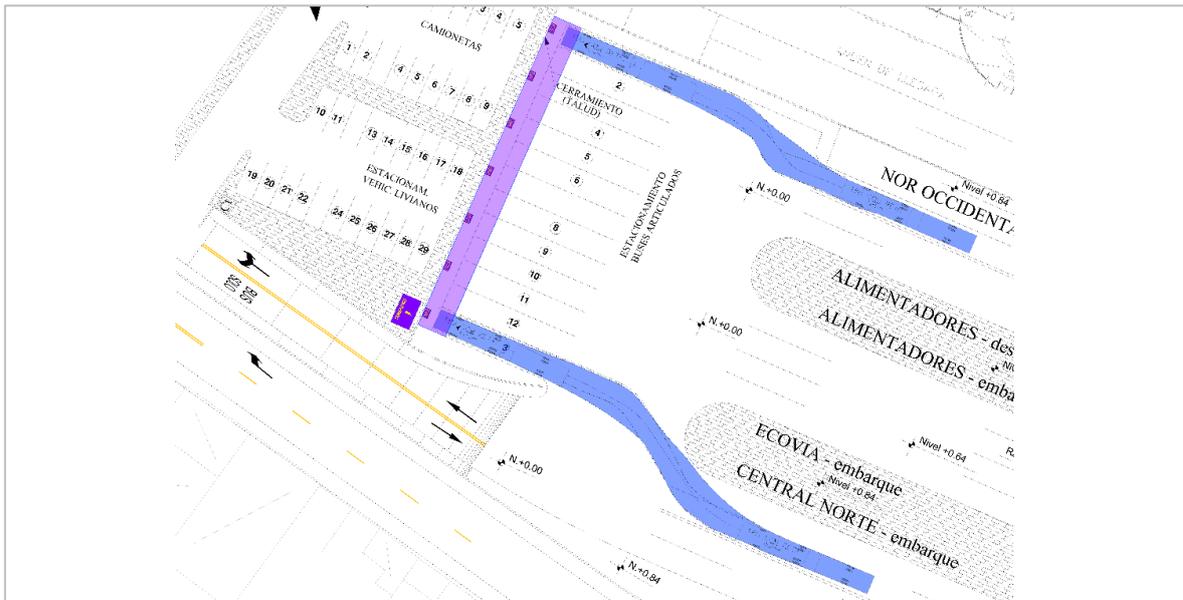
La siguiente figura muestra las plazas de estacionamiento recomendadas para el uso de cargadores. Estos 13 espacios se consideraron inicialmente solo para buses articulados de 18m, sin embargo, en la propuesta, pueden ser utilizados por cualquier tipo de vehículo que requiera carga eléctrica.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 64: Ubicación de las plazas de aparcamiento para recarga – Terminal Carcelén**

Fuente: Elaboración propia, Estudio definitivo extensión Labrador - Carapungo

Es importante tener en cuenta que tanto los cargadores (1 para cada 2 buses) como la parte delantera de los buses están protegidos por la cobertura (área morada). El transformador de los cargadores puede ubicarse cerca de los cargadores.

### 5.2.3.2 Terminal La Y

Así como en la terminal de Carcelén, se propone instalar cargadores para cargas parciales en los buses que se queden en la terminal en los períodos del valle.

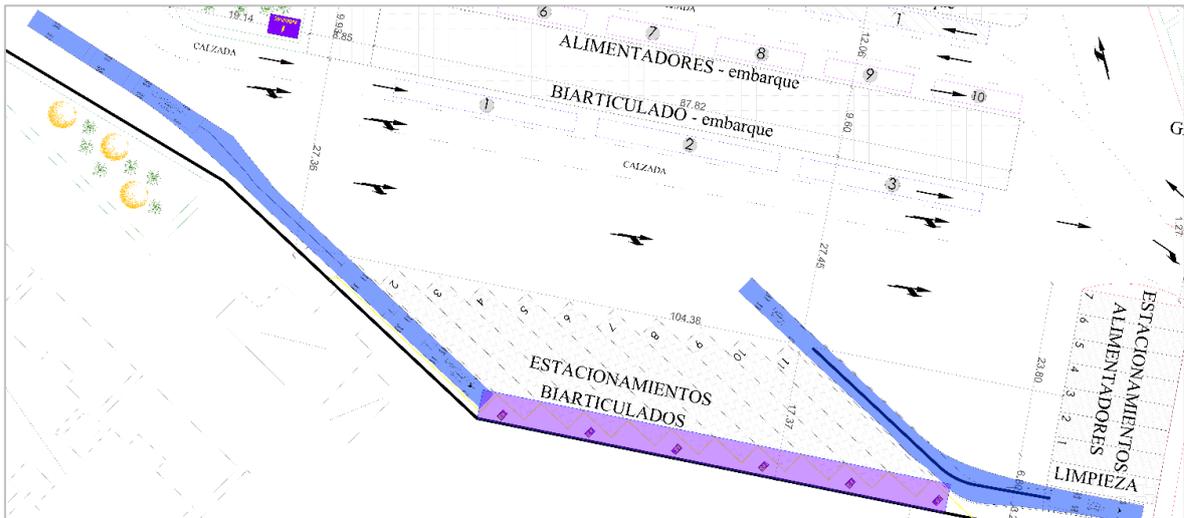
La siguiente figura muestra las plazas de estacionamiento recomendadas para el uso de cargadores. Estos 11 espacios se consideraron inicialmente solo para buses biarticulados, sin embargo, en la propuesta, pueden ser utilizados por cualquier tipo de vehículo que requiera carga eléctrica, incluso en el futuro, para vehículos eléctricos mayores.

Funding partners:



Implementing agencies:



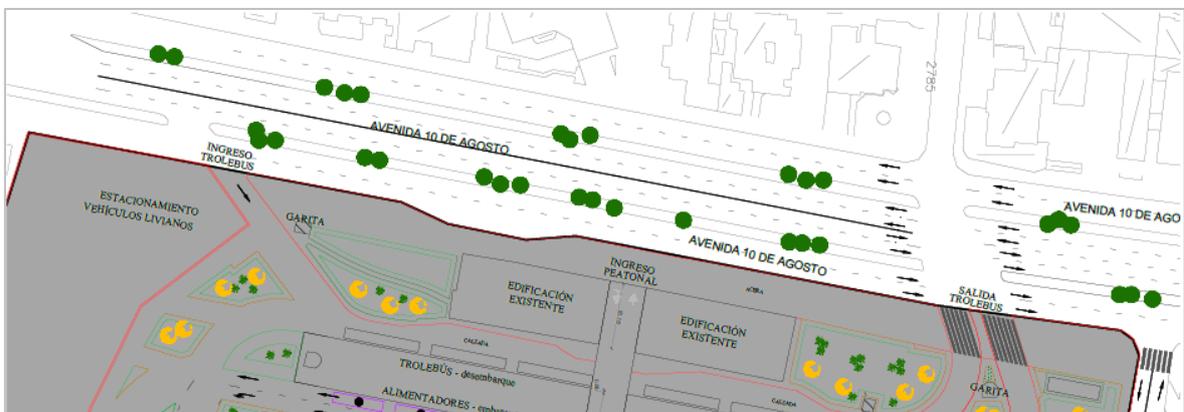


**Figura 65: Ubicación de las plazas de aparcamiento para recarga – Terminal La Y**

Fuente: Elaboración propia, Estudio definitivo extensión Labrador - Carapungo

Es importante tener en cuenta que tanto los cargadores (1 para cada 2 buses) como la parte delantera de los buses están protegidos por la cobertura (área morada). Debido a restricciones de espacio, el transformador de los cargadores puede ubicarse en el área del jardín cerca de las plataformas (arriba a la izquierda de la imagen).

Al analizar del ingreso peatonal, no se identifica un cruce peatonal que permita la travesía de la Avenida 10 de agosto, cerca del acceso a la terminal. La alta circulación de peatones exige un cruce directo, y protegido, cerca de la entrada de la terminal. Es importante garantizar que la travesía sea la más obvia posible, o sea fácil de comprender, evitando que peatones sean atropellados.



Funding partners:



Implementing agencies:



## **Figura 66: Ubicación de las plazas de aparcamiento para recarga – Terminal La Y**

Fuente: Elaboración propia, Estudio definitivo extensión Labrador - Carapungo

### **5.2.3.3 Terminal Carapungo**

Como no se prevé la posibilidad de carga de oportunidad en el sistema y como en la terminal de Carapungo no habrá espacios para estacionar vehículos en las horas valle, no se plantean cambios significativos en la terminal debido a los autobuses eléctricos.

Considerando la posibilidad de operación compartida de los cargadores del patio Carapungo, se debe considerar la instalación de señalización específica que indique la posibilidad de recarga parcial de los buses eléctricos en este patio.

### **5.2.4 Estacionamientos**

En la información disponibilidad del proyecto no se incluyen estacionamientos, cercanos al sistema, para los usuarios. Por lo tanto, se describirán informaciones generales sobre elementos que pueden considerarse en estas áreas, y también en las áreas de estacionamiento en las terminales.

Para crear una identidad para los usuarios con el sistema de autobuses eléctricos, fomentar el uso de vehículos eléctricos y medios de transporte alternativos, una posibilidad sería instalar algunos cargadores en espacios de estacionamiento cercanos, para carga gratuita de vehículos eléctricos particulares, junto con bicicletarios abiertos al público en general y para bicicletas públicas / compartidas.

Una señalización adecuada, indicando los caminos más cortos o accesibles a las estaciones / terminales también es esencial.

Para garantizar que los estacionamientos puedan ser utilizados por todos, cupos para personas con necesidades específicas deben ubicarse cerca de los accesos peatonales, incluida la construcción de rampas con ancho, inclinación y extensión entre niveles dentro de los estándares de accesibilidad locales o internacionales.

Los estándares de accesibilidad deben estar garantizados, como mínimo, entre los estacionamientos y el punto de desembarque/salida del usuario con necesidades especiales del sistema.

Funding partners:



Implementing agencies:

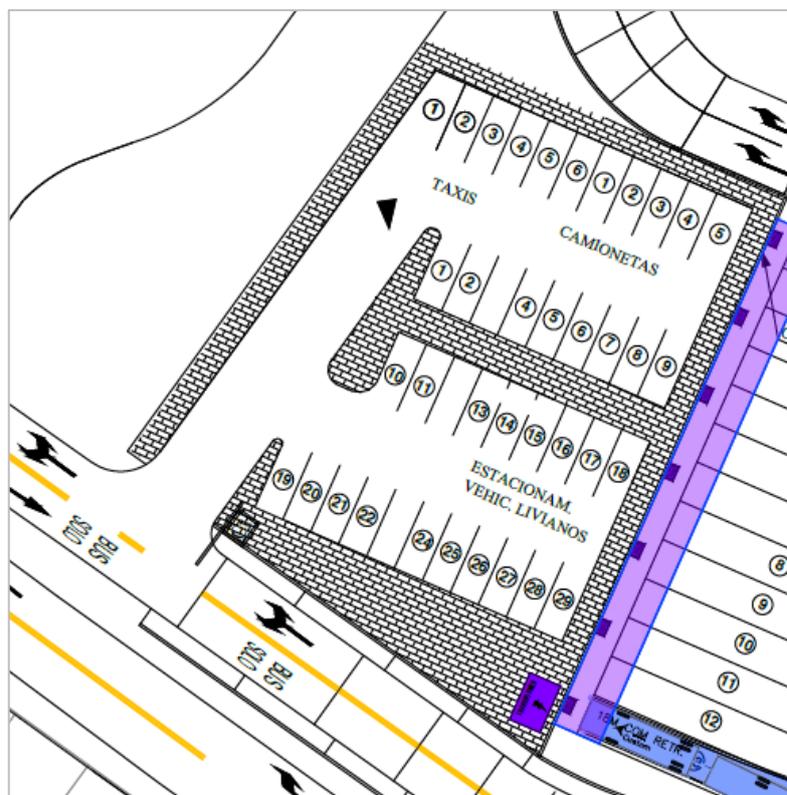


Para aumentar la receptividad y hacer que los usuarios conozcan los beneficios de los autobuses eléctricos, la señalización educativa también se puede considerar en los estacionamientos y en el camino entre estos y el sistema de autobuses.

Otra posibilidad para considerar es la instalación de equipos que identifiquen los vehículos previamente registrados y hagan un cargo diferenciado por las tarifas de estacionamiento para los usuarios que tienen vehículos que funcionan con combustibles considerados más limpios.

#### 5.2.4.1 Terminal Carcelén

El estacionamiento propuesto para vehículos particulares en la terminal Carcelén cuenta con 20 espacios para vehículos livianos y 20 espacios para taxis y camionetas, conforme se puede observar en la figura a continuación. No se muestra la ubicación recomendada para la circulación de los peatones y tampoco se indica qué espacios se adaptarán para vehículos para personas con necesidades especiales.



**Figura 67: Estacionamiento Terminal Carcelén**

Fuente: Estudio definitivo extensión Labrador - Carapungo

Funding partners:



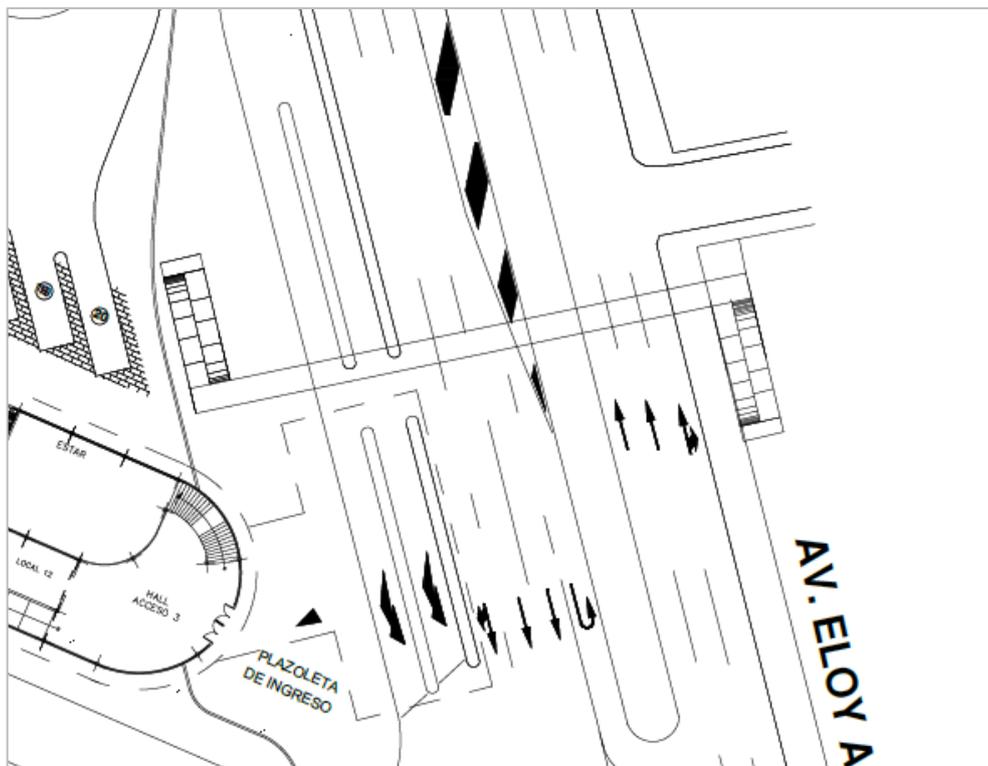
Implementing agencies:



No hay indicación de un portabicicletas o lugares para recoger / devolver bicicletas de alquiler.

Un punto por destacar es el acceso desde el estacionamiento, que no está claro para los conductores, ya que hay una indicación de que solo los autobuses en la vía parecen tener acceso al estacionamiento.

En el acceso a la Avenida Eloy Alfaro se encuentra un puente peatonal, pero no es posible identificar sus dimensiones reales e incluso si impacta la acera en el lado opuesto de la avenida (acera más estrecha).



**Figura 68: Puente Peatonal en el Acceso de la Av. Eloy Alfaro**

Fuente: Estudio definitivo extensión Labrador - Carapungo

#### 5.2.4.2 Terminal La Y

El proyecto no incluye las características del estacionamiento de vehículos livianos de la terminal de La Y), por lo que no es posible desarrollar análisis específicos.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 69: Estacionamiento Terminal La Y**

Fuente: Estudio definitivo extensión Labrador - Carapungo

### 5.2.4.3 Terminal Carapungo

El estacionamiento propuesto para vehículos particulares en la terminal Carapungo cuenta con 19 espacios para vehículos privados y 20 espacios para taxis. No se muestra la ubicación recomendada para la circulación de los peatones (solo hay un cruce indicado en el área reservada para los empleados) y tampoco se indica qué espacios se adaptarán para vehículos para personas con necesidades especiales.

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 70: terminal Carapungo**

Fuente: Estudio definitivo extensión Labrador - Carapungo

Como contiene pocos espacios, se recomienda que haya algún tipo de señalización dinámica, fácilmente visible, que indique la cantidad de espacios disponibles, evitando posibles colas que afecten el tráfico local.

### 5.3 VMUs

El anteproyecto de la expansión norte del Trolebús no presenta especificaciones técnicas para uso de VMUs para su evaluación. Por lo tanto, en este aparte, se presentan las especificaciones para cicloparqueaderos en estaciones con base en las buenas prácticas.

Es recomendable que los parqueaderos se ubiquen en estaciones en zonas residenciales en que las personas puedan utilizar ese modo como alimentación en la última milla o en distancias hasta 2 km del sistema. Considerando que la alimentación tiene un costo alto al ser realizada con buses, proveer parqueaderos seguros tiene beneficio grande para el sistema.

Funding partners:



Implementing agencies:



En las zonas de destino con gran concentración de actividades no residenciales se recomienda la instalación de parqueaderos de bicicletas públicas del sistema BiciQuito.

En caso de parqueaderos en estaciones y paradas, se recomienda la instalación en sitios internos, cubiertos y seguros, preferencialmente exclusivo y cerca de guardias de seguridad.

El tipo de parqueadero más recomendado es la U invertida, pues ocupa poco espacio, se puede asegurar la bicicleta completamente (las 2 ruedas y el marco), tiene bajo costo y fácil construcción e instalación y es considerado la “mejor práctica” a nivel internacional. En el caso de instalación en estaciones y paradas, sus desventajas (susceptibilidad a las intemperies y baja seguridad) pueden ser disminuidas.

Las dos infraestructuras necesarias para instalar un cicloparqueadero son: Amarradores y señalización. A continuación, se presentan las especificaciones recomendadas en la Guía de Implementación De Cicloparqueaderos de la Secretaría de Gestión Inmobiliaria del Sector Público de Gobierno de Ecuador:

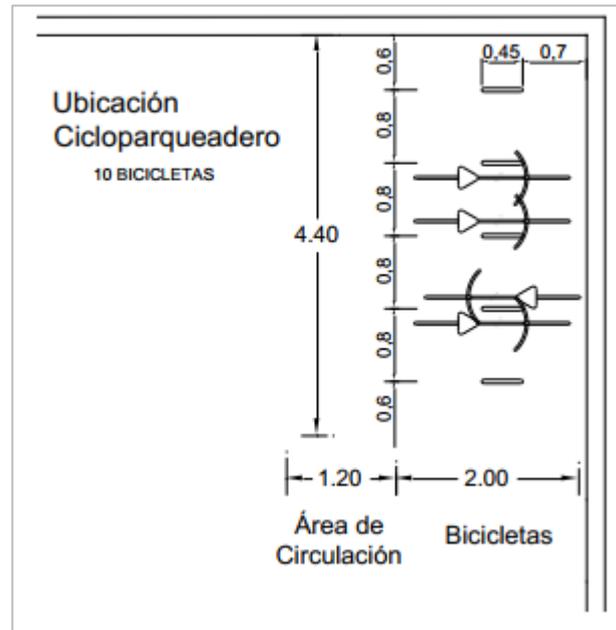
Un cicloparqueadero para 10 bicicletas, con 5 amarradores, debe tener dimensiones de 3.20m x 4.40m, en el cual se encuentra considerado el espacio necesario de 1.20m para la circulación.

Funding partners:



Implementing agencies:



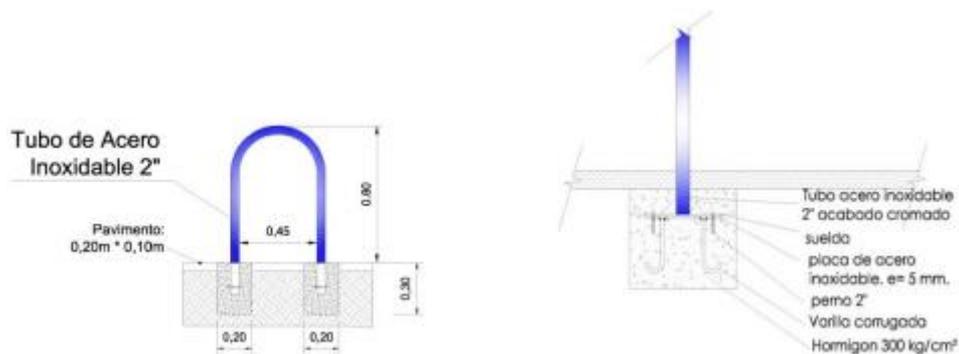


**Figura 71 : Ubicación Cicloparqueadero**

Fuente: Modelo del DMQ

Los materiales necesarios son:

- Tubo metálico redondo 2" X 1,5mm doblado tipo U (Incluye placa metálica de 120x120x4mm, ganchos de sujeción y pintura de fondo)



**Figura 72 : Amarrador de acero**

Fuente: Modelo del DMQ

- Poste de señalética vertical – Tubo galvanizado de 2" (Incluye placa metálica de 120x120x4mm, ganchos de sujeción y letrero de señalética)

Funding partners:



Implementing agencies:





**Figura 73 : Señalética**

Fuente: Modelo del DMQ

- Hormigón simple de  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$
- Hormigón simple de  $f'c= 300\text{kg/cm}^2$
- Pintura anticorrosiva
- Pintura esmalte
- Pintura de tráfico
- Diluyente

Después de la definición de áreas y materiales, la construcción, que se supone que dure 10 días, es hecha por medio de las siguientes fases:

- Movimientos de tierras
- Estructura
- Carpintería Metal
- Pisos
- Recubrimientos

Funding partners:



Implementing agencies:



- Desalojo de escombros
- Obras exteriores

En las tablas abajo se presenta el presupuesto referencial y el cronograma propuesto para la obra.

Funding partners:



CLIFF CHILDREN'S  
INVESTMENT FUND  
FOUNDATION

 UK Government



Implementing agencies:

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



**Tabla 9: Presupuesto referencial**

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS</b>					
1	LIMPIEZA GENERAL	m2	14,52	1,03	14,96
2	REPLANTEO Y NIVELACION	m2	14,52	1,79	25,99
3	EXCAVACION MANUAL DE CIMIENTOS Y PLINTOS	GLB	1,00	10,57	10,57
4	RELLENO COMPACTADO CON SUELO NATURAL	GLB	1,00	9,73	9,73
5	ROTURA DE PAVIMENTO A MANO	GLB	1,00	8,86	8,86
<b>ESTRUCTURA</b>					
6	BASES DE HORMIGON SIMPLE f'c= 210kg/cm2	U	10,00	11,34	113,40
<b>PISOS</b>					
7	MASILLADO Y ALISADO DE PISOS	GLB	1,00	18,53	18,53
<b>RECUBRIMIENTOS</b>					
8	PINTURA ESMALTE EN HIERRO	U	5,00	25,82	129,10
9	PINTURA ALTO TRAFICO (SEÑALETICA)	GLB	1,00	62,83	62,83
<b>OBRAS EXTERIORES</b>					
10	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	m2	14,52	1,78	25,85
<b>DESALOJOS, DEROCAMIENTOS, LIBERACIONES, ETC</b>					
11	DESALOJO DE ESCOMBROS	GLB	1,00	52,13	52,13
<b>CARPINTERIA METAL</b>					
12	TUBO METALICO REDONDO 2" x 1,5mm DOBLADO TIPO U (INCLUYE PLACA METALICA DE 120x120x4mm GANCHOS DE SUJECIÓN, Y PINTURA DE FONDO)	U	5,00	95,14	475,70

Funding partners:

Federal Ministry  
for Economic Cooperation  
and DevelopmentCHILDREN'S  
INVESTMENT FUND  
FOUNDATION

UK Government

USAID  
FROM THE AMERICAN PEOPLEgiz  
Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbHC40  
CITIES

Implementing agencies:

13	POSTE DE SEÑALÉTICA VERTICAL - TUBO GALVANIZADO DE 2" (INCLUYE PLACA METALICA DE 120x120x4mm, GANCHOS DE SUJECIÓN, Y LETRERO DE SEÑALÉTICA)	U	1,00	120,84	120,84
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 1.068,48
<b>12% IVA</b>					\$ 128,22
<b>VALOR TOTAL</b>					\$ 1.196,70
<b>NOTA: LOS PRECIOS UNITARIOS INCLUYEN EL 20% DE COSTOS INDIRECTOS</b>					

Fuente: Secretaría de Gestión Inmobiliaria del Sector Público

**Tabla 10: cronograma propuesto para la obra**

FASE	RUBRO	DESCRIPCION	SEMANA 1					SEMANA 2					
			L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	
<b>FASE I CONTRATACION</b>	<b>CONTRATACION</b>												
	0,1	OBTENCIÓN DE FONDOS	■	■	■	■	■						
	0,2	COTIZACIÓN		■	■	■	■						
	0,3	CONTRATACIÓN				■	■						
<b>FASE II EJECUCION DE OBRA</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS</b>												
	1	LIMPIEZA GENERAL						■	■	■	■	■	■
	2	REPLANTEO y NIVELACIÓN						■	■	■	■	■	■
	3	EXCAVACIÓN MANUAL DE CIMIENTOS Y PLINTOS						■	■	■	■	■	■
	4	RELLENO COMPACTADO CON SUELO NATURAL						■	■	■	■	■	■
	5	ROTURA DE PAVIMENTO A MANO						■	■	■	■	■	■
<b>ESTRUCTURA</b>													

Funding partners:



Implementing agencies:





**C40 Cities Climate  
Leadership Group**

3 Queen Victoria Street, City  
London EC4N 4TQ  
United Kingdom

**Deutsche Gesellschaft für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH**

Potsdamer Platz 10  
10785 Berlin  
Germany

**E** [contact@c40cff.org](mailto:contact@c40cff.org)

**W** [c40cff.org](http://c40cff.org)

**Funding Partners:**



Federal Ministry  
for Economic Cooperation  
and Development



Funded by  
UK Government



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

**Implementing agencies:**



Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

