

Introducción

Lugo hacia un modelo urbano más sostenible y habitable

Los nuevos retos a los que se enfrenta Lugo están relacionados con la gestión de la movilidad y la consolidación de un modelo de espacio público diverso, compacto, eficiente y socialmente cohesionado que en definitiva aumente el grado de habitabilidad urbana.

Este documento reconoce los aspectos que juegan a favor de una contención del uso del automóvil como son la dimensión de la ciudad y la alta autocontención del municipio. Sin embargo, también constata la existencia de tendencias hacia un modelo de movilidad menos sostenible:

- Mantenimiento de las causas de fondo, sociales, económicas y culturales que estimulan la tenencia y uso del automóvil.
- Los problemas generados por una movilidad dominada por el automóvil en relación a la sostenibilidad global –emisiones y cambio climático- y local –contaminación atmosférica y acústica, e intrusión visual.

El espacio público es uno de los principales valores que toda ciudad debe tener en términos de calidad. Lugo, por su dimensión, configuración, y también por las políticas llevadas a cabo, tiene el reto de frenar las tendencias insostenibles de la movilidad y al mismo tiempo ahondar en el esfuerzo a favor de un espacio público de calidad.

Objetivos del estudio

Este documento responde a los objetivos y directrices que se incluyen en la Estrategia de Medio Ambiental Urbano y el Libro Verde del Medio Ambiente Urbano, aprobados por la Red de redes para el medio ambiente urbano y el Ministerio de Medio Ambiente.

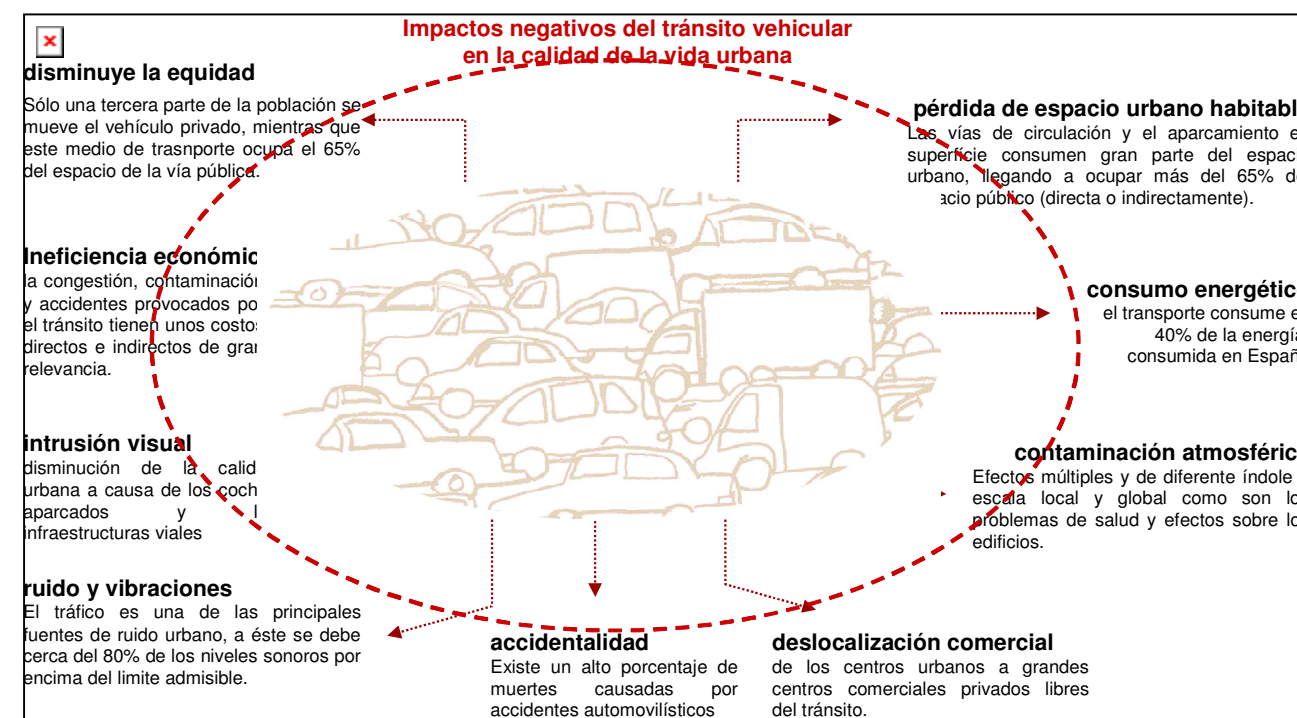
- Hacer un diagnóstico de la situación actual de la movilidad y la habitabilidad en el espacio público de Lugo.
- Analizar diferentes escenarios teniendo en cuenta la proyección de futuro de la ciudad.
- Establecer un modelo de movilidad urbana más sostenible y un espacio más habitable para Lugo. Este modelo incluye aspectos ligados a la reorganización de las redes de movilidad y el impacto sobre la atmósfera y el desplazamiento de las personas, la ocupación del espacio público, las actividades y el grado de confort.
- Definir una nueva configuración de las redes de movilidad que suponga un menor consumo de recursos y energía.

Estos objetivos incluyen otros objetivos más concretos como la reducción de la dependencia del automóvil; el incremento de las oportunidades de los medios alternativos y de menor impacto ambiental; la reducción de los impactos derivados de los desplazamientos motorizados; la limitación de los espacios en superficie dependientes del coche; la reconstrucción de la proximidad como un valor urbano; la recuperación de la convivencia en el espacio público y, finalmente, la autonomía, en términos de movilidad de los sectores sociales, que no disponen de vehículo privado. Por tanto, el presente estudio de movilidad propone las siguientes pautas de diseño:

- Reorganizar el tráfico de tal forma que el vehículo de paso transite a través de una red viaria básica liberando las vías secundarias.
- Redefinir las redes de transporte público de cara a mejorar la eficiencia del sistema en términos de accesibilidad y cobertura.
- Consolidar una red de bicicletas establezca una serie de ejes principales y recorridos, de cara a la máxima utilización de la bicicleta como medio de transporte urbano.

- Configurar una red peatonal que minimice la coexistencia del peatón con el vehículo privado y permita a su vez conectar a pie los principales puntos de interés de la ciudad.
- Identificar las demandas infraestructurales de aparcamiento y de espacios necesarios para la gestión de la carga y descarga de mercancías.
- Reducir el impacto ambiental de la contaminación y el ruido en las calles.
- Aumentar la calidad del espacio público en términos de accesibilidad.
- Mejorar la imagen visual en el entorno de la Muralla
- Humanizar la ciudad y mejorar su habitabilidad

La propuesta se basa en un marco conceptual específico -la supermanzana- que permite reorganizar las redes de movilidad. Con ello se consigue una mayor eficiencia en el funcionamiento de dichas redes, potenciando los medios de transporte alternativos al vehículo privado, como la bicicleta y el transporte público.



Principales impactos negativos del tránsito vehicular. Fuente: BCN Ecología

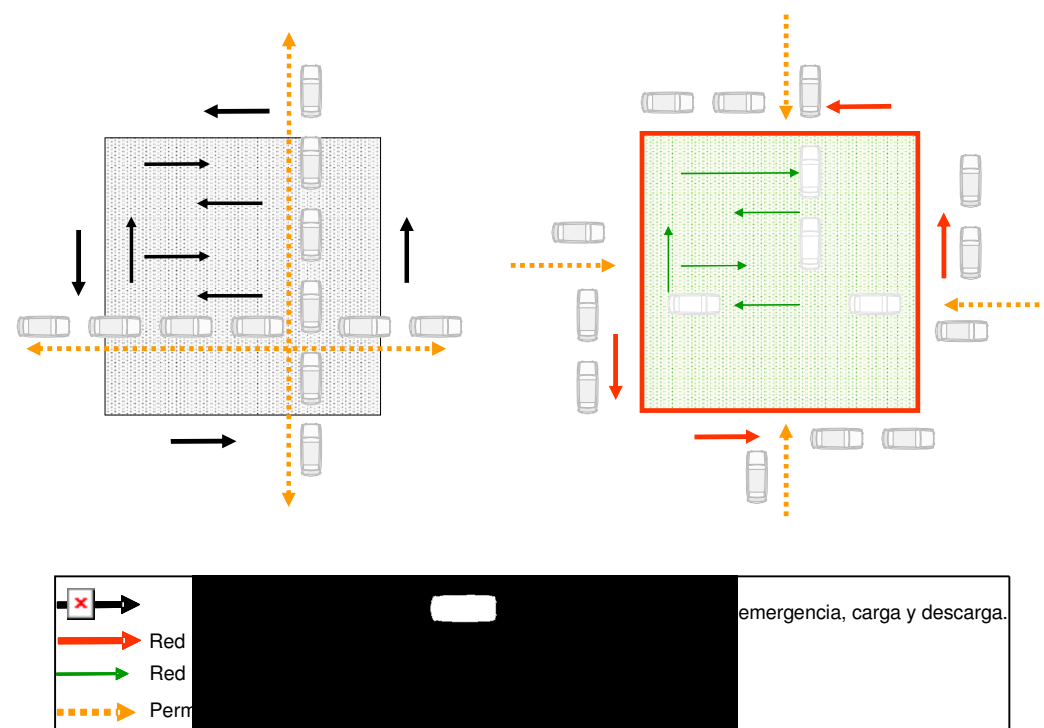
Una movilidad más sostenible

La supermanzana: instrumento clave

La estructuración de la ciudad en supermanzanas puede resolver la mayor parte de las disfunciones urbanas ligadas a la movilidad y al uso del espacio público. La ordenación del espacio público a través de la supermanzana posibilita la integración de distintas actuaciones para una ciudad más sostenible.

Una supermanzana viene delimitada por vías básicas que configuran una área cuyo interior incluye un conjunto de manzanas. El tráfico de paso tiene el acceso restringido al interior de la supermanzana. Este ámbito se convierte en un lugar preferente para el peatón, compartido con ciclistas, vehículos de servicio, de emergencias, de residentes. etc. Dentro de la supermanzana las calles pasan a ser de plataforma única y la velocidad máxima se establece en 10 km/h. El aparcamiento de vehículos en superficie tiende a reducirse paulatinamente, de la misma manera, la distribución urbana de mercaderías se ve sujeta a una nueva regulación.

El cambio fundamental que introduce este esquema consiste en reestructurar la movilidad estableciendo una red diferenciada para cada modo de transporte. Con ello disminuyen los conflictos entre peatones y tráfico rodado ya que cada modo puede desplazarse a la velocidad que le es propia. En cuanto a los ejes para ciclistas, las supermanzanas posibilitan su extensión a una gran parte del territorio urbano en una red mejor interconectada que ofrece a los usuarios mayor seguridad en sus trayectos.



Esquema conceptual de supermanzana. Fuente: BCN Ecología

El espacio público ganado se convierte en un espacio disponible para desarrollar usos y funciones de la vida ciudadana: paseo, estancia, juego, ocio, fiestas populares. La calle recobra su papel como lugar de intercambio y relación. Se reducen la contaminación y el ruido y se posibilita la introducción de nuevos conceptos en el diseño urbano orientados a mejorar las condiciones de habitabilidad. En definitiva, el modelo de movilidad basado en supermanzanas se caracteriza por:

Jerarquización de la red viaria

Reorganización funcional de las calles en dos tipos de vías: básica e interior de supermanzana, las cuales funcionan de manera homogénea para la mayoría de los modos de transporte. La red básica (perimetral) es lo más ortogonal posible y soporta el tráfico motorizado y el transporte colectivo en superficie. En las vías internas se elimina el tránsito de paso. Este espacio interior se transforma en un espacio de preferencia para el peatón, coexistiendo con vehículos de residentes y de servicio, emergencias e incluso en algunos casos con carriles bici segregados. Dentro de la supermanzana las calles pasan a tener una sección única y la velocidad de los vehículos se adapta a la del peatón (10km/h). Esta nueva estructura permite adaptar modificaciones que permiten aumentar sensiblemente la calidad ambiental del entorno urbano.

Integración de las redes de movilidad

Uno de los cambios fundamentales que se introducen en este nuevo modelo consiste en reestructurar la movilidad en superficie en una red diferenciada para cada modo de transporte adecuándola al esquema de red de supermanzanas. Este hecho disminuye los conflictos entre los modos, ya que en vías básicas, cada modo puede desplazarse a la velocidad que le es propia. Esta nueva estructura apuesta por la reducción de la hegemonía del automóvil y potenciar el transporte público y los medios de transporte de corta distancia, como es la bicicleta y los desplazamientos a pie. La combinación de reducción de la oferta viaria y de aparcamiento para el vehículo privado, así como la mejora de otros modos de transporte facilitarán el cambio modal hacia modos más sostenibles.

Reorganización de la carga y descarga y el aparcamiento

La reorganización de espacios y horarios de las actividades logísticas urbanas resulta mucho más sencilla en un esquema de supermanzanas, ya que se dispone de mas espacio público y la posibilidad de controlar los horarios de acceso mediante sistemas retractiles de entrada en las supermanzanas. La construcción de centros logísticos a nivel subterráneo sirve para reducir progresivamente la carga y descarga en superficie. El aparcamiento de vehículos en superficie es también suprimido gradualmente con la construcción de aparcamientos subterráneos accesibles des de la red básica de circulación.

Accesibilidad para todos

Las restricciones al tránsito de paso y a ciertas mejoras en el diseño de las calles (plataforma única, mobiliario urbano, etc.) hacen que mejoren las condiciones de accesibilidad para: personas con movilidad reducida, coches de niños, personas mayores y niños. Los taxis, bicicletas, vehículos de servicios y emergencias tienen sitio en el interior de las supermanzanas.

Un nuevo diseño del espacio público

El espacio público ganado se convierte en un espacio disponible para acoger nuevos usos y funciones de la vida ciudadana; la estancia, el juego, el ocio, las fiestas populares, etc. la calle recobre su papel como sitio de intercambio y relación. Se reducen la contaminación, el ruido y se posibilita la introducción de nuevos conceptos en el diseño urbano orientados a mejorar las condiciones de confort lumínica, acústica y térmica.

Desde un punto de vista operativo, los objetivos serán diferentes en función del horizonte temporal, diferenciando claramente entre los objetivos de corto o medio plazo y los objetivos a largo plazo. La transformación urbana mediante un esquema de supermanzanas consigue mejoras inmediatas en la calidad de vida de los ciudadanos. La eliminación del vehículo de paso reduce el volumen de tráfico en las calles interiores de supermanzana y aumenta el uso de éstas por parte de las personas en poco tiempo, consiguiendo reducciones significativas en la contaminación, ruido, sensación de inseguridad, recuperando de esta manera el espacio para la estancia y disfrute de los vecinos.

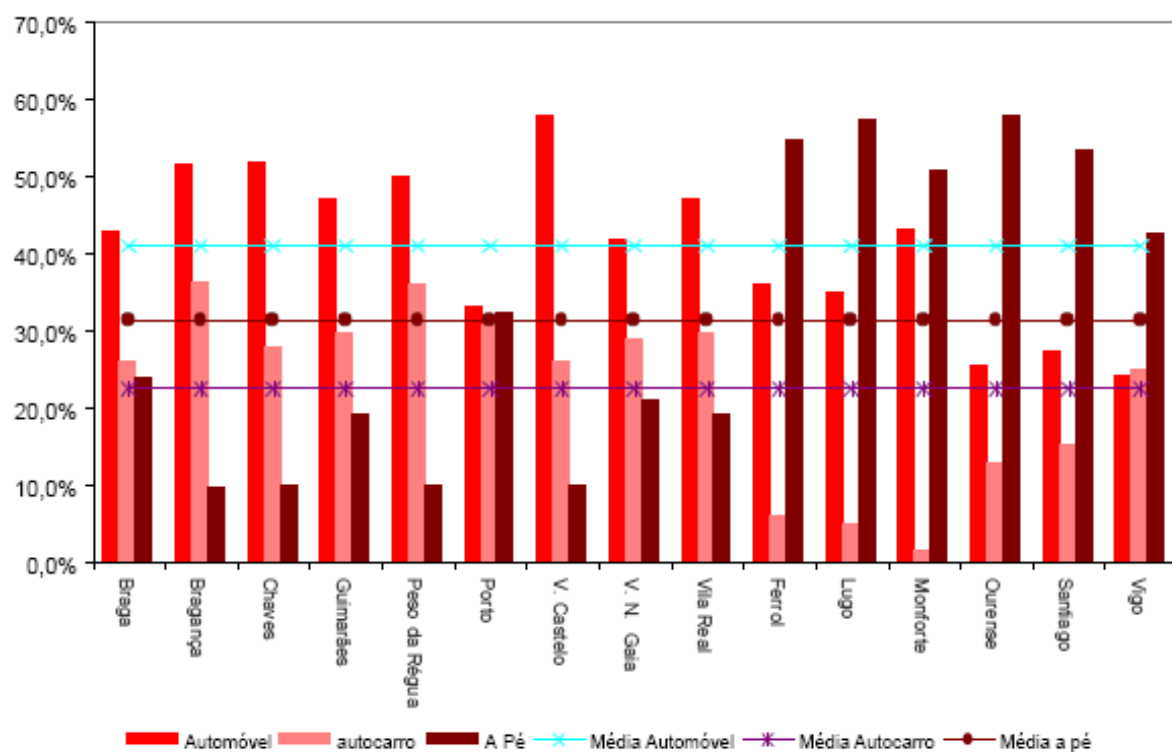
No obstante, los grandes cambios en favor de la movilidad sostenible se producen en un plazo más largo, cuando se consiguen modificar los hábitos sociales de movilidad. esto exige un esfuerzo continuo de seguimiento, corrección y educación sobre las actuaciones iniciadas, teniendo siempre presente los principios rectores del Plan de Movilidad.

CONCEPTOS	RED DE VIAS BÁSICAS	INTERVIAS	
		ZONAS 30	SUPERMANZANAS
FUNCIÓN	Conexión entre zonas y red interurbana	Circulación de aproximación	Acceso de residentes, CD y servicios. Se impide la circulación del vehículo de paso
PRIORIDAD	Vehículo privado, transporte público y bicicleta	Vehículo privado, transporte público y bicicleta	Multifuncionales. Prioridad peatonal
SEÑALIZACIÓN	 R-301	 R-301	 R-301 S-28 R-102 R-308
VELOCIDAD MÁXIMA	30-50 Km/h	30 Km/h	10 Km/h
LIMITACIÓN DE VELOCIDAD Y CONTROL DE ACCESO	Sincronización semafórica. Sentidos únicos prioritarios. Ampliación de aceras si es posible (> 2'5 m). Vados rebajados. Diseños homogéneos para cada tipo de vial. Señalización.	Desvío del eje de la trayectoria. Distinción entre calzada y acera. Pasos peatonales a nivel. Vados rebajados. Mobiliario urbano. Señalización.	Bolardos retractiles de entrada. Sentidos de circulación refractarios. Plataforma única. Vados rebajados. Mobiliario urbano. Señalización.
APARCAMIENTO	Aparcamiento en rotación. ORA.	Aparcamiento residencial.	Eliminación paulatina del aparcamiento en superficie.
BICICLETA	Segregada	Coexistencia	Velocidad limitada

Jerarquización propuesta para la red viaria. Fuente: BCN Ecología

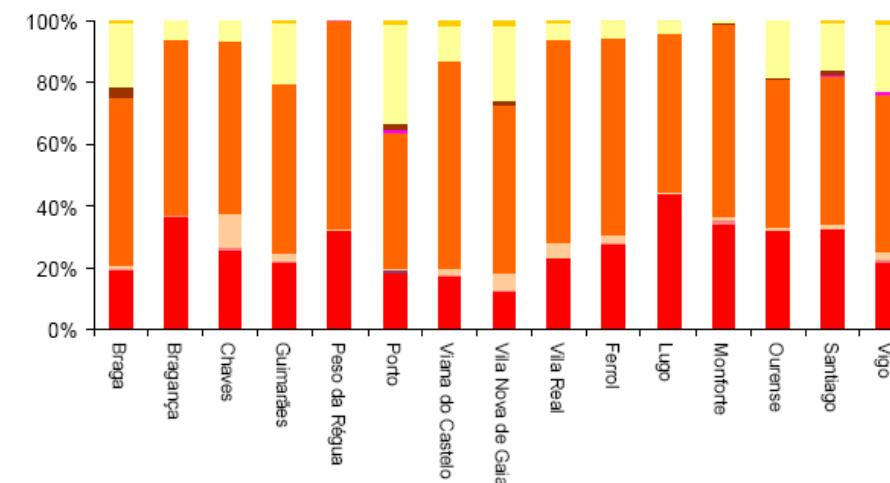
La movilidad del vehículo privado

El transporte en vehículo privado ocupa en la actualidad un papel muy importante en la movilidad urbana de Lugo. En un día laborable medio, el 35% de los desplazamientos de los residentes se realizan en vehículo privado. A pesar del elevado uso del vehículo privado, cabe remarcar que los desplazamientos a pie siguen siendo muy importantes, mientras que el uso del transporte público es muy minoritario. (5%)

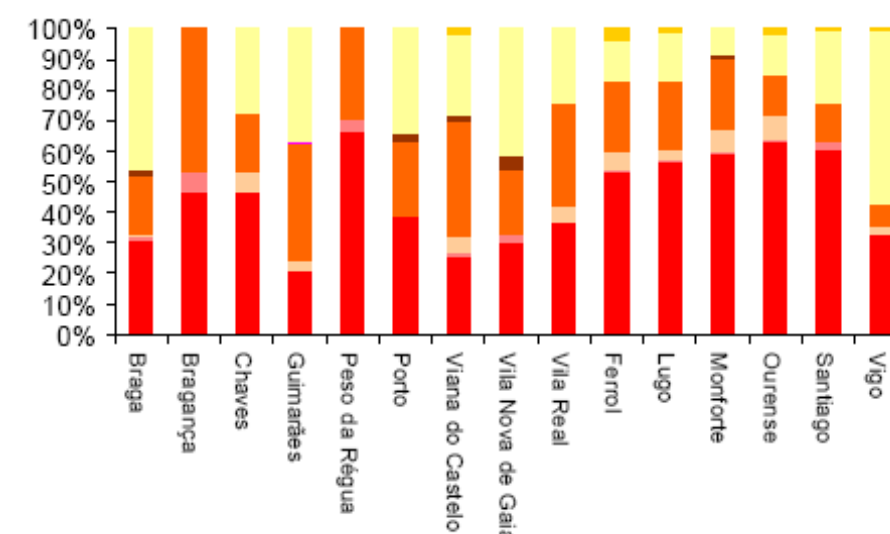


Distribución modal 2004. Fuente Instituto Sondaxe

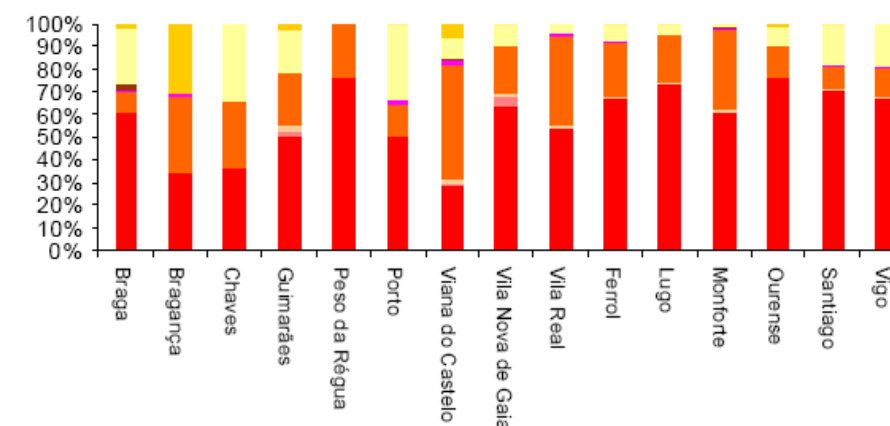
Comparando con otras ciudades del entorno, se aprecia un uso del vehículo privado por debajo de la media y sobre todo un uso muy escaso del transporte público. Es significativo también que los desplazamientos a pie son de los más altos en las ciudades comparadas. A continuación se muestra el reparto modal para diferentes motivos de desplazamientos.



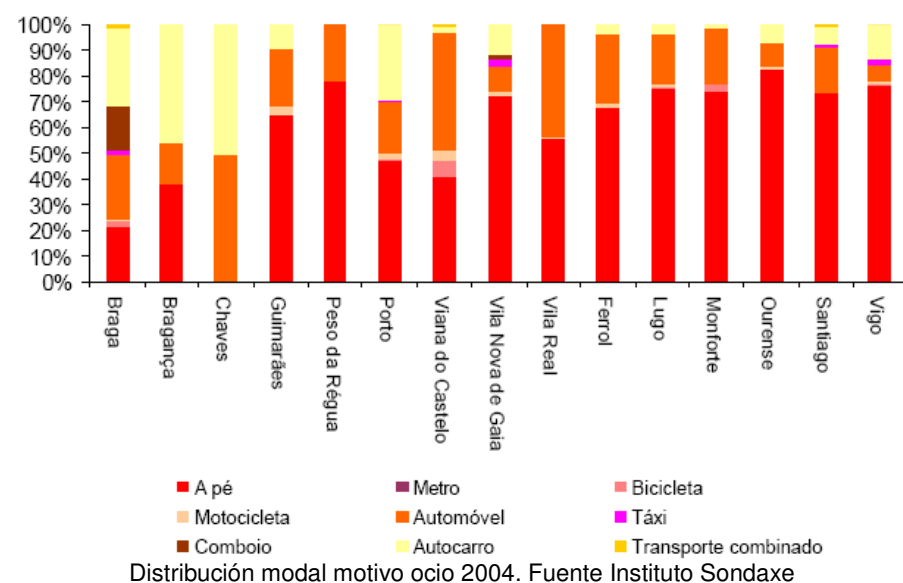
Distribución modal motivo trabajo 2004. Fuente Instituto Sondaxe



Distribución modal motivo estudios 2004. Fuente Instituto Sondaxe

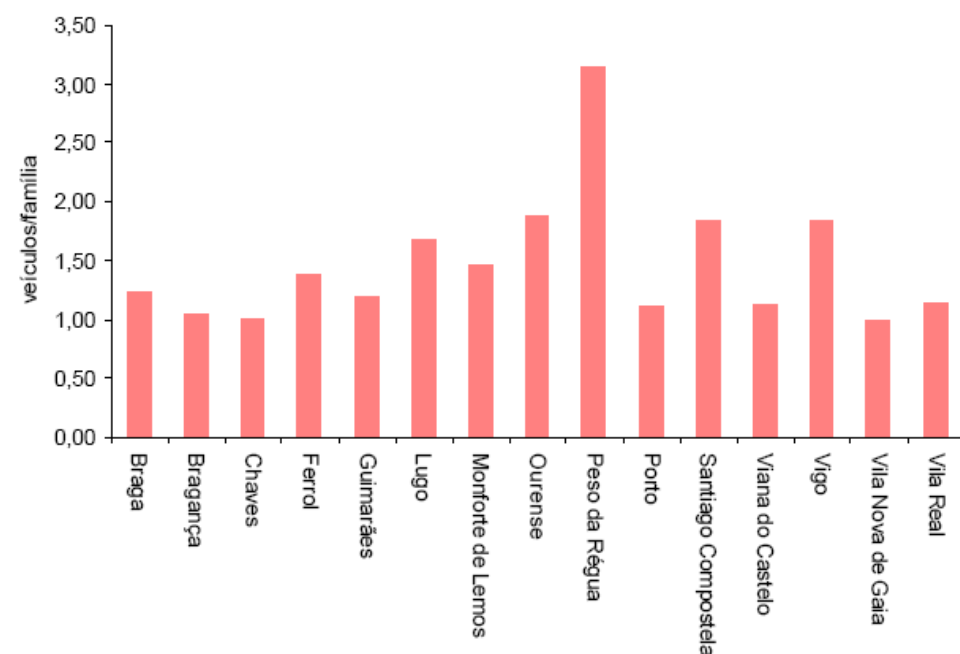


Distribución modal motivo compras 2004. Fuente Instituto Sondaxe

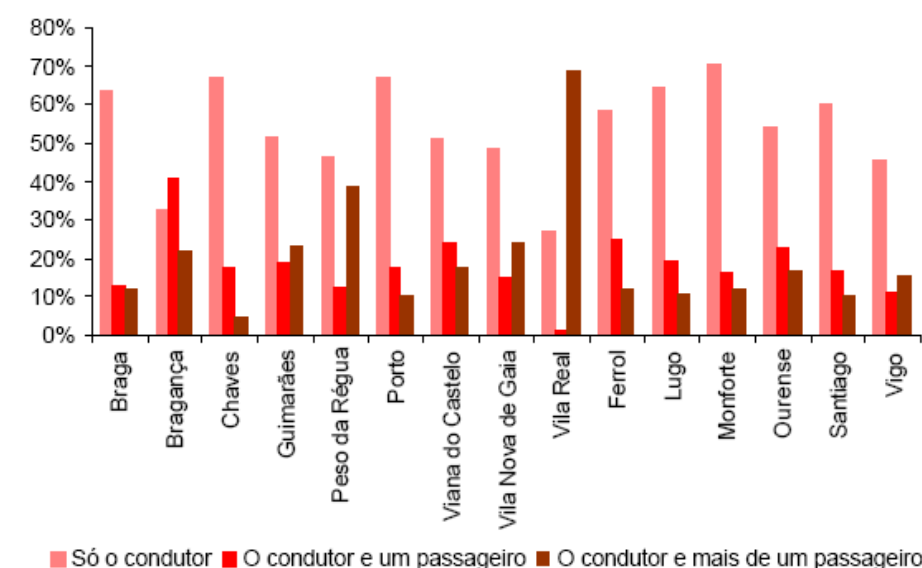


Destaca que el uso del automóvil es mayoritario solamente en los motivos de trabajo y el 90,9% de los trabajadores lo hace en el propio Concello de Lugo. Para estudios, compra y ocio el modo a pie es el más utilizado. El autobús se utiliza muy poco y principalmente por motivos de estudios.

El índice de motorización en el municipio de Lugo es, por tanto, significativo, ascendiendo a 1,6 vehículos por familia.



De los vehículos en circulación, la mayoría lo hacen con el conductor como único ocupante (64,6%), El 19,2% transportan dos personas y el 11% transportan tres o más.



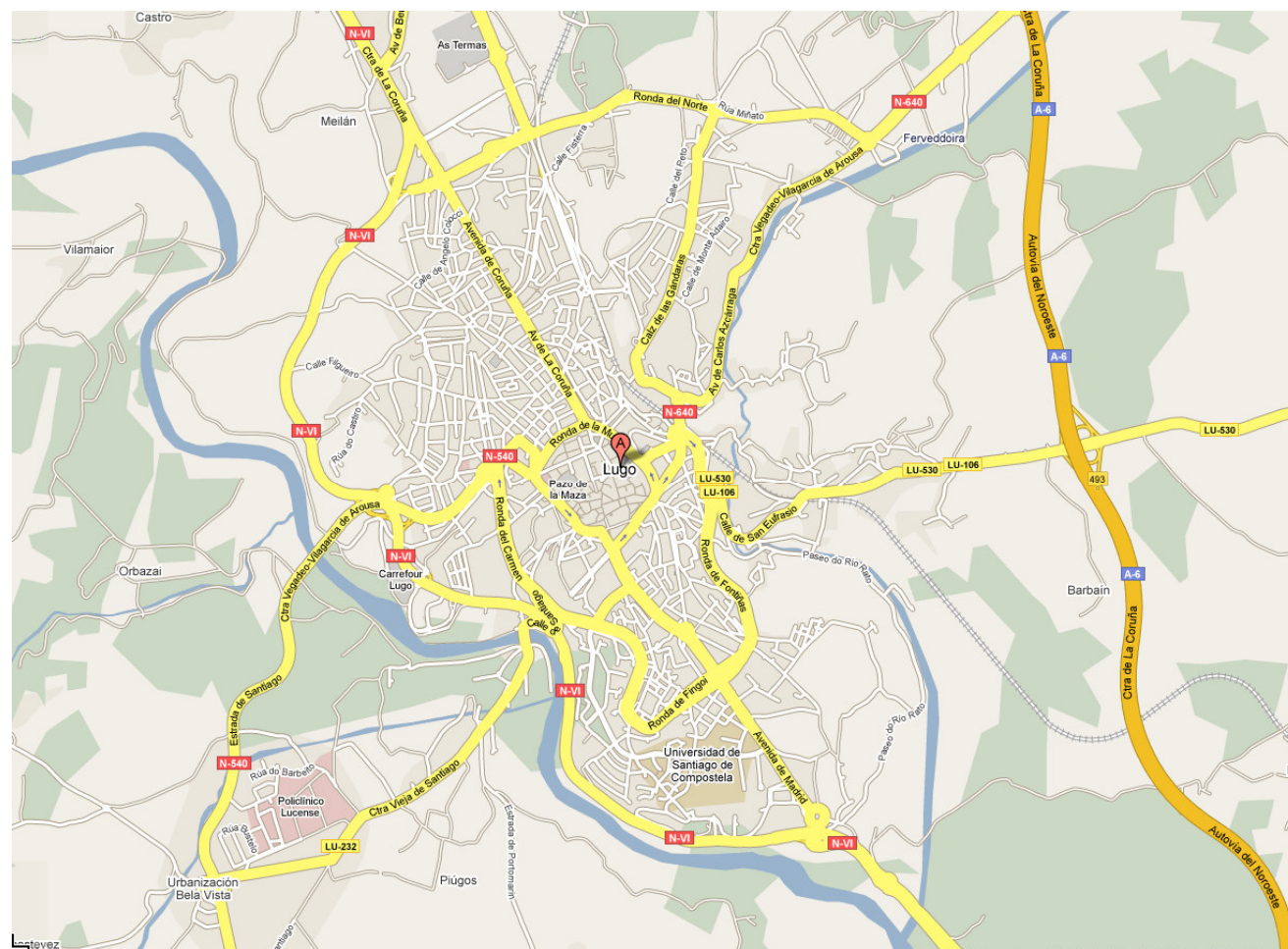
Características de la red actual de vehículo privado

La red viaria de la ciudad de Lugo responde a un esquema radio concéntrico a partir de su configuración inicial con una plataforma elevada entre los valles de los ríos Miño y Fervedoira. El viario actual se configura a partir de unos ejes radiales: la antigua N-VI (Madrid-A Coruña) y la N-640 (Asturias-Santiago) y de dos rondas de circunvalación.

La topología de la red está fuertemente condicionada por la existencia de la Muralla Romana, que impermeabiliza parcialmente el centro de Lugo. La muralla, además, convive con la Ronda de la Muralla, que junto con la Av. de la Coruña y la Av. de Madrid, son un importante distribuidor del tráfico urbano en la ciudad en el eje norte-sur. En este mismo eje la N-VI tiene un papel importante como distribuidor alternativo y de más capacidad al de la Ronda de la Muralla, a la vez que complementario a la autovía A-6. Esta autovía, de conexión con A Coruña, como variante alejada del casco urbano por el este, se resuelve mediante enlaces la conexión con carreteras radiales transversales. Su lejanía del casco urbano no permite su uso como colector-distribuidor de tráfico urbano.

Otras travesías desembocan también en la Muralla Romana. Se trata de carreteras de importancia nacional pero que funcionan también como importantes distribuidores del tráfico urbano.

La N-640, que conecta directamente con el eje Cantábrico y penetra en el casco urbano por el puente sobre el ferrocarril y por el puente sobre el río Miño. La N-540, que conecta con Ourense, la N-543, que penetra en el casco urbano tras pasar sobre el Miño por el puente romano.



Vías principales de Lugo. Fuente: Google Maps

En cuanto al viario propiamente urbano cabe destacar las calles del interior de la Muralla, mayoritariamente peatonales. El tráfico por el interior de la muralla se limita a un circuito de acceso a aparcamientos subterráneos, al mercado central y a zonas comerciales. La Ronda de la Muralla es un anillo de dos carriles y un solo sentido que, como se ha dicho, funciona como un importante distribuidor del tráfico.

La Segunda Ronda tiene una continuidad desigual. Presenta un conjunto de tramos consolidados, con calzadas desdobladas y buena urbanización: Ronda del Carmen, Ronda de los Deportes, Ronda de Fingoi y Av. das Fontiñas. En los tramos noreste no tienen continuidad en el tramo más próximo a las vías del ferrocarril, canalizando el tráfico otras calles menores. En el arco noroeste se vuelve a interrumpir a la altura de la Av. Portugal.

La Tercera Ronda incluye elementos de viario consolidado como la variante oeste de la N-VI y proyectos en curso como la Ronda Norte

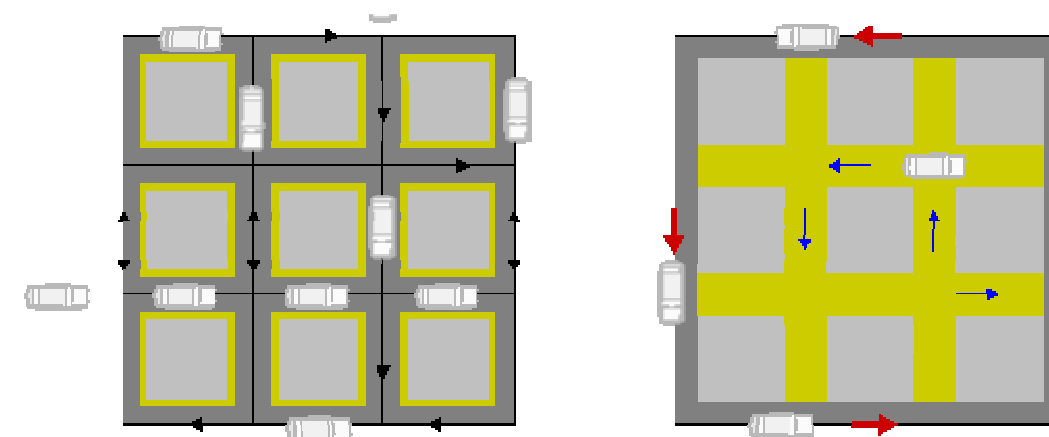
Como ya se ha visto en el apartado anterior, la estructura de las calles de Lugo tiene, en general, una fuerte presión del vehículo en todas las vías, con aceras estrechas y con calles en las que el aparcamiento en superficie contribuye a dar prioridad al vehículo privado.

Propuesta de red para el vehículo de paso

Como se ha explicado en apartados anteriores, el plan de movilidad para Lugo pretende cambiar el modelo de movilidad actual y por tanto el actual reparto modal demasiado decantado hacia el vehículo privado. La herramienta principal para conseguirlo es la estructuración de la ciudad mediante un esquema de supermanzanas, una propuesta que enmarca todas las otras que se realizarán.

La supermanzana está constituida por un conjunto de vías básicas que configuran un polígono interior que incluye varias islas de edificios. En su interior peatones y ciclistas recuperan la prioridad de paso y de estancia que les es propia. La supermanzana evita que el tráfico motorizado de paso circule por las calles interiores a estos polígonos. El objetivo del vehículo de paso es cubrir la máxima distancia en el menor tiempo posible, entrando en colisión con los objetivos del resto de usuarios de la vía pública y con muchas de las funciones urbanas que se desarrollan. La circulación de los vehículos de paso se canaliza por una red básica de circulación, por donde también circula el transporte público de superficie. El resto de protagonistas de la movilidad - vehículos de residentes, de distribución de mercaderías, de servicios o de emergencias- pueden acceder normalmente.

Se clasifican las calles según el uso que los diferentes modos de transporte podrán hacer de ellos. Se distinguen dos tipos básicos: la red para la circulación del vehículo de paso y las calles interiores de supermanzana.



Circulación del vehículo privado antes y después de la supermanzana. Fuente: BCN Ecología

Red para la circulación del vehículo de paso

Se propone la definición de una red de vías básicas con intersecciones cada cuatrocientos metros aproximadamente, por donde circule el tráfico rodado principal. Esta red debe responder a criterios de funcionalidad. Su eficiencia dependerá de su capacidad para mantener unos flujos más o menos constantes con velocidades máximas de entre 30 y 50km/h.

En el diseño de la red básica de circulación rodada se favorecen los itinerarios continuos y los sentidos únicos y alternos, de manera que se faciliten los giros a la izquierda, se permita el giro en bucle sobre una supermanzanas y se magnifique el efecto red del sistema.

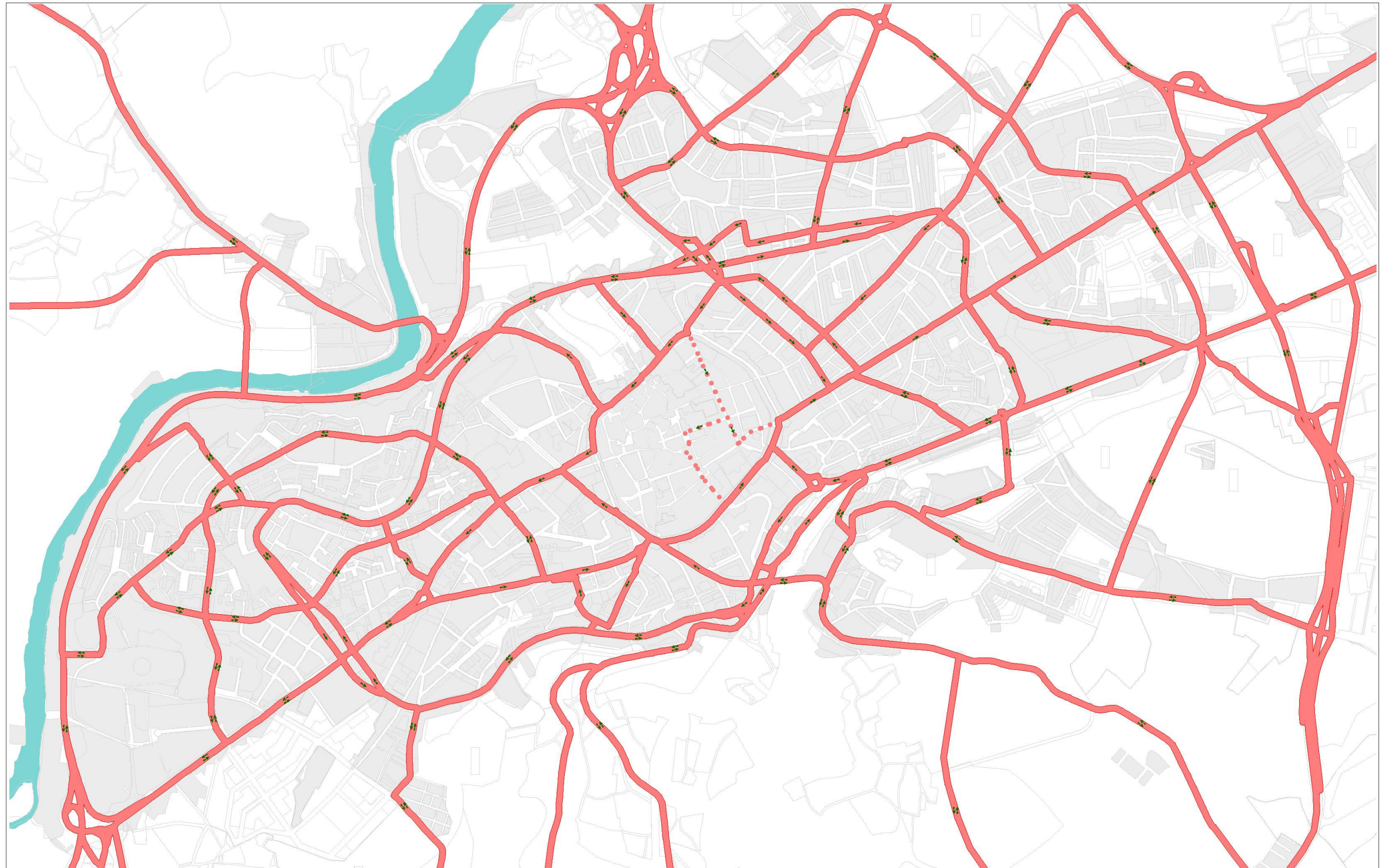
Además de aceras más amplias para los peatones y si es necesario carriles reservados para el transporte público, si la sección lo permite, deben incluir el carril bici debidamente segregado, y un cordón de plazas de aparcamiento de rotación.

La red básica propuesta tiene en resumen las siguientes características:

- En general, las vías que actualmente ya son red básica de circulación continúan siéndolo en la propuesta de supermanzanas. También se considera la red básica propuesta en el proceso de revisión del *Plan General de Ordenación Municipal*.
- Se completan las dos semirondas existentes, complementándose con viarios radiales que aseguran una distribución eficaz del tráfico urbano e interurbano.
- La tercera ronda propuesta en la revisión del PGOU, siendo una vía interurbana, debe servir como distribuidor urbano canalizando los viajes con origen y destino en áreas periféricas urbanas extremas. La segunda ronda permitirá un uso selectivo de las vías radiales.
- Se incorpora el nuevo puente sobre el río Miño a la red básica de circulación como alternativa y refuerzo al cruce del río por el *Puente Viejo*. Éste se mantiene en la red básica, como ya indica el Plan General de Ordenación Municipal. Aún así, se considera que sería necesario desviar el tráfico principal hacia el nuevo puente, manteniendo su antecesor para el transporte público, ciclistas y peatones.
- El entorno de la Muralla tiene actualmente un elevado nivel de tráfico. Se propone que la Ronda de la Muralla pierda peso como distribuidor del tráfico mejorando la calidad ambiental de todo el entorno.
- Los tramos entre la plaza de Bispo Odoario y Av. de A Coruña dejarían de funcionar como red básica y pasarían a tener un tratamiento de calle interior de supermanzana,

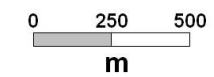
con el paso de transporte público y vecinos. El tráfico rodado de paso se desplaza al eje Betanzo-García Abad y Tui - Pintor Tino Grandío.

- En la Ronda de la Muralla entre la calle Vilalba y la plaza Bispo Odoario se circula por un único carril de circulación. El otro carril se reserva para el autobús a contracorriente.
- La calle del Alcalde Anxo López Pérez y Montero Ríos pasan a tener sentido sur.
- La Av de Ramón Ferreiro tiene sentido principal de salida. Se mantiene un carril de servicio de entrada.
- La Av. de A Coruña pasa a ser de sentido único y un único carril de salida de la ciudad. En sentido entrada se mantiene un carril Bus, que a partir de la calle Concepción Arenal pasa a ser un carril mixto bus-bici.
- La Av. Duquesa de Lugo Infante Elena se convierte en un acceso principal y alternativo a los movimientos que se venían haciendo por Av. de A Coruña, permitiendo enlazar rápidamente con la segunda ronda.
- Se mantienen las entradas actuales a intramuros por la Rúa de Montevideo y Rúa do Teatro. Las salidas también se mantienen, Rúa do Teatro y San Fernando. Se propone que el acceso libre a intramuros esté limitado a unas horas al día. Los residentes y comerciantes podrán acceder en cualquier momento.



Propuesta de red bàsica para la circulación del vehículo de paso

Setiembre 2009



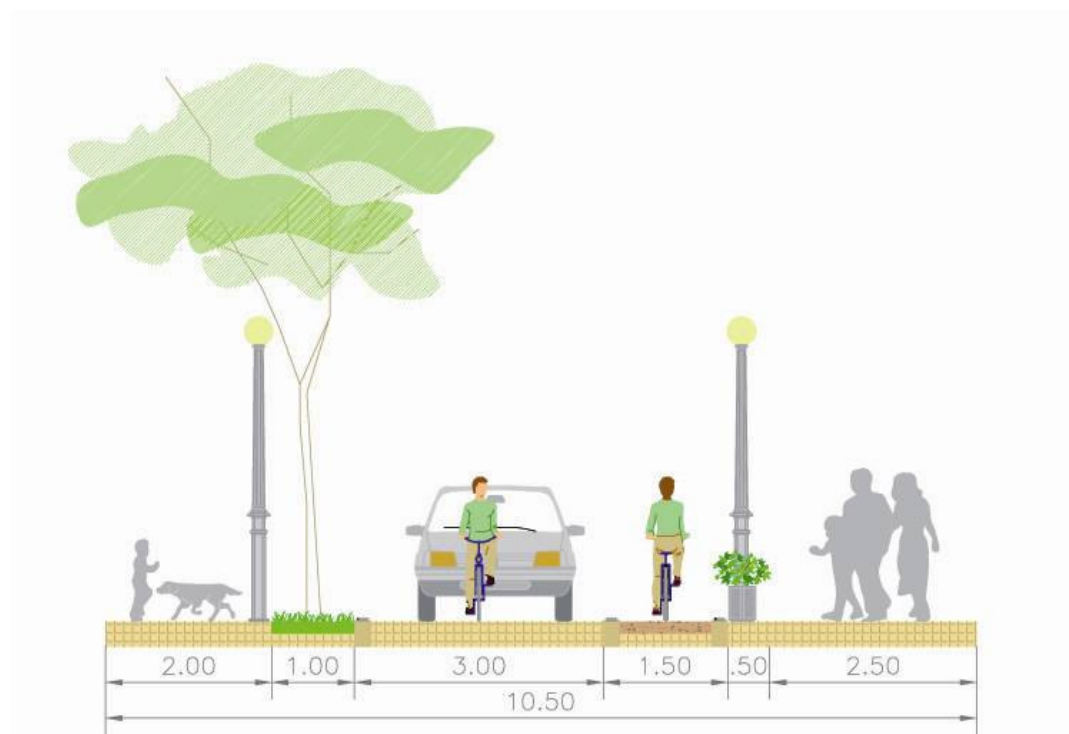
Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona

La circulación del vehículo privado en el interior de las supermanzanas

El vehículo de paso (aquél que no tienen origen ni destino en el entorno urbano inmediato) tiene como objetivo realizar su desplazamiento lo más rápido posible. Esta necesidad de itinerarios directos y a alta velocidad es incompatible con el resto de funciones urbanas: dificulta las operaciones de carga y descarga, pone en peligro a peatones y ciclistas e imposibilita el uso de la calle como espacio de relación. El esquema de supermanzanas se caracteriza principalmente porqué el tráfico de paso no accede al interior de estas, sino que las rodea circulando por la red básica, de manera que se recupera el uso de las calles interiores como pieza clave de actividad urbana y relación ciudadana

El resto de móviles como vehículos de residentes, taxis ocupados, vehículos de limpieza, de emergencias, etc. pueden continuar accediendo adaptándose al nuevo orden de prioridades a la hora de hacer uso del espacio público.

- **Zonas 10.** La velocidad máxima se regula a 10 Km/h. A esta velocidad el paso de vehículos es compatible con el de peatones.
- **Plataforma única** de las calles. Garantiza la accesibilidad de todos los ciudadanos.
- Si la sección de la calle lo permite puede mantenerse un espacio reservado para el paso de vehículos de residentes, de bicicletas y de distribución urbana.



Ejemplo de solución para calles de 10m. de ancho en interior de supermanzana. Fuente: BCN Ecología

Las puertas de las supermanzanas

La limitación de acceso del vehículo de paso al interior de las supermanzanas es un elemento clave en la propia definición de estas. Existen diferentes maneras de evitar el acceso de vehículos que no sean residentes o de servicio. Pueden contar con un bolardo retráctil con apertura mediante identificación con tarjeta identificativa de residente y con comunicación directa con un operario mediante un sistema de emisión-recepción para vehículos de no residentes.

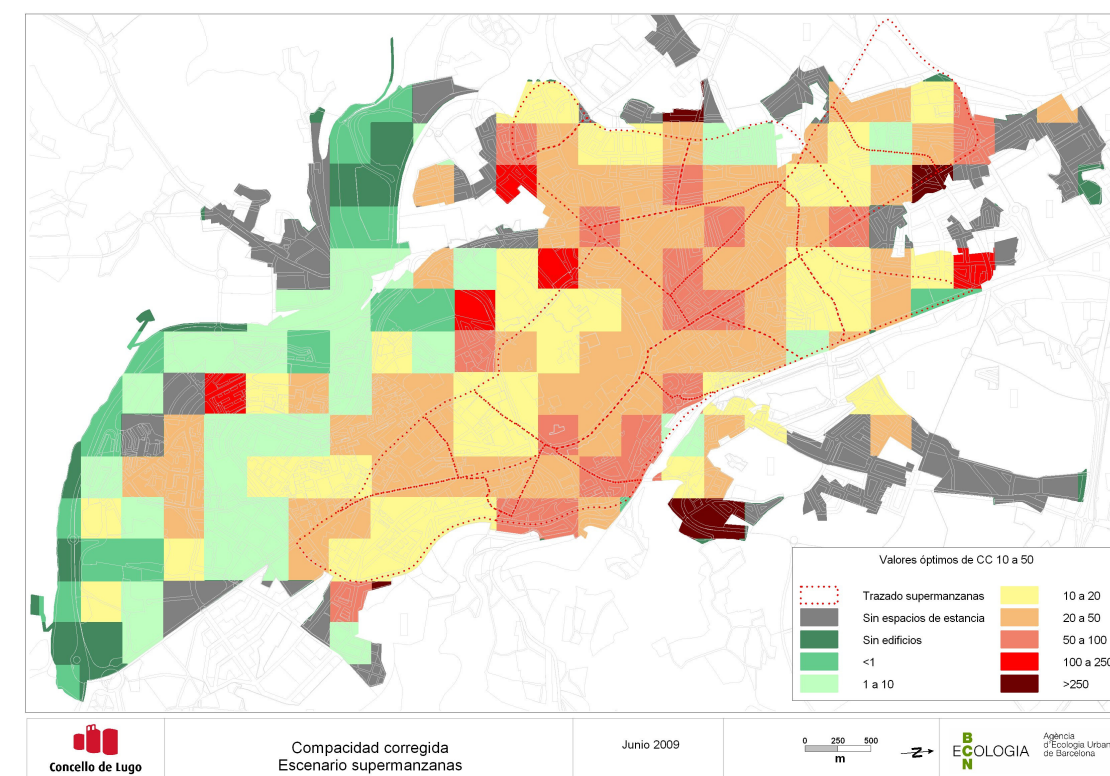
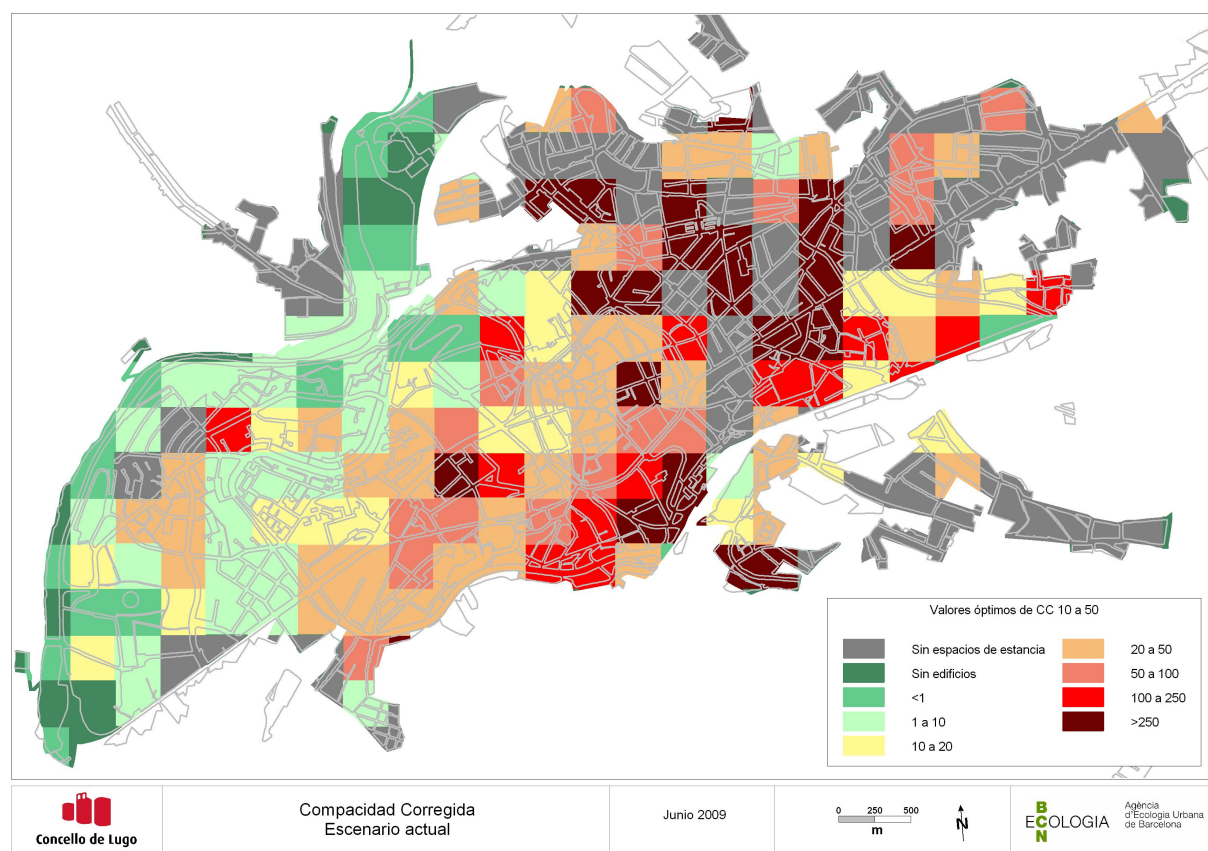


Entrada a una supermanzana por un sistema de bolardos retráctiles

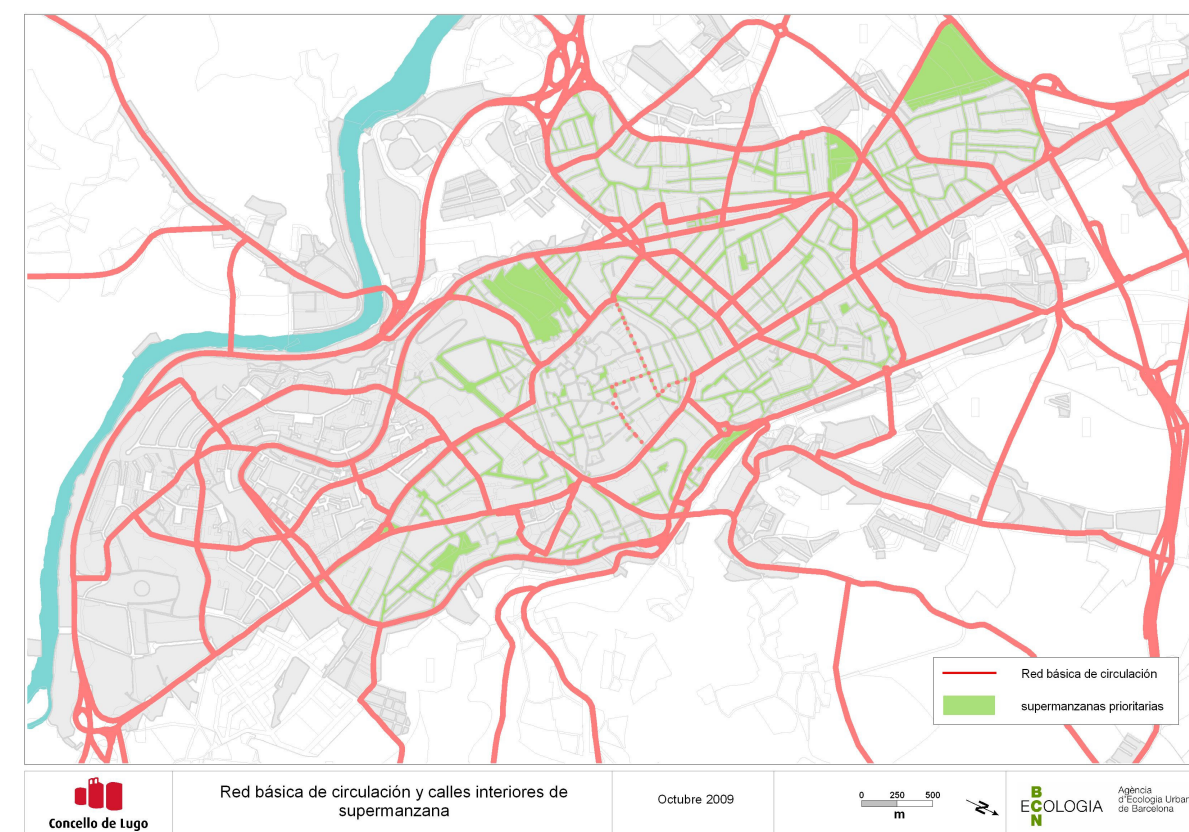
En términos temporales, el sistema retráctil puede abrirse y desaparecer el tiempo que se considere conveniente, ya sea para facilitar operaciones de carga y descarga, por la necesidad de itinerarios alternativos por obras, actos en la calle, etc. Se considera importante que en los horarios de entradas y salidas de los colegios estén los bolardos bajados, de manera que puedan definirse caminos escolares más seguros.

Otra posibilidad para eliminar el acceso de vehículos de paso es la modificación de los sentidos de circulación de las calles interiores de manera que se eviten atajos para atravesar la supermanzana. Con un buen esquema de sentidos refractarios es posible evitar la entrada de vehículos de paso. Este sistema puede ser útil para supermanzanas de diámetro pequeño o como complemento a un sistema de bolardos retractiles.

Se proponen supermanzanas en las zonas más densas en población y con más falta de espacio público. Los indicadores de compacidad y compacidad corregida que se explican en posteriores capítulos justifican la elección de estas zonas. El resto de polígonos generados por la red básica deberían incorporar medidas de pacificación del tráfico como la limitación de la velocidad a 30km/h, ampliación de aceras siempre que sea posible y cambio de sentidos de aquellas calles que estén funcionando como atajo para los vehículos de paso. Los nuevos crecimientos urbanos también deberían incorporarse a este nuevo esquema de movilidad a medida que se vayan construyendo.



Compacidad corregida actual y con supermanzanas . Fuente: BCN Ecología



Supermanzanas prioritarias en el nuevo esquema de movilidad. Fuente: BCN Ecología

Calibración y simulación de escenarios

Metodología

Las actuaciones en la movilidad deben efectuarse tanto sobre la movilidad motorizada como la no motorizada y es necesario el análisis conjunto de ambas. Dada la importancia de los cambios en estas redes de movilidad es necesaria la evaluación de su funcionamiento mediante su modelización/simulación lo cual permite, por una parte tener una descripción cuantitativa de los diversos índices que caracterizan las prestaciones de estas redes y por otra, proponer modificaciones en las propuestas iniciales, en caso de que resulte necesario, como consecuencia del asesoramiento cuantitativo que estas modelizaciones pueden proporcionar.

Se definen un conjunto de escenarios o situaciones que deben ser modelizadas y evaluadas. Cada uno de ellos viene caracterizado tanto por una configuración particular de las redes de transporte u oferta, como de la respuesta de la población en relación a sus necesidades de desplazamiento o demanda. Es tarea de las modelizaciones efectuadas mostrar la interacción entre estos dos elementos, oferta y demanda, y evaluar los efectos que resulten sobre los usuarios de esta nueva configuración del sistema de transporte, el cual se plantea así como una de las piezas más relevantes del Plan de Movilidad Sostenible.

La metodología a emplear para la modelización de tráfico es la propia de los estudios de planificación de transporte urbano de viajeros y descansa en el clásico esquema de cuatro etapas:

- Recopilación de datos y delimitación del área de estudio. Definición de los objetivos del estudio y definición del conjunto de situaciones futuras o escenarios a los que debe darse respuesta.
- En función de los datos disponibles y habiéndose analizado éstos, deben decidirse los modelos más adecuados a emplear para reproducir las interacciones entre la oferta y la demanda de transporte. Debe procederse a reproducir la situación actual del ámbito mediante los modelos escogidos como garantía de la capacidad de respuesta de éstos frente a los escenarios futuros.
- Construcción de los escenarios futuros tanto en la oferta como en la demanda de transporte. Explotación de los modelos de demanda.
- Evaluación de los escenarios propuestos. Análisis de las situaciones futuras y cambios en las propuestas iniciales si da lugar.

En relación con los modelos de planificación de transporte utilizados en este estudio de movilidad debe destacarse que resulta imperativo la utilización de software comercial que implemente dichos modelos

y que permita su uso de forma suficientemente flexible para poder *simular* los diferentes escenarios a evaluar.

El objetivo de las simulaciones de los sistemas de transporte es servir de soporte al análisis de movilidad urbana. Su papel es el de proporcionar descripciones cuantitativas de un conjunto de magnitudes relevantes tales como, volúmenes de pasajeros, flujos, tiempos de viaje etc.

El análisis de movilidad urbana debe garantizar que el transporte sea utilizado de forma eficiente y responda a las necesidades para las que ha sido creado, relacionando las actividades humanas sobre un territorio determinado.

Los sistemas de simulación se utilizan principalmente para:

- **Reproducir situaciones o escenarios registrados** y/o inventariados parcialmente, completando una determinada información.
- **Prever la respuesta del sistema de transporte** estudiado y evaluar la adecuación de determinadas propuestas y actuaciones sobre éste, bajo hipótesis de determinadas previsiones socioeconómicas y de evolución de las infraestructuras de transporte. Esto último permite un tratamiento comparativo de diferentes posibilidades futuras o escenarios y su evaluación cuantitativa.

Dado que los sistemas de transporte abarcan por lo general territorios amplios y afectan a grandes cantidades de usuarios, las simulaciones de dichos sistemas utilizan software basado en modelos matemáticos provenientes de diversos terrenos: la investigación operativa, la estadística y la ingeniería. Es posible realizar aproximaciones al reparto espacial de los diferentes flujos sobre las redes de transporte mediante modelos de equilibrio. En este estudio de movilidad se hará uso de los sistemas de modelización de la planificación de transporte TransCAD (Caliper Corporation) para simulaciones tipo macroscópico de los diferentes escenarios.

Etapas del estudio de movilidad

El siguiente diagrama muestra las diferentes etapas que se seguirá en la elaboración de los modelos utilizados para el pronóstico de la movilidad en Lugo en el escenario horizonte de llevarse a cabo el conjunto de actuaciones que el presente documento propone. Estas etapas pueden considerarse como la plasmación del esquema conceptual de las 4 etapas en un estudio de planificación de transporte de viajeros para el caso de la remodelación del sistema de transporte urbano de Lugo.

Como puede observarse la etapa de recopilación de datos de movilidad es importante e inicia el proceso. Se parte de una matriz origen-destino para núcleo urbano de Lugo desarrollada en el marco *del Estudio de tráfico del nuevo puente sobre el Río Miño* (Estudios, Proyectos y Planificación. S.A.). a partir de 1.800 encuestas de pantalla. Esta matriz requiere un proceso de actualización, expansión y ajuste para poder reproducir los aforos registrados en distintos puntos de la red viaria de transporte privado. Este proceso de ajuste, conjuntamente con la construcción de un modelo macroscópico de equilibrio de usuario a partir del inventario vial de la ciudad y el conjunto de líneas de autobús conforman la *reproducción de la situación actual*. Mediante esta etapa se obtiene un modelo calibrado para el vehículo privado que sirva de base para construir los modelos viales de los escenarios futuros.

Para el proceso de ajuste de las matrices origen-destino se utilizarán los módulos ad hoc de los paquetes de planificación TransCAD y EMME/2 que emplean técnicas heurísticas para resolver este tipo de problema. Las matrices ajustadas para el escenario base serán utilizadas en el proceso de construcción de las matrices origen-destino para los escenarios futuros dentro del proceso de *prognosis de la demanda*.

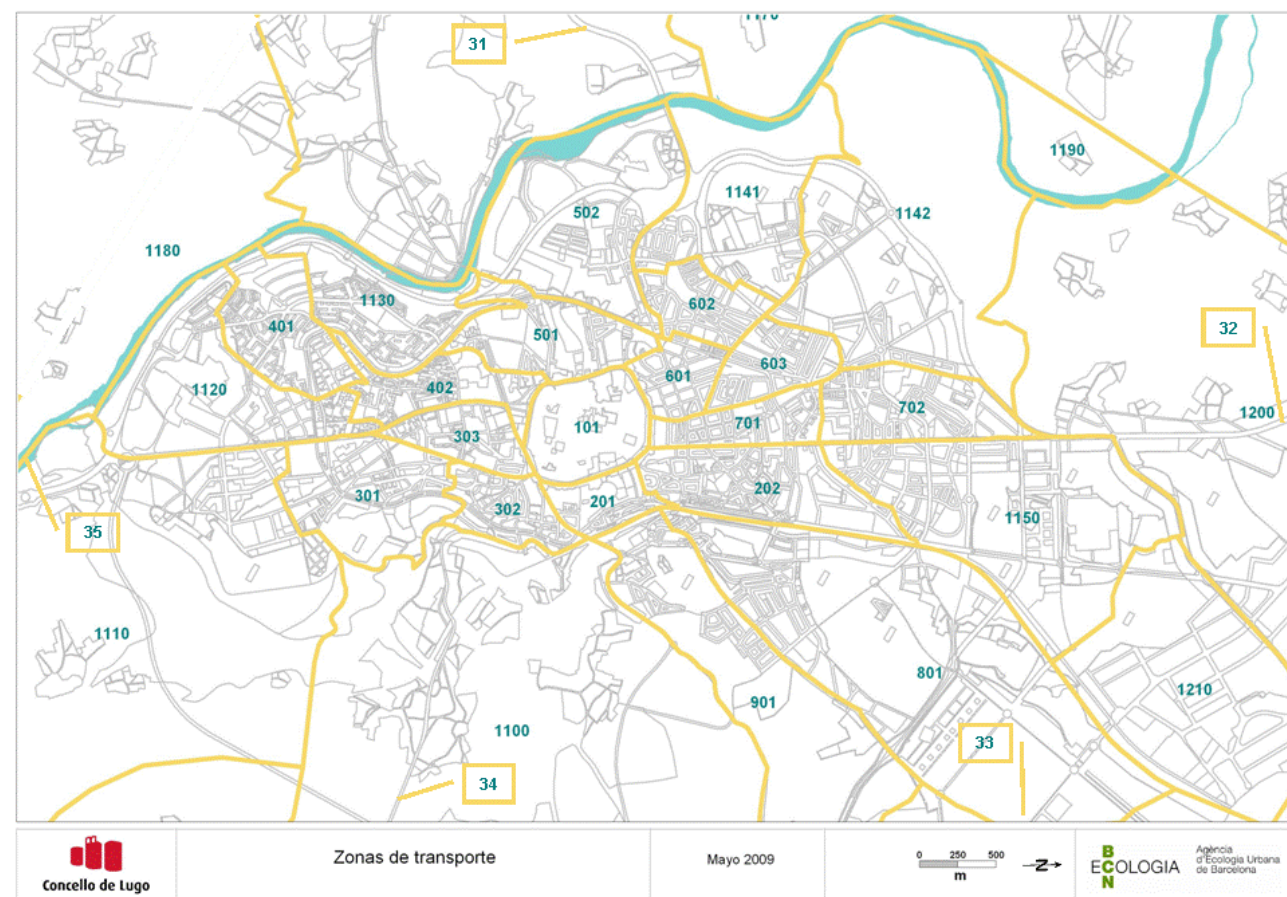
La etapa de prognosis de la demanda consiste en la utilización de los modelos de demanda, teniendo como inputs las variables socioeconómicas pronosticadas para el nuevo escenario (población por zona y tiempo de viaje previsto para el sistema de transporte). Con estos inputs, se puede establecer un pronóstico para la atracción/generación y, mediante la utilización de un modelo clásico de distribución de viajes basado en la maximización de entropía, establecer la distribución de viajes más verosímil entre los diferentes pares de zonas del área de estudio. Los escenarios futuros que se estudiarán incorporaran la red vial diseñada en la revisión del Plan General de Ordenación Urbana, así como las propuestas en este propio documento.

Las herramientas metodológicas escogidas vienen justificadas por ser modelos bien conocidos dentro del ámbito de la planificación de transportes urbanos y por permitir la necesaria versatilidad y rapidez en cuanto a tiempos de ejecución y análisis de los resultados. Los modelos matemáticos descritos se hallan implementados en la mayoría de los paquetes comerciales de software para planificación de transporte. Por su versatilidad y facilidad de interconexión con otros paquetes se ha escogido TransCAD como herramienta central en este estudio, si bien determinadas operaciones en el proceso de ajuste de la situación actual se ha requerido del auxilio del modelo EMME/2.



Delimitación del ámbito de estudio y zonificación

El ámbito de estudio se limita al núcleo urbano de Lugo y viene representado por la siguiente figura.



Zonificación para el estudio de de tráfico en el marco del Plan de Movilidad Sostenible de Lugo. Fuente: BCN Ecología

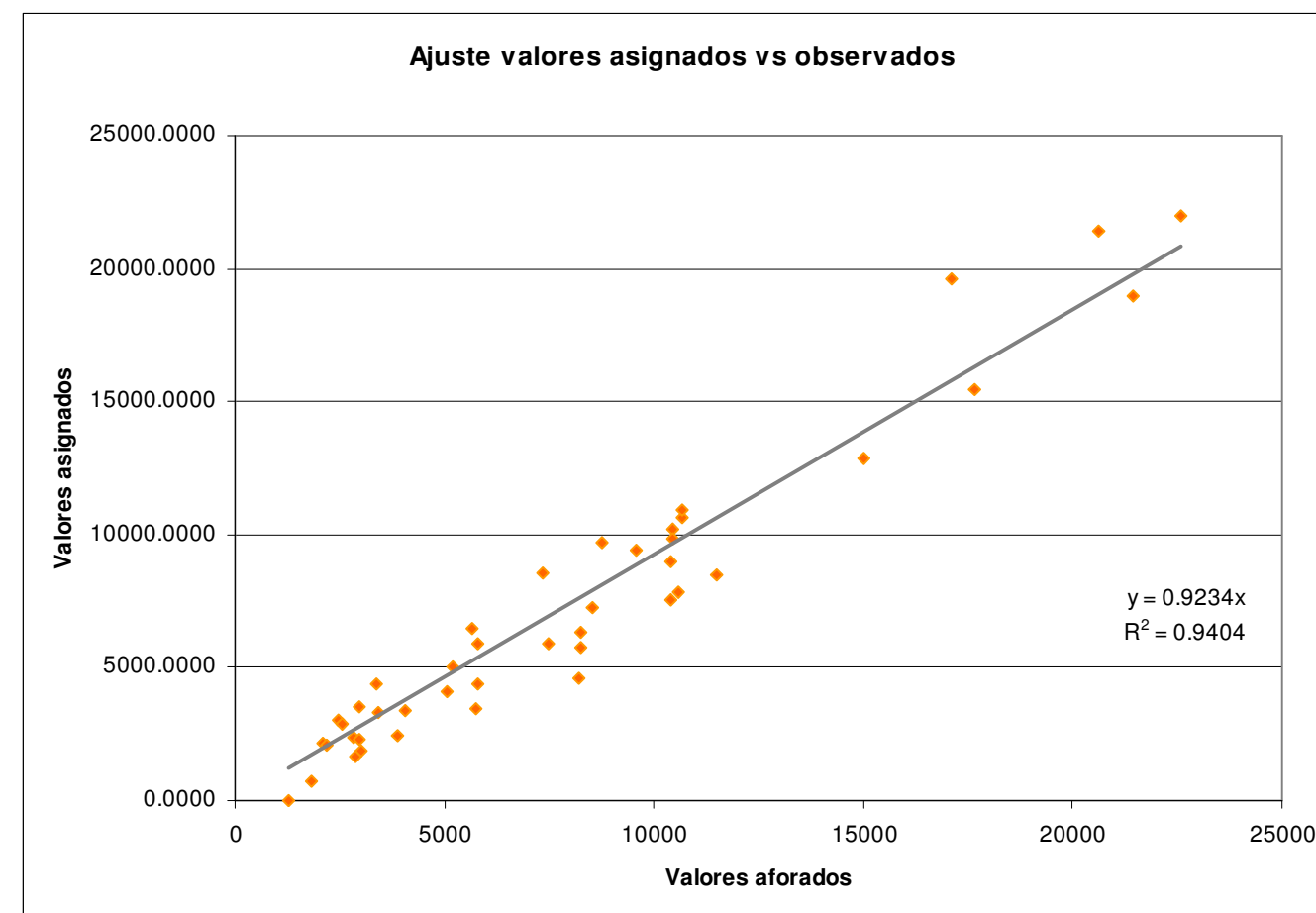
Las secciones censales son la base para establecer la zonificación de transporte más adecuada. En total se han establecido 35 zonas, de las cuales 5 de ellas son entradas y salidas del modelo.

Para caracterizar el estado actual de la red viaria y poder realizar la calibración de la situación actual se cuenta con 54 puntos de aforo

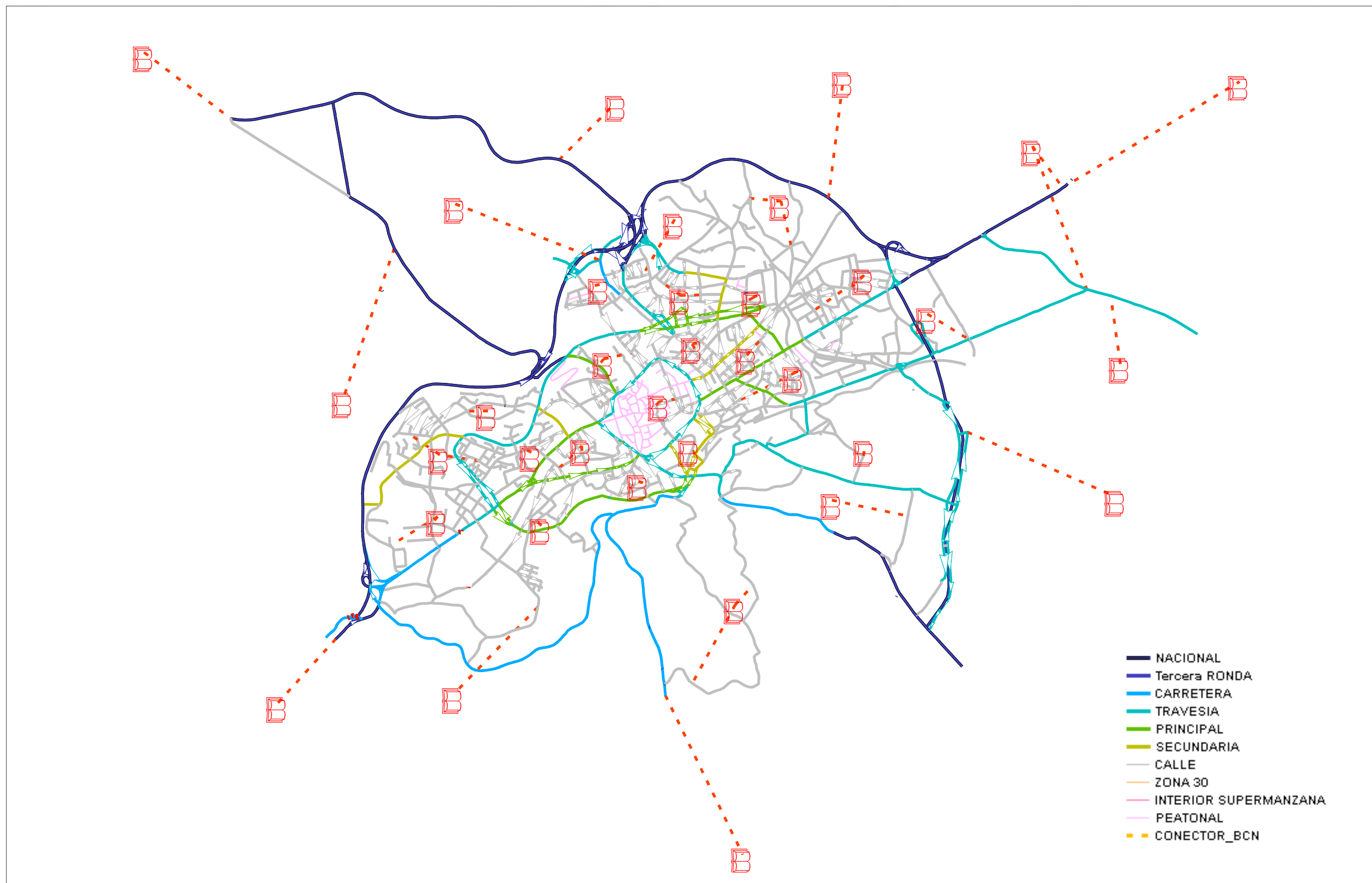
- Aforos puntuales (42 aforos). Caracterización del tráfico en diferentes calles de la ciudad. Datos disponibles correspondientes a 2006,2007 y 2008
- Espiras (9 aforos). Las espiras ofrecen datos para todos los días del año. Existe información desde mayo de 2006.
- Aforos manuales (3 aforos). Datos del puente romano a 2003



Escenario situación actual

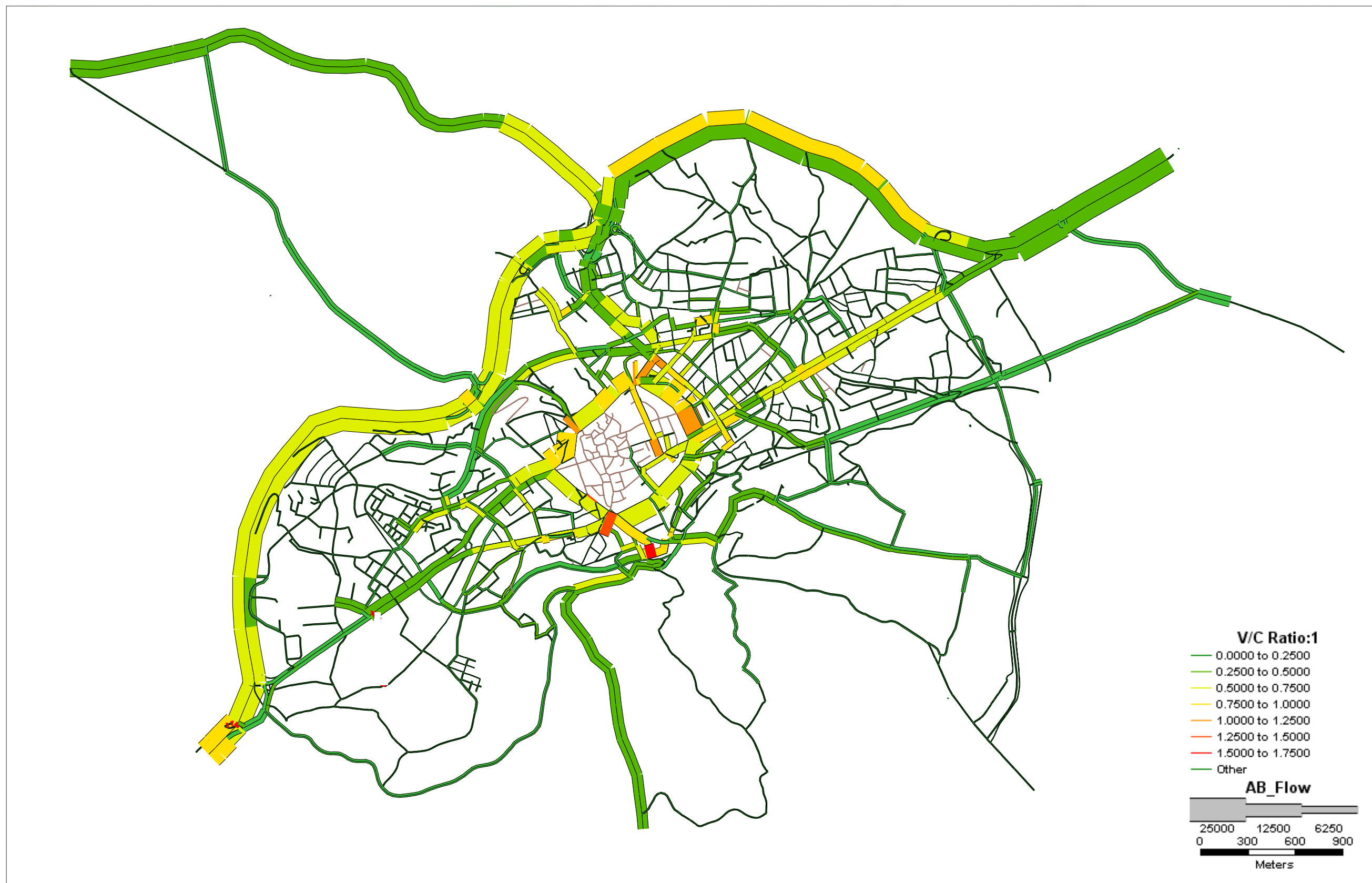
El grafo actual se ha construido a partir del tramario de calles de Lugo facilitado por el Concello. Una vez introducidos en el modelo los datos necesarios para la simulación, tales como: sentidos, giros prohibidos, número de carriles, capacidad, velocidad, etc., se procede a su calibración mediante la asignación de la matriz O-D actual. Posteriormente, esta matriz ha sido ajustada con los aforos de tráfico proporcionados también por el Concello, consiguiendo una correlación de $R^2=0,94$. De esta manera el modelo permite obtener una representación macroscópica representativa de la realidad. En total entran en el modelo 136.863 vehículos.



Correlación aforos - simulación macro para IMD. Fuente: BCN Ecología

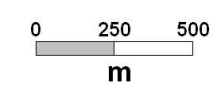


 <p>Concello de Lugo</p>	<p>Grafo viario para el estudio de tráfico. Escenario Actual</p>	<p>Junio 2009</p>	 	 <p>Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona</p>
---	--	-------------------	---	---



Asignación de tráfico Escenario Actual

Julio 2009



La simulación de tráfico del modelo macroscópico ha sido realizada en TransCAD mediante el método *Stochastic User Equilibrium* (SUE). En los planos se muestra el índice de saturación (Volumen/Capacidad) por color y el Flujo de vehículos por grosor.

A continuación se hace una descripción de cada nivel de servicio en base a los ratios de Volumen/Capacidad. Su uso es habitual en estudios de transporte para obtener una visión rápida del estado del tráfico.

CRITERIOS DE NIVEL DE SERVICIO PARA ARTERIAS		
NIVEL DE SERVICIO	DESCRIPCIÓN	V/C
A	Condiciones de circulación libre sin impedimentos de maniobrabilidad. La demora en las intersecciones semaforizadas es mínima.	0 - 0,60
B	Operaciones sin grandes problemáticas con maniobrabilidad ligeramente restringida. Las paradas no son enojosas.	0,61 - 0,70
C	Operaciones estables con algunas restricciones para realizar cambios de carril a lo largo del tramo. Los motoristas experimentan una tensión apreciable al conducir.	0,71 - 0,80
D	Se acerca a operaciones inestables donde un pequeño incremento del flujo producirá un incremento significativo de las demoras y reducción de la velocidad.	0,81 - 0,90
E	Operaciones con demoras significativas al acercarse a las intersecciones y velocidades medias bajas.	0,91 - 1,00
F	Operaciones con velocidades extremadamente bajas causadas por congestión en la intersección y una gran demora.	> 1,00

Niveles de servicio para IMD. Fuente: BCN Ecología

Escenarios futuros

Para el escenario horizonte se ha incorporado a la red actual el tramario derivado de los nuevos desarrollos urbanos. Se ha analizado el escenario futuro con y sin supermanzanas. El escenario con supermanzanas incorpora dos nuevos tipos de vía, los de interior de supermanzana, con velocidades de circulación y capacidades bajas, y los de las zonas 30.

La demanda de los escenarios futuros incorpora los nuevos desarrollos urbanos contemplados en el Plan General de Ordenación Municipal, lo que supone un aumento total del 29% de la movilidad en vehículo privado (39.641 nuevos viajes en vehículo privado). Se trata de un escenario horizonte sobredimensionado en el que se contempla la edificabilidad máxima en la totalidad de los nuevos desarrollos urbanos.

USO	SUELO URBANO	SUELO URBANIZABLE	TOTAL
Viviendas (nº)	8.968 viviendas	25.037 viviendas	34.005 viviendas
Actividades económicas	244.217 m ²	2.050.892 m ²	2.295.109 m ²
Equipamientos	22.153 m ²	86.807 m ²	108960 m ²

Superficie y viviendas propuestas por el Plan General de Ordenación Municipal. Fuente: BCN Ecología

Se han considerado los siguientes parámetros de generación de viajes en función de la previsión que hace el Plan General de Ordenación Municipal sobre el número de viviendas y la superficie de techo para cada tipo de actividad.

USO	RATIO
Uso vivienda	7 viajes por vivienda
Uso comercial	50 viajes / 100 m ² de techo
Uso de oficinas	15 viajes / 100 m ² de techo
Uso industrial	5 viajes / 100 m ² de techo
Equipamientos	20 viajes / 100 m ² de techo

Viajes generados por usos. Fuente: Decreto 344/2006 de la Generalitat de Catalunya para la regulación de los estudios de evaluación de la movilidad generada.

De los nuevos viajes generados y atraídos se ha considerado que el 35% se realizarán en vehículo privado. (reparto modal medio actual), con una ocupación media por vehículo de 1,3 pasajeros por vehículo.

La nueva demanda de viajes y el 30% de la generación-atracción actual se ha redistribuido por el municipio mediante un proceso de *Fratat Balancing*. El 70% de las relaciones O-D actuales se han mantenido.

Los nuevos desarrollos urbanos hacen aumentar notablemente la movilidad en vehículo privado en todo el ámbito urbano, pero son las vías que conectan con la zona norte de la ciudad las que aumentan más sus flujos: Calzada das Gándaras, la Av. Infanta Elena Duquesa de Lugo, la Av. de Coruña, y la Tercera Ronda en cualquiera de sus semicírculos¹.

En el escenario con supermanzanas se observa como los flujos vehiculares se ordenan y se concentran en las vías básicas, estructurando el núcleo urbano en Supermanzanas y liberando las intervías del tráfico de paso. Las calles interiores de supermanzana y las zonas 30 disminuyen en general el número de vehículos en circulación. La demanda futura para el escenario de supermanzanas ha estado rebajada en un 7% respecto al escenario tendencial. Las nuevas infraestructuras de transporte público y bicicleta serán capaces de absorber estos nuevos viajeros.


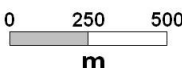


La implementación de este modelo respecto al escenario sin supermanzanas supone un aumento en el número de vehículos en circulación en algunas de las vías básicas y en algunas de ellas un ligero aumento de la congestión (Av. Coruña o el puente de la N-640 sobre las vías ferroviarias), pero no suponen un sobrecarga general de la red. Destaca el uso más intenso que se hace de la segunda y tercera ronda, mientras que la Ronda de la Muralla disminuye el tráfico de paso. La Avenida de Coruña, aumentando en los primeros tramos el nivel de congestión, rebaja también el nivel de intensidad de vehículos que pasan diariamente por esta vía.

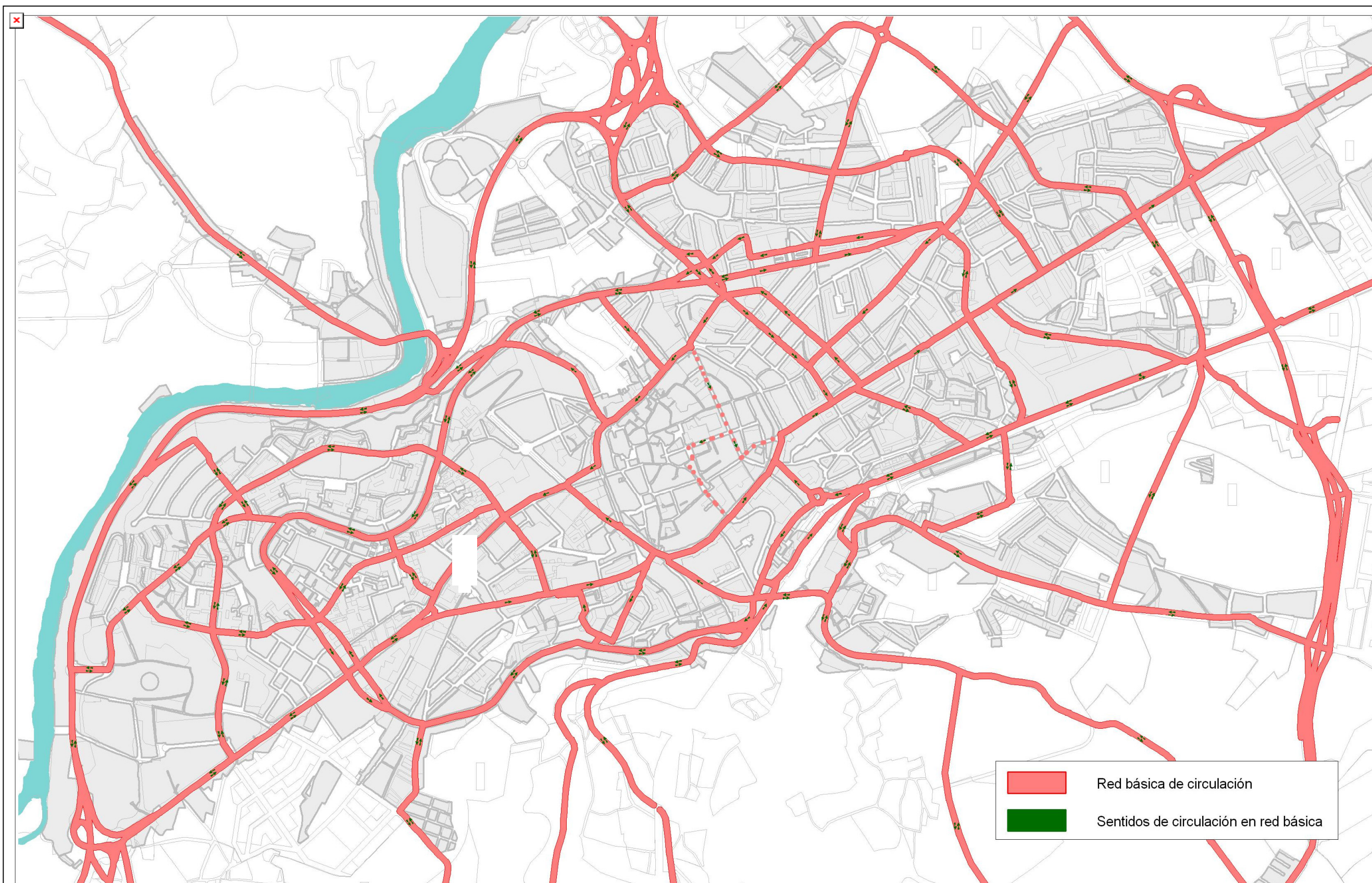
A continuación se muestran los siguientes planos:



- Nuevos crecimientos urbanos
- Grafo escenario futuro con los nuevos crecimientos
- Asignación de tráfico diaria para el escenario futuro con los nuevos crecimientos
- Grafo escenario futuro con los nuevos crecimientos y supermanzanas
- Asignación escenario futuro con los nuevos crecimientos y supermanzanas
- Aumento del flujo de vehículos en un escenario con supermanzanas
- Disminución del flujo de vehículos en un escenario con supermanzanas

¹ Matrices de movilidad en los anexos.



 <p>Concello de Lugo</p>	<p>Crecimiento en suelo urbano no consolidado y en suelo urbanizable</p>	<p>Julio 2009</p>	 	 <p>Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona</p>
--	--	-------------------	---	---

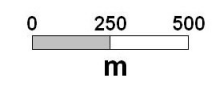


	Red básica de circulación
	Sentidos de circulación en red básica



Propuesta de red bàsica para la circulación del vehículo de paso

Mayo 2009

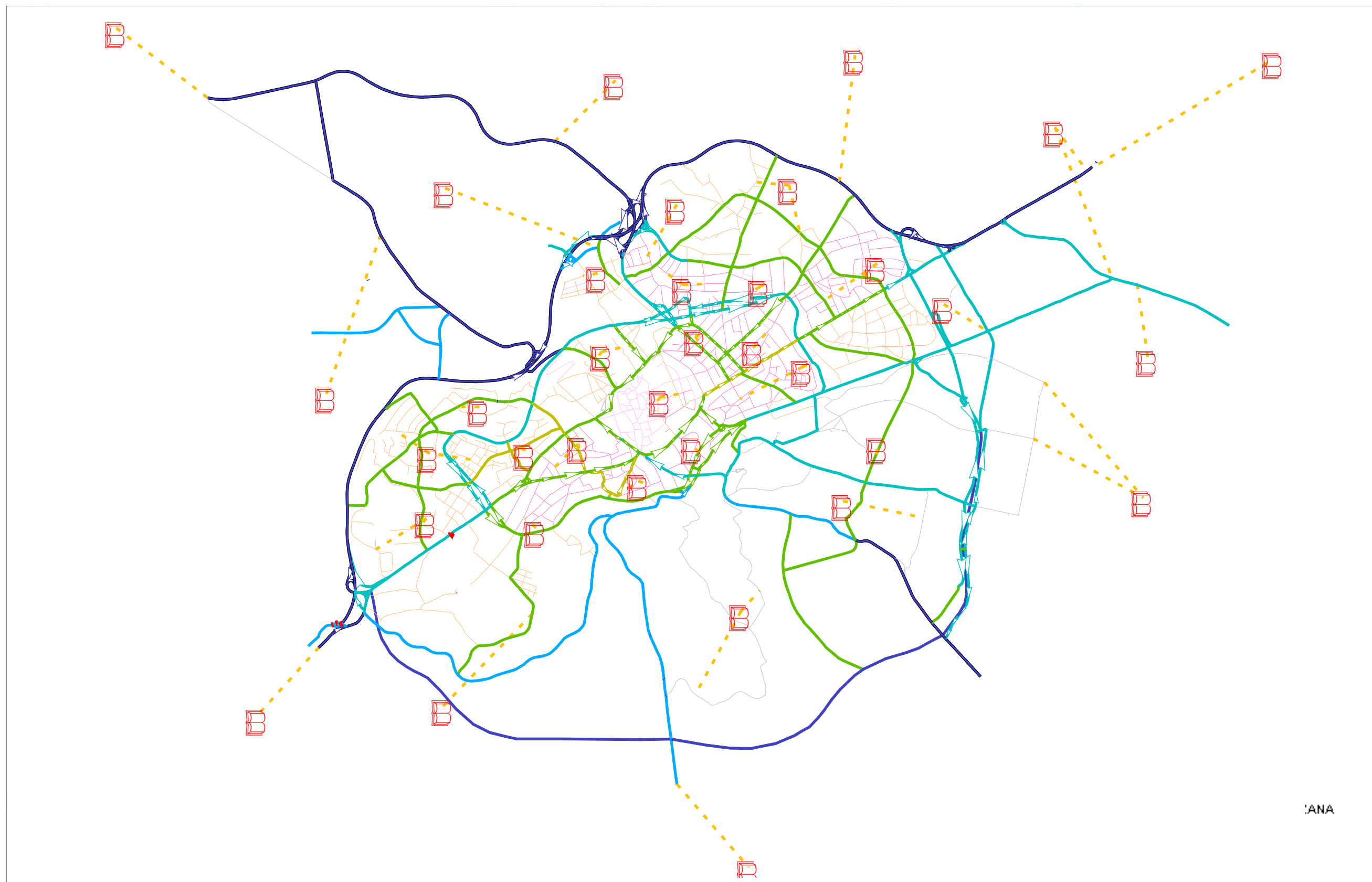




Asignación de tráfico Escenario Futuro Tendencial

Julio 2009



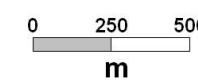


IANA



Grafo viario para el estudio de tráfico.
Escenario Futuro con Supermanzanas

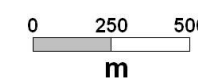
Julio 2009

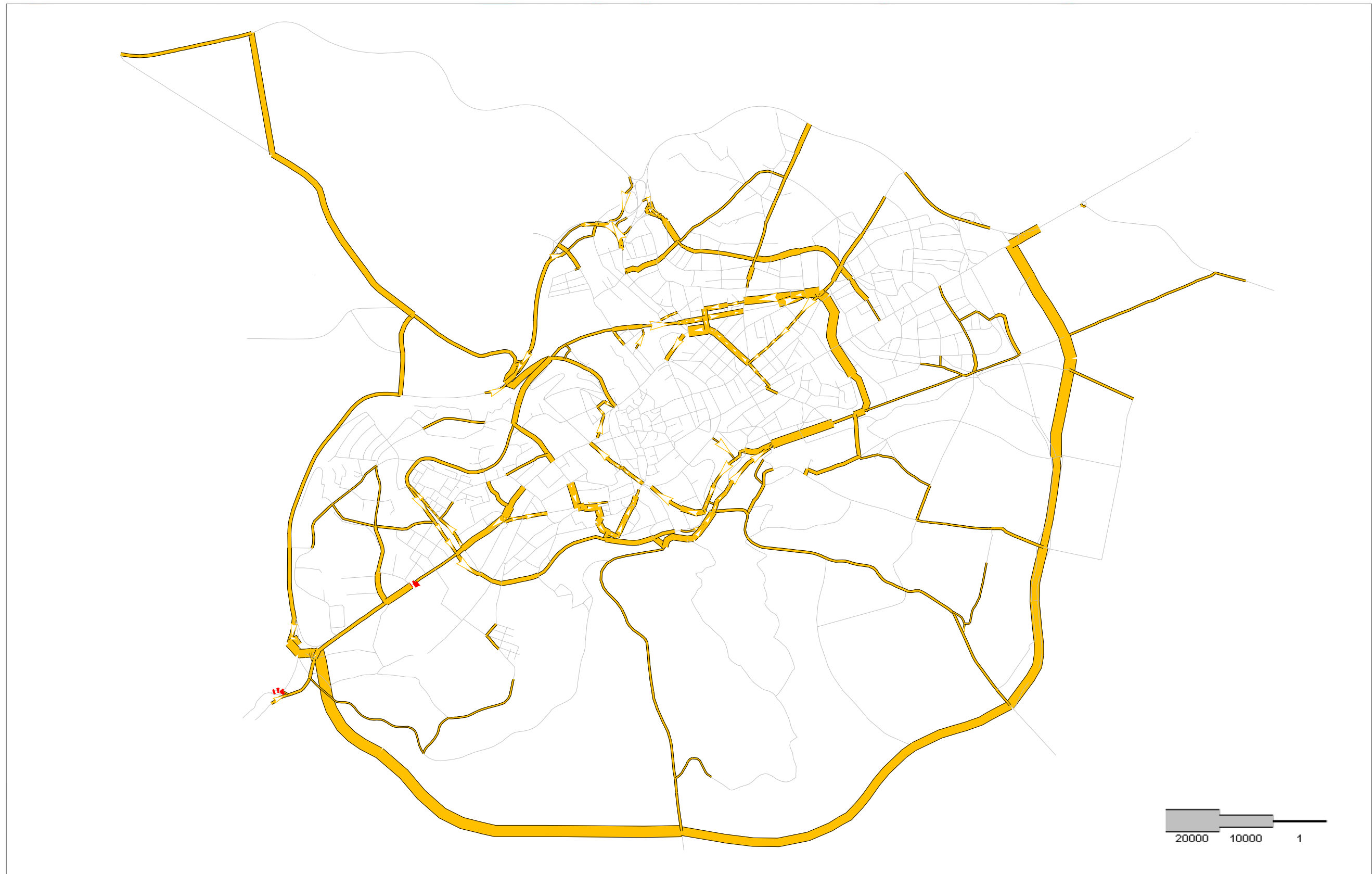




Asignación de tráfico Escenario Futuro Supermanzanas

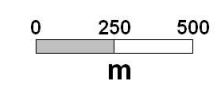
Julio 2009

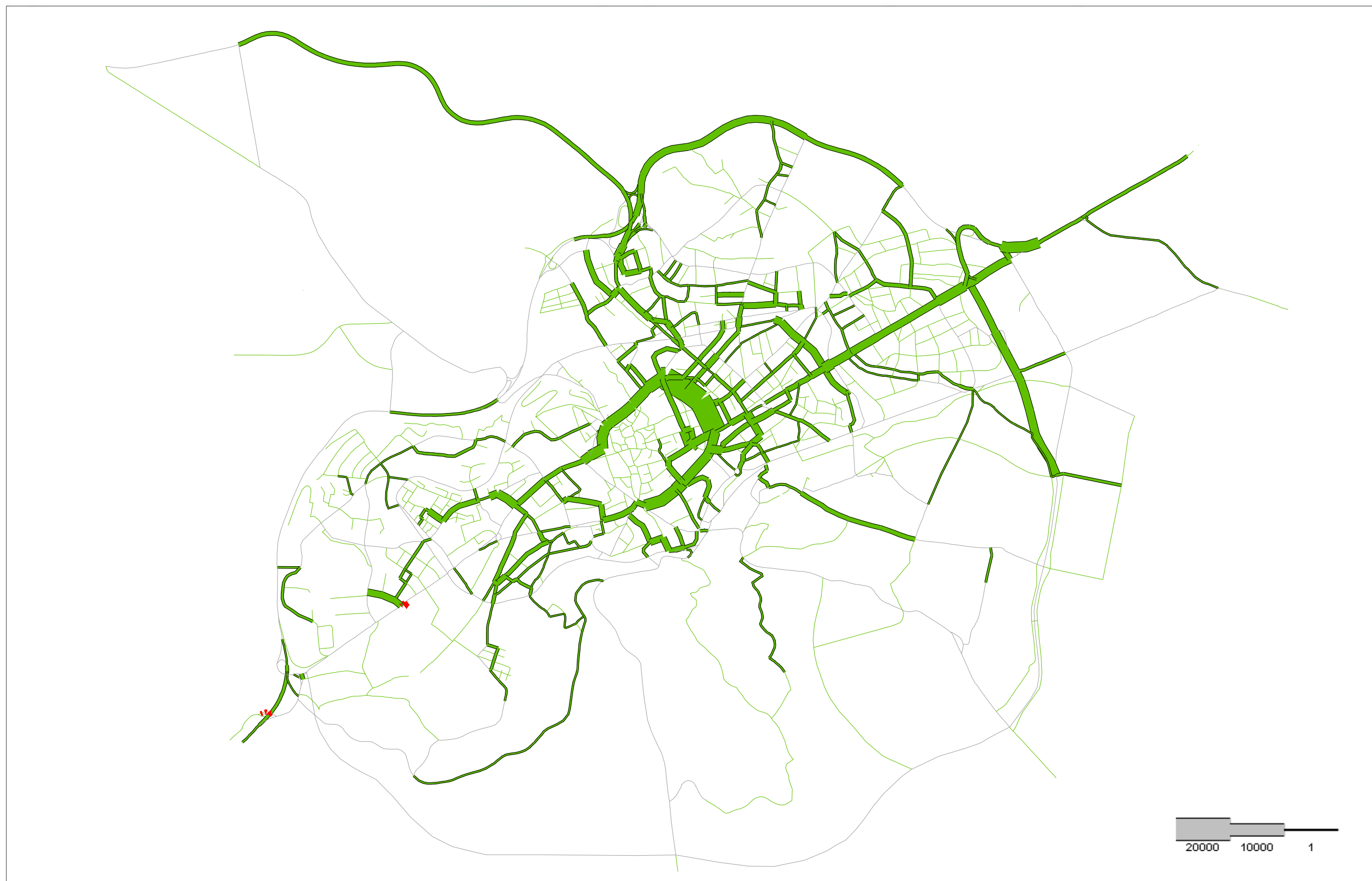




Aumento del flujo de vehículos en un esquema de supermanzanas

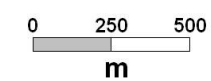
Julio 2009





Disminución del flujo de vehículos
en un esquema de supermanzanas

Julio 2009



BC
ECOLOGIA
Agència
d'Ecologia Urbana
de Barcelona