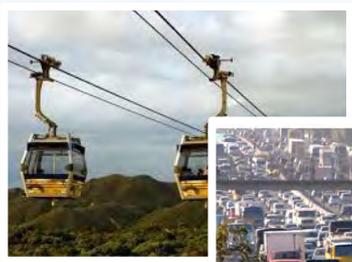


Actualización del Modelo de Demanda del Distrito Metropolitano de Quito (MD17)

PRODUCTO 3 (versión 4)

20 de Julio de 2018





ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE DEMANDA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (MD17)

Producto 3 (versión 4)

20 de Julio de 2018

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
2.	ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE DEMANDA	3
2.1.	MARCO GENERAL	3
2.2.	ESCENARIOS	3
2.2.1.	<i>Reestructuración del sistema de transporte público actual</i>	<i>3</i>
2.2.2.	<i>Nuevas actuaciones (transporte público y privado)</i>	<i>4</i>
2.2.3.	<i>Sistema tarifario</i>	<i>14</i>
2.2.4.	<i>Oferta.....</i>	<i>15</i>
2.3.	PROYECCIÓN DE LAS VARIABLES EXPLICATIVAS	16
2.3.1.	<i>Población</i>	<i>16</i>
2.3.2.	<i>Motorización.....</i>	<i>32</i>
2.3.3.	<i>Empleo</i>	<i>33</i>
2.3.4.	<i>Plazas escolares</i>	<i>33</i>
2.3.5.	<i>Centros de atracción</i>	<i>33</i>
2.4.	MATRICES DE VIAJES PARA LOS AÑOS HORIZONTE	34
2.5.	MODELACIÓN Y RESULTADOS	37
2.5.1.	<i>Planteamiento</i>	<i>37</i>
2.5.2.	<i>Imagen global del sistema de transporte colectivo.....</i>	<i>38</i>
2.5.3.	<i>Viajes no motorizados.....</i>	<i>46</i>
2.5.4.	<i>Resultados previstos para el Metro</i>	<i>47</i>
2.5.5.	<i>Conclusiones y recomendaciones</i>	<i>79</i>
3.	INFORME DE CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO	83
3.1.	MANUAL DE UTILIZACIÓN DEL MD17	83
3.2.	PLAN DE CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO.....	83
4.	ARCHIVOS DEL MODELO DE DEMANDA Y PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO.....	87
4.1.	ARCHIVOS DEL MD17.....	87

4.2.	PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO	87
4.2.1.	<i>Período 2017-2020</i>	87
4.2.2.	<i>Año 2021</i>	88
4.2.3.	<i>Actualización del MD21. Evaluación continua de la movilidad</i>	91

Anexos

Anexo 1. Manual de utilización del MD17

Anexo 2. Descripción de los ficheros del MD17

Anexo 3. Planteamiento metodológico y operativo de la EDM11 del DMQ

Anexo 4. Respuesta a diferentes cuestiones planteadas por el DMQ y la Banca Multilateral

Anexo 5. Personal técnico clave y dedicación horaria a la Consultoría

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA Nº 1.	PROYECCIONES DE POBLACIÓN CANTONALES (INEC).....	17
TABLA Nº 2.	RESUMEN PLAN BICENTENARIO.....	25
TABLA Nº 3.	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL DMQ POR PARROQUIA	27
TABLA Nº 4.	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL DMQ. AGREGACIÓN POR MACROZONAS	29
TABLA Nº 5.	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL DMQ MAYOR DE 4 AÑOS. AGREGACIÓN POR MACROZONAS	29
TABLA Nº 6.	INCREMENTOS POBLACIONALES. AGREGACIÓN POR MACROZONAS	30
TABLA Nº 7.	EVOLUCIÓN PREVISTA DE PIB.....	32
TABLA Nº 8.	EVOLUCIÓN PREVISTA DE LA TASA DE MOTORIZACIÓN	32
TABLA Nº 9.	PROYECCIONES DE EMPLEO ZEDE-QUITO. EMPLEO ACUMULADO	33
TABLA Nº 10.	MATRICES DE VIAJES FUTURAS	36
TABLA Nº 11.	TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL.....	36
TABLA Nº 12.	REPARTO MODAL PREVISTO	37
TABLA Nº 13.	ETAPAS TRANSPORTE PÚBLICO 2020 (2.942.564 VIAJES/LAB)	38
TABLA Nº 14.	ETAPAS EN LÍNEAS ALIMENTADORAS CON RED ACTUAL Y HORIZONTE 2020.....	39
TABLA Nº 15.	ETAPAS TRANSPORTE PÚBLICO 2025 (3.102.191 VIAJES/LAB)	39
TABLA Nº 16.	ETAPAS TRANSPORTE PÚBLICO 2030 (3.172.017 VIAJES/LAB)	40
TABLA Nº 17.	ETAPAS TRANSPORTE PÚBLICO 2035 (3.295.562 VIAJES/LAB)	40
TABLA Nº 18.	ETAPAS TRANSPORTE PÚBLICO 2040 (3.449.172 VIAJES/LAB)	41
TABLA Nº 19.	ETAPAS/VIAJE EN TRANSPORTE PÚBLICO	41
TABLA Nº 20.	TIEMPOS DE VIAJE EN TRANSPORTE PÚBLICO Y VEHÍCULO PRIVADO (MINUTOS). COMPARACIÓN ENTRE ESCENARIOS. AÑO 2020 HPM.....	42
TABLA Nº 21.	TIEMPOS DE VIAJE EN TRANSPORTE PÚBLICO (MINUTOS). COMPARACIÓN ENTRE ESCENARIOS PARA LOS DIFERENTES SUBSISTEMAS	42
TABLA Nº 22.	TIEMPOS DE VIAJE EN TRANSPORTE PÚBLICO Y VEHÍCULO PRIVADO (MINUTOS) PARA LAS DIFERENTES RELACIONES AGRUPADAS POR MACROZONAS. COMPARACIÓN ENTRE ESCENARIOS. AÑO 2020 HPM	43
TABLA Nº 23.	TIEMPOS PROMEDIO (MINUTOS) DE LOS VIAJES REALIZADOS A PIE RESULTANTES DE LA EDM11.....	46
TABLA Nº 24.	VIAJES A PIE POR PERIODO HORARIO	47
TABLA Nº 25.	ETAPAS A PIE DE LOS VIAJES REALIZADOS EN TRANSPORTE PÚBLICO	47

TABLA Nº 26.	ETAPAS DIARIAS EN METRO SIN/CON INTEGRACIÓN TARIFARIA EN 2017 (2.601.161 VIAJES TOTALES EN TRANSPORTE PÚBLICO/LAB)	47
TABLA Nº 27.	ESTIMACIÓN DE DEMANDA DEL METRO EN ALTERNATIVA DE RED ACTUAL PROYECTADA ..	48
TABLA Nº 28.	ESTIMACIÓN DE DEMANDA DEL METRO EN ALTERNATIVA DE RED PROPUESTA EN 2011..	49
TABLA Nº 29.	ESTIMACIÓN DE DEMANDA DEL METRO EN ALTERNATIVA DE RED PROPUESTA EN EL ESTUDIO DE REESTRUCTURACIÓN	50
TABLA Nº 30.	COMPARACIÓN DE DEMANDAS DIARIAS ESPERADAS POR ALTERNATIVAS, INCLUYENDO INDUCCIÓN	51
TABLA Nº 31.	CARGA POR TRAMOS. ALTERNATIVA BASADA EN RED ACTUAL PROYECTADA. AÑO 2020 .	52
TABLA Nº 32.	CARGA POR TRAMOS. ALTERNATIVA BASADA EN RED ACTUAL PROYECTADA. AÑO 2025 .	54
TABLA Nº 33.	CARGA POR TRAMOS. ALTERNATIVA BASADA EN RED ACTUAL PROYECTADA. AÑO 2030 .	56
TABLA Nº 34.	CARGA POR TRAMOS. ALTERNATIVA BASADA EN RED ACTUAL PROYECTADA. AÑO 2035 .	58
TABLA Nº 35.	CARGA POR TRAMOS. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN 2011. AÑO 2020	60
TABLA Nº 36.	CARGA POR TRAMOS. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN 2011. AÑO 2025	62
TABLA Nº 37.	CARGA POR TRAMOS. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN 2011. AÑO 2030	64
TABLA Nº 38.	CARGA POR TRAMOS. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN 2011. AÑO 2035	66
TABLA Nº 39.	CARGA POR TRAMOS. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN ESTUDIO DE REESTRUCTURACIÓN. AÑO 2020	68
TABLA Nº 40.	CARGA POR TRAMOS. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN ESTUDIO DE REESTRUCTURACIÓN. AÑO 2025	70
TABLA Nº 41.	CARGA POR TRAMOS. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN ESTUDIO DE REESTRUCTURACIÓN. AÑO 2030	72
TABLA Nº 42.	CARGA POR TRAMOS. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN ESTUDIO DE REESTRUCTURACIÓN. AÑO 2035	74
TABLA Nº 43.	MOVIMIENTOS POR ESTACIÓN EN RED ACTUAL PROYECTADA. AÑO 2020.....	76
TABLA Nº 44.	MOVIMIENTOS POR ESTACIÓN CON REORDENACIÓN DE 2011. AÑO 2020.....	76
TABLA Nº 45.	MOVIMIENTOS POR ESTACIÓN CON RED DE REESTRUCTURACIÓN. AÑO 2020	77
TABLA Nº 46.	INTENSIDADES PUNTA (LA MAGDALENA-SAN FRANCISCO).....	77

TABLA Nº 47.	CÁLCULO DEL NÚMERO DE TRENES NECESARIOS	78
TABLA Nº 48.	RESUMEN DEL NÚMERO DE TRENES NECESARIOS	79
TABLA Nº 49.	SISTEMA TARIFARIO PROPUESTO EN 2011	81

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN N° 1.	ESCENARIO 2020. TRANSPORTE PÚBLICO	7
IMAGEN N° 2.	ESCENARIO 2020. SOLUCIÓN VIAL.....	8
IMAGEN N° 3.	ESCENARIO 2025. TRANSPORTE PÚBLICO.....	9
IMAGEN N° 4.	ESCENARIO 2025. SOLUCIÓN VIAL.....	10
IMAGEN N° 5.	ESCENARIO 2030. TRANSPORTE PÚBLICO.....	11
IMAGEN N° 6.	ESCENARIO 2035. TRANSPORTE PÚBLICO.....	12
IMAGEN N° 7.	ESCENARIO 2040. TRANSPORTE PÚBLICO.....	13
IMAGEN N° 8.	ESCENARIO 2040. SOLUCIÓN VIAL	14
IMAGEN N° 9.	CRECIMIENTOS POBLACIONALES DMQ 2016-2040.....	19
IMAGEN N° 10.	INCREMENTOS POBLACIÓN 2016-20140.....	21
IMAGEN N° 11.	PARQUE BICENTENARIO. ÁREAS DE INFLUENCIA.....	23
IMAGEN N° 12.	CENTRALIDAD DEL BICENTENARIO. TRATAMIENTO DE ZONAS EN TRANSFORMACIÓN URBANÍSTICA	24
IMAGEN N° 13.	ZONIFICACIÓN Y MACROZONAS DEL ÁMBITO DE ESTUDIO.....	26

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN RED ACTUAL PROYECTADA. AÑO 2020.....	53
GRÁFICO N° 2.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN RED ACTUAL PROYECTADA. AÑO 2020.....	53
GRÁFICO N° 3.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN RED ACTUAL PROYECTADA. AÑO 2025.....	55
GRÁFICO N° 4.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN RED ACTUAL PROYECTADA. AÑO 2025.....	55
GRÁFICO N° 5.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN RED ACTUAL PROYECTADA. AÑO 2030.....	57
GRÁFICO N° 6.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN RED ACTUAL PROYECTADA. AÑO 2030.....	57
GRÁFICO N° 7.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN RED ACTUAL PROYECTADA. AÑO 2035.....	59
GRÁFICO N° 8.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN RED ACTUAL PROYECTADA. AÑO 2035.....	59
GRÁFICO N° 9.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN 2011. AÑO 2020.....	61
GRÁFICO N° 10.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN 2011. AÑO 2020.....	61
GRÁFICO N° 11.	OSCILOGRAMA DE CARGA ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN 2011. AÑO 2025.....	63
GRÁFICO N° 12.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN 2011. AÑO 2025.....	63
GRÁFICO N° 13.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN 2011. AÑO 2030.....	65
GRÁFICO N° 14.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN 2011. AÑO 2030.....	65
GRÁFICO N° 15.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN 2011. AÑO 2035.....	67
GRÁFICO N° 16.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN 2011. AÑO 2035.....	67
GRÁFICO N° 17.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN ESTUDIO DE REESTRUCTURACIÓN. AÑO 2020.....	69
GRÁFICO N° 18.	OSCILOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN ESTUDIO DE REESTRUCTURACIÓN. AÑO 2020.....	69

GRÁFICO N° 19. OSCIOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN ESTUDIO DE REESTRUCTURACIÓN. AÑO 2025	71
GRÁFICO N° 20. OSCIOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN ESTUDIO DE REESTRUCTURACIÓN. AÑO 2025	71
GRÁFICO N° 21. OSCIOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN ESTUDIO DE REESTRUCTURACIÓN. AÑO 2030	73
GRÁFICO N° 22. OSCIOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN ESTUDIO DE REESTRUCTURACIÓN. AÑO 2030	73
GRÁFICO N° 23. OSCIOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN ESTUDIO DE REESTRUCTURACIÓN. AÑO 2035	75
GRÁFICO N° 24. OSCIOGRAMA DE CARGA. ALTERNATIVA BASADA EN REORDENACIÓN PROPUESTA EN ESTUDIO DE REESTRUCTURACIÓN. AÑO 2035	75

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), está en proceso de transformación y modernización de sus sistemas de transporte público. El desarrollo de las diversas políticas y proyectos de movilidad que se puedan llevar a cabo dentro de esta planificación estratégica, requiere de una herramienta de apoyo a la gestión de la movilidad y planificación de la ciudad que permita su evaluación en el corto, mediano y largo plazo.

Dado que existe ya un robusto modelo general de movilidad de la ciudad que fue elaborado en 2011 dentro del **Diseño Conceptual del Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) y Estudio de Factibilidad de la Primera Línea del Metro de Quito**, resulta conveniente el aprovechar este instrumento para evaluar cómo reaccionaría el sistema de transportes ante posibles cambios que se puedan realizar dentro de la planificación estratégica de movilidad de la ciudad.

Sin embargo, tanto los cambios acontecidos desde esa fecha en el DMQ como su elevado dinamismo, aconsejan realizar una actualización de dicho modelo al año 2017 (año base o de referencia), para que esta herramienta basada en patrones actuales de actividad y movilidad, refleje fielmente la situación actual del sistema de transporte y sea capaz de estimar con fiabilidad su previsible evolución. Ello constituirá un valioso mecanismo de simulación para tratar de evaluar cómo reaccionaría el sistema ante posibles cambios: desarrollos territoriales y urbanísticos, desarrollos de infraestructura, integración de modos de transporte, cambios tarifarios del sistema de transporte público, etc.

En este sentido surge la consultoría para la **“Actualización del Modelo de Demanda del Distrito Metropolitano de Quito (MD17)”**, con el objetivo de actualizar el Modelo de Demanda de 2011 existente, de modo que éste refleje la situación actual y las nuevas perspectivas de desarrollo urbano y de transporte, convirtiéndose así en un apoyo técnico para la planificación y toma de decisiones para la gestión pública, la orientación de la inversión y la priorización de acciones.

El presente informe constituye el **Producto 3** de dicha consultoría y da respuesta a los siguientes contenidos:

- Actualización del modelo de demanda
- Informe de capacitación y transferencia de conocimiento
- Modelo de demanda y plan de monitoreo y seguimiento

Para ello, el documento se ha estructurado de acuerdo con el siguiente esquema:

A. Actualización del modelo de demanda

- Marco general.
- Escenarios.
- Proyección de variables explicativas.
- Matrices de viajes para los años horizonte.
- Modelación y resultados.

B. Informe de capacitación y transferencia de conocimiento

- Manual de utilización del MD17.
- Plan de capacitación y transferencia de conocimiento.

C. Archivos del Modelo de demanda y Plan de Monitoreo y Seguimiento

- Archivos del MD17.
- Metodología y procedimientos para la actualización del MD17.
- Plan de Monitoreo y Seguimiento.

2. ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE DEMANDA

2.1. MARCO GENERAL

Tal y como se detalló pormenorizadamente en el Producto 2, en la fase previa de este estudio, el modelo de transporte existente (modelo elaborado en 2011 en el marco del Estudio de Factibilidad de la Primera Línea del Metro de Quito) se actualizó y calibró al año base 2017. Esta tarea ha permitido disponer de una herramienta con la que poder en esta fase evaluar el comportamiento previsible del sistema de movilidad del DMQ en los escenarios futuros planteados en esta última fase.

De acuerdo con los Términos de Referencia, los horizontes temporales a tener en cuenta son uno inmediatamente después de la construcción y puesta en operación del Proyecto Primera Línea Metro de Quito, año 2020, y posteriormente cada cinco años hasta 2040. Por tanto, los años a modelizar en este Producto 3 serán 2020, 2025, 2030, 2035 y 2040. De esta forma, el estudio ha considerado los dos periodos siguientes:

- FASE I. A corto plazo: 2017 - 2020
- FASE II. A medio y largo plazo: 2020 - 2040

Por su parte, en cada uno de los años anteriormente indicados, se han analizado diferentes escenarios conformados a partir de las posibles alternativas que se han establecido para cada uno de los siguientes elementos:

- Sistema de transporte público y privado (red y oferta):
 - Reestructuración del sistema de transporte público actual (BRT y rutas convencionales).
 - Nuevos proyectos de transporte público y privado.
- Sistema tarifario: estructura y tarifas.

En el apartado siguiente se explica detalladamente cómo se han definido cada uno de los escenarios modelizados de acuerdo a este esquema.

2.2. ESCENARIOS

2.2.1. REESTRUCTURACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO ACTUAL

En relación con la reestructuración del sistema de transporte público actual, se han modelizado los siguientes escenarios

- Escenario 0. Red de transporte público actual + línea 1 de Metro
- Escenario 1. Propuesta de reestructuración del estudio de Metro, pero partiendo de la configuración actual de los sistemas BRT Trole, Ecovía, CCN y Suroriental (es decir, sin cortar el trole ni el CCN y manteniendo los cambios producidos desde 2011), y transformando el suroccidental en un corredor BRT hasta La Magdalena (ahora no lo es).
- Escenario 2. Propuesta de reestructuración desarrollada por BCN Ecología (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona), pero de acuerdo con las indicaciones del Comité Técnico, sin considerar su planteamiento sobre transporte interparroquial.

2.2.2. NUEVAS ACTUACIONES (TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO)

A. Horizonte 2020

De acuerdo a las indicaciones del Comité Técnico, para el año 2020 se contempla que ya estén construidos, operando o instaurados los siguientes proyectos / políticas:

- Operación Metro de Quito
- Eliminación de contraflujos dentro de todo el DMQ
- Estación de Transferencia “El Trébol”
- Construcción de Calle J – Unión Av. Maldonado con Av. Simón Bolívar (polígono industrial San Juan de Turubamba)
- Corredor BRT Alonso de Angulo
- Prolongación Trole Quitumbe – Calderón

B. Horizonte 2025

Para el año 2025 se contempla que ya estén construidos, operando o instaurados los siguientes proyectos / políticas:

- Prolongación Trole Guamaní - Calderón
- Ampliación del Corredor Sur Occidental hasta la actual Terminal Ecovía Sur.
- Cambio de flota a vehículos eléctricos en el CHQ
- Instauración de la red vial perimetral del Parque Bicentenario
- Construcción de la Fase 3 – Ruta Viva
- Construcción de la vía Gualo – Puembo
- Par vial Guayasamín (construcción del puente propuesto para la denominada “Solución Vial Guayasamín”, pero con carriles exclusivos para el Transporte Público).
- Estación de Transferencia Tumbaco

- Estación de Transferencia Cumbayá
- Nuevo corredor BRT Tumbaco – Cumbayá – Miravalle – Guayasamín (Plaza Argentina) – La Carolina (Estación Metro de Quito) sobre la Av. Simón Bolívar
- Nuevo corredor BRT Sangolquí – El Ejido (Estación Metro sobre la Autopista General Rumiñahui).
- Troncal Metropolitana Oyacoto – Santa Rosa
- Desarrollo de corredores exclusivos para buses alimentadores en las principales vías transversales y diagonales de la meseta superior
- Reconformación de la Av. Pichincha

C. Horizonte 2030

Para el año 2030 se contempla que ya estén construidos, operando o instaurados los siguientes proyectos / políticas:

- Funcionamiento de la ZEDE en Tababela
- Tren de cercanías (carga y pasajeros) Cayambe – El Quinche – Checa – Yaruquí – Pifo – Puembo – Tababela (ZEDE)
- Nuevo Corredor BRT Tababela (ZEDE) – Tumbaco – Cumbayá – Meseta Superior (La Carolina y Río Coca) a través de la Av. Simón Bolívar
- Cable Chilibulo – Solanda – La Argelia – Conocoto – Sangolquí
- Cable Tumbaco – Cumbayá – Miravalle – La Carolina (Metro de Quito)
- Corredor Perimetral Simón Bolívar – Mariscal Sucre
- Prolongación Ecovía a Calderón

D. Horizonte 2035

Para el año 2035 se contempla que ya estén construidos, operando o instaurados los siguientes proyectos / políticas:

- Nuevo Corredor BRT “El Labrador” (Estación Multimodal Metro de Quito) – San Antonio de Pichincha
- Corredor BRT Eloy Alfaro (Alameda – 12 de Octubre – Coruña – Orellana – 6 de Diciembre – Eloy Alfaro – Carcelén)

E. Horizonte 2040

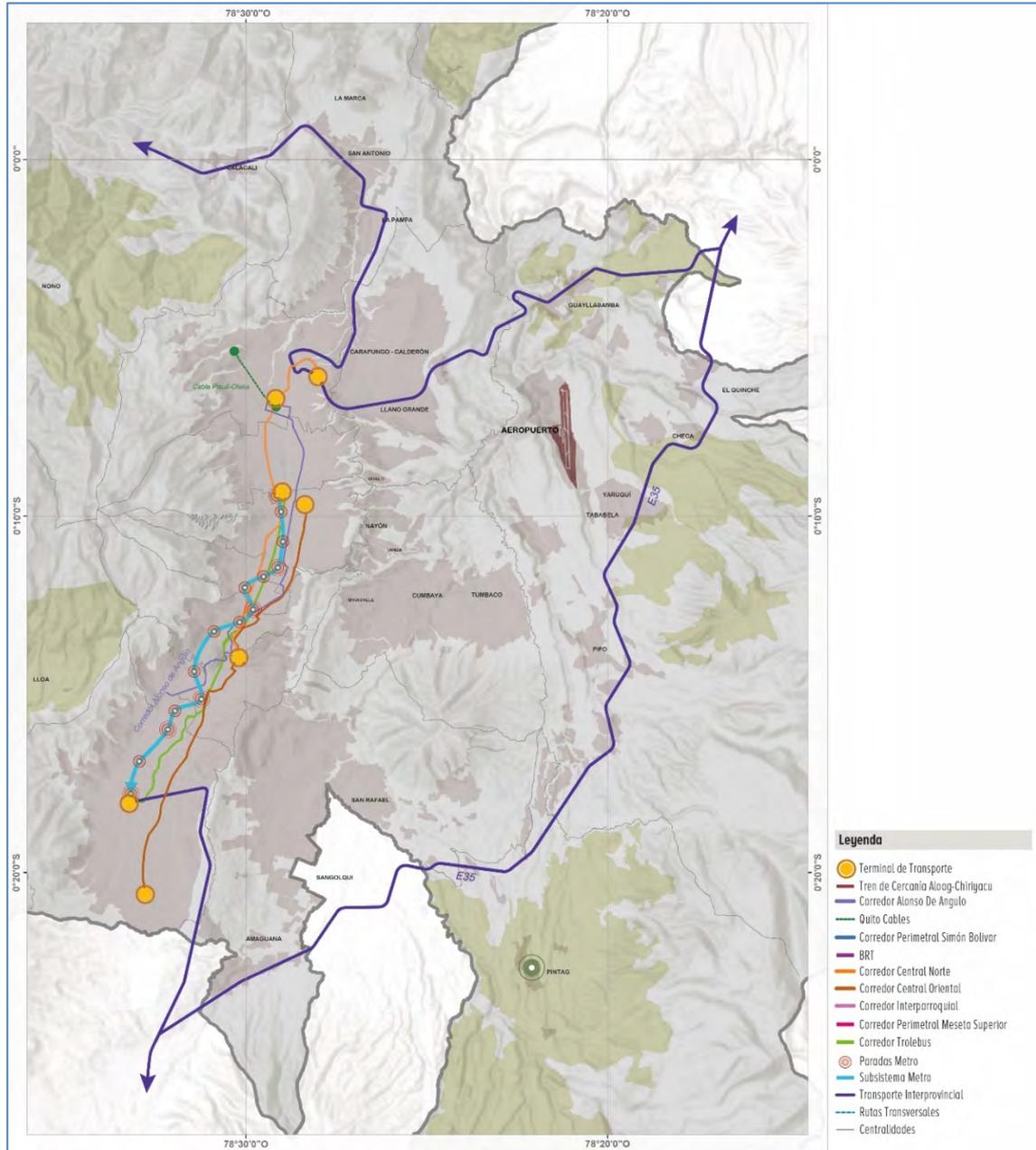
Para el año 2025 se contempla que ya estén construidos, operando o instaurados los siguientes proyectos / políticas:

- Extensión Metro de Quito

- 1. Norte: Línea Noroccidental El Labrador – La Ofelia
- 2. Norte: Línea Nororiental El Labrador – Carapungo
- 3. Sur: Quitumbe – Guamaní
- Tren de cercanía (carga y pasajeros) Conexión Machachi – Aloag (Plataforma Logística) – Chiriyacu
- Vía Oyacoto – San Antonio de Pichincha

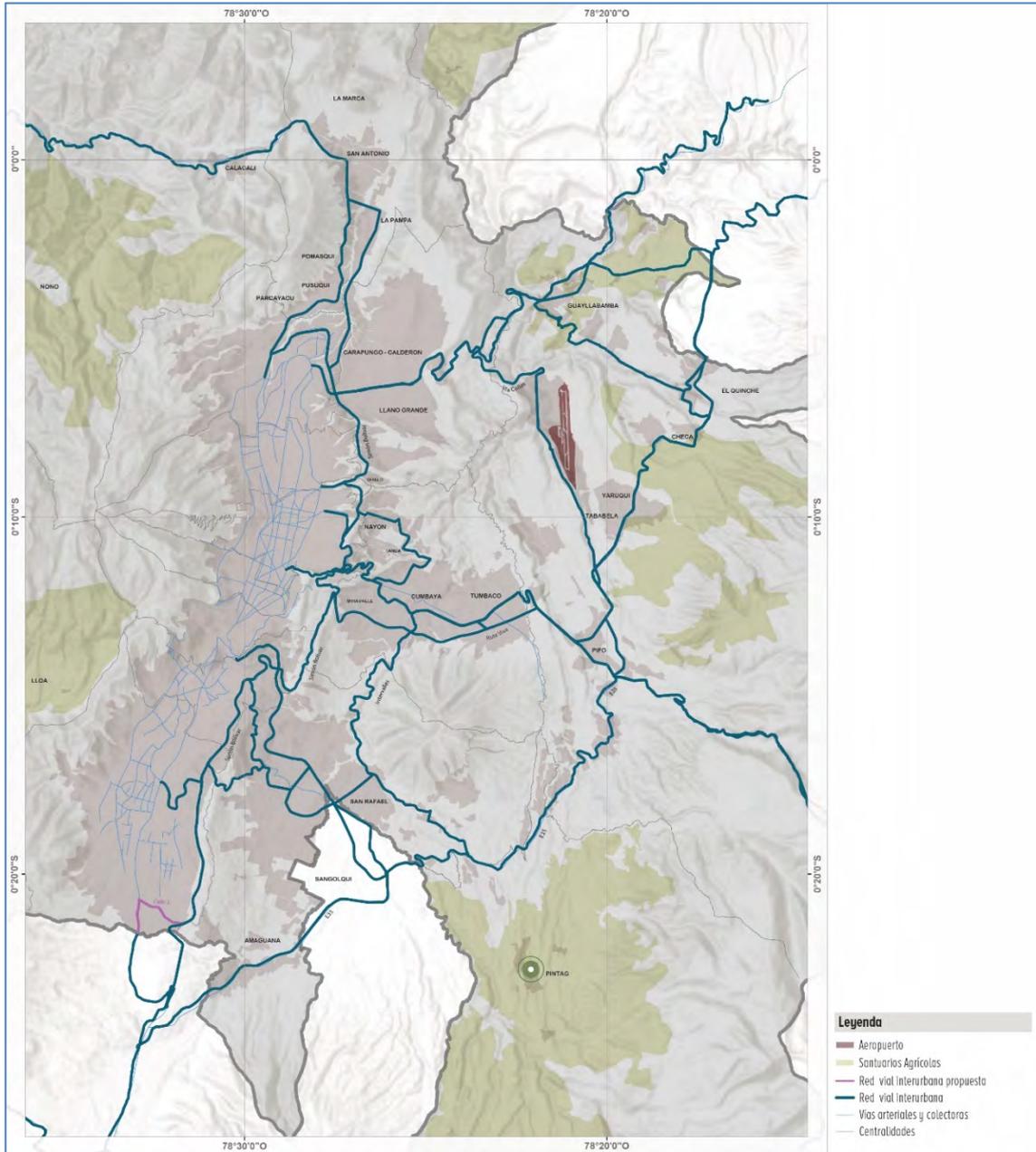
Seguidamente se muestran unas imágenes con la configuración de las redes en los escenarios que acaban de definirse.

Imagen nº 1. Escenario 2020. Transporte público



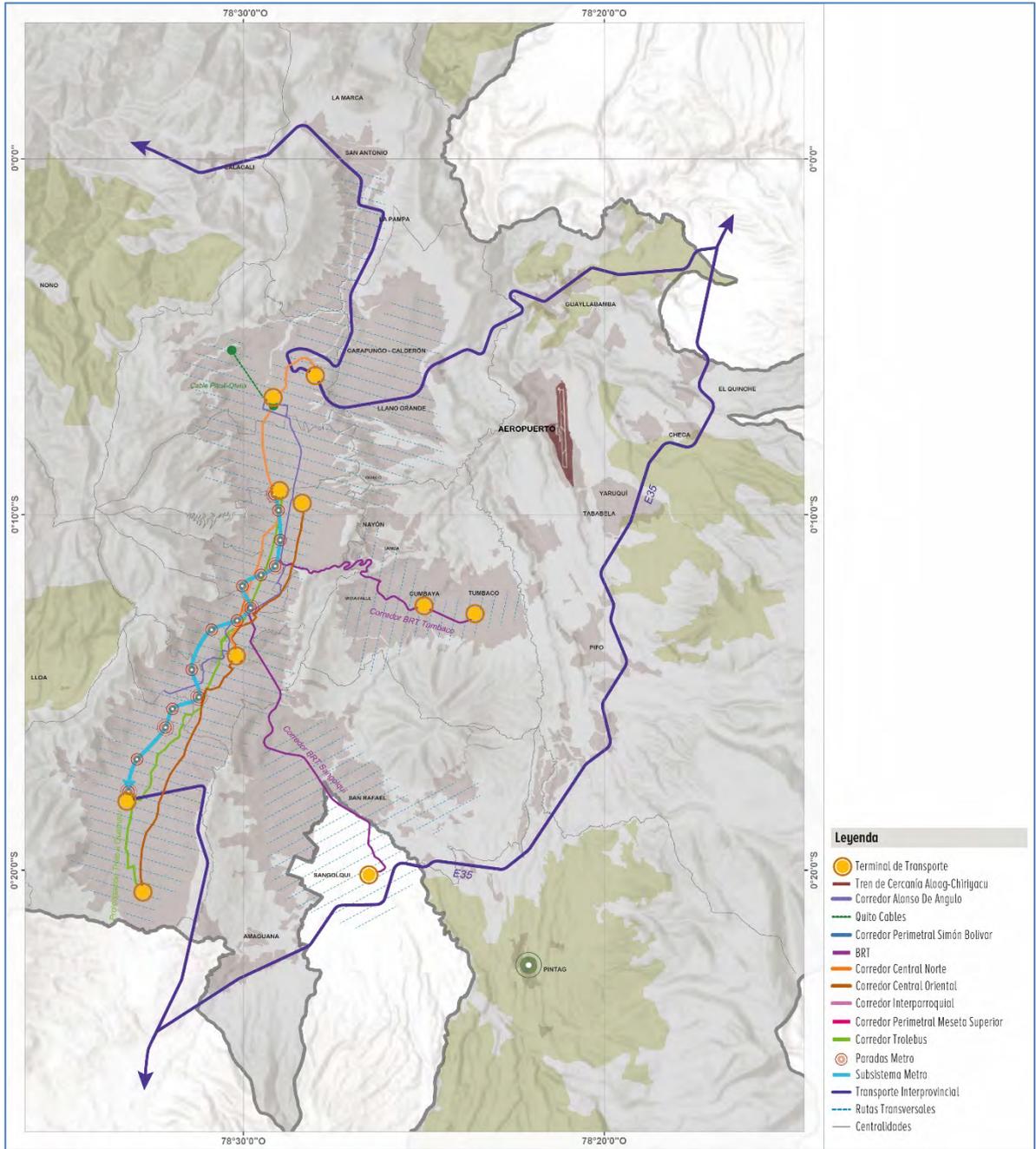
Fuente. DMQ

Imagen nº 2. Escenario 2020. Solución vial



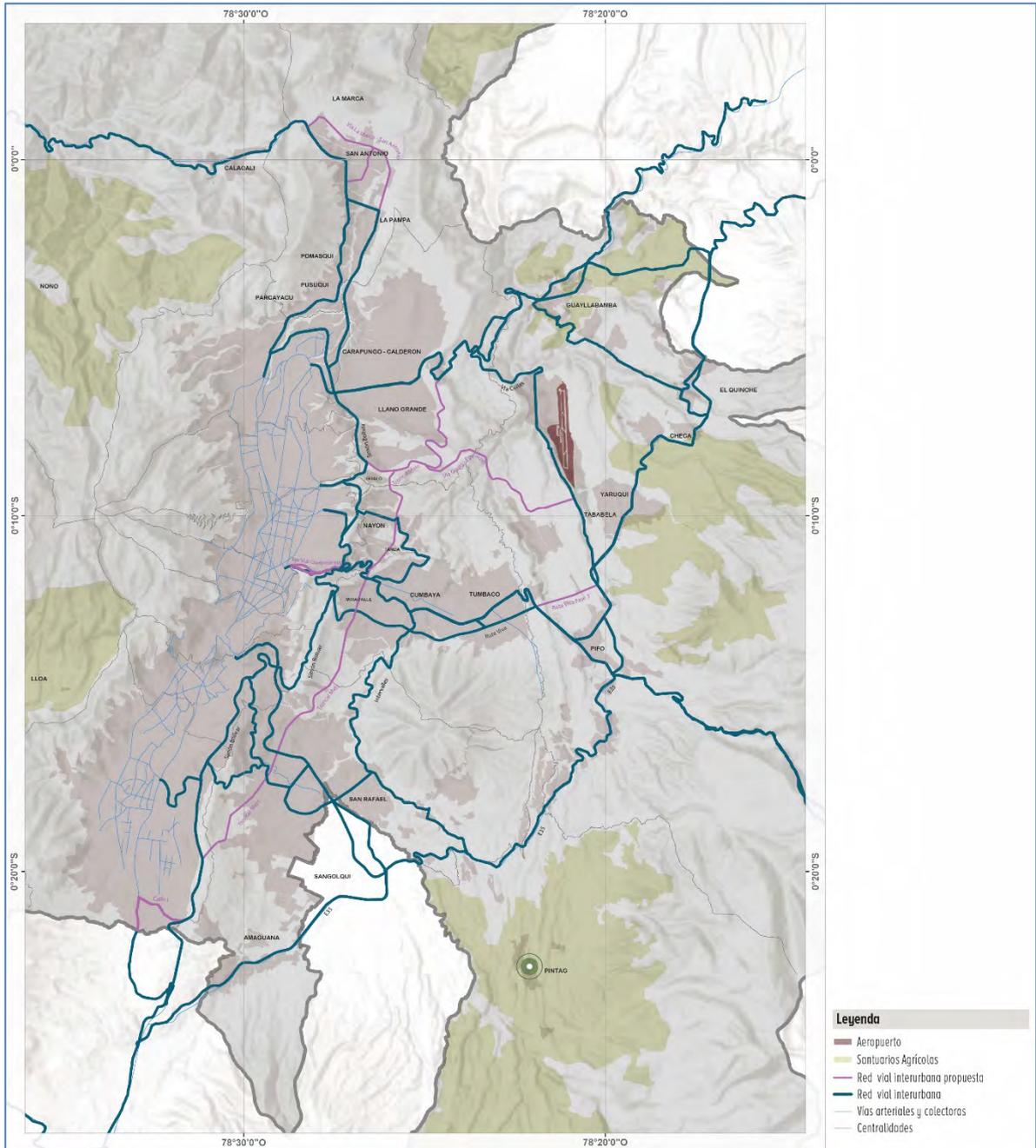
Fuente. DMQ

Imagen nº 3. Escenario 2025. Transporte Público



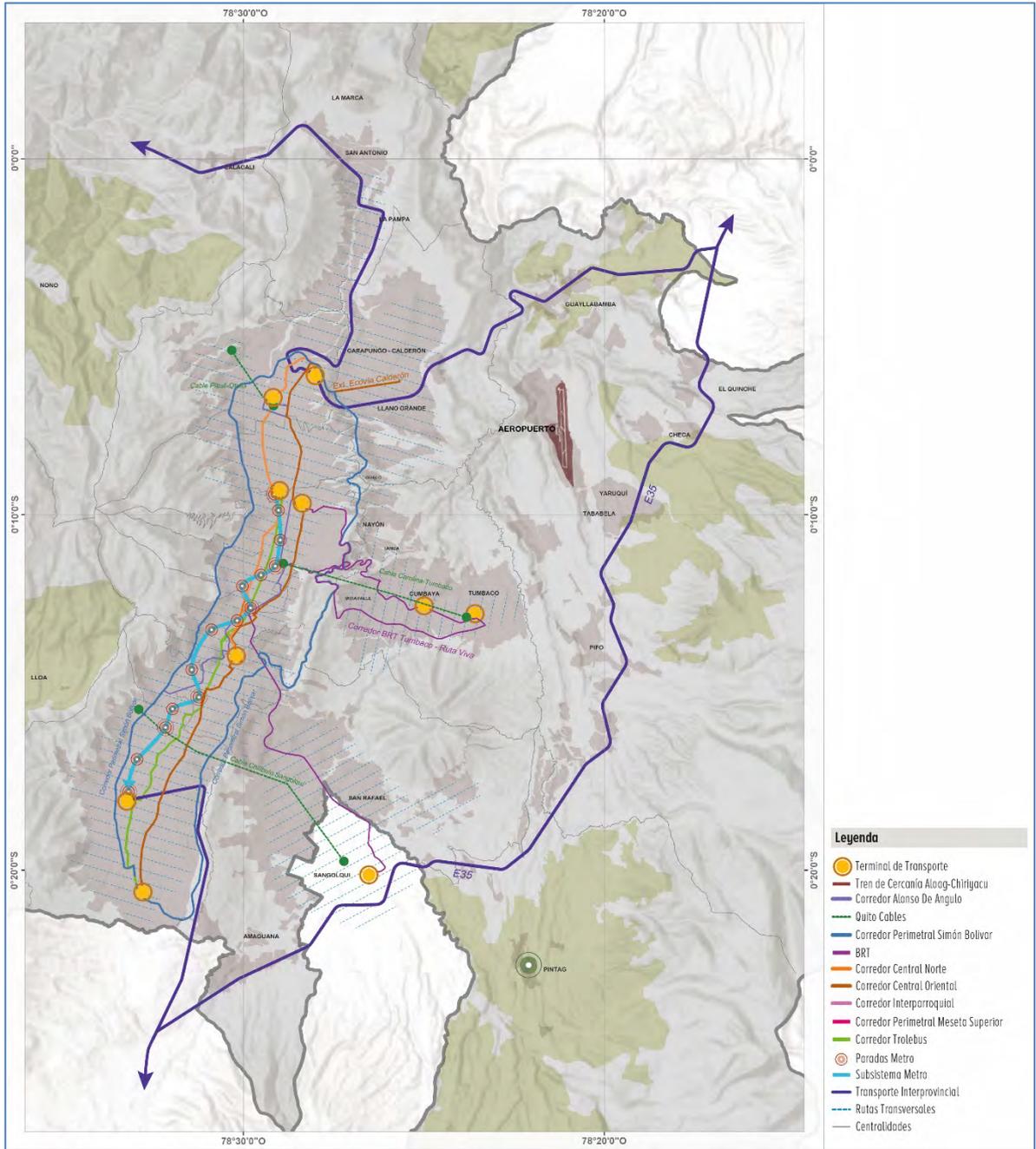
Fuente. DMQ

Imagen nº 4. Escenario 2025. Solución vial



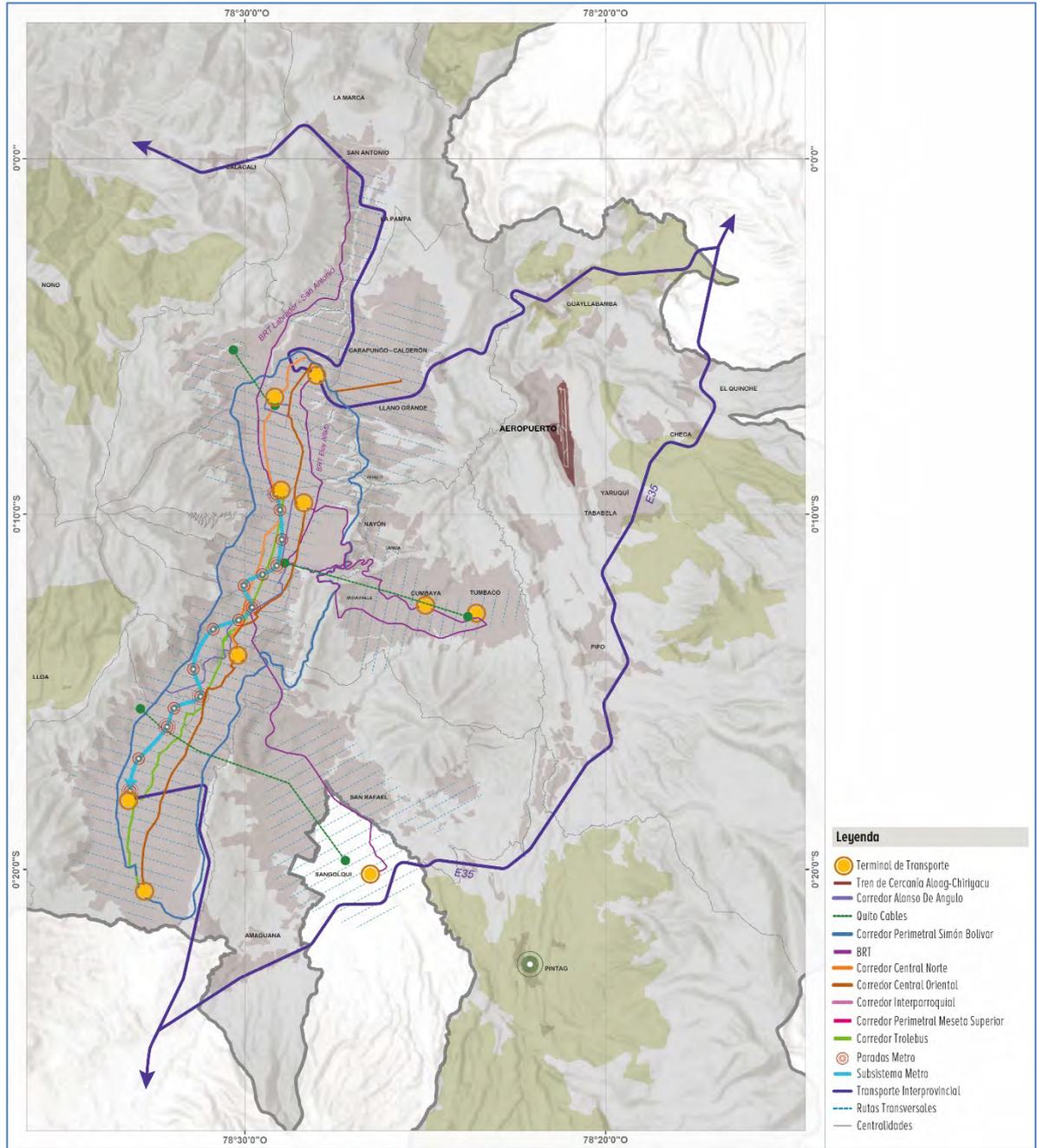
Fuente. DMQ

Imagen nº 5. Escenario 2030. Transporte Público



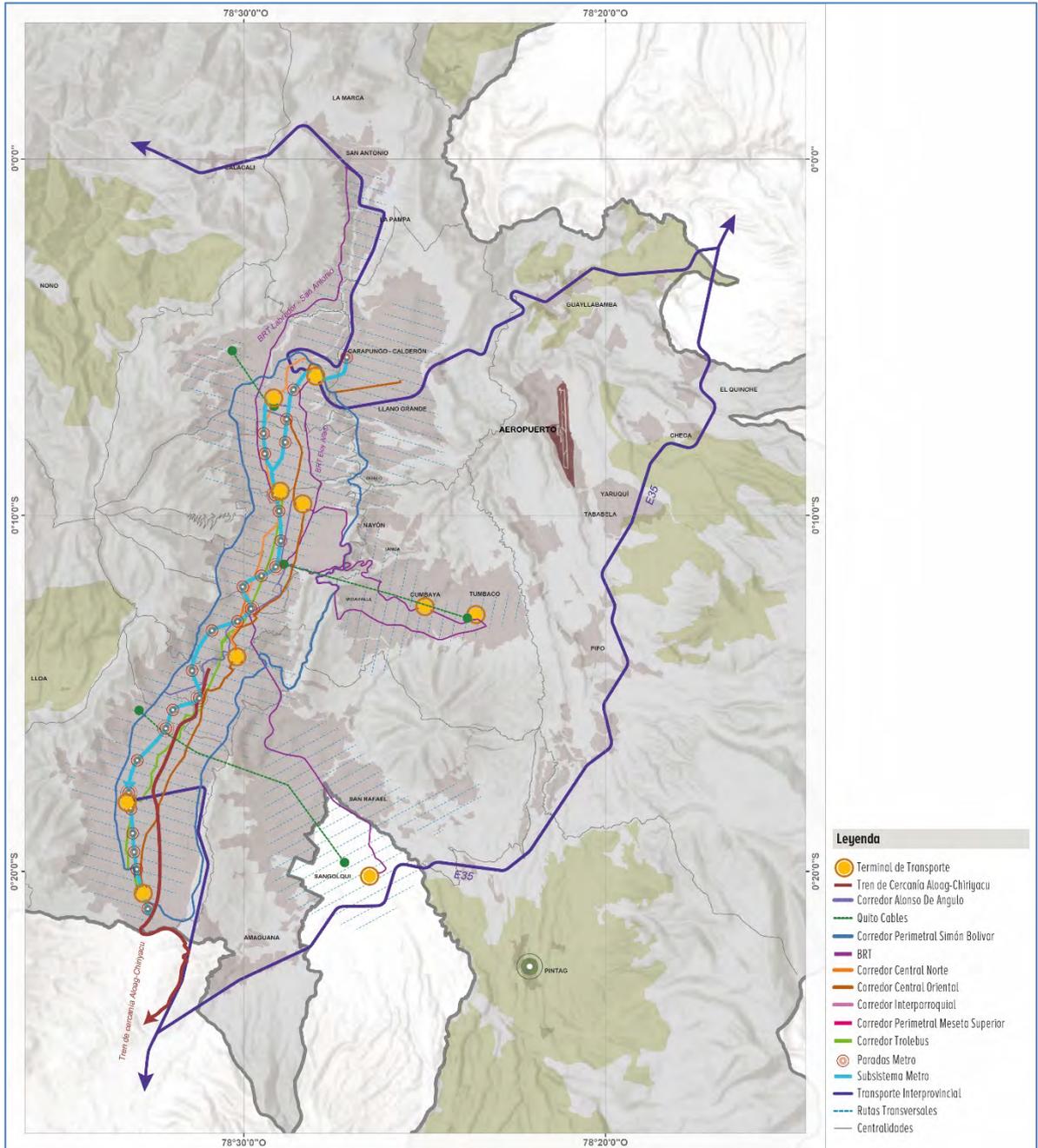
Fuente. DMQ

Imagen nº 6. Escenario 2035. Transporte Público



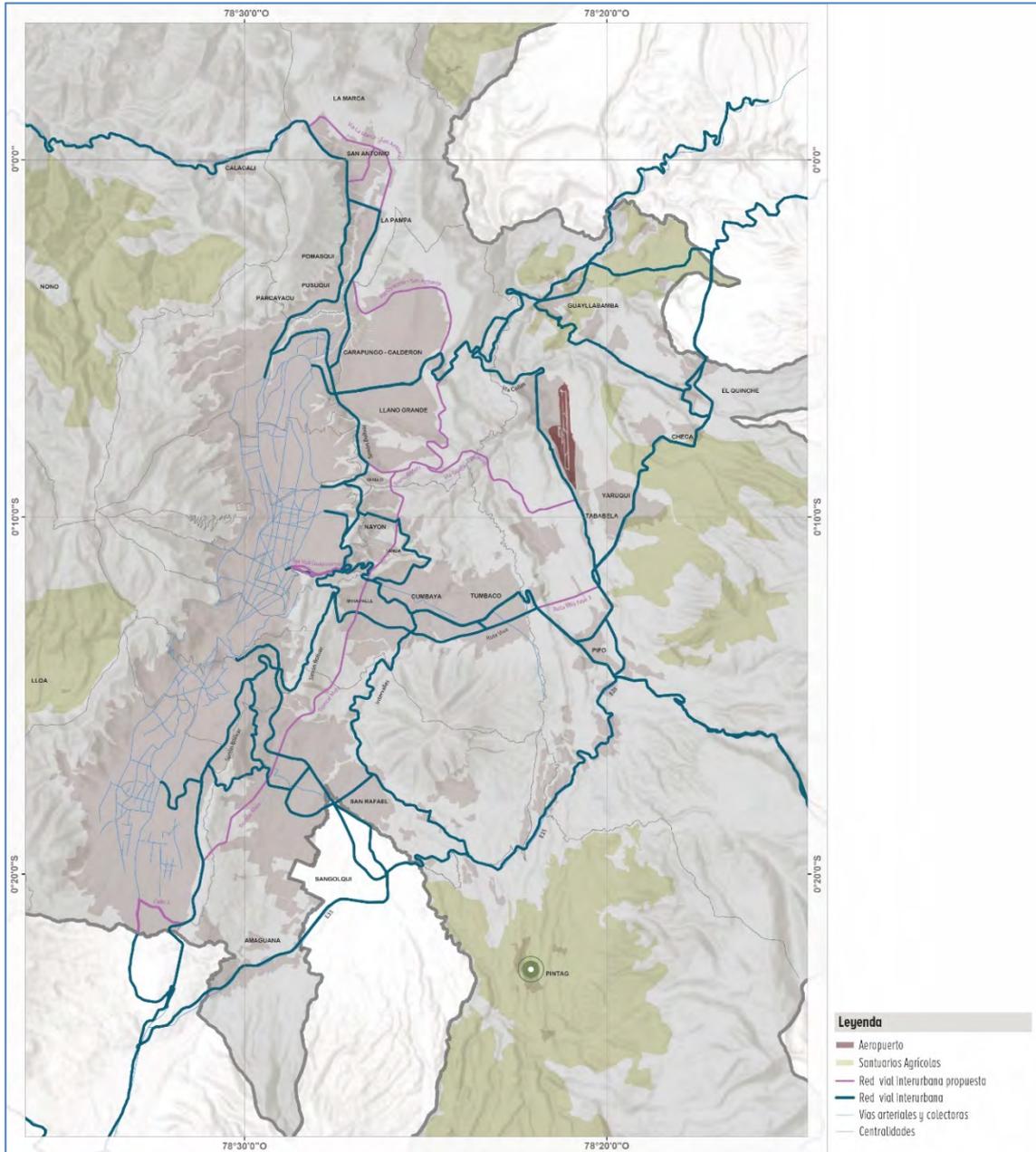
Fuente. DMQ

Imagen n° 7. Escenario 2040. Transporte Público



Fuente. DMQ

Imagen nº 8. Escenario 2040. Solución Vial



Fuente. DMQ

2.2.3. SISTEMA TARIFARIO

Con respecto al Sistema tarifario, en la modelización de cada uno de los escenarios se ha considerado la existencia de unas rutas integradas y otras no integradas. Las rutas integradas tarifariamente son la línea 1 de Metro, las rutas de los sistemas BRT

(troncales y alimentadoras) y las rutas urbanas, mientras que las rutas no integradas son todas las demás.

Por su parte, en lo referente a las tarifas consideradas, se ha realizado un análisis de sensibilidad con los modelos en los rangos tarifarios que se derivan de la situación actual y de los establecidos en el Estudio Factibilidad de la primera línea de Metro (se han considerado tarifas integradas de 0,20 USD, 0,40 USD y 0,60 USD). En el apartado correspondiente se explica este proceso y se indican los niveles definitivamente adoptados.

2.2.4. OFERTA

Para la componente de oferta propia de los modelos de asignación, en el caso del transporte público destacan fundamentalmente dos variables: frecuencias (o su inversa, intervalos de paso) y política tarifaria.

Por lo que respecta al escenario basado en la situación actual, las frecuencias utilizadas han sido las aportadas por la Municipalidad de Quito para las líneas convencionales y el Sistema Integrado. Para las líneas interparroquiales e intraparroquiales se han usado los intervalos de paso definidas en el modelo desarrollado en el marco del estudio “Reestructuración de la Red de Transporte Público de Pasajeros del Distrito Metropolitano de Quito”.

Para la reordenación basada en el estudio de factibilidad de la línea 1 de metro, las frecuencias utilizadas han sido las que se definieron en aquel estudio.

Para la reordenación basada en el estudio “Reestructuración de la Red de Transporte Público de Pasajeros del Distrito Metropolitano de Quito”, las frecuencias utilizadas han sido las que se definieron en el mencionado estudio.

Para los nuevos BRT definidos en el horizonte 2020-2040 se han considerado intervalos de paso de 4 minutos (tanto en hora pico como en valle)

Para las nuevas ampliaciones de metro definidos en el horizonte 2020-2040 se han considerado intervalos de paso de 5 minutos (tanto en hora pico como en valle)

Para las nuevas actuaciones de ferrocarriles definidos en el horizonte 2020-2040 se han considerado intervalos de paso de 10 minutos (tanto en hora pico como en valle)

Para las nuevas actuaciones de cables definidos en el horizonte 2020-2040 se han considerado intervalos de paso de 0,30 minutos (tanto en hora pico como en valle).

En cuanto a velocidades, para los nuevos BRT se han considerado media de 19 km/h en tramos urbanos y de 50 km/h en tramos interurbanos

Para las nuevas ampliaciones de metro se han considerado 30 km/h

La velocidad planteada para las nuevas actuaciones en ferrocarril se han planteado 80 km/h en tramos interurbanos y 30 km/h en tramos urbanos

La velocidad planteada para las nuevas actuaciones en transporte por cable ha sido de 19 km/h.

2.3. PROYECCIÓN DE LAS VARIABLES EXPLICATIVAS

Se presenta a continuación las proyecciones 2020-2040 de las variables explicativas que intervienen en el MD17 recogido en el Producto 2 de esta Consultoría:

- Población
- Motorización
- Empleo
- Plazas escolares
- Centros atractores

2.3.1. POBLACIÓN

Para la definición de los escenarios futuros de población se ha contado con diversas proyecciones, desde las más agregadas a las más detalladas:

- Proyecciones cantonales del Instituto nacional de Estadística y Censos (INEC), 2010-2020.
- Proyecciones demográficas más detalladas, proporcionadas por el IMPU (Instituto Metropolitano de Planificación Urbana), con las densidades poblacionales previstas en el DMQ por parroquia, desde la actualidad hasta el año 2040 (con población prevista cada cinco años).
- Previsiones de desarrollo de la Centralidad del Bicentenario, como actuación urbanística de mayor entidad.

A. Proyecciones cantonales del INEC

Las proyecciones cantonales del INEC alcanzan hasta el año 2020. Sólo se han utilizado para la proyección poblacional de las zonas de los cantones de Mejía y Rumiñahui, incluidas en el ámbito de estudio, para los que no se contaba con otros datos disponibles. A partir del 2020, se ha mantenido la tendencia prevista.

Tabla nº 1. Proyecciones de población cantonales (INEC)

Cantón	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Quito	2.319.671	2.365.973	2.412.427	2.458.900	2.505.344	2.551.721	2.597.989	2.644.145	2.690.150	2.735.987	2.781.641
Mejía	84.011	86.299	88.623	90.974	93.353	95.759	98.193	100.650	103.132	105.637	108.167
Rumiñahu i	88.635	91.153	93.714	96.311	98.943	101.609	104.311	107.043	109.807	112.603	115.433

Cantón	Increment. 2010-2017	2018-2017	2019-2018	2020-2019
Quito	14,0%	1,7%	1,7%	1,7%
Mejía	19,8%	2,5%	2,4%	2,4%
Rumiñahu i	20,8%	2,6%	2,5%	2,5%

Cantón	taa 2010- 2017
Quito	1,9%
Mejía	2,6%
Rumiñahu i	2,7%

B. Proyecciones IMPU

En el DMQ se han aplicado los crecimientos estimados por el IMPU, a partir de las densidades de población por parroquia previstas hasta el 2040 (GIS disponible).

El ámbito de referencia corresponde a la denominada “mancha urbana (MU)” del Distrito Metropolitano de Quito, es decir aquella superficie urbana esté o no, actualmente ocupada.

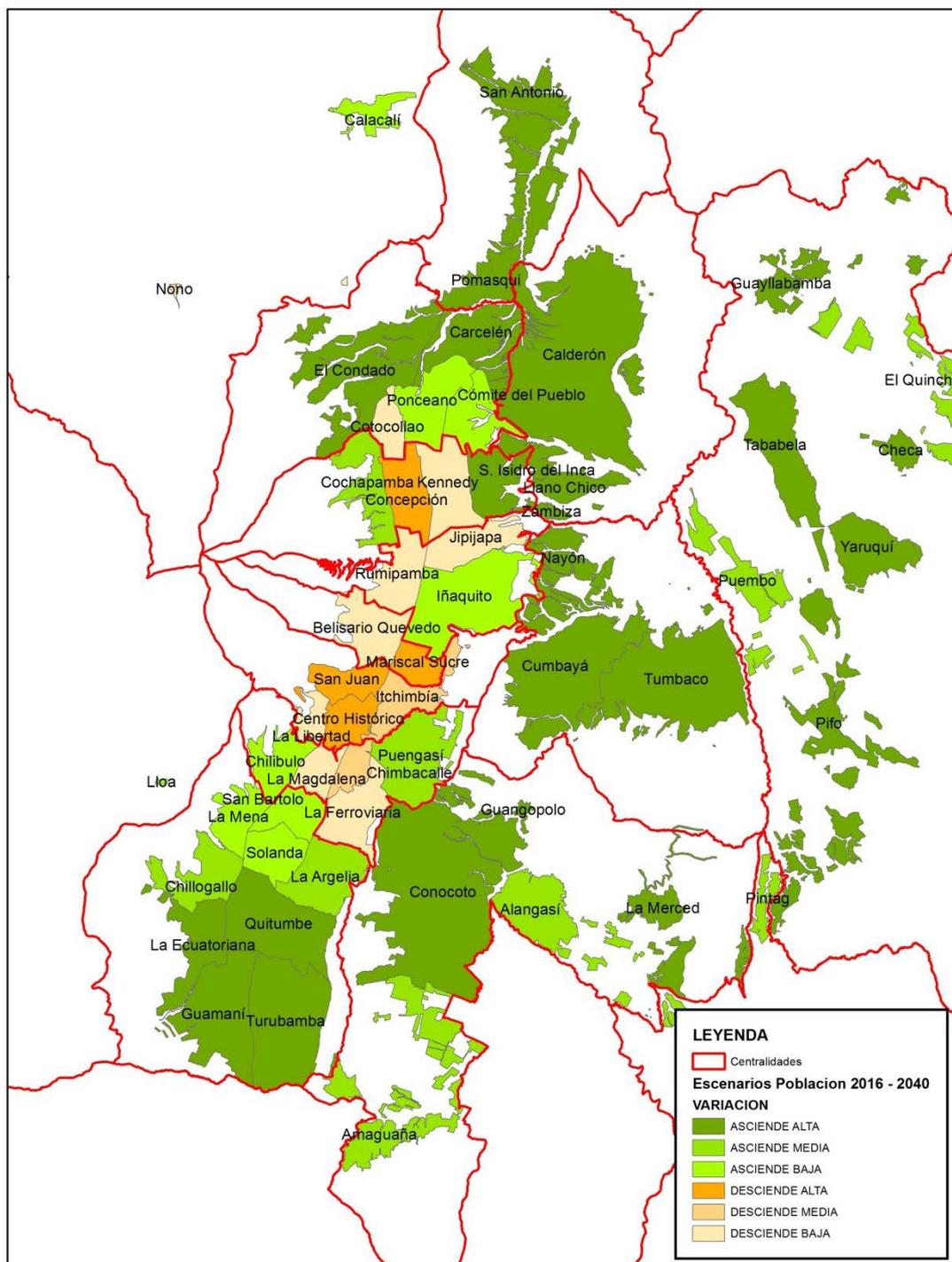
De acuerdo con los criterios aplicados por el IMPU, el proceso de crecimiento de población en las distintas parroquias del DMQ supone:

- Dos categorías tendenciales: crecimiento negativo – o decrecimiento – y positivo es decir de incremento de población.
- Y en cada categoría se han señalado tres rangos de intensidad: alto (más del 40%), medio (entre 21 y 39%) y bajo (menos al 20%).

En el gráfico adjunto, se presentan las tendencias de crecimiento poblacional previstas. Conforme consta en el gráfico, en la meseta a 2,800 m.s.n.m. se identifica una zona - que va desde el sur-norte (Magdalena Villaflora), Centro Histórico, todo el hipercentro hasta más allá de la zona del antiguo Aeropuerto – dentro de la cual se ubican parroquias que presentan un escenario tendencial decreciente hasta el año 2040.

- La política primordial que la Visión Quito 2040 ha adoptado implica cero crecimiento de Mancha Urbana hasta el año 2040, lo que significa, por tanto, un proceso de densificación (crecimiento vertical) y ningún crecimiento horizontal fuera del límite de la actual MU.
- Ante la tendencia detectada y a partir de la política primordial, se están diseñando políticas específicas orientadas al repoblamiento de las áreas (parroquias) con crecimiento negativo, lo que implica no sólo incremento de población (vivienda mixta) sino de actividades económicas - comercio, turismo, refacción y servicios terciarios – y de intercambio social que demandan espacios públicos de encuentro, recreación: ambas categorías son atractoras de población fija y flotante.

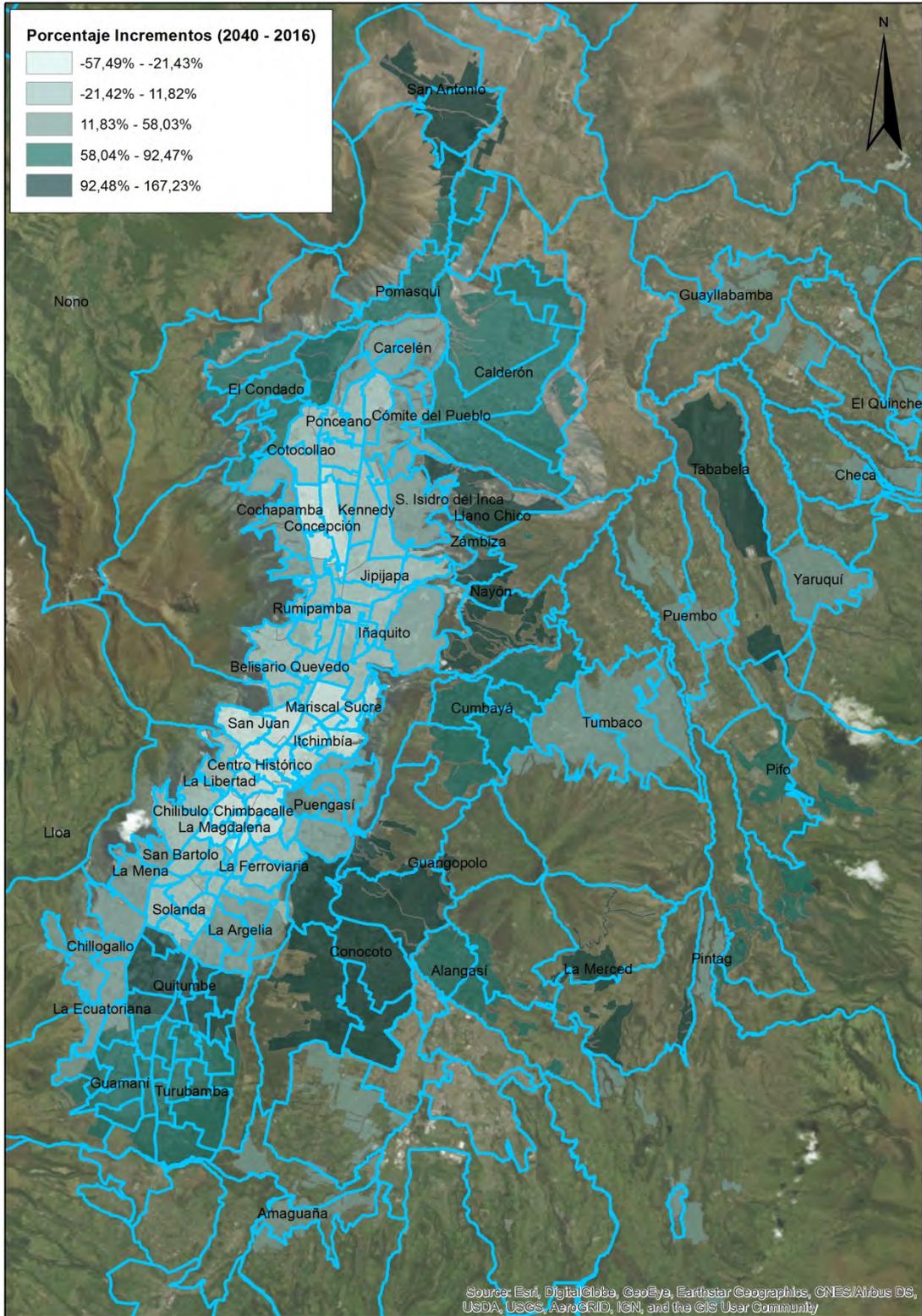
Imagen nº 9. Crecimientos poblacionales DMQ 2016-2040



Fuente: Proyecciones 2016-2040. IMPU

En el GIS mencionado, se incluyen las proyecciones de población desde el año 2016 hasta el año 2040, lo que ha permitido establecer los incrementos poblacionales tendenciales por quinquenios, partiendo del año base 2017, mediante el cruce de estas densidades por parroquia con las zonas de transporte que utiliza el modelo.

Imagen nº 10. Incrementos población 2016-20140



C. Centralidad Bicentenario

La Centralidad del Bicentenario constituye la actuación urbanística de mayor entidad en desarrollo en la ciudad de Quito.

La ordenanza No. 352 definió en 2013 el uso y ocupación del suelo del área del antiguo Aeropuerto Mariscal Sucre de Quito, es así que se determina la creación del Parque Bicentenario para la ciudad. La zona del antiguo Aeropuerto Mariscal Sucre de Quito, que funcionó hasta el mes de febrero del 2013, consiste básicamente en una gran explanada de aproximadamente 3.400 m de largo y 750 m de ancho (en su sección más extensa).

El proyecto de creación y consolidación del Parque Bicentenario se implanta como corazón de la Centralidad del mismo nombre. Las zonas en transformación se presentan en las imágenes adjuntas.

Imagen nº 11. Parque Bicentenario. Áreas de Influencia



Fuente: IMPU

Tabla n° 2. Resumen Plan Bicentenario

Uso	Área m2	m2 construibles
Nuevo Desarrollo	566.068	1.618.466
Equipamiento	83.917	0
Múltiple	309.381	1.181.259
Residencial 2	126.444	275.064
Residencial 3	46.326	162.143
Re-desarrollo	855.879	3.075.240
Equipamiento	110.190	27.345
Múltiple	517.370	2.269.915
Residencial 2	169.012	494.182
Residencial 3	59.307	283.798
Renovación	491.471	1.311.275
Equipamiento	13.324	4.063
Múltiple	213.932	767.217
Residencial 2	264.215	539.995
Totales	1.913.418	6.004.981

Fuente: IMPU

El desarrollo del Plan, supone la ejecución de distintos proyectos como el Centro de Convenciones Quito, la terminal de Transferencia de buses o el Bulevar Amazonas, entre otros. Este desarrollo propiciará el proceso de densificación previsto.

La ocupación de las nuevas viviendas, de más altura, con el objetivo de densificar lo más posible la zona, se producirá paulatinamente. Aunque inicialmente, se podría considerar el año 2040 como horizonte final del Plan, con un desarrollo al 90% de la actuación, finalmente se ha llegado hasta un 75%, dada las dificultades para hacer realidad proyectos de esta envergadura.

Los habitantes de las nuevas viviendas se vinculan a la zona de transporte correspondiente, a la vez que se mantienen los incrementos poblacionales de la proyección realizada por el IMPU.

D. Proyección de población considerada

Finalmente, se ha obtenido la población por zona de transporte, para los distintos horizontes temporales, según zonificación EDM11, base del modelo de transporte.

Seguidamente se incluyen las proyecciones poblacionales consideradas, agregadas por parroquia, así como su distribución por macrozonas.

Se presenta la evolución prevista de la población total del ámbito de estudio, incluyendo también la población mayor de cuatro años, como variable principal que interviene en los modelos.

Imagen nº 13. Zonificación y macrozonas del ámbito de estudio

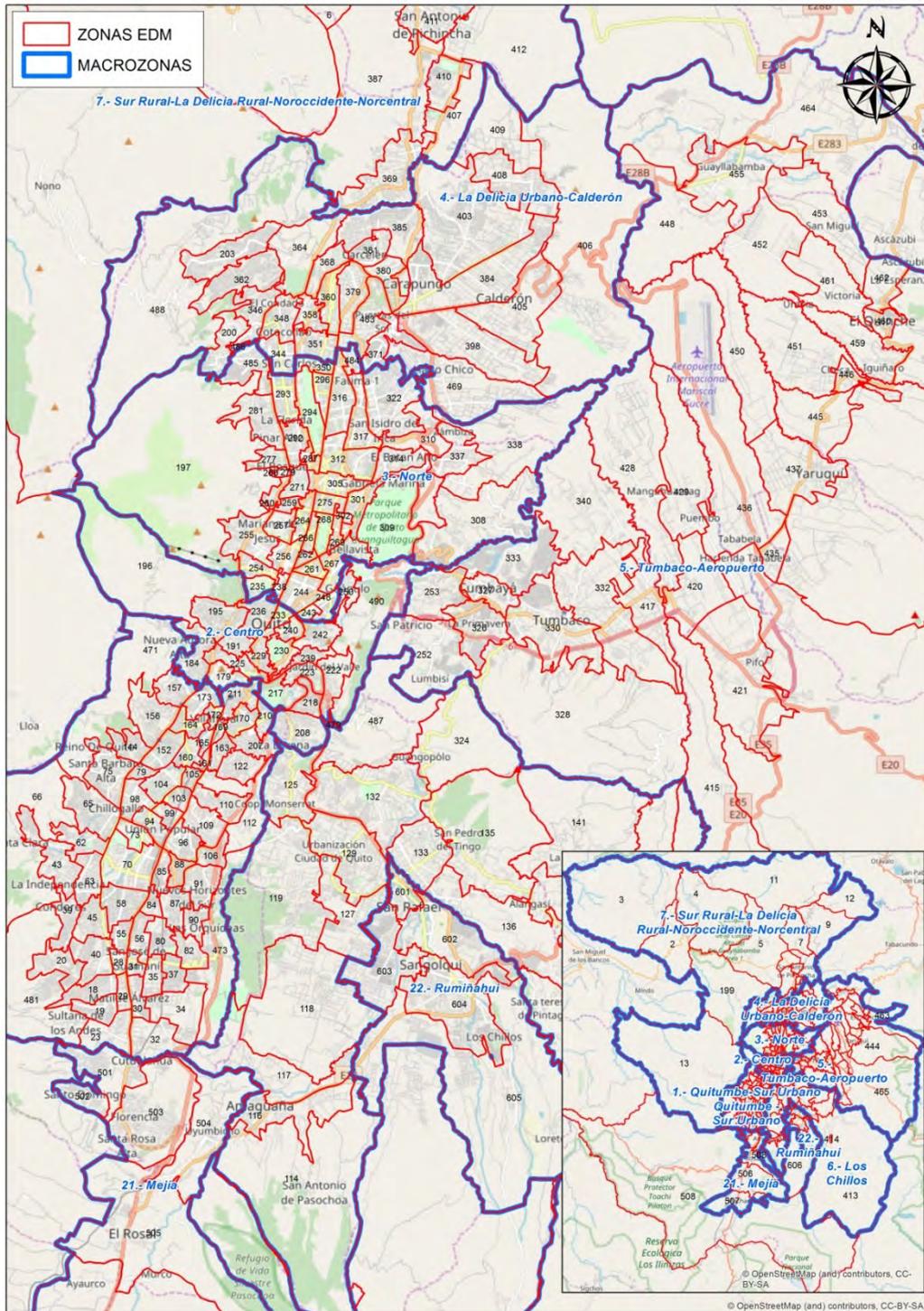


Tabla n° 3. Proyección de la población en el DMQ por parroquia

Parroquia	Parroquia Denominación	Pob2017	Pob2020	Pob2025	Pob2030	Pob2035	Pob2040
0101	Guamaní	89.486	102.492	118.628	137.318	150.028	163.919
0102	Turubamba	76.150	86.748	99.813	114.849	125.014	136.081
0103	La Ecuatoriana	76.999	85.152	94.940	105.907	113.167	120.947
0104	Quitumbe	114.412	133.652	158.023	186.867	206.821	228.917
0105	Chillogallo	67.701	72.911	78.972	85.545	89.776	94.219
0201	La Mena	48.387	50.449	52.764	55.186	56.696	58.247
0202	Solanda	78.564	78.977	79.438	79.928	80.230	80.544
0203	La Argelia	64.491	67.611	71.130	74.836	77.155	79.547
0204	San Bartolo	65.665	66.467	67.335	68.215	68.741	69.270
0205	La Ferroviaria	63.791	63.681	63.330	63.005	62.515	62.043
0206	Chilibulo	49.643	50.013	50.394	50.780	50.995	51.213
0207	La Magdalena	28.610	27.903	26.559	25.287	23.883	22.565
0208	Chimbacalle	37.080	35.731	33.204	30.860	28.332	26.015
0209	Lloa	1.555	1.572	1.598	1.623	1.642	1.662
0301	Puengasí	71.799	76.099	81.014	86.249	89.569	93.015
0302	La Libertad	27.458	26.998	26.113	25.275	24.445	23.661
0303	Centro Histórico	33.708	31.264	26.954	23.264	19.615	16.566
0304	Itchimbía	28.415	27.480	25.630	23.983	22.146	20.523
0305	San Juan	48.460	46.267	42.221	38.541	34.652	31.169
0401	Belisario Quevedo	44.139	43.640	42.673	41.730	40.659	39.619
0402	Mariscal Sucre	10.617	9.758	8.260	6.998	5.769	4.764
0403	Iñaquito	44.309	44.367	44.426	44.485	44.516	44.547
0404	Rumipamba	31.252	31.183	31.056	30.966	30.881	30.839
0405	Jipijapa	34.382	34.499	34.676	34.896	35.109	35.381
0406	Cochapamba	65.923	69.685	73.952	78.500	81.353	84.324
0407	Concepción	27.692	26.414	24.094	22.114	20.105	18.468
0408	Kennedy	69.516	69.371	69.032	68.760	68.414	68.147
0409	San Isidro del Inca	50.242	54.276	59.041	64.250	67.681	71.319
0410	Nayon	21.239	23.997	28.202	33.173	37.454	42.302
0411	Zambiza	4.936	5.586	6.579	7.750	8.759	9.901
0501	Cotocollao	30.618	30.301	29.642	29.008	28.257	27.531
0502	Ponciano	55.528	55.975	56.456	56.944	57.234	57.527
0503	Comité del Pueblo	51.734	53.983	56.442	59.019	60.683	62.400

Parroquia	Parroquia Denominación	Pob2017	Pob2020	Pob2025	Pob2030	Pob2035	Pob2040
0504	El Condado	109.298	120.508	133.865	148.707	158.457	168.848
0505	Carcelén	66.575	71.834	77.960	84.616	88.903	93.409
0506	Nono	1.736	1.730	1.716	1.708	1.693	1.678
0507	Pomasqui	37.297	41.456	47.584	54.627	60.486	66.983
0508	San Antonio	44.848	51.301	61.183	72.972	83.152	94.750
0509	Calacali	4.127	4.210	4.317	4.428	4.502	4.577
0601	Nanegalito	3.485	3.682	3.957	4.254	4.490	4.739
0602	Nanegal	2.719	2.741	2.767	2.796	2.815	2.830
0604	Pacto	4.841	4.815	4.772	4.727	4.685	4.636
0701	Puellaró	5.377	5.334	5.269	5.199	5.127	5.063
0704	Atahualpa (Habaspamba)	1.949	1.959	1.968	1.980	1.981	1.984
0705	San José De Minas	7.146	7.067	6.938	6.814	6.651	6.492
0801	Calderón (Carapungo)	224.162	256.395	278.834	303.243	329.788	358.659
0802	Llano Chico	15.408	17.856	21.660	26.293	30.358	35.062
0901	Cumbaya	41.172	45.949	53.061	61.273	68.173	75.849
0902	Tumbaco	59.740	64.144	70.408	77.288	82.810	88.727
1001	Amaguaña	37.604	40.564	44.800	49.479	53.255	57.320
1002	Conocoto	109.777	123.648	144.519	168.922	189.625	212.869
1003	Guangopolo	3.868	4.253	5.039	5.971	6.808	7.762
1004	Alangasi	30.458	33.398	37.685	42.523	46.502	50.852
1005	La Merced	11.303	12.754	15.604	19.096	23.345	28.550
1006	Pintag	20.809	22.059	23.812	25.704	27.201	28.788
1101	Puambo	15.800	16.758	18.103	19.559	20.710	21.932
1102	Pifo	20.417	22.150	24.670	27.479	29.813	32.353
1103	Tababela	3.444	3.729	4.327	5.016	5.935	7.030
1104	Yaruquí	21.325	22.861	24.973	27.308	29.168	31.171
1105	Checa (Chilpa)	10.352	10.987	11.883	12.859	13.640	14.472
1106	El Quinche	18.730	19.900	21.543	23.321	24.734	26.230
1107	Guayllabamba	19.666	21.246	23.509	26.015	28.048	30.237
Total		2.567.934	2.739.794	2.939.319	3.170.288	3.345.148	3.541.045

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos IMPU e INEC

Tabla nº 4. Proyección de la población en el DMQ. Agregación por macrozonas

	Pob2017	Pob2020	Pob2025	Pob2030	Pob2035	Pob2040
Quitumbe - Sur Urbano	860.979	921.788	994.531	1.078.584	1.133.353	1.193.526
Centro	209.840	208.109	201.933	197.312	190.426	184.933
Norte	404.247	412.776	421.991	433.621	440.701	449.614
La Delicia Urbano – Calderón	553.322	606.853	654.858	707.831	753.680	803.435
Tumbaco – Aeropuerto	210.647	227.723	252.476	280.119	303.031	328.002
Los Chillos	213.819	236.677	271.460	311.694	346.735	386.141
Sur Rural - La Delicia Rural -Noroccidente -Norcentral	115.081	125.868	142.069	161.127	177.222	195.395
Total DMQ	2.567.934	2.739.794	2.939.319	3.170.288	3.345.148	3.541.045
Mejía	84.182	90.449	96.927	103.610	110.475	117.499
Rumiñahui	101.164	109.069	117.282	125.800	134.597	143.646
Total ámbito	2.753.279	2.939.312	3.153.527	3.399.698	3.590.221	3.802.190

Tabla nº 5. Proyección de la población en el DMQ mayor de 4 años. Agregación por macrozonas

Macrozona	Pob2017 +4años	Pob2020 +4años	Pob2025 +4años	Pob2030 +4años	Pob2035 +4años	Pob2040 +4años
Quitumbe - Sur Urbano	782.055	847.070	917.518	997.562	1.049.268	1.106.083
Centro	193.265	191.240	186.296	182.490	176.298	171.384
Norte	377.383	379.318	389.314	401.048	408.005	416.673
La Delicia Urbano – Calderón	507.988	557.663	604.148	654.659	697.764	744.572
Tumbaco – Aeropuerto	193.119	209.264	232.925	259.077	280.549	303.971
Los Chillos	198.632	217.493	250.439	288.280	321.010	357.850

Macrozona	Pob2017 +4años	Pob2020 +4años	Pob2025 +4años	Pob2030 +4años	Pob2035 +4años	Pob2040 +4años
Sur Rural - La Delicia Rural -Noroccidente – Norcentral	106.809	115.666	131.068	149.023	164.073	181.079
Total DMQ	2.359.250	2.517.713	2.711.708	2.932.139	3.096.966	3.281.613
Mejía	75.795	83.117	89.421	95.827	102.279	108.891
Rumiñahui	92.544	100.228	108.200	116.350	124.611	133.122
Total ámbito	2.527.590	2.701.058	2.909.328	3.144.317	3.323.857	3.523.625

Tabla n° 6. Incrementos poblacionales. Agregación por macrozonas

Incremento %

Macrozona	Pob2017 +4años	Pob2020 +4años	Pob2025 +4años	Pob2030 +4años	Pob2035 +4años	Pob2040 +4años
Quitumbe - Sur Urbano		8,3%	8,3%	8,7%	5,2%	5,4%
Centro		-1,0%	-2,6%	-2,0%	-3,4%	-2,8%
Norte		0,5%	2,6%	3,0%	1,7%	2,1%
La Delicia Urbano - Calderón		9,8%	8,3%	8,4%	6,6%	6,7%
Tumbaco - Aeropuerto		8,4%	11,3%	11,2%	8,3%	8,3%
Los Chillos		9,5%	15,1%	15,1%	11,4%	11,5%
Sur Rural - La Delicia Rural -Noroccidente -Norcentral		8,3%	13,3%	13,7%	10,1%	10,4%
Total DMQ		6,7%	7,7%	8,1%	5,6%	6,0%
Mejía		9,7%	7,6%	7,2%	6,7%	6,5%
Rumiñahui		8,3%	8,0%	7,5%	7,1%	6,8%
Total ámbito		6,9%	7,7%	8,1%	5,7%	6,0%

Tasa anual acumulada %

Macrozona	Pob2017 +4años	Pob2020 +4años	Pob2025 +4años	Pob2030 +4años	Pob2035 +4años	Pob2040 +4años
Quitumbe - Sur Urbano		2,7%	1,6%	1,7%	1,0%	1,1%
Centro		-0,4%	-0,5%	-0,4%	-0,7%	-0,6%
Norte		0,2%	0,5%	0,6%	0,3%	0,4%
La Delicia Urbano - Calderón		3,2%	1,6%	1,6%	1,3%	1,3%
Tumbaco - Aeropuerto		2,7%	2,2%	2,2%	1,6%	1,6%
Los Chillos		3,1%	2,9%	2,9%	2,2%	2,2%
Sur Rural - La Delicia Rural -Noroccidente -Norcentral		2,7%	2,5%	2,6%	1,9%	2,0%
Total DMQ		2,2%	1,5%	1,6%	1,1%	1,2%
Mejía		3,1%	1,5%	1,4%	1,3%	1,3%
Rumiñahui		2,7%	1,5%	1,5%	1,4%	1,3%
Total ámbito		2,2%	1,5%	1,6%	1,1%	1,2%

2.3.2. MOTORIZACIÓN

La motorización es otra de las variables que intervienen en el modelo; en este caso, entendida como motorización familiar, número de vehículos por mil habitantes.

Para el periodo 2011-2017 se obtuvo un crecimiento del 17,7%, con una tasa anual acumulada del 2,8%, muy próxima a la tasa de crecimiento anual del PIB en el periodo, 3%.

La evolución de las matriculaciones mostraba unos crecimientos muy importantes, ralentizados en los últimos años.

En todo caso, la evolución de la motorización suele estar bastante ligada a la evolución del PIB, en el ámbito que nos ocupa con una elasticidad bastante próxima a la unidad.

Por ello, la proyección de la motorización se ha realizado teniendo en cuenta la previsión de PIB nacional disponible, FMI informe Abril2018, así como las de The Economist Intelligence Unit (EIU) con previsión de evolución a más largo plazo.

Tabla nº 7. Evolución prevista de PIB

	PIB
2010-2017	3,0%
2017-2020	2,2%
2020-2025	1,9%
2025-2030	1,9%
2030-2035	2,2%
2035-2040	2,2%

Fuente: FMI, EIU

Tabla nº 8. Evolución prevista de la tasa de motorización

	Incremento de la tasa de motorización	taa
2011-2017	17,7%	2,8%
2017-2020	6,1%	2,0%
2020-2025	9,1%	1,7%
2025-2030	9,1%	1,7%
2030-2035	10,5%	2,0%
2035-2040	10,5%	2,0%

2.3.3. EMPLEO

El empleo por zona de transporte en el año base se obtuvo a partir de la información recopilada en la EDM, particularmente, de los lugares de trabajo declarados.

A partir de dicha distribución, la proyección del empleo ha sido realizada según los crecimientos de la población, a excepción del empleo previsto por el Proyecto ZEDE-Quito, promovido por la Empresa Pública Metropolitana de Servicios Aeroportuarios y Gestión de Zonas Francas (EPMSA), que ha sido incluido adicionalmente de acuerdo con las proyecciones de empleo proporcionadas, según las fases siguientes:

- Fase I. 2018-2022
- Fase II. 2023-2032
- Fase III. 2033-2050

Esta primera Zona Especial de Desarrollo Económico (ZEDE) de la ciudad se ubica estratégicamente junto al Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre, parroquia de Tababela.

Se han incluido los empleos directos en la zona específica del aeropuerto y los indirectos en las zonas aledañas, esto es, de la propia parroquia de Tababela, así como de otras de alrededor, caso de Pumbuco o Yaruqui, por ejemplo.

Tabla n° 9. Proyecciones de empleo ZEDE-Quito. Empleo acumulado

	2018	2022	2023	2032	2033	2050
Directo	808	846	3.690	3.882	4.354	5.922
Indirecto	1.078	1.128	4.990	5.307	5.033	6.812
Empleo Total	1.886	1.974	8.680	9.189	9.387	12.734

Fuente: Comité Técnico del Estudio

2.3.4. PLAZAS ESCOLARES

Las plazas escolares también se han proyectado de acuerdo con el crecimiento poblacional.

2.3.5. CENTROS DE ATRACCIÓN

Según las previsiones urbanísticas, de acuerdo con la información disponible, se han incluido nuevos centros atractores (variable explicativa que interviene en los modelos), asociados a la Centralidad Bicentenario: el Centro de Convenciones en el horizonte 2020, un nuevo colegio, incluido en el horizonte 2025, y otras centralidades, a partir de año horizonte 2030.

2.4. MATRICES DE VIAJES PARA LOS AÑOS HORIZONTE

Las matrices de viajes de los años horizonte se han estimado con los modelos de demanda diseñados y explicados en el Producto 2. El procedimiento seguido es el siguiente:

- Primeramente se estiman los crecimientos tendenciales futuros con las dos primeras etapas del modelo a nivel de la zonificación ZT240 (zonificación de la EDM11 con 240 zonas de transporte). Las tasas de crecimiento resultantes en la matriz agregada se aplican a las zonas ZT670 (670 zonas de transporte del MD11) comprendidas dentro de cada macrozona ZT240, obteniendo así las matrices futuras globales.
- Con estas matrices ya desagregadas se aplica el modelo de reparto modal Privado-Público y Taxi-Colectivo con objeto de valorar adecuadamente el impacto de trasvases modales con las actuaciones previstas en el modelo de red.

Este es un proceso iterativo donde, primeramente, se obtienen unas matrices tendenciales con la proyección de las variables socioeconómicas. A continuación, estas matrices se asignan a las redes futuras para obtener los costes generalizados de cada escenario y, finalmente, se construyen las matrices finales de cada escenario y año para su asignación final a la red y obtención de resultados de carga.

Además de la aplicación directa de los modelos con los criterios indicados, se han considerado los siguientes elementos complementarios:

- En todas las relaciones origen/destino ubicadas, en ambos vértices, dentro de un radio de 600 m de alguna estación de Metro, se ha considerado que los usuarios del transporte privado se trasvasarán al Metro.
- Los escenarios analizados plantean una tarifa integrada que pasa de los 0.25 USD a 0.40 USD en el año 2020, con la entrada en servicio del Metro, y 0.60 USD en el año 2030. Estos incrementos de tarifa tendrán un efecto de retracción en la demanda no obligada que se ha implementado con los siguientes criterios:
 - En el año 2020 se considera una elasticidad a la demanda de 0.1 en las horas punta y 0.2 en las horas valle, de manera que la movilidad no obligada presenta un efecto de retracción del 6% en horas punta y 12% en horas valle.
 - En el año 2025 se considera que parte de dicha retracción se recupera, reduciendo el impacto al 3% en horas punta y 6% en horas valle.
 - En el año 2030 el efecto de retracción de la demanda debido al incremento de la tarifa del 2020 se recupera por completo, pero se produce otro efecto penalizador al subir la tarifa a 0.60 USD. Se adoptan las mismas elasticidades de 0.1 en horas punta y 0.2 en horas valle (en este caso, un 5% y 10%

respectivamente de la demanda no obligada), efecto que se reduce a la mitad en el año 2035 y se recupera por completo en el año 2040.

Los valores de demanda de las matrices finales obtenidas son los siguientes:

Tabla n° 10. Matrices de viajes futuras

Año	AM			PM			VA			Día Lab			
	Privado	Público	Andando	Privado	Público	Andando	Privado	Público	Andando	Privado	Público	Andando	Total
2017	100.040	251.496	106.392	67.807	182.273	35.417	30.247	81.650	21.713	978.194	2.601.161	731.579	4.310.934
2020	100.528	279.268	115.465	65.478	199.254	37.976	27.423	94.014	23.312	918.527	2.942.564	787.795	4.648.886
2025	106.873	284.731	124.163	69.535	202.214	40.555	29.657	101.373	24.883	985.834	3.102.191	842.760	4.930.785
2030	114.462	288.904	131.761	74.040	202.542	42.784	31.173	104.557	26.226	1.043.331	3.172.017	890.172	5.105.520
2035	121.870	289.005	138.509	77.834	203.225	44.765	31.220	110.941	27.423	1.070.422	3.295.562	932.344	5.298.328
2040	130.265	289.302	146.095	84.334	203.943	27.423	31.291	118.881	28.797	1.108.061	3.449.172	980.388	5.537.621

Fuente. Elaboración propia.

Tabla n° 11. Tasas de crecimiento anual

Año	Tasas de crec anual				
	Privado	Público	Motorizado	Andando	Total
2020	-2,1%	4,2%	2,6%	2,5%	2,5%
2025	1,4%	1,1%	1,1%	1,4%	1,2%
2030	1,1%	0,4%	0,6%	1,1%	0,7%
2035	0,5%	0,8%	0,7%	0,9%	0,7%
2040	0,7%	0,9%	0,9%	1,0%	0,9%

Fuente. Elaboración propia.

El reparto modal resultante de estas matrices es el siguiente:

Tabla n° 12. Reparto modal previsto

Año	Día Laborable		
	Privado	Público	Total
2017	27%	73%	100%
2020	24%	76%	100%
2025	24%	76%	100%
2030	25%	75%	100%
2035	25%	75%	100%
2040	24%	76%	100%

2.5. MODELACIÓN Y RESULTADOS

2.5.1. PLANTEAMIENTO

Como resultado final de la modelación, tras la etapa de asignación se han obtenido las demandas esperadas de cada modo y en especial del Metro.

Cabe señalar que las hipótesis planteadas en la actualización del modelo en 2017 difieren dos aspectos fundamentales con el modelo de 2011:

A. Redes de transporte público

En la propuesta de 2011 se planteaba articular todo el sistema de transporte público en torno al Metro. En la actualización actual se han planteado tres redes:

- La actual, con las mejoras previstas por el DMQ en el horizonte 2020-2040
- La basada en la reordenación del metro, con las mejoras previstas por el DMQ en el horizonte 2020-2040 pero con dos actuaciones que se preveían que no se llevarán a la práctica y que afectan sensiblemente a la captación del metro:
 - En 2011 se planteaba que el CCN sirviera el tramo Ofelia-Labrador y que se eliminara el tramo Labrador-Cumbayá. En la actualización de 2017 se plantea que el CCN mantenga el trazado completo actual
 - En 2011 se planteaba eliminar el tramo norte del trolebús. En la actualización de 2017 se plantea que el trolebús mantenga el trazado completo actual, incluso llegando a Calderón.
 - Además no se planteaba que el corredor Ecovía-Suroriental funcionara con servicios completos.
- La basada en el estudio de “Reestructuración de la Red de Transporte Público de Pasajeros del Distrito Metropolitano de Quito”, con las mejoras previstas por el DMQ en el horizonte 2020-2040

B. Política tarifaria

También en el ámbito de la política tarifaria se aprecian diferencias sensibles ahora con respecto a 2011.

En la actualización de 2017 se ha considerado integración tarifaria en el transporte urbano, con gratuidad de los transbordos. Es decir, pagando el pasaje se puede hacer por el mismo precio una etapa, dos o las que sean en el marco de un mismo viaje.

Esta política tarifaria difiere de la propuesta en 2011 porque entonces se plantearon tarifas diferenciadas según que no se hicieran transbordos o que sí se hicieran. De esta forma el usuario se tendría que plantear la disyuntiva de pagar menos pero sin hacer transbordos o si pagar más pero haciendo transbordos, lo cual podía disuadir a algunos usuarios de realizar transbordos si no fueran estrictamente necesarios. Sin embargo con el esquema actual el transbordo es gratis lo cual incentiva a la realización de transbordos.

2.5.2. IMAGEN GLOBAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

A. Etapas diarias en los modos de transporte público

Seguidamente se presentan, para cada horizonte temporal, las tablas de demanda esperada en los modos de transporte público (etapas en día laborable) en cada uno de los escenarios de red antes definidos.

Tabla n° 13. Etapas Transporte Público 2020 (2.942.564 viajes/lab)

Año demanda	Subsistema	Red actual	Red Actual + Metro	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	Convencional	1.678.894	1.954.905	1.554.389	571.063
2020	Alimentador y otros	503.211	600.323	579.052	839.141
2020	Transversal	0	0	330.251	1.929.708
2020	Parroquial	689.713	700.677	704.718	54.095
2020	Cable	0	0	0	0
2020	Tren	0	0	0	0
2020	Subtotal	2.871.818	3.255.905	3.168.410	3.394.007
2020	BRT Ecovía y Sur Oriental	254.622	232.195	357.913	309.393
2020	BRT Trolebús	284.346	140.256	222.774	160.574
2020	BRT CCN	139.778	148.533	208.069	50.897
2020	BRT Sur Occidental	292.920	335.045	51.186	107.596
2020	Otros BRT	0	0	0	216.798
2020	Subtotal	971.666	856.029	839.942	845.258
2020	Metro	0	417.549	547.364	477.407
2020	Total	3.843.484	4.529.483	4.555.716	4.716.672

Como puede observarse, en el horizonte 2020 se ha incluido el escenario de Red Actual. Este escenario (que no tiene integración tarifaria) es el único en el que tiene sentido desagregar las etapas de las líneas alimentadoras según las troncales correspondientes (en el resto de escenarios, al existir integración tarifaria total, la diferenciación entre alimentadora y convencional carece de sentido, ya que ambas cumplen la misma función).

Seguidamente se muestra la desagregación de las alimentadoras en dicho escenario (red actual, horizonte 2020).

Tabla n° 14. Etapas en líneas alimentadoras con red actual y horizonte 2020

Alimentadora	Etapas laborable
Alimentadora CCN	130.897
Alimentadora Ecovia	70.067
Alimentadora SO	76.328
Alimentadora SW	24.243
Alimentadora Trolebus	189.249
Total alimentadoras	490.783

Seguidamente se muestran los resultados de los diferentes horizontes temporales para los tres escenarios modelizados.

Tabla n° 15. Etapas Transporte Público 2025 (3.102.191 viajes/lab)

Año demanda	Subsistema	Red Actual + Metro	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2025	Convencional	2.065.768	1.633.071	589.541
2025	Alimentador y otros	635.503	631.363	886.923
2025	Transversal	0	343.345	2.037.277
2025	Parroquial	711.132	698.341	56.137
2025	Cable	0	0	0
2025	Tren	0	0	0
2025	Subtotal	3.412.403	3.306.120	3.569.878
2025	BRT Ecovía y Sur Oriental	243.514	378.785	326.181
2025	BRT Trolebús	145.138	234.368	165.930
2025	BRT CCN	154.149	220.671	52.887
2025	BRT Sur Occidental	347.814	54.750	111.156
2025	Otros BRT	47.615	70.532	282.459
2025	Subtotal	938.230	959.106	938.613
2025	Metro	431.456	568.931	498.615
2025	Total	4.782.089	4.834.157	5.007.106

Tabla n° 16. Etapas Transporte Público 2030 (3.172.017 viajes/lab)

Año demanda	Subsistema	Red Actual + Metro	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2030	Convencional	1.822.563	1.373.149	529.643
2030	Alimentador y otros	600.156	546.160	772.094
2030	Transversal	0	360.714	1.847.947
2030	Parroquial	711.595	702.612	77.096
2030	Cable	102.825	97.772	107.988
2030	Tren	5.988	5.973	4.868
2030	Subtotal	3.243.127	3.086.380	3.339.636
2030	BRT Ecovía y Sur Oriental	201.606	312.268	287.069
2030	BRT Trolebús	132.444	202.267	148.417
2030	BRT CCN	139.480	178.453	45.851
2030	BRT Sur Occidental	301.256	17.915	70.361
2030	Otros BRT	583.686	698.148	850.820
2030	Subtotal	1.358.472	1.409.051	1.402.518
2030	Metro	452.913	544.145	493.940
2030	Total	5.054.512	5.039.576	5.236.094

Tabla n° 17. Etapas Transporte Público 2035 (3.295.562 viajes/lab)

Año demanda	Subsistema	Red Actual + Metro	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2035	Convencional	1.890.679	1.419.036	552.939
2035	Alimentador y otros	626.306	572.024	805.542
2035	Transversal	0	371.188	1.922.294
2035	Parroquial	749.977	740.501	81.445
2035	Cable	107.710	104.372	112.808
2035	Tren	6.607	6.590	5.406
2035	Subtotal	3.381.279	3.213.711	3.480.434
2035	BRT Ecovía y Sur Oriental	209.608	325.087	297.654
2035	BRT Trolebús	135.296	207.157	151.267
2035	BRT CCN	143.067	183.122	47.121
2035	BRT Sur Occidental	307.183	18.655	71.349
2035	Otros BRT	611.071	729.432	890.899
2035	Subtotal	1.406.225	1.463.453	1.458.290
2035	Metro	464.292	557.688	506.081
2035	Total	5.251.796	5.234.852	5.444.805

Tabla n° 18. Etapas Transporte Público 2040 (3.449.172 viajes/lab)

Año demanda	Subsistema	Red Actual + Metro	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2040	Convencional	1.892.211	1.369.682	541.521
2040	Alimentador y otros	624.764	587.342	776.511
2040	Transversal	0	373.023	1.950.383
2040	Parroquial	775.476	768.357	86.049
2040	Cable	114.597	109.404	118.806
2040	Tren	111.511	111.883	102.734
2040	Subtotal	3.518.559	3.319.691	3.576.004
2040	BRT Ecovía y Sur Oriental	199.756	306.856	277.119
2040	BRT Trolebús	131.857	196.661	154.411
2040	BRT CCN	131.198	158.219	46.798
2040	BRT Sur Occidental	313.461	19.536	69.889
2040	Otros BRT	628.733	742.815	892.834
2040	Subtotal	1.405.005	1.424.087	1.441.051
2040	Metro	744.637	864.135	758.512
2040	Total	5.668.201	5.607.913	5.775.567

B. Comentarios

El primer efecto que se aprecia es el del aumento del número de etapas en transporte público, ya que, como consecuencia de la política tarifaria establecida, se minimizan los trayectos andando y se sustituyen por desplazamientos en transporte público. Esto genera un efecto perjudicial para el sistema, ya que aumenta el número de usuarios (con su correspondiente efecto sobre la oferta de transporte, que debe aumentar) sin incrementar los ingresos.

Como consecuencia de lo anterior, el número de etapas por viaje (o, lo que es lo mismo, el número de transbordos) aumenta sensiblemente como consecuencia de la nueva política tarifaria.

Tabla n° 19. Etapas/viaje en transporte público

Año	Red actual	Actual + Metro	Red 2011	Red BCN
2020	1,306	1,539	1,548	1,603
2025		1,542	1,558	1,614
2030		1,593	1,589	1,651
2035		1,594	1,588	1,652
2040		1,643	1,626	1,674

C. Tiempos de viaje

Viajes motorizados

La tabla siguiente muestra los tiempos de viaje resultantes en transporte público para los diferentes escenarios considerados, así como los tiempos de viaje en vehículo privado.

En el caso de los viajes en transporte público, se ha diferenciado a su vez entre el tiempo de caminata, y el tiempo en espera o a bordo de los vehículos.

Tabla nº 20. Tiempos de viaje en transporte público y vehículo privado (minutos). Comparación entre escenarios. Año 2020 HPM

Tiempo (min)	Transporte Público				Vehículo Privado
	Actual	Actual proyectada	Reordenación 2011	Reordenación BCN	
Total viaje	61,36	60,99	60,94	59,30	34,95
En vehículo+espera	46,47	47,65	47,84	47,41	
Caminata					
Total caminata	14,89	13,34	13,10	11,90	
Acceso+dispersión	14,19	12,56	12,20	11,14	
Transbordo	0,70	0,78	0,90	0,76	

Por otra parte, la tabla siguiente muestra la comparación entre escenarios de los tiempos de viaje para los diferentes subsistemas.

Tabla nº 21. Tiempos de viaje en transporte público (minutos). Comparación entre escenarios para los diferentes subsistemas

	Actual	Actual proyectada	Reordenación 2011	Reordenación BCN
Tiempo promedio de viaje en vehículo (sin espera)	42,6	41,9	42,1	41,8
Tiempo promedio por etapa por modo	30,3	25,6	25,6	24,9
Alimentador	20,4	17,5	17,0	23,8
BRT	38,3	24,6	27,7	25,2
Convencional	25,5	21,0	19,6	28,8
Interparroquial	37,5	38,3	36,8	23,0
Metro	-	20,4	19,7	19,2
Otros	-	-	19,1	22,2

Finalmente, la tabla siguiente recoge los tiempos de viaje en transporte público y vehículo privado para las diferentes relaciones agrupadas por macrozonas:

Tabla n° 22. Tiempos de viaje en transporte público y vehículo privado (minutos) para las diferentes relaciones agrupadas por macrozonas. Comparación entre escenarios. Año 2020 HPM

Relación		Transporte público								Vehículo privado
De	A	Actual		Actual proyectada		Reordenación 2011		Reordenación BCN		Vehículo
		Vehículo + espera	Caminata	Vehículo + espera	Caminata	Vehículo + espera	Caminata	Vehículo + espera	Caminata	
01.-Quitumbe-Sur Urbano	01.-Quitumbe-Sur Urbano	21,6	12,7	24,3	11,1	24,7	10,6	24,4	10,0	18,7
01.-Quitumbe-Sur Urbano	02.-Centro	41,3	12,7	43,6	11,5	43,7	11,1	44,0	11,1	33,2
01.-Quitumbe-Sur Urbano	03.-Norte	77,9	13,2	74,0	11,8	73,8	11,6	72,0	11,2	53,0
01.-Quitumbe-Sur Urbano	04.-La Delicia Urbana-Calderón	135,5	12,7	124,9	12,4	127,1	13,1	121,5	11,7	74,3
01.-Quitumbe-Sur Urbano	05.-Tumbaco-Aeropuerto	130,4	21,2	131,3	20,2	126,5	24,1	128,4	19,2	78,2
01.-Quitumbe-Sur Urbano	06.-Los Chillos	72,0	15,2	73,1	14,7	71,7	15,2	74,4	10,8	43,6
01.-Quitumbe-Sur Urbano	07.- Sur Rural-Las Delicia Rural-- Noroccidente-Norcentral	125,9	18,1	126,9	15,2	126,7	15,1	137,5	21,0	81,3
01.-Quitumbe-Sur Urbano	21-Mejía	65,2	18,8	68,4	17,2	67,9	17,4	69,4	15,4	26,7
01.-Quitumbe-Sur Urbano	22.-Rumiñau	95,2	15,2	96,0	15,4	96,2	15,4	97,4	14,8	51,0
02.-Centro	02.-Centro	13,3	13,0	15,8	11,1	16,2	10,8	16,6	10,3	19,6
02.-Centro	03.-Norte	36,0	12,6	38,5	11,1	38,9	10,7	37,9	10,6	32,0
02.-Centro	04.-La Delicia Urbana-Calderón	88,6	16,9	89,4	13,3	91,1	13,6	86,3	13,3	62,4
02.-Centro	05.-Tumbaco-Aeropuerto	95,7	19,4	98,1	18,9	95,0	21,0	96,3	14,3	94,6
02.-Centro	06.-Los Chillos	52,2	19,4	52,9	18,6	53,6	17,9	58,4	12,3	52,0
02.-Centro	07.- Sur Rural-Las Delicia Rural-- Noroccidente-Norcentral	127,6	20,9	128,0	17,4	128,6	16,1	130,7	16,3	73,6
02.-Centro	21-Mejía	121,4	16,3	123,3	15,4	122,9	14,8	119,3	14,4	59,2
02.-Centro	22.-Rumiñau	65,4	17,7	65,5	17,4	65,9	16,8	69,6	13,2	40,6
03.-Norte	03.-Norte	23,1	12,8	25,2	10,8	25,8	9,8	25,5	9,5	21,0
03.-Norte	04.-La Delicia Urbana-Calderón	50,5	14,2	53,1	11,2	53,6	11,0	52,3	10,5	38,6
03.-Norte	05.-Tumbaco-Aeropuerto	86,1	20,4	87,5	18,8	86,2	18,8	85,8	14,4	72,4

Relación		Transporte público								Vehículo privado
De	A	Actual		Actual proyectada		Reordenación 2011		Reordenación BCN		Vehículo
		Vehículo + espera	Caminata	Vehículo + espera	Caminata	Vehículo + espera	Caminata	Vehículo + espera	Caminata	
03.-Norte	06.-Los Chillos	92,3	14,4	95,1	11,8	95,1	12,1	92,0	10,9	65,5
03.-Norte	07.- Sur Rural-Las Delicia Rural-- Noroccidente-Norcentral	93,2	17,6	95,6	14,1	95,8	13,8	92,9	12,5	51,2
03.-Norte	21-Mejía	152,4	14,3	151,2	12,7	151,4	12,9	152,7	11,3	73,8
03.-Norte	22.-Rumiñauí	104,4	14,7	107,2	12,9	107,6	13,2	101,2	11,9	54,5
04.-La Delicia Urbana-Calderón	04.-La Delicia Urbana-Calderón	22,0	14,5	24,9	12,8	24,8	12,5	23,5	11,1	17,2
04.-La Delicia Urbana-Calderón	05.-Tumbaco-Aeropuerto	102,4	17,2	101,4	17,0	101,8	17,6	101,8	15,8	57,5
04.-La Delicia Urbana-Calderón	06.-Los Chillos	131,7	14,2	131,8	12,2	132,0	12,4	122,4	11,0	75,6
04.-La Delicia Urbana-Calderón	07.- Sur Rural-Las Delicia Rural-- Noroccidente-Norcentral	71,0	19,0	73,8	16,5	73,4	16,5	69,9	14,6	23,3
04.-La Delicia Urbana-Calderón	21-Mejía	231,7	23,7	212,3	26,1	214,8	27,6	220,1	21,4	107,4
04.-La Delicia Urbana-Calderón	22.-Rumiñauí	163,4	18,9	163,1	18,0	163,7	18,2	155,9	20,4	82,3
05.-Tumbaco-Aeropuerto	05.-Tumbaco-Aeropuerto	24,6	19,0	24,6	19,0	24,6	19,0	25,9	16,7	28,0
05.-Tumbaco-Aeropuerto	06.-Los Chillos	97,4	29,1	97,8	28,8	98,5	28,5	98,5	18,4	69,5
05.-Tumbaco-Aeropuerto	07.- Sur Rural-Las Delicia Rural-- Noroccidente-Norcentral	189,4	26,4	189,3	26,4	190,5	25,1	175,0	20,2	79,3
05.-Tumbaco-Aeropuerto	21-Mejía	178,2	24,0	174,8	26,0	174,2	25,6	175,3	12,3	92,2
05.-Tumbaco-Aeropuerto	22.-Rumiñauí	100,6	31,7	100,6	31,7	100,6	31,7	105,0	22,6	72,7
06.-Los Chillos	06.-Los Chillos	23,6	18,6	23,5	18,6	23,4	18,6	26,5	13,0	22,3
06.-Los Chillos	07.- Sur Rural-Las Delicia Rural-- Noroccidente-Norcentral	186,6	21,2	180,7	15,1	181,3	15,6	173,6	12,7	89,4
06.-Los Chillos	21-Mejía	70,0	23,6	72,8	22,6	71,2	22,3	66,2	20,3	41,6
06.-Los Chillos	22.-Rumiñauí	37,7	20,7	37,7	20,7	37,8	20,7	42,2	16,9	27,2
07.- Sur Rural-Las Delicia Rural-- Noroccidente-Norcentral	07.- Sur Rural-Las Delicia Rural-- Noroccidente-Norcentral	28,9	16,4	31,9	15,1	31,7	15,1	31,9	15,4	18,2
07.- Sur Rural-Las Delicia Rural--	21-Mejía	226,2	15,0	224,4	10,9	224,4	10,9	228,4	12,8	113,9

Relación		Transporte público								Vehículo privado
De	A	Actual		Actual proyectada		Reordenación 2011		Reordenación BCN		Vehículo
		Vehículo + espera	Caminata	Vehículo + espera	Caminata	Vehículo + espera	Caminata	Vehículo + espera	Caminata	
Noroccidente-Norcentral										
07.- Sur Rural-Las Delicias Rural-- Noroccidente-Norcentral	22.-Rumiñahui	199,6	24,4	195,4	21,9	198,5	23,6	191,7	22,3	83,4
21-Mejía	21-Mejía	47,8	31,1	48,7	30,3	48,7	30,3	47,8	26,1	20,8
21-Mejía	22.-Rumiñahui	77,0	22,5	77,0	22,5	77,0	22,5	75,1	20,7	31,1
22.-Rumiñahui	22.-Rumiñahui	16,0	15,7	16,0	15,7	16,0	15,7	18,1	14,8	11,0
Promedio		46,5	14,9	47,6	13,3	47,8	13,1	47,4	11,9	35,0

Viajes andando

Con respecto a los tiempos de los viajes realizados en modos no motorizados, la tabla siguiente muestra los valores promedios obtenidos para las diferentes relaciones agrupadas según macrozonas. No obstante, en este caso la información que se muestra se corresponde con los valores obtenidos de la EDM11 para los viajes a pie, debido a que la EDM17 de contraste que se ha realizado en este trabajo (en una muestra de tan solo 11 zonas de transporte) no aporta información suficiente para calcularla la matriz completa del año base de este tipo de viajes.

Tabla n° 23. Tiempos promedio (minutos) de los viajes realizados a pie resultantes de la EDM11

Relación	Tiempo promedio de viaje (minutos)
Quitumbe-Sur Urbano / Quitumbe-Sur Urbano	23,9
Quitumbe-Sur Urbano / Centro	32,0
Centro / Centro	25,6
Centro / Norte	32,1
Norte / Norte	22,6
Norte / La Delicia Urbano-Calderón	30,7
La Delicia Urbano-Calderón / La Delicia Urbano-Calderón	23,1
Tumbaco-Aeropuerto / Tumbaco-Aeropuerto	26,0
Los Chillos / Los Chillos	22,4
Sur Rural-La Delicia Rural-Noroccidente-Norcentral / Sur Rural-La Delicia Rural-Noroccidente-Norcentral	23,8
Mejía / Quitumbe-Sur Urbano	30,4
Mejía / Mejía	24,6
Rumiñahui / Los Chillos	29,5
Rumiñahui / Rumiñahui	23,1

2.5.3. VIAJES NO MOTORIZADOS

Las matrices de viajes no motorizados para los horizontes futuros han sido estimadas a partir del correspondiente modelo construido en el marco del Producto 2 de la presente Consultoría.

Como ya se indicó en dicho documento, puesto que la base de partida para la calibración del modelo eran las matrices de viajes no motorizados obtenidas de la EDM11, y los viajes en bicicleta realizados en 2011 en el DMQ según los resultados de dicha encuesta eran prácticamente marginales (0,3% del total), los viajes no motorizados considerados para el modelo fueron los viajes a pie.

La tabla siguiente muestra los resultados obtenidos para cada horizonte temporal analizado.

Tabla n° 24. Viajes a pie por periodo horario

Periodo	2017	2020	2025	2030	2035	2040
Punta Mañana	212.784	230.930	248.326	263.521	277.018	292.190
Punta Tarde	106.252	113.928	121.665	128.353	134.296	141.063
Resto del día	412.543	442.937	472.769	498.297	521.030	547.134
Total laborable	731.579	787.795	842.760	890.172	932.344	980.388

Por otra parte, hay que remarcar que los viajes modelados en la tabla anterior son aquellos viajes realizados íntegramente a pie, mientras que las etapas andando de acceso, dispersión y transbordo de los viajes motorizados forman parte del modelo de asignación correspondiente y quedan reflejadas en dicho modelo. Estas etapas son las que se muestran a continuación:

Tabla n° 25. Etapas a pie de los viajes realizados en transporte público

Año	Red actual sin Metro (con matrices obtenidas tras reparto modal con metro)	Red actual Sin Integración	Red actual Integración Parcial	Red Actual+Metro integración total urbanos	Reordenación 2011, integración total urbanos	Reordenación BCN, integración total urbanos
2020	6.400.242	6.474.261	6.534.286	6.774.455	6.918.587	6.841.917
2025		6.813.755	6.867.759	7.114.604	7.275.561	7.196.019
2030				7.283.960	7.427.890	7.382.710
2035				7.536.497	7.684.610	7.639.925
2040				7.846.361	7.981.861	7.956.542

2.5.4. RESULTADOS PREVISTOS PARA EL METRO

A. Efectos de la integración tarifaria

La tabla siguiente pone de manifiesto los efectos de la integración tarifaria sobre la demanda de Metro, indicando las etapas diarias esperadas en el Metro en 2017 sin integración tarifaria (215.785) y con integración tarifaria en cada uno de los tres escenarios de red considerados (entre 361.190 etapas sin reordenación y 475.402 etapas con la red del estudio de 2011).

Tabla n° 26. Etapas diarias en Metro sin/con integración tarifaria en 2017 (2.601.161 viajes totales en transporte público/lab)

	Tarifa actual sin integración	Sistema con tarifa integrada 0,40 USD
Red actual sin integración	215.785	

Tarifa actual sin integración	Sistema con tarifa integrada 0,40 USD
Red actual + integración (sin reordenación)	361.190
Red estudio 2011 (con reordenación)	475.402
Red BCN (para 2017) (con reordenación)	413.287

B. Demanda prevista en períodos punta y total diario

Como resultado, las estimaciones para el Metro con las hipótesis de 2017 tienen diferencias apreciables como:

- Por una parte, tendencia a perder viajeros en estaciones afectadas por la no reducción de BRT competidores (caso de Labrador, Jipijapa y El Ejido) y ganar en pasajeros en Universidad (conexión con CCN)
- Por otra parte tendencia a ganar etapas adicionales por el efecto de la tarifa plana que implica coste marginal nulo para los transbordos.
- A medio y largo plazo, impacto de actuaciones competidoras, en especial los corredores de orientación sur-norte

En las siguientes tablas se muestran los resultados por años para las tres alternativas analizadas sin considerar la inducción. El incremento notable en 2040 se debe a la puesta en servicio de las ampliaciones de la red de metro.

Tabla nº 27. Estimación de demanda del Metro en alternativa de red actual proyectada

Año	Mañana	Tarde	Valle	Diaria
2020	40,266	35,636	12,111	417,549
2021	40,405	35,684	12,264	420,878
2022	40,544	35,732	12,417	424,206
2023	40,683	35,780	12,570	427,535
2024	40,823	35,828	12,723	430,864
2025	40,962	35,877	12,876	431,456
2026	40,959	35,849	12,907	432,501
2027	40,957	35,821	12,937	433,545
2028	40,955	35,793	12,968	434,589
2029	40,953	35,766	12,999	435,634
2030	39,652	37,474	13,747	452,913
2031	39,607	37,497	13,868	455,189
2032	39,563	37,520	13,988	457,465
2033	39,518	37,544	14,109	459,741
2034	39,474	37,567	14,230	462,016
2035	39,429	37,590	14,351	464,292
2036	39,394	37,451	14,536	467,328
2037	39,359	37,311	14,722	470,364
2038	39,324	37,171	14,907	473,400

Año	Mañana	Tarde	Valle	Diaria
2039	39,289	37,032	15,093	476,436
2040	39,254	36,892	15,278	479,472
2041	39,081	36,910	15,286	479,707
2042	39,293	36,928	15,293	479,942
2043	39,312	36,946	15,301	480,177
2044	39,331	36,964	15,308	480,412
2045	39,157	36,982	15,316	480,647

Tabla nº 28. Estimación de demanda del Metro en alternativa de red propuesta en 2011

Año	Mañana	Tarde	Valle	Diaria
2020	51,160	43,970	16,481	547,364
2021	51,340	44,035	16,693	551,958
2022	51,519	44,100	16,906	556,552
2023	51,698	44,166	17,119	561,146
2024	51,878	44,231	17,331	565,740
2025	52,019	44,379	17,461	568,931
2026	52,116	44,389	17,526	570,397
2027	52,214	44,398	17,592	571,863
2028	52,312	44,408	17,657	573,329
2029	52,409	44,417	17,722	574,794
2030	46,590	43,108	16,928	544,145
2031	46,524	43,133	17,074	546,853
2032	46,459	43,159	17,219	549,562
2033	46,394	43,184	17,365	552,271
2034	46,329	43,209	17,510	554,979
2035	46,263	43,234	17,656	557,688
2036	46,215	43,064	17,881	561,365
2037	46,166	42,895	18,107	565,043
2038	46,117	42,725	18,332	568,720
2039	46,068	42,556	18,558	572,397
2040	74,194	64,633	27,466	864,135
2041	74,231	64,665	27,479	864,559
2042	74,267	64,697	27,493	864,982
2043	74,303	64,728	27,506	865,406
2044	74,340	64,760	27,519	865,829
2045	74,376	64,792	27,533	866,253

Tabla n° 29. Estimación de demanda del Metro en alternativa de red propuesta en el estudio de Reestructuración

Año	Mañana	Tarde	Valle	Diaria
2020	43,435	40,181	14,210	477,407
2021	43,586	40,230	14,394	481,346
2022	43,737	40,280	14,577	485,285
2023	43,887	40,329	14,761	489,224
2024	44,038	40,378	14,945	493,163
2025	44,313	40,563	15,174	498,615
2026	44,396	40,558	15,229	499,819
2027	44,479	40,553	15,285	501,023
2028	44,562	40,547	15,340	502,227
2029	44,645	40,542	15,396	503,431
2030	40,353	40,524	15,351	493,940
2031	40,292	40,553	15,480	496,368
2032	40,231	40,582	15,610	498,796
2033	40,169	40,611	15,740	501,224
2034	40,108	40,639	15,869	503,652
2035	40,047	40,668	15,999	506,081
2036	39,996	40,495	16,206	509,387
2037	39,945	40,322	16,413	512,693
2038	39,894	40,148	16,619	516,000
2039	39,843	39,975	16,826	519,306
2040	65,210	58,604	23,804	758,512
2041	65,241	58,633	23,816	758,884
2042	65,273	58,662	23,828	759,255
2043	65,305	58,690	23,839	759,627
2044	65,337	58,719	23,851	759,999
2045	65,369	58,748	23,863	760,371

Considerando la inducción (5% de la demanda total de metro tras el segundo año) se tiene la siguiente tabla en la que se comparan las tres alternativas. La que más cargaría sería la alternativa con la red propuesta en 2011 (en la que el metro era el sistema principal y el resto de rutas se reestructuraba sobre la base del metro) aunque la diferencia con la red propuesta en el estudio de reestructuración varía entre un -9 y un -12% (según el año de comparación). Con la red actual proyectada, la diferencia respecto de la alternativa propuesta en 2011 se encontraría entre un -17 y un -24% (antes de las ampliaciones previstas para el metro en 2040).

Tabla n° 30. Comparación de demandas diarias esperadas por alternativas, incluyendo inducción

Año	Red actual proyectada	Red propuesta en 2011	Red propuesta en Estudio de Reordenación
2020	428,255	561,399	489,648
2021	443,029	581,008	506,680
2022	446,533	585,844	510,826
2023	450,037	590,680	514,972
2024	453,541	595,516	519,119
2025	454,164	598,874	524,858
2026	455,264	600,418	526,125
2027	456,363	601,961	527,393
2028	457,463	603,504	528,660
2029	458,562	605,047	529,928
2030	476,751	572,784	519,936
2031	479,146	575,635	522,492
2032	481,542	578,486	525,048
2033	483,937	581,338	527,604
2034	486,333	584,189	530,160
2035	488,728	587,040	532,717
2036	491,924	590,911	536,197
2037	495,120	594,782	539,677
2038	498,316	598,652	543,157
2039	501,511	602,523	546,638
2040	504,707	909,616	798,433
2041	504,955	910,062	798,825
2042	505,202	910,508	799,216
2043	505,449	910,953	799,608
2044	505,697	911,399	799,999
2045	505,944	911,845	800,390

C. Intensidades en los períodos punta y valle

Por tramos el más cargado es en sentido sur-norte en periodo pico de la mañana en el tramo La Magdalena-San Francisco. En las siguientes tablas se muestran las cargas por tramo esperadas en los horizontes 2020 a 2035 para las tres alternativas elegidas. Al no eliminar el tramo sur del CCN ni el tramo norte del trolebús, el subtramo de metro entre Labrador y La Carolina es sensiblemente más bajo que lo previsto en 2011.

Tabla n° 31. Carga por tramos. Alternativa basada en red actual proyectada.
Año 2020

Sentido Norte-Sur			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Labrador-Jipijapa	4,473	3,281	983
Jipijapa-Iñaquito	5,474	4,985	1,280
Iñaquito-La Carolina	6,379	7,828	1,765
La Carolina-La Pradera	7,814	14,303	3,291
La Pradera-Universidad	7,482	14,498	3,289
Universidad-El Ejido	5,214	13,168	3,245
El Ejido-La Alameda	5,141	14,342	3,533
La Alameda-San Francisco	4,757	13,886	3,499
San Francisco-La Magdalena	3,219	15,176	3,332
La Magdalena-El Recreo	3,103	13,864	3,033
El Recreo-El Calzado	2,582	10,246	2,336
El Calzado-Solanda	2,411	9,053	2,047
Solanda-Morán Valverde	2,169	8,198	1,767
Morán Valverde-Quitumbe	957	4,782	1,018

Sentido Sur-Norte			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Quitumbe-Morán Valverde	7,597	1,076	976
Morán Valverde-Solanda	12,229	2,261	1,919
Solanda-El Calzado	13,748	2,444	2,211
El Calzado-El Recreo	15,611	2,752	2,498
El Recreo-La Magdalena	20,146	3,528	3,248
La Magdalena-San Francisco	22,075	4,315	3,564
San Francisco-La Alameda	20,011	5,498	3,778
La Alameda-El Ejido	20,024	5,823	3,690
El Ejido-Universidad	18,266	5,802	3,397
Universidad-La Pradera	14,725	5,988	3,294
La Pradera-La Carolina	12,852	5,729	3,045
La Carolina-Iñaquito	9,719	7,370	2,787
Iñaquito-Jipijapa	6,853	6,391	2,095
Jipijapa-Labrador	4,387	4,761	1,574

Gráfico nº 1. Oscilograma de carga. Alternativa basada en red actual proyectada. Año 2020

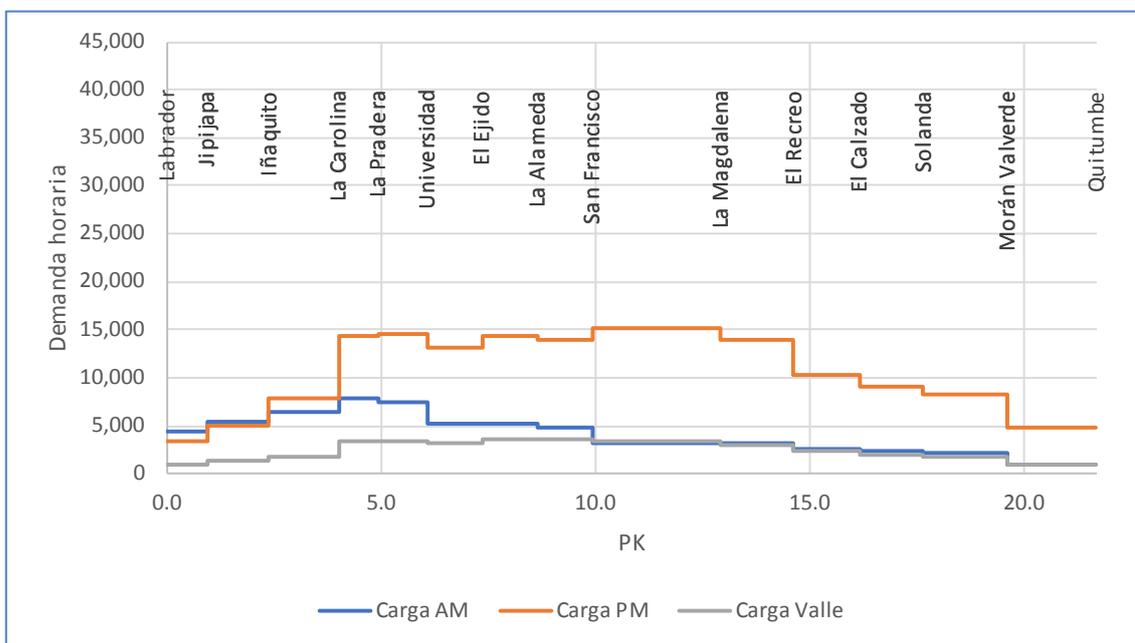


Gráfico nº 2. Oscilograma de carga. Alternativa basada en red actual proyectada. Año 2020

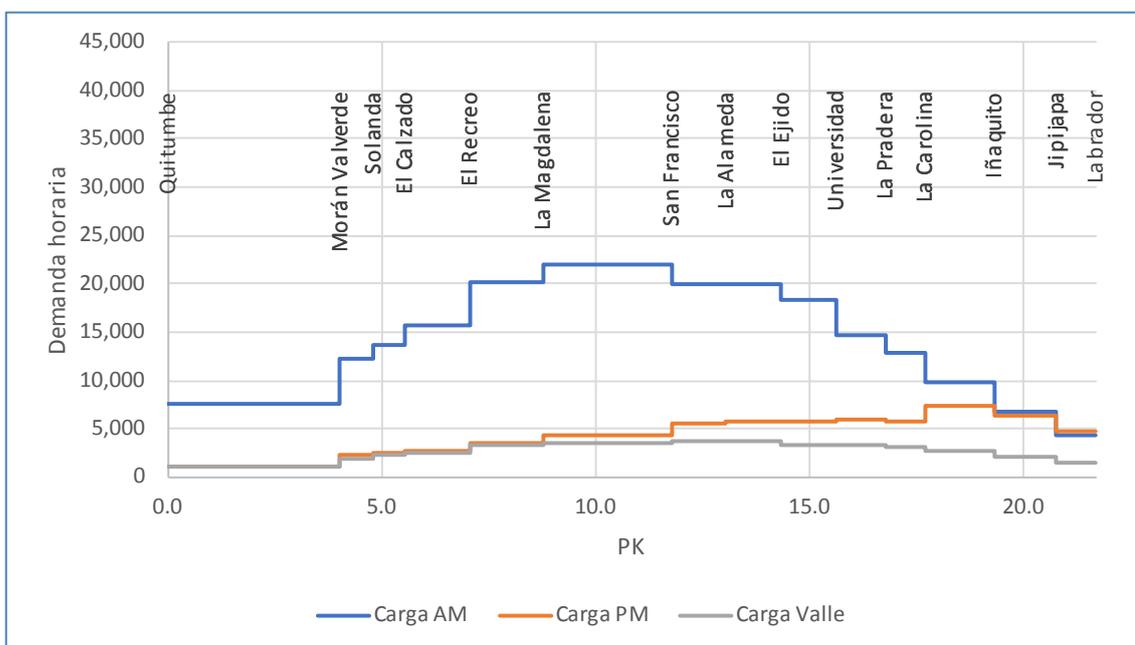


Tabla n° 32. Carga por tramos. Alternativa basada en red actual proyectada.
Año 2025

Sentido Norte-Sur			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Labrador-Jipijapa	4,558	3,343	1,045
Jipijapa-Iñaquito	5,556	5,060	1,361
Iñaquito-La Carolina	6,428	7,895	1,891
La Carolina-La Pradera	7,808	14,336	3,510
La Pradera-Universidad	7,475	14,552	3,506
Universidad-El Ejido	5,224	13,289	3,438
El Ejido-La Alameda	5,155	14,467	3,732
La Alameda-San Francisco	4,761	14,022	3,693
San Francisco-La Magdalena	3,209	15,385	3,529
La Magdalena-El Recreo	3,096	14,092	3,219
El Recreo-El Calzado	2,566	10,414	2,473
El Calzado-Solanda	2,399	9,233	2,178
Solanda-Morán Valverde	2,158	8,396	1,887
Morán Valverde-Quitumbe	955	4,941	1,091

Sentido Sur-Norte			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Quitumbe-Morán Valverde	7,958	1,077	1,063
Morán Valverde-Solanda	12,625	2,275	2,065
Solanda-El Calzado	14,108	2,449	2,358
El Calzado-El Recreo	15,904	2,738	2,647
El Recreo-La Magdalena	20,518	3,515	3,452
La Magdalena-San Francisco	22,401	4,298	3,777
San Francisco-La Alameda	20,243	5,462	3,978
La Alameda-El Ejido	20,237	5,799	3,889
El Ejido-Universidad	18,440	5,792	3,587
Universidad-La Pradera	14,766	5,960	3,442
La Pradera-La Carolina	12,858	5,710	3,176
La Carolina-Iñaquito	9,864	7,405	2,984
Iñaquito-Jipijapa	6,957	6,431	2,245
Jipijapa-Labrador	4,466	4,790	1,689

Gráfico nº 3. Oscilograma de carga. Alternativa basada en red actual proyectada. Año 2025

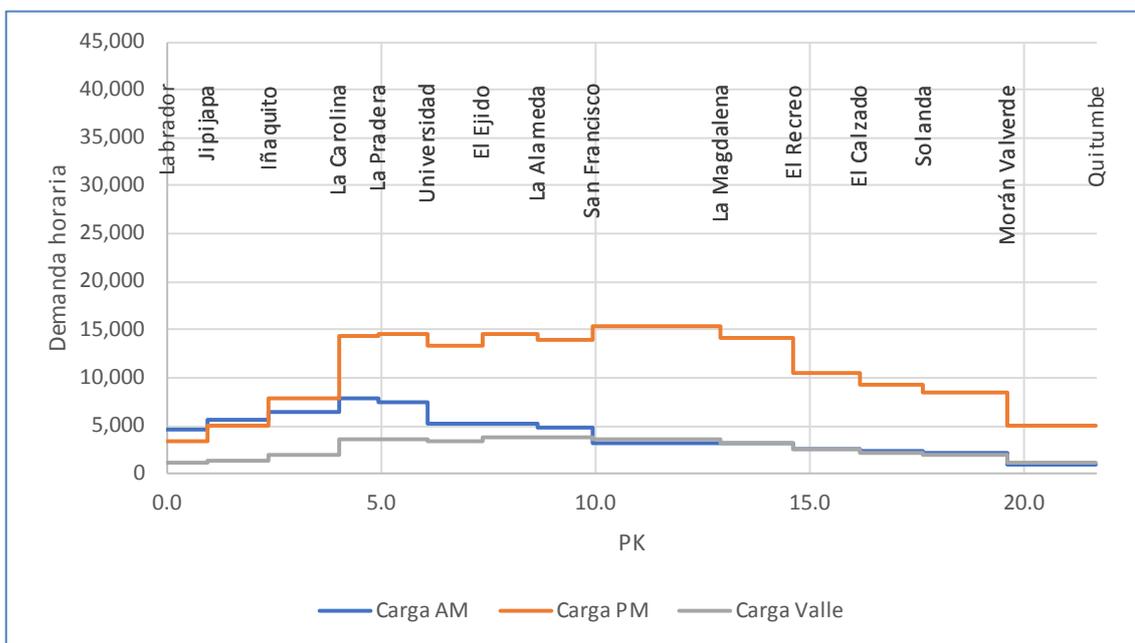


Gráfico nº 4. Oscilograma de carga. Alternativa basada en red actual proyectada. Año 2025

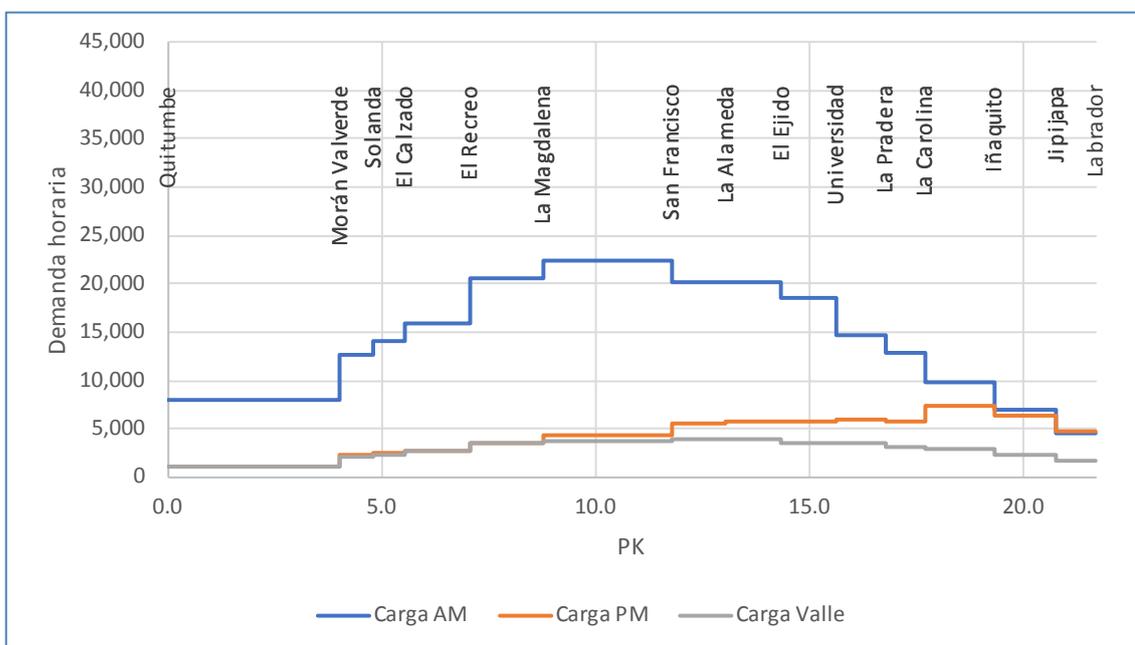


Tabla n° 33. Carga por tramos. Alternativa basada en red actual proyectada.
Año 2030

Sentido Norte-Sur			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Labrador-Jipijapa	3,196	2,302	797
Jipijapa-Iñaquito	4,235	4,023	1,141
Iñaquito-La Carolina	4,865	5,459	1,406
La Carolina-La Pradera	8,741	16,025	4,353
La Pradera-Universidad	8,069	15,554	4,075
Universidad-El Ejido	5,071	13,122	3,561
El Ejido-La Alameda	4,426	13,792	3,710
La Alameda-San Francisco	3,770	12,981	3,494
San Francisco-La Magdalena	2,269	14,122	3,323
La Magdalena-El Recreo	2,147	12,758	2,983
El Recreo-El Calzado	1,894	9,359	2,311
El Calzado-Solanda	1,814	8,058	2,003
Solanda-Morán Valverde	1,579	7,225	1,714
Morán Valverde-Quitumbe	626	3,891	894

Sentido Sur-Norte			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Quitumbe-Morán Valverde	6,885	794	869
Morán Valverde-Solanda	11,154	1,648	1,698
Solanda-El Calzado	12,649	1,820	1,979
El Calzado-El Recreo	14,404	2,011	2,273
El Recreo-La Magdalena	18,490	2,495	2,909
La Magdalena-San Francisco	20,386	3,094	3,234
San Francisco-La Alameda	18,344	4,185	3,465
La Alameda-El Ejido	18,329	4,524	3,438
El Ejido-Universidad	16,671	4,499	3,182
Universidad-La Pradera	13,366	4,988	3,210
La Pradera-La Carolina	11,512	4,922	2,982
La Carolina-Iñaquito	9,252	9,007	3,320
Iñaquito-Jipijapa	6,109	7,480	2,407
Jipijapa-Labrador	3,425	5,136	1,655

Gráfico nº 5. Oscilograma de carga. Alternativa basada en red actual proyectada. Año 2030

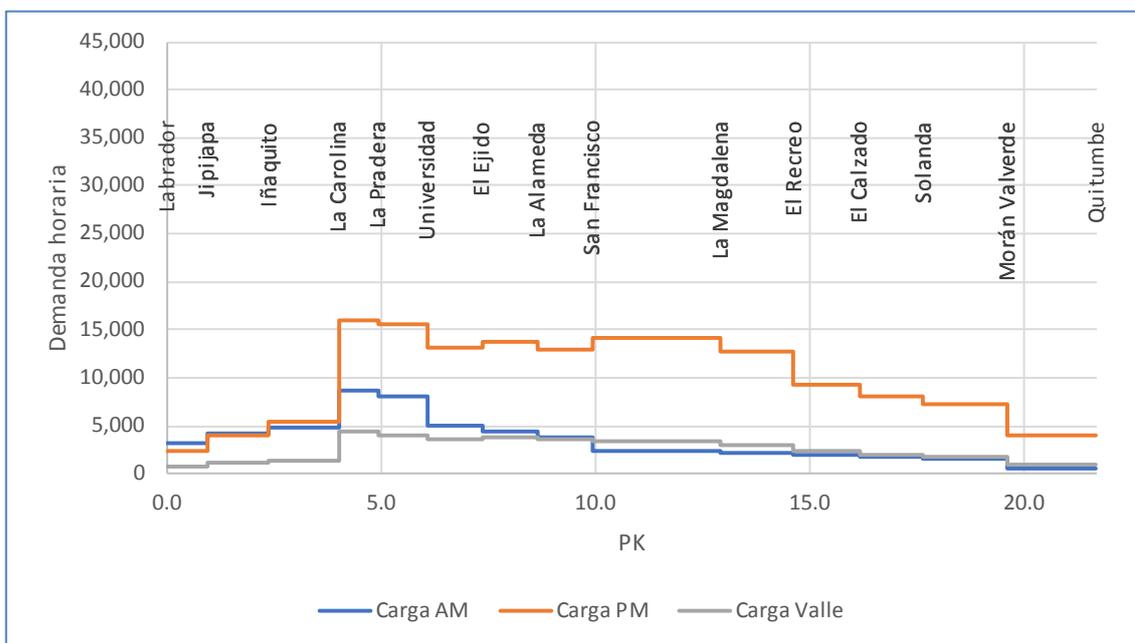


Gráfico nº 6. Oscilograma de carga. Alternativa basada en red actual proyectada. Año 2030

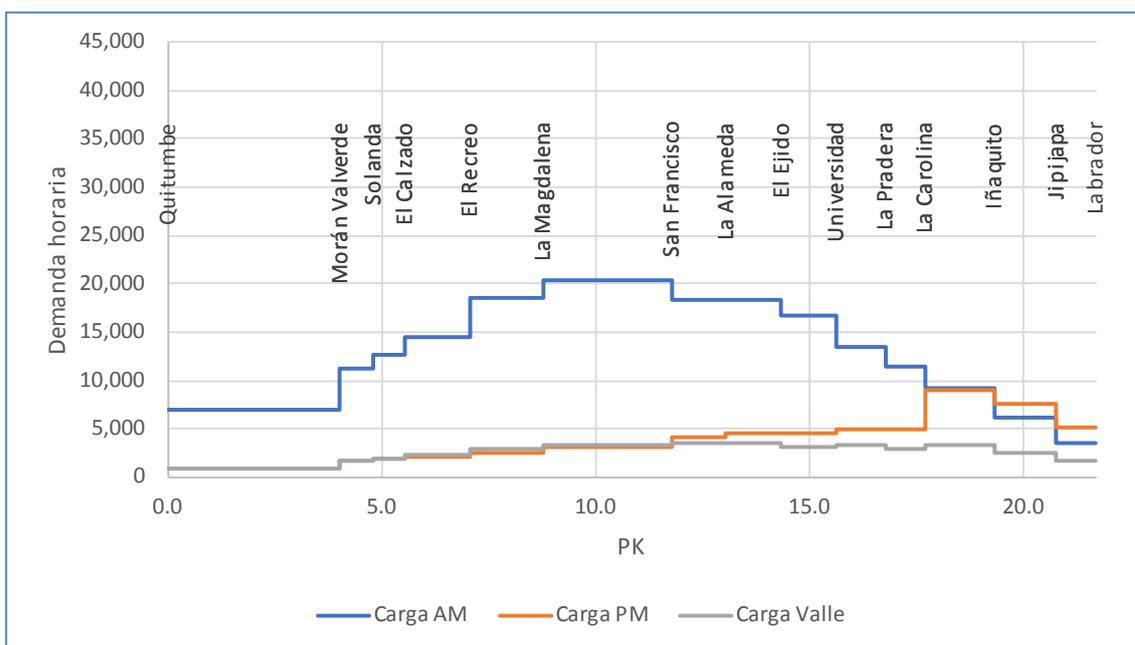


Tabla n° 34. Carga por tramos. Alternativa basada en red actual proyectada.
Año 2035

Sentido Norte-Sur			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Labrador-Jipijapa	3,173	2,304	848
Jipijapa-Iñaquito	4,195	4,023	1,210
Iñaquito-La Carolina	4,815	5,459	1,489
La Carolina-La Pradera	8,627	16,012	4,548
La Pradera-Universidad	7,968	15,522	4,265
Universidad-El Ejido	4,989	13,080	3,725
El Ejido-La Alameda	4,344	13,726	3,880
La Alameda-San Francisco	3,688	12,924	3,654
San Francisco-La Magdalena	2,189	14,068	3,477
La Magdalena-El Recreo	2,069	12,705	3,128
El Recreo-El Calzado	1,831	9,331	2,423
El Calzado-Solanda	1,761	8,028	2,109
Solanda-Morán Valverde	1,533	7,195	1,820
Morán Valverde-Quitumbe	604	3,879	950

Sentido Sur-Norte			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Quitumbe-Morán Valverde	7,034	805	935
Morán Valverde-Solanda	11,337	1,661	1,812
Solanda-El Calzado	12,799	1,832	2,097
El Calzado-El Recreo	14,516	2,010	2,399
El Recreo-La Magdalena	18,586	2,513	3,072
La Magdalena-San Francisco	20,437	3,115	3,409
San Francisco-La Alameda	18,359	4,204	3,638
La Alameda-El Ejido	18,316	4,560	3,615
El Ejido-Universidad	16,660	4,540	3,353
Universidad-La Pradera	13,308	5,045	3,371
La Pradera-La Carolina	11,452	4,975	3,135
La Carolina-Iñaquito	9,153	9,082	3,476
Iñaquito-Jipijapa	6,029	7,504	2,523
Jipijapa-Labrador	3,382	5,146	1,739

Gráfico nº 7. Oscilograma de carga. Alternativa basada en red actual proyectada. Año 2035

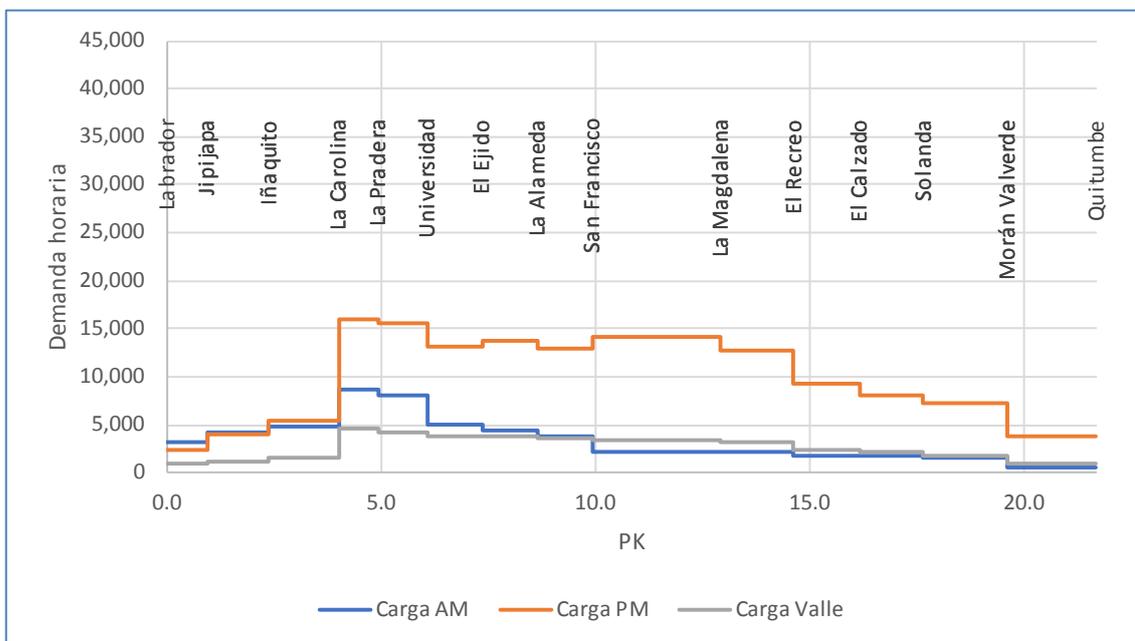


Gráfico nº 8. Oscilograma de carga. Alternativa basada en red actual proyectada. Año 2035

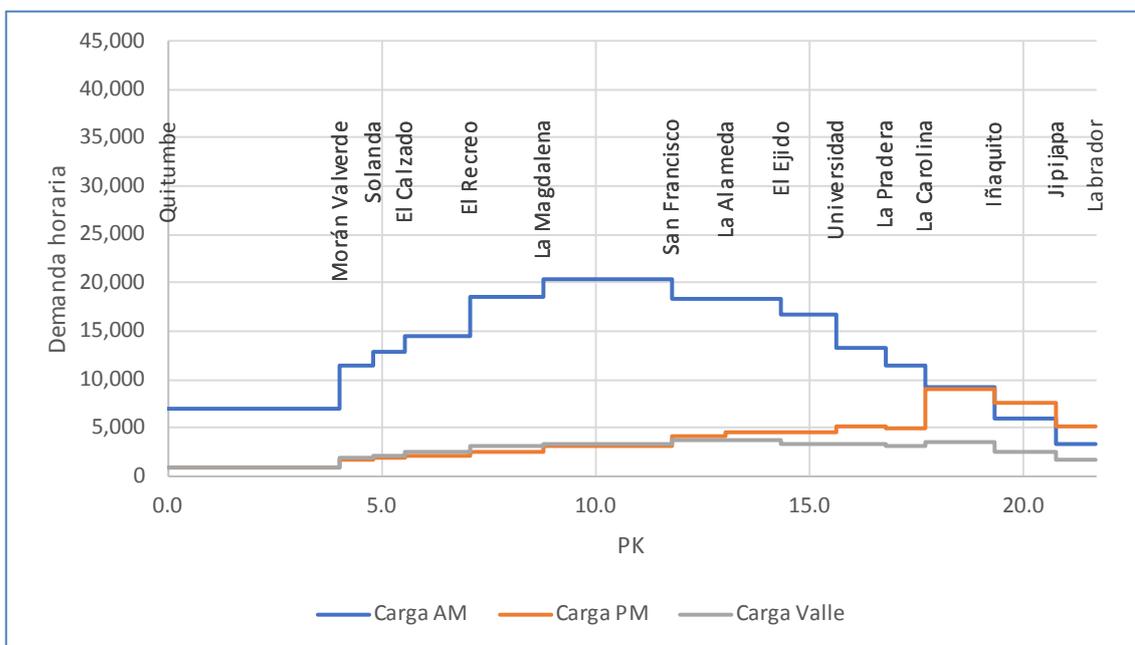


Tabla n° 35. Carga por tramos. Alternativa basada en reordenación propuesta en 2011. Año 2020

Sentido Norte-Sur			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Labrador-Jipijapa	5,197	3,376	1,143
Jipijapa-Iñaquito	7,511	6,025	1,843
Iñaquito-La Carolina	7,790	8,738	2,324
La Carolina-La Pradera	10,268	15,846	4,148
La Pradera-Universidad	9,458	15,944	4,066
Universidad-El Ejido	7,598	15,630	4,380
El Ejido-La Alameda	7,166	16,769	4,664
La Alameda-San Francisco	6,829	16,825	4,765
San Francisco-La Magdalena	4,833	17,999	4,581
La Magdalena-El Recreo	4,595	16,312	4,169
El Recreo-El Calzado	3,892	14,263	3,724
El Calzado-Solanda	3,713	13,507	3,500
Solanda-Morán Valverde	3,209	11,674	3,010
Morán Valverde-Quitumbe	1,408	7,360	1,943

Sentido Sur-Norte			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Quitumbe-Morán Valverde	10,994	1,435	1,974
Morán Valverde-Solanda	15,981	2,799	2,947
Solanda-El Calzado	18,543	3,116	3,386
El Calzado-El Recreo	19,456	3,249	3,500
El Recreo-La Magdalena	23,611	4,355	4,169
La Magdalena-San Francisco	25,056	5,146	4,438
San Francisco-La Alameda	22,731	6,752	4,552
La Alameda-El Ejido	22,913	7,176	4,515
El Ejido-Universidad	20,932	7,199	4,130
Universidad-La Pradera	15,914	6,631	3,679
La Pradera-La Carolina	13,650	6,350	3,366
La Carolina-Iñaquito	10,881	8,544	3,190
Iñaquito-Jipijapa	7,389	7,475	2,281
Jipijapa-Labrador	4,451	4,727	1,461

Gráfico nº 9. Oscilograma de carga. Alternativa basada en reordenación propuesta en 2011. Año 2020

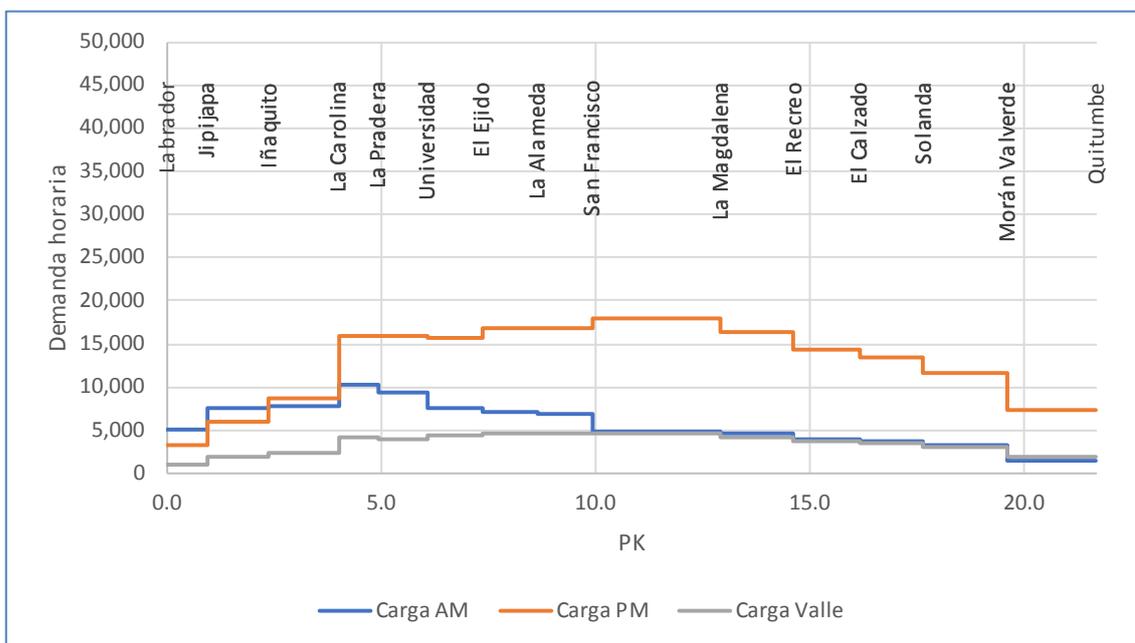


Gráfico nº 10. Oscilograma de carga. Alternativa basada en reordenación propuesta en 2011. Año 2020

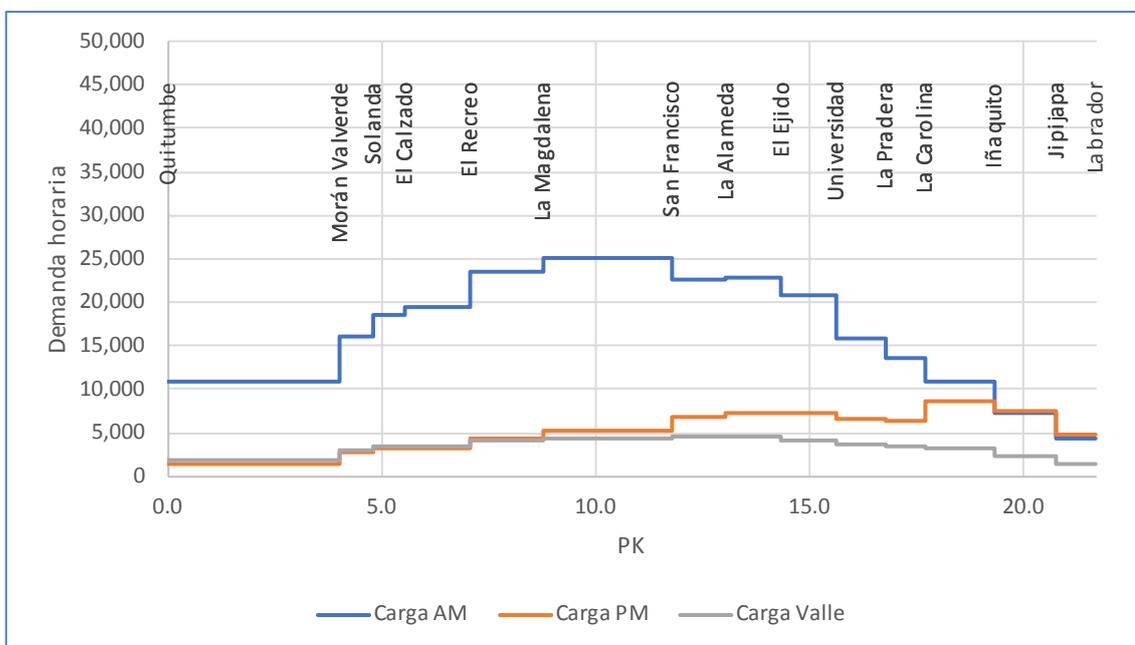


Tabla n° 36. Carga por tramos. Alternativa basada en reordenación propuesta en 2011. Año 2025

Sentido Norte-Sur			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Labrador-Jipijapa	5,220	3,394	1,220
Jipijapa-Iñaquito	7,935	6,332	2,041
Iñaquito-La Carolina	8,202	9,065	2,543
La Carolina-La Pradera	10,343	15,944	4,398
La Pradera-Universidad	9,530	16,067	4,315
Universidad-El Ejido	7,789	15,856	4,668
El Ejido-La Alameda	7,285	16,999	4,941
La Alameda-San Francisco	6,937	17,093	5,047
San Francisco-La Magdalena	4,881	18,357	4,859
La Magdalena-El Recreo	4,642	16,697	4,435
El Recreo-El Calzado	3,922	14,650	3,963
El Calzado-Solanda	3,753	13,920	3,733
Solanda-Morán Valverde	3,244	12,114	3,226
Morán Valverde-Quitumbe	1,427	7,686	2,083

Sentido Sur-Norte			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Quitumbe-Morán Valverde	11,618	1,447	2,162
Morán Valverde-Solanda	16,766	2,832	3,209
Solanda-El Calzado	19,281	3,137	3,657
El Calzado-El Recreo	20,148	3,257	3,766
El Recreo-La Magdalena	24,344	4,393	4,470
La Magdalena-San Francisco	25,722	5,184	4,740
San Francisco-La Alameda	23,252	6,788	4,830
La Alameda-El Ejido	23,422	7,225	4,789
El Ejido-Universidad	21,423	7,277	4,392
Universidad-La Pradera	16,248	6,708	3,861
La Pradera-La Carolina	13,942	6,397	3,522
La Carolina-Iñaquito	11,475	8,828	3,537
Iñaquito-Jipijapa	7,940	7,792	2,572
Jipijapa-Labrador	4,504	4,734	1,562

Gráfico nº 11. Oscilograma de carga Alternativa basada en reordenación propuesta en 2011. Año 2025

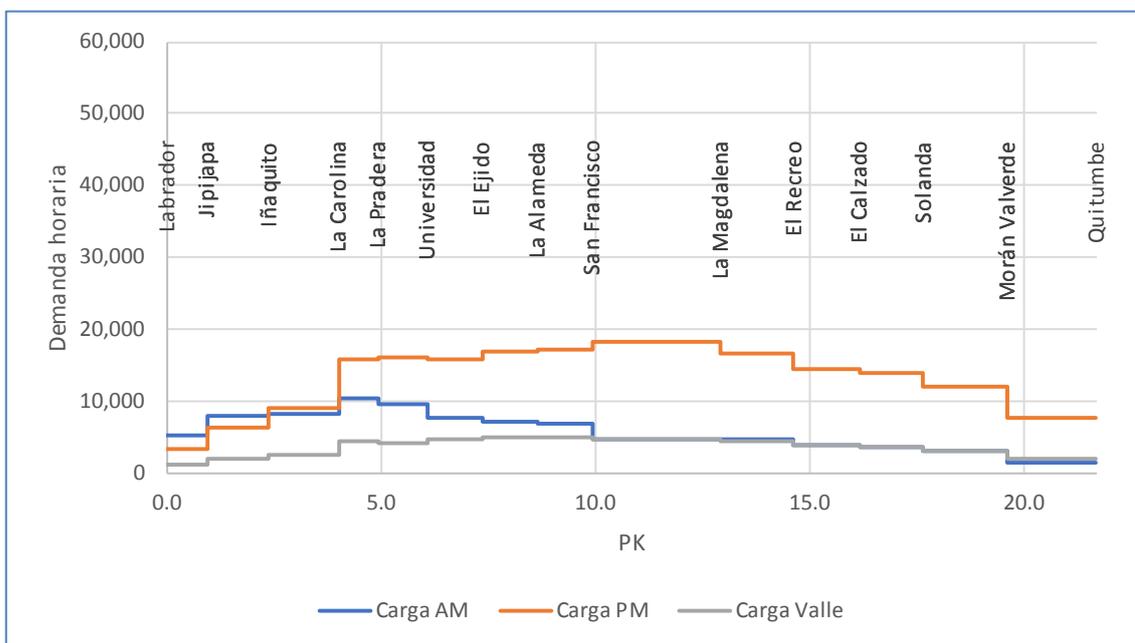


Gráfico nº 12. Oscilograma de carga. Alternativa basada en reordenación propuesta en 2011. Año 2025

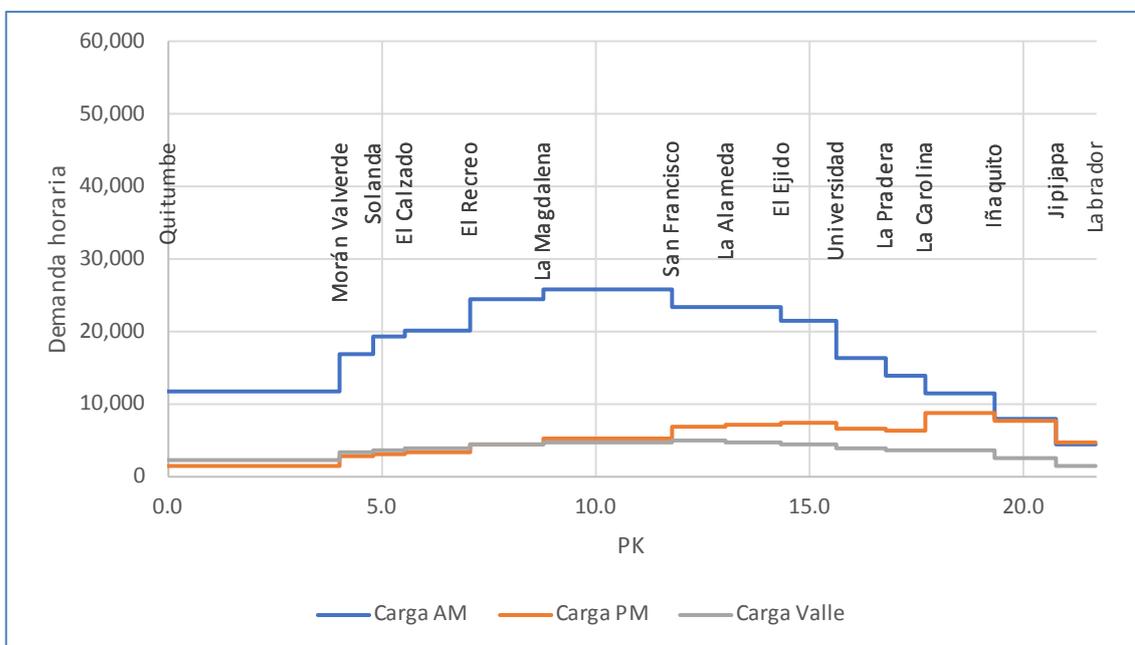


Tabla n° 37. Carga por tramos. Alternativa basada en reordenación propuesta en 2011. Año 2030

Sentido Norte-Sur			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Labrador-Jipijapa	3,748	2,311	899
Jipijapa-Iñaquito	5,744	4,404	1,565
Iñaquito-La Carolina	5,979	5,759	1,813
La Carolina-La Pradera	10,310	16,556	4,982
La Pradera-Universidad	9,232	15,948	4,612
Universidad-El Ejido	6,841	14,930	4,590
El Ejido-La Alameda	6,027	15,925	4,801
La Alameda-San Francisco	5,345	15,362	4,662
San Francisco-La Magdalena	3,318	16,023	4,332
La Magdalena-El Recreo	3,122	14,100	3,731
El Recreo-El Calzado	2,756	12,320	3,322
El Calzado-Solanda	2,695	11,398	3,049
Solanda-Morán Valverde	2,184	9,456	2,529
Morán Valverde-Quitumbe	893	5,728	1,569

Sentido Sur-Norte			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Quitumbe-Morán Valverde	9,247	954	1,575
Morán Valverde-Solanda	13,909	2,002	2,375
Solanda-El Calzado	16,263	2,238	2,787
El Calzado-El Recreo	17,192	2,323	2,944
El Recreo-La Magdalena	20,632	3,001	3,480
La Magdalena-San Francisco	22,197	3,583	3,787
San Francisco-La Alameda	20,142	4,984	4,003
La Alameda-El Ejido	20,180	5,433	4,013
El Ejido-Universidad	18,234	5,491	3,656
Universidad-La Pradera	14,098	5,666	3,530
La Pradera-La Carolina	11,826	5,513	3,219
La Carolina-Iñaquito	9,828	10,646	3,822
Iñaquito-Jipijapa	6,200	9,101	2,665
Jipijapa-Labrador	3,692	5,792	1,701

Gráfico n° 13. Oscilograma de carga. Alternativa basada en reordenación propuesta en 2011. Año 2030

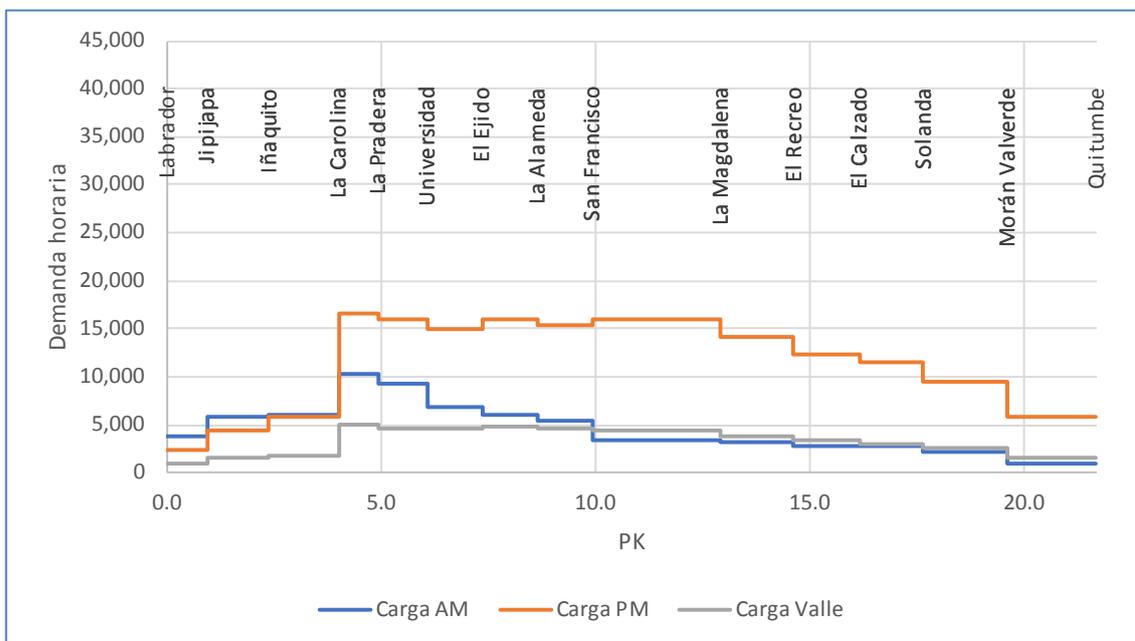


Gráfico n° 14. Oscilograma de carga. Alternativa basada en reordenación propuesta en 2011. Año 2030

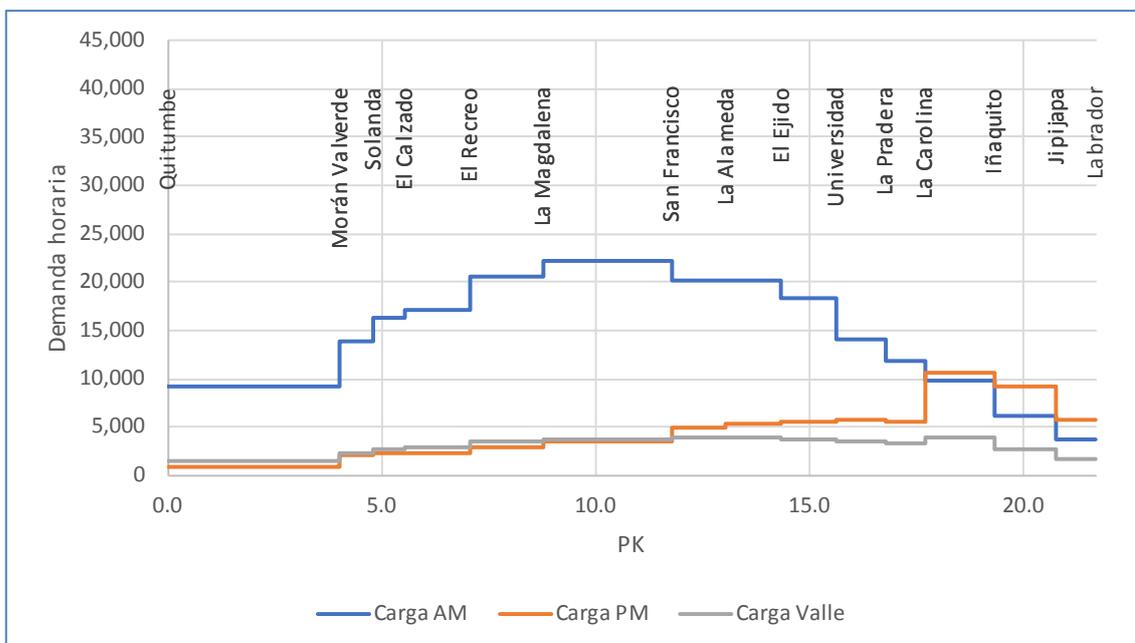


Tabla n° 38. Carga por tramos. Alternativa basada en reordenación propuesta en 2011. Año 2035

Sentido Norte-Sur			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Labrador-Jipijapa	3,705	2,311	950
Jipijapa-Iñaquito	5,688	4,412	1,653
Iñaquito-La Carolina	5,922	5,767	1,912
La Carolina-La Pradera	10,176	16,540	5,203
La Pradera-Universidad	9,119	15,912	4,827
Universidad-El Ejido	6,745	14,878	4,802
El Ejido-La Alameda	5,930	15,833	5,018
La Alameda-San Francisco	5,254	15,277	4,876
San Francisco-La Magdalena	3,228	15,947	4,540
La Magdalena-El Recreo	3,032	14,038	3,921
El Recreo-El Calzado	2,676	12,273	3,496
El Calzado-Solanda	2,625	11,358	3,216
Solanda-Morán Valverde	2,127	9,415	2,687
Morán Valverde-Quitumbe	864	5,707	1,670

Sentido Sur-Norte			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Quitumbe-Morán Valverde	9,447	966	1,694
Morán Valverde-Solanda	14,134	2,017	2,536
Solanda-El Calzado	16,436	2,251	2,954
El Calzado-El Recreo	17,329	2,325	3,112
El Recreo-La Magdalena	20,719	3,018	3,670
La Magdalena-San Francisco	22,229	3,602	3,984
San Francisco-La Alameda	20,109	5,004	4,192
La Alameda-El Ejido	20,124	5,474	4,210
El Ejido-Universidad	18,189	5,547	3,850
Universidad-La Pradera	14,032	5,735	3,705
La Pradera-La Carolina	11,761	5,577	3,383
La Carolina-Iñaquito	9,702	10,730	3,991
Iñaquito-Jipijapa	6,103	9,131	2,785
Jipijapa-Labrador	3,645	5,804	1,777

Gráfico nº 15. Oscilograma de carga. Alternativa basada en reordenación propuesta en 2011. Año 2035

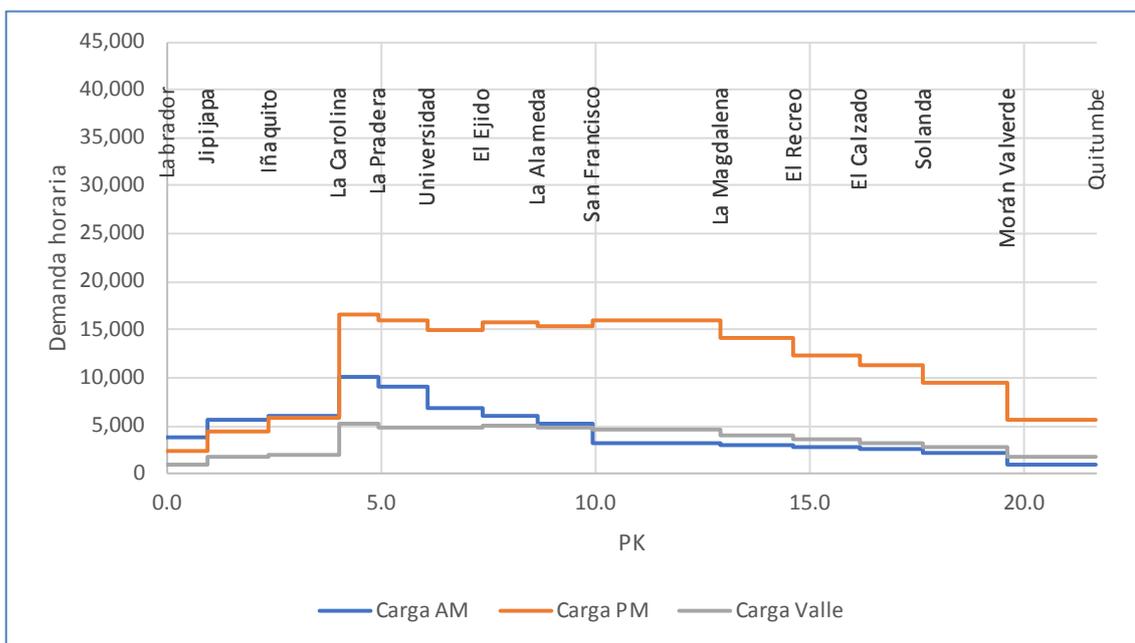


Gráfico nº 16. Oscilograma de carga. Alternativa basada en reordenación propuesta en 2011. Año 2035

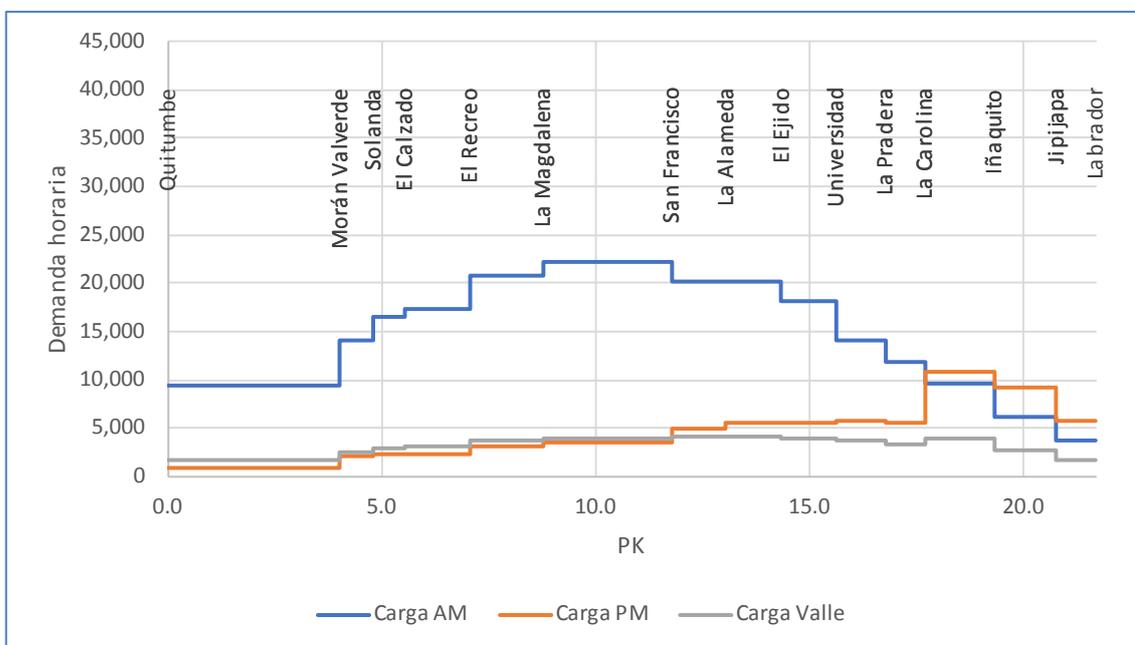


Tabla n° 39. Carga por tramos. Alternativa basada en reordenación propuesta en estudio de Reestructuración. Año 2020

Sentido Norte-Sur			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Labrador-Jipijapa	4,634	3,432	980
Jipijapa-Iñaquito	5,145	4,927	1,304
Iñaquito-La Carolina	5,968	7,994	2,065
La Carolina-La Pradera	8,944	15,646	3,893
La Pradera-Universidad	8,497	15,888	3,843
Universidad-El Ejido	6,360	14,933	3,882
El Ejido-La Alameda	5,696	14,244	3,779
La Alameda-San Francisco	4,808	13,606	3,671
San Francisco-La Magdalena	3,279	15,075	3,635
La Magdalena-El Recreo	3,577	14,215	3,440
El Recreo-El Calzado	2,967	11,319	2,775
El Calzado-Solanda	2,855	10,622	2,565
Solanda-Morán Valverde	2,502	8,909	2,129
Morán Valverde-Quitumbe	1,156	6,121	1,434

Sentido Sur-Norte			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Quitumbe-Morán Valverde	9,586	1,308	1,621
Morán Valverde-Solanda	12,075	2,233	2,183
Solanda-El Calzado	13,732	2,499	2,509
El Calzado-El Recreo	17,467	2,931	2,996
El Recreo-La Magdalena	19,914	3,670	3,349
La Magdalena-San Francisco	20,183	3,916	3,417
San Francisco-La Alameda	17,781	5,590	3,545
La Alameda-El Ejido	17,704	6,184	3,644
El Ejido-Universidad	17,638	6,774	3,639
Universidad-La Pradera	15,133	7,399	3,584
La Pradera-La Carolina	12,853	7,109	3,308
La Carolina-Iñaquito	10,983	9,156	3,387
Iñaquito-Jipijapa	7,026	7,409	2,304
Jipijapa-Labrador	5,299	6,532	1,892

Gráfico nº 17. Oscilograma de carga. Alternativa basada en reordenación propuesta en estudio de Reestructuración. Año 2020

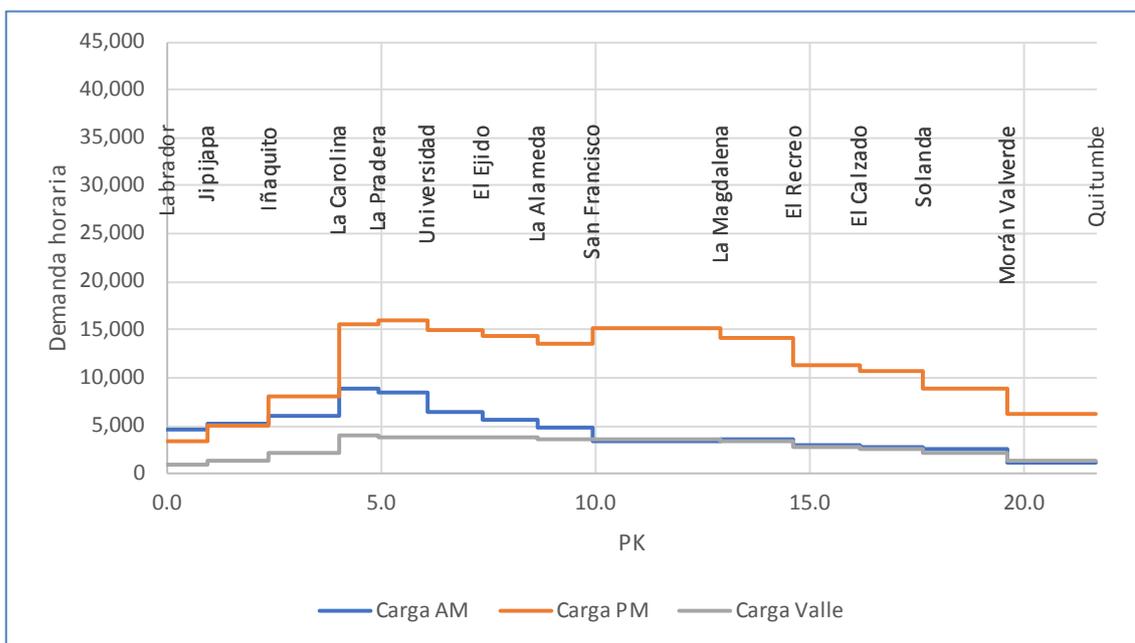


Gráfico nº 18. Oscilograma de carga. Alternativa basada en reordenación propuesta en estudio de Reestructuración. Año 2020

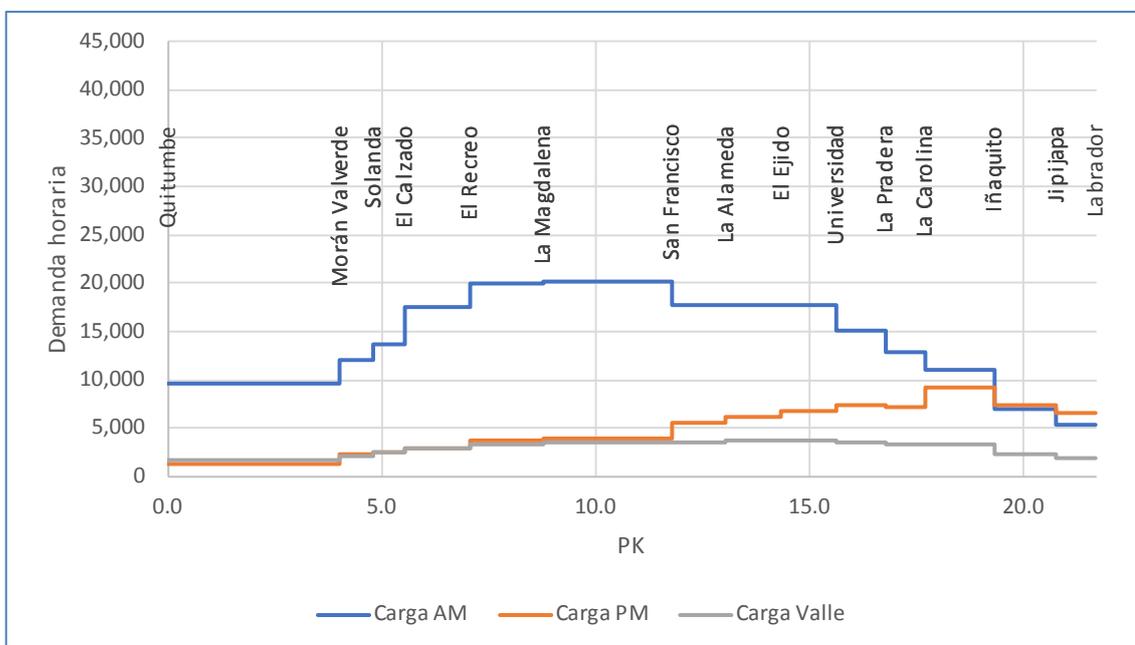


Tabla n° 40. Carga por tramos. Alternativa basada en reordenación propuesta en estudio de Reestructuración. Año 2025

Sentido Norte-Sur			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Labrador-Jipijapa	4,664	3,495	1,060
Jipijapa-Iñaquito	5,168	5,001	1,404
Iñaquito-La Carolina	6,010	8,100	2,217
La Carolina-La Pradera	9,195	15,902	4,204
La Pradera-Universidad	8,729	16,174	4,142
Universidad-El Ejido	6,469	15,260	4,159
El Ejido-La Alameda	5,792	14,538	4,034
La Alameda-San Francisco	4,884	13,937	3,915
San Francisco-La Magdalena	3,315	15,474	3,877
La Magdalena-El Recreo	3,622	14,636	3,678
El Recreo-El Calzado	3,008	11,680	2,965
El Calzado-Solanda	2,898	10,995	2,747
Solanda-Morán Valverde	2,541	9,303	2,297
Morán Valverde-Quitumbe	1,167	6,429	1,546

Sentido Sur-Norte			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Quitumbe-Morán Valverde	10,121	1,316	1,782
Morán Valverde-Solanda	12,706	2,253	2,390
Solanda-El Calzado	14,334	2,514	2,726
El Calzado-El Recreo	18,083	2,940	3,238
El Recreo-La Magdalena	20,526	3,674	3,607
La Magdalena-San Francisco	20,748	3,918	3,669
San Francisco-La Alameda	18,220	5,584	3,783
La Alameda-El Ejido	18,071	6,195	3,888
El Ejido-Universidad	18,074	6,814	3,892
Universidad-La Pradera	15,502	7,474	3,837
La Pradera-La Carolina	13,174	7,200	3,547
La Carolina-Iñaquito	11,214	9,209	3,625
Iñaquito-Jipijapa	7,188	7,437	2,464
Jipijapa-Labrador	5,434	6,569	2,027

Gráfico nº 19. Oscilograma de carga. Alternativa basada en reordenación propuesta en estudio de Reestructuración. Año 2025

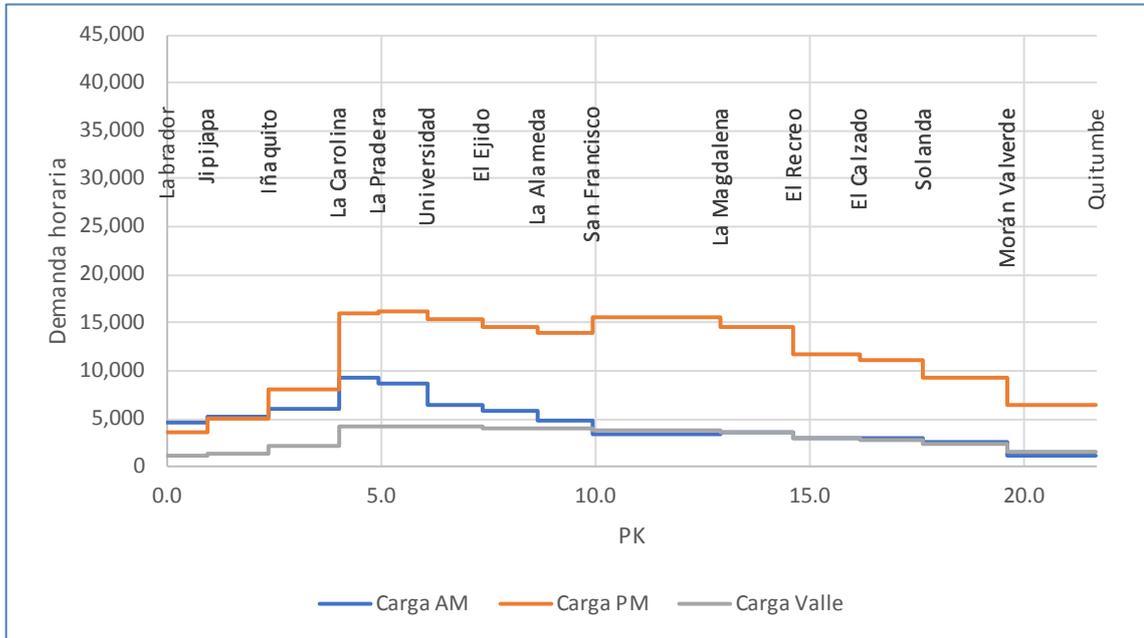


Gráfico nº 20. Oscilograma de carga. Alternativa basada en reordenación propuesta en estudio de Reestructuración. Año 2025

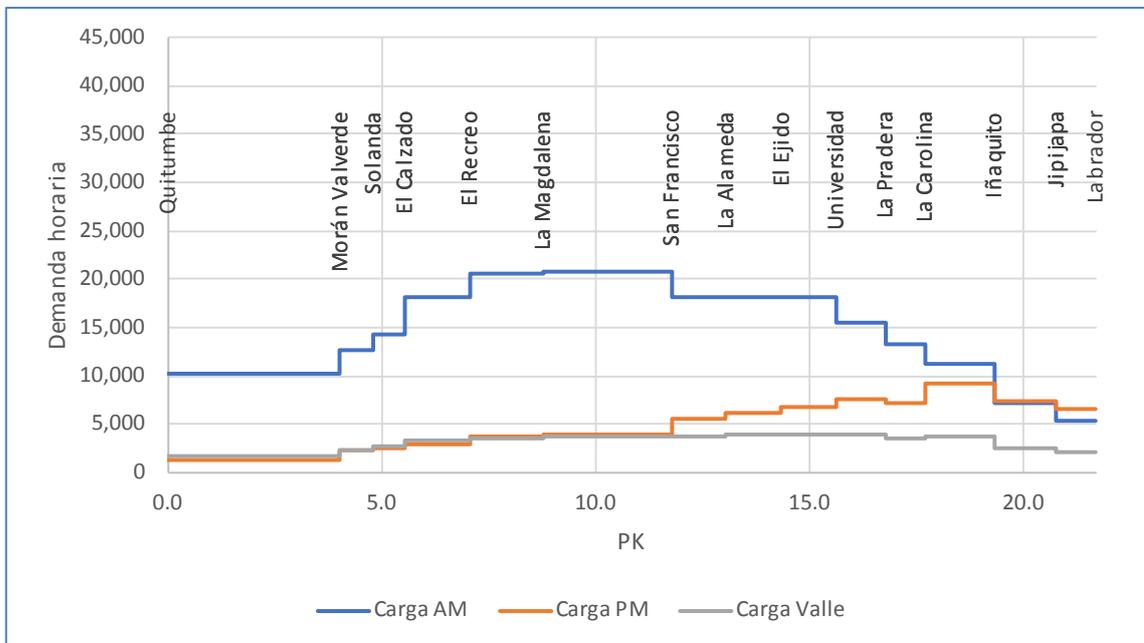


Tabla n° 41. Carga por tramos. Alternativa basada en reordenación propuesta en estudio de Reestructuración. Año 2030

Sentido Norte-Sur			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Labrador-Jipijapa	4,044	2,604	892
Jipijapa-Iñaquito	4,562	4,045	1,249
Iñaquito-La Carolina	4,987	5,326	1,591
La Carolina-La Pradera	9,380	17,002	4,877
La Pradera-Universidad	8,523	16,177	4,455
Universidad-El Ejido	6,079	14,693	4,266
El Ejido-La Alameda	5,281	13,488	3,947
La Alameda-San Francisco	4,101	12,731	3,695
San Francisco-La Magdalena	2,569	13,963	3,626
La Magdalena-El Recreo	2,860	12,978	3,361
El Recreo-El Calzado	2,406	10,226	2,673
El Calzado-Solanda	2,392	9,421	2,438
Solanda-Morán Valverde	2,040	7,744	1,990
Morán Valverde-Quitumbe	824	5,014	1,271

Sentido Sur-Norte			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Quitumbe-Morán Valverde	7,455	749	1,228
Morán Valverde-Solanda	9,725	1,494	1,731
Solanda-El Calzado	11,456	1,740	2,048
El Calzado-El Recreo	15,028	2,108	2,549
El Recreo-La Magdalena	17,334	2,734	2,906
La Magdalena-San Francisco	18,047	2,952	3,042
San Francisco-La Alameda	15,866	4,418	3,187
La Alameda-El Ejido	15,584	5,037	3,298
El Ejido-Universidad	15,474	5,433	3,264
Universidad-La Pradera	13,307	6,121	3,343
La Pradera-La Carolina	11,123	5,957	3,096
La Carolina-Iñaquito	10,334	10,258	3,944
Iñaquito-Jipijapa	6,677	8,722	2,744
Jipijapa-Labrador	4,856	7,669	2,215

Gráfico n° 21. Oscilograma de carga. Alternativa basada en reordenación propuesta en estudio de Reestructuración. Año 2030

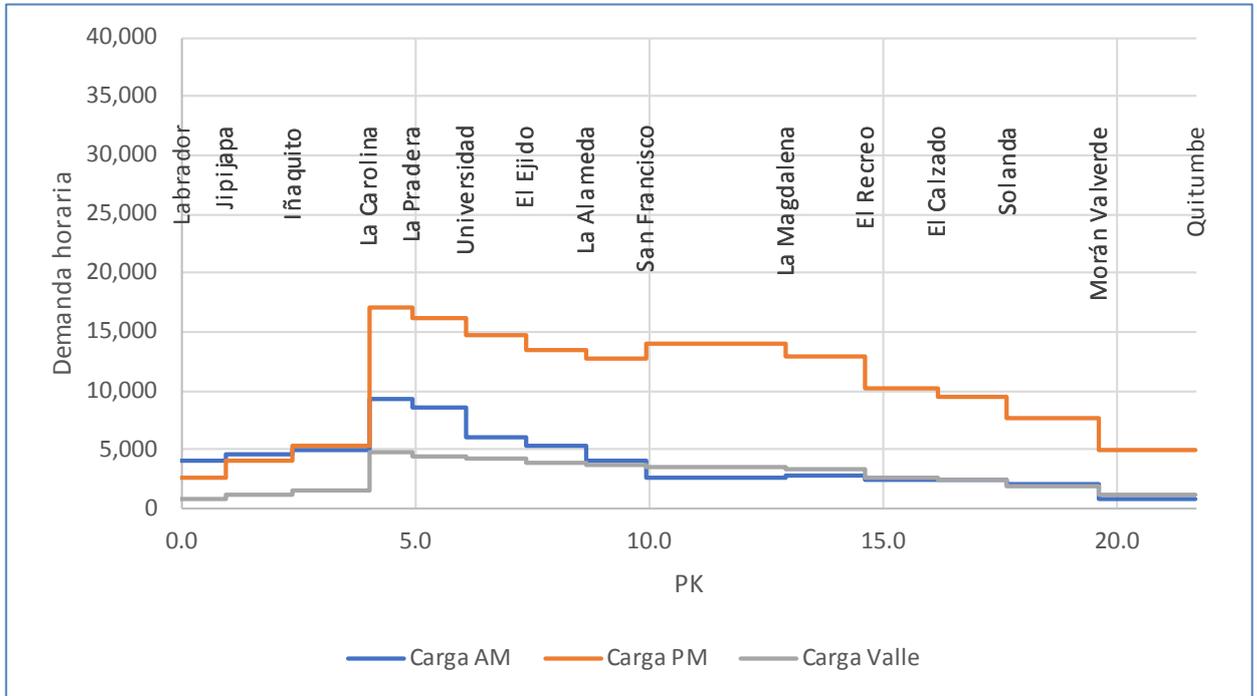


Gráfico n° 22. Oscilograma de carga. Alternativa basada en reordenación propuesta en estudio de Reestructuración. Año 2030

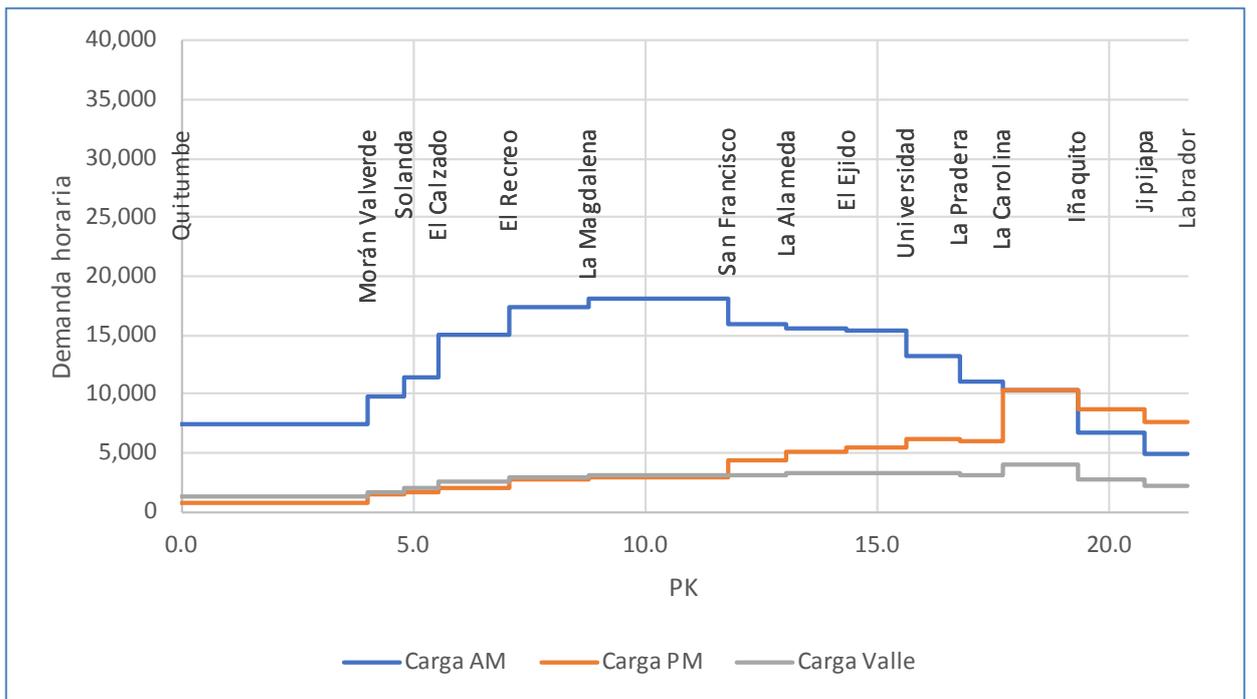


Tabla n° 42. Carga por tramos. Alternativa basada en reordenación propuesta en estudio de Reestructuración. Año 2035

Sentido Norte-Sur			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Labrador-Jipijapa	3,998	2,602	951
Jipijapa-Iñaquito	4,503	4,052	1,324
Iñaquito-La Carolina	4,948	5,336	1,687
La Carolina-La Pradera	9,248	16,997	5,092
La Pradera-Universidad	8,406	16,147	4,664
Universidad-El Ejido	5,984	14,652	4,463
El Ejido-La Alameda	5,189	13,431	4,124
La Alameda-San Francisco	4,020	12,682	3,867
San Francisco-La Magdalena	2,488	13,918	3,794
La Magdalena-El Recreo	2,776	12,932	3,527
El Recreo-El Calzado	2,340	10,196	2,810
El Calzado-Solanda	2,335	9,392	2,570
Solanda-Morán Valverde	1,990	7,715	2,119
Morán Valverde-Quitumbe	796	4,998	1,354

Sentido Sur-Norte			
Tramo	Pico Mañana	Pico Tarde	Valle
Quitumbe-Morán Valverde	7,612	759	1,320
Morán Valverde-Solanda	9,906	1,509	1,852
Solanda-El Calzado	11,603	1,758	2,175
El Calzado-El Recreo	15,147	2,123	2,697
El Recreo-La Magdalena	17,404	2,753	3,065
La Magdalena-San Francisco	18,097	2,974	3,205
San Francisco-La Alameda	15,865	4,438	3,337
La Alameda-El Ejido	15,530	5,076	3,452
El Ejido-Universidad	15,463	5,471	3,435
Universidad-La Pradera	13,285	6,165	3,515
La Pradera-La Carolina	11,097	5,996	3,260
La Carolina-Iñaquito	10,245	10,326	4,130
Iñaquito-Jipijapa	6,611	8,730	2,873
Jipijapa-Labrador	4,818	7,654	2,323

Gráfico nº 23. Oscilograma de carga. Alternativa basada en reordenación propuesta en estudio de Reestructuración. Año 2035

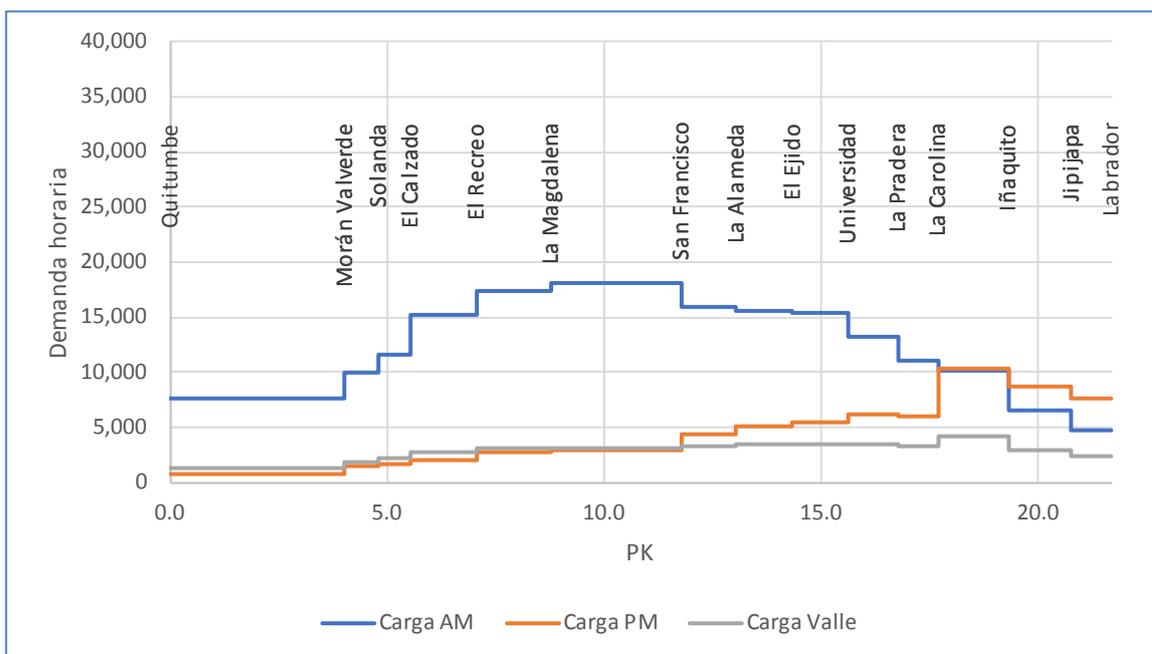
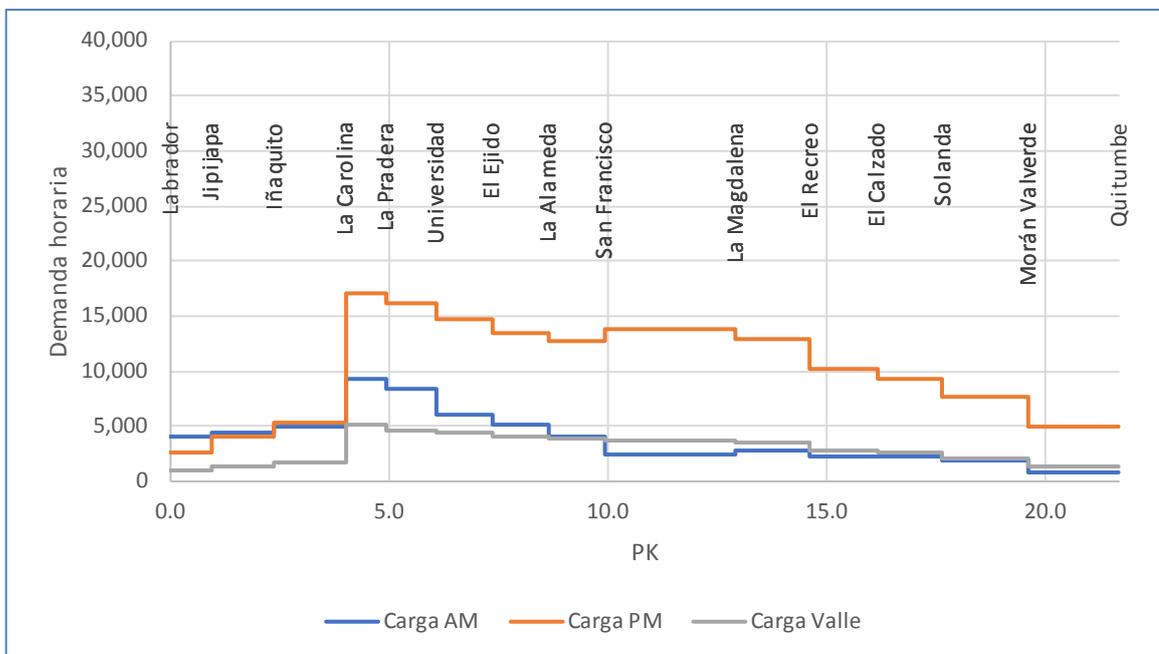


Gráfico nº 24. Oscilograma de carga. Alternativa basada en reordenación propuesta en estudio de Reestructuración. Año 2035



D. Viajeros por estación

En cuanto a los movimientos por estaciones, en las siguientes tablas se muestran las estimaciones para los tres escenarios en el año 2020.

Tabla n° 43. Movimientos por estación en red actual proyectada. Año 2020

Estación	AM	PM	Valle	Diario
Labrador	8,860	8,042	2,558	90,443
Jipijapa	3,491	3,404	827	32,902
Iñaquito	4,118	3,977	1,221	43,362
La Carolina	6,858	11,417	3,156	107,936
La Pradera	2,454	1,153	485	17,578
Universidad	8,551	7,310	2,785	91,938
El Ejido	2,572	2,718	890	30,213
La Alameda	5,083	4,023	1,405	48,936
San Francisco	5,249	4,888	2,308	69,024
La Magdalena	4,093	2,985	1,000	36,135
El Recreo	7,439	6,146	2,151	74,183
El Calzado	4,210	2,952	924	34,824
Solanda	3,085	1,774	815	26,977
Morán Valverde	5,917	4,623	1,704	58,085
Quitumbe	8,554	5,858	1,994	72,562

Tabla n° 44. Movimientos por estación con reordenación de 2011. Año 2020

Estación	AM	PM	Valle	Diario
Labrador	9,647	8,103	2,604	93,084
Jipijapa	5,527	5,470	1,529	56,514
Iñaquito	4,919	4,585	1,649	54,923
La Carolina	8,746	13,488	4,035	134,627
La Pradera	3,342	1,487	694	24,339
Universidad	10,257	8,184	3,447	110,558
El Ejido	3,629	3,671	1,367	44,247
La Alameda	5,998	4,835	1,741	59,578
San Francisco	8,036	7,018	3,516	103,922
La Magdalena	5,209	4,136	1,624	53,690
El Recreo	7,929	5,605	2,204	74,556
El Calzado	3,758	3,253	1,097	38,116
Solanda	5,385	3,507	1,468	49,186
Morán Valverde	7,538	5,801	2,068	71,767
Quitumbe	12,402	8,795	3,918	125,621

Tabla n° 45. Movimientos por estación con red de reestructuración. Año 2020

Estación	AM	PM	Valle	Diario
Labrador	9,933	9,964	2,872	104,323
Jipijapa	2,634	2,561	753	27,256
Iñaquito	6,237	5,937	2,136	70,866
La Carolina	8,029	13,948	3,671	127,658
La Pradera	3,327	1,891	727	26,142
Universidad	7,108	6,289	2,675	83,905
El Ejido	4,747	5,059	1,745	57,826
La Alameda	5,015	3,854	1,606	52,112
San Francisco	6,898	6,107	3,039	89,858
La Magdalena	4,605	3,574	1,295	44,542
El Recreo	4,965	4,743	1,552	53,638
El Calzado	5,180	2,374	985	36,195
Solanda	3,551	2,889	1,039	35,518
Morán Valverde	3,897	3,741	1,270	43,146
Quitumbe	10,742	7,429	3,056	101,828

E. Resumen de las intensidades en el tramo más cargado en el período punta de la mañana

Las intensidades punta, a efectos de dimensionamiento, son las siguientes:

Tabla n° 46. Intensidades punta (La Magdalena-San Francisco)

Escenario	2020	2025	2030	2035
Red actual proyectada	22.075	22.401	20.386	20.437
Ordenación 2011	25.056	25.722	22.197	22.229
Red BCN Ecología	20.183	20.748	18.047	18.097

F. Dimensionamiento del número de trenes

A partir de las intensidades horarias máximas en el tramo-sentido más cargados de la tabla anterior, se dimensiona el número de trenes necesarios de acuerdo con el siguiente esquema:

Parámetros básicos

- Capacidad de un tren: 1.230 pasajeros (fuente EPMMQ).

- Tiempo de viaje redondo de un tren (T) (ida y vuelta): 53,30 minutos (fuente EPMMQ)
- Tiempo de maniobra del tren en ambas terminales: 2,00 minutos (fuente el Consultor)
- Tiempo total de viaje redondo (ida y vuelta + maniobras en terminales): 55,30 minutos.

Método de cálculo

- N° de expediciones horarias necesarias: cociente entre la intensidad máxima (tabla 46) y la capacidad de un tren.
- Intervalo entre trenes (I): cociente entre 60 (minutos de una hora) y el n° anterior de expediciones horarias necesarias.
- N° de trenes necesarios: cociente entre T e I.

Resultados

De esta manera se obtienen los resultados siguientes:

Tabla n° 47. Cálculo del número de trenes necesarios

Red actual proyectada	2020	2025	2030	2035
Expediciones horarias	17,9	18,2	16,6	16,6
Intervalo (minutos)	3,3	3,3	3,6	3,6
N° trenes	16,5	16,8	15,3	15,3

Ordenación 2011	2020	2025	2030	2035
Expediciones horarias	20,4	20,9	18,0	18,1
Intervalo (minutos)	2,9	2,9	3,3	3,3
N° trenes	18,8	19,3	16,6	16,7

Red BCN Ecología	2020	2025	2030	2035
Expediciones horarias	16,4	16,9	14,7	14,7
Intervalo (minutos)	3,7	3,6	4,1	4,1
N° trenes	15,1	15,5	13,5	13,6

Tabla n° 48. Resumen del número de trenes necesarios

Escenario	Número de trenes necesarios			
	2020	2025	2030	2035
Red actual proyectada	16,5	16,8	15,3	15,3
Ordenación 2011	18,8	19,3	16,6	16,7
Red BCN Ecología	15,1	15,5	13,5	13,6

A estos valores habría que añadir una dotación de reserva de dos trenes más.

2.5.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente capítulo **2. ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE DEMANDA** ha permitido evaluar los tres escenarios de red considerados para el sistema de transporte colectivo del DMQ, durante el período 2020-2040, bajo un supuesto de integración tarifaria total del sistema (con tarifa plana) a través de los resultados numéricos que acaban de ser mostrados.

A partir de todo ello, pueden extraerse las siguientes conclusiones y recomendaciones:

A. En cuanto a la conceptualización del Sistema Integrado de Transporte (SIT)

- El SIT se concibe a partir de tres elementos básicos:
 - Puesta en servicio en 2020 de la línea 1 del Metro de Quito.
 - Integración tarifaria total (transbordos gratuitos durante el viaje), con tarifa plana en todo el sistema de transporte colectivo del DMQ.
 - Reordenación de la red actual del sistema de transporte colectivo del DMQ para adaptarla a la situación con Metro y lograr un máximo aprovechamiento de los recursos.
- Es importante subrayar que el Proyecto de la línea 1 del Metro requiere de los otros dos elementos para que funcione según lo previsto en el Estudio de Factibilidad de 2011. En caso contrario, se corre el riesgo de que no se alcancen las expectativas de demanda existentes y se entre en una situación de desequilibrio financiero difícilmente sostenible.
- Para ilustrar esta consideración se tienen los siguientes datos (ver tabla 26 anterior):
 - Etapas en laborable previstas en Metro en 2017 sin integración tarifaria: 215.785.
 - Etapas en laborable previstas en Metro en 2017 con integración tarifaria: 475.402 (en el escenario de red de 2011 considerado en este estudio).
 - Es decir, en el primer caso tendríamos algo semejante (en cuanto a demanda) a un BRT (pero con una inversión de 2.000 millones de dólares), mientras que en

el segundo caso estaríamos con más del doble de demanda ante una línea de Metro.

- El proyecto de la línea 1 del Metro marcha según lo previsto, con alguna disfuncionalidad como consecuencia de los cambios operados en la red de transporte colectivo. Por ejemplo, en el Intercambiador de El Labrador se tiene:
 - SITM 2011. El CCN se llevaba hasta el Labrador y esta estación tenía prevista una demanda total diaria (entradas + salidas) de 124.000 pasajeros en 2015.
 - SITM 2017. El CCN no se corta en El Labrador y esta estación tiene prevista una demanda total diaria (entradas + salidas) de 93.000 pasajeros en 2020 (escenario intermedio).
 - Por tanto, se está construyendo una estación-intercambiador dimensionada para una demanda mayor.
- En cuanto a los otros dos elementos del sistema (integración tarifaria y reordenación) se encuentran muy retrasados, no siendo previsible que estén concluidos para 2020.
- La integración tarifaria presenta, además, un problema adicional asociado al establecimiento de los niveles tarifarios adecuados para garantizar la viabilidad de a explotación del sistema, ya que la tarifa actual (0,25 USD por etapa) lleva congelada desde 2003. Ello representa un serio problema desde el punto de vista de la aceptación social de los nuevos niveles tarifarios (con un gap muy importante frente a la situación actual) (en este estudio se ha considerado una tarifa integrada plana de 0.40 USD de 2020 a 2030 y 0,60 USD de 2030 a 2040) (en unidades monetarias de 2017).
- Ello obliga a definir un programa temporal de actuaciones para lograr la plena consecución de esos dos objetivos, asumiendo que el sistema deberá operarse hasta ese momento de una manera transitoria y con resultados económicos previsiblemente peores de la explotación.

B. En cuanto la tarifa integrada plana

- Se entiende que la integración tarifaria total es un elemento esencial para el éxito del SIT y así quedó demostrado en el Estudio de Factibilidad de 2011.
- Ahora bien, una tarifa plana para todo el sistema genera una serie de efectos no deseados, ya que se promueve el trasvase modal de desplazamientos andando a etapas en transporte colectivo, ya que éstas tienen un coste marginal nulo para el usuario.
- Si se diferenciaban tarifariamente los viajes monooperador (una única etapa en transporte colectivo) de los viajes multioperador (más de una etapa en transporte colectivo), se tendría que una parte de los viajes se resolverían con una tarifa monooperador y una etapa a pie, para evitar el sobrecoste de la tarifa multioperador.

- En cambio, con una tarifa plana total, al usuario le cuesta lo mismo realizar una o dos etapas en transporte colectivo, decantándose claramente por esa segunda opción para evitar una etapa andando.
- Ello sobrecarga el sistema de etapas andando (con el consiguiente aumento de los costes de explotación) sin aumentar los ingresos del sistema, con el consiguiente perjuicio sobre la cuenta de explotación.
- Este efecto queda debidamente ilustrado cuando se observa que en el escenario 2020 sin integración se tienen 3,8 millones de etapas en transporte público, mientras que en los escenarios con integración, la misma matriz de viajes da lugar a 4,6-4,7 millones de etapas en transporte público, es decir un 24% más (sin aumentar los ingresos) (ver tabla 17 del anexo 4).
- En este sentido se recuerda el sistema tarifario propuesto en el Estudio de Factibilidad de 2011:

Tabla nº 49. Sistema tarifario propuesto en 2011

Tarifa (USD de 2011)	2011	2016
Multioperador	0,60	0,70
Monooperador centro	0,35	0,45
Monooperador periferia	0,25	0,30

C. Recomendación en cuanto al escenario de red a implantar

- En este estudio se han considerado tres escenarios de red:
 - Escenario 1 Red de transporte público actual + línea 1 del Metro
 - Escenario 2. Propuesta de reestructuración del estudio de Metro, pero partiendo de la configuración actual de los sistemas BRT Trole, Ecovía, CCN y Suroriental (es decir, sin cortar el trole ni el CCN y manteniendo los cambios producidos desde 2011), y transformando el suroccidental en un corredor BRT hasta La Magdalena (ahora no lo es).
 - Escenario 3. Propuesta de reestructuración desarrollada por BCN Ecología (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona), pero de acuerdo con las indicaciones del Comité Técnico, sin considerar su planteamiento sobre transporte interparroquial.
- La recomendación que pueda hacerse en este estudio para señalar uno de ellos como el mejor siempre será una recomendación parcial solamente desde el punto de vista de la demanda, que es lo que ha constituido el objeto principal del trabajo realizado por el Consultor.
- Entendemos que una decisión definitiva sobre el escenario a seleccionar dependerá no sólo de la demanda del Metro sino también del coste global de cada alternativa (ese análisis excede los límites de esta consultoría).

- Además, desde la perspectiva del Metro habrá que ver cómo se realiza el reparto de ingresos del operador tras el balance coste-ingresos pasajeros del sistema.
- Hechas estas salvedades, puede concluirse que el escenario de red recomendable desde el punto de vista de la demanda es el escenario 2 (el que se basa en la propuesta de 2011), puesto que es el escenario que más viajeros aporta al Metro, como elemento principal del sistema que es necesario potenciar y al que corresponden los mayores grados de ocupación, lo que indica un mejor aprovechamiento de los recursos (véase anexo 4).

3. INFORME DE CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

3.1. MANUAL DE UTILIZACIÓN DEL MD17

El anexo 1 del presente informe recoge el Manual de Capacitación, que comprende una explicación detallada de los procedimientos a seguir para la aplicación del modelo de Quito desarrollado.

Este manual ha sido utilizado para el Plan de Capacitación que el Consultor ha impartido a los especialistas del DMQ.

3.2. PLAN DE CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

El Plan de capacitación se ha estructurado en cuatro sesiones, con una duración de tres horas cada una de ellas de acuerdo con el programa siguiente:

Sesión 1. Planteamiento general y etapas 1 a 3 del MD17 (3,0 h)

- I. Planteamiento general del modelo de Quito.
- II. Modelo de generación y atracción de viajes.
 - A. Conceptos básicos.
 - B. Formulaciones del modelo y variables explicativas.
 - C. Aplicación del modelo. Caso práctico
- III. Modelo de distribución de viajes.
 - A. Conceptos básicos.
 - B. Formulaciones del modelo y variables explicativas.
 - C. Aplicación del modelo. Caso práctico
- IV. Modelo de cautividad.
 - A. Conceptos básicos.
 - B. Formulaciones del modelo y variables explicativas.

- C. Aplicación del modelo. Caso práctico
- V. Modelo de trasvase modal.
 - A. Conceptos básicos.
 - B. Formulaciones del modelo y variables explicativas.
 - C. Aplicación del modelo. Caso práctico

Sesión 2. Resumen de conceptos de TRANSCAD (3,0 h)

NOTA: Sesión planteada sólo para personas menos expertas en TRANSCAD

- I. Elementos de un proyecto en TRANSCAD
- II. Bases gráficas
 - A. Capa de red
 - B. Generación de Red de Viario para asignaciones de vehículo privado
 - C. Sistema de rutas de transporte
 - D. Generación de Red de Transporte Público para asignaciones
- III. Tablas (Dataview)
- IV. El concepto de “Selección” en Transcad
- V. Matrices de viajes
- VI. Introducción a procedimientos de asignación de vehículo privado
- VII. Introducción a procedimientos de asignación de transporte público

Sesión 3. Asignación de Vehículo Privado (3,0 h)

- I. Grafo de Red
 - A. Elementos (arcos y nodos)
 - B. Caracterización de elementos

1. Atributos
2. Centroides y conectores
- C. Definición y selección de escenarios de red
- II. Periodos Horarios
- III. Matrices de Viajes
 - A. Matrices Modeladas
 - B. Precargas
 - C. Relación entre códigos de Zonas de Transporte y Nodos de TRANSCAD
- IV. Procedimiento de asignación
 - A. Método
 - B. Variables de oferta
 - C. Variables de demanda
 - D. Funciones demora-intensidad
 - E. Preparación de la asignación
 - F. Asignación
- V. Lectura de resultados

Sesión 4. Asignación de Transporte Público (3,0 h)

- I. Grafo de Red y Sistema de Rutas
 - A. Elementos (red viaria y “Route System”)
 - B. Caracterización de elementos. Descripción de rutas utilizadas según escenarios
 - C. Generación de redes de transporte público
- II. Periodos Horarios

- III. Matrices de Viajes
- IV. Procedimiento de asignación
 - A. Método
 - B. Parámetros necesarios para el modelo de asignación de transporte público
 - C. Variables de oferta. Ficheros auxiliares de modos de transporte y transbordos
 - D. Preparación de la asignación
 - E. Asignación
- V. Lectura de resultados

4. ARCHIVOS DEL MODELO DE DEMANDA Y PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

4.1. ARCHIVOS DEL MD17

Conjuntamente con este informe se entrega un Cd con todos los archivos del MD17, cuya descripción se recoge en el anexo 2.

4.2. PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

Seguidamente se presenta el Plan de Monitoreo y Seguimiento del MD17.

Al tratarse de un modelo calibrado como actualización de otro anterior (MD11) en una época en la que se prevén cambios profundos en el sistema de transportes del DMQ (línea 1 del Metro de Quito, reestructuración de la red actual, integración tarifaria, etc.), se ha diseñado un plan de monitoreo y seguimiento que distingue tres períodos diferentes:

- 2017-2020, hasta la puesta en servicio de la línea 1 del Metro de Quito
- 2021, año con la línea 1 del Metro de Quito ya en servicio y prácticamente consolidada y con un sistema de transportes actualizado
- 2022 en adelante. Monitoreo y seguimiento del nuevo modelo de demanda propuesto para 2021

4.2.1. PERÍODO 2017-2020

Las actuaciones para el monitoreo y actualización de un modelo de demanda admiten un doble enfoque, según se trate de:

- Un modelo recién calibrado
- La actualización de un modelo anterior

En este trabajo nos encontramos en el segundo caso, ya que se ha calibrado el MD17 (con unos trabajos de campo selectivos de contraste), como actualización del MD11 calibrado en su día a partir del Censo 2010, una EDM11 y un amplio conjunto de trabajos de campo realizados directamente en los modos, es decir, con una amplia batería de información primaria.

Esta actualización puede estar vigente hasta la puesta en servicio de la línea 1 del Metro de Quito (2020), con una labor básica de monitoreo en 2018, 2019 y 2020). Esta

labor consistiría en ir verificando en 2018, 2019 y 2020 el grado de cumplimiento de las predicciones del MD17 para esos años en cuanto a:

- Etapas en los diferentes sistema de transporte público
- Secciones representativas del viario principal

En este sentido cabe señalar que conforme avance el proceso de integración tarifaria se irá conformando una base de datos cada vez más amplia y detallada de las etapas realizadas en cada uno de los sistemas y líneas del transporte público. Ello, unido a la información de los aforos en la vía pública asociados al sistema de control de tráfico centralizado, supondrá un valioso aporte de información secundaria que facilitará las tareas de control y monitoreo del modelo.

4.2.2. Año 2021

El proceso anterior debería continuarse con la calibración de un modelo nuevo en 2021 (con el Metro en servicio y todas las actuaciones de acompañamiento en cuanto a la actualización del sistema de transportes del DMQ ya consolidado ya consolidadas), siguiendo las mismas pautas que se aplicaron en el MD11 e incluyendo las aportaciones de la telefonía celular para una mayor riqueza y elementos de contraste de las matrices de viajes:

- Realización de un nuevo Censo 2020
- Realización de una nueva EDM21
- Realización de trabajos de campo en los modos 2021
- Aportaciones de la telefonía celular

A. Realización de un nuevo Censo 2020

Esta labor resulta imprescindible para poder acometer con información suficiente la realización de la nueva EDM21 (al igual que se hizo en 2010 un nuevo Censo que se utilizó como base estadística de referencia para la EDM11).

B. Realización de una nueva EDM21

Esta tarea se realizaría siguiendo pautas similares a las utilizadas en la EDM11, requiriéndose como labor específica una revisión de la zonificación adaptada a las circunstancias de la realidad territorial y socioeconómica del DMQ en ese momento, con vistas a establecer una zonificación Z1 para la EDM21 y otra Z2, más desagregada, para la calibración del nuevo modelo MD21.

La presente nota recoge una relación de los aspectos y elementos metodológicos que es necesario considerar y precisar para valorar el coste de la realización de una Encuesta Domiciliaria de Movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito.

Seguidamente se recogen los elementos metodológicos más importantes para el planteamiento de la EDM21

Diseño de la operación

- Ámbito espacial del estudio
- Zonificación (EDM/modelos)
- Universo para la selección de la muestra
- Tamaño muestral
- Forma de obtención de la muestra
- Cuestionario (análisis de movilidad/modelación del sistema de transportes)
- Procedimientos
 - Presencial/telefónica
 - Cuotas muestrales
 - Hogares completos/incompletos
 - Sustitución de fallidos
 - Control de calidad
- Otros trabajos de campo de apoyo en los modos (conteos, encuestas OD a usuarios, etc.)
 - Contenido
 - Dimensionamiento
 - Cuestionarios
 - Procedimientos

Equipo de campo

- Dimensionamiento (encuestadores, supervisores, jefes de campo, etc.)
- Selección de personal

- Contratación
- Formación

Realización de la EDM

- Apoyo en los medios de comunicación
- Prueba piloto
- Lanzamiento de la campaña
- Protocolos de supervisión y control
- Resolución de incidencias
- Control de muestras

Tratamiento de los datos

- Codificación
- En su caso, grabación/verificación (si no se han utilizado métodos de recogida directa de datos en soporte magnético)
- Análisis de consistencia
 - Análisis univariante
 - Análisis bivariante
 - Coherencia de la cadena modal
 - Etc.
- Construcción de un fichero muestral sin errores
- Expansión
- Construcción de una base de datos sin errores
- Explotación básica para reproducir la realidad observada (población, hogares, empleo, plazas escolares, demanda por modos, etc.)

Resultado final

- Base de datos socioeconómicos y de movilidad, sin errores y con capacidad para reproducir la realidad conocida y observada

De todas maneras, y a título orientativo, se incluyen en el anexo 3 las especificaciones técnicas que se utilizaron para la realización de la EDM11.

C. Realización de trabajos de campo en los modos 2021

Se trata de obtener información sobre la demanda en los diferentes modos con algo más de detalle del que ofrece la EDM.

Pueden utilizarse como referencia los trabajos realizados en la EDM11 y complementarlos con la red y circunstancias específicas del ciudad en 2021.

D. Aportaciones de la telefonía celular

La telefonía celular constituye un valioso elemento de apoyo para la construcción de matrices O/D, complementando y enriqueciendo las matrices obtenidas con los trabajos de campo convencionales (EDN y aforos/encuestas en los modos).

Las investigaciones al respecto avanzan rápidamente y aunque no todas las experiencias realizadas hasta la fecha pueden calificarse de exitosas, es de esperar que en 2021 existan productos en el mercado que funcionen adecuadamente.

A este respecto pueden señalarse las dos circunstancias siguientes:

- En España existe una empresa (KINEO) que facilita matrices O/D y que TRN TÁRYET está utilizando con éxito en trabajos de planificación del sistema de transportes de varias áreas metropolitana españolas.
- Recientemente, el Consorcio formado por TRN TÁRYET y KINEO ha resultado adjudicatario de una consultoría que tiene como objetivo fundamental modelar la demanda de transporte de la Isla de Tenerife (España) (con varias ciudades importantes y alrededor de 950.000 habitantes en total)

4.2.3. ACTUALIZACIÓN DEL MD21. EVALUACIÓN CONTINUA DE LA MOVILIDAD

A. Planteamiento

Una vez calibrado un modelo nuevo (MD21) proponemos su actualización anual utilizando las técnicas de Evaluación Continua de la Movilidad.

Se trata de una metodología novedosa desarrollada por TRN TÁRYET para el Consorcio Regional de Transportes de Madrid con el objetivo fundamental de actualizar las bases

de datos de una Encuesta Domiciliaria de Movilidad (EDM) minimizando la investigación de campo necesaria.

El conocimiento del sistema socioeconómico y de movilidad se apoya, por lo general, en investigaciones de campo (encuestas domiciliarias, encuestas en los modos, etc.) que observan la realidad en un momento determinado (cross section), lo que implica que se trata de procedimientos que responden a planteamientos de los denominados como "encuestas transversales".

Ello da lugar a un grave problema de fondo que se deriva de la necesidad de caracterizar la evolución temporal del sistema hasta la repetición de la investigación base, la cual suele tener lugar con una periodificación amplia, dados los niveles de complejidad y de coste que implica. Dicho de otra manera, la metodología aplicada proporciona una imagen muy nítida y precisa de la situación en el año de realización de la toma de datos, pero no aporta ninguna información sobre los diferentes "fotogramas de la película" durante el período de tiempo que transcurre entre dos operaciones consecutivas (entre las que pueden pasar varios años).

En estas condiciones, el Área de Movilidad y Accesibilidad del Consorcio de Transportes realizó hace unos años investigación, contando con la asistencia técnica del equipo de TRN TARYET, con el objetivo básico de elaborar una metodología que permita mantener vigentes las bases de datos con un coste de investigación de campo reducido.

B. Fundamentos metodológicos

En principio, la evaluación continua de la movilidad considera dos tipos diferentes de cambios en el sistema socioeconómico y de movilidad objeto de estudio: discretos y continuos. Los primeros son tratados mediante investigaciones de campo específicas que renuevan y actualizan la información en aquellos ámbitos directamente afectados por las actuaciones que han provocado los cambios. Son operaciones de carácter local, desde el punto de vista territorial, y convencionales, desde el punto de vista del procedimiento, cuya envergadura y complejidad vienen dadas por la importancia de los nuevos desarrollos habidos en el sistema.

Los cambios continuos son más difíciles de tratar ya que, de un lado, afectan al conjunto del ámbito territorial del área de estudio y, de otro, representan variaciones no tan relevantes como las de los cambios discretos pero que actúan inexorablemente sobre el sistema pudiendo llegar a desfigurarlo al cabo de unos cuantos años dentro de un proceso apenas perceptible. Requieren, por tanto, una metodología específica que es la que se recoge a continuación.

La base principal de dicha metodología consiste en realizar anualmente un trabajo de campo que permita ir tomándole el pulso a las pequeñas variaciones del sistema, para

ir adaptándolo en todo momento a su situación real. Este principio metodológico se asienta, a su vez, en dos ideas básicas:

- Si bien la complejidad territorial del sistema puede requerir un elevado número de zonas de transporte para abarcarlo en su totalidad, no todas las zonas son diferentes entre sí pudiendo agruparse éstas en un número reducido de categorías (utilizando técnicas estadísticas de Análisis Multivariante, como el Análisis de Componentes Principales y el Análisis Cluster). En estas condiciones puede plantearse una investigación simplificada que analice los cambios habidos en cada una de esas categorías restringiendo la toma de datos a tan sólo una zona de cada tipo.
- La toma de datos admite un planteamiento sencillo mediante técnicas de encuesta domiciliaria.

De esta manera, un trabajo de campo muy sencillo, restringido a unas pocas zonas de transporte, permite implantar una mecánica de investigaciones anuales perfectamente asumibles desde el punto de vista del esfuerzo requerido, que consigue los objetivos de actualización de la información del sistema en su dimensión de “cambio continuo”.

C. Esquema de la aplicación práctica

La aplicación práctica de esta nueva metodología puede estructurarse en las fases siguientes:

- Tipificación y clasificación de las zonas de transporte
- Diseño muestral de la encuesta telefónica
- Realización de los trabajos de campo

Tipificación y clasificación de las zonas de transporte

El objetivo principal de esta fase es el de obtener una imagen simplificada del conjunto de zonas de transporte, agrupándolas en un número reducido de categorías diferentes con elementos “estadísticamente iguales entre sí” dentro de cada grupo.

Este proceso requiere realizar las tareas siguientes:

- Selección de las técnicas estadísticas a aplicar
- Preparación de la información
- Procesos estadísticos

Selección de las técnicas estadísticas a aplicar

El problema de clasificación planteado se resuelve a partir de las técnicas de Estadística Multivariante basadas en el Análisis Cluster, cuyo fundamento científico (basado en el estudio de la varianza “intra-grupal” e “inter-grupal”) es bien conocido.

Este procedimiento requiere, a su vez, caracterizar previamente los elementos a clasificar (en este caso zonas de transporte) para poder establecer las agrupaciones buscadas. Una buena práctica en ese sentido es la de utilizar inicialmente todas las variables disponibles, al margen de las relaciones entre ellas, para, a continuación, seleccionar un sistema reducido de variables independientes, con la misma capacidad explicativa que el sistema inicial, más numeroso.

Este proceso auxiliar se aborda mediante dos técnicas específicas del Análisis Multivariante ya citado: Matriz de Correlaciones y Análisis de Componente Principales.

La primera de estas técnicas ofrece una visión rápida de las relaciones entre las variables iniciales y del nivel de redundancia de la información, mientras que la segunda permite profundizar en el estudio de dichas relaciones y seleccionar la base de información a considerar en el Análisis Cluster.

Preparación de la información

Este proceso es doble y atiende a los objetivos particulares siguientes: definición de las variables iniciales a considerar y preparación de la información propiamente dicha.

En cuanto a las variables a utilizar, ya se ha señalado que es conveniente considerar inicialmente todas las que estén disponibles de una manera sencilla.

El sistema de información anterior da lugar a un conjunto muy amplio de variables de naturaleza diferente y con rangos también muy diversos.

La utilización sin más de estas variables en los procesos estadísticos puede dar lugar a distorsiones que enmascaran los resultados y dificultan la interpretación de los mismos. Estas distorsiones proceden de la diferencia de rangos de las variables ya citada y se concretan en la aparición de una componente de la información con gran capacidad explicativa relacionada con la escala de los valores absolutos de las variables utilizadas.

Para evitar ese problema puede actuarse de dos maneras diferentes:

- Relativizando las variables iniciales, refiriendo sus valores a variables básicas como la población.
- Normalizando las variables

El primer procedimiento resulta muy fácilmente interpretable pero puede dar lugar a valores singulares en zonas sin población (se divide por cero).

Por este motivo se propone aplicar un proceso de normalización de las variables iniciales, transformándolas según la expresión siguiente:

$$x_i' = \frac{x_i - \bar{x}_i}{\sqrt{V(x_i)}}$$

De forma que la nueva serie de valores tiene media cero y desviación típica uno.

Procesos estadísticos

Los procesos estadísticos a desarrollar y sus características principales son los siguientes:

- Matriz de correlaciones. Se han calcula el coeficiente de determinación de Pearson (R^2) y el estadístico que permite contrastar la hipótesis nula de inexistencia de correlación entre cada par de variables i, j .
- Análisis de componentes principales. Se calculan los porcentajes de varianza explicados por cada componente o factor, los pesos de las variables iniciales en cada uno de los factores, la varianza de cada variable inicial explicada por los factores seleccionados, la estructura de los factores (en términos de variables iniciales) y las coordenadas de los elementos en los factores seleccionados.
- Análisis cluster. Dadas las características del caso que se estudia, el método a utilizar será el de las k -medias, desarrollado por J.A. Hartigan y M.A. Wong de la Universidad de Yale. Se trata de un método especialmente apropiado para formar un número reducido de grupos con un elevado número de observaciones expresadas en términos de una matriz de las del tipo de individuos \times variables. Los resultados obtenidos han sido la varianza explicada por cada alternativa y la caracterización estadística de cada uno de los grupos o cluster seleccionados.

Diseño muestral de la EDM

Una vez que se hayan clasificado tipológicamente las zonas de transporte del área de estudio se habrá obtenido un número reducido de cluster o categorías de zonas funcionalmente homogéneas (ZC) (en un caso como el del Área Metropolitana de Madrid, con casi 1.200 zonas de transporte, se obtuvieron 30 cluster con un porcentaje de 76% de la variación total del sistema explicada por dicha categorización).

Tomando una zona de transporte por cluster se obtiene un número ZC de zonas de transporte a investigar, considerando una muestra de alrededor de 250 personas por cada una de esas zonas. Supongamos que en el caso de Quito se obtienen 20 ZC; ello llevaría a una EDM anual de 5.000 personas a entrevistar

La selección de las zonas de transporte de la muestra dentro de cada cluster será aleatoria (atendiendo al principio de homogeneidad o equivalencia entre ellas) y la selección de la muestra de hogares dentro de cada zona se realizará de acuerdo con los principios convencionalmente aplicados en encuestas domiciliarias de movilidad.

Realización de los trabajos de campo

EDM

Una vez dimensionada la EDM, ésta se realizará anualmente de acuerdo con los protocolos convencionales.

Trabajos de campo en los modos

La EDM se complementará con trabajos de campo selectivos utilizados como elementos de contraste y apoyo para la actualización del modelo.

Al respecto, pueden utilizarse como base inicial de referencia los trabajos realizados en esta consultoría, adaptados a la realidad territorial y socioeconómica del DMQ en cada momento).

Telefonía celular

Las aportaciones de la telefonía celular representarán una ayuda significativa para acabar de completar la imagen del sistema socioeconómico y de movilidad de cada año.

D. Aplicación de los resultados para la actualización de los ficheros de una EDM

Condiciones de contorno del problema

A la hora de diseñar la metodología a utilizar para aplicar los resultados de la toma de datos a la actualización de las bases de datos de una EDM hay que tener bien presente cuáles son las condiciones de contorno del problema que se trata de solucionar. Éstas pueden resumirse en las tres consideraciones siguientes:

- El método en su conjunto está orientado a valorar cambios continuos producidos en el sistema.
- Dichos cambios corresponden a un período de tiempo reducido (uno o dos años), lo que significa que su magnitud es también reducida.
- Ello permite basar la valoración de las variaciones del sistema en la clasificación tipológica de zonas de transporte y en la observación mediante trabajos de campo

(y, en su caso, también telefonía celular) de los cambios habidos en una cualquiera de cada tipo.

Es decir, la toma de datos está concebida para valorar cambios pequeños del sistema debidos a su evolución vegetativa durante un período reducido.

Concepto básico a aplicar

Como se acaba de ver, la toma de datos propuesta permite obtener fácilmente un conjunto de ratios o indicadores de la situación del sistema socioeconómico y de movilidad en las zonas de transporte observadas y, por similitud, en todas las zonas de transporte del cluster al que pertenecen aquéllas. Por comparación con los de la situación anterior (la que se quiere actualizar) es posible conocer la variación sufrida por cada uno de estos indicadores, para que sirva de base para estimar la situación actual del sistema en su conjunto.

En estas condiciones, la actualización se basa en el esquema siguiente:

- Los trabajos de campo permiten estimar los viajes totales y su descomposición funcional (motivos, modos, cautivos, etc.) en una zona de transporte de cada uno de los cluster en que se ha organizado la totalidad de zonas de transporte.
- Ello permite conocer cuál ha sido en esas zonas de transporte la variación de viajes/habitante habida entre la EDM21 de referencia y la realizada en el año en cuestión.
- Aplicando la variación observada en una zona de transporte representativa de un cierto cluster al conjunto de zonas que lo componen, se obtiene la estimación de viajes actuales en las zonas de dicho cluster.
- Si las variaciones de viajes/habitante se estudian descomponiendo la movilidad total según las variables funcionales antes citadas (motivos, modos, cautivos, etc.) se obtiene una clasificación funcional actualizada de la movilidad total de cada zona de transporte, lo que, a su vez, permite obtener matrices actualizadas para cada una de las clasificaciones funcionales consideradas.

Desarrollo metodológico

El desarrollo metodológico del principio anterior lleva a la secuencia de las fases siguientes:

- Expansión de la EDM para estimar la movilidad total actual de las zonas de transporte investigadas en el campo.

- Cálculo en esas zonas de los ratios de viajes por habitante para cada una de las variables características (las del fichero de viajes simplificado de la EDM). Estas variables son las siguientes:
 - Viajes basados en casa / viajes no basados en casa
 - Movilidad obligada / Movilidad no obligada
 - Reparto Público / Privado
 - Modos:
 - Ferrocarril
 - Autobús interurbano
 - Metro
 - Autobús EMT
 - Autobús Discrecional
 - Taxi
 - Vehículo Privado
 - Disponibilidad de vehículo privado:
 - Sí, como conductor
 - Sí, como acompañante
 - No dispone
- Cálculo de los ratios para estas mismas variables del fichero de la EDM correspondiente.
- Obtención de los “coeficientes de actualización” mediante el cálculo de la variación de ambos ratios para cada uno de los clusters y variables.
- Aplicación de los “coeficientes de actualización” (según cluster y tipología del viaje) a los registros de las matrices de la EDM21.
- Obtención de las nuevas matrices.



José Javier Muruzábal
PhD Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Director del Estudio

ANEXOS

Anexo 1. Manual de utilización del MD17



ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE DEMANDA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (MD17)

CURSO DE CAPACITACIÓN DE LOS MODELOS DEL DMQ



29 de Mayo 2018



ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE DEMANDA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (MD17)

Curso de capacitación de los modelos del DMQ

29 de Mayo de 2018

TRN TÁRYET

Calle Doctor Esquerdo, 97 · 28007 Madrid · Tl:(+34) 914096075 · www.trningeneria.es / www.taryet.com

ÍNDICE

1.	SESIÓN 1: ETAPAS 1 A 3 DEL MD17	1
1.1	PLANTEAMIENTO GENERAL DEL MODELO DE QUITO	1
1.2	MODELO DE GENERACIÓN Y ATRACCIÓN DE VIAJES	4
1.2.1	<i>Conceptos básicos.....</i>	<i>4</i>
1.2.2	<i>Formulaciones del modelo y variables explicativas.....</i>	<i>4</i>
1.2.3	<i>Aplicación del modelo. Caso práctico</i>	<i>6</i>
1.3	MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE VIAJES	7
1.3.1	<i>Conceptos básicos.....</i>	<i>7</i>
1.3.2	<i>Formulaciones del modelo y variables explicativas.....</i>	<i>7</i>
1.3.3	<i>Aplicación del modelo. Caso práctico</i>	<i>8</i>
1.4	MODELO DE CAUTIVIDAD.....	9
1.4.1	<i>Conceptos básicos.....</i>	<i>9</i>
1.4.2	<i>Formulaciones del modelo y variables explicativas.....</i>	<i>9</i>
1.4.3	<i>Aplicación del modelo. Caso práctico</i>	<i>10</i>
1.5	MODELO DE TRASVASE MODAL	10
1.5.1	<i>Conceptos básicos.....</i>	<i>10</i>
1.5.2	<i>Formulaciones del modelo y variables explicativas.....</i>	<i>11</i>
1.5.3	<i>Aplicación del modelo. Caso práctico</i>	<i>13</i>
2.	SESIÓN 2. ETAPA 4. CONCEPTOS BÁSICOS.....	14
2.1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	14
2.2	ANTECEDENTES.....	14
2.3	DEFINICIONES BÁSICAS	16
2.4	PERIODOS HORARIOS	17
2.5	FICHERO “MAP”	18
2.6	SISTEMAS DE CODIFICACIÓN DE ZONAS.....	18
3.	SESIÓN 3.ETAPA 4. ASIGNACIÓN DE VEHÍCULO PRIVADO	20
3.1	DIFERENCIAS ENTRE INFORMACIÓN DE PARTIDA E INFORMACIÓN RESULTANTE.....	20
3.2	GRAFO DE RED.....	21

3.3	DEFINICIÓN DE ESCENARIOS	24
3.4	“NETWORK SETTINGS”	26
3.5	MATRICES DE VIAJES	26
3.6	PROCESO DE ASIGNACIÓN	27
4.	SESIÓN 4. ETAPA 4. ASIGNACIÓN DE TRANSPORTE PÚBLICO	28
4.1	GRAFO DE RED	28
4.2	CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE TRANSPORTE PÚBLICO	28
4.2.1	<i>Caracterización de la situación actual</i>	29
4.2.2	<i>Tarifas y frecuencias</i>	30
4.2.3	<i>Caracterización de la situación futura. esquema tarifario</i>	31
4.2.4	<i>Caracterización de la situación futura. nuevos sistemas de transporte</i>	32
4.2.5	<i>Campos de intervalos de paso y tarifas</i>	33
4.3	MATRICES DE VIAJES	34
4.4	CREACIÓN DE “TRANSIT NETWORKS”	35
4.5	PROCESO DE ASIGNACIÓN	38
5.	DESCRIPCIÓN DE LOS FICHEROS DEL MODELO	44
6.	RELACIÓN DE CÓDIGOS DE ZONIFICACIÓN EDM-TRANSCAD	51

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1.	MODELOS DE GENERACIÓN/ORIGEN.....	5
TABLA N° 2.	MODELOS DE ATRACCIÓN/DESTINO.....	5
TABLA N° 3.	MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE VIAJES.....	8
TABLA N° 4.	MODELOS DE PORCENTAJE DE CAUTIVIDAD.....	10
TABLA N° 5.	MODELOS DE REPARTO MODAL PÚBLICO-PRIVADO.....	12
TABLA N° 6.	MODELOS DE REPARTO MODAL TAXI-COLECTIVO.....	12
TABLA N° 7.	COMPARACIÓN DE LOS MODELOS DE ASIGNACIÓN DE 2008, DE LÍNEA 1 DE METRO Y DEL DMQ	15
TABLA N° 8.	COEFICIENTES DE LAS FUNCIONES DE DEMORA ESTABLECIDOS EN EL MODELO PARA CADA TIPO DE VÍA	24
TABLA N° 9.	TIPOS DE TRANSPORTE PÚBLICO ESTABLECIDOS EN EL MODELO	30
TABLA N° 10.	CÓDIGOS DE ZONA “TIPO EDM” Y LOS CÓDIGOS DE LOS NODOS DE TRANSCAD ...	51

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN N° 1.	ESQUEMA GENERAL DEL MODELO	1
IMAGEN N° 2.	REPARTO MODAL.....	11
IMAGEN N° 3.	VENTANA GENERAL.....	35
IMAGEN N° 4.	SELECCIÓN DE CAMPOS.....	36
IMAGEN N° 5.	PESTAÑA NON-TRANSIT.....	37
IMAGEN N° 6.	PESTAÑA NON-TRANSIT. ATRIBUTOS DE “NON-TRANSIT ATRIBUTES”	38
IMAGEN N° 7.	PESTAÑA “GENERAL”	39
IMAGEN N° 8.	PESTAÑA “MODE”	40
IMAGEN N° 9.	PESTAÑA FARE	41
IMAGEN N° 10.	PESTAÑA TIMES	42
IMAGEN N° 11.	PESTAÑA WEIGHTS.....	43

1. SESIÓN 1: ETAPAS 1 A 3 DEL MD17

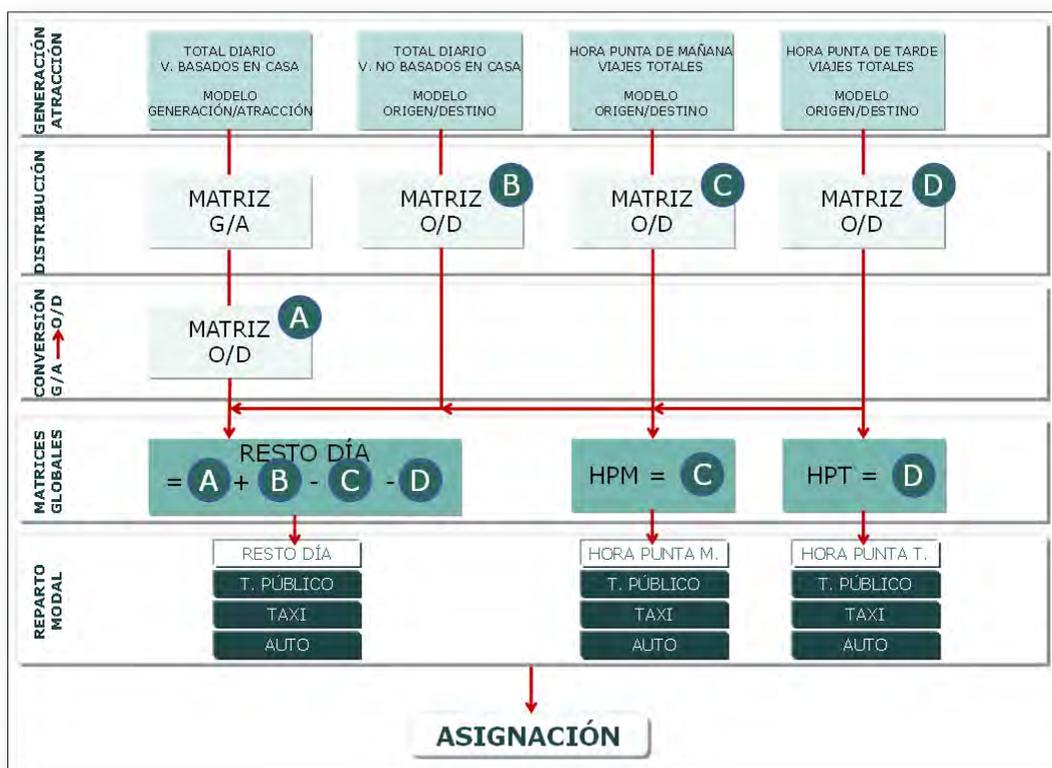
1.1. PLANTEAMIENTO GENERAL DEL MODELO DE QUITO

El objetivo de las tres primeras etapas del modelo de Quito son los siguientes:

- Estimar el crecimiento tendencial de la movilidad en función de la evolución de Quito en términos socioeconómicos (población, economía, motorización, etc).
- Evaluar el reparto modal entre los distintos modos de transporte mecanizados con la evolución tendencial de la movilidad (mayor congestión) y los escenarios de red previstos (nuevas infraestructuras, implementación de nuevos sistemas tarifarios, remodelación de las redes, etc.).

El esquema general del modelo diseñado es el siguiente:

Imagen nº 1. Esquema general del modelo



Etapas del modelo

- Etapa 1. Generación-Atracción/Origen-Destino de viajes mecanizados totales.
- Etapa 2: Distribución viajes mecanizados totales.

- Etapa 3. Reparto modal Público-Privado (incluyendo un modelo de cautividad para los usuarios sin posibilidad de elección por carecer de acceso al transporte privado).
- Etapa 4. Modelo de asignación Público-Privado.

Modos de transporte

- Auto particular (conductor y acompañante).
- Taxi.
- Transporte Público que comprende la red de autobuses convencionales y el sistema BRT en el escenario base y el Metro y sistema remodelado en los escenarios futuros.

Períodos horarios

- Hora Punta Mañana (HPM) que comprende el tramo horario de 6:00-8:00 h (2 h).
- Hora Punta de Tarde (HPT) que comprende el tramo horario de 16:00-19:00 h (3 h).
- Hora Valle como el resto del día (19 h). En las primeras tres etapas del modelo se diseña un modelo diario de 24 h que, por diferencia con el resto de modelos, genera las matrices de hora valle (19 h) para el modelo de asignación.

Tipos de modelos

- Modelos origen/destino para la Hora Punta de Mañana y Tarde.
- Modelo diario de generación y atracción de los viajes basados en casa, matriz que se transforma en origen/destino como la semisuma de la matriz obtenida y su traspuesta.
- Modelo diario de origen/destino de los viajes no basados en casa.

Zonificaciones y aplicación del modelo

Los modelos de demanda se han diseñado para una macrozonificación de 240 zonas de transporte ya que esta es la agregación espacial de la Encuesta Domiciliaria y, por tanto, todas las variables socioeconómicas y de movilidad se encuentran con este nivel de detalle.

No obstante, en el modelo de asignación estas matrices se desagregan a 670 zonas (+31 zonas externas) y por tanto es preciso que el modelo diseñado permita obtener matrices futuras con este detalle.

El procedimiento seguido es el siguiente:

- Primeramente se estiman los crecimientos tendenciales futuros con las dos primeras etapas del modelo a nivel de la zonificación ZT240. Las tasas de crecimiento resultantes en la matriz agregada se aplican a las zonas ZT670 comprendidas dentro de cada macrozona ZT240, obteniendo así las matrices futuras globales.
- Con estas matrices ya desagregadas se aplica el modelo de reparto modal Privado-Público y Taxi-Colectivo con objeto de valorar adecuadamente el impacto de trasvases modales con las actuaciones previstas en el modelo de red.

Este es un proceso iterativo donde, primeramente, se obtienen unas matrices tendenciales con la proyección de las variables socioeconómicas. A continuación, estas matrices se asignan a las redes futuras para obtener los costes generalizados de cada escenario y, finalmente, se construyen las matrices finales de cada escenario y año para su asignación final a la red y obtención de resultados de carga.

Otros elementos adicionales considerados

Además de la aplicación directa de los modelos con los criterios indicados, se han considerado los siguientes elementos complementarios:

- En todas las relaciones origen/destino ubicadas, en ambos vértices, dentro de un radio de 600 m de alguna estación de Metro, se ha considerado que los usuarios del transporte privado se trasvasaran al Metro.
- Los escenarios analizados plantean una tarifa integrada que pasa de los 0.25 USD a 0.40 USD en el año 2020, con la entrada en servicio del Metro, y 0.60 USD en el año 2030. Estos incrementos de tarifa tendrán un efecto de retracción en la demanda no obligada que se ha implementado con los siguientes criterios:
 - En el año 2020 se considera una elasticidad a la demanda de 0.1 en las horas punta y 0.2 en las horas valle, de manera que la movilidad no obligada presenta un efecto de retracción del 6% en horas punta y 12% en horas valle.
 - En el año 2025 se considera que parte de dicha retracción se recupera, reduciendo el impacto al 3% en horas punta y 6% en horas valle.
 - En el año 2030 el efecto de retracción de la demanda al incremento de la tarifa del 2020 se recupera por completo, pero se produce otro efecto penalizante al subir la tarifa a 0.60 USD. Se adopta las mismas elasticidades de 0.1 en horas punta y 0.2 en horas valle (en este caso un 5% y 10% respectivamente de la demanda no obligada), efecto que se reduce a la mitad en el año 2035 y se recupera por completo en el año 2040.-

1.2. MODELO DE GENERACIÓN Y ATRACCIÓN DE VIAJES

1.2.1. CONCEPTOS BÁSICOS

Los modelos de generación/atración de viajes pretende ajustar formulaciones matemáticas que permitan pronosticar el número de viajes motorizados con generación-atración/origen-destino en cada zona de transporte (vectores de filas y columnas en la matriz de viajes).

Estos modelos están directamente relacionados con variables que tengan un impacto sobre el crecimiento de la movilidad:

- el crecimiento de la población (a más población más viajes).
- la evolución económica del ámbito que se puede reflejar en variables como el empleo (actividad económica) o mayor motorización (más riqueza).
- Etc.

1.2.2. FORMULACIONES DEL MODELO Y VARIABLES EXPLICATIVAS

Los modelos utilizados son de tipo lineal con la siguiente formulación:

$$O_i = a + (b \cdot V_i^1) + (c \cdot V_i^2) + \dots + (n \cdot V_i^n)$$

$$D_j = a + (b \cdot V_j^1) + (c \cdot V_j^2) + \dots + (n \cdot V_j^n)$$

donde:

O_i	Número de viajes generados o con origen en la zona i
D_j	Número de viajes atraídos o con destino en la zona j
V_i^1	Variable socioeconómica de la zona i
a,b,c,n	Parámetros de ajuste

Modelos calibrados

- Modelos diarios de viajes basados en casa generados y atraídos en cada zona.
- Modelos diarios de viajes no basados en casa con origen y destino en cada zona.
- Modelos HPM con origen y destino en cada zona de transportes.
- Modelos HPT con origen y destino en cada zona de transportes.

Formulaciones

Tabla nº 1. Modelos de generación/origen

Grupo	Modelo	VARIABLES	Coeficientes	T Estadístico	R ²
VBC Diario	Generación	Población	1.3417	139.6	0.99
		Motorización	3.1479	4.7	
VNBC Diario	Origen	Empleo	0.3010	11.7	0.84
		Estudio	0.0484	2.0	
		Centros atractores	86.8801	5.5	
HPM	Origen	Población	0.2863	75.2	0.99
		Motorización	0.7094	2.6	
HPT	Origen	Motorización	1.3344	2.2	0.92
		Empleo	0.5631	23.5	
		Estudio	0.1911	7.5	

Tabla nº 2. Modelos de atracción/destino

Grupo	Modelo	VARIABLES	Coeficientes	T Estadístico	R ²
VBC Diario	Atraídos	Empleo	1.8202	14.4	0.92
		Estudio	1.5205	12.7	
		Centros atractores	400.1808	5.2	
VNBC Diario	Destino	Empleo	0.3370	14.9	0.82
		Centros atractores	87.4388	5.2	
		Empleo	0.3768	17.1	
HPM	Destino	Estudio	0.3713	17.9	0.94
		Centros atractores	47.3277	3.5	
		Población	0.2041	39.8	
HPT	Destino	Motorización	1.0537	2.9	0.96
		Empleo	0.1471	10.8	
		Estudio	0.1182	7.6	
		Empleo	0.1182	7.6	

Los modelos deben cumplir las siguientes premisas:

- Ser consistente desde un punto de vista puramente estadístico con un elevado coeficiente de correlación (R²) y un t estadístico significativo (mayor de 2) en las variables explicativas del modelo.
- Tener relaciones funcionales coherentes, con coeficientes del modelo positivos, pues difícilmente puede explicarse que a mayor número de personas, empleos, etc se obtenga un menor número de viajes.
- Tener variables socioeconómicas explicativas de fácil predicción a futuro ya que no resulta útil adoptar variables que, aunque reproduzcan muy bien las pautas de movilidad actual, sean imposibles de predecir a futuro.

Variables explicativas de los modelos

- Población: Para la definición de los escenarios futuros de población se ha contado con diversas proyecciones, desde las más agregadas a las más detalladas:
 - Proyecciones cantonales del Instituto nacional de Estadística y Censos (INEC), 2010-2020.
 - Proyecciones demográficas más detalladas, proporcionadas por el Instituto Metropolitano de Planificación Urbana, con las densidades poblacionales previstas en el DMQ por parroquia hasta el año 2040.
 - Previsiones de desarrollo de la Centralidad del Bicentenario, como actuación urbanística de mayor entidad.
- Empleo: La proyección del empleo ha sido realizada según los crecimientos de la población, a excepción del empleo previsto por el Proyecto ZEDE-Quito, promovido por la Empresa Pública Metropolitana de Servicios Aeroportuarios y Gestión de Zonas Francas (EPMSA), que ha sido incluido adicionalmente.
- Estudios (plazas escolares): Esta variable también se ha proyectado de acuerdo con el crecimiento poblacional.
- Índice de motorización: La proyección de la motorización se ha realizado teniendo en cuenta la previsión de PIB nacional disponible, FMI informe Abril 2018, así como las de The Economist Intelligence Unit (EIU) con previsión de evolución a más largo plazo.
- Centros atractores: Se han incluido nuevos centros atractores, asociados a la Centralidad Bicentenario: el Centro de Convenciones en el horizonte 2020, un nuevo colegio, incluido en el horizonte 2025, y otras centralidades, a partir de año horizonte 2030.

1. APLICACIÓN DEL MODELO. CASO PRÁCTICO

A continuación vamos a desarrollar un caso práctico. Abrir el fichero Excel del modelo del año 2017. Este fichero tiene la siguiente estructura:

- Hoja “Modelos” que tiene las formulaciones de todos los modelos diseñados para el período correspondiente.
- Hoja “ModOrg” con las variables socioeconómicas y estimación del modelo de generación.
- Hoja “ModDst” con las variables socioeconómicas y estimación del modelo de atracción.

Ejercicio práctico 1: Con las variables socioeconómicas del año 2020 generar los modelos de generación y atracción de ese año. Evaluar los cambios respecto al año 2017.

1.3. MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE VIAJES

1.3.1. CONCEPTOS BÁSICOS

Los modelos de distribución permiten reproducir el número de viajes motorizados (público+privado) entre cada par generados-atraídos/origen-destino (distribución espacial de la matriz) mediante modelos matemáticos basados en los viajes totales de cada zona y el coste generalizado del viaje entre dicha zona y el resto del ámbito.

Estos modelos están directamente relacionados con los vectores de origen y destino que condicionan la movilidad global y los tiempos de viaje, como coste generalizado, entre cada par de zonas origen/destino.

1.3.2. FORMULACIONES DEL MODELO Y VARIABLES EXPLICATIVAS

El modelo utilizado ha sido de tipo gravitatorio con la siguiente formulación:

$$V_{ij} = O_i^a * D_j^b * CG_{ij}^c$$

donde:

V_{ij}	Número de viajes entre las zonas i y j
O_i	Viajes en zona de generación/origen i
D_j	Viajes en zona de atracción/destino j
CG_{ij}	Coste generalizado entre cada par de zonas ij
a,b,c	Parámetros de ajuste

Modelos calibrados

- Modelo diario de viajes basados en casa.
- Modelo diario de viajes no basados en casa.
- Modelo HPM.
- Modelo HPT.

Formulaciones

Tabla nº 3. Modelos de distribución de viajes

Grupo	Variabes	Coefficientes	T Estadístico	R ²
VBC Diario	Generados	0.5310	82.2	0.96
	Atraídos	0.1348	21.7	
	Coste generalizado	-0.4015	-44.3	
VNBC Diario	Origen	0.2867	30.71	0.93
	Destino	0.2821	30.09	
	Coste generalizado	-0.1882	-12.09	
HPM	Origen	0.5044	68.95	0.95
	Destino	0.0795	11.39	
	Coste generalizado	-0.2212	-25.73	
HPT	Origen	0.1525	22.80	0.95
	Destino	0.4071	59.55	
	Coste generalizado	-0.1971	-24.60	

Los modelos deben cumplir las siguientes premisas:

- Ser consistente desde un punto de vista puramente estadístico con un elevado coeficiente de correlación (R²) y un t estadístico significativo (mayor de 2) en las variables explicativas del modelo.
- Tener coeficientes positivos para la variable viajes en zona de origen y destino y negativo para el coste generalizado, variable siempre penalizadora de la movilidad (a mayor coste menor número de viajes).

Variabes explicativas de los modelos

- Modelo de generación y atracción previos.
- Coste generalizado del viaje como los datos de tiempos de viaje procedentes del modelo de asignación en transporte público y privado, ponderando en función de la demanda de estos modos.

1.3.3. APLICACIÓN DEL MODELO. CASO PRÁCTICO

En la hoja "Moddistr" se estima la distribución espacial de la matriz. Como se puede observar esta hoja adopta las variables de generación y atracción de los modelos ya diseñados y, con los datos de tiempos de viaje, estima los crecimientos de la matriz (a nivel de ZT240) entre el año base y el escenario horizonte analizado.

Ejercicio práctico 2: En el mismo fichero Excel del ejercicio anterior calcular el modelo de distribución con los tiempos de viajes del escenario de red del año 2020. Hoja "Moddistr".

1.4. MODELO DE CAUTIVIDAD

1.4.1. CONCEPTOS BÁSICOS

El objetivo del reparto modal es estimar los cambios en las elecciones modales público y privado al modificarse la distribución espacial del sistema de actividades o las condiciones de oferta del sistema de transporte.

Sin embargo, la gran mayoría de los viajes en transporte público los realizan viajeros que no disponen de vehículo privado para realizar ese desplazamiento. Por tanto, son usuarios cautivos del transporte público que no tienen opción de elegir y por tanto deben ser primeramente extraídos de la matriz antes de aplicar el reparto modal convencional.

La cautividad está directamente relacionada con la disponibilidad de vehículo de la población de cada zona de transportes.

1.4.2. FORMULACIONES DEL MODELO Y VARIABLES EXPLICATIVAS

Los modelos estimados son formulaciones de tipo lineal con la siguiente formulación:

$$PC_i = a + (b * R^1) + .. + (n * R^n)$$

donde:

PC	Porcentaje de cautividad
R ₁	Variables explicativas
a,b,n	Parámetros de ajuste

Modelos calibrados

- Modelo de porcentaje de población cautiva de cada zona
- Modelo de viajes cautivos diario.
- Modelo de viajes cautivos en HPM.
- Modelo de viajes cautivos en HPT.

Formulaciones

Tabla nº 4. Modelos de porcentaje de cautividad

Grupo	Variables	Coefficientes	T Estadístico	R ²
% Población cautiva	Constante	0.9180	193.8	0.94
	Motorización	-0.0014	-61.1	
% Viajes Cautivos Diario	% Población cautiva en origen	0.6508	104.3	0.96
	% Población cautiva en destino	0.6397	102.3	
% Viajes Cautivos HPM	% Población cautiva en origen	1.1549	315.6	0.93
% Viajes Cautivos HPT	% Población cautiva en destino	1.1697	317.6	0.93

Variables explicativas de los modelos

- Índice de motorización.
- Población cautiva.

1.4.3. APLICACIÓN DEL MODELO. CASO PRÁCTICO

En el modelo diseñado, la hoja “ModPobcaut” estima la cautividad de cada zona de transporte en base al índice de motorización que presenta cada zona en el año horizonte analizado. Posteriormente, la hoja “ModCaut” traduce este nivel de cautividad a las relaciones origen/destino de la matriz ZT240, en base al modelo de población cautiva.

Ejercicio práctico 3: En las hojas “ModPobCaut” y “ModCaut” estimar el modelo de cautividad para el año 2020 utilizando el índice de motorización de dicho año.

1.5. MODELO DE TRASVASE MODAL

1.5.1. CONCEPTOS BÁSICOS

El modelo de reparto modal tiene los siguientes objetivos:

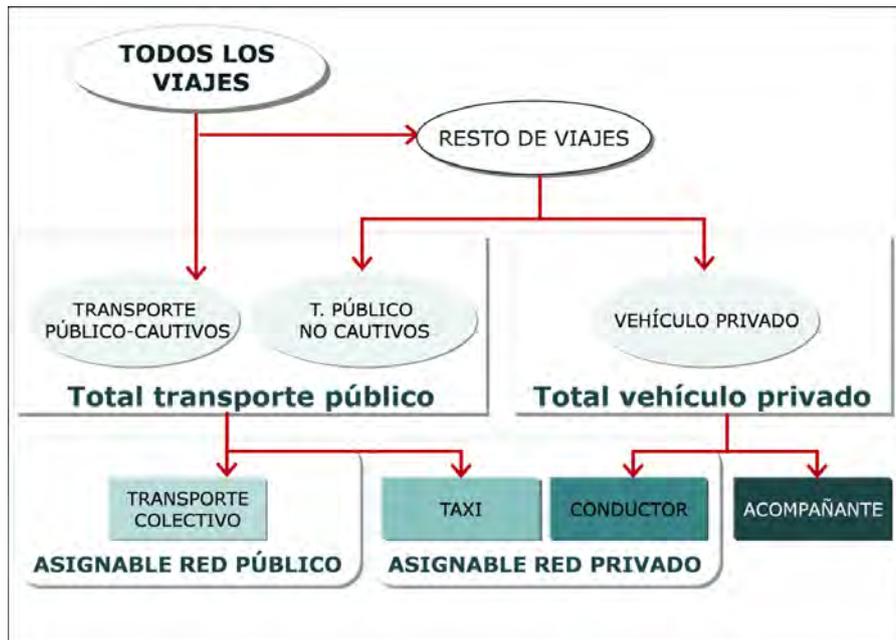
- Repartir la demanda no cautiva entre transporte público/privado mediante un modelo de elección basado en las características de tiempo y coste percibidos de cada alternativa, valorados a partir de la interacción con el modelo de red.
- Repartir la matriz de transporte público en otras dos: transporte colectivo (matriz asignable a la red de transporte público) y taxi (matriz asignable a la red de transporte privado).

La aplicación de esta secuencia permite obtener:

- Matriz asignable a la red de transporte público, como suma de:

- Matriz de viajes cautivos.
- Matriz de viajes no cautivos que optan por el transporte público y, dentro de éste, por el transporte colectivo.
- Matriz asignable a la red de transporte privado, como suma de:
- Matriz de viajes en vehículo privado.
- Matriz de viajes en taxi.

Imagen nº 2. Reparto modal



1.5.2. FORMULACIONES DEL MODELO Y VARIABLES EXPLICATIVAS

Se diseñan modelos agregados tipo logit basados en la definición de utilidades que dependen de los modos de transporte considerados y de las variables de elección del usuario. Para una alternativa “i” la expresión matemática de la utilidad es:

$$U_i = K + a * X_1 + b * X_2$$

donde X son las características de elección del usuario y K una constante que recoge la parte no explicada por las variables de la elección del usuario.

Las características de elección del usuario para este tipo de modelo suelen ser variables como el tiempo y el coste, debiendo ser estos parámetros negativos, penalizando la elección del modo.

La probabilidad de elegir la alternativa “i” frente a la alternativa “j” viene dada por la siguiente formulación:

$$P_i = \frac{e^{U_i}}{e^{U_i} + e^{U_j}}$$

donde P_i es la probabilidad de elegir el modo “i” frente al modo “j” y U la función de utilidad de la alternativa correspondiente.

Modelos calibrados

- Modelo de reparto modal público-privado diario.
- Modelo de reparto modal público-privado HPM.
- Modelo de reparto modal público-privado HPT.
- Modelo de reparto modal taxi-colectivo diario.
- Modelo de reparto modal taxi-colectivo HPM.
- Modelo de reparto modal taxi-colectivo HPT.

Formulaciones

Tabla nº 5. Modelos de reparto modal Público-Privado

Grupo	Variables	Coefficientes	Valor del tiempo (\$/h)
Diario	Constante Privado	0.5272	12.7
	Tiempos	-0.0051	
	Costes	-0.0239	
HPM	Constante Privado	1.1120	13.9
	Tiempos	-0.0056	
	Costes	-0.0243	
HPT	Constante Privado	0.6938	13.0
	Tiempos	-0.0051	
	Costes	-0.0234	

Tabla nº 6. Modelos de reparto modal Taxi-Colectivo

Grupo	Variables	Coefficientes	Valor del tiempo (\$/h)
Diario	Constante Colectivo	1.5180	6.6
	Tiempos	-0.0108	
	Costes	-0.0980	
HPM	Constante Colectivo	0.6012	8.9
	Tiempos	-0.0038	
	Costes	-0.0255	
HPT	Constante Colectivo	0.6056	7.3
	Tiempos	-0.0131	
	Costes	-0.1083	

Variables explicativas de los modelos

- Tiempos de viaje, obtenidos del modelo de asignación.
- Costes de viaje, del modelo de asignación para el transporte público y asumiendo costes kilométricos de 0.32 USD para el vehículo privado y 0.64 USD para el taxi.

1.5.3. APLICACIÓN DEL MODELO. CASO PRÁCTICO

En el modelo diseñado, la hoja “RM_Matdesagr” estima las matrices finales por modo de transporte. Este proceso ya se realiza para la ZT640. Para ello, se aplican los crecimientos del modelo de distribución a las matrices calibradas (público+privado) ZT 640 del año base 2017, asumiendo que todas las zonas ZT640 dentro de una macrozona ZT240 presentan el mismo crecimiento.

La matriz de cautividad se obtiene con los mismos criterios, de manera que todas las zonas dentro de una macrozona presentan el mismo grado de cautividad.

Posteriormente, se aplican los modelos logit para obtener el reparto modal y las matrices modales para cada año horizonte.

Cabe en este punto indicar, que el modelo se aplica de forma incremental, de manera que los impactos obtenidos en todo el proceso modelizado se aplican de forma incremental a las matrices calibradas del año 2017.

Ejercicio práctico 4: Estimar el reparto modal para el año 2020 utilizando los tiempos y costes facilitados. Posteriormente obtener la matriz final del año 2020.

2. SESIÓN 2. ETAPA 4. CONCEPTOS BÁSICOS

2.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el proceso de la modelación del transporte del DMQ, para la cuarta etapa (asignación) se han elaborado dos submodelos:

- Por una parte, uno relativo a la movilidad asociada a vehículo privado (modelo de vehículo privado)
- Y por otra parte, el relativo al conjunto del transporte público (modelo de vehículo privado).

Estos modelos relacionan las matrices de viajes con las infraestructuras y servicios de transporte.

El grafo de la red de transporte público se ha apoyado en el grafo elaborado para el modelo de asignación de vehículo privado. Por esta razón se describe antes el modelo de vehículo privado que el de transporte público. Así mismo, dado que el grafo de vehículo privado sirve de soporte para el de transporte público, en el mismo se han considerado:

- Elementos propios de la red de transporte público, como es el caso de las plataformas reservadas para los BRT y de modos ferroviarios o por cable aunque imponiendo restricciones para el uso de estas infraestructuras para los vehículos privados.
- Viarios específicos de uso peatonal para el acceso a los centroides y paradas del sistema de transporte público.

2.2. ANTECEDENTES

El Modelo DMQ de 2017, de cuatro etapas, es una actualización del modelo desarrollado en 2011 ex novo a partir de la Encuesta Domiciliaria de 2011 y de información socioeconómica disponible.

En el caso de los submodelos de asignación se ha podido aprovechar parte de trabajos realizados en estudios anteriores. En la siguiente tabla se comparan las características de cuatro modelos de asignación: el de 2008, el desarrollado para la estimación de demanda captable por la línea 1 (L1) de Metro, el de 2011 (realizado en el contexto de los estudios de factibilidad de la línea 1 de metro) y el que aquí se describe, denominado DMQ de aquí en adelante. Entre el modelo de 2011 y esta actualización se han realizado en Quito otros estudios con apoyo en modelos de transporte, entre los

que destaca el realizado para el análisis de “Reestructuración de la Red de Transporte Público de Pasajeros del Distrito Metropolitano de Quito” (desarrollado por la agencia de Ecología Urbana de Barcelona, BCN de aquí en adelante). De este último modelo se han extraído sus propuestas de transporte público para analizarlas como una alternativa más del modelo

Tabla nº 7. Comparación de los modelos de asignación de 2008, de Línea 1 de Metro y del DMQ

ÍTEM	MODELO 2008	MODELO L1	MODELO DMQ 2011	MODELO DMQ 2018
Grafo Red de vehículo privado	Grafo base con viario principal de la ciudad de Quito	Adaptación a TRANSCAD de Red de modelo de 2008	Mejora de Red de modelo de 2008 y L1. Revisión de información asociada y ampliación del grafo	Actualiza red del modelo de 2011 Incluye infraestructuras planeadas en 2018 de la Municipalidad a medio y largo plazo
Grafo Red de transporte público	Líneas de transporte público simplificadas	Introducción ex novo de líneas de BRT, convencionales e interparroquiales actuales sobre grafo de vehículo privado. Introducción de trazado de metro	Revisión de líneas de autobús usadas en modelo L1, adaptándolas con nuevas informaciones Introducción ex novo de líneas propuestas para nuevo Sistema Integrado de Quito	Actualiza red del modelo de 2011 Utiliza tres escenarios de futuro de la red de transporte público: la actual proyectada, la propuesta en 2011 y la propuesta por BCN Incluye infraestructuras planeadas en 2018 de la Municipalidad a medio y largo plazo
Matrices de Viajes	Matrices de vehículo privado y transporte público en periodo de Hora Pico y Hora Valle. Procedentes de modelos de 2008	Matrices de vehículo privado y transporte público en periodo de Hora Pico y Hora Valle. Ajuste y actualización a 2010 de las procedentes de modelos de 2008	Matrices de vehículo privado y transporte público en periodos de Hora Pico de la mañana, Hora pico de la Tarde y Hora Valle. Procedentes de modelos de basados en la EDM de 2011	Matrices de vehículo privado y transporte público en periodos de Hora Pico de la mañana, Hora pico de la Tarde y Hora Valle. Procedentes de etapas 1, 2 y 3 de los modelos actualizados en 2018

Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que los modelos de 2008 se desarrollaron en EMME2, partiendo de un grafo de red de vehículo privado. Las matrices que se emplearon en su momento atendían a dos periodos: pico de la mañana (de 7 a 8 de la mañana) y hora valle (de 8:00 a 16:00).

El modelo de la Línea 1 aprovechó parte de la información existente, en particular el grafo de vehículo privado y las matrices de viajes. Éstas se actualizaron a valores de 2010 y se ajustaron, conforme a los datos obtenidos en pequeñas campañas de campo

e informaciones suministradas por la Municipalidad, para que al asignarlas permitieran la reproducción suficientemente adecuada de las principales magnitudes del sistema de transporte.

No obstante, pese a haber podido aprovechar parte de la información del modelo de 2008, la implementación del nuevo modelo de la Línea 1 exigió la introducción de todas las líneas de transporte público de Quito, incluyendo paradas de acceso/salida de los vehículos. En el caso de los BRT estas paradas se han correspondido con las paradas oficiales bien identificadas físicamente y en los planos manejados. En el caso del transporte público convencional no se pudo contar con este tipo de información de manera generalizada y se optó por definir paradas a distintas razonables y en las inmediaciones de cruces de calles de cierta entidad.

El modelo del DMQ 2011 fue en realidad un modelo totalmente diferente y ajeno de los otros dos. Lo único que tenía en común con ellos es que aprovechaba el esfuerzo ya realizado en el diseño del grafo de vehículo privado, el cual fue revisado y ampliado en el nuevo modelo. Así mismo cabe indicar que utilizó en parte las líneas de transporte público que se incluyeron en el modelo de la línea 1, aunque sometiéndolas a un amplio proceso de revisión aprovechando la información recabada para la definición del nuevo Sistema Integrado de Transporte Público y la reordenación de servicios convencionales.

La actualización de 2017 ha utilizado como punto de partida el modelo desarrollado en 2011. En el marco del nuevo modelo del DMQ se han introducido, además, las líneas de transporte público definidas para el nuevo SITP en 2011 (entre las que, por supuesto, se encuentra la línea 1 de metro) con un grado de detalle similar a las líneas de transporte actuales así como la alternativa propuesta en el estudio de BCN.

En el modelo de asignación se han aplicado matrices de vehículo privado y de transporte público obtenidas en las fases anteriores del modelo global (recuérdese, modelo de cuatro etapas) que a su vez proceden de la nueva Encuesta Domiciliaria de Movilidad de 2011 actualizadas con trabajos de campo en 2017. Además, se ha segmentado la demanda de manera que se cubra todo el día (no sólo el periodo de 7 a 16 que cubrían los modelos de 2008 y de Línea 1) y en periodos significativos como el pico de la mañana y el pico de la tarde.

El modelo del DMQ de 2011 ha sido desarrollado en Transcad 8.0 herramienta que permite una gran flexibilidad y la introducción de las condiciones tarifarias tan particulares que se han propuesto en este proyecto.

2.3. DEFINICIONES BÁSICAS

En este proyecto se ha empleado como software de simulación la plataforma TransCAD, programa especializado en los procesos de macrosimulación de tráfico y transporte, que ha permitido, una vez introducidas las condiciones de circulación

(oferta de transporte y viarios con sus características), estimar en función de variables de costes (monetarios o de tiempo) la demanda que emplearía cada modo de transporte.

La información introducida y/o revisada en el modelo es extensa, ya que ha sido necesario primero incluir información sobre el viario sobre el que se desplazan los distintos modos, incluyendo, entre otros:

- Sentidos de circulación
- Número de carriles por sentido de circulación
- Velocidad permitida a flujo libre (sin tráfico)
- Funciones que relacionen la velocidad en función del flujo de vehículos (funciones de demora o de flujo-capacidad)
- Intersecciones semaforizadas o con restricciones de movimientos (prohibición de giros)
- Zonas de generación o atracción de viajes

El grafo de la red se ha dividido en dos elementos, que recogen la información sobre el viario:

- Nodos. Son puntos o hitos que a su vez se han dividido en:
- Nodos de intersección: representan las intersecciones y cruces del viario. Incluyen información sobre ubicación de semáforos y prohibiciones de giro, y pueden contener paradas de transporte público.
- Nodos geométricos: sirven para dar forma cartográfica al viario. También pueden contener información sobre paradas de transporte público
- Centroides: representan los puntos de generación o atracción de viajes, y se relacionan directamente con la matriz origen/destino.

2.4. PERIODOS HORARIOS

Las rutas o itinerarios seguidos por los usuarios pueden variar según el momento del día en que se realice el viaje, debido a factores como, por ejemplo:

- En el caso de los usuarios de vehículo privado, al grado de congestión. Así, los itinerarios más directos en hora punta pueden encontrarse con problemas de congestión que incrementan su tiempo de recorrido, pudiendo ocurrir que itinerarios que a priori sean menos directos en la práctica ofrezcan mejores tiempos de viaje. Ello llevará a que en esas horas, algunos o todos los usuarios con determinadas características opten por el segundo tipo de itinerarios, opción que en horas de menor congestión no harán.

- En el caso del transporte público, aparte de las velocidades de recorrido fluctuantes entre las distintas horas por lo indicado en el párrafo anterior, se tiene un segundo elemento relevante. Éste es el de la posibilidad de que las líneas de los servicios de transporte público tengan frecuencias de paso diferentes en las distintas horas del día.

Es por ello que en este tipo de modelos, cuando se prevé o conoce de la existencia de problemas de congestión o de la posibilidad de que existan frecuencias de paso diferenciadas a lo largo del día, sea necesario realizar la modelización en periodos horarios tipo. Y, obviamente, éste es el caso de la movilidad en el Distrito metropolitano de Quito.

Se han considerado tres periodos dentro del día medio:

- Periodo de Hora Pico o Punta de la mañana (de 6:00 a 8:00)
- Periodo de Hora Pico o Punta de la tarde (de 16:00 a 19:00)
- Periodo valle: resto de horas.

2.5. FICHERO “MAP”

Se ha definido un fichero con extensión “map” en el cual se cargan los temas necesarios para la ejecución del modelo. En particular, se cargan desde este fichero, entre otros, los siguientes:

- Fichero con red de infraestructuras (Red Quito.dbd): en él se definen arcos y nodos de la red de infraestructuras.
- Fichero con “rout system” que incluye
- Rutas de la red actual
- Rutas de la red propuesta en el estudio de 2011
- Rutas de la red propuesta en el estudio de BCN

Las “selecciones” que se indican en capítulos posteriores quedan activadas cuando se abre el modelo desde el fichero “Modelo DMQ xx.map”. Si se elabora un “map” nuevo habrá que redefinir las selecciones utilizando los campos preparados para ello

2.6. SISTEMAS DE CODIFICACIÓN DE ZONAS

Para la realización de la EDM se han definido unas zonas de transporte y codificado de forma específica. Estas zonas se han reflejado en centroides en el modelo de Transcad. Ocurre que éste da a cada centroide un identificado específico (“Id”) diferente al

código de la EDM. En los ficheros de definición de la red se han definido campos para incluir el código “EDM”. No obstante, todos los procesos de Transcad leen el campo “ID” por lo que las matrices origen-destino se han expresado con los códigos propios del Transcad¹.

¹ Aunque el Transcad permite indexar los códigos “ID” para poder utilizar las matrices con orígenes y destinos al estilo “EDM”, esta opción es proclive a generar problemas en cuanto se tenga alguna zona no definida en alguno de los sistemas. Por esta razón se recomienda “traducir” las matrices de formato “EDM” a formato transcad

3. SESIÓN 3.ETAPA 4. ASIGNACIÓN DE VEHÍCULO PRIVADO

3.1. DIFERENCIAS ENTRE INFORMACIÓN DE PARTIDA E INFORMACIÓN RESULTANTE

A la hora de utilizar e interpretar este tipo de modelos debe tenerse en cuenta varias cuestiones:

- No toda la movilidad que se materializa por el viario público es objeto de la EDM (Encuesta Domiciliaria de Movilidad) que es en última instancia lo que interesa modelizar. Aparte del caso de los vehículos pesados y del transporte público, hay que tener en cuenta que las matrices modeladas se refieren a:
 - Los residentes habituales de Quito. Por tanto, no recogen los viajes de no residentes (visitantes de otras zonas de Ecuador, turistas residentes en hoteles, etc...).
 - La movilidad no relacionada con actividades comerciales. Es decir, los viajes de un representante comercial que pase la jornada visitando diferentes puntos de la ciudad no son objeto de la EDM
 - Por otra parte, el resultado final de la asignación son intensidades de tráfico. Aparte de la producida por las personas indicadas en los párrafos anteriores hay que añadir el caso de los taxis. Gran parte de los movimientos de éstos son en vacío. Es decir, no se corresponden con viajes de usuarios. Sin embargo esos viajes en vacío sí se recogen en los aforos, es decir, en la intensidad de tráfico. Y hay que tener en cuenta que este tipo de usuarios se encuentran, por lo general, en movimiento continuo, añadiendo por tanto una proporción no desdeñable de la intensidad de tráfico.
 - Las matrices que se asignan se refieren a periodos horarios relacionados con la hora de inicio del desplazamiento. En la medida en que algunos de éstos recorren distancias largas o al menos, de levada duración, en la realidad puede ocurrir que los viajes entre dos zonas pueden afectar a la medición de una estación de aforo en una hora diferente que a la que realmente se refiere el aforo.

Las consideraciones anteriores tienen una implicación inmediata: los viajes de cualquier EDM no reproducen por sí solos la intensidad de tráfico del viario y menos por periodos horarios. Es por ello que ha sido necesario considerar otras fuentes de generación tráfico o precargas.

El proceso seguido en esta modelización ha consistido en:

- Ajustar las matrices de viajes a las intensidades de los aforos
- Obtener las matrices de precarga como diferencia entre las matrices ajustadas y las matrices de viajes procedentes de la modelización.

3.2. GRAFO DE RED

El primer elemento que se ha elaborado dentro del modelo ha consistido en el establecimiento del grafo base que refleje la red viaria de Quito, por donde discurrirán los peatones, automóviles y transporte público.

Para definir este grafo ha sido necesario seguir los siguientes pasos:

- Importar el grafo del modelo de 2011
- Revisar la información previa disponible sobre la red viaria y la cartografía.
- Actualizar la red mediante la información previa disponible ya revisada.
- Introducir los atributos de la red que han sido necesarios para la simulación de los movimientos de los distintos modos de transporte.

El grafo o red base ha sido el empleado en la simulación del vehículo privado, y sobre éste, y en un paso posterior, se ha creado la red de transporte público.

Dentro de las tareas de revisión de la información disponible, se han establecido como puntos principales a cotejar:

- Los sentidos de circulación.
- Los carriles por sentido.
- La restricción de movimientos.
- La tipología de vía (local, autopista, arterial, etc.).
- Nuevas actuaciones desde 2011
- Inclusión de propuestas de infraestructuras de la Municipalidad para el horizonte 2020-2040.

Además, para arcos especiales, se han establecido tipos de vías auxiliares, destinadas prácticamente en su totalidad a definir el viario reservado del transporte público, ya sean las plataformas reservadas o recorridos del metro e interconexiones entre la red viaria principal y estos carriles reservados (accesos peatonales y trasbordos).

Los modos de transporte que pueden discurrir por estos arcos variarán en función del tipo de vía, respetando las restricciones y garantizando la accesibilidad a pie a todas las zonas.

En particular:

- El viario por el que pueden transitar autos privados tiene un valor “1” en el campo “Red Auto”
- El viario por el que pueden transitar peatones tiene un valor “1” en el campo “Walking_Link”²

En cuanto a las principales características de los tramos cabe señalar:

- Por su capacidad hay definidos cinco tipos básicos:
 - Conectores: sirven para conectar los centroides de las zonas a la red viaria. Se les ha considerado una capacidad casi infinita (999.999) porque estos arcos son necesarios para la conexión matrices de viajes-red pero no deben de inducir efectos adicionales en los tiempos de viaje
 - Tramos de vías locales, con capacidad de 400 vehículos/hora
 - Tramos urbanos principales e interurbanos de un carril, con capacidad entre 800 y 1.200 vehículos/hora para cada carril
 - Tramos interurbanos que no son autopista con capacidad entre 1.000 y 1.200 vehículos/hora para cada carril
 - Tramos interurbanos que son autopista con capacidad de 2.400 vehículos/hora para cada carril
- Por su velocidad hay definidos cinco tipos básicos:
 - Conectores, con velocidad de 30 km/h
 - Tramos del centro histórico, con velocidad ideal de 15 km/h
 - Tramos urbanos, con velocidad máxima de 50 km/h
 - Tramos interurbanos que no son autopista, con velocidades entre 50 km/h (para tramos más cercanos a núcleos urbanos) y 90 km/h
 - Tramos interurbanos para autopistas futuras, con velocidades de 100 km/h

Según la metodología de asignación, el modelo parte de un tiempo de recorrido teórico (velocidad a flujo libre) que se modifica en función del volumen de vehículos que circula por cada vía. La relación entre la velocidad de circulación y el número de vehículos se refleja en las funciones de volumen-retraso. En ellas la velocidad de circulación varía según el grado de ocupación de la vía (representada en el volumen de vehículos por capacidad de la sección del viario) y unos coeficientes.

² Algunos campos se han denominado en inglés por facilidad de incluirlos en algunos procesos de cálculo

Existen diversos tipos de funciones volumen-retraso, pero las más empleadas son las BPR (de la Bureau of Public Roads), en transcad y las de tipo cónica (muy utilizadas en EMME2)

La expresión de la función BPR presenta la siguiente estructura:

$$t_a = t_a^0 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\frac{f_a}{k_a} \right)^\beta \right]$$

Donde “ta” es el tiempo de recorrido, “ta0” es el tiempo base de recorrido a flujo libre, y α y β los coeficientes establecidos en función del tipo de vía (generalmente, con valores de 0,15 y 4 respectivamente). “fa” representa el flujo de vehículos, mientras que ka la capacidad de la sección del viario (capacidad por carril multiplicado por el número de carriles).

En los modelos de estudios anteriores (concretamente, el de 2008) en los que se utilizó el software EMM-2 lo habitual era utilizar también funciones cónicas del tipo:

$$f^c(x) = 2 + \sqrt{\alpha^2 \cdot (1-x)^2 + \beta^2} - \alpha \cdot (1-x) - \beta$$

Donde el coste (en este caso el tiempo de viaje) varía en función de dos coeficientes establecidos para cada tipo de vía. El coeficiente β en este caso se expresa en función de α , mediante la expresión:

$$\beta = \frac{2 \cdot \alpha - 1}{2 \cdot \alpha - 2}$$

Por lo que con el valor de α es suficiente para completar la expresión.

En el modelo del DMQ de 2011 y en éste de 2018, estas funciones se han asemejado a las funciones BRT anteriormente descritas, estimando parámetros de α y β que reproducen con adecuada exactitud la forma de las curvas originales.

Con todo ello, para cada tipo de vía definido se han establecido los siguientes coeficientes:

Tabla nº 8. Coeficientes de las funciones de demora establecidos en el modelo para cada tipo de vía

Clasificación	Descripción	Alfa (BRP)	Beta (BRP)
Viarios especiales	Conector	0,15	4,0
Autopistas	De peaje con 1 carril por sentido	0,15	5,0
	Autopista de peaje de 2 carriles por sentido	0,64	4,0
	Libre de 1 carril por sentido	0,15	5,0
	Libre de 2 ó más carriles por sentido	0,64	4,0
Vías sec.	Vía secundaria de 1 carril/sentido	0,15	4,0
Vías Urbanas principales	Troncal o arterial de 1 carril/sentido	0,15	4,0
	Troncal o arterial de 2 ó más carriles/sentido	0,64	4,0
Vías urbanas secundarias	Vía alimentadora de 1 carril por sentido	0,15	4,0
	Vía alimentadora de 2 ó más carriles por sentido	0,64	4,0
Viarios locales urbanos	Vía local de 1 carril por sentido	0,15	4,0
	Vía local de 2 carriles por sentido	0,64	4,0

Fuente: Elaboración propia

Dado que no todos los modos de transporte pueden circular por todas las vías (así, los peatones no pueden caminar por autopistas del mismo modo que los coches no pueden hacerlo por viarios peatonales o reservados para el transporte público) para poder establecer estas limitaciones de circulación ha sido necesario establecer códigos para los distintos modos de transporte.

3.3. DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

Para el modelo definido se ha utilizado un sólo fichero geográfico (Red Quito.dbd) en el que se han recogido todos los arcos de las redes actuales y futuras, así como los que deben servir de base para el transporte público.

A efectos de la asignación de vehículo privado, se han marcado campos por escenarios que toman el valor “1” cuando los arcos deben ser considerados en ese escenario. Con los arcos que tienen el campo correspondiente con valor “1” se ha definido después una selección” que es con la que debe construirse la red (fichero “network”) que se quiere emplear en ese escenario.

En concreto, a través de las selecciones, se han definido los escenarios siguientes:

- “Red Auto 2017” para generar la red de vehículo privado actual (puede regenerarse la selección utilizando los campos con Redauto2017=1). Dado que en la situación actual hay tramos que funcionan en un sentido por las mañanas y en sentido contrario por las tardes:
 - Para los distintos periodos deben escogerse los siguientes campos para la capacidad del viario:
 - Capacity_AM: Hora punta de la mañana
 - Capacity_PM: Hora punta de la tarde
 - Capacity_hour: Resto de horas
 - Para los distintos periodos deben escogerse los siguientes campos para la velocidad del viario:
 - Speed_Mannana: Hora punta de la mañana
 - Speed_Tarde: Hora punta de la tarde
 - Speed: Resto de horas
 - A partir de los campos de velocidad se han generado los campos de tiempos de recorrido:
 - Time_Mannana: Hora punta de la mañana
 - Time_Tarde: Hora punta de la tarde
 - Time: Resto de horas
- Redes futuras: en estos casos se ha considerado que ya no habrá contraflujos, por lo que en todos ellos deben usarse los campos genéricos Capacity_hour, Speed y Time. Los escenarios usados se han definido con las selecciones siguientes:
 - Red Auto 2020, selección regenerable usando registros con campos “Red 2020” =1 y “Red Coche”=1
 - Red Auto 2025, selección regenerable usando registros con campos “Red 2025” =1 y “Red Coche”=1
 - Red Auto 2030, selección regenerable usando registros con campos “Red 2030” =1 y “Red Coche”=1
 - Red Auto 2035, selección regenerable usando registros con campos “Red 2035” =1 y “Red Coche”=1
 - Red Auto 2040, selección regenerable usando registros con campos “Red 2040” =1 y “Red Coche”=1

En el modelo definido se han planteado las actuaciones en viario futuro del horizonte 2020-2040 facilitado por la Alcaldía Metropolitana

3.4. “NETWORK SETTINGS”

Cuando se genere un fichero “network” no es necesario activar la opción “Centroids. Create from selection set” ni la pestaña “Penalties” ningún campo, salvo que se quiera por ejemplo introducir el pago de peaje (en el modelo se ha reservado el campo)

3.5. MATRICES DE VIAJES

Se han definido matrices de viajes para cada periodo horario y año horizonte de asignación. Todas ellas (junto con las de transporte público) se han incluido en el mismo fichero (“Matriz 01.mtx”)

La nomenclatura de las matrices de vehículo privado responde al siguiente esquema:

- PRV_MA_2017: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2017
- PRV_TA_2017: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2017
- PRV_VA_2017: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2017
- PRV_MA_2020: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2020
- PRV_TA_2020: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2020
- PRV_VA_2020: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2020
- PRV_MA_2025: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2025
- PRV_TA_2025: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2025
- PRV_VA_2025: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2025
- PRV_MA_2030: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2030
- PRV_TA_2030: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2030
- PRV_VA_2030: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2030
- PRV_MA_2035: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2035
- PRV_TA_2035: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2035
- PRV_VA_2035: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2035
- PRV_MA_2040: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2040
- PRV_TA_2040: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2040
- PRV_VA_2040: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2040
- PRECARGAAM: matriz de precarga para pico de la mañana

- PRECARGAPM: matriz de precarga para pico de la tarde
- PRECARGAVA: matriz de precarga para hora valle

3.6. PROCESO DE ASIGNACIÓN

De las posibilidades ofrecidas por el modelo elaborado en TransCAD se ha optado por la asignación multiclase con algoritmo de equilibrio del usuario. Para la multiclase se han establecido dos clases:

- Por una parte, las matrices modelizadas, actualizadas con los crecimientos de movilidad correspondientes en los diferentes años horizonte.
- Por otra parte, las matrices de precargas indicadas en el epígrafe anterior.

Para cada año horizonte y periodo se asignan la matriz modelizada y la de precargas correspondientes. Para obtener la intensidad diaria es necesario multiplicar los valores obtenidos en cada periodo por el número de horas que representan (2 la hora punta de la mañana, AM; 3 la hora punta de la tarde, PM y 19 la hora valle) y sumar posteriormente estos valores.

4. SESIÓN 4. ETAPA 4. ASIGNACIÓN DE TRANSPORTE PÚBLICO

4.1. GRAFO DE RED

Sobre la red general de vehículo privado, a la que se le habían añadido las plataformas reservadas de transporte público y los arcos necesarios para permitir en la modelización el acceso a pie a centroides y paradas del sistema de transporte público, se han introducido las líneas de transporte público, mediante la inclusión de los recorridos y las paradas de cada línea de transporte. En cada línea se ha incorporado información sobre su funcionamiento, como por ejemplo:

- Frecuencia de paso de vehículos.
- Tarifa que se aplica.
- Velocidad de circulación en transporte público.
- Tipo de modo de transporte (autobús convencional, Ecovía, Trolebús, alimentadora, etc.).
- Penalización (ya sea monetaria o en tiempo) por trasbordo a este modo.
- Paradas.

Las paradas de transporte público se asocian a los nodos de la red, como puntos de ruptura de la continuidad de la línea de transporte a la que pertenece. Cada parada puede incluir información sobre viajeros subidos y bajados, tiempo de acceso o de salida, penalizaciones a trasbordos, etc.

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE TRANSPORTE PÚBLICO

La red de transporte público presenta características particulares diferentes de la red viaria, ya que es necesario introducir información del funcionamiento de cada línea de transporte, tales como la frecuencia de paso, los lugares de subida y bajada de viajeros, velocidad comercial, etc.

Para definir la red de transporte público, ha sido necesario establecer un mínimo de dos elementos:

- Las líneas de transporte público en sí, es decir, el trazado por donde discurre, incluyendo su inicio y final. Se han creado tanto para el sentido de ida como de vuelta.

- Las paradas de cada una de las líneas, que el modelo ha asociado a un nodo, puntos donde interactúa la red viaria con la red de transporte público, al ser el lugar donde los viajeros suben y bajan de este último.

Las líneas de transporte público sólo pueden ser trazadas sobre el viario existente, y sólo pueden discurrir por aquellas vías en las que se les ha permitido el paso mediante la definición de los modos de transporte. Es decir, que un sistema ferroviario sólo puede discurrir por el viario definido como tal, y no por cualquier vía del municipio.

Del mismo modo, las paradas deben estar asociadas a una única línea de transporte pública, aunque varias de ellas de diferentes líneas puedan coincidir geográficamente en el mismo punto.

4.2.1. CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El sistema del transporte público en el DMQ está dividido en dos categorías: el transporte colectivo y transporte comercial.

La modelización que se ha desarrollado en la asignación se corresponde con el transporte público colectivo, tanto para la situación actual (con los elementos descritos anteriormente) como para la futura (en la que aparecen nuevas modalidades como el metro o BRT's que aún no se encuentran en funcionamiento).

Una vez confirmada la necesidad de introducir la red de transporte público al completo, se procedió a su elaboración. Seguidamente se recogen los diferentes tipos de transporte público codificados en la situación actual y los futuros. Entre estos se han desagregado los nuevos servicios transversales, si bien su funcionamiento será semejante a los convencionales, se ha optado por su separación para facilitar la obtención de resultados.

Tabla n° 9. Tipos de transporte público establecidos en el modelo

Nombre	Nombre
Modos actuales	Convencional
	Interparroquial
	Intraparroquial
	Ecovía
	Corredor Suroriental
	Corredor Suroccidental
	Trolebús
	Corredor Central Norte
	Alimentador Ecovía
	Alimentador Suroriental
	Alimentador Trolebús
	Alimentador CCN
	Modos futuros
Servicios Troncoalimentadores	
Servicios Transversales	
Cable	
Tren de cercanías	
Otros modos	

Fuente: Elaboración propia

Al igual que ocurre con el viario, cada línea de transporte público posee una serie de atributos que sirven para reflejar sus características de servicio la tarifa y la frecuencia.

4.2.2. TARIFAS Y FRECUENCIAS

Las tarifas aplicadas en la realidad dependen del tipo de línea y del punto de acceso a la red. De manera general, para la situación actual:

- A todo acceso a la red de transporte público desde el exterior del sistema, se les ha aplicado una tarifa de USD 0.25 salvo en las líneas interparroquiales e intraparroquiales con unas tarifas diferentes.
- En el caso de los transbordos se ha atendido a la realidad del sistema actual:

- Los transbordos entre BRT y sus líneas alimentadoras se han considerado con coste cero
- Los transbordos entre líneas del sistema Integrado (caso de los BRT Suroriental y Ecovía o trolebús) se han considerado con coste cero.
- El resto de los transbordos se ha considerado con coste igual a la tarifa de acceso: USD 0.25.

Este tipo de restricción es fácil definirlo en el software Transcad, ya que en la modelización de transporte público este paquete informático permite:

- La introducción de las tarifas de acceso desde la calle o fuera del sistema en las tablas “Route system” en las que se definen las características de las líneas
- La introducción de penalizaciones en los transbordos entre modos mediante las tablas “Mode transfer”. Esta ha sido una de las razones por las lo que diferentes servicios en apariencia semejantes (CCN, Trolebús, Ecovía,...) se han definido como modos diferenciados.

Las frecuencias de cada línea se han obtenido de la información facilitada por la municipalidad, estableciendo un valor promedio tanto para la hora punta como para la hora valle, para cada línea de transporte público.

Las paradas de transporte público están asociadas a cada línea, aunque como se ha mencionado, paradas de distintas líneas pueden coincidir geográficamente en el mismo punto. Cada parada posee un código que la relaciona con un nodo de la red, asignado automáticamente con el programa, que permite relacionar la demanda de viajeros que circula por la red con la oferta de transporte público.

4.2.3. CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN FUTURA. ESQUEMA TARIFARIO

Para la situación futura se ha considerado un sistema tarifario integrado para el conjunto del DMQ con la siguiente estructura y niveles (en unidades monetarias de 2018, es decir, sin inflación):

- Tarifa plana en las líneas urbanas que permiten realizar un número ilimitado de transbordos en un mismo viaje a otras líneas urbanas
- Para las líneas no urbanas (intraparroquiales e interparroquiales) cada acceso cuesta como en la situación actual

Como nivel de tarifa plana integrada se ha considerado:

- USD 0.40 en 2020 y 2025
- USD 0.60 a partir de 2030

4.2.4. CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN FUTURA. NUEVOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

Un elemento central del nuevo Sistema Integrado es la línea 1 de metro. La alternativa de trazado elegida en fases anteriores tiene como extremos las estaciones de Quitumbe y El Labrador.

Pero el escenario futuro se plantea no sólo con la inclusión de la línea 1 de Metro, sino con la configuración de un sistema de transporte público de la ciudad completamente integrado. Así, estaría formado no sólo por el actual sistema Metrobús-Q, con sus troncales y alimentadoras, y la línea 1 de Metro, sino también por el resto del sistema de transporte público de la ciudad y el entorno metropolitano, que incluye las rutas urbanas convencionales e interparroquiales.

La estimación de la demanda de este conjunto exige definir las principales medidas a tomar para la racionalización e integración del sistema, así como la definición de la estructura tarifaria prevista.

A efectos de la situación futura se han planteado tres alternativas:

- **Proyección de la situación actual:** Para el año 2020, mantenimiento de la red de servicios actuales y aplicación en los distintos años horizonte de las previsiones de infraestructuras planteadas por el DMQ
- **Reordenación propuesta en estudio de Factibilidad de la línea 1** (de aquí en adelante, Reordenación 2011): Para el año 2020, reordenación de rutas propuestas en 2011 y aplicación en los distintos años horizonte de las previsiones de infraestructuras planteadas por el DMQ
- Reordenación propuesta en estudio de Reestructuración de la Red de Transporte Público de Pasajeros del Distrito Metropolitano de Quito (de aquí en adelante, Reordenación BCN): Para el año 2020, reordenación de rutas propuestas en el mencionado estudio y aplicación en los distintos años horizonte de las previsiones de infraestructuras planteadas por el DMQ

Para seleccionar las rutas de cada escenario y año se han construido selecciones denominadas con la siguiente estructura:

- Tres primeras letras indican la alternativa (act, M11 ó BCN)
- Tras un guion bajo, el valor 0 si no se considera metro o el valor “m” si se considera el metro
- Tras otro guion bajo, el año horizonte en que estaría operativa la red a que hace referencia dicha selección

Estas selecciones pueden regenerarse con los campos siguientes:

- Para detectar las redes planteadas en 2018 sin las actuaciones a partir de 2020, se pueden utilizar los siguientes campos cuando adopten el valor “1”:
 - RedActual2018: son las rutas existentes en 2018
 - Red2018yMetro: rutas actuales más la línea 1 de metro
 - RedPropMetro2011: rutas propuestas en reordenación de 2011
 - ReorMetro2011: rutas propuestas en reordenación de 2011 pero ajustadas a las últimas previsiones de BRT (no cortar trolebús ni CCN, circunstancias que sí se planteaban en 2011)
 - ReorBCN: rutas propuestas en reordenación BCN
- Para considerar las actuaciones previstas en los siguientes años, se han marcado con 1 las líneas futuras en los siguientes campos:
 - Nuevo2025
 - Nuevo 2030
 - Nuevo2035
 - Nuevo2040
- Combinando cuando “la red 2018” de cada alternativa vale 1 más cuando en la actuación de un año hay un “1” se pueden obtener las selecciones de cada escenario. Para regenerar estas selecciones más fácilmente se han creado campos en los que se ha marcado con el valor 1 cuando una ruta está activa en el escenario considerado (campos Actual2020, Actual2025, Actual2030, Actual2035, Actual2040, Reor11_2020, Reor11_2025, Reor11_2030, Reor11_2035, Reor11_2040, ReorBcn_2020, ReorBcn_2025, ReorBcn_2030, ReorBcn_2035 y ReorBcn_2040)

4.2.5. CAMPOS DE INTERVALOS DE PASO Y TARIFAS

Se han definido dos intervalos de paso tipo para cada ruta:

- Intervalo_HP, para los periodos pico
- Intervalo_VA, para los periodos valle

Así mismo se han definido cuatro niveles tarifarios para cada ruta:

- TarActual: tarifas vigentes en 2018
- TarA: Tarifa plana de USD 0.25 en sistema integrado y tarifa actual en rutas parroquiales

- TarB: Tarifa plana de USD 0.40 en sistema integrado y tarifa actual en rutas parroquiales
- TarC: Tarifa plana de USD 0.60 en sistema integrado y tarifa actual en rutas parroquiales

4.3. MATRICES DE VIAJES

Se han definido matrices de viajes para cada periodo horario y año horizonte de asignación. Todas ellas (junto con las de vehículo privado) se han incluido en el mismo fichero ("Matriz 01.mtx")

La nomenclatura de las matrices de vehículo privado responde al siguiente esquema:

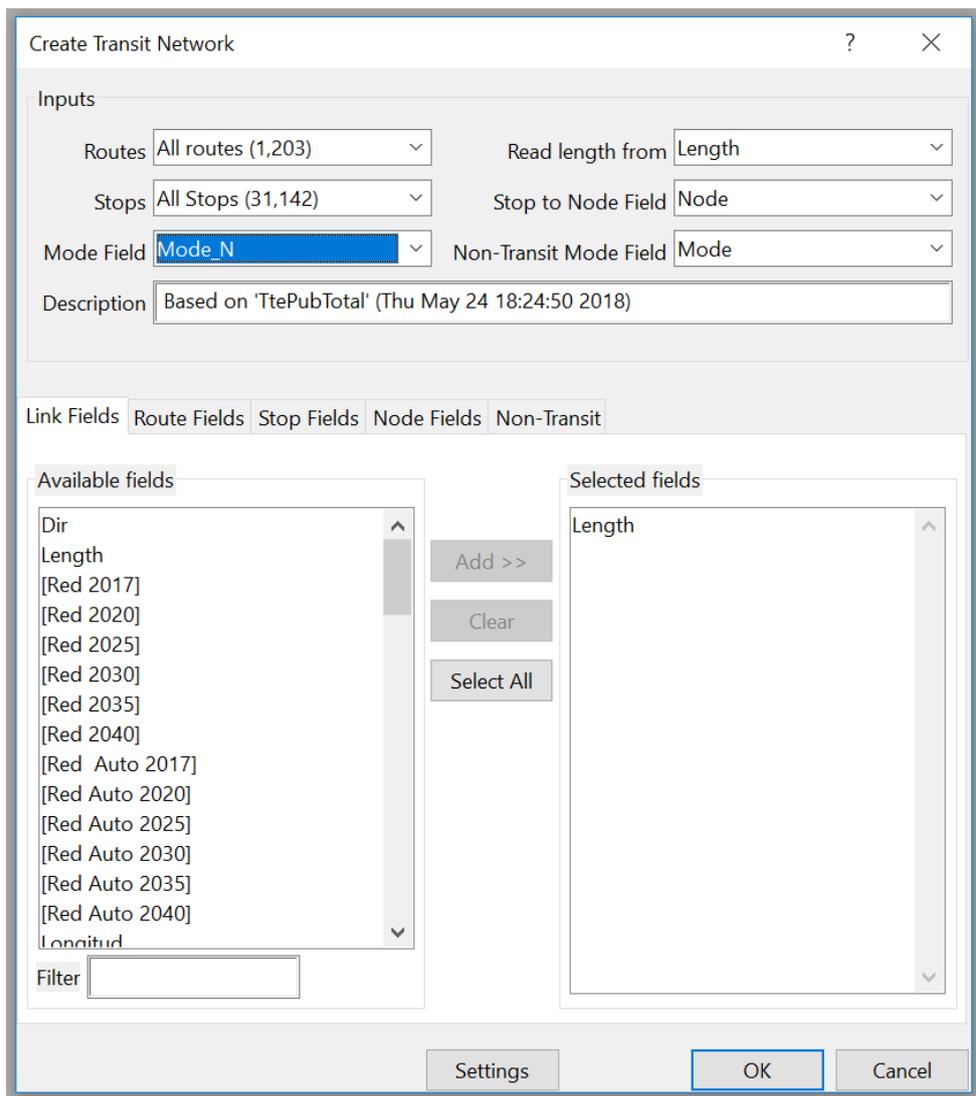
- PUB_MA_2017: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2017
- PUB_TA_2017: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2017
- PUB_VA_2017: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2017
- PUB_MA_2020: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2020
- PUB_TA_2020: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2020
- PUB_VA_2020: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2020
- PUB_MA_2025: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2025
- PUB_TA_2025: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2025
- PUB_VA_2025: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2025
- PUB_MA_2030: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2030
- PUB_TA_2030: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2030
- PUB_VA_2030: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2030
- PUB_MA_2035: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2035
- PUB_TA_2035: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2035
- PUB_VA_2035: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2035
- PUB_MA_2040: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2040
- PUB_TA_2040: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2040
- PUB_VA_2040: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2040

4.4. CREACIÓN DE “TRANSIT NETWORKS”

Para la creación de los transit networks, la red base de vehículo privado es la “Red Total.net” (se genera como red de vehículo privado con todos los arcos)

Cuando se genere un nuevo network debe seleccionarse como campo “Mode field” el campo “Mode_N”

Imagen nº 3. Ventana General



En esta ventana deben seleccionarse todos los campos que aparecen en las pestañas de variables de red (Link fields, Route fields, Node Fields).

Imagen nº 4. Selección de campos

The screenshot shows a software window titled "Create Transit Network" with a close button (X) and a help button (?). The window is divided into several sections:

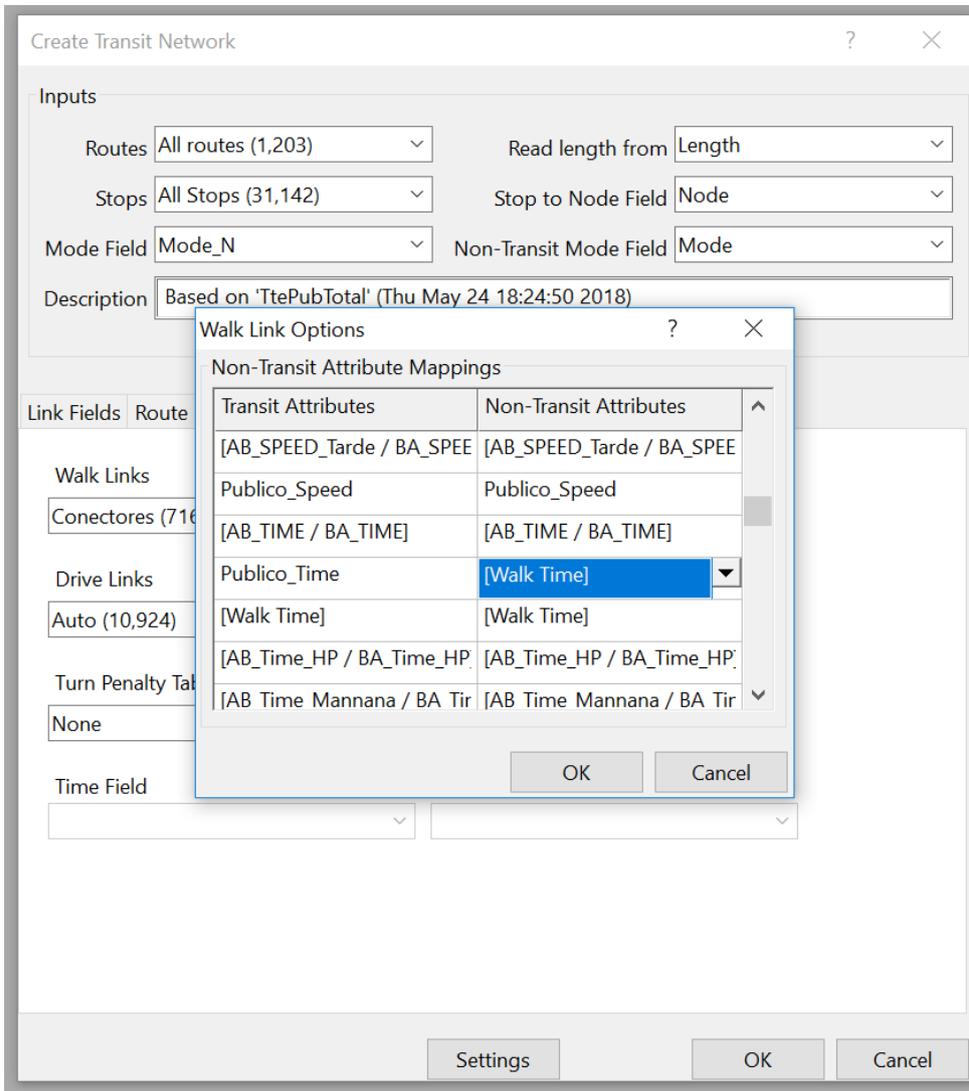
- Inputs:** Contains dropdown menus for "Routes" (All routes (1,203)), "Stops" (All Stops (31,142)), "Mode Field" (Mode_N), and "Non-Transit Mode Field" (Mode). It also has a "Read length from" dropdown (Length) and a "Stop to Node Field" dropdown (Node). A "Description" text box contains "Based on 'TtePubTotal' (Thu May 24 18:24:50 2018)".
- Link Fields:** A tabbed interface with "Route Fields", "Stop Fields", "Node Fields", and "Non-Transit" tabs. The "Non-Transit" tab is active.
- Available fields:** A list of fields including various time-based fields (e.g., [AB_Tiempo_2020VA / BA_Tiempo_20...]) and a "[Formula Field:1]". A "Filter" text box is located below this list.
- Selected fields:** A list of fields that have been selected, including "Length", "Dir", and several "Red" (Red 2017, Red 2020, Red 2025, Red 2030, Red 2035, Red 2040) and "Red Auto" (Red Auto 2017, Red Auto 2020, Red Auto 2025, Red Auto 2030, Red Auto 2035, Red Auto 2040) fields, along with "Longitud" and "Peaje2018".
- Buttons:** "Add >>", "Clear", and "Select All" buttons are positioned between the "Available fields" and "Selected fields" lists. At the bottom of the window are "Settings", "OK", and "Cancel" buttons.

En la pestaña "Options" debe seleccionarse como Walk Links la selección "Walk link". A continuación debe accionarse el botón "Atributes" y asignar en la columna "Non-transit attributes" el campo "walking time" donde por defecto sale "Public Time".

Imagen nº 5. Pestaña Non-Transit

The screenshot shows a software dialog box titled "Create Transit Network" with a "Non-Transit" tab selected. The "Inputs" section contains several dropdown menus: "Routes" (All routes (1,203)), "Stops" (All Stops (31,142)), "Mode Field" (Mode_N), "Read length from" (Length), "Stop to Node Field" (Node), and "Non-Transit Mode Field" (Mode). A "Description" text box contains "Based on 'TtePubTotal' (Thu May 24 18:24:50 2018)". Below the inputs are tabs for "Link Fields", "Route Fields", "Stop Fields", "Node Fields", and "Non-Transit". The "Non-Transit" tab is active and shows settings for "Walk Links" (Conectores (716) with 716 Segments and an "Attributes" button), "Drive Links" (Auto (10,924) with 10924 Segments), "Turn Penalty Table" (None), "Time Field", and "Penalty Field". At the bottom are "Settings", "OK", and "Cancel" buttons.

Imagen nº 6. Pestaña Non-Transit. Atributos de “Non-transit atributes”



4.5. PROCESO DE ASIGNACIÓN

De las posibilidades ofrecidas por el modelo elaborado en TransCAD se ha optado por el método de “búsqueda de rutas” (Pathfinder) que, además de emplear el tiempo como medida para elegir la ruta (el viajero escoge la ruta por la que tarda menos tiempo), utiliza también el coste generalizado, mediante la introducción de la tarifa como variable de elección, y el valor del tiempo como dato que permite el paso de variables temporales en variables monetarias.

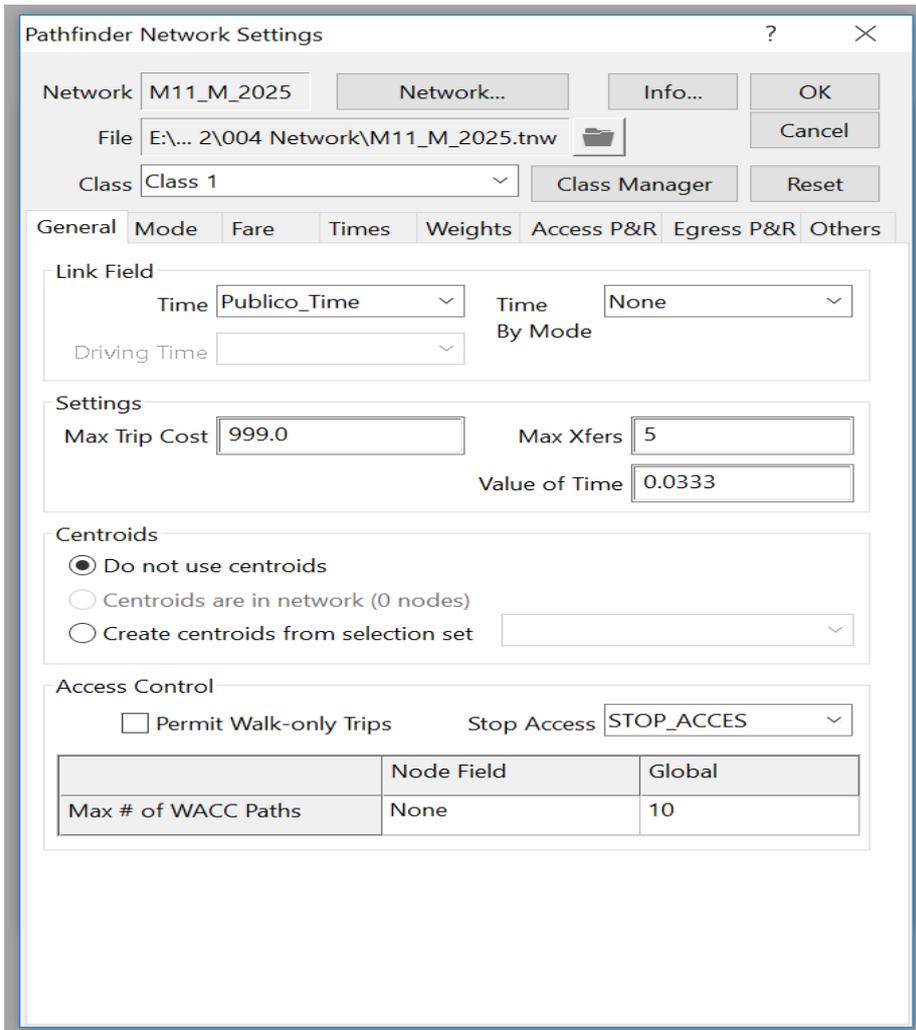
En este modelo se ha adoptado como valor medio del tiempo de viaje el obtenido en el marco del análisis de rentabilidad socioeconómico, cifrado en USD/hora 1,9 (en términos de USD/min 0,0333).

Como ficheros auxiliares se han definido los dos siguientes:

- Modes_07.bin: Describe los modos utilizados. Incluye un campo de penalización “PT” para el tiempo de recorrido en vehículo y de penalización de espera en primera etapa (“Penal_Frec”) y de espera en transbordos (“Penal_Fr_Trans”):
- Mode transfer_07.bin: Describe los costes de transbordo entre modos. En él se destacan los campos “Fare2”, “FareIn025”, “FareIn040” y “FareIn060” para indicar entre qué modos hay que realizar pagos o no según el escenario tarifario propuesto (en la situación actual habría que usar el campo “Fare2” que considera solo integración en los modos ya integrados actualmente y en los escenarios con tarifa plana los otros campos, a escoger según el nivel planteado de tarifa plana.

A continuación se muestran los valores incluidos en el “Pathfinder network settings”

Imagen nº 7. Pestaña “General”

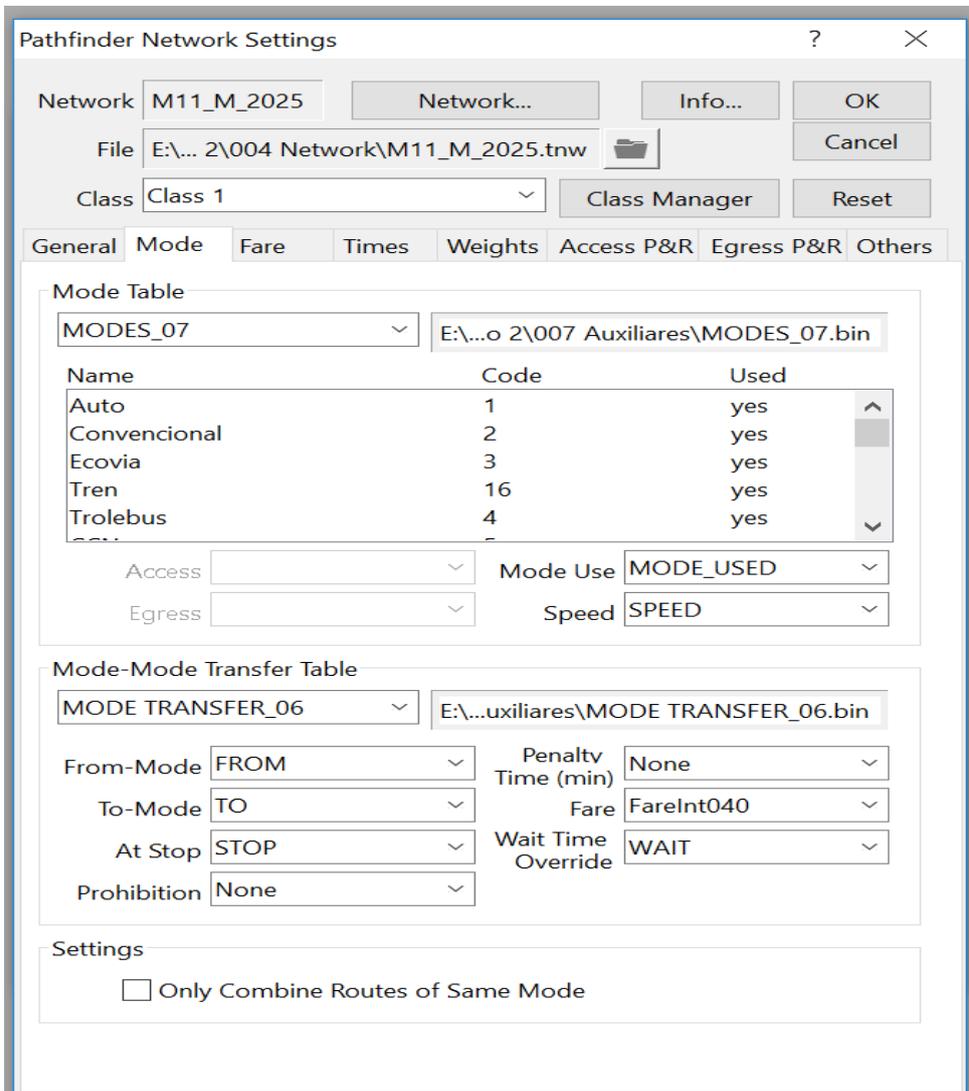


The screenshot shows the 'Pathfinder Network Settings' dialog box with the 'General' tab selected. The 'Network' field is set to 'M11_M_2025' and the 'File' field is 'E:\... 2\004 Network\M11_M_2025.tnw'. The 'Class' is set to 'Class 1'. The 'Link Field' section has 'Time' set to 'Publico_Time' and 'By Mode' set to 'None'. The 'Settings' section has 'Max Trip Cost' at 999.0, 'Max Xfers' at 5, and 'Value of Time' at 0.0333. The 'Centroids' section has 'Do not use centroids' selected. The 'Access Control' section has 'Permit Walk-only Trips' unchecked and 'Stop Access' set to 'STOP_ACCES'. A table at the bottom shows 'Max # of WACC Paths' with 'Node Field' set to 'None' and 'Global' set to '10'.

	Node Field	Global
Max # of WACC Paths	None	10

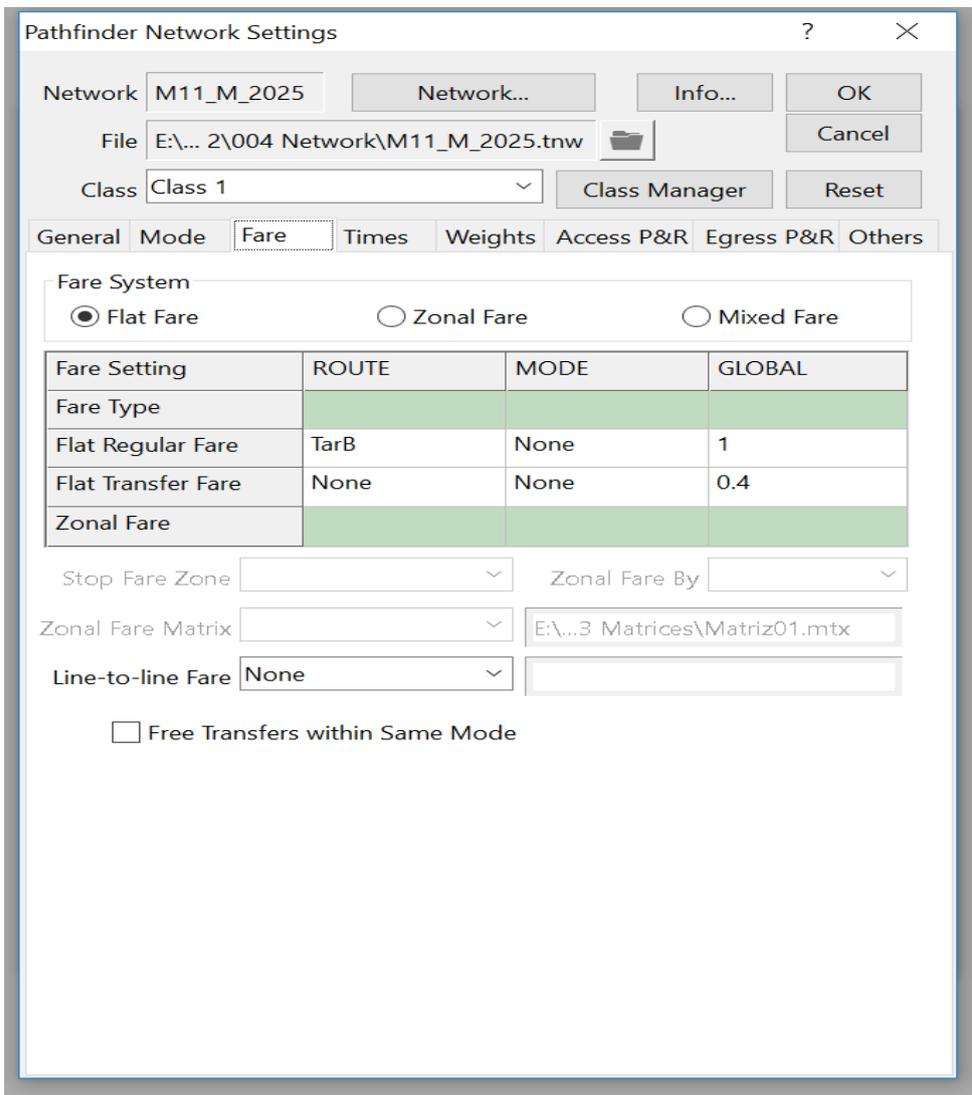
En el grafo de vehículo privado se ha utilizado el campo Publico_Time para definir los tiempos de recorrido comerciales en transporte público.

Imagen nº 8. Pestaña “Mode”



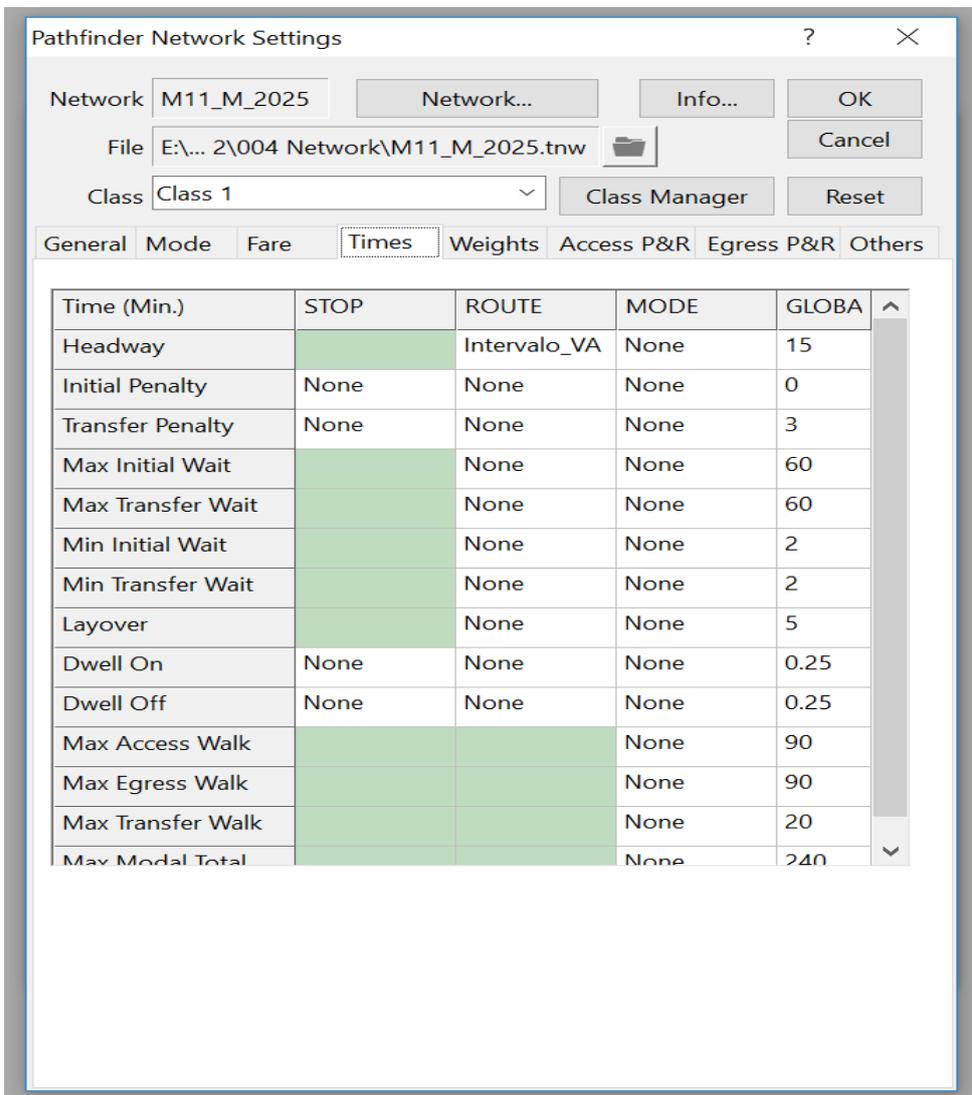
En el sistema tarifario actual debe introducirse el campo “Fare2” en la tabla “Mode-Mode Transfer” para la situación actual y “FareIntxx” para los escenarios futuros con tarifa plana integrada

Imagen nº 9. Pestaña Fare



En la celda Falte Reglara Fare-Route se debe indicar la tarifa de la ruta a considerar (TarActual en la situación actual. En la futura, TarA si se plantea tarifa integrada a USD 0.25, TarB si se plantea tarifa integrada a USD 0.40 ó TarC si se plantea tarifa integrada a USD 0.60)

Imagen nº 10. Pestaña Times



En la pestaña Times debe incluirse el intervalo de paso en la celda Headway-Route

Imagen nº 11. Pestaña Weights

Pathfinder Network Settings

Network: M11_M_2025 Network... Info... OK

File: E:\... 2\004 Network\M11_M_2025.tnw Cancel

Class: Class 1 Class Manager Reset

General Mode Fare Times **Weights** Access P&R Egress P&R Others

Transit	STOP	ROUTE	MODE	GLOBAL
Fare		None	None	1
Link Time		None	PT	1
Initial Penalty Time		None	None	1
Transfer Penalty Time		None	None	1
Initial Wait Time		None	PenalFrec	2
Transfer Wait Time		None	Penal_Fr_Trn	2
Dwelling Time		None	None	1

Non-Transit	GLOBAL	Others	Value
Walk Time	2	Interarrival Parameter	0.5
Drive Time		Logit scale Parameter	0.1

Parameter	MODE	Global
Transit Path Combination Factor		1

Parameter	NODE	Global
Walk Path Combination Factor	None	0
Drive Path Combination Factor		

Mid-block Stop Offset Threshold: 1.0000

En la columna de modos deben incluirse las variables “PT” para Link Time, “Penal_Frec” para InitialWait Time y Penal_Fr_Trn para Transfer Wait Time.

5. DESCRIPCIÓN DE LOS FICHEROS DEL MODELO

A continuación se resumen los ficheros que se utilizan en los modelos, descritos en los apartados anteriores.

A. 1.1. ESTRUCTURA GENERAL

Los ficheros de los modelos de TransCAD se han estructurado en las siguientes carpetas:

- 001 Geographic: aquí se ha guardado el fichero “Red Quito.dbd” (y sus asociados) con la definición de las infraestructuras que sirven de base para la movilidad en transporte privado y transporte público.
- Este fichero “dbd” gestiona los arcos y los nodos de la red
- 002 Map: El fichero “Red Quito_01.map” es el fichero de proyecto. Está definido para que se abra con el fichero de infraestructura (“Red Quito_01.dbd”) y los Route system que se indican más adelante.
- 003 Matrices: aquí se incluyen las matrices de viajes.
- 004 Network: ficheros “net”: aquí se recogen los ficheros de la red de vehículo privado futura generados a partir de las selecciones correspondientes de “red quito.dbd”.
- 005 Transit Network: aquí se recogen los ficheros de la red de transporte público “tnw”. Se obtienen a partir de la red de infraestructuras y los Route systems
- 006 Route System: Contiene los ficheros con definición de las líneas de transporte y paradas.
- 007 Auxiliares: Aquí se incluyen ficheros necesarios para la asignación como:
 - “Modes_07.bin”: definición de frecuencias de características básicas de los modos de transporte público
 - “MODE TRANSFER_06.bin”: definición de características básicas para los transbordos entre los modos de transporte público

Seguidamente se describen las características y campos más relevantes de los ficheros que componen los modelos.

A. 1.2. FICHERO “RED QUITO.DBD”

Los campos de este fichero que afectan a la **tabla de arcos** son:

- ID: código de identificación
- Length: Longitud en km
- Dir: si tiene valor 0, arco bidireccional. Si tiene valor 1 ó -1, arco de un solo sentido

- Red2017 a Red2040: campos en los que el valor 1 indican en qué año está un tramo operativo
- RedAuto2017 a RedAuto2040: campos en los que el valor 1 indican en qué año está un tramo operativo para el vehículo privado
- Nombre: nombre del viario (no siempre relleno)
- Peaje2018: indica valor del peaje (en USD) en 2018 en tramos con peaje
- PeajeFuturo: para indica valores del peaje en tramos con peaje en escenarios futuros
- Capacity_Hour: capacidad horaria ideal del tramo
- Capacity_AM: capacidad horaria ideal del tramo en hora pico de la mañana
- Capacity_PM: capacidad horaria ideal del tramo en hora pico de la tarde
- AB_Speed_Mañana: velocidad en sentido igual que con el que se haya dibujado el arco en periodo de mañana (para vehículo privado)
- BA_Speed_Mañana: velocidad en sentido contrario que con el que se haya dibujado el arco para el periodo de mañana (para vehículo privado)
- AB_Speed_Tarde: velocidad en sentido igual que con el que se haya dibujado el arco en periodo de tarde (para vehículo privado)
- BA_Speed_Tarde: velocidad en sentido contrario que con el que se haya dibujado el arco para el periodo de tarde (para vehículo privado)
- AB_Speed: velocidad en sentido igual que con el que se haya dibujado el arco (para vehículo privado)
- Publico_Speed: velocidad para el transporte público
- BA_Speed: velocidad en sentido contrario que con el que se haya dibujado el arco (para vehículo privado)
- AB_Time: tiempo (minutos) en sentido igual que con el que se haya dibujado el arco (para vehículo privado)
- BA_Time: tiempo (minutos) en sentido contrario que con el que se haya dibujado el arco (para vehículo privado)
- Publico_Time: tiempo de recorrido para el transporte público
- Walk Time: tiempo (minutos) andando
- AB_Time_Mañana: tiempo (minutos) en sentido igual que con el que se haya dibujado el arco (para transporte público) en hora punta mañana.
- BA_Time_Mañana: tiempo (minutos) en sentido contrario que con el que se haya dibujado el arco (para transporte público) en hora punta mañana.
- AB_Time_Tarde: tiempo (minutos) en sentido igual que con el que se haya dibujado el arco en hora valle.
- BA_Time_Tarde: tiempo (minutos) en sentido contrario que con el que se haya dibujado el arco en hora valle.

- Alpha: valor alfa para la función velocidad-intensidad del arco
- Beta: valor beta para la función velocidad-intensidad del arco
- Conector: Si valor 1, indica que uno de sus extremos es un centroide
- Mode: si valor 21, es que ese arco puede ser usado por tráfico peatonal. Si valor 1, es que ese arco no puede ser usado por tráfico peatonal
- Walking_Link. Si valor 1, es que ese arco puede ser usado por tráfico peatonal
- Red_Actual. Si valor 1, es que ese arco forma parte del viario de la red actual
- Red Futura. Si valor 1, es que ese arco forma parte del viario de la red futura
- Red_Coche: Si valor 1, es que ese arco forma parte del viario de la red que sirve de apoyo para la red de transporte público
- Metro: si valor 1, es que ese tramo está previsto para Metro
- Trole: si valor 1, es que ese tramo está previsto para Trole
- Ecovia: si valor 1, es que ese tramo está previsto para Ecovía
- CCN: si valor 1, es que ese tramo está previsto para CCN
- SUR_OCCIDENTAL: si valor 1, es que ese tramo está previsto para el BRT Sur-Occidental
- SUR_ORIENTAL: si valor 1, es que ese tramo está previsto para el BRT Sur-Oriental
- Resto de campos: auxiliares para procesos de trabajo. Pueden eliminarse

Los campos de este fichero que afectan a la **tabla de nodos** son:

- ID: identificador del nodo
- Longitude: Coordenada de Longitud
- Latitude: Coordenada de Latitud
- Centroide: adopta valor 1 si es centroide

Para la generación de redes se han definido una serie de selecciones. Si al abrir los ficheros no pueden leerse éstas, pueden regenerarse fácilmente a partir de los campos rellenos con los valores "1".

A. 1.3. FICHEROS DE MATRICES DE VEHÍCULO PRIVADO Y PRIVADO

Las matrices de vehículo privado y público se incluyen en un solo fichero que contiene las matrices:

- PRV_MA_2017: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2017
- PRV_TA_2017: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2017

- PRV_VA_2017: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2017
- PRV_MA_2020: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2020
- PRV_TA_2020: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2020
- PRV_VA_2020: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2020
- PRV_MA_2025: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2025
- PRV_TA_2025: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2025
- PRV_VA_2025: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2025
- PRV_MA_2030: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2030
- PRV_TA_2030: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2030
- PRV_VA_2030: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2030
- PRV_MA_2035: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2035
- PRV_TA_2035: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2035
- PRV_VA_2035: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2035
- PRV_MA_2040: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2040
- PRV_TA_2040: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2040
- PRV_VA_2040: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2040
- PRECARGAAM: matriz de precarga para pico de la mañana
- PRECARGAPM: matriz de precarga para pico de la tarde
- PRECARGAVA: matriz de precarga para hora valle
- PUB_MA_2017: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2017
- PUB_TA_2017: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2017
- PUB_VA_2017: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2017
- PUB_MA_2020: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2020
- PUB_TA_2020: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2020
- PUB_VA_2020: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2020
- PUB_MA_2025: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2025
- PUB_TA_2025: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2025
- PUB_VA_2025: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2025

- PUB_MA_2030: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2030
- PUB_TA_2030: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2030
- PUB_VA_2030: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2030
- PUB_MA_2035: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2035
- PUB_TA_2035: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2035
- PUB_VA_2035: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2035
- PUB_MA_2040: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2040
- PUB_TA_2040: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2040
- PUB_VA_2040: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2040

A. 1.4. FICHEROS NETWORK Y TRANSIT NETWORK

Estos ficheros los genera el sistema cuando se generan las correspondientes redes.

A. 1.5. FICHERO “ROUTE SYSTEM”

El fichero “RS totales 01” recoge la definición de las líneas y las paradas de todas las alternativas. Los campos en la definición de líneas son:

- Route_ID: Identificador de la ruta
- Route_Name: Nombre TRANSCAD de la ruta
- ROUTE_ID2 y ROUTE_ID1: Identificadores obsoletos de la ruta
- Time: tiempo de recorrido de la línea
- Distance: Distancia de recorrido de la línea
- Descripción: descripción de la ruta (en lo posible, conforme a nombre de la línea)
- Codigo: Código oficial de la ruta
- Calificacion, Tipo, Tipo0 y Supertipo: Literales de caracterización de submodos de transporte público
- MODO_N: Código de submodo de transporte público
- Intervalo_HP: Frecuencia en hora punta
- Intervalo_HV: Frecuencia en hora valle
- TarActual: tarifa vigente en 2018
- TarA: Tarifa plana de US\$ 0.25 (escenarios futuros)
- TarB: Tarifa plana de US\$ 0.40 (escenarios futuros)
- TarC: Tarifa plana de US\$ 0.60 (escenarios futuros)

- RedActual2018: Rutas actuales en 2018 (cuando vale 1)
- Red2018yMetro: Rutas actuales en 2018 y Metro (cuando vale 1)
- RedPropMetro2011: Rutas propuestas en 2011 (cuando vale 1)
- ReorMetro2011: Rutas propuestas en 2011 adaptadas a realidad de 2018 (cuando vale 1)
- ReorBCN Rutas propuestas por BCN (cuando vale 1)
- ActualyMetro: Rutas actuales en 2018 más línea 1 de metro (cuando vale 1)
- Nuevo2020: Rutas nuevas en 2020 (cuando vale 1)
- Nuevo2025: Rutas nuevas en 2025 (cuando vale 1)
- Nuevo2030: Rutas nuevas en 2030 (cuando vale 1)
- Nuevo2035: Rutas nuevas en 2035 (cuando vale 1)
- Nuevo2040: Rutas nuevas en 2040 (cuando vale 1)
- Actual2020: Red actual proyectada y mejoras previstas en 2020 (cuando vale 1)
- Actual2025: Red actual proyectada y mejoras previstas en 2025 (cuando vale 1)
- Actual2030: Red actual proyectada y mejoras previstas en 2030 (cuando vale 1)
- Actual2035: Red actual proyectada y mejoras previstas en 2035 (cuando vale 1)
- Actual2040: Red actual proyectada y mejoras previstas en 2040 (cuando vale 1)
- Reor11_2020: Red propuesta 2011 y mejoras previstas en 2020 (cuando vale 1)
- Reor11_2025: Red propuesta 2011 y mejoras previstas en 2025 (cuando vale 1)
- Reor11_2030: Red propuesta 2011 y mejoras previstas en 2030 (cuando vale 1)
- Reor11_2035: Red propuesta 2011 y mejoras previstas en 2035 (cuando vale 1)
- Reor11_2040: Red propuesta 2011 y mejoras previstas en 2040 (cuando vale 1)
- ReorBcn_2020: Red propuesta BCN y mejoras previstas en 2020 (cuando vale 1)
- ReorBcn_2025: Red propuesta BCN y mejoras previstas en 2025 (cuando vale 1)
- ReorBcn_2030: Red propuesta BCN y mejoras previstas en 2030 (cuando vale 1)
- ReorBcn_2035: Red propuesta BCN y mejoras previstas en 2035(cuando vale 1)
- ReorBcn_2040: Red propuesta BCN y mejoras previstas en 2040 (cuando vale 1)

Los campos en la definición de paradas en ambos Route Systems relevantes son:

- ID: Identificador
- Longitude: Coordenada de Longitud
- Latitude: Coordenada de Latitud
- Route_ID: Código de ruta a la que pertenece la parada
- Pass_Count: campo no usado
- Milepost: Distancia relative dentro de la ruta

- STOP_ID: Identificador (igual que ID)
- NODE: Código de nodo de “Red Quito.dbd” asociado a la parada
- STOP_ACCES: Campo que debe estar vacío
- STOP_FLAG: Campo no usado

A. 1.6. FICHERO DE DEFINICIÓN DE MODOS (“MODES_07.BIN”)

La estructura del fichero usado en definición de modos es

- MODE_NAME: nombre del modo
- MODE_ID: Código identificador del modo
- MODE_USED: siempre valor 1
- TYPE: W si peatonal; si no, T
- SPEED: Velocidad inicial del modo (no usada)
- CODE: código con letras
- PT: penalización para el valor del tiempo que da para transporte público los campos correspondientes de “Red Quito.dbd” (valores obtenidos en el proceso de calibración)
- Penal_Frec: Penalización de tiempo de espera en primera etapa
- Penal_Fr_Tran: Penalización de tiempo de espera en transbordos

A. 1.7. FICHERO DE DEFINICIÓN DE TRANSFERENCIAS MODALES (“MODE TRANSFER_06.BIN”)

La estructura de este fichero es:

- FROM: Modo desde el que se accede a otro
- TO: : Modo al que se accede desde otro
- STOP: campo no usado
- COST: penalización en tiempo (para usar en versión Transcad 4.5)
- PENALTY: penalización en tiempo
- FARE: campo no usado en esta versión
- FARE2: tarifa para el transbordo en Red Actual
- TarA: tarifa para el transbordo en tarifa plana de USD 0.25
- TarB: tarifa para el transbordo en tarifa plana de USD 0.40
- TarC: tarifa para el transbordo en tarifa plana de USD 0.60
- WAIT: campo no usado
- MODE: campo no usado

6. RELACIÓN DE CÓDIGOS DE ZONIFICACIÓN EDM- TRANSCAD

A continuación se muestra la correspondencia entre los códigos de zona “tipo EDM” y los códigos de los nodos correspondientes en TRANSCAD.

Tabla n° 10. Códigos de zona “tipo EDM” y los códigos de los nodos de TRANSCAD

Zona transporte	Código Transcad
2-01	36
3-01	23
3-02	39
4-01	40
5-01	1
6-01	52
7-01	27
9-01	58
9-02	61
9-03	56
11-01	25
12-01	57
13-01	9103
13-02	62
18-01	277
18-02	193
18-03	237
19-01	260
19-02	370
20-01	76
20-02	78

Zona transporte	Código Transcad
23-01	296
23-02	236
28-01	69
29-01	333
30-01	9263
30-02	412
31-01	335
32-01	331
32-02	288
32-03	321
32-04	9265
32-05	9264
34-01	450
35-01	290
35-02	294
37-01	458
37-02	451
39-01	933
39-02	946
40-01	954
40-02	191

Zona transporte	Código Transcad
40-03	9260
43-01	1076
43-02	1020
43-03	993
43-04	989
43-05	991
45-01	965
45-02	805
45-03	9259
55-01	1235
55-02	1262
56-01	1316
56-02	1233
56-03	9261
58-01	1172
58-02	1178
58-03	1284
62-01	1095
62-02	9185
62-03	1046
63-01	1044
63-02	813
63-03	809
63-04	807
63-05	922
63-06	1038

Zona transporte	Código Transcad
63-07	1039
65-01	1148
65-02	1672
65-03	9186
65-04	1096
65-05	1127
66-01	932
66-02	1083
70-01	1371
70-02	1318
70-03	9256
70-04	9258
70-05	9257
70-06	1394
73-01	9187
73-02	1744
73-03	9255
75-01	1157
75-02	1816
75-03	1631
75-04	1161
79-01	9188
79-02	1888
80-01	1415
80-02	1180
80-04	9262

Zona transporte	Código Transcad
82-01	67
84-01	1310
85-01	1168
85-02	1170
87-01	1463
87-02	1174
88-01	1474
88-02	1477
90-01	1448
91-01	1452
91-02	1176
94-01	1723
94-02	1725
94-03	811
96-01	1478
96-02	1450
98-01	9189
98-02	9190
98-03	1809
98-04	1633
98-05	1630
99-01	1541
99-02	1982
103-01	1985
103-02	2036
104-01	9254

Zona transporte	Código Transcad
104-02	9096
104-03	1550
104-04	9097
104-05	1545
104-06	1548
105-01	9098
105-02	1552
105-03	9099
105-04	1543
106-01	1510
109-01	2064
109-02	2047
109-03	2071
110-01	2106
110-02	3116
112-01	1538
112-02	3135
114-01	182
116-01	494
116-02	489
117-01	9100
117-02	477
118-01	475
118-02	9269
118-03	9268
118-04	9267

Zona transporte	Código Transcad
118-05	9266
119-01	3064
119-02	9275
119-03	9101
119-04	9280
119-05	9277
119-06	9276
122-01	3182
122-02	3143
125-01	9102
125-02	3415
125-03	3082
127-01	9274
127-02	3486
127-03	9271
127-04	9273
127-05	3053
127-06	9272
127-07	9270
129-01	2999
129-02	3001
129-03	2996
129-04	3004
132-01	9243
132-02	3526
132-03	3078

Zona transporte	Código Transcad
132-04	3523
133-01	3521
135-01	9245
135-02	82
135-03	65
135-04	9302
136-01	3513
138-01	8434
138-02	8424
141-01	8396
141-02	8428
144-01	1883
144-02	1886
152-01	2282
152-02	2130
152-03	2210
152-04	2205
152-05	1890
156-01	2542
156-02	2508
156-03	1910
156-05	9249
157-01	2654
157-02	9104
157-03	9105
157-04	2515

Zona transporte	Código Transcad
160-01	2254
160-02	2134
160-03	2141
160-04	2139
160-05	9253
160-06	9252
161-01	2312
161-02	9106
163-01	3137
163-02	2137
163-03	2394
164-01	9107
164-02	9251
164-03	2257
164-04	2631
164-05	9250
164-06	2132
165-01	2408
169-01	9108
169-02	2434
170-01	9109
170-02	3750
170-03	9110
170-04	3332
170-05	9111
170-06	581

Zona transporte	Código Transcad
172-01	9112
172-02	2729
172-03	9113
173-03	9115
173-04	2560
173-05	9301
173-06	2678
179-01	9116
179-02	2792
179-03	9117
179-04	3994
184-01	2834
184-02	2836
184-03	2513
184-04	2764
191-01	4612
191-02	9118
191-03	4624
191-04	4645
195-01	2973
195-02	2942
195-03	4743
195-04	4490
195-05	585
196-01	2506
196-02	9119

Zona transporte	Código Transcad
196-03	9286
197-01	6575
197-02	583
199-01	6626
200-01	7323
200-02	7329
200-03	6583
203-01	6624
203-02	6581
207-01	3256
207-02	3139
207-03	3141
207-04	3084
208-01	587
208-02	3080
208-03	3416
208-04	3420
208-05	3418
210-01	9120
210-02	3357
211-01	3943
211-02	9121
211-03	4271
211-04	9122
211-05	9123
211-06	3820

Zona transporte	Código Transcad
211-07	3888
217-01	3669
217-02	5102
218-01	5134
218-02	5070
218-03	5088
222-01	5203
222-02	5149
223-01	5107
223-02	5068
225-01	2899
225-02	2889
225-03	4086
225-04	9124
225-05	9125
225-06	3746
225-07	9248
225-08	9283
225-09	9284
229-01	4455
229-02	9126
229-03	4782
229-04	9127
229-05	9128
229-06	4373
229-07	9285

Zona transporte	Código Transcad
230-01	4921
230-02	5257
230-03	5128
233-01	3667
233-02	4487
235-01	5567
235-02	9129
236-01	4485
236-02	5024
236-03	4906
236-04	9130
236-05	9131
236-06	9238
236-07	9239
238-01	5430
238-02	9132
239-01	9133
239-02	5138
240-01	9134
240-02	5204
240-03	9135
240-04	9246
240-05	9241
240-06	9240
242-01	5206
242-02	5356

Zona transporte	Código Transcad
243-01	5272
244-01	5817
244-02	5208
244-03	9136
244-04	3559
244-05	5818
244-06	9237
244-07	9298
244-08	9299
244-09	9300
248-01	5385
248-02	9137
250-01	6366
250-02	9138
252-01	6312
252-02	6324
253-01	3554
254-01	9139
254-02	5505
254-03	9140
255-01	5729
255-02	9236
255-03	5559
255-04	5424
255-05	9295
255-06	9296

Zona transporte	Código Transcad
256-01	5904
256-02	5952
256-03	9141
257-01	5428
257-02	9142
259-01	5422
259-02	9143
261-01	9144
261-02	9290
261-03	5759
261-04	9287
262-01	5902
262-02	9235
262-03	5763
264-01	6126
264-02	5426
264-03	9234
264-04	9145
264-05	9291
264-06	9293
264-07	9292
266-01	6240
266-02	5761
267-01	9146
267-02	6378
267-03	3552

Zona transporte	Código Transcad
267-04	6000
267-05	6054
267-06	9288
268-01	6242
268-02	9233
269-01	5419
269-02	9147
271-01	9148
271-02	527
271-03	9149
275-01	6282
275-02	9150
275-03	6311
275-04	6255
277-01	9151
277-02	6809
279-01	9289
279-02	6958
279-03	6959
281-01	6850
281-02	6815
281-03	9152
287-01	6969
287-02	6907
292-01	6995
292-02	9153

Zona transporte	Código Transcad
292-03	6970
292-04	6940
293-01	6747
293-02	7096
293-03	6741
293-04	6996
293-05	6743
294-01	9154
294-02	7126
294-03	9155
294-04	9156
294-05	6905
294-06	9157
296-01	7220
296-02	7194
296-03	7192
301-01	6434
301-02	6480
301-03	6474
301-04	6446
302-01	6259
302-02	3556
302-03	9232
305-01	6123
305-02	6261
305-03	3551

Zona transporte	Código Transcad
305-04	523
305-05	9231
308-01	80
309-01	6435
310-01	9227
310-02	6562
310-03	7933
310-04	9229
310-05	9228
312-01	7084
312-02	6631
312-03	6635
312-04	7726
312-05	9230
312-06	9158
314-01	7774
314-02	525
316-01	9159
316-02	6627
316-03	7212
316-04	7835
316-05	6629
316-06	9160
317-01	7856
317-02	9161
317-03	9162

Zona transporte	Código Transcad
317-04	7747
322-01	7779
322-02	7809
322-03	7806
322-04	7811
322-05	7658
322-06	7946
324-01	3550
324-02	9242
326-01	8479
327-01	8512
327-02	9297
328-01	8374
330-01	8495
330-02	8497
332-01	8514
332-02	8527
333-01	8502
333-02	8501
333-03	9247
337-01	7964
337-02	7955
338-01	8656
338-02	8663
340-01	8520
340-02	8440

Zona transporte	Código Transcad
344-01	9163
344-02	7337
344-03	9164
344-04	6745
344-05	9165
344-06	9226
344-07	9225
346-01	7308
346-02	7304
346-02	9114
346-04	2680
348-01	7306
348-02	7436
348-03	7568
348-04	9294
350-01	7162
350-02	9166
350-03	7222
351-01	7480
351-02	6633
351-03	7597
351-04	9167
351-05	7587
351-06	9168
351-07	9169
358-01	7437

Zona transporte	Código Transcad
358-02	9224
358-03	7613
360-01	7645
360-02	7636
360-03	7607
362-01	9170
362-02	6577
364-01	7623
364-02	7625
364-03	9223
368-01	7251
368-02	7622
368-03	9171
369-01	8262
369-02	8280
369-03	8281
369-04	8264
369-05	8268
369-06	8306
369-07	8303
369-08	8302
369-09	8295
369-11	8300
369-12	8278
371-01	9219
371-02	8082

Zona transporte	Código Transcad
379-01	8104
379-02	7998
379-03	6637
380-01	8239
380-02	9172
380-03	8234
381-01	8212
381-02	9173
384-01	8252
384-02	8684
385-01	9174
385-02	9217
385-03	8301
387-01	8266
387-02	8308
398-01	8243
398-02	8664
403-01	74
403-02	8722
403-03	9218
405-01	8690
405-02	9175
405-03	8678
405-04	8682
406-01	8622
407-01	8307

Zona transporte	Código Transcad
407-02	9177
408-01	8716
408-02	8715
409-01	8713
410-01	8319
411-01	8320
411-02	8321
412-01	84
413-01	8322
414-01	8344
415-01	8563
417-01	8442
420-01	8444
420-02	8609
421-01	8573
421-02	8376
421-03	8592
421-04	8590
421-05	8571
421-06	8574
421-07	8564
428-01	8703
428-02	8543
429-01	8358
429-02	8556
435-01	8599

Zona transporte	Código Transcad
436-01	8701
436-02	8597
436-03	8611
436-04	8596
437-01	8747
437-02	8757
437-03	8620
437-04	8360
437-05	8619
444-01	8356
444-02	8352
444-03	8612
445-01	8748
445-02	8733
446-01	8777
448-01	8727
450-01	8763
451-01	8731
452-01	8625
453-01	8792
455-01	8788
455-02	8791
455-03	8790
459-01	8765
460-01	8782
461-01	8735

Zona transporte	Código Transcad
462-01	8778
463-01	8354
464-01	8726
464-02	8786
464-03	8784
464-04	8793
465-01	8610
465-02	8606
465-03	8595
465-04	9071
465-04	9178
465-05	8350
469-01	7966
469-02	72
469-03	9222
469-04	9221
469-05	9220
471-01	589
471-02	2510
473-01	1445
473-02	292
479-01	9075
481-01	228
481-02	230
483-01	8027
483-02	8029

Zona transporte	Código Transcad
483-03	9179
484-01	6639
484-02	9180
485-01	7342
485-02	6868
486-01	9079
487-01	6319
487-02	9244
487-03	2998
488-01	6579
488-02	9181
490-01	9182
490-02	3561
490-03	9183
501-01	234
502-01	227
503-01	195
504-01	9081
505-01	9082
506-01	9083
507-01	9084
508-01	190
520-02	5758
601-01	9184
602-01	9085
603-01	3488

Zona transporte	Código Transcad
604-01	516
605-01	8326
606-01	9086
701-01	3
703-01	9192
704-01	9193
705-01	9194
801-01	9198
802-01	9195
803-01	9197
804-01	9202
805-01	9201
806-01	9199
807-01	9196
808-01	9203
809-01	9204
810-01	9200
811-01	9205
812-01	9206
813-01	9207
814-01	9208
815-01	9209
816-01	9210
817-01	9211
818-01	8349
820-01	9213

Zona transporte	Código Transcad
821-01	5
822-01	9212
823-01	9214
824-01	9215
901-01	9216



ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE DEMANDA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (MD17)

Anexo 2. Descripción de los ficheros del MD17

A. Etapas 1 a 3

- 2017: Ficheros para el diseño de las matrices de viaje modeladas del año 2017.
- 2020: Ficheros para el diseño de las matrices de viaje modeladas del año 2020.
- 2030: Ficheros para el diseño de las matrices de viaje modeladas del año 2030.
- 2040: Ficheros para el diseño de las matrices de viaje modeladas del año 2040.
- Matrices finales: Ficheros con las matrices resultantes para la asignación de cada año horizonte.

B. Etapa 4

Estructura general

Los ficheros de los modelos de TransCAD se han estructurado en las siguientes carpetas:

- 001 Geographic: aquí se ha guardado el fichero “Red Quito.dbd” (y sus asociados) con la definición de las infraestructuras que sirven de base para la movilidad en transporte privado y transporte público.
- Este fichero “dbd” gestiona los arcos y los nodos de la red
- 002 Map: El fichero “Red Quito_01.map” es el fichero de proyecto. Está definido para que se abra con el fichero de infraestructura (“Red Quito_01.dbd”) y los Route system que se indican más adelante.
- 003 Matrices: aquí se incluyen las matrices de viajes.
- 004 Network: ficheros “net”: aquí se recogen los ficheros de la red de vehículo privado futura generados a partir de las selecciones correspondientes de “red quito.dbd”.
- 005 Transit Network: aquí se recogen los ficheros de la red de transporte público “tnw”. Se obtienen a partir de la red de infraestructuras y los Route systems
- 006 Route System: Contiene los ficheros con definición de las líneas de transporte y paradas.
- 007 Auxiliares: Aquí se incluyen ficheros necesarios para la asignación como:
 - “Modes_07.bin”: definición de frecuencias de características básicas de los modos de transporte público
 - “MODE TRANSFER_06.bin”: definición de características básicas para los transbordos entre los modos de transporte público

Seguidamente se describen las características y campos más relevantes de los ficheros que componen los modelos.

Fichero “red quito.dbd”

Los campos de este fichero que afectan a la **tabla de arcos** son:

- ID: código de identificación
- Length: Longitud en km
- Dir: si tiene valor 0, arco bidireccional. Si tiene valor 1 ó -1, arco de un solo sentido
- Red2017 a Red2040: campos en los que el valor 1 indican en qué año está un tramo operativo
- RedAuto2017 a RedAuto2040: campos en los que el valor 1 indican en qué año está un tramo operativo para el vehículo privado
- Nombre: nombre del viario (no siempre relleno)
- Peaje2018: indica valor del peaje (en USD) en 2018 en tramos con peaje
- PeajeFuturo: para indica valores del peaje en tramos con peaje en escenarios futuros
- Capacity_Hour: capacidad horaria ideal del tramo
- Capacity_AM: capacidad horaria ideal del tramo en hora pico de la mañana
- Capacity_PM: capacidad horaria ideal del tramo en hora pico de la tarde
- AB_Speed_Mañana: velocidad en sentido igual que con el que se haya dibujado el arco en periodo de mañana (para vehículo privado)
- BA_Speed_Mañana: velocidad en sentido contrario que con el que se haya dibujado el arco para el periodo de mañana (para vehículo privado)
- AB_Speed_Tarde: velocidad en sentido igual que con el que se haya dibujado el arco en periodo de tarde (para vehículo privado)
- BA_Speed_Tarde: velocidad en sentido contrario que con el que se haya dibujado el arco para el periodo de tarde (para vehículo privado)
- AB_Speed: velocidad en sentido igual que con el que se haya dibujado el arco (para vehículo privado)
- Publico_Speed: velocidad para el transporte público
- BA_Speed: velocidad en sentido contrario que con el que se haya dibujado el arco (para vehículo privado)
- AB_Time: tiempo (minutos) en sentido igual que con el que se haya dibujado el arco (para vehículo privado)
- BA_Time: tiempo (minutos) en sentido contrario que con el que se haya dibujado el arco (para vehículo privado)
- Publico_Time: tiempo de recorrido para el transporte público
- Walk Time: tiempo (minutos) andando
- AB_Time_Mañana: tiempo (minutos) en sentido igual que con el que se haya dibujado el arco (para transporte público) en hora punta mañana.

- BA_Time_Mañana: tiempo (minutos) en sentido contrario que con el que se haya dibujado el arco (para transporte público) en hora punta mañana.
- AB_Time_Tarde: tiempo (minutos) en sentido igual que con el que se haya dibujado el arco en hora valle.
- BA_Time_Tarde: tiempo (minutos) en sentido contrario que con el que se haya dibujado el arco en hora valle.
- Alpha: valor alfa para la función velocidad-intensidad del arco
- Beta: valor beta para la función velocidad-intensidad del arco
- Conector: Si valor 1, indica que uno de sus extremos es un centroide
- Mode: si valor 21, es que ese arco puede ser usado por tráfico peatonal. Si valor 1, es que ese arco no puede ser usado por tráfico peatonal
- Walking_Link. Si valor 1, es que ese arco puede ser usado por tráfico peatonal
- Red_Actual. Si valor 1, es que ese arco forma parte del viario de la red actual
- Red Futura. Si valor 1, es que ese arco forma parte del viario de la red futura
- Red_Coche: Si valor 1, es que ese arco forma parte del viario de la red que sirve de apoyo para la red de transporte público
- Metro: si valor 1, es que ese tramo está previsto para Metro
- Trole: si valor 1, es que ese tramo está previsto para Trole
- Ecovia: si valor 1, es que ese tramo está previsto para Ecovía
- CCN: si valor 1, es que ese tramo está previsto para CCN
- SUR_OCCIDENTAL: si valor 1, es que ese tramo está previsto para el BRT Sur-Occidental
- SUR_ORIENTAL: si valor 1, es que ese tramo está previsto para el BRT Sur-Oriental
- Resto de campos: auxiliares para procesos de trabajo. Pueden eliminarse

Los campos de este fichero que afectan a la **tabla de nodos** son:

- ID: identificador del nodo
- Longitude: Coordenada de Longitud
- Latitude: Coordenada de Latitud
- Centroid: adopta valor 1 si es centroide

Para la generación de redes se han definido una serie de selecciones. Si al abrir los ficheros no pueden leerse éstas, pueden regenerarse fácilmente a partir de los campos rellenos con los valores "1".

Ficheros de matrices de vehículo privado y público

Las matrices de vehículo privado y público se incluyen en un solo fichero que contiene las matrices:

- PRV_MA_2017: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2017
- PRV_TA_2017: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2017
- PRV_VA_2017: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2017
- PRV_MA_2020: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2020
- PRV_TA_2020: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2020
- PRV_VA_2020: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2020
- PRV_MA_2025: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2025
- PRV_TA_2025: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2025
- PRV_VA_2025: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2025
- PRV_MA_2030: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2030
- PRV_TA_2030: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2030
- PRV_VA_2030: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2030
- PRV_MA_2035: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2035
- PRV_TA_2035: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2035
- PRV_VA_2035: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2035
- PRV_MA_2040: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la mañana, año 2040
- PRV_TA_2040: Matriz de viajes en vehículo privado en pico de la tarde, año 2040
- PRV_VA_2040: Matriz de viajes en vehículo privado en hora valle, año 2040
- PRECARGAAM: matriz de precarga para pico de la mañana
- PRECARGAPM: matriz de precarga para pico de la tarde
- PRECARGAVA: matriz de precarga para hora valle
- PUB_MA_2017: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2017
- PUB_TA_2017: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2017
- PUB_VA_2017: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2017
- PUB_MA_2020: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2020

- PUB_TA_2020: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2020
- PUB_VA_2020: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2020
- PUB_MA_2025: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2025
- PUB_TA_2025: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2025
- PUB_VA_2025: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2025
- PUB_MA_2030: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2030
- PUB_TA_2030: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2030
- PUB_VA_2030: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2030
- PUB_MA_2035: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2035
- PUB_TA_2035: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2035
- PUB_VA_2035: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2035
- PUB_MA_2040: Matriz de viajes en transporte público en pico de la mañana, año 2040
- PUB_TA_2040: Matriz de viajes en transporte público en pico de la tarde, año 2040
- PUB_VA_2040: Matriz de viajes en transporte público en hora valle, año 2040

Ficheros Network y Transit Network

Estos ficheros los genera el sistema cuando se generan las correspondientes redes.

Fichero “route system”

El fichero “RS totales 01” recoge la definición de las líneas y las paradas de todas las alternativas. Los campos en la definición de líneas son:

- Route_ID: Identificador de la ruta
- Route_Name: Nombre TRANSCAD de la ruta
- ROUTE_ID2 y ROUTE_ID1: Identificadores obsoletos de la ruta
- Time: tiempo de recorrido de la línea
- Distance: Distancia de recorrido de la línea
- Descripción: descripción de la ruta (en lo posible, conforme a nombre de la línea)
- Código: Código oficial de la ruta
- Calificación, Tipo, Tipo0 y Supertipo: Literales de caracterización de submodos de transporte público
- MODO_N: Código de submodo de transporte público

- Intervalo_HP: Frecuencia en hora punta
- Intervalo_HV: Frecuencia en hora valle
- TarActual: tarifa vigente en 2018
- TarA: Tarifa plana de US\$ 0.25 (escenarios futuros)
- TarB: Tarifa plana de US\$ 0.40 (escenarios futuros)
- TarC: Tarifa plana de US\$ 0.60 (escenarios futuros)
- RedActual2018: Rutas actuales en 2018 (cuando vale 1)
- Red2018yMetro: Rutas actuales en 2018 y Metro (cuando vale 1)
- RedPropMetro2011: Rutas propuestas en 2011 (cuando vale 1)
- ReorMetro2011: Rutas propuestas en 2011 adaptadas a realidad de 2018 (cuando vale 1)
- ReorBCN Rutas propuestas por BCN (cuando vale 1)
- ActualyMetro: Rutas actuales en 2018 más línea 1 de metro (cuando vale 1)
- Nuevo2020: Rutas nuevas en 2020 (cuando vale 1)
- Nuevo2025: Rutas nuevas en 2025 (cuando vale 1)
- Nuevo2030: Rutas nuevas en 2030 (cuando vale 1)
- Nuevo2035: Rutas nuevas en 2035 (cuando vale 1)
- Nuevo2040: Rutas nuevas en 2040 (cuando vale 1)
- Actual2020: Red actual proyectada y mejoras previstas en 2020 (cuando vale 1)
- Actual2025: Red actual proyectada y mejoras previstas en 2025 (cuando vale 1)
- Actual2030: Red actual proyectada y mejoras previstas en 2030 (cuando vale 1)
- Actual2035: Red actual proyectada y mejoras previstas en 2035 (cuando vale 1)
- Actual2040: Red actual proyectada y mejoras previstas en 2040 (cuando vale 1)
- Reor11_2020: Red propuesta 2011 y mejoras previstas en 2020 (cuando vale 1)
- Reor11_2025: Red propuesta 2011 y mejoras previstas en 2025 (cuando vale 1)
- Reor11_2030: Red propuesta 2011 y mejoras previstas en 2030 (cuando vale 1)
- Reor11_2035: Red propuesta 2011 y mejoras previstas en 2035 (cuando vale 1)
- Reor11_2040: Red propuesta 2011 y mejoras previstas en 2040 (cuando vale 1)
- ReorBcn_2020: Red propuesta BCN y mejoras previstas en 2020 (cuando vale 1)
- ReorBcn_2025: Red propuesta BCN y mejoras previstas en 2025 (cuando vale 1)
- ReorBcn_2030: Red propuesta BCN y mejoras previstas en 2030 (cuando vale 1)
- ReorBcn_2035: Red propuesta BCN y mejoras previstas en 2035 (cuando vale 1)
- ReorBcn_2040: Red propuesta BCN y mejoras previstas en 2040 (cuando vale 1)

Los campos en la definición de paradas en ambos Route Systems relevantes son:

- ID: Identificador
- Longitude: Coordenada de Longitud
- Latitude: Coordenada de Latitud
- Route_ID: Código de ruta a la que pertenece la parada
- Pass_Count: campo no usado
- Milepost: Distancia relative dentro de la ruta
- STOP_ID: Identificador (igual que ID)
- NODE: Código de nodo de “Red Quito.dbd” asociado a la parada
- STOP_ACCES: Campo que debe estar vacío
- STOP_FLAG: Campo no usado

Fichero de definición de modos (“modes_07.bin”)

La estructura del fichero usado en definición de modos es

- MODE_NAME: nombre del modo
- MODE_ID: Código identificador del modo
- MODE_USED: siempre valor 1
- TYPE: W si peatonal; si no, T
- SPEED: Velocidad inicial del modo (no usada)
- CODE: código con letras
- PT: penalización para el valor del tiempo que da para transporte público los campos correspondientes de “Red Quito.dbd” (valores obtenidos en el proceso de calibración)
- Penal_Frec: Penalización de tiempo de espera en primera etapa
- Penal_Fr_Tran: Penalización de tiempo de espera en transbordos

Fichero de definición de transferencias modales (“mode transfer_06.bin”)

La estructura de este fichero es:

- FROM: Modo desde el que se accede a otro
- TO: : Modo al que se accede desde otro
- STOP: campo no usado
- COST: penalización en tiempo (para usar en versión Transcad 4.5)
- PENALTY: penalización en tiempo
- FARE: campo no usado en esta versión
- FARE2: tarifa para el transbordo en Red Actual

- TarA: tarifa para el transbordo en tarifa plana de USD 0.25
- TarB: tarifa para el transbordo en tarifa plana de USD 0.40
- TarC: tarifa para el transbordo en tarifa plana de USD 0.60
- WAIT: campo no usado
- MODE: campo no usado

Relación de códigos de zonificación EDM-TRANSCAD

A continuación se muestra la correspondencia entre los códigos de zona “tipo EDM” y los códigos de los nodos correspondientes en TRANSCAD.

Tabla nº 1. Códigos de zona “tipo EDM” y los códigos de los nodos de TRANSCAD

Zona transporte	Código Transcad
2-01	36
3-01	23
3-02	39
4-01	40
5-01	1
6-01	52
7-01	27
9-01	58
9-02	61
9-03	56
11-01	25
12-01	57
13-01	9103
13-02	62
18-01	277
18-02	193

Zona transporte	Código Transcad
18-03	237
19-01	260
19-02	370
20-01	76
20-02	78
23-01	296
23-02	236
28-01	69
29-01	333
30-01	9263
30-02	412
31-01	335
32-01	331
32-02	288
32-03	321
32-04	9265
32-05	9264
34-01	450
35-01	290
35-02	294
37-01	458
37-02	451
39-01	933
39-02	946
40-01	954
40-02	191

Zona transporte	Código Transcad
40-03	9260
43-01	1076
43-02	1020
43-03	993
43-04	989
43-05	991
45-01	965
45-02	805
45-03	9259
55-01	1235
55-02	1262
56-01	1316
56-02	1233
56-03	9261
58-01	1172
58-02	1178
58-03	1284
62-01	1095
62-02	9185
62-03	1046
63-01	1044
63-02	813
63-03	809
63-04	807
63-05	922
63-06	1038

Zona transporte	Código Transcad
63-07	1039
65-01	1148
65-02	1672
65-03	9186
65-04	1096
65-05	1127
66-01	932
66-02	1083
70-01	1371
70-02	1318
70-03	9256
70-04	9258
70-05	9257
70-06	1394
73-01	9187
73-02	1744
73-03	9255
75-01	1157
75-02	1816
75-03	1631
75-04	1161
79-01	9188
79-02	1888
80-01	1415
80-02	1180
80-04	9262

Zona transporte	Código Transcad
82-01	67
84-01	1310
85-01	1168
85-02	1170
87-01	1463
87-02	1174
88-01	1474
88-02	1477
90-01	1448
91-01	1452
91-02	1176
94-01	1723
94-02	1725
94-03	811
96-01	1478
96-02	1450
98-01	9189
98-02	9190
98-03	1809
98-04	1633
98-05	1630
99-01	1541
99-02	1982
103-01	1985
103-02	2036
104-01	9254

Zona transporte	Código Transcad
104-02	9096
104-03	1550
104-04	9097
104-05	1545
104-06	1548
105-01	9098
105-02	1552
105-03	9099
105-04	1543
106-01	1510
109-01	2064
109-02	2047
109-03	2071
110-01	2106
110-02	3116
112-01	1538
112-02	3135
114-01	182
116-01	494
116-02	489
117-01	9100
117-02	477
118-01	475
118-02	9269
118-03	9268
118-04	9267

Zona transporte	Código Transcad
118-05	9266
119-01	3064
119-02	9275
119-03	9101
119-04	9280
119-05	9277
119-06	9276
122-01	3182
122-02	3143
125-01	9102
125-02	3415
125-03	3082
127-01	9274
127-02	3486
127-03	9271
127-04	9273
127-05	3053
127-06	9272
127-07	9270
129-01	2999
129-02	3001
129-03	2996
129-04	3004
132-01	9243
132-02	3526
132-03	3078

Zona transporte	Código Transcad
132-04	3523
133-01	3521
135-01	9245
135-02	82
135-03	65
135-04	9302
136-01	3513
138-01	8434
138-02	8424
141-01	8396
141-02	8428
144-01	1883
144-02	1886
152-01	2282
152-02	2130
152-03	2210
152-04	2205
152-05	1890
156-01	2542
156-02	2508
156-03	1910
156-05	9249
157-01	2654
157-02	9104
157-03	9105
157-04	2515

Zona transporte	Código Transcad
160-01	2254
160-02	2134
160-03	2141
160-04	2139
160-05	9253
160-06	9252
161-01	2312
161-02	9106
163-01	3137
163-02	2137
163-03	2394
164-01	9107
164-02	9251
164-03	2257
164-04	2631
164-05	9250
164-06	2132
165-01	2408
169-01	9108
169-02	2434
170-01	9109
170-02	3750
170-03	9110
170-04	3332
170-05	9111
170-06	581

Zona transporte	Código Transcad
172-01	9112
172-02	2729
172-03	9113
173-03	9115
173-04	2560
173-05	9301
173-06	2678
179-01	9116
179-02	2792
179-03	9117
179-04	3994
184-01	2834
184-02	2836
184-03	2513
184-04	2764
191-01	4612
191-02	9118
191-03	4624
191-04	4645
195-01	2973
195-02	2942
195-03	4743
195-04	4490
195-05	585
196-01	2506
196-02	9119

Zona transporte	Código Transcad
196-03	9286
197-01	6575
197-02	583
199-01	6626
200-01	7323
200-02	7329
200-03	6583
203-01	6624
203-02	6581
207-01	3256
207-02	3139
207-03	3141
207-04	3084
208-01	587
208-02	3080
208-03	3416
208-04	3420
208-05	3418
210-01	9120
210-02	3357
211-01	3943
211-02	9121
211-03	4271
211-04	9122
211-05	9123
211-06	3820

Zona transporte	Código Transcad
211-07	3888
217-01	3669
217-02	5102
218-01	5134
218-02	5070
218-03	5088
222-01	5203
222-02	5149
223-01	5107
223-02	5068
225-01	2899
225-02	2889
225-03	4086
225-04	9124
225-05	9125
225-06	3746
225-07	9248
225-08	9283
225-09	9284
229-01	4455
229-02	9126
229-03	4782
229-04	9127
229-05	9128
229-06	4373
229-07	9285

Zona transporte	Código Transcad
230-01	4921
230-02	5257
230-03	5128
233-01	3667
233-02	4487
235-01	5567
235-02	9129
236-01	4485
236-02	5024
236-03	4906
236-04	9130
236-05	9131
236-06	9238
236-07	9239
238-01	5430
238-02	9132
239-01	9133
239-02	5138
240-01	9134
240-02	5204
240-03	9135
240-04	9246
240-05	9241
240-06	9240
242-01	5206
242-02	5356

Zona transporte	Código Transcad
243-01	5272
244-01	5817
244-02	5208
244-03	9136
244-04	3559
244-05	5818
244-06	9237
244-07	9298
244-08	9299
244-09	9300
248-01	5385
248-02	9137
250-01	6366
250-02	9138
252-01	6312
252-02	6324
253-01	3554
254-01	9139
254-02	5505
254-03	9140
255-01	5729
255-02	9236
255-03	5559
255-04	5424
255-05	9295
255-06	9296

Zona transporte	Código Transcad
256-01	5904
256-02	5952
256-03	9141
257-01	5428
257-02	9142
259-01	5422
259-02	9143
261-01	9144
261-02	9290
261-03	5759
261-04	9287
262-01	5902
262-02	9235
262-03	5763
264-01	6126
264-02	5426
264-03	9234
264-04	9145
264-05	9291
264-06	9293
264-07	9292
266-01	6240
266-02	5761
267-01	9146
267-02	6378
267-03	3552

Zona transporte	Código Transcad
267-04	6000
267-05	6054
267-06	9288
268-01	6242
268-02	9233
269-01	5419
269-02	9147
271-01	9148
271-02	527
271-03	9149
275-01	6282
275-02	9150
275-03	6311
275-04	6255
277-01	9151
277-02	6809
279-01	9289
279-02	6958
279-03	6959
281-01	6850
281-02	6815
281-03	9152
287-01	6969
287-02	6907
292-01	6995
292-02	9153

Zona transporte	Código Transcad
292-03	6970
292-04	6940
293-01	6747
293-02	7096
293-03	6741
293-04	6996
293-05	6743
294-01	9154
294-02	7126
294-03	9155
294-04	9156
294-05	6905
294-06	9157
296-01	7220
296-02	7194
296-03	7192
301-01	6434
301-02	6480
301-03	6474
301-04	6446
302-01	6259
302-02	3556
302-03	9232
305-01	6123
305-02	6261
305-03	3551

Zona transporte	Código Transcad
305-04	523
305-05	9231
308-01	80
309-01	6435
310-01	9227
310-02	6562
310-03	7933
310-04	9229
310-05	9228
312-01	7084
312-02	6631
312-03	6635
312-04	7726
312-05	9230
312-06	9158
314-01	7774
314-02	525
316-01	9159
316-02	6627
316-03	7212
316-04	7835
316-05	6629
316-06	9160
317-01	7856
317-02	9161
317-03	9162

Zona transporte	Código Transcad
317-04	7747
322-01	7779
322-02	7809
322-03	7806
322-04	7811
322-05	7658
322-06	7946
324-01	3550
324-02	9242
326-01	8479
327-01	8512
327-02	9297
328-01	8374
330-01	8495
330-02	8497
332-01	8514
332-02	8527
333-01	8502
333-02	8501
333-03	9247
337-01	7964
337-02	7955
338-01	8656
338-02	8663
340-01	8520
340-02	8440

Zona transporte	Código Transcad
344-01	9163
344-02	7337
344-03	9164
344-04	6745
344-05	9165
344-06	9226
344-07	9225
346-01	7308
346-02	7304
346-02	9114
346-04	2680
348-01	7306
348-02	7436
348-03	7568
348-04	9294
350-01	7162
350-02	9166
350-03	7222
351-01	7480
351-02	6633
351-03	7597
351-04	9167
351-05	7587
351-06	9168
351-07	9169
358-01	7437

Zona transporte	Código Transcad
358-02	9224
358-03	7613
360-01	7645
360-02	7636
360-03	7607
362-01	9170
362-02	6577
364-01	7623
364-02	7625
364-03	9223
368-01	7251
368-02	7622
368-03	9171
369-01	8262
369-02	8280
369-03	8281
369-04	8264
369-05	8268
369-06	8306
369-07	8303
369-08	8302
369-09	8295
369-11	8300
369-12	8278
371-01	9219
371-02	8082

Zona transporte	Código Transcad
379-01	8104
379-02	7998
379-03	6637
380-01	8239
380-02	9172
380-03	8234
381-01	8212
381-02	9173
384-01	8252
384-02	8684
385-01	9174
385-02	9217
385-03	8301
387-01	8266
387-02	8308
398-01	8243
398-02	8664
403-01	74
403-02	8722
403-03	9218
405-01	8690
405-02	9175
405-03	8678
405-04	8682
406-01	8622
407-01	8307

Zona transporte	Código Transcad
407-02	9177
408-01	8716
408-02	8715
409-01	8713
410-01	8319
411-01	8320
411-02	8321
412-01	84
413-01	8322
414-01	8344
415-01	8563
417-01	8442
420-01	8444
420-02	8609
421-01	8573
421-02	8376
421-03	8592
421-04	8590
421-05	8571
421-06	8574
421-07	8564
428-01	8703
428-02	8543
429-01	8358
429-02	8556
435-01	8599

Zona transporte	Código Transcad
436-01	8701
436-02	8597
436-03	8611
436-04	8596
437-01	8747
437-02	8757
437-03	8620
437-04	8360
437-05	8619
444-01	8356
444-02	8352
444-03	8612
445-01	8748
445-02	8733
446-01	8777
448-01	8727
450-01	8763
451-01	8731
452-01	8625
453-01	8792
455-01	8788
455-02	8791
455-03	8790
459-01	8765
460-01	8782
461-01	8735

Zona transporte	Código Transcad
462-01	8778
463-01	8354
464-01	8726
464-02	8786
464-03	8784
464-04	8793
465-01	8610
465-02	8606
465-03	8595
465-04	9071
465-04	9178
465-05	8350
469-01	7966
469-02	72
469-03	9222
469-04	9221
469-05	9220
471-01	589
471-02	2510
473-01	1445
473-02	292
479-01	9075
481-01	228
481-02	230
483-01	8027
483-02	8029

Zona transporte	Código Transcad
483-03	9179
484-01	6639
484-02	9180
485-01	7342
485-02	6868
486-01	9079
487-01	6319
487-02	9244
487-03	2998
488-01	6579
488-02	9181
490-01	9182
490-02	3561
490-03	9183
501-01	234
502-01	227
503-01	195
504-01	9081
505-01	9082
506-01	9083
507-01	9084
508-01	190
520-02	5758
601-01	9184
602-01	9085
603-01	3488

Zona transporte	Código Transcad
604-01	516
605-01	8326
606-01	9086
701-01	3
703-01	9192
704-01	9193
705-01	9194
801-01	9198
802-01	9195
803-01	9197
804-01	9202
805-01	9201
806-01	9199
807-01	9196
808-01	9203
809-01	9204
810-01	9200
811-01	9205
812-01	9206
813-01	9207
814-01	9208
815-01	9209
816-01	9210
817-01	9211
818-01	8349
820-01	9213

Zona transporte	Código Transcad
821-01	5
822-01	9212
823-01	9214
824-01	9215
901-01	9216

Fichero de tablas de resultados

Anexo 3. Planteamiento metodológico y operativo de la EDM 1 1 del DMQ



SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO (SITM) DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (DMQ)



ENCUESTA DOMICILIARIA DE MOVILIDAD 2011 (EDM11)

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO Y OPERATIVO



Índice

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	2
2.	CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LAS EDM.....	4
2.1.	OBJETIVOS	4
2.2.	DIFICULTADES DEL PROCESO	5
2.3.	PLANTEAMIENTO ESTRATÉGICO.....	5
2.3.1.	<i>Visión científica del problema.....</i>	<i>6</i>
2.3.2.	<i>Visión operativa del problema.....</i>	<i>9</i>
2.3.3.	<i>Propuesta metodológica de futuro para las EDM</i>	<i>16</i>
3.	ÁMBITO DEL ESTUDIO Y ZONIFICACIÓN.....	18
4.	UNIVERSO Y TAMAÑO MUESTRAL	19
5.	CUESTIONARIO	22
6.	OBTENCIÓN DE LA MUESTRA Y PROCEDIMIENTO OPERATIVO	23
6.1.	OBTENCIÓN DE LA MUESTRA	23
6.2.	PROCEDIMIENTO OPERATIVO.....	23
7.	EQUIPO DE CAMPO.....	26
7.1.	COMPOSICIÓN Y DIMENSIONAMIENTO	26
7.2.	TAREAS A REALIZAR.....	27
8.	REALIZACIÓN DE LA EDM10	28
9.	TRATAMIENTO DE LOS DATOS	29
10.	RESULTADO FINAL	30



1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El desarrollo del Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) es un proyecto que trata de definir la imagen final del sistema de transportes del Distrito Metropolitano de Quito (DQM) y se estructura en dos fases principales:

- Línea 1 de Metro. Afecta al corredor de la futura línea 1 de Metro de Quito
- SITM. Comprende el conjunto del sistema de transportes del DQM

Desde el punto de vista de la demanda, está previsto que la primera de estas fases se resuelva con la información actualmente disponible, de entre la que destaca una Encuesta Domiciliaria de Movilidad (EDM) realizada en 2007, más algunos trabajos de campo selectivos y complementarios, de rápida ejecución, que llevaría a cabo Metro de Madrid en los momentos iniciales del trabajo.

Sin embargo, la definición de una solución global para el DMQ requiere una información fiable y segura que comprenda el conjunto de dicho DMQ, lo que lleva a la realización de una nueva EDM diseñada con ese objetivo principal. Esta nueva encuesta se realizaría en octubre-noviembre de este año y la denominaremos EDM10.

La finalidad del presente documento es la de presentar una propuesta metodológica para la realización de la EDM10, con las dos características siguientes:

- Máxima solidez desde el punto de vista científico
- Incorporación de las últimas innovaciones sobre la materia, conocidas y contrastadas por Metro de Madrid y su equipo de consultores

Para ello, el documento se estructura en dos grandes apartados:

- Consideraciones generales sobre las EDM
- Definición de cada uno de los elementos metodológicos propuestos para su ejecución en la EDM10 del DMQ

Finalmente, cabe añadir que el planteamiento metodológico que se realiza a continuación está sustentado por los elementos siguientes:

- Estado del arte en relación con el problema de las EDM y su aplicación a los procesos de planificación del transporte



- Las múltiples experiencias sobre la materia del equipo de consultores de Metro de Madrid
- La condición del Doctor Muruzábal (miembro del equipo consultor) como:
 - Profesor Titular de la Universidad Politécnica de Madrid
 - Director de la Unidad Docente de Estadística de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
 - Responsable del área Encuestas de Transporte del curso posgrado mediante el que la Universidad Politécnica de Madrid y la Fundación de los Ferrocarriles de Transporte conceden el título de Especialista en Transportes

2. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LAS EDM

2.1. OBJETIVOS

Una Encuesta Domiciliaria de Movilidad (EDM) se realiza con un objetivo básico: crear una base de datos de transportes y aspectos socioeconómicos ligados a la movilidad, que permitan realizar estudios y análisis posteriores sobre la base de una información fiable.

A su vez, dichos estudios se orientan en una doble dirección:

- Conocer y comprender el fenómeno de la movilidad en el ámbito de estudio (análisis de movilidad)
- Permitir calibrar unos modelos que representen simplificada la realidad observada, para simular los efectos de determinadas actuaciones sobre el sistema de transportes y evaluar las diferentes estrategias que se propongan hasta componer una Política de Transportes óptima y socialmente eficiente (modelación de la movilidad)



Para ello, en una EDM se recogen tres tipos de datos que se estructuran en tres tipos de ficheros:

- Datos del hogar (características de la vivienda)
- Datos del individuo (características socioeconómicas de las personas que viven en la vivienda)
- Datos de los viajes realizados un día laborable normal por las personas que viven en la vivienda (características funcionales, territoriales y temporales)

Complementariamente, una EDM debe afrontar tomas de datos auxiliares (aforos, etc.) para apoyar la expansión de las muestras y ajustar con la mayor precisión posible a la situación del sistema de transportes.

2.2. DIFICULTADES DEL PROCESO

La realización de una EDM es una de las labores más complejas del proceso de toma de datos necesario en la planificación del transporte, debido a dos tipos de razones, una de fondo y otra de forma:

- Como razón de fondo se encuentra el hecho de que una EDM aborda un amplio conjunto de variables- del hogar, de los individuos del hogar y de los viajes realizados por los individuos del hogar- lo que representa una dificultad y esfuerzo más que considerables.
- Como razón de forma cabe referirse al propio hecho de que la mecánica de la EDM requiere contactar con los entrevistados en su hogar y realizarles una entrevista de larga duración, lo que añade nuevas dificultades al proceso.

Por este motivo, una EDM requiere un equipo altamente especializado y un esfuerzo notable, en el que son fundamentales los tres aspectos siguientes:

- Desarrollo correcto de las labores preparatorias, a las que, con demasiada frecuencia, se les presta una atención insuficiente, tanto en lo que se refiere a los recursos técnicos, como humanos, económicos y de tiempo.
- Organización de un equipo de campo (encuestadores) suficientemente formado y motivado, lo que, a su vez, afecta a los recursos del trabajo, que deben ser suficientes para permitir una fase adecuada de formación y preparación de los encuestadores y unos honorarios de los mismos capaces de vincularlos al trabajo sin que se produzcan bajas, desatenciones, etc.
- Organización de un sistema de control de calidad permanente y exigente, que incluya todas las inspecciones y supervisiones que se consideren necesarias.

2.3. PLANTEAMIENTO ESTRATÉGICO

En la actualidad, el éxito de una EDM debe considerar dos dimensiones diferentes del problema:

- La visión científica, en la medida en que una EDM es un análisis muestral de un fenómeno aleatorio (la movilidad) y su componente socioeconómica

- La visión operativa, en la medida en que una EDM representa un proceso sujeto a errores que debe ser planteado con las mayores garantías posibles

2.3.1. VISIÓN CIENTÍFICA DEL PROBLEMA

A. Aspectos a considerar

Habida cuenta de la complejidad que entraña la realización de una EDM y de la trascendencia de la misma para afrontar con garantías la planificación del sistema de transportes, el éxito de la misma requiere un compromiso entre los dos aspectos siguientes:

Suficiencia y representatividad de la información recogida

Este primer aspecto se refiere al tamaño de las muestras, de manera que éstas presenten un error estadísticamente acotado, de forma que el riesgo de las estimaciones que se realicen a partir de la información recogida sea asumible por las Autoridades del Transporte.

Desde este punto de vista y del detalle exigible a los análisis de movilidad y modelos de transporte, nos encontraríamos ante una situación caracterizada por:

- Un elevado número de zonas de transporte, como base para sustentar los análisis espaciales de la movilidad y la sensibilidad territorial de los modelos
- Unas elevadas muestras por zona de transporte, con el fin de que la estimación del número total de viajes por zona resulte estadísticamente segura

Por tanto, ello conduciría a muestras de encuesta excesivamente elevadas, que, al margen de los recursos económicos necesarios, pueden hacer fracasar la toma de datos desde el punto de vista operativo por la necesidad de realizar un esfuerzo excesivo, muy difícil de controlar y con garantías insuficientes de viabilidad.

Viabilidad operativa del proceso

La necesidad de plantear una investigación de campo proporcionada y con garantías de control y fiabilidad, obliga a acotar el volumen de la información a recoger y a optimizar su utilización posterior.

B. Propuesta de equilibrio entre ambos aspectos

De acuerdo con nuestra experiencia, la solución óptima se encuentra en un punto de equilibrio entre los dos aspectos anteriores, definido en los términos siguientes:

Zonificaciones a definir

- Se definen dos zonificaciones diferentes del ámbito del estudio (en este caso, zonas del DMQ):
 - Zonificación detallada (Z_d), para los análisis de movilidad y la modelación. Es la zonificación que se considere que necesita la planificación del sistema de transportes
 - Zonificación agregada (Z_a), para la realización de a EDM. Resulta de la agregación de la Z_d en un número más reducido de zonas (y, por tanto, de mayor tamaño), que limita el número de encuestas necesarias y asegura la viabilidad operativa del trabajo de campo

Forma de trabajar con la Z_a

- Se realiza la EDM sobre la zonificación Z_a y, por tanto, con un número controlado de encuestas
- Se obtienen matrices de viajes sobre la zonificación Z_a , estadísticamente fiables
- Sobre esta base se calibra un modelo de demanda de cuatro etapas
 - Generación/atracción
 - Distribución (matriz de viajes mecanizados)
 - Reparto modal (matrices de transporte público y vehículo privado)
 - Asignación (cargas en las redes)

Forma de trabajar con la Z_d

De lo que se trata ahora es de obtener las matrices sobre la zonificación Z_d (para evaluar propuestas de actuación con el detalle espacial requerido) con una doble condición:

- Que sean matrices que, agregadas al nivel de la zonificación Z_a , ajusten con los resultados de la EDM y se tenga la seguridad estadística de que responden a los flujos actuales de movilidad con el detalle (nada despreciable) de la zonificación Z_a .
- Que sean matrices que, asignadas a la red, reproduzcan las cargas (en transporte público y privado) observadas en los aforos disponibles

Para ello, la forma de proceder sería la siguiente:

- Se aplica el modelo de distribución a las zonas de la Z_d , para estimar la matriz detallada de viajes mecanizados, con la condición de contorno de que esa matriz, agregada a la Z_a , reproduzca la situación observada en la EDM
- Se aplica el modelo de reparto modal y se obtienen unas determinadas matrices de transporte público y vehículo privado
- Sobre cada una de ellas se actúa de la manera siguiente:
 - Se asigna a la red y se observan las diferencias de cargas entre la asignación y la realidad
 - Para cada línea/tramo, se identifican las casillas de la matriz que la están cargando (opción “select link” de los modelos de red como EMME/2 o TransCAD)
 - Esas casillas se afectan con el correspondiente coeficiente para ajustar las cargas de cada línea/tramo
 - Así se obtiene una segunda matriz, que se vuelve a asignar a la red repitiéndose el proceso de ajuste que acaba de explicarse
- El proceso converge hasta que las diferencias entre las cargas asignadas y observadas son asumibles

C. Experiencias que avalan la metodología propuesta

El enfoque metodológico que acaba de proponerse es innovador, ya que ha sido desarrollado en los últimos años por el equipo de consultores de Metro de Madrid, y está avalado por experiencias recientes de entre las que destacan:



- Definición del Sistema Integrado de Transportes (SIT) de Lima. Banco Mundial-Protransporte (2009-10)
- Estudio de demanda de la futura línea 1 de Metro Ligero de Zaragoza. Grupo AVANZA y Bancos financiadores (2008-09)

2.3.2. VISIÓN OPERATIVA DEL PROBLEMA

A. Aspectos a considerar

De acuerdo con nuestra experiencia, las claves de la componente operativa de una EDM son las siguientes:

- El hogar como unidad muestral
- Protocolos de actuación
- Forma en que se recoge la información

B. El hogar como unidad muestral

Las EDM investigan las características y movilidad de las personas y sus muestras se dimensionan en términos de individuos necesarios para asegurar que la estimación de viajes correspondientes a una cierta zona de transportes es estadísticamente segura.

Sin embargo, con objeto de reducir el coste de la operación se toma como unidad muestral operativa el hogar, de manera que las personas de la muestra no se obtienen de una en una, sino de n_i en n_i (siendo n_i el tamaño de los hogares), lo que simplifica la operación y reduce sus costes.

Ello lleva a un muestreo por conglomerados y plantea la necesidad de preservar (en la mayor medida posible) las características de un muestreo aleatorio simple (equiprobabilidad e independencia).

Éste es el motivo por el que tradicionalmente, una vez transformada la muestra de personas en número de hogares y seleccionados estos aleatoriamente del censo de población o base de datos similar, se ha venido imponiendo la condición de entrevistar a la totalidad de miembros del hogar para dar por válida la encuesta en dicho hogar; ello era así porque se quería evitar el problema de que al no entrevistar a las personas difíciles de localizar se entendía que había un cierto riesgo de sesgar los resultados del lado de personas con movilidad unitaria menor que la media.

Sin embargo, la experiencia ha demostrado que llevar la condición anterior al límite implica unos costes de encuesta excesivos, ya que:

- El coste marginal de la encuesta a ciertas personas de determinados hogares es excesivamente elevado
- Es necesario invalidar un número alto de hogares (por no haber sido posible completar la información de todos sus miembros, entre otros motivos por su negativa a ser entrevistados), con el consiguiente encarecimiento de la operación

Ante ello, es preciso asumir un compromiso racional en términos de coste/eficacia que permita dar por válidos hogares incompletos siempre que la proporción de personas encuestadas sea suficiente. Los criterios para definir qué es una proporción suficiente son variables en función de:

- Cada caso concreto y el índice de rechazos registrado
- La forma de obtener la información. Desde este punto de vista pueden considerarse dos situaciones distintas:
 - EDM con entrevista presencial. La reiteración de visitas de los entrevistadores a un determinado hogar para completar la información de todos los miembros del hogar representan un nivel de incomodidad para los residentes en la vivienda y tiene un coste económico determinado y, por tanto, unos límites concordantes con dicho coste.
 - EDM con entrevista telefónica³. La reiteración de llamadas a un determinado hogar para completar la información de todos los miembros del hogar representa menores incomodidades para los miembros del citado hogar y tiene un coste económico menor que el anterior, por lo que son factibles mayores niveles de éxito

En todo caso, es muy importante ejercer un control adecuado sobre la estratificación de la muestra (según variables censales, como sexo y edad) y otras características (como por ejemplo, número medio de personas entrevistadas por hogar o distribución

³ De este procedimiento se habla más adelante.

de los encuestados según número de viajes diarios) para evitar sesgos sociológicos y, lo que es más importante, sesgos de movilidad derivados del riesgo de encuestar principalmente a personas que viajan poco y tienen un gran período diario de permanencia en el hogar (y, por tanto, una mayor probabilidad de ser seleccionados en la muestra, lo que rompería el principio de equiprobabilidad asociado a un muestreo aleatorio simple).

C. Protocolos de actuación

Este aspecto se refiere a los dos elementos siguientes:

- Forma de contacto con el hogar
- Número de veces que se contacta con el hogar

Forma de contacto con el hogar

Tradicionalmente, las EDM se han venido realizando de manera presencial, mediante un conjunto de visitas de los entrevistadores a los hogares de la muestra⁴ para completar la información de los diferentes cuestionarios de la investigación (hogares, personas y viajes).

Las dificultades crecientes para acceder a los hogares y realizar las entrevistas (de una cierta duración), ha llevado a desarrollar una metodología apoyada en el teléfono como forma de contacto con el hogar, que se ha revelado como procedimiento más eficiente (es un procedimiento mucho menos intrusivo y molesto para las familias de la muestra y, por tanto, la mortandad de la misma es significativamente inferior).

A este respecto puede señalarse que en el informe “Encuesta Domiciliaria de Movilidad en la Comunidad de Madrid 1996”, redactado por el Consorcio Regional de Transportes el 27 de octubre con ocasión de las Jornadas Técnicas organizadas para debatir el trabajo, se puede leer lo siguiente:

“... pero lo verdaderamente significativo fue que en el campo se presentaron muchos problemas, porque en mi modesta opinión, los métodos tradicionales no son los más idóneos para afrontar las realidades sociológicas que existen actualmente y pienso que además pueden complicarse más aún en el futuro.

En primer lugar hay familias que no quieren que nadie entre en sus viviendas...

⁴ Obtenida mediante selección aleatoria de los hogares del censo de población o bases de datos similares.

... otras veces ni siquiera se puede acceder a las viviendas, ni al telefonillo de comunicación del edificio, ni al buzón de cartas...

... existen circunstancias aún más difíciles cuando en urbanizaciones de mayores niveles de renta, la caseta de control de accesos ni siquiera permite el paso por los propios viales de la urbanización...

... otro aspecto que incluyen los métodos tradicionales de encuesta es la presencia simultánea de todos los miembros de la familia en el momento de recoger el encuestador la información de la movilidad de toda la familia y que a pesar del interés por cumplirse sólo fue posible en el treinta y ocho por ciento de los casos...

... pues bien, los procedimientos tradicionales no son los más adecuados para resolver los problemas que plantea la recogida de información en campo..."

La situación descrita en la EDM96 se vio significativamente complicada en la EDM04 y, tal y como se pronosticó en 1996, sus problemas resultaron claramente agravados. En la edición 2004 de esta investigación (con una muestra de más de 35.000 hogares, casi 100.000 personas y más de 245.000 viajes) el teléfono ha resultado ser un recurso fundamental, tanto para el establecimiento del primer contacto con los hogares de la muestra como para la recogida posterior de la información.

Con una encuesta telefónica, la mecánica operativa del trabajo se apoya en un sistema CATI (Computer Assistant Telephonique Interview), que permite gestionar automáticamente el sistema de llamadas y recoger directamente la información en soporte magnético.

El problema de la encuesta telefónica es que exista un marco de muestreo bien definido, para que pueda ser llevado a cabo un muestreo aleatorio simple con garantías suficientes.

Número de veces que se contacta con el hogar

Procedimiento tradicional con un mínimo de dos visitas

Los procedimientos originales de una EDM incluían un mínimo de dos visitas al hogar:

- Visita 1. El entrevistador realizaba las tareas siguientes:
 - Explicar por qué se realiza una EDM y obtener la aprobación del hogar para participar en el proceso
 - Explicar el contenido de la EDM
 - Recoger los datos del fichero de hogares
 - Recoger los datos del fichero de personas de las personas presentes en el hogar en el momento de esta primera visita y los de las personas menores de edad ausentes (facilitados por uno de los adultos del hogar)

- Fijar de común acuerdo un día laborable normal, para que todos los miembros del hogar anotaran los viajes realizados (y sus características) desde que salieran de casa por primera vez hasta su regreso definitivo
- Entregar un boletín para que se anotaran los datos de los viajes realizados ese día y facilitar así la contestación al entrevistador cuando regresara posteriormente para recoger dicha información
- Visita 2. El entrevistador realizaba las tareas siguientes:
 - Recoger los datos de movilidad anotados en los boletines entregados en la primera visita
 - Completar los datos del hogar y personas que no hubieran podido ser completados en la primera visita
- Visitas 3, 4, ... Eventualmente, resultaban necesarias nuevas visitas hasta completar toda la información requerida en la encuesta

Nuevo procedimiento asociado a la entrevista telefónica

Una vez reconocidas las ventajas de la encuesta telefónica, éstas comenzaron a realizarse con el esquema que acaba de ser descrito (un mínimo de dos llamadas).

Sin embargo, enseguida se comprobó que la utilidad de fijar un día para que los miembros del hogar anotaran las características de sus viajes (con un posterior contacto para recoger dicha información) era más bien teórica y, en muchos casos contraproducente, ya que:

- Casi nadie seguía esa mecánica, con lo que se suprimía la principal ventaja del procedimiento
- Una segunda llamada para recoger los datos de los viajes era percibida en muchos casos como una molestia excesiva y daba lugar a un número elevado de bajas de la muestra, con la consiguiente repercusión en los costes de la EDM

Ese conjunto de circunstancias ha llevado a definir un protocolo de actuación como el siguiente (solamente válido para los casos en los que existe una base de datos telefónica suficientemente representativa del universo o población⁵):

- Se realiza una primera llamada al hogar (muy corta) para:
 - Obtener su aprobación para participar en la encuesta
 - Recoger las características del hogar
 - Recoger las características de las personas que conozca la persona que ha cogido el teléfono o se ha hecho responsable de la llamada
 - Recoger las características de los viajes realizados por personas, como los menores de edad, cuya movilidad del día anterior es muy posible que sea conocida por la persona que se ha responsabilizado de la llamada
 - Obtener la información de a qué hora se encontrarán el resto de las personas del hogar en casa
- De esta manera, el sistema CATI programa una rellamada a esas horas y:
 - Se contacta directamente (con una gran certeza) con las personas del hogar
 - Se completa la información de características personales que falten
 - Se recoge la información sobre los viajes del día anterior, tomando como hilo conductor de la conversación la secuencia de actividades
 - ¿Salió Vd ayer de casa?
 - En su caso, ¿a dónde fue? y “colgando” de esa secuencia la secuencia de viajes: ¿cómo fue?, etc.

D. Forma en que se recoge la información

Tecnología para recoger directamente la información en soporte magnético

Éste es un aspecto esencial que afecta de manera muy importante a la calidad de la información recogida en la encuesta.

⁵ No parece que este supuesto sea válido en el caso del DMQ, por lo que la propuesta metodológica que se concreta más adelante incorpora una primera visita presencial para obtener el número de teléfono.

En efecto, sustituir los procesos que se basan en cuestionarios en papel por cuestionarios electrónicos es fundamental para disminuir operaciones de manipulación de la información (y, por tanto, oportunidades para el error) y abreviar los tiempos del proceso.

La encuesta telefónica, por su propia naturaleza, incorpora ya esta importante ventaja.

En caso de tener que realizarse entrevistas presenciales, nuestra propuesta es que se realicen con tecnología que permite recoger directamente la información en soporte magnético y disfrutar de las importantes ventajas asociadas⁶.

Ventajas de la recogida directa de datos en soporte magnético

Además de suponer, como ya se ha indicado, un elemento de racionalización de esfuerzos, la encuesta telefónica (o, en su defecto, la entrevista presencial con tecnología en soporte magnético) presenta, desde el punto de vista de la calidad de los resultados, las ventajas siguientes:

- Elimina el sesgo de las encuestas con visita presencial (frecuentemente apoyadas en sistemas del tipo “random route”), por lo que garantiza mejor la representatividad de la muestra (el sistema CATI gestiona las sustituciones de los hogares fallidos con mayores garantías de aleatoriedad).
- Al estar asistida permanentemente por ordenador (sistema CATI) los resultados quedan grabados directamente en soporte magnético.
- Ello elimina procesos de codificación, grabación y verificación, lo que supone un ahorro de tiempo y, sobre todo, una disminución significativa de la probabilidad de introducir errores en la manipulación de la información.
- La gestión de cuotas es mucho más sencilla puesto que el sistema permite conocer “on line” el estado de las mismas y programar la selección del tipo de personas que es necesario para completar las muestras por zona de transporte
- Permite programar todos los elementos y controles de consistencia de la información a recoger, de forma que se asegura “on line” la coherencia de la

⁶ El equipo de consultores de Metro de Madrid dispone de esa tecnología y la aportaría para la realización del trabajo.

información. Cuando se introduce en el sistema información con algún tipo de inconsistencia, ello es detectado sobre la marcha para poder repreguntar a la persona encuestada y corregir directamente el error.

- Ello supone eliminar los tediosos procesos de “análisis de consistencia”, posteriores a la realización de la encuesta, que suponen un considerable consumo de recursos y la anulación de ciertas encuestas imposibles de interpretar.
- Asimismo, es posible obtener “on line” la evolución de una serie de indicadores de la muestra (sexo, edad, distribución del número de viajes por persona, motivos de viaje, reparto modal, etc.) para ir validando la operación y, en su caso, detectar cualquier desviación que pudiera estar produciéndose

Por consiguiente, se puede afirmar que la información recogida de esta manera:

- Es más representativa
- Es más fiable
- Está disponible en un plazo menor de tiempo

2.3.3. PROPUESTA METODOLÓGICA DE FUTURO PARA LAS EDM

En función de las experiencias recientes, puede aventurarse que la metodología convencional de las EDM se encuentra próxima a su agotamiento. La realidad social de nuestros días es difícilmente compatible con las exigencias de procedimiento de estas operaciones que utilizan el hogar como recurso instrumental para facilitar el muestreo y obtener un rendimiento satisfactorio en el campo.

Ante esta situación cabe realizar dos consideraciones básicas:

- De mantenerse esta metodología, debe modificar algunos de sus postulados básicos, en la línea de lo que acaba de explicarse
- Es muy probable que a corto-medio plazo estas encuestas, de carácter transversal en el tiempo (cross-section), se vean sustituidas por otras de carácter más longitudinal que faciliten información más rica sobre la evolución temporal del sistema

A este respecto, nuestra propuesta incorpora un conjunto de recomendaciones para la actualización en el tiempo de las bases de datos de la EDM10, sustentadas en la teoría



de Evaluación Continua de la Movilidad desarrollada en estos últimos años por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid y aplicada con éxito por los consultores de Metro de Madrid.

Seguidamente se recoge la propuesta metodológica concreta para el caso de la EDM10 del DMQ.

3. ÁMBITO DEL ESTUDIO Y ZONIFICACIÓN

El ámbito del estudio es el DMQ.

Como propuesta de zonificación se realiza la siguiente:

- Z_d . Un total de 460 zonas de transporte internas al DMQ (según referencias de la Municipalidad de Quito)
- Z_a . Una agregación del sistema anterior hasta reducirlo a 200-250 zonas de transporte

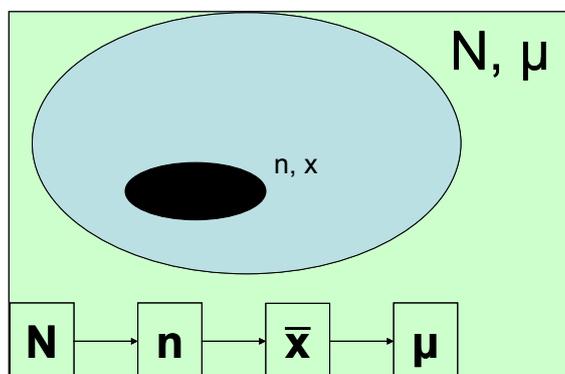
Los criterios para la definir ambas zonificaciones serán los siguientes:

- Compatibilidad con las divisiones administrativas (secciones censales, distritos, municipios). Como criterio general se intentará no dividir las unidades administrativas más detalladas (secciones censales), excepto en casos extremos.
- Las zonas deben tener la mayor homogeneidad posible en los usos del suelo y en la composición de la población.
- Se considerarán criterios de accesibilidad al sistema de transportes.
- El tamaño de las zonas de Z_d debe ser tal que el error causado por la asunción de que la actividad esté concentrada en un punto sea asumible.
- Las zonas no tienen necesariamente que ser de un tamaño similar. A lo sumo deben tener un coste (o tiempo de viaje) similar, por lo que el tamaño de las zonas en las que existe congestión debe ser menor.
- En función de experiencias anteriores, se recomienda que el tamaño medio de las zonas (Z_d) esté entre 4.000 y 8.000 personas/zona.

4. UNIVERSO Y TAMAÑO MUESTRAL

En principio, se considera como universo de referencia el conjunto de la población del DMQ con edad mayor de cinco años (en la actualidad, alrededor de 2,5 millones de habitantes en total).

Una EDM se dimensiona con el criterio de que la estimación de los viajes de una zona de transporte tenga un error acotado. Tomando como base de partida que la variable “número de viajes por persona” es una variable normal⁷, el problema se reduce a estimar la esperanza μ de esa variable aleatoria a partir del estadístico media muestral \bar{x} de una muestra de n individuos.



La teoría de inferencia estadística permite llegar a las formulaciones siguientes:

$$P(|\mu - \bar{x}| < e) = 1 - \alpha$$

Esta expresión indica que la condición de partida es que la probabilidad de que la máxima diferencia entre μ (valor desconocido) y \bar{x} (valor conocido a partir de la muestra) sea un valor e (error absoluto) predeterminado, debe ser $(1-\alpha)$ (α nivel de significación; habitualmente el 5%).

A partir de esa expresión es posible establecer que el tamaño muestral n y el error absoluto “ e ” o el error relativo “ e_r ” (e/μ) se relacionan de la manera siguiente:

⁷ Lo cual no es difícil de justificar teniendo en cuenta el Teorema del Límite Central, como convergencia en distribución de una sucesión de variables aleatorias.

$$n = \frac{z_{\alpha}^2 \sigma^2}{e^2} = \frac{z_{\alpha}^2 (\sigma/\mu)^2}{(e/\mu)^2} = \frac{z_{\alpha}^2 C_v^2}{e_r^2}$$

Donde:

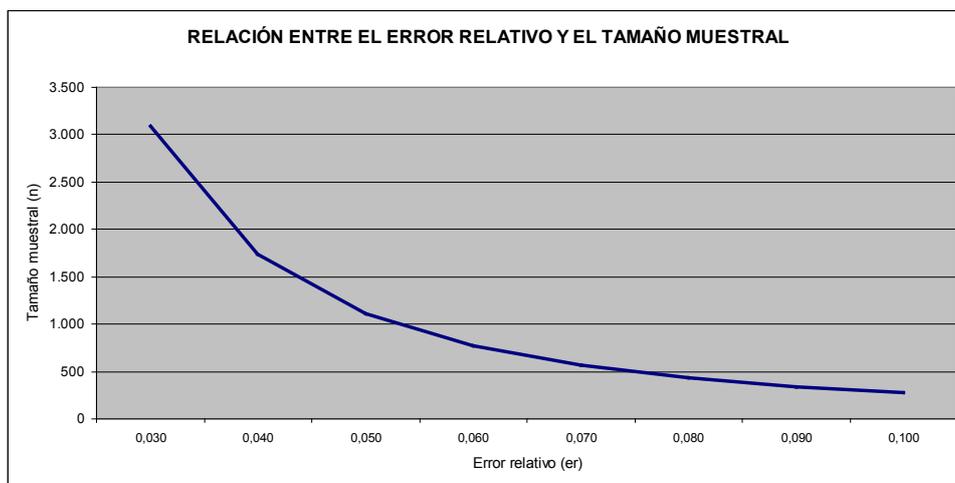
- z_{α} es el valor de la función de distribución de la variable normal $N(0, 1)$ que satisface la ecuación $F_{N(0,1)}(z_{\alpha}) = \alpha/2$
- C_v es el coeficiente variación σ/μ de la variable “número de viajes por persona”

Considerando otras EDM ya realizadas, puede estimarse el coeficiente de variación C_v de los viajes mecanizados⁸ con el valor 0,85, se obtiene:

Error relativo	Tamaño muestral n (Cv = 0,85)
0,010	27.756
0,020	6.939
0,030	3.084
0,040	1.735
0,050	1.110
0,060	771
0,070	566
0,080	434
0,090	343
0,100	278
0,110	229
0,120	193
0,130	164
0,140	142

⁸ Se considera este tipo de movilidad porque es la que va a ser objeto del proceso de modelación.

Error relativo	Tamaño muestral n (Cv = 0,85)
0,150	123
0,160	108
0,170	96
0,180	86
0,190	77
0,200	69
0,210	63
0,220	57
0,230	52
0,240	48
0,250	44



De esta manera puede concluirse que una muestra de 300 personas por zona de transporte implica un error en la estimación del número de viajes realizados por los residentes de esa zona inferior al 10%.

Considerando 250 zonas de transporte (Z_a) se obtiene una muestra total de 75.000 personas, lo que implica que la estimación del número total de viajes realizados por los residentes del DMQ se sitúa en torno al 0,6%.



5. CUESTIONARIO

A. EDM10

En relación con este aspecto, y en función de nuestra experiencia, proponemos restringir el contenido de la EDM (en sus tres cuestionarios: hogares, personas y viajes) a las variables que realmente se utilizan posteriormente en la modelación de la demanda, evitando otro tipo de aspectos que no hacen sino complicar innecesariamente la toma de datos.

Para ello tomaremos como base el cuestionario utilizado en una EDM con 30.000 entrevistas que hemos realizado este año en la Costa del Sol.

B. Trabajos de campo complementarios

Como ya se ha indicado, una EDM suele venir acompañada de un conjunto de trabajos de campo complementarios de menor entidad (aforos vehiculares, controles de ocupación visual, etc.), cuyo contenido y alcance se precisarán una vez examinada y valorada la información al respecto disponible (puede adelantarse que, normalmente, se trata de trabajos de menor entidad que no ofrecen complicaciones relevantes).

6. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA Y PROCEDIMIENTO OPERATIVO

6.1. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

De acuerdo con el procedimiento descrito, la EDM se llevará a cabo con una zonificación Z_a cuyo número de zonas estará en torno a la mitad del número de zonas internas al DMQ de la Z_d .

Considerando que, según la municipalidad de Quito, el número de zonas interiores al DMQ necesarias para los modelos de demanda es de 460, se trabajaría en la EDM10 con 250 zonas, lo que representa una muestra estricta de 25.000 hogares⁹, que se elevarían a 37.500 para tener en cuenta rechazos iniciales y la mortandad natural de la muestra durante el proceso de encuesta.

Estos hogares se repartirían uniformemente por zona de transporte¹⁰, de manera que resultaría necesaria una muestra de 150 hogares por cada una de las 250 zonas de transporte de la Z_a .

6.2. PROCEDIMIENTO OPERATIVO

A. Mecánica general

De acuerdo con lo explicado anteriormente se propone una EDM con entrevista telefónica. No obstante, al no existir una base de datos de números de teléfono suficientemente representativa del universo poblacional, se incorpora una primera fase con visita presencial, de acuerdo con el esquema siguiente:

- Selección aleatoria de los hogares de la muestra del censo de población o base de datos equivalente
- Visita presencial al hogar para:
 - Explicar la EDM
 - Obtener el consentimiento del hogar para participar en la investigación

⁹ 250 zonas, con una muestra de 300 personas por zona y un tamaño medio familiar de 3 personas/hogar (según la EDM07).

¹⁰ Para obtener estimaciones con igual error en cada zona.

- Recoger una primera información:
 - Datos del hogar
 - Número de teléfono de contacto (fijo o celular del adulto que asuma la representación del hogar)
- Continuación de la encuesta mediante el procedimiento telefónico anteriormente explicado

La visita presencial se utilizará la tecnología con recogida directa de datos en soporte magnético que aportará el equipo consultor de Metro de Madrid.

En función de las circunstancias, cabría la posibilidad de aprovechar el primer contacto presencial para obtener más información:

- Características de las personas presentes en la vivienda en el momento de la visita
- Características de los viajes realizados por dichas personas el día anterior (laborable normal)
- Etc.

Sin embargo, en contra de dicho planteamiento se encuentran las consideraciones siguientes:

- La visita presencial debe ser lo más simple posible
- El control informático de la operación debería confiarse al sistema CATI que apoya la encuesta telefónica, ya que es mucho más potente que la tecnología que apoya la visita presencial

En cualquier caso, este tipo de ajustes finales se decidirán en función de los resultados de una prueba piloto que está previsto realizar para comprobar el funcionamiento del conjunto de la operación.

En cualquier caso, la viabilidad del procedimiento propuesto está sujeta a la comparación de su presupuesto con el de una operación convencional con entrevista totalmente presencial.



En efecto, en un país como España, la diferencia de rendimientos/costes de personal entrevistador frente al procedimiento telefónico es claramente favorable a este último. Sin embargo, es preciso verificar que esa ventaja se mantiene con los parámetros socioeconómicos de un país como Ecuador¹¹.

B. Procedimientos auxiliares

La mecánica general anterior se completará con los procedimientos necesarios en relación con:

- Supervisión y control (en gabinete)
- Inspección y motivación (en campo)
- Control de calidad (en gabinete)

C. Manual del encuestador

Todo ello quedará plasmado en un Manual del Encuestador con una triple vertiente:

- Visita presencial
- Encuesta telefónica
- Trabajos de campo complementarios

¹¹ Se está trabajando en esta dirección y en breve podrá aportarse una conclusión al respecto.

7. EQUIPO DE CAMPO

7.1. COMPOSICIÓN Y DIMENSIONAMIENTO

Con el procedimiento propuesto el equipo de campo estaría integrado por:

- Un equipo de entrevistadores para realizar el primer contacto presencial. Contando con un rendimiento de aproximadamente 5 hogares/jornada y teniendo en cuenta que esta primera parte de la operación debería estar finalizada antes del 15 de noviembre (para dar tiempo suficiente para completar la operación con las entrevistas telefónicas posteriores), se estima necesaria una plantilla no mayor de 200 entrevistadores¹². Esta plantilla se obtendría de una empresa local subcontratada al efecto, cuyo personal sería formado y supervisado/controlado por personal del equipo de consultores de Metro de Madrid.
- Un equipo de entrevistadores telefónicos pertenecientes a una empresa de marketing telefónico con la que se subcontrataría esta parte de la operación

En cuanto a los trabajos de campo complementarios, estos se dimensionarán cuando estén definidos su contenido y alcance (ya se ha indicado que, normalmente, se trata de trabajos de menor entidad que no ofrecen complicaciones relevantes).

Además, el equipo se completaría con:

A. Primera parte de la operación (visita presencial al hogar)

- Los Jefes de Equipo que aportaría la empresa subcontratista (en torno a 10)
- Tres Jefes de Campo del equipo de consultores de Metro de Madrid

B. Segunda parte de la operación (entrevistas telefónicas)

- Dos Jefes de Campo del equipo de consultores de Metro de Madrid

¹² Entre otras cosas, este valor depende del número final de zonas de la Z_a y, por tanto, de la muestra necesaria.



C. Conjunto del trabajo

- Un técnico responsable del equipo de consultores de Metro de Madrid

7.2. TAREAS A REALIZAR

En relación con el equipo de trabajo será preciso realizar las tareas siguientes:

A. Entrevistadores presenciales y trabajos de campo complementarios

- Selección de la empresa de campo local
- Formación de entrevistadores (en grupos de no más de 20 personas)
- Prueba piloto

B. Entrevistas telefónicas

- Selección de la empresa de marketing telefónico
- Formación de los teleoperadores
- Prueba piloto



8. REALIZACIÓN DE LA EDM11

Supone la realización de las tareas siguientes:

- Aplicación de los procedimientos anteriores (con sus ajustes correspondientes en función de los resultados de las pruebas piloto) (EDM11 + tomas de datos complementarios)
- Supervisión y control
- Inspección y motivación
- Resolución de incidencias
- Control de calidad
- Etc.

La realización de la EDM11 estará sujeta al calendario siguiente:

- Enero de 2011. Trabajos preliminares, zonificación, selección de los hogares de la muestra, procedimientos, cuestionarios, dimensionamiento de la plantilla de personal, selección, contratación, formación, prueba piloto, etc.
- Febrero-Marzo de 2011. Fase 1 con visita presencial para obtener la autorización del hogar y un número de teléfono de contacto
- Marzo-Mayo de 2011. Entrevistas telefónicas



9. TRATAMIENTO DE LOS DATOS

La información recogida en el campo se someterá al tratamiento siguiente:

- Al haberse recogido la información directamente en soporte magnético no son necesarias las labores convencionales de grabación/verificación
- Codificación de orígenes/destinos
- Al haberse controlado informáticamente, no son necesarias las labores convencionales de análisis de consistencia y depuración de errores, ya que dichos procesos han sido realizados “on line” durante la realización de la encuesta
- Expansión de las muestras, considerando los tres tipos de ficheros muestrales (hogares, personas, viajes)
- Obtención de una base de datos socioeconómicos y de movilidad consistente y sin errores, que reproduzca la realidad socioeconómica y de movilidad investigada muestralmente



10. RESULTADO FINAL

A partir de la base de datos anterior, se realizará una explotación básica para verificar cuál es la imagen que se obtiene en relación con:

- Aspectos socioeconómicos
 - Población y distribución por sexo y edad
 - Hogares y distribución por tamaños
 - Empleos
 - Plazas escolares
 - Etc.
- Movilidad
 - Viajes totales
 - Reparto modal
 - Motivos (movilidad obligada/no obligada) (viajes basados/no basados en el domicilio)
 - Razones de la elección modal (demanda cautiva del transporte público)
 - Movilidad por persona
 - Etc.

Anexo 4. Respuesta a diferentes cuestiones planteadas por el DMQ y la Banca Multilateral

Actualización del Modelo de Demanda del Distrito Metropolitano de Quito (MD17)

Producto 3. Respuesta a diferentes cuestiones planteadas por el DMQ y la Banca Multilateral

25 de Junio de 2018





ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE DEMANDA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (MD17)

Producto 3. Respuesta a diferentes cuestiones
planteadas por el DMQ y la Banca Multilateral

25 de Junio de 2018

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
2.	VISIÓN MODERADA DE LA CAPTACIÓN DE VIAJES DESDE EL VEHÍCULO PRIVADO-TAXI	2
3.	SECUENCIA ESPECIAL DE ESCENARIOS.....	15
4.	INTEGRACIÓN TARIFARIA PARCIAL	18
5.	GRADOS DE OCUPACIÓN DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO	22
6.	CAPTACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO DESDE EL VEHÍCULO PRIVADO-TAXI..	29
7.	OTRAS OBSERVACIONES REALIZADAS POR LA BANCA MULTILATERAL.....	30
8.	COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON OTROS CASOS SIMILARES	34

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1.	VIAJES DE LAS MATRICES RESULTANTES	3
TABLA N° 2.	REPARTO PÚBLICO/PRIVADO	4
TABLA N° 3.	ETAPAS TRANSPORTE PÚBLICO 2020 (2.874.036 VIAJES/LAB).....	5
TABLA N° 4.	ETAPAS TRANSPORTE PÚBLICO 2025 (3.032.563 VIAJES/LAB).....	6
TABLA N° 5.	ETAPAS TRANSPORTE PÚBLICO 2030 (3.103.235 VIAJES/LAB).....	7
TABLA N° 6.	ETAPAS TRANSPORTE PÚBLICO 2035 (3.225.351 VIAJES/LAB).....	8
TABLA N° 7.	ETAPAS TRANSPORTE PÚBLICO 2040 (3.376.967 VIAJES/LAB).....	9
TABLA N° 8.	ETAPAS/VIAJE EN TRANSPORTE PÚBLICO	10
TABLA N° 9.	ETAPAS EN METRO SIN/CON INTEGRACIÓN TARIFARIA EN 2017.....	10
TABLA N° 10.	ASIGNACIÓN Y VIAJEROS PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO. ALTERNATIVA DE RED ACTUAL PROYECTADA.....	11
TABLA N° 11.	TABLA N° 10. ASIGNACIÓN Y VIAJEROS PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO. ALTERNATIVA DE RED PROPUESTA EN 2011	11
TABLA N° 12.	ASIGNACIÓN Y VIAJEROS PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO. ALTERNATIVA DE RED PROPUESTA EN EL ESTUDIO DE REESTRUCTURACIÓN.....	11
TABLA N° 13.	COMPARACIÓN DE DEMANDAS DIARIAS ESPERADAS PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO POR ALTERNATIVAS INCLUYENDO INDUCCIÓN	12
TABLA N° 14.	INTENSIDAD DE VIAJEROS EN EL TRAMO Y SENTIDO MÁS CARGADO (LÍNEA 1 DEL METRO) (LA MAGDALENA-SAN FRANCISCO)	14
TABLA N° 15.	SECUENCIA DE ESCENARIOS SOLICITADA POR EL WB	15
TABLA N° 16.	SECUENCIA DE ESCENARIOS SOLICITADA	16
TABLA N° 17.	RESULTADOS DE DEMANDA CON INTEGRACIÓN TARIFARIA PARCIAL Y CON PLUS DE METRO (2020 Y 2025).....	19
TABLA N° 18.	RESULTADOS DE DEMANDA CON INTEGRACIÓN TARIFARIA PARCIAL Y SIN PLUS DE METRO (2020 Y 2025).....	20
TABLA N° 19.	CONJUNTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO (HPM).....	22
TABLA N° 20.	METRO (HPM)	22
TABLA N° 21.	CCN (HPM).....	22
TABLA N° 22.	SUR-OCCIDENTAL (HPM)	22
TABLA N° 23.	ECOVÍA + SUR-ORIENTAL (HPM)	23
TABLA N° 24.	TROLEBÚS (HPM)	23
TABLA N° 25.	QUITO CABLE (HPM).....	23

TABLA N° 26.	OTROS BRTs (HPM)	23
TABLA N° 27.	CONVENCIONAL (HPM).....	24
TABLA N° 28.	PARROQUIALES (HPM)	24
TABLA N° 29.	TRANSVERSALES (HPM)	24
TABLA N° 30.	TREN (HPM)	24
TABLA N° 31.	TRONCOALIMENTADORAS (HPM)	24
TABLA N° 32.	ALIMENTADORAS BRTs (HPM)	25
TABLA N° 33.	CONJUNTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO (TODO EL DÍA)	25
TABLA N° 34.	METRO (TODO EL DÍA).....	25
TABLA N° 35.	CCN (TODO EL DÍA).....	25
TABLA N° 36.	SUR-OCCIDENTAL (TODO EL DÍA)	25
TABLA N° 37.	ECOVÍA + SUR-ORIENTAL (TODO EL DÍA).....	26
TABLA N° 38.	TROLEBÚS (TODO EL DÍA)	26
TABLA N° 39.	QUITO CABLE (TODO EL DÍA).....	26
TABLA N° 40.	OTROS BRTs (TODO EL DÍA)	26
TABLA N° 41.	CONVENCIONAL (TODO EL DÍA)	26
TABLA N° 42.	PARROQUIALES (TODO EL DÍA)	27
TABLA N° 43.	TRANSVERSALES (TODO EL DÍA)	27
TABLA N° 44.	TREN (TODO EL DÍA)	27
TABLA N° 45.	TRONCOALIMENTADORAS (TODO EL DÍA)	27
TABLA N° 46.	ALIMENTADORAS BRTs (TODO EL DÍA)	27
TABLA N° 47.	CAPTACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO DESDE EL VEHÍCULO PRIVADO Y TAXI.....	29
TABLA N° 48.	DISTRIBUCIÓN DE VIAJEROS DE METRO SEGÚN EL NÚMERO DE TRANSBORDOS	33

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1. EJEMPLO DE OSCIOGRAMA DE CARGA. RED ACTUAL PROYECTADA A 2020	13
--	----

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El pasado 29 de Mayo, conforme a lo establecido en el calendario acordado, TRN TÁRYET entregó a la EPMMQ el Producto 3 de la Consultoría **Actualización del Modelo de Demanda del Distrito Metropolitano de Quito (MD17)**.

Desde esa fecha se han sucedido varias reuniones con representantes de diferentes organismos del Distrito Metropolitano de Quito y de la Banca Multilateral, en las que se han planteado diferentes cuestiones o preguntas que exigían cálculos adicionales con el MD17 calibrado en el Producto 2.

El propósito de este informe es el de contestar a todas esas cuestiones, presentando los resultados numéricos que se corresponden con cada una de ellas.

Dichas cuestiones son las siguientes:

- Visión moderada de la captación de viajes desde el vehículo privado-taxi, planteada por el Consultor.
- Secuencia especial de escenarios planteada por el WB.
- Integración tarifaria parcial, planteada por la EPMMQ.
- Grados de ocupación de los diferentes sistemas de transporte público, solicitados por la Banca Multilateral.
- Captación del transporte público desde el vehículo privado-taxi, solicitada por la Banca Multilateral.
- Otras observaciones realizadas por la Banca Multilateral.
- Comparación de resultados con otros casos similares, solicitada por la Banca Multilateral.

2. VISIÓN MODERADA DE LA CAPTACIÓN DE VIAJES DESDE EL VEHÍCULO PRIVADO-TAXI

Según se explica en el Producto 3, los viajes captados por el transporte público desde el vehículo privado-taxi en la situación con proyecto (línea 1 del Metro) tienen dos componentes:

- Una primera que se obtiene mediante la aplicación del modelo de reparto modal.
- Una segunda que específicamente responde a los viajes en vehículo privado-taxi que tienen su origen y destino a menos de 600 m de una estación de Metro y podrían realizar su desplazamiento en este nuevo modo de transporte con una ventaja de tiempo de 5 minutos o el 5% de sus tiempo de viaje actual.

Ante la inquietud manifestada por algunos representantes de la Banca Multilateral, en el sentido de que conviene no sobrevalorar este efecto por entender que es difícil que un usuario del auto en Quito desvíe su viaje al transporte colectivo (Metro), el Consultor ha decidido probar una alternativa nueva que prescindiera del “plus de demanda captada” correspondiente a la segunda componente anterior (en lo sucesivo, nos referiremos a esta opción como alternativa “sin plus de Metro”).

Los resultados obtenidos se muestran a continuación, con la misma estructura que los resultados incluidos en el Producto 3 entregado el pasado de Mayo, para favorecer su comparación.

C. Matrices de viajes

Tabla nº 1. Viajes de las matrices resultantes

Año	AM		PM		VA		Día Laborable			Tasas de crec anual		
	Privado	Público	Privado	Público	Privado	Público	Privado	Público	Total	Privado	Público	Total
2017	100.040	251.496	67.807	182.273	30.247	81.650	978.194	2.601.161	3.579.355	-	-	-
2020	103.877	272.873	68.174	193.794	28.508	91.942	953.924	2.874.036	3.827.959	-0,83%	3,38%	2,26%
2025	110.432	278.150	72.440	197.012	30.787	99.222	1.023.825	3.032.563	4.056.387	0,57%	1,94%	1,58%
2030	118.273	282.166	77.173	197.665	32.321	102.416	1.082.166	3.103.235	4.185.400	0,78%	1,37%	1,21%
2035	125.955	282.038	81.197	197.533	32.304	108.878	1.109.285	3.225.351	4.334.636	0,70%	1,20%	1,07%
2040	134.658	282.100	88.045	197.434	32.312	116.866	1.147.385	3.376.967	4.524.351	0,70%	1,14%	1,02%

Tabla n° 2. Reparto público/privado

Año	Día Laborable		
	Privado	Público	Total
2017	30%	70%	100%
2020	29%	71%	100%
2025	29%	71%	100%
2030	30%	70%	100%
2035	29%	71%	100%
2040	29%	71%	100%

D. Etapas en el sistema de transporte público

Tabla n° 3. Etapas Transporte Público 2020 (2.874.036 viajes/lab)

Año demanda	Subsistema	Red actual	Red Actual + Metro	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	Metro	0	386.522	505.951	440.261
2020	BRT CCN	137.905	145.188	202.810	49.866
2020	BRT Ecovía y Sur Oriental	243.369	221.875	343.634	293.994
2020	BRT Sur Occidente	269.857	310.556	50.052	100.145
2020	BRT Trolebús	266.819	130.725	208.677	160.574
2020	Otros BRT	0	0	0	212.967
2020	Transversal	0	0	319.457	1.874.767
2020	Convencional	1.602.292	1.884.661	1.493.959	552.184
2020	Parroquial	678.792	688.854	692.564	53.744
2020	Cable	0	0	0	0
2020	Tren	0	0	0	0
2020	Otros (incluye rutas alimentadoras actuales)	497.923	594.317	572.849	822.399
2020	Total	3.696.957	4.362.698	4.389.954	4.549.553

Tabla nº 4. Etapas Transporte Público 2025 (3.032.563 viajes/lab)

Año demanda	Subsistema	Red Actual + Metro	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2025	Metro	399.265	525.997	460.139
2025	BRT CCN	150.786	215.346	51.832
2025	BRT Ecovía y Sur Oriental	232.807	363.994	326.181
2025	BRT Sur Occidente	322.959	53.514	103.625
2025	BRT Trolebús	135.300	219.711	154.258
2025	Otros BRT	47.122	70.009	277.579
2025	Transversal	0	332.211	1.980.664
2025	Convencional	1.993.336	1.571.286	569.987
2025	Parroquial	699.126	685.979	55.811
2025	Cable	0	0	0
2025	Tren	0	0	0
2025	Otros (incluye rutas alimentadoras actuales)	629.260	624.918	869.695
2025	Total	4.609.960	4.662.966	4.833.818

Tabla nº 5. Etapas Transporte Público 2030 (3.103.235 viajes/lab)

Año demanda	Subsistema	Red Actual + Metro	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2030	Metro	417.857	500.150	453.410
2030	BRT CCN	136.257	173.472	45.061
2030	BRT Ecovía y Sur Oriental	191.735	298.566	272.699
2030	BRT Sur Occidente	279.098	17.192	65.117
2030	BRT Trolebús	122.901	188.208	137.406
2030	Otros BRT	572.172	683.942	833.466
2030	Transversal	0	349.126	1.795.988
2030	Convencional	1.757.105	1.321.131	511.130
2030	Parroquial	696.713	687.757	76.494
2030	Cable	101.782	96.740	105.589
2030	Tren	5.988	5.973	4.868
2030	Otros (incluye rutas alimentadoras actuales)	594.020	539.913	756.865
2030	Total	4.875.628	4.862.170	5.058.093

Tabla nº 6. Etapas Transporte Público 2035 (3.225.351 viajes/lab)

Año demanda	Subsistema	Red Actual + Metro	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2035	Metro	428.784	513.180	465.052
2035	BRT CCN	139.867	178.184	46.321
2035	BRT Ecovía y Sur Oriental	199.601	311.120	283.128
2035	BRT Sur Occidente	285.219	17.918	66.190
2035	BRT Trolebús	125.691	192.948	140.255
2035	Otros BRT	599.454	715.168	873.401
2035	Transversal	0	359.628	1.870.277
2035	Convencional	1.824.984	1.367.085	534.404
2035	Parroquial	734.920	725.491	80.849
2035	Cable	106.643	103.316	110.373
2035	Tren	6.607	6.590	5.406
2035	Otros (incluye rutas alimentadoras actuales)	620.124	565.743	790.105
2035	Total	5.071.894	5.056.372	5.265.760

Tabla nº 7. Etapas Transporte Público 2040 (3.376.967 viajes/lab)

Año demanda	Subsistema	Red Actual + Metro	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2040	Metro	705.939	814.303	714.269
2040	BRT CCN	128.338	153.962	46.032
2040	BRT Ecovía y Sur Oriental	189.865	293.852	263.842
2040	BRT Sur Occidente	291.861	18.781	64.777
2040	BRT Trolebús	122.403	182.963	143.465
2040	Otros BRT	616.928	728.827	875.199
2040	Transversal	0	361.798	1.899.698
2040	Convencional	1.829.113	1.321.596	523.593
2040	Parroquial	760.583	753.977	85.398
2040	Cable	113.511	108.325	116.323
2040	Tren	106.734	106.735	98.577
2040	Otros (incluye rutas alimentadoras actuales)	618.918	581.007	762.420
2040	Total	5.484.192	5.426.124	5.593.594

Tabla n° 8. Etapas/viaje en transporte público

Año demanda	Red Actual	Red Actual + Metro	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	1,286	1,518	1,527	1,583
2025		1,520	1,538	1,594
2030		1,571	1,567	1,630
2035		1,573	1,568	1,633
2040		1,624	1,607	1,656

E. Demanda de Metro

Tabla n° 9. Etapas en Metro sin/con integración tarifaria en 2017

	Tarifa actual sin integración	Sistema con tarifa integrada 0,40 USD
Red actual sin integración	215.785	-
Red actual + integración (sin reordenación)	-	361.190
Red estudio 2011 (con reordenación)	-	475.402
Red BCN (para 2017) (con reordenación)	-	413.287

Tabla nº 10. Asignación y viajeros para la línea 1 del Metro. Alternativa de red actual proyectada

Año	Mañana	Tarde	Valle	Diaria
2020	37.316	33.034	11.199	386.522
2025	37.913	33.212	11.922	399.265
2030	36.328	34.414	12.735	417.857
2035	36.033	34.282	13.362	428.784
2040	35.712	33.629	14.300	444.005

Tabla nº 11. Tabla nº 10. Asignación y viajeros para la línea 1 del Metro. Alternativa de red propuesta en 2011

Año	Mañana	Tarde	Valle	Diaria
2020	47.320	40.430	15.264	505.951
2025	48.071	40.744	16.191	525.997
2030	42.442	39.144	15.676	500.150
2035	42.045	38.988	16.428	513.180
2040	69.084	60.130	26.092	814.303

Tabla nº 12. Asignación y viajeros para la línea 1 del Metro. Alternativa de red propuesta en el Estudio de Reestructuración

Año	Mañana	Tarde	Valle	Diaria
2020	40.026	37.095	13.101	440.261
2025	40.822	37.393	14.017	460.139
2030	36.792	36.984	14.151	453.410
2035	36.423	36.833	14.827	465.052
2040	61.047	54.615	22.544	714.269

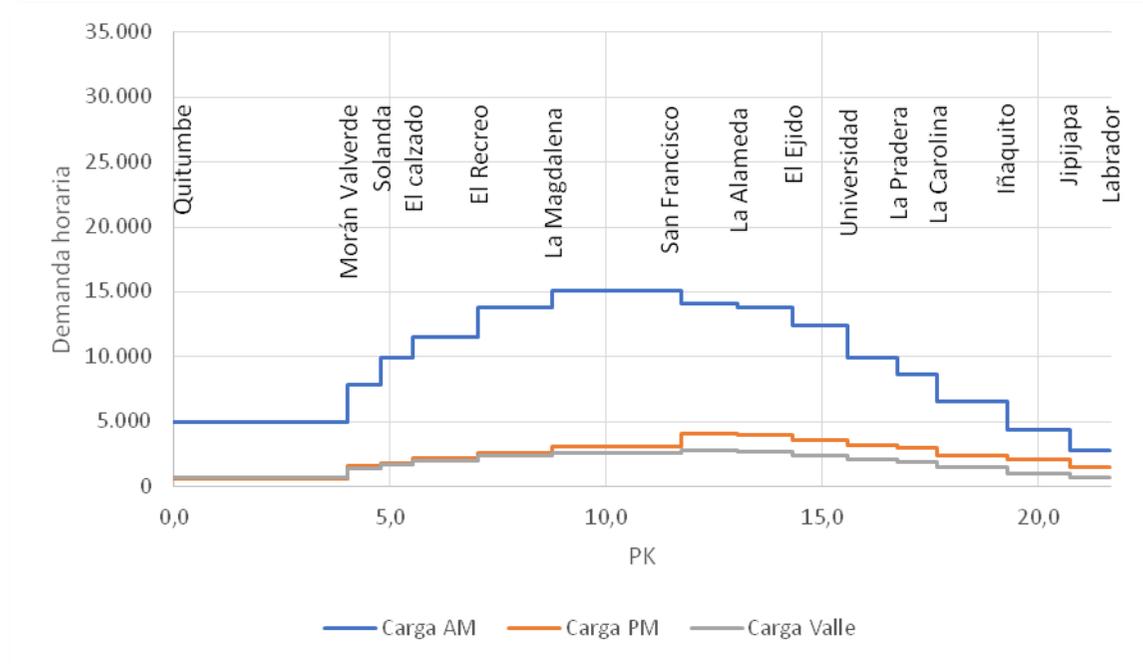
Tabla nº 13. Comparación de demandas diarias esperadas para la línea 1 del Metro por alternativas incluyendo inducción

ºAño	Red actual proyectada	Red propuesta en 2011	Red propuesta en Estudio de Reordenación
2020	396.433	518.924	451.550
2025	420.279	553.681	484.357
2030	439.850	526.473	477.274
2035	451.352	540.190	489.528
2040	467.373	857.161	751.862

Seguidamente se muestra un ejemplo de los oscilogramas de carga, que muestran las intensidades de viajeros por tramos y sentido en la línea 1 del Metro, durante el período punta de la mañana.

En este caso se muestra el oscilograma correspondiente al escenario 0 (red actual proyectada + Metro) en el horizonte 2020. Como puede comprobarse, la intensidad máxima se produce en el sentido Sur-Norte, en el tramo La Magdalena-San Francisco.

Gráfico n° 25. Ejemplo de oscilograma de carga. Red actual proyectada a 2020



Analizando los oscilogramas de carga en la hora punta de mañana en los tres escenarios de red considerados durante el período 2020-2040 se obtienen los valores de la tabla siguiente:

Tabla n° 14. Intensidad de viajeros en el tramo y sentido más cargado (línea 1 del Metro) (La Magdalena-San Francisco)

Escenario	2020	2025	2030	2035
Red actual proyectada	20.538	20.797	18.787	18.774
Ordenación 2011	23.331	23.929	20.442	20.411
Red BCN Ecología	18.705	19.206	16.529	16.520

3. SECUENCIA ESPECIAL DE ESCENARIOS

Los resultados de demanda del Producto 3 se corresponden con las siguientes premisas:

- Integración tarifaria total de todos los sistemas de transporte colectivo con tarifa plana con los niveles siguientes (en USD constantes de 2018):
 - 2020-2030: 0,40 USD
 - 2030-2040: ,060 USD
- Tres escenarios de red constantes durante el período 2020-2040
 - Escenario 0. Red de transporte público actual + línea 1 de Metro
 - Escenario 1. Propuesta de reestructuración del estudio de Metro de Madrid, pero partiendo de la configuración actual de los sistemas BRT Trole, Ecovía, CCN y Suroriental (es decir, sin cortar el trole ni el CCN y manteniendo los cambios producidos desde 2011), y transformando el suroccidental en un corredor BRT hasta La Magdalena (ahora no lo es).
 - Escenario 2. Propuesta de reestructuración desarrollada por BCN Ecología (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona), pero de acuerdo con las indicaciones del Comité Técnico, sin considerar su planteamiento sobre transporte interparroquial.

En estas circunstancias, el WB solicitó los resultados esperados en la línea 1 del Metro de Quito en una secuencia temporal que se combina los tres escenarios siguientes:

Tabla n° 15. Secuencia de escenarios solicitada por el WB

Escenario	Red	Integración tarifaria
A	Actual + línea 1 del Metro	No
B	Actual + línea 1 del Metro	Integración total transporte urbano
C	Reordenación Barcelona + línea 1 del Metro	Integración total transporte urbano

La secuencia temporal de escenarios solicitada y los valores de demanda del Metro correspondientes son los siguientes (se ha utilizado como factor para pasar de demanda en laborable a demanda anual el valor de 300).

A. Con plus de Metro

Tabla n° 16. Secuencia de escenarios solicitada

Año	Alternativa	Tarifa Metro (USD de 2018)	Demanda Metro en día laborable SIN inducción	Demanda Metro en día laborable CON inducción	Demanda Metro anual CON inducción
2020	a	0,25	246.613	252.936	75.880.830
2021	a	0,25	248.488	261.566	78.469.850
2022	b	0,40	424.206	446.533	133.959.880
2023	b	0,40	427.535	450.037	135.011.028
2024	b	0,40	430.864	453.541	136.062.176
2025	b	0,40	431.456	454.164	136.249.302
2026	c	0,40	499.819	526.125	157.837.549
2027	c	0,40	501.023	527.393	158.217.783
2028	c	0,40	502.227	528.660	158.598.017
2029	c	0,40	503.431	529.928	158.978.251
2030	c	0,60	493.940	519.936	155.980.939
2031	c	0,60	496.368	522.492	156.747.742
2032	c	0,60	498.796	525.048	157.514.544
2033	c	0,60	501.224	527.604	158.281.346
2034	c	0,60	503.652	530.160	159.048.148
2035	c	0,60	506.081	532.717	159.814.951

B. Sin plus de Metro

Año	Alternativa	Tarifa Metro (USD de 2018)	Demanda Metro en día laborable SIN inducción	Demanda Metro en día laborable CON inducción	Demanda Metro anual CON inducción
2020	a	0,25	224.344	230.096	69.028.832
2021	a	0,25	226.040	237.937	71.381.061
2022	b	0,40	392.709	413.378	124.013.251
2023	b	0,40	395.802	416.633	124.990.039
2024	b	0,40	398.895	419.889	125.966.826
2025	b	0,40	399.265	420.279	126.083.563
2026	c	0,40	461.241	485.517	145.655.071
2027	c	0,40	462.343	486.677	146.003.166
2028	c	0,40	463.446	487.838	146.351.262
2029	c	0,40	464.548	488.998	146.699.357
2030	c	0,60	453.410	477.274	143.182.099
2031	c	0,60	455.738	479.725	143.917.353
2032	c	0,60	458.067	482.175	144.652.608

Año	Alternativa	Tarifa Metro (USD de 2018)	Demanda Metro en día laborable SIN inducción	Demanda Metro en día laborable CON inducción	Demanda Metro anual CON inducción
2033	c	0,60	460.395	484.626	145.387.862
2034	c	0,60	462.723	487.077	146.123.117
2035	c	0,60	465.052	489.528	146.858.371

4. INTEGRACIÓN TARIFARIA PARCIAL

A. Planteamiento

Todos los cálculos del Producto 3 están realizados bajo el supuesto de que la línea 1 del Metro de Quito se pondrá en servicio en 2020 con una integración tarifaria total, con tarifa plana para el conjunto del sistema de transporte colectivo, que en unidades monetarias constantes de 2018 sería de 0,40 USD de 2020 a 2030 y de 0,60 USD de 2030 a 2040.

Como, por un lado, se considera altamente improbable alcanzar dicha situación en 2020 y, por otro, el precio de 0,40 USD parece insuficiente para sostener la operación y mantenimiento del sistema, a petición de la EPMQ se ha evaluado un escenario tarifario nuevo con las características siguientes:

- Integración tarifaria total en Metro, BRTs y alimentadoras
- Tarifa plana en 2020 en el sistema integrado de 0,60 USD de 2018
- Tarifa en el resto del sistema en 2020 de 0,38 USD por etapa

En estas condiciones, los resultados de demanda obtenidos se ofrecen a continuación para cada uno de los tres escenarios de red definidos en el Producto 3 y en dos situaciones diferentes: con y sin plus de Metro.

B. Integración tarifaria parcial con plus de Metro

A continuación se presentan los resultados de demanda de este escenario para los años 2020 y 2025, junto con el resto de escenarios tenidos en cuenta en el Producto 3, para facilitar la valoración de dichos resultados.

Tabla nº 17. Resultados de demanda con integración tarifaria parcial y con plus de Metro (2020 y 2025)

Año demanda	Red de año	Subsistema	Red actual sin Metro	Red actual sin Integración tarifaria	Red actual Integración tarifaria parcial (EPMMQ)	Integración tarifaria total urbanos		
						Red Actual+metro integración total urbanos	Reordenación 2011, integración total urbanos	Reordenación BCN, integración total urbanos
2020	2020	Metro	0	246.613	294.288	417.549	547.364	477.407
2020	2020	BRT CCN	139.778	129.376	86.833	148.533	208.069	50.897
2020	2020	BRT Ecovía y Sur Oriental	254.622	217.489	154.930	232.195	357.913	309.393
2020	2020	BRT Sur Occident	292.920	216.660	162.661	335.045	51.186	107.596
2020	2020	BRT Trolebús	284.346	196.653	95.498	140.256	222.774	160.574
2020	2020	Otros BRT	0	0	0	0	0	216.798
2020	2020	Transversal	0	0	0	0	330.251	1.929.708
2020	2020	Convencional	1.678.894	1.632.524	1.916.106	1.954.905	1.554.389	571.063
2020	2020	Parroquial	689.713	693.669	731.594	700.677	704.718	54.095
2020	2020	Cable	0	0	0	0	0	0
2020	2020	Tren	0	0	0	0	0	0
2020	2020	Otros (incluye rutas alimentadoras actuales)	503.211	509.019	424.468	600.323	579.052	839.141
2020	2020	Total	3.843.484	3.842.003	3.866.378	4.529.484	4.555.716	4.716.671
2025	2025	Metro		255.142	305.629	431.456	568.931	498.615
2025	2025	BRT CCN		134.478	90.649	154.149	220.671	52.887
2025	2025	BRT Ecovía y Sur Oriental		228.437	162.232	243.514	378.785	326.181
2025	2025	BRT Sur Occident		225.155	170.426	347.814	54.750	111.156
2025	2025	BRT Trolebús		203.517	98.684	145.138	234.368	165.930
2025	2025	Otros BRT		54.710	48.930	47.615	70.532	282.459
2025	2025	Transversal		0	0	0	343.345	2.037.277
2025	2025	Convencional		1.720.540	2.012.071	2.065.768	1.633.071	589.541
2025	2025	Parroquial		703.912	749.232	711.132	698.341	56.137
2025	2025	Cable		0	0	0	0	0
2025	2025	Tren		0	0	0	0	0

2025	2025	Otros (incluye rutas alimentadoras actuales)	538.676	448.660	635.503	631.363	886.923
2025	2025	Total	4.064.567	4.086.513	4.782.089	4.834.156	5.007.106

C. Integración tarifaria parcial sin plus de Metro

Los resultados sin plus de Metro son los siguientes:

Tabla n° 18. Resultados de demanda con integración tarifaria parcial y sin plus de Metro (2020 y 2025)

Año demanda	Red de año	Subsistema	Red actual sin Metro (con matrices obtenidas tras reparto modal con Metro)	Red actual Sin Integración	Red actual Integración parcial (EPMMQ)	Integración total urbanos		
						Red Actual+Metro integración total urbanos	Reordenación 2011, integración total urbanos	Reordenación BCN, integración total urbanos
2020	2020	Metro	0	224.344	276.901	386.522	505.951	440.261
2020	2020	BRT CCN	137.905	128.129	87.430	145.188	202.810	49.866
2020	2020	BRT Ecovía y Sur Oriental	243.369	208.228	151.263	221.875	343.634	293.994
2020	2020	BRT Sur Occident	269.857	200.757	152.983	310.556	50.052	100.145
2020	2020	BRT Trolebús	266.819	186.797	90.757	130.725	208.677	160.574
2020	2020	Otros BRT	0	0	0	0	0	212.967
2020	2020	Transversal	0	0	0	0	319.457	1.874.767
2020	2020	Convencional	1.602.292	1.563.686	1.811.925	1.884.661	1.493.959	552.184
2020	2020	Parroquial	678.792	682.666	720.068	688.854	692.564	53.744
2020	2020	Cable	0	0	0	0	0	0
2020	2020	Tren	0	0	0	0	0	0
2020	2020	Otros (incluye rutas alimentadoras actuales)	497.923	504.485	423.021	594.317	572.849	822.399
2020	2020	Total	3.696.957	3.699.092	3.714.349	4.362.698	4.389.954	4.549.553
2025	2025	Metro		231.984	287.437	399.265	525.997	460.139

2025	2025	BRT CCN	133.221	91.186	150.786	215.346	51.832
2025	2025	BRT Ecovía y Sur Oriental	218.922	158.516	232.807	363.994	326.181
2025	2025	BRT Sur Occident	208.991	160.536	322.959	53.514	103.625
2025	2025	BRT Trolebús	193.334	93.789	135.300	219.711	154.258
2025	2025	Otros BRT	54.175	48.346	47.122	70.009	277.579
2025	2025	Transversal	0	0	0	332.211	1.980.664
2025	2025	Convencional	1.649.790	1.904.426	1.993.336	1.571.286	569.987
2025	2025	Parroquial	692.716	737.763	699.126	685.979	55.811
2025	2025	Cable	0	0	0	0	0
2025	2025	Tren	0	0	0	0	0
2025	2025	Otros (incluye rutas alimentadoras actuales)	533.970	447.153	629.260	624.918	869.695
2025	2025	Total	3.917.103	3.929.150	4.609.960	4.662.966	4.833.818

5. GRADOS DE OCUPACIÓN DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Se trata de una petición de la Banca Multilateral que está interesada en conocer el grado de ocupación de los diferentes elementos del sistema de transporte público en términos del cociente entre viajeros-km y plazas-km.

Los resultados de estos cálculos, realizados con el MD17 en la alternativa sin plus de Metro, se muestran a continuación:

A. Grado de ocupación en la hora punta de la mañana (dimensionamiento)

Tabla n° 19. Conjunto del sistema de transporte colectivo (HPM)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	62,7%	63,9%	79,0%	63,0%
2025		65,0%	80,4%	64,2%
2030		56,8%	65,0%	54,8%
2035		55,3%	65,3%	55,1%
2040		47,2%	54,0%	47,1%

Tabla n° 20. Metro (HPM)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	49,1%	54,8%	67,3%	55,9%
2025		55,5%	69,3%	57,4%
2030		52,3%	56,7%	48,3%
2035		48,4%	56,4%	48,0%
2040		37,4%	42,6%	36,1%

Tabla n° 21. CCN (HPM)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	40,8%	45,9%	68,9%	32,5%
2025		46,5%	70,9%	32,6%
2030		38,3%	51,7%	29,2%
2035		36,7%	51,3%	28,8%
2040		28,0%	34,2%	24,6%

Tabla n° 22. Sur-Occidental (HPM)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	21,1%	31,5%	63,2%	45,7%
2025		31,9%	65,7%	46,3%

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2030		28,3%	17,1%	21,4%
2035		26,1%	17,2%	21,0%
2040		25,1%	17,0%	19,7%

Tabla n° 23. Ecovía + Sur-Oriental (HPM)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	43,6%	54,0%	78,8%	93,0%
2025		55,1%	81,1%	96,0%
2030		45,7%	63,3%	80,7%
2035		43,2%	63,8%	81,3%
2040		34,6%	52,6%	64,8%

Tabla n° 24. Trolebús (HPM)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	27,8%	26,2%	38,9%	24,2%
2025		26,2%	39,5%	24,3%
2030		26,3%	34,2%	22,5%
2035		24,1%	33,6%	22,2%
2040		19,6%	27,8%	21,0%

Tabla n° 25. Quito Cable (HPM)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020				
2025				
2030		61,5%	55,8%	56,1%
2035		61,1%	56,4%	56,6%
2040		61,0%	56,3%	57,3%

Tabla n° 26. Otros BRTs (HPM)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020				65,4%
2025		51,1%	57,7%	54,1%
2030		136,8%	150,4%	69,4%
2035		137,3%	151,9%	70,1%
2040		125,7%	135,9%	64,8%

Tabla n° 27. Convencional (HPM)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	76,1%	69,8%	95,9%	39,5%
2025		72,5%	98,4%	39,6%
2030		58,9%	75,4%	31,8%
2035		56,7%	75,3%	32,0%
2040		50,2%	63,9%	28,4%

Tabla n° 28. Parroquiales (HPM)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	79,0%	75,6%	79,9%	13,9%
2025		75,2%	78,1%	14,1%
2030		66,1%	67,3%	17,2%
2035		65,6%	68,4%	17,6%
2040		61,5%	65,0%	17,6%

Tabla n° 29. Transversales (HPM)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020			59,8%	94,4%
2025			60,2%	96,1%
2030			61,7%	81,7%
2035			61,3%	82,1%
2040			58,6%	79,1%

Tabla n° 30. Tren (HPM)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020				
2025				
2030		0,7%	0,7%	0,9%
2035		0,7%	0,7%	0,9%
2040		10,3%	9,8%	8,9%

Tabla n° 31. Troncoalimentadoras (HPM)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020			100,1%	77,4%
2025			120,1%	79,5%
2030			67,0%	60,4%
2035			67,6%	60,8%
2040			59,3%	50,7%

Tabla n° 32. Alimentadoras BRTs (HPM)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	62,8%	81,6%	81,7%	
2025		84,0%	84,2%	
2030		75,3%	80,0%	
2035		75,3%	80,4%	
2040		69,2%	80,6%	

B. Grado de ocupación en el conjunto del día (evaluación)

Tabla n° 33. Conjunto del sistema de transporte colectivo (todo el día)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	30,9%	31,6%	40,3%	28,7%
2025		33,0%	42,1%	30,1%
2030		28,3%	33,0%	25,6%
2035		28,6%	34,4%	26,7%
2040		25,9%	30,1%	24,4%

Tabla n° 34. Metro (todo el día)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	25,2%	30,1%	39,0%	32,8%
2025		31,3%	41,0%	34,5%
2030		30,5%	34,7%	30,3%
2035		29,2%	35,8%	31,3%
2040		23,5%	27,3%	23,4%

Tabla n° 35. CCN (todo el día)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	23,3%	31,1%	44,5%	21,2%
2025		32,5%	47,2%	22,1%
2030		27,2%	34,2%	19,4%
2035		27,3%	35,2%	20,0%
2040		23,3%	27,6%	19,2%

Tabla n° 36. Sur-Occidental (todo el día)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	11,1%	16,0%	32,7%	27,3%
2025		16,7%	35,0%	28,3%
2030		14,8%	8,4%	16,7%
2035		14,2%	8,8%	17,0%
2040		14,3%	9,2%	17,4%

Tabla n° 37. Ecovía + Sur-Oriental (todo el día)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	21,9%	27,1%	40,9%	45,6%
2025		28,3%	43,2%	48,3%
2030		22,9%	32,1%	39,6%
2035		22,5%	33,5%	41,2%
2040		18,5%	28,2%	33,7%

Tabla n° 38. Trolebús (todo el día)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	12,0%	14,2%	21,0%	13,0%
2025		14,7%	22,2%	13,4%
2030		13,7%	18,2%	12,0%
2035		13,0%	18,7%	12,2%
2040		11,9%	16,9%	12,7%

Tabla n° 39. Quito Cable (todo el día)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020				
2025				
2030		28,9%	26,2%	26,4%
2035		29,9%	27,5%	27,7%
2040		31,2%	28,9%	29,2%

Tabla n° 40. Otros BRTs (todo el día)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020				30,0%
2025		20,2%	24,7%	24,6%
2030		62,2%	69,3%	31,6%
2035		64,3%	72,4%	33,1%
2040		61,8%	68,7%	32,2%

Tabla n° 41. Convencional (todo el día)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	35,2%	31,7%	45,0%	16,9%
2025		33,9%	47,6%	17,7%
2030		27,6%	36,1%	14,1%
2035		27,8%	37,5%	14,7%
2040		25,7%	33,2%	13,6%

Tabla n° 42. Parroquiales (todo el día)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	41,1%	39,6%	41,4%	5,3%
2025		40,8%	41,7%	5,6%
2030		35,4%	35,9%	6,7%
2035		36,3%	37,8%	7,1%
2040		35,4%	37,0%	7,5%

Tabla n° 43. Transversales (todo el día)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020			28,2%	39,2%
2025			29,4%	41,2%
2030			30,6%	35,0%
2035			31,5%	36,6%
2040			31,7%	36,9%

Tabla n° 44. Tren (todo el día)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020				
2025				
2030		0,5%	0,5%	0,5%
2035		0,6%	0,6%	0,5%
2040		5,8%	5,6%	5,1%

Tabla n° 45. Troncoalimentadoras (todo el día)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020			45,9%	35,0%
2025			57,1%	37,0%
2030			32,6%	28,0%
2035			34,2%	29,3%
2040			33,9%	25,9%

Tabla n° 46. Alimentadoras BRTs (todo el día)

Año	Reordenación parcial	Actual integrado	Reordenación 2011	Reordenación BCN
2020	29,9%	36,8%	35,8%	
2025		39,0%	38,1%	
2030		35,0%	36,3%	
2035		36,5%	38,5%	
2040		35,0%	40,0%	

C. Comentarios

La oferta de transporte se ha mantenido constante en todos los escenarios. Como consecuencia de ello, y teniendo en cuenta las actuaciones previstas para el año 2030, se aprecian algunos efectos que cabe señalar, como descensos significativos de los grados de ocupación en algunos elementos del sistema (como el Sur-Occidental, el Trolebús, el transporte convencional o las alimentadoras de los BRTs) o saturación en la hora punta de mañana (ocupación superior al 100%) en otros BRTs o el sistema troncoalimentador.

6. CAPTACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO DESDE EL VEHÍCULO PRIVADO-TAXI

Se trata de evaluar el trasvase modal que se produce en el año 2020 desde otros modos de transporte (vehículo privado y taxi) al sistema de transporte público con la entrada en servicio del Metro y la integración tarifaria, de acuerdo con la petición al respecto de la Banca Multilateral.

Para ello se ha seguido el siguiente esquema:

- Se ha tomado como referencia la alternativa sin plus de Metro.
- Se ha tomado la matriz de viajes motorizados de 2020 en la situación con proyecto.
- A esta matriz se le ha aplicado el reparto modal del año base (2017) para obtener una estimación del reparto modal de 2020 en el escenario tendencial sin proyecto.

Las diferencias entre estas dos matrices dan las captaciones del transporte público como consecuencia del proyecto y la integración tarifaria, según los datos de la tabla siguiente:

Tabla nº 47. Captación del transporte público desde el vehículo privado y taxi

Escenario	Día Laborable				Total
	Priv-Cond	Prv-Acomp	Taxi	Tpúblico	
2020 Con Proyecto	802.599	407.894	151.325	2.874.036	4.235.853
2020 Sin Proyecto	830.207	441.108	206.850	2.757.687	4.235.853
Captación	-27.608	-33.215	-55.525	116.348	-

Como puede apreciarse, la movilidad en transporte público se incrementa en 116.348 viajes en total, un 4,2% de viajes adicionales (es la consecuencia de la implantación de un sistema de transporte público más competitivo (Metro) y de la integración tarifaria).

El vehículo privado como conductor pierde un 3,3% de sus viajes, el privado como acompañante un 7,5% y el taxi un 26,8%.

La cuota de mercado del transporte público pasa de un 65% en el escenario tendencial a un 68% en el escenario con proyecto.

7. OTRAS OBSERVACIONES REALIZADAS POR LA BANCA MULTILATERAL

Este apartado recoge la respuesta a un conjunto de observaciones realizadas por la Banca Multilateral.

Observación 1

Formulación

En 2.2.3 Sistema Tarifario

Explicar por qué razones se han considerado esas tarifas integrada: 0.2, 0.4, 0.6 en la pág. 15. Se consideran bajas ya que de los análisis se sabe que la tarifa técnica del transporte convencional es aprox. 35 centavos en la actualidad.

0, 25 a 0.40 en el año 2020.... De acuerdo con observación de MDMQ en la reunión de explorar tarifas más altas en el 2020 con el arranque del metro

0,60 en el año 2030 pag 34

Respuesta

En primer lugar, hay que considerar que las tarifas propuestas son tarifas en dólares constantes de 2018. Con una inflación media del 3% supondría en **moneda corriente**:

- USD 0.42 en 2020
- USD 0.86 en 2030

Los incrementos respecto de la tarifa actual serían:

- En términos constantes:
 - En 2020 un 60%
 - En 2030 un 140%
- Comparando USD corrientes de cada año:
 - En 2020 un 70%
 - En 2030 un 242%

Con ello y dada la Indefinición de tarifas por parte del DMQ, pareció realista no considerar subidas mayores desde el punto de vista de la aceptación social.

Observación 2

Formulación

Justificación de cambio de planteamiento de política tarifaria vs modelo de demanda 2011.

En 2.5.1.B

En pág. 38 explicar por qué se ha considerado integración tarifaria en el transporte urbano con gratuidad de transbordos.

Es importante explicar la justificación del supuesto del Consultor y su cambio respecto al planteamiento de esquema tarifario de tarifas diferenciadas propuestas en el 2011.

Cuáles fueron los motivos de su cambio, es su sugerencia por alguna razón técnica para incrementar el número de etapas (aunque no aportan ingresos el mayor número de transbordos) o fue motivado por un pedido del MDMQ, o cuál fue la razón? No queda claro.

Respuesta

El planteamiento tarifario considerado en esta consultoría es una consecuencia directa de las instrucciones al respecto recibidas de los técnicos del DMQ que dirigen el trabajo, con el objetivo de adaptarse a la Ordenanza de la Municipalidad sobre esta materia para próximos años.

Observación 3

Formulación

Recomendación del consultor respecto a implementación de sistema de alimentación al metro en base de las tablas presentadas

En pág. 40

Se sugiere que el consultor concluya sobre lo observado en las tablas 12 a 16, de que el escenario 2 es el que más viajes aporta al Metro. Cuánto en % es más alto que los otros y por lo tanto recomienda su implementación.

Respuesta

Entendemos que una decisión definitiva sobre el escenario a seleccionar dependerá no sólo de la demanda del Metro sino también del coste global de cada alternativa (ese análisis excede los límites de esta consultoría).

Además, desde la perspectiva del Metro habrá que ver cómo se realiza el reparto de ingresos del operador tras el balance coste-ingresos pasajeros del sistema.

Observación 4

Formulación

Estudiar los dos tipos de política tarifaria (diferenciada y plana) para poder establecer comparaciones en cada escenario.

¿De nuevo porque el Consultor adopta una nueva política tarifaria como supuesto? Hubiera sido mas interesante que se estudie los escenarios una con tarifa plana y otra con tarifa diferenciada como en el modelo 2011, para poder establecer una comparación entre ambos casos.

En pág. 41 tabla 18 sería interesante conocer que pasa con el número de viajes si la política tarifaria fuera diferenciada como en el ed2011.

Respuesta

Como se ha indicado anteriormente, el esquema tarifario considerado fue el que se pidió que fuera simulado tras las reuniones celebradas en Marzo con representantes del DMQ con el propósito de definir las características de los escenarios a simular con el MD17.

Observación 5

Formulación

Tomar en cuenta el cronograma de implementación de SIR para todos los sistemas en la propuesta de tarifa plana.

Respuesta

Para lograr la tarifa integrada se requiere un sistema integrado de recaudo que es muy poco probable que para 2020 esté funcionando en todos los sistemas (acaso sería posible integrar el Metro y los BRTs).

Por este motivo, se han analizado alternativas sin integración tarifaria y con integración parcial (Metro con BRT y alimentadores), según ha quedado reflejado en los apartados 3 y 4 anteriores.

Observación 6

Formulación

Revisar: ¿Cómo están midiendo la disponibilidad de los pasajeros para hacer transferencias? ¿Cuáles son los? ¿Qué tan comparables son estos porcentajes en relación con otros sistemas de Metro?

Respuesta

De la calibración se obtuvo para los transbordos una penalización fija inicial de 3 minutos para todos ellos. Además, los tiempos de espera tienen una penalización de 1 minuto en el caso de los BRTs y de 3 minutos en las líneas convencionales, alimentadoras y parroquiales.

Para el caso del Metro se ha usado una penalización al tiempo de espera mayor que en los BRTs (1.5 minutos).

Los porcentajes de viajes que entran en Metro como producto de una transferencia varían (según las alternativas con integración tarifaria total analizadas en el año 2020) entre un 41 y un 44%, cifras que son acordes con la situación actual de los BRTs en Quito. Según los datos recibidos se estima que sólo de viajes en que se paga en líneas alimentadoras y luego se usa el BRT (es decir, sin considerar transferencias adicionales de buses convencionales y de parroquiales), el porcentaje de usuarios sobre la demanda de los BRTs es del 33% en Ecovía, 29% en Trole Norte, 32% en Trole Sur y 35% en Sur-Oriental. Si se le añaden los procedentes de otros tipos de buses se tendrían valores semejantes a los estimados para el Metro.

Además habría que añadir los viajes del Metro que en su salida usan otro modo (igual que habría que hacerlo en las estadísticas de los BRTs). Hay que tener en cuenta que la política tarifaria “induce transbordos” por lo que algunos viajes que en la realidad se hagan con transbordo por esta política, se podrían hacer perfectamente sin transbordos.

En todo caso se estima para el año 2020 la siguiente distribución de viajeros de Metro según número de transbordos:

Tabla nº 48. Distribución de viajeros de Metro según el número de transbordos

Viajeros Metro según número de transbordos	Metro integración total	Metro reordenación 2011	Metro reordenación BCN
0	27.1%	31.4%	29.8%
1	58.2%	48.3%	57.7%
2	14.7%	20.3%	12.5%

8. COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON OTROS CASOS SIMILARES

La Banca Multilateral ha mostrado su interés por comparar los resultados de esta consultoría con otros casos similares, en términos de ejemplos de captación del transporte público desde el vehículo privado-taxi y porcentajes de viajes que están llegando al Metro como producto de una transferencia.

En este sentido, es necesario subrayar que el caso de la línea 1 del Metro de Quito presenta unas características específicas que lo hacen singular y difícilmente comparable con el caso de otras ciudades que hayan puesto en servicio una línea de Metro. Estas características son las siguientes:

- La ciudad está configurada sobre una plataforma rectangular relativamente estrecha y muy larga, que discurre en el sentido Norte-Sur.
- El proyecto consiste en la primera línea de Metro que se pone en servicio por el eje principal Norte –Sur, lo que lo sitúa en unas condiciones especialmente favorables para captar demanda de viajes, dados los importantes ahorros de tiempo que representa el Metro frente al sistema de transporte colectivo actual.
- El proyecto incluye una integración tarifaria total para todo el sistema de transporte colectivo, con tarifa plana, lo cual representa un cambio muy sustancial con respecto a la situación sin proyecto y a la situación de otras ciudades latinoamericanas.

En estas condiciones, el Consultor ha realizado una campaña de benchmarking descartando por razones obvias las ciudades europeas.

Esta campaña no ha obtenido resultados por la ausencia en otras ciudades de datos tan específicos como los que se han estado investigando.

No obstante, el Consultor, en función de su experiencia, considera los resultados de su trabajo dentro del rango normal de valores esperados en un caso como el de Quito, con las peculiaridades que acaban de mencionarse.

Actualización del Modelo de Demanda del Distrito Metropolitano de Quito (MD17)



Anexo 5. Personal técnico clave/ apoyo y dedicación horaria a la Consultoría

Personal Extranjero		Horas			
		Producto 1	Producto 2	Producto 3	Total
José Javier Muruzábal Irigoyen	Director del Estudio	139	69	108	317
Nuria Grañeda Rodríguez	Planificador de Sistemas de Transporte	183	175	111	469
Miguel Ángel Reguero Naredo	Modelador de transporte	84	134	118	336
Juan de Lucas	Modelador de transporte	0	127	113	240
Yolanda Heredero	Modelador de transporte	0	53	91	144
Margarita Jiménez Corral	Experto GIS	34	54	47	134
Isabel Morgado Rivero	Experto BBDD	38	61	54	154
Vicente Guillén Martín	Experto Trabajo de campo	34	62	0	96
Total		512	736	642	1.890

Personal Local		
A&V Consultores	Trabajos de campo en la vía pública	44.200 €
MADISON	EDM17	33.864 €

Actualización del Modelo de Demanda del Distrito Metropolitano de Quito (MD17)

