

# PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE DEL MUNICIPIO DE MAJADAHONDA



## MODELIZACIÓN DE LA DEMANDA Y EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

Julio de 2010



# PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE DEL MUNICIPIO DE MAJADAHONDA

Modelización de la demanda y evaluación de propuestas de  
actuación

Julio 2009

## Índice

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN .....	7
2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	9
2.1. Área interna .....	9
2.2. Área externa .....	12
3. MODELO GENERAL DE MOVILIDAD .....	13
3.1. Modelo de generación/atracción/distribución de viajes .....	13
3.1.1. Metodología y planteamiento .....	13
3.1.2. Modelo estimado .....	14
3.1.3. Análisis de sensibilidad del modelo .....	14
3.2. Modelo de reparto modal .....	15
3.2.1. Metodología y planteamiento .....	15
3.2.2. Modelo estimado .....	17
3.2.3. Análisis de sensibilidad del modelo .....	18
3.3. Modelo de asignación .....	18
3.3.1. Red viaria .....	19
3.3.2. Líneas de transporte público .....	22
3.3.3. Demanda de transportes .....	25
3.3.4. Matrices .....	25
3.3.5. Procedimiento de asignación .....	28
3.3.6. Resultados de la asignación .....	29
3.4. Modelo de accesibilidad .....	34
3.5. Modelo de movilidad sostenible .....	35
3.5.1. Tipos de contaminantes y ratios equivalentes .....	35
3.5.2. Gasto energético actual .....	36
3.5.3. Emisiones de gas con efecto invernadero .....	37
3.5.4. Emisiones de gases contaminantes .....	37
3.5.5. Evaluación del ruido .....	37
4. EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE ACTUACIÓN .....	39
4.1. Escenario Medio .....	39
4.1.1. Descripción de la propuesta .....	39

4.1.2.	Construcción de matrices futuras .....	46
4.1.3.	Impacto de la actuación .....	47
4.2.	Escenario Optimista.....	56
4.2.1.	Descripción de la propuesta .....	56
4.2.2.	Construcción de matrices futuras .....	58
4.2.3.	Impacto de la actuación .....	58
5.	CONCLUSIONES .....	68

## Índice de tablas

	Pág.
Tabla nº 1.	Zonificación Interna ..... 10
Tabla nº 2.	Zonificación Externa ..... 12
Tabla nº 3.	Estadísticos del modelo de distribución ..... 14
Tabla nº 4.	Estadísticos del modelo de reparto modal..... 18
Tabla nº 5.	Características de la red viaria de Majadahonda ..... 20
Tabla nº 6.	Tarifas del transporte público (€). Año 2009 ..... 24
Tabla nº 7.	Funciones del transporte público ..... 24
Tabla nº 8.	Matrices de viajes HPM ..... 27
Tabla nº 9.	Resultados de la asignación de privado HPM ..... 30
Tabla nº 10.	Resultados de la asignación de público HPM ..... 31
Tabla nº 11.	Indicadores de accesibilidad ..... 34
Tabla nº 12.	Consumo medio por tipo de vehículo ..... 35
Tabla nº 13.	Ratio equivalente de emisiones CO <sub>2</sub> ..... 35
Tabla nº 14.	Ratio equivalente de gases contaminantes ..... 36
Tabla nº 15.	Gasto energético en HPM ..... 36
Tabla nº 16.	Emisiones de gases efecto invernadero ..... 37
Tabla nº 17.	Emisiones de gases contaminantes ..... 37
Tabla nº 18.	Niveles de ruido en Majadahonda..... 38
Tabla nº 19.	Previsiones de población y empleo 2020 ..... 46
Tabla nº 20.	Matrices de viajes. Escenario 2020 Medio..... 47
Tabla nº 21.	Resultados de la asignación de privado. Escenario 2020 Medio.. 50
Tabla nº 22. Medio	Resultados de la asignación de público HPM. Escenario 2020 ..... 52
Tabla nº 23.	Indicadores de accesibilidad. Escenario 2020 Medio ..... 54

Tabla nº 24.	Gasto energético en Consumo Tep. Escenario Medio .....	54
Tabla nº 25.	Emisiones de gases efecto invernadero CO <sub>2</sub> . Escenario Medio....	55
Tabla nº 26.	Emisiones de gases contaminantes. Escenario Medio .....	55
Tabla nº 27.	Niveles de ruido en Majadahonda. Escenario Medio.....	55
Tabla nº 28.	Matrices de viajes. Escenario 2020 Optimista.....	58
Tabla nº 29.	Impacto de Cercanías en el reparto modal .....	59
Tabla nº 30. Optimista	Resultados de la asignación de privado. Escenario 2020 .....	61
Tabla nº 31. Optimista	Resultados de la asignación de público HPM. Escenario 2020 .....	63
Tabla nº 32.	Indicadores de accesibilidad. Escenario 2020 Optimista.....	65
Tabla nº 33.	Gasto energético en Consumo Tep. Escenario Optimista .....	65
Tabla nº 34. Optimista	Emisiones de gases efecto invernadero CO <sub>2</sub> . Escenario .....	66
Tabla nº 35.	Emisiones de gases contaminantes. Escenario Optimista .....	66
Tabla nº 36.	Niveles de ruido en Majadahonda. Escenario Optimista .....	66

## Índice de imágenes

	Pág.
Imagen nº 1	Zonificación Interna ..... 11
Imagen nº 2	Jerarquía viaria de Majadahonda..... 21
Imagen nº 3	Red de transporte público de Majadahonda ..... 23
Imagen nº 4	Resultados de la asignación de privado HPM ..... 32
Imagen nº 5	Resultados de la asignación de publico HPM ..... 33
Imagen nº 6	Propuesta de templado de tráfico en Majadahonda ..... 41
Imagen nº 7	Propuesta de modificación de las líneas urbanas a Airesol..... 42
Imagen nº 8	Propuesta de modificación de la línea 626 ..... 43
Imagen nº 9	Propuesta para el nuevo centro I+D..... 44
Imagen nº 10	Propuesta de modificación de la línea 651 ..... 45
Imagen nº 11	Resultados de la asignación de privado HPM. Escenario Medio ... 51
Imagen nº 12	Resultados de la asignación de publico HPM. Escenario Medio ... 53
Imagen nº 13	Propuesta de nuevas infraestructuras viarias ..... 57
Imagen nº 14	Resultados de la asignación de privado HPM. Escenario
Optimista	..... 62
Imagen nº 15	Resultados de la asignación de público HPM. Escenario
Optimista	..... 64

## Índice de gráficos

	Pág.
Gráfico nº 1.	Sensibilidad del modelo de distribución ..... 15
Gráfico nº 2.	Sensibilidad del modelo de reparto modal ..... 18

## 1. INTRODUCCIÓN

Esta fase del trabajo atiende a la finalidad específica de poner a disposición del planificador una herramienta que permita reproducir la situación actual del área de estudio y evaluar el impacto de:

- Nuevos desarrollos urbanísticos que puedan modificar o incrementar las pautas de movilidad en el área de estudio.
- Nuevas infraestructuras o mejora de las existentes, tanto en la red de transporte público como privado.
- Evolución de la movilidad y el grado de congestión en años futuros.

Para ello, se propone calibrar un Modelo General de Movilidad (MGM) de tres etapas, basado en el esquema siguiente:

- Etapa 1. Generación/Atracción/Distribución de viajes mecanizados totales.
- Etapa 2. Reparto modal Público-Privado.
- Etapa 3. Modelo de asignación Público-Privado.

Para construir estos modelos se utilizan las siguientes fuentes de datos:

- Movilidad mecanizada de los residentes en Majadahonda, según las Encuestas Domiciliarias de Movilidad de día medio laborable, realizadas en el 2004 y actualizadas al año 2009 mediante un trabajo de campo y la metodología de Evaluación Continua de la Movilidad.
- Movilidad mecanizada y atraída por Majadahonda, según la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de la Comunidad de Madrid realizada en día medio laborable de Noviembre 2004, previamente actualizada para homogeneizar año de referencia.

Los modelos diseñados se basan en los modos de transporte mecanizados convencionales que son:

- Transporte Privado que comprende el Vehículo Conductor, Vehículo Acompañante y Taxi (de carácter residual pero que discurre por itinerarios semejantes al vehículo privado).

- Transporte Público que comprende la red de Cercanías y los autobuses, tanto urbanos como interurbanos.

Este proceso de modelización se ha realizado para el período punta de mañana (HP) que comprende el tramo horario de 8:00-9:00 h.

Adicionalmente al modelo de 3 etapas, se han diseñado dos modelos complementarios para evaluar la accesibilidad del sistema de transportes y movilidad sostenible.

Con estos modelos de demanda se evalúan las distintas propuestas de actuación que, dentro del Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Majadahonda, se plantean para mejorar tanto el sistema de transporte público como privado.

Esta evaluación de propuesta se estructuran para el año horizonte 2020 con dos escenarios de actuación: Escenario medio y optimista.

## 2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Un primer paso para abordar un estudio de movilidad es proceder a definir la zonificación, que consiste básicamente en la división del territorio en áreas menores de características homogéneas.

Para crear la zonificación se sigue básicamente los siguientes criterios:

- Compatibilizar la zonificación con las divisiones administrativas y las barreras físicas existentes en el territorio.
- Homogeneizar en la medida de lo posible las características socioeconómicas de las zonas de transporte.
- Analizar la accesibilidad de las zonas de transporte, llevando a cabo las divisiones pertinentes para dar homogeneidad a las zonas en relación con la red de transportes.

Para definir la zonificación del área de estudio se han considerado dos niveles de análisis: área interna y externa.

### 2.1. ÁREA INTERNA

La zonificación interna comprende el municipio de Majadahonda, adoptando como punto de partida la zonificación de la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de la Comunidad de Madrid del año 2004 (EDM04) que contaba con 12 zonas de transporte en el municipio.

Esta zonificación ha sido desagregada con los siguientes criterios:

- Compatibilizar la nueva zonificación con el seccionado censal y las zonas de la EDM04.
- Generar zonas homogéneas y con un uso del suelo similar.
- Evaluar el sistema de transportes actual y futuro, destacando en este sentido la compatibilidad con futuras actuaciones.

En la zonificación de partida de la EDM04 existen secciones censales partidas por motivos de usos de suelo y accesibilidad. En las particiones realizadas en el presente estudio se han desagregados zonas EDM04 respetando el seccionado con

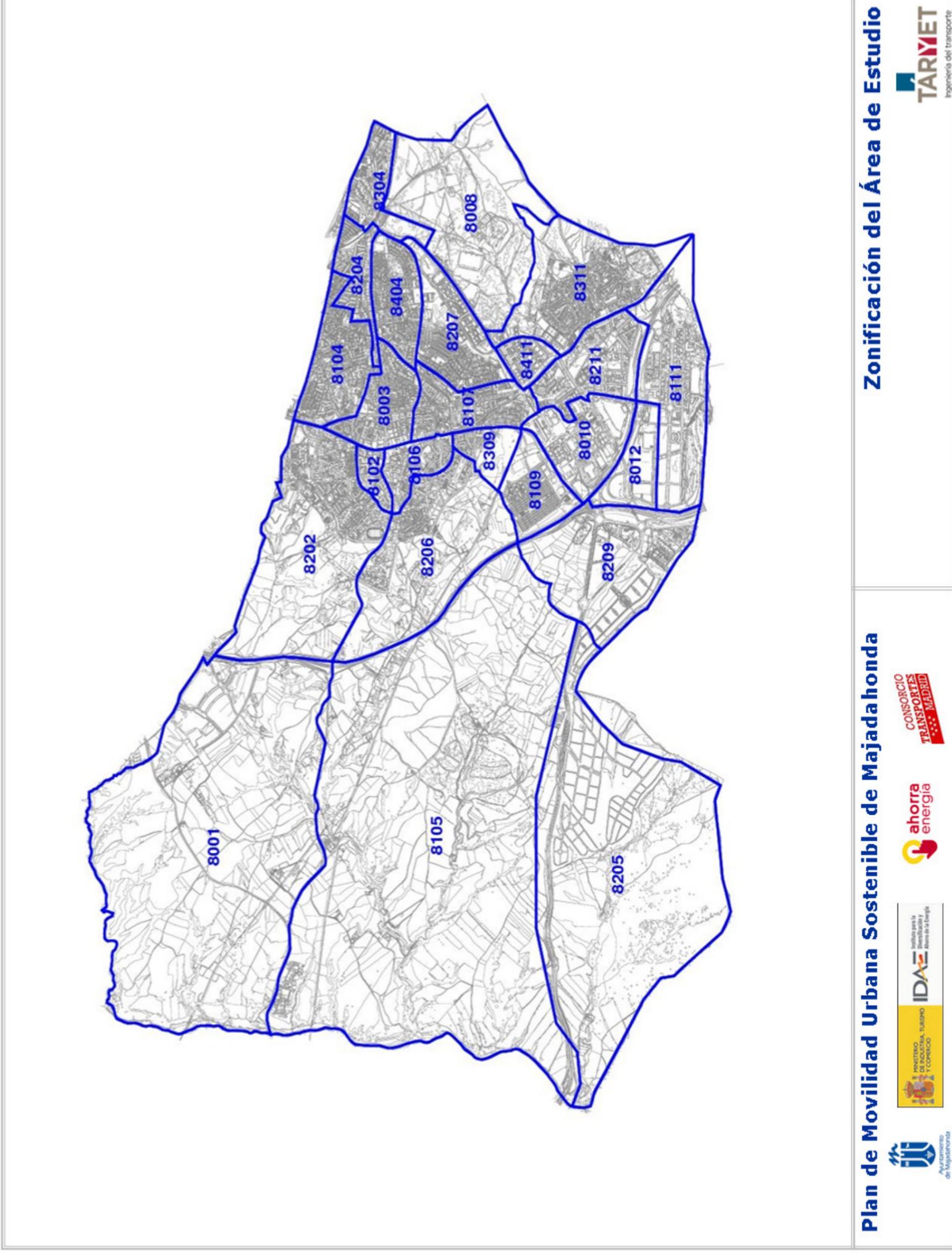
dos excepciones, las zonas 8205 y 8209, en el futuro desarrollo al sur de la carretera M-503, en donde se han partido secciones con el objetivo de crear zonas nuevas para este desarrollo.

La desagregación final comprende un total de 24 zonas, mostrando en la tabla y plano adjuntos la zonificación inicial de la EDM04 y la propuesta para el presente estudio.

**Tabla nº 1. Zonificación Interna**

Zona PMUS	Zona EDM04	Descripción	Pob 2009
8001	8001	M50 Exterior Norte. Centro I+D	15
8102	8002	Casco Antiguo Norte	3.226
8202		Las Huertas-Los Porches	6.813
8003	8003	Puerta Sierra-Azata	7.952
8104	8004	Airesol-Las Mimbrenas	2.931
8204		El Tejon-Los Sauces	3.225
8304		Proximidades Cercanías Renfe	2.364
8404		Las Praderas-Fuente Marcena	2.740
8105	8005	M50 Exterior Sur. Urb. Entreálamos	209
8205		M503 Sur	0
8106	8006	Casco Antiguo	8.661
8206		Cerro de la Mina	5.719
8107	8007	Proximidades Parque Colon	6.827
8207		Cerro de las Norias-Interland-Monte del Pilar	2.650
8008	8008	Monte El Pilar	6
8109	8009	Los Negrillos	2.273
8209		M50-Término municipal Boadilla	0
8309		Casas Blancas	1.175
8010	8010	El Carralero	0
8111	8011	Valle de la Oliva. M50-Término municipal Boadilla	5.366
8211		San Cristóbal. M503-M515	4.563
8311		Pinar del Plantío	1.676
8411		Coto Blanco	2.016
8012	8012	Hospital Puerta de Hierro	0

Imagen nº 1 Zonificación Interna



## 2.2. ÁREA EXTERNA

Para poder representar adecuadamente los viajes que, procedentes del exterior, acceden al municipio de Majadahonda se ha creado una zonificación externa que responde a los principales corredores de acceso al municipio.

Estos corredores se traducen en 9 zonas de transporte, quedando todos los distritos de Madrid y municipios de la Comunidad de Madrid recogidos en una u otra zona en función de su corredor de acceso a Majadahonda.

**Tabla nº 2. Zonificación Externa**

Área	Zona PMUS	Nombre
Municipio de Madrid	9101	Distritos Norte
	9102	Distritos Sur
Municipios de la Comunidad de Madrid	9201	A-6 Madrid
	9202	M-503 Madrid
	9203	M-50 Madrid
	9204	M-503/M-509 Exterior
	9205	A-6/M-50 Exterior
	9206	Ctra Majadahonda-Las Rozas
Exterior	9301	Externos Comunidad de Madrid

### 3. MODELO GENERAL DE MOVILIDAD

#### 3.1. MODELO DE GENERACIÓN/ATRACCIÓN/DISTRIBUCIÓN DE VIAJES

##### 3.1.1. METODOLOGÍA Y PLANTEAMIENTO

Los modelos de Generación/Atracción/Distribución permiten reproducir el número de viajes mecanizados (público+privado) entre cada par origen/destino mediante modelos matemáticos basados en las variables socioeconómicas de cada zona de transporte y el coste generalizado del viaje entre ellas. Estos modelos deben cumplir tres premisas fundamentales:

- Ser consistente desde un punto de vista puramente estadístico con un elevado coeficiente de correlación (R2) y un t estadístico significativo (mayor de 2) en las variables explicativas del modelo y reducido en la constante del modelo (parte no explicada del modelo mediante las variables explicativas).
- Tener relaciones funcionales coherentes, es decir, que los coeficientes del modelo deben aparecer siempre el signo teórico esperado, positivo para las variables socioeconómicas en zona de origen y destino y negativo para el coste generalizado, variable siempre penalizadora de la movilidad (a mayor coste menor número de viajes).
- Adoptar variables socioeconómicas explicativas de fácil predicción a futuro ya que no resulta útil adoptar variables que, aunque reproduzcan muy bien las pautas de movilidad actual, sean imposibles de predecir a futuro.

El modelo utilizado será de tipo gravitatorio con la siguiente formulación:

$$V_{ij} = a * (P_i * P_j)^b * (E_i * E_j)^c * CG_{ij}^d$$

donde:

$V_{ij}$	Número de viajes entre las zonas i y j
$P, E$	Variables Socioeconómicas en zona de origen i y destino j
$CG_{ij}$	Coste generalizado entre cada par de zonas ij
$a, b, c, d$	Parámetros de ajuste

Se han estimado modelos con diversas variables socioeconómicas, pero finalmente se ha optado por los modelos más óptimos desde el punto de vista estadístico, funcional y de variables explicativas, que comprenden las siguientes variables:

- **Población:** Variable básica de cualquier modelo de la que suele existir predicciones globales en organismos oficiales y fácilmente calculable a partir de los datos de viviendas de los nuevos desarrollos urbanísticos.
- **Empleo:** Variable más difícil de obtener pero básica para evaluar el componente atractor de cada zona. Se puede obtener datos actuales a partir de las Encuestas Domiciliarias y evaluar su proyección mediante el área dedicada a equipamientos en los nuevos desarrollos urbanísticos (utilizando ratios de empleos/m<sup>2</sup>).
- **Coste generalizado del viaje:** variable obtenida del modelo de asignación como tiempos medios de viaje, ponderando estos valores en función de la demanda en transporte público y privado.

### 3.1.2. MODELO ESTIMADO

Los modelos estimados y sus parámetros estadísticos más destacados son los siguientes:

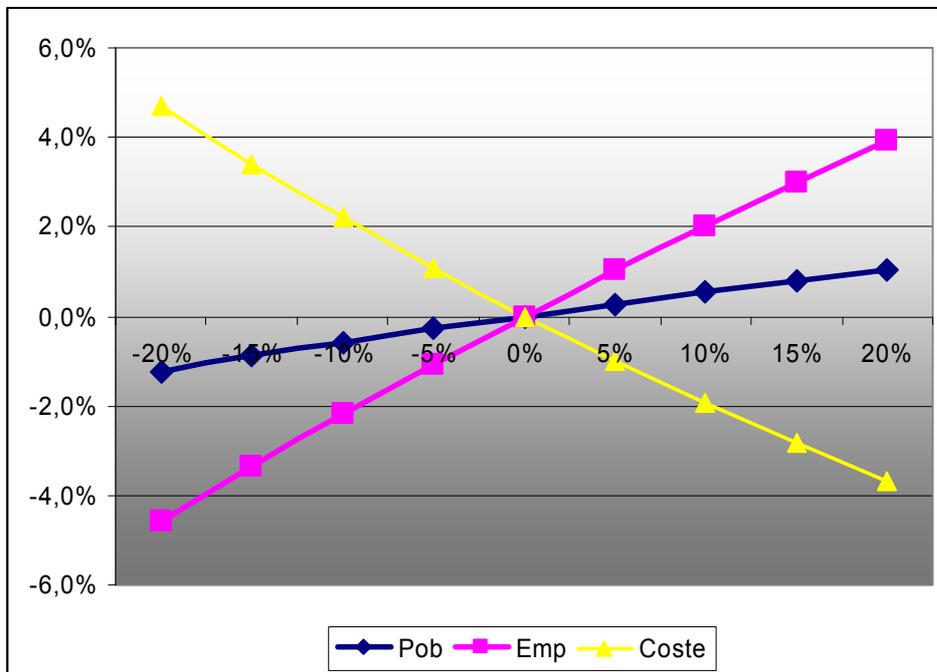
**Tabla nº 3. Estadísticos del modelo de distribución**

Variable	Coficiente	T Estadístico	R <sup>2</sup>
Constante Modelo	0,124	1,47	0,89
Población	0,0293	2,08	
Empleo	0,2106	5,26	
Coste Generalizado	-0,2065	-2,30	

### 3.1.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL MODELO

En este epígrafe se trata de analizar la capacidad de predicción del modelo, determinando de forma más intuitiva el impacto de cada variable. Para ello, se ha analizado la variación porcentual de cada una de las variables que comprende el modelo de distribución de forma independiente, mostrando los resultados obtenidos en el gráfico adjunto.

**Gráfico nº 1. Sensibilidad del modelo de distribución**



## 3.2. MODELO DE REPARTO MODAL

### 3.2.1. METODOLOGÍA Y PLANTEAMIENTO

Este epígrafe recoge el proceso de diseño y calibración del modelo de reparto modal, así como sus parámetros de ajuste. Este proceso, cuyo contenido responde a un proceso conceptualmente bien conocido, ha estado marcado en esta ocasión por dos consideraciones básicas:

- La necesidad de construir un modelo de reparto que pueda ser integrado sin dificultad en un proceso general y convencional de modelización de tres etapas.
- La búsqueda de un modelo que reproduzca lo mejor posible la secuencia de decisiones que realiza el usuario del sistema de transportes para optar por una modalidad concreta en cada viaje.

El primer punto conduce a la elección de un modelo tipo agregado, que opera sobre una matriz de viajes totales que es preciso repartir entre los diferentes modos.

Respecto al segundo punto, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Un porcentaje elevado (alrededor del 40%) los viajes en transporte público los realizan viajeros que no disponen de vehículo privado para realizar ese desplazamiento. Por tanto, son usuarios cautivos del transporte público.
- Dentro del transporte privado es preciso diferenciar los conductores de los acompañantes, en la medida en que los primeros representan viajes asignables a la red e transporte privado y los segundos no.
- El modo taxi, dada su pequeña relevancia en la matriz, se consideran como viajes en vehículo privado, ya que son asignables a esta red.

Ello pone de manifiesto que el modelo de reparto modal, además de entrar a considerar elementos del análisis comparado de "costes" entre los distintos modos, y para simular correctamente las decisiones del usuario, debe tener en cuenta variables como la disponibilidad de vehículo, siempre con la condición necesaria de que las variables a utilizar sean sencillas de calcular y de proyectar.

Una vez que se han adoptado estas decisiones, surgen dos dificultades que hacen complicado utilizar un modelo tradicional tipo logit. Estas son las siguientes:

- La primera dificultad con la que tropieza este proceso estriba en que las matrices de viajes de la encuesta consideran un total de 33 zonas, lo que conduce a unas 1.000 relaciones origen/destino. Pero las matrices resultantes obtenidas de las encuestas tienen datos de viajes únicamente en alrededor del 25% de estas 1.000 relaciones, con un porcentaje de celdas con viajes todavía más reducido en las relaciones con movilidad tanto en transporte público como privado. Es decir, la matriz cuenta con un número elevado de relaciones origen/destino para los cuales no existe ningún tipo de información de movilidad.
- Como ya se ha indicado, el grado de cautividad del transporte público es elevado y por tanto estos viajeros no tienen posibilidad de elección modal público-privado.

Por tanto, para reproducir un modelo de reparto modal fácilmente aplicable y coherente con la realidad observada, se ha optado por la siguiente metodología:

- Primeramente se extraen de la matriz los viajes cautivos del transporte público y en vehículo acompañante, siendo previsible que estos porcentajes se mantenga constantes en el futuro ya que responden al perfil socioeconómico del municipio. Solo medidas que potencien el uso de vehículo compartido pueden variar estas cifras y éstas son medidas todavía muy novedosas y difíciles de modelizar.
- Seguidamente, se estima un modelo de reparto basado en el ratio de viajes en transporte público respecto al total de los viajes modelizables.

Este ratio se ha estimado mediante formulaciones de tipo lineal, siguiendo los criterios ya indicados de modelos sólidos desde el punto de vista estadístico, coherentes y con variables de fácil predicción a futuro. La formulación tipo adoptada es la siguiente

$$\text{Ratio} = a + (b \cdot R_1) + (c \cdot R_2) + \dots + (n \cdot R_n)$$

donde:

Ratio	Variable a estimar
$R_1$	Variabes explicativas
$a, b, c, n$	Parámetros de ajuste

Como variables explicativas de los modelos se han utilizado las variables de oferta convencionales:

- Ratio de tiempos, como cociente entre el tiempo de viaje en transporte privado y transporte público en cada par de zonas origen/destino.
- Ratio de costes, como cociente entre el coste de viaje en transporte privado y transporte público en cada par de zonas origen/destino.

### 3.2.2. MODELO ESTIMADO

El modelo estimado y sus parámetros estadísticos más destacados son los siguientes:

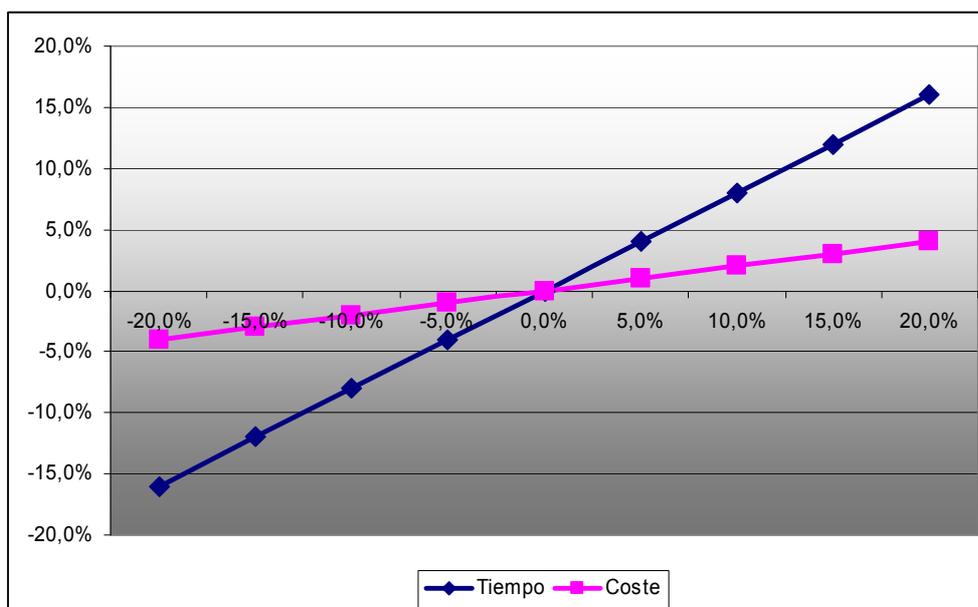
**Tabla nº 4. Estadísticos del modelo de reparto modal**

Variable	Coficiente	T Estadístico	R <sup>2</sup>
Ratio Tiempo de viaje	1,9526	8,00	0,60
Ratio Coste de viaje	0,1804	2,64	

### 3.2.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL MODELO

En este epígrafe se trata de analizar la capacidad de predicción de los modelos, determinando de forma más intuitiva el impacto de cada variable. Para ello, se ha analizado la variación porcentual de cada una de las variables que comprenden los modelos de forma independiente, mostrando los resultados obtenidos en el gráfico adjunto.

**Gráfico nº 2. Sensibilidad del modelo de reparto modal**



### 3.3. MODELO DE ASIGNACIÓN

El modelo de asignación reparte la demanda entre los distintos posibles itinerarios de transporte privado y líneas de transporte público. Para este modelo es preciso contar previamente con unas redes de transporte que reproduzcan gráficamente la red viaria y líneas de transporte público.

Este modelo está diseñado con el simulador de redes TRANSCAD, herramienta de entorno GIS de gran prestigio internacional y con una curvatura de aprendizaje rápida.

### 3.3.1. RED VIARIA

La red viaria comprende el viario del municipio de Majadahonda y las principales carreteras de acceso. Para definir este viario se ha tenido en cuenta fundamentalmente dos premisas:

- Codificar la red viaria en función de las necesidades determinadas por la zonificación adoptada.
- Definir el viario necesario para posteriormente poder detallar las rutas de las líneas de autobús y sus paradas.

El grafo definido está formado por un conjunto de nodos y arcos que conectan los nodos entre sí. La mayor parte de los nodos representan intersecciones o paradas de autobús, mientras que los arcos corresponden a tramos homogéneos entre intersecciones adyacentes.

Cada arco representativo de la red posee una serie de características y atributos intrínsecos, tales como:

- Nodo origen y destino.
- Longitud del arco.
- Tipología de arco, que responde a los distintos tipos de infraestructura existentes en el área de estudio.
- Número de carriles.
- Capacidad de los arcos en veh/carril por hora, estando esta capacidad penalizada en los arcos urbanos debido al ciclo semafórico de los cruces.
- Velocidad del arco (km/h) y tiempos de recorrido (min) en un estado óptimo de "no congestión", es decir, a flujo libre.
- Función volumen-tiempo utilizadas para representar el comportamiento de las vías frente a la congestión. Las funciones de demora, utilizadas para reflejar el comportamiento de las vías frente a la congestión, relacionan la intensidad, es

decir el volumen de vehículos asignados, con el tiempo de recorrido para cada arco. La formulación genérica adoptada es la siguiente:

$$T = l \left[ t_0 + a \left( \frac{i}{c} \right)^b \right]$$

siendo

T	Tiempo medio de recorrido del arco (min)
l	Longitud del arco (km)
t <sub>0</sub>	Tiempo medio de recorrido de 1 km a flujo libre (min/km)
i	Volumen o intensidad de vehículos (veh/h).
c	Capacidad teórica del arco (veh/h por carril)
a,b	Parámetros de ajuste

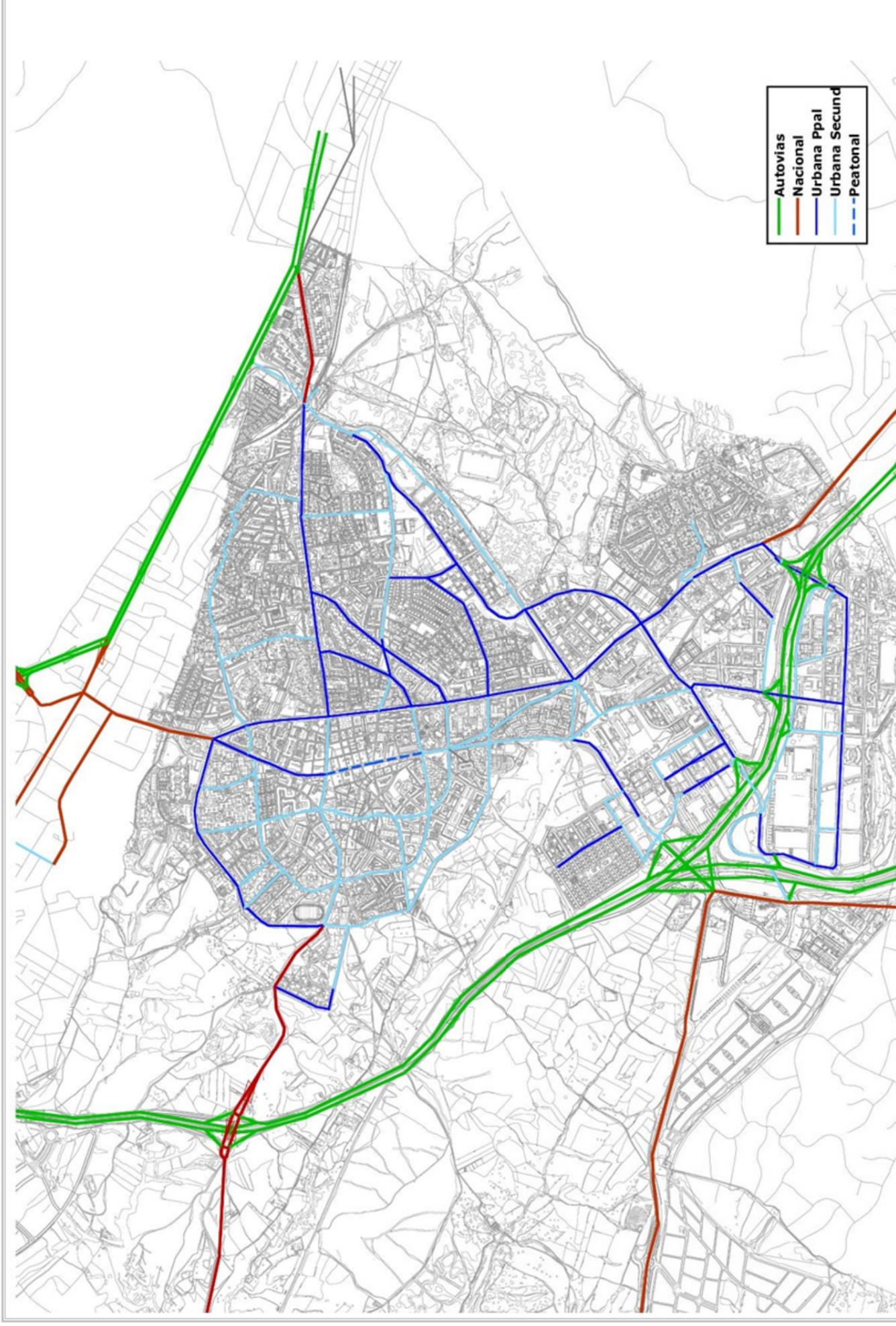
En la tabla adjunta se detallan los principales atributos de la red viaria definida:

**Tabla nº 5. Características de la red viaria de Majadahonda**

Código	Tipo	Nº carriles	Capacidad	Penaliz. Cruce	Velocidad	a	b
1	Autovías	2+	2.000	1	120	1,80	3,10
2	Nacional desdoblada con rotondas	2	1.600	1	80	1,10	2,15
3	Nacional principal	1	1.800	1	90	1,10	2,15
4	Nacional secundaria	1	1.600	1	80	1,10	2,15
5	Urbana principal	2	1.600	0,6	50	4,60	2,40
6	Urbana secundaria	1	1.400	0,5	40	2,90	1,89
7	Vía peatonal	-	9.999	1	3	-	-
8	Enlace	1+	1.400	1	60	4,85	2,50
9	Carril bus-vao	2	2000	1	120	-	-
10	Red de Cercanías	-	9.999	-	60	-	-
20	Conector	-	9.999	-	20	-	-

Adicionalmente, la red debe ser completada con la zonificación. Las coordenadas para la ubicación de las zonas en el grafo se han ubicado en los puntos de mayor densidad de población y, posteriormente, estas zonas han sido conectadas a la red por medio de arcos bidireccionales que permite la entrada y salida de tráfico.

Imagen nº 2 Jerarquía viaria de Majadahonda



**Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Majadahonda**



**Red viaria de Majadahonda**



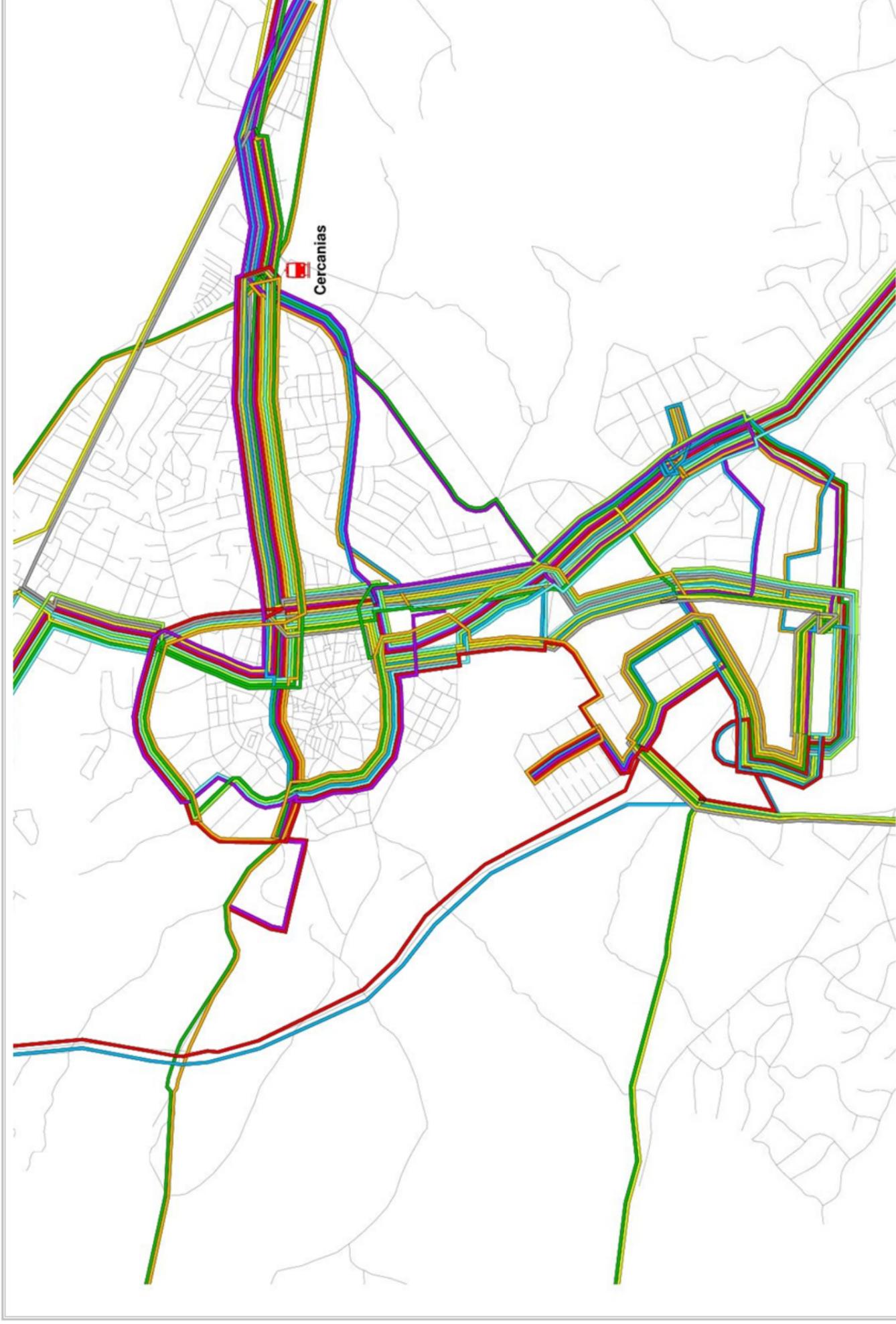
### 3.3.2. LÍNEAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

La red de transporte público de Majadahonda comprende las líneas que pasan por el municipio de Majadahonda, siendo éstas las siguientes:

- Líneas de Cercanías C-7 Alcalá de Henares-Atocha-Chamartín-Majadahonda-Príncipe Pío-Atocha-Chamartín y C-10 Villalba-Majadahonda-Príncipe Pío-Atocha-Chamartín-Pitis.
- Líneas de autobús Interurbanos:
  - 561 Madrid (Aluche)-Pozuelo-Majadahonda-Las Rozas
  - 561A Madrid (Aluche)-Pozuelo-Majadahonda-Las Rozas (por universidad)
  - 561B Madrid (Aluche)-Pozuelo-Majadahonda-Las Rozas (Avda Guadarrama)
  - 651 Madrid (Moncloa)-Majadahonda (Avda España)
  - 651A Madrid (Moncloa)-Majadahonda (Urb. El Pinar del Plantío)
  - 652 Madrid (Moncloa)-Majadahonda (Granja del Conde)
  - 653 Madrid (Moncloa)-Majadahonda (Hospital) por FFCC
  - 654 Madrid (Moncloa)-Majadahonda (Los Negrillos)
  - 655 Madrid (Moncloa)-Majadahonda (Hospital)
  - 567 Villaviciosa de Odón-Majadahonda
  - 626 Las Rozas-Majadahonda-Villanueva de la Cañada
  - 626A Majadahonda-Villanueva del Pardillo
  - 650A Hospital-Majadahonda-Pozuelo-Hospital
  - 650B Hospital-Pozuelo-Majadahonda-Hospital
  - 667 Majadahonda (Hospital)-San Lorenzo de El Escorial (por Galapagar)
  - 685 Majadahonda (Hospital)-Las Rozas-Guadarrama-Navacerrada
- Líneas de autobús Urbanos:
  - 1 Circular Hospital-Estación FFCC
  - 2 Circular Hospital-Estación FFCC

Las líneas de interurbanos hacia Moncloa utilizan el carril bus-vao de alta ocupación. Este carril está abierto sentido Madrid en la punta de la mañana y sentido Majadahonda en el período de tarde.

Imagen nº 3 Red de transporte público de Majadahonda



**Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Majadahonda**



**Red de transporte público de Majadahonda**



Esta red de transporte público viene definida por una serie de características:

- Itinerario de la línea y paradas.
- Frecuencia de servicio reflejada como tiempo de espera (min) en HP.
- Tarifas de viaje que han sido codificadas como la media ponderada del coste de un viaje según los distintos tipos de billete (Sencillo, bono 10 viajes y Abono) por el porcentaje de uso de cada uno de ellos (según datos de las EDM).

**Tabla nº 6. Tarifas del transporte público (€). Año 2009**

Tipo	Tarifa Media
Autobús urbano	0,77
Autobús Interurbano	0,91
Cercanías	0,91

- Otro factor fundamental en el modelo son las funciones de tiempo que evalúan el tiempo real que un autobús tarda en realizar su recorrido en función a una serie de variables que le afectan como son el tráfico y la congestión en la red.

Estas funciones recogen el comportamiento global de la red de transporte público en función de las velocidades del vehículo privado y las propias limitaciones de los autobuses. En el área de estudio se ha considerado la siguiente relación de tráfico privado/público:

$V_{privado} \leq 10 \text{ km/h}$	$V_{público} = V_{privado}$
$10 \text{ km/h} < V_{privado} < V_{pubmax}$	$V_{público} = a * V_{privado}$
$V_{púbmax} \leq V_{privado}$	$V_{público} = V_{pubmax} = 80 \text{ km/h}$

es decir, la velocidad del autobús se define como un coeficiente por la velocidad de privado, pero si ésta es muy alta el autobús no puede superar su velocidad máxima de diseño. Por el contrario, si la vía se encuentra congestionada, la velocidad del transporte público es semejante a la velocidad del vehículo privado.

**Tabla nº 7. Funciones del transporte público**

Código	Tipo	Función
1	Interurbana Principal	$V_{pub} = 0,6670 * V_{prv}$
2-4	Vía Distribuidora	$V_{pub} = 0,5955 * V_{prv}$
5	Vía arterial	$V_{pub} = 0,5720 * V_{prv}$

Código	Tipo	Función
6	Vía Local	$V_{pub}=0,5473 \cdot V_{prv}$
8	Enlace	$V_{pub}=0,9380 \cdot V_{prv}$
9	Bus-vao	$V_{pub}=0,9380 \cdot V_{prv}$

### 3.3.3. DEMANDA DE TRANSPORTES

Para el proceso de calibrado de esta red y contraste de resultados se dispone de la siguiente información:

- Aforos en la red viaria urbana de Majadahonda realizados en el trabajo de campo de Octubre 2009.
- Aforos complementarios en la red interurbana, según fuentes de la Comunidad de Madrid y el Ministerio de Fomento del año 2008.
- Datos de demanda de autobuses y estación de Cercanías de Majadahonda en día laborable de Noviembre 2009, según datos del Consorcio Regional de Transportes de Madrid.

### 3.3.4. MATRICES

Las matrices utilizadas para el proceso de asignación están basadas en los siguientes datos:

- Viajes mecanizados de los residentes en Majadahonda, según las Encuesta Domiciliarias de Movilidad realizadas en día medio laborable de Noviembre 2004 y 2009.
- Viajes atraídos a Majadahonda de la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de la Comunidad de Madrid realizada en día medio laborable de Noviembre 2004, previamente actualizada para homogeneizar año de referencia.

Los criterios seguidos para obtener estas matrices han sido los siguientes:

- **Modos de transporte:** La matriz de transporte privado asignada comprende los modos Coche Conductor, Moto Conductor, Taxi y Otros (furgonetas y otros vehículos a motor), excluyendo los modos tipo "Acompañante" para la asignación, aunque si se consideran en las dos primeras etapas de la modelización. La matriz de transporte público comprende los viajes realizados en autobús y Cercanías.

- **Modo prioritario:** Como gran parte de los viajes consta de más de una etapa, para definir el modo prioritario los modos públicos prevalecen sobre el transporte privado, la jerarquía del transporte privado es Coche Conductor-Moto Conductor-Otros vehículos a motor-Taxi y la jerarquía del transporte público Cercanías-autobuses Interurbanos- autobuses Urbanos.
- **Períodos horarios:** Las matrices tanto de transporte público como privado se han generado para el período HP. Para definir los viajes recogidos en este período se ha adoptado el criterio de utilizar la hora de inicio del viaje para los viajes de los residentes en Majadahonda y la hora de finalización del viaje para los viajes atraídos por Majadahonda.

Estas matrices han tenido que ser ajustadas a la realidad de la movilidad en el municipio debido a varios factores:

- El uso del vehículo privado es muy variado (con una importante tendencia a utilizarlo para la movilidad no obligada) y responde a pautas de movilidad muy flexibles (pasar por el centro comercial antes de llegar a casa o recoger los niños del colegio). Muchos de estos viajes de corto recorrido y menor entidad no son considerados como tal por el encuestado y por tanto no da detalles de ellos.
- La movilidad en la red viaria no solo la componen los viajes de los residentes, sino que entran en juego muchos otros diversos factores como el tráfico de vehículos pesados, vehículos comerciales, carga y descarga y tráfico de agitación (por ejemplo en busca de aparcamiento), entre otros.
- Las matrices de viajes recogen la movilidad generada y atraída en Majadahonda, pero no considera el tráfico de tránsito muy importante para reproducir la movilidad por ejemplo en las autovías A-6 o M-50.

Por todo ello, el ajuste se ha considerado necesario para obtener un modelo de red completo, que permita evaluar de forma más detallada el impacto de cualquier actuación en la red.

Para llevar a cabo estos ajustes se ha evitado el uso del procedimiento de ajuste tradicional del simulador TRANSCAD que, aunque distorsionan la matriz lo estrictamente necesario, cuando se cuenta con numerosos puntos de ajuste suele obtenerse una matriz final muy diferente del fichero de entrada. En su lugar, se ha adoptado un proceso novedoso que permite al Consultor ajustar la matriz evitando grande distorsiones en la estructura inicial y controlando en todo momento las

modificaciones realizadas. El detalle de este proceso se puede resumir en los siguientes pasos:

- Se asigna primeramente la matriz de viajes (transporte público y privado) obteniendo en el proceso los denominados "select link" de todos los arcos donde se cuenta con un punto de aforo y todas las líneas de transporte público. Este "select link" obtiene las matrices origen-destino de todos los movimientos que pasen por el arco/línea seleccionado.
- Estas matrices parciales se modifican en función del aforo en aquellos casos donde se producen distorsiones en el comportamiento del modelo frente a la realidad, obteniendo matrices ajustadas para los tráficos de este conjunto de arcos.
- Las matrices de asignación son ajustadas mediante un proceso donde se sustituyen las matrices parciales iniciales por las ajustadas.
- Estas matrices se vuelven a asignar y contrastar con los aforos haciendo un proceso de ajuste iterativo hasta obtener unas matrices finales que reproducen de forma satisfactoria los puntos de aforo de contraste y demanda de líneas de transporte público.

Cabe destacar en este punto que todo el proceso de modelización se realiza con las matrices obtenidas de las EDM, ya que se pretende modelizar la movilidad de los viajes mecanizados generados y atraídos por Majadahonda, y esta matriz ajustada solo se utiliza en esta última fase de asignación y en la valoración de la accesibilidad y la movilidad sostenible, con un claro objetivo de representar y valorar el tráfico real de las infraestructuras viarias y de transporte público del área de estudio.

**Tabla nº 8. Matrices de viajes HPM**

Matriz	HP
Público EDM	5.002
Privado EDM	9.450
Total EDM	14.452
Reparto pub-prv	35%-65%
Privado Ajustado	23.451
Público Ajustado	6.318

### 3.3.5. PROCEDIMIENTO DE ASIGNACIÓN

La asignación y calibrado de la red tiene como principal objetivo la obtención de un modelo de la red de transporte lo más ajustado posible a la realidad, caracterizándose por un comportamiento funcional adecuado y libre de errores que se ajuste a los aforos de tráfico.

La metodología seguida para el proceso de asignación ha sido la siguiente:

- Primeramente se realiza la asignación de la red de transporte privado obteniendo datos de tráficos y tiempos de viaje en cada vía. Para esta asignación se ha adoptado un algoritmo de aproximación lineal que consiste en la elección del camino más óptimo. Mediante un proceso iterativo se persigue que cada usuario elija la ruta que perciba como la mejor, es decir, aquella que minimiza su coste generalizado de viaje. Al final del proceso se cumple el principio de Wardrop: en el equilibrio, ningún viajero puede reducir su coste generalizado de viaje cambiando la ruta. Por tanto, el coste generalizado de viaje entre un mismo origen y destino será igual en todos los caminos disponibles.
- Seguidamente, con las velocidades del vehículo privado de cada período horario, se han estimado los tiempos de viaje para la red de transporte público, según las funciones ya indicadas en previos epígrafes.
- Por último, se realiza la asignación de la red de transporte público obteniendo la demanda de viajeros subidos por línea y estación de Cercanías de Majadahonda. Para el proceso de asignación del transporte público se utiliza el método de multi-camino. Este tipo de asignación se caracteriza por minimizar el tiempo y coste total de viaje y para ello el viajero elige la línea o conjunto de líneas que reducen al máximo su coste generalizado. Con este propósito, se asume que en cualquier punto de espera el usuario elige el conjunto de líneas que más atractivas le resultan, seguidamente coge la que primero llega y cambia de modo si es necesario hasta llegar a su punto de destino.

### 3.3.6. RESULTADOS DE LA ASIGNACIÓN

Los resultados de las asignaciones han sido contrastados con los datos disponibles siguiendo un proceso de reajuste iterativo hasta que los modelos de asignación han conseguido una aproximación suficiente a la realidad.

En las tablas y planos adjuntao se muestran los resultados obtenidos, tanto en transporte público como privado, contrastando los datos del modelo con los aforos mediante el porcentaje de diferencia y el estadístico GEH, que evalúa la diferencia eliminando el impacto irreal de porcentajes elevado en valores muy reducidos (si  $GEH < 10$  el ajuste es adecuado).

Tabla nº 9. Resultados de la asignación de privado HPM

Punto	Aforo			Modelo			% Diferencia			GEH		
	Majad	Ext	Total	Majad	Ext	Total	Majad	Ext	Total	Majad	Ext	Total
Carretera M-515 a Pozuelo	295	1.380	1.675	218	1.047	1.265	-26,1%	-24,1%	-24,5%	4,8	9,6	10,7
Carretera del Plantío (Cercanías)	315	928	1.243	235	691	926	-25,4%	-25,5%	-25,5%	4,8	8,3	9,6
Calle Norias (Cercanías)	372	899	1.271	459	896	1.355	23,3%	-0,3%	6,6%	4,2	0,1	2,3
Carretera de Majadahonda a Las Rozas	999	914	1.913	736	829	1.565	-26,3%	-9,3%	-18,2%	8,9	2,9	8,3
Carretera de Villanueva del Pardillo	907	830	1.737	1.012	890	1.902	11,6%	7,2%	9,5%	3,4	2,0	3,9
Carretera de Boadilla del Monte	958	804	1.762	970	888	1.857	1,2%	10,4%	5,4%	0,4	2,9	2,2
Avenida de España	740	471	1.211	862	465	1.327	16,5%	-1,3%	9,6%	4,3	0,3	3,3
Carretera del Pozuelo (Instituto Carlos III)	820	1.257	2.077	585	936	1.521	-28,7%	-25,5%	-26,8%	8,9	9,7	13,1
Calle Morenas	967	782	1.749	900	556	1.456	-7,0%	-28,9%	-16,8%	2,2	8,7	7,3
Avenida Guadarrama	300	342	642	402	451	853	34,1%	31,8%	32,9%	5,5	5,5	7,7
Calle Doctor Marañón	588	324	912	453	215	668	-23,0%	-33,6%	-26,8%	5,9	6,6	8,7
Calle Santo Tomás	358	240	598	235	234	470	-34,2%	-2,4%	-21,5%	7,1	0,4	5,6
M-503 Monte Claro	3.836	3.906	7.742	3.317	3.419	6.736	-13,5%	-12,5%	-13,0%	8,7	8,0	11,8
M-503 Majadahonda M-516	688	1.313	2.001	653	947	1.600	-5,1%	-27,9%	-20,1%	1,4	10,9	9,5
M-509 en Villanueva del Pardillo	792	484	1.276	699	547	1.246	-11,7%	13,1%	-2,3%	3,4	2,8	0,8
M-518 a Las Rozas	785	204	989	807	176	983	2,9%	-13,9%	-0,6%	0,8	2,1	0,2
A-6 Las Rozas	3.602	5.582	9.184	3.262	4.676	7.938	-9,4%	-16,2%	-13,6%	5,8	12,7	13,5
M-50 Las Rozas	1.632	2.379	4.011	1.953	2.655	4.608	19,7%	11,6%	14,9%	7,6	5,5	9,1

**Tabla nº 10. Resultados de la asignación de público HPM**

Punto	Aforo	Modelo	% Dif	GEH
Líneas urbanas	253	274	8,2%	1,3
Línea 561	1.505	1.465	-2,7%	1,0
Línea 567	371	354	-4,4%	0,9
Línea 626	502	506	0,9%	0,2
Línea 650	252	328	30,2%	4,5
Línea 651	1.312	1.584	20,8%	7,2
Línea 652	728	532	-27,0%	7,8
Línea 653	448	354	-20,9%	4,7
Línea 654	388	431	11,1%	2,1
Línea 655	404	356	-11,8%	2,5
Línea 667	36	28	-22,5%	1,4
Línea 685	282	289	2,7%	0,4
Estación de Cercanías	794	745	-6,2%	1,8
<b>Total</b>	<b>7.274</b>	<b>7.246</b>	<b>-0,4%</b>	<b>0,3</b>

Imagen nº 4 Resultados de la asignación de privado HPM

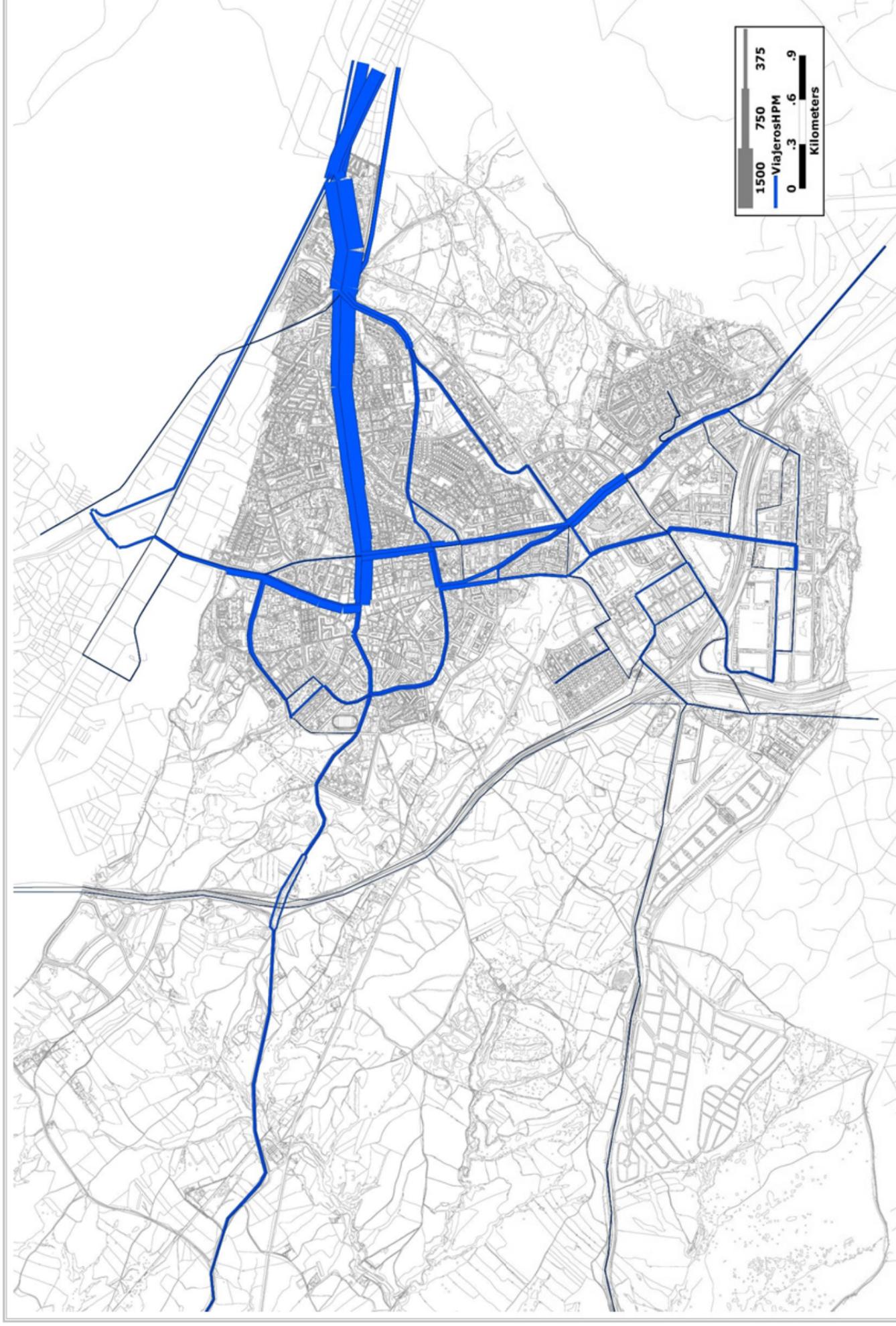


Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Majadahonda

Resultados de la asignación de privado HPM



Imagen nº 5 Resultados de la asignación de público HPM



Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Majadahonda

Resultados de la asignación de público HPM



### 3.4. MODELO DE ACCESIBILIDAD

Dentro de los objetivos de la fase de modelización del Plan de Movilidad se recoge un modelo de accesibilidad territorial que pretende evaluar el grado de accesibilidad de la red de transporte público y privado para el municipio de Majadahonda.

Este indicador estima unos tiempos medios de viaje, para la red de transporte público y privado, ponderando por los viajes entre cada par de zonas origen/destino. A menor índice, mejor accesibilidad, es decir, menos tiempo promedio de acceso entre zonas de transporte.

Las variables utilizadas son las siguientes:

$T_{pubij}$  : Tiempo de viaje en transporte público entre las zonas  $i$  y  $j$

$T_{prvij}$  : Tiempo de viaje en vehículo privado entre las zonas  $i$  y  $j$

$V_{ij}$  : Viajes entre cada par de zonas  $ij$

Los indicadores y las formulaciones aplicadas son las siguientes:

$$Lp_i = \frac{\sum_{j=1}^n T_{pubij} \cdot V_{ij}}{\sum_{j=1}^n V_{ij}} \quad Lv_i = \frac{\sum_{j=1}^n T_{prvij} \cdot V_{ij}}{\sum_{j=1}^n V_{ij}}$$

Los valores medios, máximos y mínimos de este indicadores para la red de transporte de Majadahonda se recogen en la tabla adjunta:

**Tabla nº 11. Indicadores de accesibilidad**

Tipo	Publico	Privado
Media	51,7	26,5
Mínimo	15,0	5,0
Máximo	85,6	39,6

### 3.5. MODELO DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

#### 3.5.1. TIPOS DE CONTAMINANTES Y RATIOS EQUIVALENTES

El análisis medioambiental realizado se ha estructurado en cuatro grandes componentes para los cuales se han definido una serie de ratios equivalentes. Estos ratios equivalentes permitan la medición de las emisiones, en hora punta de mañana por coherencia con el resto de la modelización, procedentes del sector transportes y son cifras normalmente adoptadas para este tipo de análisis.

#### Consumos energéticos

Para estimar el gasto energético de los viajes realizados en el municipio es preciso conocer el consumo medio de cada tipo de vehículo, datos que se presentan en la tabla adjunta:

**Tabla nº 12. Consumo medio por tipo de vehículo**

Tipo de vehículo	Consumo l/100 km
Turismo Gasolina	8,1
Turismo Diesel	6,7
Moto	5,7
Autobús Interurbano	40,0

Para transformar el consumo en litros a Toneladas Equivalentes de Petróleo (Tep) se utilizan los siguientes factores:

- 1 TEP = 1.262 Litros de gasolina
- 1 TEP = 1.145 Litros de gasoil

#### Emisiones de gases efecto invernadero

El gas CO<sub>2</sub> es un factor muy importante ya que es el elemento desencadenante de el efecto invernadero. Para estimar las emisiones de este gas procedente del sector de transportes se utilizan los ratios equivalentes que se reflejan en la tabla adjunta:

**Tabla nº 13. Ratio equivalente de emisiones CO<sub>2</sub>**

Tipo de combustible	Emisión g/tep
Gasolina	2,87
Diesel	3,07

### Emisiones de otros contaminantes

Como otros gases contaminantes para la atmósfera se consideran el SO<sub>2</sub>, HC, NO<sub>x</sub>, partículas PM<sub>10</sub> y CO, cuyos ratios equivalentes se detallan a continuación.

**Tabla nº 14. Ratio equivalente de gases contaminantes**

Tipo de combustible	Emisiones g/l			
	SO <sub>2</sub>	HC+NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	CO
Gasolina	0,074	11,235	0,012	43,210
Diesel	0,075	10,597	1,015	18,507

### Ruido

Para evaluar las emisiones de ruido se ha utilizado el Mapa de ruido de Majadahonda, estudio realizado en 1997 que, además de evaluar los niveles de ruido en dicho año, estima una ecuación matemática de predicción que permite realizar una valoración del ruido en una zona determinada en función del volumen de vehículos por hora en dicho punto.

#### 3.5.2. GASTO ENERGÉTICO ACTUAL

Según datos de las matrices de viajes ajustada, el número de viajes realizados hacia/desde el municipio de Majadahonda en hora punta asciende a unos 22.454 viajes.

Estos viajes presentan una distribución espacial donde destacan los viajes internos al propio municipio de los residentes y las relaciones Majadahonda-Madrid y Majadahonda-municipios limítrofes, calculando que la distancia media de viaje será alrededor de 8 km. Asimismo, se estima que el parque de vehículos consta de un 45% de turismos de gasolina y un 55% de turismos diesel y que la ocupación media de los autobuses en hora punta será de 50 pasajeros.

Con estos criterios el gasto energético que genera la movilidad en hora punta en Majadahonda asciende a 9 Tep.

**Tabla nº 15. Gasto energético en HPM**

	Consumo (l)	Consumo (Tep)
Gasolina	5.213	4,13
Diesel	5.519	4,82
<b>Total</b>	<b>10.732</b>	<b>8,95</b>

### 3.5.3. EMISIONES DE GAS CON EFECTO INVERNADERO

Una vez calculados los gastos energéticos en HPM, se pueden estimar, mediante los ratios de equivalencias, las emisiones de gases efecto invernadero a la atmósfera.

En estos desplazamientos se emiten un total de 27 toneladas de CO<sub>2</sub>.

**Tabla nº 16. Emisiones de gases efecto invernadero**

	<b>Consumo (Tep)</b>	<b>Emisiones CO<sub>2</sub> (Tn)</b>
Gasolina	4,13	11,86
Diesel	4,82	14,80
<b>Total</b>	<b>8,95</b>	<b>26,65</b>

### 3.5.4. EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES

Con los gastos energéticos y los ratios equivalentes se calculan las emisiones de cada uno de los gases contaminantes considerados, datos que se resumen en la tabla adjunta.

**Tabla nº 17. Emisiones de gases contaminantes**

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Consumo (l)</b>	<b>Emisiones SO<sub>2</sub> (Tn)</b>	<b>Emisiones HC+NO<sub>x</sub> (Tn)</b>	<b>Emisiones PM<sub>10</sub> (Tn)</b>	<b>Emisiones CO (Tn)</b>
Gasolina	5.213	0,04	5,86	0,01	22,53
Diesel	5.519	0,04	5,85	0,56	10,21
<b>Total</b>	<b>10.732</b>	<b>0,08</b>	<b>11,71</b>	<b>0,57</b>	<b>32,74</b>

### 3.5.5. EVALUACIÓN DEL RUIDO

Dentro del Mapa de ruido de Majadahonda de 1997 se estimaron ecuaciones de predicción que permiten evaluar el nivel acústico de un punto en función de las intensidades de tráfico horarias de dicho punto. La formulación es la siguiente:

$$L_{eq} = 44,8 + 7,2 * \log IMD$$

$$R^2 = 0,9 \text{ Error} = 2,5 \text{ dBA}$$

Con esta fórmula se ha evaluado el nivel de ruido en hora punta de mañana (8:00-9:00 h) en los distintos puntos de la ciudad donde se han realizado aforos de tráfico. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla adjunta donde se observa que:

- El nivel de ruido es elevado porque el análisis se ha centrado en la hora punta de mayor tráfico.
- Las estaciones de aforo están en su mayoría ubicadas en los accesos a la periferia de la ciudad lo que también distorsiona los resultados hacia un mayor nivel de ruido.
- Sin embargo, este análisis, aunque dé cifras de ruido superiores a los valores medio de la ciudad, será un buen elemento de referencia para posteriormente poder evaluar las mejoras obtenidas con las propuestas de actuación.

**Tabla nº 18. Niveles de ruido en Majadahonda**

Punto	Zona	IMD <sub>HP</sub>	L <sub>eq</sub>
Carretera M-515 a Pozuelo	Periférica	1.675	68,0
Carretera del Plantío	Periférica	1.243	67,1
Calle Norias	Periférica	1.271	67,1
Carretera de Majadahonda a Las Rozas	Periférica	1.913	68,4
Carretera de Villanueva del Pardillo	Periférica	1.737	68,1
Carretera de Boadilla del Monte	Periférica	1.762	68,2
Carretera M-515 a Pozuelo (Instituto Carlos III)	Periférica	2.077	68,7
Calle Moreras	Periférica	1.721	68,1
Avenida de España	Urbana	1.211	67,0
Avenida Guadarrama	Urbana	642	65,0
Calle Doctor Marañón	Urbana	912	66,1
Calle Santo Tomás	Urbana	598	64,8
<b>Media zonas periféricas</b>		<b>67,9</b>	
<b>Media zonas urbanas</b>		<b>65,7</b>	

## 4. EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

La evaluación de las propuestas de actuación se ha realizado para el año horizonte 2020 considerando dos escenarios:

- Escenario medio donde se llevan a cabo ciertas medidas de actuación, pero no su totalidad. Las medidas adoptadas son aquéllas de más fácil implantación en términos de grado de necesidad, impactos económicos y operativos.
- Escenario optimista donde todas las actuaciones previstas por el PMUS estarán realizadas para el año 2020.

El presente capítulo se estructura en los dos escenarios de actuación, describiendo primeramente la actuación a realizar y posteriormente evaluando el impacto de la propuesta comparándola con la situación actual del año base. Las actuaciones incluidas son aquéllas medidas cuyos impactos son cuantificables desde el punto de vista de la modelización.

Cabe indicar en este punto que los resultados de matrices presentados en este informe hacen referencia a las **matrices finales ajustadas**, según el procedimiento detallado en el capítulo de modelización, y los datos de **transporte privado** son siempre **vehículos**. Asimismo, los datos presentados son de la **hora punta de mañana** (8:00-9:00 h).

### 4.1. ESCENARIO MEDIO

#### 4.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

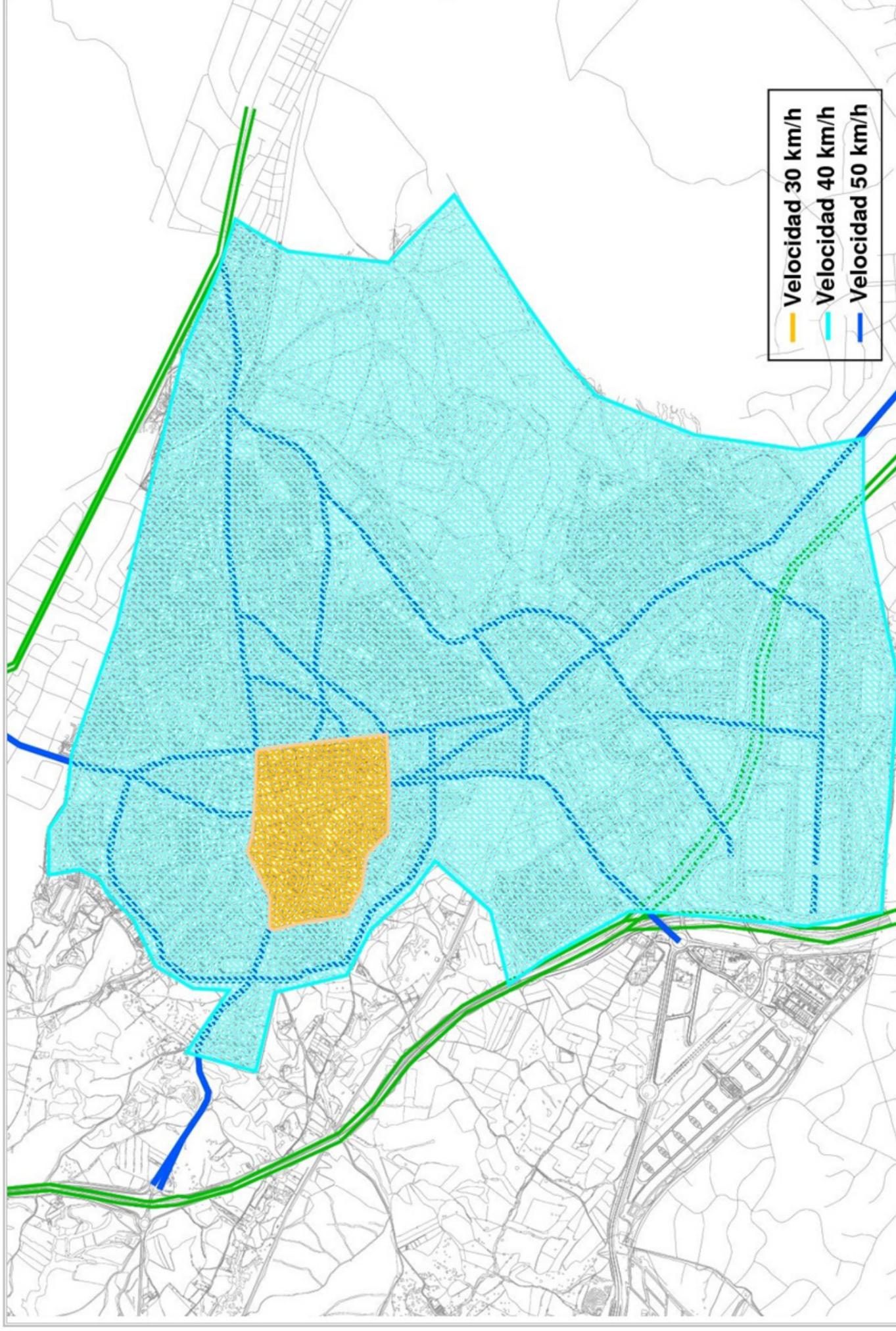
La propuesta del escenario medio comprende las siguientes actuaciones:

- Los proyectos que actualmente está llevando a cabo el Ayuntamiento para la ampliación de la peatonalización, la zona ORA y los proyectos para potenciar la movilidad ciclista.
- Reducción del tráfico rodado en el centro, mediante las limitaciones de velocidad de 30 km/h en el casco urbano y 40 km/h en el resto del municipio, fomentado el uso de los viales de acceso y circulación que tendrán una velocidad de 50 km/h.
- Construcción de un enlace en la M-50 para dar acceso a el nuevo centro I+D ubicado en la zona noroeste del eje de esta autovía. Este enlace es clave para la

accesibilidad a este nuevo centro ya que, en caso contrario, quedaría aislado de su entorno.

- Propuestas para la mejora de la accesibilidad en la red de transporte público actual mediante las siguientes medidas:
  - Implantación en la red de autobuses urbana de un vehículo tipo microbús eléctrico que realice el trayecto actual de estas líneas urbanas, pero modificando el itinerario para que discurran por la zona de Airesol.
  - Modificación de la línea 651 para dar servicio al nuevo desarrollo de Arco de Poniente y mejorar la accesibilidad en El Carralero.
  - Modificación de la línea 626 para dar servicio al los desarrollos del eje de la M-503.
  - Implantación de una nueva línea interurbana que acceda al nuevo centro I+D.
- Proyecto de estacionamiento regulado en la zona del hospital y el aparcamiento de Las Erillas.

Imagen nº 6 Propuesta de templado de tráfico en Majadahonda

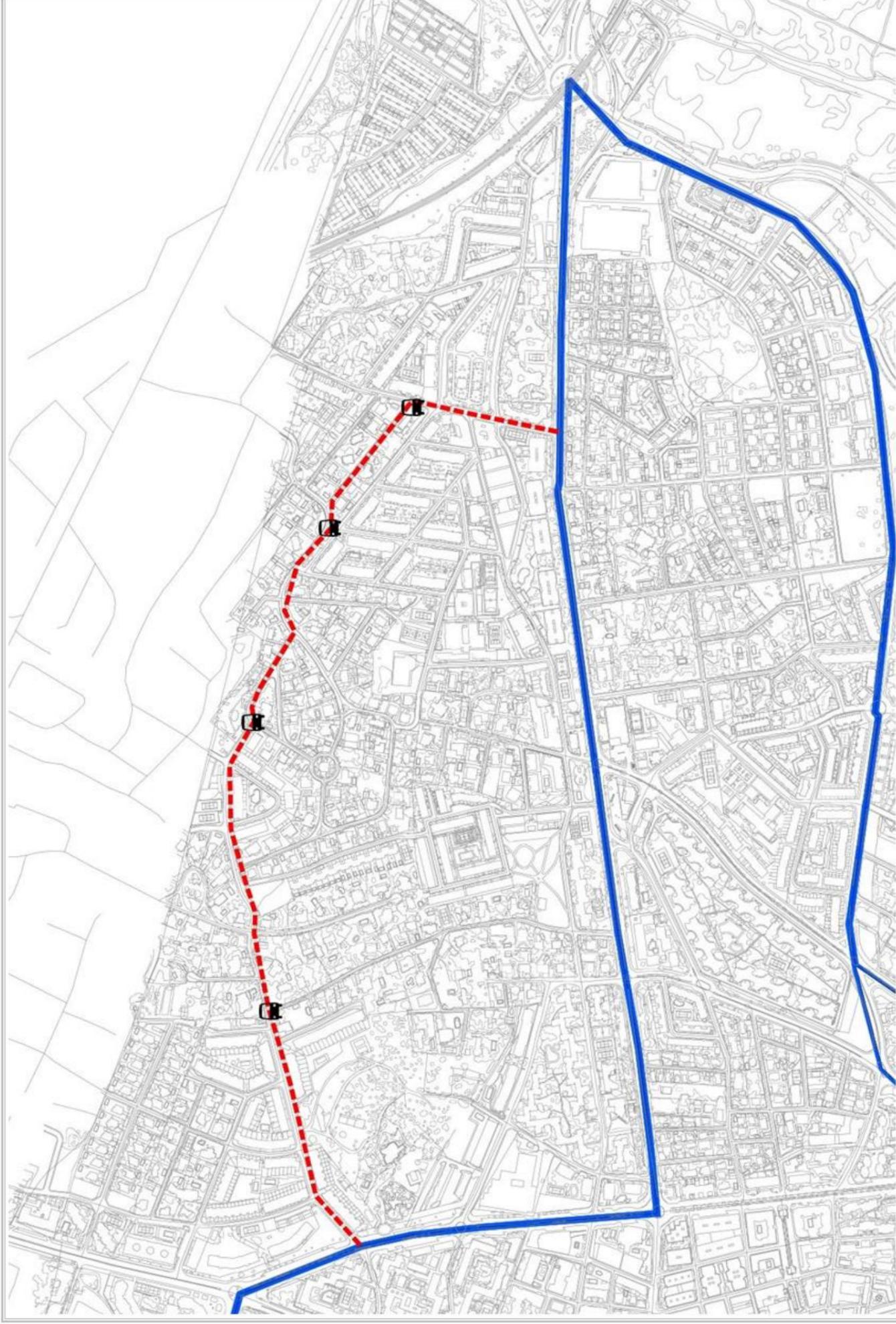


Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Majadahonda

Propuesta de templado de tráfico



Imagen nº 7 Propuesta de modificación de las líneas urbanas a Airesol



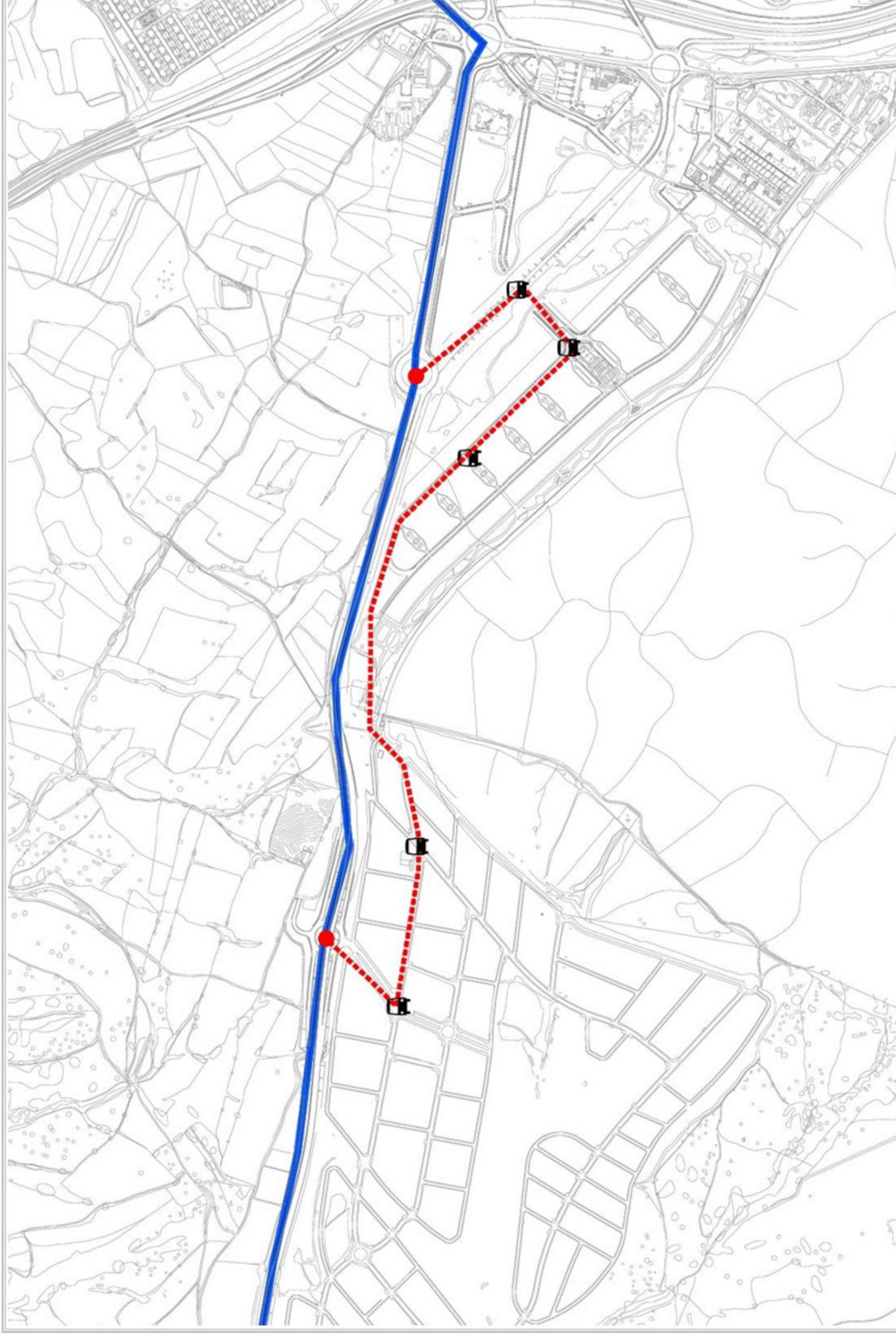
**Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Majadahonda**



**Propuesta modificación líneas urbanas a Airesol**



Imagen nº 8 Propuesta de modificación de la línea 626

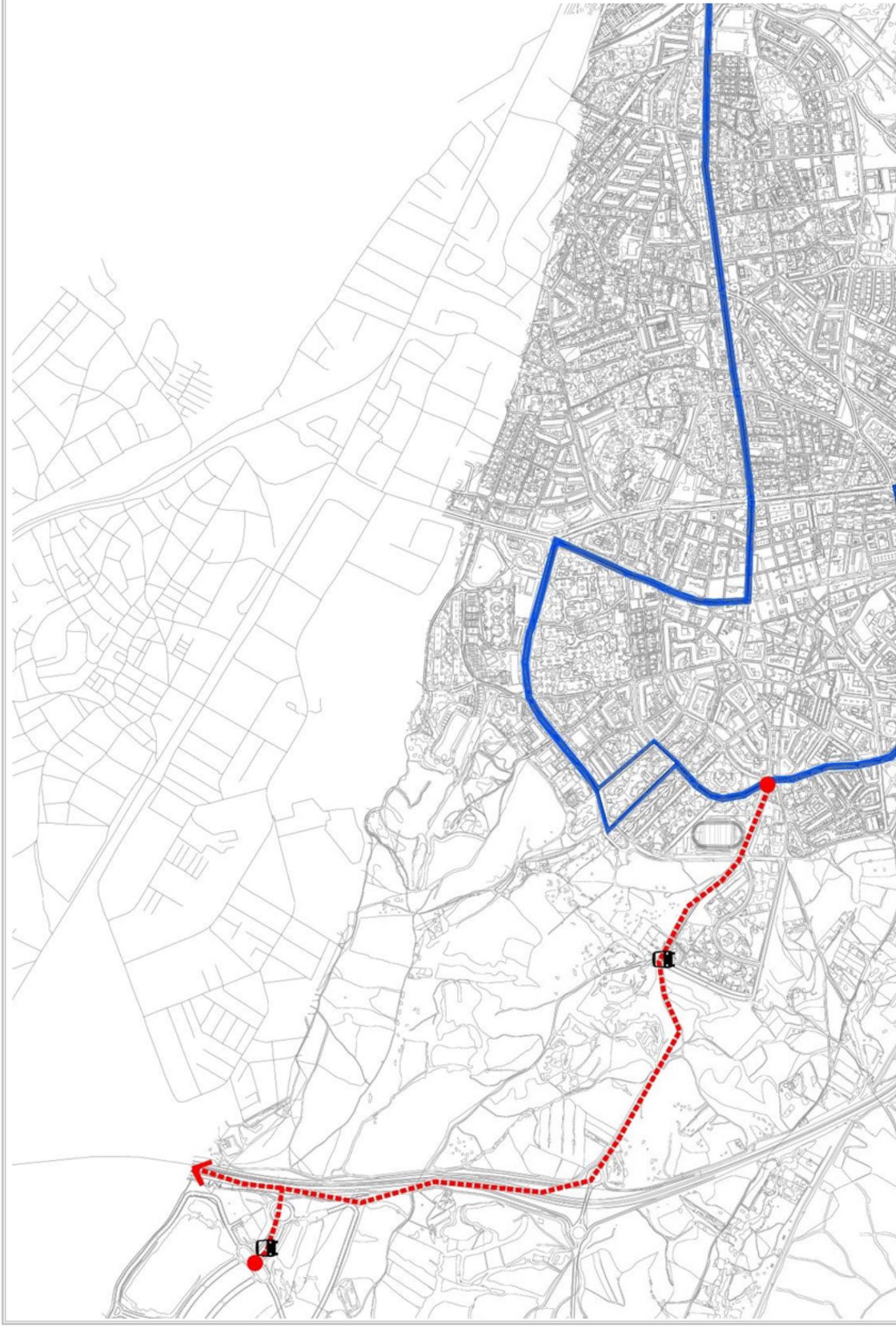


Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Majadahonda

Propuesta de ampliación de la línea 626



Imagen nº 9 Propuesta para el nuevo centro I+D

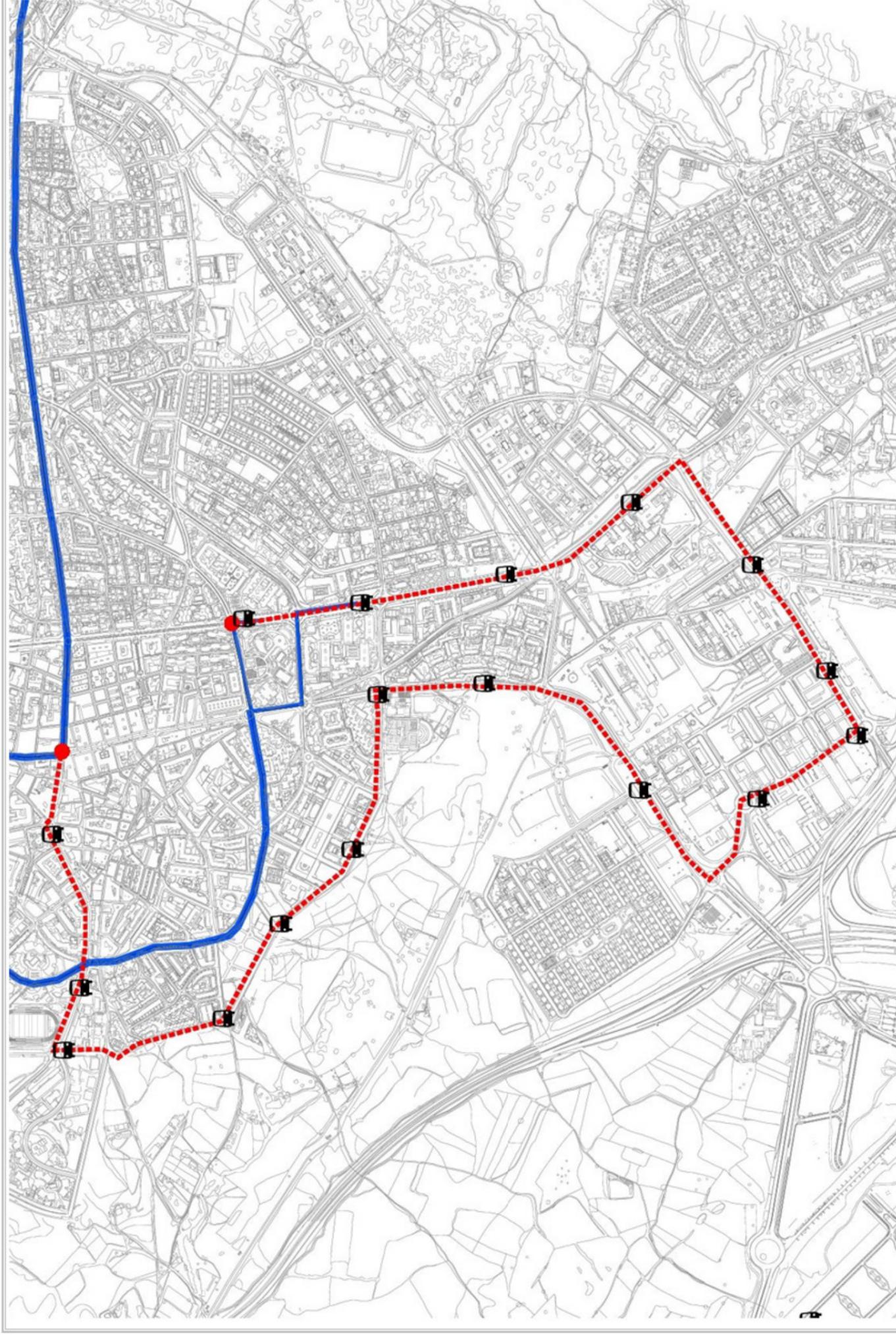


Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Majadahonda

Propuesta de nueva línea al centro I+D



Imagen nº 10 Propuesta de modificación de la línea 651



Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Majadahonda



Propuesta de modificación de la línea 651



#### 4.1.2. CONSTRUCCIÓN DE MATRICES FUTURAS

Para construir las matrices futuras se han utilizado los modelos de demanda diseñados para el presente estudio y ya detallados en previos epígrafes. Para aplicar estos modelos ha sido preciso contar con los siguientes datos:

- Datos de población y empleo estimada para el año 2020, según las previsiones de desarrollos urbanísticos previstos y detallados en el informe de Diagnóstico y cuyo resumen se detalla en la tabla adjunta:

**Tabla nº 19. Previsiones de población y empleo 2020**

Zona	Zonificación Urbanismo	Tipo de uso			Estado actual	Pob 2020	Empleo 2020
		Industrial	Comercial	Viviendas			
8001	Carril del Tejar	480.000	-	-	En construcción	-	7.200
	La Cumbre	189.000	-	-	Sin construir	-	2.520
8202	Arroyo Arcipreste	-	-	534	Sin construir	1.128	-
	La Carravieja	-	-	396	Sin construir	836	-
8205	Los Satélites	-	5.500	900	Sin construir	1.901	110
8206	Huerto del Parrito	-	-	527	Sin construir	1.113	-
8209	Roza Martín	-	7.040	620	Sin construir	1.309	141
	Salto del Sil	-	1.500	200	En construcción	475	34
8309	Valles de la Mina	-	-	475	Sin construir	1.003	-
8111	Área de la Oliva	-	-	1.084	En construcción	2.576	-

- Datos de tiempos y costes de viaje en las redes de transporte público y privado.- Estos datos son obtenidos del modelo de asignación.

En la tabla adjunta se muestra la matriz de viajes resultante observándose que:

- La movilidad global en hora punta crece alrededor del 10% entre el año base y el año horizontes 2020.
- El reparto modal varía incrementando el porcentaje del transporte público, consecuencia de las restricciones implementadas en la red viaria y la mejora de la accesibilidad en el transporte público.

**Tabla nº 20. Matrices de viajes. Escenario 2020 Medio**

	Viajes			Reparto modal	
	Vehículos en tprv	Viajes en tpub	Total	Vehículos en tprv	Viajes en tpub
Año Base	23.451	6.318	29.769	78,8%	21,2%
2020	25.404	7.421	32.825	77,4%	22,6%

#### 4.1.3. IMPACTO DE LA ACTUACIÓN

En este epígrafe se realiza, primeramente, una valoración cualitativa del impacto de las principales actuaciones consideradas para, posteriormente, evaluar los tráficos obtenidos en el proceso de modelización y, finalmente, valorar el impacto medioambiental y gasto energético de estas medidas.

##### **A. Valoración del impacto de las principales actuaciones**

###### **Proyectos de peatonalización y fomento de uso de la bicicleta**

Los impactos de proyectos de peatonalización y fomento de la bicicleta son difícilmente cuantificables, sin embargo, las mejoras obtenidas en las distintas ciudades donde se han adoptado estas medidas son claras y pueden resumirse en las siguientes:

- Reducción del transporte privado en estas zonas afectadas y su área de influencia.
- Redistribución de itinerarios hacia el viario principal más externo.
- Fomento del uso de modos no mecanizados (viajes a pie y en bicicleta) y del transporte público.

###### **Proyectos de estacionamiento regulado**

El estacionamiento regulado, según el estudio "Evaluación de los efectos del SER en la movilidad" realizado en el año 2008 por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid con el objetivo de evaluar el impacto del estacionamiento regulado (SER) en la movilidad del ámbito de la ciudad, indica que el SER reduce los viajes en transporte privado con destino la zona regulada en un 3,5%. Estos viajes son trasvasados un 65% al transporte público, un 32% a viajes a pie y un 3% a viajes como vehículo acompañante.

Si el estacionamiento regulado en la zona del hospital y el aparcamiento de Las Erillas sigue las pautas observadas en Madrid, el impacto de las actuaciones previstas sería:

- Una reducción de alrededor del 3,5% de los viajes en transporte privado a estas zonas.
- Un incremento de la movilidad en transporte público, especialmente hacia el centro atractor del hospital.
- Una mayor ordenación del aparcamiento en estas zonas y su rotación.

### ***Proyecto de restricción de velocidad***

La actuación de templado de tráfico en el casco urbano y viarios más secundarios del municipio tendrá un impacto de reducir el tráfico en estas zonas y potenciar el uso de otros itinerarios más periféricos al centro.

### ***Proyecto de mejora de la red viaria***

El nuevo enlace de la M-50 es un elemento clave para asegurar la accesibilidad del nuevo centro I+D. Este punto generará una movilidad importante, tanto de empleos como visitantes, y es necesario crear el viario adecuado que permita su conexión tanto en transporte público como privado.

### ***Proyecto de mejora de la accesibilidad en transporte público***

Las modificaciones y ampliaciones de la red de autobuses tiene un claro impacto de mejora de la accesibilidad en zonas deficitarias actualmente o en nuevos desarrollos previstos.

## **B. Impacto global de la actuación en los tráficos**

En las tablas adjuntas se muestra el impacto de las medidas adoptadas, tanto en la red viaria como el sistema de transporte público, destacando las siguientes conclusiones:

### ***Red viaria***

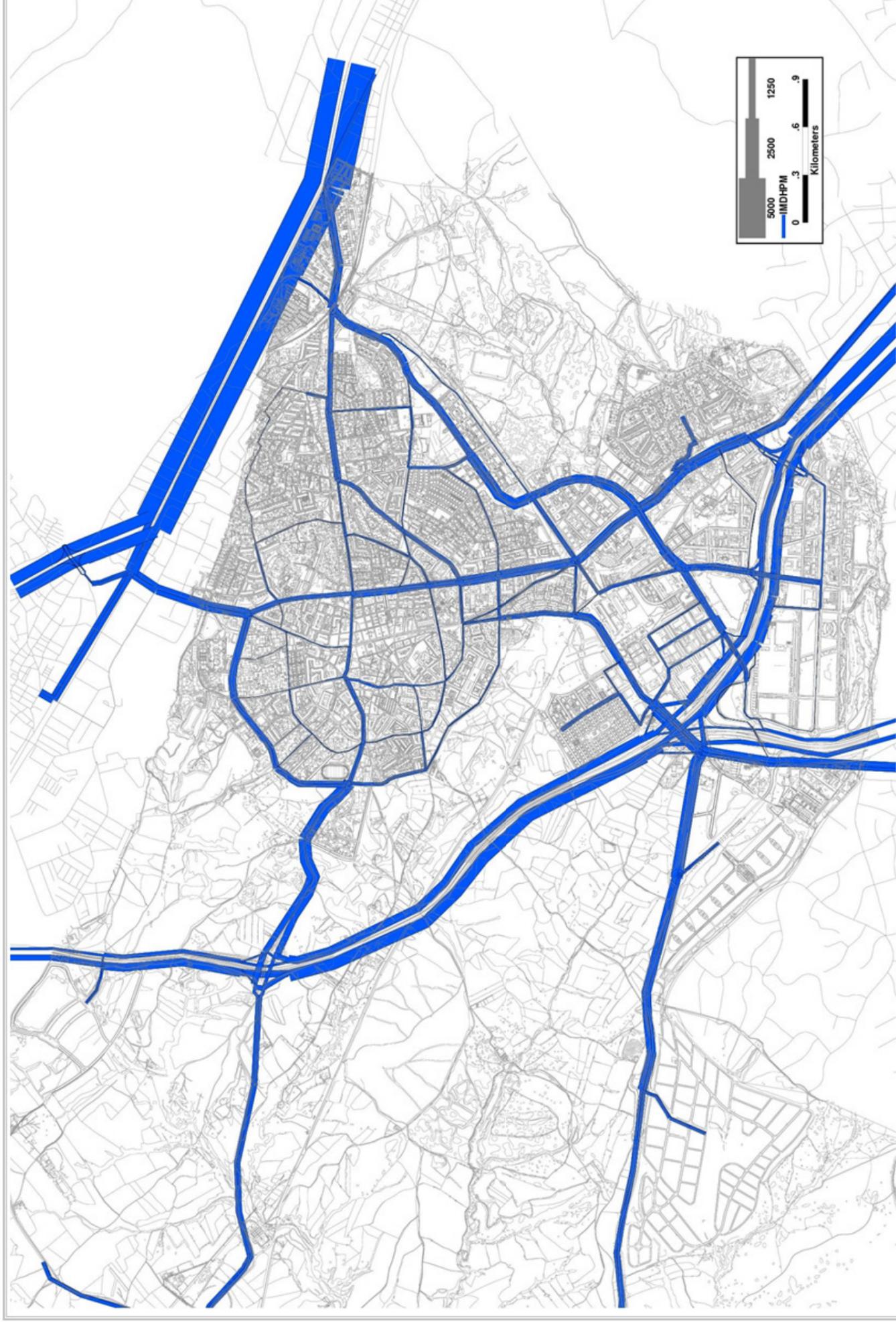
- Se produce en general un incremento de la movilidad, consecuencia del crecimiento que experimentará el municipio en los próximos 12 años.

- Este crecimiento se produce en mayor medida en los viales de acceso y circunvalación y en las zonas de nuevos desarrollos urbanísticos.
- Los viales de la zona 30 y próximos al centro experimentan un crecimiento mínimo o una reducción de sus tráficos consecuencia de la reducción de velocidad y de la peatonalización del centro.
- Estos factores generan una penalización en los tiempos de recorrido que fomenta la movilidad no mecanizada y produce un incremento de alrededor del 1,4% del reparto modal del transporte público.

Tabla nº 21. Resultados de la asignación de privado. Escenario 2020 Medio

Punto	Año Base			Año 2020			% Diferencia		
	Majad	Ext	Total	Majad	Ext	Total	Majad	Ext	Total
Carretera M-515 a Pozuelo	295	1.380	1.675	304	1.493	1.797	3,0%	8,2%	7,3%
Carretera del Plantío (Cercanías)	315	928	1.243	348	953	1.301	10,4%	2,7%	4,7%
Calle Norias (Cercanías)	372	899	1.271	471	982	1.453	26,5%	9,2%	14,3%
Carretera de Majadahonda a Las Rozas	999	914	1.913	1.143	1.063	2.206	14,4%	16,3%	15,3%
Carretera de Villanueva del Pardillo	907	830	1.737	1.113	1.055	2.169	22,8%	27,2%	24,9%
Carretera de Boadilla del Monte	958	804	1.762	1.100	924	2.024	14,8%	14,9%	14,9%
Avenida de España	740	471	1.211	787	501	1.288	6,3%	6,4%	6,4%
Carretera del Pozuelo (Instituto Carlos III)	820	1.257	2.077	872	1.287	2.159	6,4%	2,4%	4,0%
Calle Morenas	967	782	1.749	1.051	861	1.912	8,6%	10,1%	9,3%
Avenida Guadarrama	300	342	642	468	512	981	56,1%	49,8%	52,8%
Calle Doctor Marañón	588	324	912	701	390	1.091	19,2%	20,2%	19,6%
Calle Santo Tomás	358	240	598	276	150	426	-23,0%	-37,4%	-28,8%
M-503 Monte Claro	3.836	3.906	7.742	4.117	4.039	8.156	7,3%	3,4%	5,3%
M-503 Majadahonda M-516	688	1.313	2.001	1.035	1.602	2.637	50,5%	22,0%	31,8%
M-509 en Villanueva del Pardillo	792	484	1.276	691	501	1.192	-12,8%	3,6%	-6,6%
M-518 a Las Rozas	785	204	989	614	158	771	-21,8%	-22,8%	-22,0%
A-6 Las Rozas	3.602	5.582	9.184	3.671	5.720	9.391	1,9%	2,5%	2,3%
M-50 Las Rozas	1.632	2.379	4.011	2.141	2.522	4.663	31,2%	6,0%	16,2%

Imagen nº 11 Resultados de la asignación de privado HPM. Escenario Medio



Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Majadahonda



Resultados de privado HPM – Escenario Medio



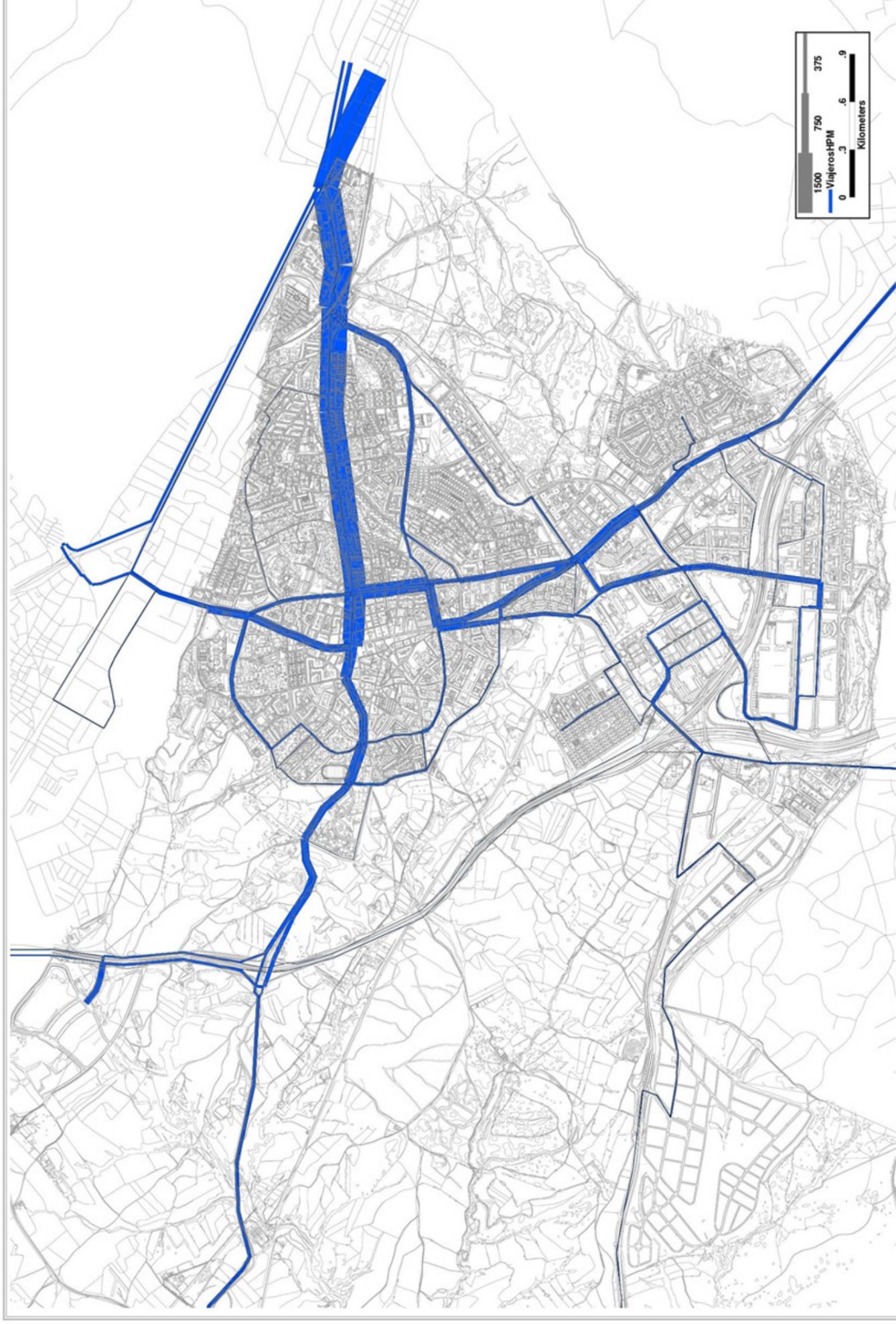
### Red de transporte público

- Se produce en general un incremento del uso del transporte público del orden del 24% etapas.
- Los mayores incrementos se producen en las líneas urbanas y líneas modificadas o que dan servicio a nuevos desarrollos urbanísticos, consecuencia del crecimiento de la movilidad y mejora de la accesibilidad del nuevo sistema.
- Algunas líneas reducen sus tráficos consecuencia de de los cambios de itinerarios y frecuencias que mejoran el atractivo de algunas rutas frente a otras.
- Las medidas de restricción adoptadas en la red viaria fomentan el uso del transporte público que ve incrementada su reparto modal en un 1,4%.

**Tabla nº 22. Resultados de la asignación de público HPM. Escenario 2020 Medio**

Punto	Aforo	Modelo	% Dif
Líneas urbanas	253	506	100,1%
Línea 561	1.505	1.835	21,9%
Línea 567	371	723	95,1%
Línea 626	502	685	36,5%
Línea 650	252	316	25,3%
Línea 651	1.312	640	69,0%
Línea a centro I+D	0	1.261	
Línea 652	728	592	-18,7%
Línea 653	448	354	-20,9%
Línea 654	388	356	-8,3%
Línea 655	404	514	27,4%
Línea 667	36	41	12,2%
Línea 685	282	309	9,7%
Estación de Cercanías	794	902	13,6%
<b>Total</b>	<b>7.274</b>	<b>9.034</b>	<b>24,2%</b>

Imagen nº 12 Resultados de la asignación de público HPM. Escenario Medio



**Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Majadahonda**



**Resultados de público HPM – Escenario Medio**



### Accesibilidad del nuevo sistema

El nuevo sistema de transportes presenta tiempos de viaje en transporte privado más penalizados y tiempos de transporte público más competitivos.

**Tabla nº 23. Indicadores de accesibilidad. Escenario 2020 Medio**

Tipo	Año Base		Escenario Medio	
	Publico	Privado	Publico	Privado
Media	51,7	26,5	47,7	28,7
Mínimo	15,0	5,0	14,5	5,0
Máximo	85,6	39,6	85,5	40,7

### C. Impacto medio-ambiental y gasto energético

Según datos de las matrices de viajes, el número de viajes realizados hacia/desde el municipio de Majadahonda en hora punta asciende a unos 24.462 viajes con cuyos datos, siguiendo los criterios ya indicados en el epígrafe de modelización, se pueden estimar las emisiones del nuevo escenario.

Según los resultados de las tablas adjuntas, el nuevo escenario de redes reduce las emisiones, en tanto que el incremento de estas está por debajo del incremento de la movilidad (alrededor del 10%). Además hay que tener en cuenta otras medidas no modelizables, como la reducción de la velocidad de circulación, control del tráfico de agitación y descenso de la movilidad mecanizada en el centro, que necesariamente tendrán un impacto muy positivo en términos de reducción de las emisiones y gasto energético.

**Tabla nº 24. Gasto energético en Consumo Tep. Escenario Medio**

	Año Base	Escenario Medio	% Dif
Gasolina	4,13	4,42	6,9%
Diesel	4,82	5,18	7,4%
<b>Total</b>	<b>8,95</b>	<b>9,59</b>	<b>7,2%</b>

**Tabla nº 25. Emisiones de gases efecto invernadero CO<sub>2</sub>.  
Escenario Medio**

	Año Base	Escenario Medio	% Dif
Gasolina	11,86	12,68	6,9%
Diesel	14,80	15,89	7,4%
<b>Total</b>	<b>26,65</b>	<b>28,56</b>	<b>7,2%</b>

**Tabla nº 26. Emisiones de gases contaminantes.  
Escenario Medio**

Tipo de vehículo	Consumo (l)	Emisiones SO <sub>2</sub> (Tn)	Emisiones HC+NO <sub>x</sub> (Tn)	Emisiones PM <sub>10</sub> (Tn)	Emisiones CO (Tn)
<b>Año Base</b>					
Gasolina	5.213	0,04	5,86	0,01	22,53
Diesel	5.519	0,04	5,85	0,56	10,21
<b>Total</b>	<b>10.732</b>	<b>0,08</b>	<b>11,71</b>	<b>0,57</b>	<b>32,74</b>
<b>Escenario Medio</b>					
Gasolina	5.574	0,04	6,26	0,01	24,08
Diesel	5.926	0,04	6,28	0,60	10,97
<b>Total</b>	<b>11.499</b>	<b>0,09</b>	<b>12,54</b>	<b>0,61</b>	<b>35,05</b>
<b>% Dif</b>	<b>7,1%</b>	<b>7,2%</b>	<b>7,1%</b>	<b>7,4%</b>	<b>7,1%</b>

Respecto a los niveles de ruido, se observa un pequeño crecimiento ya que las intensidades de tráfico se han incrementado en este escenario, aunque muy reducido, del orden del 0,5%. Además, el punto en la calle Santo Tomás ubicado en la zona 30, refleja el impacto positivo y reductor de ruidos que tiene las medidas de calmado de tráfico.

**Tabla nº 27. Niveles de ruido en Majadahonda.  
Escenario Medio**

Punto	Zona	Año Base		Escenario Medio		% Dif
		IMD <sub>HP</sub>	L <sub>eq</sub>	IMD <sub>HP</sub>	L <sub>eq</sub>	
Carretera M-515 a Pozuelo	Periférica	1.675	68,0	1.797	68,2	0,3%
Carretera del Plantío	Periférica	1.243	67,1	1.301	67,2	0,2%
Calle Norias	Periférica	1.271	67,1	1.453	67,6	0,6%
Carretera de Majadahonda a Las Rozas	Periférica	1.913	68,4	2.206	68,9	0,7%
Carretera de Villanueva del Pardillo	Periférica	1.737	68,1	2.169	68,8	1,0%
Carretera de Boadilla del Monte	Periférica	1.762	68,2	2.024	68,6	0,6%
Carretera M-515 a Pozuelo (Instituto Carlos III)	Periférica	2.077	68,7	2.159	68,8	0,2%
Calle Moreras	Periférica	1.721	68,1	1.912	68,4	0,5%
Avenida de España	Urbana	1.211	67,0	1.288	67,2	0,3%
Avenida Guadarrama	Urbana	642	65,0	981	66,3	2,0%
Calle Doctor Marañón	Urbana	912	66,1	1.091	66,7	0,8%
Calle Santo Tomás	Urbana	598	64,8	426	63,7	-1,6%

Punto	Zona	Año Base		Escenario Medio		% Dif
		IMD <sub>HP</sub>	L <sub>eq</sub>	IMD <sub>HP</sub>	L <sub>eq</sub>	
<b>Media zonas periféricas</b>		<b>67,9</b>		<b>68,3</b>		<b>0,6%</b>
<b>Media zonas urbanas</b>		<b>65,7</b>		<b>66,0</b>		<b>0,4%</b>

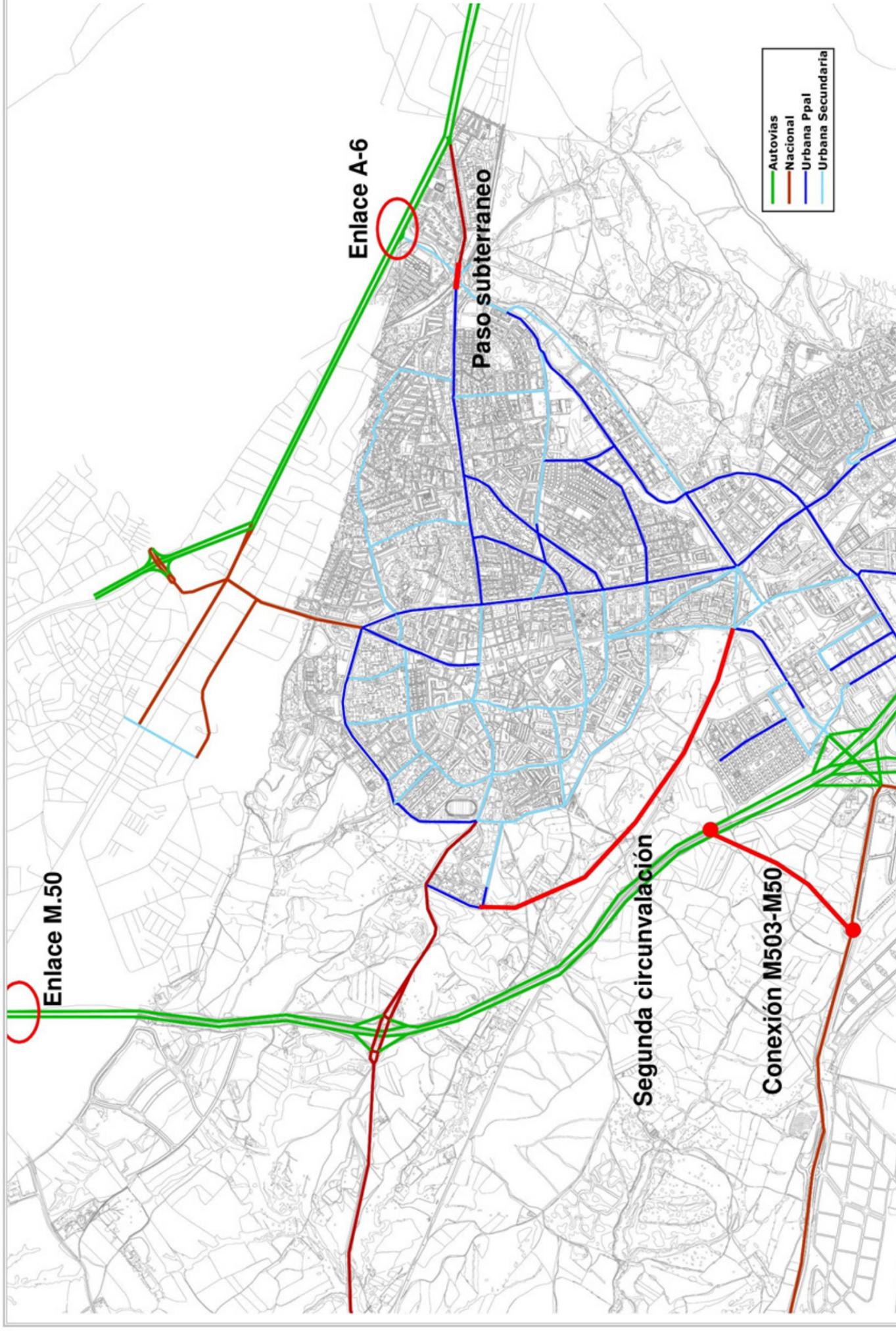
## 4.2. ESCENARIO OPTIMISTA

### 4.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta del escenario optimista comprende las siguientes actuaciones:

- Completar el enlace de la autovía A-6, en la glorieta de cercanías, con los movimientos en sentido La Coruña, de manera que el municipio cuente con un enlace completo.
- Construcción de un paso subterráneo en la rotonda de Cercanías que estructure los movimientos de este enlace a dos niveles.
- Ampliación de la segunda circunvalación de Majadahonda, uniendo el tramo de Avenida Juan Carlos I con Arco de Poniente.
- Construir un nuevo enlace directo que una la carretera M-503 con la autovía M-50 norte, para así canalizar los movimientos de medio/largo recorrido por esta nueva intersección y dejando en la rotonda actual los movimientos más locales.
- Solución ferroviarias o de plataforma reservada que conecte y mejore la accesibilidad del centro urbano, el hospital comarcal Puerta de Hierro y el nuevo área I+D.

Imagen nº 13 Propuesta de nuevas infraestructuras viarias



Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Majadahonda

Propuesta de nuevas infraestructuras viarias



#### 4.2.2. CONSTRUCCIÓN DE MATRICES FUTURAS

Para construir las matrices futuras se ha seguido la misma metodología detallada para el Escenario medio, pero adoptando los tiempos y costes de la red de transportes del Escenario Optimista.

En la tabla adjunta se muestra la matriz de viajes resultante observándose que:

- La movilidad global en hora punta crece alrededor del 10% entre el año base y el año horizontes 2020.
- El reparto modal varía incrementando el porcentaje del transporte público más que en el Escenario Medio. Esto es debido a que, al estar la red viaria más descongestionada por las nuevas infraestructuras, la red de autobuses también ofrece tiempos de viaje más competitivos.

**Tabla nº 28. Matrices de viajes. Escenario 2020 Optimista**

	Viajes			Reparto modal	
	Vehículos en tprv	Viajes en tpub	Total	Vehículos en tprv	Viajes en tpub
Año Base	23.451	6.318	29.769	78,8%	21,2%
2020	25.243	7.565	32.809	76,9%	23,1%

#### 4.2.3. IMPACTO DE LA ACTUACIÓN

En este epígrafe se realiza, primeramente, una valoración cualitativa del impacto de las principales actuaciones consideradas para, posteriormente, evaluar los tráficos obtenidos en el proceso de modelización y, finalmente, valorar el impacto medioambiental y gasto energético de estas medidas.

##### **A. Valoración del impacto de las principales actuaciones**

##### **Proyecto de mejora de la red viaria**

Las nuevas infraestructuras viarias planteadas tendrán el siguiente impacto sobre la movilidad:

- Asegurar la conectividad de la red viaria mejorando la accesibilidad entre los distintos puntos de la ciudad.
- Evitar la saturación de las calles más conflictivas, generando una mayor fluidez de tráficos.

- Ofrecer una buena accesibilidad a los nuevos desarrollos urbanísticos previstos.

### **Proyecto de mejora de la accesibilidad en transporte público**

Aunque no hay todavía una solución ferroviaria o de plataforma reservada clara para el municipio que pueda ser modelizada en el presente PMUS, si cabe destacar el importante impacto que este modo de transporte tiene en el reparto modal de cualquier entorno.

A modo de ejemplo, se puede valorar el reparto modal (Vehículos privado-Viajes transporte público) de las zonas de Majadahonda más próximas a la estación ferroviaria actual con la media del municipio, observando una diferencia de alrededor del 10%. Este es un claro reflejo del potencial de estos sistemas para reducir la movilidad en transporte privado, ofreciendo una alternativa siempre más competitiva que el sistema de autobús convencional.

**Tabla nº 29. Impacto de Cercanías en el reparto modal**

	Año Base - HPM	
	Vehículos en tprv	Viajes en tpub
Zonas próximas a la estación	55%	45%
Municipio de Majadahonda	65%	35%

### **B. Impacto global de la actuación en los tráficos**

En las tablas adjuntas se muestra el impacto de las medidas adoptadas, tanto en la red viaria como el sistema de transporte público, destacando las siguientes conclusiones:

#### **Red viaria**

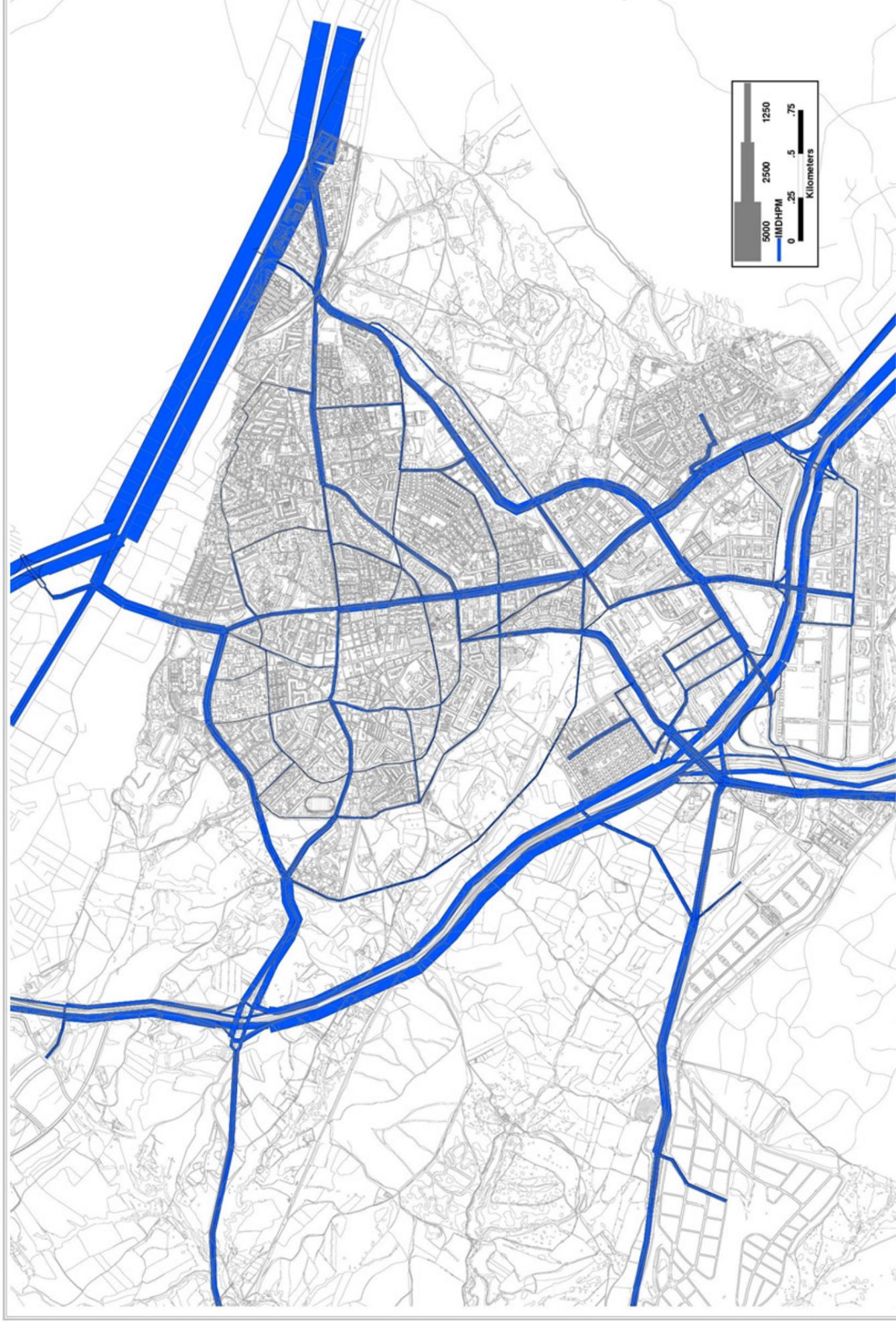
- Se produce en general un incremento de la movilidad, consecuencia del crecimiento que experimentará el municipio en los próximos 12 años.
- Este crecimiento se produce en mayor medida en los viales de acceso y circunvalación y en las zonas de nuevos desarrollos urbanísticos.
- Los viales de la zona 30 y próximos al centro experimentan un crecimiento mínimo o una reducción de sus tráficos consecuencia de la reducción de velocidad y de la peatonalización del centro.

- Las nuevas infraestructuras ayudan a descongestionar el vial actual y generar una mayor fluidez de tráfico. Además, favorece la competitividad de la red de autobuses lo que se traduce en un incremento del reparto modal de este modo de transporte.

**Tabla nº 30. Resultados de la asignación de privado. Escenario 2020 Optimista**

Punto	Año Base			Año 2020			% Diferencia		
	Majad	Ext	Total	Majad	Ext	Total	Majad	Ext	Total
Carretera M-515 a Pozuelo	295	1.380	1.675	313	1.497	1.811	6,2%	8,5%	8,1%
Carretera del Plantío (Cercanías)	315	928	1.243	344	938	1.281	9,1%	1,1%	3,1%
Calle Norias (Cercanías)	372	899	1.271	464	972	1.436	24,8%	8,1%	13,0%
Carretera de Majadahonda a Las Rozas	999	914	1.913	1.118	1.050	2.168	11,9%	14,9%	13,4%
Carretera de Villanueva del Pardillo	907	830	1.737	1.149	1.039	2.188	26,7%	25,1%	25,9%
Carretera de Boadilla del Monte	958	804	1.762	1.079	929	2.008	12,7%	15,5%	14,0%
Avenida de España	740	471	1.211	777	499	1.276	5,0%	5,9%	5,4%
Carretera del Pozuelo (Instituto Carlos III)	820	1.257	2.077	820	1.278	2.098	0,0%	1,7%	1,0%
Calle Morenas	967	782	1.749	1.058	873	1.931	9,4%	11,6%	10,4%
Avenida Guadarrama	300	342	642	476	564	1.041	58,7%	65,0%	62,1%
Calle Doctor Marañón	588	324	912	692	392	1.084	17,7%	20,9%	18,9%
Calle Santo Tomás	358	240	598	246	117	363	-31,2%	-51,2%	-39,2%
M-503 Monte Claro	3.836	3.906	7.742	4.089	4.036	8.125	6,6%	3,3%	5,0%
M-503 Majadahonda M-516	688	1.313	2.001	833	993	1.826	21,0%	-24,4%	-8,8%
M-509 en Villanueva del Pardillo	792	484	1.276	703	460	1.163	-11,2%	-5,0%	-8,8%
M-518 a Las Rozas	785	204	989	612	156	769	-22,0%	-23,3%	-22,3%
A-6 Las Rozas	3.602	5.582	9.184	3.694	5.716	9.411	2,6%	2,4%	2,5%
M-50 Las Rozas	1.632	2.379	4.011	2.167	2.531	4.698	32,8%	6,4%	17,1%
Paso actual de glorieta Cercanías	553	1.086	1.639	424	626	1.050	-23,3%	-42,3%	-35,9%
Paso subterráneo de glorieta de Cercanías	-	-	-	191	583	774	-	-	-
Tramo segunda circunvalación	-	-	-	255	285	540	-	-	-
Enlace M-503 con M-50	-	-	-	116	580	696	-	-	-

Imagen nº 14 Resultados de la asignación de privado HPM. Escenario Optimista



Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Majadahonda

Resultados de privado HPM – Escenario Optimista



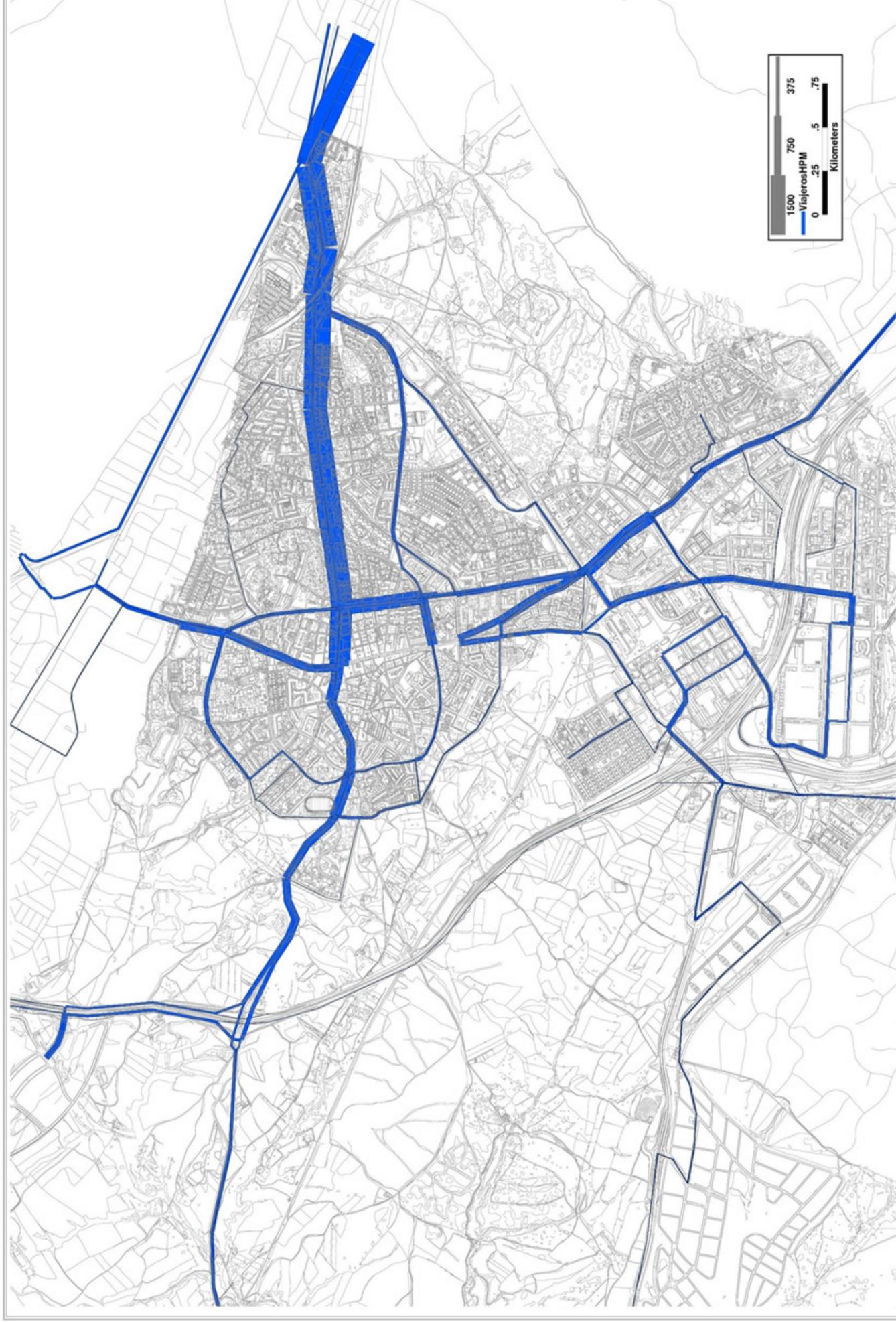
### Red de transporte público

- Se produce en general un incremento del uso del transporte público del orden del 25% etapas.
- Los mayores incrementos se producen en las líneas urbanas y líneas modificadas o que dan servicio a nuevos desarrollos urbanísticos, consecuencia del crecimiento de la movilidad y mejora de la accesibilidad del nuevo sistema.
- Algunas líneas reducen sus tráficos consecuencia de de los cambios de itinerarios y frecuencias que mejoran el atractivo de algunas rutas frente a otras.
- Las medidas de restricción adoptadas en la red viaria fomentan el uso del transporte público que ve incrementada su reparto modal en un 1,8%.

**Tabla nº 31. Resultados de la asignación de público  
HPM. Escenario 2020 Optimista**

Punto	Aforo	Modelo	% Dif
Líneas urbanas	253	502	98,5%
Línea 561	1.505	1.830	21,6%
Línea 567	371	735	98,2%
Línea 626	502	777	54,8%
Línea 650	252	314	24,5%
Línea 651	1.312	632	68,5%
Línea a centro I+D	0	1.284	
Línea 652	728	590	-18,9%
Línea 653	448	356	-20,6%
Línea 654	388	353	-9,0%
Línea 655	404	512	26,9%
Línea 667	36	41	12,7%
Línea 685	282	308	9,5%
Estación de Cercanías	794	901	13,5%
<b>Total</b>	<b>7.274</b>	<b>9.134</b>	<b>25,6%</b>

Imagen nº 15 Resultados de la asignación de público HPM. Escenario Optimista



Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Majadahonda

Resultados de público HPM – Escenario Optimista



### Accesibilidad del nuevo sistema

El nuevo sistema de transportes presenta tiempos de viaje en transporte privado y público en general más competitivos.

**Tabla nº 32. Indicadores de accesibilidad. Escenario 2020 Optimista**

Tipo	Año Base		Escenario Medio	
	Publico	Privado	Publico	Privado
Media	51,7	26,5	47,4	26,7
Mínimo	15,0	5,0	14,0	5,0
Máximo	85,6	39,6	84,9	38,5

### C. Impacto medio-ambiental y gasto energético

Según datos de las matrices de viajes, el número de viajes realizados hacia/desde el municipio de Majadahonda en hora punta asciende a unos 24.570 viajes con cuyos datos, siguiendo los criterios ya indicados en el epígrafe de modelización, se pueden estimar las emisiones del nuevo escenario.

Según los resultados de las tablas adjuntas, el nuevo escenario de redes reduce las emisiones, en tanto que el incremento de estas está por debajo del incremento de la movilidad (alrededor del 10%). Además hay que tener en cuenta otras medidas no modelizables, como la reducción de la velocidad de circulación, control del tráfico de agitación y descenso de la movilidad mecanizada en el centro, que necesariamente tendrán un impacto muy positivo en términos de reducción de las emisiones y gasto energético.

**Tabla nº 33. Gasto energético en Consumo Tep. Escenario Optimista**

	Año Base	Escenario Medio	% Dif
Gasolina	4,13	4,41	6,7%
Diesel	4,82	5,17	7,3%
<b>Total</b>	<b>8,95</b>	<b>9,58</b>	<b>7,1%</b>

**Tabla nº 34. Emisiones de gases efecto invernadero CO<sub>2</sub>.  
Escenario Optimista**

	Año Base	Escenario Medio	% Dif
Gasolina	11,86	12,65	6,7%
Diesel	14,80	15,88	7,3%
<b>Total</b>	<b>26,65</b>	<b>28,54</b>	<b>7,1%</b>

**Tabla nº 35. Emisiones de gases contaminantes.  
Escenario Optimista**

Tipo de vehículo	Consumo (l)	Emisiones SO <sub>2</sub> (Tn)	Emisiones HC+NO <sub>x</sub> (Tn)	Emisiones PM <sub>10</sub> (Tn)	Emisiones CO (Tn)
<b>Año Base</b>					
Gasolina	5.213	0,04	5,86	0,01	22,53
Diesel	5.519	0,04	5,85	0,56	10,21
<b>Total</b>	<b>10.732</b>	<b>0,08</b>	<b>11,71</b>	<b>0,57</b>	<b>32,74</b>
<b>Escenario Medio</b>					
Gasolina	5.564	0,04	6,25	0,01	24,04
Diesel	5.924	0,04	6,28	0,60	10,96
<b>Total</b>	<b>11.488</b>	<b>0,09</b>	<b>12,53</b>	<b>0,61</b>	<b>35,01</b>
<b>% Dif</b>	<b>7,0%</b>	<b>7,0%</b>	<b>7,0%</b>	<b>7,3%</b>	<b>6,9%</b>

Respecto a los niveles de ruido, se observa un pequeño crecimiento ya que las intensidades de tráfico se han incrementado en este escenario, aunque muy reducido, del orden del 0,5%. Además, el punto en la calle Santo Tomás ubicado en la zona 30, refleja el impacto positivo y reductor de ruidos que tiene las medidas de calmado de tráfico.

**Tabla nº 36. Niveles de ruido en Majadahonda.  
Escenario Optimista**

Punto	Zona	Año Base		Escenario Optimista		% Dif
		IMD <sub>HP</sub>	L <sub>eq</sub>	IMD <sub>HP</sub>	L <sub>eq</sub>	
Carretera M-515 a Pozuelo	Periférica	1.675	68,0	1.811	68,3	0,4%
Carretera del Plantío	Periférica	1.243	67,1	1.281	67,2	0,1%
Calle Norias	Periférica	1.271	67,1	1.436	67,5	0,6%
Carretera de Majadahonda a Las Rozas	Periférica	1.913	68,4	2.168	68,8	0,6%
Carretera de Villanueva del Pardillo	Periférica	1.737	68,1	2.188	68,8	1,1%
Carretera de Boadilla del Monte	Periférica	1.762	68,2	2.008	68,6	0,6%
Carretera M-515 a Pozuelo (Instituto Carlos III)	Periférica	2.077	68,7	2.098	68,7	0,0%
Calle Moreras	Periférica	1.721	68,1	1.931	68,5	0,5%
Avenida de España	Urbana	1.211	67,0	1.276	67,2	0,2%
Avenida Guadarrama	Urbana	642	65,0	1.041	66,5	2,3%
Calle Doctor Marañón	Urbana	912	66,1	1.084	66,7	0,8%

Punto	Zona	Año Base		Escenario Optimista		% Dif
		IMD <sub>HP</sub>	L <sub>eq</sub>	IMD <sub>HP</sub>	L <sub>eq</sub>	
Calle Santo Tomás	Urbana	598	64,8	363	63,2	-2,4%
<b>Media zonas periféricas</b>		<b>67,9</b>		<b>68,3</b>		<b>0,6%</b>
<b>Media zonas urbanas</b>		<b>65,7</b>		<b>65,9</b>		<b>0,3%</b>

## 5. CONCLUSIONES

En el presente informe se han modelizado dos escenarios de actuación que pretenden recoger las propuestas de actuación del PMUS para la mejora global de la movilidad en el municipio.

Las conclusiones más destacables de la modelización realizada son las siguientes:

- Las actuaciones para fomentar la movilidad no mecanizada y reducción del tráfico en el centro urbano generarán en el municipio un sistema más sostenible donde se recupera espacio para el peatón y los ciclistas.
- Las actuaciones en el transporte público potencian la movilidad de este modo, en detrimento del vehículo privado, factor muy importante dado que el municipio presenta un uso elevado del transporte privado. Cabe incidir que proyectos de tipo ferroviario o de plataforma reservada en el casco urbano, hospital y nuevo centro I+D fortalecerían las alternativas de viaje en transporte público.
- Las nuevas medidas adoptadas aseguran la correcta integración de los nuevos desarrollos urbanísticos a la red de transportes.
- Los nuevos viarios que se construirán serán importantes para absorber los crecimientos de tráfico, consecuencia del crecimiento de la movilidad y las restricciones del centro.

