

## **METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE MAYOR INTERÉS DEL TRANSPORTE URBANO APLICACIÓN A LA CIUDAD DE QUITO Y REPRESENTACIÓN ESPACIAL A TRAVÉS DE UN SIG**

Florent DEMORAES

Doctorante en el Laboratorio de Geografía – Universidad de Saboya – Francia

En colaboración con el Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD – Francia),

y las Direcciones Metropolitanas de Territorio y Vivienda y de Transporte - Municipio del Distrito de Quito - Ecuador

IRD, Whimper 442 y Coruña, AP 17 12 857 Quito – Ecuador – Tel.: (00 593) 22 276 288 / Fax: 22 504 020

[fdemo@univ-savoie.fr](mailto:fdemo@univ-savoie.fr)

<http://www.univ-savoie.fr/labos/edytem/>

### **RESUMEN**

El transporte urbano tiende a organizarse en torno a intersecciones neurálgicas, nodos esenciales, ejes viales de gran capacidad, corredores importantes. Los desplazamientos se articulan usualmente teniendo como base estos componentes espaciales estratégicos porque permiten gestionar un alto porcentaje de flujos con mayor comodidad, rapidez, y asegurar gran parte de las prácticas de movilidad cotidianas. Esta ponencia tiene un doble propósito. Primero, presentar una metodología de identificación de los elementos espaciales de mayor interés del transporte urbano a partir de criterios generales aplicables a todas las ciudades. Segundo, presentar los elementos de mayor interés del transporte en Quito y su representación espacial mediante el uso de un SIG. Este método de análisis permite entender los rasgos principales del funcionamiento de la movilidad urbana. Por otro lado, una herramienta SIG es muy útil para este tipo de análisis porque permite seleccionar en una base de datos georeferenciada los objetos cuyos atributos, sean nominales o numéricos, corresponden a los criterios de identificación de los elementos de mayor interés. De esta manera se pueden cartografiar varios tipos de elementos de mayor interés del transporte o de la vialidad y representarlos en un mapa sintético con lo cual, se pueden determinar concentraciones espaciales de esos elementos, es decir zonas de mayor interés. Esta investigación se apoya en la base de datos desarrollada por la Unidad de Estudios e Investigación del Municipio de Quito en colaboración con el Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo y en el programa informático SIG “SAVANE”.

**PALABRAS CLAVES:** Transporte urbano, elemento de mayor interés, Sistema de Información Geográfico, Quito.

---

## **METHODOLOGY OF IDENTIFICATION ABOUT THE KEY ELEMENTS CONCERNING THE URBAN TRANSPORT IMPLEMENTATION TO THE CITY OF QUITO AND MAPPING THROUGH THE USE OF A GIS**

Florent DEMORAES

PhD student in the Department of Geography – University of Savoy (France)

in partnership with the Development Research French Institute (IRD),

and the Metropolitan Urban Studies and Transportation Bureau - Municipality of Quito - Equator

IRD, Whimper 442 y Coruña, AP 17 12 857 Quito – Equator - Phone: (593) 22 276 288 / Fax: 22 504 020

[fdemo@univ-savoie.fr](mailto:fdemo@univ-savoie.fr)

<http://www.univ-savoie.fr/labos/edytem/>

### **ABSTRACT**

Urban transport tends to organise itself around key junctions, nodes, highways of high capacity, and main arteries. The road movements are usually revolving around these strategic constituents, as they remain the foundations for a proper influx management in the fastest and most comfortable way, and as they cover most of the daily mobility demand. This presentation serves a double purpose. First, to present an identification methodology about the location-based key elements concerning the urban transport, from general criteria which could be applied to any city. Second, to detail the key elements regarding the transport in Quito and its mapping through the use of a GIS. This process enables the understanding of the main dynamics of the urban mobility. Such a tool as a GIS is perfectly adapted to this kind of analysis for several reasons, among which is the ability of selecting -a selection based upon data with geographic references- objects whose attributes, being number or string, correspond to the identification criteria of key elements. In this manner, it is possible to have a cartography of different sorts of the key elements concerning the transport or the highway administration, and to depict them on a synthetic map with which, subsequently, could be determined the land concentrations of these elements (areas at stake). This research is based on a GIS software called “SAVANE” designed by the IRD (Development Research French Institute) using data elaborated by the Metropolitan Urban Studies Bureau - Municipality of Quito - in partnership with the IRD.

**KEY WORDS:** Urban transport, key elements, GIS, Quito

## 1. INTRODUCCION

La movilidad corresponde a una serie de intercambios, flujos, desplazamientos realizados con diferentes motivos, con diferentes medios de transporte (bus, metro..) que se organizan sobre un soporte físico (red vial, ferrocarril...) y que depende de la distribución espacial de las actividades urbanas, del sitio en el que se encuentra asentada la ciudad y del contexto socioeconómico. El transporte tiende a crear lugares preferenciales para su funcionamiento que pueden ser puntuales (terminales terrestres, estaciones de transferencia, intersecciones neurálgicas..), lineales (vías arteriales, corredores de transporte colectivo...) y zonales (sectores de concentración de infraestructuras viales). A esas concentraciones territoriales se les puede llamar "elementos de mayor interés o componentes espaciales claves para el funcionamiento del transporte". Algunos estudios (D'ERCOLE et al. 2000) muestran la pertinencia de la determinación de los elementos de mayor interés ("*enjeux*" en francés) ya que permite entender los rasgos principales del funcionamiento de una ciudad y sus debilidades (en aspectos como la economía, educación, salud, transporte...).

En la práctica, la organización cotidiana del transporte urbano (se pondrá mayor énfasis sobre el transporte colectivo de personas en la presente ponencia) se articula mayoritariamente sobre esos componentes fundamentales. Es así como, en caso de cierre de un eje vital, de interrupción de un servicio de transporte esencial las dinámicas usuales, los patrones de movilidad habituales, la accesibilidad a sectores centrales se encuentran generalmente perturbados. Las consecuencias para la ciudad pueden ser significativas a corto como a largo plazo.

Esta ponencia tiene un doble propósito. Primero, presentar una metodología de identificación de los elementos espaciales de mayor interés del transporte urbano a partir de criterios generales aplicables a todas las ciudades. Segundo, presentar los elementos de mayor interés del transporte en Quito y su representación espacial mediante el uso de un SIG. Este método de análisis permite entender los rasgos principales del funcionamiento de la movilidad urbana.

## 2 . METODOLOGIA DE IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE MAYOR INTERÉS DEL TRANSPORTE URBANO

Se consideran cuatro componentes : tipológico, cualitativo, cuantitativo, espacial.

### 2.1. El componente tipológico:

permite distinguir los elementos de mayor interés en tres grupos (lista no exhaustiva) :

a / Los Elementos Puntuales (vialidad y transporte)

- una terminal terrestre, ferrocarril, aeroportuaria, marítima
- una estación
- una intersección
- un lugar de estacionamiento
- una infraestructura vial mayor (túnel, puente, intercambiador, paso a desnivel...)

b / Los Elementos Lineales (vialidad y transporte)

Soporte físico:

- una vía
- un eje fluvial o de ferrocarriles

Flujos, dinámicas:

- un corredor de transporte público (troncal, o avenida con carril exclusivo)
- una arteria con una carga de tráfico elevada
- una ruta de transporte de carga

c / Los Elementos Zonales:

- Este tercer tipo de elemento de mayor interés está directamente vinculado con los dos anteriores ya que corresponde a sectores de concentración de infraestructuras viales y de transporte (puntuales o lineales). Se determinan las zonas de mayor interés por ejemplo, calculando el número de elementos claves que se encuentran en un sector. Se los puede sumar por sectores homogéneos (como en mallas cuadradas, por ejemplo).

## 2.2. El componente cualitativo:

permite determinar la función y utilidad del elemento y por lo tanto determinar su uso e importancia en relación a los demás: Se considera:

- La función de los elementos : refleja el papel que juega el elemento :
  - Acceso
  - Evacuación (salida)
  - Transferencia, conexión, transbordo, redistribución,
  - Descongestión,
  - Circunvalación
- La utilidad de los elementos : mide el valor del uso de un elemento. Se considera por ejemplo el tipo de rodadura. Una vía asfaltada es generalmente percibida como más importante que una camino de tierra. Se puede jerarquizar : tierra à ripio à empedrado à adoquinado à asfaltado

## 2.3. El componente cuantitativo:

permite jerarquizar los elementos e identificar los de mayor interés. Se puede considerar los indicadores siguientes (lista no exhaustiva):

- Carga de pasajeros
- Volúmenes de tráfico
- Número y frecuencia de líneas de buses
- Cantidades de modalidades de transporte posibles
- Alternativas, conexiones, destinos posibles
- Número de vías que una intersección permite conectar (intercambiador)
- Ancho de las vías o número de carriles
- Tamaño de la obra
- Afluencia de personas en un lugar dado (estación de metro, de trole...)

La combinación de las informaciones tipológica, cualitativa y cuantitativa permite determinar la importancia relativa de un elemento en comparación con otro. Es decir que solo considerando uno de esos tres componentes no es suficiente para determinar un elemento de mayor interés. Por ejemplo, una gran estación que sirve para la transferencia de pasajeros, a partir de la cual existen muchas alternativas modales (trole, bus, metro, tranvía, tren ligero...) y muchos destinos posibles y en la cual convergen decenas de miles de usuarios cada día, será más importante para los desplazamientos urbanos que una pequeña estación con pocos movimientos (ascensos o descensos) que no permite conexión.

## 2.4. El componente espacial:

sirve para localizar los diferentes elementos de mayor interés en el medio urbano. Ese componente es importante porque permite visualizar concentraciones de elementos de mayor interés en un sector de la ciudad (determinación de zonas de mayor interés del transporte). El uso de un Sistema de Información Geográfico es muy útil para identificar las zonas de mayor interés.

## 3 . IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE MAYOR INTERÉS DEL TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE QUITO Y REPRESENTACION ESPACIAL A TRAVES DE UN SIG

Se utilizó informaciones de fuentes diversas que se encuentran centralizadas y georeferenciadas en un Sistema de Información Geográfico único gestionado y actualizado por la Unidad de Estudios e Investigación (UEIM) de la Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda (DMTV-MDMQ) en colaboración con el IRD (Institut de Recherche pour le Développement / Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo)<sup>1</sup>.

A partir de la información disponible se hizo un primer intento de determinación tipológica, cualitativa, cuantitativa y representación espacial de los elementos de mayor interés del transporte en la ciudad de Quito. Se utilizó el paquete informático SAVANE, Sistema de Información Geográfico desarrollado por Marc Souris, investigador en el IRD.

El uso de un SIG, permite la representación cartográfica de las variables de una base de datos numéricos o nominales. Por lo tanto, es una herramienta cómoda para graficar los elementos de mayor interés como los del transporte urbano que sean tipológicos, cualitativos o cuantitativos, sean estos puntuales, lineales o zonales. Se determinaron los elementos siguientes:

---

<sup>1</sup> Nota: al final del presente artículo se encuentra un listado de siglas.

### **los Elementos Puntuales:**

- el aeropuerto Mariscal Sucre (Mapa 1a) es junto con el de Guayaquil el más grande del Ecuador, además tiene un papel muy importante para las exportaciones (flores). La actividad aeroportuaria genera cotidianamente una cantidad significativa de flujos al interior de la ciudad y al interior del área metropolitana (corresponde al destino de muchos viajes iniciados en los sectores suburbanos de producción). En este sentido se puede asociar el aeropuerto a una centralidad urbana.
- las infraestructuras viales mayores tales como los pasos a desnivel, viaductos, intercambiadores, puentes, túneles (Mapa 1a) son elementos estratégicos para la circulación urbana porque permiten disminuir localmente la congestión en intersecciones muy transitadas, distribuir los flujos al interior de los barrios y/o facilitar las conexiones entre diferentes sectores urbanos.
- los terminales de transferencia del sistema integrado del trolebús (Mapas 1a y 1b) corresponden a los lugares de mayor destino de los usuarios del trole. Los terminales Norte, El Recreo y Moran Valverde, nodos integrados, permiten múltiples conexiones hacia las zonas periféricas de la ciudad a través de los buses alimentadores. Se incorporan también las estaciones con más de 5000 salidas diarias (Mapa 1b), paradas de mayor destino que permiten acceder a las zonas centrales en donde se concentran las funciones urbanas.

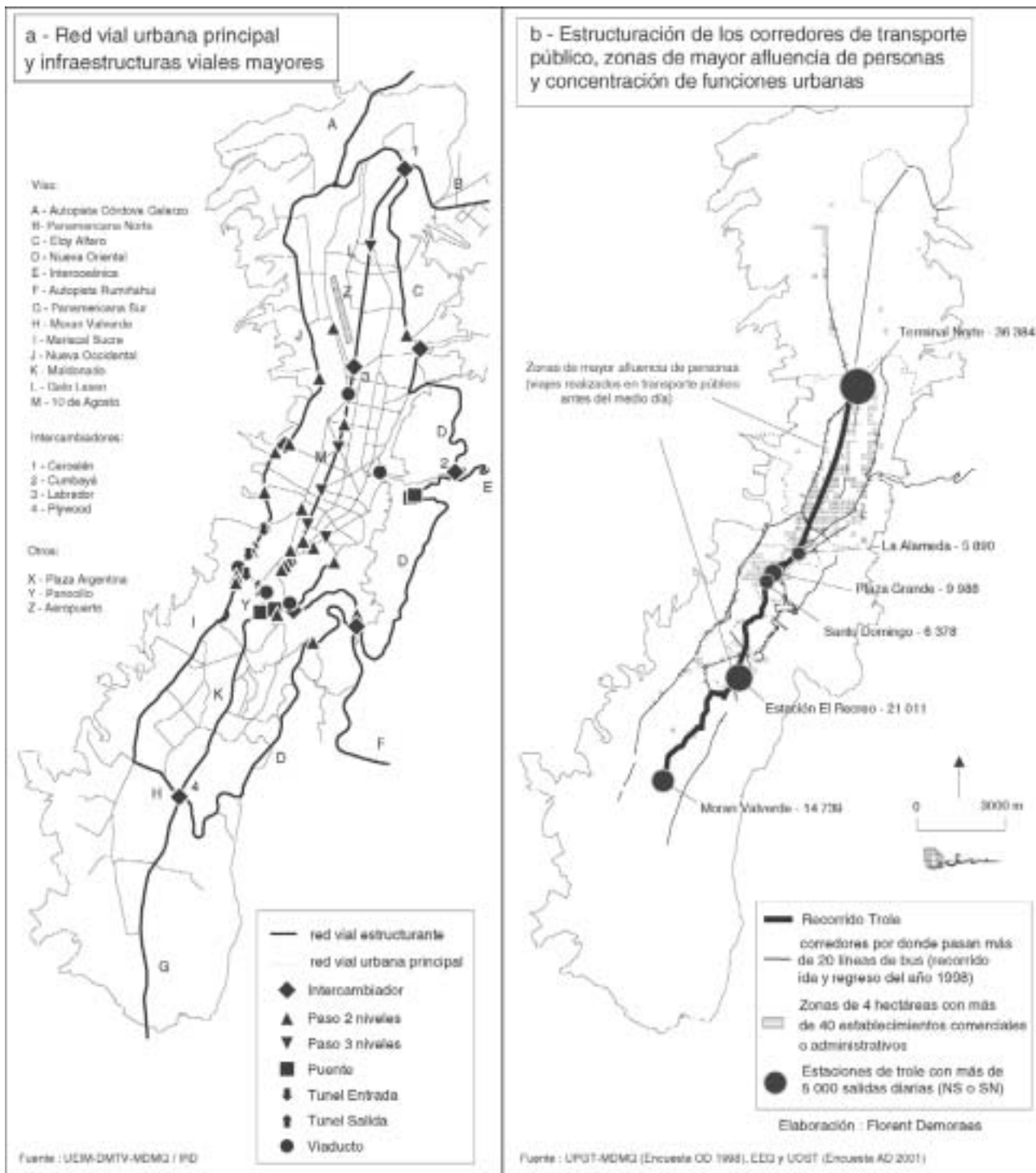
### **los Elementos Lineales (Mapa 1a, 1b, 2)**

- las vías de acceso a la ciudad. Se trata de la Panamericana al Sur, la Autopista Córdova Galarza y la Panamericana al Norte y Noreste de la ciudad. Esas vías son anchas, son transitadas por un carga de vehículos elevada (más de 4 000 vehículos diarios - véase el mapa 2) y permiten la conexión con las otras provincias mediante la red vial nacional.
- las vías periféricas. Se trata de la Nueva Occidental, la Mariscal Sucre, la Nueva Oriental, la Avenida Moran Valverde y la Avenida Eloy Alfaro (tramo Norte). Esas vías son anchas, transitadas por un carga de vehículos elevada (más de 10 000 vehículos diarios) y permiten circunvalar la ciudad y desplazarse rápidamente de una extremidad de la ciudad a otra. Son conectadas con las vías de acceso a la ciudad.
- Las vías de conexión con los sectores suburbanos circundantes. Se trata de la Autopista Rumiñahui y de la Interoceánica a partir del intercambiador de Cumbayá y de la Panamericana Norte entre Calderón y Carcelén. Esas vías son anchas, son transitadas por una carga de vehículos elevada (más de 13 000 vehículos diarios) y soportan los movimientos pendulares cotidianos centro/periferia (más de 25 000 viajes diarios en transporte público). También permiten la conexión con la red nacional (hacia el Oriente y hacia el Sur).
- las vías penetrantes. Se trata de las Avenida Galo Plaza Lasso, 10 de Agosto al Norte y Maldonado al Sur. Esas vías son anchas, son transitadas por una carga de vehículos elevada (más de 10 000 vehículos diarios) y permiten acceder a la zona centro. A lo largo de su recorrido se encuentran muchos pasos a desnivel que redistribuyen el tráfico al interior de la ciudad. Son conectadas con las vías periféricas (Intercambiador de Carcelén al Norte y Intercambiador de la Plywood al Sur)
- las vías urbanas principales. Son las vías que corresponden a los siguientes criterios: asfaltadas y/o con 4 carriles (2 x 2) por lo menos y/o que permiten el acceso a una urbanización, a un sector de la ciudad y/o que corresponden a los corredores principales de transporte público.
- los corredores de transporte público (troncal), ejes viales por donde circulan más de 20 líneas de bus y el corredor del trole que transporta en promedio unas 230 000 personas diarios (el 17% de los desplazamientos motorizados en transporte público). El trole es un sistema de transporte integrado (servicio y tarifa) con tres terminales alimentadas con líneas de bus.

### **los Elementos Zonales (Mapa 3)**

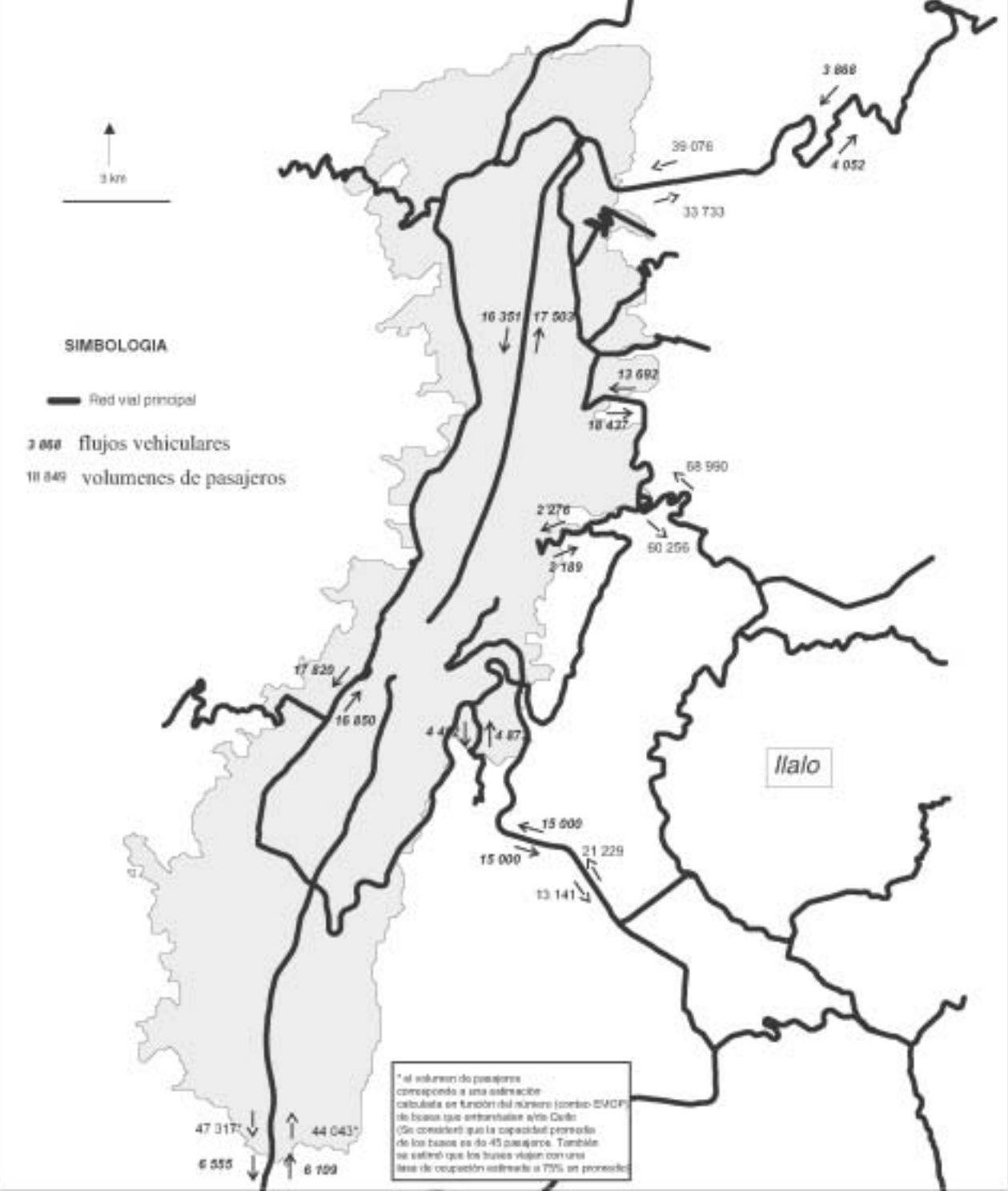
- El mapa 3 muestra zonas claves o zonas de mayor interés para la transportación urbana. Se elaboró este mapa haciendo la suma por malla de 4 hectáreas de los elementos de mayor interés previamente detallados, es decir las 5 variables siguientes:

(1) las vías estructurantes, (2) las infraestructuras viales de mayor importancia (túneles, puentes, intercambiadores, pasos a desnivel, viaducto), (3) las paradas del trole con más de 5000 salidas diarias, (4) los corredores de transporte por donde pasan más de 20 líneas de bus, y (5) la troncal del trole. De este cálculo resaltan 4 zonas esenciales para la transportación urbana. Se trata del Centro Histórico, la Villa Flora, la zona de la terminal Moran Valverde, y La "Y". El sector de concentración de infraestructuras viales mayores y elementos claves del transporte corresponde a las centralidades urbanas, es decir a los sectores de alta concentración de actividades económicas, comerciales y educativas. Autores lo señalan en Quito la centralidad es muy marcada (CARRIÓN, VALLEJO, 2000 y PGDT, 2000) lo que implica una convergencia de los corredores de transporte público, una afluencia de personas hacia esos sectores de gran atraktividad y una edificación de infraestructuras viales (pasos a desnivel, parqueaderos...) muy elevadas. Además en el caso de Quito, la topografía obliga una convergencia de los principales ejes viales y flujos (cuello de botella) procedentes del Norte o del Sur hacia el Centro Histórico.

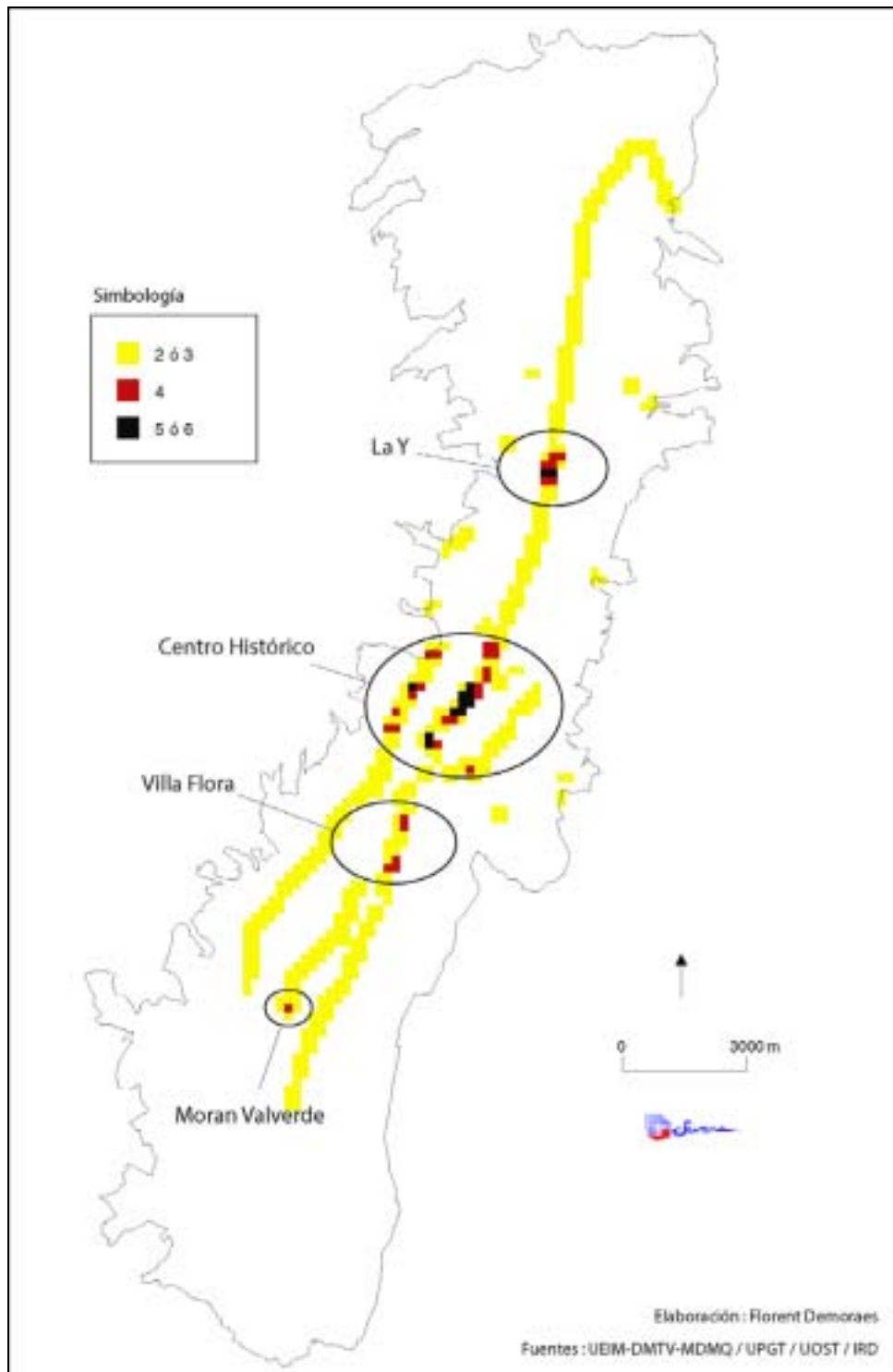


Mapa 1 – Representación espacial de los elementos claves del transporte y vialidad Ciudad de Quito – 2001

Fuente : UEIM-DMTV-MDMQ / DMT / EMOP-Q  
 Elaboración : Florent Demoraes / IRD



Mapa 2 - Flujos vehiculares y volúmenes diarios de pasajeros en transporte colectivo en el área metropolitana



Mapa 3 – Representación del cúmulo (suma) de los elementos claves del sistema de transporte por malla de 4 hectáreas y determinación de zonas de mayor interés - Ciudad de Quito - 2001

#### 4. CONCLUSIONES, INTERROGANTES NO DILUCIDADAS Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente artículo fue presentar una metodología de identificación de los elementos de mayor interés del transporte urbano con una aplicación a la ciudad de Quito. Se utilizó un Sistema de Información Geográfico que es una herramienta muy cómoda para graficar esos elementos claves como los del sistema de transporte urbano que sean tipológicos, cualitativos o cuantitativos, sean estos puntuales, lineales o zonales. También es muy útil para resaltar zonas de mayor interés. Obviamente la determinación de los componentes fundamentales sobre los cuales se articula mayoritariamente el transporte y la movilidad no fue exhaustiva. Por ejemplo, se hubiera podido mencionar la terminal terrestre, los demás terminales de buses interprovinciales, las rutas alimentadores del sistema integrado.... Sin embargo, esa selección permite entender grosso modo la lógica general de los fundamentos territoriales de la movilidad en Quito. Este tipo de trabajo tiene varias aplicaciones posibles. Por ejemplo, permite cruzamientos con otros niveles temáticos como los relacionados con los riesgos en donde se considera la exposición de los elementos de mayor interés a las zonas sujetas a amenazas de origen natural o antrópico. Este tipo de análisis es muy importante para una ciudad porque le permite planificar la afectación de un elemento primordial del transporte ante varios fenómenos, tales como inundaciones, deslizamientos, sismos entre otros que podrían desorganizar sustancialmente el funcionamiento habitual del transporte de una ciudad.

#### AGRADECIMIENTOS

Esa investigación no fuese posible sin la ayuda y colaboración de las personas e instituciones siguientes:

Dr. Robert D'Ercole y Dra Pascale Metzger, investigadores geógrafos del IRD  
Arq. Hidalgo Núñez, Director del Transporte Metropolitano – MDMQ  
Arq. Nury Bermúdez y Sr. José Tupiza, Unidad de Estudios e Investigaciones DMTV-MDMQ  
Ing. Carlos Poveda, Subdirector de Operación de la Unidad Operadora del Sistema Trolebús – MDMQ  
Ministerio de Relaciones Exteriores de Francia (Beca Lavoisier)

#### SIGLAS

DMT: Dirección Metropolitana de Transporte (MDMQ)  
DMTV: Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda (MDMQ)  
EEQ: Empresa Eléctrica de Quito  
EMOP-Q: Empresa Metropolitana de Obras Públicas de Quito (MDMQ)  
EMSAT: Empresa Metropolitana de Servicio y Administración del Transporte  
IG-EPN: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional  
INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología  
IRD: Institut de Recherche pour le Développement (Francia)  
MDMQ: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito  
PGDT: Plan General de Desarrollo Territorial  
SIG: Sistema de Información Geográfico  
UEIM: Unidad de Estudios e Investigaciones Metropolitanas (DMTV-MDMQ)  
UOST: Unidad Operadora del Sistema Trolebús (MDMQ)  
UPGT: Unidad de Planificación y Gestión de Transporte (MDMQ)

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AYON-GAYALA A., 1998, Mise en oeuvre d'une politique de déplacements urbains – Le cas de Brazzaville – Congo, in La politique de déplacements urbains – Outil du développement durable, Actas del congreso internacional CODATU VIII, El Cabo, 21-25 septiembre 1998, pp. 55-58.
- BARBIEUX C., GREGOIRE B., 1998, Les transports publics urbains dans les pays en développement: Crises et perspectives, in La politique de déplacements urbains – Outil du développement durable, Actas del congreso internacional CODATU VIII, El Cabo, 21-25 septiembre 1998, pp. 21-26.
- CARRIÓN F., VALLEJO R., 2000, Quito, Capitulo 16, in Métropoles en mouvement, une comparaison internationale DUREAU F. et al, Collection Villes, Ed. Economica, IRD, pp. 603-611.
- CHAKRAVARTY A. K., SACHDEVA Y. P., 1998, Sustainable urban transport policies for developing countries, in La politique de déplacements urbains – Outil du développement durable, Actas del congreso internacional CODATU VIII, El Cabo, 21-25 septiembre 1998, pp. 59-67.



CHESSAIS M., DHIEB M., DAOUD A., 1998, Un S.I.G. pour la gestion des déplacements urbains à Sfax, Tunisie, in La politique de déplacements urbains – Outil du développement durable, Actas del congreso internacional CODATU VIII, El Cabo, 21-25 septiembre 1998, pp. 423-427.

DEMORAES F., 2001, Perturbaciones en cuanto a movilidad inducidas por las fuertes lluvias caídas sobre Quito durante la noche del 12 de Diciembre, documento de trabajo interno, IRD/UEIM-DMTV-MDMQ, 4p.

D'ERCOLE R., METZGER P., 2000, La vulnérabilité de Quito face à l'activité du Guagua Pichincha. Les premières leçons d'une crise durable, in Cahiers Savoisiens de Géographie, CISM, Vol III, pp.39-52

D'ERCOLE R., PIGEON P., BAUSSART O., CAMBOT V., GNEMMI L., WATTEZ J., 2000, Analyse du système urbain d'Annecy et définition de ses enjeux, Département de Géographie – Université de Savoie, 52p.

HENRY E., 1998, Entreprises émergentes face aux tutelles des transports en commun, in La politique de déplacements urbains – Outil du développement durable, Actas del congreso internacional CODATU VIII, El Cabo, 21-25 septiembre 1998, pp. 885-895.

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

MDMQ-DMTV, 2000, Plan General de Desarrollo Territorial (PGDT), folleto y CD-Rom interactivo.

+ varios artículos de los periódicos "El Comercio" y "Hoy".

**Ilustraciones fotográficas de los elementos de mayor interés en la ciudad de Quito (Fuente : Municipio)**



Foto 3 - Avenida 6 de Diciembre y Patria



Foto 1 - Avenida América y Patria (Universidad Central)



Foto 2 - Terminal Norte – Sistema Trolébus



Foto 4 - Puente – Gonzalez Suarez