Innovaciones tecnológicas aplicadas al transporte colectivo en Quito : optimización en la evaluación de la demanda con GPS y SIG

Florent Demoraes, Francis Bondoux, Marc Souris, Hidalgo Núñez

▶ **To cite this version:**

Florent Demoraes, Francis Bondoux, Marc Souris, Hidalgo Núñez. Innovaciones tecnológicas aplicadas al transporte colectivo en Quito : optimización en la evaluación de la demanda con GPS y SIG. Bulletin de l'Institut Francais d'Etudes Andines, 2004, 33 (1), pp.193-212. 10.4000/bifea.5857 . halshs-00128543

HAL Id: halshs-00128543
https://shs.hal.science/halshs-00128543

Submitted on 18 Dec 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Innovaciones tecnológicas aplicadas al transporte colectivo en Quito
El ejemplo del monitoreo por satélite - Sistema FINDEM

Florent Demoraes[1] , Francis Bondoux, Marc Souris[2], Hidalgo Nuñez[3]

Resumen: El objetivo del presente artículo es triple. Primero, detallar FINDEM, un sistema de seguimiento satélital y de conteo semiautomático de pasajeros concebido en Quito para el transporte colectivo. Segundo, presentar la metodología de procesamiento de datos recopilados con este sistema. Tercero, detallar los principales resultados obtenidos en una primera encuesta Ascensos Descensos realizada en los bus con FINDEM en el corredor interparroquial Quito – El Quinche.

Palabras claves : Innovación tecnológica, transporte urbano, monitoreo satélital, sistema FINDEM, encuesta AD, estudio de demanda, fiscalización, planificación, Quito, Ecuador.

Résumé : Cet article présente un triple intérêt. En premier lieu, il décrit FINDEM, un système de suivi satelital et de comptage semi-automatique des usagers du transport en commun élaboré à Quito. En second lieu, il présente la méthodologie de traitement des données collectées par ce système. Enfin, sont détaillés les principaux résultats obtenus suite à une première enquête « Montées-Descentes » réalisée avec FINDEM dans les bus, le long d'un axe périurbain Quito – El Quinche.

Mots-clefs : Innovation technologique, transport urbain, suivi satelital, système FINDEM, enquête MD, étude de demande, contrôle de l'exploitation, planification, Quito, Equateur.

Abstract: This paper serves three purposes. First, to detail FINDEM, a satellite monitoring system developed in Quito, which allows a semi-automatic passengers' counting within an urban transportation network. Second, to present the methodology about the processing of the data collected with this equipment. Third, to give the main results of a first "Getting On-Off" survey carried out with FINDEM on buses, along the "Quito – El Quinche" suburban corridor.

Key words: Technological innovation, urban transportation, satellite monitoring, FINDEM system, "On-Off" survey, demand study, operation control, planning, Quito, Equator.

[1] Laboratorio de Geografía – Universidad de Saboya – Francia, (fdemo@univ-savoie.fr)
[2] IRD - Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo, (nakamal@wanadoo.com), (souris@ird.fr)
[3] Dirección Metropolitana de Transporte y Vialidad - Municipio del Distrito de Quito, (hnunez@quito.gov.ec)

1. INTRODUCCION

Entre los mayores problemas en el ámbito de la transportación urbana que deben enfrentar las municipalidades de muchas metrópolis de países en desarrollo, se encuentran la debilidad de herramienta de control de operación y la escasez de datos básicos referentes a la demanda de transporte por sector. Esas carencias dificultan en particular la fiscalización y la planificación eficaz del transporte colectivo que moviliza cada día a más del 70% de la población urbana en la mayoría de las grandes ciudades de Latinoamérica, excepto Brasil. En un contexto casi generalizado en Latinoamérica se ha concretado la municipalización de la competencia en materia de transporte urbano y de privatización de la operación. Los municipios, entes concedentes, necesitan disponer de medios técnicos modernos para evaluar la demanda en transporte colectivo y para fiscalizar la operación. Sin esos medios, el transporte puede volverse muy caótico como fue el caso en Chile en la década de los 90's con la deregulación total del sector. El papel de los cabildos en este sentido es fundamental para garantizar un servicio ciudadano, equitativo, seguro, regular y adaptado a la demanda.

1.1 El municipio, ente rector, planificador y ejecutor del sistema de transporte metropolitano

En lo que se refiere al marco legal "desde finales de 1995, el Distrito Metropolitano de Quito tiene toda autoridad en materia de transporte urbano en su territorio"[4]. El MDMQ se convierte en la autoridad única del transporte, con competencias de "planificar, regular y coordinar todo lo relacionado con el transporte público y privado dentro de su jurisdicción". Dos entes municipales están a cargo de la gestión y administración del transporte : la Dirección Metropolitana de Transporte y Vialidad (DMT) y la Empresa Metropolitana de Servicios y Administración del Transporte (EMSAT). Las principales obligaciones de la DMT, ente rector, son las de "proponer las políticas generales, la planificación y la regulación", "elaborar y actualizar el Plan Maestro de Transporte y Vialidad (PMT)", "proponer el marco regulatorio y la política tarifaria".[5] Las principales obligaciones de la EMSAT, organismo ejecutor, son las de "gestionar, administrar, ejecutar y fiscalizar el tráfico, el transporte en concordancia con el PMT preparado por la DMT, operar, desarrollar y mantener el sistema de señalización y semaforización".[6]

1.2 Las tendencias de las políticas actuales y las necesidades del municipio

El Municipio de Quito intenta desde varios años desvincularse de la operación[7], fortalecer su papel de planificador, administrador y fiscalizador e incentiva la tercerización de las prestaciones de servicio de transporte. En la actualidad, en la región metropolitana de Quito, cerca de 2 millones de viajes son realizados por los capitalinos cada día en transporte colectivo. La flota de buses del sector privado representa el 97% del total de unidades operando y participa en el 90% en la demanda diaria atendidas por el TC.

---

[4] El proceso de transferencia de responsabilidades se ha efectuado progresivamente desde que la *Ley de Régimen Municipal del Distrito Metropolitano*, dictada a finales de 1993, confiere a los poderes municipales de Quito la competencia exclusiva en cuanto a transporte.

[5] Resolución de Alcaldía N° 002, sancionada el 02 de Enero del 2002

[6] Ordenanza Metropolitana No. 055, sancionada el 13 de Junio del 2001

[7] Con el objetivo de optimizar su eficiencia, se observa en la gestión municipal desde unos años una tendencia general de privatización de las prestaciones de los servicios (trolebús, construcción de obras...). Sin embargo, el Municipio sigue siendo el ente rector y planificador.

El desafío para el cabildo es poder entregar el servicio a las operadoras privadas disponiendo de datos confiables y actualizados en cuanto a demanda para que la oferta sea adecuada y de medios técnicos modernos para la fiscalización del servicio. ¿En que medida el sistema FINDEM puede contribuir a solucionar parte de estos desafíos?

El presente artículo se estructura en tres secciones. Primero se presenta el funcionamiento del sistema FINDEM y sus potencialidades. Segundo se trata de la metodología desarrollada para procesar los datos de la primera encuesta Ascensos Descensos realizada en Quito con el equipo FINDEM. Finalmente se presenta los principales resultados y conclusiones relevantes del estudio.

2. EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA *FINDEM* Y SUS POTENCIALIDADES

2.1 El nacimiento del sistema

El sistema FINDEM fue inicialmente desarrollado[8] para controlar el recorrido, los tiempos de viajes, los tiempos de parada, las velocidades, el consumo de combustible del transporte de carga en Ecuador. Luego, el sistema FINDEM fue modificado y utilizado en la ciudad de Quito durante una encuesta ascensos descensos realizada en Julio de 2002 en las unidades de transporte interparroquial en el corredor "Quito-Quinche".

2.2 Componentes y funcionamiento

El sistema FINDEM, instalado a bordo del vehículo, funciona en base a los siguientes componentes[9] (Véase Foto N°1):

- Un GPS (Global Positioning System) que recibe la señal de los satélites (coordenadas geográficas)
- Un sensor o control para realizar el conteo de los ascensos y descensos de pasajeros
- Una batería externa
- Una tarjeta de adquisición de datos
- Una memoria interna amovible (tarjeta Flash[10])
- Una batería interna

Nota : esos 3 últimos componentes se ubican en la caja negra "FINDEM".

El GPS se coloca sobre la cubierta del bus y los otros tres componentes en el interior. El sistema está diseñado para realizar un registro cada segundo. Se escogió esa calibración ya que un pasajero puede subir al bus a cualquier instante. Los datos (formato Tabla Excel) que se recopilan son los siguientes:

1 – Hora,
2 - Validez del registro,
3 - Posición geográfica (longitud y latitud)

[8] Francis BONDOUX ingeniero en sistema del IRD es el diseñador del sistema FINDEM

[9] Se describe aquí la configuración en la que se encontraba FINDEM para la encuesta AD en Julio de 2002. Sin embargo el sistema es modificable. Por ejemplo se puede conectar una antena que permite enviar directamente los datos registrados a una central de recepción. Esa información puede ser visualizada en tiempo real en un monitor mediante el paquete informático *SavFindem* desarrollado por Marc Souris. Ensayos preliminares satisfactorios fueron realizados en la ciudad de Quito.

[10] Permite descargar los datos en una computadora portátil por ejemplo

Los datos 1,2 y 3 se registran automáticamente en el FINDEM (Ver Tabla N°1).

Además a partir de los diferentes impulsios (presión sobre los diferentes botones del sensor) se registran:

4 - El número de personas que suben y bajan,
5 - Un indicador del sentido del viaje (al iniciar y al concluir un recorrido).

El conteo se realiza con la participación de dos personas instaladas a bordo de la unidad de transporte. Una cuenta y verifica los ascensos y descensos, otra registra los pasajeros con el sensor.

Además del levantamiento de los recorrdios, con estos datos básicos es posible calcular :

1 - La distancia de un viaje,
2 - Su duración,
3 - La velocidad instantánea y promedia del vehículo,
4 - Los lugares de mayor afluencia de pasajeros (tramos de mayores ascensos)
5 - Las horas pico de mayor demanda,
6 - Los tramos con mayor carga de pasajeros, etc...

El uso de FINDEM es innovador ya que presenta la ventaja de ser semiautomático. Es decir, de su lado, el levantamiento del recorrido y la medición de velocidades son íntegramente automáticas. En cambio, no se pudo inventar un sistema totalmente automático para el conteo[11]. Sin embargo FINDEM facilita de una manera innegable la tarea. Permite optimizar la realización de una encuesta AD. Es decir ya no hace falta las anotaciones manuales en fichas de campo por parte de los encuestadores las cuales deben posteriormente estar ingresadas en formato digital lo que implica sesgos y errores además de ser largo. El sistema FINDEM está muy adaptado al contexto de Quito, sobretodo porque no se respetan las pocas paradas de bus[12]. Es decir, con la participación de dos encuestadores únicamente se puede determinar con precisón, dónde, cuándo, y cuántos pasajeros suben, bajan de los buses.

3. EL USO DE FINDEM EN UNA ENCUESTA ASCENSOS DESCENSOS, PRESENTACION METODOLOGICA DEL PROCESAMIENTO DE DATOS

3.1 Antecedentes de la encuesta

La serie de encuestas de Ascensos Descensos realizadas[13] en el corredor Quito – El Quinche con el equipo FINDEM corresponde a un estudio de determinación de la demanda en transporte colectivo[14] pedido por la Dirección Metropolitana de Transporte y Vialidad del Municipio de Quito. En el presente documento se utiliza el término “demanda” para referir en realidad al uso de la red de transporte colectivo, es decir a la cantidad de personas que utiliza el servicio de transporte.

[11] Primero, para hacer encuestas móviles, se necesitaba un equipo liviano de fácil traslado. Luego, era imposible encontrar un equipo que se podía adaptar rapidamente a todos los buses, siendo muy heterogenea la flota. En fin, la operación puede ser caótica y la taza de ocupación de los vehículos es a veces muy elevada.

[12] El Municipio instaló 1200 paradas en la ciudad en el 2001 y 2002, pero no siempre se las respetan. En el corredor Quito – El Quinche no son muchas paradas e igual no se las respetan.

[13] Las encuestas se hicieron de las 6:00 hasta las 19:30 en días laborables a partir del jueves 04 07 2002 hasta el viernes 02 08 2002

[14] BONDOUX F., DEMORAES F., 2002

Se inserta en un proceso de evaluación general de la demanda en transporte colectivo en el área metropolitana cuyo objetivo es de contribuir a ajustar un modelo racionalización y modernización del transporte metropolitano que permita :

- planificar y orientar la política del transporte en la aglomeración capitalina
- calibrar adecuadamente la oferta con la demanda
- dimensionar algunas infraestructuras tales como las paradas y terminales de transferencia planificadas en el Plan Maestro de Transporte y Vialidad
- evaluar los costos de operación y las tarifas del transporte público

Además permite fiscalizar el servicio brindado por las empresas de transporte del corredor, es decir comprobar si cumplen con los permisos de operación otorgados por la EMSAT.

Cobertura de la encuesta:

13 rutas de transporte colectivo interparroquial, que se detalla a continuación, fueron encuestadas (Véase Mapa N°1):

1 - El Quinche - Cusubamba, 2 - El Quinche - La Victoria, 3 - Quito - El Quinche, 4 -Quito - Yaruquí, 5 - Quito – Pifo, 6 - Quito – Puembo - Mangahuantag, 7 - Quito - Puembo - San José, 8 - Quito - El Arenal, 9 - Quito - Tumbaco - Collaquí, 10 - Quito - Tumbaco - La Morita, 11 - Quito - La Primavera - La Comuna, 12 - Quito - Cumbayá - Lumbisí, 13 - La Y - Cumbayá - San Juan.

Se realizó una encuesta AD por hora, por sentido y por ruta. La frecuencia máxima de operación observada, es decir el mayor número de buses que salieron de su despacho, fue de 10 unidades por hora por ruta, por lo tanto el muestreo corresponde a un 10% como mínimo[15].

El corredor cubre 8 parroquias suburbanas y cuenta con una población de 120 000 personas. Entre el inicio del corredor principal (Plaza de Argentina) y el final (El Quinche) se cuenta una distancia de unos 50 kilómetros.

3.2 Metodología de procesamiento de datos

Consideraciones preliminares

La información grabada por FINDEM corresponde a la posición del vehículo con sus diferentes variables tales como los ascensos, descensos... en un instante “t” (ver Tabla N°1). Esa información puede estar integrada a un Sistema de Información Geográfico como objetos puntuales. Sin embargo, esos datos no son directamente utilizables porque son muy numerosos[16]. Lo que se busca más bien son las condiciones operacionales a lo largo de los recorridos de bus, es decir por tramo más comprensibles y útiles. Una manera de resumir y sintetizar la información de los puntos por tramo es la geoagregación o agregación espacial que permite tener una condición promedio de operación por tramo. A continuación se describe las sucesivas etapas de procesamiento de datos realizado con el Sistema de Información Geográfico *Savane*[17].

[15] Según lo estableció la DMT

[16] Cada día de registro genera una base de datos de aproximadamente unas 50 000 líneas en Excel (1 hora = 3600 segundos o sea 3600 líneas de registro multiplicadas por 14 horas diarias de registro). Ver Tabla N°1.

[17] Marc Souris informático e investigador del IRD es el diseñador del SIG Savane

Etapa 1

Los datos iniciales (ascensos, descensos, posición geográfica, hora, indicadores de sentido...) que se registraron en FINDEM fueron primero transferidos de la tarjeta Flash a una computadora y depurados en Excel. Luego esos datos fueron integrados en una nueva relación a la base *Savane* (integración de puntos).

Etapa 2

En el SIG se extrajeron los puntos que conformaban tramos de 200 metros de distancia que sirven como referencia. Se escogieron tramos de referencia relativamente cortos en el sentido de que las condiciones operacionales fluctúan sustancialmente a lo largo del corredor en cortas distancias. Además se necesitaban tramos codificados con una longitud igual para poder comparar los tramos entre sí. Ello posibilita un análisis muy detallado y una comprensión fina del comportamiento operacional de las diferentes rutas. Esos datos muy desagregados permiten luego hacer agrupaciones por parroquias, por barrio, por cabeceras suburbanas, o por zonas de modelación de transporte...

Etapa 3

La información integrada como relación puntual fue geoagregada en esos tramos de referencia como se detalla a continuación.

Se realizaron dos tipos de geoagregaciones con un nivel de tolerancia de 25 metros[18] :

1 - para obtener la demanda por tramo se calculó el promedio de la carga de pasajeros que se tiene para cada segundo (promedio del número de pasajeros presentes en el bus en cada tramo).

2 - para los ascensos y descensos, en cambio se contabilizaron todas la personas que subieron o bajaron en cada tramo de 200 metros (suma).

Etapa 4

Finalmente se procedió a la expansión de la muestra. Se multiplicaron simplemente los datos iniciales obtenidos durante el conteo de un viaje, geoagregados en los tramos, por el número de buses que salieron en la hora correspondiente (datos de un viaje multiplicados por la frecuencia horaria de operación).

4 PRINCIPALES RESULTADOS Y CONCLUSIONES RELEVANTES

Con el levantamiento de las rutas se pudo primero elaborar un mapa de la red de transporte colectivo en el corredor Quito – El Quinche, lo cual no existía hasta entonces. También se pudo determinar las velocidades promedias de operación por tramo.

[18] Se tuvo que escoger una franja de 25 metros de ambos lados del recorrido para hacer las geoagregaciones porque las posiciones de los vehículos no siempre se sobreponen exactamente en los tramos viales por el hecho de que la señal satelital suele distorsionarse levemente y también por el hecho de que el mapa vial que sirve de referencia tiene un margen de error (desfaces geográficos).

4.1 Demanda total del corredor

El total diario de pasajeros transportados en el corredor en las 13 rutas interparroquiales en el sentido Quito → El Valle asciende a 55 000. El total diario de pasajeros transportados en el corredor en las 13 rutas interparroquiales en el sentido El Valle → Quito asciende a 53 300.

En total se movilizan diariamente unas 108 300 personas en las 13 rutas interparroquiales que operan en el corredor Quito – El Quinche en ambos sentidos. Según los datos preliminares del censo del INEC (2001), 119 360 personas viven en las 8 parroquias suburbanas correspondientes al corredor. Significa un índice de movilidad en transporte colectivo de 0,9 viajes por habitante por día para este sector. En cambio, el índice de movilidad en transporte colectivo es de 1,2[19] en la parte urbana de Quito. El uso del transporte colectivo en el corredor suburbano parece entonces menor que en la ciudad. Sin embargo sin estudios adicionales sobre la taza de motorización por hogar, sobre las prácticas de movilidad y el uso del transporte informal[20], es difícil determinar cual es la proporción de cada hipótesis en la explicación del fenómeno.

4.2 Demanda versús oferta horaria (Gráficos N°1 y 2)

Horas pico

Como es el caso en muchas ciudades, las horas pico corresponden a los horarios de funcionamiento de las actividades socioeconómicas (oficinas, escuelas, comercios, servicios, labor agrícola). La mayor demanda se da en la mañana y en la tarde. No se observa un pico secundario de demanda al medio día. Significa que la mayoría de la gente no realiza más de 2 viajes por día, quedándose a comer en el lugar en el que se encuentra al medio día, sin regresar a su casa.

En la mañana en el sentido Quito -> El Valle, la mayor demanda se da en la hora 8 – 9 en todo el corredor con unas 5 108 personas transportadas en las 13 rutas interparroquiales. En la tarde la mayor demanda en el mismo sentido ocurre en la hora 16 – 17 con unas 6 178 personas transportadas.

En la mañana en el sentido El Valle -> Quito, la hora de mayor demanda es la hora 6 – 7 en todo el corredor con unas 6 020 personas transportadas. En la tarde la hora de mayor demanda en el mismo sentido es la hora 17 – 18 con unas 5 122 personas transportadas.

Las horas pico no coinciden entre los 2 sentidos. Estudios adicionales tales como encuestas de origen y destino con los motivos de viajes, permitirían entender con mayor precisión las principales dinámicas de la demanda del corredor.

[19] La zona urbana de Quito cuenta con una población de 1 426 190 habitantes (población del distrito menos población de las parroquias rurales, datos preliminares del censo - INEC, 2001) y se registra cada día 1 709 800 viajes urbanos en TC (total de los viajes metropolitanos menos los viajes interparroquiales y escolares)

[20] 2 550 hogares de bajos ingresos (consumo de luz inferior a 120 KW/h por mes) se encuentran a más de 700 metros de una ruta de transporte interparroquial regular en las 8 parroquias suburbanas del Valle de Cumbayá - El Quinche (valor calculado a partir de los datos de la Empresa Eléctrica Quito). Se puede estimar que el uso del transporte informal es entonces alto.

Oferta horaria

La oferta o la frecuencia de operación horaria de los buses es casi constante a lo largo del día (por lo menos hasta las 19:00 horas). En cambio la demanda fluctúa sustancialmente en función de la hora del día (Gráficos N°1 y 2). Ello pone en evidencia la inadecuación de la oferta en relación con la demanda. Durante gran parte del día, se podría decir que el número de unidades operando es suficiente, e incluso demasiado alto, para asegurar condiciones aceptables de servicio. Las unidades cuya capacidad varía entre 45 y 50 asientos, pueden circular con apenas 15 personas a bordo. En cambio, ya no es el caso en las horas de mayor demanda, en las que las unidades circulan a más del 100% de su capacidad (es decir con pasajeros parados lo que es prohibido). Se registraron buses transportando a más de 80 personas. Ello se observa en la tarde entre las 16 y 19 horas en el sentido Quito → El valle y en la mañana entre las 6 y 7 horas en el sentido El Valle – Quito. La oferta no se adapta a la demanda.

4.3 Demanda y Ascensos Descensos diarios a lo largo del corredor (Mapa N°2 y Gráfico N°3)

11 rutas encuestadas sobre 13 pasan por el corredor principal Quito – El Quinche[21] por lo menos en parte de su recorrido. Para evaluar, en esas secciones comunes, la demanda, los ascensos y descensos totales diarios, se sumaron por tramo los valores diarios que se tiene para cada una de las 11 rutas. Para este cálculo, se utilizó un método de tratamiento en el SIG llamado unión ("*jointure*")[22] en base a las "claves" o códigos de los tramos que sirven como atributo de unión.

Como ejemplo, se presenta un mapa sinóptico (Mapa N°2) que muestra la demanda total diaria por tramo de 200 metros en el corredor principal y en las extensiones para el sentido Quito → El Valle.

La sección de mayor demanda es la que está comprendida entre la salida de Quito (Granados y Eloy Alfaro) y Tumbaco con más de 15 000 pasajeros diarios. Estos sectores son los más poblados[23] y cuentan con centros comerciales, servicios, escuelas y una universidad.

La demanda se dispersa progresivamente primero a la salida de Cumbayá hacia los barrios San Juan, Lumbisí y La Primavera (esencialmente residenciales). A partir de Tumbaco existen 4 extensiones hacia los barrios La Comuna, Collaquí, La Morita, El Arenal. En el corredor central la demanda sigue alta hasta Yaruquí (entre 5000 y 10000 pasajeros diarios).

De una manera general, la demanda va decreciendo mientras se aleja del corredor principal salvo en Puembo en donde se observa un incremento de demanda a partir del parque central hacia Mangahuantag (viajes locales).

La demanda diaria en las extensiones no sobrepasa 2 860 pasajeros (caso de la extensión entre la Y de Puembo y el parque central de Puembo).

---

[21] El corredor principal está conformado por la Interoceánica y luego por la Perimetral Metropolitana hacia El Quinche a partir de la Y de Pifo

[22] Nota : al constituir los recorridos de cada ruta en el SIG es importante que en las secciones comunes los tramos tengan la misma codificación. Además es fundamental que cada objeto tenga un código propio y único.

[23] Tumbaco cuenta con una población de 38 550 habitantes y Cumbayá con 21 100 (datos preliminares Censo 2001, INEC)

Los ascensos y descensos por tramo presentados en el gráfico N°3 corresponden únicamente a los que son realizados en el **corredor principal**. Ello implica que parte se realizan fuera del corredor principal por lo cual la suma de los ascensos y descensos totales diarios no coincide.

Los principales lugares en los que se observa la mayor afluencia de pasajeros son en orden decreciente (Véase Gráfico N°3):

- La Plaza de Argentina con más de 10 000 ascensos diarios (inicio de las rutas)
- La salida de Quito (Granados y Eloy Alfaro) con más de 4 000 ascensos diarios
- El semáforo del parque central de Tumbaco con más de 3 300 ascensos diarios
- El semáforo de Cumbayá y la Y de Puembo con más de 1 700 ascensos diarios

Los principales lugares en los que se observa los mayores descensos de pasajeros son en orden decreciente (Véase Gráfico N°3):

- El semáforo del parque central de Tumbaco con cerca de 3 000 descensos diarios
- El redondel de la Universidad San Fransisco y el semáforo de Cumbayá con más de 2 300 descensos diarios
- El Arenal con 1500 descensos diarios

En el sentido Quito – El Valle, los descensos se realizan de una manera más equitativa que los ascensos a lo largo del corredor (no existe por ejemplo un pico de descensos como el pico de ascensos de la Plaza de Argentina). En la parte central del corredor (Cumbayá, Tumbaco), muchos lugares de gran afluencia coinciden con los de mayores descensos.

4.4 Llegadas y salidas diarias a/de Quito (Gráfico N°4)

En la entrada a Quito (Redondel de la vía a Nayón) llegan del valle 20 156 personas diariamente en las 11 rutas interparroquiales que hacen la conexión Quito – El Valle sobre un total diario de 53 400 usuarios transportados en el corredor. Significa que más del 62% de los viajes se realizan al interior del mismo valle, lo que muestra un relativo grado de independencia del sector asociado a la consolidación progresiva de la centralidad suburbana secundaria de Tumbaco.

En la mañana la hora pico en cuanto a llegadas a Quito es la hora 7 – 8. Según la encuesta Origen Destino realizada en los buses urbanos e interparroquiales en Noviembre de 1998 por la UPGT (Unidad de Planificación y Gestión de Transporte), el 66% de esos desplazamientos se hace con un motivo de trabajo. En la tarde la hora pico es la hora 18 – 19. El 51% de esos desplazamientos se hace para regresar al hogar.

En la salida de Quito (mismo lugar), bajan al valle 19 998 personas diariamente en las 11 rutas interparroquiales. En la mañana la hora pico en cuanto a salidas de Quito es la hora 6– 7. El 86% de esos desplazamientos se hacen con un motivo de trabajo, lo que muestra la atractividad del valle (centro de empleos secundario). En la tarde la hora pico es la hora 17 – 18. El 71% de esos desplazamientos se hacen para regresar al hogar. El valle es el destino de muchos movimientos pendulares en la tarde debido a que sigue teniendo una vocación predominante residencial con condiciones climáticas más agradables por estar a una menor altura.

5. CONCLUSION

En el presente artículo se detalló una nueva metodología de evaluación de la demanda de transporte colectivo. Esta metodología se fomenta sobre el uso FINDEM, un sistema innovador de monitoreo satélital y de recolección semiautomática de datos. Este sistema permitió optimizar la realización de una encuesta Ascenso Descensos. Está muy adaptado al contexto de Quito ya que no existe paradas fijas, en otros términos es la única forma de concocer con precisión los sectores de mayor afluencia, de mayor destino.

Presenta ventajas entre las cuales están el bajo costo, un tecnología simple, funcional, eficaz, y desarrollada localmente. Además permite ahorar tiempo porque ya no son necesarias las anotaciones manuales en fichas de campo. Semejantes sistemas existen en otras partes del mundo pero la importación de equipos ajenos es generalmente costosa y suele conllevar problemas cuando se los utiliza en un país donde no fueron diseñados.

Esta encuesta permitió elaborar un mapa de las rutas interparroquiales y determinar la demanda de transporte del sector nororiental de la aglomeración urbana de Quito. Se inserta en un proceso de evaluación general del transporte en el área metropolitana llevado a cabo por el cabildo capitalino cuyo objetivo es ajustar un modelo de transporte que permita calibrar adecuadamente la oferta y dimensionar algunas infraestructuras tales como las terminales de transferencia planificadas en el Plan Maestro de Transporte y Vialidad. Los resultados obtenidos con el sistema FINDEM permiten efectuar análisis relativamente precisos y detallados de demanda y condiciones operacionales del transporte colectivo. Se pudo poner en evidencia dinámicas hasta entonces desconocidas. Sin embargo, sin estudios adicionales tales como encuestas de movilidad en los hogares, es difícil determinar con exactitud las prácticas de movilidad.

En fin, semejantes estudios permiten fiscalizar el servicio brindado por las empresas de transporte del corredor, es decir comprobar si cumplen con los permisos de operación otorgados por la EMSAT. El sistema FINDEM, además de servir para estudios puntuales podría tener otras aplicaciones tales como el control en tiempo real o a posteriori de la operación permanente de un sistema de transporte.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BONDOUX F., DEMORAES F., 2002, Determinación de la demanda en transporte interparroquial e informal del corredor Quito – El Quinche mediante una encuesta Ascensos Descensos – Uso de un equipo de monitoreo satelital (FINDEM), Consultoría, 415 p.

MDMQ-DMT, 2002, Plan Maestro de Transporte y Vialidad para el Distrito Metropolitano de Quito, folleto y CD-Rom interactivo.

ANEXOS : FOTOS, FIGURAS Y MAPAS

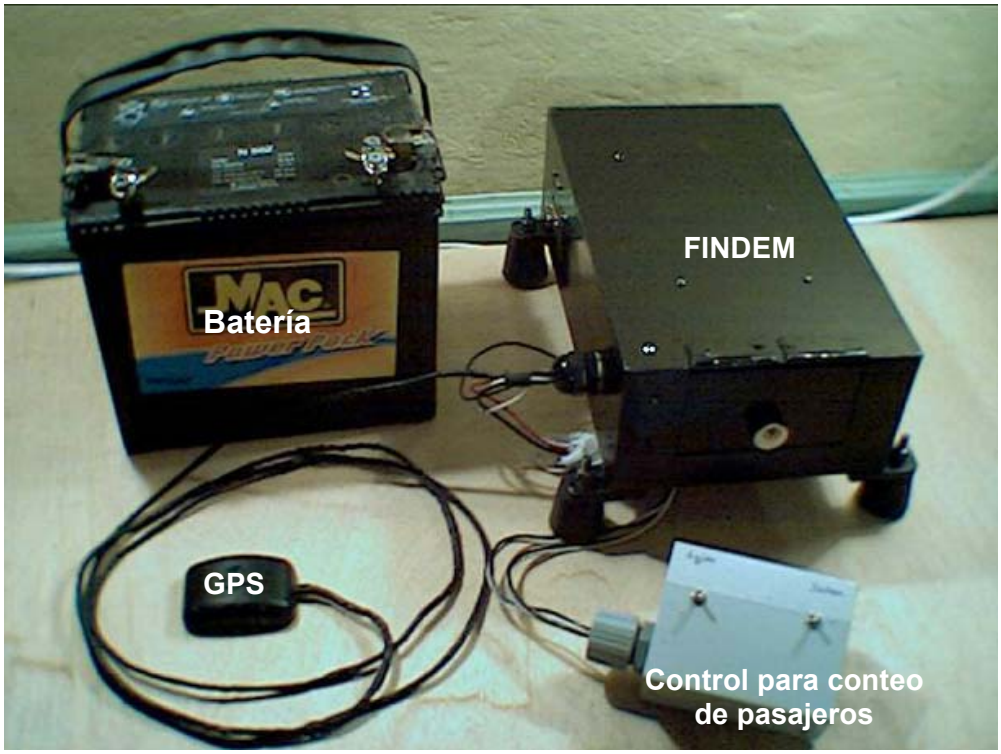


Foto N°1: Componentes Sistema FINDEM

clave	Lat D° decim	Long D° decim	hora	fecha	suben	bajan	quedan	num viaje	sentido
1	-0.2011	-78.3754	06:44:59	01_08_2002	1	0	1	viaje 1	Arenal --> Quito
2	-0.2011	-78.3754	06:45:00	01_08_2002	1	0	2	viaje 1	Arenal --> Quito
3	-0.2011	-78.3754	06:45:01	01_08_2002	1	0	3	viaje 1	Arenal --> Quito
4	-0.2011	-78.3754	06:45:02	01_08_2002	1	0	4	viaje 1	Arenal --> Quito
5	-0.2011	-78.3754	06:45:03	01_08_2002	1	0	5	viaje 1	Arenal --> Quito
6	-0.2011	-78.3754	06:45:04	01_08_2002	1	0	6	viaje 1	Arenal --> Quito
7	-0.2011	-78.3754	06:45:05	01_08_2002	1	0	7	viaje 1	Arenal --> Quito
8	-0.2011	-78.3754	06:45:06	01_08_2002	1	0	8	viaje 1	Arenal --> Quito
9	-0.2011	-78.3755	06:45:07	01_08_2002	1	0	9	viaje 1	Arenal --> Quito
10	-0.2011	-78.3755	06:45:08	01_08_2002	1	0	10	viaje 1	Arenal --> Quito
11	-0.2011	-78.3755	06:45:09	01_08_2002	1	0	11	viaje 1	Arenal --> Quito
12	-0.2011	-78.3755	06:45:10	01_08_2002	1	0	12	viaje 1	Arenal --> Quito
13	-0.2011	-78.3755	06:45:11	01_08_2002	1	0	13	viaje 1	Arenal --> Quito
14	-0.2011	-78.3755	06:45:12	01_08_2002	1	0	14	viaje 1	Arenal --> Quito
15	-0.2011	-78.3755	06:45:13	01_08_2002	1	0	15	viaje 1	Arenal --> Quito
16	-0.2011	-78.3755	06:45:14	01_08_2002	1	0	16	viaje 1	Arenal --> Quito
17	-0.2011	-78.3756	06:45:15	01_08_2002	1	0	17	viaje 1	Arenal --> Quito
18	-0.2011	-78.3756	06:45:16	01_08_2002	1	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
19	-0.2011	-78.3756	06:45:17	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
20	-0.2011	-78.3756	06:45:18	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
21	-0.2011	-78.3756	06:45:19	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
22	-0.2011	-78.3756	06:45:20	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
23	-0.2012	-78.3756	06:45:21	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
24	-0.2012	-78.3756	06:45:22	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
25	-0.2012	-78.3755	06:45:23	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
26	-0.2012	-78.3755	06:45:24	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
27	-0.2012	-78.3755	06:45:25	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
28	-0.2012	-78.3755	06:45:26	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
29	-0.2012	-78.3755	06:45:27	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
30	-0.2012	-78.3755	06:45:28	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
31	-0.2012	-78.3755	06:45:29	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
32	-0.2012	-78.3755	06:45:30	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
33	-0.2012	-78.3755	06:45:31	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
34	-0.2012	-78.3755	06:45:32	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
35	-0.2012	-78.3755	06:45:33	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito
36	-0.2012	-78.3755	06:45:34	01_08_2002	0	0	18	viaje 1	Arenal --> Quito

Tabla N°1 : Ejemplo de datos iniciales grabados por FINDEM.
Se indica aquí únicamente las primeras filas de la tabla.

Mapa N°1 : Representación cartográfica sinóptica de las rutas del estudio de determinación de la demanda en transporte interparroquial del corredor Quito – Quinche

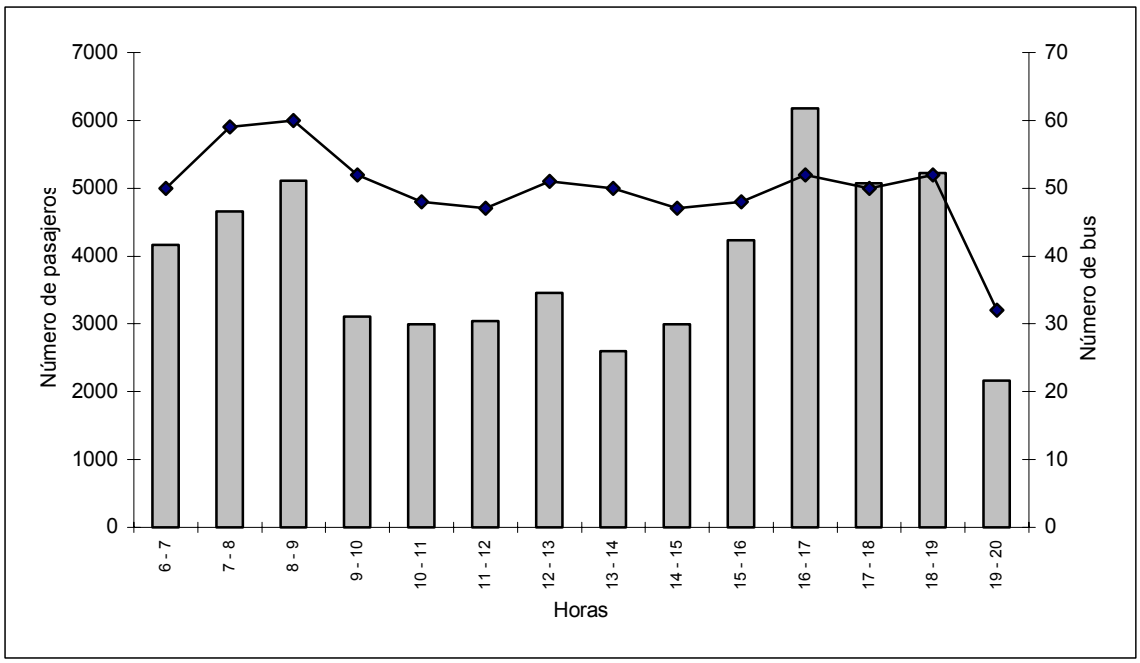


Gráfico N°1 : Total pasajeros transportados en el corredor principal y en las extensiones (13 rutas interparroquiales) por hora y frecuencia de operación / Sentido Quito - El Valle

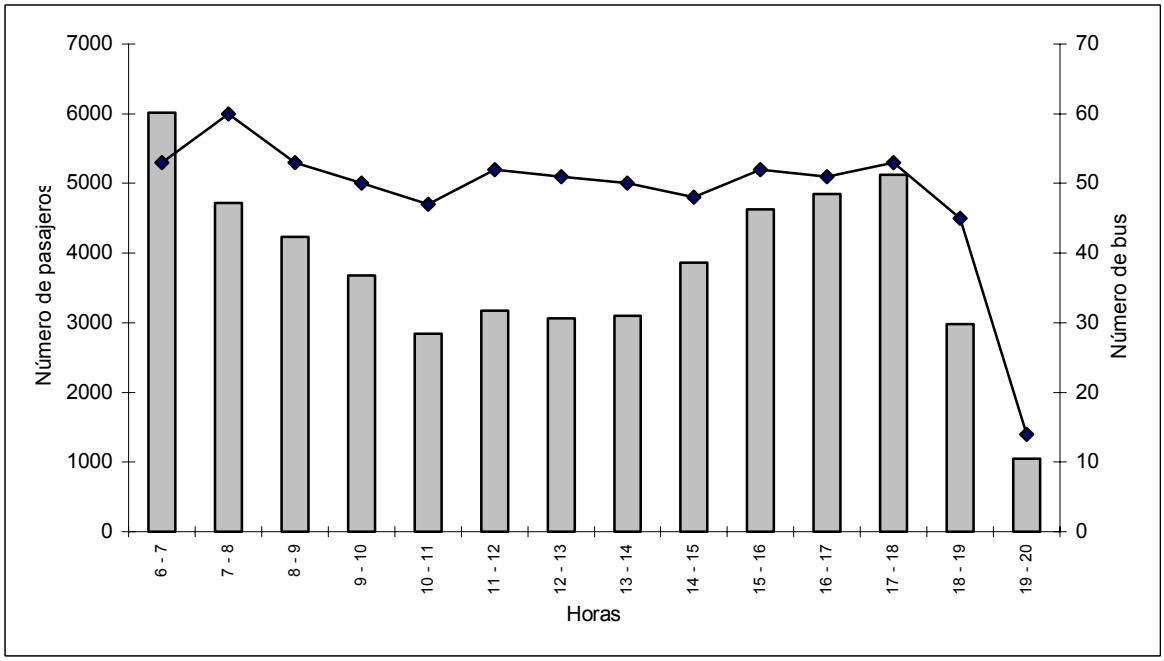
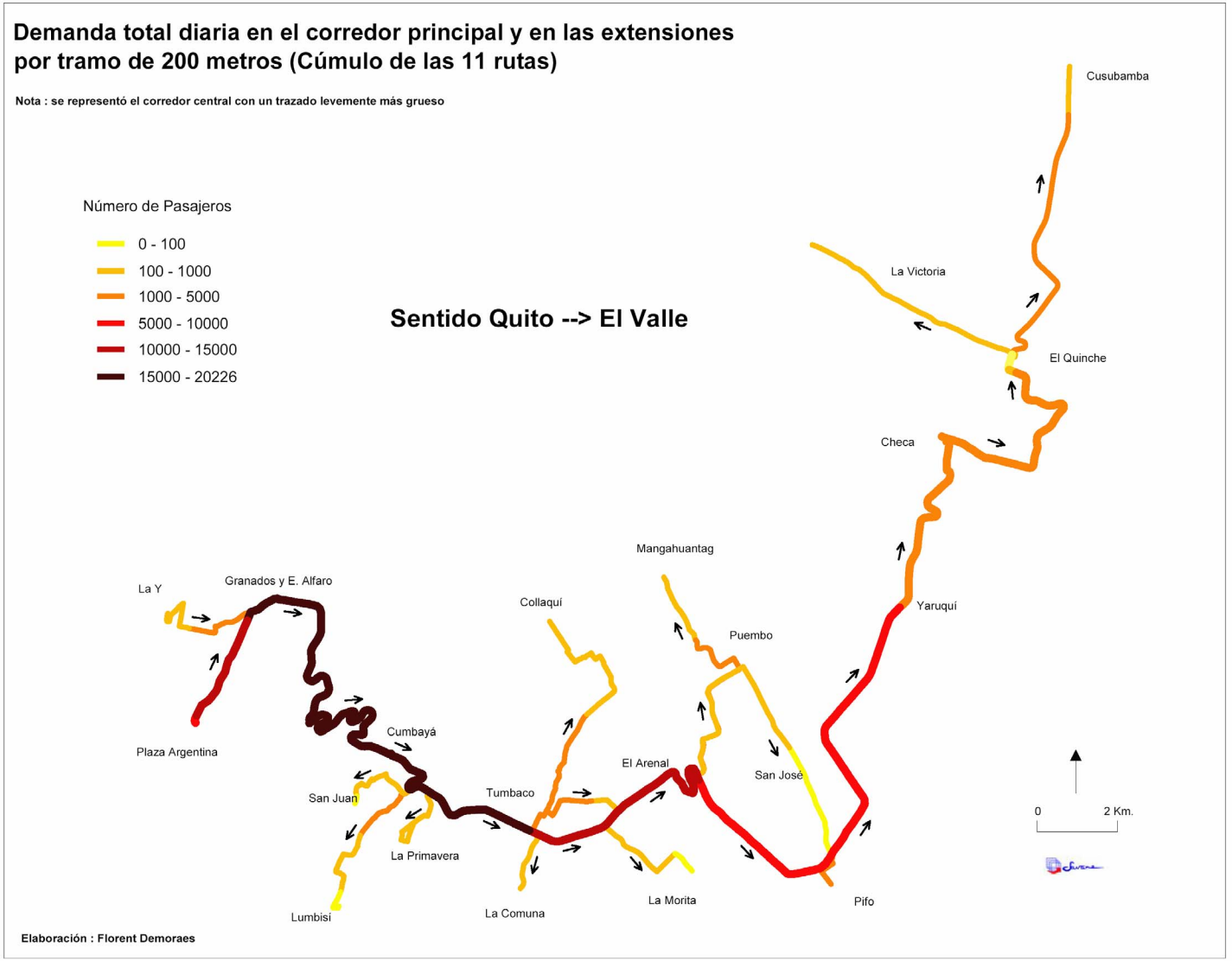


Gráfico N°2 : Total pasajeros transportados en el corredor principal y en las extensiones (13 rutas interparroquiales) por hora y frecuencia de operación / Sentido El Valle --> Quito



Mapa N°2 : Representación de la demanda diaria por tramo a lo largo del corredor Quito El Quinche

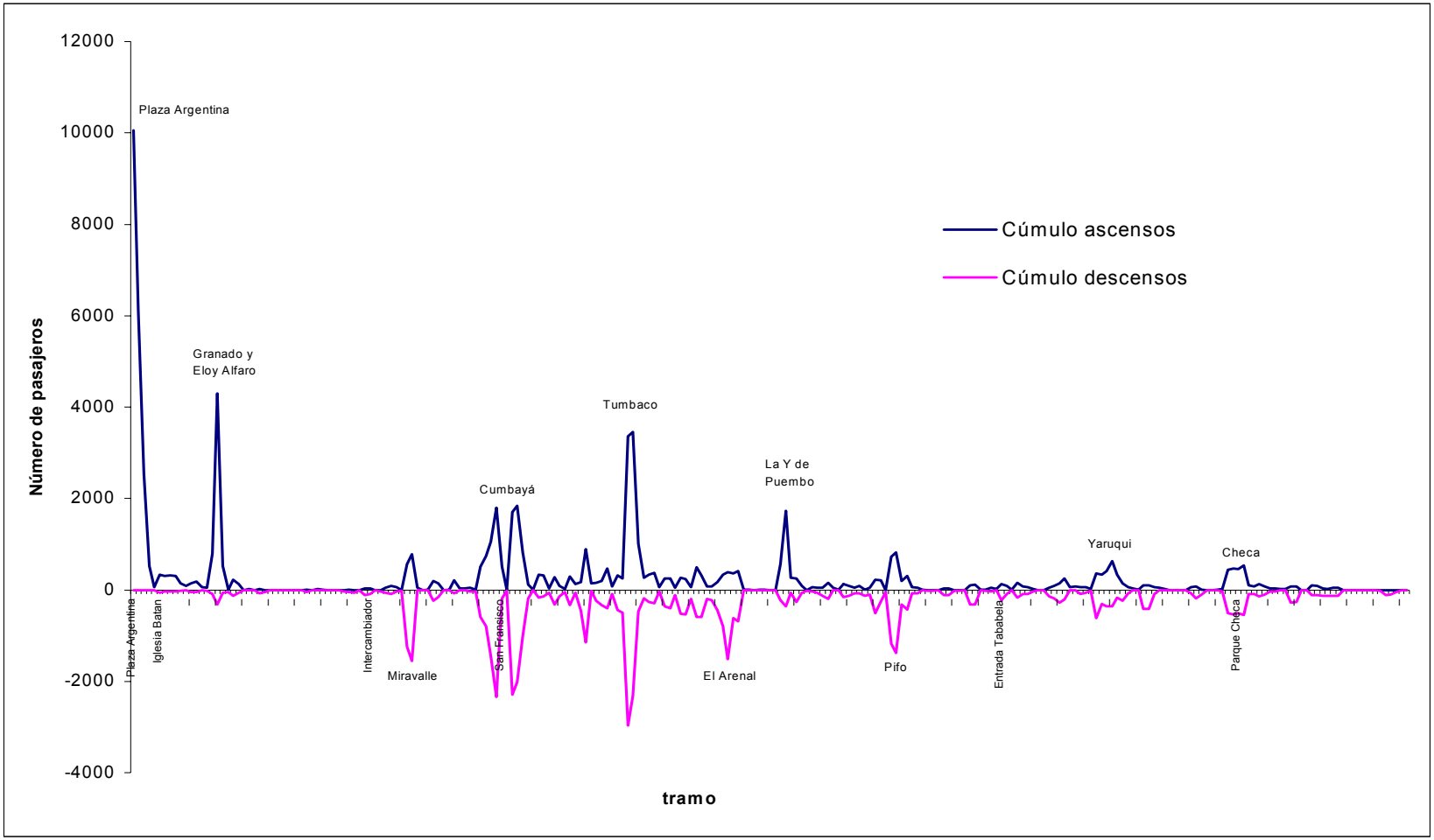
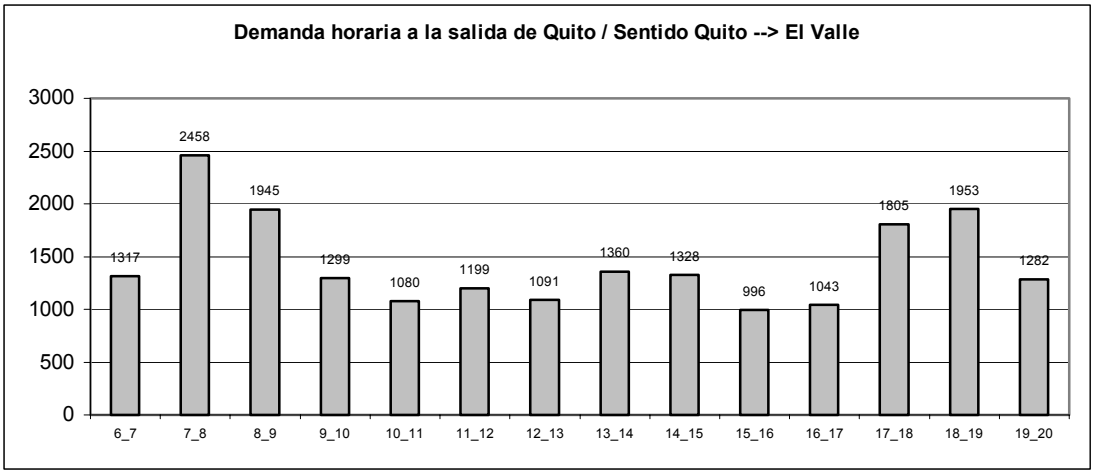


Gráfico N°3 : Ascensos Descensos diarios totales en el corredor principal por tramo sentido Quito El Valle (Cúmulo de las 11 rutas)
(Nota: parte de los ascensos y descensos se realizan fuera del corredor principal, es decir en las extensiones no representadas aquí)



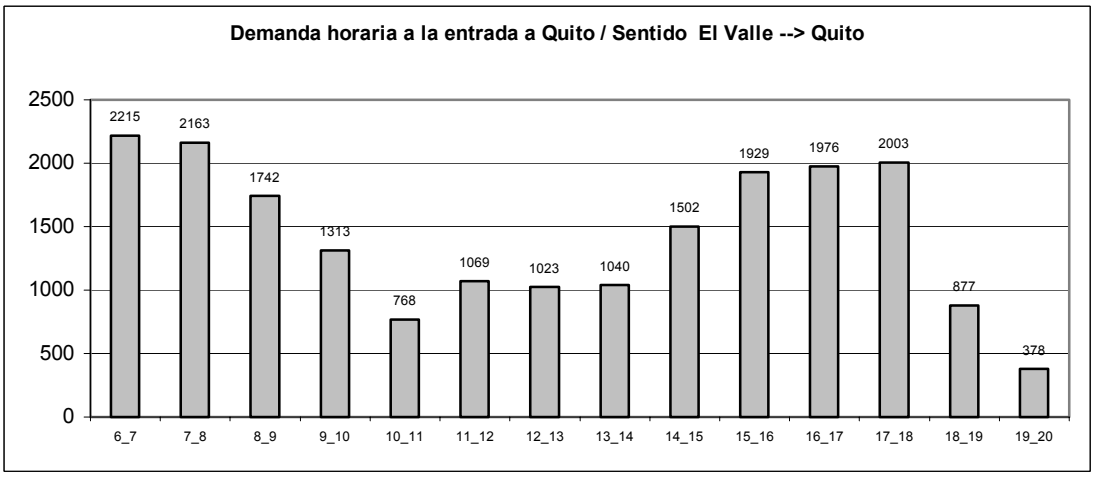


Gráfico N°4 : Demanda horaria a la entrada / salida de Quito por sentido y hora